

# इकाई 12

## विटामिन

### इकाई की रूपरेखा

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 12.1 प्रस्तावना  | 12.6 सारांश             |
| उद्देश्य   | 12.7 अंत में कुछ प्रश्न |
| 12.2 विटामिन का जैविक महत्त्व  | 12.8 उत्तर              |
| 12.3 विटामिन: वर्गीकरण   |                         |
| 12.4 जल-घुलनशील विटामिन :<br>संरचना और कार्य<br>B-कॉम्प्लेक्स विटामिन<br>विटामिन C       |                         |
| 12.5 वसा-घुलनशील विटामिन<br>विटामिन A<br>विटामिन D<br>विटामिन E (टोकोफेरोल)<br>विटामिन K |                         |



विटामिन के आहारिय स्रोत

### 12.1 प्रस्तावना

जैव रसायन ब्लॉक की पिछली इकाइयों में आपने प्रोटीन, न्यूक्लिक एसिड, कार्बोहाइड्रेट और लिपिड की संरचना और कार्यों का अध्ययन किया है जो मानव शरीर की कोशिकाओं और ऊतकों को बनाने के प्रमुख कार्बनिक घटक हैं। कार्बनिक यौगिकों का एक और वर्ग है जिसे विटामिन कहा जाता है जो कम मात्रा में आवश्यक होते हैं, लेकिन शरीर के विकास और उचित कार्यों के लिए बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। जैसा कि आप जानते हैं कि एंजाइम प्रोटीन होते हैं जो उत्प्रेरक क्रियाओं में उनकी सहायता के लिए कार्बनिक (सह-एंजाइम) और अकार्बनिक (जैसे मैग्नीशियम आयन) अणु एक सहकारक (cofactor) के रूप में उपयोग करते हैं।

सरल शब्दों में, विटामिन को आवश्यक कार्बनिक पोषक तत्वों के रूप में परिभाषित किया जाता है जो मानव शरीर में उत्पन्न नहीं हो सकते हैं। ये विटामिन विभिन्न प्रकार के

आहार से प्राप्त होते हैं यदि आहार में कुछ विटामिन अपर्याप्त या कम मात्रा में हैं, तो विटामिन की कमी जैसे विटामिन C की कमी से स्कर्वी बीमारी के रूप में हो सकती है। आप **विटामिन शब्द** से परिचित हो सकते हैं जब चिकित्सक आमतौर पर ऐसे रोगियों जिनमें विटामिन की कमी होती है, उन्हें विटामिन युक्त खाद्य पदार्थ लेने या सिरप या टैबलेट के रूप में बाजार में उपलब्ध विटामिन पूरक का सुझाव देते हैं। हालांकि, हरी सब्जियां, अनाज, फल, पशु उत्पाद और नट्स (nuts) आदि विटामिन के प्राकृतिक समृद्ध स्रोत हैं।

इस इकाई में हम विटामिन के बारे में चर्चा करेंगे। यह इकाई विटामिन और उनके वर्गीकरण के जैविक महत्त्व से शुरू होती है आप इस इकाई में जल-घुलनशील विटामिन (विटामिन B कॉम्प्लेक्स और विटामिन C) और वसा-घुलनशील विटामिन (A, D, E और K) की संरचना, कार्य, इनकी कमी होने वाली बीमारी और आहार स्रोतों के बारे में जानेंगे।

## उद्देश्य

इस इकाई को अध्ययन करने के बाद, आप :

- ❖ विटामिन और उनके वर्गीकरण को परिभाषित कर सकेंगे;
- ❖ जल विलेय विटामिन की संरचना और कार्य का वर्णन कर सकेंगे;
- ❖ B-कॉम्प्लेक्स विटामिन के सक्रिय सरूप को सूचीबद्ध कर सकेंगे;
- ❖ विटामिन C की जैविक भूमिका को समझा सकेंगे;
- ❖ वसा में विलेय विटामिन (A, D, E और K) की संरचना और शारीरिक कार्य की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ पानी में घुलनशील विटामिन और वसा में घुलनशील विटामिन के बीच अंतर बता सकेंगे;
- ❖ एंटीऑक्सीडेंट के रूप में विटामिन की भूमिका समझा सकेंगे;
- ❖ आहार स्रोत और विटामिन की आहार आवश्यकताओं का वर्णन कर सकेंगे; और
- ❖ विटामिन की कमी से होने वाली बीमारियों और उनके लक्षणों पर व्याख्या कर सकेंगे।

## 12.2 विटामिन का जैविक महत्त्व

भोजन के उपापचय, शारीरिक वृद्धि और विकास के लिए विटामिन अत्यावश्यक अणु हैं। ये शरीर को स्वस्थ रखते हैं। एंजाइमों को उत्प्रेरित करने वाले अधिकांश विटामिन या उनके व्युत्पन्न कार्य सह-एंजाइम या प्रोस्थेटिक समूहों के रूप में होते हैं। कुछ विटामिन जैसे A, C और E एंटीऑक्सीडेंट के रूप में कार्य करते हैं जो फ्री रेडिकल्स (जैसे सुपरऑक्साइड आयन और हाइड्रॉक्सिल रेडिकल) और सक्रमण से लड़ते हैं। यदि इन फ्री रेडिकल्स को उदासीनीकृत नहीं किया जाता है, तो वे शरीर के लिए हानिकारक साबित हो सकते हैं। कई एंजाइम तब तक काम नहीं करते जब तक कि वे अन्य

विशिष्ट प्रोस्थेटिक समूह से बेहतर तरीके से बंध नहीं जाते। विटामिन सह-एंजाइम का भी प्रमुख स्रोत है। जल विलेय विटामिन (B-कॉम्प्लेक्स विटामिन) सह-एंजाइम के रूप में काम करते हैं; उदाहरण के लिए नियासिन और राइबोफ्लेविन क्रमशः NAD और FAD सह-एंजाइम के पूर्ववर्ती हैं। और विटामिन C कोलेजन के संश्लेषण के लिए आवश्यक ऐमीनो एसिड के हाइड्रॉक्सिलेशन के लिए सीधे एक सह-एंजाइम के रूप में कार्य कर सकते हैं।

विटामिन के अन्य कार्य भी समान रूप से महत्वपूर्ण हैं। वसा-विलेय विटामिन विविध शारीरिक कार्य करते हैं जैसे कि दृष्टि और कोशिका वृद्धि के लिए विटामिन A की आवश्यकता होती है, कैल्शियम और फॉस्फेट उपापचय के लिए विटामिन D, रक्त के थक्के बनने की प्रक्रिया के लिए विटामिन K और विटामिन E एक एंटीऑक्सीडेंट के रूप में कार्य करता है और यह शरीर की प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है।

विटामिन की कमी से गंभीर स्वास्थ्य समस्या हो सकती है जैसे विटामिन A की कमी से रतौंधी होती है और अन्य विटामिन की कमी से होने वाली बीमारियां हैं बेरीबेरी (थायमिन) की कमी होती है; पेल्लेग्रा (नायसिन); घातक रक्ताल्पता (B<sub>12</sub> और फोलिक एसिड) और स्कर्वी (विटामिन C)। विटामिन के जैविक रासायनिक कार्य, कमी से होने वाले रोग, आहार स्रोत और अनुशंसित भोजन भत्ता संक्षेप में तालिका 12.1 में दिए गए हैं।

तालिका 12.1 : विटामिन का सारांश।

| जल विलेय विटामिन                   | जैव रासायनिक कार्य                     | कमी से होने वाले रोग | आहार स्रोत                             | अनुशंसित भोजन भत्ता (RDA)                  |
|------------------------------------|--|----------------------|--|--|
| <b>विटामिन B कॉम्प्लेक्स (1-8)</b> |  |                      |  |  |
| 1. थायमिन                          | डिकारबोक्सिलेशन क्रियाएं               | बेरीबेरी             | अनाज, मूंगफली, सोयाबीन और शिमला मिर्च। | 1.1- 1.4 mg/ दिन मनुष्य के लिए।            |
| 2. रिबोफ्लेविन                     | इलेक्ट्रॉन वाहक (हाइड्रोजन स्थानांतरण) | अत्यंत दुर्लभ        | खमीर, दूध, अंडे और हरी सब्जियां        | 1.3 -1.6 mg/ दिन मनुष्य और महिलाओं के लिये |
| 3. निआसिन                          |  | पेल्लेग्रा           | मूंगफली, फलियां, मांस, अंडे और दूध     | 14-18 mg/दिन मनुष्य और महिलाओं के लिये     |
| 4. पैंटोथीनिक अम्ल                 | एसिल (Acy) समूह स्थानांतरण             | पेरिफेरल नर्व डैमेज  | साबुत अनाज, सब्जियां                   | 5 mg/ दिन                                  |

|                            |  |   |  |   |
|----------------------------|--|---|--|---|
| 5. पाइरिडोक्सिन            | एमिनो समूह प्रोटीन उपापचय में स्थानांतरण   | ऐमीनो उपापचय में विकार                          | अंडे, यकृत, खमीर, अनाज, फलियां और दूध            | 2.0 mg/दिन पुरुष और महिलाओं के लिये                                   |
| 6. बायोटिन                 | कॉबोक्सिल (Carboxyl) समूह स्थानांतरण   | लिपिड और कार्बोहाइड्रेट के उपापचय में अवरोध     | यकृत, गुर्दे, खमीर, नट्स, टमाटर और अंडे की जर्दी | 150-300 µg/ दिन पुरुष और महिलाओं के लिये                              |
| 7. फोलिक एसिड              | एक कार्बन समूह स्थानांतरण  | मेगालोब्लास्टिक एनीमिया                         | हरी सब्जियां, साबुत अनाज, अनाज                   | 200 µg/ दिन व्यस्कों के लिए, 500 µg/ दिन गर्भवती महिला के लिए।        |
| 8. विटामिन B <sub>12</sub> | मिथाइल समूह (-CH <sub>3</sub> ) स्थानांतरण   | परनीसियस (घातक रक्ताल्पता) एनीमिया              | पशु—खाद्य पदार्थ, मांस, दूध, अंडा और मछली।       | 2 µg/ दिन व्यस्कों के लिए और 1.2 µg/दिन गर्भवती महिला के लिए।         |
| विटामिन C                  | कोलेजन संश्लेषण के लिए प्रोलिन हाइड्रॉक्सिलेशन में मदद करता है और एक एंटीऑक्सीडेंट के रूप में कार्य करता है। | स्कर्वी   | खट्टे फल, मूंगफली, टमाटर और हरी सब्जियां         | 40-60mg/ दिन एवं मनुष्यों के लिए                                      |
| <b>वसा विलेय विटामिन</b>   |  |   |  |   |
| विटामिन A                  | सामान्य दृष्टि और कोशिका वृद्धि को नियंत्रित करता है   | रतौंधी, xerophthalmia और keratomalacia          | गाजर, पपीता और मछली के यकृत का तेल               | 400 µg/ दिन बच्चों के लिए, 600-800 µg/ दिन पुरुषों एवं महिलाओं के लिए |
| विटामिन D                  | कैल्शियम और हड्डी के गठन का अवशोषण   | बच्चे में रिकेट्स और वयस्कों में ओस्टियोमलेसिया | सूर्य की किरणें और कॉड यकृत तेल                  | 15 µg / दिन पुरुषों एवं महिलाओं के लिए                                |

|           |  |  |                                     |               |
|-----------|--|--|-------------------------------------|---------------|
| विटामिन E | एंटीऑक्सीडेंट और प्रजनन-कारक             | मानव में कमी अत्यंत दुर्लभ है।             | गेहूं के बीज का तेल और नट्स         | 8-10 mg/दिन   |
| विटामिन K | रक्त के थक्के को जमने में सहायक देता है। | रक्त का थक्का जमने में अवरोध (hemorrhagic) | पालक, गोभी और हरी पत्तेदार सब्जियां | 70-140 µg/दिन |

**अनुशंसित आहार भत्ता (Recommended Dietary Allowances)** : यह आवश्यक पोषक तत्वों की वह प्रति दिन की औसत मात्रा है, जो सभी स्वस्थ लोगों की आवश्यकता को पूरा करने के लिए पर्याप्त होती है (स्रोत: आईसीएमआर रिपोर्ट भारतीयों के लिए विटामिन के लिए आरडीए, 2010)।

आर.डी.ए. शरीर के सामान्य कामकाज के लिए विटामिन की आवश्यकताओं से संबंधित है। इसलिए शरीर में विटामिन के स्तर में कमी और वृद्धि को सामान्यतः कहा जाता है :

- हाइपोविटामिनोसिस** : का अर्थ है शरीर में विटामिन की कमी। विटामिन की कमी तब हो सकती है जब सामान्य सेवन आरडीए से कम हो और
- हाइपरविटामिनोसिस** : आर.डी.ए. की तुलना में विटामिन के अधिक सेवन से हैं। यदि लंबे समय तक विटामिन (विशेष रूप से वसा घुलनशील विटामिन) शरीर में असामान्य रूप से संचित रहते हैं तो यह वयस्कों में विषाक्तता का कारण हो सकती है। हाइपरविटामिनोसिस विटामिन-सप्लीमेंट की अधिकता के कारण हो सकती है।

## बोध प्रश्न 1

कॉलम I व कॉलम II का आपस में मिलान करें

| कॉलम I                | कॉलम II                      |
|-----------------------|------------------------------|
| क) परनीसियस एनीमिया   | i) थायमिन                    |
| ख) बेरीबेरी           | ii) विटामिन C                |
| ग) रतौंधी             | iii) विटामिन B <sub>12</sub> |
| घ) स्कर्वी            | iv) फोलिक एसिड               |
| ङ) मेगालोब्लास्टिक    | v) निआसिन                    |
| च) एनीमिया रक्तस्रावी | vi) विटामिन D                |
| छ) रिकेट्स            | vii) विटामिन K               |
| ज) पेलेग्रा           | viii) विटामिन A              |

## 12.3 विटामिन : वर्गीकरण

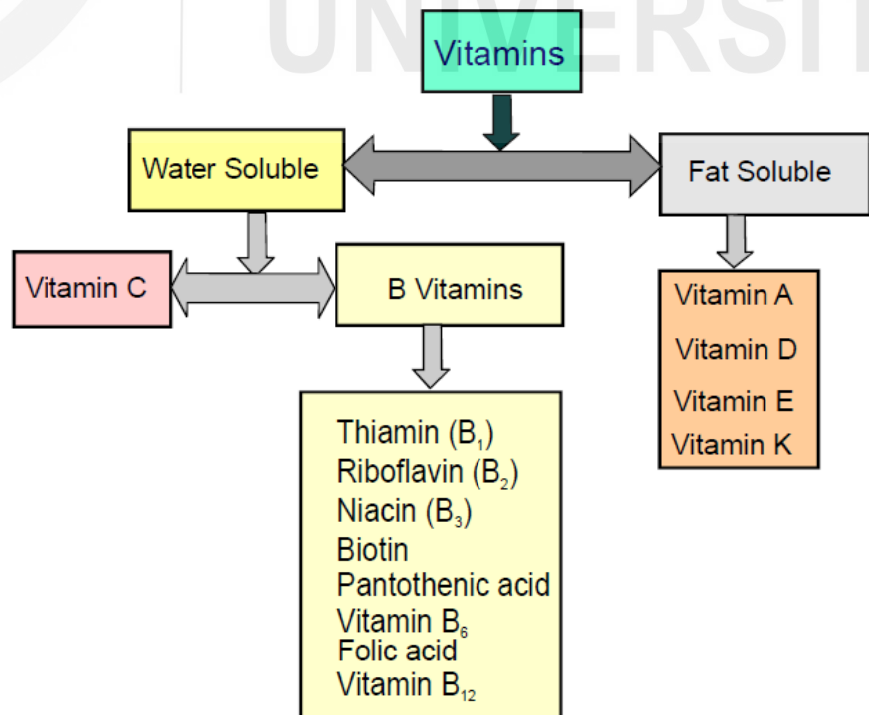


कासिमिर फंक

वैज्ञानिक कासिमिर फंक (1884–1967) ने विटामिन शब्द को परिणत किया (coined) जिसका सामान्य अर्थ अत्यावश्यक ऐमीन हैं क्योंकि पहले के यौगिकों में से एक थियामिन (विटामिन B<sub>1</sub>) को बेरीबेरी रोगों से बचाव के लिए एमाइन के रूप में खोजा गया था। हालांकि, सभी विटामिन एमाइन नहीं होते हैं। उन्होंने पहले चावल की भूसी से विटामिन (B<sub>1</sub>) को अलग किया। शुरुआत में, कई विटामिनों को वर्णमाला A, B<sub>1</sub> और B<sub>2</sub>, C, D, E और K द्वारा खोजा और नामित किया गया था क्योंकि उनकी रासायनिक संरचना ज्ञात नहीं थी।

विटामिन को पारंपरिक रूप से घुलनशीलता के आधार पर वसा-घुलनशील और जल-घुलनशील के रूप में दो समूहों में वर्गीकृत किया गया है चित्र 12.1। यह वर्गीकरण परिभाषित करता है कि वे शरीर में कहां कार्य करते हैं। जल घुलनशील विटामिन कोशिकाओं के साइटोसोल में और वसा घुलनशील विटामिन मुख्य रूप से मुक्त मूलक (free radical) क्षति से कोशिका झिल्ली की रक्षा के लिए जिम्मेदार होते हैं। कुल तरह विटामिन हैं। वसा-घुलनशील विटामिन चार हैं: विटामिन A, D, E और K और जल-घुलनशील विटामिन नौ हैं – थायमिन, रिबोफ्लोविन, निआसिन, पैंटोथीनिक अम्ल, पाइरिडोक्सिन, बायोटिन, फोलिक एसिड, और विटामिन B<sub>12</sub> (सामूहिक रूप से इन्हें बी-कॉम्प्लेक्स विटामिन के रूप में जाना जाता है) और विटामिन C। जल घुलनशील विटामिन आसानी से मूत्र के माध्यम से बाहर निकल जाते हैं। इसलिए, वे शरीर में संग्रहित नहीं होते हैं, जबकि वसा-घुलनशील विटामिन शरीर में संग्रहित होते हैं और उनकी अधिक मात्रा से उपापचय संबंधी असामान्यता हो सकती है। वसा-घुलनशील विटामिन को वसा-विलेय विटामिन और जल-घुलनशील विटामिन को जल-विलेय विटामिन भी कहा जाता है।

अब विटामिन की संरचना, कार्य और उनकी कमी से होने वाले रोगों के बारे में अच्छी तरह से अध्ययन हो चुका है जिसके बारे में आप अगले भाग में जानेंगे।



## बोध प्रश्न 2

क) विटामिन को वर्गीकृत करें।

ख) बताइए कि शरीर में जल विलेय विटामिन क्यों जमा नहीं होते हैं।

## 12.4 जल-घुलनशील विटामिन : संरचना एवं कार्य

जल घुलनशील विटामिन पानी में घुलनशील होते हैं। ये अक्सर आंत के द्वारा अवशोषित होते हैं और फिर रक्तप्रवाह के माध्यम से यकृत में ले जाया जाता है। जब जल घुलनशील विटामिन को अधिक मात्रा में लिया जाता है, तो वे मूत्र मार्ग से बाहर निकल जाते हैं, और इस प्रकार ये शरीर में संग्रहित नहीं होते हैं। पानी में घुलनशील विटामिन दो प्रकार के होते हैं :

I. विटामिन **B** - (विटामिन का कॉम्प्लेक्स) और

II. विटामिन **C**.

**B**-कॉम्प्लेक्स विटामिन को **B**-कॉम्प्लेक्स इसलिए कहा जाता है क्योंकि इसमें आठ विटामिन सम्मिलित हैं जिनमें थायमिन (विटामिन B<sub>1</sub>), रिबोफ्लोविन (विटामिन B<sub>2</sub>), निआसिन, पैंटोथीनिक अम्ल (विटामिन B<sub>5</sub>), पाइरिडोक्सिन (विटामिन B<sub>6</sub>), बायोटिन फोलिक एसिड और कोबालामिन (विटामिन B<sub>12</sub>) शामिल हैं। ये विटामिन सह-एंजाइम के लिए पूर्ववर्ती (precursor) हैं जो विशिष्ट एंजाइम गतिविधियों में मदद करते हैं जबकि विटामिन C जैव रासायनिक-प्रतिक्रियाओं में सह-एंजाइम के रूप में सीधे भाग ले सकते हैं। विटामिन C को एंटीऑक्सीडेंट विटामिन के रूप में भी जाना जाता है।

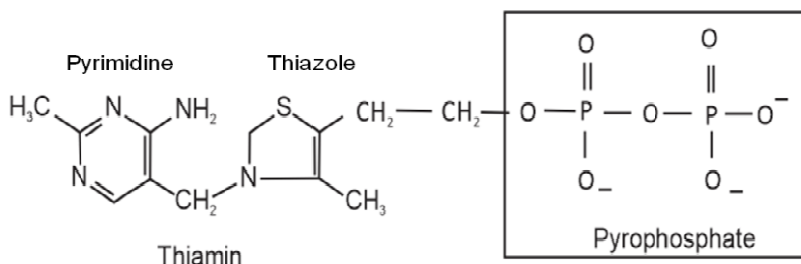
आइए हम एक-एक करके पानी में घुलनशील विटामिन (B-कॉम्प्लेक्स विटामिन और विटामिन C) पर चर्चा करें।

### 12.4.1 B-कॉम्प्लेक्स विटामिन

जैसा कि ऊपर उल्लेख किया गया है विटामिन B-कॉम्प्लेक्स में कुल आठ विटामिन होते हैं जो पानी में घुलनशील होते हैं। हम उनमें से प्रत्येक पर अलग से चर्चा करेंगे।

#### i. थायमिन (विटामिन B<sub>1</sub>)

थायमिन चावल की भूसी में पाया जाने वाला पहला विटामिन (B<sub>1</sub>) था। थायमिन की संरचना में एक पिरिमिडीन और एक थियाजोल होता है जो एक मेथिलीन समूह (—CH<sub>2</sub>) द्वारा जुड़ा रहता है और इसका सक्रिय रूप थायमिन पायरोफॉस्फेट (TPP) (चित्र 12.2) है। थायमिन बैक्टीरिया, कवक और पौधों में संश्लेषित होता है।



चित्र 12.2 : थायमिन और TPP की रासायनिक संरचना।

## कार्य

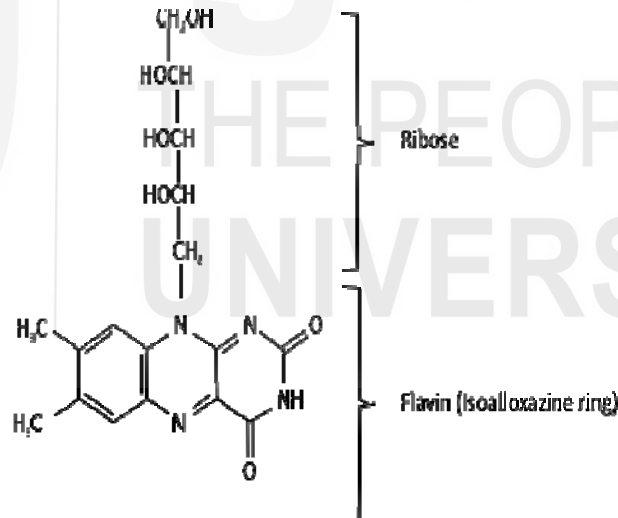
विटामिन B<sub>1</sub> एक सल्फर (S) युक्त विटामिन है जो कार्बोहाइड्रेट, लिपिड और प्रोटीन की ऊर्जा उपापचय में शामिल होता है। थायमिन पायरोफॉस्फेट (TPP) सक्रिय रूप से कार्बोहाइड्रेट उपापचय के निर्जलीकरण और डीकार्बोक्सिलेशन प्रतिक्रियाओं में एक सह-एंजाइम के रूप में शामिल होता है। TPP निर्भर एंजाइम ट्रांसकिटोलेस, पाइरूवेट डिहाइड्रोजनेज कॉम्प्लेक्स और  $\alpha$ -किटोग्लूटारेट डिहाइड्रोजनेज हैं।

## कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

विटामिन B<sub>1</sub> में आहार की कमी या अपर्याप्त सेवन से बच्चे और वयस्कों में बेरीबेरी नामक बीमारी होती है। विटामिन B<sub>1</sub> के प्राथमिक स्रोत अनाज, पत्तेदार हरी सब्जियां, शतावरी, अंडा, फल, फलियां (बीन्स और मसूर), और सोयामिल्क इत्यादि हैं।

ii. रिबोफ्लेविन (विटामिन B<sub>2</sub>)

रिबोफ्लेविन को विटामिन B<sub>1</sub> के ठीक बाद खोजा गया था, इसलिए इसे विटामिन B<sub>2</sub> के रूप में जाना जाता है। रिबोफ्लेविन शब्द राइबोस (शुगर) और फ्लेविन (रिंग मौएटी) से लिया गया है। फ्लेविन समूह राइबिटोल, जो एक राइबोस (एक शुगर) का व्युत्पन्न है, से कार्बन-नाइट्रोजन बंधन द्वारा बाध्य होता है (चित्र 12.3)। साइंटिस्ट कुहन, ग्योर्गी और वैगनर (1933) ने अंडे से राइबोफ्लेविन को अलग किया। रिबोफ्लेविन का तीव्र पीला रंग है और व्यापक रूप से एक खाद्य भोज्य के रूप में उपयोग किया जाता है।



चित्र 12.3 : रिबोफ्लेविन की संरचना।

## कार्य

रिबोफ्लेविन मानव शरीर में, फ्लेविन मोनोन्यूक्लियोटाइड (FMN) और फ्लेविन एडेनिन डाइन्यूक्लियोटाइड (FAD) दो रूपों में विद्यमान रहता है। FMN और FAD दोनों रूप सहएंजाइम हैं जो रेडोक्स अभिक्रिया में हाइड्रोजन (e) परमाणुओं को स्वीकार करने और प्रदान का कार्य करते हैं। जिन एंजाइमों को FAD या FMN की आवश्यकता होती है, उन्हें फ्लेवोप्रोटीन कहा जाता है। इन रेडोक्स प्रतिक्रियाओं को उत्प्रेरित करने वाले एंजाइमों को डीहाइड्रोजिनेजेस कहा जाता है। FAD मुख्य रूप से माइटोकॉन्ड्रियी इलेक्ट्रॉन परिवहन प्रणाली में इलेक्ट्रॉन वाहक के रूप में काम करते हैं जो कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन से ऊर्जा को बनाने में सहायक है।



## कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

रिबोफ्लेविन की कमी के लक्षण है थकान, और शारिरिक धीमी वृद्धि है; चीलोसिस (सूजन फटा हुआ होंठ), ग्लोसिटिस सूखी (जीभ की सूजन) और पपड़ीदार त्वचा (seborrheic जिल्द की सूजन), असामान्य दृष्टि और कॉर्निया सूजन। शरीर की आवश्यकता को पूरा करने के लिए दूध, यकृत, अंडे और पत्तेदार सब्जियां राइबोफ्लेविन के समृद्ध स्रोत हैं।

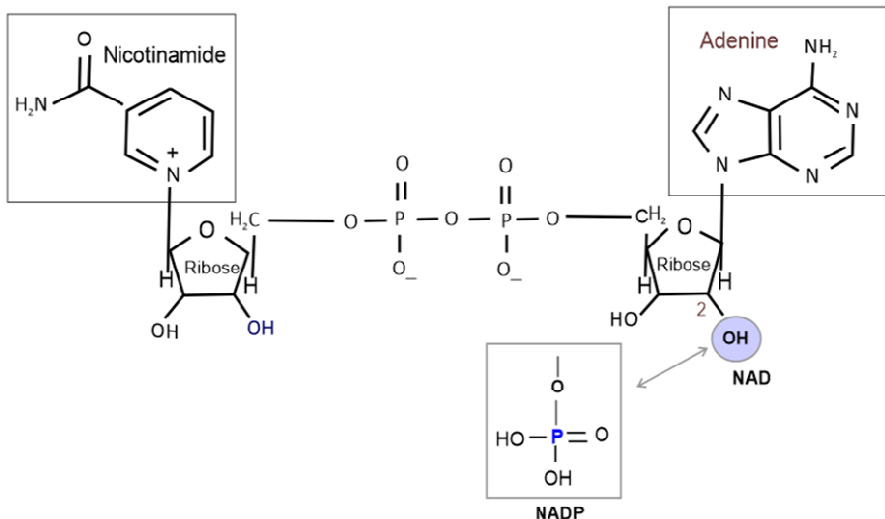
### iii. निआसिन (विटामिन B<sub>3</sub>)

'निआसिन' शब्द को सामूहिक रूप से निकोटीनामाइड और निकोटिनिक एसिड कहा जाता है। निआसिन सभी विटामिनो मे से एक असामान्य विटामिन है क्योंकि यह एक रासायनिक यौगिक, निकोटिनिक अम्ल, जो निकोटीन का व्युत्पन्न है, के रूप में खोजा गया था। निआसिन एक पाइरीडीन 3-कार्बोक्सिलिक अम्ल है और ऊतकों में निकोटीनामाइड के रूप में होता है। यह अद्वितीय विटामिन है क्योंकि इसे ऐमीनों एसिड ट्रिप्टोफान से भी संश्लेषित किया जा सकता है।

### कार्य

निआसिन दो रूपों में होता है निकोटिनेमाइड एडिनिन डाइन्यूक्लीओटाइड (NAD) और निकोटिनेमाइड एडिनिन डाइन्यूक्लीओटाइड फॉस्फेट (NADP) (चित्र 12.4)। NADP NAD से अलग होता है; इसमें 2' राइबोज रिंग की स्थिति पर एक अतिरिक्त फॉस्फेट समूह की उपस्थिति होती है।

NAD मुख्य रूप से कैटाबोलिक प्रतिक्रियाओं (ग्लूकोस अपचय) में और NADP एनाबॉलिक प्रतिक्रियाओं (यानी फैटी एसिड संश्लेषण) में शामिल होते हैं। भोजन के उपापचय के दौरान ऊर्जा-हस्तांतरण प्रतिक्रियाओं के लिए निआसिन आवश्यक है। निआसिन का कार्य राइबोफ्लेविन सह-एंजाइम के समान है जिसमें यह ग्लूकोस और वसा के उपापचय प्रतिक्रियाओं के दौरान हाइड्रोजन अणुओं (और उनके इलेक्ट्रॉनों) का वहन करता है। डीहाइड्रोजेनेज एंजाइम के लिए NAD सह-एंजाइम आवश्यक होता है। इनमें लैक्टेट डिहाइड्रोजेनेज, पाइरूवेट डिहाइड्रोजेनेज, पाइरूवेट डिहाइड्रोजेनेज कॉम्प्लेक्स,  $\alpha$ -केटोग्लूटेरट डिहाइड्रोजेनेज, मैलेट डिहाइड्रोजेनेज आदि शामिल हैं।



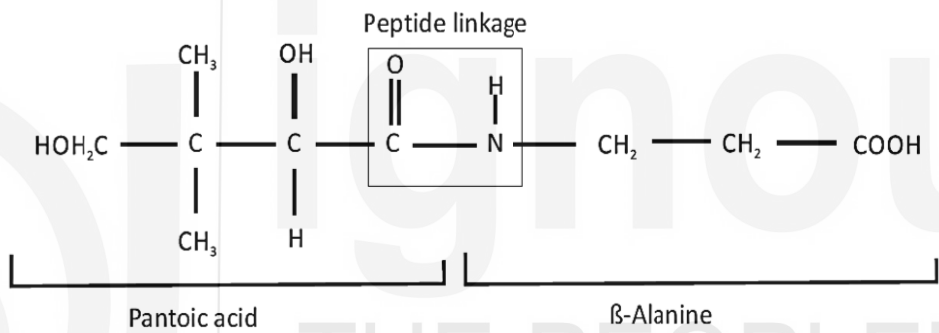
चित्र 12.4 : NAD<sup>+</sup> और NADP<sup>+</sup> की संरचनाएं।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

निआसिन के पोषण का महत्वपूर्ण तब जाना गया था जब लोगों में पैलाग्रा रोग हुआ था। आहार में निआसिन की कमी के कारण पेलाग्रा; (पेलिस-स्कन, अग्रा-खुरदरा) का निदान किया गया था। मूंगफली, फलियां, मांस, अंडे और दूध इस विटामिन के अच्छे स्रोत हैं।

#### iv. पेन्टोथीनिक अम्ल (विटामिन B<sub>5</sub>)

पैंटोथीनिक अम्ल विटामिन B कॉम्प्लेक्स परिवार का एक सदस्य है। इस विटामिन का नाम ग्रीक शब्द पैंटोस से आया है, जिसका अर्थ है "हर जगह"। इसे रोजर जेविलियमस द्वारा 1931 में मांस के निष्कर्ष (सत) से प्राप्त किया गया था। यह β (बीटा) एलानिन और पेन्टोइक अम्ल का बना होता है जो पेप्टाइड बंध द्वारा जुड़े रहते हैं (चित्र 12.5)। पेन्टोथीनिक अम्ल जंतुओं और सूक्ष्मजीवों के लिए भी अनिवार्य पोषक होता है। यह विटामिन कार्बोहाइड्रेटों और लिपिडों से ऊर्जा को निर्मुक्त करने में सहायक होता है।



चित्र 12.5 : पैंटोथीनिक एसिड की संरचना।

सह-एंजाइम A के संश्लेषण के लिए विटामिन B<sub>5</sub> की आवश्यकता होती है। सह-एंजाइम A Acetyl-CoA नामक मध्यवर्ती यौगिक के लिए एक एसाइल समूह वाहक के रूप में कार्य करता है। यह कई उपापचय मार्गों में भाग लेता है और लिपिड, न्यूरोट्रांसमीटर, स्टेरॉयड हार्मोन और हीमोग्लोबिन के संश्लेषण के लिए आवश्यक है। यह शरीर के ऊतकों और कोशिकाओं के रखरखाव और मरम्मत में मदद करता है। पैंटोथीनिक अम्ल सह-एंजाइम A (Acyl के लिए) के निर्माण में शामिल है। यह क्रमशः संकेत पारगमन और एंजाइम सक्रियण और निष्क्रिय करने के लिए भी महत्वपूर्ण है।



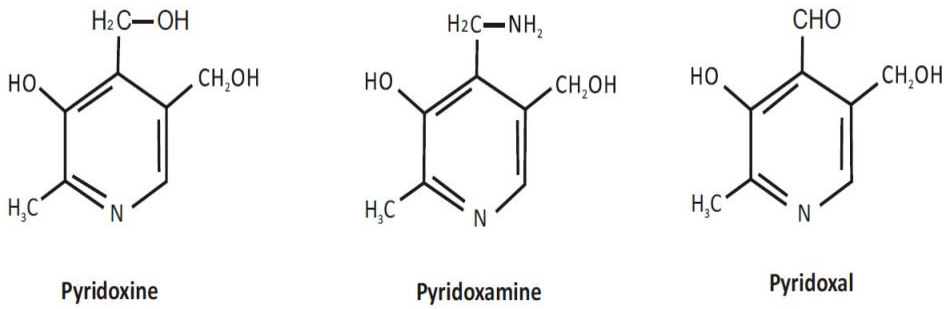
पॉल ग्यॉरजी

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

पैंटोथीनिक अम्ल की कमी शायद ही कभी लोगों में पाई जाती है क्योंकि यह व्यापक रूप से जानवरों के उत्पादों और पौधों में पाया जाता है।

#### v. विटामिन B<sub>6</sub> (पाइरिडोक्सिन)

विटामिन B<sub>6</sub> तीन संरूपों पाइरीडोक्सिन, पाइरीडोक्सेमीन और पाइरीडॉक्सल में पाया जाता है (चित्र 12.6)। पॉल ग्यॉरजी ने इस विटामिन की पहचान की। विटामिन B<sub>6</sub> की सभी तीन संरूपों में पाइरीडीन वलय होती है।

चित्र 12.6 : विटामिन B<sub>6</sub> की संरचना।

### कार्य

विटामिन B<sub>6</sub> के सभी तीन सरूप सक्रिय रूप से पाइरीडॉक्सल फॉस्फेट (PLP) में परिवर्तित हो जाते हैं। विटामिन B<sub>6</sub> का प्राथमिक कार्य ऐमिनो एसिड संश्लेषण के लिए ऐमिनो एसिड से ऐमिनो समूह को स्थानांतरित करना है। PLP-आश्रित एंजाइमों को ट्रांसऐमिनेस कहा जाता है जैसे ऐसंपार्टेट ट्रांसऐमिनेस और एलानिन ट्रांसऐमिनेस। यह विटामिन न्यूरोट्रांसमीटर के उपापचय में शामिल है, उदाहरण – डोपामाइन, सेरोटोनिन,  $\gamma$ -ऐमिनोब्यूट्रिक एसिड (GABA), एपिनेफ्रीन, हिस्टामाइन।

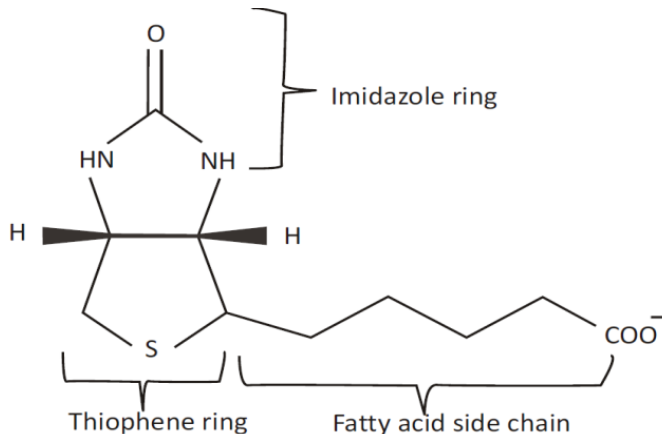
### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

विटामिन B<sub>6</sub> की आमतौर पर शरीर में कमी नहीं होती है क्योंकि यह सभी सब्जी, पशु उत्पादों, अनाज और फलों में पाया जाता है। भोजन को गर्म करने पर इसकी जैविक गतिविधि कम हो सकती है। अतः नैदानिक लक्षण कमजोरी, पेट में दर्द, चक्कर और उल्टी, जिल्द की सूजन (dermatitis) और पेरीफेरल न्यूरोपैथी (peripheral neuropathy) हो सकते हैं।

### vi. बायोटिन

1935 में डच जैवरसायनिक विज्ञानी फ्रिट्ज कोल ने अंडे के पीतक में बायोटिन को

क्रिस्टलीय संरूप में पृथक किया था। बायोटिन एक इमीडेजोल समूह; थियोफेन वलय और एक वसा अम्ल पार्श्व श्रृंखला का बना होता है (चित्र 12.7)। यह विटामिन कोशिका वृद्धि और वसा और ऐमिनो एसिड के उपापचय के लिए आवश्यक है।



चित्र 12.7 : बायोटिन की संरचना।

## कार्य

**बायोसाइटिन –**  
बायोटिन विटामिन और अमीनो एसिड लाइसिन का संयुक्त रूप है। बायोटिनिडेज एंजाइम बायोसिटिन का बायोटिन में विघटन करती है। जो कार्बोक्सिलेज एंजाइमों के लिये एक सहकारक के रूप में कार्य करता है।

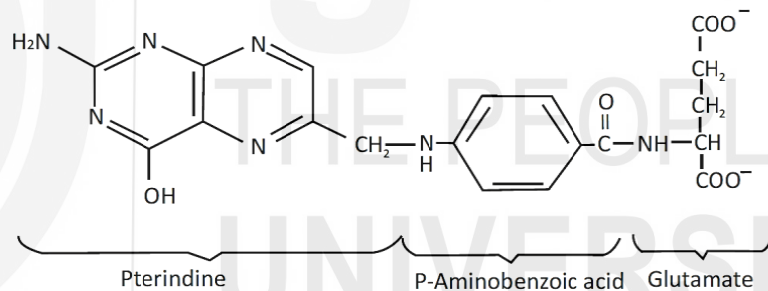
बायोटिन सह-एंजाइम के रूप में उपापचय में कार्बन डाइऑक्साइड को स्थानांतरित करता है। यह पायरूवेट कार्बोक्सिलेज, acetyl CoA कार्बोक्सिलेज, प्रोपियोनील CoA कार्बोक्सिलेज का सह-एंजाइम है। यह भोजन का विघटन (कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन) कर ऊर्जा रूपांतरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके अलावा, यह कई जैविक प्रतिक्रियाओं विशेष रूप से वसा और प्रोटीन उपापचय में शामिल होता है।

## कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

बायोटिन कई खाद्य स्रोतों में व्यापक रूप से बायोसिटोसिन के रूप में पाया जाता है, इसलिए इसकी कमी आमतौर पर मानव शरीर में नहीं होती है। यकृत, गुर्दे, खमीर, नट्स, टमाटर और अंडे की जर्दी बायोटिन के कुछ अच्छे स्रोत हैं।

## vii. फोलिक एसिड

शब्द, फोलिक एसिड लैटिन शब्द 'फोलियम (लीफ)' से लिया गया है, इसे टेरोइलग्लूटामिक अम्ल या फोलेसिन के रूप में भी जाना जाता है। पौधे मुख्य रूप से पालक के पत्ते विशेष रूप से फोलिक एसिड का एक समृद्ध स्रोत हैं, फोलिक एसिड में टेरीडीनद वलय, पैरा-ऐमीनो बेन्जोइक अम्ल (PABA) और ग्लूटामिक अम्ल होते हैं (चित्र 12.8)। शरीर में, फोलिक एसिड फोलेट रूप में रूपांतरित हो जाता है। इसका सक्रिय रूप टेट्राहाइड्रोफोलेट (THF) है।



चित्र 12.8 : फोलिक एसिड की संरचना।

## कार्य

फोलिक एसिड सह-एंजाइम DNA (डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड) और ऐमीनो एसिड के संश्लेषण में शामिल जैव रासायनिक क्रिया में एकल-कार्बन यौगिकों को स्थानांतरित करता है। फोलेट और विटामिन B<sub>12</sub> दोनों एकल कार्बन यौगिकों को स्थानांतरित करने और प्राप्त करने की उनकी क्षमता में परस्पर जुड़े हुए हैं, जिन्हें मिथाइल समूह कहा जाता है। उदाहरण के लिए, एक मिथाइल समूह (CH<sub>3</sub>) के साथ THF अपने कार्बन यौगिक को विटामिन B<sub>12</sub> में दान करता है। यह क्रिया विटामिन B<sub>12</sub> को एक सक्रिय सह-एंजाइम में बदल देती है, जो होमोसिस्टीन को मेथियोनीन में बदलने के लिए उत्प्रेरित करेगी। विटामिन B<sub>12</sub> के बिना, इसके मिथाइल रूप में फोलेट कोशिकाओं के अंदर फंस जाता है, और यह कोशिका विकास के लिए अनुपलब्ध होता है। इसके अलावा, स्वस्थ लाल रक्त कोशिकाओं (RBCs) के निर्माण के लिए फोलेट की आवश्यकता होती है और यह विशेष रूप से शिशुओं और गर्भवती महिलाओं में एनीमिया को रोकता है। मस्तिष्क के विकास और कार्य के लिए फोलेट आवश्यक है। मानव शरीर को DNA संश्लेषित और मिथाइलेट करने के लिए फोलेट की आवश्यकता होती है।

## कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

फोलिक एसिड की कमी न्यूक्लिक एसिड और ऐमीनो एसिड के संश्लेषण को प्रभावित करती है। माना जाता है कि फोलिक एसिड विटामिन की कमी गर्भवती महिलाओं में सबसे सामान्य है। इस विटामिन की कमी आरबीसी निर्माण और नवजात शिशुओं के तंत्रिका तंत्र के विकास में दोष का कारण बनती है। इसलिए, गर्भवती महिलाओं में फोलिक एसिड की कमी नवजात शिशुओं में न्यूरल ट्यूब जन्म दोष का कारण बन सकती है। शरीर में, फोलिक एसिड की कमी से उचित आरबीसी का उत्पादन नहीं होता है और जिसके परिणामस्वरूप मेगालोब्लास्टिक एनीमिया बीमारी होती है इस बीमारी की विशेषता सामान्य से बड़ी लाल रक्त कोशिकाएं हैं। इन बीमारियों के लक्षण घातक एनीमिया (विटामिन B<sub>12</sub> की कमी) से मिलते हैं। नैदानिक लक्षण कमजोरी, थकान, अवसाद और सांस लेने की समस्या हैं।

फोलिक एसिड पौधों और जानवरों के उत्पादों में प्रचुर मात्रा में होता है। हरी पत्तेदार सब्जियां, साबुत अनाज, अनाज, खमीर, सोयाबीन और अंडे इस विटामिन के कुछ महत्वपूर्ण स्रोत हैं। फोलिक एसिड विटामिन की आवश्यकता को पूरा करने के लिए टैबलेट के रूप में भी उपलब्ध है और विशेष रूप से गर्भवती महिलाओं के लिए अनुशंसित है।

### viii. विटामिन B<sub>12</sub>

विटामिन B<sub>12</sub> सबसे बड़ा (आणविक भार = 1355.4) और सभी विटामिनों में सबसे जटिल विटामिन है। यह रासायनिक यौगिकों के एक वर्ग, विटामर्स (जो विटामिन सक्रियता प्रदर्शित करते हैं) का बना होता है। विटामिन B<sub>12</sub> को न तो पौधे और न ही जानवर संश्लेषित करने में सक्षम हैं। मानव आंत में पाए जाने वाले *E. Coli* जैसे कुछ बैक्टीरिया इस विटामिन को संश्लेषित करने में सक्षम हैं। बैक्टीरिया द्वारा संश्लेषित विटामिन B<sub>12</sub> की मूल संरचना हाइड्रॉक्सोकोबालामिन है, लेकिन मानव शरीर में विटामिन के अन्य रूपों जैसे कि मेथिलकोबालामिन और 5'-डीऑक्सीएडीनोसिल कोबालामिन में परिवर्तित हो जाती है।

विटामिन B<sub>12</sub> एकमात्र विटामिन है जिसमें एक कोबाल्ट धातु होती है जो कोरिन रिंग से बंधी होती है। इसलिए इसे कोबालमिन भी कहा जाता है। कोबालामिन की रासायनिक संरचना का निर्धारण 1956 में डोरोथी क्रोफुट हौजकिन द्वारा किया गया था। विटामिन की संरचना में कोरीन रिंग, डाईमेथिल-बेन्जीमाइडेजोल (DMB) तथा 5-डीऑक्सी एडिनोसिन शामिल है (चित्र 12.9)। विटामिन B<sub>12</sub> दो सक्रिय रूपों में होता है: मिथाइलकोबालामिन और डीऑक्सीएडिनोसिन कोबालामिन।

### कार्य

विटामिन B<sub>12</sub> सह-एंजाइम मिथाइल समूह वाहक के रूप में कार्य करता है, जो टेट्राहाइड्रोफोलैट डेरिवेटिव से कार्बन को स्वीकार करता है। यह वसा अम्ल और ऐमीनो एसिड के उपापचय में, और न्यूरोट्रांसमीटर के उत्पादन में होमोसिस्टीन से मेथियोनीन के रूपांतरण में एक सह-एंजाइम के रूप में कार्य करता है।

फोलेट और विटामिन B<sub>12</sub> का कार्य एक दूसरे के काफी सम्बंधित हैं क्योंकि फोलेट B<sub>12</sub> को मिथाइल समूह प्रदान करता है।

मस्तिष्क के सामान्य कामकाज, तंत्रिका तंत्र और लाल रक्त कोशिकाओं (RBCs) के गठन के लिए विटामिन B<sub>12</sub> की आवश्यकता होती है।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

विटामिन बी<sub>12</sub> की कमी परनीसियस एनीमिया (pernicious anaemia) का कारण बनता है जो आंतरिक कारक (Intrinsic factor) की अनुपस्थिति के द्वारा उत्पन्न होती है। आंत में मौजूद आंतरिक कारक विटामिन बी<sub>12</sub> अवशोषण के लिए आवश्यक है। परनीसियस एनीमिया उन लोगों में होता है जिनके पास आनुवंशिक रूप से आंतरिक कारक की कमी होती है। विटामिन बी<sub>12</sub> की कमी के कारण आरबीसी ठीक से संश्लेषित नहीं होते हैं।

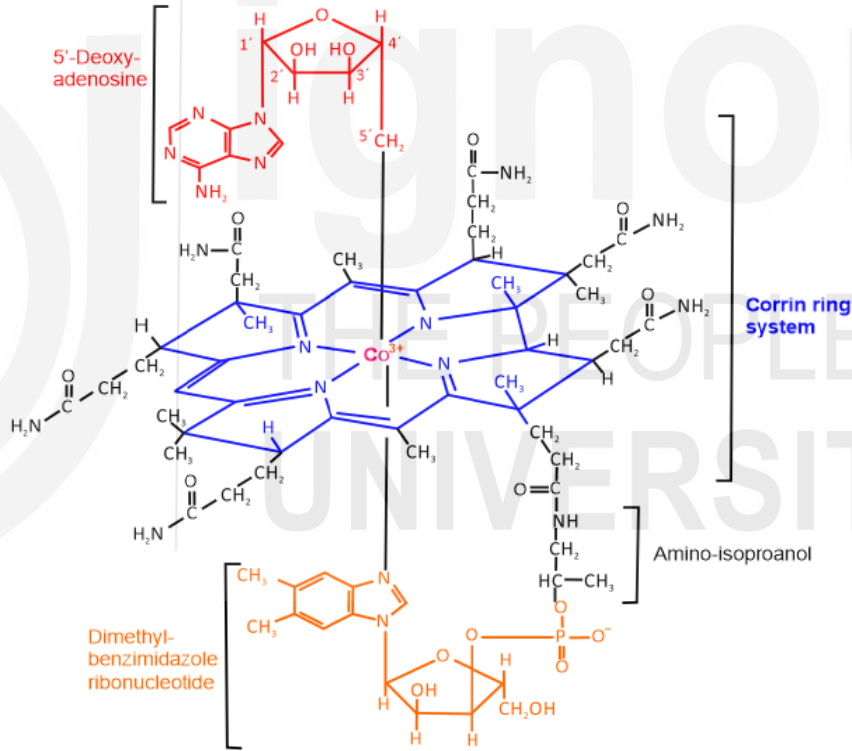


डोरोथी क्रोफूट हॉजकिन

फ्री रेडिकल्स (मुक्त मूलक) वे परमाणु या पदार्थ हैं जो अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों का वहन करते हैं। इसलिए उन्हें अस्थिर अणु माना जाता है। वे आम तौर पर प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियां (जैसे O<sub>2</sub><sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>) होती हैं। फ्री रेडिकल्स के ज्यादा होने से ऑक्सीडेटिव तनाव होता है। जो लिपिड प्रोटीन और डीएनए को नुकसान पहुंचाता है।

ऑक्सीडेटिव तनाव शरीर में एंटीऑक्सिडेंट और फ्री रेडिकल्स के बीच असंतुलन को संदर्भित करता है।

प्राथमिक लक्षण में कमजोरी, थकान, एनीमिया, बिगड़ा हुआ तंत्रिका तंत्र और त्वचा संक्रमण शामिल हैं। शाकाहारी लोगों में आमतौर पर विटामिन B<sub>12</sub> की कमी होती है। विटामिन B<sub>12</sub> का सबसे अच्छा आहार स्रोत हरी पत्तेदार सब्जियां, पशु मांस, अंडा, मछली और प्रोबायोटिक्स हैं।



चित्र 12.9 : विटामिन B<sub>12</sub> की संरचना।

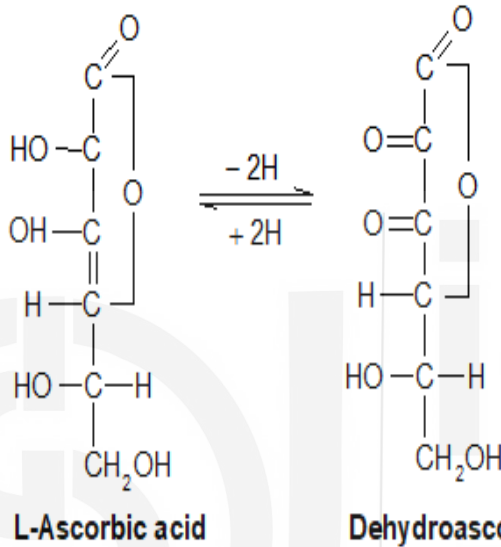
### 12.4.2 विटामिन C

B-कॉम्प्लेक्स विटामिन (सह-एंजाइम) के विपरीत, विटामिन C सीधे सह-एंजाइम रूप के साथ में एन्टीऑक्सीडेंट अणु की भांति कार्य करता है। यह जल घुलनशील विटामिन भी है। यह रासायनिक रूप से एस्कॉर्बिक एसिड के रूप में जाना जाता है। यह स्कर्वी रोग को ठीक करता है इसलिए इसे एंटीस्कॉर्बिक विटामिन भी कहा जाता है।

यह एक किटोलेक्टोन (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) है जिसमें छह कार्बन परमाणु के साथ हाइड्रॉक्सिल समूह होते हैं जो कुछ हद तक ग्लूकोस संरचना से मिलते हैं। यह दो बन्धों द्वारा अलग

किए गए दो हाइड्रॉक्सिल समूहों के आयनीकरण के कारण प्रकृति में अम्लीय है। यह एक बहुत ज्यादा अपचायक कारक है इसलिए यह पानी में घुलनशील एंटीऑक्सीडेंट है। विटामिन C ताप के प्रति संवेदनशील है क्योंकि यह उच्च तापमान पर आसानी से टूट जाता है। हालांकि, यह एक गंधहीन, क्रिस्टलीय यौगिक और पानी में घुलनशील है। मानव शरीर में विटामिन C संश्लेषित नहीं होता है इसलिए, हमें खट्टे खाद्य पदार्थ लेने चाहिए जो विटामिन C का समृद्ध स्रोत हैं।

विटामिन C का कोई व्युत्पन्न या सह-एंजाइम रूप नहीं है, लेकिन दो रूपों में 1. L-एस्कॉर्बिक अम्ल (अपचायक) और 2. L-डिएस्कॉर्बिक अम्ल (ऑक्सीकृत) पाया जाता है (चित्र 12.10)।



चित्र 12.10 : विटामिन C की संरचना। (Ascorbic acid)।

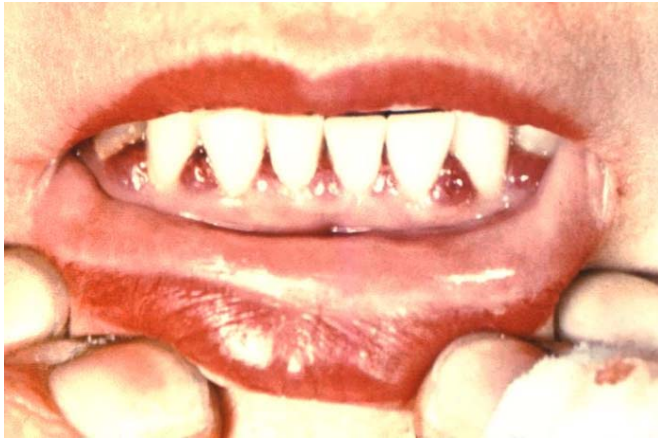
### कार्य

विटामिन C की कोलेजन के संश्लेषण में विशेष भूमिका होती है। यह प्रोलिन और लाइसिन हाइड्रॉक्सिलेज एंजाइम के लिए एक सह कारक के रूप में कार्य करता है जो कोलेजन संश्लेषण में प्रोलिन और लाइसिन के हाइड्रॉक्सिलेशन के लिए आवश्यक होता है। कोलेजन मानव शरीर के संयोजी ऊतकों का एक मुख्य संरचनात्मक प्रोटीन है। यह त्वचा, हड्डियों और बालों में भी पाया जाता है।

विटामिन C घाव भरने, हड्डियों और दांतों के निर्माण में भी मदद करता है, शरीर में लोहे के अवशोषण को बढ़ाता है। यह संक्रमण से लड़ने के लिए शरीर की प्रतिरक्षा प्रणाली को बढ़ाता है। विटामिन C कोशिकाओं में फ्री रेडिकल्स (Free radicals) को उदासीन करता है और इस प्रकार फ्री रेडिकल्स से होने वाली क्षति को रोकता है।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

आहार में विटामिन C की कमी से स्कर्वी रोग हो सकता है। (चित्र 12.11) रक्त कोशिकाओं की नाजुकता, मसूड़ों और दांतों से खून बहना विटामिन C की कमी के सामान्य लक्षण हैं। खट्टे फल, पालक और आंवला में विटामिन C अधिक मात्रा में मौजूद होता (चित्र 12.12) है, जो स्कर्वी के रोगी को लेने के लिए कहा जाता है। विटामिन C टैबलेट या सिरप के रूप में भी उपलब्ध है।



चित्र 12.11 : दांतों के मसूड़े स्कर्वी से प्रभावित।



चित्र 12.12 : विटामिन C का स्रोत।

### बोध प्रश्न 3

क) इंगित करें कि निम्नलिखित कौन से कथन सत्य (T) अथवा असत्य (F) हैं। :

- i. विटामिन अकार्बनिक यौगिक हैं। [ ]
- ii. TPP कार्बोक्सिलेशन प्रतिक्रियाओं में भाग लेता है। [ ]
- iii. थियाजोल रिंग नियासिन विटामिन में मौजूद है। [ ]
- iv. पेलाग्रा रोग नियासिन की कमी के कारण होता है। [ ]
- v. रिबोफ्लेविन का उपयोग खाद्य योज्य के रूप में किया जाता है। [ ]
- vi. विटामिन B<sub>1</sub> में सल्फर परमाणु मौजूद होता है। [ ]
- vii. थायमिन की कमी से बेरीबेरी रोग होता है। [ ]

ख) रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

- i. ट्रिप्टोफान एमिनो एसिड विटामिन ..... को संश्लेषित कर सकता है।
- ii. .... सह-एंजाइम माइटोकॉन्ड्रियल इलेक्ट्रॉन परिवहन प्रणाली में इलेक्ट्रॉन वाहक के रूप में उपयोग करते हैं।
- iii. विटामिन ..... की कमी से नवजात शिशुओं में न्यूरल ट्यूब जन्म दोष होता है।
- iv. कोबाल्ट धातु युक्त विटामिन ..... है।
- v. एंटीऑक्सीडेंट विटामिन ..... एक जलीय विटामिन है।



ग) कॉलम I व कॉलम II का आपस में मिलान करें :

| कॉलम I   | कॉलम II                    |
|--|----------------------------|
| i. हाइड्रोजन स्थानांतरण                              | a) पाइरिडोक्सिन            |
| ii. मिथाइल समूह स्थानांतरण                           | b) विटामिन C               |
| iii. ऐमीनो समूह स्थानांतरण                           | c) बायोटिन                 |
| iv. कार्बन डाइऑक्साइड समूह स्थानांतरण                | d) विटामिन B <sub>12</sub> |
| v. कोलेजन संश्लेषण में ऐमीनो एसिड का हाइड्रॉक्सिलेशन | e) निआसिन                  |

## 12.5 वसा घुलनशील विटामिन

जल घुलनशील विटामिन के विपरीत, वसा घुलनशील विटामिन वसा में घुलनशील होते हैं। विटामिन A, D, E और K को सामूहिक रूप से वसा में घुलनशील विटामिन के रूप में जाना जाता है। वसा में घुलनशील विटामिन अक्सर आहार वसा के साथ अवशोषित होते हैं। ये वसा घुलनशील विटामिन यकृत और वसा ऊतकों में संग्रहित होते हैं और उनकी आवश्यकता कुछ इस तरह होती है जैसे “मांग और आपूर्ति”, यानि जब भी कोशिकाओं से कोई मांग होती है। इन विटामिनों का निर्मोचन होता है वसा में घुलनशील विटामिन लंबे समय तक शरीर में अधिक मात्रा में जमा होने पर हानिकारक हो सकते हैं।

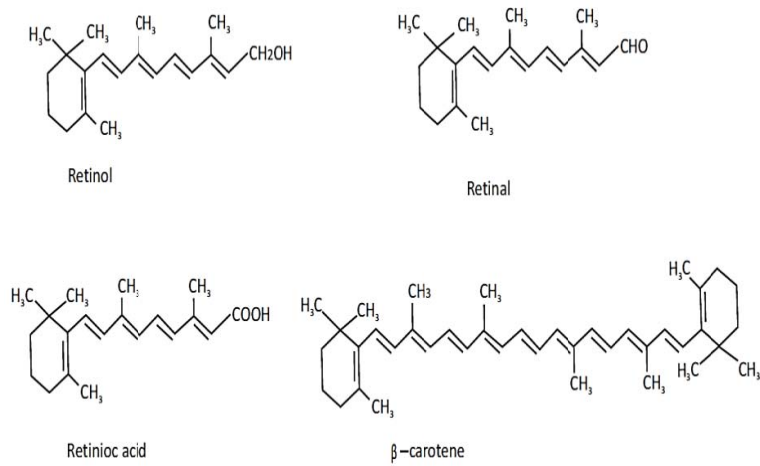
मानव शरीर को वसा में घुलनशील विटामिन की आवश्यकता स्वस्थ त्वचा, बाल, आंखें, दिल और हड्डी को बनाए रखने के लिए होती है। आइए हम एक-एक करके वसा में घुलनशील विटामिनों का अध्ययन करें।

### 12.5.1 विटामिन A

विटामिन A उनयौगिकों के लिए एक सामान्य नाम है जिन्हें रेटिनोइड्स (retinoids) कहा जाता है।

रेटिनल और रेटिनोइक एसिड विटामिन A के जैवीय सक्रिय रूप हैं पौधों में व्युत्पन्न कैरोटीनाफाइड्स जिनमें  $\beta$ -कैरोटीन शामिल हैं उन्हें रेटिनोइड कहा जाता है जो मानव शरीर में रेटिनल (retinal) में परिवर्तित हो जाते हैं। यह विटामिन A का एक और स्रोत है। इसलिए इसे प्रोविटामिन A कहा जाता है।

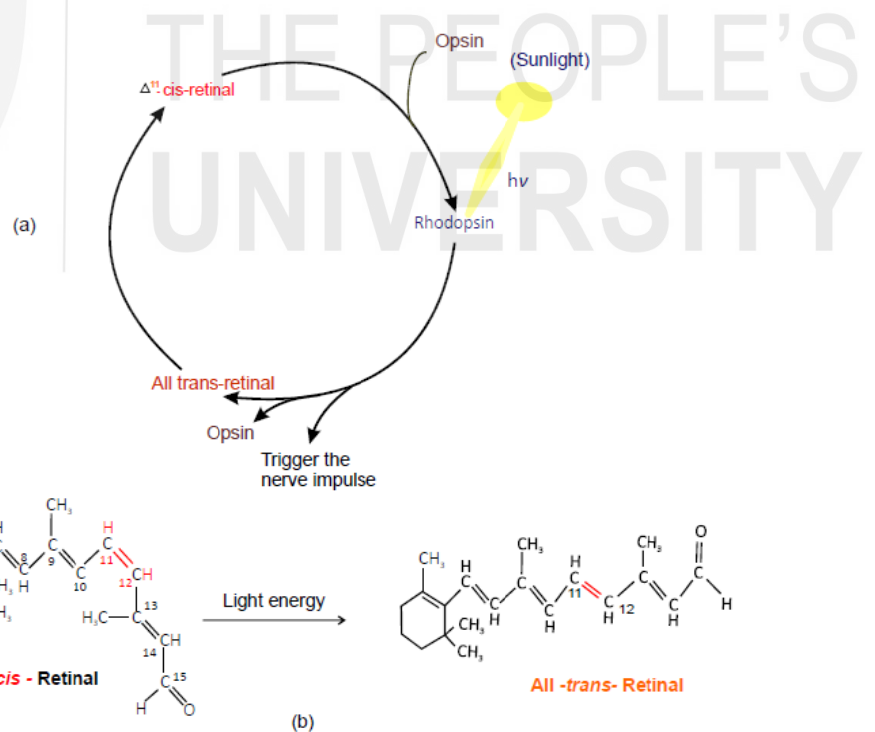
विटामिन A तीन रूपों में होते हैं: रेटिनॉल, रेटिनल, रेटिनाइक एसिड जो सभी  $\beta$ -आयनोन चक्रीय रिंग और आइसोप्रेनॉइड साइड पार्श्व श्रृंखला से बने होते हैं (चित्र 12.13)।



चित्र 12.13 : विटामिन A के रूपों की संरचना।

**कार्य**

विटामिन A हमारी दृष्टि (vision) में एक केंद्रीय भूमिका निभाता है। रेटिनोल को रक्त के माध्यम से रेटिना में ले जाया जाता है, जहाँ यह रेटिनल रूप में बदल जाता है। रेटिनल ओप्सिन (Opsin) प्रोटीन से जुड़कर रोडोप्सिन बनाता है जो एक प्रकाश अवशोषी अणु है। रोडोप्सिन रंग निर्धारण तथा दृष्टि दोनों के लिये आवश्यक होता है। जब प्रकाश रोडोप्सिन पर पड़ता है तो 11-सिस-रेटिनल ऑल-ट्रांस-रेटिनल में बदल जाता है जिसके परिणामरूप तंत्रिका संकेत मस्तिष्क के दृष्टिकेन्द्र तक पहुँचते हैं जिसके द्वारा दृश्य छवि बनती है (चित्र 12.14)।



चित्र 12.14 : क) दृश्य चक्र; ख) आंख रेटिना में फोटोआइसोमराइजेशन द्वारा 11-सिस-रेटिनल का -ट्रांस रेटिनल में रूपांतरण।

रेटिनोइक एसिड एक हार्मोन की तरह काम करता है जो कोशिका विशिष्टीकरण, विकास और भ्रूण के विकास को नियंत्रित करता है।

विटामिन A शरीर में फ्री रेडिकल्स को बेअसर करने में एक एंटीऑक्सीडेंट की तरह भी कार्य करता है। विटामिन A न केवल आंखों के दृष्टि कार्य में सहायता करता है, बल्कि आंखों के आवरण (covering) और अस्तर (living) को भी बनाए रखता है।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

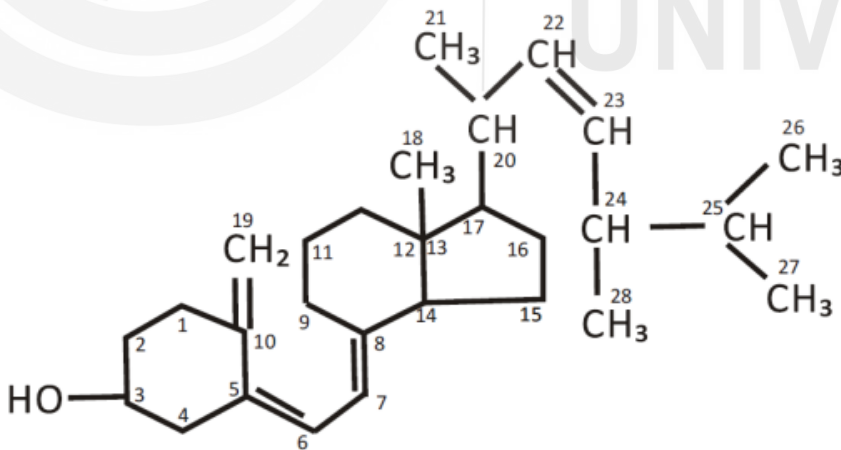
पोषण आहार में विटामिन A की कमी से रतौंधी पैदा होती है। यह कम रोडोप्सिन और कम स्तर की रोशनी का पता लगाने में कमी का परिणाम है। इसकी कमी से रोडोटिप्सिन की मात्रा कम तथा कम रोशनी में दृष्टि बाधित होती है। रतौंधी विटामिन A की कमी का सबसे प्रमुख संकेत है।

विटामिन A का अपर्याप्त सेवन पूर्ण दृष्टि हानि का कारण बन सकता है। वास्तव में, बच्चों में विटामिन A की कमी से होने वाले रोग जेरोफथल्मिया (कॉनिया की सूखापन और आँसू का रुक जाना) दुनिया भर में प्रमुख स्वास्थ्य समस्या में से एक है। पपीता, गाजर, पालक, कद्दू लाल पाम तेल और पशु उत्पाद विटामिन A की आवश्यकता को पूरा करने के लिए अच्छे स्रोत हैं।

### 12.5.2 विटामिन D

विटामिन D को सूर्य प्रकाश के विटामिन के रूप में जाना जाता है क्योंकि यह शरीर में सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में बनता है। सूर्य प्रकाश (UV-B किरणें) त्वचा में उपस्थित 7-डिहाइड्रोकोलेस्ट्रॉल को विटामिन D में संश्लेषित करती है।

7-डिहाइड्रोकोलेस्ट्रॉल कोलेस्ट्रॉल का एक पूर्ववर्ती है। जब सूरज की रोशनी अपर्याप्त होती है, तो विटामिन D के आहार सेवन की आवश्यकता होती है। कॉड लिवर ऑयल इस विटामिन का समृद्ध स्रोत है। विटामिन D का सक्रिय सरुप कैल्सीट्रिऑल हैं (चित्र 12.15)। जो वास्तव में एक हार्मोन की तरह काम करता है।



चित्र 12.15 : विटामिन D की संरचना।

### कार्य

विटामिन D कैल्शियम और फास्फोरस के अवशोषण में सहायता करता है, हड्डियों को सघन और मजबूत बनाने में मदद करता है। बढ़ते बच्चों के लिए विटामिन D बहुत आवश्यक है।

एंटीऑक्सिडेंट पदार्थ या अणु वे होते हैं जो फ्री रेडिकल्स के निर्माण को रोकते हैं। वे कोशिकाओं को फ्री रेडिकल्स के हानिकारक प्रभावों से बचाते हैं। एंटीऑक्सिडेंट फ्री रेडिकल्स को इलेक्ट्रॉनों को दान करने में सक्षम होते हैं और इस प्रकार उनकी अत्यधिक प्रतिक्रियाशील प्रकृति को उदासीन कर देते हैं।

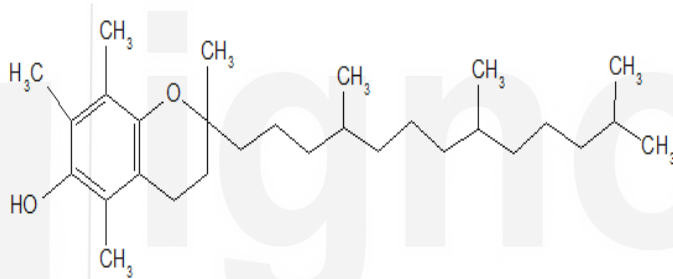
कुछ एंटीऑक्सिडेंट एंजाइम होते हैं जैसे कि कटेलेज़ सुपरऑक्साइड डिस्म्यूटेज़, ग्लूटाथियोन और कुछ प्राकृतिक पदार्थ हैं (यानी विटामिन E, सी ई और फाइटोकेमिकल्स) जो पौधों में मौजूद होते हैं।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

विटामिन D की कमी से शरीर में हड्डियों के खराब होने की संभावना बढ़ जाती है, जिसके परिणामस्वरूप बूढ़े लोगों में ऑस्टियोमलेशिया (osteomalacia) रोग और बच्चों में रिकेट्स (rickets) होता है। सामान्य लक्षणों में मांसपेशियों की कमजोरी, ऊतकों का मृदुकरण और हड्डियों की भंगुरता हैं। विटामिन D का उपयोग रिकेट्स रोगों के इलाज के लिए किया जाता है, इसलिए इसे एंटी-रैचिटिक कारक कहा जाता है।

### 12.5.3 विटामिन E (टोकोफेरॉल)

विटामिन E को टोकोफेरॉल के रूप में जाना जाता है। यह चार प्राकृतिक यौगिकों का समूह है: टोकोफेरॉल को  $\alpha$  (अल्फा),  $\beta$  (बीटा),  $\gamma$  (गामा) और  $\delta$  (डेल्टा) के रूप में नामित किया जाता है जो क्रोमेन रिंग पर मिथाइल समूहों की संख्या और स्थिति के आधार पर होता है। इनमें,  $\alpha$ -टोकोफेरॉल, सभी टोकोफेरॉल रूपों में से (चित्र 12.16) सबसे सक्रिय रूप है। यह पौधों और प्रकाश संश्लेषक जीवों में संश्लेषित होता है। विटामिन E फाइटल साइड चेन के साथ 6-हाइड्रोक्सी क्रोमेन रिंग का व्युत्पन्न है।



चित्र 12.16 :  $\alpha$ -टोकोफेरॉल की संरचना।

#### कार्य

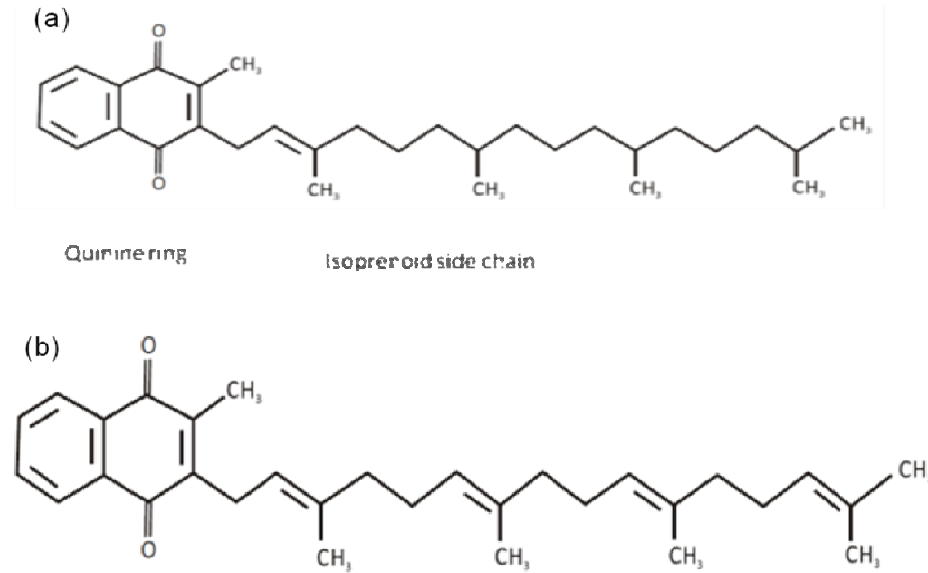
विटामिन E कोशिका झिल्ली में एक एंटीऑक्सिडेंट के रूप में कार्य करता है जो फ्री रेडिकल्स की श्रृंखला प्रतिक्रिया (chain reaction) को रोकता है। यह कोशिका झिल्ली, प्रोटीन और DNA को फ्री रेडिकल्स क्षति से बचाता है। यह त्वचा कोशिकाओं में पॉलीअनसेचुरेटेड फैटी एसिड और लिपिड के ऑक्सीकरण को रोकता है जिससे स्वस्थ त्वचा को बनाए रखने में मदद मिलती है।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

आहार में विटामिन E की कमी मानव में बांझपन (sterility) का कारण बन सकता है। विटामिन E की कमी के अन्य लक्षण जैसे मांसपेशियों में डिस्ट्रोफी, गुर्दों की क्षय और लिवर का ऊतकक्षय (नैक्रोसिस) हैं। विटामिन E का समृद्ध स्रोत मकई का तेल, सोयाबीन का तेल, तथा नट्स है

### 12.5.4 विटामिन K

विटामिन K को रक्त-रोधी कारक के रूप में जाना जाता है क्योंकि यह शरीर में रक्त के थक्के बनने के लिए आवश्यक विटामिन है। साइंटिस्ट एच डैम ने 1929 में विटामिन K की खोज की। विटामिन K की संरचना में विक्वीन वलय और आइसोप्रिनोइड पार्श्व श्रृंखला शामिल हैं (चित्र 12.17)। विटामिन K खाद्य पौधों में फायलोक्विनोन ( $K_1$ ) के रूप में पाया जाता है मानव आंत में मौजूद बैक्टीरिया विटामिन  $K_1$  को मेनाक्विनोन ( $K_2$ ) के रूप में संश्लेषित कर सकते हैं।



चित्र 12.17 : विटामिन K<sub>1</sub> (a) और K<sub>2</sub> (b) की संरचना।

### कार्य

विटामिन K रक्त के थक्के बनने की प्रक्रिया के लिए आवश्यक होता है, जहां यह ग्लूटामिक अम्ल से  $\gamma$ -कार्बोक्सी ग्लूटामिक अम्ल के निर्माण में आवश्यक होता है। जो रक्त के थक्के जमाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

### कमी रोग और आहार संबंधी खाद्य स्रोत

आहार में विटामिन K की अपर्याप्त मात्रा के कारण रक्त स्कंदन की प्रक्रिया प्रभावित होती है। इसकी कमी से रक्त के थक्के बनने की प्रक्रिया में देरी होती है। पालक, गोभी और हरी पत्तेदार सब्जियां इस विटामिन का सबसे अच्छा स्रोत हैं।

कुछ एंटीऑक्सिडेंट विटामिन और उनके संबंधित कार्य तालिका 12.2 में दिए गए हैं। आप फ्री रेडिकल्स और एंटीऑक्सिडेंट्स इकाई 13 के बारे में विस्तार से जानेंगे।

तालिका 12.2 : एंटीऑक्सिडेंट विटामिन और उनके जैव रासायनिक कार्य।

| एंटीऑक्सिडेंट विटामिन | कार्य  |
|-----------------------|--|
| विटामिन A             | कोशिका को फ्री रेडिकल्स क्षति से बचाता है, ग्लूटाथियोन स्तर (एक इंट्रसेल्युलर एंटीऑक्सिडेंट) को विनियमित करता है और संक्रमण को कम करता है।                   |
| विटामिन E             | फ्री रेडिकल्स द्वारा उत्पन्न लिपिड पेरोक्सीडेशन प्रक्रिया को रोकता है।   |
| विटामिन C             | साइटोसोल में फ्री रेडिकल्स (Free radical) के हानिकारक प्रभाव के खिलाफ जैवअणुओं (DNA, RNA, प्रोटीन) की रक्षा करता है। और कोशिका पुनरुत्पादन को उन्नत करती है। |

### बोध प्रश्न 4

- क) निम्नलिखित विटामिनों की महत्वपूर्ण भूमिका लिखिए।
- विटामिन A .....
  - विटामिन E .....
  - विटामिन D .....
  - विटामिन K .....
- ख) रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए।
- $\beta$ -कैरोटीन ..... एक स्रोत है।
  - दृष्टि के लिए आवश्यक विटामिन A का सक्रिय रूप ..... है।
  - विटामिन ..... की कमी मानव में बांझपन का कारण बनती है।
  - विटामिन ..... घाव भरने में मदद करता है।
  - विटामिन D का प्राकृतिक स्रोत ..... है।
  - विटामिन ..... रक्तस्रावी स्थिति में शामिल है।
  - कोशिका झिल्ली की क्षति को ..... द्वारा संरक्षित किया जाता है।

### 12.6 सारांश

इस इकाई में, आपने सीखा है कि :

- सामान्य कार्यों के साथ स्वस्थ शरीर रखने के लिए विटामिन महत्वपूर्ण आहार घटक हैं। मानव शरीर में उनकी अपर्याप्त मात्रा के परिणामस्वरूप गंभीर स्वास्थ्य समस्याएं होती हैं। हरी सब्जियां, नट्स, बीज, फलियां, फल, मीट, दूध, यकृत, मछली और अंडा जैसे विभिन्न खाद्य पदार्थ विटामिन के अच्छे स्रोत हैं जो विटामिन की कमी से होने वाले रोगों के लक्षणों को कम कर सकते हैं।
- B-कॉम्प्लेक्स विटामिन मुख्य रूप से उपापचय एंजाइमों के सह-एंजाइम के रूप में कार्य करते हैं। वे जैव रासायनिक प्रतिक्रियाओं के दौरान कार्यात्मक समूहों के हस्तांतरण में सहायता करते हैं। ये भोजन के पाचन में भी मदद करते हैं।
- निआसिन (NAD और NADP) और रिडोफ्लेविन (FAD) विभिन्न रेडॉक्स प्रतिक्रियाओं में एक इलेक्ट्रॉन वाहक के रूप में कार्य करते हैं। निआसिन की कमी से पैलेग्रा की बीमारी होती है।
- पाइरिडोक्सल-5-फॉस्फेट (PLP) ऐमीनो एसिड उपापचय में ऐमिनो समूह हस्तांतरण के लिए आवश्यक विटामिन B<sub>6</sub> का सबसे सक्रिय रूप है।

- विटामिन B<sub>12</sub> एक धातु विटामिन है। यह उपापचय क्रियाओं में हाइड्रोजन परमाणु और मिथाइल समूह के हस्तांतरण में सहायता करता है। विटामिन B<sub>12</sub> की कमी से परनीसियस एनीमिया होता है। यह विटामिन फोलिक एसिड के साथ मिलकर काम करता है।
- फोलिक एसिड (सक्रिय रूप: टेट्राहाइड्रोफलेट) मानव में लाल रक्त कोशिकाओं के विकास के लिए आवश्यक है। भ्रूण के विकास के दौरान गंभीर जन्म दोषों को रोकने के लिए यह आवश्यक है। इसकी कमी से मेगालोब्लास्टिक एनीमिया हो जाता है।
- विटामिन C स्वस्थ ऊतकों के लिए आवश्यक एक महत्वपूर्ण प्राकृतिक एंटी-ऑक्सीडेंट अणु है। यह कोलेजन संश्लेषण, घावों और प्रतिरक्षा प्रणाली के उपचार के लिए आवश्यक है। इसकी कमी से स्कर्वी रोग हो जाता है।
- विटामिन A सामान्य दृष्टि, जीन अभिव्यक्ति के विनियमन और कोशिका विशिष्टीकरण के लिए महत्वपूर्ण है। इसकी कमी से खराब दृष्टि और रतौंधी होती है।
- विटामिन D हार्मोन के रूप में कार्य करता है और कैल्शियम के अवशोषण, हड्डी और दांतों के निर्माण में मदद करता है। इसकी कमी से बच्चों में रिकेट्स की बीमारी होती है। सूर्य का प्रकाश इस विटामिन का प्राकृतिक स्रोत है।
- विटामिन E एक इंद्रासेल्युलर एंटीऑक्सीडेंट है और कोशिका झिल्ली और DNA को फ्री रेडिकल्स द्वारा उत्पन्न क्षति से बचाता है।
- विटामिन K रक्त के थक्के बनने में मदद करता है।

## 12.7 अंत में कुछ प्रश्न

1. विटामिन से आप क्या समझते हैं?
2. उपापचय में सह-एंजाइम और उनकी भूमिका के बारे में बताएं।
3. पानी में घुलनशील विटामिन (निआसिन, पाइरिडोक्सिन, फोलिक एसिड और कोबाल्टिन) में से प्रत्येक के आहार स्रोतों को लिखें।
4. जल घुलनशील विटामिन और वसा घुलनशील विटामिन के बीच अंतर स्पष्ट करें।
5. हाइपोविटामिनोसिस और हाइपरविटामिनोसिस शब्दों को परिभाषित करें।
6. फोलिक एसिड और विटामिन C की कमी के नैदानिक लक्षण लिखें।
7. एंटीऑक्सीडेंट विटामिन और उनकी भूमिकाओं की सूची बनाएं।
8. आंख की दृश्य चक्र की व्याख्या कीजिए।
9. समझाएं कि पानी में घुलनशील और वसा में घुलनशील विटामिन शरीर में कैसे अवशोषित होते हैं।

## 12.8 उत्तर

### बोध प्रश्न

1. क) iii, ख) i, ग) viii, घ) ii, ङ) iv, च) vii, छ) vi, ज) v।
2. क) पानी में या वसा में उनकी घुलनशीलता के आधार पर विटामिन को दो प्रमुख श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है। जल घुलनशील विटामिन (बी-कॉम्प्लेक्स विटामिन और विटामिन सी) पानी में घुलनशील होते हैं जबकि वसा घुलनशील विटामिन ए.डी.ई. और के. हैं।  
ख) हाइड्रोफिलिक प्रकृति होने के नाते, जल घुलनशील विटामिन पानी में आसानी से घुलनशील होते हैं और इस प्रकार मूत्र के माध्यम से आसानी से बाहर निकल जाते हैं जिससे विषाक्तता को रोका जा सकता है। इसलिए, वे शरीर में जमा नहीं होते हैं।
3. क) i) असत्य; ii) सत्य; iii) असत्य; iv) सत्य; v) सत्य;  
vi) सत्य; vii) सत्य।  
ख) i) निआसिन; ii) NAD और FAD; iii) फोलिक एसिड;  
iv) विटामिन B<sub>12</sub>; v) विटामिन C।  
ग) i) e, ii) d, iii) a, iv) c, v) b।
4. क) i) सामान्य दृष्टि को बनाए रखने में मदद करता है।  
ii) एक उत्कृष्ट एंटीऑक्सीडेंट जो फ्री रेडिकल्स क्षति से कोशिका झिल्ली और DNA की रक्षा करता है।  
iii) कैल्शियम और फॉस्फोरस अवशोषण में मदद करता है जो हड्डियों और दांतों का निर्माण करते हैं।  
iv) रक्त का थक्का बनने में मदद करता है।  
ख) i) विटामिन A; ii) रेटिनल; iii) विटामिन E; iv) विटामिन C;  
v) सूर्य किरणें; vi) विटामिन K; vii) विटामिन E।

### अंत में कुछ प्रश्न

1. विटामिन कार्बनिक यौगिक है जो मानव शरीर के समुचित कार्य के लिए कम मात्रा में आवश्यक होते हैं। खंड 12.1 देखें।
2. भाग 12.4 देखें।
3. तालिका 12.1 देखें।
4. भाग 12.3 देखें।
5. भाग 12.2 देखें।



6. फोलिक एसिड का उपभाग विटामिन-B कॉम्प्लेक्स (vii) और विटामिन C को उपभाग 12.4.2 देखें।
7. तालिका 12.2 देखें।
8. उपभाग और 12.5.1 देखें।
9. जल घुलनशील विटामिन को छोटी आंत में आसानी से अवशोषित किया जाता है और फिर रक्त परिसंचरण के माध्यम से यकृत में ले जाया जाता है जबकि वसा घुलनशील विटामिन छोटी आंत द्वारा आहार वसा के साथ अवशोषित होते हैं और फिर शरीर के भीतर रक्त परिसंचरण के माध्यम से जिगर में ले जाया जाता है।

## अन्य संदर्भ पुस्तकें

---

1. Biochemistry, Harper Illustrative 27<sup>th</sup> Edition, Mc-Graw Hill.
2. Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemistry, New York: W H Freeman; 2002.
3. David L. Nelson, Michael M. Cox, Principle of Biochemistry, 5<sup>th</sup> edition, publisher-W. H. Freeman.
4. S.N. Gupta, A Text Book of Biochemistry, 1st Edition 2011, Rastogi Publication.
5. L. Jain, Sunjay Jain, Nitin Jain, Fundamentals of Biochemistry, S. Chand & Company Ltd. New Delhi, 2005.
6. D.C. Sharma and Devanshi Sharma. Nutritional Biochemistry. CBS publishers & Distribution Pvt.Ltd. 2015.
7. Lippincott's Illustrated Review: Biochemistry, 7th Edition, 2017.

## चित्रों के लिए आभार

---

चित्र 12.1 : Lippincott's Illustrated Review: Biochemistry

चित्र 12.9 : Principle of Biochemistry, Lehninger and COX

चित्र 12.11 : <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=19449>, Centre for Disease control and Preventions.