الدكتور
غياث مصباح سمينة
أستاذ
في قسم علوم الاغذية ـ كلية الزراعة
جامعة دمشق

الدكتور
عادل أحمد سفر
مدرس
في قسم علوم الاغذية ـ كلية الزراعة
جامعة دمشق

٦٤/١٠/١١

المواد المضافة للأغذية

FOOD ADDITIVES

حقوق التاليف والنشر والطبع محفوظة لجامعة دمشق

منشورات جامعة دمشق

١٤١٢ ـ ١٤١٣ هـ
١٩٩٢ ـ ١٩٩٣ م

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة :

لن نبدأ هذه المقدمة ، كما اعتاد معظم المؤلفين أن يبدؤوها ، بالكتابة عن أهمية الموضوع المقدم له وربطه بالعلوم الأخرى ، وإنما نكتفي ببيان تعريف المواد المضافة للأغذية ، كون مفهومها يشوبه بعض الغموض بالنسبة للكثير من القراء وحتى المقربين منهم الى تخصص علوم الأغذية .

والمواد المضافة للأغذية بمفهومها المبسط ، هي أي مادة ليست من صلب الغذاء وتضاف اليه ، مهماكا ن منشؤها ، والسكر والملح مثالان منها ومواد النكهة (الأروما) مثال آخر ، ويبين المثالان فرقاً كبيراً في نسب إضافتهما الى الأغذية ، فأول مادتين تضافان بالغرامات ومواد النكهة بأجزاء أجزاء الغرام ، ويجمع مواد المثالين تعريف المواد المضافة .

لا تقوم صناعة أغذية بدون مواد مضافة ، وضرورة إضافتها كضرورة توافر المادة الأولية للتصنيع الغذائي . انما العيب هو المبالغة في كمياتها المضافة ، والنحو نحو استعمال ما كان منها غير معد في الأصل للاستعمالات الغذائية . فالمواد المضافة الى الأغذية يجب أن تكون من نوعية وجودة تسمحان بإضافتها للأغذية .

الكتابة في المواد المضافة شاقة ، لأسباب متعددة ، منها شح المراجع الأجنبية الخاصة بها ، حتى لا يبدو أن هناك أكثر من مرجع أو مرجعين في كل لغة عالمية ، ومنها تناقض التعليمات أحياناً التي تدعم استعمالها بين الدول حتى المتقدمة منها ، وبخاصة عند وجود تعليمات جديدة تحدد استعمالات بعض منها . وقد تجاوزنا هذه الصعوبات بالتخطيط لهيكلية كتاب تخدم فعلاً العاملين في اختصاص الصناعات الغذائية وثانياً بالرجوع الى ثلاثة مصادر وضعناها أمامنا وبذلنا الجهد في الحصول عليها ، وهي تعليمات الجماعة الأوروبية وتعليمات منظمة الأغذية والزراعة والصحة الدولية وهيئة الغذاء والدواء الأمريكية . وقد نحونا عند وجود تناقض في استعمالات المواد المضافة اعتماد ما أصدرته هيئة دستور الأغذية التابعة للمنظمتين الدوليتين .

ويجد القارىء في نهاية الكتاب قائمة تتضمن المواد المضافة المعتمدة من قبل هيئة دستور الاغذية ، كما يجد ضمن كل فصل فقرات عن الوضع القانوني للمواد المضافة، مع ترقيم المواد المضافة الترقيم الدولي المعتمد حالياً والذي يحمل كما رأيناه ترقيم الجماعة الأوروبية .

ولنا في ذلك امل كبير في ان تكون قد وضعنا في كتابنا الأسس الرئيسة لموضوع المواد المضافة ليكون أول كتاب بالعربية في موضوعه . آملين الله الرشد دائماً والخير.

المؤلفان

د. غياث سمينة

د. عادل سفر

الفصل الأول

دور المواد المضافة في الأغذية وفوائدها

ROLE OF ADDITIVES IN FOODS

١ ٠ ١ ٠ تعريف المـواد المضافة ومفهومها

الاهتمام الحالي بالمواد المضافة الى الأغذيـة ، اهتمام واسع ومستمر ، عبّرت عنه دول كثيرة متقدمة عن طريق ما يتوارد ، حتى على نطاق عام ، من أخبار تطورات وضع مادة مضافة معينة في الأغذيـة ، سـواء من حيث سلامتها وسميتها او من حيث مجال تطبيقها في الأغذيـة .

مصطلح المواد المضافة ، اذا جاز القول عنه ، مصطلح غير موفق ، يزدريه الناس منذ السماع بـه ، وينقصونه حقـه . وهذا راجع ، كما أعتقد ، بشكل رئيس ، الى الارتباك والشك المترافق مع كلمة المواد المضافة الى الأغذيـة . فهو يعني للوهلة الاولى شيئاً مـا يضاف الى الغـذاء . والمنطق العام يقضي أن اي شيء يضاف الى الغـذاء فهـو (على الأقل) ليس بالغذاء . فلماذا يضاف اليه ؟ . وعند قراءة مقومات الغـذاء على بطاقة البيان نجد أن المواد المضافة مذكورة ضمن هـذه المقومات . وهـذا يؤدي مباشرة الى إثـارة الريبة في المـادة المضافة (او المواد المضافة) المذكورة في البيان ، وينعكس في نفوس معظم الناس بأن هذا المقوّم (اي المـادة المضافة) غـير ضروري ، لأن هناك احتمالاً بكونه ضاراً ، فهو غير مقومات الغذاء الطبيعية .

تفرق معظم الدول بين مقومات الغذاء وفقاً لأربعة مفاهيم :

١ ـ مقومات طبيعية عادية	Normal Ingredients
٢ ـ مساعدات تصنيع	Processing aids
٣ ـ مـواد مضافة	Food Additives
٤ ـ ملوثـات	Contaminantes

تستهلك المقومات الطبيعية وحدها كغذاء . ومساعدات التصنيع ، يدل اسمها منذ الوهلة الأولى عليها ، فهي تفقد تقريباً كلها اثنـاء عمليات التصنيع ، ولا تـؤدي بالتالي الى إحداث تأثير ضار يغيّر من خواص الغذاء ، فلا تغيّر ملونات الغذاء ونكهته ولا ينشأ عن استعمالها مشكلات تؤدي الى الاخلال بسلامة الأغذية . والملوثات بقايـا مبيدات أو مـواد ترتحل الى الأغذيـة من مـواد التعبئة او السطوح التي بتماس مع الأغذيـة او المـواد التي تنتجها الأحياء الدقيقة التي تغزو الطعام كالسموم الفطرية . ويفضل أحياناً فصل الملوثات من بقايا المبيدات وتصنيفها وحدهـا . يبقى لدينـا بعد توضيح المفاهيم السابقة مفهوم المواد المضافة ، فهي باختصار كل المواد التي لم تشملها المفاهيم السابقة .

لناخذ مثالاً بسيطاً نطبق عليه المفاهيم السابقة وهو المثلجات اللبنية (البوظة) ذات النكهات المتنوعـة . الفريز من البوظة مقـوم طبيعي فيها لأنـه يؤكل كغـذاء . والشوكولا من البوظة مقوم طبيعي لأنها تؤكل كغذاء ، وان كانت لا تؤكل وحدها وانما مع مواد اخرى كالسكر وغيره . أمـا الفانيلا من البوظة فهي مادة مضافة لأنهـا من المنكهات ولا يمكن تناولها وحدها .

نجد من هذا الاستعراض المبسط أن مناقشة مفهوم المواد المضافة يتطلب أولاً التفريق بـين عـدد من المفاهيم ، هي : الغـذاء Food ، ومكوناتـه Components ومركباتـه Constitutiants ، ومقوماتـه Ingredients . ثم يتطلب ثانيـاً وضع هذه المفاهيم من اطار قانوني عملي يسهل تطبيقه على حالات متعددة وعلى أمثلة مختلفة من الأغذية . ومن هنا نشأت الاختلافات والثغرات في تعريف مصطلح المـواد المضافة للأغذيـة .

تأسست هيئة دستور الأغذية (CAC) (١) وهي هيئة مشتركة من منظمتي الأغذية والزراعة الدولية (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) ، منذ ماينوف على عشرين عاماً ، وتضم ما يزيد على ١٢٠ مندوباً من دول العالم ، وهدفها الرئيس وضع مجموعة معايير للأغذيـة يتم بموجبها تقويم تجارة الأغذيـة على نطاق عـالمي . وانبثقت عن هذه الهيئة لجنة خاصة بالمواد المضافة ، تسمى اللجنة المشتركة لخبراء المـواد المضافة ، ويختصر اسمها (JECFA) (٢) . ووضعت هـذه اللجنة تعريفاً للمواد المضافة كالتالي :

---

1 — Codex Alimentarius Commision (CAC)

2 — Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive

(اي مادة لا تستهلك طبيعياً بحد ذاتها كغذاء ، ولا تستعمل عادة كأحد مقومات الغذاء المثالية ، سواء أكان لها قيمة تغذوية أم لا ، وتضاف الى الاغذية عمداً لهدف تكنولوجي أو حسي ، اثناء التصنيع أو التحضير أو المعالجة أو التغليف أو التعبئة أو النقل أو الخزن) . ولا يدخل في شمول هذا التعريف الملوثات أو المواد التي تضاف الى الأغذية للمحافظة عليها أو تحسين قيمتها التغذوية . ويؤخذ على هذا التعريف انه :

— لم يوضح ما هو مقوم الغذاء المثالي (Typical) ، لذا أوجد هذا التعريف ثغرة للمناقشة .

— تضمن المواد المضافة مباشرة الى الأغذية ، عندما أشار الى المواد التي تضاف عمداً (Intentional) .

— لم يشمل الملوثات ولا مساعدات القيمة التغذوية (وكلتاهما كما سنرى اضافات غير مباشرة وفق تعريف لجنة حماية الغذاء الأمريكية) .

واذا استعرضنا تعاريف أخرى ، صادرة عن هيئات علمية ، معترف بها ، كلجنة حماية الغذاء ، من مجلس الغذاء والتغذية ، التابع لأكاديمية العلوم الوطنية في امريكا نجد أن المواد المضافة تعرّف كالآتي :

(مكونات جزئية ، لا توجد بشكل طبيعي في الغذاء ، وتضاف عمداً ، لإحداث تأثير وظيفي أو تكنولوجي في الغذاء ، أو هي المكونات التي تضاف الى الاغذية ، بدون إرادة الانسان ، نتيجة لعمليات انتاج أو توزيع أو تصنيع الأغذية) .

ونجد في التعريف السابق شقين . الأول يشمل المواد المضافة المباشرة التي يضيفها الانسان بيده عمداً الى الأغذية ، لتحقيق وظيفة معينة أو اعطاء تأثير تكنولوجي محدد . والشق الثاني من التعريف يشمل المواد المضافة اللامباشرة التي لا يضيفها الانسان بيده الى الأغذية أثناء حلقاتها المتعددة ، وانما تأتي اليها بصورة غير مباشرة نتيجة عمليات إنتاجها أو تصنيعها أو تعبئتها أو خزنها أو تداولها .

ولتوضيح مفهوم الاضافات غير المباشرة نقول ان السوائل التي توضع في الأوعية الزجاجية تستخلص من الزجاج الصوديوم وفي بعض الأحيان البوتاسيوم . وتزداد في السوائل المخزنة في علب صفيح كمية الحديد والقصدير والرصاص ، وبخاصة عند خزنها لمدة طويلة . وتلتقط الأغذية المعبئة في أوعية بلاستيكية المواد المضافة الى البوليمر (الملدنات) (Plasticizers) كالملونات ومضادات الأكسدة وغيرها . ويزداد في الأغذية ، وبخاصة الحمضية منها ، التي تطبخ في أوعية من الألومنيوم نسبة الألومنيوم فيها . وفي عبارة قصيرة تلتقط وتستخلص الأغذية التي بتماس مع معظم

السطوح المواد الموجودة في او على السطوح التي يتماس معها ، على الاقل بكميات ضئيلة .

ونضيف الى مفهوم الاضافات غير المباشرة ما ياتي الى الاغذية نتيجة دفع الكيماويات الزراعية الى الحيوان والنبات . فقد ينتقل جزءاً منها أو من مستقلباتها ، وبمستويات مختلفة الى غذاء الانسان . وبهذا نجد ان تعريف لجنة حماية الغذاء للمواد المضافة يشمل العقاقير التي تضاف الى علائق الحيوان أو يأخذها الحيوان كعلاج ، وتستقلب في جسمه ، وينتقل جزءاً منها أو مستقلباتها الى الاغذية التي يتناولها الانسان . وقد يرى بعض المؤلفين عدّها اضافات وسط تقع بين المواد المضافة المباشرة وغير المباشرة . كما تعد معظم الدول المواد التي تستخلصها الاغذية من العبوات الموضوعة فيها ملوثات . وتحدد التعليمات المتبعة في تلك الدول كمياتها . وتعدها دول اخرى مواد مضافة غير مباشرة . والواقع ان المواد التي تضاف الى الاغذية بصورة غير مباشرة نتيجة تماس الاغذية مع السطوح اثناء التصنيع أو الطبخ او التحضير او من العبوات او من بقايا المنظفات ... الخ تضم انواعاً متعددة مختلفة من المواد التي تختلف كثيراً بتركيبها الكيميائي عن المواد المضافة ، ويؤدي وجودها في الاغذية بكميات ضارة الى انماط من المشكلات تختلف عن تلك المشكلات التي تثيرها المواد المضافة غير المباشرة ، فهي ملوثات للاغذية اكثر من كونها مواد مضافة غير مباشرة .

وقد ورد في ادبيات الغذاء تعريفاً للمواد المضافة لا يخلو من الدقة وهو (المواد المضافة مواد غريبة عن الطعام ، ليست من صلبه ، تحتال على الشهية ، وتزيف النكهة ، لتجد من صاحبها قبولاً حسناً ، يساعد على ترجمة معنى الطعام الى مفهوم الغذاء) .

١ . ٢ . دور المواد المضافة في الأغذية

يمكن ان نلخص الادوار التي تقوم بها المواد المضافة في الاغذية بأربعة ادوار وردت في دستور الاغذية الدولي (CAC) الذي تصدره المنظمة الدولية للأغذية والزراعة (FAO) . وهذه الادوار تبين اهمية المواد المضافة ومجالات استخدامها في الاغذية .

١ ـ تحسين القيمة التغذوية او المحافظة عليها

وتستعمل من المواد المضافة الفيتامينات لتحقيق هذا الهدف كما تستعمل بعض الاملاح المعدنية والحموض الامينية ومشتقاتها . وتنبع فكرة تعزيز القيمة

التغذوية ، أو على الأقل المحافظة عليها ، من أن عمليات التصنيع المختلفة ، من غسيل وسلق وتعريض حراري بالتعقيم أو البسترة ، يؤدي الى فقدان في بعض الفيتامينات وبخاصة الذوابة منها في المـاء والى رشح وفقد في بعض الأملاح ، ولذلك تضاف بعض الفيتامينات وبعض الأملاح لتعويض الفاقد ولتعزيز ما يتاح منها للامتصاص والتمثل في جسم الانسان . كما تدّعم الأغذية بالأملاح المعدنية اذا لم تكن متاحة بشكل كامل للامتصاص في الجهاز الهضمي . وعلى هذا الأساس نجـد أن بعض الأغذيـة تدعـم بالحديد لأنه غير متاح للامتصاص بصورة كاملة ، والحديد ، رغم وجوده في الأغذيـة لا يمتص إلا بشكل جزئي . وحالة الحديد هـذه تماثـل حالة الكالسيوم والمغنيزيوم والنحاس والزنك . تعد اضافة اليود الى ملح الطعام عملية هامة في المناطق التي تعاني من نقص في اليود . ويضاف اليود الى ملح الطعام وهـو بصورة ملحـة الصودي أو البوتاسي أو الكلسي ، وبمعدل ٥ ملغ/كغ ملح طعام ، وذلك للحماية من مرض الجوتر، وهو مرض ضخامة الغدة الدرقية .

والغاية الرئيسة من إضافة الفيتامينات تعويض الفاقـد منها أثنـاء عمليـات التصنيع أو لزيادة القيمة التغذوية . وعلى هذا الأساس يعد اضافة الفيتامينات الى بعض الأغذيـة امراً ضرورياً لإغنائها وبخاصة عصائر الفاكهـة والخضراوات المعلبـة والطحين والخبز والحليب والمـارجرين واغذية الأطفال . ويعطي الجدول (١ ــ ١) فكرة عامة عن أنواع الأغذية التي تضاف الفيتامينات اليها لاغنائها . ولا بد من الاشارة الى أن بعض الفيتامينات تضاف الى الأغذية لتأثيرها المفيد الذي تبديه ، ومنها حمض سكوربيك (فيتامين سي) فهو يضاف الى الخبز كمحسن ، ويقوم أيضاً بدور عامـل مضاد للأكسدة ، وهو دور شبيه بما تقوم به مركبات مضادات الأكسدة المعروفـة . وتقـوم بعض الفيتامينات أو طلائعها كالكروتينات والرايبوفلافين B2 بدور مادة ملونة بالاضافة الى كونها فيتامينات . ويدخل النياسين في هذا السياق ، فهو يحسن من ثبات لون اللحوم الطازجة أو المنضجة .

ويضاف أيضاً الى الأغذية الحموض الأمينيـة الاساسية أو مشتقاتها لزيـادة قيمتها التغذويـة . وأثبتت التجارب المخبريـة ان اضافة الليسين للمـواد الغنيـة بالسكريات الأحادية كالغلوكوز والفركتوز يزيد من اسمرارها . لذلك يفضل اضافـة الليسين على هيئة ببتيد ثنائي أو ثلاثي . وأعطى الببتيد الثنائي ليسين ــ جلوتاميك افضل النتائج من حيث قلة الاسمرار بين مجموعات البتيدات الثنائية والثلاثية التي جرى اختبارها .

٢ ــ تحسين القيم الحسية للأغذية

يعد اللون والنكهة (الطعم) والقوام (البنيـة) مقومات الاختبارات الحسية في

الجدول (١ ـ ١) امثـلة من الاغذية التي تضاف اليها الفيتامينات

الفيتامين	النـاتج الغـذائي
B_1	مسحوق الكاكو ومنتجاتـه ، المشروبـات اللاكحوليـة ومركزاتها ، المعجنات والأغذية المشابه .
B_2	البسكويت ، المشروبات اللاكحولية
B_6	البسكويت ، Pasta products
B_{12}	المشروبات اللاكحولية
حمض بانتوتينيك	البسكويت والنواتج المشابه
حمض فوليك / بيوتين	غير شائع الاستعمال كإضافات
C	عصائر الفاكهة ، الحلويات ، نواتج الألبان ، الطحين
A	مسحوق الحليب المجفف ، حبوب الافطار ، مارجرين ، البسكويت والنواتج المشابهة
D	الحليب ، مسحوق الحليب
E	اغذية مختلفة مثل المارجرين

الأغذيـة . ويعود السبب في اضافة مـواد تعـزز المقومات الحسية السابقة الى ان عمليات التصنيع أو الخزن تؤدي الى إحداث تغيرات في قيمها . فتفقد كثير من الأغذية بعضاً من تكهتها ورائحتها ويتغير قوامهـا . وتقوّم هـذه التغيرات الحسية وتحسّن باستعمال مواد مضافة كالأصبغة ومواد النكهة او المواد التي تعززها أو مواد محسنة للقوام ومثبتة له . وافضل مثال عملي هو إضافة مانعات الاكسدة للحـد من تطـور النكهة غير المرغوبة الناتجة من تزنخ الدهون نتيجة اكسدتها الذاتية . والمثال الثـاني اضافة مواد النكهة ومعززاتها (Enhancers) لأن مكونات النكهة الطبيعية بمعظمها متطايرة وتتأثر بالحرارة . ومعززات النكهة لا تحمل بحد ذاتها اي نكهـة او رائحـة خاصة بهـا ، وتأثيرها يبدو من خلال الاحساس بوجود جسيم النكهة او من خـلال زيادة سرعة استقبال النكهة من قبل حليمات التذوق او من خلال الشعور بأن النكهة طازجـة . وتعد غلوتامات أحادية الصوديوم والنيوكليوتيدات والمالتول (Maltol) ومركبات اخرى من اهم معززات النكهة .

٣ ـ إطالة زمن صلاح الأغذية للاستهلاك البشري

يهدف في الأصل تصنيع الأغذية الى إطالة زمن صلاحها للاستهلاك البشري . وهذا يتطلب حماية الأغذية من الفساد الميكروبي وذلك باضافة مواد تؤثر في نمو الأحياء الدقيقة في الأغذية فتثبطه ، وتسمى هذه المواد المضافة المواد الحافظة او المانعة للنمو الميكروبي .

كما تضاف مواد اخرى غير مثبطات نمو الأحياء الدقيقة تطيل زمن صلاحية الأغذية للاستهلاك عبر الحد من التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث نتيجة لعمليات التصنيع وفيها مواد تنظم تغيرات أرقام الحموضة ومواد تثبت القوام او تشخنه ومواد تعطي قوام الهلام كعديدات السكر وغيرها .

٤ ـ المساعدة في عمليات تصنيع الأغذية

وهي مواد مضافة تستعمل للمساعدة على احدى عمليات تصنيع الأغذية كالتقشير او التبييض أو الترويق وإزالة العكر وإزالة الملونات غير المرغوبة ، أو منع التبلور وغير ذلك . فمن عوامل التقشير الهامة المركبات القلوية كالصودا الكاوية وكربونات الصوديوم ، ومن عوامل التبيض الكلور وثاني اكسيده (ClO_2) واكاسيد النيتروجين ($NO\ Cl$, No_2 , N_2O_4) . كما يقوم انزيم لايبوكسيجيناز بدور ملموس فعّال في التبييض. وعوامل الترويق هامة جداً في عصائر الفاكهة والبيرة والنبيذ التي يحدث فيها عكر ينعكس في بعض الأحيان برواسب وذلك نتيجة تدخل مركبات الفينول والبكتين والبروتينات ، والعكر عيب رئيس في جودة بعض الأغذية . ويصحح العكر باستعمال أنزيمات لهدم البكتين والبروتينات ، وتزال مركبات الفينول بمساعدة مساحيق الجلاتين أو البولي أميد أو بولي فنيل بيرولودين . كما تستعمل البنتونايت او التانين لإزالة البروتين .

وتعد الانزيمات من أهم المواد المضافة المساعدة على عمليات التصنيع . وهي كما هو معروف مكوّن طبيعي في الأغذية ، وتتخرب بالحرارة المستعملة في عمليات التصنيع . ومن الانزيمات المستعملة بكثرة انفرتاز ، جلوكوز اكسيداز التي تحول الجلوكوز الى حمض جلوكونيك ويتم بهذا الانزيم خفض الاكسجين أو ازالته في الأغذية ومنع تفاعلات الاسمرار اللاانزيمية التي تتم بتفاعل الجلوكوز مع الحموض الامينية ويستعمل هذا الانزيم في تجفيف بياض البيض وفي العصائر المعلبة والمايونيز .

١ . ٣ . نظرة تاريخية للمواد المضافة

استعمل الانسان المواد المضافة للأغذية بمفهومها العام الواسع منذ عدة قرون ،

واستعمل بعض انواعها منذ عدة آلاف من السنين . ولعل اول الاضافات التي استعملها الدخان (مع وسيلتي حفظ للأغذية التجفيف والتجميد) والتي اكتشفها بالصدفة انسان العصر الحجري الحديث واستعملها لحفظ فائض اللحوم والاسماك . ومع نهاية العصر الحجري بدأ ما يمكن ان يسمى التصنيع الغذائي وبدأ معه استعمال المواد المضافة . ويعد ملح الطعام ضمن اول المواد المضافة الرئيسة لاستعماله في حفظ السمك واللحم ، حيث استخدم في البداية ملح طعام خام يحتوي على شوائب من النترات . ولا تزال النترات حتى يومنا الحاضر تستعمل للغرض نفسه في حفظ اللحوم وانضاجها ، رغم ما يرافق استعمالها من تقاش حاد وخلاف يحيط مركبات النتروزو أمين وحتى النتريت نفسها .

لاستعمال البهارات ، كاحدى المواد المضافة الرئيسة ، تاريخ طويل . وتجارة التوابل ، بين الشرق منتجها والغرب مستهلكها ، كانت عاملاً سياسياً مؤثراً منذ العهد الروماني وامتد تأثيرها حتى العصور الوسطى . ونذكر من التوابل الهامة الفلفل والقرنفل وجوزة الطيب والقرفة والزنجبيل . واستخدامها في الأغذية معروف منذ القديم لحجب طعم الأغذية الفاسدة ورائحتها بالاضافة الى استخدامها الصحيح في تعزيز نكهة الأغذية واعطائها طعماً ورائحة محببة . ومن يقرأ التاريخ لا بد ان يتذكر القوافل المتعددة التي كانت تسلك طرقاً طويلة من جزر المحيط الهندي حتى اوربا وبين البلاد العربية فيما بينها .

لا يقتصر التاريخ الطويل للمواد المضافة على التوابل فقط . وانما كان الصينيون يحرقون الكيروسين لإنضاج الموز والبازلاء ، بدون أن يدركوا انهم انتجوا احدى الاضافات الحديثة المستعملة في إنضاج الفاكهة ، الاتيلين والبروبلين . وفي عهد الفراعنة استعمل العسل كمادة محلية ، واستعملت الملونات كإضافات لعصائر الفاكهة والخضراوات . وفي القرن السادس عشر استعملت قرون الغانيلا كعامل نكهة .

ومع نهاية القرن الثامن عشر استعمل عصير الليمون لتجنب الاصابة بمرض الحُفَر . وتمثل اضافة عصير الليمون ، وما يحتويه من فيتامين سي أول مثال عن المواد المضافة الرافعة للقيمة التغذوية . ولم يميّز هذا الفيتامين بأنه عامل يحمي ويمنع ظهور مرض الحفر إلا بعد ١٣٠ عاماً على استعمال مصدره عصير الليمون . ومنذ ذلك الزمن لعب تدعيم الأغذية بالعناصر التغذوية دوراً هاماً في التغلب على أمراض نقص عناصر ومكونات الأغذية . ومنها إضافة فيتامين (دال) الى الحليب للتغلب على الكساح ، وإضافة اليود الى ملح الطعام للتغلب على الجوتر (مرض تضخم الغدة الدرقية ، الدراق) ، وأضافة النياسين الى الخبز والطحين للتغلب على البلاجرا (البلّغرَة) .

ينحصر الاستعمال الحديث لإضافات الأغذية مع الثورة الصناعية ، التي تميزت بتوسع مساحات المدن وتحسين طرق المواصلات ، وظهور صناعة اغذية منظمة تعتمد على التكنولوجيا . والحدث الرئيس في هذه الفترة هو بداية تطوير تعليب الأغذيـة ، ومعه بدأ تسلسل استعمال المـواد المضافة الحافظـة ، منها أمـلاح حمض بوريـك والفورمالدهيد ، إلا ان استعمالها توقف بعد أن ثبت ضررها وتأكدت سميتها ، ومنها أيضاً أملاح الكبريتيت والنترات اللذان لا يزالان يستعملان حتى يومنا هذا .

وفي القرن التاسع عشر بدأ ظهور دور المخبر في التحليل الغذائي لوجود كثير من الأغذية المغشوشة في الأسواق ، وبعضها كان مؤذيـاً للانسان ، ومنها مثـلاً غـش البهارات بمسحوق بذور المكانس وغش الكاكو بغبار القرميـد الأحمر وغش المخللات بأملاح النحاس وغيرها .

ومع نهاية القرن التاسع عشر عدّت الأغذيـة إما مغشوشة أو نقيـة . ومعـه بدأت أولى ملامح قوانين سلامة الأغذية . ومن أهمها سلامة المواد المضافة ودورها في الأغذية التي تضاف اليها ومكانها من الناحية القانونية ، حيث حددت القوانين طرائق استعمالها ونسبة اضافتها وسلامة كل نوع منها .

نخلص من هـذا الاستعراض التاريخي السريع أن الانسـان سـار عـلى درب استخدام المواد المضافة منذ زمن طويل ، وكانت لـه تجارب عريقة ، أضيف اليهـا خبراته وعلومـه الحديثة ، حتى توافرت لـه حصيلة ضخمة من المعلومات عن المـواد المضافة ، بعضها ثبت جدواه وفائدته فاستمر ، وبعضها ثبت ضرره ، فنبذه الانسـان وتوقف عن استخدامه ، وحرم قانونياً .

١ ٠ ٤ ٠ الأهميـة النسبية لمجموعات المواد المضافة

لا يوجد في قطرنا احصائيات يمكن الركون اليها لبيان اهمية مجموعات المـواد المضافة الى الأغذية حتى نتوقف على حجم استهلاكها وتنوعها . ولا بد لنـا من أخذ فكرة عن الاهمية النسبية لمجموعات المواد المضافة مستقاة من احصائيات بلاد متطورة. ففي الولايات المتحدة بلغ عدد المواد المضافة المستخدمة ٢٠٠٠ مادة . ويعكس الجدول (١ ــ ٢) عدد المـواد المضافة المستعملة في المجموعات الوظيفية للمواد المضافة معبراً عنهـا كنسبة مئوية من المجموع العـام . وأهم ما تشير اليـه الاحصائية في الجدول السابق أن عدد المواد المنكهة الصنعية منهـا أو الطبيعية يشكل أكثـر من ٦٣ ٪ من مجموع المواد المضافة ، تليها المواد المستعملة في تحسين القيمة التغذوية (نحو ٧ ٪) وتأتي ثالثاً مواد مخفضات التوتر السطحي (نحو ٥ ٪) وباقي مجموعات المواد المضافة تتراوح نسبها بين ٥ر١ ــ ٥ر٣ ٪ .

الجدول (١ ـ ٢) اعداد المواد المضافة المستعملة في المجموعات الوظيفية للمواد المضافة معبراً عنها كنسبة مئوية من المجموع العام

مجموعة المواد المضافة	٪	مجموعة المواد المضافة	٪
مركبات النكهة	٤٢ر٥	المـواد الحافظة	٢ر٨
مركبات النكهة الطبيعية	٢١	المثبتـــات	١ر٨
محسنات القيمة التغذوية	٦ر٩	مضادات الأكسدة	١ر٧
مخفضات التوتر السطحي	٥	مواد انضاج ومبيضات	١ر٤
المواد المنظمة لرقم الحموضة	٣ر٥	محلّيـــات	٠ر٥
المـواد المخلبية	٢ر٦	مواد مضافة اخرى	٩ر٤
الملونـــات	٢ر١		

١ ٠ ٥ ٠ مدى تعرض الانسان للمواد المضافة للأغذية Exposure to food Additives

تقتصر المناقشة ضمن هذه الفقرة على الاضافات المباشرة ، ولا تشمل الاضافات غير المباشرة التي لا يمكن تحديدها مسبقاً في الأغذية المستهلكة ، لأنهـا لا تضاف من قبل مصنعي الأغذية ، وتأتي الى الأغذية بصورة غير مباشرة ، كما سبق الاشارة اليها ، من المـواد الأوليـة ومن التمـاس مـع سـطوح التغليـف والتعبئـة ومن المـكائن المستخدمة وغيرها .

يعتمد الخطر المتحمل على الانسـان من المواد المضافة للأغذية على مدى سـمية المـادة بحد ذاتها وعلى تركيزها (كميتها) في الغذاء المتناول .

بيّنت هيئة الغذاء والدواء الامريكية أن هناك اربع مواد تضاف الى الأغذيـة ، وهي اضافات مألوفة ، تمثل ٩٣ ٪ من وزن جميع المواد المضافة مباشرة للأغذيـة ، وهي السكروز ، وملح الطعام ، وشراب الـذرة ، والدكستروز . وينوب الفرد منهـا سنوياً الآتي : ٤٥ كغ سكروزاً ، ٦ر٨ كغ ملح الطعام ، ٣ر٦ كغ شراب الذرة ، ٣ر٦ كغ

دكستروزاً . ويبلغ معدل استهلاك الفرد سنوياً من باقي مجموع المواد المضافة اقل من ٤ر٥ كغ ، منها ١ر٣٦ كغ من المواد المضافة الآتية :

النشاء المعدّل	كراميل
الخردل الأصفر	حمض سيتريك
ثاني كربونات الصوديوم	ثنائي اكسيد الكربون
الخميرة	الفلفل الأسود

وتوضح الأرقام السابقة ان ٩٥ ٪ بالمائة من استهلاك المواد المضافة يأتي من ١٢ مادة مضافة التي ذكرت سابقاً ، ويبقى ٥ بالمائة تشمل جميع المواد المضافة التي لم تذكر .

وحتى نتعرف على نوعية المواد المضافة المستهلكة نبحث بالتفصيل في كميات المواد وأنواعها التي نستهلكها بعد حذف المواد الأربع الرئيسة (السكروز والملح وشراب الذرة والدكستروز) . اي نبحث في ٧ بالمائة الباقية من وزن المواد المضافة المستهلكة ، والتي تمثل استهلاكاً سنوياً مقداره ٥ر٤ كغ ونجد ان ٩٠ بالمائة منها تضمه ٣٣ مادة مضافة ومقدار استهلاكها ٥ر٦٣ كغ ، وهذه المواد موزعة في الفئات الآتية :

مواد النكهة ومعززاتها : غلوتامات أحادية الصوديوم ، خردل ، فلفل أسود بروتين نباتي محلماً .

مثبتات القوام ومثخناته : كازينات الصوديوم، الصمغ العربي، النشاء المعدّل.

مواد رافعة للخبز : خميرة ، فوسفات أحادية الكالسيوم، فوسفات الصوديوم والألومنيوم ، فوسفات ثنائية الصوديوم .

مواد ضبط الحموضة : ثاني كربونات الصوديوم ، حمض كلور الماء ، حمض سيتريك ، حمض الكبريت ، سيترات الصوديوم ، حمض الفوسفور ، اكسيد الكالسيوم .

عوامل استحلاب : ليستين ، أحادي جلسيريد وثنائي جلسيريد .

مواد مختلفة : SO_2 (مادة حافظة) كلوريد الكالسيوم (مادة مقسيّة) ، كبريتات الكالسيوم (عامل تصنيع) ، CO_2 (فوران) ، ثلاثي بولي فوسفات الصوديوم (انضاج ورطوبة) ، كراميل (ملون) .

الجدول (١ ــ ٣) الكميات المستهلكة من المواد المضافة ونسبها المئوية الوزنية موزعــة حسب انواعها

النسبة المئوية (٪)	اسم المواد المضافة	كغ ، الاستهلاك السنوي
٩٣	سكر ، ملح الطعام ، شراب الذرة ، دكستروز	٥٩
٦ر٣	جلوتامات احادية الصوديوم ، خردل ، فلفل اسود ، بروتين نباتي محلمأ ، كازينات الصوديوم ، الصمغ العربي ، النشاء المعدّل ، الخميرة ، فوسفات احادية الكالسيوم ، فوسفات الكالسيوم والالومنيوم ، فوسفات ثنائية الصوديوم ، ثاني كربونات الصوديوم ، حمض كلور الماء ، حمض ستريك ، حمض الكبريت ، سترات الصوديوم ، حمض الفوسفور، اكسيد الكالسيوم ، لستين، احادي وثنائي جليسيريد ، SO_2 ، كلور الكالسيوم، كبريتات الكالسيوم ، CO_2 ، ثلاثي بولي فوسفات الصوديوم، الكراميل.	٣ر٦٥
٧ر٠	باقي المواد المضافة وعددها نحو ١٩٦٣ مادة .	٨٥ر٠

مستخلص من (F. Clydesdale , pp. 116 - 150)

واذا أخذنا برقم متوسط لعدد المواد المضافة مباشرة الى الأغذية ، وهو ٢٠٠٠ مادة (باستثناء المواد الأربع الرئيسة) ، والتي تبلغ الكمية المستهلكة منها سنوياً ٥ر٤ كغ لكل فرد ، نجد ان معدل استهلاك الفرد سنوياً من كل مادة مضافة ٢٥ر٢ غراماً . كما نجد ان المتوسط الحسابي السابق (٢٥ر٢ غ) يعطينا في الواقع فكرة مضللة عن كمية الاستهلاك الفعلي لكل مادة مضافة . وسبب ذلك راجع الى ان الفرد يستهلك سنوياً ٣ر٦٥ كغ (من أصل ٥ر٤ كغ) من مواد عددها ٣٣ مادة . الجدول (١ ــ ٣) . ونخرج بنتيجة هي ان عدداً كبيراً من المواد المضافة يشكل الغالبية العظمى منها يستهلك بكميات اقل بكثير من المتوسط الحسابي السابق (٢٥ر٢ غ) . وحتى نستخرج الكمية المستهلكة الاقرب الى الحقيقة والمنطق نستعين بالاحصاء وبالذات بمفهوم الوسيط . ونجد انه يساوي ٥ر٠ مغ . ويدلنا رقم الوسيط ان نصف كمية المواد المضافة تستهلك سنوياً بمعدل ٥ر٠ ملغ او اقل من ذلك (اي نحو حجم بلورة من ملح الطعام) .

يجب ان لا ننسى ان هذه الحسابات تعتمد في الأساس على تقديرات تقريبية لاستهلاك المواد المضافة ، ولا تعتمد على الاستهلاك الفعلي لكل فرد من افراد المجتمع .

لا يقتصر تقدير استهلاك المواد المضافة على الهيئات الرسمية وانما تقوم بعض الجمعيات العلمية بإحصاءات لحساب نصيب الفرد من المواد المضافة . وفي دراسة للمؤسسة الوطنية للعلوم ، وعنوانها الكيماويات والصحة ، تبين ان نحو ٥ر٠ بالمائة من الاغذية المستهلكة مكونة من مواد مضافة مباشرة . ويدخل طبعاً في هذه النسبة جميع المواد المضافة ، كالإضافات التغذوية التي تضاف بنسبة بضعة اجزاء بالمئة ، وجميع المواد الحافظة التي تضاف بنسبة اجزاء بالألف ، ومكونات النكهة والطعم التي تضاف بنسبة اجزاء بالمليون واقل من ذلك في اغلب الأحيان .

لا تشمل المناقشة السابقة كما بينت مدى تعرض الانسان للمواد الضافة غير المباشرة ، التي يصعب على نطاق عام تقديرها في الأغذية المستهلكة .وتكمن هذه الصعوبة بخاصة في المواد المستعملة في التعبئة ، حيث يجب ان يوضع في الحسبان نسبة الشوائب في المواد الاولية المستعملة لصنع علبة الصفيح او غيرها من انواع مواد التعبئة ، ونسب لرتحال هذه الشوائب الى الأغذية ، بالاضافة الى استعمال تقانات تحليل حساسة جداً .

ولتوضيح اهمية استعمال مواد تعبئة نقية نورد المثال الآتي : اذا كان لدينا غلاف مادة غذائية يرتحل من مكوناته الى الغذاء ما يعادل ٥٠ جزءاً بالمليون ، ويتناول الفرد من هذا الغذاء يومياً ٥٠ غراماً ، يدخل الى جسمه من مكونات الغلاف ٥ر٢

ميكرو غراماً او ما يعادل ١ ملغ سنوياً . واذا كانت المادة الغذائية نفسها موضوعة في غلاف يرتحل من مكوناته الى المادة الغذائية ١٠ اجزاء بالمليون وتستهلك الكمية نفسها السابقة ، يدخل في جسمه من المواد المضافة غير المباشرة ما يعادل ٢٠٠ ميكرو غرام سنويـاً .

وحتى تكتمل الصورة عن مدى تعرض الانسان للمواد المضافة نقارنها بمستوى بعض السموم الطبيعية التي توجد في الأغذية . وخير مثال عليها البطاطا . فإذا فرضنا ان استهلاك الفرد السنوي منها ٥٤ كغ ، فإنه يستهلك مع هذه الكمية من البطاطـا ٩٧٠٠ مغ من السم القلويدي سولانين . وقد سبق الاشارة الى ان استهلاك الانسان من نصف الموا دالمضافة هو ٥ر٠ مغ . ولزيادة المقارنة وضوحاً نأتي بمثال آخر وهـو الفاصولياء ، التي يقدر استهلاك الفرد السنوي ٣٥ر٠ كغ ، ويدخل مـع هذه الكمية الى اجسامنا نحو ٤٠ مغ سيانيد الهيدروجين . والواقع ان الأمثلة كثيرة عنالسموم الطبيعية التي تدخل اجسامنا عن طريق تناول الانسان طعامه العادي . ومنها الزرنيخ الذي يدخل عن تناول الأغذية بحرية المنشأ والذي يقدر بنحو ١٤ مغ سنوياً . ومنها ايضاً النترات التي تأتي من الخضار كالفجل والشوندر وعامة من جميع الخضراوات الورقيـة والتي تتحول الى نتريت بفعل البكتريا المعوية . ويقـدر ما يدخل جسـم الانسان يومياً من النترات عن طريق الطعـام ٨ ــ ١٠ مغ في اليوم ، ويدخل يوميـاً ١ ــ ٢ مغ نترات من اللحوم المصنعة والمنضجة .

١ ٠ ٦ ٠ وظائف المواد المضافة في الأغذية Functions of food Additives

يتم حصر الوظائف التي تقوم بها المواد المضافة الىالاغذية اثناء اجراء الدراسات الاحصائية لتحديد الكميات التي يتناولها الانسان منهـا . والوظائف التي تقوم بهـا المواد المضافة هي التأثيرات الفيزيائية والتقانة التي تحدثها في الأغذية . وتبنت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية وظائف المـواد المضافـة الواردة من مجلس البحوث الوطني التابع لأكاديمية العلوم ضمن المسح الذي تم للصناعات الغذائية .

١ ــ المواد المانعة للتكتل وعوامل الانسياب الحر .
Anticaking and free - flow agents

٢ ــ العوامل المضاد للميكروبات Antimicrobial agents

٣ ــ مضادات الأكسدة Anti oxidants

٤ ــ الملونات ومساعداتها Colors and coloring adjunts

٥ ــ عوامل الانضاج والتخليل Curing and pickling

٦ ـ مقوّيات المجينة	Dough strengtheners
٧ ـ عوامل التجفيف	Drying agents
٨ ـ المستحلبات وأملاحها	Emulsi fiers and its salts
٩ ـ الانزيمات	Enzymes
١٠ ـ عوامل التثبيت	Firming
١١ ـ معززات النكهة	Flavor enhancers
١٢ ـ المنكهات ومساعداتها	Flavoring agents and adjuvants
١٣ ـ عوامل معالجة الطحين	Flour treating agent
١٤ ـ مساعدات التصييغ (تنفيذ الصيغة)	Formulation aids
١٥ ـ المدخنات	Fumigants
١٦ ـ المرطبات	Humectant,
١٧ ـ عوامل الرفع	Leavening agents
١٨ ـ المشحمات وعوامل التحرير من الالتصاق	lubri cants and release agents
١٩ ـ المحليات اللامغذية	non - Nutritive Sweeteners
٢٠ ـ مدعمات القيمة التغذوية	Nutrient supplements
٢١ ـ المحليات المغذية	Nutritive Sweeteners
٢٢ ـ عوامل الأكسدة والارجاع	Oxidizing and Reducing agents
٢٣ ـ عوامل التحكم برقم الحموضة	pH Control agents
٢٤ ـ مساعدات التصنيع	Processing agents
٢٥ ـ العوامل الطاردة والمهوية	Propellants, aerating agents
٢٦ ـ المخلبيات (اللواقط)	Sequestrants
٢٧ ـ المذيبات والحوامل	Solvents and Vehicles
٢٨ ـ المثبتات والمثخنات	Stabilizers and thickeners
٢٩ ـ عوامل تخفيض التوتر السطحي	Surface active agents
٣٠ ـ عوامل الانتهاء السطحية	Suface finishing agents
٣١ ـ المآزرات	Synergists
٣٢ ـ معطيات البنية	Texturizers

وتجمع الوظائف السابقة ، الاثنتان والثلاثون ، ضمن اطار وظيفي عام يضع في الحسبان التاثير الوظيفي العام الذي تحدثه في الاغذية ، في المجموعات الآتية :

١ ـ المواد الحافظة للأغذيـــة

٢ ـ مواد تعطي لبوساً رقيقاً Coating films

٣ ـ اضافات الحميات الخاصة والتغذوية

٤ ـ العوامل المضادة للتجمع

٥ ـ اضافات متعددة الأغراض

٦ ـ عوامل النكهة والمواد المتعلقة بها

٧ ـ الاصماغ والمـواد المتعلقة بها

٨ ـ اضافات ذات استعمالات خاصة .

وفي الاجتماع الأخير الذي عقد في نهايـة ١٩٨٩ اصدرت هيئة دستور الاغذيـة (CAC) كتيباً يضم خلاصة ما توصل اليـه المؤتمرون من توصيات متعلقة بالمـواد المضافة . وقد جاء فيه اعتماد انواع الوظائف التي تقوم المواد المضافة في الاغذية وفق نمطين ، نمط لكتابته على بطاقة البيان على غلاف او عبوة المادة الغذائية ونمط اكثـر تفصيلاً يبين الوظيفة التقانية التي تقوم بها فعلاً المادة المضافة في الاغذية . ويوضح الجدول (١ ـ ٤) انواع الوظائف التي اتفق عليها وفق النمطين . وكمثال يكتب على بطاقة البيان عامل مضاد للتجمع إلا أن هذا العامل يقوم بوظيفة تقانية كعامل مجفف ، أو مسحوق مفبّر ، أو عامـل مضاد للالتصاق ، أو عامـل تحرير . وكل الوظـائف التقانية السابقة تمنع تكتل حبيبات المساحيق وتحافظ عليها حرة غير ملتصقة ببعضها.

ولاستكمال فقرة وظائف المواد المضافة نتعرض الى مفهوم كل نوع من الوظائف التي ذكرت في بداية هذه الفقرة .

المواد المانعة للتكتل ومواد الانسياب الحـر : وهي مـواد تضاف الى المساحيق الناعمـة أو النواتج المتبلورة كالاملاح لمنـع تكتلهـا والحفاظ عليها سـائبة متفرقـة سهلة التداول .

العوامل المضادة للميكروبات : وهي مواد تستعمل لحفظ الاغذية بواسطة منـع نمو الاحياء الدقيقة وبالتالي فسادها. واهمها مانعات نمو الفطور كبنزوات الصوديوم.

مضادات الاكسدة : وهي مواد تستعمل لحفظ الاغذية عبر قيامها بوقف فساد الاغذيـة الناشىء من اكسدتها كمـا في وقف التزنخ وإزالة الألـوان ومثالها BHT في الزيـوت .

الملونات ومساعداتها : وهي مواد تستعمل للمحافظة على لون الاغذية الاصلي او تعزيزه او اعطائها لوناً مقبولاً جديداً .

عوامل الانضاج والتخليل : هي مواد تستعمل لاعطاء نكهة مميزة او لون وتزيد من مدة صلاحيتها كما في اللحوم المنضجة والمدخنة .

مقويات العجينة : وهي مواد تستعمل في عملية الخبيز لتعديل خواص النشاء او الجلوتين بهدف انتاج عجينة ثابتة تمنع ضياع الغاز الناتج من عوامل الرفع (CO_2) كما في زيادة حجم الرغيف .

عوامل التجفيف : وهي مواد لها القدرة على امتصاص الرطوبة وتستعمل لاعطاء جو منخفض الرطوبة .

المستحلبات واملاحها ، وهي مواد تعدّل (تخفض) التوتر السطحي للمكونات الموجودة في المستحلب لاعطاء انتشار ثابت متجانس كما في الليستين في المايونيز .

الانزيمات : وهي مواد نقية جزئيا ، ووسطاء حيوية ، ومصدرها طبيعي ، وتستعمل لتسريع تفاعل مرغوب في الاغذية كما في حلماة النشاء الى جلوكوز .

عوامل التثبيت : وهي مواد تضاف الى الاغذية لتثبيت البكتين لمنع تخرب شكل النسج خلال التصنيع كما في استعمال الشب لاعطاء المخللات القساوة .

معززات النكهة : وهي مواد تضاف لتعزيز وتدعيم او تعديل الطعم الاصلي او النكهة الاصلية للاغذية بدون تعطيل نكهتها الاصلية كإضافة جلوتامات الصوديوم الاحادية للحساء واللحوم المصنعة .

النكهات ومساعداتها : وهي مواد إما طبيعية او اصطناعية تضاف الى الاغذية لاعطائها نكهة محببة كما في اضافة الفانيلين في المعجنات .

عوامل معالجة الطحين : وهي مواد تضاف الى الدقيق لتحسين لونه او جودته الخبيزية .

مساعدات التصييغ : وهي مواد لاظهار مظهر فيزيائي او قوام في الاغذية مرغوب ومنها المواد الحاملة واللاصقة والمالئة والمواد الملدنة والمساعدة على تشكيل المضغوطات وتشكيل طبقة رقيقة .

المذيبات والحوامل : وهي مواد تستعمل لإذابة او استخلاص مواد لاستعمالها في تصنيع الاغذية كإستخلاص الفانيلا بالكحول الاتيلي .

المثبتات والمثخنات : مواد تستعمل لزيادة لزوجة السوائل وانتشار مكونات

الجدول (١ ــ ٤) انــواع وظائف المواد المضافة وفروعها

اصناف الوظائف (تستعمل لكتابة البيان)	الوظائف الفرعيـة (الوظائف التكنولوجية)
١ ــ منظمات الحموضة	منظم ، عامل منظم ، حمض ، أساس (قلوي) ، عامل معدّل لرقم الحموضة .
٢ ــ عامل مضاد للتجمع	عامل مضاد للتجمع ، عامل مجفف ، مسحوق مغبِّر ، عامل مضاد للالتصاق ، عامل تحرير .
٣ ــ عامل مضاد للرغوة	عامل مضاد للرغـوة
٤ ــ مضاد اكسدة	مضاد اكسدة ، معزّز مضاد اكسدة ، عامل لاقط .
٥ ــ عامل مــلء	عامل ملء ، مالىء .
٦ ــ محــلي	محلي ، محلي صنعي ، محلي مغذّي
٧ ــ ملوّن ، لــون	ملوّن ، لــون
٨ ــ عامل محافظة على اللون	مثبت اللون ، عامل استقرار اللون
٩ ــ عوامل استحلاب	محلّبات ، ملدّن ، عامل بعثرة ، عامل نشاط سطحي ، عوامل مبللة
١٠ ــ املاح الاستحلاب	امــلاح تجانس ، لواقط
١١ ــ معزّز النكهة	معزز النكهة ، معدّل النكهة
١٢ ــ عامل معالجة الطحين	عامل مبيّض ، مكيف العجينة ، محسن الطحين
١٣ ــ عامل مهلّم	عامل مهلّم

تتمة الجدول (١ ـ ٤)

١٤ ـ عامل صقل (طلي)	غلاف ، عامل اغلاق ، تلميع
١٥ ـ المواد الحافظة (حافظات)	حافظات مضادة للبكتريا ، عامل مضاد للفطر ، عامل تحكم بلاقمات البكتريا ، غاز حافظ ، معقم كيميائي للتحكم بنضج الخمر ، عامل مطهر .
١٦ ـ عامل طارد (دافع)	دافع ، غاز تعبئة
١٧ ـ عامل استقرار	رابط ، عامل مثبت ، عامل تعديل الكثافة ، عامل احتجاز الماء ، مثبت رغوة
١٨ ـ عامل مشخن	عامل مشخن ، عاطي البنية ، عامل كثافة القوام
١٩ ـ عامل رفع	عامل رفع
٢٠ ـ عامل رغوة	عامل ضرب ، عامل اشباع بالهواء
٢١ ـ مرطب	عامل احتباس للماء او الرطوبة ، عامل مبلل
٢٢ ـ عامل تحميض	عامل تحميض
٢٣ ـ عامل تمتين	عامل تمتين .

١ ـ للدلالة على المصطلحات الانجليزية المقابلة ارجع الى جدول المصطلحات في نهاية الكتاب والى الملحق الثاني .

٢ ـ يمكن الكتابة بعد تعبير النكهة نوعها ، فهي عادة اما ان تكون طبيعية ، مماثلة للطبيعي ، او صنعية ، او خليطاً منها .

(المصدر ALINORM 89/12A) .

السوائل وتحسين ثخانة قوامهـا ومنهـا عوامـل التبعثر وعوامل الثخانة وعوامـل الاستقرار وعوامل التهلم .

عوامل تخفيض التوتر السطحي : وهي مـواد لتعديل خواص التوتر السـطحي للسوائل المكونـة من مكونات غذائيـة ذات تأثيرات مختلفة ، ومنهـا عوامل الاذابـة والبعثرة ، والمنظفات ، وعوامل الترطيب ، ومساعدات اعـادة الترطيب ، وعوامـل الضرب ، وعوامل تشكيل الرغوة وإزالتها .

عوامل الانتهاء السطحية : وهي مواد تستعمل لحفظ او تحسين مظهر السطح الخارجي للأغذية عبر زيادة لمانها او لمنع إزالة الوانها . ومنهـا وضع سطح لامـع ، وتلميع السطح ، او وضع الشمع ، او وضع طبقة دقيقة للحماية .

المـأزرات : وهي مواد تستعمل حتى تعمل او تتفاعل مع المواد الغذائية الاخرى لإعطاء تأثير عام يختلف عن التأثير الذي تحدثه مكونات الغذاء لوحدها .

معطيات البنيـة : وهي مواد تستعمل في الاغذية لهدف التأثير فيهـا لاكسابها الشعور المالىء عندما توضع في الفم .

المدخنـات : وهي مـواد طيارة تستعمل لمكافحة الحشرات والآفـات الاخرى كاستعمال متيل بروميد في معالجة الفاكهة المجففة والمكسرات .

الرطبـات : وهي مواد خاصة للرطوبة توضع مع الأغذية حتى تستطيع الاحتفاظ بالرطوبة ومثالها السوربيتول في السكاكر الطرية .

عوامل الرفع : وهي مواد تستعمل لانتـاج ثنـائي اكسيد الكربون في منتجات المخابز لإعطاء قوام اسفنجي خفيف ، ومنها استعمال الخميرة والمواد المساعدة عـلى نموها ومسحوق الرفع .

المشحمات وعوامل التحرير من الالتصاق : وهي مـواد تضـاف الى السـطح الخارجي للأغذية التي تم تصنيعها لمنع التصاقها مع بعضها .

المحليات اللامغذية : وهي مـواد قيمتها السعرية اقـل من ٢ بالمائة من القيمة السعرية لكمية السكروز التي تعطى حلاوتها نفسها ، وتستعمل لإكساب الطعم الحلو للأغذية والمشروبات كالسكرين .

مدعمات القيمة التغذوية : وهي مـواد ضرورية للجسم واساسية وتضاف الى الأغذية المصنعة لدعم وتحسين قيمتها التغذوية .

عوامل الاكسدة والارجاع : وهي مواد معروفة كيميائياً بأنها تؤكسـد او ترجـع المواد الغذائية وتؤدي استعمالها الى اعطاء ناتجاً غذائياً اكثر ثباتاً او انها تضيف الى الأغذية نكهة مرغوبة ، وتتضمن مواداً مبيضة كفوق اكسيد الهيدروجين .

عوامل التحكم برقم الحموضة : وهي مواد تضاف الى الاغذية لتغيير او المحافظة على حموضة او قلوية فعالـة ، وتتضمن المـواد المنظمة لرقـم الحموضة والحموض والقلويات وعوامل التعديل .

مساعدات التصنيع : وهي مواد تستعمل كمساعدات تصنيع لتعزيز صفة مميزة مرغوبة في الاغذية او في احد مكوناتها . ومنها عوامـل الترويق ، وعوامـل العكر ، والوسطاء ، وعوامل التحوصب ، ومساعدات الملء ، ومثبطات البلورة .

العوامل الطاردة والمميعة : وهي غازات تستعمل لإعطاء قـوة لطرد النـاتج من عبوته او لتخفيف الاكسـجين في الفراغ الرأسي لعبوة مغلقة .

الخلبيات (اللواقط) : وهي مواد تضاف الى الاغذية حتى تلقط ايونات المعادن متعددة التكافؤ وتكون معها معقدات دوابة وتزيل بذلك وبكفاية ممتازة ايونات المعادن من انتماء نشاطها الكيميائي مساهمة في ذلك في تحسين ثبات الاغذيـة والمحافظة على جودتها .

١ . ٧ . مواصفات اضافات الاغذية Specification of additives

تعد مواصفات المواد المضافة للأغذية وجهاً من اهم لوجـه سلامتها . وتغـدو سلامتها غير ذات معنى اذا احتوت على شوائب لا توجد في المادة المضافة القياسية التي جرت عليها اختبارات السلامة وبناء على هذه الاختبارات اعتمدت المادة المضافة كمادة سليمة يمكن اضافتها الى الاغذية . ومن هنا وجب وضع مواصفة لكل مادة مضافة . يتم بموجب هذه المواصفة تعيين درجة نقاوتها ونوعيتها . وتهدف المواصفة الخاصة بمادة مضافة بالاضافة الى التاكد من السلامة الصحية للمـادة الى ايجـاد انسجام واتساق بين الكميات التي توضع من مادة مضافة على اوقات وفي اماكن متعددة مختلفة.

يذكر عادة في المواصفة التركيب الكيميائي للمادة المضافة وخواصها الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية ، ومحتواها من المكون الفعّال ، وما يرافقهـا من شـوائب بالاضافة الى طرائق تمييزها . كما تطلب عادة معلومات اضافية عن طريقـة صنعها ان كانت غير طبيعية .

وللدلالة على اهمية مواصفات المـواد المضافـة ضمت التعليمات القانونية التي تجيز استعمالها في الاغذية نصوصاً تشـير الى مواصفات المـواد المضافة . فالسماح القانوني باستعمال المادة المضافة مقترن بالمواصفات الدنيا المقبولـة التي تضع المـادة المضافة بمستوى مادة مقبولة للاستعمال في الاغذية ، اي ان تكون درجـة نقاوتها من الدرجة الغذائية (Food grade) .

يحتوي كتـــاب دستور كيماويات الأغذيـــة (١) مواصفات لأهـــم المواد المضـافة مباشرة الى الغذاء . ويحدد الكتاب النوعية المقبولة لكل مادة مضافة للأغذية . ويعد من اهم المراجع التي تتضمن معلومات وافية عن المواد المضافة . وعبر صفحاته يوجد وصف لنحو ٦٣٩ مادة مضافة مع مواصفاتها والاختبارات التي تميزها . كما يتضمن الكتاب تعليمات عن تعبئة المواد المضافة وخزنها . ويعد مرجعاً يركن اليه لمعرفة نوعية المواد المضافة هل هي من النوعية المقبولة للاستعمال في الغـــذاء ام لا ؟ . ويوجد في الكتاب تحت اسم كل مادة مضافة وصف لها والمتطلبات التي يجب أن تتصف بهـــا ، اي ماذا يجب ان يتوافر فيها من ثوابت وتركيب وهذا يشمل كيفية تمييزها من بقيـــة المواد والثوابت الكيميائية المميزة لها والزرنيخ والمعادن الثقيلة الاخرى المقبولة ، ثـــم الاختبارات الخاصة للتأكد من الثوابت والمادة الفعالة والمعادن فيها واخيراً استعمالاتها في الغـــذاء .

ويجب التأكيد هنا على ضرورة الاهتمام بمواصفات المواد المضافة للأغذية بشكل تكون فيه من نوعية المواد المستعملة في الأغذية (Food grade) ، ولا يهمنا في هـــذا الصدد المواد المضافة المصنّعة بطرائق كيميائية فقـــط وانمـــا يهمنا المـــواد المضافـــة الطبيعية ومشتقاتها .

صدر عن لجنة المـــواد المضافة لخبـــراء منظمتي الأغذيـــة والصحة الدوليتين مواصفات عدد من المواد المضافة . كما تحتوي بعض نشرات دستور الأغذيـــة الدولي (CAC) قوائم تقويم سلامة عدد من المواد المضافة مع استعمالاتها في الأغذية .

١ ٠ ٨ ٠ المـــواد المضافة المعتبرة عامة سليمة

Food additives Generally Recognized As Safe (GRAS)

اصدرت ادارة الغذاء والدواء الامريكية ، وهي ادارة رسمية ، في عـــام ١٩٥٨ ، قائمة بالمواد التي تضاف الى الأغذية ، والتي عدّتها عامـــة سليمة ، وتعرف في عـــلوم الأغذية بقائمـــة (Gras) . وجاءت المواد التي تضمنتها هذه القائمة نتيجة دراسات متعددة لخصت الخبرة المستمدة من الممارسة الفعلية المعتمدة على الاستعمال العـــام الدارج لهـــذه المـــواد بالاضافـــة الى اختبارات تقويم السلامة التي تمت في مختبرات البحوث . وقد عدّلت هذه القوائم بعد ان اعيد تقويم سلامة المواد الواردة فيها وفق منهج علمي ونشرت في عام ١٩٧٩ .

---

(1) Food Chemical Codex, 3rd. ed

إن الوضع القانوني للمواد المعتمدة عامة سليمة (Gras) لا يدخلها ضمن المواد المضافة إلا أنها من الناحية التقانية الفنية مواد مضافة فعلاً . كما ان المفهوم القانوني في ادارة الغذاء والدواء ينص على عدّ اي مادة كيميائية يتم اعتمادها والسماح باستعمالها كمادة مضافة للغذاء يتطلب تحديد أستعمالها في الأغذية ضمن تركيز معين. أما المواد المعدة عامة سليمة فتستعمل في الأغذية ضمن حدود الممارسة الجيدة للتصنيع . ونهتم هنا بالممارسة الجيدة للتصنيع بالنقاط التي لها علاقة باستعمال المواد المعتمدة عامة سليمة ، وهذه النقاط هي :

١ ـ أن لا تزيد كمية المادة المضافة على المقدار المنطقي اللازم لإحداث تاثيرها الفيزيائي أو التغذوي او اي تاثير آخر تقاني في الاغذية .

٢ ـ يجب ان تكون المادة المضافة من النوعية التي يسمح باستعمالها في الاغذية (Food grade quality) وان يجري تحضيرها وتداولها وكانها احد مقومات الغذاء .

٣ ـ ان وجود تعليمات تصف الشروط السليمة لاستعمال اي مادة مغذية (Nutrient) لا يؤهل هذه المادة الى الدرجة التي تعد فيها مفيدة دائماً ولا يعطى الاذن باستعمالها دائماً كمادة داعمة للوجبة بدون وجود سبب يدعو الى استعمالها .

اذا اخذنا بالمفهوم الكامل للممارسة الجيدة للتصنيع ،والذي نتعرض له في فقرة لاحقة ، نجد ان هذا المفهوم يشير كخلاصة ، بعد تطبيق تعليمات المحافظة على السلامة الصحية في المعامل ، الى ضرورة وجود اقل كمية ممكنة من المتبقيات من المواد المضافة اللامباشرة في الأغذية ، بحيث تبقى ضمن الحدود الدنيا المقبولة . وقد جاءت المواد المعتمدة عامة سليمة من قبل ادارة الغذاء والدواء في عدة اجزاء :

ـ الجزء ١٨٢ ، ويضم المواد المعتمدة سليمة عامة ، وهي المواد التي تستعمل ضمن حدود الممارسة الجيدة للتصنيع ، والتي جاءت شروطها الخاصة بالمواد المضافة في الفقرة السابقة ، ويوضح الجدول (١ ـ ٥) قائمة من مواد النكهة الواردة في هذا الجزء ، والجدول (١ ـ ٦) فيه المواد المعتمدة سليمة عامة والمستعملة لاغراض متعددة . ويضم الجزء ١٨٢ بالاضافة الى القائمتين السابقتين مجموعات المواد الآتية :

الزيوت العطريةوالراتنجيات الزيتية الخالية منالمذيبات والمستخلصات الطبيعية ومنها نواتج التقطير .

ـ المستخلصات الطبيعية مع المواد الطبيعية الاخرى المستعملة كبهارات وتوابل ومنكهات .

الجدول (١ ــ ٥) قائمة البهارات والتوابل الطبيعية والمنكهات التي عدّت سليمة عامة (Gras) .

الاسم الانجليزي	الاسم العربي	الاسم الانجليزي	الاسم العربي
Alfa alfa, herb and Seed	الفصة ، النبات وبذوره	Caraway and black Caraway	كراويا ، الكراويا السوداء
Allspice	بهـار ، فلفل حلو	Cardamon	حبهـان ، حب الهال
Ambrette seed	بـذور	Cassia	قرفة صينية
Angelica, Root and seed	جذور وبذور حشيشة المـلاك	Cayenne pepper	فلفل احمر حريف
Angostura	لحاء لشجرة جنو	Celery seed	الكرفس ، بذور
Anis, Anis star	اليانسون (آنيسون نجمي)	Chervil	السَرْفيل، البقدونس الافرنجي
Balm mint	نعنع بالم ، بلسان ، ترنجان	Chives	الثـوم المعمر
Basil, bush and sweet	الحبق ، الريحان	Cinnamon	قرفة سيلانية
Bay	غـار	Clery	القصعين
Calendula	الأذْريون	Cloves	قرنفـل
Camomile	بابونـج	Coriander	كزبـرة
Capers	الكَبَرْ ، براعم الكبر الخضراء	Cumin, black	كمـون
Capsicum	نـوع من الفلفل الحار	Elder flowers	التلسان ، الخَمان ، زهور
		Fennel	الشمرة

Fenugreek	الحلبة	Paprika	فليفلة
Galanga	جذور جالنجا	Parsley	البقدونس
Geranium	إبرة الراعي ، غرتوقي	Pepper	فلفل الاسود والاحمر والابيض
Ginger	زنجبيل	Peppermint	نعنع فلفلي
Glycyrrhiza	سوس	Poppy seed	خشخاش ، بذور
Grains of paradise	بذور الجنة	Rosemary	اكليل الجبل
Horehound	فراسيون	Saffron	زعفران
Horseradish	فجل الخيل	Sage	مريمية
Hyssop	زوفا	Sage , Greek	مريمية يونانية
Lavender	خزامى	Savory	كرنب سافوي
Licorice	عرق السوس	Sesame	سمسم
Linden flower	زيزفون ، زهر	Spearmint	نعنع سنبلي (بلدي)
Mace	مسحوق قشور جوز الطيب	Tarragon	طرخون
Marigold, pot	اذريون الحدائق	Thym	الزعتر (سعتر)
Marjorem, pot.	مردقوش ، عترة	Thym, wilder creeping	الزعتر البري
Mustard	الخردل الاسود والبني والابيض والاصفر	Turmeric	ورس ، كركم
		Vanilla	فانيلا
Nutmeg	جوز الطيب	Zedoary	زرنباد
Oregano	زعين ، مريمية مكسيكية		

ماخوذ من (FDA. Gras list , 1979.) والواردة في (Roberts , pp. 250.)

الجدول (١ ــ ٦) قائمة بالمواد التي تستعمل في الأغذية لأغراض متعددة والتي تعد عامة سليمة (Gras)

حمض الخل	بنتونـايت
حمض اديبيك	باتـان
حمض الليمون	كفئين
حمض جلوتاميك	كربونات الكالسيوم
حمض كلور المـاء	كـلور الكالسيوم
حمض لاكتيك	سيترات الكالسيوم
حمض ماليك	جلوكونات الكالسيوم
حمض الفوسفور	هيدروكسيد الكالسيوم
بيروفوسفات البوتاسيوم	لاكتـات الكالسيوم
والصوديوم الحامضية	اكسيد الكالسيوم
حمض سكسينيك	فوسفات الكالسيوم
حمض الكبريت	كراميـل
حمض الطرطر	ثنائي اكسيد الكربون
كبريتات الالومنيوم	فورما تالائيل
كبريتات الالومنيوم النشادرية	جلسيرين
(شب الامونيوم)	احادي ستيارات الجلسيرين
كبريتات الالومنيوم والبوتاسيوم	هيليـوم
(شب الالومنيوم والبوتاسيوم)	فوق اكسيد الهيدروجين
كبريتات الالومنيوم والصوديوم	لسـيتين
ثاني كربونات الامونيوم	كربونات المغنيزيوم
كربونات الامونيوم	هيدروكسيد المغنيزيوم
هيدروكسيد الامونيوم	ستيارات المغنيزيوم
فوسفات الامونيوم	ميتيل سيللوز
كبريتات الامونيوم	احادي امونيوم جلوتامات

تتمة الجدول (١ ـ ٦)

احادي بوتاسيوم جلوتامات	ثاني كربونات الصوديوم
نتروجين	كربونات الصوديوم
اكسيد النتروزو	كربوكسي ميتيل سيللوز الصوديوم
بابين	كيزينات الصوديوم
ثاني كربونات البوتاسيوم	ستيرات الصوديوم
كربونات البوتاسيوم	هيدروكسيد الصوديوم
ستيرات البوتاسيوم	بكتينات الصوديوم
هيدروكسيد البوتاسيوم	فوسفات الصوديوم
كبريتات البوتاسيوم	فوسفات الصوديوم والالمونيوم
بروبان	طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم
بروبلين جلايكول	ثلاثي بولي فوسفات الصوديوم
رنين Rennet	ثلاثي اسيتين Triacetin
هلام السيليكا الهوائي Silica aerogel	ثلاثي اثيل سيترات
خلات الصوديوم	شمع كارنوبا

(ماخوذة من Gras list , FDA, 1979) (والواردة في Robert, pp. 251)

ـ مواد النكهة والمواد المساعدة لها .
ـ المواد التي ترتحل الى الاغذية المجففة نتيجة تغليفها بالنسيج القطني .
ـ المواد التي ترتحل الى الاغذية نتيجة تغليفها بالورق والورق المقوي .
ـ المواد المساعدة للمبيدات الزراعية .

يبلغ عدد المواد التي يضمها الجزء ١٨٢ أكثر قليلاً من ٦٠٠ مادة . معظمها مالوف ومعروف ومتداول ، ولا يوجد تساؤل حول مدى سلامة استعماله في الغذاء . إلا ان ذلك لم يمنع ادارة الغذاء والدواء من إعادة تقويم سلامتها ، ضمن برنامج واسع ، حتى يمكن الاجابة عن التساؤلات الآتية :

١ ـ هل يمكن إعادة تاكيد سلامة المواد المعتمدة عامة سليمة ، وتحت اي شروط من الاستعمال .

٢ ــ هل يمكن عدّها مواد مضافة الى الاغذيــة ، دائمــة او مؤقتــة تحتاج الى معلومات اضافية لتأكيد سلامتها أو نفيها .

٣ ــ هل يجب رفضها ووقف استعمالها في الاغذية .

ونتيجة للتقويم العام الذي تم على المواد المعتمدة عامة سليمة ، والذي نشــر في نهاية عام ١٩٧٩ ، تغير وضع بعض منها . وقامت ادارة الغــذاء والــدواء باصــدار تعليمات ، وضعت فيها المواد المضافة المباشرة (direct additives) في الجزء ١٨٤ ، وجاءت المواد المضافة غير المباشرة (Indirect) في الجزء ١٨٦ . وقد وضع لكل مــادة مضافة مباشرة استعمالها الغذائي العــام ضمن حدود الممارسة الجيــدة للتصنيع او استعمالها في اغذيــة محددة مــع الكميات المسموح بهــا . وقــد وضعت التعليمات بالنسبة للمواد المضافــة غــير المباشــرة التي تبين استعمالها في التغليف والتعبئة التي بتماس مع الأغذية والكمية التي يسمح بها أن ترتحل الى الغذاء ، وهذه المواد يضمها الجدول (١ ــ ٧) . ونتج عن هذا التقويم مواد حظر استعمالها في اغذية الانسان ، لثبوت عدم صلاحيتها للاستهلاك البشري ووضعت في الجزء ١٨٩ ، ويضمها الجدول (١ ــ ٨) .

القوائم الاخرى المعتمدة عامة سليمة : توجد قوائم اخرى غير ما سبق وصفــه للمــواد المعتمدة عامــة سليمة . من اهمهــا القائمة التي وضعتهــا جمعيــة صانعي المستخلصات والنكهات المعروفة اختصاراً بـ (FEMA) . وتضم هذه القائمة اكثر من ١٠٠٠ مــادة من مكونات النكهات ، وعدّتها الجمعية السابقة سليمة عامــة ضمن الاستعمال الموضوعة لاجله وهو تنكيه الاغذية . وقد اجيزت قائمة هــذه الجمعية من هيئة الغذاء والدواء ، ووضعت في الجزء ١٧٢ الفقرة F ، وهــو الجزء المخصص للمواد المضافة المباشرة والمسموح اضافتها الى غذاء الانسان . هذا ويحق لاي مجموعة من الخبراء المؤهلين بالتدريب والخبرة أن تتقدم بالسماح لاعتماد مــواد اذا قدمت الدليل الكافي والمقنع على سلامة موادها ، وللهيئة بعد ذلك النظر في طلبها .

١ ٠ ٩ ٠ كيف يتم مراجعة سلامة قوائم المواد المعتمدة عامة سليمة

Reviewv of Gras lists Safety

يتم بتكليف خبراء مختصين على نطاق وطني القيام ، ١ ــ بتجميع معلومات عن استعمال المواد الواردة في القوائم ، ٢ ــ وتقدير كميــة الاستهلاك اليومي منهــا ،

---

(1) Flavor and Extract Manufacturers Association

الجدول (١ ــ ٧) المواد المضافة التي أكد انها سليمة عامة

Additive Affirmed as GRAS

المواد المضافة المباشرة

حمض اكونيتيك		صمغ الكثيراء	Tragacanth
حمض بنزويك		متيل بارابن	
حمض كبريليك		زيت بذور اللفت	
ايودات الكالسيوم		يود البوتاسيوم	
القرنفل ومشتقاته		يودات البوتاسيوم	
بديلات زبدة الكاكو من زيت النخيل		بروبيل جالات	
L ــ سيستئين		بروبيل بارابن	
L ــ سيستئين احادي كلور الهيدروجين		السذاب ، الفيجن	Rue
بقلة التوابل ومشتقاتها		زيت السذاب	
الكحول الاثيلي		بنزوات الصوديوم	
الثوم ومشتقاته		ثيوسلفات الصوديوم	
الصمغ العربي (الأكاسيا)		سوربيتول	
صمغ جاتي	Ghatti	شمع النحل (الاصفر والابيض)	
صمغ جور	Guar	مستخلص خميرة الخباز	
صمغ الخرنوب (Carob)	Locust,	مستخلص صفراء الثور	
صمغ كرايا	Kereye		

المواد المضافة غير المباشرة

حمض كبريليك	صمغ الخرنوب
دكسترانات	ثيوسلفات الصوديوم
الصمغ العربي	سوربوز
صمغ جور	حجيثة سيلولوزية

(مأخوذة من Gras list , FDA , 1979) (واردة في Robert, pp. 252)

الجدول (١ ـ ٨) المواد المحظر استعمالها في اغذية الانسان

Substances Prohibited from use in Human food

المواد المضافة مباشرة	المواد المضافة غير المباشرة
الكالاموس ومشتقاته Calamus	Flecto (H)
املاح الكوبالتي ومشتقاته	ميركابتوامیدازولين
كومـارين Coumarin	2 — mercaptoimidazdine
ثنائي اثيل بيروكربونات (DEPC)	4, 4′ — Methylenebis —
دولـسين Dulcin	(2 — Chloroanline)
احادي كلور حمض الخل	السيكلامات ومشتقاتها
نور ثنائي هيدرو حمض جواريتيك	
Nordihydroguaiaretic acid (NDGA)	
سـافرول Safrole	
ثيويوريـا	
مركبات فلوروكلوروكربون	
P — 4000	

(ماخوذة من FDA , title 21, 1979.) (والواردة في Robert, pp 254)

٣ ـ وبعدها تكلف هيئات بحث اخرى تقويم مدى سلامة كل مادة استناداً الى تجارب على الأحياء (الحيوانات) ، ٤ ـ وبعد الحصول على النتائج تعلن ، وتناقش علانية .

توضع عـادة النتائج العلمية للتجارب التي تمت على الحيوانات المخبرية ضمن خمسة تصانيف .

١ ـ المواد المضافة التي اكدت سلامتها :

وهي المـواد التي لا يوجد دليـل ، ضمن المعلومات المتاحة حالياً من التجارب ،

يبرهن او يقترح وجود شك في احتمال ضررها للانسان ، عندما تستعمل ضمن حدود الكميات المستخدمة حالياً ، أو يتوقع استعمالها ضمن كميات معقولة في المستقبل .

ويفسر هذا من الناحية العملية بالاستمرار في عدّ المواد المضافة سليمة ضمن الممارسة الجيدة للتصنيع .

٢ ـ المواد المضافة التي اكدت سلامتها ضمن الكميات المستعملة حالياً :

وهي المواد التي لا يوجد دليل ضمن المعلومات المتاحة حالياً من التجارب يبرهن أو يقترح وجود شك في احتمال ضررها للانسان ، ضمن الكميات المستعملة حالياً . كما لا يمكن بالمعلومات المتاحة حالياً تحديد مدى الضرر الناشىء عن زيادة استهلاكها في الغذاء .

ويفسر هذا من الناحية العملية بالاستمرار في عدّ المواد المضافة سليمة اذا استعملت ضمن حدود الكميات المسموح بها .

٣ ـ المواد المضافة التي اكدت سلامتها ولكنها تحتاج لمزيد من البحوث :

وهي المواد التي لا يوجد دليل ، ضمن المعلومات المتاحة حالياً ، يبرهن على وجود ضرر للانسان عند استعمالها ضمن حدود الكميات المسموح بها . ولكن يوجد شك يتطلب دراسات إضافية لحله .

والتفسير العملي لهذه المواد التي تقع ضمن هذا التصنيف هو أنها مواد إضافية سليمة ولكن بشكل مؤقت حتى تتوافر المعلومات الكاملة من اختبارات سلامتها .

٤ ـ المواد المضافة التي لا توجد معلومات كافية عنها لتاكيد سلامتها :

وهي مواد لا يوجد دليل كاف لتحديد مدى تاثيرها الضار في صحة الانسان عندما تضاف ضمن حدود الكميات المسموح بها حالياً .

والتفسير العملي لمثل هذه المواد هو حذفها من قوائم المواد المعتمدة عامة سليمة لعدم وجود دليل كاف لسلامتها ضمن ظروف استعمالها الحالية .

٥ ـ المواد المضافة التي لا يوجد دليل كاف للحكم على سلامتها :

مواد لا توجد معلومات مستمدة من المعلومات البيولوجية للحكم على مدى سلامتها كمواد مضافة الى الاغذية .

والتفسير العملي هو ضرورة توفير الفرصة لإجراء دراسات لتحديد مدى سلامتها .

واذا رجعنا الى قوائم المواد المضافة المعتمدة عامة سليمة والتي تم اعادة تقويم سلامتها ضمن القواعد الخمس السابقة نجد أن ٧١ بالمئة منها يقع ضمن التصنيف الأول ، اي أن سلامتها مؤكدة ضمن الممارسة الجيدة للتصنيع ، وأن ١٥ بالمئة منها يقع في التصنيف الثاني ، اي ان سلامتها مؤكدة ضمن حدود الكميات المسموح بها حالياً ، و ٦ بالمئة منها سلامتها مؤكدة ولكنها تحتاج لمعلومات اضافية ، و ٤ بالمئة يجب حذفه من القوائم السابقة للمواد المعتمدة عامة سليمة لعدم وجود الدليل الكافي للحكم عليها .

الممارسة الجيدة للتصنيع Good Manufacturing Practice

يأتي ضمن تعليمات السماح باستعمال المواد المضافة ، وبخاصة تلك المواد التي تضمها قائمة المواد المعتمدة عامة سليمة (Gras) ، انه يجب استعمال المادة المضافة ضمن حدود الممارسة الجيدة للتصنيع . وقد شرح الجزء الخاص من الممارسة الجيدة للتصنيع المتعلق بالمواد المضافة في الصفحة ٢٦ ، ضمن فقرة مواد (Gras) ، وملخصها أن المواد يجب أن لا تزيد كميتها على المقدار اللازم لاحداث التأثير المرغوب ، وأن تكون نقاوتها من النوعية المسموح لاستعمالها من الغذاء ، وعدم استعمالها بدون سبب ، وأن نحافظ على وجود اقل كمية ممكنة من المواد المضافة اللامباشرة . وفي الواقع فإن مفهوم الممارسة الجيدة للتصنيع شامل وواسع . فهو قد وضع لشرح ما يحتاجه المشرفون على معامل الأغذية من تعليمات بغية المحافظة على الشروط الصحية في معاملهم . وقامت هيئة الغذاء والدواء الامريكية (FDA) بنشر التعليمات هذه وتعميمها على معامل الأغذية .

وتتضمن التعليمات الخاصة بالممارسة الجيدة للتصنيع نوعية البناء اللازم ، والتسهيلات والمعدات ، والصيانة الضرورية ، والأخطار التي يجب تجنبها للتأكد من تطبيق الشروط الصحية . وتعرضت التعليمات ايضا الى موضوعات اخرى كالاضاءة في المعامل وتصميم انشاءات المعمل ، والتهوية ، وتسهيلات الغسيل والحمامات ، وتنظيف المعامل ، وكيفية التداول مع المواد والتحكم بالهواء في المعامل .

كما تشمل التعليمات المواد الأولية الداخلة في التصنيع ، حيث يجب ان تكون نظيفة وخالية من الشوائب الضارة رغم انها ستحول الى نواتج نهائية مصنعة وتتعرض خلال ذلك الى معاملات حرارية .

وشملت التعليمات الخاصة بالممارسة الجيدة للتصنيع موضوع شحن المواد المصنعة والمواد الاولية . فيجب أن تكون الاغذية خالية من الملوثات عند شحنها ولا تتعرض خلال ذلك للتلوث ومن الواجب الحد من تلوثها اثناء نقلها . والمواد الاولية يجب أن توضب وتغلف بشكل يحميها من الفساد والتلوث خلال شحنها الى المعمل . وينطبق ذلك على المواد الناتجة من التصنيع حيث يجب ان تنقل الى المكان الذي تستهلك فيه ضمن شروط يحافظ فيها على الشروط الصحية واهمها التفريق في المكان بينها وبين الشحنات الاخرى التي يمكن أن تلوثها كالفلزات والمبيدات وغيرها ، وقد حدث تلوث للأغذية نتيجة وضعها أثناء شحنها بالقرب من مواد مؤذية لصحة الانسان والامثلة على ذلك كثيرة .

تشمل الممارسة الجيدة للتصنيع تعليمات حول المحاور الآتية :

١ ـ تعليمات وتعاريف عامة حول العاملين .

٢ ـ تعليمات حول بناء المعمل والتسهيلات الاخرى ، وتشمل المعمل والارض المحيطة به والتسهيلات الصحية ونظافتها والتعليمات الواجب القيام بها للتأكد من النظافة .

٣ ـ تعليمات حول معدات التصنيع وطرائقه .

٤ ـ تعليمات حول التحكم بعمليات التصنيع والانتاج .

٥ ـ العيوب التي لا يمكن تجنبها ، وهي العيوب الطبيعية ، في الاغذية ، والتي لا تشكل بحد ذاتها خطراً على الانسان .

ولعل اهم ما يجد القارىء في هذه التعليمات قيام ادارة معمل تصنيع الأغذية بالتحقق من خلو العاملين من الامراض وتنفيذ تعليمات النظافة ومنها ارتداء بدلة العمل وغسل الايدي وغير ذلك من التعليمات لضمان سلامة العاملين الصحية حتى لايكونوا عاملاً مسبباً لفساد الأغذية وتلوثها . ويشد الانتباه من هذه التعليمات ما يتعلق منها بضرورة اجراء صيانة عامة للمكائن والتخلص من المتخلفات عن التصنيع وإزالة اي معدات مهما كان نوعها يدخل فيها ثنائي فينيل بولي كلور ، المعروف باسم مركبات (Poly Chlorinated Biphenyls) (PCB) لسميتها للانسان .

مراجع الفصل الأول

1 — Clydesdale F. (editor) (1979) Food Science and Nutrition : Current issues and answers, Prentice Hall, pp. 116 — 150 .

2 — Roberts, H. R. (editor) (1981) . Food Safety, wiley - Interseience.

3 — Hui, Y. H. (1986) United states food laws, Regulations and standards. vols I & II , 2nd. ed. wiley - Interscience.

4 — Nickerson, J. T. R., and Ronsivall i , G. L. (1982) Elementary food Science , 2nd. printing. AVI.

5 — Food Chemical Codex (1981) 3rd. ed., Food and Nutrition Board, National Research Council. National Academy press, washington, D. C.

6 — Furia, T. E. (ed.) (1980) Handbook of food additives, 2nd. ed. vol. II CRC Press.

7 — Toxicological evaluation of Certain food additives and Contaminants (1986) WHO food Additives series · 21. The Joint FAO/WHO Expert Committee an food additives, The 30 th. meeting.

8 — Fennema , O. R. (ed) (1976) principles of food science - part 1. Food Chemistry . Marcel Dekker. New York.

الفصل الثاني

سلامة المواد المضافة والاجراءات الخاصة بهـا

SAFETY OF ADDITIVES

٢ . ١ . مقدمة في سلامة المواد المضافة

إن اول ما يجب ان يتوافر في المواد المضافة الى الاغذيـة من صفات انها ونواتج تفككها يجب ان تكون غير سامة ، على الاقل ضمن حدود الكميات المسموح استعمالها في الاغذية مهما كان نوع الانسمامات التي تحدثها حادة او مزمنة . كمـا يجب التاكد بخاصة من انها لا تبدي صفات مسرطنة او ماسخة او صفات طافرة .

يضاف الى ذلك ان اضافات الاغذية لا تستعمل وتضاف الى الاغذية الا عندما تتطلب الحاجة اضافتها او استعمالها ولهدف تحسين احدى صفات الاغذية المرغوبة كما في تحسين صفاتها التغذوية او الحسية او لتسهيل عمليات تصنيعها او تداولها . وهو امر متفق عليه ومتعارف بين مصنعي الاغذية .

ومعروف ايضا ان استعمال الاضافات في الاغذيـة وتطبيقها يخضع لتعليمات هيئات رسمية في معظم الاقطـار ، كهيئـة المواصفات ووزارات الصحة والصناعة والتموين في بلدنا . وهذه التعليمات قـد تختلف قليلاً او كثيراً بين بـلد وآخر إلا ان هناك محاولات جادة ودائمة تقوم بهـا منظمات دوليـة ، وبخاصة منظمـة الأغذيـة والزراعة الدولية (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) ، للتنسيق بين هذه التعليمات ، في ضوء المعطيات التجريبية العلمية الخاصة بسمية المواد المضافة وعـلى مدى حاجة طرائق التصنيع الحديثة للمواد المضافة . وتحقيقاً لهذه الغاية اجتمعت اكثر من مئة وعشرين دولة تحت رعاية لجنة سميت لجنة دستور الأغذية (CAC) وغايتها بالاضافة الى ما تنشره عن اضافات الاغذية ايجاد دستور اغذية يهتدى بـه

في تجارة الاغذية العالمية . وتنشر ما تتوصل اليه في مجلدات تسمى دساتير الاغذية . وانبثقت من لجنة دستور الاغذية لجنة خاصة تسمى اللجنة المشتركة لخبراء المواد المضافة (JECFA) (١) تقوم باصدار كتيبات توضح مواصفات المواد المضافة وطرائق كشفها وتداولها في الأغذية . كما قامت هذه اللجنة بتحديد الجرعات المسموح تناولها يومياً من اضافات الاغذية ، حتى يمكن في ضوء ذلك تحديد تركيز المواد المضافة في الاغذية المتنوعة التي يسمح باستعمال المواد المضافة فيها .

بالاضافة الى لجنة دستور الاغذية ولجنة خبراء المواد المضافة المشتركة بين المنظمتين التابعتين للامم المتحدة (WHO , FAO) نجد في الواقع بلداناً متطورة لها أجهزتها الرسمية الخاصة التي تتولى اصدار التعليمات المتعلقة باضافات الاغذية . ونذكر منها هيئة الغذاء والدواء الامريكية (FDA) (٢) وهيئة السوق الاوروبية المشتركة (EEC) . وتستفيد بقية الاقطار من التعليمات التي تنشرها الهيئات السابقة وتناقشها في ضوء تجربتها والمعطيات المتاحة بين يديها فإما ان تأخذ بها او تعدلها او ترفضها .

إن سلامة المواد المضافة للأغذية موضوع يهتم به الناس في جميع انحاء العالم . ولذا قامت لجنة دستور الاغذية الدولية بوضع قاعدة خاصة تحكم بها سلامة المواد المضافة ، وتبنتها معظم الدول ، وهي ان المستهلك الذي يلتهم كميات ضخمة من غذاء ما لا يتناول في الواقع من المادة المضافة الى هذا الغذاء اكثر من ١/١٠٠ من الحد الأعلى الذي برهن على انه غير مؤذ لحيوانات التجربة . وهذا الحد هو الجرعة اليومية المقبولة (ADI) (٣) التي يعبر عنها عادة على اساس مغ لكل ١ كغ من وزن الجسم .

ورغم المعايير الدقيقة والاحتياطات التي تتخذها الهيئات التي نوهنا عنها لتقرير مدى سلامة المواد المضافة قبل ان تمنح المادة التصريح اللازم بعدّها سليمة في الغذاء الذي تستعمله فيه وضمن الكميات المسموح بها فإن بعض المجموعات من الناس لها نظرة متطرفة حول سلامة اضافات الاغذية . ومن هؤلاء من يقول انه لا توجد مادة مضافة يمكن اعتمادها كمادة سليمة غير مؤذية اذا وجد انها تحدث سرطاناً عندما

---

(١) انظر الصفحة ٦ .
(2) Food and drug administration
(3) Accepted daily Intake

يتناولها الانسان او الحيوان بأي كمية مهما بلغ كبر هذه الكمية . وهذا يعني ان تناول كميات كبيرة ، مهما بلغ كبرها ، وادى ذلك الى احداث سرطان، فإن هذه المادة محظرة ويجب عدم تناول اي كمية منهـا مهما بلغت ضآلتها . ولعـل هـذه النظرة لجوانب السلامة على اضافات الاغذية تنطبق على المواد الملوثة للاغذية اكثـر من تمشيها مـع مفهوم المواد المضافة . ويجدر الاشارة هنا الى ان كثيراً من الاغذية الشائعة والطبيعية، وكما هو معروف بين علماء الاغذية ، تحوي مكونات قادرة عـلى احداث سرطانات اذا اخذت بكميات كبيرة ، ولكنها رغم ذلك ، تبقى اغذيـة متداولة شائعة ، غـير عرضة للأخذ والرد والتحري والاستنتاج .

وفي الواقع أن النظرة المتطرفة السابقة قد اثارت نقاشاً تم في النهايـة عدّهـا نظرة فيها تناقض . لأن معظم العلماء اليوم يعترفون بأن استمرار حياة النوع البشري هو اكبر دليل وشاهد صامت على حقيقة حياتية بأن كميات ضئيلة من المواد المولدة للسرطان يمكن لجسم الانسان ان يتحملها . وقد فهم العلماء مع تقدم طرائق البحث في الكيمياء الحيوية ، وبخاصة تقدم البيولوجيا الجزيئية ، بعضاً من الآليات المسؤولة عن مقاومة الانسان للهجمات الخارجية الآتية اليه مع الاغذية . وهي آليات مسؤولة عن حماية البدن من اخطائه عندما يبني جزيئاته وخلايـاه وبخاصة الاسس النووية وحموضها وتعرف عادة بآليات الانقاذ او التعويض .

إن امكانات التحري عـن مستويات السلامة مرتبط بتقـدم العـلم وطرائقه في مجالات متعددة ، منها التقدم في الكيمياء التحليلية ، حيث تطورت امكانات التحليل بدءاً من المقدرة على قياس ملليغرام ثم الى ميكروغرام وبعدها نانو غرام ، وهناك الآن امكان لقياس بيكوغرام وفمتوغرام . يضـاف الى ذلك ان الاساليب والطرائق المتبعـة في تقويم سلامة المواد المضافة وتفاعلها مـع الخلايا ومكوناتها هي دائمـاً في تقـدم في منهجيتها وتقانتها . ولا بد لهذا التقدم من ان يكشف ما كان مبهماً غير واضح من تأثير للمواد المضافة في مكونات الخلايا ، ويقدم بالتالي دليلاً جديداً عنها .

بيّنا فيما سبق الاهتمام الخاص الذي توليه الدول لسلامة المواد المضافة وتكمل هنا الخطوات التي تتبع عند تقرير مدى سلامة مادة مضافة جديدة .

١ ــ يدرس اولاً مقدار استهلاك المادة الغذائية المزمع اضافة المـادة المضافة الجديدة فيها ، ليتم في ضوئه حساب مدخول المادة المضافة للفرد .

٢ ــ يدرس تفاعل المادة المضافة مع الغذاء والمواد التي يحتمل ان تكونها المادة المضافة مع عناصر الغذاء او على سطحه .

٣ ــ يدرس التأثير التراكمي للمادة في الانسان والحيوانات مع الانتباه الى المواد الكيميائية والفارماكولوجية ذات العلاقة بهـا .

٤ ــ تدرس عوامل السلامة المناسبة لتقديم نتائج تجارب إعطاء المادة المضافة الى الحيوانات ، ويؤخذ راي خبراء مؤهلين بالتجربة العلمية لوضع معايير سلامة المادة المضافة .

وسوف نشرح هذه الخطوات في فقرات لاحقة ضمن هذا الفصل وبالتفصيل ، وذلك من خلال مادتين مضافتين ، مستعملتين بكثرة ، هما ثنائي اكسيد الكبريت والأملاح التي تعطيه وحمض بنزويك وأملاحه ، ونبين خلاصة الدراسات السمية الخاصة بأملاح السلفيت ، ومناقشتها حتى نخلص الى تحديد المدخول اليومي المقبول منها .

٢ ٠ ٢ ٠ هيئة دستور الأغذية (CAC) Codex Alimentarius Commission

تألفت هذه الهيئة الدولية ، التي يعني اسمها دستور أو معايير الأغذية ، في عام ١٩٦٣ ، من قبل منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) ، التابعتين للأمم المتحدة .

وتهدف هذه الهيئة الى حماية صحة المستهلك عند تناوله المنتجات الغذائية والى تسهيل التجارة الدولية للأغذية . وقد رأت هذه الهيئة أن تحقيق هدفها الأولى هذا يتم من خلال تأسيس معايير دولية واحدة للأغذية ونشرها تحت اسم دستور الأغذية . وتضم الدساتير التي تنشرها الأهداف الكامنة من نشرها والقواعد التي تساعد على تطبيقها . وفي هذه الدساتير معايير لجميع الأغذية الرئيسة التي يتناولها المستهلك سواء أكانت الأغذية طازجة أم نصف مصنعة أم مصنعة . وتراعي هذه الدساتير التركيب الكيميائي للأغذية والحد الأدنى للجودة ونظافة الأغذية وغشها والمواد المضافة والملوثات الصناعية وملونات الأغذية وبقايا المبيدات والمواد الاخرى والتغليف والبيانات وطريقة التوضيب وأساليب الاعتيان وعوامل أخرى . ونجد أن دساتيرها شاملة لجميع الموضوعات الهامة التي ذكرت من المناحي المتعددة للأغذية .

وأعضاء هذه الهيئة الدول كاملوا العضوية والمشاركون في منظمتي الزراعة والصحة الدولية اذا رغبوا في الانضمام اليها . ويلحق بهيئة دستور الأغذية عدد من اللجان ، بعضها يهتم بالمناحي الادارية ، وبعضها يهتم بموضوعات الغذاء الأساسية الرئيسة ، ومعظم لجانها يهتم بموضوعات غذائية محددة . ويبلغ عدد الدول الأعضاء في الهيئة ١٢١ دولة ، منها ٣٦ دولة افريقية ، ٢٨ دولة آسيوية ، ٢٩ دولة اوروبية ، ٢٢ دولة من امريكا اللاتينية ، ودولتان من امريكا الشمالية ، و ٤ دول من جنوب غرب الباسفيكي .

طريقة وضع الدستور الدولي للغذاء : International food standard

تتبع هيئة دستور الاغذية الخطوات الآتية لوضع دستور الاغذية .

١ ــ عندما ترغب هيئة دستور الاغذية بوضع دستور دولي لمادة غذائية او منتج غذائي تكلف احدى اللجان الخاصة القيام بالمبادرة .

٢ ــ تقوم اللجنة الخاصة باعداد مسودة أولية للدستور ، تشتمل على الوقائع والبيانات الخاصة التي اصدرتها منظمات عالمية في مجال تجارة المادة الغذائية موضوع الدستور . ويرفع رئيس اللجنة مسودة الدستور الى سكرتارية الهيئة .

٣ ــ ترسل سكرتارية الهيئة مسودة الدستور المقترح الى الدول الاعضاء في منظمة الزراعة والصحة والى جمعيات اغذية دولية للتعليق عليه وإرسال ملاحظاتهم .

٤ ــ ترسل هذه الملاحظات الى اللجنة الخاصة التي اعدت مسودة الدستور التي تقوم بدورها بمناقشتها وتعديل مسودة الدستور في ضوئها .

٥ ــ تقدم سكرتارية الهيئة المسودة المقترحة للدستور الى هيئة دستور الاغذية آملة تبنيه كمشروع دستور . والهيئة بدورها قد تحيله على لجنة خاصة قبل تبنيه بصورة مشروع دستور او قد تطلب من السكرتارية القيام بما هو وارد في الفقرات ٦ و ٧ و ٨ .

٦ ــ تعيد سكرتارية الهيئة توزيع مشروع الدستور الى جمعيات دولية والى جميع الدول الاعضاء في منظمتي الزراعة والصحة .

٧ ــ بعدها يعاد مشروع الدستور ثانية الى اللجنة الخاصة التي بدات به بعد تلقي ردودا لدول الاعضاء ، وتناقش الملاحظات وقد تعدّل من مشروع الدستور .

٨ ــ تقدم السكرتارية مشروع الدستور الى الهيئة مع التوصية بقبوله كدستور للمادة الغذائية .

٩ ــ يوزع الدستور الذي اوصي باعتماده الى جميع الدول الاعضاء والجمعيات ذات العلاقة . وتعلم جميع الدول السكرتارية بتعليقاتها على الدستور ومدى استعدادها لقبوله وتبنيه .

١٠ ــ وتنشر هيئة دستور الاغذية دستورها اذا كان موقف الدول منسجماً مع الموافقة على إقراره .

والدول المشتركة في الهيئة إما ان تقبل الدستور الموصى به قبولاً كاملاً او قبولاً مؤقتاً او ان تقبله مع بعض التحفظات . وتقوم الدول التي قبلت بالدستور كاملاً

بالسماح بتوزيع المادة الغذائية ضمن حدودها اذا كانت متطابقة في مواصفاتها مع المتطلبات الموجودة في الدستور . اما الدول التي تقبل بالدستور بصورة مؤقتة فتسمح بتداول المادة الغذائية وفقا لما جاء في الدستور ولمدة زمنية محدودة عادة بضع سنوات . وتسمح الدول التي قبلت الدستور مع التحفظ بتداول المادة الغذائية مع مراعاة النقاط التفصيلية التي تحفظت بشانها .

تعقد لجنة دستور الاغذية اجتماعاتها بصورة دورية ، عادة سنوية ، وتنشر تقريراً عن اجتماعها ، يصدر عن منظمتي الاغذية والصحة .

٢ ٠ ٣ ٠ حساب مدخول الانسان من المواد المضافة

تشمل **المرحلة الاولى** للسماح باستعمال المواد المضافة (١) فحص الدراسات السمّية (Toxological studies) من قبل اللجنة المشتركة لخبراء منظمة الزراعة والاغذية ومنظمة الصحة العالمية للمواد المضافة والتي يختصر اسمها (JECFA) (٢) وتحديد المدخول اليومي المقبول (Acceptable Daily Intake) للمادة المضافة ، ثم (٣) تحديد طريقة تمييزها ودرجة نقاوتها المقبولة لاستعمالها في الاغذية.

وتشتمل **المرحلة الثانية** على جمع توصيات حول استعمال المواد المضافة لمختلف الاغذية من الوكالات الحكومية او من لجان دستور الاغذية وتقديمها الى لجنة دستور الاغذية للمواد المضافة والملوثات (CCFAC) (١) . على ان يؤخذ عند وضع التوصية باستعمال مادة مضافة في الغذاء القواعد العامة لاستعمال المواد المضافة في الاغذية ، والتي تنص على ان الموافقة على ادخال مادة مضافة في غذاء ما ، سواء اكانت الموافقة دائمة ام مؤقتة ، يجب ان تراعي النقاط الآتية : (١) المدخول اليومي المقبول للمادة او الكمية المكافئة له ، (٢) المدخول اليومي المحتمل من جميع المصادر ، (٣) المدخول اليومي المحتمل (Probable daily intake) للمادة المضافة من قبل مجموعة خاصة من المستهلكين .

ويغدو الحصول على قيم ومعلومات عن المدخول اليومي المحتمل ضرورة في (١) حالة المواد المضافة التي لها مدخول مقبول منخفض ، وفي (٢) وجود مادة مضافة في غذاء شعبي يستهلك بكثرة من قبل شرائح متعددة من المستهلكين و (٣) في وجود مادة مضافة في غذاء يتناوله مجموعة خاصة من الناس .

---

(1) Codex Committee for Food Additive and Contaminents

وتوجد طرائق متعددة لتقدير المدخول اليومي المحتمل ، بعضها مكلف ويتطلب وقتاً ، وتلاقي بعض الدول صعوبات في البدء به لتحديد المدخول من المواد المضافة ، لاحتياجها الى إجراء تحاليل كيميائية تحدد فيها مستويات المواد المضافة في الاغذية. ولتجاوز عقبة التحاليل الكيميائية للمواد المضافة المكلفة طلبت لجنة دستور الاغذية للمواد المضافة والملونات من مجموعة من الخبراء وضع خطوط مبسطة لتقويم مدخول المواد المضافة من الاغذية .

٢ ٠ ٢ ٠ ١ ٠ المدخول اليومي المقبول (ADI) .

يعرّف بانه كمية المادة المضافة ، معبراً عنها على اساس وزن الجسم ، التي يتناولها الفرد يومياً ، وطوال حياته ، والتي لا تسبب بتناولها خطراً ملموساً على الصحة ، ويؤخذ فيها وزن الرجل ٦٠ كغ . ويعبر عن المدخول اليومي المقبول على اساس مغ مادة مضافة لكل كغ وزن الجسم .

ويعني تعبير عدم التسبب بخطر ملموس على الصحة (appreciable health risk) من الناحية العملية عدم حدوث إصابة (injury) نتيجة تناول المادة المضافة طوال الحياة .

٢ ٠ ٢ ٠ ٢ ٠ اقصى مدخول يومي نظري

Theoretical Maximum Daily intake (TMDI)

يتم حساب اقصى مدخول يومي نظري بضرب متوسط مقدار الاستهلاك اليومي للفرد لكل مادة غذائية او لمجموعة من الاغذية بالكمية القصوى المسموح بها قانونياً من المادة المضافة المدروسة بموجب التعليمات القانونية النافذة ، وجمع الأرقام الناتجة ، للدلالة على ما يدخل الى جسم الانسان من المادة المضافة من الأغذية التي يتناولها . وتعطى هذه النتيجة دليلاً تقريبياً عن مدخول المادة المضافة لانها لا تضع في الحسبان المعدلات الغذائية للمجموعات الخاصة من المستهلكين . ويفترض عند حساب اقصى مدخول يومي نظري لمن النقاط الآتية قد وضعت في الحسبان .

١ ــ ان جميع الاغذية التي يسمح باستعمال المادة المضافة فيها تحوي على المادة المضافة .

٢ ــ ان المادة المضافة موجودة في حدها الاقصى المسموح به بموجب التعليمات السائدة .

٣ ــ ان استهلاك الغذاء الذي يحوي المادة المضافة يتم يومياً وطوال حياة الفرد وبالكمية الوسطى المحسوبة .

٤ ــ عدم تناقص المادة المضافة نتيجة الطبخ او تقانات التصنيع .

٥ ــ تناول كل الأغذية التي يسمح باضافة المادة المضافة اليها بدون اهمال اي جزء منهـا .

٢ ٠ ٣ ٠ ٣ ٠ المدخول اليومي Estimated daily intake (EDI)

هو كمية المادة المضافة التي يتناولها فرد متوسط الاستهلاك للغـذاء ، وتعتمد عـلى (١) الاستعمال الفعلي للمادة المضافة من قبل الصناعة (٢) وفقـاً للممارسة الجيدة للتصنيع وهي تقريب للكمية الفعلية المستعملة .

توجد طرائق حسابية متعددة لمعرفة المدخول اليومي تعطي نتائج تقارب المدخول الفعلي ، وستشرح في الفقرتين ٤ و ٥ .

٢ ٠ ٣ ٠ ٤ ٠ المدخول اليومي المقبول (ADI) والمدخول اليومي

قبل مناقشة الطرائق المستعملة في حساب ما يدخل الجسم من مواد مضافة من طريق الأغذية لا بد من استعراض الأساليب المتبعة في تحديد المقدار اليومي المقبول .

يعطى يومياً لمجموعة من الحيوانات (كالجرذان) حميـة معينة تضم مستويات مختلفة من المادة المضافة المدروسة . وكمثال يوضع في الحمية مستويات من المـادة المضافـة ار، ٪ ، ١ ٪ ، ٢ ٪ ، ٥ ٪ . واذا وجد أن مستوى ٢ ٪ يؤدي الى إحداث تسمم ولم يحدث اعطاء مستوى ١ ٪ تاثيراً سامـاً يؤخذ مستوى ١ ٪ على انه المستوي الذي لم يلاحظ فيه حدوث تاثير سام ، ويعبر عنه بـ مغ/كغ من وزن الجسم . ويبدأ من هذا المستوى اختبا ر مدى تحمل الانسان له . وفي المثال السابق لم يلاحظ حدوث تاثير سام (No - observed effect) بين ١ ٪ و ٢ ٪ ، ويؤخذ منها ان مستوى ١ ٪ يمثل المستوى الذي لم يلاحظ فيه حدوث تسمم ، وان هذا المستوى يمثل عامل السلامة اذا لم يتم تقويم مدى سمية المستويات الوسطى التي تقـع بين ١ ٪ و ٢ ٪ ، وهي ٢٥ر١ ٪ و ٥ر١ ٪ و ٧٥ر١ ٪ .

ويوضع في الحسبان عند تطبيق المعطيات السابقة على الانسان لتحديد المدخول اليومي المقبول من المادة المضافة عامل سلامة هو ١٠٠ (١٠ × ١٠) عـلى افتراض ان البشر تختلف بمعدل عشـر مرات فيما بينها في مـدى حاسيتها للمادة المضافة وان

الانسان حساس اكثر من الحيوانات بمعدل عشر مرات ، وقد اخذ عامل السلامة ١٠٠ استناداً الى التجربة والتقدير الشخصي لعلماء السموم .

الخطوة الثانية التي تأتي بعدها هي حساب اقصى مدخول يومي نظري (TMDI) ثم متابعة الحصول على المدخول اليومي (EDI) وهو اكثر دقة من المدخول الاول . ويغدو حساب المدخول اليومي في بعض الأحيان ضرورياً وبخاصة عند توافر بيانات دقيقة عن استهلاك المواد الغذائية . ويكتفى في حالة عدم توافر البيانات الدقيقة بالتقديرات التقريبية لتحديد سلامة استعمال المادة المضافة من عدمها .

وتعطى الأرقام المحسوبة على اساس نظري مثل اقصى مدخول يومي نظري (TMDI) ضماناً كافياً لسلامة استعمال المادة المضافة اذا كانت الأرقام اقل من المدخول اليومي المقبول . واذا كانت الأرقام اعلى من المدخول اليومي المقبول يجب القيام بجمع بيانات عن مقدار استهلاك المادة المضافة مبنية على اساس المقدار المتناول فعلاً منها . هذا وتزداد دقة الأرقام التي يعطيها اقصى مدخول يومي نظري اذا ادخل في حسابه المجموعات الخاصة من الناس .

٢ ٠ ٣ ٠ ٥ ٠ توافر البيانات Data available

٥ ٠ ١ ٠ توافر بيانات عن استهلاك الغذاء وتوافر تعليمات استعمال المواد المضافة في الاغذية :

تعتمد الطريقة البسيطة لمعرفة مدخول المواد المضافة على جمع كل البيانات المتاحة في القطر وفحصها لمعرفة مدى كفايتها لتحديد استهلاك المواد المضافة .

ويظهر عند فحص بيانات استهلاك الأغذية اختلافات في عادات تناول الاغذية ضمن شرائح المجتمع ، فبعضها يختلف اختلافاً شديداً في نمط استهلاكها . وينعكس هذا بمعدلات استهلاك مختلفة بشدة عن المعدل العام .

تدخل في الحساب عند استعمال بيانات استهلاك الأغذية القطرية التعليمات القانونية المتعلقة بالمواد المضافة وبخاصة التعليمات الثلاث الآتية :

آ ـ اخذ الحد الاقصى لاستعمال المادة المضافة الى الأغذية المسموح اضافتها اليها ثم ضربها بالكمية المستهلكة من المواد الغذائية .

ب ـ اذا اجازت التعليمات اضافة المادة المضافة الى اغذية معينة وفق الممارسة الجيدة للتصنيع نحتاج الى حساب الكمية المستهلكة منها . لذلك نلجأ الى ترجمة

الممارسة الجيدة للتصنيع الى ارقام . وهذه تؤخذ عادة من العاملين في صناعة الأغذية كما يمكن اخذ عينات متنوعة من المواد الغذائية التي يسمح باضافة المادة المدروسة اليها واجراء تحليل كيميائي لتحديد كمية المادة المضافة فيها . وهذا يتطلب توفير المال والوقت .

جـ ـ اذا كانت المادة المضافة من المواد المسموح اضافتها الى جميع المواد الغذائية ما عدا بعضها . يلجأ هنا الى تعاون العاملين في صناعة الأغذية بالاضافة الى اخذ عينات واجراء تحليل كيميائي لمعرفة كمية المادة المضافة فيها .

يغدو تقدير المدخول اليومي للمادة المضافة في حالة عدم وجود تعليمات قانونية كاملة توضح استعمالها في الأغذية ، كما في بعض الدول ، مشكلة معقدة ، وبخاصة اذا كانت معظم الأغذية المصنعة مستوردة .

وتساعد المعلومات التي يعطيها المصدّر ، وهي (١) مدى توافق الأغذية المستوردة مع تعليمات الدولة المصدّرة ، (٢) ومراجعة تعليمات المواد المضافة بالنسبة الى الأغذية المصدّرة على تقرير المدخول اليومي .

٥ . ٢ . ٢ . طرائق تحديد استهلاك الأغذية :

توجد طريقتان عامتان لتحديد استهلاك الفرد من الأغذية في المجتمع .

١ ـ الأولى جماعية ، وتتضمن جمع معلومات عن تحرك واختفاء المواد الغذائية في المنطقة او في البيت .

٢ ـ الثانية فردية ، وتشمل جمع معلومات مباشرة وشخصيه عن المقدار الفعلي المستهلك من الأغذية على المستوى الشخصي او على مستوى الأسرة في المنزل . ويلخص الجدول (٢ ـ ١) الطريقتين .

الجدول (٢ ـ ١) طرق تحديد استهلاك الأغذية

الطريقة	الاسلوب
الفردية	وزن المدخول ، تدوين الأغذية ، تكرار الأغذية ، السحب المسحي للأغذية .
الجماعية	وزن المدخول ، تدوين الأغذية ، تناقص الأغذية في القطر وفي الأسرة .

وتعد من الطرائق البسيطة طريقة تناقص الاغذية في الأسرة ، وطريقة تكرار الاغذية ، وهما طريقتان ملائمتان . وتستخدم طريقة تناقص الاغذية في الأسرة لتحديد العادات الغذائية لمجموعة خاصة من الناس .

طريقة تناقص الاغذية على المستوى القطري

National food disappearance method.

يعطي تطبيق هذه الطريقة على الأغذية المصنعة ، وهي الاغذية التي تحوي عادة مواد مضافة ، **دليلاً** اولياً على استهلاك المواد المضافة . وتتكامل بيانات هذه الطريقة عند إدخال معدلات استهلاك المجموعات الخاصة ومعدلات استعمال المواد المضافة في الأسرة . ولا نحتاج في هذه الطريقة الى إجراء تصحيح للأغذية المصنعة المهملة أو التالفة لأن المدخول اليومي المقبول مبني على تناول الاغذية طوال حياة الفرد ويومياً وبغض النظر عن الاختلافات الموسمية .

يحسب استهلاك الفرد على المستوى القطري بطريقة تناقص الاغذية وفقاً لمعادلة الميزان الغذائي الوطني ، وهي :

الميزان الغذائي الوطني = + انتاج الأغذية
+ الأغذية المستوردة
+ المخزون
− الأغذية المدخلة الى المستودعات
− الأغذية المصدرة
− الأغذية المستعملة للبذار
− الأغذية المستعملة لأغراض غير تغذوية
− الأغذية المفقودة في الحصاد وفي المطبخ
− الأغذية المستعملة في الاعلاف .

طريقة تناقص الاغذية في الاسرة :

تمثل ارقام الاستهلاك الناتجة في هذه الطريقة كمية الاغذية التي استهلكتها الاسرة في مطبخها في وقت محدد مقسومة على عدد افراد الأسرة . وتسأل ربة الاسرة

في هذه الطريقة ان تسجل قائمة بكل الاغذية في المطبخ وان تسجل ايضا اي اغذية يتم شراؤها خلال فترة الاستبيان . ومن المفروض ان يعكس تناقص الاغذية نمط استهلاك الاسرة . بعدها تؤخذ الأرقام وتقسم على افراد الأسرة وعدد الايام لتقدير نصيب الفرد في اليوم .

واذا شئنا تقديرات اكثر دقة لاستهلاك الاغذية وفق هذه الطريقة علينا إجراء تصحيح للأغذية التي تذهب الى الحيوانات والاغذية التي تعطى او تؤخذ كهدية والاغذية التي تستهلك من الضيوف .

طريقة تكرار الاغذية :

تعكس هذه الطريقة مناحي استهلاك الاغذية لانواع محددة من الاغذية . واستبيان تكرار الاغذية هو قائمة بالأغذية شائعة الاستهلاك ، ويطلب من الافراد تعبئتها ، موضحين فيها عدد مرات استهلاك الغذاء في اليوم وفي الاسبوع . ويوضع عادة لكل منطقة او قطر استبيان خاص يعكس الاغذية الاولية والوصفات الغذائية شائعة الاستعمال في القطر او في منطقة معينة . ولا تطلب عادة كميات الأغذية المستهلكة في هذا الاستبيان ، وانما نحصل على الكميات المستهلكة من بيانات سابقة كبيانات تدوين الاغذية والسحب المسحي للأغذية .

٢ ٠ ٣ ٠ ٦ ٠ طرائق بسيطة لتقويم مدخول المواد المضافة الى الأغذية

٦ ٠ ١ ٠ المواد المضافة التي يجب اجراء تقويم لمدخولها :

١ ــ المواد المضافة المجاز استعمالها بمستويات مرتفعة في الأغذية الشعبية

٢ ــ مواد مضافة مجاز استعمالها في الأغذية الشعبية

٣ ــ مواد مضافة ذات مدخول يومي مقبول من مستوى (٠,٠ ــ ٥) مغ/كغ .

تعطى المواد المضافة السابقة الأفضلية الاولى في اجراء تقويم لمدخولاتها . وتعطى الأفضلية الثانية الى المواد التي لا يوجد لهنا مدخول يومي محدد خاص بها نتيجة استعمالها في الأغذية وفق الممارسة الجيدة للتصنيع .

٦ ٠ ٢ ٠ طريقة بسيطة لتقويم مدخول المواد المضافة :

آ ــ تقويم اقصى مدخول يومي نظري .

آ . ١ . ضع قائمة بأسماء المواد الغذائية التي يسمح باستعمال المواد المضافة فيها .

آ . ٢ . تحديد الكمية المستعملة .

آ . ٢ . ١ . ضع الحد الأقصى المسموح إضافته وفق التعليمات .

آ . ٢ . ٢ . حدد الكمية الفعلية من المادة المضافة اذا كان استعمالها خاضعاً للممارسة الجيدة للتصنيع (يستحصل على الكمية الفعلية من المادة المضافة عبر التحليل الكيميائي او من العاملين في الصناعات الغذائية) .

آ . ٣ . حدد متوسط استهلاك المادة الغذائية التي يسمح باضافة المادة المضافة فيها .

آ . ٣ . ١ . اجمع المعلومات المتاحة عن عادات تناول الغذاء في القطر .

آ . ٣ . ٢ . في حالة وجود معلومات قليلة استعمل كمرحلة اولى طريقة تناقص الاغذية على مستوى القطر .

آ . ٣ . ٣ . اختبر متوسط استهلاك بعض الاغذية عند بعض الافراد الاكولين وتاكد من انه لا يبلغ قيمة اعلى من متوسط الاستهلاك العام . وعندما تسود عادة غذائية خاصة لمدة طويلة يجب إدخال البيانات الخاصة بالافراد الاكولين . لان تعريف المدخول اليومي المقبول (ADI) يتضمن تناول المادة المضافة (مع الغذاء طبعاً) يومياً وطيلة الحياة .

آ . ٣ . ٤ . احصل على تقدير افضل لاستهلاك الغذاء باستبدال الارقام المستحصل عليها بطريقة تناقص الاغذية بمتوسط استهلاك الاكولين (انظر المثال الآتي) :

يدل وجود اقصى مدخول يومي نظري **اقل** من المدخول اليومي المقبول على عدم استعمال مواد مضافة في مطبخ الاسرة ، وعلى ان المدخول الفعلي **اقل** من المدخول اليومي المقبول .

وفي الحالة التي يكون فيها اقصى مدخول يومي نظري **اعلى** من المدخول اليومي المقبول نتبع طرق تقويم اخرى لتحري مدى جدية النتيجة السابقة .

الجدول (٢ ـ ١) مثال عن الحسابات الخاصة بحمض بنزويك واملاحـه

المدخول اليومي المقبول .·. ـ ٥ مغ/كغ وزن الجسم

لفرد وزنه ٥٠ كغ ٥ × ٥٠ = ٢٥٠ مغ للفرد

لفرد وزنه ٦٠ كغ ٥ × ٦٠ = ٣٠٠ مغ للفرد

	الحد الأقصى المسموح اضافته (مغ/كغ غذاء)
١ . منتجات اللحوم :	
١ . ١ قطع لحم ، دجاج ، حيوانات الصيد	١٥٠٠
٢ . منتجات الأسماك :	
٢ . ١ كافيار وبيوض السمك الأخرى	٨٠٠٠
٢ . ٢ الأسماك نصف المحفوظة واللافقاريات	١٥٠٠
٢ . ٣ القريدس	٨٠٠٠
٢ . ٤ سمك السالمون المدخن	١٠٠٠
٢ . ٥ قطع الاسماك والقريدس	١٥٠٠
٣ . شراب الفاكهة المركز	٢٥٠
٤ . الخضراوات :	
٤ . ١ مخلل الخيار	٦٠٠
٥ . قطع البطاطا	٢٥٠
٦ . المشروبات :	
٦ . ١ المشروبات الخفيفة	١٠٠
٦ . ٢ السيدر	٣٠٠
٧ . المقبـلات :	
٧ . ١ الخـردل	٢٥٠
٧ . ٢ المرق المستحلب (من صفار البيض)	١٠٠٠

المصدر (ALINORM 89/12A)

الجدول (٢ ـ ٢) تقدير اقصى مدخول يومي نظري من الأغذية وحمض بنزويك وفق طريقة التناقص القطري للغذاء

	الاستهلاك اليومي للغذاء	المدخول اليومي للمادة المضافة (مغ / فرد)
١ . منتجات اللحوم :		
١ . ١ قطع لحم ، دجاج ، حيوانات صيد		—
٢ . منتجات الأسماك :		
٢ . ١ كافيار وبيوض الأسماك الأخرى	١٧ مغ	مهمل
٢ . ٢ الأسماك نصف المحفوظة واللافقاريات	٦ر٣ غ	٤ر٥ مغ
٢ . ٣ القريدس	٤ر١ غ	٢ر١١ مغ
٢ . ٤ سمك السالمون المدخن	٥٠ مغ	مهمل
٢ . ٥ قطع الأسماك والقريدس	مهمل	—
٣ . شراب الفاكهة المركز :	تضم الى المدخول الكلي من المشروبات الخفيفة	
٤ . الخضراوات :		
٤ . ١ مخلل الخيار	٢ر٢ غ	٣ر١ مغ
٥ . قطع البطاطا :		
٦ . المشروبات :		
٦ . ١ المشروبات الخفيفة	١٤٤ مل	٤ر١٤ مغ
٦ . ٢ السيدر	٩ر٠ مل	مهمل
٧ . المقبلات :		
٧ . ١ الخردل	٩ر٠ غ	٢ر٠ مغ
٧ . ٢ المرق المستحلب (من صفار البيض)	٤ر٣ غ	٤ر٣ مغ
مجموع اقصى مدخول يومي نظري		٩ر٣٥ مغ للفرد

المصدر (ALINORM 89/12A)

الجدول (٢ ــ ٣) اقصى مدخول يومي نظري بعد اعادة تقويمه وفق استهلاك الأكولين

الشرابات الخفيفة :

متوسط المدخول من الشرابات الخفيفة للأكولين ٦٠٠ مل (بدلاً من ١٤٤ مل متوسط المدخول العام لجميع أفراد القطر) .

المرق المستحلب :

متوسط مدخول الأكولين ٢٠ غ بدلاً من ٤ر٣ غ .

اقصى مدخول يومي نظري مقوّم	المدخول اليومي (مغ للفرد)
سمك نصف محفوظ ولا فقاريات	٤ر٥
قريدس	٢ر١١
مخلل خيار	١ر٣
مشروبات خفيفة	٦٠ر٠
خردل	٢ر٠
مرق مستحلب	٢٠ر٠
اقصى مدخول يومي مقوّم (المجموع)	**١ر٩٨**

ملاحظة : المدخول اليومي النظري في جده الاعلى (١ر٩٨ مغ) اقل من المدخول اليومي المقبول ، وهذا يدل على ان المدخول الفعلي اقل ايضاً ، ولذا لا نحتاج الى تقويم دقيق .

المصدر (ALINORM 89/12A)

ب ـ تقويم المدخول اليومي Evaluation of the EDI.

ب ٠ ١ ٠ فحص قائمة المواد الغذائية :

ويتم فيها تعديل مدخول الأغذية بصورة يقتصر فيها على المواد الغذائية التي تدخل فيها المواد المضافة . فإذا كانت مادة مضافة تستعمل مع الشرابات المنكهة بالفاكهة فقط دون بقية انواع الشرابات ندخل في الحساب الكمية المستهلكة من هذه الشرابات فقط دون سائر انواع الشرابات الاخرى ، ونحصل بذلك على تقويم اكثر دقة .

ب ٠ ٢ ٠ فحص كمية الاستهلاك الفعلي :

وتفحص هنا كمية المادة المضافة ، اهي في حدها الاقصى المسموح به قانوناً في جميع الأغذية ام انها توجد في حدها الاقصى في بعض الأغذية.

ب ٠ ٣ ٠ ندخل الارقام المستحصل عليها في الفقرتين السابقتين في حساب اكثر دقة لاقصى مدخول يومي نظري .

النتيجة :

اذا كانت قيمة المدخول اليومي **اقل** من المدخول اليومي المقبول (EDI < ADI) ولا يوجد استعمال للمادة المضافة في مطبخ الاسرة تعدّ عندها أن القيمة التي حصلنا عليها من تقدير المدخول اليومي هي فعلاً **اقل** من المدخول اليومي المقبول . اما اذا كانت EDI > ADI عندها يجب مناقشة الموضوع مع رجال الصناعة لتخفيض مستوى استعمال المادة المضافة .

جـ ـ الاستعمال المنزلي : تستعمل البيانات التي تبين استهلاك الاغذية بطريقة تناقص الاغذية في الاسرة او بطريقة التكرار لتقويم مدخول المواد المضافة من المواد التي يطلبها المستهلك لاستعمالها في تحضيرات الاغذية في الاسرة .

الخلاصة : تستعمل المعلومات التي سبق شرح طريقة الحصول عليها للتأكد من ان المدخول اليومي المقبول من المادة المضافة لا يتم تجاوزه .

٢ ٠ ٣ ٠ ٧ ٠ مثال تطبيقي عن مدخول المواد المضافة :

بعد أن استعرضنا الخطوط الرئيسة للطرائق التي يمكن بها حساب مدخول الفرد من المواد المضافة نعرض في الجداول الثلاثة (٢ ــ ١) ، (٢ ــ ٢) ، (٢ ــ ٣) طريقة حساب مدخول الفرد من حمض بنزويك وأملاحه من الأغذية . وقد اتبع في حسابها المبادىء التي تم استعراضها في الفقرات السابقة . ونبدأ بحساب المدخول أولاً وفق طريقة أقصى مدخول يومي نظري من تناقص استهلاك الأغذية على المستوى القطري ، فإن كان المدخول المسحوب أقل من المدخول اليومي المقبول اكتفينا بهذه الطريقة ، والا يجب تقويم الحساب وفق الطرائق الاخرى المذكورة في الفقرات السابقة. وفي هذا المثال لم يكتف بحساب أقصى مدخول يومي نظري وفق المعدل العام للاستهلاك في القطر وإنما أعيد تقويمه ليشمل الاكولين ، (الجدول ٢ ــ ٣) ، وبعدها جرى مناقشة المدخول ، وكان في هذا المثال ١ر٩٨ مغ للفرد وهو أقل من المدخول اليومي المقبول (٢٥٠ ــ ٣٠٠ مغ) .

٤ ٠ ٤ ٠ تقويم سمّيّة بعض المواد المضافة

Toxicological evaluation of Certain food Additives

يتم تقويم سمية المواد المضافة عبر دراسات طويلة تشمل تأثيرها في المناحي البيوكيميائية للانسان والحيوان وتشمل تأثيرها في الانزيمات والنسج في مختلف الأعضاء كما تشمل اجراء دراسات سمية لمعرفة مدى تأثيرها في احداث السرطان او مسخ المورثات وتطفيرها في الحيوانات والأحياء الدقيقة ، ولا تكتمل الدراسات المقوّمة لسلامة المادة المضافة إلا اذا أجريت دراسات خاصة على التكاثر في الحيوانات المختلفة على أمد طويل وقصير وجمع ملاحظات عن سلوكها على الانسان . بعدها يتم تقويم مجموع هذه الدراسات جميعها لمعرفة الكمية التي تسبب تأثيراً ساماً والكمية التي يعد مدخولها اليومي مقبولاً ، وسنعود الى شرح الطريقة المستعملة في حساب المدخول اليومي المقبول من المادة المضافة بالتفصيل في فقرة مستقلة .

سوف نستعرض كتطبيق على تقويم سمية المواد المضافة مادة ثنائي اكسيد الكبريت والمركبات التي تعطيها من الكبريتيت لانتشار استعمالها في بلدنا في حفظ الفاكهة وبخاصة المجففة منها . ونعتمد في ذلك على تقارير لجنة خبراء الفاو والهو (FAO/WHO)للمواد المضافة ، وآخرها تقرير عن مؤتمرها الثلاثين الذي عقد في منتصف عام ١٩٨٦ .

تم تقويم المدخول اليومي المقبول لثنائي اكسيد الكبريت ومركبات الكبريتيت في مؤتمرات متعددة ، بدءاً من السادس حتى المؤتمر الاخير الذي عقد في حزيران ٨٦ ، وهو الثلاثون . ويتم في كل مؤتمر مناقشة المعطيات البيولوجية الجديدة لتحديد

سلامة هذه المركبات ومدخولها اليومي المقبول . وتم لأول مرة تحديد مدخولها اليومي المقبول في المؤتمر السابع عشر من ثنائي اكسيد الكبريت وما يكافؤه من ثانيكبريتيت الصوديوم وميتا ثانيكبريتيت البوتاسيوم . وفي المؤتمر السابع والعشرين شمل التقويم مركباتكبريتيت الكالسيوم الحامضية وثيوسلفات الصوديوم وكبريتيت البوتاسيوم الحامضية . ونشرت هذه الدراسات في سجل أعمال المؤتمرات المذكورة . وفي المؤتمر الثلاثين نوقشت المستجدات لتقويم هذه المادة ، وهي التي نستعرضها في هذه الصفحات مع المراجعة العامة عن المعلومات المتاحة عن سمية هذه المادة حتى عام ١٩٨٦ .

اولاً ـ النواحي البيوكيميائية :

يعتمد وجود توازن بين ثنائي اكسيد الكبريت وشارسبات الكبريت رباعية التكافؤ الاكسجينية في المحاليل على رقم الحموضة . ويوجد توازن بين ثنائي اكسيد الكبريت وحمض الكبريتي وشاردة ثاني الكبريتيت وشاردة الكبريتيت .

ويحدث توازن بينالكبريتيت وثانيالكبريتيت ، في رقم الحموضة الفيزيولوجي الطبيعي ، بحيث توجد الشاردتان بتركيز متساو ، اذا كان تركيز الكبريتيت أعلى من مول واحد . ويحدث توازن تسود فيه شاردة ثاني الكبريتيت وثنائي اكسيد الكبريت الحر عند انخفاض أرقام الحموضة كما في معدة الانسان الصائم .

يتفاعل ثنائي اكسيد الكبريت مع الكثير من مكونات الغذاء . ويشكل مركبات ضم مع الألدهيدات ، ومنها السكريات المرجعة والأسيتالدهيد والكوينونات وحموض الفاكيتو ومع الانتوسيانين وثمالة السيستئين في البروتينات .

وتكون مركبات الضم مع مركبات الكربونيل في اغلب المشروبات والأغذية على هيئة هيدروكسي سلفونات ، وتغلب على سائر انواع مركبات الضم الأخرى ، وبخاصة في مجال الحموضة ١ ـ ٨ ، وتتفكك عند ارتفاع أرقام الحموضة .

وتكوّن مركبات الكبريتيت مركبات ضم ثابتة مع مركبات الكربونيل اللامشعة في الموقع ألفا وبيتا ، والتي توجد عادة كمركبات وسطى في تفاعلات الاسمرار الانزيمية وبخاصة تفاعل ميلارد ، ومعظم مركبات الضم من النوع ٣ ـ ديوكسي ، ٤ ـ سلفو ـ اوسولوز (Osuloses) . ويحتمل تشكيل هذه المركبات الثابتة أثناء خزن الفاكهة المجففة المعالجة بالسلفيت ويحتملأيضاً ان تكونالمركبات الرئيسة النهائية عند إضافة السلفيت الى المربيات .

يتفاعل ثنائي اكسيد الكبريت تفاعلاً غير عكوس مع الفيتامين (B1) ويعطي حمض بيريدين سلفونيك ورباعي متيل هيدروكسي تيازول . وتخرب التراكيز المرتفعة منه كوبلامين (Vit. B12) وتكوّن مركبات ضم حساسة للضوء .

تكون السلفيت مركبات ضم مع NAD والفلافين والسايتوزين واليوراسيل ونيوكليوزيداتها ونيوكليوتيداتها .

ويوجد دائماً كمية صغيرة من السلفيت في الاستقلاب الوسطي للبدن ناشئة من تهدم السيستئين لا انزيمياً الى ٨ ـ سلفينيل حمض بيروفيك يتحول الى حمض بيروفيك و SO2 .

تتأكسد السلفيت في الجسم الحي الى كبريتات بانزيم سلفيت اكسيداز (سلفيت : فري سايتو كروم سي اوكسيدو رودكتاز ، EC 1.8.2.1) ، الموجود في الميتوكوندريا . وقد درس هذا الانزيم ووجد انه مكوّن من وحدتين تضم ذرّة موليبدينم وسايتوكروم من نوع هيموبروتين وعامل مساعد بترين ، ويثبط بالتنغستات في الجسم الحي وفي الزجاج .

سلفيت اكسيداز واسع الانتشار في نسج الثدييات ، واعلى فعالية له توجد في الكبد والقلب والكلى. ولا يملك كبد الانسان من فعالية سلفيت اكسيداز إلا ٥ـ١٠٪ من الفعالية التي توجد في كبد الجرذان . ولهذه الحيوانات القدرة على أكسدة ٧٥٠ ملي مولاً سلفيتاً / ١ كغ /اليوم ، وهذا يعادل ٤٨ غراماً SO2 / ١ كغ /اليوم .

تؤكسد كمية كبيرة من السلفيت الداخل الى البدن من التنفس او الطعام عبر الرئتين وفي الامعاء قبل دخولها الدوران . ويتأكسد نحو ٥٠ ٪ من الجرعة المشعة من السلفيت في الامعاء الدقيقة الخاوية ويتأكسد نسبة أكبر في الامعاء المتلئة . وتحدث الأكسدة في جدار الامعاء أو بفلورا الامعاء .

وقد لوحظ وجود أكسدة سريعة لجرعات من محلول ٢ر. ٪ ميتا باي سلفيت الصوديوم حيث طرح ٥٥ ٪ من الجرعة في البول خلال اربع ساعات في الانسان . وكنتيجة لدراسات استقلاب متعددة على انواع حيوانية مختلفة وجد ان السلفيت لا تتراكم في النسج مع استمرار تقديمها وتطرح في البول على هيئة سلفات بشكل اساسي ، ويطرح اقل من ١٠ ٪ منها على هيئة سلفيت .

تاثيره في الثيامين : من المعروف ان معالجة الاغذية بالسلفيت تؤدي الى خفض

كمية الثيامين فيها . وهذا ما يقترح ان تناول المشروبات التي تحوي SO2 ينخفض كمية الثيامين في بقية طعام الوجبة .

ويتهدم في النبيذ الذي يحوي ٤٠٠ جزء بالمليون SO2 نحو ٥٠ ٪ من الثيامين خلال اسبوع واحد ، ولم يلاحظ تاثير في الثيامين خلال يومين . ولذا فمن غير المحتمل ان تؤثر الكميات الصغيرة المسموح باستعمالها في النبيذ في ثيامين الغذاء ، نظراً للفترة القصيرة التي يتطلبها الهضم .

وفي تجربة على اشخاص يتناولون حمية معوزة للثيامين و ٤٠٠ مغ سلفيت في اليوم لم تظهر عليهم تظاهرات نقص هذا الفيتامين إلا بعد ٥٠ يوماً . وفي تجربة ثانية اذيب السلفيت في النبيذ وعصير العنب واعطيت لمدة ١٥ ـ ٤٠ يوماً ، ولم يظهر تاثير في وضع الثيامين عندما تم قياس مستواه في الدم وفي البول او عبر قياس الانزيمات التي تعتمد على الثيامين لنشاطها . ولم تظهر الدراسات السريرية ولا الفيزيولوجية العصبية ولا البيوكيميائية اي دليل على تاثير ضار للسلفيت .

تاثيره في سيانوكوبلامين : يتطور عند تغذية الجرذان على حمية تضم ٦ ٪ ميتاباي‌سلفيت ولمدة ٢١ يوماً انيميا شديدة . وقد عزي‌ذلك الى تهدم سيانوكوبلامين في الغذاء او في الامعاء .

تاثيره في الانزيمات : تقوم السلفيت بدور المثبط القوي لعدد من‌الديهايدروجيناز، مثل لاكتات ديهايدروجيناز (في القلب) ومالات ديهايدروجيناز .

ويكون الفلافين (B2) في انزيمات الفلافين مركبات ضم كيميائية مع السلفيت وتتكوّن مركبات سلفنة في ذرة النيتروجين الخامسة في الفلافين ، وهي الذرة التي تقبل الهيدروجين . وتكوّن عدد من ڤلافو بروتينات التي تقوم بدور اكسيداز ومنها امينو اكسيداز ، اوكسي نتريلاز ، لاكتات اكسيداز ، جلايكولات اكسيداز ، مركبات ضم ثابتة ذات ثوابت تفكك بين ١٠ـ٣ ـ ١٠ـ٧ مولاً .

وتؤثر السلفيت في بعض الانزيمات وتثبطها جزئياً منها سايتوكروم اوكسيداز ، الفوسفتاز القلوية ، واصطناع الجلايكوجين وتفككه حيث تنافس الفوسفات . كما وجد ان نشاط ٢ ، ٣ ـ ثنائي فوسفو حمض جلسيريك فوسفتاز يزداد ١٥ مرة بوجود ٢٫٥ ملي مولاً سلفيتا . كما وجد انها مثبط قوي لعدد كبير من انزيمات السلفتاز .

تاثيره في توازن الكالسيوم : نشات فكرة تاثيره في الكالسيوم من احتمال تاثير

الكبريتات التي تتكون باكسدة السلفيت في النسج على زيادة فقد الكالسيوم في البول والبراز في الانسان . وقد وجد ان نسبة ٢ر٠ ٪ من الغذاء لا يؤثر في اطراح الكالسيوم.

تأثيره في فيتامين آ : يتناقص قليلاً مستوى فيتامين A في كبد الجرذان عند تناولها ٢ر١ غ/ليتر ميتا باي سلفيت البوتاسيوم لمدة عشرة أيام . وقد تأكدت هذه النتائج في تجارب لاحقة .

تأثيره في الليبيدات : تشجع التراكيز الضعيفة من الباي سلفيت اكسدة زيت الذرة المستحلب في محلول ٥ر١ ٪ بولي سوربات ٨٠ ووردت نتائج مشابهة مع محضر الكبد المتجانس . وقد أدى تحضين ليبيدات الفلاف غير المشبعة مع كميات زائدة من الباي سلفيت الى اضافتها الى الروابط اللامشبعة . ويعود الى هذا التغير في ليبيدات الفلاف أسباب حدوث التأثير المثير لثنائي اكسيد الكبريت . ودلت دراسات على دماغ خنزير غينيا المعرض لـ ١٠ أجزاء بالمليون SO2 ولمدة ساعة يومياً على طول ٢١ يوماً على حدوث تناقص الليبيدات الكلية والحموض الدهنية الحرة في جميع أجزاء الدماغ والى تغيرات مختلفة في بقية أجزاء الليبيدات وحسب أجزاء الدماغ مع زيادة سرعة نشاط انزيمات بيراوكسيداز في جميع أجزاء الدماغ .

ثانياً ـ الدراسات السمّية Toxicological Studies

الدراسات الخاصة على إحداث السرطان Carcinogenicity

يمكن الحصول على تأثير المادة المضافة في إحداث السرطان من الدراسات المصممة لهذا الغرض ومن الدراسات التي تجري على الحيوانات لأمد طويل ، ولذا سوف يرد تأثير المادة المضافة في إحداث السرطان ضمن الدراسات طويلة الأمد الآتية بعد فقرات .

الفئران Mice

في تجربة على الفئران ، وضعت ميتا باي سلفيت البوتاسيوم ، بمعدل ١ر٠ أو ٢ ٪ في ماء الشرب ، ودامت التجربة ٢٤ شهراً . وفي نهايتها درس بالتفصيل المناحي البائولوجية المرضية ، وتبين عدم وجود اي زيادة في حدوث الأورام في الحيوانات المعالجة بالسلفيت مقارنة مع الحيوانات الشاهدة .

الجرذان Rats

ظهر في تجربة ليست مصممة بالاصل لدراسة إحداث السرطان أن ٤ من اصل ١٤٩ جرذاً انثى من ذوات الفعالية المنخفضة من انزيم سلفيت اكسيداز (واحدث فيها هذا بتقديم حمية فقيرة بالموليبدنم مع المعالجة بالتنفستات) مصابة بسرطان الغدة الثديية (Adeno carcinoma) ، بعد مضي ٩ اسابيع . هذا ولم تتعرض الحيوانات الى مصدر خارجي للسلفيت . ولم يشاهد حدوث تورمات في الحيوانات الشاهدة التي تملك فعالية ومستوى طبيعيين من انزيم سلفيت اوكسيداز .

الدراسات الخاصة على توليد الطفرات Mutagenicity

شوهد باستعمال E. Coli ، كدليل ، تواتر حدوث الطفرات في المورثة C للاقم لبدا ، حيث ازداد بعامل عشر مرات مقارناً مع الشاهد ، عند استعمال ٣ مول سلفيت الصوديوم الحامضية ، في رقم حموضة ٦ر٥ ، الدرجة ٣٧ ، لمدة ٥ر١ ساعة. كما احدث السلفيت طفرات في الاحياء الطافرة التي تملك سايتوزين ـ جوانين في موقع الطفرة .

درس احتمال إحداث SO2 لطفرات موضعية (Point mutation) وظهر ان السلفيت تحوّل القاعدة النووية سايتوزين (التي توجد في DNA , RNA) الى يوراسيل (التي توجد في RNA فقط) .

وأشار آخرون الى أن الباي سلفيت ، بتركيز ار. مولاً ، غير طافر لجرثوم E. Coli . ولم تظهر السلفيت صفات طافرة ، عندما أعطيت بتركيز مماثل لما يوجد في النبيذ ، (١٥٠ جزءاً بالمليون ، PH = ٣ ـ ٥ر٦) الى بكتريا Bacillus subtilis . واعطت التراكيز العالية من مزيج من السلفيت والباي سلفيت تأثيراً طافراً في B. subtilis ، وهي تراكيز ار. ـ ٥ر. مولاً ، في PH = ٧ . لم يظهر اي شيء في تركيز ٠٠٥ر. مولاً .

تشكل السلفيت مركبات ضم عكوسه مع الروابط المضاعفة في الموقع ٥ و ٦ في السايتوزين واليوراسيل ونيوكليوزيداتها ، والتفاعل يعتمد على PH وعلى التركيز. ويحدث نزع امين الاساس النووي سايتوزين ويتحول الى يوراسيل في نيوكليوتيدات DNA ذات الشريط المضاعف والاحادي ، عندما يبلغ تركيز السلفيت ١ مول واكثر في PH ٥ ـ ٦ .

لا تعطي السلفيت تأثيرات طافرة في **كامل الحيوان** المعرض الى ثنائي اكسيد الكبريت او السلفيت . ولم يلاحظ حدوث طفرات مميتة في اناث الفئران التي اعطيت حقنة واحدة في الدم مقدارها ٥٥٠ مغ سلفيت الصوديوم الحامضية لكل كغ من وزن الجسم .

ودرس التأثير المساعد لثنائي اكسيد الكبريت والسلفيت مع المعالجات الأخرى في احتمال إحداث الطفرات . وتبين أن الهامستير الصيني المعرّض للأشعة فوق البنفسجية يتضاعف فيه تواتر حدوث الطفرات . وتثبط السلفيت كاملاً التأثير الطافر للقهوة في بعض السلالات S. typhimurium ، باضافة ٣٠٠ جزء بالمليون وتسلك الباي سلفيت والميتا باي سلفيت سلوكاً مماثلاً . ولم تؤثر سلفيت الصوديوم إلا قليلاً في تثبيط الصفة الطافرة لمركبات بنز بيران Benz (a) pyrene .

الدراسات الخاصة على التكاثر :

الجرذان : لم تبين الدراسات على عدة أجيال من هذه الحيوانات اي تأثير للحمية التي تحوي ١٢٥ر. ، ٢٥ر. ، ٥ر. ، ١ر. ، ٢ر. بالمائة من ميتا باي سلفيت الصوديوم ، ولم يتأثر موعد الحمل ولا وزن المولود ، وكان العمر الحياتي للوالدين طبيعياً .

السمية الحادة (ACUTE TOXICITY)

الدراسات لأمد قصير Short - term studies

الجرذان : لم يؤثر اعطاء شراب الفاكهة ، بمعدل ٥ر. مل لكل ١٥٠ غ وزن الجسم ، يحوي ٣٥٠ جزءاً بالمليون ثنائي اكسيد الكبريت ، ولمدة ثمانية أسابيع ، في معدل النمو . وفي دراسة على ١٢٠ جرذاً ، نصفها ذكور ، ونصفها اناث ، واعطيت ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في ماء الشرب بمعدل ٦ر. ٪ SO2 ، لم يلاحظ حدوث اي تأثير في التكاثر رغم استمرار المعاملة لمدة ٣ أشهر ، ولا في معدل الموات والصيغة الدموية . أخذ بعدها الجيلان الثاني والثالث وعولجا بالمعاملة السابقة نفسها ولمدة ثلاثة أشهر ايضاً ، ولم يلاحظ اي تأثير سوى انخفاض وزن المواليد للأمهات المعرضة للمعاملة . كما لم يظهر اي تأثير للسلفيت في انزيمات الهضم في معدة الجرذان ، عندما بلغ معدل SO2 ٣٦٠ مغ لكل غ بروتيناً . ولم يلاحظ ايضاً اي تأثير في حدوث تخرب في الاسنان في الجرذان عند وضع ٥ر. ٪ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في الحمية المعطاة .

الارانب :

عندما اعطيت يومياً الارانب ٣ غ سلفيت الصوديوم بانبوب يصل مباشرة الى المعدة ، ولمدة ١٨٥ يوماً ، فقدت من وزنها ، ووجد انجميع اعضائها الداخليةطبيعية.

الكـلاب :

اعطيت سلفيت الصوديوم الى ١٦ كلبـاً نامياً بانبوب معدي ، وبمعدل يـومي ٢ر٠ ـ ٨ر٤ غ ، ولمدة ٤٣ ـ ٤١٩ يومـاً ، ولم يلاحظ اي اضـرار على اي منهـا . واعيدت التجربة على كلبين ، وللمدة الزمنية نفسها ، واعطيا يومياً ٨٠ر١ ـ ٥١ر٢ غ ولم يلاحظ اي اضرار في القلب والرئتين والكبد والكلى والامعاء الدقيقة .

الخنـازير :

وضعت مجموعة من الخنازير الذكور والاناث على حميات مدعمة بـ ٥٠ مغ/كغ ثيـامين ، وتحـوي عـلى ، ٠ ، ٦٠ر٠ ، ١٦ر٠ ، ٣٥ر٠ ، ٨٣ر٠ ، ٧٢ر١ بالمـائـة ميتا باي سلفيت الصوديوم ، وقتل بعضها بعـد ١٥ ـ ١٩ اسبوعاً ، والباقي بعـد ٤٨ـ ٥١ اسبوعاً .

ودلت النتائج على انخفاض مدخول الغـذاء ، والـوزن في الحيوانات الموضوعة على مستوى ٧٢ر١ ٪ . كمـا بينت النتـائج أن انخفاض الثيامين في البـول والكبد يتناسب مع زيادة السلفيت في الغذاء ، وان الحيوانات الموضوعة على مستوى ٨٣ر٠ و ٧٢ر١ ٪ سلفيت ارتفع فيها نسبة العضو / وزن الجسم ، وذلـك بالنسبة للقلب والكلى والطحال والكبد على مستوى ٧٢ر١ ٪ . ولوحظ حدوث طيات في طبقة المعدة وتلونات سوداء في بشرة الاعور في اعلى مستويين من السلفيت . كمـا دلت الدراسات التشريحية والنسيجية حدوث فرط في النشوء في بشرة الامعاء وسطح بشرة البواب، ولوحظ وجود خلايا بلعمية في بشرة الاعـور (Macrophages Laden) مع حبيبات صبغية في جميع المستويات ، حيث تزداد هذه الظاهرة مـع مستوى ٨٣ر٠ . واعـلى من ذلك . وفي مستوى ٧٢ر١ ٪ وجد في الكبد خلايا كبفير (Kupffer) باعداد كبيرة وبهـا دهـون .

الدراسات على الامد الطويل Long - term studies

وضعت مجموعات من الجرذان اعـداد كل منها بين ٤ ـ ١٨ ، واعطيت حميـة

تحوي سلفيت الصوديوم الحامضية بمعدلات ١٢٥ ، ٢٥٠ ، ٥٠٠ ، ١٠٠٠ ، ٢٥٠٠، ١٠٠٠٠ ، ٢٠٠٠٠ ، جزء بالمليون ، ولمدة ١ ــ ٢ سنة .

ولم يظهر على الجرذان الموضوعة على ٥٠٠ جزء بالمليون (٣٠٧ أجزاء بالمليون SO2) ولمدة سنتين أي دلائل على حدوث تسمم . وتثبط نمو الجرذان الموضوعة على ١٠٠٠ جزء بالمليون (٦١٥ جزءاً SO2) واعلى من ذلك . وربما يعود ذلك الى هدم الثيامين في الحمية .

وفي تجارب لاحقة اضيف ٥٠ جزءاً بالمليون ثيامين الى حمية تضم ١٢٥ر٠ ، ٢٥٠ر٠ ، ٥٠٠ر٠ ، ١ر٠ ، ٢ر٠ بالمائة ميتا باي سلفيت الصوديوم ، وأعطيت هذه الحمية لمدة سنتين الى مجموعة من الجرذان الذكور والاناث . ودلت النتائج ان زيادة فقد الثيامين يتناسب وارتفاع مستوى السلفيت في الحمية . ولم يتأثر وزن الجسم ولا استهلاك الطعام ولا وظائف الكلية بالمعاملات . إلا انه لوحظ نقص بسيط في هيموجلوبين الاناث في المجموعة الموضوعة على مستوى ٢ ٪ . كما لوحظ وجود بقع دموية في براز الحيوانات التي تتلقى ١ ٪ ميتا باي سلفيت واكثر . وظهرت تغيرات مرضية في المعدة ، إما التهاب او فرط نشوء ، في مستوى ١ ٪ واكثر .

الملاحظات على الانسان OBSERVATION IN MAN

نلخص هنا النتائج الرئيسة التي لوحظت على الانسان نتيجة تعاطيه الاغذية التي تضم سلفيت ، ولسنا هنا بصدد ذكر كامل التجارب والملاحظة على المرضى . واكثر ردود الفعل التي ذكرت في البحوث المنشورة كانت عن التأثير الضار لثنائي اكسيد الكبريت وأملاح السلفيت وبالذات في الأشخاص المصابين بالربو التحسسي فقد ازداد في هؤلاء تقلص الشعيبات القصبية وازداد تشنجها .

وبعد ملاحظة التأثير الضار للسلفيت في المصابين بالربو التحسسي توسعت البحوث عليهم وجرى مسح لمعرفة مدى تواتر حدوث التحسس للسلفيت فيهم ، ولكن في الواقع يصعب تفسير نتائج هذه المسوح لسببين رئيسيين أولهما أن معايير مختلفة أخذت لتقويم وتحديد الأثر الضار الذي تحدثه السلفيت والثاني عدم تماثل اختيار الأفراد في هذه التجارب ، وذلك لعدم تماثل أعداد المرضى الذين يعانون بشدة من الربو التحسسي والمرضى الذين يعتمدون على الستيرويد كعلاج .

وفي احدى المصحات العامة الخاصة بالمصابين بالربو تم اختيار ١٣٤ مريضاً من اصل ١٠٧٣ مريضاً ، واعطوا جرعات تضم ٢ر١ ، ١٤ ، ١٤٤ ، ٢٨٨ ، مغ ميتا باي سلفيت البوتاسيوم . ودلت النتائج على ظهور تناقص في FFV1 (حجم الاطراح

القسري في ثانية (forced excretory volume in one second) بمعدل ١٥ ٪ ضمن ٥٠ مريضاً اظهروا تحسساً للسلفيت .

وفي الجانب الآخر من التجارب يستدل على وجود حالات قليلة نادرة لنقص انزيم سلفيت اكسيداز . ورغم ذلك فلا توجد حالياً معلومات كافية لربط نقص سلفيت اكسيداز مع التأثيرات الضارة للأغذية التي تضم سلفيت .

والواضح ان الأفراد الطبيعيين الذين لا يعانون من التحسس الربوي لا توجد لديهم تأثيرات ضارة للسلفيت ، ويعد وجودها نادراً .

التعليق على مجمل الدراسات السابقة لتأثير السلفيت :

بينت الدراسات السابقة ، التي عرض ملخص سريع منها ، تفاعل ثنائي اكسيد الكبريت في الأغذية وتفاعله مع العناصر الغذائية واستقلابه ومدى إحداثه المسخ والتطفر والسرطنة ، وتأثيره في بشرة المعدة وبخاصة تأثيره الضار في الانسان الذي يظهر في بعض الأفراد بتقلص في الشعيبات القصبية وفرط الحساسية لمفعوله (anaphylacti type) .

وتبين مراجعة هذه الدراسات والاختيارات المتعلقة بفرط الحساسية الشخصاني لأملاح السلفيت مدى تأثيرها الضار في بعض الحالات التي تحدث في الأصل في أفراد مصابين بالربو والحساسين للسلفيت والتي تظهر ردود فعلهم عند تناولهم سلطات معالجة بالسلفيت وخضراوات ومشروبات معالجة بها . ولا يعرف في هذه الأغذية ، التي تضم نسباً من ثنائي اكسيد الكبريت منضماً مع مكونات الغذاء ، فيما اذا كان الشكل المنضم من SO2 يؤدي الى احداث تفاعلات ضارة أم لا .

ورغم ان العوامل التي تعطى سلفيت تتفاعل مع DNA وتحدث طفرات في البكتريا فإن الدراسات في الجسم الحي من الثدييات لم تظهر هذا التأثير ، كما دلت عليها دراسات في أمد طويل (١ ـ ٣ سنوات) في الفئران والجرذان والتي استعمل فيها ميتا باي سلفيت الصوديوم والبوتاسيوم . فقد دلت دراسة ثلاثة أجيال في الجرذان التي تتلقى ميتا باي سلفيت مع الثيامين عدم حدوث اي تأثير مسرطن بمستوى ٠٫١٢٥ ٪ والذي يكافىء ٧٠ مغ SO2 لكل كغ من وزن الجسم .

إن ثنائيات الكبريت الرباعي الاكسيجينية هي مركبات وسطى طبيعية في استقلاب مركبات الكبريت داخل جسم الثدييات وكلها تتأكسد انزيمياً الى كبريتات قبل طرحها في البول . وبصورة عامة توجد كميات كافية من انزيم سلفيت اكسيداز

وبنشاط جيد ليحول السلفيت الى كبريتات ، وبالتالي فـإن سمية السلفيت قليـلة ومتخفضة . وهذه النتيجة مدعومة بالتجارب السريرية التي استخدمت فيها محاليل مغذية محفوظة بالسلفيت .

وتخلص لجنة المـواد المضافة لمنظمتي الفاو والهو الى القول بتشجيع استخدام تقانة بديلة لاستخدام املاح السلفيت حيثما امكن ذلك مثل ايجاد طريقـة للسيطرة عـلى نشاط انزيمات الاسمرار في الخضار والفاكهـة رغـم انتشار استعمال املاح السلفيت كمواد مضافة .

وتخلص هذه الدراسة التي تم استعراضها في الصفحات السابقة الى ضرورة مراجعة مـدى تكرار التفاعلات الضارة (فـرط الحساسية الشخصاني في المصابين في الربـو) والسمية النسبية للشكل الحـر والمنضم من ثنـائي اكسيد الكبريت ، وتشجيع اسـتمرار الدراسات الكيميائية حـول الصـور الكيميائية لثنـائي اكسيد الكبريت في الاغذيـة .

خلاصة التقويم

المستوى الذي لا يسبب تأثيراً سمياً Level Causing no toxicological effect.

الجرذان : ٢٥ر. ٪ ميتا باي سلفيت الصوديوم في الغـذاء ، والذي يـكافىء ٧٠ مغ SO2 لكل كغ من وزن الجسم .

المقدار اليومي المقبول للانسان (ADI)

.·. ـ ٧ر. مغ لكل كغ من وزن الجسم من ثنائي اكسيد الكبريت او ما يكافئه.

المعلومات المطلوبة من الدراسات المستقبلية

١ ـ دراسات اضافية لتحديد مدى تكرار التحسس من السلفيت في الأفراد الذين يعانون من الربـو .

٢ ـ دراسات لتوضيح مدى تكرار نقص انزيم سلفيت اكسيداز وخطورته في النسج ودور هذا الانزيم في مدى تحمل السلفيت .

٣ ـ دراسات لتوضيح مدى قدرة الصور المتعددة التي يوجد فيها ثنائي اكسيد الكبريت منضماً في الأغذية على توضيح التفاعلات الضارة في الأفراد الحساسين للسلفيت والمصابين بالربو .

٢ ٠ ٥ ٠ المدخول اليومي المقبول لبعض المواد المضافة

ADI for Certain food Additives

نورد في الجدول (٢ ـ ٤) تقويماً للمدخول اليومي المقبول لبعض المواد المضافة مع الملاحظات الخاصة بكل مدخول ، كما وردت في آخر تقرير نشر عن الاجتماع السنوي للجنة المواد المضافة والملوثات ضمن نشاطات هيئة دستور الاغذية . وأهم ما يلاحظ في الجدول ان الرقم المعطى للمدخول اليومي المقبول للمادة المضافة ، والذي وضع بعد دراسات سمية طويلة ، كما مر معنا في الفقرة (٢ ـ ٤) ، إما ان يكون مؤقتاً أو دائماً . ونلاحظ في هذا الصدد ان مواد ثلاثاً تعد من أهم ما يستعمل من مضادات الأكسدة قد ورد مدخولها اليومي المقبول بصفة مؤقتة TBHQ , BHT , BHA ولا توجد معلومات كافية لتحديد المدخول اليومي لدودسيل وأكتيل جالات . ويوجد في نهاية الجدول شرح واف لجميع الملاحظات الموجودة في المصطلحات المستعملة ، ويجدر بالقارىء الإمعان بها ومتابعتها عند قراءته .

الجدول (٢ ــ ٤) المدخول اليومي المقبول لبعض المواد المضافة مقـدراً بـ مغ لـكل كغ مـن وزن الجسـم

المـادة المضافة :	المدخول اليومي المقبول للانسان	ملاحظـات :
بوتيل هيدروكسي انيسول (BHA)	٠ـ ــ ٣ر٠	مؤقت
بوتيل هيدروكسي تولوين (BHT)	٠ـ ــ ١٢٥ر٠	مؤقت
دودسيل جـالات	لاتوجد معلومات كافية لتحديد المدخول اليومي المقبول	
أوكتيل جـالات	لا توجد معلومات كافية لتحديده	
بروبيل جـالات	٠ـ ــ ٢ر٥	
رباعي بوتيل هيدروكوينون (TBHQ)	٠ـ ــ ٢ر٠	مؤقت
توكوفيرول ، dL ــ α	١٥ر٠ ــ ٢	يمثل الرقم الأدنى المخصص الغذائي اليومي والرقم الأعلى هو الحد الأعلى للمدخول اليومي المقبول
توكوفيرول ، d ــ α ، مركز	١٥ر٠ ــ ٢	
د ــ كارفون	٠ـ ــ ١ر٠	مؤقت
ل ــ كارفون	٠ـ ــ ١ر٠	مؤقت
الملونـات :		
البني Fk	لاتوجد معلومات كافية لتحديده	
كركمين	٠ـ ــ ١ر٠	مؤقت

تتمة الجدول (٢ ـ ٤)

أريتروزين	٠.٠ ـ ٠٫٦	مؤقت (١)
الأخضر السريع FCF	٠.٠ ـ ٢٥	
ليثول روبن B k	لا توجد معلومات كافية لتحديده	
المحليـات :		
مانيتول	غير محدد (٢)	
عوامل الثخانة :		
اثيل هيدروكسي اثيل سللوز	٠.٠ ـ ٢٥	
صمغ كرايـا	٠.٠ ـ ٢٥	مؤقت
صمغ تـارا	غير محدد (٢)	
صمغ الكسانتين	غير محدد (٢)	
مواد مضافة متعددة :		
جلوكونو ـ ٧ ـ لاكتون	غير محدد (٢)	
شمع هيدروكربوني	لا توجد معلومات كافية لتحديده	
زيت معـدني	مؤقت ، وكميته غير محددة (٢)	
هـلام البترول	لا توجد معلومات كافية لتحديده	
بولي ڤينيل بولي بيرولودين (PVP)	٠.٠ ـ ٥٠	

تتمة الجدول (٢ – ٤)

فوسفات الصوديوم والالومنيوم الحامضية	٠.٠ – ٦ر٠	مؤقت لمجموعة املاح الالومنيوم
فوسفات الصوديوم والالومنيوم القاعدية	٠.٠ – ٦ر٠	ويعبر عنها بتركيز الالومنيوم
ثنائي اكسيد الكبريت والسلفيت	٠.٠ – ٧ر٠	
تـالك	غير محدد (٢)	

(١) – خفض المدخول اليومي للارثروزين الى (٠.٠ – ٥ر٠) وطلب البحث عن بديل له كما ورد في تقرير اللجنة الذي صدر في عام ١٩٩٠

(٢) – يعني « غير محدد » (not specified) انه استنادا الى المعلومات المتاحة من كيميائية وبيوكيميائية رسمية وغيرها ، فإن المدخول اليومي من المادة المضافة الناشىء من استخدامها لاحداث التاثير المرغوب في الغذاء لا يمثل ، في رأي لجنة المواد المضافة، أي خطر على الصحة ولا توجد ضرورة للذكره بالارقام للاسباب التي وردت في تقويم كل مادة مضافة .

الجدول ماخوذ (WHO Food Additives series : 21, 1986)

(ALINORM 89/12 A)

مراجع الفصل الثاني

1 — World Health Organization (1987) Principles for the safety assessment of food additives and Contaninants in food, in (Environmental Health criteria No. 70., pp 77 — 79 .).

2 — World Health Organization (1985) Guidelines for the study of Dietary intakes of chemical contaminants; offset publication No. 87.

3 — World Health Organization (1986) Toxological evaluation of Certain food additives and Contaminants. Prepared by the 30th. meeting of JECFA, WHO Food Additives Series : 21. Cambridge University press.

4 — Roberts. H. R. (1981) Food Safety, John Wiley.

5 — Codex alimentarius comminion (1989). Joint FAO/WHO Food standards programme. Report of the 21st. session of the codex committee on food Additives and contaminants. (CCFAC), the Hague 13 — 18 March. 1989. (ALINORM 89/12A).

6 — Hui, Y. H. (1986) United states food laws , Regulations and standards. Vols I and II , second edition, Wiley.

الفصل الثالث

ملونـــات الغـــذاء

FOOD COLORANTS

٣ ٠ ١ ٠ مقدمـــة عامـــة

لم يتعرض اي من المواد المضافة الى الانتقاد والمناقشة اكثر من تعرض الملونات المضافة للأغذية . من اهم الانتقادات ، اعتراض رئيسي على وجود الملونات المضافة في الأغذية ، يقول الاعتراض إن الملونات تضـــاف الى الأغذية لغايـــة تزيينية تجميلية لا اكثر ، فلا يخدم وجودها في الغذاء اي هدف تغذوي ، والسبب في ذلك عائد الى ان الانسـان المستهلك جرى تطويعه لأن يتوقع المظهر الجذاب في الأغذية التي يتناولها . ونجد في المقابل وجهة نظر اخرى معاكســة للأولى ، تقول ، إن الانسان يتذوق بعيونه، ففي الطبيعة الكثير المتنوع من الألـوان ، الأخضـر النـاتج من الكلورفيل الموجود في الخضراوات من خس وبازلاء ، واللون البرتقالي الناتج من الكروتين وأشباهه والموجود في الجزر والبندورة وغيرها ، واللون البنفسجي النـاتج من الانتوسيانينات في العنب والفريز والكرز وغيرها من الفاكهة ، فهل يعقل ان نحرم انفسنا منها ومما وهب لنا .

وعلى النطاق العـالمي اهتمت دول ومنظمات بالملونات المضافـة ، ونتيجـة لهذا الاهتمام تشكلت لجان خاصة لدراسة تنظيم إضافة الملونات الى الغذاء . ومن أهم اللجان التي تشكلت ، لجنة مشتركة من WHO/FAO، ساهم بنشاطها الكثير من الدول للنظر في إعادة تقويم ما توصل اليه الوسط العلمي من نتائج ، لمناقشتها ، واتخـاذ التوصيات بشأنها . إلا أن ما يؤخذ على قرارات هذه اللجنة أن الدول المشتركة فيها والمساهمة في نشاطها لها الحق في تبني ما تتوصل اليه او رفضه .

ومنذ العقد الماضي ، ولا تزال الملونات المضافة تلفت الانتباه العالمي ، وبشكل غير عادي ، وبخاصة موضوع سلامتها في الغذاء ، لاحتمالات الخطر الذي يمكن ان يشكله استمرار اضافة بعض منها الى الغـذاء . ولا يزال حتى الآن وضع سلامة الملونـات

المضافة غير مستقر ، رغم الموافقة التي تصدرها دول باستمرار استعمال بعضها في الأغذيـة . فوضع الملونات المضافة في حالة تغير دائم ، حتى أنه يصعب ، على الأقل بالنسبة لبعض منها ، عدّه ضمن القائمة الدائمة للملونات السليمة . وحتى يمكن أن يعد اصدار قائمة بالملونات السليمة عامة امراً يقرب من المستحيل . ومما يزيد هـذا الاضطراب أن دولاً توافق على استعمال ملون في بعض الأغذيـة المحـددة ، وتحظـر استعماله في اغذية اخرى ، ودولة اخرى تحظره كلياً . فالاضطراب في وضع سلامة الملونات يشمل الملون بحد ذاته ، ونسبة استعماله وكذلك الأغذية التي يستعمل فيها .

٣ ٠ ٢ ٠ وضع الملونات القانوني في بعض الدول

٣ ٠ ٢ ٠ ١ ٠ وضعها في الولايات المتحدة الامريكية

بعد صدور اللائحة الخاصة بالملونات المضافة في عام ١٩٦٠ ، خولت هيئة الغذاء والدواء تحظير استعمال ملون في الأغذية ما لم تقدم الشركة الصانعة لـه دليلاً عـلى سلامته في الغذاء المزمع اضافة اللون فيه . كما نص على ضرورة تصديق كل دفعـة انتاج (batch) من الملونات المصنعة ، ما لم ينص خلاف ذلك ، وان اي دفعة انتاج من الاصبغة لا تتطابق مع المواصفات الخاصة بالملون ترفض ولا يسمح باستعمالها .

من المعروف ان الملونات المضافة لا تستعمل فقط في الأغذية وانما تضاف ايضاً في الادويـة ومـواد التجميل وفي المستلزمات الطبية الاخرى . لذلـك يفرق القانون الامريكي بين هذه الاستعمالات ، فيحتوي قوائم للملونات المسموح اضافتها الى جانبها الاستعمالات التي ترافقها .

ومن الملونات ما يسمح باستعماله خارجياً فقط مع مـواد التجميل او غيرها ، ولا يوافق على استعماله في الغذاء او الدواء الذي يدخل الجسم البشري .

والملونات الرسمية المسموح استعمالها إمـا أن تحتاج الى التصديق او لاتحتاجه ويعني التصديق أن على المعمل المنتج للصبغة تقديم عينة من كل دفعـة من إنتاجـه لإجراء التحليل الكيميائي عليهـا ومقارنة النتائج مـع المواصفات الرسمية الموضوعة للصبغة . فإذا كانت نتائج التحليل مطابقة للمواصفات اعطي رقـم للدفعة الانتاجية واجيـز استعمالها ، اي صـدّق على جودتهـا . وفي الأساس ، وضعت المواصفات لصبغة مـا ، على العينات التي تمت دراسة سميتها على الحيوانات . وبهذه الطريقة يتم التأكد من أن الدفعـة المنتجـة الجديدة تطابق الدفعة التي تـم تقويم سـلامتها (Hui., pp. 148) .

الملونات المصدقة Certified colors

وتعني الملونات المسموح استعمالها في الغذاء ومضمونة الجودة . وهي قليلة العدد ، عددها ستة ملونات صنعية . تتميز بانه تم الموافقة الدائمة على استعمالها في الأغذية(Permanently approved) وموجودة في الجدول (٣ ــ ١) . لاحظ هنا أن كلمة مصدقة تعني أن كل دفعة انتاج من هذه الأصبغة يجب أن تحلل كاملاً لمعرفة مدى مطابقتها للمواصفات الموضوعة ، فإذا تطابق التحليل والمواصفات ، عدّت مصدقة ، وضمنت جودتها .

يشار الى الأصبغة الصنعية المستعملة في الأغذية بصفة دائمة او مؤقتة برمز من ثلاثة أحرف FD & C ، وهي الأحرف الثلاثة لكلمات الانجليزية للغذاء والدواء ومواد التجميل . يوضع بعدها اسم اللون الذي تعطيه الصبغة كالأحمر أو الاخضر ، يليه رقم عددي يميز الصبغة نفسها . مثال الأحمر رقم ٣ ، الأصفر رقم ٥ وهكذا .

يتطلب فحص سلامة الملونات الصنعية الستة ، التي تم السماح باستعمالها في الأغذية والتي يضمها الجدول (٣ ــ ١) فترة طويلة ، ويمر كل ملوّن بمراحل لفحص مدى سلامته للاستهلاك البشري .

ناخذ الملون الازرق رقم ١ ، وهو ملون عام يسمح باستعماله في جميع الأغذية الجدول (٣ ــ ١) ، إلا أن استخدامه في مواد التجميل سمح به بشكل مؤقت لغاية نهاية عام ١٩٨١ ، ليتم استكمال الدراسات الطويلة ، التي تتطلب إجراء تجارب لمعرفة تأثيره المزمن طويل المدى في الجرذان والفئران ولمدة جيلين على الاقل .

وتمثل حالة الملون (البرتقالي ب) مثالاً من الأمثلة الحديثة المثيرة للاهتمام وبخاصة من الناحية القانونية التي تترافق دائماً مع الناحية العلمية لسلامة المواد المضافة للأغذية . ففي عام ١٩٧٨ اقترحت هيئة الدواء والغذاء إنهاء الموافقة على استعمال الملون (البرتقالي ب) في الأغذية ، نظراً لوجود آثار من الملوث (بيتا نافتيل أمين) في بعض الوجبات المنتجة . وبالفحص الدقيق برهن فعلاً على وجود آثار من هذا الملوث ، لا يتعدى تركيزه ١ جزءاً بالمليون . وفي الوقت نفسه لا يوجد ضمانة لانتاج هذا الملون بدون آثار من هذا الملوث في الصبغة المنتجة . ونتيجة لذلك اقتصر استعمال هذا الملون على سطح النقانق وبعض أنواع اللحوم الاخرى وبتركيز لا يزيد على ١٥٠ جزءاً بالمليون . ويعطى مثال الملون (البرتقالي ب) دليلاً عملياً على احتمال وجود مجموعات متعددة من الملوثات ، ولو كانت على مستوى آثار ، في الملونات الصنعية .

الجدول (٣ ـ ١) ملونات الأغذية الاصطناعية المسموح باستعمالها بشكل دائـم ، وتحتاج الى التصديق(١) في الولايـات المتحدة الأمريكية

Synthetic food colours permanently approved for use and need batch Certification

اسـم FD & C (٢)	الاسم العـام	رقم CI (٤)	الأغذية المسموح اضافة الملون اليها	رقم EEC (٥)
الأزرق رقـم ١	الأزرق اللماع(٣) Brilliant blue, FCF	٤٢٠٩٠	عـام ، ومن ضمنها المدعمات الخاصة بالحميـات	١٣٣
—	برتقالي بي Orange B		تلوين سـطح النقانق حتى تركيز ١٥٠ جزءاً بالمليون	
—	احمر الحمضيات رقم٢ Citruc Red No. 2		سطح الحمضيات غير المعدة للتصنيع حتى مستوى ٢ جزءاً بالمليون لكل برتقالة	
الاحمر رقـم ٣ Red No. 3	ارثيروزين (٣) Erythrosine	٤٥٤٣٠	عـام ، ومن ضمنها المدعمات الخاصة بالحميـات	١٢٧
الأحمر رقم ٤٠ Red No. 40	احمر الورا اي‌سي Allura Red AC	١٦٠٣٥	عـام ، ومن ضمنها المدعمات الخاصة بالحميـات	١٢٩
الاصفر رقـم ٥	ترترازين (٣) Tartrazine	١٩١٤٠	عـام ، ومن ضمنها المدعمات الخاصة بالحميـات	١٠٢

(١) ـ انظر الشرح لمعرفة معنى التصديق ، (٢) ـ مختصر Food Drugs & Cosmetics

(٣) ـ موجودة في المواصفة السورية (٧٧٠ / ٨٩) ومعتمدة للاستعمال في الاغذيـة .

(٤) ـ رقم الدليل اللوني العالمي Colour Index ، وهو رقم يميز كل ملون مستعمل في العالم مهما كان مجال استخدامه .

(٥) ـ رقم الجماعة الاوروبية European Economic Community

عـن Hui, pp. 150, Vol II, 1986. (Section of 21 CFR 74).

المثال الثالث ملون (أحمر الحمضيات رقم ٢) ، الذي تمت الموافقة على استعماله في تلوين القشرة الخارجية فقط للبرتقال ، وعدم الموافقة على استعماله في البرتقال المعد للتصنيع . ونظراً لاقتصار السماح باستعمال هذا اللون على القشرة الخارجية ، فلا يحتاج الى الاختبارات التي تحتاجها الملونات التي تدخل الجسم مع الأغذية . إلا أن (أحمر الحمضيات رقم٢) خضع لاختبارات تقويم السلامة ، ضمن المخطط العام الذي وضع لإعادة النظر ومراجعة اختبارات السلامة لجميع المواد المضافة .

أما الملون (الأحمر رقم ٣) فقد أدرج سابقاً ضمن القائمة المؤقتة الخاصة بمواد التجميل . واحتاج هذا الملون الى إجراء دراسات تغذية طويلة عليه في الفئران والجرذان بالاضافة الى دراسات تكاثر لعدة اجيال لاستكمال المعلومات الخاصة بسلامة استعماله في الغذاء . ويتم الآن التحري عن كمية اليود المتاحة بيولوجياً والموجودة في جزيء هذا الملون . كما تجري الآن دراسات سريرية على الانسان لتقدير مدى مساهمة هذا الملون في كمية اليود التي يتلقاها الانسان .

وفي الملون (الأحمر رقم ٤٠) أعيدت الدراسات التغذوية الطويلة على الفئران مرة ثانية ، لأخذ موافقة كندا عليه . فقد أثير حول هذا الملون تساؤل حول مدى امكان تسريعه مدة تطور ورم لمفي (Lymphoma) .

تسمح كندا باستعمال الملون (الأحمر رقم ٢) ولا تسمح باستعمال الملون (الأحمر ٤٠) والوضع عكوس في الولايات المتحدة وازاء هذا التناقض قامت مجموعة خبراء من البلدين بدراسة واسعة على الجرذان ، وخلصت الى ان (الأحمر رقم ٤٠) لا يؤدي استعماله في الغذاء ولا يزيد من امكان حدوث ورم لمفي .

ولا يشذ الملون (الأصفر رقم ٥) عن بقية الملونات ، فما جرى من اختبارات على الملونات الأخرى طبّق وجرى على هذا الملون . فقد وضع أولاً ضمن القائمة المؤقتة الخاصة بمواد التجميل . ثم سمح باستعماله في الأغذية بعد دراسات تغذوية طويلة ، والتي بينت عدم وجود تأثير ضار لهذا الملون على المدى الطويل . إلا انه لوحظ أن استعمال هذا الملون يترافق وبعض أنواع الحساسية في بعض الأشخاص . لذلك أصدرت ادارة الغذاء والدواء تعليمات بوجوب ذكر اسم الملون (الأصفر رقم ٥) على بطاقة بيان الاغذية والأدوية التي يضاف اليها .

يوجد ، بالاضافة الى الملونات الستة السابقة التي منحت الموافقة الدائمة على استعمالها في الأغذية ثلاثة ملونات موجودة في الجدول (٣ ـ ٢) ثم الموافقة على استعمالها في الأغذية بشكل مؤقت ، ريثما تنتهي اختبارات التغذية الطويلة التي تجرى عليها .

الجدول (٣ ــ ٢) ملونات الأغذية الاصطناعية المسموح استعمالها في الغـذاء بصفة مؤقتـة ، في الولايات المتحدة الامريكية

Provisionally approved Synthetic food colours

اسـم FD & C	الاسم العـام	رقم CI	الأغذية المسموح اضافة الملون اليها	رقم EEC
١ الازرق رقـم ٢	Indigo Cammine, Indigotine	٧٣٠١٥	جميـع الاغذيـة	١٣٢
الاخضر رقـم ٣	Fastgreen, FCF	٤٢٠٥٣	جميـع الأغذيـة	١٤٣
الاصفر رقـم ٦	Sunset yellow, FCF	١٥٩٨٥	جميـع الأغذيـة	١١٠

ملاحظـة : الملونات الموجودة في الجدول مسموح استعمالها في الغذاء في المواصفة السورية ٨٩/٧٧٠ .

المصـدر (Roberts, 1982, pp. 279 (CFR 21, 70)

الجدول (٣ ـ ٣) المـواد الملونة المضافة الى الأغذيـة والمستثناة من التصديـق[1]

Food Colour additives exempted from Certification

الاسـم العربي	الاسم الانجليزي	الاسـم العربي	الاسم الانجليزي
اشنيات مجففة	Dried Algae meal	كنتاكزنتين	Canthaxanthin
مستخلص الاناتو	Annatto extract	كراميـل	Caramel
شـوندر مجفف	Dehydrated beets	زيت الجزر	Carrot oil
كروتينـال	β-APO-8-Carotenal	مستخلص الكوشينيل	Cochineal extract
بيتا كروتين	β-Carotene	كارمن	Carmine
طحين بذور القطن المحمص والمزال الدهن جزئياً	Cottonseed flour	زيت الـذرة	Corn oil
غلوكونات الحديدي	Ferrous gluconate	الراتنج الزيتي للفليفلة	Paprika Oleoresin
مستخلص قشرة العنب	Grape skin extract	رايبو فلافين	Riboflavin
اكسـيد الحديد الصنعي	Synthetic iron oxide	زعفـران	Saffron
عصير الفاكهة	Fruit juice	اذريون الحدائق	Tagetes (Aztecmari gold)
فليفـلة	Paprika	تيتانيوم ، ثنائي اكسـيد	Titanium dioxide
الكركم ، راتنج زيتي	Turmeric oleoresin	الكركـم	Turmeric

(١) ـ راجع النص لمعرفة معنى التصديق .

المصـدر (Hui, Y. H, Vol II, pp. 150. (21 CFR 73)

الملونات المسموح باستعمالها ولا تحتاج الى تصديق Non Certified Colours

تعني كلمة ملونات مستثناة من التصديق exempted from Certification وهي في غالبيتها ملونات طبيعية ، انه يمكن استعمالها في الأغذية بدون تصديق كل دفعة انتاجية منها batch Certification . وهذا الوضع راجع ، والى حد كبير ، الى الاعتقاد السائد لدى الجميع بأن كل شيء طبيعي ، ان من النبات او الحيوان ، فهو جيد . ورغم ذلك فإن التوجيهات والتعليمات الحالية ، في امريكا واوربا ، بدأت بالتركيز على الأغذية والمواد المضافة الملونة التي تستخلص من مصادر طبيعية ، بالاضافة طبعاً الى تلك الملونات التي مصدرها الاصطناع الكيميائي .

وقد ميزت ادارة الغذاء والدواء الامريكية ، قانونياً ، خمساً وعشرين مادة مضافة من الملونات ، المستثناة من التصديق ، موجودة في الجدول (٣ ــ ٣) .

وقد استثنت من التصديق جزئياً لأن معظمها طبيعي المصدر ولأن محاولات تحديد مميزاتها وخواصها الكيميائية قد وجدت غير عملية . والمواد الملونة المضافة التي تستعمل في الغذاء والواردة في الجدول (٣ ــ ٣) واستعمالات بعض منها في الجدول (٣ ــ ٤) يستحصل عليها بالاستخلاص او المعاملة الحرارية او النقع والتجفيف للمادة الخام الطبيعية . كما يستحصل على بعض منها بالاصطناع الكيميائي. ويمثل مستخلص الكوشنيل مثالاً عن الملونات الطبيعية المعدة للاستعمال في الأغذية . وحددت تعليمات هيئة الغذاء والدواء أن مستخلص الكوشنيل (هو محلول مركز يستحصل عليه بعد إزالة الكحول من مستخلص ماء ــ كحول لحشرة قشرية تسمى القرمزية (١) (كوشنيل) . وتوجد هذه الحشرة في الأصل في جزر الكناري وأمريكا الجنوبية والمكسيك وتتغذى على احد الصباريات Opuntia Cactus . وفي جسم هذه الحشرة ، وبخاصة الأنثى منها ، سائل لماع احمر ، مكون كيميائياً ، بشكل رئيس، من حمض كرمنيك .

٣ ٠ ٢ ٠ ٢ ٠ وضع الملونات في السوق الاوربية المشتركة

شكلت الجماعة الأوربية مجموعة استشارية ، هي اللجنة العلمية للأغذية (٢) (SCF) ، التي ترفع تقاريرها وتوصياتها الى الأمانة العامة للمجموعة ، وهذه بدورها تصدر تعليمات الى الدول الأعضاء في المجموعة الأوربية لتبنيها وإدخالها في إطارها القانوني الخاص بكل دولة عضو فيها ، حتى يتم العمل بها . إلا أنه ترك لكل دولة عضو في المجموعة الحق بتسمية الأغذية التي تستعمل فيها الملونات وتسمية الأغذية التي يحظر استعمال الملونات فيها . وكمثال على ذلك فإن فرنسا سمحت

---

(1) Dactylopins Coccus Costa

(2) Scientific Committee for Food

الجدول (٣ ـ ٤) استعمالات بعض الملونات المسموح باستعمالها بصورة دائمة ومستثناة من التصديق

الملون	حدود استعمالها
مجففات كسبة الفطر	لتغذية الفروج لزيادة اللون الأصفر في الجلد وفي البيض
ميتا ـ أبو ـ ٨ ـ كروتينال	لا يزيد على ٣٠ مغ في الليتر أو كغ غذاء
زيت جنين الذرة	لتغذية الفروج لزيادة اللون الأصفر في الجلد وفي البيض
جلوكونات الحديدي	لتغذية الفروج لزيادة اللون الأصفر في الجلد وفي البيض
مستخلص تفل العنب	لتلوين الزيتون الأسود
أذريون الحدائق	لتلوين المشروبات
ثنائي اكسيد التيتانيوم	لا يزيد على ١ ٪ وزناً ، كمبيض .

المصدر (Lee, 1975, pp. 206.)

الجدول (٣ ـ ٥) الملونات المحظر استعمالها في الأغذية

Colour Prohibited from use in food.

اسم FD & C	الاسم العام	
	الكربون الأسود	Carbon black
	البرتقالي رقم ١	Orange No. 1
Red No. 1	الأحمر رقم ١	Ponceau 3 R
Red No. 2	الأحمر رقم ٢	Amaranth
Red No. 4	الأحمر رقم ٤	Ponceaux SX
Green No. 2	الأخضر رقم ٢	Light green SF yellowish
Violet No. 1	البنفسجي رقم ١	Benzyl Violet 4 B
yellow No. 2	الأصفر رقم ٢	
yellow No. 3	الأصفر رقم ٣	yellow A B

المصدر (Roberts, (1982) pp. 282.)

باستعمال امارانث (Amaranth) في الكافيار فقط . ولم يسبق لهـا ان سـمحت باستعمال هذا الملون في الغذاء إلا بعد أن تبنته المجموعة ، فاقتصر استعمالها لهذا الملون على الكافيار فقط . ويبدو من هـذا الترتيب أن الهدف الأول للجماعة الاوربية هـو تبني سـلامة الملونـات الغذائيـة ، عـلى أن تتلوه بـلا شـك تسمية الأغذيـة التي تستعمل فيهـا .

قامت اللجنة العلمية للأغذية التابعة للجماعة الأوربية منذ عـام ١٩٧٥ بمراجعة قوائم الملونات ، ووضعت الجرعات اليومية المقبولـة(٢) (ADI) ، وهي الكميات من الملونات المسموح تناولها يومياً . وتعد سليمة من الناحية السمية . واوصت بحذف عدد من الملونات واضافتها ، وجاء تصنيفها للملونات كالآتي :

١ ـ ملونات حددت الجرعات اليومية المقبولة بهـا . وهي ملونات مسموح تناولهـا واستعمالها في الغذاء ضمن حدود الكميات المنصوص عليها .

الملون	رقـم EEC	الجرعة اليومية المقبولة (مغ/كغ)
اريثروزين	١٢٧	٠ ـ ٠ر٢
انديجوتين	١٣٢	٠ ـ ٠ ـ ٥
الاحمر ٢ G	—	٠ ـ ٠ ـ ١ر٠
اصفر غروب الشمس	١١٠	٠ ـ ٠ ـ ٢ر٥
ترترازين	١٠٢	٠ ـ ٠ ـ ٧ر٥

٢ ـ ملونات حددت جرعاتها اليومية المقبولة **بشكل مؤقت** . وهي ملونـات مسموح تناولها من الناحية السمية ضمن حدود الكميات المنصوص عليها .

---

2 — Acceptable daily Intake

الملون	رقم EEC		الجرعة اليومية المقبولة (مغ/كغ)
امارانث	١٢٣	Amaranth	٠ ـ ٠ ـ ٠ر٧٥
كارموسين	١٢٢	Carmoisine	٠ ـ ٠ ـ ٢
الأسود اللماع	١٥١	Brilliant black P. N.	٠ ـ ٠ ـ ٠ر٧٥
الازرق اللماع	ـ	Brilliant black FCF	٠ ـ ٠ ـ ٥ر٣
البني	ـ	Brown Fk	٠ ـ ٠ ـ ٠ر٠٥
اخضر الغذاء	١٤٢	Food green 5	٠ ـ ٠ ـ ٠ر٥
الازرق V	١٣١	Patent blue V	٠ ـ ٠ ـ ٢ر٥
بونسو	١٢٤	Ponceau 4 R	٠ ـ ٠ ـ ٠ر١٥
اصفر كوينولين	١٠٤	Quinoline yellow	٠ ـ ٠ ـ ٠ر٥

٣ ـ ملونات لم تحدّد جرعاتها اليومية المقبولة . وهي سمياً ملونات غير مقبولة للاستعمال في الغذاء .

الملون	رقم EEC	
الورا ، أحمر	ـ	Allura Red
الأسود	١٥٢	Black 7984
بني الشوكولا	ـ	Chocolate Brawn FB

كريموزين	Chrysonine S	١٠٣
الأحمر السريع	Fast Red E	—
الأصفر السريع	Fast yellow AB	١٠٥
البرتقالي	Orange G.	١٣٠
البرتقالي	Orange GGN	—
البرتقالي	Orange RN	١١١
بونسو ٦	Ponceau 6 R	—
سكارليت	Scarlet GN	١٢٦
سكارليت	Scarlet GN	١٢٥
بنفسجي	Violet 6 B	—

٤ ــ حذفت من الاستعمال سبعة ملونات اصطناعية بدءاً من ١ كانون الثاني ١٩٧٧ ، وسمح للأغذية التي تحتوي هذه الملونات بالاستمرار في تداولها حتى ١ كانون الثاني ١٩٧٨ .

الملون	رقم EEC
Chrysonine	١٠٣
Fast yellow AB	١٠٥
Orange GGN	١١١
Scarlet GN	١٢٥
Ponceau GR	١٢٦
Indanthrene blue	١٣٠
Black 7984	١٥٢

٥ ــ يسمح في السوق الاوربية المشتركة باستعمال المواد الملونة الطبيعية الواردة في الجدول الآتي :

اسم الملون	رقم السوق الأوروبية المشتركة	منشأ الملون
كركم	E 100	طبيعي
رايبو فلافين	E 101	طبيعي/مماثل للطبيعي
حمض كرمنيك/كرمين	E 120	طبيعي
كلوروفيل/كلوروفيللين	E 140	طبيعي
كراميل	E 150	طبيعي
أسود الكربون	E 153	طبيعي
بيتا كروتين	E 160 a	طبيعي/مماثل للطبيعي
أناتو	E 160 b	طبيعي
كابسانثين	E 160 c	طبيعي
أبو كروتينال	E 160 e	طبيعي/مماثل للطبيعي
كانثاكسنثين (١)	E 161 g	طبيعي/مماثل للطبيعي
كانشوفيلز	E 161	طبيعي
بيتانين	E 162	طبيعي
انتوسيانين	E 163	طبيعي

المصدر (Natural food colors and flavours (1991) publication of Centrum tot Bevordering van de Import (CBI) pp. 20).

(١) ــ يناقش الآن مصير هذا الملون الطبيعي ويحتمل أن يحذف من القائمة الموافق عليها .
(٢) ــ ان الرمز E يعني أنه موافق عليه من اللجنة العلمية للاغذية التابعة للجماعة الاوروبية ويسمح باستعماله في جميع دول السوق ، بدون تحديد الاغذية التي يضاف اليها .

٣ ٠ ٢ ٠ ٣ ٠ وضع الملونات في سورية

بصدور المواصفة القياسيةرقم ٧٧٠ في عام ١٩٨٩ ، أصبحت لملونات الأغذية وضع قانوني. وقد وردت في المواصفة السابقة المواد الملونة الطبيعية فيجدول منفصل، والمواد الملونة الاصطناعية وحدها ، وكذلك المواد المخففة للون ، وهي الموجودة في الجداول (٢ ــ ٦ ، ٢ ــ ٧ ، ٢ ــ ٨) . واهم ما يؤخذ علىهذه المواصفة السماح باستعمال الملون (الأحمر ٢ جي Red 2G) ، الذي حددت الجماعة الأوروبية والمواصفة السورية نفسها جرعته اليومية المقبولة في حدها الأقصى بـ (٠,١) ملغ/كغ فقط ، وسمحت المواصفة السورية باستعماله في اللبن الرائب ومنتجات الاختمار المعاملة بالحرارة بنسبة ٣٠ ملغ/كغ غذاء . واهم ما يؤخذ على هذه المواصفة اغفالها النسب المسموح اضافتها الى السكاكر والمشروبات الخفيفة من الملونات ، وهي اهم قطاع من منتجات الأغذية يستهلك الملونات بكثرة ، فلم تهتم بها واغفل ذكرها نهائياً من جداول استعمال الملونات الملحقة بالمواصفة المذكورة . مع العلم بأن كمية استهلاك الملونات في المشروبات كبيرة وواسعة ، وتمس سائر فئات المواطنين وبخاصة الاطفال .

٣ ٠ ٢ ٠ ٤ ٠ وضع الملونات في منظمتي الأمم المتحدة (FAO/WHO)

جاء في آخر تقرير صدر عن لجنة دستور المواد المضافة للأغذية والملوثات (CCFAC)الذي يعود تاريخه لآذار ١٩٨٩ وتبنته هيئة دستور الأغذية (CAC في تموز من العام نفسه قائمة بالمواد الملونة المعتمدة من ضمن قوائم تضم المواد المضافة كافة المصرح باستعمالها في الاغذية . وتوجد هذه القوائم في الملحق رقم (١) في نهاية الكتاب .

٣ ٠ ٣ ٠ انواع الملونات :

يوجد نوعان من الملونات ، الاصبغة (Dyes) والليك (Lake) . الاصبغة قديمة الاستعمال ، وبعضها يعود الى ١٩٠٠ ، والليك لم يسمح باستعماله الا في عام ١٩٥٩ . وتؤدي الأصبغة دورها اللون عند انحلالها . بينما يستعمل الليك كملونات غير ذوابة بالماء ، وتقوم بعملها الملوّن بالانتشار . والليك هو ادمصاص الاصبغة على ركيزة من هيدرات الالومنيا (هيدروكسيد الالومنيوم) . ويعرف الليك باسم الصبغة المكوّنة له .

---

(١) ــ Codex Committe on food Additives and Contaminants

الجدول (٣ ـ ٦) المواد الملونة الاصطناعية المسموح باستعمالها في الأغذية

وفق المواصفة السورية (١٩٨٩/٧٧٠ الجدول ٢)

الاسم الشائع بالعربية	بالأجنبية	رقم الدليل اللوني C I. No.	رقم (EEC) (1982)	ملاحظات
أحمر (٢ جي)	Red 2G	18050	E 128	Food Red (10)
أخضر ثابت	Fast green, FCF	42053	—	Food Green (3)
اريتروزين	Erythrosine	45430	E 127	Food Red (3)
ازرق براق (لامع)	Brilliant blue, FCF	42090	E 133	Food blue (1)
ازوربين	Azorubine	14720	E 122	Food Red (3) Carmoisine
اسود براق (لامع)	Brilliant black, PN.	28440	E 151	Food black (1), Black, PN.
اصفر غروب الشمس	Sunset yellow, FCF	15985	E 110	Food Yellow (6), Orang, Yellows
امرانت (١)	Amaranth	16185	E 123	Food Red (9)
انديجوتين	Indigotine	73015	E 132	Food blue (2) Indigo carmine
بيتا ـ كروتين	Beta - Carotene	40800	E 160a	Food Orange (5)
بونسو (٤ آر)	Ponceau, 4R	16255	E 124	Food Red (7), Cochinel Red A.
ترترازين	Tartrazine	19140	E 102	Food Yellow (5)
ريبوفلافين	Riboflavin	—	E 1016	
كنتاكزنتين	Canthaxanthin	40850	E 161 g	Food Orange (6)

(١) ـ محظر استعماله في الولايات المتحدة .

ـــ ما تحته خط مسموح استعماله في الولايات المتحدة الامريكية (راجع الجدولين (٣ ـ ٢) (٣ ـ ٣)

الجدول (٣ ـ ٧) المواد الملونة الطبيعة المسموح استعمالها في الاغذية
المواصفة السورية ١٩٨٩/٧٧٠ الجدول (١)

الاسم الشائع	رقم EEC	رقم الدليل اللوني	ملاحظات
انـاتو مستخلصات	E 160 b	75120	Bixin, Norbixin Natural Orange (4)
بيتا ـ آبو ـ ٨' ـ كاروتنال	E 160 e	40820	Food Orange (7)
بيتا ـ آبو ـ ٨' ـ حمض كاروتنويك واستراته المتيلية أو الاتيلية	E 160 f	40826	Food Orange (6)
كرميـلاً (بسيطة)	E 150 a	—	Caramel (Plain)
كرميـلاً (محضرة الامونيا)	E 150 c	—	Caramel (Ammonia process)
كرميـلاً (محضرة بطريقة الامونيا ـ سلفيت)	E 150 d	—	Caramel (Ammonia - Sulphite procen)
كوشينيل (قرمز) وحمض كرمينيك	E 120	75470	Natural Red (4)
كركـم	E 100	75800	Curcumin Natural yellow (3)
كلوروفيلات	E 140	75810	Natural Green (3)
كلوروفيلات ، معقد نحاس	E 141	75815	Chlorophylls copper complex.

الجدول (٣ ـ ٨) المـواد المخففة للألوان والمذيبة لهـا المسموح استعمالها في الأغذية وفق المواصفة السورية (١٩٨٩/٧٧٠)

المـــــواد المخففـــــة :		
المـاء	الزيوت والدسم الغذائية	كربونات الصوديوم
الجلوكوز	شمع النحل	ثاني كربونات الصوديوم
اللاكتوز	حمض الليمون	كلور الصوديوم
السكروز	حمض الطرطر	كبريتات الصوديوم
الدكسترينات	حمض اللبن	الجينـــات (الصوديـوم أو البوتاسيوم أو الامونيوم)
النشـــاء	البكتينات	
السوربيتول	الهـلام	

المـــــواد المذيبـــــة :		
المـاء	هيدروكسيد الصوديوم	هيدروكسيد الامونيوم
غليكول	غليكول البروبيلين	خـلات الايتيـل
حمض الخل	احادي وثنائي وثلاثي	الاثانـول
ثنائي اتيل ايثر	خلات الجليسيرين	
الكحول الايزوبروبيلي	بروبان ـ ١ ، ٢ ـ ديول	

تحضير اصباغ الليك فن اكثر منه صنعة ، للمحاذير الكثيرة والحرص الشديد اثناء تحضيرها . يحضر ليك الألومنيوم من تفاعل الصبغة مع الألومنيا في وسط مائي . وتحضر الألومنيا كمادة طازجة وغير جافة من التفاعل بين كبريتات أو كلور الألومنيوم مع كربونات أو ثاني كربونات الصوديوم أو ماءات الأمونيوم . وبعد تكوّن الليك يرشح ويغسل بالماء ويجفف .

يسهل تطبيق الأصبغة على الأغذية ، ولو كانت من مصادر متعددة ، وتعطى نتائج بدون المرور بالكثير من الصعوبات ، ونواتجها ذات الوان متجانسة . ويعطى الليك عند تطبيقه تدرجاً لونياً مختلفاً في الأغذية وبخاصة اذا تعددت مصادره . ولون الأصبغة الذوابة في الماء يتناسب مع تركيز الصبغة في الماء ، وهذا لا ينطبق على اصبغة الليك . وتعطي اضافة الليك الى الماء محلولاً معلقاً ، ويحدث نزيف قليل من الصبغة الى الماء . والليك ثابت في مجال من أرقام الحموضة بين ٥ر٣ ــ ٥ر٩ ، ويؤدي انخفاض رقم الحموضة أو ارتفاعه على المجال السابق الى تحرير الصبغة في الليك من ركيزتها . ويوضح الجدول (٢ ــ ٩) مختصراً للفروق الفيزيائية بين الأصبغة والليك .

ومن الناحية التجارية يعد من المقبول به من قبل مصنعي الالوان ومستعمليها تقسيم ملونات الأغذية الى :

ــ الملونات الصنعية Artificial colors

ــ الملونات المماثلة للطبيعية Nature - Identical colors

ــ الملونات الطبيعية Natural color

الملونات الطبيعية ، وتقسم حسب مصدرها الى :

١ ــ الملونات التي يستحصل عليها بالطرق الفيزيائية من النباتات والحيوانات التي يتناولها الانسان ، كمستخلصات الشوندر .

٢ ــ الملونات التي يحصل عليها بالطرق الفيزيائية من النباتات والحيوانات التي لا يتناولها الانسان ، كمستخلصات الكارمن وخشب الصندل .

الملونات المماثلة للطبيعة وتضم مجموعتين :

١ ــ نواتج كيميائية تركيبية مماثلة للملونات الموجودة في الأغذية كالكروتين .

الجدول (٣ ـ ٩) الفروق الفيزيائية بين الاصبغة والليك

الخاصة	الليك	الاصبغة
الذوبانية	غير ذواب في معظم المذيبات	ذوابة في الماء وفي بروبلين جلايكول وفي الجليسيرين
طريقة التلوين	بالانتشار	بالانحلال
كمية الصبغة النقية	١٠ ـ ٤٠ ٪ عامة	٨٥ ـ ٩٣ ٪ الالوان الأولية
كمية الاستعمال	٠ر١ ـ ٣ر٠ ٪	٠ر٠١ ـ ٠ر٠٣ ٪
حجم الدقائق	حول ٥ ميكرومترا	١٢ ـ ٢٠٠ ميش
الثبات :		
للضوء	افضل من بعض الاصبغة	جيدة
للحرارة	افضل من بعض الاصبغة	جيدة
قوة التلوين	لا تتناسب مع محتواها من الصبغة النقية	تتناسب مباشرة مع محتواها من الصبغة النقية
درجات اللون	تختلف حسب محتواها من الصبغة النقية	ثابت

٢ ــ نواتج كيميائية تركيبية لمركبات موجودة في الطبيعية ولا توجد في الاغذيــة كأسيد الحديــد .

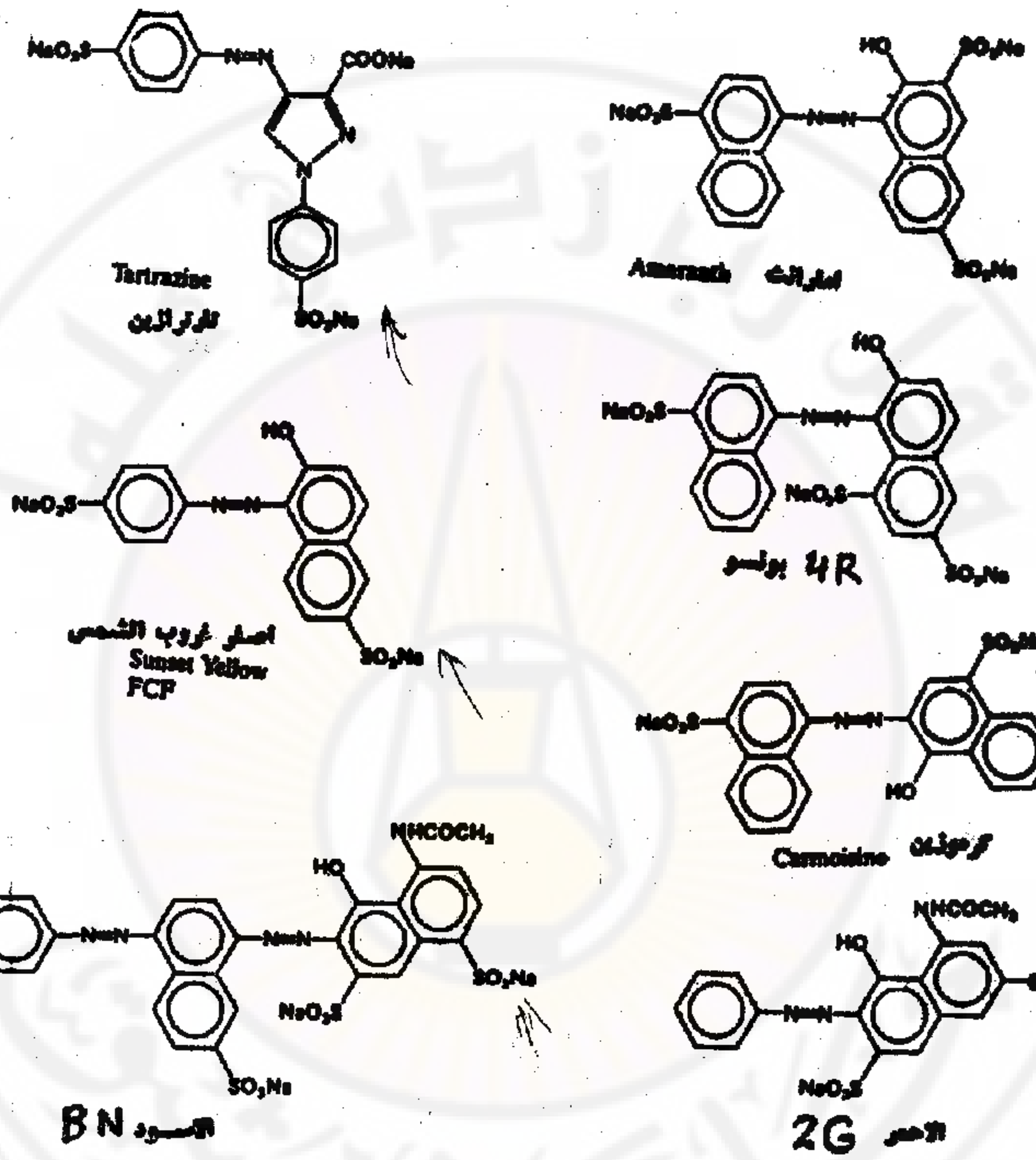
الملونات الصنعية :

مواد ملونة كيميائية تركيبية غير مماثلة لمواد طبيعية من أصل نباتي أو حيواني. ويلاحظ في تعليمات البلاد الأوروبية الحالية التمييز بين مجموعتي الملونات الطبيعية والصنعية ، كما يميز ضمن الملونات الطبيعية بين المماثل للطبيعي والطبيعي .

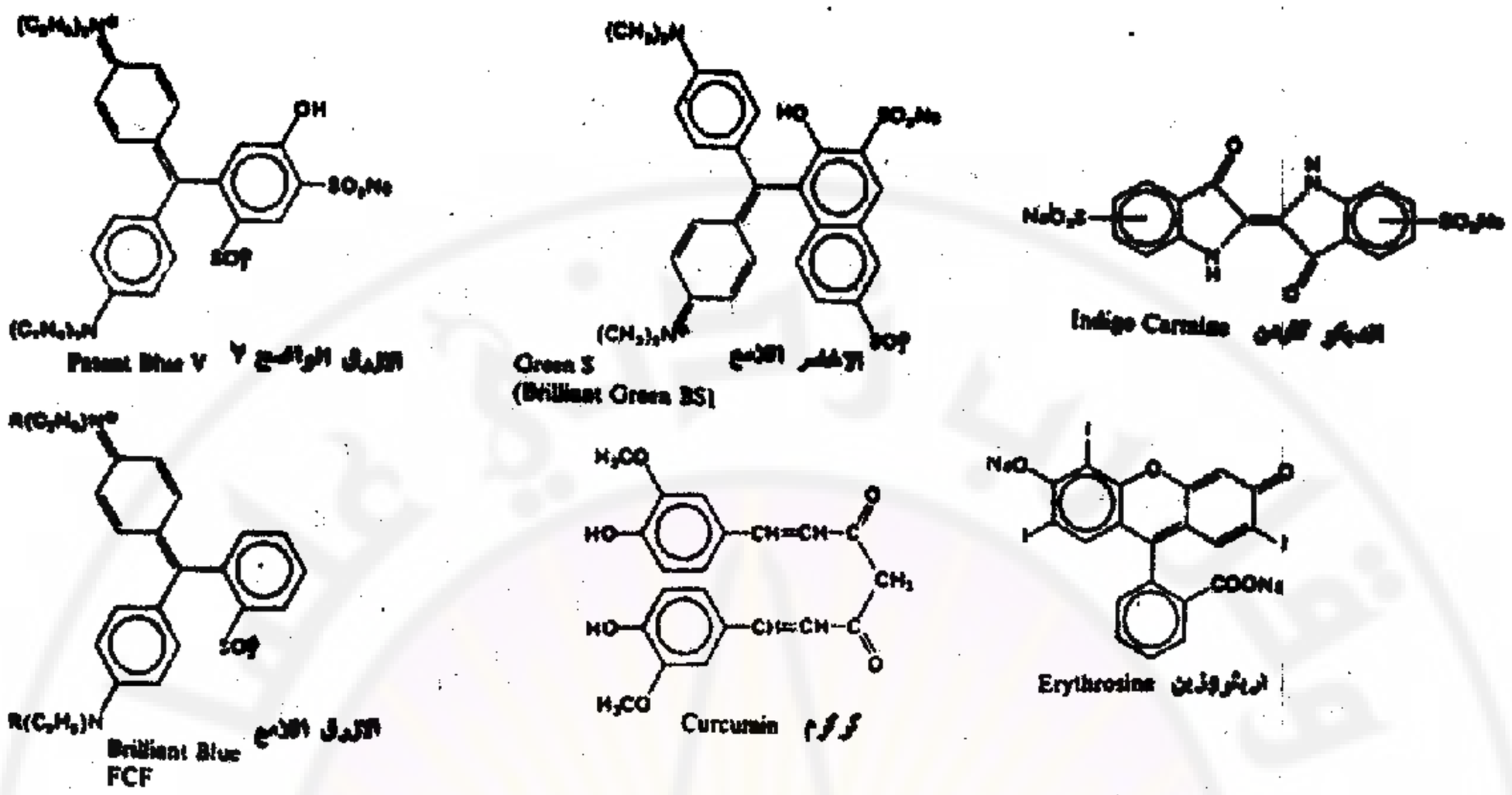
٣ . ٤ . الخواص العامة للملونات

الثبات : تميل اصبغة (FD + C) الى الثبــات في ظروف استعمالها العامــة ، فهي ثابتة عند خزنها في الحالة الجافة ، وغير ثابتة عند مزجها مــع العوامل المرجعة ومــع منتجات البروتين التي تتعرض الى معاملات حرارية أثنــاء تصنيعها وبخاصة التعقيم . ويشذ عن هذه الملونات الملون الأحمر رقم ٣ حيث يبدي ثباتــاً في الظروف السابقة . تميل الأصبغة التي تعود صيغتها الكيميائية الى فئة الأزو او الى فئة ثلاثي فنيل ميتان (انظر البنيات الكيميائية للأصبغة) الى أن تتحول الى مركبات عديمــة اللون عند وضعها في أوساط مرجعة . وتميل عامة الأصبغة المضافة عنــد وضعها في المعلبات الى الشحوب نتيجــة تماسها مــع المعــادن كالقصدير والالومنيوم والنحاس والزنك . وتشحب هــذه الأصبغة ايضاً عند إضافــة حمض اسكوربيك وبخاصة اذا وضعت الأغذية ضمن أوعية زجاجية . ويبدو أن الضوء يلعب دوراً رئيساً في شحوب الوان الاصبغة المتسبب من اضافة حمض اسكوربيك . وهذا ما تأكد عند تغيُّر نوعية العبوة . وعندما وضعت ملونات (FD + C) في علب تنك واضيف حمض اسكوربيك حافظت الملونات على ثبات نسبي جيد .

وقد غدا تماس الاصبغة مع المعادن في حده الأدنى ، للتقدم الملحوظ في صناعــة علب الصفيح ، فلم تعد المعادن أحد مصادر شحوب الوان الاصبغة ، وغــدا شحوب اللون الناتج عن تأثير معادن الصفيح في حده الأدنى . ولكن بقي تماسها مــع العوامل المرجعــة كحمض اسكوربيك أحــد أهــم عوامل شحوبها . ومن المعروف أن حمض اسكوربيك يضاف الى المشروبات الغازية والعصائر بأنواعها ، كمــادة منكهة ومضاد أكسدة ومصدر لفيتامين سي . وساهم استعمال EDTA اتيلين ثنائي امين رباعي حمض الخــل ، كأحد الاضافات الى المشروبات ، والى درجــة كبيرة ، في تثبيط فعل حمض اسكوربيك على شــحوب لــون الاصبغة المضافــة ، إلا أن اضافته لــم تمنــع كليــاً شحوب اللون .



الشكل (٣ ــ ١) الصيغ الكيميائية لبعض أصبغة الأزو



الشكل (٣ ــ ٢) الصيغ الكيميائية لبعض أصبغة ثلاثي فينيل ميتان والاصبغة الاخرى

الذوبانية : تذوب الملونات المضافة عامة في المـاء او في مذيبات الدهون ، لـذا تقسم عند تحليلها والكشف عنها الى الملونات الذوابة في المـاء والى الملونات الذوابة في مذيبات الدهون . ويدل بصورة عامـة وجـود مجموعات حمض سلفونيك في صيغة الصبغة الكيميائية على ذوبانية الملونات في المـاء وعلى انخفاض ذوبانيتها في الدهون . ونجد ان الملونات غير المسلفنة تميل الى الذوبان في الدهون . كما ورد ان عـدم وجود مجموعات السلفون يتمشى مع السمية المرتفعة فيالصبغات التي لا تحوي صيغتها على مجموعات سلفون .

جميع اصبغة FD + C ذوابـة في المـاء وغير ذوابـة في معظم المذيبات العضوية ، وتذوب بدرجة كبيرة ، وهذا ما ينعكس عند تلوينها الاغذية حيث لا تشاهد عملياً اي صعوبات في التطبيق . ويشذ عن ذلك الملون الأزرق رقم ٢ والأحمر رقم ٣ ، اللذان لا يذوبان بسهولة في نواتج الالبان .

يستعمل في الاغذية التي يحيط بها وسط لا مائي الجلسيرول وبروبلين جلايكول كمذيبات للأصبغة . والملونات عامة اكثر ذوباناً في الجلسيرول منها في بروبلين جلايكول ومعظمها شحيحة الذوبان في الكحول الاتيلي ، ويستثنى من هذه القاعدة الأحمر رقم٣ والازرق رقم ١ والاخضر رقم ٣ ، فهي ذوابة في الكحول (انظر الجدول ٣ ــ ١٠) .

الجدول (٣ ـ ١٠)ذوبانية بعض الملونات الاصطناعية في المذيبات الشائعة

الذوبانيـــة مقـــدرة (غ/ليتر)

ملون C + FD	الماء ، ٢١°م	جلسيرول	جلايكول بروبلين	كحول ٩٥٪
الأحمر رقم ٣	١٢٠	٢٣٠	٢١٧ر٥	١٨ر٨٠
الاحمر رقم ٤	٧١ر٣	٤١ر٣	١١ر٣	تلون خفيف
الاحمر رقم ٤٠	٢١٠	٣٠	١٥	تلون خفيف
الاصفر رقم ٥	١٣١ر٣	٢١٠	٩٠	تلون خفيف
الاصفر رقم ٦	١٧٢ر٥	١٠٨ر٨	١٨ر٩	تلون خفيف
الازرق رقم ١	١٨٧ر٥	٢٨١ر٥	٣٩٧ر٥	١٥

عـــن (Furia, vol II, pp 364)

ويتم التلوين الجيد للأغذية بإذابة الملون أولاً في كمية قليلة من مذيب مناسب ثم اضافته الى الغذاء . ومن الممكن في بعض حالات تصنيع الاغذية إضافة مسحوق الملون الجاف مباشـــرة ، حيث تساعد الرطوبة والحرارة على اذابـــة الملون اثنـــاء التصنيع وتوزيعه وبخاصة اذا تطلب التصنيع اضافة المـــاء اثناء التصنيع .

المواصفات الفنيـــة Specification

يقصد بالمواصفات الفنيـــة خصائص المـــادة الملونة وتركيبها الكيميائي ومـــدى نقاوتها ونسبة وجود المادة الملونة الاولية والملونات الثانوية التي تنشـــأ كتفاعل جانبي اثنـــاء الاصطناع الكيميائي وحدود وجـــود المعادن الثقيلة ، ونجد هـــذه المواصفات للملونات المســـموح استعمالها في الغذاء في كتيبات منظمة الأغذية والزراعة الدولية ذات الأرقـــام ١/٣١ و ٣٧ و ٣٨ ، وفي كتاب دستور كيماويات الغـــذاء وملحقاته المنشور من قبل اكاديمية العلوم الوطنية في الولايات المتحدة في عام ١٩٨٦ .

ومن أهم النقاط التي يجب التأكيد عليها في المواصفات الفنية خـــلو الملونات من الملوثات العضوية الخطرة ، والتي يمكن ان تنتج اثناء اصطناع الملون . وان لا تزيـــد نسبة العناصر المعدنية السامة في الملون او في المـــواد المخففة المستعملة لتمديد الملونات

عـلى القيـم الواردة في المواصفة السورية ١٩٨٩/٧٧٠ الخاصة بملونات الغـذاء ، وحدودها كالتالي :

الزرنيـخ ٣ مغ/كغ ، الرصـاص الكلي ١٠ مغ/كغ ، الزئبـق الكلي ١ مغ/كغ ومجموع المعادن الثقيلة الكلية ٤٠ مغ/كغ .

وقد استثنت المواصفة السورية اصناف الكراميل من الحدود السابقة للمعادن الثقيلة ، مع العلم بأن هذا الملون باصنافه الأربعة من اكثر الملونات استعمالاً وانتشاراً وبخاصة في المشروبات الغازية والسكاكر .

وقد نهجت بعض الدول المتقدمة الى عدم السماح باستعمال الوجبات المنتجة من بعض الاصبغة ، ولو كان الصباغ مسموحاً باستعماله في الغذاء ، إلا بعد التأكد من ان الوجبة المنتجة مطابقة للمواصفات ، وهذا ما يشير اليه مصطلح الملونات المصدقة . اي يجب تصديق كل دفعة انتاجية منها قبل استعمالها في الاغذية . ونجد في المثال الآتي نموذجاً لمواصفات احد الملونات المسموح استعماله في الغذاء ، وهو الاصفر رقم ٥ ترترازين ، E 102 ، وهو من الملونات التي تحتاج الى تصديق دفعاتها الانتاجية قبل استعمالها ، وجاءت مواصفاته في دستور كيماويات الاغذية الامريكي .

مواصفات ترترازين ، الاصفر رقم ٥ E 102

- الصبغة ملح ثلاثي الصوديوم لمركب ٣ ـ كربوكسي ـ ٥ ـ هيدروكسي ـ ١ ـ بارا ـ سلفونيك ـ ٤ ـ بارا ـ سلفونيك ازو ـ بيرازول .
- مجموع الكلوريدات والكبريتات (كأملاح صودية) مع المواد الطيارة بالدرجة ١٣٥°م ، لا يتجاوز ١٣ ٪ .
- لا تتجاوز المادة الذوابة ٢ر٠ ٪ .
- لا يتجاوز مقدار حمض فنيل هيدرازين ـ بارا ـ سلفونيك ١ر٠ ٪ .
- لا تتجاوز المركبات الوسطى ٢ر٠ ٪ .
- لا تزيد الصبغات الثانوية عن ١ ٪ .
- لا يتجاوز الرصاص ١٠ أجزاء بالمليون .
- لا يتجاوز الزرنيخ ٣ جزء من المليون .

وتضع الدول المتقدمة مواصفات لنقاوة المواد الملونة المستعملة في الاغذية كما في المواصفة الواردة في الجدول الآتي والتي اخذت من قانون الاغذية والادوية الهولندي . ويلاحظ في المواصفة الواردة انها تحدد الحدود المسموح بها من الشوائب اللاعضوية والشوائب العضوية في جميع الملونات المستعملة في الاغذية .

نقاوة المواد الملونة المستعملة في الأغذية وفق قانون الأغذية والأدوية الهولندي

الملوثات من المواد اللاعضوية

الزرنيخ (As) لا يتجاوز ٥ مغ/كغ

الرصاص (Pb) لا يتجاوز ٢٠ مغ/كغ

Ba , Zn , Cr , Cu , Sb لا تتجاوز كميتها ١٠٠ مغ/كغ

خلوها من (Se , Hg, Cd U , Tl , Te ، الكرومات)

الملوثات من المواد العضوية

الأمينات العطرية ، لا تتجاوز ٠ر٠٠١ ٪ .
نواتج الاصطناع الوسطية ، ما عدا الانيلين، لا تتجاوز ٠ر٠٥ ٪
الحد الاقصى للنواتج المستخلصة بأثير ٠ر٠٢ ٪ .

B - Naftylamine, benzidine,

4 — aminobefenyl, polycyclical aromates

اقل من الحد اللازم لكشفها .

Natural food colors & flavours (1991) publication of Centrum tot Bevordering Van de Import (CBI). pp 21. Tellurium = Te , Thallium = Tl (1)

التـــآكل Corrosion

يسبب وجود صبغات الآزو في المشروبات الغازية تآكل لمعدن العلبة حتى ضمن التراكيز التي يمكن ان توجد فيها هذه الصبغات (الأصفر رقم ٥ ورقم ٦ والأحمـــر رقم ٣) والتي تبلغ تقريباً نحو ٥٠ ــ ١٥٠ جزءاً بالمليون . وقد وجد عملياً أن مقدار تـآكل معدن العلبـــة يتعلق بتركيز صبغات الآزو ، ووجد ان اضافـــة صبغات الآزو بمعدل نحو ٥٠ جزءاً بالمليون او اقل من ذلك يؤدي الى المحافظة على العلبة بدون تآكل والى اطالة زمن صلاحيتها الى ٩ ــ ١٢ شهراً . ويعد استعمال تركيز ٥٠ جزءاً بالمليون كافياً لإحداث التاثير اللوني المرغوب لكثير من المنتجات الغذائيـــة . ويستعمان بالـــوان الكراميل لإحداث الدكانة والعمق اللوني المطلوب .

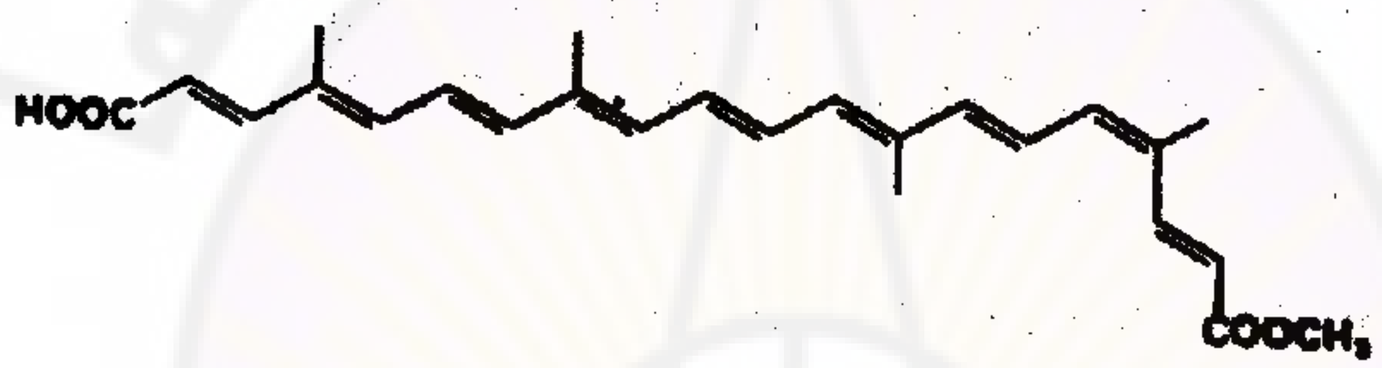
لا تحدث الاصبغة التي لا تكوّن نواة الآزو أساس بنيانهـــا الكيميائي اي تـــآكل لمعدن العلبة . ولا يبدو أن الملونات الطبيعية المسموح بها تؤثر في تآكل معدن العلب .

٣ ٠ ٥ ٠ بعض الملونات الطبيعية

٣ ٠ ٥ ٠ ١ ٠ بكسين (مستخلص الاناتو) Bixin (Annatto extract)

نستحصل على الوان الاناتو من بذور شجرة (Bixa orellanol) التي تنمو بكثرة في المناطق الاستوائية . يحتوي غلاف البذور على مادة ملونة ، يستحصل عليها بالاستخلاص بالقلوي أو الزيت .

المادة الملونة الرئيسة ، من أشباه الكروتينات تسمى بكسين ولها الصيغة الكيميائية :



تنفصل مجموعة الميتيل بالتصبن معطية حمضاً ثنائياً هو نور بكسين . البكسين ذواباً في الزيوت ، بينما نور بكسين فهو ذواب في الماء .

تعطي مستخلصات الاناتو تلوناً مختلفاً يتراوح من لون الأصفر الزبدي الفاتح الى الأصفر المشوب بالبرتقالي كلون الدراق ويعرض مستخلص الاناتو إما بهيئة نور بكسين كملح بوتاسي ذواب في الماء او بكسين ذواب في الزيوت .

تتصف أشباه كروتينات البكسين والنور بكسين بأنها جيدة الثبات للأكسدة ، ومتوسطة الى ضعيفة الثبات للحرارة والضوء .

تستعمل لتلوين المثلوجات اللبنية وتنافسها في هذا الاستعمال الملونات الصنعية المسموح بها لرخص ثمنها .

ولا ينافس الملونات الصنعية البكسين الذواب في الزيوت لعدم وجود ملونات ذوابة في الدهون مسموح حالياً باستعمالها . ولذلك يعد البكسين ملوناً هاماً في الزبدة والمارجرين ومرق السلطة والزيوت وتكلفته اقل من بيتا كروتين .

٣ ٠ ٥ ٠ ٢ ٠ ثنائي اكسيد التيتانيوم Titanium dioxide

ثاني اكسيد التيتانيوم صباغ ابيض ، ذو قدرة كبيرة لتغطيـة اللون الأبيض . ويستعمل النوعيات الدنيا منه في الدهانات البيضاء . يوجـد ثنائي أكسيد التيتانيوم بنوعين متبلورين ، نـوع يسمى rutile والثـاني enatase ، ويستعمل الاخـير في الأغذيـة . ينتشر بسهولـة في السوائل ويميل الى التجمع والترسب ، ولا يبقى معلقاً إلا في السوائل اللزجة ، وفي المواد نصف الصلبة . يستعمل في بلدنا في إكسـاب الحلاوة بالطحينة باللون الأبيض .

يستعمل مـع صباغات الليك في طلي المضغوطات ، حيث يؤدي اضافـة TiO_2 الى الليك الى إعطاء نظام شبيه بأنظمة الدهـان . يستخدم وحده في شـراب السكر المشبع لإكساء اللون الأبيض للسكاكر والمضغوطات . وهو من الملونات السليمة عامـة ويستعمل بشكل لا تزيد نسبته على ١ ٪ .

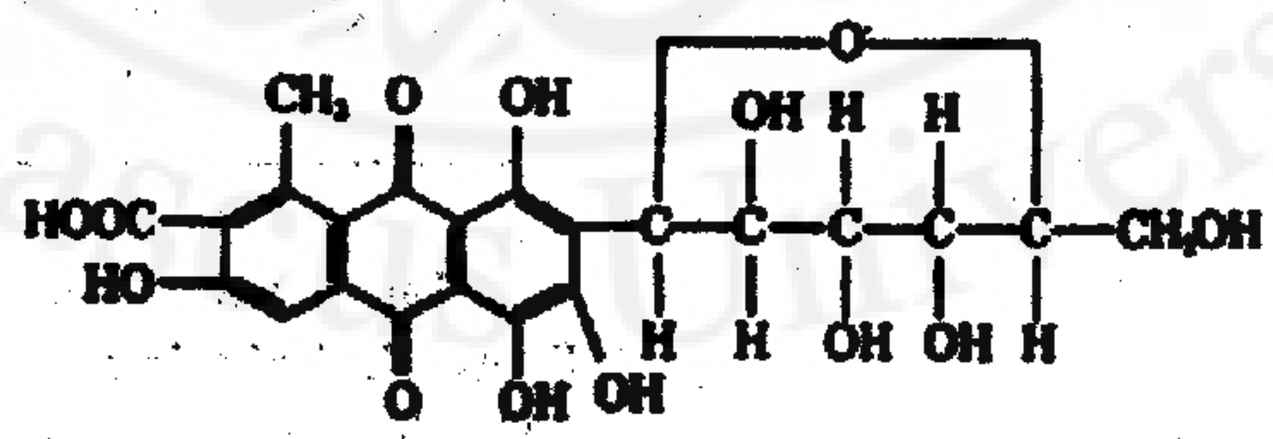
٣ ٠ ٥ ٠ ٣ ٠ كرمن ، حمض كرمنيك ، كوشنيل

Carmine, Carminic acid, Cochineal

من الملونات الطبيعية المسموح باستعمالها في الغذاء . يوجد اختلاف بين مفهوم المصطلحات الثلاثة السابقة ، أدى هذا الى ارتباك ، لأنها تشير الى مادة ملونة مصدرها واحد . تشير كلمة كوشينيل الى المادة الملونة الجافة الموجودة في جسم انثى الحشرة القرمزية التي تسمى (Coccus cacti) ، وتعيش على انواع من الصباريات في جزر الكناري واجزاء من امريكا الجنوبية . المـادة الفعالة الملونـة تسمى حمض كرمنيك ، ولهـا الصيغة الكيميائية .

Carmine

Carminic Acid



$C_{22}H_{20}O_{13}$ Mol wt 492.39

ويشير مصطلح كرمن الى ليك الالومنيوم لحمض كرمنيك الذي عزل بالاستخلاص . الملونات هذه غالية الثمن ، ومحدودة الكمية . وتستعمل في إكساب اللون القرمزي للمضغوطات وفيمنتجات البروتينالتي لا تجدي معها الالوان الصنعية.

٣ ٠ ٥ ٠ ٤ ٠ الكراميل (كرميلاً) Caramel

تحتاج ملونات الكراميل الى بعض الانتباه الخاص ، لانها من اكثر الملونات واوسعها استعمالاً في الاغذية . وقد عرفتها ادارة الغذاء والدواء بأنها سائل بني داكن ، او مواد صلبة ، ناتجة من المعاملة الحرارية الدقيقة لكربوهيدرات الغذاء الآتية : دكستروز ، سكر منقلب ، لاكتوز ، شراب المولت ، المولاس ، نواتج حلمأة النشاء ، والسكروز . كما نص التعريف على السماح باستعمال حموض وقلويات واملاح ، كعوامل مساعدة على إحداث الكرملة ، على أن تكون درجة نقاوتها من الدرجة التي تسمح باستعمالها في الغذاء . (Food grade) .

تستعمل ملونات الكراميل ، منذ ١٠٠ عام على الأقل ، في الكثير من الاغذية . فانواعها الكثيرة تتوافق مع استعمالاتها المتعددة . تعرف بعض انواعها بأسماء شائعة مثل كراميل السكر المحروق(١)، وكراميلالخباز والساقي(٢) ، وكراميل الحلوى(٣).

صنفت الجمعية العالمية الفنية للكراميل (ITCA) (٤) اربعة انواع تجارية مميزة من الكراميل :

١ ــ لون الكراميل السادة (Spirit caramel) Caramel color, plain, or,

٢ ــ لون الكراميل الناتج بطريقة السلفيت القلوية

Caramel color (Caustic - sulfite)

٣ ــ لون الكراميل الناتج بطريقة الأمونيا ويعرف ايضاً باسم كراميل البيرة . Caramel color (ammonia process)

---

(1) burnt sugar caramel

(2) Brewer's Baker's caramel

(3) Confectioner's caramel

(4) International Technical Caramel Asseciation

٤ ـ لون الكراميل الناتج بطريقة السلفيت الامونيا ، ويعرف ايضا باسم كراميل المشروبات الخفيفة Soft drink caramel .

وتختلف مبدئيا هذه الانواع الاربعة من ملونات الكراميل عن بعضها بالمواد المتفاعلة ، وبخاصة الحموض التي تدخل كعامل مساعد على الكرملة ، وفي الزمن ودرجة الحرارة المستخدمة ، لانجاز عملية الكرملة . وقد عبّرت الدراسات السميّة التي جرت عليها ، خلال العشرين سنة الماضية ، واستعمل فيها القوارض وغيرها من الحيوانات ، عن سلامة ملونات الكراميل . إلا ان اللجنة المشتركة لاضافات الغذاء لخبراء الفا والهو (FAO/WHO) اشارت في تقريرها لعام ١٩٧٧ الى وجود انخفاض بسيط في عدد الكريات البيض في الدم ، ولكنه معنوي ، والذي لوحظ عند استعمال الكراميل الناتج بعملية الامونيا ، والذي لم يلحظ مع الانواع الاخرى من الكراميل . وهذه الملاحظات مستقاة من دراسات وتجارب غذيت فيها الجرذان على حمية تجارية تسمى (Spatt) ، والتي بيّن التحليل الكيميائي ، فيما بعد ، انها تحتوي ٣ر٢ جزءاً بالمليون من البيرودوكسين ، مع العلم بان الكمية الموصى بها هي ٥ر٧ جزءاً بالمليون ، وهي الكمية التي يجب توافرها في الحمية المعطاة الى حيوانات التجربة . وعندما دعمت حمية (Spatt) بـ ١٠ اجزاء بالمليون من البيرودوكسين لم تظهر النتائج اي تغيرات في الصيغة الدموية للجرذان عندما اضيف الى طعامها ٨ ٪ من الكراميل المنتج بطريقة الامونيا .

ورغم ذلك فإن البحوث الجارية حاليا ، والتي تهتم بالعامل المضاد للبيرودوكسين والذي يحتمل وجوده في الكراميل المصنع بطريقة الامونيا ، تجرى على مستويين من التجارب ، سمية قصيرة ، وتغذوية طويلة . وفي الجانب الكيميائي الغذائي تجري بحوث لمعرفة الميزات الكيميائية لكل نوع من انواع الكراميل ، كمحاولة لتحديد نوع الملون الموجود فيها . ومن الهام الاشارة الى ان التعليمات الحالية لهيئة الغذاء والدواء تسمح باستعمال ملونات الكراميل بشكل واسع في الغذاء ، وخاضعة فقط للممارسة الجيدة للتصنيع .

ملوّن الكراميل على هيئة معلق غروي مائي، تحمل دقائقه الغروية شحنا كهربائية، ويعتمد نوع شحنتها على طريقة تحضيرها . وتلعب نقطة التعادل الكهربائي للمعلق الغروي دوراً رئيسا في معظم تطبيقات اضافة الكراميل الى الاغذية . تحمل غرويات

الكراميل شحنة سالبة في اي رقم pH اعلى من نقطة تعادلها الكهربائية ، وتحمل شحنة موجبة في رقم pH الاقل من نقطة تعادلها الكهربائية . ولمنع الكراميل من الترسب يجب ان تحمل دقائقها شحنة سالبة قوية ونقطة تعادلها الكهربائية يجب ان تكون في رقم حموضة ٢ او اقل .

تزيد اضافة الكراميل الى المشروبات الغازية من دكانة اللون وتخفف بذلك من كميات اصبغة الازو المستعملة . وتستعمل ايضاً مع الملونات الصنعية لتلوين منتجات المخابز وبخاصة عندما يرغب في الحصول على تلوين غامق لا يمكن الحصول عليه باستعمال الملونات الصنعية وحدها .

احد اهم مساوىء الكراميل التدرج اللوني الذي تعطيه من الاصفر الى البني وهي رخيصة الثمن .

٢ ٠ ٥ ٠ ٥ ٠ اشباه الكروتينات The Carotenoids

يعرف ما يزيد على ١٠٠ من مركبات اشباه الكروتينات . جزء منها تم تطوير طريقة لفصله او اصطناعه لاستعماله في تلوين الغذاء . والمستعمل منها كملونات مضافة قليل ، وهي بيتا كروتين ، بيتا ابو ـ ٨ ـ كروتينال ، كانتاكزنتين ، بكسين (في الاناتو) ، كزانستوفيل . والاخير قليل الاهمية كملون مضاف .

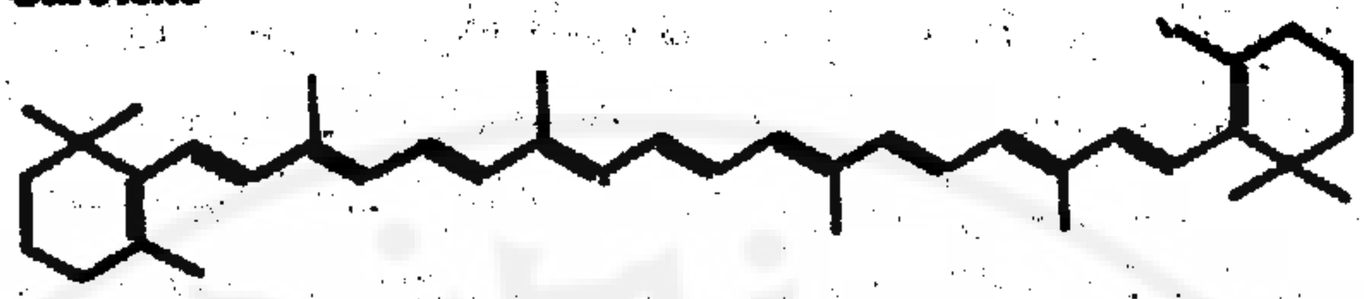
في عام ١٩٥٠ ، قامت شركة هوفمان لاروش بتطوير طريقة لاصطناع بيتا كروتين تعتمد فيها على الاسيتون كمادة اولية . بعدها طورت طريقة تجارية لاصطناعه للحصول على ابو ـ كروتينال وعلى كانتاكزنتين .

يشبه في اوجه متعددة ابو ـ كروتينال بيتا ـ كروتين ، ولكنه يعطى تلوناً ضارباً الى البرتقالي ينحل بصورة افضل في المذيبات العادية . بينما يعطى كانتاكزنتين تلوناً يميل الى البرتقالي المحمر ، إلا ان ذوبانيته منخفضة .

يلاقي تطبيق استعمال اشباه الكروتينات كملونات في الاغذية صعوبة ، سببها عدم ثباتها وانخفاض ذوبانيتها . فهي تصنف كملونات ذوابة في الدهون ، ولكن ذوبانيتها في الدهون والزيوت محدودة . واستعملت اشباه الكروتينات ، في البداية، لتلوين الاغذية الدهنية وبخاصة المارجرين والزيوت . ولتسهيل استعمالها كملون انتج بيتا ـ كروتين على هيئة مسحوق دقيق النعومة ، معلقاً في الزيوت النباتية ، ينحل

β-Carotene

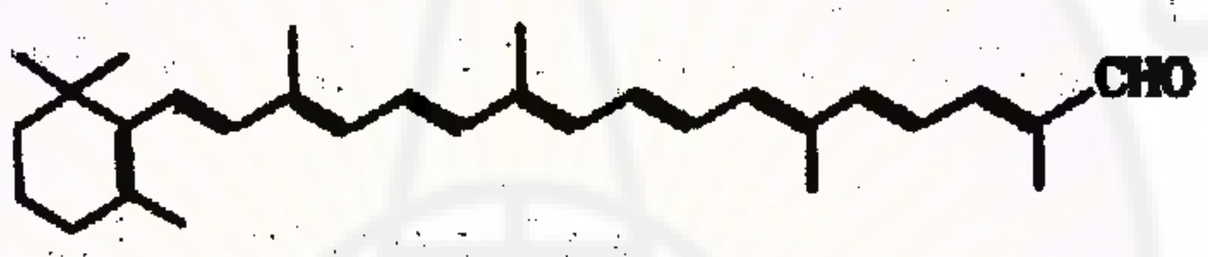
Carotene



$C_{40}H_{56}$ **Mol wt 536.88**

β-Apo-8'-Carotenal

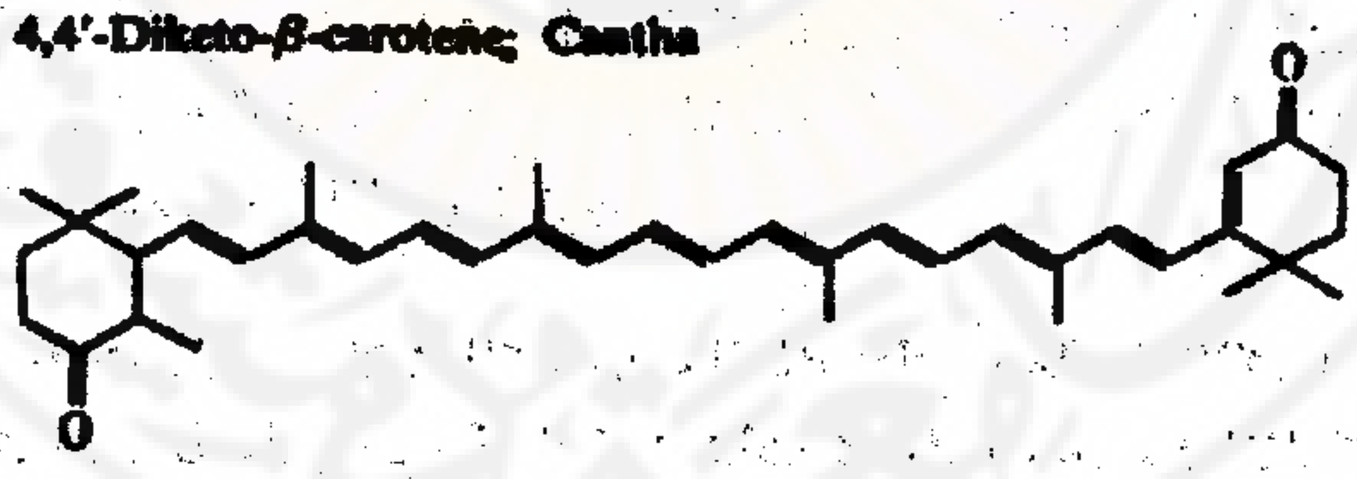
Apocarotenal; APO



$C_{30}H_{40}O$ **Mol wt 416.65**

Canthaxanthin

4,4'-Diketo-β-carotene; Cantha



$C_{40}H_{52}O_2$ **Mol wt 564.80**

بحرارة خطوات التصنيع . وقد ثبت ان معلق بيتا كروتين في الزيوت النباتية ثابت ويساعد على حمايتها من الاكسدة .

ولتلوين النظم المائية باشباه الكروتينات ، طور منتشر مائي منها لتلوين المشروبات برتقالية اللون والجبنة والمثلوجات اللبنية .

تقاوم اشباه الكروتينات الارجاع بحمض اسكوربيك ، وهذا يجعلها ذات فائدة كبيرة في تلوين المشروبات والعصائر التي تحتوي على هذا الحمض .

يعد بيتا كروتين أكثر اشباه الكروتينات استعمالاً في الاغذية حيث يضاف لإعطاء تلون اصفر . ويوجد باشكال متعددة : معلقات سائلة ، معلقات شبه صلبة ، حبيبات جافة ، مساحيق ناعمة جافة ، مستحلب سائل . ويستخدم لتلوين الأغذية التي اساسها الماء والاغذية التي اساسها الدهون كالزبدة والمرجرين ، والسمن الاصطناعي ، والجبنة ، البوظة ومنتوجات المكرونة ، مزائج الكاتو ، أغذية المخابز، الحلوى ، البودينغ ، الحساء ، الجيلاتين ، عصائر الفاكهة والمشروبات وغيرها .

ويستعمل أبو كروتينال حيثما يرغب بالحصول على تلون برتقالي محمر . ويعطي كنتاكزنتين تلوناً أحمر ، وهو ذو قوة صبغ مرتفعة . ويستعمل مع منتجات البندورة ومع عدد من المرق كمرق السلطة ومنتجات القريدس واللحوم . ويعطي لوناً يساهم في استكمال اعطاء لون الكرز والتوت والفريز لحلوى الجيلاتين والمشروبات .

٣ . ٥ . ٦ . ٥ . ٣ الأنتوسيانين Anthocyanines

الانتوسيانين احد اهم مجموعة الملونات الطبيعية . وميّز منها ما يزيد على ٢٠٠ مركب ، يحتوي العنب الأسود على ٢٠ منها . ولقشرة العنب الأسود أهمية تجارية لانها المصدر الرئيسي لصبغات الانتوسيانين المستعملة في الاغذية لرخصه وتوفره .

ومن مصادر الانتوسيانين ايضاً الذرة البنفسجية (Mais Morado) وتزرع في البيرو . ومن مصادره ايضاً نوع من الخبيزة (Hibiscus sabdariffa) تزرع في السودان ومصر وتايلاند والصين .

كيمياؤها : هي باختصار حاملات الكترون ولذلك تتاثر بحالة الاكسدة والارجاع في الخلية . وتوجد طبيعياً على صورة غلايكوزيدات ، يغلب وجود الغلوكوز والرامنوز فيها ، وهي بنيوياً جزء من اشباه الفلافون والجزء الآخر هو الانتوكسانتين ، ومكونة من نواة بنزيريليوم (Benzyrillium) متصل بها بالموقع ٢ نواة فينول . وتوجد منحلة في فجوات الخلية .

تحضيرها : تستخلص الانتوسيانين من مصادرها بالماء المحمض او بالكحول . ويركز مستخلصها بالتبخير تحت التفريغ يتبعه عادة تجفيفه بالرذاذ للحصول على مسحوق.
خواصها : مواد ملونة ذوابة في الماء . وهي في الاصل مشمرات طبيعية ، لونها احمر في الوسط الحمضي وازرق في الوسط القلوي وبنفسجية في الوسط المتعادل . كما

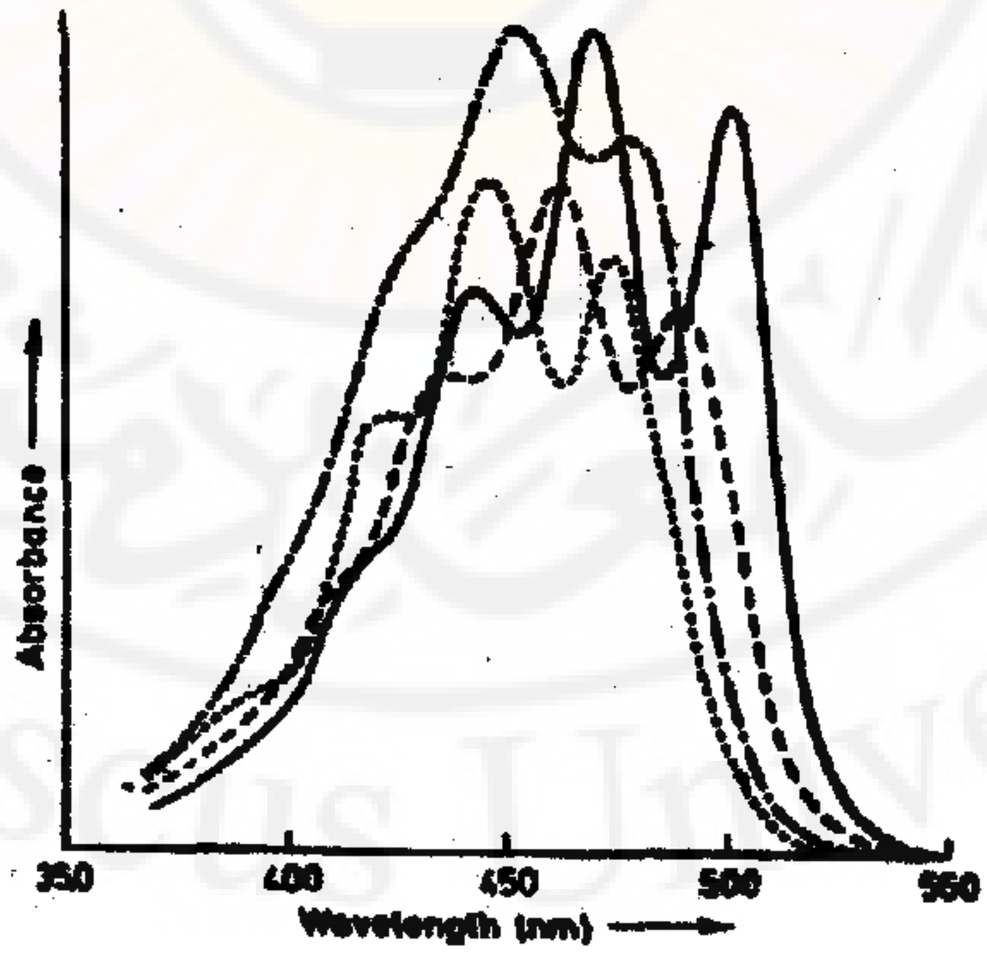
يتأثر لونها بالاكسدة التي يقوم بها انزيم بيروكسيداز وبولي فينول اكسيداز ، وبادخال جذور الهيدروكسيل الى بنائها الكيميائي وبادخال جذور الميتيل وبارتباطها بالسكريات الاحادية والاسيلة بالعوامل الاخرى المرافقة لتخضبها وبالمتخلب المعدني .

والانتوسيانين ثابتة للحرارة والضوء . وثبات مستخلصاتها من المصادر المتعددة مختلف تجاه ثنائي اكسيد الكبريت وتغيرات أرقام الحموضة والاكسجين .

ودلت التجارب ان مستخلصات الانتوسيانين من الذرة البنفسجية هي أفضل انواع الانتوسيانين ثباتاً ، فلونها ثابت حتى pH = ٦ ، ويتغير الى الأزرق في الوسط القلوي ، في حين لا تعطي بقية أنواع الانتوسيانين لونها الاحمر إلا عندما يصل pH الى ٤ او اقل . يضاف الى ذلك ان انتوسيانين الذرة البنفسجية جيد الثبات للحرارة والضوء وذو طعم فاكهي .

اما مستخلصات الخبيزة فلونها أحمر غامق وجيدة الثبات للحرارة والحمض ولكنها حساسة للقلوي ، ويتغير لونها من الاحمر الى الازرق في pH = ٤ او اكثر ، وذات ثبات نسبي للأكسدة .

تطبيقاتها : تستعمل الانتوسيانين في تلوين منتجات غذائية ذات رقم حموضة منخفض منها الأغذية الحامضية كالمخللات والمساحيق الجافة والاغذية المجمدة والمعلبة .



الشكل (٣ ـ ٣) طيف امتصاص أشباه الكروتينات المستعملة كمواد ملونة .
(ـــ) ليكوبين ، (ـ ـ ـ ـ) جاماكروتين
(.....) الفاكروتين ، (ـ . ـ . ـ) بيتاكروتين

وتستخدم مستخلصات الذرة البنفسجية والخبيزة في تلوين المشروبات الغازية والفاكهة المحفوظة والسكاكر والحلوى ، كما تستعمل مستخلصات الخبيزة في تنكيه المنتوجات السابقة .

٣ ٠ ٦ ٠ استعمالات الملونات في الأغذية :

تتميز تطبيقات الملونات المضافة الى الأغذية عن سائر المواد المضافة المألوفة بكونها فريدة من نوعها ، فهي تضاف بكميات ضئيلة في الناتج النهائي ، ولا يماثلها في هذا إلا المنكهات والفيتامينات . ويستعمل معظمها بشكل عام في الأغذية في حدود تقارب ٠٠٥ر٠ ـ ٠٣ر٠ ٪ ، أي ما يقابل ٥٠ ـ ٣٠٠ جزء بالمليون من وزن الغذاء . ويوضح الجدول (٣ ـ ١٠) التراكيز المستعملة معبراً عنها بالمجال والمتوسط للملونات في مختلف مجموعات الأغذية . إلا انه ورد أن بعض الأغذية تزيد فيها كمية الملونات على الحدود الواردة في الجدول السابق بعدة اضعاف . وتضاف الملونات الى

الجدول (٣ ـ ١٠) يوضح التراكيز المستعملة للملونات المصدقة المسموح باستعمالها في مختلف الأغذية

الأغذية	تركيز الملون جزءا بالمليون	
	المجال	المتوسط
السكاكر والحلوى	١٠ ـ ٤٠٠	١٠٠
المشروبات (السائلة والمسحوق)	٢ ـ ٢٠٠	٧٥
مساحيق	٥ ـ ٦٠٠	١٤٠
الحبوب	٢٠٠ ـ ٥٠٠	٣٥٠
اغذية الحيوانات المنزلية	٤٠٠ ـ ١٠٠	٢٠٠
المعجنات	١٠ ـ ٥٠٠	٥٠
المثلوجات اللبنية	١٠ ـ ٢٠٠	٣٠
النقانق (على السطح فقط)	٤٠ ـ ٢٥٠	١٢٥
الأغذية الجاهزة	٢٥ ـ ٥٠٠	٢٠٠

المصدر Furia, T. E. Food Additive, vol. II pp. 367
Furia, T. E. Food Additive, 2nd. pp. 609

كل مجموعة من الاغذية بطريقة تقنية خاصة لذلك نستعرض طرائق تطبيق الملونات في عدد من مجموعات الغذاء المهمة .

المشروبات Beverages

تمثل المشروبات احد اكثر الاغذية التي تستعمل فيها الملونات الصنعية بشكل واسع . وفي استعمالها في المشروبات صعوبتان ، أولهما تآكل العلبة ، وثانيتها شحوب اللون . ويعزى الشحوب الى وجود حمض اسكوربيك ، وهو مكوّن موجود او مضاف الى المشروبات ، ويعمل فيها إما كفيتامين او كمركب يحمي النكهة لسحبه اكسجين الهواء في الفراغ الراسي للعلبة . ويعد بعض المؤلفين ان المشروبات ناتج تطور مسحوق خاص من البيتاكروتين يعطى منتشراً غروياً في الماء . والمعروف عن بيتاكروتين ذو بانيته في الدهون والزيوت .

يوصى في المشروبات التي يضاف اليها منكهات مع مضادات اكسدة وملونات اصطناعية سريعة الذوبان استعمال انزيمي جلوكوز اكسيداز وكاتالاز كساحبات للأكسجين .

يسبب وجود اصبغة الأزو (احمر ٤٠ ، الاصفر ٥ ، الاصفر ٦) ، حتى ولو كانت بتراكيز ٠٫٥ ــ ١٥٠ جزءاً بالمليون ، الى إحداث تآكل للعلبة ، ووجد ان سرعة التآكل تتناسب طرداً مع تركيز اصبغة الأزو . كما وجد انإضافة اصبغة الأزو بمعدل ٠٫٥ جزءاً بالمليون او اقل تجعل المعلبات صالحة للاستهلاك لمدة ٩ ــ ١٢ شهراً . وهذه الكمية من اصبغة الأزو ، ٠٫٥ جزءاً بالمليون ، كافية لإعطاء تلون جيد ، ولزيادة شدة التلون يضاف الكراميل . لا يؤدي اضافة ملونات خلافاً لاصبغة الأزو الى تآكل في العلب .

تختلف معلبات المشروبات المكربنة (المشبعة بغاز CO_2) عن معلبات المشروبات المقطرة في التآكل وشحوب لون اصبغتها . فالتآكل في المشروبات المقطرة غير هام وشحوب اللون مشكلة هامة ، والعكس صحيح مع المشروبات المكربنة . واهم مشكلة في المشروبات الموضوعة في الزجاج شحوب اللون الناتج من التعرض الطويل الى اشعة الشمس ، ومثال هذه الظاهرة ظهور لون اخضر في المشروبات المنكهة بطعم العنب نتيجة شحوب اللون الاحمر رقم ٤٠ . ويؤخذ هذا كدليل على عدم صلاحيتها للاستهلاك نظراً لان المنكهات فيها تتهدم قبل ان يشحب لونها . ويعطي الجدول (٣ ــ ١١) الصيغ اللونية ومقاديرها في مختلف المشروبات الغازية المنكهة .

الجدول (٢ ــ ١١) تراكيز الملونات في المشروبات الغازية (الكرينة)

النكهة	الملون	الاجزاء المئوية	التركيز (جزءاً بالمليون)
البرتقال	الأصفر رقم ٦	١٠٠	٧٥
	الاحمر رقم ٤٠	٤	
	الأصفر رقم ٦	٩٦	٥٠
الكــرز	الاحمر رقم ٤٠	٥ر٩٩	
	الازرق ــ ١	٥ر٠	١٠٠
العنب	الاحمر رقم ٤٠	٨٠	
	الازرق رقم ١	٢٠	٧٥
الفريز	الاحمر رقم ٤٠	١٠٠	٦٠
الليمون بنزهير(١)	الأصفر رقم ٥	٩٥	
	الازرق رقم ١	٥	٢٠
الليمون	الاصفر رقم ٥	١٠٠	٢٠
الكــولا	الكراميــل	١٠٠	٤٠٠

المصدر (Furia, vol II, pp. 368)

(1) Lime

السكاكر Candy

يصعب تصور سكاكر وبخاصة الصلبة منها بــدون ملونات . وتتميز السكاكر الصلبة برطوبة منخفضة جداً (١ ــ ٢ ٪) . وتستعمل في تلوينها مواد ملونة على هيئة روبة او ملونات غير مائيــة . ويجب تجنب إضافــة الملونات الى السكاكر وحرارتها مرتفعة خشية تهدم جزء منها ، وتضاف الملونات اليها عنــد تكون حرارتها منخفضة

ولكنها كافية لتسمح بانتشار الملونات . ويستعمل في عمليات التصنيع المستمرة للسكاكر مركزات مائية للملونات .

تستعمل في تغطية السكاكر محاليل الملونات اللامائية التي تحوي بروبلين جلايكول او الجلسيرول ويستعمل ايضاً الليك . ويستعمل الملون الاحمر رقم ٣ على هيئة ليك لانه يعطى كسوة جذابة واكثر ثباتاً للضوء من الملون الاحمر رقم ٣ العادي.

الخلائط الجافة الجاهزة Dry mix products

من الضروري أن تتوافر في الملونات المضافة الى الخلائط الجافة صفتان هامتان الأولى ضرورة تلوينها الشديد ، والثانية عدم ظهور الوان الصبغات المكونة للون المضاف الى الخليط . ونحصل على أفضل تلون للخلائط واشده عند استعمال محاليل الملونات . إلا ان اضافة الملونات وهي سائلة يتطلب إزالة الرطوبة الزائدة بتجفيف الخلائط وهذا ما لا تتحمله الخلائط . ويوجد بدلاً عن الملونات السائلة عدد من الملونات الأولية على هيئة رقائق ناعمة (Plating grade) تعطي تلوناً شديداً عندما تتوزع بصورة منتظمة في الخلائط الجافة .

يتم التغلب على مشكلة ظهور الالوان الفردية المكوّنة للملون المضاف الى الخلائط الجافة بإذابة الملونات في وسط سائل ثم تجفيفه واضافتها وهي جافة الى الخليط الجاف . ومثالها اذابة الملون الاحمر رقم ٤٠ مع الأزرق رقم ١ في وسط سائل ثم تجفيفه واضافته وهو جاف الى المزيج الغذائي الجاف . ويعطى عندها الخليط الغذائي الجاف بإذابته في الماء لوناً قرمزياً بدلاً من اللون الأحمر واللون الأزرق . وتستعمل هذه الطريقة مع خلائط الجلاتين الجافة وخلائط البودنغ (Puddings)

تستعمل حالياً اصبغة الليك لتلوين خلائط المعجنات الجافة . ويستعمل في بعض الاحيان مزائج من الليك والاصبغة لتلوينها . ويوضح الجدول (٣ ــ ١٢) أوجه استعمال كل من الاصبغة مقارنة مع الليك .

منتجات المخابز Bakery Products

تستعمل الالوان في منتجات المعجنات وفي انواع البسكويت المتعددة وحشوات السندويش وطبقة السكر التي تغلف المعجنات وغيرها . ولا توجد عملياً أي مشكلة في تلوين المعجنات والمنتجات الأخرى لارتفاع محتواها من الماء . إلا ان الحصول على تلون داكن يسبب مشكلة لتجاوز الحدود المسموح باستعمالها . ولذلك يلجأ الى نوعين

الجدول (٣ ـ ١٢) الاستعمالات المناسبة للأصبغة والليك

الناتج الغذائي	الأصبغة الذوابة في الماء	الليـك
السكاكر الصلبة	مناسب	غير مناسب
السكاكر المخططة	مناسب	تخفف من نزف اللون
الاكساء السطحي المتعدد	تحتاج لإذابتها في الجلسيرول أو بروبلين جلايكول	تنجبل بسهولة
طبقة السكر لمنتجات المخابز (icing coating)	مناسب ، الأحمر رقم ٣	يستعمل للون القرمزي الأحمر رقم ٣ الليك أكثر ثباتاً للضوء
طبقة سكر ذروري ناعم (Sugar Coating)	مناسب	مناسب
الحبر ، البلاستيك ، طبقة ميناء العلب ، الطبقات الرقيقة	غير مناسب	مناسب
خلائط الكاتو	مناسب ، لا تعطى تلوناً شديداً	مناسب
المشروبات الغازية	مناسب	غير مناسب
مضغوطـات	مناسب ، تحتاج الى تحسير	ممتـاز
الدهون الجامدة والشموع	غير مناسب	مناسب
الخلائط الجافة للمشروبات والجلاتين	مناسب	تستعمل مع الاصبغة
العلكـة	مناسب	مناسب ، تبقى الخثرة ملونة

المصدر (Furia, vol II, pp. 371)

من الملونات المسموح باستعمالهما الأولى الملونات الاصطناعية التي تحتاج الى تصديق والثانية الملونات التي لا تحتاج الى تصديق (طبيعية) . وغالباً ما يستعمل الكراميل مع مختلف انواع الملونات الاصطناعية لإكساب لونها الدكانة المطلوبة .

استعمل سابقاً مستخلص الاناتو الذواب في الماء لتلوين اقماع البوظة . وتستعمل حالياً الملونات الاصطناعية المصدقة لانها اقل كلفة وتعطي مجالاً من الالوان واسعاً . ويستعمل لتلوين الاقماع عامة الأصفر رقم ٥ والاصفر رقم ٦ .

يحتاج تلوين حشوات السندويش وطبقة السكر التي تغطي المعجنات الى تقانات لونية تعتمد على تركيبها . وتستعمل الملونات المذابة في الجلسيرول و بروبلين جلايكول او يستعمل الليك مع النواتج التي يقل فيها الماء ويغلب فيها السكر والدهون . ويسهل في المخابز الصغيرة استعمال الالوان التي على هيئة روبة والتي تحوي في تركيبها الجلسيرين والبروبلين جلايكول والسكر في تلوين طبقة السكر التي تغطي نواتج المخابز .

منتجات الألبان Dairy products :

تحوي جميع المثلوجات اللبنية ، تقريباً ، على ملونات اصطناعية ، والاستثناء ما كان منها ملوناً بالشوكولاه . وتستعمل الاناتو بكميات في تلوين بوظة الفانيليا والملونات الاصطناعية في تلوين باقي انواع المثلوجات اللبنية لسهولة اضافتها ، وتضاف الملونات وهي سائلة ، ولا توجد مشكلات عند اضافة الملونات اليها إلا في الحالة التي تكون حمولتها الجرثومية عالية ، حيث يدل شحوب لون الملونات على وجود مشكلات فيها .

يفضل في الجبنة المصهورة اضافة الاناتو وبيتا كروتين لان الملونات الاصطناعية المصدقة غير ثابتة بصورة كافية . ويستعمل الملونان السابقان في تلوين المارجرين والزبدة .

٣ . ٧ . ٥ . تجنب مشكلات استعمال الملونات في الاغذية

تكاد تنحصر مشكلات معظم الملونات في الترسيب والتاثير المعقم والتيقع والشحوب .

الترسيب : يدل ترسب ملوّن من محلوله او من غذاء سيائل على تجاوز اللون حدود ذوبانيته . وهذا يعني في الاغذية السائلة عدم وجود كمية كافية من المذيب (كالماء) للحفاظ على انحلال الملوّن .

الجدول (٣ – ١٣) المشكلات العملية التي قد تنشأ عند استعمال الملونات في الأغذية

المشكلة	السبب
الترسيب ، من المحلول الملون او من المادة الغذائية الملونة	١ – تجاوز حدود الذوبانية ، ٢ – المذيب غير كافي ، ٣ – حدوث تفاعل كيميائي ، ٤ – تحضير المحاليل الملونة المركزة على درجة حرارة منخفضة .
لون معتم بدلاً من اللون الفاتح المبهج	١ – زيادة الملوّن ، ٢ – التعرض لدرجة حرارة مرتفعة
تلوّن متقطع في الحلويات ومنتجات المخابز	١ – عدم ذوبان الملون كاملاً عند تحضير محلوله ٢ – استعمال ملون سائل بـه رواسب ٣ – بعثرة المحلول المائي للملون في غـذاء به دهون زائدة
شحوب اللون الناشىء من الضوء	١ – المنتوجات الملونة غير محمية من ضوء الشمس
شحوب اللون الناشىء من المعادن	١ – محاليل الملونات او النواتج الملونة بتماس مع بعض المعادن (زنك ، قصدير ، الونيوم ... الخ) خلال اذابتها وتداولها او خزنهـا .
شحوب الملون الناشىء من الاحياء الدقيقة	١ – أوعية تحضير اللون غير نظيفة وملوثة باحياء دقيقة مرجعة
شحوب اللون الناشىء من زيادة الحرارة	١ – حرارة التصنيع مرتفعة
شحوب اللون الناشىء من العوامل المرجعة والمؤكسدة	١ – تماس الملونات مع مؤكسدات مثل الأوزون ، والهيبوكلوريت او مرجعات مثل SO_2 والاسكوربات
شحوب اللون الناشىء من الحموض القوية او القلويات	١ – وجود حمض قوي اثناء تلوين بعض الأغذية
الشحوب الناشىء من التفاعل مع البروتينات	١ – الملونات غير ثابتة في الوسط الموجودة فيه
تخرب سريع للملونات في المشروبات المعلبة	١ – استعمال زيادة من اصبغة الأزو .

وقد يرجع حدوث ترسيب للملونات الى تفاعل كيميائي بين الملون وبين مادة اخرى في المحلول ، كشوارد الكالسيوم من الماء او الصمغ العربي أو غيره ، والتي تعطى املاحاً غير ذوابة مع كثير من الاصبغة المصدقة . وترسب الحموض الاحمر رقم٢ كما يسبب انخفاض درجة الحرارة الى حدوث ترسيب وبخاصة من المحاليل المركزة للملونات .

التاثير المعتم : يعود سبب تكوّن التاثير المعتم غير الجذاب للملونات ، بدلاً من التلون الناصع المريح، الى زيادة كمية الملون المستعمل . كما أن تعرض الملون الى درجة حرارة مرتفعة يؤدي الى إعطاء تلون معتم يترافق مع تهدم جزء من الصبغة وشحوبها. ويتبع كقاعدة عامة في الاغذية التي تتطلب استعمال الحرارة فيها عدم أضافة الملون إلا في المرحلة التي تكون فيها في اقل درجة حرارة ، ويوقف استعمال الحرارة بعد إضافة الملون .

التبقع : يحدث التبقع عادة عند تلوين المعجنات ونواتج المخابز ، ويرجع حدوث التبقع الى وجود رواسب في محلول الملون او الى عدم ذوبان الملون كاملاً . وعلاج ذلك التاكد من ذوبان الملون بصورة كاملة وترشيحه لإزالة جميع الرواسب .

ويحدث التبقع عند استعمال محاليل مائية للملونات لتلوين نواتج غذائية غنية بالدهون حيث يتعذر انتشار الملون لعدم انحلال الماء في الدهن . وعلاجه استعمال مذيب للملون غير الماء كالجلسيرول وبروبلين جلايكول . ويستعمل في حالات خاصة وسيط لإذابة الصبغة مثل الليسيتين .

الشحوب : ترجع اسباب حدوث الشحوب في ملونات الغذاء الى احد العوامل الآتية :

- التعرض للضوء الشديد (اشعة الشمس والاشعة فوق البنفسجية) .
- وجود المعادن (كالقصدير والزنك والالمنيوم والحديد ... الخ) .
- وجود أحياء دقيقة (اعفان (فطور) وبكتريا) .
- زيادة الحرارة .
- وجود عوامل كيميائية مؤكسدة مرجعة .
- وجود حموض وقلويات قوية .

تاثير الضوء : يسبب الضوء شحوب معظم الملونات ، وبدرجات مختلفة ، اعتماداً على سرعة نفوذه وشدته . واشدها تاثيراً في الاصبغة الاشعة فوق البنفسجية لوفرتها في الاشعة الشمسية .

يجب حمايـة الأغذية التي اضيفت اليها ملونـات قـدر المستطاع من اشـعة الشمس . وتختلف كثيراً قابلية الملونات عـلى تحمل اشـعة الشمس القوية ، كالتي تتعرض لهـا واجهات العرض ، وتعتمد على طبيعة (نوع) الملوّن . فالملون الاخضـر رقم ٣ والأزرق رقم ١ ثابتان نسبياً للضوء ، والملون الأزرق رقم ٢ والأحمر رقم ٣ غير ثابتين . ويزيد وينقص من ثبات الملونات نوع الغذاء ، وبخاصة اذا وجد في الغذاء بعض المكونات التي تميل الى التفاعل كيميائياً مع الملون ، كبقايا بعض المعادن ، حيث يزداد عدم ثبات الملونات باشعة الشمس .

يجب اختيار الملونات الثابتة لاشعة الشمس عند تصنيع اغذية يحتمل تعريضها بشكل متواتر للضـوء ، وتجنب الملونـات غـير الثابتة كالملونين السـابقين ، واجـراء اختبارات على الملونات المنتقاة لمعرفة مدى ثباتها للضوء تحت شروط الخزن والتعرض لاشعة الشمس .

تأثير المعادن : تعد المعادن سبباً رئيساً في شحوب الملونات المصدقة. وهنا يجب تجنب تماس الملونـات والمنتوجات الملونة مـع معادن نشيطة كالالمنيوم والزنـك والقصدير والحديد ، سواء أكان التماس اثناء الاذابة في التداول ام في اوعية الخزن ام في الانابيب ام الوصلات ام العبوات ام غطائها ، لانها تلعب دور عامل مرجع . ونذكر هنا وجوب تجنب تماس المعدات المصنوعة من الحديد المجلفن لانها حديد مغطى بالزنك مع الاغذية التي اضيف اليها ملونات .

يختلف تأثير النحاس في الملونات عن تأثير بقية المعادن التي ورد ذكرها سابقاً . ولم يلاحظ عملياً حدوث اي مشكلات مـع النحاس عنـد إضافة الملونات الى نواتـج غذائية متعادلة الحموضة ، اذا تم تصنيعها في قدور نحاسية ، كما في تصنيع السكاكر ويؤثر النحاس بخاصة في الملون الأصفر رقم ٥ ، ويزيد من دكانة لونه ، وهذا يختلف عن تأثير القصدير والزنك .

تأثير الاحياء الدقيقة : تؤثر الفطور وبعض انواع من البكتريا وبخاصة المرجعة منهـا في الملونات وتؤدي الى شحوبها كليـاً او جزئياً .

مراجع فصل الملونـات

1 — Lee, F A. 1975. Basic food chemistry. pp. 196 - 210
Avi publishing company.

2 — Meyer, L. H. 1968. Food Chemistry pp. 351 - 364.
Reinhold Book corporation.

3 — Roberts, H. R. (ed) . 1981 . Food safety.
Wiley - Interscience pulb.

4 — Hui, Y. H. (1986) United states food laws, regulations, and standards.
vols I and II , 2nd. ed.
Wiley - Inter science pulb.

5 — Furia, T. E. (ed.) (1972) Handbook of food additives . 2nd. ed.
CRC press.

6 — Furia, T. E. (ed) (1980) Handbook of food additives,
2.nd. ed. volume 2. CRC Press.

7 — Food Chemicals Codex (3rd. ed.) (1986) published by National
Academy press, washington, D. C., with two supplements.

8 — FAO, Food and Nutrition paper Nos. 31/1 , 37 , 38 , published by Food
and Agriculture Oranization of the United Nations, Rome.

9 — Codex alimentarius Commission, Joint FAO/WHO
Food standard programme. Report No. ALINORM
89/12A. of codex committee on Food Additive and contaminants (1989)

10— Natural food colors and flavours' (1991) A
publication of centrum tot Bevordering Van de Import (CBI) .
A body of the Minister for Development coorporation. Holland.

١١ ــ وزارة الصناعة ، هيئـة المواصفات والمقاييس العربيـة السورية . المواصفـة
القياسية (٨٩/٧٧٠) .

I.N.S. = International Numbering system.

الفصل الرابع

العوامـــل المضـــادة للميكروبات

ANTI MICROBIAL AGENTS

لقد كان حفظ الاغذية للأوقات التي يقل فيها الغـــذاء من المسائل الكبيرة التي شغلت وتشغل الإنسان منذ ولادته ، وتعد هذه المسالة تحدياً من التحديات التي تواجه الانسـان منـــذ ان بـــدأ العيش على شكل جماعات وازداد هذا التحدي بزيادة عـــدد السكان . وبما أن النموات الميكروبية تمثل السبب الرئيس لفساد الاغذية من جهة ، والخطر الصحي الرئيس من جهة اخرى فـإن الانسان سعى لايجـاد طرائق فعالة في حفظ الأغذية ، فاستعمل النار (في الطبخ والتدخين) والتمليح والتعليب والحفظ في درجات حرارة منخفضة . ومثلت هـذه الاكتشافات المراحـل الأساسية في تاريـخ البشرية . وتنقسم الطرائـق السابقة الى طرائـق فيزيائية واخرى كيميائية . وكان استعمال الطرائق الفيزيائية هو الاكثر استعمالاً منـذ اكتشاف التعليب والحفـظ بالبرودة . إلا انه منذ عدة سنوات حدثت متغيرات كثيرة في العالم كارتفاع تكلفة الطاقة مما ادى الى السعي لإيجاد بعض الطرائق الكيميائية المستخدمة في الحفظ وتطويرها .

تلعب بعض المواد المضافة الى الأغذية دوراً هاماً في عملية حفظ الاغذية وتجنب فسادها . ويعود استخدام المواد الكيميائية في الحفظ الى زمن بعيد ، حيث استخدم ملح الطعام منـذ القدم في تقديـد اللحـوم Salaison . وبفضل تطـور الصـناعات الكيميائية ، ظهرت مواد مضافة جديدة لهـا خواص حفظية متميزة ، وتستخدم على نطاق واسع في وقتنا الحاضر .

تعرّف الاضافات الحافظة على انها اي مادة كيميائية ، لا تستهلك عادةً كمادة غذائية ، تضاف الى الغذاء بغرض حفظه لأطول فترة ممكنة ومنع فساده أو تأخيره . وتصبح هذه الاضافة جزءاً من المادة الغذائية .

ويقصد من عبارة « لا تستهلك عادةً كمادة غذائية » استثناء المـواد المستعملة

تقليدياً كمواد غذائيـة وتملك في الوقت نفسه خواص حافظة كالخـل وملح الطعـام والايتانول والزيوت الغذائية والسكريات . ورغم هذا التمييز التشريعي فإننا سنولي هذه المركبات بعض الاهتمام .

ويجب الانتباه الى ان تعبـير « إضافـة » لا ينطبق إلا عـلى المركبات المستعملة بكميات صغيرة ، بشكل اساسي اقل من ١ ٪ في التشريعات الاوربية .

إن تشكيلة الاضافات القادرة على تحسين حفظ الاغذية جـداً واسعة ، ونميز من هذه الانواع وبشكل مبسط ما يلي :

— الإضافات التي تملك تأثيراً مباشراً في الاحياء الدقيقة . وتصنف هذه الاضافات ضمن الإطار التشريعي (مرقمة في السوق الاوربية المشتركة من E 200 الى E 290) . ويمكن لهذه الاضافات أن تملك تأثيراً موقفاً لنمو الفطور والبكتريا (تأثيراً مثبتاً ومثبطاً للنمو) أو تأثيراً قاتلاً لهـا (تأثيراً معقماً) وذلك تبعـاً للحالة . تؤثر الاضافات الموقفة للنمو عن طريق تغييرها لظروف الوسط بحيث تجعله غير ملائم لنمو الاحياء الدقيقة ، بخاصة تغييرها لـ PH بجعله اكثـر حامضية وخفضها للنشاط المـائي .

— الاضافات التي تسمح بتجنب عمليـات الأكسـدة . وهي مضادات أكسـدة مستعملة بشكل واسع في المنتجات الحاوية على الليبيدات المعرضة للتزنخ .

— هناك ايضاً بعض المواد المساعدة على حفظ الأغذية كالاضافات المساعدة عـلى ثبات القوام والبنية ومانعات الجفاف وعوامل الاستحلاب .

هناك مجموعة من العوامل المؤثرة في فعالية المواد الحافظة ، نذكر منها التركيز ودرجة الحرارة ومدة التخزين ونوعية المـادة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد الغذائيـة (PH ، نشاط مـائي ، محتوى رطوبي ... الخ) .

ويمكن تبرير استعمال هذه الاضافات عندما تحقق مجموعة الأهداف التالية :

١ ـ منـع حدوث الضرر بالغذاء ، عن طريق تثبيط نمـو الاحياء الدقيقة المرضة الموجودة فيـه (سالمونيلا ، كلوستريديوم ، ستافيلوكوكس ، فطـور متنوعة) ومنعها من إنتاج السـموم .

٢ ـ المحافظة على الثبات الحسي للغذاء ، عن طريـق تثبيط نمـو الاحيـاء الدقيقة المسببة للفسـاد .

٣ ـ المحافظة على القيمة الغذائية للمادة الغذائية .
٤ ـ المحافظة على جودة الغذاء .
٥ ـ إطالة فترة حفظ المادة الغذائية .

يجب أن تتوافر في الاضافات الحافظة مجموعة من الشروط ، والتي بدونها لا يمكننا إضافتها الى الأغذية ، من هذه الشروط :

١ ـ عدم سميتها ضمن تراكيز مناسبة .
٢ ـ فعاليتها بكميات ضعيفة نسبياً .
٣ ـ ثباتها عند إجراء المعاملة الحرارية .
٤ ـ امتلاكها للخواص القاتلة أو الموقفة لنمو الأحياء الدقيقة ونشاطها .
٥ ـ عدم اعطائها صفات حسية غير مرغوبة للأغذية (لوناً ، رائحة ، طعماً) .
٦ ـ عدم إخفائها أو تمويهها سوء نوعية المادة الغذائية أو فسادها .
٧ ـ أن لا تكون سبباً في ظهور بعض الأمراض الخطيرة كالسرطان .
٨ ـ تأمين السلامة من بكتريا الـ Cl . botulinum .
٩ ـ أن يكون استعمالها اقتصادياً .

إن الحفظ الكيميائي للأغذية في عصرنا يقدّم الكثير من الفوائد ، فهو يستجيب من جهة للحاجة الراهنة الى خفض الاستهلاك من الطاقة حيث يسمح بإلغاء أو خفض بعض المعاملات الحرارية كما يسمح أيضاً بالحفظ في درجةحرارة اقل انخفاضاً لبعض المنتجات . ويستجيب ، من جهة ثانية ، للطلبات المتزايدة للمستهلكين بسماحه بإطالة فترة الحفظ بالحالة الطازجة . وهو يقدّم على مستوى التطبيق فوائد هامة كونه سهل الاستعمال واقتصادياً .

رغم كل هذه الفوائد ، تلاقي هذه الطريقة في الحفظ المعارضة من قبل المستهلكين الذين يخافون من التاثيرات السامة المتوقعة للمركبات الكيميائية ، إلا ان التقدم العلمي سمح حالياً باختبار المركبات الكيميائية الحافظة المطروحة للاستخدام ودراستها وبالتالي تحديد تلك التي يمكن ان تضمن السلامة ومصالح ورغبات المستهلكين والمنتجين في الوقت نفسه . وسوف نتعرض هنا لدراسة بعض الاضافات الكيميائية الحافظة التي لها اهمية خاصة في مجال حفظ الأغذية .

١ ـ حمض السوربيك وأملاحه :

يعد حمض السوربيك احد الأحماض الدهنية غير المشبعة ، ويحتوي على ست ذرات من الكربون :

$$CH_3 - CH = CH - CH = CH - COOH$$

لقد ساد الاعتقاد لبعض الوقت ان الحموض وحيدة الكربوكسيل ذات السلسلة المستقيمة تملك فعالية موقفة لنمو الفطور . وقد وجد منذ عام ١٩٣٠ ان الحموض غير المشبعة تمتلك فعالية افضل من تلك التي تملكها الاحماض المشبعة ذات طول السلسلة نفسها . ويبدو ان حمض السوربيك الاكثر فائدة بين هذه الحموض ، وتفوق فعاليته في بعض الحالات فعالية بنزوات الصوديوم وهو عديم الطعم والرائحة ويعد حمض السوربيك واملاحه من الاضافات الحافظة الفعالة في الحد من نمو الخمائر والفطور في منتجات الأجبان ومنتجات المخابز وعصير الفواكه والخضراوات والفواكه الطازجة والنبيذ والمشروبات غير الكحولية والمخللات وبعض انواع اللحوم والاسماك ، وذلك بتراكيز منخفضة .

يمتلك حمض السوربيك واملاحه فعالية واسعة الطيف ضد الفطور والخمائر وفعالية اقل ضد البكتريا . ويستطيع العمل في PH يمتد حتى ٦ر٥ وهذا بشكل عام اعلى من الـ PH الذي تعمل فيه البروبيونات او البنزوات باستثناء البارا هيدروكسي بنزوات الذي يمارس عمله في PH اعلى من ذلك . تتفوق السوربات كمواد حافظة على البنزوات في المارجرين والجبن والسمك والخبز والجاتو .

تزداد فعالية السوربات ، كغيره من مثبطات النمو الميكروبي الضعيفة ، بانخفاض الـ PH . حيث يثبط نمو جميع الخمائر والفطور في وسط يحوي ١٠٠ ٪ من حمض السوربيك في PH يساوي الـ ٥ر٤ . وتثبط نمو بكتريا حمض اللبن بالتركيز السابق نفسه وانما في PH قريب من ٥ر٣ .

تتناقص انحلالية حمض السوربيك بوجود الملح ، ويقال ان لوجود الملح تأثيراً تآزرياً مع السوربات للحد من نمو الفطور . ويلاحظ ذلك التاثير التآزري ايضاً بوجود تراكيز عالية من السكر .

يمكن ان يعترض استخدام هذه الاضافات بعض العوائق وذلك في المنتجات التي تحتاج الى التخمير حيث يمكن ان تؤدي هذه المركبات الى وقف نشاط الفطور المستعملة في إنضاج الأجبان كجبنة الروكفور على سبيل المثال . وكذلك بالنسبة للخبز والجاتو التي يتم تخميرها بوساطة الخمائر ، حيث يمنع حمض السوربيك انتفاخها . ويمكن تجنب هذه الحالة عن طريق زيادة كمية الخميرة أو عن طريق اضافة بالميتات السوربيل غير النشطة التي تحرّر حمض السوربيك خلال عملية الخَبز . ومن الممكن رش حمض السوربيك على السطح مباشرةً بعد الخَبز . يمكن ايضاً استعمال سوربات البوتاسيوم في غمر شرائح لحم الفروج البيضاء ، فقد وجد أن هذه العملية تؤدي الى خفض المجموع الميكروبي الكلي ، كذلك عدد بكتريا السالمونيلا .

- ١٢٠ - سوربات + بالميتيلات
البوتاسيوم

وتؤدي إضافة سوربات البوتاسيوم أو حمض السوربيك الى المنتجات الحاوية على لحوم الطيور الى ايقاف تكاثر البكتريا المحبة للبرودة وتطيل فترة حفظها .

تتم استقلاب حمض السوربيك بالطريقة نفسها التي تستقلب فيها الاحماض الدهنية الاخرى في الشديات . كما يمكن أن يستقلب من قبل الأحياء الدقيقة .

لحمض السوربيك درجة سمية أقل من تلك التي يملكها حمض البنزويك نظراً لاستقلابه بالطريقة سابقة الذكر .

يعد حمض السوربيك وسوربات البوتاسيوم او الصوديوم سليمين GRAS بشكل عام عندما يستعمل في الغذاء ضمن الحدود المسموح بها في انظمة وتشريعات منظمة الـ FDA .

فعلى سبيل المثال ، الكمية القصوى التي يمكن اضافتها للأجبان العادية ، نسبة للوزن ومحسوبة على أساس حمض سوربيك ، هي ٣ر٠ ٪ وفي الاجبان المبسترة هي ٢ر٠ ٪ وفي المارجرين ١ر٠ ٪ .

في تشريعات السوق الاوربية المشتركة ، يسمح باستعمال المركبات التالية :

حمض السوربيك (E 200) ، سوربات الصوديوم (E 201)

سوربات البوتاسيوم (E 202) ، سوربات الكالسيوم E203)

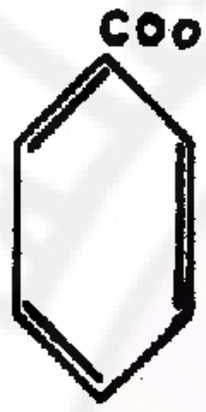
٢ ـ حمض البنزويك واملاحه :

يستعمل حمض البنزويك على شكل أملاح الصوديوم او البوتاسيوم لكونه قليل الانحلال في الماء . وتتحول هذه الأملاح فيما بعد الى الحمض ، الشكل الفعال أو النشيط . وتمارس هذه المركبات نشاطها المضاد للأحياء الدقيقة بشكل أفضل في الحموضة المرتفعة التي تتراوح قيمة الـ PH فيها بين ٢ر٥ و ٤ وضمن هذه الشروط من درجة الحموضة يكون تأثيرها كافياً لتثبيط نمو معظم أنواع البكتريا والخمائر وبشكل أقل لنمو الفطور . ويعد هذا الـ PH اخفض من ذاك اللازم لعمل حمض السوربيك أو حمض البروبيونيك . ولذلك اعتمدت البنزوات كاضافات حافظة للأغذية الحامضية و تلك التي يمكن تحميضها مباشرة او بسهولة كالمشروبات الغازية وعصائر الفواكه والمخللات وغيرها .

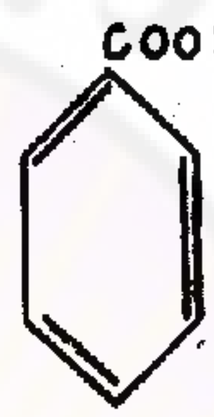
تتواجد بنزوات الصوديوم تجارياً على شكل مسحوق ابيض اللون وانحلاليتها في

المـاء نحـو ٥٠ غ/١٠٠ مل في درجـة حـرارة ٢٥م ، وانحلاليتهـا في الكحـول ٣ر١ غ/١٠٠ مل . وبالمقابـل يمـلك حمض البنزويك انحلاليـة ضعيفـة تقـدر بـ ٣٤ر٠ غ/١٠٠ مل .

تؤثر البنزوات في استخدام الاسيتات الضرورية لإنتاج الطاقة في الخلية ، كذلك تمنع تكاثر الخلية الخضرية قبل التبوغ . وتعد بنزوات الصوديوم من المـواد الفعالة جـداً ضد الخمائر والبكتريا ومحدودة الفعالية ضد الفطور . ووجد أن لإضافة ملح الطعام مع بنزوات الصوديوم تأثيراً تآزرياً .



حمض البنزويك



بنزوات الصوديوم

لقد تبين نتيجة لكثير من الدراسات التي أجريت على بنزوات الصوديوم أنهـا أكثر سمية نسبياً من سوربات الصوديوم . إلا أنه وجد أيضاً أن :

— استعمال بنزوات الصوديوم بكميات صغيرة تحت ٥ر٠ غ/باليوم ممزوجة مـع ملح الطعام ليس له اي اثر سمي أوضار بالصحة .

— استعمال بنزوات الصوديوم بكميات كبيرة تصل الى ٤ غ/باليوم مـع الغـذاء لا يضر بالصحة العامة ولا يعـد سماً بالمعنى العـام للسم ، إلا أنه لوحظ بعض التغيرات الطفيفة في بعض العمليات الفيزيولوجية التي لم يحدد سببها بالضبط .

— خلط بنزوات الصوديوم مع الغذاء بكميات كبيرة أو صغيرة لا يؤدي الى تأثيرات ضارة ولا يقلل من القيمة التغذوية للمادة الغذائية .

وليس هنـاك خطر لتراكم البنزوات في الجسم حيث توجد فيه آليـة خاصة لنزع السمية يتم بوساطتها اتحاد البنزوات مع الجلسين glycine لتعطي حمض الهيبوريك acide hippurique الذي يطرح عن طريق البـول . ويتم التخلص من حمض البنزويك بنسبة ٦٦ ـ ٩٥ ٪ بهذه الطريقة . أمـا بقية البنزوات فيتم التخلص منها أو من سميتها عن طريق اتحادها مع حمض الجليكورنيك acide glyeuronique .

عدّت منظمة الـ FDA ان حمض البنزويك وبنزوات الصوديوم ليس لهمـا اي خطورة وصنفتهما ضمن قائمة المواد السليمة (GRAS) . وسمحت منظمة السوق

الاوربيـة المشتركـة باسـتعمال حمـض البنزويك (E 210) وبنزوات الصوديـوم (E 211) وبنزوات الكالسيوم (E212) وبنزوات البوتاسيوم (E 213) .

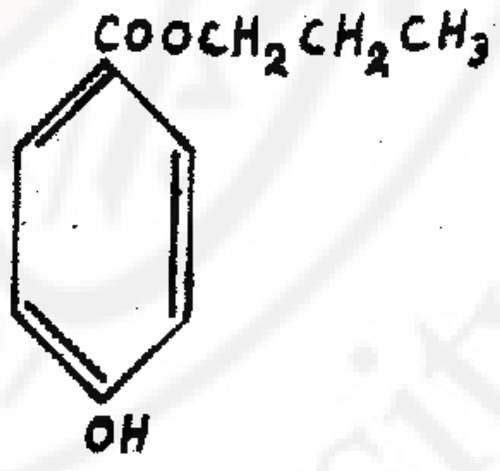
يُستعمل حمض البنزويك واملاحـه بنسب اقـل من ار٠ ٪ في حفظ بيوض الاسماك وفي حفـظ عصير الفاكهـة والشرابات ورب البندورة والشوكولا . ويسمح باضافة بنزوات الصوديوم الى المارجرين . كما تضاف الى المشروبات الغازية بنسبة ٥٠٠ر٠ـ لديم٪ . ولا تلائم البنزوات المنتجات الغذائية ذات المحتوى العالي من الماء الا اذا خزنت في درجات حرارة منخفضة .

٢ ـ استرات باراهيدروكسي بنزوات ومشتقاتها الصودية :

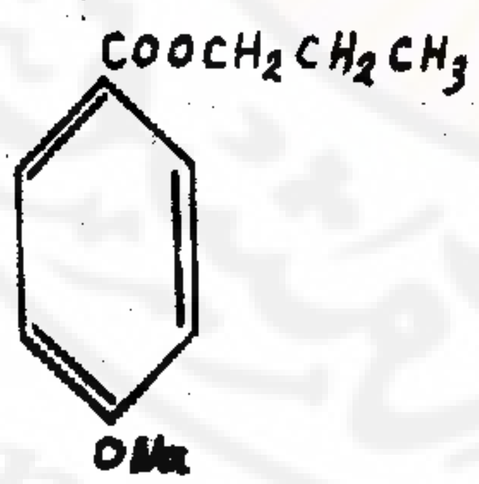
تبـدي استرات حمض باراهيدروكسي بنزويك (Parabens) ، بخاصـة استرات الميتيل والبروبيل ومشتقاتها الصودية ، فائـدة مضاعفة نظـراً لانحلاليتها الجيدة وحساسيتها الضعيفة لدرجة الحموضة مما يسمح باستعمالها باوساط قريبة من الاعتـدال .

تدخل هذه الاضافات ضمن مجموعة العوامل المضادة للميكروبات ، وتستعمل في المستحضرات الصيدلانية ومواد التجميل . وقد عُرفت فيما بعد اهميتها في الاغذية حيث اكتشف تاثيرها المضاد للميكربات لأول مرة عام ١٩٢٤ . وانتشر استعمال هذه المركبات في الصناعات الصيدلانية والتجميلية اواخـر الثلاثينات من هـذا القرن في الولايات المتحدة .

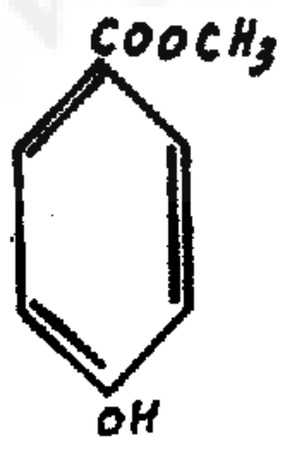
تشتق هـذه المركبات من حمض البنزويك . وتعـد مركبات الباراهيدروكسي بنزوات فعالة جداً ضد الفطور والخمائر واقل فعالية ضد البكتريا ، بخاصة سـالبة الجرام . وهي نشيطة بشكل افضل في PH قريب من الاعتدال .



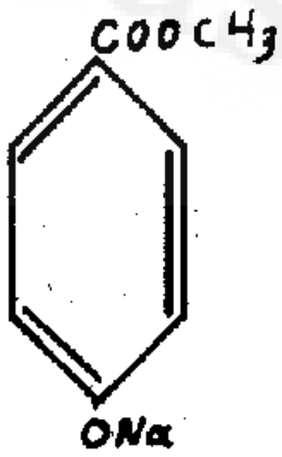
بروبيل ـ بارا هيدروكسي بنزوات



بروبيل ـ بارا هيدروكسي بنزوات الصوديوم



ميتيل ـ بارا هيدروكسي بنزوات



ميتيل ـ بارا هيدروكسي بنزوات الصوديوم

وجد أن لهـذه المركبات اثـراً ســمياً . ولكن منظمة الـ FDA تعـد ان البارا هيدروكسي بنزوات الميتيل او البروبيل سليمة (GRAS) بشكل عام ، عندما تستعمل كإضافات حافظة في الاغذية وذلك بكميات محدودة لا تزيـد على ار٠ ٪ ، ويسـمح بإضافة ميتيل أو بروبيل بارا هيدروكسي بنزوات بشكل غير مباشر كمواد مطهرة من الفطور لمواد التغليف وذلك بدون حدود . ويمكن استعمال هذين المركبين بالمشاركة مـع السوربات والبروبيونات والبنزوات شـريطة الا يتجـاوز المجموع الكلي لهـذه الاضافـات ار٠ ٪ . وتسمح تشريعات السوق الأوربية المشتركة باسـتعمال بـارا هيدروكسي بنزوات الايتيل (E 214) وايتيل بـارا هيدروكسي بنزوات الصوديوم (E 215) وبارا هيدروكسي بنزوات البروبيل (E 216) وبروبيل بارا هيدروكسي بنزوات الصوديوم (E 217) وبـارا هيدروكسـي بنزوات الميتيـل (E 218) وميتيل بـارا هيدروكسي بنزوات الصوديوم (E 219) .

يستعمل خليط من الميتيل والبروبيل باراهيدروكسي بنزوات (٣ : ١) بنسبة ٠٫٠٣ ـ ٠٫٠٦ ٪ في حفظ الكمك وبعض المعجنات بالفواكه .

ويستخدم ن ـ هيبتيل بارا هيدروكسي بنزوات في حفـظ البيرة . كمـا يمكن استعمال خليـط من الميتيل والبروبيل بـارا هيدروكسي بنزوات (٢ : ١) بنسبة ٠٫٠٥ ٪ في حفظ بعض الأجبان ومنتجات الفواكه ، وفي حفظ الزيتون بنسبة ار٠ ٪ .

٤ ـ ثاني اوكسيد الكبريت ومركبات الكبريتيت :

استعمل ثاني اوكسيد الكبريت في حفظ الأغذية منذ قرون طويلة ، حيث كان قدماء المصريين والرومان يستعملونه عن طريق حرق الكبريت في تطهير أدواتهم المستعملة في صناعة النبيـذ . ولا زالت هـذه الطريقة مستعملة وإنما اضيف اليها اسـتعمال مركبات الكبريتيت في المنتجات الغذائيـة حيث تكون بملامسـة المـاء ممـا يؤدي الى تحرير المركب الفعال .

يعد ثاني أوكسـيد الكبريت واحـداً من أكثر المركبات القاتلة للأحيـاء الدقيقة استعمالاً . وبالاضافة لتأثيره القاتل للأحيـاء الدقيقة فهو يمارس أيضاً عملاً مضاداً للأكسدة كما يشكل احد أفضل موانع الاسمرار الانزيمي .

يؤدي وجود الماء في المادة الغذائية أو حولها الى تكوين حمض مـع ثاني أوكسـيد الكبريت والى إطـلاق شوارد الهيدروجين الفعالة ضـد الاحياء الدقيقة ، ويتم ذلك وفقاً للتفاعلات التالية :

$$H_2O + SO_2 \longrightarrow H_2SO_3$$

$$H_2SO_3 \rightleftarrows H^+ + HSO^-_3$$

$$HSO_3^- \longrightarrow H^+ + SO_3^{--}$$

إلا أن التـأثير الحامضي الضعيف لثـاني أوكسيد الكبريت لا يظهر في حـدود الكميات المستعملة . وتشجع درجـة الحموضة العاليـة تحرير SO_2 من مركبـات الكبريتيت وبالتالي تزداد فعاليته المثبطة . ويمكن تفسير تأثيره في الأحيـاء الدقيقة بعدة طرائق ، أهمهـا :

- تأثيره في نمو الأبواغ البكتيرية ومنعها من الإنتاش .
- تثبيطه للمراحل الاستقلابية للسكر ، التي تحتاج الى وجود النيكوتين آميد آدينين دي نيكليوتيد (NAD)
- إرجاعـه للجسور الكبريتية (S — S) في البروتينات الأنزيمية مانعاً بذلك العمل الأنزيمي الأساسي .
- تفاعله مع أطراف كربونيل السكريات ، مانعاً استعمالها كمصدر للطاقة .

تستعمل مركبات السلفيت بشكل واسـع في تصنيع النبيذ من أجـل تطهـير الأجهزة ، وكذلك من أجل السيطرة على عملية التخمير بالاستفادة من حقيقة ان SO_2 المستعمل بحدود ٥٠ الى ١٠٠ PPM يكون أكثـر سـمية للبكتريـا والفطـور منـه للخمائر . كما يضاف بتراكيز مرتفعة نسبياً (أعـلى من ١ غ/كغ أو لتر) الى عصير العنب المعد لصناعة النبيذ ويزال ثاني أوكسيد الكبريت من العصير السابق بوساطة معاملات لاحقة قبل أو أثناء التصنيع .

تستخدم هـذه المركبات أيضاً لحفـظ المنتجـات النباتية بخاصـة الفواكـه والمحضرات الحاوية بشكل أساسي على الفاكهـة (شرائح التفـاح ، الاجاص المقشر ، البندورة المقشرة ، الفواكه المجففة ، مركزات الفواكه) ، ويقوم بالاضافة لدوره القاتل للميكروبات بمنع حدوث بعض التغيرات غير المرغوبة كالاسمرار الانزيمي .

يضاف ثاني أوكسيد الكبريت أيضاً وبتراكيز مرتفعة لحفـظ الجوز والفواكه المجففة (أقل من ٢ غ/كغ) وفي حفظ سمك المور المملح (أقل من ١ غ/كغ) وفي حفظ السكر المبلور (١٠ — ١٠٠ ملغ/كغ) ، كمـا يستعمل في حفـظ المشروبات الكحولية التاليـة :

- النبيـــذ : اقل من ٣٥٠ ملغ/لتر
- السيدر : اقل من ٢٠٠ ملغ/لتر
- نبيذ الاجاص : اقل من ٢٠٠ ملغ/لتر
- البـــيرة : اقل من ١٠٠ ملغ/لتر

يمنع استعمال ثاني أوكسيد الكبريت في حفظ اللحوم لأنه يقوم بتثبيت لون اللحم مانعاً تشكيل الميتميوجلوبين métmyoglobine وبالتالي يؤدي الى إخفاء مظاهر التحلل والفساد . لا يطرح ثاني أوكسيد الكبريت اي مشكلات سمية ضمن الكميات العادية المستعملة . ويتم التخلص منه اثناء الطبخ او الغلي بشكل كلي . إلا انه يمكن ان يكون سبباً للصداع الناتج من تناول النبيذ الحاوي على كمية منه . ولثاني أوكسيد الكبريت بعض العيوب ، من أهمها انه يهاجم المعادن المستخدمة في اغلفة الحفظ ويقلل من كمية فيتامين B_1 الموجودة في الغذاء . تعتبر منظمة الـ FDA ان SO_2 واملاح السلفيت من الاضافات السليمة (GRAS) شريطة اخذ الاحتياطات اللازمة . ويجب عدم استعمالها في الأغذية الغنية بفيتامين B_1 لانها تخربه . بالنسبة للتشريعات الأوربية ، فهي تمنع استخدام ثاني أوكسيد الكبريت في عصير الفواكه ، باستثناء عصير العنب الذي يسمح بوجود ٥٠ ـ ١٠٠ ملغ/لتر منه. وهناك مجموعة من المركبات اعتمدتها السوق الأوربية كإضافات حافظة في بعض المواد الغذائية وهذه المركبات هي :

ثاني أوكسيد الكبريت SO_2 (E 220) ، سلفيت الصوديوم Na_2SO_3 (E 221) بيسلفيت الصوديوم $NaHSO_3$ (E 222) ، ميتا بيسلفيت الصوديوم $Na_2S_2O_5$ (E 223) ميتا بيسلفيت البوتاسيوم $K_2S_2O_5$ (E 224) سلفيت الكالسيوم $CaSO_3.2H_2O$ (E 226) ، بيسلفيت الكالسيوم (E 227) .

٥ ـ نترات ونتريت الصوديوم والبوتاسيوم :

تعد نترات البوتاسيوم من اقدم الاضافات المعروفة حيث استعملت في معاملة اللحوم . وقد بدىء باستخدام مركبات النتريت في نهاية القرن التاسع عشر . حيث اثبت Polenski عام ١٨٩١ ان النترات ترجع الى نتريت تحت تاثير بعض انواع البكتريا ، واكد في عام ١٨٩٩ ان النتريت هو المسؤول عن اللون الوردي في اللحوم المملحة . وتستخدم النترات والنتريت حالياً على شكل نتريت البوتاسيوم

~~KNO_3 (E 249) أو نتريت الصوديوم $NaNO_2$ (E 250) أو نترات الصوديوم (E 251) $NaNO_3$ أو نترات البوتاسيوم KNO_3 (E 252)~~

ترجع النترات الى نتريت بوساطة الانزيمات المرجعة الميكروبية - nitrates réductases . وتحتوي اللحوم بشكل طبيعي على انواع من البكتريا القادرة على إنتاج هذا الانزيم كالبكتريا المعوية والبكتريا الضمية والمكورات الدقيقة والعصيات اللبنية . ويمكن إضافة بادىء من هذه الميكروبات الى المادة المراد حفظها لتشجيع هذا الإرجاع .

يحدث إرجاع النترات الى نتريت بشكل بطيء . ويتطلب درجة حرارة بين ٤ و ٦°م ووسط يحتوي على كمية ضئيلة جداً من الهواء ووجود كميات صغيرة من السكريات .

تعد مركبات النترات والنتريت من الاضافات ذات الفعالية الشديدة في PH اقل من ٤ر٦ ، إلا انه من الممكن استعمالها في المواد الغذائية ذات الـ PH المرتفع .

تؤثر النترات والنتريت في الاحياء الدقيقة بوساطة الجزيئة غير المتفككة التي يتحكم بها PH الوسط . ويزداد تركيز الحمض النتروني acide nitreux عندما ينخفض الـ PH . يعود التأثير المثبط ، للنتريت ، لنمو الاحياء الدقيقة الى :

- تأثيره في استقلاب الكبريت
- تأثيره في مجموعات الالفا امين للاحماض الامينية ، في درجة حموضة مرتفعة
- تأثيره مع الامينو فينولات كالتيروزين .

تستخدم هذه المركبات تقليدياً في حفظ اللحوم المملحة واللحوم المقطعة الى شرائح والاسماك ، ولهذه المركبات وظائف عديدة ، منها :

— انتاج مركب النيتروزوميوجلوبين nitrosomyoglobine الذي يتكون من اتحاد النتريت مع ميوجلوبين العضلات :

NO_2 — — — — NO + ميوغلوبين ——— نيتروزوميوجلوبين

ويتميز هذا المركب باللون الوردي الثابت المسؤول عن لون منتجات اللحوم المقطعة والمحفوظة .

— يساعد على تكوّن النكهة الخاصة في منتجات اللحوم المقطعة الى شرائح .
— يثبط نمو الـ Cl. botulinum والبكتريا اللاهوائية المتوغة المنتجة للسم العصبي Neurotoxine ، بخاصة في الوسط الحامضي بوجود الملح .

لقد حدث في الماضي الكثير من حوادث التسمم البوتيليني وأدت الى موت الكثيرين نتيجة تناولهم للأغذية المحفوظة بشكل سيء . ومن النادر حالياً حدوث مثل تلك التسممات نتيجة لعوامل السلامة التي يؤمنها استعمال هذا العامل المثبط .

يمكن أن يؤدي استعمال النتريت خدمات اخرى في حماية الأسماك المدخنة المعرضة أيضاً لخطر التسمم البوتيليني وكذلك في صناعة الاجبان المصهورة أو في حالة الوقاية من النوع Cl. tyrobutyricum المسؤول عن حوادث التصنيع المكلفة .

يوجد الكثير من العوامل التي تؤثر في فعالية النتريت . ولا يمنع النتريت إنتاش الابواغ وإنما يمنع التضاعف الذي يتبع عملية الإنتاش وبالتالي يحمي المنتجات المبردة من النتائج المترتبة على ارتفاع درجة الحرارة المفاجيء . ويعد تركيز النتريت الفعلي الموجود في المادة الغذائية لحظة ارتفاع درجة الحرارة العامل الحاسم والمحدّد لفعاليته حيث أن هذا التركيز يتغير مع الزمن تحت تأثيرات مختلفة ويبدو أنه من الصعب السيطرة على هذا التغير في التركيز . تؤثر مركبات النتريت بالاضافة الى ما سبق ذكره في أنواع أخرى من البكتريا غير الكلوستريديوم كال Staphylococcus .

تشكل دراسة آلية تأثير مركبات النتريت اهمية كبيرة لأنها ستسمح في المستقبل بخفض الكميات المستعملة (حالياً ١٠٠ الى ٢٠٠ PPM) وبالتالي خفض اخطار هذا الاستعمال .

لا تظهر مركبات النترات اي سمية مباشرة في حدود الكميات المستعملة في المنتجات الغذائية الحاوية على اللحوم . بينما وجد أن لمركبات النتريت اخطاراً سمية، وهذه السمية يمكن أن تكون مباشرة أو غير مباشرة :

— مباشرة : حيث تعد مركبات النتريت من العوامل السامة فتقوم بتحويل الهيموجلوبين الى الميتميوجلوبين métmyoglobine .
— غير مباشرة : تقوم مركبات النتريت بالتفاعل مع الأحماض الأمينية الموجودة في المادة الغذائية مما يقود الى انتاج مركبات النتروز أمين nitrosamines ذات التأثير المسرطن . كما يمكن أن يكون النتريت نفسه عاملاً مسرطناً .

مع ذلك فإنه من الصعب الاستعاضة عن مركبات النتريت في تامين السلامة ضد البكتريا المنتجة للسم البوتيليني رغم الاخطار المرتبطة بسميتها .

لقد ابقي على استخدام النتريت والنترات في جميع منتجات اللحوم تقريباً نظراً لاهميتها التصنيعية من جهة ، ولدرء خطر التسمم البوتيليني من جهة اخرى . إلا انه تم وضع قوانين صارمة لاستعمالها. ويجب ان لاتستخدم إلا في خليط مع كلور الصوديوم تحت اسم « الملح النتريتي » . ولم يسمح باستخدام إلا هذا الملح (٩٩ر٤ ٪ كلور الصوديوم ـ ٦ر٠ ٪ نتريت الصوديوم) شريطة أن لا يتجاوز محتوى الناتج النهائي من نتريت الصوديوم الـ ١٥٠ ملغ/كغ ، أو بحدود ٢ر١ ـ ٢ ٪ من الملح النتريتي .

٦ ـ حمض الخل والخلات وثنائي الخلات :

عُرف حمض الخل منذ القديم على شكل خل ، واستعمل بخاصة في حفظ المخللات . ويستخدم حالياً ، بالاضافة لحمض الخل النقي والخل ، الكثير من المركبات التي تحرر حمض الخل وهي خلات الصوديوم وخلات البوتاسيوم وخلات الكالسيوم وثنائي خلات الصوديوم . وتعمل هذه المركبات ليس فقط كمواد حافظة وإنما ايضاً كمخلبيات ومحمضات وعوامل تكهة .

يوجد ستة انواع من الخل ، وفقاً لمنظمة الـ FDA ، وذلك حسب مصدر الخل، وهي خل التفاح وخل العنب وخل الشعير وخل السكر وخل الجليكوز وخل الكحول، وهذا الاخير يصنع من كحول الحبوب .

يعد حمض الخل احد نواتج التخمر المتشكلة اثناء انتاج الخل الذي يجب ان يحتوي على كمية من حمض الخل لا تقل عن ٤ غ في ١٠٠ مل منه .

وجد ان حمض الخل فعال جداً ضد البكتريا والخمائر واقل فعالية ضد الفطور ويمتلك هذا الحمض مع ملحه الكلسي فعالية عالية ضد بكتريا الفساد الخيطي ، كما يبدي مركب ثنائي خلات الصوديوم أيضاً فعالية عالية ضد بكتريا الفساد الخيطي والعفن في الخبز .

تعود سمية هذه المركبات الى وجود شوارد الهيدروجين بتراكيز معينة والى التاثير السمي للجزيئة غير المتفككة لحمض الخل . ونتيجة لذلك فإن انخفاض الـ PH يؤدي الى زيادة فعالية هذه المركبات ضد الميكروبات نظراً لازدياد كمية جزيئات الحمض غير المتشردة .

وقد لوحظ ان حمض الخل يستطيع القضاء على انواع البكتريا التالية بوجود تراكيز محددة منه في الوسط :

- بكتريا الـ Pseudomonas aeroginosa بتركيز ٢ ٪ من حمض الخـل خلال ١٥ دقيقة

- بكتريا الـ Salmonella typhi بتركيز ٣ ٪ من حمض الخـل خلال ١٥ دقيقة

- بكتريا الـ Escherichia coli بتركيز ٤ ٪ من حمض الخـل خلال ١٥ دقيقة

- بكتريا الـ Staphylococcus aureus بتركيز ٩ ٪ من حمض الخـل خلال ١٥ دقيقة

ويعد حمض الخل أحد افضل الاضافات الحافظة التي تستعمل في مقاومـة الـ Staphylococcus aureus . يستخدم ثنائي خلات الصوديوم في تثبيط نمو الأحياء الدقيقة في مخلل الخيار والبصل والزيتون وكذلك في حفظ صلصة المايونيز والكاتشاب .

تصنف مركبات حمض الخل وخلات الصوديوم وخلات الكالسيوم وثنائي خلات الصوديوم والكالسيوم بين الاضافات السليمة (GRAS) التي ليس لها أي خطورة على الصحة العامة وفقاً لتشريعات منظمة الـ FDA . كما سمحت تشريعات السوق الأوربية المشتركة باستعمال كل من حمض الخل (E 260) وخلات البوتاسيوم (E 261) وثنائي خلات الصوديوم (E 262) وخلات الكالسيوم (E 263).

٧ ـ حمض البروبيونيك واملاحه :

يُعد حمض البروبيونيك احد الاحماض احادية الكربوكسيل الاليفاتية . وقد عُرف تأثيره منذ عام ١٩١٣ . حيث تبين ان للحموض الدهنية المشبعة الحاوية من ١ الى ١٤ ذرة كربون فعالية في تثبيط نمو الفطور في PH يتراوح بين ٢ و ٨ .

يتميز حمض البروبيونيك برائحة قوية مخرشة نوعاً ما ولذلك يستعمل على شكل أملاح الصوديوم والكالسيوم ذات الطعم والرائحة الخفيفتين . وتعطي هذه الأملاح طعماً شبيهاً بطعم الأجبان عندما تضاف الى الأغذية .

تتصف بروبيونات الصوديوم والكالسيوم بقابليتها على الذوبان إلا أن ملح الصوديوم يتميز بذوبانية أعلى من ملح الكالسيوم حيث ينحل بمعدل ١٥٠ غ/١٠٠مل من الماء في درجة حرارة ١٠٠م وبمعدل ٤ غ/١٠٠ مل من الكحول في درجة حرارة

٢٥م . بينما ينحل ملح الكالسيوم بمعدل ٨ر٥٥ غ/١٠٠ مل من الماء في درجة حرارة ١٠٠م وغير قابل للذوبان في الكحول. يمكن مزج أملاح الكالسيوم والصوديوم بسهولة مع المستحلبات المستخدمة في تحضير الأجبان وصناعتها .

تعد البروبيونات أشد فعالية من بنزوات الصوديوم ضد الفطور لكنها غير فعالة ضد الخمائر ولها فعالية ضعيفة ضد البكتريا باستثناء قدرتها على تثبيط نمو البكتريا المسببة للفساد الخيطي في الخبز وهي بكتريا ال Bacillus mesenteroides .

تصل درجة الحموضة المثالية لعملها الى PH قدره (٥) رغم أن لها فعالية في بعض الأغذية حتى PH يساوي ٦ أو أعلى قليلاً .

يعد حمض البروبيونيك من الاحماض غير السامة ، وهو أحد المركبات الطبيعية الناتجة عن استقلاب الحموض الدهنية . وتعد منظمة الـ FDA هذا الحمض وأملاحه من الاضافات السليمة (gras) عندما تضاف الى الأغذية . ولا يوجد حدود عليا لاستعمالها باستثناء استخدامها في الخبز وبعض المعجنات والأجبان ، حيث حدد استعمال بروبيونات الصوديوم والكالسيوم بـ ٣٢ر٠ ٪ في حفظ الطحين المعد لصناعة الخبز الأبيض و بـ ٣٨ر٠ ٪ في منتجات الطحين الكامل (غير المقشور) وبـ ٣ر٠ ٪ في الأجبان . وسمحت تشريعات السوق الأوربية المشتركة باستعمال حمض البروبيونيك $CH_3 — CH_2 — COOH$ (E 280) وبروبيونات الصوديوم (E 281) وبروبيونات الكالسيوم (E 282) وبروبيونات البوتاسيوم (E 283) .

يساعد حمض البروبيونيك وأملاحه على إطالة فترة حفظ الخبز ومنتجات المخابز ، وقد وجد ان إضافة البروبيونات مع باقي مكونات العجينة قبل عملية الشوي يحمي الخبز الناتج من الفطور التي يمكن أن تلوثه اثناء التبريد والتقطيع والتغليف ، دون إحداث أي ضرر واضح للخمائر أو البكتريا باستثناء تلك التي تسبب الفساد الخيطي للخبز .

ويمكن أيضاً استعمال البروبيونات لتأخير تعفن الأجبان . فقد لوحظ أن تغطيس جبنة الشيدار Cheddar المقطعة في محلول يحتوي على ٨ ٪ من حمض البروبيونيك يؤدي الى اطالة فترة حفظ هذه الجبنة في درجة حرارة ١٥م من ٣ ـ ٥ أيام الى ٢٨ يوماً . كما تستعمل بروبيونات الصوديوم بتركيز ٢ر٠ ٪ الى ٤ر٠ ٪ في منع نمو الفطور على سطح مستخلص المالت . ويبدو انه يمكن استعمال حمض البروبيونيك وأملاحه في حفظ منتجات أخرى كثيرة عن طريق معاملة السطح او الاضافة المباشرة بخاصة بعض الفواكه والخضار وأغذية الماشية .

٨ ـ حمض اللبن ، حمض الليمون ، حمض كلور الماء :

حمض اللبن هـو واحد من المركبات الطبيعية الموجودة في الحليب ، وهو أقـل فعالية من حمض الليمون وحمض الخل ، إلا انه اكثر فعالية من حمض كلور المـاء . وينتج حمض اللبن خلال تخمر بعض المواد الغذائية ، ولكن نسبة إنتاجه غير كافيـة وحدها لتأمين حفظ المادة الغذائية . لذلك يجب الاستعانة بطرائـق أخرى للحفـظ ككلور الصوديوم أو التجفيف أو التخزين في درجـات حـرارة منخفضة . ويستطيع حمض اللبن القضاء على الكثير من انواع البكتريا وذلك بتراكيز مختلفة ، فهو يقضي على الـ Pseudomonas aeroginosa بتركيز ٣ر٠ ٪ وعلى الـ Salmonella typhi بتركيز ٦ر٠ ٪ وعـلى الـ E. coli بتركيـز ٢ر٢٥ ٪ وعـلى الـ Staph. aureus بتركيز ٧ر٥ ٪ .

بالنسبة لحمض الليمون ، هـو ناتـج طبيعي للاسـتقلاب وهـو اكثر سـمية للميكروبات من حمض الخل وحمض اللبن ، إلا أنه لوحظ أن شـاردة الستـرات هي اقل سمية لمعظم انواع البكتريا . ويجب الانتباه الى ان حمض الليمون يمكن ان يشكل مصدراً من مصادر الكربون للعديد من انـواع البكتريا ، حيث تستخدم الستـرات في التفريق بين مجموعة الكوليفورم البرازية ومجموعة الكوليفورم اللابرازية (تستطيع مجموعـة الكوليفورم اللابرازيـة استعمال السيترات كمصدر وحيـد للكربـون) . وتستعمل الستـرات في حفـظ المحاليل السكرية والشرابات والمربيات وفي إعطائهـا الطعم والنكهة المرغوبين . ويمكن أن تضاف الستـرات الى عصير البندورة لزيادة درجة حموضة العصير وبالتالي منع نمـو بكتريا الـ Bacillus Coagulans المسببة للفساد الحامضي والتي تقاوم المعاملة الحرارية أحياناً .

اقترح منذ عام ١٩٤٥ استعمال حمض كلور الماء لأنه من الممكن بعد اضافته الى المادة الغذائية تعديل حموضة هذا الغذاء قبل استهلاكه مباشرة عن طريق اضافة قليل من بيكربونات الصوديوم . وتؤدي هذه العملية الى زيادة كمية الأمـلاح المتواجدة في الغـذاء ، ووجد على سبيل المثال ، أن اضافة ٢٥ مل من حمض كلور الماء ٥ر٠ نظامياً الى لتر من المرق الحاوي على الفاصولياء يعدّل حموضة هذا المرق حيث يصبح الـ PH مساوياً ٣ر٦ . ومثل هذه الحموضة غير ملائمة لنمـو الأحياء الدقيقة ويمكن حفـظ هذه الخضار لمـدة تتراوح بين ٦ أشهر و ١٢ شهراً .

٩ ـ كلور الصوديوم (ملح الطعام) :

يعد ملح الطعام واحداً من اهم المركبات الرئيسـة المستعملة في حفظ اللحوم منذ

زمن طويل . ويتصف ملح الطعام بصفات تؤهله لأن يحتل اهمية كبيرة في حفظ الاغذية ويمكن تلخيص هذه الصفات بما يلي :

- قدرته على تشكيل شوارد الكلور السامة جداً .
- قدرته على خفض قابلية الأوكسجين للانحلال في الأوساط السائلة .
- رفعه لحساسية الخلية تجاه غاز ثاني اوكسيد الكربون CO_2 .
- ربطه للماء الحر الموجود في المادة الغذائية مما يجعله غير جاهز للاستعمال من الأحياء الدقيقة .
- رفعه للضغط الاسموزي في الوسط مما يسبب انقباض بروتوبلاسما الخلايا
- إمكان تدخله في عمل الانزيمات المحللة للبروتينات .

تعد كل الخمائر باستثناء جنس الـ Torula اقل مقاومة للملح من الفطور والبكتريا . وهناك عدد من الأحياء الدقيقة المتحملة للملح Sel - tolérants التي يمكن أن تبقى على قيد الحياة عند تراكيز محددة من الملح . كذلك يوجد أحياء دقيقة محبة للملوحة halophiles لا يمكنها النمو والتكاثر بدون وجود تراكيز عالية من الملح . ويثبط نمو الفطور بوجود تركيز ملحي يتراوح بين ٢٠ و ٢٥ ٪ ، بينما يثبط نمو المكورات العنقودية بتركيز ١٥ ٪ وتقتل بتركيز ٢٠ ٪ .

يلعب الملح ، بالاضافة لدوره كمادة حافظة، دوراً في إعطاء الطعم والنكهة المرغوب فيهما للأغذية ، وهو يضاف غالباً الى الزبدة والأجبان والملفوف والخيار والبندورة الخضراء والبيض واللحوم والأسماك والخبز .

يعمل الملح في بعض الأحيان على تسريع نمو بعض انواع البكتريا وذلك عند استعماله بتراكيز خفيفة . حيث أن تركيز ٥ر٠ ــ ١ ٪ يزيد من مقاومة ابواغ الـ Cl. botulinum للمعاملة الحرارية ، إلا أن هذا التاثير يزول بزيادة تركيز الملح الى ٢ ٪ .

لوحظ ايضاً ان إضافة الملح يؤدي أحياناً الى إدخال الأحياء الدقيقة المحبة للملوحة الى الأغذية .

١٠ ــ السكريات :

تهدف إضافة السكر الى المواد الغذائية الى المحافظة على المظهر الجيد ولتحسين النكهة والطعم لهذه المواد ، وللسكريات تاثير مثبط لنمو عدد كبير من انواع الأحياء

الدقيقة عند وجودها بتراكيز عالية . ويعود تأثيرها في الأحيـاء الدقيقة الى رفعهـا للضغط الاسموزي في الوسـط السائل وخفض كمية المـاء الحـر ، ويترافق ذلـك بانقباض بروتوبلاسما الخلية . ويختلف هذا التأثير باختلاف تركيز السكر ونوعـه . فعلى سبيل المثال ، يثبّط محلول من الدكستروز بتركيز ٣٥ ـ ٤٠ ٪ نمو بكتريا الـ Staphylococcus aureus ويـؤدي الى قتلهـا بتركيز ٤٠ ـ ٥٠ ٪ ، في حين يتطلب تثبيط نموها الى محلول بتركيز ٥٠ ـ ٦٠ ٪ من السكاروز ، ٦٠ ـ ٧٠ ٪ لقتلها . ووجد ان السكريات ذات الأوزان الجزيئية العالية تملك قدرة اضعف لقتل الاحيـاء الدقيقـة من السكريات ذات الأوزان الجزيئيـة المنخفضة ، فالجليكوز بتركيز ٤٠ ٪ يكون اكثر فعالية في الحفظ من السكاروز على التركيز نفسه .

يجب الانتباه الى ان عدداً من انواع الأحياء الدقيقة تقوم بتفكيك السكريات من اجل تأمين حاجتها من الطاقة ، ويتم ذلك فقـط في الأوساط الحاوية تراكيز مخففة من السكر . ويحتوي السكر المحبب على بعض انواع البكتريا المتبوغة ، بخاصة المحبة للحرارة ، وكذلك على الخمائر والفطور . نذكر منها :

ـ بكتريا :

Lenconostoc dextranicum , Leuconostoc mesenteroïdes , Bacillus mycoïdes

ـ فطـور :

Monilia , Penicillium , Aspergillus , Cladosporium

ـ خمـائر :

Asporogenes , Schizosaccharomyces , Zygosaccharomyces

يمكن تثبيط نمـو البكتريا بسـهولة اكبـر من الخمائر والفطور بوجـود تراكيز عالية من السكر . وتعـد الخمائر من الأحيـاء الدقيقة المقاومة لتأثير التراكيز العالية من السكر . وبعضها ينمو في أوساط حاوية تراكيز مرتفعة جـداً من السكر وتسمى الخمائر المحبة للتبادل الاسموزي Osmophiles .

هناك الكثير من المـواد الغذائية التي يتم حفظهـا بوساطة السكريات كالحليب المكثف المحلى والفواكه والسكاكر ... الخ .

١١ ـ المـاء الأوكسجيني :

هـو مركب يتشكل طبيعياً في الكثير من الخلايا الحيـة ، دون ان يصبح سـاما بسبب الحماية المؤمنة بوساطة انزيم الكاتالاز الذي يرجعه الى ماء واوكسجين .

يملك نشاطاً ضد البكتريا ، بخاصة البكتريا اللاهوائية المجردة من انزيم الكاتالاز ويستعمل بشكل واسع في الطب لتطهير الجلد والجروح .

يقوم الماء الاوكسجيني بأكسدة الوظائف التيولية الموجودة في بروتينات الأنزيمات اللازمة لسير عمليات الاستقلاب الاساسية في الخلية . ويتأثر نشاطه بدرجة الحموضة ودرجة الحرارة وكمية الأحياء الدقيقة الموجودة في الغذاء ، وتكون فعاليته القصوى على PH يساوي ٧ر٦ ، وتزداد فعاليته ايضاً بارتفاع درجة الحرارة . في المجال الغذائي ، يستعمل لخفض عدد البكتريا الحية في المواد السائلة كالحليب وللقضاء على البكتريا المحبة للحرارة في السكريات . كما يستخدم في تطهير السطح في بعض المراحل التصنيعية كالتعبئة في جو معقم ، إلا انه لا يسمح باستخدامه كإضافة حافظة في كثير من الدول .

مع ذلك ، اقترح استعماله كمعقم للحليب عن طريق إضافته بنسبة ار٠ ٪ حيث يؤمن تعقيم الحليب ومن ثم يتم التخلص منه بإضافة انزيم الكاتالاز الذي يقوم بتفكيكه ثم تسخين الحليب فيما بعد لتثبيط الانزيم قبل التعبئة في جو معقم . ولم يسمح بعد باستعمال مثل هذه الطرق .

١٢ ـ بيروكربونات ثنائي الايتيل :

هو مادة كيميائية عديمة اللون ، ضعيفة الانحلال في الماء ، غير انها قابلة للانحلال في الكثير من المذيبات العضوية الشائعة ، ولها رائحة الفاكهة الناتجة عن رائحة الاستر . ويملك هذا المركب الصيغة الكيميائية التالية :

$$C_2H_5-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$$

عندما تضاف بيروكربونات ثنائي الايتيل الى المحاليل ، تتحلما بوجود الماء لتعطي كربونات الايتيل وغاز الكربون والماء . ومن ثم تتفكك كربونات الايتيل بسرعة مشكلة الايتانول والماء :

$$C_2H_5-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 \longrightarrow$$

كربونات الايتيل

$$C_2H_5-O=C=O + H_2O + CO_2\uparrow$$

الايتانول

$$\longrightarrow C_2H_5OH + H_2O$$

ويتفكك بسرعة اكبر في المحاليل المعتدلة عنها في المحاليل الحامضية . ولا يعطي اي رائحة عند إضافته للنبيذ بنسب محددة .

للمركب طيف واسع ضد الاحياء الدقيقة وفعالية عالية جداً بخاصة ضد الخمائر . ويعود التأثير القاتل بشكل أساسي الى كربونات الايتيل الناتجة عن حلماة المركب ، حيث تتفاعل مع المركبات الخلوية الداخلية للأحياء الدقيقة ومع الزمر الأمينية الأساسية . تتناسب كمية استعماله مع الحمولة الميكروبية . وهذه الاضافة ضعيفة التأثير في كل الفطور مقارنة بتأثيرها في الخمائر . وهو سريع الفعالية بتراكيز منخفضة جداً وهو يقتل جميع أنواع الخمائر عند إضافته بتركيز ١٢٠ ملغ/لتر خلال أقل من /٣٠/ دقيقة . يسمح بإضافته الى النبيذ المروّق وللبيرة وكذلك الى المشروبات غير الغازية وشرابات الفواكه . ويجب الا تزيد الكمية المضافة الى الخمور قبل او بعد التعبئة على ٢٠٠ PPM ويجب الا يلاحظ اي اثر للمادة المضافة بهذا التركيز بعد خمسة أيام من التعبئة .

بالنسبة للبيرة ، يجب ان تكون نسبة الاضافة أقل من ١٥٠ PPM قبل او خلال التعبئة ويجب الا تزيد الكمية المتبقية منه على ٥ PPM بعد ٢٤ ساعة من التعبئة. في المشروبات غير الغازية وشرابات الفاكهة ، يجب الا تتجاوز الكمية المضافة اليها ٣٠٠ PPM والكمية المتبقية على ٥ PPM بعد ٢٤ ساعة من التعبئة .

١٣ ـ الغازات :

يوجد الكثير من الغازات التي يمكن ان تساعد على حفظ الأغذية كغاز الكربون وغاز الآزوت واوكسيد الايتيلين وأوكسيد البروبيلين .

٢ ـ ثاني اوكسيد الكربون :

تعود فائدة استعمال غاز الكربون في الحفظ الى استبعاده للأوكسجين ولتثبيطه لنمو عدد كبير من الأحياء الدقيقة . ويمكن عدّه أحد المواد المضافة لكونه قابلاً للانحلال في ماء الغذاء وبالتالي دخوله اليه .

يعد الضغط الجزئي لغاز الكربون أحد العوامل التي تؤثر في فعاليته ، ويمكن أن نذكر على سبيل المثال بعض الضغوط الجزئية لغاز الكربون اللازمة لخفض معدل نمو بعض الأحياء الدقيقة في الوسط اللاهوائي بنسبة ٥٠ ٪ :

ـ ٥ر٠ ضغطاً جوياً للنوع	Pseudomonas fragi
ـ ٣ر١ ضغطاً جوياً للنوع	Bacillus Cereus
ـ ٦ر٨ ضغطاً جوياً للنوع	Streptococcus Cremoris

يعد الفرق الكبير في الحساسية بين البكتريا المسؤولة عن الفساد في الأوساط البارودة كال Pseudomonas وبين البكتريا التي ليس لها اضرار كال Lactobacillus الأساس الذي يعتمد عليه في الحفظ تحت التفريغ او بوجود CO_2 ، حيث يثبط هذا الغاز نمو البكتريا الهوائية المسؤولة عن الفساد ويترك البكتريا المنتجة لحمض اللبن تنمو بشكل بطيء . ومن جهة ثانية ، يعد غاز الكربون شديد الفعالية ضد الفطور ، لكنه قليل التأثير في الخمائر . وللدرجة الحرارة تأثير كبير في فعالية CO_2 حيث يكون التأثير المثبط أفضل في درجات الحرارة المنخفضة وذلك بسبب زيادة الانحلالية . ومن هنا تأتي أهمية الاستعمال المشترك للحفظ بالتبريد مع غاز الكربون للاستفادة من هذا التآزر .

يستعمل CO_2 في حفظ اللحوم الطازجة المبردة والبيرة والمشروبات الغازية. ويعد واحداً من الاضافات الهامة والمفيدة على المستوى الصحي لأنه لا يبدي أية سمية.

ب ـ أوكسيد الايتيلين واوكسيد البروبيلين :

يستعمل أوكسيد الايتيلين بشكل اساسي في تعقيم المواد غير الغذائية كاللفافات الطبية وبعض الادوية الجراحية والمحاقن الطبية ومتطلبات المشافي .

يستخدم ايضاً كمادة مدخنة للسيطرة على الآفات الحشرية وله تأثير قاتل في بعض الاحياء الدقيقة .

وجد أن جليكول الايتيلين وجليكول ثنائي الايتيلين ناتجان متبقيان عن التدخين بأوكسيد الايتيلين ، ويشتبه بأن لهما تأثيراً سمياً . لذلك فإنه تم الحد من استعمال أوكسيد الايتيلين كمادة مطهرة ، وحصر استعماله في بعض المواد الغذائية قليلة الرطوبة أو الجافة نسبياً . وبالمقابل يعد جليكول البروبيلين من المواد السليمة واخذ استعماله يزداد كمادة مدخنة .

أوكسيد الايتيلين هو غاز في درجة الحرارة العادية وسائل تحت درجة حرارة ٧ر١٠°م ويتجمد في درجة حرارة (ـ ٣ر١١١°م) . وبما انه قابل للانفجار بقوة يستعمل كخليط مع غازات خاملة . وهو يضاف بنسبة ١٠ ـ ٢٠ ٪ الى ٩٠ ـ ٨٠٪ من CO_2 او اي مادة اخرى خاملة .

أوكسيد البروبيلين هو سائل شفاف كالماء ، درجة غليانه ٣٥°م ويتجمد في درجة حرارة (ـ ٤ر١٠٤°م) . وهو قليل الفعالية مقارناً بأوكسيد الايتيلين .

يقتـل أوكسيد الايتيلين الاحيـاء الدقيقة بشكليها الخضري والبـوغي وكذلك الفيروسات . كذلك لأوكسيد البروبيلين طيف واسع ضـد ابـواغ الفطور والبكتريا وكذلك الخمائر . وتعد البكتريا اكثر مقاومة لأوكسيد البروبيلين . ويتطلب أوكسيد البروبيلين فترة أطول بسبب فعاليته القليلة مقارنـة بأوكسيد الايتيلين ، كذلك هـو قليل الاختراق للغذاء ولذلك يتطلب تحريك الغذاء وطرد الهواء .

تحصر منظمـة الـ FDA استعمال أوكسـيد الايتيلين في مقاومـة الحشـرات والميكروبات باللحوم المدخنة بخشب الجوز والبهارات وجوز الهند المبروش . ويمنع استعمال أوكسيد الايتيلين في الأغذية ذات المحتوى العالي من الرطوبة .

يسمح باستعمال أوكسيد البروبيلين كمدخن في معامل مواد التغليف والخوخ المجفف والفواكه المثلجة وفي تطهـير مستودعات الكاكاو والصموغ . وكذلك يستعمل في البهارات والنشا وذلك كمـواد خـام معـدة للتصنيع . ولا يستعمل في الخضار المجففة والطحين .

١٤ ـ ماءات الصوديوم والبوتاسيوم وفوسفات الصوديوم :

تعد ماءات الصوديوم والبوتاسيوم وفوسفات الصوديوم من الاضافات شـائعة الاستعمال . ويعود تأثيرها القاتل للأحياء الدقيقة أساساً الى وجود شوارد المـاءات (OH^-) . وتضعف بعض المركبات والأملاح قدرة هذه القلويات عـلى قتل الاحيـاء الدقيقة نتيجة منعها تفكك الصود ، وعلى العكس من ذلـك ، لوحظ ان اضافة مـلح الطعام او كربونات الصوديوم للصود يزيد من قدرته القاتلة .

تلعب درجة الحرارة دوراً هاماً في آلية تأثير هذه المركبات ضد الأحياء الدقيقة، فتزداد هذه القدرة كلما ارتفعت درجة الحرارة عـلى ٤٠°م . وعزي ذلك الى زيـادة نفاذية الجدار الخلوي . ويقلل وجود المـواد العضوية من فعاليـة الصود في قتـل الأحياء الدقيقة .

تؤثر المركبات القلوية في البكتريا سالبة الجرام غير المتبوغة تأثيراً شديداً ، بينما تقاوم البكتريا موجبـة الجرام هـذا التأثير ، وتقاومه بشكل اكبر البكتريا المتبوغـة وتعد درجة الحموضة المنخفضة (PH بين ١٠ و ١٢) مميتة لكل الخلايا الخضرية باستثناء الابـواغ .

تستخدم المركبات القلوية غالباً في تنظيف الاجهزة وتطهيرها . ويعـد استعمال قلوي بتركيز ٣ ٪ في غسل الزجاجات (يحـوي ٦٠ ٪ على الاقـل من الصود) لمـدة

خمس دقائق على الاقل وفي درجة حرارة ٥٥م او اكثر اجبارياً في بعض الدول . ويستخدم فوسفات الصوديوم في صناعة الالبان لغسل الزجاجات والأجهزة .

١٥ ـ الكحولات :

يُختار الايتانول البروتينات الخلوية ويخربها عند اضافته بتراكيز عالية ، ويمكن استعماله بتركيز ٧٠ ـ ٩٥ ٪ في بعض الاغذية . على عكس الميتانول السام جداً الذي يمنع استخدامه بشكل قاطع في الحفظ . ويملك الجليسيرول ايضاً خواص مثبطة للأحياء الدقيقة بتراكيز مرتفعة . ويمارس الجليسيرول فعاليته عن طريق نزعه لماء المنتجات . كما يمكن استعمال البروبيلين جليكول الذي يثبط نمو الفطور ويستخدم على شكل رذاذ في الغرف للتخلص من ميكروبات الهواء .

يستعمل الايتانول في المستخلصات العطرية كمستخلص الفانيليا والليمون وغيرها . وتحتوي المشروبات الكحولية مثل الباستيس Pastis على كمية كافية من الكحول لمنع نمو كل اشكال النمو الميكروبي . إلا ان انواعاً كثيرة من النبيذ والبيرة لا تحتوي على كميات كافية من الكحول لضمان منع التلوث الميكروبي .

١٦ ـ ثنائي ـ فينيل (Diphenyl) (E 230)

يعمل هذا المركب على تثبيط نمو الفطور . ويستعمل الدي فينيل بشكل رئيسي في معاملة الورق المستخدم في تغليف الحمضيات ونتيجة لذلك يتواجد على قشور هذه الحمضيات ، ويجب ان لا تتجاوز كميته ١٠٠ PPM .



١٧ ـ المضادات الحيوية :

هي مركبات كيميائية يتم اصطناعها إما حيوياً بوساطة الاحياء الدقيقة أو كيميائياً . وتمتلك خاصية تثبيط النمو عندما تستعمل بكميات عادية وبخاصة الإبادة للأحياء الدقيقة عندما تضاف بكميات كبيرة . ولكي تمارس دورها كمواد حافظة يجب ان يستمر وجودها في المحاليل ، وبالتالي ثباتها في الغذاء شيء اساسي لضمان فعاليتها .

يمكن لهذه المركبات أن تلعب دوراً هاماً في حفظ الأغذية بالمشاركة مع طرائق الحفظ الأخرى ، حيث يمكن استعمالها لتحقيق عدة أهداف ، نذكر منها :

— تأخير فساد الأغذية سريعة التلف وذلك بالمشاركة مع طريقة الحفظ بالتبريد .

— منع تزايد الميكروبات أثناء التحضير .

— خفض عدد الأحياء الدقيقة بالمشاركة مع المعاملة الحرارية .

تتميز المضادات الحيوية بأنها متخصصة نسبياً ضد البكتريا . ونلاحظ على سبيل المثال أن التيروتريسين tyrothricine والبنسلين pénicilline يمارسان فعاليتهما ضد عدد من البكتريا موجبة الجرام إلا أنهما قليلا التأثير في البكتريا سالبة الجرام . بالمقابل يملك كلاً من الستريبتومايسين Streptomycine والتتراسيكلين tetracycline طيفاً واسعاً من التأثير في البكتريا موجبة الغرام وسالبة الغرام .

رغم فعالية هذه المركبات ضد الميكروبات فإن تطبيقاتها في مجال التصنيع الغذائي ضيقة جداً لأسباب كثيرة أهمها :

ـ خطر التأثيرات غير المرغوبة التي يمكن أن تصيب المستهلكين كالحساسية التي يملكها البعض لهذه المركبات .

ـ إمكان اصطفاء سلالات مقاومة للمضادات الحيوية بخاصة المرضة منها ولذلك يمنع استعمال المضادات الحيوية المستعملة في العلاج الطبي لحفظ الأغذية .

ـ إمكان نمو الأحياء الدقيقة غير الهامة في الحالة الطبيعية ضمن الغذاء نتيجة للقضاء على جميع الميكروبات الهامة ، والمقصود هو الخمائر والفطور التي لا تتأثر بشكل عام بالمضادات الحيوية .

ـ عدم المعرفة الكاملة حول تأثير نواتج استقلاب المضادات الحيوية ، حيث يمكن لهذه النواتج أن تتراكم داخل الأنسجة الحيوانية .

مع ذلك ، يبدو أن استعمال المضادات الحيوية لحفظ الأغذية يقدّم فوائد هامة شريطة أن تتوافر فيها بعض الشروط أو المميزات التي نلخصها بما يلي :

— ذات فعالية كبيرة في الحفظ بكميات قليلة وتملك طيفاً واسعاً من التأثير .

— عدم سميتها ولا تؤدي للتحسس .

— ثباتها خلال وقت كافٍ دون أن تتفكك .

— قادرة على القضاء على جميع أبواغ بكتريا ال Cl. botulinum مع معاملة حرارية معتدلة .

حالياً ، الاستعمالات الغذائية للمضادات الحيوية محدودة جداً ، وهناك عدد قليل منها يمكن استعماله في مجال حفظ الأغذية . ومن أهم هذه المضادات الحيوية :

— **مركبات التتراسيكلين :**

يوجد ستة أنواع منها ، تختلف عن بعضها بعضاً بطبيعة الجذور المرتبطة بنواة التتراسيكلين . ومن أهمها الكلور تتراسيكلين والأوكسي تتراسيكلين اللذان كانا يسمح باستخدامهما لبعض الوقت في الولايات المتحدة لإطالة فترة حفظ لحم الفروج الطازج . ويستعملان حالياً في بعض الدول فقط في حفظ السمك الطازج الكامل والقريدس والثلج . وتستخدم في بريطانيا واليابان في حفظ اللحوم الطازجة بما فيها لحوم الأسماك والطيور . وتحفظ هذه المنتجات في جو بارد بعد معاملتها . ويضاف التتراسيكلين أيضاً الى الثلج المعد لحفظ الأسماك وبعض اللحوم بنسبة ١ — ٥ PPM لحمايتها من التفسخ والتعفن .

— **النيزين** Nisine :

هو مضاد حيوي ببتيدي يتم إنتاجه بوساطة بكتريا Streptococcus lactis . ويعد فعالاً ضد البكتريا المحبة للحرارة. ويستعمل لتثبيط نمو بكتريا الكلوستريديوم في الأجبان المطبوخة المضغوطة والتي تسبب الانتفاخات في هذه الأجبان . ويمكن استعماله بالمشاركة مع معاملة حرارية للقضاء على أبواغ بكتريا التسمم البوتيليني بدلاً من النتريت .

يستعمل أيضاً لوقاية الورق والأنسجة والجلود والدهانات .

— **البيماريسين** Pimaricine :

ينتج بوساطة أحد أنواع الـ Streptomyces ، ويسمح بإضافته من قبل الكثير من الدول لمنع نمو الفطور على قشور بعض الأجبان أو على سطح بعض أنواع اللحوم المملحة والمدخنة .

الفصل الخامس

مواد النكهة الطبيعية والاصطناعية ومعززاتها

NATURAL AND ARTIFICIAL FLAVORS

٥ ٠ ١ ٠ مفهوم الطعم والرائحة والنكهة

عندما نأكل طعاماً يتداخل الشعور بالطعم (taste) مع الشعور بالرائحة (Odor) والقوام ليعطي إحساساً شاملاً نعبر عنه بالنكهة (Flavor) . وتعني كلمة Flavor الانكليزية إحساساً شاملاً للطعم والرائحة نعبر عنه بالعربية بالنكهة . فالنكهة اذن صفة للمادة وخاصة لها تسبب شعوراً آنياً بطعم في الفم وبرائحة في منطقة خلف الانف ، وهي محصلة لجميع الاحاسيس التي تتميز في الفم من شعور بالرائحة والنكهة ، واحسن وصف للنكهة ما قاله مارسيل بيريه (Perret) (النكهة هي الذاكرة) .

نخلص الى القول ان النكهة ليست مادة وإنما خاصة مميزة جداً لمادة معينة . والنكهة كخاصة مميزة يمكن نقلها وتحريكها الى مواد اخرى كالطعام والمشروبات وهذا هو الاساس الذي نعتمد عليه في صناعة المنكهات عند تركيب نكهة معينة لتطبيقها في مجال محدد من الأطعمة او المشروبات .

تنشأ النكهة من نوعين من المركبات ، النوع الأول المركبات **المسؤولة عن الطعم** والنوع الثاني المركبات **المسؤولة عن الرائحة** وتسمى **اوروما** (Aroma) . وتوجد مركبات تعطي نوعي الاحساس بالطعم والرائحة معاً .

تتصف المركبات المسؤولة عن الطعم عامة بأنها غير متطايرة بدرجة حرارة الغرفة وتتفاعل فقط مع مستقبلات الطعم الموجودة في البراعم الذوقية في اللسان ، وهي اربعة مستقبلات قادرة على الاحساس بالطعم الحامض والحلو والمالح والمر ، ومنها نذكر

الحموض المضافة التي تقوم بوظائف اخرى بالاضافة الى إعطاء الطعم كمنع نمو الميكروبات ، ونعد منها حمض الخل والخل ، وحموض بربيونيك وسوربيك وسكسينيك وفوماريك وسيتريك ولاكتيك ومماليك وطرطريك وفوسفوريك وجلوكونو جاما لاكتون ، ومن مركبات الطعم ايضاً المحلّيات بأنواعها ، والحموض الأمينية ، والببتيدات والسكريات .

تتصف مركبات الرائحة المسماة أروما (Aroma) بكونها **متطايرة** ، تتلقاها مستقبلات موجودة في عضو خاص بالرائحة وهو النسيج الذوقي للجوف الأنفي . ويجب استعمال مفهوم مواد النكهة ومواد الطعم بحذر لأن مركب نكهة يعطي في أحد الأغذية رائحة مثالية وقد يعطي مع مركب طعم نكهة مثالية وقد يسبب هذا المركب نفسه في غذاء آخر رائحة وطعماً غير مرغوبين أو على الأقل يعطي نكهة لا تتمشى مع الذوق المرغوب . ويشار الى مركبات الرائحة ايضاً بأسماء منها الزيوت العطرية (Essential Oils) ، كما يطلق عليها أيضاً اسم الزيوت المتطايرة (Volatile oils) لأن جزيئات مكوّناتها الكيميائية المختلفة لا تحوي مواد غليسيرينية او دهنية (لاتحوي الغليسيرين واستراته) . تداول الانسان الزيوت العطرية منذ ما يقارب من خمسة عشر قرنا ، وهدف من خلال تداوله معها الى تحقيق غايات علاجية طبيعية أو لتطييب رائحة الاغذية والمشروبات ، واهتم بعزلها من مصدرها وبتركيزها .

عرفت الزيوت العطرية في البداية على انها نواتج التقطير بالبخار للمنتوجات الطبيعية كالزهور والبراعم والأوراق واللحاء (القلف) والجذور والثمار والأبصال . وقد توسع الآن تعريفها ليشمل النواتج المستحصل عليها من طرائق الاستخلاص الاخرى كطرائق الاستخلاص بالمذيبات العضوية والعصر الميكانيكي والتحلل الانزيمي.

عزلت من المواد الطبيعية مجموعتان رئيستان من المواد العطرية ، هما :

آ ـ ما يسمى الراتنجيات الزيتية (Oleoresins) ومنها جميع المكونات التي تعطي الاحساس بالطعم (التذوق) ، وتضم المواد الطيارة والمواد غير الطيارة .

٢ـ الزيوت العطرية ، وهي عامة مركبات طيارة فقط ناتجة من التقطير بالبخار . وحديثاً جاء تعريف الزيوت العطرية وفق المنظمة العالمية للمقاييس شاملاً جميع الأجزاء الناتجة من استعمال عمليات الاستخلاص الآتية (وهو تعريف واسع الشمول) .

آ ـ التقطير ، باستعمال تيار بخار الماء للحصول على ما يتبخر من مواد ذات أصل نباتي معروف ،

ب ـ العصر ، كعصر قشور ثمار الحمضيات حيث يفصل الزيت الناتج عن الطور المائي .

ج ـ الاستخلاص : طرائق أخرى غير التقطير او التقطير التجزيئي لأجزاء من المواد النباتية . وقد تتطلب هذه الطرائق خضوع المواد النباتية لعمليات معالجة كالترشيح والطرد المركزي والتعامل مع مواد ماصة حتى يمكن تركيز المادة العطرية او إزالة بعض المكونات المرافقة غير المرغوبة كالافرازات النباتية باستعمال الاستخلاص او العمليات الحرارية ومعاملات أخرى .

يعرف في الصناعة نحو ٤٠٠ زيت عطري ، بعضها يستعمل في صناعة العطور والمواد الصيدلانية وفي الأطعمة والمشروبات، وبعضها مواد كيميائية وسيطية تستعمل في الاصطناع الكيميائي للعطور . ويبين الجدول (٥ ـ ١) الزيوت العطرية الطبيعية

الجدول (٥ ـ ١) جدول بالزيوت العطرية الطبيعية الرئيسة المستعملة في الصناعات الغذائية (Major essential oil used in food)

الفلفل الحلو	الشوم
اللوز	جنجر
اليانسون	جريفون (بالعصر)
الريحان الحلو	حشيشة الليمون
الغار	زيت الليمون (عصر بارد)
الزنجبيل	ليمون هندي (Lime)
الفلفل الأسود	مسحوق الماس (Mace)
الورد (de Bois)	جوزة الطيب
كافور أبيض	البصل
كراوية	البرتقال (بالتقطير)
قرفة صينية (Cassia)	قشور البرتقال المر (عصر بارد)
بذور الكرفس	قشور البرتقال الحلو (عصر بارد)
قلف القرفة	نعنع فلفلي
براعم القرنفل	أوراق الفلفل الحلو (Pimento)
أوراق القرنفل	مريمية
سيقان القرنفل	نعنع بلدي
الكزبرة	طرخون
الكينا	زعتر
الشمرة الحلوة	خضرة الشتاء

عن (Peterson & Johnson , pp. 239)

الاكثر استخداماً في الأغذية . ويوجد نحو خمسين زيتاً عطرياً من الزيوت العطرية المستخدمة في تنكيه الأغذية ولكن بكميات اقل من تلك الموجودة في الجدول (٥ ــ ١). ويعد منها بلسم نيرو والحبهان واوراق القرفة والكمون وحشيشة الدينار والياسمين والخزامى وبذور البقدونس وغيرها .

٥ . ٢ . وظائف مركبات النكهة :

تقوم مركبات النكهة بالكثير من الوظائف في النظم الغذائية ومنها زيادة قبول الغذاء بحيث يكون تناوله ممتعاً وشهياً ، وايجاد **انطباع** بأن نكهة ما غير موجودة او التخفيف منها . وتعد اهم وظيفة لمواد النكهة **اعطاء نكهة مميزة** معينة كنكهة الليمون والبرتقال والكريما والكولا والشوكولا والفانيلا للمواد الغذائية . وقد اقترنت تجارياً الألوان بالنكهات فغدت المركبات الموجودة في الأسواق تحمل مثلاً لون البرتقال ونكهته وغيرها .

وتستعمل مواد النكهة **لتغيير نكهة** ناتج غذائي كتنكيه الحليب والجبن واللبن او **لتعديل** او **تعزيز** نكهة موجودة كما في تعزيز نكهة الدجاج الدجاج في الشوربة الخاصة بها ونكهة اللحمة في الشوربة ونكهة الزبدة في المارجرين . وتستعمل كذلك في **تقنيع او إزالة** بعض النكهات والطعوم غير المرغوبة، كنكهة الفول (Beany) في بعض منتجات فول الصويا ، وما نشعر به من حلاوة طبيعية بعد تذوق المشروبات المحلاة صناعياً ، وما نشعر به من عدم الرائحة لبعض المواد الصيدلانية . يضاف الى ذلك الاستعمالات الخاصة للنكهات كإضافة الكريما الى القهوة لنكهتها الخاصة ، او لتقنيع نكهة المرار في القهوة ، واضافة الفانيلا الى نواتج متعددة لاعطاء الطعم الحلو او لتغيير النكهة العامة للغذاء وهنا تضاف مركبات اخرى متعددة الى اغذية معينة لإعطاء نكهة معينة محببة ، ومثالها إضافة مركب كيتوني (١) الى المشروبات لتغطية وتلطيف الطعم المر .

واخيراً يجب ان نتذكر دائماً بأن الاستعمال الصحيح لمواد النكهة هو لزيادة قبول الغذاء لتقديره كغذاء ممتع شهي ، ولا تستعمل لتصحيح خطأ ارتكب اثناء التصنيع او لتحسين نكهة مادة غذائية هي في حد ذاتها من نوعية متدنية وفقيرة بالنكهة الا ضمن الحدود المزمع استخدامها ضمنها على أن يبقى هذا الاستعمال في حدود الممارسة الجيدة للتصنيع .

---

(1) 2 - ethyl - 3 - hydroxy - 4 H - Pyran - 4 - One

٥ ٠ ٣ ٠ مواد النكهة الطبيعية Natural flavor

٥ ٠ ٣ ٠ ١ ٠ البهارات والاعشاب Spices and Herbs

البهارات اول مادة منكهة استخدمها الانسان . واستعملها كاول مادة مضافة الى الاغذية لاعتقاده بأنها تحفظ طعامه وبخاصة اللحوم ، وهي فعلاً كذلك ، بالاضافة الى عملها كمادة منكهة . والبهارات تساعد بلا شك على تغطية وتقنيع النكهات غير المرغوبة الناتجة عن الفساد وتستعمل كمادة معطرة في بعض الأدوية اضافة الى استعمالها السابقين كمادة منكهة ومادة حافظة . ويقال ان الكمية التي يستهلكها الانسان من البهارات في مطبخه تفوق الكميات التي تستهلكها صناعة الأغذية .

تعرّف البهارات بأنها نواتج نباتية ، معظمها ذات رائحة نفوذة ، كالفلفل والقرفة وجوزة الطيب والماس(١) (Mace) والبهار والزنجبيل والقرنفل ، وتستعمل في المطبخ للتنكيه ولإعطاء بعض المشروبات روائح خاصة . وتمثل الانواع المختلفة من البهار اجزاءً مختلفة من النباتات ، فالزنجبيل هو جذر النبات المعروف باسمه ، والقرنفل براعم زهر القرنفل، وجوزة الطيب هي البذرة ، والقرفة هي القشرة الداخلية للشجرة والفلفل الأسود هو الثمرة بكاملها . والبهارات نباتات مناطق استوائية وجميعها تجارياً إما مطحونة او كاملة ودائماً جافة .

الأعشاب نباتات بذرية لا يتطور فيها نسيج خشبي ويتحول فيما بعد الى خشب قاسٍ كما في الأشجار والشجيرات ، بل يبقى ليناً وعصيرياً ، وهي نباتات ذات قيمة اقتصادية تنمو عادة في البلاد الحارّة ، وتستعمل كالبهارات كمنبهات وتوابل او حتى ملونات للأغذية . ويستعمل العشب طازجاً او مجففاً بكامله او مطحوناً ، ومن الأعشاب المعروفة الريحان والغار والعترة واكليل الجبل والطرخون .

نرى مما تقدم أنه يصعب توضيح الفروق بين البهارات والأعشاب ، ويتفق على أن منتجات النباتات العطرية ذات الأريج والأصل الاستوائي المستعملة كتوابل في الأغذية ومنكهات للمشروبات هي البهارات ، وان سوق النباتات من المناطق الحارة المستعملة كتوابل في الاغذية هي الأعشاب .

يفضل العاملون في الصناعات الغذائية استعمال الزيوت العطرية والراتنجيات الزيتية على استعمال البهارات الخام والأعشاب . لأن البهارات الخام المطحونة ضعيفة القوة كمنكهات ، وتستعمل تقليداً في حدود (٥ر٠ ٪ ـ ١ ٪) في الأغذية وهي غير ذوابة في الماء ، معظمها شديدة التلون ويترك اثراً لونياً ظاهراً على المنتج الغذائي ، وقد يسبب تلوثاً جرثومياً للغذاء رغم أن بعضها كالقرنفل ذو صفات مضادة للبكتريا .

---

(١) ـ مسحوق قشرة ثمرة جوزة الطيب الجافة .

يضاف الى ذلك بأن قوتها المنكهة والملونة تختلف من دفعة لاخرى ، ومن فصل لآخر . ورغم ذلك فالبهارات تعطي النكهة واللون وبعض الأحيان القوام الى النواتج الغذائية التي تضاف اليها ، ولبعضها فعالية مضادة للأكسدة مثل اكليل الجبل والمريمية . يكثر استعمال البهارات والأعشاب في اللحوم المصنعة والمخللات ومأكولات اخرى .

يؤدي استعمال البهارات والأعشاب الخام الى صعوبات تتعلق بثباتها ولذا يفضل استخدام الراتنجيات الزيتية ، ويمكن الاستعاضة عن ١٠٠ كغ من القرنفل الجاف بنحو ٦ كغ من الراتنج الزيتي للقرنفل ، كما يمكن الاستعاضة عن ١٠٠ كغ من جوزة الطيب بنحو ٩ كغ من الراتنج الزيتي لها ، ويكفي في حالة الفلفل الأسود استعمال ٥ر٤ كغ راتنجاً زيتياً عن ١٠٠ كغ فلفل خام ، ويوضح الجدل (٥ ــ ٣) كميات الراتنجيات الزيتية المكافئة الى ١٠٠ كغ من البهار الخام . كما يوضح ايضاً محتوى الزيت العطري في كل نوع من الراتنجيات الزيتية . ويعد احد اهم فوائد استعمال الراتنجيات الزيتية خفض المساحة المعدة لتخزين البهارات وحفظها من التدهور ، ويؤخذ على الراتنجيات الزيتية أن خزنها حتى في افضل الشروط يسبب تبخير الزيت الطيار فيها والى فقدان حقيقي في النكهة . كما يؤخذ على البهارات والأعشاب المخزونة ضمن أكياس امكان **امتصاصها الروائح الخارجية** من الوسط الموجودة فيه .

تتلوث البهارات والأعشاب بالبكتريا وأبواغ الفطور . وهذا راجع الى الظروف السائدة حول النباتات أثناء فترة نموها وحصادها وشحنها . ويستعمل لتعقيمها التدخين بعوامل غازية مثل اكسيد الاتيلين وهي معاملة متبعة وتحتاج الى مال ولا تخفض عدّ البكتريا الى الصفر ، وتؤثر في جودة البهار للفعالية الشديدة للغاز المستعمل . وافضل حل لمشكلة التلوث الميكروبي للبهار والأعشاب استعمال الراتنجيات الزيتية مع زيوتها الطيارة لخلوها من الأحياء الدقيقة ، فالتقطير بالبخار يقتل البكتريا وأبواغ الفطر كما تقتلها ايضاً المحلات الطيارة المستعملة في استخلاص الراتنجيات الزيتية . يضاف الى ذلك أن ترتيب العمل عادة في مصانع استخلاص الزيوت الطيارة أو الراتنجيات الزيتية يضع مسافة مناسبة بين المواد الأولية والناتج النهائي ويساعد بذلك على الحصول على نواتج خالية من الأحياء الدقيقة وهذا الوضع هام عند تطبيق معايير جيدة للتصنيع لغاية الحصول على نواتج خالية من الأحياء .

٥ ٠ ٣ ٠ ٢ ٠ الزيوت العطرية ومشتقاتها : Essential oil and derivatives

هي سوائل واحياناً مواد شبه جامدة أو صلبة ، زيتية عطرية ، وذات رائحة ، ويستحصل عليها من مواد نباتية . وتتطاير من النبات بالتسخين ، وهي ذوابة عادة

في الكحـول والاثـير وشحيحة الذوبـان في المـاء ، وصـفة التطـاير تميزهـا مـن الزيـوت الدهنيـة .

أول ما نهتم في علوم الأغذية من الزيوت العطرية تلك التي توجـد في البهارات ، لتطبيقاتها الهامـة والواسعة في تصنيع الأغذية ، ولأنهـا أهم مكونات البهارات حيث تتركز فيهـا الرائحـة والمميزات الحسية الأخرى للبهـارات ، ولقيمتها التجاريـة المرتفعـة . ويوضح الجـدول (٥ ـ ٢) قـوة بعض الزيـوت العطريـة وما يقابلها من البهارات .

ونهتم أيضاً من الزيوت العطرية بتلك التي تستخرج من أجزاء معينة من النباتات كالأزهار (زيت النارولي) (١) والبراعم (القرنفل) والبـذور (اليانسون والكزبرة) والثمرة (الليمون الهندي والليمون والبرتقال) والأوراق (النعنع) والقلف (القرفة) والجـذور (الزنجبيل) .

طرق الحصول على الزيوت العطرية :

يستحصل على الزيوت العطرية ومشتقاتها من النباتات بإحدى الطرائق الواردة فيما يلي وهي العصر والتقطير بأنواعه والتحليل الأنزيمي والاستخلاص .

العصـر Expression

توجـد الزيوت العطريـة في قشرة ثمـار الليمون والليمون الهندي والبرتـقال والكريفون ويعطي تخرب خلايـا قشور الثمـار السابقة وعصرها الزيوت العطريـة الخاصة بهـا . وتعتمد الطريقة الأصلية للحصول على زيوت الحمضيات عـلى عصـر قشورها وامتصاص الزيت الناتج بالاسفنج لـذا سميت طريقة الاسـفنج . ويشـار الى هذه الطريقة والطرائق المشابهة التي لا تستخدم فيها الحرارة بطريقة العصر البارد للزيوت العطريـة (Cold press) . ويتم اليوم عصر ثمار الحمضيات والحصول على العصير والزيت معـاً ، ثم يترك الناتج لينفصل الزيت عن العصير ، لاختلاف كثافتهما فالزيت يطفو فوق العصير . ويتم فصل الزيت المتبقي في العصير ، والذي يوجد عادة بصورة معلق أو مستحلب ، بالطرد المركزي أو التقطير .

يمتاز الزيت المعصور على البارد عن الزيت المقطّر بعـدم تعرضه الى الحـرارة

---

(١) ـ Neroli oil ، زيت عطري يستخرج من زهر البرتقال .

الجدول (٥ ـ ٢) وزن الزيت العطري الذي يكافىء ١٠٠ كغ بهار جاف

اسم الزيت العطري للبهار	الوزن المكافىء من الزيت العطري (كغ)
البهـــار Allspice (الفلفل الحلو)	٥ر٢
اللوز المر	٥ر٠
جـذور Angelica حشيشة الملك	٧٥ر٠
بـذور Angelica حشيشة الملك	١ر٠
بذور اليانسون	٥ر٢
اليانسون نجمي	٣ر٠
الرحان الحلو	١٥ر٠
اوراق الغـــار	٢ر٠
جـذور Calamus (عرق اكر)	٥ر٢
بذور الكراويا	٥ر٢
بذور الحبهان	٣ر٠
قرفة صينية (سينمكي) Cassia	٥ر١
بذور الكرفس	٢ر٠
قرفة سيلانية	٥ر٠
قرنفـــل	١٥ر٠
بذور الكزبرة	٧٥ر٠
بذور الكمون	٣ر٠
بذور Dill (شبت ، ديراقوت)	٤ر٠
عشب Dill (شبت ، ديراقوت)	١ر٠
Estragon	١٣ر٠
بذور الشمرة	٥ر٠
زنجبيـــل	٢٥ر٠
فجل الخيل	١ر٠
اوراق الغـــار	١ر٠

جـذور الكاشم	٥ر٠
القشرة الخارجية لجوزة الطيب	٥ر٠
مردقوش (عتره)	٥ر٠
بذور الخردل	٢٥ر٠
جوزة الطيب	٥ر٠
بذور اليقدونس	٣ر٠
الفليفـلة	١ر٠
مريميـة	١ر٢٥
سـعتر	٢ر٠
فلفل اسود	٥ر٠ راتنج زيتي

عـن (Fischetti, F. Jr., pp, 234)

العالية ، ولا يعاني لهذا السبب من تغيرات هـدم في مكوناته . إلا أن الزيت المعصور بالمكائن والذي يتماس مـع الوسط الحمضي والمـائي للعصير يفقد جـزءاً من مكوناته الذوابة في الماء وتنخفض بالتالي جودته . لأن عملية العصر بالمكائن تشجع التحلل المائي لبعض استرات الزيت كمـا تشجع بعض التفاعلات التي يرعاهـا الحمض كوسيط . واذا خيّر العاملون في صناعة المنكهات بـين الزيت المعصور والزيت المقطر ، يفضلون الزيت المعصور ، ما عـدا زيت الليمون الهنـدي . ولتخفيف تـأثير الوسط الحمضي الهادم لمكونات الزيت العطري يتم في بعض عمليات عصر الزيوت العطرية فصل العصير أولاً ثم عصر القشور . يستحصل على الزيت العطري المقطر من العصير او من القشور وفي جميع الحالات لا يعد الزيت المقطر مقبولاً ، ما عـدا حالة زيت الليمون الهندي ، لعدم ثبات نكهته .

التقطـير Distillation

التقطير بالمـاء Water distillation

ويتم في هذه الطريقة غمر المواد بالماء الغالي بحيث يمكنها التحرك بحرية خـلال التقطير وهي مفيدة في حالة ازهار الليمون والبرتقال والورد الدمشقي .

التقطير بالماء والبخار Water and Steam dist.

ويتم فيه وضع المواد النباتية في مكان فوق المـاء الغالي ، وتستعمل عادة شبكة على هيئة سلة ، بحيث تكون المواد النباتية بتماس مع بخـار المـاء وتستعمل هـذه الطريقة مع نباتات كالخزامى والسعتر ، والنعنع الفلفلي .

التقطير بالبخار Steam dist.

توضع النباتات في هذه الطريقة في حجرة التقطير ويدفع اليها البخار . ولا يوجد هنا طور مائي ، وانما طور بخار ، وهي طريقة مناسبة لمعظم الزيوت العطرية ومحذورها الوحيد عدم طحن المواد بصورة ناعمة لانه يـؤدي الى إحـداث قنوات تعطي مردوداً ضعيفاً . وتحضر وفقاً لهذه الطريقة معظم الزيوت العطرية المستعملةكمنكهات. ويتم التقطير فيها عادة تحت ضغط مخلخل قليلاً لخفض درجـة الغليـان ، لأن الحرارة المرتفعـة تفكك بعض مكونات الزيوت العطريـة . ويحدث التقطير بالبخـار تحـولات للكحولات التربينيـة واسـتراتها ، ومنهـا ما يحـدث لخـلات لينالـيل (linalyl) وهو مكون لزيت الخزامى حيث يتحول في ناتج التقطير الى نحو ١٢ مركباً .

ورغم ذلك تصنف الزيـوت العطريـة الناتجة بالتقطير بالبخار كمصادر مركزه للنكهة ، وتشابه الى حد كبير المصدر النباتي الذي أتت منه ، لولا حدوث فقد في بعض المركبات الذوابة في المـاء خلال عملية التقطير وحدوث تفاعـلات تحلل مائيـة وتأثير الحرارة في بعض المركبات الحساسة ، ومن الأمثلة على ذلك كحول فينيل اتيل ، وهو أحـد مكونات زيت الـورد ، وهو قليل الذوبان في المـاء ، ويفقد جزئياً عنـد التقطير بالبخـار ، ويتشكل مركب كريوفلين (caryophylene) من اكسـيد الكاربوفلين في القرنفل ، ولا تقطر بعض مضادات الاكسدة الطبيعية في النباتات مـع الزيت العطري

وكثيراً ما يلاحظ خلال عملية التقطير حدوث فقد في الزيت الطيار نتيجة تكاثف كمية كبيرة من البخار وإشباعها بالزيت الطيار . وعادة يعاد استخدام هذا الماء المشبع بالزيت الطيار مرة ثانية في عملية التقطير او ان يقطر ثانية لسحب الزيت الطيار منه ، ويطلق على عملية استرجاع الزيت الطيار من الماء المقطر باسم (Cohobation) .

التخمر او التحلل الأنزيمي Fermentation or enzymolysis

وفيها تترك المواد المسحوقة منقوعة بالمـاء ، وتعمل الانزيمات عليهـا ، ويخرج الزيت الطيار ويقطر ويستحصل بهذه الطريقة على زيوت اللوز المر والخردل وخضرة الشـتاء . ولا تحتوي النباتات السابقة على زيوت عطريـة جـاهزة للاستخلاص .

وللحصول على زيوتهـا العطرية تسحق النباتات السابقة وتغمر بالمـاء حيث تعمـل الأنزيمات الموجودة في نسجها والتي تحررت بالسحق على تحرير الزيوت العطرية التي يحصل عليها بالتقطير بالمـاء . وفي حالـة اللوز المـر يوجد الزيت العطري بصـورة جلوكوزيد ، اميغدالين ، يعمل عليه بعد سحق البذور انزيم اميلشين ويقسم جزيئه الى جلوكوز وزيت طيار يقطر بالمـاء .

الامتصاص بالدهن Enfleurage

وهي طريقة قديمة يستخلص فيها الزيت الطيار بالدهن وتغمس فيها النباتات بدهن مزال رائحته كدهن الخنزير أو زيت الزيتون أو دهن البقر القاسي (Suet) وينتقل الزيت الطيار من الأزهار الى الدهن ويتجمع فيه ، ويؤخذ منـه بالاستخلاص بالكحول . يسمى الدهن المشبع بالزيت الطيار بالمرهـم العطري (Pomade) ويسمى المستخلص الكحولي للدهن العطري (extrait) ويستخدم كما هو في العطور القويـة (Perfumes) او يزال منه الكحول بالتقطير تحت التفريغ للحصول على الزيت الطيار المطلق (Absolute) وهو أعلى درجات الزيوت العطرية نقاء وتركيزاً . وتمتاز هـذه الطريقةفي أنها تعطي مردوداً أعلى مع بعض الأزهار كالياسمين والبنفسج من غيرها من الطرائق وهي طريقة كما بيّنا قديمة ويعدها بعضهم غير اقتصادية للتكلفة المرتفعة لليد العاملة إلا أنهـا لا زالت قيـد الاستعمال . يحصل حالياً على معظـم الزيوت من الأزهـار بالاستخلاص بالمذيبات المتطايرة لتعطي ما يسمى المادة الصلبة (١) (Concrete) .

الاسـتخلاص Extraction :

تستخلص الزيوت العطرية كافة بمذيبات ذات درجات غليان منخفضة ويعتمد الاستخلاص بالمذيبات على تغلغل المذيب حول النوع النباتي أو مسحوقه ثم استعمال التقطير للحصول على مزيج شبه صلب يسمى المادة الصلبة(١) تضم الزيت العطري ومواد اخرى كالدهون والشموع يستخلص الزيت العطري منها بالكحول ويزال الكحول بالتقطير تحت التفريغ ويعطي ما يسمى المطلق (absolute) . والزيت العطري المطلق مرتفع الثمن جداً ، وقوي الرائحة جـداً ، ولا يستعمل الا بكميات قليـلة في معظم النكهات الطبيعية ، ومنها كمثال استعمال كميات قليـلة من الزيت المطلق للياسمين في نكهات الفاكهة واستعمال الزيت المطلق لنبات الريّاح (genet) في نكهات الزبيب والخـوخ وزيت الميموزا في الحصول على نكهة الخشـب (نواة الايونون) .

---

(١) ــ مزيج شبه صلب يضم الزيت العطري ومواد دهنية وشمعية يستخلص من نسـج النباتات وبخاصة الأزهار باستعمال مذيبات متعددة .

تحضير الزيوت العطرية اللاتربينية Terpenless oils preperation

نتعرض هنا الى المكونات (القطفات) الرئيسة الأربعة التي تضمها الزيوت العطرية وهي :

١ ـ التربينات (Terpenes) وصيغتها المجملة $C_{10} H_{16}$.

٢ ـ المشتقات الاكسيجينية ، وهي مركبات تضم مجموعات وظيفية كحولية والدهيدية واسترية وكيتونية وفينولية واثيرية وسوف نتعرض لها بشيء من التفصيل في فقرات لاحقة لأهميتها في إعطاء الرائحة والنكهة في الأغذية والمواد الطبيعية .

٣ ـ التربينات المضاعفة مرة ونصف المرة ، وصيغتها العامة
(Sesquiterpenes) $C_{15} H_{24}$.

٤ ـ بقايا غير متطايرة . وهي خليط من الشموع والتربينات العليا ذات درجات الغليان المرتفعة كما تضم بعضاً من المشتقات الاكسجينية .

والتربينات ضئيلة القيمة كمنكهات وغير ذوابة بالماء وعرضة للأكسدة الذاتية لذلك تزال من الزيوت العطرية . وسوف نتعرض الى صيغها فيما بعد ويهمنا الآن أن نتعرف على أنها من الفحوم الهيدروجينية .

نحصل على الزيت اللاتربيني اذا تم نزع الجزء (القطفة) المكون من التربينات مع البقايا اللامتطايرة ، ويبقى في الزيت المشتقات الاكسيجينية والتربينات المضاعفة مرة ونصف المرة . ويمكن الاستمرار في فصل الجزئين المكونين للزيت اللاتربيني حتى نحصل على قطفة وحدها تضم فقط المشتقات الاكسيجينية ، وتسمى الزيت الذي لا يحوي على تربينات مضاعفة مرة ونصف المرة . وهذا التقسيم او التجزئة للزيوت العطرية ذو اهمية صناعية ، اذ يميز المختصون في صناعة المنكهات بين نوعين من الزيوت (العطرية) :

الزيوت اللاتربينية : وهي زيوت عطرية أزيل منها التربينات والبقايا اللامتطايرة.
والزيوت التي لا تحوي على تربينات مضاعفة مرة ونصف المرة .

الزيوت اللاتربينية عالية التركيز وقيمتها المادية مرتفعة لذا يجب التمييز بينها وبين انواع الزيوت العطرية الأخرى ، وتحضر بثلاث طرائق رئيسة ، التقطير بالتفريغ (التقطير التجزيئي) والاستخلاص بالكحول ، ثم الاستخلاص بالمذيبات العطرية المتنوعة .

التقطير تحت التفريغ (التقطير التجزيئي)

Distillation under Vacuum (Fractional dist.)

يمكن نظرياً فصل اي من القطفات (الأجزاء) الأربع الرئيسة التي تضمها الزيوت العطرية اعتماداً على اختلاف درجات غليانها ، فالتربينات لها أخفض مجال من درجات الغليان (٥٥ ــ ١٨٠م) ، يتبعها المشتقات الاكسيجنية (١٩٠ ــ ٢٥٠م) وبعدها التربينات المضاعفة مرة ونصف المرة (٢٦٠ ــ ٣٠٠م) وأعلاها في درجات الغليان الجزء اللامتطاير من الشموع ومن التربينات المضاعفة والمشتقات الاكسيجينية .

تنخفض درجات الغليان بالتقطير تحت التفريغ ورغم ذلك تتعرض الزيوت العطرية الى حرارة مرتفعة ، وحتى أن التقطير تحت الضغط ٥ ملم زئبق يؤدي الى تعرض المركبات الاكسيجنية الى حرارة زائدة لا تنفصل القطفات عن بعضها بدقة وانما تتداخل مع بعضها بانتقال بعض المركبات الى قطفة لا تنتمي اليها ، ففي قطفة التربينات توجد بعض المركبات الاكسيجينية وضمن المركبات الأخيرة توجد بعض التربينات المضاعفة مرة ونصف المرة . ويمكن التخفيف من هذا التداخل بإعادة تقطير كل قطفة أو بإزالة المركبات الاكسيجينية من التربينات بتفاعلات كيميائية . ومثالنا زيت الليمون الذي تخرج منه قطفة التربينات التي تضم في الأساس ليمونين (يغلى بالدرجة١٧٢٥ بضغط ٧٦٠ ملمتراً زئبقاً ، وبالدرجة٣٧٥ تحت ضغط ٢ ملمتراً زئبقاً) كما يتقطر السيترال وهو المكون الرئيس للقطفة الاكسيجينية (يغلى ٢٢٩م بضغط ٧٦٠ملمتراً زئبقاً وبالدرجة ١١٠م بالضغط ٢ ملمتراً زئبقاً) ويتوقع المرء نظرا للفروقات الواضحة في درجات الغليان السابقة أن تخرج القطفات نقية ولكن عملياً تضم قطفة التربينات الدهيد السيترال ، كما تحجز بعض التربينات ضمن الشموع غير المتطايرة وتغدو إزالتها بالتقطير شيئاً بعيد المنال .

دفعت المشكلات السابقة التي تلمس عملياً في التقطير التجزيئي الى استعمال التقطير بالبخار لتحضير زيوت خالية من التربينات . ويمتاز التقطير بالبخار عملياً في انه يتقطر فيه المركبات العطرية التي درجة غليانها لا تتعدى المئة حيث يتجنب فيه تجمع الحرارة على جدران جهاز التقطير لاستمرار انتقال الماء بعيداً عنها . ومن مساوئه أن التقطير فيه يأخذ وقتاً لينجز ويقدّر بنحو أكثر من أربع مرات من الوقت المستغرق بالتقطير التجزيئي بالاضافة الى امكان فقد المركبات التي تذوب جزئياً في الماء كبعض الكحولات (ميراتيول ، أو جينول ، فينيل اتيل كحول) ، بالاضافة الى أن الحلماة المائية للاسترات مشكلة أساسية في هذه الطريقة . التقطير ببخار الماء تحت التفريغ أسرع من التقطير العادي بالبخار تحت الضغط الجوي العادي .

عملية الاستخلاص بالمذيب الكحولي Alcohol Solvent Process

تستعمل في هذه الطريقة محاليل كحولية مخففة مع الزيوت العطرية . وعند تقطيرها تخرج مختلف اجزاء الزيوت العطرية مع ابخرة الكحول والماء . وعند تكاثف هذه الأبخرة ، تنفصل التربينات لعدم ذوبانها في محاليل الكحول المخففة ، في حين تبقى المركبات الاكسيجينية فيها . ومن مآخذ هذه الطريقة كلفتها الزائدة نسبياً والوقت المتطلب في إعادة التقطير بالاضافة الى ضياع بعض المركبات الذوابة في الكحول والماء .

الاستخلاص بالمذيب Solvent extraction

يتم فصل التربينات بإذابة الزيوت العطرية في الايثانول (٩٥ ٪) ثم إضافة الماء لتخفيف تركيز الكحول حتى ٦٠ ٪ ، وهذا يؤدي الى فصل التربينات . وبمتابعة الفصل والتبريد والترشيح نحصل على الزيت اللاتربيني. وتعرف هذه الطريقة أحياناً (بعملية زيت الحمضيات المغسول) ، وهي اجمالاً طريقة مكلفة .

وتوجد طريقة أخرى للاستخلاص بالمذيب تعتمد على أن التربينات كفحوم هيدروجينية مركبات لا قطبية تميل للذوبان في المحلات اللاقطبية بينما المركبات الاكسيجينية قطبية وتذوب في المحلات القطبية . وعند اذابة الزيت العطري بمزيج من المحلات القطبية واللاقطبية (مثل كحول متيلي وهكسان) يستخلص المذيب القطبي المركبات الاكسيجينية ويذوب في المذيب اللاقطبي التربينات . ثم تفصل التربينات عن المركبات الاكسيجينية بالتقطير ومن أهم فوائد هذه الطريقة استعمال درجة حرارة منخفضة (٣٠ ـ ٤٥م) ومن صعوباتها الهامة تشكل مستحلبات برهن مراراً على صعوبة تخريبها .

أهمية الزيوت اللاتربينية :

تمتاز الزيوت العطرية التي تخلو من مركباتها التربينية بأنها أكثر ثباتاً تجاه الأكسدة ، سببها إزالة مركبات التربينية الحساسة للاكسجين . وقد برهن أن هذه الزيوت ذات ثبات أفضل عند التخزين وعند إضافتها لبعض الأغذية .

وتمتاز بذوبانيتها الجيدة في (الكحول ـ المـاء) وهي صفة هامة عند إدخالها في صنع النكهات . ومثالها زيت الليمون ذو التركيز الطبيعي ذواب بمعدل ١ : ١٥٠ في كحول ٧٠ بالمئة بينما الزيت اللاتربيني منـه فهو ذواب بمعدل ١ : ٣٥ ـ ٥٠ جـزءاً كحولاً ٧٠ بالمئة ، وبمعدل ١ : ٢ جـزءاً كحولاً ٨٠ ٪ والزيت المزال منـه التربينات المضاعفة ذواب بمعدل ١ : ٢ر٢ جزءاً كحولاً ٧٠ ٪ .

يفضل استعمال الزيـوت اللاتربينية في تنكيـه حلويـات الجلاتين والمشروبات الرائقة . وتعزى العكارة الموجودة في زيوت الحمضيات الخالية من الالياف الى وجود التربينات . هذا وتغدو الزيوت رائقة صافية عند نزع التربينات منها .

الزيوت اللاتربينية مواد منكهة اكثر تركيزاً من الزيوت التربينية المقابلة . إلا ان من عيوبها استعمال الحرارة في الحصول على بعض انواعها ، وهذا يؤدي الى تخفيف النكهـة الطازجـة في الزيت اللاتربيني اذا كان تركيزها طبيعياً (Single fold.) وخلوها من المثبتات التي تبقى في الجزء غير المتطاير . ولعل اكبر استعمال للزيوت اللاتربينية في المشروبات الكربونية والمقطرة ، وبخاصة بعد ان تم تضييق مجال استعمال الزيوت النباتية البرومية في إعـداد صيغ النكهات ، والتي استعملت للتحكم بكثافة النكهات بشكل تتلاءم مـع كثافة المشروبات المحضرة ، حيث غـدا تنكيه المشروبات باستعمال الزيوت اللاتربينية الطريقة الوحيدة .

تخزين الزيوت العطرية Storage of essentiel oil :

يحافظ عـلى جميع الزيوت العطرية بحالة جيـدة ولمدة طويلة اذا وضعت في زجاجات بنية غامقة ثم ملىء الوعاء الزجاجي بشكل لا يترك فيها فراغ راسي ثم أحكم إغلاقها ووضعت في مكان بارد (٢٠ر٥م) بعيداً عن الضوء . وكمثال فحصت عينـة من زيت عصير الليمون الهندي وزيت الحبهان عمرها ٥٠ سنة محفوظة جيداً ووجد انهـا بحالة مرضية تماماً . كما يمكن أن تخزن الزيوت العطرية في أوعية من الفولاذ الـذي لا يصدأ ، شريطة عدم ترك فراغ راسي وإحكام الاغلاق ووضعها في مكان بارد (٢٠ر٥م) .

كما ان أوعيـة الالومنيوم مناسبة لتخزين الزيوت العطرية لمـدد غير طويـلة . وتحتاج هـذه الاوعية الى اكسائها بطبقة من اكسيد الالومنيوم لمنـع تفاعل الزيت او مكوناته مع معدن الالومنيوم . إلا ان طراوة معـدن الالمونيوم العادي تمنـع استمرار

تغطيته بطبقة من الأكسيد لتخربها وعندها يتفاعل المعـدن وينعكس بآثـار جانبيـة ملحوظة وتؤدي الى تخرب النكهة . أمـا الأوعية البلاستيكية فهي عامـة غير مناسبة لخزن الزيوت العطرية والمواد المتعلقة بها أو تعبئتها . فقد يتسرب الزيت العطري عبر جدار الوعاء البلاستيكي أو قد يعمل كمذيب للمواد المساعدة البلاستيكية مما يؤدي الى ارتخاء الوعاء وتداعيه . يضاف الى ذلك ان معظم المـواد البلاستيكية غير كتيمة ونفوذه للهواء حيث يتعرض الزيت العطري الى الأكسدة . وأوعية بولي اتيلين أو بولي فنيل كلوريد غير مناسبة حتى للخزن لفترة قصيرة .

وبينت الدراسات على مدى عامين أن تخزين الزيوت العطرية بما فيها زيـوت الحمضيات والنعنع يمكن ان يتم في براميل حديدية مغطاة بطبقة من الفينول . كمـا يمكن تخزينها في البراميل المطلية بطبقة من الأبوكسي إلا ان طبقة الأبوكسي أقسى واقل مرونة من طبقة الفينول مما قد يؤدي لمشاهدة قطع طلاء طبقـة الابوكسي مهشمة في البراميل . وقد دلت التجارب ايضاً ان البراميل المطلية بطبقة فينول تصلح لتخزين الزيوت العطرية فيها لمـدة ٩ اشهر بدون ان يطرأ عليهـا أي تغيير واضح . ويتطلب تخزين الزيوت العطرية لأكثر من ٩ اشهر استعمال براميل مطلية **بالقصدير** .
هذا ويمكن عامة خزن زيوت الحمضيات لمـدة سنتين تقريباً امـا الزيوت الذوابـة فتخزن لمدة ٩ اشهر ويتطلب تخزينها لأكثر من ذلك إجراء اختبارات مناسبة .

وفي جميع الاحوال يجب اتمام ملء الوعاء وخزنه في مكان بارد (٢٠م) ، وهما شرطان قياسيان للتخزين مهما كان نوع مادة الوعاء ، وتؤكد هنا في الزيوت العطريـة على ضرورة تعبئة كامل فراغ وعاء التعبئة وإلا حدثت التأثيرات الآتية التي تختلف من زيت لآخر حسب نوعية الزيوت العطرية .

الزيوت الفينولية : كزيوت القرنفل والسمتر ، تزداد دكانتها وتحتاج الى إعادة تقطيرها اذا كان المطلوب زيوتاً عديمة اللون .

زيوت النعنع Mint : زيت النعنع السنبلي (البلدي) اكثر عرضة للأكسدة من زيت النعنع الفلفلي لأن المكون الرئيس فيه وهو الكارفون الميسر (Laevo Carvone) يميل لأن يتأكسد ويشكل كارفاكرول (Carvacrol) الذي يـؤثر بشدة في نكهـة الزيت حتى ولو كان بتراكيز بسيطة . ويميل زيت النعنع الفلفلي الى أن يغدو معتقاً مع تخزينه ولكن يطرأ عليه تغيرات لونية ويعطي تلوناً مزرقاً أو مخضراً نتيجة اكسدة مينثوفوران (Mentho furan) الذي يوجد بحدود (٣ ــ ١٥ ٪) حسب نوع زيت النعنع الفلفلي .

الزيوت الالدهيدية : وهي الزيوت التي تحوي الدهيدات كمكونات رئيسة كزيت اللـوز وزيت القرفـة الصينية ، ويتأكسد فيهـا الألدهيدات وتتحول الى حموض ، وتنعكس هذه الأكسدة بظهور مواد تبلور في الزيت يمكن فصلها عنـه ، وبانخفاض في تركيزمكونات النكهة الرئيسة ومثالها اكسدة بنز الدهيد الى حمض بنزويك .

وكخلاصة تخزن جميع الزيوت العطرية في أوعية مبطنة بطبقة فينول . كما يمكن استعمال براميل حديد أسود لبعض الزيوت مثل زيت الكينا . كما تخزن في براميل مبطنة بالفينول القطفات المعزولة من الزيوت العطرية كالينالول ، أوجينول ، ومختلف المواد الكيميائية العطريـة وخلائطها التي تسمى تقليداً الزيـوت العطرية والبارفانات ومعظم الصيغ المنكهة ، شريطة تأمين شروط تخزين ملائمة كما ذكر سابقاً .

٥ ٠ ٢ ٠ ٣ ٠ الراتنجيات الزيتية Oleorisen :

تحضر من ارتشاح مسحوق البهـار أو الأعشاب وغسيلها بالمذيبات المتطايرة . ومن المذيبات الشائعة كحولات الاتيـل والمتيل والايزوبروبيل بالاضافة الى الفحـوم الهيدروجينية مثـل كلوريـد المتيلين والاتيلين ، والهكسـان والاسـيتون . ويشمل تحضيرها طحن البهارات والأعشاب لعملية الاستخلاص لتحطيم الخلايا الحاملة للنكهة ولتسهيل استخلاصها ، حيث تزيل المذيبات خلال ارتشاحها عبـر طبقـة مسحوق البهـارات أو الاعشاب مكونات النكهـة (وبخاصة الزيـوت العطرية) والراتنجيـات والاصماغ والمواد الاخرى التي تذوب في المذيبات المستعملة . بعدها تفصل المذيبات بالتقطير لإعادة استعمالها تاركة خلفها مواد لزجة تسمى الراتنجيات الزيتية . وتحدد التعليمات القانونيـة مستوى المذيبات المتبقيـة في الراتنجيـات الزيتيـة . تختلف الراتنجيات الزيتية عن الزيوت العطرية في أنها تحوي مكونات متعددة ذات درجـات غليان مرتفعة ومركبات غير متطايرة موجودة في الأصل في البهارات والأعشـاب ولاتوجد في الزيوت العطرية للبهارات . ويتم استخلاص الراتنجيات الزيتية من بعض البهارات لاستعمالها كملونات وليس كمنكها ، وهذه حالة الفليفلة (Paprika) والكركم الـذي يستعمل الراتنـج الزيتي لهمـا في تصنيع مرق السلطة وتلوين المخللات . وتـلوّن الراتنجيات الزيتية الأغذية ، بالرغم من أنها كثيفة ولزجة بدرجة أقل من البهـارات التي أتت منها ، لاستعمالها بكميات صغيرة . واكتسبت الراتنجيات الزيتية تطبيقات هامة ومتعددة في الاغذية للخواص التي تتمتع فيها وبخاصية ذوبانيتها .

لا تكافىء النكهـة في الراتنجيات الزيتيـة ، في كثير من الأحيـان ، مثيلاتهـا في الزيوت العطرية . فالزيت العطري للزنجبيل والفلفل الأسود لا يوجد فيه الطعم اللاذع الواخز الذي يوجد في الراتنج الزيتي او بهارهما .

ويمكن القول عامة إن الراتنجيات الزيتية تعطي مستعملها فرصة للاستفادة من فوائد البهارات مع تجنب اضرارها ، فهي اكثر تجانساً واسهل تطبيقاً واقوى من البهارات الجافة (الجدول ٥ ــ ٣) ، وتستعمل عادة بتراكيز تقابل ١/٥ الى ١/٢٠ من تراكيز البهارات الجافة ، وهي مناسبة بخاصة لاستعمالها مع الاغذية التي تتضمن استعمال حرارة عالية لمنتجات المخابز والمقليات . وتعمل الراتنجيات والزيوت الدهنية في الراتنجيات الزيتية كمثبتات طبيعية للزيوت العطرية المتطايرة ، وهذا التثبيت لمكونات الزيوت العطرية يمنع تبخر المكونات المتطايرة خلال العمليات الحرارية والفقرات الآتية تمثل الفوائد الرئيسة لاستعمال الراتنجيات الزيتية .

ــ **تجانس النكهة** : من حيث نوعيتها وقوتها ولونها . لان البهارات والاعشاب تميل الى الاختلاف من سنة الى اخرى وتخفف هذه الاختلافات الى حدها الأدنى باستعمال الراتنجيات الزيتية .

الثبات : تميل البهارات والاعشاب الى فقدان زيوتها المتطايرة بالبلمرة والاكسدة والتبخر وتقوم الراتنجيات الزيتية بمحتواها المرتفع من المكونات اللامتطايرة ومنها مضادات الاكسدة بمنع فقدان الرائحة .

التخزين : ان النكهة الموجودة في الراتنج الزيتي تكافىء كمية كبيرة من البهارات. وهذا ينعكس بصغر مساحة التخزين المحتاجة . كما أن تخزينها في براميل مغلقة يمنع احتمال حدوث تلوث مقارنة مع الاكياس التي تخزن فيها البهارات .

الميكربيولوجيا : يمكن الحصول على بهارات وأعشاب خالية من البكتريا من خلال المعالجة بعملية تعقيم طويلة إلا انها لا تخلو بالكامل من الميكروبات . والراتنجيات الزيتية نظراً لطبيعة انتاجها ، خالية من البكتريا والفطور ، كما انها بطبيعتها لاتساعد على نمو الميكروبات .

التوفير : مهما كانت درجة نعومة البهارات والاعشاب فلا بد من أن يبقى بعض مركبات النكهة محصورة في الخلايا ، وهي نكهة غير متاحة وتعد خسارة . والراتنجيات الزيتية تعطي نكهة أقوى قياساً على البهارات .

واخيراً تمتاز الراتنجيات الزيتية في انها اكثر ثباتاً من الزيوت العطرية المقابلة ، وبخاصة في الاغذية التي يتضمن تصنيعها حرارة مرتفعة فهي تعطي نكهة مميزة اكثر قرباً للبهارات الجافة الطبيعية من النكهة التي تعطيها الزيوت العطرية .

الجدول (٥ ــ ٣) وزن الراتنجيات الزيتيـة التي تكافىء ١٠٠ كغ من البهارات الجافة او الأعشاب

الراتنج الزيتي والاسم باللاتينية :		كمية الزيت العطري (مل/١٠٠غ)	المكافىء الوزني (كغ)
البهـار	Pimenta officinalis	٤٠ ــ ٥٠	٤ ــ ٦
اليانسون	Pimpinella anisum	١٥ ــ ١٨	٧ر٥ ــ ٩
فليفلة حدة	Capsicum Frutescen		٥ ــ ٧
حبهـان	Cardamon elettaria	٥٠	٥
كرفس	Apium graveolens	٩ ــ ١١	٣ر٥ ــ ٦
قرفـة	Cinnamomum Zeylanicum		٢ر٥
قرنفل	Caryophyllus eromaticus	٤٠	٥
كزبـرة	Coriandrum Savitum	٦	٦ر٥
فلفل كابيبا	Piper Cubeba	٨٠	١٥ ــ ١٨
	Anethum graveolens	١٠	٤ ــ ٦
الثـوم	Allium sativum	٥	٢ (طازج) ٨ (مجفف)
زنجبيل	Zingiber officinale	٣٠ ــ ٤٠	٤ ــ ٦
	Laurus nobilis	٢٥ ــ ٣٠	١٥ ــ ١٢
مسحوق قشور جوز الطيب	Myristica Fragrans (Mace)	٤٠ ــ ٤٥	٦ ــ ٨

تتمة الجدول (٥ ــ ٣)

عتــرة	Majorana hortensis	٨ ــ ١٠		٧ ــ ٩
بذور الخردل	Brassica nigra	٥		٤ ــ ٥
جوزة الطيب	Myristica Fragrans	٥٥ ــ ٦٠		٨ ــ ١٠
البصــل	Allium Cepa	٥		٠ر٢٥ (طازج) ١ (مجفف)
	Coridothymus Capitalus	٢٧ ــ ٣٠		٨ ــ ١٠
فليفلة حلوة	Capsicum annum	٤٠ر٠٠ ــ ١٠٠ر٠٠٠	وحدة لون	٦ ــ ١٠
بقدونس	Petroselinum sativum	١٢ ــ ١٥		٠ر٣٣ (طازج) ٣ (مجفف)
فلفل أسود	Piper nigrum	٢٠ ــ ٣٠ مل (٥٣ ــ ٥٧ ٪)		٤ر٥
	Piperine ببرين			
اكليل الجبل	Rosmarinus officinalis	١٠ ــ ١٥		٤ ــ ٧
مريميــة	Salvia officinalis	٢٥ ــ ٣٠		٦ ــ ٩
طرخــون	Artemisia dracunnculus	١٢ ــ ١٥		٢ ــ ٣
زعتــر	Thymus vulgaris	١٠		٥
كركــم	Curcuma longa	١٠٠٠	وحدة لونية	١٥ ــ ٢٠

T. E. Furia, vol. II ; pp. 232 - 233.

المـواد المعزولـة Isolate

وهي مواد مميزة تعـزل من النكهات الطبيعية . وقياساً على هذا المعنى فـإن الزيوت العطرية والراتنجيات الزيتية والمستخلصات الجامدة التي تستخلص من المواد النباتية الطبيعية هي مـواد معزولة (Isolate) ، إلا أن المـواد المعزولة بمعنـاه المقصود هنـا مصطلح يشـير الى المـواد الكيميائية العطريـة المشتقة من النواتـج الطبيعية التي يحصل عليها عامة من الزيوت العطريـة ، ويستعمل التقطـير والبلورة والاستخلاص واحياناً تفاعلات كيميائية في الحصول عليها .

تستعمل المواد المعزولة في اعداد العطـور وفي اعداد المواد المنكهة كمـا تستعمل كمادة اوليـة لاصطناع مـواد ذات قيمة اعلى منها . الفانيلين انتج تجارياً في البدايـة من اوجينول المعزول من زيت القرنفل ، ويحصل عليـه الآن من السـائل المتبقي من عمليـة السلفة في صناعـة الـورق ويسمى فانيلين اللجنين . ويستحصل الآن عـلى الايون من تكثيف السيترال والأسـيتون وقـد عـزل سابقاً من مصدره الطبيعي . يعتمد إنتاج المواد المعزولة على مدى توافر الزيت العطري الذي يستخرج منه أو مدى توافر المصادر الطبيعيـة الاخرى . إلا ان الصناعة قـد تحركت في اتجـاه الاصطناع الكيميائي من المشتقات البترولية . ورغم ذلك فلا تـزال كميات من المـواد المعزولـة تستخرج من مصادرها الطبيعية وذلـك لإدخالهـا في صنـع النكهات الطبيعية حيث لايجوز قانوناً استخدام إلا المواد ذات المنشأ الطبيعي في صيغها . هذا ويشمل مصطلح نكهة طبيعية الزيوت العطرية والراتنجيات الزيتيـة والمستخلصات ونواتـج حلمـأة البروتينات والمتقطرات المستحصل عليها من مصادر نباتية كما يضم هـذا المصطلح المواد التي تستخلص من المنكهات الطبيعية السابقة بالاستخلاص أو التقطير أو البلورة حيث تعد طبيعية وغير ناتجة بالاصطناع الكيميائي .

٥ . ٣ . ٤ . عصائر الفاكهة ومشتقاتها :

تحتوي الفاكهة على نسبة مرتفعة من الماء (٨٠ ـ ٩٠ ٪) ينحل فيها مواد تعطي النكهة كالمواد الطيـارة والحموض والالوان وجوامـد اخرى كالسكر ومـواد بكتينيه ومعادن ، حيث توجد مواد النكهة الفعلية بتراكيز صغيرة . يستحصل على المركزات بإزالة المـاء من العصير ، ويتم عادة بالتقطير تحت التفريغ ، ولا تزيد درجة حـرارة العصير اثناء التقطير على ٤٠م ولكنها درجة حرارة كافية حتى تؤثر في جودة مـواد النكهة . وتتطاير مركبات النكهة مع الماء ، أثناء تركيز العصير وتضم ١٠ ٪ الأولى من المـاء المتقطر من العصير على معظم مـواد النكهة المتطايرة . تؤخـذ القطارة الناتجة وتركز ثانية بالتقطير تحت التفريغ حيث يتم فصل جزء كبير من المـواد الطيارة التي

تضاف مرة ثانيـة الى العصير المتكثف وتسمى هذه العملية استرجاع المـواد العطرية (essence Recovery) ويطبقها معظم معامل مركزات العصائر .

مستخلصات الفاكهة الحقيقية True fruit extracts

وهي مستخلصات تعدّ وتركز ، كمـا يـدل اسمها ، من الفاكهة الطازجة أو المجمدة أو المجففة . وتعتمد نكهتها على جودة المـادة الأولية وكميتها ، وعلى مـدى النجاح في استرجاع العطـر في مركزاتها . وتعتمد طريقـة إعدادها عـلى هرسها في الكحول ، ثم اخـذ الكحول والمـاء وتقطيره لتركيز النكهـة . بعدها يعصر المتبقى من الفاكهة للحصول على العصير ، يتبعه تخريب المواد البكتينية في العصر تمهيداً لتركيزه وتعد خطوة تخريب المـواد البكتينية عملية هامـة في إعـداد مستخلصات تستعمل في صناعة المشروبات الكحولية . لان المشروبات الكحولية المعطرة بعصير الفاكهة الـذي يحوي بكتيناً تعطى مظهراً عكراً . وتعطى هذه الطريقة نتائج جيدة اذا تم تقطير المواد المنكهة مع الكحول . ويعد المستخلص النهائي للفاكهة من مزج مـواد النكهة المتقطرة ومركز عصير الفاكهة .

يعتمد نظام استرجاع العطر(١) (essence) على مبـدأ ان النكهة في عصـير الفاكهة تفصل بسهولة اذا حقن العصير بسرعة ببخار مـاء مضغوط في حجرات خاصة حيث ينفصل البخار النـاتج من العصير ، ويبرد العصير بسرعـة الى درجة حـرارة الغرفـة ، ويخرب بكتينه ، ثم يرشح ، ويركز تحت التفريـغ العالي . تساق ابخرة المـاء الحاملة للنكهة الى عمود تجزئه يتم فيه فصل مواد النكهة عن المـاء ، وترتفع ابخرة المنكهات المركزة الى أعلى العمود ويبقى بخار المـاء في الأسفل . وتجمع ابخرة الأروما وتسمى عطر الفاكهة (Fruit essence) . ومن الأمثلة عن عطور الفاكهة عطر العنب ١٠٠ ضعف أو ١٥٠ ضعفاً ، وهذا يدل على أن كل حجم منه يحمل ١٠٠ أو ١٥٠ ضعفاً من نكهـة العنب الطبيعي . اي ان حجماً واحداً من عطر العنب ١٠٠ يعادل ١٠٠ حجم من عصير العنب الطبيعي . وفي آخر مرحلة تضاف العطور المركزة الى مركزات العصائر لتكوين المستخلص النهائي .

لا تستعمل مستخلصات الفاكهة ومركزاتها في السكاكر القاسية او في اي غـذاء آخر يتطلب اعداده استعمال حرارة عالية ، لأن الحرارة تؤدي الى كرملة السكريات

---

(١) ـ أريـج عطري مركز ويستعمل في بعض الدول للإشارة الى الزيـوت الطيارة ، ويستعمل في الولايات المتحدة للإشارة الى المحاليل الكحولية للزيوت العطرية .

الموجودة في العصير وتعطي لوناً وطعماً غير مرغوبين ، كما ان الحمض الموجود فيها يحوّل السكر الى سكر منقلب . وتستعمل هذه المستخلصات حيث لا يوجد حرارة عالية اثناء التصنيع ويتحمل الناتج الغذائي اضافة كميات من المستخلص كما في المشروبات .

طور في صناعة المنكهات ، لزيادة قوة النكهة في مستخلصات الفاكهة ومركزاتها ما يسمى (WONF)، وهي مستخلصات مدعّمة جاء اسمها من اختصار الكلمات الآتية (With Other Natural Flavor) ، وهي بالتعريف مستخلصات فاكهة دعمت نكهتها بنكهات طبيعية من مصادر أخرى إلا أنها تعطي النكهة المميزة للفاكهة التي تحمل اسمها . ومنها الفريز الذي يحوي مستخلص الفريز ومستخلصات عصائر أخرى لدعم نكهة الفريز وتحسينها ، وتضاف عادة صبغة جذور السوسن الفلورنسي (Orris) أو مركزات الياسمين القوية ، ويساهم الأول بتقوية رائحة الايونون الموجودة في الفريز والثاني بتدعيم نكهة الفاكهة . ويتم عادة تهيئة هذا النوع من المركزات بدعم مركزات الفاكهة بالزيوت العطرية المختلفة والراتنجيات الزيتية أو بالمستخلصات النباتية او بمستخلصات فاكهة اخرى وعصائرها ومركزاتها . وتأثير مركزات (WONF) يتجاوز بعدة مرات تأثير مستخلصات الفاكهة ومركزاتها ، وهي حساسة لدرجات الحرارة . وتستعمل في المشروبات غير المكربنة وفي أنواع خاصة من الخمور والمركزات الجاهزة والمثلوجات اللبنية ونواتج الألبان .

الصبغات Tincture

وهي محاليل كحولية او كحولية مائية لمواد نباتية او حيوانية . وتحضر في بعض الأحيان من المواد الكيميائية . إلا أن التعليمات الأمريكية تنص على ضرورة احتوائها على ١٠ ــ ٢٠ ٪ غراماً من المادة في ١٠٠ مل من الصبغة . وهي إجمالاً سهلة التحضير .

٥ . ٤ . المنكهات الاصطناعية Synthetic flavors

يمكن من الناحية القانونية عدّ المنكهات الاصطناعية اي مادة منكهة ليست من المكونات الطبيعية للغذاء الذي اضيفت اليه . تجمع المواد التي تدخل في تكوين صيغ النكهات الاصطناعية في اربع زمر كالآتي :

١ ــ المواد التي توجد طبيعياً كزيت القرنفل والقرفة والبرتقال .

٢ ــ المركبات التي عزلت من مواد نكهة طبيعية ، ومثالها بنز الدهيد الذي يعزل من

زيت اللـوز المـر والدهيد القرفـة من زيت القرفـة والاجينول من القرنفـل والسـيترال من الليمون وخلات لينـاليل من زيت البرغموت .

٣ ـ المواد التي تحضر بالاصطناع الكيميائي ولكنها مماثلة كيميائياً لمـواد موجودة في الطبيعة وتسـمى لذلك المواد العطرية المماثلة للطبيعة . ومثالها كبروات الأليل (الليل هكسـنوات) وائيل متيل فينيل غلسـيدات (الألدهيد ـ سي ١٦) .

ويبدأ العمل في إعداد النكهات الاصطناعية بالمحاولـة لتقليد النكهات الطبيعية بعد معرفة تركيبها . وقـد ساهمت في هـذا الخصوص الكروماتوغرافية الغازيـة وحديثاً انضم اليها المطياف الكتلوي في توضيح الكثير من المركبات المعقدة التي تكوّن نكهة معينة طبيعية . ولا تزا لالبحوث مستمرة في هـذا المجال لتوضيح المزيـد من البنيات ومحاولـة تقليدها بالاصطناع العضوي تمهيـداً لوضـع نكهرتها الصنعية في الأسواق للتداول .

ويعمد عند إعداد النكهات الصنعية بوضع المركبات التي تعطي الصفة العطرية المميزة ، ويضاف اليها مكونات اخرى تساعد على تكوين نكهة اكثر قربـاً من النكهة المرغوبة . وتوجد في هذا الخصوص مركبات معروف عنهـا انها تعزز النكهات منهـا ٣ ـ هيدروكسي بوتيرات التي تدعم نكهة عنب الكونكورد وغيرها . وفي الحقيقة فـإن كل جزء من النكهة الاصطناعية يلعب دوراً في النكهة العامة ، وما لم نتعرف عـلى دور كل جزء منها لا نستطيع أن نضع الصيغة الناجحة لنكهة اصطناعية . وتضم القوائم المنشورة ، والتي توجد احداها في المرجع (Furia vol II) ، على ما يزيد على الفي مادة كيميائية مستعملة في اعداد النكهات والروائح والعطور الاصطناعية . وبعض من هذه المواد يوجد مثيل لـه في الطبيعة وبعضها الآخر لا يوجد مثيله .

تتكوّن النكهات الاصطناعية من جـزء النكهة (flavor portion) وجـزء التخفيف (diluant) ، ويجب ان يكونا في توازن في النكهات المقبولة . وتعني كلمة توازن هنـا ان المادة المخففة (المذيب) والنكهة يجب أن تكونا متوافقتين مع بعضهما ، فلا يسود عطر المذيب ، وتحافظ اروما النكهة على ديمومتها لمدة من الزمن ، وعندما تمدد النكهة تعطي النكهة الشذية المميزة لهـا .

ويتم أثناء وضع الصيغة التجريبية لنكهة مـا اختيار **مركبات متميزة** بمجموعاتها الوظيفية ، كاستعمال الاسترات مـع نكهات الفاكهة ، وتسـمى **العناصر المميزة للنكهة** (Charater items)

يوجد دائما ضمن مكونات صيغة النكهة بعض المركبات المتميزة بنكهتها وتعطي وهي بتراكيز ضئيلة هيكل النكهة الاساسي ، وهي مركبات عطرية قوية تعطي النكهة اسمها ، وفعالة مع مزيج مركبات النكهة الاخرى ولو كانت بتراكيز ١ ـ ١٠ أجزاء بالمليون . ومثالها مركب جاما ـ انديكا لاكتون (الدهيد سي ١٤) في نكهة الدراق .

بعد المرحلة السابقة التي تحدد فيها **المركبات المميزة** للنكهة ننتقل الى اختيار المركب او المركبات **التي تساهم** في إعطاء النكهة المميزة ، مثل مركب اتيل ميتيل فنيل غلسيدات (الدهيد ـ سي ١٦)(١) ، حيث يعطي هذا المركب مع الالدهيد ـ سي ١٤(٢) نكهة فاكهة الدراق المنسجمة تماما مع النكهة الطبيعية

وفي المرحلة الثالثة ، يختار كيميائي النكهة ما يسمى **العامل المفرق** differential item وهو مركب او اكثر يعطي النكهة علامة فارقة مميزة لها تفرقها عن مثيلاتها من النكهات التي تنتجها معامل اخرى. وهذه المادة المفرقة يفضلها كيميائيو النكهة على غيرها ير تاحوا لوجودها في النكهة وتؤدي اضافتها الى زيادة نجاح النكهة عند استعمالها .

والخطوة الرابعة في صياغة النكهة التثبيت . وغايته الاحتفاظ بالنكهة العامة المرغوبة بشكل ثابت وتثبيت النموذج المرغوب فيه . ويعتمد التثبيت على استعمال مواد تؤدي الى تنظيم سرعة تبخر مواد النكهة من سطحها وتخففها بصورة يمكن أن تتلقاها مستقبلات التذوق والرائحة بارتياح . لا يتطلب التثبيت استعمال مواد ذات درجات غليان مرتفعة ، ولكن حتى تعمل كمثبتات يجب ان تكون درجات غليانها اعلى من درجات غليان المواد المساهمة في النكهة ومساوية درجات غليانها للمواد التي تعطي الصفة المميزة للنكهة . ومثالها مادة متيل ثنائي هيدروجاسمونات المستعملة في صيغ نكهة الفريز .

٥ . ٤ . ١ . ايجاد صيغة نكهة

بعض النكهات اصطناعي بكامل مكوناته وبعضها الآخر به جزء طبيعي . ومهما كان نوعها فإنها لا بد ان تضم عدداً من المركبات الكيميائية يتم اختيارها من قائمة تضم ما يتوف على ٢٠٠٠ مادة عطرية تستخدم في صياغة النكهات .

وصياغة النكهات ليس بالعمل السهل ولذا يقوم كيميائيو النكهة بتبسيطها

---

(1) ethyl methyl phenylglycidate

(2) gamma - Undecalactone

وجعلها على مراحل . ويميز اول كل شيء ان النكهة عامة مكوّنة من جزءين ، الجـزء الخاص الذي يعطي النكهة والثاني الوسط الممدد أو الحامل .

ونميز بوضوح في الجزء الخاص بالنكهة ثلاثة أقسام متميزة أولها المـواد التي تعطي النكهة المميزة (Character items) ، والمواد التي تساهم في اعطاء النكهة (Contributory items) ، والمواد التي تفرق النكهة (differentional items) ويقوم جزء النكهة بالوظائف الآتيـة :

ـ تنشيط النكهة مهما كان نوع النكهة باستعمال المصادر الطبيعية والاصطناعية.

ـ المحافظة على النكهة .

ـ زيادة مدى قبول الناتج .

ويأخذ الجزء الحامل للنكهة او الوسط المخفف لهـا صوراً متعددة ويستعمل فيه مذيبات تعطي نكهات إمـا أن تكون :

ـ ذوابـة في المـاء ، ويتطلب هذا استعمال مذيب ذواب بالمـاء ومنهـا الاثانـول جلايكول بروبلين ، بولي سوربات ـ ٨٠ .

ـ ذوابة في الزيت ، ويتطلب استعمال مذيب ذواب بالزيت او في مذيبات لا مائية ومنها الدهون والزيوت النباتية وكحول البنزيل .

كما قد تضاف مواد مالئة كالسكر والملح والصموغ النباتية الى صيغ المنكهات . يقوم الجزء المذيب بالوظائف الآتية في النكهات .

ـ **زيادة قبول النكهة** ، حيث تساهم المذيبات بإذابة النكهات في الوسط المزمع استخدامها فيـه (اي ان تذوب بالمـاء او الدهون او في مستحلب) وتبعثر النكهة في المـادة الغذائية .

ـ **الاقتصاد في النفقات** ، ويتم عبر التحكم بنسبة المنكهات وقوتها في المـذيب وهذا يحدد بالتالي سعرها .

ـ **التثبيت** ، من المعروف أن المذيب يضيف نوعاً من التثبيت الفيزيائي للنكهة.

ـ **حمل اللون** ، يستعمل المذيب لحمل مكونـات اخرى تضاف الى النكهـات كالالوان والمواد الحافظة وغيرها .

نعود الآن بعد أن المنا بسرعة بالهيكلية العامة لوضع صيغ النكهات وتعرفنا على اجزائها الى تفصيل الاجزاء الثلاثة التي تكوّن النكهة بحد ذاتها .

جدول (٥ ــ ٤) صيغ نكهة الاناناس

من مواد اولية طبيعية :

مركز عصير الاناناس	٦٨٦ غ
قنطارة غلاف ثمرة الاناناس	٣٠٠ غ
زيت البرتقال	١٠
زيت خمر الخميرة	٢
زيت البابونج	٢
	١٠٠٠ غ

من مواد اولية اصطناعية :

اثيل اسيتات	٣٧٦ غ	فانيلين	٦ر٥
اميل بوتيرات	١١٢	ستيرونلليل بوتيرات	٤ر٠
بوكيل استيات	١٠٥	متيل الليل كبروات	٥ر٢
اتيل بوتيرات	٤٥	متيل بيتا متيل ثيو	٢ر٠
اتيل ايزوفاليرات	٣٦	بروبيونات	٢ر٠
اميل استيات	٦ر٢٨	الليل فينوكسي استيات	٢ر٠
زيت البرتقال	٥ر٢٢	متيل كبريلات	١ر٠
الليل كبروات	٤ر٢١	ســترال	٦ر٠
ثنائي اتيل سباكات	٠ر٢٠	سينناميل اسيتات	٣ر٠
الليل سيكلوهكسيل بروبيانات	٤ر١٦	بورنيل اسيتات	١ر٠
اتيل بروبيونات	٠ر١٦	مذيب	١٦٢ غ
اتيل هبتانوات	٠ر١٣		١٠٠٠ غ
حمض بوتيريك	٠ر٨		

Belitz and Grosch pp. 298.

المواد التي تعطي النكهة المميزة Character items

وهي مواد تتصف بأن نكهتها وطعمها يذكران دائماً بنكهة معينة مميزة . وقد تكون زيوتاً عطرية او مستخلصات نباتية او مواد كيميائية او مزيجاً منها . والامثلة الآتيــة توضحها .

المادة ذات النكهة المميزة :	النكهة المميزة
اتيل ــ ٢ ــ متيل بوتيرات	التفــاح
ثنــائي اســتيل	الزبــدة
بيتــا ايونــون	الفريز ، التوت البري
جاما ــ ان ديكا لاكتون	الدراق ، المشمش
٣ ــ متيل بوتيل اسيتات	المــوز
اتيل متيل فينيل غلسيدات	الفريز
فورفورميل ميركبتان	القهــوة
فورفورميل ثيوبروبيونات	
جاما ــ نونا لاكتون	جوز الهند
نونا ــ ٢ ــ ترانس ــ ٦ ــ سيس داي إنال	الخيــار
١ ــ اوكتين ــ ٣ ــ اول	الفطــر
متيل ــ ٢ ــ بيريديل كيتون	بوشار الذرة

وتميز المركبات السابقة نكهة الغذاء الموجود بجانبها ، ولا تقوم بمفردها بإعطاء نكهة كاملة جيدة ، كما ان المبالغة بزيادة تركيزها يؤدي الى إعطاء نكهة غير متوازنة .

المواد التي تساهم في إعطاء النكهة Contributory items

وهي مواد تساعد على إكساب نكهة معينة . ولا تعطي موادها بالضرورة نكهــة معينــة ، إلا انها تميل الى تحسين النكهة اذا اضيفت الى المــواد ذات النكهة المميزة وبصورة تكون فيه النكهة الناتجة اقرب ما يكون الى اسمها .

وهذه المواد متعددة ، منها الزيوت العطرية والمستخلصات النباتية والكيماويات العطرية او مزيج من المواد السابقة الطبيعية او الاصطناعية . ومن الامثلة عليها :

— **الأسيت الدهيد في نكهة البرتقال** ، حيث تساعد هذه المادة على إعطاء انطباع طبيعي فاكهي وعصيري المذاق عند إضافتها الى نكهة البرتقال .

— **بوتيرات الاتيل في نكهة الفريز** ، حيث تساعد على إعطاء انطباع طبيعي . كما تحسن نكهة العنب وتقربها من النكهة الطبيعية .

— **الدهيد ـ سي ١٢ في نكهات التفاح** حيث يزيد من إعطاء انطباع طبيعي .

— **الأسترات** : يزيد مزيج من الاسترات المتعددة نكهات الفاكهة بالانطباع الطبيعي.

وعامة تساهم هذه المواد في النكهات باعطاء انطباع طبيعي صادق وتزيد بذلك من تقبل المستهلك لها ، وتساعد على ترسيخ الانطباع الخاص بنكهة معينة .

المواد التي تفرق النكهات عن بعضها Differential items

وهي مادة أو مزيج مواد لا تساهم إلا بالقليل في إعطاء النكهة التي تضاف اليها ، وتضاف لإعطاء صفة فريدة تتميز فيها النكهات عن غيرها بشكل تنفرد النكهات بصفة فريدة تميزها عن مثيلاتها من النكهات . ويضيف كيميائيو النكهات المواد المفرّقة لإحداث تأثير خاص كالحلاوة الخاصة والتثبيت واعطاء انطباع عميق يملأ الفم أو اعطاء انطباع يبقى بعد تذوق الغذاء . وهي مواد يتفرد بها منتجو النكهات ، ويتميز بها انتاجهم من النكهات عن غيره ، ويصعب في الواقع تقليده ، لاستعمالها بكميات ضئيلة جداً . كما يصعب تحديد الصفة الفريدة التي تؤديها اضافة هذه المواد في مجمل النكهة ، ومنها على سبيل المثال :

- الفانيلين والاكسونون في نكهة النعنع الفلفلي .
- كبروات الاليل في نكهة الفانيليا .
- زيت الياسمين في نكهة الفريز .
- زيت olibanum في نكهة الاناناس .

تنحصر وظائف هذه المواد في إعطاء صفة فريدة مميزة بشكل تنفرد نكهة معينة تضاف اليها عن سائر مثيلاتها من النكهات الأخرى بصفة فريدة تفرقها وتميزها .

التثبيت Fixation

تثبيت النكهة : وتستعمل لهذا الغرض مواد ذات درجات غليان مرتفعة نسبياً وبتركيز مرتفع يفرق حد التذوق لها ، ومنها فانيلين ، مالتول ، اكسانون ،

هليوتروبين(١) ، وتستعمل عادة كمزيج مع بعضها ، وتحافظ على قوتها كمثبت للنكهة حتى بعد تخفيف النكهة لوجودها بتراكيز أعلى من حد تذوقها .

التثبيت الفيزيائي :

تستعمل فيه مواد ذات درجات غليان مرتفعة لخفض التوتر السطحي ورفع درجة الغليان العلمة للنكهات بصورة تؤدي الى خفض تأثير الحرارة على مكونات النكهة. ويستعمل التثبيت عندما يراد استعمال النكهات في بعض الأغذية التي تتعرض الى حرارة أعلى من درجة غليان الماء أثناء تصنيعها . ومن المواد المستعملة في التثبيت الفيزيائي المذيبات ذات درجات الغليان المرتفعة ومنها الزيوت النباتية وسيترات البوتيل.

كما تقوم المواد المستخدمة كمثبتات بوظائف أخرى بالاضافة الى وظيفة تثبيت النكهة ، ومنها :

- اتيل اوليات في نكهة الزبدة ، وتستعمل أيضاً كمحدد ومساهم باعطاء النكهة .
- كحول البنزيل في نكهة المكسرات ، ويستعمل أيضاً كممدد ومساهم بالنكهة .
- الدهيد السينناميك ، وهي مادة مميزة للنكهة في القرفة ومادة مفرّقة في العنب .
- جاما هكسا لاكتون ، مادة نكهة في جوز الهند ، ومادة مساهمة في النعنع الفلفلي والدراق .

ما هي اهمية استعراض التفاصيل السابقة في ايجاد صيغ جديدة للنكهات . في الحقيقة لا تعطي المرء الا نقطة البداية لتحليل النكهة وصياغتها أو لدراسة امكان تطويرها ، وتصلح كأساس للتمييز بين المكونات الافرادية للنكهة بحيث يتمكن العامل في النكهات من اجراء تعديل جزئي أو كلي لإعطاء نكهة جديدة . كما تدفعنا لاكتساب المزيد من المعرفة عن النكهات وللقيام بالاختبارات حول مختلف مكونات أجزاء النكهة (المواد المميزة ، المواد المساهمة ، المواد المفرّقة) لإيجاد صيغة نكهة بدون الحاجة الى وجود مسبق لصيغة ما امامنا نعمل عليها .

إن العمل في صيغ النكهات عمل ذو مجال رحب دقيق يتطلب من كيميائي النكهة

---

(1) — Heliotropine ، ٢ ـ فنيل بروبيون الدهيد ثنائي ميتيل اسيتال (C11 H16 O2)

معرفة المجموعات الوظيفية في مركب مـا والمجموعات المتبادلة التي قد تحملها مركبات اخرى ومدى فعالية هذه المجموعات وتأثيرها في بعضها وفي الغذاء وبخاصة أن بعضاً منها يؤثر حتى عندما يوجد بتركيز اجزاء بالمليون .

٥ ٠ ٤ ٠ ٢ ٠ الصور التي توجد فيها النكهات Flavor Forms

توجد النكهات تجارياً في الصور الآتية :

- **سـوائل** ، منها الذواب بالمـاء والذواب في الزيت وفي المستحلبات .
- **مساحيق** ، عادية او مستحصل عليها بالتجفيف الرزازي .
- **عجـائن** ، تعتمد عـلى الدهون كحامل او عـلى النشاء او السكريات او عـلى البروتـين .

واكثرها انتشاراً السوائل لاتساع مجال تطبيقاتها ولسهولة انتشار النكهة التي تحملها من الأغذية وعدم ميلها الى تشكيل جيوب تتركز فيها النكهات .

النكهات السائلة :

وهي إمـا **مستخلصات** المادة الحاملة للنكهة فيها الكحول الاتيلي او محلات اخرى صالحة للأغذية . ويذاب في المـادة الحاملة الزيوت العطرية ومستخلصات الفاكهـة والنباتات الاخرى أو النكهات التقليدية المشابهة للسابقة (Imitations) . وتعـد المستخلصات التي أساسها الكحول الاتيلي من اقدمها . ويعيب على المستخلصات انها ضعيفة النكهة ومرتفعة الثمن وتتبخر قبل المعاملات الحرارية واثناءها .

توجد مستخلصات غير كحولية ، المذيب فيهـا الغلسيرين أو بروبلين جلايكول ، إلا انها اقـل ذوباناً من مستخلصات الكحـول . لا تذوب زيـوت البرتقال والليمون واليانسون في بروبلين جلايكول .

عندما تضاف مستخلصات الكحول الى المـاء تتجمع زيوت النكهة ، رغـم انهـا تتبعثر في البدايـة ، وتكوّن طـوراً من زيت في المـاء ، وبخاصة اذا كان تركيز زيت النكهة مرتفعاً . ومثالها الأفضل زيـوت الحمضيات التي تتحسن ذوبانيتها بإزالـة التربينات منها . ويصعب إزالة زيوت البهارات بغيـة تحسين ذوبانيتها في الأغذية .

المستخلصات الذوابة في الزيت : وهي نكهات مذابة في زيت نبـاتي أو في مذيب ذواب في الزيت كالكحول البنزيلي . وتتميز بانخفاض تطايرها (تبخرها) ، وتستعمل

في تنكيهه منتجات المخابز لذوبانها في الدهون المضافة ، مشكلة مستحلب زيت في الماء كما في الكاتو ، حيث تتبعثر قطيرات الدهون في طور مائي هوائي ، ويؤدي الى تخفيف تطاير النكهة واحتفاظ المعجنات بأكبر نسبة من النكهة .

المستحلبات : تستعمل اكبر كمية من النكهات التي على هيئة مستحلبات في صناعة المشروبات الغازية وغير الغازية والمتقطرات . وهي مستحلبات زيت في الماء ، يتم تمديدها بالماء الذي يشكل طورها المستمر ، فلا تمدد ولا تخفف إلا بطورها المستمر .

يوجد نوع خاص من النكهات المستحلبة تسمى مستحلبات الخباز . وهي مستحلبات بصورة عجينة وذات لزوجة مرتفعة ، إلا انها سهلة التحضير ، حيث تحضر من اضافة النكهة الى بروبلين جلايكول ، تتبعه إضافة صمغ (عادة صمغ الكثيراء) وتتشكل روبة ، تمدد بالماء ، وتجنس بالتحريك ، وتترك لعدة أيام حتى يكتمل تشكلها . وقد يضاف اليها القليل من الصمغ العربي للحصول على مستحلب ممتاز . وتمثل الصيغة الآتية مثالاً عن مستحلبات الخباز

زيت الليمون	٤٥٦ غ
صمغ الكثيراء	٨٥ر٥ غ
الصمغ العربي	٢٨ر٥ غ
بروبلين جلايكول	٤٥٦ غ
ماء حتى	٣ر٨٥ ليتراً .

يستعمل بروبلين جلايكول في الصيغة السابقة وفي غيرها كمادة حاملة وكحافظ، والصمغ العربي للتحكم باللزوجة التي يعطيها صمغ الكثيراء . يعجن هذا المستحلب السابق مع العجينة بدون الخوف من انفصاله ، وهو مستحلب مركز يجب الحذر عند استعماله ، وبخاصة عند استعماله مع الكاتو الاسفنجي المنتفخ لاحتمال تسببه في انهيار البنية الاسفنجية او انفصاله عند ضربه مع البيض .

مسحوق النكهات Powdered flavor forms

وهو بعثرة النكهة على حامل. ومادة النكهة إما أن تكون سائلةكالزيت العطري او الراتنج الزيتي او مواد كيميائية عطرية سائلة او صلبة كالفانيلين وهليوتروبين ، والحامل الجاف فيها إما ملح الطعام او الدكستروز او الطحين او نوع من البسكويت

يسمى رّصك (Rusk) . اعداد مسحوق النكهات بسيط ، ويتم بوضع الحامل في خلاط مناسب ، ثم ترش النكهة السائلة اثناء دوران الخلاط . والصيغة الآتية مثال عن مسحوق الفانيليا الاصطناعي .

فانيلين	٠ر٥
اتيل فانيلين	١ر٥
هليوتروبين	٠ر٢
نشـــاء	١٠ر٠
دكستروز	٨٣ر٣
المجمـوع	١٠٠ر٠٠

ويقوم الدكستروز في الصيغة السابقة بدور الحامل والوسط الذي تطحن فيه بلورات هليوتروبين .

مسحوق النكهات المحضر بالتجفيف الرذاذي Spray Dried Flavors

التجفيف الرذاذي عملية يتم فيها الحصول على مسحوق بدءاً من روبة تحوّل الى رذاذ دقيق القطيرات ضمن تيار من الغاز الجاف (عادة الهواء) وفي شروط تعطي ناتجاً ذا حبيبات جافة . ويتم الحصول على مسحوق النكهات بهذه التقانة بعد تحويل زيت النكهة الى مستحلب مع الصمغ العربي او الدكسترين او النشاء المعدّل او مع أصماغ أخرى على أن يكون زيت النكهة متبعثراً الى قطيرات شديدة الدقـة في طـور سائل . يدفع بعدها المستحلب عبر جهاز تكوين الرذاذ في وسط من الهواء الساخن ، وتجف القطيرات مباشرة لصغرها اثنـاء سقوطها الى أسفل البرج . تقـوم الغرويات (الأصماغ) التي استخدمت لتشكيل المستحلب عند جفافها بتكوين طبقة رقيقة حول قطيرة النكهة تحميها من الأكسدة والتبخير .

يستعمل التجفيف الرذاذي في انتاج النكهات المستعملة في خلائط الكاتو الجاهزة ومساحيق المشروبات وحـلوى الجلاتين الجاهـزة . وتتصف مساحيقها بحبيباتهـا الصغيرة ذات الحركة الحـرة ، وبسهولة وزنهـا وذوبانها ، والنكهة فيها محمية من الهواء وبسـهولة تخزينها اذا كانت خالية من الرطوبة ، وباحتفاظها بالنكهة لمدة اطول .

لنقارن الآن بين نوعي مساحيق النكهات ، المسحوق العادي والمسحوق المحضّر بالتجفيف الرذاذي .

الثبات : وهو ثبات النكهة المميزة من أن تفقد وثباتها من الاكسدة . يزداد هذا الثبات في المساحيق المحضرة بالتجفيف الرذاذي مقارنة مع المساحيق العادية بصورة كبيرة . وافضل مثال عليها البنز الدهيد المحضر بالتجفيف الرذاذي والمحضر بالطريقة العادية حيث يبقى البنز الدهيد في المساحيق المحضرة بطريقة الرذاذ ثابتاً ولعدة سنوات بدون أن يتأكسد الى حمض بنزويك ، ولايثبت إلا لدقائق في المساحيق العادية.

التركيز : يمكن الحصول على تراكيز مرتفعة للنكهات باستعمال التجفيف الرذاذي . ويتحمل ملح الطعام نحو ٢ ٪ (بالوزن) من النكهة بدون أن يفدو رطباً والدكستروز يتحمل حتى ٥ ٪ مع مساعدة مضادات التجمع ، ولا يمكن رفع تركيز النكهات فيها الا قليلاً . في حين يمكن رفع تركيز النكهات في الحبيبات المجففة بالرذاذ الى ٢٠ ٪ وزناً .

التفاعلات الكيميائية : وتحدث بسهولة في المساحيق العادية ، ومثالها ثنائي استيل (٢ ، ٣ ـ بوتاديون) ، الذي يتحول لونه خلال بضع دقائق من الأخضر المصفر الى عديم اللون عندما يفرش بخاً على الدكستروز .

الصورة العجينية للنكهات Paste flavor form

وهي مزيج من الدهون والنشاء والأصماغ والسكريات الاخرى والنيوكليوتيدات وغلوتامات احادية الصوديوم وبروتين نباتي محلمأ ومواد نكهة اخرى . وهي عادة ذات نكهة ضعيفة وتباع رخيصة الى صانعي الشوربات بأنواعها والى صانعي مكعبات الشوربات وغيرهم . واكثرها انتشاراً ماكان منها معداً للاستعمال مع اللحوم المصنعة.

٥ . ٥ . ٥ . معززات النكهة Flavor Enhancers

وهي مركبات تعزز نكهة الغذاء الذي تضاف اليها ، ولا تمتلك بنفسها اي نكهة او طعماً خاصاً بها في حدود التراكيز التي تستعمل فيها . ويبدو ان تأثيرها في تعزيز نكهات الأغذية يظهر من خلال إعطاء شعور بالامتلاء بوجود النكهة التي تعززها وبسرعة تلقي النكهة واستقبالها من قبل النسج الخاصة بالتذوق . وتظهر صفة تعزيز النكهات هذه بوضوح مع الاغذية التي تتعرض الى معاملات حرارية اثناء تصنيعها . وقد أورد بعض المؤلفين ضمن هذا السياق مصطلحاً آخر هو عامل النكهة الكامنة (flevor potentiators) وهو مصطلح يصعب تفريقه عامة عن مصطلح معززات النكهة . وسبب ظهوره هي الفوائد التي وردت من استعمال مركبات ٥ـ نيوكليوتيدات وعرّفه في عام ١٩٦٨ (Sjostrom) بأنه مركب لا يؤثر بحد ذاته ، اذا وجد بكميات

ضئيلة في نسـج تحسس النكهـات ، ولكنـه يضخم تأثـيرات العوامـل الاخرى في تلك النسج .

من أبـرز معززات النكهـة غلوتامات أحاديـة الصوديوم التي تعد أيضاً عامـل نكهـة كامن .

غلوتامات احادية الصوديوم Monosodium Glutamate (MSG)

يستعمل هذا المركب منذ القديم في اليابـان . ويشكل عامـل النكهة الفعّال في اشـنية (Laminaria Japonica) المستعملة في تنكيـه الشوربات وغيرهـا من الأغذية الجاهزة . وبلغ استهلاكها العالمي نحو مئتي الف طن في عام ١٩٨٠ .

تملك هذه المادة طعماً قليل الحلاوة مقبولاً ومراً في مجال من أرقـام الحموضة بين ٥ ــ ٨ ، وفي تركيز بـين ٢ر٠ ــ ٥ر٠ ٪ . وتوصف بأنهـا تعطي شـعوراً بالنكهة مرضياً ومسراً . وتحث مستقبلات النكهة وبخاصة تلك المستقبلات التي تتلقى نكهات اللحـوم وشبيهاتها . وتستعمل كمـادة مضافـة في اللحـوم والأسـماك المجمـدة والمعلبـة والمجففة .

يؤثر المدخول المرتفع من هـذه المادة عنـد بعض الأفراد مفرطي الحساسية الى بدء ظهور تناذر المطاعم الصينية . ويتميز باضطرابات مؤقتة من وجع بالراس والمعدة ودوخان وتصلب بالمفاصل ، لا تلبث أن تختفي بعد وقت قصير .

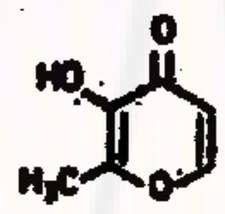
٥َ ــ نيوكليوتيدات 5 - Nucleotides

يملك ٥َ ــ ايونوزين احادي فوسفات (IMP) بصورة ملحة ثنـائي الصوديوم ومركب ٥َ ــ غوانوزين احادي فوسـفات (GMP) بصـورة ملحة ثنـائي الصوديوم خواص مشابهة لمـا تملكه غلوتومات أحاديـة الصوديوم وبمعـدل ١٠ ــ ٢٠ ضعفاً . ويبدأ تأثير تعزيز النكهة في هذين المركبين في جميع الأغذية من تركيز ٧٥ ويزداد حتى يرتفع تركيزها الى ٥٠٠ جزء بالمليون . ومن الأغذيـة التي تضاف اليهـا الشوربات والمرق واللحوم المعلبة وعصير البندورة . كما تملك مركبات ٥َ ــ نيوكليوتيدات صفة اخرى غير تعزيز النكهة وهي إعطاء احساس باللزوجة المرتفعـة وبخاصة اذا اضيفت للسوائل ، حيث يعبر عن هذا الاحسـاس بالشعور بالطزاجة وبـأن السـائل المشروب طبيعي .

تعطي معززات النكهة التي ذكرت حتى الآن (GMP , IMP , MSG) تأثيراً متآزراً عندما تضاف الى بعضها ، وبخاصة عندما يضاف MSG مع IMP . ويستدل من نتائج البحث المنشور ملخصة في موسوعة الأغذية (صفحة ٢٨١) أن استعمال ار٠ ٪ من MSG مع ١ر٠ ٪ من IMP - Na2 أدى الى زيادة تأثيرهما بمعدل ٦ مرات . ولم تتغير النتيجة كثيراً عندما عكس تركيزهما . والمواد الثلاث السابقة مصرح باستخدامها في الأغذية كمواد مضافة منذ الستينات في امريكا .

المالتول Maltol

وهو (٣ ـ هيدروكسي ـ ٢ ـ متيل بيران ـ ٤ ـ اون) . ويستحصل عليه



3-Hydroxy-2-methyl-pyran-4-one (Maltol)

من تأثير الحموض في الفركتوز وينتج بسلسلة معقدة من التفاعلات تنتهي بالمالتول . وله رائحة تشبه الكراميل . ويوجد طبيعياً في الأغذية التي يضمها الجدول الآتي :

وجود المالتول في الأغذية

الغذاء	ملغ/كغ	الغذاء	ملغ/كغ
مالتول القهوة	٢٩٢	شوكولا	٣ر٣
بسكويت	٢٩ر٧	بيرة	٠٫٠ ـ ٣ر٤

Belitz and Grosch , pp 268.

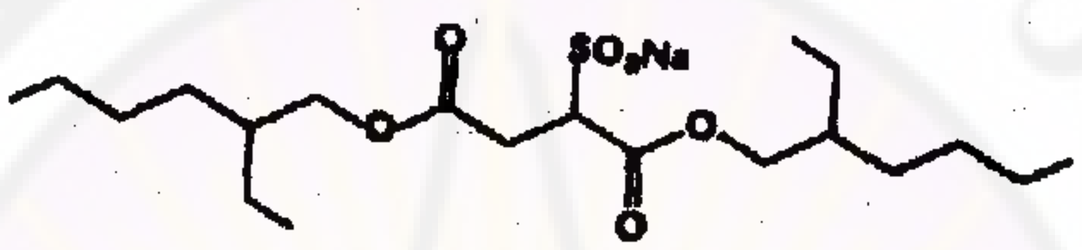
يعزز المالتول حلاوة الأغذية التي يضاف اليها وبخاصة الحلاوة الناتجة من السكريات . كما أنه قادر على تغطية النكهة المرة للأعشاب والكولا .

مشتقه اتيل مالتول اقوى منه ، ويعزز النكهة بمعدل ٤ ـ ٦ مرات ، وقد كشف عن وجوده في بعض الأغذية .

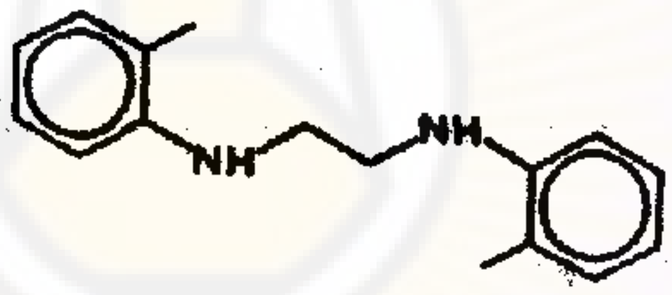
وقد ورد عن المالتول انه فعّال بصورة خاصة في تعديل او إظهار نكهة المشروبات الخفيفة وعصـــائر الفاكهة والمربيات والهلام وسائر الأغذيـــة التي تحـــوي سكريـــات بكميات عالية .

المركبات الاخرى : وصف (Sjostron) اكثر من ثلاثين مـــادة من مفرزات النكهة . وكل منها ذو تاثير خاص في احباط او تحسين او تعزيز نكهة معينة او حتى تعديل نكهة غير محببة . وبعضها فعال بتراكيز غاية في الصغر . وعرف تركيب بعضها الكيميائي وبعضها لا يزال يتحدى العاملين في مجال الكيمياء البنيوية .

وكمثال عنها ثنائي اوكتيل سلفوسكسينات الصوديوم ، الذي يعطي حتى عندما يوجد بتراكيز منخفضة احساساً بالطزاجة للحليب المعقم .



ومنها ايضاً مركب (ن ، نَ ـ ثنائي ـ ٥ ـ توليل اتيلين ثنائي امين) ، الـــذي يعطي نكهة تشبه الزبدة عندما يضاف الى المـــارجرين والى الحليب المجفف وبتراكيز غاية في الصـغر (٥ × ١٠$^{-٧}$ ـ ١٠ جزءا بالبليون) .



٥ ٠ ٦ ٠ التركيب الكيميائي للمواد العطرية :

التركيب الكيميائي للمواد العطرية الطبيعية في غاية التعقيد لاحتوائه على الكثير من المركبات الكيميائية المختلفة التي تنتمي الى الكثير من العائلات الكيميائية العضوية التي تضم وظائف عضوية مختلفة . وقد قام بعض المؤلفين الأوائل الذين بحثوا وكتبوا في التركيب الكيميائي للزيوت العطريـــة والنكهات الطبيعية بتقسيم تركيبها الكيميائي بصورة عامة الى قسمين رئيسين واسعين **المركبات التربينية والمركبات اللاتربينية .** وهذا التقسيم نجده في جميع الكتب المراجع حول النكهات والتي كتبت من عقـــد من السنين أو يزيد . ولا نجده في الكتب الحديثة التي تناولت هذا الموضوع في السنوات الخمس الماضية .

وفي الواقع عندما ننظر نظرة عامة الى مجمل المركبات التي تكوّن مواد النكهة نجد فيهـــا جميع ما نعرف من المركبات العضوية الوظيفية التي تنتشر في المـــواد الغذائية وبخاصة في الفاكهة والخضار ، حيث نوجد بتراكيز ضئيلة تتراوح بين ١٠$^{-٦}$ ـ ١٠$^{-٨}$

في كل مئة غرام غذاء واحياناً اقل من ذلك . وهذا يمثل احدى الصعوبات في دراسة تركيبها الكيميائي . ويفيدنا في علوم الأغذية دراسة التركيب الكيميائي في اعطاء دليل موضوعي لمعرفة مدى ملاءمة خطوات التصنيع ، وفي تقويم جودة المواد الأولية والمولد نصف المصنعة ونواتج التصنيع النهائية . يضاف الى ذلك أن البحوث على مواد النكهة قد وسعت من امكانات تنكيه الأغذية باستعمال مواد محضّرة بالاصطناع ولكنها مماثلة كيميائياً للمواد الموجودة في الطبيعة .

٥ ٠ ٦ ٠ ١ ٠ المركبات التربينية Terpens

هي بمعظمها فحوم هيدروجينية يحوي بعضها على بعض الوظائف العضوية كالوظيفة الكحولية أو الألدهيدية أو الكيتونية أو الأتيرية ، ونادراً ما يحتوي المركب على اكثر من وظيفة واحدة . عددها كبير لذلك تعرف باسم أشباه التربينات . وهي كيميائياً مشتقات قليلة العدد لوحدة ايزو برين التي يطلق عليها اسم نصف تربين . وتنضم وحدات الايزوبرين مع بعضها بوضعية رأس الى ذيل وتعطي تربينات مفتوحة أو مغلقة الحلقة . من أهمها احاديات التربين والتربينات المضاعفة مرة ونصف Sesquiterpenes وهي مركبات منتشرة في الفاكهة والخضراوات والأعشاب والبهارات . ويعطي الجدول الآتي تصنيفاً لها .

التربينات	الصيغة العامة	عدد وحدات الايزوبرين
نصف تربين	C5 H8	١
احاديات التربين	C10 H16	٢
تربينات مضاعفة مرة ونصف	C15H24	٣
ثنائيات التربين	C20 H32	٤
عديدات التربين	$(C5 H8)_n$	متعددة

تعطي التربينات نكهات واسعة التنوع ، معظمها محبب ، والمتطاير منها يلعب دور مواد عطرية مميزة لرائحة معينة ، وتستعمل غالباً في تنكيه الأغذية . إلا أنه يعيب عليها عدم ذوبانها في الماء وتعرضها للأكسدة الذاتية . لذلك يلجأ في بعض الأحيان الى التخلص منها للحصول على زيوت عطرية أكثر ثباتاً عند تداولها واستعمالها .

من الأمثلة عليها احاديات التربين **الاوسيمين والميرسين** الذي يوجد في زيت الريحان الحلو ، **والجيرانيول** المنتشر في كثير من الزيوت العطرية كزيت العتر والورد والخزامى، **والثيرول** في زيت البرجموت وزيت شجرة مريم ، **ولينالول** في زيت الكزبرة


ترانس اوسيمين Trans-Ocimene


سيس اوسيمين cis-Ocimene


α-Terpinene ألفا تربينين

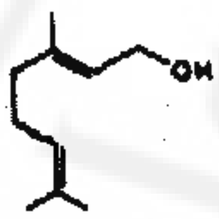

α-Phellandrene ألفا فيلاندرين

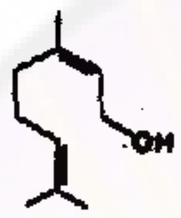

Myrcene ميرسين

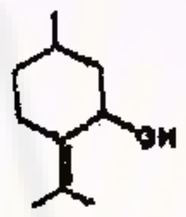

Limonene ليمونين


γ-Terpinene جاما تربينين

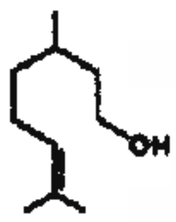

β-Phellandrene بيتافيلاندرين


Geraniol جيرانيول

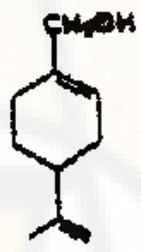

Nerol نيرول

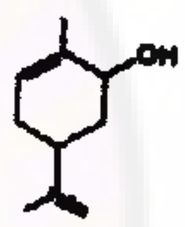

Pulegol بوليجول

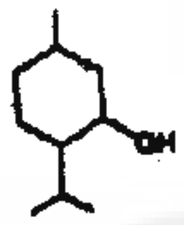

α-Terpineol ألفا تربينول


Citronellol سترونيلول

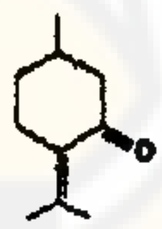

Linalool لينالول


Perilla alcohol كحول بيريلا

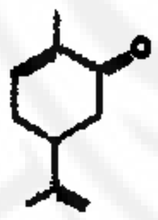

Carveol كارفول


Menthol منثول

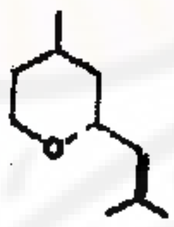

α-Terpineol ألفا تربينول

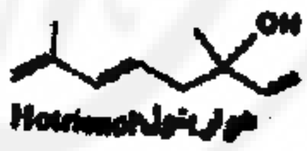

Pulegone بوليجون

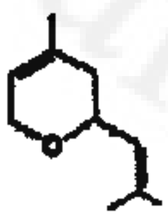

1,3-p-Menthadien-7-al بارا - منثاديين - ٧ - ال


Carvone كارفون


Menthone منثون

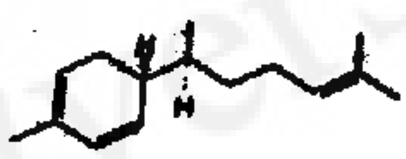

Rotenoxide


Hotrienol هوترينول


Neroloxide نيروكسيد


1,8-Cineole ١،٨ - سينيول


1,8-Cineole ١،٨ - سينيول


(−)-Zingiberene (XLII)

الشكل (٥ ــ ١) صيغ بعض المركبات التربينية

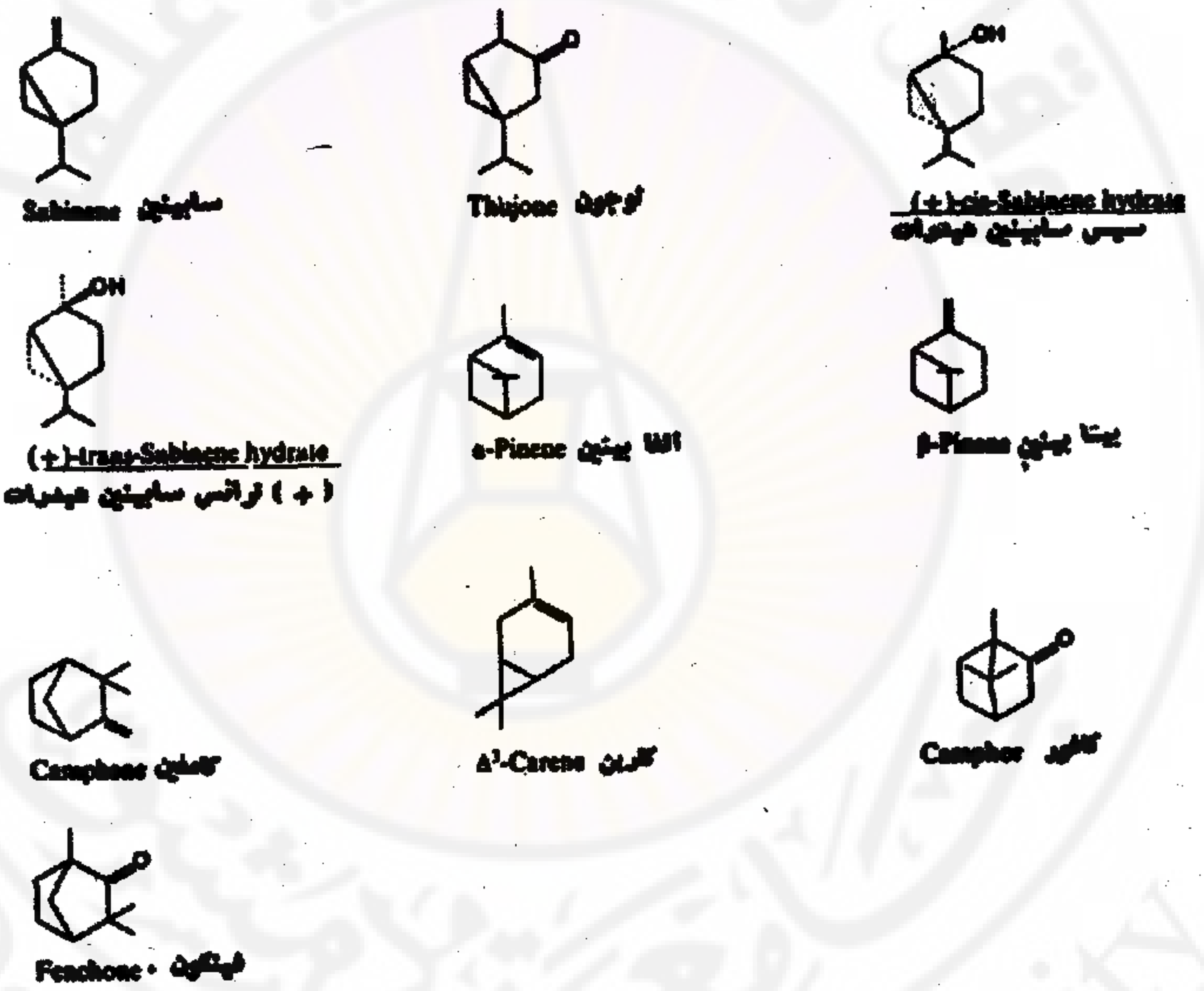
والخزامى وغيرها . ولعل من اكثرها تداولاً **السيترال** الذي يعرف باسم آخر هو **جيرانيال** وهو مركب منتشر يعطي رائحة خاصة لزيت الليمون ويوجد بنسبة مرتفعة في زيت حشيشة الليمون وفي البرتقال واليوسفي وغيرها من الحمضيات . **والليمونين** الذي يوجد بنسبة ٩٠ ٪ من زيت البرتقال ، وهو تربين واسع الانتشار (الليمون والكراوية والكمون والنعنع الفلفلي) ، يوجد له متماكبات ضوئية ، لاحتوائه على ذرة كربون لا متناظرة . **والتربينول** الذي يضم مجموعة كحول ثانوية او مجموعة كحول ثالثيه (الشكل الفا) ، لذا توجد له متماكبات تختلف عن بعضها بموقع الرابطة المضاعفة ، ويوجد α تربينول في زيت الحبهان . **والمنتول** الذي يضم ثلاث ذرات كربون غير متناظرة ، وله ثمان متماكبات ضوئية ، يعرف منها أربع ، منها d — منتول في زيت النعنع ، وهو مادة صلبة عندما يكون نقياً وذا استعمالات متعددة .

توجد التربينات التي تحمل وظيفة كحولية في عصائر الفاكهة بصورة جزئية على الاقل على هيئة غلايكوزيد مع سكر الأرابينوز والجلوكوز. وتتحلل هذه الجلايكوزيدات عندما تتعرض للتسخين ويعتمد تحللها هذا على حموضة العصير ، ويتبع تحللها تحولها الى مركبات اخرى متعددة .

اشرنا سابقاً الى ان التربينات تحوي ذرة كربون واحدة لا متناظرة او اكثر . وتتميز اشكالها الفعالة ضوئياً بوجودها في نباتات مختلفة فالشكل غير الفعال ضوئياً يوجد في نبات والشكل (L) في نبات آخر والشكل (D) في نبات ثالث ، وهذا ما يقودنا الى القول ان هذه الاشكال المتماكبة ضوئياً (المتخايلة والدياستروايزوميرات) ذات روائح تميز كلاً منها . ومثالنا الواضح عنها (L) **منتول** الموجود في النعنع الفلفلي وهو ذو نكهة حلوة منعشة تعطي احساساً بالبرودة . بينما شكله (D) يعطي بشكل ملحوظ نكهة غير محببة تشبه الفينول والكافور وبشكل عام تشبه رائحته الأدوية الطبية . ومثالنا الثاني **الكرفون** الذي يعطي الشكل (L) منه نكهة النعنع الفلفلي وشكله (D) نكهة تشبه الكراويا .

بالاضافة الى احاديات التربين التي ذكرت سابقاً توجد احاديات تربين منضم اليها حلقات اخرى ثلاثية او رباعية او خماسية او سداسية . وتركيبها العام حلقة سداسية من احادي التربين منضمة اليها داخلياً او خارجياً الحلقات الاخرى . تضم هذه المجموعات مركبات متنوعة منها مجموعات مركبات ثوجان (Thujane) والكاران (Carene) التي تحوي حلقة ثلاثية منضمة خارجياً مع الحلقة السداسية الام ، وتوجد في زيوت مختلفة منها زيت الحبهان والشيح. ومجموعة مركبات بينان(Pinene) التي تتميز باحتوائها على حلقة رباعية داخل الحلقة السداسية ، ومن اهمها مركب الفا بينان ، الذي يعد من اهم مركبات التربين لوجوده في معظم الزيوت العطرية ،

حيث يوجد بكميات وفيرة في زيت التربنتين الخام الـذي ينتـج من قلف الصنوبر ، وعندما يتقطر هذا الزيت تتطاير الزيوت العطرية ويتبقى مواد غير متطايرة هي نـوع من الراتنجيات تعرف باسم القلفونـة (Rosin) وتسمى ايضـا (Celephony) - وهناك مجموعة مركبات الكامفان (Camphene) وهي حلقة خماسية داخـل الحلقـة السداسية ، ومن أهم مركباتها الكافور ، وهو كيتون ينتج من اشجار الكافور بتقطير بعض أجزاء هذا النبات بوجود تيار من بخـار المـاء وتنقى المـادة الخـام الناتجة من التقطير بالتصعيد . وتوجـد مجموعـة مركبات فينـكان (Fenchane) كحلقـات خماسية خارج الحلقة السداسية ومثالها فينكون (Fenchone) .



الشكل (٥ ــ ٢) صيغ بعض أحاديات التربين المنضم اليها وحدات ثلاثية ورباعية وخماسية الحلقات

٥ . ٦ . ٢ . المركبات اللاتربينية

وهي مركبات ذات مجموعات وظيفية محـددة وتنتج عـادة كنواتج للاستقلاب الثانوي في النباتات ، ومنهـا مركبات الكربونيل بأنواعهـا ، والبيرون (Pyrone)

والفـوران (Furans) واللاكتونات والثيـول وثيواثير وثـلاثي السلفيد والتيوفين والتيازول والاكسـازول (Oxazole) والبـيرول والبيرازين والفينول والاسترات ، ومركبات الكبريت المتطايرة .

مركبات الكربونيل : وهي مركبات كربونيل طيارة ، وتنتج من اكسـدة الليبيدات والكرملة وتفكك الحموض الأمينية بتهدم ستريكر ، كما يحصل عليها من تهدم أشباه الكروتينات . ومنها مركب ٢ ــ فينيل أيتانال الذي يعطي رائحة تشبه العسل ويشعر الانسان برائحته عندما يصل تركيزه الى ٤ ميكرو جرامات في ليتر ماء ، ومنهـا ايضاً البنز الدهيد في زيت اللوز المـر ، وسينا الدهيد في زيت القرفة والدهيد انيسيك في زيت اليانسون وبيتا هكسانال في أوراق الدراق ، ومتيـل ن اميـل كيتون في زيت القرنفل والقرفة .

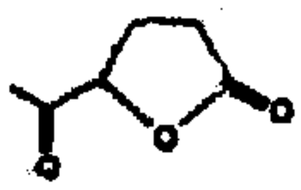
مركبات البيرون : وتنتـج طبيعياً من السكريات بتـاثير الحموض ومن اهمهـا المالتول ويوجد في الصفحة (١٧٨) نسب وجودها في الأغذية . ويستعمل هذا المركب كمعزز للنكهة .

مركبات الفوران وهي من ضمن المركبات التي تنتـج من هـدم السكريات ومن اكثرها تميزاً للنكهات ، ومثالها ٤ ــ ميتوكسي ٢ ، ٥ ــ ثنائي متيل فوران الذي لـه نكهة الكرز ويوجد في الفريز والتوت الشامي .

مركبات اللاكتون ولها بنيات مختلفة تعكس نكهات مختلفة في الاغذية . ويحصل على بعضها ذي السلسلة الطويلة من الحموض هيدروكسي الدهنية المقابلة ، ولبعضها تطبيقات هامة في نكهات بعض المشروبات ، ومثالها ٥ ــ هيدروكسي ــ ٤ ــ هكسانوليد وهو لاكتون الشيري .

مركبات الثيول وشبيهاتها : وتنتـج من تسخين الأغذيـة التي تضم الحموض الأمينية التي تحوي الكبريت . وبعضها مركبات شديدة النكهـة تعطي بعض النكهات المحببة ويعطي بعض منها نكهات غير محببة مثيرة . وقد حصل منها على نكهات تشبه اللحوم المصنعة بعملية اسمرار غير انزيمية . من مركباتها الهامة ثنائي متيل سلفيد ، الذي يدخل في نكهة القهوة والشاي بتركيز منخفض قريب من حده الأدنى لتحسسه، إلا انه في بعض الأغذية الاخرى يعطي نكهة غير مرغوبة . وأحادي وثنائي وثلاثي السلفيد الموجود في الثوم والبصل .

5-Oxo-4-hexanolide
(Solerone)



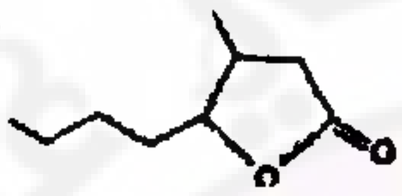
٥ ـ اوكسو ـ ٤ هكسانوليد

5-Hydroxy-4
hexanolide
(Sherry-Lactone)



٥ ـ هيدروكسي ـ ٤ ـ هكسانوليد

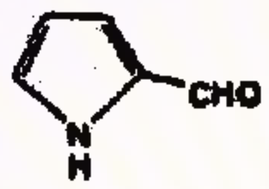
3-Methyl-4-octanolide
(Whiskey-Lactone)



٤ ـ ميثوكسي ـ ٤ ـ اوكتانوليد

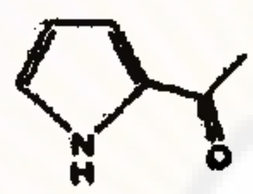
2-Formylpyrrole

٢ ـ فورميل بيرول

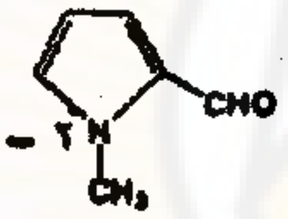


2-Acetylpyrrole

٢ ـ اسيتيل بيرول

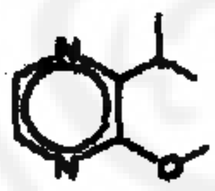


2-Formyl-1-methylpyrrole



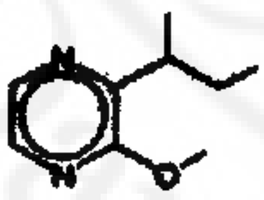
١ ـ ميثيل ـ ٢ ـ فورميل بيرول

2-Isopropyl-3-methoxy-



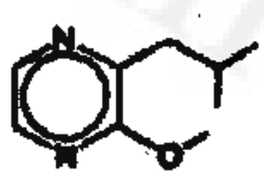
٢ ـ ايزوبروبيل ـ ٣ ـ ميثوكسي بيرازين

2-sec-Butyl-3-methoxy-



٢ ـ ثانوي بوتيل ـ ٣ ـ ميثوكسي بيرازين

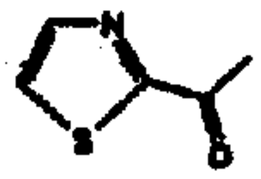
2-Isobutyl-3-methoxy-



٢ ـ ايزوبوتيل ـ ٣ ـ ميثوكسي بيرازين

2-Amyl-
thiazole

٢ ـ اميل ثيازول



(IV)

2,4-Dimethyl-
5-vinyl-
thiazole

٢ ، ٤ ـ ثنائي ميثيل ـ ٥ ـ فينيل ثيازول



2-Methyl-
thiazole

٢ ـ ميثيل ثيازول



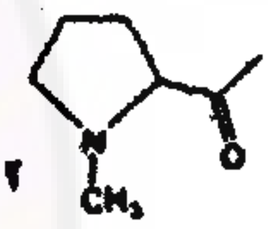
Pyrrolidine

بيروليدين



2-Acetyl-1-methyl-
pyrrolidine

٢ ـ اسيتيل ـ ١ ـ ميثيل بيروليدين



1-Furfurylpyrrole

١ ـ فورفوريل بيرول

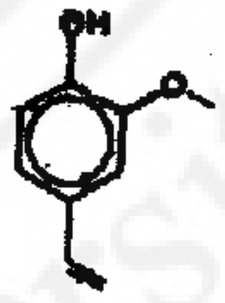


4-Vinylphenol



(V)

2-Methoxy-4
vinylphenol



(VI)

Isoeugenol



الشكل (٥ ـ ٣) صيغ بعض المركبات اللاتربينية

مركبات التيوفين وتنتج من تفاعل التيول مع الالدهيدات غير المشبعة كالاكرولئين وتوجد عادة في اللحوم المطبوخة والمشوية والقهوة والمكسرات المحمصة . ومن اهمها ٢ ــ ميتيل ثيوفين الذي يساهم في نكهة اللحوم المعلبة .

مركبات الثيازول توجد مع مشتقاتها في اغذية كالقهوة واللحوم والبطاطا المقلية والحليب المعرض للحرارة والبيرة . وقد ميز منها ثلاثون مركباً . وتمتاز بانها تعطي نكهة تشبه نكهة المكسرات . ومثالها النموذجي مركب ٢،٤ ــ ثنائي متيل ــ ٥ــ فينيل تيازول ، الذي وجد في اللحمة المقلية ويستعمل في تنكيه الاغذية .

مركبات البيرول ميز حتى الآن نحو ٤٠ مشتقاً من هذه المركبات في نكهات الاغذية المحمصة والمطبوخة . وتنتج من تفاعلات ميلارد ، او من تفاعل حمض اميني مع ٢ ــ اسيل فوران . ومثالها ٢ ــ استيل ــ ١ ــ متيل ــ بيرولودين .

مركبات البيرازين وهي مركبات نكهة قوية وقد عثر على ما يزيد على ٥٠ مركبا منها . وتنتج من تفاعل ميلارد نتيجة للتفكك الحراري لمركبات الامين . ولذلك نجدها منتشرة في الاغذية التي تتعرض للحرارة (الخبز ، اللحوم ، القهوة المحمصة ، الكاكاو والمكسرات المحمصة) . ومثالها ٢ ــ ايزو بوتيل ــ ٣ ــ ميتوكسي بيرازين .

مركبات الفينول تنتج من التهدم الحراري لحمض الفينول واللجنين او من تهدم المركبات الاخيرة بالاحياء الدقيقة . وتعد عملية تدخين اللحوم والاسماك عملية اغناء للأغذية بمركبات الفينول . ومثالها ٢ ــ ميتوكسي ــ ٤ ــ فينيل فينول الذي يوجد في القهوة والبيرة وله رائحة القرنفل .

الاسترات : مركبات نكهة هامة في الفاكهة . وتصنع حيوياً في الخلايا السليمة. وتتحلماً بسرعة بأنزيمات الهيدروليلاز (الحلماة) عند عصر الفاكهة وتجنيسها مما يؤدي لشحوب نكهة الفاكهة ، ومثالها الاستر الاتيلي لحمض ديكاداي انويك الذي يساهم في نكهة الكمثرى . ولا ننسى ان للكحولات دوراً هاماً في بعض النكهات كما في كحول البنزيل الموجود في زيت القرنفل وكحول فينيل اثيل اتيل في زيت الورد وغيرها .

٥ . ٧ . استعمال النكهات والزيوت العطرية في الاغذية

يعتمد اختيار نوع الزيوت العطرية الطبيعية او الاصطناعية على الرائحة المرغوبة في الغذاء و المشروبات . ويبين الجدول (٥ ــ ٥) امثلة عن النكهات المضافة الى بعض المنتجات الغذائية المتداولة بكثرة في الاسواق .

الجدول (٥ ـ ٥) امثـلة من المنتوجات الغذائية التي تعتمد على اضافة الزيـوت العطريـة

المنتـج	الزيت العطري
العلكة (المسكة)	نعنع فلفلي
	نعنع بلدي
	خضرة الشتاء
السـكاكر	البرتقال ، الليمون ، القرفة
	اليانسون ، خضرة الشتاء ، القرنفل
منتجات المخابز	الليمون ، البرتقال ، اليانسون ،
	جوزة الطيب ، اللـوز
المستحضرات الصيدلانية	اليانسون ، الليمونَ
المخـللات	قرفـة ، البهـار
المشروبات	البرتقال ، الليمون ، الليمون الهندي
الحلويات المجمدة	ليمون ، برتقال ، الليمون الهندي
المأكولات الخفيفة الجاهزة	الكمون ، القرنفل ، جوزة الطيب ، البصل الثـوم ، المريمية .

من (Peterson and Johnson , pp. 243)

وتوجد في التجارة راتنجيات زيتية للبهارات الشائعة ، وتضاف عادة الى الاغذية المصنعة التي تعتمد على اضافة البهارات العادية . وقد حلت الراتنجيات الزيتية لمعظم البهارات والتوابل مكان مساحيق التوابل والبهارات لفوائدها التي ذكرت سابقاً . وافضل مثال عليها الراتنج الزيتي للفلفل الاسود الذي يعطي نتيجة ممتازة عند اضافته لاحتوائه على مركب غير متطاير هو بيبرين .

لا تصلح دائماً الراتنجيات الزيتية كبديل عن المواد الاصلية التي استخلصت منها ، ومثالها اليانسون ، حيث يضاف الزيت العطري لليانسون بدلاً من راتنجه الزيتي لاحتواء الأخير على مكونات غير متطايرة تعطي رائحة غير مرغوبة . وتستعمل عملياً للحصول على نكهة جيدة في اشربة الحمضيات وكبديل عن الراتنج الزيتي للحمضيات مركزات عصيرها مع زيتها العطري .

تتوافر الآن مئات النكهات بهيئة زيوت عطرية صنعية كبدائل عن الزيوت العطرية الطبيعية ، ولكنها مهما اقتربت من الزيوت الطبيعية يبقى بينها فروق ، ولا يعطي الاصطناعي منها عند اضافته الى الاغذية نتائج مرضية تماماً . ويعطي القليل منها نتائج يصعب التفريق بينها وبين الزيوت الطبيعية . وتشجع هذه الفروق البحوث على الاستمرار في معرفة المزيد عن المكونات الصغرى ، التي توجد بتراكيز غاية في الصغر ،والتي تعطي النكهة طبيعتها الخاصة ، وبخاصة مع وجود اجهزة تحليل متقدمة مطيافية وكروماتوغرافية تصلح لإجراء تحليل لمكونات تراكيزها في حدود التراكيز التي توجد فيها بعض مكونات النكهة (١٠ $^{-٦}$ ـ ١٠ $^{-١٢}$ غ) ومن هذه الاجهزة ما تحت الحمراء (فوريير) والمطياف الكتلوي والطنين الطيفي المغناطيسي بالاضافة الى الكروماتوغرافيا الغازية والسائلة .

تحليل الزيوت العطرية وتقويمها :

طوّر المهتمون بالزيوت العطرية سواء أكانوا منتجين أم جمعيات علمية مع الزمن طرائق لتقدير الزيوت العطرية ووضعوا لها مواصفات قياسية . وتتضمن مواصفة كل نوع من الزيوت مصدره النباتي ، ومجال كثافته النوعية ، ومعامل انكساره ، ودورانه الضوئي ، ومكوناته الاسترية والكحولية ، وقرائنه الاخرى كالتصبن والحموضة ، ومميزاته الكيميائية الخاصة ، وخصائص ذوبانيته وثباته ، والتوصيات بشأن خزنة . كل هذا بالطبع لا يمنع من امكان غش الزيوت العطرية الطبيعية . وهذه احدى المشكلات التي حيرت العاملين في الصناعات الغذائية عند البدء في اضافة المنكهات الى الاغذية ، حيث تنوعت امكانيات غشها بدءاً من مصدرها النباتي وسحب بعض مكونات الزيوت العطرية الطبيعية الهامة ومرتفعة الثمن لاستعمالها في مجال آخر

وانتهاءً باضافة بعض المواد الكيميائية القريبة لتغطية عيب فيهـا او تخفيفها وبشكل يمكن بالنهاية ان يلاقي الزيت العطري المواصفات الموضوعة له . إلا أن تطور استعمال الكروماتوغرافيا الغازية بعد اكتشافها في عام ١٩٥٢ اثبت وجوده وغـدا من الطبيعي ان يرافق كل مواصفة لزيت عطري مخططات كروماتوغرافية تعـد جزءاً منهـا للتأكد وإثبات نوعية الزيت العطري ومدى مصداقيته .

٥ . ٨ . مواد النكهة من الناحية القانونية

قامت لجنة دستور الأغذية للمواد لمضافـة ، وهي لجنـة مشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة الدولية ومنظمة الصحة العالمية ، بتصنيف المواد المستعملة في تنكيه الأغذية على النحو التالي :

١ ـ منكهات طبيعية يستحصل عليهـا بعمليات فيزيائية من الخضراوات والثمـار وبعض الاحيـان من النسج الحيوانية ومن بعض المـواد الخـام التي يستعملها الانســان .

٢ ـ منكهات مثيلة للمنكهات الطبيعية ، وهي كيماويات معزولة من مواد خام عطرية أو مستحصل عليهـا بالاصطناع المضوي ، وجميعها مماثـلة كيميائيـاً لمـواد موجودة في نواتج طبيعية يستعملها الانسان .

٣ ـ منكهات اصطناعية ، وهي مركبات لم يعثر على مثيلها في النواتج الطبيعية التي يستهلكها الانســان .

تعتمد تقريباً جميـع بلدان العـالم عـلى التصنيف السابق كأساس للسماح في استعمال مـواد النكهة الكيميائية للاسـتهلاك البشري . وتعتمد تعليمـات السلامة الخاصة بمواد النكهة التي تدخل في غذاء الانسان على الأخذ بالنقاط الآتية :

١ ـ مـدى سـميتها ، ٢ ـ اسـتقلابها ، ٣ ـ وجودها في الأغذيـة الطبيعية ٤ ـ تماثل تركيبها الكيميائي مـع مـواد معروف سميتها واستقلابها ، ٥ ـ الكميـة المستعملة منها ومدخولها اليومي من الاغذية المزمع اضافتها اليها ، ٦ ـ مدى سمية مدخولها اليومي .

ومن الهام في بلدنا نظراً لعدم وجود تعليمات مفصلة تحكم استعمال هذه المـواد التأكد من أن مـواد النكهة الداخلة في تكوين النكهات هي من المـواد التي تم السماح باستعمالها للانسان في التعليمات الدوليـة وبخاصة تـلك التي تصدر عـن الجماعة الأوروبية او تعليمات دستور الأغذيـة لمنظمتي الأغذيـة والزراعة والصحة الدوليتين ودستور كيماويات الأغذية الأمريكي .

مصادر فصل المنكهات

١ ــ الشحات نصر ابو زيد ، ١٩٨٨ ، النباتات العطرية ومنتجاتها الزراعية والدوائية الدار العربية للنشر والتوزيع .

2 — Peterson, M. S. and Johnson. A. H. (1978) Encyclopedia of food science, AVI.

3 — Furia, T. E; and Bellanea, N. (1971)
Fenoroli's Handbook of flavor ingredients vol II, CRC. press

4 — Belitz, H. D. and Grosch, w. (1986)
Food chemistry, Springer - Verlage. Chapters 5 and 8.

٥ ــ البابا ، محمد زهير (١٩٧١) ، علم تشخيص العقاقير ، الطبعة الثانية ، الجزء الأول والثاني ، منشورات جامعة دمشق .

6 — Guenther , E. (1948 / 1952) The essential oils vols 1 — 6.
D, Van Hostrand, New York.

7 — Vernin, G (ed) 1982.
Chemistry of heterocyclic Compounds in flavors and aromas
publisher. Ellis Horwood.

8 — Fischetti, Jr. (1980).
Natural and Artificial flavors, in Handbook of food additives, vol II,
CRC Press.

الفصل السياوس

الغرويـات المـائية ، الأصمـاغ

HYDROCOLLOIDS, GUMS

٦ ٠ ١ ٠ تصنيف وخصائص ووظائف الغرويات المائية

يزداد الطلب على الغرويات المائية ، ومن ضمنها مستخلصات النباتات البحرية ، مع زيادة الطلب على الأغذية الجاهزة .

تؤكد في هذا الفصل على الغرويات المائية ذات الأصل النباتي لانتشار وجودهـا واستعمالها كمواد مضافة في الأغذية ، والتي يسميها بعض المؤلفين بالأصماغ النباتية، توجد بالطبع غرويات مائية من أصل حيواني إلا أن مجالات تطبيقاتها كمواد مضافة الى الأغذية ضيق قياساً على مجالات استعمالات الغرويات المائية نباتية المنشأ ونذكر منها الجيلاتين بشكل خاص .

يرجع اصل كلمة صمغ (gum) الى كلمـة مصرية فرعونية قديمة تعني مـادة لاصقة . وترجع كلمتا غرويات مائية (Hydrocolloids) الى كلمـة (Hydro) اليونانيـة وتعني المـاء والى كلمـة (Colloid) الآتيـة من (col) الفرنسـية وتعني صمغاً و oid وتعني شبَه . وهكذا يعني المصطلح السابق حرفياً اشباه الأصماغ المائية . إلا انه درج تعريبه بصورة غرويات مائية ، لأنهـا تكوّن سـولات(١) Sols جزيئية في معظـم استعمالاتها وبوليميراتها ذات حجوم غرويـة ولهـا صفـات الغرويات وخواصها .

تصنف حسب مصدرها الى خمس فئات ، ما كان مصدرها مكونات او افرازات نباتية ، أومس تخلصات نباتات بحرية او صموغاً بذرية او عديدات سـكر ميكروبية (الجدول ٦ ـ ١) .

---

(١) ـ (نظام غروي ناتج من بعثرة صلب في سائل او غاز) .

جدول (٦ ـ ١) تصنيف الغرويات المائية النباتية حسب مصدرها

مفرزات نباتية	عديدات السكر الميكروبية	مستخلصات نباتات بحرية	صموغ بذور	مكونات نباتية
الصمغ العربي	كزانتان	أجار ـ أجار	جوار	نشاء
جاتي	دكستران	الطحلب الارلندي	الخرنوب	نشاء معدل
كارايا	كاراجينان	التمر الهندي		سللوز
الكثيراء	فورسيلان			مشتقات السللوز
	الجينات			بكتين

كما تصنف كيميائياً وفق المواد الخام فيها الى فئتين عامتين ، فئة الغرويات المائية التي تحمل أيونات سالبة وفئة عديدات السكر . ويرافق الشارسبات منها كالسيوم ومغنيزيوم وبوتاسيوم وبشكل أقل الصوديوم .

عندما تضاف عديدات السكر منها الى الأغذية تحتفظ بدور مشابه لدورها الذي تقوم به في المواد النباتية الخام التي توجد طبيعياً فيها . وتقوم في الخضار بدور مادة بناء وفي الحبوب والبطاطا والقرنيات تلعب دوراً خازناً للطاقة . وتستعمل بصورة واسعة في تصنيع الأغذية بعد عزلها من مصادرها بصورة مباشرة بدون ان يطرأ عليها اي تعديل أو بعد اجراء تعديل بنيوي بسيط على بنائها الكيميائي . وتتنوع مجالات استخدامها فمنها ما يستخدم كعامل ثخانة أو كعامل تهلم كالنشاء والألجينات والبكتين وصمغ جوار ، أو كعامل مثبت للمستحلبات والنظم الغروية الاخرى ، أو كعامل يشكل طبقة رقيقة خارجية حول حبيبات مسحوق غذائي (film forming) او كعامل يشكل غلافاً واقياً لحماية بعض المواد الحساسة من التغيرات التي يمكن أن تطرأ عليها عند تداولها وخزنها ، أو كعامل تخفيف خامل لزيادة جزء المادة غير المهضوم في بعض أنواع الحميات الغذائية الخاصة كما في استعمال السللوز . ويلخص الجدول (٦ ـ ٢) الوظائف التقانية التي تقوم بها الغرويات المائية النباتية في مختلف الأغذية.

تتنوع وبصورة كبيرة خواص الغرويات المائية ويعتمد استعمالها في الاغذية على تنوع خصائصها العامة ، الذي يرتبط بتنوع بنائها الكيميائي وبخاصة الروابط التي تجمع وحدات بنائها والمجموعات البديلة الموجودة عليها . فقد تكون مكوناتها عديمة الذوبان كما في السللوز أو تكون ذات قوة انتباج أو سهلة الذوبان في الماء البارد أو

الجدول (٦ ــ ٢) وظائف القرويات المائية نباتية المنشأ في الأغذية

الوظائف التقانية	الأمثـــلة
لاصق	السطح اللامع في منتجات المخابز
عامل ربـط	النقانـيق
عامل تحكم بالسكريات	أغلفـة الحمضيات
مثبط تبلور	المثلوجات اللبنية ، شرابات السكر
عامل تنقيـة	البـيرة ، النبيـذ
عامل عكارة	عصير الفاكهة
عامل تغطيـة Coating	الحلوى والمعجنات
عامل استحلاب	مرق مستحضرات الشاطة
عامل أحاطة بالدقائق Encapsulating	مسحوق النكهات
عامل مشكل لطبقة رقيقة film	غلاف النقانق ، غلاف واقي
عامل مشكل للتدفقات Flo، occulating	النبيـذ
عامل مثبت قوام Form stabilizer	الكريما المضروبة ، البـيرة
عامل مهلم	الحلويات ، البودنـغ
عامل قولبة Molding	قطرات الصمغ ، السكاكر الهلامية
عامل حمايـة Protective	مستحلبات النكهة
مثبت	البـيرة ، المايونيز
عامل انتشار	حليب الشوكولا
عامل انتفاخ	اللحوم المصنعة
مانع نزيف السائل	جينة ، الأغذية المجمدة
عامل مثخن	هلام ، الشوربات ، الحشوات
عامل خفق (ضرب)	غطاء سكري ، طبقة علوية على الحلوى

عـن (A. Lopez; vol 1. pp. 456 .)

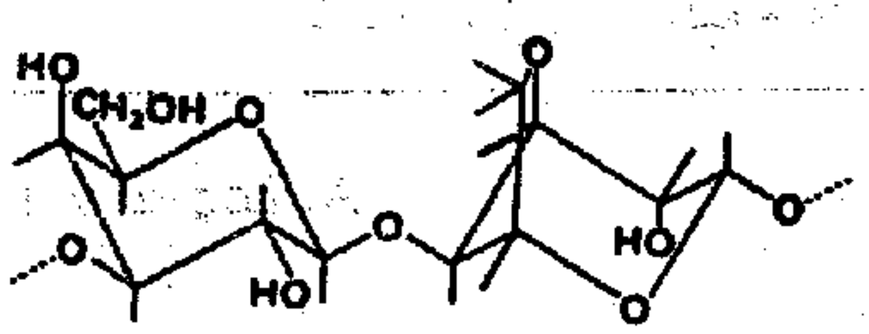
الساخن كما في النشاء وصمغ جوار . وتعطي حتى عند ذوبانها محاليل تختلف بلزوجتها ، ومنها ما لزوجته منخفضة ولو ارتفع تركيزه (الصمغ العربي) أو لزوجته مرتفعة ولو كان منحلاً بتراكيز منخفضة (صمغ جوار) . ويمتد تنوع صفاتها الى تشكيل الهلامات ، فمنها القادر على تكوين هلام بتراكيز بسيطة ويتغير الهلام مع درجات الحرارة (الألجينات والبكتين) . والهلامات بمعظمها تذوب مع ارتفاع الحرارة ما عدا هلامات بعض مشتقات السيللوز والأجار التي تحافظ على قوامها مع ارتفاع الحرارة . ويلخص الجدول (٦ ـ ٣) المميزات التي تتصف بها الغرويات المائية الرئيسة المستعملة كمواد مضافة في الصناعات الغذائية .

إن هذا الاختلاف الشديد في خصائصها والتي ذكرت لمحة عامة عنه في الفقرات السابقة يدعو الى تنوع استعمالاتها كمواد مضافة في الاغذية وهذا ما سوف نقوم بشرحه في الفقرات اللاحقة بعد أن نذكر المختصر المفيد من بنائها الكيميائي وبالشكل الذي يعرض الأرضية اللازمة لفهم خصائص استعمالاتها الغذائية دون التعرض الى المزيد عن بنائها الكيميائي الذي يدخل ضمن اهتمامات الباحث الكيميائي البنيوي . ولا بد قبل الانتهاء من هذه المقدمة العامة عن الغرويات المائية من أن نشير بأنها مواد **محبة للماء** تؤثر بطرائق مختلف في سلوك المواد الغذائية وظروف تصنيعها . ويخضع اختيار احداها عند اضافته الى الغذاء الى الرجوع الى عدد من خصائصه قبل تقرير صلاحيته كمادة مضافة الى غذاء معين . من هذه الخصائص التي ينظر فيها ، اللزوجة المطلوبة ، وخواص تشكيله للهلام او عدم تشكيله ، واستحلابه ، وسرعة اخذه الماء ، والمشكلات التي قد يسببها عند تبعثره في الغذاء ، والشعور الذي يعطيه عند تناوله ، وتأثره بالحرارة وعمليات التصنيع ، وحجم دقائقه ومدى ملاءمته ، وسعره ، ومدى توافره .

٦ ٠ ٢ ٠ الآجار Agar

ناتج جيلاتي ، هلامي القوام ، معزول من الأشنيات الحمراء (Rhodophyceae) البحرية ، كأنواع أشنيات Gracilaria , pterocladia Gelidium . ويستعمل الماء الساخن في استخلاصه ، وينقى مستخلصه بالوصول به الى نقطة الانعقاد (Congealing) ، وهي درجة حرارة معينة تتحول فيها المادة من حالة السيولة الى حالة الصلابة . ويعزل منه بوليمرين ، الاكاروس ، واكارويكتين .

الأجار مزيج معقد غير متجانس من عديدات السكر ، لها بناء سلسلي واحد ، ومكوناتها الأساسية هي : β — D — جالاكتو بيرانوز و ٣ ، ٦ ـ أنهيدرو جالاكتو بيرانوز تتناوب من خلال روابط جلايكوزيدية من النمط ١ ← ٤ والنمط ١ ← ٣ ، ٠



الجدول (٦ ـ ٣) مميزات الغرويات المائية النباتية Hydrocolloids

الغروي	التطبيقات الرئيسة	الميزة النموذجية
اجـار	Icings , glazes	يشكل بنية هلامية ثابتة بتركيز ١ ٪
ألجينـات	الحلوى ، المثلوجات اللبنية ، ومستحلبات المشروبات الخفيفة	عامل مستحلب منخفض اللزوجة
الصمغ العربي	عامـل تجميع Bulking ، مستحلبات المشروبات الخفيفة ، غروي حامي	مستحلب جيد منخفض اللزوجة حتى تركيز ٥٠ ٪
كاراجينـان	تنشيط الحليب ، حلوى المثلوجات اللبنية	تنشيط الحليب Reactivity
فورسليران	الحلوى ، flans	يشكل هلام بدون تبريد
صمغ جاتي(١)	المستحلبات الثقيلة	معتدل اللزوجة مستحلب جيد
صمغ جوار	المثلوجات اللبنية ، أغذية الحيوانات ، النقانق ، الجبنة المصهورة	محاليله لزجة ، عامل مبعثر
كرايا (١)	سي أ ، والمثلوجات اللبنية	مقاوم للحموضة ، لاصق جيد
صمغ الخرنوب	المثلوجات اللبنية ، النقانق ، منتوجات المخابز . الجبنة المصهورة	يعطي عند تسخينه لزوجة شديدة
صمغ التمر الهندي	المعجنات ، ice ، مثبت للكريما	منخفض اللزوجة
صمغ الكثيراء	المرق المستحضر للسكب ، مستحلبات المخابز ، النقانق	عامل مستحلب ، مقاوم للحموضة

عن (A. Lopez, pp. 456, Vol 1.)

(١) ـ لم يوافق على استعمالها في السوق الاوروبية المشتركة .

سلاسل عديدات السكر مؤسترة ، عادة ، وبكمية قليلة من حمض الكبريت ، تختلف بين الجزيئيين المعزولين ، الاكاروبي والاكاروبكتين ، بحيث تصل الكبريتات الى عشر كمية الجالاكتوز في الجزيء الأول ، وترتفع في الجزيء الثاني ويضم معها رابطة حمض بيروفيك بشكله الكيتوني . وتحوي المادة الخام من الأجار حمض يورونيك بكمية لا تزيد على ١ ٪ .

الأجار غير ذواب في الماء البارد ، وقليل الذواب في الاثانول ، وذواب في الفورماميد ، ويترسب بصعوبة في الاثانول ويعطي معلقاً ، ويذوب في الماء بالدرجة ٢٥٥م اذا كان رطباً ، ولا يذوب الجاف منه إلا في الماء الساخن ، ويتهلم بالتبريد .

يعد الأجار أكثر عوامل التهلم قدرة على إعطاء حالة الهلام ، فهو يعطي هلاماً بتركيز ٠٫٤ ٪ . ويتأثر ثبات الهلام الناتج بتركيز الأجار ومتوسط وزنه الجزيئي. ويتكون هلامه بالدرجة ٣٢ ــ ٣٩٥م اذا كان بتركيز ١٫٥ ٪ ، وينصهر هلامه بدرجة أعلى من ٩٧٥م . ويعد هذا الفرق بين درجتي تشكل الهلام وانصهاره احد أهم خواص الأجار . وسببها بقاء الخاصة الهلامية فيه بعد زوال أسبابها (Hysteresis) .

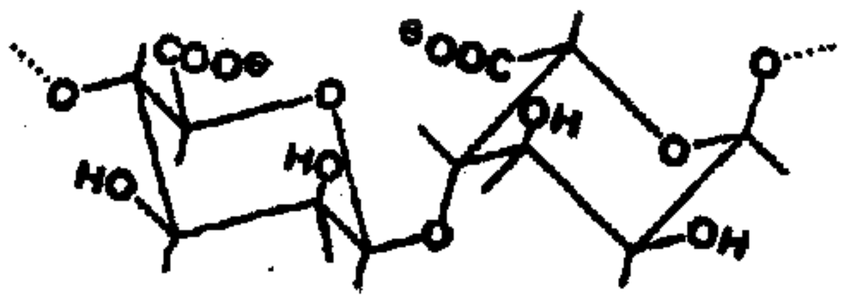
استعمالاته :

الأجار واسع الاستعمال، ويستعمل في تحضير البيئات المغذية للأحياء الدقيقة. ويعتمد استعماله في الصناعات الغذائية على خاصته الأساسية ، وهي انه غير قابل للهضم ، ويعطي هلاماً مقاوماً للحرارة ، بالاضافة الى كونه عامل استحلاب وعاملاً مثبتاً للبنية . يضاف الأجار الى الحلويات المجمدة المكونة من عصائر الفاكهة والسكر والحليب أو الماء ، والى البوظة بمقدار نحو ٠٫٥ ٪ ، وغالباً ما يمزج مع صمغ الكثيراء أو صمغ الخرنوب أو الجيلاتين . واذا استعمل بمقدار ٠٫٥ ــ ١ ٪ يثبت اللبن الرائب وبعض انواع الجبن وبعض انواع السكاكر واللفائف من منتجات المخابز . يؤخر الأجار بيات الرغيف، ويعطي قواماً هلامياً مرغوباً في منتجات الدواجن واللحوم . ويدخل في طعام النباتيين (وهي منتجات بديلة للحمة) وفي بعض انواع الحلويات وفي المعاملة الأولية لنواتج الحبوب سريعة الذوبان .

٣٠٦ . الألجينات Alginates

مصدرها : توجد في انواع الأشنيات البنية كمكون من مكونات جدرها الخلوية. ومصدره الصناعي أشنية عملاقة تسمى kelp (Macrocystis Pyrifera) وتستعمل انواع أخرى من الأشنيات منها Sargassum, Ascophyllum , Laminaria .

تستخلص الألجينات في البداية بسائل قلوي ، بعدها يتم ترسيب عديد السكر من مستخلصه بالحمض أولاً ثم بأملاح الكالسيوم .



هيكلها الكيميائي مكوّن من **حمض** β — D.— مانويورونيك م ع **حمض** α — جولورونيك ، متصلان برابطة من النوع ١ ← ٤ . تبلغ نسبة السكرين الى بعضهما، نسبة مانو يورونيك الى جولورونيك ، نحو ٥ر١ ، وتختلف هذه النسبة حسب مصدر الالجينات .

$$[\rightarrow 4)\text{-}\beta\text{-}D\text{-}ManpA(1 \rightarrow 4)\text{-}\beta\text{-}D\text{-}ManpA(1 \rightarrow]_n$$

$$[\rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-}L\text{-}GulpA(1 \rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-}L\text{-}GulpA(1 \rightarrow]_n$$

$$[\rightarrow 4)\text{-}\beta\text{-}D\text{-}ManpA(1 \rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-}L\text{-}GulpA(1 \rightarrow]_n$$

والالجينات بوليمرات مترافقة مستقيمة ، ويبلغ وزنها المولي بين ٣٢ ـ ٢٠٠ كيلو دالتون ، وهذا ما يقابل درجة بلمرة بين ١٨٠ ـ ٩٣٠ . ولمجموعاتها الكربوكسيلية قيم pk تقابل ٤ر٣ ـ ٤ر٤ . يذوب في الماء من الالجينات الأملاح القلوية وأملاح الأمين وملح المغنيزيوم والامونيوم . وتتأثر لزوجة محاليلها بوزنها الجزيئي وبالشوارد الموجودة في المحلول . وتنخفض لزوجتها في غياب الشرجيات الثنائية والثلاثية ، وبوجود العوامل المخلبية ، وترتفع بوجود زيادة من الشرجيات متعددة الشحنة مثل الكالسيوم . وبذلك تعدّل لزوجة محاليل الالجينات وفق الدرجة المرغوبة . ويمكن الاشارة الى ان محلول الجينات الصوديوم الذي يضم القليل من شوارد الكالسيوم تزداد لزوجته عند تجميده ثم اسالته . وتشير نتائج التجارب الى أن محاليل الالجينات التي تركيزها ١ بالمائة تعتمد لزوجتها على نوع الالجينات ، وتتراوح بين ٢٠٠ ـ ٢٠٠ سنتي بواز ، ولا تتأثر لزوجتها بمجال ارقام الحموضة بين ٥ر٤ ـ ١٠ ، وترتفع عند انخفاض رقم الحموضة دون ٥ر٤ ، وتصل حدها الأقصى عند رقم الحموضة ٣ ـ ٥ر٣ .

تشكل محاليل الجينات الصوديوم هلاماً بإضافة شوارد الكالسيوم أو اضافة الحموض . ويحتاج تشكل الهلام الى زمن ، فتفاعل تشكله بطيء . وأفضل هلام مانتج من مزج الجينات الصوديوم مع فوسفات الكالسيوم وجولونو ـ جامـلاكتون، أو من مزج الجينات الصوديوم مع كبريتات الكالسيوم .

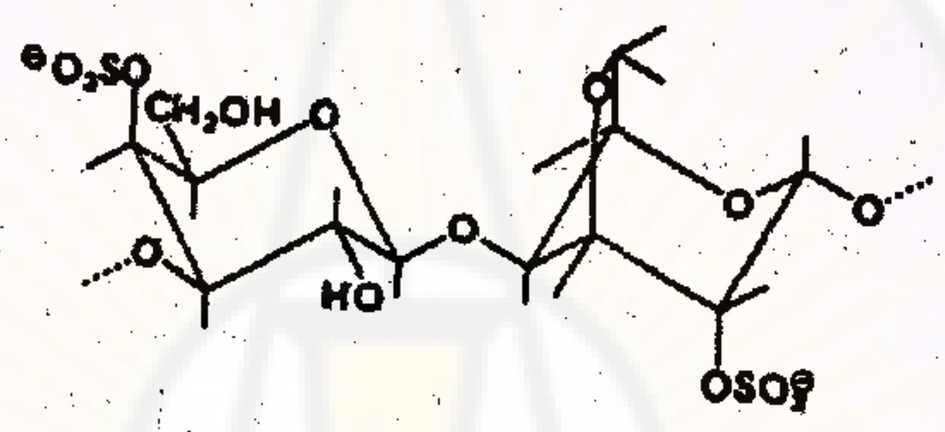
من اهم مشتقات الالجينات التجارية بروبلين جلايكول الجينات ، وهو استر ، يستحصل عليه بتفاعل اكسيد البروبلين مع محلول حمض الجينيك المتعادل جزئياً . وهذا المشتق ذواب حتى في رقم الحموضة ٢ ، ويعطي بوجود شوارد الكالسيوم هلاماً مظهره رخو ومرن وخالٍ من التساحب .

استعمالاتها : الالجينات عامل **مثخن للقوام** قوي ، كما انه عامل **مثبت للقوام** ، وعامل يساعد على **تشكيل القوام** . وعندما توضع بنسبة ٢٥ر٠ ـ ٥ر٠ ٪ تحسن القوام وتثبته ، كما في قوام حشوات الفطائر والمجنات المشابه للفطائر ومرق السلطة

والشوكولا بالحليب . تمنع الألجينات تشكل بلورات الثلج الكبيرة في المثلوجات اللبنية أثناء خزنها . وتستعمل الألجينات في الكثير من منتجات الهلام كهلام الفاكهة وهلامات السكاكر وغيرها ، وتثبت عصائر الفاكهة الطازجة ورغوة البيرة .

٦ . ٤ . الكاراجينان Carrageenans

مصدره : ينتج من العشب الأحمر البحري (Rhodophycede) نوعان من الجالاكتان ، اولهما الأجار المكوّن من D — جالاكتوز مع وحدات قليلة من ٣ ، ٦ — أنهيدرو — L — جالاكتوز ، والثاني عديد سكر هو الكاراجينان ومشابهاته ، وهي مكونة من D — جالاكتوز مع ٣ ، ٦ ـ أنهيدرو — D — جالاكتوز والمسلفنة جزئياً بمجموعة كبريتات في المواقع ٢ ، ٤ ، ٦ ، وبعض الأحيان بثنائي سلفات في الموقعين ٢ و ٦ ، وترتبط وحدات الجالاكتوز بصورة متناوبة برابطتين من النوع ١ ← ٣ و ١ ← ٤ .



استخلاصه وانواعه : يستخلص الكاراجينان من طحلب Chondrus Crispus الذي يسمى الطحلب الأرلندي ، ومن غيرها من الطحالب ، باستعمال الماء الساخن في وسط قلوي خفيف ، بعدها يخفف المستخلص ويعزل الكاراجينان بالترسيب .

الكاراجينان مزيج معقد من عديدات السكر ، تفصل عن بعضها بعملية الترسيب التجزيئي باستعمال تراكيز مختلفة من شوارد البوتاسيوم .

من انواعه الرئيسة ، كابا kappa ، وايوتا Iota ، ولمدا Lambda . النوع كابا كاراجينان ، بوليمر متناوب من وحدات D — جالاكتوز ـ ٤ ـ سلفات مع ٢ ، ٦ ـ انهيدرو ـ D — جالاكتوز ، ويشبه النوع ايوتا النوع كابا ماعدا أن ٣ ـ ٦ انهيدرو جالاكتوز مسلفن في الكربون الثاني . ويوجد بين النوعين كابا وايوتا عدد من المركبات الوسطى التي تختلف بدرجة سلفنتها على الكربون الثاني . يتكوّن لمدا كاراجينان من نوعين من الوحدات، D — جالاكتوز ـ ٢ ـ سلفات ، متصلة مع بعضها بروابط من النوع ١ ← ٣ ، ومن وحدات جالاكتوز ٢ ،٦ ـ ثنائي سلفات متصلة مع بعضها بروابط من النوع ١ ← ٤ .

تزال مجموعة السلفات (الكبريتات) الموجودة في الموقع ٦ بتسخين الكاراجينان

في وسط قلوي ويتكون ٣ ، ٦ انهيدرو جالاكتوز . وتؤدي إزالة الكبريتات الى زيادة ملموسة في قوة التهلم .

الكاراجينان وسائر عديدات السكر الحامضية الاخرى تخثر البروتين عندما ينخفض رقم حموضة الوسط الى دون pH الخاص بنقطة التعادل الكهربائي للبروتين . وقد تستعمل هذه الخاصة في فصل البروتينات عن بعضها .

الاستعمال الغذائي : يعتمد استعمال الكاراجينان في تصنيع الأغذية على قدرة هذا البوليمير على تشكيل هلام وعلى زيادة لزوجة المحاليل وعلى زيادة ثبات المستحلبات والمتبعثرات الاخرى المختلفة . وهو بوليمير فعال حتى عندما يضاف بنسبة بسيطة هي ٠٫٣ ٪ الى الحليب مع الشوكولا حيث يمنع انفصال دقائق الدهن ويثبت معلق دقائق الكاكاو . ويمنع الكاراجينان ظاهرة التساحب في الجبنة الطازجة، ويحسّن من صفات العجين ، ويرفع من امكان اضافة المزيد من مسحوق الحليب الى المعجنات . وتستغل قدرته على احداث التهلم بوجود املاح البوتاسيوم المتشردة من استعماله في الحلويات واللحوم المعلبة . ويحسن الكاراجينان من البنية الدقيقة الليفية للبروتين ويمنع ترسب بروتين الحليب المكثف . ويستعمل في تثبيت المثلوجات اللبنية وتنقية المشروبات . وكخلاصة يقوم الكاراجينان في الأغذية بدور عامل استحلاب ، ومثبت ، ومثخن ، ومهلم .

٦ ٠ ٥ ٠ فورسيلاران Furcellaran

ويسمى الآجار الدانمركي ، وينتج باستخلاصه من أشنية حمراء بحرية تسمى (Furcellaran fastigiata) بعد معاملتها بالقلوي ثم استخلاص عديد السكر بالماء الساخن ، بعدها يكثف المستخلص تحت التفريغ بوجود ١ ــ ٥ر١ بالمائة كلور البوتاسيوم ، والناتج بهيئة قطع هلامية ، تكثف ثانية بالتجميد ، ويزال الماء الزائد منها بالطرد المركزي ، ثم تضغط وتجفف .

يتكوّن الفورسيلاران من D — جالاكتوز (بمعدل ٤٦ ــ ٥٣ ٪) مع ٣ ، ٦ ــ انهيدرو ــ D — جالاكتوز (بمعدل ٣٠ ــ ٣٣ ٪) ومن جزء مسلفن للسكرين السابقين بمعدل (١٦ ــ ٢٠ ٪) .

يعطي الفورسيلاران هلامات مائية غير ثابتة تتخرب بالحرارة نتيجة تشكيلة بنية حلزونية مضاعفة . وتعتمد قدرة عديد السكر هذا على التهلم على درجة بامرته وعلى مقدار ٣ ، ٦ ــ انهيدرو — D — جالاكتوز فيه وعلى نصف قطر الشارجبات الموجودة . وتكوّن الشارجبات K^+ , NH_4^+ , Cs^+ , Rb^+ هلامات قوية ، وتعطي Ca^{++} هلامات متوسطة القوة ، ويمنع Na^+ تكوين بنية هلامية ، ويؤثر سكر الطعام في بنية شبكة الهلام ويكسبها قواما مرنا .

الجدول (٦ ـ ٤) استعمالات بعض الغرويات المائية النباتية في الأغذية

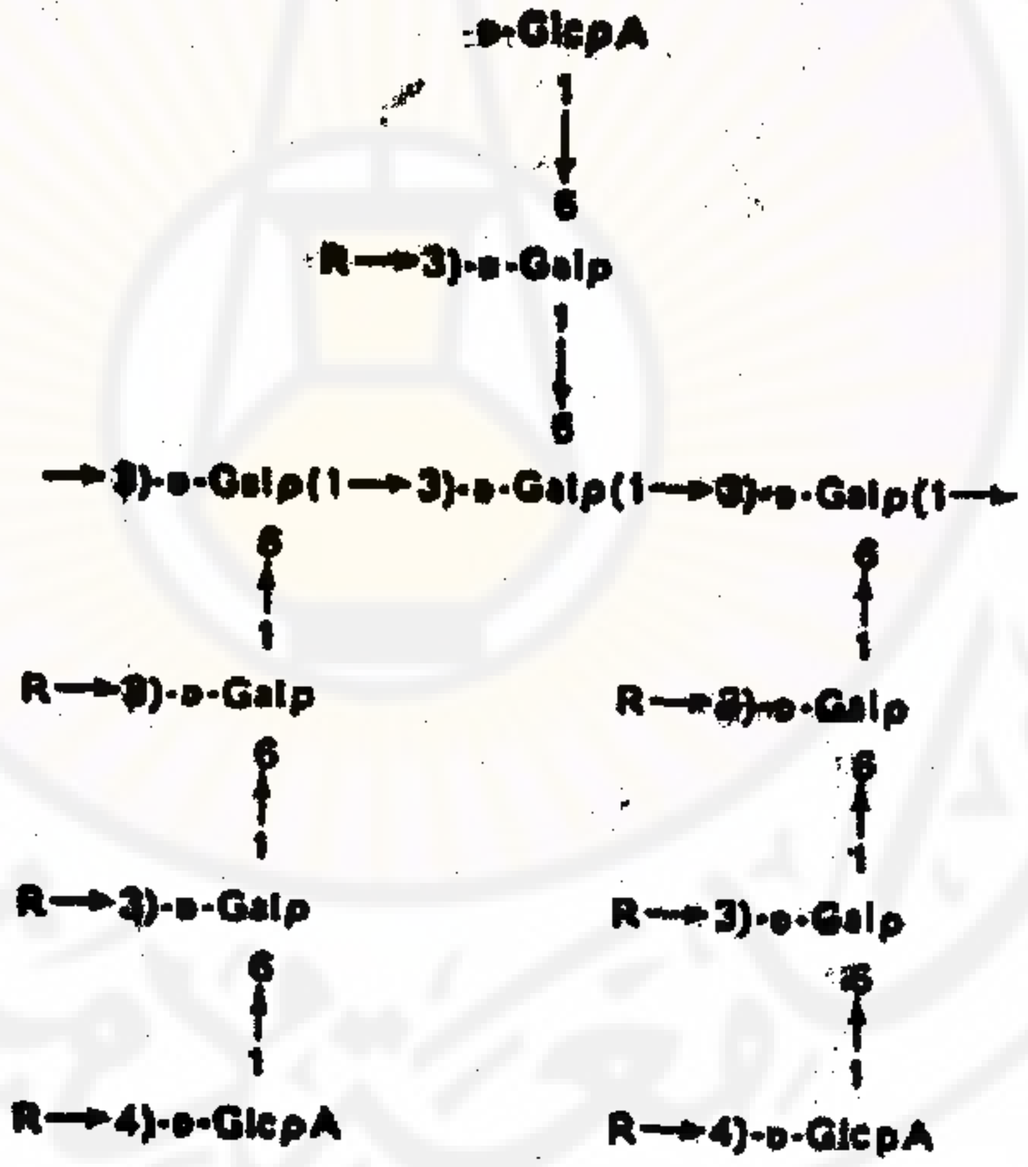
الاستعمال	الآجار	كاراجينان	الجينات
الأغذية غير اللبنية :			
الأغذيـة المجمدة	×	×	×
الشرابـات Syrups		×	×
الهلام الحلو Dessert gel	×	×	×
الحلوى Candies	×		×
عصائر الفاكهة	×	×	×
الحساء والمرق		×	×
المربى والهـلام		×	×
مستحضرات السلطة		×	×
الأغذية اللبنية :			
الكريما		×	×
الحليب المسحوب الدسم		×	
الحليب المبخر (المكثف)		×	
الحليب بالشوكولا		×	
الأجبـان	×	×	×
جبنة الكوخ		×	
مستحضرات الرضع		×	
الكوستارد		×	×
الألبـان	×	×	
مستحضرات الافطار سريعة الذوبان		×	×
المثلوجات اللبنية		×	×

عـن (Lewis, 1988).

استعمالاته في الاغذية : يعطي الفوربسيلاران مع الحليب هلامات جيدة ، ولهذا السبب يضاف الى الحليب للحصول على هلام الحليب . ويعطي بسرعة في وجود السكروز هلاما جيد الثبات ، حتى بوجود الحموض ، ويتفوق في هذا على البكتين في تحضير المربيات والمرملاد ، لتكوينه هلاما ثابتا عندما يتوافر تركيز من السكر اقل من ٥٠ ـ ٦٠ بالمائة ، ونحتاج منه الى ٢ر٠ ـ ٥ر٠ بالمائة . ويفضل اضافة الفوربسيلاران وهو بهيئة محلول مائي بارد تركيزه ٢ ـ ٣ بالمائة الى دوبية الفاكهة والسكر الساخنة لتجنب حلماته الى حدها الادنى .

يستعمل الفوربسيلاران أيضا في اللحوم المصنعة والمدودة . وينسهيل تروسب البروتين اثناء اختمار البيرة مساهما بذلك في ترويق البيرة .

٦ ٠ ٦ ٠ الصمغ العربي Gum Arabic



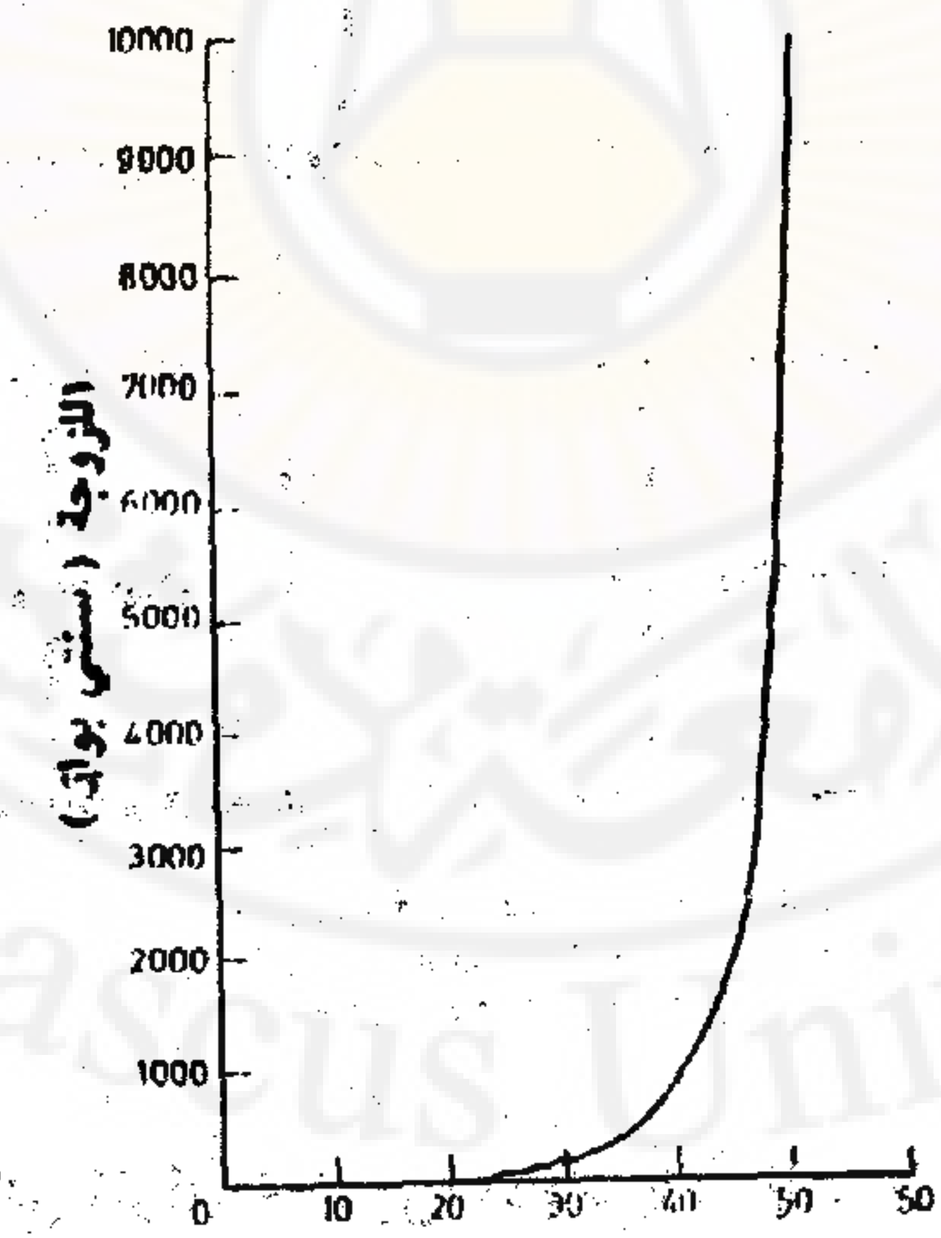
R: L-Rhap(1—, L-Araf(1—,
α-Galp(1—3)-L-Araf(1—,
L-Arap(1—3)-L-Araf(1—.

الصمغ العربي ناتج افرازات شجرة الاكاسيا او السمط العربي . وينتج من جرح قلف ساق الشجرة . ويجمع على هيئة قطع قطرها ٢ر٠ ـ ٧ر٠ سم ناتجة من جفاف افرازات الشجرة . يتراوح انتاج الشجرة السنوي بين ٩ر٠ ـ ٢ر٠ كغ . السودان هو المنتج الرئيسي ، ويبلغ انتاجه ٥٠ ـ ٦٠ الف طن سنويا . ويتبعه في

الانتاج عدة دول افريقية اخرى . عرف الصمغ العربي منذ زمن الفراعنة باسم كامي Kami واستعملوه كصمغ لحمل الاصبغة .

يفرز الصمغ من اشجاره نتيجة لوجودها في ظروف مرضية . ويجفف الناتج في الشمس ويصنف وفق نظافته وخلوه من بقايا قلف الشجر . ويباع على هيئة مساحيق تختلف نعومة حبيباتها ، كما تباع حبيباته الناتجة من التجفيف الرذاذي . والشكل الأخير منه ناتج منقى ، حمولته البكترية منخفضة ، وانتشر استعماله بكثرة في الصناعات الصيدلانية والغذائية . وتشترط المواصفات النموذجية في الصمغ العربي أن يحتوي على اقل من ٤ ٪ رماداً ، واقل من ٥ر٠ ٪ رماد غير ذواب في الحمض ، واقل من ١ ٪ مواد غير ذوابة في الماء ، وأن لا تزيد الرطوبة في حبيباته على ١٢ ٪ ، وأن لا تزيد على ٨ ٪ في المساحيق المجففة بالرذاذ . وهو مادة تدخل ضمن قائمة المواد السليمة عامة .

الصمغ العربي مزيج من متعددات السكر القريبة في تركيبها من بعضها ، وله وزن جزيئي في مجال ٢٦٠ ـ ١١٦٠ كيلو دالتون . مكونة الاساسي L — ارابينوز ويوجد بنسبة موليه ٥ر٣ ، و L — رامنوز بنسبة ١ر١ و D — جالاكتوز بنسبة ٩ر٢ ، و D — جلوكويورونيك بنسبة ٦ر١ . وتختلف نسب مكوناته السابقة مع



الشكل (٦ ـ ٢) منحى لزوجة محلول مائي للصمغ العربي ، مقاسة بالدرجة ٥ر٢٥م بمقياس بروك فيلد

اختلاف أصناف الأكاسيا . ولكن مهمـا تنوعت نسب المكونات السابقة فـإن الهيكل البنيوي الاساسي للصمغ العربي يضم حلقـات β — D — جالاكتوز بيرانوزيل متصـلة بروابط جلايكوزيدية من النمـط ١ ← ٣ ، وتحمل جزئيـاً سلاسل جانبية متصـلة بالموقـع ٦ .

يوجـد الصمغ العربي إمـا متعادلاً او كملح حمض ضعيف ايوناته الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم ، واذا اذيب في محلول ١٪ نظامي حمض كلور المـاء واضيف اليه الاثانول يترسب على هيئة حمض حر .

الصمغ العربي شديد الذوبان في الماء ، وتحضر محاليل منه يصل تركيزه فيهـا ٥٠ بالمئـة . ولا تزداد لزوجة محاليله الا بعد بلوغ تركيز محلوله ٤٠ بالمئة ، بعدهـا يطرأ ازدياد سريع مطرد على لزوجة محاليله . وعلاقة اللزوجة هذه مـع التركيز هي التي تفرقه عن سائر الغرويات المائية التي تتصف بلزوجة محاليلها المرتفعة حتى ولـو كانت بتراكيز بسيطة .

استعمالاته : يصعب ذكر جميع الاغذية التي يدخل الصمغ العربي فيهـا كمادة مضافة ويكفي ان نقول انه الصمغ الوحيد ذو الاستعمال العام ، ما عدا الحالات التي يراد فيها الحصول على انتبـاج وثخانة في القـوام . وتلخص المجالات التي يستعمل فيها من كونه يدخل كعامل استحلاب وكعامل تثبيت ، وكعامل لمنع التبلور (البوظة) ولمنع فصل الدهون في نواتج المخابز، وكعامل مثبت للرغوة في المشروبات الخفيفة حيث يستعمل في تثبيت رغوة البيرة بمعدل ٥ كغ لكل ٥٠ برميلاً ولعل اهم استعمالاته تكمن في كونـه مثبتاً لمواد النكهة وبخاصة في انتـاج مسحوق مركزاتها وانتـاج مسحوق الراتنجيات الزيتيـة . ويتم انتاجهـا بتحويـل الزيـوت العطريـة الى مستحلبات باضافة الصمغ العربي اليها بمعدل ٢٠ ـ ٢٥ بالمئة ثم تجفيفها بطريقة الرذاذ . ويقوم الصمغ في هذه الحبيبات بتشكيل طبقـة رقيقة تحيط بدقـائق الزيت وتحميها من الاكسدة والتغيرات الاخرى التي تطرأ عليها .

يدخل الصمغ العربي في الخلائط الجافة للحلوى والشوربات والمشروبات والكاتو . ويكثر استخدامه في صناعة السكاكر لبعثرة الدهون واستحلابها ومثبط بلورة السكر كما يدخل كاحد مكونات العلكة وسكاكر السعال والسكاكر المطهرة (Lozeneges) . ويستعمل في تغطية المكسرات حيث يكوّن غلافـا رقيقا شفافا واضحا حولهـا حافظا زيتها ونكهتها من التدهور .

ويحسن الصمغ العـربي من الصفات الخبيزية لمنتجات المخابز التي اساسـها طحين الشيلم والقمح حتى ولـو اضيف بتراكيز ضعيفـة (٠٫٠١٥ ٪) ويطيل زمن صلاح الخبز للاستهلاك بالمحافظة عليه طريا .

واخيرا يدخل في صناعة السكاكر القاسية الخالية من السكر والمستعملة في التحميات الخاصة والتي تحضر من الصمغ العربي والسوربيتول والمانيتول .

ويمكن تلخيص وظائفه التي يقوم فيها في الأغذية في انه يقوم بدور عامل مثبت وعامل مثخن وعامل استحلاب .

٦ . ٧ . صمغ الكثيراء Gum tragacanth

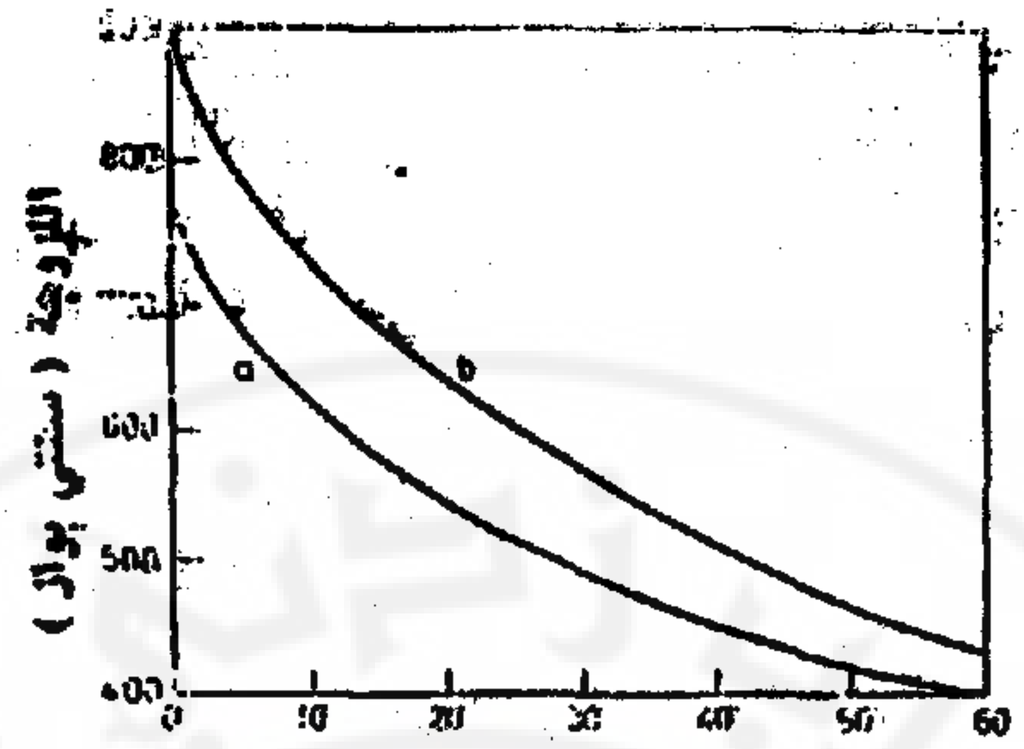
وهو ناتج افرازات انواع من الشجيرات القصيرة التي لا يتجاوز ارتفاعها المتر . وتنمو في المناطق الجبلية القاحلة في الشرق الاوسط وبخاصة في ايران وتركيا بالاضافة الى اليونان . وتنتمي هذه الانواع الى جنس القتاد (Astragalus) وتتبع عائلة القرنيات (البقوليات) .

يحدث التصمغ في جذور هذه النباتات وسوقها . ويتشكل الصمغ في لحاء الجذور وينتشر الى الداخل ، ويتجه التصمغ في الساق من الاشعة الى النخاع ويستقر فيه . لذلك يجري العامل عند استحصال صمغ الكثيراء شقا يصل نخاع النبات ، بينما لا يصل الشق في شجرة الصمغ العربي لاكثر من طبقة الكامبيوم .

اتى اسمه من الكلمة الاغريقية (tragos) وتعني المعز ومن كلمة (akantha) وتعني القرن ، للاشارة الى الشكل المتحني للشريط الصمغي الخام وهو افضل انواعه التجارية . كما يوجد على هيئة قشور .

يعد بعض المؤلفين ان صمغ الكثيراء من اكثر العوامل المستحلبة والمثخنة الطبيعية استعمالا في الاغذية والادوية والصناعات المشابهة . وتؤهله لذلك اللزوجة الشديدة لمحاليله المائية التي تعطي معلقات مائية مع مواد غير ذوابة في الماء . وصمغ الكثيراء موجود في معظم الدساتير الصيدلانية . وهو من ضمن المواد التي تعد سليمة عامة في الاغذية والتي تخضع كمياتها المضافة للممارسة الجيدة للتصنيع .

اهم صفة لهذا الصمغ اللزوجة المرتفعة التي تعطيها محاليله المائية . ويعطي محلول ١ بالمائة من النوعية الممتازة لهذا الصمغ وفي الدرجة ٢٥°م لزوجة مقدار ٣٦٠٠ سنتي‌بواز بمقياس بروك فيلد للزوجة. وتصل محاليله اقصى لزوجتها بعد ٨ ساعات من تحضيرها اذا وضعت بالدرجة ٤٠°م ، وبعد ساعتين اذا وضعت في الدرجة ٥٠°م ، وبعد ٢٤ ساعة في الدرجة ٢٥°م . ويرجع بعض المؤلفين لزوجته المرتفعة الى شكل جزيئه المتطاول بشدة (٤٥٠٠ × ١٩ انجستروم) ، ومما يشير الى استطالة جزيئه مسلك محلوله اللزج المحضر بتركيز ٥ر. ٪ عندما يوضع في انبوب شعري حيث



الشكل (٦ ــ ٣) تأثير تغيرات سرعة القص على لزوجة المحاليل المائية لصمغ الكثيراء a ــ محلول ١ ٪ من قطع رقيقة منه ، b ــ محلول ٥ر٠ ٪ من الشكل الشريطي له .

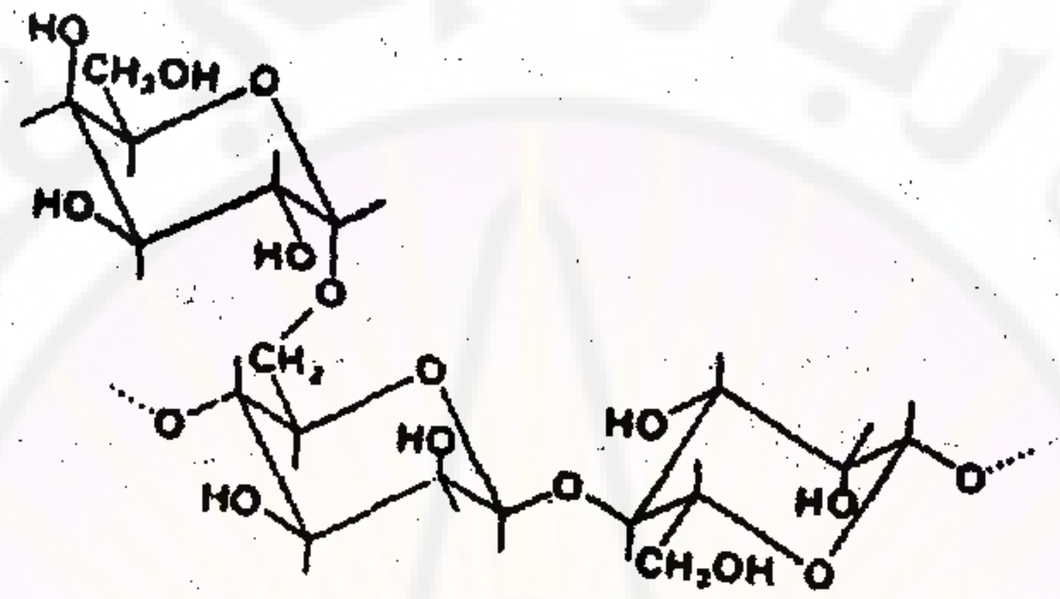
لا يتناسب انسياب محلوله مع الضغط . ومما يدعم هذه النظرة ان مسحوقه أقل لزوجة من مادته الخام . وتترافق لزوجته مع إعطائه هلاماً ثخيناً عندما يوضع في الماء بتركيز ٢ ــ ٤ ٪ . وفي بداية انحلاله في الماء يعطي لزوجة لولية مرتفعة عند رقم حموضة ٨ ، تثبت في حدها الأقصى في رقم الحموضة ٥ . وعند مقارنته مع الأصماغ الاخرى يبدي ثباتاً ضمن مجال واسع من أرقام الحموضة وهو ثابت حول رقم الحموضة ٢ .

يتكوّن صمغ الكثيراء من جزء ذواب في الماء يسمى حمض تراجاكنثيك (Tragacanthic) ، ومن جزء غير ذواب ، منتفخ بالماء ويسمى باسورين Bassorin ويفصل الجزءان بالترشيح . كما يتم فصل الجزءان عند اذابة صمغ الكثيراء ضمن محلول قلوي ثم اضافة حمض الخل ، حيث يترسب الجزء غير الذواب، وباضافة الكحول يترسب الجزء الذواب . يتكوّن الجزء الذواب من مزيج معقد من عديدات السكر الحامضية ، وحدات بنائها حمض د ــ جالاكتوزونيك و د ــ جالاكتوز و ل ــ فوكوز و د ــ كزيلوز و ل ــ أرابينوز . ومجموعاته الكربوكسيلية مؤسترة بمعظمها بالميتانول . هذا وتتناسب لزوجة محاليله مع محتوى الصمغ من مجموعات الميتوكسيل . يحصل على حمض تراجاكنثيك من حلماة الجزء الذواب ويبلغ وزنه الجزيئي ٨٤٠ كيلو دالتوناً .

استعماله : واسع الاستعمال ويدخل في صناعات متعددة نظراً لثباته للحرارة والحموضة ولفعاليته كعامل استحلاب ولطول زمن صلاحيته للاستعمال . وهو في هذا

أعلى لزوجة بكثير من الصمغ العربي وتفوق قدرته على الاستحلاب الصمغ العربي بنحو عشر مرات . لذا نجد صمغ الكثيراء يدخل كعامل مثخن للقوام وعامل مثبت عندما يوضع بنسبة (٤ر٠ ــ ٢ر١ ٪) في مرق السلطة ومنتجات المخابز المحشوة ، وبنسبة (٥ر٠ ٪) في المثلوجات اللبنية ، ويعطي اجمالاً الى الأغذية التي يضاف اليها قواماً ناعماً طرياً .

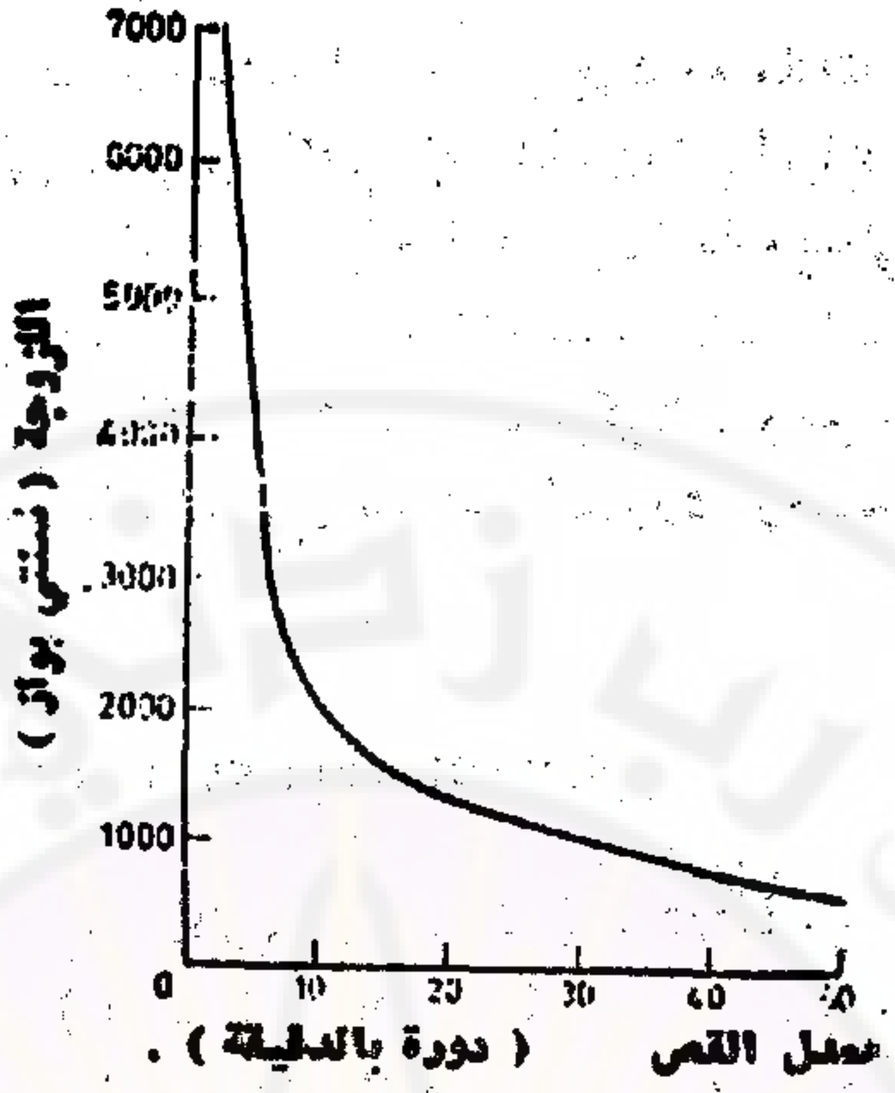
٨٠٦ . صمغ جور Guar Gum



يستحصل على دقيق صمغ جور من اندوسبرم بذور نبات من القرنيات (البقوليات) يسمى Cyamposis tetragonoloba بعد إزالة القشرة والجنين. وتبلغ نسبة الاندوسبرم في البذور ٤٠ بالمائة ، والقشرة ١٥ بالمائة ، والجنين ٤٥ بالمائة . ويحتوي طحين الجور على متعدد سكر يسمى جوران (guaran) وهو جالاكتو ماننان بنسبة ٧٨ ــ ٨٢ بالمائة ، وعلى رطوبة بنسبة ١٠ ــ ١٥ بالمائة، وبروتين وألياف خام ٥ر١ ــ ٥ر٢ بالمائة ورماد ٥ر٠ ــ ٨ر٠ ٪ . ويزرع نبات الجور في الهند وباكستان منذ مئات السنين وفي الولايات المتحدة ومصر من البلاد العربية كنبات علفي.

تركيبه الكيميائي : يسمى صمغ جور احياناً جورانا ، ويتكون من سلسلة اساسية من وحدات β — D — مانوبيرانوز منضمة مع بعضها بروابط من النمط ١ ← ٤ . يتصل فيها سلسلة فرعية مكونة من وحدتي سكر من D — جالاكتوبيرانوزيل عبر رابطة من النوع ١ ← ٦ . وتبلغ نسبة D — جالاكتوز الى D — مانوز ١ الى ٢ . وهو بهذه البنية جزيء شديد التعشب يعطي هذا الصمغ قدرته على ضم الماء وفعاليته في ربط الهيدروجين ، وتتصف محاليله بأنها ذات لزوجة عالية تختلف وفق الضغط المطبق عليها ويسلك في ذلك مسلك السوائل اللانيوتونية . ولصمغ جور وزن جزيئي في مجال ٢٢٠٠٠٠ ــ ٢٠٠٠٠٠ .

خواصه : اهم صفة لصمغ جور قدرته على تكوين محاليل غروية لزجة عند اذابته في الماء . وتتغير لزوجته مع تغير الضغط المطبق عليها ما عدا محاليله الممدة



الشكل (٦ ـ ٤) لزوجة محلول مائي تركيزه ١ بالمئة من صمغ جور في الدرجة ٢٥°م وفق تغيرات سرعة القص . مقياس اللزوجة Haake .

التي بتركيز ٣ر. بالمائة ويظهر تغير لزوجتهمحاليله بشدة عندما يوجد بتركيز ١ بالمائة. وتعتمد لزوجة محاليله على الزمن والحرارة والتركيز ورقم الحموضة والتركيز الأيوني وطريقة مزجه للحصول على محاليله في الماء . وتصل لزوجة محاليله أقصاها في مجال درجة الحرارة ٢٥ ـ ٤٠ . وتسرع الحرارة من معدل وصوله الى لزوجته القصوى . وتهدمه الحرارة الشديدة .

تبلغ لزوجة محلول١ بالمائة منه ٢٥٠٠ ـ ٥٠٠٠ سنتي بواز ، وبمضاعفة التركيز السابق تزداد اللزوجة عشرة أضعاف . كما تزداد لزوجة محاليله الممددة بصورة خطية مع زيادة تركيزه حتى ٥ر. بالمئة . محاليله ثابتة ضمن مجال واسع من أرقام الحموضة ، ويضم صمغ جوار الماء بصورة افضل عند رقم الحموضة ٥ر٧ ـ ٩ . لا تتغير لزوجته بين أرقام الحموضة ١ ـ ٥ر١٠ ، ولكن السرعة التي يصل فيها الى أقصى لزوجته تختلف حسب أرقام الحموضة للأوساط الموجود فيها .

صمغ جوار صمغ غير ايوني يتوافق مع وجود الاملاح بتراكيز واسعة .

استعماله :

يستعمل في مرق السلطة وفي المثلوجات اللبنية كعامل مثخن للقوام ومثبت

بنسبة ٣ر٠ بالمائة . ويستحسن استعماله عند وجود معاملات حرارية مرتفعة حيث يدخل بنسبة قد تصل الى ٣ ٪ وذلك في إعداد بعض انواع الاغذية من شبيهات الجبنة . يكسب صمغ جوار الاغذية الرقيقة قواماً وثخانة ويعطي شعوراً يملأ الفم ، ولذا يستعمل مع المشروبات الخاصة بالحميات عند غياب السكر . ويستعمل مزيج منه مع كاراجينان في مشروبات الكاكو وشراب الشوكولا . وهو على العموم عامل مبعثر فعّال جداً . وقد ورد استعمال له في صناعة الورق ومستحضرات التجميل وفي الصناعات الصيدلانية .

٦ ٠ ٩ ٠ صمغ فول الخرنوب Locust bean gum

قرون الخرنوب ، أو قرون الكاربو (Carbo) ، تنشأ من نبات دائم الخضرة يعرف في علم النبات باسم (Ceratonia Siliqua) وهو من البقوليات وموجود في منطقة الشرق الأوسط منذ العصور القديمة ، حيث استعملت قرونه الطازجة كعلف . تحوي قرونه على بذور تجفف وتسمى قيراطاً (Carat) لانها استخدمت كوحدة وزن (نحو ٢٠٠ ملغ) . ولا يزال حتى الآن القيراط وحدة المعادن الثمينة ، كاللؤلؤ والالماس . كما يستعمل كمقياس لنقاوة الذهب ، ويعني القيراط الواحد جزءاً من ٢٤ جزءاً من الذهب الصافي (١ قيراطاً عيار = ١/٢٤ جزءاً من الذهب الصافي) .

تتكون بذور قرون الخرنوب من ٣٠ ــ ٣٣ ٪ قشرة و ٢٣ ــ ٢٥ ٪ جنيناً و ٤٢ ــ ٤٦ ٪ اندوسبرما . يفصل الاندوسبرم بعد طحن البذور ويستعمل بصورة طحين كما في صمغ جور . ويضم الطحين التجاري لصمغ الخرنوب على ٨٨ بالمائة جالاكتو مانوجلوكان مع ٥ بالماء من عديدات السكر الاخرى (بنتوزان) و ٥ ــ بالمائة بروتين و ١ بالمائة رماد .

يشبه متعدد السكر الموجود في صمغ الخرنوب مثيله في صمغ جور . ويتكون من سلسلة مستقيمة من وحدات β ــ D ــ مانوز متصلة ببعضها بروابط ١ ← ٤ ومن سلسلة جانبية مكونة من وحدات α ــ D جالاكتوز ترتبط بالسلسلة الأولى بروابط من النوع ١ ← ٦ . وتبلغ نسبة المانوز الى الجالاكتوز ٣ الى ١ . هذا يدل على وجود رابطة جانبية كل ٤ او ٥ وحدات من المانوز ، وهو اقل تشعباً من صمغ جور الذي يوجد فيه رابطة جانبية كل وحدتي جالاكتوز .

يبلغ الوزن الجزيئي لصمغ الخرنوب نحو ٣٦٠ كيلو دالتون . وتشبه خواصه الفيزيائية خواص صمغ جور ما عدا أن لزوجة محاليله ليست مرتفعة كما هي في صمغ جور . وتبلغ لزوجة محلول ١ ٪ منه ٢٨٠٠ ــ ٣٢٠٠ سنتي بواز . صمغ الخرنوب ذواب جزئياً بالماء البارد ، وهو متعدد سكر متعادل ، لا تتأثر لزوجته ضمن مجال واسع من أرقام الحموضة (٣ ــ ١١) . ومظهر محلوله عكر ويميل الى البياض وعتم .

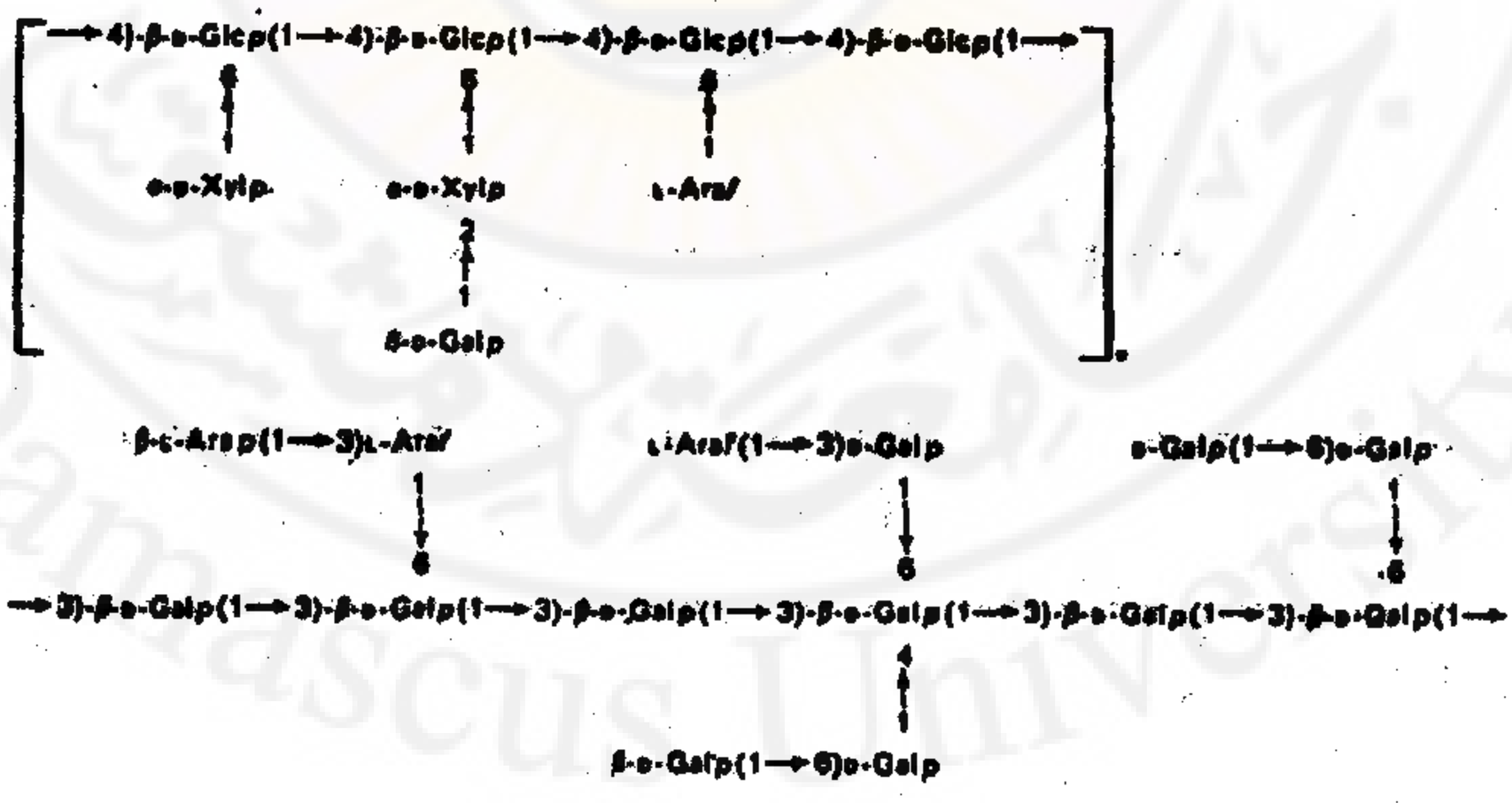
استعماله : يستعمل دقيق فول الخرنوب كعامل ثخانة وربط وتثبيت في اللحوم المصنعة والسالامي والنقانق وفي مرق السلطة والجبنة الطرية والمثلوجات اللبنية . ويزيد من قدرة العجين على ربط الماء وبخاصة في الطحين الفقير بالجلوتين .

يدخل في صناعة الأجبان الطرية حيث يساعد وجود ٥ر. بالمائة من صمغ الخرنوب على تسريع التخثر وزيادة جوامد الخثارة بمعدل ١٠ بالمائة وفي سهولة فصل الخثارة وعزلها .

يستعمل في كثير من الأغذية كمثبت ورابط وبخاصة الأغذية المحضرة كأساس الشوربات وغيرها . وقد استعمل كمثبت للكريما المضروبة والمايونيز والكتشاب ومرق السلطة .

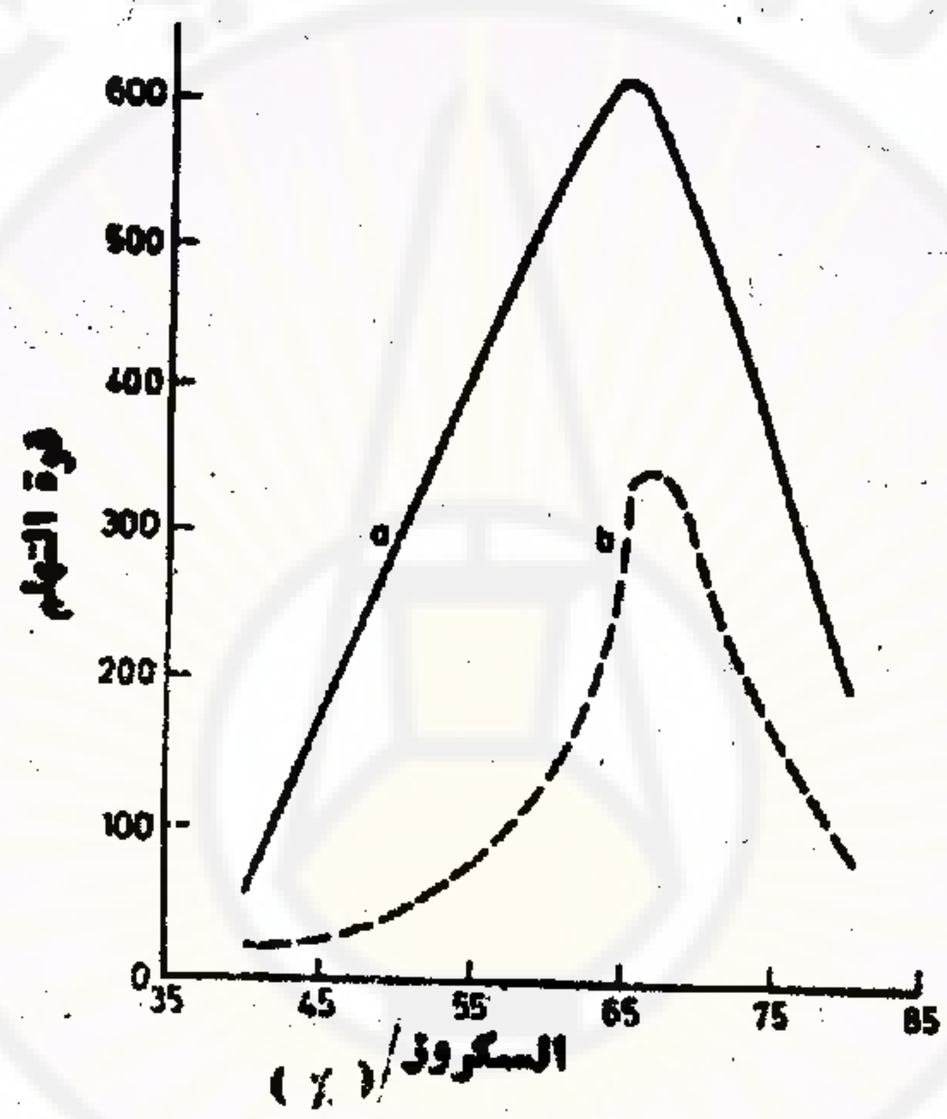
٦ . ١٠ . دقيق التمر الهندي Tamarind flour

شجرة التمر الهندي احد اهم الأشجار في الهند لانتشارها . وتضم قرونها البنية بذوراً غنية في عديدات سكر تستخلص بالماء الساخن وتجفف وتحول الى مسحوق دقيق التمر الهندي . ويستعمل لحاء القرون بعد إزالة البذور منها كمادة أولية لتحضير شراب التمر الهندي . ويحصل على البذور كناتج ثانوي لعملية تحضير اللحاء كمادة للشراب .



يتكون دقيق التمر الهندي من وحدات عديدات سكر تضم D — جالاكتوز بنسبة مول واحد الى مولين D — كزيلوز الى ثلاثة مولات D — جلوكوز مع القليل

من الأرابينوز . يعطي دقيق التمر الهندي هلاماً ثابتاً في مجال واسع من ارقام الحموضة ، وهوشديد الحب للماء ، ولزوجة محاليله مرتفعة . ويحتاج تكون هلامه الى كمية سكر أقل مما يحتاجه البكتين . وقام (whistler) بدراسة علاقة قوة الهلام المتشكل من اضافة بكتين الليمون وطحين التمر الهندي الى تراكيز متعددة من السكروز . ودلت نتائجه الموضحة في الشكل (٦ ـ ١) على قوة الهلام التي يعطيها طحين التمر الهندي والتي تعادل نحو ضعفي قوة الهلام التي يعطيها البكتين عند تركيز معين من السكروز يعادل نحو ٦٥ بالمائة . ويدل الشكل السابق ايضاً على امكان الحصول على قوة تهلم جيدة عند تركيز من السكروز يعادل نحو ٥٠ بالمائة . إلا أن من عيوب هلام دقيق التمر الهندي اعطاءه ظاهرة التساحب ولكن بصورة ضعيفة .



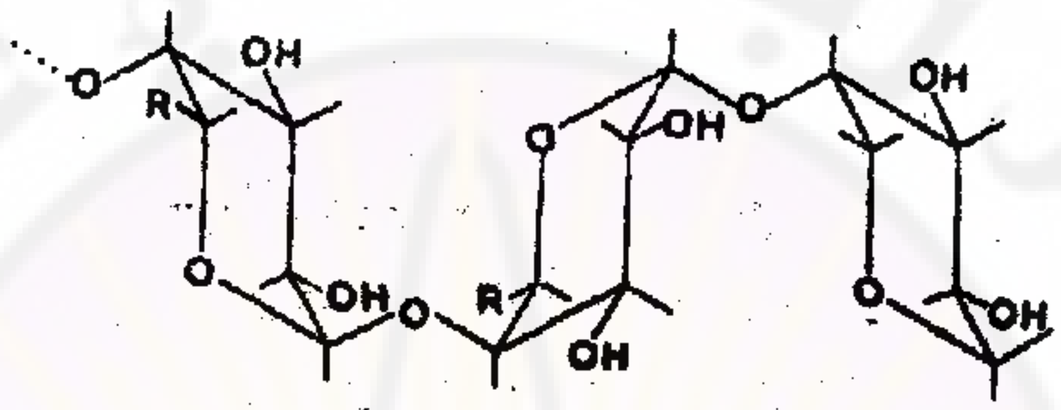
الشكل (٦ ـ ١) قوة هلام طحين التمر الهندي (a) وبكتين الليمون (b) وفق تزايد تركيز السكروز (عن whistler)

استعمالاته الغذائية : دقيق التمر الهندي بديل مناسب للبكتين عند استعماله في انتاج المرملاد والهلامات . ويستعمل كعامل ثخانة ومثبت في المثلوجات اللبنية والمايونيز . استعمالاته الصناعية قليلة ، وهو ارخص من الأصماغ الاخرى ، ويعطي معلقات لزوجتها وهلاماتها جيدة .

تستعمل في سورية ثمار القرون المزال منها البذور ، بعد نقعها بالماء الساخن، وإزالة الالياف منها بالعصر في قماش ، وتحليتها بالسكر ، كشراب مرطب ملين ، غني بالحموض العضوية ، وبخاصة طرطرات البوتاسيوم الحامضية ، ويستعمل لحاء ثماره في تحضير الكري بأنواعه والحساء وبعض الحلوى والاشربة الفوارة وغيرها .

٦ ٠ ١١ ٠ البكتين Pectin

يوجد البكتين منتشراً في جميع الخلايا النباتية متوضعاً بصورة رئيسة في الصفيحة الوسطى وفي الغلاف الأولي واحياناً في داخل الخلايا . وينتج تجارياً من قشور الحمضيات ومن المتخلف من عصير التفاح . ويوجد بنسبة ٢٠ ـ ٤٠ ٪ من المادة الجافة لقشور الحمضيات وبنسبة ١٥ ـ ٢٠ ٪ في المادة الجافة لمخلفات عصير التفاح . كما ينتشر البكتين في بقية النباتات ويعطي الجدول (٦ ـ ٥) فكرة عن نسب وجوده في المادة الجافة .



R: $COO^{\ominus}$. $COOCH_3$

الجدول (٦ ـ ٥) النسب المئوية للبكتين في المادة الجافة

حبات التفاح	٥ ـ ٧	عجينة الشوندر السكري	١٥ ـ ٢٠
عجينة التفاح	١٥ ـ ٢٠	الدراق	٥ ـ ٨
الموز	٢ ـ ٤	بازلاء	٤ ـ ٧
الكرز	٢ ـ ٤	بطاطا	٣ ـ ٥
قشور البرتقال	٢٠ ـ ٤٠	بندورة	٣ ـ ٦
الغريز	٥ ـ ٨	القمح	١

Peterson, pp. 610.

جاءت كلمة بكتين من الاغريقية بمعنى (Congealing) التخثر او التمقد . يتكون البكتين كيميائياً من سلسلة من وحدات حمض الفا ـ د ـ جالاكتوورونيك متصلة مع بعضها بروابط من النمط ١ ← ٤ ، ولها درجات متعددة من المتيلة

والتعادل . ونميز ضمن المواد البكتينية بعض المصطلحات التي يحسن التعرف عليها .

حمض البكتين (Pectic) ، ويشير الى حمض نقي مكوّن من متعدد جالاكتويورونيك وخال عملياً من مجموعات الاستر المتيلية .

البكتين : وهو مزيج من حمض البكتين الذواب في الماء والمؤستر بالميتانول بدرجات مختلفة ، ويختلف البكتين عن بعضه بدرجة استر مجموعاته الحمضية بالميتانول وبمقدار حموضته . وهذا ما يؤدي الى اختلاف البكتين في تشكيل الهلام في وجود السكر او في غيابه . لذلك افرد مصطلح آخر هو **البكتين مخفض الميتوكسيل** ، وهو بكتين درجة استرته منخفضة ويكوّن هلاماً بغياب السكر ووجود ايونات بعض المعادن متعددة التكافؤ . وقد ربط بعض المؤلفين احتياج البكتين للسكر لتشكيل الهلام مع عدد روابطه المؤسترة بالميتانول ، حيث يرتفع احتياج البكتين للسكر مع زيادة عدد مجموعاته المؤسترة . وبصورة عامة تتناسب طرداً قوة البكتين على تشكيل هلام مع وزنه الجزيئي وعكساً مع درجة استرته بالميتانول وذلك ضمن شروط متماثلة تجريبياً . والمصطلح الأخير هو **البروتوبكتين** وهو مواد بكتينية مثبتة في النسج النباتية وتنشأ منها المواد البكتينية الذوابة .

استخلاصه : يتم استخلاص البكتين بين رقم الحموضة ١ر٥ ــ ٣ في الدرجة ٦٠ ــ ١٠٠م. ويجب التحكم بعملية الاستخلاص حتى لاتتحلمأ الروابط الجلايكوزيدية والروابط الاسترية في البكتين الخام . تتبع الاستخلاص عملية تكثيف حتى الحصول على البكتين السائل ، ثم عملية تجفيف بالرذاذ أو بالاسطوانات حتى الحصول على مسحوق . ويحضر البكتين النقي بترسيب البكتين بالايونات التي تشكل املاحاً غير ذوابة مع البكتين كأملاح الالومنيوم ، ثم غسيل الراسب بالكحول المحمض لإزالة الايونات المضافة ، أو أن يتم الترسيب بالكحول (الايتانول أو ايزو بروبانول) .

استعمالاته : يستعمل البكتين بكثرة في انتاج المارملاد والهلامات . وتوجد شروط مناسبة تساهم في الحصول على هلام ثابت ، وهذه الشروط هي :

كمية البكتين اقل من ١ بالمائة

كمية السكروز ٥٨ ــ ٧٥ بالمائة

رقم الحموضة ٢ر٨ ــ ٣ر٥ .

ويستعمل البكتين منخفض الميتوكسيل في الحصول على هلامات خاصة خالية تقريباً من السكر في وجود ايونات الكالسيوم . ويباع البكتين بدرجات ثلاث تعتمد

على سرعة تشكيله الهلام . ويوضح الجدول (٦ ــ ٦) العلاقة الكائنة بين نوع البكتين ودرجة أسترته وزمن تشكل الهلام .

الجدول (٦ ــ ٦) الزمن اللازم لتحول البكتين الى هلام وعلاقته بدرجة الأسترة

نوع البكتين	درجة الأسترة (٪)	زمن التهلم بالثانية (١)
سريع التهلم	٧٢ ــ ٧٥	٢٠ ــ ٧٠
عـادي	٦٨ ــ ٧١	١٠٠ ــ ١٢٥
بطيء التهلم	٦٢ ــ ٦٦	١٨٠ ــ ٢٥٠

(١) ــ زمن التهلم هو الزمن اللازم للحصول على حالة الهـلام بعد توافر جميـع العوامل اللازمـة لتشكيل الهلام . (Belitz , pp. 245)

يستعمل البكتين في العصائر والمشروبات الخفيفة كمثبت ويقـوم بـدور العامل المستحلب لمكونات النكهة ، وله أهمية في المثلوجات اللبنية .

اهمية البكتين في الصناعات الغذائية : ترجع اهمية المواد البكتينية في الفاكهـة والخضار الى أنها تلعب دور مكونات بنيوية للخلية تعطي المواد الغذائية السابقة قوامها كما أنها وأنزيماتها ذات دور هام في تكنولوجيا العصائر ، حيث تقوم بدور عامل مثبت للمعلقات (العكر) في العصير . وعندما يراد الحصول عـلى عصير رائـق يتم تخريب البكتين بالأنزيمات ، وعندما يراد الحصول على عصائر عكرة ، كما في عصير البندورة والبرتقال ، تقتل الانزيمات البكتينية ، والا حدث انفصال للعصير الى طبقتين ، رائقة وراسبة . ويتم تثبيت عكر عصـير البندورة بالتسخين الى الدرجـة ٨٢ ــ ٨٥م . ويثبت عكر عصير البرتقال بالتسخين لمدة دقيقتين بالدرجـة ٨٩م في رقم الحموضة ٣ر٨ ، وبالتسخين بالدرجة ٨٥م لمدة دقيقتين عند رقم الحموضة ٣ر٣ ، ولمـدة ١٥ ثانية فقـط بالدرجة ٩٤م عندما يكون رقم حموضة العصير ٣ر٨ ، ويكفي التسخين بالدرجة ٩٠م لمدة ١٥ ثانية عند رقم الحموضة ٣ر٣ .

٦ ٠ ١٢ ٠ النشـاء Starch

مادة كربوهيدراتية هامة في تغذية الانسان ، وهي مادة صناعية هامة ايضاً هي ومشتقاتها في الصناعات الغذائية وفي صناعة الورق والنسيج .

مصدر النشاء في بلدنا القمح وفي البلدان الاخرى الذرة والبطاطا وجذور المنيهوت والدخن والرز والقمح أحياناً .

تتكون حبيبات النشاء من الاميلوز والاميلوبكتين . ومعظم انواعه تحوي عادة على ٢٠ ــ ٣٥ بالمائة أميلوز والباقي أميلو بكتين. ويبين الجداول (٦ ــ ٧) نسب الاميلوز في مصادر النشاء المتعددة ، كما يبين مجال درجة الحرارة التي يحدث فيها التهلم (Gelatinization) وقوة الانتفاخ .

دفع الاهتمام بالحصول على نشاء عالي الاميلوز ، لانه الجزء الذواب في الماء من النشاء ، مربي النباتات الى استنباط أصناف جديدة من الذرة مرتفعة الاميلوز ، وتسمى ذرة الاميلوز (Amylomaize) ، وتبلغ فيها نسبة الاميلوز بين ٥٠ ــ ٨٠ بالمائة . يعزل الاميلوز من النشاء بالتبلور بوجود أملاح المغنيزيوم أو بالترسيب بالمحلات العضوية القطبية كالكحولات كالبوتانول النظامي أو الحموض الدهنية الدنيا كحمض كبريليك وكبريك ، والتي تقوم بتشكيل معقد مع الاميلوز يؤدي الى فصله عن الاميلو بكتين .

وأدت تربية النبات أيضاً الى انتاج سلالات من الذرة والدخن تتصف بأن نشاءها مكوّن بكامله من الاميلو بكتين وتسمى الذرة الشمعية (Waxy Corn) أو الدخن الشمعي (Waxy millet) .

التركيب الكيميائي : الاميلوز بوليمر خطي من جزيئات الفا ــ د ــ جلوكوز بشكلها البيراني ومتصلة مع بعضها بروابط ١ ــ ٤ . ويتحلما بانزيمات الفا اميلاز وبيتا اميلاز وجلوكو اميلاز ، ولا تحلماً بيتا اميلاز كامل الجزيء الى المالتوز . يختلف حجم جزيئات الاميلوز ، وتختلف تبعاً لذلك درجة البلمرة من ١٠٠٠ الى ١٢٠٠ في نشاء القمح الى ٤٥٠٠ في نشاء البطاطا ، وهذا يقابل وزناً جزيئياً يتراوح بين ١٥٠ ــ ٧٥٠ كيلو دالتوناً . ويستحسن الرجوع الى كتاب أصول الكيمياء الحيوية لمعرفة صيغته الكيميائية المفصلة . يشكل الاميلوز في الماء لولباً حلزونياً مضاعفاً .

الصفات الطبيعية الفيزيائية لحبيبات النشاء :

حبيبات النشاء غير ذوابة في الماء البارد ، ويعتمد حجمها على مصدرها ، وقطرها يتراوح بين ٣ ــ ١٠٠ ميكرون ، ويعتمد شكلها على مصدرها النباتي . ويميز مصدر النشاء بفحص حبيباته تحت المجهر ، ويستعمل عادة تكبير ٤٠٠ مرة . وتميز حبيبات النشاء الشمعية عن غيرها بصبغها باليود ، حيث تعطي حبيبات النشاء العادية اللون الازرق (كما هو معروف) ولا تعطي حبيبات النشاء الشمعية هذا اللون .

جدول (٦ ـ ٧) محتوى انواع النشاء من الأميلوز ، ودرجة التهلم ، وقوة الانتفاخ

نوع النشاء	الاميلوز (٪)	درجة التهلم	قـوة الانتفاخ بالدرجة (٩٥م)(١)
القمـح	٢٦	٥٣ ـ ٦٥	٢١
الجاودار		٥٧ ـ ٧٠	
الشعير	٢٢	٥٦ ـ ٦٢	
الـذرة	٢٨	٦٢ ـ ٧٠	٢٤
ذرة الاميلو	٥١ ـ ٦٥	٦٧ ـ ٨٧	
الذرة الشمعية	١	٦٣ ـ ٧٢	٦٤
الشوفان	٢٧	٥٦ ـ ٦٢	
الـرز	١٨	٦١ ـ ٧٨	١٩
الرز الشمعي	١	٥٥ ـ ٦٥	٥٦
السرغوم	٢٥	٦٩ ـ ٧٥	٢٢
السرغوم الشمعي	١	٦٨ ـ ٧٤	٤٩
البطاطـا	٢٣	٥٨ ـ ٦٦	
انواع الفول	٢٤	٦٤ ـ ٦٧	
انواع البازلاء	٣٥	٥٧ ـ ٧٠	
المنيهوت (الاسم التجاري topioca)		٥٢ ـ ٦٤	

(١) ـ قوة الانتفاخ هي زيادة وزن النشاء المنتفخ نسبة الى وزن النشاء الجاف ، على ان يتم باجراء تصحيح لعديدات السكر المرتشحة (Belitz, pp. 245) .

شكل حبيبات نشاء المنيهوت (Cassava) كروية مقطوعة من طرف واحد ، وبهـا ما يشبه التجويف وتعطي عامة شـكلاً يشبه القصعة ، ويتراوح حجمها بـين ٥ ـ ٣٥ ميكرونا وبمتوسط ٢٠ ميكرونا وتشاهد في وسطها سرة واضحة .

تظهر حبيبات نشاء القمح كروية مسطحة ، مختلف حجمها ، إلا انها على الغالب توجـد بحجمين ، حجم صـغير قطره ٢ ـ ١٠ ميكرونا ، وحجم أكبـر منـه قطـره ٢٠ ـ ٢٥ ميكرونا .

وتظهر حبيبات نشاء البطاطا بأقطار تتراوح بين ١٥ ـ ١٠٠ ميكرون ، وهي اكبر حبيبات النشـاء التجاري حجمـاً ، وشكلها بيضاوي ، ودوائرها الطبقية واضحة وتنحرف الى أحد أطرافها ، وهذا يميزها بسهولة عن حبيبات نشاء الذرة والمنيهوت (التابيوكا) .

وحبيبات نشـاء الأرز من أصـغر حبيبات النشاء التجاري حجماً ، وقطرهـا يتراوح بين ٣ ـ ٨ ميكرونا ، ولهـا شـكل متعدد الأضلاع والزوايا ، ودوائرها غـير واضحة وسرتها في وسطها .

استعمالاته : النشاء عامل ثخانة وربط هام . ويستعمل بكثرة في انتـاج الكثير من الحلويـات والشوربـات والمـرق بأنواعـه والمستحضـرات الخاصـة بالأطفـال والمايونيز وغيرها .

ويعمل الأميلوز كطبقة واقية تغطي الفاكهة كالتمر والتين والفاكهة المجففة عموما والفاكهـة المسكّرة (Candied fruit) لمنـع التصاقها ببعضها . كمـا تعالج بعض الأغذية المقلية والمجففة بالاميلوز لتقليل درجة تعرضها للأكسدة . ويستفاد من درجة التهلم الجيدة للأميلوز المذاب في المـاء في الحصول على مساحيق بودنج والشوربات .

كما يستعمل الاميلوز لتغليف المنتجات سريعة الذوبان بالمـاء التي تأخذ شـكل أنابيب أو رقائق .

امـا استعمالات الاميـلو بكتين المتعـددة فتقع بمعظمها ضمن الخاصتين التي يتصف بهما وهما عامل الثخانة وثبات القوام . بالاضافة الى ذلك يتصف الأميلو بكتين بكونه عامل ربط ولصق جيد .

ظاهرة التهلم Gelatinization phenomena

حبيبات النشاء غير ذوابة في المـاء البارد . وعندما تبتل بالمـاء أو تتعرض الى

رطوبة مرتفعة تمتص المـاء وتنتفخ قليلاً . وانتفاخها عكوس . فعند تجفيفها ينكمش حجمها . ويوضح الجدول (٦ ــ ٨) متوسط زيادة قطر حبيبات النشـاء عندما توضع في وسط مشبع بالمـاء .

الجدول (٦ ــ ٨) تأثير وسط مشبع بالماء في قطر حبيبات النشاء في درجة ادمصاص المـاء

النشاء	زيادة قطر الحبيبات	الماء المدمص في ١٠٠ غ نشاء جاف
الـذرة	٩ر١ ٪	٣٩ر٩ غ
البطاطـا	١٢ر٧ ٪	٥٠ر٩ غ
تابيوكا	٢٨ر٤ ٪	٤٢ر٩ غ
الذرة الشمعية	٢٢ر٧ ٪	٥١ر٤ غ

عند تسخين رَوْبـة النشاء في المـاء الى فوق درجة الحرارة الحرجة او درجة التهلم (وهي درجـة حرارة اعـلى من ٥٦ وتختلف حسب نـوع النشاء)(١) تضعف الروابـط الهيدروجينية التي تجمع حبيبات النشـاء مـع بعضها ، ويؤدي ضعفها الى انتفاخ الحبيبات لعدة أضعاف حجمها الطبيعي ، وتعرف هذه الظاهرة بالتهلم . وعند حدوث انتفاخ لحبيبات النشاء تفقد أولاً شكلها ، ثم مـع بدايـة تشربها المـاء يزداد صفاء روبة النشـاء ولزوجتها ، ويحدث ارتشـاح لبعض الجزيئات الى خارج كتـلة الحبيبات المنتفخة ، وعندما تمتص الحبيبات حاجتها القصوى من المـاء تبدأ بالانفجار والانطواء معطية تبعثراً مكوناً من بقايا حبيبات وتجمعات النشاء وجزيئاته وتتناقص اللزوجة وتصل الى حد ثابت .

وعند تبريد مطبوخ النشاء تصلقس احياناً شفوفيته وترتفع لزوجته بدرجـات مختلفة ، ويتشكل في الحالات المتطرفة التي يكون النشـاء فيها بحالة السـول (٢) هـلام صلب معتم .

---

(١) ــ انظر الجدول (٦ ــ ٧) لمعرفة درجات تهلم أنواع النشـاء .

(٢) ــ السول السائل نظام غروي ناتج من بعثرة مادة صلبة في وسط سائل .

يؤثر تركيز النشاء المطبوخ في ظاهرة التهلم متمثلة بقوة انتفاخ حبيباته . وقام كل من Leach, Mc Cowen and schooch بدراسة قوة انتفاخ انواع من النشاء بتسخين تراكيز منخفضة من النشاء في الدرجة ٩٢°م لمدة ٣٠ دقيقة . وبعد فصل الراسب المنتفخ عن المحلول الرائق بالتثفيل وتقدير وزنه الجاف واجراء التصحيحات اللازمة للجزيئات الذائبة بتحديد تركيزها في السائل الرائق قاموا بحساب قوة التهلم ولخصوا نتائجهم في الجدول (٦ ــ ٩) . وتدل نتائجهم انه عندما يكون تركيز النشاء أعلى من التركيز الحرج تشكل الحبيبات المنتفخة طوراً مستمراً تحجز بينها جميع الماء الحر المتاح تقريباً . وعندما يكون تركيز النشاء اقل من القيمة الحرجة يوجد ماء حر ويحدث انفصال في الأطوار حيث ينفصل طور المحلول المائي عن طور الحبيبات المنتفخة بالماء .

ويستعمل عند التطبيق العملي تركيز من النشاء أعلى من التركيز الحرج السابق حتى يتم التأكد من ان جميع الماء الحر مرتبط مع حبيبات النشاء ومن عدم تحرر

الجدول (٦ ــ ٩) التراكيز الحرجة لأنواع النشاء التجارية

النشاء	قيمة التركيز الحرج (١)
البطاطا	١ر٠
ساجو	١ر٠
تابيوكا	١ر٤
الذرة	٤ر٤
الذرة الشمعية	١ر٦
القمح	٥ر٠
ذرة اميلوزية	٢ر٠

(١) ــ تعبر هذه القيم عن عدد الجرامات من النشاء الجاف التي يحتاجها ١٠٠ مل ماء حتى يعطي عجينة في درجة حرارة ٩٥°م وتشغل فيها الحبيبات المنتفخة كامل حجم الماء ولا يوجد ماء حر بينها .

(عن Furia, vol, I, pp. 370)

المـاء عند حدوث ترافق بين الجزيئات نتيجـة لترابط مجموعات الهيدروكسيل مـع بعضها وفقدان قدرتها على ربط المـاء ، وتعرف هذه الظاهرة الاخيرة في حال حدوثها بظاهـرة التسـاحب (Synersis) ، وهي ظـاهرة تحـدث عـلى العمـوم في هلامات النشاء .

يؤثر رقم الحموضة في سلوكية النشاء المطبوخ ، ولا تتغير صفات معظم انـواع النشاء بين أرقام الحموضة ٥ ــ ٧ . ويؤدي طبـخ النشاء في رقـم حموضة ادنى من من ٥ واعلى من ٧ الى خفض درجة حرارة التهلم وزيادة مدة الطبخ . كمـا أن طبخ النشاء في الوسط الحامضي يؤدي الى حلمأة الروابط الجلايكوزيدية .

يتأثر سلوك النشاء خلال عملية الطبخ بعدد من العوامل الاخرى كمستوى السكر والدكستروز والمـواد الاخرى التي تضم مجموعات الهيدروكسيل . وتؤثر جميعهـا سلباً في قوة انتفاخ حبيبات النشاء ، لأنها مواد شديدة الالفـة للماء وتعرقل انتفـاخ حبيبات النشاء . ولهذا السبب يضاف السكر غالباً بعد طبخ النشاء .

عوامل انخفاض التوتر السطحي لهـا تأثير ملحوظ في النشاء المطبوخ ، ويعتمد تأثيرها على نوع العامل وعلى نوع النشاء . تقوم العوامل التي تملك ذيلاً كارهاً للمـاء ومجموعة محبة للماء كالحموض الدهنية طويلة السلسلة وأحاديات الجليسيريد وغيرها بتكوين معقد مع الأميلوز يلتف فيه اللولب الحلزوني للأميلوز حول الجزء الكاره للمـاء من العامل المخفض للتوتر السطحي ، ويؤدي هذا الالتفاف الى ثبات الأميلوز ويخفف من ميله الى الترافق مع الجزيئات المماثلة له ومن تقهقره . وآذا اضيف العامل المخفض للتوتر السطحي الى النشاء قبل طبخه وحبيباته سليمة غير محدبة تتثبط عملية التهلم وتتباطأ السرعة التي يتم فيها انتفـاخ حبيبات النشاء وعموماً ترتفع درجـة حرارة عمليـة التهلم . ولا يظهر تأثير العوامل المخفضة للتوتر السطحي إلا في النشاء الـذي يحوي الأميلوز كنشاء الذرة ، ويظهر هذا التأثير بدرجة ضئيلة في النشاء الذي يحوي كمية مرتفعة من الأميلو بكتين كنشاء الذرة الشمعية .

تعتمد فائدة اضافـة احاديات الجلسيريد اثنـاء تصنيع الاغذيـة التي تحـوي بصورة طبيعية على النشاء على وجود الأميلوز وعلى التفاعل الذي يحدث بينه وبـين احاديات الجلسيريد حيث يؤدي تكوين معقد اميلوز ــ احاديات الجلسيريد الى عـدم ارتشاح الأميلوز الى خارج حبيبات النشاء والى ثبات النشاء . ولذلك فإن اضافـة احاديات الجلسيريد تؤدي الى تحسين قوام البطاطا المجففة والى المحافظة على قـوام منتجات المكرونة وغيرها .

١٣٠٦ . النشـاء المعـدّل Modified starches

سبق الاشارة الى الابحـاث التي قام بهـا مربـو النبات وانتجوا منها الـذرة الشمعية والدخن الشمعي والتي يتكون النشـاء فيهما بصورة كلية تقريباً من الاميلو بكتين . وهنـاك فـرق في سـلوك كل من النشاء العادي والنشـاء الشـمعي في عمليـة الطبـخ . ويلاحظ ان نشـاء الذرة الشمعية يستوي طبخه أسـرع بكثير من نشـاء الذرة العادية ، ويطول استواء النشاء ذي الاميلوز المرتفـع ولا يعطي لزوجـة مناسبة بشروط الطبخ المتبعة .

ادى التوسع في استعمال النشـاء في الصـناعة الى ايجاد تقانات لتعديل واحـدة او اكثر من الخواص المميزة للنشاء والى ظهور مشتقاته . ومن اهم ما يرغب في تعديله من خواص في النشـاء تخفيف لزوجتـه حتى يمكن استعمال تراكيز مرتفعة وتعديـل سلوكه اثناء طبخه وذوبانيته في المـاء البارد وميله الى تشكيل هلامات او عجينة .

واقترح ان آلية تشكيل الهلام وتراجعه يعودان الى ترافق الروابط الهيدروجينية بين مجموعات الهيدروكسيل لسلاسل الاميـلوز المترافقة . ولـذا فـإن الاكسدة او ابعاد مجموعات الهيدروكسيل عن بعضها بإدخال مجموعات كيميائية بينها يؤدي الى تثبيط التداخل ما بين جزيئات الاميلوز وترافقها مع بعضها وهذا هو الهدف من انتاج مشتقات النشاء .

يتم انتاج النشـاء المعـدّل بمعالجـة النشـاء المطبوخ او حبيباته الخام . وتعتمد المعالجة على استعمال مواد كيميائية مع الحرارة بوجود وسطاء .

وفيما يلي شرح مبسط لانواع النشـاء المعدّل (Modified starch)

النشاء قبل التهلم Pregelatinized

وينتج من تسـخين معلق النشاء الى درجة حرارة اعلى من درجة حرارة تهلمه ، ثم تجفيف المعلق . والناتج من هذا النوع من النشاء ذواب في الماء البارد ويعطى هلاماً ويستعمل في الاغذية سريعة الذوبان مثل بودنج وغيره .

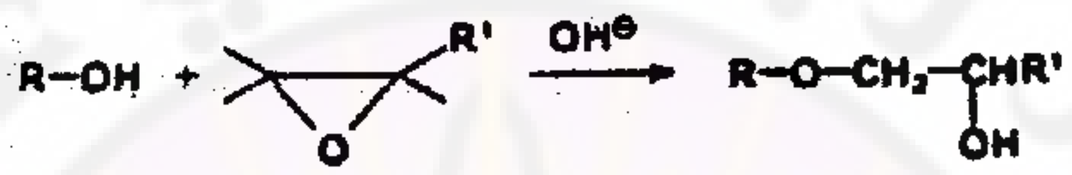
النشاء المغلي جزئياً Thin - boiling starch

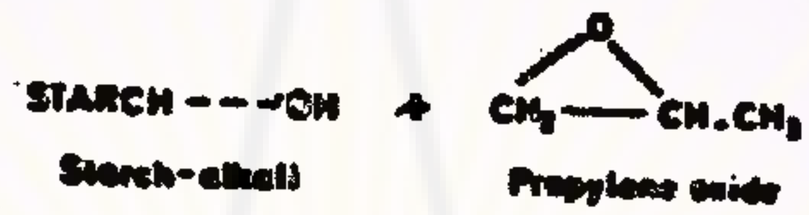
وينتج من معاملة المعلق المائي للنشاء بالحرارة لإحداث حلمأة حمضية جزئية يتم التحكم فيها . والناتج من هذه المعالجة لا يذوب في المـاء البارد بشدة ولكنه ذواب في المـاء المغلي . ومحاليله اخفض لزوجة من النشـاء العادي غـير المعالج ، وتبقى بحالـة سائلة بعد تبريدها . ولنشـاء الذرة المغلي جزئياً بهذه الطريقة صفات خاصة ، منهـا

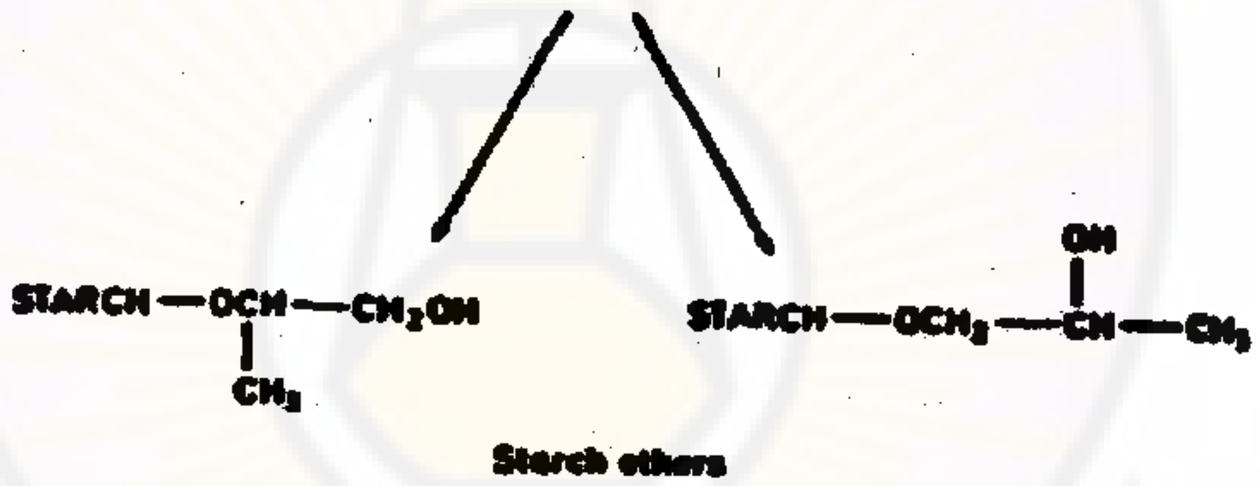
أن مطبوخه معتم ويعطي هلاماً صلباً بالتبريد ، والصفة الأخيرة اعطته اهميته خاصة ، حيث يستعمل في الحلوى الصمغية (Gum Candies) .

اتيرات النشاء Starch ethers

وينتج من معاملة معلق ٣٠ ــ ٤٠ بالمائة من النشاء بأكسيد الأتلين او اكسيد البروبلين في وجود هيدروكسيدات المعادن القلوية او القلوية الترابية في وسط رقم حموضته في حدود ١١ ــ ١٣ . ويستحصل على مشتقات هيدروكسي بروبيل وفقاً للمعادلات :







ويمكن الحصول على اتيرات النشاء بمعالجته بمركبات ابيكلوروهيدرين .

تتصف هذه المشتقات للنشاء باحتوائها على مجموعات هيدروكسي الكيل ، وهي مجموعات تؤدي الى تعديل قوة انتفاخ النشاء وذوبانيته وخفض درجة تهلمه وزيادة ثباته عند إزالة التجميد عنه وزيادة شفوفية عجينة محاليله ذات اللزوجة المرتفعة . وهذا ما اعطى لهذه المشتقات مجالاً لأن تستعمل كعامل مثخن للأغذية الجاهزة التي تحفظ في البرادات والمعلبات .

كربوكسي متيل النشاء Carboxymethyl starch

وينتج هذا المشتق من معاملة النشاء مع حمض أحادي كلور الخل في وسط قلوي .

$$ROH + CH_2ClCOO^- \longrightarrow R-O-CH_2COO^-$$

والناتج من كربوكسي متيل النشاء ينتفخ بسرعة حتى بوجود الماء البارد والاثانول . ويعطي معلق ١ ـ ٣ بالمائة منه قواماً يشبه الدهون (Pomade) ، ويعطي معلق ٣ ـ ٤ بالمائة منه قواماً يشبه الهلام . ويستعمل كمثخن وكعوامل تكوين هلام .

استرات النشاء Starch esters

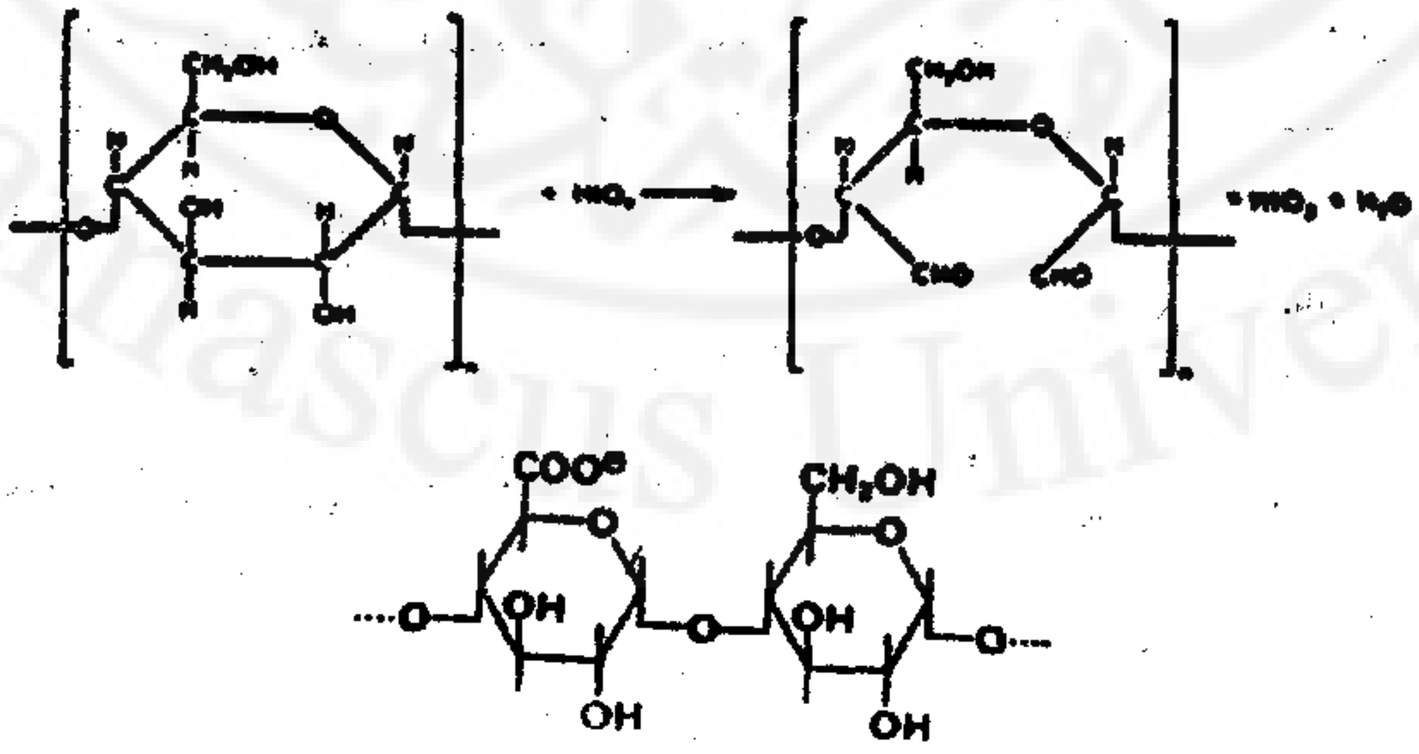
واهمها الاسترات الفوسفاتية الاحادية ، التي تنتج من التسخين الجاف للنشاء مع ثلاثي بولي فوسفات القلوية او مع اورثو الفوسفات القلوية ، في الدرجة ١٢٠ ـ ١٧٥م .

$$R-OH \xrightarrow[\text{فوسفات قلوية}]{\text{OH}\quad \text{PO Cl3 /}} R-O-PO3\,H2$$

تمتاز استرات النشاء بأن عجينتها ذات ثخانة وصفاء افضل من النشاء العادي، وبأنها تحسن ثبات النشاء عند إزالة التجميد عنه ، ولذا تستعمل كمثخنات ومثبتات في نواتج المخابز ومساحيق الشوربات والبودنج والاغذية المعلبة وفي المارجرين . وتعد استرات النشاء مناسبة لاستعمالها كغطاء خارجي واق للفاكهة المجففة ولالتقاط الاروما وحمايتها ضمن الحافظات (encapsulation) .

النشاء المؤكسد Oxidized starches

ينتج هذا المشتق من معاملة معلق النشاء القلوي بعوامل مؤكسدة لإعطاء مجموعات كربوكسيل وكربونيل . ويستعمل من العوامل المؤكسدة هيبوكلوريت الصوديوم وحمض فوق اليود (HI O4) وبرمنجنات البوتاسيوم . تعطي الاكسدة بالهيبوكلوريت معقداً غير منتظم ، ويؤكسد حمض فوق اليود مجموعات الهيدروكسيل على الكربونين الثاني والثالث من وحدات د ـ جلوكوز ، معطياً ناتجاً يضم في كل وحدة جلوكوز مجموعتي الدهيد .

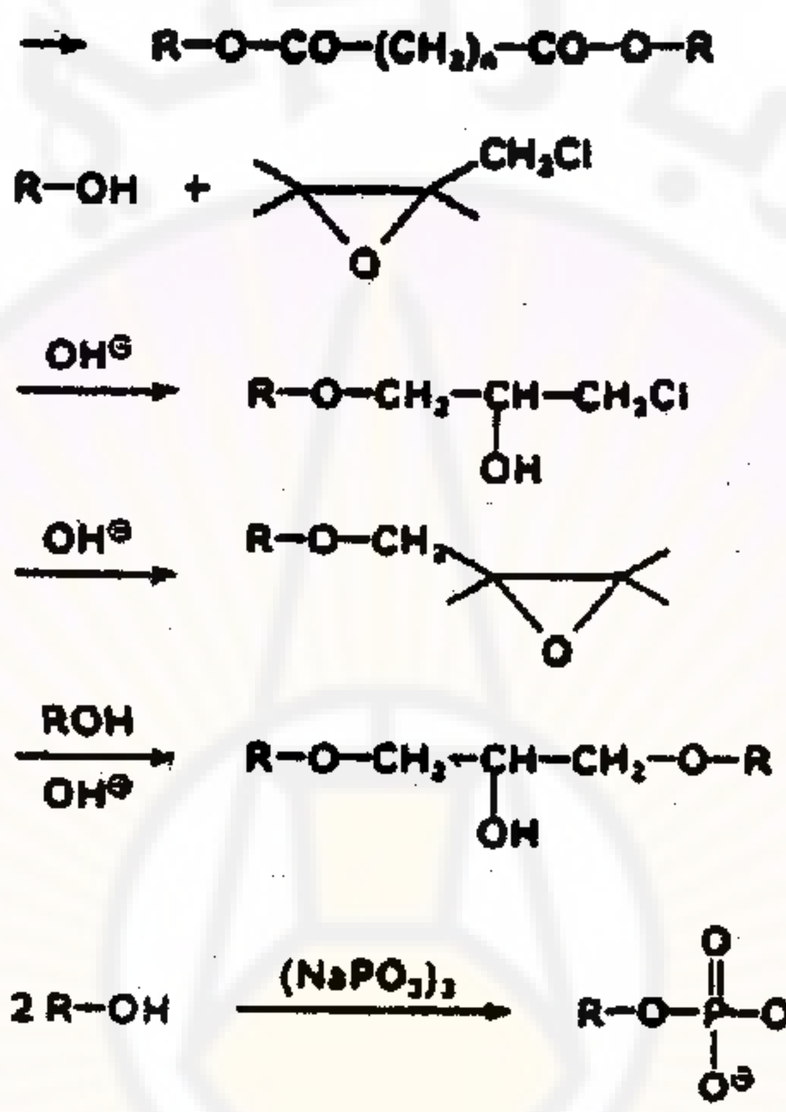


ناتج اكسدة النشاء بهيبوكلوريت ويضم مجموعة كربوكسيل كل ٢٥ ـ ٥٠ وحدة جلوكوز

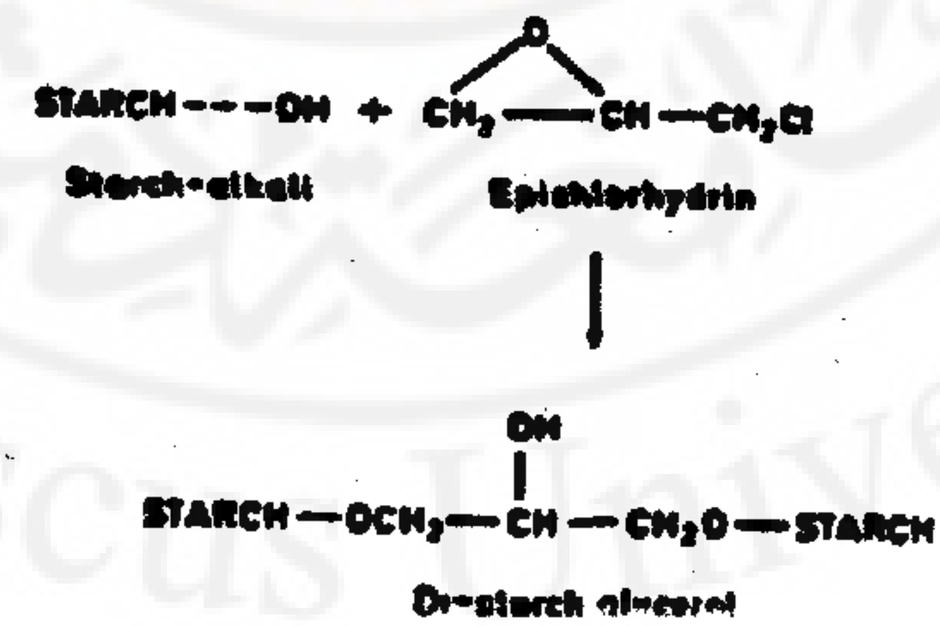
يستعمل النشاء المؤكسد كمالىء لزوجته منخفضة في المايونيز والمستحضرات المشابهة . ويختلف عن النشاء المغلي جزئياً في عدم تراجعه (retrograde) عند تكوينه هلاماً ، وعدم إعطائه هلاماً عاتماً .

النشاء ذو الروابط الاعتراضية Cross — Linked starches

وينتج من تفاعل النشاء مع كواشف ذات مجموعات ثنائية او متعددة كثلاثي



ميتا فوسفات الصوديوم ، اكسي كلوريد الفوسفور ، ابي كلوروهيدرين ، او مزيج من بلا ماء حمض الخل مع حمض ثنائي الكربوكسيل (حمض أديبيك) .



تزداد في الناتج درجة حرارة التهلم مع زيادة الروابط الاعتراضية، وتنخفض قوة انتفاخه ويزداد ثباته في قيم أرقام الحموضة المتطرفة ، كما في الأغذية الحامضية وفي الضغوط المرتفعة . ويستعمل هذا النشاء حيثما يطلب نشاء عالي الثبات .

٦ . ١٤ . السيللوز ومشتقاته Cellulose and its derivatives

يتكون السيللوز ، وهو المادة العضوية الأكثر انتشاراً في الطبيعة ، من وحدات بيتا ـ د ـ جلوكوز ، متصلة بروابط β (١ ـ ٤) ، وهو بذلك جزيء خطي متجانس يضم نحو ١٠٠٠٠ وحدة د جلوكوز ، وله بنية بلورية تشبه القضيب ، وهو بذلك غير ذواب في الماء .

ازداد استعمال السللوز بالتعديلات الكيميائية التي تتم على جزيئه كما حدث مع النشاء .

كربوكسي ميتيل سيللوز Carboxymethyl cellulose (CMS)

يحضر من تفاعل السيللوز مع أحادي كلورواسيتات الصوديوم التي تتفاعل مع المجموعات الهيدروكسيلية في الموقع ٢ و ٣ و ٦ في كل وحدة من د ـ جلوكوبيرانوز . وتجارياً يتم الحد من التبادل مع مجموعات الهيدروكسيل الى مجموعة واحدة في كل وحدة جلوكوز .

هذا الناتج بوليمر محب جداً للماء ، وتعتمد لزوجته على وزنه الجزيئي ، ويعطي عادة سوائل لزجة جداً . وصفة اللزوجة هذه هي التي أعطت محاليل كربوكسي ميتيل سيللوز قابليتها على تشكيل طبقة رقيقة دفعت به الى مجالات متنوعة من التطبيقات ويلخص الجدول (٦ ـ ١٠) مجالات استخدامه في العالم .

الجدول (٦ ـ ١٠) مجالات استعمال كربوكسي ميتيل سللوز

الاستعمال	النسبة المئوية لاستعماله
المنظفات	٢٧
سوائل الحفر	١٠
الورق	٧
المناجم	٧
النسيج	٦
الأغذية	٥
التغليف	٤
مواد التجميل	١
متفرقات	٣٣

Phillips , pp. 438.

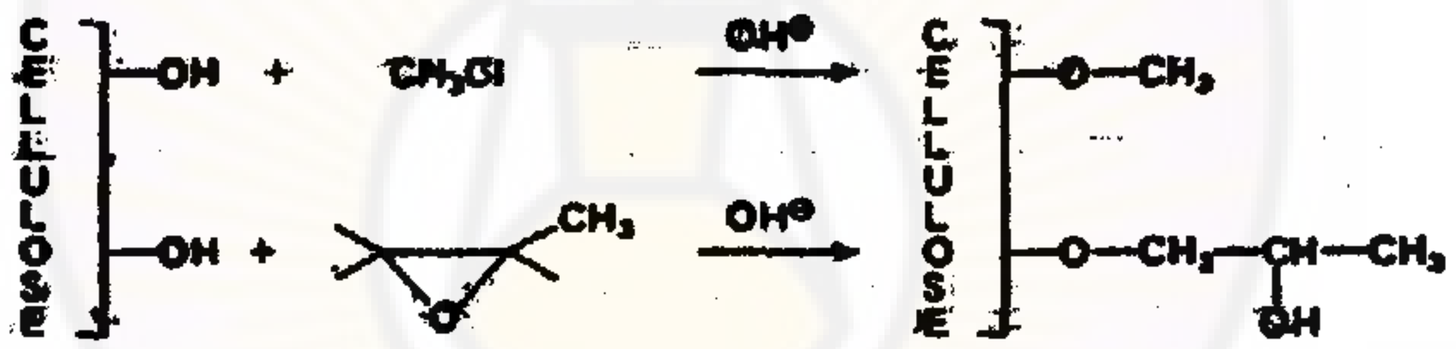
وفي الأغذية يستعمل كربوكسي ميتيل سللوز كعامل ربط خامل وكعامل ثخانة لتعديل وتحسين قوام كثير من الأغذية ، مثل الهلامات والجبن المطبوخ المدود وغيره . كما انه يوقف تشكل بلورات الثلج في المثلوجات اللبنية وبلورات السكروز في السكاكر ويثبط تقهقر النشاء ويحد من ظاهرة البيات في منتجات المخابز . كما انه يحسن من ثبات ومميزات أعادة تكوين كثير من المنتجات المجففة .

هيدروكسي اتيل سللوز وهيدروكسي بروبيل سللوز

Hydroxyethyl cellulose and Hydroxy propyl cellulose

ينتج هيدروكسي اتيل سللوز بتفاعل هيدروكسي آتيل اثير مع مجموعة هيدروكسيل جانبية في سلسلة السللوز ، وهذا يؤدي الى تحويل السللوز الى مركب ذواب سهل التداول ، ويتم ذلك بتفاعل السللوز مع اتيلين اكسيد .

$$\text{Cellulose}-OH + CH_2-CH_2 \longrightarrow \text{Cellulose}-O-CO_2-CH_2OH$$



تعتمد درجة الاستبدال في التفاعل السابق على الشروط التي يجري فيها التفاعل ويكفي الاستبدال البسيط (درجة الاستبدال ٢ر٠ ــ ٣ر٠) لإعطاء ناتج ذواب في المحلول القلوي المائي . وللحصول على ناتج ذواب في الماء تزداد درجة الاستبدال الى ٠ر١ واكثر .

يشكل هيدروكسي اتيل سللوز غرويات هائية غير ايونية له تطبيقات واسعة ، كمثخنات قوام ، معدلات سيلان ، غرويات واقية ، عوامل ربط ، مثبتات . واوسع استعمال له هو مثخن قوام في المعلقات (latex) . وفي الأغذية يستعمل هذا الناتج مع شبيهه هيدروكسي بروبيل سللوز في مجال من الاستخدامات تشبه الى حد كبير مجالات استخدام كربوكسي ميتيل سللوز .

٦ ٠ ١٥ ٠ اصماغ عديدات السكر قليلة الأهمية

Polysaccharide gum of Minor status

يوجد عدد من عديدات السكر ليس لها تطبيقات تجارية واسعة ، سببها عدم

وجود كميات تجارية كافية منها ، وعدم منافستها التجارية الأصماغ الاخرى المشابهة لهـا ، أو لان طرائق الحصول عليها ليست مؤسسة بصورة واضحة على نطاق تجاري .

صمغ بذور السفرجل Quince seed Gum

يستخرج من بـذور السفرجـل . ويضم سللوزاً وبعض الأرابينوز ومزيجاً من حموض الدو يورونيك . والمعلق المـائي منـه لزج جـداً . وقـد استعمل كمثبت في الشوكولا بالحليب والبوظة ومشروبات الشوكولا المعلقة المطعمة بالنكهات بمعدل ار. ـ ٣ر. بالمائة . ثمنه مرتفع وهذا احد الأسباب التي تحد من انتشاره .

صمغ بذور الكتان Linseed Gum

هذا الصمغ ناتج ثانوي لصناعة بـذور الكتـان ، ويستخرج الصمغ من الكسبة الناتجة بعد استخلاص الزيت .

يتكون الصـمغ من مزيـج من عديـدات السـكر ، بيّن التحليل انهـا تضـم L — جالاكتوز و D — كزيـلوز و L — أرابينوز وحمض جالاكتوبورونيك وحمض الدو باي يورونيك . ويعد صمغ بذور الكتان مصدراً لـ L — جالاكتوز .

وهو قليل الاستعمال . ويدخل كبديل عن بياض البيض في بعض منتجات المخابز والبوظة . ويمكن استعماله في صناعة المشروبات الخفيفة لفعله المنظم القوي .

صمغ الباميا Okra Gum

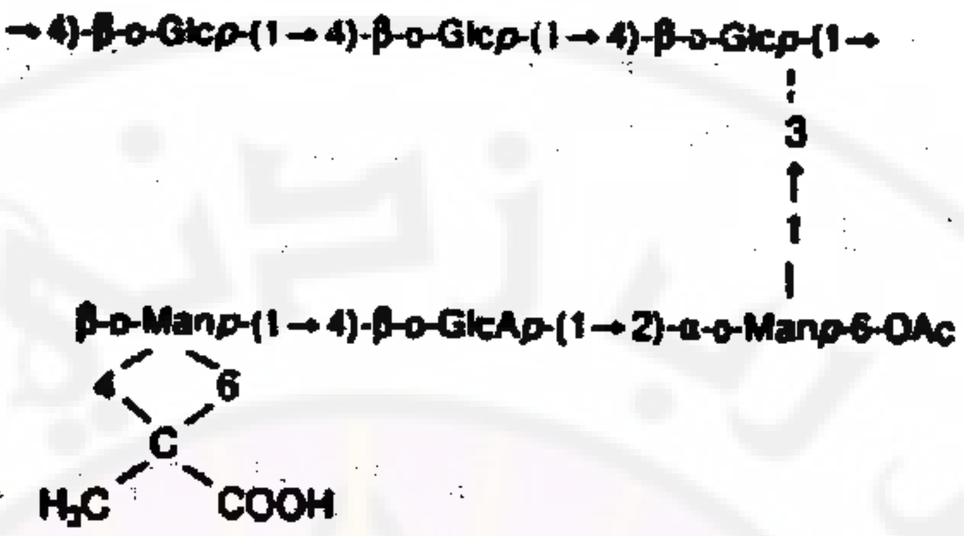
ويحضر من بـذور الباميا . وقـد ورد أن تحليل هـذا الصمغ يضم مختلف الحموض الأمينية و D — جالاكتـوز و L — أرابينـوز و L — رامنـوز وحمض D — جالاكتو يورونيك وسكريات اخرى أو مشتقات سكرية .

لا يستعمل صمغ الباميـاء بكثرة في الصناعات الغذائية لعـدم توافره تجاريا . وورد استعماله في الهند لترويق عصير قصب السكر وفي إعـادة خلط البيض المجفف كأحد مكونات مزيج الضرب .

صمغ الكسانتن Xanthan Gum

ينتج هذا الصمغ عندما توضع بكتريا Xanthomonas campestris وغيرها

من الأنواع المشابهة في وسط مغذٍ يحوي الجلوكوز وكلور الأموثيوم ومزيج من الحموض الأمينيـة والأمـلاح . ويفصل من وسـط البيئـة بترسيبه بالايزوبروبانول بوجـود كلـور البوتاسيوم .



صمغ الكسـانتن متعدد السكر غير متجانس مكوّن من د ـ جلوكوز ، د ـ مانوز وحمض د ـ جلوكو يورونيك بنسبة موليـه ٢٫٨ ـ الى ٢٫٠ . كما توجد فيـه بعض وحدات السكر مؤستلة ، وبعضها الآخـر على هيئـة كيتال ناتـج من اتحـاد السكر مـع البيروفات .

يبلغ الوزن الجزيئي لصمغ الكسـانتن أعلى من ٦١٠ ميغا دالتون ، ورغم كبر هذا الوزن الجزيئي فهو ذواب تماماً في الماء . وتملك محاليله لزوجة مرتفعة وتسلك سلوك السوائل البلاستيكية الكاذبة (تتناقص اللزوجة مع زيادة سرعة القص وفق منحن) ، والى حـد كبير تعـد لزوجته مستقلة عـن درجات الحـرارة . وتكتسب محاليـله ومستحلباته وهلاماته ثباتاً جيداً عند إزالة تجميدها .

اسـتعمالاته :

تعتمد أهمية صمغ كسانتن على قدرته على تثبيت المستحلبات وعلى قدرته على بعثرة الدقائق (ثبات العكارة ، مستحلبات الزيوت العطرية في المشروبات الخفيفة) . ويستعمل في صناعة تعليب الأغذية كعامل ثخانة لثباته الحراري . وتؤدي إضافة صمغ الكسانتين الى هلامات النشاء الى تحسين ثباتها عند إزالة تجميدها .

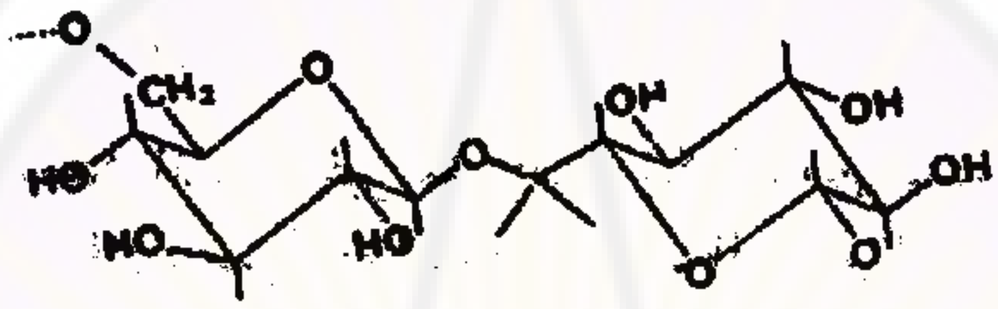
وتستخدم خواص صمغ الكسانتن في إعداد مسحوق بودنـج سريـع الذوبان ، والذي يضم طحين صمغ الخرنوب والمـلح الصودي لبيرو فوسفات ومسحوق الحليب مع مسحوق صمغ الكسانتن الذي يقوم بتسهيل ذوبان الناتج في المـاء . ويستخدم في مرق السلطة (Salad dressing) لمسلك لزوجته الذي ذكر في الفقرة السابقة.

دكستران Dextran

تعطي بعض البكتريا مثل Leuconostoc mesenteroids وغيرها الدكستران اذا وضعت في وسط يحتوي السكروز .

الدكستران متعدد جلوكوز تتصل وحداته مع بعضها بروابط بيتا ١ ــ ٦ ، مع وجود وحدات جلوكوز كسلسلة جانبية مرتبطة بالهيكل الأساسي (سلاسل بيتا ١ ــ ٦) عبر روابط ١ ــ ٣ و ١ ــ ٤ و ١ ــ ٢ . وعلى العموم تضم السلسلة الرئيسة ٩٥ بالمائة من وحدات الجلوكوز .

الدكستران جزيء شديد الذوبان بالماء .

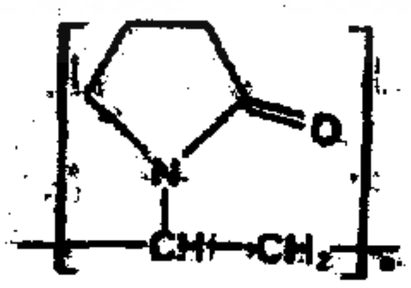


استخداماته :

تنحو غالبيته استعمالاته الى الطب كبديل للدم . ويستعمل في الصناعات الغذائية كعامل ثخانة وعامل تثبيت في نواتج المخابز والحلويات والمشروبات وفي المثلوجات اللبنية .

بولي فينيل بيرولودون Polyvinyl Pyrrolidone (PVP)

يستعمل هذا المركب حيث تستعمل عديدات السكر كمواد مضاقة . ويتراوح وزنه الجزيئي بين ١٠ ــ ٣٦٠ كيلو دالتوناً . وهو سهل الذوبان في الماء والمذيبات العضوية . وتتعلق لزوجة محاليله بوزنه الجزيئي . ويكوّن مع مركبات الفينول معقدات غير ذوابة ، ويستخدم لهذه الخاصية كعامل ترويق في صناعة المشروبات (البيرة والنبيذ وعصائر الفاكهة) . كما يستعمل كعامل ربط وثخانة وتثبيت كما في مستحضرات الفيتامينات . ويشكل طبقة رقيقة واقية تزيد من قابلية الدقائق على الذوبان وتثبت الأروما كما في مستحضرات الشاي والقهوة سريعة الذوبان .



٦ ٠ ١٦ ٠ الوضع القانوني للفرويات المائية :

لا توجد في سورية مواصفات خاصة بهذا النوع من المواد المضافة . وقد ذكرت ضمن مواصفة الفيت فيما بعد ورقمها ٢٠٠ . وفيها تعتمد لجميع المواد المضافة ، والمواصفة الوحيدة التي صدرت بعد الغاء المواصفة ٢٠٠ ، هي مواصفة المواد الملونة في الأغذية (٨٩/٧٧٠) .

وتوجد في السوق الأوروبية مواصفات خاصة بالفرويات المائية ، تحت الأرقام ٧٨/٦١٧ ، ٨٠/٥٩٧ ، وتعطى فيها المواد المضافة أرقاماً يسبقها الحرف E ، اما اذا ظهر رقم عددي بدون الحرف E فهو يدل على عدم اعتماد المادة المضافة من قبل الجماعة الأوروبية . ويظهر من مراجعة المواصفات السابقة أن جميع الفرويات المائية التي جاء ذكرها في الصفحات السابقة معتمدة للاستعمال كمواد مضافة لتقوم بدور عامل مستحلب أو مثبت أو مثخن أو عامل تشكل هلام ما عدا اتيل هيدروكسي اتيل سللوز ، اتيل سللوز ، صمغ تارا ، صمغ جاتي ، صمغ كارايا ، صمغ الشوفان ، صمغ بنزويك ، حيث لا يسمح باستعمال المواد التي سبق ذكر اسمائها كمواد مضافة . ولعل أهم مواصفة أوروبية للفرويات المائية هي التي تحمل الرقم ٧٨/٦٦٣ .

وتضم نشرات منظمة الأغذية والزراعة الدولية في كتيباتها التي تحمل عنوان (أوراق في الغذاء والتغذية) ، وبخاصة الكتيبات ذات الأرقام ٤ و ١٩ و ٢٥ والصادرة بين عام ٧٨ وعام ٨٢ ، على مواصفات للفرويات المائية وعلى المقدار المتوسط المسموح تناوله منها يومياً (ADI) .

وجاء في الجدول (٦ ـ ١١) ملخص للنشرات السابقة للجماعة الأوروبية ومنظمتي الزراعة والأغذية والصحة العالمية بشكل يسمح باجراء مقارنة بينهما وبين الوضع القانوني لكل مادة والكمية المسموح اضافتها مع ترجمة النشرة او الكتيب التي جاء فيها توصيف لمواصفاتها الفنية .

ويلاحظ في الجدول (٦ ـ ١١) أن اللجنة العلمية للأغذية في الجماعة الأوروبية (SCF) لم تحدد في بعض المواد المضافة الكمية المسموح تناولها يومياً على أساس ملغ/كغ وزن الجسم/يومياً . وهذا يعني ان استعمال المادة يؤدي الى نشوء مخاطر صحية . ونجد أيضاً في الجدول أن بعض الفرويات المائية قد حدد المقدار المسموح تناوله منها يومياً في حين أن اللجنة العلمية للجماعة الاوروبية لم تعتمده ، ربما بانتظار دراسات لاحقة عنه .

الجدول (٦ ـ ١١) الوضع القانوني للغرويات المائية في السوق الأوروبية المشتركة (EEC) ودستور الأغذية للأمم المتحدة (FAO / WHO) .

نواتج الأعشاب البحرية	دستور الأغذية للأمم المتحدة			الجماعة الأوروبية		
	وضعها	كميتها	مواصفات نقاوتها	وضعها	كميتها	نقاوتها
أجار	مقبولة تماماً(١)	غير محدودة(٢)	٤	E 406	لم يحدد (٤)	٧٨/٦٦٣
حمض الجينيك	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٥٠(٧)	٤	E 400	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
الجينات الأمونيوم	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٥٠	٤	E 403	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
الجينات الكالسيوم	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٥٠	٤	E 404	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
الجينات البوتاسيوم	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٥٠	٤	E 402	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
الجينات الصوديوم	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٥٠	٤	E 401	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
بروبيل جلايكو ألجينات	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٢٥	٤	E 405	٠٫٠ ـ ٢٥	٧٨/٦٦٣
كارأجينان وفورسيلان	مقبولة تماماً	٠٫٠ ـ ٧٥	٤	E 407	٠٫٠ ـ ٢٥	٧٨/٦٦٣
منتجات السيللوز						
هيدروكسي بروبيل سللوز	مقبول تماماً	٠٫٠ ـ ٢٥	١٩	E 463	لم يحدد (٤)	٧٨/٦٦٣
هيدروكسي بروبيل متيل سللوز	—	٠٫٠ ـ ٢٥	١٩	E 464	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
متيل سللوز	مقبول تماماً	٠٫٠ ـ ٢٥	١٩	E 461	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
متيل اتيل سللوز	مقبول تماماً	٠٫٠ ـ ٢٥	٤	E 465	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
اتيل سللوز	مقبول تماماً	٠٫٠ ـ ٢٥	١٩	—	لم يحدد	—
اتيل هيدروكسي اتيل سللوز	يعتمد على الدراسات السمية		—	—	لم يحدد	—

سللوز دقيق البلورات	مقبول تماماً	غير محدودة	٤	E 460(i)	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
مسحوق السللوز	مقبول تماماً	غير محدودة	٤	E 460 (ii)	غير محدودة(٢)	٨٢/٥٠٤
كربوكسي متيل سللوز الصوديوم	مقبول تماماً	٠ ـ ٢٥	٤	E 466	٠ ـ ٢٥	٧٨/٦٦٣
البكتين والاصماغ :						
البكتين	مقبول تماماً	غير محدودة	١٩	E 440(a)	غير محدودة	٧٨/٦٦٣
البكتين الاميدي	مقبول تماماً	غير محدودة	١٩	E 440(b)	٠ ـ ٢٥	٧٨/٦٦٣
الصمغ العربي	مقبول تماماً	غير محدودة	٢٥	E 414	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
صمغ الخرنوب	مقبول تماماً	غير محدودة	٤	E 410	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
صمغ جور	مقبول تماماً	غير محدودة	٤	E 412	غير محدودة	٧٨/٦٦٣
صمغ تارا	مقبول مؤقتاً(٥)	٠ ـ ٥ر١٢ (مؤقتاً)	٤	—	لم يحدد	—
صمغ كسانتن	مقبول تماماً	٠ ـ ١٠	٤	E 415	٠ ـ ١٠	٨٢/٥٠٤
صمغ جاتي	يعتمد على الدراسات السمية(٦)		—	—	لم يحدد	—
صمغ كارايا	يعتمد على الدراسات السمية(٦)		—	—	لم يحدد	—
صمغ الشوفان	يعتمد على الدراسات السمية(٦)		٤	—	لم يحدد	—
صمغ الكثيراء	يعتمد على الدراسات السمية(٦)		٤ (مؤقت)	E 413	لم يحدد	٧٨/٦٦٣
صمغ بنزويك	يعتمد على الدراسات السمية(٦)		—	—	لم يحدد	—

(١) ـ مقبول تماماً ، وتعني اجازة استعماله في جميع الاغذية (Fully Accepted)

(٢) ـ غير محدودة ، وتعني ان كمية المادة المضافة غير محدودة برقم معين وتابعة للممارسة الجيدة للتصنيع .

(٣) ـ تشير الارقام في هذا العمود الى ارقام كتيبات منظمة الاغذية والزراعة الدولية (FAO) التي توجد فيها المواصفات الخاصة بالمادة المضافة .

(٤) ـ لم يحدد ، وتعني عدم أعتماد رقم معين كمتوسط للمقدار المسموح بتناوله يومياً . الا ان المادة المضافة مقبولة كمادة مضافة ومسموح باستعمالها .

(٥) ـ مقبول مؤقتاً .

(٦) ـ يعتمد على الدراسات السمية .

(٧) ـ تشير الارقام الى المقدار الوسطي المسموح تناوله يومياً ويعبر عنه (ملغ/كغ وزن الجسم/يومياً) .

(الجدول مأخوذ من phillips ، صفحة ٣٧٥ ، ٣٧٦ ، ٣٧٧)

مراجع فصل الأصماغ النباتية

1 — Whistler, R. L. (ed) 1973
Industrial gums 2nd. ed. Academic press.
New York. London.

2 — Radley, J. A. (ed) 1976
Starch production technology, Applied
Science publisher , London.

3 — Phillips, G. O, Wedlock , D. J. and Williams, P. A. (1985).
Gums and Stabilisers for the food
Indurty . 2 - applications of hydrocolloids.
pergamon press.

4 — Belitz, H. D. and Grosch, w. (1987).
Food Chemistry. chapter 4.
springer — Verlag.

5 — Food and Nutrition paper., Nos. 4,19 and 25. published by FAO.

6 — Peterson, M. S. and Johnson, A. H. (1978)
Encyclopedia of food science. The AVI
publishing Company. Inc. westport. conn. USA.

7 — Lewis, J. G., N. F. Stanley, and GG Quist (1988) Commercial production and application of algal hydrocolloids. In Algae and Human Affeirs (C. A. Lemi and J. R. Waaland, eds). Cambridge University press.

Damascus University

الفصل السابع

عوامـــل الاســـتحلاب

EMULSIFING AGENTS

تشكل عوامل الاستحلاب المجموعة الثانية من الاضافات الغذائيـــة المستخدمة كعوامل بناء agents de texture وذلك بالاضافة للمهلمات والمسمكات . وهي مركبات تملك خاصيـــة الـ amphiphiles لأن تركيبها الكيميائي يتضمن في الوقت نفسه وظائف محبة للماء hydrophiles ووظائف كارهة لـــه hydrophobes . وهـــذا التركيب الكيميائي الخاص يمنحها خواصها الاستحلابية ، حيث أن جزيئـــات هـــذه المركبات ، بتموضعها ما بـــين سطوح الزيت/ماء ، تساعد على زيادة ثبـــات واستقرار نظـــام غـــير ثابت ترمو ديناميكياً . ونستنتج من ذلك انهـــا مركبات خافضـــة للتوتر السطحي ، اي انها تقوم بخفض التوتر السطحي بشكل واضح بين سائلين غير منحلين وذلك بسبب صفاتها القطبية والذوبانية التي تملكها . ويجب الاشارة الى أن المـــواد الغذائية هي انظمة متعددة الأطوار تتضمن ، بخاصة ، ماء وسكريات معقدة وبروتينات واملاحاً ومواد دسمة صلبة أو سائلة .

تقوم عوامل الاستحلاب بالاضافة الى دورها الاستحلابي بوظائف اخرى من اهمها تشكيل المعقدات مع النشاء والبروتينات وكذلك السيطرة على بلورة المواد الدسمة او الدهنية وذلك بسبب خاصية الـ amphiphiles .

ونورد هنا بعض العوامل الخافضة للتوتر السطحي الطبيعية والصنعية الاكثر استخداماً في مجال الاغذيـــة :

١ ـ طبيعيـــة : الفوســـفوليبيدات (الليســـيتينات) ـ فوســـفات الاينوســـيتول

phosphates d'inositol

٢ ـ **صنعيـة** : أحاديات استر البروبيلين جليكول ـ أحاديات استر الجليسيرول ـ استرات السوربيتان ـ استرات السـكاروز ـ استرات البولي جليسيرول ـ استرات البولي اوكسي ايتيلين ـ استرات البولي اوكسي ايتيلين سـوربيتان ـ استرات معقدة (لاكتات ، طرطرات ... الخ) .

تلعب عوامل الاستحلاب دوراً بارزاً في التصنيع الغـذائي ، حيث تستخدم في مجالات كثيرة ومتعددة ، نذكر منها بشكل خاص :

ـ تثبيت المستحلبات (كالمايونيز) .

ـ تشكيل المعقدات مع النشاوالبروتينات (منتجات الخبز) .

ـ السيطرة على بلورة المواد الدسمة (شوكولا ، مارجرين) .

إن استخدام أي عامل استحلاب يتم فقط في مجـال مخصص ومحدد ، إلا أن فعل عوامل الاستحلاب هو متعدد الجوانب : فعامل خـافض للتوتر السطحي يعمـل كعامل استحلاب وبالوقت نفسـه يقـوم بتشكيل المعقدات مـع المركبات البيوكيميائية المختلفة للغذاء ، وهذا ما نلاحظه في حالة منتجات الخبز على سبيل المثال .

أولاً ـ ثبات المستحلبات : Stabilité des émulsions

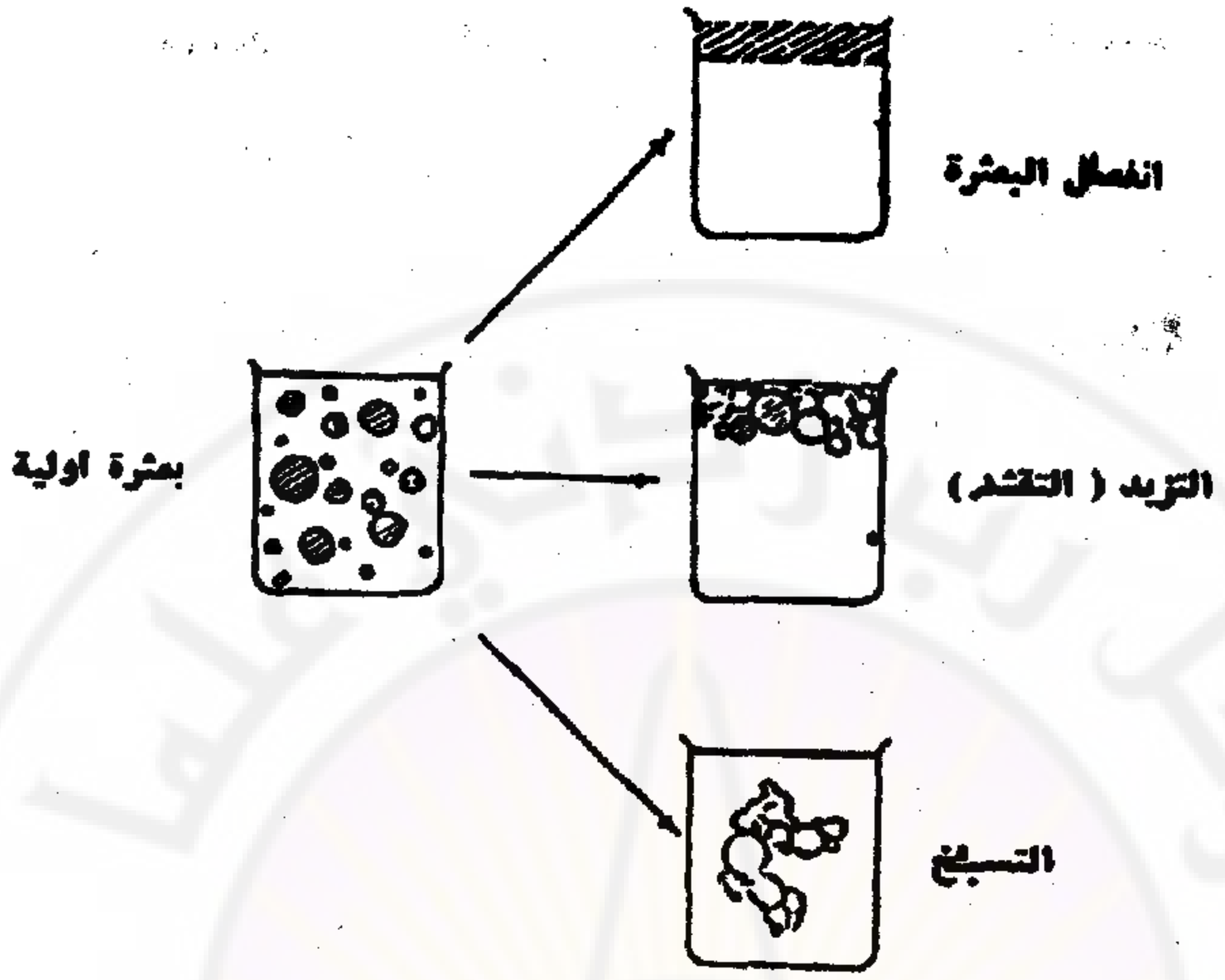
١ ـ الأشكال الرئيسة لعدم الثبات أو الاستقرار :

يعد السطح البيني لكل قطيرة مقراً لطاقة السطح الحرة . ويعد النظام مستقراً ترموديناميكياً اذا كانت هذه الطاقة الحرة للسطح في حدودها الدنيا . وتكون عمليـة إزالة هواء ما بين السـطوح الخافضة للطاقـة الحرة عـلى السطح اذاً ظاهرة تلقائية . وهناك ثلاثة أنواع لعدم الثبات أو الاستقرار يمكن مشاهدتها (شكل رقم ٧ـ١) وهي:

ـ الانفصال أوالا نقطاع rupture

ـ التسبّخ Floculation

ـ التزبد أو التقشد Crémage



الشكل رقم (٧ ـ ١) : تمثيل بياني لثلاثة أشكال من عدم ثبات المستحلبات

الانفصال او الانقطاع : هو نتيجة للاندماج التلقائي للقطيرات مشكلة قطرات اكبر فأكبر حجماً الى ان يتم الانفصال الكامل ما بين الطورين ، ويكون سطح السطح البيني في حدوده الدنيا وكذلك الطاقة الحرة للسطح .

اما في التفشد او التزبد (شكل من اشكال الترسب) وفي التسبخ فلا يوجد اندماج أو التحام . وتحدث هاتان الظاهرتان عندما يتم خفض توتر السطح بفعل وجود مركب ثالث على الأقل خافض للتوتر ما بين السطوح .

في التفشد : ينفصل السائلان تحت تأثير الجاذبية الأرضية pesanteur . وتقدر سرعة الترسب (V) Sédimentation لقطيرة مستحلبة بواسطة قانون STOKES :

$$V = \frac{2\,g\,r^2\,(\rho_c - \rho_d)}{9\,\eta}$$

حيث g : تسارع الجاذبية الارضية r : : نصف قطر القطيرات

ρ_c ، ρ_a : الكتل الحجمية للطور الدائم والطور المبعثر

η : لزوجة الطور الدائم .

وتدل المعادلة على أنه كلما كانت القطيرات أكثر نعومة fine كانت عملية التقشد أكثر بطئاً . وتحدث هذه الظاهرة بشكل واضح جداً اذا كان الطوران يملكان كثافتين مختلفتين بشكل كبير أو اذا كان وسط البعثرة شديد السيولة .

اما التسبخ فهي ظاهرة مشابهة تقريباً للتقشد . وتحدث عندما لا تكون كثافات السوائل مختلفة بشكل كاف أو عندما تكون لزوجة الوسط عالية جداً . وتملك القطيرات مع ذلك امكان التجمع بفعل الحركة البراونية mouvement Brownien .

يخلق وجود مكونات (غريبة) حاجزاً من الطاقة على السطح البيني . وقد وجد أن مدة بقاء مستحلب زيت/ماء (١/١) (الزمن اللازم لخفض عدد القطيرات الى النصف) هو ثانية واحدة فقط في حال غياب حاجز الطاقة . أما في حالة وجود حاجز طاقة قدره 20 KT (K : ثابت بولتزمان Boltzmann ، T : درجة الحرارة المطلقة) فإن ذلك يسمح بالحصول على مدة بقاء أكثر طولاً بكثير (نحو السنة مثلاً) .

٣ ـ نظرية ثبات المستحلبات :

تسمح نظرية DLVO (الاحرف الاولى من أسماء واضعيها) بإثبات هذا المفهوم لحاجز الطاقة .

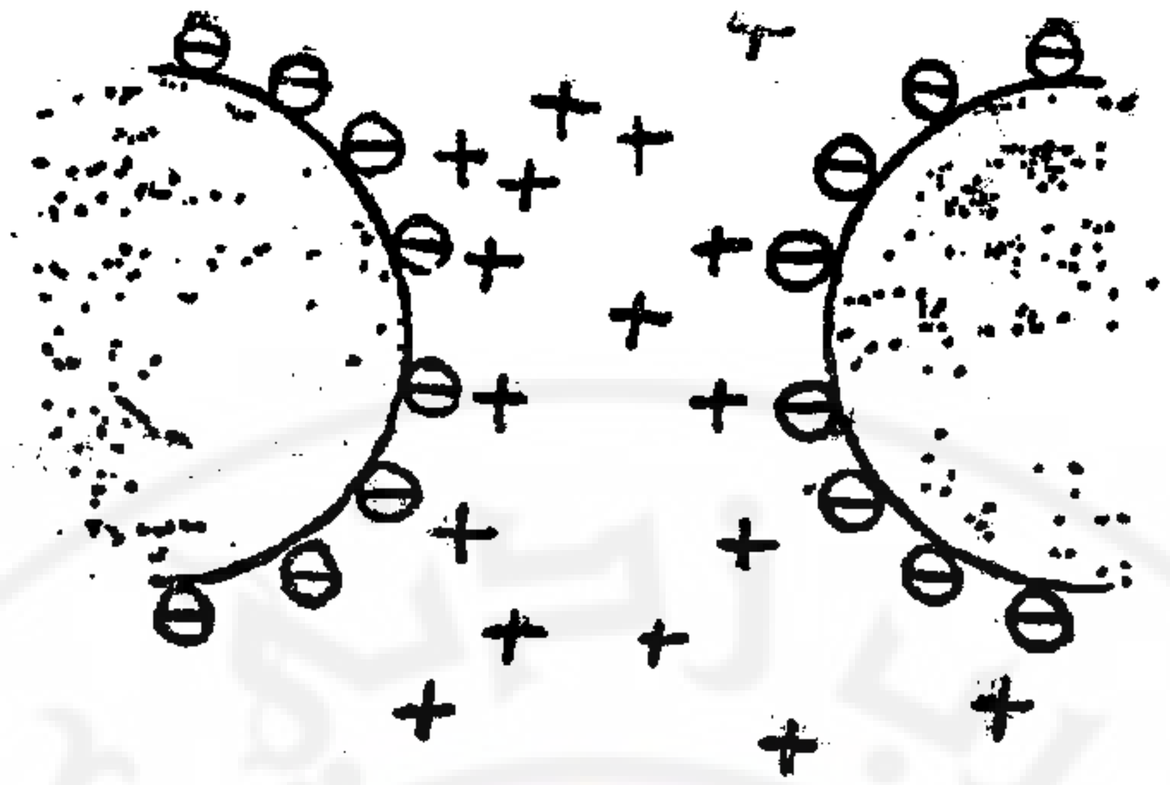
تؤكد هذه النظرية ان ثبات المعلقات الغروية يتعلق بنوعين من التفاعلات على مسافة بعيدة بين الرقائق المبعثرة :

آ ـ قوى تجاذب فان ديرفالس .

ب ـ التنافر الكهرساكن répulsion électrostatique بين الطبقات الكهربائية المضاعفة ذات الاشارة نفسها (شكل ٧ ـ ٢) .

تقدّر طاقة تفاعل قوى فان دير فالس بوساطة العلاقة التالية :

$$U' = -\frac{Aa}{12d}$$



شكل رقم ٧ ــ ٢ : تمثيل بياني لتوزع الشوارد بين الدقائق التي تعطي طاقة تنافر (سطوح القطيرات مشحونة سلباً)

حيث : d : البعد الفاصل بين سطح الكرتين

a : نصف قطر الدقائق

A : ثابت هاماكير HAMAKER

ويمثل التنافر الكهرساكن بالطاقة "U" المحسوبة تقريباً بوساطة العلاقة :

$$U'' = \frac{1}{2} \varepsilon a \psi_0 \ln \left(1 + e^{-\frac{d}{\delta}} \right)$$

حيث : ε : ثابت العزل الكهربائي للوسط الدائم

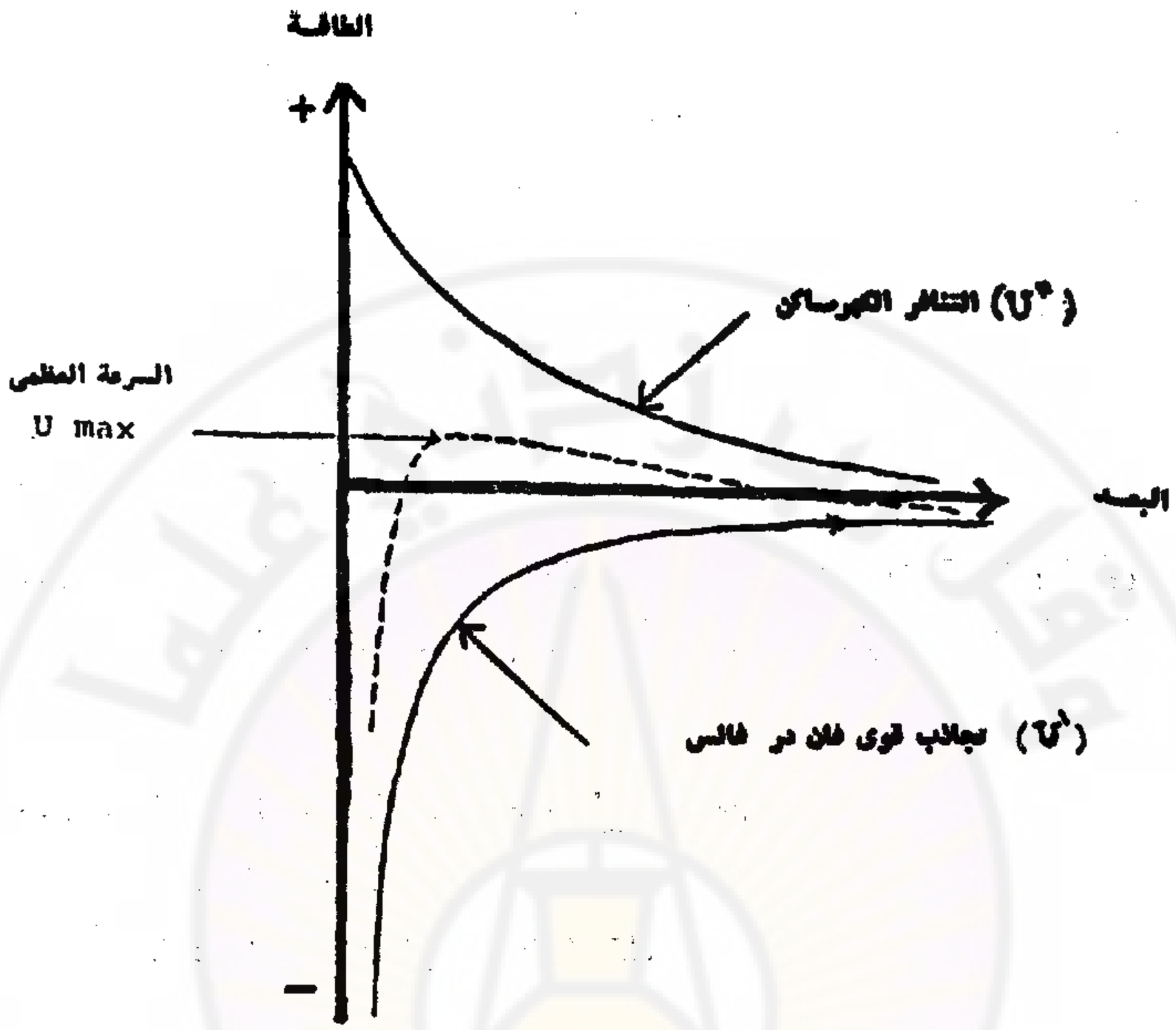
ψ_0 : كمون السطح

δ : سماكة الطبقة المنتشرة

d : البعد بين الكرتين .

تعطي محصلة هاتين الطاقتين الطاقة الكلية للتفاعل بين الجزيئتين والتي تتعلق بالدرجة الاولى بالبعد ما بينهما (شكل رقم ٧ ــ ٣) .

اذا كان الحد الأقصى (الأعظمي) للطاقة الناتجة (U_{max}) أعلى بشكل واضح من KT (الطاقة الحركية Énergie cinétique) فإن المعلق يبقى ثابتاً . ولكن



شكل رقم ٧ ــ ٣ : الطاقات الكامنة الكهرساكنة وفان ديرفالس والطاقة الكامنة الناتجة تبعاً للبعد بين القطيرات .

اذا تم التوصل الى خفض قيمة طاقة التنافر إلى الدرجة التي نحصل فيها علي طاقة ناتجة مساوية KT فإنالدقائق تستطيع التقارب من بعضها بعضاً بوساطة الانتشار وبالتالي حصول التخثر .

هذه النظرية تنطبق قبل كل شيء على الدقائق الصلبة . أما بما يخص المستحلبات فإن الحساب يكون أكثر تعقيداً . وفي هذه الحالة من الهام أن يقع في الحسبان طاقات التفاعلات علىمسافات قصيرة والتي يمكن أن تعود الى :

ــ روابط كيميائية بين جزيئات السطح البيني بوساطة الروابط الشاردية سواءً أكانت هيدروجينية أم تكافؤية .

ــ ارتباطات فيزيائية للجزيئات بوساطة تفاعل ثنائي القطب .

ـ روابـط كارهـة للمـاء متشكلة بوساطة تشـارك نـوعين غـير مميهين في وسط مـائي .

ـ قوى التنافر ما بين الذرات .

بشكل عـام ، اذا بـدا أن قوى التفاعل عـلى مسافة بعيـدة (ڤان ديرڤالس والكهرساكنة) هي التي تحدد التسبخ فإن قوى التفاعل عـلى مسافة قصيرة تتدخل بشكل أكبر على مستوى تركيب السطوح البينية .

٣ ـ المثبتـات Stabilisants :

تسمح مجموعة الأمور سابقة الذكر بتوقع ما يجب أن تكون عليه طريقة تـأثير عوامل ثبات المستحلبات . حيث أن هـذه العوامل تتدخل بشكل عـام على مستوى التفاعلات ذات المسافة القصيرة مبدّلة الحالة الفيزيائية للسطوح البينية . حيث يمكن على سبيل المثال استعمال الجزيئات الكبيرة أو الدقائق الصلبة المجزأة بشكل دقيـق لتبديـل الخواص الميكانيكية للسطوح البينية ، إلا أن الطريقة الأكثـر شـيوعاً هي استخدام عوامل خفض التوتر المدمصة بشكل كامل على السطوح البينية بفعل طبيعتها المحبة للطورين المتضادين amphiphiles (تأثير في التوتر السطحي البيني) .

آ ـ التثبيت (الاستقرار) بوساطة الدقائق الصلبة :

مع أن استعمال الدقائق الصلبة قليل الانتشار في المجال الغذائي ، إلا أنـه من المفيد التذكير بهذه الامكانات التي يمكن فيها لأحاديات الجليسيريد التبلور والتصرف كدقائق صلبة .

بالنسبة للسطح البيني زيت ـ مـاء ، يتم افتراض ان عامـل التثبيت الصلب سيكون أكثر فعالية بقدر ما يشكل زاوية ٥٩٠ مـع السطح البيني (شكل ٧ ـ ٤) . ويتم حساب الطاقة الاضافية ما بين السطوح الناتجة عن وجـود دقيقة صلبة عـلى السطح البيني بالعلاقة التالية :

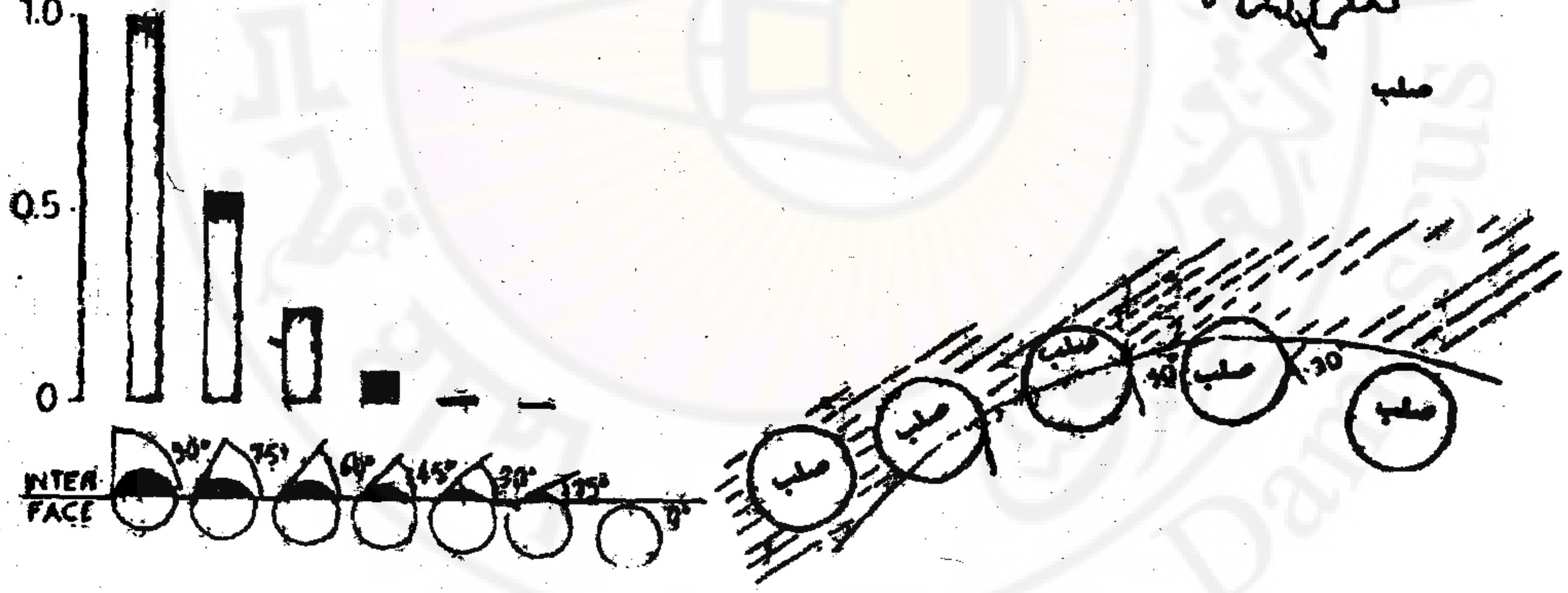
$$W = \Pi r^2 \gamma_{1/2} (1 + \cos \theta)$$

حيث :

r : نصف قطر الرقيقة

$\gamma_{1/2}$: توتر السطح ، θ : زاوية التماس

يلاحظ ان الطاقة الاضافية W ستكون صفراً اذا كانت زاوية التماس تساوي ٥٩٠ ، وهذا يناظر اذاً الثبات الأعظمي .



الشكل رقم ٧ ـ ٤ : التثبيت بوساطة امتصاص الدقائق الصلبة

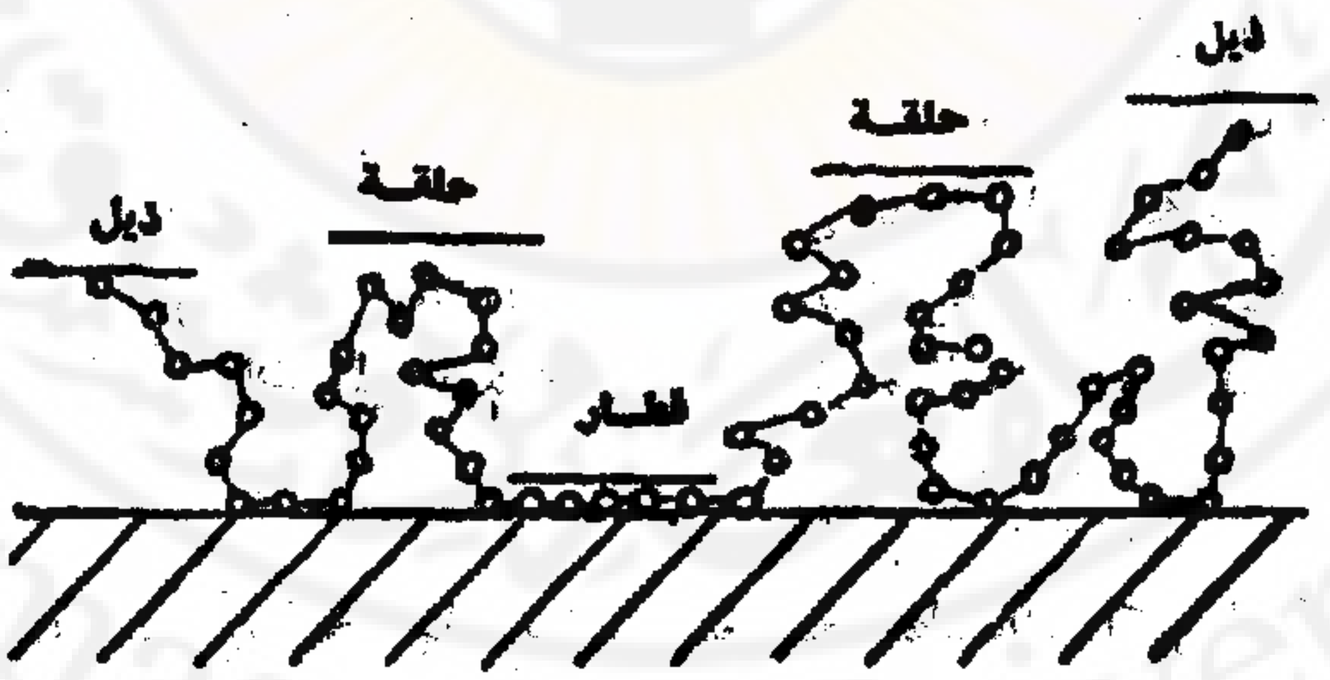
ب ـ التثبيت بوساطة الجزيئات الكبيرة :

تذاب الجزيئات الكبيرة في الوسط المائي : حيث تتدخل مؤديةً الى زيادة لزوجة هذا الوسط ، وفي حالة البروتينات ، يعتقد انها تدمص على مستوى السطوح البينية ، ويسمح المخطط البياني رقم ٧ ـ ٥ بفهم هذه الطريقة في التأثير . وإن وجود البوليميرات على السطح البيني يحد من التسبخ واندماج القطيرات المستحلبة ، حيث تقوم الجزيئات الكبيرة بتشكيل « غشاء » على سطح القطيرات . وتتميز معظم هذه المواد المثبتة بأنها منحلة في الماء ، ويجب أن تستخدم في مستحلبات الزيت ـ ماء ، حيث يتشكل هلام مرن مطاطي ، منفوخ بالماء الممتص وكل محاولة لتحطيم هذا الهلام ستصطدم بضغط اسموزي مرتفع جداً . إلا انه على العكس من ذلك ، فيمكن استخدام البروتينات كعوامل تسبخ في المعلقات الممددة ، ويمكن تفسير طرائق التأثير المتعاكسة هذه واضعين في الحسبان الطاقة الحرة الكلية للنظام :

$$\Delta G_{tot.} = \Delta G_{pl} - \frac{Aa}{12\ d}$$

حيث : ΔG_{pl} : تبدل الطاقة الحرة العائد لتفاعل بوليمرين

$U' = \frac{Aa}{12\ d}$: يقابل تفاعلات قوى فان دير فالس .



الشكل رقم ٧ ـ ٥ : ادمصاص جزيئة كبيرة على السطح البيني زيت ـ ماء

يكتفى بان يوضع في الحسبان الحد الأول من المعادلة اذا كانت المسافة او البعد كبيراً نسبياً . وفي هذه الحالة يمكن كتابة معادلة الطاقة الحرة كما يلي :

$$\Delta G_{tot.} = \Delta G_{pl} = \Delta H - T\Delta S$$

ΔH : تعبير عن الآنتالبي (المحتوى الحراري) وهـو يقابل التفاعلات ما بـين البوليمير ـ مذيب والبوليمير ـ بوليمير . وكلما انتشرت الجزيئات كلمـا كانت ΔH مرتفعة .

ΔS : تعبير عن القصور الحراري (الطاقة غير المستفادة ، درجة تعادل حراري) وهو يقابل تبدل ترتيب النظام، والذي ينهار اذا تشابكت الجزيئات الكبيرة

اذا كانت قيمة ΔG_{pl} ايجابية فإن النظام يكون غير ثابت ، وينتج عن ذلك عملية تسبخ . ويسمح هـذان الاحتمالان بتفسير طريقتي التأثير المتعارضتين للبروتينـات تبعاً لشروط الوسط :

ـ عامل تسبخ في حالة كون $\Delta G >$ صفر .

ـ عامل ثبات في حالة كون $\Delta G <$ صفر .

جـ ـ الثبات او الاستقرار (التثبيت) بوساطة خافضات التوتر السطحي :

بما أن طريقة تأثير خافضات التوتر السطحي سوف يتم التعرض لها بالتفصيل فيما بعد فإننا هنا سوف نذكر فقـط بالجوانب الرئيسة لاستخدام خافضات التوتر السطحي كعوامل ثبات للمستحلبات . حيث ان هذه العوامل تمارس عملها عن طريق خفض توتر السطح ما بين سائلين ، مما يؤدي الى خفض الطاقة الحرة الكلية للنظام . وهي مركبات محبـة للطورين المتناقضين (amphipathiques ou amphiphiles) تظهر في الوقت نفسه بعض صفات الانحلال في المـاء وبعض صفات الانحلال في الدسم . والتأثير الأول لهذه العوامل المستحلبة هو خفض الطاقة اللازمة لخلق السطوح البينية ومن جهة اخرى ، تزيد من ثبات المستحلب واستقراره وذلك بالحد من عملية الدمج عن طريق تغييرها للصفات الميكانيكية لهذه السطوح البينية . والتأثير الثاني هذا هـو الميزة الأساسية .

يجب ان يوضع في الحسبان تبدّل تموضع الطبقات الكهربائية المضاعفة في الطور المـائي وذلك بالنسبة لخافضات التوتر السطحي الشاردية .

ثانيـاً ـ طريقة تأثير خافضات التوتر السطحي ومميزاتها :

تقوم خافضات التوتر السطحي المستعملة في التصنيع الغذائي بوظائف متعددة يمكن تقسيمها الى ثلاث مجموعات (جدول رقم ٧ ـ ١) :

جدول رقم ٧ ــ ١ : امثلة على وظائف عوامل الاستحلاب الغذائية

الوظيفة	مثال	الوظيفة	مثال
ــ استقرار مستحلب الزيت في الماء	مرق السلطة	مانع التصاق	ملبّس ، علكة
ــ استقرار مستحلب الماء في الزيت	المارجرين	ــ الثبات اثناء التجميد وإزالته	مروّق قهوة ، حلوى مخفوقة منفوشة
ــ الخفق للحصول على القوام الاسفنجي المنفوخ fouettage	القشدة المخفوقة ، الحلوى الهلامية	ــ إضافات صقل	تغطية (تلبيس) بصناعة السكاكر
ا ــ الذوبان	المنتجات المضافة اليها الخل منكهات وفيتامينات	ــ مطرّ ، مميه	الحليب المجفف البودرة للشرب
ــ البعثرة		ــ تبديل البلورة	تلبيس السكاكر
ا ــ التجهيز والتوضيب	الخبز	ــ البرشمة (الكبسلة) encapsulation	منكهات
ــ زيادة القابلية على التشكل (اللدانة)	الجاتو	ــ السيطرة على انفصال المواد الدسمة	زبدة فستق العبيد
ــ منع تشكل الرغوة	تصنيع الخميرة والسكر	ــ مضاد تبقع antiéclaboussante	مارجرين
ــ تعقيد النشا	البطاطا المندوفة	ــ خافض ضغط mouillante	مروقات القهوة والأغذية سريعة الذوبان
ــ منع التبلور	هلاميات النشا	ــ مهوٍ	الجاتو والـ glaçages
ــ منع القساوة أو البيات antirassissement	منتجات الخبز المنتفخة بمساعدة الخميرة	ــ تهلم	مستحلبات النكهة
ــ ضبط البنية	جاتو ــ خبز	ــ التكتل	الحلويات المجمدة ــ القشدة المخفوقة .

ـ **المجموعة الاولى :** تقوم بخفض توتر السطح للسطوح البينية زيت ـ مـاء ، مما يسهل عملية الاستحلاب وتشكيل توازن الطور زيت ـ مـاء ، كمـا يسـهل وجود عامل الاستحلاب على السطح البيني استقرار المستحلب .

ـ **المجموعة الثانية :** تتفاعل مع النشا والبروتينات مما يؤدي الى تبدل البنية والخواص الريولوجية للناتج النهائي أو خلال عمليات التحويل .

ـ **المجموعة الثالثة :** تبدل وتغير عملية بلورة المواد الدهنية والزيوت .

إن هذه الوظائف ترتبط بشكل أساسي بالصفات الفيزيا ـ كيميائية (التركيب الكيميائي ، الانحلالية ، الحالة الفيزيائية) الخاصة بعوامل الاستحلاب والتي سـوف نصفها قبل التعرض لطريقة عملها .

١ ـ الانحلالية (الذوبانية) Solubilité :

ترتبط فعالية أي عامل استحلاب ، قبل كـل شيء ، بذوبانيته في كلا الطورين ، بمعنى ادمصاصه عـلى السطح البيني حيث يملك جـزءاً من جزيئته منحلاً في المـاء وجزءها الآخر منحلاً في الزيت . وهكذا فإن عامل الاستحلاب يجب أن يكون منحـلاً في الطور المستمر (الدائم) .

للوصول الى تحضير مختلف المستحلبات المالـكة لنسب مختلفة من المـاء ومن المادة الدسمة ، يجب على عوامل الاستحلاب أن تظهر قدرات ذوبانية متغيرة في هذين الوسطين المحلّين .. فعلى سبيل المثال ، من أجـل غذاءٍ حاوٍ على ٨٠ ٪ من الدسـم و ٢٠ ٪ من المـاء ، يجب على عامل الاستحلاب أن يكون منحلاً بشكل كبير في الزيت . وقد ثبت أن الطور الذي يكون فيه عامل الاستحلاب أكثر انحلالاً هـو الطـور الدائم (phase continue) .

يتم في الوقت الراهن اختيار عامـل الاستحلاب المناسب عن طريـق استخدام أنظمة خاصة . والنظام الأكثر استخداماً حالياً هو نظام الـ HLB . وهناك نظام آخر بدىء باستخدامه حديثاً هو نظام P. I. T. (phase inversion température) ويسمى أيضاً T. I. P. (Température d'inversion de phase) .

٢ ـ نظام الـ H. L. B. Hydrophile - lipophile balance :

ـ **تعريف :** تتميز ذوبانية العامل الخافض للتوتر tensioactif بميزان خاص

يدعى ميزان حب الماء ــ حب الدسم وهو نظام شبه تجريبي يعتمد على تحديد نسب الأجزاء المحبة للماء والمحبة للدسم في جزيئة عامل الاستحلاب . وبالاعتماد على هـذا التعريف يتم حساب قيمة الـ HLB بوساطة العلاقة التالية :

$$HLB = \frac{\text{وزن الجزء المحب للمـاء}}{\text{وزن الجزء المحب للدسم}} \times \frac{١٠٠}{٥}$$

تتدرج قيم الـ HLB لعوامل الاستحلاب الرئيسة ، نظرياً ، بين ١ و ٢٠ . وكلما كانت هذه القيمة ضعيفة كان عامل الاستحلاب أكثر حباً للدسم ، وبالعكس كلما كانت هذه القيمة مرتفعة كان عامل الاستحلاب أكثر حباً للماء . ويعطي الجدول رقم ٧ ــ ٢ لمحة عن امكان استعمال عوامل الاستحلاب تبعاً لقيمة الـ HLB الخاصة بها .

جدول رقم ٧ ــ ٢ : قيم الـ HLB والتطبيقات الممكنة

HLB	قابلية البعثرة في المـاء dispersibilité	التطبيق الممكن
١ ــ ٤	معدومـة	ــ
٣ ــ ٦	ضعيفة	عامل استحلاب للمـاء في الزيت
٦ ــ ٨	بعثرة لبنية بوجود التحريك	عامل خافض للضغط mouillant
٨ ــ ١٠	بعثرة لبنية (حليبية) مستقرة	عامل خافض للضغط وعامل استحلاب للزيت في المـاء
١٠ ــ ١٣	بعثرة نصف شفافة الى شفافة	عامل استحلاب زيت في المـاء
١٣ <	محـلول	عامل انحلال (ذوبان)

ــ تحديد قيمة الـ HLB :

يوجد الكثير من الطرائق المخصصة لتحديد هذا المعيار تجريبياً ، وتصنف هذه الطرائق ضمن أربع فئات هي :

- طرائق الاختبار التقليدية
- طرائق حسابية

- طرائق تقديرية
- طرائق فيزيائية ـ كيميائية (الكروماتوجرافيا مثلاً) .

كانت تحدد قيمة الـ HLB سابقاً لعامل الاستحلاب بوساطة طرائق تجريبية عن طريق عمل مستحلبات اختبار . ويمكن أن تستعمل هذه الطرائق الآن إلا أن نتائجها غير دقيقة بشكل عام .

يمكن حساب هذه القيمة بالنسبة لاسترات الأحماض الدهنية متعددة الهيدروكسيل بالاعتماد على معطيات تحليلية بوساطة العلاقة التالية :

$$HLB = 20 \left(1 - \frac{S}{A} \right)$$

حيث : S : معامل التصبن للأستر

A : القيمة الحمضية indice acide للجذر الحمضي الدهني

وتعد هذه الطريقة جيدة بالنسبة لعوامل الاستحلاب الشاردية ، إلا أنه لايمكن تعميم استخدامها على العوامل الأخرى . هناك أيضاً طريقة Davies ، وهي طريقة تعتمد على اعتبارات ترموديناميكية ، فهي تضع في الحسبان درجة الاستقطاب degré de polarisation والتميه hydratation والشحنات الشاردية للمجموعات المحبة للماء . وهذه الطريقة قابلة للتطبيق على جميع عوامل الاستحلاب الشاردية وغير الشاردية ، ويتم في هذه الطريقة حساب الـ HLB عن طريق استخدام المعادلة التالية :

$$HLB = \Sigma \text{ (عدد المجموعات المحبة للماء)} - n \times \text{(عدد المجموعات ذات الجذر } -CH_2-\text{)} + 7$$

حيث n : هو طول السلسلة المحبة للدسم .

يبين الجدول رقم ٧ ـ ٣ بعض قيم الـ HLB لعددٍ من عوامل الاستحلاب الغذائية .

جدول رقم ٧ ـ ٣ : قيم الـ HLB لبعض عوامل الاستحلاب الغذائية

عامـل الاسـتحلاب	HLB	عامـل الاسـتحلاب	HLB
ثلاثي ستيارات السوربيتان	١ر٢	احادي الوليبات بولي أوكسي ايتيلين (٥) سوربيتان	١٠ر٩
احادي ستيارات السوربيتان	٥ر٧	احادي الوليبات بولي أوكسي ايتيلين (٢٠) سوربيتان	١٥ر٨
احادي بالميتات السوربيتان	٦ر٦	احادي ستيارات بولي أوكسي ايتيلين سوربيتان	١٤ر٩
احادي لورات السوربيتان	٦ر٦	لاكتو بالميتات الجليسيرول	٣ر٧
احادي لورات البروبيلين جليكول	٤ر٦	استر حمض السيكسينيك لأحاديات الجليسيريد	٥ر٣
احادي ستيارات البروبيلين جليكول	١ر٨	استر حمض ثنائي آستيل طرطريك لأحاديات الجليسيريد	٩ر٢
احادي ستيارات الجليسيرول	٣ر٧	ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات الصوديوم	٢١
احادي ستيارات ثنائي الجليسيرول	٥ر٥	أولييات الصوديوم	١ر١٨
احادي ستيارات ثلاثي الجليسيرول	١ر٩		

تستخدم أيضاً في تحديد الـ HLB لعامل استحلاب أو لمزيج من هذه العوامل طريقة الكروماتوجرافيا الغازيـة ذات الأهمية الكبيرة والدقيقة . ويعتمد مبدأ هـذه الطريقة على استعمال حامل خامل غير شاردي يحتوي عـلى نسبة معينة من عامـل الاستحلاب (٥ ٪ من الوزن مثلاً) يوضع في العمود الكروماتوجرافي . ويحقن مزيج محدد (ايتانول ــ هيكسان أو ايـزو آميل آلكول) يتم بوساطته قياس زمن الاحتفاظ temps de rétention وقـد وجـد ان هناك ارتباطاً جيداً ما بين نتـائج هذه الطريقة وقيمة الـ HLB . ويتم الحصول مباشرة على قيمة HLB لعامل استحلاب غير معروف عن طريق المقارنة مع مستقيم المعايرة .

ــ الفائدة العملية للنظام HLB :

يتم اختيار عامل الاستحلاب عادة كالتالي : عنـد معرفة تركيب النظـام المراد استحلابه ، تحدد قيمـة الـ HLB الضرورية المثاليـة . وتستعمل سلسلة من عوامل الاستحلاب التي تملك قيم HLB تغطي جميع القيم المحتملة (٢ الى ١٨) . ولهـذا يستخدم مزيج من مركبين ، الأول شديد الحب للماء ، والآخر شديد الحب للدسم . وبعد تحديد قيمة الـ HLB التي تظهر أفضل ثباتية (استقرارية) ، يحدد التركيز الأدنى المناسب من عامل الاستحلاب . وفي المرحـلة الثانية يتم البحث لتحديد نـوع عامل الاستحلاب أو مزيج عوامل الاستحلاب المؤديـة لأفضل استقرارية على قيمـة الـ HLB المحددة سابقاً .

ب ــ نظام الـ température d'inversion de la phase T. I. P. :

تتعلق إماهة جزيئة عامـل الاستحلاب بدرجـة الحرارة . فكلما كانت درجـة الحرارة منخفضة كان التفاعل المتبادل بين المـاء وعامل الاستحلاب منخفضاً . وهكذا فإن مستحلباً مستقراً بوساطة عامل استحلاب ما يمكن أن يمر من الشكل زيت ــ ماء الى الشكل مـاء ــ زيت . ويتم هذا الانقلاب في الطور في درجة حرارة متعلقة بشكل أساسي بعامل الاستحلاب . وهناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في هذا النظام وذلك من أجل مستحلب محدد . وهذه العوامل هي :

ــ طبيعة الأجزاء المحبة للماء والمحبة للدسم : التركيز ، طول السلسلة المحبـة للماء ، سعة المجموعات المحبة للماء والمحبة للدسم ، تـوزع سلاسل البولي أوكسي ايتيلين في حال وجودها .

ــ طبيعة الزيت أو مزيج الزيـوت : طبيعـة الاضافـات المحلولة في الزيت ،

ـ إضافة مكونات متنوعة الى الماء : كحولات ، متعددات الهيدروكسيل ، الأملاح ، الحموض ، القلويات ... الخ .

تحدد قيمة الـ T. I. P. بصرياً او بطرائق كهربائية ، إلا ان الطريقة الأكثر عملية والأكثر دقة هي التحليل الحراري التفاضلي .

تكمن احدى فوائد هذا النظام في انه يضع في الحسبان التفاعلات المتبادلة الضعيفة بين جزيئات السائل وجزيئات عوامل الاستحلاب . ويسمح استخدام هذا النظام الى جانب النظام HLB بالوقت نفسه بالحصول على افضل النتائج .

٢ ـ الحالة الفيزيائية لعوامل الاستحلاب :

ترتبط فعالية عامل الاستحلاب ضمن تركيبة المادة الغذائية بالحالة الفيزيائية التي تتواجد فيها . وتتعلق هذه الحالة الفيزيائية بالتركيب الكيميائي وبمعيارين اساسيين هما درجة الحرارة والمحتوى المائي .

تدمص جزيئات عامل الاستحلاب على السطح البيني وتقوم بتشكيل طبقات تتعلق طبيعتها بتوضع الجزيئات بعضها بالنسبة لبعضها الآخر ، ويمكن الحصول على ثلاثة اشكال من الطبقات هي :

ـ طبقات غازية .
ـ طبقات سائلة منشورة (ممدودة) .
ـ طبقات كثيفة (سوائل أو مواد صلبة) .

تتشكل الطبقات الغازية عندما تكون كثافة جزيئات عامل الاستحلاب ضعيفة على السطح البيني . وتتوجه هذه الجزيئات بشكل متواز على السطح البيني ويمكنها الانتقال بشكل مستقل بعضها عن بعضها الآخر نتيجة عدم وجود أي التصاق فيما بينها .

في حالة الطبقات السائلة المنشورة ، تكون كثافة الجزيئات كبيرة ، وتكون الجزيئات متكدّسة نسبياً وتوجد تفاعلات متبادلة ما بين السلاسل الهيدروكربونية، والمقصود مع ذلك حالة سائلة غير منظمة بشكل واضح .

أما في حالة الطبقات الكثيفة ، فإن التفاعلات المتبادلة تكون قوية بالشكل الكافي لإحداث توجه جزيئة عامل خفض التوتر surfactant . وتوجه هذه الجزيئة بشكل متعامد مع السطح البيني . وتكون السلاسل الهيدروكربونية المحلولة في طور الزيت إما بالحالة السائلة ويكون الغشاء أو الطبقة سائلاً كثيفاً ، أو تكون بالحالة الصلبة وتكون الطبقة صلبة كثيفة .

يزداد التوتر السطحي لهذه الأشكال المختلفة من الطبقات بدءاً من الحالة الغازية وحتى الحالة الصلبة ، كذلك الشيء نفسه بالنسبة للتأثير الواقي من اندماج الجزيئات. ونستنتج من ذلك أن استقرار المستحلب يتعلق بتركيب الطبقة السطحية البينية .

ـ **البنيات البلورية السائلة** Structures cristallines liquides :

اذا كانت كمية عامل الاستحلاب المدمصة تسمح بتشكيل الكثير من الطبقات على السطح البيني فإن المزيج الثلاثي زيت ـ عامل استحلاب ـ ماء يشكل أطواراً وسطية سائلة بلورية على السطح البيني . ويتحكم شكل الطور الوسطي mésophase باستقرارية (ثبات) المستحلب وذلك ضمن النطاق الذي تتغير فيه الخواص الريولوجية للسطح البيني كاللزوجة واللدونة وذلك تبعاً للحالة الفيزيائية .

يوجد الكثير من الحالات الفيزيائية التي يمكن أن تتميز بها الليبيدات الخافضة للتوتر السطحي ، والجدول رقم ٧ ـ ٤ يبين هذه الحالات .

جدول رقم ٧ ـ ٤ : الحالات الفيزيائية الممكنة لليبيدات الخافضة للتوتر السطحي

لا مائي	مائي
ـ بلورة متعددة الشكل Cristal polymorphe	ـ محلول جزيئي solution moléculaire
ـ بلورات خليطة	ـ محلول مزيلي solution miscellaire
ـ سائل	ـ طور سائل بلوري
ـ محلول في الزيت	ـ طور هلامي
	ـ Coagel

يتم تمييز عوامل الاستحلاب تبعاً لبلوريتها :

آ ـ **في الحالة اللا مائية** : يميز ثلاثة أشكال هي :

ـ الشكل السائل

ـ شكل بلوري (α)

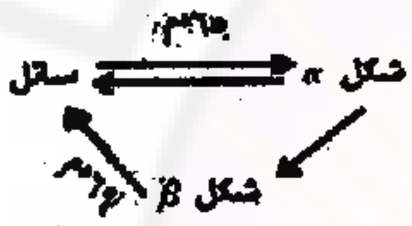
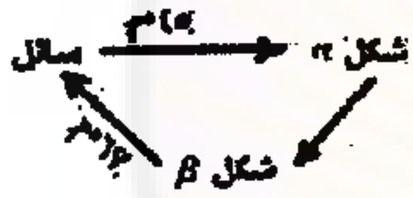
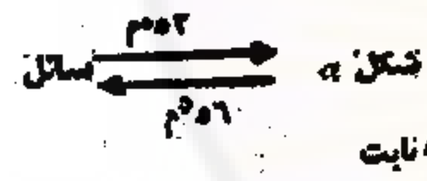
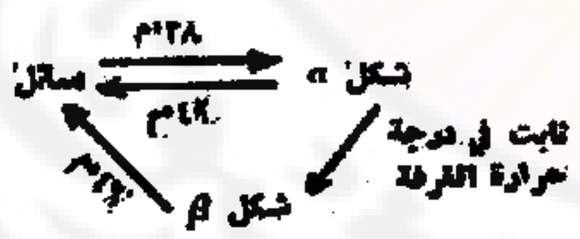
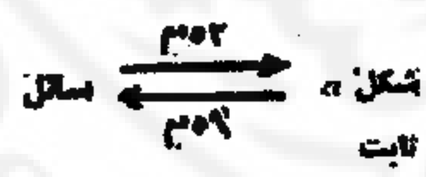
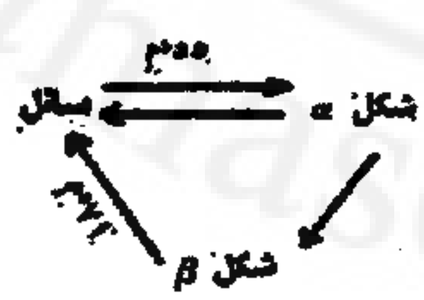
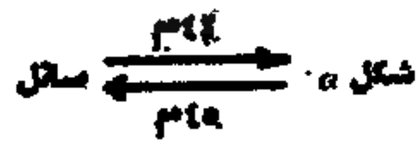
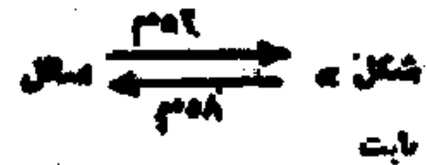
ـ شكل بلوري (β)

يعود تعدد الأشكال polymorphisme هذا الى الاختلاف بين درجة حرارة انصهار السلاسل الهيدروكربونية ودرجة حرارة انصهار المجموع الكلي . ويعد

الشكل α ، المبلور بشكل كامل ، الأقل استقراراً ، فهو يملك نقطة الانصهار الأكثر انخفاضاً .

يعطي الجدول رقم ٧ ــ ٥ الأشكال البلورية لبعض عوامل الاستحلاب . وتأخذ معظم عوامل الاستحلاب ذات الشكل البلوري α الشكل البلوري β تلقائياً .

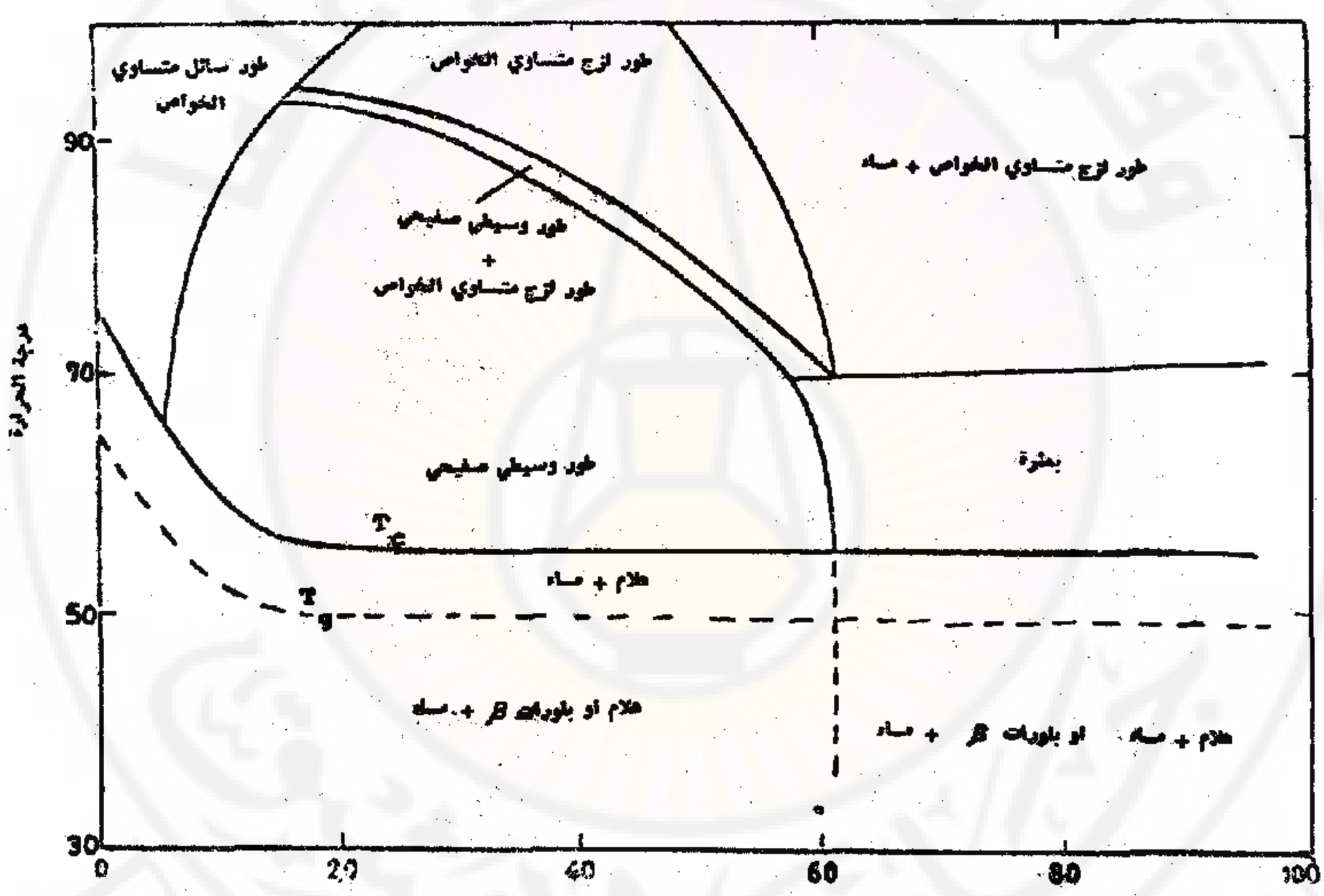
جدول رقم ٧ ــ ٥ : الأشكال البلورية لبعض عوامل الاستحلاب

عامل الاستحلاب	سلوك الطور
ـ جليسيريد احادي مقطر ناتج عن شحم الخنزير المهدرج	
ـ جليسيريد احادي مقطر ناتج عن شحم الخنزير غير المهدرج	
ـ احادي متيارات رباعي البليسيرول	
ـ استر لاكتيك أحاديات الجليسيريد	
ـ استرات ثنائي أسيتيل طرطريك لأحاديات الجليسيريد	
ـ استر ستريك أحاديات الجليسيريد	
ـ احادي ستيارات البروبيلين جليكول المقطرة	
ـ ثلاثي ستيارات السوربيتان	

ب ـ في الحالة المائية :

تظهر عوامل الاستحلاب أطواراً شكلية وسطية mésomorphes تبعاً لدرجة الحرارة والمحتوى المائي . ويبين المخطط البياني للطور لنظام استحلاب (أحادي جليسيريد ـ ماء) الأشكال الوسطية الممكن مصادفتها (شكل ٧ ـ ٦) ، ورغم أن هذا المخطط هو لنظام أحادي جليسيريد ـ ماء ، إلا أن معظم العوامل الخافضة للتوتر السطحي تظهر مخططاً بيانياً من هذا النوع .

ومن الهام هنا وصف المميزات الرئيسة للأطوار الوسطية المختلفة الملاحظة .



الشكل رقم ٧ ـ ٦ : المخطط البياني للطور في نظام احادي جليسيريد ـ ماء

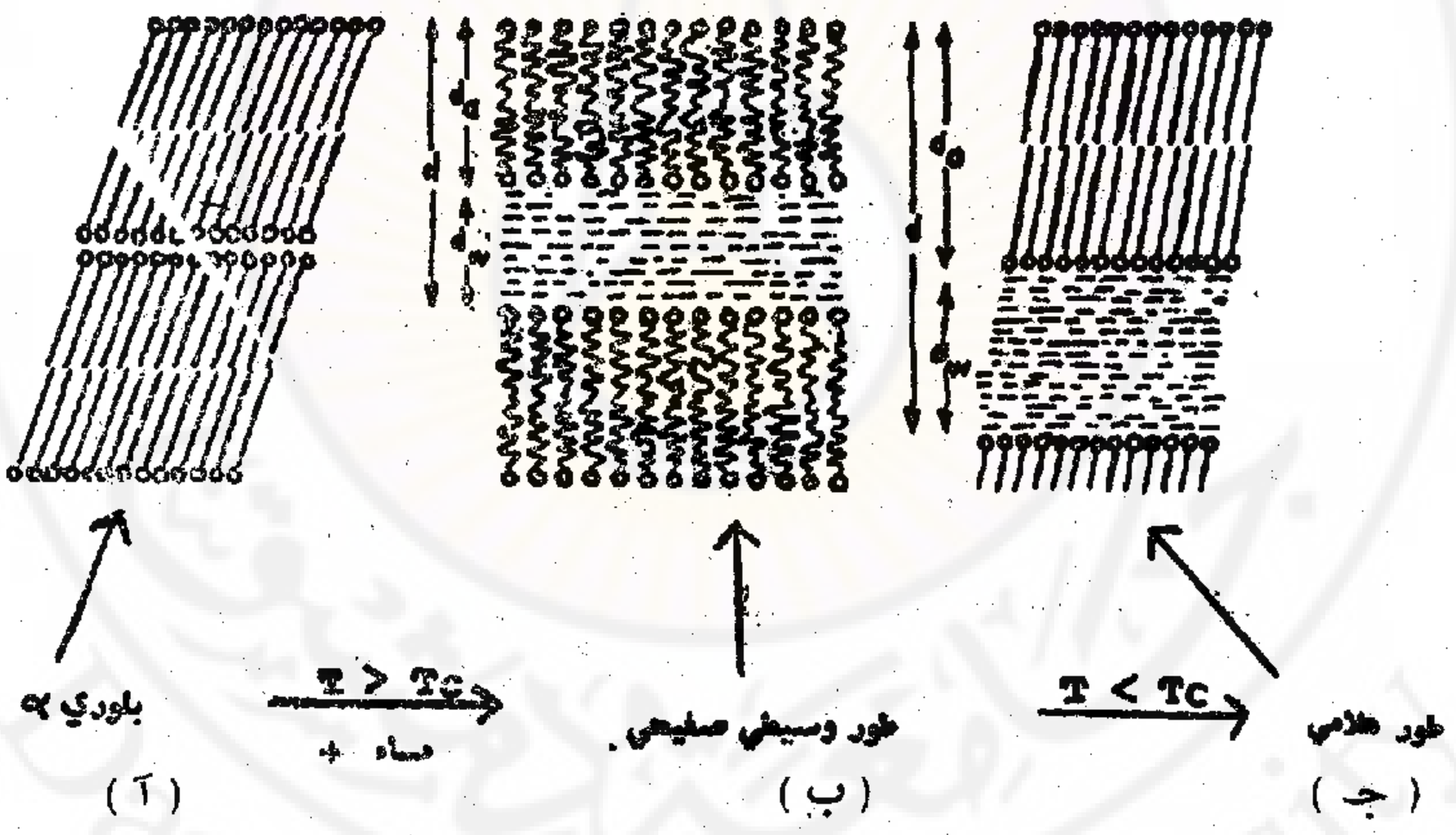
* الطور الوسيطي الصفيحي mésophase lamellaire (Neat) :

يبدو أن هذا الطور هو الأكثر اهمية من وجهة النظر التقانية .

تبلور جزيئات عامل الاستحلاب بغياب الماء ونحصل على الشكل البلوري المشار اليه في الشكل رقم ٧ ـ ٧ آ ، وتوجه السلاسل الهيدروكربونية بشكل متوازٍ بعضها بمواجهة بعضها الآخر وتتموضع المجموعات او الزمر القطبية جنباً الى جنب .

وتفقد السلاسل الهيدروكربونية تنظيمها البلوري بملامسة الماء وفي درجة حرارة أعلى من درجة حرارة كرافت Krafft (Tc درجة حرارة انصهار عامل الاستحلاب) فيما يتسرب الماء بين الطبقات القطبية (شكل ٧ ـ ٧ ب) . وينشأ نتيجة لذلك الطور الوسيطي الصفيحي السائل وبلوري الخواص ، وتحدّد خواص هذا الطور شروط استعمال عوامل الاستحلاب . ويتميز هذا الطور بالسماكات الخاصة للطبقات الدهنية والمائية da , dw التي تبلغ على التوالي ٣٨ و ١٦ A° .

يلاحظ عند التبريد الى درجة حرارة أدنى من درجة حرارة كرافت اعادة بلورة السلاسل الدهنية مع المحافظة على التركيب على شكل صفيحي ، ويسمى هذا الطور باسم الطور الهلامي ألفا (gel α) حيث تنخفض فيه قيمة da بشكل طفيف (شكل ٧ ـ ٧ جـ) . ويكون هذا الطور شبه مستقر métastable ويتحول بشكل سريع الى الحالة « الهلامية المتشاركة مع الماء » الأكثر ثباتاً . ويعد الطور الوسيطي الصفيحي والحالة الهلامية المتبلورة الأكثر أهمية بالنسبة للحالة الفيزيائية لعامل الاستحلاب على مستوى الاستعمال .



الشكل رقم ٧ ـ ٧ : تمثيل تخطيطي لتركيب طور وسطي صفيحي وحالة بلورية α ، وطور هلامي

* الطور الوسيطي سداسي الأضلاع :

يتشكل هذا الطور بوجود محتوى عالٍ من الماء وفي درجة حرارة اعلى من درجة حرارة كرافت . وهناك احتمال لتشكل شكلين من الأطوار السداسية يمكن ملاحظتهما تبعاً لمحتوى الوسط المائي :

● الشكل الاول هـو الطـور السداسي I ويسـمى أيضاً الطـور الانتقالي phase intermédiaire .

في هذا الطور تحتل السلاسل الهيدروكربونية الجـزء الداخلي من الاسطوانات المتشكلة من الليبيدات . أما مجموعاته القطبية فتنتظم نحـو الخارج تحت تأثير المـاء الذي يكوّن الطور الـدائم phase continue (شكل رقـم ٧ ــ ٨ آ) ، ويلاحظ هذا الشكل في خافضات التوتر السطحي surfactants المحبة جداً للماء .

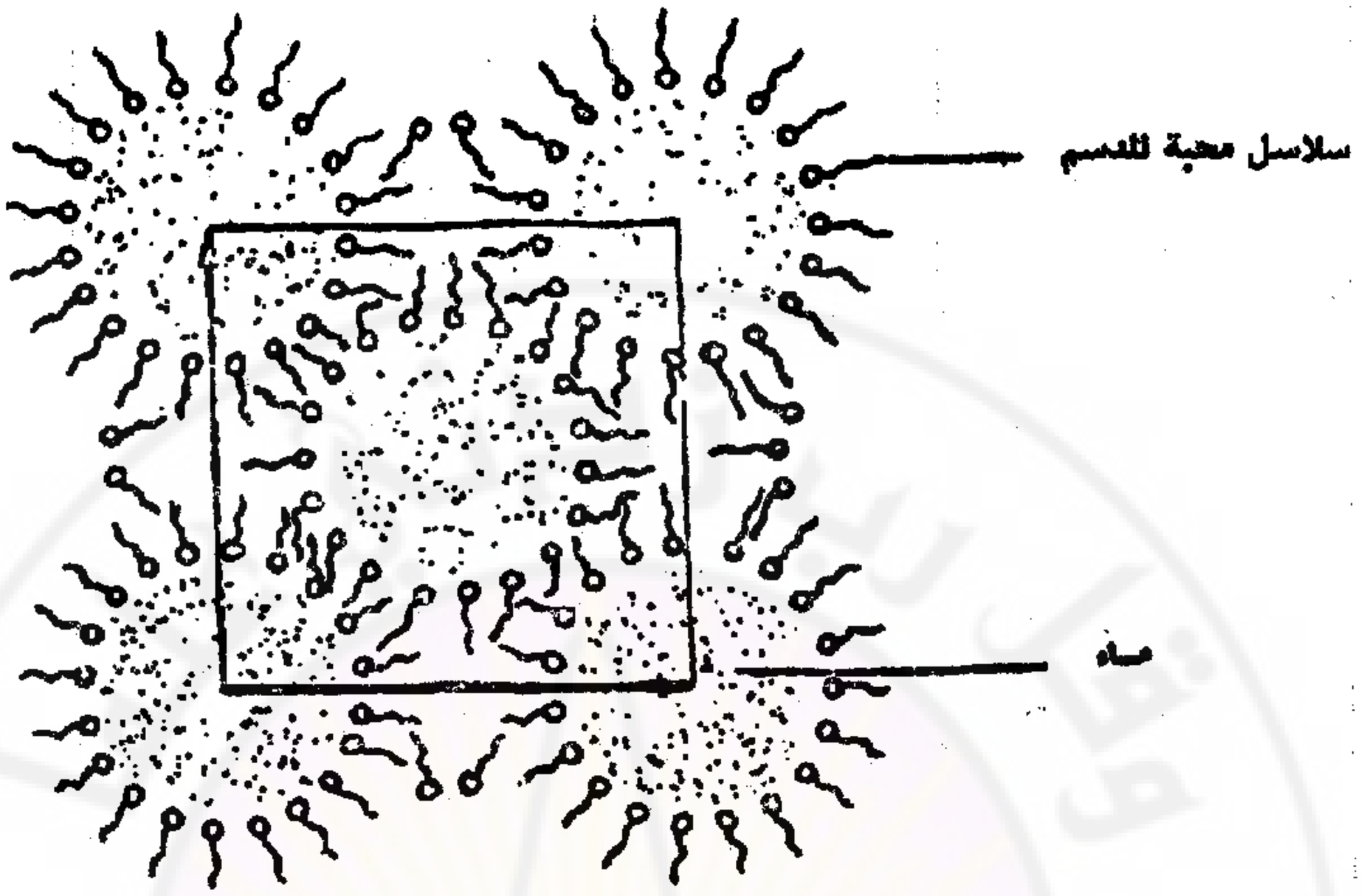
● الشكل الثاني هو الطور السداسي II وهو يعاكس في تركيبه للطور I حيث يحتوي الجزء الداخلي من اسطواناته على المـاء الذي يحاط بقالب من المجموعات القطبية وتكوّن السلاسل الهيدروكربونية الطور الدائم للنظام (شكل رقم ٧ ــ ٨ ب) ويلاحظ هذا الشكل في عوامل الاستحلاب ضعيفة القطبية او الخليطة .



الشكل رقم ٧ ــ ٨ : تمثيل تخطيطي للأطوار سداسية الأضلاع

*** الطور الوسيطي مكعب الشكل :**

يشاهد هـذا الطور في بعض الحالات وفي درجات حرارة عالية . ويقابل هـذا الطور المنطقة المسماة « المنطقة اللزجة ذات الخواص الواحدة visqueux isotrope » في المخطط البياني للطور (الشكل رقم ٧ ــ ٦) وذلك بسبب لزوجته العالية . ولـم يتعرف التوضع الفراغي configuration لهذا الطور بشكل كافٍ حتى الآن . ووفقـاً لإحدى الفرضيات ، فإن جزيئات الماء سوف تتوضع داخـل قـالب دهني مكون من السلاسل الهيدروكربونية والمجموعات القطبية تتوضع بشكل موجه نحو الطور المائي (الشكل رقم ٧ ــ ٩) . ويشاهد هذا الشكل من التركيب في الجليسيريدات الاحادية غير المشبعة بشكل رئيسي .



الشكل رقم ٧ ــ ٩ : بنية الطور الوسيطي مكعب الشكل وفقاً لاقتراح Larsson عام ١٩٦٨ و krog عام ١٩٧٥

ويلخص الجدول رقم (٧ ــ ٦) المميزات الرئيسة للأطوار الوسطية المختلفة والتي سبق وتعرضنا لها .

لن نتعرض هنا بالتفصيل للمخطط البياني للطور وانما سوف نلخص في الجدول رقم (٧ ــ ٧) الحالات الفيزيائية الرئيسة التي تتواجد عليها عوامل خفض التوتر في الوسط المائي ، مع الوضع في الحسبان ان تركيز عوامل الاستحلاب في الوسط المائي بشكل عام يتراوح بين ١٠ و ٣٠ ٪ .

ثالثاً ــ وظائف عوامل الاستحلاب

١ ــ تثبيت المستحلبات Stabilisation des émulsions :

تعتمد هذه الخاصية الحيوية والجوهرية على صفة حب الطورين المتضادين amphiphile للجزيئة . والمقصود هو تثبيت نظام مؤلف من طورين او اكثر غير قابل للمزج . فيلخص عامل الاستحلاب على السطح البيني interface للزيت والماء ، ويقوم بخفض التوتر ما بين السطحين . وتسمح قيمة العامل HLB بتقدير

جدول رقم ٧ ـ ٦ : مميزات الأطوار الوسيطية لنظام (عامل استحلاب ـ ماء) حسب K ROG عـام ١٩٧٥

الطور الوسيطي	البنيـة او التركيب	حالة النسيج البصرية texture optique	القدرة على الانتفاخ	اللزوجة النسبية
الصفيحي	طبقـات ثنائيـة الجزيئـة من الليبيدات بالتناوب مع طبقات من المـاء	متباين الخواص ، نسـيج خيطي أو ليفي .	غير محدودة تحت شروط خاصة (تعديـل الاحماض الدهنية الحـرة)	ضعيفة
سداسي الاضلاع I	تجمعات اسطوانية من الجزيئات الليبيدية مع مجموعات قطبية موجهة نحو الطور المائي الخارجي ويتألف قـلب الاسطوانات من سلاسل هيدروكربونية	متباين الخواص ، نسيج على شـكل مروحـة (نسـيج مروحي الشكل)	غير محدودة ـ تشكيل مذيلات (مذنبات وهي جزيئات قطبية في وسط شبه غروي)	ضعيفة
سداسي الاضلاع II	تجمعـات اسطوانية من المـاء المحـاط بالمجموعات القطبيـة للجزيئات الليبيدية وفي الخارج بـين الاسطوانات يتـألف من سلاسل هيدروكربونية .	متباين الخواص ، نسـيج زاوي الشكل	محدودة	متوسطة
مكعب الشكل (الزج ذو خواص واحدة)	تجمعات كروية او polyhèdres من المـاء في قـالب من عامـل الاستحلاب مع مجموعات قطبية موجهة باتجاه الماء والسلاسل الهيدروكربونية موجهة نحـو الخارج بين التجمعات المائية .	خواص واحدة	محدودة	عاليـة

جدول رقم ٧ ــ ٧ : الحالة الفيزيائية لبعض عوامل الاستحلاب بتركيز ضعيف في المـاء حسب KROG عـام ١٩٧٠

عامل الإستحلاب	نقطة الانصهار °م	T_1 °م	T_2 °م	السلوك في المـاء
ثـلاثي ستيارات السوربيتان	٥٨			ينتـج مستحلبات غـير ثابتـة تنفصل الى
احادي ستيارات البروبيلين جليكول	٤٢			مواد دهنية ومـاء عند التبريد
احاديات ــ ثنائيات الجليسيريد	٥٩			
استرات حمض اللبن لاحاديات ــ ثنائيات الجليسيريد	٤٢			
استرات حمض الليمون لاحاديات الجليسيريد	٥٩			يشكل مستحلب ثابت
احاديات الجليسيريد المقطرة	٦٩	٥٢	٦٩	
استرات حمض السيكسنيك لاحاديات الجليسيريد	٧١		٨٦	
استرات ثنائي استيل طرطريك لاحاديات الجليسيريد	٤٢	٣٥	٦٢	تشكل مبعثرات سائلة مبلورة ثابتة
١ ــ جليسيرول لاكتيل بالميتات	٦٥	٤٥	٦٥	
أحادي ستيارات لرباعي الجليسيرول	٥٦	٥٠	٦٠	

نقطة الانصهار تقابل انصهار عامل الاستحلاب المبلور .

T_1* : تقابل درجة حرارة أول انتقال (انصهار السلاسل الهيدروكربونية) (الطور الوسيطي الصفيحي)

T_2* : درجة حرارة الانتقال الثاني (الانتقال الى الطور مكعب الشكل)

فعالية عامل استحلاب نظرياً في تثبيت مستحلب معين (جدول رقم ٧ ـ ٣) . وقد تبين ان الثبات المثالي للمستحلبات ماء ـ زيت يقع ضمن نطاق الـ HLB الذي قيمته المثالية ٥ر٣ و ١٢ بالتتابع . وخارج هاتين المنطقتين كانت سرعة اندماج القطيرات coalescence des gouttelettes لتكوين طبقة منفصلة عالية بشكل واضح والمستحلب غير ثابت . كما لوحظ وعلى قيمة الـ HLB نفسها أن وجود خليط من عوامل الاستحلاب يكون أكثر فعالية من وجود عامل استحلاب وحيد . ويفسّر ذلك بأن السطح البيني المؤلف من الزيت والماء وعامل الاستحلاب يملك خواص مرونة élasticité ولزوجة viscosité كافيتين للحد من اندماج القطيرات المبعثرة . وتتعلق الصفات الريولوجية للطبقة الرقيقة البينية بالنمط الذي تتوضع فيه الجزيئات بعضها بالنسبة لبعضها الآخر . اذا كان عامل الاستحلاب قليل التركيز نسبياً ، فإن الجزيئات تتوضع بشكل موازٍ على السطح البيني وتكون بحالة قليلة التنظيم (سائلاً) رغم أن بعض قوى التماسك forces de cohesion تنشأ بين السلاسل . اما بتراكيز أعلى ، فنحصل على طبقات رقيقة كثيفة تكون فيها الجزيئات مكدسة وموجهة بشكل عمودي باتجاه سطح الطبقة الرقيقة مع مجموعات قطبية موجهة نحو الطور المائي والسلاسل الهيدروكربونية نحو الطور الليبيدي. ولاتستطيع الجزيئات الانتقال من مكان الى مكان آخر بفعل العائق الفراغي encombrement stérique وتماسك الطبقة الرقيقة . تتعلق الصفات الريولوجية للطبقة الرقيقة بالحالة البلورية السائلة liquide — cristalin لعامل الاستحلاب على مستوى السطح البيني . وتعد الطبقة الرقيقة المحيطة بالقطيرات المستحلبة نتيجة لتجمع ثلاث مركبات هي : زيت ـ عامل استحلاب ـ ماء .

بشكل عام ، يتشكل في مستحلب زيت في الماء بناء صفيحي على السطح البيني، بينما يتشكل في مستحلب ماء في الزيت بناء مكعبي او سداسي الشكل II . ويتعلق نوع الطور الوسيطي المتشكل بدرجة الحرارة . حيث نلاحظ مثلاً أن الطور الوسيطي الصفيحي يميل الى التحول الى الطور مكعبي الشكل او سداسي الشكل II تحت تأثير الحرارة .

إن وجود هذه البنيات البلورية المائية يبين السبب الذي من أجله تكون احاديات الجليسيريد المشبعة أو غير المشبعة قادرة على تثبيت مستحلبات الزيت في الماء على الرغم من ضعف معامل الـ HLB الذي تملكه . حيث يلاحظ أن وجود كمية كافية من عامل الاستحلاب يؤدي الى تشكيل طبقات رقيقة وسطية عديدة على السطح البيني وكذلك تثبيت هذا النوع من المستحلبات . وهذا يبين أن وجود الطبقات البلورية المائية يلعب دوراً اساسياً في استقرار المستحلبات .

٢ ـ تثبيت الرغـوة والانتفاخ

stabilisation des mousses et foisonnement

ترتبط طريقة تأثير عوامل الاستحلاب في الأنظمة « المهـواة aérés » بشـكلها الوسيطي mésomorphisme . والمقصود بشكل عام هـو أوساط معقـدة مُسـتحلبة حاوية على مواد دهنية وبخاصة بروتينات .

في حالة الرغوات (القشدة المخفوقة مثلاً) تكون وظيفـة عامل الاستحلاب هي المساعدة على إعطاء حجم كبير وبنية دقيقـة متجانسة وتأمين الثبات ضـد الانفصال synérèse . ويتم تأمـين تماسك المستحلب المنتفخ عـن طريق تجمع agglomération الحبيبات الدهنية مشكلة شبكة داخل صفائح الرغوة . وتعد عوامل الاستحلاب ذات الاتجـاه (α) ، كأحـادي سـتيارات البروبيلين جليكول وأحاديـات الجليسيريد الآسيتيلية او اللاكتيلية ، الأكثر فعالية حيث تشجع عـلى تجمع المـواد الدهنيـة . ولا تُبـدي هـذه العوامل المستحلبة أشكالاً متعـددة polymorphisme ولا يمكنها البقاء إلا بالشكل البلوري ألفا (α) تحت نقطة انصهارها . وهي منحلة بسهولة في المواد الدسمة وتشكّل طبقة رقيقة صلبة بلورية على سطح الحبيبات الدهنية . ويمكن تفسير طريقة تأثير هذه العوامل بالفرضية التالية :

بغياب عامل الاستحلاب ، تلتصق البروتينات عـلى السطح البيني للحبيبـة الدهنية ـ مـاء فتمنع تراكم الحبيبات الدهنية ، وبوجود عامل استحلاب ذي اتجاه α يتم ادمصاصه عـلى السطح البيني وإعادة انحلال البروتينات في الوسط المائي، وهذا يؤدي الى تجمع الحبيبات الدهنية . وينتج عن ذلك خفض الانتفاخ بشكل ضئيل جـداً لكنه يزيد من صلابة الرغوة وثباتها . وبآلية مماثلة يمكن توضيح دور أحاديات الجليسيريد او عوامل الاستحلاب الأكثر قطبية المستخدمة في صناعة القشـدة المثلجـة crème glacée . في هـذه الحالة يحدث عـدم ثبـات وتجمع حبيبات الدهن خـلال مرحلة التجميد ، وهو ما يلاحظ أيضاً في حالـة معجنات الجاتو الحاوية على مـواد دسمة حيث يتم الحصول على الانتفاخ بشكل عام بوساطة بروتينات البيض ، لكنـه يتعاكس من قبل المواد الدسمة السائلة التي تمنع ثبات بنية الرغوة . ويحد من هـذا التأثير القيام بعملية مزج لعوامل الاستحلاب ذات الاتجاه ألفا (α) التي تمنع بذلك قطيرات الزيت من ملامسة بروتينات الطور السائل .

في حالة الجاتو ضعيف المحتوى الدهني ، يمكن تحسين انتفـاخ العجينة عـن طريق اضافة احاديات الجليسيريد المشبعة والمقطرة . ويجب إجراء اضافة على شكل مُبعثر سائل بلوري أو على شكل هلامي بلوري ألفا (α) . كما يجب تجنب كل ارتفاع

زائد في الحرارة لحظة اضافة عامل الاستحلاب والذي يـؤدي الى تبدل الطـور والى الانتقال الى الطـور الوسيطي مكعبي الشكل اللزج ومتجانس الخواص . وتؤدي هذه الاضافة الى توزع اكثـر تجانساً للهـواء في العجين والى انتفـاخ افضل وحجم اكبر للجاتـو . ويعـود فعـل أحادي الجليسيريد الى تشكيل طبقـة رقيقـة من أحادي الجليسيريد ـ بروتين على السطح البيني هواء ـ ماء ، وهذه الطبقة تعطي رغوة اكثر ثباتاً بمواجهة الاندماج .

٣ ـ تشكيل المعقدات مع النشا والبروتينات :

تعد عملية تعقيد complexation النشا والبروتينات بوساطة عوامل الاستحلاب واحدة من الظواهر ذات الأهمية الكبيرة للكثير من المنتجات الغذائيـة كمنتجات الخبز والبطاطا المخفوقة والعجائن الغذائية ... الخ .

يكسب هـذا التأثير المنتجات المنتفخة بوسـاطة الخمـيرة عـدداً من المميزات التصنيعية الهامة والتي من أهمها :

ـ تباطؤ عملية القسـاوة (البيات) rassissement
ـ زيـادة الحجـم
ـ تصبح القشرة وكذلك اللب أكثر طراوة وليونة souple
ـ يصبح البناء الاسفنجي للب أكثر نظامية
ـ يحسن عملية التقطيع الى شرائح .

لقد عرفت كل هذه التأثيرات منذ زمن بعيد ، وينتشر استعمال عوامل الاستحلاب بشكل كبير وبخاصة أحاديات الجليسيريد . إلا أن آلية تأثيرها لم توضح بشكل كامل حتى الآن ومع ذلك فمن المعروف انها تشكل المعقدات مع مكونات النشا بخاصة مـع الاميلوز والبروتينات .

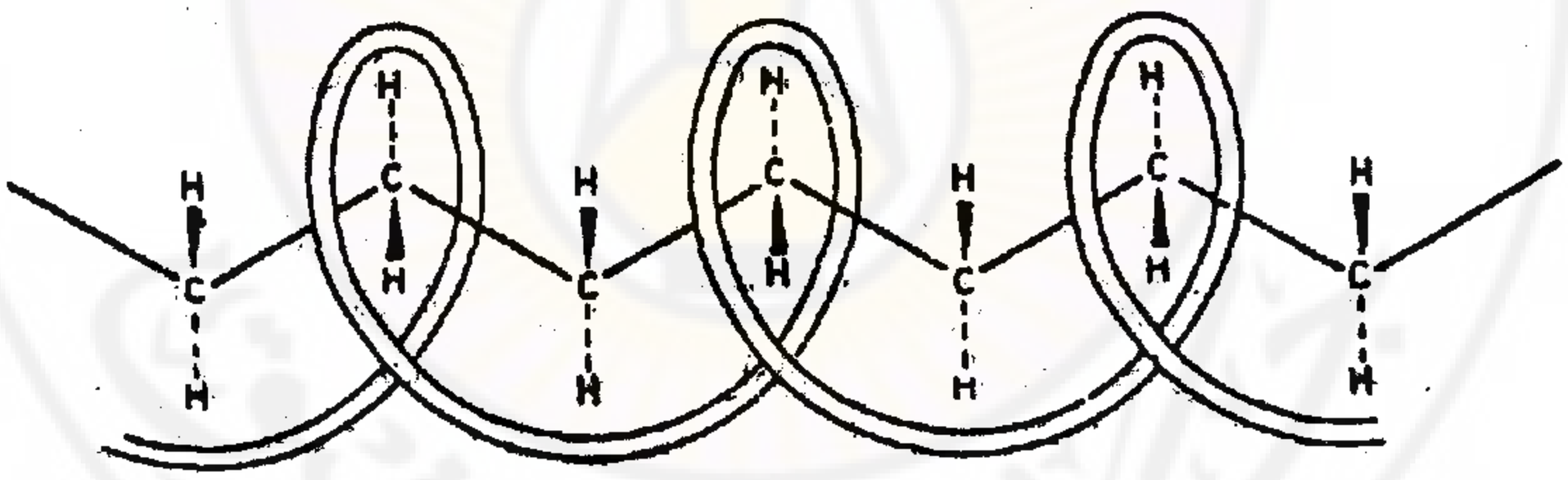
يتطلب الاستخدام المتزايد للمنتجات الغذائية الجديدة ذات المحتوى العالي من البروتينات النباتية استعمال عوامل خافضة للتوتر السطحي للمحافظة على الصفات المرغوبة للبنية النسيجية . وتعـد معرفة التفاعلات المتبادلة بـين عوامل الاستحلاب والجزيئات البروتينية والسكرية الكبيرة أساسية وضرورية .

آ ـ تعقيد النشا :

ـ آلية حدوث التعقيد :

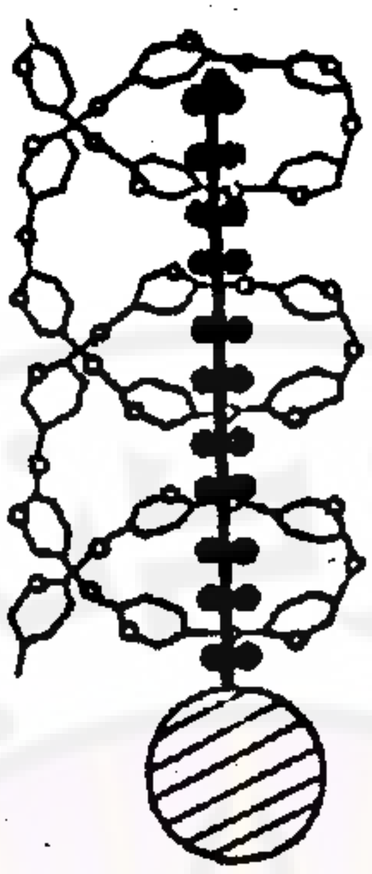
النشا هو نظام جزيئي ضخم يتألف من جزيئات خطيـة كبيرة هي الأميلوز ومن جزيئات متفرعة كبيرة هي الأميلو بكتين . ويتراوح محتوى النشـا من الأميلوز بـين ٢٠ الى ٣٥ ٪ وذلك تبعاً لمصدر النشا ، وهو بحدود ٢٧ ٪ بالنسبة لنشا القمح .

يملك النشا خاصية تشكيل معقدات الضم مع الكثير من المركبات والتي منهـا اليـود والأحماض الدهنية والعوامل الخافضة للتوتر السطحي . وهنـاك الكثير من الآراء في تفسير آلية تشكيل معقدات النشا مع خافضات التوتر السطحي ، ومن هذه الآراء تـلك التي تقـدّر أن التـوزع الفراغي الحـلزوني configuration hélicoïdale للأميلوز يكفي لتفسير هذه الآلية ، حيث يحتجز الاميلوز الجزيئات في وسط الحلزون hélice الذي يشكله وبخاصة الجزيئات الكبيرة ذات السلسلة المستقيمة (الشكل رقم ٧ ــ ١٠) .



الشكل رقم ٧ ــ ١٠ تشكيل معقد من الاميلوز والستيارات

تتكون كـل دورة من دورات هـذا الحلزون من سـتة جزيئات من الجليكوز ، وقطرها الداخلي يساوي ٥ر٤ A° . وينطى الفراغ الداخلي لهذا الحلزون بالزمـر H — C المحبة للدسم ، بينما الزمر OH — C المحبة للماء فتكون متوجهة نحو الخارج وتستطيع العوامل المحبة للماء ، التي لهـا قطر يتوافق مـع القطر الداخلي لحلزون الأميلوز ، أن تشكل معقدات ضم مستقرة . فبالنسبة لأحاديات الجليسيريد أو بعض عوامل الاستحلاب الأخرى ، تستطيع فقط السلسلة الدهنية المحبة للدسم الانتقـال الى داخـل الحلزون ، أمـا الزمرة المحبة للمـاء والضخمة جـداً فإنهـا لا تستطيع الدخول (شكل رقم ٧ ــ ١١) .



الشكل رقم ٧ ـ ١١ : تمثيل تخطيطي لتعقد الأميلوز بوساطة أحادي ستيارات الجليسيرول (مقترحة من قبل Carlson وزملائه عام ١٩٧٩) . تناظر السلسلة الهيدروكربونية (بالأسود) تقريباً ثلاث دورات من الحلزون . ولا يستطيع الجزء المحب للماء (الجليسيرول الممثل بالكرة المخططة) العبور الى داخل التجويف الحلزوني.

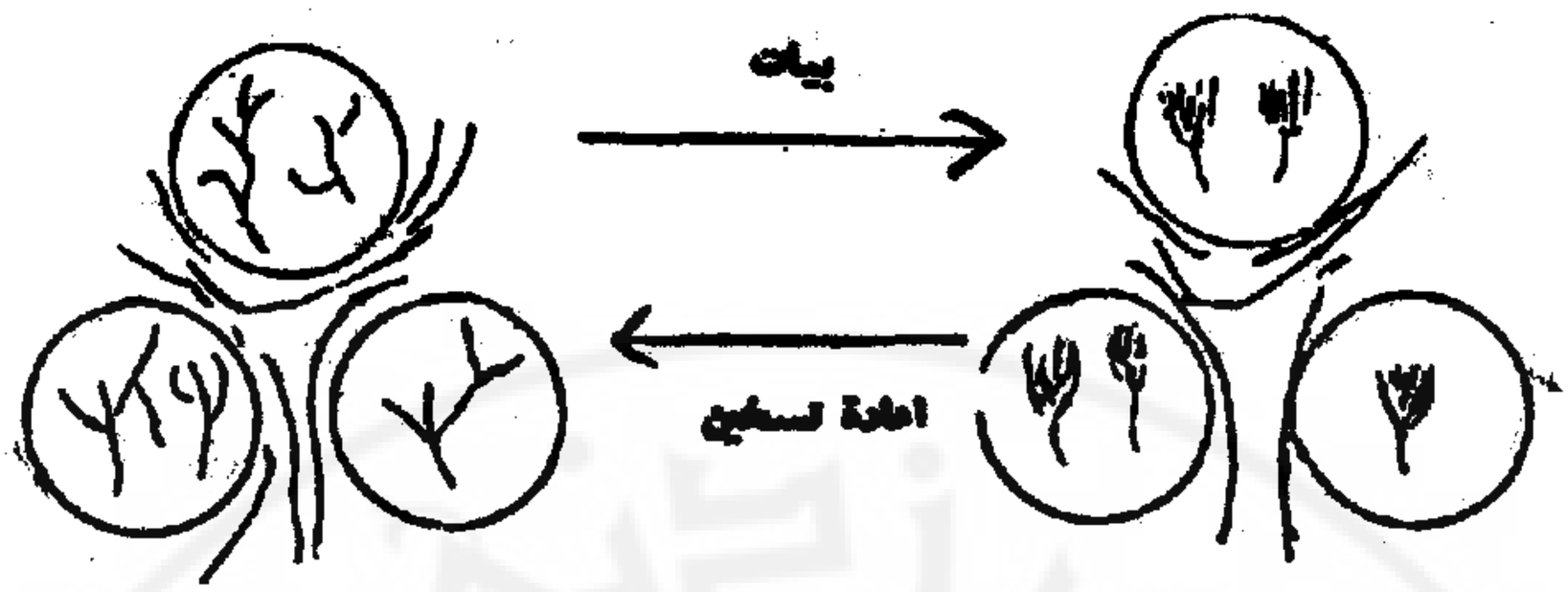
يتشكل هذا التعقيد ، المشابه لتعقيد اليود في وسط سلسلة الأميلوز ، في وسط حبيبة النشا مؤدياً الى تثبيت جزيئات الأميلوز في الحبيبة ، مما يحد من التقهقر rétrogradation (الشكل رقم ٧ ـ ١٢) .

وفقاً لهذه الفرضية ، تلعب التفاعلات المتبادلة بين الأميلوز وعوامل الاستحلاب دوراً هاماً . وقد حددت قابلية تفاعل عوامل الاستحلاب التجارية مع الأميلوز من قبل الكثير من الباحثين وذلك عن طريق تحديد نسبة تعقيد الأميلوز وفقاً لمقياس اصطلاحي والجدول رقم ٧ ـ ٨ يوضح بعضاً من قيم هذه النسبة لعدد من عوامل الاستحلاب. وتعد أحاديات الجليسيريد المشبعة المقطرة ومركبات الستياريل لاكتيلات الأكثر فعالية في إحداث التعقيد . وبالمقابل فإن أحاديات الجليسيريد غير المشبعة واسترات البروبيلين جليكول والاسترات السكرية وسكريات السوربيتان والبولي سوربات والليسيتين تملك فعالية محدودة جداً .

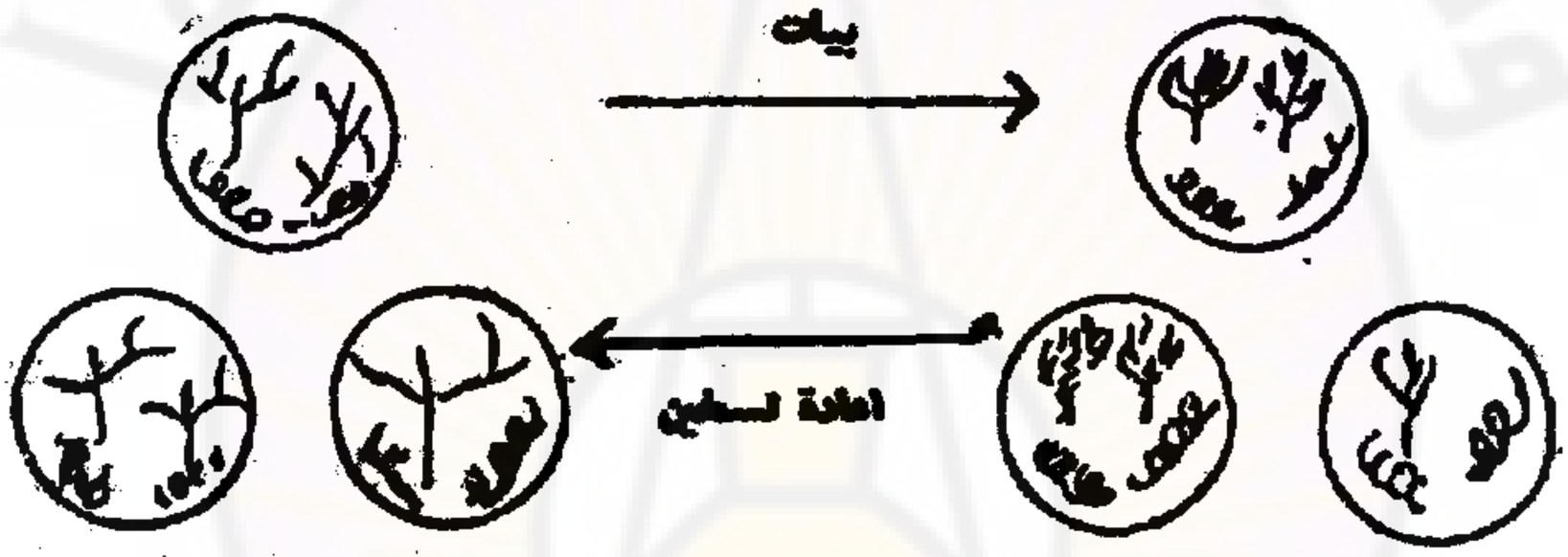
تعمل أحاديات الجليسيريد المشبعة عند اضافتها الى منتجات الخبز الى الحد من سرعة تثبيت اللب . ويعتقد أن عوامل الاستحلاب تتدخل في جميع مراحل تصنيع الخبز ، فأحاديات الجليسيريد يتم توزعها في كل أنحاء العجينة خلال عملية العجن حيث تلتصق على سطح حبيبات النشا . ويؤدي هذا الالتصاص الى الحد من انتفاخ حبيبات النشا خلال عملية الخبز . ويشكل معقدات الضم (أميلوز ـ أحاديات

جدول رقم ٧ ـ ٨ : نسبة تعقيد الأميلوز بوساطة عوامل استحلاب غذائيـة مختلفة

عوامـل الاسـتحلاب	نسبة تعقيد الأميلوز
أحاديات الجليسيريد المقطرة (٩٠ ـ ٩٢ ٪ من ١ـ أحادي الاستر) :	
١ ـ شحم مهدرج	٩٢
٢ ـ شحم غير مهدرج (٤٥ ٪ من أحادي أوليين monooléine)	٩٥
٣ ـ زيت الصويا المهدرج (٨٥ ٪ من monostéarine)	٨٧
٤ ـ زيت الصويا المهدرج (٥٥ ٪ من monooléine)	٢٨
أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد (٤٥ ٪ من أحادي الاستر)	٢٨
أحادي ستيارات رباعي الجليسيرول	٣٤
استرات الحموض العضوية لأحاديات الجليسيريد :	
١ ـ أسترات حمض اللاكتيك	٢٢
٢ ـ استرات حمض السيكسينيك	٦٣
٣ ـ استرات حمض الماليك	٣٦
٤ ـ استرات حمض الطرطريك ثنائي الآستيل (DATA)	٤٩
٥ ـ استرات حمض الستريك	٣٦
ليسيتين فول الصويا	١٦
احادي ستيارات البروبيلين جليكول المقطر (٩٠ ٪)	١٥
أحادي ستيارات السوربيتان	١٨
ثلاثي ستيارات السوربيتان	١٣
أحادي ستيارات السكاروز (عينة تجارية)	٢٦
ثنائي ستيارات السكاروز (عينة تجارية)	١٠
أحادي ستيارات بولي أوكسي ايتيلين سوربيتان ٢٠ (عينة تجارية)	٣٢
ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات	٧٩
ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات الصوديوم (SSL)	٧٢
ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات الكالسيوم (CSL)	٦٥
ستياريل فيمارات الصوديوم	٦٧



بدون عامل استحلاب : ينتشر الأميلوز الى خارج الحبيبة ويساعد على القساوة او ابيات



بوجود احادي ستيارات : يحجز الأميلوز داخل الحبيبة على شكل معقد

الشكل رقم ٧ ـ ١٢ : تأثيرات تعقيد الأميلوز في بيات منتجات الخبز

الجليسيريد) في بداية عمليـــة الخَبْز (الشوي) وذلـك عن طريـق انتشار احـادي الجليسيريد الى داخل حبة النشا . وبالتبريد ، يترسب الأميلوز المعقد ويتجمد داخل الحبة مما يجعل إعادة تنظيم سلاسل الأميلو بكتين أكثر صعوبة . مما يعمل على إبطاء عمليـة البيـات rassissement الـذي يفترض أن للأميـلو بكتين دوراً أساسياً في إحدائه.

ـ تأثير الحالة الفيزيائية لعامل الاستحلاب في تشكيل المعقد مع النشا :

تتعلق القدرة التفاعلية réactivité لعامل الاستحلاب مع النشا لتشكيل المعقد على حالته الفيزيائية ، ولكي يكون عامل الاستحلاب فعـالاً يجب أن يكون في حالـة مميهة . وتعد الحالة الهلامية لعامل الاستحلاب الأكثر اهمية من حيث فعاليته حيث

تكون فيها جزيئات عامل الاستحلاب مبلورة على شكل ألفا (α) وعلى شكل صفائح منفصلة عن بعضها بعضاً بوساطة طبقات من المـاء . أمـا اذا كان عامـل الاستحلاب على شكل بلوري من النوع بيتا (β) فإن فعاليته في إحداث التعقيد تكون محدودة ، كذلك يكون أكثر محدودية اذا كان بالشكل اللامائي .

ب ـ تشكيل المعقدات مع البروتينات :

لقد وجد ان لبعض عوامل الاستحلاب القدرة على التأثير في بعض صفات العجين والناتج النهائي بخاصة عوامـل الاستحلاب الشاردية (ستيباريل لاكتيلات واسترات ثنائي استيل طرطريك أحاديات الجليسيريد) وبعض عوامـل الاستحلاب المتعادلـة neutres (سكريات جليسيريدية مثلاً) . وقد وُجد أن اضافة هذه العوامل تؤدي الى عـدة نتائج من اهمها :

- تحسين عملية التقطيع الآلي machinabilité
- تحسين عملية العجن
- تحسين القدرة على إمساك المـاء
- تحسين القدرة على إمسـاك الغـاز
- تحسين بنيـة الناتج النهائي
- إعطاء حجم أكبر ومظهر افضل للخبز .

يمكن تفسير هذه التأثيرات في العجين بوجود تفاعلات متبادلة بين البروتينات وجزيئات عامل الاستحلاب . ويلعب عدد وأنواع الروابط الكيميائية الداخلة في التفاعل (روابط تكافؤية ، شاردية ، هيدروجينية ، قوى ڤان ديرڤالس ، كارهة للماء) دوراً كبيراً في تعقيد إمكان معرفـة أي من هـذه الروابط هي المسؤولة عن عمليـة تعقيد البروتينات . يلاحظ بشكل عام أن عوامل الاستحلاب الشاردية (SSL , CSL , DATA) هي الأكثر فاعلية . وتعود هذه الفاعلية الى انشاء روابـط شارديـة ما بين عامـل الاستحلاب وبروتينات الجلوتين (gliadines, gluténines) .

يعتقـد ان عوامـل الاسـتحلاب تعمـل كمـواد مسـهلة للحركـة lubrifiants علـى مستوى الصفائح الرقيقـة للفوسفوليبيدات . يضاف الى ذلـك أن عوامـل الاستحلاب تدخل بمنافسة مع الليبيدات الأخرى عـلى مستوى مجموعات التفاعل لمختلف مكونات العجين .

٤ ـ تغير الحالة البلورية للمواد الدهنية والسيطرة عليها :

إن دور عامل الاستحلاب في السيطرة على الحالة البلورية للمواد الدهنية لايعتمد بأي حال من الأحوال على الخواص الخافضة للتوتر السطحي التي يملكها . وبالفعل فإن أفضل عوامل السيطرة على الحالة البلورية للمواد الدهنية تبدي قليلاً جداً من النشاط على السطح . وهناك مميزات أكثر اهمية يجب وضعها في الحسبان ، وهذه المميزات هي :

- السلوك البلوري
- الذوبانية في الموآد الدسمة
- نقطة الانصهار .

تعطي جميع أحاديات الجليسيريد أشكالاً بلورية مختلفة (α , β' , β) . وبشكل عام ، عندما تُصهر مادة دهنية ثم تُبرد سريعاً فإنها سوف تتبلور الى الشكل α غير الثابت والذي يملك نقطة الانصهار الأكثر انخفاضاً . وبسبب عدم الثبات سابق الذكر فإنها سوف تتحول الى الشكل β' ومنه الى الشكل β الأكثر ثباتاً والذي يملك نقطة الانصهار الأكثر ارتفاعاً . هذا التحول في الحالة البلورية يمكن أن يُسيطر عليه بإضافة عامل استحلاب ملائم يستطيع المحافظة على المادة الدهنية بالشكل البلوري الفا α أو β' . ويمكن على سبيل المثال ، استخدام ثلاثي ستيارات السوربيتان الذي يسمح بالمحافظة على الشكل البلوري β' للمواد الدهنية في المارجرين والذي يعد القوام المثالي من أجل طلي شرائح الخبز ، وبالتالي تجنب الحصول على الشكل البلوري β الذي يكسب المارجرين قواماً حبيبياً .

يمكن بالطريقة نفسها السيطرة على تعدد الشكل polymorphisme في أحاديات الجليسيريد المقطرة والاحتفاظ بها على شكل الفا (α) الأكثر فاعلية من وجهة النظر التصنيعية . وفي هذه الحالة يُخلط أحادي الجليسيريد مع عوامل استحلاب ذات الميل الفا α كأسترات البروبيلين جليكول أو استرات السوربيتان أو استرات حمض اللبن لأحاديات الجليسيريد .

رابعاً ـ الأنواع الرئيسة لعوامل الاستحلاب :

إن جميع عوامل الاستحلاب ، باستثناء الليسيتين lécithine الذي هو فوسفوليبيد ، هي استرات جزئية للأحماض الدهنية ولمتعددات الجذر الكحولي Polyoles و (أو) الأحماض العضوية . والمواد الأولية المستخدمة في تصنيعها هي

إمـا مواد دهنية من مصدر حيواني(شحم الخنزير ، شحم الأمعاء) أو زيوت نباتية. وتحضر هذه الاسـترات بوساطة تفاعلات كيميائية بوجود عوامـل التحفيز المناسبة catalyseurs .

تصنف عوامل الاسـتحلاب المسموح باستخدامها في التصنيع الغـذائي وفقـاً لصيغتها الكيميائية ، والشكل رقم ٧ ـ ١٣ يجمع بشكل تخطيطي الفئـات الرئيسة المعتمدة عادةً . ويـميز فيها احدى عشرة فئة من العوآمل الخافضة للتوتر السطحي القابلة للاستعمال بشكل عام في المجال الغذائي .

١ ـ احاديات وثنائيات الجليسيريد mono et diglycérides :

تشكل احاديات وثنائيات الجليسيريد الفئة الرئيسة المستخدمة في الأغذيـة ، حيث تشكل نحو ٧٥ ٪ من كامل عوامل الاستحلاب الغذائية المستهلكة . وتستخدم بشكل رئيسي في صناعات الخَبْز . ويبين الشـكل رقـم ٧ ـ ١٤ الصيغـة العامـة لاحاديات الجليسيريد .

$$CH_2-O-CO-R$$
$$|$$
$$CH-OH$$
$$|$$
$$CH_2-OH$$

R = حمض ستياريك $CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$

= حمض الباليتيك $CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$

= حمض أوليك $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$

= حمض لينولييك

$$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-COOH$$

الشكل رقم ٧ ـ ١٤ : الصيغة الكيميائية العامة لأحاديات الجليسيريد

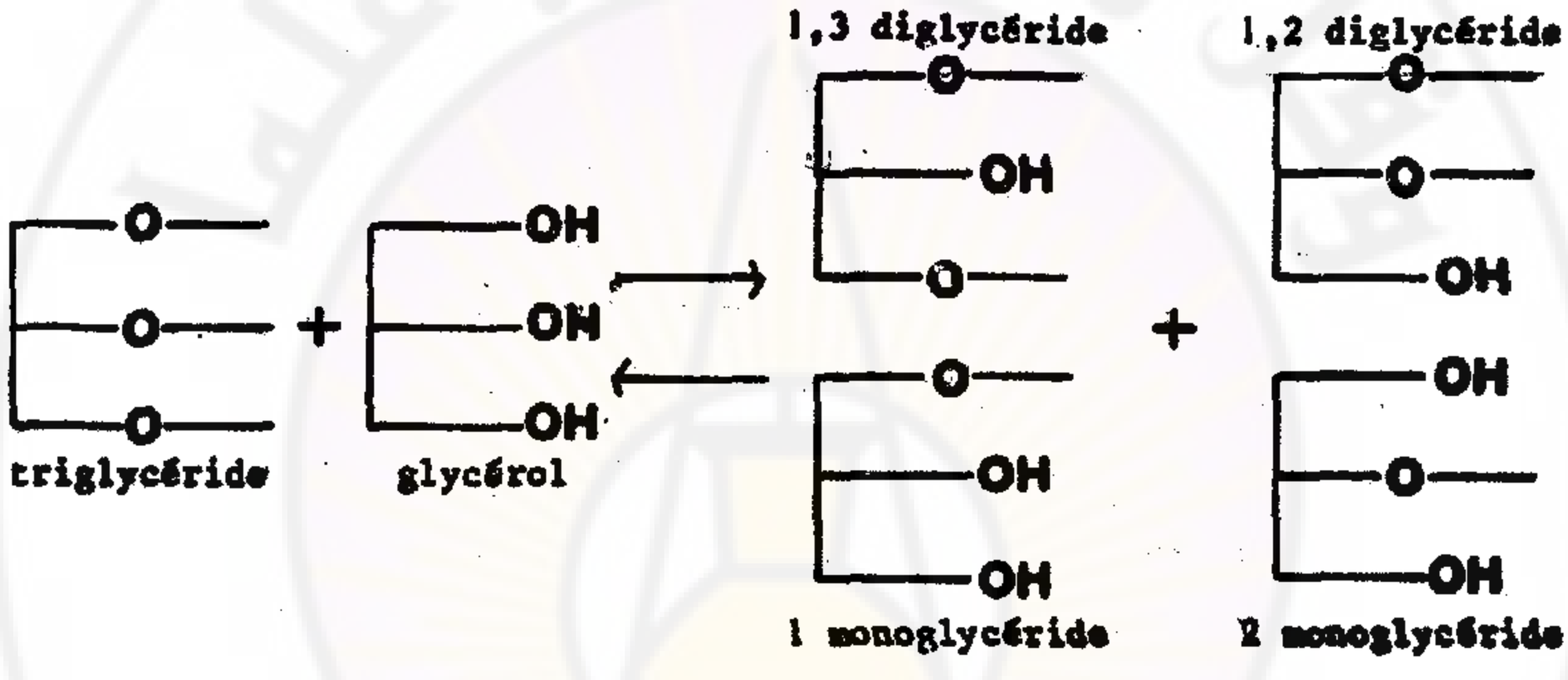
٢ ـ طرائق التصنيع :

يوجد عدة طرائق لصناعة احاديات الجليسيريد . ويعد تفاعل الاسترة الناقـلة



الشكل رقم ٧ ــ ١٣ : تمثيل تخطيطي لطريقة الحصول على عوامل الاستحلاب الاساسية باستثناء مشتقات السوربيتو ل والفوسفوليبيدات

transestérification الأكثر استخداماً . ويتم هذا التفاعل بين ثلاثي جليسيريد والجليسيرول وذلك في درجة حرارة عالية (٢٠٠ ـ ٢٥٠م) وبوجود عامل محفز catalyseur . والمواد الأولية المستخدمة هي شحم الخنزير وشحم الأمعاء وزيوت القطن أو عباد الشمس وغيرها . وتهدرج هذه المواد الدسمة مسبقاً بحيث يتم إشباع الأحماض الدهنية . ويحدث خلال هذا التفاعل انتقال للأحماض الدهنية من ثلاثي الجليسيريد التي تحل محل المجموعات الهيدروكسيلية في الجليسيرول . ويمكن تمثيل هذا التفاعل كما يلي :



وفقاً لشروط التفاعل من حيث درجة حرارة التفاعل والتركيز الأولي لثلاثيات الجليسيريد وللجليسيرول ، يتم الحصول على ٤٠ ـ ٦٠ ٪ من أحاديات الاستر و ٣٠ ـ ٤٠ ٪ من ثنائيات الاستر و ١٠ ـ ٢٠ ٪ من ثلاثيات الاستر . ويمكن أن يستخدم هذا الخليط كما هو ، لكنه لا بد من الاشارة الى أن أحاديات الاستر هي فقط التي تملك خواص خافضة للتوتر السطحي وأن ثنائيات الجليسيريد وثلاثيات الجليسيريد هي خاملة تماماً بما يخص هذه النقطة .

يتعلق تركيب أحادي الاستر الناتج بالمادة الدهنية المستعملة كمادة تفاعل . فعندما تصنع احاديات الاستر من مواد دسمة مهدرجة فإن الأحماض الدهنية الأساسية الموجودة تكون حمض النخيل (بالميتيك) وحمض الستياريك .

ب ـ تنقية احاديات الاستر وتقطيرها :

تعتمد عملية التنقية على تقطير أحادي الجليسيريد في درجة حرارة نحو ٢٠٠°م تحت تفريغ أقل من ١ر٠ مم زئبقياً . حيث تتبخر أحاديات الجليسيريد الأكثر تطايراً (تبخراً) من ثنائيات وثلاثيات الجليسيريد وتسترجع بتكثيفها بوساطة نظام تبريد في وسط العمود . ويمكن أن يحتوي الناتج على أكثر من ٩٥ ٪ من أحاديات الاستر . ويبين الجدول رقم ٧ ـ ٩ مكونات أحد أحاديات الجليسيريد ، الناتج عن شحم الخنزير ، المكرر والمهدرج . وبسبب نقاوته العالية ، يستخدم أحادي الاستر بشكل متزايد ويحل محل أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد . ومع ذلك فإنه من المفضل في بعض الحالات استخدام أحادي ـ ثنائي الجليسيريد نظراً لامتلاكه نقطة انصهار أخفض من تلك التي يملكها أحادي الجليسيريد النقي .

جدول رقم ٧ ـ ٩ : تركيب احادي جليسيريد صناعي ناتج بدءاً من شحم الخنزير المكرر والمهدرج

ـ أحاديات جليسيريد	٩٤ ٪
ـ ثنائيات جليسيريد	٣ر٦ ٪
ـ ثلاثيات جليسيريد	٧ر٠ ٪
ـ جليسيرول	٥ر٠ ٪
ـ الرقم اليودي	٥ر٠ ٪
ـ رقم التصبن	١٦٣
ـ محتواها من الاحماض الدهنية :	
حمض اللوريك	٢ر٠ ٪
حمض الميرستيك	٣ر٠ ٪
حمض الباليتيك	٣٢ر٥ ٪
حمض الستياريك	٦٢ر٣ ٪
حمض الآراشيديك	٢ ٪

جـ ـ الميزات الرئيسة لأحاديات الجليسيريد :

توجد في الاسواق انـواع متعددة من أحاديـات الجليسيريد تبعـاً لمحتواها من أحاديات الاســتر :

- تحتوي على ٤٠ ـ ٤٥ ٪
- تحتوي على ٥٠ ـ ٥٦ ٪
- تحتوي على أكثر من ٩٠ ٪

تعتمد الطريقة المعتمدة حالياً لتحديد المحتوى من أحادي الجليسيريد على خاصية ان الحمض المتكرر يتفاعل مـع وظيفتين هيدركسيليتين متجاورتين في الجليسيرول . وهذه الطريقة لاتسمح إلا بتحديد المحتوى من ١ ـ أحادي جليسيريد الذي يعد المركب الأكثر اهمية . والطريقة الأكثر عملية المستخدمة حالياً هي الكروماتوجرافيا الغازية .

وتلعب الحالة الفيزيائية لعامل الاستحلاب دوراً هامـاً في الوظيفة المرغوبـة . وتتواجد هذه المركبات تحت ثلاثة اشكال هي :

- الشكل المـائي
- الشكل اللدن (اللين) مخلوط مع المواد الدهنية
- الشكل الرذاذي (مسحوق) .

ويستعمل الشكل اللدن بشكل واسع في صناعات الخَبْز . والشكل الرذاذي يكون أقل فعالية من الشكلين المـائي واللدن . هنـاك صفة هامـة أخرى لأحاديـات الجليسيريد هي ذوبانيتها في المواد الدهنية وقدرتها على التبعثر في الماء . وعلى سبيل المثال ، أحاديات الستيارات تكون ذوابة في المواد الدهنية المشبعة إلا انها غير ذوابـة في المواد الدهنية اللامشبعة إلا بوجود الحرارة . كذلك أحاديات الأوليات فإنها تذوب في جميع أنواع ثلاثيات الجليسيريد .

وتؤثر درجة اشباع الأحماض الدهنية أيضاً في نقطة انصهار أحاديات الجليسيريد التي تتراوح بين ٢٩ و ٦٨°م . ويعد أحادي الجليسيريد أكثـر فعاليـة عندما يملك نقطة انصهار أكثر ارتفاعاً .

د ـ الاستعمالات الغذائية :

تستخدم أحاديـات الجليسيريد بشكل واسـع في الكثـير من أقسـام التصنيع الغذائي . ومن أهم المجالات التي يتم فيها استخدام هذا النـوع من عوامـل خفض التوتر السطحي هناك مجالا صناعة الخبز وصناعة المارجرين . ففي صناعة المارجرين تستخدم أحاديات الجليسيريد المشبعة كأحادي ستيارات التي تعمل على منـع نتـح (رشح) المـاء وبالتالي تسمح بتحقيق مستحلبات شديدة الدقة (النعومة) .

هناك أيضاً استخدامات أخرى كثيرة لهذه المركبات وبخاصة في صناعة المربيات والشوكولا والكراميل والمايونيز ... الخ.

٢ ـ احاديات الجليسيريد المؤسترة بحمض عضوي :

يمكن ابتداءً من احاديات الجليسيريد المقطرة الحصول على مشتقاتها الحمضية عن طريق استرتها ببعض الأحماض العضوية . ويوضح الشكل رقم ٧ ـ ١٥ أكثر هذه المشتقات شيوعاً ، والتي أهمها

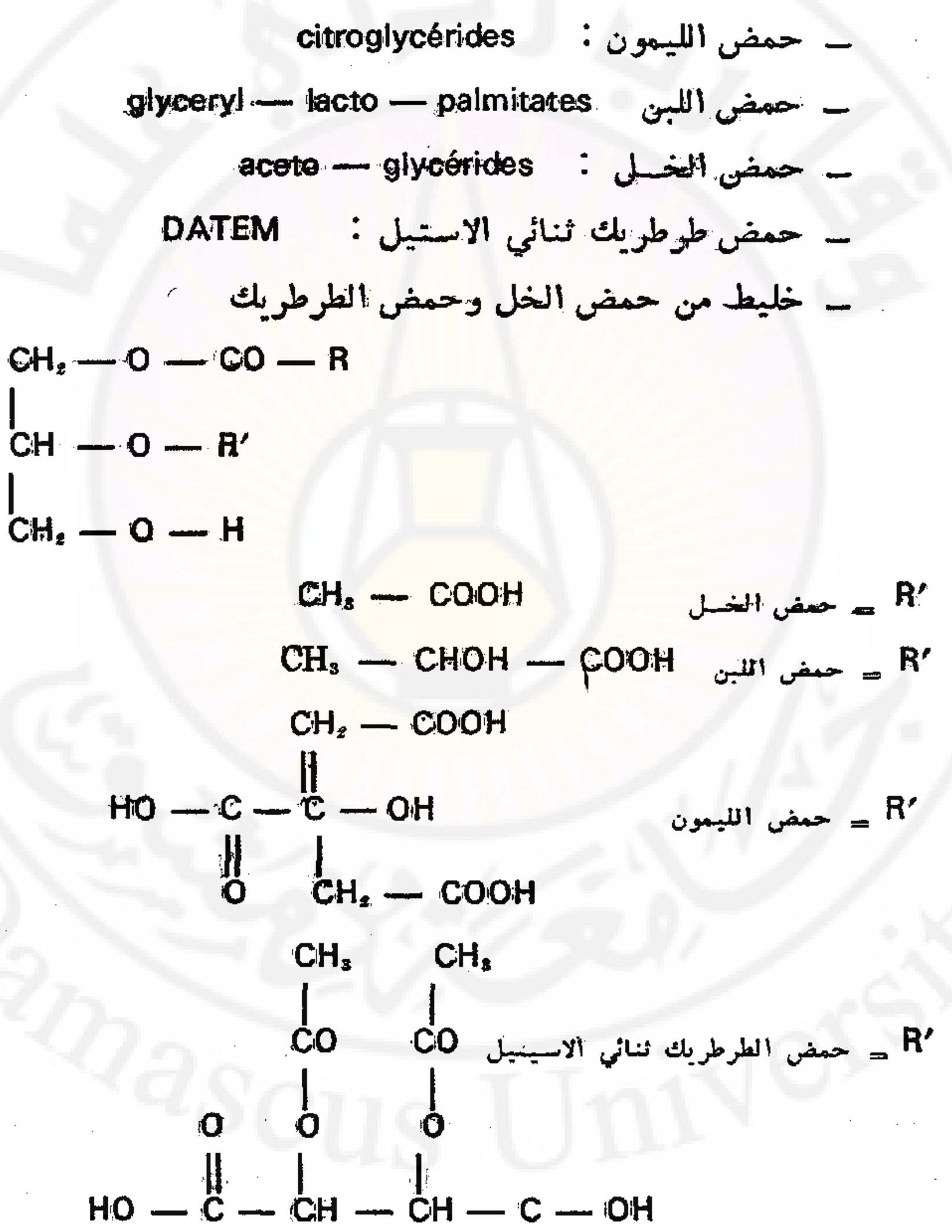
ـ حمض الليمون : citroglycérides

ـ حمض اللبن glyceryl — lacto — palmitates

ـ حمض الخل : aceto — glycérides

ـ حمض طرطريك ثنائي الاستيل : DATEM

ـ خليط من حمض الخل وحمض الطرطريك

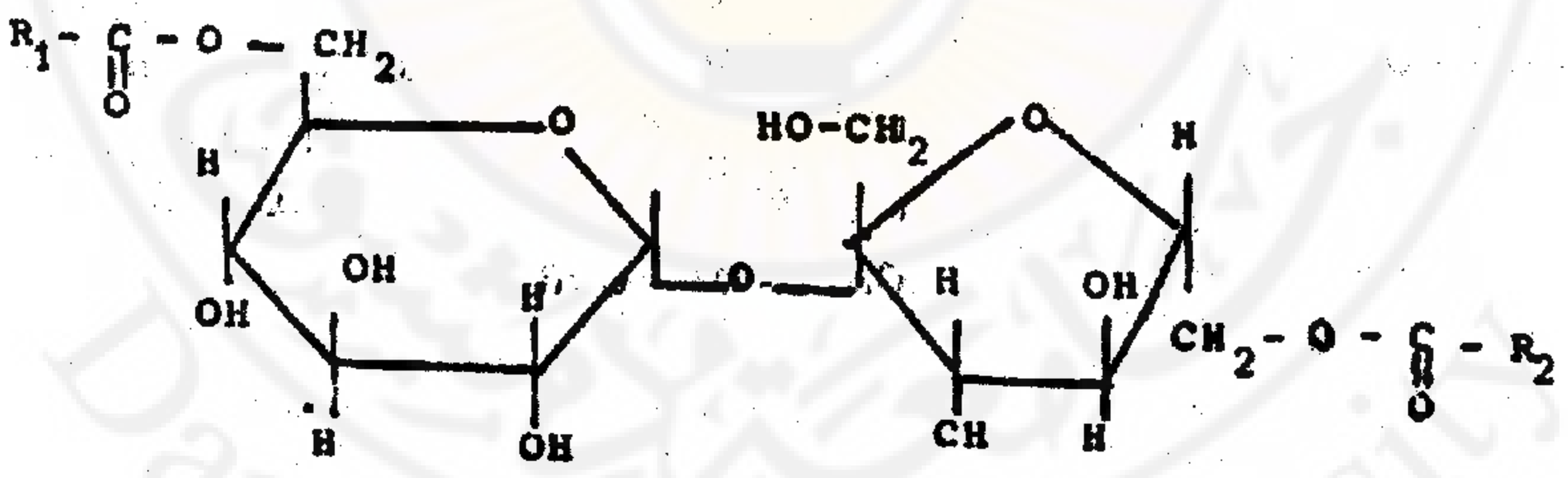


الشكل رقم ٧ ـ ١٥ : التركيب الكيميائي لأحاديات الجليسيريد المؤسترة بالأحماض العضوية

تتميز هذه المشتقات ، كأحاديات الجليسيريد ، بأنها منحلة في المواد الدسمة وغير منحلة في الماء . ويمكن استعمالها لضمان استقرار المستحلبات المحضرة بوساطة عامل استحلاب تقليدي . وتمتلك استرات حمض الليمون خاصية تشكيل معقدات مع الشوارد المعدنية . ومن الممكن نتيجة لذلك استخدامها كعوامل حجز agents sequestrants في النظم غير المشبعة الحاوية على مضادات أوكسجين antioxygenes . تتمتع هذه المشتقات بميزات كثيرة تجعلها قابلة للاستخدام في الكثير من الصناعات الغذائية وبخاصة صناعة الخبز والمعجنات والقشدة المخفوقة ...الخ.

٣ ـ الاسترات السكرية والجليسيريدات السكرية :

الاسترات السكرية هي استرات الأحماض الدهنية الناتجة عن الاسترة المباشرة estérification للسكاروز بوساطة الاسترات الميتيلية للأحماض الدهنية . ومن الأمثلة على الاسترات السكرية هناك ثنائي استر السكاروز الذي يبينه الشكل رقم ٧ ـ ١٦ ، أما الجليسيريدات السكرية فهي خليط من أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد ومن الاسترات السكرية الناتجة عن الاسترة للناقلة للسكاروز وثلاثيات الجليسيريد في وسط مذيب .



الشكل رقم ٧ ـ ١٦ : الصيغة الكيميائية لثنائي استر للسكاروز

آ ـ تصنيعها :

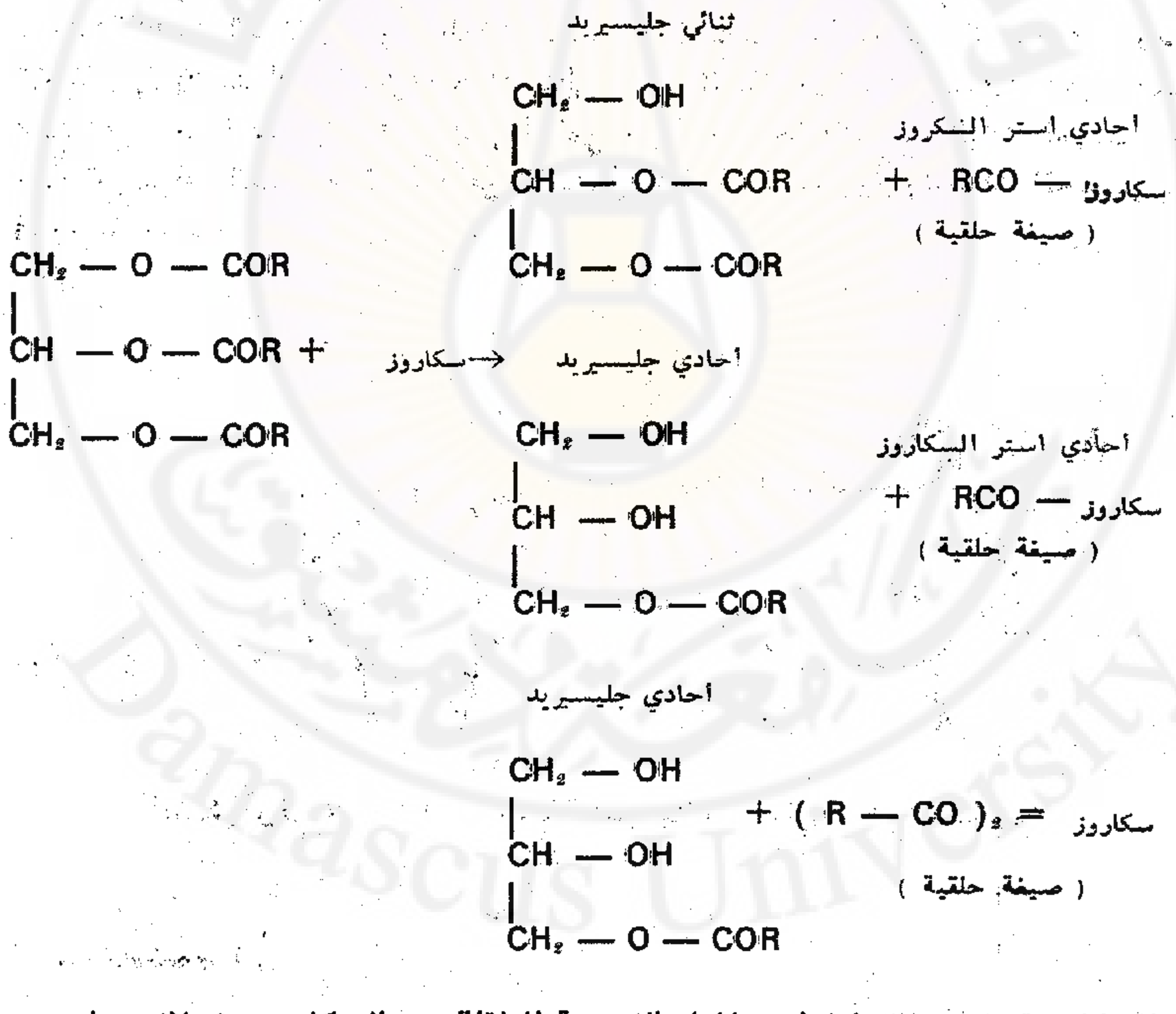
يمكن الحصول على الاسترات السكرية بوساطة طريقتين مختلفتين هما :

ـ الاسترة الناقلة transestérification للسكاروز وثلاثيات الجليسيريد فنحصل على الجليسيريدات السكرية .

ـ استرة السكاروز بوساطة حمض دهني .

ـ الاسترة الناقلة :

يحدث التفاعل في وسط مذيب تحت تفريغ وضمن شروط حرارية محددة . والناتج النهائي هو خليط معقد من أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد وأحاديات ثنائيات استر السكاروز (شكل رقم ٧ ـ ١٧) .



الشكل رقم ٧ ـ ١٧ : نواتج تفاعل الاسترة الناقلة بين السكاروز وثلاثي جليسيريد

كان يُستخدم سابقاً ثنائي ميتيل فورماميد كوسط مذيب ، ونظراً لسمية هذا المذيب الذي تبقى منه آثار في الناتج النهائي فقد استعيض عنه بالبروبيلين جليكول.

ـ الإسترة المباشرة :

يتم الحصول على الاسترات السكرية بإجراء تفاعل مباشر ما بين السكاروز وحمض دهني حر . ومن الاسترات الناتجة من هذا التفاعل والأكثر استعمالاً هناك أحادي بالميتات السكاروز :

$$C_{11}H_9O_{10} — CH_2 — OCO — (CH_2)_{14} — CH_3$$

ب ـ الميزات الاساسية للاسترات السكرية والجليسيريدات السكرية :

عُرفت هذه المركبات منذ نحو ٤٠ سنة . وتملك هذه المركبات بعض الميزات والخواص الهامة التي نلخصها بما يلي :

- سهلة البعثرة في الماء ، حيث يمكن الوصول الى نسبة بعثرة تصل الى ٣٠ ٪ من الماء ، وذلك في حالة احادي الباليتات .
- سهلة الحلمأة بعد أن تقوم بوظيفتها وذلك تحت تأثير الحرارة .
- طعمها أقل وضوحاً من أحاديات الجليسيريد .
- ثمنها المعتدل مقارناً ببقية عوامل الاستحلاب .

تتراوح نقطة انصهار الاسترات السكرية بين ٥٠ و ١٠٠°م . وتمتلك بالاضافة لذلك خاصية كونها أكثر حباً للماء من أحاديات الجليسيريد . وتتراوح قيم الـ HLB التي تملكها بين ١٤ و ١٧ وذلك تبعاً للاستر .

جـ ـ الاستعمالات الغذائية :

تعد مستحلبات الزيت في الماء الناتجة عن هذا النوع من عوامل الاستحلاب ثابتة بشكل عام . ويمكن على سبيل المثال استخدام أحادي بالميتات السكاروز في القشدة المثلجة ومنتجات الخبز والمارجرين والمايونيز والصلصات ... الخ .

٤ ـ الاسترات الدهنية للبروبيلين جليكول :

تعرّف هذه الاسترات على أنها استرات الأحماض الدهنية للبروبان ـ ١ ، ٢

ديـول diol — propane 1 , 2 ، والأحماض الدهنية هي تلك التي تملك طول سلسلة تتراوح بين C_8 , C_{24} . ويعد أحادي البالميتات (C_{16}) وأحادي الستيارات (C_{18}) من أكثر هذه الاسترات انتشاراً .

البروبيلين جليكول $CH_3 — CHOH — CH_2OH$

الاستر الدهني المقابل $CH_3 — CHOH — CH_2O — CO — R$

مثـال :

أحادي ستيارات البروبيلين جليكول :

$$CH_3 — (CH_2)_{16} — \underset{\underset{O}{\|}}{C} — O — \underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CHOH}{|}}{CH_2}}$$

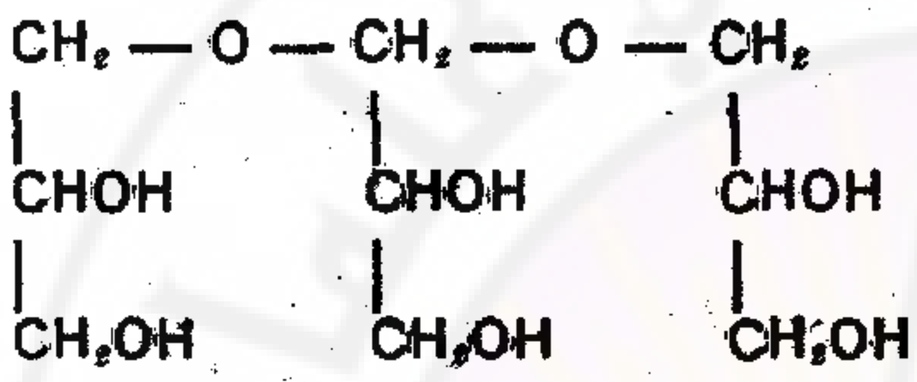
تختلف خواص استرات الحمض الدهني للبروبلين جليكول عن تلك التي تملكها أحاديات الجليسيريد المقابلة للأحماض الدهنية نفسها لأن البروبيلين جليكول لا يملك إلا مجموعتين كحوليتين مقابل ثلاث في الجليسيرول ويمكن تشكيل أنظمة ثابتة على شكل α بمزج هذه الاسترات مع أحاديات الجليسيريد المقطرة ، وتلعب مثل هذه الأنظمة دوراً هاماً في الانتفاخ في صناعة البسكويت وصناعة الحلويات .

٥ ـ استرات البولي جليسيرول :

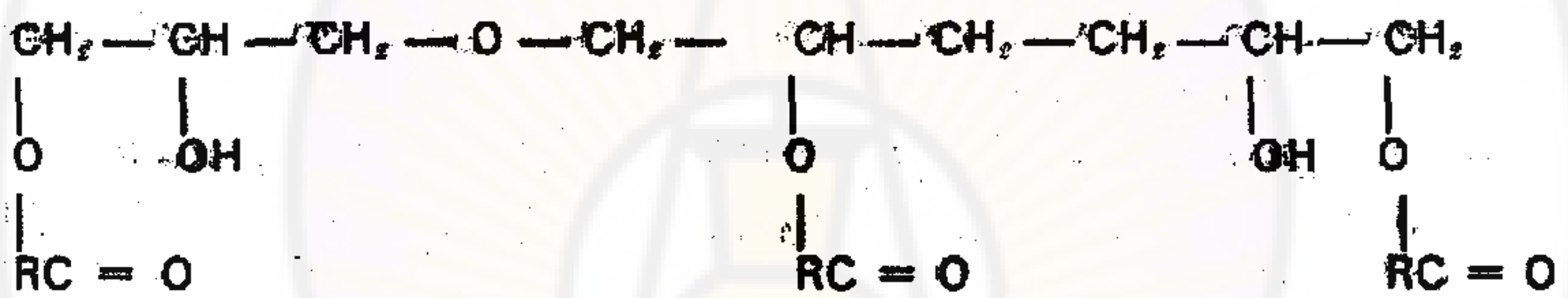
تقود عملية نـزع المـاء déshydratation تحت تفريـغ من الجليسـيرول عـلى السـاخن وبوجـود عامـل محفّز catalyseur (بشكل عام مادات الصوديوم الممددة) إلى الحصول على خليط من الجليسيرولات المبلمرة . وفي مثـل هـذه الشروط من التفاعل يتم الحصول بخاصة على خليط من ثنائي وثلاثي ورباعي الجليسـيرول . تحضّر استرات البولي جليسيرول عن طريق إحداث تفاعل ما بين الخليط السابق الذي تـم الحصول عليه بالعملية السابقة وما بين حمض دهني (تفاعل استرة) أو مادة دهنية غذائية . وتتصف الاسترات الناتجة بأنها أكثـر حباً للمـاء من أحاديات الجليسـيريد وذلك لكبر الجزء القطبي في البنية الكيميائية . كذلك فإن الخليط الناتج يملك صفات شديدة الاختلاف ، تعود في أغلبها للأسباب التالية :

- طبيعة الحمض الدهني المستخدم
- درجة البلمرة Polymérisation للبولي جليسيرول
- درجة الاسترة .

فدرجة البلمرة تحدد بالفعل قيمة الـ HLB للخليط المستعمل ، ويمكن بذلك الحصول على عوامل استحلاب شديدة الحب للماء (درجة البلمرة مرتفعة) وعلى عوامل استحلاب اكثر حباً للدسم (درجة البلمرة ضعيفة) .



ثلاثي جليسيرول



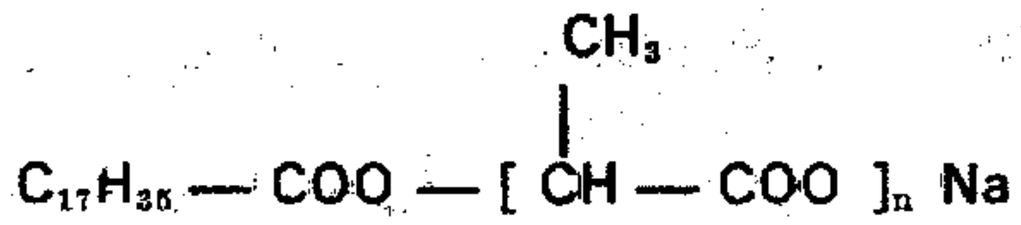
حمض دهني مؤستر بثلاثي الجليسيرول

تبدي الاسترات الناتجة ثباتاً كبيراً في الحرارة ، لذلك يمكن استخدامها في المنتجات التي تتعرض لدرجات حرارة مرتفعة . ويمكن استخدام الاسترات المحبة للماء في تحضير منتجات الخبيز وفي صناعة البوظة والمارجرين والحلوى المثلجة . أما الاسترات المحبة للدسم فيمكن استخدامها في تحضير مستحلبات الماء في الزيت او في تبديل الخواص الريولوجية للشوكولا الدوابة حيث تملك هنا فعلاً تآزرياً مع الليسيتينات الاكثر استعمالاً .

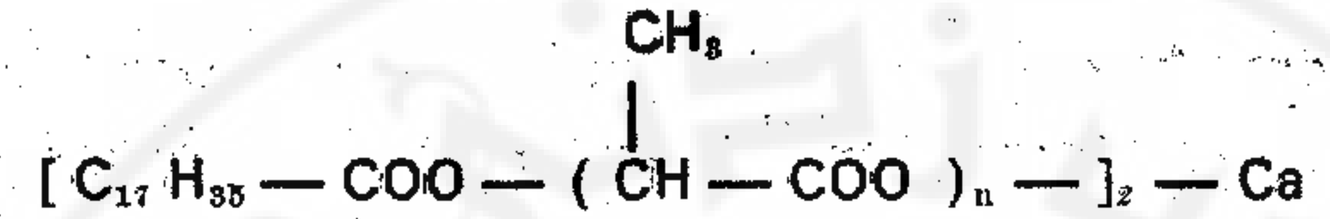
٦ ـ مشتقات حمض اللبن :

يعد كل من مركبي ستياريل لاكتيلات الصوديوم (SSL) وستياريل لاكتيلات الكالسيوم (CSL) من اكثر مشتقات حمض اللبن شيوعاً واستعمالاً . وهو ينتج عن استرة حمض اللبن المبلمر (غالباً تحت شكل ثنائي dimère) بواسطة حمض الستياريك .

ستياريل لاكتيلات الصوديوم



ستياريل لاكتيلات الكالسيوم



حيث تكون n غالباً = ٢

إن الخواص المحبة للماء لمثل هذه الجزيئة قليلة الوضوح ، ولا يعدها بعضهم عوامل استحلاب أو خافضة للتوتر السطحي . بينما يعد بعضهم الآخر ان جزء حمض اللبن يملك خواص محبة للماء وبالتالي يمكن عد المركب كعامل استحلاب .

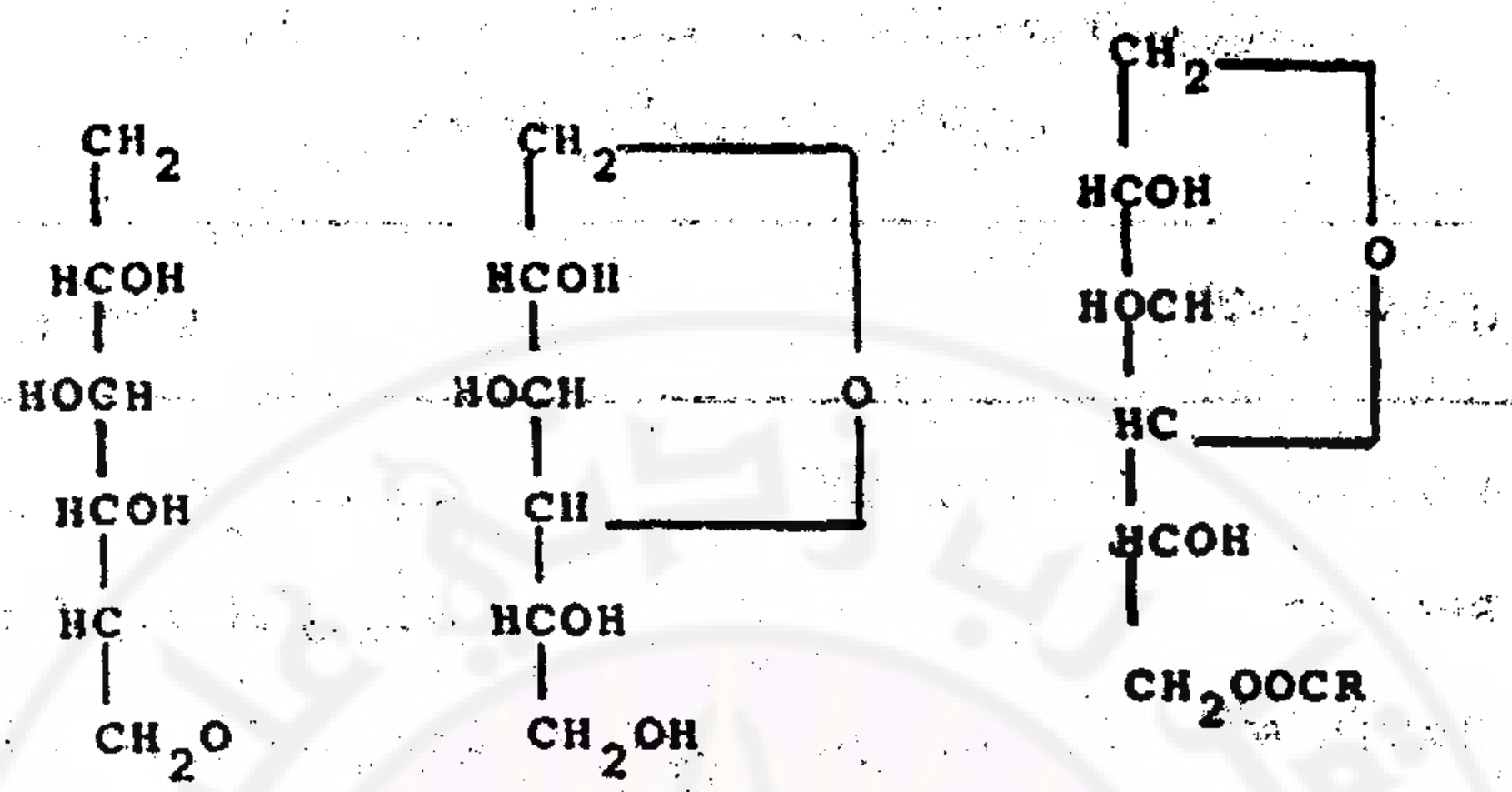
توجد مركبات ستياريل لاكتيلات الصوديوم او الكالسيوم على شكل مسحوق أبيض ، وتملك نقطة انصهار تقع بين ٤٦ و ٥٢م والمسحوق غير ذواب في الماء .

تستعمل هذه المركبات عادة في صناعة الخبز بغرض تحسين الصفات الريولوجية للعجين ، حيث تحسن التركيب النسيجي للب الخبز وتزيد حجمه وتطيل فترة حفظه .

٧ ـ استرات السوربيتول والسوربيتان :

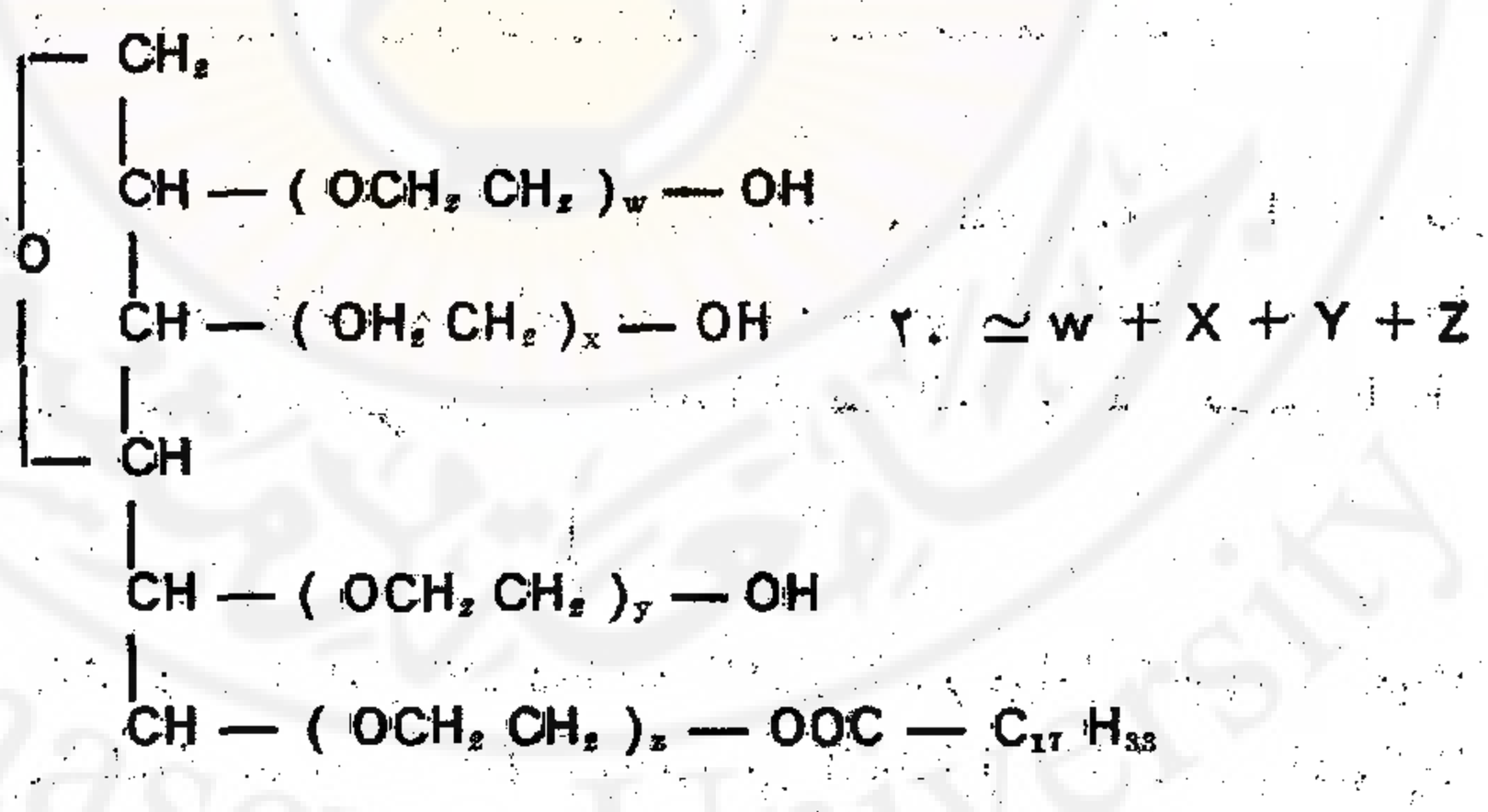
السوربيتول هو سكر بسيط يحتوي على ست ذرات من الكربون (هكسوز). اما السوربيتان فهو مشتق من السوربيتول ويتم الحصول عليه عن طريق تشكيل جسر اكسجيني مابين ذرتي الكربون C_5 و C_6 ، كذلك يمكن الحصول على مشتقات السوربيتان بإجراء التفاعل ما بين الاحماض الدهنية والسوربيتان (شكل ٧ ـ ١٨).

يمكن الحصول على احادي ستيارات السوربيتان (المسمى سوربيتان ٦٠) عن طريق استرة السوربيتان بواسطة حمض الستياريك . كما يمكن الحصول على مركبات اكثر تعقيداً بإجراء تفاعل هذا الاستر مع عدة جزيئات من اوكسيد الايتيلين ، ويتم بذلك الحصول على مشتقات البولي اوكسي الايتيلينية Polyoxyéthylénés التي



الشكل رقم ٧ ــ ١٨ : التركيب الكيميائي للسوربيتول ، والسوربيتان ومشتقاته

تملك خواص محبة للمـاء ومن أهم هذه المشتقات احاديات استر السوربيتان بـولي اوكسي ايتيلين :



احادي استر البولي اوكسي ايتيلين سوربيتان

يُطلق على جميع هذه العوامل رموز معينة ، والجدول رقم ٧ ــ ١٠ يلخص بعضاً من هذه التسميات شائعة الاستعمال :

جدول رقم ٧ ـ ١٠ : الأسماء التجارية لمشتقات السوربيتان ، ومشتقات البولي اوكسي ايتيلين

الاسم العلمي	الاسم التجاري
احادي ستيارات السوربيتان	سلوربيتان ٦٠ . SPAN 60
احادي اولييات السوربيتان	SPAN 80
مشتقات البولي اوكسي ايتيلين لاحادي ستيارات السوربيتان	بولي سوربات ٦٠ . TWEEN 60
مشتقات البولي اوكسي ايتيلين لاحادي اولييات السوربيتان	TWEEN 80

توجد مشتقات السوربيتان على شكل مراهم ملونة تذوب في درجة حرارة ٥٠ ـ ٦٠م ، بينما تتواجد البولي سوربات ٦٠ بشكل صلب مصفرة اللون .

يتميز السوربيتان ٦٠ بكونه مركباً قليل الحب للماء ، ويملك قيمة HLB ضعيفة نسبياً (٤ الى ٧) ، ونتيجة لذلك يمكن استعماله في مستحلبات الماء في الزيت . اما مشتقات البولي اوكسي ايتيلين ، فهي عوامل شديدة الحب للماء وتملك قيم HLB بحدود (١٥) .

تستعمل هذه الانواع من عوامل الاستحلاب بالمشاركة مع عوامل اخرى ، بحيث يتم الحصول على قيمة HLB بحدود (١٠) . وهذه هي الحالة في التغطيس بالشوكولا التي يكون فيها دور عامل الاستحلاب هو الحد من تشكيل (الزخلوف) على السطح ، الذي يعود لظهور بلورات صغيرة من المادة الدهنية . كذلك تستخدم البولي سوربات للحد من تقهقر النشا في حالة منتجات الخبيز او تستخدم في منتجات اخرى كعجينة البطاطا .

٨ ـ الفوسفوليبيدات (الليسيتينات الطبيعية والصنعية) :

٢ ـ الليسيتينات الطبيعية :

إن الدور الذي تقوم به ليسيتينات صفار البيض في ثبات مستحلبات الزيت عرفت بشكل جيد منذ وقت طويل ، فقد جرب استعمال صفار البيض منذ عام١٨٩٦ في تثبيت المارجرين . وترتبط هذه الخواص الاستحلابية بوجود نسبة عالية من الليستين في هذا الجزء من البيضة ، إلا أن استخلاص الليسيتين منها يعد ضعيف المردودية ومكلفاً على المستوى التجاري .

تُستخلص الليسيتينات المستعملة حالياً من زيت فول الصويا بوساطة مذيب عضوي ، حيث يحتوي هذا الزيت على نسبة عالية منه تتراوح بين ٢ر٥ الى ٣ ٪ . والمستخلص الناتج هو خليط يحتوي تقريباً على ٦٥ ٪ من مزيج غير ذواب في الأسيتون (فوسفوليبيدات ـ سكريات ـ جليكوليبيدات) و ٣٥ ٪ من مزيج ذواب في الاسيتون (ثلاثيات الجليسريد ـ مواد غير متصبنة ـ أحماض دهنية حرة ـ جليسيرول) .

إن المكونات الفعالة في الليسيتينات الطبيعية هي الفوسفوليبيدات المؤلفة من المركبات التالية :

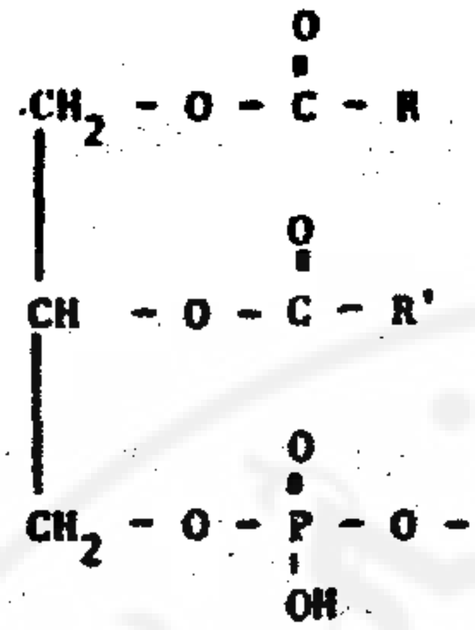
ـ الفوسفاتيديل كولين (PC) phosphatidyl coline

ـ الفوسفاتيديل ايتانول امين Phosphatidylethanolamine (PE)

ـ الفوسفاتيديل اينوسيتول (PI) phosphatidylinositol

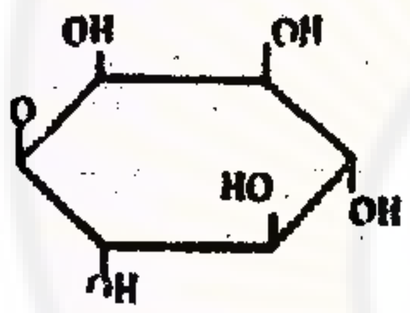
وتكون هذه المركبات بنسب متساوية تقريباً (الشكل رقم ٧ ـ ١٩) . ويملك المركب PC خواص ثبات لمستحلبات الزيت في الماء ، بينما يملك المركبان PI , PE خواص استحلابية للزيت في الماء .

يمكن ايضاً الحصول على ليسيتينات مجزأة بالكحول ، ويتم الحصول عليها بفصلها الى جزءين ، جزء منحل في الكحول alcoolo - soluble يتكوّن بشكل رئيس



$X = -CH_2-CH_2-N^+-(CH_3)_3$ PHOSPHATIDYLCHOLINE

$X = -CH_2-CH_2-NH_3^+$ PHOSPHATIDYLETHANOLAMINE



X = PHOSPHATIDYLINOSITOL

الشكل رقم ٧ ــ ١٩ : تركيب المكونات الاساسية في الليسيتين الطبيعي

من المركب PC ، وجزء غير منحل في الكحول alcoolo - insoluble ويتكون بشكل رئيس من المركب PI (جدول رقم ٧ ــ ١١) .

جدول رقم ٧ ــ ١١ : مقارنة بين محتويات الليسيتينات المجزاة بالكحول وغير المجزاة

المركب	جزء غير منحل بالكحول	جزء منحل بالكحول	ليسيتينات غير مجزاة بالكحول
PE	٣٢ر٦	٣٢ر٥	٣٢ر٦
PC	٤ر٦	٦٥ر١	٣٢ر٦
PI	٦٢ر٨	٢ر٤	٣٤ر٨

يمكن ايضاً إجراء بعض التبدلات والتغيرات الكيميائية على الليسيتين وذلك بمساعدة الحلماة الحمضية او بالاستلة او بإدخال الهيدروكسيل او الأنزيمات المتخصصة (فوسفوليباز) وذلك بهدف زيادة النشاط الاستحلابي لليسيتين ، ، فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على ليسيتين هيدروكسيلي اكثر حباً للماء من المركب الأصلي وذلك بمعاملة الليسيتين بالماء الاوكسجيني بوجود حمض الفورميك .

تدخل الليسيتينات الطبيعية في الكثير من الصناعات الغذائية ، فهي تضاف الى منتجات الخبز والشوكولا والمنتجات سريعة الذوبان والمارجرين ... الخ (جدول رقم ٧ ـ ١٢) . ففي حالة الشوكولا تسمح اضافة الليسيتين بتغيير الصفات الريولوجية للشوكولا الذوابة ويؤدي بالتالي الى الاقتصاد بالمواد الدهنية الاخرى المكلفة كزبدة الكاكاو ، كما يعمل الليسيتين أيضاً كعامل مضاد للأكسدة لاحتوائه على آثار من التوكوفيرولات . إلا ان اضافته لها بعض المساوىء بخاصة ظهور نكهة غير مرغوبة في الشوكولا بالحليب اثناء الحفظ . أما في حالة منتجات الخبز ، يضاف الليسيتين مع مستحلبات اخرى كأحاديات الجليسيريد . ويساعد الليسيتين عملية بعثرة وتوزيع عوامل الاستحلاب في العجينة مما يحسّن من صفات المد او البسط للجلوتين وكذلك زيادة مدة حفظ الناتج النهائي .

ب ـ الليسيتين YN :

يحتل الليسيتين الصنعي اهمية كبيرة في الكثير من دول العالم إلا انه غير مسموح باستخدامه بفرنسا . وهو يستخدم في بريطانيا في اكثر من ٤٠ ٪ من الشوكولا المنتجة. ويقدم الليسيتين الصنعي فائدة كبيرة ، بالمقارنة مع ليسيتين الصويا ، بكونه لا يملك نكهة غير مرغوبة وبكونه مركباً صنعياً محدد التركيب بدقة عالية واكثر فعالية .

الليسيتين YN هو مركب فوسفاتيدي يتم الحصول عليه بدءاً من زيت اللفت Colza المهدرج وذلك بوساطة طريقة تتضمن اربع مراحل هي :

- حلماة الجليسيرول (glycérolyse) لزيت اللفت المهدرج
- فسفرة المركب الناتج (phosphorylation) بوساطة انهدريد فوسفوري (لا مائي)
- تعديل الحمض الناتج neutralisation بوساطة الامونيا الغازية
- ترشيح ناتج التفاعل .

جدول رقم ٧ ـ ١٢ : امثلة على استعمال الليسيتين

المادة الغذائية	الفعل	التركيز	الخواص
المارجرين	عامل استحلاب للماء في الزيت ، عامل مانع للتبقع (تشكل فقاعات مائية) antiéclaboussant ، عامل مضاد للاسمرار	١٢ر٠ ـ ٥ر٠ ٪	يتعلق التركيز بالاحتياجات اللازمة لثبات المستحلب وبنوع الليسيتين المستعمل
صناعة الشوكولا	خفض اللزوجة عن طريق الترطيب والبعثرة	٣ر٠ ـ ٥ر٠ ٪	أكثر فعالية وأرخص كلفة من زبدة الكاكاو .
منتجات الخبز والبسكويت	تغيير صفات جلوتين الطحين ، عامل خافض للضغط ، عامل استحلاب ، مضاد اكسدة	١ر٠ ـ ٣ر٠ ٪ تبعاً للطحين	يوجد أنواع من الدقيق حاوية على الليسيتين الذي يحافظ على ثبات الخبز
منتجات المربى	عامل خافض للضغط ، مضاد اكسدة	متغير	يستخدم في صناعة الكاراميل والملكة يسهل مزج السكر والدهون والماء
تغذية الحيوانات	عامل استحلاب ، عامل مضاد للأكسدة خواص تغذوية	متغير	يستخدم في اغذية الدواجن ، والحليب المعاد تشكيله في تغذية العجول .

ونحصل نتيجة لذلك على خليط يتضمن المركبات التالية :

- ثلاثيات الجليسيريد ٤٠ ٪
- فوسفوليبيدات متعادلة ١٥ ٪
- املاح امونيوم الاحماض الفوسفاتيدية الخليطة ٤٠ ٪
- املاح امونيوم حمض الفوسفور ٥ ٪ .

ويستخدم هذا الخليط كعامل استحلاب ، ويتألف الجزء النشط من هذا الخليط بشكل اساسي من املاح امونيوم الاحماض الفوسفاتيدية التالية (الشكل رقم ٧ ـ ٢٠) :

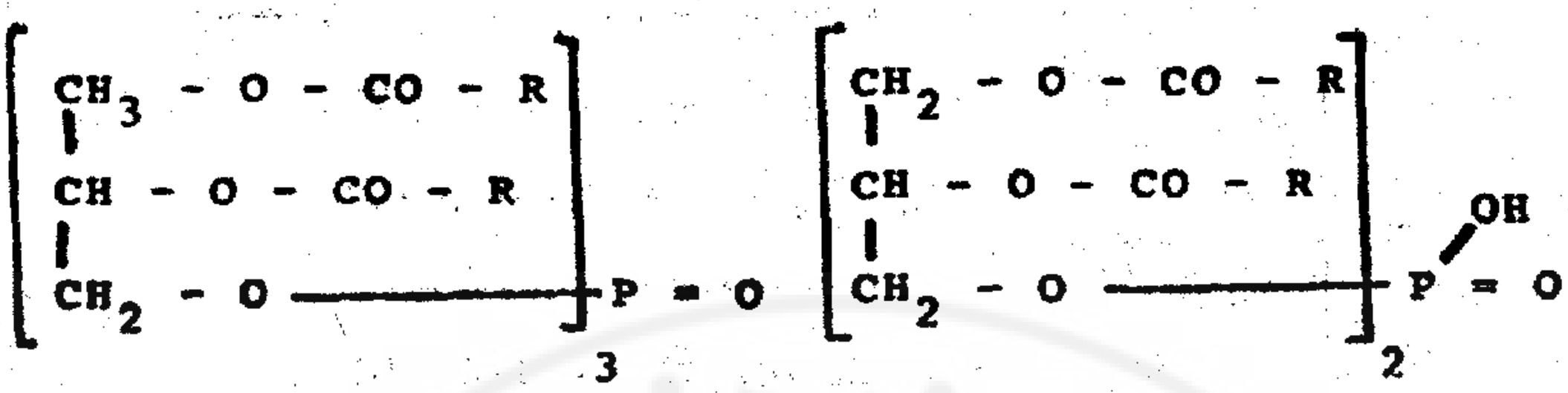
- حمض ثنائي فوسفاتيد
- حمض ثنائي فوسفاتيديل احادي الفوسفاتيد .
- حمض احادي الفوسفاتيد .
- حمض ثنائي فوسفاتيديل ايزو فوسفاتيد .
- حمض ايزوفوسفاتيد .

يستعمل الليسيتين YN في صناعة الشوكولا بشكل رئيس . ويتميز عن الليسيتين الطبيعي ببعض الفوائد والتي اهمها :

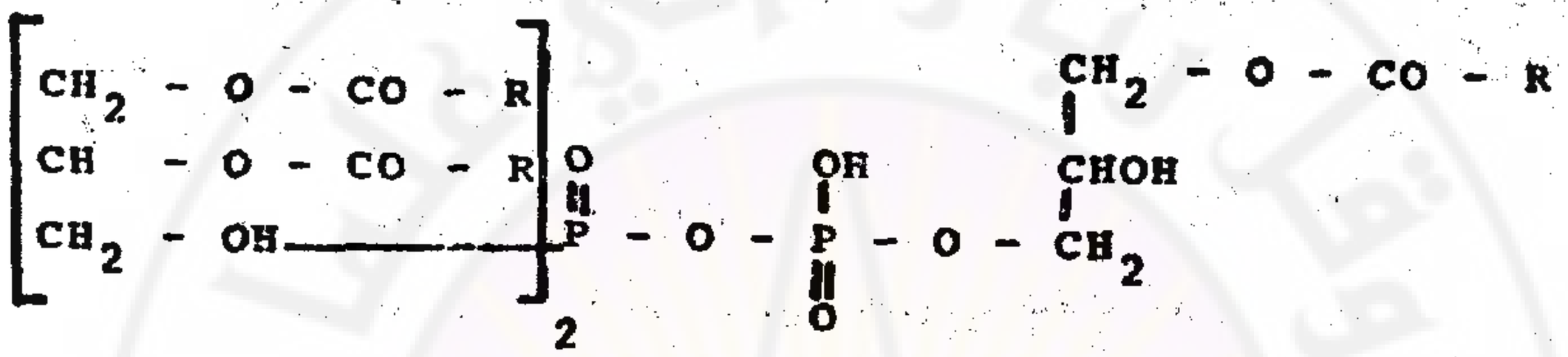
- عدم امتلاكه النكهة غير المرغوبة .
- عدم اختلاف تركيب المادة التجاري من عبوة لاخرى .
- فعاليته الاعلى من تلك التي يملكها الليسيتين الطبيعي .

خامسا ـ الاستخدامات الغذائية لعوامل الاستحلاب

من الصعب جدا استعراض جميع الاستعمالات الغذائية لعوامل الاستحلاب . وحتى نستطيع اظهار ما سبق وشرحناه وبخاصة الجوانب الاساسية في وظائف عوامل الاستحلاب فاننا سوف نتعرض للمجالات الرئيسة للاستخدام وهي : منتجات الخبز ـ القشدة المثلجة ـ المرق والصلصة المستحلبة ـ المارجرين ـ منتجات السكاكر ـ منتجات الشوكولا . ومع ذلك ، وعلى سبيل البيان فاننا نلخص في الجدول رقم ٧ ـ ١٣ الانواع الرئيسة للاغذية المحضرة التي يمكن ان تحتاج لاستخدام عوامل الاستحلاب .

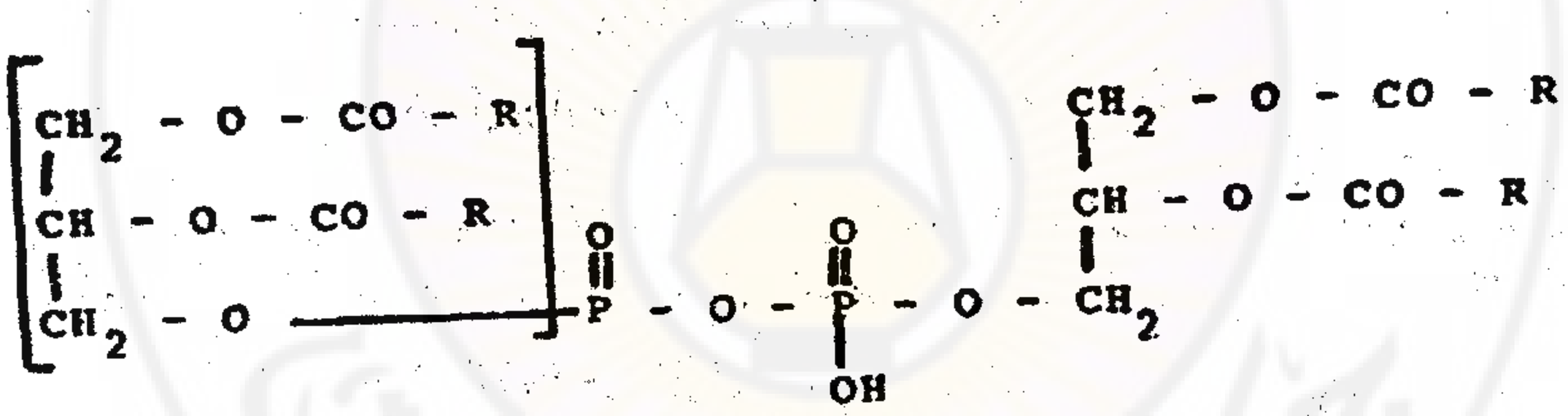


حمض ثنائي فوسفاتيد

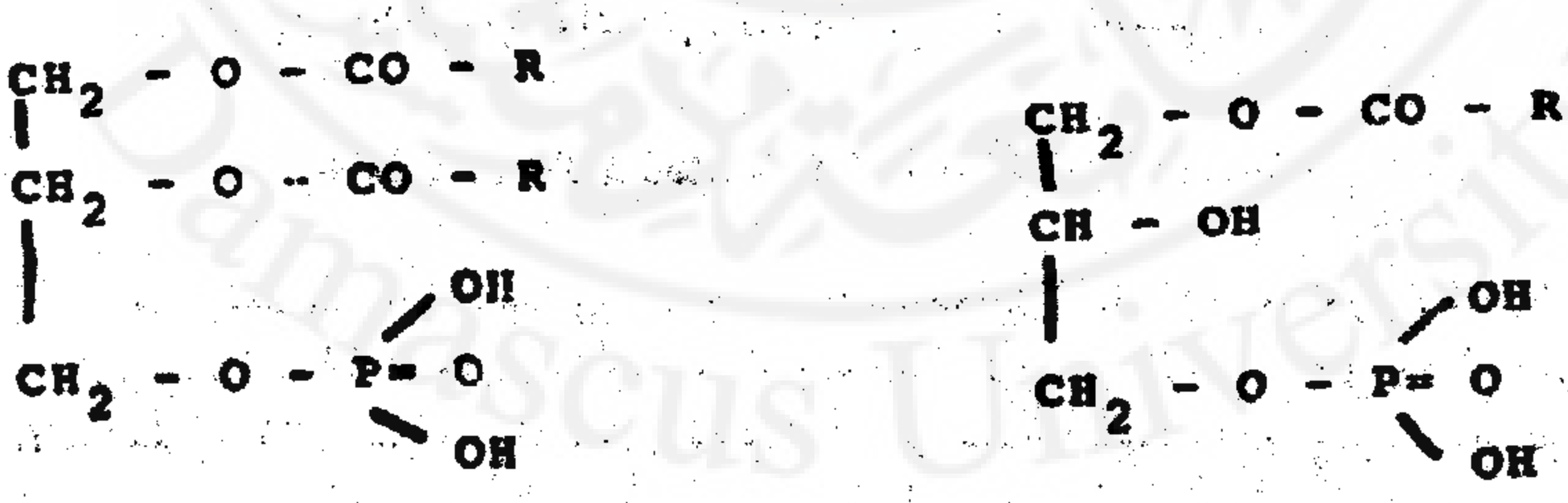


حمض ثلاثي الفوسفات

حمض ثنائي فوسفاتيد ايزوفوسفاتيد



حمض ثنائي فوسفاتيديل احادي الفوسفاتيد



حمض ايزو فوسفاتيد

حمض احادي الفوسفاتيد

الشكل رقم ٧ ـ ٢٠ المكونات الأساسية لليسيتين YN

١ ـ منتجات الخَبْز produits de cuisson :

يمكننا تمييز نوعين من منتجات الخَبز :

ـ المنتجات المنتفخة او المتخمرة كيميائيا ، وتستخدم فيها عوامل الاستحلاب لاطالة فترة الحفظ ولتحسين البنية النسيجية والتهوية .

ـ المنتجات المتخمرة حيويا ، وتستخدم فيها عوامل الاستحلاب من أجل تكييف العجينة ومنع بيات (قساوة) الخبز .

أ ـ المنتجات المتخمرة حيويا :

تؤدي اضافة عوامل الاستحلاب الى هذه المنتجات الى تحقيق هدفين ، الأول هو التأثير المضاد للقساوة او البيات antirassissant والثاني هو تكييف العجينة agent conditionnent . ولا يمكن الحصول على الفعل المضاد للقساوة الا عن طريق تشكيل معقدات الاميلوز (أحاديات الجليسيريد ، ستياريل لاكتيلات)والفعل المكيف الا عن طريق تشكيل معقدات البروتينات (ستياريل لاكتيلات ، DATEM) . ويجب السيطرة على الحالة الفيزيائية لعوامل الاستحلاب لكي تتم الاستفادة الى أقصى حد من هذه التأثيرات المعقّدة .

ـ الفعل المضاد لقساوة الخبز :

تستخدم أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد منذ زمن طويل في تصنيع الخبز والجاتو في بعض الدول . وهي تكسب لب الخبز بعض اللين لمدة من الزمن طويلة نسبيا ، وتؤدي اضافة عوامل الاستحلاب الى ما يلي :

- تأخير بيات الخبز (تأخير قساوته)
- تحسين الحجم
- انتاج قشرة ولب أكثر طراوة وليونة .
- تحسين البنية الاسفنجية للب .
- تحسين مظهر اللب .
- تحسين عملية التقطيع

جدول رقم ٧ ــ ١٣ : ملخص لاستخدام عوامل الاستحلاب في المنتجات الغذائية الرئيسة

نوع المستحلب (أ)	مزيج للجاتو (ب)	الخبز (جـ)	منتجات صناعة الحلويات الجافة (ب)	منتجات صناعة الحلويات الناعمة (جـ)
احادي ــ ثنائي الجليسيريد	٨ ــ ١٢ ٪	٠٫٤ ــ ٠٫٥ ٪	٢ ــ ٨ ٪	١٠ ــ ٢٠ ٪
اخاديات الجليسيريد المقطرة	ــ	٠٫١ ــ ٠٫٣ ٪	ــ	٧ ــ ١٥ ٪
احاديات الجليسيريد (المائية)	ــ	٠٫٢٥ ــ ٠٫٧٥ ٪	ــ	ــ
بولي سوربات ٦٠ (د)	١ ــ ٣	٠٫١٥ ــ ٠٫٣٥	٠٫٢ ــ ٠٫٥	٠٫٥ ــ ١
بولي سوربات ٦٥	ــ	ــ	ــ	ــ
بولي سوربات ٨٠	ــ	ــ	ــ	ــ
S. M. S.	٢ ــ ٤	ــ	٢ ــ ٤	ــ
P. G. M. E.	٤ ــ ١٢	ــ	٢ ــ ١٢	ــ
G. L. E.	٤ ــ ٨	ــ	٢ ــ ٨	ــ
A. T. M. G.	ــ	٠٫٤ ــ ٠٫٥	ــ	ــ
E. M. G.	ــ	٠٫٢٥ ــ ٠٫٥	ــ	٠٫٤ ــ ٠٫٥
C. S. L.	ــ	٠٫٢٥ ــ ٠٫٥	ــ	٠٫٢٥ ــ ٠٫٥
S. S. L.	ــ	٠٫٢٥ ــ ٠٫٥	ــ	٠٫٢٥ ــ ٠٫٥
G.M.S + بولي سوربات ٦٥ / (٦٠ــ٤٠)	ــ	ــ	ــ	ــ
S.M.S. + بولي سوربات ٦٠ (٦٠ــ٤٠)	ــ	ــ	٢ ــ ٤	ــ
S.M.S. + بولي سوربات ٦٠ (٧٠ــ٣٠)	ــ	ــ	٢ ــ ٤	ــ
ليسيتين	ــ	٠٫١ ــ ٠٫٣	ــ	ــ

(أ) اختصارات :

S. M. S. : احادي ستيارات السوربيتان

P. G. M. E. : احادي استر البروبيلين جليكول

C. S. L. : ستياريل لاكتيلات الكالسيوم

S. S. L. : ستياريل لاكتيلات الصوديوم

A. T. M. G. : استر آسيتيل طرطريك أحادي الجليسيريد

G. L. E. : استر لاكتيك الجليسيرول

تتمة الجدول رقم ٧ ـ ١٣

الحلويات المثلجة	حليب معد للقهوة السائلة	حليب معد للقهوة المسحوقة (بودرة)	زبدة - القشطة	المارجرين	مغطسات صناعة السكاكر
١ر٠ ـ ٣ر٠ ٪	٢٥ر٠ ـ ١ ٪	٢ ـ ٥ ٪	١ ـ ٤ ٪	٥ر٠ ٪	٢٥ر٠ ـ ٤ر٠ ٪
١ر٠ ـ ٢٥ر٠ ٪	١ر٠ ـ ٢٥ر٠ ٪	٢ ـ ١٥ ٪	١٥ر٠ ـ ٢ ٪	ـــ	١ ـ ٣ ٪
٥٠ر٠ ـ ١ر٠ ٪	١ر٠ ـ ٥٣ر٠ ٪	١ ـ ٢ ٪	ـــ	ـــ	ـــ
٥٠ر٠ ـ ١ر٠ ٪	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	١ر٠ ـ ٤ر٠ ٪
ـــ	ـــ	١ ـ ٣ ٪	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	٢٥ر٠ ـ ٥ر٠ ٪	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	٢ر٠ ـ ٣ ٪
ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	ـــ	١ ـ ٣ ٪	ـــ	ـــ	٥٢ر٠ ـ ١ ٪
ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	ـــ	٢ ـ ١٥ ٪	ـــ	ـــ	ـــ
ـــ	٢ر٠ ـ ٥٠ر٠ ٪	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
١ر٠ ـ ٢٥ر٠ ٪	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
١ر٠ ـ ٢٥ر٠ ٪	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ
١ر٠ ـ ٢٥ر٠ ٪	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	٢ر٠ ـ ٥٠ر٠ ٪
ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	٥٠ر٠ ٪	٢٥ر٠ ـ ٤ر٠ ٪

Monoglycérides éthoxylés : E. M. G.

G. M. S. + **بولي سوربات ٦٥** (٦٠ ـ ٤٠) : خليط من أحادي ستيارات الجليسيرول ٦٠ ٪ والبولي سوربات ٦٥ بنسبة ٤٠ ٪ .

(ب) : كنسبة من الزبدة أو السمن المضاف

(جـ) : كنسبة من الطحين المضاف .

(د) : يستخدم للبولي سوربات ٦٠ مع عوامل استحلاب أخرى .

يفسّر هـذا التأثير الضـار للقساوة بتشكيل معقـدات بـين جزيئات عوامل الاستحلاب وجزيئات الاميلوز . وكقاعدة عامة ، لا يمكن لأي عامل استحلاب ان يكون فعالاً إلا اذا اظهرت جزيئاته سلسلة هيدروكربونية طويلة بشكل كافٍ وصلبة . مما يعني استبعاد أحاديات الجليسيريد غير المشبعة التي تعطي تأثيراً سلبياً على مستوى العجين . وقد لوحظ أن أحاديات الجليسيريد الأكثر فعالية هي تلك التي تظهر رقماً يودياً قليل الارتفاع ، اقل من ٧٠ ، أو كمية مواد صلبة مبلورة مرتفعة مما يدل على انتظام البنية الكيميائية للسلسلة الهيدروكربونية وانسجامها . وتعد احاديات ـ ثنائيات الجليسيريد والليسيتين وأحاديات الجليسيريد المقطرة من أكثر عوامل الاستحلاب استعمالاً لتأخير قساوة الخبز (جدول رقم ٧ ـ ١٤) . ويجب الانتباه الى ان الليسيتين يجب ان يستخدم مع عوامل استحلاب اخرى وهو يساعد على توزع عوامل الاستحلاب الاخرى داخل العجينة .

ـ الفعل المكيف للعجينة :

تعمل مكيفات العجين على تغيير الصفات الريولوجية للعجائن خلال عملية العجن pétrissage وقد تم تعميم استخدامها بعد ظهور طرائق البسط الميكانيكية للعجين، حيث تتم عملية العجن على سرعة عالية (١٤٠٠ دورة/دقيقة مقابل ١٠٠ دورة/د بالطريقة التقليدية) ، وذلك خلال زمن قصير جداً (٢ ـ ٣ دقائق) .

يهدف استعمال عوامل التكييف الى إكساب العجين أو الناتج النهائي صفات هامة متعددة منها :

- تحسين قابلية العجين على التقطيع والتشكيل والبسط بوساطة الآلات
- تحمل عملية العجن .
- زيادة الحجم .
- تحسين حجز الغاز وحفظه .
- تحسين البناء النسيجي .
- تحسين تماثل الانتاج وتناسقه وانتظامه .
- التأثير التآزري مع احاديات الجليسيريد لخفض سرعة تثبيت اللب raffermissement .

وتمد التفاعلات المتبادلة ما بين بروتينات الجلوتين gluten وعامل الاستحلاب

جدول رقم ٧ ــ ١٤ : استعمال بعض عوامل الاستحلاب في تصنيع الخبز

نـوع عامل الاستحلاب	الليسيتين	احاديات ــ ثنائيات الجليسيريد	احاديات الجليسيريد المقطرة
شكل عامل الاستحلاب	يستعمل مع عوامل استحلاب اخرى لإكمال دوره	٤٥ر٥ ٪ من الفا احادي الجليسيريد على شكل : ــ مركبات قابلة للتشكيل (لينة) ــ مركبات مميهة (مائية) ــ مركبات حبيبية	٩٠ ــ ٩٢ ٪ من الفا احادي الجليسيريد على شكل : ــ مركبات قابلة للتشكيل ــ مركبات مميهة
الجرعة المقبولة وفقاً لمعايير الـ FDA	اقل من ٢ ٪ من الوزن	اقل من ٢٠ ٪ من وزن السمن أو الزبدة المضافة Shortening	اقل من ١٠ ٪ من وزن السمن أو الزبدة .
الجرعة الموصى بهـا	٧ر١ ــ ٢ر٢ غ/كغ طحين	٤ر٤ غ/كغ طحين	٢ر٢ غ/كغ طحين

السبب في أعطاء هذه الصفات للناتج النهائي . ومع ذلك فـإن آلية التأثير لـم تُوضح بدقـة . ففي حالة الاسترات السكرية ، على سبيل المثال ، يعتقد أن هذه الجزيئات تبني رابطة بين الجلياديناتgliadines والجلوتينين glutenine . وتعد مركبات الستياريل لاكتيلات الصوديوم والكالسيوم (CSL — SSL) واستر ثنائي آستيل طرطريك أحادي الجليسيريد وأحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد من أكثر عوامل الاستحلاب فعالية في هذا المجال . وهي تعطي افضل النتائج مع أحاديات الجليسيريد عندما يراد الحصول في الوقت نفسه عـلى تأثير مضاد للقساوة وتكييف العجين . وهناك حاليـاً توجه نحو استعمال خلائط تملك هذين الفعلين أو التأثيرين معـاً .

ـ فائدة استعمال عوامل الاستحلاب في تصنيع الخبز :

إن الهدف الأساسي من استخدام عوامل الاستحلاب هو قبل كل شـيء تكييف العجين . ويساعد استخدامها على توفير الزبدة أو السمنة المضافة shortening (نحو ٣ ٪ من وزن الطحين) ، ويقصد من اضافة هـذه الزبـدة او السمنة تحسين قابلية استخدام العجين في الآلات وتخميره والحصول على خبز اكثر انتفاخاً . وتسمح اضافة ٥ر٠ ٪ من ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات الصوديوم ، على سبيل المثـال ، بتوفير ثلثي السمنة او الزبدة الواجب اضافتها .

ويسمح استخدام الستياريل لاكتيلات (SSL ، CSL) والسكريات الجليسيريدية واحاديات الجليسيريد الايتوكسيلية او السيكسينيلية بموازنة او ضبط التأثير السيء لطحين فول الصويا أو الانواع الاخرى من الطحين الغنية بالبروتينات في تصنيع الخبز ذي المحتوى العالي من البروتينات . حيث يمكن أن تصنع مثل هذه الأنواع من الخبز لإزالة مشكلة سوء التغذية البروتينية .

يمكن ان يستخدم في صناعة الخبز ذي اللب أو الكعك عدة أنـواع من عوامـل الاستحلاب بنسبة لا تزيد على ١ ٪ من وزن الطحين :

ـ الحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد لحمض الستياريك والأوليك واللينولييك

ـ استرات خلّية وطرطريكية لأحاديات وثنائيات الجليسيريد

ـ السكريات الجليسيريدية .

ب ـ المنتجات المنتفخة او المخمّرة كيميائياً (الجاتو):

يعود استخدام أحاديـات ـ ثنائيـات الجليسيريد في صناعـة الجاتويات الى

الثلاثينات . . ومن الصعب هنا تفسير تأثير عوامل الاستحلاب نظراً لوجود مكونات كثيرة في الجاتو مقارنة مع المنتجات المتخمرة .

ـ دور المكونات الرئيسة لعجينة الجاتو :

الجاتو هو عجينة رغوية mousse بروتينية مستقرة بوساطة النشا الجيلاتيني وحاوية على مواد دسمة وعوامل استحلاب ومنكهات وتهوّى هذه العجينة الرغوية بشكل رئيس بواسطة الغاز الناتج عن تفاعل كيميائي . ويسمح هذا التعريف المبسّط بتحديد أهمية مختلف مكونات العجينة :

- تشكل البروتينات الآتية من الطحين والبيض والحليب الشبكة ثلاثية الأبعاد المسؤولة عن اعطاء الجاتو مظهره النهائي اثناء الخبز .
- يقوم النشا الآتي من الطحين بدعم الشبكة البروتينية وذلك بعد عملية التهلم .
- تتدخل المواد الدسمة على مستوى المظهر والحجم والبناء النسيجي للناتج النهائي .

إن عجينة الجاتو هي إذن مستحلب معقد بحيث يحتاج إلى الاستقرار ، وهذا هو الدور الذي تلعبه عوامل الاستحلاب الطبيعية (بخاصة البيض) أو الصنعية .

تملك المواد الدسمة ، بخاصة السمنة والزبدة (shortenings) ، دوراً هاماً في تهوية العجينة وتتم هذه التهوية بوساطة عدد من فقاعات الهواء التي تعد ظلائع لإحداث الفراغات في اللب . ويمكن الوصول الى هذا الدور جزئياً أو كلياً بوساطة عامل استحلاب مناسب . وإن استعمال عامل استحلاب في صناعة نوع من الجاتو يمكن أن يقود الى واحدة أو أكثر من النتائج التالية :

- حجم نوعي للجاتو اكثر كبراً وانتفاخاً .
- صفات حسية أفضل : رطوبة متزايدة وإطلاق نكهات بسرعة اكبر .
- بنية نسيجية أفضل للب .
- لب أكثر ليونة .
- قساوة محدودة (بيات) .
- تحسين فعالية البيض المسحوق المستخدم في الخليطة .

- حجم نوعي اكثر انتفاخاً « للكريما » من المادة الدسمة والسكر .
- خفض الكلفة بفضل الاستعمال الأقل لمختلف مكونات الخليطة (بيض ، زبدة او سمنة ...) .

ـ شروط استعمال عوامل الاستحلاب :

*** الجاتو الحاوي على المواد الدسمة :**

تضاف عوامل الاستحلاب غالباً مع السمنة أو الزبدة shortening . وتلعب دوراً بالحد من التأثير المضاد للرغوة للمواد الدسمة التي تعرض للخطر ثبات الرغوة البروتينية . كما تؤمن عملية استحلاب جيدة للمواد الدسمة وتسمح بالمحافظة على رطوبة ثابتة في الناتج النهائي .

في معظم الحالات ، يعطي الاستخدام المشترك لأحاديات ـ ثنائيات الجليسريد واحادي ستيارات السوربيتان وبولي سوربات ٦٠ أفضل النتائج . ومع ذلك يمكن ان يقع الاختيار على انواع أخرى من عوامل الاستحلاب تبعاً للتأثير المطلوب . وتمنح بولي سوربات ٦٠ وأحاديات ستيارات ثلاثي الجليسيرول ، على سبيل المثال ، تهوية جيدة للعجينة وبنية اكثر نعومة اللب وحجماً اكثر كبراً ومدة حفظ اطول . بالمقابل ، فإن احاديات ـ ثنائيات الجليسيريد واحادي ستيارات السوربيتان ليست عوامل تهوية جيدة ، إلا انها شديدة الفعالية على مستوى بنية اللب . وتعد احاديات الجليسيريد من أفضل عوامل التهوية .

تكون السمنة او الزبدة المضافة على شكل صلب لدن (قابل للتشكل) ، ومن الضروري جداً تجنب اضافة المواد الدسمة السائلة لانها تؤدي الى إزالة استقرار الرغوة البروتينية . ويجب إذن أن تكون السمنة او الزبدة صلبة القوام ، ومع ذلك فإن استخدام السائل منها ممكن وفي هذه الحالة يجب أن يملك عامل الاستحلاب طوراً متعدد الشكل ألفا (α) وثابتاً . وهو ما نلاحظه في حالة احاديات الجليسيريد الاستيلية مثلاً .

*** الجاتو الخالي من المواد الدسمة :**

في هذه الحالة ، الدور الأساسي لعوامل الاستحلاب هو المشاركة في عملية تهوية العجينة. وتلعب حالتها الفيزيائية دوراً اساسياً في ذلك . ويبدو ان الشكل ألفا (α)

هو الاكثر فعالية . والمقصود هنا بشكل عـام أحاديات الجليسيريد المقطرة ، ويمكن أن يتم استعمالها تحت الأشكال التالية :

- عامل استحلاب مُبعثَر في المـاء (بتركيز ١٠ الى ١٥ ٪) .
- مركب على شكل هلامي حاوٍ على ٢٠ ٪ من احاديات الجليسيريد المقطرة
- مركب رذاذي مع حامل من الحليب منزوع الدسم .

يجب تثبيت هذه الأشكال المتنوعة بوساطة عوامـل استحلاب أو مثبتات اخرى كاسترات اللاكتيك لأحاديات الجليسيريد واسترات البولي جليسيرول .

٢ ـ القشدة المثلجة crèmes glacées :

يمكن تعريف القشدة المثلجة على انها رغوة مجمدة جزئياً وحاوية عـلى ٤٠ الى ٥٠ ٪ من حجمها هواءً ويحتوي الطور المستمر فيها على عناصر محلولة أو مبعثرة هي السكر والبروتينات وعوامل الثبات والمواد الدسمة وذلك على شكل مستحلب زيت في المـاء . وتكون بعض بروتينات الحليب مرتبطـة بالحبيبـات الدهنيـة للمستحلب . ونتيجة لذلك فإن هذه الرغوة هي مستحلب شديد التعقيد . والجدول رقم ٧ ـ ١٥ يبين تركيب نوعين من القشدة المثلجة .

جدول رقم ٧ ـ ١٥ : تركيب نوعين من القشدة المثلجة

مكونات القشدة المثلجة	النـوع I	النـوع II
مـادة دسـمة	٩	١٢ر٥
مادة جافة من الحليب منزوع الدسم (بما فيها اللاكتوز)	١٠ر٥	١٠
سـكر مضاف	١٦ر٥	١٦
عامل استحلاب	٤ر٠	—
عامل ثبـات	١٤ر٠	٥ر٠
املاح معدنية	١	٩ر٠
بيض (مادة جافة)	—	٥ر٠

يمكن تمييز مرحلتين في تصنيع القشدة المثلجة : تشكيل المكونات وخلطها (تشكيل الخليط) ومن ثم عملية التجميد .

في المرحلة الاولى ، مرحلة تشكيل الخليط ، يتم تشكيل الخليط بمساعدة مجنس خاص بهدف بعثرة الحبيبات الدهنية والفقاعات الهوائية الى أقصى حد ممكن للوصول للانتفاخ المناسب . وأثناء هذه العملية تغطى الحبيبات الدهنية التي قطرها بحدود ٤ ــ ١٠ ميكرونات بغشاء مكون من البروتينات والفوسفوليبيدات . وبعد انتهاء التجنيس يلاحظ انخفاض كبير بأقطارها (١٠ ــ ٢ ميكروناً) . وتنتج عن ذلك زيادة هامة في سطح هذه الحبيبات .

تعد عوامل الاستحلاب الموجودة في الحليب (الفوسفوليبيدات بشكل خاص) كافية لثبات خليط القشدة بوجود عوامل ثبات أخرى (الغرويات المائية hydrocolloides) . وضمن هذه الشروط تلعب عوامل الاستحلاب المضافة بشكل زائد دور عوامل بناء بتغييرها لبنية وصفات القشدة المثلجة الفيزيائية بعد التجميد . وهذه الصفات هي القوام ، وثبات الشكل أو الانتفاخ ، والدهنية (الدسمية) onctuosité ، ومقاومة الغرويات (الانصهار) . ويجب أن يسمح استخدام هذه العوامل بالسيطرة على بعض هذه المعايير .

في المرحلة الثانية ، مرحلة التجميد ، تتم عملية إزالة الاستحلاب المنظمة désemulsification وبلورة المواد الدهنية . وتلعب هذه البلورة دوراً كبيراً في بنية الناتج النهائي .

آ ــ طريقة تأثير عوامل الاستحلاب :

يمكن تلخيص الوظائف التي تقوم بها عوامل الاستحلاب في القشدة المثلجة بما يلي :

ــ تشارك في عملية إزالة الاستحلاب المنظمة للخليط اثناء التجميد وتؤمن السيطرة على إزالة استحلاب المواد الدهنية وتنظيمها .

ــ تتركز عوامل الاستحلاب على سطح الحبيبات الدهنية مع المجموعات القطبية على السطح البيني . ونتيجة لذلك تنشأ روابط مع الماء والمجموعات القطبية للغرويات المائية أو بروتينات الحليب. وتقود أحاديات الجليسيريد ، بخاصة ، الكازئين الى تشكيل طبقة رقيقة أحادية الجزيئة مشوهة على سطح قطيرات الزيت . وبالتالي فإن طبقات اضافية من الكازئين الطبيعي يمكن أن تجذب بعد ذلك .

ـ تعمل كنواة لبلورة للاثيات الجليسريد على السطح البيني .

وتؤدي هذه الوظائف الى النتائج التالية التي تظهر على القشدة المثلجة :

ـ إكساب القشدة بعض التماسك والمقاومة الجيدة للانصهار .

ـ تحسين البناء النسيجي .

ـ الضبط التام لعملية الانتفاخ .

ـ السيطرة على عملية إزالة الاستحلاب المنظمة للمادة الدهنية .

وتعد الصفة الأخيرة التي تحدثها عوامل الاستحلاب من الوظائف الأساسية لكونها تحدد بنية المناتج النهائي ومقاومته للانصهار .

تعد عوامل الاستحلاب ذات الـ HLB المرتفع الأفضل في تأمين إزالة الاستحلاب المنظم والصحيح ، حيث يكون ادمصاص الجزيئات ضعيفاً بشكل كافٍ الى الحد الذي يسمح للحبيبات الدهنية بتشكيل تجمعات دهنية تتحد فيما بينها مشكلة كتلة دهنية كافية لتأمين تماسك القشدة المثلجة وثباتها . وبالمقابل فإن عوامل الاستحلاب ذات الـ HLB المنخفض تكون غير فعالة بشكلٍ كافٍ ، حيث تدمص الجزيئات بشكل قوي على السطح البيني للزيت في الماء وبالتالي تصبح عملية إزالة الاستحلاب أكثر صعوبة .

ب ـ اختيار عامل الاستحلاب :

يتعلق اختيار عامل الاستحلاب بشكل أساسي بالتأثير المطلوب . وتلخص العوامل التي توضع في الحسبان في اختيار نوع عوامل الاستحلاب وكميتها بالتالي :

ـ **صفات الناتج النهائي :** يجب ان تستعمل احاديات ـ ثنائيات الجليسريد في الحلويات المجمدة المقدمة بعد الأكل وذلك لتجنب تمخيض المادة الدهنية barattage (استخراج الزبدة) . بالمقابل اذا اريد بعض القساوة أو المقاومة الجيدة للانصهار فيجب استخدام البولي سوربات .

ـ **المكونات المستخدمة في الخليط :** تضاف كمية اقل من عوامل الاستحلاب اذا وجد الحليب أو صفار البيض فقط (لا يوجد مادة دسمة نباتية) .

ـ **نوع آلة التجميد وظروف التجميد :** من الضروري استعمال كمية اقل من عوامل الاستحلاب في الجهاز المستمر وكذلك في حال كون شفرات المجمدة مشحوذة بشكل جيد .

ـ نـوع التجهيزات المستخدمة في عمليـة القـذف extrusion ، والتقطيـع والتغليف ، وكذلك مدة التقطيع والتغليف قبل التقسية durcissement .

كقاعدة عامة ، يجب الأخذ بالحلول الوسط مابين أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد من جهة وما بين البولي سوربات من جهـة أخرى لتأمين الوصول الى أفضل مقاومـة للانصهار والى انتفاخ جيد مع ضبط فعّال لعملية إزالة الاستحلاب .

٣ ـ الصلصة المُستَحلَبة Sauces émulsionnées :

الصلصة المُستَحلَبة هي مستحلبات زيت في المـاء ، وتمثل صلصة المـايونيز الحالة الأكثر نموذجية لهذه الصلصات . وتتميز الصلصات بتنوع محتواها من الزيت، ويمكن تمييز ثلاث فئات منها وهي :

ـ الفئة آ : تحتوي على الأقل ٨٠ ٪ من الزيت وخير مثال عليها المايونيز .

ـ الفئة ب : تحتوي بين ٥٠ ـ ٨٠ ٪ من الزيت ، المرق المشتق من المايونيز .

ـ الفئة جـ : تحتوي بين ١٥ ـ ٥٠ ٪ من المـواد الدسمة ، مرق السلطة .

وهذه المستحلبات هي خلائط معقـدة يتضمن طورهـا المـائي المستمر تشكيلة كبيرة من المكونات تشمل على البروتينات ومتعددات السكر والأملاح المعدنية وعوامل التحميض والفوسفوليبيدات وغيرها. ويكفي وجود فوسفوليبيدات البيض والغرويات المائية في الوسط المـائي لاستقرار بعض هـذه المستحلبات ، بخاصة المـايونيز . وإن اضافة عامل استحلاب صنعي يمكن تبريره بأسباب اقتصادية أو حميوية وذلك للحد من كمية البيض المضاف . ويدمص عامل الاستحلاب على السطح البيني للزيت/ماء ، ووظيفته الأساسية هي تقليل اخطار الاندماج coalescence بين القطيرات لتكوين طبقـة منفصلة . وعوامل الاستحلاب الأكثـر اسـتعمالاً والتي يسمح باسـتخدامها التشريع الأوربي هي أحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد (E 471) وأحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد المؤسترة بالأحماض العضوية (E 472) والاسـترات السكرية (E 473) والجليسيريدات السكرية (E 474) .

٤ ـ المارجرين والـ Shortenings .

تعـد صناعة المارجرين من الصناعات ذات الأهميـة الكبيرة . والمارجرين هـو مستحلب ماء في الزيت مع نسبة ماء بحدود ٢٠ ٪ . وينثبت هذا المستحلب بمساعدة

واحد أو أكثر من عوامل الاستحلاب . وهي خلائط من أحاديات الجليسيريد ـ ليسيتين وهي الأكثر استعمالاً .

إن وجود أحاديات الجليسيريد ، بالاضافة لتأثيرها المثبت ، تزيد من كثافة المارجرين وصلابته . ويبدو أن الليسيتين له تأثير معاكس ، وهو يملك أيضاً تأثيراً مضاداً للتبقع antiéclaboussant شديد الأهمية بالنسبة لسمن القلي. وتظهر الاسترات السكرية أيضاً هذه الخاصية .

تتدخل عوامل الاستحلاب أيضاً على مستوى الشكل البلوري لثلاثيات الجليسيريد . والشكل البلوري الأفضل ، سواءً بالنسبة للقوام والصلابة أو بالنسبة لخاصية الدّهن tartinabilité هو الشكل β' الذي يكون عديم الثبات بشكل كبير ويميل الى إعطاء الشكل β ، ذي القوام الحبيبي . إذن من الضروري استخدام عامل لتبديل الحالة البلورية بحيث يسمح باستقرار الشكل β' ، كثلاثي ستيارات السوربيتان على سبيل المثال . وعندما يكون المستهدف هو مادة دهنية معدة للاستعمال الصناعي ، كصناعة الخبز مثلاً ، فإن دور عامل الاستحلاب يكون أكثر اتساعاً : تهوية العجين ، وبخاصة تعقيد النشا . ويلعب الشكل البلوري لعامل الاستحلاب في هذه الحالة دوراً كبيراً وهاماً .

٥ ـ منتجات صناعة الشوكولا Produits de chocolaterie :

يمكن عد الشوكولا على انها بعثرة أو توزع دقيق وناعم لجزيئات الكاكاو والسكر في الطور الدهني البلوري المستمر . ويعود استخدام عوامل خفض التوتر السطحي في صناعة الشوكولا الى عام ١٩٣٠ حيث تم فيه تسجيل أول براءة باستخدام الليسيتين في تصنيع الشوكولا . وفي تلك الفترة كان الهدف الأساسي الذي من أجله تم استخدام الليسيتين هو تخفيض محتوى الشوكولا من زبدة الكاكاو ، مادة أولية غالية الثمن .

ورغم أن هذه الخاصية بقيت واحدة من أهم الخواص بالنسبة لاستخدام عوامل خفض التوتر السطحي في الشوكولا ، إلا أنه توجد خواص أخرى مفيدة من أهمها ما يلخصه الجدول رقم ٧ ـ ١٦ .

وتعد مركبات الليسيتين وستياريل لاكتيلات الكالسيوم ومشتقات ثنائي آسيتيل طرطريك لأحاديات الجليسيريد وكذلك استرات حمض الليمون لأحاديات ـ ثنائيات الجليسيريد من أكثر عوامل الاستحلاب فعالية . ويستعمل ليسيتين فول الصويا بشكل واسع إلا انه يظهر نكهة غير مرغوبة خلال حفظ الشوكولا وهناك اتجاه لاستبداله بالليسيتين YN في الدول الانكلو سكسونية .

جدول رقم ٧ ــ ١٦ : تأثير العوامل الخافضة للتوتر السطحي في بعض صفات الشوكولا

التأثير الفيزيائي	الفوائد المأمولة
ــ خفض اللزوجة	الاقتصاد بزبدة الكاكاو
ــ خفض ازدياد الكثافة المرتبط بحدوث ادمصاص طارىء للماء	ثبات الصفات الريولوجية
ــ تبدل استقرارية الطور الدهني	مظهر افضل وثبات افضل للبناء النسيجي

ونظراً للتأثير التآزري الذي تقدمه بعض العوامل الخافضة للتوتر السطحي فإن بعضاً منها يستعمل مع هذين النوعين من الفوسفوليبيدات (الليسيتين الطبيعي ، الليسيتين YN ، ونذكر منها :

ــ بولي ريسينوليات بولي جليسيرول : يعطي تأثيراً تآزرياً مع الليسيتين .

ــ الاسترات السكرية : تملك افضل مقاومة للحرارة .

ــ أحادي ستيارات السوربيتان وبولي سوربات ٦٠ : اللذين يؤديان باستخدامهما المشترك الى تحسين مقاومة الابيضاض الدهني blanchiment gras . فضلاً عن ذلك ، يسمح استخدام بعض عوامل الاستحلاب في تحضير المخططات بالشوكولا ، التي اساسها الزيوت النباتية ، بالسيطرة على بلورة المادة الدسمة ويمنع الابيضاض الدهني .

٦ ــ استخدامات اخرى :

آ ــ الحليب : الحليب هو مستحلب من المواد الدسمة في وسط مائي حاوٍ على الكثير من العناصر بعضها ذائب وبعضها الآخر على شكل غروي . وتحاط الحبيبات بغشاء مكوّن بخاصة من الفوسفوليبيدات والبروتينات التي تكفي لثبات هذا المستحلب .

اذا كانت هناك ضرورة لتصغير حجم هذه الحبيبات ، فإن كمية المادة الغشائية الطبيعية غير كافية لزيادة السطح الملائم وكذلك يلتصق الكازئين على السطح البيني للزيت في الماء .

بشكل عام ، ليس ضرورياً اضافة عوامل خافضة للتوتر السطحي من اجل ثبات

هذا النوع من المستحلبات . ومع ذلك فإن استخدام هذه العوامل مفيد جداً في تحضير الحليب المعاد تشكيله من الحليب منزوع الدسم ومن المواد الدسمة سواءً أكانت مصدرها الحليب أم لا . وفي هذه الحالة فإن اضافة عامل خافض للتوتر السطحي يحسن بشكل واضح تبعثر وقابلية المسحوق على تشرب الماء . وعوامل الاستحلاب القابلة للاستعمال هي كثيرة التنوع نذكر منها الليسيتين والجليسيريدات السكرية وستياريل لاكتيلات الكالسيوم أو الصوديوم واسترات البولي اوكسي الايتيلينية للسوربيتان .

ب ـ المنتجات الغنية بالنشا :

يمكن تطبيق عملية تعقيد النشا بمساعدة أحد عوامل الاستحلاب في الكثير من الصناعات . فإضافة عامل استحلاب خلال صناعة المعجنات الغذائية يحسن ثباتها اثناء عملية الخبز حيث يحافظ على القوام الصلب وعلى الشكل وعلى المظهر غير الملتصق . كذلك يحد تعقد الأميلوز في عجينة البطاطا من تحرير النشا خلال عملية التصنيع . وعليه فإن عجينة البطاطا الناتجة تملك قواماً اقل التصاقاً .

ج ـ المنتجات الغنية باللحم :

يمكن تشبيه الكثير من منتجات اللحوم المصنعة بمستحلبات كالنقانق وعجينة اللحم pâté وعجينة الكبد وهي بالفعل تبعثرات للمواد الدهنية في وسط مائي . وتشكل المواد الدسمة الطور المبعثر . وتلعب البروتينات هنا دور عوامل الاستحلاب . ويبدو أن استخدام عوامل الاستحلاب الصنعية قليل الأهمية من الناحية التصنيعية . وهذا يرتبط بالطبيعة شديدة التعقيد لهذه المستحلبات . إلا أن استخدام البروتينات ذات المصدر النباتي (فول الصويا) أو الكازئينات يسمح بتقوية ثبات هذا النوع من المستحلبات . وهذا التأثير الاستحلابي يقوي البروتينات الموجودة اصلاً في البعثرة وهو مرتبط بشكل اساسي بوجود التفاعلات المتبادلة بين الليبيدات والبروتينات .

د ـ زبدة الفستق السوداني (العبيد) :

زبدة الفستق السوداني غذاء ذو فائدة تغذوية عالية جداً ويحتوي على نحو ٥٠ ٪ من الزيت و ٢٥ ٪ أو اكثر من البروتينات ، ويقدر محتواها من الماء نحو ١ ٪ .

يسمح باستعمال بعض عوامل الاستحلاب كأحاديات الجليسيريد المقطرة وذلك لتجنب خطر انفصال الزيت خلال حفظ هذا النوع من المنتجات .

سادساً ـ القوانين والتشريعات :

هنـاك حالياً اتجاه في العالم وبخاصـة في دول السوق الأوربيـة المشتركة الى الوصول الى توحيد التشريعات فيما بينها وذلك من أجل حرية التجارة . وكان يلاحظ سابقاً اختلافات كبيرة بين الدول في مجال التشريعات والقوانين الناظمة لاسـتخدام عوامل الاستحلاب ، فكانت بعض التشريعات متحررة بشكل كبير (انكلترا ، هولندا ، الدانمارك) وبعضها الآخر أكثر تعقيداً (فرنسا ، ايطاليا ، المانيا الغربية) . وقد تم اخيراً وضع قائمتين بأسماء عوامل الاستحلاب مرقمة وفقاً للقانون الأوربي (E) وسميتا بالملحق رقـم I والملحق رقـم II من التوجيه المنشور بتاريـخ ١٨ حزيران ١٩٧٤ في الجريـدة الرسـمية للسوق الأوروبية المشتركة والمتعلق بعوامـل الاستحلاب والمثبتات (جدول رقم ٧ ـ ١٧ وجدول رقم ٧ ـ ١٨) . ويتضمن الملحق رقـم I جميع المركبات المسموح بها في كل دولة من دول السوق . أما الملحق رقم II فيتضمن المركبـات التي لا يمكن استخدامها إلا في دول معينـة ويمكن لهـذه المركبات أن تنتقل من الملحق II الى رقم I .

جدول رقم ٧ ـ ١٧ : قائمة المواد المشار اليها بالتوجيه الاوربي وامكان استعمالها في كل بلد (١٩٧٤) . ملحق رقم I .

اسـم المركب ورمزه الاوربي	النمسا	بلجيكا واللوكسمبورغ	بريطانيا	ايطاليا	فرنسا	المانيا الغربية	هولندا	الدانمارك
E 322 ليسيتين	×	×	×	×	×	×	×	×
E 470 املاح الاحماض الدهنية الغذائية			×			×	×	×
E 471 احاديات ـ ثنائيات الجليسيريد	×	×	×	×	×	×	×	×
E 472 استرات احاديات الجليسيريد :								
ا ـ الخلّيـة	×	×	×	×	×	×	×	×
ب ـ اللبنيـة	×	×	×	×	×	×	×	×
جـ ـ الليمونية (سيتريك)	×	×	×	×	×	×	×	×
د ـ الطرطريكية	×	×	×	×	×	×	×	×
هـ ـ احادي أسيتيل طرطريك وثنائي أسيتيل طرطريك	×	×	×	×	×	×	×	×

E 473 الاسترات السكرية	×	×	×	×	×	×
E 474 الجليسيريدات السكرية	×	×	×	×	×	×
E 475 استرات البولي جليسيرول		×			×	×
E 477 احاديات استر البروبيلين جليكول		×		×	×	×
E 480 حمض ستياديل ـ ٢ ـ لاكتيك					×	×
E 481 ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات الصوديوم		×			×	×
482 ستياريل ـ ٢ ـ لاكتيلات الكالسيوم		×			×	×
E 483 ستياريل طرطرات		×				×

جدول رقم ٧ـ ١٨ : عوامل الاستحلاب للملحق II من توجيه السوق الاوربية المشتركة

المـادة	بريطانيا	دنمارك	هولندا	بلجيكا ولوكسمبورغ
احادي باليتات السوربيتان	×		×	×
احادي لوريات السوربيتان	×		×	×
أحادي ستيارات السوربيتان	×		×	×
ثلاثي ستيارات السوربيتان	×		×	×
أحادي اولييات السوربيتان	×		×	
أحادي لوريات البولي اوكسي ايتيلين السوربيتان	×		×	×
أحادي باليتات البولي اوكسي ايتيلين السوربيتان	×		×	×
احادي ستيارات	×		×	×
ثلاثي ستيارات البولي اوكسي ايتيلين سوربيتان	×		×	
احادي اوليات البولي اوكسي ايتيلين سوربيتان	×		×	×
فوسفاتيد الامونيوم (ليسيتين YN)	×		×	

يشكل الجدولان ٧ ــ ١٧ و ٧ ــ ١٨ العمود الفقري للتشريعات المطبقــة في دول السوق الاوربية، حيث يخضع كل منتج غذائي لتشريع اساسي محدد . وقد نشر توجيه وحيد حول الشوكولا والكاكاو (جدول رقم ٧ ــ ١٩) . امــا بالنسبة للمواد الغذائية الاخرى (بوظــة غذائية ، مرق غــذائي ، مايونيز ، منتجات الخَبْز) فهناك توجيهات يمكن تلخيصها بالجدول رقم ٧ ــ ٢٠ .

جدول رقم ٧ ــ ١٩ : توجيه السوق الأوربية المشتركة بما يخص اضافة بعض عوامل الاستحلاب الى الشوكولا والكاكاو

عامل الاستحلاب	الجرعة العظمى المسموح بها غ/كغ
جميع دول السوق	
E 322 الليسيتين	لا يوجد حدود
في بعض الدول فقط التي تسمح باستخدامها	
أحادي بالميتات السوربيتان	لا يوجد حدود
أحادي ستيارات السوربيتان	لا يوجد حدود
أحادي بالميتات بولي أوكسي ايتيلين سوربيتان	لا يوجد حدود
فوسفاتيد الأمونيوم	٣

جدول رقم ٧ ــ ٢٠ (آ) : توجيه السوق الاوربية المشتركة بما يخص الصلصات الغذائية المستحلبة

عامل الاستحلاب	الجرعة العظمى المسموح بها غ/ كغ	
	الفئة آ	الفئة ب
E 471 احاديات وثنائيات الجليسيريد للأحماض الدهنية	٢	١٠
E 472 احاديات وثنائيات الجليسيريد الموسترة بالأحماض العضوية : الخل ، الطرطريك ، الليمون ، اللبن ، ثنائي استيل طرطريك	٢	١٠
E 473 الاســترات السكرية	٢	١٠
E 474 الجليسيريدات السكرية	٢	١٠

الفئة آ : ٨٠ ٪ من المواد الدهنية أو اكثر .
الفئة ب : اقل من ٨٠ ٪ من المواد الدهنية .

جدول رقم ٧ ـ ٢٠ (ب) : توجيه السوق الاوربية بالنسبة لمستخلصات اللحوم والمرق والشوربات والعطورات

عامل الاستخلاب	الجرعة العظمى المسموح بها غ / كغ
E 471	٥
E 472	٥
E 473	١
E 474	٢
E 322	٢

جدول رقم ٧ ـ ٢٠ (ج) : توجيه السوق الاوربية بالنسبة لمنتجات السكاكر

عامل الاستخلاب	الجرعة العظمى المسموح بها غ / كغ
E 471	٢٠
E 472	٢٠
E 473	٢٠
E 474	٢٠
E 322	بدون حدود

جدول رقم ٧ ـ ٢٠ (د) : توجيه السوق الاوربية بالنسبة للبوظة والقشدة المثلجة

عامل الاستخلاب	الجرعة العظمى المسموح بها غ / كغ
E 471	بدون حدود
E 472	٥
E 473	٥
E 474	٥
E 322	بدون حدود

جدول رقم ٧ ـ ٢٠ (هـ) : توجيه السوق الاوربية بالنسبة لمنتجات المخابز

عامل الاستحلاب	الجرعة العظمى المسموح بها غ / كغ
E 471	٣٠
E 472	٣٠
E 473	٣٠
E 474	٣٠
E 481	بدون حدود
E 482	١٠
E 322	٣٠

تكتسب العوامل الخافضة للتوتر السطحي اهمية كبيرة في تصنيع الأغذية . ويبدو ان مصطلح « عوامل الاستحلاب » ، الذي يفهم منه انها قبل كل شيء هي عوامل مثبتة للمستحلب ، محدود جداً . وبما أن الصفتين المشتركتين لهذه الاضافات هما طبيعتها الليبيدية من جهة ودورها كعامل بناء من جهة اخرى ، فمن المنطقي تصنيفها ضمن فئة « عوامل البناء الليبيدية » ، تعريف يجمع كل الخواص الوظيفية التي سبق وتعرضنا لها في بداية هذا الفصل .

وتعد صفتا الاستحلاب وتشكيل المعقد مع الجزيئات السكرية والبروتينية الكبيرة التأثيرين الأكثر اهمية بالنسبة لإمكان استخدام هذه العوامل .

بما يخص الخواص الاستحلابية ، فإنه من المعروف ان طريقة تأثير هذه العوامل ترتبط بصفة الـ Amphiphile التي تملكها جزيئاتها والتي تحدّد بخاصة قيمة الـ HLB . ومع ذلك من الهام جداً ان نضع في الحسبان الحالة الفيزيائية لمختلف المكونات بالنسبة للسطح البيني زيت ـ ماء . أما بما يخص الخواص المعقدة للجزيئات الكبيرة سواءً السكرية أو البروتينية ، فإن المعارف المتوفرة عن هذه الظواهر محدودة جداً . ومع ذلك فإن هذه الآليات هامة جداً ويجب معرفتها وتحديدها بدقة نظرا لظهور منتجات جديدة غنية بالبروتينات .

من وجهة النظر العملية ، يتطلب آستعمال العوامل المستحلبة ، أياً كانت

خواصها المطلوبة ، معرفة جيدة بظروف وشروط استعمال كل واحدٍ منها ، وذلك بالاستفادة الى اقصى ما يمكن من المعارف النظرية المتوفرة حتى الآن وللوصول الى امكانات استعمال جديدة .

وبعيداً عن وجهة النظر العملية السابقة، تتعلق التطورات المستقبلية لاستعمالات عوامل الاستحلاب بالتشريعات السارية في كل بلد .

في النهاية ، من المؤكد أن تطور استهلاك المنتجات الجديدة سيؤدي الى استغلال متزايد للاضافات المختلفة وبخاصة عوامل الاستحلاب ذات الأهمية في مجال صفات البناء النسيجي للمنتجات .

الفصل الثامن

مضـــادات الأكســـدة

ANTIOXIDANTE

١ ـ مقدمة في دراستها :

تقوم مضادات الأكسدة ، كما يدل اسمها عليها ، بدور المانع لتفاعلات الاكسدة التي تحـدث في النظـم الغذائية ، ومعظم هـذه التفاعلات تفاعلات تخريبية تـؤدي الى تدهور جودة الغذاء وتدني قيمته التغذوية .

تحدث تفاعلات الاكسدة عند إزاحـة الكترون أو أكثـر من ذرة أو مجموعة من الـذرات ، وتقابلها تفاعلات إرجـاع تتصف بضـم الكترون أو أكثر ، ويحدث نوعـا التفاعلات السابقة في آن واحـد . وهـذه التفاعلات منتشرة في النظـم البيولوجية والاغذية منها ، ويقوم المخرب منها بتخريب الفيتامينات والملونات الطبيعية والليبيدات . وهي على ذلك تفاعلات غير مرغوبة يتم السيطرة عليها طريق (١) عمليات التصنيع ، (٢) وتقنيات التعبئة التي تبعـد الاكسجين من الاغذيـة ، (٣) وباضافة عوامـل كيميائية ملائمة الى الاغذية ، وهذه مضادات اكسدة تقوم عامة بـدور مثبت لتدهور الاغذيـة ، وهي موضوع هذا الفصل .

نشمل من البداية ، مصطلح مضادات الاكسدة جميع المواد التي تثبط تفاعلات الاكسـدة بغـض النظـر عـن الآليـة التي توقفهـا .. وكان هـذا قبـل معرفـة التكنولوجيا الكيميائية الخاصة بالسيطرة على الجذور الحرة التي تسبب اكسدة الدهون والليبيدات عامة .. ويوضح هذا المفهوم حمض اسكوربيك الذي عـد كمضاد اكسدة استخدم لمنـع الاسمرار الانزيمي للسطوح المقطوعـة للثمـار والخضراوات . ويقوم في هذه الحالة حمض اسكوربيك بدور عامل مرجع يعطي ذرات الهيدروجين الى

الكوينونات الناتجة بدورها من اكسدة مركبات الفينول في النباتات . ومن المعروف عن حمض اسكوربيك ، في النظم المغلقة ، أنه يتفاعل مباشرة مع الاكسجين ، ويعمل بذلك عمل الماسح للاكسجين .

وعلى هذا النمط تعمل الكبريتيت وأملاح حمض الكبريتي وتتأكسد مباشرة في النظم الغذائية الى سلفونات وكبريتات ، وتقوم بعمل مضادات اكسدة فعّالة في الأغذية كالفاكهة المجففة .

يطبق حديثاً مفهوم مضادات الأكسدة على المواد التي تعرقل وتمنع التفاعلات المتسلسلة التي تحدثها الجذور الحرة في اكسدة الليبيدات . وارى انه يجب ان ننظر في علوم الأغذية الى مفهوم مضادات الأكسدة نظرة عامة ، ونعتبر أي مادة تقوم باستهلاك الاكسجين أو تعطي الهيدروجين أو تضم عامة الالكترونات ، على انها مادة مضادة للأكسدة .

اغلب مضادات الأكسدة المستخدمة في الأغذية مواد فينولية ، وهي ذات فعاليات مختلفة في مدى حمايتها للأغذية . ويعطى اضافة مزيج منها حماية اقوى للأغذية . وتستعمل معها لزيادة كفايتها مساعدات كالسيترات وبعض المخلبيات الاخرى .

يعود استعمال مضادات الأكسدة بمفهومها العام الى عهود قديمة ، ويترافق مع شيوع التدخين للأسماك والى استعمال البهارات في البيوت لحفظ اللحوم والأغذية الاخرى الغنية بالدهون .

تقسم مضادات الأكسدة الى نوعين ، طبيعية ، وصنعية . والنوع الثاني هام في النظم الغذائية لفعاليته وكفاية منعه للأكسدة بصورة تفوق النوع الأول الطبيعي . ويحتوي في معظمه على مجموعات فينولية .

وإن إضافة مضادات الأكسدة ممارسة تكنولوجية هامة في حفظ الدهون والزيوت وجميع الأغذية التي تدخل الدهون فيها وغيرها لمنع ظهور نكهات وروائح غير مستحبة ناشئة من التزنخ التأكسدي ولمنع ظهور نواتج تفاعلات الأكسدة وبخاصة البوليمرات التي قد تحمل خطراً على صحة الانسان . ويحتاج تطبيق إضافة مضادات الأكسدة الى معرفة اساسية لكيمياء الدهون والزيوت والى معرفة آليات الأكسدة ومعرفة الوظيفة التي تقوم بها مضادات الأكسدة في منع تفاعلات الأكسدة التخريبية . ويجب من البداية التأكيد بأن اضافة مضادات الأكسدة لا تكون ناجحة إلا اذا أضيفت الى مواد غذائية جيدة النوعية . ولا تقوم بحماية الدهون والزيوت والأغذية الاخرى التي تدخل فيها الدهون التي طرأت عليها تخربات نتيجة خزنها او تلك المحضرة من

مواد اولية مخربة . ونحصل على افضل النتائج اذا اضيفت مضادات الاكسدة مباشرة الى اغذية محضرة جيدة وطازجة وعبئت بصورة صحيحة وخزنت في شروط سليمة .

٢ ـ الاكسدة في النظم الغذائية :

نلمس في الممارسة العملية ان اكسدة احد مكونات الغذاء ، مهما كان نوعه ، ينعكس على المكونات الاخرى ويترافق في آن واحد مع تخربات وفساد للمادة الغذائية كلها . ومكونات الغذاء الرئيسة التي تهمنا في موضوع الاكسدة الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والماء ، ويذهب اهتمامنا في هذه الفقرة الى اعطاء فكرة عامة عن التخربات الناتجة من الاكسدة في المكونات السابقة مع التأكيد على اكسدة المواد الدهنية في الفقرات التي تليها .

الكربوهيدرات : يترافق تأكسد الكربوهيدرات في معظم الأغذية بتخرب لونها وظهور نكهة مزعجة . وسببها اولاً تفاعلات الاسمرار بين الحموض الأمينية والسكريات والتي تعرف بتفاعلات ميلارد ، وهي لا انزيمية ، وتحدث في الفاكهة ومعلبات الأسماك ، وتثبط عادة باضافة حمض اسكوربيك وستيريك وبعض الحموض العضوية الاخرى . وثانيها تفاعلات اكسدة انزيمية ، تحدثها بعض الانزيمات كالبيروكسيداز والكاتالاز وغيرها ، ولاتساعد الاضافات السابقة في وقفها بصورة كاملة، وتخرب حرارة التصنيع الانزيمات المسؤولة عنها وتحد تفاعلات الاسمرار التي ترعاها ويوجد نوع ثالث من تفاعلات الاكسدة تخرب الملونات الطبيعية ومنها الكروتينات التي تتأكسد بتفاعلات الجذور الحرة ، وثبت ان مضادات الاكسدة تمنعها ، إلا ان اضافتها صعبة ، لان مضادات الاكسدة عادة ذوابة في الدهون ، والكروتينات متبعثرة في غذاء قوامه الاساسي الماء .

البروتينات : تتفكك بالانزيمات المحللة للبروتين وبالحرارة وبتفاعلات الحلماة المائية . ولا تضم في بنياتها روابط مضاعفة عرضة لتأثير الاكسجين . وتتأكسد المواد الملونة المترافقة معها كالهيم ويتغير لونها بسرعة .

ويحسن التأكيد أن الميكروبات احد العوامل الرئيسة في تخرب الكربوهيدرات وبروتينات الغذاء .

الليبيدات والدهون : تعرف المادة الغذائية الغنية بالدهون بأنها متزنخة (مؤكسدة) اذا وجدت فيها حموض دهنية صغيرة السلسلة بحالة حرة وبكميات أعلى من العادية مع وجود مركبات الدهيدية او كيتونية . ونواتج الأكسدة هذه تكشف

باختبارات كيميائية وبسهولة بالاختبار الحسي لقوة تأثيرها في حواس التذوق في الانسان . ويتأثر تسويق الغذاء من جراء أكسدة دهنه .

تزنخ الحلماة المائية : وسببها الرئيسي انزيمات الليباز ، وقد يكون سببها كيميائياً (الحموض والحرارة) ، وفيها تتحلمأ الرابطة الاسترية في الجلسيريدات الثلاثية وتتحرر الحموض الدهنية ، ويكاد تنحصر هذه الحلماة في الجلسيريدات الثلاثية ذات الحموض الدهنية قصيرة السلسلة ومتوسطتها (من ٦ ــ ١٢ ذرة كربون) ، وتكون نتيجتها زيادة درجة حموضة الزيت وظهور نكهة الصابون . وهذا النوع من التزنخ شائع في زيت الزيتون الخام المخزن المستعمل في سورية وفي المكسرات بأنواعها وزيت جوز الهند وفي الألبان ومنتجاتها وفي منتجات المخابز من المعجنات التي يضاف اليها زيت النخيل حيث تتحرر حموض دهنية متوسطة الطول تعطي رائحة الصابون . ويمكن زيادة ثبات المنتوجات السابقة بتخريب انزيمات الليباز بالمعاملة الحرارية .

التزنخ الكيتوني : ويحدث نتيجة لتأثير بعض أنواع الفطور وغيرها من الكائنات الدقيقة على الزيوت والدهون التي تحوي مركبات آزوت كزيت جوز الهند . وسببه انزيمات بيراوكسيدآز ، التي تعطي مركبات كيتونية في الموقع بيتا ، بعملية مشابهة للأكسدة بيتا التي تجري على الحموض الدهنية المشبعة في الميتوكوندريا (راجع الفصل الثاني عشر من كتاب أصول الكيمياء الحيوية) .

التزنخ التأكسدي : وهو أهم أنواع التزنخ ، ويعرف باسم الأكسدة التلقائية (الذاتية) . وسببه أكسدة الروابط المضاعفة في الحموض الدهنية بأكسجين الهواء ، وهو لا انزيمي وتلقائي . ويتميز بحدوث تغيرات في الثوابت الفيزيائية للزيوت منها زيادة الكثافة واللزوجة وانخفاض قريثة اليود ، وبتغيرات كيميائية نتيجتها ظهور مركبات مختلفة كحولية والدهيدية وكيتونية وترافقها تغيرات في الطعم والرائحة . ولا يترافق هذا النوع من التزنخ بزيادة درجة الحموضة زيادة ملموسة .

تمثل تفاعلات الاكسدة التلقائية بتفاعل بين جزيئين الحمض الدهني اللامشبع والاكسجين . ويعطي تفاعلهما عدداً من الاحتمالات والمركبات الوسطى التي يزداد عددها مع قرب الوصول الى الناتج النهائي للتفاعل ، مما يعطي الاكسدة التلقائية صفة التعقيد بشكل يشبهها بعضهم في الصفة هذه بتفاعلات الاسمرار اللانزيمية .

ارتداد الطعم أو النكهة (flavor Reversion) نوع من النكهات والروائح الناتجة من تدهور الخضار والاسماك والزيوت ذات المحتوى المرتفع من الحموض الدهنية اللامشبعة والتي تعود الى الأغذية بعد إزالة الرائحة منها . ويرجع سببها

أغلب المؤلفين الى اكسدة الحموض الدهنية التي تنتمي إلى حمض لينولييك . والزيوت التي تعطي هذه الظاهرة الزيوت البحرية وبذرة الكتان وفول الصويا واللفت . ويظهر في البداية في زيت فول الصويا بصورة طعم مشابه لطعم بذور الفول يتغير في مراحله الأخيرة الى طعم العشب أو الدهان أو السمك . وهي ظاهرة خطيرة في الزيوت السابقة لأنها تحتاج الى كمية اكسجين تعادل واحد بالمائة من كمية الاكسجين اللازم لإحداث التزنخ .

البلمرة (التمأثر) : مصطلح يستعمل للاشارة الى تكوين روابط اعتراضية بين ذرتي كربون من الدهون اللامشبعة . وتتكوّن ايضاً البوليمرات هذه من ربط الاكسجين بين سلسلتي حموض دهنية في احد المواقع اللامشبعة . ويضم نوعا البوليمرات السابقة بنيات حلقية .

تفيد اضافة مضادات الأكسدة في خفض التزنخ والبلمرة لكنها لا تؤثر في الحلماة المائية ولا في عودة الطعم .

آليـة التزنخ التاكسدي :

لا بد قبل الدخول في أنواع مضادات الاكسدة والكيفية التي تقوم بعملها في منع التزنخ التاكسدي في الدهون والزيوت من شرح خطوات التزنخ التأكسدي او الاكسدة التلقائية حتى نتوقف على قدرة مضاد أكسدة معين ويتعرف الطالب على المنهج العلمي المتبع في تقويم مدى فائدة مادة معينة في منع الاكسدة التلقائية ، لتتكون لديه الخلفية اللازمة للقيام بالمبادرة في تقويم أي مادة لمعرفة مدى صلاحيتها للاستعمال كمضاد أكسدة .

اقترح فارمر وزملاؤه ، منذ نحو ثلاثين سنة ، أن مركبات هيدروبيروكسيد مركبات رئيسة في الأكسدة التلقائية ، وان مساق تفاعلاتها يتضمن وجود الجذور الحرة ، وان آليتها تحدث وفق المراحل الآتية :

مرحلة البـدء

$$(1)\ R^{\cdot} + O_2 \longrightarrow RO_2^{\cdot} \qquad k_1 : 10^9 M^{-1}s^{-1}$$

$$(2)\ RO_2^{\cdot} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\cdot} \qquad k_2 : 10 - 80\ M^{-1}s^{-1}$$

$$(3)\ RO^{\cdot} + RH \longrightarrow ROH + R^{\cdot}$$

مرحلة الاستمرار

(4) ROOH ⟶ RO· + ·OH

(5) 2 ROOH ⟶ $RO_2^{\cdot}$ + RO· + H_2O

مرحلة الانتهـاء

(6) 2 R· ⟶
(7) R· + $RO_2^{\cdot}$ ⟶ } Stable products
(8) 2 $RO_2^{\cdot}$ ⟶

$ROO^{\circ} + X \longrightarrow$ مركبات ثابتة

مثبط

تتنشط في مرحلة البدء بضع جزيئات من الليبيدات بتأثير الحرارة والضوء او الوسيط المعدني او بعوامل اخرى ، وتتحول الى جذور حرة غير ثابتة ونشيطة جداً يرمز لهـا R° , H° ، وتمثـل الدائرة الصغيرة ٥ فـوق الرمز الكترونات . ويجب الاشارة هنـا الى ان انتاج الجذور الحرة لا يقتصر على الليبيدآت فقط وانمـا تعطي الجذور اي مركبات عضوية اخرى .

تتابع الجذور الحرة تفاعلها مع الاكسجين في مرحلة الاستمرار وتعطي مزيدا من الجذور الحرة ومركبات فوق الاكاسيد . شرط وجود الاكسجين ضروري لهذه المرحلة حتى تتم وفي غيابه تنضم الجـذور الحرة مـع بعضها معطيـة مركبات من النمـط H_2O , H_2 , R — R , RH .

بوجود الاكسجين تستمر سلسلة من التفاعلات لا تتوقف الا اذا توقف إنتـاج الجذور الحرة ، وهذه لا تتوقف إلا اذا تفاعلت مع بعضها او اذا تفاعلت مـع مـواد مثبطة لهـا تعطي نواتج ثابتة تتراكم ، وتعطي هذه المرحلة مركبات هيدروبيروكسيدات ROOH تتفكك عندما يزداد تركيزها معطية احتمالات متعددة سيأتي ذكرها . ولكن الهام ان نتعرف الآن على الطريقة التي تتكون بهـا هذه المركبات من الحموض الدهنية غـير المشبعة .

تكوّن هيدروبيروكسيد : لا يتنشط كامل جزيء الزيت بصورة متساوية وانما بعض مجموعاته قابلة للتنشيط أكثر من غيرها ، ومنها مجموعة المتيلين (CH_2) المجاورة للرابطة المضاعفة في الحمض الدهني . ويوضح هذه الفكرة حمض الزيت ، حيث يعطي جذوراً حرة تمثل على هيئة أربعة نواتج طنين :

$$\overset{11}{R_1} - \overset{10}{CH_2} - \overset{9}{CH} = \overset{8}{CH} - CH_2 - R_2$$

حمض الزيت

(1) $R_1 - CH_2\,CH = CH - \underline{CH^\circ} - R_2 + H^\circ$

(2) $R_1 - \underline{CH^\circ} - CH = CH - CH_2 - R_2 + H^\circ$

(3) $R_1 - CH = CH - {}^\circ\underline{CH} - CH_2 - R_2 + H^\circ$

(4) $R_1 - CH_2 - {}^\circ\underline{CH} - CH = CH - R_2 + H^\circ$

وتنشأ بالتالي أربعة مركبات هيدرو بيروكسيدية ، يضم كل منها ($-OOH$) متصلة الى المواقع ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ . وتم بالفعل تحري وجود هذه المجموعة من المركبات في الأكسدة التلقائية لحمض الزيت .

ويعطي حمض لينولييك بصورة مشابه ثلاثة مركبات من الهيدرو بيروكسيدات تضم مجموعة $-OOH$ في المواقع ٩ و ١١ و ١٣ . كما يعطي حمض لينولينيك مركبات تحوي ($-OOH$) في المواقع ٩ و ١١ر ١٢ و ١٣ و ١٤ و ١٦ .

تتميز الهيدرو بيروكسيدات، كنواتج أولية للأكسدة التلقائية ، بأنها غير متطايرة وعديمة الرائحة والطعم ، ويؤدي تراكمها الى زيادة رقم البيروكسيد الذي يدل على تقدم حدوث الأكسدة التلقائية في الزيوت بدون ظهور روائح التزنخ .

تفكك الهيدروبيروكسيدات :

هذه المركبات غير ثابتة ، وتتفكك مع ارتفاع تركيزها في الدهون وتعطي ، كأحد الاحتمالات جذور الكوكسي وهيدروكسي .

$$R_1 - CH - R_2 \longrightarrow R_1 - CH - R_2 + OH^\circ$$
$$\quad\quad |\quad\quad\quad\quad\quad\quad |$$
$$\quad O{:}OH\quad\quad\quad\quad O^\circ$$

جذر حر هيدروكسي جذر حر الكوكسي

تتفكك او تتفاعل الجذور الحرة الكوكسيدية وفق احتمالات متعددة نذكر منها :

تكون الألدهيدات : وتنتج من تفكك الجذور الالكوكسيدية وفق المعادلة

$$R_1 - CH - R_2 \longrightarrow R_1 - C - H + R_2^\circ$$
$$\quad\quad |\quad\quad\quad\quad\quad\quad ||$$
$$\quad O^\circ\quad\quad\quad\quad\quad O$$

ويتكون الدهيد قصير السلسلة ، ومثالنا عنه أوليات بيروكسيد التي تتفكك معطية الدهيدات ذات ثمان ذرات وتسع وعشرة واحدى عشرة ذرة كربون. كما يتكون جذر الكيلي حر جديد (R_2°) يبدأ سلسلة تفاعلات أكسدة جديدة .

الألدهيدات الناشئة يطرأ عليها تأكسد وتتحول الى حموض أو ترجع الى كحول أو تتفاعل مع مجموعة أمينو .

الارجاع الى كحول : وفيها يتفاعل جذر الالكوكسي الحر مع جزيء آخر من الليبيدات مكوناً تحولاً وجذراً آخر حراً (R_3°) يبدأ من جديد بسلسلة تفاعلات الأكسدة التلقائية .

$$R_1 - CH - R_2 + R_3H \longrightarrow R_1 - CH - R_2 + R_3^\circ$$
$$\quad\quad |\quad\quad\quad\quad\quad\quad |$$
$$\quad O^\circ\quad\quad\quad\quad\quad OH$$

جزيء ليبيد (جليسيريد)

تكوّن الكيتونات : ويحدث عندما يتفاعل جذر الالكوكسي مع جذر حر آخر

$$R_1 - CH - R_2 + R_3^\circ \longrightarrow R_1 - C - R_2 + R_3H$$
$$\quad\quad |\quad\quad\quad\quad\quad\quad ||$$
$$\quad O^\circ\quad\quad\quad\quad\quad O$$

تسمى أنماط التفاعلات السابقة لمركبات البيروكسيدات النمط وحيد الجزيء ، ويسود في بداية أكسدة الدهون ويشمل جميع جزيئات الليبيدات الموجودة في الغذاء .

وعند تقدم ساق الاكسدة التلقائية تتفكك جزيئات الهيدروبيروكسيدات بنمط ثنائي الجزيء يمثله التفاعل الآتي :

$$ROOH + HOOR \longrightarrow H_2O + ROO^{\circ} + RO^{\circ}$$

التمائر (البلمرة) : تعطي الاكسدة التلقائية ناتجاً لزجاً يشبه الصمغ وقد يتصلب ويكوّن راتنجاً . وهذا سبب استعمال الزيوت اللا مشبعة التي تحتوي على روابط لا مشبعة متعددة في الدهانات . وتحدث البلمرة من خلال انضمام الجذور الحرة مع بعضها أو عبر تفاعلات أخرى .

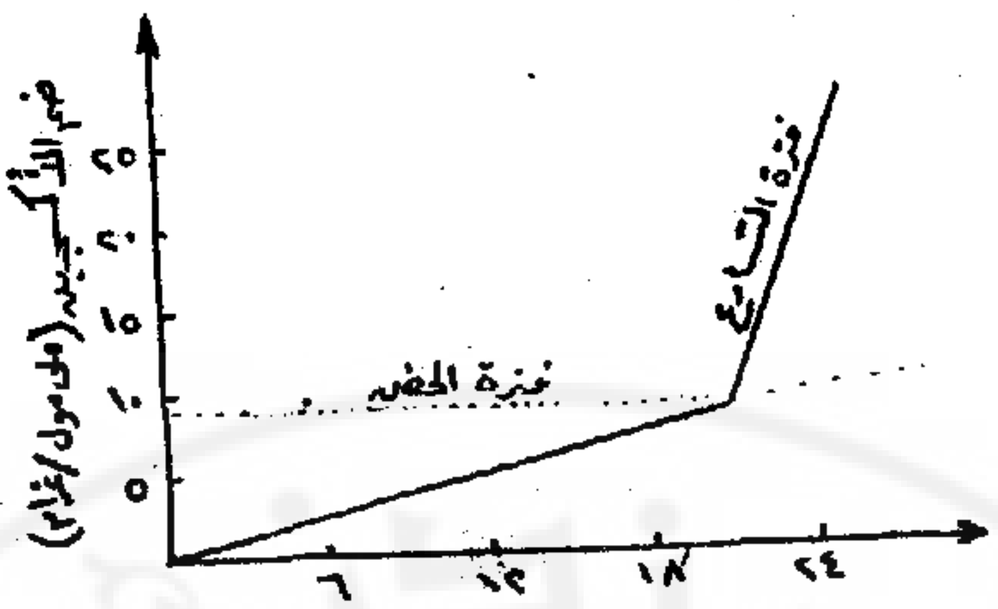
$$R_1 - CH = CH - R_2 + R_3OOH \longrightarrow R_1 - \underset{\underset{OR_3}{|}}{CH} - \underset{\underset{CH}{|}}{CH} - R_2$$

متابعة مسار الاكسدة التلقائية :

تتم متابعة الاكسدة التلقائية للزيوت ، تجريبياً ، بقياس تجمع البيروكسيدات أو بقياس سرعة ضم الاكسجين أو قياس زيادة تراكيز نواتج التفاعلات الثانوية أو بالتذوق . وكل من القياسات السابقة يدل في الواقع على بعض المناحي الخاصة بالتدهور التاكسدي للزيوت .

قرينة البيروكسيد : وهي طريقة شائعة اكثر استعمالاً من غيرها ، ويقاس فيها تركيز البيروكسيد في الزيت ، ويستخدم لقياسه يود البوتاسيوم ، ويعبر عنها بعدد الملي مكافئات من اكسجين البيروكسيد في كغ زيتاً .

سرعة ضم الاكسجين : وتعبر بوضوح عن سرعة حدوث الاكسدة . وقياسها سهل ، ويعتمد على تقانة مشابهاً لقياس سرعة التنفس في النسج الحية . يعطي متابعة قياس التزنخ تجريبياً بهذه الطريقة منحى يوضحه الشكل (٨ ــ ١) ، ويستدل منه على بطء تزايد قيمة البيروكسيد في البداية ثم تسارعه بصورة متجانسة الى أن يصل الى حد حرج تزددا معه قيمة البيروكسيد بصورة مفاجئة وسريعة ، ويعتمد هذا على نوع الدهن والوسط المحيط به . وعلى هذا الاساس نميز في منحنيات الاكسدة التلقائية طورين متميزين ، **طوراً اولياً بطيئاً** ، اصطلح على تسميته بفترة **الحضن** ، ويتصف بأن سرعته تزداد مع الزمن وتسببه الجذور الحرة التي تحتاج الى الوسطاء ، **وطوراً ثانياً سريعاً** يزداد فيه ضم الاكسجين بصورة كبيرة ويظهر في بدايته تطور



(Braverman, pp 224) .

التزنخ بصورة واضحة . يعبر هذا القياس عن مدى تقدم دور الحضانة . ويعبر قياس البيروكسيد عن تقدم الطور السريع لتكون مركبات البيروكسيدات وتفككها .

قياس نواتج التفكك : ونحصل فيها على دلائل على تجمع المواد المسؤولة عن تكهة التزنخ وطعمه . وتميز هذه النواتج بطرائق متعددة كيميائية وفيزيائية ، منها مايعتمد على قياس القطبية العامة للزيت ، ومنها مايعتمد على الكروماتوغرافيا ، وعلى التفاعل مع حمض ثيوباربتوريك حيث يعطي معقدات حمراء اللون تقاس بالمطياف . يتفاعل حمض ثيوباربتوريك نوعياً مع ثنائي الدهيد مالونيك ، ويعطي نتائج جيدة تتوافق مع درجة التزنخ .

اختبارات التذوق : وهي قياس جيد لدرجة التزنخ ، لأن العتبة التي تشعر فيها بوجود التزنخ منخفضة لعدد كبير من نواتج عملية التزنخ ، وفي حدود (١) جزءاً بالمليون وأقل ، ويعد اختبار التذوق للتزنخ اختباراً حساساً ومفيداً عملياً .

دور المعادن الثقيلة في الأكسدة التلقائية (الذاتية) :

تقوم شوارد المعادن الثقيلة بوساطة أكسدة الليبيدات . فهي تخفض زمن الحضن وتزيد من سرعة التفاعل ، وأكثرها فعالية المعادن التي توجد بحالتي أكسدة او أكثر وتتحول من حالة الى أخرى بسهولة ، كالحديد والنحاس والمنجنيز .. الخ. تحوي الأغذية حتى المنقى منها على تراكيز من هذه الشوارد أعلى مما تحتاجه أكسدة الليبيدات ، وتقع هذه التراكيز في حدود بضعة أجزاء بالمليون وأقل من ذلك .

لا تسرع المعادن الثقيلة الأكسدة الذاتية للدهون المحتوية على روابط لا مشبعة إلا اذا وجدت الهيدروبيروكسيدات ، حيث تقوم عندها بتسريع تفككها وتزيد بالتالي من تكوين الجذور الحرة ، ويمثل تأثيرها وفق المعادلتين :

$$ROOH + M^{n+} \longrightarrow RO^{\circ} + OH^{-} + M^{(n+1)+} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

$$M^{(n+1)+} + ROOH \longrightarrow ROO^{\circ} + H^{+} + M^{n+} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

وفي التفاعلين السابقين يتفكك الهيدروبيروكسيد ويتكون RO° , ROO° وهما جذران حران وتتحول شاردة المعدن بين حالتي اكسدة . ويلاحظ في معظم المعادن أن التفاعل (١) أسرع حدوثاً من التفاعل (٢) ، أي ان التفاعل أسرع مع حالة الأكسدة الدنيا للمعدن . ومثالنا عن ذلك شاردة الحديد ، فالتفاعل (١) الذي تمثل فيه شاردة الحديد الثنائية Fe^{++} أسرع بعشرة مرات من التفاعل (٢) الذي تمثل فيه شاردة الحديد الثلاثية . كما يتأثر التفاعلان السابقان برقم الحموضة ، والرقم الأمثل المفضل لشوارد الحديد والنحاس يقع في مجال ٥ر٥ ــ ٠ر٦ . كما يسرع التفاعلان وجود آثار من حمض اسكوربيك وهذا راجع الى ان هذا الحمض يحافظ على حالة الأكسدة الدنيا لشوارد المعادن .

تأتي المعادن الثقيلة الى الأغذية من المعدات المستعملة في تصنيعها ومن الأنابيب والعبوات والمواد الاخرى المستعملة في عمليات التصنيع وبشكل عام من البيئة التي تحيط بكل ذلك ومن المواد الطبيعية الاولية . واهم معدن يأتي من المصادر الطبيعية هو الحديد من مركبات البورفيرين كالهيموجلوبين وميوجلوبين والسيتوكرومات ، وهذه تقوم بأكسدة الليبيدات وبخاصة الهيماتين الذي يقوم بأكسدة اللحوم والأسماك المجمدة .

تأثير عوامل البيئة في التزنخ :

تؤثر كل من الحرارة والضوء والاكسجين والرطوبة في التزنخ الذاتي . فتزيده الحرارة لأن طاقة تنشيط تفاعلاته تعتمد على الحرارة . كما أن الضوء فوق البنفسجي الذي تمتصه بشدة الروابط المضاعفة وبخاصة الروابط المترافقة يشكل عاملاً في بدء التفاعلات المتسلسلة في الأكسدة الذاتية كما يسرّع تفكك فوق الاكاسيد ، لهذا يفضل وضع زيوت السلطة في زجاجات غامقة اللون . وتزداد سرعة الأكسدة الذاتية ، عند وجود كمية محدودة من الاكسجين ، مع زيادة ضغطه حتى تصل سرعة الأكسدة الى الثبات عند ضغط معين . وعملياً وجدت علاقة خطية بين مقلوب سرعة الأكسدة

ومقلوب ضغط الاكسجين . لذلك يلجأ الى تغليف بعض الاغذية (المكسرات والقهوة وغيرها) تحت ضغط منخفض أو في وجود غاز خامل واستعمال اغلفة ضعيفة النفوذ للأكسجين . وقد وجد عملياً أن استعمال طريقة التغليف السابقة محدودة الفائدة في حالة النظم الغذائية التي هي بصورة مساحيق وفيها ليبيدات متبعثرة بشدة وناعمة الحبيبات ، كما في مساحيق الشوربات الذوابة وغيرها من المساحيق الغذائية .

كيف تعمل مضادات الأكسدة :

بعد أن تعرفنا على اطوار الأكسدة الذاتية ومراحلها نستطيع ان نتفهم الدور الذي تقوم مضادات الأكسدة في الحد من الأكسدة . ومن الناحية النظرية فإن أي مادة تسلك سلوك مضادات الأكسدة تقوم بعملها وفق واحدة او اكثر من الطرائق الآتية :

١ ـ المنافسة على ضم الاكسجين ، ٢ ـ وقف الخطوة الاولى (مرحلة البدء) في تفاعلات الأكسدة ، ٣ ـ تثبيط (حصر) تقدم تفاعل الأكسدة في مرحلته الثانية بضم الجذور الحرة او هدمها ، ٤ ـ تثبيط العوامل المساعدة الوسيطة للأكسدة ، ٥ ـ وقف تفكيك هيدروبيروكسيدات في المرحلة النهائية . وتوجد غيرها من آليات التحكم في مسار الأكسدة الذاتية . واهم الآليات السابقة هي تثبيط المرحلة الثانية ، مرحلة الاستمرار وتقدم التفاعلات المتسلسلة ، ويتم ذلك عبر قيام مضاد الأكسدة بدور المانح للهيدروجين الى الجذور الحرة ، كما في التفاعلين :

$$RO_2^{\cdot} + AH \longrightarrow ROOH + A^{\cdot} \quad (1)$$

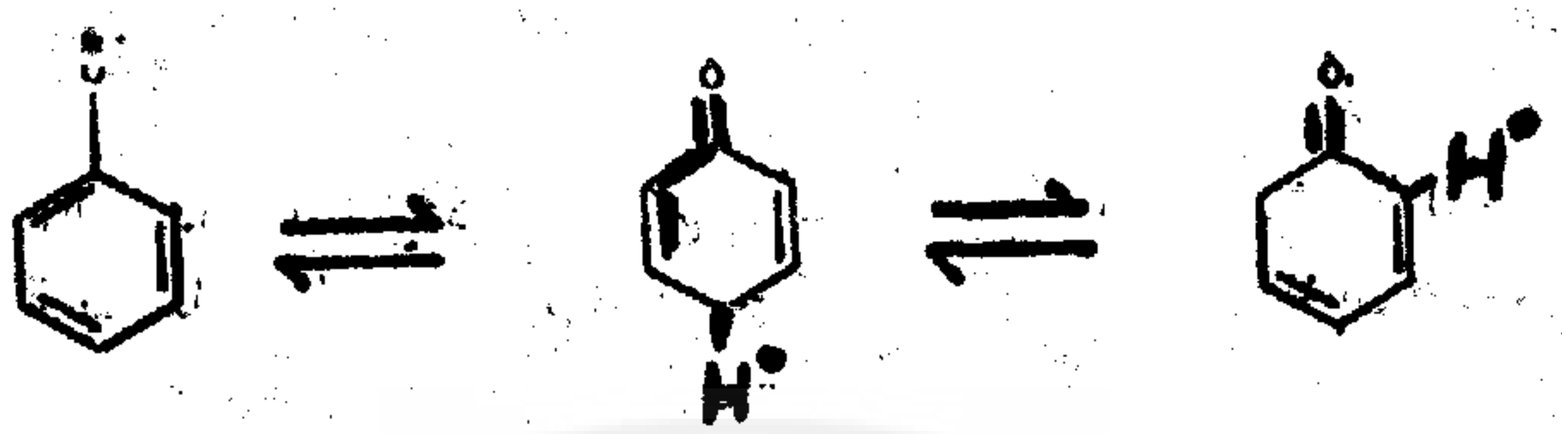
$$RO^{\cdot} + AH \longrightarrow ROH + A^{\cdot} \quad (2)$$

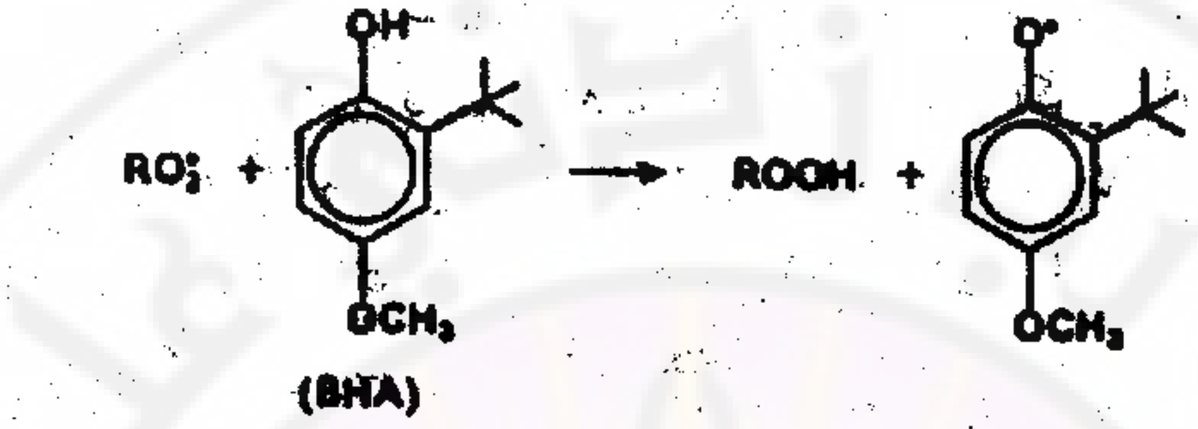
والجذر الحر لمضاد الأكسدة (A°) غير نشيط ، فلا يبدأ وحدة مرحلة الاستمرار وعوضاً عن ذلك يتفاعل ويتحول الى جزيء عادي

$$RO_2^{\cdot} + A^{\cdot} \longrightarrow ROOA \quad (3)$$

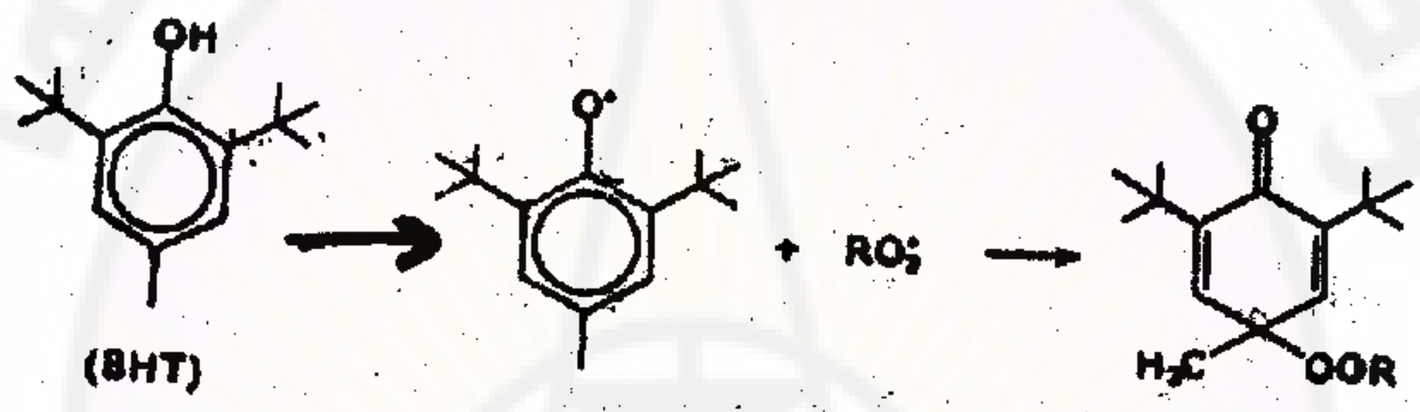
$$RO^{\cdot} + A^{\cdot} \longrightarrow ROA \quad (4)$$

ويفسر ثبات الجذور الحرة لمضادات الأكسدة الفينولية على اساس تشكيلها هجيناً طنيناً لشاردة الفينوكسي كما في المعادلات :





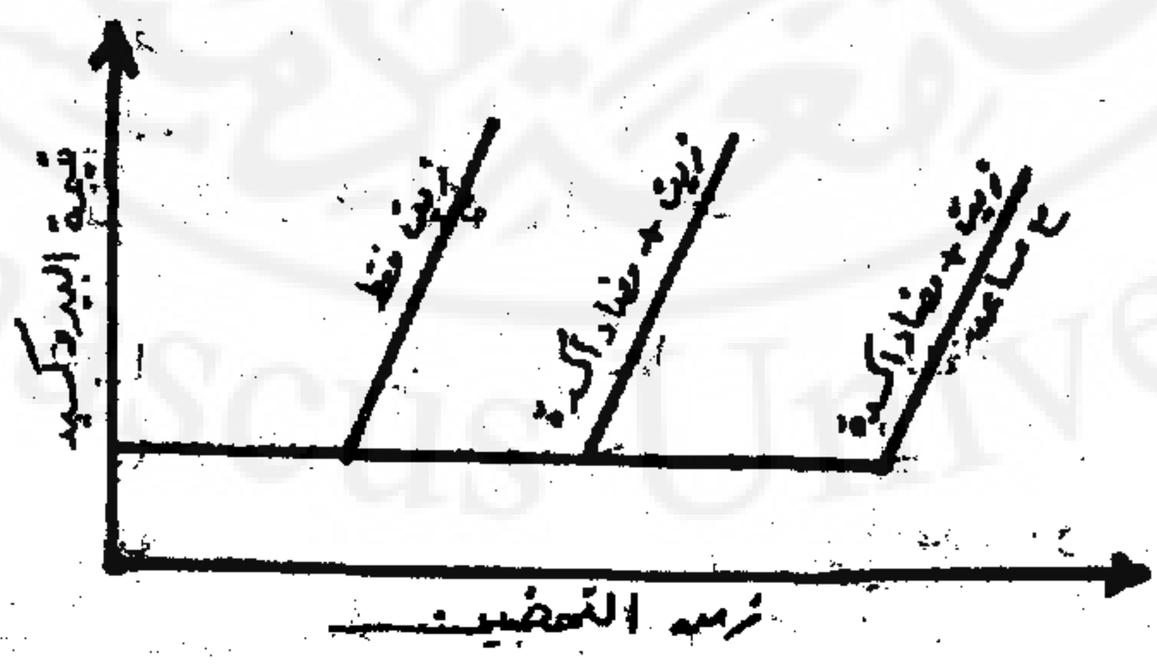
(BHA)



(BHT)

ويزداد ثبات جذور الفينوكسي الحرة السابقة عند وجود مجموعة بوتيل ثالثيه تحدث تأثيراً ساحباً للالكترون يمنع تفاعل الجذور الحرة مع الليبيدات . وهذه حالة مضادي الأكسدة بوتيل هيدروكسي تولوين وبوتيل هيدروكسي انيسول (انظر المعادلتين)

وعملياً يلاحظ أن لاضافة مضادات الأكسدة تزيد زمن الحضن ، كما يوضحه الشكل (٨ ــ ٢) ، وان امتداد فترة الحضن يعتمد ، والى حد كبير ، على تركيز مضاد الأكسدة ، إلا أن المبالغة في زيادة تركيز مضاد الأكسدة لعكس تأثيره المانع للأكسدة .



الشكل (٨ ــ ٢) زيادة زمن الحضن بتأثير مضاد الأكسدة مقارنة مع عدم وجود مضاد أكسدة

انـواع مضادات الأكسدة :

تميل الليبيدات اللا مشبعة ضمن النسج الحية لأن تكون ثابتة لوجود مضادات اكسدة هامة يتكامل عملها مع نظم انزيمية كالجلوثاثيون بيراكسيداز وسوبر اكسيد ديسموتاز ، ويقوم مجموعهما بعمل فعّال جداً في منع اكسدة ليبيدات النسج .

تستخلص التوكوفيرولات اثناء استخلاص الزيوت من بذورها ، ويبقى منها جزء لا بأس بـه ، يقدره بعضهم بنحو ٥٠ بالمائة حتى بعد تكرير الزيوت ، والكمية الباقية تؤمن ثبات الزيوت ، ما عدا زيت فول الصويا وزيت عباد الشمس لارتفاع نسبة حمض لينو لييك فيهما (٥٦ ـ ٦٣ بالمائة من الحموض الدهنية) . يتأثر محتوى الدهون الحيوانية من التوكوفيرولات بنوع العليقة المستخدمة .

تعد التوكوفيرولات من أهم مضادات الأكسدة الطبيعية في الزيوت ، وفعاليتها أقل من فعالية مضادات الأكسدة التركيبية .

تختلف فعالية التوكوفيرولات كمضادات اكسدة في الجسم الحي عنها في النظم الغذائية ، وأكثرها فعالية في الجسم كمضادات اكسدة شكل ألفا منها وتتناقص فعاليتها من بيتا الى جاما الى دلتا التوكوفيرول ، وتتقابل هذه الفعالية مع فعاليتها كفيتامين أي .

وفي النظم الغذائية تنعكس فعاليتها كمضادات أكسدة ، وأعلاها فعاليته المتماكب دلتا وأخفضها المتماكب ألفا . وتم التوصل الى هذه النتائج من حساب ثابت سرعة تفاعل مشتقات التوكوفيرولات ، وتساعد النقاط الآتية على فهم سلوك متماكبات التوكوفيرولات في نظم الغذاء .

١ ـ المشتق ألفا يتفاعل مع الجذور الحرة ويعطي ناتجين أحدهما ثابت والآخر غير ثابت . والناتج غير الثابت جذر حر يبدأ من جديد تفاعلات الأكسدة الذاتية ويتكون في نظم الغذاء ولا يتكون في الاحياء .

??

٢ ـ يقوم دلتا توكوفيرول في الوسط المائي لنظم الغذاء بدور فعّال كبير في حماية هيدروبيروكسيدات الناتجة من حمض لينو لييك من التفكك . ويقوم ألفا توكوفيرول بدور ضعيف في هذا الشأن . ومن المعروف أن زيادة درجة ثبات هيدرو بيروكسيدات المتكونة وفق التفاعل العام يزيد من مدة حضن الأكسدة الذاتية للدهون .

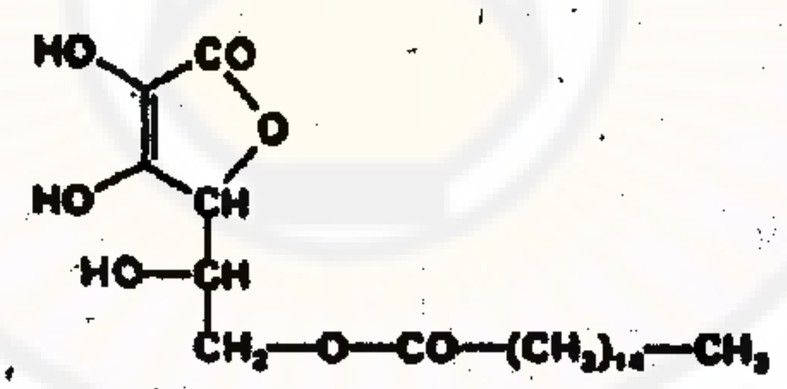
$$ROO^{\cdot} + AH \longrightarrow \underline{ROOH} + A^{\circ}$$

٣ ـ ألفا توكوفيرول يتأكسد بسهولة بأكسجين الهواء ، وجاما وبخاصة دلتا توكوفيرول ثابتة للهواء . هذا وان ألفا توكوفيرول في الأحياء محمٍ من الاكسجين .

ويلاحظ في هذا الشأن ومن العلاقات الكمية للتوكوفيرولات أن زيادة تركيز ألفا توكوفيرول من ٠٫٤ ٪ الى ٤ ٪ (من وزن حمض لينولييك) يسبب انعكاس نشاطه كمادة مضادة للأكسدة . ولا تشمل هذه الخاصة المتماكبات الأخرى للتوكوفيرولات جاما ودلتا ، التي تتمتع حتى لو وجدت بتراكيز مرتفعة بخواص مضادة للأكسدة . ويفسر سلوك ألفا توكوفيرول المساعد على الأكسدة قدرته على تشكيل جذور حرة أثناء أكسدة الاكسجين الغازي .

ومن مضادات الأكسدة الطبيعية الهامة أيضاً حمض آسكوربيك ، فهو فعّال في الوسط المائي ، بتركيز يعد مرتفعاً ($١٠^{-٣}$ مولاً) إلا أنه يعطي فعالية مضادة للأكسدة في التراكيز المنخفضة ($١٠^{-٥}$ مولاً) ، ونلمس هذه الخاصة عند وجود شوارد المعادن الثقيلة . ويستعمل مع التوكوفيرولات في زيادة ثبات الغذاء .

ولتحسين ذوبان حمض اسكوربيك في الدهون يضاف على هيئة اسكوربيك بالميتات .



Ascorbyl palmitate

يستعمل الليسيتين الخام كمضاد أكسدة طبيعي لاحتوائه على التوكوفيرولات . ولا يظهر الليسيتين النقي إلا القليل من الفعالية الخاصة كمضاد أكسدة سببه تأثير الضم الذي تقوم به مجموعة الفوسفات .

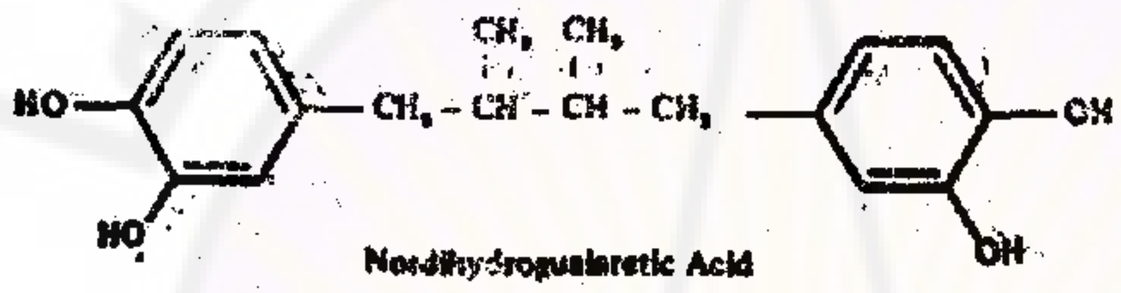
ومن مضادات الأكسدة الطبيعية الجوسيبول الذي يوجد في بعض أنواع زيت القطن والسيزامول في زيت السمسم ، ومعظمها يحوي حلقة فينول او مجموعة امين، ولبعض الامينات تأثير سام ولا يجوز اضافتها الى الغذاء .

ويمكن أن يعد من مضادات الأكسدة الطبيعية أيضاً سائر مركبات الفينول المنتشرة في النباتات . ويعتمد الفعل الواقي للزيوت من الأكسدة في بعض الأعشاب

(المريمية واكليل الجبل) والمبهارات على وجود مركبات الفينول كالفلافانون والفلافونول وغيرها .

ويلعب الدخان وما به من مواد فينولية تتوضع على الغذاء أثناء التدخين دوراً في حماية سطح الغذاء وقد تنفذ الى الداخل وتعمل كمواد مضادة للأكسدة .

وعزل مضاد أكسدة قوي جداً من نبات صحراوي يسمى (Creosote bush) والمركب مشتق الكيلي للكاتيكول ، يسمى حمض نور ثنائي هيدرو جواريتيك NDGA ولا يزال استعمال هذا المركب في الاغذية موضع تساؤل ، وقد منع استعماله في بعض الدول .



Nordihydroguaiaretic Acid

NDGA [4, 4'-Dimethyl-α, δ-bis (3, 4-dihydroxyphenyl) butane; 4, 4-(2, 3-dimethyltetramethylene) dipyrocatechol]

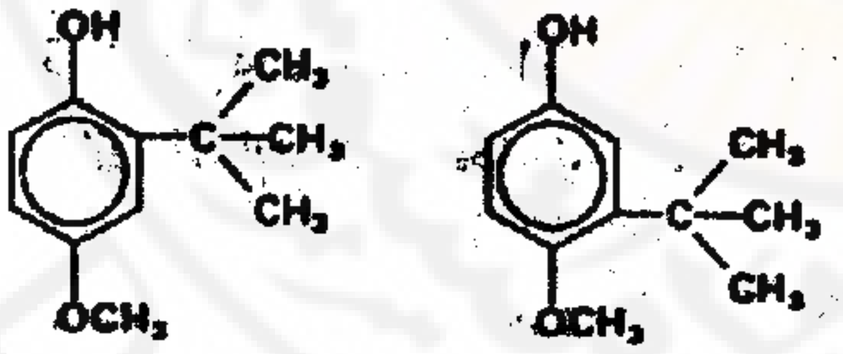
لبعض الحموض الأمينية صفات مانعة للأكسدة ، واهمها السيستين الذي وجد انه يزيد ثبات الدهون عند تسخينها مع هذا الحمض الى الدرجة ٦٠°م . وجدت فعالية مضادة للأكسدة لناتج التفكك الحراري لحمض المثيونين المسمى ميثونال ، وهو مركب موجود ضمن قائمة المركبات السليمة عامة (GRAS) ويمكن استعماله مباشرة في الغذاء . إلا انه مركب رائحته قوية ونكهته حادة ، حتى ولو وجد بتراكيز دنيا ، ويؤدي هذا الى اقتصار استعماله على بعض الأغذية فقط .

مضادات الأكسدة التركيبية (الصنعية) :

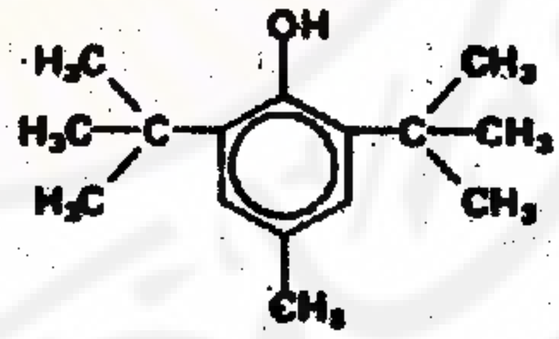
يستعمل لحماية الدهون والأغذية الدهنية من الأكسدة عدد محدود من مضادات الأكسدة التركيبية المصرح عنها في التشريعات القانونية للدول ، وهي بمعظمها مركبات فينولي . وتتصف مضادات الأكسدة المستعملة في الغذاء ، بأنها مسموح استعمالها في الدولة ، وذات فعالية كافية وسعرها معتدل ، ولا تؤدي اضافتها الى تطور لون أو نكهة أو رائحة غير مرغوبة ، وقابلة للانتشار في الطور الدهني . والخاصة الاخيرة ، وهي الانتشار في الطور الدهني بشكل متجانس أحدى أهم المشكلات التي تواجه استعمال مضادات الأكسدة الفينولية في الاغذية .

اهم مضادات الأكسدة استعمالاً : بوتيل‌هيدروكسي انيسول (BHA) ، وثنائي بوتيل هيدروكسي تولوين (BHT) ، وبروبيل جالات PG ومشتقاتها الاخرى . ويؤخذ على BHA ، BHT انهما متطايران بدرجة قلي الزيت وان PG يعطي لوناً داكناً مع شوارد الحديد . عدت معظم دول العالم المضادات الثلاثة السابقة سليمة وتضاف بتراكيز تصل حتى ٢٠٠ جزء بالمليون لمعظم الدهون . ويضاف الى المركبات السابقة مركب (TBHQ) وهو رباعي بوتيل هيدروكسي هيدرو كوينون .

تستعمل المركبات السابقة مع حمض سيتريك الذي يحيط بالمعادن ويشكل معها معقدات ويوقف نشاطها المساعد على الأكسدة . وتستعمل مذيبات تعمل كحامل للمادة المضادة للأكسدة ولحمض سيتريك وذلك لانخفاض ذوبانيتها في الدهون . وأفضل مثال عليها بروبيل جالات وحمض سيتريك التي يستعمل في آذابتها بروبلين غلايكول او مزيج من أحادي أوليات الجليسيرول مع الجلايكول . ونجد في الواقع التطبيقي العملي ان انخفاض ذوبانية بروبيل جالات في الدهون تعد فعلاً مشكلة عملية فعند وجود قليل من الماء في الزيت يتوزع البروبيل جالات في الماء والزيت مؤدياً هذا الى تناقص فعاليته كعامل مضاد للأكسدة . واذا ترافق الطور المائي مع شوارد حديد أعطت الجالات معها تلونات زرقاء مسودة . وللأسباب السابقة نحا مصنعو الاغذية في المعامل الى استعمال BHA , BHT واحيلنا TBHQ عوضاً عن البروبيل جالات رغم فعاليتها الشديدة جداً في منع أكسدة الزيوت والدهون .

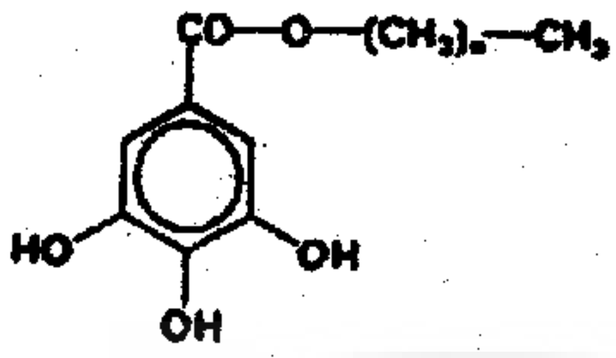


Tert-butyl-4-hydroxyanisole (BHA)

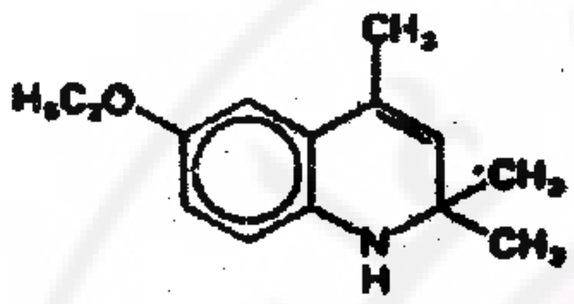


2,6-di-tert-butyl-p-hydroxytoluene (BHT)

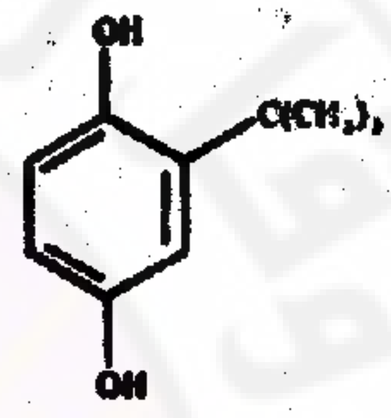
ورغم ذلك فالجالات من المركبات المهمة كمضاد أكسدة ، وخاصة بروبيل جالات التي تفوق فعاليتها كمضادة أكسدة حمض جاليك بنسبة تقدر بنحو ثلاثة أضعاف . ويجب أن نذكر هنا ان حمض جاليك منتشر في النباتات ، كأحد مكونات الخضراوات ويوجد بصورة حرة في الشاي . وتعد بروبيل جالات أكثر مشتقات الجالات اهمية ويشابه تأثيرها التوكوفيرولات في انها تعمل كمضاد أكسدة ضمن تركيز أمثل بعدها تغدو مادة تشجع الأكسدة وخاصة في التراكيز العليا منها .



Propyl (n = 2), octyl (n = 7) and dodecyl (n = 11) gallate

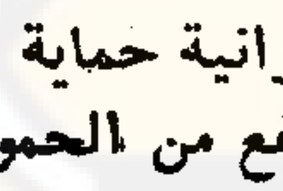


6-Ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethylquinoline (ethoxyquin)



ذكرنا سابقاً أن مضادات الاكسدة فعّالة في منع الاكسدة اذا اضيفت الى الدهون الطازجة التي لم تتأكسد بعد . وعليه تضاف مضادات الاكسدة في مراحل مبكرة من تحضير الزيوت والدهون ، وتضاف الى الدهون الحيوانية بعد مرحلة الاذابة . وتعمل BHT , BHA على حماية الدهون الحيوانية حماية تامة من الاكسدة ، وهما غير مجديين مع الزيوت النباتية ذات المحتوى المرتفع من الحموض الدهنية متعددة اللا إشباع كزيت القطن والصويا ، وربما يعود السبب الى احتواء الزيوت على التوكوفيرولات بصورة طبيعية . وتعطي اضافة TBHQ الى الزيوت متعددة اللا اشباع فائدة اذا لم يكن هناك تلونات مع الحديد .

ويستعمل اثيوزكوين في الأساس لحماية الكتروليتات من الاكسدة وبخاصة في الأعلاف ، وهو من مضادات الاكسدة المقبولة عالمياً . وقد برهن باستعمال الطنين الذاتي الالكتروني (ESR) ان جزءاً كبيراً من اثيوزكوين موجود في الزيت على هيئة جذر حر ، وهو الجزء الفعّال كمضاد أكسدة لهذا المركب .



يسمح في امريكا الشمالية باضافة مضادات الاكسدة بكمية قصوى ٠٫٠١ ٪ (١٠٠ جزء بالمليون) اذا كانت مفردة ، واذا اضيف اكثر من نوع واحد من مضادات

الأكسدة يسمح باضافة ٢ر٠ ٪ كحد اقصى . وطبعاً تختلف الكميات المسموح بها حسب الدول .

مساعدات مضادات الأكسدة :

وهي مواد تزيد من فعالية مضادات الأكسدة ، واهمها حمض سيتريك وحمض الفوسفور وفيوماريك والطرطر والليسيتين وبعض مشتقاتها كـ ايزوبروبيل سيترات وغيرها . وكلها مواد قادرة على تشكيل معقدات مع ايونات المعادن الثقيلة . يوضح الجدول (٨ ـ ١) التاثير المساعد لحمض سيتريك وحمض الفوسفور مع لوريل جالات. وتدل أرقام الجدول على ان حمض سيتريك يزيد قدرة مضاد الأكسدة بوجود شوارد المعادن الثلاث Cu , Fe , Ni وان فعالية الحمض كمساعد تقتصر على الزيوت التي تحوي النحاس والنيكل فقط دون الحديد . ويتفوق بذلك حمض سيتريك كمساعد لمضاد الأكسدة لوريل جالات على حمض الفوسفور ، يضاف الى ذلك ان الحمض الاخير يشجع بلمرة الزيوت عند استعمالها في القلي . ويسهل استقراء نتائج الجدول (٨ ـ ١) اذا وضعنا في الحسبان انه كلما ارتفعت قيمة معامل مضاد الأكسدة دل ذلك على جدوى المادة المضافة وفعاليتها .

الجدول (٨ ـ ١) يوضح الفعل المساعد لحمض سيتريك (C) وحمض الفوسفور (P) لمضاد الأكسدة لوريل جالات (LG) على اكسدة الدهون والزيوت

الكمية المضافة للزيت	قيمة معامل مضاد الأكسدة = زمن التحضين مع المادة المضافة / زمن التحضين بدون المادة المضافة				
	٠ر٠١ ٪ C	٠ر٠١ ٪ P	٠ر٠١ ٪ LG	٠ر٠١ ٪ LG + ٠ر٠١ ٪ C	٠ر٠١ ٪ LG + ٠ر٠١ ٪ P
٢ر٠ جزء بالمليون Cu	٣ر٠	٢ر٠	٩ر٠	٤ر٧	١ر٤
٢ جزء بالمليون Fe	٦ر٠	٥ر٠	١ر٠	٥ر٧	٢ر٠
٢ جزء بالمليون Ni	٥ر٠	٦ر٠	٦ر٠	٧ر٠	٤ر٤

Belitz & Grosch, pp 178

وبشكل عام يعبر عن دور مساعدات مضادات الأكسدة بطول فترة التحضين حيث يزداد زمن التحضير مع اضافة المساعدات . ويعبر الشكل (٨ــ ٢) عن هذه الفكرة .

قدرة مضاد الأكسدة : افضل قياس لكفاية مضاد الأكسدة هو قياس زمن التحضين في وجود مضاد الأكسدة (I_s) وفي غيابه (I_0) وتطبيق المعادلة .

$$AF = I_s / I_0$$

وتعرف النسبة بينهما بعامل مضاد الأكسدة ، وتزداد قيمته العددية مع تحسن قدرة مضاد الأكسدة المضاف . وقد طبق هذا المفهوم لتفسير وقياس مدى كفايات مضادات الأكسدة ومساعداتها التي توضح الأرقام الموجودة في الجدول (٨ــ ٢) مثالاً عنها .

الجدول (٨ ــ ٢) قيم عامل مضاد الأكسدة (AF) لبعض مضادات الأكسدة المضافة بنسبة (٠ر٠٢ ٪) لدهن الخنزير المنقى

مضاد الأكسدة	عامل مضاد الأكسدة	مضاد الأكسدة	عامل مضاد الأكسدة
α-dl توكوفيرول	٥	أوكتيل جالات	٦
α-dL توكوفيرول	١٢	أسكوربيل بالميتات	٤
هيدروكسي انيسول	٥ر٩	هيدروكسي انيسول مع هيدروكسي تولوين (١)	١٢
هيدروكسي تولوين	٦		

(١) ــ اضيف كل مركب بمعدل (١٠ر٠ ٪) عن Bélitz صفحة ١٧٨ .

انتقاء مضادات الأكسدة عند التطبيق العملي :

Selection of antioxidants for specific application

تستعمل مضادات الأكسدة في الدهون والزيوت إما افرادياً ، يضاف نوع واحد منها ، أو يضاف مزيج منها يحوي نوعين أو أكثر من مضادات الأكسدة . ويفضل

عند تصنيع الدهون الحيوانية استعمال نوعين أو اكثر من مضادات الأكسدة مع حمض سيتريك .

تضاف الى دهون الحيوان ، التي تباع وهي بحالتها الطبيعية بدون إزالة رائحتها ، محلول من مضادات الاكسدة الفينولية مع حمض سيتريك مذاباً في بروبيلين جلايكول . ويستعمل التسخين (٦٠م) مع التحريك لإذابة BHA لعدم ذوبانه في البداية مع البروبلين جلايكول مع الاستمرار في التحريك والتسخين لفترة . وتوجد حالياً في الأسواق خلائط تجارية تحوي بروبلين جلايكول واحادي جليسيريد كمذيب حامل لمضادات الاكسدة ، تضاف اليها الكميات اللازمة من BHA , BHT وحمض سيتريك وتجنس بالمزج . وقد يستعمل لالتقاط المعادن احد المركبات العضوية الاخرى مثل EDTA وحمض الطرطر وغيرها .

برهن بالتجربة ان بروبيل جالات يفوق تاثيرها تاثير كل من BHA , BHT منفردين أو مجتمعين في ثبات دهن الخنزير . فيس ثبات الدهن بعدد الساعات اللازمة للحصول على ٢٠ ملي مكافيء بيروكسيد بطريقة الاكسجين الفعال. واوضحت التجارب ايضاً أن الزيوت النباتية كزيت القطن وفول الصويا والعصفر يزداد ثباتها بصورة كبيرة باضافة رباعي بوتيل هيدروكونيون. TBHQ مقارنة مع BHT , BTA , PG واستعملت جميعها بتركيز ٠٫٠٢ ٪ .

تتعرض معظم الزيوت النباتية والدهون الحيوانية الى عملية إزالة الرائحة التي تتم تحت التفريغ بوجود البخار لإزالة الحموض الدهنية والنكهات ومركبات الرائحة المتطايرة . وتضاف اليها مركبات الفينول المضادة للأكسدة قبل الانتهاء من المرحلة الاخيرة من تكريرها ، لأن مركبات الفينول متطايرة في شروط إزالة الرائحة . وتضاف عملياً خلال مراحل التبريد التي تلي إزالة الرائحة او اثناء ضخ الزيوت الى الخزانات.

يضاف BHA للزيوت المعدة للقلي وللسمنة النباتية لانه يعطي افضل النتائج ويحميها من الاكسدة . كما يضاف متيل بولي سيلوكسان الى زيوت القلي بمعدل ١٠ اجزاء بالمليون لحماية الزيوت الساخنة من الاكسجين الجوي حيث يشكل طبقة رقيقة غير ذوابة على سطح الزيت . ويستعمل مزيج من ٠٫٠٠٥ ٪ BHA و ٠٫٠٠٥ ٪ من BHT في الزيوت المعدة لقلي بعض انواع الجوز واللوزيات .

تمثل الحبوب والبطاطا المجففة وبعض مزائج الكاتو امثلة من الاغذية ذات

المحتوى المنخفض من الدهون . وتنحصر مشكلة اضافة مضادات الاكسدة الى هذه المنتوجات بصعوبة تلامس مضادات الاكسدة مع الطور الدهني . وتستعمل في منتجات الحبوب والمخابز مستويات مرتفعة من BHT , BHA تضاف الى طبقة الشمع الداخلية للورق الذي تغلف فيه هذه المنتوجات ، حيث يستفاد هنا من خاصة تطايرها بدرجة حرارة الغرفة في انتشارها الى داخل المنتج والقيام بدورها كمضادات أكسدة.

يستعمل عادة مع اللحوم الطازجة او المجففة BHA مع حمض سيتريك حيث ينتشر مضاد الأكسدة على سطح بلورات الملح قبل اضافته الى اللحم . ولاتعطي اضافة مضادات الأكسدة حماية كافية لمنتجات الأسماك ، سببها عدم ثبات هذه المنتجات الراجع الى تأثير الأحياء الدقيقة . ويحتاج زيت السمك لحمايته من التزنخ الى تركيز مرتفع من مضادات الأكسدة لارتفاع نسبة الروابط اللا مشبعة فيه .

وتضاف مضادات الأكسدة ايضاً الى الزيوت العطرية كزيت البرتقال والليمون ويتحسن ثباتها كما تضاف الى غيرها من مواد النكهة التي تحوي التربين . ويستعمل لهذا الغرض BHA التي يحد من تدهور مركبات النكهة. كما تضاف مضادات الأكسدة الفينولية الى العلكة لتحسين ثباتها تجاه الخزن .

الوضع القانوني لمضادات الأكسدة :

لا توجد في سورية مواصفة خاصة للمواد المضافة من مضادات الاكسدة ، وانما نجد في ثنايا بعض مواصفات المواد الغذائية أسماء مواد مضادات أكسدة يسمح باستعمالها في مادة غذائية معينة . والمثال على ذلك ما ورد في مشروع مواصفة زيت بذرة العنب وغيره من الزيوت حيث ذكر السماح باضافة مضادات الأكسدة التالية :

النـوع	الحد الاقصى المسموح باستخدامه
ـ اسكوربيل بالميتات ـ اسكوربيل ستيارات	} ٥٠٠ ملغ/كغ منفرداً او مجتمعاً
ـ ضـروب التوكوفيرول الطبيعي أو الاصطناعي	حسب الخبرة التصنيعية
ـ ثيو ثنائي بروبيونات ثنائي لوريل	٢٠٠ مغ/كغ
ـ جالات البروبيل والاوكتيل والدودسيل	١٠٠ مغ/كغ منفرداً او مجتمعاً
ـ هيدروكسي تولوين (BHT) ـ هيدروكسي انيسول (BHA)	} ٢٠٠ ملغ/كغ منفرداً او مجتمعاً
ـ اي من مشتقات الجالات مع BHT , BHA	} ٢٠٠ ملغ/كغ على ان لا تتجاوز نسبة الجالات ١٠٠ ملغ/كغ

كما يسمح في بعض المواصفات السورية باضافة مساعدات لمضادات الأكسدة منها حمض سيتريك وملحه الصودي حسب الخبرة التصنيعية كما يستعمل خليط من سيترات ايزو بروبيل وسيترا تاحادي الجليسريد وحمض الفوسفور بمعدل ١٠٠ ملغ/كغ منفرداً او مجتمعاً .

يختلف الوضع القانوني لمضادات الأكسدة في دول العالم ولكن غالبيتها تسمح باضافة المواد المضادة للأكسدة الأولية ، وهي BHA , BHT والمشتقات الاسترية لحمض جاليك والتوكوفيرولات وحمض اسكوربيل واملاحه الصودية والبوتاسية و ethoxy quin ، وفي حدود قصوى ٠ر٠١ ٪ اذا كانت مفردة و ٠ر٠٢ ٪ اذا كانت مجتمعة . ويدل الجدول (٨ ـ ٣) على تراكيز مضادات الأكسدة الرئيسة في مختلف أنواع الأغذية في الولايات المتحدة . ونلاحظ انها جميعها تقع مستوياتها في حدود عظمى ٠ر٠٢ ٪ ما عدا اساس العلكة والخميرة الجافة حيث تبلغ الكمية المضافة ٠ر٠١ ٪ .

الجدول (٨ ــ ٣) : حدود الكميات المضافة من مضادات الاكسدة الاولية في الاغذية على اساس جزء بالمليون من الوزن الكلي للمادة الغذائية

الاغذيــة	BHA	BHT	PG	الكمية الكلية
الخلائط الجافة للمشروبات والحلوى	٩٠	—	—	٩٠
حبوب الافطار الجافة	٥٠	٥٠	—	٥٠
مثبتات الاستحلاب للسمن المحضر (الصناعي)	٢٠٠	٢٠٠	—	٢٠٠
الفاكهة السكرية المجففة	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
رقائق البطاطا	٥٠	٥٠	—	٥٠
قطع البطاطا	١٠	١٠	—	١٠
قطع البطاطا الجافة	٥٠	٥٠	—	٥٠
الرز المدعّم	—	٣٣	—	٣٣
النقانق الجافة	٣٠	٣٠	٣٠	٦٠
النقانق الطازجة	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٢٠٠
قاعدة العلكة	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠
الخميرة الجافة	١٠٠٠		—	١٠٠٠

Furia, Vol.2 , pp.51 .

ويضم الجدول (٨ ــ ٤) قائمة بمضادات الاكسدة المسموح باضافتها الى الاغذية من قبل لجنة دستور الأغذية الخاصة بالمواد المضافة والملوثات كما وردت في آخر تقرير لها في نهاية عام ١٩٨٩ . ويلاحظ أن رقم مضاد الأكسدة يأخذ الرقم نفسه الخاص بالمجموعة الاوروبية .

الجدول (٨ ـ ٤) مضادات الأكسدة المعتمدة من قبل لجنة دستور الأغذية الخاصة بالمواد المضافة والملوثات (ALINORM 89/12 A)

الاسم	نظام الترقيم العالمي(١) رقم المجموعة الأوربية
ثنائي اكسيد الكبريت(٢)	٢٢٠
كبريتيت الصوديوم	٢٢١
كبريتيت الصوديوم الحامضية	٢٢٢
ميتا باي سلفيت الصوديوم	٢٢٣
ميتا باي سلفيت البوتاسيوم	٢٢٤
كبريتيت البوتاسيوم	٢٢٥
كبريتيت الكالسيوم	٢٢٦
كبريتيت الكالسيوم الحامضية	٢٢٧
باي سلفيت البوتاسيوم	٢٢٨
بوتيل هيدروكسي انيسول	٣٢٠
بوتيل هيدروكسي تولوين	٣٢١
ليستين (٣)	٣٢٢
انوكسومير	٣٢٣
اثيوز كوين	٣٢٥
لاكتات الصوديوم او البوتاسيوم (٤)	٣٢٥ـ٣٢٦
اوكسي ستيارين	٣٨٧
حمض ثيوثنائي بروبيونيك	٣٨٨
ثنائي ستياريل ثيو ثنائي بروبيونات	٣٩٠
ثنائي لوزيل ثيو ثنائي بروبيونات	٣٨٩
جلوكوز اوكسيداز	١١٠٢
Na_2 — EDTA	٣٨٦
Ca, Na_2 — EDTA	٣٨٥
مزيج ايزو بروبيل سترات	٣٨٤

(١) ـ إعتمد رقم المجموعة الاوربية الذي يتميز في حال إعتماد المادة المضافة بوضع الحرف E قبل الرقم المتسلسل للمادة المضافة ، من قبل لجنة دستور الاغذية الخاصة بالمواد المضافة والملوثات (CCFAC) واصبح يعرف باسم نظام الترقيم العالمي (INS) .

(٢) ـ المواد من الرقم ٢٢٠ ـ ٢٢٨ مواد مضاد للأكسدة وحافظة وميتا باي سلفيت تعمل مادة مزيلة للالوان .

(٣) ـ يعمل الليستين كعامل مستحلب .

(٤) ـ تعمل لاكتات الصوديوم كمضاد أكسدة مآزر بالاضافة الى كونها عامل ترطيب .

المراجـع

1 — Fox, P. F., Mulvihill, D. M., (1982) Enzymes in what, flour and bread. In : Advances in ceral science and technology (ed. pomeranz, y), vol V, pp 107. American Association of Cereai Chemist, stpaul , Minn.

2 — FAO/, Joint FAO/WHO food standard programme, Codex Alimentarius commission, report of the Codex Committee on food Additives and Contamimants No. (Alinorm 89/12 A) ; 1989.

3 — Furia , T. E. (1980). Handbook of food Additives , Vol II . CRC. pp. 13 - 56.

4 — Belitz & Grosch 1987 Food chemistry, Spinger. pp 175 - 181.

5 — Christie, w. w. (1982) Lipid Analysis. 2nd. ed., pergamon.

6 — Simie, M. G. and Karel, M. (eds) (1980) Autoxidation in food end biological system. pleum press.

7 — Braverman (1972) Introduction to the Biochemitry of food. Elsevier.

٨ ـ سمينة ، غياث (١٩٨٦) اصول الكيمياء الحيوية ـ جامعة دمشق ـ دمشق ـ سورية .

الفصل التاسع

الاضافات والعوامل الممسكة للماء
(المرطبة والملينة والماصة للرطوبة)

WATER RETENTION AGENTS

تستعمل العوامل الممسكة للماء منذ ألف سنة كإضافات غذائية ، وهي تساعد على تأمين الثبات خلال فترة الحفظ كما تسمح غالباً بالحصول على أغذية ذات صفات حسية خاصة جداً كالقديد والمربيات وغيرها .

يرتبط الثبات الميكروبي للأغذية بشكل عام بجاهزية الماء للاستخدام . ويعبّر عن هذا المفهوم للجاهزية الفيزيا ـ كيميائية للماء بالنشاط المائي (Aw) أو بالضغط الجزئي النسبي لبخار الماء في حالة التوازن . هناك طرائق مختلفة ومتعددة تسمح بخفض نشاط ماء المواد الغذائية . فمن الممكن إزالة الجزء الجاهز من الماء بوساطة التجفيف ، وبذلك يصبح الغذاء جافاً ويجب أن يضاف اليه الماء قبل استهلاكه وغالباً ما تتخرب بنيته . ويمكن أيضاً تثبيت جزء من الماء على شكل بلورات من الثلج بوساطة عملية التجميد . كما يمكن خفض النشاط المائي عن طريق إشراك طريقة التجفيف الجزئي مع إضافة عوامل خافضة للنشاط المائي كالمواد الذوابة (الأملاح والسكريات) أو المذيبات القابلة للذوبان في الماء . وتقوم هذه المركبات بخفض الكسر الجزيئي fraction molaire للماء وتؤدي الى تفاعلات متبادلة مع الماء بوساطة رابطة شاردية أو هيدروجينية . ويتم المحافظة على ثبات الكثير من الأغذية التقليدية وبعض الأغذية متوسطة الرطوبة بوساطة الطريقة الأخيرة سابقة الذكر .

يهدف استعمال العوامل الخافضة للنشاط المائي في الأغذية الى تحقيق الأهداف الرئيسة التالية :

آ ـ خفض النشاط المائي مما يسمح بتحسين الثبات الميكروبي .

ب ـ المحافظة على محتوى مائي مرتفع ، مما يؤمن أفضل صفات حسية في الأغذية، بخاصة ليونة ولدانة أفضل .

وتبعاً للدور التقاني الرئيسي الذي تقوم به العوامل الخافضة للنشاط المائي، يمكن أيضاً تسميتها عوامل مرطّبة agents humectants أو عوامل ماصة للرطوبة agents hygroscopiques أو عوامل ليونة ولدانة agents plastifiants .

إن كميات العوامل الخافضة للنشاط المائي اللازمة لضبط النشاط المائي في الأغذية غالباً كبيرة ، ومن الضروري أيضاً استعمال عدة عوامل خافضة في الوقت نفسه وكل واحد منها تحت الحد الذوقي المنفّر او المتعارض مع طبيعة الغذاء .

لا تسمح العوامل الخافضة للنشاط المائي دائماً بخفض هذا النشاط بشكل كافٍ لتأمين الثبات الميكروبي للغذاء رغم التبدل الكبير في المميزات الفيزيائية الكيميائية والصفات الحسية لهذا الغذاء . ومن الضروري إذن تنسيق استعمال العوامل الخافضة للنشاط المائي مع إجراءات أخرى كالتحميض acidification ، وإضافة العوامل المضادة للميكروبات أو إضافات نوعية ، والمعاملة الحرارية الخفيفة ، والتبريد والانضاج بمساعدة الميكروبات المنتخبة ، والتغليف في جوٍ مراقب ومضبوط .

إن خفض النشاط المائي مترافقاً مع واحدة او أكثر من الاجراءات السابقة يكون أكثر فعالية في تثبيت الغذاء مما لو أخذ كل إجراء بشكل منفرد (مثلاً ، يلاحظ أن هناك تآزراً بالتأثير بين الاضافات المضادة للميكروبات والعوامل الخافضة للنشاط المائي) .

يتعلق طيف تأثير العوامل الخافضة للنشاط المائي بشكل أساسي بصفات المقاومة لنزع الماء من قبل مختلف الأحياء الدقيقة الملوثة للأغذية . ويعطي الجدول رقم (٩ ــ ١) قيم النشاط المائي المحددة لنمو الأحياء الدقيقة الرئيسة . ويجب الإشارة ، وبسبب خفض النشاط المائي ، الى أن وجود العوامل الخافضة للنشاط المائي يترجم بزيادة المقاومة الحرارية للأحياء الدقيقة ، ومن المفضل نتيجة لذلك إتمام معاملات البسترة بشكل أكثر صرامة في حالة بعض الأغذية متوسطة الرطوبة .

لقد كان استعمال العوامل الخافضة للنشاط المائي ولفترة طويلة محصوراً باستخدام الملح في تقديد اللحوم والأسماك وفي بعض منتجات الحليب كالزبدة والجبن، أو باستخدام السكريات في صناعة أشكال مختلفة من المربيات والسكاكر . واستعملت حديثاً متعددات الهيدروكسيل كالجليسيرول والسوربيتول والبروبيلين جليكول في خفض النشاط المائي في صناعة الحلويات صناعياً وفي الأغذية المخصصة للحيوانات المنزلية . كما أقترح استعمال الأحماض الأمينية ونواتج حلمأة البروتينات والأحماض او الأسس العضوية أو املاحها ومختلف السكريات الأحادية والثنائية والثلاثية ذات الطعم خفيف الحلاوة .

جدول رقم ٩ ـ ١ : النشاط المائي الأدنى التقريبي المطلوب لنمو بعض الأحياء الدقيقة

الاحيـاء الدقيقة	النشاط المـائي الادنى المطلوب	الاحيـاء الدقيقة	النشاط المـائي الادنى المطلوب
البكتريـا (معظم الانواع)	نحـو ٠ر٩٠	خمائر محبة للضغط الاسموزي	٠ر٦٠ ـ فاكثر
clostridie	٠ر٩٣ ـ ٠ر٩٧	الفطور (معظم الانواع)	نحـو ٠ر٨٠
E. coli	٠ر٩٦	Alternaria	٠ر٨٣
Pseudomonas	٠ر٩٦	Aspergillus flavus	٠ر٧٨
Lactobacilli	٠ر٩٠ ـ ٠ر٩٥	الانواع الاخرى من الاسبرجيليس	٠ر٧٠ ـ ٠ر٨٧
Salmonella	٠ر٩٤	Mucor	٠ر٩٣
Staphylococcus	٠ر٨٦ ـ ٠ر٨٩	Penicillium	٠ر٨٠ ـ ٠ر٩٥
بكتريـا محبة للملوحة	٠ر٧٥ ـ فاكثر	Rhizopus	٠ر٩٣ ـ ٠ر٩٦
خمائر (معظم الانواع)	نحـو ٠ر٨٨	Xeromyces والفطور الاخرى	٠ر٦٠ ـ فاكثر
Saccharomyces cerevisiae	٠ر٩٢ ـ ٠ر٩٥	Xérophiles المحبة للجفاف	

لا يوجد بالحقيقة إلا عـدد محدود من العوامل او الاضافات الخافضة للنشاط المـائي التي تكون غير سامة وقليلة التكلفة وفعالة وبدون تأثيرات سـيئة في الصفات الحسية والخواص الفيزيائية الكيميائية للأغذية في الوقت نفسه . وتعد مسألة اختيار العوامل الخافضة للنشاط المائي حالياً في مركز العوائق المانعة لإنجاز تصنيع اغذيـة جديدة متوسطة الرطوبة ولتحسين التركيبات وعمليات تصنيع الأغذية الأكثر تقليدية.

اولاً ـ المجموعات الرئيسة للعوامل المسكة للماء ، مميزاتها وفعاليتها :

Principaux groupes d'agents de la retention de l'eau caractéristiques et efficacité

لا تنتمي العوامل المسكة للماء الى أي عائلة كيميائية خاصة .

تتعلق فعالية هذه العوامل بتأثيرها في الكسر الجزيئي الغرامي fraction molaire

وفي بنية ماء الغذاء ، وبناءً على ذلك يمكن استعمال جميع المواد المنحلة شديدة الذوبان أو المذيبات العضوية القابلة للمزج في الماء ذات الوزن الجزيئي masse molaire الضعيف كعوامل خافضة للنشاط المائي . ويجب مع ذلك أن تكون عديمة السمية ومتلائمة مع الصفات الفيزيائية الكيميائية (pH ، بنية ... الخ) والحسية (غياب النكهة غير المقبولة) للغذاء .

هناك خواص أخرى يجب وضعها في الحسبان كالكلفة المعتدلة والتأثير الموقف لنمو الأحياء الدقيقة أو القاتل لها ، والحالة السائلة في درجة الحرارة العادية (لتأمين لدونة إضافية للغذاء) ، والقيمة التغذوية الجيدة .

ويُبرز الجدول رقم ٩ ــ ٢ جميع المركبات المعتمدة وغير المعتمدة التي يمكن استعمالها كعوامل خافضة للنشاط المائي وكذلك أدوارها واستعمالاتها الرئيسة في تصنيع الأغذية . ويشير الجدول الى وضع هذه المركبات في التشريعات والقوانين الحالية ، ويجب الرجوع الى التشريع المطبق للحصول على معلومات دقيقة .

أما الجدول رقم (٩ ــ ٣) فيعطي العوامل الخافضة للنشاط المائي المستعملة في بعض مجموعات الأغذية وقيم النشاط المائي (Aw) المقابلة .

جدول رقم ٩ ــ ٢ : العوامل الخافضة للنشاط المائي الرئيسية، المعتمدة وغير المعتمدة واستعمالاتها وادوارها الرئيسيـة في التصنيع الغذائي .

قائمة بالمركبات الرئيسة	خافض للنشاط المائي	مرطب	مليّن	مبطيء بلورة	عامل مسهّل لإعادة الإماهة	مبطيء لانتقالات الماء	بديل للسكاروز	مضاد للميكروبات	ادوار اخرى (١)	الوضع القانوني (٢)
الاملاح المعدنيـة										
Na cl , K Cl , Ca Cl,	+	+	(+)		(+)				+	I/A
فوسفات ، بولي فوسفات	+	(+)							+	A
بعض الكربونات والكبريتات	+	+							+	A/AN
أمـلاح مصل الحليب	+	+	(+)							I/AN
الاحماض العضوية										
الاحماض الغذائية وأملاحها	+	+	(+)	(+)				(+)	+	A
حمض الاسكوربيك	+	(+)							+	A
احاديات وثنائيات وقليلات السكر										
البنتوزات	+	+	+							I/AN
الهيكسوزات (جليكوز، فركتوز)	+	+	+	+			+			I/A
مانـوز ، جالاكتوز ومماكبات أخـرى	+	+	+							AN

تابع الجدول رقم ٩ ـ ٢

سكريات ثنائية (سكاروز ، لاكتوز ، مالتوز ... الخ)	+	+	+					(+)			I/A
قليلات السكر المختلفة	+	+	+					(+)			
مشتقات السكريات (كالمشتقات الفوسفاتية)	+	(+)									AN
المنتجات الطبيعيةاو الصناعية											
السكر المنقلب ، العسل ، شراب الفركتوز والجليكوز	+	+	+	+				(+)			I
شراب منقوع الدرة (يحتوي ايضا على احماض امينية وحمض اللبن)	+	+	+	+							
ديكسترينات متنوعة ، بولي جليكوز ، رشاحات حلماة البكتين والسيليلوز والصمغ النباتي .	+	+	(+)	(+)				+			AN
الكحولات ومتعددات الهيدروكسيل											
الايتانول	+	+							+		I
السوربيتول	+	+	+	+	+			+			A

تابع الجدول رقم ٩ ـ ٢

مانيتول ، كزيليتول	+	+	(+)				+				A/AN
جليسيرول	+	+	+	+	+		+	(+)			A
١ ـ ٢ بروبان ديول ، ١ ـ ٢ بيتان ديول (بروبيلين جليكول)	+	+	+				+	+			AN
بولي اتيلين جليكول (كتلة جزيئية : ٤٠٠ ، ٦٠٠ ، ١٥٠٠ ، ... الخ)	+	+			+						AN
البروتينات ومشتقاتها											
الاحماض الامينية واملاحها	+	+	(+)							+	A/AN
قليلات الببتيد	+	(+)								+	I/A
رشاحات حلماة البروتينات	+	+	(+)							+	I/A
بروتينات محولة كيميائيا	+	(+)									AN
الليبيدات ومشتقاتها											
الاحماض الدهنية ، احاديات وثنائيات الجليسريد	+	(+)	+	+	+					+	A
فوسفو ليبيدات	+	(+)	(+)	+	+					+	A/AN

تابع الجدول رقم ٩ – ٢

استرات السكاروز ، ستياديل لاكتات وعوامل الاستحلاب المستحلبات	+ +	(+) (+)	+ +		(+)	+		+ +	+	A I

(ا) ـ الادوار الاخرى : محمضات أو مخلبيات ، عوامل استحلاب ، مضادات اكسدة ، محليات ، منكهات ، مفديات ... الخ .

(٢) الوضع القانوني الحالي (ماخوذا كمثال) :

A : مادة مضافة مسموحة ضمن بعض الشروط وفي بعض مجموعات الاغذية .

AN : مادة مضافة غير مسموحة ، مقبولة احيانا في بعض الاغذية المبيعة في الصيدليات

I : احد مكونات المادة الغذائية .

(+) : صفة ثانوية او قليلة الملاحظة .

جدول رقم ٩ ــ ٣ : العوامل الرئيسة الخافضة للنشاط المائي المستعملة في بعض الاغذية ، والنشاط المائي التقريبي لهـا

النشاط المائي (Aw)	الأغذيـــــــة	محلول من ملح الطعام او من السكاروز (وزن / وزن)
٩٨ر٠ ــ ٩٤ر٠	انواع مختلفة من الاجبان (د ، هـ) (اجبـان مصنعة ، ايمينتال ، زرقاء ...) حليب مركز (ب) ، عجائن من اللحـوم (د ، ز) ، مركز البندورة	٢ ــ ٩ ٪ (Na Cl) ١٥ ــ ٤٩ ٪ (سكاروز)
٩٤ر٠ ــ ٩٠ر٠	مسحوق الفاكهة المطبوخة (آ) ، جبنة الروكفور (د ، هـ) ، الخبز ، خوخ نصف مجفف (آ) ، عصير الفواكه المركزة (آ ، ب ، جـ) ، عجائن الحلويـات (آ ، د) ، النقـانق (د ، هـ ، و) .	٩ ــ ١٤ ٪ (Na Cl) ٤٩ ــ ٥٩ ٪ (سكاروز)
٩٠ر٠ ــ ٨٦ر٠	قشدة الكستناء (آ) ، سلامي (د ، و) ، اجبان جافة (د ، هـ) ، عجائن حلويات (آ ، د) مربيـات (آ ، ب) ، زبدة نصف مملحة (د) ، زيتون (د ، و) .	١٤ ــ ١٨ر٥ ٪ (Na Cl) ٥٩ ــ ٦٨ ٪ (سكاروز ، محلولاً مشبعاً)
٨٦ر٠ ــ ٨٢ر٠	حليب مركز محلى (آ ، ب) ، حلويات محفوظة لفترة طويـلة (آ ، ب) ، مربيات (آ ، ب)	١٨ر٥ ــ ٢١ر٥ ٪ (Na Cl)

٨٢ر٠ ــ ٧٤ر٠	عجينة سمك الـ anchois (د ، هـ) ، انواع مختلفة من البسكويت (آ) ، اسماك جافة ومملحة (د ، هـ ، ز)	٥ر٢١ ــ ٥ر٢٦ ٪ (Nacl ، محلولاً مشبعاً)
٧٤ر٠ ــ ٦٦ر٠	جبنة بارم (جبنة جافة حريفة) (د ، هـ) ، مادلين (حلوى خفيفة) (آ ، ب) ، حبوب ، بذور البقوليات ، الطحين ، نقانق جافة (د ، هـ ، و) ، شراب الجليكوز (ب) ، عجائن الفواكه (آ ، ب) .	
٦٦ر٠ ــ ٥٨ر٠	عسل (ب ، آ) ، عجائن الفواكه (آ ، ب) ، الفواكه الجففة (آ ، ب) ، المعجنات الفذائية ، السكاكر (آ ، ب) .	
٥٨ر٠ ــ ٥٠ر٠	السكاكر (آ ، ب) ، الشوكولا (آ) .	

العوامل الرئيسة : سكاروز (آ) ، سكريات اخرى (ب) ، Na Cl (د) احماض امينية (هـ) ، احماض غذائية (و) ، انواع اخرى (ز) .

١ ـ الاملاح المعدنيـة :

يستعمل كلور الصوديوم كعامل خافض للنشاط المائي منذ العصور القديمة. كتلته الجزيئية ضعيفة (٥٨ر٤٤) وهو قابل للذوبان ومن هنا تأتي فعاليته شديدة الاهمية . وينخفض النشاط المائي في محلول مشبع بكلور الصوديوم الى ٧٥ر٠ ولذلك فإن ملح الطعام بمفرده لا يمكن أن يحمي الغذاء من مهاجمة جميع الأحياء الدقيقة له . ويبين الجدول رقم (٩ ـ ٤) قيم النشاط المائي لمحاليل ملحية متنوعة وبتركيزات مختلفة .

جدول رقم ٩ ـ ٤ : النشاط المائي في درجة حرارة ٢٥°م والتراكيز التقريبية لبعض المحاليل الملحية

Aw	التركيز (جراماً من المادة المذابة في ١٠٠ غ من المحلول)		
	Na Cl	K Cl	$CaCl_2$
٠ر٩٩	١ر٧	—	٢ر٣
٠ر٩٥	٨ر١	١٠	٩ر٣
٠ر٩٠	٢ر١٤	١٧	١٥
٠ر٨٥	١ر١٩	٨ر٢٥ (محلول مشبع)	١ر١٩
٠ر٨٠	١ر٢٣		٣ر٢٢
٠ر٧٥	٥ر٢٦ (محلول مشبع)		٤ر٢٧

لم توضع لاستعمال كلور الصوديوم حدود في التشريعات والقوانين . وهناك درجتا تمليح يمكن تمييزهما ، وهما :

ـ إضافة الملح بنسبة ٧ر٠ الى ٥ ٪ (نسبة لماء الغذاء) ، ويمكن استهلاك هذا الغذاء كما هو ، حيث يملك الملح هنا قيمة رافعة للنكهة ، ولكن يجب إدخال طريقة اخرى للحفظ لتأمين الثبات الميكروبي .

ـ إضافة الملح بنسبة ١٥ الى ٢٥ ٪ (نسبةً لماء الغذاء) ، ولكي يكون الغذاء قابلاً للاستهلاك فإنه يجب إزالة التمليح (غالباً بالماء الجاري) ، والغذاء هنا ليس بمنأى عن الفساد بوساطة الأحياء الدقيقة المحبة للملوحة .

يمكن استعمال كلور الصوديوم للمحافظة على ثبات الكثير من الأغذية كالزبدة والمارجرين (٢ الى ١٣ ٪ من الملح نسبةً للطور المائي) ، والأجبان (٥ ٪) ، والبيض الكامل المركز (٥ الى ٨٪) ، واللحوم (١ الى ٥٪) ، والأسماك (٧ر. الى ٣ ٪ أو ٢٠ الى ٢٤ ٪ للأسماك المملحة المجففة) وأخيراً الخضار المحفوظة ضمن محاليل ملحية حاوية على ١٥ الى ٢٥ ٪ من الملح .

يستعمل كلور البوتاسيوم وكلور الكالسيوم وأملاح معدنية اخرى ايضاً عند اللزوم كبديل جزئي أو كلي لكلور الصوديوم . ومع ذلك فهي ليست بأهمية ملح الطعام واستعمالها محدود نظراً لنكهاتها الممكن الشعور بها .

وبعيداً عن تأثيرها المباشر في النشاط المائي ، فإن الأملاح المعدنية تملك تأثيراً في البروتينات كالدور الذي تلعبه في طراوة tendreté اللحوم ، وتأثيراً مثبطاً لبعض الأنشطة الانزيمية . ويلاحظ أن الأملاح المعدنية المضافة تحمل معها آثاراً من المعادن الثقيلة المحفزة لأكسدة الليبيدات .

٢ ـ الأحماض العضوية وأملاحها :

إن دور الأحماض العضوية « الغذائية » وأملاحها في حفظ الأغذية مرتبط قبل كل شيء بانخفاض الـ pH . ويمكن ان تساعد على الثبات الميكروبي للغذاء عندما يصل تركيزها فيه الى ٥ر. ـ ٣ ٪ . ويلاحظ هذا التأثير الخافض للنشاط المائي بشكل واضح في تركيز وزني متساوٍ ، فالأحماض العضوية الغذائية وأملاحها تكون فعالة بقدر الجليسيرول على الأقل (جدول رقم ٧) . وتحد النكهة الحامضية التي تملكها وتأثيرها في pH الغذاء من استخدامها .

٣ ـ حمض الخل وأملاحه :

تساوي الكتلة الجزيئية الغرامية لحمض الخل ٠٥ر٦٠ غ ، وهو قابل للانحلال في الماء بمختلف النسب . ويستعمل بتراكيز مرتفعة في لحم السمك المنقوع في محلول ملحي ممزوج بالخل والزيت والتوابل ، وكذلك في الخضار بالخل وفي المايونيز وصلصات السلطة ومختلف المستحلبات . وتتضمن محاليل حمض الخل في اغلب

الاحيان الملح والسكر أو أحدهما . وتعد التأثيرات المترافقة للتحميض وللتأثير المضاد للميكروبات الذي يملكه حمض الخل والخفض المحتمل للنشاط المائي غير كافية غالباً لحماية الاغذية من مهاجمة الاحياء الدقيقة . ويتطلب ذلك إجراء معاملات متممة اضافية كالبسترة والتبريد . ويستخدم حمض الخل أو املاحه بتراكيز تصل الى ٣٪ كعامل خافض للنشاط المائي في الاغذية متوسطة الرطوبة وبعض الأغذية الاخرى.

ب ـ حمض اللبن :

هو سائل لزج غير طيار ، كتلته الجزيئية تساوي ٩٠٫٠٨ غ ، ولاكتات الصوديوم ١١٢٫٠٧ . وتعد لاكتات الصوديوم من افضل العوامل الخافضة للنشاط المائي وهي فعالة كملح الطعام . يوجد حمض اللبن بشكل طبيعي في كل الاغذية التي خضعت للتخمير (الأجبان ، النقانق الجافة ، شرائح اللحم ، الخيار ، الزيتون الأخضر) ويوجه هذا التخمر اللبني عن طريق كمية ملح الطعام الموجودة في المادة الغذائية . ويسمح وجود حمض اللبن بنسبة تصل الى ٢ ٪ (تأثير في الـ pH وفي النشاط المائي) والملح وتعاقب الفلورا الميكروبية والتجفيف الجزئي أو البسترة بالحصول على غذاء ثابت . ويمكن اضافة حمض اللبن أو لاكتات الصوديوم مباشرة للغذاء ، وهذا ما يمكن اجراؤه اثناء تحضير الزيتون الأسود والجبنة المطبوخة متوسطة الرطوبة.

ج ـ حمض الليمون وحمض الطرطريك ، واملاحهما :

يمتلك حمض الليمون كتلة جزيئية مقدارها ١٩٢٫١ وحمض الطرطريك ١٥٠٫١ ويستعمل هذان الحمضان واملاحهما كمحمضات أو عوامل استحلاب أو عوامل مخلبية أو لصفاتها العطرية . ويمكن أن تساعد على ضبط النشاط المائي في بعض الأغذية كالمربيات والهلام وعجائن الفواكه والأغذية متوسطة الرطوبة (كالمربيات والهلام المخصصة للمصابين بمرض السكري) . وتسمح اضافتها لمنتجات السكاكر بإبطاء عملية بلورة السكاروز .

٣ ـ احاديات وثنائيات وقليلات السكر mono, di et oligosaccharides :

من الضروري التمييز بين فئتين من السكريات والمشتقات الموجودة في الجدول رقم (٩ ـ ٢) . الفئة الاولى هي فئة المركبات معتمدة الاستعمال كالسكاروز والجليكوز وشراب الجليكوز .. الخ ، وهي بشكل عام معتدلة السعر وغير سامة . وتعد في القوانين والتشريعات احدى المكونات الغذائية . وفعاليتها كعوامل خافضة للنشاط المائي متوسطة وهي اقل بقليل من متعددات الهيدروكسيل polyols (جدول رقم (٩ ـ ٥) إلا انه من الممكن استعمالها بكميات كبيرة في الاغذية ذات الطعم الحلو .

جدول رقم ٩ ـ ٥ : نشاط المـاء في درجـة حرارة ٢٥°م بتراكيز متنوعة من السكريات ومتعددات الهيدروكسيل

التركيز (غ مادة ذوابة / ١٠٠ غ من المحلول)									
Aw	سكاروز	جليكوز	فركتوز	ألجلكوز الجليسيرات	إكتيول	مالتوز	سوربيتول	جليسيرول	بولي اتيلين جليكول ٤٠٠
٠٫٩٩٠	١٠	٩	٩		١٤٫٥ (أ)			٧	١٣
٠٫٩٥٠	٤٤	٣١	٣٣	٥٣		٤٩ (ب)	٣٣	٢٠	٤٠
٠٫٩٠٠	٥٩	٤٨ (أ)	٤٧	٦٤			٤٧	٣٥	٥٣
٠٫٨٥٠	٦٨ (أ)	٥٨ (ب)	٥٨				٥٥	٤٥	٥٩
٠٫٨٠٠	٧٠ (ب)	٦٥ (ب)	٦٤	٧٧			٦٥	٥٣	٦٢٫٥
٠٫٧٠٠							٧٠	٦٤	

(أ) محلول مشبع (ب) محلول فوق مشبع

وتختلف خواصها في حجز المـاء تبعاً لشكل تواجدها في الغـذاء سـواءً في الحالـة اللامتبلورة amorphe أو في الحالـة المتبلورة (الشكل اللامتبلور أكثـر قدرة عـلى امتصاص الرطوبة والاحتفاظ بهـا من الشكل اللامائي المتبلور) . وتهـدد الخواص الارجاعية لمعظمها بحـدوث تفاعلات الاسمرار اللا انزيمي غير المرغوبة عـلى المستوى التغذوي وحتى الحسي . الفئـة الثانية ، هي السكريات والمشتقات غـير المعتمدة كاللاكتيلوز والبـولي جليكوز ورشاحات حلمـأة البكتينات ... الـخ والتي يقترح

استخدامها نظراً لضعف قدرتها على التحلية او لفعاليتها القوية المتوقعة . ولا توجد غالباً دراسات عن فعالية هذه المركبات وسميتها .

آ ـ السكريات المعتمدة :

يعطي الجدول رقم ٩ ـ ٥ قيم النشاط المائي لمحاليل متنوعة من السكريات وبعض متعددات الهيدروكسيل في تراكيز مختلفة .

ـ السكاروز :

يستعمل السكاروز كعامل خافض للنشاط المائي ، إما بمفرده او بوجود عوامل اخرى مضادة للميكروبات وذلك في قطاعات كاملة من التصنيع الغذائي (صناعة الفواكه ، صناعة السكاكر... الخ) . ويملك السكاروز كتلة جزيئية مقدارها ٣ر٣٤٢ وتقدر ذوبانيته بـ ٢٠٤ غ/١٠٠ غ ماء في درجة حرارة ٢٠°م (٤٨٧ غ/١٠٠ غ ماء في ١٠٠°م) .

ولانه احد المكونات الرئيسة في الكثير من الاغذية ، فإنه يمكن استعماله دون اي قيود تشريعية باستثناء ما يخص الأغذية التي اساس صناعتها الفواكه ، وذلك لأسباب نوعية وكذلك أغذية الحمية المخصصة للبدينين أو المصابين بمرض السكر .

لا يملك السكاروز أي تأثير مباشر مضاد للميكروبات ، وتأثيره في تثبيط نمو الأحياء الدقيقة يكون متعلقاً فقط بخفض النشاط المائي . وتتسامح بعض الأحياء الدقيقة بشكل كبير مع التراكيز المرتفعة من السكاروز وهي تؤدي الى الكثير من المشكلات في الصناعات التي تستخدم السكر وهي غالباً إما فطور كالنوع Aspergillus glaucus أو خمائر متسامحة مع الضغط الاسموزي العالي كال (Torulopsis او المحبة له كال Saccharomyces rouxii .

يستعمل السكاروز جافاً او على شكل شراب قبل كل شيء في الأغذية التي اساسها الفواكه (جدول رقم ٩ ـ ٣) . وتتميّز عدة طرائق لإضافة السكر كالخليط المباشر مع الفواكه يتبعها عملية التركيز ، أو الغمر في شرابات مركزة ، او ببساطة إضافة السكر .

يركز في الطريقة الاولى (مربيات ، مرملاد ، هلام ، محضرات الحشوة أو التغطية « التلبيس » ، عجائن الفواكه ، الأغذية متوسطة الرطوبة) خليط الفواكه والسكر بالاضافة للأحماض والبكتينات وغيرها بوساطة التبخير . وتسمح هذه المعاملة

بانقلاب ٣٠ الى ٤٠ ٪ من السكر . ويتراوح النشاط المائي في النهاية بين ٦٥ر. و ٨٠ر. في عجائن الفواكه ، وبين ٨٢ر. و ٩٢ر. في المربيات وذلك بوجود نسبة سكر نهائية تتراوح بين ٥٠ و ٧٤ ٪ . وتؤمن المعاملة ايضاً البسترة الضرورية للمحافظة على الثبات الميكروبي (بخاصة الفطور) .

تترافق في طريقة الغمر (الفواكه وقشورها المحفوظة في السكر) اضافة السكر بنزع الماء بوساطة النضح osmose ويمكن أن يصل المحتوى النهائي من السكر الى ٦٨ ٪ (أو أكثر بوجود سكر منقلب) . تمارس الاضافة المباشرة للسكر أو شرابه الى شرابات الفواكه (حتى ٧٠ ٪ من السكر) ، والى المشروبات المركزة التي أساسها الفواكه (نحو ٥٠ ٪ من السكر) .

يعد السكر ايضاً العامل الرئيس لخفض النشاط المائي في صناعة الحلويات (الحلويات الرطبة ، الحلويات المعدة للحفظ لفترة طويلة) وفي صناعة البسكويت (محتوى من السكر بين ٢٠ الى ٥٠ ٪ ونشاط مائي من ٧٣ر. الى ٩٢ر.) وكذلك في منتجات صناعة السكاكر كالملبس والنوكا والشوكولا (تصل نسبة السكريات الكلية الى ٧٨ ٪ والنشاط المائي يتراوح بين ٥٥ر. و ٧٥ر.) .

أخيراً ، يساعد السكر على خفض النشاط المائي للكثير من الاغذية الجديدة متوسطة الرطوبة كالبيض المركز الكامل وبعض اغذية الحمية واغذية الجهد والعجائن الطرية المخصصة للنشر على سطح الخبز أو الكعك .

ـ السكريات الأخرى المعتمدة :

يمكن تصنيف فعالية السكريات (مقارنة مبنية على أساس وزني) وفقاً للتسلسل المتناقص التالي :

فركتوز > جليكوز ≥ سكاروز > لاكتوز ومالتوز ≥ شرابات الجليكوز > بعض الديكسترينات .

تستعمل هذه السكريات إما لان قدرتها على التحلية اضعف من تلك التي يملكها السكاروز أو لأنها تسمح بخفض سرعة تبلور السكاروز وتزيد من انحلالية السكريات في المحلول (مثال على ذلك السكاروز المنقلب ، بفضل الانحلالية المرتفعة للفركتوز وصعوبة تبلور الجليكوز) .

ولهذا يستعمل السكاروز المنقلب وكذلك الجليكوز والعسل وشرابات الجليكوز

في الكثير من منتجات صناعة السكاكر لانها تسمح بالحصول على محاليل سكاروز اكثر تركيزاً وفوق مشبعة وثابتة . وتستخدم هذه السكريات نفسها أيضاً في منتجات الحلويات والبسكويت نظراً لخواصها كعوامل ترطيب (كالعسل في الخبز الحاوي على البهارات) . ويمكن الاستفادة من ضعف قدرة اللاكتوز وشرابات الجليكوز على التحلية في تركيب الاغذية متوسطة الرطوبة ذات الطعم المالح .

تعد الخواص المرجعة لهذه المركبات (خطر حدوث الاسمرار اللا انزيمي) وضعف الانحلالية عند اللاكتوز واللزوجة العالية لشرابات الجليكوز من أهم السلبيات التي تحد من استعمالاتها .

ب ـ السكريات غير المتمثلة :

لا يوجد إلا القليل من الدراسات حول هذه المركبات . فاللاكتيلوز lactulose الذي يملك الكتلة الجزيئية نفسها التي يملكها السكاروز ولكن قدرته على التحلية اقل بمرتين منه ، له قدرة جيدة على خفض النشاط المائي . ولقد تم التفكير باستعمال متعددات الجليكوز الناتجة عن البلمرة الحرارية للجليكوز ، والرشاحات المختلفة للتحلل المائي للسيليلوز ، والبكتينات أو الصمغ السائل من النباتات كعوامل خافضة للنشاط المائي . وتمتلك هذه المركبات قدرة ضعيفة على التحلية ، وقيمتها الحرورية منخفضة ولا يحتمل أن تكون مسببة للسرطان .

٤ ـ الكحولات ومتعددات الهيدروكسيل :

تعد الكحولات ومتعددات الهيدروكسيل من العوامل الخافضة للنشاط المائي الفعالة جداً . وهي تغير من طعم الغذاء ونكهته بتراكيز ضعيفة .

يتواجد معظمها طبيعياً بشكل حر أو متداخل مع الاغذية . ويسمح بإضافة الايتانول لمجموعة خاصة من الأغذية تسمى الأغذية الكحولية . كما يسمح بإضافة السوربيتول والجليسيرول لبعض منتجات صناعة السكاكر والحلويات أو لبعض أغذية الحمية . ويقبل بإضافة المانيتول في صناعة « الفلكة » .

يلاحظ بشكل عام التسلسل التالي للفعالية (مقارنة مبنية على اساس وزني) :

جليسيرول ≤ ١ ـ ٢ بروبيلين جليكول ، ١ ـ ٣ بيتيلين جليكول ، ايريترول < بولي ايتيلين جليكول ٤٠٠ < سوربيتول وكزيليتول ≤ سكاروز < مانيتول .

آ ـ الايتانـول :

يملك الايتانول كتلة جزيئية مقدارها ٤٦ر٠٧ وهو مذيب عضوي قابل للانحلال في المـاء بكل النسـب . ويعود التأثير المضاد للميكروبات لهـذا الكحول بتراكيز تتراوح بين ٣ الى ٢٠ ٪ بشكل أساسي الى خفض النشاط المـائي . ويمكن استعمال الايتانول في صناعة الفواكه بالكحول . ويكون التركيز النهائي للايتانول في هذه الحالة بحـدود ٢٠ ٪ (وزناً/وزن) وهو يسمح مـع السكر المضاف بخفض النشاط المـائي بشكل يكفي لتأمين الثبات الميكروبي للغذاء .

ب ـ السوربيتول ، الجليسيرول ، مانيتول ، كزيليتول ، بروبيلين جليكول :

إن القيمة الحرورية لهذه المركبات مماثلة تقريباً لتلك التي تملكهـا السكريات (نحو ١٧ كيلو جول/غ) باستثناء القيمة الحرورية للمانتول التي هي أقـل بمرتين . ويعتقد ان السوربيتول والجليسيرول والكزيليتول اقـل تسبباً لنخر الأسـنان من السكريـات . ويبين الجـدول رقـم ٩ ـ ٦ بعضـاً من خـواص هـذه المتعـددات الهيدروكسيل .

جدول رقم ٩ ـ ٦ : خواص بعض متعددات الهيدركسيل

الخواص	جليسيرول	سوربيتول	مانيتول	كزيليتول	١ ـ ٢بروبيلين جليكول
الكتـلة الجزيئيـة	٩٢	١٨٢	١٨٢	١٥٢	٧٦
الكثافة في ٢٥م	١ر٢٦	١ر٤٩	١ر٤٩		١ر٠٣٦
اللزوجـة (بواز في درجة حرارة ٢٥م)	١٠	صلب	صلب		مر٠
اللزوجـة لمحـلول مـائي بتركيز ٧٠ ٪ (وزن/وزن) في درجـة حـرارة ٢٥م	٢ر٠	١ر٢	محلول مشبع		١ر٠
الانحلالية في المـاء ٪ (وزن/وزن في درجة حرارة ٢٥م)	شديد الانحلال	٧١ ٪	٢٢ ٪	شديد الانحلال	شديد الانحلال
المقاومة للحرارة العالية	ثابت وطيار	ثابت حلو بارد « fraîche »	ثابت	ثابت	ثابت وطيار
الطعـم	مر وحلو		حـلو	حـلو	مـر

يعد كلٍ من الجليسيرول والسوربيتول والبروبيلين جليكول من افضل العوامل الخافضة للنشاط المائي ، وبالاضافة لتأثيرها في النشاط المائي فإن لها تأثيراً هاماً في البنية (تأثير مليّن يقود للشعور بالنعومة والطراوة وبالعذوبة المتزايدة) . وهي أيضاً من أفضل العوامل المؤخرة والمغيّرة لبلورة السكريات . ويستعمل الجليسيرول وبخاصة السوربيتول (نكهة مستحبة بشكل أكبر) بتراكيز تصل الى ٥ ٪ (وزناً/وزناً) في بعض منتجات صناعة السكاكر ، وصناعة الحلويات والبسكويت ، وفي بعض اغذية الحيوانات المنزلية ، وفي معظم الأغذية متوسطة الرطوبة . ولا يستعمل البروبيلين جليكول (غير مسموح باستخدامه وذو طعم مر) إلا قليلاً في بعض التركيبات التجريبية.

يجب الاشارة ايضاً الى ان خواص الجليسيرول والبروبيلين جليكول المذيبة (محلات عضوية) يمكن الاستفادة منها في حجز المواد المنكهة في بعض المركزات المطرية او خلال المعاملات الحرارية كالشوي . ويمكن لهذه المركبات متعددة الهيدروكسيل المضافة للأغذية قبل نزع الماء او التجفيف أن تسهّل إعادة إماهتها لاحقاً ، لكونها تؤمن حماية حرارية وارثشاحية نسبية للبروتينات وللتركيبات الخلوية . ويحد من استخدام هذين المركبين طعمها المر .

يملك السوربيتول والمانيتول ، عندما يستخدمان بتراكيز مرتفعة طعماً سكرياً خفيفاً وعذباً (شعور ببرودة السوربيتول المرتبط بحرارة الانحلال السالبة) ، مما يجعلهما مفيدين في تركيب المحضرات الخاصة بالحمية (بدون سكر) . ويمكن للسوربيتول أن يشكل نحو ٩٥ ٪ من المستخلص الجاف لبعض منتجات السكاكر الخاصة بمرضى السكر . ويصلح المانيتول ، الأقل قدرة على امتصاص الرطوبة وحفظها من أجل صناعة العلكة .

٥ ـ البروتينات ومشتقاتها :

استعملت الأحماض الأمينية ورشاحات حلماة البروتينات منذ زمنٍ لأهداف تغذوية او كمواد داعمة للطعم والنكهة . ولم تستعمل إلا حديثاً لخفض النشاط المائي في الأغذية . وتعد الأحماض الامينية وأملاحها وكذلك رشاحة حلماة البروتينات ، بنسبة حلماة عالية ، ذات تأثير مماثل للجليسيرول في خفض النشاط المائي (جدول رقم ٩ ـ ٧ و ٨) . ويمكن أن تتعلق فعاليتها النسبية مع ذلك بالكثير من العوامل وبخاصة الـ pH .

آ ـ الاحماض الامينية واملاحها :

يعد كل من البرولين proline (كتلة جزيئية ١١٥ر١) والاحماض الامينية

القطبيـــة ، بخاصة الجليسين glycine (ك.ج ار٧٥) والتريـونين thréonine (ك . ج ار١١٩) والسيرين sérine (ك . ج ار١٠٥) والليزين (ك . ج ٢ر١٤٦) والآرجينين (ك . ج ٢ر١٧٤) ، ذوابـة نسبياً في المـاء ، وكذلك امـلاح الصوديـوم والبوتاسيوم لحمضي الآسبارتيك والجلوتاميك. وبذلك تكون قابلة للاستعمال بسهولة وبتراكيز تصل الى ٥ ٪ (وزن / وزن) في تحضير الأغذية متوسطة الرطوبة وبخاصة في الاغذية متوسطة الرطوبة وبخاصة في الأغذية ذات الطعم المالح . ويجب مـع ذلك أن يوضع في الحسبان احتمال إعطاء الطعم المر كما هي في حالة الآرجينين والتكلفـة الباهظة لبعض الاحماض الأمينية . كما يجب الانتباه الى أن الاستهلاك الزائد لبعض منها يمكن أن يسبب اختلال التوازن التغذوي .

تملك الاحماض الأمينية غير القطبية (ڤالـين valine ، ليســين leucine ، ميثيونين méthionine ، إيزوليسين isoleucine ... الـخ) خواص جيـدة في امتصاص المـاء إلا أن استعمالها ضعيف بسبب قلة انحلاليتها .

ب ـ البروتينات ورشاحات حلماتها :

تمتلك بعض البروتينات، بتراكيز وزنية متساوية ، تأثيراً خافضاً للنشاط المائي قريباً من ذلك الذي يملكه السكاروز ، وذلك رغم كتلتها الجزيئية المرتفعة . وترتبط هذه الخاصية بوجود مجموعات قطبية وغير قطبية قادرة على زيادة درجة تنظيم الماء .

ويتعلق التأثير الخافض للنشاط المائي للرشاحات البروتينية الناتجة عن الحلماة الأنزيمية بطبيعة البروتين وبنسبة الحلماة . وتمتلك الرشاحات الناتجـة عن الحلماة الضعيفة (٥ الى ٢٠ ٪ من الاحماض الأمينية الحرة) فعالية مماثلة لتلك التي يملكها السكاروز . بينما تمتلك الرشاحات الناتجة عن الحلماة الانزيمية الأكثـر تقدماً (٧٠ الى ٩٠ ٪ من الأحماض الأمينية الحرة) تأثيراً خافضاً للنشاط المائي اكثر وضوحاً . ولذلك فإن هذه الرشاحات تعد هامـة بخاصة لأنهـا تسمح بخفض النشاط المـائي وبإغناء الغـذاء بالبروتينات في الوقت نفسه ودون إعطائه طعمـاً مالحاً أو سكرياً ، ومع ذلك فإن استخدامها يبقى محدوداً بسبب الطعم المر الذي يمكن ان تملكه ، كمـا انه لا يمكن أن يتجاوز تركيزها في الغذاء أكثر من ٥ ٪ .

تحتوي الرشاحات الناتجة عن الحلماة الحمضية كمية كبيرة من كلور الصوديوم مما يقلل من اهمية استعمالها في الأغذية متوسطة الرطوبة .

٦ ـ الليبيدات ومشتقاتها ، المستحلبات :

إن وجود المواد الدسمة والعوامل الخافضة للتوتر السطحي في الغذاء وتشكيل

المستحلبات (ماء في الزيت أو زيتاً في الماء) لا يغيّر بشكل واضح النشاط المائي (مقدراً في حالة التوازن) . وبالمقابل تملك هذه المركبات تأثيراً محسناً للبنية الذي يستفاد منه في وضع التراكيب أو في صنع الكثير من الأغذية ، كعجائن اللحم ومختلف المعجنات والحشوات الدسمة المخصصة للبسكويت ... الخ (تليين أو تطرية البنية) أو أيضاً بعض منتجات صناعة السكاكر (الاحساس بالذوبان) . يضاف الى ذلك أن انتقالات الماء أو المحلول أو الغاز تكون أكثر بطأً داخل المواد الدسمة أو المستحلبات، وهذه المواد الدسمة أو المستحلبات يمكن أن تسمح بذلك بتكوين طبقات رقيقة « حواجز » واقية بين مختلف عناصر الغذاء غير المتجانس أو طبقات رقيقة سطحية حول الغذاء .

يمكن أن تستعمل هذه الطبقات الرقيقة الواقية لزيادة « مدة الحفظ » لغذاء عن طريق خفض الجفاف خلال التخزين ، أو عن طريق تأمين حماية سطحية من الاوكسجين (خفض خطر التزنخ) ، أو أيضاً عن طريق الحد من انتقالات الماء بين أجزاء الغذاء نفسه (خفض هجرة الماء من الحشوة نحو العجينة التي تحيط بها) .

ثانياً ـ تاثير العوامل الممسكة للماء في تفاعلات فساد الأغذية :

تستطيع العوامل الممسكة للماء تغيير سرعات تفاعلات فساد الأغذية . ويملك بعضاً منها تأثيراً مباشراً في الآليات الخاصة بالتدهورات الحاصلة بالمادة الغذائية .

١ ـ تاثير انخفاض النشاط المائي :

يتعلق نمو الأحياء الدقيقة بالنشاط المائي ، بسبب تأثير الضغط الاسموزي في تبادلات الناقلية الغشائية . ويؤدي خفض النشاط المائي الى ما دون القيمة المثلى الى إطالة فترة النمو البطيء والى خفض سرعة النمو أو تثبيطه . ويبين الجدول رقم (٩ـ١) النشاطات المائية الدنيا اللازمة لنمو الأحياء الدقيقة . وتعد الفطور ، بشكل عام، أكثر تحملاً للضغط الاسموزي من الخمائر التي هي نفسها أكثر تحملاً للضغط الاسموزي من البكتريا . ويقود خفض النشاط المائي لغذاء ما اذن الى تثبيط هام ونوعي تقريباً لأحياء دقيقة عديدة .

يتراوح النشاط المائي الذي يحد من نمو معظم الخمائر والفطور بين ٨٠ر. و ٩٠ر. ، ومع ذلك يوجد الكثير من الأنواع المتحملة للضغط الاسموزي ، بخاصة بعض الفطور المنتجة للسموم ، القادرة على النمو حتى في نشاط مائي يصل الى ٦٥ر. فالنشاط المائي الذي يحد من نمو Aspergillus flavus هو ٧٨ر. إلا أن السم لا يمكن أن ينتج إلا في نشاط مائي يتراوح بين ٨٣ر. و ٨٧ر. .

تزداد سرعة معظم تفاعلات فساد الأغذية بازدياد النشاط المائي ، مما يزيد من انحلال المكونات النشطة او المحفزة وانتشارها . ويمكن لسرعة التفاعلات ان تنخفض في نشاطات مائية مرتفعة جداً نظراً لتمدد مواد التفاعل النشيطة . وتكون سرعة الاسمرار اللاانزيمي عظمى في نشاط مائي قريب من ٦ر٠ ـ ٧ر٠ . وتثبط معظم الانزيمات في نشاط مائي أدنى من ٧ر٠ ـ ٨ر٠ ، باستثناء انزيمات الليباز ، النشطة في قيم نشاط مائي ضعيفة لكون الليبيدات تنتشر في الطور الليبيدي نفسه، وفي نشاط مائي اعلى من ذلك يزداد النشاط الانزيمي بزيادة النشاط المائي. وبالاضافة الى ذلك ، تكون سرعة اكسدة الليبيدات كبيرة في قيم رطوبة متوسطة (Aw = ٧٠ر٠ ـ ٩٠ر٠) .

هناك الكثير من العوامل الاخرى التي تؤثر مع النشاط المائي وتشارك في تفاعلات فساد الأغذية . والمقصود بشكل رئيسي الـ pH والقدرة على الأكسدة والارجاع ودرجة الحرارة واللزوجة والمحتوى المائي ووجود مكونات معينة كالاضافات النوعية او العوامل الخافضة للنشاط المائي .

٢ ـ التأثير المباشر للعامل الخافض للنشاط المائي :

تملك بعض العوامل الخافضة للنشاط المائي تأثيراً مباشراً ، ايجابياً او سلبياً ، في الثبات الميكروبي وفي التفاعلات الاخرى المؤدية لفساد الأغذية ، فيمكن أن تعمل :

آ ـ **كمثبطات :** حيث تملك بعض الأحماض ومتعددات الهيدروكسيل تأثيرات مضادة للميكروبات (جدول رقم ٩ ـ ٢) . كما تقوم بعض الأحماض الأمينية كالسيستئين والهيستيدين وأملاح الأحماض العضوية ومركبات الفوسفات ، وهي مضادات أكسدة ، بتعقيد المعادن المحفزة على أكسدة الليبيدات . وتسمح الأحماض بتخفيف الاسمرار الانزيمي واللا انزيمي أحياناً عن طريق خفضها للـ pH .

ب ـ **كمغذيات لنمو الأحياء الدقيقة :** كأحاديات وثنائيات السكر والاحماض الامينية، أو ركائز أو محفزات للتزنخ (وجود شوائب معدنية ، مركبات دهنية) أو كركائز للاسمرار اللا انزيمي (سكريات مرجعة ومركبات بروتينية) .

جـ ـ كبديل للماء حيث يعمل كمكيف لنمو الأحياء الدقيقة أو كعامل تسهيل حركية بعض المركبات الكيميائية القادرة على التفاعل فيما بينها كالجليسيرول .

د ـ كعوامل لخفض سرعة انتشار المواد الداخلة في التفاعل ، ونستشهد هنا بالمركبات ذات الوزن الجزيئي المرتفع التي تزيد من لزوجة الوسط ، وبالطبقات الرقيقة

الليبيدية التي تحمي بعض المكونات ، وبالسكريات التي تؤدي الى خفض انحلالية الاوكسجين وبالتالي إبطاء نمو الأحياء الدقيقة الهوائية وتفاعلات الأكسدة والاسمرار الانزيمي .

ثالثاً ـ استخدام العوامل الممسكة للماء في تصنيع الأغذية :

١ ـ الأدوار والتطبيقات الأساسية لعوامل خفض النشاط المائي في تصنيع الأغذية :

تلعب العوامل الخافضة للنشاط المائي دوراً هاماً في التصنيع الغذائي ، فهي تساعد على ثبات الكثير من الاغذية وتملك ايضاً الكثير من التطبيقات الاخرى المرتبطة او غير المرتبطة بتأثيرها في جاهزية الماء . ولقد تمت الاشارة الى معظم هذه التطبيقات في الجدول رقم (٩ ـ ٢) تبعاً لكل مجموعة من عوامل خفض النشاط المائي .

يمكن تلخيص التطبيقات الرئيسة لاستعمال عوامل خفض النشاط المائي بما يلي :

ـ العمل على الثبات الميكروبي واحياناً إبطاء سرعة تفاعلات فساد الاغذية الاخرى .

ـ تطرية البنية وتليينها ، حيث تسمح العوامل الخافضة للنشاط المائي بزيادة محتوى الغذاء المائي دون تغيير نشاطه المائي . وبذلك يملك الغذاء ، من اجل نشاط مائي مماثل ، بنية أكثر ليونة وطراوة بشكل عام عندما يتم خفض النشاط المائي بمساعدة العوامل الخافضة للنشاط المائي منه عندما يتم ذلك بوساطة التجفيف الجزئي . ويكون هذا التأثير المليّن اكثر فعالية في المركبات ذات الوزن الجزيئي الضعيف (قليلة اللزوجة في المحلول) وفي المركبات السائلة في درجات الحرارة العادية (كالبروبيلين جليكول والجليسيرول) . وتسمح العوامل الخافضة للنشاط المائي أيضاً بتحسين بنية الاغذية المبردة او المجمدة (السيولة ، الليونة والمرونة ، القابلية على النشر على شرائح) كالمارجرين وعجائن الحلويات والقشدة المثلجة وعصير الفواكه وغيرها ، عن طريق خفض نقطة التجمد بشكل أساسي .

ـ تغيير بلورة السكر وتبديلها عن طريق خفض سرعة البلورة مثلاً وذلك بزيادة اللزوجة .

ـ تحسين إعادة إماهة الأغذية المجففة ، حيث تؤمن بعض العوامل الخافضة للنشاط المائي ، المضافة للغذاء قبل التجفيف ، حماية حرارية واسموزية للمكونات

خلال المعاملة كالجليسيرول ، ويمكن أيضاً إضافة العوامل الخافضة للنشاط المائي كملح الطعام الى سائل إعادة التمييه (ماء أو حليباً) .

ـ ضبط انتقال الماء والمواد المذابة أو الغاز ، عن طريق زيادة اللزوجة أو عن طريق التأثير آلواقي كتشكيل طبقة رقيقة ليبيدية .

ـ الوقاية بالتبريد cryoprotection لبعض المكونات في الأغذية عند التجميد كالاقلال من تشوه بروتينات الحليب والبيض والسمك .

ـ تطبيقات اخرى ليس لها علاقة مباشرة بالتأثير في النشاط المائي كالتحميض والتأثير المضاد للأكسدة وتدعيم النكهة والتأثير المذيب وتحسين الجودة التغذوية والتأثير المضاد للميكروبات ... الخ .

٢ ـ تقدير الفائدة التقنية والقوة الخافضة على النشاط المائي (Aw) :

تقدّر القوة الخافضة للنشاط المائي لأحد المركبات أو لإحدى الاضافات وفق خواصها في مزيج ثنائي مع الماء (منحنى الامتصاص) ، ويعبّر عن التأثير الخافض للنشاط المائي بكمية الماء المحجوزة في قيم نشاطات مائية مختلفة (أو بشكل عكسي بوساطة قيم النشاط المائي في تراكيز مختلفة) . وهكذا فإن الجدولين (٩ ـ ٤ و ٥) يظهران قيم النشاط المائي في محاليل متنوعة لعوامل خفض النشاط المائي في تراكيز مختلفة .

يمكن أيضاً تقدير فعالية العامل الخافض للنشاط المائي وفقاً لقدرته على خفض النشاط المائي لنظام نموذجي أو لغذاء . وتعتمد الطريقة الأبسط في التقدير على استبدال أحد المكونات المستعملة كمرجع كالسكاروز مثلاً ، وبما يعادل المادة الجافة ، بالمركبات المراد اختبارها . ويسمح قياس النشاط المائي للمحاليل أو للأغذية الناتجة مع مختلف العوامل الخافضة للنشاط المائي بتصنيفها وفق سلم الفعالية النسبية. ويبين الجدولان ٩ ـ ٧ و ٩ ـ ٨ الفعالية المقارنة لمختلف العوامل الخافضة للنشاط المائي في محلول نموذجي وفي غذاء متوسط الرطوبة .

تضع التجربة على غذاء في الحسبان كل عوامل التفاعل المتبادلة مما يسمح بالتقدير الحقيقي للفائدة التقانية لعامل خفض النشاط المائي كالتأثير في الثبات وفي البنية ... الخ .

جدول رقم ٩ ــ ٧ : الفعالية المقارنة للعوامل الخافضة للنشاط المـائي في محلول مؤلف من ٦٠ ٪ ماء (وزناً / وزن) و ٣٥ ٪ جليسيرولاً (وزناً / وزن) و٥ ٪ عاملاً خافضاً للنشاط المـائي (وزناً / وزن)

العوامل الخافضة للنشاط المائي	pH المحلول	Aw
Na Cl	٤ر٣	٠ر٨٤٨
رشاحةحلماة البروتينات النباتية (حلماة حمضية)	٤ر٥	٠ر٨٥٣
رشاحة حلماة مصل الآلبومين (حلماة أنزيمية متقدمة)	٤ر٥	٠ر٨٥٨
لاكتـات الصوديوم	٤ر٥	٠ر٨٦٢
L-proline	٦ر٦	٠ر٨٦٣
glycine	٤ر٥	٠ر٨٦٦
مزيج من (١٨) حمض أميني	٤ر٥	٠ر٨٦٨
L-arginine	٤ر٤	٠ر٨٦٨
glycine	٦ر٤	٠ر٨٦٩
رشـاحة حـلماة الكازئين (حلماة أنزيمية متقدمة)	٤ر٥	٠ر٨٧٠
L-proline	٤ر٥	٠ر٨٧١
جليـيرول	٤ر٥	٠ر٨٧١
سترات الصوديوم	٤ر٥	٠ر٨٧٢
L-arginine	١١	٠ر٨٧٣
رشاحـة حلمـأة بروتينات مصل الحليب (حلماة انزيمية ضعيفة)	٤ر٥	٠ر٨٧٨
شـراب منقوع الـذرة	٤ر٥	٠ر٨٧٨
سـوربيتول	٤ر٥	٠ر٨٨٠
سـكاروز	٤ر٥	٠ر٨٨٢
آلجينـات	٧ر٥	٠ر٨٩٢

جدول رقم ٩ ــ ٨ : الفعالية المقارنة للعوامــل الخافضة للنشاط المــائي لغذاء متوسط الرطوبة ويحوي بشكل رئيسي على عجينة اللحم

العامل الخافض للنشاط المــائي	نشاط الغذاء المائي Aw	محتوى الغذاء المائي ٪
الجليسيرول	٠ر٨١٤	٢ر٢٥
glycine	٠ر٨١٥	١ر٢٥
رشاحة حلمأة مصل الآلبومين البقري (حلمأة انزيمية متقدمة)	٠ر٨٢٨	١ر٢٥
خليط من (١٨) حمض أميني	٠ر٨٣٤	٣ر٢٥
شــراب جليكوز	٠ر٨٤٢	٢ر٢٥
رشاحة حلمــأة بروتينات مصل الحليب (حلمأة انزيمية ضعيفة)	٠ر٨٤٤	٠ر٢٥
ســكاروز	٠ر٨٤٤	١ر٢٥
ovalbumine	٠ر٨٥٢	٤ر٢٥

٣ ــ معايير اختيار العامل الخافض للنشاط المائي :

هناك الكثير من العوامل التي تؤثر في اختيار العامل الخافض للنشاط المــائي. ومن اهم هذه العوامل :

ــ فعاليتها ، المرتبطة بضعف الكتلة الجزيئية او على الاقل بالميل القوي والملائم نحو المثالية ، او ايضاً خاصية تكوين تأثيرات تآزرية .

ــ ذوبانيتها وقابليتها للمزج .

ــ صفاتها المحسنة للبنيــة .

ويوجد أيضاً معايير اخرى هامة جداً ، نذكر منها :

ــ نقاوتها وعــدم ضررها .

ــ تلاؤمها مع الصفات الكيميائية (قدرة الأكسدة والارجاع ، pH ... الخ) ومع الصفات البنيوية للغذاء .

ـ عـدم ضررها ، وسعرها .

ـ وضعها القانوني والتشريعي (كأحد مكونات الغذاء أو كاضافة) .

يجب ايضاً أن توضع في الحسبان نكهتها التي يجب أن تتلاءم مع طبيعة الغذاء ، وعدم امتلاكها لطعم خلفي arrière goût ، وقيمتهـا التغذويـة ، وتأثيرها المباشر في تفاعلات فساد الأغذية .

٤ ـ طرائق التركيز بالعوامل الخافضة للنشاط المائي :

تسمح هذه الطرائق غالباً بالحصول على أغذية قادرة عـلى تحمّل فترة تخزين طويلة ، وقابلة للاستهلاك دون تحضير مسبق . كما تسمح بالوصول الى مناطق الرطوبة المتوسطة (Aw = ٦٥ر. ـ ٩٠ر.) وتعتمد هـذه الطرائق إمـا على سحب المـاء من الغذاء اذا كان هذا الغذاء غنياً بشكل طبيعي بالعوامل الخافضة للنشاط المائي كما هي الحالة في الفواكه الغنية بالسكريات مثـلاً ، أو على أضافة مركبات خافضة للرطوبـة النسبية . ونميز من هذه الطرائق :

آ ـ التجفيف الجزئي (متضمناً ذلك عمليـة التدخين) والتركيز بالتبخير أو التركيز بالتبريد أو بالترشيح الدقيق . ولا يتمخض عن هذه الطرائق خفض واضح للنشاط المـائي إلا في حالة الأغذية الفنية طبيعياً بالعوامل الخافضة للنشاط المـائي كشراب الفواكه المجففة مثـل الخوخ والمشمش والعنب والتمر والتين ، التي يتراوح فيها النشاط المـائي بين ٦٠ر. و ٨ر. ، أو في حالة الأغذية التي أضيفت اليها عوامل خافضة للنشاط المـائي قبل التركيز او التجفيف الجزئي عن طريق الخلط المباشـر (الحليب المركز المحلى ، عجائن الفواكـه ، عجينـة البيض المملح ، المربيات ، بعض شرابات الفواكه ، النوكا) أو عن طريق النقع infusion في محاليل مركزة أو في مـاء مملح أو في ملح جاف (السجق ، النقانق الجافـة ، بعض الأجبـان ، بعض أنـواع السـمك المملحة) .

ب ـ نزع المـاء بوساطة الارتشاح الغشائي osmose ، وبالتمليح ، وبالنقـع بالمحلول الملحي . يوضع الغـذاء مباشرةً بملامسـة العامـل الخافض للنشاط المـائي « الجاف » أو محضر على البارد او الساخن في محلول مركز من أجل النقع . وتنتشر المادة المذابة في الغذاء ويتركز الغـذاء جزئياً . وتطبق هـذه الطريقة في حالـة بعض الأغذية التقليدية كالفواكه المحفوظة التي يتم الحصول عليها عن طريق تشجيع انتشار السكر في الأنسجة اللينة بوساطة التسخين ، وكذلك في حالة الأغذية متوسطة الرطوبة التي يتم نقعها في محاليل من الجليسيرول او البروبيلين جليكول والملح والسكر .. الخ

كاللحوم والخضار والفواكه والوجبات الجاهزة . وتترافق هذه الطريقة في معظم الحالات مع تجفيف جزئي أو مع تخمير (الأجبان ، الزيتون ، الملحات) .

جـ ـ تبليل imbibition الأغذية المجففة ، مسبقاً ، بمحلول ذي نشاط مائي مناسب . وهذه الطريقة مكلفة لأنها تتطلب غالباً تجفيفاً بوساطة التجفيد إلا انها تقود للحصول على منتجات ذات نوعية عالية . وقد طورت هذه الطريقة من قبل وكالة الفضاء الأميركية (N. A. S. A.) لتحضير أغذية أساسها اللحم والمخصصة للطيران الفضائي .

د ـ الخلط المباشر للمكونات الجافة والمكونات الرطبة والعوامل الخافضة للنشاط المائي ، ويمكن بعد ذلك أن يخضع الخليط الى عملية الطبخ أو الى عملية الطبخ معا لتبخير أو معاملات تقانية اخرى .

٥ ـ التداخل مع طرائق حفظ الأغذية الاخرى :

إن الجمع بين عدة اجراءات مخصصة لخفض سرعة تفاعل فساد ما يكون غالباً اكثر فعالية مما لو تم كل واحدٍ من هذه الاجراءات على حدة . فكلما كان النشاط المائي اضعف كانت الحاجة لجرعات كبيرة من العوامل المضادة للميكروبات بشكل عام اقل . ويلاحظ ذلك في حالة SO2 والتتريت وحمض السوربيك . ويسمح إشراك التبريد بعملية خفض النشاط المائي بتحسين الثبات الميكروبي للكثير من الأغذية (كالأغذية التي أساسها اللحوم ، وعجائن الحلويات وغيرها) .

فيما يتعلق بخفض النشاط المائي والمعاملات الحرارية ، فإنه من الممكن تطبيق معدلات تعقيم اكثر ضعفاً ، مماثلة لتلك المستخدمة في حالة الأغذية الحامضية ، في الأغذية المحفوظة والتي تملك نشاطاً مائياً في حالة التوازن أدنى من ٩٢ر٠ ـ ٩٣ر٠ وبالفعل فإن البكتريا المتبوغة ، وبخاصة الـ Cl . botulinum ، لا تستطيع النمو في مثل هذا النشاط المائي . وهكذا يمكن المحافظة على بعض الأغذية كالحليب المركز المحلى تبعاً لهذا المبدأ بمعاملة حرارية ضعيفة (البسترة) بالمشاركة مع نشاط مائي ادنى من ٩٢ر٠ ـ ٩٣ر٠ . أما في حالة الكثير من الأغذية التقليدية ذات الرطوبة المتوسطة كاللحوم المملحة والأجبان ، فإن الثبات يُدعّم بتنمية ميكروبات غير ممرضة تمنع ، عن طريق المنافسة ، نمو الأحياء الدقيقة الممرضة . ويعد خفض النشاط المائي واحداً من العوامل الأساسية في السيطرة على سير عمليتي الانضاج والتنعيم . كما يجب الانتباه الى أن حلمأة البروتينات protéolyse الحاصلة أثناء تخمر بعض الأغذية (كالأجبان) تسبب خفض النشاط المائي بفعل تحريرها لبعض الاحماض الأمينية .

٦ ـ تحديد نوع وكميات العوامل الخافضة للنشاط المائي المراد إضافتها :

إن الكميات الضرورية من العوامل الخافضة للنشاط المائي اللازمة لتأمين الثبات الميكروبي، لأي كمية من غذاء، كبيرة. ويضاف الى ذلك أن الأغذية متوسطة الرطوبة يجب أن تستهلك كما هي دون اي معاملة وبقدر ما تكون بنيتها لينة بقدر ما يكون محتواها المائي عالياً وذلك في نشاط ماءٍ معادل . وهذا يجعل من الضروري وجود كميات كبيرة من العامل الخافض للنشاط المائي او ايضاً وجود عدد من هذه العوامل لأنه ، باستثناء السكاروز وشراب الجليكوز ، يجب أن لا تتجاوز الكميات المستخدمة منها ٥ ٪ (أو ١ ـ ٢ ٪ بالنسبة للأملاح والأحماض الأمينية) . وينترجم استعمال العوامل الخافضة للنشاط المائي نتيجة لهذه الاضافة بتبدل كبير في الصفات الحسية وبخاصة في نكهة الغذاء وطعمه .

بالنسبة للأغذية متوسطة الرطوبة التقليدية ، تعد التغيرات في البنية وفي الطعم غالباً مطلوبة وتشكل السمة الأساسية في هذه الأغذية كالمربيات وعجائن الفواكه التي تملك طعماً شديد الحلاوة ، أو ايضاً الأسماك والأجبان واللحوم المجففة التي تملك طعماً شديد الملوحة وبنية قاسية وجافة نسبياً .

في حالة الرغبة في صنع اغذية متوسطة الرطوبة ذات طعم حلو ، يمكن استعمال السكاروز بكميات كبيرة ، واذا أصبح الطعم الحلو شديد الوضوح فإنه من الممكن أيضاً إضافة شراب الجليكوز أو السوربيتول او الجليسيرول أو ايضاً بعض العوامل الخافضة للنشاط المائي الاخرى تبعاً للصفات المرغوبة .

أما في حالة الرغبة في صنع اغذية جديدة متوسطة الرطوبة وذات طعم مالح ، فإن ذلك يكون اكثر صعوبة ، ومن الضروري بشكل عام استعمال عددٍ من العوامل الخافضة للنشاط المائي بالوقت نفسه كشراب الجليكوز (حتى ٢٠ ٪ من وزن الغذاء) والسكاروز (حتى ١٠ ٪) والجليسيرول (٣ الى ٥ ٪) والسوربيتول (٥ ٪) وملح الطعام (١ الى ٥ر٢ ٪) وحمض غذائي (٥ر٠ الى ١ ٪) وخليط من الأحماض الأمينية (٥ ٪) ... الخ . ويجب أن تستعمل جميع العوامل الخافضة للنشاط المائي بكميات ادنى من العتبة الذوقية seuil gustatif غير المرغوبة أو ادنى من عتبة التوافق مع صفات الغذاء ، وكذلك بشكل لا تؤدي الى إعطاء طعوم خلفية . ويعطي هذا التراكم في العوامل الخافضة للنشاط المائي ، وفي بعض الحالات مركبات اخرى ضرورية كبعض عوامل البناء والأحماض والبروتينات ، طعوماً معقدة من النوع « الحلو ـ المالح » أو « المز aigre - doux » والتي غالباً ما تكون غير مقبولة .

الفصل العاشر

المـواد المضافـة المحلّيـة

Non - Nutritive Sweeteners

تعـد التعاريف المتعلقة بمعنى التحلية والمادة المحلية édulcorants الموجودة في القاموس قليلة الفائدة لأنها بسيطة جداً وغامضة . ويبدو أن المقارنة بـين عمليتي التحليـة édulcorer والتسكير (إضافة السكر) sucrer أكثـر فائـدة ، حيث يوجد لهذين التعبيرين تعريفان شـبه متماثلين أو متطابقين . وبالتالي يمكن القبـول بأنهما تعبيران مترادفان ، علماً أنه لا يوجد أي تعريف رسمي لهذه التعابير .

يمكن تقسيم المواد المحلّية الى ثلاث مجموعات :

ـ **السكريات :** السكاروز ، قطر الجليكوز ، السكر المنقلب ، الايزو جليكوز ، الديكستروز .. الخ ، وتمثّل هذه السكريات أساس صناعة المربيات التقليدية .

ـ **السكريات ـ الكحولات :**

السوربيتول ، الكزيليتول ، المانيتول ، قطر الجليكوز المهدرج ، وتمثّل قاعدة صناعة المربيات بدون سكر .

ـ **المحليات ذات القدرة العالية على التحلية :**

السكارين ، السيكلامات ، الآسبارتام ... الخ ، ويمكن تقسيم هـذه المجموعة الى فئتـين :

* محليات طبيعية المصـــدر : وهي منتجات نباتيـــة خضعت للاستخلاص ولبعض التغيرات الكيميائية .

* محليات صنعية .

تشتمل المجموعتان الأولى والثانية على المحليات التي تملك قدرة تحلية أدنى أو مساوية تلك التي يملكها السكاروز ، حيث تضاف بكميات كبيرة الى المـادة المصنعة لكي توفر مستوى تحلية كاف وتشكل جزءاً كبيراً من مجموع مكونات المـادة الغذائية النهائية ، وبالتالي لا يمكن عدها كمواد مضافة .

بالمقابل ، هناك المحليات ذات القدرة العالية على التحليـة والتي تملك قـدرة تحلية أعلى من السكاروز بمقدار يتراوح بين عشـر مرات الى ألـوف المرات ، وهي لا تمثل إلا نسبة وزنية صغيرة جداً من المادة الغذائية النهائية ، ويمكن عـد هـذه المحليات كمواد مضافة . وتكتسب هذه المجموعة من المحليات اهمية كبيرة حالياً نظراً للزيادة السريعة في استهلاك الأغذية وبخاصة المشروبات ذات الطاقة المنخفضة .

اولاً ـ مفهوم السكر والقدرة على التحلية :

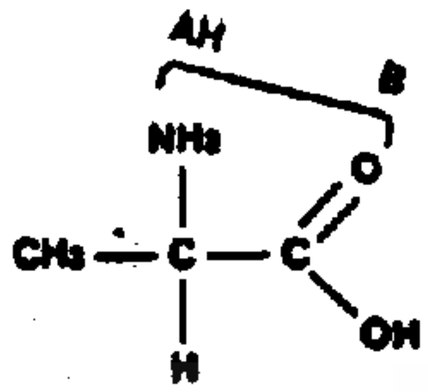
يعد الطعم الحـلو احـد الطعوم الأساسية الأربعـة ، وهي الملوحة والحموضة والمرارة والحلاوة .

١ ـ فيزيولوجية الطعم الحـلو :

يوجد على اللسـان مجموعة من الخلايا الحسية المسؤولة عـن الطعم الحـلو ، تتجمع ضمن براعم الطعم على شكل مجموعات مؤلفة من ٣٠ ـ ٦٠ خليـة ، وهـذه بدورها تتموضع على شكل وحدات مؤلفة من عدة براعم في حلمات اللسـان .

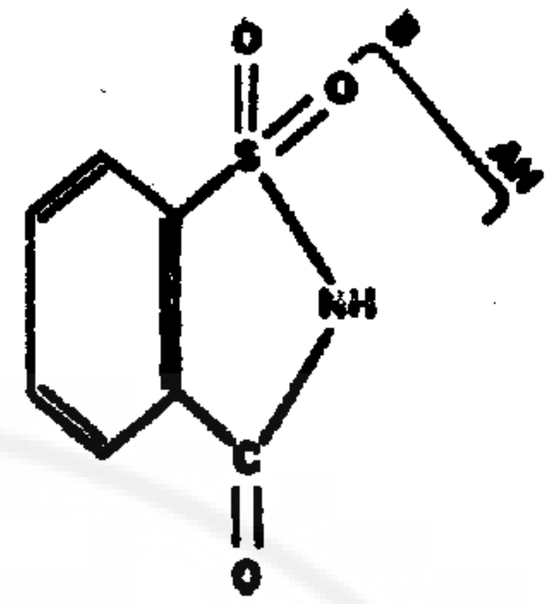
من الفرضيات الأولى الجديـة التي درست الاحساس الكيميـائي بالمركبـات السكرية تلك التي بينت وجود تركيب يدعى AH - B ، حيث H بروتون و B ذرة او وظيفة الكترونية سالبة ، ولا يمكن بغياب هذا التركيب الاحساس بالطعم الحلو (شكل رقم ١٠ ـ ١) .

يجب ان يكون البعد بين AH ، B نحـو ٢٫٥ الى ٤ A° .



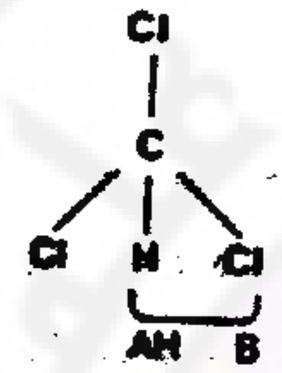
الأنين

Alanine



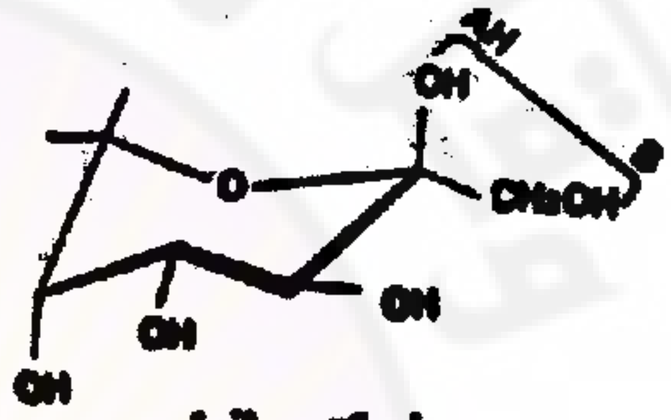
سكارين

Saccharine



كلوروفورم

Chloroforme

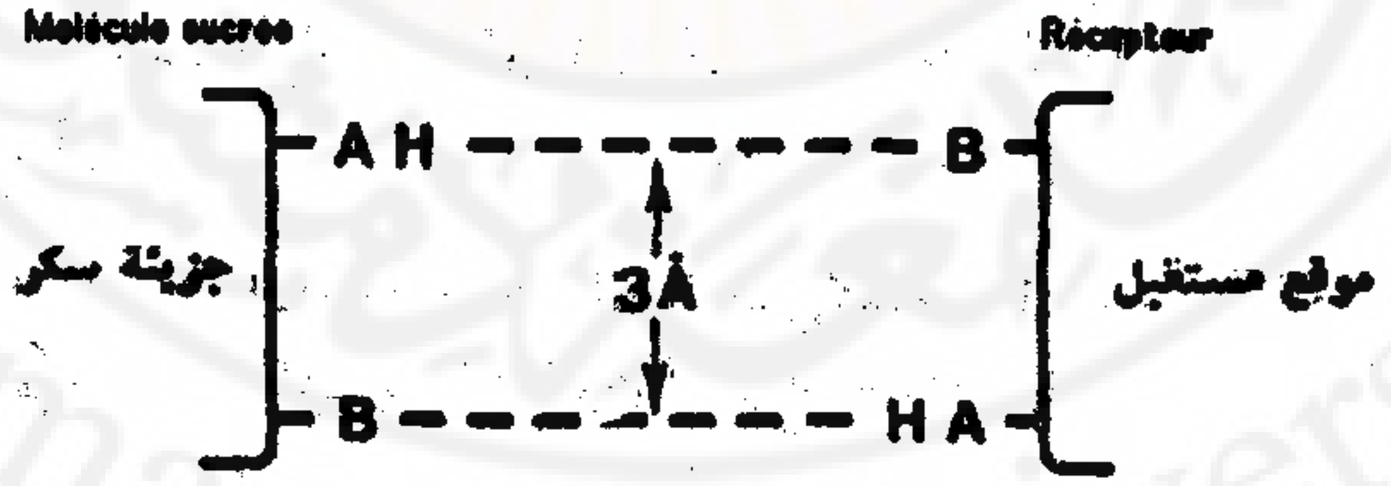


β D- فركتوبيرانوز

β D Fructopyranose

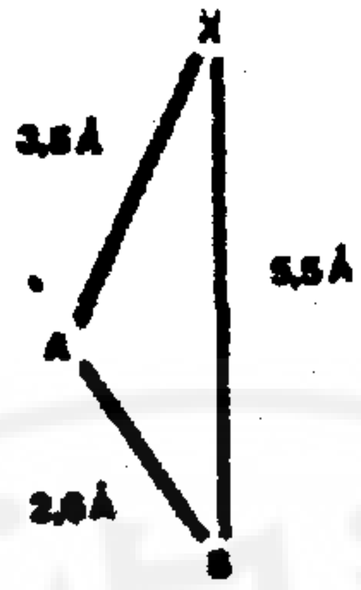
شكل رقم ١٠ ـ ١ : نظم الـ AH - B لمركبات او جزيئات مختلفة

ونجد على المستقبل الوحدة AH - B نفسها ، ويتم الارتباط بين المادة السكرية والموقع المستقبل بوساطة جسر هيدروجيني (الشكل رقم ١٠ ـ ٢) ، وتتحكم قوة هذه الرابطة بشدة التنبيه .



شكل رقم ١٠ ـ ٢ : تثبيت الجزيئة السكرية على الموقع المستقبل

ولشرح الاختلافات في قوة التحلية بين متماكبات الأحماض الأمينية ، يعتقد ان هناك موقعاً ثالثاً (x) غنيـاً بالإلكترونات يكمّل النظام AH - B مشكلاً ما يسمى مثلث كير KIER (الشكل رقم ١٠ ـ ٣) .



الشكل رقم ١٠ ـ ٣ : مثلث كبير

تم بالاعتماد على هذا المثلث تفسير الاختلاف في قدرة التحلية بين D α و L α ـ جليكوز . مثل هذه الجزيئة التي ستثبت على برعم طرفي لحلمة ذوقية ستؤدي الى إزالة استقطاب غشاء هذه الخلية وبالتالي تحريض العصب .

٢ ـ الادراك الحسي :

وضع الكثير من الطرائق لتحديد قوة التحلية بوساطة التحليل الحسي وذلك قبل ظهور الابحاث الأولى التي درست الطعم الحلو . ولا زال لهذه الطرائق اهميتها حتى الآن في التقدير الكمي (شدة الحلاوة) والنوعي (المدة ، الطعم اللاحق .. الخ).

٢ ـ شدة الطعم الحلو :

يستخدم لتقدير القدرة المحلية النسبية كمياً (نسبة للسكاروز الذي تعد قدرته على التحلية مساوية ١٠٠ أو ١) مفهوم عتبة الادراك الحسي : التركيز الادنى لإدراك طعم حلو .

ـ **مثال :** اذا كانت عتبة الإدراك الحسي للسكاروز مساوية ٣٠ر٠ ٪ وللأسبارتام ٠٠٢ر٠ ٪ ، فإن قدرة التحلية له تكون أكبر بـ ١٥٠ مرة من السكاروز .

تتباين قدرة التحلية بالفعل تبعاً للمادة المحلية (نوعاً وتركيزاً) وتبعاً للوسط (درجة حرارة ، pH ، لزوجة ... الخ) .

هناك طرائق اخرى اكثر حداثة ودقة لتقدير شدة الحلاوة بوساطة العقول الإلكترونية .

ب ـ نوعية الطعم الحلو :

تختلف نوعية الطعم السكري من مادة محلية الى اخرى ، حتى داخل عائلة السكريات نفسها glucides . تمتلك معظم المحليات ذات القدرة العالية على التحلية طعوماً خلفية تترافق مع الطعم السكري والتي لا يمكن تحديدها لعدم امكان تصنيفها ضمن الطعوم الثلاثة الأساسية الاخرى (المالح ، الحامض ، المر) . وليس من الممكن دائماً تحديد ما اذا كانت هذه الطعوم الخلفية متلازمة مع المادة المحلّية ام هي ناتجة عن عدم النقاوة .

ج ـ التأثير المتع :

يتطابق هذا التأثير مع المفهوم العام للمتعة المحققة أو المؤدية للتذوق : فهي تعطي بالاضافة للطعم الحلو ، احساسات اخرى كالاحساس باللزوجة او بالشبع ، وكذلك فترة الاحساس ... الخ .

يستخدم السكاروز كأساس (مرجع) لانه لا يظهر طعماً خلفياً ، ويمكن أن يعد ايضاً كطعم سكري قياسي لأن طعمه مقبول بسبب العادة .

لا تعد جميع المواد المحلية ذات طعم مقبول بالضرورة ، بخاصة بعض المحليات ذات القدرة العالية على التحلية .

ثانياً ـ المحليات الرئيسة ذات القدرة العالية على التحلية :

تزايد عدد المواد المحلية بشكل كبير في الوقت الحاضر بعد أن كان عددها لا يزيد على عشر عام ١٩٥٠ . وهي تقدر الآن بعدة مئات . واتجهت الأبحاث ، من جانب ، الى الاصطناع الكيميائي المترافق بتحسن المعارف حول الادراك الكيميائي للطعم الحلو ، ومن جانب آخر ، الى البحث في الطبيعة عن انواع نباتية حاوية على المحليات . وهذه الأخيرة وجدت في السنوات الأخيرة اهتماماً أكبر كإرسال البعثات العلمية في المناطق الغنية نباتياً والتي لم تكتشف بشكل كاف (افريقيا وامريكا الجنوبية) . والسبب في ذلك أن مكونات نباتية طبيعية تستهلك احياناً منذ زمن طويل من قبل بعض الشعوب يمكن إخضاعها لاختبارات السمية وبالتالي السماح باستخدامها في التغذية البشرية .

سبق وذكرنا أن هناك نوعين من المحليات :

ـ **محليات طبيعية** : يقصد بها ، إما مستخلصات نباتية كما هي او

مستخلصات نباتية تعرّضت لبعض التغيرات الكيميائية بحيث يتم إظهار قدرتها على التحلية ، ويمكن تقسيم هذه العائلة الى مجموعتين :

* جزيئات ذات طبيعة جليكوزيدية .
* جزيئات ذات طبيعة بروتينية .

ـ **محليات صنعية :** جزيئات جديدة ، نتاج الصدفة او بحث اختياري لكيميائيين وتظهر قدرة عالية على التحلية .

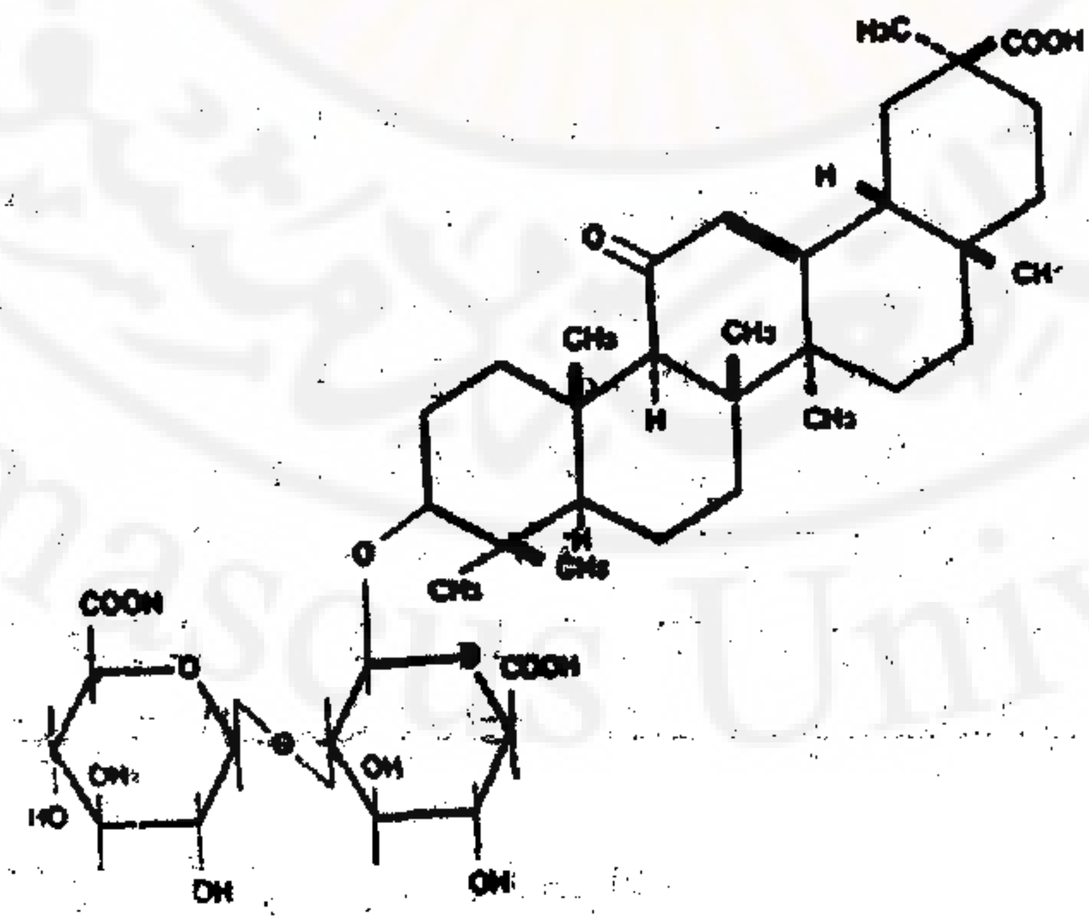
١ ـ المحليات ذات الطبيعة الجليكوزيدية :

يقصد بها الجزيئات المكونة من جزء سكري مرتبط بجزء غير سكري يدعى aglycone . من هذه المحليات :

آ ـ الجليسيرهيزين الأمونياكي : glycyrrhizine ammoniaquée :

هو الملح الأمونياكي لحمض الجليسيرهيزيك acide glycyrrhizique (شكل رقم ١٠ ـ ٤) .

يتم الحصول عليه من جذور عرق السوس glycyrrhiza glabara ، حيث يتم استخلاص املاح الكالسيوم والبوتاسيوم الخليطة لحمض الجليسيرهيزيك .



الشكل رقم ١٠ ـ ٤ : صيغة الجليسيرهيزين

قدرته على التحلية تساوي تقريباً الـ ٥٠ .

يتميز هذا المركب بكونه ذواباً في المـاء البارد أو السـاخن وثابتاً في درجة حرارة ١٠٥م ويترسب في pH اقل من ٤ر٥ .

يحد طعمه الخلفي ، طعم السوس الشديد ، بشكل كبير من استعماله (٣٠ الى ٣٠٠ PPM) إلا اذا كان طعم السوس مطلوباً .

يبدي الجليسيرهيزين بعض السمية رغـم امتلاكه لبعض الخواص العلاجيـة (مضاداً للالتهاب ومضاداً للتقرحات) وذلك عند استعماله بكميات كبيرة .

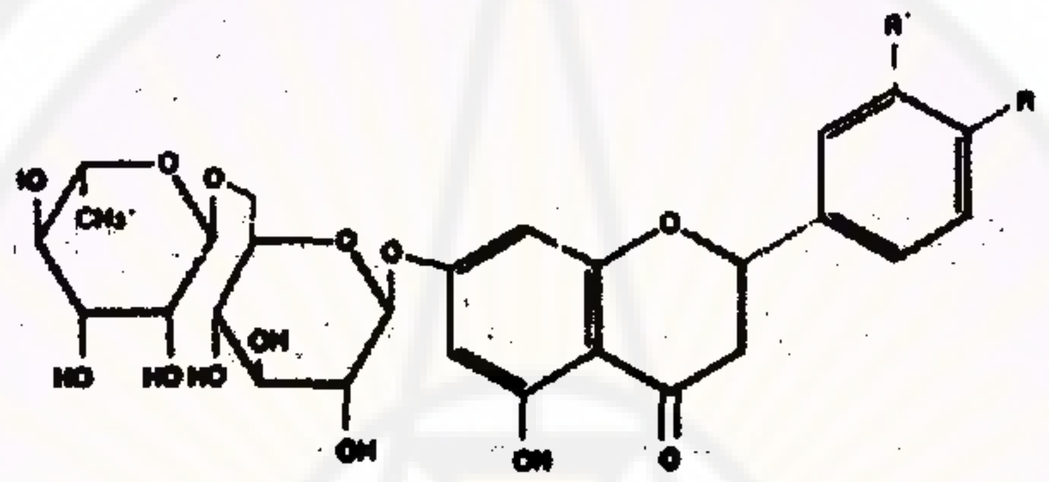
ب ـ dihydrochalcones :

يوجد منها عدة انواع تم الحصول عليها بدءاً من من المكونات الفلافونية المـرّة في فواكه عائلة الـ Citrus . ومن بين هذه المركبات نذكر ؛:

المادة الأصلية	المصـدر	المركب المهدرج	القدرة على التحلية
ـ نيوهيسبيريدين néohespéridine	برتقال السيفيل citrus aurantum (طعم مر)	Néohespéridine dihydrochalcone (N H D C)	١٩٠٠
ـ نارينجين naringine	الكريفـون citrus paradisi (طعم مر)	Naringine dihydrochalcone	٣٠٠
ـ هيسبيريدين hespéridine	البرتقال الحلو citrus sinensis (بدون طعم) او الليمون citrus limon	hespérétine dihydrochalcone	٣٠٠

يعد المركب الاول (NHDC) من أهم هذه المشتقات وهـو مسحوق مبلور أبيض اللون عديم الرائحة وغير ثابت في الوسط الحامضي او في درجـة الحرارة العاليـة . وتقدر ذوبانيته بحدود ٢ر١ غ/لتر (شكل رقم ١٠ ــ ٥) .

يتم الحصول على الـ NHDC بدءاً من نارينجين الكريفون الذي يحلماً في وسـط قلوي ومن ثم يكثف مع الايزوفانيلين isovaniline لإعطاء النيوهيسبيريدين الذي يهدرج معطياً مركب الـ NHDC الذي يملك قدرة محلية قريبة من ٢٠٠٠ . ويعاب على هذه المركبات أن تناولها يؤدي الى الشعور بالطعم الحلو لفترة طويلة جداً وتبدي طعوماً خلفية هي طعوم المانتول menthol أو عرق السوس .

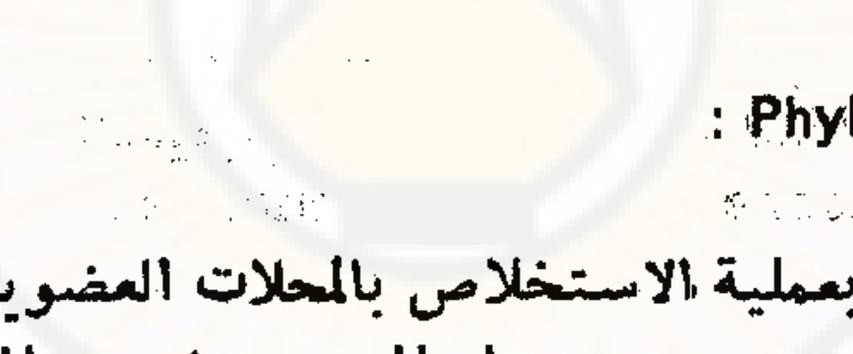


الشكل رقم ١٠ ــ ٥ : صيغة الـ Dihydrochalcones

جـ ــ Phyllodulcine :

يتم الحصول عليه بعملية الاستخلاص بالمحلات العضوية من ورق بعض الجنبات التزيينية كالـ Hydrangea macrophylla , H. serata . لـه قـدرة تحلية مقدارها (٤٠٠) ، ويتميز بانحلالية ضعيفة تقدر بـ ٠٫٠٢ غ/لتر .

يشبه طعمه طعم الـ NHDC .ويشك بأن له مشكلات سـمية نظراً لأن تركيبه قريب من تركيب الدي هيدرو ايزو كومارين (شكل رقم ١٠ ــ ٦) .



الشكل رقم ١٠ ــ ٦ : صيغة الـ Phyllodulcine

٢ ـ المحليات ذات الطبيعة البروتينية :

آ ـ الاحماض الامينية :

تظهر بعض الاحماض الامينية طعماً سكرياً احياناً وفقط للمماكب D ، مركب غير طبيعي (D ـ ثالين ، D — تيروزين) واحياناً للماكب L (L ـ سيرين ، L — تريونين ، L — ليزين) واحياناً على شكل DL . فالـ DL — آلانين والـ DL ـ تريبتوفان حلوة المذاق في حين تكون مرة المذاق على شكل L وعديمة الطعم على شكل D .

يمتلك الجليكوكول glycocolle حلاوة السكاروز واستخدم مع السكارين في تحلية منتجات صناعة السكاكر او المشروبات .

وتقدّر قدرة التحلية التي يملكها DL — تريبتوفان بنحو ٢٥ ـ ٥٠ مرة اكثر من السكاروز . وهو محدود الاستعمال لتأثيراته الجانبية . فعند استهلاكه بمقدار ٣ غ/باليوم يؤدي الى الاسترخاء والنعاس واذا كانت الكمية اكبر من ذلك فإنه يلاحظ نواتج استقلاب يمكن ان تكون سامة .

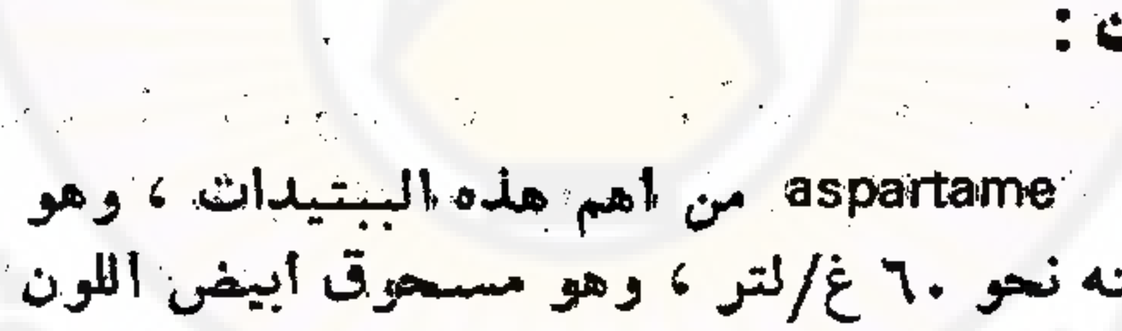
ب ـ الببتيدات :

يعد الاسبارتام aspartame من اهم هذه الببتيدات ، وهو يملك وزناً جزيئياً مقداره ٢٩٤ وذوبانيته نحو ٦٠ غ/لتر ، وهو مسحوق ابيض اللون ، كما يملك نقطة تعادل كهربائي تساوي ٢ره (شكل رقم ١٠ ـ ٧) .

من اهم خواصه انه يعطي إحساساً شديداً بالحلاوة ولا يملك طعماً خلفياً . كما يتصف بقدرته على رفع قدرة التحلية للمواد المحلية الاخرى .

للاسبارتام قدرة تحلية مقدارها ١٦٠ .

L aspartyl - L phenylalanine méthyl ester.



الشكل رقم ١٠ ـ ٧ : صيغة الاسبارتام

يتم الحصول على هذا المركب بدءا من حمض الآسبارتيك والفينيل آلانين ميتيل استر . يتفكك الآسبارتام ، في محلول قلوي ، عند الغليان الى دي كيتوبيبيرازين ، مع فقد لقدرة التحلية .

ج ـ البروتينات :

تملك بعض البروتينات طعماً سكرياً . ويستخلص بعضها من الفواكه الاستوائية ومن هذه البروتينات :

ـ التوماتين ١ و ٢ (Taumatine I et II) :

يقدر وزنه الجزيئي بنحو (٢٠٠٠٠) وله نقطة تعادل كهربائي مقدارها (١٢). تستخلص هذه البروتينات من فاكهة احد النباتات الاستوائية المسمى Thaumatococcus daniellii . وقد امكن ، باستعمال الترشيح العالي وطرائق الكروماتوجرافيا المختلفة ، فصل هذه البروتينات .

قدرة تحليته قريبة من ١٦٠٠ . ولا يتم الشعور بالطعم السكري لحظة التذوق، إلا أنه يبقى لفترة . ويبدو ان له طعماً خلفياً خفيفاً جداً هو طعم عرق السوس .

يؤدي تخريب هذه البروتينات الى فقد القدرة على التحلية . وتتحمل عدة ساعات من الغليان في ماء مقطر لكنه يتخرب بشكل غير قابل للارتداد في درجة حرارة ٥٥م في ماء ذي pH ٢ر٣ .

ـ المونيلين Monelline :

يتضمن المونيلين ٩٤ حمضاً أمينياً وهو مكون من سلسلتين . وزنه الجزيئي ١١٥٠٠ ونقطة تعادله الكهربائي ٩ .

يتم الحصول عليه عن طريق الاستخلاص من فواكه الـ Dioscoreophyllum cumminsii ، نبات ينتشر من غرب افريقيا وحتى السودان .

يملك قدرة على التحلية مقدارها ٢٥٠٠ . ويتميز هذا المركب بأنه اكثر المركبات المحلية الطبيعية حلاوة ، إلا ان هذا البروتين حساس وسريع العطب. ويفسد طعمه في pH اقل من (٢) او في درجة حرارة اعلى من ٦٠م .

٣ ـ المحليات الصنعية :

هي مركبات غير سكرية ذات طعم حلو قوي وهي عديمة الطاقة .

٣ ـ السكارين واملاحه :

السكارين هو بلورات لا مائية لا يتأثر بالرطوبة الجوية وتقدر ذوبانيته بـ ٣ر٤ غ/لتر ماء في درجة حرارة ٢٥م . وهو ثابت في حرارة تصل الى ٢٥٥م .

أما سكارينات الصوديوم فهي بلورات مائية تحتوي جزيئي ماء وتفتقده خلال التخزين . وتملك ذوبانية قدرها ٦٦٧ غ/لتر في درجة حرارة ٢٥م (شكل رقم ١٠ ـ ٨) .



سكارينات الصوديوم Saccharinate de sodium سكارين Saccharine

الشكل رقم ١٠ ـ ٨ : الصيغة الكيميائية للسكارين ولأحد أملاحه

يعد الشكل الصودي الأكثر استعمالاً لذوبانيته العالية وهو يستخدم في تركيبه بعض الأغذية والمشروبات .

يتم الحصول على السكارين بطريقتين هما :

ـ بدءاً من التولوين .

ـ بدءاً من الفتاليك اللامائي أو من حمض الأنترانيتيك anthranitique

وتسمح الطريقة الثانية بالحصول على مركبات ذات نقاوة عالية .

تتراوح القدرة على التحلية بين ٣٠٠ و ٥٠٠ .

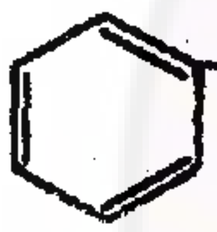
الطعم الحلو لهذه المركبات واضح إلا انه يترافق مع طعم خلفي مر غير مرغوب .

ويمكن التمويه على هذا الطعم باستعمال بعض المركبات الاخرى كجليكونات الصوديوم او بإضافة السيكلامات مع السكارين بنسبة ١ سكارين الى ١٠ سيكلامات .

لم يلاحظ اي اثر سمي للسكارين منذ بداية استعماله عام ١٩٠٠ في اغذية المصابين بمرض السكري . ويبقى السكارين المادة المحلية الوحيدة المنتجة والمستهلكة بكميات صناعية (٢٣٥٠ طناً استهلكت في امريكا عام ١٩٨١) .

ب ـ سيكلمات الصوديوم :

اكتشف هذا المركب عام ١٩٣٧ ويستخدم على شكل سيكلمات الصوديوم . وهو مسحوق بلوري ابيض اللون وعديم الرائحة وشديد الثبات . وتقدر ذوبانيته بـ ٢١٠ غ/لتر . يتم الحصول عليه صناعياً من سلفنة السيكلوهيكسيل آمين (الشكل رقم ١٠ ـ ٩) . له قدرة تحلية تتراوح بين ٢٥ ـ ١٤٠ ولا يملك طعماً خلفياً .



Cyclohexyl sulphamate de sodium

الشكل رقم ١٠ ـ ٩ : الصيغة الكيميائية لسيكلمات الصوديوم
(سيكلو هيكسيل سيلفمات الصوديوم)

يلاحظ أن قدرة هذا المركب على التحلية ليست مرتفعة . وهو يستخدم مع السكارين بنسبة (١٠ : ١) ويسمح هذا الخليط بالحصول على قدرة تحلية مرتفعة وبتمويه الطعم الخلفي للسكارين .

يتفكك هذا المركب جزئياً في الأمعاء الى سيكلوهيكسامين وسيكلوهيكسانول وسيكلو هيكسانون . وقد اظهرت بعض الدراسات تأثيره المسبب للسرطان . وقد منعت الـ *FDA* استعماله ، وكذلك فعلت كل من كندا واليابان وبريطانيا .

ADI = 0-15 mg/kg

حـ ـ أسيتوسلفام ـ K ، (E 930) :
acetosulpham or acesulpham k :

يتم الحصول على هذا المركب عن طريق عملية البلورة بدءاً من مركبي :

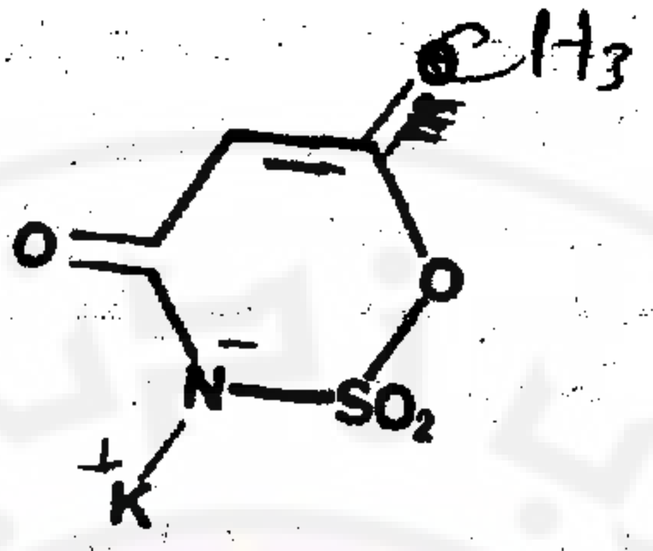
— tertbutylacetoacetate

— fluorosulfonyl isocyanate

تتراوح قدرة تحليته بين ١٣٠ و ٢٠٠ . وتركيبه قريب من تركيب السكارين (الشكل رقم ١٠ ــ ١٠) .

$C_4H_4NO_4KS$

201.2 = MW



الشكل رقم ١٠ ــ ١٠ : الصيغة الكيميائية لمركب الآسيتو سيلفام

تقدر ذوبانيته بـ ٢٧٠ غ/لتر ، وطعمه السكري مقبول وقريب من طعم السكاروز ، وثباته أعلى من السكارين .

د ــ مشتقات اليوريا :

يعد الدولسين dulcine من أهم المركبات المحلية بين مشتقات اليوريا . وقد تم اكتشافه عام ١٨٨٤ ، وقدرته على التحلية هي بحدود ٢٠٠ ، إلا أن استعماله قد توقف منذ عام ١٩٥٠ ، السنة التي تم فيها إثبات سميته .

هـ ــ هناك الكثير من المحليات الصنعية الاخرى ، نذكر من هذه المركبات اثنين هما الكلورفورم (قدرة تحلية = ١٠٠) والجليسين glucine (قدرة تحلية = ١٠٠) إلا أن استخدامهما قد تم منعه بسبب سميتهما .

ثالثاً ــ استخدامات المحليات الصنعية في مجال تصنيع الاغذية :

يوجد في السوق التجاري منتجات غذائية عديدة تحتوي على المحليات الصنعية، ولكي تجد هذه المنتجات القبول من قبل المستهلك يجب عليها أن تتمتع بمجموعة صفات تجعلها مرغوبة ومطلوبة من قبل هؤلاء المستهلكين . ويمكن الاشارة الى ان السبب الرئيس الذي جعلها منتجات مطلوبة هو محتواها الضعيف من الطاقة بالدرجة الاولى .

هناك مجموعة من الأسس لإضافة المحليات الصنعية الى الأغذية ، ولا يمكن

لإضافة هذه المحليات كالسكارين او السيكلمات او كليهما ان تكون بديلاً للسكر بل لا بد من صياغة تركيبة جديدة تماماً للمادة الغذائية المراد إنتاجها .

لا بد من التنويه الى ان المحليات سواءً اكانت طبيعية ام صنعية تعطي صفات نكهة غير صفة التحلية ، ويجب التركيز عند صياغة تركيبات غذائية جديدة على الطعم والنكهة والقوام وهي صفات متلازمة تحت جميع الظروف وهي صفات تختلف في المنتجات ذات المحتوى الطاقي المنخفض عن تلك التي تملكها المنتجات الحاوية على السكاروز والسكريات الاخرى . ولا يشكل اللون والرائحة اي مشكلات .

تعد مميزات الطعم والنكهة والقوام للمادة المحلية من اهم العوامل في تقويم الأغذية التي تضاف اليها . وقد اشرنا سابقاً الى وجود فروق في الطعم والنكهة بين السيكلمات والسكارين مقارنة بالسكاروز . ويعد السكاروز المعيار الأساسي للمقارنة . فالسكاروز يملك تأثيراً محلياً سريعاً نسبياً ويتوقف الشعور بالطعم السكري بعد ذلك مباشرة . بالمقابل يكون الشعور بحلاوة المحليات الصنعية بطيئاً ويستمر الاحساس بطعمها لفترة طويلة . ويجب الانتباه الى ان هذه المحليات لا تعطي الطعم نفسه عند استعمالها في انظمة غذائية مختلفة . وتملك هذه المركبات طعوماً خلفية غير مقبولة كالمرارة . لذلك يضاف الى التركيبات الغذائية الحاوية عليها بعض المواد المحسنة للنكهة والطعم وكذلك المواد التي تقوم بتقنيع الحلاوة غير المقبولة بعد التذوق .

تختلف المحليات الصنعية عن السكاروز بعدم قدرتها على تشكيل القوام بالمقارنة مع السكاروز الذي يملك القدرة على الخلط ويعطي شعوراً حسياً بالقوام . ويتأثر قوام المنتجات منخفضة الطاقة بشكل واضح بغياب السكر الصلب . ويمكن تحسين الشعور الحسي بالقوام في المشروبات الغازية مثلاً والتي تضاف اليها المحليات الصنعية عن طريق اضافة الـ CMC والبكتين .

يلعب التوازن بين تأثيرات المركبات الحامضية والمحليات ايضاً دوراً كبيراً في قبول الطعم بشكل عام . ويتم تحديد نسبة الحموضة المناسبة المرافقة للمحليات واختيارها بالطرائق الحسية .

تتعرض المنتجات المحلاة بالمركبات منخفضة الطاقة للفساد الميكروبي بسبب ضعف محتواها من المواد الصلبة الذوابة . ولذلك يجب استعمال مواد حافظة كالسوربات او البنزوات او المعاملة الحرارية . كما يمكن ان تتعرض هذه المنتجات لمشكلات اخرى غير الفساد الميكروبي كتغير المظهر والقوام نتيجة الانفصال او الجفاف اثناء الخزن وهي ناجمة عادةً عن غياب المواد الصلبة الذوابة كالسكر . تضاف المحليات

الصنعية الى الكثير من المنتجات الغذائية . وسوف نعرض هنا بعض الأمثلة عن استعمال كل من السكارين والسيكلمات في بعض المواد الغذائية .

١ ـ المربيات والحلويات الهلامية :

تحتوي المنتجات العادية من المربيات والهلام على ٦٥ ٪ من المواد الصلبة الذائبة تقريباً في حين أن المنتجات منخفضة الطاقة الحرارية تحتوي عموماً على ١٥ ـ ٢٠ ٪ منها . ولهذا السبب يضاف البكتين منخفض المحتوى من الميتوكسيل methoxyl (منخفض الميتلة ، أقل من ٤٥ ٪) الذي يعطي قواماً جيداً بوجود الكالسيوم بغض النظر عن المحتوى من المواد الصلبة . وهناك مواد أخرى يمكن اضافتها للحلويات الهلامية كالآجار آجار وصمغ الجيوار والألجين وغيرها .

تتأثر قوة الهلام ونوعيته باختلاف المحتوى الطبيعي من المواد الصلبة وبال pH وبوجود الأملاح الطبيعية . كما تلعب العوامل المخلبية دوراً هاماً في السيطرة على تحرير الكالسيوم والأملاح الثنائية التي تؤثر في البكتين وفي ضبط القوام . ويمكن استعمال بعض المواد لإدخال التغيير على قوام الهلام كصمغ الجيوار وال CMC . ويستعمل الآجار منفرداً او مع غيره من المواد وهو لا يتطلب وجود الكالسيوم لإعطاء الهلام على عكس البكتين منخفض الميتيل .

من الضروري أيضاً ضبط الحموضة للحصول على هلام جيد ، ومجال ال pH المقبول هو بين ٣ و ٣ر٨ . ونظراً للمحتوى المنخفض من المواد الصلبة فإنه لا بد من إضافة المواد الحافظة كحمض السوربيك وأملاحه وأملاح البروبيونات والبنزوات بحدود ١ر٠ ٪ من وزن الناتج النهائي .

يضاف كل من السكارين والسيكلمات معاً ، كما تضاف أملاح الكالسيوم في الوقت نفسه كمصدر للكالسيوم الذي يساعد على ثبات الهلام البكتيني . ونعرض فيما يلي ثلاثة نماذج لأنواع من الهلام والمربى المخصصة للحمية :

آ ـ هلام التفاح :

٦ر٩٤ ٪ عصير التفاح	٢ر٠ ٪ سيكلمات / سكارين (١٢ : ١)
١ر٤ ٪ بكتين منخفض الميتوكسيل	٥ر٣ ٪ كلور الكالسيوم (محلول ١ ٪)
٣ر٠ ٪ حمض ليمون لا مائي	

ب ـ هلام العنب :

٦٥ ٪ عصير عنب	٣٤ ٪ مـاء
٥ر٠ ٪ آجار آجار	١ر٠ ٪ بنزوات الصوديوم
٤ر٠ ٪ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)	

جـ ـ مربى الدراق :

٦٠ ٪ أجاص مسحوق	٣٢ ٪ مـاء
١ر٥ ٪ بكتين منخفض الميتوكسيل	٥ر٠ ٪ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)
١ ٪ حمض ليمون لا مائي	٥ ٪ كلور الكالسيوم (محلول ١ ٪)

٢ ـ المشروبات الغازيـة :

توجد ثلاث مشكلات تعترض تطوير إنتاج المشروبات ذات المحتوى المنخفض من الطاقـة ، وهي :

استبدال السكر ـ تحقيق النكهة المطلوبة ـ الحصول على كربنة مناسبة

للسكر دور هام في إعطاء الطعم الحلو ، وفي مزج جميع مكونات الطعـم والنكهة وخلطها ، كما يساعد على استقرار غاز ثاني اوكسيد الكربون . ويتم الحصول عـلى الحلاوة المطلوبة عن طريق خليط من السيكلمات والسكارين بدلاً من السكر ، وتختلف نسبة الخلط من ٧ : ١ الى ٢٠ : ١ وتحـدد النسبة المستعملة بالاعتماد عـلى عاملي النكهة والكلفـة . وتتعلق هذه هذه النسبة بكميـة العامل الحامضي . وهناك أيضـاً مشكلة الطعم الخلفي التي تحدد نسبة الحلاوة المستعملة من حيث الشـدة وخفض الحموضة . ونذكر هنا تركيب مركز الشراب المنكه بالليمون كمثال عن المشروبات التي يستخدم فيها المحليات الصنعية :

٢٨ر٣٥	غ زيت الليمون منزوع التيربين
١١٩٠	غ كحولاً ايتيلياً
٣١٥	غ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)
٤٢ر٥	غ حمضاً لليمون

تكمل بالمـاء الى ٣ر٧٨٥ لتراً .

يؤخذ ٣٧٥ مل من هذا المركز بعد مزجه بشكل جيـد ويضاف الى ٣ر٧٨٥ لتراً مـاءً . ثم يؤخذ من هذا المستحضر الجديد ٢٨ر٣٥ غ وتضاف الى زجاجة سعة ٣٣٥ مل بالاضافة الى ٨٥ مل من المـاء الغازي . ويلعب غاز ثاني أوكسيد الكربـون دوراً اكثر اهمية في النكهة والشعور بالنكهة في المشروبات المضاف اليهـا المحليات الصنعية منه في المشروبات العادية .

٣ ـ الحلويات الهلامية المقدمة بعد الطعام :

يمكن أن يضاف خليط من السيكلمات والسكارين الى المنتجات الحاوية عـلى الجيلاتين ، ومن التراكيب المستعملة في صناعة الحلويات الهلامية :

٢٥ر٦٣ كغ جيلاتيناً
٨ر٨٩ كغ سوربيتول اوماتيتول
٤ر٨١ كغ حمض الفوماريك
٣ر٢٢ كغ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)
١ر٥٩ كغ سترات الصوديوم
+ منكهات وملونات .
١ر٣٦ كغ ملحـاً

ويتم الحصول على الهلام الجيلاتيني بمزج هذا الخليط مـع ١٨٠ ـ ٢٧٠ لتراً من المـاء . ومن ثم يجزأ هذا الهلام مباشرة الى الاحجام المرغوبة ويتم تغليفه .

٤ ـ مساحيق الشرابات الجافة :

تدخل السيكلمات والسكارين في تكوين خلطات الشرابات الجافة مع الحموض والمواد الملونـة والمنكهة والمائـة . ومن التركيبات النموذجية لهـذه المساحيق نعطي المثـال التالي :

٣ر٨ كغ حمض الفوماريك
٢٨ر٥٨ كغ مادة مائة (سوربيتول ، مانيتول ، لاكتوز ، ديكستروز)
٥ر٩٩ كغ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)
٢ر٤٩ كغ منكهات وملونات .

٥ ـ الحلويات المجمدة :

تستعمل هذه المحليات في صناعة الحلويات المجمدة المنكهة بالفواكه ذات الطاقة الحرارية المنخفضة ، وكمثال على ذلك نعطي تركيباً لإحدى هذه الحلويات :

٣٠ر١٠ كغ حليباً مجففاً منزوع الدسم
٥٨ر٤ كغ قشدة (٣٥ ٪ دسم)
١٨ر٣ كغ سوربيتول
٠ر٩١ كغ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)
٢٢٣ر٠ كغ مثبتات (CMC وصمغ كارايا)
٩٩ر٢٦ لتراً مـــاءً
متكهات وملونات وبندقاً (حسب الحاجة)

٦ ـ الفواكـه المعلبـة :

تضاف المحليات الصنعية الى منتجات الفواكه بدلاً من السكر وذلك للحصول على منتجات منخفضة الطاقة الحرارية . ويحلى المـاء بالسيكلمات او بالسكارين أو بكليهما ويضاف البكتين لزيادة لزوجة المحلول . ويمكن استعمال المحلول التـالي في حفـظ كلٍ من المشمش والكرز والتـين والـدراق والاجـاص والخـوخ والأناناس والتوت البري :

٤ر٣٧٨ لتر مـــاء
٤٨٢ غ سيكلمات/سكارين (١٢ : ١)
٣٩٧ غ بكتـين .

الفصل الحادي عشر
المكملات الغذائية
المواد المضافة الرافعة للقيمة التغذوية

NUTRIANTS SUPPLEMENTS

إن الاضافات التي تزيد من القيمة الغذائية هي قبل كل شيء مغذيات ويجب استخدامها كما هي . والمقصود بهذه الاضافات بشكل رئيس الفيتامينات والمواد الفنية بالمعادن الضرورية والبروتينات والاحماض الامينية الاساسية . ويمكن ضمن حدود معينة إضافة الألياف الغذائية وبعض المواد الدهنية التي تسمح بإغناء الغذاء بالأحماض الدهنية الأساسية الى هذه الاضافات . وفي جميع الاحوال يعد الهدف التغذوي والحميوي diététique هو الهدف الأساسي ، حيث يجب على هذه المركبات أن تشارك ، بوجودها ، في سد احتياجات العضو أو تحقيق التوازن لحمية غذائية ضعيفة أو ناقصة .

ويعد الكيميائي الفرنسي Boussingault اول من طالب بإضافة مثل هذه المواد عام ١٨٣٣ ، حيث طالب بإضافة اليود للملح لتجنب تضخم الغدة الدرقية المستوطنة le goitre endémique . وقد اصبحت مثل هذه الاضافة سارية المفعول منذ عام ١٩٠٠ ، اولاً في سويسرا في الشوكولا ، ومن ثم في دول اوربية اخرى والولايات المتحدة الاميركية ، في ملح الطعام .

وفي عام ١٩١٦ ، ادخلت الدنمارك فيتامين A في المارجرين . وفي عام ١٩٣٠ بدأت الولايات المتحدة بإضافة فيتامين D للحليب ، وفي عام ١٩٤١ بدأت بإضافة التيامين (فيتامين B_1) والريبوفلافين (B_2) والنياسين والحديد الى طحين القمح. وفي عام ١٩٤٨ بدأت الفلبين برنامجاً لإغناء الرز بالاضافات السابقة نفسها . وقد ساعدت هذه الاضافات ليس فقط على إزالة العوز الحدي carences marginales وإنما ايضاً على العمل على تراجع بعض الأمراض بشكل واضح كتضخم الغدة الدرقية والكساح rachitisme وبعض اشكال فقر الدم anémie .

ترتبط جودة المـادة المضافة بكونهـا مركبات لا تستهلك نفسها ، وهي تضاف بكثرة للغذاء من أجل تحسين نوعيته التغذوية أو من أجل موازنة حمية . ومهما كان وضع هذه الاضافات فإنها يجب أن تستجيب لعدد من شروط الاستعمال هي :

- مبرر استخدامها
- نوعيتها ونقاوتها
- الفعالية المعترف بهـا
- إنشاء قائمة مسموح باستخدامها كباقي الاضافات .

يجب الاشارة الى أن بعض المواد التي تضاف لأغراض تصنيعية يمكن أن تملك فوائـد تغذوية ، كمـا هي الحالة عنـد إضافة الأملاح المعدنية كالفوسفات وأمـلاح الكالسيوم ، وكذلك بعض المركبات ذات النشاط الفيتاميني كالتوكوفيرولات وحمض الاسكوربيك . ويمكن القول إن اضافة كمية زائدة من هذه المواد لا تشكل اي مشكلة على المستوى التغذوي .

يمكن إجمال المسائل الرئيسة المطروحة بسبب استخدام الاضافات الغذائيـة بموضوعين همـا :

- تبرير استخدام مادة مضافة مـا وذلك بالبراهين والأدلة والاثباتات .
- تحديد الطرائق العملية للاضافة مع الوضع في الحسبان المتطلبات التصنيعية والكيميائية والتغذوية والاقتصادية .

اولاً ـ مبررات استخدام الاضافات المساعدة على رفع القيمة الغذائية :

هناك اسباب كثيرة يمكن أن تبرر اضافة الأملاح المعدنية والفيتامينات والأحماض الأمينية ، ومع ذلك فإن تعويض حاجة غذائية ما يكون هـو دائماً الهـدف النهـائي المطلوب . ويعكس المصطلح المستخدم تنوع الأهداف المقصودة ، ويمكن تلخيص هذه الأهداف تبعاً للمصطلحات المستخدمة بما يلي :

أ ـ الترميم la restauration :

يعتمد الترميم على إضافة المواد المغذية بهدف تعويض الفقـد الحاصل خـلال معاملات التحضير أو التحويل أو الافراط في العمليات التصنيعية . وان مكافحة حالة فاقة مـا ليست هنا الهدف ، وانما المقصود من الترميم هـو تراكيز المـواد المغذيـة

الموجودة في البداية . وليس من الوارد ترميم القيمة الغذائية لأي مادة غذائية باستثناء تلك التي تكون غنية بشكل طبيعي في البداية (المواد الخام) . ومثال على ذلك ترميم البطاطا الجافة سريعة الذوبان بفيتامين C .

ب ـ المعايرة la standardisation

تعني المعايرة تعويض الفروق الطبيعية في تركيب الأغذية العائدة للظروف المناخية أو الحصاد أو التغيرات الصنفية (النوعية) . ونادراً ما يستعمل هذا الاصطلاح .

جـ ـ الإغناء l'enrichissement :

هو إضافة المواد المغذية الى اغذية يتم اختيارها لتلائم هذا الغرض ومحضرة صناعياً . وتمارس عملية الإغناء بهدف الصحة العامة . ويملك الغذاء المغنى بشكل عام نسبة أعلى من تلك التي يملكها الغذاء بشكل طبيعي . ويمكن أن تستخدم هذه العملية في إغناء الخبز او منتجات الحبوب التي تغنى بفيتامينات المجموعة B والكالسيوم كما يغنى الحليب بفيتامين D والملح اليودي . ويطرح بعض المختصين عدة مفارقات تبعاً للتركيب الأولي للمادة الغذائية المراد إغناؤها . فقد أطلق بعضهم الاصطلاح « التعزيز fortification » على إضافة مادة مغذية لم تكن موجودة اصلاً في الغذاء المراد إغناؤه . وهذه هي الحالة ، على سبيل المثال ، في إضافة فيتامين A الى المارجرين الذي يحل محل الزبدة ، وكذلك فيتامين A الى الحليب منزوع الدسم الذي يحل محل الحليب كامل الدسم ، وايضاً فيتامين C الى مشروبات البرتقال او الليمون .

وفي احوال أخرى كحالة الاضافة الفيتامينية وعندما يكون المقصود هو تصحيح عوز ظاهر بوضوح فإنه يطلق على هذه الحالة إصطلاح الإغناء الموجه لغرض علاجي . ويستعمل الاصطلاح « إضافة الفيتامين vitaminsation » للاضافة المنتظمة للفيتامينات الى المواد الغذائية التي لا تحتويها بالضرورة في البداية ، وذلك بهدف تغطية جزء من الحاجات الفيتامينية كنوع من الوقاية . كما يستخدم بعض المختصين اصطلاح « تغذية nutrification » للاشارة الى اضافة المغذيات الفيتامينية والأملاح المعدنية بكمية متوازنة الى غذاء محضر صناعياً لكي يستعمل كاملاً او جزئياً بدلاً من وجبة ، ومن الأمثلة على ذلك وجبات الفطور السريعة والموازنة غذائياً وكذلك بعض انواع اغذية الحمية .

د ـ التكامل الخارجي بين البروتينات intersupplémentation entre protéines :

يعتمد هذا التكامل الخارجي ما بين البروتينات على الجمع ما بين البروتينات المختلفة والتي تتكامل فيما بينها وذلك بسبب تركيبها المختلف والمكمل بالأحماض الأمينية الأساسية .

وتبعاً لما سبق وتحدثنا عنه وتبعاً للحالة ، نرى أن المقصود هو :

ـ إما الغذاء نفسه ، وفي هذه الحالة (ترميم معايرة ، تكامل بروتيني خارجي) تتعلق المعايير الموضوعة في الحسبان بالتركيب الكيميائي للغذاء وبقيمته الغذائية الذاتية .

ـ أو تغطية حاجة تغذوية لمجموعة من الأفراد ، وفي هذه الحالة (إغناء ، إضافة الفيتامين) لا يلعب الغذاء إلا دور الحامل أو الناقل .

وسوف نستعرض هنا بعض الأسباب التي تقود الى تدعيم غذاءٍ ما ببعض المواد المغذية . من هذه الأسباب نذكر :

١ ـ فقد القيمة التغذوية خلال المعاملة والحفظ والتي تتطلب عمليات تقنية إضافية (الترميم) .

٢ ـ الرغبة في إنتاج اغذية متوازنة من الناحية التغذوية أو تستجيب لبعض المتطلبات الخاصة (أغذية الحمية أو تخفيف الوزن) .

٣ ـ مقاومة أمراض الفاقة أو العوز ومحاربتها ، التي تتطلب تدخلاً علاجياً (إغناء) .

٤ ـ إعادة التوازنات الغذائية الطبيعية (إغناء ، إضافة الفيتامينات) .

١ ـ فقد القيمة الغذائية Pertes de valeur nutritionnelle :

أ ـ الفيتامينات :

لقد لوحظ فقد الكثير من أنواع الفيتامينات خلال مراحل تصنيع الأغذية وحفظها

واول انواع الفقد الحاصل يتم عند إزالة جزء او اكثر من المواد الغذائية القابلة للأكل اثناء بعض العمليات الأولية كعملية النخل بغرض الحصول على طحين ذي نسبة استخلاص منخفضة او عند فرز القشدة او عند تقشير الفواكه والخضار .

وبعدها ، فإن كل طرائق التحضير الصناعية منها او المنزلية تخرّب الفيتامينات ويمكن أن يخضع مجموع الفيتامينات الذوابة في الماء الى الفقد بوساطة الانحلال والانتشار في مياه الغسل والسلق والطبخ وفي رشاحة التجميد (فيتامينات المجموعة B وفيتامين C .....) . ويكون هذا الفقد اكثر اهمية كلما كانت كمية المياه المستعملة اكبر وكانت اجزاء وقطع الغذاء اكثر صغراً . ويتعلق الثبات الفيزيائي كيميائي للفيتامينات بعدة عوامل من أهمها : الـ pH ، وجود الأوكسجين ، المعادن ، الأنزيمات ، درجة الحرارة ، الزمن ... الخ . ويمكن تلخيص الأسباب الرئيسة لتحطم الفيتامينات (جدول رقم ١١ ــ ١) من الناحية النوعية بالآتي :

ــ **الأكسدة** : وتشمل فيتامينات A , C , D , E والكاروتينات والفولات . ويمكن تشجيع هذه الأكسدة بوساطة بعض المعادن كالحديد والنحاس وبالأنزيمات ، وتُسرَّع بالحرارة . وتحدث أكسدة الفيتامينات عند السلق بالبخار ، وعند التجفيف (فيتامين C في الخضار) ، وعند بسترة الحليب (الفولات) ، وعند القلي (فيتامين A) ، وعند الطبخ بالفرن ، واخيراً خلال تخزين المنتجات .

ــ **الحرارة** : وتؤثر بخاصة في فيتامينات B_1 , C . وتؤدي عملية التحكم الدقيقة بالمعاملات الحرارية (درجة حرارة ــ زمن) خلال عملية التعليب الى خفض الفقد الى الحد الأدنى بالمقارنة بعملية الطبخ المنزلي .

ــ **الضوء** (فيتامين B_2) **واشعة جاما** (فيتامينات B_1 , C , B_{12} , E , A) . من الممكن ايضاً حدوث تفاعلات مع مركبات غذائية او اضافات اخرى :

ــ ثاني أوكسيد الكبريت والكبريتيت التي تخرّب فيتامين B_1 ، إلا انها تعمل على ثبات فيتامين C .

ــ مركبات النتريت التي تتفاعل مع فيتامينات B_1 , C والكاروتين وحمض الفوليك .

ــ مجموعات التيولات في البروتينات (السيستئين) مع فيتامينات B_6 , B_{12} .

ــ الانتوسيانات مع فيتامين C .

جدول رقم ١١ ـ ١ : حساسية الفيتامينات لشروط المعاملة والحفظ

اسم الفيتامين	الانحلال	الأكسدة	الارجاع	الحرارة	الحموض	الأسس	الضوء	الأشعة
فيتامين A	◇	*	◇	●	●	◇	●	●
فيتامين D	◇	●	◇	◇	◇	◇	●	
فيتامين E	◇	*	◇	◇	◇	◇	●	●
فيتامين C	*	*	◇	●	◇	*	□	●
فيتامين B_1	*	●	◇	*	◇	*	◇	●
فيتامين B_2	●	◇	●	■	◇	*	*	
فيتامين B_6	*	◇	◇	●	●	●	●	
فيتامين B_{12}	●	◇	●	●	◇	*	●	●
فيتامين pp	●	◇	●	■	◇	◇	◇	◇
حمض الفوليك	●	*	◇	●	●	◇	□	
حمض البانتوتينيك	●	◇	◇	●	*	●	◇	

* نقد كبير
● نقد محسوس
□ تاثير غير مباشر
◇ لايوجد تاثير محسوس
■ تاثير مفيد .

* فيتامين C (حمض الآسكوربيك) :

يعد فيتامين C من اكثر الفيتامينات حساسية وتأثراً ، ولهذا يستخدم كدليل على قسوة المعاملات . ويمكن ان يكون الفقد الحاصل بوساطة انتشار فيتامين C ، شديد الانحلال بالماء ، كبيراً بالمقارنة مع الفقد الكلي . وتعد الأكسدة العامل الثاني الهام المسؤول عن فقد حمض الآسكوربيك ، حيث تقود هذه الأكسدة الى انتاج الهيدروآسكوربات بشكل عكوس ومن ثم وبشكل غير قابل للعكس الى المركب 2 — 3 — diketo — L — gluconate الذي فقد كل نشاط حيوي . ويمكن إهمال عامل الأكسدة اذا كان الـ pH حامضياً بينما يؤدي الى فقد كبير في حال كون الـ pH قلوياً ، حيث يتحرّض بوجود آثار من الحديد والنحاس وينخفض بوجود العوامل القانصة كال EDTA . وتتحرض الأكسدة ايضاً بوساطة انزيم الآسكوربات أوكسيداز وانزيمات اخرى مؤكسدة (انزيمات البيروكسيداز ، السيتوكروم أوكسيداز) موجودة في الخلايا

النباتية . ويسرّع تحطيم فيتامين C عندما يتم تحرُر هذه الأنزيمات من الأغشية الخلوية بوساطة الانفجار أو التحطم نتيجة للصدمات الحرارية مثلاً . وبالمقابل فإن انزيم الآسكوربات أوكسيداز ، الذي يظهر نشاطاً اعظمياً في درجة حرارة ٤٠م يثبط في درجة حرارة ٦٥م لذلك فإن السلق يؤدي الى تثبيطه . كما يؤثر ثاني أوكسيد الكبريت في فيتامين C ويحميه من التخرب . كذلك فإنه في الشروط اللاهوائية وبخاصة في وسط حامضي يتم بسرعة تحول فيتامين C الى الفورفورال بوجود السكاروز والفركتوز .

* فيتامين B_1 (التيامين) :

فيتامين شديد الانحلال في الماء ، وحساس جداً للحرارة ضمن شروط معينة. وهو ثابت تقريباً في pH حامضي (pH < 5)وذلك في درجة حرارة تصل حتى ١٢٠م ، ويتحطم التيامين في pH معتدلاً او قلوياً حتى في درجة الحرارة العادية . وينسرّع التحطيم بشكل قوي بالحرارة وينحفّز بوساطة النحاس . وتؤدي عملية الطبخ في الماء في pH قلوياً أو عملية تصنيع الخبز بوجود مساحيق التخمير القلوية الى فقد كبير بهذا الفيتامين .و ينقلب الى بيروفوسفات التيامين بوساطة التخمر وهذا اقل ثباتاً من التيامين نفسه . والتيامين غير ثابت بوجود الاوكسجين بخاصة بوجود غاز ثاني أكسيد الكبريت ، حيث تقوم السلفيتات بتحطيم التيامين في pH معتدلاً أو قلوياً محررةً الحلقات البيريميدينية والتيازولية . وبالمقابل ، يمكن للمعاملات الحرارية أن تؤثر تأثيراً ايجابياً وذلك في حالة قيامها بتحطيم الأنزيمات المسؤولة عن تحطيم التيامين كأنزيم بولي فينول أوكسيداز الموجود في المواد النباتية وانزيم التيامیناز Thiaminase الموجود في لحم بعض الأسماك والحيوانات القشرية .

* فيتامين B_2 (الريبوفلافين) :

متوسط الانحلال في الماء ، وهو ثابت بشكل جيد بخاصة في الوسط الحامضي والمعتدل ، وكذلك بوجود الأوكسجين وفي الحرارة العالية التي تصل حتى ١٣٠م . وهو بالمقابل عديم الثبات في الضوء وفي pH قلوياً . وينقلب بشكل غير قابل للعكس الى ليميفلافين lumiflavine عديم النشاط الفيتاميني وذلك بوساطة التشعيع الضوئي في pH قلوياً ، وبدوره يقود هذا المركب الجديد الى تحطيم فيتامين C .

* فيتامين B_6 (بيريدوكسين) :

فيتامين B_6 ثابت حرارياً في الأوساط القلوية او الحمضية ، وهو حساس

نسبياً للضوء في المحاليل المعتدلة او القلوية (الحليب) . وهو قابل للانحلال في الماء ، ويتميز بالثبات بشكل كبير خلال مدة الحفظ ، في المواد المجففة . ويملك امكان التفاعل مع البروتينات والاحماض الأمينية ويفود ، بوجود المجموعات التيولية الى معقدات فقدت كل نشاط فيتاميني .

* فيتامين B_{12} (كوبال آمين Cobalamine) :

قليل التأثر بالحرارة بخاصة في pH حمضياً (pH بين ٤ و ٦) وهو غير قابل للأكسدة ، لكنه بالمقابل حساس للضوء . ويؤدي وجود بعض الفيتامينات كفيتامين B_1 , C وكذلك املاح الحديد والوظائف التيولية الى تحطيم فيتامين B_{12} .

* فيتامين pp (النياسين niacine) : B_3

يتضمن النياسين شكلين هما حمض النيكوتين والنيكوتين آميد . وهو قابل للانحلال في الماء والكحول ، ويتميز بانه اكثر الفيتامينات ثباتاً في الحرارة وفي الـ pH المعتدل او القلوي وفي الضوء وبوجود عوامل الاكسدة والسلفيتات .

وبالمقابل فإن فيتامين pp قليل الجاهزية من الناحية الغذائية لتعقده مع البولي سكاريد كالسيليلوز والهيميسيليلوز في الحبوب (قمح ، ذرة) ، ويسمح الطبخ في pH قلوياً (pH = ٩ ــ ١٠) بتحرير النياسين ويحسن من جاهزيته للاستخدام.

* حمض الفوليك ، والفولات :

تتميز الفولات بقابليتها للانحلال في الماء وحساسيتها للحرارة . وتعد الأشكال المترافقة (أحماض بتيرويل ثنائي وثلاثي الجلوتاميك) أكثر حساسية بخاصة في pH حامضي (pH < 5) من حمض الفوليك نفسه (حمض بتيرويل أحادي الجلوتاميك) ، ويمكن للمعاملات الحرارية تحرير حمض الفوليك الأكثر ثباتاً وبالتالي زيادة النشاط الفيتاميني . مع ذلك فالفولات قابلة للأكسدة والتي يمكن تحريض التفاعلات فيها بوساطة النحاس ولكن بنسبة اقل من حمض الآسكوربيك الذي يلعب بوجود الفولات دور الواقي . كما أن الفولات حساسة لضوء الشمس وذلك بشكل غير مباشر عن طريق تشعيع فيتامين B_2 .

* **حمض البانتوتينيك** acide pantothénique :

حمض البانتوتينيك ثابت في درجة الحرارة العادية في pH قلوياً ومعتدلاً ويظهر ثباتاً اعظمياً في الحرارة وذلك في وسط معتدل (pH = ٦ ـ ٧) ، ويتحطم في pH حامضياً وقلوياً . وهو غير قابل للأكسدة ، وغير حساس للضوء . وتعد بانتوتينات الكالسيوم اكثر ثباتاً بقليل في الوسط ذي الحموضة الخفيفة (pH = ٥ ـ ٧) .

* **فيتامين A** :

إن فيتامين A بأشكاله المختلفة ، الكحولية والالدهيدية والحمضية والباليتات، قابل للأكسدة وحساس للضوء. إلا انه يكون ثابتاً في الحليب آذا كانت شروط المعاملة غير قاسية (درجة حرارة معتدلة) . ولا يلاحظ تحطم فيتامين A إلا بعد فترة تسخين طويلة في درجة حرارة عالية وبوجود الهواء او الاوكسجين . وتسرّع عملية الاكسدة بواسطة مركبات البيروكسيد الليبيدية وبآثار من الحديد والنحاس . وتستطيع مضادات الاكسدة تامين بعض الحماية له . وبذلك فإن ثبات الفيتامين يمكن آن يختلف من غذاء لآخر تبعاً للتأثير الواقي سواءً للدسم او لمضادات الأكسدة الطبيعية.

ويعد فيتامين A الطبيعي احد الفيتامينات الذوابة في الدهون وغير ذواب في الماء .

* **فيتامين D** :

يبدو ان هذا الفيتامين ثابت في اغلب الأوقات . وهو قابل للانحلال فقط في المحلات العضوية ويعد الايرجوكالسيفيرول (فيتامين D_4) ، الذي يمكن أن يتفكك ببطء في درجة حرارة الغرفة، اكثر حساسية للأكسدة والضوء من الكولي كالسيفيرول (فيتامين D_3 من مصدر حيواني) .

* **فيتامين E (توكوفيرول)** :

لا تملك جميع التوكوفيرولات النشاط الحيوي نفسه . وهي مضادات اكسدة حيث تحطّم ببطء بوجود الاوكسجين والضوء . وتسرّع الاكسدة بالحرارة بوجود النحاس .

* **فيتامين K :**

يعد فيتامين K بمختلف أشكاله حساساً للضوء . وفيتامين K_3 اكثر ثباتاً من K_1

ب ـ العناصر والأملاح المعدنية :

يتم فقد جزء كبير من الأملاح خلال عملية تقشير الخضار وإزالة وبر الفواكه وإزالة النخالة من الحبوب ومصل الحليب أثناء التجبين . وإن هذا الفقد الناتج عن الذوبان والانتشار في الماء والمهمل غالباً يمكن ان يكون كبيراً ، وهو يتعلق بالـ pH وبإمكان تشكيل معقدات غير ذوابة أو تحريرها وبكميات الماء المستخدمة وبحجم أجزاء الأغذية وبفترة الملامسة . كما يمكن ان يقود الطبخ والسلق للخضار الى فقد الحديد والنحاس الذي يمكن أن يصل أو يتجاوز الـ ٥٠ ٪ . وتقلل المعاملات بالبخار من هذا الفقد . و قد لوحظ أن كمية الفقد من اليود تصل الى ٨٠ ٪ خلال طبخ السمك في الماء .

تعد العناصر المعدنية ثابتة في شروط المعاملات المختلفة باستثناء الفقد الحاصل من عملية الانحلال . والشيء الوحيد الذي يمكن أن يغير من جاهزيتها للاستخدام هو تشكيل معقدات غير ذوابة وغير قابلة للتمثيل أو مركبات مؤكسدة .

ج ـ البروتينات والأحماض الامينية :

إن حدوث بعض التغيرات على البروتينات لا تبرر إضافة الأحماض الأمينية أو مركبات غنية بالبروتينات الى الأغذية . ومن الأمثلة على ذلك ، التشكيل المتعمد لمركبات ذات تأثير مفيد أو تأثير واقي وكذلك التشوه الحراري للبروتينات (تسخين التعقيم لفترة وجيزة ، الخَبز) الذي له تأثيرات ايجابية بقضائه على العوامل السامة والمضادة للتغذية (بروتينات البقول) أو بتحسينه القابلية على الهضم (الكولاجين) :.

ولن نتعرض هنا إلا للتغيرات المؤدية ، على المستوى التغذوي ، الى إما فقد الاحماض الأمينية الاساسية أو الى عدم جاهزيتها .

تؤثر ظواهر الاكسدة بشكل رئيس في الأحماض الامينية المكبرتة وبشكل ثانوي في التريبتوفان والاحماض الامينية الحلقية . وتؤكسد بقايا الميثيونين بسهولة الى سلفوكسيد الميثيونين الذي يحفظ نحو ٩٠ ٪ من قيمة الميثيونين . أو الى ميثيونين

سيلفون الذي لا يملك اي نشاط . وتؤدي اكسدة التريبتوفان وبالتالي فقده كحمض أميني ضروري الى تشكيل مركبات سامة ، ولا يحدث ذلك إلا في شروط قاسية جداً من التسخين .

يمكن أن تسبب اشعة جاما (γ) فقداً عن طريق تفاعلي نزع الامين ونزع الكربوكسيل . كذلك يؤثر الضوء بشكل ضار في ميثيونين الحليب . ويمكن ايضاً أن يفقد السيستئين خلال المعاملات الحرارية والقلوية .

تشكل ظواهر التماكب سبباً آخر لفقد الاحماض الامينية ، ومن المعروف ان هذه الاحماض اذا كانت على شكل المماكب D فإنها تكون سيئة أو لا تستعمل من قبل الكائن . أما الاحماض الامينية من الشكل L والموجودة بشكل طبيعي في البروتينات فإنه يمكن ان تتماكب الى أن يتم الوصول الى مزيج عديم الفاعلية البصرية (racémiques) وذلك خلال المعاملات القاسية بالحرارة او في وسط حامضي أو قلوي .

وتبين المجموعة الاخرى من التغيرات الظواهر التي تجعل الاحماض الامينية غير قابلة للاستخدام . وهناك عدة حالات يمكن الاستشهاد بها . وتشكل تفاعلات الاسمرار الأنزيمي (تفاعلات ميلارد) سبباً شائعاً في تقييد الأحماض الأمينية وتثبيتها. وتساعد هذه التفاعلات على جعل الليزين غير جاهز تقريباً للاستخدام ، أي مفقوداً تغذوياً . ويمكن أن تصل نسبة الفقد من الليزين بوساطة تفاعلات ميلارد الى ٦٠ ـ ٨٠ ٪ في منتجات الحليب الخاضعة لمعاملات حرارية قاسية .

يعد تشكيل الروابط التكافؤية سبباً لعدم الجاهزية . وتقود هذه الروابط الى خفض قابلية هضم الأحماض الامينية وجاهزيتها .

تبرر هذه التفاعلات المؤدية الى اتلاف البروتينات اضافة الاحماض الامينية وبخاصة الليزين .

٢ ـ إعداد اغذية ذات فائدة تغذوية خاصة :

إن تكوين الأغذية التي تستجيب لبعض الأهداف التغذوية الخاصة لا يمكن أن تحقق بخلائط من المواد الغذائية المتفق عليها وبالتالي فهي تحتاج لإضافات تغذوية (املاح معدنية ، فيتامينات ، أحماض أمينية) تسمح بالوصول للهدف المحدد ، اي للتركيب المرغوب . ويدخل ضمن هذه الفئة ، الأغذية المتوازنة تغذوياً والمخصصة للأطفال وللبالغين أو تلك التي تستجيب لمتطلبات واحتياجات غذائية خاصة أو منتجات

التوازن التغذوي أو الحميوي . ولا بد من الاشارة الى أن الأغذية المخصصة للحفاظ على التوازن التغذوي produits diététiques هي أغذيـة مخصصة لمستهلكين ذوي صحةجيدة وإنما لهم متطلبات نوعية تبعاً لأعمارهم وظروفهم الفيزيائية والفيزيولوجية وطريقـة حياتهم ، ويرغبون باستهلاك منتجات تؤمن لهم الحـد الادنى من المتطلبات التغذوية . أمـا أغذية الحمية produits de régime فهي مخصصة لأناس يعانون من حالات مرضية تتطلب توازناً تغذوياً خاصاً .

يمكن أضافة الفيتامينات والاملاح المعدنية في عدة حالات . حيث هنـاك بعض الأغذية التي تتطلب مثل هـذه الاضافات كالأغذيـة المخصصة للحفاظ عـلى التوازن الغـذائي ذات المحتوى المضمون مثـلاً من الفيتامينات أو المغنزيـوم ، حيث يتطلب الوصول الى مثل هذه الأغذية أضافة هذه المركبات . ومن جهة أخرى تعـد عمليـة الإغناء بالفيتامينات والأملاح المعدنية ضرورية لجميـع المنتجات التي تمثل بشكل أو بآخر بدائل للوجبات . وهذه هي الحالة في بعض الأغذية المخصصة للتوازن التغذوي التي يستجيب فيها التوازن الى هدف خاص . وكمثال على ذلك ، أغذية الجهد التي يجب أن تحتوي على الكالسيوم والمغنزيوم وفيتامينات B_1 , B_2 , B_6 , C . ونظراً للدور الاستقلابي لفيتاميني B_1 , B_2 فإن أغذية الجهد الغنيـة بالسكريات يجب أن تغنى بفيتامين B_1 ، والغنية بالدسم بفيتامين B_2 .

مثال آخر هو الأغذية المسماة « الأغذية قليلة الطاقة » والتي يمكن عدّها كبدائل للوجبات ، حيث تتطلب مثـل هـذه الأغذيـة إغناءهـا بفيتامينات A , B_1 , B_2 , C وبالكالسيوم والحديد والمغنزيوم والبوتاسيوم للوصول الى توازن صحيح بالمغذيـات ولتامين تغطية الحاجات اليومية .

هناك أيضاً امكان اضافة فيتامين A الى المنتجات الدهنية الخاصة ، مهما كانت . تغنى أغذية الرضع والأطفال (حليباً معـدلاً أو حليباً مشابهاً لحليب الأم ، دقيق الفطام ، أغذية متنوعة للأطفـال) التي يجب أن تستجيب لاحتياجات تغذويـة محددة بالفيتامينات والأملاح المعدنية .

وتكون الاحماض الامينية والمواد الغنيـة بالبروتين أيضاً هدفاً للتكميل . ومن الواضح أنه في الكثير من الاغذيـة ، يتم البحث عـن ضمان وجـود نوعية محددة من البروتينات التي يمكن أن تتحسن إمـا بالإكمال ببروتينات متممة او بالإغناء بأحماض امينية مختارة بعناية كبيرة . وفي حالة الأغذية المغنـاة بالبروتينات ، من الضروري المطالبة بحد أدنى من النوعية لهذه البروتينات وبتوازن للحموض الامينية قريب اكثر ما يمكن من التركيبة المثالية . الشيء نفسـه بالنسبة للمنتجات المستعملة كبدائـل للوجبات ، حيث من الضروري ليس فقـط حساب النسبة البروتينية تبعـاً للحاجة

اليومية وإنما ايضاً يجب ان تكون نوعية هذه البروتينات جيدة . مثلاً الأغذية الموازنة لإعطـاء ١٠٠٠ كيلو كالوري ، يجب ان تملك كميـة من البروتينات (٦٠ الى ٩٠ غ) عالية النوعية (المعامل الكيميائي يعادل أو يزيد على ١٠٠) ، وتصل النسبة البروتينية في هذه الحالة الى ٣٠ ٪ نسبةً للحريرات الكلية . وتعد اضافة الاحماض الامينية هي غالباً الأكثر ضرورة للوصول الى هذه الاهداف من النوعية .

وتحضّر اغذية الحيوانات بشكل يحقق احتياجات الحيوانات المنتجة (نمـواً ، إدراراً ، حَملاً ، وضع بيض) وذلك على شكل خلائط كاملة ومتوازنة عـن طريـق إضافة الاملاح المعدنية والفيتامينات والأحماض الامينية الصنعية .

٣ ــ استعمال الاضافات التغذوية لاهداف صحية :

آ ــ حالة العوز التغذوي الظاهر :

إن تضخم الغدة الدرقية اختفى نهائياً من اوربا بسبب اضافة اليود للأغذيـة الشائعة كملح الطعام ، كذلك قضي على بعض الفاقات التغذوية عن طريـق اضافـة الفيتامينات بكميات مناسبة كإضافـة فيتامين C لمكافحة داء الحفر (مرض يفسد الـدم) scorbut ، وفيتامين D لمكافحة مرض الكساح rachitisme .

إن حالات العوز التغذوي لا زالت سائدة في كثـير من دول العالم . وإن هـذه الفاقات التي تمثل في بعض الأحيان حـالات خطـيرة تتطلب وضع سياسة صحيـة وتغذوية ذات هدف علاجي سريع . وتتطلب مختلف اشكال سوء التغذية البروتينية الحرورية ايضاً اجراءات للإغناء بالبروتينات او بالأحماض الامينية .

ورغم ان الفاقات الكبيرة قد اختفت من الدول الاوربية ومن شمال امريكا إلا انه يلاحظ فقر الدم التغذوي العائد الى العـوز للحديد والفولات والتي تصيب بخاصـة النساء والمعمرين .

ويسود في وسط الأطفال العوز لفيتامين D وذلك خلال فترات النمو السريع وحتى سن الـ ٢٠ شهراً ، ويتطلب هذا العوز اخذ احتياطات وقائية ضد مرض الكساح وذلك عن طريق اضافة فيتامين D الى الحليب . إلا انه في فرنسا يعد فيتامين D كدواء ولا يستخدم كإضافة غذائية وإنما يوصف بوساطة الطبيب .

ب ـ العوز التغذوي غير الواضح :

هي حالات العوز غير الواضحة التي تحتاج الى عمليـة تقصي بوساطة الفحوص والاستطلاعات . وتقـوم المنظمات الوطنيـة والشـركات الخاصـة وبشـكل دوري باستطلاعات تغذوية أو غذائية سامحة بذلك بتقدير بعض الاحتياجات التي لم تغط في الأغذية . ولقد لوحظ في بعض الاستطلاعات التي اجريت في فرنسا بين عامي ١٩٦٨ و ١٩٧٠ ان أكثـر من ٣٠ ٪ من الاشـخاص لا يحصلون عـلى اكثـر من ٧٥ ٪ من احتياجاتهم الضروريـة من فيتامينات B1 , B6 والنياسـين وحمض البانتوتنـك . كذلك لوحظ ان هنـاك نقصاً في فيتامينـات D , E وحمض الفوليك . وتوجـد مجموعات يظهر عندها العوز غير الواضح ، نذكر منها الاطفال في فترات النمو السريع والمتواجدين في مجتمعات اقتصادية غير مناسبة ، وهناك ايضاً المرأة في مرحلة الانجاب والاشخاص المسرون . ويلاحظ عند النساء غالباً نقص في المغنزيوم والحديد وفيتامين B6 وبخاصة الفـولات .

هناك مجموعات أخرى تبدي حالات أكثر تخصصية (جدول رقـم ١١ ـ ٢) ، ومن هذه المجموعات نذكر المدمنين على الكحول والمدخنين والنسـاء التي تتعاطى حبوب منع الحمل عن طريق الفم . ويضاف أيضاً الى هذه المجموعات حاملو الأمراض الطفيلية في المناطق الحارة الذين تزداد لديهم الحاجة الى عنصر الحديد . كما يجب الاشـارة الى خطر حصول العوز نتيجة لتزايد تناول الأدوية .

جدول رقم ١١ ـ ٢ : أسباب ارتفاع الحاجة لبعض الفيتامينات والعناصر المعدنية

الادمان على الكحول	تنـاول حبوب منـع الحمل عن طريق الفم	تناول الادوية	الافراط في التدخين
فيتامـين B1	مغنزيـوم	فيتامـين A	فيتامـين A
النياسـين	فيتامـين A	النياسـين	فيتامـين C
الفـولات	فيتامـين B6	الفـولات	
فيتامـين C	الفـولات		
فيتامـين A			
الزنك (التوتياء)			

إن وضع هذه الأسباب المختلفة للعوز الظاهر وغير الظاهر في الحسبان يمكن ان يقود الى اختيار سياسة واضحة لإضافة الفيتامينات الى بعض الاغذيـة أو إغنائهـا بالأملاح المعدنية ، والهدف هو تأمين كميات اضافية من جهـة والوقاية من اخطـار تفاقم نقص الفيتامينات والأملاح عند المجموعات المعرضة لهذا النقص من جهة اخرى.

جـ ـ تطور العادات الغذائية :

تظهر جميع الاستطلاعات الغذائية أن العادات الغذائية تتطور وأن التوازنات الغذائية تتبدل ويتبع ذلك تطور في ظهـور بعض الامراض التغذويـة . وتعـد بعض الامراض المعدية والمعوية والقلبية الوريدية شواهد على تطور أغذيتنا. ويمكن للاضافات التغذوية أن تحمل الاجابة ، على الأقل جزئياً ، عن امكان توسيع مفهـوم الاضافة المساعدة على رفع القيمة الغذائية لتشمل الألياف الغذائية والاحماض الدهنية غـير المشبعة رغم أن هذه الاضافات لا تستهلك بشكل حر .

ايضاً ومع العادات الغذائية ، تتطـور التقانات والمنتجات المطروحة في السوق ايضاً . ويمكن الاستشهاد تاريخياً بظهور الطحين الابيض الذي يملك نسبة استخلاص منخفضة ، وكذلك الاستعاضة عن الزبدة بالمارجرين ، وهناك أيضاً حـلول الحليب الاصطناعي محـل حليب الأم بالنسبة للرضع رغـم وجـود بعض المشكلات بالنسبة لموضوع جعل تركيب الحليب الاصطناعي مشابهاً لتركيب حليب الأم بخاصة من حيث محتواه المعدني والفيتاميني .

ثانيـاً ـ طـرق الاضافـة :

بعد التأكد مسبقاً من ضرورة او فائدة اضافة المواد المساعدة على رفع القيمـة الغذائية ، فإنـه من الضروري أن تتوافر بعض الشروط والضمانات التي تـؤدي الى السماح بإجراء الاضافة وضمـان فعاليتها دون اي اخطـار . ويمكن تلخيص هـذه الشروط بمـا يلي :

أ ـ الاختيار المناسب للغـذاء الحامل أو الناقـل ، تبعاً للإضافة وللشريحة البشرية المقصودة .

ب ـ ضمان ثبات المادة المضافة ، وجاهزيتها الحيوية ، وعـدم وجـود خطورة نتيجة زيادة الكمية ، وعدم سميتها ، وضمان عدم إحدائها الاختلال في التوازنات .

جـ ـ وضع وسائل مراقبة قانونية ومشروعة قيد الاستعمال .

د ــ اختيار التقانة المناسبة تبعاً لتوافق المــواد المــراد خلطها وإمكان حفظها ، متجنبين كل تاثير غير مرغوب في الجودة الحسية مع تامين انتاج ذي سعر معتدل .

١ ــ اختيار الأغذية الحاملة للإضافة :

آ ــ معايير الاختيار :

إن المستحضرات الحاوية على عــدة فيتامينات او المغناة بالأمــلاح المعدنيــة ، المصنوعة على شكل اقراص أو حبوب هي خارج اطار هذه الدراسة .

اذا كان المقصود هو ترميم القيمة التغذوية للغــذاء ، بعد الفقــد النــاتج عــن العمليات التقانية أو خلال فترة الحفظ ، فإن معيار اختيار الغذاء الحامل للاضافات الرافعة للقيمة التغذوية يكون بسيطاً ، وهو اختيار الأغذية الغنية طبيعياً بهذه المــواد قبل التعرض للتصنيع .

أمــا اذا كان المقصود هو الإغناء بهدف ضمان الصحة العامة ، فــإن اختيــار الغذاء الحامل يجب ان يستجيب لعدة معايير لايمكن فصلها عن الهدف المرجو ، وهي :

ــ اغذية تستهلك على نطاق واسع ، ويكون الاختلاف في استهلاكها بين فــرد وآخر ومن يوم لآخر ضعيفاً .

ــ أن يكون الغذاء الذي تجري عليه الاضافة مقبولاً على المستوى الحسي ، مع الوضع في الحسبان العادات والتقاليد الغذائية والتكلفة المعتدلة .

وبالاعتماد على ماسبق وذكرناه يمكن اعتماد أغذية تملك اساساً الغاية المنشودة. فإذا اريد الوصول الى مجموع السكان فإن غذاءً يستهلك على نطاق واسع وذا كلفة معتدلة كأحد انواع الحبوب مثلاً يلائم ذلك الهدف . امــا اذا أريد الوصول الى بعض المجموعات الحساسة القابلة للتأثر فإنه من الممكن البحث عن اغذيــة مستهلكة بشكل تفضيلي من قبل مجموعة المستهلكين المستهدفة . والمشكلة تبقى محصورة في تقــدير خطر عدم تغطية حاجات جزءٍ من المجموعة المقصودة ، وذلك لعــدم استهلاك المــادة الغذائية من جهة ، ومن جهة أخرى الافراط من قبل هؤلاء الذين يستهلكون هذه المادة الغذائية بدون حاجة مبررة . وهذا يظهر انه اذا اغنيت عصائر الفواكه بفيتامين C فإن شاربي عصير الفواكــه المعتادين سيحصلون على نسبة أعــلى من فيتامين C من هؤلاء الذين هم بحاجة اليه ، لأنهم لا يستهلكون عصير الفواكه .

يمكن تقسيم الأغذية الى مجموعات كبيرة تبعاً لمحتواها التغذوي ومن خلال هذه المجموعات يتم الاختيار . بالاضافة الى ذلك فإن بديل الغـذاء يجب ان يملك قيمـة معادلة للغذاء الذي يحل محله . ويمكن ايضاً إغناء الأغذية الكاملة ، التي تكون أحياناً بدائل للوجبات ، بعدد اكبر من المواد المغذية .

ب ـ التطبيقـات :

بشكل عام، تتعلق الاختيارات التي تتم الى حد كبير بطبيعة المغذيات وشكلها . وبطبيعة الحال فإن الزيوت والدهون لا تستخدم إلا من أجـل الفيتامينات الذوابة في الليبيدات . ويمكن إضافة جميع اشكال المـواد الرافعة للقيمة التغذوية الى منتجات الحبوب باستثناء فيتامين D ونـادراً فيتامين C . وفي حالات أخرى كثـيرة ، يُستعمل اغذية اكثر تخصصية .

ـ منتجات الحبوب :

تشكل الحبوب ومنتجاتها حوامل اساسية للاغناء بالفيتامينات والأملاح المعدنية وحتى بالأحماض الامينية لأنها تستهلك على نطاق واسـع ، وذات اسعار معتدلـة ، ويمكن تحويلها صناعياً وحرفياً .

يمكن ان يكون المقصود من العمليـة إمـا ترميماً بسيطاً (لتعويض الفقد اثنـاء بعض العمليات كقشر الرز وإزالة نخالة القمح) أو الإغناء الفعلي .

ويمكن ان يتم ادخـال الاضافات التغذوية الى الطحين في المطحنة ، كذلك يمكن إجراء عملية الإغناء عـلى الخبز والبسكويت ، حيث تضاف المـواد التغذوية لحظـة تحضير العجينة .

ـ المواد الدهنية :

تغنى هذه المواد بالفيتامينات الذوابة في الدسم فقط . وتعد الزبدة الناتجة من الحليب مصدراً هاماً لفيتامين A . وعندما يُستخدم المارجرين كبديل للزبـدة ، فإنه يغنى بفيتامين A واحياناً بفيتامين D وفيتامين E .

ـ الجذور والدرنات :

تعد الجذور والدرنات اغذية طاقـة بشكل رئيس وهي فقـيرة بالبروتينات . وتضاف لهذه المواد الاحماض الامينية والفيتاميتات والأملاح المعدنية .

ـ منتجات الحليب :

يعـد الحليب ومنتجاته وسيلة هامـة لحمل الاضافات الغذائيـة . وبمـا أن الفيتامينات المنحلة في المـاء تخرب خلال عملية التعقيم وتزال الفيتامينات المنحلة في الدهون من الحليب منزوع الدسم ، فإن الحليب المجفف منزوع الدسم يُرمم أو يغنى بهذه الاضافات ونادراً ما يغنى الحليب كامل الدسم أو الأجبان .

ـ السكر ، الملح ، التوابل :

يستخدم السكر كحامل لفيتامين A نظرالكونه غـذاءً واسـع الاستهلاك ، وهناك مشاريع اخرى لاستخدام السكر في اضافـة الفيتامينات على نطاق اوسـع . مع ذلك فإن بعضهم يمتنع عن استخدام المربيات كحامل للاضافات التغذوية .

ورغم أن التوابل لا تدخل في فئة الاغذية الاساس إلا انها تستهلك بشكل واسع. وعلى سبيل المثال ، تغنى الجلوتامات احادية الصوديوم المقوية للنكهات بفيتامين A في بعض البلدان في جنوب شرق آسيا .

ـ المشروبـات :

تغنى عصائر الفواكه أحياناً بفيتامين C ، كما يمكن إغناء بعض المشروبات الاخرى كالقهوة والحليب ذي المصدر النباتي (فول الصويا ، جوز الهند) .

ـ اغذية الأطفال :

إن اغذية الفطام المصنوعة على شكل طحين أو بسكويت ، وكذلك اغذية الأطفال الموضوعة ضمن ظروف او عبوات صغيرة (مرطبانات زجاجية صغيرة) يمكن أن تضاف اليها المواد الرافعة للقيمة الغذائية . وتقدم صناعة الأغذية المخصصة للفطام وبخاصة تلك التي تملك في أساس تركيبها الحبوب والمنتجات اللبنية الفرصة للقيام بإضافـة الفيتامينات والإغناء بالأملاح المعدنية والاحماض الامينية .

٢ ـ الجوانب الكمية والمقادير المستعملة :

تتعلق المقادير المستعملة من الفيتامينات والأملاح المعدنية بشكل رئيس بالهدف من الاضافة (ترميماً بسيطاً او إغناء للمادة المنتجة) . امـا اضافة الاحماض الامينية فإنه يعتمد على أسس متعددة مختلفة .

أ ـ الترميـــم :

إن الهدف في هذه الحالة هو ترميم المحتوى الفيتاميني والمعدني في الناتج النهائي الى أن يصـــل الى ١٠٠ ٪ من مستواه في المـادة الخـام الطبيعيـة قبـل التعـرض لعمليات التصنيع .

ب ـ الإغناء والاضافة الفيتامينية :

يملك الغذاء المغنى ، بالتعريف، محتوى أعلى من ذلك الذي يملكه الغذاء الخام، ويكون الهدف التغذوي المرغوب إمـا تصحيح فاقة أو عـوزاً ظاهراً أو تغطية حاجـة معدنية وفيتامينية . ويجب أن تضع نسبة الاضافة المقررة لغذاء محدد في الحسبان مـا يلي :

ـ الهـدف التغذوي .
ـ مستوى استهلاك الغذاء الحامل الذي تم اختياره .
ـ محتوى الغذاء الحامل ، مبدئياً ، من هذه المغذيات .

وكأمثلة على عملية الإغناء ، فإننا نـدرج في الجدول رقـم ١١ ـ ٣ معايير إغنـاء منتجات الحبوب المعتمدة في أمريكا وكنـدا .

جدول رقم ١١ ـ ٣ : المعايير الاميركية والكندية في إغناء منتجات الحبوب

	المعايير الاميركية ملغ / ١٠٠ غ	المعايير الكندية ملغ / ١٠٠ غ
التيامـين	٠ر٦٤	٠ر٤٤ ـ ٠ر٧٧
الريبوفلافين	٠ر٤٠	٠ر٢٧ ـ ٠ر٤٨
النياسـين	٥ر٣٠	٠ر٥٣ ـ ٦ر٤٠
حمض الفوليك	٠ر٠٧	٠ر٠٤ ـ ٠ر٠٥
بيريدوكسين	٠ر٤٤	٠ر٢٥ ـ ٠ر٣١
فيتامين A	٩٥٠ وحدة دولية	—
حمض البانتوتينيك	—	١ر٠٠ ـ ١ر٣٠
الكالسيوم	٢٠٠	١١٠ ـ ١٤٠
الحديـد	٢ر٩٠ ـ ٣ر٧٠	٢ر٩٠ ـ ٤ر٣٠
التوتيـاء	٢ر٢٠	—
المغنزيـوم	٤٤	١٥٠ ـ ١٩٠

تُعبِّر هذه القيم عن التركيب النهائي الذي يجب ان يتواجد في منتجات الحبوب المختارة . ويُعبَّر عن المعايير الأميركية تحت شكل قيمة وحيدة باستثناء الحديد الذي له قيمة دنيا واخرى عظمى ، امـا المعايير الكندية فيُعبَّر عنها بحدين اعظمي وادنى .

عندما تكون الأهداف او معايير الإغناء قد تم تحديدها ، فإنه يبقى حساب نسبة الاضافة بعد الوضع في الحسبان القيم الموجودة في المادة الغذائية قبل إجراء الاضافة. ويمكن حساب هذه النسبة عن طريق العلاقة التالية :

$$A = 1{,}06\ (R - \overline{X} + S)$$

حيث تمثل :

A : كمية المادة المضافة

R : معيـار الإغنـاء

$\overline{X}$: المحتوى الوسطي للأساس ، في المادة قبل الاضافة

S : الانحراف التربيعي للمحتوى الوسطي قبل الاضافة écart - type

يتم في هذه العلاقة إدخال عاملي تصحيح : الأول يضع في الحسبان الانحراف التربيعي للمحتوى قبل الاضافة لصالح نسبة الاضافة، والثاني يُدخل زيادة اصطلاحية مقدارها ٦ ٪ . وهذه العلاقة لا تستعمل من أجل حساب نسبة اضافة فيتامين A ولا من أجل الحديد والكالسيوم .

هناك مثال آخـر على الإغنـاء ويمكن أخـذه من التشريعات الفرنسية ويتعلق بالأغذية المتوازنة تغذوياً وأغذية الحمية . ففي المنتجات المخصصة للحميات ضعيفة القيمة الحرارية المعـايرة عـلى /١٠٠٠/ كيلو كالوري ، يجب أن لا تهبـط المكونات المغذية الاخرى عن القيم المضمونة الواجب توافرها (بروتينات ٦٠ ـ ٩٠ غ ، فيتامين A ٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ وحدة دولية ، فيتامين B2 , B1 ١ ـ ٢ ملغ ، فيتامين C ٦٠ ـ ٨٠ ملغ ، كالسيوم ٥٠٠ ـ ١٥٠٠ ملغ ، مغنزيوم ٢٥٠ ـ ٥٠٠ ملغ ، بوتاسيوم ١ ـ ٢ غ) . وبذلك تكون الاحتياجات اليومية مغطاة .

وفي حالة أغذية الجهد ، تضاف الفيتامينات والعناصر المعدنيـة هذه المرة الى / ٣٠٠٠ / كيلو كالوري ، وتقع الحدود الدنيا والعظمى بشكل إجمـالي في مستوى حاجات البالغين . وتسمح حمولة الـ ٣٠٠٠ كيلو كالوري ، على شكل أغذية من هذه

الفئـــة ، بتغطيـــة الاحتياجات من العناصر المعدنيـــة والفيتامينات تصـــل الى نسبة ١٠٠ ٪ .

يتم الوصول الى هذا الهدف وكما ذكرنا سابقاً خلال تحضير هـــذه الأغذيـــة ، بوساطة استعمال اضافات تغذوية تكمّل ، عنـــد الحاجة ، محتوى المـــواد الاوليـــة المستخدمة في البداية وتعوض الفقد الحاصل اثناء التصنيع والحفظ .

يمكن أن نعطي مثالاً آخر للإغناء وللمقادير المستعملة ، وهـــو إغنـــاء منتجات الحبوب والمارجرين ، ويبين الجدول رقم (١١ ــ ٤) المقادير الأكثر استعمالاً في عملية الإغنـــاء هـــذه .

جدول رقم ١١ ــ ٤ : نسبة الإغنـــاء المعتادة

منتجات الحبوب / كغ		المـارجرين / كغ	
الأضافات	نسبة الإغناء	الاضافات	نسبة الإغنـــاء
تيامـــين	٤ ــ ٨ ملغ	فيتامين A	٦٠٠٠ ــ ١٥٠٠٠ ميكروجرام
ريبوفلافين	٢ ــ ٤ ملغ	فيتامين D	١٠ ــ ١٠٠ ميكروجرام
نياســـين	٣٠ ــ ٥٠ ملغ		
حديـــد	٢٠ ــ ٤٠ ملغ		
كالسيوم	١ ــ ٥ ملغ		

ج ــ حليب الأطفال الرضع :

لقد وضعت الأكاديمية الاميركية لطب الأطفـــال توصيات بشأن حليب الأطفـــال الرضع . حيث سمحت بإضافة الاحماض الامينية للسلسلة L . ويجب أن يمثل حمض اللينوليك ٢ ٪ من الطاقة الكلية على شـــكل جليسيريدي . ويجب أن يعـــادل المحتوى من الفيتامينات والعناصر المعدنية محتوى حليب الأم الطبيعي من هذه المواد مضافة الى ١٠٠ كيلو كالوري .

وحدّدت قيم عظمى للمغذيات التي تملك أخطاراً نتيجة زيادتها على حد معين وهي فيتامين A وفيتامين D والصوديوم والبوتاسيوم والكلور .

د ـ أخطار الزيادة :

تتضمن معظم التوصيات حدوداً عظمى للاضافة . ويمكن خفض أخطار الزيادة في العناصر المعدنية والفيتامينات عن طريق إجراء الإغناء بطريقة مناسبة وجيدة .

تظهر أخطار الزيادة بخاصة عند مستهلكي المستحضرات متعددة الفيتامينات بكميات كبيرة . ويعتقد أن زيادة استهلاك فيتاميني A , D هو الأكثر خطورة . كما لوحظ خطر الإضافة عند المصابين بمرض زيادة نسبة الحديد hémochromatose وذلك نتيجة تناولهم أغذية مغناة بالحديد . ويمكن التخفيف من الضرر عن طريق وضع لصاقة تدل على الإغناء بالحديد وبالتالي يمتنع المصابون بهذا المرض عن تناول هذه الأغذية .

هـ ـ الإكمال بالبروتينات :

إن حساب نسبة الإكمال بالبروتينات يتتبع إجراءً مختلفاً : فالهدف هو موازنة التركيب بالأحماض الامينية . ونتطلق من مبدأ أن كل واحد من الاحماض الامينية الاساسية يجب أن يتواجد بشكل متوازن بالنسبة الى مجموع الاحماض الامينية الاخرى ، أي نسبةً للحمولة البروتينية الكلية .

إن وضع الصيغ الغذائية المخصصة لتغذية الحيوان يضع في الحسبان الاحتياجات النوعية للحيوانات تبعاً لنوع الانتاج . ويعتمد حساب الحصة على تغطية الاحتياجات البروتينية كمياً بحدودها الدنيا وعلى الإكمال بواحد أو أكثر من الأحماض الامينية الصنعية . وهكذا فإن الإكمال باليزين lysine للنظم الغذائية الحبوبية المخصصة لوحيدات المعدة أو للطيور يسمح بتوفير كسبة فول الصويا أو البروتينات ذات المصدر الحيواني غالية الثمن . وعلى العكس فإن الاستعمال الواسع لفول الصويا يبرّر استعمال الميثيونين méthionine كمادة مضافة لتعويض جانب النقص من الاحماض الامينية الكبريتية . ويمكن أن يؤدي استعمال الحبوب المغناة باليزين الى ظهور عوز ثانوي للتريونين thréonine . وتتعلق الكميات المستعملة بمقدار حاجة الحيوان وبتركيب النظام الاساس .

بالنسبة للتغذية البشرية ، يتم الرجوع الى تركيب البروتين من الاحماض الامينية ، حيث يتم الحكم على جودته من خلال توازنه بالاحماض الامينية وقدرته على تغطية الاحتياجات النوعية من اكبر عدد منها . وكان يعتمد سابقاً على بروتينات البيض الكامل كمرجع ، ويفضّل عليها الآن تركيبة نموذجية من الاحماض الامينية الاساسية ، ويعبّر عن المحتويات بالملغ في ١٠٠ غ من البروتين المثالي او البروتين المرجع OMS/FAO (جدول رقم ١١ ـ ٥) .

جدول رقم ١١ ــ ٥ : التراكيب النموذجية للأحماض الامينية الاساسية بالملغ/غ من البروتين (OMS , FAO ، ١٩٧٣)

الاحماض الامينية		الأطفال الرضع	احتياجات المراهقين	البالغون	البروتين المرجع
الايزوليسين	isoleucine	٣٥	٣٧	١٨	٤٠
ليستين	leucine	٨٠	٥٦	٢٥	٧٠
ليزين	lysine	٥٢	٧٥	٢٢	٥٥
ميثيونين + سيستئين	Cystéine + méthionine	٢٩	٣٤	٢٤	٣٥
فينيل آلانين + تيروزين	tyrosine + phenylalanine	٦٣	٣٤	٢٥	٦٠
تريونين	thréonine	٤٤	٤٤	١٣	٤٠
تريبتوفان	tryptophane	٨٫٥	٤٫٦	٦٫٥	١٠
ڤالين	Valine	٤٧	٤١	١٨	٥٠

ويحسب المعامل الكيميائي indice chimique (IC) ، بعد معرفة تركيب البروتين من الاحماض الامينية ، كما يلي :

$$IC = \frac{\text{ملغ من الحمض الاميني / غ بروتين}}{\text{ملغ من الحمض الاميني / غ من التركيبة النموذجية}} \times ١٠٠$$

ويوضع في الحسبان المعامل الاضعف ، المقابل تماماً للحمض الاميني الاساسي المحدّد بشكل أكبر مقارناً بالبروتين المرجع. ويعطي الجدول رقم ١١ ــ ٦ المعامل الكيميائي لبعض البروتينات ، والتي تم حسابها على أساس محتواها من الاحماض الامينية المذكورة في جداول الـ FAO . ويملك هذا المعامل مدلولاً ضعيفاً اذا لم يتم تحديد الحمض الاميني المحدّد الملائم ، وهي في أغلب الأحيان الليزين أو الاحماض الامينية الكبريتية (ميثيونين وسيستئين) . ويشكل كل من التريونين والتريبتوفان العوامل المحدّدة الثانوية . وهكذا فإن عملية الإكمال تعتمد على إعادة توازن المحتوى البروتيني بالأحماض الأمينية

نسبة للتركيبة النموذج المختارة كمرجع . ويمكن ان يتم ذلك إمـا بوساطة اضافـة الاحماض الامينية الصنعية او بوساطة التكامل بـين البروتينات أو بالتنسـيق بـين هاتين الطريقتين .

جدول رقم ١١ ــ ٦ : المعامل الكيميائي والأحماض الأمينية المحددة لبعض البروتينات المستعملة

المصدر البرتيني	المعامل الكيميائي	الاحماض الامينية المحدّدة
بيض الدجاج	١٢٢	(ليسـين leucine)
لحـم الدجاج	١٠٩	(تريونـين thréonine)
لحـم الأبقـار	١٠٣	(فـالين Valine)
حليب المـراة	٩٦	حموض امينية مكبرتة
حليب الأبقـار	٩٢	حموض امينية مكبرتة
كازئين الأبقـار	٨٣	حموض امينية مكبرتة
الصويـا	٧٥	حموض امينية مكبرتة
فستق العبيد	٦٨	ليزيـن lysine
رز	٦٨	ليزيـن lysine
شـعير	٦٦	ليزيـن lysine
حمص	٦٦	حموض امينية مكبرتة
بـازلاء	٦٣	حموض امينية مكبرتة
فاصولياء	٦٠	حموض امينية مكبرتة
عدس	٥١	حموض امينية مكبرتة
ذرة	٥٠	ليزيـن
فـول	٤٩	حموض امينية مكبرتة
قمـح	٣٦	ليزيـن

ملاحظـة : عندما يصل المعامل الكيميائي او يتجـاوز الـ ١٠٠ ، فإن الاحماض الامينية لا تلعب اي دور محدّد .

في الحالـة الاولى ، تحسب نسبة الاضافة عن طريـق الفرق بـين محتويات البروتين المراد إكماله وما بين محتوى التركيبة النموذج .

وتستثمر عمليـة التكامل ما بـين البروتينات ، الاختلافات الجانبية للأحماض الامينية الموجودة في البروتينات المختلفة . اذا حددنا كهدف الوصول لمعامل كيميـائي قدره /١٠٠/ فإن الامكانات المتاحة للوصول الى هذا الهدف عن طريق خليط ثنـائي من البروتينات تكون محدودة وتتطلب منهجياً كمية من البروتينات الحيوانية . ومع ذلك فإن بروتينات الحليب وحدها او بالتكامل مـع الحبوب لا تسمح بالوصول الى المعامـل /١٠٠/ إلا بصعوبة . ويسمح التكامل بأكثـر من نوعـين من البروتينـات بالحصول على أفضل النتائج ، ونجد مع ذلك أن كـل خليط غني بمنتجات الحبوب لا يصل الى الهدف المحدد . ويبقى المعامل الكيميائي الناتج من عملية جمع بروتينات القمح وبروتينات مصل الحليب وبروتينات فول الصويا ، عملياً ، تحت حد الـ ١٠٠ مهما كانت نسب الخلط . ضمن هذه المعطيات ، فـإن الاستعانة بإضافـة الاحماض الامينية تفرض نفسها بشكل عملي . وسوف يتطلب ذلك ، وقبل كل شيء ، تحديد نوع الاحماض الامينية المحدّدة في الخليط المطلوب ، ويوضع في الحسبان عند حساب نسبة الاضافة حمولة كل واحد من المكونات ويتم ذلك بحساب الفرق ما بينها وما بين قيمة المرجع في التركيبة النموذج .

هناك الكثير من الأمثلة على التجارب التي تمت لإجراء التكامل مابين البروتينات سواءً بين البروتينات النباتية نفسها (حبوب ـ بقول) او مع البروتينات الحيوانية (حليب ، سمك بالتكامل مع الحبوب) أو بوساطة الاحماض الامينية . وقـد طبّق مبدأ التكامل ما بين البروتينات في الكثير من الحالات الخاصة ، نذكر منها البسكويت المغنى ببروتينات اللوبيـاء او البازلاء والمعجنات الغذائية المغنـاة بـ ٣٣ ٪ من دقيق البازلاء او بـ ٢٠ ٪ من المركز البروتيني للبازلاء ، والخبز المغنى ببروتينات الترمس. كذلك يتم انتاج اغذية الفطام المكملة بالبروتينات صناعياً في الكثير من الدول . ويمكن أن تشكل الصفات الحسية العامل المحدد لعملية التكامل ، فقد وجد على سبيل المثال في غذاء فطام من النوع الحبوبي أنه من غير المرغوب فيه تجاوز نسبة ٣٠ ٪ من طحين فول الصويا الكامل كإضافة .

إن استعمال الاحماض الامينية الصنعية هو قليل في التغذية البشرية ، ومع ذلك فإن هناك تطوراً ملموساً في استخدامها على المستوى الصناعي ، حيث يتم تصنيـع بعض اشكال اغذية الاطفال والأغذية المتوازنة مدعّمة بالإحماض الامينية . وقد تبين أن النتائج الايجابية التي تم الحصول عليها على حيوان المختبر ظهرت عنـد الطفـل الذي يتناول فول الصويا المغنى بالميثيونين والقمح المغنى بالليزين والذرة المضاف اليها

الليزين والتريبتوفان . وحديثاً لوحظت التأثيرات الايجابية نتيجة اضافة ٢ر. ٪ من الليزين الى غذاء قاعدته الاساسية القمح ، حيث لوحظ عند الأطفال بأعمار تتراوح بين ٦ الى ٢٤ شهراً ، الذين يتناولون هذا الغذاء المغنى ، تحسناً ملموساً بالوزن وبنسبة مصل الألبومين والاحماض الاميتية الحرة البلاسمية .

٣ ـ امكان تصنيع الاضافات ، والصيغ او الاشكال القابلة للاستعمال :

آ ـ العناصر المعدنية :

إن امكان تصنيع اي اضافة يجب أن تستجيب لعددٍ من الشروط الواجب توافرها فيها ، وهي :

- الجاهزية الحيوية
- ثبات الاضافة
- الثمن المقبول
- الاستجابة للمتطلبات التصنيعية .

تتعلق جاهزية العناصر الصغرى المضافة الى غذاء كإضافات تغذوية بالشكل الفيزياكيميائي أو الجزيئي الذي تتواجد عليه . وبالمقابل فإن الاشكال الاكثر قابلية للتمثل والقابلة للاستعمال هي غالباً تلك التي تكون أكثر تأثراً وقابلية للفقد ، على سبيل المثال بوساطة الاكسدة أو بوساطة الانحلال والانتشار في أوساط المعاملة أو ايضاً خلال فترة الحفظ . ومع ذلك من الصعب إعطاء قواعد عامة لذلك . ودراسة الجاهزية الحيوية هي غالباً ضرورية في الحالات التخصصية او النوعية المرتقبة .

ـ الحديد :

إن مَتطلب الحديد هو الاكثر شيوعاً ، نظراً للتأثيرات التي يملكها على المستوى التغذوي (فقر الدم) ،وللعدد الكبير من المركبات التي يمكن استعمالها ، وللجاهزية شديدة التباين من مركب لآخر (جدول رقم ١١ ـ ٧) .

وتثير اشكال الحديد الأكثر جاهزية مشكلات وصعوبات أكبر من الأشكال ضعيفة الجاهزية على مستوى الصفات الحسية وحفظ الأغذية المغناة . فهي تطرح مشاكل التلاؤم او التوافق ، والثبات ، والتفاعل مع المكونات الاخرى للغذاء المغنى ،

جدول رقم ١١ ـ ٧ : الأشكال المختلفة للحديد القابل للاستعمال كمادة مضافة

الاسم والصيغة	الجاهزية الحيوية	أمثلة على الإستعمال
أشكال الحديد ثلاثي التكافؤ (Fe^{+++}) :		
ـ أورثوفوسفات :	ضعيفة	مشروبات بالشوكولا
$Fe\,PO_4 , 2H_2O$	$RBV < ٥٠$	منتجات الحبوب
$Fe\,PO_4 , 4H_2O$		ملح ($NaHSO_4$ +)
ـ بيروفوسفات/سترات :	متوسطة	مشروبات بالحليب
$Fe_4 (P_2 O_7)_3 , 9\,H_2O$	$RBV > ٥٠$	حبوب
ـ بيروفوسفات الصوديوم:	ضعيفة جداً	
$Fe\,Na\,P_2\,O_5 , 2H_2O$	$RBV = ١٤$	
ـ كبريتات :	ضعيفة	حبوب ، خبز
$Fe_2 (SO_4)_3$	$RBV \simeq ٣٠$	
ـ كلور :	جيدة جداً	حليب منزوع الدسم
$Fe\,Cl_3$		طحين
ـ جليسيروفوسفات .	جيدة	حليب
ـ سترات الامونيوم :	متوسطة	حبوب
$Fe_x\,NH_3 (C_6\,H_8\,O_7)_x$		منتجات الحليب
ـ معقد كولين/سترات :	جيدة	حليب
$Fe (C_5\,H_{14}\,NO)_x (C_6H_8O_7)_x$	$RBV \simeq ١٠٠$	
ـ معقد حديد ثلاثي ـ EDTA :	ضعيفة	طحين ، سكر
$Fe\,Na\,C_{16}\,H_{14}\,O_8\,N_2 , H_2O$		معقدات فيتامينية

تتمة الجدول ١١ ــ ٧

الاسم والصيغة	الجاهزية الحيوية	أمثلة على الاستعمال
أشكال الحديد الثنائي (Fe^{++}) :		
ــ كبريتات : $Fe\,SO_4 , XH_2O$ (x = ١ أو ٤ أو ٧)	جيدة جداً قيمةمرجعية RBV = ١٠٠	طحين الحبوب ، حليب ، أغذية الفطام
ــ كربونات : $Fe\,CO_3$	ضعيفة	أغذية الماشية
ــ كبريتات الامونيوم والحديد $Fe\,SO_4 , (NH_4)_2\,SO_4$	جيدة جداً	أغذية الماشية
ــ سترات	ــــ	الملح
ــ فيمارات : $Fe\,(C_4H_2O_4)$	جيدة RBV = ٩٥	مسحوق الكاكاو ، حليب القهوة ، أغذية الفطام
ــ جليكونات : $Fe\,(C_6H_{12}O_7)x$	جيدة RBV = ٩٧	حليب ، طحين ، أغذية الاطفال الرضع
ــ لاكتات : $Fe\,(C_3H_5O_3)_2 , 3H_2O$	جيدة	مستخلصات معزولة من الصويا
ــ معقد حديد ثنائي ــ EDTA	جيدة	أغذية الاطفال
ــ معقد حديد ــ سكارات	جيدة	حليب
أشكال الحديد Fe°		
ــ حديد مُرجَع بالـ H_2 أو بالـ CO	شديدة التباين	طحين
ــ حديد التحلل الكهربائي		نشا
ــ حديد الكاربونيل		خبز

RBV : القيمة الحيوية النسبية ، وتعبّر عن جاهزية الحديد بالمقارنة مع تلك التي تملكها كبريتات الحديدي ($Fe\,SO_4 , 7H_2O$) .

مما يؤدي أحياناً الى نتائج غير مرغوبة . وبالاضافة لذلك ، فإن كيمياء الحديد (تكافؤ العنصر ، درجة التخلب degré de chélation)معقدة الى حد كبير بخاصة اثناء المعاملات التصنيعية .

إن استخدام الحديد غير الدموي non heminique من قبل الجسم ضعيف جداً ، وهو يحدد ١٠ ٪ ، وتتبدل هذه النسبة وفقاً للحالة التغذوية والفيزيولوجية وكبر الاحتياجات والعمر من جهة ، ووفقاً للتكافؤ ودرجة الانحلالية ووجود مركبات أخرى في الغذاء من جهة ثانية . وتقاس جاهزية الحديد تقليدياً ، ضمن شروط قياسية بوساطة اختبار الامتلاء بخضاب الدم réplétion de l'hemoglobine عند الفأر الذي سبق وتم احداث فقر الدم لديه ، وهي الطريقة الرسمية المقترحة من قبل الـAOAC في امريكا . ويعبَّر عن النتيجة كقيمة نسبية ، تحت اسم « القيمة الحيوية النسبية RBV » ، واعطيت القيمة ١٠٠ بشكل اصطلاحي لحديد كبريتات الحديدي المائية ($Fe\ SO_4\ ,\ 7H_2O$) ووجد ان هناك ارتباطاً ما بين الـ RBV والانحلالية بحمض كلور الماء ا.د.ن .

تعد الحبوب (قمحاً ، ذرة) من مصادر الحديد الهامة رغم أن قيم الـ RBV يمكن أن تقل عن (٥٠) ، إلا أن هذه القيم يمكن تحسينها عن طريق اضافة الحموض الامينية (الليزين ، ميثيونين) .

بالنسبة للحديد المضاف للأغذية كمادة مضافة ، هناك الكثير من العوامل المؤثرة في استعماله . وهذه العوامل إما أن يكون تأثيرها ايجابياً أو يكون سلبياً ، ومن العوامل المؤثرة بشكل ايجابي نذكر :

* المحتوى من الحديد الموجود على شكل مرجَع Fe^{++} ، او حتى على شكل عنصري F^{o} .

* تشكيل المخلبيات ضعيفة الارتباط ، قليلة الانحلال ولكنها جاهزة للامتصاص المعوي .

* وجود مركبات في الغذاء تتصرف كمركبات مؤازرة : فركتوز ، حمض الاسكوربيك ، بروتينات أو مواد مغذية أخرى كالنحاس وفيتامين B_{12} ، والفولات التي تلعب دوراً على مستوى تشكل خلايا الدم hématopoïèse . ويتعلق استعمال الحديد المضاف للحبوب بتوازن الاحماض الامينية بخاصة الاكمال بالليزين والميثيونين. وفضلاً عن ذلك ، فإن وجود بعض البروتينات يمكن أن يسمح بتشكيل المخلبيات ذات الأوزان الجزيئية الصغيرة القابلة للاستعمال بسهولة .

وهناك العوامل التي تؤثر بشكل سلبي في استعماله ، ونذكر منها :

* تغيّر التكافؤ واكسدة الحديد الى Fe^{+++} .
* تشكل مركبات غير ذوابة مع الاوكسالات والفوسفات .
* تشكل المخلبيات غير القابلة للتفكك .

لقد تبين وجود مثبطات لامتصاص الحديد غير الدموي في فول الصويا ، ويمكن تخفيف تأثيرها عن طريق اضافة الآسكوربات أو البروتينات الحيوانية . كما ان السيليلوز يؤخر تجديد خضاب الدم عند الفار ، إلا انه لا يخفّض القيمة النهائية للـ RBV .

بالنسبة للحديد العنصري ، يلعب حجم الحبيبات دوراً اساسياً في تحديد القدرة على امتصاصه .

تعد كبريتات الحديدي (Fe^{++}) مصدراً من اهم مصادر الحديد الأكثر قابلية للتمثل assimilable والأرخص ثمناً . ويمتص هذا الشكل من الحديد بنسبة ١٠٠ ٪ حيث يملك قيمة RBV مساوية الـ ١٠٠ . وهي تتقاسم ، بالمقابل ، مع املاح الحديدي الاخرى عقبة كونها ذات قدرة عالية على التفاعل الكيميائي ، مما يتطلب تجنب حفظ الأغذية المغناة بتلك المادة في ظروف غير مناسبة ، بخاصة الظروف المؤكسدة . وهناك مثال على التفاعل ما بين كبريتات الحديدي المرجعة وبرومات أو يودات البوتاسيوم المؤكسدة المستعملة كإضافات في صناعة الخبز ، حيث يؤدي هذا التفاعل في مسحوق الخميرة الى انخفاض مقاومة العجينة . وتبدي منتجات الحبوب المغناة بكبريتات الحديدي ظواهر فساد اللون والنكهة خلال فترة التخزين . وينصح بعدم اضافة كبريتات الحديدي إلا في لحظة تحضير العينة ، قبل إدخال الخبز الى الفرن . ويعد الحليب من افضل الحوامل للاضافة الحديدية ، ومع ذلك فإن كبريتات الحديدي تحفّز الاكسدة الفوقية péroxydation للمواد الدسمة وتؤدي الى تشكيل نكهات غير مرغوبة ، وتسرّع هذه الاكسدة بوجود فيتامين C الذي يسلك سلوك طليعة عامل اكسدة .

يفضل في الأغذية المعدة للحفظ استعمال مركبات الفوسفات (أورثو وبيروفوسفات) التي تبدي قدرة ضعيفة على التفاعل ، وبالتالي ثباتية افضل . ولزيادة جاهزية الحديد يشرك بمادة مضافة اخرى كحمض الآسكوربيك . وفي الملح ولتجنب ظواهر التلون امكن الجمع بين أورثو فوسفات الحديد($Fe\ PO_4\ ,\ 2H_2O$)

وكبريتات الصوديوم الحامضية ($2H_2O$, $Na\ H\ SO_4$) بمعدل ١ غ من الحديد لكل كغ من الملح .

يعد استعمال الحديد على شكل معقدات ايضاً واحدة من الطرائق الهامة . وتفتى الحبوب بمعقد الحديد $EDTA - Fe^{+++}$ الذي يحمي الحديد من المثبطات الاخرى .

يملك الحديد العنصري ، الناتج عن الارجاع (H_2 او CO) او عن التحليل الكهربائي ، اهمية خاصة ، فهو خامل كيميائياً وقليل الانحلال ورخيص الثمن . وترتبط جاهزيته الحيوية بحجم الحبيبات ، وتكون قيمة الـ RBV افضل كلما كانت الذرات اكثر نعومة . ويوصى بأن تكون اقطار الذرات اقل من / ١٠ / ميكرومترات . اخيراً ، هناك مشكلة يمكن ملاحظتها نتيجة استعمال بعض مصادر الحديد وهي مشكلة الانفصال ، بفعل اختلاف الكثافة ، وذلك خلال عمليات الخلط والتفريغ . وتملك كبريتات الحديدي اهمية كبيرة لأن لها كثافة طحين القمح نفسها . اما بالنسبة للحديد الناتج عن التحليل الكهربائي او الحديد المرجَع فيمكن السيطرة فيها على حجم الحبيبات وجعلها اكثر نعومة .

ـ العناصر المعدنية الاخرى :

بالنسبة للتوتياء ، لم يلاحظ اي اختلاف في الجاهزية بين مختلف اشكاله (كربونات ، كلور ، أوكسيد ، كبريتات ، خلات ، ستيارات ، توتياء عنصري) . وقد اعطت اضافة أوكسيد التوتياء للحبوب نتائج ثبات ممتازة خلال فترة التخزين . اما على شكل معقد سترات ـ فوسفات ، فإن التوتياء يبدي ايضاً جاهزية جيدة ، إلا ان قيمتها هي بحدود ٨٤ ٪ من تلك التي تملكها كربونات التوتياء ، المعدة كأفضل مصدر قابل للاستعمال . اما في حالة اضافة اكثر من عنصر فإنه من الواجب الانتباه الى ان زيادة الحديد اللاعضوي يمكن ان يثبط امتصاص التوتياء . لكنه لم يلاحظ اي تفاعل سلبي في الحبوب المغناة بكبريتات الحديدي واوكسيد الحديد واوكسيد المغنزيوم .

من المفيد الاشارة الى مسألة الحليب ، حيث أن إغناء حليب الرضاعة بكبريتات التوتياء بمقدار (٤) مغ من التوتياء لكل واحد لتر يعطي افضل النتائج (نمو ، نسبة التوتياء البلاسمي ، غياب مؤشرات التسمم ، عدم حصول اضطرابات معوية ومعدية) عند جميع الرضع بعمر / ٤ ـ ٦ ايام / . وبالمقابل ، يبدو ان التوتياء ، كالنحاس ، يكون في حليب الرضع مرتبطاً بالبروتينات وبذلك يمتص بشكل افضل من التوتياء والنحاس المضافين على شكل املاح لا عضوية .

بالنسبة للمغنزيوم ، ومهما كانت صورة الأملاح أو المعقدات التي يتواجد عليهـ في الحبوب (خبزاً) أو في البقوليات (طحين فول الصويا منزوع الدسم) فإنه لا توجد اختلافات في الجاهزية . وتعادل جاهزية معقد من سترات وفوسفات المغنزيوم ٨٨ ٪ من تلك التي تملكها الكربونات .

ب ـ الفيتامينات :

تتعلق فعالية الإغناء أساساً بثبات الفيتامينات خلال المعاملات والتخزين . وقد أثبت أن المعاملات التي يمكن أن تخضع لهـا الحبوب (القشر ، تأثير عوامل الاكسدة ، الخَبْز) تتوافق مع عملية الاغناء بالفيتامينات . ومن المنصوح به استعمال خلائـط متعددة الفيتامينات ، محضرة صناعياً ، على شكل ثابت . ويفيد استخدام العوامل القانصة sequestrants أو المخلبية chélateurs في استقرار الفيتامينات في الانظمة الغذائية او في المعقدات متعددة الفيتامينات . ويمكن تأخير اكسدة حمض الآسكوربيك عن طريق وجود الـ EDTA والسترات ، حتى في pH حامضياً (pH < ٣ر٦) نتيجة تأثيرها في الحديد والنحاس . أمـا في حالة الفيتامينات المنحلة في الدهون فإنه يتم إشراكها مع احد العوامل القانصة (EDTA ، سترات ، فوسفات) ومـع عوامل مضادة للأكسدة (آسكوربات، BHT ، BHA) . ويمكن المحافظة على ثبات الكاروتينات على سبيل المثال بوساطة خليط من الـ EDTA والآسكوربات أو ٢ ـ آمينـو ـ ٣ ـ هيدروكسي بنزوات .

تتعلق الفعالية الحيوية للمستحضرات الفيتامينية ، بالاضافة لمـا سبق وذكرناه بالأشكال التي تتواجد عليها (متماكبات ، مشتقات ، مركبات بديلة) .

ـ الفيتامينات المنحلة في المـاء :

يُستعمل التيامين بشكل واسع على شكل هيدروكلور او بشكل افضل على شكل احادي نترات ، الأقل عطباً ، امـا بيروفوسفات التيامين فإنه اقل ثباتاً .

ويطرح ثبات فيتامين B_{12} عدة مشكلات ، فهـو حسـاس لتـأثير الفيتامينات الاخرى كحمض الآسكوربيك والتيامين والنيكوتين آميد ، بالمقابل فـإن الريبوفلافين والبيريدوكسين وحمض البانتوتينيك ليس لها اي تأثير . وتسمح إضافة أملاح الحديد ومعقداتها مع EDTA بتثبيت فيتامين B_{12} في المحاليل الحاوية على عدة فيتامينات، في حين ان أملاح الحديدي تؤدي الى تحطيم هذا الفيتامين . امـا بالنسبة للفولات ، المفيدة لإكمال عملية الإغناء بالحديد ، فهي لا تملك الثبات نفسه ، حيث يكون حمض

الفوليك أكثر ثباتاً ، فقد لوحظت النتـائج الايجابية عند اضافـة حمض الفوليك الى الـذرة (١ ملغ لكل ٣٠ غ من طحين الـذرة) ، اذ يبقى حمض الفوليك ثابتـاً ضمن الظروف العادية من التخزين (١٨ شهراً) وكذلك على درجة الغليان او الطبخ في الفرن لمدة لا تزيد على الساعة الواحدة .

امـا فيما يتعلق بالاختلافات بين المماكبات ، فإننا نعطي الأمثلة التالية :

بالنسـبة للبيوتين Biotine فإن الشكل D هو فقط النشيط . اما فيتامين C ، فإن حمض L — آسكوربيك و L — آسكوربات الصوديوم همـا المماكبان النشيطان ، بينما المماكب D فهو يملك نشاطاً حيوياً ضعيفاً أو معدوما .

وبخصوص حمض البانتوتينيك ، فإن الشكل L هو عديم النشاط ، فيما ان المركبات D — بانتوتينات الكالسيوم و D — بانتوتينيل آلكول و DL — بانتوتينيل آلكول عديم الفعالية البصريـة تملك فعالية جيدة . ويزداد ثبـات D — بانتوتينات الكالسيوم عند ما يعقّد بكلور الكالسيوم ، وذلك في المواد الغذائية الجافة .

ـ الفيتامينات الذوابة في المواد الدسمة :

يتواجد فيتامين A ، الذي يمكن أن يكون كيميائياً على شكل كحول (ريتينول rétinol) أو آسيتات أو باليتات او بروبيونات أو β — كاروتين (طليعة فيتامين A) ، تحت أشكال متعددة مختلفة (محاليل زيتية ، مستحلبات مبعثرة مائيـاً ، مركزات قابلة للاستحلاب ، مساحيق ثابتة ، حبيبات ، محافظ صغيرة) . ويضـاف هذا الفيتامين الى الكثير من الأغذية نـذكر منها المـواد الدهنية والحليب والشـاي ومنتجات الحبوب والسكر والصلصات .

إن مختلف الأشكال الكيميائية لفيتامين A لا تملك النشاط الفيتاميني نفسه :

١ ميكروجراماً من الريتينول = ٣٫٣٢ وحدة دولية من فيتامين A
١ ميكروجراماً من الآسيتات = ٢٫٩ وحدة دولية من فيتامين A
١ ميكروجراماً من الباليتات = ١٫٨ وحدة دولية من فيتامين A
١ ميكروجراماً من β كاروتين = ٠٫٥ وحدة دولية من فيتامين A

وتملك مركبات الكريبتو كزانثين Cryptoxanthine والفا وجاما كاروتين نشاطاً فيتامينياً ضعيفاً جداً .

ويفضل غالباً التكلم عن معادل الريتينول (ER) ، الذي يقابل :

١ معادل ريتينول = ١ ميكروجراماً ريتينول = ٦ ميكرو جرامات بيتا كاروتين .

يلعب تماكب الروابط المشتركة في السلسلة الجانبية دوراً هاماً ، حيث يلاحظ أن الشكل المتبادل « all — trans » هو الأكثر فعالية، بينما تملك الأشكال «مقرون — مفروق (cis — trans) » نشاطاً فيتامينياً منخفضاً . وتستخدم بالميتات الريتينول في غالب الأحيان لكونها تتميز بثبات جيد ، وبعدم وجود أي مشكلة في عملية المجانسة عند إغناء الطحين بها ، كما تتميز بعدم انفصالها .

تعد الألفا توكوفيرولات الأكثر نشاطاً من بين مختلف اشكال فيتامين E ، بينما تملك البيتا توكوفيرولات نشاطاً ضعيفاً ، أما γ , δ توكوفيرولات فلا تملك أي نشاط . وتعد المماكبات D الافضل استعمالاً والاكثر فعالية . وتملك المماكبات المختلفة الفعاليات النسبية التالية :

DL — الفا توكوفيريل آسيتات	١
DL — الفا توكوفيرول	١ر١
D — الفا توكوفيريل آسيتات	١ر٣٦
D — الفا توكوفيرول	١ر٤٩
L — الفا توكوفيريل آسيتات	٠ر٥١

ويفضل استعمال الآسيتات المحضرة بأسترة التوكوفيرولات الطبيعية او الصنعية نظراً لثباتها الكبير . بالنسبة لفيتامين k ، فإن أحد اشكاله والمسمى ميناديون menadione (فيتامين k_3 الصنعي) يُستعمل في تغذية الحيوان، بينما يُستخدم استر حمض الفوسفور الذواب في الماء في تغذية الانسان .

ج ـ الأحماض الأمينية :

إن افضل شروط الإغناء بالمادة البروتينية هي تلك التي تعتمد على اضافة مركبات بروتينية كبروتينات الحليب المركزة وبروتينات مصل الحليب ، ومركزات بروتينات السمك ، والمركزات البروتينية النباتية (فول الصويا ، بازلاء ، فول ،

فاصولياء، لفت، عباد الشمس...الخ). ومع ذلك، وكما سبق واشرنا ، فإنه من أجل النجاح في موازنة هذه الخلائط البروتينية من الضروري إضافة الاحماض الامينية الحرة ، ومع ذلك فإن استخدامها يطرح الكثير من المشكلات النوعية :

* اختبار المماكب ، وبشكل عام يعد المماكب D غير مستعمل في تغذية الانسان .
* التغيرات في الصفات الحسية ، مرارة .
* القابلية العالية للتفاعل التي تتصف بها الأحماض الأمينية الحرة .
* الفعالية الضعيفة في هضم الاحماض الامينية الحرة .

من المألوف في تغذية الانسان اضافة الليزين للحبوب المستعملة في صناعة الخبز بنسبة ٢ر٠ الى ٤ر٠ ٪ من الطحين . ويمكن استخدام اجادي كلور هيدرات الليزين الحاوي على ٩٥ ٪ من المماكب L ، كما يمكن اضافة خليط من الاحماض الامينية لتغذية الاطفال ضعيفي التغذية (٣٥ر٠ ٪ من L ـــ ليزين و ١٣ر٠ ٪ من DL ـــ تريونين و ٧ر٠ ٪ من DL ـ ميثيونين من الطحين) .

إن المساوىء العائدة لاستخدام الاحماض الامينية الحرة (فقداً ، سوء استعمال نكهة) يمكن تجنبها عن طريق استخدام تقانات اضافة متطورة ، كالتحضير بطريقة انزيمية للحصول على احماض امينية مرتبطة بروابط من النوع الببتيدي. كذلك هناك طريقة اخرى يمكن استعمالها وهي التطعيم الكيميائي بالاحماض الامينية على سلسلة بروتينية وذلك بوساطة روابط شبه ببتيدية وبذلك يتم الحصول على بروتينات غنية كالميتيونيل كازئين وبولي ميتيونيل كازئين حيث تحلماً هذه المركبات بوساطة انزيمات مجموعة الأعصاب الهضمية .

د ـ الاضافات الاخرى :

يمكن في حدود الاطار التقليدي لاستعمال الاضافات التغذوية ، التفكير ايضاً بمركبات اخرى تزيد من القيمة التغذوية لبعض الاغذية كالاحماض الدهنية الاساسية والالياف الغذائية .

من الصعب عد الاحماض الدهنية الاساسية (حمض اللينوليك C_{18} : 2 وحمض اللينولينيك C_{18} : 3) كإضافات حقيقية . لأنه لا يمكن استخدامها بالشكل الحر ، وإنما فقط على شكل جليسيريدي . ويتطلب إغناء المنتجات الدهنية بحمض اللينوليك

الاستعانة بمواد أولية غنية بـه وكذلك المحافظة على الروابط المضاعفة أثناء المعاملات التصنيعية (الهدرجة النوعية) .

تتمتع الألياف ومنذ سنوات بأهمية بالغة ، نظراً لأدوارها التخصصية المعروفة في مجال عمل الجهاز الهضمي واستقلاب أملاح البولة والكوليسترول . وتتضمن الألياف مركبات ذات طبيعة مختلفة . وتلعب البكتينات ومركبات الهيميسيليلوز دوراً هاماً في مجال امتصاص الماء والتبادلات الشاردية وهي تهضم جزئياً بوساطة الفلورا المعوية . بينما يملك السيليلوز قدرة ضعيفة على امتصاص الماء وقليل التحطم بوساطة الفلورا ، وتلعب هذه الألياف دوراً مميزاً في انتقال العمل الهضمي وانتظامه . ويساعد الليجنين lignine بالمقابل ، وبشكل تخصصي عن طريق الادمصاص ، على طرح أملاح البولة ويؤثر بشكل غير مباشر في استقلابها واستقلاب الكوليسترول . ويتطلب إغناء الأغذية بالألياف محاولة التوفيق في عملية الاختيار بين مختلف هذه الفئات ، وهذا الاختيار يتعلق أساساً بالهدف المطلوب .

الفصل الثاني عشر

المواد المحسنة للدقيق والرافعة للعجين

Flour treatment and dough leavening Additives

يتناول هذا الفصل دراسة تأثير المواد المحسنة للصفات الخبيزية لدقيق القمح كما وردت في كتب المواد المضافة وبخاصة دستور كيماويات الأغذية ، ومناقشة مدى ملائمة المواد المكونة لمسحوق رفع العجين لبعضها ودورها في انتاج غاز ثنائي اكسيد الكربون والشروط التي تحكم انطلاق هذا الغاز .

تاثير المواد المضافة على الصفات الخبيزية لدقيق القمح :

Influence of Additives on Baking Properties of wheat flour

من الأسباب التي تدعو الى استعمال المواد المضافة في دقيق القمح اختلاف صفاته الخبيزية بين وجبة انتاج واخرى ومن موسم لآخر نتيجة لتغير نوعيته . ويتم التكيف والتغلب على هذه الاختلاقات في المخابز الصغيرة الثقليدية بالاعتماد على الخبرة العملية الطويلة حيث تجري تغيرات في كميات المواد المكوّنة للعجين وبطريقة التداول مع الدقيق المعجون وبطريقة الخبز للحصول على ناتج نهائي جيد الصفات .

اما في المخابز الآلية الكبيرة ، التي تعتمد على الانتاج الاقتصادي المربح ، فمن الضروري توافر مواد أولية متجانسة الخواص . لذا تضاف المواد المحسنة لتحقيق هذا الغرض من تعديل لخواص الدقيق حتى يلاقي المتطلبات الخاصة بعملية الخبيز ، ومنها مثلاً اختصار زمن التعامل مع العجينة وخفض مدة العجن ، وكل ذلك حتى تتطابق مواصفات المنتج مع المعايير المطلوبة .

تقوم المواد المضافة لدقيق القمح بعملين رئيسيين ، فهي إما ان تحسن من

نوعية الجلوتين الضعيف ، فتزيد قابليته على التمدد والبسط (extensibility) او ان تقوم بعمل معاكس فتزيد من ليونته (Softening) وبخاصة اذا كان الدقيق من النوع ذي الجلوتين القوي . وهي في ذلك على نوعين .

من النوع الاول ، الذي يحسّن نوعية الجلوتين الضعيف ، نذكر حمض اسكوربيك والبرومات ودقيق الصويا النشيط انزيمياً (يحوي ليبو اكسيجيناز نشيط) وهي مواد تضاف لتحسين الخبز و bunbaking . وتفدو العجينة مع الاضافات السابقة أكثر جفافاً وقابلية على التمدد وتحملاً للخلط وثباتاً للاختمار . كما يزداد حجم ناتج الخبيز ويتحسن قوام لبه . هذا ولا تتحقق الفائدة المرجوة من اضافة حمض اسكوربيك ودقيق الصويا النشيط انزيمياً إلا بوجود الاكسجين الذي يتم التقاطه اثناء العجن .

والنوع الثاني من المواد المضافة تحدث تأثيراً معاكساً لما تحدثه مواد النوع الاول. ومنها السيستئين والأنزيمات المحللة للبروتين التي تعطي ليونة في جلوتين الدقيق تنعكس بقصر الزمن اللازم للعجن .

وهناك مواد أخرى مضافة تؤثر في الجودة الريولوجية للعجين التي تنعكس على جودة الناتج ، ومنها عوامل الاستحلاب والسمن الصناعي وملح الطعام والحليب ودقيق الصويا ومستحضرات انزيم الفا اميلاز وشراب الجلوكوز .

ولا تتحقق الفائدة المرجوة من التعرف على المواد المضافة من محسنات الدقيق إلا بالتعرف على التأثير الذي تمارسه كل مادة منها .

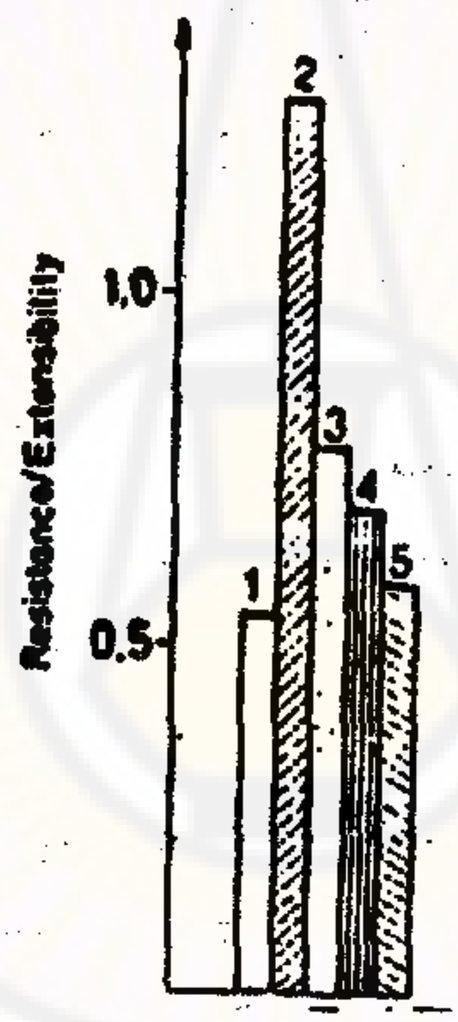
١ ـ تأثير حمض اسكوربيك Ascorbic acid

اكتشف التأثير المحسّن لحمض آسكوربيك منذ عام ١٩٣٥ على يد Jorgensen . ووجد هذا الباحث ان كميات صغيرة بين ٢ ـ ٦ غ لكل ١٠٠ كغ دقيق تسبب زيادة ملموسة في قوة العجين وحجم الرغيف . ويعطي أيضاً هذا التأثير المحسن ، ناتج اكسدة حمض اسكوربيك ، حمض دي هايدر واسكوربيك ، إلا أن استعماله غير اقتصادي .

يختلف فعل حمض اسكوربيك في صناعة العجين التقليدية عنه في عملية العجن المستمرة ، حيث يخفض حمض اسكوربيك من زمن العجن ولا يؤثر حمض دي هايدرو اسكوربيك . كما يختلف تأثير الماكبات الأربعة لحمض اسكوربيك عند

استعمالها كمحسنات في صناعة العجين التقليدية . ويؤثر (L — threo — Asc) وهو فيتامين سي ، بقوة ووضوح على المميزات الخبيزية . ويعطي (L — erytho و D — erythro تأثيراً اقل وضوحاً . ويبدو D — threo غير فعّال كمحسن. ويعبر الشكل (١٢ ـ ١) عن تأثير مماكبات حمض اسكوربيك ، حيث تسهم جميعها في تحسين العجين ولكن بدرجات متفاوتة. وهذا يقترح وجود تأثير نوعي سببه توافر انزيم واحد على الاقل يترافق مع تأثير حمض أسكوربيك في النمط التقليدي لتصنيع الرغيف .

اسهام حمض اسكوربيك وصورته المؤكسدة في تقوية الجلوتين راجع الى تفاعله مع الجلوتاثيون الموجود في الدقيق ، حيث يتحول المركب الأخير من شكله الثيولي الى



الشكل (١٢ ـ ١) تأثير حمض اسكوربيك ومماكباته على الخواص الريولوجية لعجينة دقيق القمح . تحوي العجينة على ٢٣ر. ميكرومول حمض اسكوربيك في غرام دقيق .

١ ـ التجربة الشاهدة (بدون اضافات) .
٢ ـ حمض اسكوربيك من الشكل L —
٣ ـ حمض اسكوربيك من الشكل (D — erythro
٤ ـ حمض اسكوربيك من الشكل L — erythro
٥ ـ حمض اسكوربيك من الشكل (D — threo)

يمثل محور العينات نسبة المقاومة للخلط الى قابلية البسط (اي عدد اكستنسوغرام) . جرت التجربة على كميات صغيرة .

(المصدر Belitz et al , pp 519) .

شكله ثنائي الكبريت اثناء العجن . وبذلك نقول إن حمض اسكوربيك يمنع الجلوتاثيون من التفاعل مع الجلوتين .

$$ASC + \tfrac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow DHASC + H_2O$$

$$DHASC + 2\ G\ —SH \longrightarrow G — SS — G + ASC.$$

حمض اسكوربيك　　جلوتاثيون مؤكسد　　جلوتاثيون مرجع　　حمض اسكوربيك منقوص الهيدروجين

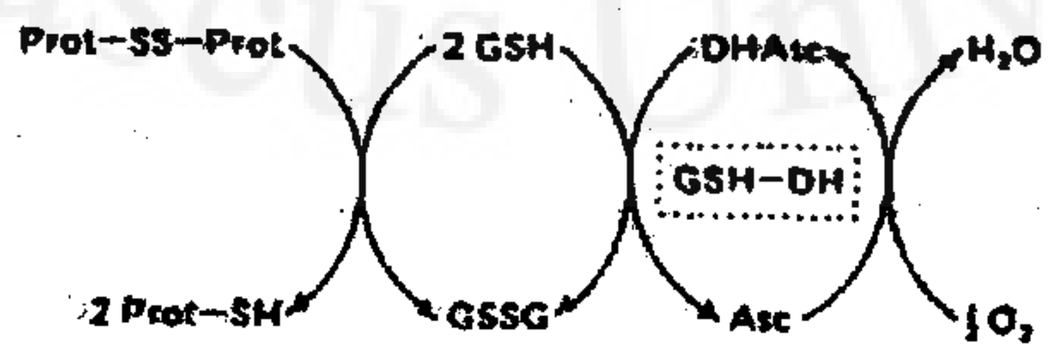
يتفاعل في الحالة الطبيعية ، في حالة عدم اضافة حمض اسكوربيك ، الجلوتاثيون (GSH) مع الجلوتين (Pr — SS — Pr) معطياً جلوتيناً ليّناً ، نتيجة تخرب بلمرة الجلوتين .

$$Pr — SS — Pr + 2GSH \longrightarrow 2\ Pr — SH + G — SS — G$$

جلوتين لين　　جلوتين قوي

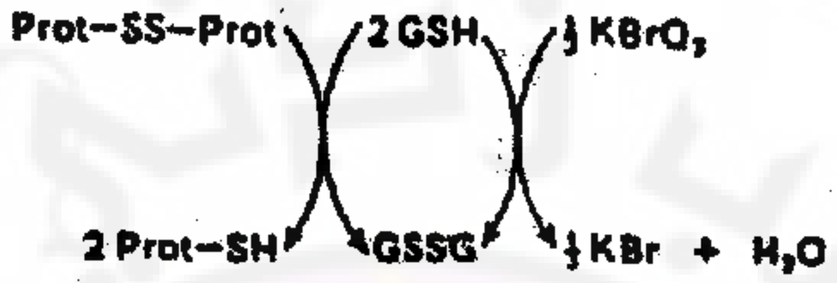
وعند اضافة حمض اسكوربيك يتفاعل مع الجلوتاثيون مانعاً اياه من التفاعل مع الجلوتين ، ويحافظ الجلوتين بذلك على روابطه ثنائية الكبريت وعلى بلمرة جزيئه مما ينتج عنه جلوتين قوي وعجينة أقوى .

يتم تفاعل حمض اسكوربيك مع الجلوتاثيون على مرحلتين . في المرحلة الاولى يتأكسد حمض اسكوربيك بأكسجين الهواء الموجود في العجينة ويتحول الى حمض اسكوربيك منقوص الهيدروجين، ويرعى هذا التفاعل شوارد المعادن الثقيلة او مركبات تحوي الهيم كأنزيم بيروكسيداز او كاتالاز ، ويحتمل تداخل اسكوربيك اوكسيداز فيه . ويتم في المرحلة الثانية اكسدة الجلوتاثيون المرجع (GSH) الى جلوتاثيون مؤكسد (G — SS — G) برعاية انزيم جلوتاثيون ديهايدورجيناز، وهو أنزيم شديد الفعالية في دقيق القمح . ويلخص المخطط الآتي تأثير حمض اسكوربيك في الدقيق .



٢ ـ البرومات ، ازوداي كربوناميد Bromates Azodicarbonamide

تؤدي اضافة برومات المعادن القلوية الى الدقيق الى وقف تطور الليونة الزائدة للجلوتين خلال عملية العجن . ويتضمن تفاعلها أكسدة الجلوتاثيون الموجود في الدقيق الى صورته ثنائية الكبريت بتفاعل يشبه فعل حمض اسكوربيك .



وترجع خلال الخبيز كامل كمية البرومات الى بروميد بدون أن يتفاعل البروم مع مكونات الدقيق .

يهتم بمركب ازو داي كربوناميد لتحسينه عجين الدقيق ذو الجلوتين الضعيف ولأنه يخفض من الطاقة اللازمة لمزج العجينة .

$$H_2N — CO — N = N — CO — NH_2 \ (\ C_2H_4N_4O_2\ ,\ M.\ W\ 116{,}08\ )$$

ولا تعرف تفاصيل عن نوعية التفاعلات التي يدخل فيها هذا المركب . وهو مسحوق بلوري عديم الرائحة ، لونه أصفر الى أحمر برتقالي ، وغير ذواب بالماء عملياً وفي معظم المذيبات العضوية ، ويذوب قليلاً منه في ثنائي متيل سلفوكسيد ، وينصهر فوق الدرجة ١٨٠م ويتفكك . ويتميز بامتصاصه الطيف فوق البنفسجي في طول موجة عظمى ٢٤٥ نانومتراً .

٣ ـ ليبواكسيجيناز Lipoxygenase

ويوجد هذا الانزيم ضمن الاضافات الصغيرة لدقيق فول الصويا النشيط انزيمياً وتؤدي اضافته الى عجين القمح الى زيادة تحمل العجين للمزج والى تحسين خواصه الريولوجية ، وقد يحسن أيضاً من حجم الرغيف ، ولا يظهر أثره المحسّن في ريولوجيا العجين إلا عند المزج القوي بوجود الهواء . وتؤدي اضافته أيضاً الى إزالة لون أشباه الكروتينات في طحين القمح ، وهو تأثير مرغوب في انتاج الخبز الابيض ، ويضاف بكمية قصوى نحو ١ بالمائة ، ويعطي التركيز الاعلى رائحة غير مرغوبة .

ليبو اكسيجيناز أنزيم اكسيدورودكتاز لحمض لينولييك (EC . 1.13.11.12) ويوجد في معظم النباتات والكريات الحمراء والبيضاء ، وهو بروتين معدني يضم ذرة حديد في مركزه .

ويوجد في النبات نوعان من هذا الانزيم ، النوع الاول ويسمى ليبو اكسيجيناز — I ، ويقوم بتكوين فوق الاكاسيد للحموض الدهنية الحرة ، ومتخصص فراغياً ، ويفضل العمل على حمض لينولييك الحر ، ويعطي هيدروبيروكسيدات فعّالة ضوئياً ، ذات صفة مقرون مفروق ، تضم مجموعة (OOH) — في الموقع ٩ او الموقع ١٣ .

النوع الثاني (II) ، وهو النوع الذي يعمل كمحسن للعجين ، ويقوم بدور وسيط في الاكسدة الذاتية ، وتخصصه النوعي أقل لحمض لينولييك ، ويعطي هيدروبيروكسيدات تضم مجموعة (OOH) في الموقعين ٩ و ١٣ معاً . ويعمل النوع الثاني من ليبواكسيجيناز ايضاً على مواد تفاعل مؤسترة ، بدون الحاجة الى تحرر الحمض منها بأنزيم ليباز . ويؤكسد صبغات اشباه الكروتينات والكلوروفيل ويهدمها ويعطي انواع عديمة اللون . وقد برهن أن ليبو اكسيجيناز فول الصويا يحرر جذور فوق الأوكسي التي تساهم في اكسدة اشباه الكروتينات ومكونات الطحين الاخرى . ويعاكس في عمله هذا ليبواكسيجيناز دقيق القمح .

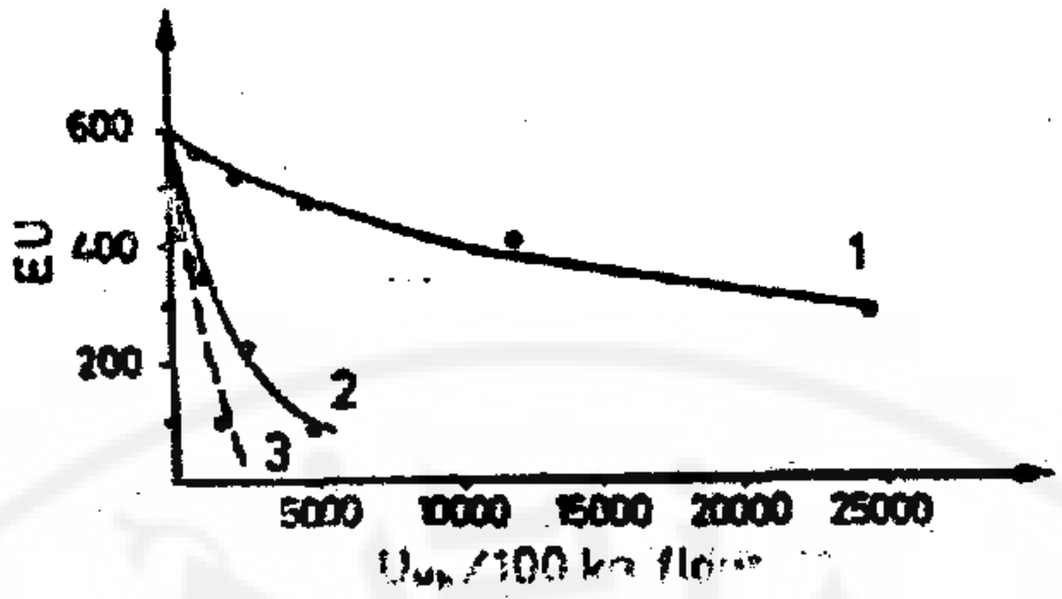
٣ ـ السيستئين Cysteine

يستعمل بصورته الهيدروكلورية (H Cl) ، ويعطي مع الجلوتين ليونة ، راجعة الى تداخله بنسبة ثيول / ثنائي كبريت في جلوتين البروتينات ، وبشكل يشبه الى حد كبير ما سبق شرحه مع الجلوتاثيون . وهو عندما يعطي جلوتيناً ليّناً ينقص زمن تطور العجين وثباته كما يعكس ذلك الفارينوجرام .

يعطي الجلوتين القلوي ، وهو الذي يحوي نسبة مفضلة من السيستئين ، زيادة في حجم الرغيف ، لانحباس الغاز قبل الخبز ضمن العجينة ، ينعكس بتشكل عجينة أسفنجية . يشبه تأثير كبريتيت الصوديوم تأثير السيستئين .

٤ ـ البروتيناز Proteinases

تستعمل التحضيرات الميكروبية او نباتية المنشأ للبروتينازات للحصول على عجينة لينة . ويعتمد عملها هذا على حلمأة بروتين الدقيق . كما يعتمد تأثيرها في ريولوجيا العجين على نوعيتها ومدى فعاليتها مع بروتينات الجلوتين، وهذا ما يوضحه الشكل (١٢ ـ ٢) . واستخدمت في التجربة المعبّر عنها بالشكل السابق بروتينازات فعاليتها المحللة لبروتين الهيموجلوبين متساوية ، ويستدل من النتائج المعبّر عنها بالخطوط أن البروتيناز الفطري يهدم الجلوتين بصورة أقل من البروتيناز البكتري والنباتي (بابايين) ، وينعكس هذا العمل بتناقص مقاومة العجينة للتمدد (extension) مقارنة مع التحضيرات البكترية والبابايين (Papain) .



الشكل (١٢ ــ ٢) تأثير بروتينازات على مقاومة عجينة دقيق القمح للتمدد معبراً عنها بواحدات اكستسنوجرام .

١ ــ بروتيناز من أصل فطري .
٢ ــ بروتيناز البابايين .
٣ ــ بروتيناز من اصل بكتيري .

وحدات قياس نشاط البروتينازات مقاسة على أساس الهيموجلوبين مادة تفاعل (U_{hb})

يسهل التعامل مع بروتينازات الفطور، لانخفاض فعاليتها ، وامكان اضافة جرعة مرتفعة منها ، وتعد مناسبة للاستعمال مع طحين قوي الجلوتين ، للحصول على أفضل النتائج . ورغم هذه الصفة ، تستعمل انزيمات بكترية المنشأ في انتاج البسكويت وما بحكمه (Wafers) ، لهدمها الجلوتين بصورة كبيرة ، معطية عجينة منبسطة دقيقة وثابتة الشكل . وتفضل كذلك الانزيمات البكتيرية للحصول على نواتج مرغوبة النوعية من حيث المسامية وقوة الكسر .

تبين التجارب ان استعمال البابين في الخبز الابيض يؤدي الى ارتفاع الحموض الامينية الحرة في اللب ، والى ارتفاع مركبات الكربونيل المتطايرة في القشرة . وتعطي البروتيناز اثناء عملية الخبز ، وطالما هي نشيطة ، حموضاً امينية حرة ، من تهدم بروتينات الدقيق ، وتتحول هذه الحموض في القشرة الخارجية ، عبر تهدمها بمسار تفاعلات ستريكر ، الى مركبات كربونيل طيارة ، تحسن نكهة الخبز ولون قشرته الخارجية ، لزيادة مركبات ميالنودين بتفاعلات الاسمرار اللأنزيمية .

٤ ــ الملح Salt :

تعطي اضافة ملح كلور الصوديوم الى العجينة بمعدل نحو ٥ر١ ٪ الى تحسين وقبول طعم الخبز ، والى زيادة ثبات العجينة ، ويشبه ملح الطعام في فعله هذا بقية الأملاح ذات الشارجبات الصغيرة كفورمات الصوديوم وفتالات الصوديوم . ويفترض

أن هذا الفعل عائد الى طمس التنافر الشاردي بين جزيئات الجلوتين متماثلة الشحن، مما يؤدي الى اقتران الجزيئات مع بعضها ، وحصول تجاذب محب للماء/كاره للماء .

٥ ـ عوامل الاستحلاب Emulsifier

يطرأ تحسن ملموس على نوعية الطحين المستعمل في الخبيز عند إجراء تعديل لمحتواه من الليبيدات القطبية ، وبخاصة الجلايكوليبيدات . وعند إضافة عوامل استحلاب ، كاليسيتين الخام ، واحادي وثنائي جليسيريد او مشتقاتها المؤستر فيها مجموعة واحدة او مجموعتين من الهيدروكسيل مع حمض الخل والطرطر او لاكتيك ، تتحسن خواص العجين وتعطي نواتج يطول زمن صلاحها وهي محافظة على طزاجتها . ويفسر الفعل المحسن لعوآمل الاستحلاب في عملية الخبيز على أساس مشابه لتاثير جلايكو ليبيدات وهو زيادة التصاق النشاء بالبروتين .

تؤدي اضافة الجليسيريدات الثلاثية الى طحين القمح في النهاية الى اعطاء ناتج حجمه منخفض ، مع وجود بعض الاستثناءات ، فقد تزيد الجليسيريدات الثلاثية من الحجم في بعض انواع دقيق القمح .

٦ ـ الفا اميلاز α — amylase

يحوي الدقيق كميات ضئيلة من السكريات القابلة للاستقلاب بالخمائر . وينصح باضافة السكروز او شراب الجلوكوز بمعدل ١ ـ ٢ ٪ الى العجينة للمحافظة على نمو جيد للخميرة لانتاج غاز CO_2 اللازم لرفع العجينة . وتتحسن جودة الخبز وغيره بوجود رفع متجانس ، يمتد لفترة ، وينعكس هذا على قوام اللب ، حيث يعطي مسامية متجانسة وناعمة ، وزيادة في مطاطية القشرة (elasticity) .

يوجد في دقيق القمح غير المتبت بعض من النشاط العائد لبيتا أميلاز ، والقليل جداً من الفا أميلاز . وينعكس هذا النشاط الضعيف بتهدم القليل من النشاء الى مالتوز يتخمر ضمن زمن التعامل مع العجينة . هذا وتعطي قرينة المالتوز في الدقيق دليلاً على مدى تهدم النشاء .

تزداد فعالية الفا أميلاز ومستوى المالتوز والجلوكوز مع إنبات الحبوب . ويدعم إضافة دقيق آت من حبوب منبتة نمو الخميرة في العجينة . هذا ولا تعد اضافة المولت الى طحين غلوتينة ضعيف اضافة ملائمه محسنة ، لوجود فعاليات

محللة للبروتين في المولت . وتوجد تجارياً مستحضرات الفا اميلاز خالية من الفعاليات المحللة للبروتين ، مصدرها الأحياء الدقيقة .

يوضح الجدول (١٢ ــ ١) نتائج تأثير اضافة الفا أميلاز من مصادر متعددة في جودة ناتج الخَبز . ويبين أن اميلاز المولت والفطر يعطيان نتائج متشابهة ، وأن الأميلاز المستخلصة من عصيات (subtilis) ثابتة حرارياً ، وتبقى في الفرن فعّالة لفترة .

ويعمل المالتوز المستحصل عليه من فعل الفا وبيتا أميلاز كمادة تفاعل لتفاعلات الاسمرار اللاإنزيمية على دعم النكهة ولون القشرة الخارجية .

الجدول (١٢ ــ ١) تأثير مصادر الفا اميلاز في الخبز الابيض

انزيم الفا اميلاز		الحجم	الخبز الابيض	
المصدر	النشاط (وحدة)(١)	(مل)	المسام	القوام
بدون اضافة	—	٢٤٠٠	متوسط	متوسط
مولت القمح	١٤٠	٢٧٩٠	جيد	جيد
	٥٦٠	٣٠٠٠	جيد	جيد
	١١٢٠	٢٨٦٠	متوسط	جيد
Aspergillus	١٤٠	٢٧٥٠	جيد جداً	جيد جداً
Oryzae	٥٦٠	٢٩٠٠	جيد	جيد
	١١٢٠	٢٩٥٠	متوسط	متوسط
Bacillus	٧	٢٦٠٠	جيد	جيد
subtilis	٣٥	٢٦٠٠	جيد	متوسط
	١٤٠	٢٦٤٠	ضعيف	ضعيف جداً

(١) ــ وحدة الفا اميلاز في ٧٠٠ غ دقيق ، عن Belitz صفحة ٥٢٢ .

٧ ـ الحليب ومنتجات الصويا :

يضاف الى الدقيق معا لمواد المضافة التي ذكرت سابقاً بعض منتجات الالبان كالحليب مسحوب الدهن والحليب بكامله والشرش الناتج من الجبنة والكيزين ، وتستعمل جميعها إما بشكل مسحوق او سائل . من المعروف أن مقدرة العجينة على ضم الماء تزداد عند تدعيمها بالبروتين وينعكس هذا بلب قوامه شبه عصيري .

عوامل رفع العجينة الطبيعية والكيميائية

Natural and Chemical leavening agents

تضاف عوامل رفع العجينة الىالدقيق للحصول على نواتج خبيز مسامية اللب، وتستعمل الخميرة عادة مع عجينة القمح لإنتاج الخبز ، ويستعمل مع نواتج الخبيز الاخرى الناعمة مساحيق الرفع الكيميائية والتي يعرف الخليط منها باسم مسحوق الخبيز (baking Powder) .

عوامل الرفع الطبيعية (الخميرة) Yeast

تستعمل الخميرة المعروفة باسم خميرة الخباز (Saccharomyces Cerevisiae) ويفضل إضافة سلالة منها قادرة على استقلاب المالتوز والسكروز بسرعة لاختصار زمن الاختمار. تختلف الخمائر فيما بينها في درجة حرارة نموها المفضلة (٢٤ ـ ٢٦°م) ودرجة الحرارة المفضلة التي ترعى فيها عمليات الاختمار (٢٨ ـ ٣٢°م) ورقم الحموضة المفضل (٤ ـ ٥) .

تضاف الخميرة بنسبة تعتمد على نوع ناتج الخبيز وكمية الطحين الداخلة فيه وتبلغ ٢ ـ ٤ ٪ في الخبز الفرنجي المحضر من دقيق القمح و ١ر٥ ـ ٢ر٥ ٪ في الخبز المعد من خليط يدخل فيه دقيق القمح .

يمتاز استعمال الخميرة كمادة رافعة على المواد الكيميائية الرافعة في انها تعطي طعماً ورائحة مميزة ويستمر انطلاق الغاز مدة أطول . ومن مساوئها صعوبة التحكم بها بالاضافة الىان رائحة الاختمار الذي تحدثه أحياناً غير مرغوبة واستعمالها مكلف.

يتحرر الغاز بالاختمار كأحد نواتج النشاطات الاستقلابية والغاز الناتج

$$C_6 H_{12} O_6 \longrightarrow 2\ C_2 H_5 OH + 2\ CO_2$$

مسؤول عن الرفع ويساهم الكحول في نكهة نواتج الخبيز . ويعطي الاختمار ايضاً كميات صغيرة من مواد النكهة منها الحموض والألدهيدات والأسترات .

تستعمل الخميرة إما على هيئة خميرة مضغوطة مغلفة بأوراق شمع وزن القطعة منها ليبرة واحدة او تباع على هيئة خميرة جافة فعّالة . وتختلف الخميرة الجافة بسلالتها عن الخميرة المضغوطة ولها طور Lag اطول قبل بدء تخمير المالتوز وتحتمل التجفيف والتراكيز المرتفعة من السكر وبعض المثبطات كالبروبيونات . وتعادل فعّالية ١٠٠ جزء وزني من الخميرة المضغوطة نحو ٤٥ جزءاً من الخميرة الجافة . تفقد الخميرة المضغوطة نحو ٥ر٦ بالمائة من فعاليتها خلال أسبوعين تخزين في الدرجة ٤°م . وتفقد الخميرة الجافة نحو ٧٣ بالمائة من فعاليتها في اربعة اسابيع في الدرجة ٢١°م ، ولا تفقد سوى ١ بالمائة في الشهر اذا حفظت في النتروجين. ويفضل للمحافظة على فعالية الخميرة الجافة حفظها في وعاء مغلق في جو من النتروجين او التفريغ . تنشط الخميرة الجافة بوضعها بالماء بين الدرجة ٤١ ـ ٤٣°م لمدة دقائق بعدها تحفظ بالبراد .

عوامل الرفع الكيميائية Chemical leavening Agents

مسحوق الخبيز : خليط مكون من مادة تفاعلها حمضي مع ثاني كربونات الصوديوم مع نشاء أو دقيق أو بدونهما ، ويعطي ما لايقل عن ١٢ ٪ ثنائي اكسيد الكربون المتاح. ويحصل على هذه النسبة بوضع ٢٣ بالمائة ثاني كربونات الصوديوم في المسحوق . إلا ان هذه الكمية من ثاني الكربونات لا تكفي لإعطاء ١٢ ٪ ثنائي اكسيد الكربون للفقد الحاصل في الغاز في التخزين وبتأثير العوامل الاخرى الخافضة لكمية الغاز المتحررة. وعملياً ترفع نسبة ثاني الكربونات الى ٢٦ ـ ٣٠ بالمائة والباقي من المسحوق حموض رافعة ومواد مالئة مواد مخففة مثل لاكتات الكالسيوم التي تعمل على تعديل إطلاق الغاز ، وتخفيف تأثير الرطوبة الممتصة على انطلاق الغاز وتعديل سرعة انطلاق الغاز خلال مرحلة الخلط الأولية مع الدقيق .

يتحرر غاز ثنائي اكسيد الكربون نتيجة تفاعل الماء والحمض والحرارة مع ثاني كربونات الصوديوم . ويتحرر الغاز في العجينة قبل او اثناء الخَبْز في الفرن .

تضم مساحيق الخبز مكونين ، الأول ثاني كربونات الصوديوم وهو مصدر CO_2 والثاني مركب حمضي التأثير ، إما ان يكون حمضاً كحمض الطرطر او الليمون او اديبك او املاحهما الحامضية الصودية أو الكلسية ، او املاحاً حامضية اخرى كفوسفات الصوديوم وكبريتات الألومنيوم والصوديوم وغيرها . ويفضل بعضهم استعمال جلوكونو جاما لاكتون لسرعة حلمأته في العجينة وتكوينه حمض جلوكونيك

يضاف مسحوق الخبيز بحيث يعطي لكل ٥٠٠ غ دقيق ٢٫٣٥ ــ ٢٫٨٥ غ ثنائي اكسيد الكربون ، وهذا يكافىء ١٫٢٥ ليتراً .

تضاف في بعض الأحيان ثاني كربونات الصوديوم بمفردها لبعض أنواع البسكويت (Cookies) وتستعمل في أحيان أخرى كربونات الامونيوم مع كربونات البوتاسيوم في بعض أنواع البسكويت المطعّمة بالزنجبيل والعسل . وقد يستعمل مزيج من ثاني كربونات الأمونيوم مع كربامات الامونيوم ($H_2N - COO - NH_4$) الذي يتفكك فوق الدرجة ٦٠م الى امونيا و CO_2 وماء .

يساهم بخار الماء في حالات كثيرة بزيادة حجم الرغيف ، وكذلك الهواء المحصور خلال عملية العجن ويتمدد بالحرارة عند الخبز بالفرن ، ويعد الهواء عامل رفع هام وبخاصة في النواتج التي تدخل فيها رغوة بياض البيض .

تستبدل بثاني كربونات الصوديوم ثاني كربونات البوتاسيوم في النواتج التي تستهلك في الحميات الغذائية الخالية من الصوديوم . ويعيب هذه المادة اعطاؤها نكهة شديدة المرارة وامتصاصها الماء بشدة .

ثاني كربونات الصوديوم : يعتمد انتشار ثاني كربونات الصوديوم كمصدر لغاز CO_2 على رخصها ، وعدم سميتها ، وسهولة تداولها ، واعطائها نواتج طعمها مقبول ومستحضراتها التجارية نقاوتها عالية ، ومحاليلها أخف قلوية من محاليل الكربونات . ومن مساوئها سرعة تفاعل محاليلها في الدرجة العادية من الحرارة ، وهذا يقلل من امكان التحكم في فعلها الرافع . ويوضح الجدول (١٢ ــ ٢) التحليل الكيميائي المثالي لثاني كربونات الصوديوم المستعملة في رفع الخبز وفق ما جاء في دستور كيماويات الأغذية ودستور الصيدلية الأمريكي .

واهم نقطتين في مواصفات ثاني كربونات الصوديوم نقاوتها وحدود حجوم حبيباتها . ويجب أن يمر من مسحوقها المستعمل في مسحوق الخبيز ٦٥ ــ ٧٥ بالمائة منه خلال منخل ٢٠٠ ميش (٧٥ ميكروماتراً) . وتسبب حبيباتها الكبيرة ، التي تبقى غير منحلّة ، عيوباً في نهوض نواتج الخبيز ، اهمها تكوّن بقع بنية او سوداء في القشرة الخارجية وبقع صفراء في اللب .

وتوجد مساحيق ثاني الكربونات وفق حجوم حبيباتها في نوعين حبيّة وناعمة . فالحبية منها تمر كامل حبيباتها خلال شبك ٨٠ ميش (١٨٠ ملم) ، والناعمة يجب أن يمر ٧٥ بالمائة من حبيباتها عبر شبك ٢٠٠ ميش .

الجدول (١٢ ـ ٢) التحليل الكيميائي المثالي لثـاني كربونات الصوديوم المستعملة في مساحيق رفع الخبيز كنسبة مئوية

كمية غاز الكربون (حمض الكربون)	٥٢ر٣٣
القلويـة الكليـة	٣٦ر٨٨
ثاني كربونات الصوديوم	٩٩ر٠٠
كربونات الصوديوم	٠ر٠٥٧
كلور الصوديوم	٠ر٠٠٧
مـواد اخرى	٠ر٠٩٦
الزرنيـخ	لا يزيد على ٣ اجزاء بالمليون
المعادن الثقيلة	لا تزيد على ٥ اجزاء بالمليون

ثـاني كربونات الصوديوم شديدة الذوبـان في المـاء (٦١٩ غ في ١٠٠٠ مل) . وتتشرد كاملاً من المـاء ، وتعطي مزيجاً من شـوارد الصوديوم والكربونات وثـاني الكربونات وثنائي اكسـيد الكربون وحمض كربون غير متشرد وثنـائي اكسـيد كربون ذائب في المـاء .

$$NaHCO_3 \longrightarrow Na^+ + HCO_3^-$$
$$HCO_3^- + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 + OH^-$$
$$HCO_3^- \longrightarrow CO_3^{2-} + H^+$$

$$H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2$$

وتحدد درجة حرارة المـاء ورقم الحموضة (الذي يتعلق بكمية ثـاني الكربونات المذابة في المـاء) والضغط الجزئي لثنائي اكسـيد الكربون فوق المحلول تراكيز نواتـج تشردها . وعند اضافة مواد اخرى الى المحلول المائي لثاني الكربونات يغدو النظـام المنحلة فيه معقداً ، وتعطي الحسابات النظرية نتائج تختلف عن الواقع الفعلي بشكل يغدو حسـاب حجم الغاز الناتج غير دقيق إلا انه يمكن الاستدلال على اتجـاه تغيرات الحجم ، وهذا هو وضع ثاني الكربونات في وسط العجين . تشارك بروتينات العجين ومواد اخرى متشردة طبيعية في التفاعل مع ثـاني الكربون ، ويتحرر ثنائي اكسـيـد

الكربون بوجود شوارد الهيدروجين الآتية من الحموض الرافعة ولحد ما من العجين .

$$RO^- , H^+ + Na\,H\,CO_3 \longrightarrow RO^- , Na^+ + H_2O + CO_2$$

توجد كميات من ثنائي اكسيد الكربون في المحلول المائي اذا كان رقم حموضته أعلى من ٨ ، ولا يوجد إلا القليل منه مذاباً في ماء حموضته قريبة من نقطة التعادل ، وتهمل كميته المذابة في ماء حموضته اقل من ٦ .

يتحرر ببطء ثنائي اكسيد الكربون من المحاليل النقية لثاني الكربونات وبخاصة في الدرجة العادية من الحرارة . وينطلق الغاز بسرعة في البداية عند اضافة ثاني الكربونات الى العجين سببه حموضة العجين ، وللعجين عادة رقم حموضة بين ٥ ـ ٦ وفي غياب الحموض المضافة يتغير بسرعة رقم حموضة العجين وتغدو قلوية ويتوقف انتاج الغاز . وللحصول على اكبر كمية من غاز CO_2 يضاف الحمض الى العجين مع ثاني الكربونات .

الحموض الرافعة : تستعمل الحموض الرافعة لاستكمال تحرير ثنائي اكسيد الكربون من العجين حيث يوجد محلولاً أو مرتبطاً . والحموض المستعملة في رفع العجين ، حموض غذائية ، تعطي ناتجاً جيد الطعم ، واستعمالها اقتصادي وسهلة التداول ، ولا تضعف الجلوتين ، ويفضل أن تكون بهيئة مسحوق في الدرجة العادية .

توجد عدد من الحموض والأملاح الحمضية تحرر غاز ثنائي اكسيد الكربون من العجين وبسرعات مختلفة مرغوبة يضم الجدول (١٢ ـ ٣) بعضها . ويلاحظ في الجدول ان المركبات فيه ليست حموضاً بالمعنى الحرفي لكلمة حمض ، فبعضها أملاح معدنية حامضية (كالفوسفات وكريم الطرطر) لحموض ، وبعضها الآخر مثل كبريتات الألومنيوم والصوديوم تتفاعل مع الماء وتحرر الحمض . ويعطي خليط المواد الرافعة رقم حموضة أولي بين ٤ ـ ٥ .

$$Na_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 + 6\,H_2O \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,Al(OH)_3 + 3\,H_2SO_4$$

تختلف المواد الموجودة في الجدول السابق في محتواها من المعادن النادرة ، وفي السرعة الأولية لانطلاق غاز CO_2 ، فبعضها يعطي الغاز ببطء وبعضها الآخر بسرعة . حسبت قرينة التعادل الموجودة في الجدول على أساس نظري وهو معادلة الشق الحمضي مع ثاني الكربونات . إلا أن مقدار الحمض اللازم فعلاً لإعطاء تعادل ، أو اي رقم حموضة مرغوب ، في الواقع العملي في منتجات الخبيز ، قد يختلف كثيراً عن الرقم المعطى تحت قرينة التعادل .

الجدول (١٢ ـ ٣) المواد الحامضية الرافعة للعجين والمنتشرة

المـادة الحامضية	الصيغـة	قرينة التعادل(١)	سرعة تفاعلها بالدرجة العادية (٢)
كبريتات الصوديوم والالومنيوم	$Na_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3$	١٠٠	بطيئة
فوسفات الكالسيوم ثنائية المـاء	$CaHPO_4 \cdot 2\ H_2O$	٣٣	—
فوسفات احادية الكالسيوم احادية المـاء	$Ca(HPO_4)_2 \cdot H_2O$	٨٠	سريعة جداً
فوسفات احادية الكالسيوم اللامائيـة	$Ca\ H_4\ (\ PO_4\ )_2$	٨٣	بطيئة
فوسفات الصوديوم والالومنيوم (١ ـ ٣ ـ ٨)	$NaH_{14}Al_3(PO_4)_8 \cdot 4\ H_2O$	١٠٠	بطيئة
بيروفوسفات الصوديوم الحامضية (النمط البطيء)	$Na_2H_2P_2O_7$	٧٢	بطيئة
طرطرات البوتاسيوم الحامضية (كريم الطرطر)	$KHC_4H_4O_6$	٥٠	سريعة
جلوكونو ـ جاما ـ لاكتون	[illegible]	٥٥	بطيئة

(١) ـ عدد الاجزاء الوزنية من $Na\ H\ CO_3$ التي تعادل ١٠٠ جزء وزني من المادة الحامضية .

(٢) ـ سرعة تحرر CO_2 بوجود ثاني كربونات الصوديوم .

(عن peterson صفحة ٥٩) و Fennema صفحة ٤٧١) .

فوسفات احادية الكالسيوم اللامائية : وهي عامل سريع التفاعل لإطلاق الغاز ، ولذلك تطلى حبيباته بطبقة بطيئة الذوبان من فوسفات البوتاسيوم او الالومنيوم . ويرجع بطء تحريرها الغاز الى مقاومة الطبقة الخارجية لدخول المـــاء . ولا يتحرر من الغـــاز خلال الخلط إلا نحو ٢٠ بالمائة ، ويتحرر نحو ٤٠ ــ ٥٠ بالمائة خلال ١٠ ــ ١٥ دقيقة من مرحلة الراحة . ويستعمل مزيج منها مع فوسفات احادية الكالسيوم احادية المـــاء في الخلائط العامة للكعك (pancake) لتحسين قوامها وطراوتها ، وفي خلائط الكاتـــو وفي الدقيق ذاتي النهوض وبشكل عام في مسحوق رفع الخبيز (baking powder) وتضاف مع بيرو فوسفات الصوديوم الحامضية ($Na_2H_2P_2O_7$) في خلائط الكاتـــو مع الشوكولاه الجاهزة . ويوضع عادة في هذه الخلائط ١٠ ــ ٢٠ ٪ من المركب الحامضي السريع و ٨٠ ــ ٩٠ ٪ من المركب الحامضي البطيء .

فوسفات ثنائية الكالسيوم : لا تستعمل وحدها كمادة رفع حمضية ، وانما ضمن مزيج لتحرير الغاز في مرحلة متأخرة من عملية الخبز . ولا تتفاعل خـــلال مرحلة الراحة ، وتتفاعـــل عندما تصـــل الحرارة الى ٥٧ ــ ٦٠°م ، ووظيفتهـــا الاســـاسية تعديـــل رقم الحموضة .

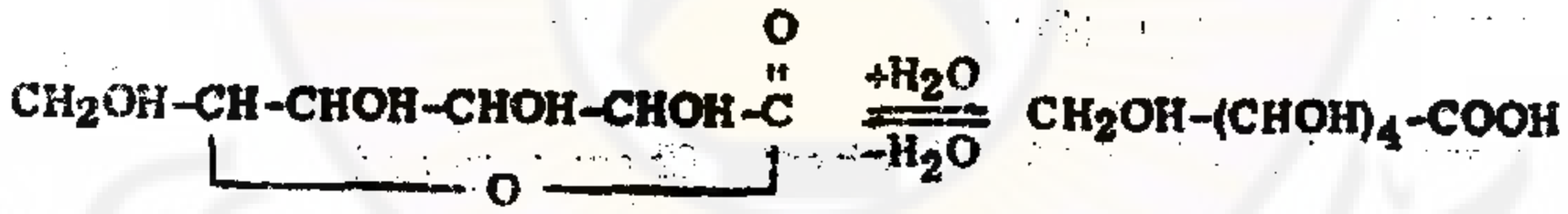
فوسفات الصوديوم والالومنيوم : لها قرينة تعديل مرتفعـــة واستعمالها اقتصـــادي . ويوجد عدة انواع منها تختلف بسرعة تحريرها الغاز ، فبعض انواعها تحرر ٢٢ بالمائة من الغاز خلال الخلط و ٨ بالمائة خلال ١٠ ــ ١٥ دقيقة من فترة الراحة ، ويتحرر الباقي عندما تصل درجة العجين ٤٩°م . ومن مميزاتها تحسين قوام الخبز في بعض الحالات واعطاؤها رقم حموضة قريب من ٧ لقوتها التنظيمية . وافضل استعمال لها مزجها مع الحموض الرافعة الاخرى لاستعمالها في الكاتو (Cake) والخبز الساخن (Hot bread) ويستعمل منها المركب ذو الصيغة ١ ــ ٣ ــ ٨ ، وتشير الارقـــام الســـابقـــة بالترتيب الى عـــدد ذرات الصوديوم والالومنيوم ومجموعات الفوسفات في الصيغة المجملة (انظر الجدول ١٢ ــ ٣) وتستعمل هذه المادة بنسبة ٥٠ ــ ٧٠ بالمائة من مسحوق الخبيز المضاف الى خـــلائط البسكويت الجاهزة مع ٣٠ ــ ٥٠ بالمائـــة فوسفات احادية الكالسيوم اللامائية .

فوسفات احادية الكالسيوم احادية المـــاء : وهي اول المواد الفوسفاتية المستعملة كمادة رافعة ، فقد بدأ استعمالها منذ ما يزيـــد على قرن . وهي تتفاعل بسرعة كبيرة مـــع ثاني الكربونات ، وينطلق اكثر من ٦٠ بالمائة من الغاز خلال دقيقتين خلط في الدرجـــة ٢٦°م . ويغدو تفاعلها مع ثاني الكربونات ساكناً خلال مرحلة الراحة ، ويتجدد تفاعلها مع حرارة الخبيز وينطلق الغاز ويتحرر الباقي منه . تجد هذه الميزة التي تطلق فيها هذه المادة الغاز من تطبيقاتها ، فهي تتفاعل بسرعة عند الخلط ، ثم يسكن التفاعل في

مرحلة الراحة ، ليعود وينشط ويحرر الغاز عند الخبز ، بحيث تستعمل في مسحوق الرفع المضاف الى الخلائط الجاهزة للكاتو والبسكويت الخاص (Cookies) وعجائن البيتزا ، ولا تستعمل وحدها وانما مع فوسفات بطيئة التفاعل لإطالة فترة انطلاق الغاز منها مع المحافظة على عدم انطلاقه في فترة الراحة ، وعودة انطلاقه عند الخبز في الفرن . وتعطي هذه المادة فائدة خاصة لتشكيلها خلايا غازية بأعداد متزايدة أثناء العجن وخلط Batters

املاح البيروفوسفات الحامضية : تعرض الشركات المتخصصة بمواد الرفع انواعاً مختلفة من بيرو فوسفات الصوديوم الحامضية تختلف فيما بينها بتفاعلها لتحرير الغاز ، ومنها البطيء ومنها السريع في تفاعله مع ثاني الكربونات لاطلاق الغاز . وتعد من افضل المواد الحامضية التي تضاف الى العجائن .

تحتاج عجائن البسكويت والرقائق (Rolls) الجاهزة والمبردة كمية بسيطة من ثنائي اكسيد الكربون خلال تحضيرها وتغليفها وتحتاج كمية غاز كبيرة خلال خبزها . ويضاف اليها الآن املاح البيروفوسفات ذات سرعات التفاعل المختلفة لاحتياجها لغاز بكمية بسيطة تساعد على حفظها اثناء التبريد ، وهذا ما توفره املاح البيرو فوسفات .



حمض غلوكونيك — غلوكونو ـ جاما ـ لاكتون

وضع المواد المحسنة للدقيق والمواد الرافعة في المواصفات :

تبحث المواصفة السورية رقم ٨٠٨ لعام ١٩٩٠ في مسحوق الخبيز . وتضم تعريفاً له وتركيبه . ويلاحظ فيها عدم شمولها الكثير من المركبات الحامضية المفيدة والتي ثبت فعلاً فائدتها في مسحوق الخبيز ومنها جلوكونو جاما لاكتون . كما تضم المواصفة السابقة الحدود القصوى المسموح بوجودها من المعادن الثقيلة ، وجاءت هذه على النحو الآتي :

الزرنيخ (٥ر١) ، الرصاص (١٠) ، النحاس (٣٠) ، الزنك (٥٠) ، القصدير (٢٥٠) ، والأرقام السابقة هي جزء بالمليون .

مصادر الفصل الثاني عشر

1 — Belitz, H. D., and Grosch, w. (1986)
Food, Chemistry , Spinger - Verlag

2 — Fennema, O. R. , (ed) (1976) . Principle of food science, Part 1. food Chemistry , Marcel Dekker. New York.

3 — Martin, P. g. (1979) Manuals of food quality Control. 3 — Commodities . FAO Food and Nutrition paper No. 14/3. Rome.

4 — Hoseney, R. C. (1986) Principles of Cereal science and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minn.

5 — Pomeranz. Y. (ed) (1971) wheat : Chemistry and Technology. American Association of Cereal. Chemists, st. Paul, Minn.

6 — Furia, T. E (1980) Handbook of Food Additives, Vols I and II. CRC Press.

الفصل الثالث عشر

المـواد المضافة ذات الاستعمالات المحدودة

ADDITIVES FOR SPECIFIC USE

أولاً ـ العوامل المضادة للتكتل والتجمع

ANTICAKING AGENTS

إن نقص سـيولة المساحيق وبالتحديد التكدّر والتكتل mottage تعـود الى اسباب متعددة من اهمها :

ـ التراكب imbrication تحت تأثير الضغط .

ـ البلورة والتصلب والتكاثف الشديد ، وذلك بفعل التأثيرات المناخية كالحرارة والرطوبة النسبية .

ـ التفاعلات الكيميائية بين مكونات الخليط .

ـ التجاذبـات الكهرساكنة électrostatiques الناتجـة عـن الصدمات او الاحتكاكات .

تتجمع بعض المـواد الغذائية كملح الطعام والملح المتبّـل (خليط من الثـوم والبصل مع ملح الطعام) والخضار المجففة ومساحيق الفاكهة ومساحيق الشوربات والكاتـو والخميرة على شكل كتـل . ويمكن تجنب تشكل هـذه الكتل عن طريـق استعمال احـد المركبات المانعة للتجمع . وتعـد المركبات التي اساسها السيليس من المركبات الرئيسـة المستعملة ، وهي السـيليس المـائي ($n\ SiO_2 , H_2O$) والسـيليكو آلومينات الصوديوم . وهناك ثلاثة اشكال من السيليس المائي ، هي :

ـ جيل السيليس المستعمل كمضاد للتجمع ، ويستعمل ايضاً كعامل مجفف.

ـ السيليس الناتج عن التفاعل الحاصل بفعل الحرارة Silice pyrogénée

ـ السيليس الرسوبي .

جدول ١٢ ـ ١ : المواد المضافة المـانعة للتكتل المعتمدة من قبل لجنة دســتور الأغذيــة (FAO ، ١٩٨٩)

الاســم		الرقم العالمي(١)
ـ السـللوز		٤٦٠
ـ أملاح الحموض الدهنية (مع Na , Ca , Al , NH_4 , K, Mg)		٤٧٠
ـ كربونات الصوديوم		٥٠٠
ـ كربونات المغنزيوم		٥٠٣
ـ أوكسـيد المغنزيوم		٥٣٠
ـ فروسيانيد الصوديوم		٥٣٥
ـ فروسيانيد البوتاسيوم		٥٣٦
ـ هيكسا سيانو مانجنات الحديد (II)		٥٣٧
ـ فروسيانيد الكالسيوم		٥٣٨
ـ ثيوسلفات الصوديوم		٥٣٩
ـ ثنائي اوكسيد السـيليكون غير المبلور		٥٥١
ـ سيليكات الكالسـيوم		٥٥٢
ـ سيليكات المغنيزيوم	(i)	٥٥٣
ـ ثلاثي سيليكات المغنزيوم	(ii)	٥٥٣
ـالتـالك	(iii)	٥٥٣
ـ سيليكات الصوديوم والالمونيوم		٥٥٤
ـ سيليكات الكالسيوم والالمونيوم		٥٥٦
ـ سيليكات البوتاسيوم والالمونيوم		٥٥٥
ـ سيليكات الزنـك		٥٥٧
ـ البنتونايت		٥٥٨
ـ سيليكات الالمنيوم		٥٥٩
ـ سيليكات البوتاسيوم		٥٦٠

(١) ـ الرقم العالمي المعتمد من قبل WHO/FAO هو نفسه رقم المجموعة الاوربية المشـتركة .

وجميع هذه المركبات هي ثنائيات أوكسيد السيليسيوم . وتختلف عن بعضها بعضاً بنقاوتها (أكثرها نقاوة السيليس الناتج عن تأثير الحرارة) وبسعرها (أرخصها ثمناً السيليس الرسوبي) .

تتواجد جميع هذه المركبات على شكل مساحيق بيضاء اللون عديمة التبلور وغير ذوابة في الماء . وتلعب هذه المساحيق ، بسبب نعومتها العالية (ذرات بأقطار تتراوح بين ١٠ و ٢٠ نانو متراً) ،دور المبعثر أو المادة المزلقة lubrifiant وذلك عن طريق تغليف المنتجات دون ماء .

تتراوح الكميات المستعملة بين ٥ر٠ الى ٢ ٪ في ملح الطعام . والكمية اليومية المسموح بها من السيليس المائي والسيليكات غير محدودة ، وهناك بعض المراكز الطبية التي تعد أن السيليسيوم هو أحد العناصر النادرة المفيدة في التغذية البشرية وأنه يلعب دوراً في تشكيل العظام واصطناعها Ostéogénèse (تحول النسيج العضلي أو الغضروفي الى عظم) . يأتي في الدرجة الثانية من حيث الاستعمال بعض الأملاح المعدنية ، ومنها :

ـ فوسفات ثلاثي الكالسيوم ، ويسمح باستعماله في المساحيق المخصصة للمشروبات وكذلك في ملح الطعام (٢٠ غ/كغ ملح ، ٦ غ/كغ في مسحوق المشروبات).

ـ كربونات المغنزيوم (٢٠ غ/كغ ملح) .

ـ منفنيتريل الحديد (٢٠ غ/كغ ملح) .

ـ هيكساسيانوفيرات البوتاسيوم والصوديوم ، لا يسمح باستخدام أكثر من ٥ ملغ / كغ .

يمكن ايضاً استعمال النشا كمضاد للتكتل في السكر الفانيلي .

يلخص الجدول رقم ١٣ ـ ١ بعض المواد المضافة المانعة للتكتل المعتمدة من قبل لجنة دستور الأغذية الخاصة بالمواد المضافة والملوثات التابعة للمنظمة الدولية للأغذية والزراعة (FAO) ، التقرير (ALINORM 89/12 A) .

ثانياً ـ المواد المخلبية Sequestrants

وتسمى في بعض الاحيان المواد القانصة ، نسبة الى أنها تقتنص المعادن من محاليلها وتضمها اليها . وتعرّف بأنها مواد عضوية أو لا عضوية قادرة على تشكيل معقدات تساندية الروابط مع الايونات المعدنية ، ويطلق على عملية تشكيل معقدات مع المعادن اسم التمخلب (Chelation) .

تضاف المواد المخلبية في عمليات تصنيع الأغذية ، كمواد مضافة ، للحد من قيام المعادن برعاية تفاعلات تخرب متعددة لمكونات الأغذيـة . وتعد مساعدات تصنيـع ، تستخلص المعادن بكفاية من مختلف المواد . وقد تضاف المعادن بهيئة مركبات مخلبية في بعض الأحيان ، للمحافظة على ذوبانيتها في النظم الغذائية التي تضاف اليها .

كيمياؤها : لن نتعرض هنا إلا الى ملخص بسيط مفيد عملياً عن كيمياء التقـاط المعادن وظاهرة التمخلب ، والتوسع فيها موجود في الكثير من الكتب الكيميائية .

التمخلب عملية توازن ، تمثل بالمعادلة

$$M + L \rightleftarrows ML$$

حيث M = المعدن ، L المـادة المتمخلبة (اللاقطة) (Ligand)

ML = معقد المعدن الناتج .

يحدث التمخلب وتتشكل المعقدات المعدنية عند توافر شرطين (١) توافر مـادة مخلبية لاقطة لهـا التوضع الفراغي الالكتروني المناسب للمعدن الذي تتمخلب معه ، (٢) تحريض العوامل الموجودة في الوسط المحيط على تشكيل المعقد واهمهـا رقـم الحموضة والقوة الايونية والذوبانية .

بعد التأكد من ملاءمة المعدن والمادة المخلبية لبعضها ينظر الى العوامل الموجودة في الوسط لأنها تؤثر عملياً وفعلياً في تشكيل المعقدات المخلبية . ومن اهم هذه العوامل كما ذكرنا رقم الحموضة ، لأنه يؤثر بشدة في درجة تأين الحموض متعددة الكربوكسيل . والمجموعة الكربوكسيلية المتأينـة مجموعة عاطيـة ممتـازة للالكترونات ، ولا تعطي الكترونات ولا تشكل روابط تساندية عندما تكون غير متأينـة ، ونستنتج من ذلك أن تشكل المعقدات المخلبية يزداد مع زيادة درجة تأين المجموعات العاطية للالكترونات فيها ولكن الى حد معين ، فإذا زاد رقـم الحموضة عـلى الحاجة لتأين المجموعات العاطية تنعدم الفائدة المرجوة منه في تشكيل المعقدات . وفي الحالة المعاكسـة ، في حالة ارتفاع ارقام الحموضة ، تغدو عملية تشكل المعقدات المخلبية عمليـة صعبة . أمـا التحكم بسرعة تشكل المعقدات المخلبية فعملية صعبة . لأنها تعتمد جزئياً على سـهولة تفكك الروابط في المعقد المتكوّن ، وتعتمد كذلك على سهولة تفكك الروابط في المعقدات المائية للمعادن ، اذ المعروف أن المعادن في المحاليل المائية تشكل معقدات مائيـة من النمـط $M(H_2O)_n$. وللباريوم والكالسيوم والمغنزيوم ارقام pk لمعقداتها المـائية ٢ر١٣ و ٦ر١٢ و ٤ر١١ بالدرجـة ٢٥° ، وهي بذلك سهلة التفكك من معقداتهـا المـائية ، ويصعب تفكيك معقد الحديد المـائي لأن له قيمة pk ٢ر٢ .

يعبّر عن كفاية المادة المخلبية على تشكيل معقدات مع معادن معينة بثابت التوازن ، او يسمى ثابت تشكل المعقدات ، ويحسب من المعادلة

$$K = \frac{[ML]}{[M][L]}$$

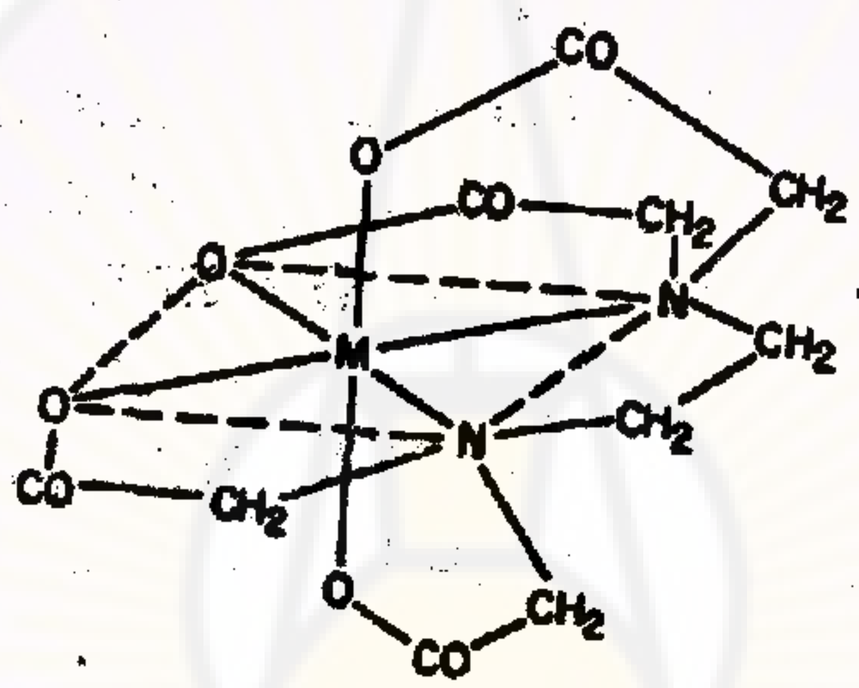
وتوجد جداول في الكتب المصادر تضم قيم ثوابت التوازن بأرقامها اللوغاريتمية مع مختلف المواد المخلبية . ويستدل منها على مدى ثبات المعقد المخلبي ، فكلما كبر رقم الثابت دل ذلك على زيادة ثبات المعقد المخلبي . وهو يدل على الفة المادة المخلبية لأيون معدني معين . ولثوابت التوازن هذه اهمية عملية بالغة في عملية التمخلب ، فهي تدل اولاً على اي المعادن له الأفضلية لتشكيل معقد مع EDTA مثلاً عند وجود معادن اخرى ، كما هو الحال في النظم الغذائية . فعند اضافة EDTA الى محلول املاح معادن الحديد والنحاس والزنك ، وكانت المعادن بحالة تأين ، يشكل الحديد اول الايونات المعدنية معقداً مع EDTA ، لأن له ثابت توازن اعلى (٢٥ر٦) ، يليه النحاس (log. K = ١٨ر٨) ثم الزنك (١٦ر٥) . وعلى هذه القاعدة نجد ان الكالسيوم المتمخلب مع EDTA على هيئة ($Ca\ Na_2\ EDTA$) ينزاح من قبل جميع الايونات الموجودة في الجدول (١٣ ــ ٢) ما عدا المغنزيوم لأن لها ثوابت توازن اكبر من ثابت توازن الكالسيوم .

الجدول (١٣ ــ ٢) ثوابت توازن معقدات المعادن مع EDTA

الايون المعدني	لوغاريتم الثابت	غرام من Na_2 EDTA لكل غرام ايون معدني(١)
Fe^{+++}	٢٥ر٧	٦ر٦
Cu^{++}	١٨ر٨	٥ر٨
Ni^{++}	١٨ر٥٦	٦ر٣
Zn^{++}	١٦ر٥	٥ر٧
Co^{++}	١٦ر٢١	٦ر٣
Fe^{++}	١٤ر٣	٦ر٦
Mn^{++}	١٣ر٥٦	٦ر٨
Cu^{++}	١٠ر٧	٩ر٣
Mg^{++}	٨ر٦٩	١٥ر٣

(١) ــ المادة المخلبية يجب ان تكون من النوعية المسموح استعمالها في الغذاء (Food grade) .

يتحقق الشرط الاول عندما تتوافر هندسة جزيئية قادرة على تشكيل حلقة ثابتة مع المعدن ويتوافر هذا مع تشكل حلقات خماسية او سداسية بين المعدن والمادة المخلبية (١) . ومن المواد التي توفر هذا الشرط مع كثير من المعادن ثنائية التكافؤ جلايسيل جلايسين وحمض ساليسيليك واثيلين ثنائي امين رباعي حمض الخل (EDTA) ويوضح الشكل (١٣ ــ ١) الروابط الموجودة بين المعدن والمجموعات المانحة للروابط في جزيء(EDTA) ، ويوجد فيه ست مجموعات مانحة للروابط ، لا تشترك جميعها في آن واحد في عملية تشكيل الروابط التساندية ، وانما يحدث تشكل المخلبيات بمساهمة اربع مجموعات معطية معقدات معدنية بنسبة جزيئية ١ : ١ كما يوضح الشكل ايضا معقدات المعادن الثنائية مع ثنائي آتلين ثلاثي أمينو خماسي حمض الخل (DTP A) بنسبة جزيئية ١ : ١ او ٢ : ١ (الشكل ١٣ ــ ٢) .

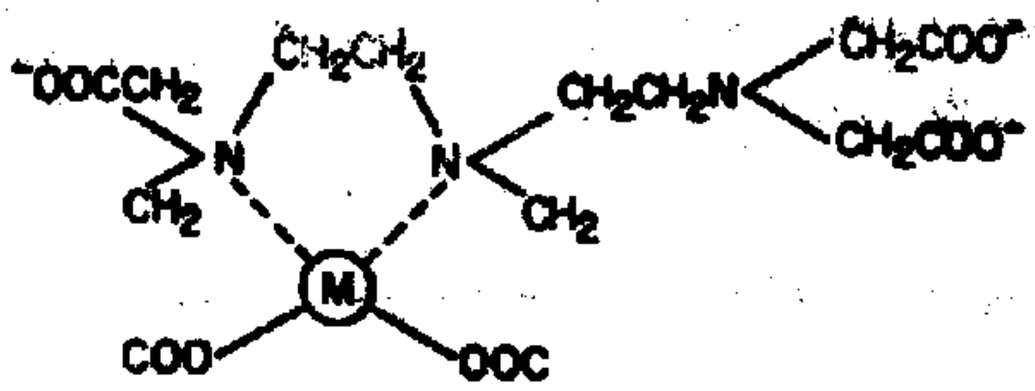


الشكل (١٣ ــ ١) الروابط الموجودة بين المعدن والمجموعات المانحة للروابط في جزيء EDTA

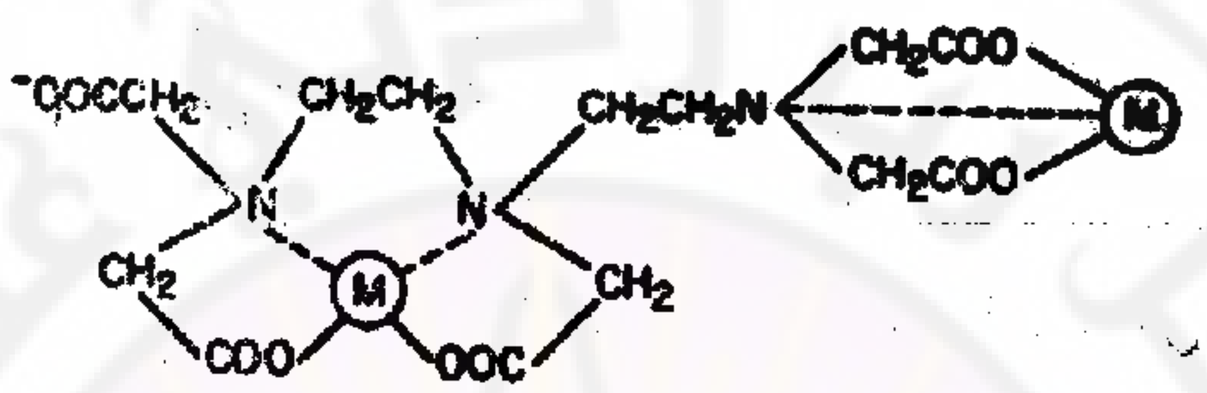
ويدخل ضمن الشرط الاول ضرورة توفر زوايا معينة للروابط التساندية . فبعض المعادن تشكل معقدات مخلبية اذا توافرت المادة المخلبية التي تعطي روابط زواياها ٥١٨٠ ، وفي الحقيقة يوجد القليل من المواد المخلبية القادرة على أن ترتبط بالمعدن عبر زوايا ٥١٨٠ وتشغل المسافة الضرورية لتشكيل معقدات ثابتة . ومعظم المعادن تشكل معقدات بزوايا بين ٩٠ ــ ٥١٠٩ وتعطي أشكالاً فراغية تشغل مربع

---

(١) ــ تشبه المعادن البروتونات (H^+) ، فهي محبات ألكترون ، تقبل زوجاً من الالكترونات وتشكل مع المجموعة المانحة للالكترون رابطة تساندية (المادة اللاقطة المخلبية) ، وتلعب المعادن في المخلبيات دور حموض لويس ، ويساهم حجمها الكبير ، قياساً على حجم البروتون على الانضمام الى أكثر من مجموعة لاقطة ، فهي تنضم عامة مع ٢ ، ٤ ، ٦ مجموعات معطية متمخلبات ذات أشكال مستقيمة او مربعة او مسدسة (رباعي أوجه) ، ويشغل فيها المعدن المركز .



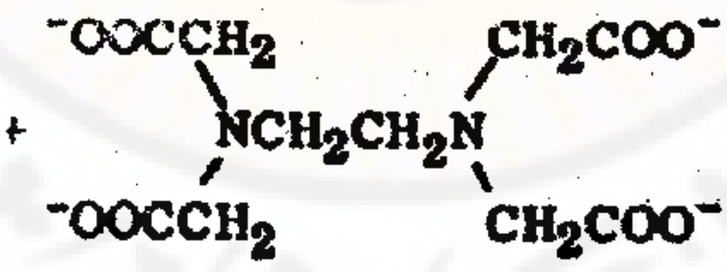
A



B

الشكل (١٣ ــ ٢) معقدات المعادن ثنائية الشحنة مع ثنائي اتلين ثلاثي امينو خماسي حمض الخل (DTPA) .A وفق النسب الجزيئية 1:1 , B وفق النسب الجزيئية ٢ : ١

مسطح الشكل أو رباعي أوجه ، ومنها الكالسيوم والمغنزيوم والنحاس والحديد والزنك ، وهي معادن تشكل معقدات ثابتة مع الكثير من المواد اللاقطة المخلبية . ويمكن معرفة النقطتين السابقتين في الشرط الاول لتشكيل المعقدات المخلبية بالرجوع الى الاصول الكيميائية للمعادن والمركبات المخلبية المتاحة .



EDTA

استعمالاتها في الاغذية :

للمركبات المخلبية دور هام في ثبات الأغذية عبر تفاعلها مع ايونات المعادن لتشكيل معقدات تغير من خواص وتأثير هذه الايونات في الأغذية . والمستعمل منها في الأغذية حموض متعددة الكربوكسيل وحموض متعددة الفوسفات وجزيئات ضخمة (بورفيرين وبروتين) . وتوجد معادن كثيرة في الحالة الطبيعية بهيئة معقدات مخلبية.

ويوضح الجدول (١٣ ــ ٣) قائمة بالمواد المخلبية المستعملة في الأغذية. وأكثرها انتشاراً في عمليات التصنيع الفوسفات والسترات و EDTA . هذا وتستعمل الفوسفات والسيترات في الأغذية لفرض غير التمخلب ، كمواد حامضية وللتحكم بدرجة الحموضة . ونذكر للفوسفات دوراً خاصاً حيث تمنع تشكل أملاح المعادن الذوابة .

تضاف المواد المخلبية في كثير من عمليات الاعداد التصنيعية ، نذكر منها ثبات

الجدول (١٣ ــ ٣) بعض المواد المخلبية التي وجدت استعمالاً في تصنيع الأغذية

المادة المخلبية	الملح او المشتق المستعمل
الأسيتات	الكالسيوم، ثنائي كالسيوم ، بوتاسيوم، صوديوم
حمض الليمون والسيترات	الكالسيوم، أحادي ايزوبروبيل، أحادي جليسيرول البوتاسيوم ، الصوديوم ، ستريل ، ثلاثي اتيل .
EDTA	ثنائي صوديوم، كالسيوم
جلوكونات	كالسيوم ، صوديوم
أورثوفوسفات	أحادي كالسيوم ، ثنائي بوتاسيوم ، صوديوم الومنيوم ، ثنائي صوديوم ، أحادي صوديوم ، ثلاثي صوديوم .
ميتا فوسفات (هكساميتافوسفات)	كالسيوم ، صوديوم
بيرو فوسفات	رباعي صوديوم ، الصوديوم الحامضي
بولي فوسفات	صوديوم ثلاثي
فيتات	كالسيوم
سوربيتول	
حمض الطرطر	
الطرطرات	صوديوم ، صوديوم بوتاسيوم (ملح روشيل)
ثيوسلفات	صوديوم

الدهون والزيوت ، تحضير الفيتامينات ، عمليات تصنيع الخضار والثمار ، نواتج البطاطا ، منتجات الأسماك ، المشروبات الخفيفة ، نواتج الألبان ، نواتج اللحوم .

وتلخص في الفقرات الآتية دور المواد المخلبية في النظم الغذائية .

ثبات الدهون والزيوت :

لا تلعب المواد المخلبية دور مضادات الأكسدة ولكنها تحسن من قدرة المضادات على منع الأكسدة الذاتية ، ويتم ذلك عبر تشكيلها معقدات مخلبية مع آثار المعادن (حديد ، نحاس وزنك) التي قد توجد عرضياً ، وتزيل التأثير الوسيطي لهذه المعادن على تفاعلات الأكسدة الذاتية . فهي بذلك تقوم بدور مساند لمضادات الاكسدة وبخاصة عندما تضاف معها . ومن المواد المخلبية المستعملة في الزيوت السيترات ، بين تركيز ٢٠ ـ ٢٠٠ جزء بالمليون . ولا يستعمل EDTA مع الزيوت لانخفاض ذوبانيتها . وتستعمل EDTA (حتى تركيز ٥٠٠ ج. م) مع نظم الاستحلاب التي تدخل الزيوت فيها كمكون رئيسي كالمايونيز ومرق السلطات والشوربات . هذا وتقوم EDTA بتشكيل معقدات مخلبية مع المعادن أكثر ثباتاً من المعقدات التي تشكلها السيترات .

وورد أن استعمال المواد المخلبية مفيد في عدد من النظم التي تحوي على الزيوت والدهون كالدهن البقري وزيت الصويا ومرق السلطة وغيرها من النظم الغذائية القابلة للمد ، وفي المكسرات المشوية واللحوم مع المكسرات ، والأغذية المقلية والمخبوزة والزبدة ، والزيوت العطرية ، وحمض لينولييك ، كما استعملت لإزالة المعادن التي تستعمل كوسطاء في هدرجة الزيوت .

ثبات الفيتامينات :

تتعرض الفيتامينات الطبيعية في الأغذية وفي المستحضرات الصيدلانية الى تفكك لتعرضها الى الحرارة وخلال التخزين . واستعملت المواد المخلبية لزيادة ثبات الفيتامينات لتفاعلها مع المعادن التي تدخل وسطاء في تفاعلات الهدم . ووجد أن EDTA والسيترات والفوسفات تساعد على ثبات فيتامينات آ و ب وإي وكي والكروتين و ب ١٢ والثيامين في الأغذية وفي المستحضرات الصيدلانية .

الخضار والفاكهة المصنعة :

تؤدي المعاملات الحرارية الى إحداث تغيرات لونية وفقد في النكهة وقد تؤدي

الى ظهور نكهة غير مرغوبة . وترجع هذه التغيرات الى تحرر آثار المعادن ، التي توجد بصورة طبيعية في الأغذية ، من المواد التي ترتبط معها ، اثناء عمليات التصنيع الحرارية ، وقيام هذه المعادن المحرر بدور الوسيط في تفاعلات التخريب غير المرغوبة للون الخضار والفاكهة وطعمها . ونذكر من المعادن بخاصة الحديد والنحاس لقدرتهما على رعاية تفاعلات تؤدي الى تخريب الفيتامينات والى تغيرات لونية واحياناً ظهور نكهة وطعم غير مرغوبين . وبسبب الكالسيوم والمغنزيوم والزنك تغيرات لا تظهر واضحة مباشرة بعد التصنيع ولكنها تبدأ اثناء التصنيع وتستمر بعده خلال فترة التخزين .

ومن الخضار والفاكهة التي يبدو عليها تغيرات لونية خلال المعاملات الحرارية ويمكن الحد منها بإضافة المواد المخلبية قبل عمليات التصنيع نذكر القرنيات بأنواعها ونواتج البطاطا ومنها البطاطا السكرية ، والقرنبيط ، والباذنجان والهليون وغيرها من الخضار التي يتفاعل فيها الحديد مع روتين (Rutin) . وتستعمل المخلبيات أيضاً مع الفطر الزراعي المعلب والشوندر والذرة المعلبة والاجاص وحلقات التفاح والفاكهة المجمدة الاخرى .

لا تفيد المخلبيات في منع تغيرات اللون للخضار الخضراء الناتجة من تفكك الكلوروفيل .

الأسماك :

تشكل المعادن التي توجد في الأسماك بتراكيز مرتفعة نسبياً مشكلات فريدة أثناء عمليات التصنيع والتخزين . ويصل تركيز الحديد في عضلاتها ١٠٠ جزء بالمليون والنحاس الى ٤٠٠ جزء بالمليون والزنك ٦٠٠ . وتنعكس هذه التراكيز بإحداث تلون غير عادي على هيئة بقع سوداء في القشريات المبردة وبهيئة تلون اخضر مزرق او رمادي في معلبات الأسماك. وينشأ التلون الاول من تفاعل المعادن مع الامينات ، واللون الرمادي والاسود والبني من تفاعل مجموعات السلفوهيدريل مع المعادن . كما يتسبب عن وجود المعادن في الأسماك تشكل بلورات من فوسفات الامونيوم والمغنيزيوم خلال تبريد معلباتها ، بالاضافة الى الاكسدة الوسيطية لزيت السمك والى احداث اكسدة انزيمية لمركب عديم الرائحة هو ثلاثي متيل أمين أوكسيد الى مركب رائحته غير مستحبة هو ثلاثي متيل امين .

وقد ثبت فائدة اضافة حمض سيتريك و EDTA من بين جميع المركبات المخلبية التي اختبرت . فهذه المركبات تحد من التغيرات اللونية في القشريات المعلبة والمجمدة والمبردة ، وتمنع تشكل بلورات الفوسفات ، وتحافظ على ثبات وقوة

القشريات ، وتوقف المعادن من القيام بالدور الوسيطي في تزنخ الدهون ، وتثبط التحول الانزيمي لثلاثي متيل أمين اكسيد ، وتحافظ على جودة نكهة القشريات بالتخفيف من قدرة امتصاص الماء ، وتحسن من جودة السمك المبرد عبر تثبيط نزع الفوسفور من IMP .

المشروبات :

يؤدي وجود آثار من المعادن النادرة في المشروبات الى حدوث تدني في جودتها ، ويتأثر اللون في المشروبات اللاكحولية ، ويحدث تآكل في المشروبات المعلبة في طبقة الميناء الداخلية نتيجة وجود ثقوب فيها تزداد بالحمض وينعكس هذا التدهور بتناقص زمن صلاحية المشروبات المعلبة . ويظهر في المشروبات الكحولية رواسب وعكر وفقد في النكهة . وبرهن على ان المخلبيات تثبط الكثير من هذه التفاعلات المهدمة ، وبشكل يمكن السيطرة على الاسمرار المتسبب من وجود المعادن النادرة الذي يمكن السيطرة عليه بإضافة المخلبيات .

هذا واستعملت المخلبيات بنجاح في المشروبات الغازية لمنع شحوب اللون للصبغات عند وجود حمض اسكوربيك ، ووجد أن اضافة ١٠ بالمائة حمض سيتريك لا يوقف هذا الشحوب اللوني ، وان اضافة ٣٣ جزءاً بالمليون من EDTA يمنع شحوب لون الصبغات المستعملة . كما وجد أن استعمال المخلبيات يحد من تغيرات اللون والنكهة المعدنية غير المحببة المترافقة مع تآكل العلبة في المشروبات الغازية والمشروبات المثلجة ، ويدعم ذلك انخفاض انتقال العديد من معدن العلبة الى الشراب خلال مدة التخزين التي دامت لمدة ٥ ـ ١٠ اشهر .

منتجات الألبان واللحوم :

يشبه تأثير المعادن النادرة في منتوجات الألبان واللحوم ماورد سابقاً من تأثيرات مع الأغذية الاخرى وهي حدوث تغيرات لونية وتطور نكهات غير مستحبة وتدهور في الخواص الفيزيائية . واستعملت المخلبيات للتغلب على هذه المشكلات السابقة .

تستعمل المخلبيات في الألبان (١) لتثبيط تفاعلات الاكسدة الوساطية للنحاس التي تنعكس في حال حدوثها الى تطور نكهات غير مستحبة ، (٢) وللتحكم بثخانة الحليب المكثف والمخزن والتحكم بتخثر الحليب المستعمل في اعداد الحلوى ، (٣) ولتحسين خواص الرغوة عند اعادة اذابة الحليب المسحوب الدهن ، (٤) وللحصول على رغوة ثابتة من بروتينات الحليب ، (٥) وللتحكم بالتخثر غير

المرغوب للبيض خلال مرحلة التعقيم الحراري التي تسبق تجميده ، (٦) وتثبيط اكسدة البيض خلال عمليات التجميد ، (٧) ومنع حدوث التلون الأخضر بعد طبخ البيض المحضّر من مسحوق البيض المحمّض والخال من الجلوكوز ، (٨) تحسين الشعور الذي يملأ الفم من البنية الناعمة السلسلة المظهر للكستارد الذي يدخل في تركيبه البيض .

نواتج اللحوم : تقوم المخلبيات في هذا النوع من الأغذية بالتأثيرات الآتية :

(١) ـ تثبيط تنشيط انزيمات التخثر التي تعتمد على الكالسيوم عند استعمال الدم في تحضير النقانق . (٢) ـ تحسين فعّالية أملاح المغنيزيوم عند استعمالها كعوامل مساعدة على الانضاج في اللحوم المصنعة . (٣) ـ منع تشكل معقدات اكسيد النتروجين ـ هيموجلوبين في اللحم المنضج عبر التحكم بتأثير ايونات المعادن . (٥) ـ تثبيط تلون سطح اللحوم المعلبة باللون الرمادي . (٦) ـ اضافتها مع الاسكوربات لتثبيت اللون والنكهة في لحوم الابقار المجمدة وديك الحبش .

الوضع القانوني للمواد المخلبية :

تضم قوائم المجموعة الاقتصادية الاوربية المواد المخلبية المسموح باستخدامها في الأغذية ونلخصها في الجدول (١٣ ـ ٤) . ونلاحظ من هذه القائمة أن معظمها يدخل ضمن المواد المعتبرة عادة سليمة (GRAS) وتخضع بالتالي الكمية المسموح اضافتها الى الأغذية الى الممارسة التصنيعية الجيدة ، ما عدا بضع مواد ، منها EDTA وملحها ثنائي الصوديوم أو ثنائي الصوديوم والكالسيوم حيث يجب أن لا تزيد الكمية المضافة منه على ١٠٠ ـ ٢٠٠ جزء بالمليون .

الجدول (١٣ ـ ٤) المـواد المخلبية المسموح استخدامها في السوق الاقتصادية الاوروبية

المـادة	رقم السوق
حمض ستريك	E ٣٣٠
سترات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم	E ٣٣١ـ٣٣٣
حمض الفوسفور	E ٣٣٨
أملاح حمض الفوسفور (الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم)	E ٣٣٩ـ٣٤١
سيترات الامونيوم	E ٣٨٠
EDTA. ، كالسيوم او ثنائي صوديوم	E ٣٨٥
ثنائي صوديوم ثنائي هيدروجين ثنائي فوسفات ثلاثي صوديوم ثنائي فوسفات رباعي صوديوم ثنائي فوسفات	E ٤٥٠ (أ)
خماسي صوديوم ثلاثي فوسفات	E ٤٥٠ (ب)
بولي فوسفات الصوديوم بولي فوسفات البوتاسيوم	E ٤٥٠ (جـ)
جلوكونات الكالسيوم	E ٥٧٦
سوربيتول	E ٤٢٠
حمض الطرطر وملحه الصودي وأملاحه الاخرى	E ٣٣٤ـ٣٣٧
ثنائي اسيتات الصوديوم	
ثيوسلفات الصوديوم	
لستين	E ٣٢١

الفصل السابع عشر

المساعـــدات التصنيعيـــة

Processing aids

أولاً ـ استعمال الانزيمات في التصنيع الغذائي

The use of enzymes in processing

أولاً ـ لمحـة عامـة :

لوحظ نشاط الانزيمات قبل أن تكتشف من قبل صناعة المنظفات والصحافة الإخبارية في عام ١٩٦٩ ، واستخدم هذا النشاط من قبل بعض الفضوليين منذ آلاف السنين ، فالتخمرات التي تحدث أثناء صناعة التبيذ والبيرة والخبز والجبن تعود الى الانزيمات . وقد اكتشف ان الكائنات الجهرية ، وبفضل الـ DNA الذي تملكه ، تستطيع اصطناع هذه الانزيمات . وكما هو معلوم فإن الانزيم هو تعبير عن الحياة في كل مستوياتها سواءً أكان ذلك للانسان او للحيوان أو للنبات او أيضاً للكائنات الحية الدقيقة .

١ ـ تعـاريف :

من الهام ، قبل كل شيء ، التفريق ما بين مفاهيم **التخمر والانزيم والكائن الحي الدقيق** . يقصد بالتخمر ، بتعريفه الشائع ، مجموعة التحولات التي تحدث للمركبات الطبيعية بفعل الأحياء الدقيقة . وتحدث هذه التحولات بواسطة سلسلة كاملة من الأنشطة الانزيمية . وكمثال على ذلك هناك أحد عشر انزيماً مختلفاً يشترك في عملية التخمر الكحولي . ولا يسبب الانزيم إلا واحداً فقط من هذه التحولات ، ولايمكنه التحول محل التخمر ، وهذا الانزيم يكون مستقلاً عن الكائن الحي الدقيق وهو نفسه

اذن ليس حياً . وعلى عكس ما كانت قـد صورته الدعاية ، فـإن الأنزيمات لا تموت ولا يمكن أن تقتل . وبالمقابل فإنـه يمكن تشويهها وتعطيل فعاليتها . والانزيم هـو **عامل محفّز حيوي تخصصي** يقلل بشكل كبير من استهلاك طاقة التحويل التي يحدثها.

ـ **عامل محفّز** Catalyseur : يؤدي مسحوق الحديد ، على سبيل المثال ، الى اصطناع الامونيا بدءاً من الآزوت والهيدروجين في درجـة حرارة ٤٠٠°م وتحت ضغط يعادل مئات الضغوط الجوية . وهذا الاصطناع نفسه يمكن أن يتم على البارد بوساطة انزيمات الـ nitrogénases الموجودة في عقد النباتات البقولية والتي يتـم إفرازها من قبل جنس الـ **Rhizobium** .

ـ **حيوي** biologique : الانزيم هـو بنـاء معقـد يتضمن سلسلة بروتينية مرتبطة احياناً بجزيئات من السكريات او من الآبـو ـ أنزيمـات apo-enzymes والتي يكون فيها التركيب الثلاثي او الفراغي مدعماً بجسور ثنائية الكبريت وبذرات معدنية او روابط هيدروجينية . وهذه البنية تشكل مجموعة خاصة تتضمن الاحماض الأمينية المرتبطة باحـد المواقـع النشطة التي تملك الالفـة affinité نحـو بنيـة بيوكيميائية مناظرة كركيزته التي ستخضع لتحول معين بسرعة تقدر بعشرات الـوف المرات بالثانية . ويحتاج هذا التحول أحياناً لعامل مساعد Co-facteur او مساعد انزيـم Co-enzyme الذي يعمل كمصدر متجدد بشكل دائم للطاقة او للالكترون . وهذا التجمع إنزيم ـ ركيزة يستعمل ، زيادة على ذلك ، اختلافات الوزن الجزيئي الجديرة بالاهتمام :

ـ الفـا اميـلاز α-amylase ذو الوزن الجزيئي ٥٠٠٠٠ مـع الاميلو بكتين amylopectine ذو الوزن الجزيئي ١٠ ـ النسبة ٥٠ر٠

ـ اليورياز Uréase ذو الـوزن الجزيئي ٤٠٠٠٠٠ مـع اليوريا ذات الـوزن الجزيئي ٦٠ ـ النسبة ٦٠٠٠

ـ جليكوز ايزوميراز glucose isomerase ذو الوزن الجزيئي ١٥٠٠٠٠ مع الجليكوز ذو الوزن الجزيئي ١٨٠ ـ النسبة ٨٠٠

ـ **تخصصي** spécifique : وهي الخاصية الاكثر اهمية للأنزيمات التي تحل محل المحفزات الكيميائية المستعملة احيانـاً ، فالنشا والسيليلوز همـا من الناحية الكيميائية بوليمرات للديكستروز والحلمـأة بالتحفيز الكيميائي لا تستطيع تفريقهما بشكل كاف لإزالة احدهما دون المساس بخواص الآخـر . وانزيم تخصصي كالالفـا اميلاز يقطع عشوائياً الروابط ١ ـ ٤ الفا للنشا ولكنه لا يؤثر عـلى الروابط ١ ـ ٤

بيتـا الموجودة في آلسليلوز . ويقوم انزيم البكتين استـيراز pectine estérase بنزع ميتيل البكتين ، وسرعة هذا النزع تصبح اقل بالف مرة عندما تكون الركيزة هي الاستر الايتيلي . وهناك بعض انزيمات الليبـاز lipases لا تحلمـأ إلا الروابـط الاسترية ١ و ٣ للجليسـيرول في الجليسـيريدات الثلاثية .

يوجد الكثير من الأنزيمات عند كل من النباتات والحيوانات والانسـان. وبالاضـافة لذلك ، يوجد عند المتعضيات العليا عدة أشكال متقاربة نسـبياً تملك النشـاط الانزيمي نفسـه، ويدعى هذا الشكل بشـبيه الانزيم iso-enzyme كالالفا اميلاز α-amylases اللعابية والبانكرياسـية عند الانسان وكذلك شـبيهات الانزيم الخمسـة لانزيم اللاكتات ديهيدروجينـاز .

يوجد حالياً اكثر من /٢٠٠٠/ انزيم وهنـاك الكثير يمكن اكتشـافه مستقبلاً . ويجب أن نشـير الى انه عندما نقـوم باستهلاك المنتجات الطازجـة كاللحوم والاسـماك والخضار فإننا نستهلك ايضاً انزيماتها التي تقوم أحياناً بمسـاعدة انزيماتنا الهضمية الخاصة ، فالاناناس الطازج يحتوي على انزيمات البروتياز proléases القادرة على التفاعل مع بروتينات الوجبة الغذائية في بداية عملية الهضم في المعدة .

كل هذه الامثلة التي سبق وذكرناها تبين مدى تنوع الانزيمات وكثرتها .

يمكن تقسـيم الانزيمـات رسـمياً ، وفقـاً لتصنيف الـ IUPAC ، الى سـت طوائف هي :

آ ـ انزيمات الاكسدة والإرجاع oxydoréductases

ب ـ انزيمات التحويل transférases

جـ ـ انزيمات الحلماة hydrolases

د ـ انزيمات الليـاز lyases

هـ ـ انزيمات الايزوميراز isomérases

و ـ انزيمات الليجـاز ligases

تعد انزيمات الحلماة من اشهر الانزيمات والاكثرها استعمالاً . وامام السلامة والسرعة التي تؤمنها الانزيمات فإن هناك اتجاهاً كبيراً لاستخدامها في التصنيع .

٢ ـ تصنيع المستحضر الانزيمي :

يجب أن نوضح قبل كل شيء ماذا يعني الانزيم في الصناعة سواءً أكانت هذه الصناعة منتجة لهذا الانزيم أم مستعملة له . إن الاحتياجات الصناعية لا تتطلب انزيماً نقياً ولا حتى مبلوراً او خالياً من أي نشاط ملوث آخر . وإنما يكتفى بالحصول على منتجات انزيمية تملك التاثير المطلوب وخالية فقط من الانشطة الثانوية الضارة تقانياً . لهذا نحن نستخدم التعبير «مستحضر انزيمي préparation enzymatique» ولا نعني هنا الانزيم النقي الذي يمكن أن تتطلبه بعض المجالات كالتحليل الانزيمي المستعمل في علم الأحياء السريرية . ويمكن استخلاص الانزيمات من المنتجات الحيوانية كمنفحة معدة العجل ، او من المنتجات النباتية كأميلاز المالت .

مع ذلك فإن هذه المصادر تكون أحياناً محدودة ، أو كثيرة التعرض للتغيرات المناخية وغيرها . ولهذا يتم الحصول عليها عن طريق استخلاصها من الأحياء الدقيقة كالبكتريا والفطور التي تستطيع تزويدنا بكميات غير محدودة ومنتظمة من هذه الانزيمات .

تقوم بعض المعامل بإنتاج مستحضرات انزيمية عن طريق استخدام سلالات ميكروبية نقية غير ممرضة . وتزرع هذه السلالات في بيئات خاصة ضمن اجهزة خاصة وفي جو معقم . ومن ثم تستبعد الكائنات الحية الدقيقة من المحلول الحاوي على الانزيم ، وهذا الانزيم بدوره يستخلص وينقى ويركز ومن ثم يعاير على شكل مستحضر انزيمي ذي نشاط ثابت ومهيأ للاستعمال الصناعي .

٣ ـ الأشكال التجارية للمستحضرات الانزيمية :

يوجد الكثير من الصناعات التي تستطيع استعمال المستحضرات الانزيمية . وتستعمل مستحضرات ذات نشاط انزيمي عال إما على شكل سائل او على شكل مسحوق . وتحتوي هذه المستحضرات غالباً على مادة حافظة مصرح باستخدامها لمنع تلوثها . وكنتيجة طبيعية فإن هذا التكييف للصناعة يقود الى مستحضرات انزيمية يكون فيها الجزء الأكثر أهمية وزنياً هو الحامل الذي يتم اختياره ، في الحالة التي ندرسها ، من بين المواد الغذائية كالملح او النشا او السكر او اللاكتوز او الجليكوز . وتحتوي المركزات الانزيمية الى جانب البروتين الانزيمي على بروتينات اخرى ناتجة عن وسط الزرع .

تتميز المستحضرات الانزيمية على شكل مسحوق بالثبات طالما انها تخزن في درجة حرارة معقولة ، اي اقل من ٢٠°م . ويقدر الفقد بالنشاط بحدود ٥ ـ ١٠ ٪

سنوياً . أما ثبات المستحضرات السائلة فقد وجد بأنه أقل جودة . ومن الشائع استخدام مستحضرات انزيمية على شكل محلول متجانس مع الركيزة المراد معاملتها، حيث يمكن متابعة حركية النشاط الأنزيمي بشكل جيد بوساطة قانون ميكاليس Michaelis . وظهر حديثاً أسلوب جديد هو أسلوب استخدام الأنزيمات المثبتة على حامل ، وتهدف هذه التقانة الحديثة الى إعادة استخدام الأنزيمات غالية الثمن والى تأمين استمرارية التشغيل والى التخلص الكامل من الأنزيم الذي يصبح غير ذواب في الناتج النهائي. ويعرف الآن ثلاث طرائق لتثبيت الأنزيمات ولكل واحدة منها مساؤها ومحاسنها ، وهي :

آ ـ التثبيت بالادمصاص البسيط او الشاردي :

وتكون المواد الحاملة للأنزيم هي الألومين أو الزجاج ذو المسامات المحددة والمضبوطة وهناك ايضاً الراتنج الشاردي الذي يمتص الانزيم ضمن شروط pH ونظامية molarité محددين . ويكون تنشيط المادة الحاملة سهلاً . إلا انه من الممكن أن يكون هناك انحلال بطيء للأنزيم داخل الوسط .

ب ـ التثبيت بإدخال الأنزيم في الهلام (gel) :

تصنع شبكة من الجزيئات العملاقة الرخوة ذات ابعاد بالكاد تكون أكبر من حجم الجزيئات الانزيمية بحيث يتم حجز هذه الجزيئات داخلها . ومن الواضح هنا أن الركيزة يجب أن تمر عبر قضبان هذه الشبكة (الدخول في الهلام) .

جـ ـ التثبيت بواسطة رابطة تكافؤية ثابتة :

يصنع الحامل ذو الجزيئات العملاقة عن طريق إدخال وظائف نشيطة اليه او عن طريق تنشيط جزيئات عملاقة صلبة كالسيليلوز . ويمكن ايضاً استعمال مواد تفاعل ثنائية الوظيفة كال glutaraldéhyde الذي يستطيع منع ذوبان الانزيم بوجود البروتينات الأخرى عن طريق بناءه للجسور .

إن تثبيت الانزيمات يترتب عنه بعض النتائج على خواص الانزيمات وحركيتها، حيث يحسن خاصية الثبات مثلاً ويؤدي الى الانتقال من التحفيز catalyse المتجانس الى التحفيز اللامتجانس ، كما يغير هذا التثبيت من الخواص المتعلقة بألفة الأنزيم اتجاه الركيزة .

٤ ـ طرق التحليل الانزيمي :

تستغل المستحضرات الأنزيمية للحصول على نتيجة مـا باستخدام طريقة يتم خلالها اختفاء هذه المستحضرات بشكل كامل تقريباً .

هناك شكلان من التحاليل :

ـ الشكل الأول يسمح بتقدير النشاط الانزيمي خلال عملية التخمر والاستخلاص والمعايرة . ويجب ان يحقق هذا الشكل من التحاليل المميزات والشروط التالية :

* سـهولة الضبـط
* قابليته للإعادة والتكرار وإعطاء نفس النتيجة .
* استخدام ركيزة بسيطة ومحددة جيداً .
* إمكان تقدير السرعة الابتدائية للتفاعل وذلـك لوجود نـاتج تفاعـل سـهل التقدير .

عند تحقيق هـذه الشروط والمميزات يمكن التعبير عن هـذا النشاط بالوحدة الدولية للنشاط الأنزيمي . وهذه الوحدة هي الكاتال Katal ويمكن تعريفها على انها عدد المولات من ناتج التفاعل المتشكل او من الركيزة المتحللة بالثانية . إلا انه لا يمكن قياس النواتج المعقدة بهذه الطريقة . ويظهر ذلك بخاصة في حالـة انزيمات الأميـلاز الهامة التي يوجد لقياسها أكثر من / ٢٠٠ / طريقة تحليل مما يعطي دلالة سيئة .

إلا أن كل هـذه الطرائق في التحليل الانزيمي تقـوم بقياس السرعة الابتدائيـة للتفاعل ، وإذا كان هذا يرضي الشاغلين في العلوم البحتة ، فإنـه لا يرضي الصناعيين الذين يرون أنه بعد كل تفاعل انزيمي هناك مردودية يجب أن تكون قريبة من ١٠٠ ٪ .

ـ الشكل الثاني من التحليل ، وهو الذي يجب أن يحوز رضى التقاني المطبق للطريقة ويتميز هذا الشكل من التحليل بكونه أكثر تعقيداً ، ويتم فيه دراسة كاملـة لخواص الأنزيم ضمن ظروف الاستخدام الصناعي وشروطه .

ثانياً ـ التطبيقات الصناعية للأنزيمات :

استخدمت المستحضرات الانزيمية ، في البداية ، في صناعة النسيج والدباغة . ولم تستخدم في التصنيع الغذائي إلا في وقت متأخر وبعد أن تم التأكد من عدم ضررها .

وتخضع المستحضرات الانزيمية المستخدمة في التصنيع الغذائي لأخذ ترخيص مسبق باستخدامها . ويتم اخذ هذا الترخيص عن طريق تقديم طلب يشتمل على دراسةو افية عن سمية المستحضر وطريقة تقدير نشاطه وفعاليته .

١ ـ اسباب استعمال الانزيمات :

هناك الكثير من الاسباب الاساسية الداعية لاستعمال الانزيمات . ويمكن تلخيص هذه الأسباب بما يلي :

أ ـ البحث عن التخصصية :

مثلاً في صناعة النسيج ، يستبعد النشا الذي يساعد بالنسج على استخدام انزيم تخصصي هو الالفا اميلاز الذي لا يؤثر على السيليلوز .

وتلاحظ هذه الحالة ايضاً في صناعة الجليكوز حيث تحل فيها طريقة انزيمية كاملة (الفا اميلاز + اميلو جليكوزيداز) محل الطريقة الكيميائية (الحلماة الحامضية) معطية نوعية افضل ومردود اكبر من الجليكوز بدءاً من نشا الذرة .

ب ـ تسريع الظواهر الانزيمية الطبيعية او ضبطها :

لايمكن بدون الانزيمات صناعة الخبز . ويحتوي الطحين طبيعياً على الانزيمات إنما بنسب متباينة تبعاً للظروف المناخية التي تحكمت في تكوّن القمح . وتسمح إضافة المستحضرات الانزيمية بضبط عملية الخَبْز صناعياً .

يمكن أيضاً إجراء عملية ترويق عصائر الفواكه طبيعياً تحت تأثير الانزيمات المتواجدة في هذه العصائر ، لكن هذه العملية تتطلب وقتاً طويلاً للوصول الى عصائر إضافة المستحضرات الانزيمية بضبط عملية الخَبْز صناعياً .

جـ ـ تحسين ظروف العمل في الصناعة المهنية :

تنطبق هذه الحالة على الدباغة حيث كان يتم تليين الجلود بمعاملتها بالمخلفات البرازية للكلاب او الحمام الغنية بالفعالية المحللة للبروتينات وذلك قبل استخدام الانزيمات ، إلا انها غير صحية وهي خطرة الاستعمال .

يتم إزالة الوبر عن جلود الخراف حالياً بإجراء عملية تخمير طبيعية تؤدي الى

سقوط الوبـر ، بينمـا من الممكن الوصول الى النتيجة نفسها وخـلال ساعات قليلة باستخدام الأنزيمات مباشرة بوجود مادة مانعة للعفونة للحفاظ على جودة الجلد .

يمكن أن يلاحظ تحسين ظروف العمل أيضاً من خلال الجانب التقاني الأكثـر راحة ، فالأنزيمات المستعملة في صناعة البيرة تحسن من قابلية ترشيح عصير الشعير أو البيرة . حيث تزداد سرعـة الترشيح بشكل كبـير وبالتالي ينخفض زمن المـرور والمعاملات اليدوية في قسم يكون فيه التلامس مع الهواء الجوي وملوثاته كثير الوقوع، وتشارك هذه المعاملات في المحافظة على الجودة . في صناعة عصير الفواكه أو الخضور ، تزيل الأنزيمات الرواسب التي تحمل معها كامل الأحياء الدقيقة وذلـك عـن طريـق المساعدة في عملية ترويق العصير وإبانته .

د ـ تحسين نوعية المادة المصنوعة :

على صعيد المظهر ، تقوم الانزيمات ، كما هي الحالة في صناعة الخبز والبسكويت بتحسين حالة السطح واللون عن طريق تشجيع تفاعلات الاسمرار (ميلارد) . أما على صعيد جودة الخواص الحسية ، تعمل انزيمات البروتياز على تحسين خاصية تفتت البسكويت friabilité . ويتـم الحصول عـلى أفضل ثبـات حجمي للبسكويت باستخدام البروتياز . كما تسمح معاملة البيرة بالأنزيمات المحللة للبروتينات بتحسين الثبات الغرواني خلال الزمن .

هـ ـ تصنيع منتجات جديدة :

يسمح استعمال أنزيم الانفرتاز invertase الموجود في الخميرة ، في صناعـة المربيات ، بالحصول على منتجات ذات لب سائل أو ذواب . لا يتحمل بعض الأطفال حليب الأبقار لأن تخثره يتم بتشكيل كتلة واحدة متماسكة فقط بينما يتخثر حليب الأم في المعدة على شكل كتل صغيرة متعددة . لذلـك فـإن ادخال المـالتو ديكسترين المحضر أنزيمياً في حليب الحمية يسمح بالحصول ، مع حليب البقر ، على تخثر مشابه لتخثر حليب الأم .

يؤدي استخدام الليباز lipase أو الاستيراز estérase ، في صناعة الاجبان الى الحصول على ناتج أكثر دقة ونظامية عند صناعة الاجبان ذات الطعم الحريف . كما يسمح استخدام معقد انزيمي ناتج عن الاحياء الدقيقة المعزولة خلال عملية انضاج الاجبان بالحصول على اجبان تناضجة الى الحد والطعم المرغوبين من قبل المستهلكين .

و ـ ضبط الأسعار في السوق :

تُمثل المنفحة حالة نموذجية لهذه المسألة ، فقد شهدت تجارة المنفحة الناتجة عن جزء من معدة الرضيع في المجترات مضاربات كبيرة بسبب النقص الحاد الذي حدث بين عامي ١٩٦٨ و ١٩٧٣ . ولقد سمح اكتشاف اصطناع انزيمات مخثّرة ، عن طريق التخمر ، بضبط الأسعار . ويمكن ملاحظة ذلك أيضاً في حالة السكر حيث ادى اكتشاف المستحضر الأنزيمي ، جليكوز ايزوميراز glucose isomérase ، الى تصنيع محليات بدءاً من نشا الحبوب .

٢ ـ الدور التقني للانزيمات :

تستعمل هذه الأنزيمات لإحداث تبدلات في المكونات الطبيعية ، إلا ان نشاط هذه الأنزيمات يتعلق بخواصها المختلفة وكذلك بخواص الوسط الذي تتواجد فيه .

آ ـ الخواص العامة للانزيمات :

ـ النشاط الانزيمي تبعاً لل pH :

يكون النشاط الأنزيمي محدداً ، بشكل عام ، ضمن منطقة معينة من ال pH ولكل انزيم قيمة pH مثالية يكون عندها النشاط الأنزيمي أعظمياً . ومن الهام استعمال انزيم يكون فيه امتداد منحنى ال pH القريب من المثالية شديد الاستواء (كما هي في حالة الألفا اميلاز البكتيري) لأن الاختبارات التي تجري على مستوى الاستعمال تصبح قليلة نتيجة لذلك . ويوجد بشكل رئيس رقما pH لتعطيل النشاط الأنزيمي ، حامضي وقلوي . ويجب معرفة هذين الرقمين بدقة اذا اردنا تعطيل نشاط الأنزيمات بعد الاستعمال والتأكد أن هذا التعطل للنشاط الأنزيمي غير عكوسي. وبالفعل ، يتم تعطل النشاط الأنزيمي للألفا أميلاز البكتيري بشكل عكوسي في وسط قلوي حيث يمكنه استرداد جزء من نشاطه بعد التعديل . وهناك فائدة كبيرة من اختيار انزيم ذي pH مثالي قريب من ذلك الذي تملكه المادة الطبيعية المراد معاملتها لأنه ليس من الممكن دائماً تعديل pH المواد الغذائية كالحليب والبيرة والنبيذ وعصير الفواكه .

ـ النشاط الانزيمي تبعاً لدرجة الحرارة :

يملك النشاط الأنزيمي ايضاً درجة حرارة مثالية . ويتخفض هذا النشاط في البرودة ولكنه لايتعدم بأي حال من الأحوال في درجة حرارة صفر مئوية . ومن المعروف

ان انزيمي الليباز والـ lipoxygénase يستطيعان إحداث تغيرات في المواد الدسمة الموجودة في الحبوب والبذور وذلك في درجة حرارة ـ ١٥م .

توجد طريقة لتصنيع خثرة الجبن بالطريقة المستمرة ، وتعتمد هذه الطريقة على استعمال استمرارية تأثير المنفحة أو فعلها في جو بارد (+ ٥٥م) . ويمكن إحداث تفاعل التخثر وانفصال الخثرة بالوقت نفسه عن طريق التسخين .

من المعروف أن نشاط أي أنزيم يتضاعف كلما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار ١٠م . ومن الممكن خفض طاقة التنشيط اللازمة لكل انزيم عن طريق الأخذ بالملاحظات التي وضعت على معادلات آرينوس وميكائيليس . ويعطل النشاط الانزيمي ابتداءً من درجة حرارة معينة وبسرعة عالية تقريباً . ونستنتج من ذلك أن منحنى النشاط تبعاً لدرجة الحرارة هو المحصلة بين تنشيط السرعة وتشويه البروتين الأنزيمي لكل درجة حرارة . ويمكن تأخير هذا التشوه بوجود ركيزة ذات تركيز مرتفع او بوجود شوارد معدنية تساعد على الثبات ثلاثي الأبعاد ، وعلى سبيل المثال هناك بعض انزيمات الألفا اميلاز البكتيرية تستطيع المقاومة لمدة / ١٠ / دقائق في درجة حرارة ٥٠١م بوجود أملاح الكالسيوم وتراكيز عالية من النشا (٣٥٠ غ/ل) . ويجب أيضاً حساب شروط حدوث تثبيط النشاط الانزيمي خلال مراحل التصنيع بشكل أعلى بكثير من تلك المحددة في التحليل المخبري. وأثبتت هذه الحالة أيضاً بالنسبة للأنزيمات النباتية حيث يتطلب تثبيط نشاط أنزيم البكتين استيراز pectinestérase الموجود في عصير البندورة عدة دقائق في درجة حرارة (٨٥م) . ويجب مع ذلك الانتباه الى أن هذا التثبيط للنشاط الأنزيمي يمكن الوصول اليه في جميع الحالات ، وهذا ما يبرر تصنيفها ضمن فئة المساعدات التقانية غير الدائمة .

ـ النشاط الأنزيمي تبعاً للكمية او التركيز :

تختلف سرعة تأثير الأنزيمات تبعاً للتركيز ، ومن المألوف ملاحظة العلاقة التالية :

التركيز الانزيمي × مدة التأثير = ثابت .

ولهذه العلاقة ، مع ذلك ، حدود ، وتكون هذه الحدود بالنسبة للتراكيز الضعيفة عبارة عن سيطرة تفاعلات تعطيل النشاط او تثبيطه ، وبالنسبة للتراكيز أو الكميات العالية فهي إشباع الركيزة بالأنزيم وزمن الانتشار .

إن حساب الجرعة أو التركيز الصناعي سيكون اذاً نتيجة للتوافق بين مدة المعاملة وكلفتها الاجمالية ، وإن استعمال كمية ضعيفة ذات كلفة أقل سيقود الى معاملة ذات مدة طويلة جداً مع كل ما يترتب عن ذلك من نتائج كالكرملة الواضحة

نتيجة تفاعل ميلارد وظهور بداية تلوث أو تخمر . ومن الممكن القول ان تحديد الكمية المناسبة يعود الى الادارة الناجحة والى التطبيق الجيد للتصنيع . وإن استخدام كمية زائدة من الانزيم لا يقود الى أي فائدة وعلى العكس يمكن أن يؤدي الى تخريب شكل الغذاء دون أن يغير من الخواص التغذوية .

ب ـ الدور التقاني :

يشكل الدور التقاني الذي تلعبه الأنزيمات في أو أثناء عمليات التصنيع المبرر الأساسي لاستعمالها . وهناك الكثير من التطبيقات الصناعية التي يستخدم فيها الانزيمات . ويمكن تلخيص الأدوار التي يمكن أن تقوم بها الأنزيمات بالآتي :

ـ تحويل المنتجات الطبيعية :

تقوم الأنزيمات هنا بتحويل المواد الأولية الى منتجات مختلفة اخرى . وكأمثلة على هذا الدور نذكر حالة استخدام أنزيمات الأميلاز amylases والاميلو جليكوزيداز amyloglucosidases في سلسلة النشا ـ جليكوز، واستعمال المنفحة او انزيمات البروتياز Protéases المختثرة .

ـ حفظ الأغذية :

هناك انزيم وحيد يمكن أن يستخدم للمساعدة على حفظ المواد الغذائية عن طريق إزالة الجليكوز او الأوكسجين الموجودين في المواد الغذائية ، وهذا الأنزيم هو الجليكوز أوكسيداز glucose oxydase الذي يؤدي الى انتاج حمض الجلوكونيك والماء الاوكسجيني وفقاً للتفاعل التالي :

$$\text{جلوكوز} + \text{أوكسجين} \xrightarrow{\text{أنزيم}} \text{حمض جلوكونيك} + \text{ماء أوكسجيني}$$

ـ إحداث تغيرات في البنية والقوام :

يقوم أنزيم الأميلاز ، في صناعة الخبز ، بضبط انتاج السكر القابل للتخمر وبالتالي السيطرة على التخمر الخبزي وعلى حجم الخبز . كما تحسّن انزيمات البروتياز خاصية التفتت في صناعة البسكويت . ويسمح انزيم الأنفرتاز invertase في صناعة السكاكر ، بالحصول على سكاكر ذات قلب طري (رخو) . ويقوم الاميلاز في بعض الحالات بتغيير لزوجة صموغ النشا .

ـ تغيير الخواص الحسية :

يقوم انزيم الاميلو جلوكوزيداز ، في صناعة الجلوكوز ، بتحويل النشا (قدرة تحلية = صفر) الى جلوكوز (قدرة تحلية = ٦ر٠) والذي يحوّل بوساطة انزيم الجلوكوز ايزوميراز glucose isomérase الى فركتوز (قدرة تحلية ٤ر١) . كذلك يقوم انزيم اللاكتاز بتحويل اللاكتوز (قدرة تحلية = ٢ر٠) الى خليط من الجلوكوز والجالاكتوز (قدرة تحلية = ٦ر٠) . ويساعد استعمال انزيم الاميلاز او البروتياز ، في صناعة البسكويت ، على ظهور نكهة محببة عن طريق تفاعل ميلارد .

أما في صناعة الاجبان ، فإن استخدام انزيمات الليباز يسمح بظهور طعوم حريفة في بعض الاجبان .

ـ مساعدات تصنيعية :

نجد في هذه المجموعة التطبيقات الاكثر عدداً . فتجد مثلاً أن عملية تفكيك الجزيئات الكبيرة بوساطة انزيمات الحلماة hydrolases . يقلل من اللزوجة ويساعد على الترشيح والإبانة أو الترويق وكذلك على التسيخ . وهناك الكثير من الامثلة نجدها في صناعة البيرة وعصير الفواكه .

ثالثاً ـ الأخطار التقانية والتغذوية لاستعمال الانزيمات :

١ ـ الاخطار التقانية :

تنشأ مثل هذه الاخطار حصراً عن عدم التقيد بشروط استخدام الانزيمات . فالخروج عن حدود الـ pH او درجة الحرارة المسموح بها يقود الى إبطال نشاط الانزيم وبالتالي غياب النتائج المرجوة . واذا لم يسبب استخدام زيادة من الانزيم إلا ارتفاعاً غير مجدٍ لتكلفة المعاملة فإنه يجب التركيز على اهمية حساب كميات الانزيم بدقة في حالة إحداث تغيرات في النسيج والبنية والقوام . وفي صناعة الخبز ، تؤدي خاصية العطب بالحرارة لانزيم الاميلاز الفطري المستعمل وغياب النشاط الانزيمي الثانوي المحلل للبروتينات الى استبعاد خطر تميع الخبز . والعيب الوحيد سيكون الحصول على قشرة شديدة التلون . في صناعة البيرة ، لا يؤدي استخدام كمية كبيرة نوعاً ما من انزيم البروتياز المضاف بهدف تثبيت البيرة ومنع التعكر في البرودة الى تحسين خاصية الثبات هذه ، ولكنه بالمقابل يمكن ان يقلل من الرغوة المتشكلة ، وهي صفة نوعية مرغوبة يعلق عليها صانعو البيرة كثيراً من الاهمية .

٢ ـ الأخطار التغذوية :

إن امتصاص جرعة كبيرة من الأنزيم من قبل الانسان ليس له اي خطر ، حيث يتعطل نشاط هذا الانزيم في المعدة لأنه لا يعرف اي انزيم قادر على تحمل الظروف الحمضية الشديدة للمعدة والحلمأة بوساطة الببسين pepsine في الوقت نفسه . وفي الكثير من الحالات يتم تعطل النشاط الأنزيمي بوساطة الفليان المستخدم في التصنيع . وهكذا فإن الأنزيم يتخرب ويشوه ويصبح بروتيناً عادياً يتم هضمه بشكل جيد في المعدة أو قابلاً للاستقلاب بوساطة الأحياء الدقيقة المتخصصة في سلسلة التحطيم الحيوي . وأعيب على انزيمات البيكتيناز pectinases أنها تحرر الميتانول إلا انه يجب الانتباه الى ان نسبة الميتانول الناتجة لا تتعلق إلا بالمخزون الأولي من البكتين الذواب الجاهز في عصائر الفواكه وليس بنسبة الانزيم المضافة ، خاصة أنه يتم نزع الميتيل من البكتين بشكل كامل بوساطة بكتريا الأمعاء . وأكل واحدكيلو جرام من التفاح الحاوي على ١ ٪ من البكتين ذي درجة ميتلة عالية (٦٠ ـ ٧٥ ٪) يقود الى ادخال ٧ر٠ ـ ١ غ من الميتانول الى المعدة .

يؤدي فعل انزيمات البروتياز على البروتينات ، في بعض الأحيان ، الى تشكيل ببتيدات مرّة . وتحتوي هذه الببتيدات المرة على نسبة عالية من البرولين وعلى الأحماض الأمينية الكارهة للماء . ويجب مرة اخرى التأكيد على أن البروتين هو الذي يملك في البداية هذه القدرة على إعطاء المرارة وأن انزيمات البروتياز تستطيع فقط تحرير هذه الببتيدات المرة وبدرجات مختلفة . ويلعب حجم الببتيدات دوراً هاماً في تحديد شدة المرارة ، فكلما كان حجم الببتيدات صغيراً كانت المرارة اشد ، ويتخلص التقانيون من هذا العيب عن طريق تقصير فترة الحلمأة وتحديد حجم الببتيدات . ومع ذلك فإن وجود المرارة في الببتيد او عدمها لا يغير من القيمة الغذائية له .

إن الفعل الانزيمي لا يؤدي إلا الى تغيير جاهزية المركبات الغذائية وسرعة استقلابها ولن تأثير هذه التغيرات يجب أن يدرس من الناحية التغذوية .

رابعاً ـ تطبيقات على استخدام الأنزيمات :

بدىء باستخدام الأنزيمات منذ بداية القرن العشرين حيث استعمل Wallerstein عام ١٩١١ البابائين papaine من أجل ثبات البيرة وعدم تعكرها في الجو البارد . وفي الوقت نفسه تقريباً قام Takamine بتسويق انزيم الاميلاز المستخلص من الفطر المسمى Aspergillus oryzae . وفي عام ١٩٠٧ اكتشف Boidin انزيم الالفا

آميلاز البكتيري للنوع B. subtilis . واستخدم هذا الانزيم عام ١٩٣٠ في صناعة البيرة . وشهدت الفترة ما بعد الحرب العالمية الثانية تطور انزيمات البكتيناز واستخدامها في فرنسا عام ١٩٤٨ . وبدىء عام ١٩٦٠ بتطبيق عملية تحويل الديكسترين الى جلوكوز قابل للاختمار . وشهد عام ١٩٦٨ ازدهار استعمال انزيمات البروتياز الحامضية المخثرة للحليب ، وفي عام١٩٧١ استخدم انزيم جلوكوز ايزوميراز . ولفت انزيم اللاكتاز ، عام ١٩٧٥ ، الانتباه وبرزت اهميته المتزايدة بعد التغيرات التي حصلت في تقانة صناعة الالبان واستخدام الترشيح الغالي .

ونظراللمجال الواسع الذي تستخدم فيه الانزيمات حالياً ، فإننا سنقتصر على الاستشهاد بمثال واحد هو صناعة الجلوكوز .

ـ استخدام الأنزيمات في صناعة الجلوكوز :

إن حالة صناعة الجلوكوز سوف توضح لنا استعمال سلسلة انزيمية . ويعد النشا المادة الاولية الاساسية في هذه الصناعة ، واذا كان التكوين البيوكيميائي للنشا معروفاً (الاميلوز وهو سلاسل من جزيئات الجلوكوز المرتبطة بروابط الفا ١ ـ ٤ ، والاميلوبكتين وهو سلاسل متماثلة متفرعة بوساطة روابط الفا ١ ـ ٦) فإن هذه الأنواع المختلفة من النشا تختلف عن بعضها بعضاً بالخواص الفيزيائية ـ الكيميائية كدرجة البلمرة ودرجة التفرع وكذلك بوجود الملوثات (الشوائب) او الحوادث المفاجئة كالسلاسل المتحدة نتيجة التقهقر rétrogradation ، والسلاسل المترسبة نتيجة ضم الاجسام الدهنية ، ووجود بقايا فسفرة . وسوف تؤثر خواص الانزيمات المختلفة أيضاً في النتائج ومن هنا نستشف فائدة المستحضرات الانزيمية الحاوية ليس فقط على انزيم واحد وإنما على خليط من الانشطة المفيدة تقانياً دون وجود نشاطات ثانوية غير مرغوبة ومزعجة .

الانزيم الأول القادر على التأثير في الاميلو بكتين ، الجزيئة الأكثر كبراً ، هو انزيم داخلي يسمى الفا اميلاز α-amylase وهو انزيم متخصص بالروابط الفا ١ ـ ٤ . وينتشر هذا الانزيم بشكل واسع في البكتريا العصوية ، والتي من اهمها B. subtilis B. megaterium , B. licheniformis , B. amyloliquefaciens , B. coagulans . ، وفي الفطوركالـ Aspergillus niger والـ A. oryzae وفي بعض النباتات كمالت الشعير ومالت القمح ، وفي الحيوانات والانسان كانزيمات الأميلاز اللعابية والبنكرياسية . ويتراوح الوزن الجزيئي لهذا الأنزيم بين ٤٠٠٠٠ و ٥٠٠٠٠ . ونجد فيه معادن بروتينية métaloproteines كالكالسيوم او الزنك

المستعملان كجسر بنائي مكان الجسر ثنائي الكبريت . ويكون تأثير هذا الانزيم في صمغ النشا اللزج جداً مذهلاً . فخلال عدة ثوان تنخفض اللزوجة الى اقل من عدة سنتبواز Centipoises (وحدة اللزوجة) حيث يكفي لذلك حلمأة اقل من ١ ٪ من الروابط . وبعد عدة دقائق لا تعطي الديكسترينات أي تفاعلات ملونة مع اليود . إن التحول من اللون الازرق فالاحمر ومن ثم الى اللون الأصفر يتطابق مع انخفاض طول السلاسل القابلة للالتفاف بشكل حلزوني حول ذرات اليود . ويكون اللون أصفر عندما يُحلمأ ١٠ ٪ من الروابط. ويبقى اخيراً متعددات سكر polysaccharides محددة تحتوي على جميع الروابط الفا ١ ــ ٦ والتي تتعلق درجة بلمرتها بمصدر الأنزيم . وفي هذه الحالة ، يتم تشكيل الكميات الموجودة في رشاحة الحلمأة من الجليكوز والمالتوز عشوائياً .

نظرياً ، متعددات السكر المتبقية هي ٦³ جليكوزيل مالتوتريوز glucosylmaltotriose ³6 بالنسبة لأنزيم الأميلاز اللعابي ، و ٦² مالتوزيل مالتوتريوز maltosylmaltotriose ²6 بالنسبة لأنزيم بكتريا الـ B. subtilis و ٦² جليكوزيل مالتوز بالنسبة لأنزيم المالت . أما صناعياً فيتم الحصول على محلول يحتوي على الكثير من متعددات السكر بالاضافة للمالتوز والجليكوز . وتسمح أنزيمات الألفا أميلاز البكتيرية شديدة الثبات حرارياً بإتمام عملية الإذابة في درجة حرارة عالية (٩٢°م وحتى ١٠٥°م) وبالتالي الوصول الى تهلم جميع حبيبات النشا والى تجنب عملية التقهقر . وهكذا يتم الحصول على تشكيلة من المالتوديكسترينات التي تختلف خواصها بالتدريج تبعاً لدرجة البلمرة . وتنخفض اللزوجة وقدرة الارتباط والقدرة المانعة للتبلور بتقدم الحلمأة ، في حين تزداد القدرة على التحلية وعلى امتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها والقابلية على التخمر كما تنخفض نقطة التجمد . أما أنزيمات الأميلاز الفطرية الأقل ثباتاً (درجة حرارة مثلى ٦٠°م) فإنها تسمح بالحصول على شرابات ذات محتوى عالٍ من المالتوز ، كما هي الحالة عند استعمال أنزيم بيتا أميلاز النباتي (مالت) أو البكتيري (B. polymyxa) اللذين يعدان من الأنزيمات الخارجية التي تسمح بفصل المالتوز جزيئة بعد جزيئة من الأطراف غير المرجعة للسلاسل . ويوقف نشاط هذه الأنزيمات (بيتا أميلاز) قبل وحدتي جليكوز أو ثلاث وحدات من التفرع بوساطة الروابط ألفا ١ ــ ٦ . إلا أن الجزء الأكبر من المالتوديكسترينات يتم تحويلها الى جليكوز باستعمال أنزيم الأميلو جليكوزيداز ، أنزيم خارجي يقوم بفصل الجليكوز . ويعرف منه الكثير من الانواع من مصدر فطري
(R. oryzae , Rhizopus niveus. A. oryzae , Aspergillus niger) .
وتتراوح درجة حرارتها المثالية بين ٥٥°م و ٦٠°م وتملك pH مثالياً بين ٤ و ٥ر٥ . يقوم هذا الانزيم بحلمأة الروابط ألفا ١ ــ ٤ وألفا ١ ــ ٦ دون تمييز وتكون سرعة حلمأة الروابط ألفا ١ ــ ٦ اقل بشكل واضح .

يجب أن يكون المردود الصناعي عالياً بحدود ٩٣ ٪ الى ٩٥ ٪ من الجليكوز وكمية ضعيفة جداً من السكريات الثنائية . ويلاحظ ، بوجود تراكيز عالية من المادة الجافة المستعملة ، حدوث ظاهرة الانقلاب réversion حيث يقوم الانزيم بتحريض تفاعل محوّل للجليكوز transglucosylation والذي ينتج عنه مركب الايزومالتوز . وبما أن مختلف هذه السكريات الثنائية تعيق بلورة الجليكوز وتزيد من كمية الجزيئات المائية hydrols المتبقية فقد اكتشف أهمية الأنزيمات التخصصية الفا ١ ـ ٦ كأنزيم الـ Pullulanase والايزوآميلاز التي يسمح استعمالها بخفض هذه الكمية الناتجة من الأيزومالتوز . ويبدو أن تفاعل الانقلاب هو سبب عدم نجاح استعمال الأعمدة الكروماتوجرافيا الحاوية على أنزيم الآميلوجليكوزيداز بحالة مثبتة نتيجة لسير حركية التفاعل المساعد على الانعكاس بوجود تركيز عالٍ من الجليكوز عند مخرج العمود .

يعد المحلول المركز من الجليكوز الناتج مادة أولية أساسية في الصناعة الكيميائية السكرية . حيث يتم الحصول على السوربيتول بوساطة عملية نزع الهيدروجين كيميائياً من المحلول . ويمكن الحصول على حمض الجليكونيك بفعل أنزيم الجليكوز أوكسيداز رغم أن هذه الطريقة غير اقتصادية . وتتم عملية قلب الجليكوز الى فركتوز بوساطة عملية الأكسدة والإرجاع الداخلية بوساطة الجليكوز ايزوميراز . وعندما يكون التفاعل متوازناً فلا يمكن الحصول مباشرة إلا على ٤٢ ٪ من الفركتوز . وتمارس أنزيمات الجليكوز ايزو ميراز عملها في وسط معتدل أو خفيف القلوية وهي ثابتة حرارياً بشكل كافٍ (٦٠م ـ ٧٠م) لتجنب مشكلات التلوث .

ثانياً ـ عوامل ترويق المشروبات واستقرارها

Les agents de clarification et de stabilisation des boissons

تستعمل مساعدات الترويق والاستقرار للوصول الى صفاء ونقاء limpidité السائل المعامل وثبات هذا الصفاء . وهي مركبات ذات طبيعة شديدة الاختلاف وتعمل بطرائق كثيرة التباين . ويمكن تقسيم هذه المساعدات الى خمسة اقسام هي : البروتينات ، متعددات السكر ، مشتقات السيليس ، الجزيئات الصنعية العملاقة ، مركبات أخرى .

ويمكن تمييز نوعين من التأثيرات لهذه المركبات :

ـ الفصل élimination :

إزالة أو فصل كامل تقريباً للمكونات المنحلة أو الغروية أو المعلقات ، المسؤولة

عن التعكر او تشكل بادىء له . وتتم هـذه العملية على ثـلاث مراحل متتالية تبـدأ **بالترسيب الكيميـائي** يلي ذلـك عمليـة **التسبـخ او الترويـق** واخـيراً **الترسـب** sédimentation .

ـ الاستقرار او الثبات stabilisation :

يتم هنا تثبيت الحالة الغروية الى الحد الذي لا تؤثر فيه على صفاء المشروب ، ويتم ذلك بتعقيد المكونات المنحلة التي يمكن ان تكون طليعة لإحداث العكر او بإضافة الغرويات المحبة للماء التي تتميز بالاستقرار والثبات .

تنحصر المعارف الحالية عن حالـة الغرويات في المشروبات ، عمليـاً ، بمعطيات الكيمياء التقليدية اي التركيب الكيميائي للعكارة (بشكل اساسي البروتينات والبولي فينولات والسكريات والعناصر المعدنية) ، ولا يوجد اي معلومات عملية عـن تركيب وكيميا ـ فيزياء المذيلات الغروية micelles colloïdales .

ولهـذا السـبب ، فـإن آليات التأثيرات المبينة هي غالبـاً تصويرية بـل حتى افتراضية . كما ان هذه الآليات يمكن ان تختلف من سائل لآخر ومن مساعد تصنيعي لآخر ، وذلك بسبب قابليتها للتبدل وعدم تجانسها الفردي .

يوجـد بعض التأثيرات الجانبية التي يمكن ان تحدثها هـذه العوامل ويمكن ان تكون مطلوبة في بعض الحالات ، ومن الأمثلة على هذه التأثيرات نذكر تحسين الصفات الحسية ، وتخفيف المرارة عن طريق إزالة البولي فينولات ، وتخفيف شـدة اللون ، وتحسين امكان الترشيح ، وإزالة الاحياء الدقيقة او الانزيمات ... الخ .

اولاً ـ البروتينـات :

البروتينات المستعملة في هذا المجال هي من اصل حيواني . ولم يقترح حتى الآن استعمال اي من البروتينات النباتية او الميكروبية . ويتم تحديـد صفات هـذه البروتينات من خلال معرفة مصدرها وطريقة الحصول عليها وليس وفقاً لمعايير التركيب الكيميائي المحدد تماماً . وتكون ، في معظم الوقت ، غير متجانسة وذات تركيب متباين تبعـاً للكميـة .

يجب توجيه الاهتمام الخاص نحو جودتها الغذائية بسبب مصدرها الحيواني وعدم ثباتها الميكروبي .

هناك آليات عديدة للتشوه الفيزياكيميائي يمكن حدوثها تحت تأثير بعض العوامل كالحرارة الشديدة ، والـ pH المتطرف ، والمواد الكيميائية المسببة للتسبخ floculants ، والقِدَم ... ولقد عرف استخدامها منذ وقت طويل في المشروبات .

آلية عمل البرتينات :

تتفاعل جميع البروتينات ، بشكل أساسي بوساطة رابطة كارهة للماء أو بوساطة رابطة هيدروجينية ، مع المواد العفصية tannins التي تسبب التشوه (نزع الماء ، بناء جسور بين البروتينات ... الخ) .

تملك جميعها pH متساوي الجهد الكهربائي أعلى من ٥ر٤ ، أي أن شحنتها تكون موجبة في pH < ٥ر٤ ، وهي حالة معظم المشروبات .

إن عدم ثبات الحالة الفروية وعدم ذوبان البروتينات (جفافاً ، ادمصاصاً ، تبدلاً بالبنية) يؤدي الى إدخال ، على الأقل في بداية التسبخ ، روابط ذات طاقة منخفضة (ثنائية القطب ، هيدروجينية ، كارهة للماء ، شاردية ... الخ) . وهذا يفسّر البطء النسبي للظواهر وقابلية تغير النتائج تبعاً للوسط (تركيباً ، درجة الحرارة ، تحريكاً وتحريضاً ... الخ) وللبروتين . هناك الكثير من العوامل الوسيطة المساعدة على الترويق ، ومن هذه العوامل الرئيسة المساعدة على إتمام هذه العملية نذكر : التركيز المرتفع من المواد العفصية ، نسبة البروتين الى العفص ، المحتوى الكحولي ، درجات الحرارة المنخفضة ، الـ pH (ما عدا الحالات الاستثنائية) ، وجود الكاتيونات ، الاكسدة التي يمكن أن تتدخل مؤديةً الى تشويه البروتين والى زيادة شحنات الحديد أو النحاس ($Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$, $Cu^{+} \rightarrow Cu^{++}$) والى اكسدة الفينولات ، وهذا يمكن أن يزيد من قدرتها العفصية أو تشكيل مركبات الكينون التي تعطي روابط تكافؤية مع البروتينات .

١ ـ الجيلاتين :

الجيلاتين هو ناتج الانحلال على الساخن وفي pH قلوي أو حامضي والحلمأة الجزئية للكولاجين collagène الموجود في الجلود وفي أطراف العضلات وفي عظم الحيوانات الأليفة ، بخاصة البقر . والكولاجين هو بروتين ليفي على شكل ثلاثي الحلزنة . ويحتوي الكولاجين على كمية عالية من البرولين والهيدروكسي برولين ولا يحتوي على التريبتوفان أو السيستئين ، وهو مايفسر انتفاخه في الوسط الحامضي أو القلوي وعدم تأثره بعملية التخثر على الساخن .

يتضمن تحضير الجيلاتين عدة ظواهر ، منها :

- انقطاع السلسلة البتيدية .
- انقطاع او عدم انتظام الروابط الجانبية ما بين السلاسل .
- تبدل التوزع الفراغي للسلسلة .

يبدي الجيلاتين تركيباً وخواص شديدة التباين وذلك تبعاً لطريقة التحضير ، كما يبدي عدم تجانس كيميائي في الكمية نفسها .

يتواجد الجيلاتين على شكل سلسلة مستقيمة مع تفرعات شديدة القصر . ويلعب الوزن الجزيئي للجيلاتين دوراً هاماً في تحديد فعاليته بالنسبة لعملية الترويق . ووجد ان الوزن الجزيئي المثالي هو بحدود ٤٠٠٠٠ ، الحل الوسط بين التسبخ الكامل وسهولة الانحلال على البارد .

يتطلب الجيلاتين وجود تركيز عال من المواد العفصية . وتزداد نسبة العفصات المترسبة بازدياد كمية البروتين المضاف ، ولا تصل هذه النسبة الى ١٠٠ ٪ ابداً ، في حين أن نسبة العفص المترسب / الجيلاتين المضاف تنخفض .

لا يمكن استعمال الجيلاتين إلا في المشروبات الفنية بالمواد العفصية كالنبيذ الاحمر وعصير التفاح . اما في البيرة والنبيذ الأبيض ، الفقيران بالمركبات العفصية، فإنه لا يمكن استعمال الجيلاتين إلا اذا اضفنا العفصات كما يؤدي الى تغيير الصفات الحسية، او اضافة مركبات اخرى كالجل السيليسي gel de silice او البنتونايت.

ـ الاخطار التصنيعية (الترويق الزائد surcollage) :

في بعض الظروف ، يتبقى جزء من الجيلاتين في المشروب « المروّق » ، ثابت ضمن مدة قصيرة إلا أن هذا المشروب سيكون عرضة للتسبخ بعد فترة تحت تأثير القِدَم أو الاكسدة أو الإغناء بالمواد العفصية او خفض درجة الحرارة . وتسمى هذه الظاهرة باسم الترويق الزائد أو فرط الترويق

وتعود هذه الظاهرة الى الأسباب التالية :

٢ ـ عدم كفاية الجيلاتين ، حيث يمكن ان يلعب الجيلاتين بكميات ضعيفة دور الغروي الواقي ، وبالتالي يعمل على ثبات المحلول الغروي بشكل مؤقت .

ب ـ وجود كميات كبيرة جداً من الجيلاتين ، حيث يتسبخ جزء منه آنياً والجزء المتبقي الزائد يعمل على إحداث فرط الترويق .

جـ ـ استعمال جيلاتين منحلماً الى درجة كبيرة ، إذ أن معقد المفصات والجيلاتين يتسبخ بسرعة أقل كلما كان الوزن الجزيئي للجيلاتين صغيراً .

د ـ وجود « الغرويات الواقية» وهي بشكل عام متعددات السكر في المادة الخام كالبكتينات الفطرية مثل البيتاجليكان β - glucanes الموجود في الفطر المسمى Botrytis cinerea او الصمغ العربي المضاف .

٢ ـ الكازئين :

يطلق اسم كازئين على مجموع مكونات الحليب منزوع الدسم المترسبة في pH ٤ر٦ وفي درجة حرارة ٢٠°م (جدول رقم ١٤ ـ ١) . وهو مكون من ٨٠٪ من الكازئينات α ، β اللذين يملكان pH متساوي الجهد الكهربائي مقداره ٢ره وكتلة جزيئية مقدارها ٢٤٠٠٠ دالتون ، ويترسب كل منهما تحت تأثير شوارد الكالسيوم او الـ pH المنخفض .

جدول رقم ١٤ ـ ١ : تركيب الكازئين

المكونات	٪ من المادة الجافة	pHi	الكتلة الجزيئية (دالتون)	التسبخ بشوارد الكالسيوم
كازئين α	٥٠	١ره	٢٣٥٠٠	+
كازئين β	٣٠	٣ره	٢٤٠٠٠	+
كازئين K	١٠	من ٧ر٣ الى ٢ر٤	١٩٠٠٠	-
كازئين ٧	٥	٨ره	١١٠٠٠ الى ٢٠٠٠٠	+
فوسفات كلي	٨٦ر٠			

تبدي طبيعة الكازئينات اختلافات وراثية تبعاً للنوع او لعرق الحيوان الذي انتج الحليب . ويختلف التركيب تبعاً لطريقة الاستخلاص . والكازئينات فقيرة بالسيستئين ـ سيستين cystéine - cystine ، وهي لا تتخثر بالحرارة (جدول ١٤ ــ ٢) . وتحتوي نحو ٨٦ر٠ ٪ من مركبات الفوسفات على شكل أحادي إستر

يترسب الكازئين بشكل سريع جداً تحت تأثير حموضة المشروبات . وبذلك يمكن استعماله بكميات كبيرة وهذا الفعل للكتلة يسمح بإزالة كاملة تقريباً للمواد العفصية وللبولي فينولات الاخرى ، بخاصة طلائع أو منتجات اسمرار الفينولات ، وفي بعض الحالات إزالة ليست بالمهملة للحديد وللون . ومن المفضل استعمال محاليل ترويق محددة بشكل كافٍ للحصول على فعالية جيدة ، ويتعلق هذا بالاضافة المنتظمة للكازئين المحلول الى الشراب المعد للمعاملة .

جدول رقم ١٤ ــ ٢ : البروتينات المستعملة في الترويق

المكونات	٪ من المادة الجافة	pHi	الكتلة الجزيئية (دالتون)	درجة حرارة التخثر (م°)
آلبومين الدم	٦٠	٤ر٧	٦٥٠٠٠	٦٧
آلبومين البيض	٥٥	٤ر٥	٤٥٠٠٠	٥٦
كازئين α	٥٠	١ر٥	٢٣٥٠٠	١٦٠ ــ ٢٠٠
جيلاتين	—	٤ر٧	١٠٠٠٠ ــ ٢٠٠٠٠٠	>>١٠٠
إكتيوكول Ichthyocolle	—	—	~ ٢٠٠٠٠٠	>>١٠٠*

* ــ يشوه بالحلماة في درجة حرارة ٥٠م .

ــ الأخطار التصنيعية :

لقد تبين أن جزءاً هاماً من البروتينات يمكن أن يبقى في المشروب . وهذا يفسّر عدم نقاوة المشروب او صفائه بشكل كامل بعد الترويق ، ويمكن تحسين الصفاء

باستعمال البنتونايت . كما أن الاضافة المتكررة لكربونات الصوديوم او البوتاسيوم الذي يسمح بانحلال الكازئين يمكن ان يزيد من كميته في المشروب .

٣ ـ الإكتيوكول ichthyocolle (صمغ السمك) :

يتم الحصول على هذا المركب من عوامات سمك السيللور المجزاة والمتروكة في الماء المحمض آلبارد حتى الانتفاخ والمحمية من نمو الميكروبات . ويتضمن المحلول اللزج الناتج ثلاثة اقسام :

« كولاجين منحل » ، جيلاتين شبيه بالجيلاتين الحيواني ، مواد غير ذوابة . ويظهر القسم الأول فقط خواص هامة بالنسبة للترويق أعلى من تلك التي يملكها الجيلاتين . ويمكن تخريب الكولاجين الناتج بالحلماة وبالتالي تشكيل الجيلاتين .

يتميز الاكتيوكول بكونه اكثر فقراً بالهيدروكسي برولين من الجيلاتين . وتتراوح كتلته الجزيئية بين ١٥٠٠٠٠ و ٣٠٠٠٠٠ دالتون .

يتسبخ الإكتيوكول بشكل افضل من الجيلاتين في المشروبات الفقيرة بالمواد العفصية كالبيرة والنبيذ الأبيض . وتكون الحاجة لكميات منه اقل ، وهو اقل حساسية للترويق الزائد ولظاهرة الوقاية الغروانية .

٤ ـ آلبومين البيض Ovalbomine :

هو الناتج الذي يتم الحصول عليه من تجفيف بياض بيض الدجاج في درجة حرارة معتدلة . ويمكن ان يخضع أحياناً لمعاملات تنقية أخرى كالترسيب الجزئي وإزالة السكريات ... الخ .

المقصود بهذا المركب هو خليط من جزيئات كيميائية متنوعة ، ويختلف تركيبها تبعاً للأنواع . المكون الأساسي لبياض البيض هو الاوفالبومين (حمل ـ تم ٣٤ ـ ٣) وهو فوسفو جلوكو بروتين كروي وغير ثابت في الحرارة . وتظهر بعض بروتينات بياض البيض الاخرى صفات مثبطة للنشاط الميكروبي والانزيمي والفيروسي ، وصفات مولدة للأجسام المضادة ، وصفات معقدة للحديد وللفلافو بروتين وللبيوتين .

يترسب آلبومين البيض تحت تأثير العفصات والكحول . ويؤدي بشكل ضعيف الى الترويق الزائد .

جدول رقم ١٤ ـ ٣ : بروتينات بياض البيض

المكونـات	٪ من المادة الجافة	pHi	الوزن الجزيئي
الاوفالبومين	٥٤	٤ر٥	٤٥٠٠٠
اوفوترانسفيرين	١٢	٦ر٠٥	٧٦٦٠٠
اوفو ميكواد	١١	٤ر١	٢٨٠٠٠
مكونات اخرى	١١	٣ر٩ الى ١٠ر٧	١٢٠٠٠ الى ٩٠٠٠٠٠

ـ الأخطار التصنيعية :

يعد الأوفالبومين من البروتينات الحساسة القابلة للتحطم بوساطة الاحياء الدقيقة والحرارة وبوساطة تفاعلات الاسمرار اللا انزيمي المتعلق بمحتوى بياض البيض من السكريات . يجب الانتباه بخاصة الى نظافة الناتج من الميكروبات والى حفظه بشكل جيد .

ـ الاشكال التجارية للمادة :

يوجد هذا البروتين على شكل :

* مسحوق جاف معد للإذابة في الماء او في الماء المملح بشكل خفيف قبل الاستعمال .
* محلول مركز معد للتمديد قبل الاستعمال .
* تقليدياً ، الاستعمال المباشر لبياض البيض بعد الفصل والخفق المعتدل دون تشكيل مستحلب في الماء المملح بهدف تجزئة بنية البيضة والمساعدة على بعثرة الالبومين .

٥ ـ البومين الدم :

هو الناتج الذي يتم الحصول عليه من تجفيف الدم الطازج المضاف اليه سترات الصوديوم لاستبعاد الكريات الحمراء . ويخضع هذا الناتج لمعاملات تنقية مختلفة .

وهو عديم التجانس بشكل كبير ، حيث يتباين تركيبه تبعاً للمصدر ولطريقة التنقية . وتتالف بروتيناته بشكل أساسي من ٦٠ ٪ من الآلبومين (مصل الآلبومين) ومن ١٦ ٪ من جاما جلوبيلين globulines — γ .

يتم تسبخه بالطريقة نفسها التي يتسبخ فيها آلبومين البيض ، إلا أنه يبدو أن وجود العفصات يلعب دوراً أكثر أهمية في عملية التسبخ .

ـ الأخطار التصنيعية :

يشتهر هذا المركب بعدم إحداثه للترويق الزائد في النبيذ الغني بالعفص . ويجب الانتباه الى شروط تخزينه كونه من مصدر حيواني حساس .

ثانياً ـ الجزيئات السكرية العملاقة :

يمكن استعمال متعددات السكريات لغرضين في الوقت نفسه :

ـ كعوامل ثبات للحالة الغروية للمشروب ، حيث تلعب در الغروي الواقي .

ـ كعوامل تسبخ ، حيث تبدي مفعولاً مشابهاً لذلك الذي تملكه الصموغ .

ـ عوامل الثبات :

هي متعددات سكريات متعادلة أو ذات شحنة ضعيفة ، وتحدث القليل من التفاعلات الشاردية مع المكونات الغروية أو المنحلة . وتملك بشكل عام بنية جزيئية متفرعة وهي محبة للماء بشكل كبير مما يعطيها صفة الثبات العالي في المحلول الغروي .

ويكون تأثيرها ، نسبياً ، قليل الارتباط بالـ pH وبالحرارة وبتركيب الوسط بسبب قلة عدد مجموعات الكربوكسيل التي تملكها الجزيئة ، في حين ان هذه العوامل تتحكم بشكل كبير بظواهر الترويق والثبات الغرواني للمشروب .

مع ذلك ، تعد متعددات السكريات ، بشكل عام ، غير ذوابة في الكحول ولايمكن استعمالها كغرويات واقية في المشروبات عالية المحتوى الكحولي . وتزداد فعاليتها مع التركيز المستعمل وذلك ضمن حدود الكميات المستخدمة عادةً .

ـ عوامل التسبخ :

هي بشكل عام متعددات سكر حامضية قليلة التفرع . وتترسب تحت تأثير

الحموضة والكاتيونات متعددة التكافؤ والكحول . وتظهر في المحلول الحمضي شحنة سالبة . ويوصى باستعمالها في ترويـق المشروبات ذات المحتوى العـالي من الكحول والمشروبات شديدة الحموضة (الخل) والمشروبات الأكثر غنى بالبروتينات من المواد العفصية (البيرة ، النبيذ الابيض ، المشروبات عـالية الترويق) . وتتميز بسرعـة تسبخ أعلى بكثير من تلك التي تملكها البروتينات . وهي تجذب المكونات الفروية أو المنحلة بشكل أقل من البروتينات .

يمكن أن تلعب متعددات السكريات الطبيعية الموجودة في المشروبات دور الفروي الواقي أو دور عامل تسبخ . وهـذه الحالـة نشاهدها في البكتينات ، التي تعمـل كفرويات واقيـة طبيعية عندمـا تكون مجموعات الكربوكسيل المؤسترة بمجموعـات متيلية ، مقنعة ، وكفرويات مؤدية للتسبخ تحت تأثير الحموضة والكالسيوم ... الخ كما هي الحالة في عصير التفاح عندما تكون مجموعات الكربوكسيل حرة .

ـ مجال استخدام هذه المركبات :

يجب أن تقدم مساعدات الثبات وبقايا عوامل التسبخ استقراراً جيـداً ولفترة طويلة للمشروب المعامل ، ويجب بشكل خاص ، أن تقاوم الحلمأة بالأنزيمات الطبيعية للمشروبات . ولا تستخدم البكتينات ، على سبيل المثال ، في مشروبات الفواكه التي تحتوي أنزيمات محللة للبكتينات ، بالرغم من بعض المحاسن . وهي بالحقيقة مكونات طبيعية للفواكه وليست اضافات بحصر المعنى ، وهي تقدّم أيضـاً بعض الحماية من الترسـبات الطرطريكية في مشروبـات العنب . ومتعددات السكريات المستعملة هي بشكل عـام بوليميرات ذات رابطـة بينـا (β) لا تحلمـا بالأنزيمـات الموجـودة بالمشروبـات .

يجب أن لا نفترض أن فعالية عوامل الثبات مطلقـة ، ولكنها محدودة القـدرة وتبعاً للزمن ، وغير كافية لتأمين ثبات النقاوة أو الصفاء في حالة وجود عكارة شديدة أو متطـورة .

١ ـ الصمغ العربي gomme arabique :

هو مركب مستخلص من التعرقات الطبيعية لشجرة السنط Acacia vereck أو المحرّضة بالخدش ، الخالي من الشوائب غير الذوابة (أجزاء القلف واللحاء ...) وذلك عن طريق الاذابة على الساخن ومن ثم الترشيح وأخيراً التجفيف .

والصمغ العربي متعدد سكر متفرع يتكون من السكريات التالية : L — arabinose

D — galactose , L — rhamnose ، ومن حمض D — glucuronique ، وتتراوح كتلته الجزيئية بين ٣٠٠٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠٠ دالتون . وهو يبدي تفاعلاً معتدلاً او خفيف الحموضة ، وتؤدي محاليلها الى حرف خط استقطاب الضوء نحو اليسار lévogyres في حين أن معظم الأصماغ الغذائية الاخرى تحرف الضوء نحو اليمين dextrogyres .

يشكل الصمغ العربي تكتلات عنقودية coacervats مستقرة مع الجيلاتين والبروتينات الاخرى والفرويات . وهو يملك فعلاً مثبتاً للمحاليل الفروية .

عند استعمال الصمغ العربي بكميات عادية ، فإنه يعد عنصراً محايداً ولا يبدل لزوجة المشروب ، على الاقل في حدود الإدراك الحسي ، لكنه يستطيع ان يتدخل « كحامل للنكهة » بسبب تأثيراته اللاصقة المرتبطة بنسبة او درجة تفرعه .

يجب أن لا يستخدم إلا في محاليل رائقة وثابتة بشكلٍ كافٍ . اما في المحاليل غير الثابتة ، فالصمغ العربي يمكن ان يمنع ترسب العكر .

ويجب الا يضاف إلا بعد معاملة الترويق . واذا ما اضيف قبل هذه العملية فإنه يمنع التسبخ . ويعد الصمغ العربي ثابتاً تجاه الأحياء الدقيقة ، لكنه يحلمأ جزئياً ويمكن أن يحمل بعض السكريات القابلة للتخمر . ولا يمكن الاقتراح باستخدامه في الكحولات لتسبخه في هذا الوسط .

يعد الصمغ العربي صمغاً غذائياً ولا يترتب على استعماله أي خطر .

٢ ـ احماض الآلجينيك :

هي مركبات يتم استخلاصها من الاشنيات البنية وتنقى بطرائق مختلفة . وهي تتألف من بوليميرات غير متفرعة من احماض الـ mannuroniques المرتبطة فيما بينها بروابط من النوع β ١ ـ ٤ . وتعد املاح الصوديوم الناتجة عنها ذوابة في الوسط القلوي أو المعتدل ، وتترسب في الوسط الحامضي على شكل حمض الآلجينيك . ويتم التسبخ إذاً بشكل افضل كلما كان الـ pH اكثر انخفاضاً . وهو اكثر سرعة في pH ٣ر٣ ـ ٤ر٣ . كما يسبب الكحول تسبخ هذه المركبات . ولذلك يمكن استعمال حمض الآلجينيك في منتجات كالخل والكحول وايضاً من أجل تسهيل هبوط الفرويات موجبة الشحنة كالبروتينات . يمكن ايضاً استعمال الآلجينات لحجز الرغوة أثناء صنع الشامبانيا . يجب ان تتم عناية خاصة عند إضافتها نظراً لسرعة تسبخها كاستخدام محاليل ممددة بشكل كافٍ وإضافتها بسرعة .

ثالثاً ـ المركبات المعدنية :

تستعمل بعض المركبات المعدنية ، الطبيعية كالبنتونايت أو المشتقة كجل السيليس ، في الترويق . وهي مركبات حاوية على السيليس وذات شحنات على السطح تمنحها خواص المبادلات الضعيفة للكاتيونات . يتحدد تسبخها في الوسط ، بشكل أساسي ، بوساطة الشحنات السالبة وليس بالروابط الهيدروجينية التي تحدد التفاعلات المتبادلة بين البروتين والمواد العفصية .

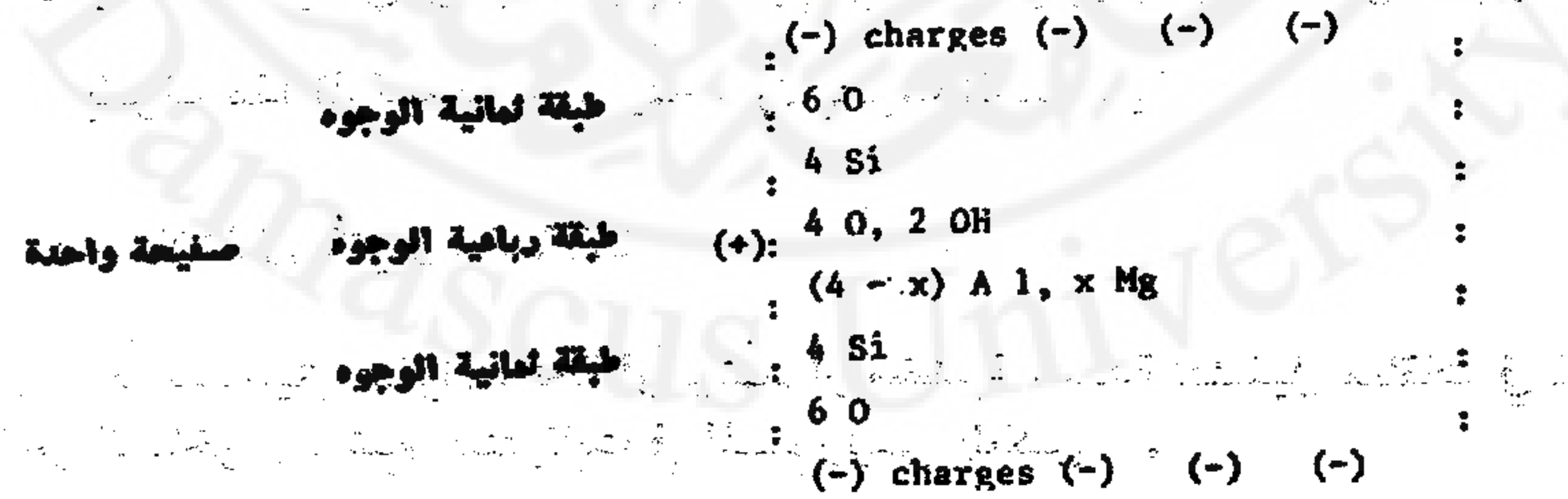
ويفسّر هذا الاختلاف غالباً السلوك المتعارض بين البروتينات والمركبات المعدنية : إزالة هامة وكبيرة للبروتينات وضعيفة للبولي فينولات وتسبخ افضل في درجات الحرارة العالية ، وذلك في حالة المركبات المعدنية ، والعكس بالنسبة للبروتينات .

ويسمح هذا الاختلاف ايضاً بفهم تأثير الـ pH فيالتسبخ ، فكلما كان الـ pH منخفضاً كانت البروتينات الطبيعية مشحونة ايجابياً وتتسبخ بشكل افضل مع البنتونايت .

تعد المركبات المعدنية غير قابلة للتعفن، وتملك محاليلها pH يتراوح بين ٨و١٠ .

١ ـ البنتونايت les bentonites :

هي طين او صلصال argiles ، المونتموريونيت montmorillonites ، ذات تكوين وخواص متباينة تبعاً للمصدر ولمعاملات التنقية . ويتألف البنتونايت من صفيحات ملتصقة ، وكل صفيحة تتألف من ثلاث طبقات (الشكل رقم ١٤ ـ ١) .



الشكل رقم ١٤ ـ ١ : تركيب الصفيحة

يوجد في الطبقة رباعية الوجوه عدد من ايونات الالمنيوم Al^{+++} التي تستبدل بالعدد نفسه من ايونات المغنزيوم Mg^{++} مما يولّد عدداً من الشحنات السالبة على سطح الصفيحة .

يقوم البنتونايت المضاف للماء بتثبيته على السطح ، حيث تنفصل الصفيحات وينتفخ البنتونايت حتى ١٠ ـ ١٥ مرة أكبر من حجمه الأولي . وتسرّع هذه العملية بالحرارة . ويملك البنتونايت خواص مبادل ضعيف للكاتيونات ، ويستطيع التسبخ بوجود الكاتيونات (Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{+++}) التي تستبدل بعدها بالصوديوم وتؤدي الى نزع ماء الصفيحات . وهذه هي الحادثة التي تفسّر سبب انتفاخ البنتونايت الكلسي بشكل أقل من البنتونايت الصودي .

تظهر المحاليل المركزة سلوكاً مميعاً للقوام thixotropique يعود بشكل اساسي لتشابك الصفائح عند اضافته للمشروب ، يتفاعل البنتونايت المنتفخ مع البروتينات المشحونة ايجابياً او مع بعض كاتيونات الوسط التي تبدل موضع الصوديوم والماء . وبالتنافس مع الكاتيونات ، يتم تثبيت البروتينات بشكل تفضيلي بسبب شحناتها العديدة على الأقل عند الوصول الى حالة التوازن .

ـ مجالات الاستعمال واخطارها :

لا تحمل البروتينات ، التي لها الـ pH متساوي الجهد الكهربائي نفسه الذي يملكه المشروب أو أدنى، شحنة موجبة واضحة وستكون تصفيتها قليلة. بالمقابل يكون البنتونايت أكثر فعالية على الأجزاء الاخرى وعلى الترويق الزائد .

يمكن استعمال البنتونايت بكميات كبيرة بفضل عدم بقائه معلقاً ، وهو بذلك فعال جداً ، لكنه يعطي ترسبات كبيرة الحجم ويمكن أن يزيل بعض الأحماض الأمينية .

يُعرف هذا المركب بعدم سميته ، ولا يسبب الحساسية .

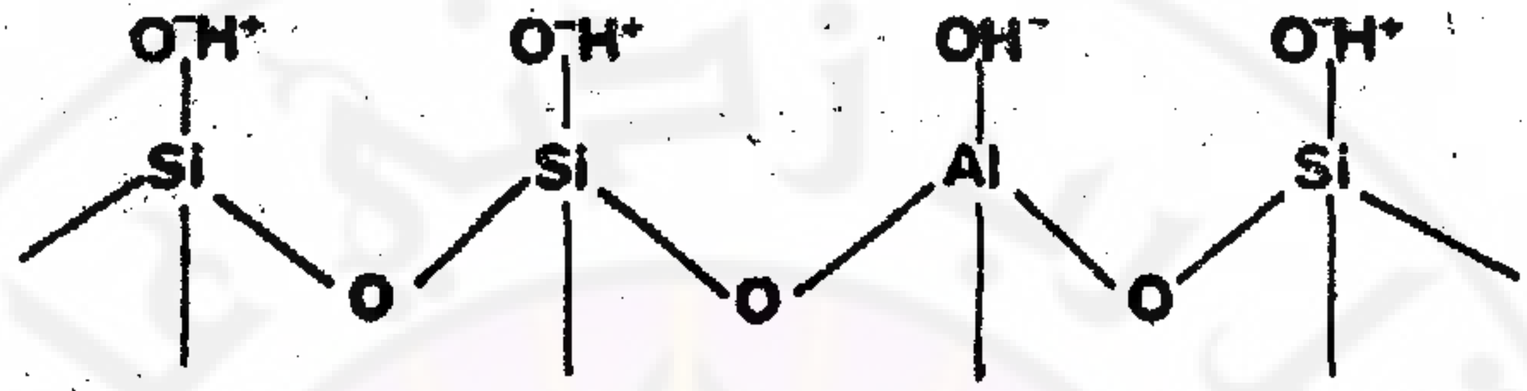
ـ الأشكال التجارية للمادة :

* مساحيق صفراء فاتحة أو بيضاء أو مخضرة ، معدة لتشكيل معلقات في الماء المقطر الساخن (يوضع البنتونايت في الماء وليس العكس) .

* حبيبات يتم الحصول عليها عن طريق الترطيب ومن ثم تمرر في جهاز تجفيف . وهذا الشكل يسهل الحصول على معلقات .

٢ ـ جل السيليس gel de silice :

هو مبعثرات مائية من السيليس الفروي بتركيز ٢٠ ـ ٥٠ ٪ في محاليل قلوية بشكل عام . يشكل السيليس غير المتبلور مذيلات بطول ٥ الى ١٠٠ نانومتر . ويحمل على السطح شحنات سالبة .



يمكن لجذر من الالمنيوم أن يحل مكان جذر سيليسيوم وخلق شحنة شاردية اضافية . ويوجد ، بالاضافة الى ذلك ، الكثير من الامكانات لحرف السطح أو تنشيطه مما يسمح بخلق شحنات موجبة (جل السيليس الموجب) أو بتغيير خواص الادمصاص .

الفائدة ومجالات الاستعمال :

يتسبخ جل السيليس المضاف للمشروب تحت تأثير الحموضة والروابط مع البروتينات . ويتطلب ، بشكل عام ، اضافة الجيلاتين في الوقت نفسه ، ويجنب حصول الترويق الزائد .

يجري التسبخ بسرعة عالية ، وحتى في درجة الحرارة المرتفعة ، ويترك كمية ضئيلة من الرواسب . ومن المقبول ان يترسب الجل بشكل كامل دون ترك بقايا إلا أنه يمكن إغناء المشروب بالصوديوم المتأتي من الصودا المستعملة في المحافظة على استقرار الجل . تكون المحاليل الأساس قليلة السمية عن طريق الفم لكنها يمكن أن تسبب الالتهابات من النوع التحسسي بملامستها للجلد ، وبخاصة للعيون .

يظهر السيليس الرذاذي المجفف سمية تنفسية كبيرة . ولا تشمل هذه الاخطار بشكل طبيعي إلا مستعملي محاليل الاساس وليس مستهلكي المشروب .

٣ ـ الكاولين le kaolin :

هو طين ذو صفائح غير متماثلة وقليلة المواقع السالبة على السطح . وهو اقل فعالية بشكل واضح من البنتونايت ولم يعد يستخدم الآن .

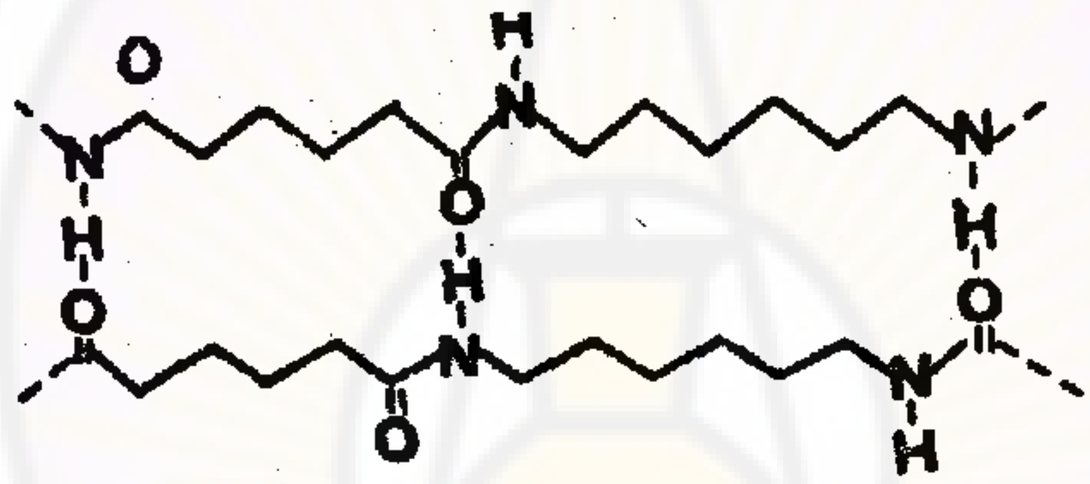
رابعاً ـ الجزيئات العملاقة الصنعية :

هي جزيئات عملاقة قادرة على إعطاء روابط هيدروجين مع البولي فينولات . تُحدَّد خواص هذه الجزيئات من خلال طبيعة زمرة الكاربونيل وكثافتها وتوضع الجزيئة الفراغي .

تعود تخصصيتها الى صلابة جزيئتها التي تساعد على ادمصاص جزيئات البولي فينول الصغيرة : المونوميرات monomères والأوليغوميرات oligomères ، في حين أن البروتينات ، التي تملك جزيئة أكثر مرونة وليونة ، تعطي مع العفصات روابط متعددة أكثر صلابة .

١ ـ النايلون :

هي بولي آميدات كارهة للماء وغير ذوابة (شكل رقم ١٤ ـ ٢) .



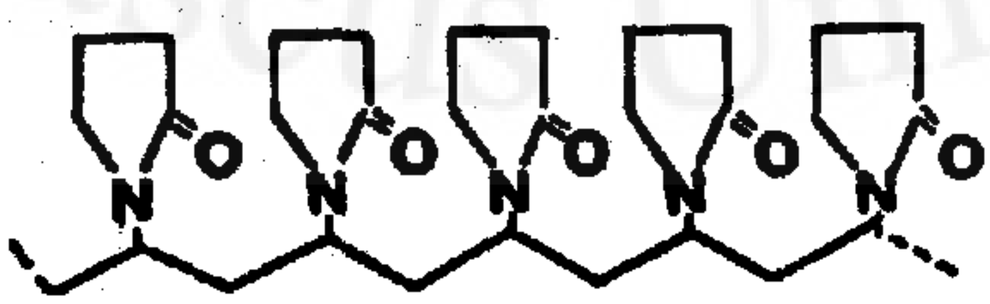
الشكل رقم ١٤ ـ ٢ : النايلون

تكون فعاليتها محدودة بالروابط الهيدروجينية الداخلية وبقابليتها غير الكافية على الترطيب وبصلابة الجزيئة والزمر الكاربونيلية .

يمكن أن يستعمل النايلون في معاملة المشروبات ضمن مفاعلات مغلقة (غير مستمرة) أو ضمن أعمدة . ويمكن تنشيطها بمعاملتها بالقلوي أو بالمحلات العضوية.

٢ ـ الـ Polyvinylpyrrolidones (PVPP , PVP) :

تناظر في تركيبها الصيغة الموضحة بالشكل رقم ١٤ ـ ٣ .



الشكل رقم ١٤ ـ ٣ : PVP

هذه المركبات محبة للماء ، وتترك بعض الرواسب . ويميز من هذه المركبات الـ PVP (Polyvinylpyrrolidones) شديدة الذوبان والـ PVPP (Polyvinylpolypyrrolidones) الأقل ذوباناً والتي تتسبخ بشكل كامل .

تختلف هذه المركبات عن النايلون بزمر الكربونيل الأكثر عدداً وكثافةً وبحبها للماء وبالحركة النسبية لدوران المحفز البيروليدوني حول الرابطة C — N ، وتكون سعة امتصاصها اكبر .

ـ الفائدة وحدود الاستعمال :

تسمح مركبات الـ PVPP بإزالة جزء هام من المركبات المونوميرية ومن البولي فينولات ضعيفة البلمرة . وبذلك تستطيع ادمصاص طلائع الاسمرار والمركبات العفصية والبولي فينولات المرة او طلائعها والآنتوسيانات غير المبلمرة والمركبات المسؤولة عن ازهرار النبيذ الابيض وطلائعها .

يمكن ان تنشط هذه المركبات جزئياً بوساطة المذيبات العضوية .

يجب ان تحدد كمية الاستعمال ، بخاصة الـ PVP ، بتجربة مسبقة . وتعطي هذه المواد ، عند اضافتها بكميات أعلى من حد معين ، مركبات قابلة للانحلال مع المواد العفصية .

خامساً ـ مركبات اخرى :

نستعرض هنا بعض المركبات المؤثرة بشكل اساسي على غرويات المشروبات وانما تستطيع أن تقود الى بعض الاستقرار في صفاء هذه المشروبات (جدول رقم ١٤ ـ ٤).

يمكن أن تؤثر ، بوساطة الترسيب الكيميائي ، بشكل اساسي في الحديد والنحاس والكالسيوم ، وبوساطة الارجاع للوقاية من الاوكسجين وتأثيراته على الاستقرار الفرواني للمشروبات ، وبوساطة تحريض أو تثبيط بلورة الأملاح الطبيعية في حالة فوق الاشباع ، وبوساطة تعقيد الحديد مثلاً .

١ ـ الفحوم :

ينتج الهباب الحيواني والفحوم النباتية من إحراق العظم والاخشاب غير الراتنجية (غير صمغية) . ويمكن ان تخضع لاحقاً الى معاملات تنشيط كيميائية (كبريتات

جدول رقم ١٤ ـ ٤ : بعض المركبات المستعملة في المشروبات

المركبـات	التأثير على الثبات الفرواني
حمض الليمون	عامل معقد للحديد
فيروسيانور البوتاسيوم	ترسيب الحديد والنحاس ومعادن ثقيلة اخرى
حمض ميتا طرطريك*	عامل مثبط لبلورة املاح حمض الطرطريك
حمض الآسكوربيك	مُرجع
حمض الطرطريك الراسيمي (عديم الفاعلية البصرية)	ترسيب الكالسيوم في المنتجات المشتقة من العنب
العفصات	تساعد في ترسيب البروتينات
الفحوم	عوامل ادمصاص ذات تخصصية واسعة التباين

* ـ مجموعة مكونات يتم الحصول عليها بمعاملة حمض الطرطريك في درجة حرارة قريبة من نقطة انصهاره .

التوتياء ، فوسفات ...) أو فيزيائية كالتسخين في درجات حرارة عالية بجو مؤكسد بشكل معتدل بهدف القضاء على المركبات القطرانية .

تتباين خواصها ، بخاصة تخصصيتها ، بشكل كبير تبعاً لمصدرها وطريقة تحضيرها . ويمكن أن يصل سطحها النوعي الى ١٠٠٠ م٢/غ .

وهي تؤثر عن طريق الادمصاص ، وتبعاً لآليات مختلفة (ادمصاص حقيقي ، تبادل ايونات، وجود مجموعات مرسّبة كحمض الفوسفور بالنسبة للحديد ... الخ). وتبدي الفة كبيرة تجاه الغازات (O_2 , CO_2 .. الخ) بالنسبة للمركبات ذات الحلقة البنزينية كأحماض الفينول وبعض الجزيئات العطرية . وتستعمل كمزيلات للون وللرائحة .

يحدث الادمصاص بفعالية أكبر في درجة حرارة عالية . ويمكن تنشيط الفحوم جزئياً بوساطة المذيبات أو بوساطة المعاملة القلوية .

٢ ـ العفصـات Tannins :

تتواجد العفصات في عددٍ لا باس بـه من النباتات كأشجار الكستنة والبلوط ، وايضاً في الجوزات العفصية الناتجة عن الزوائـد الفطريـة المرضة الناميـة عـلى الشجيرات التابعة للعائـلة التربنتينية thérébentinées تحت تأثـير وخزات الحشرات . وتسمى هذه الزوائد باسم الجوزات العفصية . وتحوّل هذه الجوزات الى مسحوق ومن ثم يُستخلص منها العفصات بوساطة المذيبات ، حيث يتم الحصول على ثلاثة أشكال من المركبات : مواد عفصية في المـاء ، ومـواد عفصية في الايتانول ، ومواد عفصية في الاتير .

يُميز ، من وجهة النظر الكيميائية ، فئتين من العفصات :

ـ عفصات قابلة للحلمأة او حمض الغانول pyrogalliques

ـ عفصات مركزة أو بيروكاتيشيك pyrocatéchiques

العفصات القابلة للحلمأة هي سكريات لا متجانسة مؤلفة من جزيئة سكرية يُثبّت عليها اجسام فينولية مختلفة كحمض الجاليك acide gallique ، وحمض ثنائي الجاليك acide digalique أو حمض العفـص acide tannique ، وحمض الايلاجيـك acide ellagique . وينتمي الى هذه الفئة عفصات الخشب وقلف ولحاء البلوط والكستنة والجوزات العفصية . والعفصات الاساسية المستعملة في معاملات الترويق تتواجد ضمن هذه الفئـة .

وهذه المركبات هي بالوقت نفسه :

ـ اضافات مستعملة لتحسين الصفات الحسية للمنتجات كثبات اللون ودرجته.

ـ مساعدات ترويق مستعملة بالتآزر مع بروتين لتسهيل تسبخه .

لا بد لنـا اخيراً ن نذكّر أن هذه المركبات هي مكونات ناتجة عن المادة الأوليـة في الكثير من المشروبات التي مصدرها نباتي .

ويمكن ن تستعمل لإزالة البروتينات من النبيذ ، وذلك باستعمال عمود يحتوي عـلى المواد العفصية المثبتة عـلى حامل لا عضوي ، حيث يمـرر النبيـذ من خـلال هذا العمود .

ثالثاً ـ العوامل المضادة للرغوة Les agents antimousse

لا تفلت الصناعات الغذائية ، كمعظم الصناعات ، من الاضرار الناجمة عن تشكل الرغوة . وتتكون الرغوة إما في أوساط الغسل والاستخلاص أو خلال معالجة السوائل المتدفقة . وتعد العوامل المضادة للرغوة من المساعدات التصنيعية الهامة ، وتتجلى هذه الأهمية في تحسين المردود أو في جعل بعض العمليات الصناعية ممكنة التحقيق .

١ ـ الرغوة في الأوساط السائلة :

دون العودة لأسباب تشكل الرغوة في الأوساط المائية وغير المائية والتي تعود لأسباب فيزيائية (تحريك ، سقوط السوائل ، الهيجان والاضطراب ، الضخ) ولأسباب فيزيا ـ كيميائية وكيميائية (وجود شوائب موترة للسطوح او مثبتة لها ، تحرير وإطلاق الغازات ... الخ) ، فإن الرغوات في الصناعات الغذائية تنشأ إما لحظة غسيل المنتجات والأجهزة أو عند استخلاص النباتات وتركيزها وعند التخمير والتقطير وعند التنقية أو التصفية للبيئات وللماء المتبقي .

لقد اثبت جيبس Gibbs عام ١٩٤٨ أن مادة خافضة للتوتر السطحي تتواجد بتركيز عالٍ على السطح البيني للمذيب والهواء . ويكون انتاج الرغوة مرتبطاً بتجانس الطبقات السطحية من جهة وباختلاف التوتر الذي يوجد بين الطبقة السطحية والوسط من جهة اخرى . وكلما كان هذا الاختلاف كبيراً كانت كثافة واستقرارية الرغوة اكبر .

تتشكل الخلية المركزية للرغوة التي نلاحظها من فقاعة الغاز المحبوسة بين الغشاء السائل . ويمكن ان تتواجد على السطح او حتى في وسط السائل (شكل رقم ١٤ ـ ٤) .



الشكل رقم ١٤ ـ ٤ : رغوة السطح (فقاعة مركزية وحيدة)

يحدّد سطح هلالي الشكل حجم الغاز من احد الطرفين ، في حين أن غشاءً رقيقاً على شكل قبة كروية يحدد الفقاعة في المحيط المباشر للغاز الموجود في اعلى سطح السائل . ويملك هذا الغشاء الكروي جدارين ، واحد داخلي والآخر خارجي ، وتؤثر مقاومة هذه الجدران في استقرار الرغوات . ويتشكل هذان الجداران من طبقة تحجز غشاءً سائلاً رقيقاً تتراوح سماكته بين ٢ و ٥ ميلي ميكرون وذلك تبعاً للعوامل المشكلة للرغوة الموجودة في الوسط . وهناك نموذجان من الرغوات :

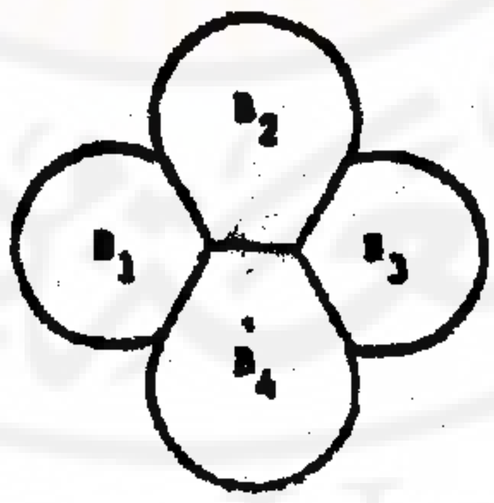
أ ـ رغوة مقفلة او كروية :

في هذه الحالة لا يوجد إلا سطح وحيد مبسوط . وتكون الضغوط الداخلية والخارجية متماثلة ، ويكون النظام في حالة توازن . ويزداد الاستقرار عندما تكون فقاعات الغاز المبعثرة صغيرة جداً ولا يمكن تحطيم هذا الاستقرار إلا عن طريق تجميع الفقاعات المفردة في فقاعة اكثر كبراً يمكن إزالتها .

يتعلق إنتاج الرغوات وثباتها هنا في الدرجة الاولى بطبيعة السائل وبالشوائب وبطبيعة الغاز المحجوز بين الأغشية السائلة ... الخ .

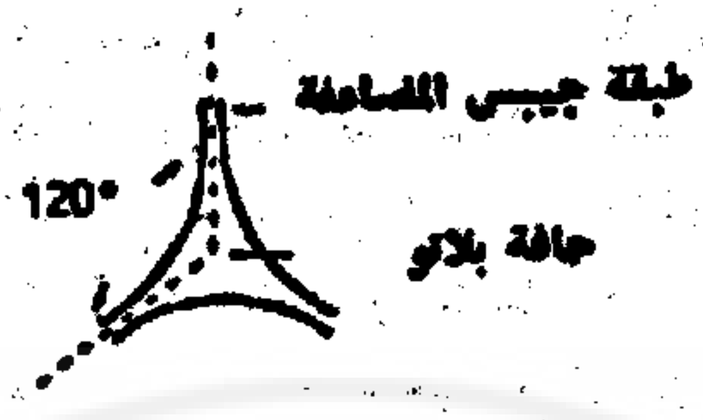
ب ـ رغوة سطحية او متعددة السطوح :

يمكن عد الرغوة متعددة السطوح كحصيلة لمرور او جريان سائل عبر رغوة كروية . تتكون الرغوة متعددة السطوح من صفائح سائلة رقيقة جداً تتصل فيما بينها بخطوط تماس تدعى حواف الـ Plateau (شكل ١٤ ـ ٥) .



الشكل رقم ١٤ ـ ٥ : مقطع في اربع فقاعات متجمعة

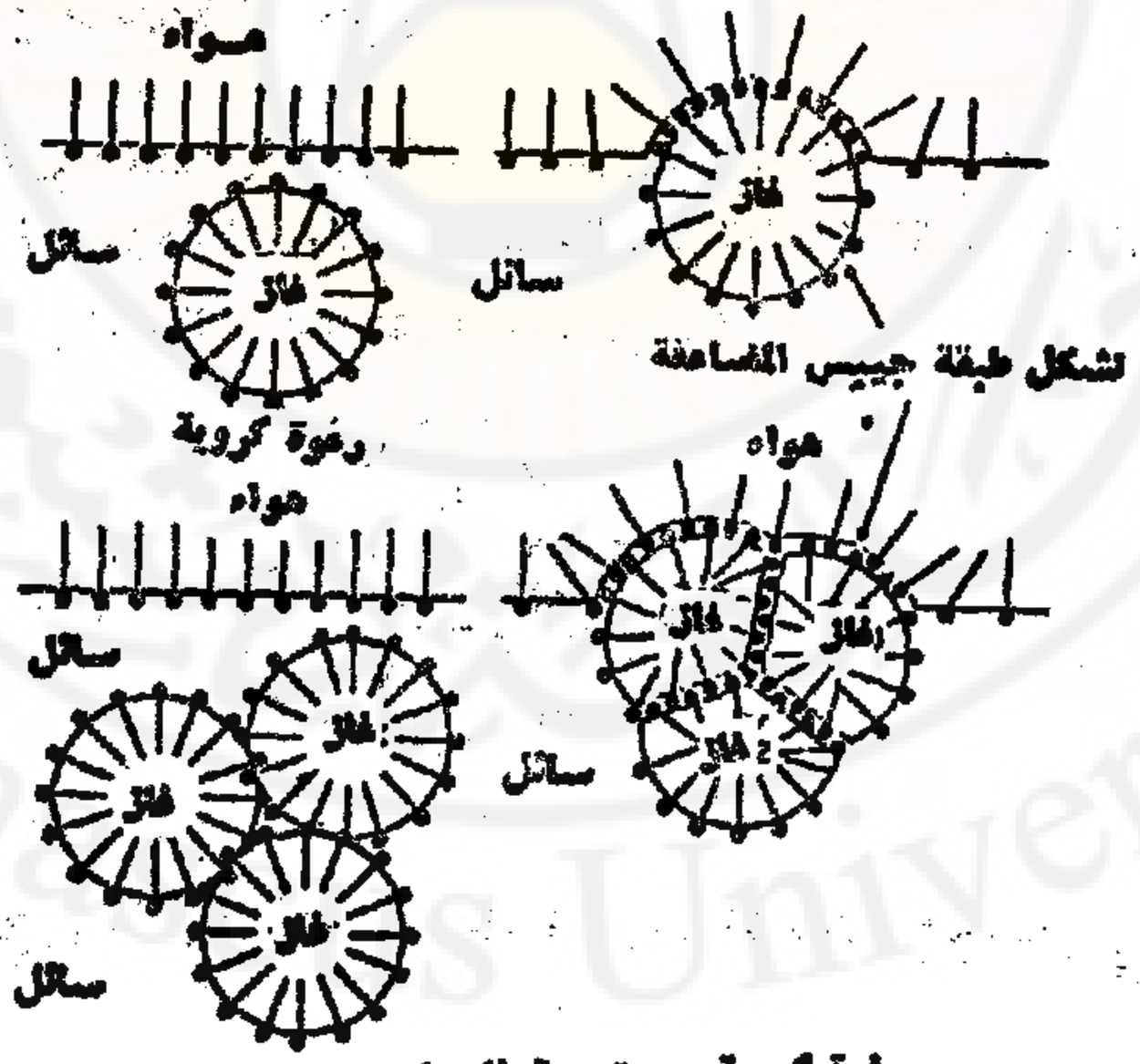
عندما يكون انحناء السطوح السائلة لحواف بلاتو اكبر من انحناء الصفيحة ، فإن السائل المحجوز يملك ضغطاً اقل من ذلك الضغط الذي يملكه السائل المحجوز في طبقة جيبس Gibbs المضاعفة (شكل ١٤ ـ ٦) .



الشكل رقم ١٤ ــ ٦ : حافة بلاتو (متعامدة مع السطح)

يمثل الشكل رقم١٤ ــ ٧ نموذجي الرغوة . ويمكن أن تكون طبقة جيبس الرقيقة المضاعفة متجانسة أو عديمة التجانس وتتمتع بنيتها بأهمية كبيرة جداً في استقرار التوزع الغازي .

يتم المحافظة على استقرار الرغوة التي تبدو على شكل فقاعات مستقلة مفصولة بأغشية رقيقة سائلة ذات سماكات متباينة بوساطة عناصر مختلفة . وما دام الغشاء الرقيق السائل الموجود بين الفقاعتين غير قابل للتخريب فإنه لن يلاحظ ازدياد في حجم الفقاعات المنفردة المستقلة .



الشكل رقم ١٤ ــ ٧ : الرغوة الكروية والرغوة متعددة السطوح

ـ استقرار الرغوات :

تقود آلية التكتل والتجمع الى إزالة هواء السوائل التي تتواجد فيها الرغوة المقفلة وبالتالي الى تحطيم الرغوة متعددة السطوح المتواجدة على سطحها .

تكون جزيئات العوامل المشكلة للرغوة في غشاء مائي رقيق متوجهة ومتركزة بين السطحين (شكل رقم ١٤ ـ ٨) . ويبقى الغشاء السائل بحالة توازن لأسباب كثيرة من أهمها :

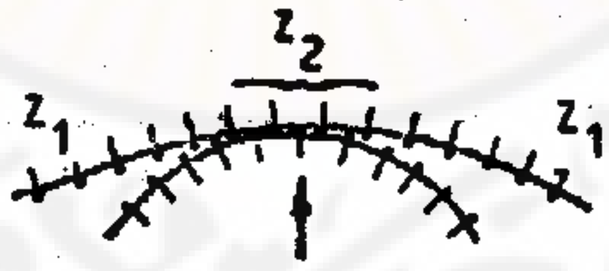
ـ التنافر الكهربائي بين السطحين .

ـ لزوجة الوسط .

ـ الروابط الهيدروجينية التي يشكلها الماء مع مختلف المكونات والتي تربط جزيئات السائل فيما بينها .

ـ تأخر انقطاع الأغشية السائلة نتيجة للقدرة التي تملكها لتمتين نفسها . وتسبب الجزيئات ذآت النشاط السطحي، بتحريرها الطور السائل الذي يملك توتراً أكبر ، أنتقال السائل في الطبقة السفلية (الواقعة تحتها مباشرة) مما يسمح بتصليب الغشاء الرقيق على السطوح البينية .

ـ تقلل لدونة الأغشية السائلة الفائقة وكذلك مطاطيتها احتمالات الانقطاع عندما تؤثر قوى خارجية في سطح الغشاء . ويمكن عد مطاطية غشاء ما مقياساً لقدرته على التحكم بتوتر سطحه عندما يتم اخضاعه لضغوط خارجية (شكل رقم ١٤ ـ ٨) .



الشكل رقم ١٤ ـ ٨ : صفيحة خاضعة لقوة خارجية

تتأتى معظم القوى المانعة لانهيار الرغوات من العوامل المجتمعة في سطحي تماس الصفائح والغاز الذي تحجزه .

يجب ، بشكل عام ، تسجيل الملاحظات التالية :

ـ لا يلعب انخفاض التوتر السطحي دوراً وحيداً فقط في حوادث إعطاء الرغوة. وينبغي أن تملك طبقة جيبس المضاعفة تجانساً جيداً من أجل إنتاج الرغوة .

ـ تنتج الفرويات ، بخاصة الموجبة منها ، رغوات ثابتة بشكل كبير (بروتينات ومنتجات التحطم) .

ـ يقود وجود الذرات الصلبة غير المسامية الى الاستقرار عن طريق تجنب تجمع الفقاعات . واذا بلّلت الذرات بشكل كامل بالسائل فإنها لا تعود تلعب هذا الدور ، ونرى في بعض الحالات عملية إزالة الهواء من الوسط .

ـ تملك طبيعة الطور الغازي اهمية كبيرة في تشكيل الرغوة وثباتها .

ـ لكل مادة رغوية معينة تركيز مثالي .

ـ من الضروري لتشكيل الرغوة وثباتها ، أن تكون جزيئات عامل تشكيل الرغوة موجهة عمودياً على سطح السائل نفسه .

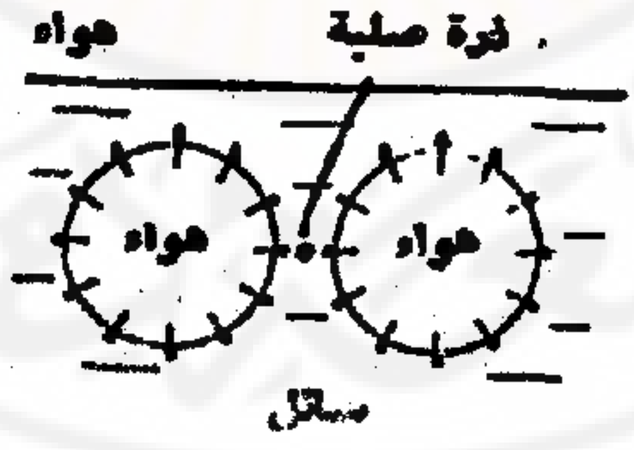
ـ يجب أن يملك السائل ضغط بخار ضعيفاً للسماح بثبات جيد للرغوة .

ـ الرغوة في الصناعات الغذائية :

يُصادف في الأوساط الصناعية ، في معظم الحالات ، تبعثرات في ثلاثة اطوار :

صلبة / سائلة / غازية ، وهذه هي حالة الصناعات الغذائية

تكون التبعثرات من هذا النوع وفي معظم الحالات أكثر استقراراً من الحالات الاخرى الباقية لأن الذرات الصلبة الموجودة تقاوم بشكل عام التقاء الفقاعات الكروية المستقلة وانضمامها (شكل رقم ١٤ ـ ٩) .



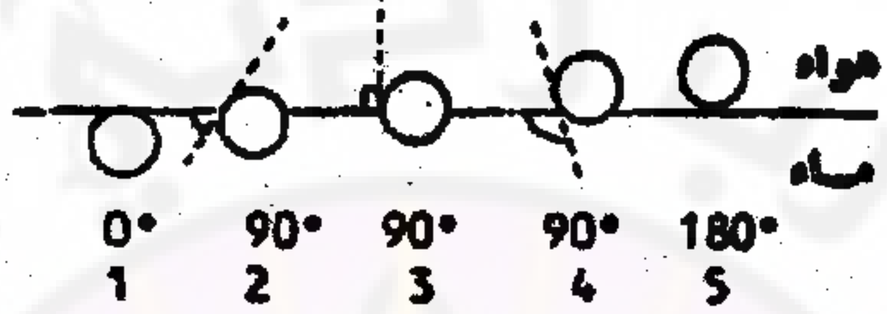
الشكل رقم ١٤ ـ ٩ : الاستقرار بوجود ذرات صلبة

ولكي تساعد ذرة صلبة في الاستقرار على السطح البيني هواء ـ سائل يجب ان تكون زاوية تماسها لا تزيد على ٩٠° .

ووفقاً لشكل المادة الصلبة ، اذا كانت الذرة تملك زاوية تماس تتراوح بين صفر و ٩٠° فإن هذه الذرة تستطيع تثبيت الرغوة طالما انها لا تتركز على السطح البيني .

تتعلق زاوية تماس الذرة بقدرة عامل تشكيل الرغوة الموجود على سطح المـادة الصلبة . ويلخص الشكل رقم ١٤ ــ ١٠ تأثير زاوية التماس لذرة في السطح البيني لهواء ــ ماء ، وهذا يدل على أن الذرات ٢ و ٣ و ٤ تقوم بتثبيت الرغوة .

إن خواص خفض التوتر السطحي للعوامل المانعة لتشكيل الرغوة هي إذن العوامل المحددة لتحسين تأثيرها في الأوساط المتبعثرة في ثلاثة أطوار صلبة /سائلة/ غازية .



الشكل رقم ١٤ ــ ١٠ : زاوية التماس لذرة على السطح البيني لـ ماء ــ هواء

٢ ــ تشتيت وتفتيت الرغوات ــ توزعات الغاز/السوائل :

يتم في الأوساط الصناعية السعي لتجنب تشكل الرغوات او السيطرة عليها ، واحياناً إزالتها بشكل كامل . وهناك عدة وسائل يمكن استعمالها لهذا الغرض :

ــ وسائل ميكانيكية :

- قذف بالسوائل .
- التخلص من الغاز .
- خفض الضغط .

تستعمل الوسائل الميكانيكية في تمزيق الرغوة في أغلب الأحيان إلا انهـا لا تلغي استعمال العوامل المانعة للرغوة بشكل كامل . ويقود إلغاء مآخذ الهواء على المضخات وسقوط السوائل ، فضلاً عـن استخدام احدى الطرائق السابقة ، الى نتائج هامـة ويساعد على خفض الاستهلاك .

ــ وسائل حرارية :

- قذف البخـار .
- سطوح ساخنة (زيادة الضغوط الداخلية للفقاعات ، خفض اللزوجة، تسريع الصدمات الجزيئية) .

ـ وسائل كيميائية وفيزياكيميائية :

- تغير الـ pH
- استخدام الالكتروليتات .
- التخثـــير .
- استعمال العوامل المانعة للرغوة .

يميل الصناعيون غالباً الى استعمال العوامل المانعة للرغـوة لسهولة استعمالها وسرعة تأثيرها وللعـدد القليـل من المساوىء التي ينطوي عليها اختـلاف الشـروط الفيزياكيميائية للأوساط . وتستعمل العوامل المانعة للرغوة في الوقت نفسه الـذي تستخدم فيه الوسائل الميكانيكية او الحرارية .

آ ـ نشاط وفعالية العوامل المانعة للرغوة :

يجب ان تتمتع العوامل المانعة لتشكيل الرغوة ببعض الخواص بحيث تؤدي الى تحطيم الأغشية الرقيقة ما بين السطوح أو تمنع ثباتها ؛ ويجب أن تملك ، بالاضافة لذلك ، قدرة كبيرة للتوزع على سـطح الأوساط الرغوية ، مـع إظهار توتر منخفض نسبياً ما بين السطوح في السائل المحدّد .

تؤثر مضادات الرغوة بعدة طرائق ، من أهمها :

ـ تشكيل معقد مع العوامل المولدة للرغوة :

حيث يمكن ان يأخذ هذا المعقد اشكالاً مختلفة :

- معقد غير قابل للارتداد : فميلك العامل الهاضم تأثيراً مانعاً للرغـوة على محلول غرواني من الأحماض الأمينية شديدة الإرغاء مثلاً .
- معقد قابل للتغيُّر : فقد ثبت عملياً أن استعمال زيادة من بعض عوامل منع الرغوة يمكن أن يولد هذه الرغوة . ويمكن أن يعـود هذا الفعـل لحوادث التآزر التي تزيد من تركيز عامل تشكيل الرغوة على السطح وعلى السطوح البينية للأطوار . وتملك بعض العوامل المانعة للرغـوة نشاطاً جيداً بتراكيز جداً ضعيفة .

ـ تشكيل غشاء سطحي رقيق على سطح السائل :

يمكن ان يؤدي تشكيل غشاءسطحي رقيق على سطح الأطوار السائلة والصلبة

والغازية الى تبدلات في حالة الرغـوة واستقرارها بشكل واضح . وهنـاك آليتـان لهذا التأثير :

- نشـر غشـاء سطحي يقـوم بامتصاص العامـل السطحي لتشـكيل سطح ماء ـ هواء عديم الفعالية .
- نشر غشـاء سطحي له القدرة على طرد عامـل التوتر السـطحي النشيط مقللاً بذلك تركيزه عـلى السـطح ومؤدياً في الـوقت نفسـه الى اختفاء الرغـوة .

ب ـ آلية تاثير العوامل المانعة الرغوة :

للحصول على نتيجة مثالية ضمن شروطٍ اقتصادية طبيعية ، يجب ان يشتمل العامل المانع للرغوة على عدة مكونات كيميائية يملك كلٌ منها صفة خاصة .

يجب اختيار نقطة إدخال العامل المانع للرغوة بدقة ومهارة وذكاء وذلك في مكان يقع قبل مكان تشكل الرغوات في السلسلة الصناعية او تماماً قبل المكان الذي يكون فيه وجود الرغوة غير مرغوب فيه أبداً .

يتم إبطال حدوث الرغوات وفق طريقتين : إما بجعل الغشاء الرقيق السطحي للسائل بحالة تجانس كامل او بإلغاء فرق التوتر السطحي الذي يمكن ان يلاحظ بين غشاء جيبس الرقيق والمحلول .

ـ تخريب طبقة جيبس المضاعفة :

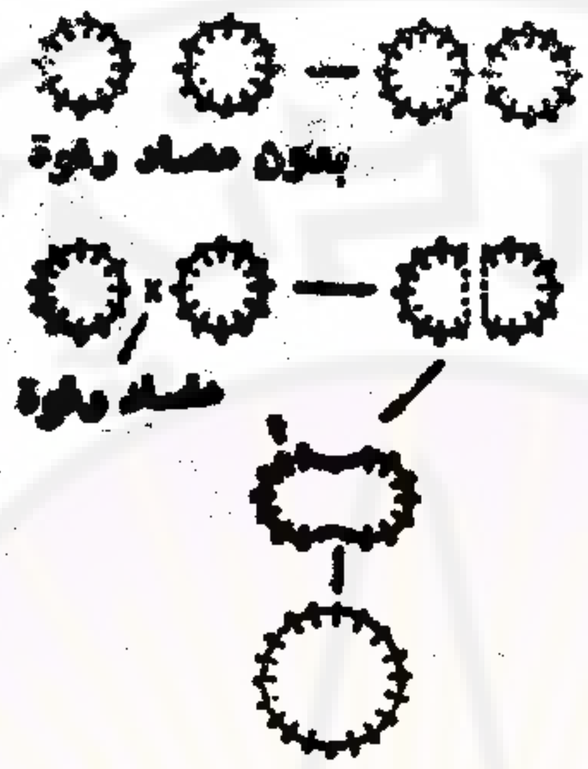
لكي يكون اي مركب كيميائي مانعاً لتشكل الرغوة يجب أن يبدل خواص الغشاء إمـا بخفض لزوجـة مـاء ما بين السطوح او بزيادة درجـة السيلان او الجريـان او بإحداث كثافة عالية من الجزيئات النشيطة الموجودة الى حد معين .

مع ذلك ، اذا اظهر احد موانع الرغـوة تأثيراً في الرغـوة السطحية فإنـه ليس ضرورياً دائماً أن يؤثر في الرغوة المقفلة المحجوزة .

ـ تفريغ الهواء من الاوساط :

تؤدي بعض العوامل المانعة لتشكل الرغوة الى إزالة الغازات من الاوساط إمـا

بتأثيرها في تركيز الغـاز المنحل او بتشجيعها للتجمع السريـع للفقاعات او للفقاعات الصغيرة جداً المتوزعة في الوسط والتي تطرح على سطح السائل نتيجة فرق الكثافة (شكل ١٤ ــ ١١) .



الشكل ١٤ ــ ١١ : إزالة هواء الاوساط عن طريق تجميع الفقاعات المنفردة

عندما تلامس مذيلة من مانع الرغوة سطح غشـاء محدداً لفقاعة فإنـه تتشكل منطقة ذات كثافة جزيئية مركزية عاليـة والتي تفـير من موضـع الجزيئات المشكلة للغشـاء وذلك بتقليل سماكته جزئياً الى نقطة بحيث يؤدي توتره الذاتي الى الانقطاع.

يمكن أن يشكل تفريغ الهواء احدى المساوىء الكبيرة في بعض الأوساط ، كما هي الحالة في التخمر الهوائي . وبالعكس ، يعد تفريغ الهواء إحدى المحاسن في التخمـير المنتج للغازات كإنتـاج الميتان حيث من الضروري تسريـع عمليـة خروج جزيئـات الغـاز الناتجة .

يجب على العوامل المانعة لتشكل الرغوة ، لكي تكون نشيطة في الأوساط المائية، ان تملك صفة حب ماء ضعيفة . ويوجد بالطبع استثناءات ومنتجات رطبـة جـداً يمكن أن تكون شديدة الفعالية .

كما يجب ان يكون ميزان الحب للمـاء ــ الحب للدسم HLB للعوامل المـانعة لتشكل الرغوة في الوسط المائي منخفضاً بشكل عام . وتملك هـذه العوامل أوزانـاً جزيئية كبيرة نوعاً مـا وتتضمن في داخلها وظائف قادرة على إكسـابها بعضاً من خاصية حب المـاء الضرورية لبعثرة كافية .

١ ـ العوامل المانعة للرغـوة :

يوجد الكثير من المركبات المانعة للرغوة ، ويمكن تقسيم العوامل المـانعة للرغوة الى قسمين رئيسيين :

ـ مركبات سيليكونية .

ـ مركبات عضوية ناتجة عـن الصناعات الكيميائية الدهنيـة والبتروكيميائية التي تتعلق فعاليتها بشكل رئيسي بطبيعـة سلسلتها الكارهة للمـاء وكذلك بطبيعـة الوظائف التي تكسبها حب المـاء كالوظيفة الكحولية والحمضية والاسـتر ـ أميـد والكبريتات والسـيلفونات ... الخ .

عمليـاً ، نجد معظم المركبات المخصصة للتصنيع الزراعي الغذائي ضمن قسم المركبات الدهنية الاليفاتية . ويعود ذلك الى السمية الضعيفة جداً والمرتبطة بفعالية جيدة لهذا النوع من المركبات .

إن مكونـات العوامـل المـانعة لتشكل الرغـوة هي خليـط من عـدة مركبات كيميائية محددة .

يعطي الجدول رقم (١٤ ـ ٥) بعضاً من هذه المركبات الكيميائية المكونة للعوامل المـانعة للرغـوة .

ومن الواضح أن هذه المركبات يمكن استعمالها في جميع الأوساط ، وهي تملك تخصصية في الاستعمال محددة بدقة وموضحة من قبل المنتجين .

آ ـ الأجسام الدهنية ومشتقاتها :

لقد سمح استعمال الأجسام الدهنية وبخاصة غير المشبعة منهـا بإيقاف تشكل الرغوات عند استخلاص النباتات وخلال عمليات التخمير . وقد كان لهذه المركبات أهمية كبيرة في الصناعات الغذائيـة والزراعية وكذلك في تحضير المضادات الحيوية ، حيث تستخدم هذه المركبات بشكل واسع .

وجد أن للزيوت النباتية تأثيراً في زيـادة إنتـاج حمض الليمون بوساطة النـوع Aspergillus niger وكذلك في إنتاج الكحول بوساطة آل Saccharomyces serevisiae . يستعمل كميـات كبيرة من الأجسام الدهنية سـواءً بالحالة النقية أو على شـكل مستحلبات وذلك في صناعات السكر والخميرة والتقطير وكذلك في التخمير الحيوي .

جدول رقم ١٤ ــ ٥ : المكونات الكيميائية الأساسية المكونة للعوامل المانعة لتشكيل الرغـوة حسب J. PORE ، ١٩٧٦

المركبات الكيميائية	طبيعـة المكونـات	أمثـلة على التكوين الكيميائي
الكحولات	كحولات دهنية	كحولات أوكتيلية ، كحولات اللوريك ، كحولات سيتيلية، كحولات أوليبكية ... الخ
الأميـدات	أحاديـات ومتعـددات الأميـد الاسترات الأميديـة	ثنائي أميد الأوكسوزولين ، استرات ــ أميدات الكحولات الأمينيـة
الأجسام الدهنية	جليسيريدات وجليسيريدات الأحماض المشبعة وغير المشبعة	الزيوت والدهون الحيوانية ، شـحوم الزيوت والدهون النباتية : جوز الهند ، القطن ، الصويا ، الخروع .. الخ.
عوامل الاستحلاب	املاح الأحماض الدهنية صابون منحل وغير منحل	المواد الصابونية القلوية والأمونياكية ومن الكحولات الأمينية وأملاح الأحماض الدهنية الألومينية والكالسيومية .
	الأجسـام الدهنيـة الكبريتاتيـة والكبريتية والأوكسيدية والأوكسيدية الكبريتيتية	سيلفوريسينو أوليـات ، الجليسيريدات والسـيريدات الكبريتاتية ، متعددات استر حمض الأوليك الكبريتاتية والكبريتيتية .
	مركبات غير متشردة	المشتقات الأوكسي إيتيلينية والأوكسي بروبيلينية، احاديات استر الأحماض الدهنية والمتعددة الجليكول .
الاسـترات	الجليسيريدات الجزئية واسـترات متعددات الهيدروكسيل ومتعددات الحموض	احاديـات جليسيريـد حمض الأوليـك ، والباليتيك ، والستياريك: ستيارات وأوليات ثلاثي ميتيلول البروبان. الاسترات الفوسفورية للأحماض متعـددة الكربوكسيل (طرطرات ، ستيرات) ... الخ .
الفحوم الهيدروجينية	الزيوت الأليفاتية البارافينية	زيـوت الفـازيلين
البوليمـيرات	البوليميرات العضوية ، المشتقات الأوكسي ايتيلينية والبروبيلينية	نواتج تكاثف الأحماض ومتعددات الأحماض على البوليميرات OP/OE .
	السيليكونـات	بـولي ميتيل سيلوكسـان

ويمكن أن نستشهد بزيوت شحم الخنزير والصويا والكولزا والقطن وجوز الهند والنخيل بالإضافة للشحم .

وهناك عدد من مشتقات الأجسام الدهنية سواءً أكانت بقايا تصنيع أم ناتجة مباشرة عن تحويل الأجسام الدهنية الحيوانية أو النباتية يتم استعمالها غالباً كمانعات رغوة إما كما هي أو مبعثرة على شكل مستحلبات ماء في الزيت أو زيت في الماء .

ومن هذه المشتقات :

ـ مركبات الـ Mœllon والـ dégras :

الـ mœllon هو فائض زيوت السمك (غالباً زيوت سمك المور) المستخلصة من جلود الخروف بعد الدباغة . وتكون على شكل مستحلب ماء في الزيت ، والجزء الدهني منها مكون من أحماض دهنية مؤكسدة .

أما الـ dégras فهي خليط من الـ moellon مع الأجسام الدهنية ذات المصدر الحيواني : شحم الأمعاء وزيت سمك المور وزيوت الأسماك الأخرى التي يضاف اليها أحياناً زيوت معدنية أو الفازيلين (دهن النفط) . وتبدي هذه المركبات بعض الحموضة الدهنية التي يمكن معادلتها بالقلويات أو الآمونيا .

ـ الـ mœllon الكبريتيتي :

يمكن جعل الـ mœllon قادراً على تشكيل مستحلبات زيت في الماء بوساطة الكبرتة ، ويقصد بذلك إضافة مجموعة كبريتيتية على كربون نشيط لرابطة مضاعفة . ويسمى الناتج moellon كبريتيتياً . وتتم اضافة المجموعة الكبريتيتية بتأثير محلول مركز من ثنائي كبريتيت الصوديوم في درجة حرارة مرتفعة مع تحريك شديد . ويستعمل هذا النوع من المركبات في صناعات استخلاص النباتات .

ـ الزيوت الكبريتاتية :

يمكن إدخال مجموعة الكبريتات الى الكثير من الزيوت ذات المصدر النباتي أو الحيواني غير المشبعة ، وذلك بفعل حمض الكبريت على الروابط المضاعفة للسلاسل الدهنية .

تتواجد الروابط المضاعفة ، بشكل عام ، في مركز السلاسل الدهنية (احماض او كحولات دهنية) :

$$CH_3 - CH_2 - CH(O-SO_3Na) - CH_2 - CH_2 - COOR$$

زيت كبريتاتي

$$CH_3 - CH(SO_3Na) - CH_2 - CH_2 - COOR$$

زيت كبريتيتي

تكبرت بعض الزيوت كزيت الخروع المؤلف بشكل أساسي من حمض دهني هيدروكسيلي (حمض ريسينوليبيك acide ricinoléique) وذلك على مجموعة الهيدروكسيل دون تغيير عدم إشباع السلسلة الدهنية ، مما يمنحها قدرة عالية مانعة للرغوة ، والسلفوريسينات معروفة التأثير بهذا المجال وتستعمل في الكثير من الحالات .

ــ الكحولات الدهنية :

تستعمل الكحولات المستقيمة ، كالكحول ثماني الكربون او الكحول الحاوي على اثني عشر كربوناً ، احياناً كعوامل مانعة للرغوة في التخمير . ويعود نشاطها الى وجود مجموعة محبة للماء والى توترها السطحي الضعيف . كما تستعمل هذه الكحولات كعناصر متممة في تركيبات العوامل المانعة لتشكل الرغوة .

تملك الكحولات الأسيتيلينية ذات السلاسل القصيرة ، كمركب ٣ ــ ٦ ثنائي ميتيل ٤ أوكتين ٣ ــ ٦ ديول ، قدرة جيدة مانعة للرغوة في المنظفات سالبة الشوارد وعديمة التشرد . كما تملك اتيرات الكحولات الدهنية الأوكسي ايتيلينية والأوكسي بروبيلينية واستراتها ، واتيرات متعددات الهيدروكسيل الأوكسي ايتيلينية والأوكسي بروبيلينية واستراتها ، واتيرات الجليسيرول بولي ايتيلين او بولي أوكسي بروبيلين ، وكذلك استرات احماضها الدهنية الغذائية خواص مانعة للرغوة بشكل جيد .

ــ مشتقات متعددات الكحول :

يمكن أن يستعمل الكثير من الاحماض الدهنية الغذائية الناتجة عن استخلاص الدهون الحيوانية بخاصة حمض الأوليبك في تحضير مركبات مانعة للرغوة بتكثيفها على

متعددات الهيدروكسيل ، إما على شكل أحاديات استر أو على شكل ثنائيات ومتعددات الاستر . وتعد السكريات الجليسيريدية واسترات السوربيتول وثلاثي ميتيل اول بروبان المستعملة كخليط مع الزيوت النباتية أو الحيوانية أو المعدنية ، مكونات اساسية لبعض العوامل المانعة للرغوة .

ـ بوليميرات اوكسيد الايتيلين / أوكسيد البروبيلين :

$$OH\,(\,CH_2-CH_2O\,)_a\,(\,CH-CH_2O\,)_b\,H$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad CH_3$$

يتراوح الوزن الجزيئي لهذه البوليميرات بين ٤٠٠ و ٢٠٠٠ . ويستعمل هذا النوع من المركبات كمانعات رغوة جيدة ، وكذلك استرات احماضها الدهنية الغذائية احاديات ومتعددات الحمض .

ـ الجليسيريدات الجزئية :

تدخل بعض الجليسيريدات الجزئية احادية وثنائية الجليسيريد ، التي هي خليط من أحاديات وثنائيات وثلاثيات الجليسيريد مع سيادة الأحاديات أو الثنائيات تبعاً للحالة ، في تركيب بعض العوامل المانعة لتشكل الرغوة .

ب ـ السيليكونات :

تتضمن هذه المجموعة من البوليميرات كثيراً من الأنواع ، والصيغة العامة لهذه المركبات هي :

$$(\,CH_3\,)_3\,SiO\,[\,Si\,(\,CH_2\,)_2\,O\,]_n\,Si\,(\,CH_3\,)_2$$

غير ذوابة في الماء ، ويملك هذا النوع من المركبات توتراً سطحياً ضعيفاً ، وقابلية تبخر ضعيفة وقوة التصاق ضعيفة . وتستعمل في أوساط غذائية متعددة .

٤ ـ استعمال العوامل المانعة للرغوة في الصناعات الغذائية :

يفيد استعمال العوامل المانعة للرغوة مختلف الصناعات الغذائية والغذائية الزراعية نظراً لأن الانتاج النباتي يتطلب في كثير من الأحيان عمليات غسيل واستخلاص

او تخمير في وسط مـائي . وعند تحريك هذه الأوساط فإن كل هذه العمليات تؤدي الى توليد الرغوات .

يمكن تصنيف مختلف الصناعات الغذائيـة والغذائية الزراعيـة التي تستعمل العوامل المانعة للرغوة على الشكل التالي :

آ ـ صناعات التحويل المباشر :

ـ غسـيل النباتات .
ـ النباتات المطبوخة على حالتها .
ـ صناعات المعلبات .

ـ صناعات الاستخلاص :

ـ الاستخلاص العشبي والتجفيف .
ـ صناعة السـكر .
ـ صناعة النشا والمكرونة .
ـ تحضير المستخلصات النباتية (قهوة ... الخ) .

ج ـ صناعات التخمير :

ـ إنتـاج الخميرة .
ـ إنتاج الاحماض العضوية .
ـ إنتاج الاحماض الامينية بدءاً من المخلفات الصناعية (صناعة السكر ، صناعة الاجبان) .
ـ إنتاج المشروبات الكحولية ذات الرغوة (البيرة ، الشمبانيا ، النبيـذ ذو الرغوة) .
ـ إنتاج الكحول وتقطيره .

د ـ غسيل الأجهزة ومعالجة المياه المتبقية :

يفيد استخدام العوامل المانعة للرغوة ، على هذا المستوى ، في العمليات الخاصة المتعلقة بجميع الصناعات التي سبق ذكرها .

أ ـ صناعات التحويل المباشر :

ـ غسل النباتات قبل التقشير :

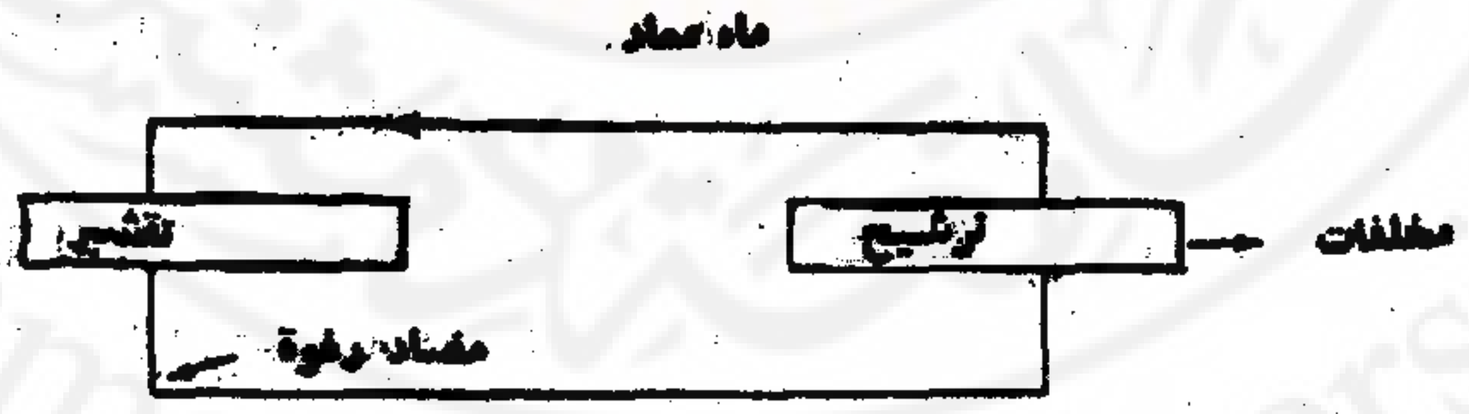
-يتم غسل النباتات قبل كل عملية استخلاص (جذور ودرنات) ، وهذه هي حالة الشوندر السكري والخضار قبل التقشير او الطبخ أو القلي .

ينتج رغوات غزيرة خلال الغسل والتقشير مما يستدعي مكافحتها لتجنب الفيضانات ولتحسين نظافة الاجهزة والارضيات وكذلك ضمان السلامة عن طريق تسهيل العمليات الصناعية .

تصادف الرغوات الاكثر غزارة في الصناعات التي تعالج نباتات الشوندر السكري المصرمة والنشا . وتستعمل غالباً في هذه الصناعات مانعات الرغوة الناتجة عن تكثيف الأحماض الدهنية الغذائية على متعددات الهيدروكسيل ، إما نقية او على شكل مستحلبات ذات تراكيز مختلفة غالباً بين ٢ و ٢٠ PPM من حجم الاوساط المعدة للمعاملة .

- **غسل البطاطا :**

تنتج الرغوات في مياه النقل او الغسل ، قبل السلق الذي يتم في ماء ذي درجة حرارة تتراوح بين ٩٠ و ١٠٠م تتبعها عملية غسيل . وتتواجد الرغوات بشكل عام في دارة المياه المستعملة . ويمكن أن يساهم العامل المانع للرغوة أيضاً في جهاز التصفية الحيوي أو في جهاز التصفية الأولي (شكل رقم ١٤ ـ ١٢) .



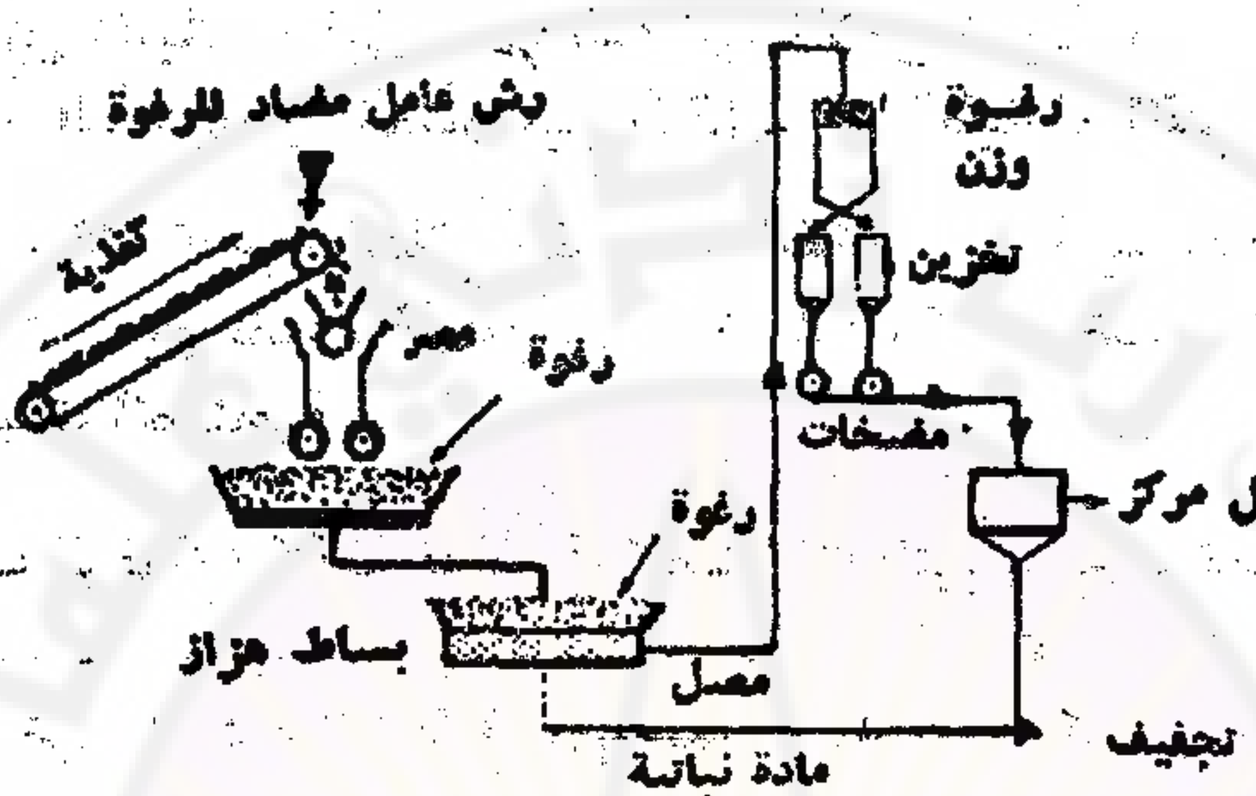
الشكل رقم ١٤ ـ ١٢ : مخطط بياني لمبدأ جهاز تقشير

ب ـ صناعات الاستخلاص :

ـ استخلاص الاعشاب والتجفيف :

يلاحظ خلال عملية الاستخلاص بوساطة عصر الاعشاب إنتاج كبير للرغوات في

أجهزة العصر . وللتخفيف من هذه الظاهرة يرش عامل مانع للرغوة على حزام التغذية بالأعشاب . ويضاف العامل المانع للرغوة أحياناً على مخرج جهاز العصر وفي « المصل» الخارج أو خلال عملية التثفيل المخصصة لإزالة الذرات الصلبة وأحياناً الى إبراج التكثيف (شكل رقم ١٤ ــ ١٣) .



شكل رقم ١٤ ــ ١٣ : مخطط بياني يبين موقع إضافة العوامل المانعة للرغوة في استخلاص الأعشاب

تضاف مانعات الرغوة بحدود ٠٤ ــ ٥٠ PPM من وزن الأعشاب المستخلصة .

ــ صناعة السكر :

يمكن تصنيف مانعات الرغوة المستعملة في صناعة السكر ضمن فئتين مميزتين :

- الفئة الأولى وتضم مانعات الرغوة التي تدخل في سير عملية التصنيع (استخلاص ، تنقية ، تبخير ، طبخ ...)
- الفئة الثانية وتضم مانعات الرغوة المستعملة في مياه التقطيع والنقل وكذلك في غسل الشوندر قبل تحويله الى شرائح .

سنعالج هنا منع تشكل الرغوة في صناعة السكر من الشوندر لأن استخلاص السكر من القصب السكري لا يولد عملياً رغوة .

يمكن أن تكون الأجهزة المستخدمة في الاستخلاص إما مستمرة أو متقطعة ، ويلاحظ ظهور رغوات غزيرة تبعاً لحالة نضج الشوندر وتبعاً للسنة وغيرها . وتزيد من هذه الظاهرة بدايات التخمرات التي يمكن أن تحدث خلال التخزين . وتشوش

عملية الاستخلاص بشكل كبير بظهور الرغوات التي تؤثر في مردود هذه العملية . وتستخدم مركبات الـ mœllon والـ dégras ، منذ سنوات ، كعوامل مانعة للرغوة إلا أنه منذ عشر سنوات توجه صانعو العوامل المانعة للرغوة نحو تصنيع مركبات بدءاً من جزيئات ناتجة عن الكيمياء الليبيدية (استرات الجليكول او البولي جليكول) مما سمح بالاستجابة بشكل فعال لتحطيم الرغوات والاقلال من نسب الاستعمال والتكاليف .

يجب على العوامل المانعة للرغوة المستعملة اثناء الاستخلاص أن تملك تأثيراً في الرغوات المقفلة والسطحية من جهة وأن تساعد على انزلاق الشرائح في اجهزة الاستخلاص من جهة اخرى . ويجب عدم إهمال تأثيرها الممكن في تكتل الشرائح المستخلصة وكذلك في عمليات البلورة وفي معاملات نقل الحرارة وفي التبخير (خفض استهلاك الطاقة او زيادته) وفي إزالتها نفسها عند التنقية حيث أن المواد المتبقية في السكر الناتج هي موضوع يقلق المستهلك .

تعد اماكن إضافة مانعات الرغوة من العوامل المحدّدة لفعالية هذه المواد والتي يمكن اضافتها اثناء الاستخلاص والى حوض الانتقال والى مياه العصر والى حوض ما قبل التبخير وقبل الترشيح واثناء التكليس Chaulage الابتدائي والتكليس والى حليب الكلس الحي حيث يلاحظ فيه ظهور رغوة في جهاز تمديده وفي حوض الإنضاج ويضاف في هذه المرحلة مانع الرغوة الى ماء تغذية جهاز التمديد .

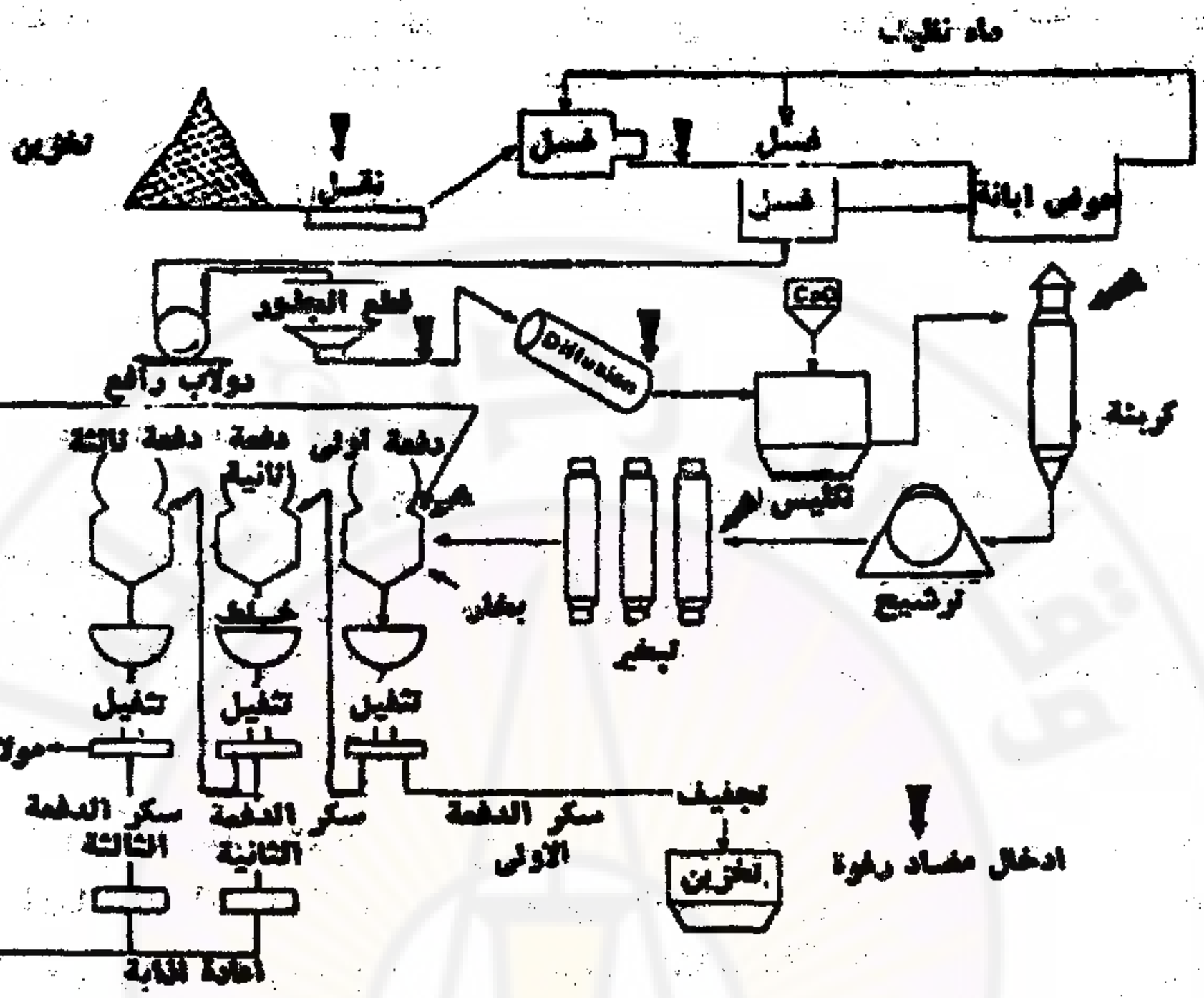
كان يستعمل سابقاً زبدة جوز الهند لحليب الكلس الحي عند إجراء الكربنة والتعقيد ، وقد استبدلت حالياً بعوامل مانعة للرغوة اكثر نشاطاً .

لا يتجاوز معدل استخدام العوامل المانعة للرغوة اثناء عمليات الاستخلاص ١٥ ـ ٢٠ PPM . بالنسبة لمعالجة المياه الموحلة ، يمكن إضافة مانع الرغوة الى حفرة الإبانة والى مياه الغسيل في حفرة الشوندر والى الدولاب الحامل للشوندر وغيرها . ويتم تقدير الكمية المراد إضافتها من العوامل المانعة للرغوة لكل طن من الشوندر المعامل.

يدل الشكل رقم (١٤ ـ ١٤) على اماكن الاضافة الممكنة للعوامل المانعة للرغوة خلال مراحل استخلاص السكر من الشوندر السكري .

ـ صناعات النشويات :

يستخلص النشا من نباتات مختلفة وبخاصة من الذرة والبطاطا . ويلاحظ ظهور الرغوة ، عند استخلاص النشا من الذرة ، منذ تقع البذور ، وتزداد هذه الرغوة



الشكل رقم ١٤ ــ ١٤ : مخطط بياني لمراحل استخلاص السكر من الشوندر السكري واماكن اضافة مانعات الرغوة

عند فصل النشا عن البروتينات . وتتشكل الرغوات ، عند استخلاص النشا من البطاطا ، في مراحل غسل البطاطا ونقلها ومن ثم اثناء البَشْر (التقشير) لحظة فصل الكسبة عن المياه المحملة بالأحماض الأمينية ذات التوتر السطحي القوي .

تضاف العوامل المانعة لتشكل الرغوة في هذه الصناعات عند التقل والنقع والغسل ، كما تضاف عند فصل الكسبة عن المياه ، وتمدد هذه العوامل غالباً الى ٥ او ١٠ ٪ في الماء ، ويقع معدل استعمالها بين ٥٠ و ١٠٠ PPM من حجم الاوساط المراد معاملتها .

جـ ــ صناعات التخمير والاصطناعات الحيوية :

يتم أثناء صناعات التخمير إنتاج الكثير من المركبات التي يمكن تصنيفها الى مواد وسيطة اولية وثانوية وانزيمات وهي تتضمن الكثير من المركبات المستعملة في التغذية

البشرية والحيوانية وكذلك في الصيدلة . وتستعمل هذه الصناعات مانعات الرغوة بكميات ليست بالقليلة .

ـ إنتاج الخميرة :

تستعمل الخمائر المنتجة على المستوى الصناعي في مجالات تصنيع الخبز والمعجنات وفي صناعة النبيذ والبيرة . وتتألف البيئات المستعملة لإنتاج هذه الخمائر من فضلات مصدرها بشكل رئيسي زراعي (مولاس ، نشا ، مصل حليب ، كسبة الفواكه) واحياناً فضلات صناعية (سوائل كبريتية مستخلصة من الخشب) .

تضاف العوامل المانعة للرغوة الى المخمرات بكميات متباينة . فعلى سبيل المثال يضاف لإنتاج الخمائر بدءاً من مصل الحليب كمية تتراوح بين ١ و ٢ بالألف من العامل المانع للرغوة ، الذي سبق وتمت بعثرته بنسبة ١٠ ٪ ، وذلك بالنسبة لحجم الوسط المراد معاملته . ويدخل المستحلب السابق آلياً في جهاز التخمير بوساطة مضخة مضبوطة بوساطة مسبار مستوى .

ـ إنتاج الأحماض العضوية :

يمكن انتاج الكثير من الاحماض العضوية عن طريق زرع بعض الأنواع الميكروبية على بيئات زرع خاصة وكذلك عن طريق تحلل السكريات او الاكسدة غير الكاملة لها (حمض الليمون ، حمض الجليكونيك ... الخ) او عن طريق نزع الهيدروجين بشكل غير كامل من الكحول بوجود الأوكسجين (حمض الخل) . ويمكن خلال مراحل التخمير المختلفة اضافة بعض العوامل التي تمنع تشكل الرغوة .

ـ الصناعات التقطيرية :

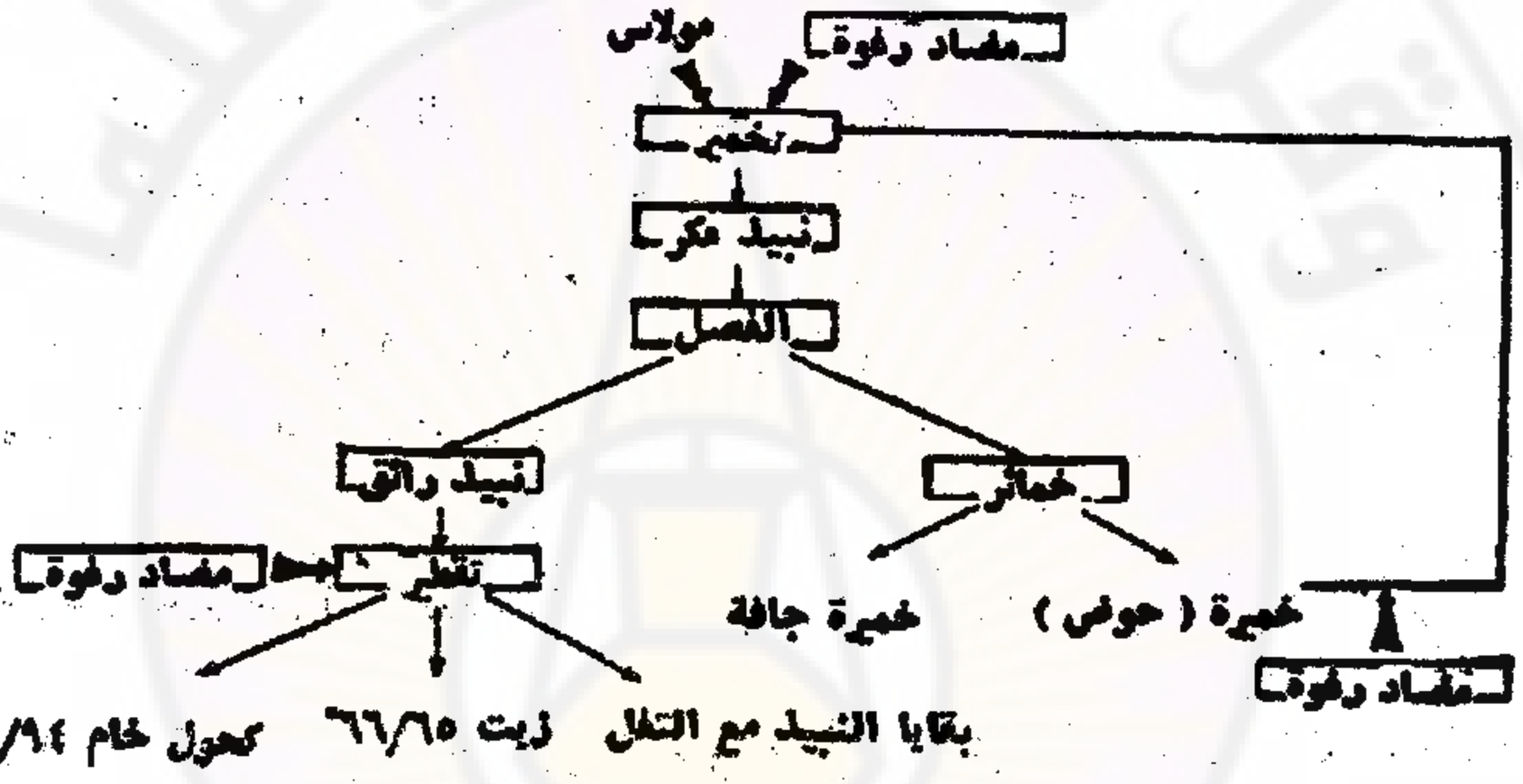
يستعمل الايتانول الناتج عن تخمير العصائر السكرية والمولاس بوساطة خميرة الـ Saccharomyces cerevisiae بكميات كبيرة لأغراض غذائية وطبية مختلفة.

● **بدءاً من عصير الشوندر** : عندما يكون جهاز التخمير متقطعاً ، يتم إدخال العامل المانع للرغوة الى القبان الذي يتم فيه وزن العصير المراد تخميره وذلك بمساعدة مضخة تعطي كميات محددة يتم التحكم بها بوساطة مؤقت او الى احواض التحضير المستخدمة لتمديد العصير او المولاس آلياً بحيث يتم الحصول على كثافة محددة . ويقاد العصير بعدها نحو احواض التخمير . ويمكن اضافة العامل المانع للرغوة أيضاً الى عمود التقطير .

● **بدءاً من العصير والمولاس :**

يضاف العامل المـانع للرغوة مباشرة الى أحواض الخلط قبل التخمير . ويجب ان تدوم فعاليته حتى مرحلة التقطير لتجنب الانسـداد . وتكون الـدورة في التخمير المستمر بحدود ١٨ الى ٢٠ طناً . ويضبط الـ pH بـين ٨ر٢ و ١ر٣ .

يلاحظ مقاطع من الرغوة عند حدوث تخمرات سيئة ممـا يحتم إدخـال كمية اضافية من العوامل المانعة للرغوة خلال العملية (شكل رقم ١٤ ــ ١٥) .



الشكل ١٤ ــ ١٥ : اضافة العوامل المانعة للرغوة في صناعة التقطير

عند تركيز باقي العصارة مع التفل ، يضاف مانع الرغوة في المرحلتين الثالثـة والرابعة من التبخير ، ويجب في هذه المرحلة عدم إزالة الهواء بشكل كامل من الوسط لان زيـادة اللزوجـة تعيق التركيز . ولا زالت مركبـات الـ dégras — mœllons مستعملة الى الآن إلا أنه بدىء تدريجياً باستبدالها بمانعات رغوة اكثر حداثة .

د ــ غسل الاجهزة ومعالجة المياه المتبقية :

من المعروف ان وجود البروتينات او منتجات تحطمها يقود الى ثبات الرغوات بخاصة عند وجود شوارد الكالسيوم .

يؤدي تواجد بروتين ومنظف وشوارد الكالسيوم معاً الى زيادة حساسية ليونة الطبقات الرقيقة مما يقود الى ثبات الرغوات واستقرارها ويجعل تحطيمها اكثر صعوبة .

يؤدي وجود الرغوات في المجاري وانابيب الدفع الى الاخلال بانتظام عمل اجهزة التنقية . وتمنع الرغوات السطحية التهوية الجيدة لسطح السوائل المتدفقة عن طريق إبطاء عملية التنقية . وهي تحد ايضاً وبنسبة كبيرة من التبادلات الغازية على السطوح البينية . وتقلل الرغوات المغلقة الحجوم المفيدة بشكل كبير في اجهزة الهضم . وتبطىء الرغوات المغلقة تسبخ المواد العالقة والاطيان وترسبها ، ويمكن ان تسبب طفوها على السطح والحد من تلامسها مع السوائل المتدفقة المعدة للتنقية .

يسمح استعمال العوامل المانعة للرغوة بتجنب تشكل الرغوات عند اضافتها قبل مرور الوسط المراد معاملته الى اجهزة التنقية . ويزيل استعمالها ايضاً الرغوات التي سبق وتشكلت .

رابعاً ـ العوامل المانعة للالتصاق

Les agents de démoulage

من الضروري إضافة مادة ما بين سطحي الغذاء في طور التحضير وحامله لمنع التصاقه ، وتلعب هذه الاضافة دور مادة مزلّقة lubrifiant ، وتكتسب عملية منع الالتصاق والاخراج من القالب اهمية كبيرة عند الانتاج بمعدلات عالية لأن عدم توافر الشروط المطلوبة يؤدي الى توقف خط الانتاج بكامله . لذلك تعد عملية النزع من القالب عملية ذات دور محدّد في سير العمل .

يجب أن يتم اختيار المواد المانعة للالتصاق المراد استعمالها تبعاً للظروف الفيزيائية والسطوح التي سوف تخضع لها هذه المواد ، ويجب أن يكون عامل منع الالتصاق مناسباً تماماً لكل حالة خاصة .

يتواجد الكثير من المركبات في السوق التجاري ، إلا انه توجد ايضاً مستحضرات منزلية يمكن استعمالها . ويجب أن تتميز جميع هذه المركبات بعدم تأثيرها في الطعم ، هذا بالنسبة للمركبات التجارية ، اما المستحضرات المنزلية فيمكن أن تعطي نكهات خاصة (مثال : شمع العسل مع الزيت والزبدة) . كما يجب ان تتميز العوامل المانعة للالتصاق المستعملة على المستوى الصناعي ، بالاضافة لعدم تأثيرها في الطعم ، بامتلاكها ناقلية حرارية جيدة وان تكون سهلة الاستعمال وغير ضارة .

١ ـ المواد المستعملة :

أ ـ المواد العضوية :

تستعمل أحيانا في صناعات الخبيز زيوت الفازيلين البيضاء من النوعية الجيدة الخالية من الرائحة والطعم ، كما تستعمل أيضا في صناعة الشوكولا .

يسمح في صناعة السكاكر باستعمال التالك talc بحدود ١ غ/كغ مادة منتجة شريطة أن تستعمل هذه المادة للرش على السطح فقط .

ب ـ المواد الدسمة النقية أو الخليطة وعوامل الاستحلاب :

تملك المواد الدسمة المستعملة نسبة من الاحماض الدهنية غير المشبعة . وهناك اتجاه لتصنيع مواد منع الالتصاق من الأجسام الدهنية المشبعة حيث يتم إضافة شمع النحل أو شموع اخرى . ويتضمن الخليط السابق مانعا للأكسدة وعامل استحلاب (الليستين أو احاديات الجليسريد) .

تستعمل السكريات الجليسريدية احيانا بكمية اقصاها ٢ ٪ لخواصها المانعة للالتصاق .

جـ ـ المكونات الصلبة الرذاذية :

يستعمل الطحين أو انواع مختلفة من النشا (رز ، ذرة .. الخ) في صناعة الخبز ، ويتم توزيع المساحيق بشكل جيد بوساطة رذاذ يعتمد على الكهرباء الساكنة ويستعمل النشا او التالك في صناعة السكاكر .

د ـ التغليف المعدني والسيليكوني :

يمكن في بعض الحالات ان يحل الإكساء المعدني محل العوامل المانعة للالتصاق :

ـ للمنتجات غير السكرية (الرقاقات المقلية المخصصة للحشي) ، ويسمح التلبيس الكرومي للقوالب للرقاقات بالانفصال تحت تأثير دفعة خفيفة بدون عامل مانع للالتصاق .

ـ للمنتجات السكرية ، المطبوخة في القوالب ، يمكن استعمال الرانتجيات

السيليكونية المحضرة بوساطة الحلمأة أو التكاثف المتعدد لأحاديات أو ثنائيات أو ثلاثيات كلوروسيلان chlorosilanes أو رباعي كلور السيليسيوم . وتكيف هذه الراتنجيات مع مختلف مجموعات الأغذية المطبوخة تبعاً لمحتواها من السكر . ويجب أن لا تمزج مع الزيوت السيليكونية التي يُحظَّر استعمالها في التغذية . وللوصول الى فعالية عالية لهذا التغليف ولإطالة عمره ، من المفضل استعمال كميات ضئيلة جداً من احد عوامل منع الالتصاق التقليدية .

٢ ـ عدم الضرر :

يمكن عد المكونات الداخلة في تركيب مختلف مانعات الالتصاق غير مؤذية بالحدود المستعملة فيها :

ـ زيت الفازيلين والتالك هي مكونات خاملة ، وهي ذات نقاوة مسموح بها في دستور الأدوية .

ـ الاضافات المدموجة مع المواد الدسمة ، ويسمح باستعمالها في الصناعات المتخصصة (عوامل استحلاب ، مانعات اكسدة) .

ـ يسمح باستعمال الراتنجيات السيليكونية في صناعة الأدوات المنزلية .

إن الكميات المستعملة من مانعات الالتصاق هي ضعيفة جداً دائماً وهي بحدود ٥ر٠ ٪ .

خامساً ـ المساعدات التقانية الاخرى

Les auxiliaires technologiques divers

١ ـ المواد المساعدة على الغسيل والتقشير :

٢ ـ مواد غسل الفواكه والخضار :

يتم الغسل باستعمال ماء الشرب بغزارة . ويجري غسيل الخضار المستهلكة طازجة (للسلطة بشكل رئيسي) في حوض يحوي على ماء مضاف له كمية ضعيفة جداً من ماء جافيل للقضاء على الديدان الطفيلية والخلايا الميكروبية .

ـ **غسل العنب :** يسمح بغسل العنب المهيأ لصناعة العصير بوساطة لوريل

سلفات الامونيوم ($CH_3 - (CH_2)_{10} - CH_2 - O - SO_3 NH_4$) بمحلول تركيز ١ ٪ شـريطة غسل العنب لاحقاً بالمـاء بحيث لا يتجاوز المحتوى المتبقي في العصير ٥ر٠ ملغ/لتر .

ـ غسـل الشوندر :

يجب غسل الشوندر السكري قبل مروره على آلات تقطيع الجذور لينجزأ الى شرائح . ويجب تجنب التلوثـات والروائح السيئة . ويستعمل في مكان الغسل مـاء مضاف له مطهر ومانع رغوة وأحياناً مركبات للمساعدة عـلى الاستخلاص . ويضاف الفورمالدهيد (الفورمول) كمادة مطهرة بكمية تقدر بـ ٣٥٠ غ لكل طن من الشوندر . ويتحول الفورمالدهيد لاحقاً أثناء العمليات التي يخضع لها العصير الى احماض عضوية يتم إزالتها بالتنقية .

ب ـ مواد غسل المصارين (الأمعاء) المعدة للاستهلاك :

المصارين هي أمعـاء الخروف والبقـر والحصان التي خضعت لعمليـة بهدف استعمالها كغلاف للنقانق ولبعض الوجبات الاخرى . وتوجـد مجموعة من المـواد المسموح باستعمالها في غسيل المصارين نذكر منها : حمض الخل وأملاحه القلوية ـ حمض الليمون وأملاحه القلويـة ـ حمض اللبن وأملاحه القلوية ـ حمض الطرطريك وأملاحه القلوية ـ كبريتات الألمنيوم والبوتاسيوم (الشبة alun) ـ حمض الاسكوربيك ممزوجاً مع الخل ـ كربونات الصوديوم ـ المـاء الاوكسجيني ـ ماء جافيل ـ CMC ثاني اوكسيد الكبريت ـ Pimaricine .

لا يسمح باستعمال البيماريسين المضاد للفطور إلا اذا كانت المصارين مخصصة للاستعمال كأغلفة للنقانق الجافة . حيث يتم نقع المصارين لمدة / ٣٠ / دقيقة في درجة حرارة ٣٠ر٠م وفي محلول يحتوي على ٢٥٠ ملغ/كغ .

لا يؤدي هذا الغسيل للمصارين الى بقاء آثار من المركبات المستعملة عليها .

جـ ـ مواد تقشير الفواكه والخضار :

يمكن ان يتـم تقشير البطاطا والجـزر والشوندر واللفت والـدراق والمشمش وغيرها على المستوى الصناعي بوساطة طرائق كيميائية . وقد دخلت مـواد اخرى في

الاستعمال الى جانب الصودا وكربونات الصوديوم المستعملة سابقاً ، ومن هذه المواد احادي ايتانول امين وفوسفات ثنائي الأمونيوم وثلاثي فوسفات الصوديوم .

تستعمل المواد المساعدة في التقشير بنسب تتراوح بين ١ و ٣ ٪ ، وتحدد درجة الحرارة (٧٠ ـ ٩٠م) ومدة الحمام (٥ ـ ١٠ دقائق) تبعاً لنوع الخضر او الفاكهة وتبعاً لنوع مادة المعاملة .

يجب القيام بالغسيل الشديد بالماء لإزالة مواد التقشير . ويتراوح المحتوى المتبقي المسموح بـه في الفواكه والخضر بين ٥ و ١٠٠ ملغ/كغ .

٢ ـ العوامل المزيلة للون :

يسمح باستعمال السلفيت لإزالة لون الفواكه جزئياً وتبييض الفطر عندما تكون هذه المنتجات معدة للحفظ بطريقة التعقيم . كما يسمح بتبييض بعض أنواع السمك كسمك المور المملح بالسلفيت وبمعدل ١٠٠ ملغ/١٠٠ غ . ويتم التخلص من السلفيت عند نقع السمك بغرض إزالة الملح قبل الاستهلاك .

تستعمل العوامل المزيلة للون أيضاً في إزالة اللون الأصفر عند إنتاج الدقيق . وتؤدي اضافة العوامل المزيلة للون الى تحسين جودة الخبيز الناتج . ومن العوامل التي اعتمد استعمالها كمزيلات للون نذكر :

Cl_4 , ClO_2 , NO Cl , NO_2 , N_2O_4

المصطلحات الانكليزية

A

Acidity Regulator	منظم حموضة
Anticaking	مضاد تجمع
Antifoaming	مضاد رغوة
Antioxidant	مضاد اكسدة
Aerating agent	عامل اشباع بالهواء (تهوية)
Approved colors	الوان معتمدة
Aroma	أروما ، زيت عطري طيّار
Absolute	مطلق (عطر)

B

Batters	روبة من الدقيق مع مواد اخرى
Bleaching	تبييض
Bodying agent	عامل كثافة القوام
Bulking	مـلء
Birefringence	كاسر ، انكساري
Bay	غـار
Bergamont	برغموت

C

CAC	هيئة دستور الأغذية
Camphor	كافـور
Candied fruits	فاكهة مجففة مشبعة بالسكر
Coating agent	عامل تغليف
Colour	لـون
Colour Retention	المحافظة على اللون
Colourants	الملونـات (هي الأصبغة والصبغات)
Conditioner	مكيّف
Concrete oil	عجينة الزيت العطري الخام

Consistency	تماسك ، إتّساق
Cohbation	استرجاع الزيت العطري من ماء التقطير
Candied fruit	فاكهة مجففة بالسكر
Chelation	تمخلب
Curing agents	عوامل الانضاج

D

Dough strengtheners	مقوّيات العجينة
Dough nuts	كعك مقلي بالدهن
Dye (s)	صبغ ، أصبغة (أصباغ)

E

Enriched	اغناء
Encapsulating agent	عامل تشكيل الكبسولات
Enhancers	معززات
Evaluation	تقييم
Essential oils (essences)	زيوت عطرية طيّارة
Elherial oils	
Extrait	مستخلص
Extensibility	قابلية التمدد او البسط
Enfleurage process	طريقة استخلاص العطور بالدهون

F

Flavour	نكهة
Flavour enhancer	معزّز نكهة
Flavour Reversion	ارتداد النكهة
Firming Agent	عامل تمتين
Flocculating Agent	عامل تشكل الندف (تحوصب)
Form stabilizer agent	عامل مثبت للشكل
Formulation aids	مساعدات تنفيذ الصيغة
Flour treating agents	عوامل معالجة الدقيق
Fragrance	اريج عطري ، عطر
French Fries food	اغذية مقلية
Florentina	وعاء فصل الزيت
Fortified	تدعيم

G

Gel	هـلام
Gilling Agent	عامل مهلّم
Glazing Agent	عامل صقّل (طلّي)
GRAS	المواد المضافة السليمة عامة
Genet	نبات الريّاح (الزريقاء)
Ginger	زنجبيـل
Galangal	خولنجان صغير
Geranium	ابرة الراعي (جاروفيه في مصر)
Geranium, mint	اقحوان
Gherkin	خيار المخلل الصغير
Gherkin, bur (Cucumis anguria)	قثـاء انتيليـا

H

Horsehound (Marrubium Vulgare)	فراسيون
Horse radish (cochlearia armoracia)	فجل الخيل ، خردل الألمان
Horse radish tree (Moringa pterygos perma)	شـوح ، بـان
Horse - bean (faba vulgaric, var. equina)	فول الخيل ، فول مصري صغير الحب
Humectant	عامل مرطّب
Hydrocolloid	غرويات مائيـة
Hyssop (Hyssopus officinalis)	زوفـيا ، اشنان داوود

I

Icing	طبقة سكر تغطي منتجات المخابز (مكونة من سكر وزبدة وحليب وبيض)
Icing Sugar	سكر ناعم ذروري
Improver	محسـن

M

Marigold, pot (Calendula officinalis)	اقريون الحدائق
Margoram (Origanum majorama)	مردقوش ، عتره
Melding salts	املاح تجانس

Molding agent	عامل قولبه (تشكّل)
Mutagenic	طـافر

N

Neroli	زيت النارولي ، عطر من زهر البرتقال

O

Oleoresins	راتنجيات زيتيـة
Orris	سوسن فلورنسي

P

Plasticizer	ملدّن (يجعله لدناً او مطواعاً)
Propellant	طـارد ، دافـع
Pigments	صبغات (صبغة)
Protective colloid	غروي حماية
Processing aids	مساعدات التصنيع
Perfumes	عطر مركّز قوي
Pomade	مرهم عطري ، دهن عطري
Peppermint	نعنع فلفلي
Puddings powder	مساحيق حلوى بودنغ
Pimento,	الفلفل الحلو

R

Raising Agent	عامل رافع
Rancidity	تزنـخ
Retrograde	تقهقر
Rinds	فصوص عصيرية

S

Sage (Salvia Officinalis)	مريمية
Sacs	اكيـاس
Savoy (Brassica Oleracea)	كرنب سافوي

Sequestrants	مواد قانصة (لاقطة)
Spearmint (Mentha spicata)	نعنع سنبلي (بلدي)
Sealing agent	عامل اغلاق
Slurry	رَوْبة
Softening	ليونة
Snacks	مأكولات خفيفة جاهزة
Stabilizer	عامل استقرار
Surface active agents	عوامل النشاط السطحي
Surface finishing agents	عوامل الانتهاء السطحية
Syneresis	تساحب
Synergists	مآزرات
Sesquiterpenes	تربينات مضاعفة مرة ونصف
Seasoning	تتبيل

T

Terpenes	تربينات
Terpenless oil Terpenfree oil	زيت خالي التربين
Terpenoids	مركبات تربينية ، اشباه التربن
Thickening Agent	عامل مثخن
Thickeners	مثخنات
Texturizer	عاطي البنية
Tincture	صبغة
Tamarind (tamarindus indica)	تمر هندي
Tarragon (Artemisia dracunculus)	طرخون
Teratogenic	ماسخ

V

Volatile oil	زيوت عطرية (طيّارة)

W

Wetting Agent	عامل مبلل
Whipping agent	عامل خفق
Worm wood (Artemisia herta alba)	الشيح

المصطلحات العلمية الفرنسية

A

Acidité	الحموضـــة
Acide organique	حمض عضوي
Acidifiant	محمّض
Acidification	تحميض
Activité	نشـــاط
Activité de l'eau	نشـاط مـــائي
Additifs conservateurs	اضـافات حافظة
Affinité	الألفـــة
Agent	عامـــل
Agents antimicrobiens	عوامل مضادة للميكروبات
Agents antimousses	عوامل مضادة للرغوة (مانعة لتشكل الرغوات)
Agents antioxydants	عوامل مضـادة للأكسـدة
Agents conditionnants	عوامل تكييف
Agents de démoulage	عوامل منع الالتصاق
Agents humectants	عوامل مرطّبة
Agents hygroscopiques	عوامل ماصـة للرطوبة
Agents plastifiants	عوامل ليونـــة
Agents sequestrants	عوامل قانصة
Agents de texture	عوامل بنـــاء
Agglomération	تجمع ، تكتل
Aigre - doux	طعـــم مـــزا
Amorphe	لا متبـــلور
Amphiphiles (amphipathiques)	صفة حب الطورين المتضادين (المتنافرين)
Anémie	فقر الـــدم
Antiagglomérants	مواد مانعة للتكتل أو التجمع
Antibiotiques	مضادات حيويـــة
Antirassissants	مانعات القساوة أو البيات
Arrière goût	طعـــم خلفي
Assimilable	قابل للتمثل
Autoxydation	الأكسدة الذاتية

Auxiliaires	مساعدات
Auxiliaires technologiques	مساعدات تقنية (تصنيعية)

B

Biscuiterie	صناعة البسكويت
Blanchiment	إزالةاللو ن ، التبييض
Boissons	مشروبات
Brasserie	صناعة البيرة

C

Carence	عوز ، فاقة
Carence nutritionnelle	فاقة تغذوية
Cataliseurs	محفزات
Ceréales	حبوب
Chaulage	تكليس
Chélateurs	مخلبات
Clarifiant (agent)	عامل ترويق
Clarification	ترويق
Coalescence	إندماج (جزيئات المادة)
Collage	ترويق
Colorants	ملونات
Complexation	تعقيد
Configuration	توضع فراغي
Confiserie	صناعة السكر
Consommateurs	المستهلكين
Crème glacée	القشدة المثلجة

D

Décantation	الإبانة
Degré	درجة
Degré de chélation	درجة التخلب
Démoulage	منع الالتصاق
Denrée alimentaire	مواد غذائية
Déshydratation	نزع الماء
Dessiccation	(إزالة الرطوبة) التجفيف

	E	
Diététique		علم التغذية
Dispersibilité		قابلية التبعثر
Distillerie		صناعة التقطير
Durcissement		التقسية
Eau		ماء
Eau oxygénée		ماء أوكسجيني
Edulcorants		المحليات
Efficacité		فعالية
Elasticité		المطاطية ، المرونة
Emulsifiants		مواد استحلاب
Emulsion		مستحلب
Energie		طاقة
Enrichissement		إغناء
Enzyme		أنزيم
Epaississants		مسمكات
Epices		بهارات
Epuration		تنقية (تصفية)
Extraction		استخلاص
	F	
Féculerie		صناعة النشويات
Fer		حديد
Floculants		عوامل تسبئخ
Floculation		التسبئخ
Foisonnement		انتفاش ، انتفاخ
Fortification		تعزيز
Fraction molaire		الكسر الجزيئي الجرامي
Friabilité		قابلية التفتت
Fumage		التدخين
Fumée		الدخان
	G	
Gélifiants		مهلمات

Gélification	التهلّم
Glucides	السكريات
Glucoserie	صناعة الجليكوز
Goitre	تضخم الغدة الدرقية

H

Hémochromatose	مرض زيادة نسبة الحديد
Hydratation	إماهة ، تميه
Hydrocolloides	الغرويات المائية
Hydrolyse	تحلل مائي ، حلمأة
Hydrolyse acide	حلمأة حامضية
Hydrophile	محب للماء
Hydrophobe	كاره للماء

I

Imbibition	التشرّب ، التبلل
Inactive	غير نشيط ، غير فعّال
Indice chimique	الدليل الكيميائي
Inhibition	تثبيط
Insoluble	عديم الذوبان، عديم الانحلال
Interaction	تفاعل
Interface	السطح البيني
Ion	شاردة

L

Lactose	سكر اللبن
Lait	حليب
Lard	شحم الخنزير
Lavage	غسل
Législations	تشريعات
Levurerie	مصنع إنتاج الخميرة
Lubrifiants	مواد مزلقة

M

Malterie	صناعة المالت

Masse moléculaire	الوزن الجزيئي
Matières grasses	المواد الدسمة (الدهنية)
Mésophase	الطور الوسيطي
Métastable	شبه مستقر
Mesure	تقدير ، قياس
Miscelle	مزيلة
Miscelles colloîdales	مزيلات غروية
Mouillants	مخفّضات الضغط (صفة مواد تقوم بخفض ضغط السائل ليصبح أسهل نفاذاً)
Mousse	رغوة
Mouvement	حركة

N

Neurotoxine	سم عصبي
Nutrition	تغذية
Nutritonnel , elle	تغذوي

O

Osmose	إرتشاح غشائي
Ovalbumine	ألبومين البيض

P

Pain	خبز
Pâtisserie	صناعة الحلويات
Perte	فقد
Piquant	حريف ، حار
Plasticité	اللدونة
Polymérisation	البلمرة
Polymorphe	متعدد الأشكال
Polyols	متعددات الهيدروكسيل
Precipitation	الترسيب الكيميائي
Produit	مادة منتجة ، ناتج
Produits de cuisson	منتجات الخبيز (الخبز)
Protéolyse	حلماة البروتينات

R

Racémique	عديم الفاعلية البصرية
Rachitisme	مرض الكساح
Raffinage	تكرير
Rassissement	قساوة (بيات الخبز)
Régime	حمية
Réglisse	عرق السوس
Répulsion	التناقر
Résine	راتنج
Restauration	الترميم
Rétention	إمساك ، حجز
Rétention de l'eau	إمساك الماء
Rétrogradation	تقهقر
Rupture	انقطاع ، انفصال

S

Salaison	التمليح ، التقديد
Sapidité	مذاقية (صفة المذاق او الطعم)
Sauce	مرق التوابل ، صلصة
Sédimentation	ترسب
Seuil gustatif	العتبة الذوقية
Solvants	مذيبات ، محلات
Stabilisants	مثبتات
Stabilité	ثبات ، استقرار
Standardisation	معايرة
Stérique	فراغي
Sucrérie	مصنع سكر
Supplémentation	اضافة
Surcollage	الترويق الزائد
Surfactant	عامل خافض للتوتر السطحي
Synérèse	انفصال (انفصال الأطوار)

T

Tannins	مواد عفصية
Tendreté	طراوة
Thermostable	ثابت حراريا

Toxicité	السمية
Tranchage	التقطيع الى شرائح
Transestérification	الاسترة الناقلة
Valeur	قيمة
Viscosité	اللزوجة
Vitaminisation	اضافة الفيتامين

المراجـع

— CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. (1977)
Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments.
Vol. 1 et 2. , Tech. et Doc. (LAVOISIER), Paris

— Codex alimentarius Commission FAO/WHO , Alinorm 89/12 A,
joint FAO/WHO Food standard programme.

— DOUBLIER, J. L. (1977) agents émulsifiants alimentaires :
structure chimique, modes d'actions, applications . Actualités
scientifiques et techniques en I. A. A., n° 12, LAVOISIER — CDIUPA ,
Paris.

— FRAZIER, W. C. ; Westhoff, D. C. (1978) Preservation by
food additives . in : Food microbiology. Mc Graw - Hill Book
Co. , pp. 154 — 170.

— FURIA, T. E. (1972) Handbook of food additives, CRC, Ohio.

— GAERTNER, H.; LUPI, N.; PUIGSERVER, A. (1982).
Greffage Covalent d'aminoacides essentiels sur les protéînes
alimentaires : Conséquences nutritionnelles. le lait, 62, 578-599.

— GUERIN, B. et al. (1978) les sirops (saccharose, glucose, fructose et
autres édulcorants) . série synthèses bibliographiques, APRIA, n° 18,
pp 13 — 23 .

— GUILBERT, S.; CHEFTEL, J. C. (1982) influence de la gélification
et de l'émulsification sur l'activité de l'eau d'aliments modèles à

humidité intermédiaire. Sciences des aliments, 2, (numéro hors série II), pp. 43 — 52 .

— MULTON, J. L. (1984) Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro - alimentaires . Tech. et Doc. (LAVOISIER) — APRIA, Paris.

— RIVIERE, J. (1975) applications industrielles de la microbiologie , Masson et Cie, pp. 152 — 194 , Paris.

— Tome, D.; BIZOT, H. (1978) les aliments à humidité intermédiaire. APRIA, serie synthèses bibliographiques n° . 16, p 299.

— WATIER, B. (1982) Enquête alimentaire : quelques résultats sur les vitamines. Sciences des aliments, 2. , hors série II, 243 — 246.

المختصرات والرموز

AOAC : association of official analytical chemists

رابطة المحللين الكيميائيين الرسميين

Aw : activité de l'eau — النشاط المائي

BHA : bulylhydroxyanisol

BHT : butylhydroxy - toluène

CEE : Communauté economique Européenne

CMC : carboxymethylcellulose

D.E : degré d'estérification — درجة الاسترة

DJA : dose journalière admissible — الجرعة اليومية المسموحة

EDTA : ethylenediaminetetra - acetate

ER : équivalent - rétinol — معادل الريتينول

FAO : Food and agriculture organization of the United nations.

منظمة الاغذية والزراعة العالمية

ISO : international standard organization

المنظمة الدولية للمقاييس

WHO : World health organization — منظمة الصحة العالمية

الملحق رقـم (١)

جدول بالترقيم العالمي للمواد المضافة المسموح استعمالها في الاغذية ، مرتباً وفق تسلسل ارقامها . ماخوذ من لجنة دستور الاغذية للمواد المضافة والملوثات (ALINORM 89/12 A)

International Numbering System.

LIST IN NUMERICAL ORDER

INS No.	NAME OF FOOD ADDITIVE	TECHNICAL FUNCTION(S)
100	CURCUMINS	Colour
	(i) Curcumin	
	(ii) Turmeric	
101	RIBOFLAVINS	Colour
	(i) Riboflavin	
	(ii) Riboflavin 5' - phosphate sodium	
102	TARTRAZINE	Colour
103	ALKANET	Colour
104	QUINOLINE YELLOW	Colour
107	YELLOW 2G	Colour
110	SUNSET YELLOW FCF	Colour
120	CARMINES	Colour
121	CITRUS RED 2	Colour
122	AZORUBINE	Colour
123	AMARANTH	Colour
124	PONCEAU 4R	Colour
125	PONCEAU SX	Colour
127	ERYTHROSINE	Colour
128	RED 2G	Colour
129	ALLURA RED AC	Colour
131	PATENT BLUE V	Colour
132	INDIGOTINE	Colour
133	BRILLIANT BLUE FCF	Colour
140	CHLOROPHYLLS	Colour
141	COPPER CHLOROPHYLLS	Colour
	(i) Chlorophyll copper complex	
	(ii) Chlorophyllin copper complex, sodium and potassium salts	
142	GREEN S	Colour
143	FAST GREEN FCF	Colour
150a	Caramel I - plain	Colour
150b	Caramel II - caustic sulphite process	Colour
150c	Caramel III - Ammonia process	Colour
150d	Caramel IV - Ammonia-sulphite process	Colour

151	BRILLIANT BLACK PN	Colour
152	CARBON BLACK (hydrocarbon)	Colour
153	VEGETABLE CARBON	Colour
154	BROWN FK	Colour
155	BROWN HT	Colour
160a	Carotenes	Colour
	(i) Beta-carotene (synthetic)	"
	(ii) natural extracts	
160b	Annatto extracts	"
160c	Paprika oleoresins	"
160d	Lycopene	"
160e	Beta-apo-carotenal	"
160f	Beta-apo-8'-carotenoic acid, methyl or ethyl ester	"
161a	Flavoxanthin	"
161b	Lutein	"
161c	Kryptoxanthin	"
161d	Rubixanthin	"
161e	Violoxanthin	"
161f	Rhodoxanthin	"
161g	Canthaxanthin	"
162	BEET RED	"
163	ANTHOCYANINS	"
	(i) Anthocyanins	"
	(ii) Grape skin extract	"
	(iii) Blackcurrant extract	"
166	SANDALWOOD	Colour
170	CALCIUM CARBONATES	Surface colourant, anticaking agent, stabilizer
	(i) Calcium carbonate	
	(ii) Calcium hydrogen carbonate	
171	TITANIUM DIOXIDE	Colour
172	IRON OXIDES	Colour
	(i) Iron oxide, black	
	(ii) Iron oxide, red	
	(iii) Iron oxide, yellow	
173	ALUMINIUM	Colour
174	SILVER	Colour
175	GOLD	Colour
180	LITHOL RUBINE BK	Colour
181	TANNINS, FOOD GRADE	Colour
182	ORCHIL	Colour
200	SORBIC ACID	Preservative

Note - The chemical names given by alphabetical identification in brackets ((i), (ii), (iii), etc)throughout this list identify the actual food additives with separate specifications which are included under the more descriptive name as shown opposite the identification number.

201	SODIUM SORBATE	Preservative
202	POTASSIUM SORBATE	Preservative
203	CALCIUM SORBATE	Preservative
209	HEPTYL p-HYDROXYBENZOATE	Preservative
210	BENZOIC ACID	Preservative
211	SODIUM BENZOATE	Preservative
212	POTASSIUM BENZOATE	Preservative
213	CALCIUM BENZOATE	Preservative
214	ETHYL p-HYDROXYBENZOATE	Preservative
215	SODIUM ETHYL P-HYDROXYBENZOATE	Preservative
216	PROPYL-p-HYDROXYBENZOATE	Preservative
217	SODIUM PROPYL p-HYDROXYBENZOATE	Preservative
218	METHYL p-HYDROXYBENZOATE	Preservative
219	SODIUM METHYL p-HYDROXYBENZOATE	Preservative
220	SULPHUR DIOXIDE	Preservative, antioxidant
221	SODIUM SULPHITE	Preservative, antioxidant
222	SODIUM HYDROGEN SULPHITE	Preservative, antioxidant
223	SODIUM METABISULPHITE	Preservative, bleaching agent, antioxidant
224	POTASSIUM METABISULPHITE	Preservative, antioxidant
225	POTASSIUM SULPHITE	Preservative, antioxidant
226	CALCIUM SULPHITE	Preservative, antioxidant
227	CALCIUM HYDROGEN SULPHITE	Preservative, antioxidant
228	POTASSIUM BISULPHITE	Preservative, antioxidant
230	DIPHENYL	Preservative
231	ORTHO-PHENYLPHENOL	Preservative
232	SODIUM O-PHENYLPHENOL	Preservative
233	THIABENDAZOLE	Preservative
234	NISIN	Preservative
235	PIMARICIN (NATAMYCIN)	Preservative
236	FORMIC ACID	Preservative
237	SODIUM FORMATE	Preservative
238	CALCIUM FORMATE	Preservative
239	HEXAMETHYLENE TETRAMINE	Preservative
240	FORMALDEHYDE	Preservative
242	DIMETHYL DICARBONATE	Preservative
249	POTASSIUM NITRITE	Preservative, colour fixative
250	SODIUM NITRITE	Preservative, colour fixative
251	SODIUM NITRATE	Preservative, colour fixative
252	POTASSIUM NITRATE	Preservative, colour fixative
260	ACETIC ACID GLACIAL	Preservative, acidity regulator
261	POTASSIUM ACETATES	Preservative, acidity regulator
262	SODIUM ACETATES (i) Sodium acetate (ii) Sodium diacetate	Preservative, acidity regulator, sequestrant
263	CALCIUM ACETATE	Preservative, stabilizer, acidity regulator
264	AMMONIUM ACETATE	Acidity regulator
265	DEHYDROACETIC ACID	Preservative
266	SODIUM DEHYDROACETATE	Preservative

270	LACTIC ACID (L-, D- and DL-)	Acidity regulator
280	PROPIONIC ACID	Preservative
281	SODIUM PROPIONATE	Preservative
282	CALCIUM PROPIONATE	Preservative
283	POTASSIUM PROPIONATE	Preservative
290	CARBON DIOXIDE	Carbonating agent, packing gas
296	MALIC ACID (DL-)	Acidity regulator
297	FUMARIC ACID	Acidity regulator
300	ASCORBIC ACID (L-)	Antioxidant
301	SODIUM ASCORBATE	Antioxidant
302	CALCIUM ASCORBATE	Antioxidant
303	POTASSIUM ASCORBATE	Antioxidant
304	ASCORBYL PALMITATE	Antioxidant
304	ASCORBYL STEARATE	Antioxidant
306	MIXED TOCOPHEROLS CONCENTRATE	Antioxidant
307	ALPHA-TOCOPHEROL	Antioxidant
308	SYNTHETIC GAMMA-TOCOPHEROL	Antioxidant
309	SYNTHETIC DELTA-TOCOPHEROL	Antioxidant
310	PROPYL GALLATE	Antioxidant
311	OCTYL GALLATE	Antioxidant
312	DODECYL GALLATE	Antioxidant
313	ETHYL GALLATE	Antioxidant
314	GUAIAC RESIN	Antioxidant
315	ISOASCORBIC ACID	Antioxidant
316	SODIUM ISOASCORBATE	Antioxidant
317	POTASSIUM ISOASCORBATE	Antioxidant
318	CALCIUM ISOASCORBATE	Antioxidant
319	TERTIARY BUTYLHYDROQUINONE	Antioxidant
320	BUTYLATED HYDROXYANISOLE	Antioxidant
321	BUTYLATED HYDROXYTOLUENE	Antioxidant
322	LECITHINS	Antioxidant, emulsifier
323	ANOXOMER	Antioxidant
324	ETHOXYQUIN	Antioxidant
325	SODIUM LACTATE	Antioxidant synergist, humectant, bodying agent
326	POTASSIUM LACTATE	Antioxidant synergist, acidity regulator
327	CALCIUM LACTATE	Acidity regulator, flour treatment agent,
328	AMMONIUM LACTATE	Acidity regulator, flour treatment agent
329	MAGNESIUM LACTATE	Acidity regulator, flour treatment agent,
330	CITRIC ACID	Acidity regulator, antioxidant, sequestrant
331	SODIUM CITRATES	Acidity regulator, sequestrant,
	(i) Sodium dihydrogen citrate	Emulsifier, stabilizer
	(ii) Disodium monohydrogen citrate	
	(iii) Trisodium citrate	

	332	POTASSIUM CITRATES (i) Potassium dihydrogen citrate (ii) Tripotassium citrate	Acidity regulator, sequestrant, stabilizer
	333	CALCIUM CITRATES	Acidity regulator, firming agent, sequestrant
	334	TARTARIC ACID (L(+)-)	Acidity regulator, sequestrant, antioxidant synergist
1/	335	SODIUM TARTRATE	Stabilizer, sequestrant
2/	336	POTASSIUM TARTRATE	Stabilizer, sequestrant
	337	POTASSIUM SODIUM TARTRATE	Stabilizer, sequestrant
	338	ORTHOPHOSPHORIC ACID	Acidity regulator, antioxidant synergist
	339	SODIUM PHOSPHATES (i) Monosodium orthophosphate (ii) Disodium orthophosphate (iii) Trisodium orthophosphate	Acidity regulator, sequestrant, emulsifier, texturizer, stabilizer, water retention agent
	340	POTASSIUM PHOSPHATES (i) Monopotassium orthophosphate (ii) Dipotassium orthophosphate (iii)Tripotassium orthophosphate	Acidity regulator, sequestrant, Water retention agent
	341	CALCIUM PHOSPHATES (i) Monocalcium orthophosphate (ii) Dicalcium orthophosphate (iii) Tricalcium orthophosphate	Acidity regulator, flour treatment agent, firming agent, texturizer, raising agent, anticaking agent
	342	AMMONIUM PHOSPHATES (i) Monoammonium orthophosphate (ii) Diammonium orthophosphate	Acidity regulator, water retention agent flour treatment agent
	343	MAGNESIUM PHOSPHATES (i) Monomagnesium orthophosphate (ii) Dimagnesium orthophosphate (iii) Trimagnesium orthophosphate	Acidity regulator, anticaking agent,
	350	SODIUM MALATES (i) Sodium hydrogen malate (ii) Sodium malate	Acidity regulator, humectant
	351	POTASSIUM MALATES (i) Potassium hydrogen malate (ii) Potassium malate	Acidity regulator
	352	CALCIUM MALATES (i) Calcium hydrogen malate (ii) Calcium malate	Acidity regulator
	353	METATARTARIC ACID	Acidity regulator
	354	CALCIUM TARTRATE	Acidity regulator
	355	ADIPIC ACID	Acidity regulator
	356	SODIUM ADIPATES	Acidity regulator
	357	POTASSIUM ADIPATES	Acidity regulator
	359	AMMONIUM ADIPATES	Acidity regulator
	363	SUCCINIC ACID	

1/ Sodium tartrates; (i) Monosodium tartrate; (ii) Disodium tartrate

2/ As above

436	POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN TRISTEARATE	Emulsifier, dispersing agent
440	PECTINS	Thickener, stabilizer, gelling agent
442	AMMONIUM SALTS OF PHOSPHATIDIC ACID	Emulsifier
443	BROMINATED VEGETABLE OIL	Emulsifier, stabilizer
444	SUCROSE ACETATE ISOBUTYRATE	Emulsifier, stabilizer
445	GLYCEROL ESTER OF WOOD ROSIN (i) glycerol abietate (ii) ester gum	Emulsifier, stabilizer
450	DIPHOSPHATES (i) Disodium diphosphate (ii) Trisodium diphosphate (iii) Tetrasodium diphosphate (iv) Dipotassium diphosphate (v) Tetrapotassium diphosphate (vi) Dicalcium diphosphate (vii) Calcium dihydrogen diphosphate (viii) Dimagnesium diphosphate	Emulsifier, stabilizer, acidity regulator, raising agent, sequestrant, water retention agent
451	TRIPHOSPHATES (i) Pentasodium triphosphate (ii) Pentapotassium triphosphate	Sequestrant, acidity regulator, texturizer
452	POLYPHOSPHATES (i) Sodium polyphosphate (ii) Potassium polyphosphate (iii) Sodium calcium polyphosphate (iv) Calcium polyphosphate (v) Ammonium polyphosphate	Emulsifier, stabilizer, sequestrant, texturizer, moisture retaining agent
460	CELLULOSE (i) Microcrystalline cellulose (ii) Powdered cellulose	Emulsifier, anticaking agent texturizer, dispersing agent
461	METHYL CELLULOSE	Thickener, emulsifier, stabilizer
462	ETHYL CELLULOSE	Binder, filler
463	HYDROXYPROPYL CELLULOSE	Thickener, emulsifier, stabilizer
464	HYDROXYPROPYL METHYL CELLULOSE	Thickener, emulsifier, stabilizer
465	METHYL ETHYL CELLULOSE	Thickener, emulsifier, stabilizer, foaming agent
466	SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE	Thickener, stabilizer
467	ETHYL HYDROXYETHYL CELLULOSE	Emulsifier, stabilizer, thickener
470	SALTS OF FATTY ACIDS (with base Al, Ca, Na, Mg, K and NH4)	Emulsifier, stabilizer, anticaking agent
471	MONO- AND DI-GLYCERIDES OF FATTY ACIDS	Emulsifier, stabilizer
472a	Acetic and fatty acid esters of glycerol	Emulsifier, stabilizer, sequestrant
472b	Lactic and fatty acid esters of glycerol	"
472c	Citric and fatty acid esters of glycerol	"

365	SODIUM FUMARATES	Acidity regulator
366	POTASSIUM FUMARATES	Acidity regulator
367	CALCIUM FUMARATES	Acidity regulator
370	1, 4 - HEPTONOLACTONE	Acidity regulator, sequestrant
375	NICOTINIC ACID	Colour retention agent
380	AMMONIUM CITRATES	Acidity regulator
381	FERRIC AMMONIUM CITRATE	Anticaking agent
384	ISOPROPYL CITRATE MIXTURE	Antioxidant, preservative, sequestrant
385	CALCIUM DISODIUM ETHYLENE-DIAMINE-TETRA-ACETATE	Antioxidant, preservative, sequestrant
386	DISODIUM ETHYLENE-DIAMINE-TETRA-ACETATE	Antioxidant, preservative, synergist, sequestrant
387	OXYSTEARIN	Antioxidant, sequestrant
388	THIODIPROPIONIC ACID	Antioxidant
389	DILAURYL THIODIPROPIONATE	Antioxidant
390	DISTEARYL THIODIPROPIONATE	Antioxidant
400	ALGINIC ACID	Thickener, stabilizer
401	SODIUM ALGINATE	Thickener, stabilizer, gelling agent
402	POTASSIUM ALGINATE	Thickener, stabilizer
403	AMMONIUM ALGINATE	Thickener, stabilizer
404	CALCIUM ALGINATE	Thickener, stabilizer, gelling agent
405	PROPYLENE GLYCOL ALGINATE	Thickener, emulsifier, antifoaming agent
406	AGAR	Thickener, gelling agent, stabilizer
407	CARRAGEENAN (INCLUDES FURCELLARAN)	Thickener, gelling agent, stabilizer
410	CAROB BEAN GUM	Thickener, stabilizer
412	GUAR GUM	Thickener, stabilizer
413	TRAGACANTH GUM	Thickener, stabilizer, emulsifier
414	GUM ARABIC (ACACIA GUM)	Thickener, stabilizer
415	XANTHAN GUM	Thickener, stabilizer
416	KARAYA GUM	Thickener, stabilizer
417	TARA GUM	Thickener, stabilizer
418	GELLAN GUM	Thickner, stabilizer, gelling agent
420	SORBITOL AND SORBITOL SYRUP	Sweetener, humectant, sequestrant, texturizer, emulsifier
421	MANNITOL	Sweetener, anticaking agent
422	GLYCEROL	Humectant, bodying agent
430	POLYOXYETHYLENE (8) STEARATE	Emulsifier
431	POLYOXYETHYLENE (40) STEARATE	Emulsifier
432	POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOLAURATE	Emulsifier, dispersing agent
433	POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOOLEATE	Emulsifier, dispersing agent
434	POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOPALMITATE	Emulsifier, dispersing agent
435	POLYOXYETHYLENE (20) SORBITAN MONOSTEARATE	Emulsifier, dispersing agent

Damascus University

472d	Tartaric acid esters of mono-and di-glycerides of fatty acids	"
472e	Diacetyltartaric and fatty acid esters of glycerol	"
472f	Mixed tartaric, acetic and fatty acid esters of glycerol	"
472g	Succinylated monoglycerides	"
473	SUCROSE ESTERS OF FATTY ACIDS	Emulsifier
474	SUCROGLYCERIDES	Emulsifier
475	POLYGLYCEROL ESTERS OF FATTY ACIDS	Emulsifier
476	POLYGLYCEROL ESTERS OF INTERESTERIFIED RICINOLEIC ACID	Emulsifier
477	PROPYLENE GLYCOL ESTERS OF FATTY ACIDS	Emulsifier
478	LACTYLATED FATTY ACID ESTERS OF GLYCEROL AND PROPYLENE GLYCOL	Emulsifier
479	THERMALLY OXIDIZED SOYA BEAN OIL WITH MONO-AND DI-GLYCERIDES OF FATTY ACIDS	Emulsifier
480	DIOCTYL SODIUM SULPHOSUCCINATE	Emulsifier, wetting agent
481	SODIUM STEAROYL LACTYLATE	Emulsifier, stabilizer
482	CALCIUM STEAROYL LACTYLATE	Emulsifier, stabilizer
483	STEARYL TARTRATE	Flour treatment agent
484	STEARYL CITRATE	Emulsifier, sequestrant
485	SODIUM STEAROYL FUMARATE	Emulsifier
486	CALCIUM STEAROYL FUMARATE	Emulsifier
487	SODIUM LAURYLSULPHATE	Emulsifier
491	SORBITAN MONOSTEARATE	Emulsifier
492	SORBITAN TRISTEARATE	Emulsifier
493	SORBITAN MONOLAURATE	Emulsifier
494	SORBITAN MONOOLEATE	Emulsifier
495	SORBITAN MONOPALMITATE	Emulsifier
496	SORBITAN TRIOLEATE	Stabilizer, emulsifier
500	SODIUM CARBONATES (i) Sodium carbonate (ii) Sodium hydrogen carbonate (iii) Sodium sesquicarbonate	Acidity regulator, raising agent, anticaking agent
501	POTASSIUM CARBONATES (i) Potassium carbonate (ii) Potassium hydrogen carbonate	Acidity regulator, stabilizer
503	AMMONIUM CARBONATES (i) Ammonium carbonate (ii) Ammonium hydrogen carbonate	Acidity regulator, raising agent

504	MAGNESIUM CARBONATES (1) Magnesium carbonate (11) Magnesium hydrogen carbonate	Acidity regulator, anticaking agent, colour retention agent
505	FERROUS CARBONATE	Acidity regulator
507	HYDROCHLORIC ACID	Acidity regulator
508	POTASSIUM CHLORIDE	Gelling agent,
509	CALCIUM CHLORIDE	Firming agent
510	AMMONIUM CHLORIDE	Flour treatment agent,
511	MAGNESIUM CHLORIDE	Firming agent,
512	STANNOUS CHLORIDE	Antioxidant, colour retention agent
513	SULPHURIC ACID	Acidity regulator
514	SODIUM SULPHATES	Acidity regulator
515	POTASSIUM SULPHATES	Acidity regulator
516	CALCIUM SULPHATE	Flour treatment agent, sequestrant, firming agent
517	AMMONIUM SULPHATE	Flour treatment agent, stabilizer
518	MAGNESIUM SULPHATE	Firming agent,
519	CUPRIC SULPHATE	Colour fixative, preservative
520	ALUMINIUM SULPHATE	Firming agent
521	ALUMINIUM SODIUM SULPHATE	Firming agent
522	ALUMINIUM POTASSIUM SULPHATE	Acidity regulator, stabilizer
523	ALUMINIUM AMMONIUM SULPHATE	Stabilizer, firming agent
524	SODIUM HYDROXIDE	Acidity regulator
525	POTASSIUM HYDROXIDE	Acidity regulator
526	CALCIUM HYDROXIDE	Acidity regulator, firming agent
527	AMMONIUM HYDROXIDE	Acidity regulator
528	MAGNESIUM HYDROXIDE	Acidity regulator, colour retention agent
529	CALCIUM OXIDE	Acidity regulator, flour treatment agent,
530	MAGNESIUM OXIDE	Anticaking agent
535	SODIUM FERROCYANIDE	Anticaking agent
536	POTASSIUM FERROCYANIDE	Anticaking agent
537	FERROUS HEXACYANOMANGANATE	Anticaking agent
538	CALCIUM FERROCYANIDE	Anticaking agent
539	SODIUM THIOSULPHATE	Antioxidant, sequestrant
541	SODIUM ALUMINIUM PHOSPHATE (i) Acidic (ii) Basic	Acidity regulator, emulsifier
542	BONE PHOSPHATE (essentially Calcium phosphate, tribasic)	Emulsifier, anticaking agent, water retention agent
550	SODIUM SILICATES (i) Sodium silicate (ii) Sodium metasilicate	Anticaking agent
551	SILICON DIOXIDE AMORPHOUS	Anticaking agent
552	CALCIUM SILICATE	Anticaking agent
553	MAGNESIUM SILICATES (i) Magnesium silicate (ii) Magnesium trisilicate (iii) Talc	Anticaking agent, dusting powder

554	SODIUM ALUMINOSILICATE	Anticaking agent
555	POTASSIUM ALUMINIUM SILICATE	Anticaking agent
556	CALCIUM ALUMINIUM SILICATE	Anticaking agent
557	ZINC SILICATE	Anticaking agent
558	BENTONITE	Anticaking agent
559	ALUMINIUM SILICATE	Anticaking agent
560	POTASSIUM SILICATE	Anticaking agent
570	FATTY ACIDS	Foam stabilizer, glazing agent, antifoaming agent
574	GLUCONIC ACID, (D-)	Acidity regulator, raising agent
575	GLUCONO DELTA-LACTONE	Acidity regulator, raising agent
576	SODIUM GLUCONATE	Sequestrant,
577	POTASSIUM GLUCONATE	Sequestrant
578	CALCIUM GLUCONATE	Acidity regulator, firming agent
579	FERROUS GLUCONATE	Colour retention agent
580	MAGNESIUM GLUCONATE	Acidity regulator, firming agent,
585	FERROUS LACTATE	Colour retention agent
620	GLUTAMIC ACID (L(+)	Flavour enhancer,
621	MONOSODIUM GLUTAMATE	Flavour enhancer
622	MONOPOTASSIUM GLUTAMATE	Flavour enhancer,
623	CALCIUM GLUTAMATE	Flavour enhancer,
624	MONOAMMONIUM GLUTAMATE	Flavour enhancer
625	MAGNESIUM GLUTAMATE	Flavour enhancer,
626	GUANYLIC ACID	Flavour enhancer
627	DISODIUM 5'-GUANYLATE	Flavour enhancer
628	DIPOTASSIUM 5'-GUANYLATE	Flavour enhancer
629	CALCIUM 5'-GUANYLATE	Flavour enhancer
630	INOSINIC AGID	Flavour enhancer
631	DISODIUM 5'-INOSINATE	Flavour enhancer
632	POTASSIUM INOSINATE	Flavour enhancer
633	CALCIUM 5'-INOSINATE	Flavour enhancer
634	CALCIUM 5'- RIBONUCLEOTIDES	Flavour enhancer
635	DISODIUM 5' -RIBONUCLEOTIDES	Flavour enhancer
636	MALTOL	Flavour enhancer
637	ETHYL MALTOL	Flavour enhancer
540	GLYCINE	Flavour moditier
641	L-LEUCINE	Flavour modifier
900	POLYDIMETHYLSILOXANE	Antifoaming agent, anticaking agent,
901	BEESWAX, WHITE AND YELLOW	Glazing agent, release agent /emulsifier
902	CANDELILLA WAX	Glazing agent
903	CARNAUBA WAX	Glazing agent
904	SHELLAC	Glazing agent
905	MINERAL OIL, FOOD GRADE	Glazing agent, release agent, sealing agent
906	BENZOIN GUM	Glazing agent
907	REFINED WAX	Release agent
908	RICE BRAN WAX	Glazing agent
909	SPERMACETI WAX	Glazing agent
910	WAX ESTERS	Glazing agent

913	LANOLIN	Glazing agent
915	GLYCEROL -, METHYL - OR PENTA - ERITHRYTOL ESTERS OF COLOPHANE	Glazing agent
916	CALCIUM IODATE	Flour treatment agent
917	POTASSIUM IODATE	Flour treatment agent
918	NITROGEN OXIDES	Flour treatment agent
919	NITROSYL CHLORIDE	Flour treatment agent
920	L-CYSTEINE AND ITS HYDROCHLORIDES - SODIUM AND POTASSIUM SALTS	Flour treatment agent
921	L-CYSTINE AND ITS HYDROCHLORIDES - SODIUM AND POTASSIUM SALTS	Flour treatment agent
922	POTASSIUM PERSULPHATE	Flour treatment agent
923	AMMONIUM PERSULPHATE	Flour treatment agent
924	POTASSIUM BROMATE	Flour treatment agent
925	CHLORINE	Flour treatment agent
926	CHLORINE DIOXIDE	Flour treatment agent
927	AZODICARBONAMIDE	Flour treatment agent
928	BENZOYL PEROXIDE	Flour treatment agent, preservative
929	ACETONE PEROXIDE	Flour treatment agent
930	MONOISOPROPYL CITRATE	Preservative
940	DICHLORODIFLUOROMETHANE	Propellant, liquid freezant
941	NITROGEN	Packing gas, freezant
942	NITROUS OXIDE	Propellant
943	BUTANE	Propellant
944	PROPANE	Propellant
945	ISOBUTANE	Propellant
950	ACESULFAME POTASSIUM	Sweetener
951	ASPARTAME	Sweetener, flavour enhancer
952	CYCLAMIC ACID (and Na, K, Ca salts)	Sweetener
953	ISOMALT (ISOMALTITOL)	Sweetener, anticaking agent, bulking agent, glazing agent
954	SACCHARIN (and Na, K, Ca salts)	Sweetener
957	THAUMATIN	Sweetener, flavour enhancer
958	GLYCYRRHIZIN	Sweetener, flavour enhancer
959	NEOHESPERIDINE DIHYDROCHALCONE	Sweetener
965	MALTITOL AND MALTITOL SYRUP	Sweetener, stabilizer, emulsifier
966	LACTITOL	Sweetener, texturizer
967	XYLITOL	Sweetener, humectant, stabilizer, emulsifier, thickner
999	QUILLAIA EXTRACTS	foaming agent
1000	CHOLIC ACID	Emulsifier

1001	CHOLINE salts and esters	Emulsifier
	(i) Choline acetate	Emulsifier
	(ii) Choline carbonate	Emulsifier
	(iii) Choline chloride	Emulsifier
	(iv) Choline citrate	Emulsifier
	(v) Choline tartrate	Emulsifier
	(vi) Choline lactate	Emulsifier
1200	POLYDEXTROSES A AND N	Bulking agent, stabilizer, thickener, humectant, texturizer
1201	POLYVINYLPYRROLIDONE	Bodying agent, stabilizer
1202	INSOLUBLE POLYVINYLPOLY-PIRROLIDONE	Colour stabilizer, colloidal, stabilizer
1503	CASTOR OIL	Release agent
1518	TRIACETIN	Humectant
1519	TRIETHYL CITRATE	Foam stabilizer
1520	PROPYLENE GLYCOL	Humectant, wetting agent

ENZYMES

1100	AMYLASE	Flour treatment agent
1101	Proteases	Flour treatment agent, Flavour enhancer,
	(i) protease	stabilizer, tenderizer (?)
	(ii) papain	
	(iii) bromelain	
	(iv) ficin	
1102	GLUCOSE OXIDASE	Antioxidant
1103	INVERTASE	Stabilizer
1104	LUPASE	Flavour enhancer
1105	LYSOZYME	Preservative
1400	DEXTRINS, ROASTED STARCH WHITE AND YELLOW	Stabilizer, thickener, binder
1401	ACID-TREATED STARCH	Stabilizer, thickener, binder
1402	ALKALINE TREATED STARCH	Stabilizer, thickener, binder
1403	BLEACHED STARCH	Stabilizer, thickener, binder
1404	OXIDIZED STARCH	Emulsifier, thickener, binder
1405	STARCHES, ENZYME-TREATED	Thickener
1410	MONOSTARCH PHOSPHATE	Stabilizer, thickener, binder
1412	DISTARCH PHOSPHATE ESTERIFIED WITH SODIUM TRIMETASPHOPHATE; ESTERIFIED WITH PHOSPHORUS-OXYCHLORIDE	Stabilizer, thickener, binder
1413	PHOSPHATED DISTARCH PHOSPHATE	Stabilizer, thickener, binder
1414	ACETYLATED DISTARCH PHOSPHATE	Emulsifier, thickener
1420	STARCH ACETATE ESTERIFIED WITH ACETIC ANHYDRIDE	Stabilizer, thickener
1421	STARCH ACETATE ESTERIFIED WITH VINYL ACETATE	Stabilizer, thickener
1422	ACETYLATED DISTARCH ADIPATE	Stabilizer, thickener, binder
1440	HYDROXYPROPYL STARCH	Emulsifier, thickener, binder
1442	HYDROXYPROPYL DISTARCH PHOSPHATE	Stabilizer, thickener
1450	STARCH SODIUM OCTENYL SUCCINATE	Stabilizer, thickener, binder, emulsiffier

الملحق رقـم (٢)

قائمة بالوظائف التي تؤديهـا المـواد المضافة للأغذيـة مقسـمة وفق الوظيفـة الرئيسية التي توضع على بطاقة بيان الناتج الغذائي ، ووفق وظائفها التي تشير الى الوظيفة التقنيـة . ماخوذة من تقرير لجنة دستور الأغذيـة للمواد المضافة والملوثـات (ALINORM 89/12 A) . ترجمة الجدول كاملة موجودة في الصفحة ٢٢ ــ ٢٣ .

Functional Classes (for labelling purposes)	Sub-Classes (Technological functions)
1. Acidity Regulator	Buffer, buffering agent, acid, base, alkali, pH adjusting agent
2. Anticaking Agent	Anticaking agent, drying agent, dusting powder, anti-stick agent, release agent
3. Antifoaming agent	Antifoaming agent
4. Antioxidant	Antioxidant, antioxidant synergist, sequestrant
5. Bulking Agent	Bulking Agent, filler
6. Sweetener	Sweetener, artifical sweetener, nutritive sweetener
7. Colour	Colour
8. Colour Retention Agent	Colour fixative, colour stabilizer
9. Emulsifier	Emulsifier, plasticizer, dispersing agent, surface active agent, surfactant, wetting agent.
10. Emulsifying Salt	Melding salts, sequestrant
11. Flavour enhancer	Flavour enhancer, flavour modifier
12. Flour treatment Agent	Bleaching agent, dough conditioner, flour improver
13. Gelling Agent	Gelling Agent
14. Glazing Agent	Coating, sealing agent, polish

Damascus University

الفهرس

المقدمة ٣

الفصل الاول (د. غياث سمينة)

دور المواد المضافة في الاغذية وفوائدها ٥ ـ ٣٨

تعريف المواد المضافة ومفهومها ، ٥ . دور المواد المضافة في الاغذية ، ٨ . نظرة تاريخية ، ١١ . الاهمية النسبية للمواد المضافة ، ١٣ . مدى تعرض الانسان للمواد المضافة ١٤ . وظائف المواد المضافة ، ١٨ . مواصفات المواد المضافة ، ٢٥ . المواد المضافة المعتبرة عامة سليمة ، ٢٦ . الممارسة الجيدة للتصنيع ، ٣٦ .

الفصل الثاني (د. غياث سمينة)

سلامة المواد المضافة والاجراءات الخاصة بها ٣٩ ـ ٧٢

مقدمة ، ٣٩ . هيئة دستور الاغذية ، ٤٢ . طريقة وضع الدستور الدولي للاغذية ، ٤٣ . حساب مدخول الانسان من المواد المضافة ، ٤٤ . طرائق تحديد استهلاك الاغذية ، ٤٨ . طرائق تقويم مدخول المواد المضافة ، ٥٠ . تقويم سمية بعض المواد المضافة (املاح الكبريتيت) ، ٥٦ . المدخول اليومي المقبول لبعض المواد المضافة ، ٦٧ .

الفصل الثالث (د. غياث سمينة)

ملونات الاغذية ٧٣ ـ ١١٥

مقدمة ، ٧٣ . وضع الملونات القانوني . الولايات المتحدة ، ٧٤ . السوق المشتركة ، ٨٠ . سورية ، ٨٦ . منظمتي الامم المتحدة ، ٨٦ . انواع الملونات ، ٨٦ . الخواص العامة للملونات ، ٩٢ . الملونات الطبيعية ، ٩٨ . استعمال الملونات ، ١٠٦ . مشاكل الملونات ، ١١١ .

الفصل الرابع (د. عادل سفر)

العوامل المضادة للميكروبات ١١٧ ـ ١٤١

مقدمة ، ١١٧ . حمض سوربيك ، ١١٩ . حمض بنزويك ، ١٢١ . باراين ، ١٢٣ . ثاني اكسيد الكبريت ، ١٢٤ . النترات والنتريت ، ١٢٦ . الخلات ، ١٢٩ . البروبيونات ، ١٣٠ . حمض اللبن ، ١٣٢ . كلور الصوديوم ، ١٣٢ . السكريات ، ١٣٣ . الماء الاكسيجيني ، ١٣٤ . بيروكربونات ثنائي اتيل ، ١٣٥ . ثاني اكسيد الكربون ، ١٣٦ . اكسيد الاتلين ، ١٣٧ . الكحولات ، ١٣٩ . المضادات الحيوية ، ١٣٩ .

الفصل الخامس (د. غياث سمينة)

مواد النكهة الطبيعية والصنعية ومفرزاتها ١٤٣ ـ ١٩٠

مفهوم الطعم والرائحة والنكهة ، ١٤٣ . الزيوت العطرية ومشتقاتها ، ١٤٨ . طرق الحصول على

الزيوت العطرية، ١٤٩ . التقطير ، ١٥١ . الامتصاص بالدهن ، ١٥٣ . الاستخلاص ، ١٥٣ • تحضير الزيوت اللاتربينية ، ١٥٤ . الاستخلاص ، ١٥٥ . أهمية الزيوت اللاتربينية ، ١٥٦ . الراتنجيات الزيتية ، ١٥٩ . عصائر الفاكهة ومستخلصاتها ، ١٦٢ . المنكهات الصنعية ، ١٦٥ . ايجاد صيغة نكهة ، ١٦٧ . صور النكهات ، ١٧٣ . معززات النكهة ، ١٧٦ . غلوتامات أحادية الصوديوم ، ١٧٧ . النيوكليوتيدات ، ١٧٧ . المالتول ، ١٧٨ . التركيب الكيميائي للمواد العطرية ، ١٧٩ . المركبات التربينية ، ١٨٠ . المركبات اللاتربينية ، ١٨٣ • استعمال المنكهات والزيوت العطرية ، ١٨٦ . مواد النكهة من الناحية القانونية ، ١٨٩ .

الفصل السادس (د. غياث سمينة)

الغرويات المائية ، الاصماغ ١٩١ ـ ٢٣٢

تصنيف وخصائص ووظائف الغرويات المائية ، ١٩١ . الاجار ، ١٩٤ . الالجينات ، ١٩٦ . الكاراجينان ، ١٩٨ . فورسيلاران ، ١٩٩ . الصمغ العربي ، ٢٠١ . صمغ الكثيراء ، ٢٠٤ . صمغ جوار ، ٢٠٦ . صمغ فول الخرنوب ، ٢٠٨ . دقيق التمر الهندي ، ٢٠٩ • البكتين ، ٢١١ . النشاء ، ٢١٣ . النشاء المعدّل ، ٢٢٠ . السيللوز ومشتقاته ٢٢٤ . اصماغ مديدات السكر قليلة الاهمية ، ٢٢٥ . بولي فنيل بيرولودون ، ٢٢٨ . الوضع القانوني ، ٢٣٩ .

الفصل السابع (د. عادل سفر)

عوامل الاستحلاب ٢٣٣ ـ ٣٠٧

مقدمة ، ٢٣٣ . ثبات المستحلبات ، ٢٣٤ . خافضات التوتر السطحي وتأثيرها ومميزاتها ، ٢٤٢ . وظائف عوامل الاستحلاب ، ٢٥٥ . تثبيت المستحلبات ، ٢٥٥ . تثبيت الرغوات ، ٢٥٩ • تشكيل المعقدات مع النشاء والبروتين ، ٢٦٠ . انواع عوامل الاستحلاب ، ٢٦٦ . أحاديات وثنائيات الجليسريد ، ٢٦٩ . أحاديات الجليسريد المؤسترة بحمض ، ٢٧٢ . الاسترات السكرية ، ٢٧٣ . الاسترات الدهنية للبروبلين جليكول ، ٢٧٥ . استرات بولي جلسيرول ، ٢٧٦ . مشتقات حمض اللبن ، ٢٧٧ . استرات السوربيتول ، ٢٧٨ . الفوسفو ليبيدات الطبيعية ، ٢٨١ . الاستخدامات الغذائية ، ٢٨٥ . منتجات المخابز ، ٢٨٧ . الصلصة والمارجرين ، ٢٨٩ . الشوكولا ، ٢٩٩ . الاستخدامات الاخرى ، ٣٠٠ . الوضع القانوني ، ٣٠٢ .

الفصل الثامن (د. غياث سمينة)

مضادات الاكسدة ٣٠٩ ـ ٣٢٥

مقدمة ، ٣٠٩ . الاكسدة في النظم الغذائية ، ٣١١ . كيف تعمل مضادات الاكسدة ، ٣٢٠ . انواع مضادات الاكسدة ، ٣٢٢ . مضادات الاكسدة الصنعية، ٣٢٤ . مساعدات مضادات الاكسدة ، ٣٢٧. الوضع القانوني ، ٣٣٠ .

الفصل التاسع (د. عادل سفر)

الاضافات والعوامل المسكة للماء ٣٣٧ ـ ٣٦٦

مقدمة ، ٣٣٧ . المجموعات الرئيسة للوامل المسكة للماء ، ٣٣٩ . الاملاح المعدنية ، ٣٤٧ . الحموض العضوية واملاحها ، ٣٤٨ . السكريات ، ٣٤٩ . الكحولات ، ٣٥٣ . البروتينات ومشتقاتها ، ٣٥٥ . الليبيدات ، ٣٥٦ • تأثير العوامل المسكة للماء في تفاعلات الفساد ٣٥٧ . استخدامها في تصنيع الاغذية ، ٣٥٩ .

الفصل العاشر (د. عادل سفر)

المواد المضافة المحلية ٣٦٧ ـ ٣٨٤

مقدمة ، ٣٦٧ . مفهوم السكر والقدرة على التحلية ، ٣٦٨ . المحليات ذات القدرة العالية على التحلية ، ٣٧١ . المحليات الصنعية ، ٣٧٧ . استخداماتها في الصناعات الغذائية ، ٣٧٩ .

الفصل الحادي عشر (د. عادل سفر)

المواد المضافة الرافعة للقيمة التغذوية ٣٨٥ ـ ٤٢٠

مقدمة ، ٣٨٥ . مبررات استخدام الاضافات المساعدة على رفع القيمة الغذائية ، ٣٨٦ . فقد القيمة الغذائية ، ٣٨٨ . اعداد أغذية ذات فائدة تغذوية خاصة ، ٣٩٥ . استعمال الاضافات التغذوية لاهداف صحية ، ٣٩٧ . طرق الاضافة ، ٣٩٩ . اختيار الاغذية الحاملة للاضافة ، ٤٠٠ . الجوانب الكمية والمقادير المستعملة، ٤٠٢ . امكان تصنيع الاضافات والصيغ أو الاشكال القابلة للاستعمال، ٤١٠ .

الفصل الثاني عشر (د. غياث سمينة)

المواد المحسنة للدقيق والرافعة للعجين ٤٢١ ـ ٤٣٨

تأثير المواد المضافة على الصفات الخبيزية لدقيق القمح ، ٤٢١ . عوامل رفع المجينة الطبيعية والكيميائية ، ٤٣٠ . وضع المواد المحسنة للدقيق والمواد الرافعة في المواصفات ، ٤٣٧ .

الفصل الثالث عشر (د. غياث سمينة ـ د. عادل سفر)

المواد المضافة ذات الاستعمالات المحدودة ٤٣٩ ـ ٤٥١

العوامل المضادة للتكتل والتجمع ، ٤٣٩ . المواد المخلبية ، ٤٤٠ . استعمالاتها في الاغذية ، ٤٤٤ .

الفصل الرابع عشر (د. عادل سفر)

المساعدات التصنيعية ٤٥٢ ـ ٥١١

ـ استعمال الانزيمات في التصنيع الغذائي ، ٤٥٢ . لمحة عامة (تعاريف ، تصنيع المستحضر الانزيمي ، الاشكال التجارية للمستحضرات الانزيمية ، طرق التحليل الانزيمي) ، ٤٥٣ . التطبيقات الصناعية للانزيمات (أسباب استعمال الانزيمات ، الدور التقني للانزيمات) ، ٤٥٨ . الاخطار التقانية والتغذوية لاستعمال الانزيمات (الاخطار التقانية ، الاخطار التغذوية) ، ٤٦٤ . تطبيقات على استخدام الانزيمات ، ٤٦٥ .

ـ عوامل ترويق المشروبات واستقرارها ، ٤٦٨ . البروتينات ، ٤٦٩ . الجزيئات السكرية العملاقة ، ٤٧٦ . المركبات المعدنية ، ٤٧٩ . الجزيئات العملاقة الصنعية ، ٤٨٢ . مركبات اخرى ، ٤٨٣ .

ـ العوامل المضادة للرغوة ، ٤٨٦ . الرغوة في الاوساط السائلة ، ٤٨٦ . تشتيت وتفتيت الرغوات ـ توزعات الغاز / السوائل ، ٤٩١ . العوامل المانعة للرغوة ، ٤٩٥ .

ـ العوامل المانعة للالتصاق ، ٥٠٧ . المواد المستعملة ، ٥٠٨ .

ـ المساعدات التقانية الاخرى ، ٥٠٩ . المواد المساعدة على الغسيل والتقشير ، ٥٠٩ . العوامل المزيلة للون ، ٥١١ .

المصطلحات الانكليزية ٥١٣ ـ ٥١٧

المصطلحات العلمية الفرنسية ٥١٨ ـ ٥٢٤

المراجع ٥٢٥ ـ ٥٢٦

المختصرات والرموز ٥٢٧

الملحق رقم (١)

الملحق رقم (٢)