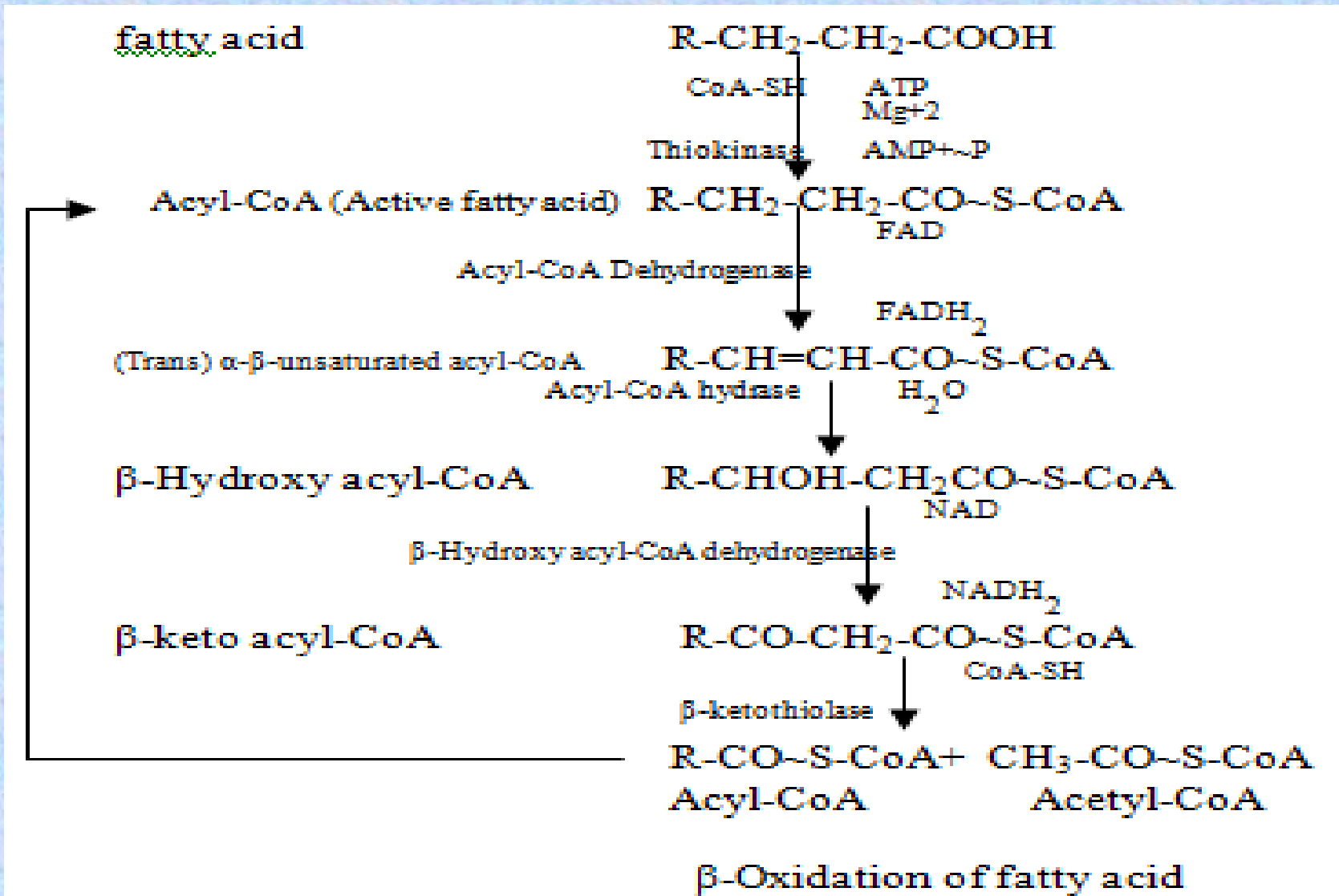
التمثيل الغذائي لليبيدات Metabolism of lipids

- تخزن الزيوت والدهون على صورة مركبات متعادلة Glycerides فى النبات والحيوان وهذه توجد فى الخلية الحية لإنتاج الطاقة حيث تعتبر الليبيدات من المصادر الغنية فى الطاقة المخزونه داخل الجسم. فعند تناول مادة غذائية تحتوى على دهون فانها تمر من المعدة الى الامعاء حيث يقوم انزيم الـ Lipase المفرز من البنكرياس بتحليل الدهون او الزيوت الى احماض دهنية وجلسرول التى تمتص خلال جدر الامعاء وتنتقل بصور مختلفة الى حيث استخدامها. وتخزن الزيادة من الدهنيات فى مواضع مختلفة من جسم الحيوان اهمها تجويف البطن وتحت الجلد وبين العضلات. والجلسرول يتحول الى جليكوجين فى الكبد ويمثل الى كربوهيدرات ويتم الحصول على الطاقة المخزنه فى المواد الدهنية عن طريق عملية الاكسدة للأحماض الدهنية طويلة السلسلة.
- **وهناك نوعان من الاكسدة :-**

β-oxidation :- الاكسدة فى الوضع بيتا اولا
(Knoops oxidation) وتسمى ايضا

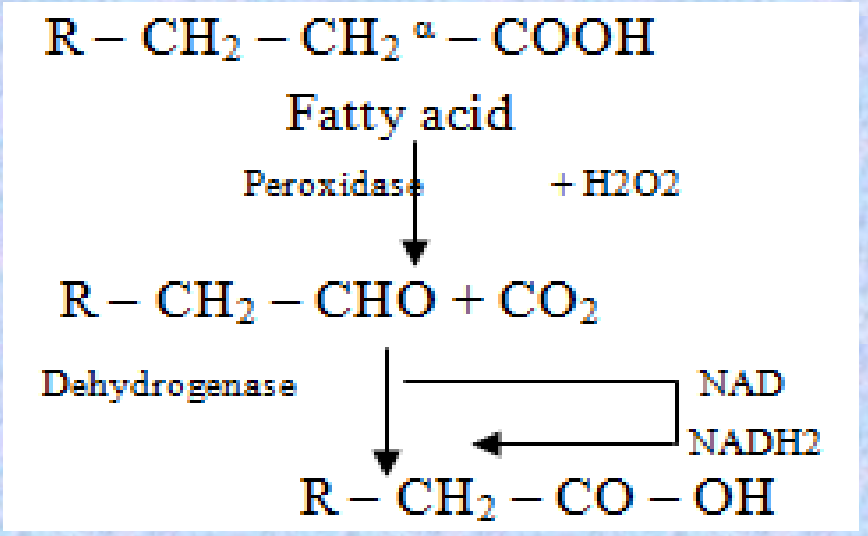


β-Oxidation of fatty acid

- **ويلاحظ في هذه التفاعلات مايلي:**
- **1-** في الخطوة الاولى يلزم جزيء واحد فقط من ATP لتنشيط الحمض الدهني في بدأ β-oxidation وفي وجود مرافق انزيمي Co-enzyme A-SH فنحصل على مشتق معاون للحمض الدهني في صورة نشطة Acyl Co-A ويتبع ذلك استمرار الاكسدة لهذا المركب النشط بصرف النظر عن عدد ذرات الكربون في السلسلة الكربونية للحمض الدهني0 يعمل مركب ATP على تنشيط الحمض الدهني فقط لتكوين مركب Acyl Co-A.
- **2-** يتبع الخطوة السابقة عملية نزع ايدروجين بين ذرتي الكربون α, β ويحدث ذلك في وجود FAD الذي يتحول الى الصورة المختزلة $FADH_2$ وينتج خلال هذه الخطوات جزيئان من الـ ATP.
- **3-** عند تحويل المركب β-Hydroxy acyl Co-A الى المركب β-Keto acyl Co-A ويحتاج هذا التفاعل الى NAD الذي يتحول الى $NADH_2$ وينتج خلال ذلك 3 جزيئات من الـATP. وعلى ذلك فان كل β-Oxidation ينتج خلالها 5 جزيئات من الـATP.
- **4-** يلاحظ ايضا انه في كل β- Oxidation ينقص ذرتين كربون من الحمض الدهنى على صورة acetyl-COA والتى يدخل دورة كرب للاحماض ثلاثية الكربوكسيل Tricarboxylic acid cycle (Krebs cycle) حيث يتاكسد الى $H_2O + CO_2$.
- **5-** اما باقى جزئ الحمض الدهنى فيكون على صورة acyl Co-A الذى يحدث له β-Oxidation ليخرج منه ذرتين كربون على صورة acetyl CoA وهكذا حتى يتم اكسدة الحمض الدهنى كله وهكذا فتكون النتيجة النهائية هى :-
- Fatty acid Acetyl CoA $CO_2 + H_2O$
- وعلى ذلك فحمض دهنى يحتوى على 18 ذرة كربون يحدث له ثمانى مرات β-Oxidation.
- **6-** يلاحظ ان هذه الدورة لا هوائية حيث تتم الاكسدة والاختزال بواسطة انزيمات dehydrogenase.

ثانيا : الاكسدة فى الوضع (α – oxidation):

- يتم هذا النوع من الاكسدة فى احوال خاصة فى البذور والاجنه وبعض الانسجة كالمخ وتتم كالآتى :-



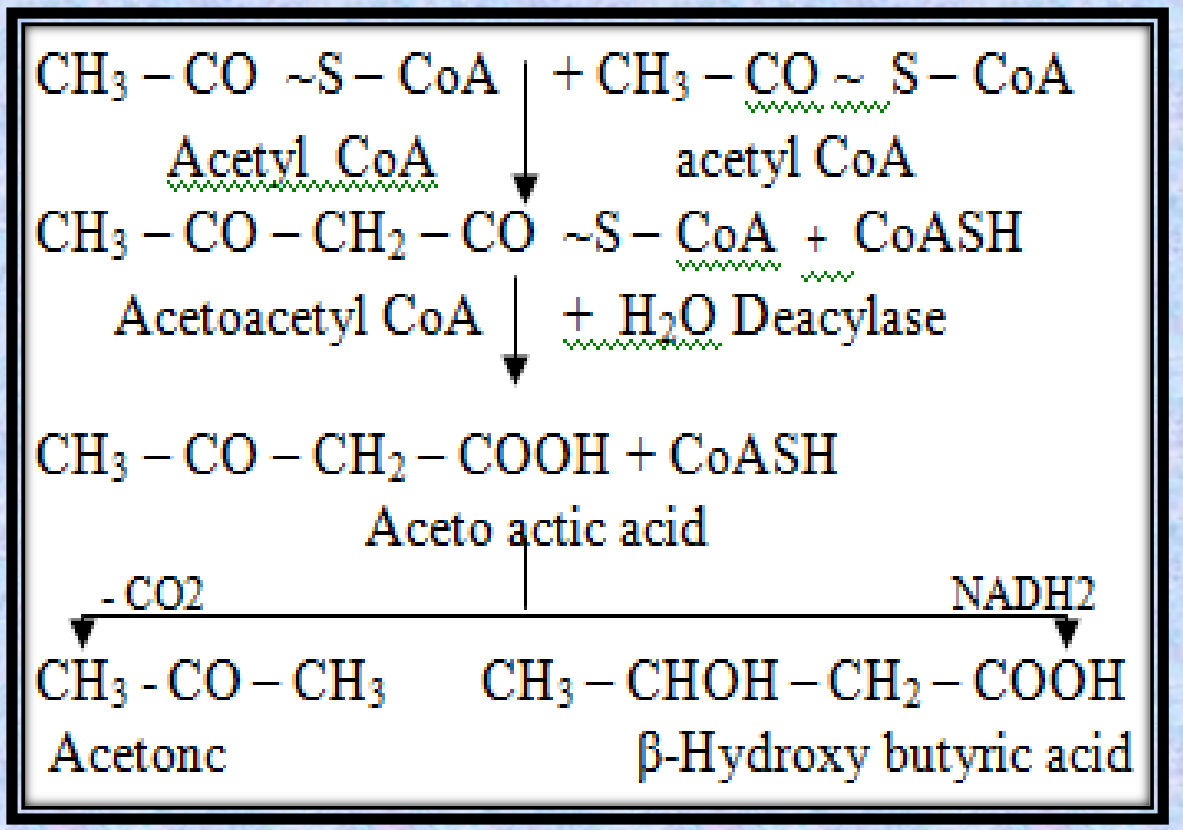
- وهكذا تتكرر العملية من جديد

- يلاحظ فى هذا النوع من الاكسدة استخدام الـNAD الذى يتحول الى $NADH_2$ (مختزل) وينطلق ثلاثة روابط غنية فى الطاقة وينقص الحمض الدهنى ذرة كربون واحدة تخرج على صورة CO_2 ويلاحظ ان الطاقة الناتجة من عملية الـ β-Oxidation تكون اكبر منها فى حالة الـ α – oxidation كما ان عملية الاكسدة فى النوع الاول تتم فى بطء عن النوع الثانى ولذا تحدث الـ α – oxidation فى البذور النابتة لأنتاج طاقة بسرعة تساعد على عملية الانبات.

تكوين اجسام كيتونية من الاحماض الدهنية
Formation of Ketone bodies (Ketogenesis)

- تتكون هذه الاجسام اذا كانت كمية الدهن فى الغذاء كبيرة جدا او اذا حدث اضطراب فى دورة كرب لظروف معينة مما يؤدى الى انتاج كميات كبيرة من مركب Acetyl CoA حيث تتراكم لعدم امكان اكسدته فى دورة كرب وينتج عن ذلك ان حرق الدهون فى الجسم يسلك طريق اخر اذ ينتج مركبات تسمى بالاجسام الكيتونية Ketone bodies وتسمى هذه العملية بعملية الـ Ketogenesis وهذه المركبات هى :-
- β-acetoacetic acid, β-hydroxybutyric acid , acetone

وتتلخص التفاعلات الخاصة بتكوين هذه المركبات فيما يلى:



وبعد تكوين الـ Aceto acetic acid فاما ينزع منه CO_2 ليتكون الإسيتون او يحدث له اختزال بواسطة $NADH_2$ ليتكون المركب β-Hydroxy butyric acid.

الفيتـــــامينـــــــات Vitamins

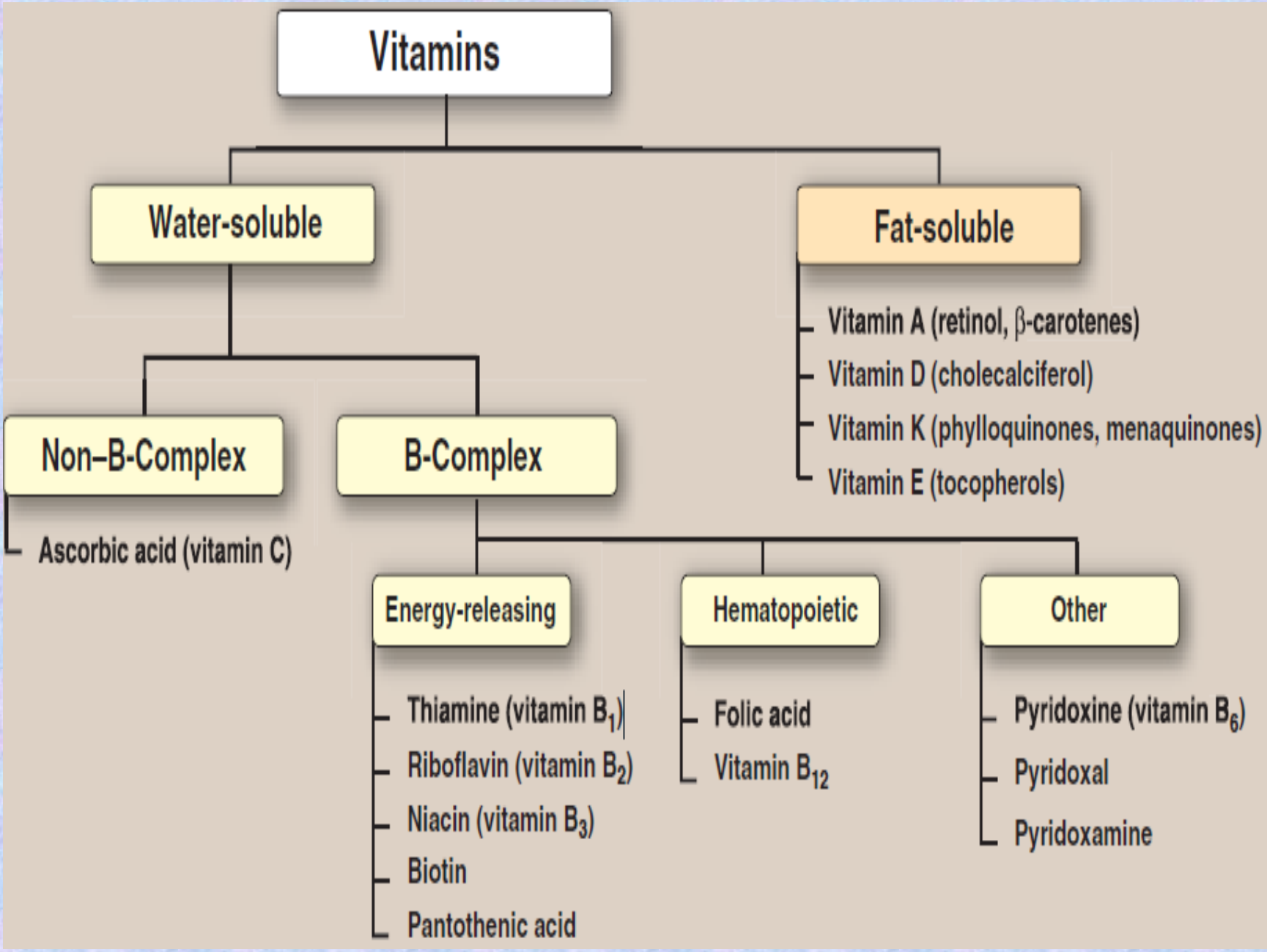
- **تقسم المواد الغذائية الى الاقسام الرئيسية الاتية :-**
- **الكربوهيدرات** : كأغذية طاقة.
- **الليـبـــيـــدات** : كأغذية طاقة مركزة. حيث تستخدم الدهون والزيوت بجانب الكربوهيدرات فى توليد الحرارة اللازمة للكائن الحى.
- **البروتينـــات** : وهى المسؤلة عن بناء الخلايا وتجديدها سواء للنمو او لتعويض ما يفقد منها.
- **الماء والاملاح المعدنية** : حيث تدخل فى جميع العمليات الفسيولوجية بجميع الكائن الحى.
- **وقد وجد ان تغذية حيوانات التجارب على المركبات الغذائية السابقة فى صورة تامة وبنسب صحيحة يؤدى الى اعراض مرضية على الحيوانات ثم يتبعه نقص في النمو ثم الموت. بينما تستمر الحيوانات الاخرى التى تتغذى على علائق كاملة التركيب بصحة جيدة ومع استمرار تجارب التغذية وتعددها امكن توصيفها وتقسيمها واطلق عليها اسم الفيتامينات Vitamins.**

الفيتامينات عبارة عن مركبات كيميائية عضوية لا تتكون عادة بواسطة اعضاء الجسم وتوجد عادة فى المواد الغذائية المختلفة ويحتاج اليها الجسم بكميات صغيرة لكى يحتفظ بصحة جيدة ونمو سليم. **ولا تتدخل الفيتامينات فى بناء الانسجة ولا يتولد عنها طاقة مثل المواد الغذائية الاخرى.** وتختلف احتياجات الحيوان من الفيتامينات باختلاف نوعه ويتسبب نقصها فى ظهور اعراض مرضية على الكائن الحى وتتكون الفيتامينات فى انسجة النبات وفى انواع معينة من البكتريا وقد توجد فى صورة نشطة او ما يسمى مولد الفيتامينات Precursors.

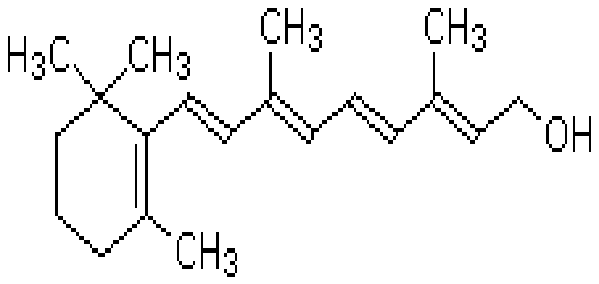
تقسم الفيتامينات بالنسبة للذوبان

- **أولا : فيتامينات قابلة للذوبان فى الماء Water Soluble Vitamins:-** وهى تشمل مجموعه فيتامينات B، C

- **ثانيا : فيتامينات قابلة للذوبان فى الدهون Fat souble_ Vitamins :-** وبالتالى تذوب فى مذيبات الدهون وتشمل فيتامينات A, K, E, D.

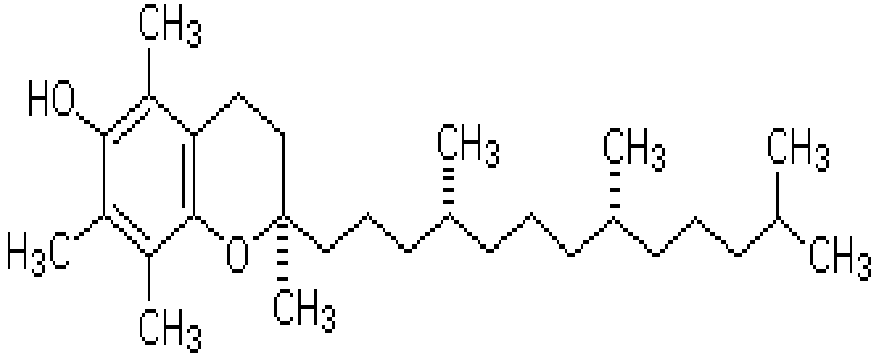

Vitamins
Water-soluble
Fat-soluble
Vitamin A (retinol, β-carotenes)
Vitamin D (cholecalciferol)
Vitamin K (phylloquinones, menaquinones)
Vitamin E (tocopherols)
Non–B-Complex
B-Complex
Ascorbic acid (vitamin C)
Energy-releasing
Hematopoietic
Other
Thiamine (vitamin B_1)
Riboflavin (vitamin B_2)
Niacin (vitamin B_3)
Biotin
Pantothenic acid
Folic acid
Vitamin B_{12}
Pyridoxine (vitamin B_6)
Pyridoxal
Pyridoxamine

Lipid Soluble Vitamins

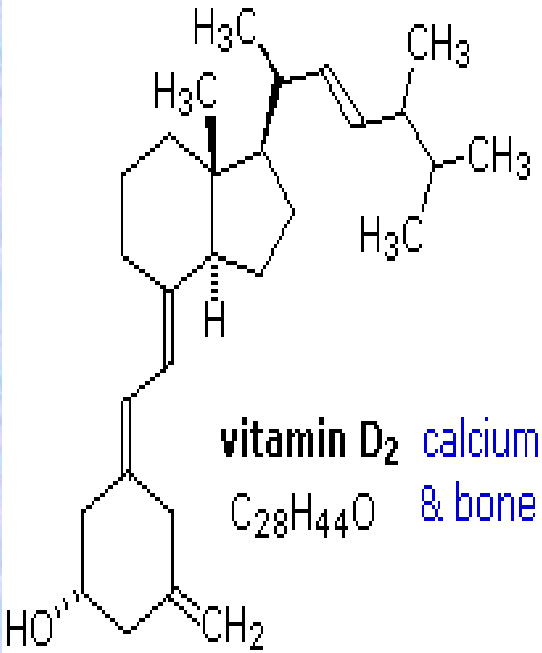


vitamin A

$C_{20}H_{30}O$ part of the visual pigment

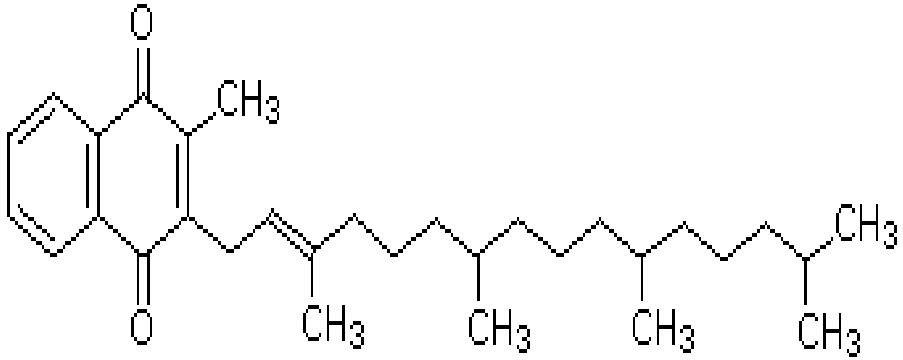


$C_{29}H_{50}O_2$ **vitamin E** an antioxidant



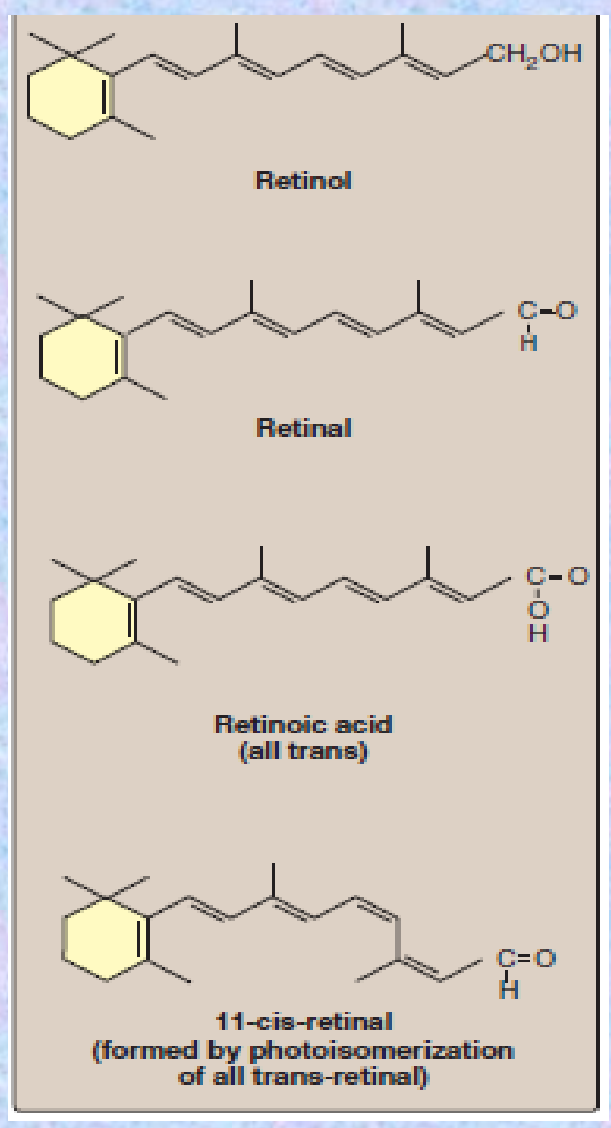
vitamin D_2 calcium metabolism

$C_{28}H_{44}O$ & bone growth

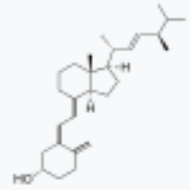
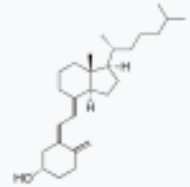
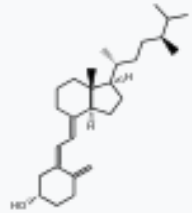
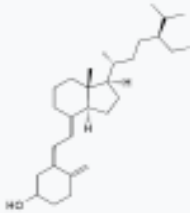


vitamin K_1 a blood clotting factor

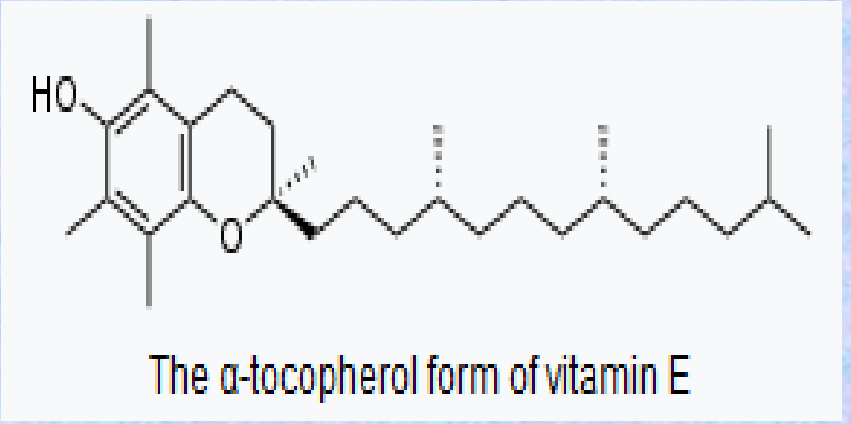
$C_{31}H_{46}O_2$



صور فيتامين (أ) Vitamin A

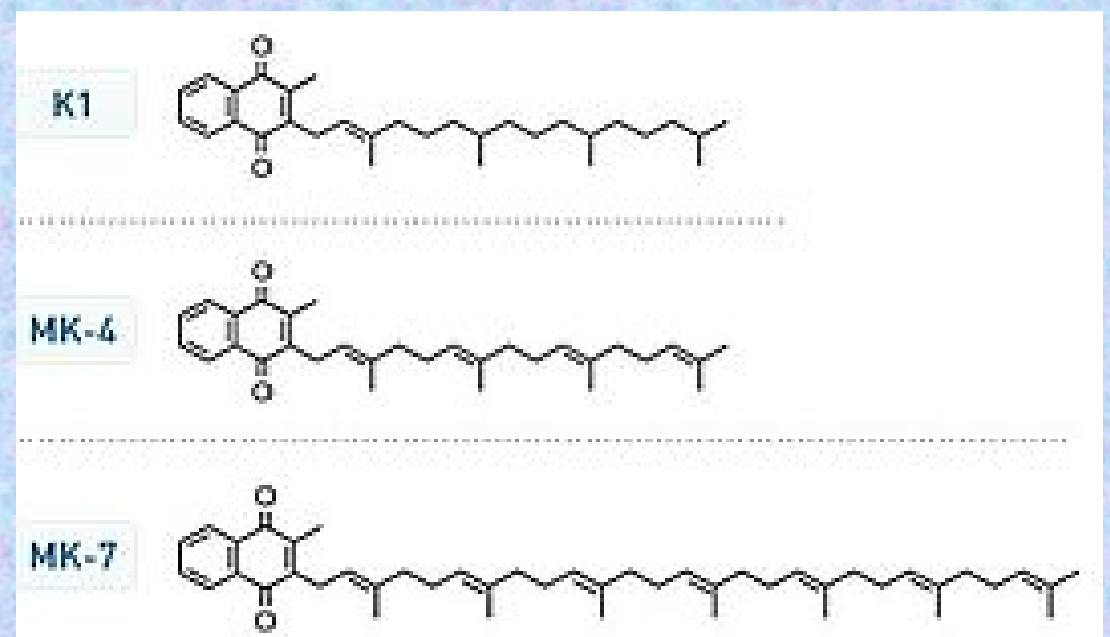
Name	Chemical composition	Structure
Vitamin D_1	Mixture of molecular compounds of ergocalciferol with lumisterol, 1:1	
Vitamin D_2	ergocalciferol (made from ergosterol)	
Vitamin D_3	cholecalciferol (made from 7-dehydrocholesterol in the skin).	
Vitamin D_4	22-dihydroergocalciferol	
Vitamin D_5	sitocalciferol (made from 7-dehydrositosterol)	

مجموعه فيتامين (د) Vitamin D



The α-tocopherol form of vitamin E

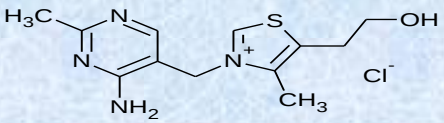
مجموعه فيتامينات (E)



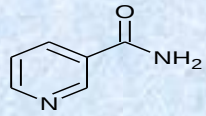
Vitamin K structures. MK-4 and MK-7 are both subtypes of K_2.

مجموعه فيتامينات (ك) Vitamin K

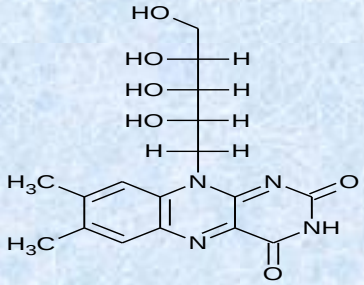
الفيتامينات الذائبة فى الماء



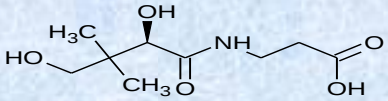
Vitamin B_1 Thiamine chloride



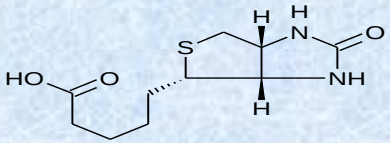
Vitamin B_3
Niacinamide



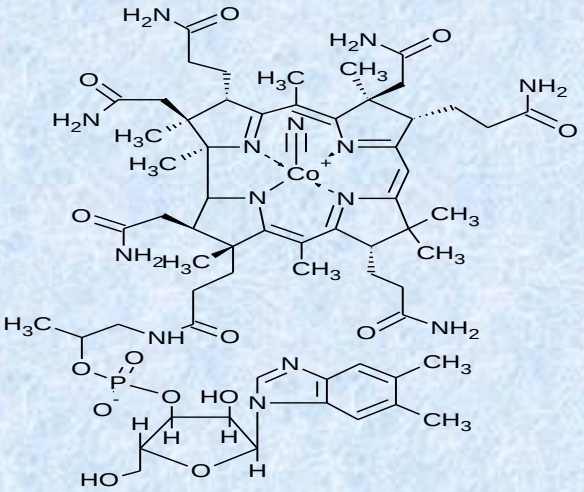
Vitamin B_2 Riboflavin



Vitamin B_5
Pantothenic acid



Vitamin B_7 Biotin



Vitamin B_{12}