الفيتامينات Vitamins

الفيتامينات مركبات عضوية يحتاجها الكائن الحي بكميات قليلة في غذائه لأداء فعالياته الأيضية، وكلمة فيتامين مشتقة من كلمة Vita التي تعني بالإغريقية الحياة و amine تعني مجموعة أمين إذ أول فيتامين أمكن تشخيصه هو B_1 الذي يحتوي على مجموعة الأمين. **تصنف الفيتامينات إلى صنفين وهما:**

1- الفيتامينات الذائبة في الماء: مثل فيتامين C (حامض الأسكوربيك Ascorbic acid) وفيتامينات مجموعة B المعقدة (B-complex) التي تتضمن: الثيامين Thiamine (ويسمى أيضاً فيتامين B_1) ورايبوفلافين(فيتامين B_2) Riboflavine وحامض النيكوتينك Nicotinic acid (B_3) وحامض البانتوثنك Pantothenic acid والبيريدوكسال Pyridoxal (فيتامين B_6) وبايوتين Biotin وحامض الفوليك Folic acid وسيانوكوبال أمين Cyanocobalamine (فيتامين B_{12}).

2- الفيتامينات الذائبة في الدهون: وهي فيتامينات A، E، D، K .

وفي ما يأتي الجدول الرقم (1-9) يوضح التسمية المعتمدة من قبل المنظمة IUPAC للفيتامينات فضلاً عن التسمية الشائعة والأسماء القديمة لها:

الجدول (1-9): تسمية الفيتامينات.

التسمية المعتمدة من قبل IUPAC	التسمية الشائعة	الاسماء القديمة
ريتنول Retinol	فيتامين A	الفيتامين المضاد للخمج (Anti- infection)
أركوكالسفيرول Ergocalciferol	فيتامين D_2	الفيتامين المضاد للكساح Anti- rickets
كولكالسفرول Cholecalciferol	فيتامينD_3	الفيتامين المضاد للكساح Anti- rickets
توكوفيرولات Tocopherols	فيتامين E	الفيتامين المضاد للعقم
لا يوجد قرار رسمي	فيتامين K	الفيتامين المضاد للنزف، فيتامين التجلط، عامل البروثرومبين
الثيامين Thiamine	فيتامين B_1	الفيتامين المضاد للألتهاب
الرايبوفلافين Riboflavin	فيتامينB_2(لاكتوفلافين)	الفيتامين الأصفر
النيكوتين أميد Nicotinamide	نياسين، حامض النيكوتنيك	فيتامين B_3
لا يوجد قرار رسمي	بيريدوكسين Pyridoxin	فيتامين B_6
حامض البنتوثنيك Pantothenic acid	حامض البنتوثنيك	ــــــــ
بايوتين Biotin	بيوتين	فيتامين H
لا يوجد قرار رسمي	حامض الفوليك Folic acid (Pteroylglutamic acid)	ــــــــ
كوبالامين Cobalamine	كوبالامين، فيتامين B_{12}	ــــــــ
حامض الأسكوربيك Ascorbic acid	فيتامين C	الفيتامين المضاد للإسقربوط

الخواص العامة للفيتامينات:

1- الفيتامينات مواد عضوية لا تحتوي على النيتروجين في تركيبها لصنف الفيتامينات الذائبة في الدهن خلافاً للصنف الذائب في الماء الذي يحتوي في تركيبها على نيتروجين عدا فيتامين C (حامض الأسكوربيك).

2- تعد مواد غير متجانسة إذ لا تتشابه في تركيبها الكيميائي وتأثيرها الفسيولوجي (لكل منها وظائف معينة).

3- الفيتامينات يتم الحصول عليها من مصادرها الخارجية وبكميات قليلة جداً لأغراض النمو و البناء وتنظيم العمليات الحيوية والبايولوجية. ومصادرها الخارجية تكون من النبات والحيوان وقسم منها تستطيع الكائنات الحية الدقيقة من صنعها داخل أمعاء الإنسان مثل فيتامين K وفيتامين B_{12}.

4- الفيتامينات لا تتحلل بالعمليات الهضمية بل تمتص من قبل الخلايا المعوية كما هي.

5- معظم الفيتامينات وخصوصاً الفيتامينات الذائبة بالماء تدخل بوصفها مرافقات للإنزيمات Coenzymes، إذ تحتاجها الإنزيمات لأداء دورها في التفاعلات المختلفة فهي تستهلك في التفاعلات ولهذا وجب تزويد الجسم بها باستمرار. وعند غيابها فأن هناك تفاعلات إنزيمية معينة قد تبطأ أو تضمحل فيتولد عن ذلك أعراض مرضية.

6- يستطيع الجسم أن يتخلص من الفيتامينات الذائبة في الماء بإفرازها عن طريق البول إذ لا يستطيع خزنها (عدا فيتامين B_{12}) ولذلك تعد مواد غير سامة وليس لها تأثير سام عندما يتناولها الجسم بكميات كبيرة Overdoses، أما الفيتامينات الذائبة في الدهون فإن الجسم يستطيع خزنها في الكبد على سبيل المثال فيتامين (A ، D، E) فإنها تظهر بعض السمية عند تراكمها بكميات كبيرة اذ ينتج ما يسمى فرط الفيتامين Hypervitaminosis يمكن أن تسبب العديد من الأمراض المختلفة وحسب نوعية الفيتامين.

7- الفيتامينات سريعة التلف عند التسخين والطبخ والخزن وتتلف نتيجة للتفاعلات الكيميائية التي تحدث في الأغذية.

8- إن مرافقات الإنزيمات إما أن تكون معادن أيونية (كالحديد والكاليسيوم والسلينيوم ....الخ) أو مركبات عضوية غير بروتينية ترافق الإنزيمات لتساعد عملية نقل مجموعات وظيفية معينة ضمن العمليات الحياتية المختلفة وقد تعد مجموعة ترقيعية للإنزيم Prosthetic group في حالة عدم قابليتها فصلها بتقنية الديلزة Dialysis (والتي سوف يتم ذكر هذه التقنية لاحقاً في الفصل الثالث عشر) لارتباطها تساهمياً بالإنزيم.

9- تشارك بعض الفيتامينات كوحدات بنائية للهورمونات أو قد تشارك البعض منها كمضادات أكسدة (مثل فيتامين E و فيتامين C وغيرها) للتخلص من الأكسدة داخل الجسم أو خارج الجسم عند إضافتها إلى بعض الأغذية للمحافظة عليها لفترة أطول.

10- أن الاحتياجات اليومية للفيتامينات تختلف من كائن حي إلى آخر وتتأثر أيضاً بالعمر والجنس والتغيرات الفسيولوجية المختلفة على سبيل المثال الحمل والرضاعة والتمارين الرياضية والتغذية.

11- الفيتامينات لا تعطي طاقة لكونها لا تحوي سعرات حرارية ولكنها تساعد في تحويل الطعام (أثناء العمليات الايضية للكاربوهيدرات والدهون والبروتينات) الى طاقة.

العوامل التي تؤثر في توفر كمية الفيتامينات للجسم

1- التوفر الحيوي Bioavailability : هناك عوامل مختلفة تؤثر في قابلية امتصاص الفيتامينات وإيصالها إلى خلايا الجسم ومن هذه العوامل:

أ- قد يرتبط الفيتامين بعنصر من العناصر الغذائية (مثل البروتين) ويصبح من الصعوبة امتصاصه او توفره في الجسم مثال ذلك وجود النياسين أو حامض النيكوتينك على شكل نياستين Niacytin في نخالة الحنطة وهو ببتيد كاربوهيدراتي Glycopeptide اذ يرتبط به الفيتامين ويكون غير متوفر وغير مستفاد منه حتى لو حصل امتصاص لهذه المادة.

ب- خلل في عملية هضم وامتصاص الدهون يعرقل امتصاص الفيتامينات الذائبة فيه.

جـ- خلل إفراز الحامض المعوي (حامض الهيدروكلوريك HCl) نتيجة لأي إصابة يؤدي إلى قلة توفير فيتامينات معينة مثال ذلك فيتامين B_{12} عند خلل أو قلة إفراز العامل الداخلي.

د- الإصابة بالإسهال أو بالطفيليات يؤدي إلى فقدان امتصاص الفيتامينات.

هـ- وجود الألياف الغذائية مثل البكتين (راجع الفصل الرابع في موضوع الألياف) تقلل من امتصاص العديد من الفيتامينات نتيجة عرقلة امتصاصها بسبب ارتباطها معها.

2- مضادات الفيتامينات Antivitamins : التي تتواجد في الأغذية أو يمكن أن تعطى بوصفها أدوية والتي تكون مشابهة للفيتامينات من الناحية التركيبية فيمكن أن تقلل عمل الفيتامينات في الجسم.

3- بعض أنواع العقاقير يمكن أن تعرقل عمل العديد من الفيتامينات ومن ثم تؤدي إلى ظهور أعراض نقصها مثل إستخدام عقار بيرميثامين Pyrimethamine لعلاج مرض الملاريا تعمل على عمل مضاد لفيتامين حامض الفوليك وبالتالي ظهور نقص حامض الفوليك.

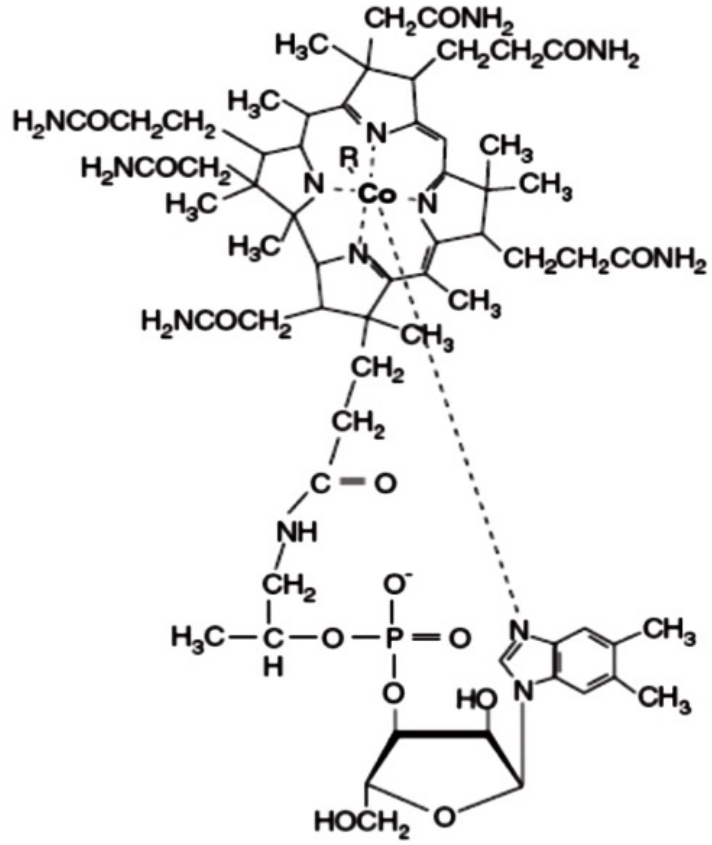
4- الإدمان على الكحول: إذ يؤدي إلى سوء امتصاص حامض الفوليك وزيادة طرحه عن طريق البول.

5- هناك بكتيريا طبيعية تعمل على تكوين العديد من الفيتامينات مثل فيتامين K وحامض النيكوتينك وحامض الفوليك ورايبوفلافين وبالتالي فأن **أي تأثير على البكتريا عن طريق أدوية أو أمراض طفيلية او معوية تؤدي إلى تقليل من هذه الفيتامينات.**

فيتامين B_{12} (سيانوكوبالامين Cyanocobalamine)

الصفات العامة:

1- إن فيتامين B_{12} معقد إذ يتكون من عدد من المركبات منها مركب حلقي يدعى الكورين Corrin وهو شبيه بالبورفرين في وسطه عنصر الكوبلت الذي يختلف عن غيره من الفيتامينات الاخرى بهذه الصفة، وعندما ترتبط مجموعة السيانيد (CN) بعنصر الكوبلت في الفيتامين فالناتج يكون سيانوكوبال أمين Cyanocobalamine (**الشكل 11-9**) وعندما تحل مجموعة الهيدروكسيل محل السيانيد يدعى بالهيدروكسي كوبال أمين وعندما تحل النترات محل السيانيد يدعى نترات كوبال امين.



الشكل(11-9): فيتامين B_{12}.

2- يكون الفيتامين على شكل بلورات حمراء اللون قابلة للذوبان في الماء والكحول ويكون حساساً للضوء وغير ثابت في المحاليل القاعدية والحامضية.

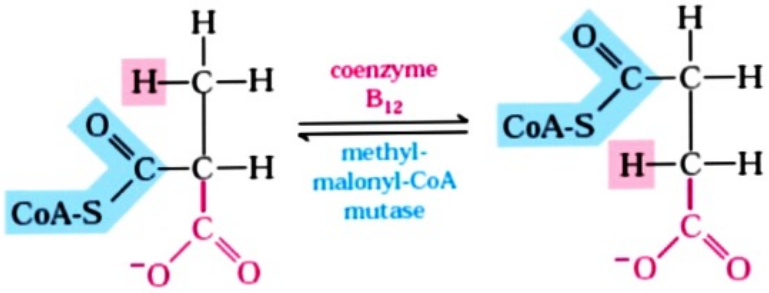
3- من أهم مصادر الفيتامين هو الكبد والكليتان ويوجد أيضاً في البيض والحليب ومنتجاته كالجبن. ولا يتواجد في النباتات إذ لا يمكن تصنيعه فيها.

4- من وظائف الفيتامين:

أ- للفيتامين دور مهم في تكوين ونضج الخلايا وبصورة خاصة خلايا نخاع العظام وخلايا الجهاز الهضمي المتجددة من خلال مشاركته كمرافق إنزيمي في تكوين القواعد النيتروجينية مع حامض الفوليك.

ب- يشترك فيتامين B_{12} مرافقاً إنزيمياً مع عدد من الإنزيمات التي تدخل في التفاعلات المتضمنة انتقال ذرة كاربون Transmethylation، **إذ يدخل مرافقاً إنزيمياً مع العديد من الإنزيمات منها:**

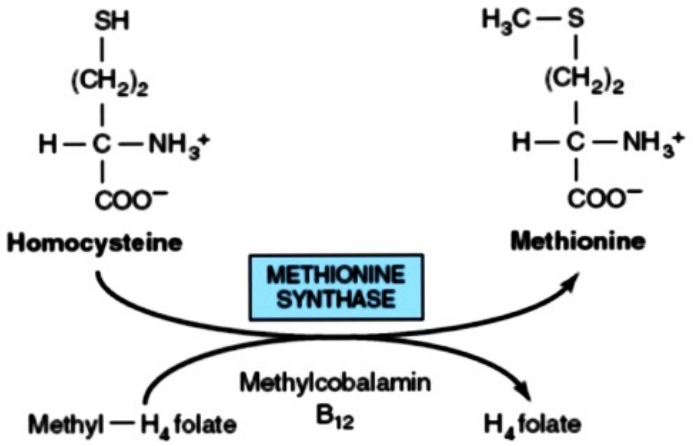
إنزيم مثيل مالونيل CoA ميوتيز Methyl malonyl CoA mutase **(لاحظ الشكل أدناه)** وإنزيم دايول ديهيدريز Diol dehydrase وإنزيم ليوسين أمينوميوتيز Leucine amiomutase وإنزيم مثيونين سنثيز Methionine synthase.



L-Methylmalonyl-CoA Succinyl-CoA

الشكل(12-9): تفاعل تحول L-مثيل مالونيل CoA (L-Methyl malonyl-CoA) الى سكسنايل CoA (Succinyl-CoA) بفعل إنزيم مثيل مالونيل CoA ميوتيز Methyl malonyl-CoA mutase وبوجود فيتامين B_{12}.

جـ- يشترك فيتامين B_{12} مع حامض رابع هيدروفوليك (THF) وفيتامين B_6 في تقليل من مستوى الحامض الاميني الهوموسستين بتحوله الى المثيونين بفعل إنزيم مثيونين سنثيز Methioine synthase **(لاحظ الشكل 13-9)**، اذ ان زيادة الهوموسستين يؤدي إلى زيادة الكرب ألتأكسدي Oxidative stress من خلال زيادة تحطم خلايا الأنسجة المبطنة للأوعية الدموية وحدوث حالات تصلب الشرايين وأمراض القلب.



الشكل(13-9): معادلة تكوين المثيونين Methionine من الهوموسستين Homocysteine.

5- نقص الفيتامين قد يعود لعدم وجود العامل الداخلي بسبب تلف خلايا المعدة نتيجة لقرحة أو العمليات الجراحية التي تجري للمعدة او قد يكون السبب نتيجة الإصابة بالديدان المعوية أو استعمال أدوية أو تناول الألياف بكميات كبيرة مما يؤدي طرحه مع البراز وعدم امتصاصه، ومن **أعراض نقص الفيتامين** ظهور مرض فقر الدم الخبيث Pernicious anemia يصاحب هذا المرض أعراض أخرى منها اضطرابات عصبية وانحلال في النخاع ألشوكي وضعف العضلات واضطرابات الجهاز الهضمي.

حامض الفوليك Folic acid (الفولاسين Folacin)

الصفات العامة:

1- يتكون حامض الفوليك من نواة بتريدين Pteridine وإذا أضيف إلى هذه النواة مركب البارأمينو حامض البنزويك يكون ما يسمى بحامض بتيرويك Pteroic acid وهذا الاخير يرتبط بالحامض الأميني الكلوتاميك مكوناً مايسمى بتيرويل حامض الكلوتاميك Pteroylglutamic acid (**الشكل 14-9**).

2- حامض الفوليك بلورات صفراء اللون قليلة الذوبان في الماء وثابت في المحاليل القاعدية وغير ثابت في المحاليل الحامضية أو عند تعرضه للضوء.

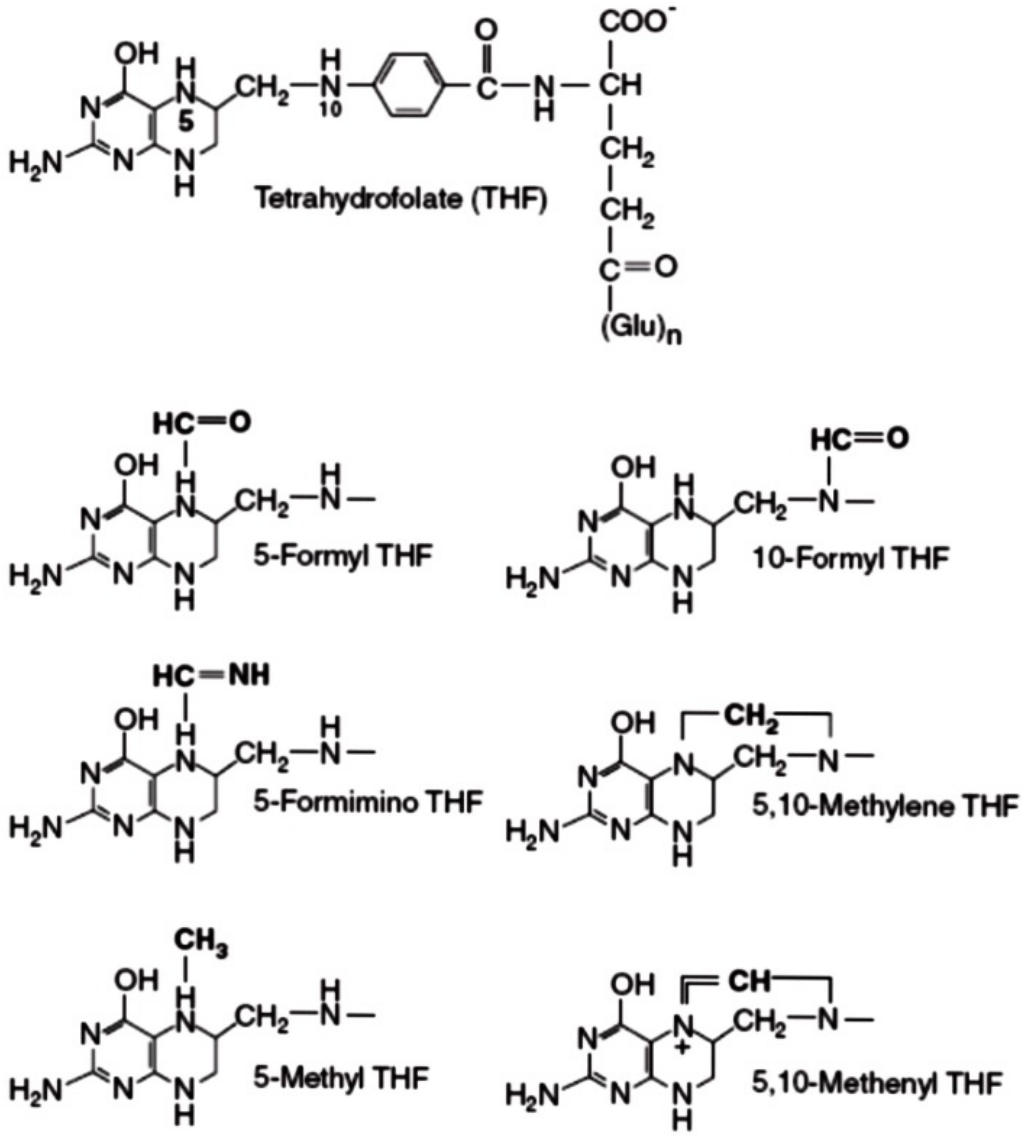
3- يكثر في الكبد والكليتين والخميرة وكذلك في الخضراوات ذات الأوراق الخضراء الداكنة كالسبانخ واللهانة ويوجد في البقوليات كالفاصوليا والعدس.

4- يتحول حامض الفوليك إلى الشكل المختزل الفعال وذلك بعد إضافة أربع ذرات هيدروجين ليكون حامض رابع هيدروفوليك Tetrahydrofolic acid (THF)، الذي يعّد ناقلاً لمجموعة حاوية على ذرة كاربون واحدة من مركب إلى أخر (مثل: مثيل CH_3، هيدروكسي مثيلين CH_2OH، فورميل CHO، مثيلين CH_2، فورميمين CH=NH Formimine، مثينيل (Methenyl CH). وهناك ثلاثة أنواع من مساعدات الإنزيم تعود لحامض رابع هيدروفوليك تتضمن (**الشكل 14-9**):

أ- فورميل حامض رابع هيدروفوليك FH_4 Formyl .

ب- مثيلين حامض رابع هيدروفوليك FH_4 Methylene .

جـ- مثينيل حامض رابع هيدروفوليك FH_4 Methenyl .



الشكل(14-9): حامض رابع هيدروفوليك وبعض مشتقاته.

إذ يكون الهدف من إضافة ذرة كاربون واحدة هو تكوين القواعد النيتروجينية (البيورينات والبريمدينات) وفي تكوين كريات الدم الحمر وبناء DNA وRNA وأيض الأحماض الأمينية على سبيل المثال تحويل الحامض الأميني الكلايسين إلى السيرين والهوموسستين إلى الميثيونين والفينايل ألانين إلى التايروسين وكذلك عملية مثيلة Methylation حامض الديوكسي يوريديليك Deoxyuridylic acid(dUMP) إلى حامض ديوكسي ثايميديليك Deoxythymidylic acid (dTMP) في عملية تكوين الـ DNA بفعل إنزيم ثايمديليت سنثيز Thymidylate synthase (**الشكل 15-9**).