जैव अणु
Bio-Molecules

14 CHAPTER

INSIDE

14.1 प्रस्तावना
14.2 कोशिका एवं ऊर्जा
 14.2.1 कोशिका एवं ऊर्जा
14.3 कार्बोहाइड्रेट्स
 14.3.1 परिभाषा
 14.3.2 जैविक कार्य
 14.3.3 कार्बोहाइड्रेट्स का वर्गीकरण
 14.3.4 मोनो सेकराइड
 14.3.5 डाइसैकराइड
14.4 प्रोटीन्स
 14.4.1 प्रोटीन का संघटन
 14.4.2 प्रोटीन का वर्गीकरण
 14.4.3 ऐमीनों एसिड
 14.4.4 प्रोटीन की संरचना
 14.4.5 प्रोटीन का विकृतिकरण
14.5 एन्जाइम
 14.5.1 एन्जाइम के गुणधर्म
 14.5.2 एन्जाइम का नामकरण एवं वर्गीकरण
 14.5.3 एन्जाइम की क्रियाविधि
 14.5.4 एन्जाइम की उपयोगिता
14.6 हार्मोन्स
 14.6.1 एन्जाइम बनाम हार्मोन्स
 14.6.2 हार्मोन्स का वर्गीकरण
 14.6.3 हार्मोन्स के जैविक कार्य
14.7 विटामिन्स
14.8 न्यूक्लिक अम्ल
 14.8.1 न्यूक्लिक अम्लों के रासायनिक संघटन
 14.8.2 डिऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल की द्विकुण्डलीय संरचना
 14.8.3 न्यूक्लिक अम्लों का जैविक कार्य
 14.8.4 अनुवांशिक कूट
14.9 प्रमुख प्रश्न व उनके उत्तर
14.10 पाठ्यपुस्तक के प्रश्न उत्तर

14.1 प्रस्तावना (Introduction)

- प्रकृति में पाये जाने वाले समस्त सजीव तन्तु जैव अणुओं द्वारा बने होते हैं।
- जैव अणु (Bio-molecule) प्राय: जटिल कार्बनिक यौगिक होते हैं। ये सजीवों की कोशिकाओं (Cells) में महत्त्वपूर्ण संघटक के रूप में उपस्थित होते हैं।
- जैव अणुओं (जटिल कार्बनिक यौगिक) की जैव रासायनिक क्रिया (Bio-Chemical Reaction) से ऊर्जा प्राप्त होती है और यह ऊर्जा प्रत्येक सजीव की वृद्धि, मरम्मत तथा सामान्य अभिक्रियाओं के लिये आवश्यक होती है।
- जैव अणु प्राय 25 से अधिक तत्वों से प्राप्त होते हैं।
- जैव अणु में आवश्यक संघटक C, H, N,O,P,S अति महत्त्वपूर्ण तत्व होते है।
- कार्बोहाइड्रेट्स, प्रोटीन, विटामीन, न्यूक्लिक अम्ल, एन्जाइम, लिपिड, हार्मोन्स आदि जैव अणुओं के उदाहरण है।
- प्रत्येक जीव अणु का अपना एक विशेष महत्त्व है। इनकी कमी से सजीव तन्त्र असंतुलित या विकृति उत्पन्न हो जाती है।

14.2 कोशिका एवं ऊर्जा (Cell and Energy Cycle)

- जीव कोशिका सजीव शरीर की आधारभूत एवं क्रियात्मक इकाई है
- 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 है।
- इसका आकार इतना सूक्ष्म होता है कि इसके केवल सूक्ष्मदर्शी द्वारा ही देखा जा सकता है।
- एक सामान्य जीव 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, वरणात्मक 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 है।
- यह कोशिका में सम्पन्न होने वाली जैविक क्रियाओं एवं उपापचयी क्रियाओं को आधार या माध्यम प्रदान करता है।
- इसमें कोशिकांग (Cell organells) जैसे माइटोकॉण्ड्रिया, राइबोसोम, लाइसोसोम, गॉल्जी उपकरण, अन्त: प्रद्रव्यी जालिका आदि पाये जाते है।

(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 है।
- 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।

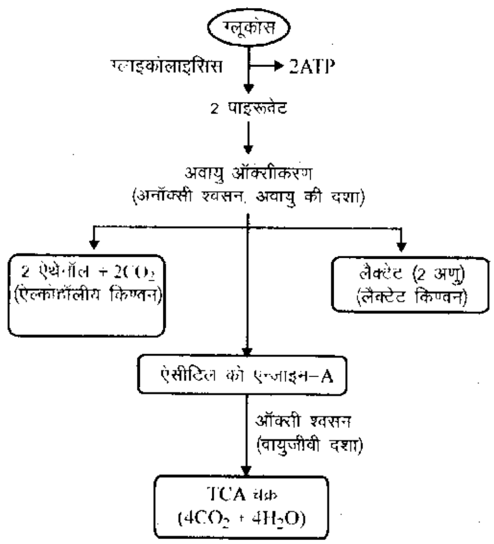
$$6C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O.$$
$$\Delta G^\circ = -2880 kJ$$

- 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 है–

$$C_6H_{12}O_6 + 36ADP + 36H_3PO_4 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 42H_2O + 36\ ATP$$

- 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। इसलिए माइटोकॉण्ड्रिया को कोशिका का पॉवर हाऊस भी कहते है।
- 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 है।
- 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 है–



- ग्लूकोस के ऑक्सीकरण की अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते है–

14.2.1 कोशिका एवं ऊर्जा चक्र (Cell and Cell Energy)

- सजीवों में वृद्धि, विकास, कोशिकाओं को यांत्रिक कार्य करने, व विभिन्न रासायनिक अभिक्रियाओं को चलाने के लिये ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
- यह आवश्यक ऊर्जा खाद्य अणुओं के निम्नीकरण से प्राप्त होती है।
- सजीव कई प्रकार के अणुओं का संश्लेषण भी कहते हैं। इनके संश्लेषण के लिये भी ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
- उपर्युक्त सभी क्रियाएँ कोशिका में होती है।
- वे समस्त अभिक्रियाऐं जिनमें ऊर्जा की प्राप्ति होती है। अथवा व्यय होती है, ऐसी अभिक्रियाओं को उपापयन अभिक्रियाएँ कहलाती है।
- उपापचय अभिक्रियाओं को दो भागों में बांटा गया है।

(a) उपचय (b) अपचय।

(i) उपचय (Anabolism)–

- यह एक रचनात्मक प्रक्रम है।
- इसमें वृद्धि, मरम्मत, संग्रह आदि के लिए सरल पदार्थो से जटिल पदार्थो 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 पदार्थो का सरल पदार्थो में निम्नीकरण 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 उपचय अभिक्रिया है जबकि कार्बोहाइड्रेट का सरल अणुओं (कार्बनडाइऑक्साइड तथा जल) में परिवर्तन एक अपचय अभिक्रिया है।

14.3 कार्बोहाइड्रेट्स (Carbohydrates)

- कार्बोहाइड्रेट व्यापक रूप से प्रकृति में पौधों व जन्तुओं में पाये जाते है।
- ये कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन परमाणुओं से मिलकर बने होते है।
- हाइड्रोजन व ऑक्सीजन परमाणुओं का अनुपात सामान्यतः 2 : 1 पाया जाता है, इसलिये इनको कार्बन के हाइड्रेट कहा जाता है।
- कार्बोहाइड्रेट को सामान्यतया $C_x(H_2O)_y$ से प्रदर्शित करते है।

14.3.1 परिभाषा

जैसे– **ग्लूकोस** $C_6H_{12}O_6$ or $C_6(H_2O)_6$

सुक्रोस $C_{12}H_{22}O_{11}$ or $C_{12}(H_2O)_{11}$

स्टार्च $(C_6H_{10}O_5)_n$ or $[C_6(H_2O)_5]_n$

- लेकिन कुछ कार्बोहाइड्रेट ऐसे भी हैं जिनमें H एवं O में अनुपात 2 : 1 नहीं होता है।

  जैसे–रेमनोस [Ramnose] $(C_6H_{12}O_5)$ एवं 2-डीऑक्सीराइबोस $(C_5H_{10}O_4)$
- कुछ ऐसे भी यौगिक है जिनमें H व O में अनुपात 2 : 1 है लेकिन वे कार्बोहाइड्रेट नहीं कहलाते।

  जैसे–**फॉर्मल्डिहाइड** $CH_2O \rightarrow C(H_2O)$

  ऐसिटिक अम्ल $CH_3COOH \rightarrow C_2(H_2O)_2$

  लैक्टिक अम्ल $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH \rightarrow C_3(H_2O)_3$
- कुछ कार्बोहाइड्रेट ऐसे भी है जिनमें C, H व ऑक्सीजन के अलावा N व S भी उपस्थित होते है

  अतः कार्बोहाइड्रेट को निम्न प्रकार से परिभाषित किया गया है–

  "ऐसे पॉलीहाइड्रोक्सी यौगिक, जिनमें ऐल्डिहाइड या कीटॉनिक समूह उपस्थित हो, उन्हें **कार्बोहाइड्रेट्स** कहते है।"

स्त्रोत–

- कार्बोहाइड्रेट मुख्यतः पादपों में पाये जाते हैं। इनका लगभग 70% भाग कार्बोहाइड्रेट से बना होता है। इनमें कार्बोहाइड्रेट का संश्लेषण, प्रकाश व क्लोरोफिल की उपस्थिति में CO_2 व H_2O से होता है, जिसे **प्रकाश संश्लेषण** कहते हैं।

$$xCO_2 + yH_2O \rightarrow C_x(H_2O)_y + xO_2$$

जैव अणु

14.3.2 जैविक कार्य–

- ये शरीर को ऊष्मा व ऊर्जा प्रदान करते हैं।
- ये कोशिका झिल्ली का निर्माण करते हैं।
- ये पादपों के कंकाल का निर्माण करते हैं।

नामकरण

- सामान्य कार्बोहाइड्रेट के नामकरण के अन्त में –ose आता है। यदि कार्बोहाइड्रेट में ऐल्डिहाइड समूह उपस्थित हो तो अन्त में Aldose और यदि किटोनिक समूह हो तो Ketose आता है।

अणु में C की संख्या	Aldose	Ketose
3	*Aldotriose*	*Ketotriose*
4	*Aldotetrose*	*Ketotetrose*
5	*Aldopentose*	*Ketopentose*
6	*Aldohexose*	*Ketohexose*
7	*Aldoheptose*	*Ketoheptose*

14.3.3 कार्बोहाइड्रेटों का वर्गीकरण

(A) भौतिक गुणधर्मों के आधार पर कार्बोहाइड्रेटों को निम्नलिखित दो वर्गों में विभाजित किया जाता है–

(i) शर्कराएँ (Sugars)

- शर्कराएँ स्वाद में मीठी, जल में विलेय तथा क्रिस्टलीय ठोस होती है। उदाहरणार्थ ग्लूकोस, फ्रक्टोस, सुक्रोस, लैक्टोस, माल्टोस आदि।

(ii) अशर्कराएँ (Non-Sugars)

- अशर्कराएँ स्वादहीन, जल में अविलेय अथवा कोलॉयडी विलयन बनाने वाली तथा अक्रिस्टलीय ठोस होती है। उदाहरणार्थ स्टार्च, सेलूलोस, ग्लाइकोजन आदि।

(B) रासायनिक संरचना एवं जल अपघटन के आधार पर कार्बोहाइड्रेटों को निम्नलिखित तीन वर्गों में विभाजित किया जाता है

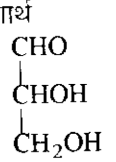
(1) मोनोसैकेराइड *(Monosaccharides)*
(2) ओलिगोसैकेराइड *(Oligosaccharides)*
(3) पॉलिसैकेराइड *(Polysaccharides)*

कार्बोहाइड्रेट

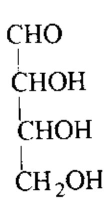
- आण्विक आकार के आधार पर
  - मोनोसैकेराइड
  - ओलिगोसैकेराइड
  - पॉलीसैकेराइड
- स्वाद के आधार पर
  - शर्करा
  - अशर्करा
- अपचायी व अनपचायी शर्करा

(1) मोनोसैकेराइड (Monosaccharides)

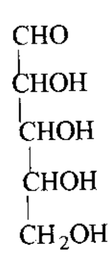
- मोनोसैकेराइड को सरल शर्कराए (Simple Sugars) भी कहा जाता है, क्योंकि इनका जल अपघटन नहीं होता है।
  लगभग 20 मोनोसैकराइड प्रकृति में ज्ञात है।
- मोनोसैकेराइडों में सामान्यतः तीन से सात तक कार्बन परमाणु होते है, तथा इन्हें क्रमशः ट्रायोस (Trioses) टेट्रोस (Tettroses), पेन्टोस (Pentoses), हैक्सोस (Hexoses) तथा हेप्टोस (Heptoses) कहते है उदाहरणार्थ



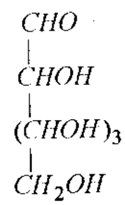
ग्लिसरैल्डिहाइड (एक ट्रायोस)



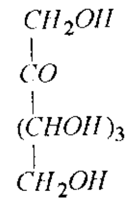
इरिथ्रोस (एक टेट्रोस)



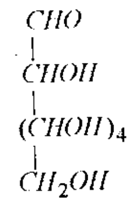
राइबोस (एक पेन्टोस)



ग्लूकोस (एक हैक्सोस)



फ्रक्टोस (एक हैक्सोस)



एक हैप्टोस

- कतिपय कुछ मोनोसैकेराइडों के आणविक सूत्र, वर्गनाम तथा विशिष्ट उदाहरण सारणी में दिये गये है–
  ये प्रायः क्रिस्टलीय ठोस, मीठे व जल में विलेय होते हैं। प्रकृती में 20 प्रकार के मोनोसेकराइड होते हैं।

आणविक सूत्र	वर्गनाम	विशिष्ट उदाहरण
$C_3H_6O_3$	ट्रायोस	ग्लिसरैल्डिहाइड
$C_4H_8O_4$	टेट्रोस	एरिथ्रोस, थ्रियोस
$C_5H_{10}O_5$	पेन्टोस	राइबोस, ऐरिबिनोस
$C_6H_{12}O_6$	हैक्सोस	ग्लूकोस, फ्रक्टोस, गैलेक्टोस

- मोनोसैकेराइड पॉलिहाइड्रिक ऐल्कोहॉली कार्बोनिल यौगिको के समान व्यवहार करते है।
- ऐल्डिहाइड समूह की उपस्थिति होने पर इनको **ऐल्डोस** (Aldoses) कहा जाता है तथा कीटोन समूह होने पर **कीटोस** (Ketoses) कहते है।
- अणु में उपस्थित कार्बन परमाणुओं की संख्या को पूर्वलग्न देकर प्रदर्शित करते हैं।
- इस प्रकार ग्लूकोस एक ऐल्डोहैक्सोस (Aldohexose), फ्रक्टोस एक कीटोहैक्सोस (Ketohexose) है और राइबोस एक ऐल्डोपेन्टोस है।
- जैव रासायनिक परिवर्तनों के अन्तर्गत हैक्सोस शर्कराओं का अपघटन ट्रायोस में होता है। ग्लूकोस, फ्रक्टोस तथा राइबोस सर्वाधिक महत्वपूर्ण मोनोसैकेराइड माने जाते है।
- किटोट्रायोस (डाइ हाइड्रोक्सी एसीटोन) के अतिरिक्त सभी ऐल्डोस तथा कीटोस में असममित कार्बन परमाणु होता है तथा प्रकाशिक सक्रिय होते हैं।

(2) डाइसैकेराइड (उदा. सुक्रोज)

ट्राईसेकेराइड (उदा. रेफिनोज), टेट्रासैकेराइड (उदा. स्टेकीरोज) कहते है।

- प्राप्त दो अणु मोनोसैकराइड के समान या असमान हो सकते है।
- ये दोनों मोनो सैकेराइडस एक दूसरे से ऑक्साइड बन्ध द्वारा जुड़ी होती हैं जिसे **ग्लाइकोसाइड बन्ध** कहते है।
- डाइसैकेराइड के उदाहरण माल्टोस [Maltose] सूक्रोस [Sucrose] व लैक्टोस [Lactose] है। ये एक दूसरे के समावयव है।
- उपरोक्त तीनों डाइसैकेराइड का एक मोनोसैकेराइड अवयव ग्लूकोस है जबकि दूसरा अवयव क्रमशः ग्लूकोस, फ्रक्टोस व गैलेक्टोस है

आण्विक सूत्र	नाम	मोनो सैकेराइड अवयव
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Maltose	Glucose + Glucose
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Sucrose	Glucose +Fructose
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Lactose	Glucose +Galactose

(3) पॉलिसैकराइड्स [Polysaccharides]

- पॉलिसैकैराइड में असंख्य मोनोसैकैराइड इकाइयाँ ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा संयुक्त रहती हैं।
- यह प्रकृति में सर्वाधिक पाए जाने वाले कार्बोहाइड्रेट हैं। इसलिए इन्हें **जैव बहुलक** या **प्राकृतिक बहुलक** कहते हैं।
- यह मुख्यत: संग्रहण तथा संरचना निर्माण का कार्य करते हैं।
- ये अक्रिस्टलीय, स्वादहीन तथा जल में अविलेय होते हैं अत: इन्हें अशर्करा भी कहते हैं।

  ये मोनोसैकराइड के बहुलक है। $(C_6H_{10}O_5)_n$

14.3.4 मोनोसैकराइड (Monosaccharides)

मोनोसैकराइड प्राय: दो भागों में विभक्त होते हैं।

(a) ऐल्डोस (b) कीटोस

14.3.4.1 ग्लूकोस (Glucose)

- जैव जगत में ग्लूकोस को सर्वाधिक महत्वपूर्ण मोनोसैकेराइड माना जाता है।
- ग्लूकोज प्रकृति में मुक्त अथवा संयुक्त अवस्था में मिलता है।
- जैव कोशिका में सभी एल्डोस एवं कीटोस असममित कार्बन परमाणु रखते है जैसे–

कार्बन की संख्या	असममित कार्बन संख्या	समावयवों की संख्या
ट्राइओस		
$CH_2OH-CHOHCHO$	1	2
$CH_2OH-COCH_2OH$	×	×
टेट्राओस		
$CH_2OH-(CHOH)_2-CHO$	2	4
$CH_2OH-CHOH-CO-CH_2OH$	1	2
पेन्टोओस		
$CH_2OH-(CHOH)_3-CHO$	3	8
$CH_2OH-(CHOH)_2-COCH_2OH$	2	4
हैक्सोस		
$CH_2OH-(CHOH)_4-CHO$	4	16
$CH_2OH-(CHOH)_3-COCH_2OH$	3	8

1. ग्लूकोस के भौतिक गुणधर्म

- यह श्वेत रंग का क्रिस्टलीय ठोस होता है जिसका गलनांक 146°C है।
- यह जल में घुलनशील है। जलीय विलयन से इसे क्रिस्टलीय मोनो हाइड्रेट $[C_6H_{12}O_6 . H_2O]$ के रूप में अलग किया जा सकता है जिसका गलनांक 86°C है।
- यह ऐल्कोहॉल में अल्प विलेय है, परन्तु ईथर में अविलेय है।
- यह प्रकाशिक सक्रिय यौगिक है तथा प्राकृतिक रूप से (+) ग्लूकोज अथवा डेक्स्ट्रो रूप में पाया जाता है।
- यह परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन दर्शाता है।

2. ग्लूकोस बनाने की विधियां

1. **सुक्रोज (चीनी) से**–इसके जल–अपघटन से ग्लूकोस तथा फ्रक्टोज का सम अणुक मिश्रण प्राप्त होता है।

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \xrightarrow[\Delta]{\text{तनु } H_2SO_4} \underset{\text{फ्रक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}+\underset{\text{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस को इनके मिश्रण से $Ca(OH)_2$ के द्वारा पृथक् कर लेते हैं। कैल्शियम ग्लूकोसेट जल में विलेय तथा केल्शियम फ्रक्टोसेट जल में अविलेय होता है।

2. **स्टार्च से**–

$$\underset{\text{स्टार्च}}{(C_6H_{10}O_5)_n}+nH_2O \xrightarrow[\text{दाब पर}]{\text{तनु } H_2SO_4,\Delta} \underset{\text{ग्लूकोस}}{nC_6H_{12}O_6(aq)}$$

विलयन में उपस्थित H_2SO_4 को $CuCO_3$ के द्वारा उदासीन करके छान लेते हैं। छनित को जन्तु चारकोल की सहायता से रंगहीन कर लेते हैं तथा निर्वात बर्तन (vaccumpans) में सान्द्रित करते हैं जिससे ग्लूकोस के क्रिस्टल प्राप्त होते हैं।

3. ग्लूकोस के गुण

- ग्लूकोस एक एल्डोहैक्सोस है इसे **डेक्स्ट्रोस** कहते हैं।
- यह स्टार्च व सेलुलोस का एकलक है।
- ग्लूकोस की निम्न संरचना, निम्नलिखित अभिक्रियाओं के प्रमाणों के आधार पर देते है।

  ये सफेद क्रिस्टलीय ठोस, मीठे होते हैं; इसका गलनांक 419°

$$\begin{array}{l} CH=O \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

1. ग्लूकोस का आण्विक सूत्र $C_6H_{12}O_6$ पाया गया।
2. ग्लूकोस को HI के साथ लम्बे समय तक गर्म करने पर यह n-Hexane व 2-Iodohexane का मिश्रण देता है जो यह प्रदर्शित करता है कि इसमें सभी छ कार्बन परमाणु एक ऋजु शृंखला में जुड़े हैं।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\Delta]{Red\ P/HI} \underset{n-Hexane}{CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3} + \underset{2-Iodohexane}{CH_3CHICH_2CH_2CH_2CH_3}$$

3. **अपचयन**

ग्लूकोस सोडियम अमलगम के जलीय विलयन से अपचयित होकर सोर्बिटॉल बनाता है।

$$\begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 2H \xrightarrow[Na-Hg/H_2O]{NaBH_4\ Or} \underset{\text{सॉर्बिटॉल}}{\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

4. ग्लूकोस, हाइड्राक्सिलऐमीन के साथ क्रिया करने पर एक ऑक्सिम देता है तथा HCN के एक अणु के साथ सायनों हाइड्रीन देता है। ये दोनों अभिक्रियाओं ग्लूकोस में कार्बोनिल समूह (>C = O) की उपस्थिति की पुष्टि करती है।

$$\underset{\text{ग्लूकोस}}{\begin{array}{l} CH=O \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}} \xrightarrow[\substack{\text{हाइड्राक्सिलऐमीन} \\ H_2O}]{H_2N-OH} \underset{\text{ग्लूकॉस ऑक्सिम}}{\begin{array}{l} CH=N-OH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

$$\underset{\text{ग्लूकोस}}{\begin{array}{l} CH=O \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}} \xrightarrow{HCN} \underset{\text{ग्लूकॉस सायनोहाइड्रीन}}{\begin{array}{l} CH\begin{cases} OH \\ CN \end{cases} \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

5. ग्लूकोस ब्रोमीन जल (दुर्बल ऑक्सीकारक पदार्थ) द्वारा ऑक्सीकरण से छः कार्बन परमाणु युक्त कार्बोक्सिलिक अम्ल (Gluconic acid) देता है। यह अभिक्रिया सिद्ध करती है कि ग्लूकोस में कार्बोनिल समूह ऐल्डिहाइड समूह के रूप में स्थित है।

$$\underset{\text{Glucose}}{\begin{array}{c} CH=O \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}} \xrightarrow{Br_2\text{ जल}} \underset{\text{Gluconic acid}}{\begin{array}{c} COOH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

6. ग्लूकोस की ऐसीटिल क्लोराइड (CH_3COCl) अथवा ऐसीटिक एनहाइड्राइड $[(CH_3CO)_2O]$ से क्रिया कर ग्लूकोस पेन्टा ऐसीटेट बनाता है जो ग्लूकोस में 5 [OH] समूहों की उपस्थिति की पुष्टि करता है।

- ग्लूकोस एक स्थायी यौगिक है अतः पाँचों –OH समूह भिन्न–भिन्न कार्बन परमाणुओं से जुड़े होने चाहिये।

$$\begin{array}{c} CH=O \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{(or)}\; 5(CH_3CO)_2O]{5CH_3COCl} \underset{\substack{\text{Glucose pentacetate} \\ \text{(Pentacetyl deri of Glucose)}}}{\begin{array}{c} CH=O \\ | \\ (CHOCOCH_3)_4 \\ | \\ CH_2OCOCH_3 \end{array}} + 5HCl$$

7. ग्लूकोस तथा ग्लूकोनिक ऐसिड दोनों ही नाइट्रिक अम्ल द्वारा ऑक्सीकरण से एक डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल (सैकेरिक अम्ल) बनाते है। यह ग्लूकोस में एक प्राथमिक ऐल्कोहॉलिक समूह की उपस्थिति को दर्शाते है।

$$\underset{\substack{\text{ग्लूकोस} \\ \text{(Glucose)}}}{\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2-OH \end{array}} \xrightarrow[\text{[O]con. }HNO_3]{\text{ऑक्सीकरण}} \underset{\substack{\text{सैकेरिक अम्ल} \\ \text{(Saccharic-acid)}}}{\begin{array}{c} COOH \\ | \\ (CH-OH)_4 \\ | \\ COOH \end{array}} \xleftarrow[\text{con. }HNO_3\text{[O]}]{\text{ऑक्सीकरण}} \underset{\substack{\text{ग्लूकोनिक अम्ल} \\ \text{(Gluconic acid)}}}{\begin{array}{c} COOH \\ | \\ (CH-OH)_4 \\ | \\ CH_2-OH \end{array}}$$

नोट–*अतः उपरोक्त सभी रासायनिक अभिक्रियायें, ग्लूकोस की निम्न संरचना की पुष्टि करती है।*

$$O=CH-(CHOH)_4-CH_2OH$$

ग्लूकोस की अन्य अभिक्रियायें [Other Reactions of Glucose]

1. PCl_5 से–

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{5PCl_5} \underset{\text{2,3,4,5,6-pentachlorohexanal}}{\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHCl)_4 \\ | \\ CH_2Cl \end{array}} + 5POCl_3 + 5HCl$$

2. मेथिल सल्फेट से–

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{(CH_3)_2SO_4} \underset{\text{pentamethylglucose}}{\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOCH_3)_4 \\ | \\ CH_2OCH_3 \end{array}} + 5H_2SO_4$$

3. $C_6H_5NHNH_2$ (Phenylhydrazine) **(फिशर क्रियाविधि) से क्रिया**

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{H_2NHHC_6H_5} \underset{\text{Glucose phenylhydrazone}}{\begin{array}{c} HC=NHNC_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

$$\begin{array}{c} CH=NNHC_6H_5 \\ | \\ CHOH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + H_2NNHC_6H_5 \rightarrow \underset{\substack{\text{Glucosephenylhydrazone} \\ \text{का कीटो यौगिक}}}{\begin{array}{c} CH=NNHC_6H_5 \\ | \\ C=O \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array}} + C_6H_5NH_2 + NH_3$$

$$\begin{array}{c} CH=NNHC_6H_5 \\ | \\ CO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{[}-H_2O\text{]}]{H_2NNHC_6H_5} \underset{\text{Glucosazone}}{\begin{array}{c} CH=NNHC_6H_5 \\ | \\ C=NNHC_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array}}$$

4. ऑक्सीकरण–

ग्लूकोस आसानी से ऑक्सीकृत होता है

(a) फेहलिंग विलयन के साथ अभिक्रिया–

फेहलिंग विलयन के साथ ग्लूकोस Cu_2O का लाल अवक्षेप देता है

$$CH_2OH(CHOH)_4CHO + 2CuO \rightarrow \underset{\text{ग्लूकोनिक अम्ल}}{CH_2OH(CHOH)_4COOH} + Cu_2O$$

(b) टॉलेन अभिकर्मक के साथ

ग्लूकोस टॉलन अभिकर्मक के साथ रजत दर्पण देता है

$$CH_2OH(CHOH)_4CHO + Ag_2O \rightarrow \underset{\text{ग्लूकोनिक अम्ल}}{CH_2OH(CHOH)_4COOH} + 2Ag\downarrow$$

5. ग्लूकोस आसानी से एन्जाइम जाइमेज की उपस्थिति में किण्वन द्वारा ऐथिल ऐल्कोहॉल व CO_2 में बदलता है।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Zymase}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

6. निर्जलीकरण

जब ग्लूकोस को सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ गर्म करते है तो कार्बन का काला अवक्षेप बनता है।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} \underset{\substack{\text{Carbon} \\ \text{black}}}{6C} + 6H_2O$$

7. सान्द्र HCl के साथ

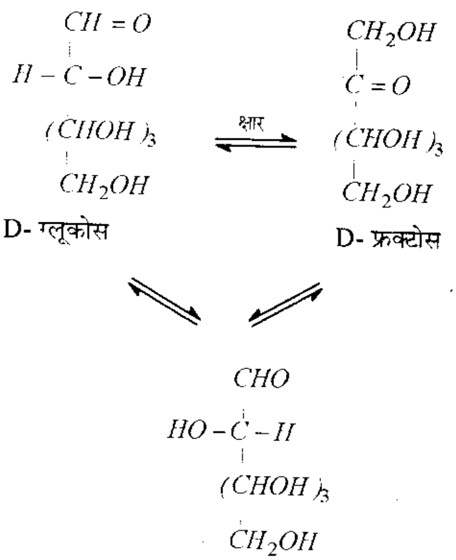
सान्द्र HCl के साथ ग्लूकोस को गर्म करने पर लिवुलिक अम्ल (Laevulic Acid) बनाता है

$$CH_2OH(CHOH)_4CHO \xrightarrow[HCl]{Con.} \underset{\text{(Laevulic acid)}}{CH_3COCH_2CH_2COOH} + HCOOH + H_2O$$

ग्लूकोस के परीक्षण

1. तनु NaOH के साथ गर्म करने पर पहले पीला और बाद में भूरा हो जाता है और अन्त में रेजिन में बदल जाता है।

- तनु NaOH विलयन के साथ गर्म करने पर ग्लूकोस उत्क्रमणीय विन्यास द्वारा ग्लूकोस, फ्रक्टोस तथा मैनोस का साम्य मिश्रण बनाता है।
- यह परिवर्तन **लोब्री–डी–ब्राइन वान एकेन्साटाइन पुनर्विन्यास** कहलाता है।

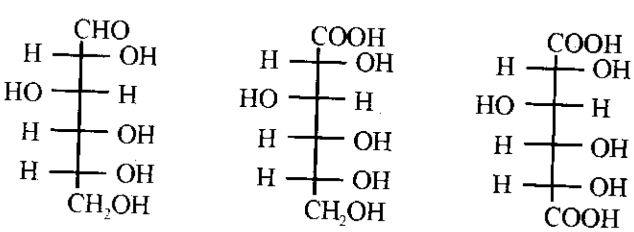


D- ग्लूकोस D- फ्रक्टोस D- मैनोस

2. रजत दर्पण परीक्षण देता है
3. फेहलिंग विलयन के साथ Cu_2O का लाल अवक्षेप देता है
4. **मौलिश परीक्षण (Mollisch Test)**–α-नैफ्थोल का ऐल्कोहॉलिक विलयन को ग्लूकोस विलयन में मिलाते है। इसमें सान्द्र H_2SO_4 की कुछ मात्रा मिलाने पर लाल–बैंगनी रंग प्राप्त होता है।

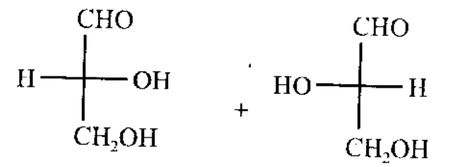
5. ग्लूकोस की वास्तविक संरचना को ज्ञात करना–

- बहुत से अन्य अनेक गुणों के अध्ययन के उपरान्त वैज्ञानिक ऐमील फिशर ने विभिन्न –OH समूहों की सही दिक्–स्थान व्यवस्था को प्रदर्शित किया।
- ग्लूकोस की सही विन्यास संरचना (I) द्वारा निरूपित किया, ग्लूकोनिक अम्ल को संरचना II तथा सैकरिक अम्ल को संरचना III द्वारा प्रदर्शित किया गया।



(I) ग्लूकोस (II) ग्लुकोनिक अम्ल (III) सैकेरिक अम्ल

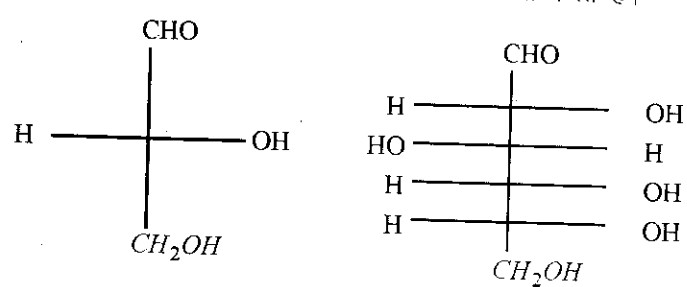
- ग्लूकोस को सही रूप में D(+) – ग्लूकोस नाम देते हैं। ग्लूकोस के नाम से पहले लिखा D इसके विन्यास को निरूपित करता है जबकि (+) अणु की दक्षिण ध्रुवण घूर्णकता को निरूपित करता है– हाइफन को बताता है।
- यहाँ यह ध्यान रखे कि D व L का यौगिक की ध्रुवण घूर्णकता से कोई सम्बन्ध नहीं है।
- किसी यौगिक के नाम से पहले D व L उसके किसी विशेष त्रिविम समावयवी के आपेक्षिक विन्यास को प्रदर्शित करते है। यह सम्बन्ध ग्लिसरैल्डिहाइड के किसी विशेष समावयवी से प्रदर्शित किया जाता है।
- ग्लिसरैल्डिहाइड में एक असममित कार्बन परमाणु होता है तथा इसके दो प्रतिबिम्ब रूप होते है। जिन्हें निम्न प्रकार से प्रदर्शित कर सकते है।



D(+) *ग्लिसरैल्डिहाइड* L(–) *ग्लिसरैल्डिहाइड*

नोट*–*वे सभी यौगिक जिनका सहसम्बन्ध रासायनिक रूप से ग्लिसरेरेल्डिहाइड के (+) समावयवी से होता है उन्हें D-विन्यास वाले कहलाते है।

- वे सभी यौगिक जिनका सहसम्बन्ध रासायनिक रूप से ग्लिसैरेल्डिहाइड के (–) समावयवी से होता है उन्हें L-विन्यास वाले कहलाते है।
- किसी मोनो सैकराइड के विन्यास के निर्धारण के लिये सबसे नीचे वाले असममित कार्बन परमाणु की तुलना करते है जैसे कि (+)–ग्लूकोस में सबसे नीचे वाले असममित कार्बन परमाणु में –OH समूह दाई ओर है। जिसकी तुलना (+)– ग्लिसैरल्डिहाइड से की जा सकती है। अतः इसका विन्यास D निर्धारित करते है।



D(+) ग्लिसरैल्डिहाइड D(+)– ग्लूकोस

अतः इस तुलना के लिये संरचना को इस प्रकार लिखा जाता है कि सर्वाधिक ऑक्सीकृत कार्बन परमाणु शीर्ष पर रहे।

4. ग्लूकोस की चक्रीय संरचना

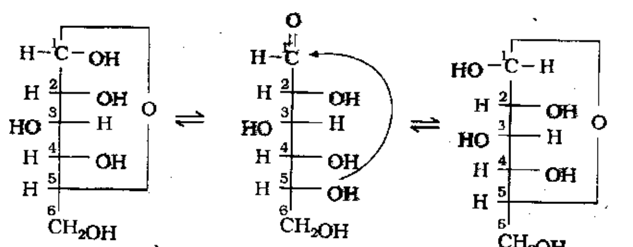
- संरचना I ग्लूकोस के अधिकांश गुणों को स्पष्ट करती है परंतु निम्नलिखित अभिक्रियाएं एवं तथ्य इस संरचना द्वारा स्पष्ट नहीं होते।

1. ऐल्डिहाइड समूह उपस्थित होते हुए भी ग्लूकोस 2,4-DNP परीक्षण तथा शिफ–परीक्षण नहीं देता एवं यह $NaHSO_3$ के साथ हाइड्रोजन सल्फाइट योगज उत्पाद नहीं बनाता।
2. ग्लूकोस का पेन्टाऐसीटेट, हाइड्रॉक्सिलऐमीन के साथ अभिक्रिया नहीं करता जो मुक्त –CHO समूह की अनुपस्थिति को इंगित करता है।
3. ग्लूकोस दो भिन्न क्रिस्टलीय रूपों में पाया जाता है जिन्हें α तथा β कहते हैं। ग्लूकोस का α रूप (गलनांक 419 K) इसके सान्द्र

विलयन से 303 K ताप पर क्रिस्टलीकरण द्वारा प्राप्त किया जाता है जबकि ग्लूकोस का β रूप (गलनांक 423 K) 371 K पर ग्लूकोस के गरम एवं संतृप्त विलयन से इसके क्रिस्टलीकरण से प्राप्त किया जाता है।

- ग्लूकोस की विवृत शृंखला संरचना (I) द्वारा उपरोक्त व्यवहार को नहीं समझाया जा सकता।
- अतः उपरोक्त अभिक्रियाओं को समझाने के लिये यह सुझाव दिया गया कि –OH समूहों में से एक –OH समूह, –CH = O समूह से योगज द्वारा चक्रीय हैमीऐसीटैल संरचना बनाता है।
- यह पाया गया कि ग्लूकोस एक छः सदस्यीय वलय बनाता है जिसमें C–5 पर उपस्थित –OH समूह वलय निर्माण करता है।
- इन चक्रिय संरचनाओं में अंतः आण्विक हेमीऐसिटैल बनने के कारण कार्बोनिल कार्बन असममित हो जाता है अंतः दो समावयवी बनते हैं।
- जिस समावयवी में असममित कार्बोनिल कार्बन से जुड़ा –OH समूह दायीं ओर होता है उसे α– समावयवी तथा जिसमें बायीं ओर होता है उसे β– समावयवी कहते हैं।
- यह –CHO समूह की अनुपस्थिति एवं ग्लूकोस के निम्नानुसार दर्शाए गए दो रूपों के अस्तित्व को समझाता है।
- ये दोनों चक्रीय रूप ग्लूकोस की विवृत शृंखला के साथ साम्य में रहते हैं।

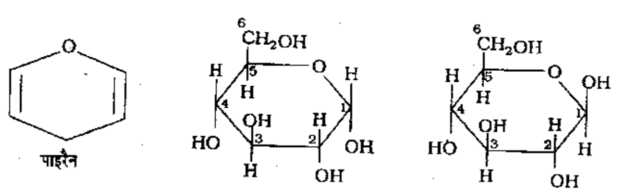
5. एनोमेरिक कार्बन



α – D – (+) – ग्लूकोस   β – D– (+) – ग्लूकोस

+112° (36%)   +52° (0.02%)   +19° (64%)

- ग्लूकोस के दोनों चक्रीय हैमीऐसीटैल रूपों में भिन्नता केवल C_1 पर उपस्थित हाइड्रॉक्सिल समूह के विन्यास में होती है। इसे ऐनोमरी कार्बन (चक्रीकरण से पूर्व ऐल्डीहाइड कार्बन) कहते हैं।
- यह कार्बन परमाणु अन्य कार्बन परमाणुओं से भिन्न होता है क्योंकि यह दो ऑक्सीजन परमाणुओं से जुड़ा रहता है।
- ऐसे समावयवी अर्थात् α तथा β रूपों को **ऐनोमर** कहते हैं।
- पाइरैन से समानता होने के कारण ग्लूकोस की छः सदस्यीय वलय वाली संरचना को **पाइरैनोस संरचना** (α या β) कहते हैं।
- पाइरैन एक ऑक्सीजन तथा पाँच कार्बन परमाणुयुक्त चक्रीय संरचना है
- ग्लूकोस की चक्रीय संरचना के α तथा β– समावयवियों में एनोमरी कार्बन परमाणु के विन्यास को **हावर्थ संरचना** द्वारा निरूपित किया जा सकता है।



पाइरैन   α –D (+) ग्लूकोपाइरैनोस   β –D (+) ग्लूकोपाइरैनोस

6. परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (mutarotation)

- जब किसी पदार्थ के ध्रुवण घूर्णन के मान में समय के साथ कोई परिवर्तन होता है अर्थात् पदार्थ के ध्रुवण घूर्णन का मान समय के साथ घटता या बढ़ता है तो पदार्थ के इस गुण को **परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन** कहते हैं।
- α– ग्लूकोस के ताजा बने विलयन का विशिष्ट घूर्णन का मान +112° प्राप्त होता है जो समय के साथ धीरे-धीरे घटता है और अन्त में +52° पर स्थिर हो जाता है।
- β– ग्लूकोस के ताजा बने जलीय विलयन का विशिष्ट घूर्णन मान +19° प्राप्त होता है जो समय के साथ धीरे-धीरे बढ़ता है और अन्त में +52° पर स्थिर हो जाता है।
- ग्लूकोस के विशेष गुण (परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन) का कारण यह है कि इसके α व β दोनों रूप शृंखला संरचना द्वारा परस्पर बदल जाते हैं α– रूप (+112°) जब जल में घुल जाता है तो शृंखला संरचना द्वारा β रूप में धीमे-धीमे परिवर्तित हो जाता है जिससे विशिष्ट ध्रुवण घूर्णक घटता है तथा इसी तरह β– रूप (+19°) जब जल में घुल जाता है तो यह इसी तरीके से α– रूप में धीरे-धीरे 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° का विशिष्ट ध्रुवण घूर्णन प्राप्त कर ले। यह भी सिद्ध हो चुका है कि α– रूपन साम्यावस्था का 36%, β– रूप 63.5% तथा खुली शृंखला 0.5% रखती है।

7. फ्रक्टोस की संरचना

- फ्रक्टोस एक महत्वपूर्ण **कीटोहैक्सोस** हैं।

फ्रक्टोस के विरचन की विधियाँ

1. यह सूक्रोस (डाइसेकराइड) के जल अपघटन पर ग्लूकोस के साथ प्राप्त होता है।

$$\underset{Sucrose}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{गर्म}]{H_2SO_4(dil.)} \underset{D\text{-}Glucose}{C_6H_{12}O_6} + \underset{D\text{-}Fructose}{C_6H_{12}O_6}$$

2. इसका विरचन कैल्शियम फ्रक्टोस में CO_2 प्रवाहित करके किया जाता है।

$$\underset{Calcium\ Fructose}{C_6H_{11}O_5-O-CaOH} + CO_2 \rightarrow \underset{Fructose}{C_6H_{12}O_6} + CaCO_3$$

3. इन्सुलिन की तनु H_2SO_4 की उपस्थिति में जल अपघटन करने पर

$$\underset{Insulin}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{H_2SO_4(dil.)} \underset{Fructose}{nC_6H_{12}O_6}$$

फ्रक्टोस के भौतिक गुण-

(i) निर्जलित फ्रक्टोस श्वेत क्रिस्टलीय पदार्थ है।

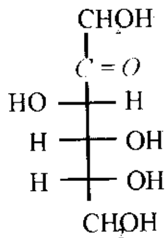
(ii) इसका गलनांक 102°C है।

(iii) यह जल में घुलनशील है परन्तु बेंजीन तथा ईथर में अघुलनशील है।

(iv) सभी शर्कराओं में फ्रक्टोस सबसे मीठा होता है।

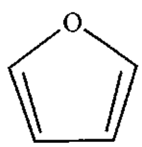
(v) ग्लूकोस के समान यह भी परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन दर्शाता है।

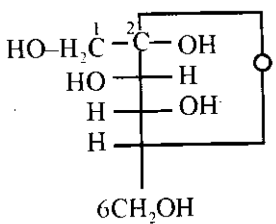
- फ्रक्टोस का भी अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ प्राप्त हुआ
- इसकी रासायनिक अभिक्रियाओं के आधार पर यह पाया गया कि फ्रक्टोस में उपस्थित C संख्या 2 पर एक कीटोनिक समूह है तथा ग्लूकोस के समान छः कार्बन परमाणुओं की एक ऋजु शृंखला, एवं 5 –OH समूह उपस्थित है।
- फ्रक्टोस D-श्रेणी से सम्बन्धित है तथा वाम ध्रुवण घूर्णक यौगिक है। अतः इसे उपयुक्त रूप से D-(–)-फ्रक्टोस लिखा जायेगा।
- इसकी विवृत शृंखला निम्न है -



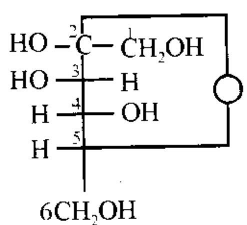
D(–) फ्रक्टोस $[\alpha]_D = 92^\circ$

- यह भी दो चक्रीय संरचनाओं में उपस्थित रहता है। जो C_5 पर उपस्थित –OH तथा (>C=O) के योगज से प्राप्त होती है, इस प्रकार पाँच सदस्यीय वलय बनती है तथा **फ्यूरान** से समानता के कारण इसे **फ्यूरेनोस** कहां जाता है।
- फ्यूरान एक पांच सदस्यीय वलय संरचना है। जिसमें एक ऑक्सीजन परमाणु व चार कार्बन परमाणु होते है।



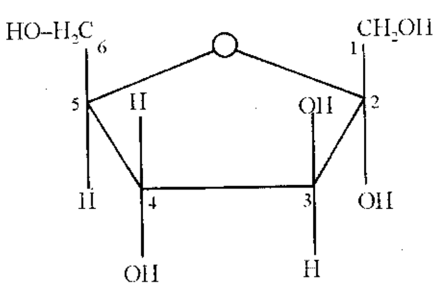


α–D–(–)–फ्रक्टोफ्यूरेनोस $[\alpha]_D = -21^\circ$

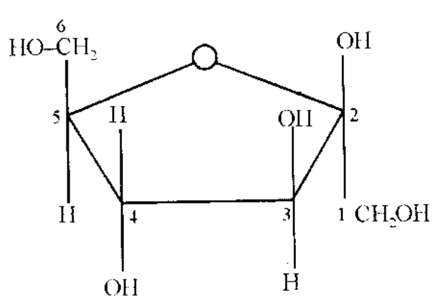


β–D–(–)–फ्रक्टोफ्यूरेनोस $[\alpha]_D = -133^\circ$

- फ्रक्टोस के दोनों ऐनोमेर की चक्रीय संरचना को वैज्ञानिक हावर्थ संरचनाओं द्वारा निम्न प्रकार से निरूपित करते है।



α–D(–) फ्रक्टोफ्यूरेनोस



β–D (–) फ्रक्टोफ्यूरेनोस

- एक विलयन में फ्रक्टोस साम्य मिश्रण के रूप में 70% फ्रक्टोपाइरेनोस, 22% फ्रक्टोफ्यूरेनोस तथा अन्य रूप में D(+)–glucose, **D(+) –mannose** तथा D(–)– Fructose उपस्थित होते हैं।

14.3.5 डाइसैकराइड्स (ओलिगो सेकराइड)

ये पुन: दो भागों में बाँटे जाते हैं।

(a) अपचायक डाइसैकराइड (b) अनअपचायक डाइसैकराइड

(a) अपचायक डाइसैकराइड (Reducing disaccharides)

- इन डाइसैकराइड में किसी एक मोनो सैकराइड का कार्बोनिल समूह ग्लाइकोसाइडीक बन्ध नहीं बनाता है। अत: इन्हें अपचायक डाइसैकराइड कहते हैं।
- उदाहरण–लैक्टोस, माल्टोस।

(b) अनअपचायक डाइसैकराइड

- इन डाइसैकेराइड में मोनो सैकराइड के कार्बोनिल समूह ग्लाइकोसाइडीक बन्ध बनाते हैं।

  उदाहरण– सुक्रोस।

1. Sucrose

- सुक्ररोस एक प्रमुख डाइसैकराइड है।
- इसे Cane sugar भी कहते हैं।
- यह फ्रूट् जूस, बीजों में Flower में अधिक मात्रा में पाया जाता है।
- इसका प्रमुख स्रोत गन्ने का रस शुगर बीट है।
- गन्ने के रूप में सुक्रोस 15-20% होता है।

1. सुक्रोस के गुण–

- इसका अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है।
- यह एक सफेद क्रिस्टलीकरण मीठा व H_2O में विलेय है।
- इसका गलनांक 180°C है, इसे अपने गलनांक से कुछ अधिक ताप पर गर्म करने पर यह भूरा हो जाता है। जिसे **केरमैल** कहते हैं।
- जब सुक्रोस को सान्द्र H_2SO_4 के साथ गर्म करते हैं तो यह भूरे रंग में बदल जाता है और अन्त में C में बदल जाता है।
- यह अनअपचायक शर्करा है।
- यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित नहीं करता है।

2. सुक्रोस की संरचना

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।

$$\underset{\text{सुक्रोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{या लैक्टेस}]{\text{तनु अम्ल}} \underset{D(+)\,\text{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{D(-)\,\text{फ्रक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

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

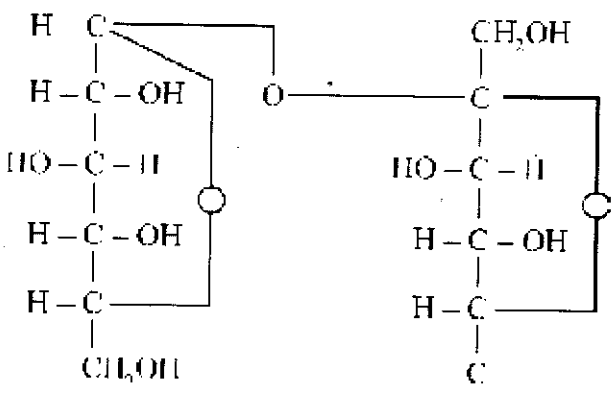
विशेष– चूंकि ग्लूकोस का दक्षिण ध्रुवण घूर्णन (+52°) फ्रक्टोस के वाम ध्रुवण घूर्णन (-92.4°) से कम होता है इसलिए मिश्रण (ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस) वाम ध्रुवण घूर्णक होता है।

इसका तात्पर्य यह है कि सुक्रोस के जल अपघटन के बाद ध्रुवण घूर्णन में परिवर्तन (इन्वर्जन) होता है। यह प्रतीपन 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।

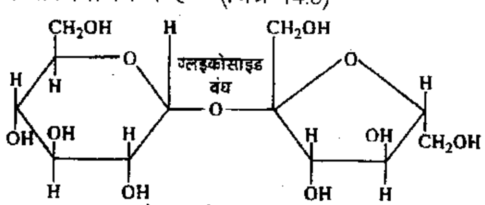
(ii) ग्लूकोस व फ्रक्टोस अपचयी शर्कराएं है लेकिन सुक्रोस अनअपचायक शर्करा है। क्योंकि सुक्रोस –
   (अ) हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम नहीं बनाता है।
   (ब) यह फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन नहीं बनाता।
   (स) फेहलिंग विलयन तथा टोलेन अभिकर्मक का अपचयन भी नहीं करता तथा यह परिवर्ती ध्रुवण घूर्णक भी प्रदर्शित 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 है।

(iii) इसके अलावा सुक्रोस का जल अपघटन एन्जाइम माल्टेस (यह एन्जाइम α-ग्लाइकोसिडिक बंध के लिए विशिष्ट है) तथा एन्जाइम इन्वर्टेस (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 एल्डिहाइड कार्बन तथा β-फ्रक्टोस का कीटोनिक कार्बन ग्लाइकोसिटिक बंध द्वारा जुड़े रहते है। उपरोक्त तथ्यों के आधार पर सुक्रोस की संरचना निम्न है– (चित्र 14.4)



सुक्रोस की संरचना

इसकी हावर्थ संरचना निम्न है– (चित्र 14.5)



सुक्रोस की हावर्थ संरचना

(b) माल्टोस (Maltose)

- इसे माल्ट शर्करा भी कहते हैं। क्योंकि माल्ट में उपस्थित एन्जाइम डायस्टेस द्वारा स्टार्च का जल अपघटन होकर माल्टोस बनता है।

$$\underset{\text{स्टार्च}}{2(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{\text{डायस्टेस}} \underset{\text{माल्टोस}}{nC_{12}H_{22}O_{11}}$$

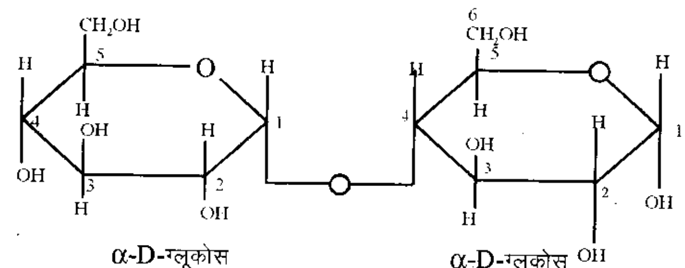
- यह एक श्वेत क्रिस्टलीय पदार्थ है।
- यह जल में विलेय परन्तु ऐल्कोहॉल एवं ईथर में अविलेय है।
- इसका गलनांक 160°–165°C होता है।
- यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है और परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित करता है। इसके α– रूप का विशिष्ट घूर्णन +168° तथा β– रूप का +112° तथा साम्य का विशिष्ट घूर्णन +136° है।
- तनु अम्ल एवं एन्जाइम माल्टेज द्वारा जल अपघटित होकर दो अणु ग्लूकोस देता है।

$$\underset{\text{माल्टोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{माल्टेस}]{\text{तनु अम्ल}} \underset{\text{ग्लूकोस}}{2C_6H_{12}O_6}$$

- यह **अपचायक शर्करा** है क्योंकि-

(i) फेहलिंग विलयन को अपचयित कर देता है।
(ii) हाइड्रोक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिन बनाता है।
(iii) फेनिल हाइड्रेजिन के साथ ओसाजोन बनाता है।
(iv) परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित करता है।

- डाइसैकेराइड माल्टोस, α-D ग्लूकोस की दो इकाइयों से निर्मित होता है। जिसके एक ईकाई का C_1 व दूसरी इकाई का C_4 के साथ α– ग्लाइकोसाइडिक बन्ध द्वारा जुड़ा होता है।
- माल्टोस में दोनों ग्लूकोस इकाइयों में से एक का अणु एल्डिहाइड मुक्त है।
- विलयन में ग्लूकोस की दूसरी इकाई का C_1 मुक्त ऐल्डिहाइड समूह देने के कारण यह अपचायक गुण प्रदर्शित करता है अतः माल्टोस *अपचायी शर्करा* है।
- माल्टोस का हॉवर्थ सूत्र निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है–



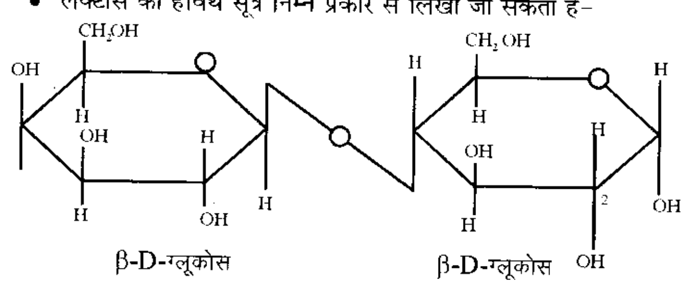
माल्टोस

(c) लैक्टोस [Lactose]

- लैक्टोस दुग्ध में उपस्थित होने के कारण इसे दुध शर्करा भी कहते है। इसका अणु सूत्र $C_{12}O_{22}O_{11}$ है।
- यह एक श्वेत क्रिस्टलीय पदार्थ है।
- यह 203°C पर विघटन के साथ पिघलता है।
- यह जल में विलेय परन्तु एल्कोहॉल तथा ईथर में अविलेय है।
- यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक है।
- लैक्टोस β-(D)-गैलेक्टोस तथा β-(D)-ग्लूकोस से निर्मित होती है।
- तनु अम्लों एवं एन्जाइम लैक्टेस के द्वारा इसका जल अपघटन होकर D–(+) ग्लूकोस तथा D–(+)– गैलेक्टोस का समअणुक मिश्रण बनाता है।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{लैक्टेस}]{\text{तनु } HCl} \underset{D \text{ ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{D\text{-गैलेक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

- गैलेक्टोस का C_1 तथा ग्लूकोस का C_4 के मध्य β–**ग्लाइकोसाइड बन्ध** बनता है अतः यहां की ग्लूकोस का C_1 परमाणु ऐल्डिहाइड के बदलने के कारण यह भी **अपचयी शर्करा** है।
- लैक्टोस का हॉवर्थ सूत्र निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है–



लैक्टोस

Special Note

- *शर्करा शब्द का अर्थ मिठास से है।*

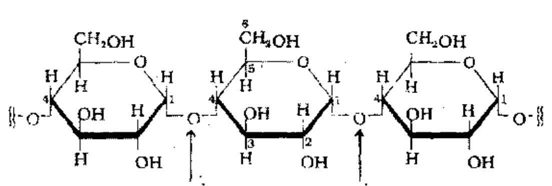
- *विभिन्न मोनोसैकराइड व डाइसैकेराइड अपनी मिठास में अलग–अलग होते है।*
- *मिठास का एक पैमाना बनाया गया जहाँ सूक्रोस का 100 मान निकाला गया है। अन्य शर्कराओं की मिठास इससे सम्बन्धित होती है।*
  (i) ग्लूकोस [मान 75] अतः ग्लूकोस की मिठास सूक्रोस से कम है।
  (ii) फ्रक्टोस [मान 173] अतः फ्रक्टोस की मिठास सूक्रोस से अधिक है।

पॉलिसैकराइड्स [Polysaccharides]

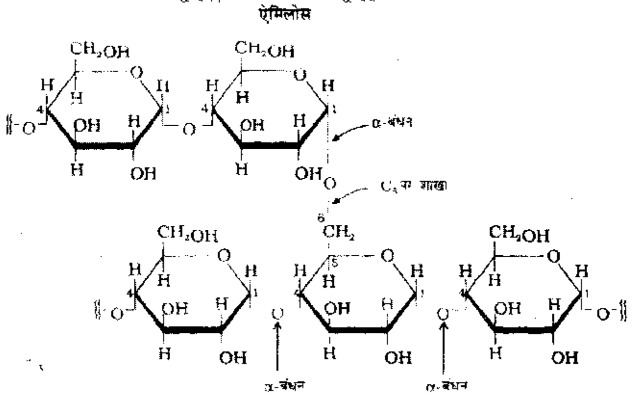
- पॉलिसैकेराइड में असंख्य मोनोसैकैराइड इकाइयाँ ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा संयुक्त रहती हैं।
- यह प्रकृति में सर्वाधिक पाए जाने वाले कार्बोहाइड्रेट हैं। इसलिए इन्हें **जैव बहुलक** या **प्राकृतिक बहुलक** कहते हैं।
- यह मुख्यतः संग्रहण तथा संरचना निर्माण का कार्य करते हैं।
- ये अक्रिस्टलीय स्वादहीन तथा जल में अविलेय होते हैं अतः इन्हें अशर्करा भी कहते हैं।

I. स्टार्च -

- इसका सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ होता है।
  स्टार्च पौधों में मुख्य संग्रहित पॉलिसैकेराइड है।
- यह मनुष्यों के लिए आहार का मुख्य स्त्रोत है।
- दाल, जड़ कंद तथा कुछ सब्जियों में स्टार्च प्रचुर मात्रा में मिलता है।
- तनु अम्ल द्वारा अपघटन कराने पर यह α– ग्लूकोज देता है तथा एन्जाइम डायस्टेज द्वारा जल अपघटित होकर माल्टोज देता है।
- यह α- ग्लूकोस का बहुलक है तथा दो घटको α–**ऐमिलोस** तथा **ऐमिलोपेक्टिन** से मिलकर बनता है।
- ऐमिलोस जल में घुलनशील अवयव है तथा यह स्टार्च का 15–20% भाग निर्मित करता है।
- रासायनिक रूप से ऐमिलोस 200–1000 α–D-(+)-ग्लूकोस इकाइयों की अशाखित श्रृंखला होती है जो C_1–C_4 ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती हैं।
- ऐमिलोपेक्टिन जल में अविलेय होती है तथा यह स्टार्च का 80–85% भाग बनाती है।
- यह α-D-ग्लूकोस इकाइयों की शाखित श्रृंखला होती है, जिसमें C_1–C_4 ग्लाइकोसाइडी बंध होते हैं। जबकि शाखन C_1–C_6 ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा होता है।



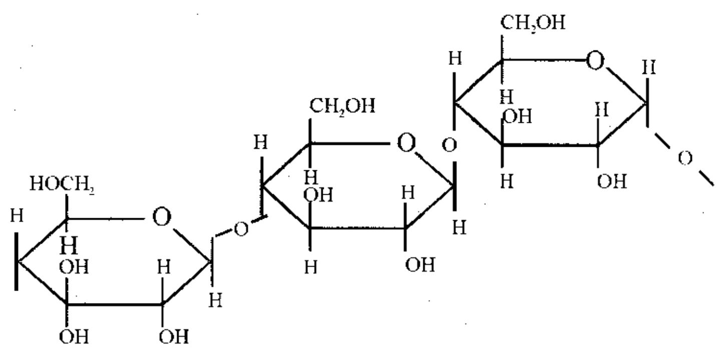
ऐमिलोस



ऐमिलोपेक्टिन

(E) सेलुलोस (Cellulose) इसका सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ होता है।

- यह विशिष्ट रूप से केवल पौधों में पाया जाता है।
- यह वनस्पति जगत में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध कार्बनिक पदार्थ है।
- यह पौधों की कोशिकाओं की कोशिका भित्ति का मुख्य अवयव है।
- तनु H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर यह D- ग्लूकोज देता है।
  $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$
- सेलुलोस, β-D-ग्लूकोस से बनी ऋजु श्रृंखला युक्त पोलिसैकैराइड है जिसमें एक ग्लूकोस ईकाई के C_1 तथा दूसरी ग्लूकोस इकाई के C_4 के मध्य ग्लाइकोसाइडी बन्ध बनाता है।



Structure of Cellulose

(E) ग्लाइकोजन–

प्राणियों के शरीर में कार्बोहाइड्रेट ग्लाइकोजन के रूप में संग्रहित रहता है।

- इसकी संरचना ऐमिलोपेक्टिन के समान होती है। अतः यह भी α–D–ग्लूकोज का संघनन बहुलक है।
- इसे **प्राणी स्टार्च** भी कहते है
- यह यकृत, मांसपेशियों तथा मस्तिष्क में उपस्थित होती है।
- जब शरीर को ग्लूकोस की आवश्यकता होती है तो एन्जाइम, ग्लाइकोजन को ग्लूकोस में बदल देता है
- यह यीस्ट व कवक में भी पाया जाता है
- ग्लाइकोजन श्वेत पाऊडर है जो जल में विलेय है तथा इसका विलयन आयोडीन से अभिक्रिया करके बैंगनी लाल रंग देता हैं।

EXERCISE 14.1

प्र.1. कार्बोहाइड्रेट में उपस्थित H व O में क्या अनुपात है?
प्र.2. एक ऐसे कार्बोहाइड्रेट का उदाहरण दीजिये जिसमें H व O में अनुपात 2 : 1 का नहीं हो?
प्र.3. ऐसे यौगिकों का नाम दीजिये। जिन्में H व O में अनुपात 2 : 1 का है लेकिन उन्हें कार्बोहाइड्रेट नहीं कहते ?
प्र.4. 3C युक्त कार्बोहाइड्रेट का नाम क्या होगा?
प्र.5. 4C युक्त कार्बोहाइड्रेट का नाम क्या होगा?
प्र.6. 5C युक्त कार्बोहाइड्रेट का नाम क्या होगा?
प्र.7. 6C युक्त कार्बोहाइड्रेट का नाम क्या होगा?
प्र.8. कार्बोहाइड्रेट का वर्गीकरण समझाइयें?
प्र.9. मोनोसैकेराइड के दो उदाहरण दीजिये?
प्र.10. ग्लिसरैल्डिहाइड की संरचना बताइये?
प्र.11. एरिथ्रोस की संरचना बताइये?
प्र.12. राइबोस की संरचना बताइये?
प्र.13. पेन्टोस में कितने असममित कार्बन परमाणु उपस्थित है।
प्र.14. कीटोहैक्सोस में कितने असममित कार्बन परमाणु उपस्थित है?

प्र.15. Aldohexose में कुल कितने प्रकाशिक समावयवों की संख्या होगी?
प्र.16. α-D-ग्लूकोस का विशेष घूर्णक कोण कितना है?
प्र.17. β-D-ग्लूकोस का विशेष घूर्णक कोण कितना है?
प्र.18. डाईसैकेराईड के उदाहरण दीजिये।
प्र.19. माल्टोस कौनसे मोनो सैकेराइड से बनता है?
प्र.20. सुक्रोस कौनसे मोनो सैकेराइड से बनता है?
प्र.21. लैक्टोस कौनसे मोनो सैकेराइड से बनता है?
प्र.22. माल्टोस को कैसे प्राप्त करेंगे?
प्र.23. सुक्रोस को किससे प्राप्त करते हैं?
प्र.24. प्रतीप शर्करा किसे कहते है?
प्र.25. लैक्टोस को किससे प्राप्त करते हैं?
प्र.26. पॉलिसैकेराइड के उदाहरण दीजिये।
प्र.27. सेलूलोस किस मोनो सैकेराइड का बहुलक है?
प्र.28. स्टार्च किस मोनो सैकेराइड का बहुलक है?
प्र.29. प्रकृति में सर्वाधिक रूप से पाया जाना वाला कार्बोहाइड्रेट कौनसा है?
प्र.30. चौपायों की आंतो में कौनसा एन्जाइम होता है जो सेलूलोस को अपघटित करता है?
प्र.31. सेलूलोस किसमें पाया जाता है?
प्र.32. स्टार्च किसमें पाया जाता है?
प्र.33. माल्टोस की संरचना दीजिये।
प्र.34. लैक्टोस की संरचना दीयिये।
प्र.35. अपचायी शर्करा किसे कहते है?
प्र.36. अनअपचायी शर्करा किसे कहते हैं?
प्र.37. माल्टोस का गलनांक कितना है?
प्र.38. लैक्टोस का गलनांक कितना है?

उत्तर की स्वयं जांच करें

उ.1. 2 : 1
उ.2. रेमोस $C_6H_{12}O_5$
उ.3. CH_2O फॉर्मल्डिहाइड, $C_2H_4O_2$ ऐसीटिक अम्ल व लैक्टिक अम्ल $C_3H_6O_3$
उ.4. Aldotriose — Ketotriose
उ.5. Aldotetrose — Ketotetrose
उ.6. Aldopentose — Ketopentose
उ.7. Aldohexose — Ketohexose
उ.8. पाठ्य भाग में देखें।
उ.9. ग्लूकोस, फ्रक्टोस
उ.10. $CH_2OH-CHOH-CHO$
उ.11. $CH_2OH-(CHOH)_2-CHO$
उ.12. $CH_2OH-(CHOH)_3-CHO$
उ.13. 3
उ.14. 3
उ.15. 16
उ.16. 113°
उ.17. 19°
उ.18. माल्टोस, सुक्रोस एवं लैक्टोस डाईसैकेराइड के उदाहरण है।
उ.19. दो α-D-ग्लूकोस अणुओं से बना होता है।
उ.20. ग्लूकोस एवं फ्रक्टोस मोनोसैकेराइड से बना होता है।
उ.21. ग्लूकोस एवं गैलेक्टोस मोनोसैकेराइड से बना होता है।
उ.22. स्टार्च विलयन से माल्ट को मिलाने से माल्टोस बनता है।

$$\underset{\text{स्टार्च}}{2(C_6H_{10}O_5)_n}+nH_2O\xrightarrow[\text{डायस्टेस}]{\text{माल्ट}}\underset{\text{माल्टोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$$

उ.23. गन्ने से एवं चुकन्दर से प्राप्त करते हैं।
उ.24. ग्लूकोस एवं फ्रक्टोस की समान मात्रा के मिश्रण को प्रतीप शर्करा कहते हैं।
उ.25. दूध से प्राप्त करते है।
उ.26. सेलूलोस एवं स्टार्च।
उ.27. ग्लूकोस का बहुलक है।
उ.28. ग्लूकोस का बहुलक है।
उ.29. सेलूलोस।
उ.30. β-ग्लाईकोसिडेस एन्जाइम।
उ.31. काष्ठ एवं कपास में।
उ.32. आलू, चावल, मक्का, जौ आदि में स्टार्च पाया जाता है।
उ.33. पृष्ठ संख्या 14.10 पर देखें।
उ.34. पृष्ठ संख्या 14.10 पर देखें।
उ.35. अपचायक शर्करा से है जो
- फेहलिंग विलयन को अपचयित करते हैं।
- हाइड्रोक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम बनाता है।
- फैनिल हाइड्रैजीन के साथ ओसाजोन बनाता है।
- परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित करता है।

जैसे–माल्टोस।

उ.36. अनअपचायक शर्करा वे है जो
- फेहलिंग विलयन को अपचयित नहीं करता।
- हाइड्रोक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम नहीं बनाता।
- फेनिल हाइड्रैजीन के साथ ओसोजोन नहीं बनाता।
- परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित नहीं करते।

जैसे–सुक्रोस।

उ.37. 375 K
उ.38. 476 K

प्र.14.1. ग्लूकोस तथा सूक्रोस जल में विलेय है जबकि साइक्लोहैक्सेन अथवा बेन्जीन जल में अविलेय है समझाइये।

हल– हम जानते है कि वे कार्बनिक यौगिक जिनमें H बन्ध उपस्थित होता है, उन्हें जल में मिलाने पर जल के साथ H बन्ध बनाकर विलेय हो जाते है। अतः ग्लूकोस व सूक्रोस क्रमशः 5–OH व 8–OH समूह उपस्थित है अतः ये जल में विलेय है n.hexane व benzene अध्रुविय प्रकृति के होने के कारण ये जल में अविलेय होते है।

प्र.14.2. लैक्टोस के जल अपघटन में किन उत्पादों के बनने की अपेक्षा करते है?

हल– लैक्टोस एक डाइसैकराइड है अतः ये जल अपघटन से दो मोनो सैकराइड देते है। जिन्हें D-ग्लूकोस एवं D.गैलेक्टोस कहते है।

$$\underset{\text{लैक्टोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}}+H_2O\rightarrow\underset{\text{D-ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6}+\underset{\text{D-गैलेक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

प्र.14.3. D-ग्लूकोस के पेन्टाऐसीटेट में आप ऐल्डिहाइड समूह की अनुपस्थिति को कैसे समझायेंगे।

हल– हम जानते है कि ग्लूकोस एक हेमिऐसीटल है जिसमें –CHO समूह अनुपस्थित है अतः इससे प्राप्त पेन्टाऐसीटेट व्युत्पन्न में भी एल्डिहाइड समूह अनुपस्थित होगा।

14.4 प्रोटीन्स (Proteins)

- जीव जगत में पाये जाने वाले सर्वाधिक जैव अणु प्रोटीन है।
- प्रोटीन के मुख्य स्त्रोत दूध, पनीर, दालें, मूंगफली, मछली तथा माँस आदि है।
- यह शरीर के प्रत्येक भाग में उपस्थित होते है। जीव धारियों के बाल, त्वचा, नाखून हीमोग्लोबिन, माँसपेशियाँ, एन्जाइम, हार्मोन आदि प्रोटीन से बने होते हैं।
- ये रंगहीन व गंधहीन व स्वादहीन होते है।
- ये अधिकतर जलस्नेही, कोलॉइडी और उच्च अणुभार वाले जटिल जैव बहुलक होते है।
- प्रोटीन जीवन का मूलभूत संरचनात्मक एवं क्रियात्मक आधार बनाते है।
- प्रोटीन शरीर में वृद्धि करता है एवं शारीरिक अनुरक्षण के लिए अति आवश्यक है।
- प्रोटीन शब्द की उत्पत्ति ग्रीक शब्द प्रोटियोस (Protios) से हुई है जिसका अर्थ **प्राथमिक अथवा अतिमहत्वपूर्ण** होता है।
- जन्तु कोशिका भित्ति प्रोटीन की बनी होती है।
- सभी प्रकार की प्रोटीन α-ऐमीनों अम्लों के बहुलक है जिनका अणुभार 10,000 से अधिक होता है।

14.4.1 प्रोटीन संघटन

- सभी प्रोटीन नाइट्रोजन युक्त जटिल कार्बनिक यौगिक है।
- नाइट्रोजन के अतिरिक्त कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, सल्फर तत्व भी उपस्थित होते हैं।
- प्रोटीन का आंशिक जल अपघटन कराने पर भिन्न-भिन्न अणुभार वाले पेप्टाइड प्राप्त होते हैं। जो पूर्ण जल अपघटन पर α- एमीनो अम्ल देते हैं।

$$\text{प्रोटीन} \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} \text{पेप्टाइड} \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} \alpha\text{- एमीनो अम्ल}$$

14.4.2 प्रोटीन का वर्गीकरण एवं संघठन

- आण्विक आकृति के आधार पर प्रोटीनों को दो वर्गों में बाँटा गया है।

(अ) रेशेदार प्रोटीन (Fibrous Proteins)

- इसमें पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएँ समानान्तर होती है तथा डाइहाइड्रोजन एवं डाइ सल्फाइड आबंधों द्वारा संयुक्त होकर रेशे जैसी संरचना बनाती है।
- इस प्रकार के प्रोटीन सामान्यत: जल में अविलेय होते हैं।
- **उदाहरण**-किरेटिन (बाल तथा ऊन में), मायोसिन (मांस पेशियों में) आदि। यह लम्बी धागे जैसी सदृश्य संरचना है।

(ब) गोलिकाकार प्रोटीन (Globular Protein) या दानेदार प्रोटीन

- इसमें पॉलिपेप्टाइड की श्रृंखलाएँ कुंडली बनाकर गोलाकृति प्राप्त कर लेती है।
- ये सामान्यत: जल में विलेय होती है।

उदाहरण- इन्सुलिन, ऐल्ब्यूमीन, हीमोग्लोबिन आदि।

II. प्रोटीन्स के जल अपघटन के आधार पर प्रोटीन्स को निम्न भागों में विभक्त करते हैं।

(A) सामान्य प्रोटीन

(1) साधारण प्रोटीन (Simple Protein)- ये प्रोटीन जल अपघटन पर केवल α-एमीनो अम्ल देती है। उदाहरण-ऐल्बुमिन, ग्लोबुलिन।

(2) संयुग्मित प्रोटीन- इनमें प्रोटीन भाग के साथ अप्रोटीन भाग भी जुड़ा रहता है, जिसे प्रोस्थेटिक समूह कहते है। संयुग्मित प्रोटीन तीन प्रकार की होती है-

(अ) **न्यूक्लिओप्रोटीन (Nucleoproteins)**- इनमें प्रोस्थेटिक समूह न्यूक्लिक अम्ल होता है। उदाहरण- न्यूक्लिन।

(ब) **ग्लाइकोप्रोटीन (Glycoproteins)**- इनमें प्रोस्थेटिक समूह कार्बोहाइड्रेट्स होते है। उदाहरण- माइसिन।

(स) **क्रोमोप्रोटीन (Chromoproteins)**- इसमें प्रोस्थेटिक समूह कुछ वर्णक होते है। उदाहरण- हीमोग्लोबिन, क्लोराफिल।

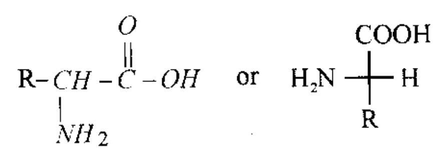
14.4.3 एमीनों ऐसीड (Amino Acids)

ऐमीनों अम्ल (Amino acids)

- ऐमीनों अम्लों में ऐमीनों ($-NH_2$) तथा कार्बोक्सिलिक ($-COOH$) समूह उपस्थित होता है।

$$\begin{array}{l} -CH-COOH \\ \;\;\;| \\ \;\;NH_2 \end{array}$$

- प्रोटीन के जल अपघटन से केवल α-ऐमीनों अम्ल ही प्राप्त होते है।
- ऐमीनों अम्लों में अन्य समूह भी उपस्थित हो सकते है।
- सभी ऐमीनों अम्लों के रूढ़ नाम है जो इन यौगिकों के गुण अथवा इनके स्त्रोत को प्रदर्शित करते है। ग्लाइसीन (Glycine) को उसका नाम मीठे स्वाद के कारण दिया गया है।
- प्रत्येक ऐमीनों अम्ल को साधारणत: **एक तीन अक्षर प्रतीक** द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कभी-कभी **एक अक्षर प्रतीक** द्वारा भी प्रदर्शित करते है।
- कुल ऐमीनों अम्लों की संख्या 20 है। जिन्हें हम निम्न चार्ट की सहायता से याद करेंगे।



14.4.3.1 ऐमीनों अम्लों का वर्गीकरण

1. कार्य के आधार पर वर्गीकरण

इन्हें कार्य के आधार पर निम्न दो भागों में बांटा गया है-

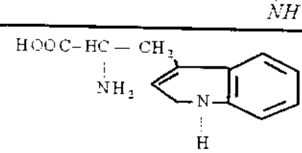
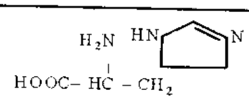
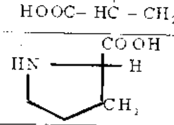
(A) आवश्यक एमीनों अम्ल-इस वर्ग में उन ऐमीनों अम्लों को रखा गया है, जिनकी जीवधारियों को सख्त आवश्यकता होती है। इनकी शरीर में कमी से शारीरिक वृद्धि रुक जाती है और मृत्यु तक हो सकती है। इनकी **संख्या 10** है तथा ये थ्रिओन्नीन, वैलीन,ल्युसीन, आइसोल्युसीन, लाइसीन, मेथिइओनिन, फेनिल-एलेनिन, ट्रिप्टोफेन, आर्जिनिन और हिस्टिडीन है। इन्हें संक्षिप्त में TVMILLPATH से प्रदर्शित करते है।

(B) अनावश्यक एमीनों अम्ल-इस वर्ग में उन एमीनों अम्लों को रखा गया है जिनके अभाव से कोई भी विपरीत प्रभाव नहीं पड़ता है। 10 आवश्यक एमीनों अम्लों के अलावा शेष एमीनों अम्ल इस वर्ग के हैं।

2. प्रकृति के आधार पर वर्गीकरण

प्रकृति के आधार पर एमीनों अम्लों को निम्न भागों में बांटा गया है-

(A) अम्लीय एमीनों अम्ल-इनमें एक एमीन समूह और दो कार्बोक्सिलिक समूह पाये जाते हैं। इसलिए इनकी प्रकृति अम्लीय होती है। उदा. एस्पार्टिक अम्ल, ग्लूटैमिक अम्ल आदि।

	Name of the amino acids	Characteristic feature of side chain, R	Three letter symbol	one letter code
1.	Glycine ग्लाईसीन	H_2N-CH_2-COOH	Gly	G
2.	Alanine ऐलेनिन	$CH_3-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Ala	A
3.	Valine वैलीन	$(H_3C)_2CH-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Val	V
4.	Leucine ल्यूसीन	$(H_3C)_2CH-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Leu	L
5.	Isoleucine आइसोल्यूसीन	$H_3C-CH_2-\underset{CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Ile	I
6.	Arginine आर्जिनीन	$HN=\underset{NH_2}{\underset{\vert}{C}}-NH-(CH_2)_3-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Arg	R
7.	Lysine लाइसीन	$H_2N-(CH_2)_4-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Lys	K
8.	Glutamic acid ग्लूटैमिक अम्ल	$HOOC-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Glu	E
9.	Aspartic acid ऐस्पार्टिक अम्ल	$HOOC-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Asp	D
10.	Glutamine ग्लूटेमाइन	$H_2N-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Gln	Q
11.	Asparagine ऐस्पेराजीन	$H_2N-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Asn	N
12.	Threonine थ्रिऑन्नीन	$H_3C-CHOH-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Thr	T
13.	Serine सेरीन	$HO-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Ser	S
14.	Cysteine सिस्टीन	$HS-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Cys	C
15.	Methionine मेथाइओनिन	$H_3C-S-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Met	M
16.	Phenylalanine फेनिल ऐलानिन	$C_6H_5-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Phe	P F
17.	Tyrosine टाइरोसीन	$(p)HO-C_6H_4-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\vert}{CH}}-COOH$	Tyr	Y
18.	Tryptophan ट्रिप्टोफेन		Trp	W
19.	Histidine हिस्टिडीन		His	H
20.	Proline प्रोलीन		Pro	P

$$HOOC-CH_2-\underset{\substack{|\\NH_2}}{CH}-COOH$$

Aspartic acid

(B) क्षारीय एमीनों अम्ल–इनमें दो एमीन समूह और एक कार्बोक्सिलिक समूह पाये जाते हैं। इसलिए इनकी प्रकृति क्षारीय होती है। उदा. लाइसीन, आर्जिनिन, हिस्टिडीन, ट्रिप्टोफेन आदि।

$$\underset{\substack{|\\NH_2}}{CH_2}-CH_2-CH_2-\underset{\substack{|\\NH_2}}{CH}-COOH$$

Lysine

(C) उदासीन एमीनों अम्ल–इनमें एक एमीन समूह और एक कार्बोक्सिलिक समूह पाये जाते हैं। अतः इनकी प्रकृति उदासीन होती है। उदा. ग्लाइसीन, वैलीन, ऐलेनीन आदि।

3. ऐमीनो समूह की स्थिति के आधार पर

(1) α– **अमीनो अम्ल**-इसमें ऐमीनों समूह कार्बोक्सिलिक समूह से α–स्थिति पर होता है अर्थात् दोनों समूह एक ही कार्बन से जुड़े रहते हैं।

उदाहरण-

$$\underset{\text{ग्लाइसीन}}{H_2N-CH_2-COOH} \qquad \underset{\text{ऐलेनीन}}{CH_3-\underset{\substack{|\\NH_2}}{CH}-COOH}$$

(2) β– **ऐमीनो अम्ल**-इसमें ऐमीनों समूह कार्बोक्सिलिक समूह से β–स्थिति पर होता है।

उदाहरण- $$\underset{\substack{|\\NH_2}}{\overset{\beta}{C}H_2}-\overset{\alpha}{C}H_2-COOH$$

β– ऐमीनो प्रोपेनाइक अम्ल

(3) γ – **ऐमीनो अम्ल**- इसमें ऐमीनों समूह कार्बोक्सिलिक समूह से γ–स्थिति पर होता है।

उदाहरण- $$\underset{\substack{|\\NH_2}}{\overset{\gamma}{C}H_2}-\overset{\beta}{C}H_2-\overset{\alpha}{C}H_2-COOH$$

γ– ऐमीनो ब्यूटेनोइक अम्ल

14.4.3.2 एमीनों अम्लों के गुणधर्म

1. **विलेयता**–ये रंगहीन व क्रिस्टलीय ठोस हैं। ये जल, अम्ल और क्षारों में विलेय होते हैं परन्तु कार्बनिक विलायकों में अल्प विलेय होते हैं।
2. **गलनांक**–इनमें अम्लीय व क्षारीय दोनों समूह होने के कारण, इनमें अन्तराअणुक बल प्रबल होते हैं। इसलिए इनके गलनांक उच्च होते हैं।
3. **असममित C-परमाणु**–ग्लाइसिन के अलावा अन्य सभी एमीनों अम्लों में एक असममित C-परमाणु पाया जाता है। इसलिए ये प्रकाशिक समावयवता प्रदर्शित करते हैं।
4. **ज्विटर आयन**–अम्लीय कार्बोक्सिलिक व क्षारीय ऐमीनो दोनों प्रकार के समूहों की उपस्थिति के कारण, एमीनों अम्लों में द्विध्रुवीय संरचना पाई जाती है, जिसे **ज्विटर आयन** या **आन्तरिक लवण** कहते है।

$$R-\overset{\substack{NH_2\\|}}{CH}-COOH \rightleftharpoons R-\overset{\substack{\overset{\oplus}{N}H_3\\|}}{CH}-CO\overset{\ominus}{O}$$

5. **समविभव बिन्दु**–वह pH, जिस पर एमीनों अम्ल विद्युत क्षेत्र से अप्रभावित रहता है तथा इसकी रासायनिक क्रियाशीलता स्थिर हो जाती है, उसे **समविभव बिन्दु** कहते हैं। प्रत्येक एमीनों अम्ल के लिए इसका मान निश्चित है। जिस pH पर समविभव बिन्दु प्राप्त होता है, उस pH पर एमीनों अम्ल की जल में विलेयता, परासरण दाब, श्यानता, चालकता आदि के मान न्यूनतम होते हैं।

एमीनों अम्लों का महत्व

1. ये शरीर की वृद्धि के लिए अत्यन्त जरूरी हैं।
2. इनसे हार्मोन का निर्माण होता है।
3. ये शरीर से विषैले पदार्थों को निष्कासित करने में सहायता करते हैं।
4. इनसे पेप्टाइडों व प्रोटीनों का निर्माण होता है।

14.4.3.3 पेप्टाइड बन्ध

- एक एमीनों अम्ल के $-NH_2$ समूह और दूसरे एमीनों अम्ल के कार्बोक्सिलिक समूह के मध्य संघनन से H_2O अणु बाहर निकलता है तथा इनके मध्य बन्ध बनता है, इस बन्ध को **पेप्टाइड बन्ध** कहते हैं। इस बन्ध को –CO–NH– द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

$$H_2N-\overset{\substack{R\\|}}{CH}-CO\boxed{OH+H}HN-\overset{R}{CH}--COOH \rightarrow$$

$$H_2N-\overset{\substack{R\\|}}{CH}-\boxed{CO-NH}-\overset{R}{CH}--COOH \quad +H_2O$$

- एमीनों अम्लों की संख्या के आधार पर, पेप्टाइडों को निम्न चार भागों में बांटा गया है–

1. **डाईपेप्टाइड**–इनमें दो एमीनों अम्ल परस्पर जुड़ते हैं। अतः इनमें केवल एक पेप्टाइड बन्ध होता है
2. **ट्राईपेप्टाइड**–इनमें तीन एमीनों अम्ल परस्पर जुड़ते हैं। अतः इनमें दो पेप्टाइड बन्ध होते हैं।
3. **टेट्रोपेप्टाइड**–इनमें चार एमीनों अम्ल परस्पर जुड़ते हैं। अतः इनमें तीन पेप्टाइड बन्ध होते हैं
4. **पॉलीपेप्टाइड**–इनमें अनेकों एमीनों अम्ल परस्पर जुड़ते हैं। अतः इनमें अनेकों पेप्टाइड बन्ध होते हैं।

प्रोटीन, वास्तव में पॉलीपेप्टाइड होते हैं। इसका निर्माण अनेकों ऐमीनों अम्लों के मध्य संघनन से होता है। प्रोटीन जल–अपघटित होकर एमीनों अम्ल देते हैं।

14.4.4 प्रोटीन की संरचना

- अनेकों α-एमीनों अम्लों के मध्य संघनन से पेप्टाइड बन्ध बनते हैं। इस प्रकार बने बहुलक को **प्रोटीन** कहते हैं। प्रोटीन की संरचना जटिल होती है। अतः प्रोटीन की संरचना का अध्ययन, निम्न तीन स्तरों पर किया जाता है–

1. प्राथमिक संरचना (Primary Structure)

- विभिन्न एमीनों अम्लों के परस्पर रेखीय क्रम में पेप्टाइड बन्ध द्वारा जुड़ने से प्रोटीन की प्राथमिक संरचना का निर्माण होता है।

- प्राथमिक संरचना द्वारा एमीनों अम्लों की प्रकृति, संख्या और इनकी व्यवस्था की जानकारी प्राप्त होती है।
- सबसे पहले *फ्रेडरिक सेंगर* ने इन्सुलिन प्रोटीन की प्राथमिक संरचना ज्ञात की थी।
- प्रोटीन की प्राथमिक संरचना में *पेप्टाइड बन्ध, हाइड्रोजन बन्ध* और *डाईसल्फाइड बन्ध* पाये जाते हैं।
- किसी प्रोटीन की प्राथमिक संरचना का महत्व इस बात से पता चलता है कि किसी प्रोटीन में उपस्थित सैकड़ों α-एमीनें अम्लों में से केवल एक α-एमीनों अम्ल के स्थान पर, कोई अन्य α-एमीनों अम्ल आ जाने से, उस प्रोटीन की जैविक सक्रियता बदल जाती है या नष्ट हो जाती है। उदा.–हीमोग्लोबिन में वेलिन द्वारा ग्लूमैटिक अम्ल हटने पर, हीमोग्लोबिन के गुण बदल जाते हैं तथा इससे **सिकल सेल एनिमिया नामक रोग** हो जाता है।

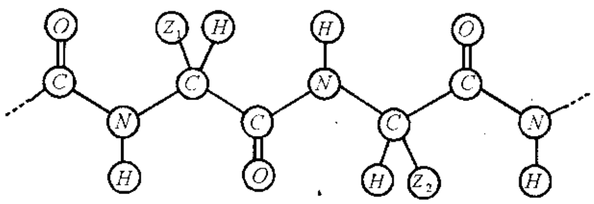
  सामान्य हीमोग्लोबिन–

  Val – His – Leu – Thr – Pro – [Glu] – Glu – Lys

  सिकल सेल एनिमिया–

  Val – His – Leu – Thr – Pro – [Val] – Glu – Lys
  (एमीनों में परिवर्तन)

- **प्रोटीन की प्राथमिक संरचना** को निम्न प्रकार से दर्शा सकते हैं–

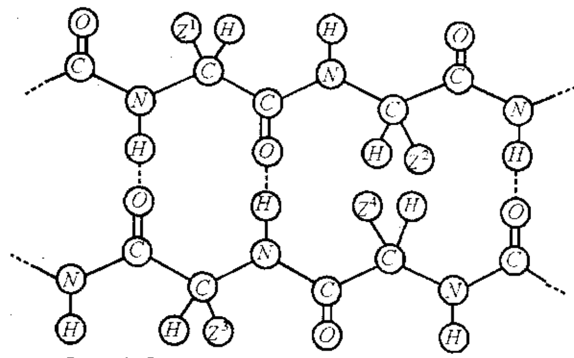


यहाँ Z_1, Z_2 व Z_3 आदि α-एमीनों अम्लों में उपस्थित विभिन्न समूह हैं।

2. द्वितीयक संरचना (Secondary Structure)

- प्रोटीन की द्वितीयक संरचना की जानकारी *पॉलिंग* और *कोरे* नामक वैज्ञानिकों के द्वारा दी गई है।
- द्वितीयक संरचनायें प्रोटीन में पॉलीपेप्टाइड शृंखलाओं की व्यवस्था के प्रति जानकारी प्राप्त होती है।
- यह संरचना प्रत्यास्थ होती है जो कि रेशेदार प्रोटीनों जैसे–बाल, ऊन आदि में उपस्थित प्रोटीनों में पायी जाती है।
- ये संरचनाएँ पेप्टाइड आबंध के $-\overset{O}{\overset{|}{C}}-$ तथा –NH– समूह के मध्य हाइड्रोजन बंध के कारण पॉलि पेप्टाइड की मुख्य शृंखला के नियमित कुंडलन में उत्पन्न होती है।
- **α– हेलिक्स संरचना**- प्रोटीन की इस संरचना में पॉलीपेप्टाइड शृंखलाएँ मुड़े हुए रिबन की भांति सर्पिलाकार होकर हेलिक्स संरचना बनाती है, फलस्वरूप प्रत्येक ऐमीनो अम्ल अवशिष्ट का –NH समूह, कुंडली के अगले मोड़ पर स्थित > C = O समूह के साथ हाइड्रोजन आबंध बनाता है।
- ये प्रोटीन लचीले होते हैं तथा खींचे जा सकते हैं और छोड़ने पर अपनी पूर्व स्थिति में चले जाते हैं। इनकी स्प्रिंग समान संरचना होती हैं।
- यदि पॉली पेप्टाइड शृंखलाऐं परत के समान व्यवस्थित होकर, ये परतें एक के ऊपर एक व्यवस्थित रहती हैं तो इसे **बीटा-प्लेट संरचना** कहते हैं।

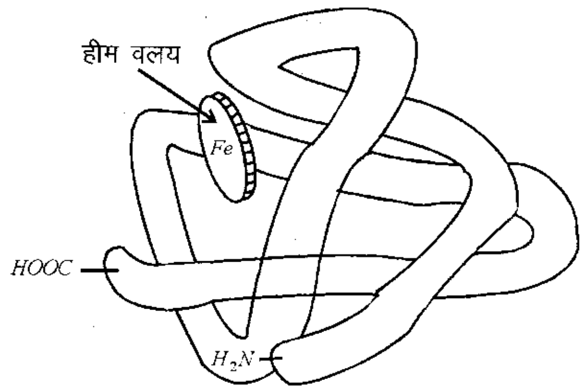
  इस प्रकार की संरचना वाले प्रोटीन मुलायम होते हैं। उदाहरण- रेशम।
- द्वितीयक संरचना में विभिन्न पॉलीपेप्टाइड शृंखलाओं के मध्य हाइड्रोजन बन्ध (एमीन व कार्बोनिल समूह के मध्य), ऐमाइड बन्ध, डाई सल्फाइड बन्ध आदि स्थापित हो जाते हैं।



चित्र-प्रोटीन के अणु की द्वितीयक संरचना

3. तृतीयक संरचना (Tertiary Structure)

- प्रोटीनों की तृतीयक संरचना त्रिविमीय होती है।



चित्र-प्रोटीन अणु की तृतीयक संरचना

- विभिन्न द्वितीयक पॉलीपेप्टाइड शृंखलायें विशिष्ट स्थान पर मुड़कर व लुप बनाकर, परस्पर अन्तराबन्ध बना लेती हैं। अतः पॉलीपेप्टाइड शृंखलाऐं गुच्छित होकर एक निश्चित संघनन आकृति में व्यवस्थित हो जाती हैं, जिसे प्रोटीन की **तृतीयक संरचना** कहते हैं।
- अतः तृतीयक संरचना द्वारा प्रोटीन अणु का सम्पूर्ण आकार निर्धारित किया जाता है। इससे पेप्टाइड शृंखलाओं का गठन निश्चित हो जाता है।
- गोलाकार प्रोटीन जैसे–हीमोग्लोबिन (या मायोग्लोबिन) की संरचना कुण्डली के आकार की होती है।

प्रोटीनों की चतुष्क संरचना

- दो या दो से अधिक पॉलीपेप्टाइड शृंखलाएँ मिलकर प्रोटीन की चतुष्क संरचना का निर्माण करते हैं।
- ये शृंखलाएँ हाइड्रोजन बंध, वैद्युत संयोजी आकर्षण तथा वाण्डर वाल आकर्षण बल द्वारा संयोजित रहती है।
- यदि प्रोटीन में दो समान इकाईयाँ उपस्थित हो तो यह **समांगी चतुष्क संरचना** कहलाती है।
- **उदाहरण**–आइसोजाइम H_4 तथा M_4 जो कि लैक्टिक डिहाइड्रोजनेस (LDH) में उपस्थित होता है।
- यदि प्रोटीन में दो असमान इकाईयाँ उपस्थित हो तो यह **विषमांगी चतुष्क संरचना** कहलाती है।
  उदाहरण–हीमोग्लोबिन जिसमें दो α शृंखलाएँ तथा दो β शृंखलाएँ उपस्थित होती है।

प्रोटीनों का परीक्षण (Tests for Proteins)

प्रोटीनों के मुख्य परीक्षण निम्न हैं–

1. **बाइयूरेट परीक्षण**–प्रोटीन को 10% NaOH विलयन के साथ गरम करके, इसमें थोड़ा सा $CuSO_4$ विलयन मिलाने पर भूरे–बैंगनी रंग का विलयन बनता है।
2. **जैन्थोप्रोटिक परीक्षण**–प्रोटीन, सान्द्र HNO_3 के साथ गरम करने पर पीला रंग देती है। NH_4OH मिलाने पर यह नारंगी हो जाता है।
3. **निनहाइड्रिन परीक्षण**–प्रोटीन, निनहाइड्रिन से क्रिया करके नीला रंग देती है।

14.4.5 प्रोटीनों का विकृतिकरण

- प्रोटीनों को गरम करने पर या इनमें अम्ल या क्षार अथवा भारी धातु लवण मिलाने पर, ये नष्ट या विकृत हो जाती हैं, इसे **विकृतिकरण** कहते हैं।
- विकृतिकरण की प्रक्रिया में प्रोटीन की द्वितीयक और तृतीयक संरचनाऐं नष्ट हो जाती हैं, जिससे इनका स्कन्दन हो जाता है।
- विकृतीकरण में प्रोटीन की प्राथमिक संरचना में कोई परिवर्तन नहीं होता है परन्तु द्वितीयक व तृतीयक संरचनाओं का पुनर्विन्यास हो जाता है, जिससे प्रोटीन को जैविक क्रियाशीलता समाप्त हो जाती है। विकृतिकरण निम्न दो प्रकार का होता है–

1. **उत्क्रमणीय विकृतिकरण**–यह विकृतिकरण लवणों की उपस्थिति में होता है। इसमें प्रोटीन के दुर्बल हाइड्रोजन बन्ध टूट जाते हैं और पॉलीपेप्टाइड शृंखलाऐं खुल जाती हैं परन्तु विकृतिकारक अभिकर्मक को हटाने पर पुनः हाइड्रोजन बन्ध स्थापित हो जाने से प्रोटीन पुनः अपनी पूर्व स्थिति प्राप्त कर लेती हैं अतः इसे **उत्क्रमणीय विकृतिकरण** कहते हैं।
2. **अनुत्क्रमणीय विकृतिकरण**–यह विकृतिकरण, प्रबल विकृतिकारक अभिकर्मकों जैसे–*प्रबल अम्ल* या क्षार अथवा *उच्च ताप* पर होता है। इस प्रक्रिया में विकृत प्रोटीन, अपनी पूर्व स्थिति में नहीं आ सकती है, अतः इसे **अनुत्क्रमणीय विकृतिकरण** कहते हैं। उदा. अण्डे की सफेदी में गोलाकार व घुलनशील अण्डऐल्बुमिन प्रोटीन होती है। इसे गरम करने पर इसका स्कन्दन हो जाता है तथा यह अविलेय ठोस में बदल जाती है और ठण्डा करने पर, पुनः पूर्व स्थिति में नहीं आती है।

EXERCISE 14.2

प्र.1. दस अनिवार्य ऐमीनों अम्लों के नाम दीजिए।
प्र.2. ग्लाइसीन यौगिक का सूत्र दीजिए।
प्र.3. ऐलानिन यौगिक का सूत्र दीजिए।
प्र.4. डाईपेप्टाइड किसे कहते हैं?
प्र.5. पेप्टाइड आबन्ध किसे कहते हैं?
प्र.6. ट्राईपेप्टाइड किसे कहते है?
प्र.7. पॉलिपेप्टाइड किसे कहते है?
प्र.8. प्रोटीन की संरचना का अध्ययन कितने स्तरों में किया जाता है?
प्र.9. प्रोटीन की प्राथमिक संरचना के बारे में बताईये?
प्र.10. दात्र कोशिका अरक्तता किसे कहते हैं?
प्र.11. इन्सुलिन हॉर्मोन की प्राथमिक संरचनाओं के बारे में सर्वप्रथम किस वैज्ञानिक ने जानकारी दी?
प्र.12. प्रोटीन की द्वितीयक संरचना के बारे में बताइये।
प्र.13. प्रोटीन की तृतीयक संरचना के बारे में बताइये।

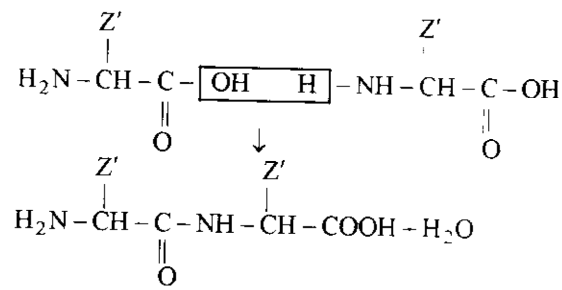
उत्तर की स्वयं जांच करें

1. (i) आइसोल्यूसीन (ii) आर्जिनिन (iii) ट्रिप्टोफेन (iv) थ्रियोनीन (v) फेनिलऐलानिन (vi) मेथाइओनीन (vii) लाइसीन (viii) ल्यूसीन (ix) वैलीन (x) हिस्टीडीन

2. $\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH_2}} - COOH$

उ.3. $CH_3 - \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH$

4. जब दो α-ऐमीनों अम्ल अणुओं के संघनन से बने उत्पाद को डाईपेप्टाइड कहते हैं।



डाईपेप्टाइड

5. किसी पेप्टाडाइड अणु में विद्यमान –CONH आबन्ध को पेप्टाइड आबन्ध कहते हैं।
6. जब तीन α-ऐमीनों अम्ल अणुओं के संघनन से बने उत्पाद को ट्राईपेप्टाइड कहते हैं।
7. जब अनेक α-ऐमीनों अम्ल अणु संघनित्र होकर जो पेप्टाइड बनाते है तो उसे **पॉलिपेप्टाइड** कहते है।
8. तीन स्तरों में किया जाता है, जिन्हें प्राथमिक संरचना, द्वितीयक संरचना और तृतीयक संरचना स्तर कहते हैं।
9. पृष्ठ संख्या 14.16 पर देखें।
10. हीमोग्लोबिन प्रोटीन अणु शृंखला में से यदि एक α-ऐमीनों अम्ल बदल जाने से त्रुटिपूर्ण हीमोग्लोबिन बन जाती है जिसके फलस्वरूप लाल रक्त कणिकाओं की आकृति हँसिया अथवा दात्र के समान हो जाती है दात्र रक्त कणिकाओं की झिल्ली दुर्बल होती है ओर सहज ही फट सकती है और इस प्रकार की कणिका को **दात्र कोशिका अरक्तता** कहते हैं।
11. *फ्रेडरिक सैंगर*
12. पृष्ठ संख्या 14.16 पर देखें।
13. पृष्ठ संख्या 14.17 पर देखें।

प्र.14.4 ऐमीनों अम्लों के गलनांक एवं जल में विलेयता सामान्यतः संगत हैलो अम्लों की तुलना में अधिक होती है समझाइये।

हल- ऐमीनों अम्लों में उपस्थित NH_2 व –COOH दोनों H बन्ध बनाते हैं व अधिक द्विध्रुव प्रकृति के होते है। जबकि Halo

अम्लों में –Cl, H बन्ध नहीं बना पाता व इनमें द्विध्रुव प्रकृति कम होती है, अतः ऐमीनों अम्लों के क्वथनांक, गलनांक संगत हैलो अम्लों से अधिक होते हैं।

प्र.14.5 अण्डे को उबालने पर उसमें उपस्थित जल कहां चला जाता है?

हल- अण्डे को उबालने पर, इसमें उपस्थित गोलाकार प्रोटीन का विकृतिकरण हो जाने के कारण, जल अवशोषित हो जाता है।

14.5 एन्जाइम (Enzyme)

एन्जाइम जैव उत्प्रेरक (Bio Catalyst) भी कहलाते है। क्योंकि ये जीवित कोशिकाओं द्वारा संश्लेषित किये जाते है।

सर्वप्रथम जे.बर्जिलियस (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 है।

परिभाषा (Definition)– मेयरबेक ने एन्जाइम को निम्न प्रकार से परिभाषित किया। "एन्जाइम सरल व संयुग्मित प्रोटीन होते है जो विशिष्ट उत्प्रेरक (Specific Catalyst) की तरह कार्य करते है या एन्जाइम जटिल कार्बनिक पदार्थ है जो स्वयं परिवर्तित हुए बिना जीवों में होने वाली विभिन्न जैविक क्रियाओं की दर बढ़ाते है अथवा उत्प्रेरित करते है।

14.5.1 एन्जाइम के गुणधर्म (Characteristics of Enzymes)

(i) अधिकांश एन्जाइम रंगहीन तथा जल एवं लवणों के तनु विलयनों में विलेय होते है।

(ii) रासायनिक दृष्टि से एन्जाइम प्रोटीन के बने होते है। (RNA के अलावा)

(iii) एन्जाइम अभिक्रिया में कभी समाप्त नहीं होते है, अतः अभिक्रिया के पश्चात् एक एन्जाइम, उसी प्रकार के अन्य क्रियाधार (Substrate) के साथ नई अभिक्रिया में भाग ले सकते है।

(iv) किसी भी अभिक्रिया के उत्प्रेरण के लिए एन्जाइम की बहुत थोड़ी मात्रा ही पर्याप्त होती है क्योंकि ये पुनः प्रयुक्त हो सकते है।

(v) एन्जाइम, किसी भी अभिक्रिया की सक्रियण ऊर्जा (Activation energy) को कम करके, अभिक्रिया की गति बढ़ाते है तथा इनकी उपस्थिति से अभिक्रिया की दर 10^{20} गुना तक बढ़ जाती है।

(vi) एन्जाइम अभिक्रिया की दिशा अथवा साम्यावस्था पर इसका कोई प्रभाव नहीं होता है।

(vii) एन्जाइम, अतिविशिष्ट होते है 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 है।

(x) उच्च ताप, पराबैंगनी प्रकाश, अम्ल, उच्च लवण सान्द्रता व क्षारीय अभिकर्मक, एन्जाइम की प्रकृति, स्थिति तथा संरचना को विकृत कर देते है, इसे विकृतिकरण (Denaturation) कहते है। इससे एन्जाइम की सक्रियता समाप्त हो जाती है।

(xi) कुछ कृत्रिम अणु भी एन्जाइम जैसी उत्प्रेरक क्रियाएं दिखाते है इन्हें कृत्रिम एन्जाइम कहते है।

14.5.2 एन्जाइम का नामकरण एवं वर्गीकरण (Nomenclature and Classfication of Enzymes)

अब तक लगभग 3000 एन्जाइम ज्ञात किये जा चुके है तथा 300 के करीब एन्जाइमों का व्यापारिक उत्पादन किया जा चुका है।

आधुनिक पद्धति के अनुसार एन्जाइम जिस क्रियाधार (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 है।

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

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

सारणी 14.4 कुछ एन्जाइमों के कार्य

क्र. सं.	एन्जाइम	उद्गम स्थल	क्रियाधाट	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 सैकेराइड	ड्रेक्सट्रिन
7.	पेप्सिन	उदर–जठर रस	प्रोटीन	पॉली–पेप्टाइड
8.	डीआक्सीराइबो न्यूक्लिऐस तथा राइबोन्यूक्लिऐस	आंत अग्नाशयी रस	DNA तथा RNA	ओलिगो मोनो न्यूक्लियोटाइड

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

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

$$\underset{(\text{एन्जाइम/ Engyme})}{E} + \underset{(\text{क्रियाधार/ Substrate})}{S} \longrightarrow \underset{(\text{एन्जाइम क्रियाधार संकुल})}{[ES]}$$

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

$$[ES] \longrightarrow [EI]$$

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

$$[EI] \longrightarrow [EP]$$

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

$$[EP] \longrightarrow \underset{(\text{एन्जाइम/Engyme})}{E} + \underset{(\text{उत्पाद/Product})}{P}$$

14.5.4 एन्जाइम की उपयोगिता (Application of Enzymes)

1. एन्जाइम, मुख्यतः पाचन की क्रिया में सहायक होते है।
2. एन्जाइम रेनिन का उपयोग पनीर के औद्योगिक निर्माण में किया जाता है।
3. इनका उपयोग ऐल्कोहलीय पेय जैसे–शराब, बीयर आदि के औद्योगिक निर्माण, चमड़े को मुलायम बनाने, स्वास्थ्य पेय जैसे माल्टोवा, तथा व्युत्क्रम शर्करा के औद्योगिक निर्माण में होता है।
4. 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।
5. एन्जाइम को रोगों के उपचार में भी प्रयुक्त किया जाता है। उदाहरण– एन्जाइम, स्ट्रेप्टोकाईनेज (Streptokinage) का उपयोग हृदय रोगों के उपचार के किया जाता है, यह रक्त के थक्के को विलेय करने में प्रयुक्त होता है।

14.6 हार्मोन्स (Hormones)

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

कार्य (Function)

1. **पादप हार्मोन्स–** ये हार्मोन्स पौधों में पाये जाते है 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 है।
2. जन्तुओं में हार्मोन्स का स्त्राव अंतस्त्रावी ग्रन्थियों (Endochronic Gland) द्वारा होता है, तथा ये रक्त के माध्यम से अपने कार्य स्थलों पर पहुंचते है एवं शरीर की विभिन्न रासायनिक क्रियाओं, बुद्धि, विकास, प्रजनन इत्यादि का संचालन, नियमन तथा नियंत्रण करते है। इनकी कमी अथवा अधिकता दोनों ही नुकसानदायक है।

14.6.1 एन्जाइम बनाम हार्मोन्स (Enzymes vs Hormones)

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

(i) ये उन अंगों पर कार्य करते है जो इनके उत्पादक अंगों अथवा

ग्रंथियों से भिन्न है।

(ii) संरचनात्मक रूप से ये सदैव प्रोटीन नहीं होते है। ये 30,000 अथवा कम अणुभार वाले प्रोटीन, लघु पॉलीपेप्टाइड, एकल ऐमीनो अम्ल तथा स्टीराइड्स हो सकते है।

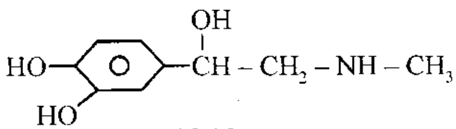
(iii) उपयोग के पूर्व ही ये रक्त में स्त्रावित होते है।

14.6.2 हार्मोन्स का वर्गीकरण (Classification of Hormones)-

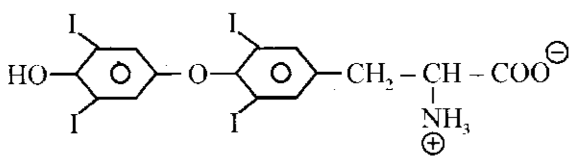
हार्मोन्स को उनके रासायनिक संघटन के आधार पर तीन वर्गों में विभाजित किया गया है–

(i) **पेप्टाइड हार्मोन (Peptide Hormones)**– इनमें पेप्टाइड बंध होता है, इसलिए इन्हें प्रोटीन हार्मोन भी कहते है। उदाहरण– इन्सुलिन, वैसोप्रेसिन तथा ऑक्सीटोसिन।

(ii) **ऐमीनो हार्मोन (Amino Hormones)** – इनमें ऐमीनो समूह ($-NH_2$ group) पाया जाता है ये जल में विलेय होते है। उदाहरण–ऐड्रिनेलिन तथा थॉयरोक्सिन

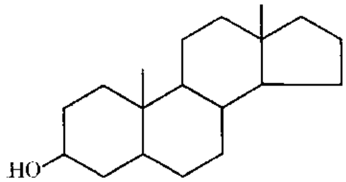


ऐड्रिनेलिन (Adrenaline)

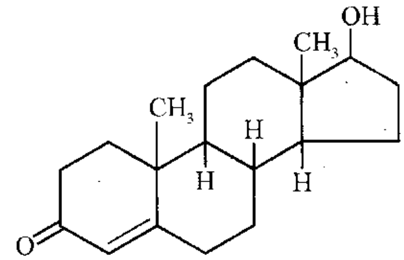


थायरॉक्सिन (Thyroxine)

(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।



स्टिराइड नाभिक (Steroid Nucleus)



टेस्टोस्टेरॉन (Testosterone)

14.6.3 हार्मोन्स के जैविक कार्य (Biological function of Hormones)–

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

ग्रन्थि नाम	संख्या
1. पीयूष ग्रन्थि (Pilutary gland)	एक
2. थाइराइड ग्रन्थि (Thyroid gland)	एक
3. पेराथाइराइड ग्रन्थियां (Parathyroid gland)	चार
4. एडीनल ग्रन्थि (Adrenal gland)	दो
5. अग्नाशय में पाए जाने वाले लंगर हेन्स के द्वीप समूह (Islets of Longerhans)	
6. वृषण (Testis)	दो (नर में)
7. अण्डाशय (Ovary)	दो (मादा में)
8. अपरा अथवा प्लेसेन्टा (Placenta)	एक (मादा में)
9. पाइमस ग्रन्थि (Thymius 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 वैसोप्रोसिन, आदि पेप्टाइड श्रृंखला पर कार्य करते है।

(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 कार्यो को बताया गया है–

क्र.सं.	हार्मोन्स	स्त्रावक ग्रन्थि	प्रमुख जैविक कार्य
1.	वृद्धि हार्मोन	अग्र पीयूष ग्रंथि	अस्थियों, कार्टिलेज, पेशियों, अंतरागों तथा संपूर्ण रूप से शरीर की वृद्धि को उद्दीपित करता है।
2.	एड्रिनो कार्टिकोट्रापिक हार्मोन्स (ACTH)	अग्र पीयूष ग्रंथि	भावात्मक तथा शरिरिक प्रतिबल में महत्पूर्ण
3.	थाइरोट्रापिक हार्मोन	अग्र पीयूष ग्रंथि	यह थाइराइउ ग्रंथि की वृद्धि तथा सक्रियता पर नियन्त्रण करता है।
4.	ऑक्सीटोसिन	पश्च पीयूष ग्रंथि	प्रसव के समय गर्भाशय को संकुचित करता है।
5.	वैसोप्रेसिन या प्रतिमूत्रल हार्मोन	पश्च पीयूष ग्रंथि	यह प्राणी के मूत्र निकास को कम करके जल संतुलन को प्रभावित करता है।
6.	थाइरॉक्सिन	थाइराइड ग्रंथि	यह उपापचयी क्रियाओं को नियंत्रित करता है।

क्र.सं.	हार्मोन्स	स्त्रावक ग्रन्थि	प्रमुख जैविक कार्य
7.	पैराथार्मोन	पैराथाइराइड ग्रंथियां	यह कैल्शियन अन्तर्ग्रहण, उत्सर्जन तथा प्लाज्मा में कैल्सियम के सान्द्रण का अनुरक्षण (Maintance) करता है।
8.	एल्डोस्टेरोन	एड्रिनल ग्रंथि के बाहरी भाग यानि एड्रिनल कार्टेक्स	यह वृक्क नलिकाओं द्वारा सोडियम तथा क्लोराइड आयनों के पुनः अवशोषण को प्रोन्नत करता है।
9.	कार्टिकोस्टेरॉन	ऐड्रिनल कॉर्टेक्स	यह कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा के उपापचय को प्रभावित करता है।
10.	एड्रीनेलिन	ऐडिनल ग्रंथि 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	पुरूषों में जननांग की क्रियाशीलता तथा पुरूष द्वितीयक लक्षण को नियंत्रित करता है।
13.	एस्ट्रोजन एवं एस्ट्रोडिऑल	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 अंडाशय की क्रियाशीलता को नियंत्रित करता है।
15.	जरायु–जननग्रंथि प्रेरक हार्मोन	अपरा	इसका अजन्मे शिशु पर रक्षण प्रभाव (Protective influence) होता है।
16.	थाइमोसिन अथवा थाइमिन	थाइमस ग्रंथि	यह तंत्रिका पेशीय संचरण (Neuro muscular transmission) को अवनमित (Depress) करता है।

14.7 विटामिन (Vitamines)

- VITAMIN शब्द का सर्वप्रथम प्रयोग वैज्ञानिक फंक के द्वारा किया गया था, जिसका अर्थ है–VITAL AMINES । क्योंकि ये जीवित निकायों में मिलने वाले ऐमीन होते हैं, इसलिए इन्हें विटामिन कहा जाता है।
- वे कार्बनिक यौगिक जो प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट एवं वसा से अलग हो, स्वास्थ्य व शारीरिक वृद्धि एवं पाचन क्षमता को बनाये रखने में मदद करते हो, उन्हें **विटामिन** कहते है।
- विटामिन परिवार में उन कार्बनिक यौगिकों को सम्मिलित किया जाता है, जो मानव शरीर द्वारा संश्लेषित नहीं किये जा सकते परन्तु सामान्यत स्वास्थ्य तथा वृद्धि हेतु अत्यन्त अल्प मात्रा (मिलिग्राम अथवा माइक्रोग्राम) में आवश्यक होते हैं।
- अतः इन्हें भोजन में अथवा टॉनिक के रूप में लेते रहना पड़ता है।
- विशिष्ट विटामिन की कमी से शरीर में विशिष्ट व्याधि अथवा रोग के लक्षण प्रकट होने लगते हैं।
- विटामिनों के संरचनात्मक सूत्र सामान्यतः जटिल होते हैं इसलिये इनके नियमपरक रासायनिक नाम भी जटिल होते है।
- अतः विटामिनों को अधिक सुविधाजनक तथा प्रचलित नाम दिये गये, जैसे विटामिन A, विटामिन B, विटामिन C, विटामिन D, विटामिन E विटामिन B कॉम्प्लैक्स (Vitamin B Complex) कहलाता है।

वर्गीकरण (Classification)

- विटामिनों के संरचनात्मक सूत्र एक दूसरे से सर्वथा भिन्न है अर्थात् ये कार्बनिक यौगिकों के भिन्न–भिन्न परिवारों से सम्बद्ध है। अतः इनका वर्गीकरण संरचनात्मक सूत्र के आधार पर नहीं किया जा सकता।
- विटामिनों को उनकी जल में विलेयता अथवा अविलेयता के आधार पर निम्नलिखित दो वर्गों में विभाजित किया जाता है।
  (A) जल विलेय विटामिन
  (B) जल अविलेय या वसा विलेय विटामिन

(A) जल विलेय विटामिन (Water-soluble Vitamines)

- जल विलेय विटामिन वर्ग में विटामिन B कॉम्प्लैक्स (Vitamin B Complex) तथा विटामिन C आते हैं।
- जल में विलेय होने के कारण ये विटामिन सामान्यतः शरीर के एकत्र नहीं हो पाते और मूत्र के साथ इनका उत्सर्जन (Excretion) होता रहता है।
- अतः इन्हें नियमित रूप से पर्याप्त मात्रा में लेना आवश्यक है।
- जल विलेय विटामिन वर्ग में केवल **विटामिन B_{12} (सायनोकोबालैमिन, Cyanocobalamin)** इसका अपवाद है, जिसका भण्डारण यकृत में कई महीनों के लिए हो जाता है

(B) जल अविलेय एवं वसा विलेय विटामिन (Water-insoluble Vitamines)

- जल अविलेय विटामिन वर्ग में विटामिन A, विटामिन D, विटामिन E तथा विटामिन K को सम्मिलित किया जाता है
- ये सभी विटामिन वसा में विलेय होते है
- अतः ये उत्सर्जित नहीं होते।
- शरीर में इनका भण्डारण हो जाने के कारण, इन्हें अधिक मात्रा

में नियमित रूप से लेने पर अतिविटामिनता (Hypervitaminosis) के कारण आविषालुता (Toxicity) हो सकती है।

- विभिन्न विटामिनों के प्रचलित सामान्य नाम, संरचनात्मक सूत्र (Structural Formulae), महत्वपूर्ण प्राकृतिक स्त्रोत (Natural sources) प्रकार्य (Functions) हीनताजन्य रोग (Deficiency diseases), सामान्य वयस्क मानव के लिए आवश्यक अनुशंसित दैनिक अनुज्ञा (Recommended Daily Allowance, RDA) आदि का विवरण नीचे दिया गया है–

1. विटामिन A (रेटिनॉल) (Vitamin A, Retinol) or Axerophthol $[C_{20}H_{30}O]$

विटामिन A को रेटिनॉल भी कहते हैं।

प्राकृतिक स्त्रोत–गाजर, पालक, शकरकन्द, दूध, मक्खन, अण्डे की जर्दी, यकृत आदि, विटामिन A के प्रमुख स्त्रोत है।

प्रकार्य–सामान्य वृद्धि, सामान्य दृष्टि, नेत्र रक्षा, अस्थियों की वृद्धि तथा सुदृढ़ता, स्वस्थ त्वचा।

हीनताजन्य रोग–रतौंधी (Nightblindness)

2. विटामिन B काम्प्लैक्स (Vitamin B Complex) $[C_{12}H_{18}N_4SOCl_2]$

(i) विटामिन B_1 को **थायामिन** अथवा अन्यूरिन **(Aneurin)** भी कहते है।

प्राकृतिक स्त्रोत–हरी सब्जी, सोयाबीन, सूखे मटर और सेम, साबुत अन्न, सूरजमुखी के बीज, दालें, दूध, पनीर, यकृत आदि।

प्रकार्य–कार्बोहाइड्रेट, उपापचयन, क्षुधा वृद्धि, स्वस्थ तंत्रिका तंत्र, स्वस्थ पेशियां, सामान्य हृदय क्रिया आदि।

हीनताजन्य रोग– बेरी–बेरी (Beri-Beri)

(ii) विटामिन B_2 $(C_{17}H_{20}N_4O_6)$ को राइबोफ्लेबिन अथवा लेक्टोफ्लेविन कहते हैं।

प्राकृतिक स्त्रोत–अनाज, दालें, बादाम, सेम, साबुत अन्न, सूखे मटर और सेम, सूरजमुखी के बीच, मशरूम, दूध, दही, पनीर, मछली, अण्डा, यकृत, वृक्क आदि।

प्रकार्य–कार्बोहाइड्रेट तथा प्रोटीन उपापचयन, त्वचा की रक्षा, ऑक्सीकारक जैव प्रक्रियाओं में कोएन्जाइम का कार्य, अच्छी, दृष्टि स्वस्थ केश और नाखून।

हीनताजन्य रोग–चर्म रोग, ओष्ठ कोरों का फटना, नेत्र कोशिकाओं का उभरना।

(iii) विटामिन B_3 (Vitamin B_3) $[C_6H_5NO_2$ or $(C_5H_4N\text{–}COOH)]$

- विटामिन B_3 को **नियासिन** भी कहते है।

प्राकृतिक स्त्रोत–अंजीर, मशरूम, मूँगफली, ब्रेड, चावल, खमीर, दूध, मछली, माँस।

प्रकार्य–कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा उपापचयन, त्वचा की रक्षा

हीनताजन्य रोग– पेलाग्रा (Pellagra)

(iv) विटामिन B_5 (Vitamin B_5) $[C_9H_{17}O_5N]$

- विटामिन B_5 को **पेन्टोथीनिक अम्ल** भी कहते हैं।

प्राकृतिक स्त्रोत–मूँगफली, सोयाबीन, यकृत, वृक्क।

प्रकार्य–कार्बोहाइड्रेट तथा वसा उपापचयन से ऊर्जा उत्पादन, वसा तथा कोर्टिकोस्टरॉइडों (Corticosteriods) तंत्रिका तंत्र तथा ऐड्रिनल ग्रन्थियाँ सुचारू रूप से कार्य करके शरीर की सामान्य वृद्धि तथा विकास बनाये रखते हैं।

हीनताजन्य रोग–आमाश्य तथा आँतों में सूजन अर्थात् जठरांत्र शोध (Gastroenterities) अवसाद (Depression) त्वक्शोध (Dermaitis)।

(v) विटामिन B_6 (Vitamin B_6) $[C_8H_{11}O_3N]$

- विटामिन B_6 को **पिरिडॉक्सिन** भी कहते हैं।

प्राकृतिक स्त्रोत–साबुत अनाज, दालें, नट, आलू, खमीर, मछली, यकृत, मांस।

प्रकार्य–हीमोग्लोबिन (Hemoglobin) विद्यमान हीम (Heme) नामक सम्भाग का संश्लेषण।

हीनताजन्य रोग–स्थायी रक्ताल्पता (Chronic Anemia) ऐंठन।

(vi) विटामिन B_{12} (Vitamin B_{12}) $[C_{63}H_{88}O_4N_{14}$ PCO]

- **विटामिन B_{12}** को **सायनोकोबालैमीन** भी कहते है।

प्राकृतिक स्त्रोत–दूध, पनीर, अण्डा, मछली, यकृत, वृक्क आदि।

प्रकार्य–तंत्रिका तंत्र में ऊतकों का उपापचयन।

हीनताजन्य रोग–प्रणाली रक्ताल्पता (Pernicious anemia) स्नायु तंत्र का अवक्रमण (Degradation of nervous System)।

3. विटामिन C (Vitamin C) $[C_6H_8O_6]$

- विटामिन C को **एस्कार्बिक अम्ल** भी कहते है।

प्राकृतिक स्त्रोत–नींबू, नारंगी, मौसमी, आंवला, अमरूद, टमाटर, बेर, पत्तागोभी, हरी मिर्च, आलू।

प्रकार्य–प्रतिऑक्सीकारक (antioxidant) संक्रामक रोगों के विरूद्ध प्रतिरोधक क्षमता (Resistance against Infectious Diseases) अस्थि निर्माण, घावों का भरना, लौह तत्व का अवशोषण।

हीनताजन्य रोग–**स्कर्वी (Scurvy) दन्त क्षय** तथा मसूड़ों से रक्त स्त्राव।

4. विटामिन D (Vitamin D) $[C_{28}H_{44}O]$

- **विटामिन D को कैल्सिफिरॉल भी कहते हैं।**

प्राकृतिक स्त्रोत–दूध, मक्खन, पनीर, कॉड लीवर ऑयल, अण्डा।

प्रकार्य–बच्चों में रेकाइटिस (Rachitis) तथा वयस्कों में ओस्टियोमैलेसिया (Ostemalacea) अस्थियों का भुरभुरापन।

हीनताजन्य रोग–स्कर्वी (Scurvy) दन्त क्षय तथा मसूड़ों से रक्त स्त्राव।

5. विटामिन E (Vitamin E) $[C_{29}H_{50}O_2]$

- **विटामिन E इसको टोकोफेरॉल भी कहते हैं।**

प्राकृतिक स्त्रोत–खाद्य तेल, नट, पालक, आलू, अण्डा।

प्रकार्य–प्रतिऑक्सीकारक (antioxidant) विटामिन A तथा विटामिन C का रक्षण।

हीनताजन्य रोग–प्रजनन शक्ति का क्षय, रक्ताल्पता (Anemia)

6. **विटामिन K (Vitamin K) [$C_{31}H_{46}O_2$]**

- विटामिन K इसको फिलोक्विनोन भी कहते हैं।

प्राकृतिक स्त्रोत–पालक तथा अन्य हरी पत्तेदार सब्जियां, टमाटर, आलू, गोभी, खाद्य तेल, यकृत आदि।

प्रकार्य–रक्त का थक्का बनाना।

हीनताजन्य रोग–अनियंत्रित रक्त स्त्राव, हेमरेज (Hemorrhage)

EXERCISE 14.3

प्र.1. विटामिनों को कितने भागों में बांटा गया है?
प्र.2. जल–विलेय विटामिन वर्ग में कौन से विटामिन आते है?
प्र.3. कौनसा जल विलेय विटामिन यकृत में स्टोर रहता है?
प्र.4. जल अविलेय विटामिन कौनसे है?
प्र.5. जल विलेय विटामिन किसे कहते है समझाइये?
प्र.6. जल अविलेय विटामिन किसे कहते है समझाइये?
प्र.7. विटामिन A किन में पाया जाता है?
प्र.8. प्रोविटामिन किसे कहते हैं?
प्र.9. विटामिन A के कार्य बताइये।
प्र.10. विटामिन A की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.11. विटामिन B_1 किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.12. विटामिन B_1 की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.13. विटामिन B_2 को किस नाम से पुकारते है?
प्र.14. विटामिन B_2 किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.15. विटामिन B_2 की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.16. विटामिन B_3 को किस नाम से पुकारा जाता है?
प्र.17. विटामिन B_3 किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.18. विटामिन B_3 की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.19. विटामिन B_5 को किस नाम से पुकारा जाता है?
प्र.20. विटामिन B_5 किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.21. विटामिन B_5 की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.22. विटामिन B_6 को किस नाम से पुकारा जाता है?
प्र.23. विटामिन B_6 किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.24. विटामिन B_6 की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.25. विटामिन B_{12} को किस नाम से पुकारा जाता है?
प्र.26. विटामिन C को किस नाम से पुकारते है?
प्र.27. विटामिन C किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.28. विटामिन C की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.29. विटामिन D को किस नाम से पुकारा जाता है?
प्र.30. विटामिन D की कमी से कौनसा रोग होता है?
प्र.31. विटामिन D किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.32. विटामिन E को किस नाम से पुकारा जाता है?
प्र.33. विटामिन E किन पदार्थों में पाया जाता है?
प्र.34. विटामिन E की कमी से कौनसा रोग होता है?

उत्तर की स्वयं जांच करें

उ.1. दो प्रकार के होते है–
(1) जल विलेय विटामिन (2) जल अविलेय विटामिन
उ.2. विटामिन B कॉम्प्लैक्स तथा विटामिन C
उ.3. विटामिन B_{12} सायनोकोबाल्मीन
उ.4. विटामिन A,D,E एवं K
उ.5. पृष्ठ संख्या 14.20 पर देखे।
उ.6. पाठ्य भाग देखें। पृष्ठ संख्या 14.20 पर देंखे।
उ.7. गाजर, पालक, शकरकन्द, पपीता, दूध, मक्खन, अण्डे की जर्दी
उ.8. वे यौगिक जो शरीर में पहुँचकर विटामिन में बदल जाते है, **प्रोविटामिन** कहलाते है।
उ.9. शरीर की वृद्धि, नेत्र तथा अस्थियों की वृद्धि से।
उ.10. रतौंधी।
उ.11. हरी सब्जी, सोयाबीन, सूखे मटर, सेम।
उ.12. बेरी–बेरी रोग।
उ.13. राइबो फ्लेबिन से पुकारा जाता है।
उ.14. विटामिन, अनाज, दालें, बादाम, सेम, साबुत अन्न, सूखे मटर, दूध, दही, पनीर, मछली, अण्डा आदि।
उ.15. चर्म रोग, ओष्ठकोरो का फटना आदि।
उ.16. विटामिन B_3 को नियासीन भी कहते है।
उ.17. यह विटामिन अंजीर, मशरूम, मूंगफली, ब्रेड, चावल, खमीर, दूध, मछली एवं मांस आदि में पाया जाता है।
उ.18. पेलाग्रा रोग।
उ.19. विटामिन B_5 को पेन्टाथिनिक अम्ल भी कहते है।
उ.20. मूंगफली, सोयाबीन, यकृत, वृक्क में पाया जाता है।
उ.21. आमाशय एवं आंतों में सूजन।
उ.22. विटामिन B_6 को पिरिडॉक्सिन भी कहते है।
उ.23. यह विटामिन साबुत अनाज, दालें, आलू, खमीर, मछली, यकृत आदि में पाया जाता है।
उ.24. स्थायी रक्ताल्पता, ऐठन।
उ.25. विटामिन B_{12} को सायनो कोबाल्मीन कहते हैं।
उ.26. विटामिन C को ऐस्कार्बिक अम्ल कहते है।
उ.27. नींबू, नारंगी, मौसमी, आंवला, अमरूद, टमाटर, बेर, पत्तारोगी, हरी मिर्च आदि में पाया जाता है।
उ.28. दन्त क्षय एवं मसूडों से रक्त स्त्राव।
उ.29. विटामिन D को कैल्सिफिरॉल कहते है।
उ.30. बच्चों में रेकाइटिस एवं वयस्कों में ओस्टियोमेलोसिया।
उ.31. विटामिन D दूध, मक्खन, पनीर, कॉडलीवर आयल अण्डा में पाया जाता है।
उ.32. विटामिन E को टोकोफेरॉल नाम से भी पुकारा जाता है।
उ.33. विटामिन E, खाद्य तेल, नट, पालक, आलू अण्डे में पाया जाता है।
उ.34. विटामिन E की कमी से प्रजनन शक्ति का क्षय, **रक्ताल्पता** रोग होता है।

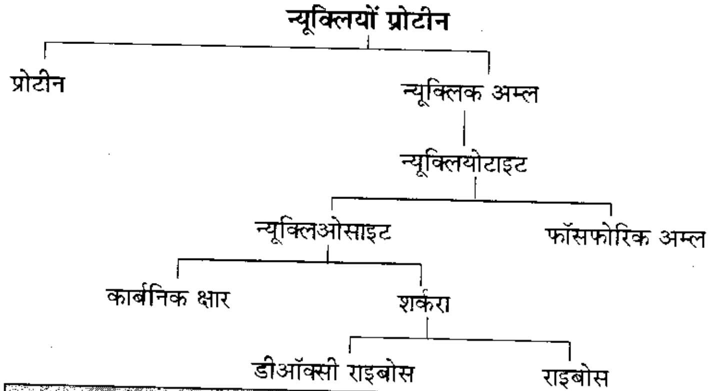
14.8 न्यूक्लिक अम्ल (Nucleic Acid)

- प्रत्येक प्रजाति की हर एक पीढ़ी कई प्रकार से अपने पूर्वजों के सदृश्य (समान) दिखाई देती है।
- यह विशिष्ट गुण एक पीढ़ी से दूसरी तक किस प्रकार संचरित होते है। न्यूक्लिक अम्ल के द्वारा समझाया जा सकता है।
- जीवित कोशिका का नाभिक इन जन्मजात गुणों के लिये उत्तरदायी हैं। जिसे **आनुवांशिकता** कहते हैं।
- कोशिका के नाभिक में उपस्थित वे कण जो आनुवांशिकता के लिये उत्तरदायी है, **क्रोमोसोम** (chromosome) कहलाते है
- कोशिकाओं में पाये जाने वाले गुणसूत्र में आनुवांशिक कूट धारण करने वाले जीन न्यूक्लिक अम्ल से बने होते हैं।
- न्यूक्लीक अम्ल प्रायः दो प्रकार के होते है।

(i) डिऑक्सीराइबोस न्यूक्लीक अम्ल (DNA): DNA मुख्यत: नाभिक में केन्द्रित होता है तथा कुछ मात्रा में कोशिका द्रव्य में माइट्रोकोन्ड्रिया एवं क्लोरोप्लास्ट में पाया जाता है।

(ii) राइबोस न्यूक्लीक अम्ल (RNA) मुख्य रूप से कोशिका द्रव्य में एवं अल्प मात्रा में नाभिक में पाया जाता है।

- हॉलाकि न्यूक्लीक अम्ल न्यूक्लिओंटाइडों की लम्बी शृंखला वाले बहुलक होते हैं। अतः न्यूक्लीक अम्लों को **पॉलीन्यूक्लिओटाइड** भी कहते है।



14.8.1 न्यूक्लिक अम्लों का रासायनिक संघटन

- DNA/RNA के पूर्ण जल अपघटन के उपरान्त एक पेन्टोस शर्करा, फॉस्फोरिक अम्ल व नाइट्रोजन युक्त विषम चक्रीय यौगिक (जिन्हें क्षारक कहते है।) प्राप्त होते है।

न्यूक्लिक अम्लों की संरचना (Structure of Nucleic Acids)

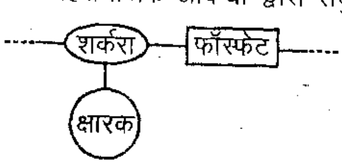
- रासायनिक संघटन के आधार पर इन्हें दो वर्गों में विभाजित किया गया।

(i) डिऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल (Deoxyribonucleic Acid, DNA)
(ii) राइबोन्यूक्लिक अम्ल (Ribonucleic Acid, RNA)

- जिस प्रकार अनेक α-ऐमीनों अम्लों के संघनन बहुलकीकरण से प्रोटीनों का निर्माण होता है, उसी प्रकार अनेक न्यूक्लिओटाइड इकाइयों (Nucleotide Units) के शृंखलाबद्ध होने से न्यूक्लिक अम्ल का निर्माण होता है।
- **अर्थात् न्यूक्लिक अम्ल रासायनिक भाषा में पॉलिन्यूक्लिओटाइड** (Polynucleotides) कहलाते हैं।
- समस्त जीवित कोशिकाओं के नाभिक में पाये जाने वाले न्यूक्लिओ प्रोटीन में न्यूक्लिक अम्ल प्रोस्थेटिक समूह के रूप में होते हैं।
- एक न्यूक्लिओटाइड के तीन रासायनिक घटक होते हैं।

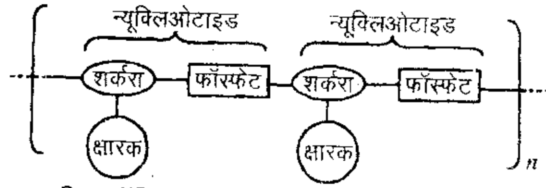
(a) विषम चक्रीय नाइट्रोजन युक्त क्षारक (Heterocyclic Nitrogen Base)
(b) पाँच कार्बन युक्त शर्करा, राइबोस अथवा राइबोस का विऑक्सीजनित व्युत्पन्न, डिऑक्सीराइबोस (Pentose Sugar, Ribose, or its Deoxygenated Drivative, Deoxyribose)
(c) अकार्बनिक फॉस्फेट समूह (Inorganic Phosphate Group)

- एक न्यूक्लिओटाइड में उपयुक्त तीन घटक चित्र के अनुसार क्रम में परस्पर सहसंयोजक आबन्धों द्वारा संयुक्त रहते है



चित्र न्यूक्लिओटाइड के तीन घटकों के संयुक्त होने का क्रम

- एक पॉलिन्यूक्लिओटाइड में न्यूक्लिओटाइड इकाइयां चित्र में दर्शाये अनुसार विशिष्ट क्रम में फास्फोडाइऐस्टर बन्ध द्वारा बन्धित होकर शृंखलाबद्ध होती है।



चित्र पॉलिन्यूक्लिओटाइड की सामान्य संरचना

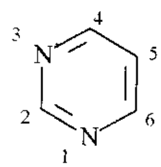
कार्बनिक क्षार

- न्यूक्लिक अम्लों में उपस्थित विषमचक्रीय नाइट्रोजनयुक्त क्षारकों को दो वर्गों में विभाजित किया जाता है।

(i) पिरिमिडीन क्षारक (Pyrimidine Bases)
(ii) प्यूरीन क्षारक (Purine Bases)

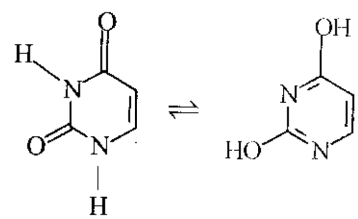
(i) पिरिमिडीन क्षारक (Pyrimidine Bases)

पिरिमिडीन क्षारकों के अन्तर्गत निम्नलिखित तीन क्षारक **यूरैसिल** (Uracil or U), **साइटोसिन** (Cytosine or C) तथा **थाइमीन** (Thymine or T) आते है।



पिरीमिडीन

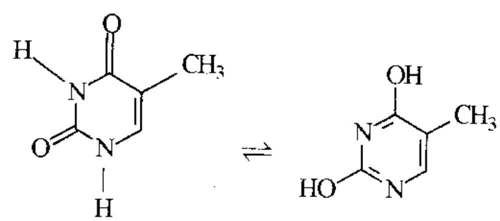
(1)



(Gautomeric form)

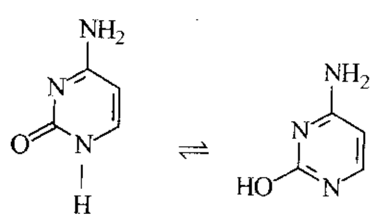
कीटो (लैक्टेम) रूप Uracil (U) यूरैसिल ईनोल (लेक्टेम) रूप

(2)



(Keto form) (enol form)
Thymine (T) थाइमीन

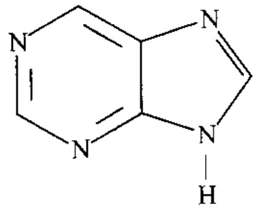
(3)



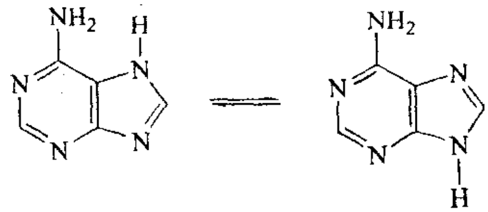
(Keto form) (enol form)
Cytosin (C) साइटोसीन

(ii) प्यूरीन क्षारक (Purine Bases)

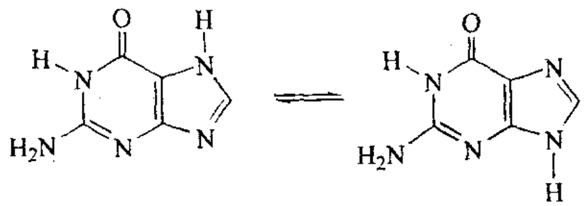
- प्यूरीन क्षारकों के अन्तर्गत निम्नलिखित दो अर्थात् **ऐडेनीन** (Adenine or A) तथा **ग्वानीन** (Guanine or G) आते है।



प्यूरिन



ऐडेनाइन (A)

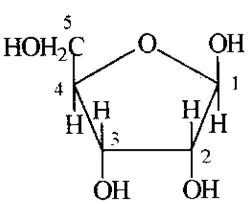


ग्वानीन (G)

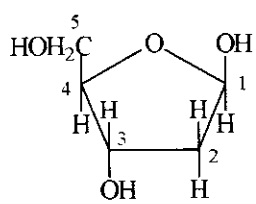
- D.N.A. (डिऑक्सीराइबो न्यूक्लिक अम्ल) में थायोमीन (T) जबकि R.N.A. (राइबो न्यूक्लिक अम्ल) में यूरेसिल (U) उपस्थित होता है।
- D.N.A. के घटकों में A.T.C. एवं G होते है।
- R.N.A. के घटकों में U.C.A. एवं G होते है।

शर्करा (Sugar)

- न्यूक्लिक अम्लों में दो प्रकार की पेन्टोस शर्करा पाई जाती है, जिन्हें डिऑक्सीराइबोस व राइबोस शर्करा कहते है।

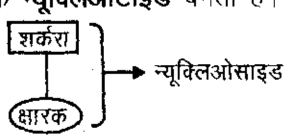


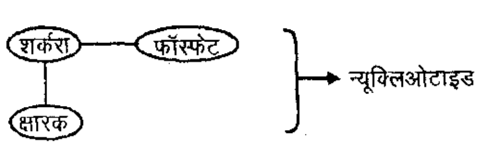
β-D-राइबोस sugar RNA

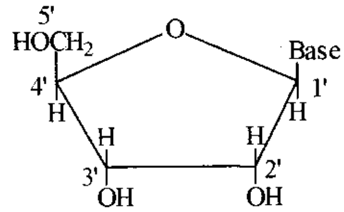


β-D-2-डिऑक्सीराइबोस Sugar (DNA)

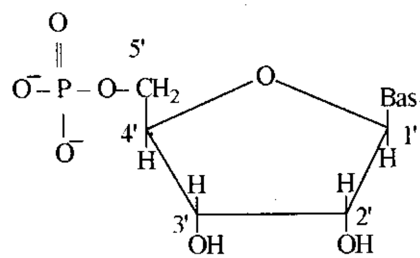
- D.N.A. में डिऑक्सीराइबोस शर्करा व R.N.A. में राइबोस शर्करा पाई जाती है।
- विषमचक्रीय क्षारक तथा शर्करा के बन्धित होने से बने अणु को, एक **न्यूक्लिओसाइड** (Nucleoside) कहा जाता है, जबकि न्यूक्लिओसाइड इकाई तथा फॉस्फेट समूह के बन्धित होने से एक **न्यूक्लिओटाइड** बनता है।





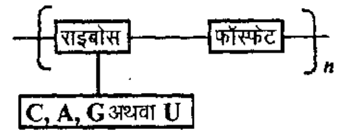


(न्यूक्लिओसाइड)

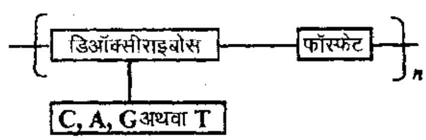


(न्यूक्लिओटाइड)

- एक पॉलिन्यूक्लिओटाइड अणु में शर्करा तथा फॉस्फेट इकाइयाँ एकान्तर से परस्पर संलग्न होकर एक वृहत शृंखला का निर्माण करती है। प्रत्येक शर्करा इकाई पर कोई एक पिरिमिडीन अथवा प्यूरीन क्षारक इकाई संलग्न रहती है। इस प्रकार की व्यवस्था से R.N.A. तथा D.N.A. का निर्माण होता है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है



चित्र R. N. A की सामान्य संरचना



चित्र D. N. A की सामान्य संरचना

- न्यूक्लिक अम्लों का मन्द परिस्थितियां में जल अपघटन कराने पर न्यूक्लिओटाइड देते हैं जो पुनः जलअपघटित होकर न्यूक्लिओसाइड तथा फास्फोरिक अम्ल देते हैं।
- अकार्बनिक अम्लों की उपस्थिति में न्यूक्लिओसाइडो का जल अपघटन कराने पर शर्करा व कार्बनिक क्षार प्राप्त होते हैं।

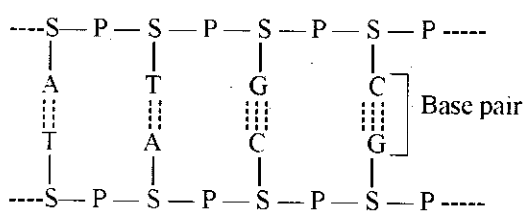
$$\text{न्यूक्लिक अम्ल} \xrightarrow[\text{115°C, एन्जाइम न्यूक्लिऐज}]{\text{जलीय } NH_3} \text{न्यूक्लिओटाइड} \xrightarrow[175°C]{\text{जलीय } NH_3}$$

$$\underset{\text{फॉस्फोरिक अम्ल}}{H_3PO_4} + \text{न्यूक्लिओसाइड} \xrightarrow{\text{अकार्बनिक अम्ल}} \text{शर्करा} + \text{कार्बनिक क्षार}$$

14.8.2 डिऑक्सी राइबोन्यूक्लिक अम्ल की द्विकुण्डलीय संरचना (Double Helical Structure of Deoxyribonucleic Acid)

- कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय, इंग्लैण्ड के **जेम्स वाटसन** (James Watson) तथा **फ्रैन्सिस क्रिक** (Francis Crick) ने 1953 में एक अत्यन्त महत्वपूर्ण खोज की।

- डी.एन.ए. के X- किरण विवर्तन अध्ययन के आधार पर इन्होंने इसकी द्विकुण्डलित संरचना की अवधारणा दी।
- DNA की **वाटसन क्रिक संरचना** के अनुसार पॉलिन्यूक्लिओटाइड की दो सर्पिल शृंखला अथवा स्ट्राण्ड (Strands) क्षारक इकाईयों के मध्य हाइड्रोजन आबन्धन द्वारा परस्पर समानान्तर रूप से कुण्डलित अवस्था में विद्यमान रहती है।
- द्विकुण्डली के भीतर इन दोनों शृंखलाओं के क्षार समूह परस्पर हाइड्रोजन बन्ध द्वारा जुड़े रहते हैं।
- फॉस्फोडाइऐस्टर बन्ध द्वारा जुड़े हुए शर्करा अणु शृंखला का मेरूदण्ड (backbone) बनाते हैं जिससे क्षार अणु शाखाओं के रूप में जुड़े रहते हैं।
- एक पॉलिन्यूक्लिओटाइड शृंखला के पिरिमिडीन क्षारक तथा दूसरी पॉलिन्यूक्लिओटाइड शृंखला के प्यूरीन क्षारक के मध्य ही हाइड्रोजन आबन्धन हो सकता है।
- दोनों शृंखलाओं के क्षार इस प्रकार से व्यवस्थित होते हैं कि एक शृंखला का ऐडेनिन क्षार दूसरी शृंखला के थायमीन क्षार से तथा ग्वानीन क्षार साइटोसिन क्षार के साथ जुड़ा रहता है।
- प्रकृति में क्षारक ऐडेनीन (A) केवल एक क्षारक थाइमीन (T) के साथ दो H–आबन्धों द्वारा संलग्न हो सकता है।
- जबकि क्षारक ग्वानीन (G) तथा (C) के साथ तीन H–आबन्धों द्वारा संलग्न हो सकता है। यह सबसे स्थायी व्यवस्था है।
- इस प्रकार T तथा A और G तथा C क्षारक युगलों (Base Pairs) का निर्माण करते है।
- कुण्डली के प्रत्येक फेरे (turn) में 34Å की दूरी तथा एक फेरे में दस न्यूक्लिओटाइड युग्म पाये जाते हैं।
- कुण्डली का व्यास 20Å और संलग्न क्षार युग्म के बीच की दूरी 3.4Å होती है।
- मनुष्य में AT/CG का अनुपात 1.52 होता है।
- यह भी सिद्ध होता है कि DNA में T : A अनुपात तथा G :C अनुपात 1 : 1 पाये गये है। अन्य शब्दों में यह कहा जा सकता है कि DNA की दो पॉलिपेप्टाइड शृंखला के मध्य अनुमत क्षारक युगमों (Permitted Base Pairs) की उपस्थिति के कारण एक शृंखला, दूसरी शृंखला की पूरक होती है, अर्थात् यदि एक पॉलिपेप्टाइड शृंखला में क्षारक अनुक्रम (Base Sequence) ज्ञात हो तो दूसरी शृंखला का क्षारक अनुक्रम स्वतः निश्चित हो जाता है, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।



DNA की दो पॉलिपेप्टाइड शृंखलाओं के मध्य हाइड्रोजन आबन्धित पूरक क्षारक युगल

- DNA की दो पॉलिपेप्टाइड शृंखलाओं द्वारा निर्मित **द्विकुण्डलीय त्रिविमिय विन्यास** (Double Helical Spatial Arrangement) चित्र में दर्शाया गया है–

DNA की द्विकुण्डलित त्रिविमय संरचना

- संरचना के आधार पर DNA की अपेक्षा, RNA कम जटिल होता है।

डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. में अन्तर

डी.एन.ए.	आर.एन.ए.
1. यह केन्द्र में पाये जाने वाले गुणसूत्र में पाया जाता है।	यह मुख्यतः कोशिका द्रव्य में पाया जाता है।
2. इसमें डीऑक्सीराइबोस शर्करा होती है।	इसमें राइबोस शर्करा होती है।
3. डी.एन.ए. में क्षार ऐडेनीन ग्वानीन, थायमीन तथा साइटोसीन पाये जाते हैं।	आर.एन.ए. में क्षार ऐडेनीन, ग्वानीन, यूरेसील तथा साइटोसीन पाये जाते हैं।
4. यह आनुवांशिक गुणों के स्थानान्तरण में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है।	यह प्रोटीन संश्लेषण में मदद करता है।

- RNA में T के स्थान पर U होता है, डिऑक्सीराइबोस के स्थान पर राइबोस शर्करा होती है तथा दो के स्थान पर केवल एक पॉलिन्यूक्लिक शृंखला होती है जो घूम कर कहीं–कहीं पर द्विकुण्डलित हो सकती है।
- DNA की द्विकुण्डिलित हेलिक्स आंशिक रूप से खुल जाती है तथा DNA के एक शृंखला (Strand) से दो RNA शृंखला (Strand) का निर्माण होता है।
- RNA पॉलिपेप्टाइड शृंखला में क्षारक युग्मन ऐडेनिन एवं यूरेसिल तथा गुआनिन एवं साइटोसिन के मध्य होता है।
- यह प्रक्रिया एन्जाइम आर.एन.ए. पोलिमरेज की उपस्थिति में होती है।
- कार्यात्मक विशिष्टता के आधार पर RNA तीन प्रकार के होते हैं—

(i) **संदेश वाहक RNA (m-RNA)**– प्रोटीन संश्लेषण में टेम्पलेट की भांति कार्य करते हैं।

(ii) **अंतरण RNA (t-RNA)**– ये अवयवी अमीनों अम्लों को m-RNA तक लाने का कार्य करते हैं।

(iii) **राइबोसोमल RNA (r-RNA)**– अमीनो अम्लों को पेप्टाइड बन्ध द्वारा जोड़ने में सहायक है।

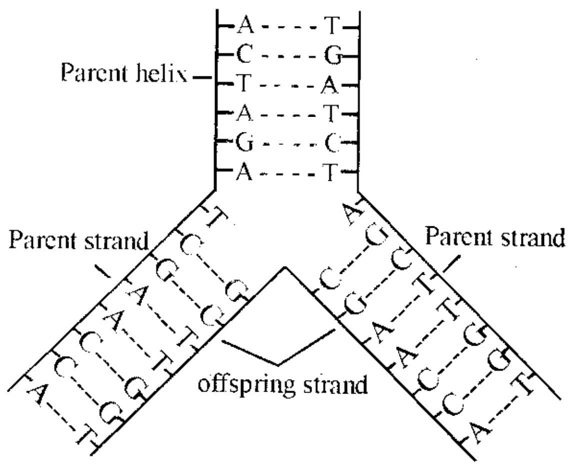
14.8.3 न्यूक्लिक अम्लों के जैविक प्रकार्य (Biological Functions of Nucleic Acids)

- जैव शरीर में DNA निम्नलिखित दो प्रमुख कार्य करता है–
  (i) प्रतिकृति (Replication)
  (ii) प्रोटीन संश्लेषण नियंत्रण (Control of Protein Synthesis)

(i) प्रतिकृति (Replication)

- जैव कोशिका के विभाजन के समय DNA की प्रतिकृति प्रक्रिया होती है।
- **डी.एन.ए. का यह गुण जिसमें वह अपने समान दूसरे DNA का संश्लेषण करता है, प्रतिकृतित्व कहलाता है।**
- डी.एन.ए. का यह गुण पैतृक गुणों को संतति में स्थानान्तरित करता है।
- डी.एन.ए. के प्रतिकृतित्व में उसकी दोहरी कुण्डली धीरे-धीरे खुलती है।

- इस प्रकार पृथक हुए दोनों स्तम्भ (Strand) दो नये स्तम्भ के संश्लेषण के लिए सांचे (template) का कार्य करते हैं।
- डी.एन.ए. अणु में क्षार युग्म की विशिष्टता के कारण एक स्तम्भ के प्रत्येक क्षार के सामने उसके पूरक क्षार के निर्माण के साथ न्यूक्लिओटाइडों का निर्माण होता जाता है।
- इसमें जनक DNA अणु, दो संतति DNA अणुओं में विभाजित हो जाता है।
- इस प्रकार बनी प्रत्येक संतति द्विकुण्डलिनी में एक कुण्डलिनी जनक DNA से आती है तथा दूसरी कुण्डलिनी नयी बनी होती है, जिन्हें क्रमशः **जनक स्ट्रेण्ड** (Parent Strand) तथा **संतति स्ट्राण्ड** (Daughter Strand) कहा जाता है।
- इस प्रकार प्रत्येक स्तम्भ द्विकुण्डलित होता जाता है एवं DNA का नया प्रतिरूप तैयार होता है।
- डी.एन.ए. की प्रतिकृतित्व अर्द्ध संरक्षित (Semi conserve) होती हैं क्योंकि मूल डी.एन.ए. अणु का एक स्तम्भ संरक्षित रहता है और केवल एक स्तम्भ का संश्लेषण होता है।
- डी.एन.ए. का प्रतिकृतित्व $5' \rightarrow 3'$ दिशा में होता है अर्थात् दोनों स्तम्भों की प्रतिकृति विपरीत दिशा में अग्रसर होती है।
- DNA की प्रतिकृति प्रक्रिया को चित्र में दर्शाया गया है



(ii) प्रोटीन संश्लेषण नियंत्रण (Control on Protein Synthesis)

- प्रोटीन संश्लेषण पर DNA का नियंत्रण होता है।
- DNA अणु का वह सम्भाग, जो एक सम्पूर्ण प्रोटीन के संश्लेषण को नियंत्रित करता है, एक **जीन** (Gene) कहलाता है।
- जीन (gene) में प्रोटीनों के संश्लेषण के लिए कूटभाषित अनुदेश (coded instructions) होता है।
- इस प्रक्रिया में डी.एन.ए. क्षारों के अनुक्रम के अनुसार आर.एन.ए. बनता है।
- यह आर.एन.ए. ऐमीनों अम्लों का एक अनुक्रम तैयार करता है जिससे विशेष प्रकार के प्रोटीन का संश्लेषण होता है।
- प्रोटीन के जैव संश्लेषण में मुख्य रूप में दो पद होते हैं जिन्हें अनुलेखन तथा अनुवादन कहते हैं।
- डी.एन.ए. से प्रोटीन संश्लेपण को निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं—

$$\text{DNA} \xrightarrow{\text{प्रतिकृतित्व}} \text{DNA} \xrightarrow{\text{अनुलेखन}} \text{RNA} \xrightarrow{\text{अनुवादन}} \text{प्रोटीन संश्लेषण}$$

- मानव जैव कोशिका के केन्द्रक में विद्यमान एक DNA अणु में, सामान्यतः दस लाख तक प्रोटिन–संश्लेषण होने का अनुमान है।

14.8.4 आनुवांशिक कूट (Gentic Code)

- DNA का जो भाग प्रोटीन संश्लेषण पर नियंत्रण करता है, उसे जीन कहते हैं।
- डी.एन.ए. में न्यूक्लिओटाइड का विशिष्ट क्रम जीन (gene) बनाता है और जीव कोशिकाओं में प्रत्येक प्रोटीन का अपना एक विशिष्ट जीन होता है।
- DNA से बने m-RNA में तीन न्यूक्लिओटाइड, एक निश्चित क्रम में जुड़े होते हैं। इस m-RNA के त्रिक न्यूक्लिओटाइड और एमीनों अम्लों के मध्य सम्बन्ध को, जैव उत्पत्ति संकेत अथवा **आनुवांशिक कोड** कहते है।
- अतः यह एक तिहरा कोड (Triplet code) होता है। इस आनुवंशिक कोड द्वारा केवल 20 ऐमीनों अम्लों को छांटकर, इनसे प्रोटीन संश्लेषण किया जाता है।
- 61 कोडोन 20 ऐमीनों अम्लों को व्यक्त करते हैं तथा 3 कोडोन किसी अमीनों अम्ल को व्यक्त नहीं करते तथा शृंखला समापन में कार्य करते है।
- यह यूनिवर्सल होता है अर्थात् सभी कोशिकाओं में एक समान (व्यापक) होता है।
- यह कोमा (comma) रहित होता है तथा इसमें अतिव्यापन नहीं होता है।
- इनमें degeneracy होती है अर्थात् एक से अधिक त्रिकुट (कोडोन) एक ही अमीनों अम्ल को प्रदर्शित कर सकते हैं।

उदाहरण–कोडोन CUU तथा CUC ल्यूसीन को तथा कोडोन CCU, CCA, CCG तथा CCC प्रोलीन को व्यक्त करते हैं।

- AUG मेथिऑनीन को प्रदर्शित करता है प्रारम्भिक कोडोन है अर्थात् प्रोटीनों के संश्लेषण में सबसे पहले मेथिऑनीन जुड़ता हैं।
- तीन कोडोन UAA, UAG और UGA समापन कोडोन हैं।

महत्व (Importance)–

- DNA आनुवंशिकी के वाहक कार्य करता है
- न्यूक्लिक अम्ल आनुवांशिक की इकाई है
- यह जीवों को पीढ़ी दर पीढ़ी नियंत्रित करता है

- सन् 1968 में डॉ. हरगोविन्द खुराना को आनुवांशिक कोड ज्ञात करने के लिये मार्शल निरेनबर्ग तथा राबर्ट हॉली के साथ संयुक्त रूप से औषध तथा भौतिक क्षेत्र में नोबल पुरस्कार प्राप्त हुआ।
- डी.एन.ए. हेलिक्स संरचना के लिये वैज्ञानिक फांसिस क्रिक, जेम्स डेवे वाटसन तथा मॉरिस विल्किस को संयुक्त रूप से नोबल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- DNA अंगुली छाप का उपयोग विधि सम्बन्धी प्रयोगशाला में अपराधी की पहचान, व्यक्ति की पैतृकता को निर्धारित करने, दुर्घटना में मृतक के शरीर की पहचान करने एवं जैव विकास को पुनर्लेशन में किसी प्रजाति समूह की पहचान में होता है।

EXERCISE 14.4

प्र.1. पिरिमिडीन क्षारक कितने प्रकार है। नाम दीजिये।

प्र.2. प्यूरीन क्षारक कितने प्रकार के है। नाम दीजिये।

प्र.3. यूरेसिल, साइटोसिन एवं थाइमीन की संरचना दीजिये।

प्र.4. ऐडेनीन एवं ग्वानीन की संरचनायें बनाईये।

प्र.5. DNA में कौनसे क्षारक आपस में जुड़ें होते है?

प्र.6. RNA में कौनसे क्षारक आपस में जुड़े होते है?

प्र.7. न्यूक्लीओसाइड किसे कहते है?

प्र.8. न्यूक्लीओटाइड किसे कहते है?

प्र.9. DNA की द्विकुण्डलित संरचना के बारे में बताईये।

प्र.10. प्रतिकृति किसे कहते है?

प्र.11. DNA द्वारा प्रोटीन संश्लेषण का नियंत्रण कैसे करता है?

उत्तर की स्वयं जांच करें

उ.1. तीन प्रकार के होते है यूरैसिल, साइटोसिन एवं थाइमीन।

उ.2. दो प्रकार के होते है, ऐडेनीन और ग्वानीन।

उ.3. पृष्ठ संख्या 14.23 पर देखें।

उ.4. पृष्ठ संख्या 14.24 पर देखें।

उ.5. DNA में थाइमीन, साइटोसिन, ऐडेनीन एवं ग्वानीन होते है।

उ.6. RNA में यूरैसिल, साइटोसिन, ऐडेनीन एवं ग्वानीन है।

उ.7. विषमचक्रीय क्षारक तथा शर्करा के बन्धित होने से बने अणु को न्यूक्लिओसाइड कहते है।

उ.8. विषमचक्रीय क्षारक तथा शर्करा व फॉस्फेट समूह को सम्मलित रूप से न्यूक्लिओटाइड कहते है।

उ.9. पृष्ठ संख्या 14.25 पर देखें।

उ.10. पृष्ठ संख्या 14.26 पर देखें।

उ.11. पृष्ठ संख्या 14.26 पर देखें।

प्र.14.6 हमारे शरीर में विटामिन C संचित क्यों नहीं होता?

हल– विटामिन C में मुख्य रूप से एस्कार्बिक अम्ल होता है। जो जल में घुलनशील होता है, यह तुरन्त मूत्र द्वारा उत्सर्जित हो जाता है अतः विटामिन C शरीर में संचित नहीं होता।

प्र.14.7 यदि DNA के थायोमिन युक्त न्यूक्लिओटाइड का जल अपघटन किया जावें तो कौन-कौन से उत्पाद बनेगें-

हल– $\text{DNA} \xrightarrow{H_2O}$ थायोमिन + डीऑक्सीराइबोस + फॉस्फोरिक अम्ल

प्र.14.8 जब RNA का जल अपघटन किया जाता है तो प्राप्त क्षारकों की मात्राओं के मध्य कोई सम्बन्ध नहीं होता। यह तथ्य RNA की संरचना के विषय में क्या संकेत देता है।

हल– हम जानते है कि DNA जल अपघटन से दोहरी श्रृंखला वाली संरचना बनाता है। इससे यह सिद्ध होता है कि DNA का एक अणु दोहरी श्रृंखला वाली संरचना में होता है। जबकि RNA जल अपघटन से एक श्रृंखला वाली संरचना बनाता है। अतः RNA में एक श्रृंखला वाली सरचना उपस्थित है।

14.9 प्रमुख प्रश्न व उत्तर

प्र.1. मोनोसैकेराइड क्या होते हैं?

उत्तर– मोनोसैकेराइड सरल कार्बोहाइड्रेट होते हैं जो सरल यौगिकों में जल अपघटित नहीं हो सकते हैं। ये तीन से सात तक कार्बन परमाणु रख सकते हैं तथा एल्डोसेज व कीटोसेज दोनों प्रकृति के होते हैं। जैसे– Glucose व Fructose

प्र.2. अपचायी शर्करा क्या होती है?

उत्तर– अपचयित शर्कराएँ वे हैं। जो अपचायक की तरह कार्य कर रही है। ये उनमें एक अपचयित समूह रखती हैं जो ऐल्डिहाइड (–CHO) या कीटोनिक (> C = O) समूह हो सकते हैं। अपचयित शर्कराओं की लाक्षणिक अभिक्रियायें टॉलेन अभिकर्मक व फेलिंग विलयन के साथ होती हैं। उदाहरण के लिए ग्लूकोस, फ्रक्टोज, लैक्टोस आदि अपचयित शर्कराएँ हैं।

प्र.3. पौधों में कार्बोहाइड्रेटों के दो मुख्य कार्यो को लिखिए।

उत्तर–(i) पौधों की कोशिका भित्ति सेलुलोस की बनी होती है।

(ii) मण्ड के रूप में, कार्बोहाइड्रेट पौधों में संचय अणु की तरह कार्य करता है।

प्र.4. निम्नलिखित को मोनोसैकेराइड तथा डाइसैकेराइड में वर्गीकृत कीजिए राइबोस, 2-डीऑक्सीराइबोस, माल्टोस, गैलेक्टोस, फ्रक्टोस व लैक्टोस।

उत्तर– **मोनोसैकेराइड**–राइबोस, 2-डीऑक्सीराइबोस, गैलेक्टोस, फ्रक्टोस। **डाइसैकेराइड**–माल्टोस, लैक्टोस।

प्र.5. ग्लाइकोसाइडी बन्ध से आप क्या समझते हैं?

उत्तर– ग्लाइकोसाइडी बन्ध ऑक्सीजन परमाणु द्वारा विभिन्न मोनोसैकेराइड, डाइसैकेराइड व पॉलिसैकेराइड को जोड़ने में प्रयुक्त होता है।

प्र.6. ग्लाइकोजेन क्या होता है तथा यह स्टार्च से किस प्रकार भिन्न हैं?

उत्तर– वे कार्बोहाइड्रेट जो जन्तु शरीर में यकृत तथा मांसपेशिय उत्तकों में संग्रहित रहता है ग्लाइकोजन कहलाता है। इसकी संरचना एमाइलोपेक्टिन के समान होती है जब कार्बोहाइड्रेट पादप कोशिका में भोजन के रूप में संग्रहित होता है तो उसे स्टार्च कहते हैं।

प्र.7. स्टार्च तथा लैक्टोस के जल अपघटन से कौन-से उत्पाद प्राप्त होते हैं?

उत्तर– स्टार्च जल अपघटन पर α-D(+) ग्लूकोस देता है जो एमाइलेज व एमाइलोपेक्टिन दोनों का घटक है। लैक्टोस जल अपघटन पर गैलैक्टोस व ग्लूकोस देता है।

प्र.8. स्टार्च व सेलुलोस में मुख्य संरचनात्मक अन्तर क्या है?

उत्तर– स्टार्च व सेलुलोस में आधारभूत अन्तर उसमें उपस्थित ग्लूकोस अणुओं की प्रकृति से है। स्टार्च दो यौगिकों को रखता है अर्थात् एमाइलेज व एमाइलोपेक्टिन। इनमें से दोनों में α-D(+) ग्लूकोस अणु उपस्थित होते हैं। एमाइलोज C_1–C_4 तरीके से जुड़े इन अणुओं की रेखीय श्रृंखलाएँ रखता है। एमाइलोपेक्टिन में, ये रेखीय श्रृंखलाएँ C_1–C_4 तरीके से जुड़ी होती हैं। इस प्रकार, स्टार्च व सेलुलोस की घटकों की भिन्न व्यवस्था रखते हैं।

प्र.9. क्या होता है जब D-ग्लूकोस की निम्नलिखित अभिकर्मकों के साथ अभिक्रिया करती है।

(i) HI (ii) ब्रोमीन जल (iii) HNO_3

उत्तर– 1. HI के साथ अभिक्रिया–

$$CHO(CHOH)_4CH_2OH \xrightarrow[\text{अपचयन}]{HI/P} CH_3CHI(CH_2)_3CH_3 + CH_3(CH_2)_4CH_3$$
ग्लूकोस 2-आयडोहेक्सेन n-हेक्सेन

2. **ब्रोमीन जल के साथ अभिक्रिया-**

$$CHO(CHOH)_4CH_2OH \xrightarrow[\text{ऑक्सीकरण}]{Br_2/H_2O} HOOC(CHOH)_4CH_2OH$$
ग्लूकोस ग्लूकोनिक अम्ल

3. **HNO_3 के साथ अभिक्रिया-**

$$CHO(CHOH)_4CH_2OH \xrightarrow[\text{ऑक्सीकरण}]{HNO_3} HOOC(CHOH)_4COOH$$
ग्लूकोस सेकरिक अम्ल

प्र.10. ग्लूकोस की उन अभिक्रियाओं का वर्णन कीजिए, जो इसकी विवृत श्रृंखला संरचना के साथ समझाई जा सकती हैं।

उत्तर–(i) D(+) ग्लूकोस 2,4 D.N.P. के साथ अभिक्रिया नहीं करती है।

(ii) D(+) ग्लूकोस $NaHSO_3$ के साथ अभिक्रिया नहीं करती है।

(iii) D(+) ग्लूकोस शिफ अभिकर्मक के गुलाबी रंग को पुनः संचित नहीं करती है।

प्र.11. आवश्यक तथा अनावश्यक ऐमीनो अम्ल क्या होते हैं? प्रत्येक प्रकार के दो उदाहरण दीजिए।

उत्तर- आवश्यक ऐमीनो अम्ल–ये वे ऐमीनों अम्ल होते हैं जिनकी जीवधारियों को सख्त आवश्यकता होती है।

- इनकी कमी से शारीरिक वृद्धि रुक जाती है और मृत्यु तक हो जाती है। जैसे-लाइसीन, हिस्टिडीन।
- **अनावश्यक एमीनो अम्ल**-ये वे एमीनो अम्ल होते हैं जिनके अभाव में जीवधारियों में कोई प्रभाव नहीं होता। जैसे-ग्लाइसीन एवं ऐलेनीन।

प्र.12. प्रोटीन के संदर्भ में निम्नलिखित को परिभाषित कीजिए। (i) पेप्टाइड बन्ध (ii) प्राथमिक संरचना (iii) विकृतीकरण।

उत्तर– (i) पृष्ठ संख्या 14.15 पर देखें।
(ii) पृष्ठ संख्या 14.16 पर देखें।
(iii) पृष्ठ संख्या 14.17 पर देखें।

प्र.13. प्रोटीन की द्वितीयक संरचना के सामान्य प्रकार क्या हैं?

उत्तर– प्रोटीन की द्वितीय संरचना का सम्बन्ध प्रोटीन की आकृति से है।

- इसमें पॉलिपेप्टाइड श्रृंखला विद्यमान होती है।
- इसकी द्वितीय संरचना में दो प्रकार की संरचनायें पायी जाती है।
  (i) α– हेलिक्स संरचना।
  (ii) β– प्लीटेड शीट संरचना।

(i) α– हेलिक्स संरचना

- इस संरचना में पॉलिपेप्टाइड की रैखिक श्रृंखला की आकृति एक मुड़े हुए रिबन की तरह होती है यह आकार हाइड्रोजन बन्धों के कारण होता है।

(ii) β– प्लीटेड शीट संरचना

इस संरचना में पॉलिपेप्टाइड श्रृंखलायें एक दूसरे की ओर विपरीत दिशा में हाइड्रोजन बन्धों द्वारा जुड़ी होती है।

प्र.14. प्रोटीन की α-हैलिक्स संरचना के स्थायीकरण में कौन-से आबंध सहायक होते हैं?

उत्तर– प्रोटीन की α-हैलिक्स संरचना को स्थायी बनाने में हाइड्रोजन आबन्ध सहायता करते हैं।

प्र.15. रेशेदार तथा गोलिकाकर (Globular) प्रोटीन को विभेदित कीजिए।

उत्तर–

	रेशेदार प्रोटीन (Fibrous Proteins)	**गोलिकाकर प्रोटीन (Globular Protein)**
1.	पॉलिपेप्टाइड श्रृंखलाएँ एक–दूसरे के समानान्तर होती हैं।	पॉलिपेप्टाइड श्रृंखलाएँ कुंडली के रूप में व्यवस्थित होती हैं।
2.	ये धागे सदृश संरचना होती है।	ये गोलाकार संरचना होती है।
3.	ये जल में अघुलनशील होती हैं।	ये जल में घुलनशील होती हैं।
4.	रेशेदार प्रोटीन के सामान्य उदाहरण किरैटिन (बाल, उन में) तथा मायोसिन (मांसपेशियों में)	गोलिकाकार प्रोटीन के सामान्य उदाहरण–इन्सुलिन एवं ऐल्बुमिन है।

प्र.16. ऐमीनों अम्लों की उभयधर्मी प्रकृति आप कैसे समझाइयें?

उत्तर– इनके एक अणु में अम्लीय [–COOH] एवं क्षारकीय [$-NH_2$] दोनों समूहों की उपस्थिति है।

- जलीय विलयन में कार्बोक्सिलिक समूह प्रोटॉन मुक्त करता है जबकि ऐमीनों समूह इस प्रोटॉन को ग्रहण करता है जिसके फलस्वरूप एक द्विध्रुवीय आयन बनता है। जिसे **ज्विटर आयन** कहते हैं। इस आयन में धनावेश तथा ऋणावेश दोनों ही उपस्थित होते हैं। इस आयन के कारण ही ऐमीनों अम्ल उभयधर्मी प्रकृति प्रदर्शित करते हैं। ये अम्लों एवं क्षारकों दोनों के साथ क्रिया करते हैं।

$$H_2N-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}}-COOH \rightleftharpoons H_3\overset{+}{N}-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}}-CO\overset{-}{O}$$ (द्विध्रुवीय आयन)

14.10 पाठ्यपुस्तक के प्रश्न-उत्तर

बहुचयनात्मक प्रश्न :

1. कोशिका का पावर हाऊस कहलाता है–
   (अ) गाल्जीकाय (ब) माइटोकॉन्ड्रिया
   (स) साइटोसोम (द) राइबोसोम **(ब)**
2. निम्न में से कोनसा डाइसैकेराइड है–
   (अ) स्टार्च (ब) फ्रक्टोस
   (स) लेक्टोस (द) सैलुलोस **(स)**
3. स्टार्च का जल अपघटन करने पर अंत में प्राप्त उत्पाद है–
   (अ) फ्रक्टोस (ब) सुक्रोस
   (स) माल्टोज (द) ग्लूकोस **(द)**
4. सबसे सामान्य डाइसैकेराइड 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) $C_{18}H_{22}O_{11}$ **(ब)**
5. निम्न में से कौनसी अपचायक शर्करा नहीं है–
   (अ) ग्लूकोस (ब) फ्रक्टोस
   (स) सुक्रोस (द) माल्टोस **(स)**
6. प्रोटीन का जल अपघटन एन्जाइम की उपस्थिति में करने पर प्राप्त होता है–

(अ) ऐमीनो अम्ल
(ब) हाइड्रॉक्सी अम्ल
(स) ऐरोमैटिक अम्ल
(द) डी–कार्बोक्सिलिक अम्ल (अ)

7. दानेदार प्रोटीन का उदाहरण है–
(अ) कोलेजन (ब) इंसुलिन
(स) मायोसिन (द) कीरेटीन (ब)

8. ऐलेनीन उदाहरण है–
(अ) α–ऐमीनो अम्ल
(ब) β-फ्रक्टोस
(स) γ-लेक्टोस
(द) λ-सैलुलोस (अ)

9. क्षारीय ऐमीनो अम्ल है–
(अ) ग्लाइसीन (ब) ऐस्पार्टिक अम्ल
(स) लाइसीन (द) ग्लूटैमिक (स)

10. एंजाइम होते है–
(अ) कार्बोहाइड्रेट (ब) प्रोटीन
(स) वसा (द) लवण (ब)

11. प्रोटीन का ऐमीनो अम्ल में परिवर्तन, निम्न में से किस एंजाइम द्वारा होता है–
(अ) लाइपेज (ब) माल्टेस
(स) ट्रिप्सिन (द) रेनिन (स)

12. 'रासायनिक दूत' कहलाते है–
(अ) हार्मोन्स (ब) एन्जाइम
(स) विटामिन (द) न्यूक्लिक अम्ल (अ)

13. मनुष्य में थाइराइड ग्रंथि की संख्या है–
(अ) एक (ब) दो
(स) तीन (द) चार (अ)

14. वृद्धि हार्मोन्स स्त्रावित होते है–
(अ) थाइराइड ग्रंथि द्वारा
(ब) पीयूष ग्रंथि द्वारा
(स) थाइमस ग्रंथि द्वारा
(द) अग्नाशय द्वारा (ब)

15. विटामीन A की कमी से होने वाला रोग है–
(अ) रतौंधी (ब) स्कर्वी रोग
(स) बेरी–बेरी (द) एनीमिया (अ)

16. न्यूक्लिक अम्ल में, न्यूक्लियोटाइड्स एक–दूसरे से जुड़े रहते है–
(अ) हाइड्रोजन आबंध द्वारा
(ब) पेप्टाइड आबंध द्वारा
(स) फॉस्फोरस समूह द्वारा
(द) ग्लाइकोसाइड आबंध द्वारा (स)

17. कितने न्यूक्लिटाइड का एक क्रम ऐमीनों अम्ल के लिए संदेशवाहक RNA (mRNA) में एक कोडोन बनाता है–
(अ) एक (ब) दो
(स) तीन (द) चार (स)

18. RNA व DNA कीरल असममित अणु होते है, इनकी कीरलता का कारण है–
(अ) असममित क्षार
(ब) D-शर्करा घटक
(स) L-शर्करा घटक
(द) असममित फॉस्फेट एस्टर ईकाइयाँ (द)

19. RNA में कार्बनिक क्षार है–
(अ) एडिनिन और यूरेसिल तथा साइटोसिन और ग्वानिन
(ब) एडिनिन और ग्वानिन तथा थाइमिन और साइटोसिन
(स) ऐडिनिन और थाइमिन तथा ग्वानिन और साइटोसिन
(द) एडिनिन और ग्वानिन तथा यूरेसिल और साइटोसिन (अ)

20. न्यूक्लिक अम्ल में क्रम है–
(अ) क्षार–शर्करा–फॉस्फेट
(ब) शर्करा–क्षार–फॉस्फेट
(स) फॉस्फेट–क्षार–शर्करा
(द) क्षार–फॉस्फेट–शर्करा (अ)

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न :

प्र.21. कोशिका का रासायनिक संघटन लिखिए।
उत्तर- कोशिका को तीन प्रमुख भागों में बांटा गया है-
1. कोशिका झिल्ली या कोशिका कला
2. कोशिका द्रव्य
3. केन्द्रक।

प्र.22. मोनोसैकेराइड क्या होते है?
उत्तर- बिन्दु 14.3.3 का 1 भाग मोनोसेकराइड देखें।

प्र.23. अशर्करा क्या होती है?
उत्तर- बिन्दु 14.3.3 का (ii) अकर्शरा देखें।

प्र.24. स्टार्च तथा सैलुलोस में मुख्य संरचनामक अंतर क्या है?
उत्तर- स्टार्च α– ग्लूकोस का बहुलक है तथा दो घटकों α– ऐमिलोस तथा ऐमिलो पेक्टिन से मिलकर बनता है।
सेलुलोस β–D- ग्लूकोस से बनी ऋजु श्रृंखला युक्त पोलिसेकराइड है जिनमें ग्लूकोस इकाई C_1 तथा इसकी ग्लूकोस इकाई के C_4 के मध्य ग्लाइकोसाइडी बन्ध बनता है।

प्र.25. आवश्यक तथा अनावश्यक ऐमीनो अम्ल को परिभाषित कीजिए।
उत्तर- बिन्दु 14.4.3.1 का A व B भाग देखें।

प्र.26. 'एन्जाइम' का प्रमुख कार्य क्या है?
उत्तर- ये स्वयं परिवर्तित हुए बिना जीवों में होने वाली विभिन्न जैविक क्रियाओं की दर को बढ़ाते हैं।

प्र.27. हार्मोन्स 'ग्रंथि रस' क्यों कहलाते है?
उत्तर- हार्मोन्स, विशिष्ट अन्तस्रावी ग्रन्थि द्वारा स्त्रावित द्रव होता है अतः इन्हें हार्मोन्स ग्रन्थि रस कहते हैं।

प्र.28. जल में विलेय विटामिन कौन–कौन से है?
उत्तर- जल में विलेय विटामिन विटामिन B काम्पलैक्स, विटामिन C

प्र.29. DNA में पाए जाने वाले कार्बनिक क्षार कौनसे है?
उत्तर- DNA में पाये जाने वाले कार्बनिक क्षार थायमीन, साइटोसिन, ऐडेनीन एवं ग्वानीन होते हैं।

प्र.30. न्यूक्लिक अम्ल के महत्त्वपूर्ण कार्य क्या है?
उत्तर- बिन्दु 14.8 का शुरू भाग देखें।

लघूत्तरात्मक प्रश्न

प्र.31. कार्बोहाइड्रेट के कार्य लिखिए।
उत्तर- बिन्दु 14.3.2 देखें।

प्र.32. ग्लूकोस बनाने की दो विधियाँ लिखिए।

उत्तर- बिन्दु 14.3.3.1 का (2) भाग देखें।

प्र.33. 'सिकिल सेल एनीमिया' रोग क्यों होता है?

उत्तर- हीमोग्लोबिन में वेलिन अम्ल द्वारा ग्लूमैटिक अम्ल हटाने पर हीमोग्लोबिन के गुण बदल जाते हैं तथा इससे सिकल सेल ऐनीमिया रोग हो जाता है।

Val-His-leu-Thr-Pro-[Val]-Glu-Lus

प्र.34. ग्लूकोस की 'फेंहलिग विलयन' तथा 'टालेन अभिकर्मक' से होने वाली अभिक्रिया लिखिए।

उत्तर- ग्लूकोस फेहलिंग विलयन एवं टॉलन अभिकर्मक का अपचयन करता है तथा स्वयं ऑक्सीकृत होकर ग्लूकोनिक अम्ल बनाता है।

$$CH_2OH(CHOH)_4{-}CHO + 2Ag(NH_3)_2OH \rightarrow CH_2OH(CHOH)_4COOH + 2Ag + 4NH_3 + 2H_2O$$

$$CH_2OH(CHOH)_4{-}CHO + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_2OH(CHOH)_4COOH + Cu_2O + 2H_2O$$

प्र.35. हार्मोन्स को 'रासायनिक दूत' क्यों कहा जाता है?

उत्तर- क्योंकि ये अपने उत्पत्ति स्थल से दूर की कोशिकाओं में कार्य करते हैं। अतः इन्हें रासायनिक दूत भी कहते हैं।

प्र.36. ऐमीनो अम्ल का 'समविभव बिन्दु' क्या है? परिभाषित कीजिए।

उत्तर- किसी ऐमीनों अम्ल का समविभव बिन्दु विलयन का वह pH मान है जिस पर विद्युत विभव लगाने पर अम्ल किसी भी इलेक्ट्रोड की ओर गमन नहीं करता, **समविभव बिन्दु** कहते हैं।

इस बिन्दु पर इनकी विलेयता, चालकता, श्यानता तथा परासरण दाब न्यूनतम होता है।

प्र.37. एन्जाइम तथा हार्मोन्स में एक समानता तथा एक असमानता क्या है?

उत्तर- बिन्दु 14.6.1 देखें।

प्र.38. प्रोटीन का विकृतिकरण किसे कहते है? समझाइए।

उत्तर- बिन्दु 14.4.5 देखें।

प्र.39. आनुवांशिक कूट किसे कहते है?

उत्तर- बिन्दु 14.8.4 देखें।

प्र.40. प्रोटीन की प्राथमिक तथा द्वितीयक संरचना में विभेदीकरण कीजिए।

उत्तर- बिन्दु 14.4.4 (1) व (2) भाग देखें।

प्र.41. परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन समझाइए।

उत्तर- पेज न 14.7 में देखें।

प्र.42. विटामिन B_{12} तथा विटामिन **A** की कमी से होने वाले रोगों के नाम बताइए तथा इन विटामीन के स्त्रोत का नाम दीजिए।

उत्तर- B-12 की कमी से होने वाले रोग स्नायु तंत्र का अवक्रमण।

विटामिन A से- रतौंधी रोग।

विटामिन B_{12}- दूध, पनीर, अण्डा, मछली से

विटामिन A- गाजर, पालक दूध, मक्खन आदि।

प्र.43. **DNA** तथा **RNA** में चार अंतर लिखिए।

उत्तर- बिन्दु 14.25 में देखें।

प्र.44. ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस की हावर्थ संरचनाएं लिखिए।

उत्तर- बिन्दु 14.3.1.1 का (6) भाग एवं 14.3.1.1 (7) भाग देखें।

प्र.45. प्रोटीन को परिभाषित कीजिए व इसका वर्गीकरण लिखिए।

उत्तर- बिन्दु 14.4 एवं 14.4.2 देखें।

निबन्धात्मक प्रश्न :

प्र.46. ग्लूकोस की सामान्य रासायनिक अभिक्रिया दीजिए।

उत्तर- बिन्दु 14.3.3.1 की रासायनिक अभिक्रिया देखें।

प्र.47. सेलूलोस तथा स्टार्च के मुख्य स्त्रोत क्या है, इनकी संरचनाओं की संक्षिप्त में व्याख्या कीजिए।

उत्तर- सेलुलोस केवल पौधों में पाया जाता है।

स्टार्च दाल, जड़, कंद तथा कुछ सब्जियों में स्टार्च प्रचुर मात्रा में मिलता है।

संरचना के लिये बिन्दु 14.3.4 के D व E देखें।

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

(1) सुक्रोस (2) स्टार्च

(3) माल्टोस (4) सेलूलोस

उत्तर- (1) सुक्रोस के जल अपघ्तटन से ग्लूकोस व फ्रक्टोस बनते हैं।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow \underset{\text{D(+) ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{D(–) फ्रक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

(2) स्टार्च के जल अपघटन से α– ग्लूकोस देता है एवं एन्जाइम डायटेज की उपस्थिति में माल्टोस देता है।

$$2(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

$$2(C_6H_{10}O_5)_n H_2O \xrightarrow{\text{डायस्टेज}} \underset{\text{माल्टोस}}{C_{12}H_{22}O_4}$$

(3) माल्टोस के जल अपघटन से ग्लूकोस प्राप्त होता है।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{तनु अम्ल}} C_6H_{12}O_6$$

(4) सेलुलोस के जलअपघटन से D- ग्लूकोस प्राप्त होता है।

$$(C_6H_{10}O_5)_n + H_2O \xrightarrow{\text{तनु } H_2SO_4} nC_6H_{12}O_6$$

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

उत्तर- वे जीव अणु जो जीवन की मूलभूत संरचनात्मक एवं क्रियात्मक आधार है ये रंगहीन गंधहीन व स्वादहीन होता है प्रोटीन शब्द की उत्पत्ति ग्रीक शब्द प्रोटियोस से हुई है। जिसका अर्थ प्राथमिक अति महत्त्वपूर्ण है। प्रोटीन α– ऐमीनों अम्ल का बहुलक है।

प्रोटीन का आंशिक जल अपघटन कराने पर भिन्न-भिन्न अणुभार वाले पेप्टाइड प्राप्त होता है। जो पूर्ण जल अपघटन पर α– ऐमीनों अम्ल प्राप्त होते हैं।

$$\text{Protein} \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} \text{पेप्टाइड} \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} \alpha\text{– amino acid}$$

प्रोटीन की प्राथमिक एवं द्वितीयक संरचना के लिये पेज 13.15 देखें।

प्र.50. एन्जाइम के कार्य लिखिए। इनका वर्गीकरण दीजिए।

उत्तर- बिन्दु 14.5.1 से देखें।

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

उत्तर- पीयूष ग्रंथि द्वारा वृद्धि हार्मोन स्रावित करता है। इसका कार्य अस्थियों, कार्टिलेज, पेशियों अन्तभागों तथा सम्पूर्ण रूप से शरीर की वृद्धि को उद्दीपन करता है।

थायराइडग्रन्थि द्वारा थाइरॉक्सिन हार्मोन स्रावित करता है। यह हार्मोन उपापचयी क्रियाओं को नियंत्रित करता है।

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

उत्तर- इसका सूत्र $C_{12}H_{18}N_4SOCl_2$ है।

विटामिन B कॉम्पलेक्स विटामिन B_{11}, B_2, B_3 B_5 व B_6 से विभाजित होते हैं।

इनकी कार्य से बेरी-बेरी, चर्म रोग, पेलाग्रा। आमाशय व आंतों में सूजन आदि।

प्र.53. न्यूक्लिक अम्ल द्वारा प्रोटीन का संश्लेषण कैसे होता है? समझाइए।

उत्तर- DNA अणु का वह सम्भाग जो एक सम्पूर्ण प्रोटीन का संश्लेषण को नियंत्रित करता है, एक जीन कहते हैं। जीन में प्रोटीनों के संश्लेषण के लिये कूटभाषित अनुदेश होता है। इस प्रक्रिया में DNA क्षारों के अनुक्रम के अनुसार RNA बनता है यह RNA ऐमीनो अम्लों का एक अनुक्रम तैयार करता है जिससे विशेष प्रकार के प्रोटीन का संश्लेषण होता है।

$$\text{DNA} \xrightarrow[\text{प्रतिकृतित्व}]{} \text{DNA} \xrightarrow[\text{अनुलेखन}]{} \text{RNA} \xrightarrow[\text{अनुवादन}]{} \text{प्रोटीन}$$