حفظ الأغـــذية

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

ولا شك أن صيانة المادة الغذائية من الفساد ما هو إلا منع عوامل الطبيعة من الاستمرار فى دورتها العادية . فالطبيعة تسعى إلى تحلل النبات أو الحيوان بعد موته فتحيل المواد العضوية مواد بسيطة يمكن للنبات والحيوان الانتفاع بهـا 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 ، ولهـــذا السبب أوجدت الطبيعة سبيلا لانحلال كل جزئ عضوى قام الكائن الحى ببنائه فى 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 التى شغلت الإنسان لأجيال متتالية ، وقد عنى الإنســان منذ بدء الخليقة بالتفكير فى وسائل لحفظ غذائه .

و قد 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 التغييرات التى كانت تعتبر فى زمانهم طبيعيـة ومرغوبة أصبحت تعد فى عصرنا الحـالى فسادا ، فاللبن الطازج كان فى وقت ما لا يعتبر غـذاء صالحا إلا إذا حمض وتخثر ، أما فى عصرنا الحاضر فإن ازدياد الحموضة فى اللبن الطازج وميله للتخثر يعتبر نوعا من أنواع الفساد ولما كانت الموارد الغـــذائية فى العالم محدودة فقد أصبحنا نعنى بأن نحيط المادة الغـــذائية بكافة انواع الوقاية ،

وأن نعتبر أى ضرر يلحق بها فيجعلها غير مرغوبة فسادا وإن كان من فعل الطيور والحشرات أو الفيران ، إذ قد يؤدى هذا الضرر إلى تلوث المادة الغذائية بالافرازات والفضلات ويعرضها لتأثير الأحياء الدقيقة ولتغيرات دائمة فى مظهرها وتركيبها الكيمائى . 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 ينبغى أن يشمل أى تغيير يطرأ عليها فيجعلها غير مقبولة أو مستساغة ، ولذلك فإن ما يعتبر فسادا فى 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 وكيمائية وبيولوجية تتعاون بعضها أو كلها فى إحداث تغيرات عديدة فى مكونات المادة الغذائية وفى تركيبها الكيمائى ، وهذه كثيرا ما يصحبها تغييرات فى الطعم أو النكهة أو اللون أو الرائحة أو القوام .

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

ولكى يمكننا التعرف على طبيعة التغيرات العديدة التى تطرأ على المواد الغذائية وفهم الوسائل الكفيلة بمنعها لابد من دراسة تفصيلية لتركيب المادة الغذائية .

١ ـ المـــاء

يكون الماء الجزء الأكبر من تركيب الانسجة النباتية والحيوانية ، وهو ضرورى لحياة بروتوبلازم الخلية، ويوجد الماء فى 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

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

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 السطحى والضغط الإسموزى والتأين والانحلال المائى . . الخ .

٢ ـ الكربوايدرات

تعتبر المملكة النباتية أغنى مصدر للكربوايدرات فى الطبيعة . وهذه المركبات ، كما سبق القول، تتكون فى النبات نتيجة لعمليات التمثيل الكلوروفيلى فى الأوراق الخضراء للنبات، إذ يتحد ثانى اكسيد الكربون الموجود فى الهواء مع الماء الممتص من التربة، وبتأثير طاقة الشمس تتكون المواد الكربوايدراتية. والمادة الجافة للنبات (فيما عدا البذور الزيتية) تحتوى على مقدار من الكربوايدرات يتراوح بين ٦٠٪ و ٩٠٪ . وتتركب الكربوايدرات من عناصر رئيسية هى الكربون والايدروجين والاكسجين . ويوجد الايدروجين والاكسجين عادة فى الكربوايدرات بنفس نسبة وجودهما فى 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 إنحلالها مائيا . والكربوايدرات فى الطبيعة كما توجد فى المواد الغذائية تقسم كالآتى :

١ . أحاديات السكر Monosaccharides أو السكريات البسيطة

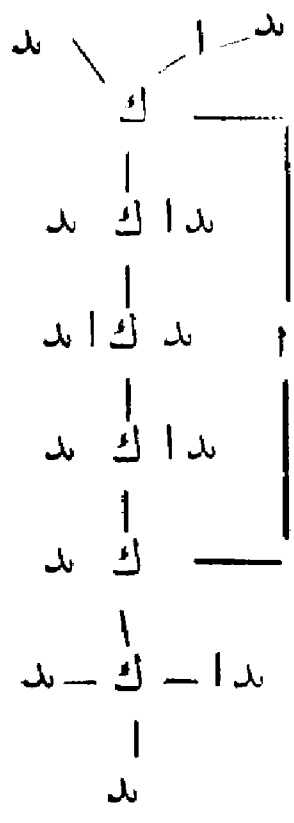
وتندرج جميع السكريات البسيطة تحت هذا القسم ، وهى مواد لا يمكن إنحلالها مائيا إلى مركبات أبسط تركيبا. وهى تقسم تبعا لعدد ذرات الكربون فى الجزىء ، فاذا احتوى الجزىء على ذرتين من الكربون يسمى ديوز Diose وإذا إحتوى على ثلاث ذرات من الكربون يسمى تريوز Triose وإذا إحتوى على أربع ذرات يسمى تتروز Tetrose وهكذا .

والجزىء فى جميع السكريات البسيطة يحتوى على عدد من المجموعات لكحولية تكون متصلة بمجموعة الدهيدية أو بمجوعة كيتونية ، ويسمى

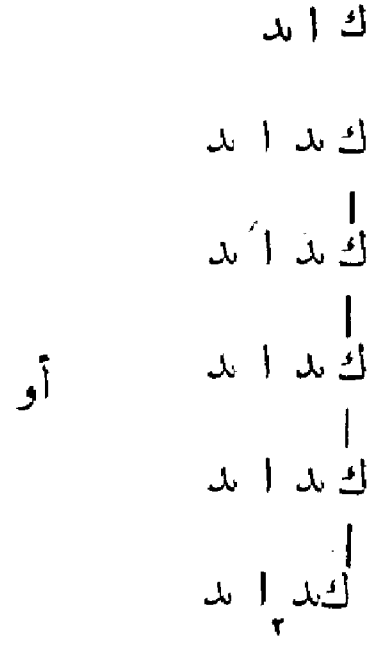
السكر فى الحالة الأولى الدوز Aldose وفى الحالة الثانية كيتوز Ketose. ولا يوجد سكر الديوز فى الطبيعة ، أما سكر التريوز فيتكون بوصفه مركبا وسطياهاما أثناء عملية تمثيل الكربوايدرات فى الحيوانات وفى الأحياء الدقيقة . وتوجد البنتوزات Pentoses والهكسوزات Hexoses بكثرة فى المواد الحيوانية والنباتية ، إلا أن الأولى منها توجد عادة فى المواد النباتية على صورة اندريدات تسمى بالبنتوزانات Pentosans ومن امثلتها الزيلان وهو يوجد فى الخشب والقش والأوراق والبذور والمواد الصمغية الخ .

وتعتبر الهكسوزات أو السكريات سداسية ذرات الكربون ك ٦ يد ١٢ ا ٦ أهم السكريات البسيطة وأكثرها وجودا فى المواد الغذائية . وتشمل هذه المجموعة الألدوزات والكيتوزات . ومن أمثلة الألدوزات الجلوكوز والجلاكتوز والمانوز ، أما الكيتوزات فيمثلها فى هذه المجموعة الفركتوز ، ويرمز لسكر الدكستروز (ك ٦ يد ١٢ ا ٦) كالآتى :

[ك يد ٢ ا يد (ك يد ا يد) ٤ ك ا يد]

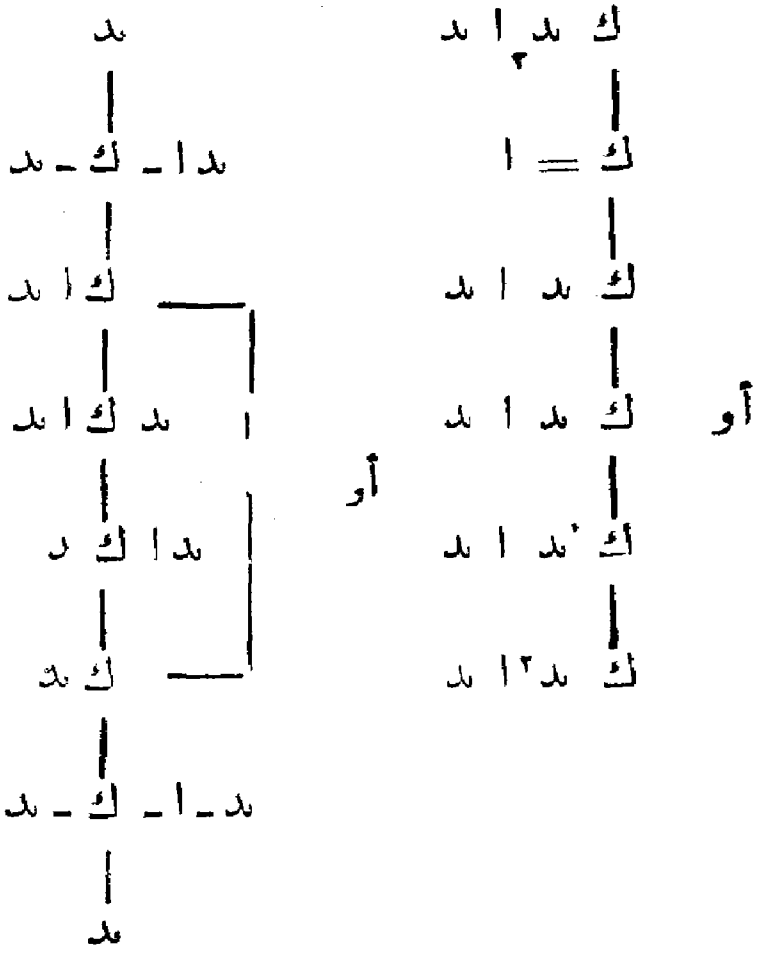


أو



ويرمز لسكر الفركتوز (الليفيولوز) أو سكر الفاكهة ($ك_٦ يد_{١٢} ا_٦$) كالآتى :

[ك يد$_٢$ ا يد (ك يد ا يد)$_٣$ ك ا . ك يد$_٢$ ا يد]



الجلوكوز Glucose : يسمى هذا السكر أيضا بالدكستروز أو سكر العنب أو سكر النشا ، وهو يوجد فى حالة حرة فى جميع الفواكه تقريبا . ويوجد بكثرة فى فواكه خاصة كالعنب والتين والبلح والزبيب كما يوجد أيضا بكثرة فى الذرة السكرية والبصل . ويوجد على حالة متحدة فى سكريات أخرى مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز ، ويتكوّن هذا السكر نتيجة لإنحلال النشا النباتى والنشا الحيوانى (جليكوجين) إنحلالا مائيا تاما ، ويحتوى دم الحيوانات على قدر ضئيل من الجلوكوز .

الفركتوز Fructose : يسمى أيضـــا بالليفيولوز Levulose وهو منتشر فى الطبيعة ويوجد بحالة حرة ، ويكون عادة مجتمعا مع السكروز والجلوكوز . وهو يوجد بوفرة فى عصير الفاكهة على الأخص ، ولذلك فهو كثيرا مايسمى بسكر الفاكهة . وتحتوى الخضر ورحيق الأزهار والعصير الحلوى للأوراق الخضراء والسيقان على سكرىّ الجلوكوز والفركتوز ، ويحتوى عسل النحل على كميات متساوية من هذين السكرين (٤٠ ٪ لكل منهما) ، وهما عادة يوجدان بكميات متساوية تقريبا ، مما يدل على إحتمال تكونهما نتيجة لإنحلال السكروز بتأثير الإنزيم . أما فى الطماطم فإن الفركتوز يمثل جميع السكر الموجود فيها على حالة حرة . وهذا السكر شديد الحلاوة تبلغ حلاوته ضعف حلاوة السكر العادى وهو يشبه فى كثير من خواصه سكر الجلوكوز .

الجلاكتوز Galactose : لا يوجد هذا السكر حرا فى الطبيعة ، بل يوجد متحدا بسكريات أخرى فى الكثير من الكربوايدرات ، كما أنه يدخل فى تركيب الكثير من البروتينات الحيوانية .

المانوز Mannose : يوجد هـــذا السكر على حالة حرة فى قشر البرتقال وفى البذور النباتية وفى مولاس سكر القصب ، وهو يدخل فى تركيب زلال البيض وفى الكثير من البروتينات الأخرى ، وهو أكثر انتشارا فى الحالة المتحدة .

ب . ثنائية السكر $ك_{١٢}يد_{٢٢}ا_{١١}$

هى انهيدرات لأحادية السكر ، وتتكون من جزيئين من السكر البسيط أزيل منهما جزىء من الماء عند إتصالهما معا ، وعلى ذلك فإن إنحلال السكر الثنائى يستلزم إضافة جزىء من الماء حتى يمكن إنتاج السكر البسيط

منه . ويحدث هذا الإنحلال المائى للسكريات الثنائية إما بتأثير الحرارة أو فى وجود حمض مخفف أو بفعل إنزيمات خاصة من نوع الإنزيمات الايدروليتية.

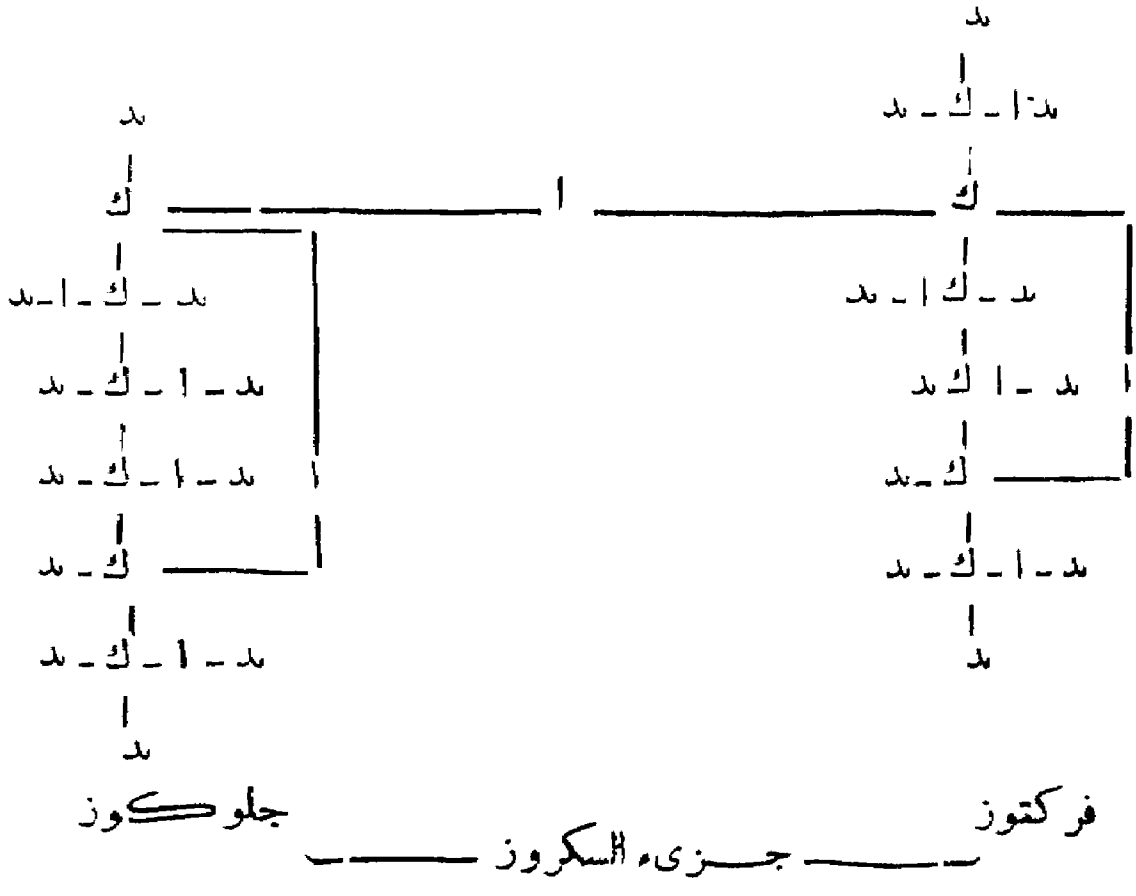
ك ١٢ يد ١١ ا + يد ٦ ا ← ك ٦ يد ١٢ ا + ك ٦ يد ١٢ ا ٦

وفى حالة السكروز يعطى ← جلوكوز + فركتوز (يسمى المزيج بالسكر المحول)

ملتوز يعطى ← جلوكوز + جلوكوز

لاكتوز يعطى ← جلوكوز + جلاكتوز

السكروز : يسمى أيضا بسكر القصب أو سكر البنجر يطلق عليه عادة لفظ السكر فقط وهو يوجد مجتمعا بالسكر أحادى التسكير مثل الجلوكوز والفركتوز فى الأزهار والفواكه والجذور والبذور ، ويوجد السكروز بوفرة فى قصب السكر وفى البنجر بنسبة تتراوح بين ١٦ و ٢٠ ٪ وهما على ذلك المصدر الصناعى لإنتاجه . والسكروز أكثر حلاوة من الجلوكوز ولكنه أقل حلاوة من الفركتوز . ويرمز للسكروز بالآتى :



المالتوز Maltose : ينتشر وجود هذا السكر فى الأوراق والبادرات الصغيرة ، ويوجد بكثرة فى البذور النابتة نتيجة لتحول النشا إلى مالتوز بفعل إنزيم الدايستاز (الأميلاز) ، وهو ينتج كمركب وسطى 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 فى لبن الحيوانات الثديية ، وتختلف نسبته بين ١,٥ و ٨ ٪ تبعا لنوع الحيوان ، وهو يوجد فى لبن البقر بنسبة ٤,٧٥ ٪ وفى 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 كالآتى :

اللاكتوز	١٦	الرافينوز	٢٣	الجلاكتوز	٣٢
المالتوز	٣٣	الزيلوز	٤٠	الجلوكوز	٧٤
السكروز	١٠٠	السكر المحلول	١٣٠	الفركتوز	١٧٣

ح . السكريات ثلاثية السكر Trisaccharides : $ك_{١٨}يد_{٣٢}ا_{١٦}$

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

د . المركبات عديدة السكر Polysaccharides

يمكن تقسيم المركبات عديدة السكر إلى :

١ ــ النشا ($C_6H_{10}O_5$)ن ويتكون جزىء النشا من عدد من وحدات اندريد الجلوكوز، وهذا العدد الذى يرمز له بالرمز "ن" ليس معروفا بالضبط. وهناك اعتقاد بأن جزىء النشا يتكون من وحدات تتراوح بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ وحدة. وقد يصل وزن الجزىء فى بعض أنواع النشا إلى ٥٠٠٠٠٠ أو أكثر، وأحيانا يحتوى جزىء النشا على حمض الفسفوريك.

وتوجد جزيئات النشا فى الطبيعة مجتمعة فى صورة حبيبات تتكون كل منها من جزيئين كربوايدراتيين هما الألفا أميلوز Alpha Amylose والبيتا أميلوز Beta Amylose والأول أقل ذوبانا وأصعب إنحلالا فى الماء من الثانى.

ويوجد النشا بكثرة فى كافة النباتات التى تحتوى على السكلورفيل، وهو يوجد بوفرة فى الحبوب مثل القمح والأرز والذرة والشوفان .. الخ بنسبة تتراوح بين ٦٠ و ٨٠ ٪. وقد تحتوى البسلة والفاصولية الجافة على ٥٠ ٪ من النشا. وفى الحبوب الزيتية مثل بذرة القطن وبذرة الكتان وفول الصويا تكون الدهون هى المادة المخزنة بدلا من النشا. ويتخزن النشا فى درنات البطاطس. ويحتوى التفاح والموز قبل نضجهما على كميات كبيرة من النشا الا انه عند نضجهما يتحول النشا إلى سكر، ويحدث عكس هذا التفاعل عند نضج الحبوب (كالذرة مثلا). ويمتاز كل نبات بنوع حبيبات النشا التى تتكون فيه، وقد تكون لهذه الحبيبات علامات مميزة، فمثلا حبيبات النشا فى البطاطس تكون كبيرة وبيضاوية وتختلف عن غيرها بوجود خطوط محورية متوازية حول مركزها تسمى بالسرة، أما حبيبات النشا فى الحبوب فتكون صغيرة كروية الشكل دون أية علامة أخرى مميزة.

والنشا عديم الذوبان فى 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 — الاميلازات — إلى مركبات بسيطة متنوعة . وأول تغيير يطرأ على النشا هو تحوله إلى نشاذائب ثم تكوّن عدد من الدكسترينات تتحول بدورها إلى مالتوز ، فاذا كان الإنحلال بتأثير الحمض كان الجلوكوز هو الناتج النهائى للإنحلال، أما الإنحلال الأنزيمى للنشا فينتهى بسكر المالتوز فقط .

الانحلال الحمضى :

$$(ك_{٦} يد_{١٠} ا_{٥})ن + ن يد_{٢} ا = ن\ ك_{٦} يد_{١٢} ا_{٦}$$ جلوكوز

الإنحلال بالانزيم :

$$(ك_{٦} يد_{١٠} ا_{٥})ن + \frac{ن}{٢} يد_{٢} ا = \frac{ن}{٢}\ ك_{١٢} يد_{٢٢} ا_{١١}$$ مالتوز

ب ـ الجليكوجين Glycogen : $(ك_{٦} يد_{١٠} ا_{٥})ن$ ويسمى أحيانا بالنشا الحيوانى ويكاد يكون المركب الكربوايدراتى الوحيد الذى يخزن فى جسم الحيوان ، وهو يوجد بكثرة فى الكبد والعضلات، ولو انه قد أمكن فصل الجليكوجين من العظام والدم والجلد وأنسجة أخرى كثيرة .

ومن المعتقد أن الجليكوجين يوجد فى صورة سلاسل متفرعة تكوّن جزيئا كبيرا يحتوى على حوالى ٢٤٠٠ وحدة من الجلوكوز ، ومثل هذا الجزىء يكون وزنه الجزيئى حوالى ٤٠٠ر٠٠٠ ، والجليكوجين قابل للذوبان فى الماء بسرعة ويكوّن معه محلولا غرويا .

حـ ـ الدكسترينات Dextrins $(ك_{٦} يد_{١٠} ا_{٥})ن$ وهى مركبات وسطى فى إنحلال النشا إلى مالتوز ، ، وهى تختلف عن النشا فى أنها قابلة للذوبان فى الماء البارد ، وتختلف عن المالتوز فى أنها غير قابلة للذوبان فى الكحول وهى توجد فى الجذور والسوق والأوراق فى 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 .

د — السليلوز Cellulose ($ك_{٦}يد_{١٠}ا_{٥}$)ن وهو أيضا يتكون من وحدات من الجلوكوز متصلة ببعضها فى شكل سلاسل ولكنه يختلف عن النشا والجليكوجين فى أن سلاسله ليست متفرعة بل مستقيمة ، ويختلف طول السلسلة إختلافا كبيرا . وهناك من يعتقد أن السلسلة الواحدة تتكون من عدد من الوحدات يتراوح بين ١٠٠و٢٠٠ وحدة من الجلوكوز بينما يعتقد البعض الآخر أنها تتكون من عدد من الوحدات يتراوح بين ١٠٠٠و٢٠٠٠ وحدة .

والسليولوز هو المركب الرئيسى للجزء الليفى أو الخشبى 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 إسم الهيميسيلوز Hemicellulose وهو لا يتأثر بالانزيمات الهضمية ولو أن انحلاله انحلالا مائيا يؤدى فى النهاية إلى سكر الجلوكوز . ويطلق على السليلوز والهميسليلوز فى الأغذية اسم ,, الألياف ،، . ولا تحتسب الألياف ضمن تقديرات الكربوايدرات فى جداول تحاليل الأغذية ، وقد ترد فى تلك الجداول منفردة وقد لا ينص عليها .

٣ — المواد الدهنية

وهى تشمل الدهون والمواد المنتسبة إليها التى تشترك معها فى صفاتها الطبيعية العامة كالملمس الدهنى وعدم الذوبان فى الماء الخ ، والتى يطلق عليها اسم الليبيدات Lipides ، وهى ماتقدر فى المواد الغذائية تحت اسم المستخلص الأثيرى . وتقسم الليبيدات إلى المجموعات الآتية :

١ — **ليبيدات بسيطة** : وهى استرات الأحماض الدهنية مع كحولات مختلفة وتشمل :

ا — الدهون الحقيقية ـ وهى استرات الأحماض الدهنية مع الجليسرول.

ب — الشموع ـ وهى استرات الأحماض الدهنية مع كحولات أخرى غير الجليسرول .

٢ — **ليبيدات مركبة** : وهى استرات الأحماض الدهنية مع كحولات أخرى ومتحدة فى نفس الوقت مع مجموعات أخرى أضافية ، وتشمل :

ا — الفسفوليبيدات ـ وهى دهون حدث فيها استبدال ، وتحتوى على حمض الفسفوريك والنتروجين ومن أمثلتها الليسيثين Lecethin

ب — الجليكوليبيدات وهى مركبات دهنية تحتوى على الكربوايدرات والنتروجين مثل الفرينوسين Phrenosin والكيراسين Kerasin وتسمى هذه أيضا بالسيربروسيدات . Cerebrosides

٣ — **ليبيدات مشتقة** : وهى مواد تنتج من انحلال مائى للمجموعات السابقة تشمل :

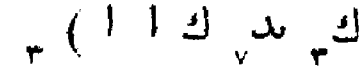
ا — الأحماض الدهنية للسلاسل المختلفة .

ب — الاستيرولات Sterols ـ وهى فى معظمها كحولات ذات أوزان جزيئية عالية توجد فى الطبيعة متحدة مع الأحماض الدهنية وتذوب فى مذيبات الدهون ومن أمثلتها الكوليستيرول Cholesterol.

الدهون الحقيقية True Fats

توجد الدهون فى الطبيعة بوفرة فى المواد النباتية والحيوانية مثل بذرة القطن والفول السودانى وجوز الهند والسمسم وفى الزيتون واللبن والزبد والجبن واللحم ، وتعتبر الدهون استرات للكحول الثلاثى الايدارت المسمى بالجليسيرول (الجلسرين) مع الأحماض الدهنية ، ويطلق على هذه الاسترات اسم الجليسريدات .

حمض البيوتريك + جليسيرول (جلسرين)



بيوترات الجليسيريل + ماء

ويتكون الدهن فى الطبيعة من مزيج من جليسيريدات متباينة بنسب مختلفة ، ومن أمثلة الجليسيريدات الشائعة البيوترين والكبروين والكبريلين والكبرين والمرستين والبالمتين والاستيارين الخ ...

ويستعمل لفظ دهن ولفظ زيت للتمييز بين الدهون الصلبة والسائلة فإذا كانت المادة صلبة على درجة ٢٠°م سميت دهنا ، أما إذا بقيت سائلة على هذه الدرجة سميت زيتا . ويعتبر الأولان من أهم الجليسريدات التى توجد بكمية وفيرة فى زيت الزيتون فيكسبه صفة السيولة ، علاوة على احتوائه على جزء بسيط من كل من البالمتين والاستيارين ، بينما يحتوى الدهن الحيوانى على زيادة من البالمتين والاستيارين وقلة من الاوليين . اما دهن اللبن فانه مزيج من مجموعة الدهون التى تبدأ بالبيوترين وتنتهى بالاستيارين — علاوة على احتوائه على الاوليين بنسبة كبيرة .

ويتكون جزىء الدهن عن اتحاد الحمض الدهنى مع الجليسيرول ، ويتكون

الماء كذلك نتيجة لهذا التفاعل ، وعلى ذلك فان جزىء الدهن عند انحلاله مائيا بفعل الأحماض أو الانزيمات يؤدى إلى انفراد الحمض الدهنى المناظر وكذلك الجلسرين . ولما كانت الدهون فى الطبيعة مزيجا من الجليسيريدات فإن الانحلال المائى لها يؤدى إلى تكوّن عدد كبير من الاحماض الدهنية إلى جانب الجلسرين .

الأحماض الدهنية

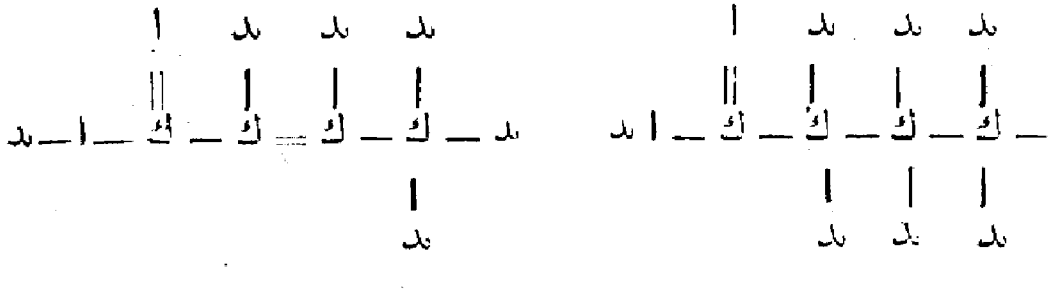
يمكن إلى حد كبير فهم خواص الدهون والزيوت من دراسة الاحماض الدهنية التى تدخل فى تركيبها ، والاحماض الدهنية تنقسم إلى مجموعتين :

الاحماض الدهنية المشبعة وهى الاحماض التى يحتوى الجزىء منها على كل مايلزم من الأيدروجين الذى يستطيع الاتحاد به ، فالرمز العام لها ك$_{ن}$ ىد$_{٢ن+١}$ ك ا ا ىد .

الاحماض الدهنية غير المشبعة وهى التى يحتوى الجزىء منها على أقل مما يلزمه من الايدروجين ، وفيه تتصل ذرات من الكربون ببعضها برابطة مزدوجة أو أكثر .

فحمض البيوتريك ك$_{٣}$ ىد$_{٧}$ ك ا ا ىد حمض مشبع .

أما حمض الكروتونيك ك$_{٣}$ ىد$_{٥}$ ك ا ا ىد فهو حمض غير مشبع



حمض البيوتريك

حمض الكروتونيك

ومن مقارنة المثلين السابقين يتضح أن حمض الكروتونيك وهو يحتوى على رابطة واحدة مزدوجة ينقص عن حمض البيوتريك بذرتين من الايدروجين. وتسمى بمجموعة الأحماض الدهنية غير المشبعة ،والتى تحتوى على رابطة واحدة مزدوجة بمجموعة الاوليك، ذلك أن حمض الاوليك هو أهم أحماض تلك المجموعة والرمز العام لها كن بد٢ن-١ ك ا ا بد

أما مجموعة الاحماض الدهنية غير المشبعة التى تحتوى على رابطتين مزدوجتين فتسمى بمجموعة اللينوليك ورمزها العام كن بد٢ن-٣ك ا ا بد

أما مجموعة الاحماض الدهنية غير المشبعة التى تحتوى على ثلاث روابط زوجية فتسمى بمجموعة اللينولينيك، ورمزها العام كن بد٢ن-٥ك ا ا بد

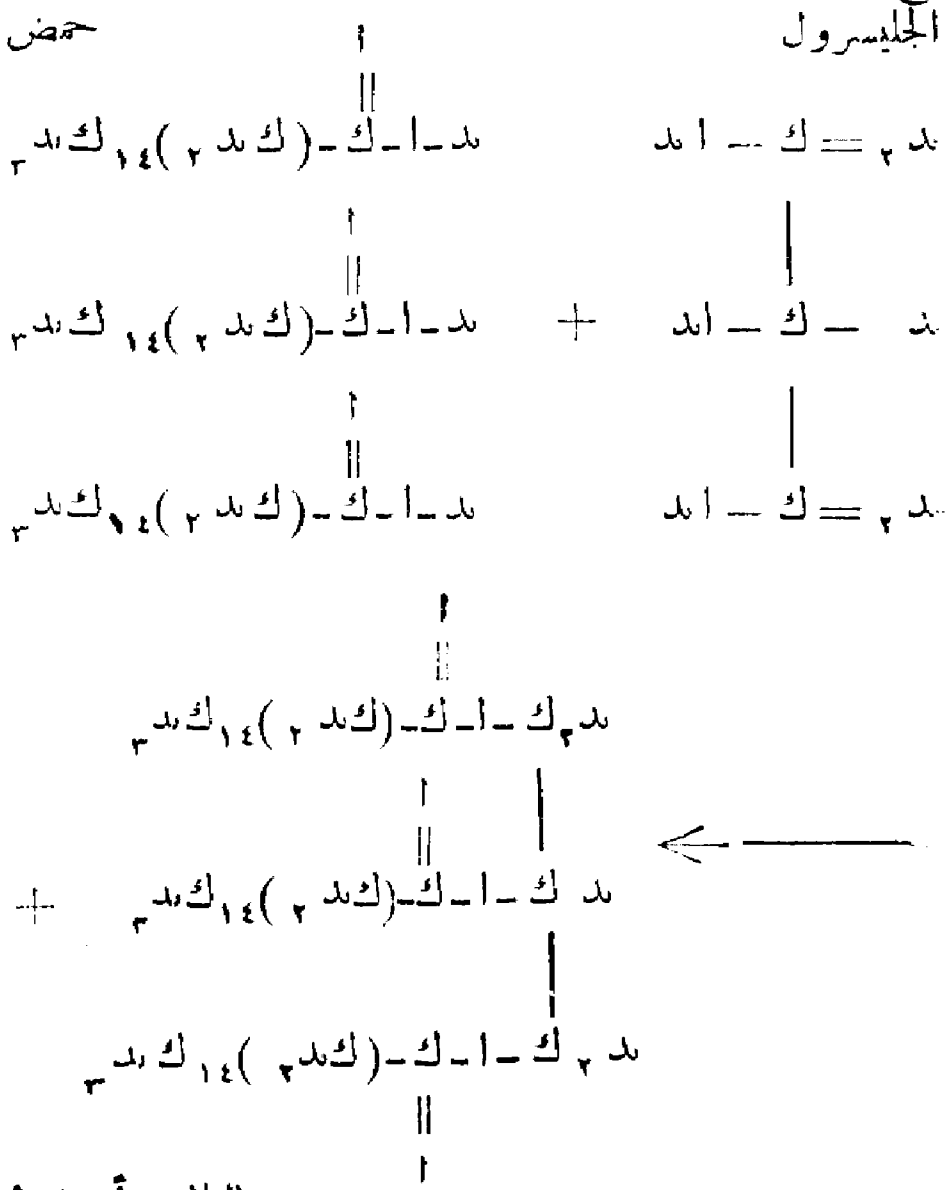
ونقطة الانصهار للاحماض الدهنية المشبعة أعلى منها لغير المشبعة التى تحتوى على نفس العـــدد من ذرات الكربون ، فحمض الاستياريك ك١٧ بد٣٥ ك ا ا بد وهو مشبع يوجد فى حالة صلبة ودرجة انصهاره ٧٠م° ، بينما حمض الاوليك ك١٧ بد ٣٣ ك ا ا بد وهو غير مشبع يكون سائلا ودرجة انصهاره ١٤° م . وهذه الصفات تنتقل إلى الجليسيريدات المناظرة . والدهون فى الطبيعة تجمع بين جليسيريدات مشبعة وغير مشبعة، وتتفاوت نسب كل منها فى الدهن فتؤثر على صفاته العامة ،فالدهون الصلبة هى التى تحتوى على نسبة عالية من الجليسيريدات المشبعه ونسبة منخفضة من غير المشبعة ، أما الدهون اللينة أو الزيت فهى على عكس ذلك تحتوى على نسبة عالية من الجليسيريدات غير المشبعة . ويمكن تشبيع هذه الأخيرة صناعيا بجعلها تتحد مع الايدروجين فى وجود عامل ملامس. وبذا تكتسب صفة الصلابة وتباع أحيانا باسم المسلى الصناعى .

جدول — ٢ — أهم الاحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة التى تدخل فى تركيب الزيوت والدهون ومصادر كل منها :

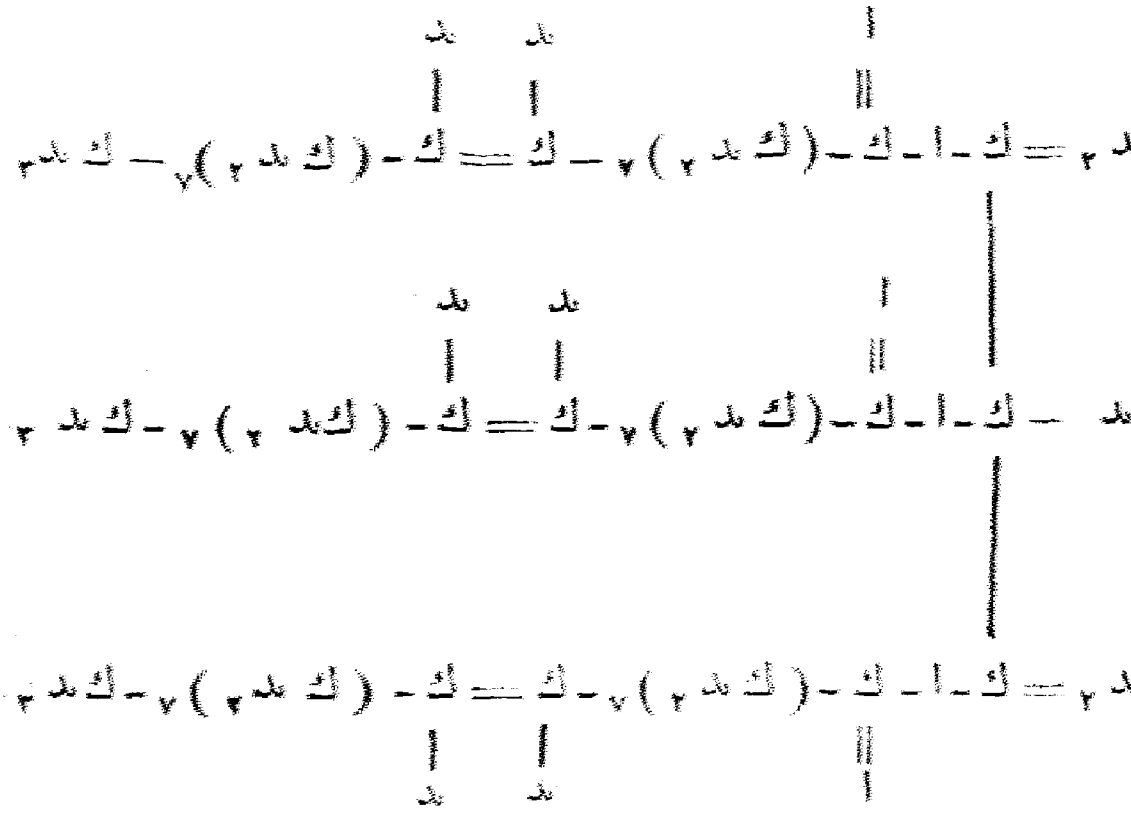
الاسم	الرمز	أهم مصادره
الاحماض الدهنية المشبعة	ك$_{ن}$ ند$_{٢ن+١}$ ك ا ا ند	
حمض البيوتريك	ك ٣ ند ٧ ك ا ا ند	فى الزبدة
« الكبرويك	ك ٥ ند ١١ ك ا ا ند	« الزبدة وزيت جوز الهند وزيت النخيل
« الكبريليك	ك ٧ ند ١٥ ك ا ا ند	« زيت جوز الهند وزيت النخيل والزبدة
« الكبريك	ك ٩ ند ١٩ ك ا ا ند	« « « « « « «
« اللوريك	ك ١١ ند ٢٣ ك ا ا ند	« زيت اللوريك وزيت جوز الهند وزيت النخيل
« المرستيك	ك ١٣ ند ٢٧ ك ا ا ند	« الزبدة
« البالمتيك	ك ١٥ ند ٣١ ك ا ا ند	« جميع الدهون الحيوانية والنباتية وبكثرة فى دهن الخنزير
« الاستياريك	ك ١٧ ند ٣٥ ك ا ا ند	« الدهون النباتية والحيوانية وبكثرة فى الشحم
« الاراكيديك	ك ١٩ ند ٣٩ ك ا ا ند	« زيت الفول السودانى .

الاسم	الرمز	أهم مصادره
الاحماض الدهنية الغير مشبعة	ك ن ب د ٢ ن ـ ١ ك ١ ١ ب د	
ا ـ مجموعة الاوليك حمض الاوليك	ك ١٧ ب د ٣٣ ك ١ ١ ب د	فى جميع الدهون الحيوانية والنباتية
ب ـ مجموعة اللينولييك حمض اللينولييك	ك ن ب د ٢ ن ـ ٣ ك ١ ١ ب د ك ١٧ ب د ٣١ ك ١ ١ ب د	فى الدهون النباتية والحيوانية وخصوصا فى زيت بذر القطن والكتان ، وقد ثبتت ضرورته فى التغذية .
حـ ـ مجموعه اللينولينيك حمض اللينولينيك	ك ن ب د ٢ ن ـ ٥ ك ١ ١ ب د ك ١٧ ب د ٢٩ ك ١ ١ ب د	فى الدهون النباتية والحيوانية وخصوصا فى زيت بذر الكتان ، وقد ثبتت ضرورته فى التغذية .
د ـ أحماض أخرى غير مشبعة أهمها حمض الاراكيدونيك	ك ١٩ ب د ٣١ ك ١ ١ ب د	فى المخ والكبد وصفار البيض والزبدة ، وقد ثبتت أهميته فى التغذية .

ولما كان جزىء الجليسرول ك٣ بد٥ (ا بد)٣ يحتوى على ثلاث مجموعات من الايدروكسيل فانه عندما يحل أساس الحامض الدهنى محل مجموعة واحدة من الايدروكسيل فى جزىء الجليسرول فان المركب الناتج يعتبر وحيد الجليسريد ، فإذا حل محل مجموعتين من الايدروكسيد كان المركب الناتج ثنائى الجلسريد، وإذا حل محل الثلاث مجموعات من الايدروكسيل فان الدهن الناتج يكون ثلاثى الجلسريد . فمثلا دهن ثلاثى البالمتين ك٣ بد٥ (ك١٥ بد٣١ ك ا ا)٣ يتكون عن اتحاد جزىء من الجلسرين مع ثلاثة جزيئات من حمض البالمتيك كالآتى .



وبنفس الطريقة يتكون الاوليين ك ٢ بد ٥ (ك ١٧ بد ٣٣ ك ال) ٣ من اتحاد الجليسرول مع حمض الاوليك . وفيما يلى رمز الاوليين أو ثلاثى الاوليين :



وقد تكون الاساسات الحامضية فى جزىء الدهن متجانسة اى تتبع حمض دهنى واحد كما هو الحال فى ثلاثى البالمتين أو ثلاثى الاوليين ، أو قد يحتوى جزىء الدهن على أكثر من نوع واحد من الاحماض الدهنية ويسمى إذ ذاك بالجلسريد المختلط ، كأن يكون ستيارو ثنائى البالمتين أو باليتو ثنائى الاستيارين الخ ، وفى الغالب تكون معظم الدهون الطبيعية مزيجا من جليسيريدات مختلفة .

والجدول الآتى يبين نسبة الأحماض الدهنية التى تنتج عن انحلال الدهون الشائعة :

جدول — ٣ — نسبة الأحماض الدهنية التى تنتج عن انحلال الدهون الشائعة :

الحمض الدهنى	النسبة المئوية للحمض الدهنى بالنسبة للأحماض الدهنية الكلية									
	دهن الزبدة	دهن الخنزير	دهن البقر	زيت الزيتون	زيت بذرة القطن	زيت القول السودانى	زيت جوز الهند	زيت بذر الكتان	زيت فول الصويا	زيت الذرة
البيوتريك Butyric	٤٠٦									
الكبرويك Caproic	١٠٨						٠٠٥			
السكبريليك Caprylic	١٠٣						٨٠٦			
الكبريك Capric	١٠٢						٦٠٣			
الوريك Lauric	٥						٤٥			
المرستيك Myristic	١٧٠٧	٠٠٧	٢٠٧		٠٠٣		١٨			
الباليتيك Palmitic	١٦	٢٥٠٢	٢٧	٦	٢١	٦٠٣	٨٠٨	١٠	٩٠٤	٧٠٨
الاستياريك Stearic	٣٠٧	١٢٠٨	٢٣٠٩	٤	٢	٤٠٩	٢٠١		٤٠١	٣٠٥
الاراكيديك Arachidic			٠٠٨		٠٠٦	٣٠٣				٠٠٤
الاوليك Oleic	٤٨	٥٤٠٢	٤٠٠٧	٨٣	٢٨٠٦	٦٠٠٦	٦٠٦	١١	٢٨٠٥	٤٦٠٣
اللينوليك Linoleic		٧٠١	١٠٨	٧	٤٧٠٢	٢١٠٦	١٠٧	٣٥٠٦	٥٥	٤١٠٨
اللينولينك Linolinic								٤٣٠٤	٣	
الليجنوسيريك Lignoceric					٢٠٦					٠٠٢
أحماض متنوعة	٠٠٤									
أحماض غير مقدرة	٠٢		٣٠١		٠٠٣	٠٠٧	٢٠٤			
اجمالى	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

الشموع Waxes

هى عبارة عن استرات أحماض دهنية عالية ، إلا أنها تختلف عن الدهون فى أنها تحتوى على كحولات وحيدة الإيدروكسيل وأحيانا ثنائية الإيدروكسيل بدلا من الجليسرول .

وتوجد الشموع منتشرة فى الطبيعة فى المواد النباتية والحيوانية . وهى توجد عادة على سطح الفاكهة كطبقة مغلفة لحمايتها من التبخر . وأهم الشموع الشائعة شمع النحل . والشموع عديمة الذوبان فى الماء ، ودرجة انصهارها بين ٦٠° — ٨٠°م وهى أكثر مقاومة للتصبن من الدهون والزيوت .

الستيرولات Sterols

هى كحولات معقدة التركيب ذات أوزان جزيئية عالية توجد فى الطبيعة إما منفردة ، أو متحدة مع الأحماض الدهنية على حالة استرات ، أو متحدة مع الكربوايدارت على حالة جلوكسيدات . وهى توجد فى أنسجة الحيوانات والنباتات .

وأهم الستيرولات المعروفة هى :

١ — الكوليستيرول Cholesterol — يوجد هذا المركب بوفرة فى المخ وصفار البيض وزيت كبد الحوت وفى الجزء غير المتصبن من الدهون الحيوانية ، ولهذا المركب فوائد حيوية خاصة فى الجسم .

٢ — السيتوستيرول Sitosterol وهو يوجد فى الزيوت النباتية مثل زيوت الذرة والقمح وبذرة القطن وبذرة الكتان ، كما يوجد فى الجزء غير المتصبن من الزيت .

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

الفسفوليبيدات Phospholipids

وتسمى أيضا بالفوسفاتيدات وهى مركبات شبيهة بالدهون وتحتوى على الفسفور والنتروجين وتعطى عند انحلالها مائيا أحماضا دهنية وجليسرول وحمض فوسفوريك وقاعدة نتروجينية تسمى بالكولين Choline وهى توجد بصفة خاصة فى المخ والكبد وأهم مجموعتين تحت هذا القسم هما:

١ — مجموعة الليسيثينات Lecethins وهى ذات أهمية حيوية خاصة ويعتبر صفار البيض وفول الصويا من المواد الغنية فى هذه المركبات .

٢ — مجموعة السيفالينات أو الكيفالينات Cephalins or Kefalins وهى توجد مع الليسيثينات فى المخ .

الجلبكوليبيدات Glycolipids أو السيريبروسيدات Cerebrosides

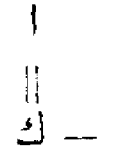
وهى مركبات توجد بكمية كبيرة فى المخ ويتكون عن انحلالها جلاكتوز وقاعدة نتروجينية اسمها سفنجوسين وحمض دهنى .

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 لابد وانها وفيرة العدد . وقد أمكن حتى الآن فصل واختبار ما يقرب من ٦٠٠ بروتين ، وأمكن دراسة حوالى ١٠٠ بروتين من البروتينات الهامة التى تحتوى عليها المواد الغذائية .

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

ويوجد معظم النتروجين فى جزىء البروتين على صورة رابطة ببتيدية .



وتختلف نسبة العناصر الرئيسية فى البروتين اختلافا كبيرا ، ومتوسط نسب هذه العناصر فى تركيب البروتينات كالآتى : ٥٣ ٪ كربون ، ٧ ٪ ايدروجين ، ٢٣ ٪ اكسجين ، ١٦ ٪ نتروجين ، ١ ٪ كبريت . وعادة تتفاوت نسبة النتروجين فى البروتينات المختلفة تفاوتا كبيرا ، 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 النتروجين × ٦,٢٥) .

تقسيم البروتينات

نظرا لكثرة البروتينات وزيادة تعقدها كان تقسيمها من الأمور

الصعبة. وهى تقسم الآن على أساس خواصها كذوبانها وتجمعها ونواتج انحلالها المائى إلى الأقسام الآتية :

ا — **البروتينات البسيطة** Simple Proteins : تعطى عند انحلالها مائيا أحماضا أمينية أو مشتقاتها وتشمل هذه المجموعة :

١ — البيومينات Albumins : من أمثلتها البيومين البيض ، ولكتالبيومين اللبن ، والبيومين السيرم (الدم) وليجيوميلين البسلة .

٢ — جلوبيولينات Globulins : من أمثلتها أيديستين القمح وفاصولين الفاصوليا ولجيومين الفاصوليا والبسلة وتيوبرين البطاطس وأماندين اللوز ومثل جلوبيولين العظام وجلوبيولين السيرم .

٣ — جلوتيلينات Glutelins : أشهر مركبات هذه المجموعة وأهمها هو جلوتينين القمح .

٤ — بروتامينات Protamines : من أمثلتها جليادين القمح وزاين الذرة وهوردين الشعير .

ب — **البروتينات المتصلة أو المقترنة** Conjugated Proteins : هى مواد تحتوى على جزىء البروتين متحدا مع جزىء آخر أو جزيئات أخرى وتشمل :

١ — بروتينات النواة Nucleoprteins : يتركب الجزىء فى هذه المركبات من جزىء واحد أو أكثر من البروتين متحدا مع حمض النوكليك ومن أمثلتها حمض الترينيكونوكليك ويوجد فى جنين القمح .

٢ — جليكوبروتينات Glycoproteins أو جلوكوبروتينات Glucoproteins

هى مركبات تحتوى على جزىء البروتين متحدا مع مادة أو أكثر ، وهى تحتوى على مجموعة كربوايدراتية خلاف حمض النوكليك ، ومن أمثلتها الميوسين الذى يوجد فى اللحم الأحمر الصغير .

٣ — فسفوبروتينات Phosphoproteins : هى مركبات يكون فيها جزىء البروتين فى اتحاد عضوى مع مركبات الفسفور ومن أمثلتها كيزينوجين اللبن وأوفوفيتللين صفار البيض .

٤ — هيموجلوبينات Hemoglobins : يكون جزىء البروتين فيها متحدا مع الهيمانين أو مادة مشابهة ،ومثال هذه المجموعة هيموجلوبين الدم.

٥ — كروموبروتينات Chromoproteins : هى بروتينات ملونة نتيجة اتحادها مع صبغات الأنسجة .

البروتينات المشتقة Derived Proteins : وهى توجد نتيجة لانحلال البروتينات البسيطة أو المتصلة انحلالا مائيا وتنقسم إلى :

١ — مواد بروتينية أولية : وهى التى تنتج عن انحلال مائى يؤدى إلى تأثيرات بسيطة فى خواص البروتينات الأصلية . ومن أهم المركبات التى تنتج عن الانحلال فى هذه الحالة البروتيانات Proteans والميتابروتينات Metaproteins والبروتينات المتجمعة Ccagulated Proteins

٢ — مواد بروتينية ثانوية — وهى التى تنتج عن استمرار انحلال جزىء البروتين وتفككه إلى أجزاء مختلفة الحجم والخواص ، وهى عبارة عن نواتج الانحلال الأنزيمى للبروتينات عند هضمها وتشمل :

ا — البروتيوزات Proteoses وهى نواتج إيدروليتية لانحلال البروتين

ب — الببتونات Peptones وهى مركبات أقل تعقيداً من سابقتها

حـ — الببتيدات Peptides وهى أيضا أبسط تركيبا من الببتونات ، وهى عبارة عن مركبات اندريدية لحمضين أمينيين أو أكثر. فإذا كانت مكونة من حمضين سميت ثنائية الببتيد وقد تكون ثلاثية الببتيد أو رباعيته الخ ... أو قد تكون عديدة الببتيدات .

جدول ٤ — البروتينات الرئيسية لبعض الاغذية الشائعة (محسوبة على الحالة غير المجففة)

الاسم	البروتينات الموجودة	المجموعة التابعة له	النسبة المئوية فى المادة
القمح	جليادين	الذائبة فى الكحول	٣,٩١
	جلوتنين	الجلوتلينات	٤,١٧
	جلوبيولين	الجلوبيولينات	٠,٦٣
	لوكوسين	الالبيومينات	٠,٣٦
	بروتيوز	البروتيوزات	٠,٤٣
	متنوعات		١,١٠
		اجمالى	١٠,٦٠
الذرة	زاين	الذائبة فى الكحول	٥,٠٠
	زيانين	الجلوتلينات	٣,١٥
	مايسين	الجلوبيولينات	٠,٢٥
	جلوبيولين	الجلوبيولينات	٠,١٤
	بروتيوز	البروتيوزات	٠,٠٦
		اجمالى	٨,٦٠
الشعير	هوردين	الذائبة فى الكحول	٤,٠٠
	هوردنين	الجلوتلينات	٤,٥٠
	لوكوسين	الالبيومينات	٠,٣٠
	اديستين	الجلوبيولينات	١,٩٥
	بروتيوز	البروتيوزات	
		اجمالى	١٠,٧٥
الفاصوليا الجافة	فاصيولين	الجلوبيولينات	٢١,٥٠
	فاصيلين	الجلوبيولينات	٢,١١
		إجمالى	٢٣,٥٠

الاسم	البروتينات الموجودة	المجموعة التابعة له	النسبة المئوية فى المادة
الارز	اوريزينين	الجلوتلينات	٤,٠٠
	جلوبيولين	الجلوبيولينات الذائبة فى الكحول	٥,٩٠
			اجمالى ٩,٩٠
البسلة	لجيوميلين	الالبيومينات	٢,٠٠
	لجيومين	الجلوبيولينات	١٠,٠٠
	فيسللين	الجلوبيولينات	
	بروتيوز	البروتيوزات	١,٠٠
	غير مقدرة		١١,٥٠
			اجمالى ٢٤,٥٠
اللبن البقرى	كازين	الفسفوبروتينات	٢,٧٤
	لاكتالبيومين	الالبيومينات	٠,٦٠
	جلوبيولين	الجلوبيولينات	اثار
			اجمالى ٣,٣٤
البيض	البيومين البيض	الالبيومينات	٨,٢٠
	فيتللين	الفسفوبروتينات	٥,٢٠
			اجمالى ١٣,٤٠
اللحم الأحمر (لحم العجول البتللو)	ميوجين	الالبيومينات	٢,٠٠
	موالبيومين	الالبيومينات	٠,٢٠
	ميوسين	الجلوبيولينات	١٣,٦٠
	جلوبيولين	الجلوبيولينات	٤,٢٠
			اجمالى ٢٠,٠٠

الاحماض الامينية Amino acids

وهى نواتج الانحلال النهائية للبروتين وأبسط صورة للمواد البروتينية، وهى تعتبر الوحدات التى يتألف منها جزىء البروتين . وقد أمكن فصل ما يقرب من ٢٥ حمضا أمينيا أهمها ما يأتى :

١ — أحماض وحيدة الامين وحيدة الكربوكسيل

« أ » احماض اليفاتية

١ - الجلايسين Glycine ٢ - الانين Alanine

٣ - فالين Valine ٤ - لوسين Leucine

٥ - ايزولوسين Isoleucine ٦ - نورلوسين Norleucine

٧ - سيرين Serine ٨ - ثريونين Threonine

« ب » احماض ذات نواة عطرية

٩ - فينيل الانين Phenyl alanine ١٠ - تيروسين Tyrosine

« ج » احماض تحتوى على الكبريت

١١ - سستئين Cysteine ١٢ - سستين Cystine

١٣ - ميثايونين Methionine

« د » احماض تحتوى على اليود

١٤ - ثنائى يودو تيروسين Diiodotyrosine

١٥ - ثايروكسين Thyroxine

٢ — احماض وحيدة الامين ثنائية الكربوكسيل

١٦ - حمض الاسبارتيك Asparatic acid

١٧ - حمض الجلوتاميك Glutamic acid

١٨ - حمض الايدروكسى جلوتاميك Hydroxy glutamic acid

٣ — احماض امينية قاعدية

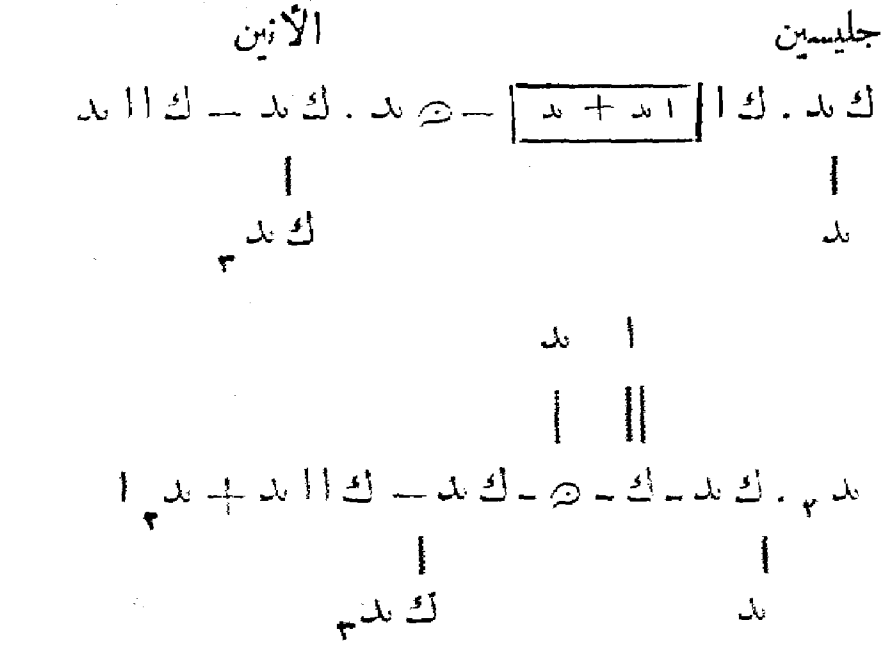
١٩ - لايسين	Lysine
٢٠ - هستيدين	Histidine
٢١ - ارجينين	Arginine

٤ — احماض امينية غير متوافقة الحلقة Heterocyclic Amino Acids

٢٢ - تربتوفان	Tryptophane
٢٣ - برولين	Proline
٢٤ - ايدروكسى برولين	Hydroxy Proline

جزىء البروتين

وفى الأحماض السابق ذكرها يحتوى كل حمض أمينى على الأقل على مجموعة من الأمين ومجموعة من الكربوكسيل . وتعطى مجموعة الأمين الصفة القاعدية للحمض الأمينى بينما تعطى مجموعة الكربوكسيل الخواص الحمضية . ويمكن تمثيل اتحاد حمضين أمينيين لتكوين ثنائى الببتيد كالآتى :



وتسمى الرابطة ك ا . ﻫ ـ د بالرابطة الببتيدية Peptide linkage ويلاحظ فى المركب ثنائى الببتيد السابق أنه يحتوى على الأقل على مجموعة من الأمين ومجموعة من الكربوكسيل 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 .

فهنالك إحتمال لحدوث اتحادات بين الخمس والعشرين حمضا أمينيا وتكوين ٦٢٥ من ثنائى الببتيد أو ١٥٦٢٥ من ثلاثى الببتيد . وهكذا يتبين أن عدد الأحماض الأمينية فى جزىء البروتين يؤدى 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 الأمينية وأوزانها الجزيئية أن نتوقع لجزىء مثل هذا البروتين وزنا جزيئيا كبيراً للغاية . وقد قدر لزايين الذرة وزنا جزيئيا حوالى ٣٥,٠٠٠ ، وللهيموجلوبين الدم حوالى ٦٨٠٠٠ ، وقد يصل الوزن الجزيئى لبعض البروتينات إلى ٢٠٠٠٠٠٠

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

جدول — ٥ — المقادير النسبية للأحماض الأمينية التى أمكن فصلها من بعض البروتي

الأحماض الأمينية	كيزين اللبن	لاكتالبومين اللبن	اوفالبومين البيض	فيتلين البيض	جليادين	جليادين القمح	جلوتينين القمح	ليجومين البسلة	أدرستين	زاين الذرة	
جلايسين	صفر	صفر	صفر	صفر	٢٥,٣	صفر	٠,٩	٠,٤	٣,٨	صفر	ه
الأنين	١,٥	٢,٥	٨,٤	٠,٨	٨,٧	٢,٠	١,٧	٢,١	٣,٦	٩,٨	٠
فالين	٧,٢	٠,٩	٠,٠	١,٩	٠,٠	٣,٤	٠,٢	٠,٠	٦,٢	١,٩	٠
لوسين وايزولوسين	٩,٤	١٩,٤	١٥,٢	٩,٩	٧,١	٦,٦	٦,٠	٨,٠	٢٠,٠	٢٥,٠	ز
سيرين	٠,٥	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٤	٠,٢	٠,٧	٠,٥	٠,٤	١,٠	١
فينيل الأنين	٣,٢	٢,٤	٥,٢	٢,٦	١,٤	٢,٤	٢,٠	٣,١	٣,١	٦,٦	٢
تيروسين	٤,٥	٠,٩	٣,٢	٣,٤	٠,٠	١,٢	٤,٣	١,٦	٢,١	٣,٦	ـ
سستين	٠,٠	٠,٠	٠,٤	٠,٠	٠,٠	٠,٥	٠,٣	٠,٠	١,٠	١,٠	٣
ميثايونين	١,٤	٠,٠	٢,٥	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	؟	؟	٠
حمض اسبارتيك	٤,١	١,٠	٦,١	٢,٢	٣,٤	٠,٦	٠,٩	٥,٣	٤,٥	١,٧	٤
حمض جلوتاميك	٢١,٦	١٠,٠	٢٤,٠	١٣,٠	٥,٨	٤٣,٧	٢٣,٤	١٧,٠	١٨,٧	٢٦,٠	٧
« ايدروكسى جلوتاميك	١٠,٥	٠,٠	١,٤	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٢,٥	٠
لايسين	٦,٠	٩,٢	٥,٠	٥,٤	٥,٩	٠,٢	١,٩	٥,٠	١,٦٥	٠,٠	١
هستدين	٢,٥	٢,١	١,٤	١,٢	٠,٩	٠,٦	١,٨	٢,٤	٢,٢	٠,٨	٦
أرجنين	٣,٨	٣,٢	٥,٤	٧,٩	٩,١	٣,٢	٤,٧	١١,٧	١٤,٢	١,٥٥	٣
تريبتوفان	١,٧	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	١,٠	٠,٠	٠,٠	١,٥	٠,٠	٠
برولين	٨,٠	٤,٠	٤,٣	٤,٢	١٩,٧	١٣,٢	٤,٢	٣,٢	٤,١	٠,٩	٣
ايدروكسى برولين	٠,٣	٠,٠	٠,٠	٠,٠	١٤,٤	٠,٠	٠,٠	٠,٠	؟	؟	٠
أمونيا	١,٦	١,٣	٠,٠	١,٣	٠,٤	٥,٢	٤,٠	٢,١	٢,٣	٣,٦	٠
الاجمالى	٨٧,٨	٥٧,٩	٧٢,٤	٥٣,٨	١٠٢,٥	٨٤,٠	٥٩,٧	٦٣,١	٨٩,٤	٩٤,١	٦٨

٥ ــ الاحماض العضوية

تحتوى بعض الأغذية خصوصا الفاكهة والخضر على كميات محسوسة من الاحماض العضوية أو أملاحها الحمضية . فالموالح والفراولة والبسلة والفاصوليا تحتوى على حمض الستريك بكميات متفاوتة ، إلا أن الموالح أكثرها احتواء عليه . كذلك يوجد حمض الماليك بكثرة فى التفاح كما يوجد فى الموز والقرنبيط والعنب والكمثرى والموالح والطماطم . اما حمض الطرطريك فانه يوجد بنسبة عالية فى العنب كما يوجد فى الخيار وفى البطاطس .

جدول — ٦ — يبين النسب المئوية لحمضى الستريك والماليك فى بعض الخضر والفاكهة

خضار	حمض ستريك ٪	حمض ماليك ٪	فاكهة	حمض ستريك ٪	حمض ماليك ٪
بامية	٠,٠٠٢	٠,١٢	برتقال	٠,٩٨	اثار
باذنجان	٠,٠٠٠	٠,١٧	تفاح	٠,٠٠٠	٠,٠٥—٠,٧٥
بسلة	٠,١١	٠,٠٠٨	تين	٠,٣٤	٠,٠٠٠
بصل	٠,٠٠٢	٠,١٧	جوافة	٠,٦٢	٠,٠٠٨
بطاطس	٠,٠٥١	٠,٠٠٠	جريب فروت	١,٣٣	٠,٠٠
بصيخ	٠,٠٠٠	٠,٠٣٠	خوخ بلدى	٠,٠٠٠	١,١٥
جزر أصفر	٠,٠٩	٠,٢٤	رمان	٤,٥٢	٠,٠٠٠
خرشوف	٠,١٠	٠,١٧	عنب	٠,٠٠٢	٠,٣١
سبانخ	٠,٠٠٨	٠,٠٠٩	فراولة	٠,٩١	٠,١٠
طماطم	٠,٠٢٠	٠,٠٢٠	كمثرى	٠,٢٤	٠,١٢
فاصوليا خضراء	٠,٠٠٣	٠,٠١٣	موز	٠,٣٠	٠,٤٠
قرنبيط	٠,٢١	٠,٣٩	مانجو	٠,٠٥٠	٠,٠٠٠
هليون	٠,١١	٠,١٠	ليمون اضاليا	٣,٨٤	٠,٠٠٠
			عصير ليمون اضاليا	٦,٠٠	٠,٢٩

وعلى الرغم من أن الاحماض العضوية توجد فى المواد الغذائية بنسبة ضئيلة كما يتبين من الجدول السابق ، إلا أنها تلعب دورا هاما بما تحدثه من توازن بين الحموضة والقلوية فى الجسم مما سيأتى شرحه . والاحماض العضوية فى حالتها المتأينة تحكم النشاط البيولوجى فى الخلايا الحية وتعمل على صيانة الكيان الغروى لها وهى فى هذا أكثر اعتمادا على حموضتها الفعالة منها على كمية الاحماض الموجودة . وأيون الايدروجين هو المسئول عن خاصية الحموضة ولذلك كان قياس درجة تركيز أيون الايدروجين فى المادة الغذائية أكثر دلالة على درجة حموضتها من تقدير الاحماض الموجودة بها باستخدام طريقة التنقيط Titration ، ولما كان الماء النقى مادة متعادلة تتساوى فيها درجة تركيز أيون الايدروجين يد + ودرجة تركيز أيون الايدروكسيل ا يد — (٠,٠٠٠٠٠٠١ جرام أيون لكل لتر) ، فإن الماء يعتبر الحد الفاصل بين الحموضة والقلوية . إلا أن التعبير عن درجات تركيز أيون الايدروجين باجزاء عشرية من الجرام لكل لتر يؤدى إلى صعوبة التمييز والمقارنة ويعرض للخطأ وقد توصل سورنسن Sörensen إلى استنباط طريقة مبسطة للتعبير عن قوة الحموضة باستخدام لوغاريتم مقلوب درجة تركيز أيون الايدروجين ، وهو ما أصطلح على التعبير عنه بالرمز pH

$$pH = \text{لو} \frac{1}{[\text{يد}^+]}$$

بمعنى أنه إذا كانت درجات تركيز ايون الايدروجين

٠,١ جرام ايونات لكل لتر أى ($١٠^{-١}$) يكون رقم pH ١

٠,٠١ جرام ايونات لكل لتر أى ($١٠^{-٢}$) يكون رقم pH ٢

٠,٠٠١ جرام ايونات لكل لتر أى ($١٠^{-٣}$) يكون رقم pH ٣

ومن ذلك نتبين أن رقم pH يزيد كلما قل تركيز أيونات الايدروجين فى 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 النقى 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 التالى يبين أرقام pH لبعض المواد الغذائية :

جدول — ٧ — أرقام pH لبعض المواد الغذائية

المادة الغذائية	رقم pH	المادة الغذائية	رقم pH	المادة الغذائية	رقم pH
برتقال	٤-٣	جبرى	٧,٠-٦,٨	فراولة	٣,٥-٣,١
بسلة	٦,٤-٥,٨	خبز افرنجى	٦,٠-٥,٠	فول جاف	٦,٠-٥,٠
برقوق	٣,٠-٢,٨	خل	٣,٤-٢,٤	كرنب	٥,٤-٥,٢
بطاطة	٥,٦-٥,٣	خوخ	٣,٦-٣,٤	كمثرى	٤,٠-٣,٦
بلح	٦,٤-٦,٢	دقيق أبيض	٦,٥-٦,٠	كوسة	٥,٣-٥,٠
بنجر	٥,٦-٤,٩	ذرة	٦,٥-٦,٠	لبن بقرى	٦,٨-٦,٤
بيرة	٥-٤	زيتون	٣,٨-٣,٦	لبن الانسان	٧,٦-٦,٦
تفاح	٣,٣-٢,٩	سبانخ	٥,٧-٥,١	لفت	٥,٥-٥,٢
تونة	٦,١-٥,٩	سمك سالمون	٦,٣-٦,١	ليمون اضاليا	٢,٤-٢,٢
جريب فروت	٣,٣-٣,٠	طماطم	٤,٤-٤,١	» بنزهير	٢,٠-١,٨
جزر	٥,٢-٤,٩	عسل اسود	٥,٤-٥,٠	مخللات	٣,٥-٣,٠
جلى فواكه	٣,٥-٣	عنب	٤,٥-٣,٥	مربيات	٤,٠-٣,٥
				نبيذ	٣,٨-٢,٨

جدول ٨ — العلاقه بين درجات تركيز أيون الايدروجين ورقم pH

جرامات أيون الايدروجين لكل لتر من المحلول		مضاعفات درجة الحموضة والقلوية بالنسبة للماء النقى	pH	ارقام pH لبعض المواد الشائعه
١	—	١٠,٠٠٠,٠٠٠	صفر	
٠,١	أى ١٠ — ١	١,٠٠٠,٠٠٠	١	حمض كلوروديك $\frac{س}{١٠}$ —
٠,٠٠١	١٠ — ٢	١٠٠,٠٠٠	٢	ليمون بنزهير ليمون إضاليا - جريب فورت
٠,٠٠٠١	١٠ — ٣	١٠,٠٠٠	٣	حمض خليك $\frac{س}{١٠}$ — تفاح - فراولة - خوخ - حلى - عسل أسود مربة وعكبة - برتقال - كمثرى - عنب
٠,٠٠٠٠١	١٠ — ٤	١٠٠٠	٤	طماطم - يوسفى - بيرة - مانجو
٠,٠٠٠٠٠١	١٠ — ٥	١٠٠	٥	بامية جزر - كرنب - كوسة - بنجر - لفت - فاصوليا خرشوف - هليون - قرنبيط - بانخ - بطاطه
٠,٠٠٠٠٠٠١	١٠ — ٦	١٠	٦	سالمون - بسلة - دقيق - قمح لبن بقرى - جبنى
٠,٠٠٠٠٠٠٠١	١٠ — ٧	١ ماءنقى	٧	بلازما الدم
٠,٠٠٠٠٠٠٠٠١	١٠ — ٨	١٠	٨	
٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٠١	١٠ — ٩	١٠٠	٩	
		وهكذا		
٠,٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠١	١٠ — ١٣	١٠,٠٠٠,٠٠٠	١٣	$\frac{س}{١٠}$ ص ا د —

ونظرا لأن هنـاك درجات تركيز كثيرة تقع بين كل درجتى تركيز متتاليتين فان الجدول السابق لا يمكن ان يظهر المقارنة بين رقم pH ٦،٧ ورقم pH ٥،٢ مثلا ، والجدول الآتى يساعد فى توضيح هذه المقارنة :

جدول ٩ — المكافئات التقريبية للتغير فى الحموضة

مقدار التغير فى رقم pH	المكافئات التقريبية للتغير فى الحموضة
٠،١	١،٢٥ مرة
٠،٢	١،٦٠ »
٠،٣	٢،٠٠ »
٠،٦	٤،٠٠ »
٠،٩	٨،٠٠ »
١،٠	١٠،٠٠ »

وعلى ذلك يمكن مقارنة الحموضة بين القيمتين السابقتين كالآتى :

الفرق فى قيمة pH ٦،٧ — ٥،٢ = ١،٥

المكافىء التقريبى لفرق فى رقم pH قدره ١ = ١٠ مرات

المكافىء التقريبى لفرق فى رقم pH قدره ٠،٣ = ٢ مرة

المكافىء التقريبى لفرق فى رقم pH قدره ٠،٢ = ١،٦ مرة

فتكون حموضة المحلول الذى يقيس pH ٥،٢ تساوى ١٠ × ٢ × ١،٦
أى ٣٢ مرة قدر حموضة المحلول الذى يقيس pH ٦،٧

المعدلات Buffers

فى معظم المحاليل البيولوجية رقم pH لا يتغير 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 تغيير فى درجة التركيز الايونى

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

إليها أحماض قوية أو قواعد قوية ، فاضافة ١ مل من محلول $\frac{ن}{١٠}$ بدكل إلى لتر من الماء كاف لتغيير رقم pH من ٧ إلى ٥ ، بينما لو أضيفت نفس الكمية إلى محلول يحتوى على خلات الصوديوم وحمض خليك لأدى وجودهما إلى إعاقة تكوين أيونات الأيدروجين والكلوريد من حمض الكلورودريك ، أو بمعنى آخر فانهما يعملان كمعدلات فيؤثر حمض الكلورودريك على خلات الصوديوم لانتاج حمض خليك ، وبذلك يزيد تركيز الحمض الأخير بعض الشيء، وهو حمض ضعيف نسبيا لا يحدث غير زيادة طفيفة جدا فى درجة تركيز أيونات الايدروجين ، وتحدث هذه المعدلات نفس التأثير لو أضفنا إليها محلولا من ايدروكسيد الصوديوم بدلا من حمض الكلورودريك .
ويمكن تفسير فعل المعدلات كالآتى :

ا — فى حالة إضافة الحمض

$$\left.\begin{matrix}١٠٠ك بد_{٣}ك ا ا ص \\ ١٠٠ك بد_{٣}ك ا ا بد\end{matrix}\right\} + ٧٥ \text{ بدكل} \rightarrow \left.\begin{matrix}٢٥ك بد_{٣}ك ا ا ص \\ ١٧٥ك بد_{٣}ك ا ا بد\end{matrix}\right\} + ٧٥ص كل$$

ب — فى حالة إضافة القلوى

$$\left.\begin{matrix}١٠٠ك بد_{٣}ك ا ا ص \\ ١٠٠ك بد_{٣}ك ا ا بد\end{matrix}\right\} + ٧٥ص ابد \rightarrow \left.\begin{matrix}٧٥ ك بد_{٣}ك ا ا ص \\ ٢٥ك بد_{٣}ك ا ا بد\end{matrix}\right\} + ٧٥ بد_{٣} ا$$

فإذا تحولت ٧٥٪ من خلات الصوديوم إلى حمض خليك أو العكس نكون قد قاربنا الحد الذى تبدأ عنده سرعة التغيير فى رقم pH نتيجة لاضافة الحمض أو القلوى ، وأكثر المعدلات شيوعا هى ما كانت مزيجا من أملاح قواعد قوية ومن أحماض ضعيفة ، مثل خلات الصوديوم مع حمض الخليك ، أو سترات البوتاسيوم مع حمض الستريك ـ 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 التى تقوم بتنظيم رقم pH فى جسم الانسان .

٦ ـ المواد المعدنية

يقصد بالمواد المعدنية عادة العناصر غير العضوية الفلزية أو غير الفلزية ـ خلاف الكربون ـ التى توجد فى المادة الغذائية . وفى دراسة محتويات الغذاء من المادة المعدنية يذكر عادة ثمانية عناصر وهى 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 أثار فإن لها أهمية خاصة فى التغذية . وهناك بعض عناصر من هذه المجموعة لم تتحدد بعد اهميتها فى التغذية وهى الالومنيوم والزرنيخ والبروم .

ويختلف مقدار العناصر غير العضوية التى يحتويها الغذاء تبعا لنوع المادة الغذائية . ويختلف مقدارها فى المواد الغذائية النباتية تبعا لنوع التربة والسماد الخ... ويتفاوت مقدارها فى رماد المادة بين ١ ، ١٠ ٪ وهى أكثر وجودا فى السوق والأجزاء الورقية منها فى البذور .

والاصل فى المواد المعدنية للغذاء أن تكون فى صورة أملاح غير عضوية مثل الكلوريد والكربونات والسلفات والفوسفات أو فى صورة أملاح لاحماض عضوية مثل أملاح الطرطريك والستريك والماليك ألخ ... أو يكون مصدرها بعض المركبات العضوية للغذاء وعلى الاخص البروتينات التى تحتوى فى أغلب الاحيان على عناصر غير عضوية متحدة مع جزىء البروتين . فهناك كما سبق أن ذكرنا أحماضا أمينية خاصة تحتوى على الكبريت مثل السيستين والسستئين والميثايونين ،

جدول — ١٠ — بعض المصادر العضوية للمواد المعدنية الهامة

العنصر	المركب		المادة التى تحتوى عليه
	الاسم	الرمز	
البوتاسيوم	الملح الحمضى لحمض الطرطريك	بو بد ك ٤ بد ٤ ا ٦	العنب والخيار
	أملاح حمض الستريك	بو ٣ بد ك ٦ بد ٥ ا ٧	الفاكهة والخضر
	أملاح حمض الماليك	بو بد ك ٤ بد ٤ ا ٥	الفاكهة والخضر
الكالسيوم	الملح الحمضى لحمض الطرطريك	كا (بد ك ٤ بد ٤ ا ٦) ٣	العنب
	أملاح حمض الفايتيك	ك ٦ بد ٦ (كافوا ٤) ٦	ردة القمح والشوفان الخ .
	كبريتات الكالسيوم	غير معروفة	اللبن
المغنسيوم	أملاح حمض الفايتيك	ك ٦ بد ٦ (مغ فوا ٤) ٦	ردة القمح والشوفان الخ .
	الكلوروفيل	ك ٥٥ بد ١٢ ٥ ٤ مغ ا ٤	النباتات الخضراء
الحديد	الهيماتين	ك ٣٤ بد ٣٣ ٥ ٤ ح ا ٥	هيموجلوبين
الكبريت	السيستين	ك ٦ بد ١٢ ٥ ٢ كب ٢ ا ٤	البروتينات
	الجلوتاثيون	ك ١٠ بد ١٧ ٥ ٣ كب ا ٦	أنسجة الحيوان
	الانسولين	(ك ٤٥ بد ٦٩ ٥ ١١ كب ١٤ ا ٥ ن ٦) ن	هرمون يفرزه الانثى عشر
	كلوريد الثيامين ((فيتامين B)	ك ١٢ بد ١٧ ٥ ٤ كب كل	الخميرة
	ايزوثيوسيانات الالايل	ك ٣ بد ٥ ٥ ك كب	المستاردة والبصل
	كبريتور الالايل	(ك ٣ بد ٥) ٢ كب	الثوم الفجل الكرنب اللفت
الفسفور	الليسيثينات	ك ٤٤ بد ٨٨ ٥ فوا ٩	صفار البيض الخ
	السيفالينات	ك ٤١ بد ٨٠ ٥ فوا ٨	الدم
	احماض النوكليك	ك ٣٩ بد ٤٠ ٥ ٥ فوا ٢٦	الانسجة النوية مثل التيموس
	بروتينات فسفورية	غير معروف	صفار البيض واللبن
	حمض الفيتيك	ك ٦ بد ٦ (بد ٣ فوا ٤) ٦	ردة القمح والشوفان الخ .
	فوسفات الكرياتين	ك ٤ بد ١٠ ٥ ٣ فوا ٥	العضل
اليود	الثيروكسين	ك ١٠ بد ١١ ى ٤ ا ٤ ٥	هرمون تفرزه الغدة الدرقية
النحاس	الهيموسيانينات	غير معروف	بروتينات التنفس للحيوانات السفلى
الزنك	أنهيدراز الكربونيك	غير معروف	خلايا الدم الحمراء

كذلك يدخل الحديد فى تركيب بعض البروتينات مثل هيماتوجين صفار البيض ومثل هيموجلوبين الدم . كما انه يوجد فى الاجزاء الخضراء من النبات وفى أغلفة الحبوب ، وهناك بروتينات خاصة تحتوى على الفوسفور بكميات وفيرة كأنواع البروتينات الفسفورية (الفسفوبروتينات) مثل فيتللين صفار البيض وكيزين اللبن وتعتبر اللحوم والبقوليات مصادر غنية له، ويوجد الفسفور أيضا على صورة متحدة فى بعض الليبيدات (الفسفوليبيدات) مثل الليسيثينات والسيفالينات .

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

وإذا استثنينا من العناصر السابقة عنصرى الصوديوم والكلور اللذين نحصل عليهما دائما فى صورة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) بكميات وافية، فان باقى العناصر نحصل عليها أساسيا من الغذاء . ويحتوى الغذاء على هذه العناصر بنسب تتغير تبعا لعوامل كثيرة كالصنف والتربة والسماد والرى ألخ... 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 التدليل على تركيب غذاء ما من الاطمئنان إلى تماثل الظروف فى كل حالة ، فمثلا 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 التالى 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 الكامله إلى دقيق أبيض ، مما يجعل ردة القمح غنية فى المادة المعدنية : ـ

جدول — ١١ — نسب العناصر المعدنية فى بعض المواد الغذائية

	كا ٪	مغ ٪	بو ٪	ص ٪	فو ٪	كل ٪	ف ٪	ح ٪
حبوب القمح الكاملة	٠,٠٥٥	٠,١٦٣	٠,٤٠٩	٠,١٠٦	٠,٣٤٢	١,٨٨	٠,١٧٥	٠,٠٠٠٦
دقيق القمح الأبيض	٠,٠٠٢١	٠,٠٠٢١	٠,١٣٧	٠,٠٠٥٣	٠,٠٠٩٦	٠,٠٠٧٩	٠,١٥٥	٠,٠٠٠١٢
ردة القمح	٠,٠٦٥	٠,٤٢٠	١,٢٥٠	٠,٠٠٧	١,٤٣٠	٠,٠٠٤٢	٠,٢٤٥	٠,٠٠٠٤
اللبن الحليب	٠,١٢٣	٠,٠١٩	٠,٢٩٠	٠,٠٠٤٧	٠,٠٠٨٨	٠,٠١١٤	٠,٠٣١	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 ، فلابد من الاطمئنان إلى أن هذه العناصر توجد فى الصورة التى يمكن للجسم الاستفادة منها . فهناك مثلا بعض الاغذية الغنية فى الكالسيوم قد تحتوى على كميات من حمض الاكساليك تمنع الجسم من الاستفادة بهذا العنصر فتكون بذلك فى حكم الأغذية الفقيرة فيه . وسيأتى الكلام عن هذه الناحية باسهاب فيما بعد .

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

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

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

الفسفور ـ تمتاز الحبوب والبقول بغناها فى هذا العنصر، كما يوجد بوفرة فى اللبن والبيض واللحوم . وتحتوى الخضر على ضعف ماتحتويه الفاكهة من الفسفور . وتزيد نسبته بصفة عامة فى الأغذية البروتينية .

النحاس ـ يوجد فى اللحم وخصوصا فى الكبد والاسماك بنسبه عالية، ويعتبر اللبن فقيرا فى هذا العنصر .

اليود ـ تختلف مقدار ماتحتويه الأغذية منه تبعا لطبيعة التربة . وأغنى أنواع الأغذية فى هذا العنصر هى الاغذية البحرية كالأسماك والمحار الخ ...

الكبريت ـ تعتبر المواد البروتينية أغنى أنواع الاغذية فى هذا العنصر، فهو يوجد بكثرة فى الجبن والبقوليات واللحم وبياض البيض

المغنسيوم ـ يوجد بوفرة فى الخضر والفواكه وفى اللبن، وهو يوجد فى جزىء الكلوروفيل بنسبة ٢ ٪ .

البوتاسيوم ـ هو أكثر وجودا فى الانسجة النباتية منه فى الأنسجة الحيوانية وتعتبر الفواكه والخضر مصادر غنية فيه، وهو يوجد فى الاغذية على حالة فوسفات ومالات وسترات وطرطرات الخ .....

المواد الملونة الطبيعية

للمواد الملونة أهمية خاصة بالنسبة للمواد الغذائية إذ أنها تكسبها ألوانا مميزة جذابة ، وقد تحدث لهذه المواد الملونة تغييرات غير مرغوبة نتيجة تعرضها لعوامل مختلفة طبيعية أو بيولوجيه أو كيماوية ، ولذلك كان من الضرورى دراستها دراسة تفصيلية وأهم المواد الملونة الرئيسية التى توجد فى الطبيعة هى :

أولا الكلوروفيلات :

هى المادة الخضراء الملونة للنباتات والتى يعتمد عليها النبات فى عملية البناء المعروفة بالتمثيل الضوئى ، وتوجد مادة الكلوروفيل فى الخلايا على سطح البلاستيدات المسماه بالكلوروبلاستيدات حيث يمكنها امتصاص أكبر كمية من الضوء أثناء النهار .

وهناك نوعان من الكلوروفيل :

١ — ألفا كلوروفيل a - Chlorophyl ورمزه ك$_{٥٥}$ يد$_{٧٢}$ ا$_{٥}$ ز$_{٤}$ مغ

٢ — بيتا كلوروفيل b - Chlorophyl ورمزه ك$_{٥٥}$ يد$_{٧٠}$ ا$_{٦}$ ز$_{٤}$ مغ

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

وتحدث القلويات انحلالا مائيا للكلوروفيل تكون نتيجته تكوين

مركبات تختلف فى نوعها تبعا لدرجة تركيز القلويات المستعملة . وتميل نواتج الانحلال فى أغلب الأحيان إلى اللون البنى أما القلويات المخففة جدا فانها قد تحفظ اللون الأخضر للكلوروفيل . أما الأحماض فإنها فى تأثيرها على الكلوروفيل تؤدى إلى انفصال المغنسيوم وإحلال الايدروجين محله ، ويكون نتيجة ذلك تكون مركبات تسمى فيتينات Phytins تختلف فى تركيبها تبعا لمدى انحلال جزىء الكلوروفيل ، ويصحب تأثير الاحماض حتى المخففه جدا تغير فى اللون الاخضر إلى لون زيتونى كما يحدث فى التخمر اللكتيكى عند عملية التخليل .

ويؤدى التأكسد الشديد للكلوروفيل إلى تغيير لونه إلى الاصفر الباهت ويساعد على اختفاء اللون الاخضر وجود الضوء ،وهو ما يحدث للكثير من الأوراق الخضراء وسيقان القمح إذا ماجمعت وعرضت للهواء والشمس.

ولا يقتصر وجود الكلوروفيل على النباتات الخضراء بل يوجد أيضا فى ثمار الفاكهه قبل تمام نضجها ، ويختفى هذا اللون فى معظم الفواكه تدريجيا كلما قربت من النضج ، وقد يستمر بقاؤه فى البعض الآخر .ويؤثر فى الكلوروفيل انزيم خاص يسمى بالكلوروفيللاز Chlorophyllase ويؤدى إلى انحلاله انحلالا مائيا إلى كحول وفيتول Phytol وكلوروفيللايد chlorophyllide .

ثانيا الكاروتينويدات Carotinoids

هى مثل الكلوروفيل صبغات نباتية توجد فى البلاستيدات ووظيفتها فى النبات غير معروفة تماما ، وهى عديمة الذوبان فى الماء ولكنها تذوب فى الدهون ومذيبات الدهون . وهى منتشرة انتشارا واسعا فى الخضر والفاكهة ، وأهم الامثلة عليها الكاروتين Carotene وهو الصبغه التى

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

ا — الكاروتين Carotene

هو احدى الصبغات الطبيعيه التى توجد فى الاوراق الخضراء ، وتوجد فى الجزر بكميات كبيرة ، وهى تكسب الدهن الحيوانى لونا ظاهرا اذا ماتغذت الحيوانات على موارد غنية فيـــه ، وهو يتحول داخل جسم الحيوان الى فيتـامين A ، ورمز الكاروتين ك٤٠ يد٥٦ ، ويوجـد على ثلاث صور الفا وبيتا وجاما ، وسيأتى الكلام عنهـا تفصيـلا فى موضوع الفيتامينات . والكاروتين سريع التأكسد ويؤدى تاكسده فى المواد الغذائيـة الى تلف فى قيمتها الغذائية كمصدر لفيتامين A وهو مركب غير مشبع ، ولذلك فإنه يكون مركبات إضافية مع اليود والبروم .

ب — الليكوبين Lycopene :

يشـبه الكاروتين فى التركيب isomer ك٤٠ يد٥٦ ويختلف عن البيتاكاروتين B - carotene فى ان نهـايتى سلسلة الكربون التى تكون الجزىء فيـــه مفتوحتان ، لذلك لا يعطى الليكوبين بانحلاله فى الجسم فيتامين A . ويوجد الليكوبين فى الطماطم مع الكاروتين ، الا ان الصبغة الصبغـة الحمـراء تطغى على اللون الاصفر للكاروتين . وتوجـد هـذه الصبغة ايضا فى البطيخ والمشمش والكاكى . وصبغة الليكوبين سريعة التأكسد ايضا ، ويساعد على تاكسدها فى منتجات الطماطم وجود املاح النحاس والحديد ، مما يؤدى الى تغير لونها الى اللون البنى الداكن .

حـ — كاروتينويدات اخرى .

اهم هذه المجموعة الزانثوفيللات Xanthophylls وهى مركبات مشتقة

من الكاروتين واللیکوبین مثل ایدروکسی ومیثوکسی وکیتوالخ ... ، وترکیبها الکیمائی ك٤٠ يد٥٦ ا٢ فجزىء الزانثوفیل کما یظهر من هذا الرمز یزید عن جزىء الکاروتین أو اللیکوبین بذرتین من الأکسجین ، الا ان أکسدة الکاروتین فی المعمل لا تعطی زانثوفیل .

والزانثوفیللات اکثر ذوبانا فی الکحول من الکاروتین کما تذوب فی إثیر البترول وأشهر الزانثوفیللات الصبغات الآتیة :

صبغة کریبتوزانثین Kryptoxanthin

ورمزها ك٤٠ يد٥٥ ا يد او ك٤٠ يد٥٦ ا وهی توجد فی الذرة الصفراء والیوسفی .

صبغة الکابازانثین Capaxanthin

ورمزها ك٤٠ يد٥٠ ا٢ وهی المادة الحمراء الملونة للفلفل الاحمر

صبغة الزیازانثین Zeaxanthin

ورمزها ك٤٠ يد٥٦ (ا يد)٢ ، وتوجد فی الذرة وفی عدد من المواد النباتیة کما توجد أیضا فی صفار البیض

ومن بین هذه الصبغات الثلاث ینتج فیتامین A عن انحلال الکریبتوزانثین فقط .

الأنثوسیانینات Anthocyanins :

وهی الصبغات الحمراء والزرقاء والبنفسجیة القابلة للذوبان فی الماء والتی توجد فی الزهور والثمار والاوراق . ویقصر ثانی اکسید الکبریت لونها مؤقتا فی معاملة الثمار به وقت تجفیفها أو عند إضافته للعنب فی تحضیر النبیذ ، وعند التخلص من ثانی اکسید الکبریت یعود اللون

ثانيه ، وكمية قليلة من ثانى اكسيد الكبريت تحمى صبغات الانثوسيانين من التأكسد ومن تغير لونها الى اللون البنى

والمعاملة الحرارية لمـــدة طويلة تتلف لون الانثوسيانين فى عصير الفواكه المحفوظ وفى الفاكهة المحفوظة فى العلب .

ويؤدى وجود أملاح القصدير أو الحديد التى تذيبها الفواكه المحفوظة فى تفاعلها مع معدن الصفيح الى ترسيب الانثوسيانين أو تغير لونه الى الزرقة ، وتساعد هـــذه الصبغات بوصفها عوامل مساعدة فى التآكل المعدنى للعلب الصفيح ، وعلى ذلك فهى تساعد على إحداث الانتفاخ الايدروجينى فيها وظهور الثقوب على جدرانها .

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

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

وتوجد الانثوسيانينات على حالة جلوكوسيدات وطالما كانت على هذه الصورة فإنها تكون قابلة للذوبان فى الماء ، وهى توجد فى دور النضج لبعض الثمار كالتفاح والبرقوق والكريز والعنب ، وعند الانحلال المائى لها ينفصل السكر (وهو فى العادة جلوكوز أو رافينوز أو جلاكتوز أو مزيج من اثنين منها) ويترك مركبا اسمه انثوسيانيدين وهو عديم الذوبان فى الماء .

الفلافونات والفلافونولات Flavons & Flavonols

هى مركبات صفراء او عديمة اللون منتشرة فى 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 الفلافونات او الفلافونولات أو أى مركب من المشتقات الفينولية ، وهى توجد فى بعض الخضر كالكرنب والبصل والقرنبيط .

اللوكرومات او الفلافينات : Flavins

هى مواد صفراء تميل الى الخضرة وتوجد فى الكبد والبيض واللبن كما توجد فى بعض النباتات .

التانينات Tannins

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

وتذوب التانينات فى الماء والكحول والاسيتون والبايريدين وهى عديمة الذوبان فى مذيبات الدهون كالاثير والكلوفورم . وتمتاز بترسيبها للجيلاتين وتحليلها للبروتينات الموجودة فى الجلود عند الدباغة . والتانينات

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

وقد تؤدى التانينات وظيفة المادة المؤثر عليها Substrate لانزيم الاكسيدان . فالجوز الاخضر Walnut يسود لونه بتعرضه للهواء ، وهو معظم السبب فى اسوداد التفاح . ومن انواع التانينات مايأتى .

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

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

٨ ـ الفيتامينات

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

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

ونظرا لأن الفيتامينات لاتنتمى 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 . وهى تختلف فى تأثيراتها النوعية كما أنها تتباين فى مدى تأثرها بالعوامل الطبيعية والكيماوية المختلفة كالحرارة والأكسجين والأحماض والقلويات وغيرها .

وأهم الفيتامينات المعروفة والتى أمكن فصلها وتمييزها حاليا هى : —

فيتامين A_1 ، A_2 - وهى يعتبر من الناحية الكيماوية كاروتين منشط، ويسمى الفيتامين أحيانا بالفيتامين المانع لمرض جفاف ملتحمة العين (الزيروفثالميا) .

مركب فيتامين B المعقد ويشمل :

فيتامين B1 ويسمى بالثيامين Thiamine أو كلوريد الثيامين ويطلق عليه أحيانا الفيتامين المضاد لالتهاب الأعصاب أو المانع للبرى برى .

فيتامين B2 أو G واسمه الكيميائى الريبوفلافين Riboflavin .

حمض النيكوتينيك Nicotinic Acid أواميد 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 الكيميائى Pyridoxine بيريدوكسين .

البيوتين Biotin ،

حمض بارامينو البنزويك .

الاينوسيتول .

الكولين Choline ،

حمض الفوليك Folic acid .

فيتامين B_{12} Anti Pernicious Anemia Factor . أو الفيتامين المانع للانيميا الخبيثة .

فيتامين C واسمه الكيميائى حامض الاسكوربيك Ascorbic Acid ويسمى أحيانا بالفيتامين المضاد للاسقربوط .

فيتامين D واسمه Calciferol أو ٧ 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 كيمائية 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 كالآتى .

الوحدة الدولية من فيتامين A = ٠,٠٠٠٦ ملليجرام بيتا كاروتين

والوحدة الدولية من فيتامين B1 = ٠,٠٠٣ ملليجرام ثيامين

والوحدة الدولية من فيتامين C = ٠,٠٠٥ ملليجرام حمض اسكوربيك

والوحدة الدولية من فيتامين D = ٠,٠٠٠٠٢٥ ملليجرام كالسيفيرول

ولا زالت تستخدم إلى جانب الوحدة الدولية حتى الآن وحدات أخرى أهمها وحدة Sherman—Borquin لقياس فيتامين B2 وهى تساوى ٠,٠٠٢٥ ملليجرام

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

ا — الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون .

وهى فيتامين A وفيتامين D وفيتامين E وفيتامين K

ب — الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء

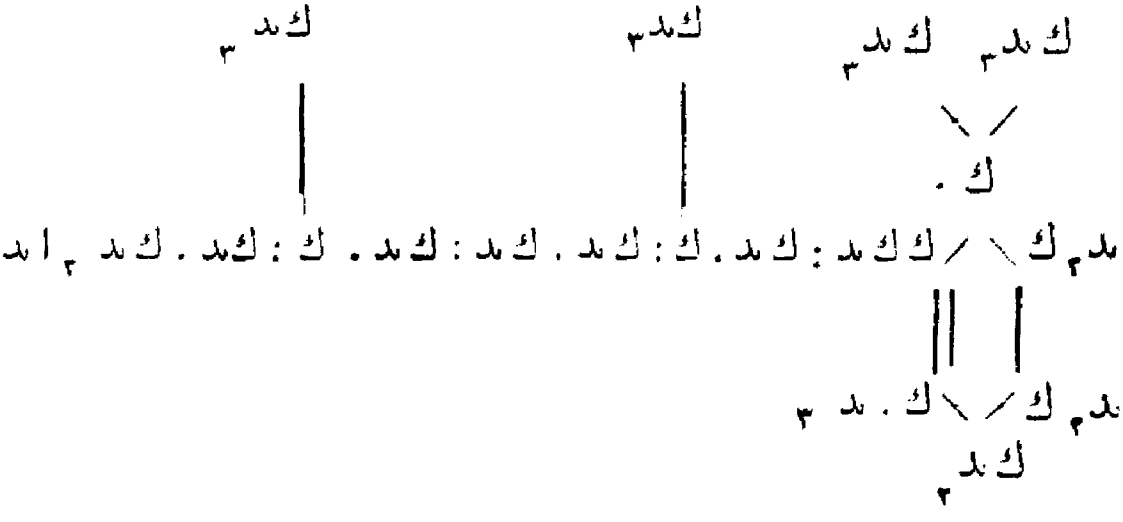
وهى فتامين B_1 وفيتامين B_2 وحمض النيكوتينيك وحمض الپانتوثنيك والبايريدوكسين وغيرها وكذلك فيتامين C وفيتامين P

الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون

فيتامين A

وهو لا يوجد فى هذه الصورة النهائية إلا فى الكائنات الحيوانية ويوجد بوفرة فى زيوت الأسماك وخاصه فى أكبادها فى الجزء من الزيت غير القابل للتصبن ويوجد بكثرة فى الزبدة وفى صفار البيض والكبد . وتنص المراجع الحديثة على وجود أنواع من فيتامين A مثل A_1 و A_2 الخ ويقال إن فيتامين A_2 الذى يوجد فى كبد بعض أسماك المياه العذبة يكون ذا نشاط زائد .

والرمز الكيميائى لفيتامين A كالآتى :



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

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

والصبغات الكثيرة الوجود فى الأغذية والتى ثبت حتى الآن أنها تعطى فيتامين A عند انحلالها فى الجسم هى :—

ا — الكاروتين (من مجموعة الكاروتينويدات Carotenoids) .

ب — الكريبتوزانثين (من مجموعة الزانثوفيللات)

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

ورمز الكاروتين ك. ١٠ يد٥٦ ، وهو مركب غير مشبع ويوجد فى الأغذية

على ثلاث صور وهى الفا كاروتين ، بيتا كاروتين ، جاما كاروتين . ويمتاز الجزىء فى البيتا كاروتين بأنه يحتوى على جزيئين من فيتامين A بينما يحتوى على كل من الالفا 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 جزيئه 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 النقى نفسه عبارة عن مادة زيتية عديمة اللون .

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

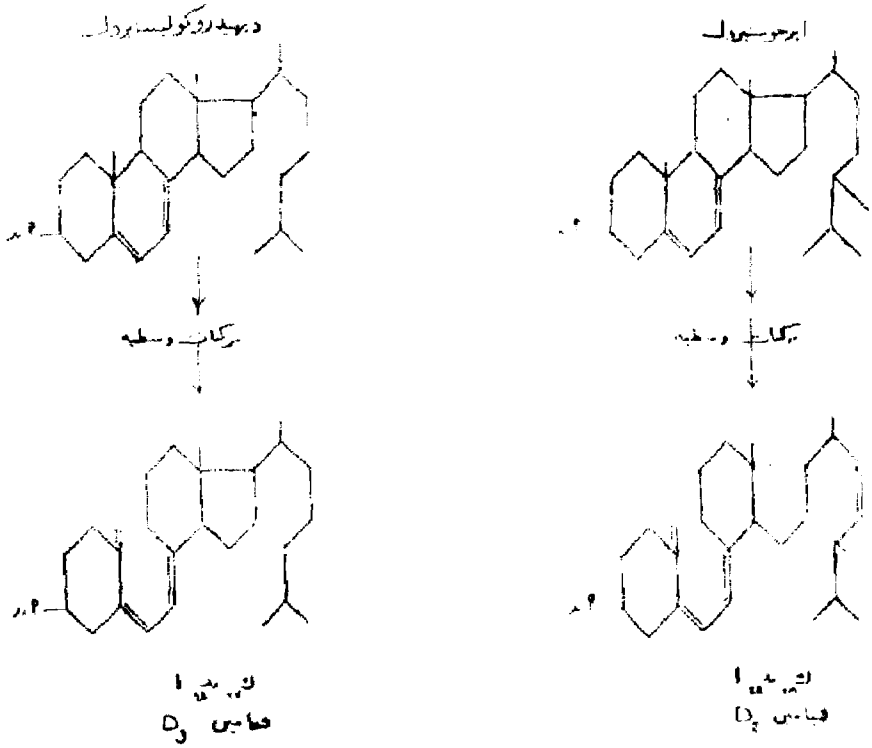
مجموعة فيتامين D

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

ويسمى فيتامين D_2 كالسيفيرول Calciferol وهو الصورة النشطة لمركب الايرجوستيرول Ergosterol الذى سبق الكلام عنه فى موضوع الليبيدات والذى يعتبر مقدما للفيتامين Provitamin . وهذه المجموعة من الفيتامينات شديدة الاحتمال للحرارة كما انها تقاوم عملية الاكسدة ، كما ان والتفاعل الحمضى عند تأكسد الدهن يتلف التأثير البيولوجى لهذا الفيتامين .

ويسمى فيتامين D_2 فى الصورة غير النقية فيوستيرول Viosterol وهو عبارة عن محلول الكالسيفيرول فى الزيت ، أما فيتامين D_3 فهو الصورة المنشطة للاستيرول الحيوانى ٧ - ديهيدروكوليستيرول 7 — Dehydrocholesterol وهو أيضا المادة التى تتكون فى الجلد والتى توجد فى زيت كبد الاسماك . وتعتبر كل من الايرجوستيرول والديهيدروكوليسترول من الناحية الكيماوية مشتقات بسيطة للاستيرولات إلا انها تزيد عنها برابطة مزدوجة إضافية ، وهى لا تذوب

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

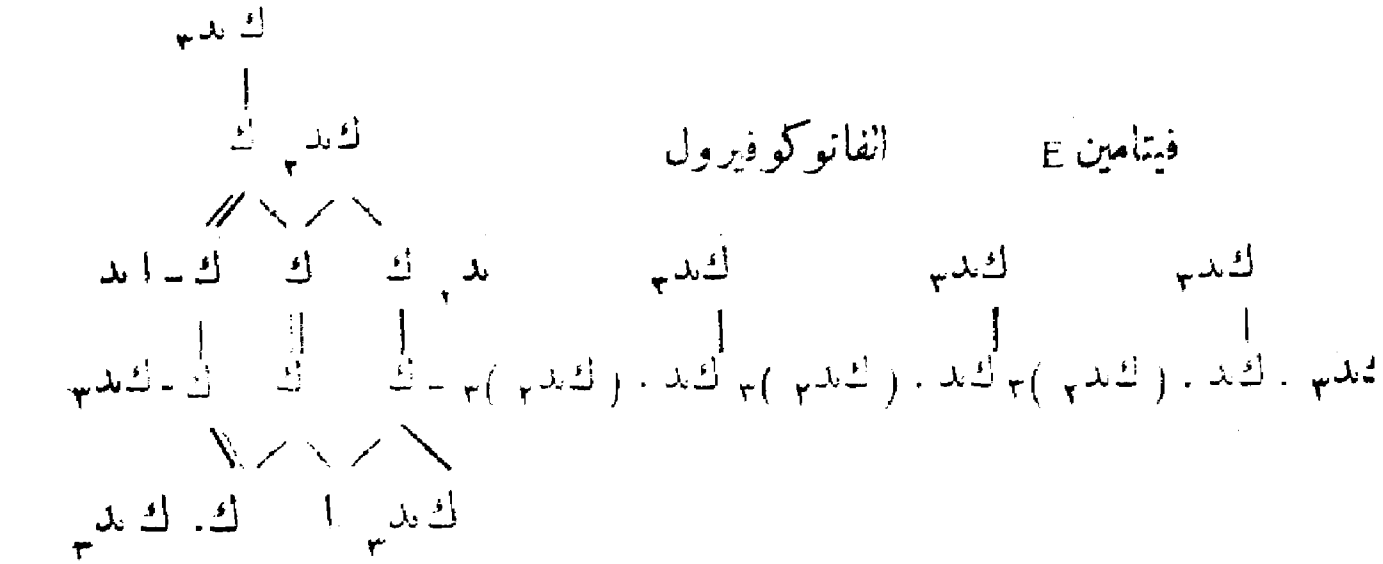


ويعتبر زيت كبد الاسماك اغنى مصدر لهذا الفيتامين ومن أنواعه زيت كبد الهاليبوت وزيت كبد الحوت ، كما يوجد الفيتامين بكمية كبيرة فى الزيت الموزع فى جسم الاسماك مثل سمك السالمون والرنجة ويوجد أيضا فى صفار البيض وفى الزبدة .

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 فى الطبيعة . أما الفيتامينات الثلاثة فهى ألفا توكوفيرول $ك_{٢٩}بد_{٥٠}ا_{٢}$ وبيتا توكوفيرول $ك_{٢٨}بد_{٤٨}ا_{٢}$ وجاما توكوفيرول $ك_{٢٨}بد_{٤٨}ا_{٢}$

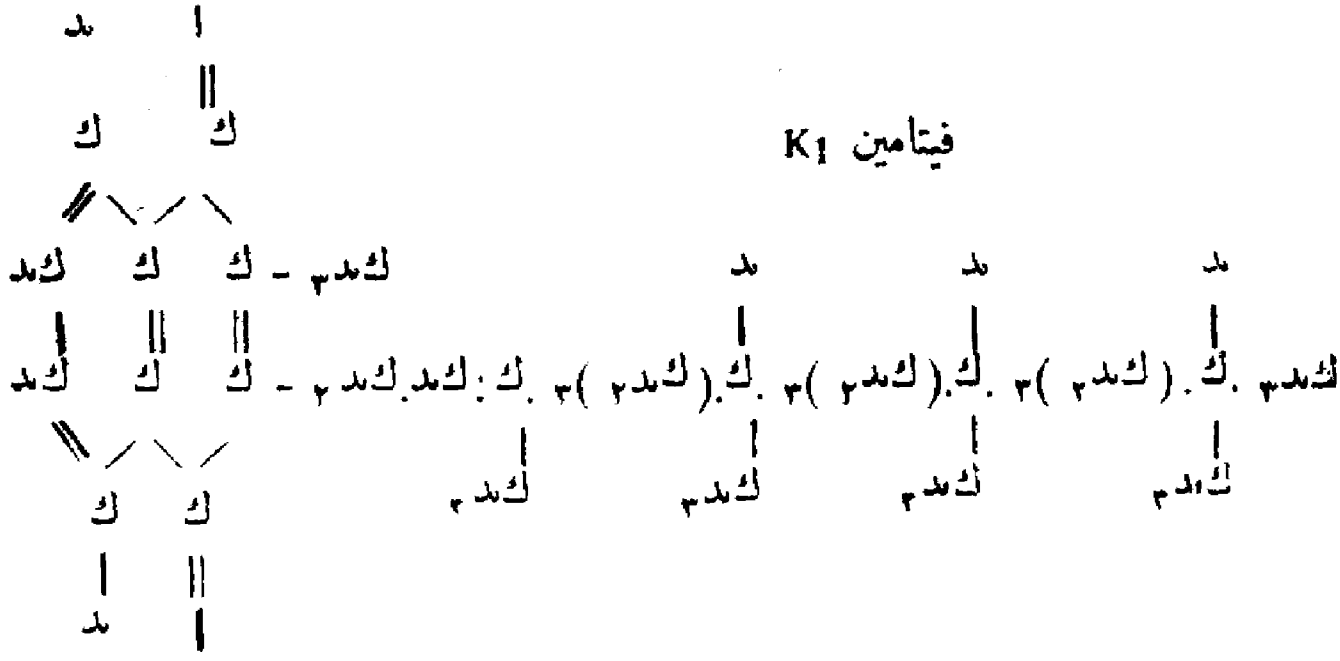


وتذوب هذه الفيتامينات فى مذيبات الدهون وهى عديمة الذوبان فى الماء وتتحمل الحرارة خصوصا فى غياب الاكسجين ، فيمكنها أن تتحمل التسخين حتى درجة ٢٠٠ م ، كما أنها لاتتأثر بالأحماض المعدنية حتى درجة ١٠٠ م . أما القلويات فانها لاتتلف فيتامينات هذه المجموعة إلا ببط شديد . وإن كان تأثيرها البيولوجى يتلف بالأكسدة. كما يتلفها التعرض للأشعة فوق البنفسجية وإن كانت تتحمل الضوء العادى .

ويعتبر زيت جنين القمح أغنى مصادر هذا الفيتامين . وكذلك تحتوى أجنة معظم البذور على نسبة كبيرة منه . وهو يوجد أيضا فى الفول السودانى وفى الأوراق الخضراء وفى الجرجير والسبانخ والخس كما يوجد فى صفار البيض وفى الزبدة .

مجموعة فيتامين K

أمكن فصل مركبين لفيتامين K من مصادر طبيعية يسمى أحداهما فيتامين K1 ورمزه $ك_{٣١}بد_{٤٦}ا_{٢}$ والثانى فيتامين K2 ورمزه $ك_{٤١}بد_{٥٦}ا_{٢}$ وهناك احتمال لوجود غيرهما .



فيتامين K_1

وهـذه الفيتامينات قابلة للذوبان فى الدهون وفى مذيباتها مثل الأثير وأثير البترول . وهى تتحمل الحرارة ولـكن القلويات والأحماض القوية تتلفها، وهى تتلف كذلك بفعل العوامل المؤكسدة وبالتعرض لضوء الشمس .

ويوجد فيتامين K_1 بحالة مركزة فى الأنسجة الخضراء للنبات كالسبانخ كما يوجد فى القرنبيط والـكرنب والطماطم وتعتبر بوادر الشوفان من أغنى مصادره . وهو يوجـد أيضا فى زيت فول الصويا والزيوت النباتية وفى كبد الخنزير . وتعتبر الحبوب والفواكه فقيرة فى هذا الفيتامين .

ويتـكون فيتامين K نتيجة لنشاط الأحياء الدقيقة وبخاصة تلك التى تعيش فى القناة الهضمية لـكثير من الحيوانات الراقية ، كما يوجد فى بقايا النباتات والحيوانات المتحللة وبخاصة الاسماك .

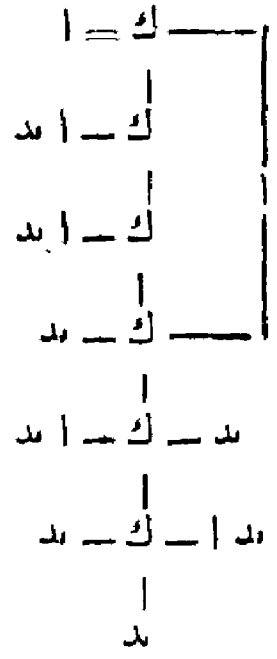
الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء

فيتامين C أو حمض الاسكوربيك Ascorbic acid ورمزه $ك_{٦}يد_{٨}ا_{٦}$.

وهو يوجد فى كل النباتات العليا بكميات محسوسـة وخصوصا فى

الأجزاء النامية وهو يوجد حرا على الدوام ، ولو انه يحتمل أن يوجد متحدا مع البروتين .

حمض الاسكوربيك

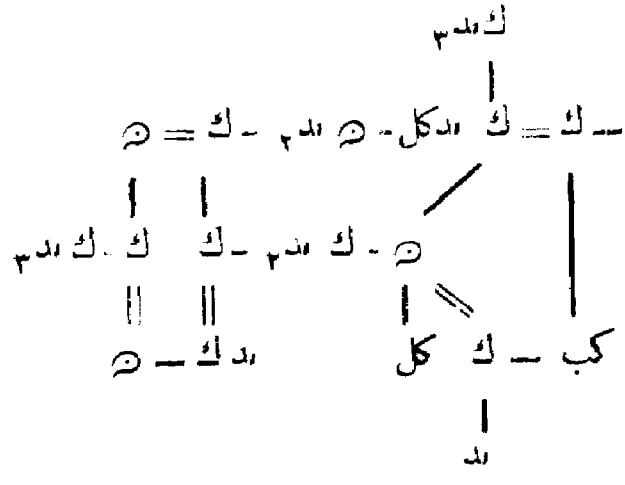


ويوجد هذا الفيتامين على صـــورة لاكتون ويعتبر حمض سكر Sugar acid وهو ذو مذاق حمضى ، سريع الذوبان فى الماء ، وهو سريع التأكسد إن وجد على حالة محلول . و يساعد على تأكسده تعرضه للهواء ووجود أثار من المعادن خصوصا النحاس والحديد والفضة . كما أن الضوء يعتبر من العوامل المساعدة فى اتلافه . وهو ثابت فى المحاليل الحمضية ولكنه يفقد صفاته البيولوجية فى المحاليل المتعادلة أو القلوية .

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

فيتامين P ويسمى أيضـــا اريودكتيول Eriodyctiol كما يسمى أحيانا سترين Citrin . وهـذا الفيتامين على ما يظهر مزيج من اثنين من الجلوكوسيدات هما صبغتى الهسبريدين Hesperidin والاريودكتين Eriodyctin وهو يوجد فى الأنسجة متحدا مع البروتين . ونظرا لأن هذه الصبغات توجد فى النبات وفى الفاكهة ، فإن أهم مصادر هذا الفيتامين نباتية . وهو قابل للذوبان فى المـاء .

فيتامين B_1 أو الثيـامين أو كلوريد أو أيدركلوريد الثيامين ورمزه ك$_{١٢}$ يد$_{١٧}$ ن$_٤$ كب كل . يد كل ويوجدهذا الفيتامين منتشرا فى المملكة النباتية . فمعظم الأوراق تحتوى على حوالى ٢٥ وحـــدة دولية منه فى كل ١٠٠ جم . ويزيد تركيزه فى البذور خصوصا فى الأغلفة النخالية وفى الجنين، فهو يوجد فى الردة وفى أغلفة الأرز كما يوجـد بنسب قليلة فى أنسجة الحيوان ، إلا أن هنـــاك بعض أجزاء تزيد نسبته فيها مثل القلب والكبد



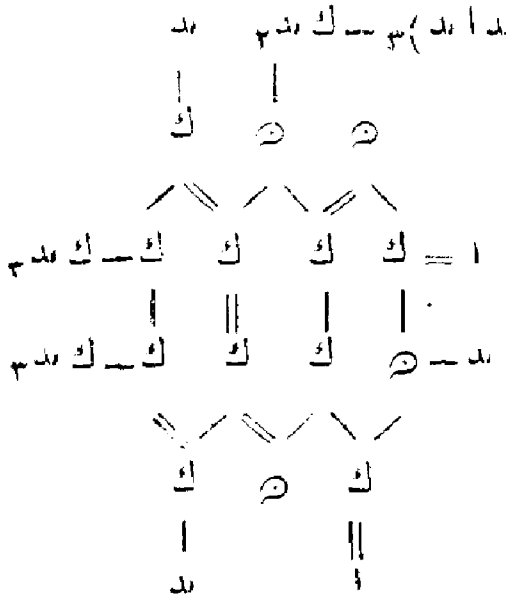
أيدروكلوريد الثيامين Thiamin Hydrochloride

والكلاوى والمخ الخ ... وتحتوى عضلات الخنزير على كمية من فيتامين B_1 حوالى ثمانية أضعاف كميتها فى عضلات العجول .

ويوجد هـــذا الفيتامين منفرداً كما يوجد متحدا فى معقد البروتين ويوجد كذلك متحدا مع البيروفوسفات أو الفسفوبروتينات .

وهو سريع الذوبان فى الماء كما يذوب فى الأحماض وفى الكحول المخفف . وهو يتحمل الحرارة بدرجة متوســـطة خصوصا فى المحاليل الحمضية . أما إذا كان التسخين فى درجة عالية ولمدة طويلة أو كانت البيئة قلوية أو متعادلة فإن الحرارة تؤدى إلى اتلافه . كذلك يتلف الفيتامين بالأكسدة أوالاختزال . واستعمال أملاح السلفيت أو ثانى أكسيد الكبريت فى حفظ الأغذية يؤدى إلى تلف جزء كبير من فيتامين B_1 فيها . وتعتبر خميرة البيرة أغنى مصدر لهذا الفيتامين ، وهو يوجد بكثرة فى جنين الحبوب وقشور الارز والنقل وفى لحم الخنزير وفى الخضر الخضراء والبقول الجافة كما يوجد فى الكبد والكلاوى وصفار البيض وفى الفواكه كالموز والتين والبلح والمانجو والبوسفى والبرتقال .

فيتامين B_2 أو الريبوفلافين ورمزه ك ١٧ يد ٢٠ ح ٤ ا ٦

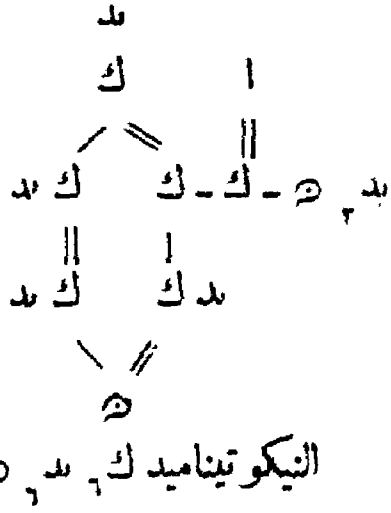


وكان يسمى فيما مضى بفيتامين G وهو عبارة عن صبغة قابلة للذوبان فى الماء وهو المادة التى تجعل لون شرش اللبن وبياض البيض شاحبا ، وهو يوجد فى معظم المواد النباتية والحيوانية إلا أن نسبته فى هذه المواد منخفضة جداً . وجزىء الريبوفلافين كما يدل عليه اسمه يتركب من جزىء سكر يتنوز (خماسى ذرات الكربون) هو الريبوز Ribose متحدا مع الفلافين Flavine

وهذا الفيتامين يتحمل الحرارة وتأثير الأحماض والعوامل المؤكسدة إلا أن القلويات والتعرض للضوء تعمل على إتلافه . وعلى الرغم من أن هذا الفيتامين قابل للذوبان فى الماء إلا أنه لا يفقد منه كمية كبيرة فى ماء الطبخ وقد لا تزيد الكمية المفقودة عن قدر يتراوح بين ١٠ و ٢٠ ٪ وربما كان ذلك راجعا إلى أن أغلبه فى صورة متحدة مع البروتينات .

ويتكون الريبوفلافين أكثر ما يتكون فى الأوراق الخضراء للنباتات النامية . ولذلك كانت الخضر الورقية مصدراً جيداً لهذا الفيتامين ، وكذلك تعتبر الخميرة من مصـــادره الغنية . وفى اللحوم يحتوى الكبد على أعلى نسبة وتليه الكلى ثم لحم العضـــلات . ويحتوى اللبن والبيض على كميات متوسطة منه .

حمض النيكوتينيك أو النيكوتيناميد Nicotinic acid or Nicotinamide

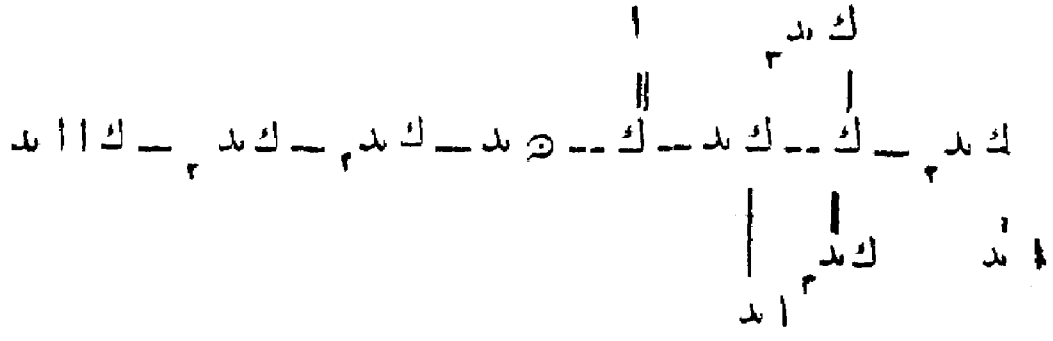


ويسمى أيضا بفيتامين . P.P. كما يسمى باسم النياسين Niacin الذى يجمع بين حرفين من كل كلمة من اسمه مع الحرفين الأخيرين من كلمة فيتامين . ويبدو أن الحمض لا يوجد حرا فى الكائن الحى . ولكنه يوجد فى الأنسجة على حالة أميد Amid ، وفى مقدور الجسم الاستفادة من الحمض نفسه ، ولو أن له بعض تأثيرات سامة . وتحتوى الأغذية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

ويذوب الفيتامين فى الكحول المخفف وفى الماء ، وهو يتحمل جدا الحراره والضوء والأحماض والقلويات والعوامل المؤكسدة الى حد كبير ، فهو فى الواقع أكثر الفيتامينات مقاومة للتأثيرات الكيماوية .

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

حمض البنتوثنيك Pantothenic acid وهو مركب شبه ببتيدى رمزة كالآتى

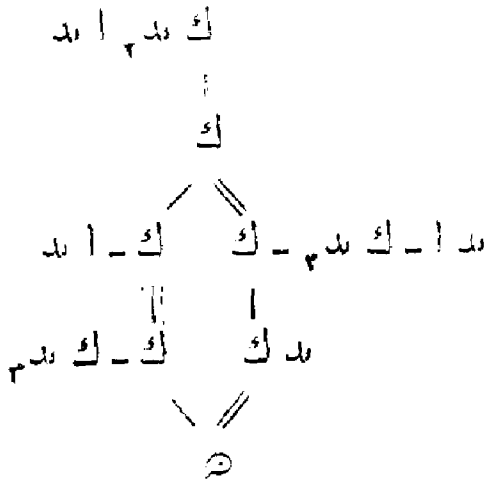


ويوجد هذا الحمض فى جميع أنواع الأنسجة الحيوانية كما يوجد بصفة دائمة فى البروتوبلازم وفى الأنسجة الحيوانية (وربما فى الأنسجة النباتية أيضا) .

ويكون وجود هذا الحمض حرا بنسبة قليلة جدا ولكنه يكون فى معظمه متحدا مع المادة البروتينية . وهو قابل للذوبان بسرعة فى الماء . ونظرا للرابطة الأميدية فإن هـــذا الحمض ينحل مائيا بتسخينه فى محلول حمضى أو قلوى مما يؤدى إلى اتلافه تماما . أما فى المحاليل المتعادلة فإن الحرارة لاتتلفه وإن سخن إلى درجة ١١٠° م لمدة طويلة .

وتعتبر الخميرة والكبد وصفار البيض وقشور الأرز مصادر غنية جدا فى هـــذا الفيتامين ، كما أن منتجات اللبن والحبوب الكاملة ولحم العضلات والخضر الورقية والقرنبيط والبطاطا تعتبر مصادر جيدة . بينما تعتبر الفواكه وبياض البيض فقيرة فيه .

فيتامين B_6 أو اليريدوكسين Pyridoxine : ورمزه الكيمائى $ك_{٨}يد_{١١}ن_{١}ا_{٣}$

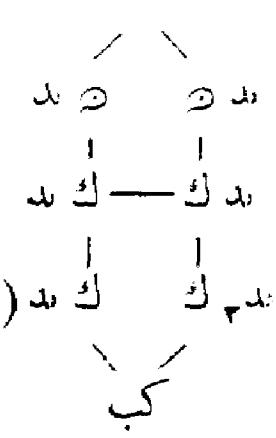


وهـذا الفيتامين موزع فى المملكة النباتية والحيوانية . وتحتوى الخميرة وكذا الكبد على نسب عالية منه ، وهو يوجد حرا فى أنسجة النبـــات والحيوان بنســـبة قليلة ، بينما يكون قدر منه يتراوح بين ٦٠ و ٨٠ ٪ متحدا مع البروتين أو النشا .

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 لهـــذا الفيتامين هو الخميرة . وهو يوجد بكثرة فى الردة وفى أجنة الحبوب كما يوجد فى اللبن وفى الخضر الورقية وفى الكبد .

فيتامين H أو البيوتين Biotin ورمزه ك$_{١٠}$ يد$_{١٦}$ ا$_{٢}$ ن$_{٢}$ كب

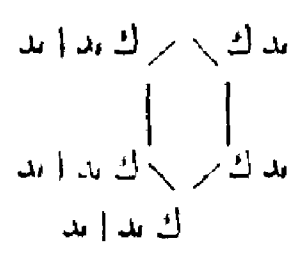


وهو يوجد بكميات قليلة جدا فى كل الحيوانات الراقية ويبدو أنه يوجد فى النبات بنسبة أعلى . كما يوجد حرا فى الفواكه وفى الحشائش ، أما فى الحبوب والخضر فيكون جزء منه حر والجزء الآخر فى صورة متحدة كما هو الحال فى الخميرة وفى أنسجة الحيوان مثل الكبد.

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

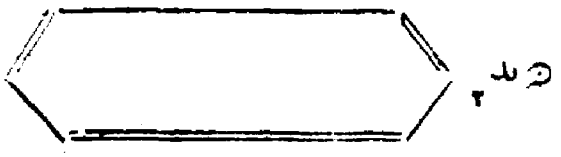
أينوسيتول Inositol ورمزه ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ (ا يد)$_{٦}$

وهو غالبا يوجد فى أنسجة الحيوان فى صورة متحدة مع البروتين ولو أن القليل منه قد يوجد على حالة منفردة ، أما فى النبات فإنه يوجد على صورة هكسافوسفات تسمى باسم حمض الفيتيك Phytic acid



وهو يوجد فى الغلال وفى أوراق النباتات كما يوجد فى الموالح .

بارا امينو حمض البنزويك Para Aminobenzoic acid ورمزه ك٧ يد٧ ا٢ ن



يوجد موزعا فى النبات والحيوان ويؤدى نقصه إلى ابيضاض فراء الفار الأســـود كما يؤدى إلى تأخر النمو وهو يوجد فى خميرة البيرة

الكولين Choline ورمزه : يد٣ك ⟩ ن - ك يد٢ - ك يد٢ ا يد ، يد٣ك ، يد٣ك ، يد

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

حمض الفوليك Folic acid

وهو يعرف باسم حمض التيرويلجلوتاميك Pteroylglutamic ويوجـــد منتشرا فى الطبيعة خصوصا فى النباتات الورقية وكذلك فى الكبد . ونظرا لوجوده بوفرة فى الأوراق الخضراء فقد اشتق اسمه من كلمة Folium أى ورقة خضراء

فيتامين B.12

وقد أمكن فصله سنة ١٩٤٨ فى صورة بللورات نقية فوجد انه يحتوى على الكوبلت والفسفور والنتروجين إلا أنه خال من الكبريت . ويمتاز هذا الفيتامين بتحمله للحرارة العالية وان كانت تحت ضغط عال نسبياً

٩ — الطعم والرائحة والنكهة

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

الطعم

والطعم أو المذاق هو ما يحسه اللسان نتيجة حاسة الذوق بوصول المادة إلى أزرار أو حلمات التذوق فيه ، ولذلك كان من المحتم أن تكون هذه المادة على حالة محلول أو أن تكون قابلة للذوبان فى 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 وهى: الطعم الحلو والطعم المر والطعم الملحى والطعم الحامض ، تسمى هذه احيانا بأنواع الطعم الاولية أو البسيطة . فيكون الاحساس بالمذاق الحلو فى أغلبه على طرف اللسان، بينما يكون الاحساس بالمذاق المر فى مؤخرته. أما المذاق الملحى فيحس به على الطرف والجانبين . وكذلك المذاق الحامض يحس به على جانبى اللسان . ويعتبر دايسن Dyson الحراقة مذاقا مستقلا لانها تنبه فى اللسان وفى الغشاء المخاطى للفم أزرارا أو حلمات حساسة خاصـــة ، والمذاقات الحامضية أو الملحية تنسب إلى تأثير أيونات المواد التى تحدث هذه الاحساسات ، أما المذاقات الحلوة والمرة فإن المواد نفسها هى التى تحدثها وتكون هذه المواد بصفة عامة غير متأينة .

حفظ الأغـــذية

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

ولا شك أن صيانة المادة الغذائية من الفساد ما هو إلا منع عوامل الطبيعة من الاستمرار فى دورتها العادية . فالطبيعة تسعى إلى تحلل النبات أو الحيوان بعد موته فتحيل المواد العضوية مواد بسيطة يمكن للنبات والحيوان الانتفاع بهـا 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 ، ولهـــذا السبب أوجدت الطبيعة سبيلا لانحلال كل جزئ عضوى قام الكائن الحى ببنائه فى 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 التى شغلت الإنسان لأجيال متتالية ، وقد عنى الإنســان منذ بدء الخليقة بالتفكير فى وسائل لحفظ غذائه .

و قد 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 التغييرات التى كانت تعتبر فى زمانهم طبيعيـة ومرغوبة أصبحت تعد فى عصرنا الحـالى فسادا ، فاللبن الطازج كان فى وقت ما لا يعتبر غـذاء صالحا إلا إذا حمض وتخثر ، أما فى عصرنا الحاضر فإن ازدياد الحموضة فى اللبن الطازج وميله للتخثر يعتبر نوعا من أنواع الفساد ولما كانت الموارد الغـــذائية فى العالم محدودة فقد أصبحنا نعنى بأن نحيط المادة الغـــذائية بكافة انواع الوقاية ،

وأن نعتبر أى ضرر يلحق بها فيجعلها غير مرغوبة فسادا وإن كان من فعل الطيور والحشرات أو الفيران ، إذ قد يؤدى هذا الضرر إلى تلوث المادة الغذائية بالافرازات والفضلات ويعرضها لتأثير الأحياء الدقيقة ولتغيرات دائمة فى مظهرها وتركيبها الكيمائى . 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 ينبغى أن يشمل أى تغيير يطرأ عليها فيجعلها غير مقبولة أو مستساغة ، ولذلك فإن ما يعتبر فسادا فى 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 وكيمائية وبيولوجية تتعاون بعضها أو كلها فى إحداث تغيرات عديدة فى مكونات المادة الغذائية وفى تركيبها الكيمائى ، وهذه كثيرا ما يصحبها تغييرات فى الطعم أو النكهة أو اللون أو الرائحة أو القوام .

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

ولكى يمكننا التعرف على طبيعة التغيرات العديدة التى تطرأ على المواد الغذائية وفهم الوسائل الكفيلة بمنعها لابد من دراسة تفصيلية لتركيب المادة الغذائية .

١ ـ المـــاء

يكون الماء الجزء الأكبر من تركيب الانسجة النباتية والحيوانية ، وهو ضرورى لحياة بروتوبلازم الخلية، ويوجد الماء فى 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

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

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 السطحى والضغط الإسموزى والتأين والانحلال المائى . . الخ .

٢ ـ الكربوايدرات

تعتبر المملكة النباتية أغنى مصدر للكربوايدرات فى الطبيعة . وهذه المركبات ، كما سبق القول، تتكون فى النبات نتيجة لعمليات التمثيل الكلوروفيلى فى الأوراق الخضراء للنبات، إذ يتحد ثانى اكسيد الكربون الموجود فى الهواء مع الماء الممتص من التربة، وبتأثير طاقة الشمس تتكون المواد الكربوايدراتية. والمادة الجافة للنبات (فيما عدا البذور الزيتية) تحتوى على مقدار من الكربوايدرات يتراوح بين ٦٠٪ و ٩٠٪ . وتتركب الكربوايدرات من عناصر رئيسية هى الكربون والايدروجين والاكسجين . ويوجد الايدروجين والاكسجين عادة فى الكربوايدرات بنفس نسبة وجودهما فى 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 إنحلالها مائيا . والكربوايدرات فى الطبيعة كما توجد فى المواد الغذائية تقسم كالآتى :

١ . أحاديات السكر Monosaccharides أو السكريات البسيطة

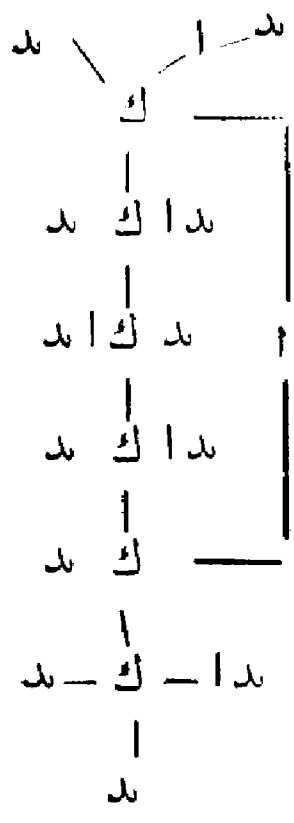
وتندرج جميع السكريات البسيطة تحت هذا القسم ، وهى مواد لا يمكن إنحلالها مائيا إلى مركبات أبسط تركيبا. وهى تقسم تبعا لعدد ذرات الكربون فى الجزىء ، فاذا احتوى الجزىء على ذرتين من الكربون يسمى ديوز Diose وإذا إحتوى على ثلاث ذرات من الكربون يسمى تريوز Triose وإذا إحتوى على أربع ذرات يسمى تتروز Tetrose وهكذا .

والجزىء فى جميع السكريات البسيطة يحتوى على عدد من المجموعات لكحولية تكون متصلة بمجموعة الدهيدية أو بمجوعة كيتونية ، ويسمى

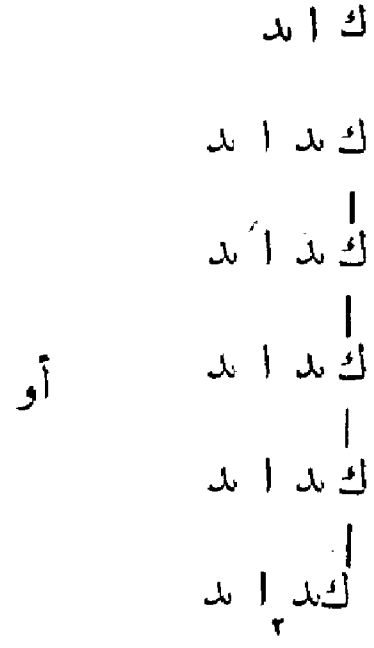
السكر فى الحالة الأولى الدوز Aldose وفى الحالة الثانية كيتوز Ketose. ولا يوجد سكر الديوز فى الطبيعة ، أما سكر التريوز فيتكون بوصفه مركبا وسطياهاما أثناء عملية تمثيل الكربوايدرات فى الحيوانات وفى الأحياء الدقيقة . وتوجد البنتوزات Pentoses والهكسوزات Hexoses بكثرة فى المواد الحيوانية والنباتية ، إلا أن الأولى منها توجد عادة فى المواد النباتية على صورة اندريدات تسمى بالبنتوزانات Pentosans ومن امثلتها الزيلان وهو يوجد فى الخشب والقش والأوراق والبذور والمواد الصمغية الخ .

وتعتبر الهكسوزات أو السكريات سداسية ذرات الكربون ك ٦ يد ١٢ ا ٦ أهم السكريات البسيطة وأكثرها وجودا فى المواد الغذائية . وتشمل هذه المجموعة الألدوزات والكيتوزات . ومن أمثلة الألدوزات الجلوكوز والجلاكتوز والمانوز ، أما الكيتوزات فيمثلها فى هذه المجموعة الفركتوز ، ويرمز لسكر الدكستروز (ك ٦ يد ١٢ ا ٦) كالآتى :

[ك يد ٢ ا يد (ك يد ا يد) ٤ ك ا يد]



أو



الطعم والحلو Sweet taste

هو فى المواد الغذائية ينسب عادة إلى مركبات عضوية عديدة الايدروكسيل مثل السكريات ، ولو أن هناك بعض مواد حلوة المذاق لا تنتسب إلى السكريات مثل السكارين والدولسين وغيرها من المركبات الكيمائية الصناعية ذات المذاق الحلو ، ويدخل السكر الطبيعى فى تركيب الكثير من المواد الغذائية ، وهو يوجد فى الفواكه والخضر والبذور والجذور الدرنية ... الخ ، كما يوجد فى قصب السكر والبنجر على حالة سكر ثنائى بينما تحتوى الفاكهة على نسب من الجلوكوز والفركتوز تكسبها الطعم الحلو الظاهر . وينسب الطعم الحلو فى اللبن إلى سكر اللاكتوز ، كما أن بعض الجلوكوسيدات مثل جلوكوز العرقسوس وهو الجلسريزين يكسبه طعما حلوا . وطعم البصل والثوم فى الحقيقة حلو ولو أن مركباتهما العطرية تخفى هذا الطعم .

جدول — ١٢ — للمواد المختلفة بمقارنتها بالسكروز

المادة	درجة الحلاوة	المادة	درجة الحلاوة
سكروز	١٠٠	دكستروز (لا مائى)	٧٤
سكر محلول	٩٣	دكستروز (مائى)	٦٧
عسل نحل	٧٠-٨٠	لاكتوز	١٦
فركتوز	١١٠	مالتوز	١٦
جلسريزين	٦٠	سكارين معيارى	٥٥٠٠٠٠
عرقسوس	١٢	سكارين ذائب	٤٥٠٠٠٠
دولسين	٢٠٠٠٠٠		

الطعم المر Bitter taste

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

الطعم الملحى Salty taste

ينسب الطعم الملحى إلى بعض المركبات غير العضوية مثل كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والمغنسيوم والأمونيوم وكذلك بعض البروميدات واليوديات والسلفات والنترات وجميعها ذات طعم ملحى ينسب إلى الأنيونات ، وأشدها طعما الكلوريدات وأضعفها البروميدات واليوديدات على التوالى ، ولايدروكلوريدات بعض الأمينات مثل الميثايل أمين وثنائى ايثايل أمين Di ethyl amine طعم ملحى .

والاحساس بالملوحة يقل بارتفاع درجة الحرارة . ومن مميزات كلوريدات الصوديوم انها تضعف الطعم الحامض الظاهر للاحماض وهذا التأثير معروف على الأخص مع أحماض الطرطريك واللكتيك 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 فى 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 هى pH ٣,٤—٣,٥ ، بينما تكون النهاية الصغرى لرقم pH الذى يمكن عنده الاحساس بالطعم الحامضى للاحماض الضعيفة مثل الخليك والليكتيك والستريك والبيوتريك هى pH ٣,٧ — ٣,٩ . وإذا ماأجرى تعديل محاليل هذه الأحماض إلى رقم pH ٣,٩ ، فإن هذه المحاليل تعطى مذاقا حامضيا أكثر شدة من الحمض النقى عل نفس الـ pH ، وعلاوة على ذلك فإن طعمها الحامضى يستمر مدة أطول ، وهذا يرجع إلى تأثيرات الانيونات فى زيادة الحموضة ، فالأملاح الحمضية ، واللاكتونات والفينولات تكسب المادة طعما حامضيا ، ويكون الإدراك الحسى للطعم الحامضى أقل على درجات الحرارة العالية ، فالشاى 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 :

ا — 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 .

حـ — الطعم المتصل After Taste : وربما كان هـــذا الطعم نتيجة استمرار تنبيه أزرار أو حلمات المذاق بسبب صعوبة إزالة المادة من مسام المذاق بواسطه اللعاب أو الماء.

الرائحة

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

ذلك فى قوتها نسبياً بزيادة الوزن الجزيئى ، فمثلا كحول ايزو الامايل تكون قوة رائحته حوالى ١٠٠٠٠٠ مرة قدر قوة رائحة كحول الايثايل ، بينما يكاد كحول السيتايل يكون عديم الرائحة .

جدول ـ١٣ـ النهاية الصغرى للكمية من المواد المكسبة للرائحة التى يمكن تمييزها

المـــادة		أجزاء فى المليون	بالجرامات فى اللتر
خلات ايزو الامايل	Isoamyle acetate	٧	٠٠٣٩
خلات الايثايل	Ethyl acetate	١٩٠	٠٦٨٦
حمض البيوتيريك	Butyric acid	٢٠٤	٠٠٠٩
حمض الايزوفاليريك	Isovaleric acid	٧	٠٠٢٩
ايزو فاليرات ايزو الامايل	Isoamyle isovalerate	١٠٧	٠٠١٢
ساليسيلات الميثايل	Methyl salicylate	١٦٠١	١
زيت النعناع	Oil of peppermint		٠٠٢٤

النكهة Flavour

إن كلمة (نكهة) كلمة شائعة الاستعمال ، إلا أنه كثيرا ما يخطىء فى 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 التى تنبه الأعصاب الخاصة بالاحساسات الشائعة ، خصوصا إحساس الألم والاحساس بفرق الحرارة واحساسات العضل ، فالطعم الدهنى اللين للزيت مثلا يرجع فى الواقع إلى الاحساس بملمسه الخاص ، كما ان التعومة الخاصة بالمثلجات القشدية (الآيس كريم Ice cream) هى احساسات يمكن الشعور بها ، وكذلك يعتبر الأثر الذى يحدثه ثانى اكسيد

الكربون الموجود فى المياه الغازية (الغازوزة) التى نشربها نوعا آخر من حاسة اللمس، والاحساس الحارق الذى ينتج عن الزنجبيل والفلفل يحدث عن تنبيه خلايا الحس العادية للفم واللسان بالإضافة إلى المذاق الحقيقى المميز لها، والتأثير الحسى المبرد للمنتول ينسب إلى تأثر قابلات الاحساس التى تشعر بالبرودة ، ونكهة شراب الليمون (الليموناده) أو شراب البرتقال (الاورانجياد) تنتج من الطعم الحلو للسكر والطعم الحمضى لحمض الستريك ودرجة الحرارة المنخفضة ورائحة المواد ، 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 فى حواس المذاق .

٢ — رائحة أو احساس شمى Olfactory sensation

٣ — شعور أو إحساس 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 يوحى بأن شذى Aroma مميز ، وللتدليل على أهمية التمييز بين الطعم والرائحة والنكهة تأخذ مثلا فاليرات البنزايل Benzyl Valerate ، فإن لها طعما حلوا ورائحة شبيهة بالورد ولكن نكهتها كنكهة التفاح .

تقسيم مواد اكساب النكهة

من الصعب عند وضع أى تقسيم للمواد المكسبة للنكهة أن نتبع طريقة بسيطة فى تقسيم مركباتها ، ولو أن الطريقة الشائعة فى تقسيمها هى وضع قائمة أبجدية لها ؛ إلا أننا نفضل تقسيمها إلى مجموعات كيمائية عضوية حتى يتيسر تفسير ماقد تطرأ عليها من تغيرات ، وعلى ذلك فيمكن تقسيمها إلى :

١ — أحماض اللكتيك والبيوتريك والخليك ... الخ
٢ — كحولات مثل الليناليون والجيرانيول والسترونيللول والتربينول ... الخ
٣ — استرات مثل ساليسيلات الميثايل واسيتات التربينايل ... الخ
٤ — الدهيدات مثل البترالدهايد والفانلين والسترال والسيترونيللال ... الخ
٥ — كيتونات مثل الكارفون والبوليجون والفنشون ... الخ
٦ — أثيرات مثل الأنيثول والسافرول ... الخ
٧ — ايدروكربونات مثل الليمونين والديبنتين ... الخ
٨ — أندريدات
٩ — لاكتونات
١٠ — تربينات
١١ — مركبتانات
١٢ — أكسيدات وبيروكسيدات

وهذه المركبات قد تكون اليفاتية أوعضوية كما أنها قد تكون مشبعة أو غير مشبعة ، وجميع مواد النكهة الموجودة طبيعيا لا توجد

على حالة بسيطة بل على حالة مخاليط معقـــدة ، وكثيرا ما تسودها نكهة أحـــد المركبات كما يحدث فى حالة الفانللين فى مستخلص الفانيليا ، ولو أن لوجود المركبات الأخرى أثر معدل فى 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 ، وهى ليست جليسيريدات كما فى الزيوت والدهون المعروفة بل هى عبارة عن ايدروكربونات أو أثيرات أو استرات أو الدهيدات ... الخ . وتكون الزيوت العطرية فى العادة عبارة عن مزيجات معقدة تحتوى على كميات محسوسة من واحد أو أكثر من المركبات السابقة مع آثار من مركبات أخرى تكون فى بعض الحالات من القوة والأهمية بحيث تكسب الزيت العطرى الرائحة السائدة . فمثلا فى الموالح يكون ٩٠٪ من محتويات زيوتها العطرية مركبات ايدروكربونية عديمة الرائحة نسبيا وهى التربينات Terpense التى تكون أقل ثباتا من باقى الزيت ، وهى سريعة التأكسد بتعرضها للجو وتعطى طعما غير مرغوب ، ولو أنها فى حالتها الطبيعية تشترك مع غيرها من المركبات فى اكساب الطعم الطبيعى .

توجد زيوت الليمون والبرتقال والجريب فروت فى خلايا القشرة، ويقدر ما تحتويه من هـــذا الزيت بحوالى ١٪ . وهنـاك 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 ،أماالفجل الحارHorse raddishفيحتوى على ايزوثيوسيانات البيوتينايل .

وجذور عائلةالجزر وتشملالشمر والكرفس وغيره تكون ذاتطعم 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 الدهيد الالايل وربما مع بعضايزوثيوسيانات الالايل التى يفقد جزء كبير منها عند الطبخ ، أما النكهة المميزة للثوم فتحتوى على ثانى كبريتور الايل البروبيل وثانى كبريتور ثنائى الالايل .

وجذور العرقسوس غنية فى الجلوكوسيد الحلو المذاق «جليسيريزين» الذى يكون لاذعا نوعا مع بعض المرارة .

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

وتحتوى بعضالأوراق 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 والشمر وأوراقالكرفس علىالزيوت العطرية الموجودة فيها . وكذلك تحتوى البراعمالزهرية والزهور علىنكهات 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 زيته العطرى المستخرج من البتلات

فى صناعة العطور كما يستخدم فى تحضير ماء الورد بالتقطير .

أما الفواكه فتكاد تكون كلها حلوة المذاق ، والكثير منها يكون حامضى الطعم أيضاً لاحتوائه على أحماض عضوية كالماليك والستريك والطرطريك ، وقد يحتوى البعض منها على حمض التانيك اللاذع ، وقد تكون الفاكهة خصوصا قبل اكتمال نضجها ذات طعم قابض لاحتوائها على التانين بنسبة عالية . وتوجد الزيوت العطرية فى الطبقة الملونة من قشرة الموالح مما يكسبها النكهة الطيارة المميزة لها . وفى الكثير من الفواكه تتركز النكهة فى الطبقة التى تلى القشرة مباشرة ، وتنسب النكهة فى الفواكه بصفة عامة الى الزيوت العطرية وهى شديدة الحساسية سريعة التلف .

وفى معظم البذور مثل الثوابل وجوزة الطيب والكراوية وبذور الكرفس والكزبرة والفانيليا واليانسون والفلفل والخردل تعتمد نكهتها على الزيوت العطرية التى تحتوى عليها .

وعادة تكون النكهة الطبيعية لحبوب البن والفول السودانى ضعيفة ، وتكتسب نكهتها المميزة عند التحميص أما نكهة اللحم فينقصنا الكثير من المعلومات عنها وهى على أى حال تعتمد على مواد أخرى بالاضافة إلى الجلوتومات . وبعض النكهة ، فيما يظهر ، تنسب إلى أحماض عضوية طيارة ، كما أن البعض منها ينسب إلى مواد نتروجينية . ومن المعروف أن لحوم الحيوانات الكبيرة عند استخدامها فى تحضير الحساء تعطى زيادة من النكهة . ويعتقد أن طبخ اللحم المحتوى على الدهن يساعد على زيادة النكهة .

وعلى الرغم من أن النكهة فى الأسماك أقوى منها فى اللحوم إلا انها بصفة عامة تعتبر ضعيفة فى الحالة الطازجة ولكنها تزيد شدة إن أهمل تخزينها فتصبح ذات رائحة « سمكة Fishy » نتيجة لانفراد أمين الميثايل ، وفى الاطوار الاخيرة من فسادها تعطى رائحة كريهة تنسب إلى انطلاق مركبات كبريتية طيارة .

جدول ١٤ — أهم الزيوت العطرية التى توجد فى المواد الغذائية

نوع الزيت	وصف الرائحة	الطعم المميز	محتوياته الهامة
الثوم	حريف كبريتى	لاذع	ثانى كبريتور ثنائى الالايل . مركبات كبريتية اخرى .
الكرات	حريف كبريتى	لاذع	كبريتور الفينايل ، مركبات الدهيد
البصل	حريف ومسيل للدموع	لاذع	مركبات كبريتية ، والدهيد الالايل
الزنجبيل	حريف وله رائحة التوابل وشذى خاص	حارق	ونجرون ، سترال ، بورينول
الفلفل	حريف	حارق	تربينات كافور
حشيشة الدينار	اثيرية ذات شذى خاص ولها رائحة التوابل		كاريوفللين ، ميرسين ، استرات احماض
جوزة الطيب	ليمونية تربينية	مرة	تربينات ، كحولات تربينية ، اوجينول ، ايزواوجينول استرات . الدهيدات
القرفة (القلف)	قرفة	حلوة	٨٥ ٪ الدهيد السناميد
الخردل	حريف مسيل للدموع	لاذع	يحتوى رئيسيا على ايزوثيوسيانات الالايل
الجرجير	حريف له رائحة الخردل	لاذع	يحتوى رئيسيا على ايزوثيوسيانات فينيل الاثيلين
الورد	له شذى زهرى		جيرانيول سترونيلال ، اوجينول كحول فينيل ايثايل
اللوز المر	نوى الخوخ		بنزالدهيد . حمض بروسيك ، فنريل
التفاح (القشر)	شذى التفاح		اسيتايلدهيد ، استرات الامايل
الخوخ (القشر)	شذى الخوخ		استيالدهيد ، استرات الميثايل ، لينالول الدهيد
البرجموت	خفيفة ذات شذى استرية ليمونية		خلات الليناليل
الليمون البنزهير (قشر)	ليمونية		سترات ، واربعة الدهيدات أخرى ، وديبنتين
ليمون اضاليا	ليمونية		٤ - ٥ ٪ سترال (٩٠ ديبنتين)
البرتقال	برتقالية		استرات الليناليل ، تربينول ، الدهيد (٩٥ ٪ ديبنتين)
يوسفندى	برتقالية		١ ٪ . مثيل انثرانيلات الميثايل ، الدهيدات ، استرات ٩٥ ٪ . ديبنتين

تابع جدول ١٤

نوع الزيت	وصف الرائحة	الطعم المميز	محتوياته الهامة
اجريب فروت	عطرية		٣ - ٥ ٪ سترال ، لينالول، استرات (٩٠ ديبنتين)
القرنفل	ذو شذى - رائحة توابل - حريف	يحدث خدراً (تنميلا)	حوالى ٨٥ ٪ أوجينول
الكريز	رائحة اللوزه		لينالول
الكمون	رائحة التوابل		٣٠ - ٤٠ ٪ الدهايد ، الكيومينيك
الكرفس (بذره)	كرفسية		لاكتون ، ديبنتين
البقدونس	بين جوز الطيب والكرفس		ابيول
الكراوية	كراوية		٥٠ ٪ كرفون ، ديبنتين
الينسون	رائحة العرقسوس	حلو	٨٠ - ٩٠ ٪ انيثول ، الدهيدات
الشبت	مثل الكراوية		كارفون ، ديبنتين ، ابيول الشبت
الشمر	مثل الينسون		٨٠ - ٩٠ ٪ انيثول ، فنشون
الياسمين	له شذى ليموني		خلات البنزايل ، خلات الليناليل اندول ، كحول البنزايل الخ
الزعتر	عشبي رائحة التوابل		٥٠ - ٧٠ كارفاكرول
النعناع	حريف مبرد نعناعي		منثول ، منثون ، استرات

الطعم والحلو Sweet taste

هو فى المواد الغذائية ينسب عادة إلى مركبات عضوية عديدة الايدروكسيل مثل السكريات ، ولو أن هناك بعض مواد حلوة المذاق لا تنتسب إلى السكريات مثل السكارين والدولسين وغيرها من المركبات الكيمائية الصناعية ذات المذاق الحلو ، ويدخل السكر الطبيعى فى تركيب الكثير من المواد الغذائية ، وهو يوجد فى الفواكه والخضر والبذور والجذور الدرنية ... الخ ، كما يوجد فى قصب السكر والبنجر على حالة سكر ثنائى بينما تحتوى الفاكهة على نسب من الجلوكوز والفركتوز تكسبها الطعم الحلو الظاهر . وينسب الطعم الحلو فى اللبن إلى سكر اللاكتوز ، كما أن بعض الجلوكوسيدات مثل جلوكوز العرقسوس وهو الجلسريزين يكسبه طعما حلوا . وطعم البصل والثوم فى الحقيقة حلو ولو أن مركباتهما العطرية تخفى هذا الطعم .

جدول — ١٢ — للمواد المختلفة بمقارنتها بالسكروز

المادة	درجة الحلاوة	المادة	درجة الحلاوة
سكروز	١٠٠	دكستروز (لا مائى)	٧٤
سكر محلول	٩٣	دكستروز (مائى)	٦٧
عسل نحل	٧٠-٨٠	لاكتوز	١٦
فركتوز	١١٠	مالتوز	١٦
جلسريزين	٦٠	سكارين معيارى	٥٥٠٠٠٠
عرقسوس	١٢	سكارين ذائب	٤٥٠٠٠٠
دولسين	٢٠٠٠٠٠		

الطعم المر Bitter taste

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

الطعم الملحى Salty taste

ينسب الطعم الملحى إلى بعض المركبات غير العضوية مثل كلوريدات الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والمغنسيوم والأمونيوم وكذلك بعض البروميدات واليوديات والسلفات والنترات وجميعها ذات طعم ملحى ينسب إلى الأنيونات ، وأشدها طعما الكلوريدات وأضعفها البروميدات واليوديدات على التوالى ، ولايدروكلوريدات بعض الأمينات مثل الميثايل أمين وثنائى ايثايل أمين Di ethyl amine طعم ملحى .

والاحساس بالملوحة يقل بارتفاع درجة الحرارة . ومن مميزات كلوريدات الصوديوم انها تضعف الطعم الحامض الظاهر للاحماض وهذا التأثير معروف على الأخص مع أحماض الطرطريك واللكتيك 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 فى 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 هى pH ٣,٤—٣,٥ ، بينما تكون النهاية الصغرى لرقم pH الذى يمكن عنده الاحساس بالطعم الحامضى للاحماض الضعيفة مثل الخليك والليكتيك والستريك والبيوتريك هى pH ٣,٧ — ٣,٩ . وإذا ماأجرى تعديل محاليل هذه الأحماض إلى رقم pH ٣,٩ ، فإن هذه المحاليل تعطى مذاقا حامضيا أكثر شدة من الحمض النقى عل نفس الـ pH ، وعلاوة على ذلك فإن طعمها الحامضى يستمر مدة أطول ، وهذا يرجع إلى تأثيرات الانيونات فى زيادة الحموضة ، فالأملاح الحمضية ، واللاكتونات والفينولات تكسب المادة طعما حامضيا ، ويكون الإدراك الحسى للطعم الحامضى أقل على درجات الحرارة العالية ، فالشاى 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 :

ا — 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 .

حـ — الطعم المتصل After Taste : وربما كان هـــذا الطعم نتيجة استمرار تنبيه أزرار أو حلمات المذاق بسبب صعوبة إزالة المادة من مسام المذاق بواسطه اللعاب أو الماء.

الرائحة

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

ذلك فى قوتها نسبياً بزيادة الوزن الجزيئى ، فمثلا كحول ايزو الامايل تكون قوة رائحته حوالى ١٠٠٠٠٠ مرة قدر قوة رائحة كحول الايثايل ، بينما يكاد كحول السيتايل يكون عديم الرائحة .

جدول ـ١٣ـ النهاية الصغرى للكمية من المواد المكسبة للرائحة التى يمكن تمييزها

المـــادة		أجزاء فى المليون	بالجرامات فى اللتر
خلات ايزو الامايل	Isoamyle acetate	٧	٠٠٣٩
خلات الايثايل	Ethyl acetate	١٩٠	٠٦٨٦
حمض البيوتيريك	Butyric acid	٢٠٤	٠٠٠٩
حمض الايزوفاليريك	Isovaleric acid	٧	٠٠٢٩
ايزو فاليرات ايزو الامايل	Isoamyle isovalerate	١٠٧	٠٠١٢
ساليسيلات الميثايل	Methyl salicylate	١٦٠١	١
زيت النعناع	Oil of peppermint		٠٠٢٤

النكهة Flavour

إن كلمة (نكهة) كلمة شائعة الاستعمال ، إلا أنه كثيرا ما يخطىء فى 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 التى تنبه الأعصاب الخاصة بالاحساسات الشائعة ، خصوصا إحساس الألم والاحساس بفرق الحرارة واحساسات العضل ، فالطعم الدهنى اللين للزيت مثلا يرجع فى الواقع إلى الاحساس بملمسه الخاص ، كما ان التعومة الخاصة بالمثلجات القشدية (الآيس كريم Ice cream) هى احساسات يمكن الشعور بها ، وكذلك يعتبر الأثر الذى يحدثه ثانى اكسيد

الكربون الموجود فى المياه الغازية (الغازوزة) التى نشربها نوعا آخر من حاسة اللمس، والاحساس الحارق الذى ينتج عن الزنجبيل والفلفل يحدث عن تنبيه خلايا الحس العادية للفم واللسان بالإضافة إلى المذاق الحقيقى المميز لها، والتأثير الحسى المبرد للمنتول ينسب إلى تأثر قابلات الاحساس التى تشعر بالبرودة ، ونكهة شراب الليمون (الليموناده) أو شراب البرتقال (الاورانجياد) تنتج من الطعم الحلو للسكر والطعم الحمضى لحمض الستريك ودرجة الحرارة المنخفضة ورائحة المواد ، 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 فى حواس المذاق .

٢ — رائحة أو احساس شمى Olfactory sensation

٣ — شعور أو إحساس 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 يوحى بأن شذى Aroma مميز ، وللتدليل على أهمية التمييز بين الطعم والرائحة والنكهة تأخذ مثلا فاليرات البنزايل Benzyl Valerate ، فإن لها طعما حلوا ورائحة شبيهة بالورد ولكن نكهتها كنكهة التفاح .

تقسيم مواد اكساب النكهة

من الصعب عند وضع أى تقسيم للمواد المكسبة للنكهة أن نتبع طريقة بسيطة فى تقسيم مركباتها ، ولو أن الطريقة الشائعة فى تقسيمها هى وضع قائمة أبجدية لها ؛ إلا أننا نفضل تقسيمها إلى مجموعات كيمائية عضوية حتى يتيسر تفسير ماقد تطرأ عليها من تغيرات ، وعلى ذلك فيمكن تقسيمها إلى :

١ — أحماض اللكتيك والبيوتريك والخليك ... الخ
٢ — كحولات مثل الليناليون والجيرانيول والسترونيللول والتربينول ... الخ
٣ — استرات مثل ساليسيلات الميثايل واسيتات التربينايل ... الخ
٤ — الدهيدات مثل البترالدهايد والفانلين والسترال والسيترونيللال ... الخ
٥ — كيتونات مثل الكارفون والبوليجون والفنشون ... الخ
٦ — أثيرات مثل الأنيثول والسافرول ... الخ
٧ — ايدروكربونات مثل الليمونين والديبنتين ... الخ
٨ — أندريدات
٩ — لاكتونات
١٠ — تربينات
١١ — مركبتانات
١٢ — أكسيدات وبيروكسيدات

وهذه المركبات قد تكون اليفاتية أوعضوية كما أنها قد تكون مشبعة أو غير مشبعة ، وجميع مواد النكهة الموجودة طبيعيا لا توجد

على حالة بسيطة بل على حالة مخاليط معقـــدة ، وكثيرا ما تسودها نكهة أحـــد المركبات كما يحدث فى حالة الفانللين فى مستخلص الفانيليا ، ولو أن لوجود المركبات الأخرى أثر معدل فى 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 ، وهى ليست جليسيريدات كما فى الزيوت والدهون المعروفة بل هى عبارة عن ايدروكربونات أو أثيرات أو استرات أو الدهيدات ... الخ . وتكون الزيوت العطرية فى العادة عبارة عن مزيجات معقدة تحتوى على كميات محسوسة من واحد أو أكثر من المركبات السابقة مع آثار من مركبات أخرى تكون فى بعض الحالات من القوة والأهمية بحيث تكسب الزيت العطرى الرائحة السائدة . فمثلا فى الموالح يكون ٩٠٪ من محتويات زيوتها العطرية مركبات ايدروكربونية عديمة الرائحة نسبيا وهى التربينات Terpense التى تكون أقل ثباتا من باقى الزيت ، وهى سريعة التأكسد بتعرضها للجو وتعطى طعما غير مرغوب ، ولو أنها فى حالتها الطبيعية تشترك مع غيرها من المركبات فى اكساب الطعم الطبيعى .

توجد زيوت الليمون والبرتقال والجريب فروت فى خلايا القشرة، ويقدر ما تحتويه من هـــذا الزيت بحوالى ١٪ . وهنـاك 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 ،أماالفجل الحارHorse raddishفيحتوى على ايزوثيوسيانات البيوتينايل .

وجذور عائلةالجزر وتشملالشمر والكرفس وغيره تكون ذاتطعم 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 الدهيد الالايل وربما مع بعضايزوثيوسيانات الالايل التى يفقد جزء كبير منها عند الطبخ ، أما النكهة المميزة للثوم فتحتوى على ثانى كبريتور الايل البروبيل وثانى كبريتور ثنائى الالايل .

وجذور العرقسوس غنية فى الجلوكوسيد الحلو المذاق «جليسيريزين» الذى يكون لاذعا نوعا مع بعض المرارة .

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

وتحتوى بعضالأوراق 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 والشمر وأوراقالكرفس علىالزيوت العطرية الموجودة فيها . وكذلك تحتوى البراعمالزهرية والزهور علىنكهات 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 زيته العطرى المستخرج من البتلات

فى صناعة العطور كما يستخدم فى تحضير ماء الورد بالتقطير .

أما الفواكه فتكاد تكون كلها حلوة المذاق ، والكثير منها يكون حامضى الطعم أيضاً لاحتوائه على أحماض عضوية كالماليك والستريك والطرطريك ، وقد يحتوى البعض منها على حمض التانيك اللاذع ، وقد تكون الفاكهة خصوصا قبل اكتمال نضجها ذات طعم قابض لاحتوائها على التانين بنسبة عالية . وتوجد الزيوت العطرية فى الطبقة الملونة من قشرة الموالح مما يكسبها النكهة الطيارة المميزة لها . وفى الكثير من الفواكه تتركز النكهة فى الطبقة التى تلى القشرة مباشرة ، وتنسب النكهة فى الفواكه بصفة عامة الى الزيوت العطرية وهى شديدة الحساسية سريعة التلف .

وفى معظم البذور مثل الثوابل وجوزة الطيب والكراوية وبذور الكرفس والكزبرة والفانيليا واليانسون والفلفل والخردل تعتمد نكهتها على الزيوت العطرية التى تحتوى عليها .

وعادة تكون النكهة الطبيعية لحبوب البن والفول السودانى ضعيفة ، وتكتسب نكهتها المميزة عند التحميص أما نكهة اللحم فينقصنا الكثير من المعلومات عنها وهى على أى حال تعتمد على مواد أخرى بالاضافة إلى الجلوتومات . وبعض النكهة ، فيما يظهر ، تنسب إلى أحماض عضوية طيارة ، كما أن البعض منها ينسب إلى مواد نتروجينية . ومن المعروف أن لحوم الحيوانات الكبيرة عند استخدامها فى تحضير الحساء تعطى زيادة من النكهة . ويعتقد أن طبخ اللحم المحتوى على الدهن يساعد على زيادة النكهة .

وعلى الرغم من أن النكهة فى الأسماك أقوى منها فى اللحوم إلا انها بصفة عامة تعتبر ضعيفة فى الحالة الطازجة ولكنها تزيد شدة إن أهمل تخزينها فتصبح ذات رائحة « سمكة Fishy » نتيجة لانفراد أمين الميثايل ، وفى الاطوار الاخيرة من فسادها تعطى رائحة كريهة تنسب إلى انطلاق مركبات كبريتية طيارة .

جدول ١٤ — أهم الزيوت العطرية التى توجد فى المواد الغذائية

نوع الزيت	وصف الرائحة	الطعم المميز	محتوياته الهامة
الثوم	حريف كبريتى	لاذع	ثانى كبريتور ثنائى الالايل . مركبات كبريتية اخرى .
الكرات	حريف كبريتى	لاذع	كبريتور الفينايل ، مركبات الدهيد
البصل	حريف ومسيل للدموع	لاذع	مركبات كبريتية ، والدهيد الالايل
الزنجبيل	حريف وله رائحة التوابل وشذى خاص	حارق	ونجرون ، سترال ، بورينول
الفلفل	حريف	حارق	تربينات كافور
حشيشة الدينار	اثيرية ذات شذى خاص ولها رائحة التوابل		كاريوفللين ، ميرسين ، استرات احماض
جوزة الطيب	ليمونية تربينية	مرة	تربينات ، كحولات تربينية ، اوجينول ، ايزواوجينول استرات . الدهيدات
القرفة (القلف)	قرفة	حلوة	٨٥ ٪ الدهيد السناميد
الخردل	حريف مسيل للدموع	لاذع	يحتوى رئيسيا على ايزوثيوسيانات الالايل
الجرجير	حريف له رائحة الخردل	لاذع	يحتوى رئيسيا على ايزوثيوسيانات فينيل الاثيلين
الورد	له شذى زهرى		جيرانيول سترونيلال ، اوجينول كحول فينيل ايثايل
اللوز المر	نوى الخوخ		بنزالدهيد . حمض بروسيك ، فنريل
التفاح (القشر)	شذى التفاح		اسيتايلدهيد ، استرات الامايل
الخوخ (القشر)	شذى الخوخ		استيالدهيد ، استرات الميثايل ، لينالول الدهيد
البرجموت	خفيفة ذات شذى استرية ليمونية		خلات الليناليل
الليمون البنزهير (قشر)	ليمونية		سترات ، واربعة الدهيدات أخرى ، وديبنتين
ليمون اضاليا	ليمونية		٤ - ٥ ٪ سترال (٩٠ ديبنتين)
البرتقال	برتقالية		استرات الليناليل ، تربينول ، الدهيد (٩٥ ٪ ديبنتين)
يوسفندى	برتقالية		١ ٪ . مثيل انثرانيلات الميثايل ، الدهيدات ، استرات ٩٥ ٪ . ديبنتين

تابع جدول ١٤

نوع الزيت	وصف الرائحة	الطعم المميز	محتوياته الهامة
اجريب فروت	عطرية		٣ - ٥ ٪ سترال ، لينالول، استرات (٩٠ ديبنتين)
القرنفل	ذو شذى - رائحة توابل - حريف	يحدث خدراً (تنميلا)	حوالى ٨٥ ٪ أوجينول
الكريز	رائحة اللوزه		لينالول
الكمون	رائحة التوابل		٣٠ - ٤٠ ٪ الدهايد ، الكيومينيك
الكرفس (بذره)	كرفسية		لاكتون ، ديبنتين
البقدونس	بين جوز الطيب والكرفس		ابيول
الكراوية	كراوية		٥٠ ٪ كرفون ، ديبنتين
الينسون	رائحة العرقسوس	حلو	٨٠ - ٩٠ ٪ انيثول ، الدهيدات
الشبت	مثل الكراوية		كارفون ، ديبنتين ، ابيول الشبت
الشمر	مثل الينسون		٨٠ - ٩٠ ٪ انيثول ، فنشون
الياسمين	له شذى ليموني		خلات البنزايل ، خلات الليناليل اندول ، كحول البنزايل الخ
الزعتر	عشبي رائحة التوابل		٥٠ - ٧٠ كارفاكرول
النعناع	حريف مبرد نعناعي		منثول ، منثون ، استرات