29

जैव अणु

आप यह जानते हैं कि हमारा शरीर, पौधे और अन्य जीव अनेक रासायनिक पदार्थों से मिलकर बने हैं। ये पदार्थ जटिल कार्बनिक यौगिक हैं जो जीवन के आधार हैं। ये जीवों की संरचना करते हैं और उनकी वृद्धि तथा अनुरक्षण के लिए भी आवश्यक होते है। ऐसे अणुओं को **जैव अणु** (biomolecules) कहते हैं। जैव अणुओं के मुख्य वर्ग हैं: कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, न्यूक्लीक अम्ल, एंजाइम, हार्मोन आदि। इस पाठ में, आप कुछ महत्वपूर्ण जैव अणुओं की संरचनाओं और कार्यों के बारे में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ को पढ़ने के बाद, आप:

- विभिन्न प्रकार के जैव अणुओं को पहचान सकेंगे और उन्हें परिभाषित कर सकेंगे;
- जैव अणुओं के महत्वपूर्ण संरचनात्मक लक्षणों की व्याख्या कर सकेंगे;
- कार्बोहाइड्रेटों, प्रोटीनों और वसाओं को उनकी संरचना और कार्यों के आधार पर वर्गीकृत कर सकेंगे;
- प्रोटीनों और न्यूक्लीक अम्लों का संघटन बता सकेंगे।
- डी. एन. ए. और आर. एन. ए. के बीच अंतर समझा सकेंगे;
- तेल और वसा में अंतर बता सकेंगे;
- एंजाइमों के कार्यों और उनके अभिलक्षणों की व्याख्या कर सकेंगे; और
- प्रमुख हार्मोंस और उनके महत्व को बता सकेंगे;
- कुछ प्रमुख विटामिन के नाम और उनके कमी के लक्षण को बता सकेंगे;
- जैव निकायों में जैव अणुओं के कार्यों की सूची बना सकेंगे।

29.1 कार्बोहाइड्रेट

कार्बोहाइड्रेट प्रकृति में पाए जाने वाले कार्बनिक यौगिकों का एक वह बड़ा समूह है जिसकी

दैनिक जीवन में मुख्य भूमिका होती है। वे पौधों में **प्रकाश-संश्लेषण** की प्रक्रिया द्वारा बनते हैं। ग्लूकोस, फ्रक्टोस, सूक्रोस, स्टार्च, सेलुलोस, आदि सर्वाधिक पाए जाने वाले कार्बोहाइड्रेट हैं। रासायनिक रूप से कार्बोहाइड्रेटों को **पॉलिहाइड्रॉक्सी ऐल्डिहाइडों** अथवा **कीटोनों** या **ऐसे पदार्थों जिनसे जल-अपघटन द्वारा ऐसे अणु प्राप्त होते हैं,** के रूप में परिभाषित किया जाता है। अनेक कार्बोहाइड्रेट स्वाद में मीठे होते हैं और सभी मीठे कार्बोहाइड्रेटों को शर्करा (Sugar) कहते हैं। घरों में आमतौर पर प्रयुक्त होनेवाली शर्करा का रासायनिक नाम सूक्रोस है।

29.1.1 कार्बोहाइड्रेटों का वर्गीकरण

कार्बोहाइड्रेटों को उनके जल अपघटन के व्यवहार के आधार पर तीन समूहों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

(i) **मोनोसैकेराइड :** ऐसे पॉलिहाइड्रॉक्सी ऐल्डिहाइड या कीटोन जिन्हें जल-अपघटन द्वारा ऐसे अभिलक्षकीय समूहों वाले और छोटे अणुओं में परिवर्तित नहीं किया जा सकता है, को *मोनोसैकेराइड* कहते हैं। प्रकृति में लगभग 20 *मोनोसैकेराइड* पाए जाते है और उनमें ग्लूकोस सबसे अधिक रूप से पाया जाता है।

मोनोसैकेराइडों को फिर आगे कार्बन परमाणुओं की संख्या और उनमें उपस्थित अभिलक्षकीय समूहों के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है। यदि किसी मोनोसैकेराइड में ऐल्डिहाइड समूह उपस्थित हों तो उसे **ऐल्डोस** (aldose) कहते हैं और यदि उसमें एक कीटो समूह उपस्थित हो तो उसे **कीटोस** (ketose) कहते हैं। यौगिकों को वर्गीकृत करते समय उपस्थित कार्बन परमाणुओं की संख्या को भी सम्मिलित किया जाता है जैसा कि नीचे सारणी 31.1 में दिए गए उदाहरणों से प्रदर्शित होता है। प्रकृति में पाए जाने वाले कुछ मोनोसैकेराइडों के नाम कोष्ठकों में दिए गए हैं।

सारणी 29.1 मोनोसैकेराइडों का वर्गीकरण

उपस्थित कार्बन परमाणुओं की संख्या	मोनोसैकेराइडों की प्रकृति	
	ऐल्डोस	कीटोस
3	ऐल्डोट्राइओस (ग्लिसरैल्डिहाइड)	कीटोट्राइओस
4	ऐल्डोटेट्रोस (ज़ाइलोस)	कीटोटेट्रोस
5	ऐल्डोपेन्टोस (एरिथ्रोस)	कीटोपेन्टोस
6	ऐल्डोहेक्सोस (ग्लूकोस)	कीटोहेक्सोस
7	ऐल्डोहेप्टोस	कीटोहेप्टोस

(ii) **डाइसैकेराइड:** ऐसे कार्बोहाइड्रेट जिनके जल-अपघटन से दो मोनोसैकेराइड अणु प्राप्त होते हैं, डाइसैकेराइड कहलाते हैं। उदाहरण के लिए सूक्रोस, माल्टोस, लैक्टोस आदि।

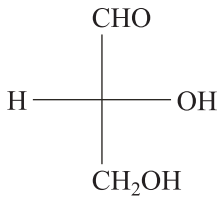
(iii) ओलीगोसैकेराइड: कोर्बोहाइट्रेड जो कि मोनोसैकेराइड के 2–10 अणु उत्पन्न करते है। ओलीगोसैकेराइड कहलाते हैं।

(iv) पॉलिसैकेराइड : ऐसे कार्बोहाइड्रेट जिनके जल–अपघटन से बड़ी संख्या में मोनोसैकेराइड इकाइयाँ प्राप्त होती हैं, पॉलिसैकेराइड कहलाते हैं जैसे स्टार्च, ग्लाइकोजन, सेलुलोस आदि।

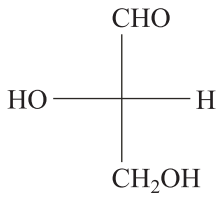
29.1.2 मोनोसैकेराइडों की संरचना

हालांकि प्रकृति में अनेक मोनोसैकेराइड उपस्थित होते हैं, हम यहाँ अपनी चर्चा D-ग्लूकोस, D-फ्रक्टोस, D-राइबोस और 2–डिऑक्सी–D- राइबोस तक सीमित रखेंगे।

त्रिविम समावयवों को सापेक्ष विन्यास D-या L- दिए जाते हैं। सापेक्ष विन्यास देने की यह पद्धति ग्लिसरैल्डिहाइड से उनके सबंध को व्यक्त करती है। ग्लिसरैल्डिहाइड में एक असममित कार्बन परमाणु होता है और इसलिए वह नीचे दिखाए गए दो ऐनैन्टिओमरी रूपों में पाया जाता है।

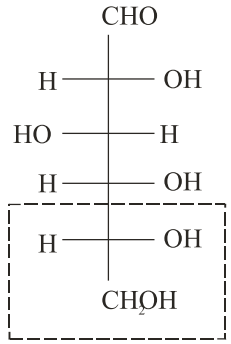


D (+)–ग्लिसरैल्डिहाइड

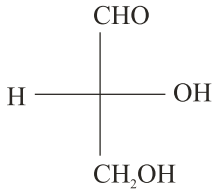


L (–)–ग्लिसरैल्डिहाइड

वे सभी यौगिक जिन्हें (+)– ग्लिरैल्डिइहाइड से संबंधित किया जा सकता है, D-विन्यास वाले कहलाते हैं और वे जिन्हें (–)-ग्लिसरैल्डिहाइड से संबंधित किया जा सकता है, L-विन्यास वाले कहलाते हैं। मोनोसैकेराइडों में सबसे नीचे वाले असममित कार्बन परमाणु (बॉक्स में दिखाया गया) से संबंध व्यक्त किया जाता है। जैसा कि (+)- ग्लूकोस में हैं–सबसे नीचे वाले असममित कार्बन परमाणु पर –OH समूह दायीं ओर है जोकि (+) ग्लिसैरैल्डिहाइड से जोड़ा जाता है अत: इसे D-विन्यास दिया जाता है।

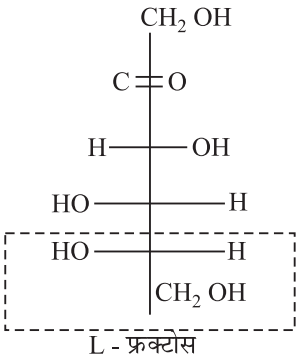


(+)-ग्लूकोस या D-ग्लूकोस

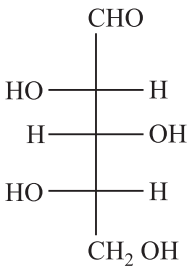


(+)-ग्लिरैल्डिहाइड या
D- ग्लिसरैल्डिहाइड

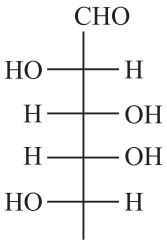
L-विन्यास के उदाहरण



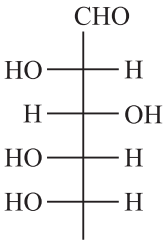
L - फ्रक्टोस



L - जाइलोस

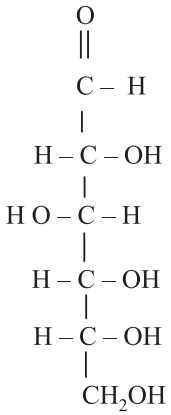


L - गलैक्टोस

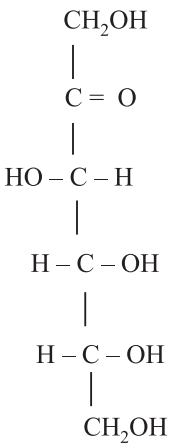


L - ऐलेस

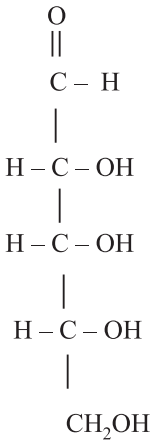
D-ग्लूकोस (एक ऐल्डोहेक्सोस) : यह कई अन्य कार्बोहाइड्रेटों का एकलक होता है। एकल या संयुक्त रूप से, ग्लूकोस पृथ्वी पर संभवत: सर्वाधिक पाया जाने वाला कार्बनिक है। D-फ्रक्टोस (एक कीटोहेक्सोस) एक शर्करा है जो ग्लूकोस के साथ शहद और फलों के रस में पाया जाता है। D-राइबोस (एक ऐल्डोपेन्टोस) राइबोन्यूक्लीक अम्लों (आर. एन. ए.) में पाया जाता है जबकि 2-डिऑक्सी-D- राइबोस, डिऑक्सीटाइबोस न्यूक्लीक अम्लों (डी. एन. ए.) का महत्वपूर्ण घटक है। यहाँ पूर्वलग्न 2-डिऑक्सी यह व्यक्त करता है कि कार्बन संख्या -2 पर ऑक्सीजन अनुपस्थित है।



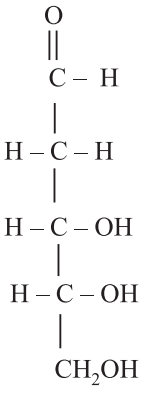
D-ग्लूकोस



D-फ्रक्टोस



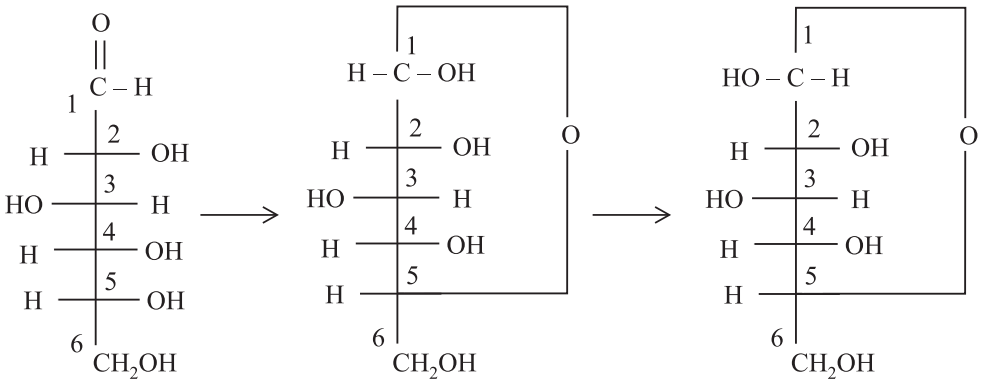
D-राइबोस



2-डि-ऑक्सी-D-राइबोस

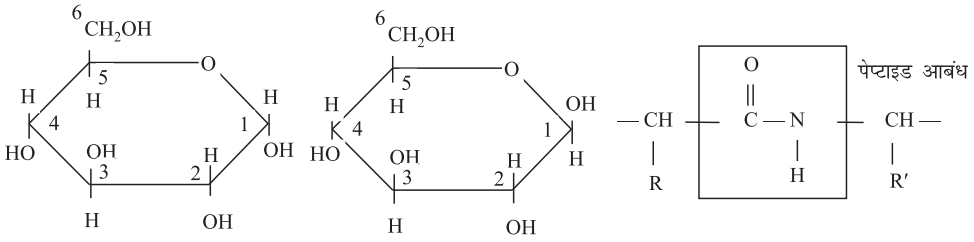
ये मोनोसैकेराइड प्रकृति में चक्रीय यौगिकों के रूप में पाए जाते हैं। कार्बोनिल समूह और अणु में उपस्थित हाइड्रॉक्सिल समूहों में से किसी एक की अभिक्रिया से एक वलय बनता है। ग्लूकोस वरीयतापूर्वक एक छह सदस्यों वाला वलय बनता है जो दो भिन्न समावयवी रूपों में जिन्हें α और β रूप कहा जाता है (चित्र-I और II में नीचे दिखाए गए), उपस्थित हो सकते हैं। ये दोनों रूप केवल कार्बन संख्या-1 पर हाइड्रॉक्सिल समूह की व्यवस्था में भिन्न होते हैं। ऐसे समावयवों को **ऐनोमर** (anomer) कहते हैं।

विवृत-शृंखला संरचनाओं से इन चक्रीय संवृत्त संरचनाओं (I और II) का बनाना इस प्रकार दिखाया जा सकता है।



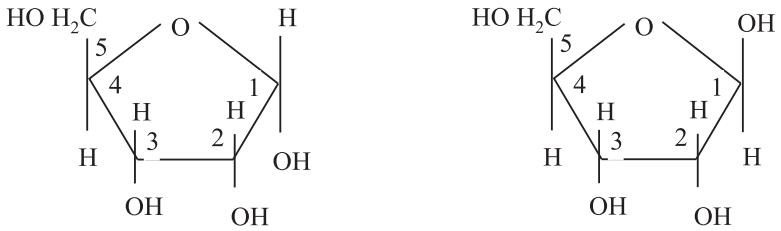
(I) α – D – ग्लूकोस (II) β – D –ग्लूकोस

चक्रीय संरचनाओं I और II को अधिक उपयुक्तता से I (क) और II (क) के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।



I (क) II (क)

अन्य शर्करा के α- और β- रूपों में भी चक्रीय रूप में पाये जाते हैं। D-राइबोस पाँच सदस्यों वाली वलय संरचना बनाता है जिसे नीचे दिखाया गया है।

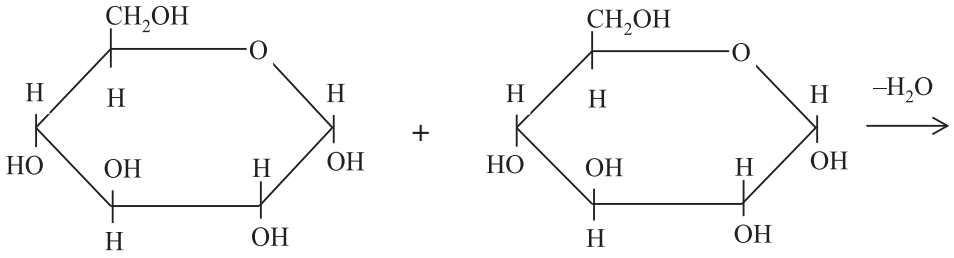


α – D – राइबोस β – D – राइबोस

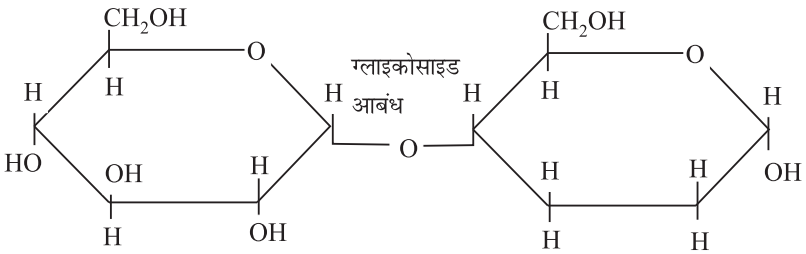
ऊपर दिए उदाहरण में नाम से पहले D का प्रयोग किसी विशेष समावयव के विन्यास को व्यक्त करता है।

29.1.3 डाइसैकेराइडों, ओलीगोसैकेराइड और पॉलिसैकेराइडों की संरचना

दो मोनोसैकेराइड अणुओं के संघनन से डाइसैकेराइड बनते हैं। इन मोनोसैकेराइडों के एक-एक हाइड्राक्सिल समूह से जल के अणु की हानि से दो मोनोसैकेराइड आपस में संयुक्त हो जाते हैं। ऐसे बंधन को जो दो मोनोसैकेराइड इकाईयों को आपस में जोड़ता है, **ग्लाइकोसाइड बंधन** (glycoside linkage) कहते हैं। यदि दो α-ग्लूकोस अणु आपस में संयुक्त हों तो माल्टोस डाइसैकेराइड बनता है।

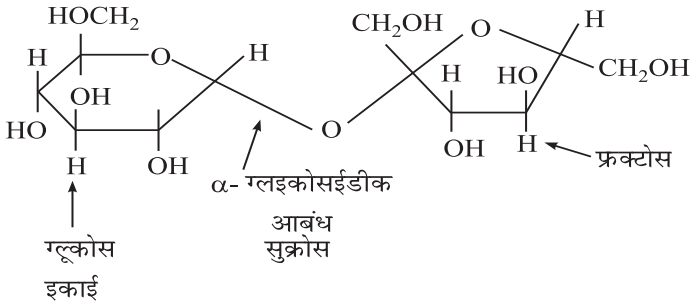


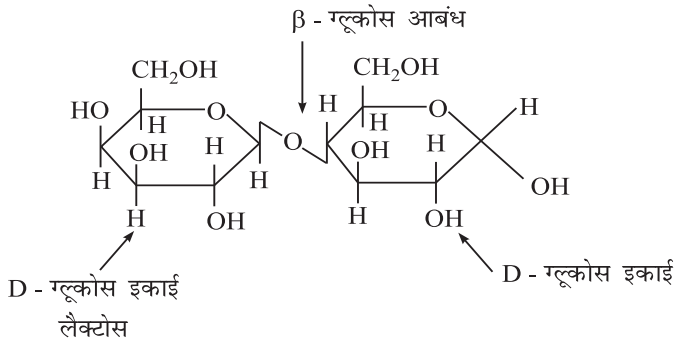
2 अणु α – ग्लूकोस



माल्टोस

सुक्रोस और लेक्टोस की संरचायें नीचे दर्शायी गयी है।





इसी प्रकार, सूक्रोस (सामान्य शर्करा, चीनी) में ग्लूकोस का एक अणु और फ्रक्टोस का एक अणु आपस में संयुक्त होते हैं। लैक्टोस (या दुग्ध शर्करा) दूध में पाई जाती है और इसमें ग्लूकोस का एक अणु और गैलेक्टोस का एक अणु उपस्थित होता है।

जब किसी मोनोसैकेराइड की कई इकाइयाँ आपस में जुड़ी हों तो पॉलिसैकेराइड प्राप्त होते हैं। ये प्रकृति में सबसे अधिक सामान्य रूप से पाए जाने वाले कार्बोहाइड्रेट होते हैं। इनका निम्नलिखित दो में से मुख्यत: एक कार्य होता है–या तो खाद्य पदार्थ के रूप में या संरचनात्मक पदार्थ के रूप में। पौधों में स्टार्च मुख्य खाद्य भंडार पॉलिसैकेराइड होता है। यह α-ग्लूकोस का बहुलक है और दो प्रकार की शृंखलाओं–**ऐमिलोस** (amylose) और ऐमिलोपेक्टिन (amylopectin) द्वारा बना होता है।

ऐमिलोस स्टार्च का जल में विलेय भाग होता है और यह α-D-ग्लूकोस का रैखिक बहुलक होता है। दूसरी ओर, ऐमिलोफेक्टिन जल में अविलय भाग और α-D-ग्लूकोस का शाखित बहुलक होता है।

जंतुओं के शरीर में कार्बोहाइड्रेट ग्लाइकोजन के रूप में भंडारित रहते हैं जो कि α-ग्लूकोस का अन्य बहुलक है और संरचना में ऐमिलोपेक्टिन से मिलता-जुलता है।

सेलुलोस एक अन्य प्राकृतिक पॉलिसैकेराइड है जो लकड़ी और अन्य पादप पदार्थों का मुख्य घटक होता है। यह β-D-ग्लूकोस अणुओं की लंबी शृंखलाओं द्वारा बना होता है।

ग्लाइकोजेन

यह एक पॉली सैकेराइड जिसमें ग्लूकोज मोनोसैकेराइड होते हैं और जानवरों में वही कार्य करता है जो कार्य पौधों में स्टार्च करती है कार्बोहाइट्रडो जिनकी शरीर को शीघ्रता में आवश्यकता नहीं होती है वह शरीर द्वारा लम्बे समय के भण्डारण के लिए ग्लाइकोजन में परिवर्तित कर दिये जाते हैं। ग्लाइकोजन अणुयें एमाइलोपेक्टीन की अपेक्षा बड़े और अधिक शाखित संरचना वाले होते हैं।

29.1.4 कार्बोहाइड्रेटों का जैविक महत्व

(i) कार्बोहाइड्रेट भंडारण अणुओं का कार्य करते हैं। उदाहरण के लिए वे पौधों में स्टार्च के रूप में तथा जंतुओं में ग्लाइकोजन के रूप में भंडारित रहते हैं।

(ii) D-राइबोस और 2-डि-ऑक्सी-D- राइबोस क्रमशः आरा. एन. ए. और डी. एन. ए. के घटक हैं।

(iii) जीवाणुओं और पौधों की कोशिका भित्ति सेलुलोस द्वारा बनी होती है। यह जानना रोचक होगा कि मानव पाचन तंत्र में सेलुलोस के पाचन के लिए आवश्यक एंजाइम नहीं होते हैं जबकि कुछ जानवरों में ये एंजाइम पाए जाते हैं।

(iv) कुछ कार्बोहाइड्रेट बहुत से प्रोटीन और लिपिड से सी बंधित होते हैं। ये अणु ग्लाइकोप्रोटीन और ग्लाइकोलिपिड के नाम से जाने जाते हैं। ये अणु जीवों में विशिष्ट कार्य करते हैं।

पाठगत प्रश्न 29.2

1. अपने भोजन के तीन ऐसे घटक बताइए जिनसे कार्बोहाइड्रेट प्राप्त होते हैं।
2. प्रकृति में कार्बोहाइड्रेट किस प्रकार बनते हैं?
3. स्टार्च और सूक्रोस के जल-अपघटन से क्या उत्पाद प्राप्त होते हैं?
4. D-ग्लूकोस के रैखिक और चक्रीय रूप लिखिए।

29.2 प्रोटीन

प्रोटीन जैव कोशिकाओं में सबसे अधिक पाए जाने वाले वृहद अणु हैं। प्रोटीन शब्द ग्रीक शब्द प्रोटिओस (proteios) से बना है जिसका अर्थ है–अत्यधिक महत्वपूर्ण होना। वे उच्च अणु भार वाले जटिल अणु होते है। जो ऐमीनों अम्लों से बनते हैं। आप ऐमीनों अम्लों के बारे में अगले भाग में पढ़ेंगे। प्रोटीन जैव अणुओं का सबसे आवश्यक वर्ग है क्योंकि वे सभी जैविक प्रक्रियाओं में सबसे महत्वपूर्ण भूमिक निभाते हैं। किसी भी जैविक निकाय में विभिन्न कार्यों के लिए हजारों प्रकार के विभिन्न प्रोटीन होते हैं। हमारे प्रतिदिन के भोजन में दालें, अंडा, मांस और दूध प्रोटीनों के अच्छे स्रोत होते हैं और वे संतुलित आहार में अति आवश्यक हैं।

29.2.1 प्रोटीनों का वर्गीकरण

प्रोटीनों को उनके रासायनिक संघटन, आकार और विलेयता के आधार पर दो मुख्य वर्गों में बांटा जा सकता है जिनकी चर्चा नीचे की गई है।

(i) सरल प्रोटीन (Simple proteins) : सरल प्रोटीन वे होते हैं जो जल-अपघटन पर केवल ऐमीनों अम्ल देते हैं। उनकी विलेयता के अनुसार उन्हें और आगे दो वर्गों–**रोशेदार** (fibrous) और गोलाकार (globular) प्रोटीनों में बांटा जा सकता है।

क) **रेशेदार प्रोटीन:** वे जल में अविलेय जंतु प्रोटीन होते हैं। कोलैजन (collagen) संयोजी ऊतक का मुख्य प्रोटीन), इलास्टिन (elastins) धमनियों और प्रत्यास्थ ऊतकों का प्रोटीन, किरेटिन (kerotins) (बालों, ऊन और नाखूनों के प्रोटीन आदि) रेशेदार प्रोटीनों के अच्छे उदाहरण हैं। रेशेदार प्रोटीनों के अणु सामान्यतया लंबे और धागे की तरह होते हैं।

ख) **गोलाकार प्रोटीन :** ये प्रोटीन जल, अम्लों, क्षारों या ऐल्कोहॉल में विलेय होते हैं। गोलिकामय प्रोटीनों के कुछ उदाहरण अंडे में उपस्थित ऐल्बूमिन, ग्लोबुलिन (सीरम में उपस्थित) और हीमोग्लोबिन हैं। गोलिकामय प्रोटीनों के अणु मुड़कर संहत इकाइयाँ बनाते हैं जो आकार में गोलीय होती है।

(ii) संयुग्मी प्रोटीन (Conjugated proteins) : संयुग्मी प्रोटीन जटिल प्रोटीन होती हैं जो जल-अपघटन के पश्चात् न केवल ऐमीनों अम्ल देती हैं बल्कि अन्य कार्बनिक या अकार्बनिक घटक भी देती हैं। किसी संयुग्मी प्रोटीन के गैर ऐमीनों अम्ल (non-amino acid) भाग को **प्रॉस्थेटिक समूह** (prosthetic group) कहते हैं।

सरल प्रोटीनों के विपरीत, संयुग्मी प्रोटीनों को उनके प्रॉस्थेटिक समूहों की रासायनिक प्रकृतिक के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। ये वर्ग इस प्रकार हैं:

क) न्यूक्लिओप्रोटीन (प्रोटीन + न्यूक्लीक अम्ल)

ख) न्यूकोप्रोटीन और ग्लाइकोप्रोटीन (प्रोटीन + कार्बोहाइड्रेट)

ग) वर्णक प्रोटीन और ग्लाइकोप्रोटीन (प्रोटीन + एक रंगीन वर्णक)

घ) लिपोप्रोटीन (प्रोटीन + लिपिड)

ङ) धात्वीय प्रोटीन (आयरन, कॉपर अथवा जिंक के साथ संयुक्त धातु को बांधने वाले प्रोटीन।

च) फ़ॉस्फ़ोप्रोटीन (फ़ॉस्फ़ोरिक अम्ल समूह के साथ जुड़ी प्रोटीन)

प्रोटीनों को उनके कार्यों के आधार पर भी वर्गीकृत किया जा सकता है जैसा कि सारणी 29.2 में सारांश के रूप में दिया गया है।

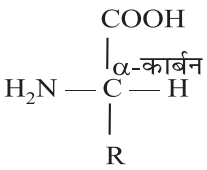
सारणी 29.2: जैविक कार्यों के आधार पर प्रोटीनों का वर्गीकरण

वर्ग	कार्य	उदाहरण
1. अभिगमन प्रोटीन	ऑक्सीजन, ग्लूकोस और अन्य पोषकों का अभिगमन	हीमोग्लोबिन लिपोप्रोटीनें
2. पोषक तथा संग्रह प्रोटीन	भ्रूण की वृद्धि के लिए आवश्यक प्रोटीनों का संग्रहण	ग्लाइआडिन (गेहूँ) अंडऐल्बूमिन (अंडा) केसीन (दूध)
3. संरचनात्मक प्रोटीन	जैविक संरचना, प्रबलता या क्षण प्रदान करना	किरेटिन (बाल, नाखून आदि) कोलैजन (उपास्थि)

4. प्रतिरक्षा प्रोटीन	किसी जीव की दूसरे जीव द्वारा संक्रमण से रक्षा	प्रतिरक्षी सर्प विष
5. एंजाइम	जैव-रासायनिक अभिक्रियाओं में उत्प्रेरक का कार्य करना	ट्रिपसिन, पेप्सिन
6. नियामक प्रोटीन	कोशिकीय या शरीर क्रियात्मक सक्रियता का नियंत्रण	इंसुलिन

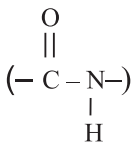
29.2.2 प्रोटीनों की संरचना

प्रोटीन अणु भिन्न आमाप और आकार वाले बहुलक होते हैं जिनके भिन्न भौतिक और रासायनिक गुणधर्म होते हैं। प्रोटीनों की एकलक इकाइयाँ ऐमीनों अम्ल होते हैं। प्रोटीनों में पाए जाने वाले ऐमीनों अम्लों में कार्बोनिल समूह के निकटवर्ती कार्बन परमाणु पर एक ऐमीनों समूह ($-NH_2$) उपस्थित होता है। अत: उन्हें α–ऐमीनों अम्ल कहा जाता है। α-ऐमीनों अम्लों का सामान्य सूत्र नीचे दिखाया गया है।

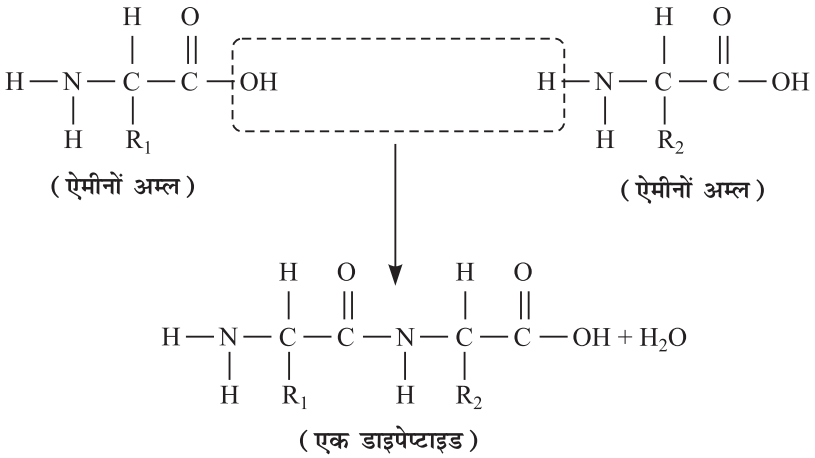


प्रकृति में पाई जाने वाली सभी प्रोटीन लगभग बीस भिन्न α-ऐमीनों अम्लों की बहुलक होती हैं और उन सबका L-विन्यास होता है। इनमें से दस ऐमीनों अम्लों को हमारे शरीर में संश्लेषित नहीं किया जा सकता है और इसलिए उन्हें हमारे आहार का भाग होना आवश्यक है। इन ऐमीनों अम्लों को **अनिवार्य ऐमीनों अम्ल** (essential amino acids) कहा जाता है।

सभी प्रोटीनों में एक सामान्य संरचनात्मक लक्षण यह होता है कि उनके ऐमीनों अम्ल एक-दूसरे से पेप्टाइड आबंध (peptide linkage) द्वारा जुड़े होते हैं। पेप्टाइड आबंध से हमारा तात्पर्य ऐमाइड



आबंध से है जो एक ऐमीनों अम्ल के कार्बोक्सिल समूह को दूसरे ऐमीनों अम्ल के ऐमीनों समूह की अभिक्रिया द्वारा बनता है। इस प्रक्रिया में, जल के एक अणु की हानि होती है। इस अभिक्रिया के उत्पाद को **पेप्टाइड** (peptide) या और यथार्थ रूप में **डाइपेप्टाइड** (dipeptide) कहते हैं क्योंकि यह दो ऐमीनों अम्लों के संयोजन से प्राप्त होता है जैसा कि नीचे दिखाया गया है।



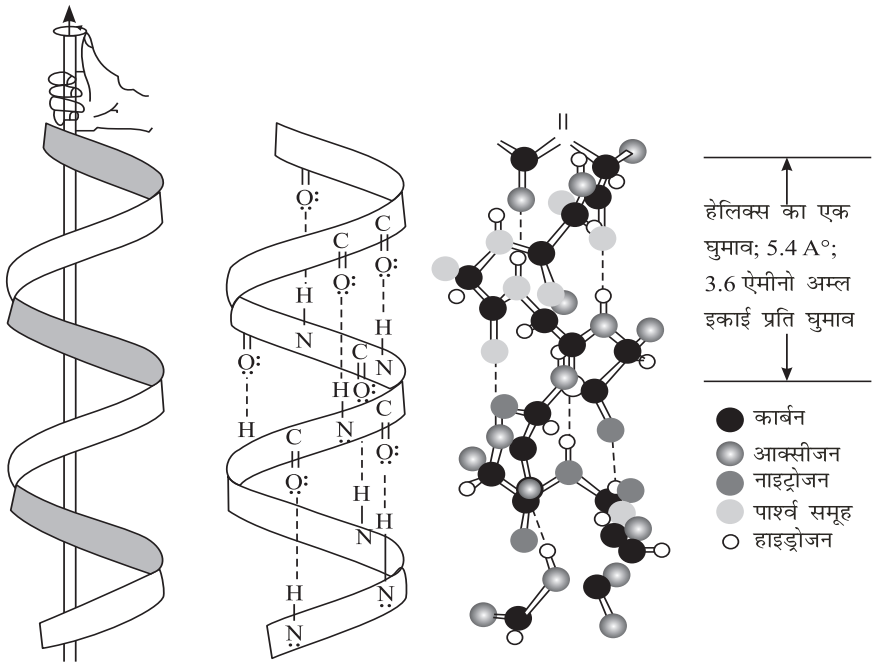
यदि इसी प्रकार से डाइपेप्टाइड में एक और तीसरा ऐमीनों अम्ल संयुक्त हो जाए तो एक **ट्राइपेप्टाइड** (tripeptide) उत्पाद के रूप में प्राप्त होता है। अत: एक ट्राइपेप्टाइड में तीन ऐमीनों अम्ल दो पेप्टाइड आबंधों द्वारा संयुक्त होते हैं। इसी प्रकार चार, पांच और छ: ऐमीनों अम्लों के संयोजन से क्रमश: **टेट्रापेप्टाइड, पेंटापेप्टाइड और हेक्सापेप्टाइड** प्राप्त होते हैं। दस से अधिक ऐमीनों अम्लों के संयोजन से प्राप्त पेप्टाइडों को **पॉलिपेप्टाइड** (polypeptide) कहते हैं। **प्रोटीन, बड़ी संख्या में ऐमीनों** अम्लों के संयोजन से प्राप्त **पॉलिपेप्टाइड होते हैं।** प्रोटीन और पॉलिपेप्टाइडों में बहुत विशेष रूप से भिन्नता नहीं की जा सकती है। उदाहरण के लिए, इंसुलिन जिसमें केवल 51 ऐमीनों अम्ल ही होते हैं, को एक छोटी प्रोटीन ही माना जाता है।

मुक्त ऐमीनों समूह वाले ऐमीनों अम्ल को N-सिरे वाला अवशिष्ट (N-terminal resideu) माना जाता है जबकि मुक्त कार्बोक्सिल समूह वाले ऐमीनों अम्ल को C-सिरे वाला अवशिष्ट (C-terminal residue) कहा जाता है। परिपाटी के अनुसारा, प्रोटीन या पेप्टाइड की संरचना लिखते समय N-सिरे को बायीं ओर तथा C-सिरे को दायीं ओर लिखा जाता है।

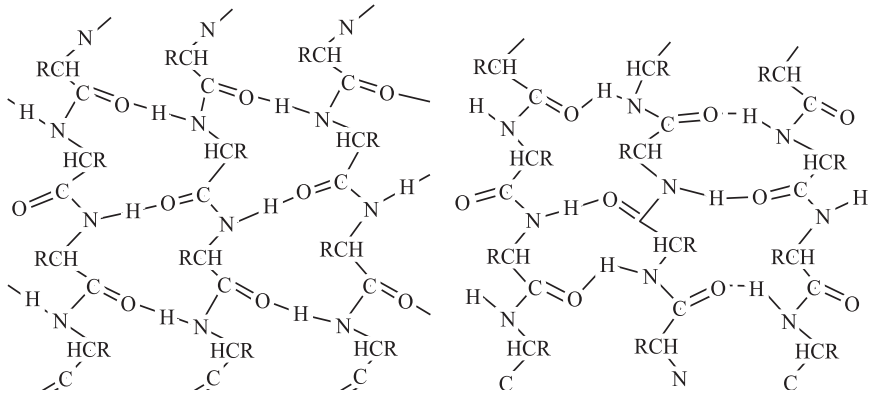
प्रोटीन की वास्तविक संरचना की चार भिन्न स्तरों पर चर्चा की जा सकती है।

(i) प्राथमिक संरचना (Primary structure): किसी प्रोटीन में उपस्थित ऐमीनों अम्लों के क्रम की जानकारी को उसकी प्राथमिक संरचना कहा जाता है। किसी प्रोटीन की प्राथमिक संरचना उसके कार्यों को निर्धारित करती है और उसकी जैविक क्रियाशीलता के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण होती है।

(ii) द्वितीयक संरचना (Secondary structure): द्वितीयक संरचना $-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-$ और $>N-H$ समूहों के बीच हाइड्रोजन आबंधन के कारण पॉलिपेप्टाइड शृंखला के नियमित वलन मुड़ने (folding) के कारण प्राप्त होती है। दो प्रकार की द्वितीयक संरचनाएँ ज्ञात हैं। α-कुंडलिनी या हेलिक्स (helix) (चित्र 31.1) (शृंखला के कुंडलीकरण (coil) के कारण) और β-कल्लोलित शीट (β-pleated sheet) (शृंखलाओं के बीच हाइड्रोजन आबंधों के बनने के कारण) हैं।



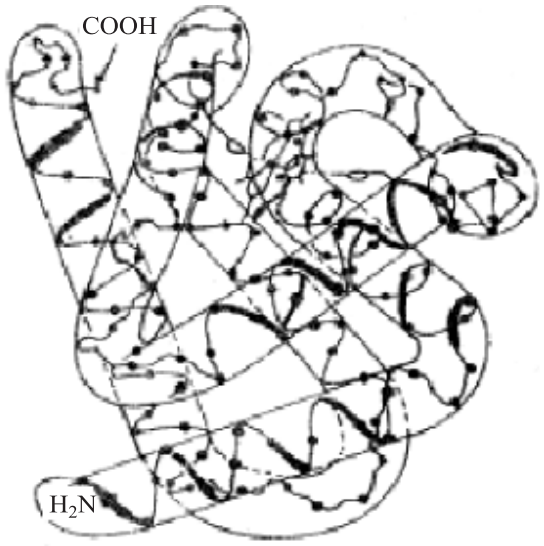
चित्र 29.1: प्रोटीन की α-कुंडलिनी (α-हेल्क्स) संरचना



समानांतर β-कान्फ़ॉर्मेशन **प्रतिसमानांततर β-कॉन्फ़ॉर्मेशन**

चित्र 29.2: प्रोटीन की β-कल्लोलित ((β-pleated) संरचना

(iii) तृतीयक संरचना (Tertiary structure) : यह प्रोटीन की त्रिविमीय संरचना होती है। यह विभिन्न α-हेलिकल (कुंडलिनी) शृंखलाओं या β-कल्लोलित शीटों के वलन (मुड़ने) और अध्यारोपण (superimposition) के कारण प्राप्त होती है। उदाहरण के तौर पर मायोग्लोबिन प्रोटीन की तृतीयक संरचना को चित्र 29.3 में दिखाया गया है।



चित्र 29.3: मायोग्लोबिन की संरचना

(iv) चतुष्क संरचना (Quaternary structure) : चतुष्क संरचना का तात्पर्य उस तरीके (प्रकार) से है जिस प्रकार सरल प्रोटीन श्रृंखलाएँ आपस में संगुणित होकर जटिल प्रोटीनों का निर्माण करती हैं।

द्वितीयक और तृतीयक संरचनात्मक स्तरों पर विभिन्न प्रकार के आबंधन के कारण किसी प्रोटीन अणु की एक विशिष्ट त्रिविमीय संरचना प्राप्त होती है।

29.2.3 विकृतीकरण (Denaturation)

प्रोटीनों की संरचना के अध्ययन में सबसे बड़ी कठिनाई यह है कि यदि जैव प्रोटीन की सामान्य परिस्थिति में जरा सा भी परिवर्तन हो जाए, जो कि *p*H या ताप के परिवर्तन के कारण हो सकता है, तो हाइड्रोजन आबंध विक्षुब्ध हो जाते हैं और टूट जाते हैं। जब प्रोटीन अणुओं के अंदर का और बीच का यह आकर्षण नष्ट हो जाता है तो श्रृंखलाएँ पृथक हो जाती हैं और गोलिकाएँ अवलित हो खुल जाती हैं तथा कुंडलियाँ अकुंडलित हो जाती हैं। तब हम यह कहते हैं कि प्रोटीन का विकृतीकरण हो गया है। विकृतीकरण को आप दैनिक जीवन में भी विभिन्न रूपों में देख सकते हैं। दूध के फटने (curding) का कारण दूध में उपस्थित बैक्टीरिया द्वारा लैक्टिक अम्ल का उत्पादन है। लैक्टिक अम्ल द्वारा *p*H परिवर्तन के कारण दूध में उपस्थित प्रोटीनों का विकृतीकरण, स्कंदन और अवक्षेपण होता है।

इसी प्रकार, जब अंडे को उबाला जाता है तो अंडे के सफेद भाग में उपस्थित ऐल्बूमिन प्रोटीनों का अवक्षेपण हो जाता है। कुछ प्रोटीन हैं (जैसे कि त्वचा, नाखूनों और आमाशय की भित्ति में उपस्थित) विकृतीकरण के प्रति अत्यधिक प्रतिरोध प्रदर्शित करती हैं।

29.2.4 प्रोटीनों का जैविक महत्व

(i) प्रोटीन कोशिकाओं के संरचनात्मक घटक होते हैं।

(ii) जैवरासायनिक उत्प्रेरक जिन्हें एंजाइम कहते हैं, प्रोटीन ही होते हैं।

(iii) प्रतिरक्षाग्लोब्युलिन नामक प्रोटीनें संक्रमण से रक्षा करती हैं।

(iv) अनेक हार्मोनों जैसे कि इंसुलिन और ग्लूकैगॉन प्रोटीन होते हैं।

(v) प्रोटीन शरीर के ऊतकों की वृद्धि और मरम्मत की क्रियाविधि में भी भाग लेती हैं।

(vi) फाइब्रिनोजन नामक प्रोटीन बहते हुए रक्त को रोकने में भी सहायक होती है।

(vii) रक्त द्वारा ऑक्सीजन का भिन्न ऊतकों को अभिगमन हीमोग्लोबिन द्वारा होता है जो कि हीम (heame) भाग से जुड़ी प्रोटीन होती है।

पाठगत प्रश्न 29.2

1. प्रोटीन की प्राथमिक संरचना से आप क्या समझते हैं?
2. पेप्टाइड आबंध का क्या अर्थ है?
3. α–ऐमीनों अम्ल का सामान्य संरचनात्मक सूत्र लिखिए।
4. संयुग्मित प्रोटीनें क्या होती हैं?

29.3 लिपिड

लिपिडों के अंतर्गत विभिन्न प्रकार के अनेक जैव अणु आते हैं। लिपिड (lipid) शब्द ग्रीक शब्द 'Lipos' से उत्पन्न हुआ है जिसका अर्थ है– वसा (fat)। सामान्य तौर पर, कोशिका के वे घटक जो जल में अविलेय और निम्न ध्रुवता वाले कार्बनिक विलायकों (जैसे क्लोरोफ़ॉर्म, ईथर, बेन्ज़ीजन आदि) में लिपिड (lipid) कहलाते हैं। लिपिड अनेक प्रकार की जैविक क्रियाएँ करती हैं।

29.3.1 लिपिडों का वर्गीकरण

लिपिडों को तीन मुख्य वर्गों में बांटा जा सकता है जो कि उनकी आण्विक संरचना और जल-अपघटन उत्पादों पर आधारित है।

(i) **सरल लिपिड (Simple lipids):** वे लिपिड जो एस्टर होते हैं और जल अपघटन पर वसीय अम्ल और एल्कोहॉल देती हैं, सामान्य बसाएँ कहलाती हैं। इनके अंतर्गत तेल, वसा और मोम आते हैं।

(ii) **संयुक्त लिपिड (Compound lipids) :** संयुक्त लिपिड वसीय अम्लों और ऐल्काहॉलों के एस्टर होते है। और साथ ही इनमें अतिरिक्त यौगिक जैसे फ़ॉस्फ़ोरिक अम्ल, शर्करा, प्रोटीन आदि भी उपस्थित होते हैं।

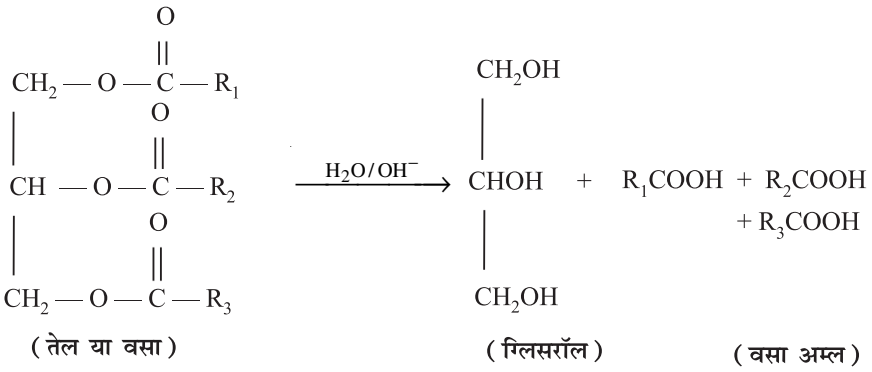
(iii) **व्युत्पन्न लिपिड (Derived lipids) :** ये उपोपचय के दौरान तेलों और वसाओं से प्राप्त यौगिक होते हैं। इनके अंतर्गत स्टेरॉयड और कुछ वसा में विलेय विटामिन आते हैं।

29.3.2 वसाओं की संरचना

इन तीन प्रकार की वसाओं की संरचनाओं की नीचे संक्षिप्त चर्चा की गई है।

(i) सरल लिपिड

सरल लिपिड एस्टर होती हैं। ऐल्कोहॉल घटक की प्रकृति के आधार पर आगे इन्हें दो समूहों में वर्गीकृत किया जा सकता है। तेल और वसाएँ ट्राइग्लिसराइड होते हैं अर्थात् वे ग्लिसरॉल के तीन लंबी शृंखला वाले वसीय अम्लों के एस्टर होते हैं। वसाओं और तेलों के गुणधर्मों में परिवर्तन उनमें उपस्थित विभिन्न अम्लों के कारण होता है। इन लंबी शृंखला वाले अम्लों में कार्बन परमाणुओं की संख्या C_{12} से C_{26} तक हो सकती है और इनमें द्वि-आबंध उपस्थित हो भी सकते हैं और नहीं भी। एक ट्राइग्लिसराइड अणु के जल अपघटन से ग्लिसरॉल का एक अणु और उच्चतर वसा अम्लों के तीन अणु प्राप्त होते हैं जैसा कि नीचे दिखाया गया है।



परिभाषा के अनुसार, वसा वह ट्राइग्लिसराइड है जो सामान्य (कमरे के) ताप पर ठोस या अर्ध-ठोस होता है और तेल वह ट्राइग्लिसराइड है जो सामान्य ताप पर द्रव होता है। असंतृप्त वसा अम्लों की तुलना में संतृप्त वसा अम्ल उच्चतर गलनांकों वाले ट्राइग्लिसराइड बनाते हैं। संतृप्त ट्राइग्लिसराइड ठोस वसाएँ होते हैं और असंतृप्त ट्राइग्लिसराइड तेल होते हैं। असंतृप्त ट्राइग्लिसराइड में उपस्थित द्वि-आबंधों का आसानीपूर्वक हाइड्रोजनीकरण करके संतृप्त उत्पाद प्राप्त किया जा सकता है और इस प्रकार किसी तेल को वसा में परिवर्तित किया जा सकता है। तेलों से वनस्पति घी प्राप्त करने में हाइड्रोजनीकरण का उपयोग किया जाता है।

तेल और वसाएँ दोनों ही पौधों और जानवरों में पाए जाते हैं। हमारे शरीर में कार्बोहाइड्रेटों से भी बसाएँ बन सकती हैं। हमारे शरीर में उपयोग न हुए कार्बोहाइड्रेटों से ऊर्जा भंडारण की यह एक विधि है। वनस्पति तेल मुख्यत: पौधों के बीजों में पाए जाते हैं।

दूसरी प्रकार की सरल लिपिड मोम (waxes) हैं। वे 26 से 34 कार्बन परमाणुओं वाली लंबी शृंखला वाले मोनोहाइड्रॉक्सी ऐल्कोहॉलों और वसा अम्लों से प्राप्त एस्टर होती हैं। मोम प्रकृति में विस्तृत रूप से पाई जाती हैं और साधारणतया वे मिश्रण होती हैं। वे जानवरों और पादपों में पृष्ठ पर रक्षक परत बनाती हैं। कुछ कीट भी मोम का स्राव करते हैं। मधुमक्खियों के मधुकोश से प्राप्त मधु मोम का मुख्य घटक मिरिसिल पामिटेट है।

$$CH_3-(CH_2)_{14}-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-(CH_2)_{29}-CH_3$$

मिरिसिल पामिटेड

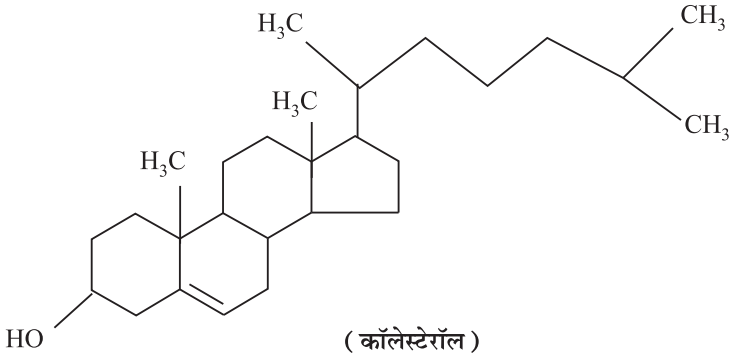
ऊपर चर्चित मोम को भ्रमवश घर में प्रयोग की जाने वाली मोम नहीं समझना चाहिए क्योंकि घरेलू मोम विवृत्त-शृंखला हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण होती है।

(ii) संयुक्त लिपिड

संयुक्त लिपिड जल अपघटन पर ऐल्कोहॉल और वसा अम्लों के अतिरिक्त कुछ अन्य पदार्थ भी देती हैं। इन लिपिडों के पहले प्रकार को फ़ॉस्फ़ोलिपिड कहते हैं क्योंकि वे ऐसे ट्राइग्लिसराइड हैं जिनमें वसा अम्लों के दो अणु और फ़ॉस्फ़ोरिक अम्ल का एक अणु उपस्थित होता है। ग्लाइकोलिपिडों में ऐल्कोहॉलों से आबंधित वसा अम्ल के अतिरिक्त एक शर्करा अणु उपस्थित होता है।

(iii) व्युत्पन्न लिपिड

स्टेरॉयड लिपिड वसाओं का अन्य वर्ग है जो हमारे शरीर में उपापचय के दौरान बनते हैं। इन यौगिकों में एक विशिष्ट वलय तंत्र उपस्थित होता है जो अनेक हॉर्मोनों के लिए संरचनात्मक ढाँचे का कार्य करता है। स्टेरॉयडों में एस्टर समूह नहीं होता है और इसलिए उनका जल-अपघटन नहीं किया जा सकता है। पादप और मानव ऊतकों में कॉलेस्टेरॉल सबसे विस्तृत रूप से पाए जाने वाले स्टेरॉयडों में से एक है।



(कॉलेस्टेरॉल)

व्युत्पन्न लिपिडों का दूसरा महत्वपूर्ण समूह वसा में विलेय विटामिनों का है। इसके अंतर्गत विटामिन A, D, E और K आते हैं जिनकी कमी से विभिन्न रोग हो जाते हैं।

29.3.3 वसाओं का जैविक महत्व

(i) वसा भोज्य पदार्थों का भंडारण करने वाले मुख्य यौगिक होते हैं और वे ऊर्जा के भंडार होते हैं।

(ii) तेलों या वसाओं की उपस्थिति वसा में विलेय विटामिनों A, D, E और K के दक्षतापूर्वक अवशोषण में आवश्यक है।

(iii) अवल्वक वसाएँ (subcutaneous fats) अत्यधिक ऊष्मा हानि को रोकने में जैविक रोधी का कार्य करती हैं।

(iv) फ़ॉस्फ़ोलिपिड कोशिका-कला (cell membrane) का अनिवार्य घटक होती हैं।

(v) जीवों के जैविक क्रियाकलापों को स्टेरॉयड नियंत्रित करते हैं।

(vi) कुछ एंजाइमों के अधिकतम कार्य करने के लिए वसा अणुओं की आवश्यकता होती है।

पाठगत प्रश्न 29.3

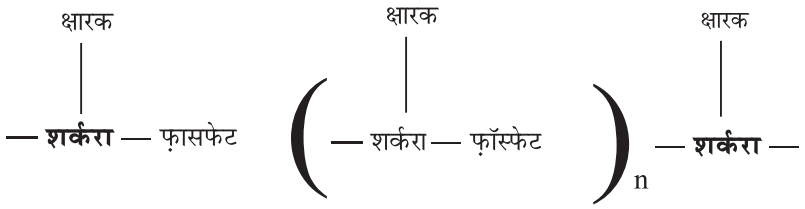
1. वसाएँ क्या होती हैं?
2. किसी तेल के जल अपघटन के क्या उत्पाद होते हैं?
3. व्युत्पन्न लिपिडों के दो मुख्य प्रकारों के नाम दीजिए।
4. वसाओं और तेलों में मुख्य अंतर क्या है?

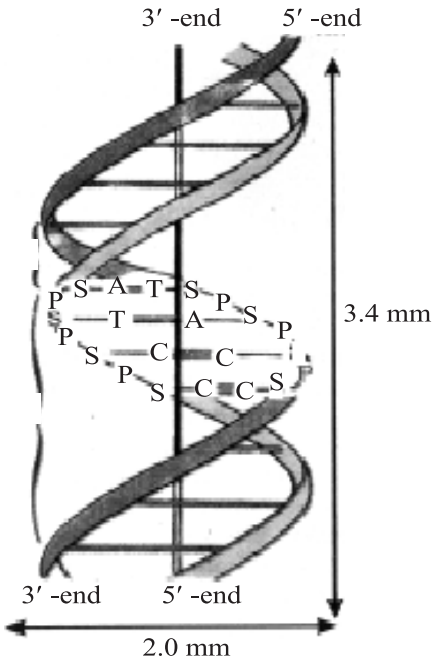
29.4 न्यूक्लिक अम्ल

एक कुत्ता, कुत्ता ही क्यों होता है? बिल्ली क्यों नहीं? कुछ लोगों की नीली या भूरी आंखें होती हैं, काली क्यों नहीं होतीं? रसायन की नज़र से देखा जाए तो हमारे शरीर को यह कैसे पता चलता है कि किस प्रकार की प्रोटीन का संश्लेषण करना है? एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक यह जानकारी कैसे पहुँचती है? अनुवांशिकता के रसायन का अध्ययन आज शोध के सबसे रोचक विषयों में से एक है। उन्नीसवीं शताब्दी में यह पता चला था कि जैव कोशिका के केन्द्रक में अनुवांशिकता के लिए उत्तरदायी संरचनाएँ होती हैं जिन्हें क्रोमोसोम कहा जाता है। हाल ही के वर्षों में यह खोज की गई कि क्रोमोसोम न्यूक्लीक अम्लों से बने होते हैं। इन्हें ऐसा नाम इसलिए दिया गया क्योंकि वे कोशिका के नाभिक में उपस्थित होते हैं और अम्लीय प्रकृति के होते हैं। न्यूक्लीक अम्ल दो प्रकार के होते हैं जिन्हें डी.एन.ए. (डिऑक्सीराइबोन्यूक्लीक अम्ल) और आर.एन.ए. (राइबोन्यूक्लीक अम्ल) कहते हैं। वे रासायनिक संघटन तथा कार्यों में एक दूसरे से भिन्न होते हैं।

29.4.1 न्यूक्लिक अम्लों की संरचना

अन्य प्राकृतिक अणुओं की तरह, न्यूक्लीक अम्ल भी रैखिक बहुलक अणु होते हैं। वे हजारों न्यूक्लिओटाइड इकाइयों के श्रृंखला रूप में बहुलक होते हैं। अत: उन्हें पॉलिन्यूक्लिओटाइड भी कहा जाता है। एक न्यूक्लिओटाइड में तीन उप-इकाइयाँ होती हैं - नाइट्रोजन वाला एक विषमचक्रीय ऐरोमेटिक यौगिक (क्षारक), एक पेन्टेस शर्करा और फॉस्फोरिक अम्ल का एक अणु। अत: एक न्यूक्लीक अम्ल श्रृंखला को निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है।





चित्र 29.4: *वॉटसन तथा क्रिक के दोहरी कुंडली वाले डी.एन.ए.की संरचना*

डी.एन.ए. अणुओं में 2-डिऑक्सीराइबोस, शर्करा इकाई होती है जबकि आर. एन. एन. में यह राइबोस होती है। डी. एन. ए. में चार क्षारक उपस्थित होते हैं। ये हैं- ऐडेनीन (A), ग्बानीन (G), साइटोसीन (C) और थाइमीन (T)। इनमें से पहले तीन क्षारक आर.एन.ए. में भी पाए जाते हैं परंतु उसमें यूरेसिल (U) चौथा क्षारक होता है।

डी.एन.ए. में उपस्थित विभिन्न न्यूक्लिओटाइडों के क्रम को उसकी प्राथमिक संरचना कहा जाता है। प्रोटीनों की तरह इसकी भी द्वितीयक संरचना होती है। डी.एन.ए. द्विसूत्री कुंडली होती है। इसमें दो न्यूक्लीक अम्ल शृंखलाएँ एक दूसरे के इर्द-गिर्द लिपटी होती हैं और क्षारक युग्मों के बीच हाइड्रोजन आबंधन द्वारा जुड़ी होती हैं। यहाँ हाइड्रोजन आबंध विशिष्ट क्षारक युग्मों के बीच होते हैं - अर्थात् ग्वानीन और साइटोसीन एक दूसरे के साथ हाइड्रोजन आबंध बनाते हैं जबकि ऐडेनीन थाइमीन के साथ हाइड्रोजन आबंध बनाती है। दोनों सूत्र आपस में पूरक होते हैं। कुल मिलाकर द्वितीयक सुंरचना एक लचकदार सीढ़ी (चित्र 29.4) से मिलती जुलती है। डी.एन.ए. की यह संरचना सन् 1953 में जेम्स वॉटसन और फ़ासिस क्रिक ने प्रस्तावित की थी। उन्हें इस कार्य के लिए सन् 1962 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। डी. एन.ए. के विपरीत आए. एन.ए. एक छड़ (सूत्र) वाला अणु होता है जो अपने ऊपर ही दोहरा हो कर एक दोहरी कुंडली वाली संरचना बनाता है जिसके कुछ भाग में क्षारकों के युग्म उस जगह बनते हैं। यहाँ क्षारक एक-दूसरे के पूरक क्रम में उपस्थित होते हैं। आर.एन.ए. अणु तीन प्रकार के होते हैं जो भिन्न कार्य करते हैं। इन्हें दूत (मैसेज) आर.एन.ए. (messenger RNA, *m*-RNA), राइबोसोमी आर.अन.ए. (ribosomal RNA) और अंतरण आर.एन.ए. (transfer RNA, *t*-RNA) नाम दिए गए हैं।

29.4.2 न्यूक्लिक अम्लों के जैविक कार्य

एक डी.एन.ए. अणु में कोशिका विभाजन के दौरान स्वयं को द्विगुणन की क्षमता होती है। यह प्रक्रिया जनक डी.एन.ए. में उपस्थित दो शृंखलाओं के खुलने में आरंभ होती है। जैसे ही दोनों

छड़ें अलग होती हैं, प्रत्येक अपने नए भाग के निर्माण के लिए मूल भाग का कार्य करती है। ऐसा सही न्यूक्लिओटाइड को सही जगह पर लाकर और उसे जोड़कर किया जाता है। चूँकि क्षारों के युग्म एक विशिष्ट रूप में बनते हैं (ऐडेनीन और थाइमीन तथा ग्वानीन और साइटोलीन)। अत: नई बनी छड़ें पुरानी छड़ के जैसी न होकर उसकी पूरक होती हैं। प्रत्येक नए अणु में एक दोहरी कुंडली (हेलिक्स) होती है। जिसमें एक नई छड़ तथा एक पुरानी छड़ होती है जो आगे संतति कोशिकाओं (daughter cells) में चली जाती है। चित्र 29.5)

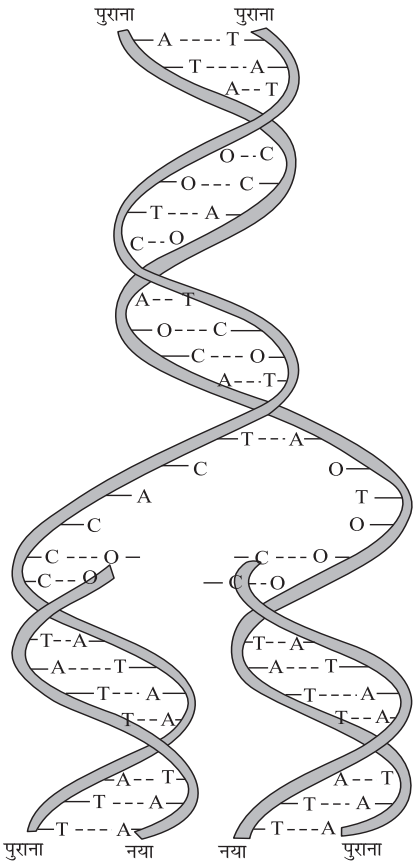


Fig. 29.5: डी.एन.ए. की प्रतिकृति (replication)

न्यूक्लिक अम्लों का अन्य महत्वपूर्ण कार्य प्रोटीन संश्लेषण का है। डी.एन.ए. में क्षारों का विशिष्ट क्रम विशिष्ट प्रोटीन के संश्लेषण के लिए कोड की हुई जानकारी व्यक्त करता है। इस प्रक्रम में, डी.एन.ए. से जानकारी एक अन्य न्यूक्लिक अम्ल जिसे दूत आर.एन.ए. कहते हैं, में संचरित होती है जो फिर नाभिक को छोड़कर कोशिका के जैव द्रव्य साइटोप्लाज़्म, (Cytoplasm) में चला जाता है।

दूत आर.एन.ए. प्रोटीन में ऐमीनों अम्लों के सही क्रम में जुड़ने के लिए टेम्पलेट (template) का कार्य करता है। कोशिका में ऐमीनों अम्ल अंतरण आर.एन.ए. द्वारा दूत आर.एन.ए. तक लाए जाते हैं जहाँ वे पेप्टाइड आबंध बनाते हैं। संक्षेप में, यह कहा जा सकता है कि डी.एन.ए. में प्रोटीन संश्लेषण के लिए कोडित सूचना रहती है जबकि आर.एन.ए. वास्तव में प्रोटीन का संश्लेषण करता है।

पाठगत प्रश्न 29.4

1. न्यूक्लिओटाइड क्या होती है?
2. डी.एन.ए. की संरचना को दोहरी कुंडली वाली क्यों कहा जाता है?
3. डी.एन.ए. और आर.एन.ए. में दो मुख्य संरचनात्मक भिन्नताएँ बताइए।

29.5 एंजाइम

किसी जीवित तंत्र में लगभग 310 K ताप पर कई जटिल अभिक्रियाएँ होती हैं। इनका एक उदाहरण है - भोजन का पाचन जिसमें कई चरणों में ऑक्सीकरण के द्वारा CO_2 और जल प्राप्त होते हैं और ऊष्मा निकलती है। ये अभिक्रियाएँ ऐसी मंद परिस्थितियों में कुछ रसायन जिन्हें एंजाइम कहते हैं, की उपस्थिति में होती हैं। एंजाइम जीवित कोशिकाओं में होने वाली जैव-रासायनिक अभिक्रियाओं में उत्प्रेरकों का कार्य करते हैं। लगभग सभी एंजाइम गोलाकार प्रोटीन होते हैं।

एंजाइम बहुत ही वरणात्मक होते हैं और किसी भी अभिक्रिया के लिए विशिष्ट होते हैं। उनके नाम या तो उस यौगिक (या यौगिकों के वर्ग) के संबंध में जिस पर वे कार्य करते हैं और या उस अभिक्रिया जिसे वे उत्प्रेरित करते हैं, के आधार पर दिए जाते हैं। एंजाइम के नाम के अंत में – ase से लिखा जाता है। उदाहरण के लिए माल्टेस एक ऐसा एंजाइम है जो विशिष्ट रूप से माल्टोस के ग्लूकोस में जल-अपघटन को उत्प्रेरित करता है। इसी प्रकार, एस्टरेस एक ऐसा एंजाइम है जो एस्टर आबंध का जल-अपघटन उत्प्रेरित करता है।

29.5.1 एंजाइम क्रिया की क्रियाविधि

रासायनिक उत्प्रेरकों की भांति, एंजाइम भी केवल सूक्ष्म मात्रा में आवश्यक होते हैं। रासायनिक उत्प्रेरकों की क्रिया की भांति एंजाइम भी अभिकारकों को उत्पादों तक ले जाने वाले ऊर्जा-रोधक को कम कर देते हैं। उदाहरण के लिए, एस्टर के जल-अपघटन के लिए प्रयोगशाला में उसे जलीय NaOH के साथ उबालने की आवश्यकता होती है जबकि एंजाइम द्वारा उत्प्रेरण में यह लगभग उदासीन pH और कम ताप पर ही हो जाता हैं

प्रत्येक क्रियाधार (substrate) के लिए विशिष्ट एंजाइम होता है और उनकी ताले और चाबी जैसी व्यवस्था होती है। यह माना जाता है कि क्रियाधार अणु एंजाइम के सक्रिय स्थल पर बंधित होकर एंजाइम क्रियाधार संकुल बनाते हैं। इस संकुल में क्रियाधार सही विन्यास में उपस्थित होता है ताकि कोई भी अभिक्रिया आसानी से हो सके (चित्र 29.6 देखें)। यह संकुलन फिर टूटकर उत्पाद का अणु देता है और एंजाइम पुनः प्राप्त हो जाता है ताकि वह फिर से क्रियाधार अणु के साथ कार्य कर सके।

29.5.2 एंजाइमों के अभिलक्षण

(i) अनउत्प्रेरित अभिक्रिया की तुलना में, एंजाइम जैव-रासायनिक अभिक्रियाओं को लाखों गुना तीव्र कर देते हैं।

(ii) एंजाइम उत्प्रेरित अभिक्रियाएँ तेजी से साम्य प्राप्त कर लेती हैं।

(iii) एंजाइम तनु जलीय विलयनों, साधारण ताप और विशिष्ट *p*H पर कार्य करते हैं।

(iv) वे विशिष्ट होते हैं और पदार्थों पर क्रिया के लिए वरणात्मक होते हैं।

(v) एंजाइम अत्यंत दक्षतापूर्वक कार्य करते हैं और अत्यंत सूक्ष्म मात्रा में आवश्यक होते हैं।

(vi) प्रोटीन संरचना के अतिरिक्त एंजाइम में, कार्य करने के लिए गैर-प्रोटीन घटक जिसे सहएंजाइम (co-enzyme) कहते हैं, भी आवश्यक होते हैं। उदाहरण के लिए अनेक विहाइड्रोजनीकरण एंजाइमों के लिए निकोटिनैमाइड ऐडेनीन डाइन्यूक्लिओटाइड (NAD) सहएंजाइम होता है।

पाठगत प्रश्न 31.5

1. एंजाइम किसी अभिक्रिया की दर को किस प्रकार बढ़ा देते हैं?
2. आप ताले और चाबी वाली व्यवस्था से क्या समझते हैं?

29.6 हार्मोन्स

हार्मोन्स रासायनिक संप्रेषक होते है। जो कि एन्डोक्राइन ग्रंथियों से स्रावी होते हैं। इन्हें रक्त धारा के साथ लक्षित उतकों की तरफ ले जाया जाता है।

मनुष्यों में अधिकतर हार्मोन स्टीरोइड होते हैं। स्टीरोइड हार्मोनों के महत्वपूर्ण कक्षायें लिंग हार्मोन और ऐड्रीनोक्रोटिकल होते हैं। लिंग हार्मोन स्वप्नदोष उतक की वृद्धि और प्रजनन को नियंत्रित करते हैं जबकि एडरीनोक्रोटिकल हार्मोन विभिन्न उपायचयी प्रक्रमों को नियमित करते हैं। दो महत्वपूर्ण नर लिंग हार्मोन एन्डरोजीन टेस्टोस्टीरोन और एन्डोस्टीरोन होते हैं। यौवनारम्भ के समय ये द्वितीयक लिंग लक्षणों के विकास के लिए उत्तरदायी होते हैं।

मादा लिंग हार्मोन या एस्टोजन में उदाहरण के रूप में एस्टोजन और एस्ट्राडाओल होते हैं। ये मादा में द्वितीयक लिंब लक्षणों के विकास और नियमित मासिक चक्र के लिए उत्तरदायी होते हैं।

दूसरा मादा हार्मोन प्रोगेस्टीरोन होता है जो गर्भाशय में निषेचित अंड को रोपड़ करने की तैयारी करता है प्रोगेस्टीरोन निरंतर स्रावी होना गर्भावस्था को पूर्णता करने के लिए महत्वपूर्ण होता है।

संश्लेषित एस्ट्रोजीन उत्पन्न किये गये हैं और इनका उपयोग सश्लेषित गर्भावस्था हार्मोनों के साथ संयुक्त करके मुखीय गर्भनिरोधक के रूप में लिया जाता है।

एन्डीरीनोक्रोटीकल हार्मोन एडरल ग्रथियों द्वारा स्रावित किये जाते हैं जो कि छोटे अंग होते हैं और प्रत्येक गुर्दे के ऊपरी भाग में स्थित होते हैं। एल्डोस्टीरोन Na^+ और K^+ के बीच में सेलूलर लवण संतुलित को नियमित करके ऊतकों की सूजन को नियंत्रित करता है। दूसरा हार्मोन हाइड्रोकोरस्ट्रीरोन कहलाता है जो कि ग्लूकोस मैटावोलिज्म को नियंत्रित करने में शामिल होता है।

वैसोप्रेसिन और आक्सीटोसिन दो महत्वपूर्ण हार्मोन होते हैं जो कि प्रकृति में पॉलीपेपटाइड होते हैं। ऑक्सीटोसिन केवल मादाओं में होता है और बच्चे के जन्म के समय गर्भासय सिकुड़न उद्दीपित करता है। वैसोप्रसिन नर और मादा दोनों में होता है और पेरीफरल रक्त धमनियों के सिकुड़ने का कारण होता है और रक्त दाब में वृद्धि हो जाती है।

पेकियाज से स्रावित होने वाला इन्सुलीन दूसरा महत्वपूर्ण हार्मोन है। यह शरीर में ग्लुकोस मैटावोलिज्म को नियमित करता है। इन्सुलीन की कमी मनुष्यों में मधुमेह मेलीटस का कारण होता है।

29.7 विटामिन: वर्गीकरण एवं उनके कार्य

विभिन्न कार्बनिक अणु सहएंजाइम के रूप में कार्य करते हैं। इनमें से बहुत से विटामिन होते हैं। विटामिन छोटे कार्बनिक अणु होते हैं जिन्हें आहार के साथ लेते हैं औश्र उचित वृद्धि के लिए सूक्ष्म मात्रा में आवश्यक होते हैं।

विटामिन वसा विलेय या जल विलेय हो सकते हैं। 13 विटामिनों और उनकी कमी के लक्षण नीचे दिये गये हैं।

विटामीन	कमी के लक्षण
जल विलेय	
(i) एसकोरबिक अम्ल (विटामिन C)	ब्रश के समय मसूड़ो से रक्त स्राव
(ii) थायमिन (विटामिन B_1)	तनाव
(iii) रीवोफ्लेविन (विटामिन B_2)	छोटोकी फटना, धारी वाली त्वचा
(iv) पीरीडोक्सीन (विटामिन B_6)	रक्त अल्पातता, बैचैनी
(v) नियासिन	डर्माटाइरिस, डेमेन्टीस
(vi) फोलिक अम्ल (विटामिन M)	मेगालोवेस्टिक रक्त अल्पाखता

(vii) विटामिन B_{12}	मेगालोवेस्टिक रक्त अल्पातता तंत्रिका तंत्र का क्षय होना
(viii) पेन्टोथैनिक अम्ल	भारत में हानि, बैचेनी
(ix) वायोटिन (विटामिन H)	डर्माटाडटिस, अरूचि, तनाव
B. वसा विलेय	
(x) विटामिन A	रतोधी, शुष्क त्वाचा
(xi) विटामिन D	रीकेट, ओस्टोमलेसीया
(xii) विटामिन E	RBC का हर्मोउपघटन
(xiii) विटामिन	रक्तस्रावी, रक्त के जमने में देरी

पाठगत प्रश्न 31.6

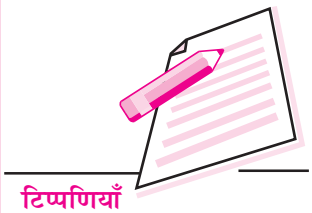
1. दो प्रमुख स्टीरोइड हार्मोन्स के नाम बताए।
2. ऑक्सीटासीन क्या है?
3. निम्न को मिलाए

(i)	विटामिन C	(a)	एनिमिया
(ii)	विटामिन B2	(b)	मसुढ़े का रक्त स्राव
(iii)	विटामिन B6	(c)	कठोर त्वचा

4. रतौंधी क्या है? यह कैसे होता है?

आपने क्या सीखा

- कार्बोहाइड्रेट पालिहॉइड्राक्सी ऐल्डिहाइड या कीटोन होते हैं या ऐसे पदार्थ होते हैं जिनके जल-अपघटन से ऐसे अणु प्राप्त होते हैं।
- उन्हें मोनो, डाई और पॉलिसैकेराइडों में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- प्रोटीन α–ऐमीनो अम्लों के पेप्टाइड आबंधों द्वारा जुड़े हुए बहुलक होते हैं।
- सभी प्रोटीन बीस भिन्न α-ऐमीनों अम्लों के बहुलक होते हैं। इनमें से 10 ऐमीनों अम्ल हमारे शरीर द्वारा संश्लेषित नहीं किए जा सकते हैं और इसलिए उन्हें भोजन का भाग होना चाहिए। इन ऐमीनों अम्लों को अनिवार्य ऐमीनों अम्ल कहते हैं।



- प्रोटीन हमारे लिए बहुत महत्वपूर्ण हैं और वे कोशिकाओं में अनेक कार्य करते हैं जो कि हमारे जीवित रहने के लिए अत्यंत आवश्यक हैं।
- दालें, दूध, मांस, अंडा आदि प्रोटीनों के मुख्य स्रोत हैं।
- वे जैव अणु जो जल में अविलेय और कार्बनिक विलायकों में विलेय होते हैं, लिपिड कहलाते हैं। उन्हें सरल, संयुक्त और व्युत्पन्न लिपिडों में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- न्यूक्लिक अम्ल वे यौगिक हैं जो जनक (माता-पिता) से अगली पीढ़ी में लक्षणों के स्थानांतरण के लिए उत्तरदायी होते हैं।
- न्यूक्लिक अम्ल दो प्राकर के होते हैं - डी.एन.ए. और आर.एन.ए.। वे न्यूक्लिओटाइड पुनरावर्ती इकाइयों से बने बहुलक होते हैं।
- डी.एन.ए. में कार्बन परमाणुओं वाला शर्करा अणु होता है जिसे 2-डिऑक्सीराइबोस कहते हैं जबकि आर.एन.ए. में राइबोस होता है।
- डी.एन.ए. में उपस्थित चार क्षारक ऐडेनीन, साइटोसीन, ग्वानीन और थाइमीन जबकि आर. एन.ए. में थाइमीन के स्थान पर यूरेसिल होता है।
- डी.एन.ए. दोहरी छड़ों वाला अणु है जबकि आर.एन.ए. में अणु में एक ही छड़ होती है।
- डी.एन.ए. नाभिक में उपस्थित होता है और उनमें कोशिका में संश्लेषित की जाने वाली प्रोटीनों के लिए कोडित संदेश होता है।
- प्रोटीन वास्तव में आर.एन.ए. द्वारा संश्लेषित की जाती हैं। आर.एन.ए. तीन प्रकार के होते हैं- दूत (संदेशवाइक) (*m*-RNA), राइबोसोमीन आर.एन.ए. (*r*-RNA) और आर.एन.ए. (स्थानांतरण) आर.एन.ए. (*t*-RNA)।
- एंजाइम जैव उत्प्रेरक होते हैं जो जैव निकायों में अभिक्रियाओं को तीव्र करते हैं।
- रसायनत: सभी एंजाइम प्रोटीन होते हैं। वे बहुत विशिष्ट होते हैं और क्रियाधारों पर अपने कार्य के लिए वरणात्मक होते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. हमारे शरीर में ग्लूकोस की आधिक्य में मात्रा किस प्रकार भंडारित होती है?
2. डाइसैकेराइड क्या होता है? एक उदाहरण दीजिए।
3. लैक्टोस के जल-अपघटन से क्या उत्पाद प्राप्त होते हैं?
4. अनिवार्य ऐमीनों अम्ल क्या होते हैं?
5. उचित उदाहरण देते हुए गोलाकर और रेशेदार प्रोटीनों में अंतर बताइए।
6. ट्राइग्लिसराइड क्या होते हैं? इनका एक महत्वपूर्ण उपयोग बताइए।

7. न्यूक्लिओटाइड क्या होता है?
8. आर.एन.ए. और डी.एन.ए. के न्यूक्लिओटाइडों में अंतर कीजिए।
9. कोशिका में पाए जाने वाले भिन्न प्रकार के आर.एन.ए. कौन-कौन से हैं? उनके कार्यों के बारे में बताइए।
10. एंजाइम क्या होते हैं?

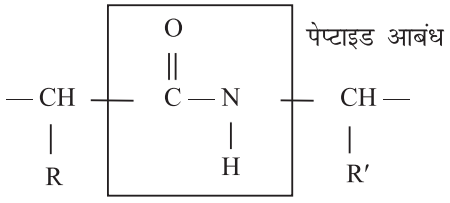
पाठगत प्रश्नों के उत्तर

29.1

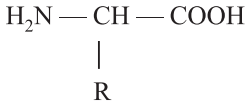
1. अनाज, फल और शर्करा
2. पादपों में प्रकाश संशलेषण से कार्बोहाइड्रेट बनते हैं।
3. स्टार्च जल-अपघटन द्वारा ग्लूकोस देता है जबकि सूक्रोस जल-अपघटन द्वारा ग्लूकोस और फ्रक्टोस देता है।
4. भाग 29.1.2. को पढ़ें।

29.2

1. प्रोटीन शृंखला में ऐमीनों अम्लों के क्रम की जानकारी को उसकी प्राथमिक संरचना कहा जाता है।
2. प्रोटीन α-ऐमीनो अम्लों द्वारा बने होते हैं जो एक ऐमीनों अम्ल के $-NH_2$ समूह और दूसरे ऐमीनों अम्ल के $-COOH$ समूह के बीच बने ऐमाइड आबंध द्वारा एक दूसरे से जुड़े होते हैं। जब दो ऐमीनों अम्ल इस प्रकार संयुक्त होते हैं तो प्राप्त उत्पाद एक डाईपेप्टाइड कहलाता है और उनके बीच बना ऐमाइड आबंध पेप्टाइड आबंध कहलाता है।



3. एक α-ऐमीनो अम्ल को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है।



4. भाग 29.2.1. को देखे।

29.3

1. वे जैव अणु जो जल में अविलेय और बेन्जीन, ईथर या क्लोरोफार्म आदि कार्बनिक विलायकों में विलेय होते हैं, वसा कहलाते हैं।
2. तेलों के जल अपघटन से ग्लिसरॉल और लंबी शृंखला वाले वसा अम्ल प्राप्त होते हैं।
3. दो प्रकार के लिपिड–फ़ॉस्फोलिपिड और ग्लाइकोलिपिड होते हैं।
4. ऐसा ट्राइग्लिसराइड जो सामान्य ताप पर ठोस होता है वसा (fat) कहलाता है और यदि द्रव हो तो तेल कहलाता है।

29.4

1. एक न्यूक्लिओटाइड में तीन उप–इकाइयाँ होती हैं जो इस प्रकार है– (i) एक नाइट्रेजन वाला विषमचक्रीय ऐरोमैटिक यौगिक जिसे क्षार भी कहते हैं; (ii) एक पेन्टोस शर्करा (राइबेस या 2–डिऑक्सीराइबोस) और (iii) फ़ॉस्फेरिक अम्ल का एक अणु।
2. डी.एन.ए. में दो शृखलाएँ एक दूसरे के इर्द–गिर्द लिपटकर कुंडली (हेलिक्स) बनाती हैं। अतः संरचना को दोहरा हेलिक्स कहते हैं।
3. डी.एन.ए. और आर.एन.ए. में दो मुख्य संरचनात्मक अंतर इस प्रकार है:
   (i) डी.एन.ए. अणु दोहरी छड़ों वाले होते हैं जबकि आर.एन.ए. अणुओं में एक ही छड़ होती है।
   (ii) डी.एन.ए. अणुओं में 2–डिऑक्सीराइबोस शर्करा होती है जबकि आर.एन.ए. में राइबोस।

29.5

1. भाग 29.5.1 देखें।
2. भाग 29.5.1 देखें।

29.6

1. सेक्स एवं ऐन्ड्रोकोरिक हार्मान
2. ऑक्सीटासिन एक मादा हार्मान है।
3. (i) (b)
   (ii) (c)
   (iii) (a)
4. रतौंधी एक कमी के लक्षण है। यह विटामिन A की कमी से होता है।