

حفظ الأغذية

يمكن تعريف حفظ الأغذية بأنه صيانتها من الفساد بمنع التغيرات غير المرغوبة التي يحتمل أن تطرأ عليها ، ولذلك كان من الضروري لدراسة وسائل حفظ الأغذية البدء بدراسة فسادها .

ولا شك أن صيانة المادة الغذائية من الفساد ما هو إلا منع عوامل الطبيعة من الاستمرار في دورتها العادية . فالطبيعة تسعى إلى تحلل النبات أو الحيوان بعد موته فتجيب المواد العضوية مواد بسيطة يمكن للنبات والحيوان الانتفاع بها ثانية ، ولولا ذلك لظل الكربون والأزوت على صورة مركبات معقدة لا يمكن الاستفادة منها ولأدى ذلك إلى انقراض النبات والحيوان وانعدام الحياة على وجه الأرض ، ولهذا السبب أوجدت الطبيعة سبيلا لانحلال كل جزيء عضوي قام الكائن الحي بينائه في كيانه . ومن ذلك يتبين أن منع الفساد إن هو إلا محاولة مضادة لقوى الطبيعة مما يجعل مهمة حفظ الأغذية صعبة معقدة . وقد كان موضوع فساد الأغذية من الموضوعات التي شغلت الإنسان لأجيال متتالية ، وقد عنى الإنسان منذ بدء الخليقة بالتفكير في وسائل لحفظ غذائه .

وقد عرف أجدادنا الأقدمون بعض ما يطرأ على الأغذية من أنواع الفساد ، واستنبطوا طرقا خاصة لحفظ الأغذية أورثونا أياها ، ولا زال البعض منها شائعا حتى اليوم . هذا على الرغم من أن بعض التغيرات التي كانت تعتبر في زمانهم طبيعية ومرغوبة أصبحت تعد في عصرنا الحالي فسادا ، فاللبن الطازج كان في وقت ما لا يعتبر غذاء صالحا إلا إذا حمض وتخثر ، أما في عصرنا الحاضر فإن ازدياد الحموضة في اللبن الطازج وميله للتخثر يعتبر نوعا من أنواع الفساد ولما كانت الموارد الغذائية في العالم محدودة فقد أصبحنا نعنى بأن نجبت المادة الغذائية بكافة أنواع الوقاية ،

وأن نعتبر أى ضرر يلحق بها فيجعلها غير مرغوبة فسادا وإن كان من فعل الطيور والحشرات أو الفيران ، إذ قد يؤدي هذا الضرر إلى تلوث المادة الغذائية بالافرازات والفضلات ويعرضها لتأثير الأحياء الدقيقة ولتغيرات دائمة في مظهرها وتركيبها الكيماى . ولما كانت نظرتنا لما يسمى غذاءا صالحا تتغير جيلا بعد جيل فقد كان من الصعب أن نضع تعريفا صحيحا للفساد . فيجب ألا يقتصر معنى فساد الأغذية على عدم صلاحيتها من الناحية الصحية ، بل ينبغي أن يشمل أى تغيير يطرأ عليها فيجعلها غير مقبولة أو مستساغة ، ولذلك فإن ما يعتبر فسادا في نظر مجموعة من الناس قد يعد الصورة المفضلة للغذاء عند مجموعة أخرى ، وعلى ذلك يعتبر فساد الأغذية من وجهة نظر المستهلك تغييرا فيها من حالة مرغوبة إلى حالة غير مرغوبة . ويحدث فساد الأغذية نتيجة لتعرضها لعوامل مختلفة طبيعية وكيماية وبيولوجية تتعاون بعضها أو كلها في إحداث تغيرات عديدة في مكونات المادة الغذائية وفي تركيبها الكيماى ، وهذه كثيرا ما يصحبها تغيرات في الطعم أو النكهة أو اللون أو الرائحة أو القوام .

وأنواع الفساد العادية الشائعة تحدث نتيجة للعوامل البيولوجية كالأحياء الدقيقة والأنزيمات أما العوامل الكيماية فهي عادة السبب في التغيرات التي تطرأ على المركبات الموجودة طبيعيا في المواد الغذائية كمركونات النكهة والطعم وغيرها ، ويعتبر الأكسجين الموجود في المادة الغذائية من أكثر هذه العوامل شيوعا ، كما أن التلوث المعدنى للمادة الغذائية يعتبر أحد التغيرات الكيماية التي تحدث في الأغذية ، أما العوامل الطبيعية مثل الضوء والحرارة فهي في معظم الحالات عوامل مساعدة تعمل على تنشيط هذه التغيرات .

والكى يمكننا التعرف على طبيعة التغيرات العديدة التي تطرأ على المواد الغذائية وفهم الوسائل الكفيلة بمنعها لا بد من دراسة تفصيلية لتركيب المادة الغذائية .

١- الماء

يكون الماء الجزء الأكبر من تركيب الانسجة النباتية والحيوانية ، وهو ضروري لحياة بروتوبلازم الخلية، ويوجد الماء في هذه الانسجة على صورتين : الماء الحر ، وهو الذى يمكن انفصاله بسهولة لعدم وجوده فى حالة اتحاد ، والماء المقيد، وهو الذى تمتصه غرويات الانسجة وتتحد به. وتحتفظ البروتينات بأكبر قدر من الماء المقيد وإن كانت هناك مركبات أخرى تحتفظ بكميات كبيرة منه. والجدول الآتى يبين النسب التقريبية للماء فى بعض المواد الغذائية :

جدول - ١

٪ ٨٤ - ٨٧	اللبن
٪ ٧٤ - ٧٠	البيض
٪ ٦٥ - ٦٠	لحم المواشى
٪ ٦٠ - ٥٥	لحم الضأن
٪ ٧٠ - ٥٨	لحم الطيور
٪ ٨٠ - ٧٥	الأسماك
٪ ٩٠	الخضر
٪ ٨٥	الفاكهة
٪ ١٢ - ١٠	الحبوب الجافة
٪ ١٢ - ١١	البقول الجافة

ومن الطبيعى أنه كلما زادت نسبة الماء فى المادة الغذائية قلت نسبة المواد الصلبة . ويلعب الماء دورا رئيسيا فى معظم العمليات الحيوية للكائن الحى . والماء عامل أساسى فى كثير من التغيرات الكيماوية والبيولوجية ، فهو يرتبط بعمليات الإمتصاص والجذب السطحي والضغط الإسموزى والتأين والانحلال المائى . الخ .

٢ - الكربوايدرات

تعتبر المملكة النباتية أغنى مصدر للكربوايدرات في الطبيعة . وهذه المركبات ، كما سبق القول ، تتكون في النبات نتيجة لعمليات التمثيل الكلورفيلي في الأوراق الخضراء للنبات ، إذ يتحد ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء مع الماء الممتص من التربة ، وبتأثير طاقة الشمس تتكون المواد الكربوايدراتية . والمادة الجافة للنبات (فيما عدا البذور الزيتية) تحتوي على مقدار من الكربوايدرات يتراوح بين ٦٠٪ و ٩٠٪ . وتتركب الكربوايدرات من عناصر رئيسية هي الكربون والايروجين والاكسجين . ويوجد الايدروجين والاكسجين عادة في الكربوايدرات بنفس نسبة وجودهما في الماء أى بنسبة ذرتين من الايدروجين إلى ذرة من الاكسجين ، هذا وإن كان من الخطأ إعتبار كل مركب ينطبق عليه هذا الوصف مركبا كربوايدراتيا ، كما أن هناك بعض مركبات كربوايدراتية لا ينطبق عليها هذا الوصف . ويمكن وصف الكربوايدرات بأنها إما سكريات بسيطة أو مركبات تعطى سكريات بسيطة عند انحلالها مائيا . والسكر وايدرات في الطبيعة كما توجد في المواد الغذائية تقسم كالآتي :

١ . أحادي السكر Monosaccharides أو السكريات البسيطة

وتندرج جميع السكريات البسيطة تحت هذا القسم ، وهي مواد لا يمكن انحلالها مائيا إلى مركبات أبسط تركيبا . وهي تقسم تبعا لعدد ذرات الكربون في الجزيء ، فإذا احتوى الجزيء على ذرتين من الكربون يسمى ديوز Diom وإذا احتوى على ثلاث ذرات من الكربون يسمى تريوز Triose وإذا احتوى على أربع ذرات يسمى تروز Tetrose وهكذا . والجزيء في جميع السكريات البسيطة يحتوي على عدد من المجموعات لكحولية تكون متصلة بمجموعة الدهيدية أو بمجموعة كيتونية ، ويسمى

ويرمز لسكر الفركتوز (الليفولوز) أو سكر الفاكهة (ك_٦د_٦ا_٦) كالآتي:

[ك_٦د_٦ا_٦د (ك_٦د_٦ا_٦د) ك_٦ا_٦ك_٦د_٦ا_٦د]



الجلوكوز Glucose : يسمى هذا السكر أيضا بالدكستروز أو سكر العنب أو سكر النشا ، وهو يوجد في حالة حرة في جميع الفواكه تقريبا . ويوجد بكثرة في فواكه خاصة كالعنب والتين والبلح والزبيب كما يوجد أيضا بكثرة في الذرة السكرية والبصل . ويوجد على حالة متحدة في سكريات أخرى مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز ، ويتكون هذا السكر نتيجة لإتحلال النشا النباتي والنشا الحيواني (جليكوجين) إتحلالا مائيا تاما ، ويحتوي دم الحيوانات على قدر ضئيل من الجلوكوز .

الفركتوز Fructose : يسمى أيضا بالليفولوز Levulose وهو منتشر في الطبيعة ويوجد بحالة حرة ، ويكون عادة مجتمعاً مع السكروز والجلوكوز . وهو يوجد بوفرة في عصير الفاكهة على الأخص ، ولذلك فهو كثيراً ما يسمى بسكر الفاكهة . وتحتوى الخضراوات ورحيق الأزهار والعصير الخلوئى للأوراق الخضراء والسيقان على سكريّ الجلوكوز والفركتوز ، ويحتوى عسل النحل على كميات متساوية من هذين السكرين (٤٠ ٪ لكل منهما) ، وهما عادة يوجدان بكميات متساوية تقريباً ، مما يدل على احتمال تكونهما نتيجة لإتحالان السكروز بتأثير الإنزيم . أما في الطماطم فإن الفركتوز يمثل جميع السكر الموجود فيها على حالة حرة . وهذا السكر شديد الحلاوة تبلغ حلاوته ضعف حلاوة السكر العادى وهو يشبه في كثير من خواصه سكر الجلوكوز .

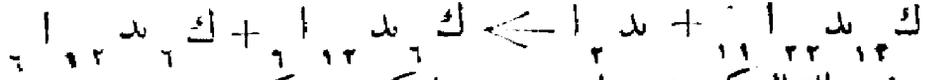
الجالاكتوز Galactose : لا يوجد هذا السكر حراً في الطبيعة ، بل يوجد متحداً بسكريّات أخرى في الكثير من الكربوهيدرات ، كما أنه يدخل في تركيب الكثير من البروتينات الحيوانية .

المانوز Mannose : يوجد هذا السكر على حالة حرة في قشر البرتقال وفي البذور النباتية وفي مولاس سكر القصب ، وهو يدخل في تركيب زلال البيض وفي الكثير من البروتينات الأخرى ، وهو أكثر انتشاراً في الحالة المتحدة .

١١ ٢٢ ١٢ ب . ثنائية السكر كـ

هى اندريدات لأحادية السكر ، وتتكون من جزئين من السكر البسيط أزيل منهما جزء من الماء عند إتصالها معاً ، وعلى ذلك فإن انحلال السكر الثنائى يستلزم إضافة جزء من الماء حتى يمكن إنتاج السكر البسيط

منه . ويحدث هذا الإنحلال المائي للسكريات الثنائية إما بتأثير الحرارة أو في وجود حمض مخفف أو بفعل إنزيمات خاصة من نوع الإنزيمات الأيدرولايتية.



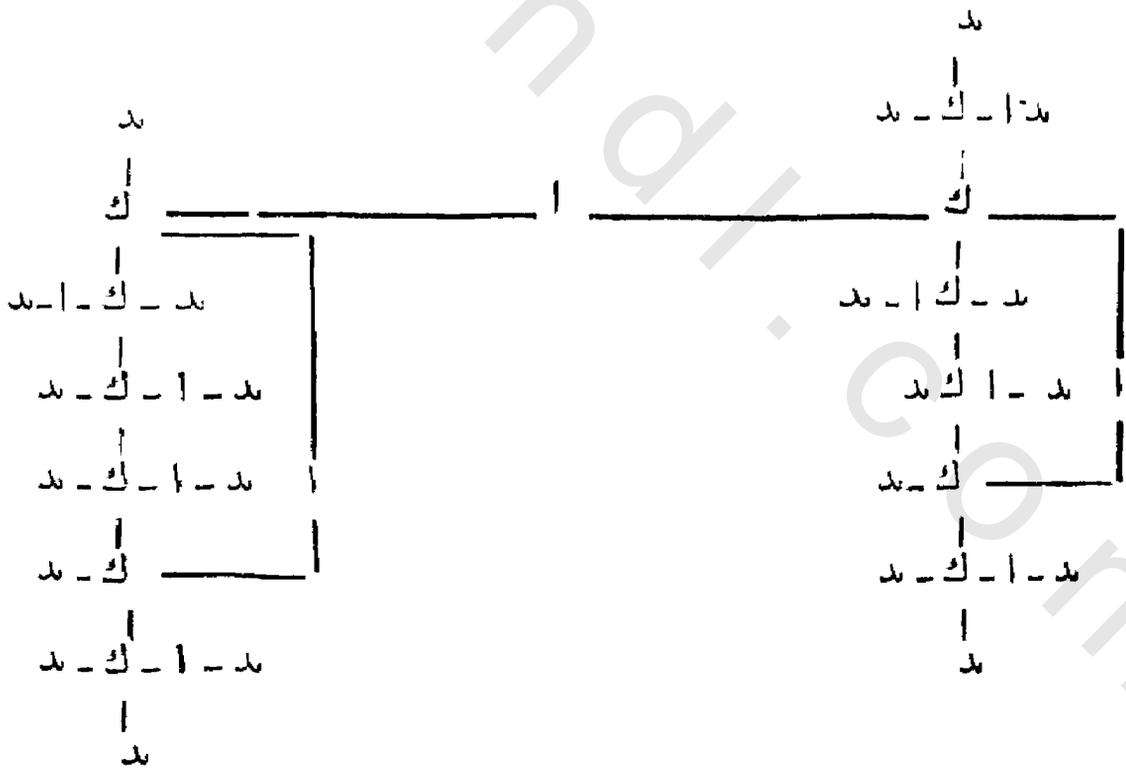
وفي حالة السكروز يعطى \leftarrow جلو كوز + فركتوز (يسمى المزيج بالسكروز المحلول)

ملتوز يعطى \leftarrow جلو كوز + جلو كوز

لاكتوز يعطى \leftarrow جلو كوز + جلاكتوز

السكروز : يسمى أيضا بسكر القصب أو سكر البنجر يطلق عليه عادة

لفظ السكر فقط وهو يوجد مجتمعاً بالسكروز أحادي التكبير مثل الجلوكوز والفركتوز في الأزهار والفواكه والجذور والبذور ، ويوجد السكروز بوفرة في قصب السكر وفي البنجر بنسبة تتراوح بين ١٦ و ٢٠٪ وهما على ذلك المصدر الصناعي لإنتاجه . والسكروز أكثر حلاوة من الجلوكوز وليكنه أقل حلاوة من الفركتوز . ويرمز للسكروز بالآتي :



جلوكوز

فركتوز

جزء السكروز

المالتوز Maltose : ينتشر وجود هذا السكر في الأوراق والبادرات الصغيرة ، ويوجد بكثرة في البذور النابتة نتيجة لتحويل النشا إلى مالتوز بفعل إنزيم الدايستاز (الأميلاز) ، وهو ينتج كمركب وسطي أثناء هضم النشا بتأثير إنزيم التيالين أو الأميلوبسين على الجليكوجين ، وكذلك ينتج المالتوز عند تحضير المولت بإنبات الشعير ، وهو يعطى عند إنحلاله مائيا نوعا واحدا من السكر البسيط هو الجلوكوز .

اللاكتوز Lactose : يسمى سكر اللبن لأنه يوجد في لبن الحيوانات الثديية ، وتختلف نسبته بين ١.٥ و ٨ ٪ تبعا لنوع الحيوان ، وهو يوجد في لبن البقر بنسبة ٧٥ ٪ وفي لبن الجاموس بنسبة ٥,٤ ٪ تقريبا . ويحضر اللاكتوز من شرش اللبن بعد ترسيب الكيزين منه ، ودرجة ذوبان هذا السكر ليست عالية .

وإذا قورنت السكريات من حيث درجة حلاوتها منسوبة إلى ١٠٠ تكون درجات الحلاوة كالاتي :

اللاكتوز	١٦	الرافينوز	٢٣	الحلاكتوز	٣٢
المالتوز	٣٣	الزيلوز	٤٠	الجلوكوز	٧٤
السكروز	١٠٠	السكر المحلول	١٢٠	الفركتوز	١٧٣

ح . السكريات ثلاثية السكر Trisaccharides : ك ^{١٨} _{١٦} ^{٣٢} _{١٦}

ومن أمثلة هذه المجموعة سكر الرافينوز Raffinose : وهو أهم سكريات هذه المجموعة ، ويوجد بكميات قليلة في بذرة القطن (بين ٢ ، ٥ ٪) وفي مولاس البنجر ، وبنسبة أقل من هذه في الشعير والقمح والحبوب الأخرى ، وعند إنحلاله مائيا يعطى جزىء فركتوز وجزىء جلوكوز وجزىء جلاكتوز .

د . المركبات عديدة السكر Polysaccharides

يمكن تقسيم المركبات عديدة السكر إلى :

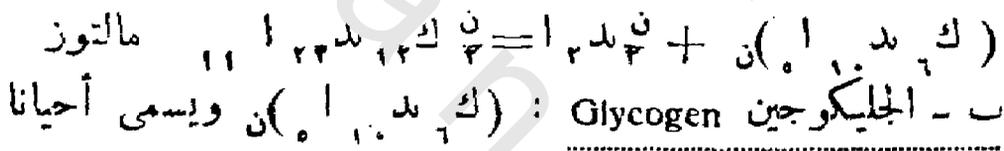
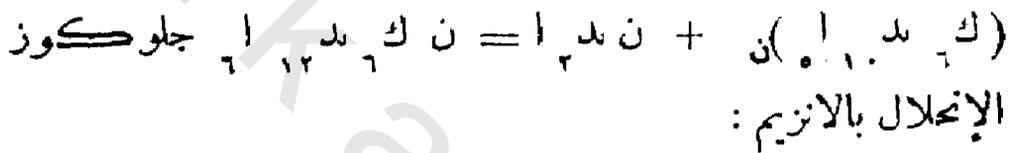
١ - النشا (كبد ١٠٠) ويتكون جزئياً النشا من عدد من وحدات اندريد الجلوكوز، وهذا العدد الذي يرمز له بالرمز "ن" ليس معروفا بالضبط. وهناك اعتقاد بان جزئياً النشا يتكون من وحدات تتراوح بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ وحدة. وقد يصل وزن الجزئ في بعض أنواع النشا إلى ٥٠٠ و ١٠٠٠ أو أكثر، وأحياناً يحتوي جزئياً النشا على حمض الفسفوريك.

وتوجد جزيئات النشا في الطبيعة مجتمعة في صورة حبيبات تتكون كل منها من جزيئين كربوهيدراتيين هما الألفا أميلوز *Alpha Amylose* والبيتا أميلوز *Beta Amylose* والأول أقل ذوباناً وأصعب انحلالاً في الماء من الثاني.

ويوجد النشا بكثرة في كافة النباتات التي تحتوي على السكروز، وهو يوجد بوفرة في الحبوب مثل القمح والأرز والذرة والشوفان... الخ بنسبة تتراوح بين ٦٠ و ٨٠ ٪. وقد تحتوي البسلة والفاصولية الجافة على ٥٠ ٪ من النشا. وفي الحبوب الزيتية مثل بذرة القطن وبذرة الكتان وفول الصويا تكون الدهون هي المادة المخزنة بدلاً من النشا. ويتخزن النشا في درنات البطاطس. ويحتوي التفاح والموز قبل نضجها على كميات كبيرة من النشا إلا أنه عند نضجها يتحول النشا إلى سكر، ويحدث عكس هذا التفاعل عند نضج الحبوب (كالذرة مثلاً). ويمتاز كل نبات بنوع حبيبات النشا التي تتكون فيه، وقد تكون لهذه الحبيبات علامات مميزة، فمثلاً حبيبات النشا في البطاطس تكون كبيرة وبيضاوية وتختلف عن غيرها بوجود خطوط محورية متوازية حول مركزها تسمى بالسرة، أما حبيبات النشا في الحبوب فتكون صغيرة كروية الشكل دون أية علامة أخرى مميزة.

والنشا عديم الذوبان في الماء البارد ، ولكنه يمتص الماء على الدرجات المرتفعة ٥٢° - ٧٢° م (حسب نوعه) وينتفخ ثم يصبح عجينة لزجة . وينحل النشا بفعل الأحماض المخففة كما ينحل بفعل الإنزيمات - الأميلازات - إلى مركبات بسيطة متنوعة . وأول تغيير يطرأ على النشا هو تحوله إلى نشا ذائب ثم تكون عدد من الدكستريينات تتحول بدورها إلى مالتوز ، فإذا كان الإنحلال بتأثير الحمض كان الجلوكوز هو الناتج النهائي للإنحلال ، أما الإنحلال الأنزيمي للنشا فينتهي بسكر المالتوز فقط .

الإنحلال الحمضي :



بالنشا الحيواني ويكاد يكون المركب الكربوهيدراتي الوحيد الذي يخزن في جسم الحيوان ، وهو يوجد بكثرة في الكبد والعضلات ، ولوانه قد أمكن فصل الجليكوجين من العظام والدم والجلد وأنسجة أخرى كثيرة .

ومن المعتقد أن الجليكوجين يوجد في صورة سلاسل متفرعة تكون جزئيا كبيرا يحتوي على حوالي ٢٤٠٠ وحدة من الجلوكوز ، ومثل هذا الجزى يكون وزنه الجزيئى حوالي ٤٠٠.٠٠٠ ، والجليكوجين قابل للذوبان في الماء بسرعة ويكون معه محلولاً غروبيا .

ج - الدكستريينات Dextrins (ك $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n وهى مركبات وسطى

في إنحلال النشا إلى مالتوز ، ، وهى تختلف عن النشا في أنها قابلة للذوبان في الماء البارد ، وتختلف عن المالتوز في أنها غير قابلة للذوبان في الكحول وهى توجد في الجذور والسوق والأوراق في كثير من النباتات ، وكذلك

تحتوى الحبوب النشوية فى طور راحتها على كمية بسيطة من الدكسترين تزيد إلى حد كبير أثناء التنبيت . وعمليات طبخ وتحميص الحبوب تؤدى إلى تكوين كميات كبيرة من الدكسترين .

٥- السليولوز Cellulose (كـ ١٠٠٠) وهو أيضا يتكون من وحدات من الجلوكوز متصلة ببعضها فى شكل سلاسل ولكنه يختلف عن النشا والجليكوجين فى أن سلسله ليست متفرعة بل مستقيمة ، ويختلف طول السلسلة إختلافا كبيرا . وهناك من يعتقد أن السلسلة الواحدة تتكون من عدد من الوحدات يتراوح بين ٢٠٠ و ١٠٠٠ وحدة من الجلوكوز بينما يعتقد البعض الآخر أنها تتكون من عدد من الوحدات يتراوح بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ وحدة .

والسليولوز هو المركب الرئيسى للجزء اللينى أو الخشبي فى النباتات وهو الذى يكسبها الصلابة ، فهو يؤدى وظيفة العظام فى الحيوان . ومن النادر وجود السليولوز على حالة نقية غير متحدة ، فإنه يكون متحدا مع مواد أخرى مثل اللجنين والبكتين ويطلق عليه إذ ذاك اسم الهيميسليولوز Hemicellulose وهو لا يتأثر بالانزيمات الهضمية ولو أن انحلاله انحلالا مائيا يؤدى فى النهاية إلى سكر الجلوكوز . ويطلق على السليولوز والهيميسليولوز فى الأغذية اسم « الألياف » ، ولا تحتسب الألياف ضمن تقديرات السكر بواحدات فى جداول تحاليل الأغذية ، وقد ترد فى تلك الجداول منفردة وقد لا ينص عليها .

٣ - المواد الدهنية

وهي تشمل الدهون والمواد المنتسبة إليها التي تشترك معها في صفاتها الطبيعية العامة كالمس الدهني وعدم الذوبان في الماء الخ ، والتي يطلق عليها اسم الليبيدات Lipides ، وهي ما تقدر في المواد الغذائية تحت اسم المستخلص الأثيري . وتقسم الليبيدات إلى المجموعات الآتية :

١ - ليبيرات بسيطة : وهي استرات الأحماض الدهنية مع كحولات مختلفة وأشمل :

١ - الدهون الحقيقية - وهي استرات الأحماض الدهنية مع الجليسرول .

ب - الشموع - وهي استرات الأحماض الدهنية مع كحولات أخرى غير الجليسرول .

٢ - ليبيرات مركبة : وهي استرات الأحماض الدهنية مع كحولات أخرى

ومتحدة في نفس الوقت مع مجموعات أخرى إضافية ، وتشمل :

١ - الفسفوليبيدات - وهي دهون حدث فيها استبدال ، وتحتوى على

حمض الفسفوريك والنروجين ومن أمثلتها الليسيثين Lecethin

٢ - الجليكوليبيدات وهي مركبات دهنية تحتوى على الكربوايدرات

والنروجين مثل الفرينوسين Phrenosin والكيراسين Kerasin

وتسمى هذه أيضا بالسيربروسيدات . Cerebrosides

٣ - ليبيرات مشتقة : وهي مواد تنتج من انحلال مائى للمجموعات السابقة تشمل :

١ - الأحماض الدهنية للسلاسل المختلفة .

ب - الاستيرولات Sterols - وهي في معظمها كحولات ذا أوزان

جزئية عالية توجد في الطبيعة متحدة مع الأحماض الدهنية وتذوب في

مذيبات الدهون ومن أمثلتها الكوليستيرول Cholesterol .

ومن مقارنة المثليين السابقين يتضح أن حمض الكروتونيك وهو يحتوى على رابطة واحدة مزدوجة ينقص عن حمض البيوتريك بذرتين من الايدروجين. وتسمى مجموعة الأحماض الدهنية غير المشبعة، والتي تحتوى على رابطة واحدة مزدوجة بمجموعة الاوليك، ذلك أن حمض الاوليك هو أهم أحماض تلك المجموعة والرمز العام لها $C_nH_{2n-2}O_2$

أما مجموعة الأحماض الدهنية غير المشبعة التي تحتوى على رابطتين مزدوجتين فتسمى بمجموعة اللينوليك ورمزها العام $C_nH_{2n-4}O_2$ أما مجموعة الأحماض الدهنية غير المشبعة التي تحتوى على ثلاث روابط زوجية فتسمى بمجموعة اللينولينيك، ورمزها العام $C_nH_{2n-6}O_2$

ونقطة الانصهار للأحماض الدهنية المشبعة أعلى منها لغير المشبعة التي تحتوى على نفس العدد من ذرات الكربون، فحمض الاستياريك $C_{18}H_{34}O_2$ وهو مشبع يوجد في حالة صلبة ودرجة انصهاره 70° ، بينما حمض الاوليك $C_{17}H_{30}O_2$ وهو غير مشبع يكون سائلا ودرجة انصهاره 14° م. وهذه الصفات تنتقل إلى الجليسيريدات المناظرة. والدهون في الطبيعة تجمع بين جليسيريدات مشبعة وغير مشبعة، وتفاوت نسب كل منها في الدهن فتؤثر على صفاته العامة، فالدهون الصلبة هي التي تحتوى على نسبة عالية من الجليسيريدات المشبعة ونسبة منخفضة من غير المشبعة، أما الدهون اللينة أو الزيت فهي على عكس ذلك تحتوى على نسبة عالية من الجليسيريدات غير المشبعة. ويمكن تشييع هذه الأخيرة صناعيا يجعلها تتحد مع الايدروجين في وجود عامل ملامس. وبذا تكتسب صفة الصلابة وتباع أحيانا باسم المسلي الصناعي.

جدول -- ٢ -- أهم الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة التي تدخل في تركيب الزيوت والدهون ومصادر كل منها :

الأسم	الرمز	أهم مصدرة
الأحماض الدهنية المشبعة		
حمض البيوتريك	ك ^{١٢} + ن ^١ ك ^{١١} د	في الزبدة
الكبرويك	ك ^{١٣} د ^٥ ك ^{١١} د	والزبدة وزيت جوز الهند وزيت النخيل
الكبريليك	ك ^{١٤} د ^٥ ك ^{١١} د	زيت جوز الهند وزيت النخيل والزبدة
الكبريك	ك ^{١٥} د ^٩ ك ^{١١} د	، ، ، ، ،
اللوريك	ك ^{١٦} د ^٣ ك ^{١١} د	زيت اللوريك وزيت جوز الهند وزيت النخيل
المستك	ك ^{١٧} د ^٣ ك ^{١١} د	والزبدة
البالتيك	ك ^{١٨} د ^{١٠} ك ^{١١} د	جميع الدهون الحيوانية والنباتية وبكمثرة في دهن الخنزير
الاستياريك	ك ^{١٩} د ^٣ ك ^{١١} د	والدهون النباتية والحيوانية وبكمثرة في الشحم
الاراكيديك	ك ^{٢٠} د ^٩ ك ^{١١} د	، زيت الفول السوداني .

الشموع Waxes

هي عبارة عن استرات أحماض دهنية عالية، إلا أنها تختلف عن الدهون في أنها تحتوي على كحولات وحيدة الإيدروكسيل وأحيانا ثنائية الإيدروكسيل بدلا من الجليسرول .

وتوجد الشموع منتشرة في الطبيعة في المواد النباتية والحيوانية . وهي توجد عادة على سطح الفاكهة كطبقة مغلقة لحمايتها من التبخر . وأهم الشموع الشائعة شمع النحل . والشموع عديمة الذوبان في الماء ، ودرجة انصهارها بين 60° - 80° م وهي أكثر مقاومة للتصبن من الدهون والزيوت .

الستيرولات Sterols

هي كحولات معقدة التركيب ذات أوزان جزيئية عالية توجد في الطبيعة إما منفردة ، أو متحدة مع الأحماض الدهنية على حالة استرات، أو متحدة مع السكر بوايدات على حالة جلو كسيدات . وهي توجد في أنسجة الحيوانات والنباتات .

وأهم الستيرولات المعروفة هي :

١ - الكوليستيرون Cholesterol - يوجد هذا المركب بوفرة في

المنخ وصفار البيض وزيت كبد الحوت وفي الجزء غير المتصبن من الدهون الحيوانية ، ولهذا المركب فوائد حيوية خاصة في الجسم .

٢ - Sitosterol السيتوستيرون وهو يوجد في الزيوت النباتية مثل

زيوت الذرة والتمح وبذرة القطن وبذرة الكتان، كما يوجد في الجزء غير المتصبن من الزيت .

٣ - الإيرجوستيرول Ergosterol وهذا المركب له أهمية خاصة في التغذية حيث يؤدي تعرضه بضع ثوان للأشعة فوق البنفسجية إلى تكوين مركبات جديدة أهمها مركب الكالسيفيرول Calciferol (فيتامين D) ذو التأثير الخاص في علاج كساح العظام .

الفوسفوليبيدات Phospholipids

وتسمى أيضا بالفوسفاتيدات وهي مركبات شبيهة بالدهون وتحتوى على الفسفور والنروجين وتعطى عند انحلالها مائيا أحماضا دهنية وجليسرول وحمض فوسفوريك وقاعدة نتروجينية تسمى بالكولين Choline وهي توجد بصفة خاصة في المخ والكبد وأهم مجموعتين تحت هذا القسم هما:
١ - مجموعة الليسيثينات Lecethins وهي ذات أهمية حيوية خاصة ويعتبر صفار البيض وفول الصويا من المواد الغنية في هذه المركبات .

٢ - مجموعة السيفالينات أو الكيفالينات Cephalins or Kefalins وهي توجد مع الليسيثينات في المخ .

الجليكوليبيدات Glycolipids أو السيريبوسيدات Cerebrosides وهي مركبات توجد بكمية كبيرة في المخ ويتكون عن انحلالها جلاكتور وقاعدة نتروجينية اسمها سفنجوسين وحمض دهني .

٤ - البروتينات

البروتين هو المركب الرئيسى لبروتوبلازم الخلايا النباتية والحيوانية ، ولكل نوع من أنواع الخلايا بروتيناته الخاصة ، ومن ذلك يتبين أن البروتينات الموجودة فى الطبيعة لا بد وانها وفيرة العدد . وقد أمكن حتى الآن فصل واختبار ما يقرب من ٦٠٠ بروتين ، وأممكن دراسة حوالى ١٠٠ بروتين من البروتينات الهامة التى تحتوى عليها المواد الغذائية .

وتحتوى جميع البروتينات على الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين . ومعظم البروتينات تحتوى بالإضافة إلى ذلك على عنصر الكبريت ، والبعض منها يحتوى على عنصر الفسفور ، والقليل يكون محتويا على الحديد أو النحاس أو المنجنيز .

ويوجد معظم النيتروجين فى جزيء البروتين على صورة رابطة بيثيدية .



وتختلف نسبة العناصر الرئيسية فى البروتين

اختلافا كبيرا ، ومتوسط نسب هذه العناصر فى تركيب البروتينات كالاتى :
٥٣ ٪ كربون ، ٧ ٪ هيدروجين ، ٢٣ ٪ أكسجين ، ١٦ ٪ نيتروجين ، ١ ٪ كبريت . وعادة تتفاوت نسبة النيتروجين فى البروتينات المختلفة تفاوتاً كبيراً ، ففى بعض المركبات تصل نسبته إلى ١٠ ٪ كما فى الجليكوبروتينات . وقد تصل فى مركبات أخرى إلى ٣٠ ٪ كما فى البروتامينات ، ولكنها تكون فى العادة بين ١٥,٥ و ١٨ ٪ . ويعتبر الرقم المتوسط هو ١٦ ٪ ، وعلى أساسه تحسب نسبة البروتين (نسبة النيتروجين $\times 6,25$) .

تقسيم البروتينات

نظرا لكثرة البروتينات وزيادة تعقدها كان تقسيمها من الأمور

الصعبة. وهي تقسم الآن على أساس خواصها كذوبانها وتجمعها ونواتج انحلالها
الماتى إلى الأقسام الآتية :

١ - البروتينات البسيطة Simple Proteins : تعطى عند انحلالها

ماتيا أحماضا أمينية أو مشتقاتها وتشمل هذه المجموعة :

١ - الببومينات Albumins : من أمثلتها الببومين البيض ،

ولكتالببومين اللبن ، والببومين السيرم (الدم) وليجبوميلين البسلة .

٢ - جلوبيولينات Globulins : من أمثلتها أيدستين القمح وفاصولين

الفاصوليا ولجبومين الفاصوليا والبسلة وتيوبيرين البطاطس وأماندين
اللوز ومثل جلوبيولين العظام وجلوبيولين السيرم .

٣ - جلوتيلينات Glutelins : أشهر مركبات هذه المجموعة وأهمها

هو جلوتيلين القمح .

٤ - برولامينات Protamines : من أمثلتها جليادين القمح وزاين

الذرة وهوردين الشعير .

ب - البروتينات المتصلة أو المقترنة Conjugated Proteins : هي

مواد تحتوى على جزيء البروتين متحدا مع جزيء آخر أو جزيئات
أخرى وتشمل :

١ - بروتينات النواة Nucleoproteins : يتربك الجزيء فى هذه

المركبات من جزيء واحد أو أكثر من البروتين متحدا مع حمض النوكلريك
ومن أمثلتها حمض التريتكونوكلريك ويوجد فى جنين القمح .

٢ - جليكوبروتينات Glycoproteins أو جلوكوبروتينات Glucoproteins

هي مركبات تحتوي على جزيء البروتين متحدا مع مادة أو أكثر، وهي تحتوي على مجموعة كربوايدراتية خلاف حمض النوكلريك، ومن أمثلتها الميوسين الذي يوجد في اللحم الأحمر الصغير .

٣ - فسفوروتينات Phosphoproteins : هي مركبات يكون فيها جزيء البروتين في اتحاد عضوي مع مركبات الفسفور ومن أمثلتها كيزينوجين اللبن وأوفوفيلين صفار البيض .

٤ - هيموجلوبينات Hemoglobins : يكون جزيء البروتين فيها متحدا مع الهيماتين أو مادة مشابهة، ومثال هذه المجموعة هيموجلوبين الدم .

٥ - كروموبروتينات Chromoproteins : هي بروتينات ملونة نتيجة اتحادها مع صبغات الأنسجة .

البروتينات المشتقة Derived Proteins : وهي توجد نتيجة لانحلال

البروتينات البسيطة أو المتصلة انحلالا مائيا وتنقسم إلى :

١ - مواد بروتينية أولية : وهي التي تنتج عن انحلال مائي يؤدي إلى تأثيرات بسيطة في خواص البروتينات الأصلية . ومن أهم المركبات التي تنتج عن الانحلال في هذه الحالة البروتيانات Proteans والميتابروتينات Metaproteins والبروتينات المتجمعة Ccagulated Proteins

٢ - مواد بروتينية ثانوية - وهي التي تنتج عن استمرار انحلال جزيء البروتين وتفككه إلى أجزاء مختلفة الحجم والخواص، وهي عبارة عن نواتج الانحلال الأنزيمي للبروتينات عند هضمها وتشمل :

١ - البروتيازات Proteases وهي نواتج إيدروليزية لانحلال البروتين

ب - الببتونات Peptones وهي مركبات أقل تعقيدا من سابقتها

ح - الببتيدات Peptides وهي أيضا أبسط تركيبا من الببتونات،

وهي عبارة عن مركبات اندريدية لحمضين أمينيين أو أكثر. فإذا كانت مكونة من حمضين سميت ثنائية الببتيد وقد تكون ثلاثية الببتيد أو رباعية الخ ...

أو قد تكون عديدة الببتيدات .

جدول ٤ - البروتينات الرئيسية لبعض الاغذية الشائعة (محسوبة على اضافة غير المحققة)

النسبة المئوية في المادة	المجموعة التابعة له	البروتينات الموجودة	الاسم
٣,٩١	الذائبة في الكحول	جليادين	القمح
٤,١٧	الجلوتينات	جلوتين	
٠,٦٣	الجلوبيولينات	جلوبيولين	
٠,٣٦	الالبومينات	لوكوسين	
٠,٤٣	البروتيازات	بروتياز	
١,١٠		مشتوعات	
١٠,٦٠ اجمالي			
٥,٠٠	الذائبة في الكحول	زايين	الذرة
٣,١٥	الجلوتينات	زيانين	
٠,٢٥	الجلوبيولينات	مايسين	
٠,١٤	الجلوبيولينات	جلوبيولين	
٠,٠٦	البروتيازات	بروتياز	
٨,٦٠ اجمالي			
٤,٠٠	الذائبة في الكحول	هوردين	الشعير
٢,٥٠	الجلوتينات	هوردين	
٠,٣٠	الالبومينات	لوكوسين	
١,٩٥	الجلوبيولينات	اديسين	
	البروتيازات	بروتياز	
١٠,٧٥ اجمالي			
٢١,٥٠	الجلوبيولينات	فاصيلين	الفاصوليا
٢,١١	الجلوبيولينات	فاصيلين	الجافة
٢٣,٥٠ اجمالي			

النسبة المئوية في المادة	المجموعة التابعة له	البروتينات الموجودة	الاسم
٤,٠٠	الجلوتلينات	اوريزينين	الارز
٥,٩٠	الجلوبيولينات الذائبة في الكحول	جلوبيولين	
٩,٩٠	اجمالي		
٢,٠٠	الالبومينات	لجيوميلين	البسلة
١٠,٠٠	{ الجلوبيولينات الجلوبيولينات	لجيومين فيسلين	
١,٠٠	البروتوزوات	بروتوز	
١١,٥٠		غير مقدره	
٢٤,٥٠	اجمالي		
٢,٧٤	الفسفوروتينات	كازين	اللبن البقرى
٠,٦٠	الالبومينات	لاكتالبومين	
اثار	الجلوبيولينات	جلوبيولين	
٣,٣٤	اجمالي		
٨,٢٠	الالبومينات	البومين البيض	البيض
٥,٢٠	الفسفوروتينات	فيتلين	
١٣,٤٠	اجمالي		
٢,٠٠	الالبومينات	ميوجين	اللحم الاحمر
٠,٢٠	الالبومينات	موبالبيومين	(لحم العجول)
١٣,٦٠	الجلوبيولينات	ميوسين	(البتلو)
٤,٢٠	الجلوبيولينات	جلوبيولين	
٢٠,٠٠	اجمالي		

الاحماض الامينية Amino acids

وهي نواتج الانحلال النهائية للبروتين وأبسط صورة للواد البروتينية، وهي تعتبر الوحدات التي يتألف منها جزيء البروتين. وقد أمكن فصل ما يقرب من ٢٥ حمضا أمينيا أهمها ما يأتي :

١ - أحماض وحيدة الامين وحيدة الكاربوكسيل

١.١، احماض اليقاتية

Alanine	٢ - الازين	Glycine	١ - الجللايسين
Leucine	٤ - لوسين	Valine	٣ - فالين
Norleucine	٦ - نورلوسين	Isoleucine	٥ - ايزولوسين
Threonine	٨ - ثريونين	Serine	٧ - سيرين

١.٢، احماض ذات نواة عطرية

Tyrosine	١٠ - ثيروسين	Phenyl alanine	٩ - فينيل الازين
----------	--------------	----------------	------------------

١.٣، احماض تحتوى على الكبريت

Cystine	١٢ - سيستين	Cysteine	١١ - سيستين
		Methionine	١٣ - ميثايونين

١.٤، احماض تحتوى على اليود

Diiodotyrosine	١٤ - ثنائي يودو ثيروسين
----------------	-------------------------

Thyroxine	١٥ - ثايروكسين
-----------	----------------

٣ - احماض وحيدة الامين ثنائية الكاربوكسيل

Asparatic acid	١٦ - حمض الاسبارتيك
----------------	---------------------

Glutamic acid	١٧ - حمض الجلوتاميك
---------------	---------------------

Hydroxy glutamic acid	١٨ - حمض الايدروكسي جلوتاميك
-----------------------	------------------------------

وتسمى الرابطة ك. ا. د بالرابطة الببتيدية Peptide linkage ويلاحظ في المركب ثنائى الببتيد السابق أنه يحتوى على الأقل على مجموعة من الأمين ومجموعة من السكر بوكسيل مما يجعل فى استطاعته أن يتحد بحمض أمينى ثالث ليكون ثلاثى الببتيدات . وهذا الأخير يمكنه أن يتحد بنفس الطريقة مع حمض أمينى رابع لتكوين رباعى الببتيدات وهكذا .

وبتبادل الأحماض الإمينية مواضعها فى جزىء الببتيد يمكن إيجاد أكثر من نوع واحد من هذا الببتيد . فمثلا يمكن الحصول من اتحاد ثلاثة أحماض أمينية على ٢٧ مركب ثلاثى الببتيد .

فهناك احتمال حدوث اتحادات بين الخمس والعشرين حمضا أمينيا وتكوين ٦٢٥ من ثنائى الببتيد أو ١٥٦٢٥ من ثلاثى الببتيد . وهكذا يتبين أن عدد الأحماض الامينية فى جزىء البروتين يودى إلى زيادة فى احتمال انتاج أنواع جديدة من البروتينات وزيادة فى تعقيد تركيبها ، فيزيد تبعا لذلك الوزن الجزيئى للبروتين . وإذا أخذنا مثلا بروتينا مثل زلال البيض فاننا نجد أنه يحتوى على ٣٠٠ أساسا أمينيا ، ويمكن من معرفة نوع هذه الأحماض الامينية وأوزانها الجزيئية أن نتوقع لجزىء مثل هذا البروتين وزنا جزيئيا كبيرا للغاية . وقد قدر لزاين الذرة وزنا جزيئيا حوالى ٣٥,٠٠٠ ، ولهيموجلوبين الدم حوالى ٦٨٠٠٠ ، وقد يصل الوزن الجزيئى لبعض البروتينات إلى ٢٠٠٠٠٠٠٠

والجدول الآتى يبين المقادير النسبية للأحماض الامينية التى يمكن فصلها من بعض البروتينات .

جدول - ٥ - المقادير النسبية للأحماض الأمينية التي أمكن فصلها من بعض البروتيا

الأحماض الأمينية	كيزين اللبن	لاكتوبرومين اللبن	أوفالين اللبن	فيتلين البيض	جليادين	جليادين القمح	جلوآدين القمح	لجيومين البسلة	أديستين	زايين الذرة
جليادين	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	٠٠٩	٠٠٤	٣٠٨	صفر
الأنين	١,٥	٢,٥	٨,٤	٠٠٨	٨,٧	٢٠٠	١٠٧	٢٠١	٣٠٦	٩٠٨
فالين	٧,٢	٠٠٩	٠٠٠	١,٩	٠٠٠	٣٠٤	٠٠٢	٠٠٠	٦٠٢	١٠٩
لوسين وايزولوسين	٩,٤	١٩٠٤	١٥,٢	٩,٩	٧,١	٦٠٦	٦٠٠	٨٠٠	٢٠٠٠	٢٥٠٠
سيرين	٠٠٥	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٤	٠٠٢	٠٠٧	٠٠٥	٠٠٤	١٠٠
فينيل الأنين	٣,٢	٢٠٤	٥,٢	٢,٦	١,٤	٢٠٤	٢٠٠	٢٠١	٣٠١	٦٠٦
تيروسين	٤,٥	٠٠٩	٣,٢	٣,٤	٠٠٠	١٠٢	٤٠٣	١٠٦	٢٠١	٣٠٦
ستيين	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٤	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٥	٠٠٣	٠٠٠	٠٠٠	١٠٠
ميثاينونين	١,٤	٠٠٠	٢,٥	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٤	٤
حمض اسبارا تريك	٤,١	١٠٠	٦,١	٢,٢	٣,٤	٠٠٦	٠٠٩	٠٠٣	٤٠٥	١٠٧
حمض جلوتاميك	٢١,٦	١٠٠٠	٢٤٠٠	١٣٠٠	٥٠٨	٤٣٠٧	٢٣٠٤	١٧٠٠	١٨٠٧	٢٦٠٠
• ايدروكسي جلوتاميك	١٠,٥	٠٠٠	١,٤	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٢٠٥
لايسين	٦,٠	٩,٢	٥٠٠	٥,٤	٥٠٩	٠٠٢	١٠٩	٥٠٠	١٠٦٥	٠٠٠
هستيدين	٢,٥	٢,١	١٠٤	١,٢	٠٠٩	٠٠٦	١٠٨	٢٠٤	٢٠٢	٠٠٨
أرجينين	٣,٨	٣,٢	٥,٤	٧,٩	٩,١	٣٠٢	٤٠٧	١١٠٧	١٤٠٢	١٠٥٥
تريبتوفان	١,٧	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	١٠٠	٠٠٠	٠٠٠	١٠٥	٠٠٠
برولين	٨٠٠	٤,٠	٤,٣	٤,٢	١٩٠٧	٣٠٢	٤٠٢	٣٠٢	٤٠١	٠٠٩
ايدروكسي برولين	٠٠٣	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	١٤٠٤	٠٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٤	٤
أمونيا	١,٦	١,٣	٠٠٠	١,٣	٠٠٤	٥٠٢	٤٠٠	٢,١	٢٠٣	٢٠٦
الإجمالي	٨٧,٨	٥٧,٩	٧٢,٤	٥٣,٨	١٠٢,٥	٨٤٠٠	٥٩٠٧	٦٣٠١	١٨٩٠٤	١٤٩٤١

٥ - الاحماض العضوية

تحتوى بعض الاغذية خصوصا الفاكهة والخضر على كميات محسوسة من الاحماض العضوية أو أملاحها الخضمية . فالمواخ والفراولة والبسلة والفاصوليا تحتوى على حمض الستريك بكميات متفاوتة ، إلا أن المواخ أكثرها احتواء عليه . كذلك يوجد حمض المالك بكثرة في التفاح كما يوجد في الموز والقرنبيط والعنب والكمثرى والمواخ والطماطم . أما حمض الطرطريك فإنه يوجد بنسبة عالية في العنب كما يوجد في الخيار وفي البطاطس .

جدول - ٦ - بين النسب المئوية لحمض الستريك والمالك في بعض الخضر والفاكهة

خضار	حمض ستريك %	حمض ماليك %	فاكهة	حمض ستريك %	حمض ماليك %
بامية	٠,٠٠٢	٠,١٢	برتقال	٠,١٢	٠,٠٠٢
بادنجان	٠,٠٠٠	٠,٠١٧	تفاح	٠,٠١٧	٠,٠٠٠
بصلة	٠,٠١١	٠,٠٠٨	تين	٠,٠٠٨	٠,٠١١
بصل	٠,٠٠٢	٠,٠١٧	جواقة	٠,٠١٧	٠,٠٠٢
بطاطس	٠,٠٥١	٠,٠٠٠	جريب فروت	٠,٠٠٠	٠,٠٥١
بضبخ	٠,٠٠٠	٠,٠٢٠	خوخ بلدى	٠,٠٢٠	٠,٠٠٠
جزر أصفر	٠,٠٠٩	٠,٠٢٤	رمان	٠,٠٢٤	٠,٠٠٩
خرشوف	٠,٠١٠	٠,٠١٧	عنب	٠,٠١٧	٠,٠١٠
سبانخ	٠,٠٠٨	٠,٠٠٩	فراولة	٠,٠٠٩	٠,٠٠٨
طماطم	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	كمثرى	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠
فاصوليا خضراء	٠,٠٠٣	٠,٠١٣	موز	٠,٠١٣	٠,٠٠٣
قرنبيط	٠,٠٢١	٠,٠٢٩	مانجو	٠,٠٢٩	٠,٠٢١
هليون	٠,٠١١	٠,٠١٠	ليمون ايطاليا	٠,٠١٠	٠,٠١١
			عصير ليمون ايطاليا	٦,٠٠	٠,٠٢٩

ومن ذلك نتبين أن رقم pH يزيد كلما قل تركيز أيونات الايدروجين في المادة والعكس بالعكس ، فالمواد الشديدة الحموضة يكون رقم pH لها منخفضا ، أما المواد الضعيفة الحموضة فيكون رقم pH لها عاليا وهكذا إلى أن نصل إلى نقطة التعادل للماء التي عند pH ٧ .

ويقع رقم pH للمواد الغذائية بين pH ٢ ، pH ٧ وقد يتعدى ذلك المجال قليلا - ورقم pH للدم بين ٧,٣ و ٧,٥ . والجدول التالي يبين أرقام pH لبعض المواد الغذائية :

جدول - ٧ - أرقام pH لبعض المواد الغذائية

رقم pH	المادة الغذائية	رقم pH	المادة الغذائية	رقم pH	المادة الغذائية
٢,٥-٣,١	فراولة	٧,٠-٦,٨	جبري	٤-٣	برتقال
٦,٠-٥,٠	فول جاف	٦,٠-٥,٠	خبز فرنجي	٦,٤-٥,٨	بصلة
٥,٤-٥,٢	كرونب	٣,٤-٢,٤	خل	٣,٠-٢,٨	برقوق
٤,٠-٣,٦	كثري	٣,٦-٣,٤	خوخ	٥,٦-٥,٣	بطاطا
٥,٣-٥,٠	كوسة	٦,٥-٦,٠	دقيق أبيض	٦,٤-٦,٢	بلح
٦,٨-٦,٤	لبن بقرى	٦,٥-٦,٠	ذرة	٥,٦-٤,٩	بنجر
٧,٦-٦,٦	لبن الالسان	٣,٨-٣,٦	زيتون	٥-٤	بيرة
٥,٥-٥,٢	لقت	٥,٧-٥,١	سبانخ	٣,٣-٢,٩	تفاح
٢,٤-٢,٢	ليمون اخاليا	٦,٣-٦,١	سمك سالمون	٦,١-٥,٩	تونة
٢,٠-١,٨	بنزهير	٤,٤-٤,١	طماطم	٣,٣-٣,٠	جريب فروت
٣,٥-٣,٠	مخللات	٥,٤-٥,٠	عسل اود	٥,٢-٤,٩	جزر
٤,٠-٣,٥	مريبات	٤,٥-٣,٥	عنب	٣,٥-٣	جل فواكه
٣,٨-٢,٨	نبيذ				

ونظرا لأن هناك درجات تركيز كثيرة تقع بين كل درجتى تركيز متتاليتين فإن الجدول السابق لا يمكن ان يظهر المقارنة بين رقم pH ٦.٧ و رقم pH ٥.٢ مثلا ، والجدول الآتى يساعد في توضيح هذه المقارنة :

جدول ٩ — المكافئات التقريبية للمر في الحموضة

المكافئات التقريبية للتغير في الحموضة	مقدار التغير في رقم pH
١٠٢٥ مرة	٠.١
١٠٦٠	٠.٢
٢٠٠٠	٠.٣
٢٠٠٠	٠.٦
٨٠٠٠	٠.٩
١٠٠٠٠	١.٠

وعلى ذلك يمكن مقارنة الحموضة بين القيمتين السابقتين كالآتى :

$$\text{الفرق في قيمة pH} = ٦.٧ - ٥.٢ = ١.٥$$

المكافئ التقريبي لفرق في رقم pH قدره ١ = ١٠ مرات

المكافئ التقريبي لفرق في رقم pH قدره ٠.٢ = ٢ مرة

المكافئ التقريبي لفرق في رقم pH قدره ٠.٢ = ١.٦ مرة

فتكون حموضة المحلول الذى يقيس pH ٥.٢ تساوى $١.٦ \times ٢ \times ١٠$

أى ٣٢ مرة قدر حموضة المحلول الذى يقيس pH ٦.٧

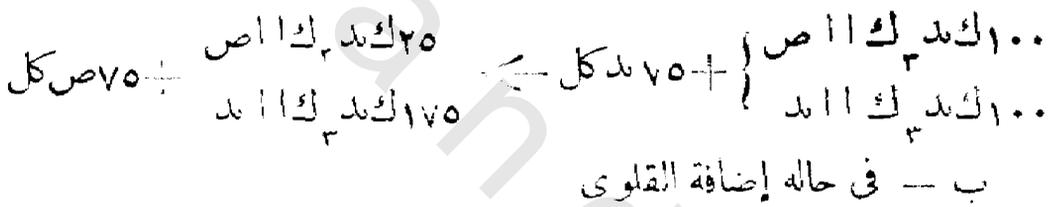
المعدلات Buffers

في معظم المحاليل البيولوجية رقم لا يتغير pH كثيرا حتى وإن ضيف إليها أحماض أو قواعد، وذلك لاحتواء تلك المحاليل على مواد معدلة . وهذه المواد المعدلة عبارة عن مواد لها صفات تمكنها من منع أو مقاومة حدوث تغير في درجة التركيز الايونى

ويمكن تعريف المعدلات بأنها المواد التى تمنع حدوث تغيرات فجائية أو كبيرة في درجة تركيز أيون الأيدروجين للمحاليل إذا ما أضيفت

إليها أحماض قوية أو قواعد قوية ، فإضافة ١ مل من محلول pH بد كل إلى لتر من الماء كاف لتغيير رقم pH من ٧ إلى ٥ ، بينما لو أضيفت نفس الكمية إلى محلول يحتوي على خلايا الصوديوم وحمض خليك لآدى وجودهما إلى إعاقة تكوين أيونات الأيدروجين والكلوريد من حمض الكلورودريك ، أو بمعنى آخر فإنها يعملان كمعدلات فيؤثر حمض الكلورودريك على خلايا الصوديوم لإنتاج حمض خليك ، وبذلك يزيد تركيز الحمض الأخير بعض الشيء ، وهو حمض ضعيف نسبيا لا يحدث غير زيادة طفيفة جدا في درجة تركيز أيونات الأيدروجين ، وتحدث هذه المعدلات نفس التأثير لو أضفنا إليها محلولاً من ايدروكسيد الصوديوم بدلا من حمض الكلورودريك . ويمكن تفسير فعل المعدلات كالآتي :

ا - في حالة إضافة الحمض



فإذا تحولت ٧٥٪ من خلايا الصوديوم إلى حمض خليك أو العكس نكون قد قاربنا الحد الذي تبدأ عنده سرعة التغيير في رقم pH نتيجة لإضافة الحمض أو القلوى ، وأكثر المعدلات شيوعا هي ما كانت مزيجا من أملاح قواعد قوية ومن أحماض ضعيفة ، مثل خلايا الصوديوم مع حمض الخليك ، أو سترات البوتاسيوم مع حمض الستريك - أو الكربونات مع حمض الكربونيك ، أو الفوسفات مع حمض الفسفوريك . وقد تتكون المعدلات من أملاح القواعد الضعيفة وأحماض قوية . وتعتبر الكربونات والبيكربونات والفوسفات مع البروتينات من أهم المعدلات التي تقوم بتنظيم رقم pH في جسم الانسان .

٦ - المواد المعدنية

يقصد بالمواد المعدنية عادة العناصر غير العضوية الفلزية أو غير الفلزية - خلافاً للكربون - التي توجد في المادة الغذائية . وفي دراسة محتويات الغذاء من المادة المعدنية يذكر عادة ثمانية عناصر وهي الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والفوسفور والكلور والكبريت والحديد ، وهذه العناصر تقسم إلى قاعدية وحامضية ، فالصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد تتبع المجموعة الأولى ، أما الفوسفور والكبريت والكلور فانها تتبع المجموعة الثانية . وقد أظهرت الابحاث أن هناك بعض العناصر النادرة مثل الكوبلت والنحاس والمنجنيز والزنك واليود بالرغم من وجودها على حالة آثار فإن لها أهمية خاصة في التغذية . وهناك بعض عناصر من هذه المجموعة لم تتحدد بعد أهميتها في التغذية وهي الألومنيوم والزرنيخ والبروم .

ويختلف مقدار العناصر غير العضوية التي يحتويها الغذاء تبعاً لنوع المادة الغذائية . ويختلف مقدارها في المواد الغذائية النباتية تبعاً لنوع التربة والسماد الخ... وتتفاوت مقدارها في رماد المادة بين ١ ، ١٠٪ وهي أكثر وجوداً في السوق والأجزاء الورقية منها في البذور .

والاصل في المواد المعدنية للغذاء أن تكون في صورة أملاح غير عضوية مثل الكلوريد والكربونات والسلفات والفوسفات أو في صورة أملاح لاهماض عضوية مثل أملاح الطرطريك والستريك والماليك الخ... أو يكون مصدرها بعض المركبات العضوية للغذاء وعلى الاخص البروتينات التي تحتوي في أغلب الاحيان على عناصر غير عضوية متحدة مع جزيء البروتين . فهناك كما سبق أن ذكرنا أحماضاً أمينية خاصة تحتوي على الكبريت مثل السيستين والسستين والميثايونين ،

جدول - ١٠ - بعض المصادر العضوية للمواد المعدنية الهامة

العنصر	المركب		المادة التي تحتوي عليه
	الاسم	الرمز	
البوتاسيوم	الملح الحمضي لحم الطرطريك	بوندك ؛ بد ؛ ا	العنب والخيار
	أملاح حمض الستريك	بو ؛ بدك ؛ بد ؛ ا	الفاكهة والخضر
	أملاح حمض الماليك	بوندك ؛ بد ؛ ا	الفاكهة والخضر
الكالسيوم	الملح الحمضي لحم الطرطريك	كا (بوندك ؛ بد ؛ ا)	العنب
	أملاح حمض الفالتيك	ك ؛ بد (كافوا) ؛ ا	ردة القمح والشوفان الخ . اللبن
المغنسيوم	كبريتات الكالسيوم	غير معروفة	ردة القمح والشوفان الخ .
	أملاح حمض الفالتيك	ك ؛ بد (مغ فوا) ؛ ا	النباتات الخضراء
الحديد	الكلوروفيل	ك ؛ بد ؛ مغ ؛ ا	هيموجلوبين
	الهيماتين	ك ؛ بد ؛ ح ؛ ا	البروتينات
الكبريت	السيستين	ك ؛ بد ؛ ك ؛ ا	أنسجة الحيوان
	الجلوتاثيون	ك ؛ بد ؛ ك ؛ ا	هرمون يفرزه الاثنى عشر الخبيرة
الفسفور	الانسيولين	ك ؛ بد ؛ ك ؛ ا	المستردة والبصل
	كلوريد الثيامين (فيتامين B)	ك ؛ بد ؛ ك ؛ ا	الثوم الفجل الكرنب اللفت
	ايزوثيوسيانات الالابل	(ك ؛ بد) ؛ ك ؛ ا	صفار البيض الخ
	كبريتور الالابل	ك ؛ بد ؛ فوا ؛ ا	الدم
	البيثينات	ك ؛ بد ؛ فوا ؛ ا	الانسجة النوية مثل التيموس
	السيثينات	ك ؛ بد ؛ فوا ؛ ا	صفار البيض واللبن
	احماض النوكلييك	ك ؛ بد ؛ فوا ؛ ا	ردة القمح والشوفان الخ .
بروتينات فسفورية	غير معروف	العضل	
اليود	حمض الفيتيك	ك ؛ بد (بد فوا) ؛ ا	هرمون تفرزه الغدة الدرقية
	فوسفات الكرياتين	ك ؛ بد ؛ فوا ؛ ا	بروتينات التنفس للحيوانات السفلى
	الثيروكين	ك ؛ بد ؛ ا ؛ ا	خلايا الدم الحمراء
النحاس	الهيموسيانينات	غير معروف	
	أنهيدراز السكربونيك	غير معروف	

كذلك يدخل الحديد في تركيب بعض البروتينات مثل هيما توجين صفار البيض ومثل هيموجلوبين الدم . كما انه يوجد في الاجزاء الخضراء من النبات وفي أغلفة الحبوب ، وهناك بروتينات خاصة تحتوي على الفوسفور بكميات وفيرة كأنواع البروتينات الفسفورية (الفسفوبروتينات) مثل فيتلين صفار البيض وكيزين اللبن وتعتبر اللحوم والبقوليات مصادر غنية له ، ويوجد الفسفور أيضا على صورة متحدة في بعض الليبيدات (الفسفوليبيدات) مثل الليسيثيات والسيفالينات .

أما الكالسيوم فانه يوجد على حالة كيزينات الكالسيوم في اللبن والجبن بكميات وفيرة . ويدخل المغنيسيوم في تركيب الكلوروفيل في النبات ، والجدول رقم (٨) يبين بعض المصادر العضوية للمواد المعدنية الهامة .

وإذا استثنينا من العناصر السابقة عنصرى الصوديوم والكلور الذين نحصل عليهما دائما في صورة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) بكميات وافية ، فان باقى العناصر نتحصل عليها أساسيا من الغذاء . ويحتوى الغذاء على هذه العناصر بنسب تتغير تبعالعوامل كثيرة كالصنف والتربة والسماذ والرأى الخ... ولذلك فان الارقام التى تدل عليها التقديرات الكمية لهذه العناصر فى المواد الغذائية لا يمكن الركون اليها فى كل حالة ، ولا بد عند استخدام هذه الارقام فى التديل على تركيب غذاء مامن الاطمئنان إلى تماثل الظروف فى كل حالة ، فثلا عند تقدير الكالسيوم فى الكرنب نجد أن هناك فارقا كبيرا جدا بين كميته فى الجزء الأخضر وفى الجزء الأبيض منه كما أن حبوب القمح الكاملة تحتوى على كميات كبيرة من هذه العناصر تزيد كثيرا عن كمياتها فى الدقيق الأبيض لهذه الحبوب . ولذلك كان من الضرورى أن ينص فى تلك الجداول على زيادة من البيانات التى تتصل بنوع المادة الغذائية وحالتها .

والجدول التالي يبين لنا مقارنة بين القمح الكامل واللبن الحليب من حيث احتوائهما على المواد المعدنية ، كما يظهر لنا مقدار ما يحدث من فقد عند تحويل حبوب القمح الكاملة إلى دقيق أبيض ، مما يجعل ردة القمح غنية في المادة المعدنية :-

جدول - ١٢ - نسب العناصر المعدنية في بعض المواد الغذائية

كـا	مـغ	بـو	ص	فـو	كـل	بـ	ح
٠,٠٥٥	٠,١٦٣	٠,٠٤٠٩	٠,٠١٠٦	٠,٠٣٤٢	٠,٠٨٨	٠,٠١٧٥	٠,٠٠٠٦
٠,٠٢١	٠,٠٢١	٠,٠١٣٧	٠,٠٠٥٣	٠,٠٠٩٦	٠,٠٠٧٩	٠,٠١٥٥	٠,٠٠٠١٢
٠,٠٦٥	٠,٠٤٢٠	٠,٠٢٥٠	٠,٠٠٠٧	٠,٠٤٣٠	٠,٠٠٤٢	٠,٠٢٤٥	٠,٠٠٠٠٤
٠,٠١٢٣	٠,٠١٩٠	٠,٠٢٩٠	٠,٠٠٤٧	٠,٠٠٨٨	٠,٠١١٤	٠,٠٠٣١	٠,٠٠٠٢٤

ويجب أن نفهم جيدا أن مجرد احتواء المادة على كميات كبيرة من بعض العناصر مثل الكالسيوم أو الحديد لا يكون كافيا للحكم على قيمتها الغذائية، فلا بد من الاطمئنان إلى أن هذه العناصر توجد في الصورة التي يمكن للجسم الاستفادة منها . فهناك مثلا بعض الاغذية الغنية في الكالسيوم قد تحتوي على كميات من حمض الاكساليك تمنع الجسم من الاستفادة بهذا العنصر فتكون بذلك في حكم الاغذية الفقيرة فيه . وسيأتي الكلام عن هذه الناحية باسهاب فيما بعد .

ومن الناحية العملية تقارن المواد الغذائية من حيث احتوائها على العناصر المعدنية على أساس نسبي فتذكر عادة المصادر الممتازة أو الجيدة لكل عنصر فيها .

الكالسيوم - تعتبر الخضراوات واللبن والجبن والبقول وصفار البيض والعسل الاسود من الأغذية الغنية في الكالسيوم ، بينما تعتبر الحبوب مثل الذرة والارز والقمح وكذلك اللحم فقيرة في هذا العنصر .

الحديد - يوجد بكثرة في البسلة الجافة والفاصوليا الجافة والاوراق الخضراء وفي اللحوم وخصوصا الكبد وفي الاسماك وصفار البيض ، بينما يعتبر الدقيق والفواكه الطازجة واللبن وبياض البيض فقيرة فيه .

الفسفور - تمتاز الحبوب والبقول بغناها في هذا العنصر ، كما يوجد بوفرة في اللبن والبيض واللحوم . وتحتوى الخضراوات على ضعف ما تحتويه الفواكه من الفسفور . وتزيد نسبته بصفة عامة في الأغذية البروتينية .

النحاس - يوجد في اللحم وخصوصا في الكبد والاسماك بنسبة عالية ، ويعتبر اللبن فقيرا في هذا العنصر .

اليود - تختلف مقدار ما تحتويه الأغذية منه تبعا لطبيعة التربة ، وأغنى أنواع الأغذية في هذا العنصر هي الأغذية البحرية كالاسماك والمحار الخ ...

الكبريت - تعتبر المواد البروتينية أغنى أنواع الأغذية في هذا العنصر ، فهو يوجد بكثرة في الجبن والبقوليات واللحم وبياض البيض

المغنسيوم - يوجد بوفرة في الخضراوات والفواكه وفي اللبن ، وهو يوجد في جزئ الكالسيوم وفيل بنسبة ٤٢ ٪ .

البوتاسيوم - هو أكثر وجودا في الأنسجة النباتية منه في الأنسجة الحيوانية وتعتبر الفواكه والخضراوات مصادر غنية فيه ، وهو يوجد في الأغذية على حالة فوسفات ومالات وسترات وطرطرات الخ

المواد الملونة الطبيعية

لل مواد الملونة أهمية خاصة بالنسبة للمواد الغذائية إذ أنها تكسبها ألواناً مميزة جذابة ، وقد تحدث لهذه المواد الملونة تغييرات غير مرغوبة نتيجة تعرضها لعوامل مختلفة طبيعية أو بيولوجية أو كيميائية ، ولذلك كان من الضروري دراستها دراسة تفصيلية وأهم المواد الملونة الرئيسية التي توجد في الطبيعة هي :

أولاً الكلوروفيلات :

هي المادة الخضراء الملونة للنباتات والتي يعتمد عليها النبات في عملية البناء المعروفة بالتثيل الضوئي ، وتوجد مادة الكلوروفيل في الخلايا على سطح البلاستيدات المسماة بالكلوروبلاستيدات حيث يمكنها امتصاص أكبر كمية من الضوء أثناء النهار .

وهناك نوعان من الكلوروفيل :

١ - ألفا كلوروفيل a - Chlorophyl ورمزه ك . هـ . د . ٧٢ ا . ز ؛ مع

٢ - بيتا كلوروفيل b - Chlorophyl ورمزه ك . هـ . د . ٧٠ ا . ز ؛ مع

وكلاهما غير متبلور أى غير مقرر الشكل « Amorphous » ، عديم الذوبان في الماء وهناك احتمال لوجودهما في الخلية على حالة غروية وعلى هذه الصورة يكون اتصالها بما يحيطها من سوائل الخلية . وتختلف درجة ذوبانها في المذيبات العضوية ، كما أن لها خاصية الأشعاع الضوئي Fluorescence ، وليس لها خاصية حمضية ولا قاعدية .

وتحدث القاويات انحلالاً مائياً للكلوروفيل تكون نتيجته تكوّن

مركبات تختلف في نوعها تبعاً لدرجة تركيز القلويات المستعملة . وتميل نواتج الانحلال في أغلب الأحيان إلى اللون البني أما القلويات المخففة جداً فإنها قد تحفظ اللون الأخضر للكوروفيل . أما الأحماض فإنها في تأثيرها على الكوروفيل تؤدي إلى انفصال المغنسيوم وإحلال الأيدروجين محله ، ويكون نتيجة ذلك تكون مركبات تسمى فيتينات Phytins تختلف في تركيبها تبعاً لمدى انحلال جزيء الكوروفيل ، ويصحب تأثير الأحماض حتى المخففة جداً تغيير في اللون الأخضر إلى لون زيتوني كما يحدث في التخمر اللبكتيكي عند عملية التخليل .

ويؤدي التأكسد الشديد للكوروفيل إلى تغيير لونه إلى الأصفر الباهت ويساعد على اختفاء اللون الأخضر وجود الضوء ، وهو ما يحدث للكثير من الأوراق الخضراء وسيقان القمح إذا ما جمعت وعرضت للهواء والشمس . ولا يقتصر وجود الكوروفيل على النباتات الخضراء بل يوجد أيضاً في ثمار الفاكهة قبل تمام نضجها ، ويختفي هذا اللون في معظم الفواكه تدريجياً كلما قربت من النضج ، وقد يستمر بقاءه في البعض الآخر . ويؤثر في الكوروفيل إنزيم خاص يسمى بالكوروفيللاز Chlorophyllase ويؤدي إلى انحلاله انحلالاً مائياً إلى كحول وفيتول Phytol وكوروفيللايد chlorophyllide .

ثانياً الكاروتينويدات Carotinoids

هي مثل الكوروفيل صبغات نباتية توجد في البلاستيدات ووظيفتها في النبات غير معروفة تماماً ، وهي عديمة الذوبان في الماء ولكنها تذوب في الدهون ومذيبات الدهون . وهي منتشرة انتشاراً واسعاً في الخضار والفاكهة ، وأهم الأمثلة عليها الكاروتين Carotene وهو الصبغة التي

تعطى الجزر لونه الأصفر. والليكوبين Lycopene وهو الصبغة التي تجعل الطماطم حمراء اللون .

١- الكاروتين Carotene

هو احدى الصبغات الطبيعية التي توجد في الاوراق الخضراء ، وتوجد في الجزر بكميات كبيرة ، وهي تكسب الدهن الحيواني لونا ظاهرا اذا ماتغذت الحيوانات على موارد غنية فيه ، وهو يتحول داخل جسم الحيوان الى فيتامين A ، ورمز الكاروتين ك_١ ، يد_{١٠} ، ويوجد على ثلاث صور الفا وبيتا وجاما ، وسيأتى الكلام عنها تفصيلا في موضوع الفيتامينات . والكاروتين سريع التأكسد ويؤدي تاكسده في المواد الغذائية الى تلف في قيمتها الغذائية كمصدر لفيتامين A وهو مركب غير مشبع ، ولذلك فإنه يكون مركبات إضافية مع اليود والبروم .

ب - الليكوبين Lycopene :

يشبه الكاروتين في التركيب isomer ك_{١١} ، يد_{١١} ويختلف عن البيتاكاروتين B - carotene في ان نهايتى سلسلة الكربون التي تكون الجزىء فيه مفتوحتان ، لذلك لا يعطى الليكوبين بانحلاله في الجسم فيتامين A . ويوجد الليكوبين في الطماطم مع الكاروتين ، الا ان الصبغة الصبغة الحمراء تظفى على اللون الاصفر للكاروتين . وتوجد هذه الصبغة ايضا في البطيخ والمشمش والكاكي . وصبغة الليكوبين سريعة التأكسد ايضا ، ويساعد على تاكسدها في منتجات الطماطم وجود املاح النحاس والحديد ، مما يؤدي الى تغير لونها الى اللون البنى الداكن .

ج - كاروتينويدات اخرى .

اهم هذه المجموعة الزانثوفيللات Xanthophylls وهي مركبات مشتقة

من الكاروتين والليكوبين مثل ايدروكسى وميثوكسى وكيتوالخ ... ، وتركيبها الكيمائى كـ β ، بد β ، ا β ، جزىء الزانثوفيل كما يظهر من هذا الرمز يزيد عن جزىء الكاروتين أو الليكوبين بذرتين من الأكسجين ، الا ان أكسدة الكاروتين فى المعمل لا تعطى زانثوفيل .

والزانثوفيلات اكثر ذوبانا فى الكحول من الكاروتين كما تذوب فى إثير البترول وأشهر الزانثوفيلات الصبغات الآتية :

صبغة كريبتوزانثين Kryptoxanthin

ورمزها ك β ، بد β ، ا β ، او ك β ، بد β ، ا β ، وهى توجد فى الذرة الصنراء واليوسنى .

صبغة الكابازانثين Capaxanthin

ورمزها ك β ، بد β ، ا β ، وهى الماءة الحمراء الملونة للفلفل الاحمر

صبغة الزيازانثين Zeaxanthin

ورمزها ك β ، بد β ، (ا β ،) ، وتوجد فى الذرة وفى عدد من المواد النباتية كما توجد أيضا فى صفار البيض

ومن بين هذه الصبغات الثلاث ينتج فيتامين A عن انحلال الكريبتوزانثين فقط .

أنثوسيانينات Anthocyanins :

وهى الصبغات الحمراء والزرقاء والبنفسجية القابلة للذوبان فى الماء والتي توجد فى الزهور والثمار والاوراق ، ويقصر ثانى اكسيد الكبريت لونها مؤقتا فى معاملة الثمار به وقت تجفيفها أو عند إضافته للعنب فى تحضير النبيذ ، وعند التخلص من ثانى اكسيد الكبريت يعود اللون

ثانيه ، وكمية قليلة من ثنائي اكسيد الكبريت تحمي صبغات الاثوسيانين من التأكسد ومن تغير لونها الى اللون البني والمعاملة الحرارية لمدة طويلة تتلف لون الاثوسيانين في عصير الفواكه المحفوظ وفي الفاكهة المحفوظة في العلب .

ويؤدي وجود أملاح القصدير أو الحديد التي تذيبها الفواكه المحفوظة في تفاعلها مع معدن الصفيح الى ترسيب الاثوسيانين أو تغير لونه الى الزرقة ، وتساعد هذه الصبغات بوصفها عوامل مساعدة في التآكل المعدني للعلب الصفيح ، وعلى ذلك فهي تساعد على إحداث الانتفاخ الايدروجيني فيها وظهور الثقوب على جدرانها .

ويكون لون هذه الصبغات أحمر في المحاليل الحمضية القوية ، ولذلك يمكن صيانة لون البنجر بإضافة عصير الليمون ، أما في المحاليل القلوية فيكون لون هذه الصبغات أزرق . ومع ذلك فإن اضافة القلويات الى عصير الفاكهة الاحمر تغير لونه الى الاخضر بدلا من الازرق ، ويرجع ذلك الى أثر الفلافونات وهي صبغات اخرى توجد في نفس العصير .

وعند حدوث التأكسد في الفاكهة او في العصير يتغير اللون من الاحمر البنفسجي الى الاحمر الطوبى ثم يتجه نحو اللون البني وهذا هو سبب تغير لون النبيذ إلى البني عند قدمه .

وتوجد الاثوسيانينات على حالة جلوكوسيدات وطالما كانت على هذه الصورة فإنها تكون قابلة للذوبان في الماء ، وهي توجد في دور النضج لبعض الثمار كالتمفاح والبرقوق والكريز والعنب ، وعند الانحلال المائي لها ينفصل السكر (وهو في العادة جلوكوز أو رافينوز أو جلاكتوز أو مزيج من اثنين منها) ويترك مركبا اسمه اثوسيانيدين وهو عديم الذوبان في الماء .

الفلافونيات والفلافونولات Flavons & Flavonols

هي مركبات صفراء او عديمة اللون منتشرة في انسجة النبات بما فيها الثمار ، وعندما تتحول الوان الازهار البيضاء الى اللون الأصفر الغامق بمعاملتها بقلوى كالأمونيا او ايدروكسيد الصوديوم يكون هذا التفاعل دليلا على وجود الفلافونيات او الفلافونولات أو أى مركب من المشتقات الفينولية ، وهي توجد في بعض الخضراوات كالكرنب والبصل والقرنبيط .

البوكرومات او الفلافينات : Flavins

هي مواد صفراء تميل الى الخضرة وتوجد في الكبد والبيض واللبن كما توجد في بعض النباتات .

التانينات Tannins

هي مركبات عضوية تمتاز بطعمها القابض Puckery ومذاقها اللاذع نوعا ، وهي تترسب باضافة بعض البروتينات مثل الجيلاتين . والتانينات هي التي تكسب النبيذ الاحمر مذاقه الخاص وتجعل مذاق البالح والكاكي قابضا ، ويقل هذا المذاق القابض بزيادة النضج او بالطبخ ، وربما كان السبب في ذلك هو حدوث التضاعف Polymerization أو اكسدة الاثين معا . ويعطى التانين لونا اخضر أو مائلا للزرقة مع محلول مخفف من كلورور الحديد ، ولو انه لا يمكن الاعتماد على هذا التفاعل بوصفه طريقة اختبار له ، اذ ان هناك مركبات اخرى في النبات تحدث نفس التأثير . والتانينات توجد بكثرة في بذور العنب

وتذوب التانينات في الماء والكحول والاسيتون والبايريدين وهي عديمة الذوبان في مذيبات الدهون كاللاثير والكلوفورم . وتمتاز بترسيبها للجلياتين وتحليلها للبروتينات الموجودة في الجلود عند الدباغة . والتانينات

لاذعة سريعة التأكسد وتعطى رواسب ذات ميزات خاصة اذا اضيفت اليها املاح بعض المعادن الثقيلة ، وهي فينولات عديدة الايدروكسيل ، وهو ما يفسر تفاعلها مع املاح الحديد كما انها تترسب باضافة بعض اشباه القلويات alkaloids عليها

وقد تؤدي التانينات وظيفه المادة المؤثر عليها Substrate لانزيم الاكسيداز ، فالجوز الاخضر Walnut يسود لونه بتعرضه للهواء ، وهو معظم السبب في اسوداد التفاح . ومن انواع التانينات ما يأتي .

تانين البايروجالول Pyrogallol Tannin : ويعطى لونا ازرق مع كلورور الحديدك .

تانين البيروكاتيكول Pyrocatechol Tannin : ويعطى لونا اخضر مع كلورور الحديدك ، وقد درس العلماء التانينات وقسموها عدة اقسام لا يتسع المقام هنا لدراستها بالتفصيل .

٨ - الفيتامينات

وهي مركبات عضوية توجد في المواد الغذائية بنسب متفاوتة وبكميات ضئيلة جدا . إلا أنه على الرغم من ضآلة مقدارها فقد أثبت انعلم أهميتها الحيوية في التغذية لأنها تعتبر عوامل بيولوجية مساعدة يؤدي غيابها أو عدم كفايتها في الغذاء إلى اضطراب العمليات الحيوية في الجسم أو الإصابة بأمراض غذائية خاصة .

وعندما توصل العالم كازمير فونك Casimir Funk سنة ١٩١٢ إلى استخلاص المادة الفعالة في الأرز أراد أن يعبر عن أهميتها للحياة Vita، ولما وجد أن المادة التي فصلها تحتوي على النتروجين في مجموعة الأمين Amine أطلق على هذه المادة إسم فيتامين Vitamine . إلا أن دراموند Drummud سنة ١٩٢١ لاحظ أن بعض الفيتامينات لا تحتوي على عنصر النتروجين، ولذا رأى حذف حرف ، من كلمة Vitamine مراعاة للدقة في التعبير مع الاحتفاظ بالاسم القديم . ورمز لها بالحروف الابجدية A ، B ، C الخ . وقد توصل العلم في ربع القرن الأخير إلى معرفة التركيب الكيماوى لها ، وحل الإسم الكيماوى لكل فيتامين محل اسمه الرمزى .

ونظرا لأن الفيتامينات لا تنتمى جميعها لإحدى المجموعات المعروفة من المركبات العضوية فإنه كان من الصعب تعريفها على أساس تركيبها الكيماوى . فبعضها أحماض سكر Sugar acids وبعضها ستيرولات وبعضها يحتوى على عنصر النتروجين والبعض الآخر خال منه تماما . وهي تختلف في تأثيراتها النوعية كما أنها تتباين في مدى تأثيرها بالعوامل الطبيعية والكيماوية المختلفة كالحرارة والأكسجين والأحماض والقلويات وغيرها .

- وأهم الفيتامينات المعروفة والتي أمكن فصلها وتمييزها حاليا هي : -
- فيتامين A_1 ، A_2 - وهي يعتبر من الناحية الكيماوية كاروتين منشط، ويسمى الفيتامين أحيانا بالفيتامين المانع لمرض جفاف ملتحمه العين (الزيروفثالميا) .
- مركب فيتامين B المعقد ويشمل :
- فيتامين B1 ويسمى بالثيامين Thiamine أو كلوريد الثيامين ويطلق عليه أحيانا الفيتامين المضاد لالتهاب الأعصاب أو المانع للبري بري .
- فيتامين B2 أو G واسمه الكيمايى الريبوفلافين Riboflavin .
- حمض النيكوتينيك Nicotinic Acid أو اميد النيكوتينيك Nicotinic amide أو النياسين Niacin ويسمى أحيانا فيتامين P.P.F أى المانع للبلاجرا
- حمض البانتوثنيك Pantothenic acid أو العامل المترشح .
- فيتامين B_6 واسمه الكيمايى Pyridoxine بيريدوكسين .
- اليوتين Biotin .
- حمض بارامينو البنزويك .
- الايносيتول .
- الكولين Choline .
- حمض الفوليك Folic acid .
- فيتامين B12 Anti Pernicious Anemia Factor . أو الفيتامين المانع للانيميا الخبيثة .
- فيتامين C واسمه الكيمايى حامض الاسكوربيك Ascorbic Acid ويسمى أحيانا بالفيتامين المضاد للاسقربوط .
- فيتامين D واسمه Calciferol أو ν ديهيدرو كوليستيرول
- 7 . Dehydro Cholesterol ويسمى أحيانا الفيتامين المضاد للكساح
- فيتامين E واسمه الفاتوكوفيرول Alpha-tocopherol ويطلق عليه أيضا اسم الفيتامين المضاد للعقم

فيتامين K وهو عبارة عن مركبات نفثوكوينون Naphthoquinone compounds ، ويسمى مستحضره بالميناديون Menadione وهو الفيتامين الذى يتعلق بتجلط الدم .

فيتامين P واسمه الكيمائى Eriodyctiol وهو العامل الضابط للانتشار الغشائى للاوعية الدموية .

وسنقتصر فى هذا المجال على مناقشة أهم هذه الفيتامينات وتركيبها وصفاتها ومدى انتشارها فى الطبيعة .

وقد أمكن تقدير الكثير من هذه الفيتامينات فى المواد الغذائية ، واستخدمت فى ذلك طرق ضوئية أو كيميائية أو بيولوجية . وقد كان كل باحث يضع لنفسه حتى عهد ليس ببعيد وحدات قياسية خاصة به ، مما جعل مقارنة المواد الغذائية ببعضها من حيث احتوائها على الفيتامينات من الأمور الصعبة .

وقد رأى قسم التغذية بعصبة الأمم الاتفاق على توحيد وحدات القياس ، وتم الاتفاق على استخدام وحدة دولية حدد مقدار ما تساويه من الوحدات الوزنية من كل فيتامين كالاتى .

الوحدة الدولية من فيتامين A = ٠.٠٠٠٠٦ ملليجرام بيتاكاروتين

والوحدة الدولية من فيتامين B1 = ٠.٠٠٠٣ ملليجرام ثيامين

والوحدة الدولية من فيتامين C = ٠.٠٠٥ ملليجرام حمض اسكوربيك

والوحدة الدولية من فيتامين D = ٠.٠٠٠٠٠٢٥ ملليجرام كالسيفيرول

ولازالت تستخدم إلى جانب الوحدة الدولية حتى الآن وحدات أخرى أهمها وحدة Sherman-Berquin لقياس فيتامين B2 وهى تساوى ٠.٠٠٠٢٥ ملليجرام

ريبوفلافين ، ويمكن تقسيم الفيتامينات الهامة بالنسبة لخاصية ذوبانها إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

١ - الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون .

وهي فيتامين A وفيتامين D وفيتامين E وفيتامين K

ب - الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء

وهي فيتامين B₁ وفيتامين B₂ وحمض النيكوتينيك وحمض البانتوثنيك

والبايريدوكسين وغيرها وكذلك فيتامين C وفيتامين P

الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون

فيتامين A

وهو لا يوجد في هذه الصورة النهائية إلا في الكائنات الحيوانية ويوجد

بوفرة في زيوت الأسماك وخاصة في أكبادها في الجزء من الزيت غير

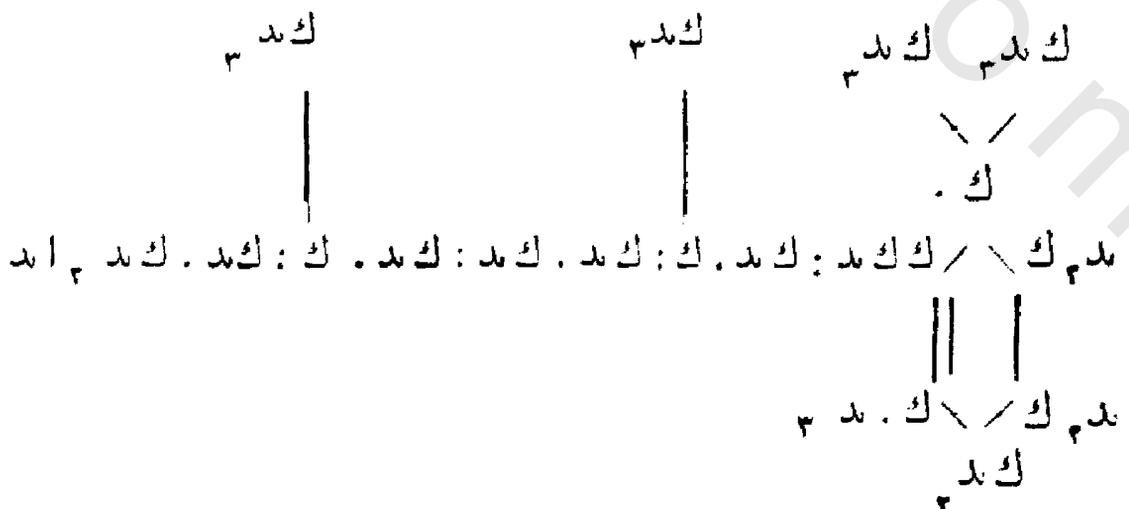
القابل للتصبن ويوجد بكثرة في الزبدة وفي صفار البيض والكبد .

وتنص المراجع الحديثة على وجود أنواع من فيتامين A مثل A₁ و A₂ الخ

ويقال إن فيتامين A₂ الذي يوجد في كبد بعض أسماك المياه العذبة يكون

ذا نشاط زائد .

والرمز الكيميائي لفيتامين A كالآتي :



وفيتامين A يذوب في الدهون ومذيباتها ولكنه لا يذوب في الماء .
ولا يتأثر بالحرارة أو الخوضه أو القلوية ، إلا انه حساس للضوء الذي يساعد
على تأكسده في وجود الهواء .

وبعض الصبغات الغذائية تعطى عند انحلالها في الجسم (في الكبد)
كميات مختلفة من فيتامين A ، وتسمى المركبات التي تعطى الفيتامين ، نتيجة
لانحلالها بمكونات أو مقدمات الفيتامين Provitamins ، وجميعها تذوب في
الدهون ، وهي توجد في أغلب الأحيان متحدة بصورة معقدة مع البروتين .
وتعتبر المادة الغذائية الغنية في هذه الصبغات غنية بالفيتامين . وتعتبر
الأغذية النباتية ذات اللون الأصفر والاحضر مصدرا لمكونات الفيتامين
لا مصدرا للفيتامين نفسه . أما الأغذية الحيوانية كاللبن والبيض فإنها تعتبر
مصدرا للفيتامين نفسه كما هي مصدر لمكوناته - وذلك لأن الحيوانات
لها القدرة على تكوين هذا الفيتامين وتخزينه .

والصبغات الكثيرة الوجود في الأغذية والتي ثبت حتى الآن أنها تعطى
فيتامين A عند انحلالها في الجسم هي :-

١ - الكاروتين (من مجموعة الكاروتينويدات Carotenoids) .

ب - الكريبتوزانثين (من مجموعة الزانثوفيللات)

والكاروتين هو الصبغة المسؤولة عن اللون الأصفر لبعض الأغذية
مثل الجزر الأصفر ، الذي يحتوى على هذه الصبغة بكمية كبيرة وهناك صبغات
أخرى تحجب اللون الأصفر في الأغذية الملونة كالخضر الخضراء والثمار
ومن أمثلة هذه الصبغات صبغة الليكوبين التي تلون الطماطم باللون الأحمر
وصبغة الكلوروفيل في السبانخ أو الملوخيا أو الفاكهة الخضراء .

ورمز الكاروتين ك . ، يده ، وهو مركب غير مشبع ويوجد في الأغذية

على ثلاث صور وهي الفا كاروتين ، بيتا كاروتين ، جاما كاروتين . ويمتاز الجزء في البيتا كاروتين بأنه يحتوى على جزئين من فيتامين A بينما يحتوى على كل من الالف كاروتين والجاما كاروتين على جزىء واحد من الفيتامين .

وكذلك يحتوى الكريبتوزانثين على جزىء واحد من فيتامين A . ويمكن فهم ذلك من مقارنة العلامة البنائية لكل منها بالعلامة البنائية للفيتامين .



ويحتوى الكويبتوزانثين على مجموعة ايدروكسيل فى جزئيه وينسب لهذه الصبغة اللون الأصفر للذرة الصفراء التى تعتبر من بين سائر الحبوب مصدرا جيدا لفيتامين A .

وتنتقل هذه الصبغات الهامة إلى الأغذية الحيوانية بتغذى الحيوانات على مواد نباتية غنية فيها مما يكسب بعض الأغذية الحيوانية اللون المصفر الباهت الذى يمكن ملاحظته فى دهن اللبن وفى صفار البيض وغيرها ، ولو ان الفيتامين التى نفسه عبارة عن مادة زيتية عديمة اللون .

وعما سبق يتبين أن هذا الفيتامين إلى جانب وفرة في زيوت كبد الاسماك فان الخضر الصفراء والفواكه الصفراء وكذلك الخضر الخضراء والكبد واللبن الكامل ومنتجاته وصفار البيض تعتبر من مصادره الغنية .

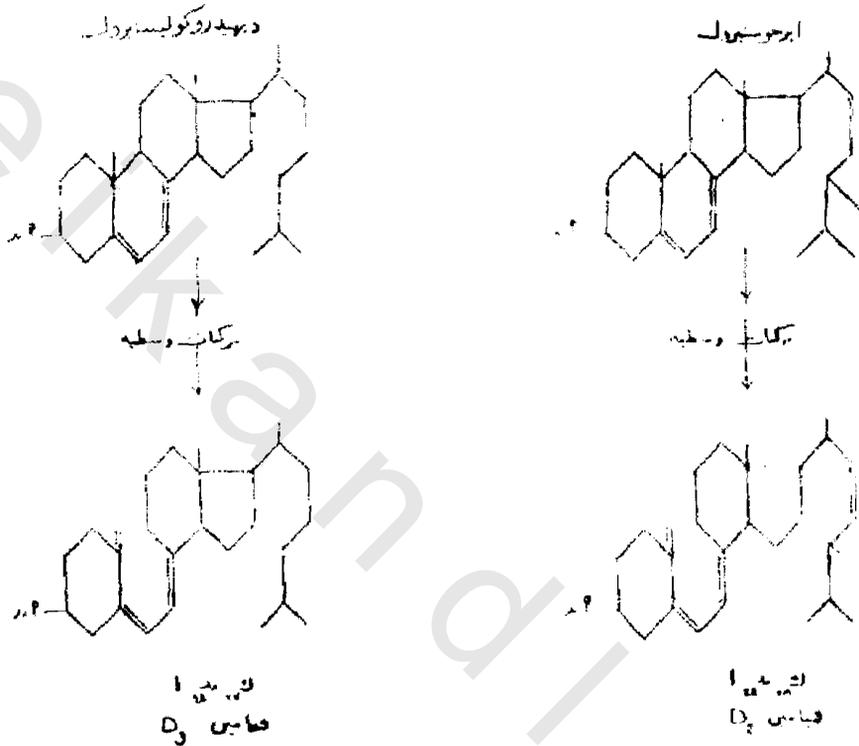
مجموعة فيتامين D

يوجد هذا الفيتامين في صورته النهائية في الحيوان فقط إلا أن مكوناته أو مقدماته Provitamins توجد في النبات والحيوان على السواء . ومن المعتقد ان هناك نحو عشرة مركبات مختلفة من فيتامين D توجد في زيت كبد الحوت ، إلا أن لاثنين منها أهمية خاصة من الناحية العلمية وقد امكن فصلهما في حالة نقية وهما D_2 ، D_3 (ولا يوجد فيتامين باسم D_1 لانه تبين ان هذا الرمز كان قد اطلق خطأ على مركب إضافي لفيتامين D_2)

ويسمى فيتامين D_2 كالسيفيرول Calciferol وهو الصورة النشطة لمركب الايرجوستيروول Ergosterol الذي سبق الكلام عنه في موضوع اللبيدات والذي يعتبر مقداً للفيتامين Provitamin . وهذه المجموعة من الفيتامينات شديدة الاحتمال للحرارة كما انها تقاوم عملية الاكسدة ، كما ان والتفاعل الخصى عند تأكسد الدهن يتلف التأثير البيولوجي لهذا الفيتامين .

ويسمى فيتامين D_2 في الصورة غير النقية فيوستيروول Viosterol وهو عبارة عن محلول الكالسيفيرول في الزيت ، أما فيتامين D_3 فهو الصورة المنشطة للاستيروول الحيواني ٧ - ديهيدروكوليستيروول Dehydrocholesterol - 7 وهو أيضاً المادة التي تتكون في الجلد والتي توجد في زيت كبد الاسماك ، وتعتبر كل من الايرجوستيروول والديهيدروكوليستيروول من الناحية الكيماوية مشتقات بسيطة للاستيروولات إلا انها تزيد عنها برابطة مزدوجة إضافية ، وهي لا تذوب

في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الاثير والايذروكر بونات والدهون . ويمكن تنشيطها وتحويلها إلى الصورة النهائية للفيتامين بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية ، إلا أنها قبل ان تصل إلى هذه الصورة النهائية تتحول أولاً إلى مركبات وسطية .

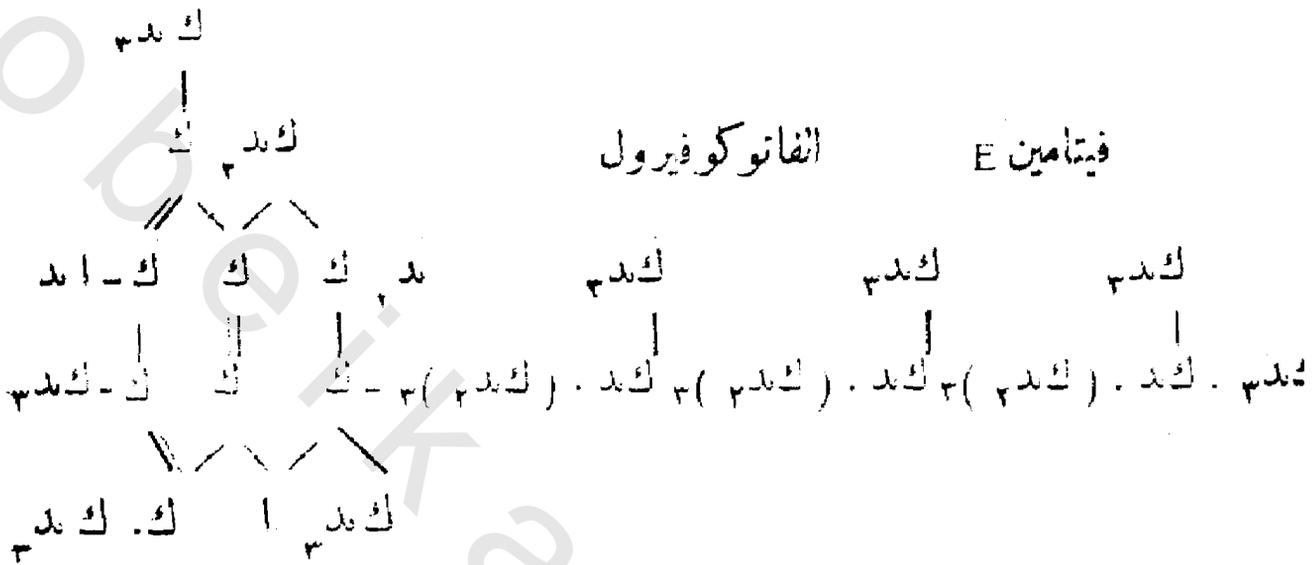


ويعتبر زيت كبد الاسماك اغني بمصدر لهذا الفيتامين ومن أنواعه زيت كبد الهاليبوت وزيت كبد الحوت ، كما يوجد الفيتامين بكمية كبيرة في الزيت الموزع في جسم الاسماك مثل سمك السالمون والرنجة ويوجد أيضاً في صفار البيض وفي الزبدة .

مجموعة فيتامين E

يكاد يقتصر وجود هذه الفيتامينات على المملكة النباتية ، وقد أمكن فصل ثلاثة مركبات مختلفة لفيتامين E من مصادر طبيعية ويعتقد بوجود

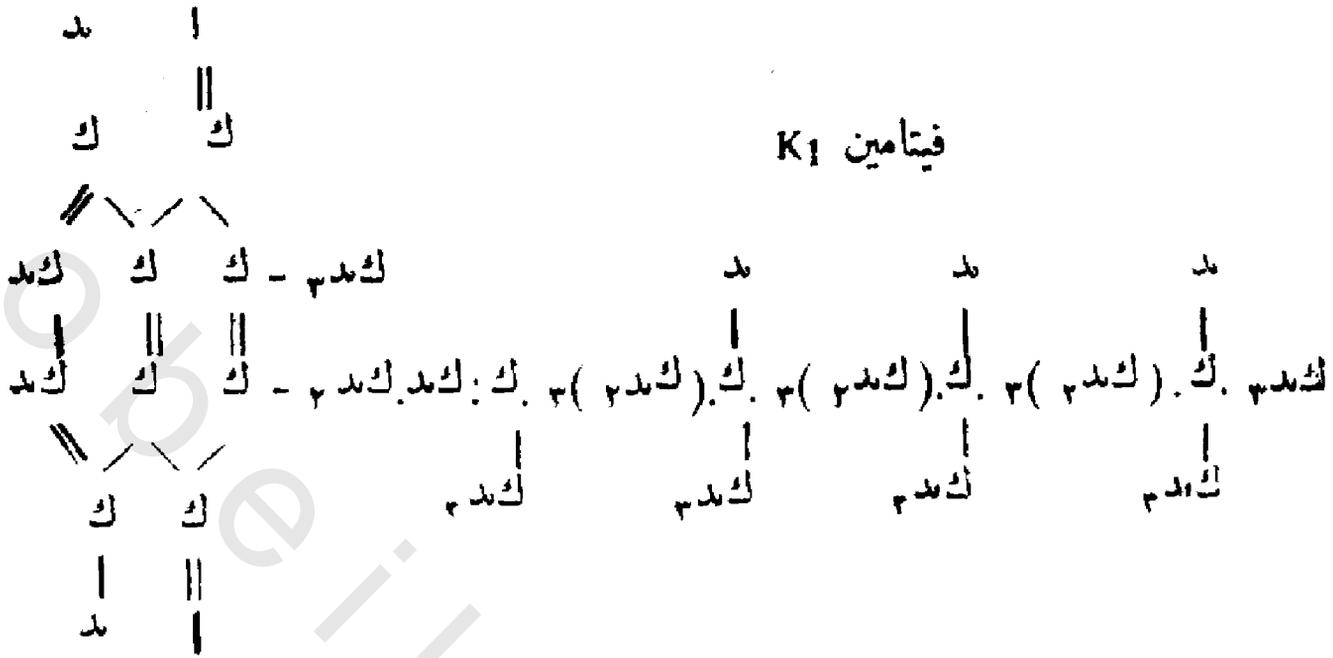
مركبات أخرى أكثر من هذه في الطبيعة . أما الفيتامينات الثلاثة فهي
 ألفا توكوفيرول ك_١ بد_{٤٦} ٢٠٠ وبيتا توكوفيرول ك_٢ بد_{٤٨} ٢٠٠ وجاما
 توكوفيرول ك_٣ بد_{٤٨} ٢٠٠



وتذوب هذه الفيتامينات في مذيبات الدهون وهي عديمة الذوبان في
 الماء وتحمل الحرارة خصوصا في غياب الاكسجين ، فيمكنها أن
 تتحمل التسخين حتى درجة ٢٠٠ م ، كما أنها لا تتأثر بالاحماض
 المعدنية حتى درجة ١٠٠ م . أما القلويات فانها لا تتلف فيتامينات هذه
 المجموعة إلا ببط شديد . وإن كان تأثيرها البيولوجي يتلف بالأكسدة .
 كما يتلفها التعرض الأشعة فوق البنفسجية وإن كانت تتحمل الضوء العادي .
 ويعتبر زيت جنين القمح أغنى مصادر هذا الفيتامين ، وكذلك تحتوي
 أجنة معظم البذور على نسبة كبيرة منه . وهو يوجد أيضا في الفول
 السوداني وفي الأوراق الخضراء وفي الجرجير والسبانخ والخس كما يوجد
 في صفار البيض وفي الزبدة .

مجموعة فيتامين K

أمكن فصل مركبين لفيتامين K من مصادر طبيعية يسمى أحدهما
 فيتامين K₁ ورمزه ك_١ بد_{٤٦} ٢٠٠ والثاني فيتامين K₂ ورمزه ك_٢ بد_{٤٦} ٢٠٠
 وهناك احتمال لوجود غيرهما .



وهذه الفيتامينات قابلة للذوبان في الدهون وفي مزياتها مثل الأثير وأثير البترول . وهي تتحمل الحرارة ولكن القلويات والأحماض القوية تنافها، وهي تتلف كذلك بفعل العوامل المؤكسدة وبالعرض لضوء الشمس . ويوجد فيتامين K₁ بحالة مركزة في الأنسجة الخضراء للنبات كالسبانخ كما يوجد في القرنبيط والكرنب والطماطم وتعتبر بواذر الشوفان من أغنى مصادره . وهو يوجد أيضا في زيت فول الصويا والزيوت النباتية وفي كبد الخنزير . وتعتبر الحبوب والفواكه فقيرة في هذا الفيتامين .

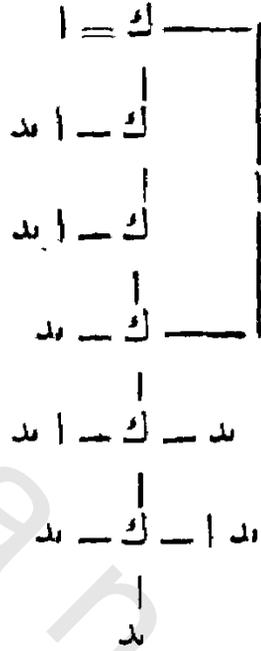
ويتكون فيتامين K نتيجة لنشاط الأحياء الدقيقة وبخاصة تلك التي تعيش في القناة الهضمية لكثير من الحيوانات الراقية ، كما يوجد في بقايا النباتات والحيوانات المتحللة وبخاصة الأسماك .

الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء

فيتامين C أو حمض الاسكوربيك Ascorbic acid ورمزه ك_٦ د_٨ . وهو يوجد في كل النباتات العليا بكميات محسوسة وخصوصا في

الأجزاء النامية وهو يوجد حراً على الدوام، ولو انه يحتمل أن يوجد متحداً مع البروتين .

حمض الاسكوريك



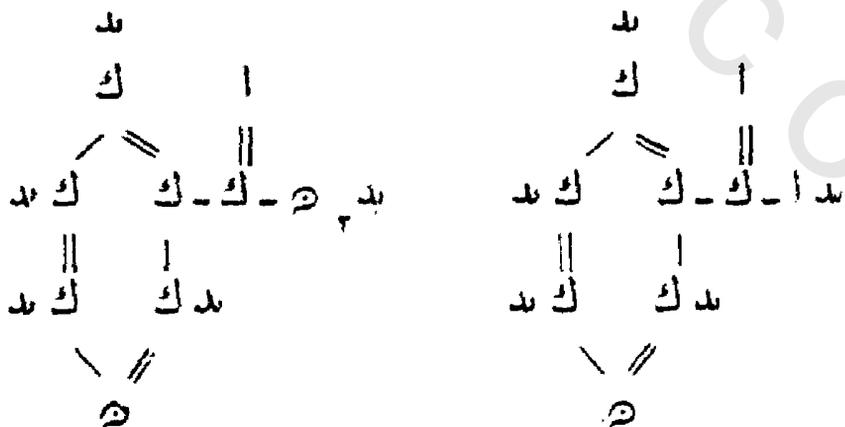
ويوجد هذا الفيتامين على صورة لاكتون ويعتبر حمض سكر Sugar acid وهو ذو مذاق حمضي، سريع الذوبان في الماء، وهو سريع التأكسد إن وجد على حالة محلول. ويساعد على تأكسده تعرضه للهواء ووجود آثار من المعادن خصوصاً النحاس والحديد والفضة. كما أن الضوء يعتبر من العوامل المساعدة في انلأفه. وهو ثابت في المحاليل الحمضية ولكنه يفقد صفاته البيولوجية في المحاليل المتعادلة أو القلوية.

وتعتبر الموالح مثل البرتقال والليمون والجريب فروت من أغنى مصادره وكذلك الطماطم، كما أن الخضراوات الطازجة الخضراء وكذا الفاكهة تعتبر غنية فيه، والفلفل الرومي الأحمر يحتوي منه على كميات كبيرة جداً، أما اللبن فيعتبر فقير فيه وكذلك البيض واللحم والحبوب. وتصبح هذه الأخيرة عند أنباتها غنية فيه.

وكان يسمى فيما مضى بفيتامين ن وهو عبارة عن صبغة قابلة للذوبان في الماء وهو المادة التي تجعل لون شرش اللبن وبياض البيض شاحبا ، وهو يوجد في معظم المواد النباتية والحيوانية إلا أن نسبته في هذه المواد منخفضة جداً . وجزى الريبوفلافين كما يدل عليه اسمه يتركب من جزى مسكر بتوز (خماسى ذرات الكربون) هو الريبوز Ribose متحدا مع الفلافين Flavine وهذا الفيتامين يتحمل الحرارة وتأثير الأحماض والعوامل المؤكسدة إلا أن القلوبات والتعرض للضوء تعمل على إتلافه . وعلى الرغم من أن هذا الفيتامين قابل للذوبان في الماء إلا أنه لا يفقد منه كمية كبيرة في ماء الطبخ وقد لا تزيد الكمية المفقودة عن قدر يتراوح بين ١٠ و ٢٠ ٪ وربما كان ذلك راجعا إلى أن أغلبه في صورة متحدة مع البروتينات .

ويتكون الريبوفلافين أكثر ما يتكون في الأوراق الخضراء للنباتات النامية . ولذلك كانت الخضرا الورقية مصدراً جيداً لهذا الفيتامين ، وكذلك تعتبر الخبيرة من مصادر الغنية . وفي اللحوم يحتوى الكبد على أعلى نسبة وتليه الكلى ثم لحم العضلات . ويحتوى اللبن والبيض على كميات متوسطة منه .

حمض النيكوتينيك أو النيكوتيناميد Nicotinic acid or Nicotinamide



النيكوتيناميد $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{O}_2$

حمض النيكوتينيك $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$

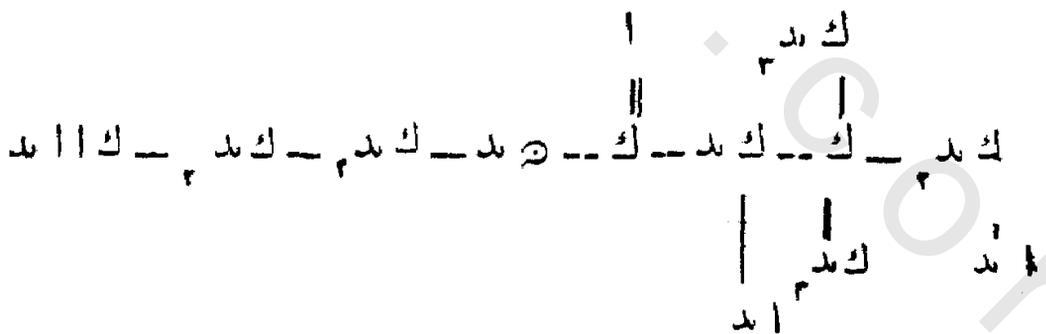
ويسمى أيضا بفيتامين . P.P. كما يسمى باسم النياسين Niacin الذي يجمع بين حرفين من كل كلمة من اسمه مع الحرفين الأخيرين من كلمة فيتامين . ويبدو أن الحمض لا يوجد حرا في الكائن الحي . ولكنه يوجد في الأنسجة على حالة أميد Amid ، وفي مقدور الجسم الاستفادة من الحمض نفسه ، ولو أن له بعض تأثيرات سامة . وتحتوى الأغذية فعلا على النيكوتيناميد فقط الذي كان يجب أن يقتصر اطلاق اسم الفيتامين عليه .

ويذوب الفيتامين في الكحول المخفف وفي الماء ، وهو يتحمل جدا الحرارة والضوء والأحماض والقلويات والعوامل المؤكسدة الى حد كبير ، فهو في الواقع أكثر الفيتامينات مقاومة للتأثيرات الكيميائية .

ويعتبر الكبد والكلاوى واللحم الاحمر الصغير والخميرة مصادر جيدة لهذا الفيتامين . كما أن الحبوب الكاملة والبقول وجنين القمح تعتبر مصادرة مقبولة له .

حمض البنتوثينيك Pantothenic acid وهو مركب شبه بيتيدي رمزة

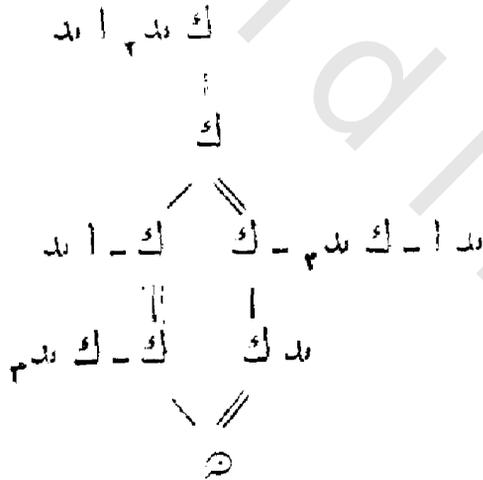
كالآتي



ويوجد هذا الحمض في جميع أنواع الأنسجة الحيوانية كما يوجد بصفة دائمة في البروتوبلازم وفي الأنسجة الحيوانية (وربما في الأنسجة النباتية أيضا) .

ويكون وجود هذا الحمض حرا بنسبة قليلة جدا ولكنه يكون في معظمه متحدا مع المادة البروتينية . وهو قابل للذوبان بسرعة في الماء . ونظرا للرابطة الأמידية فإن هذا الحمض ينحل مائيا بتسخينه في محلول حمضى أو قلوئى مما يؤدي إلى اتلافه تماما . أما في المحاليل المتعادلة فإن الحرارة لا تتلفه وإن سخن إلى درجة ١١٠° م لمدة طويلة . وتعتبر الخيرة والسكبد وصفار البيض وقشور الأرز مصادر غنية جدا في هذا الفيتامين ، كما أن منتجات اللبن والحبوب الكاملة ولحم العضلات والخضر الورقية والقرنبيط والبطاطا تعتبر مصادر جيدة . بينما تعتبر الفواكه وبيض البيض فقيرة فيه .

فيتامين B₆ أو البيريدوكسين Pyridoxine : ورمزه الكيمائى ك_{١١}د_٥



وهذا الفيتامين موزع في المملكة النباتية والحيوانية . وتحتوى الخيرة وكذا السكبد على نسب عالية منه ، وهو يوجد حرا في أنسجة النبات والحيوان بنسبة قليلة ، بينما يكون قدر منه يتراوح بين ٦٠ و ٨٠ ٪ متحدا مع البروتين أو النشا .

ويظهر من الرمز السابق مدى علاقة هذا الفيتامين بحمض النيكوتينيك

والبيريدوكسين يتحمل الحرارة وتأثير القلويات والأحماض القوية ، ولكنه يتلف بسهولة بتأثير العوامل المؤكسدة . وأغنى مصدر لهذا الفيتامين هو الخميرة . وهو يوجد بكثرة في الردة وفي أجنة الحبوب كما يوجد في اللبن وفي الخضر الورقية وفي الكبد .

فيتامين H أو البيوتين Biotin ورمزه ك_{١٠} ، د_{١٦} ، أم_٣ ، ب_٢ كب

وهو يوجد بكميات قليلة

جدا في كل الحيوانات الراقية

ويبدو أنه يوجد في النبات

بنسبة أعلى . كما يوجد حرا في

الفواكه وفي الحشائش ، أما في

الحبوب والخضر فيكون جزء

منه حر والجزء الآخر في

صورة متحدة كما هو الحال في

الخميرة وفي أنسجة الحيوان مثل الكبد .

ويتصف هذا المركب بصفات الحامض العامة . وهو يذوب في الماء والكحول ويتحمل القلويات والأحماض في درجات الحرارة العادية وكذلك يتحمل التعرض للهواء والضوء في هذه الدرجات ولكنه يتلف في درجات الحرارة العالية كما يتلف بتأثير العوامل المؤكسدة .

أينوسيتول Inositol ورمزه ك_٦ ، د_٦ ، (ابد)

ك د ا ب د

د ا ب د ك د ا ب د

د ا ب د ك د ا ب د

د ا ب د ك د ا ب د

ك د ا ب د

وهو غالبا يوجد في أنسجة الحيوان في

صورة متحدة مع البروتين ولو أن القليل منه

قد يوجد على حالة منفردة ، أما في النبات فإنه

يوجد على صورة هكسافوسفات تسمى

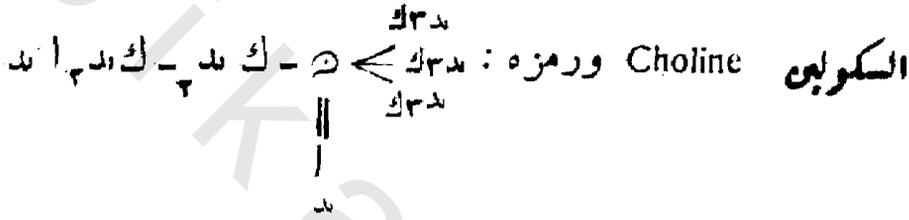
باسم حمض الفيتيك Phytic acid

وهو يوجد في الغلال وفي أوراق النباتات كما يوجد في الموالح .

بارا امينو حمض البنزويك Para Aminobenzoic acid ورمزه ك_٧ بد_٧ ا_٧ ٥



يوجد موزعاً في النبات والحيوان ويؤدي نقصه إلى ابيضاض فراء الفار الأسود كما يؤدي إلى تأخر النمو وهو يوجد في خميرة البيرة



يوجد في كل الخلايا الحية على حاله متحدة في صورة الليسيثين ، كما يوجد منفرداً في الكثير من المواد البيولوجية ، والكولين قاعدة قوية جداً ، قابلة الذوبان في الماء تتحمل الحرارة إلى درجة الغليان إذا كانت على حالة محلول مائي مخفف ، أما القلويات الساخنة فانها تحللها .

حمض الفوليك Folic acid

وهو يعرف باسم حمض التيرويلجلوتاميك Pteroylglutamic ويوجد منتشرًا في الطبيعة خصوصاً في النباتات الورقية وكذلك في الكبد . ونظراً لوجوده بوفرة في الأوراق الخضراء فقد اشتق اسمه من كلمة Folium أي ورقة خضراء

فيتامين B.12

وقد أمكن فصله سنة ١٩٤٨ في صورة بلورات نقية فوجد انه يحتوي على الكوبلت والفسفور والنروجين إلا أنه خال من الكبريت . ويمتاز هذا الفيتامين بتحملة للحرارة العالية وان كانت تحت ضغط عال نسبياً

٩ - الطعم والرائحة والنكهة

عند الكلام عن تركيب المواد الغذائية والتغيرات التي تطرأ عليها لا بد من الكلام عن الطعم والرائحة والنكهة ، ذلك أن الكثير من التغيرات الملحوظة التي تطرأ على المواد الغذائية أثناء اعدادها وطبخها وتخزينها وحفظها تؤثر في هذه الصفات ، وكذلك يؤدي فساد الأغذية إلى تغيير واضح في طعمها ورائحتها ونكهتها نتيجة لنشاط عوامل الفساد فيها .

الطعم

والطعم أو المذاق هو ما يحسه اللسان نتيجة حساسة الذوق بوصول المادة إلى أزرار أو حلقات الذوق فيه ، ولذلك كان من المحتم أن تكون هذه المادة على حالة محلول أو أن تكون قابلة للذوبان في اللعاب . والمادة الصلبة غير القابلة للذوبان إذا وصلت إلى الفم وهو جاف تكون عديمة المذاق . ومن المسلم به أن هناك أربعة أنواع رئيسية من المذاق أو الطعم وهي: الطعم الحلو والطعم المر والطعم الملحي والطعم الحامض ، نسمى هذه أحيانا بأنواع الطعم الأولية أو البسيطة . فيكون الاحساس بالمذاق الحلو في أغلبه على طرف اللسان، بينما يكون الاحساس بالمذاق المر في مؤخرته. أما المذاق الملحي فيحس به على الطرف والجانبين . وكذلك المذاق الحامض يحس به على جانبي اللسان . ويعتبر دايسن Dyson الحرافقة مذاقا مستقلا لأنها تنبه في اللسان وفي الغشاء المخاطي للفم أزرارا أو حلقات حساسة خاصة ، والمذاقات الحامضية أو الملحية تنسب إلى تأثير أيونات المواد التي تحدث هذه الاحساسات ، أما المذاقات الحلوة والمرة فإن المواد نفسها هي التي تحدثها وتكون هذه المواد بصفة عامة غير متأينة .

حفظ الأغذية

يمكن تعريف حفظ الأغذية بأنه صيانتها من الفساد بمنع التغيرات غير المرغوبة التي يحتمل أن تطرأ عليها ، ولذلك كان من الضروري لدراسة وسائل حفظ الأغذية البدء بدراسة فسادها .

ولا شك أن صيانة المادة الغذائية من الفساد ما هو إلا منع عوامل الطبيعة من الاستمرار في دورتها العادية . فالطبيعة تسعى إلى تحلل النبات أو الحيوان بعد موته فتجيب المواد العضوية مواد بسيطة يمكن للنبات والحيوان الانتفاع بها ثانية ، ولولا ذلك لظل الكربون والأزوت على صورة مركبات معقدة لا يمكن الاستفادة منها ولأدى ذلك إلى انقراض النبات والحيوان وانعدام الحياة على وجه الأرض ، ولهذا السبب أوجدت الطبيعة سبيلا لانحلال كل جزيء عضوي قام الكائن الحي بينائه في كيانه . ومن ذلك يتبين أن منع الفساد إن هو إلا محاولة مضادة لقوى الطبيعة مما يجعل مهمة حفظ الأغذية صعبة معقدة . وقد كان موضوع فساد الأغذية من الموضوعات التي شغلت الإنسان لأجيال متتالية ، وقد عنى الإنسان منذ بدء الخليقة بالتفكير في وسائل لحفظ غذائه .

وقد عرف أجدادنا الأقدمون بعض ما يطرأ على الأغذية من أنواع الفساد ، واستنبطوا طرقا خاصة لحفظ الأغذية أورثونا أياها ، ولا زال البعض منها شائعا حتى اليوم . هذا على الرغم من أن بعض التغيرات التي كانت تعتبر في زمانهم طبيعية ومرغوبة أصبحت تعد في عصرنا الحالي فسادا ، فاللبن الطازج كان في وقت ما لا يعتبر غذاء صالحا إلا إذا حمض وتخثر ، أما في عصرنا الحاضر فإن ازدياد الحموضة في اللبن الطازج وميله للتخثر يعتبر نوعا من أنواع الفساد ولما كانت الموارد الغذائية في العالم محدودة فقد أصبحنا نعنى بأن نجبت المادة الغذائية بكافة أنواع الوقاية ،

وأن نعتبر أى ضرر يلحق بها فيجعلها غير مرغوبة فسادا وإن كان من فعل الطيور والحشرات أو الفيران ، إذ قد يؤدي هذا الضرر إلى تلوث المادة الغذائية بالافرازات والفضلات ويعرضها لتأثير الأحياء الدقيقة ولتغيرات دائمة في مظهرها وتركيبها الكيماى . ولما كانت نظرتنا لما يسمى غذاءا صالحا تتغير جيلا بعد جيل فقد كان من الصعب أن نضع تعريفا صحيحا للفساد . فيجب ألا يقتصر معنى فساد الأغذية على عدم صلاحيتها من الناحية الصحية ، بل ينبغي أن يشمل أى تغير يطرأ عليها فيجعلها غير مقبولة أو مستساغة ، ولذلك فإن ما يعتبر فسادا في نظر مجموعة من الناس قد يعد الصورة المفضلة للغذاء عند مجموعة أخرى ، وعلى ذلك يعتبر فساد الأغذية من وجهة نظر المستهلك تغيرا فيها من حالة مرغوبة إلى حالة غير مرغوبة . ويحدث فساد الأغذية نتيجة لتعرضها لعوامل مختلفة طبيعية وكيماية وبيولوجية تتعاون بعضها أو كلها في إحداث تغيرات عديدة في مكونات المادة الغذائية وفي تركيبها الكيماى ، وهذه كثيرا ما يصحبها تغيرات في الطعم أو النكهة أو اللون أو الرائحة أو القوام .

وأنواع الفساد العادية الشائعة تحدث نتيجة للعوامل البيولوجية كالأحياء الدقيقة والأنزيمات أما العوامل الكيماية فهي عادة السبب في التغيرات التي تطرأ على المركبات الموجودة طبيعيا في المواد الغذائية كمركبات النكهة والطعم وغيرها ، ويعتبر الأكسجين الموجود في المادة الغذائية من أكثر هذه العوامل شيوعا ، كما أن التلوث المعدنى للمادة الغذائية يعتبر أحد التغيرات الكيماية التي تحدث في الأغذية ، أما العوامل الطبيعية مثل الضوء والحرارة فهي في معظم الحالات عوامل مساعدة تعمل على تنشيط هذه التغيرات .

والكى يمكننا التعرف على طبيعة التغيرات العديدة التي تطرأ على المواد الغذائية وفهم الوسائل الكفيلة بمنعها لا بد من دراسة تفصيلية لتركيب المادة الغذائية .

١- الماء

يكون الماء الجزء الأكبر من تركيب الانسجة النباتية والحيوانية ، وهو ضروري لحياة بروتوبلازم الخلية، ويوجد الماء في هذه الانسجة على صورتين : الماء الحر ، وهو الذى يمكن انفصاله بسهولة لعدم وجوده فى حالة اتحاد ، والماء المقيد، وهو الذى تمتصه غرويات الانسجة وتتحد به. وتحتفظ البروتينات بأكثر قدر من الماء المقيد وإن كانت هناك مركبات أخرى تحتفظ بكميات كبيرة منه. والجدول الآتى يبين النسب التقريبية للماء فى بعض المواد الغذائية :

جدول - ١

٪ ٨٤ - ٨٧	اللبن
٪ ٧٤ - ٧٠	البيض
٪ ٦٥ - ٦٠	لحم المواشى
٪ ٦٠ - ٥٥	لحم الضأن
٪ ٧٠ - ٥٨	لحم الطيور
٪ ٨٠ - ٧٥	الأسماك
٪ ٩٠	الخضر
٪ ٨٥	الفاكهة
٪ ١٢ - ١٠	الحبوب الجافة
٪ ١٢ - ١١	البقول الجافة

ومن الطبيعى أنه كلما زادت نسبة الماء فى المادة الغذائية قلت نسبة المواد الصلبة . ويلعب الماء دورا رئيسيا فى معظم العمليات الحيوية للكائن الحى . والماء عامل أساسى فى كثير من التغيرات الكيماوية والبيولوجية ، فهو يرتبط بعمليات الإمتصاص والجذب السطحي والضغط الإسموزى والتأين والانحلال المائى . الخ .

٢ - الكربوايدرات

تعتبر المملكة النباتية أغنى مصدر للكربوايدرات في الطبيعة . وهذه المركبات ، كما سبق القول ، تتكون في النبات نتيجة لعمليات التمثيل الكلورفيلي في الأوراق الخضراء للنبات ، إذ يتحد ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء مع الماء الممتص من التربة ، وبتأثير طاقة الشمس تتكون المواد الكربوايدراتية . والمادة الجافة للنبات (فيما عدا البذور الزيتية) تحتوي على مقدار من الكربوايدرات يتراوح بين ٦٠٪ و ٩٠٪ . وتتركب الكربوايدرات من عناصر رئيسية هي الكربون والايروجين والاكسجين . ويوجد الايدروجين والاكسجين عادة في الكربوايدرات بنفس نسبة وجودهما في الماء أى بنسبة ذرتين من الايدروجين إلى ذرة من الاكسجين ، هذا وإن كان من الخطأ إعتبار كل مركب ينطبق عليه هذا الوصف مركبا كربوايدراتيا ، كما أن هناك بعض مركبات كربوايدراتية لا ينطبق عليها هذا الوصف . ويمكن وصف الكربوايدرات بأنها إما سكريات بسيطة أو مركبات تعطى سكريات بسيطة عند انحلالها مائيا . والسكر بوايدرات في الطبيعة كما توجد في المواد الغذائية تقسم كالآتي :

١ . أحادي السكر Monosaccharides أو السكريات البسيطة

وتندرج جميع السكريات البسيطة تحت هذا القسم ، وهي مواد لا يمكن انحلالها مائيا إلى مركبات أبسط تركيبا . وهي تقسم تبعا لعدد ذرات الكربون في الجزيء ، فإذا احتوى الجزيء على ذرتين من الكربون يسمى ديوز Diom وإذا احتوى على ثلاث ذرات من الكربون يسمى تريوز Triose وإذا احتوى على أربع ذرات يسمى تetrose وهكذا . والجزيء في جميع السكريات البسيطة يحتوي على عدد من المجموعات لكحولية تكون متصلة بمجموعة الدهيدية أو بمجموعة كيتونية ، ويسمى

الطعم والحلو Sweet taste

هو في المواد الغذائية ينسب عادة إلى مركبات عضوية عديدة الأيدروكسيل مثل السكريات ، ولو أن هناك بعض مواد حلوة المذاق لا تنسب إلى السكريات مثل السكرين والدولسين وغيرها من المركبات الكيميائية الصناعية ذات المذاق الحلو ، ويدخل السكر الطبيعي في تركيب الكثير من المواد الغذائية ، وهو يوجد في الفواكه والخضروات والجزور والجذور الدرنية ... الخ ، كما يوجد في قصب السكر والبنجر على حالة سكر ثنائي بينما تحتوي الفاكهة على نسب من الجلوكوز والفركتوز تكسبها الطعم الحلو الظاهر . وينسب الطعم الحلو في اللبن إلى سكر اللاكتوز ، كما أن بعض الجلوكوسيدات مثل جلوكوز العرقسوس وهو الجلسريزين يكسبه طعما حلوا . وطعم البصل والثوم في الحقيقة حلو ولو أن مركباتها العطرية تخفي هذا الطعم .

جدول — ١٢ — للمواد المختلفة مقارنتها بالسكر

درجة الحلاوة	المادة	درجة الحلاوة	المادة
٧٤	دكستروز (لا مائي)	١٠٠	سكر
٦٧	دكستروز (مائي)	٩٣	سكر محلول
١٦	لاكتوز	٨٠-٧٠	عسل نحل
١٦	مالتوز	١١٠	فركتوز
٥٥.٠٠٠	سكرين معيارى	٦٠	جلسريزين
٤٥.٠٠٠	سكرين ذائب	١٢	عرقسوس
		٢٠.٠٠٠	دولسين

الطعم المر Bitter taste

وينسب إلى مركبات عضوية مثل جلو كوسيدات وقلويات عضوية وهي بصفة عامة مرة المذاق مثل أثير مثيل الجرانول Geraniol methyl ether والكافيين Caffeine والكارفون Carvone وحشيشة الدينار والراوند والتارنجين (في الجريب فروت) والتانين الخ ، ومن الملاحظ أن تغيرات بسيطة في تركيب أى منها قد تغير الطعم المر إلى طعم حلو وبالعكس .

الطعم الملحي Salty taste

ينسب الطعم الملحي إلى بعض المركبات غير العضوية مثل كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والمغنسيوم والأمونيوم وكذلك بعض البروميديات واليوديدات والسلفات والنترات وجميعها ذات طعم ملحي ينسب إلى الأيونات ، وأشدها طعما الكوريدات وأضعفها البروميديات واليوديدات على التوالي ، ولايدروكلوريدات بعض الأمينات مثل الميثايل أمين وثنائى ايثايل أمين Di ethyl amine طعم ملحي .

والاحساس بالملوحة يقل بارتفاع درجة الحرارة . ومن مميزات كلوريدات الصوديوم انها تضعف الطعم الحامض الظاهر للاحماض وهذا التأثير معروف على الأخص مع أحماض الطرطريك واللاكتيك والماليك ، بينما تظهر الطعم الحلو للسكر .

الطعم الحامضى Acid taste

ربما كان أيون الايدروجين هو العامل الرئيسى الذى يحدث الاحساس بالطعم الحامضى . وإن لم يكن هو العامل الوحيد للاحساس بمذاق الحمض خصوصا إذا كان حمضا عضويا أو حمض فاكهة . فعلى الرغم من أن الأحماض المعدنية لها بصفة عامة قيمة pH أكثر انخفاضا فإن مذاقها

الحامضى لا يكون مناظرا في شدته للاحماض العضوية ذات رقم pH الأعلى .

فالطعم الحامضى لا يرجع إلى رقم pH محدد ، ولكنه يرجع إلى سعة التنقيط اللازمة للمحلول ، فالنهاية الصغرى لدرجة التركيز الايدروجينى التى يمكن للاحماض المعدنية أن تعطى عندها طعما حامضيا هي pH ٣,٤ - ٣,٥ ، بينما تكون النهاية الصغرى لرقم pH الذى يمكن عنده الاحساس بالطعم الحامضى للاحماض الضعيفة مثل الخليك والليكتيك والستريك والبيوتريك هي pH ٣,٧ - ٣,٩ . وإذا ما أجرى تعديل محاليل هذه الأحماض إلى رقم pH ٣,٩ ، فإن هذه المحاليل تعطى مذاقا حامضيا أكثر شدة من الحمض النقي على نفس الـ pH ، وعلاوة على ذلك فإن طعمها الحامضى يستمر مدة أطول ، وهذا يرجع إلى تأثيرات الايونات فى زيادة الحموضة ، فالأملاح الحمضية ، واللاكتونات والفينولات تكسب المادة طعما حامضيا ، ويكون الإدراك الحسى للطعم الحامضى أقل على درجات الحرارة العالية ، فالشاي الساخن المضاف اليه عصير الليمون يكون طعمه الحامضى ثانويا بالنسبة لطعم السكر الموجود .

وهناك الى جانب المذاقات الأربعة الرئيسية بعض مذاقات أخرى تدرج ضمن المذاقات الشائعة ومن أهمها :

١ - الطعم اللحمى : وهو خاص بالاحساس بالطعم المميز للحم والذى يرجع إلى الاحماض الأمينية وأملاحها ، خصوصا جلوتامات الصوديوم التى تكسب اللحم طعمه اللذيذ .

ب - الطعم الحريف : وقد سبق الكلام عنه باعتباره طعما مستقلا محسوسا .

ح - الطعم المتصل After Taste : وربما كان هذا الطعم نتيجة استمرار تفتيه أزرار أو حلقات المذاق بسبب صعوبة إزالة المادة من مسام المذاق بواسطة اللعاب أو الماء.

الرائحة

أو بمعنى آخر حساسية الشم، وهي حساسية كيميائية مثل الطعم. ولكن يتأتى لمادة ان تذب الأعصاب الشمية يجب أن تتصل بها، ويحدث ذلك عادة بذوبانها في المحاليل التي تبلل الشعيرات الشمية. والمواد التي تذوب في الزيوت تكون أقوى رائحة من القابلة للذوبان في الماء، أما المواد العديمة الذوبان فتكون عديمة الرائحة تماما، ويمكن للرائحة ان تحس عن طريق الفم أيضاً كما تحس عن طريق الأنف مادامت تصل في الحالتين إلى القابلات الشمية Olfactory receptors، ومع ذلك فإن هناك في الأنف أعصاباً أخرى تتأثر بالكيمائيات فتحدث شعوراً يمكن وصفه بأنه مهيج Irritating، أو حريف Fungent، أو نفاذ Penetrating، أو حاد Sharp، أو مبرد Cooling، أو لاذع Acrid، وقد ترتبط الرائحة بالطعم فتكون مائلة للحلاوة Sweetish. وحاسة الشم أقوى حساسية من حاسة المذاق، وقد تكون الأولى أقوى من الثانية بحوالي ٢٥ ألف مرة. ونظراً لتعدد الروائح وتنوعها كان المتعذر وضعها تحت مجموعات بسيطة كما هو الحال في الطعم. ولم يمكن وضع نظرية مقبولة للعلاقة بين التركيب الكيميائي والرائحة، وهذه هي إحدى الصعوبات التي تجعل من المتعذر تقسيم الروائح بسهولة، ولو أنه من المعروف أن قوة الرائحة في السلسلة المتماثلة تزيد مع تزايد حجم الجزيء حتى تصل إلى نهاية عظمى تضعف بعدها الرائحة ثانية، فمثلاً الكحولات البسيطة تزيد فيها قوة الرائحة بزيادة الوزن الجزيئي متدرجة من كحول الميثايل إلى كحول الايزواميل Isoamyl alcohol، ثم تضعف الرائحة بعد

ذلك في قوتها نسبياً بزيادة الوزن الجزئى ، فمثلا كحول ايزو الامايل تكون قوة رائحته حوالى ١٠.٠٠٠ مرة قدر قوة رائحة كحول الايثايل ، بينما يكاد كحول السيتايل يكون عديم الرائحة .

جدول -١٣- النهاية الصغرى للكمية من المواد المكسبة للرائحة التي يمكن تمييزها

المادة	أجزاء فى المليون	بالمليجرامات فى اللتر
خلات ايزو الامايل Isoamyle acetate	٧	٠.٣٦
خلات الايثايل Ethyl acetate	١٩٠	١.٦٨٦
حمض البيوتيريك Butyric acid	٢٠٤	٠.٠٠٩
حمض الايزو فاليريك Isovaleric acid	٧	٠.٠٢٩
ايزو فاليرات ايزو الامايل Isoamyle isovalerate	١٠٧	٠.٠١٢
ساليسيلات الميثايل Methyl salicylate	١٦٠١	٠.١
زيت النعناع Oil of peppermint		٠.٠٢٤

المسكرة Flavour

إن كلمة (نكهة) كلمة شائعة الاستعمال ، إلا أنه كثيرا ما يخطئ في استعمالها . والواقع أن أنواع الطعم المختلفة عبارة عن تركيبات ممتزجة من أنواع بسيطة من المذاقات السابق ذكرها مع احساسات أخرى مثل الرائحة واللمس وغيرها من التي تنبه الأعصاب الخاصة بالاحساسات الشائعة ، خصوصا إحساس الألم والاحساس بفرق الحرارة و احساسات العضل ، فالطعم الدهنى اللين للزيت مثلا يرجع فى الواقع إلى الاحساس بلمسه الخاص ، كما ان النعومة الخاصة بالمثلجات القشدية (الآيس كريم Ice cream) هى احساسات يمكن الشعور بها ، وكذلك يعتبر الأثر الذى يحدثه ثانى اكسيد

الكربون الموجود في المياه الغازية (الغازوزة) التي نشربها نوعا آخر من حاسة اللمس، والاحساس الحارق الذي ينتج عن الزنجبيل واللفلعل يحدث عن تنبيه خلايا الحس العادية للقرم واللسان بالإضافة إلى المذاق الحقيقي المميز لها، والتأثير الحسى المبرد للمنتول ينسب إلى تأثير قابلات الاحساس التي تشعر بالبرودة، ونكهة شراب الليمون (الليمونادة) أو شراب البرتقال (الاورانجياذ) تنتج من الطعم الحلو للسكر والطعم الحمضى لحمض الستريك ودرجة الحرارة المنخفضة ورائحة الموالح، وزيادة البرودة إلى حد غير مريح قد تمنع تمييز النكهة. أما المواد الساخنة فيجب ان تكون سخونتها مناسبة أيضا حتى تتميز أقصى نكهة لها. وعلى ذلك فإن الادراك الحسى للنكهة يجمع عدة احساسات، ويمكن للتبسيط اعتبارها مكونة من أربعة احساسات رئيسية .

١ — طعم حقيقى، وهو مايشعر بلذة الطعم، وينشأ عن تأثير المادة في حواس المذاق .

٢ — رائحة أو احساس شمى Olfactory sensation

٣ — شعور أو احساس لمسى Tactile sensation

٤ — احساس بالحرارة Temperature sensation

وتعتبر النكهة بوجه عام صفة مميزة للمادة تجمع بين طعمها ورائحتها . ولما كان هناك عدد كبير من احساسات الرائحة كان لابد من وجود تباين كبير فى احساسات النكهة، وكثيرا ما يعبر عن كلمة نكهة Flavour بما يوحي بأن شذى Aroma مميز، وللتدليل على أهمية التمييز بين الطعم والرائحة والنكهة نأخذ مثلا فاليرات البنزايلى Benzyl Valerate، فإن لجأ طعما حلوا ورائحة شبيهة بالورد ولكن نكهتها كنكهة التفاح .

تقسيم مواد الكسابة السكرية

من الصعب عند وضع أى تقسيم للمواد المكسبة للسكر أن تتبع طريقة بسيطة في تقسيم مركباتها ، ولو أن الطريقة الشائعة في تقسيمها هي وضع قائمة أبجدية لها ، إلا أننا نفضل تقسيمها إلى مجموعات كيميائية عضوية حتى يتيسر تفسير ما قد تطرأ عليها من تغيرات ، وعلى ذلك فيمكن تقسيمها إلى :

- ١ - أحماض اللكثيك والبيوتريك والخليك ... الخ
- ٢ - كحولات مثل اللينالون والجيرانبول والسترونيلول والترينول ... الخ
- ٣ - استرات مثل سالييلات الميثايل واسيتات الترينايل ... الخ
- ٤ - الدهيدات مثل البترالدهايد والفانلين والسترال والسترونيلال ... الخ
- ٥ - إيتونات مثل الكارفون والبوليغون والنفنشون ... الخ
- ٦ - أثيرات مثل الأنيشول والسافرول ... الخ
- ٧ - ايدروكربونات مثل الليمونين والدينتين ... الخ
- ٨ - أندريدات
- ٩ - لاكتونات
- ١٠ - تريينات
- ١١ - مركباتان
- ١٢ - أكسيدات وبيروكسيدات

وهذه المركبات قد تكون اليقاتية أو عضوية كما أنها قد تكون مشبعة أو غير مشبعة ، وجميع مواد السكر الموجودة طبيعيا لا توجد

على حالة بسيطة بل على حالة مخاليط معقدة ، وكثيرا ما تسودها نكهة أحد المركبات كما يحدث في حالة الفانيلين في مستخلص الفانيليا ، ولو أن لوجود المركبات الأخرى أثر معدل في معظم الأحيان .

ومعظم النكهة الطبيعية للمواد الغذائية المعروفة خصوصا النباتية منها تعزى إلى مركبات عضوية بعضها متطاير Volatile والبعض الآخر غير متطاير . وتنسب الروائح الطيارة الممتازة لبعض المواد النباتية إلى مركبات خاصة توجد فيما يسمى بالزيوت العطرية Essential Oils ، وهي ليست جليسيريدات كما في الزيوت والدهون المعروفة بل هي عبارة عن ايدروكربونات أو أنيرات أو استرات أو الدهيدات ... الخ . وتكون الزيوت العطرية في العادة عبارة عن مزيجات معقدة تحتوى على كميات محسوسة من واحد أو أكثر من المركبات السابقة مع آثار من مركبات أخرى تكون في بعض الحالات من القوة والأهمية بحيث تكسب الزيت العطرى الرائحة السائدة . فثلا في المواالح يكون ٩٠٪ من محتويات زيوتها العطرية مركبات ايدروكربونية عديدة الرائحة نسبيا وهي الترينينات Terpene التي تكون أقل ثباتا من باقى الزيت ، وهي سريعة التأكسد بتعرضها للجو وتعطى طعما غير مرغوب ، ولو أنها في حالتها الطبيعية تشترك مع غيرها من المركبات في اكساب الطعم الطبيعى .

توجد زيوت الليمون والبرتقال والجريب فروت في خلايا القشرة ، ويقدر ما تحتويه من هذا الزيت بحوالى ١٪ . وهناك بعض البذور مثل السكر اوية تعطى حوالى ٧٪ زيت ، وبتلات الورد حوالى ٢٪ .

فالنكهة الحادة اللاذعة تتميز بها العائلة الصليبية وتحتوى على الايزوثيوسيانات ، فالفجل الأحمر واللفت يحتويان على ايزوثيوسيانات فينايل الايثايل، أما الفجل الحار Horse radish فيحتوى على ايزوثيوسيانات البيوثينايل .

وجذور عائلة الجزر وتشمل الشمر والكرفس وغيره تكون ذات طعم حلو قوى لذيذ تصاحبه زيوت عطرية يفقد الكثير منها عند الطبخ . ويحتوى البصل والثوم على مركبات كبريتية قوية . ويعتقد ان النكهة المميزة للبصل تنسب الى وجود ثنائى الكبريتورات مع آثار من الاهديد الاالايل وربما مع بعض ايزوثيوسيانات الاالايل التى يفقد جزء كبير منها عند الطبخ ، أما النكهة المميزة للثوم فتحوى على ثنائى كبريتور الاالايل البروبيل وثنائى كبريتور ثنائى الاالايل .

وجذور العرقسوس غنية فى الجلو كوسيد الحلو المذاق «جليسيرين» الذى يكون لاذعا نوعا مع بعض المرارة .

ويحتوى قلف بعض النباتات كالقرفة على مواد حلوة المذاق الى جانب زيوت عطرية ذات نكهة ظاهرة ، وتنقل نكهة الأزهار الى عسل النحل بما ينقله النحل من رحيقها .

وتحتوى بعض الأوراق الخضراء على نكهة مميزة فالكرب والجرجير تحتوى على بعض آثار من زيوت الخردل (ايزوثيوسيانات) ، وتحتوى السبانخ والرجلة على الاكسالات مما يجعلها حامضية الطعم حادته . بينما تعتمد نكهة البقدونس والشمرو أوراق الكرفس على الزيوت العطرية الموجودة فيها . وكذلك تحتوى البراعم الزهرية والزهور على نكهات خاصة، فالبراعم الزهرية كما فى حالة القرنبيط تكون نكهتها مماثلة للأوراق إلا أنها أضعف منها . وتحتوى زهور البرتقال على زيوت عطرية كافية ، ولذلك يحضر منها ماء الزهر بتقطيره ، والورد يستخدم زيتة العطرى المستخرج من البتلات

في صناعة العطور كما يستخدم في تحضير ماء الورد بالتقطير .
أما الفواكه فتسكاد تكون كلها حلوة المذاق ، والكثير منها يكون
حامض الطعم أيضاً لاحتوائه على أحماض عضوية كالماليك والستريك
والطرطريك ، وقد يحتوى البعض منها على حمض التانيك اللاذع ، وقد
تكون الفواكه خصوصاً قبل اكتمال نضجها ذات طعم قابض لاحتوائها
على التانين بنسبة عالية . وتوجد الزيوت العطرية في الطبقة الملونة من قشرة
الموالح مما يكسبها النكهة الطيارة المميزة لها . وفي الكثير من الفواكه
تتركز النكهة في الطبقة التي تلي القشرة مباشرة ، وتنسب النكهة في الفواكه
بصفة عامة الى الزيوت العطرية وهي شديدة الحساسية سريعة التلف .
وفي معظم البذور مثل التوابل وجوزة الطيب والكرافند وبذور الكرفس
والكزبرة والفانيليا والينسون والفلفل والخردل تعتمد نكهتها على الزيوت
العطرية التي تحتوى عليها .

وعادة تكون النكهة الطبيعية لحبوب البن والبقول السودانية ضعيفة ،
وتكتسب نكهتها المميزة عند التحميص أما نكهة اللحم فينقصدنا الكثير من المعلومات
عنها وهي على أي حال تعتمد على مواد أخرى بالإضافة إلى الجلوتومات .
وبعض النكهة ، فيما يظهر ، تنسب إلى أحماض عضوية طيارة ، كما أن البعض
منها ينسب إلى مواد نيتروجينية . ومن المعروف أن لحوم الحيوانات الكبيرة
عند استخدامها في تحضير الحساء تعطى زيادة من النكهة . ويعتقد أن طبخ
اللحم المحتوى على الدهن يساعد على زيادة النكهة .

وعلى الرغم من أن النكهة في الأسماك أقوى منها في اللحوم إلا أنها
بصفة عامة تعتبر ضعيفة في الحالة الطازجة ولكنها تزيد شدة إن أهمل تخزينها
فتصبح ذات رائحة سمكية Fishy ، نتيجة لانفراد أمين الميثايل ، وفي الاطوار
الآخيرة من فسادها تعطى رائحة كريهة تنسب إلى انطلاق مركبات كبريتية طيارة .

جدول ١٤ — أهم الزيوت العطرية التي توجد في المواد الغذائية

نوع الزيت	وصف الرائحة	الطعم المميز	محتوياته الهامة
الثوم	حريف كبريتي	لاذع	ثنائي كبريتورثنائي الاثيل ، مركبات كبريتية اخرى .
السكرات	حريف كبريتي	لاذع	كبريتور الفيناييل ، مركبات الدهيد
البصل	حريف ومسيل للدموع	لاذع	مركبات كبريتية ، والدهيد الاثيل
الزنجبيل	حريف وله رائحة التوابل وشذى خاص	حارق	ونجرون ، سترال ، بوزينول
الفلفل	حريف	حارق	تريينات كافور
حبشيشة الدينار	اثيرية ذات شذى خاص ولها رائحة التوابل		كاربوفللين ، ميرسين ، استرات احماض تريينات ، كحولات تريينية ، اوجينول ، ايزواوجينول استرات ، الدهيدات
جوزة الطيب	ليمونية تريينية	مرة	٨٥ ٪ الدهيد السناميد
القرفة (القف))	قرقة	حلوة	يحتوي رئيسيا على ايزوثيو سيانات الاثيل
الخردل	حريف مسيل للدموع	لاذع	يحتوي رئيسيا على ايزوثيو سيانات فينيل الاثيلين
الجرجير	حريف له رائحة الخردل	لاذع	جيرانيول سترونيدالال ، اوجينول كحول فينيل ايثايل
الورد	له شذى زهرى		بنزالدهيد ، حمض بروسيك ، فتريل
اللوز المر	نوى الخوخ		اسيتايلدهيد ، استرات الامايل
التفاح (القمصر)	شذى التفاح		استيالددهيد ، استرات الميثايل ، ايثالول الدهيد
الحوخ (القمصر)	شذى الخوخ		خلات الليتايل
البرجموت	خفيفة ذات شذى استرية ليمونية		سترات ، واربعة الدهيدات اخرى ، وديبتين
الديون البزهر (قمر)	ليمونية		٤ - ٥ ٪ سترال (٩٠ ديبنتين)
ليمون اضاليا	ليمونية		استرات الايثايل ، تريينول ، الدهيد (٩٥ ٪ ديبنتين)
البرتقال	برتقالية		١ ٪ مثل انترابلات الميثايل ، الدهيدات ، استرات ٩٥ ٪ ديبنتين
يوسفنى	برتقالية		

تابع جدول ١٤

محتوياته الهامة	الطعم المميز	وصف الرائحة	نوع الزيت
٣-٥ ٪ سترال ، لينالول ، استرات (٩٠ ديبيتين)		عطرية	الجريب فروت
حوالي ٨٥ ٪ أوجينول لينالول	يحدث خدرأ (تميلاً)	ذو شذى - رائحة توابل - حريف رائحة اللونده	القرنفل الكريز
٣٠-٤٠ ٪ الدهايد ، الكيومينيك لاكتون ، ديبيتين ايول		رائحة التوابل كرفسية	الكمون الكرفس (بذرة)
٥٠ ٪ كرفون ، ديبيتين		بين جوز الطيب والكرفس	البقدونس
٨٠-٩٠ ٪ اينثول ، الدهيدات كارفون ، ديبيتين ، ايول الشبت	حلو	كراوية	الكراوية
٨٠-٩٠ ٪ اينثول ، فنشون خلات البنزاييل ، خلالات الليناليل اندول ، كحول البنزاييل الخ		رائحة العرقسوس مثل الكراوية مثل اليونسون	اليونسون الشبت الشمر
٥٠-٧٠ كارفاكرون منثول ، منثون . استرات		له شذى ليوني عشبي رائحة التوابل حريف مبرد نعناعي	الياسمين الزعتر النعناع

الطعم والحلو Sweet taste

هو في المواد الغذائية ينسب عادة إلى مركبات عضوية عديدة الأيدروكسيل مثل السكريات ، ولو أن هناك بعض مواد حلوة المذاق لا تنسب إلى السكريات مثل السكرين والدولسين وغيرها من المركبات الكيميائية الصناعية ذات المذاق الحلو ، ويدخل السكر الطبيعي في تركيب الكثير من المواد الغذائية ، وهو يوجد في الفواكه والخضروات والحبوب والجذور الدرنية ... الخ ، كما يوجد في قصب السكر والبنجر على حالة سكر ثنائي بينما تحتوي الفاكهة على نسب من الجلوكوز والفركتوز تكسبها الطعم الحلو الظاهر . وينسب الطعم الحلو في اللبن إلى سكر اللاكتوز ، كما أن بعض الجلوكوسيدات مثل جلوكوز العرقسوس وهو الجلسريزين يكسبه طعما حلوا . وطعم البصل والثوم في الحقيقة حلو ولو أن مركباتها العطرية تخفي هذا الطعم .

جدول — ١٢ — للمواد المختلفة مقارنتها بالسكر

درجة الحلاوة	المادة	درجة الحلاوة	المادة
٧٤	دكستروز (لا مائي)	١٠٠	سكر
٦٧	دكستروز (مائي)	٩٣	سكر محلول
١٦	لاكتوز	٨٠-٧٠	عسل نحل
١٦	مالتوز	١١٠	فركتوز
٥٥.٠٠٠	سكرين معيارى	٦٠	جلسريزين
٤٥.٠٠٠	سكرين ذائب	١٢	عرقسوس
		٢٠.٠٠٠	دولسين

الطعم المر Bitter taste

وينسب إلى مركبات عضوية مثل جلو كوسيدات وقلويات عضوية وهي بصفة عامة مرة المذاق مثل أثير مثيل الجرانول Geraniol methyl ether والكافيين Caffeine والكارفون Carvone وحشيشة الدينار والراوند والتارنجين (في الجريب فروت) والتانين الخ ، ومن الملاحظ أن تغيرات بسيطة في تركيب أى منها قد تغير الطعم المر إلى طعم حلو وبالعكس .

الطعم الملحي Salty taste

ينسب الطعم الملحي إلى بعض المركبات غير العضوية مثل كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والمغنسيوم والأمونيوم وكذلك بعض البروميدات واليوديدات والسلفات والنترات وجميعها ذات طعم ملحي ينسب إلى الأيونات ، وأشدها طعما الكوريدات وأضعفها البروميدات واليوديدات على التوالي ، ولايدروكلوريدات بعض الأمينات مثل الميثايل أمين وثنائى ايثايل أمين Di ethyl amine طعم ملحي .

والاحساس بالملوحة يقل بارتفاع درجة الحرارة . ومن مميزات كلوريدات الصوديوم انها تضعف الطعم الحامض الظاهر للاحماض وهذا التأثير معروف على الأخص مع أحماض الطرطريك واللاكتيك والماليك ، بينما تظهر الطعم الحلو للسكر .

الطعم الحامضى Acid taste

ربما كان أيون الايدروجين هو العامل الرئيسى الذى يحدث الاحساس بالطعم الحامضى . وإن لم يكن هو العامل الوحيد للاحساس بمذاق الحمض خصوصا إذا كان حمضا عضويا أو حمض فاكهة . فعلى الرغم من أن الأحماض المعدنية لها بصفة عامة قيمة pH أكثر انخفاضا فإن مذاقها

الحامضى لا يكون مناظرا في شدته للاحماض العضوية ذات رقم pH الأعلى .

فالطعم الحامضى لا يرجع إلى رقم pH محدد ، ولكنه يرجع إلى سعة التنقيط اللازمة للمحلول ، فالنهاية الصغرى لدرجة التركيز الايدروجينى التى يمكن للاحماض المعدنية أن تعطى عندها طعما حامضيا هي pH ٣,٤ - ٣,٥ ، بينما تكون النهاية الصغرى لرقم pH الذى يمكن عنده الاحساس بالطعم الحامضى للاحماض الضعيفة مثل الخليك والليكتيك والستريك والبيوتريك هي pH ٣,٧ - ٣,٩ . وإذا ما أجرى تعديل محاليل هذه الأحماض إلى رقم pH ٣,٩ ، فإن هذه المحاليل تعطى مذاقا حامضيا أكثر شدة من الحمض النقى على نفس الـ pH ، وعلاوة على ذلك فإن طعمها الحامضى يستمر مدة أطول ، وهذا يرجع إلى تأثيرات الايونات فى زيادة الحموضة ، فالأملاح الحمضية ، واللاكتونات والفينولات تكسب المادة طعما حامضيا ، ويكون الإدراك الحسى للطعم الحامضى أقل على درجات الحرارة العالية ، فالشاي الساخن المضاف اليه عصير الليمون يكون طعمه الحامضى ثانويا بالنسبة لطعم السكر الموجود .

وهناك الى جانب المذاقات الأربعة الرئيسية بعض مذاقات أخرى تدرج ضمن المذاقات الشائعة ومن أهمها :

١ - الطعم اللحمى : وهو خاص بالاحساس بالطعم المميز للحم والذى يرجع إلى الاحماض الأمينية وأملاحها ، خصوصا جلوتامات الصوديوم التى تكسب اللحم طعمه اللذيذ .

ب - الطعم الحريف : وقد سبق الكلام عنه باعتباراه طعما مستقلا محسوسا .

ح - الطعم المتصل After Taste : وربما كان هذا الطعم نتيجة استمرار تفتيته أزرار أو حلقات المذاق بسبب صعوبة إزالة المادة من مسام المذاق بواسطة اللعاب أو الماء.

الرائحة

أو بمعنى آخر حساسية الشم، وهي حساسية كيميائية مثل الطعم. ولكن يتأتى لمادة ان تذب الأعصاب الشمية يجب أن تتصل بها، ويحدث ذلك عادة بذوبانها في المحاليل التي تبلل الشعيرات الشمية. والمواد التي تذوب في الزيوت تكون أقوى رائحة من القابلة للذوبان في الماء، أما المواد العديمة الذوبان فتكون عديمة الرائحة تماما، ويمكن للرائحة ان تحس عن طريق الفم أيضاً كما تحس عن طريق الأنف مادامت تصل في الحالتين إلى القابلات الشمية Olfactory receptors، ومع ذلك فإن هناك في الأنف أعصاباً أخرى تتأثر بالكيمائيات فتحدث شعوراً يمكن وصفه بأنه مهيج Irritating، أو حريف Fungent، أو نفاذ Penetrating، أو حاد Sharp، أو مبرد Cooling، أو لاذع Acrid، وقد ترتبط الرائحة بالطعم فتكون مائلة للحلاوة Sweetish. وحاسة الشم أقوى حساسية من حاسة المذاق، وقد تكون الأولى أقوى من الثانية بحوالي ٢٥ ألف مرة. ونظراً لتعدد الروائح وتنوعها كان المتعذر وضعها تحت مجموعات بسيطة كما هو الحال في الطعم. ولم يمكن وضع نظرية مقبولة للعلاقة بين التركيب الكيميائي والرائحة، وهذه هي إحدى الصعوبات التي تجعل من المتعذر تقسيم الروائح بسهولة، ولو أنه من المعروف أن قوة الرائحة في السلسلة المتماثلة تزيد مع تزايد حجم الجزيء حتى تصل إلى نهاية عظمى تضعف بعدها الرائحة ثانية، فمثلاً الكحولات البسيطة تزيد فيها قوة الرائحة بزيادة الوزن الجزيئي متدرجة من كحول الميثايل إلى كحول الايزواميل Isoamyl alcohol، ثم تضعف الرائحة بعد

ذلك في قوتها نسبياً بزيادة الوزن الجزئى ، فمثلا كحول ايزو الامايل تكون قوة رائحته حوالى ١٠.٠٠٠ مرة قدر قوة رائحة كحول الايثايل ، بينما يكاد كحول السيتايل يكون عديم الرائحة .

جدول -١٣- النهاية الصغرى للكمية من المواد المكسبة للرائحة التي يمكن تمييزها

المادة	أجزاء في المليون	بالمليجرامات في اللتر
خلاات ايزو الامايل Isoamyle acetate	٧	٠.٣٦
خلاات الايثايل Ethyl acetate	١٩٠	١.٦٨٦
حمض البيوتيريك Butyric acid	٢٠٤	٠.٠٠٩
حمض الايزو فاليريك Isovaleric acid	٧	٠.٠٢٩
ايزو فاليرات ايزو الامايل Isoamyle isovalerate	١٠٧	٠.٠١٢
ساليسيلات الميثايل Methyl salicylate	١٦٠١	٠.١
زيت النعناع Oil of peppermint		٠.٠٢٤

المسكرة: Flavour

إن كلمة (نكهة) كلمة شائعة الاستعمال ، إلا أنه كثيرا ما يخطئ في استعمالها . والواقع أن أنواع الطعم المختلفة عبارة عن تركيبات ممتزجة من أنواع بسيطة من المذاقات السابق ذكرها مع احساسات أخرى مثل الرائحة واللمس وغيرها من التي تنبه الأعصاب الخاصة بالاحساسات الشائعة ، خصوصا إحساس الألم والاحساس بفرق الحرارة و احساسات العضل ، فالطعم الدهنى اللين للزيت مثلا يرجع في الواقع إلى الاحساس بلمسه الخاص ، كما ان النعومة الخاصة بالمثلجات القشدية (الآيس كريم Ice cream) هي احساسات يمكن الشعور بها ، وكذلك يعتبر الأثر الذي يحدثه ثاني اكسيد

الكربون الموجود في المياه الغازية (الغازوزة) التي نشربها نوعا آخر من حاسة اللمس، والاحساس الحارق الذي ينتج عن الزنجبيل والفلفل يحدث عن تنبيه خلايا الحس العادية للفم واللسان بالإضافة إلى المذاق الحقيقي المميز لها، والتأثير الحسى المبرد للمنتول ينسب إلى تأثير قابلات الاحساس التي تشعر بالبرودة، ونكهة شراب الليمون (الليمونادة) أو شراب البرتقال (الاورانجيات) تنتج من الطعم الحلو للسكر والطعم الحمضى لحمض الستريك ودرجة الحرارة المنخفضة ورائحة الموالح، وزيادة البرودة إلى حد غير مريح قد تمنع تمييز النكهة. أما المواد الساخنة فيجب ان تكون سخونتها مناسبة أيضا حتى تتميز أقصى نكهة لها. وعلى ذلك فإن الادراك الحسى للنكهة يجمع عدة احساسات، ويمكن للتبسيط اعتبارها مكونة من أربعة احساسات رئيسية .

١ — طعم حقيقى، وهو مايشعر بلذة الطعم، وينشأ عن تأثير المادة في حواس المذاق .

٢ — رائحة أو احساس شمى Olfactory sensation

٣ — شعور أو احساس لمسى Tactile sensation

٤ — احساس بالحرارة Temperature sensation

وتعتبر النكهة بوجه عام صفة مميزة للمادة تجمع بين طعمها ورائحتها. ولما كان هناك عدد كبير من احساسات الرائحة كان لابد من وجود تباين كبير فى احساسات النكهة، وكثيرا ما يعبر عن كلمة نكهة Flavour بما يوحي بأن شذى Aroma مميز، وللتدليل على أهمية التمييز بين الطعم والرائحة والنكهة نأخذ مثلا فاليرات البنزايلى Benzyl Valerate، فإن لجنا طعما حلوا ورائحة شبيهة بالورد ولكن نكهتها كنكهة التفاح .

تقسيم مواد الكسب السكرية

من الصعب عند وضع أى تقسيم للمواد المكسبة للسكر أن تتبع طريقة بسيطة في تقسيم مركباتها، ولو أن الطريقة الشائعة في تقسيمها هي وضع قائمة أبجدية لها، إلا أننا نفضل تقسيمها إلى مجموعات كيميائية عضوية حتى يتيسر تفسير ما قد تطرأ عليها من تغيرات، وعلى ذلك فيمكن تقسيمها إلى :

- ١ - أحماض اللكتيك والبيوتريك والخليك ... الخ
- ٢ - كحولات مثل اللينالون والجيرانبول والسترونيلول والترينول ... الخ
- ٣ - استرات مثل سالييلات الميثايل واسيتات الترينايل ... الخ
- ٤ - الدهيدات مثل البترالدهايد والفانلين والسترال والسترونيلال ... الخ
- ٥ - إيتونات مثل الكارفون والبوليغون والنفنشون ... الخ
- ٦ - أثيرات مثل الأنيشول والسافرول ... الخ
- ٧ - أيدروكربونات مثل الليمونين والدينتين ... الخ
- ٨ - أندريدات
- ٩ - لاكتونات
- ١٠ - تريينات
- ١١ - مركباتان
- ١٢ - أكسيدات وبيروكسيدات

وهذه المركبات قد تكون اليقاتية أو عضوية كما أنها قد تكون مشبعة أو غير مشبعة، وجميع مواد السكر الموجودة طبيعياً لا توجد

على حالة بسيطة بل على حالة مخاليط معقدة ، وكثيرا ما تسودها نكهة أحد المركبات كما يحدث في حالة الفانيلين في مستخلص الفانيليا ، ولو أن لوجود المركبات الأخرى أثر معدل في معظم الأحيان .

ومعظم النكهة الطبيعية للمواد الغذائية المعروفة خصوصا النباتية منها تعزى إلى مركبات عضوية بعضها متطاير Volatile والبعض الآخر غير متطاير . وتنسب الروائح الطيارة الممتازة لبعض المواد النباتية إلى مركبات خاصة توجد فيما يسمى بالزيوت العطرية Essential Oils ، وهي ليست جليسيريدات كما في الزيوت والدهون المعروفة بل هي عبارة عن ايدروكربونات أو أنيرات أو استرات أو الدهيدات ... الخ . وتكون الزيوت العطرية في العادة عبارة عن مزيجات معقدة تحتوى على كميات محسوسة من واحد أو أكثر من المركبات السابقة مع آثار من مركبات أخرى تكون في بعض الحالات من القوة والأهمية بحيث تكسب الزيت العطرى الرائحة السائدة . فمثلا في المواالح يكون ٩٠٪ من محتويات زيوتها العطرية مركبات ايدروكربونية عديدة الرائحة نسبيا وهي التربينات Terpene التي تكون أقل ثباتا من باقى الزيت ، وهي سريعة التأكسد بتعرضها للجو وتعطى طعما غير مرغوب ، ولو أنها في حالتها الطبيعية تشترك مع غيرها من المركبات في اكساب الطعم الطبيعى .

توجد زيوت الليمون والبرتقال والجريب فروت في خلايا القشرة ، ويقدر ما تحتويه من هذا الزيت بحوالى ١٪ . وهناك بعض البذور مثل الكراوية تعطى حوالى ٧٪ زيت ، وبتلات الورد حوالى ٢٪ .

فالنكهة الحادة اللاذعة تتميز بها العائلة الصليبية وتحتوى على الايزوثيوسيانات ، فالفجل الأحمر واللفت يحتويان على ايزوثيوسيانات فينايل الايثايل، أما الفجل الحار Horse radish فيحتوى على ايزوثيوسيانات البيوثينايل .

وجذور عائلة الجزر وتشمل الشمر والكرفس وغيره تكون ذات طعم حلو قوى لذيذ تصاحبه زيوت عطرية يفقد الكثير منها عند الطبخ . ويحتوى البصل والثوم على مركبات كبريتية قوية . ويعتقد ان النكهة المميزة للبصل تنسب الى وجود ثنائى الكبريتورات مع آثار من الالدهيد الاالايل وربما مع بعض ايزوثيوسيانات الاالايل التى يفقد جزء كبير منها عند الطبخ ، أما النكهة المميزة للثوم فتحوى على ثنائى كبريتور الاالايل البروبيل وثنائى كبريتور ثنائى الاالايل .

وجذور العرقسوس غنية فى الجلو كوسيد الحلو المذاق «جليسيرين» الذى يكون لاذعا نوعا مع بعض المرارة .

ويحتوى قلف بعض النباتات كالقرفة على مواد حلوة المذاق الى جانب زيوت عطرية ذات نكهة ظاهرة ، وتنقل نكهة الأزهار الى عسل النحل بما ينقله النحل من رحيقها .

وتحتوى بعض الأوراق الخضراء على نكهة مميزة فالكرنب والجرجير تحتوى على بعض آثار من زيوت الخردل (ايزوثيوسيانات) ، وتحتوى السبانخ والرجلة على الاكسالات مما يجعلها حامضية الطعم حادته . بينما تعتمد نكهة البقدونس والشمرو أوراق الكرفس على الزيوت العطرية الموجودة فيها . وكذلك تحتوى البراعم الزهرية والزهور على نكهات خاصة، فالبراعم الزهرية كما فى حالة القرنبيط تكون نكهتها مماثلة للأوراق إلا أنها أضعف منها . وتحتوى زهور البرتقال على زيوت عطرية كافية ، ولذلك يحضر منها ماء الزهر بتقطيره ، والورد يستخدم زيتة العطرى المستخرج من البتلات

في صناعة العطور كما يستخدم في تحضير ماء الورد بالتقطير .
أما الفواكه فتسكاد تكون كلها حلوة المذاق ، والكثير منها يكون
حامض الطعم أيضاً لاحتوائه على أحماض عضوية كالماليك والستريك
والطرطريك ، وقد يحتوى البعض منها على حمض التانيك اللاذع ، وقد
تكون الفواكه خصوصاً قبل اكتمال نضجها ذات طعم قابض لاحتوائها
على التانين بنسبة عالية . وتوجد الزيوت العطرية في الطبقة الملونة من قشرة
الموالح مما يكسبها النكهة الطيارة المميزة لها . وفي الكثير من الفواكه
تتركز النكهة في الطبقة التي تلي القشرة مباشرة ، وتنسب النكهة في الفواكه
بصفة عامة الى الزيوت العطرية وهي شديدة الحساسية سريعة التلف .
وفي معظم البذور مثل التوابل وجوزة الطيب والكرافند وبذور الكرفس
والكزبرة والفانيليا والينسون والفلفل والخردل تعتمد نكهتها على الزيوت
العطرية التي تحتوى عليها .

وعادة تكون النكهة الطبيعية لحبوب البن والبقول السودانية ضعيفة ،
وتكتسب نكهتها المميزة عند التحميص أما نكهة اللحم فينشقنا الكثير من المعلومات
عنها وهي على أي حال تعتمد على مواد أخرى بالإضافة إلى الجلوتومات .
وبعض النكهة ، فيما يظهر ، تنسب إلى أحماض عضوية طيارة ، كما أن البعض
منها ينسب إلى مواد نيتروجينية . ومن المعروف أن لحوم الحيوانات الكبيرة
عند استخدامها في تحضير الحساء تعطى زيادة من النكهة . ويعتقد أن طبخ
اللحم المحتوى على الدهن يساعد على زيادة النكهة .

وعلى الرغم من أن النكهة في الأسماك أقوى منها في اللحوم إلا أنها
بصفة عامة تعتبر ضعيفة في الحالة الطازجة ولكنها تزيد شدة إن أهمل تخزينها
فتصبح ذات رائحة سمكية Fishy ، نتيجة لانفراد أمين الميثايل ، وفي الاطوار
الآخيرة من فسادها تعطى رائحة كريهة تنسب إلى انطلاق مركبات كبريتية طيارة .

جدول ١٤ — أهم الزيوت العطرية التي توجد في المواد الغذائية

نوع الزيت	وصف الرائحة	الطعم المميز	محتوياته الهامة
الثوم	حريف كبريتي	لاذع	ثنائي كبريتورثنائي الاثيل ، مركبات كبريتية اخرى .
السكرات	حريف كبريتي	لاذع	كبريتور الفيناييل ، مركبات الدهيد
البصل	حريف ومسيل للدموع	لاذع	مركبات كبريتية ، والدهيد الاثيل
الزنجبيل	حريف وله رائحة التوابل وشذى خاص	حارق	ونجرون ، سترال ، بوزينول
الفلفل	حريف	حارق	تريينات كافور
حبشيشة الدينار	اثيرية ذات شذى خاص ولها رائحة التوابل		كاربوفللين ، ميرسين ، استرات احماض
جوزة الطيب	ليمونية تريينية	مرة	تريينات ، كحولات تريينية ، اوجينول ، ايزواوجينول استرات ، الدهيدات
القرفة (القف))	قرفة	حلوة	٨٥ ٪ الدهيد السناميد
الخردل	حريف مسيل للدموع	لاذع	يحتوي رئيسيا على ايزوثيو سيانات الاثيل
الجرجير	حريف له رائحة الخردل	لاذع	يحتوي رئيسيا على ايزوثيو سيانات فينيل الاثيلين
الورد	له شذى زهرى		جيرانيول سترونيدالال ، اوجينول كحول فينيل ايثايل
اللوز المر	نوى الخوخ		بنزالدهيد ، حمض بروسيك ، فتريل
التفاح (القف))	شذى التفاح		اسيتايلدهيد ، استرات الامايل
الحوخ (القف))	شذى الخوخ		اسيتالدهيد ، استرات الميثايل ، ايتالول الدهيد
البرجموت	خفيفة ذات شذى استرية ليمونية		خلات الليتايل
الديون البزهر (قشر)	ليمونية		سترات ، واربعة الدهيدات اخرى ، وديبتين
ليمون اضاليا	ليمونية		٤ - ٥ ٪ سترال (٩٠ ديببتين)
البرتقال	برتقالية		استرات الايثايل ، تريينول ، الدهيد (٩٥ ٪ ديببتين)
يوسفنى	برتقالية		١ ٪ مثل انترابلات الميثايل ، الدهيدات ، استرات ٩٥ ٪ ديببتين

تابع جدول ١٤

محتوياته الهامة	الطعم المميز	وصف الرائحة	نوع الزيت
٣-٥ ٪ سترال ، لينالول ، استرات (٩٠ ديبيتين)		عطرية	الجريب فروت
حوالي ٨٥ ٪ أوجينول لينالول	يحدث خدرأ (تميلاً)	ذو شذى - رائحة توابل - حريف رائحة اللونده	القرنفل الكريز
٣٠-٤٠ ٪ الدهايد ، الكيومينيك لاكتون ، ديبيتين ايول		رائحة التوابل كرفسية	الكمون الكرفس (بذرة)
٥٠ ٪ كرفون ، ديبيتين		بين جوز الطيب والكرفس	البقدونس
٨٠-٩٠ ٪ اينثول ، الدهيدات كارفون ، ديبيتين ، ايول الشبت	حلو	كراوية	الكراوية
٨٠-٩٠ ٪ اينثول ، فنشون خلات البنزاييل ، خلالات الليناليل اندول ، كحول البنزاييل الخ		رائحة العرقسوس مثل الكراوية مثل اليونسون	اليونسون الشبت الشمر
٥٠-٧٠ كارفا كرون منثول ، منثون . استرات		له شذى ليوني عشبي رائحة التوابل حريف مبرد نعناعي	الياسمين الزعتر النعناع