



المحاضرة الثامنة والتاسعة  
الفيتامينات ، الأغذية الوظيفية والمضافات الغذائية

## الفيتامينات

### مقدمة:

الفيتامينات مركبات ذات وزن جزيئي منخفض نسبياً، الفيتامينات مواد أساسية للصحة يحتاجها الجسم بكميات قليلة، وهي ضرورية للعمليات الاستقلابية، كما أن عوزها يؤدي للإصابة ببعض الأمراض. لا يستطيع جسم الإنسان اصطناع الفيتامينات أو لا يستطيع اصطناعها بكمية كافية لاحتياجاته، ويعتبر الفيتامين د Vitamin D حالة استثنائية. بعض الفيتامينات يحتاجها الجسم بكميات دقيقة مثل فيتامين B12 بينما بقية الفيتامينات يحتاجها الجسم بكميات كبيرة نسبياً مثل حمض الأسكوربيك.

خلال فترة العمل المبكر على الفيتامينات وحتى نهاية القرن التاسع عشر لم تكن طبيعتها معروفة، وما تم ذكره بشكل واضح هو أنّ المغذيات عالية النقاوة كالدسم والسكريات والبروتينات والمعادن، والماء لا تستطيع المحافظة على الحيوانات بصحة جيدة بدون غذاء طبيعي غير محدد التركيب بدقة يتم إضافته إلى النظام الغذائي. فمثلاً ملء ملعقة صغيرة من الحليب في اليوم كان كافياً ليمكّن حيوان صغير من العيش على النظام الغذائي التجريبي الدقيق .

### 1- تسمية الفيتامينات:

تصنف الفيتامينات ضمن مجموعتين واسعتين:

- الفيتامينات المنحلة بالدسم: فيتامين A وفيتامين D وفيتامين E وفيتامين K
  - الفيتامينات المنحلة بالماء: وهي مجموعة فيتامين B وفيتامين C أي حمض الأسكوربي
- في البداية وقيل أن يتم عزل هذه المواد وتوضيح تركيبها الكيميائي تمّ إعطاؤها أحرف تبعاً لترتيب اكتشافها وذلك بغرض تمييزها عن بعضها (A, B, C .....)، لاحقاً تم تحديد بنيتها الكيميائية حيث تسمى حالياً: الريتينول، الريوفلافين، البيرودوكسين وغيرها.

## 2- المصادر العامة للفيتامينات

إن المصادر العامة للفيتامينات هي:

• الحماية الغذائية وهي من أهم مصادر الحصول على ما نحتاجه من فيتامينات. يمكن أن يتم الحصول غذائياً على الفيتامينات بصيغتها الفعالة الكاملة (مثل فيتامين A حيواني المصدر أو الريتنول)، بالمقابل يمكن أن يتم توليدها في جسم الإنسان من بعض المواد غذائية المنشأ وذات الصلة (هذه الجزيئات ذات الصلة تعرف بطليعة الفيتامينات pro-vitamins أو precursors)، فعلى سبيل المثال فيتامين A يمكن أن يتم تشكيل من الأصبغة البرتقالية والصفراء المعروفة باسم الكاروتينات والموجودة في النباتات.

### • الاصطناع ضمن الجسم:

– يمكن اصطناع بعض الفيتامينات في الجسم مثل فيتامين د ذلك أن وصول كميات كافية من ضوء الشمس للجلد يمكن من صناعة جزء أو كل كمية فيتامين د التي نحتاجها، لكن عند غياب ضوء الشمس الكافي يكون من الضروري الحصول على فيتامين د من الغذاء.

– النياسين فيمكن أن يتم اصطناعه من الحمض الأميني الأساسي التريبتوفان (طليعة فيتامين) الذي يتواجد في البروتينات الغذائية.

– بعض فيتامينات مجموعة ب تصطنع من قبل ميكروفلورا الأمعاء ويتم الاستفادة منها مثل ب7

### • أخيراً يمكن اصطناع بعض الفيتامينات في المخبر

## 3- الفيتامينات الذوابة في الدسم

### 1-3- فيتامين A Vitamin A :

في التغذية العامة مصطلح فيتامين آ يشير إلى الريتنول إضافة إلى الكاروتينويدات. يسمى فيتامين آ المستخلص من دسم الحليب بالريتنول بالمقابل تتحول الكاروتينويدات نباتية المصدر في الأمعاء الدقيقة بسهولة إلى فيتامين آ الحر والأكثر أهمية من الكاروتينويدات هو البيتا كاروتين الموجود بغزارة في الجزر وفي نباتات أخرى.

الوظيفة والعوز:

فيتامين آ ضروري من أجل تشكل الأرجوان البصري، ومن أجل سلامة الأغشية المخاطية والخلايا الظهارية كما أنه ضروري من أجل تمايز الخلايا وتكاثرها. يسبب العوز بداية العشى الليلي وفي المراحل المتقدمة من العوز تصبح قرنيّة العين سميكّة وجافة وتعيق الإبصار (xerophthalmia)

#### المصادر الغذائية:

يتواجد فيتامين آ في العديد من الأطعمة الحيوانية الشائعة مثل الكبد، الحليب كامل الدسم ومشتقاته، البيض. تعتبر الخضار المورقة الخضراء مصدر غني بهذا الفيتامين (يجب أن يتم طبخ الخضار حتى تصبح طرية) , يعتبر الجزر المصدر الأغني بالبيتا كاروتين، كما يعتبر عصير الجزر مناسب بشكل كبير لامتنصاص الكاروتين

#### الثباتية:

يعتبر كل من الريتنول وبيتا كاروتين ثابتة أثناء الطبخ ولكن التّعرّض لضوء الشّمس يقلّل بشكل سريع من كمّيّة فيتامين لذلك يجب أن يتم حفظ الحليب الموضوع في زجاجات شقّافة بعيداً عن الضوء، كما يتخرب بالضوء أثناء تجفيف الفواكه

#### السمية:

الزيادة من فيتامين A تكون سامة. تنصح النّساء الحوامل أو اللاتي يحضرن للحمل بعدم الإكثار منه أو من الأغذية الحيوانية الغنية به (الكبد) وذلك نظراً لتأثيرا فيتامين A المشوهة للأجنة.

### 2-3- فيتامين د

عندما يسقط ضوء الشّمس أو الأشعة فوق البنفسجية على سطح الجلد فهي تقوم بالمرحلة الأولى من فيتامين د ويعطي الكوليالكالسيفيرول، والذي يعبر ضمن الدم إلى الكبد حيث يتم تعديله بشكل بسيط ثم إلى الكليتين حيث تتم تعديلات إضافية ويتشكل فيتامين د بشكله الفعال والذي يذهب عبر الدّم إلى النّسج الهدفية حيث يمارس تأثيراته .

#### المصادر الغذائية:

تعتبر الأسماك من أهم المصادر، تليها الكبد، كلية، صفار البيض والزبدة. لا يوجد فيتامين في الأغذية النباتية والمصدر

الأكثر سهولة للحصول عليه هو تدعيم الحبوب به

الثباتية: ثابت لا يتخرب بالطهي والتخزين

الوظيفة والعوز:

الوظيفة الأساسية لفيتامين د هو تحسين امتصاص الكالسيوم وتكلس العظام لذلك عند نقص الوارد من فيتامين د يتطور

الكساح عند الأطفال وتلين العظم عند الكبار كما يؤثر على تركيز كالسيوم الدم من خلال تأثيره على جارات الدرق.

### 3-3 - فيتامين E

يتكوّن هذا الفيتامين من مجموعة من المركبات المتشابهة (توكوفيرولات وتوكوترينولات) ، أكثرها فعالية فيزيولوجية

والموجود في الغذاء هو الفا توكوفيرول (alpha-tocopherol) -

المصادر الغذائية:

تتواجد في العديد من زيوت الخضراوات (الزيوت النباتية الصالحة للتغذية مثل زيت دوار الشمس والذرة وغيرها)، الزيوت

المستخلصة من القمح، المكسرات (جوز، لوز، فستق).

الوظيفة والعوز:

المعروف عنه أهميته لزيادة الخصوبة عند الرجال والنساء كما يعرف عنه أيضاً دوره كمضاد أكسدة لذلك فهو ضروري

من أجل كل الخلايا. إن عوزه نتيجة الحمية الغذائية نادر الحدوث وذلك لكثرة مصادره

الثباتية:

فيتامين E ثابت جداً حتى في حرارة أعلى من 100 درجة مئوية، يزيد تقطيع الطعام من تخرب الفيتامين، كما تزيد خسارة

الفيتامين أثناء عملية تنقية الزيوت النباتية.

### 3-4 - فيتامين K

اسم عام يستخدم لمجموعة من المواد المرتبطة الواسعة والمنتشرة في النباتات، خصوصًا في النباتات المورقة الخضراء وأيضًا في بعض المنتجات الحيوانية والكائنات الدقيقة.  
الوظيفة الأكثر وضوحًا هي تسهيل إنتاج المواد اللازمة لتخثر الدم.

#### 4- الفيتامينات الذوابة في الماء

##### 1-4- التيامين (فيتامين ب1)

فيتامين ب1 عبارة عن جزيئة مفردة ملونة متبلورة تدعى تيامين.  
الوظيفة والعوز: يساهم في استقلاب الكربوهيدرات في كل خلايا الجسم: في تفاعلات الحصول على الطاقة وكلما كانت الحماية الغذائية معتمدة أكثر على الكربوهيدرات كانت الحاجة لفيتامين ب1 أكبر.  
يمكن أن يتطور العوز خلال شهر من عدم تناول ما يعرف بالبري بري beri-beri الذي يتظاهر بفقدان الشهية ويتطور لأعراض عصبية

المصادر الغذائية: يتواجد بشكل رئيسي في القلب والكبد والكلية، كما يتواجد في الحبوب الكاملة  
الثباتية:

- تتم خسارة الكثير منه أثناء عمليات التحضير مثل طحن الحبوب للحصول على الطحين الأبيض
- يؤدي ضوء الشمس (الأشعة فوق البنفسجية) إلى تخربه وكذلك يتخرب أثناء عمليات الطهي المختلفة مثل الغلي الطويل والتحميص والشوي

##### 4-2- الريبوفلافين (فيتامين ب2)

الوظيفة والعوز: يتواجد فيتامين ب2 في كل خلايا الجسم ويساهم بالعديد من الوظائف وفي مقدمتها تفاعلات تحرير الطاقة خلال استقلاب الغلوكوز والأحماض الدسمة كما يساهم في تفاعلات اصطناع DNA وبالتالي بتفاعلات نمو الأنسجة وتكاثر الخلايا.

يحتوي الجسم على مخزون من ب2 يكفي ثلاثة أشهر

#### المصادر الغذائية:

يتواجد فيتامين ب2 عملياً في كل الأطعمة وعلى رأسها الكبد. الحليب من المصادر الجيدة لكن يجب ألا يحفظ الحليب في زجاجات شفافة ومعرض لضوء الشمس وذلك لتخرجه بالأشعة فوق البنفسجية الثباتية: شديد الثبات بالحرارة والحموض وكذلك أثناء الطهي، يتخرب بالوسط القلوي وخلال ساعات قليلة بضوء الشمس (الأشعة فوق البنفسجية).

#### 3-4- فيتامين ب3 (النياسين)

الوظيفة: يسمى حمض النيكوتينيك أو النيكوتين أميد ويدخل في تركيب الإنزيمات التي تسهم بتحرير الطاقة من البروتينات والكربوهيدرات والدهن. يظهر في المناطق التي تعتمد الذرة كغذاء رئيسي، حيث يؤدي العوز لمرض البلاغرا وهو يتظاهر بداية بأعراض جلدية ثم يتطور إلى أعراض عصبية.

المصادر الغذائية: تمتلك الكبد واللحوم، دقيق القمح الكامل ومعظم الحبوب الكاملة محتوى عالي من النياسين ما عدا الذرة. ثباتية جيدة

#### 4-4- فيتامين ب6

معقد من عدة جزيئات تعرف ب بيريدوكسين، بيريدوكسال، بيريدوكسامين ومشتقاتهم الفوسفورية. الجزيئة الفعالة بيولوجياً هي البريدوكسال فوسفات التي تتصرف كمرافق أنزيمي في العديد من التفاعلات.

الوظيفة والعوز:

يرتبط فيتامين ب 6 بشكل أساسي باستقلاب البروتين فهو ينجز تفاعلات تحول أحماض أمينية محدّدة إلى مواد أساسية، مثلاً: تحول التربتوفان إلى السيروتونين، تحول الهيستيدين إلى الهيستامين.

تعتبر الحاجة من فيتامين ب6 عائدة بشكل أساسي للوارد من البروتين، حيث تزداد هذه الحاجة مع زيادة استهلاك البروتين ونادراً ما يتطور العوز

الثباتية:

- يؤدي طحن الحبوب من أجل إنتاج الخبز الأبيض والأرز الأبيض إلى خسارة أغلب الفيتامين.
  - تحدث خسارة هامة بكمية فيتامين ب6 أثناء طبخ وإعداد الطعام ويتخرب بتأثير القليويات
- المصادر الغذائية: الكبد والحبوب الكاملة كالقمح والرز غير المقشور

#### 4-5- حمض الفوليك (فيتامين ب9)

العوز والوظيفة: يلعب دوراً هاماً في سرعة انقسام الخلايا كالخلايا المولدة للدم في نقي العظم والخلايا في الأمعاء. يتطور العوز بسرعة ذلك أن مخزونه في الجسم يكفي شهرين وهو يتطور نتيجة الحمية الغذائية الفقيرة به. يؤدي عوز الفيتامين إلى فقر الدم ضخّم الأرومات أما نقص حمض الفوليك عند الحامل يؤدي للضرر بالجنين ويمكن أن يؤدي للإجهاض.

المصادر الغذائية:

الخضار داكنة الخضرة كما يتواجد بالحبوب الكاملة، في المنتجات الحيوانية مثل الكبد

الخسارة:

تفقد عمليات الطهو وتحضير الطعام كمية كبيرة من حمض الفوليك وخاصة إذا تم طهي الطعام مرتين

#### 4-6- الكوبولامين (فيتامين ب12)

فيتامين ب 12 هو الاسم المعطى لمجموعة من المواد تسمى الكوبولامينات cobalamins وهي الجزيئات الأضخم التي يمكن

أن تمتص إلى داخل الجسم من قبل الأمعاء الدقيقة

الوظيفة والعوز: تحتاج كل الخلايا فيتامين ب 12 لتنمو بشكل طبيعي:



- ضروري لتكوين كريات حمراء سليمة

- ضروري من أجل اصطناع غمد النخاعين أي ضروري لسلامة الأنسجة العصبية

- لذلك، يؤدي عوزه لتطور فقر الدم العرطل ولأذية عصبية وغيرها من التأثيرات.

يمتلك الشّخص البالغ جيّد التغذية مخزون يكفي لأكثر من 5 سنوات ولذلك فإن عوزه يتطور ببطء وليتم ذلك الامتصاص يجب أن يتم ارتباط الفيتامين بمادة تسمى العامل الداخلي المنشأ وشوارد الكالسيوم. هذا العامل الداخلي موجود ضمن العصارة الهضمية للمعدة وغالباً ما يكون نقص هذا العامل هو المسبب الأساسي لفقر الدم العرطل أكثر منه نقص الوارد الغذائي من فيتامين ب12.

المصادر الغذائية: الأغذية الحيوانية

#### 7-4- حمض الأسكوربيك

يوجد صيغتين لحمض الأسكوربيك L-ascorbic acid و D-ascorbic ذو الفعالية الأقل من الشكل L

الوظيفة والعوز:

الوظيفة الأكثر وضوحاً وشهرة هي منع الأسقربوط الذي يمكن أن يحدث نتيجة نظام غذائي حاوي على كميات قليلة جداً أو حتى غير حاوي على خضار وفواكه طازجة. يساعد في تحسين امتصاص الحديد كما يحسن من النشاط الفيزيائي ويساعد في التئام الجروح

تتجلى أعراض مرض الأسقربوط بداية بنزف جلدي، لثة نازفة، الجروح الجديدة صعبة الشفاء، التآف ضمن المفاصل.

المصادر الغذائية: المصادر الجيدة هي البرتقال، القرنبيط، الملفوف والبروكولي

الثباتية:

تسرّع درجات الحرارة العالية والضوء الساطع من تخرّب الفيتامين.

5- واحداث الفيتامينات:

يعبر عن الفيتامينات ب (mg, µg) بالأشكال الصيدلانية و لكن يعبر عنها بالغذاء بواحدات أخرى مثل (IU , USP, DV%)  
.

5-1- الوحدة الدولية IU International Unit وهي الوحدة التي تقيس كمية المادة ذات النشاط البيولوجي (الفيتامينات، الهرمونات، اللقاحات) اعتماداً على النشاط الحيوي أو التأثير، وتختلف من مادة لأخرى مثلاً:

1 IU من حمض الأسكوربيك تكافئ حيوياً 50 µg من L-ascorbic acid .

1 IU من فيتامين D تكافئ حيوياً 0.025 µg من calciferol .

5-2- الحاجة اليومية (DV%) Daily value : وهي قيمة مرجعية غذائية لمساعدة المستهلك لاستخدام معلومات اللصاقة الغذائية لتكوين حمية غذائية صحية حيث تعبر للمستهلك ماذا سيزود هذا الغذاء كنسبة مئوية من المعايير الأساسية.

## 6- تحليل الفيتامينات

يتم التحديد الكمي والكيفي الفيتامينات لغايات تقييم كفاءة النظام الغذائي، تحسين التغذية البشرية على مستوى العالم وضمان دقة المعلومات الواردة على اللصاقة الغذائية.

يسبق تحليل الفيتامينات عملية تحضير العينة لمقايسة الفيتامين حيث يتم استخلاص الفيتامين من العينة بعدة طرق (الحرارة، الحمض، القلويات، المذيبات، الأنزيمات) مثلاً يستخلص حمض الأسكوربيك على البارد بوجود (حمض ميتافوسفوريك/ حمض الخل)

6-1- طرق تحليل الفيتامينات: تصنف مقايسات الفيتامينات كالتالي:

- Bioassays المقايسات الحيوية: ضمن الإنسان والحيوان.
  - Microbiological assays المقايسات الميكروبيولوجية: باستخدام البكتيريا ووحيدات الخلية.
  - Physiochemical assays المقايسات الفيزيوكيميائية مثل السبكتروفوتومتر والطرق الكروماتوغرافية
- معيار الاختيار للمقايسة: يتم اختيار إحدى الطرق السابقة اعتماداً على عوامل عدة منها: دقة ومضبوطية الطريقة، عوامل اقتصادية، وغيرها قابلية تطبيق الطريقة

### 1-1-6-1- الطرق الحيوية:

تطبق لبعض الفيتامينات (فيتامين D وفيتامين B12) مثلاً: تكون المقايسة الحيوية لفيتامين D على الحيوانات وتقوم على قياس تكلس العظام ودراسة عوزه.

### 1-1-6-2- الطرق الميكروبيولوجية:

مبدأ الطريقة: يتناسب نمو الأحياء الدقيقة (بكتريا، خمائر، ...) مع متطلباتها لفيتامين محدد ومن صفاتها:

- تتم عبر استخدام الأحياء الدقيقة
- تعتبر محدودة للفيتامينات المنحلة بالماء وذات حساسية ونوعية لكل فيتامين.
- تعتبر مستهلكة للوقت ويجب الالتزام التام بالبروتوكول التحليلي.
- تجرى عبر زرع الخلاصة على أطباق بتري ومقارنتها مع عياري
- يتم الكشف عن نمو الأحياء الدقيقة بتشكيل العكارة أو إنتاج الحمض وغيرها
- من الفيتامينات التي تعير بهذه الطريقة حمض الفوليك والنياسين (ب3) علماً أنه لكل فيتامين منهما طريقة استخلاص من العينة و نوع جرثومي لإجراء الاختبار

### 1-1-6-3- الطرق الفيزيوكيميائية:

فيتامين A: يعتبر هذا الفيتامين حساس الأشعة فوق البنفسجية، الهواء، الحرارة المرتفعة، الرطوبة لذلك أثناء مقياسته يجب تجنب الظروف المعاكسة لثباتيته

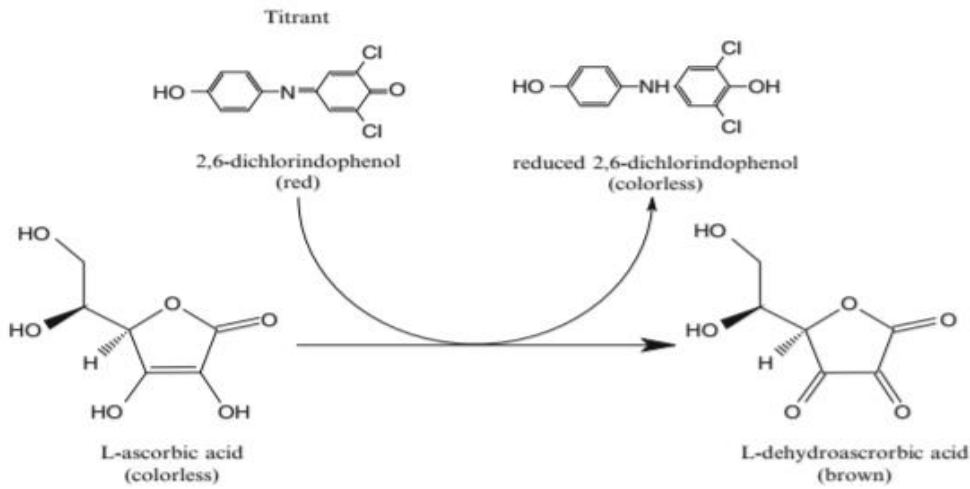
النقاط الواجب الانتباه لها	مبدأ الطريقة
<ul style="list-style-type: none"> <li>● استخدام الضوء الخافت</li> <li>● تجنب تفاعل الأكسدة</li> <li>● تبخير المذيب تحت النيتروجين</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● تصبن العينة بوجود KOH</li> <li>● استخلاص الفيتامين بمحل عضوي</li> <li>● تطبيق تقنية HPLC</li> </ul>

### فيتامين E:

وتراعى النقاط ذاتها التي يجب الانتباه لها أثناء استخلاص ومقايسة فيتامين A ومن ثم يمكن التحليل بتقانة HPLC. يتم حل العينة بمحل عضوي مناسب مباشرة (الهكسان مثلاً).

### فيتامين C:

يتأكسد حمض الأسكوربيك ويتحول إلى دي هيدرو حمض الأسكوربيك بوجود مركب 2,6-دي كلورواندوفينول ويستدل على نهاية التفاعل بظهور لون وردي:



Chemical reaction between L-ascorbic acid and the indicator dye, 2,6-dichloroindophenol.

يمكن أيضاً مقايسة حمض الأسكوربيك بطريقة Microfluorometric حيث يتم أكسدة حمض الأسكوربيك ← دي هيدرو الأسكوربيك , يليل ذلك تفاعل دي هيدروالأسكوربيك مع أورثو فينيلين دي أمين وبالتالي تشكل مركب مفلور

كما يمكن معايرة فيتامين ب1 وب2 بالفلورة بعد عملية استخلاصهما

جدول للمقارنة بين طرق تحليل الفيتامينات:

الطرق الحيوية	الطرق الفيزيوكيميائية	الطرق الميكروبيولوجية
<ul style="list-style-type: none"> <li>● تستهلك وقت طويل</li> <li>● لا تتطلب الاستخلاص أحياناً</li> <li>● يقتصر التحليل في بعض الأحيان على الحيوانات في حال عدم توفر المعدات اللازمة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● تتطلب الاستخلاص</li> <li>● تعطي المحتوى الكلي لفيتامين محدد في مادة محددة</li> <li>● تستخدم تقنية HPLC وغيرها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● تتطلب الاستخلاص</li> <li>● تستخدم فقط للفيتامينات الذوابة بالماء</li> <li>● تستهلك وقت طويل</li> <li>● لا تتطلب إجراء التعديل في حال كانت كمية العينة قليلة</li> </ul>

## الأغذية الوظيفية

نشأ مفهوم الأغذية الوظيفية في اليابان عام 1984. أصدرت وزارة الصحة في اليابان عام 1991 القوانين اللازمة لقبول فئة معينة من الأغذية تحت مسمى "الأغذية ذات الاستخدامات الصحية المحددة Food for Specified Health Uses (FOSHU)", وذلك للتقليل من تكاليف الرعاية الصحية. لكي يندرج الغذاء ضمن أغذية FOSHU، يجب أن يكون خاضعاً لتجارب سريرية وتغذوية موثقة علمياً تثبت فعاليته الصحية، الوارد اليومي المطلوب منه، الأمان والثبات استخدم تعبير الأغذية الوظيفية لوصف المنتجات المشابهة من حيث المظهر للأغذية التقليدية والقادرة على إعطاء فوائد صحية تفوق قيمتها الغذائية الأساسية، كما يجب أن تتوافر في هذه الأغذية مجموعة من الشروط كي تصنف كغذاء وظيفي:

- يجب أن يُستهلك الغذاء الوظيفي كجزء من النظام الغذائي العادي
- ألا يأتي بشكل مستحضر دوائي مثل المضغوطات والكبسولات أو أي شكل من أشكال المكملات الغذائية
- يجب أن تكون الفوائد المنسوبة للغذاء الوظيفي مبنية على أساس علمي.

### 1- أنواع الأغذية الوظيفية

**1-1- الأغذية المدعمة Fortified Food:** وهي الأغذية التي تتم فيها زيادة كمية المكون الوظيفي الموجود أصلاً فيها، مثل تدعيم منتجات الحبوب بكميات إضافية من حمض الفولي.

**1-2- الأغذية المُغنّاة Enriched Food:** يضاف إليها مكون وظيفي لا يوجد فيها عادة، مثل إغناء عصير البرتقال بالكالسيوم.

**1-3- المنتجات المعدّلة Altered Products:** ويتم إنتاجها بتخفيض كمية بعض المكونات، أو إزالتها أو استبدالها بمكونات أخرى دون التأثير على نوعية المنتج، مثل استخدام بدائل الدسم الغنية بالألياف المستحصلة من الحبوب في صناعة المثلجات أو صناعة اللحوم.

**1-4- السلع المعزّزة Enhanced Commodities:** وتتم فيها زيادة أحد المكونات الوظيفية بشكل طبيعي عبر شروط نمو خاصة، أو تركيبة أعلاف جديدة مثل البيض الغني بالأوميغا 3 (omega-3) المنتج بتغيير أعلاف الدجاج.

## 2- منتجات الأغذية الوظيفية

– **Probiotics:** وهي أحياء دقيقة حية، تنتقى عادة من أنواع البكتيريا الموجودة في السبيل الهضمي مثل البكتيريا اللبنية وبيفيدوبكتيريا bifidobacteria. تُدعم منتجات الحليب بهذه البكتيريا عبر إضافتها إما مباشرة بشكل مركز أو عبر إضافة كميات صغيرة منها ثم يسمح لها بالتكاثر. تساعد المضيف في مقاومة العدوى بالبكتيريا الممرضة عبر إنتاج مستقلبات مضادة للبكتيريا.

– **Prebiotics:** وهي مكونات غذائية تقاوم الحلمية بالإنزيمات الهضمية ولا يتم امتصاصها في الأمعاء الدقيقة، فتمر إلى الأمعاء الغليظة وتشكل ركازة للتخمير البكتيري مؤدية إلى تعزيز نمو أحد أنواع البكتيريا المفيدة أو عدد محدود منها على حساب العضيات الممرضة.

من أمثلة prebiotics: الألياف الغذائية مثل البكتين، النشاء المقاوم والإينولين inulin. تتحكم prebiotics بزمن الترانزيت والتوافر الحيوي للمعادن مثل الكالسيوم، كما تقوم بإنتاج الحموض الدسمة قصيرة السلسلة التي تؤثر بالوظيفة المناعية، إضافة إلى تخفيض سويات الكوليستيرول،

– **منتجات Synbiotics:** وهي منتجات حاوية على مزيج من probiotics و prebiotics.

– **البيض الوظيفي Functional Eggs:** وهو بيض يتم إغناؤه بحموض أوميغا 3، وتدعيمه بمضادات الأكسدة، فيتامين D، فيتامين E، فيتامين B12، حمض الفولي والسيلينيوم.

– **الحبوب الوظيفية Functional Cereals:** وهي منتجات يمكن أن تؤدي دور prebiotics لغناها بالألياف الغذائية، حيث تقوم بتحفيز نمو البكتيريا اللبنية والبيفيدوبكتيريا.

– **منتجات الخبز Bakery Products:** مثل الخبز الأبيض المدعم بمكونات وظيفية تتواجد عادة بكثرة في الخبز الكامل مثل الألياف الغذائية، فيتامين B1، و B3 و B6، الزنك، والإينولين

– **المنتجات الوظيفية القابلة للدهن Functional Spreads:** من أمثلتها المنتجات القابلة للدهن المخفّضة للكوليستيرول لاحتوائها إسترات الستيرول النباتية التي تتنافس مع الكوليستيرول وتخفض امتصاصه، كما يندرج ضمن هذه المجموعة الزبدة والجبنة منخفضة المحتوى من الكوليستيرول التي يتم الحصول عليها عبر إزالة 90% من الكوليستيرول الموجود فيها

- المشروبات الوظيفية **Functional Drinks**: وهي مشروبات غير كحولية مثل مشروبات الطاقة والمشروبات الرياضية. يمكن أن تدعم هذه المشروبات بفيتامين C، A و E وغيرها من المكونات الوظيفية. من أمثلة المشروبات الوظيفية:
- المشروبات الوظيفية المخفّضة للكوليستيرول الحاوية أوميغا 3
- المشروبات المفيدة لصحة العين الحاوية لوتين lutein
- المشروبات المفيدة لصحة العظام الحاوية كالسيوم

## المضافات الغذائية

### 1- تعريف المضاف الغذائي:

مادة (أو مزيج من المواد) يُضاف إلى الغذاء ويتدخل في تقديمه، تصنيعه، تعبئته، و/أو تخزينه دون أن يكون مكوناً رئيسياً. تبقى المضافات أو منتجاتها عموماً في الغذاء ولكن في بعض الحالات يمكن أن تزال خلال التصنيع.

Food additive is a substance (or a mixture of substances) which is added to food and is involved in its production, processing, packaging and/or storage without being a major ingredient. Additives or their degradation products generally remain in food, but in some cases, they may be removed during processing.

### 2- تستخدم المضافات الغذائية للغايات التالية:

- القيمة الغذائية للطعام: المضافات كالفيتامينات، المعادن، الأحماض الأمينية ومشتقاتها تستخدم لرفع قيمة الغذاء.
- القيمة الحسية للغذاء: يمكن أن ينخفض اللون، الرائحة، الطعم، التكوين أو القوام (والتي تعتبر مهمة للقيمة الحسية للغذاء) خلال التصنيع والتخزين حيث يمكن لمثل هذا الانخفاض أن تصحح بالإضافات مثل الأصبغة، المركبات العطرية، محسنات الطعم.
- عمر المنتج على الرف: تتضمن الزيادة في فترة الصلاحية الحماية من نمو الأحياء الدقيقة. على سبيل المثال، باستعمال المضادات الحيوية والعوامل النشيطة التي تكبح وتؤخر التغيرات الكيميائية والفيزيائية غير المرغوب بها في الغذاء.
- يمكن أيضاً زيادة العمر على الرف بضبط pH الغذاء باستعمال الوقاءات المضافة أو بضبط القوام باستعمال العوامل المهلمة أو المزيدة للزوجة والتي هي عديدات السكارايد.
- التوجه الشائع للأغذية السهلة والسريعة التحضير (الطعام المريح) زاد من استعمال المضافات الغذائية.

من المفهوم ضمناً أن المضافات الغذائية ومنتجاتها يجب ألا تكون سامة في مستوى الاستعمال المطلوب لها. هذا ينطبق على السمية الحادة والمزمنة بالتساوي، خاصة التأثيرات المسرطنة، المشوهة للأجنة، والمطفرة المحتملة.

ينظم استعمال المضافات من قبل منظمة الغذاء والدواء أو منظمة الصحة في معظم البلدان. تختلف التنظيمات جزئياً من بلد لآخر لكن هنالك مساعٍ جارية لتنسيقها على أساس المعرفة السمية الحالية ومتطلبات التقنيات الغذائية الحديثة.

- *Nutritive Value of Food* Additives such as vitamins, minerals, amino acids and amino acid derivatives are utilized to increase the nutritive value of food.
- *Sensory Value of Food* Color, odor, taste and consistency or texture, which are important for the sensory value of food, may decrease during processing and storage. Such decreases can be corrected or readjusted by additives such as pigments, aroma compounds or flavor enhancers.
- *Shelf Life of Food*: The extension of shelf life involves protection against microbial spoilage, for example, by using antimicrobial additives and by using active agents which suppress and retard undesired chemical and physical changes in food. The latter is achieved by stabilization of pH using buffering additives or stabilization of texture with thickening or gelling agents, which are polysaccharides.

The common trend towards foods which are easy and quick to prepare can also necessitate the increasing use of additives. It is implicitly understood that food additives and their degradation products should be non-toxic at their recommended levels of use. This applies equally to acute and to chronic toxicity, particularly the potential carcinogenic, teratogenic (causing a malformed fetus) and mutagenic effects. The use of additives is regulated by Food and Drug or Health and Welfare administrations in most countries. The regulations differ in part from country to country.

### 3- أنواع المضافات الغذائية

#### 1-3- الفيتامينات Vitamins



العديد من المنتجات الغذائية غنية أو مدعمة بالفيتامينات لتعديل الخسارة أثناء التصنيع أو لزيادة القيمة الغذائية. يعتبر إغناء كهذا مهماً خاصة لعصائر الفاكهة، الخضراوات المعلبة، الطحين والخبز، الحليب، الزبدة النباتية وأطعمة الأطفال. بالإضافة إلى القيمة الغذائية، يوجد فيتامينات عديدة لها بعض التأثيرات الإضافية المرغوبة على سبيل المثال حمض الأسكوربيك محسن عجيبة لكن يمكنه أن يلعب دوراً مشابهاً للتوكوفيرول كمضاد أكسدة. الكاروتينات والريبوفلافين تستخدم كمواد ملونة بينما يحسن النياسين ثبات لون اللحم الطازج والمعالج والمخلل.

### 2-3- الأحماض الأمينية Amino Acids

تتم الزيادة في القيمة التغذوية للغذاء بإضافة الأحماض الأمينية الأساسية.

### 4-3 المعادن Minerals

يعد الطعام عادة مصدر وافراً للمعادن. يتم تدعيم الطعام من أجل الحديد الذي لا يتوافر بشكل كامل غالباً ومن أجل الكالسيوم، المغنيزيوم، النحاس والزنك وتعتبر إضافة اليود إلى الملح مهمة للغاية في المناطق الفقيرة باليود

### 5-3 محسنات النكهة Flavor Enhancers

هي مركبات تحسن رائحة المنتج الغذائي، مع ذلك فإنها لا تملك رائحة أو طعماً مميزين عند التركيز المستخدم. يظهر تأثير المحسن للخواص الحسية كشعور، قيمة، بنية، انتعاش الرائحة (خاصة في الأغذية المعالجة بالحرارة)

- تحسن الغلوتامات وحيدة الصوديوم الإدراك الحسي خصوصاً الرائحة الشبيهة برائحة اللحم وهي تستخدم بشكل متكرر كمضاف في منتجات اللحوم والأسماك المجمدة، المجففة أو المعلبة. تضاف MSG بتركيز 0.2-0.8%. إن تناول كميات كبيرة منها من قبل بعض الأشخاص فائقي التحسس يمكن أن يسبب متلازمة المطاعم الصينية والتي تُمثل باضطرابات مؤقتة كالخمول، الصداع، ألم المعدة والتي تظهر بعد فترة قصيرة.

- أيوزين أحادي الفوسفات (IMP) و-غوانوزين أحادي الفوسفات (GMP)، لهما خصائص مشابهة للـ MSG. قدرتهما على تحسين الطعم عند تركيز 5-75 ppm جيدة في كل الأغذية (الحساء، الصلصات، اللحوم المعلبة)

- المالتول: يمتلك رائحة شبيهة بالكاراميل حيث يحسن الشعور بالحلاوة في الأطعمة الغنية بالكاربوهيدرات مثل المربيات. تسمح إضافة 5-75 ppm من المالتول بخفض محتوى السكر 15%، مع بقاء الحلاوة بنفس الدرجة.

- مركبات التأثير المبرد: إن المنتول معروف جيداً بتأثيره المبرد. إن عتبة الرائحة للمنتول أخفض من عتبة التأثير المبرد وهذا ما يعتبر مضرراً بالتطبيق الواسع للمنتول كمادة ذات تأثير مبرد.

### 6-3- بدائل السكر Sugar Substitutes

بدائل السكر هي تلك المركبات التي تستعمل مثل السكر (سكروز، غلوكوز) للتحلية لكنها تستقلب دون الحاجة للأنسولين.  
و كبدائل سكر هامه نذكر الكحولات السكرية، السوربيتول، الكزايليتول، والمانيتول وإلى حد ما الفركتوز.

### 7-3- المحليات Sweeteners

المحليات مركبات طبيعية أو صناعية تعطي إحساساً حلواً ولا تمتلك أو تمتلك قيمة غذائية لا تذكر. يمكن أن تقاس القوة المحلية للمركب رقمياً ويعبر عنها ك:  
- قيمة العتبة الحدية، التركيز الأخفض لمحلول مائي والذي يُحس عنده بالحلاوة.  
- قوة التحلية النسبية لمحلي ما وذلك نسبة إلى مادة قياسية ويُعتبر السكروز في محلول تركيزه 2.5 أو 10% عادة المادة القياسية  
من أمثلة المحليات استخداماً نذكر:

### 1-7-3- السكرين Saccharin

السكرين محلي هام له  $f_{sac,g}(10)=550$ . يمتلك السكرين بتركيز أعلى طعماً معدنياً إلى مرأ في نهاية النكهة وبيداً اصطناعه عادة من التولوين

### 2-7-3- السيكلامات Cyclamate

السيكلامات محلٍ واسع الانتشار، قدرته على التحلية أخفض بشكل واضح من تلك الخاصة بالسكرين وهي  $f_{sac,g}(10)=35$ . يوجد نقاش متزايد عن أمان السكرين والسيكلامات، المحليين اللذين هيمننا لوقت طويل.

### 3-7-3- المحليات البروتينية مثل المونيلين والتوماتين:

تحتوي إحدى الثمار غير المنتشرة في بلادنا على بروتينين حلو المذاق: التاوماتين I و II،  $f_{sac,g} \sim 2000$ . تم تحديد تسلسل الأحماض الأمينية الكامل وتشكل التاوماتين، سلسلة بيتيدية ب 207 من ثمالات الأحماض الأمينية  
4-7-3 ثنائيات البيبتيد:

الأسبارتام: ثنائي بيتيد ل-أسبارتيل-ل-فينيل ألانين ميتيل إستر (L-Asp-L-Phe-OMe) وهو حلو الطعم. يستعمل الأسبارتام حول العالم ومع ذلك فإن ثباته ليست مقنعة دوماً. وبخلاف تحلية الشرابات (القهوة أو الشاي) التي تشرب بسرعة تظهر مشاكل في استعمال الأسبارتام في الأطعمة التي يجب تسخينها أو في الشرابات المحلاة التي يجب تخزينها لفترات طويلة من الزمن.

يوجد أيضاً ضمن هذه المجموعة السوبر أسبارتام Superaspartame: و الأليتام

**3-7-4- الأسيسلفام** :يُحس بحلاوة الأسيسلفام بسرعة وهذه المادة ثابتة عملياً في الطعام تحت شروط

المعالجة والتخزين المعروفة وتستعمل في عدد كبير من المنتجات المختلفة

**3-7-5- ديهيدروكالكون النارنجين:** أكثر تحلية من السكرز بأكثر من 1000 مرة

**3-7-6- الغليسيريدين:** لم يعد يستخدم كمحلي في الأغذية لكنه لا يزال يستخدم في المضامض الفموية

ومعاجين الأسنان.

### 3-8- ملونات الأغذية Food Colors

يوجد عدد من الملونات الطبيعية متوافرة وتستعمل لتعديل أو تصحيح انعدام اللون أو تغيراته خلال المعالجة أو التخزين في حين عدد الأصبغة الصناعية المسموحة منخفض. تستعمل الكاروتينويدات في المعظم، يتبعها ملون BEET RED والكاراميلات بنية اللون. أكثر الألوان المستخدمة هي اللونان الأصفر والأحمر، أما المنتجات الغذائية التي تلون فهي غالباً الحلويات، الشرابات، مساحيق الحلويات، المثلجات ومنتجات الحليب.

### 3-9- الحموض Acids

فيما يلي الحموض الأكثر أهمية المستعملة في معالجة الأغذية وتخزينها:

#### - حمض المالك Malic Acid

يستعمل حمض المالك بشكل واسع في صناعة المربيات، الهلاميات

#### - حمض الطرطريك Acid Tartaric

يمتلك حمض الطرطريك طعماً حامضاً قاسياً أو لاذعاً. يستعمل لتحميض النبيذ، في مشروبات عصير الفاكهة، وبسبب صيغته يعتبر كمؤازر لمضادات الأكسدة وذلك لقدرته على تشكيل المعقدات مع المعادن.

#### - حمض السيتريك Citric Acid

يستعمل حمض السيتريك (حمض الليمون) في إنتاج السكاكر، المربيات وغيرها وهو أكثر الحموض المستخدمة في الصناعات الغذائية. يستعمل أيضاً لكبح التحول للون البني في الخضار والفواكه وكمضاد أكسدة.

#### - حمض اللاكتيك LACTIC ACID

يستعمل حمض اللاكتيك (حمض اللبن) لتحسين قدرة خفق بياض البيض كما تحسن نكهة الشرابات والخضراوات المخللة.

#### - حمض الفوسفور Phosphoric acid

يشكل حمض الفوسفور وأملاحه 25% من كل الحموض المستعملة في الصناعة الغذائية. في حين أن معظم الحموض (الأملاح) المستعملة في الصناعة الغذائية هي حمض السيتريك (حوالي 60%) بينما يشكل استخدام الحموض الأخرى 15% فقط. الحقل الرئيسي لاستخدام حمض الفوسفور هو صناعة المشروبات الغازية (مشروبات الكولا). كما يستعمل أيضاً في هلامات الفواكه، الجبن المعالج، مساحيق الخبز

#### - أحماض كلور الماء والكبريت : كلا الحمضين يستعملان في إماهة النشاء والسكرور

#### 10-3 - الأسس BASES

تستخدم عدد من الأملاح القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم وبيكربونات الصوديوم، كربونات الصوديوم، وغيرها في معالجة الطعام لأسباب مختلفة:

- مثلاً ثمار الزيتون الناضجة تعالج بهيدروكسيد الصوديوم (20,25%) للتخلص من الطعنة اللاذعة ولتحقيق اللون الداكن المطلوب للثمار.

- تستخدم في بعض المنتجات المخبوزة بإضافة مادة قلبية (الخبز والكعك) والتي يتم تحضيرها عبر غمس قطع العجينة في محلول هيدروكسيد الصوديوم لتأمين نعومة العجينة النموذجية ولون السطح المائل إلى البني (سمرة الخبز).
- تضاف بيكربونات الصوديوم في مجال صناعة الشوكولاتة لتعزيز تفاعل (ميلارد) وتزويد الشوكولاتة بلونها الداكن.
- في مجال صناعة الجبنة السائلة حيث يتم تحقيق درجة الحموضة العالية المطلوبة لانتفاخ (انتباج) هلام الكازين بإضافة أملاح قلبية.

### 11-3- العوامل الممخلبة CHELATING AGENTS

اكتسبت العوامل الممخلبة أهمية أكثر في معالجة الطعام حيث ساهمت قدرة هذه العوامل على ربط شوارد المعدن بشكل ملحوظ في تثبيت لون الطعام، رائحته وقوامه. يمكن أن تلعب العديد من المكونات الطبيعية للطعام دوراً كعامل ممخلب مثل الحموض الكربوكسيلية (حمض الأوكزاليك)، الحموض الهيدروكسيلية (اللاكتيك، المالك، الطرطريك، الستريك)، الحموض عديدة الفوسفور.

يمكن أن تلعب آثار زهيدة من شوارد المعادن الثقيلة دوراً كمحفزات لأكسدة الدسم أو الزيوت وإن ربط هذه الشوارد بالعوامل الممخلبة يزيد الفعالية المضادة للأكسدة ويمنع أكسدة الفيتامينات المنحلة بالدسم وبذلك تتحسن ثباتية الرائحة واللون للخضار العلية بشكل كبير.

### 12-3 المواد الحافظة preservatives

من أنواع المواد الحافظة المستخدمة في الأطعمة:

- ✓ المواد المضادة للميكروبات
- ✓ مضادات الأكسدة

### 1-12-3- العوامل المضادة للميكروبات

إن إزالة الأحياء الدقيقة بطرق فيزيائية غير ممكن دائماً، لذلك فإن استخدام العوامل المضادة للميكروبات ضروري، وهي تلعب دوراً كبيراً في إطالة فترة الحفظ للكثير من الأغذية وأصبح لها استخدام واسع في السنوات الحالية مع زيادة متطلبات الأمان الميكروبي للأطعمة.

إن استخدام الحموض الضعيفة كمواد حافظة يحكمه pKa هذه الحموض ودرجة حموضة الطعام وهو مهم لاختيار الاستخدام الصحيح، لأنه فقط الجزيئة غير المتشردة تكون قادرة على الاختراق والعبور إلى داخل الخلية الميكروبية وفقا لذلك فإن الحموض الضعيفة تكون مناسبة لاستخدامها في حفظ الأطعمة الحمضية.

من العوامل المضادة للميكروبات نذكر:

حمض البنزويك: فعاليته بالدرجة الأولى ضد الخمائر والعفن، وبدرجة أقل ضد البكتيريا. يتواجد حمض البنزويك في الطبيعة عادةً على شكل غليكوزيد (كما في التوت البري، التوت، الإجاص).

انحلالية الحمض الحر ضعيفة، لذلك يستخدم الحمض كمادة مضافة بشكل ملح القلوي. يستخدم حمض البنزويك بتركيز (0.05-0.1%) غالباً بالمشاركة مع مواد حافظة أخرى وهو يستخدم لحفظ الطعام ذو درجة الحموضة (4-4.5 أو أقل) مثل المشروبات الغازية، سلطة الفواكه، مربى البرتقال، الهلام والخضار المخللة. تناول اليومي لأقل من 0.5غ لكل كغ من بنزوات الصوديوم متحمل من قبل البشر ولا يوجد تراكمات خطيرة معروفة في الجسم للحمض حتى بجرعات أكثر من 4غ باليوم.

الأسترات الألكيلية لباراهيدروكسي حمض البنزويك: وهي الأسترات الألكيلية لباراهيدروكسي حمض البنزويك وهي ثابتة جداً. تنقص ثباتية هذه المشتقات في الماء بزيادة طول السلسلة الألكيلية (ميتيل إلى بوتيل) بينما تزداد الفعالية بزيادة طول السلسلة الألكيلية، على الرغم من ذلك يفضل استخدام المشتقات ذات السلسلة الجانبية الأقصر من نفس النوع وذلك لأن انحلاليتها أفضل. هذه الأسترات مضادة للفطور بالدرجة الأولى وهي فعالة ضد الخمائر لكن فعالة بدرجة أقل ضد البكتيريا، خاصة الجراثيم إيجابية الغرام.

حمض البروبيونيك: فعاليته هي غالباً تجاه العفن وبدرجة أقل تجاه البكتيريا بينما لا يملك الحمض عملياً أي فعالية ضد الخمائر. تعتمد فعاليته على درجة حموضة الوسط ويوصى باستخدامه بدرجة حموضة بحدود 5 و فقط من حين لآخر حين اللزوم بدرجة 6. حمض البروبيونيك غير سام عملياً ويستخدم كمادة مضافة في السلع المخبوزة الجاهزة لتثبيط نمو العفن، ويستخدم في صناعة الجبنة عبر غمسها في محلول للحمض تركيزه 8%.

حمض السوربيك: حمض السوربيك أو أملاحه هي عوامل ضد فطرية فعالة في مجال تعبئة السلع المخبوزة الجاهزة، الأجبان، الشرابات (عصائر الفواكه، النبيذ)، الهلاميات، الفواكه المجففة والسمن النباتي.

ثنائي أكسيد الكبريت: تشمل فعالية هذه العوامل الحافظة الخمائر، العفن والبكتيريا. تزداد الفعالية بنقصان درجة الحموضة. سمية هذه المواد مهمة بالتراكيز المستخدمة عادةً. مازالت الفعالية الماسخة الممكنة لهذه المواد قيد التحقيق والدراسات.

المضادات الحيوية: إن استخدام الصادات الحيوية في حفظ الطعام أوجد مشكلة ذلك أنه يمكن ان يؤدي لتطور سلالات من العضيات الدقيقة أكثر مقاومة وهذا يخلق صعوبات علاجية.

يستخدم الناتا ميسين كما يستخدم النيسين وهو صاد حيوي عديد الببتيد، منتج من بعض المكورات اللبنية، وهو فعال ضد الجراثيم إيجابية الغرام وكل الأبواغ. هذا الببتيد المقاوم للحرارة يستخدم كمادة حافظة للألبان، مثل الجبن أو الحليب المكثف أو المجفف

ثنائي الفينيل: نظراً لقدرته على تثبيط نمو العفن، يستخدم ثنائي الفينيل لمنع نمو هذه العفنات على قشور الفواكه الحمضية (الليمون، البرتقال، الليمون الحامض، الكرفون). يطبق ثنائي الفينيل عبر تشريب ورق التغليف و/أو مادة التغليف الكرتونية.

أورتوفينيل فينول: يثبط هذا المركب نمو العفنات ويطبق عبر غمس الفاكهة في محلول للمركب.

النترات والنترت: استخدمت هذه المضافات أولاً لحفظ اللون الأحمر للحوم (لون الميوغلوبين الطبيعي بدون تخرب). تملك فعالية ضد ميكروبية أيضاً. تكمن أهميتها في فعاليتها ضد الإصابة بالمطثية الوشيكية، وبالتالي، ضد تراكم سمومها. في الحقيقة، 20 ملغ بالكيلوغرام من النترت يعتبر كافي لإبقاء اللون الأحمر للحوم، 50 ملغ/كغ لإنتاج المذاق الخاص، و100 ملغ/كغ لتحقيق التأثير المضاد للميكروبات المطلوب.

لوحظت السمية الحادة فقط عند استخدام تراكيز عالية (بسبب تشكل الميتيميوغلوبين) ، بالإضافة إلى إمكانية تشكل الأمينات النتروزية هي مشكلة لأن هذه المركبات تملك فعالية سرطانية عالية.

### 2-12-3- مضادات الأكسدة

بما أن الدسم متواجدة بشكل واسع في الأطعمة وبما أن أكسدها تعطي منتجات تخرب ذات رائحة قوية، فإن تخرب الدسم سيؤدي لتخرب الطعام عبر توليد الرائحة غير المرغوبة.

يمكن أن يتم تجنب تأكسد الدسم عبر نزع الأوكسجين أو باستخدام مضادات الأكسدة كمادة مضافة وهي تقوم بمنع الأكسدة الذاتية وما يتبعها من تطور للترنخ وانعدام الرائحة. مضادات الأكسدة الأكثر أهمية، هي التوكوفيرولات (طبيعي)، تترابوتيل هيدروكسي أنيزول و دي تترابوتيل هيدروكسي تولولين صناعي. يمكن للعوامل الممخلبة أن تلعب دور مضاد أكسدة



تستخدم أيضاً العوامل المخلبة للمساعدة على الحد من عملية الأكسدة حيث تمت مناقشتها سابقاً (فقرة 3-11)، بالإضافة لذلك يمكن القول إنه في مجال إنتاج خلاصات الأعشاب والتوابل، فإن مشاركة مضاد أكسدة مع عامل مخلب يؤمن ويحسن جودة الخلاصة. كما تستخدم العوامل المخلبة في المنتجات اليومية، حيث أنها مستخدمة غالباً نظراً لفعاليتها المحللة لمعقدات الكازئين، في عمليات معالجة الدم لمنع التخثر، وفي صناعة السكر لتسهيل تبلور السكروز

### 13-3- العوامل الفعالة سطحياً

العوامل الفعالة سطحياً الصناعية أو الموجودة طبيعياً وهي مستخدمة في معالجة الطعام عندما يكون هناك حاجة إلى خفض التوتر السطحي كما في إنتاج وتأمين الثبات لكل أنواع المبعثرات مثل المستحلبات، الرغوة، البخاخات والمعلقات، وكما هو معلوم فإن المبعثرات تتألف من طورين بحيث يختلف الطور المستمر الخارجي عن الطور المنقطع الداخلي. تملك المستحلبات أهمية خاصة وهي أنظمة مبعثرة مكونة من سائلين غير ممتزجين. عندما يتكون الطور الخارجي من الماء والداخلي من الزيت، يعتبر المستحلب من نمط زيت في ماء أما عندما يصبح الماء مبعثراً في الزيت فإن المستحلب يصبح من نمط ماء في زيت. وكأمثلة عن المستحلبات في الطعام نذكر: الحليب (نمط ز/م)، الزبدة (نمط م/ز) والمايونيز (نمط ز/م). يمكن للعامل الاستحلابي أن يكون طبيعياً أو صناعياً. تضم العوامل الاستحلابية الصناعية سلسلة من المركبات غير المتشردة وتشكل غليسيريدات الأسيل الأحادية والثنائية ومشتقاتها الجزء الأكبر من العوامل الاستحلابية الصناعية المستخدمة (حوالي 75%). كما يوجد عوامل استحلابية طبيعية مثل الليستين وبعض البروتينات

### 14-3- بدائل الدسم

إن الطاقة المأخوذة (الواردة) مع الطعام في البلدان المتطورة (الصناعية) أعلى من الاحتياجات الفيزيولوجية ذلك أن الدسم مستهلك بكثرة لكونه مستساغاً وهذا ما يجعله المتورط الأول في مشكلة الإفراط في تناول الطعام والسمنة. أجريت بعض المحاولات لاستبدال الدسم (المصدر الأساسي للطاقة) وذلك لتجنب الآثار الناتجة عن زيادة استهلاكه مثل زيادة الوزن والسمنة.

تتكون بدائل الدسم هذه من إما الكربوهيدرات، البروتين، أو الدسم أو مشاركة من هذه المكونات ولقد تم تقسيم هذه البدائل إلى مجموعتين:



- طبيعية (محاكيات الدسم): من البروتين والسكريات، فعلى سبيل المثال عبر طرق التجزئة الدقيقة للبروتين إلى جزيئات بحجم من 3.0,1 ميكرومتر، فإنه من الممكن الحصول على إحساس المادة الذائبة في الفم الناتجة عن كريات الدسم.
- صناعية (بدائل الدسم) أي بدائل الدسم الصناعية التي تُصنع بشكل أساسي كالتالي:
  - استبدال الغليسيرول بالكحولات الأخرى.
  - استبدال الحموض الدسمة العادية بالحموض الكربوكسيلية طويلة السلسلة.
  - استخدام الرابطة الإيتيرية بدلاً من الروابط الإستيرية.

### 15-3- العوامل المثخنة، المهلمات (اللعايبات)، المثبتات

يستطيع عدد من عديدات السكريات وأشكالها المعدلة زيادة لزوجة وسط ما، مما يساعد على تشكيل هلاميات بالإضافة لقدرة عديدات السكريد على تثبيت المستحلبات والمعلقات والرغوة. تستخدم السكريات المتعددة (مثل النشاء والألجينات) في هذا المجال كما تلعب بعض البروتينات دور عامل مهلم مثل الجيلاتين المستخدم كثيراً في منتجات الطعام (ينتج عن الكولاجين بشروط خاصة).

### 16-3- المواد المرطبة

تمتلك بعض الكحولات السكرية (غليسيرول، مانيتول، سوربيتول) خصائص مميزة حيث تلعب دوراً ماصات رطوبة، بمعنى آخر هي مضافات للاحتفاظ بالرطوبة حيث تستخدم للحفاظ على طراوة الخبز والمعجنات. من جهة أخرى عندما يُضاف الغليسيرول أو السوربيتول عند إنتاج الأطعمة المطحونة المجففة قبل خطوة التجفيف الأخيرة، فإن المنتجات المجففة الناتجة تتحسن فيها قدرتها على الإماهة.

### 17-3- العوامل المانعة للتكتل

تميل بعض منتجات الطعام، مثل الملح أو مساحيق الخضار والفواكه المجففة، إلى أن تتجمع على شكل كتلة صلبة. يمكن أن يتم تجنب التكتل عبر استخدام أي مركب من عدد من المركبات التي تمتص الماء أو المركبات التي تشكل فلم واقية كاره للماء أو تلك التي تمتص الرطوبة.

### 18-3- العوامل المبيضة

يُستخدم التبييض بشكل أساسي في إنتاج الطحين. يمكن تحقيق إزالة الكاروتينويدات الصفراء عبر الأكسدة عبر عدد من المركبات. وكأمثلة عن بعض العوامل المبيضة الشائعة الموثوقة: الكلور، وأكسيد الكلور. يمتلك أنزيم الليبوأوكسجيناز أيضاً فعالية مبيضة.

### 19-3- العوامل المُروّقة - CLARIFYING AGENTS

يمكن أن يحدث العكر وتشكل الرواسب في بعض الشرابات، مثل عصائر الفواكه، البيرة أو النبيذ، يحدث بتدخل المركبات الفينولية، البكتينات والبروتينات.

يمكن تصحيح هذه العيوب عبر:

- الحلمة الأنزيمية الجزئية للبكتينات والبروتينات
- إزالة المركبات الفينولية عبر إضافة الجيلاتين
- إزالة البروتين بالتانينات أو البنتونايت ويتكون هذا الأخير من سيليكات الألمنيوم المائية

### 20-3- الغازات الواقية، الدوافع

يمكن أن تُخزن الأطعمة الحساسة للأكسدة و/أو الفساد الجرثومي في جو من الغازات الواقية أو خليط منها (نتروجين، ثنائي أكسيد الكربون، أحادي أكسيد الكربون) وهذه الطريقة غالباً مناسبة لإطالة عمر التخزين على الرف للطعام.

يُمكن أن تُعبأ الأطعمة السائلة في عبوات مضغوطة وعند الحاجة، يمكن استخدام غاز دافع مثل النتروجين وثنائي أكسيد الكربون. يستخدم النتروجين كغاز دافع عندما لا يُرغب بتشكيل الرغوة نظراً لانحلاله الضعيفة في الماء، الدسم والزيوت. من وجهة أخرى، تُفضل الغازات الأخرى مثل أكسيد النتروز وثنائي أكسيد الكربون لتشكيل الرغوة (القشدة المخفوقة) نظراً لانحلالها الجيد في الماء.