

जैव अणु (Bio Molecules)

14.1 प्रस्तावना (Introduction)

समस्त सजीव तन्तु जैव अणुओं द्वारा बने होते हैं। जैव-अणु जटिल कार्बनिक यौगिक (पदार्थ) होते हैं, जो सजीवों की कोशिकाओं (cells) में महत्वपूर्ण संघटक के रूप में विद्यमान रहते हैं। प्रत्येक जीव की वृद्धि, मरम्मत तथा सामान्य क्रियाओं के लिए ऊर्जा, इन्हीं जटिल कार्बनिक यौगिकों की जैव रासायनिक क्रिया (Bio Chemical Reaction) से प्राप्त होती है।

जैव-अणु 25 से अधिक तत्वों से बने होते हैं। कार्बनिक प्रकृति के कारण इनके आवश्यक संघटक कार्बन (C) तथा हाइड्रोजन (H) हैं। इसके अलावा नाइट्रोजन (N), ऑक्सीजन (O), फास्फोरस (P) तथा सल्फर (S) भी अन्य महत्वपूर्ण संघटक हैं। जैव अणु जैसे कार्बोहाइड्रेड, प्रोटीन, विटामीन, न्यूक्लिक अम्ल, एन्जाइम, लिपिड, हार्मोन्स आदि जैव तंत्र में विद्यमान जैव अणु हैं। इनमें से प्रत्येक का अपना महत्व है तथा इनकी कमी के कारण सजीव तंत्र में असंतुलन या विकृति उत्पन्न हो जाती है। इस इकाई में जैव अणुओं का संघटन, संरचना, रसायन तथा कार्यप्रणाली की विवेचना की गई है।

14.2 कोशिका एवं ऊर्जा चक्र (Cell and Energy cycle)

कोशिका सजीव शरीर की आधारभूत एवं क्रियात्मक इकाई है तथा इसकी खोज राबर्ट हुक ने 1665 में की थी। कोशिका में सजीव शरीर के लिए आवश्यक पदार्थों का भण्डार होता है तथा समस्त जैवरासायनिक क्रियाएं कोशिका में होती हैं। इसका आकार इतना सूक्ष्म होता है कि इसके केवल सूक्ष्मदर्शी द्वारा ही देखा जा सकता है।

एक सामान्य जन्तु कोशिका को निम्न तीन भागों में बांटा जा सकता है :—

- (i) कोशिका झिल्ली या कोशिका कला
- (ii) कोशिकाद्रव्य
- (iii) केन्द्रक

(i) कोशिका झिल्ली (Cell membrane)— सभी कोशिकाओं में जीवद्रव्य के चारों ओर विभेदी पारगम्य विद्युत आवेशित, चयनात्मक झिल्ली पायी जाती है जिसे कोशिका कला या जीवद्रव्य कला कहते हैं। यह रासायनिक पदार्थों के आवागमन का कार्य करती है। यह प्रोटीन एवं वसा से निर्मित दोहरी झिल्ली होती है।

(ii) कोशिकाद्रव्य (Cytoplasm)— कोशिका में उपस्थित केन्द्रक रहित जीवद्रव्य को कोशिका द्रव्य कहते हैं। यह कोशिका में सम्पन्न होने वाली जैविक क्रियाओं एवं उपापचयी क्रियाओं को आधार या माध्यम प्रदान करता है। इसमें कोशिकांग (Cell organelles) जैसे माइटोकॉण्ड्रिया, राइबोसोम, लाइसोसोम, गॉल्जी उपकरण, अन्तः प्रद्रव्यी जालिका आदि पाये जाते हैं।

(iii) केन्द्रक (Nucleus)— जीवद्रव्य में स्थित वह भाग जो जैविक क्रियाओं को संचालित करता है, केन्द्रक कहलाता है, इसे कोशिका का नियन्त्रण केन्द्र भी कहते हैं। इसकी खोज राबर्ट ब्राउन ने 1831 में की थी। स्तनधारियों की लाल रक्त कणिकाओं को छोड़कर प्रत्येक कोशिका में केन्द्रक पाया जाता है। यह प्रोटीन से निर्मित दोहरी झिल्ली से घिरा रहता है।

14.2.1 कोशिका एवं ऊर्जा चक्र (Cell and Energy cycle)

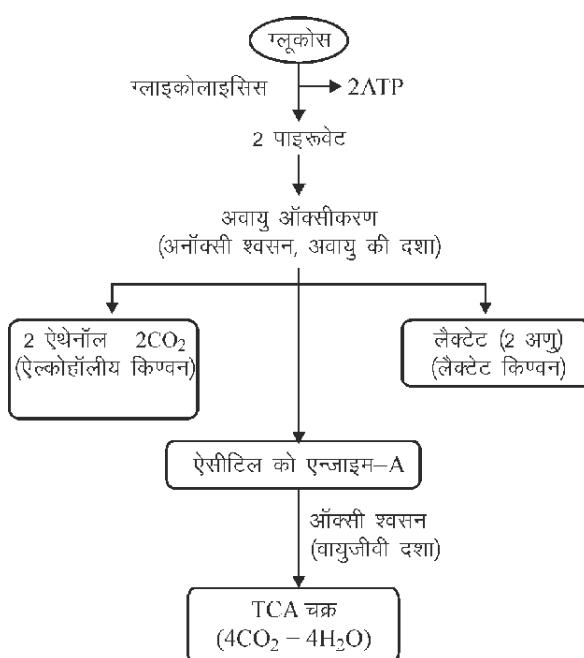
जीवधारियों की वृद्धि, अनुरक्षण तथा विकास के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसके साथ ही कोशिकाओं को भी यान्त्रिक कार्य करने, विभिन्न रासायनिक अभिक्रियाओं को चलाने तथा अणुओं के वहन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा खाद्य अणुओं के निम्नीकरण से प्राप्त होती है। जीव कई तरह के अणुओं का संश्लेषण भी करते हैं। खाद्य अणुओं के निम्नीकरण से प्राप्त ऊर्जा इनके संश्लेषण में उपयोग की जाती है। ये समस्त क्रियाएं कोशिका में होती हैं। जीवधारियों में होने वाली उन समस्त अभिक्रियाओं को जिनमें ऊर्जा की प्राप्ति होती है अथवा व्यय होता है, उपापचय अभिक्रिया कहते हैं। उपापचय अभिक्रिया को दो भागों में बांटा जा सकता है—

- (i) उपचय तथा (ii) अपचय

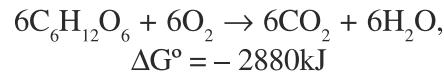
(i) उपचय (Anabolism)— यह एक रचनात्मक प्रक्रम है। इसमें वृद्धि, मरम्मत, संग्रह आदि के लिए सरल पदार्थों से जटिल पदार्थों का संश्लेषण किया जाता है। इसमें ऊर्जा व्यय होती है।

(ii) अपचय (Catabolism)— यह एक खण्डात्मक प्रक्रम है। इसमें वृद्धि, विकास आदि के लिए जटिल कार्बनिक पदार्थों का सरल पदार्थों में निर्माण होता है। इसमें ऊर्जा उत्पन्न होती है। उपचय तथा अपचय क्रियायें साथ-साथ चलती हैं तथा एक दूसरे से सम्बन्धित हैं। जैसे ऐमीनों अम्लों से प्रोटीन का निर्माण एक अपचय अभिक्रिया है जबकि कार्बोहाइड्रेट का सरल अणुओं (कार्बनडाइऑक्साइड तथा जल) में परिवर्तन एक अपचय अभिक्रिया है।

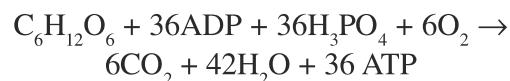
कोशिका को ऊर्जा खाद्य अणुओं के ऑक्सीकरण से प्राप्त होती है। यह ऑक्सीकरण मुख्यतः कोशिका में माइटोकॉण्ड्रिया में एन्जाइम की उपस्थिति में सम्पन्न होती है। इसलए माइटोकॉण्ड्रिया को कोशिका का पॉवर हाऊस भी कहते हैं। ऑक्सीकरण से प्राप्त ऊर्जा का कुछ भाग ऊर्जा अणु ए.टी.पी. के निर्माण में प्रयुक्त होता है जो दूसरे प्रक्रम के लिए ऊर्जा स्रोत का कार्य करता है। कार्बोहाइड्रेट, वसा तथा प्रोटीन ऊर्जा के मुख्य स्रोत हैं। इसमें ग्लूकोस का ऑक्सीकरण सबसे महत्वपूर्ण है। ग्लूकोस का कोशिका में वायु की उपस्थिति दोनों स्थितियों में ऑक्सीकरण होने पर ऊर्जा मुक्त होती है। ग्लूकोस के ऑक्सीकरण को निम्न प्रक्रम द्वारा व्यक्त करते हैं—



ग्लूकोस के ऑक्सीकरण की अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं—

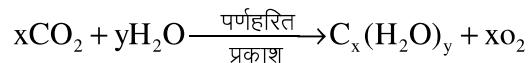


इस ऊर्जा का कुछ भाग उपयोग में आ जाता है तथा कुछ भाग ATP के रूप में संचित हो जाता है। ग्लूकोस के ऑक्सीकरण की सम्पूर्ण अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं—



14.3 कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrate)

कार्बोहाइड्रेट दो शब्दों “कार्बो” तथा “हाइड्रेट” से मिलकर बनता है। “कार्बो” का अर्थ “कार्बन” तथा “हाइड्रेट” का अर्थ “जल” है अर्थात् कार्बन के जल युक्त यौगिक कार्बोहाइड्रेट कहलाते हैं। कार्बोहाइड्रेट प्राकृतिक कार्बनिक यौगिक है तथा पौधों में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा बनते हैं।



14.3.1 परिभाषा (Definition) :

अधिकांश कार्बोहाइड्रेट का सामान्य सूत्र $\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$ है। यानी ये कार्बन के हाइड्रेट हैं। जैसे :— शर्करा, ग्लूकोज, स्टार्च आदि। परन्तु कुछ ऐसे कार्बोहाइड्रेट भी ज्ञात हैं जिनका सामान्य सूत्र $\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$ नहीं है, यानी वो कार्बन के हाइड्रेट नहीं हैं। जैसे— रेग्नोस ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5$) तथा 2-डीआक्सीराइबोस ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$) आदि।

इसी तरह कुछ यौगिक जैसे फार्मेलिडहाइड (CH_2O) तथा ऐसीटिक अम्ल ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) का सामान्य सूत्र ($\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$ है यानी ये कार्बन के हाइड्रेट्स तो हैं पर कार्बोहाइड्रेट के गुण प्रदर्शित नहीं करते हैं।

अतः कार्बोहाइड्रेट को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है— “प्रकाशिक सक्रिय यौगिक, जो या तो स्वयं पॉलीहाइड्राक्सी कार्बोनिल यौगिक (ऐल्डिहाइड या कीटोन) हो अथवा जलअपघटित होकर पॉलीहाइड्राक्सी कार्बोनिल यौगिक देते हैं, कार्बोहाइड्रेट कहलाते हैं।”

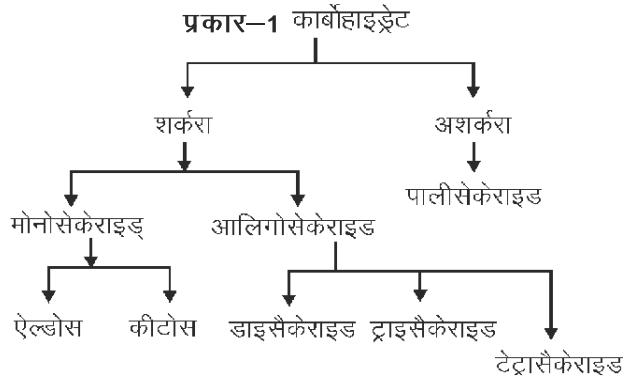
14.3.2 कार्बोहाइड्रेट के कार्य (Functions of Carbohydrates) :

- (i) कार्बोहाइड्रेट का प्रमुख कार्य शरीर को ऊर्जा तथा ऊर्जा प्रदान करना है।
- (ii) ये पौधों में स्टार्च तथा जीवों में ग्लाइकोजन (Glycogen) के रूप में संग्रहित रहते हैं।

- (iii) पादपों का कंकाल निर्माण करना।
- (iv) कार्बोहाइड्रेट कोशिका ज़िल्ली (Cell wall) का निर्माण भी करते हैं। उदाहरण सेल्योलोज (Cellulose) पादपों की कोशिका ज़िल्ली में पाया जाता है।

14.3.3 कार्बोहाइड्रेट का वर्गीकरण (Classification of Carbohydrates) –

कार्बोहाइड्रेट्स को निम्न दो प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है।



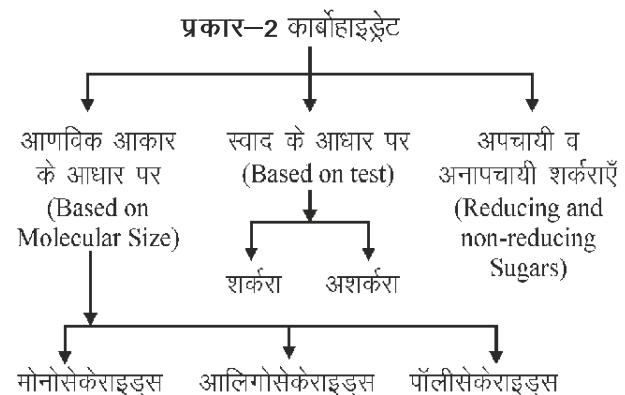
(i) शर्करा व अशर्करा : मीठे स्वाद युक्त कार्बोहाइड्रेट शर्करा कहलाती है तथा बिना मीठे स्वाद वाली कार्बोहाइड्रेट अशर्करा कहलाती है।

(ii) अपचायी व अनापचायी शर्कराएँ – वे कार्बोहाइड्रेट जो फेलिंग विलयन तथा टॉलेन अभिकर्मक (अमोनिकल सिल्वर नाइट्रेट) द्वारा अपचयित हो जाती है, अपचायी शर्कराएँ (Reducing Sugar) कहलाती हैं।

उदाहरण :- ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस

वे कार्बोहाइड्रेट जो फेलिंग विलयन तथा टॉलेन अभिकर्मक द्वारा अपचयित नहीं होती अनपचायी शर्कराएँ (Non reducing Sugar) कहलाती है।

उदाहरण :- सुक्रोस



(i) मोनोसेकराइड्स (Monosaccharides) – वे कार्बोहाइड्रेट जिनका जल अपघटन नहीं होता है यानि सामान्य कार्बोहाइड्रेट जो जल अपघटित होकर इससे अधिक सामान्य यौगिक नहीं दे सके, मोनोसेकराइड्स कहलाते हैं।

उदाहरण :- ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज।

सामान्य गुण (General Properties)

1. मोनोसेकराइड्स सरल शर्करा भी कहलाते हैं, ये 3 से 7 कार्बन परमाणुओं द्वारा बनते हैं।
2. ये प्रायः क्रिस्टलीय, ठोस, मीठे तथा जल में विलेय होते हैं। इनकी जल में विलेयता इनमें उपस्थित -OH समूहों तथा जल के अणुओं के मध्य हाइड्रोजन आबंध के कारण होती है।
3. प्रकृति में लगभग 20 प्रकार के मोनोसेकराइड्स हैं।

(ii) ऑलिगोसेकराइड्स (Oligosaccharides) –

वे कार्बोहाइड्रेट जिनका जल अपघटन होता है तथा जल अपघटन पर दो या दो से अधिक (अधिकतम दस) मोनोसेकराइड ईकाईयाँ देते हैं ऑलिगोसेकराइड कहलाते हैं।

उदाहरण :- सुक्रोस या गन्ने की शर्करा (जल अपघटन पर ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज की एक-एक ईकाई देते हैं), माल्टोस (जल अपघटन पर दो ग्लूकोस ईकाईयाँ देते हैं), रेफिनोस, स्टेकियोस आदि।

सामान्य गुण (General Properties)

1. आलिगोसेकराइड में मोनोसेकराइड ईकाईयाँ, ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती हैं।
2. जल अपघटन द्वारा प्राप्त मोनोसेकराइड ईकाईयाँ समान अथवा भिन्न हो सकती हैं।
3. आलिगोसेकराइड का वर्गीकरण इनके जल अपघटन पर प्राप्त मोनोसेकराइड ईकाईयों की संख्या के आधार पर किया जाता है। जैसे जल अपघटन पर यदि दो मोनोसेकराइड ईकाईयाँ प्राप्त होने पर इन्हें डाइसेकराइड, तीन मोनोसेकराइड ईकाईयाँ प्राप्त होने पर ट्राइसेकराइड, चार मोनोसेकराइड ईकाईयाँ प्राप्त होने पर ट्रेट्रासेकराइड आदि कहते हैं।

(iii) पॉलीसेकराइड (Polysaccharides) – वे कार्बोहाइड्रेट जिनका जल अपघटन होने पर वे दस से अधिक मोनोसेकराइड ईकाईयाँ देते हैं, पॉलीसेकराइड कहलाते हैं। उदाहरण— स्टार्च, सेल्यूलोस, ग्लाइकोजन, गॉंद आदि।

सामान्य गुण (General Properties)–

- ये मोनोसेक्रेराइड के बहुलक हैं तथा इनका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ है।
- ये स्वादहीन तथा जल में अविलेय हैं तथा जल अपघटन पर मोनोसेक्रेराइड देते हैं।
- चूंकि ये मीठे स्वाद की नहीं होती है इसलिए अशर्कराएं भी कहलाती हैं।
- इनमें भी मोनोसेक्रेराइड ईकाईयाँ ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती हैं।

14.3.3 मोनोसेक्रेराइड (Monosaccharides)–

मोनोसेक्रेराइड के सामान्य गुणों का अध्ययन हम पूर्व में कर चुके हैं (14.3.3)।

सारणी 14.1 विभिन्न मोनोसेक्रेराइड्स व उदाहरण

कार्बन परमाणु	सामान्य पद	ऐल्डिहाइड	उदाहरण (ऐल्डिहाइड)	कीटोन	उदाहरण (कीटोन)
3	ट्रायोस	ऐल्डोट्रायोस	ग्लिसरेल्डिहाइड	कीटोट्रायोस	डाइहाइड्राक्सी कीटोन
4	टेट्रोस	ऐल्डोटेट्रोस	एरिथ्रोस, थ्रीओस	कीटोटेट्रोस	एरिथ्रुलोस
5	पेन्टोस	ऐल्डोपेन्टोस	राइबोज, जाइलोस	कीटोपेन्टोस	राइबुलोस, जाइलुलोस
6	हैक्सोज	ऐल्डोहैक्सोज	ग्लूकोस, मैनोस, गैलेक्टोस	कीटोहैक्सोज	फ्रक्टोस, सोरबोस

14.3.3.1 ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस (Glucose and Fructose)–

ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस दोनों ही का अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ है। ग्लूकोस एक ऐल्डोहैक्सोज है तथा फ्रक्टोस कीटोहैक्सोज है।

ग्लूकोस (Glucose) :

(1) **परिचय (Introduction)–** ग्लूकोस प्राकृतिक रूप से बहुतायत में पाया जाने वाला कार्बनिक यौगिक है। यह अनेक कार्बोहाइड्रेटों का एकलक होता है जैसे सेलुलोस, स्टार्च आदि। ग्लूकोस प्रकृति में मुक्त अथवा संयुक्त अवस्था में मिलता है। मुक्त रूप में यह पके हुए अंगूर, शहद तथा कई मीठे फलों में मिलता है। मानव रक्त में लगभग 0.1% की मात्रा में ग्लूकोस उपस्थित होता है। संयुक्त अवस्था में ग्लूकोस कई डाइसेक्रेराइडों व पॉलीसेक्रेराइडों में उपस्थित होता है तथा इनके जल अपघटन द्वारा ग्लूकोस प्राप्त हो सकता है।

(2) **ग्लूकोस बनाने की विधि (Preparation of Glucose)–** ग्लूकोस के दो मुख्य स्त्रोत सुक्रोस तथा स्टार्च हैं।

मोनोसेक्रेराइड को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है:–

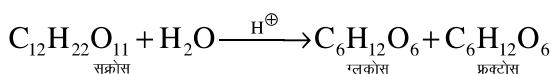
- एल्डोस
- कीटोस

(1) **एल्डोस (Aldoses)–** मोनोसेक्रेराइड, जो ऐल्डिहाइड ($-CHO$) समूह से बनता है, ऐल्डोस कहलाते हैं। इनमें ऐल्डिहाइड समूह कार्बन श्रृंखला के एक किनारे यानि C-1 पर स्थित होता है।

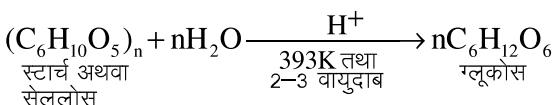
(2) **कीटोस (Ketoses)–** मोनोसेक्रेराइड जो कीटो ($>C=O$) समूह से बनता है, कीटोस कहलाते हैं। इनमें कीटों समूह अंतिम कार्बन के अलावा कहीं भी हो सकता है।

मोनोसेक्रेराइड में निहित कार्बन परमाणुओं की संख्या के आधार पर इन्हें आगे ट्रायोस, टेट्रोस, पेन्टोस, हेक्सोज आदि के रूप में भी वर्गीकृत किया गया है।

(i) सुक्रोस से – सुक्रोस (गन्ने या इक्षु-शर्करा) डाइसेक्रेराइड है। इसका सामान्य सूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। जब सुक्रोस के जलीय विलयन को तनु HCl अथवा H_2SO_4 के साथ उबाला जाता है (क्वथन), तो ग्लूकोस तथा फ्रक्टोज समान मात्रा में प्राप्त होते हैं।



(ii) स्टार्च से– स्टार्च एक पॉलीसेक्रेराइड है। स्टार्च को तनु H_2SO_4 के साथ 393 K तथा 2 से 3 वायुमण्डलीय दाब पर गर्म करते हैं तो ग्लूकोस प्राप्त होता है।



(3) **ग्लूकोस के भौतिक गुण (Physical Properties of Glucose)–**

(i) ग्लूकोस एक ऐल्डोहैक्सोस है तथा इसे डेक्सट्रोस भी कहते हैं। यह एक सफेद क्रिस्टलीय ठोस तथा मीठे स्वाद का होता है।

- (ii) इसका गलनांक 419 K है तथा मोनोहाइड्रेट के रूप में इसका गलनांक 319 K है।

(iii) ग्लूकोस जल में आसानी से घुलनशील है। ऐल्कोहल में अल्प विलेय तथा ईथर में अविलेय है।

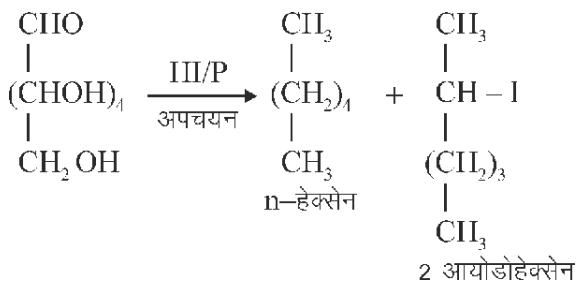
(iv) यह दक्षिण घुवण धूर्णक प्रकृति का होता है।

(4) ग्लूकोस की संरचना तथा विन्यास (**Structure and Configuration of Glucose**)

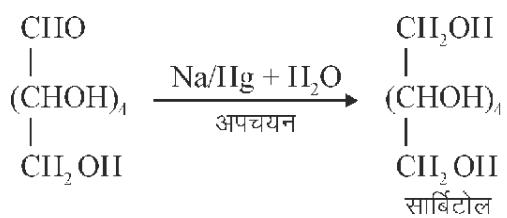
संरचना :- विश्लेषणों से यह निश्चित होता है कि ग्लूकोस का रासायनिक सूत्र $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ है। यानि ग्लूकोस के अणु में एक ऐल्डिहाइड समूह ($-\text{CHO}$), एक प्राथमिक ऐल्कोहल समूह ($-\text{CH}_2\text{OH}$) तथा चार द्वितीयक ऐल्कोहल समूह होते हैं। ग्लूकोस की सामान्य रासायनिक अभिक्रियाएं निम्नलिखित हैं, जो इसमें उपस्थित समूहों द्वारा दी जाती है तथा इन अभिक्रियाओं द्वारा इसकी संरचना भी निश्चित (Confirm) होती है।

(I) अपचयन-

- (i) ग्लूकोस को हाइड्रोजन आयोडाइड (HI) तथा फॉस्फोरस (P) के साथ लम्बे समय तक उबालने पर यह n -हेक्सेन तथा 2-आयोडोहेक्सेन का मिश्रण देता है जो यह प्रदर्शित करता है कि ग्लूकोस में सभी छः कार्बन परमाणु एक सीधी श्रृंखला में जुड़े हैं।

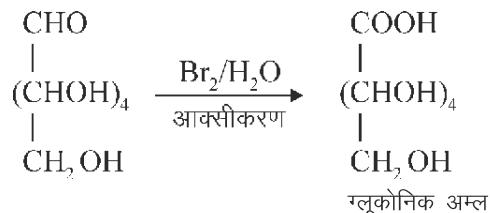


- (ii) ग्लूकोस का अपचयन सोडियम अमलगम (Na/Hg) तथा जल के द्वारा किया जाता है तो यह सॉबिटॉल देता है जो ऐल्डहाइड समूह (-CHO) की उपस्थिति प्रदर्शित करता है।

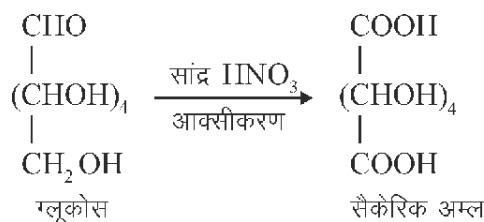


(II) ऑक्सीकरण (Oxidation)

- (i) ग्लूकोस की अभिक्रिया ब्रोमीन जल से करवाने पर यह मोनो कार्बोकिसलिक अम्ल, ग्लूकोनिक अम्ल देता है। यह अभिक्रिया ग्लूकोस के ऐलिडहाइड समूह ($-CHO$) के कारण है।

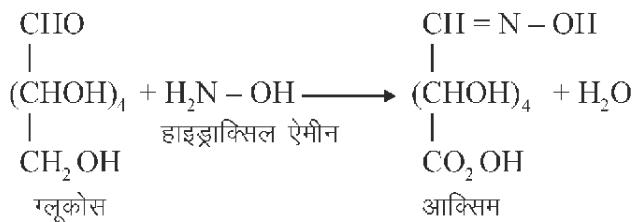


- (ii) ग्लूकोस का ऑक्सीकरण सान्द्र HNO_3 से करवाने पर यह डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल, सैक्रेटिक अम्ल देता है। यहाँ प्राथमिक ऐल्कोहॉलिक समूह भी ऑक्सीकृत हो जाता है।



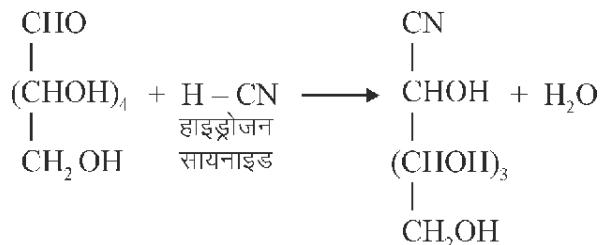
(III) हाइड्राक्सिल ऐमिन के साथ अभिक्रिया-

ग्लूकोस हाइड्रोक्सिल ऐमीन के साथ क्रिया करके मोनोऑक्सिम बनाता है।



यह अभिक्रिया ग्लूकोस में एक कार्बोनिल समूह की उपस्थिति दर्शाती है।

(IV) हाइड्रोजन सायनाइड के साथ अभिक्रिया—

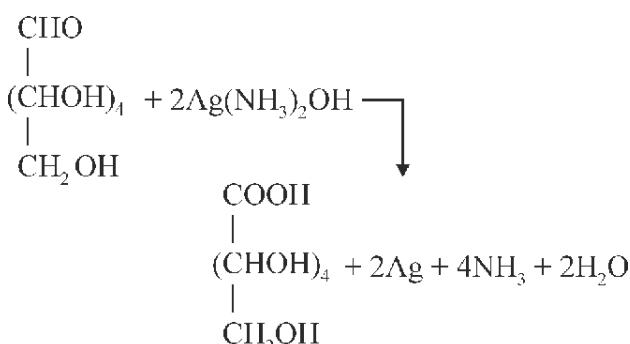
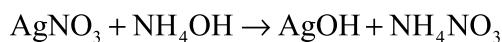


ग्लूकोस हाइड्रोजन सायनाइड से क्रिया कर सायनोहाइड्रिन बनाता है यह अभिक्रिया भी ग्लूकोस में कार्बोनिल समूह की उपस्थिति दर्शाती है।

(V) टालेन तथा फेलिंग अभिकर्मक से क्रिया—

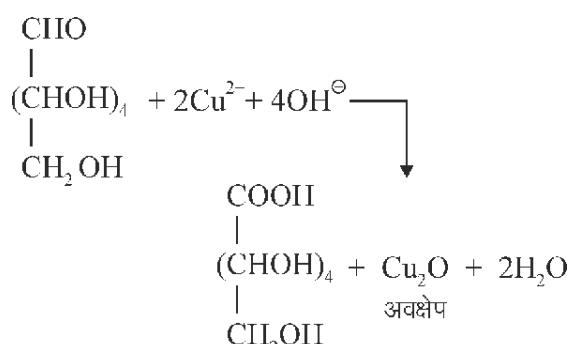
ग्लूकोस टॉलेन अभिकर्मक तथा फेलिंग अभिकर्मक से क्रिया कर, उनका अपचयन कर देता है तथा स्वयं आक्सीकृत होकर ग्लूकोनिक अम्ल बनाता है। उपरोक्त दोनों अभिक्रियाएँ (III तथा IV) ग्लूकोस में कार्बोनिल समूह की उपस्थिति दर्शाती है तथा यह अभिक्रिया प्रदर्शित करती है कि यह कार्बोनिल समूह, ऐल्डहाइड समूह ($-CHO$) है।

टॉलेन अभिकर्मक अमोनिकल सिल्वर नाइट्रोट विलयन है।

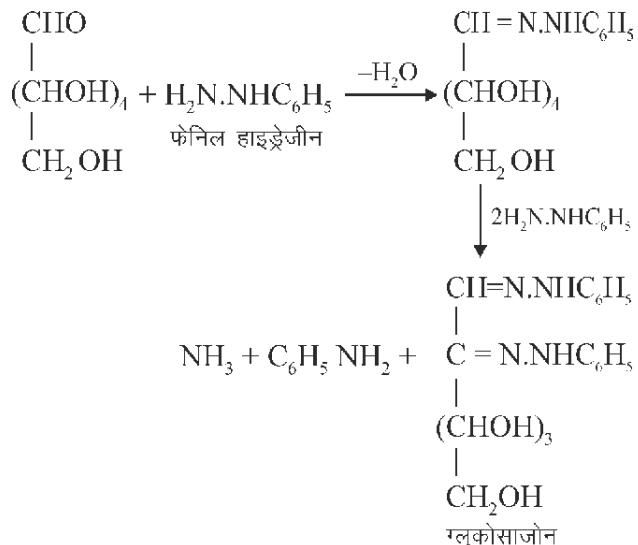


“जब ग्लूकोस को टालेन अभिकर्मक के साथ साफ परखनी में गर्म करते हैं तो परखनली की तली पर चमकदार दर्पण (Ag) एकत्रित हो जाता है।” इसी तरह ग्लूकोस को फेलिंग विलयन के साथ गर्म करने पर ग्लूकोनिक अम्ल बनता है तथा लाल अवक्षेप (Cu_2O) प्राप्त होता है।

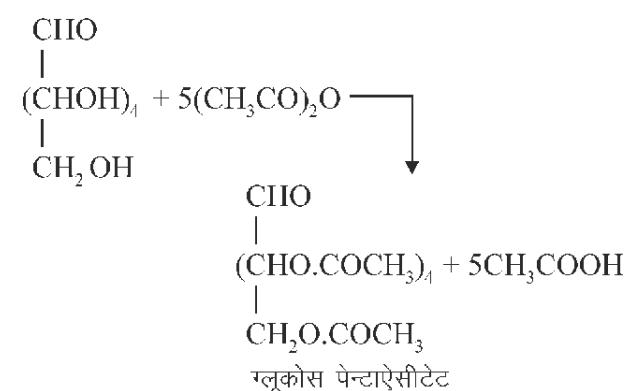
फेलिंग विलयन A (जलीय CuSO_4 विलयन) तथा फेलिंग विलयन B (जलीय NaOH विलयन जिसे रोसैल लवण की थोड़ी सी मात्रा द्वारा बनाया जाता है) के समान आयतन को मिलाने पर गहरा नीला विलयन प्राप्त होता है जिसे फेलिंग विलयन कहते हैं।



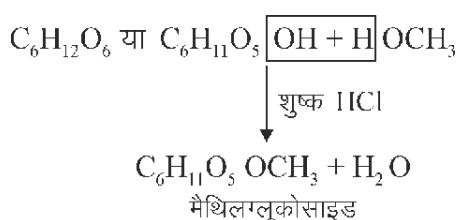
(VI) फेनिल हाइड्रेजीन के साथ क्रिया— ग्लूकोस का ऐल्डहाइड समूह फेनिल हाइड्रेजीन के साथ क्रिया करके घुलनशील फेनिल हाइड्रेजीन बनाता है। यदि फेनिल हाइड्रेजीन की अधिक मात्रा ली जाए तो यह डाइहाइड्रेजीन बनाता है जिसे ओसाजोन अथवा ग्लूकोसाजोन कहते हैं।



(VII) ऐसीटिलीकरण (Acetylation)— ग्लूकोस को ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड या ऐसिटिल क्लोराइड के साथ गर्म करने पर पेन्टाऐसीटिल व्युत्पन्न (पेन्टाऐसीटेट) बनता है। पेन्टाऐसीटेट का बनना ग्लूकोस में पांच हाइड्राक्सी समूहों की उपस्थिति दर्शाता है।



(VIII) मैथिलीकरण (Methylation)— ग्लूकोस की शुष्क HCl की उपस्थिति में मैथिल ऐल्कोहल के साथ क्रिया करवाने पर ईथर, मैथिल ग्लूकोसाइड बनता है।



ग्लूकोस का विन्यास (Configuration of Glucose)–

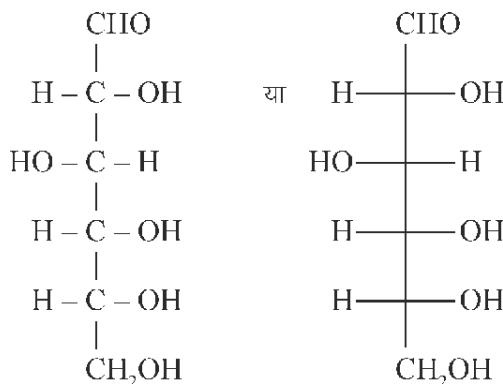
ग्लूकोस का सही विन्यास फिशर द्वारा संरचना (I) में बताया गया है जो ग्लूकोस के रासायनिक लक्षणों व कुछ अन्य संरचनात्मक अन्वेषणों पर आधारित है।

विन्यास के तात्पर्य ग्लूकोस में किरल प्रकृति के चतुष्फलकीय कार्बन के चारों ओर हाइड्रोजन (-H) तथा हाइड्राक्सी (-OH) समूहों का प्रतिस्थापन है। ग्लूकोस का सही नाम D (+)-ग्लूकोस है।

'D' तथा 'L' संकेत चिह्नों का अर्थ— ग्लूकोस के नाम से पहले 'D' इसके विन्यास को बताता है तथा (+) अणु की दक्षिण ध्रुवण धूर्णकता को बताता है। 'D' तथा 'L' का यौगिक की ध्रुवण धूर्णकता से कोई संबंध नहीं है। ये किरल कार्बन परमाणुओं के चारों ओर परमाणुओं या समूहों की सापेक्षिक स्थितियों को प्रदर्शित करते हैं।

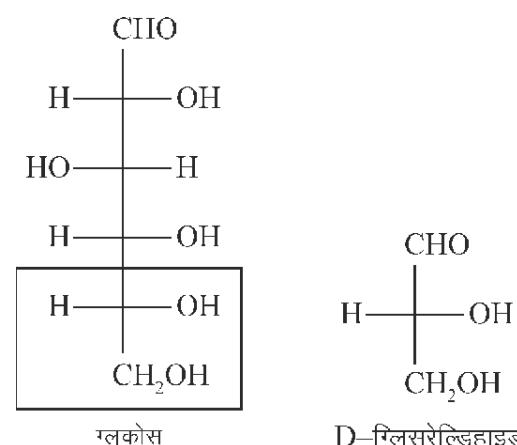
ग्लूकोस की उपरोक्त संरचना (I) में सबसे नीचे वाला असमित कार्बन परमाणु का विन्यास D-ग्लिसरेलिडहाइड से मिलता है, इसलिए यह D-विन्यास वाला होता है तथा दक्षिण ध्रुवण धूर्णक होते हैं इसलिए इसका विन्यास D(+)-ग्लूकोस लिखा जाता है।

D-विन्यास के अनुरूप होता है तो इसे D-विन्यास तथा L-विन्यास के अनुरूप होने पर L-विन्यास से सूचित करते हैं।



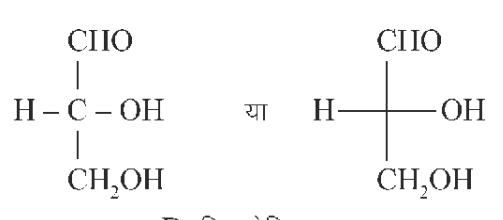
(+) ग्लूकोस की संरचना (I)

ग्लूकोस की उपरोक्त संरचना (I) में सबसे नीचे वाला असमित कार्बन परमाणु का विन्यास D-ग्लिसरेलिडहाइड से मिलता है, इसलिए यह D-विन्यास वाला होता है तथा दक्षिण ध्रुवण धूर्णक होते हैं इसलिए इसका विन्यास D(+)-ग्लूकोस लिखा जाता है।

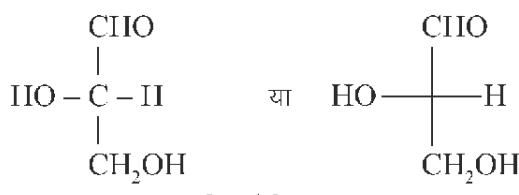


ग्लूकोस

D-ग्लिसरेलिडहाइड



D-ग्लिसरेलिडहाइड



L-ग्लिसरेलिडहाइड

चित्र 14.1 : D- तथा L- ग्लूकोस की संरचना (Cyclic Structure for D(+)-Glucose)–

ग्लूकोस के विन्यास ग्लिसरेलिडहाइड से संबंधित होते हैं तथा ये संबंधित विन्यास कहलाते हैं। मोनोसैक्रोइड्स के विन्यास के निर्धारण के लिए सबसे निचले असमित कार्बन परमाणु को लिया जाता है तथा अगर यह ग्लिसरेलिडहाइड के

5. D(+) ग्लूकोस की चक्रीय संरचना (Cyclic Structure for D(+) Glucose)–

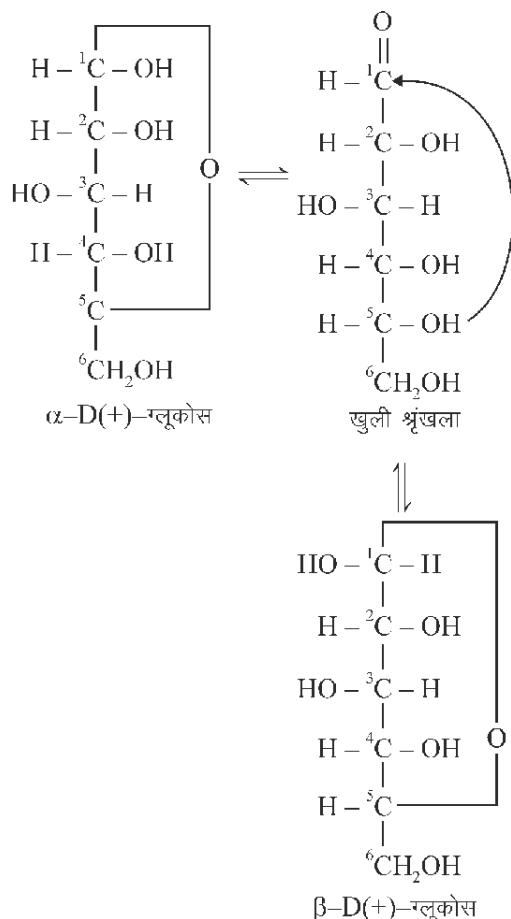
ग्लूकोस की संरचना (I) इसके अधिकांश लक्षणों की व्याख्या करती है परन्तु कुछ अभिक्रियाएं तथा तथ्य इस संरचना द्वारा स्पष्ट नहीं होते हैं जैसे—

- यद्यपि ग्लूकोस ऐलिडहाइड की अधिक लाक्षणिक अभिक्रियाएं देता है परन्तु यह सोडियम बाई सल्फाइड (NaHSO_3) के साथ हाइड्रोजन सल्फाइड योगज उत्पाद नहीं बनाता है। इसके अलावा यह 2,4 डाइ नाइट्रोफैनिल हाइड्रेजीन (2,4 DNP) परीक्षण तथा शिफ परीक्षण भी नहीं देता है।

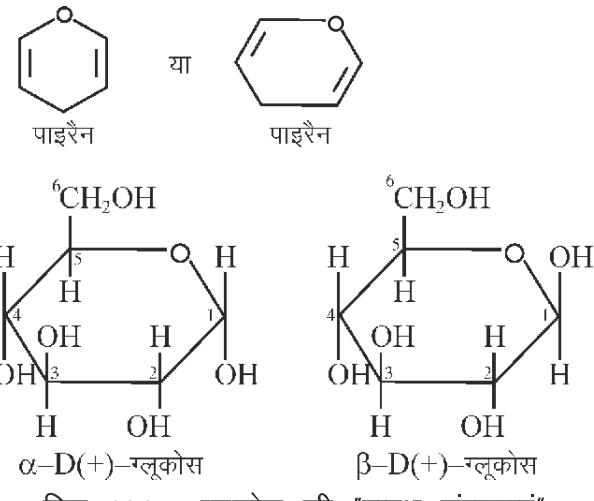
- (ii) ग्लूकोस का ऐसीटिक एनहाइड्राइड से क्रिया कराने पर बना पेन्टाएसीटेट ग्लूकोस, हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ अभिक्रिया नहीं करता जो मुक्त $-CHO$ समूह की अनुपस्थिति को इंगित करता है।
- (iii) ग्लूकोस α तथा β दो क्रिस्टलीय रूपों में पाया जाता है। ग्लूकोस के सांद्र विलयन के 303K ताप पर क्रिस्टलीकरण द्वारा α रूप प्राप्त होता है जिसका गलनांक 419 K है तथा ग्लूकोस के सांद्र विलयन के 371K ताप पर क्रिस्टलीकरण द्वारा β रूप प्राप्त होता है जिसका गलनांक 423K है। यानि ये दोनों रूप (α व β) वास्तव में अलग हैं।

उपर्युक्त सभी सीमाओं को ध्यान में रखते हुए, टॉलेन ने ग्लूकोस की एक चक्रीय संरचना प्रस्तुत की जो कि हैमीऐसीटैल संरचना होती है।

इस संरचना में एल्डिहाइड समूह ($-CHO$), C-5 (कार्बन-5) पर उपस्थित हाइड्रोक्सिल समूह ($-OH$) के साथ वलय बनाता है। ये दोनों चक्रीय रूप ग्लूकोस की विवृत संरचना के साथ साम्य में रहते हैं। दोनों रूपों (α व β) के लिए वलय संरचना नीचे दर्शायी गयी है।



पाइरैन से समानता होने के कारण ग्लूकोस की α : β सदस्यीय वलय संरचना को पाइरैनोस संरचना कहते हैं। ग्लूकोस की चक्रीय संरचना को "हावर्थ संरचना" द्वारा अधिक सही रूप से बताया जा सकता है। (चित्र 14.2)



चित्र 14.2 : ग्लूकोस की "हावर्थ संरचनाएं"

5.1 ऐनोमरी कार्बन (Anomeric Carbon)

ग्लूकोस के दोनों चक्रीय संरचनाएं (α व β) में भिन्नता केवल C₁ पर उपस्थित H परमाणु व -OH समूह के विन्यास में है। इसे ऐनोमरी कार्बन कहते हैं तथा ऐसे समावयती (α व β रूप) ऐनोमर कहलाते हैं।

"मोनोसैक्रोइड में इसी तरह हैमीऐसीप्ल / हैमीकीटैल बनने के कारण चक्रीय संरचनाएं बनती हैं तथा जिससे कार्बोनिल कार्बन परमाणु असमित हो जाता है। इस कार्बन परमाणु को ऐनोमरी कार्बन कहते हैं तथा बनने वाले प्रकाशिक समावयवी ऐनोमर कहलाते हैं।"

यहाँ यह ध्यान देने योग्य है कि ऐनोमर जो केवल C₁ परमाणुओं के चारों ओर H परमाणु तथा OH समूह के विन्यास अलग होते हैं वे प्रतिविम्ब रूप नहीं होते हैं।

ग्लूकोस की उपरोक्त चक्रीय संरचना (α व β रूप) इसके अधिकांश गुणों का वर्णन करती है। ऐसा माना जाता है कि जब ग्लूकोस HCN, NH₂OH, टॉलेन तथा फेहलिंग अभिकर्मक से क्रिया करता है तब वलय संरचनाएं श्रृंखला रूप में परिवर्तित हो जाती हैं जिससे ऐल्डिहाइड समूह इन अभिकारकों से क्रिया करने के लिए स्वतंत्र होता है। लेकिन NaHSO₃, 2, 4, डाइनाइट्रो फेनिल हाइड्रेजीन आदि अभिकर्मक चक्रीय संरचनाओं को घेरते हैं, जिससे ऐल्डिहाइड समूह स्वतंत्र नहीं हो पाता है तथा ये अभिकर्मक, ऐल्डिहाइड समूह की अभिक्रिया करने में असमर्थ हो जाते हैं।

परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (Mutarotation)–

किसी भी पदार्थ के विलयन के ध्रुवण के मान में समय के साथ यदि परिवर्तन होता है यानि समय के साथ ध्रुवण घूर्णन का मान बढ़ता या घटता है तो पदार्थ के इस गुण को परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन या म्यूटारॉटेशन कहते हैं। कई कार्बोहाइड्रेट (उदाहरण—ग्लूकोस) में यह गुण पाया जाता है।

α -ग्लूकोस के ताजा बने जलीय विलयन का विशिष्ट घूर्णन $+112^\circ$ होता है जो समय के साथ धीरे-धीरे घटकर अंत में $+52^\circ$ पर स्थित हो जाता है।

इसी तरह β -ग्लूकोस के ताजा बने जलीय विलय का विशिष्ट घूर्णन $+19^\circ$ होता है जो समय के साथ धीरे-धीरे बढ़कर $+52^\circ$ पर स्थिर हो जाता है।

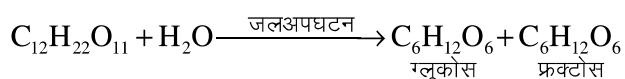
ग्लूकोस के विशेष गुण (परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन) का कारण यह है कि इसके α व β दोनों रूप श्रृंखला संरचना द्वारा परस्पर बदल जाते हैं α -रूप ($+112^\circ$) जब जल में घुल जाता है तो श्रृंखला संरचना द्वारा β रूप में धीमे-धीमे परिवर्तित हो जाता है जिससे विशिष्ट ध्रुवण घूर्णक घटता है तथा इसी तरह β -रूप ($+19^\circ$) जब जल में घुल जाता है तो यह इसी तरीके से α -रूप में धीमे-धीमे परिवर्तित हो जाता है जिससे विशिष्ट ध्रुवण घूर्णक बढ़ता है। यह परिवर्तन (कमी या वृद्धि) तब तक होता है जब तक कि साम्य मिश्रण लगभग $+52^\circ$ का विशिष्ट ध्रुवण घूर्णक प्राप्त कर ले।

यह सिद्ध भी हो चुका है कि α -रूप साम्यावस्था का 36%, β -रूप 63.5% तथा खुली श्रृंखला 0.5% रखती है।

फ्रक्टोस (Fructose)

(1) परिचय (Introduction)— फ्रक्टोस मोनोसैक्रोइड है। इसका अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ (ग्लूकोस के समान) है परन्तु यह कीटोहेक्सोस है, जबकि ग्लूकोस ऐल्डोहेक्सोस है।

फ्रक्टोस, सूक्रोस ($C_{12}H_{22}O_{11}$) के जल अपघटन द्वारा प्राप्त होता है।

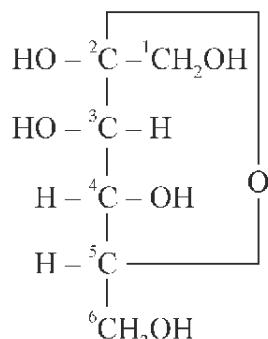
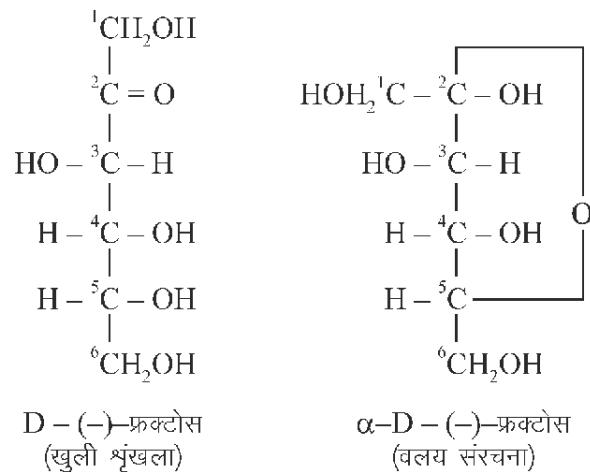


(2) फ्रक्टोस की संरचना (Structure of Fructose)

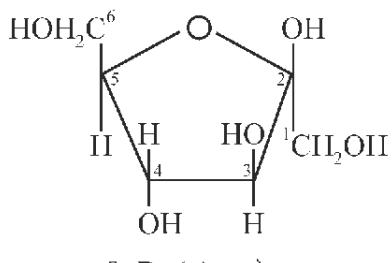
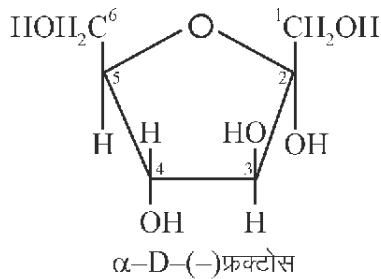
फ्रक्टोस के रासायनिक अभिक्रियाओं के आधार पर यह पाया गया है कि ग्लूकोस की तरह इसमें भी छ: कार्बन

परमाणुओं की श्रृंखला होती है तथा कार्बन संख्या-2 पर एक कीटोनिक समूह होता है। फ्रक्टोस की खुली श्रृंखला भी इसके कुछ गुणों को प्रदर्शित नहीं कर सकती, इसलिए इसकी भी वलय संरचना फिशर द्वारा दी गई है। यह चक्रीय संरचना C_5 पर उपस्थित $-\text{OH}$ तथा ($.C=O$) के योगज से प्राप्त होती है। यह पाँच सदस्यीय ऑक्साइड वलय होती है तथा γ -ऑक्साइड वलय कहलाती है। फ्यूरान के साथ समानता के कारण इसे "फ्यूरेनोस" कहा जाता है।

फ्रक्टोस में वास ध्रुवण घूर्णन (levo rotatory) पाया जाता है जिसका तात्पर्य यह है कि यह ध्रुवित प्रकाश के तल को बांगी ओर धुमा देता है इसे 'D(-)-फ्रक्टोस' लिखते हैं। फ्रक्टोस की संभी संरचनाएं निम्न हैं (चित्र 14.3)–



β -D – (-)–फ्रक्टोस
(वलय संरचना)



(हावर्थ संरचना)

चित्र 14.3 : फ्रक्टोस की संरचनाएँ

14.3.4 ओलिगोसैकेराइड (डाइसैकेराइड) (Oligosaccharides (Disaccharides)-

डाइसैकेराइड, ओलिगोसैकेराइड हैं, जो मोनोसैकेराइड के दो अणुओं द्वारा बनते हैं। दूसरे शब्दों में वे कार्बोहाइड्रेट, जल अपघटन करने पर दो मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ देते हैं, डाइसैकेराइड कहलाते हैं। दोनों मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ समान अथवा भिन्न हो सकती हैं। मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ एक—दूसरे से ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती हैं।

सभी डाइसैकेराइड क्रिस्टलीय ठोस, मीठे तथा जल में विलेय होते हैं। कुछ मुख्य डाइसैकेराइड—सुक्रोस, लेक्टोस, माल्टोस आदि हैं। ये दो प्रकार के होते हैं—

- (i) अपचायक (Reducing)
- (ii) अनअपचायक (Nonreducing)

(i) अपचायक (Reducing)— जिन डाइसैकेराइडों (Disaccharides) में किसी एक मोनोसैकेराइड का कार्बोनिल समूह ग्लाइकोसाइडिक बंध बनाने में भाग नहीं लेता है वे अपचायक होते हैं। उदाहरण—लेक्टोस तथा माल्टोस।

(ii) अनअपचायक (Nonreducing)— जिन डाइसैकेराइडों में दोनों मोनोसैकेराइडों के कार्बोनिल समूह, आपस में ग्लाइकोसाइडिक बंध बना लेते हैं वे अनअपचायक होते हैं। उदाहरण—सुक्रोस।

सुक्रोस (Sucrose)—

सुक्रोस एक महत्वपूर्ण डाइसैकेराइड है। इसे इक्षुशर्करा (Cane Sugar) भी कहते हैं। प्रकृति में यह रस में, फलों में, बीजों में, अनेक फूलों के पौधों में बहुत अधिक मात्रा में पाया जाता है। सूक्रोस का मुख्य स्त्रोत गन्ने का रस तथा चुकन्दर (Sugar Beet) है। गन्ने के रस में 15-20% सुक्रोस होता है तथा चुकन्दर में 10-17% सुक्रोस होता है।

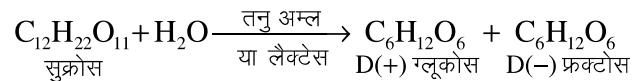
(1) सुक्रोस के गुण (Properties of Sucrose)

- (i) सुक्रोस का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। यह सफेद क्रिस्टलीय, स्वाद में मीठा तथा जल में घुलनशील डाइसैकेराइड है।
- (ii) इसका गलनांक 180°C है तथा इसके गलनांक से ऊपर ताप पर गर्म करने पर यह भूरे रंग के पदार्थ में बदल जाता है, जिसे कैरामेल (Caramel) कहते हैं।
- (iii) सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल से क्रिया द्वारा यह एक भूरे रंग के पदार्थ में बदल जाता है जो पूर्णरूपेण कार्बन होता है।
- (iv) यह एक अनअपचायक शर्करा है।
- (v) यह दक्षिण ध्रुवण धूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण धूर्णन प्रदर्शित नहीं करता है।

(2) सुक्रोस की संरचना (Mutarotation)—

सुक्रोस डाइसैकेराइड है तथा इसका अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। निम्न तथ्यों द्वारा इसकी संरचना दी गई है—

- (i) सुक्रोस का जल अपघटन तनु खनिज अम्ल (HCl) या एन्जाइम (इन्वर्टेस) द्वारा कराने पर यह D(+) ग्लूकोस तथा D(−) फ्रक्टोस का सममोलर (समअणुक) मिश्रण देता है।



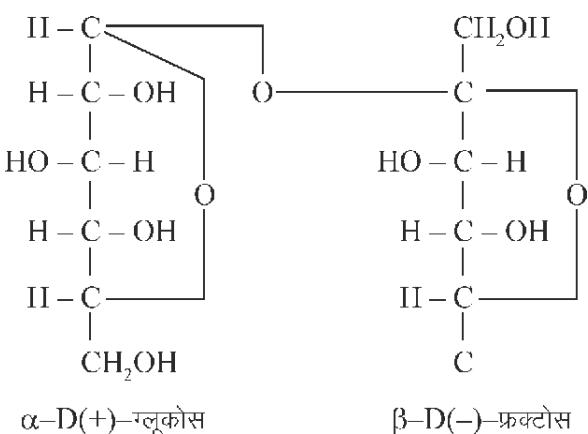
सुक्रोस दक्षिण ध्रुवण धूर्णक होता है, जबकि सुक्रोस के जल अपघटन के पश्चात् प्राप्त मिश्रण (ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस) वाम ध्रुवण धूर्णक होता है।

विशेष— चूंकि ग्लूकोस का दक्षिण ध्रुवण धूर्णन ($+52^{\circ}$) फ्रक्टोस के वाम ध्रुवण धूर्णन (-92.4°) से कम होता है इसलिए मिश्रण (ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस) वाम ध्रुवण धूर्णक होता है।

इसका तात्पर्य यह है कि सुक्रोस के जल अपघटन के बाद ध्रुवण धूर्णन में परिवर्तन (इन्वर्टन) होता है। यह अभिक्रिया (Invert Reaction) कहलाती है तथा ग्लूकोस व फ्रक्टोस का सममोलर मिश्रण जो जल अपघटन के परिणाम स्वरूप बनता है

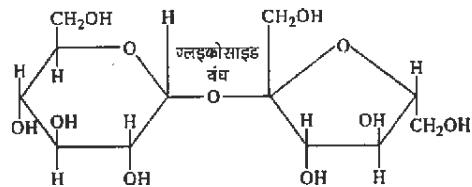
अपवृत्त शर्करा (Invert Sugar) कहलाता है।

- (ii) ग्लूकोस व फ्रक्टोस अपचायक शर्करा हैं हैं लेकिन सुक्रोस अनअपचायक शर्करा है। क्योंकि सुक्रोस –
 - (अ) हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम नहीं बनाता है।
 - (ब) यह फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन नहीं बनाता।
 - (स) फेहलिंग विलयन तथा टोलेन अभिकर्मक का अपचयन भी नहीं करता तथा यह परिवर्ती ध्रुवण घूर्णक भी प्रदर्शित नहीं करता है। उपरोक्त तथ्यों से स्पष्ट होता है कि सुक्रोस में ग्लूकोस का ऐल्डिहाइड तथा फ्रक्टोस का कीटों समूह मुक्त नहीं है। साथ ही यह भी स्पष्ट होता है कि ये दोनों समूह (-CHO तथा >C = O) परस्पर ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़े हैं।
- (iii) इसके अलावा सुक्रोस का जल अपघटन एन्जाइम माल्टेस (यह एन्जाइम α -ग्लाइकोसिडिक बंध के लिए विशिष्ट है) तथा एन्जाइम इन्चर्टेस (यह एन्जाइम β -फ्रक्टोस फ्यूरेसाइड के लिए विशिष्ट है) द्वारा भी हो जाता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि सुक्रोस में α -ग्लूकोस का ऐल्डिहाइड कार्बन तथा β -फ्रक्टोस का कीटोनिक कार्बन ग्लाइकोसिटिक बंध द्वारा जुड़े रहते हैं। उपरोक्त तथ्यों के आधार पर सुक्रोस की संरचना निम्न है – (चित्र 14.4)



चित्र 14.4 : सुक्रोस की संरचना

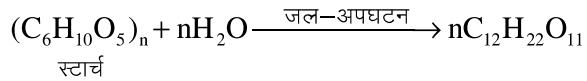
इसकी हावर्थ संरचना निम्न है – (चित्र 14.5)



चित्र 14.5 : सुक्रोस की हावर्थ संरचना

माल्टोस (Maltose) –

यह एक डाइसैक्रोइड है जो स्टार्च पर माल्ट की क्रिया से प्राप्त होता है इसलिए इसे माल्ट शर्करा (Malt sugar) भी कहते हैं। यह अंकुरित बीजों में विशेषकर अनाजों में स्टार्च के रूप में उपस्थित होता है। माल्टोस, स्टार्च माण्ड के आंशिक जलअपघटन द्वारा बनाया जाता है। यह जलअपघटन या तो तनु खनिज अम्ल द्वारा या माल्ट में उपस्थित डाइऐस्टेस एन्जाइम या β -एमाइलेस द्वारा होता है।



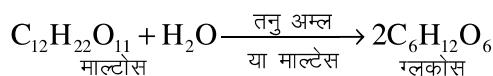
(2) माल्टोस के गुण (Properties of Maltose)

- (i) माल्टोस का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। यह एक सफेद, क्रिस्टलीय, जल में विलेय तथा ऐल्कोहल व ईथर में अविलेय डाइसैक्रोइड है।
- (ii) इसका गलनांक 160° - $165^\circ C$ है।
- (iii) यह एक अपचायक शर्करा है।
- (iv) यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (Mutarotation) प्रदर्शित करता है। इसके α -रूप का विशिष्ट ध्रुवण $+168^\circ$, β -रूप का विशिष्ट ध्रुवण $+112^\circ$ तथा साम्य का विशिष्ट ध्रुवण $+136^\circ$ है।

(2) माल्टोस की संरचना (Structure of Maltose)

माल्टोस एक डाइसैक्रोइड है तथा इसका अणुसूत्र भी $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। निम्न तथ्यों द्वारा इसकी संरचना दी गई है –

- (i) माल्टोस का जल अपघटन तनु खनिज अम्लों अथवा एन्जाइम माल्टेस द्वारा करवाने पर दो ग्लूकोस के अणु प्राप्त होते हैं।

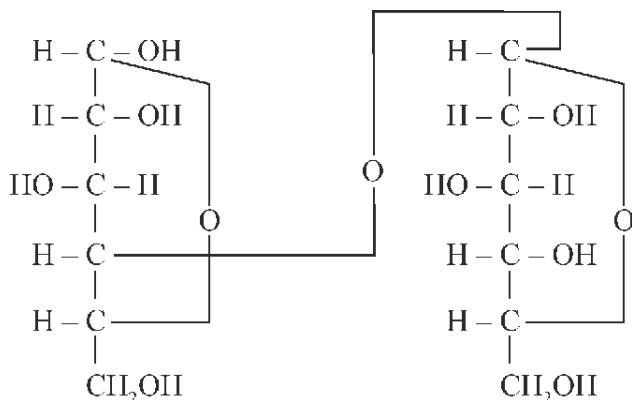


(ii) साथ ही माल्टोस –

- (अ) हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम बनाता है।
- (ब) फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन बनाता है।

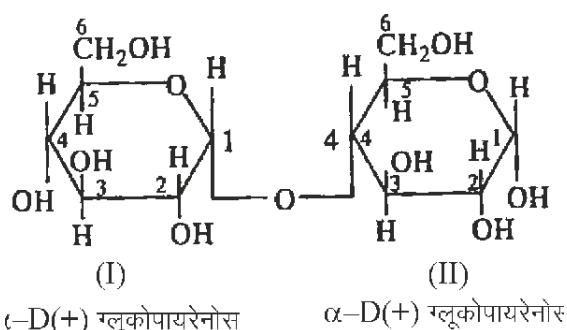
- (स) फैंहलिंग विलयन को अपचयित करता है, अर्थात् माल्टोस अपचायक शर्करा है।
- (iii) इसके साथ ही यह दक्षिण ध्रुवण धूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण धूर्णन प्रदर्शित नहीं करता है।

उपरोक्त तथ्यों से स्पष्ट होता है कि माल्टोस में दोनों ग्लूकोस ईकाईयाँ इस तरह से जुड़ी रहती हैं कि एक ग्लूकोस अणु का ऐल्डिहाइड समूह ($-CHO$) मुक्त होता है। इसी कारण यह अपचायक के गुण प्रदर्शित करता है। साथ ही इसकी अभिक्रियाओं से स्पष्ट होता है कि अपचायक ग्लूकोस का C-4, अनअपचायक ग्लूकोस के C-1 से α -ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़े रहते हैं। अतः माल्टोस को निम्न संरचना द्वारा लिखा जा सकता है (चित्र 14.6)



चित्र 14.6 : माल्टोस की संरचना

इसकी हावर्थ संरचना निम्न है (चित्र 14.7)



चित्र 14.7 : माल्टोस की हावर्थ संरचना

लैक्टोस (Lactose)

यह भी एक डाइसैक्रोइड है इसके दुध शर्करा (Milk Sugar) भी कहते हैं। यह सभी स्तनधारियों के दूध में उपस्थित होता है। लेक्टोस औद्योगिक रूप में दूध से पनीर बनाने की प्रक्रिया में सह-उत्पाद के रूप में प्राप्त होता है। पनीर बनने के बाद प्राप्त जलीय विलयन का वाष्पीकरण करने पर लेक्टोस प्राप्त होता है।

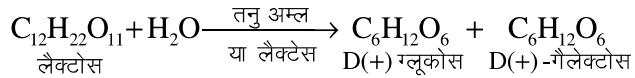
(1) लैक्टोस के गुण (Properties of Lactose)

- यह एक श्वेत क्रिस्टलीय पदार्थ है जो जल में विलेय तथा ऐल्कोहल व ईथर में अविलेय होता है।
- इसका गलनांक 203°C है, इस तापमान पर इसका विघटन भी हो जाता है।
- यह एक अपचायक शर्करा है।
- यह दक्षिण ध्रुवण धूर्णक है तथा परिवर्ती ध्रुवण धूर्णन (Mutarotation) प्रदर्शित करता है।

(2) लैक्टोस की संरचना (Structure of Lactose)

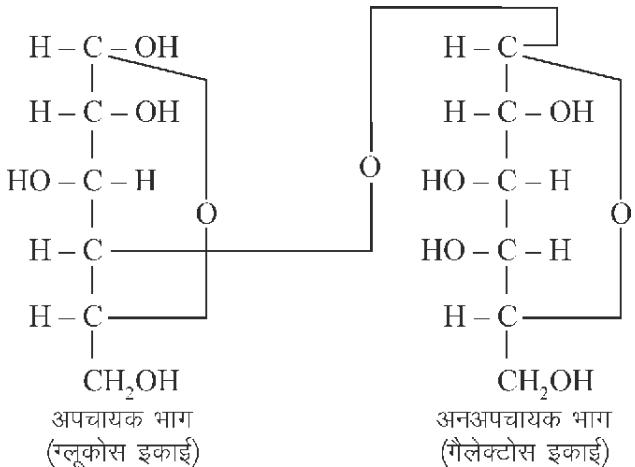
लैक्टोस का अणुसूत्र $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ है। निम्न तथ्यों द्वारा इसकी संरचना दी गई है।

- लैक्टोस का जल अपघटन तनु खनिज अम्लों अथवा एन्जाइम लैक्टेस द्वारा करवाने पर यह D-(+) ग्लूकोस तथा D-(+) गैलेक्टोस का समअणुक मिश्रण प्राप्त होता है।



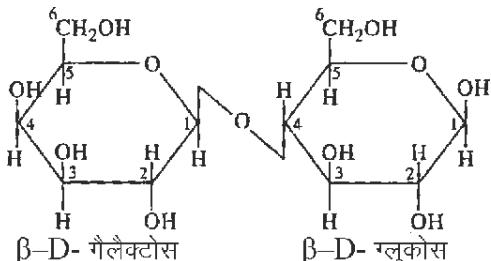
- लैक्टोस इसके साथ ही (अ) हाइड्रॉक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम बनाता है (ब) फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन बनाता है (स) फैंहलिंग विलयन को अपचयित करता है अर्थात् लैक्टोस एक अपचायक शर्करा है साथ ही यह परिवर्ती धूर्णन धूर्णन प्रदर्शित करता है। उपरोक्त तथ्यों तथा लैक्टोस की अभिक्रियाओं से स्पष्ट होता है कि इसमें अपचायक भाग ग्लूकोस ईकाई है जिसका C-4 कार्बन गैलेक्टोस के C-1 से β -ग्लाइकोसिडिक बंध से जुड़ा रहता है।

लैक्टोस को निम्न संरचना द्वारा प्रदर्शित किया जाता है (चित्र 14.8)



चित्र 14.8 : लैक्टोस की संरचना

इसकी हावर्थ संरचना निम्न है (चित्र 14.9)



चित्र 14.9 : लेक्टोस की हावर्थ संरचना

14.3.5 पॉलीसैक्रेराइड (PolySaccharides)

पॉलीसैक्रेराइड प्राकृतिक बहुलक है। इनमें एकलक ईकाईयाँ मोनोसैक्रेराइड अथवा ऑलिगोसैक्रेराइड होती हैं। इनका अणुभार कई हजार से लाखों तक हो सकता है।

- इनका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ होता है तथा यहाँ n के मान 12 से लेकर कई सैकड़ों तक होते हैं।
- ये अक्रिस्टलीय, स्वादहीन तथा जल में अविलेय होते हैं इसलिए इन्हें अशर्करा भी कहते हैं।
- ये दो प्रकार के होते हैं—
 - समपॉलीसैक्रेराइड— इनमें सभी मोनोसैक्रेराइड ईकाईयाँ समान होती हैं।
 - विषमपॉलीसैक्रेराइड— इनमें दो या दो से अधिक मोनोसैक्रेराइड ईकाईयाँ होती हैं।
- स्टार्च, सैलूलोस, ग्लाइकोजन, गोंद, इनुलिन आदि महत्वपूर्ण पॉलीसैक्रेराइड हैं। स्टार्च व सैलूलोस जो मनुष्य के लिए महत्वपूर्ण तथा उपयोगी हैं और जो वनस्पति में पाए जाते हैं, का वर्णन निम्न है—

स्टार्च (Starch)—

स्टार्च कार्बोहाइड्रेट का मुख्य स्त्रोत तथा पौधों में संग्रहित पॉलीसैक्रेराइड है। ये मनुष्यों के आहार का मुख्य स्त्रोत है और ये शरीर को ऊर्जा की पूर्ति करते हैं।

इनका अणुसूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ है। स्टार्च के मुख्य स्त्रोत गेहूं, मक्का, चावल, जौ, आलू, कंद आदि हैं तथा कुछ सब्जियों में भी स्टार्च प्रचुर मात्रा में मिलता है।

(1) स्टार्च की संरचना (Structure of Starch)

स्टार्च का जल अपघटन तनु अम्लों से करवाने पर यह α -ग्लूकोस देता है तथा एन्जाइम डायस्टेज द्वारा यह माल्टोस देता है अर्थात् यह α -ग्लूकोस का बहुलक है।

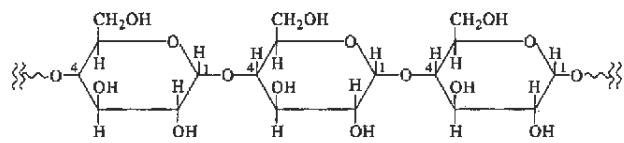
स्टार्च दो यौगिकों से मिलकर बना होता है

(i) एमिलोस जो जल में विलेय होता है।

(ii) एमिलोपेक्टिन, जो जल अविलेय होता है।

(i) एमिलोस (Amilose)— यह जल में विलेय भाग है

जो स्टार्च का 10-20% भाग बनाता है। इसे α एमिलोस भी कहते हैं। जब एमिलोस जल अपघटित होता है तो यह माल्टोस D (+) ग्लूकोस देता है। जल अपघटन के अन्तर्गत कोई दूसरा मोनो या डाइसैक्रेराइड नहीं बनता है अर्थात् एमिलोस D (+) ग्लूकोस की लंबी श्रृंखला द्वारा बनता है इस बंध में एक ग्लूकोस ईकाई का C, तथा दूसरे ग्लूकोस ईकाई का C_4 से ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़ी रहती है α -1, 4—ग्लाइकोसिडिक बंध I) एमिलोस की संरचना (चित्र 14.10) में दर्शायी गयी है।

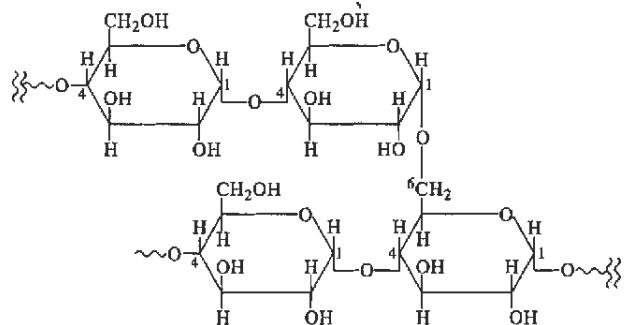


चित्र 14.10 : एमिलोस की संरचना

(ii) एमिलोपेक्टिन (Amilopectin) — यह जल में

अविलेय भाग है जो स्टार्च का 80-90% भाग बनाता है। इसे β -एमिलोस भी कहते हैं। यह एक शाखित श्रृंखला तथा उच्च अणुभार वाला बहुलक है। इसमें 25-30 ग्लूकोस ईकाईयों की श्रृंखला होती है तथा एक ग्लूकोस ईकाई का C_1 दूसरी ग्लूकोस ईकाई के C_4 से ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़ा रहता है।

ये अशाखित श्रृंखलाएं परस्पर α -1, 6 ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़ी रहती हैं, इसमें एक श्रृंखला में उपस्थित अंतिम ग्लूकोस अणु का C_1 परमाणु दूसरी श्रृंखला में अंतिम स्थान पर उपस्थित दूसरे ग्लूकोस अणु के C_6 परमाणु से जुड़ा रहता है। ऐनिलोपेक्टिन की संरचना (चित्र 14.11) में दर्शायी गयी है।



चित्र 14.11 : एमिलोपेक्टिन की संरचना

सेलुलोस (Cellulose)—

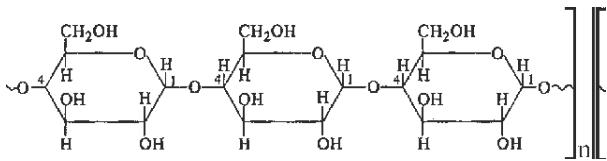
सेलुलोस भी पॉलीसैक्रेराइड है, जिसका अणुसूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ होता है। यह केवल पौधों में मिलता है तथा पौधों

की कोशिक भित्ति का मुख्य अवयव है। सेलुलोस भी मनुष्यों के लिए बहुत उपयोगी है लेकिन स्टार्च जहां भोजन की तरह प्रयोग होता है, वहीं सेलुलोस वस्त्र आदि के स्त्रोत की तरह कार्य करता है।

यह लकड़ी, सूती कपड़े, जूट, रुई आदि में उपस्थित होता है। लकड़ी में 50 प्रतिशत, सूखी धास में 40–45 प्रतिशत, जूट में 60–65 प्रतिशत, रुई में 90–95 प्रतिशत, सेलुलोस होता है। सूती कपड़े में 90 प्रतिशत सेलुलोस होता है तथा शेष प्रतिशत वसा व मोम का होता है।

सेलुलोस की संरचना (Structure of Cellulose)

यह एक अनअपचायक शर्करा है। सेलुलोस का जलअपघटन करवाने पर यह केवल D-ग्लूकोस देता है यानि यह D-ग्लूकोस का रेखीय बहुलक है। प्रयोग द्वारा यह प्रमाणित हुआ है कि ये ग्लूकोस ईकाईयाँ β -D(+)-ग्लूकोस ईकाईयाँ होती हैं ना कि α -D(+) ग्लूकोस ईकाईयाँ ये β -D(+) ग्लूकोस ईकाईयाँ परस्पर β -1, 4 ग्लाइकोसिडिक बंधों द्वारा जुड़ी रहती हैं। यानि एक ग्लूकोस ईकाई C_6 द्वारा दुसरी ग्लूकोस ईकाई के C_4 से जुड़ी रहती है। (चित्र 14.12)



चित्र 14.12 : सेलुलोस की संरचना

14.4 प्रोटीन (Protein)

प्रोटीन 'Protein' नाम बर्जलियस द्वारा सन् 1938 में दिया गया। प्रोटीन 'Protein' नाम ग्रीक शब्द "Proteios" से लिया गया है, जिसका अर्थ होता है—प्राथमिक (Primary) या प्रथम या अति महत्वपूर्ण, क्योंकि प्रोटीन जीवन संबंधी महत्वपूर्ण रासायनिक पदार्थ है, जो जीवन की वृद्धि, मरम्मत तथा अनुरक्षण के लिए अतिआवश्यक यौगिक है।

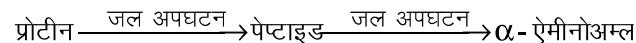
प्रोटीन सभी जीवित कोशिकाओं में पाए जाते हैं। इनकी जीवन कोशिकाओं के उपापचय तथा संरचना में महत्वपूर्ण भूमिका होती है। जन्तुओं (जीवधारियों) के बाल, त्वचा, हिमोग्लोबिन, नाखून, एन्जाइम तथा जन्तु कोशिका भित्ति आदि प्रोटीन के बने होते हैं।

14.4.1 प्रोटीन का संघटन (Composition of Proteins)—

प्रोटीन 'ऐमीनो अम्लों' के जटील, उच्च अणुभार वाले जैव बहुलक (Biopolymer) है। रासायनिक रूप से सभी प्रोटीन नाइट्रोजन युक्त जटिल कार्बनिक यौगिक होते हैं, जिनमें

नाइट्रोजन के अतिरिक्त कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन तथा सल्फर तत्व उपस्थित होते हैं। इसके अलावा कुछ प्रोटीन में फास्फोरस, आयोडिन तथा अन्य धातु जैसे आयरन, कॉपर, जिंक और मैग्नीज भी पाये जाते हैं।

प्रोटीन का जल अपघटन निम्न प्रकार से होता है—



प्रोटीन का आंशिक जल—अपघटन करने पर भिन्न—भिन्न अणुभार के पेप्टाइड प्राप्त होते हैं, जो पूर्ण रूप से जल अपघटित होकर α -ऐमीनो अम्ल देते हैं अर्थात् प्रोटीन वास्तव में α -ऐमीनो अम्लों से निर्मित पॉलीपेप्टाइड होते हैं। इनका अणुभार 10,000 से अधिक होता है। ये एकल परिक्षेपी (Monodisperse) प्राकृतिक बहुलक हैं।

14.4.1.1 प्रोटीन का वर्गीकरण

(Classification of Protein)

(I) संघटन के आधार पर प्रोटीन दो प्रकार के होते हैं—

(1) **रेशेदार प्रोटीन (Filrous Proteins)**— ये रेखीय अणुओं से बनी प्रोटीन होती है जिनमें विभिन्न पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएं अन्तरा आणविक हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़ी होती हैं। ये लंबी धागे सदृश्य संरचनाएं होती हैं तथा इनकी संरचना ताप तथा pH मान में परिवर्तन के बाद भी, परिवर्तित नहीं होती है। ये जल में अविलेय प्रोटीन हैं, जो जन्तु ऊतकों के संरचनात्मक पदार्थों को बनाती है। उदाहरण— कोलेजन, मायोसिन, किरेटिन आदि।

(2) **दानेदार प्रोटीन (Globular Proteins)**— ये कुण्डलीनुमा अणुओं से बनी प्रोटीन हैं जिनमें विभिन्न पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएं अन्तः आणविक हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़ी रहती हैं। ये अम्ल, क्षार तथा लवणों के जलीय विलयन में विलेय प्रोटीन हैं। जिनका कार्य जीवन चक्र को नियंत्रित करना तथा उसकी देखभाल करना है। उदाहरण— हीमोग्लोबिन, इंसुलिन, ऐल्बूमिन आदि।

(II) प्रोटीन का जल अपघटन (Hydrolysis) करवाने पर विभिन्न उत्पाद बनते हैं इस आधार पर प्रोटीन का वर्गीकरण निम्न प्रकार है—

(1) **साधारण प्रोटीन (Simple Protein)**— ये प्रोटीन जल अपघटन पर केवल α -ऐमीनो अम्ल देती है। उदाहरण— ऐल्बूमिन, ग्लोबुलिन।

(2) **संयुक्त प्रोटीन**— इनमें प्रोटीन भाग के साथ अप्रोटीन भाग भी जुड़ा रहता है, जिसे प्रोथेटिक समूह कहते हैं। संयुक्त प्रोटीन तीन प्रकार की होती हैं—

- (अ) **न्यूकिलोप्रोटीन (Nucleoproteins)**— इनमें प्रोस्थेटिक समूह न्यूकिलक अम्ल होता है। उदाहरण— न्यूकिलन।
- (ब) **ग्लाइकोप्रोटीन (Glycoproteins)**— इनमें प्रोस्थेटिक समूह कार्बोहाइड्रेट्स होते हैं। उदाहरण— माइसिन।
- (स) **क्रोमोप्रोटीन (Chromoproteins)**— इसमें प्रोस्थेटिक समूह कुछ वर्णक होते हैं। उदाहरण— हीमोग्लोबिन, क्लोरोफिल।

14.4.2 ऐमीनो अम्ल (Amino Acids)

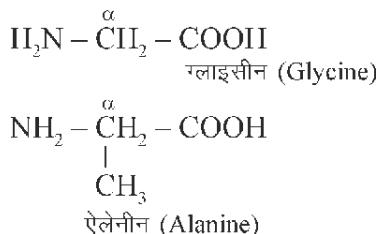
प्रोटीन, α -ऐमीनो अम्लों के प्राकृतिक बहुलक है। "ऐमीनो अम्ल" नाम से ही विदित होता है कि इनमें ऐमीनो ($-NH_2$) तथा कार्बोकिसलिक ($-COOH$) समूह उपस्थित होता है। 20 (बीस) ऐसे ज्ञात α -ऐमीनो अम्ल हैं जो अनन्त प्रकार से संयुक्त होकर हजारों किस्मों के प्रोटीन अणु का निर्माण करते हैं अर्थात् सभी प्रकार के प्रोटीन इन 20 (बीस) α -ऐमीनो अम्लों से बने होते हैं।

14.4.2.1 ऐमीनो अम्ल का वर्गीकरण

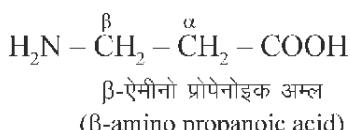
(Classification of Amino Acids)—

ऐमीनों अम्लों को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया गया है—

- (I) ऐमीनो तथा कार्बोकिसलिक समूह की स्थिति के आधार पर ऐमीनों अम्लों को α , β , γ , λ आदि में वर्गीकृत किया गया है।
- (1) **α -ऐमीनो अम्ल (α -Amino Acids)**— इनमें ऐमीनों समूह कार्बोकिसलिक समूह से α -स्थिति पर होता है। यानि दोनों समूह एक ही कार्बन परमाणु पर होते हैं।
उदाहरणार्थ :—



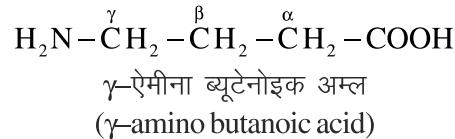
- (2) **β -ऐमीनो अम्ल (β -amino acids)**— इनमें ऐमीनों समूह कार्बोकिसलिक समूह से β -स्थिति पर होता है।
उदाहरणार्थ :—



- (3) इसी तरह γ -ऐमीनो अम्ल तथा λ -ऐमीनो अम्ल में ऐमीनो समूह कार्बोकिसलिक समूह से क्रमशः γ तथा λ स्थिति पर

होता है।

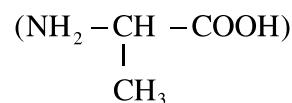
उदाहरणार्थ :— γ -ऐमीनो ब्यूटेनोइक अम्ल (γ -Amino butanoic acid)



(II) ऐमीनो तथा कार्बोकिसलिक समूहों की संख्या के आधार पर इन्हें उदासीन (Neutral) अम्लीय (Acidic) तथा क्षारीय (Basic) ऐमीनों अम्ल आदि में वर्गीकृत किया गया है।

- (1) **उदासीन ऐमीनो अम्ल (Neutral Amino Acid)**— उदासीन ऐमीनो अम्ल में ऐमीनो ($-NH_2$) तथा कार्बोकिसलिक ($-COOH$) समूहों की संख्या समान होती है।

उदाहरणार्थ :— ग्लाइसीन ($NH_2 - CH_2 - COOH$) तथा एलेनीन



- (2) **अम्लीय ऐमीनो अम्ल (Acidic Amino Acids)**— अम्लीय ऐमीनो अम्ल में कार्बोकिसलिक समूह अधिकता में होते हैं।

उदाहरणार्थ :—

ऐस्पार्टिक अम्ल ($HOOC - CH_2 - \overset{|}{CH} - COOH$) तथा



ग्लूटैमिक अम्ल ($HOOC - CH_2 - CH_2 - \overset{|}{CH} - COOH$)



- (3) **क्षारीय ऐमीनो अम्ल (Basic amino acids)**— क्षारीय ऐमीनों अम्ल में ऐमीनो समूह ($-NH_2$) अधिकता में होते हैं।
उदाहरणार्थ :—

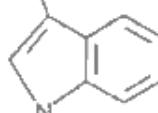
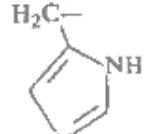
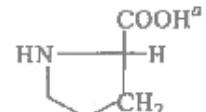
लाइसीन ($NH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \overset{|}{CH} - COOH$)



- (III) **आवश्यक तथा अनावश्यक ऐमीनो अम्ल (Essential and Non-essential amino acids)**— ऐमीनों अम्ल, जो शरीर द्वारा संश्लेषित किये जा सकते हैं, अनावश्यक ऐमीनो अम्ल कहलाते हैं तथा वे जिनको शरीर संश्लेषित नहीं कर सकता, आवश्यक ऐमीनो अम्ल कहलाते हैं।

जैसा कि पहले बताया जा चुका है कि कुल 20 α -ऐमीनो अम्ल, मिलकर हजारों किरण के प्रोटीन बनाते हैं (सारणी 14.2)

सारणी 14.2 : α -ऐमीनो अम्ल ($R - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$)

ऐमीनो अम्ल का नाम	सार्व धूगता की राशिका प्रकृति, R	दीर्घ उपर के सूचक	एक अम्ल का कोड
1. ग्लाइसीन	H	ग्लाइ (Gly)	G
2. ऐलानीन	$-\text{CH}_3$	ऐला (Ala)	A
3. वेलीन*	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-$	वेल (Val)	V
4. ल्यूसीन*	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}_2-$	ल्यू (Leu)	L
5. आइसोल्यूसीन*	$\begin{matrix} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	आइटी (Ile)	I
6. आर्जिनीन*	$\begin{matrix} \text{HN}=\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3- \\ \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$	आर्ज (Arg)	R
7. लाइसीन*	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-$	लाइ (Lys)	K
8. ज्लौटैमिक अम्ल	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	ज्लू (Glu)	E
9. एस्पार्टिक अम्ल	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-$	एस्प (Asp)	D
10. ज्लूटैमीन	$\begin{matrix} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \end{matrix}$	ज्लून (Gln)	Q
11. एस्पेराजीन	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2$	एस्न (Asn)	N
12. थ्रॉनीन*	$\text{H}_3\text{C}-\text{CHOH}-$	थ्र (Thr)	T
13. सेरीन	$\text{HO}-\text{CH}_2-$	सीर (Ser)	S
14. सिस्टीन	$\text{HS}-\text{CH}_2-$	सिस्ट (Cys)	C
15. मेथिड्होनीन*	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	मेट (Met)	M
16. फेनिल-ऐलानीन*	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$	फे (Phe)	F
17. टाइरोसीन	$(p)\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-$	टायर (Tyr)	T
18. ट्रिप्टोफेन*		ट्रिप (Trp)	W
19. हिस्टिडीन*		हिस (His)	H
20. प्रोलीन		प्रो (Pro)	P

* प्रोलीन एक अपयाद है। यहाँ द्वितीयक ऐमीनो समूह ($>\text{NH}$) α -कार्बन से जुड़े होते हैं। इस प्रकार, प्रोलीन इमीनो कार्बोघस्टिलिक अम्ल होता है।

* आवश्यक ऐमीनो अम्ल, $a =$ सम्पूर्ण संरचना

इन 20 (Twenty) में से 10 (Ten) आवश्यक ऐमीनो अम्ल हैं जिनका संश्लेषण उच्च जाति के कुछ जन्तुओं तथा मनुष्यों में नहीं हो पाता है। इन आवश्यक ऐमीनों अम्लों को बाहर से भोजन द्वारा लेना आवश्यक है, इनकी कमी से शरीर में कई बीमारियाँ उत्पन्न हो जाती हैं। इनकी कमी की पूर्ति उन प्रोटीनों द्वारा हो सकती है, जिनमें ये आवश्यक ऐमीनों अम्ल होते हैं। उदाहरणार्थ— केसीन जो दुग्ध प्रोटीन है, में सभी आवश्यक ऐमीनों अम्ल होते हैं।

ये दस (Ten) आवश्यक ऐमीनों अम्ल निम्न हैं—

- | | | | |
|-----|--------------|------|-------------|
| (1) | ट्रिप्टोफैन | (2) | वैलीन |
| (3) | मैथिअनीन | (4) | आइसोल्यूसीन |
| (5) | ल्यूसीन | (6) | लाइसीन |
| (7) | फेनिल ऐलेनीन | (8) | आर्जिनीन |
| (9) | प्रीओनीन | (10) | हिस्टीडीन |

14.4.2.2 ऐमीनो अम्ल के भौतिक गुण (Physical Properties of Amino Acids)–

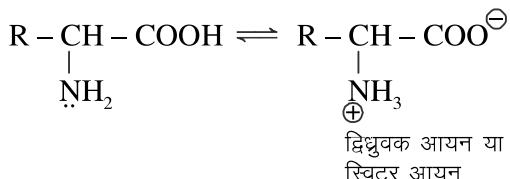
ऐमीनों अम्ल के भौतिक गुण निम्न है :-

- (i) ऐमीनो अम्ल रंगहीन तथा क्रिस्टलीय ठोस होते हैं।

(ii) ये जल, अम्ल तथा क्षार में विलेय होते हैं।

(iii) ये उच्च गलनांक वाले होते हैं।

(iv) ऐमीनो अम्ल में ऐमीनो तथा कार्बोकिसलिक दोनों समूह होते हैं। ऐमीनो, क्षारीय समूह है तथा कार्बोकिसलिक अम्लीय प्रवृत्ति के होते हैं, अतः ये दोनों समूह परस्पर क्रिया करके आन्तरिक लवण बनाते हैं जिसकी द्विधुवीय संरचना होती है, इसलिए ऐमीनो अम्ल को द्विधुवक आयन, जिव्टर आयन (Zwitter Ion) या ऐम्फोलाइट आयन (Ampholite Ion) भी कहते हैं।



- (v) प्रथम सदस्य ग्लाइसीन ($\text{NH}_2 - \text{C}(\text{H})(\text{COOH}) - \text{CH}_2$) को छोड़कर बाकी सभी ऐमीनो अम्ल में असमित कार्बन COOII
 $(\text{NH}_2 - \text{C}(\text{H})(\text{COOII}) - \text{R})$ परमाणु होता है, अतः ये प्रकाश सक्रिय

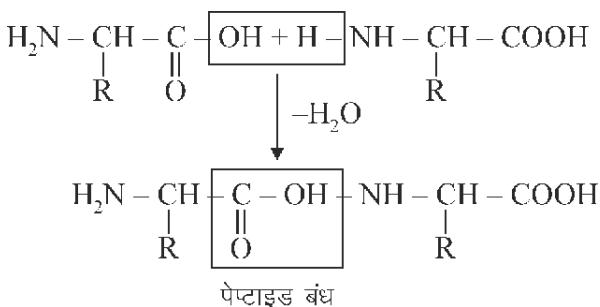
(Optical Active) होते हैं।

- (vi) रासायनिक रूप से ऐमीनो अम्ल, प्राथमिक ऐमीन तथा कार्बोकिसलिक अम्ल दोनों के महत्वपूर्ण लक्षण दर्शाते हैं।

(viii) ये समविभव बिन्दु (isoelectric point) वाले होते हैं। ऐमीनो अम्ल का समविभव बिन्दु निश्चित होता है। अलग—अलग ऐमीनो अम्ल के समविभव बिन्दु अलग—अलग होते हैं। **समविभव बिन्दु (Isoelectric point)-** विलयन का वह pH जिस पर विद्युत विभव लगाने पर ऐमीनो अम्ल किसी भी इलैक्ट्राड की ओर गमन नहीं करता समविभव बिन्दु कहलाता है। इस बिन्दु पर इनकी विलेयता, चालकता, श्यानता तथा परासरण दाब न्यूनतम होता है।

14.4.3 പെപ്ടാઇഡ് (Peptides)–

ऐमीनो अम्ल के दो या दो अधिक अणुओं के पेप्टाइड आबंध (-CO-NH) द्वारा जुड़कर बने यौगिक, पेप्टाइड (Peptide) कहलाते हैं। ऐमीनो अस्त्रों के परस्पर संयोग से बने ऐमाइड को पेप्टाइड कहते हैं। एक ऐमीनो अम्ल के कार्बोक्सिलिक समूह का -OH भाग तथा दूसरे ऐमीनो अम्ल के ऐमीनो समूह का H परमाणु मिलकर जल का एक अणु बनाते हैं, जो बाहर निकल जाता है तथा पेप्टाइड बंध (-CO-NH) बनता है।



"पेटाइडों में पाया जाने वाला बंध (-CO-NH) पेटाइड बंध कहलाता है।"

ऐमीनो अम्ल की संख्या के आधार पर पेप्टाइड तीन प्रकार के होते हैं।

- (1) **ओलिगोपेटाइड (Oligopeptide)**— इनमें 2 से 9 संख्या तक ऐमीनो अम्ल होते हैं। दो, तीन तथा चार ऐमीनो अम्ल जब संयुक्त होते हैं तो क्रमशः डाइपेटाइड, ट्राइपेटाइड तथा टेट्रापेटाइड कहलाते हैं।

(2) **पॉलीपेटाइड (Polypeptide)**— इनमें 10 से 100 संख्या तक ऐमीनो अम्ल होते हैं।

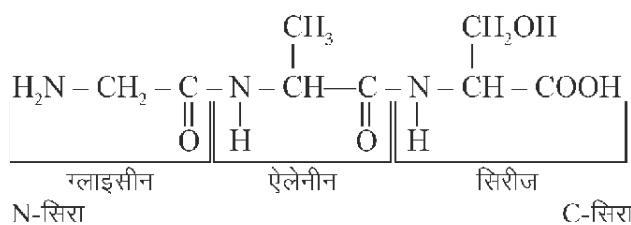
(3) **प्रोटीन (Protein)**— प्रोटीन में ऐमीनो अम्ल की संख्या 100 से अधिक होती है।

14.4.3.1 पेप्टाइडों का नामकरण (Nomenclature of Peptides)-

पेप्टाइडों में पेप्टाइड बंध होते हैं जो कार्बोकिसलिक समूह (-COOH) तथा ऐमीनो समूह (-NH₂) की परस्पर क्रिया से बनते हैं। पेप्टाइड अणु में एक सिरे पर स्वतंत्र ऐमीनो समूह होता है, जिसे "N-टर्मिनल छोर" या "N-सिरा" कहा जाता है। इसी तरह स्वतंत्र कार्बोकिसलिक समूह वाला सिरा "C-टर्मिनल छोर" या "C-सिरा" कहा जाता है। जब पेप्टाइड या पॉलीपेप्टाइड की संरचना लिखते हैं तो N-सिरा बाईं तथा C-सिरा दाईं ओर लिखा जाता है।

एक पेटाइड का नाम N-टर्मिनल ऐमीनो अम्ल से लिखना प्रारंभ करके C-टर्मिनल ऐमीनों अम्ल पर समाप्त होता है। इनके नामकरण में C-टर्मिनल ऐमीनो अम्ल को छोड़कर प्रत्येक ऐमीनो अम्ल के नाम के अनुलग्न—इन (-ine) के स्थान पर —इल (-ye) लगाकर बांये से क्रमानुसार लिखते हैं—

उदाहरणार्थ :-



उपरोक्त ट्राइपेप्टाइड का नाम ग्लाइसिल ऐलेनीन सिरिन है, जिसे संक्षिप्त रूप में Gly.Ala.Ser द्वारा व्यक्त करते हैं।

14.4.4 पॉलीपेप्टाइड (Polypeptide) —

पॉलीपेटाइड में 10 से 100 तक ऐमीनो अम्ल पेप्टाइड बंध जड़े रहते हैं।

“दस या अधिक ऐमीनो अम्ल ईकाईयों से बने पेटाइड, पॉलीपेटाइड कहलाते हैं।”

- (i) पॉलीपेटाइड का नाम N टर्मिनल अवक्षेप से आरंभ होता है।
 - (ii) ये भी उभयधर्मी (Amphoteric) प्रकृति के होते हैं।
 - (iii) रासायनिक रूप से ये प्राथमिक ऐमीन तथा कार्बोकिसलिक अम्लों की सभी अभिक्रियाएं देते हैं।
 - (iv) ये समविभव बिन्दु (isoelectric point) वाले होते हैं।

14.4.5 प्रोटीन की संरचना (Structure of Protein)-

प्रोटीन α -ऐमीनो अम्ल के बहुलक होते हैं, जो पेप्टाइड बंध (-CO-NH-) द्वारा जुड़े रहते हैं। प्रोटीन की पूर्ण संरचना

जटिल होती है अतः इनकी संरचना तथा आकृति का चार भिन्न स्तरों अथवा पदों द्वारा समझायी जा सकती है। ये निम्न हैं—

(1) प्रोटीन की प्राथमिक संरचना (**Primary Structure of Proteins**)— प्रोटीन α -ऐमीनो अम्ल द्वारा बने होते हैं। प्रोटीन की प्राथमिक संरचना द्वारा प्रोटीन में उपस्थित विभिन्न ऐमीनों अम्ल, उनकी संख्या तथा उनके जुड़ने के विशिष्ट क्रम को बनाया जाता है।

प्रोटीन में उपस्थित ऐमीनों अम्ल के क्रम में, किसी भी ऐमीनों अम्ल के क्रम का परिवर्तन पूरे प्रोटीन अणु के गुणों तथा जैविक सक्रियता को बदल देता है।

उदाहरण :- हीमोग्लोबिन एक क्रोमोप्रोटीन है जो रक्त में लाल रक्त कणिकाओं में पाया जाता है। इसका कार्य श्वास द्वारा ग्रहण की गई ऑक्सीजन को फेफड़ो से कॉशिकाओं तक पहुंचाना है। यह 574 ऐमीनों अम्ल ईकाईयों से बना क्रोमोप्रोटीन है। हिमोग्लोबिन के ऐमीनो अम्ल की ईकाईयों के क्रम में केवल एक ऐमीनो अम्ल के परिवर्तन से ही इसकी संरचना परिवर्तित हो जाती है जिससे सिक्कलसेल ऐनिमिया (Sickle cell anemia) नामक रोग हो जाता है। ऐसा ग्लूटामीन (Glutamine) ऐमीनो अम्ल (जो सामान्य हीमोग्लोबिन में पाया जाता है) की जगह वैलीन (Valine) ऐमीनो अम्ल, आने से होता है। इस रोग की वजह से मनुष्य की मृत्यु तक हो सकती है।

सामान्य हीमोग्लोबिन (Normal Haemoglobin)

- Val - His - Leu - Tyr - Pro - Glu - Lys

सिक्कल सेल हीमोग्लोबिन (Sickle cell Haemoglobin)

- Val - His - Leu - Tyr - Glu - **Val** - Lys

प्रोटीन की संरचना अर्थात् उनमें उपस्थित ऐमीनो अम्ल का क्रम ज्ञात करना अत्यन्त कठिन हो जाता है। प्रोटीन का अम्ल, क्षार अथवा एन्जाइम द्वारा क्रमागत जल अपघटन करने पर भिन्न-भिन्न अणुभार वाले भिन्न-भिन्न उत्पाद प्राप्त होते हैं, जिनसे प्रोटीन की प्राथमिक संरचना ज्ञात कर सकते हैं। पहले प्रोटीन सन् 1958 में अंग्रेज रसायनिज्ञ फ्रेड्रिक सेनार ने पहले प्रोटीन “इन्सुलिन” (Insulin) की प्राथमिक संरचना निर्धारित की, जिसके लिए उन्हें नोबल प्रारस्कार दिया गया है।

इंसुलिन, पॉलीपेटाइड हार्मोन्स है, जो पेन्क्रियास में उत्पन्न होता है। यह 51 ऐमीनो अम्ल द्वारा बनता है। इन्सुलिन की कमी से डायबिटीज होती है।

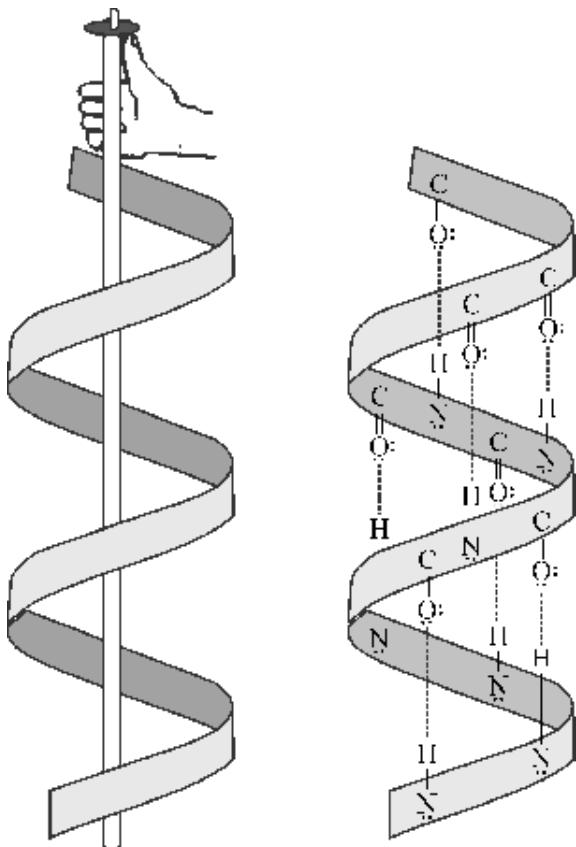
(2) प्रोटीन की द्वितीयक संरचना (**Secondary Structure of Proteins**) – प्रोटीन अणु में लंबी, लंगी

पेप्टाइड श्रृंखलाएं, उनमें उपस्थित $>\text{C}=\text{O}$ (कीटों समूह तथा $>\text{N}-\text{H}$ (ऐमीनो समूह) समूह के बीच हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़कर विशिष्ट बनावट देती है, जो प्रोटीन की द्वितीयक संरचना कहा जाता है। ये श्रृंखलाएं दो भिन्न प्रकार की संरचनाएं बनाती हैं—

- α -हेलिक्स संरचना α -helix structure)
- β -चपटी शीट या α -लहरियादार चद्दर संरचना (β -Flat sheet or β -Pleated sheet structure)
- α -हेलिक्स संरचना α -helix structure)-** ऐमीनों अम्लों का सामान्य सूत्र ($\text{R}-\text{CH}-\text{COOH}$) है। प्रोटीन



में उपस्थित पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं के ऐमीनों अम्लों के R -समूह का आकार यदि बहुत बड़ा होता है तो हाइड्रोजन बंध एक ऐमीनो अम्ल इकाई के $>\text{C}=\text{O}$ समूह तथा चौथे ऐमीनों अम्ल इकाई के $>\text{N}-\text{H}$ समूह के बीच पाया जाता है जिससे पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला वलय संरचना में कुण्डलित होकर हेलिक्स संरचना बनाती है। जैसा कि चित्र 14.13 में दर्शाया गया है।

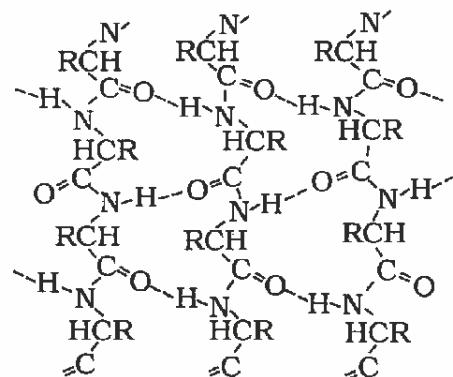


चित्र 14.13 : प्रोटीन की α -हेलिक्स संरचना

इस हेलिक्स में मुक्त धूर्णन नहीं होता है, अतः हेलिक्स दृढ़ होता है। प्रोटीन में सभी हेलिक्स दक्षिणावर्ती (Right handed) होते हैं। ये प्रोटीन लचीली होती है अर्थात् इन्हें खींचा जा सकता है। ऊन, बाल, मांसपेशियों में उपस्थित प्रोटीन, इसी तरह की संरचना वाली होती है। प्रोटीन के लिए α -हेलिक्स संरचना सन् 1951 में लाइनस पॉलिंग (Linus Pauling) ने प्रस्तावित की।

- β -चपटी शीट या α -लहरियादार चद्दर संरचना (β -Flat sheet or β -Pleated sheet structure)-**

प्रोटीन की पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं खूली हुई अवस्था में एक-दूसरे से अन्तराणिक हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़कर चद्दरनुमा संरचना बनाती है। ये चद्दरनुमा संरचनाएं, एक के ऊपर दूसरी ढेर बना लेती हैं तथा एक दूसरे पर आसानी से फिसल जाती हैं। यानि इन्हें आसानी से मोड़ा जा सकता है। यानि ये मुलायम होती हैं परं ये लचीली नहीं होती है। उदाहरणार्थ— सिल्क में इसी तरह की संरचना होती है।



चित्र 14.14 : प्रोटीन की β -चपटी शीट संरचना

(3) प्रोटीन की तृतीयक संरचना (Tertiary Structure of Proteins)- प्रोटीन की तृतीयक संरचना त्रिविमीय होती है। यह पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं के समग्र वलन अर्थात् द्वितीयक संरचना के ओर अधिक वलन को प्रदर्शित करती है प्रोटीन की तृतीयक संरचना में पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएं कई प्रकार के आकर्षण बलों जैसे हाइड्रोजन बंध, आयनिक बंध, डाइसल्फाइड बंध तथा स्थिर विद्युत आकर्षण बल द्वारा स्थायी रहती है। एक प्रोटीन की जीवन क्रियाशीलता इसकी विशेष तृतीयक संरचना पर निर्भर करती है। प्रोटीन की तृतीयक संरचना सम्पूर्ण अणु को गोलिकाकार तथा रेशेदार आकृति देती है।

(4) प्रोटीन की चतुर्थक संरचना (Quaternary Structure of Protein)- सभी प्रोटीन में चतुर्थक संरचना नहीं होती है। कुछ प्रोटीन दो या दो से अधिक पॉलीपेप्टाइड

श्रृंखलाओं से बने होते हैं, ये श्रृंखलाएं उप-इकाई कहलाती हैं। इन उप-इकाइयों की परस्पर द्विक-स्थान व्यवस्था ही प्रोटीन की चतुष्क संरचना कहलाती है।

14.4.6 प्रोटीन का विकृतिकरण (Denaturation of Protein)-

प्रोटीन एक जटिल त्रिविमीय संरचना वाले अणु होते हैं। भौतिक परिवर्तन जैसे ताप, दाढ़ा, pH में परिवर्तन तथा लवण या रासायनिक कारकों की उपस्थिति में प्रोटीन की प्राकृतिक संरचना का बिखरना प्रोटीन का विकृतिकरण (Denaturation of Protein) कहलाता है। विभिन्न परिवर्तनों के कारण हाइड्रोजन आंबधों में अस्त-व्यस्तता उत्पन्न हो जाती है, जिससे प्रोटीन अणु नियमित तथा विशेष आकृति से, अकुंडलित होकर अधिक टेढ़ी-मेढ़ी आकृति में परिवर्तित हो जाते हैं। विकृतिकरण के कारण प्रोटीन अपनी जैविक सक्रियता खो देती है। रासायनिक रूप से विकृतिकरण (Denaturation) के कारण प्रोटीन की द्वितीयक तथा तृतीयक संरचना प्रभावित होती है किन्तु प्राथमिक संरचना में कोई परिवर्तन नहीं होता है। विकृतिकरण की यह प्रक्रिया अनुत्क्रमणीय होती है।

उदाहरण :- (i) अण्डे को उबालने पर अंडे की सफेदी में परिवर्तन (ii) दूध का स्कन्दन या अवक्षेपण

उपयोग : प्रोटीन में विकृतिकरण का उपयोग रक्त या सीरम में उपस्थित ग्लूकोस, यूरिया आदि अणुओं की जांच के लिए किया जाता है। रक्त या सीरम के नमूने को अम्ल आदि द्वारा उपचारित करने पर प्रोटीन का विकृतिकरण होता है। जिससे वो अवक्षेपित हो जाते हैं, जिसे अपकेन्द्रण विधि द्वारा पृथक कर लेते हैं। इसके पश्चात् ग्लूकोस, यूरिया आदि अणुओं की जांच के लिए बचे हुए द्रव का रासायनिक विश्लेषण किया जाता है।

14.4.7 एन्जाइम (Enzyme)-

एन्जाइम जैव उत्प्रेरक (Bio Catalyst) भी कहलाते हैं। जो जीवित कोशिकाओं द्वारा संश्लेषित किये जाते हैं।

सर्वप्रथम जे.बरजिलियस (J.Berzelius) ने एमाइलेज (Amylase) एन्जाइम की खोज की थी। इन जीव उत्प्रेरकों को "एन्जाइम" नाम डब्ल्यू कुहेन (W. Kuhen) ने दिया। सर्वप्रथम जे.बी. समनर (J.B. Summner) ने 1926 में यूरियेज (Urease) एन्जाइम को क्रिस्टल रूप में प्रयोगशाला में संश्लेषित किया तथा यह बताया कि एन्जाइम प्रोटीन अणु होते हैं।

परिभाषा (Definition)- मेराबेक ने एन्जाइम को निम्न प्रकार से परिभाषित किया। "एन्जाइम सरल व संयुग्मित प्रोटीन होते हैं जो विशिष्ट उत्प्रेरक (Specific Catalyst) की तरह

कार्य करते हैं या एन्जाइम जटिल कार्बनिक पदार्थ है जो स्वयं परिवर्तित हुए बिना जीवों में होने वाली विभिन्न जैविक क्रियाओं की दर बढ़ाते हैं अथवा उत्प्रेरित करते हैं।

14.4.7.1 एन्जाइम के गुणधर्म (Characteristics of Enzymes)

- (i) अधिकांश एन्जाइम रंगहीन तथा जल एवं लवणों के तनु विलयनों में विलेय होते हैं।
- (ii) रासायनिक दृष्टि से एन्जाइम प्रोटीन के बने होते हैं। (RNA के अलावा)
- (iii) एन्जाइम अभिक्रिया में कभी समाप्त नहीं होते हैं, अतः अभिक्रिया के पश्चात् एक एन्जाइम, उसी प्रकार के अन्य क्रियाधार (Substrate) के साथ नई अभिक्रिया में भाग ले सकते हैं।
- (iv) किसी भी अभिक्रिया के उत्प्रेरण के लिए एन्जाइम की बहुत थोड़ी मात्रा ही पर्याप्त होती है क्योंकि ये पुनः प्रयुक्त हो सकते हैं।
- (v) एन्जाइम, किसी भी अभिक्रिया की सक्रियण ऊर्जा (Activation energy) को कम करके, अभिक्रिया की गति बढ़ाते हैं तथा इनकी उपस्थिति से अभिक्रिया की दर 10^{20} गुना तक बढ़ जाती है।
- (vi) एन्जाइम केवल अभिक्रिया की गति बढ़ाते हैं, अभिक्रिया की दिशा अथवा साम्यावस्था पर इसका कोई प्रभाव नहीं होता है।
- (vii) एन्जाइम, अतिविशिष्ट होते हैं अर्थात् एक प्रकार का एन्जाइम, एक ही प्रकार की अभिक्रिया को उत्प्रेरित करता है। **उदाहरणार्थ-** एमाइलेज, केवल स्टार्च अपघटन को उत्प्रेरित करता है सेलूलोस को नहीं।
- (viii) एन्जाइम की सक्रियता कुछ कार्बनिक तथा अकार्बनिक पदार्थों द्वारा नियन्त्रित या कम की जा सकती है।
- (ix) एन्जाइम शरीर तापमान (310 K) तथा सामान्य pH (6-8) पर अधिक सक्रिय होते हैं।
- (x) उच्च ताप, पराबैंगनी प्रकाश, अम्ल, उच्च लवण सान्द्रता व क्षारीय अभिकर्मक, एन्जाइम की प्रकृति, स्थिति तथा संरचना को विकृत कर देते हैं, इसे विकृतिकरण (Denaturation) कहते हैं। इससे एन्जाइम की सक्रियता समाप्त हो जाती है।
- (xi) कुछ कृत्रिम अणु भी एन्जाइम जैसी उत्प्रेरक क्रियाएं दिखाते हैं इन्हें कृत्रिम एन्जाइम कहते हैं।

14.4.7.2 एन्जाइम का नामकरण एवं वर्गीकरण (Nomenclature and Classification of Enzymes)–

अब तक लगभग 3000 एन्जाइम ज्ञात किये जा चुके हैं तथा 300 के करीब एन्जाइमों का व्यापारिक उत्पादन किया जा चुका है। आधुनिक पद्धति के अनुसार एन्जाइम जिस क्रियाघर (Substrate) पर क्रिया करता है, उसके नाम के पश्च (Suffix) भाग पर -ase जोड़कर, एन्जाइम का नाम दिया जाता है। उदाहरणार्थ— (i) लिपिड (Lipid) को ग्लिसरोल तथा

वसा अम्ल में बदलने वाले एन्जाइम को लाइपेस (Lipase), प्रोटीन (Protein) को अमीनो अम्ल में परिवर्तित करने वाले एन्जाइम को प्रोटीएस (Protease), माल्टोस (Maltose) जल अपघटन की क्रिया को उत्प्रेरित करने वाले एन्जाइम को माल्टेस (Maltase) कहते हैं।

आई.यू.बी. (International Union of Biochemistry) कमीशन ने सन् 1965 में एन्जाइमों को 6 समूहों में वर्गीकृत किया है।

सारणी 14.3 एन्जाइमों के प्रकार

क्र.सं.	वर्ग	एन्जाइम वर्ग	अभिक्रिया की प्रकृति
1.	वर्ग 1	ऑक्सीडो-रिडक्टेसेस (Orido-Reductases)	ये जैविक ऑक्सीकरण और अवकरण (Biological oxidation and reduction) अर्थात् श्वसन और किण्वन से संबंधित होते हैं।
2.	वर्ग 2	ट्रान्सफरेज (Transfases)	ये एक पदार्थ से दूसरे पदार्थ तक किसी समूह के स्थानान्तर (Transfer) को उत्प्रेरित करते हैं।
3.	वर्ग 3	हाइड्रोलेसेस (Hydroloses)	ये जल अपघटन (Hydrolysis) की अभिक्रियाओं को उत्प्रेरित करते हैं।
4.	वर्ग 4	लाइसेस (Lyases)	ये क्रियाधारों (Substrate) से जल अपघटन के अतिरिक्त अन्य क्रियाविधियों द्वारा समूहों के अपनयन (Removal) को उत्प्रेरित करते हैं, जिसके फलस्वरूप द्विबंध उत्पन्न हो जाते हैं।
5.	वर्ग 5	आइसोमेरेजेज (Isomesoser)	ये अन्तराआणविक पुनर्विन्यास (Intramolecular rearrangement) को उत्प्रेरित करते हैं।
6.	वर्ग 6	लाइगेजेज अथवा सिन्थेटेजेज (Liqaserorsynthases)	ये संघनन (Condensation) द्वारा दो समूहों के संश्लेषण को उत्प्रेरित करते हैं। इस अभिक्रिया में ATP अथवा कोई अन्य ट्राइफास्फेट आवश्यक होता है।

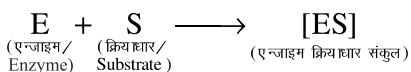
सारणी 14.4 कुछ एन्जाइमों के कार्य

क्र.सं.	एन्जाइम	उद्गम स्थल	क्रियाधार	उत्पाद
1.	माल्टेस	आंतरस	माल्टोस	ग्लूकोज
2.	एमाइलेस	उदर-जठर रस	कार्बोहाइड्रेट	ग्लूकोज
3.	लाइपेज	उदर-जठर रस	वसा	ग्लिसरोल एवं वसीय अम्ल
4.	ट्रिप्सिन	अग्नाशयी रस	प्रोटीन	ऐमीनो अम्ल
5.	रेनिन	अग्नाशयी रस	दूध	दूध फट जाता है
6.	टायलिन	मुँह लार	पॉली सैक्रोइड	ड्रेक्सट्रिन
7.	पेप्सिन	उदर-जठर रस	प्रोटीन	पॉली-पेप्टाइड
8.	डीआर्क्सीराइबो न्यूकिलेइस	आंत अग्नाशयी रस	DNA तथा RNA	ओलिगो मोनो न्यूकिलियोटाइड

14.4.7.3 एन्जाइम क्रिया की क्रियाविधि (Mechanism of Enzyme action)-

एन्जाइम जैव रासायनिक अभिक्रियाओं की गति में वृद्धि करते हैं किन्तु अंत में स्वयं अपरिवर्तित रहते हैं। यह केवल एक प्रकार का प्लेटफार्म या सांचा (Temple) बनाते हैं जिस पर अणु आपस में क्रिया कर सके। एन्जाइम सक्रियण ऊर्जा (Activation energy) को कम देते हैं जिसके फलस्वरूप निम्न तापक्रम पर भी अभिक्रियाओं की गति बढ़ जाती है।

एन्जाइम क्रिया की क्रियाविधि सन् 1913 में माइकलस तथा मेन्टन (Michaelis and Menten) द्वारा प्रतिपादित की गई। इसके अनुसार एन्जाइम क्रिया के दौरान एक मध्यवर्ती, एन्जाइम—क्रियाधार—संकुल (Enzyme substrate Complex) निर्मित होता है। एन्जाइम की क्रिया निम्न पदों में सम्पन्न होती है—
पद-1 : एन्जाइम (Enzyme) तथा क्रियाधार (Substrate) की क्रिया से संकुल निर्माण :



पद-2 : उपरोक्त संकुल (ES) का एन्जाइम—मध्यवर्ती (Intermediate) संकुल (EI) में परिवर्तन :



पद-3 : इस पद में एन्जाइम—मध्यवर्ती संकुल (EI), एन्जाइम—उत्पाद (Product) [EP] संकुल में परिवर्तित होता है।



पद-4 : एन्जाइम उत्पाद संकुल [EP], का एन्जाइम तथा उत्पाद (Product) में विघटन



14.4.7.4 एन्जाइम की उपयोगिता (Application of Enzymes)—

- एन्जाइम, मुख्यतः पाचन की क्रिया में सहायक होते हैं।
- एन्जाइम रेनिन का उपयोग पनीर के औद्योगिक निर्माण में किया जाता है।
- इनका उपयोग ऐल्कोहलीय पेय जैसे—शराब, बीयर आदि के औद्योगिक निर्माण, चमड़े को मुलायम बनाने, स्वारश्य पेय जैसे माल्टोवा, तथा व्युत्क्रम शर्करा के औद्योगिक निर्माण में होता है।
- एन्जाइम का उपयोग रोगों की रोकथाम के लिए भी किया जाता है। उदाहरण— एन्जाइम ट्रायोसिनेज

(Iriosinase) की कमी से एल्बिनिज्म (Albinism) रोग होता है। इस रोग का उपचार भोजन के साथ इस एन्जाइम की पूर्ति करके किया जाता है।

- एन्जाइम को रोगों के उपचार में भी प्रयुक्त किया जाता है। उदाहरण— एन्जाइम, स्ट्रेप्टोकाइनेज (Streptokinase) का उपयोग हृदय रोगों के उपचार के किया जाता है, यह रक्त के थक्के को विलेय करने में प्रयुक्त होता है।

14.4.8 हार्मोन्स (Hormones)-

हार्मोन्स, कोशिकाओं तथा ग्रन्थियों से स्त्रावित होने वाले जटिल कार्बनिक पदार्थ हैं, जो सजीवों में होने वाली विभिन्न जैव-रासायनिक क्रियाओं, वृद्धि एवं विकास, प्रजनन आदि का नियमन तथा नियंत्रण करते हैं। इन्हें “ग्रन्थि रस” भी कहा जाता है क्योंकि ये अंतस्त्रावी ग्रन्थियों (Endocrine glands) द्वारा स्त्रावित होते हैं। हार्मोन्स “रासायनिक दूत” भी कहलाते हैं क्योंकि ये अपने उत्पत्ति स्थल से दूर की कोशिकाओं अथवा ऊतकों में कार्य करते हैं। हार्मोन्स की सूक्ष्म मात्रा भी काफी प्रभावशाली होती है, ये शरीर में ज्यादा समय तक संचित नहीं रहते हैं, कार्य समाप्ति के बाद ये नष्ट हो जाते हैं तथा उत्सर्जन द्वारा शरीर के बाहर निकाल दिए जाते हैं।

कार्य (Function)

- पादप हार्मोन्स— ये हार्मोन्स पौधों में पाये जाते हैं तथा पौधों की वृद्धि, विकास, कलिका निर्माण, कोशिका विभाजन, बीजों का अंकुरण, फलों के निर्माण, अपस्थानिक जड़ों की वृद्धि, अपरिपक्व फलों तथा पत्तियों को गिरने से रोकने एवं पौधों की विभिन्न जैविक क्रियाओं के नियन्त्रण में सहायक होते हैं।
- जन्तुओं में हार्मोन्स का स्त्राव अंतस्त्रावी ग्रन्थियों (Endochronic Gland) द्वारा होता है, तथा ये रक्त के माध्यम से अपने कार्य स्थलों पर पहुंचते हैं एवं शरीर की विभिन्न रासायनिक क्रियाओं, बुद्धि, विकास, प्रजनन इत्यादि का संचालन, नियमन तथा नियंत्रण करते हैं। इनकी कमी अथवा अधिकता दोनों ही नुकसानदायक है।

14.4.8.1 एन्जाइम बनाम हार्मोन्स (Enzymes vs Hormones)

एन्जाइम की तरह हार्मोन भी शरीर उत्प्रेरकों (Catalysts) का कार्य करते हैं, ये अल्प मात्रा में प्रयुक्त होते तथा क्रिया के दौरान प्रयुक्त नहीं होते हैं। तथापि हार्मोन निम्नलिखित लक्षणों में एन्जाइम से भिन्न होते हैं—

- ये उन अंगों पर कार्य करते हैं जो इनके उत्पादक अंगों अथवा ग्रन्थियों से भिन्न हैं।

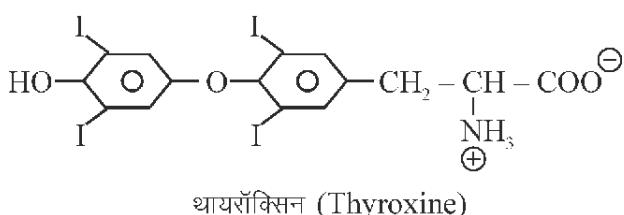
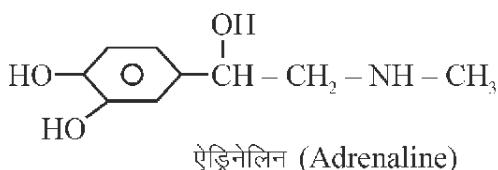
- (ii) संरचनात्मक रूप से ये सदैव प्रोटीन नहीं होते हैं। ये 30,000 अथवा कम अणुभार वाले प्रोटीन, लघु पॉलीपेटाइड, एकल ऐमीनो अम्ल तथा स्टीराइड्स हो सकते हैं।
- (iii) उपयोग के पूर्व ही ये रक्त में स्त्रावित होते हैं।

14.4.8.2 हार्मोन्स का वर्गीकरण

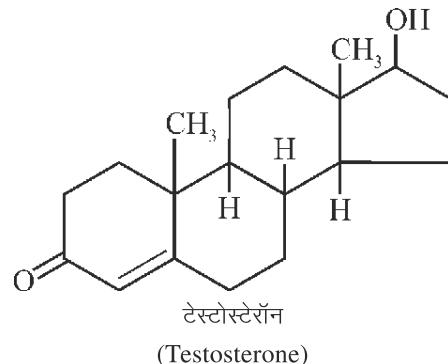
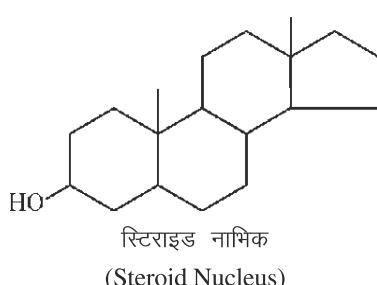
(Classification of Hormones)-

हार्मोन्स को उनके रासायनिक संघटन के आधार पर तीन वर्गों में विभाजित किया गया है—

- (i) **पेप्टाइड हार्मोन (Peptide Hormones)**— इनमें पेप्टाइड बंध होता है, इसलिए इन्हें प्रोटीन हार्मोन भी कहते हैं। उदाहरण— इन्सुलिन, वैसोप्रेसिन तथा ऑक्सीटोसिन।
- (ii) **ऐमीनो हार्मोन (Amino Hormones)**— इनमें ऐमीनो समूह (-NH₂ group) पाया जाता है ये जल में विलेय होते हैं। उदाहरण—ऐड्रिनेलिन तथा थायरॉक्सिन



- (iii) **स्टिरॉइड हार्मोन (Steroid Hormones)**- इनमें स्टिरॉइड नाभिक पाया जाता है। स्टिरॉइड नाभिक चार वलयों से बना होता है, जिसमें तीन वलय साइक्लोहेक्सेन तथा एक साइक्लोपेन्टेन होती है। उदाहरण— जनन हार्मोन्स (जैसे टेस्टोस्टेरॉन), ऐड्रिनोकॉर्टिकोल, कोलेस्ट्रॉल तथा पित्त अम्ल आदि।



14.4.8.3 हार्मोन्स के जैविक कार्य

(Biological function of Hormones)—

प्रत्येक हार्मोन विशिष्ट अंतस्त्रावी ग्रन्थि द्वारा स्त्रावित होते हैं तथा विशिष्ट जैविक कार्य सम्पन्न करते हैं। मनुष्यों में निम्नलिखित अंतस्त्रावी ग्रन्थियां पायी जाती हैं।

ग्रन्थि नाम	संख्या
1. पीयूष ग्रन्थि (Pituitary gland)	एक
2. थाइराइड ग्रन्थि (Thyroid gland)	एक
3. पेराथाइराइड ग्रन्थियां (Parathyroid gland)	चार
4. एड्रेनल ग्रन्थि (Adrenal gland)	दो
5. अग्नाशय में पाए जाने वाले लंगर हेन्स के द्वीप समूह (Islets of Langerhans)	
6. वृष्ण (Testis)	दो (नर में)
7. अण्डाशय (Ovary)	दो (मादा में)
8. अपरा अथवा प्लेसेन्टा (Placenta)	एक (मादा में)
9. पाइमस ग्रन्थि (Thymus gland)	एक
10. पीनियल ग्रन्थि (Pinieal gland)	एक

किसी भी हार्मोन की जैविक क्रिया उसकी संरचना से प्रभावित होती है उदाहरणार्थ—

- (i) पेप्टाइड हार्मोन्स जैसे वैसोप्रेसिन, आदि पेप्टाइड श्रृंखला पर कार्य करते हैं।
- (ii) थाइरॉक्सिन की संरचना में आयोडिन होता है अतः यह आयोडिन की मात्रा को नियंत्रित करता है।
- (iii) इसी तरह कोलेस्ट्रॉल एक ठोस ऐल्कोहल है जो रक्त वाहिनियों की दीवारों पर जमा होकर रक्त प्रवाह में बाधा डालता है।

निम्न सारणी में कुछ महत्वपूर्ण हार्मोन्स तथा उनके कार्यों को बताया गया है—

क्र.सं.	हार्मोन्स	स्त्रावक ग्रन्थि	प्रमुख जैविक कार्य
1.	वृद्धि हार्मोन	अग्र पीयूष ग्रन्थि	अस्थियों, कार्टिलेज, पेशियों, अंतरागों तथा संपूर्ण रूप से शरीर की वृद्धि को उद्दीपित करता है।
2.	एड्रिनो कार्टिकोट्रापिक हार्मोन्स (ACTH)	अग्र पीयूष ग्रन्थि	भावात्मक तथा शरिरिक प्रतिबल में महत्पूर्ण
3.	थाइरोट्रापिक हार्मोन	अग्र पीयूष ग्रन्थि	यह थाइराइड ग्रन्थि की वृद्धि तथा सक्रियता पर नियन्त्रण करता है।
4.	ऑक्सीटोसिन	पश्च पीयूष ग्रन्थि	प्रसव के समय गर्भाशय को संकुचित करता है।
5.	वैसोप्रेसिन या प्रतिमूत्रल हार्मोन	पश्च पीयूष ग्रन्थि	यह प्राणी के मूत्र निकास को कम करके जल संतुलन को प्रभावित करता है।
6.	थाइरॉकिसन	थाइराइड ग्रन्थि	यह उपापचयी क्रियाओं को नियंत्रित करता है।
7.	पैराथार्मोन	पैराथाइराइड ग्रन्थियां	यह कैल्शियन अन्तर्ग्रहण, उत्सर्जन तथा प्लाज्मा में कैल्सियम के सान्दर्भ का अनुरक्षण (Maintenance) करता है।
8.	एल्डोस्टेरोन	एड्रिनल ग्रन्थि के बाहरी भाग यानि एड्रिनल कार्टेक्स	यह वृक्क नलिकाओं द्वारा सोडियम तथा क्लोरोइड आयनों के पुनः अवशोषण को प्रोन्नत करता है।
9.	कार्टिकोस्टेरॉन	एड्रिनल कॉर्टेक्स	यह कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा के उपापचय को प्रभावित करता है।
10.	एड्रीनेलिन	ऐड्रिनल ग्रन्थि के आन्तरिक भाग यानि एड्रिनल मेड्यूला	यह मुकाबले अथवा पलायन का हार्मोन है। यह रक्तचाप तथा हृदय गति को नियन्त्रित करता है।
11.	इन्सुलिन	अग्नाशय	यह रक्त में ग्लूकोस की मात्रा को नियंत्रित करता है तथा ग्लूकोस के उपापचय को नियंत्रित करता है।
12.	टेस्टोस्टेरॉन	वृषण	पुरुषों में जननांग की क्रियाशीलता तथा पुरुष द्वितीयक लक्षण को नियंत्रित करता है।
13.	एस्ट्रोजन एवं एस्ट्रोडिओल	अण्डाशय	स्त्री द्वितीयक यौन लक्षणों तथा अण्डाशय की क्रियाशीलता को नियंत्रित करता है।
14.	प्रोजेस्ट्रॉन	अण्डाशय	गर्भाशय को गर्भ धारण करने के लिए प्रेरित करता है तथा अण्डाशय की क्रियाशीलता को नियंत्रित करता है।
15.	जरायु—जननग्रन्थि प्रेरक हार्मोन	अपरा	इसका अजन्मे शिशु पर रक्षण प्रभाव (Protective influence) होता है।
16.	थाइमोसिन अथवा थाइमिन	थाइमस ग्रन्थि	यह तंत्रिका पेशीय संचरण (Neuro muscular transmission) को अवनमित (Depress) करता है।

14.4.9 विटामिन (Vitamins)-

विटामिन भोजन के आवश्यक अवयव हैं, जिनकी सभी जीवों को अल्प मात्रा में आवश्यकता होती है। सर्वप्रथम फंक (Funk) ने विटामिन (Vitamins) शब्द का प्रयोग किया, जिसका अर्थ है "Vital amines" अर्थात् जीवित तंत्रों में मिलने वाला ऐमीन। सामान्यतः ये जीवों द्वारा नहीं बनाए जा सकते हैं। सभी

विटामिन पेड़—पौधों तथा वनस्पतियों में संश्लेषित किये जाते हैं। मनुष्यों में भोजन के रूप में इनकी पूर्ति की जाती है। रासायनिक रूप से ये मुख्य पोषकों अर्थात् काबोहाइड्रेट्स प्रोटीन तथा वसा से भिन्न होते हैं। हालांकि ये कोशिका निर्माण तथा ऊर्जा के स्त्रोत नहीं होते हैं, लेकिन ये जैविक क्रियाओं में सहायक होते हैं। विटामिन की कमी या अभाव से विशेष रोग

हो जाते हैं। विटामिन को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है—

“विटामिन कार्बोहाइड्रेट्स, प्रोटीन तथा वसा की अपेक्षा जैव-अणुओं का एक समूह है, जिसकी थोड़ी सी मात्रा सामान्य उपापचय क्रियाओं के लिए तथा मनुष्य व जीवों की वृद्धि, जीवन तथा स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है।

14.4.9.1 विटामिन का वर्गीकरण (Classification of vitamins)—

विटामिन जटिल कार्बनिक अणु है। इन्हें पहले विटामिन (Vitamin) नाम दिया क्योंकि यौगिक ऐमीनों समूह वाले होते हैं परन्तु बाद में अध्ययन द्वारा बताया गया कि अधिकांश ‘विटामिन’ में कोई ऐमीनो समूह नहीं होता है। लगभग 25 विटामिन ज्ञात हैं, तथा इन्हें प्रायः अक्षर जैसे A, B, C, D, E, तथा K द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

विलेयता के आधार पर विटामिन को दो भागों में विभक्त किया गया है—

- (i) जल में अविलेय विटामिन अथवा वसा विलेय विटामिन : (Water insoluble vitamin or Fat soluble vitamin)-** ये विटामिन जल में अविलेय तथा वसा में विलेय होते हैं। ये तेलीय पदार्थ होते हैं तथा

लीवर कोशिकाओं में इस प्रकार के विटामिन जैसे A व D अधिकता में पाये जाते हैं। विटामिन A, D, E व K वसा विलेय विटामिन हैं।

- (ii) जल में विलेय विटामिन (Water soluble vitamin)-** ये जल में विलेय होते हैं। कोशिकाओं में ये अम्ल कम मात्रा में संग्रहित होते हैं। विटामिन B कॉम्प्लेक्स (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₂) तथा विटामिन C जल में विलेय विटामिन हैं।

अपवाद— विटामिन H न तो जल में, ना ही वसा में विलेय होते हैं।

14.4.9.2 विटामिन का कार्य (Function of Vitamin)—

विटामिन की आवश्यकता अल्पमात्रा में ही होती है परन्तु ये आवश्यक है क्योंकि प्रत्येक विटामिन एक निश्चित जैविक कार्य करता है, इनकी कमी से मनुष्य में विशेष रोग के लक्षण प्रकट होने लगते हैं। विटामिन की मात्रा वैसे तो किसी मनुष्य के लिए निश्चित नहीं होती परन्तु युवाओं में इनकी अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है।

निम्न सारणी में विभिन्न विटामिन, उनके लक्षण, स्त्रोत, कार्य तथा कमी के कारण रोग दिये गये हैं।

क्र.सं.	विटामीन	लक्षण	स्त्रोत	कार्य	अभाव रोग
1.	विटामीन-A या रेटिनल	तेल व वसा में विलेय, ऊष्मा में स्थायी	दूध, मक्खन, अण्डे मछली तथा मछली का तेल। कैरोटिनाइड विटामीन A के अग्रदूत होते हैं। पीले साग—सब्जी	वृद्धि तथा दृष्टि को बढ़ाता है। रोग की रोग की प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है।	रत्ताँधी (Night blindneg) वृद्धि मंद होना, जीरोसिस (त्वचा का सूखा होना), जीरो—थैलेमिया (कार्निया अपारदर्शक हो जाती है) बेरी—बेरी (पेरो का लकवा, सामान्य कमजोरी) तथा भूख कम लकवा
(i)	विटामीन-B ₁ , या थाइमिन	जल में विलेय, 310K से ऊपर ताप पर नष्ट हो जाता है।	आखरोट, दाले, सभी अनाज (गेहूँ चावल आदि) अण्डे की जर्दि, यीस्ट दूध, हरे साग—सब्जी तथा फल	तंत्रिका तंत्र का संचालन	
(ii)	विटामीन-B ₂ , या राइबोफ्लेविन	जल में विलेय प्रकाश में सक्रिय किन्तु ऊष्मा में स्थायी	दूध, पनीर, हरी सब्जी, खमीर मांस, यकृत, वृक्क	शरीर की वृद्धि तथा सामान्य स्वास्थ्य के लिए आवश्यक	वृद्धि कम होना, मुहँ में छाले, होठों व मुहँ के कोनों का फटना त्वचा शोध
(iii)	विटामीन-B ₆ (यह तीन पदार्थों पाइरोडोक्सिन पाइरिडाक्सल तथा पाइरेडोक्सिमिन से बना है)	जल में विलेय	चावल की हलीन, अनाज, दाले यीस्ट, मांस, मछली, अण्डे	रक्त संचार	रक्त की कमी (एनीमिया), केन्द्रीय तंत्रिका तन्तु पर प्रभाव सामान्य कमजोरी मिलेगी। रोग उत्तेजनशीलता

(iv)	विटामीन- B_{12} या साइनोकोब्लिमिन	जल में विलेय उष्णा पर स्थायी	दूध, अण्डा, यकृत, मछली तथा सभी जन्तु उतक	उपापचय की क्रिया	प्रकाशी रक्ताल्पता (Pernicious anaemia), चेतना शून्यता जीभ व मूँह पर सूजन होना, झनझानाहट घबराहट
3.	विटामीन-C या एस्कार्बिक अम्ल	जल में विलेय, पकाने पर या लम्बे समय तक वायु में रखने पर नष्ट हो जाते हैं।	खट्टेफल (संतरा, नींबू अंगूर) आँवला, अमरुद, गोभी, टमाटर	शरीर की रोग प्रति- प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है। धाव व कठे घावों को भरना तथा स्वस्थ त्वचा को कायम रखता है।	स्कर्वी रोग (Scurvy), पायरिया
4.	विटामीन-D या आर्गोकैल्सिफिरोल (स्टेराल्स यौगिकों का समूह)	तेल तथा वसा में विलेय। गर्म करने पर स्थायी तथा आक्सीकरण से प्रतिरोधी	यकृत तेल, अण्डा, मांस, मछली मक्खन, यह प्रकाश पड़ने पर पौधों द्वारा एर्गोस्ट्रोल से उत्पन्न होता है।	यह आंत से कैल्शियम तथा फास्फोरस का अवशोषण करता है। अन्धता को रोकना तथा वृद्धि करना। प्रतिऑक्सीकारक	बच्चों में रिकेट्स (हड्डियों का मुडना) तथा हड्डियों व दाँत की विकृति तथा बड़ों में ओस्टियो मलेसिया
5.	विटामीन-E (यह चार विटामीनों α, β , γ तथा δ -टोकोफिरोल के मिश्रण से बनता है।	तेल तथा वसा में विलेय। ऊष्मा, प्रकाश तथा आक्सीकरण में स्थायी	पादप, तेल (विनौला, सोयाबीन) अखरोट का तेल बादाम का तेल, गेहूँ के अंकूर	प्रतिओक्सीकारक	जन्तुओं में इसकी कमी से जनन क्षमता में कमी, तथा कुपोषण, मांस पेशियों का पतन
6.	विटामीन-K या फाइलोक्वीनोन (यह दो विटामीन K ₁ तथा K ₂ का मिश्रण होता है।)	तेल व वसा में विलेय। प्रकाश तथा क्षार से संवेदनशील	विटामीन K ₁ हरी पत्तेदार सब्जियों, गाजर के शीर्ष में पाया जाता है। विटामीन K ₂ मुख्य रूप से क्षुद्रान्त्र जीवाणु में पाया जाता है खमीर, अंडा, वृक्क तथा दूध	रक्त का थकका बनने में सहायक (प्रोथोम्बिन का संश्लेषण)	इसकी कमी से रक्त का थकका बनने में कमी आती है तथा रक्त स्त्राव होता है।
7.	विटामीन-H या बायोटिन	वसा तथा जल दोनों में अविलेय		उपापचय की क्रिया	बालों का गिरना, लक्वा त्वचा शोध

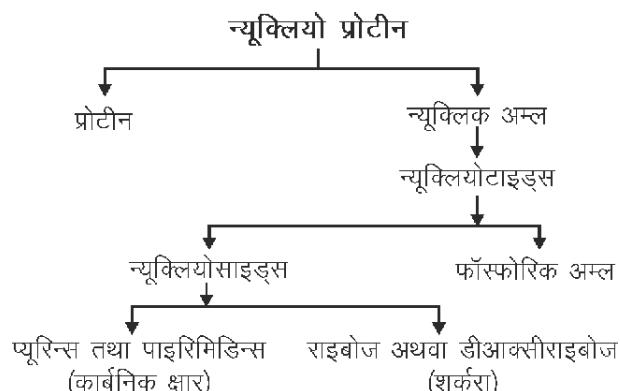
14.4.9 न्यूकिलिक अम्ल (Nucleic Acids)–

कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन एवं फॉस्फोरस युक्त ऐखिक (Lines) बहलक (Polymeric) अणु हैं जो जीवधारियों के आनुवांशिक गुणों के निर्धारक होते हैं। प्रत्येक प्रजाति की एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में कुछ विशिष्ट गुणों का संचरण, आनुवांशिकता कहलाता है तथा कोशिका के नाभिक में उपस्थित कण जिन्हें "क्रोमोसोम अथवा गुणसूत्र" कहते हैं इसके लिए उत्तरदायी हैं। गुणसूत्र या "क्रोमोसोम" प्रोटीन तथा न्यूकिलक अम्ल से मिलकर बने होते हैं। प्राकृतिक अवस्था में प्रोटीन तथा न्यूकिलक अम्ल के संयुग्मन को न्यूकिलयोप्रोटीन (Nucleoprotein) कहते हैं।

न्यूकिलक अम्ल जीवन के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण है क्योंकि गुणसूत्र अथवा क्रोमोसोम में आनुवंशिक कूट (Genetic code) धारण करने वाले जीन (genes) इनसे ही बने होते हैं। न्यूकिलक अम्ल विभिन्न कोशिकाओं में प्रोटीन के संश्लेषण को भी नियंत्रित करते हैं।

14.4.9.1 न्यूक्लिक अम्लों का आणविक संगठन (Molecular organization of Nucleic acid)-

सर्वप्रथम सन् 1869 में स्विस भौतिज्ञ फ्रेडरिच मिश्चेर (Friedrich Miescher) ने मवाद कोशिकाओं (Pus cells) के केन्द्रक से न्यूक्लिक अम्ल को पृथक किया तथा इसको न्यूक्लिन (Nuclein) नाम दिया था। बाद में सन् 1889 में रिचार्ड अल्टमान (Richard Altman) ने इनको न्यूक्लिक अम्ल नाम दिया।

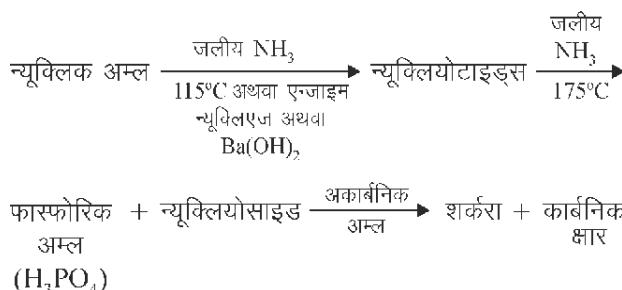


न्यूकिलिक अम्ल रंगहीन, जटिल तथा आकारहीन यौगिक होते हैं। तथा ये दो प्रकार के होते हैं—

- (i) डी-ऑक्सीराइबोज न्यूकिलिक अम्ल (डी.एन.ए.) (DNA)
- (ii) राइबोन्यूकिलिक अम्ल (आर.एन.ए.) (RNA)

डी.एन.ए. मुख्यतः नाभिक में पाया जाता है तथा कुछ मात्रा में कोशिकाद्रव्य, माइटोकाण्ड्रिया एवं क्लोरोप्लास्ट में पाया जाता है। आर.एन.ए. मुख्यतः कोशिका द्रव्य तथा कुछ मात्रा में नाभिक में पाया जाता है। न्यूकिलिक अम्ल का मन्द जल अपघटन करने पर ये न्यूकिलियोटाइड देते हैं, जो फिर जलअपघटित होकर न्यूकिलियोसाइड तथा फॉस्फोरिक अम्ल देते हैं।

न्यूकिलियोसाइड पुनः जल अपघटि होकर शर्करा (राइबोस अथवा डी-ऑक्सीराइबोस) तथा कार्बनिक क्षार (प्यूरिन्स तथा पिरिमिडिन्स) देते हैं। न्यूकिलिक अम्ल के जल अपघटन को निम्न प्रकार व्यक्त करते हैं—



अतः न्यूकिलिक अम्ल के जल अपघटन से तीन प्रकार के यौगिक प्राप्त होते हैं अर्थात् न्यूकिलिक अम्ल तीन ईकाईयों से मिलकर बना है—

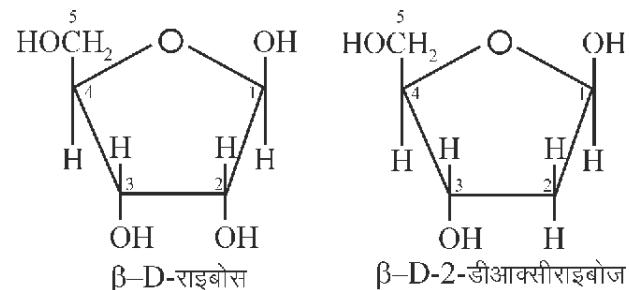
- (i) फॉस्फोरिक अम्ल (H_3PO_4)
- (ii) शर्करा
- (iii) कार्बनिक क्षार



(ii) **शर्करा (Sugar)-** न्यूकिलिक अम्लों में पेन्टोज शर्करा दो प्रकार हो सकती है—(1) राइबोज / D-राइबोज (D-Ribose) अथवा (2) डी-ऑक्सीराइबोज / D-2-डी ऑक्सीराइबोज (D-2-Deoxyribose)।

डी-ऑक्सीराइबोज में कार्बन संख्या 2 पर, राइबोज में सामान्यतः पाये जाने वाले $\text{H}-\overset{\text{C}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{OH}$ समूह के स्थान पर $\text{H}-\overset{\text{C}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{H}$ समूह होता है।

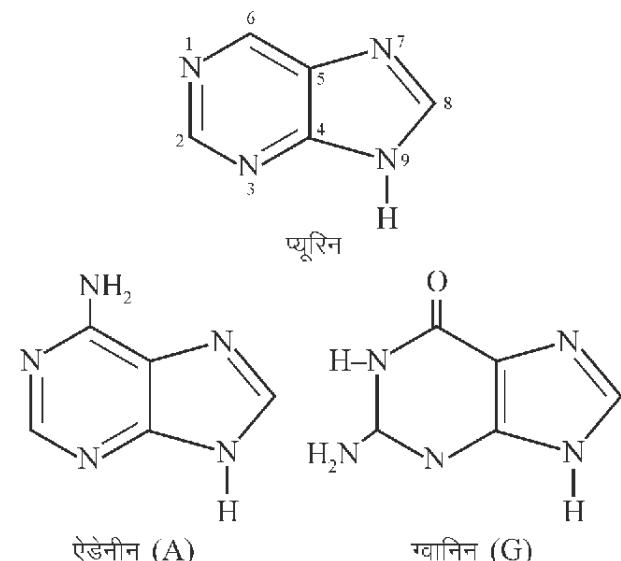
DNA में डी-ऑक्सीराइबोज शर्करा तथा RNA में ऑक्सी राइबोज शर्करा होती है। दोनों शर्करा अणु फ्यूरोनोस (Furonose) रूप में तथा β -समावयवी होते हैं।

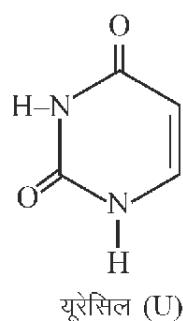
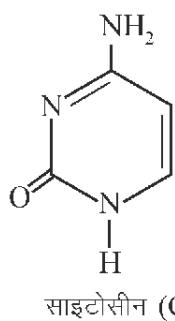
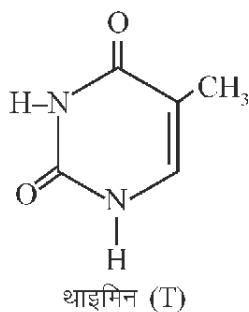
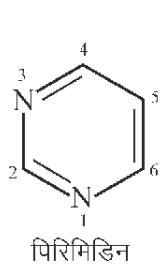


- (iii) **कार्बनिक क्षार (Organic Base)-** ये नाइट्रोजनी क्षार हैं। न्यूकिलिक अम्ल में दो प्रकार के कार्बनिक अथवा नाइट्रोजनी क्षार होते हैं—

(1) **प्यूरिन्स (Purines)-** एक प्यूरिन छः सदस्य वाली वलय बनाती है, जो पांच सदस्य वाली वलय के साथ संघनित होती है। एडिनिन (Adenine, A) और गुआनिन/ग्वानिन (Guanine, G) न्यूकिलिक अम्लों के प्रमुख प्यूरिन क्षार हैं। ये DNA तथा RNA दोनों में पाये जाते हैं।

(2) **पिरिमिडीन (Pyrimidines)-** ये विषमचक्रीय, एकल ईकाईयाँ होती हैं। यूरेसिल (Uracil, U), थाइमिन (Thymine, T) तथा साइटोसिन (Cytosine, C) न्यूकिलिक अम्लों में पाये जाने वाले मुख्य पाइरिमिडिन क्षार हैं। DNA में थाइमिन (T) तथा साइटोसिन (C) पाये जाते हैं तथा RNA में पिरिमिडिन क्षार यूरेसिल (U) तथा साइटोसिन (C) पाये जाते हैं। RNA में ऐडेनीन हमेशा यूरेसिल तथा साइसोटिन ग्वानिन के साथ जुड़ा रहता है (AU तथा CG)



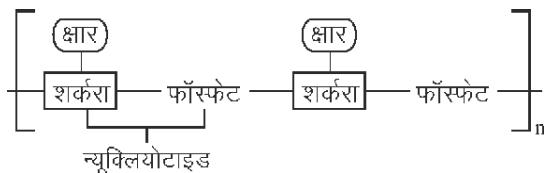


वित्र 14.14 प्यूरिन्स तथा पिरिमिडिन्स की संरचनाएँ

14.4.9.2 न्यूकिलिक अम्लों में घटकों की व्यवस्था (Arrangement of Constituents in Nucleic acids)-

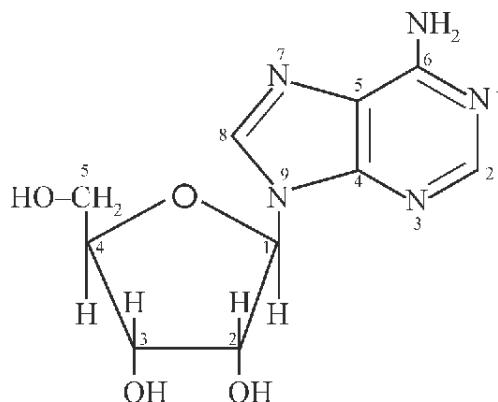
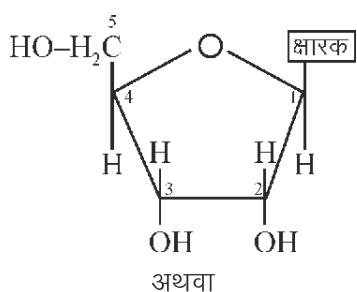
न्यूकिलिक अम्ल में तीन निर्माणकारी खण्ड होते हैं—

- न्यूकिलियोसाइड (Nucleoside)
- न्यूकिलियोटाइड (Nucleotide)
- पॉलीन्यूकिलियोटाइड (Poly nucleotide)



(i) न्यूकिलियोसाइड (Nucleoside)- एक शर्करा अणु तथा एक क्षार के संयोजित रूप को न्यूकिलियोसाइड कहते हैं। एक न्यूकिलियोसाइड में शर्करा का (C-1), प्यूरिन के (N-9) तथा पिरिमिडिन के (N-1) के साथ जुड़ा रहता है।

उदाहरणार्थ—



उदाहरणार्थ— ऐडेनीन + राइबोस → ऐडेनोसीन (Adenosine)

न्यूकिलियोसाइड्स का नाम उपस्थित घटकों की गणना में लिया जाता है। RNA तथा DNA प्रत्येक में चार-चार विभिन्न प्रकार के न्यूकिलियोसाइड होते हैं। उदाहरणार्थ—

ऐडेनीन + राइबोस → ऐडेनोसीन

ग्वानीन + राइबोस → ग्वानोसीन

साइटोसीन + राइबोस → साइटिडिन

यूरेसिल + राइबोस → यूरिडिन

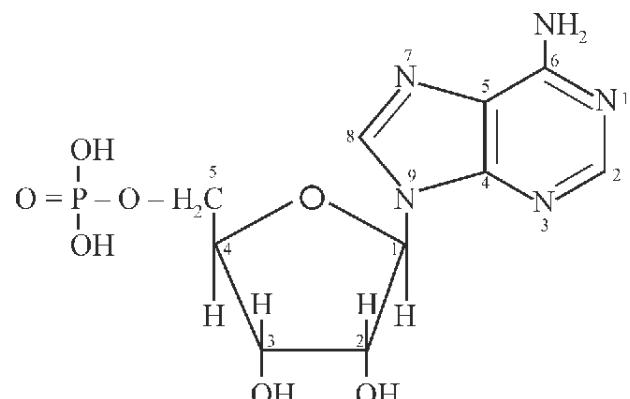
इसी तरह—

थाइमिन + डीऑक्सीराइबोस → डीऑक्सीथाइमिडिन

(ii) न्यूकिलियोटाइड (Nucleotide)- एक न्यूकिलियोटाइड, एक न्यूकिलियोसाइड के साथ फॉस्फोरिक अम्ल के एक अणु के संयोजन से बनता है।

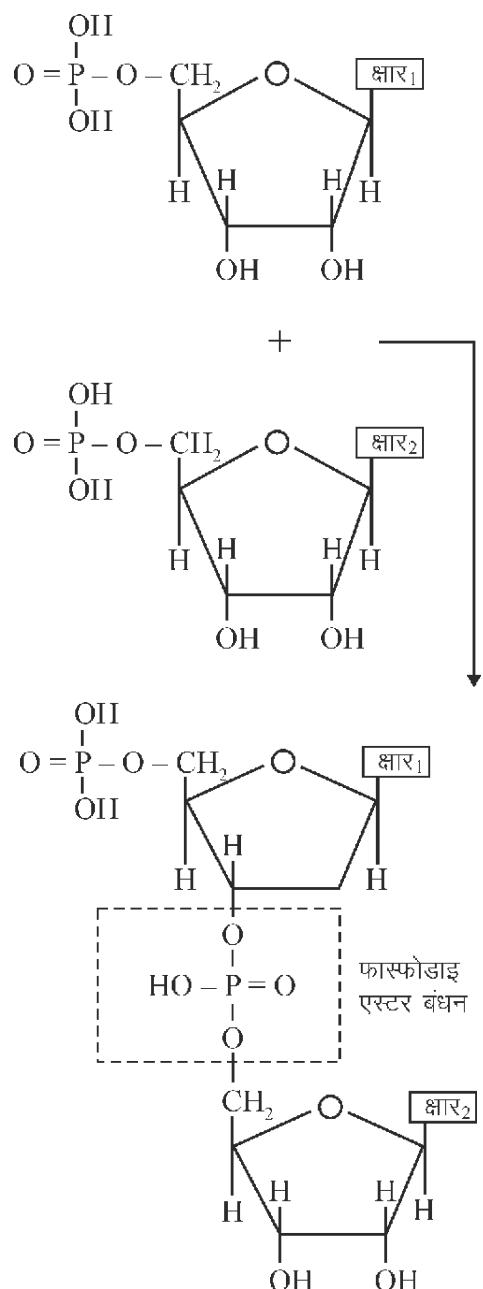
फॉस्फोरिक अम्ल C-5 अथवा C-3 से संलग्न हो सकता है। राइबोस शर्करा में यह C-2 से भी संलग्न हो सकता है। न्यूकिलियोटाइड को तीन बड़े अक्षरों द्वारा व्यक्त करते हैं।

उदाहरणार्थ— ऐडेनोसीन + एक फॉस्फोरिक अम्ल → ऐडिनोसीन मोनोफॉस्फेट (AMP)

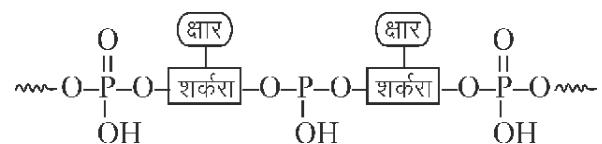


(iii) पॉलीन्यूक्लियोटाइड (Poly nucleotide)–

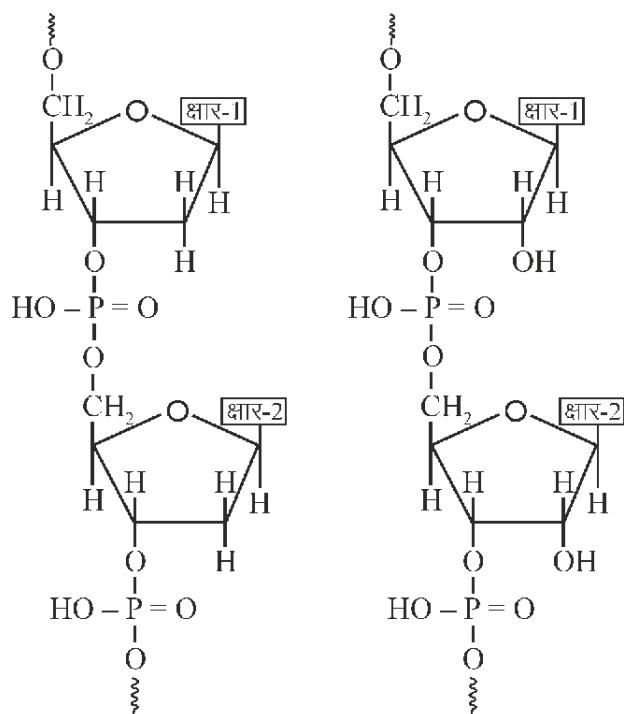
न्यूक्लियोटाइड्स परस्पर, शर्करा के C-5 तथा C-3 के द्वारा फॉस्फोडाइएस्टर बंध द्वारा जुड़कर पॉलीन्यूक्लियोटाइड बहुलक शृंखला बनाते हैं। ये पॉलीन्यूक्लियोटाइड ही न्यूक्लिक अम्ल हैं। इन्हें निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं—



न्यूक्लिक अम्लों में शर्करा, फॉर्स्फेट तथा कार्बनिक क्षार जिस क्रम में जुड़े रहते हैं उसे न्यूक्लिक अम्ल की प्राथमिक संरचना कहते हैं जिसे संक्षिप्त में निम्न प्रकार व्यक्त करते हैं—



चित्र 14.15 : न्यूक्लिक अम्ल की प्राथमिक संरचना



DNA की प्राथमिक संरचना

चित्र 14.16 : DNA तथा RNA की प्राथमिक संरचना

RNA की प्राथमिक संरचना

14.4.9.3 डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. में अंतर (Difference between DNA and RNA)

क्र.सं.	डी.एन.ए.	आर.एन.ए.
1.	यह केन्द्रक में पाए जाने वाले गुणसूत्र (क्रोमोसोम) में पाया जाता है।	1. यह कोशिका द्रव्य में पाया जाता है।
2.	डी.एन.ए. में डीऑक्सीराइबोज शर्करा होती है।	2. आर.एन.ए. में राइबोस शर्करा होती है।
3.	डी.एन.ए. में कार्बनिक क्षार— ऐडेनीन (A), ग्वानिन (G), थायमीन (T), तथा साइटोसीन (C) होते हैं।	3. आर.एन.ए. में कार्बनिक क्षार— ऐडेनीन (A), ग्वानिन (G), यूरेसिल (U) तथा साइटोसीन (C) होते हैं।
4.	यह आनुवांशिक गुणों के स्थानान्तरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।	4. यह प्रोटीन संश्लेषण में मदद करता है।
5.	इनकी संरचना द्विकुण्डलित हेलिक्स (Double helical) होती है।	5. इनकी एक सूत्री कुण्डली (Single strand) संरचना होती है।
6.	इसके अणु अपेक्षाकृत बड़े होते हैं, जिनका अणुभार अधिक होता है।	6. इसके अणु अपेक्षाकृत छोटे होते हैं, जिनका अणुभार कम होता है।
7.	डी.एन.ए. स्वयं द्विगुणन (Replication) कर सकता है।	7. यह स्वयं द्विगुणन नहीं कर सकता।

14.4.9.4 डी.एन.ए. की आणविक संरचना (Molecular Structure of DNA)—

डी.एन.ए. (DNA) अणु दो स्ट्रेण्ड अथवा लड़ वाली रचना होती है। DNA की प्राथमिक संरचना (चित्र 14.16) में दी गई है। DNA एक वृहद अणु है जिनका आणविक भार कई लाख तक होता है। चारगाफ (Chargaff) ने सन् 1950 में DNA का रासायनिक विश्लेषण किया तथा यह निष्कर्ष निकाला कि (1) ऐडेनीन (A) अणुओं की संख्या सदा थाइमीन (T) अणुओं तथा साइटोसीन (C) अणुओं की संख्या सदा ग्वानीन (G) अणुओं के समान होती है। (2) विभिन्न वर्गों के DNA में क्षार अनुपात अलग—अलग होता है परन्तु (A) हमेशा (T) तथा (C) हमेशा (G) के साथ जुड़ा होता है।

सन् 1953 में विल्किन्स (Wilkins) तथा उनके साथियों ने एक्स-रे क्रिस्टलोग्राफी द्वारा DNA का अध्ययन किया। विल्किन्स के अध्ययन के पश्चात जे.डी. वाटसन (J.D. Watson) तथा एफ.एच.सी. क्रिक (F.H.C. Crick) ने सन् 1953 में डी.एन.ए. (DNA) के X-किरण विवर्तन अध्ययन (X-ray diffraction Studies) के आधार पर डी.एन.ए. की द्विकुण्डलित संरचना दी। (चित्र 14.17) इसके लिए 1962 में उन्हें नोबेल पुरस्कार मिला।

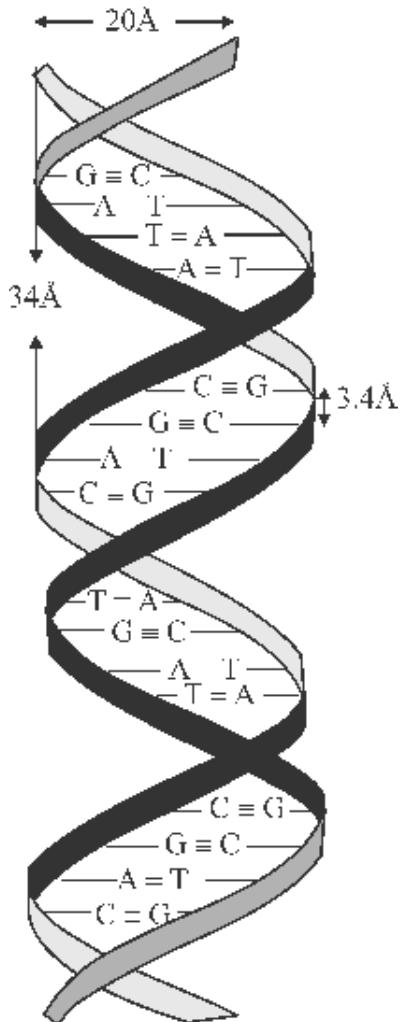
14.4.9.4.1 डी.एन.ए. की द्विकुण्डलित संरचना (Double Helical structure of DNA)—

डी.एन.ए. की द्विकुण्डलित संरचना वाटसन तथा क्रिक

द्वारा दी गई, उनके अनुसार—

- (1) डी.एन.ए. अणु दो स्ट्रेण्ड या लड़ों का बना होता है जो कि एक अक्ष के चारों ओर सर्पिलाकार क्रम में कुण्डलित होती है तथा प्रत्येक स्ट्रेण्ड, एक पॉलीन्यूकिलियोटाइड शृंखला होती है।
- (2) दोनों पॉलीन्यूकिलियोटाइड शृंखलाएँ विपरित दिशा में कुण्डलित होती हैं तथा द्विकुण्डली के भीतर इन दोनों शृंखलाओं के क्षार समूह परस्पर हाइड्रोजेन बंध द्वारा जुड़े रहते हैं।
- (3) शर्करा अणु, फास्फोडाइएस्टर बंध द्वारा जुड़े रहते हैं तथा शृंखला का मेरुदण्ड (backbone) बनाते हैं तथा क्षार अणु शाखाओं के रूप में जुड़े रहते हैं।
- (4) DNA में एडिमिन हमेशा थाइमिन तथा साइटोसीन हमेशा ग्वानिन से जुड़ा रहता है। (AT तथा CG)
- (5) एडिमिन तथा थाइमिन के मध्य दो हाइड्रोजेन बंध तथा ग्वानिन तथा साइटोसीन के मध्य तीन हाइड्रोजेन बंध होते हैं। यह सबसे अधिक स्थायी व्यवस्था है।
- (6) दोनों शृंखलाओं के शर्करा अणुओं की दूरी 11 \AA होती है। कुण्डली के प्रत्येक फेरे (Turn) में 34 \AA (3.4 nm) की दूरी होती है तथा एक फेरे में दस न्यूकिलियोटाइड युग्म पाये जाते हैं। डी.एन.ए. की दोनों शृंखलाओं के बीच 20 \AA (2.0 nm) दूरी होती है अर्थात् कुण्डली का व्यास

(diameter) 20\AA होता है। संलग्न क्षार युग्म के बीच की दुरी 3.4\AA (0.34nm) होती है। (चित्र 14.17)



चित्र 14.17 : वाटसन क्रिक की DNA द्विकुण्डलिनी संरचना

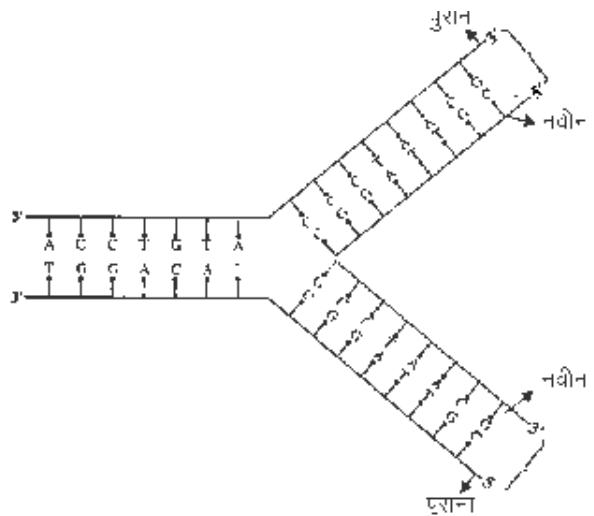
(7) मनुष्यों में $\frac{A+C}{C+G}$ अनुपात 1.52 होता है।

RNA की संरचना भी DNA के समान होती है लेकिन RNA मुख्य रूप से एक सूत्री अणुओं के रूप में ही पाये जाते हैं। RNA भी सैकड़ों-हजारों न्यूकिलियोटाइड का बना होता है। RNA अणु तीन प्रकार के होते हैं। संदेशवाहक RNA (m-RNA), राइबोसोमल RNA (r-RNA) तथा अंतरण RNA (t-RNA)

14.4.9.5 न्यूकिलिक अम्ल के जैविक कार्य (Biological Functions of Nucleic acid)

न्यूकिलिक अम्ल के दो मुख्य जैविक कार्य हैं—

- (1) डी.एन.ए. की प्रतिकृतित्व या पुनरावृत्ति या द्विगुणन (Replication of DNA)
 - (2) प्रोटीन का संश्लेषण (Synthesis of Protein)
- (1) डी.एन.ए. की प्रतिकृतित्व या पुनरावृत्ति या द्विगुणन— पुनरावृत्ति अथवा द्विगुणन को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है— “पुनरावृत्ति वह गुण है जिसमें कोई जैवअणु (Biomolecule) अपने समान दूसरे अणु का संश्लेषण करता है।” या “वह विधि जिसके द्वारा एक DNA अणु स्वयं के समकक्ष DNA उत्पन्न करता है।”



चित्र 14.18 DNA का द्विगुणन

- (i) डी.एन.ए. के इसी गुण के कारण पैतृक गुण उसकी संतति में आते हैं।
- (ii) द्विगुणन अथवा प्रतिकृतित्व (Replication) एन्जाइम उत्प्रेरित विधि है।
- (iii) डी.एन.ए. के द्विगुणन में उसकी दोहरी कुण्डली धीरे-धीरे खुलती है तथा क्षार युग्मों के बीच हाइड्रोजन बंध टूटने से ये अलग होते हैं तथा पृथक हुए दोनों स्ट्रॉम (Strand) या शृंखला दो नये स्ट्रॉम के संश्लेषण के लिए साचे (template) की तरह कार्य करती हैं। (चित्र 14.17)
- (iv) क्षार युग्म की विशेषता यह है कि प्रत्येक नया स्ट्रॉम या शृंखला पुराने स्ट्रॉम या शृंखला का परिपूरक है। क्षार युग्म की इसी विशिष्टता के कारण एक स्ट्रॉम के प्रत्येक क्षार के सामने उसके पूरक क्षार के निर्माण के साथ

- न्यूकिलयोटाइडो का निर्माण होता जाता है और इस प्रकार एक डी.एन.ए. अणु के उसके दो प्रतिरूप तैयार हो जाते हैं।
- (v) इन दो प्रतिरूपों में से प्रत्येक कोशिका विभाजन के समय नयी कोशिका में चले जाते हैं। इस तरह आनुवांशिक लक्षण एक कोशिका से दूसरी कोशिका में स्थानान्तरित हो जाते हैं।
- (vi) डी.एन.ए. का द्विगुणन केवल $5^{\circ} \rightarrow 3$ दिशा में होता है, अतः एक स्तम्भ में ऊपर से, तो दूसरे स्तम्भ में नीचे से नये स्तम्भ का संश्लेषण होता है।
- (vii) इस प्रकार डी.एन.ए. का द्विगुणन अथवा प्रतिकृतित्व, अर्द्धसंरक्षित (semi conserved) होता है क्योंकि इसमें मूल डी.एन.ए. का एक स्तम्भ संरक्षित रहता है तथा केवल एक स्तम्भ का संश्लेषण होता है। (चित्र 14.18)

- (2) **प्रोटीन का संश्लेषण (Synthesis of Protein)-** प्रोटीन का संश्लेषण करना न्यूकिलक अम्लों का दूसरा महत्वपूर्ण कार्य है। सभी जैव संश्लेषणी क्रियाविधियों में प्रोटीन का संश्लेषण सबसे जटिल होता है। जैसा कि पहले बताया गया है कि 20 ऐमीनो अम्ल भिन्न-भिन्न प्रकार से क्रमों में मिलकर प्रोटीन का संश्लेषण करते हैं। सजीवों की कोशिकाओं में 200 से अधिक एंजाइम तथा 70 से अधिक आर.एन.ए. (RNA), प्रोटीन संश्लेषण में भाग लेते हैं। कोशिका में प्रोटीन संश्लेषण विभिन्न RNA अणुओं द्वारा होता है लेकिन किसी विशेष प्रोटीन के संश्लेषण का संदेश DNA में उपस्थित होता है। कोशिका नाभिक में DNA अणु कोशिका में उपस्थित सभी प्रकार की प्रोटीनों के संश्लेषण के लिए कोड प्रदान करता है।

डी.एन.ए. (DNA) से प्रोटीन संश्लेषण को निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं—

- प्रोटीन के संश्लेषण में मुख्य रूप से दो पद सम्मिलित होते हैं—
- (1) **अनुलेखन (Transcription)-** DNA में आनुवांशिक सुचनाओं का RNA में स्थानान्तरण।
 - (2) **अनुवादन (Translation)-** RNA में निहित आनुवांशिक सुचनाओं का प्रोटीन में स्थानान्तरण। डी.एन.ए. (DNA) से प्रोटीन संश्लेषण को निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं—

DNA $\xrightarrow{\text{पुनरावृत्ति}}$ DNA $\xrightarrow{\text{अनुलेखन}}$ RNA $\xrightarrow{\text{अनुवादन}}$ प्रोटीन

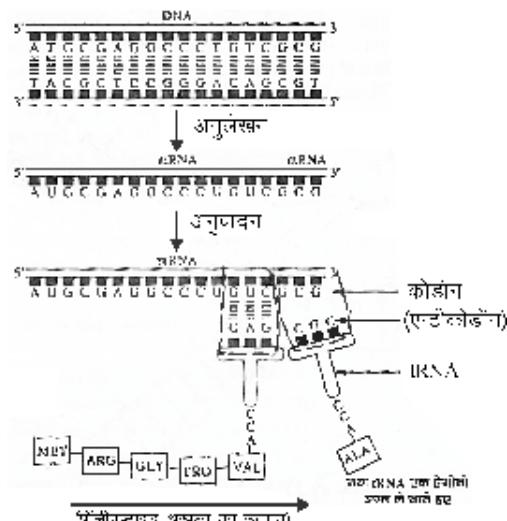
(1) अनुलेखन (Transcription)-

अनुलेखन वह विधि है जिसमें RNA के संश्लेषण का मार्गदर्शन होता है। प्रोटीन संश्लेषण हेतु आवश्यक तीनों प्रकार के RNA (m-RNA, r-RNA तथा t-RNA) का संश्लेषण DNA अणु द्वारा होता है।

यह विधि DNA अणु की द्विकुण्डलित संरचना में दोनों क्षारों के बीच हाइड्रोजन आबंध टूटने तथा दोनों श्रृंखलाओं के आंशिक रूप से अलग होने के साथ आरम्भ होती है।

DNA टेम्पलेट पर RNA संश्लेषण प्रक्रिया को ही अनुलेखन कहते हैं तथा यह प्रक्रिया RNA पॉलीमरेज एंजाइम की उपस्थिति में सम्पन्न होती है।

संश्लेषित RNA के सूत्र में क्षारों का क्रम DNA के सूत्र के उस खण्ड के क्षारों के क्रम का पूरक होता है जिस पर यह अनुलेखित होता है। अंतर केवल इतना होता है कि संश्लेषित RNA में थायमिन (T) के स्थान पर यूरेसिल (U) होता है तथा शर्करा डी ऑक्सीराइबोज की बजाय राइबोस शर्करा होती है। अनुलेखन के पश्चात m-RNA नाभिक से निकल कर कोशिकाद्रव्य के राइबोसोम में चला जाता है। जहाँ यह प्रोटीन संश्लेषण के लिए सांचे (Template) का कार्य करता है।



चित्र 14.19 : प्रोटीन का संश्लेषण

2. अनुवादन-

यह प्रक्रिया अत्यन्त जटिल होती है। "न्यूकिलक अम्लों की सूचना अनुसार m RNA द्वारा प्रोटीन का निर्माण अनुवादन कहलाता है।" इस अनुवादन प्रक्रिया में 100 से अधिक वृहद अणु (Macromolecules) उपयोग में लाये जाते हैं जैसे—m-RNA, t-RNA, राइबोसोम्स आदि।

प्रोटीन का संश्लेषण कोशिका के कोशिका द्रव्य (Cytoplasm) में होता है। अनुलेखन के पश्चात् m-RNA कोशिका के केन्द्रक से कोशिका द्रव्य में राइबोसोम की तरफ गति करते हैं। r-RNA राइबोसोम के घटक हैं। RNA अणुओं के स्तम्भ में क्षारों को, तीन समूहों के क्रम में पढ़ा जाता है तथा इस प्रत्येक त्रियक (तीन समूह) को कोडोन कहते हैं। यानि न्यूकिलियोटाइडके प्रत्येक ट्रिप्लेट को कोडोन कहते हैं। प्रत्येक कोडोन एक विशेष ऐमीनो अम्ल (Amino Acid) को व्यक्त करता है।

t-RNA के एक सिरे पर क्षारों का विशेष क्रम होता है जो m RNA के क्षार के क्रमों का पूरक होता है। t-RNA के दूसरे सिरे पर एक विशेष ऐमीनो अम्ल जुड़ा रहता है। राइबोसोम में ऐमीनो अम्ल t RNA द्वारा m RNA पर लाये जाते हैं। जिस t RNA के क्षार क्रम m RNA के क्षार क्रम के पूरक होते हैं, वे ऐमीनों अम्ल r RNA द्वारा परस्पर पेटाइड बंध द्वारा जुड़ते जाते हैं और इस प्रकार पॉलीपेटाइड श्रृंखला बढ़ती जाती है तथा प्रोटीन संश्लेषण होता है। (चित्र 14.18)

"प्रोटीन में ऐमीनो अम्ल के क्रम का निर्धारण m RNA द्वारा होता है तथा m RNA में क्षारों के क्रम अर्थात् न्यूकिलियोटाइडों का निर्धारण DNA द्वारा होता है अर्थात् कुल मिलाकर न्यूकिलिक अम्लों की भाषा का आनुवाद DNA कणों द्वारा राइबोसोम्स कणों पर सम्पन्न होता है।"

14.4.9.5.1 आनुवांशिक कूट (Genetic Code)-

"न्यूकिलियोटाइड ट्रिप्लेट तथा ऐमीनो अम्ल के बीच संबंध को आनुवांशिक कूट कहते हैं। इसे m RNA के तीन क्षारों के समूह द्वारा व्यक्त करते हैं।"

जैसा कि पहले बताया गया है कि किसी विशिष्ट प्रोटीन संश्लेषण का संकेत (Code) DNA में निहित होता है। डी.एन.ए. (DNA) में न्यूकिलियोटाइडों के क्रम को जीन (Gene) कहते हैं। जीव कोशिकाओं में प्रत्येक प्रोटीन का अपना एक विशिष्ट जीन होता है।

कुल 20 ऐमीनों अम्लों के विशिष्ट क्रम में जुड़ने से सभी प्रकार के प्रोटीनों का संश्लेषण होता है।

अतः न्यूकिलियोटाइडों के क्रम की पर्याप्त ईकाई होनी चाहिए जो इन 20 ऐमीनो अम्लों का संकेतन कर सके। 20 ऐमीनों अम्ल को व्यक्त करने के लिए तीन अक्षरों का समूह (ट्रिप्लेट) इसलिए लिया जाता है क्योंकि एक अक्षर लेने पर चार (4) तथा दो अक्षर लेने पर कुल सोलह (16) मिश्रण बनते हैं जो सभी ऐमीनो अम्ल (यानि 20) को व्यक्त करने के लिए पर्याप्त नहीं है इसलिए तीन अक्षर लिये जाते हैं। तीन अक्षर लेने पर

कुल चौसठ ($3^3 = 64$) मिश्रण बनते हैं जो 20 ऐमीनो अम्लों को व्यक्त करने के लिए बहुत अधिक है। जैसा कि विदित है क्षारों के तीन समूह को "कोडोन" कहते हैं। चूंकि सभी प्रोटीन में केवल 20 ऐमीनो अम्ल हैं अतः एक ही ऐमीनो अम्ल के लिए एक से अधिक कोडोन कोड होते हैं।

उदाहरणार्थ : दो ट्रिप्लेट UUU तथा UUC कोड समान ऐमीनो अम्ल फेनिलऐलेनिन के लिए हैं। इसी तरह CCU, CCC, CCA तथा CCG प्रोलीन को व्यक्त करते हैं।

अतः कोडोन पर्यायी (Synonyms) हो सकते हैं तथा आनुवांशिक कूट (Genetic code) डीजेनरेट (degenerate) होता है।

इसके अतिरिक्त 20 ऐमीनो अम्ल के लिए 61 ट्रिप्लेट कोड होते हैं जबकि तीन श्रृंखला समापन के लिए कोड जाने जाते हैं, जिन्हें "विराम कोडोन" कहलाते हैं।

अतः आनुवांशिक कूट (Genetic code) के मुख्य लक्षण निम्न हैं-

- (i) यह त्रिकूट (Triplet) होता है।
- (ii) सभी कोशिकाओं के लिए समान होता है अर्थात् यूनिवर्सल (universal) होता है।
- (iii) एक ऐमीनो अम्ल को प्रदर्शित करने के लिए एक से अधिक त्रिकूट (कोडोन) होते हैं अर्थात् इसमें डीजनरेसी होती है। साथ ही यह कोमा रहित होता है तथा इसमें अतिव्याजन नहीं होता।
- (iv) AUG कोडोन "श्रृंखला प्रारम्भिक कोडोन" है। यह मेथिओनीन को प्रदर्शित करता है अर्थात् सभी प्रोटीन के संश्लेषण में सबसे पहले मेथिओनीन जुड़ता है।
- (v) UAA, UAG तथा UGA ये तीन कोडोन "समापन कोडोन" या "विराम कोडोन" हैं।

महत्वपूर्ण बिन्दु

- समस्त सजीव तन्तु जैव अणुओं द्वारा बने होते हैं।
- प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले अणु जैव अणु कहलाते हैं।
- कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, विटामीन, न्यूकिलिक अम्ल, एन्जाइम, लिपिड, हार्मोन्स, आदि जैव अणु हैं, जिनका प्रत्येक का अपना महत्व है।
- शरीर की सबसे छोटी, संरचनात्मक एवं क्रियात्मक ईकाई को कोशिका कहते हैं तथा समस्त जैविक क्रियाएं कोशिका में सम्पन्न होती हैं।

- कार्बोहाइड्रेट, पॉलीहाइड्रॉक्सी कार्बोनिल यौगिक होते हैं।
 - सामान्यतः कार्बोहाइड्रेटों को मोनोसैक्रेराइड, डाइसैक्रेराइड तथा पॉलीसैक्रेराइड में वर्गीकृत किया जाता है।
 - ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस मोनोसैक्रेराइड के उदाहरण हैं।
 - ग्लूकोस एक ऐल्डोहैक्सोज है तथा फ्रक्टोस कीटोहैक्सोज है।
 - समय के साथ किसी भी पदार्थ के विलयन के ध्रुवण के मान में परिवर्तन को परिवर्ती ध्रुवण धूर्ण (Mutarotation) कहते हैं।
 - डाइसैक्रेराइडों को अपचायक तथा अनअपचायक में वर्गीकृत किया गया है।
 - सुक्रोस एक डाइसैक्रेराइड, अनअपचायक शर्करा है इसे इक्षु शर्करा भी कहते हैं।
 - माल्टोस तथा लेक्टोस एक डाइसैक्रेराइड अपचायक शर्कराएं हैं।
 - माल्टोस को 'माल्ट शर्करा' तथा लेक्टोस को 'दुध शर्करा' भी कहते हैं।
 - स्टार्च तथा सेलुलोस पॉलीसैक्रेराइड शर्कराएं हैं।
 - प्रोटीन, ऐमीनो अम्लों के जटिल उच्च अणुभार वाले बहुलक हैं।
 - सभी प्रकार के प्रोटीन 20 ऐमीनों अम्लों के अलग-अलग प्रकार के संयोजन से बनते हैं।
 - ऐमीनों अम्ल में ऐमीनों (-NH₂) तथा कार्बोक्सिलिक (-COOH) समूह होता है।
 - α-ऐमीनों अम्लों के संघनन से पॉलीपेटाइड तथा प्रोटीन बनते हैं।
 - पॉलीपेटाइड तथा प्रोटीन में ये ऐमीनों अम्ल परस्पर (-CONH) यानि पेप्टाइड बंध द्वारा जुड़े रहते हैं।
 - भौतिक परिवर्तन से प्रोटीन की संरचना में परिवर्तन, प्रोटीन का विकृतिकरण कहलाता है।
 - वे प्रोटीन जो जैव रासायनिक क्रियाओं में उत्प्रेरक का कार्य करते हैं, एन्जाइम कहलाते हैं।
 - हार्मोन्स, जिन्हें 'ग्रंथि रस' भी कहते हैं, अंतस्त्रावी ग्रंथियों द्वारा स्त्रावित होते हैं तथा सजीवों में होने वाली विभिन्न जैव रासायनिक क्रियाओं का नियमन तथा नियंत्रण करते हैं।
 - विटामिन जटिल कार्बनिक अणु हैं जिनकी थोड़ी सी मात्रा सामान्य उपापचय क्रियाओं तथा मनुष्यों एवं जीवों की वृद्धि के लिए आवश्यक है।
 - DNA तथा RNA को सम्मिलित रूप से न्यूक्लिक अम्ल कहते हैं।
 - न्यूक्लिक अम्ल, फॉस्फोरिक अम्ल, शर्करा तथा कार्बनिक क्षार तीन ईकाइयों से मिलकर बने होते हैं।
 - विटामिन के अभाव में विशेष रोग हो जाते हैं, अतः ये आवश्यक तत्व हैं।
- अभ्यासार्थ प्रश्न :**
- बहुचयनात्मक प्रश्न :**
1. कोशिका का पावर हाऊस कहलाता है—
 (अ) गाल्जीकाय (ब) माइटोकॉन्ड्रिया
 (स) साइटोसोम (द) राइबोसोम
 2. निम्न में से कौनसा डाइसैक्रेराइड है—
 (अ) स्टार्च (ब) फ्रक्टोस
 (स) लेक्टोस (द) सैलुलोस
 3. स्टार्च का जल अपघटन करने पर अंत में प्राप्त उत्पाद है—
 (अ) फ्रक्टोस (ब) सुक्रोस
 (स) माल्टोज (द) ग्लूकोस
 4. सबसे सामान्य डाइसैक्रेराइड का अणुसूत्र है—
 (अ) $(C_6H_{12}O_6)_2$ (ब) $C_{12}H_{22}O_{11}$
 (स) $C_{10}H_{22}O_{11}$ (द) $C_{18}H_{22}O_{11}$
 5. निम्न में से कौनसी अपचायक शर्करा नहीं है—
 (अ) ग्लूकोस (ब) फ्रक्टोस
 (स) सुक्रोस (द) माल्टोस
 6. प्रोटीन का जल अपघटन एन्जाइम की उपस्थिति में करने पर प्राप्त होता है—
 (अ) ऐमीनो अम्ल
 (ब) हाइड्रॉक्सी अम्ल
 (स) ऐरोमेटिक अम्ल
 (द) डी-कार्बोक्सिलिक अम्ल
 7. दानेदार प्रोटीन का उदाहरण है—
 (अ) कोलेजन (ब) इंसुलिन
 (स) मायोसिन (द) कीरेटीन

8. ऐलेनीन उदाहरण है—
 (अ) α -ऐमीनो अम्ल
 (ब) β -फ्रक्टोस
 (स) γ -लेक्टोस
 (द) λ -सैलुलोस
9. क्षारीय ऐमीनो अम्ल है—
 (अ) ग्लाइसीन (ब) ऐस्पार्टिक अम्ल
 (स) लाइसीन (द) ग्लूटैमिक
10. एंजाइम होते है—
 (अ) कार्बोहाइड्रेट (ब) प्रोटीन
 (स) वसा (द) लवण
11. प्रोटीन का ऐमीनो अम्ल में परिवर्तन, निम्न में से किस एंजाइम द्वारा होता है—
 (अ) लाइपेज (ब) माल्टेस
 (स) ट्रिप्सिन (द) रेनिन
12. 'रासायनिक दूत' कहलाते है—
 (अ) हार्मोन्स (ब) एन्जाइम
 (स) विटामिन (द) न्यूक्लिक अम्ल
13. मनुष्य में थाइराइड ग्रंथि की संख्या है—
 (अ) एक (ब) दो
 (स) तीन (द) चार
14. वृद्धि हार्मोन्स स्त्रावित होते है—
 (अ) थाइराइड ग्रंथि द्वारा
 (ब) पीयूष ग्रंथि द्वारा
 (स) थाइमस ग्रंथि द्वारा
 (द) अग्नाशय द्वारा
15. विटामीन A की कमी से होने वाला रोग है—
 (अ) रत्तौंधी (ब) स्कर्वी रोग
 (स) बेरी-बेरी (द) एनीमिया
16. न्यूक्लिक अम्ल में, न्यूक्लियोटाइड्स एक-दूसरे से जुड़े रहते है—
 (अ) हाइड्रोजन आबंध द्वारा
 (ब) पेट्राइड आबंध द्वारा
 (स) फॉर्स्फोरस समूह द्वारा
 (द) ग्लाइकोसाइड आबंध द्वारा
17. कितने न्यूक्लिटाइड का एक क्रम ऐमीनो अम्ल के लिए संदेशवाहक RNA (mRNA) में एक कोडोन बनाता है—
 (अ) एक (ब) दो
 (स) तीन (द) चार
18. RNA व DNA कीरल असमित अणु होते है, इनकी कीरलता का कारण है—
 (अ) असमित क्षार
 (ब) D-शर्करा घटक
 (स) L-शर्करा घटक
 (द) असमित फॉर्स्फेट एस्टर ईकाइयाँ
19. RNA में कार्बनिक क्षार है—
 (अ) एडिनिन और यूरेसिल तथा साइटोसिन और ग्वानिन
 (ब) एडिनिन और ग्वानिन तथा थाइमिन और साइटोसिन
 (स) एडिनिन और थाइमिन तथा ग्वानिन और साइटोसिन
 (द) एडिनिन और ग्वानिन तथा यूरेसिल और साइटोसिन
20. न्यूक्लिक अम्ल में क्रम है—
 (अ) क्षार-शर्करा-फॉर्स्फेट
 (ब) शर्करा-क्षार-फॉर्स्फेट
 (स) फॉर्स्फेट-क्षार-शर्करा
 (द) क्षार-फॉर्स्फेट-शर्करा
- अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न :**
21. कोणिका का रासायनिक संघटन लिखिए।
 22. मोनोसैक्रेटाइड क्या होते है?
 23. अशर्करा क्या होती है?
 24. स्टार्च तथा सैलुलोस में मुख्य संरचनामक अंतर क्या है?
 25. आवश्यक तथा अनावश्यक ऐमीनो अम्ल को परिभाषित कीजिए।
 26. 'एन्जाइम' का प्रमुख कार्य क्या है?
 27. हार्मोन्स 'ग्रंथि रस' क्यों कहलाते है?
 28. जल में विलेय विटामिन कौन-कौन से है?
 29. DNA में पाए जाने वाले कार्बनिक क्षार कौनसे है?
 30. न्यूक्लिक अम्ल के महत्वपूर्ण कार्य क्या है?

लघूतरात्मक प्रश्न :

31. कार्बोहाइड्रेट के कार्य लिखिए।
32. ग्लूकोस बनाने की दो विधियाँ लिखिए।
33. 'सिकिल सेल एनीमिया' रोग क्यों होता है?
34. ग्लूकोस की 'फेंहलिंग विलयन' तथा 'टालेन अभिकर्मक' से होने वाली अभिक्रिया लिखिए।
35. हार्मोन्स को 'रासायनिक दूत' क्यों कहा जाता है?
36. ऐमीनो अम्ल का 'समविभव बिन्दु' क्या है? परिभाषित कीजिए।
37. एन्जाइम तथा हार्मोन्स में एक समानता तथा एक असमानता क्या है?
38. प्रोटीन का विकृतिकरण किसे कहते हैं? समझाइए।
39. आनुवांशिक कूट किसे कहते हैं?
40. प्रोटीन की प्राथमिक तथा द्वितीयक संरचना में विभेदीकरण कीजिए।
41. परिवर्ती ध्रुवण धूर्णन समझाइए।
42. विटामिन B_{12} तथा विटामिन A की कमी से होने वाले रोगों के नाम बताइए तथा इन विटामीन के स्त्रोत का नाम दीजिए।
43. DNA तथा RNA में चार अंतर लिखिए।
44. ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस की हावर्थ संरचनाएं लिखिए।
45. प्रोटीन को परिभाषित कीजिए व इसका वर्गीकरण लिखिए।

निबन्धात्मक प्रश्न :

46. ग्लूकोस की सामान्य रासायनिक अभिक्रिया दीजिए।
47. सेलूलोस तथा स्टार्च के मुख्य स्त्रोत क्या है, इनकी संरचनाओं की संक्षिप्त में व्याख्या कीजिए।

48. निम्न के जल अपघटन पर प्राप्त होने वाले अंतिम उत्पाद क्या है?

- | | |
|--------------|-------------|
| (1) फ्रक्टोस | (4) लेक्टोस |
| (2) सुक्रोस | (5) स्टार्च |
| (3) माल्टोस | (6) सेलूलोस |

49. प्रोटीन को परिभाषित कीजिए। इसका जल अपघटन दीजिए। प्रोटीन की प्राथमिक तथा द्वितीयक संरचना समझाइए।

50. एन्जाइम के कार्य लिखिए। इनका वर्गीकरण दीजिए।

51. पीयूष ग्रंथि तथा थाइराइड ग्रंथि द्वारा स्त्रावित होने वाले हार्मोन्स के नाम तथा जैविक कार्य लिखिए।

52. विटामिन B-कॉम्प्लेक्स क्या है? इनकी कमी से होने वाले रोगों के नाम लिखिए।

53. DNA की आणविक संरचना समझाइए।

54. न्यूकिल अम्ल द्वारा प्रोटीन का संश्लेषण कैसे होता है? समझाइए।

बहुचयनात्मक प्रश्नों के उत्तर :

- | | | |
|--------|--------|--------|
| (1) ब | (2) स | (3) द |
| (4) ब | (5) स | (6) अ |
| (7) ब | (8) अ | (9) स |
| (10) ब | (11) स | (12) अ |
| (13) अ | (14) ब | (15) अ |
| (16) स | (17) स | (18) द |
| (19) अ | (20) अ | |

□□□