الكيمياء الحيوية

بسم الله الرحمن الرحيم

محاضرات الدراسات الاولية

الكيمياء الحيوية

مدرس المادة

أ. م. د.

علي عبد الواحد عبد الحسين

جامعة البصرة. كلية التربية للعلوم الصرفة. قسم الكيمياء

منهج المادة

ان الكيمياء الحيوية لها أهمية كبيرة في حياتنا اليومية حيث تنور عقولنا بنور الصحة من خلال فهم الدور الحيوي للانظمة الغذائية داخل جسم الانسان وكيفية اتباع نظام غذائي صحي يساهم في معالجة الامراض ويطيل من عمر الانسان.

ان منهج مادة الكيمياء الحيوية للفصل الاول والثاني للدراسات الاولية (المرحلة الثالثة/ قسم الكيمياء) يقسم الى سبعة فصول هي:

1. **الكاربوهيدرات.**
2. **الدهون.**
3. **الاحماض الامينية والبروتينات.**
4. **الفيتامينات.**
5. **الانزيمات.**
6. **النيوكليوتيدات والاحماض النووية.**
7. **الهورمونات.**

الفصل الرابع

الفيتامينات

Vitamins

المقدمة:

الفيتامينات هي مركبات عضوية ضرورية لانجاز الوظائف الحيوية في الجسم بصورة صحيحة وتشبه الاحماض الامينية الاساسية من حيث: 1- عدم امكانية تكوينها بواسطة الجسم الحيواني. 2-احتواءها على النتروجين. 3- يجب ان تكون موجودة ضمن غذاء الحيوان. ولكنها تختلف عن الاحماض الامينية من حيث: المقادير اللازمة يوميا" والتي تكون حوالي 50 ملغرام باليوم. ان نقص الفيتامينات يؤدي الى الامراض والافراط في تناول الفيتامينات الذائبة في الدهون يؤدي الى تراكمها في شحوم الجسم وغالبا ما تصل الى تركيز معين يؤدي الى التسمم.

مرافقات الانزيم Co-Enzyme:

وهي مركبات غير عضوية بروتينية تقترن بالانزيم لتساعد في عملية نقل مجموعات وظيفية معينة ضمن العمليات الحياتية المختلفة وهي لا تقترن بالانزيمات بقوة لذا من السهل فصلها عنه. حيث في حالات عديدة تعمل الفيتامينات الذائبة في الماء مكونات حيوية لبعض مرافقات الانزيم والمجموعات المترابطة للانزيمات لذا فهي تساهم في تحفيز الافعال الحيوية الضرورية المختلفة.

العامل المرافق Co-A Factor:

عبارة عن ايون معدني وليس جزيئا عضويا حيث يتغير تركيب او تكافؤ مرافقات الانزيم بالعوامل المساعدة خلال عمليات نقل المجموعات الوظيفية المختلفة ضمن العمليات الحياتية لكنها تعود لحالتها الاصلية مرة اخرى مثل ايون الحديد الموجود في السايتوكرومات وايون المغنيسيوم كعامل مساعد لانزيمات تستخدم ATP.

انواع الفيتامينات:

تقسم الفيتامينات حسب ذائبيتها الى مجموعتين رئيسيتين هما:

1- الفيتامينات الذائبة في الماء:

تتضمن جميع فيتامينات المعقد B وفيتامين C وتعمل كمرافقات انزيمات او كمركبات وسطية لمرافقات الانزيم. ان فيتامينات المعقد B وجدت جميعها مذابة في الجزء المائي المستخلص من الحليب وهي:

1- فيتامين الثيامين B1 Thiamine :

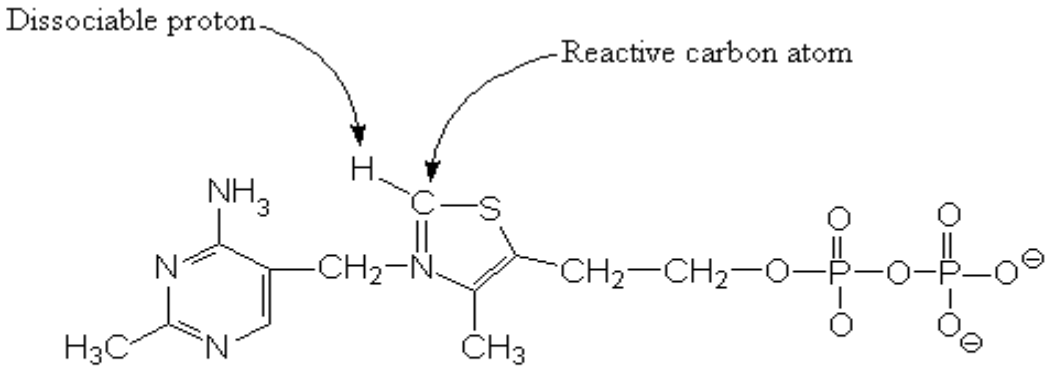
اهميته:

1- يعتبر ضروريا في غاء معظم الفقريات. 2- ان نقصه في الغذاء يؤدي الى مرض BERI-BERI

3- يعمل مع حامض الليبويك مرافقا للانزيمات التي تحفز عمليات الانتزاع الكاربوكسيلي من الاحماض الكيتونية الفا ومن سكريات الكيتوز.

تركيبه الكيميائي:

يوجد في الحبوب غير المقشورة كما يدعى Thiamine PyroPhosphate (TPP) ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



Thiamine pyrophosphate
(TPP)

2- فيتامين رايبوفلافين B2 Riboflavin :

اهميته:

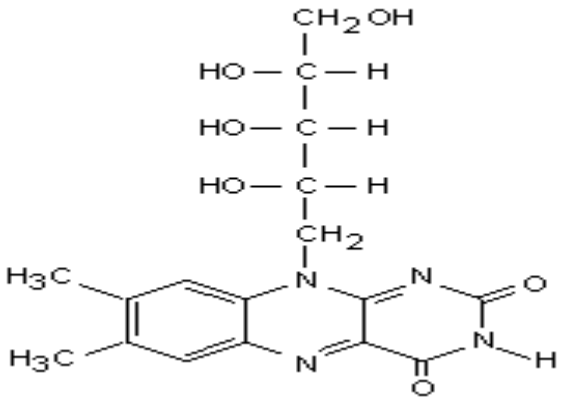
1- يعتبر ضروريا لنمو جميع الفقريات.

2- ان نقصه في الغذاء يؤدي الى تشقق الشفاه وزوايا الفم وظهور بقع على الوجه فيها قشور والتهابات في اللسان.

تركيبه الكيميائي:

يوجد في الخميرة والحليب ومشتقاته والخضروات واللحوم ويمتلك الكريب الكيميائي التالي:

Figure 1. Chemical structure of riboflavin

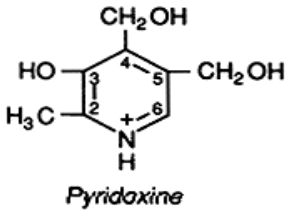


3- فيتامين بايريدوكسين Pyridoxine B6 :

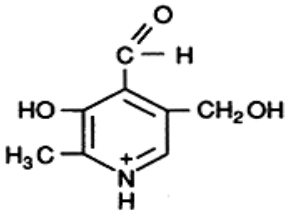
اهميته: ان نقصه في الغذاء يؤدي الى اضطرابات في الجهاز العصبي.

تركيبه الكيميائي:

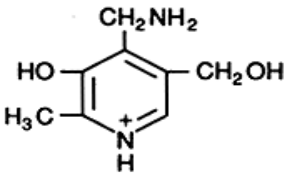
يوجد بكثرة في الطبيعة مثل اللحوم وصفار البيض والموز والخضروات, يتضمن الفيتامين المركبان بايريدوكسين وبايريدوكسال وان المرافقات الانزيمية العائدة لهذه الفيتامين هي بايريدوكسال فوسفات وبايريدوكسامين فوسفات وبايريدوكسين, حيث يتحول المركبان الاخيران الى بايريدوكسال فوسفات داخل الجسم, ويستخدم بايريدوكسال فوسفات 1- لنقل مجاميع الامين في تفاعلات تحويل مجاميع الامين. 2- حذف مجاميع الكاربوكسيل من الاحماض الامينية حيث يجعل الاحماض الامينية في تماس مع الانزيمات اللازمة للعمليات الايضية لها وكما موضح تراكيبها الكيميائية في المعادلة التالية:



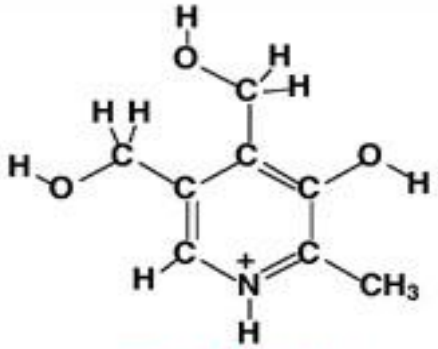
Pyridoxine



Pyridoxal



Pyridoxamine


pyridoxine
(Vitamin B_6)

4- فيتامين سيانوكوبالامين B12 Cyanocobalamine :

اهميته:

1- ان عدم قدرة امتصاص الفيتامين يسبب فقر الدم الخبيث.

2- يعتبر ضروريا لعمل ونمو جميع خلايا الجسم.

3- ان نقصه يسبب حالة مرضية تتميز بخلو العصارة المعدية من حامض HCl .

تركيبه الكيميائي:

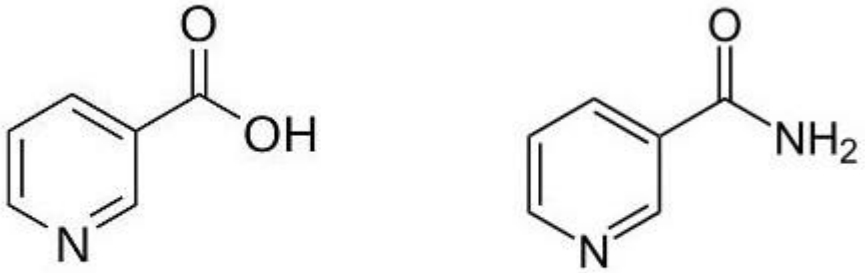
تفتقر النباتات لهذا الفيتامين ما عدا النباتات البقلية التي فيها العقيدات المحتوية على بكتريا لتكوين هذا الفيتامين ويستطيع الحيوان الحصول عليه بواسطة الكائنات المجهرية او تناول اللحوم الاخرى وهو موجود في البيض والحليب. كما يمتلك الفيتامين تركيب معقد حيث بعد امتصاص السيانوكبالامين تحذف مجموعة السيانيد ليتحول الى اثنين من المرافقات الانزيمية الفعالة والتي تعرف بمرافقات كوبامايد Co-bamide وهما Methyl cobalamine and Deoxy adenosyl cobalamine .

5- نيكوتين امايد Nicotin amide:

اهميته: ان نقصه في الغذاء يؤدي الى اعراض مرض Pellagra واللسان الاسود.

تركيبه الكيميائي: يوجد في اللحم كمصدر مهم له كما لوحظ ان جسم الانسان يستطيع تخليقه من الحامض الاميني تريبتوفان ولكن بنسبة قليلة. حيث يستطيع الانسان تحويل فيتامين B المسمى نياسين Niacin الى نيكوتين امايد Nicotin amide حيث يكون جزء" من المرافق الانزيمي NAD^+

ومشتق لفوسفات العائد له $NADP^+$ وتعرف هذه المرافقات الانزيمية بالمرافقات البايريدينية Pyridine Co-factor, وكما موضح في المعادلة التالية:



Niacin Nicotinamide

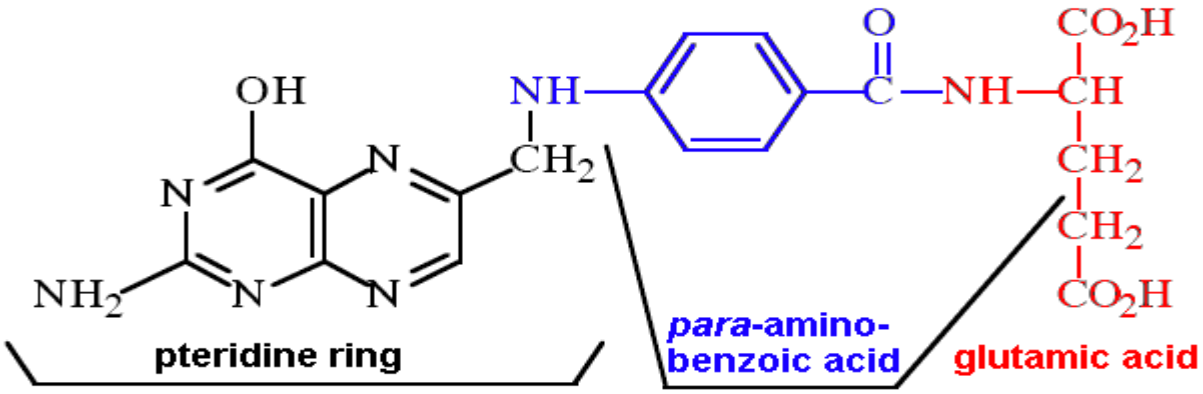
6- حامض الفوليك Folic acid :

اهميته:

1- ان نقصه في الغذاء يؤدي الى حدوث نوع خاص من فقر الدم الذي يتميز بوجود كريات دم حمراء كبيرة الحجم في الدم وكذلك تراكم كريات دم حمراء غير مكتملة النمو في نخاع العظم.

2- ان نقصه يسبب التهابات اللسان والاسهال واضطرابات في الجهاز الهضمي وتستطيع بكتريا الامعاء تخليقه.

تركيبه الكيميائي: يعتبر الكبد افضل مصدر وكذلك الخضروات والخميرة وهو فيتامين B ويدعى ايضا بـ Pteroylglutamic acid كما يحتوي حلقة Pteridine و P-aminobenzoic acid و Glutamate حيث يختزل حامض الفوليك في جسم الانسان الى المرافق الانزيمي (THFA) Tetrahydro folic acid الذي يشارك في نقل الوحدات التي تحتوي على ذرة كاربون واحدة مثل (CH3, CH=NH) وهو يشبه عمل فيتامين B12 كما يعمل ايضا اكسدة واختزال المجموعات المحتوية على ذرة كاربون واحدة, ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



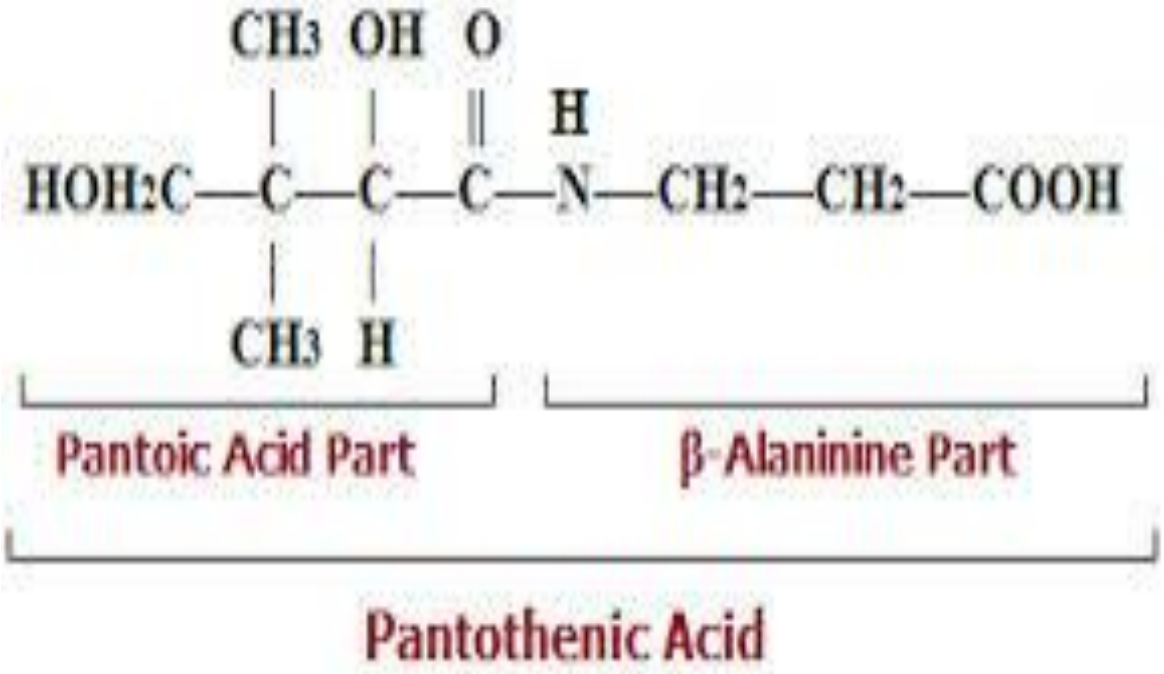
7- فيتامين حامض بانتوثينيك Pantothenic acid:

اهميته:

1- ان نقصه في الغذاء يؤدي الى تغير في لون الجلد الطبيعي وتثخن وتقشر الجلد وتساقط الشعر وظهور بقع خالية من الشعر في اماكن مختلفة من الجسم (داء الثعلبة).

2- تتأثر غدة الادرينال بنقص هذا الفيتامين حيث يتلف الغشاء الخارجي لهذه الغدة مؤديا الى النزف ويصاحب ذلك اقبال الشخص على تناول الاملاح بكثرة.

تركيبه الكيميائي: يعتبر لحم البقر والحليب والحبوب والبطاطا والطماطا والقرنابيط من المصادر الجيدة له, ويمكن تكونه داخل الجسم عن طريق بكتريا القولون. حيث يقترن الفيتامين مع ATP و Cysteine في الكبد ليكون مرافق انزيمي Co A- SH, وكما موضح تركيبه الكيميائي في الشكل التالي:



8: <u>فيتامين حامض الاسكوربيك</u> C <u>Ascorbic acid</u> :

<u>اهميته</u>:

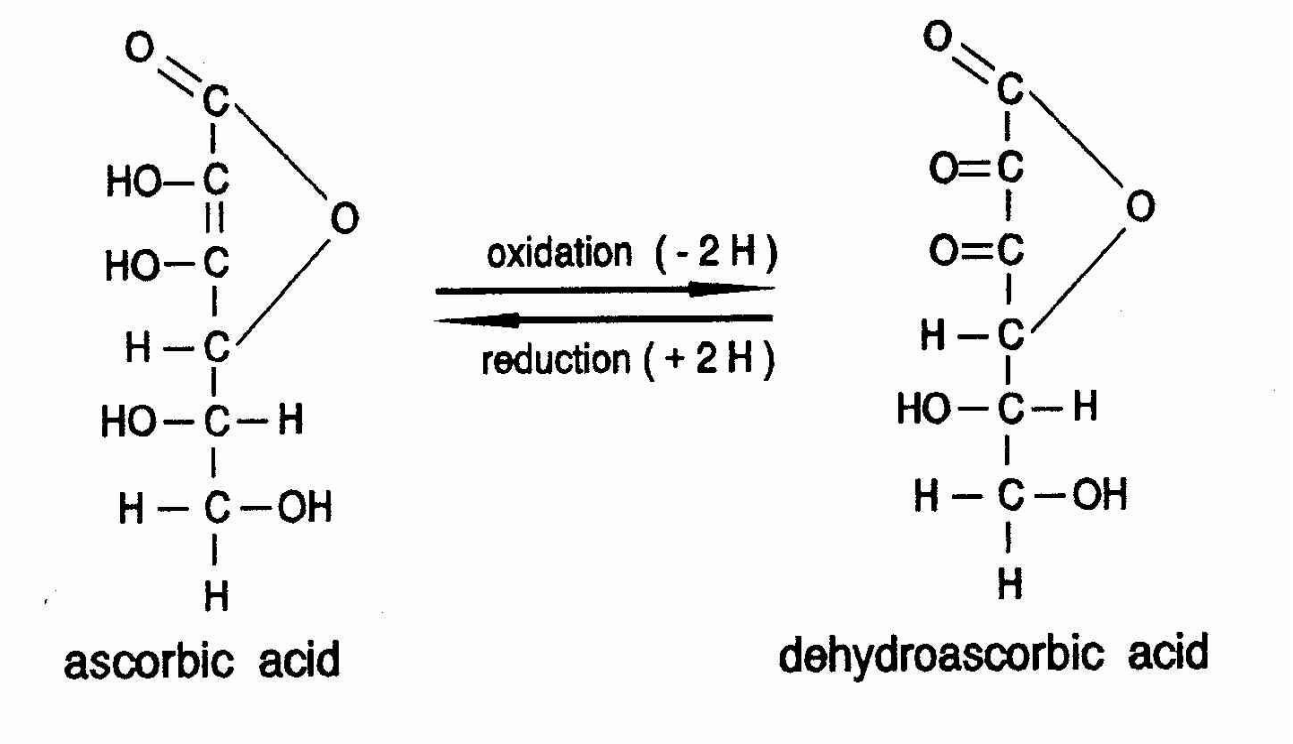
1- ان نقصه في الغذاء يؤدي الى حدوث مرض الاسقربوط الذي يتميز بحدوث ورم ونزيف وتغيرات فسيولوجية في اللثة واللسان.

2- يعمل مانعا للاكسدة (مادة مختزلة) لمركبات حيوية عديدة مثل السايتوكرومات.

3- يعمل مرافقا انزيميا في تفاعلات ادخال جزيء اوكسجين الى المادة الاساس.

4- يعمل في تعزيز عملية امتصاص الحديد في المعي الاثني عشري.

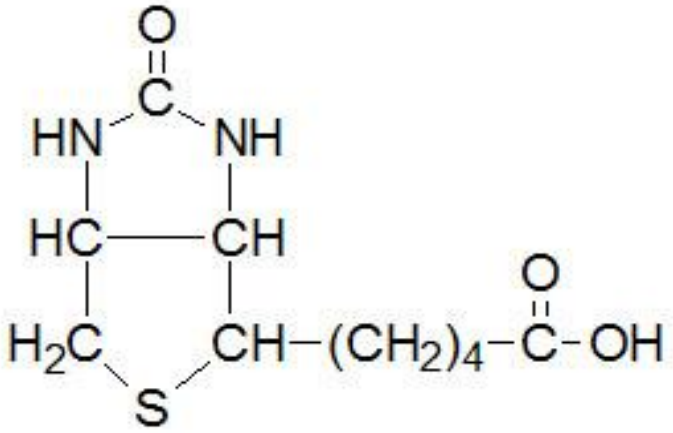
<u>تركيبه الكيميائي</u>: تعتبر الحمضيات من اغنى مصادره ويمكن تكوينه عند بعض الحيوانات من السكريات السداسية ولا يكونه جسم الانسان ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



8- فيتامين بايوتين Biotin :

اهميته: ان نقصه في الغذاء يؤدي الى تقشر الجلد واعياء شديد وفقدان الشهية والالام في العضلات وكابة وعدم انتظام ضربات القلب.

تركيبه الكيميائي: يوجد بكثرة في فستق الحقل والحليب وصفار البيض والكبد والموز ومعظم الخضروات والكاكاو ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



1. الفيتامينات الذائبة في الدهون:

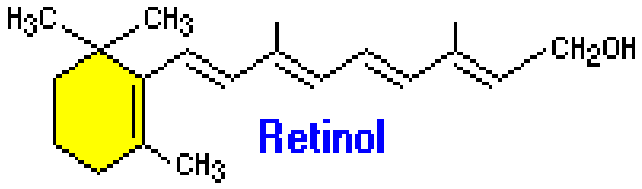
1-فيتامين الريتينول Retinol A :

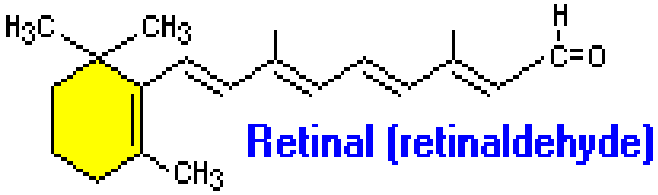
اهميته: ان كل جزيئة بيتا كاروتين تتحلل في الامعاء الى جزيئيتين من فيتامين A وتكمن اهميته في:

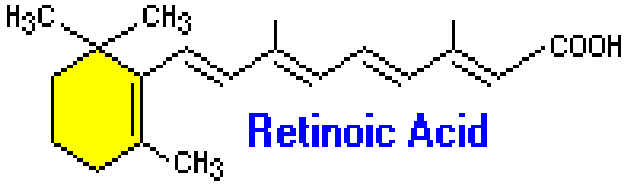
1. يلعب دورا مهما في عملية الابصار حيث يتحول الريتينول (منزوع الهيدروجين) الى الشكل الفعال ريتينال او فيتامين A1 الديهايد الذي يقترن مع البروتين OPSIN ليكون RHODOPSIN وهي الصبغة الحساسة الموجودة في شبكة العين لهذا فان نقصه يسبب العشو الليلي.

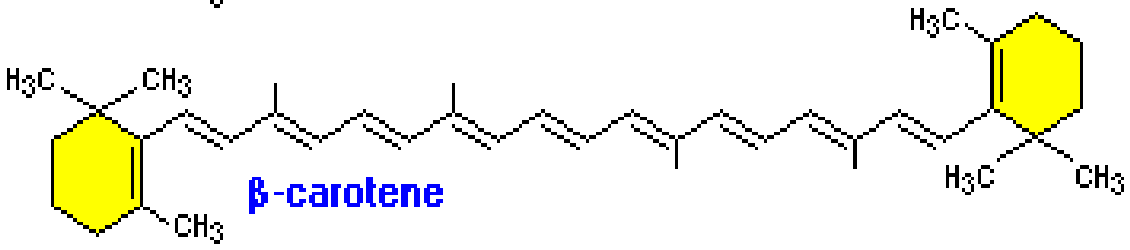
1- يعتبر محفزا للتناسل وعامل من عوامل النمو لهذا في نقصه يعيق النمو والتكاثر.

تركيبه الكيميائي: يوجد في الخضروات بشكل اولي يسمى بيتا كاروتين ومن المصدر الحيواني بشكله النهائي الريتينول ويكثر وجوده في الجزر والخضروات الصفراء والبرتقالية والحليب ومشتقاته والكبد والبيض ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:









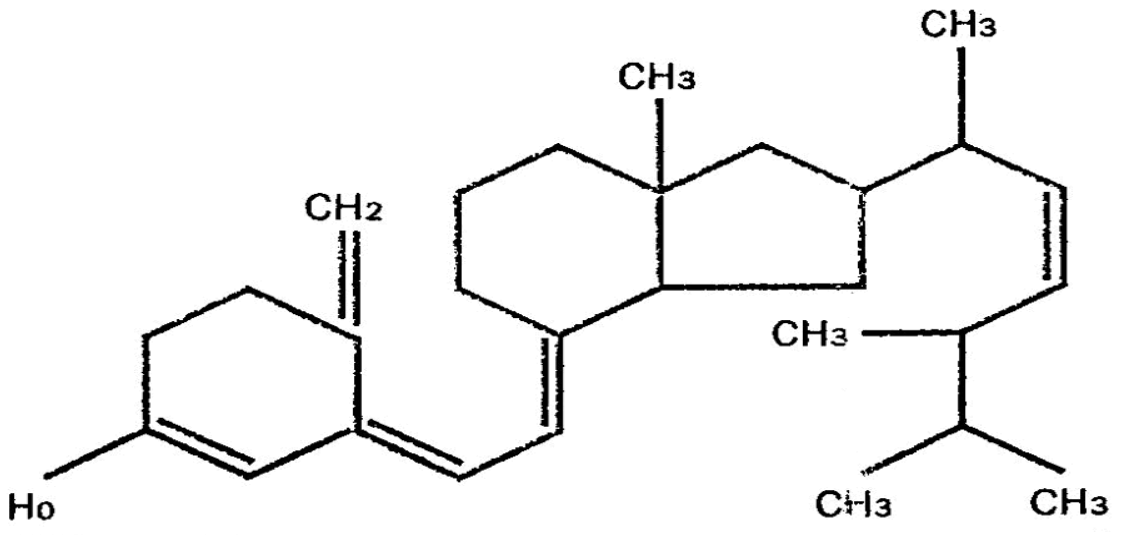
2. فيتامين D :

اهميته:

1- لهذا الفيتامين تاثير مباشر على تكلس العظام والاسنان وهو يحفز عملية امتصاص الكالسيوم من الامعاء اذ يحفز تكون بروتين ناقل يدعى Calcium binding protein كما يحفز عملية الامتصاص الكلوي للكالسيوم والفوسفات.

2- ان نقصه يؤدي الى انخفاض في معدل الكالسيوم والفوسفات في الجسم وزيادة افراز الفوسفات بواسطة الكلى لهذا فان اعراضه هي ليونة العظام عند الكبار ومرض الكساح عند الصغار.

تركيبه الكيميائي: يوجد بكثرة في زيت كبد الحوت والحليب وصفار البيض ويمتلك التركيب الكيميائي التالي (D3):



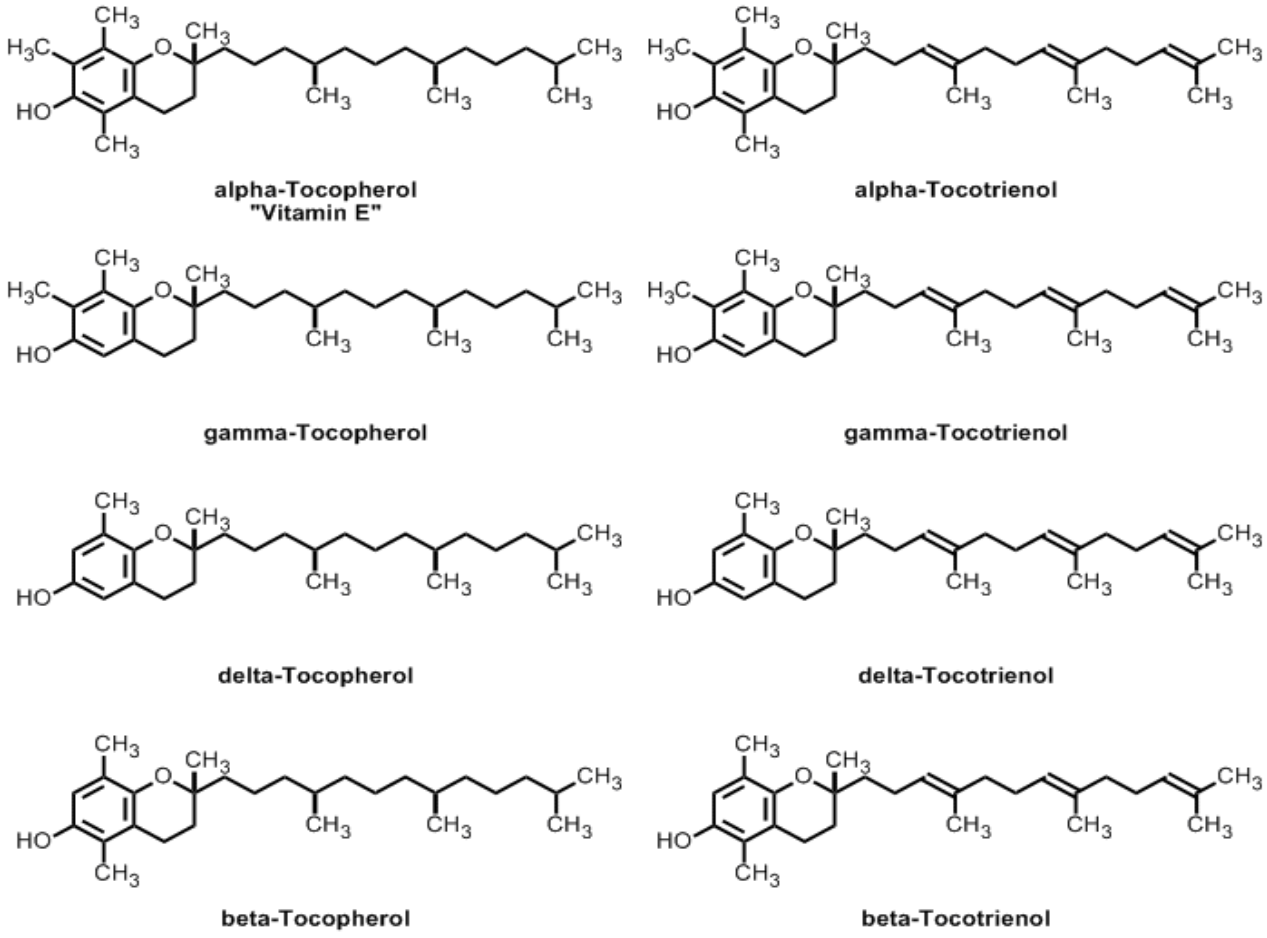
3. فيتامين الفا توكوفينول Alfa-Tocophenol E :

اهميته: يتم امتصاصه عن طريق الامعاء الدقيقة وينقل عن طريق الدم الى الكبد بواسطة البروتين الدهني (الدقيات الكيلوسية) ومنه الى انسجة الجسم المختلفة وتكمن اهميته في:

1- ان نقصه يسبب ضمور العضلات والعقم في الحيوانات.

2- يعتبر عاملا فعالا لمنع الاكسدة اذ يعمل على حماية او منع الاحماض الدهنية غير المشبعة والدهون الاخرى من الاكسدة والتحول الى بيروكسيدات الدهون المتلفة للاغشية الحيوية وحماية فيتامين A من التاكسد.

تركيبه الكيميائي: يوجد بكثرة في الخضروات والبيض والكبد والفستق وفي اجنة الحنطة والرز وبذور القطن ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



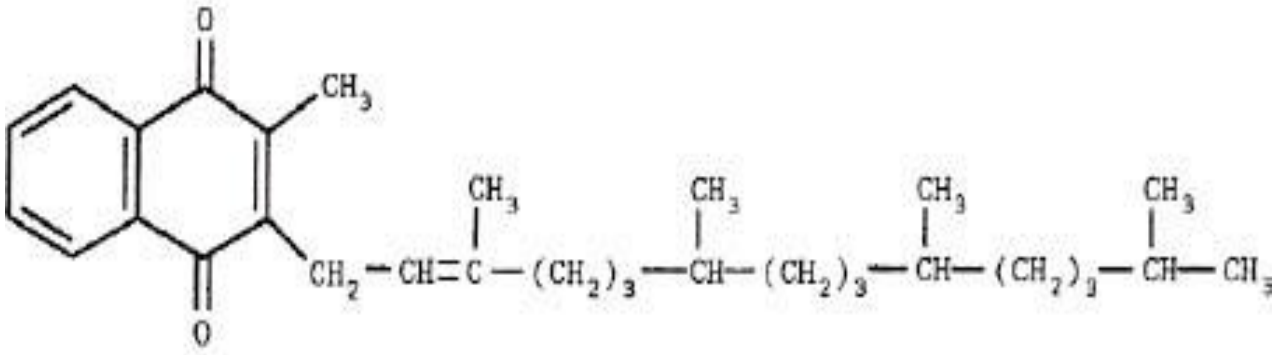
4. فيتامين K :

اهميته:

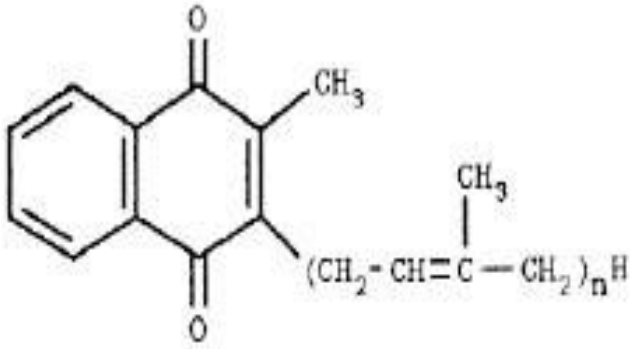
1- يعد عنصرا مهما في عملية تخثر الدم حيث يحفز انتاج عوامل التخثر Clotting factors وهي X, IX, III (Thrombin).

2- ان نقصه يسبب تاخير في عملية تخثر الدم وكذلك مرض الرعاف Hemorrhage.

تركيبه الكيميائي: يوجد في الخضروات والكبد وتقوم البكتريا الموجودة في الامعاء بتكوين مجموعة فيتامينات K2, ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



phylloquinone (vitamin K_1)



menaquinone-n (MK-n, vitamin K_2)

مرافقات انزيمية لا تحتوي فيتامينات:

ليست جميع مرافقات الانزيم هي فيتامينات مثل:

Coenzyme Q: وهو مرافق انزيمي لا يحتوي فيتامينات يدخل في عملية نقل ذرات الهيدروجين والالكترونات في السلسلة التنفسية.

Lipoic acid : وهو مرافق انزيمي لا يحتوي فيتامينات حيث يكون في شكله المختزل حامض دهني ذو سلسلة قصيرة فيها مجموعتان SH وفي شكله المؤكسد تكون مجموعتا SH مرتبطتين مع بعضهما باصرة ثنائية الكبريت.

أسئلة الفصل الرابع:

س1/ ماهي وظيفة :

المرافقات البايريدينية 3- $NADP^+$ 2- NAD^+ 1-

س2/-لماذا يسمى فيتامين (د) احيانا بفيتامين الشمس؟

س3/ يوجد فيتامين (د) بشكلين مهمين, وضحهما بالتفصيل؟

س4/ ما هي الاشكال الستة لفيتامين توكوفينول الموجودة في الطبيعة؟ وماهو اكثرها فعالية ووفرة؟

س5/ ماهي الاشكال التي يتواجد بها فيتامين (ك) ؟

س6/ ماالمقصود بعوامل التخثر؟ موضحا" كيفية عمل فيتامين (ك) في تحويلها الى الاشكال الفعالة؟

س7/ ماهي التفاعلات التي يشارك فيها حامض الليبويك, وضحها بالتفصيل؟

س8/ لماذا يعتبر حامض الليبويك مرافقا انزيميا وليس فيتامينا في الانسان؟

س9/ لماذا تحتاج الكائنات المجهرية الى حامض الليبويك؟

س10/ ماهو دور ثيامين بايروفوسفات في تفاعل ديكاربوكسيليس في الخميرة؟ موضحا معادلة التفاعل

س11/ ماهي المرافقات الانزيمية التابعة لفيتامين رايبوفلافين؟ وكيف تتكون؟ موضحا التركيب الكيميائي لارتباط هذه المرافقات مع رايبوفلافين؟

س12/ ماهي وظيفة مرافقات الانزيم التي تحتوي على فلافين؟

س13/ ماهي وظيفة بايريدوكسال فوسفات؟ موضحا تفاعل بايريدوكسال فوسفات مع الانين لتكوين بايريدوكسين فوسفات؟

س14/ ماهي وظيفة مرافقات كوبامايد الانزيمية؟

المصادر العربية:

1- خولة احمد ال فليح (مدخل الى الكيمياء الحياتية).

2- قيس عطوان الكيلاني (الكيمياء الحيوية).

3- عباس دواس المالكي (الكيمياء الحياتية).

المصادر الانكليزية:

1- Lynne B. Jorde, Ph.D**. Biochemistry Notes.** 2002 Kaplan, Inc.

2- Robert J. Robbins**. Molecular Biology Fundamentals.** 1994, 1995 Robert Robbins, Johns Hopkins University.

3- Integrated DNA Technologies. **The Polymerase Chain Reaction.** 2005 and 2011.

4- Stephen C. Blacklow, Ronald T. Raines T. Wendell A. Lim, Philip D. Zamore, and Jeremy R. Knowles**. Triosephosphate Isomerase Catalysis Is Diffusion Controlled.** Biochemistry 1988, 27, 1158-1167

5- Leggio, A.; Gioia, M.L.D.; Perri, F.; Liguori, A. **Tetrahedron**, **2007**, *63*, 8164-8173.

6- Greene, T.W.; Wuts, P.G.M. **Protecting groups in organic synthesis**, Fourth edition, Wiley-interscience, New York, **2006**.

7- Rothman, D.M.; Vazquez, M.E.; Vogel, E.M.; **Imperiali**, B., *Org. Lett.*, **2002**, *4*, 2865-2868

8- Chan, W.; White, P. **Fmoc Solid Phase Peptide Synthesis**, Oxford, New York, **2000**.

9- Keith ó Proinsias. **Short Peptide Synthesis**. Lecture, 8th February 2010.

10- Kates S. A., AlbericioF. **Solid--Phase Synthesis.** A practical guide, Marcel Dekker, Inc., , 2000(86/VK 5500 K19)