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

ये दस (Ten) आवश्यक ऐमीनों अम्ल निम्न है–

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

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

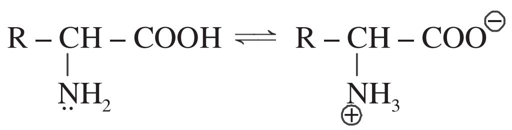
ऐमीनों अम्ल के भौतिक गुण निम्न है :–

(i) ऐमीनो अम्ल रंगहीन तथा क्रिस्टलीय ठोस होते है।

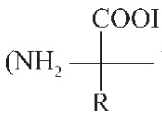
(ii) ये जल, अम्ल तथा क्षार में विलेय होते है।

(iii) ये उच्च गलनांक वाले होते है।

(iv) ऐमीनो अम्ल में ऐमीनो तथा कार्बोक्सिलिक दोनों समूह होते है। ऐमीनो, क्षारीय समूह है तथा कार्बोक्सिलिक अम्लीय प्रवृति के होते है, अतः ये दोनों समूह परस्पर क्रिया करके आन्तरिक लवण बनाते है जिसकी द्विध्रुवीय संरचना होती है, इसलिए ऐमीनो अम्ल को द्विध्रुवक आयन, ज्विटर आयन (Zwitter Ion) या ऐम्फोलाइट आयन (Ampholite Ion) भी कहते है।



द्विध्रुवक आयन या स्विटर आयन

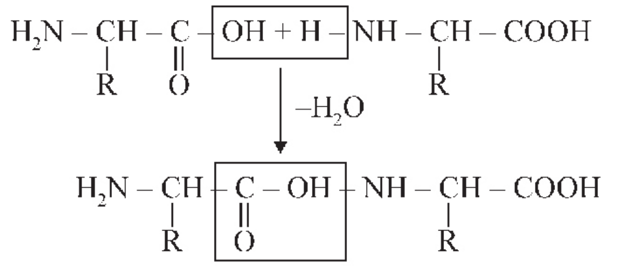
(v) प्रथम सदस्य ग्लाइसीन ($NH_2 - CH_2 - COOH$) को छोड़कर बाकी सभी ऐमीनो अम्ल में असममित कार्बन () परमाणु होता है, अतः ये प्रकाश सक्रिय (Optical Active) होते है।

(vi) रासायनिक रूप से ऐमीनो अम्ल, प्राथमिक ऐमीन तथा कार्बोक्सिलिक अम्ल दोनों के महत्वपूर्ण लक्षण दर्शाते है।

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

14.4.3 पेप्टाइड (Peptides)–

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



पेप्टाइड बंध

"पेप्टाइडों में पाया जाने वाला बंध (-CO-NH) पेप्टाइड बंध कहलाता है।"

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

(1) **ओलिगोपेप्टाइड (Oligopeptide)–** इनमें 2 से 9 संख्या तक ऐमीनो अम्ल होते है। दो, तीन तथा चार ऐमीनो अम्ल जब संयुक्त होते है तो क्रमशः डाइपेप्टाइड, ट्राइपेप्टाइड तथा टेट्रापेप्टाइड कहलाते है।

(2) **पॉलीपेप्टाइड (Polypeptide)–** इनमें 10 से 100 संख्या तक ऐमीनो अम्ल होते है।

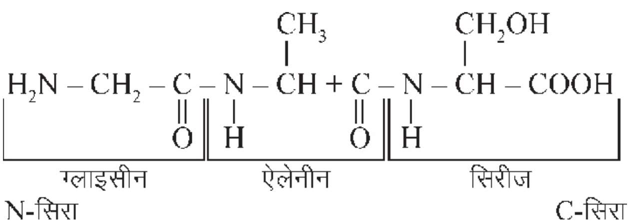
(3) **प्रोटीन (Protein)–** प्रोटीन में ऐमीनो अम्ल की संख्या 100 से अधिक होती है।

14.4.3.1 पेप्टाइडों का नामकरण (Nomenclature of Peptides)–

पेप्टाइडों में पेप्टाइड बंध होते है जो कार्बोक्सिलिक समूह (-COOH) तथा ऐमीनो समूह ($-NH_2$) की परस्पर क्रिया से बनते है। पेप्टाइड अणु में एक सिरे पर स्वतंत्र ऐमीनो समूह होता है, जिसे "N-टर्मिनल छोर" या "N-सिरा" कहा जाता है। इसी तरह स्वतंत्र कार्बोक्सिलिक समूह वाला सिरा "C-टर्मिनल छोर" या "C-सिरा" कहा जाता है। जब पेप्टाइड या पॉलीपेप्टाइड की संरचना लिखते है तो N-सिरा बाईं तथा C-सिरा दाईं ओर लिखा जाता है।

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

उदाहरणार्थ :–



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

14.4.4 पॉलीपेप्टाइड (Polypeptide)–

पॉलीपेप्टाइड में 10 से 100 तक ऐमीनो अम्ल पेप्टाइड बंध जुड़े रहते है।

"दस या अधिक ऐमीनो अम्ल ईकाईयों से बने पेप्टाइड, पॉलीपेप्टाइड कहलाते है।"

(i) पॉलीपेप्टाइड का नाम N टर्मिनल अवक्षेप से आरंभ होता है।

(ii) ये भी उभयधर्मी (Amphoteric) प्रकृति के होते है।

(iii) रासायनिक रूप से ये प्राथमिक ऐमीन तथा कार्बोक्सिलिक अम्लों की सभी अभिक्रियाएं देते है।

(iv) ये समविभव बिन्दु (isoelectric point) वाले होते है।

14.4.5 प्रोटीन की संरचना (Strcture of Protein)-

प्रोटीन α–ऐमीनो अम्ल के बहुलक होते है, जो पेप्टाइड बंध (-CO-NH-) द्वारा जुड़े रहते है। प्रोटीन की पूर्ण संरचना जटिल होती है अतः इनकी संरचना तथा आकृति का चार भिन्न स्तरों अथवा पदों द्वारा समझायी जा सकती है। ये निम्न है–

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

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

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

सामान्य हीमोग्लोबिन (Normal Haemoglobin)

$$-Val-His-Leu-Thr-Pro-\boxed{Glu}-Lys$$

सिकल सेल हीमोग्लोबिन (Sickle cell Haemoglobin)

$$-Val-His-Leu-Thr-Glu-\boxed{Glu}-Lys$$

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

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

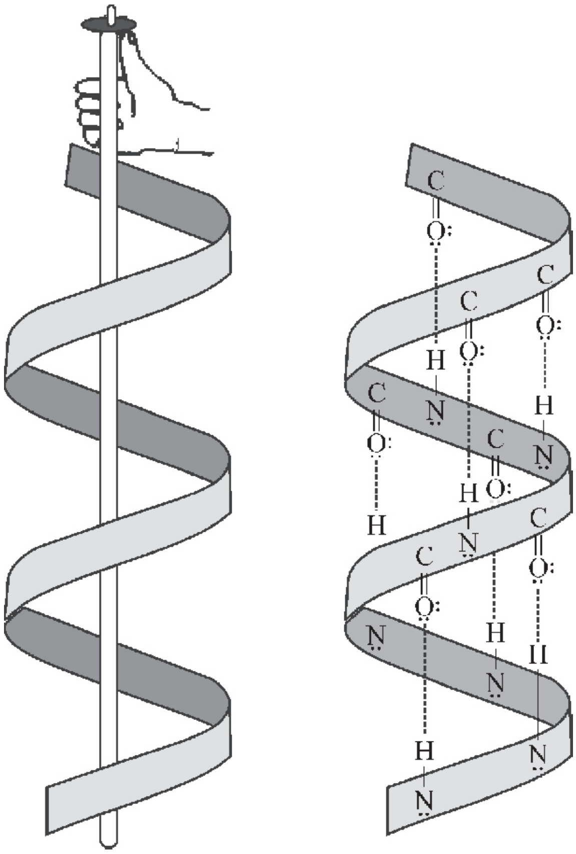
(2) प्रोटीन की द्वितीयक संरचना (Secondary Structure of Proteins) – प्रोटीन अणु में लंबी, लचीली

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

(i) α–हेलिक्स संरचना α–helix structure)

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

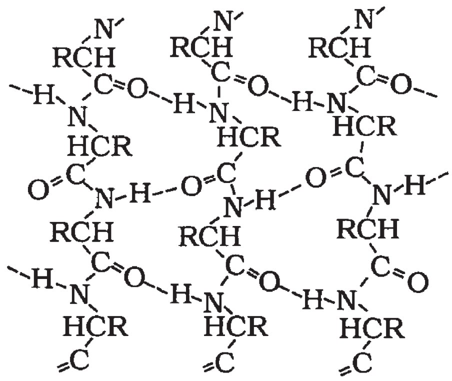
(i) α–हेलिक्स संरचना α–helix structure)- ऐमीनों अम्लों का सामान्य सूत्र$(R-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH)$ है। प्रोटीन में उपस्थित पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं के ऐमीनों अम्लों के R-समूह का आकार यदि बहुत बड़ा होता है तो हाइड्रोजन बंध एक ऐमीनो अम्ल ईकाई के >C=0 समूह तथा चौथे ऐमीनों अम्ल ईकाई के >N-H समूह के बीच पाया जाता है जिससे पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला वलय संरचना में कुण्डलित होकर हेलिक्स संरचना बनाती है। जैसा कि चित्र 14.13 में दर्शाया गया है।



चित्र 14.13 : प्रोटीन की α-हेलिक्स संरचना

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

(ii) β–चपटी शीट या α–लहरियादार चद्दर संरचना (β–Flat sheet or β-Pleated sheet structure)- प्रोटीन की पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएं खूली हुई अवस्था में एक–दूसरे से अन्तराण्विक हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़कर चद्दरनुमा संरचना बनाती है। ये चद्दरनुमा संरचनाएं, एक के ऊपर दूसरी ढेर बना लेती है तथा एक दूसरे पर आसानी से फिसल जाती है। यानि इन्हें आसानी से मोडा जा सकता है। यानि ये मुलायम होती है पर ये लचीली नहीं होती है। उदाहरणार्थ– सिल्क में इसी तरह की संरचना होती है।



चित्र 14.14 : प्रोटीन की β-चपटी शीट संरचना

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

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

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

14.4.6 प्रोटीन का विकृतिकरण (Denaturation of Protein)-

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

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

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

14.4.7 एन्जाइम (Enzyme)-

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

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

14.4.7.1 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 केवल अभिक्रिया की गति बढ़ाते है, 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।

14.4.7.2 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 क्रियाघर (Substrate) पर क्रिया करता है, उसके नाम के पश्च (Suffix) भाग पर -ase जोड़कर, एन्जाइम का नाम दिया जाता है। **उदाहरणार्थ–** (i) लिपिड (Lipid) को ग्लिसरोल तथा वसा अम्ल में बदलने वाले एन्जाइम को लाइपेस (Lipase), प्रोटीन (Protein) को अमीनो अम्ल में परिवर्तित करने वाले एन्जाइम को प्रोटीएस (Protease), माल्टोस (Maltose) जल अपघटन की क्रिया को उत्प्रेरित करने वाले एन्जाइम को माल्टेस (Maltase) कहते 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

क्र.सं.	वर्ग	एन्जाइम वर्ग	अभिक्रिया की प्रकृति
1.	वर्ग 1	ऑक्सीडो–रिडक्टेसेस (Orido-Reductases)	ये जैविक ऑक्सीकरण और अवकरण (Biological oxidation and reduction) अर्थात् श्वसन और किण्वन से संबंधित होते है।
2.	वर्ग 2	ट्रान्सफरेज (Iransferases)	ये एक पदार्थ से दूसरे पदार्थ तक किसी समूह के स्थानान्तर (Transfer) को उत्प्रेरित करते है।
3.	वर्ग 3	हाइड्रोलेसेस (Hydroloses)	ये जल अपघटन (Hydrolysis) की अभिक्रियाओं को उत्प्रेरित करते है।
4.	वर्ग 4	लाइसेस (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.	वर्ग 5	आइसोमेरेजेज (Isomesoser)	ये अन्तराआणविक पुनर्विन्यास (Intramolecular rearrangement) को उत्प्रेरित करते है।
6.	वर्ग 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	क्रियाघाट	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.	पेपसिन	उदर–जठर रस	प्रोटीन	पॉली–पेप्टाइड
8.	डीआक्सीराइबो न्यूक्लिऐस तथा राइबोन्यूक्लिऐस	आंत अग्नाशयी रस	DNA तथा RNA	ओलिगो मोनो न्यूक्लियोटाइड

14.4.7.3 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 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

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

14.4.7.4 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।

14.4.8 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।

14.4.8.1 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।

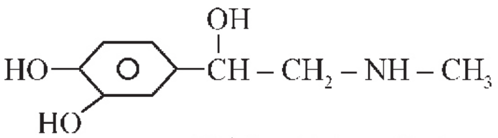
(iii) उपयोग के पूर्व ही ये रक्त में स्त्रावित होते है।

14.4.8.2 हार्मोन्स का वर्गीकरण (Classification of Hormones)-

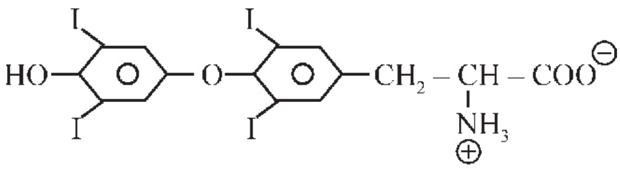
हार्मोन्स को उनके रासायनिक संघटन के आधार पर तीन वर्गों में विभाजित किया गया है–

(i) पेप्टाइड हार्मोन (Peptide Hormones)– इनमें पेप्टाइड बंध होता है, इसलिए इन्हें प्रोटीन हार्मोन भी कहते 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

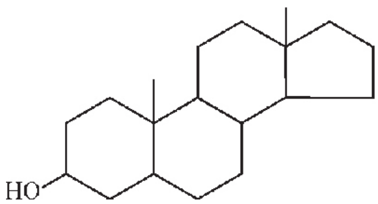


ऐड्रिनेलिन (Adrenaline)



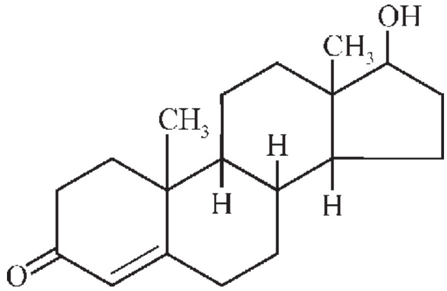
थायरॉक्सिन (Thyroxine)

(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)

14.4.8.3 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 (Pituitary 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 अत: 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 थाइराइड 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।
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।

14.4.9 विटामिन (Vitamins)-

विटामिन भोजन के आवश्यक अवयव है, जिनकी सभी जीवों को अल्प मात्रा में आवश्यकता होती है। सर्वप्रथम फंक (Funk) ने विटामिन (Vitamins) शब्द का प्रयोग किया, जिसका अर्थ है *"Vital amines"* अर्थात् जीवित तंत्रों में मिलने वाला ऐमीन। सामान्यतः ये जीवों द्वारा नहीं बनाए जा सकते है। सभी विटामिन पेड़–पौधों तथा वनस्पतियों में संश्लेषित किये जाते है। मनुष्यों में भोजन के रूप में इनकी पूर्ति की जाती है। रासायनिक रूप से ये मुख्य पोषकों अर्थात् काबोहाइड्रेट्स प्रोटीन तथा वसा से भिन्न होते है। हालाकि ये कोशिका निर्माण तथा ऊर्जा के स्त्रोत नहीं होते है, लेकिन ये जैविक क्रियाओं में सहायक होते है। विटामिन की कमी या अभाव से विशेष रोग

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

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

14.4.9.1 विटामिन का वर्गीकरण (Classfication of vitamins)–

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

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

(i) जल में अविलेय विटामिन अथवा वसा विलेय विटामिन : (Water insolute vitamin or Fat soluble vitamin)- ये विटामिन जल में अविलेय तथा वसा में विलेय होते है। ये तेलीय पदार्थ होते है तथा लीवर कोशिकाओं में इस प्रकार के विटामिन जैसे A व D अधिकता में पाये जाते है। विटामिन A, D, E व K वसा विलेय विटामिन है।

(ii) जल में विलेय विटामिन (Water soluble vitamin)- ये जल में विलेय होते है। कोशिकाओं में ये अम्ल कम मात्रा में संग्रहित होते है। विटामिन B कॉम्पलेक्स (B_1, B_2, B_5, B_6, B_{12}) तथा विटामिन C जल में विलेय विटामिन है।

अपवाद– विटामिन H न तो जल में, ना ही वसा में विलेय होते है।

14.4.9.2 विटामिन का कार्य (Function of Vitamin)–

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

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

क्र.स.	विटामीन	लक्षण	स्त्रोत	कार्य	अभाव रोग
1.	विटामीन–A या रेटिनल	तेल व वसा में विलेय, ऊष्मा में स्थायी	दूध, मक्खन, अण्डे मछली तथा मछली का तेल। कैरोटिनाइड विटामीन A के अग्रदूत होते है। पीले साग–सब्जी	वृद्धि तथा दृष्टि को बढ़ाता है। रोग की रोग की प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है।	रतौंधी (Night blindneg) वृद्धि मंद होना, जीरोसिस (त्वचा का सूखा होना), जीरो–थैलमिया (कार्निया अपारदर्शक हो जाती है)
2.	विटामीन–B काम्पलेक्स				
(i)	विटामीन B_1, या थाइमिन	जल मे विलेय, 310K से ऊपर ताप पर नष्ट हो जाता है।	आखरोट, दाले, सभी अनाज (गेहूँ चावल आदि) अण्डे की जर्दि, यीस्ट दूध, हरे साग–सब्जी तथा फल	तंत्रिका तंत्र का संचालन	बेरी–बेरी (पैरो का लकवा, सामान्य कमजोरी) तथा भूख कम लकवा
(ii)	विटामीन–B_2 या राइबोफ्लेविन	जल मे विलेय प्रकाश में सक्रिय किन्तु उष्मा में स्थायी	दूध, पनीर, हरी सब्जी, खमीर मांस, यकृत, वृक्क	शरीर की वृद्धि तथा सामान्य स्वास्थ्य के लिए आवश्यक	वृद्धि कम होना, मुहँ में छाले, होठों व मुहँ के कोनो का फटना त्वचा शोध
(iii)	विटामीन–B_6 (यह तीन पदार्थो पाइरोडोक्सिन पाइरिडाक्सल तथा पाइरेडोक्सिमिन से बना है)	जल मे विलेय	चावल की हलीन, अनाज, दाले यीस्ट, मांस, मछली, अण्डे	रक्त संचार	रक्त की कमी (एनीमिया), केन्द्रीय तंत्रिका तन्तु पर प्रभाव सामान्य कमजोरी मिलेगी। रोग उत्तेजनशीलता

(iv)	विटामीन–B_{12} या साइनोकोब्लमिन	जल मे विलेय उष्मा पर स्थायी	दूध, अण्डा, यकृत, मछली तथा सभी जन्तु ऊतक	उपापचय की क्रिया	प्रकाशी रक्ताल्पता (Pernicious anaemia), चेतना शून्यता जीभ व मूँह पर सूजन होना, झनझनाहट घबराहट
3.	विटामीन–C या एस्कार्बिक अम्ल	जल में विलेय, पकाने पर या लम्बे समय तक वायु में रखने पर नष्ट हो जाते है।	खट्टेफल (संतरा, नींबू, अंगूर) आँवला, अमरूद, गोभी, टमाटर	शरीर की रोग प्रति–प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है। घाव व कटे घावों को भरना तथा स्वस्थ त्वचा को कायम रखता है।	स्कर्वी रोग (Scurvy), पायरिया
4.	विटामीन–D या आर्गोकैल्सिफिरोल (स्टेराल्स यौगिकों का समूह)	तेल तथा वसा में विलेय। गर्म करने पर स्थायी तथा आक्सीकरण से प्रतिरोधी	यकृत तेल, अण्डा, मांस, मछली मक्खन, यह प्रकाश पड़ने पर पौधो द्वारा एर्गोस्ट्रिोल से उत्पन्न होता है।	यह आंत से कैल्शियम तथा फास्फोरस का अवशोषण करता है। अन्धता को रोकना तथा वृद्धि करना।	बच्चों में रिकेट्स (हड्डियों का मुडना) तथा हड्डियों व दाँत की विकृति तथा बड़ो में ओस्टियो मलेसिया
5.	विटामीन–E (यह चार विटामीनों α,β γ तथा δ-टोकोफिरोल के मिश्रण से बनता है।	तेल तथा वसा में विलेय। ऊष्मा, प्रकाश तथा आक्सीकरण में स्थायी	पादप, तेल (विनौला, सोयाबीन) अखरोट का तेल बादाम का तेल, गेहूँ के अंकूर	प्रतिऑक्सीकारक	जन्तुओं में इसकी कमी से जनन क्षमता में कमी, तथा कुपोषण, मांस पेशियों का पतन
6.	विटामीन–K या फाइलोक्वीनोन (यह दो विटामीन K_1 तथा K_2 का मिश्रण होता है।)	तेल व वसा में विलेय। प्रकाश तथा क्षार से संवेदनशील	विटामीन K_1 हरी पत्तेदार सब्जियों, गाजर के शीर्ष में पाया जाता है। विटामीन K_2 मुख्य रूप से क्षुद्रान्त्र जीवाणु में पाया जाता है	रक्त का थक्का बनने में सहायक (प्रोथोम्बिन का संश्लेषण)	इसकी कमी से रक्त का थक्का बनने में कमी आती है तथा रक्त स्त्राव होता है।
7.	विटामीन–H या बायोटिन	वसा तथा जल दोनों में अविलेय	खमीर, अंडा, वृक्क तथा दूध	उपापचय की क्रिया	बालों का गिरना, लक्वा त्वचा शोध

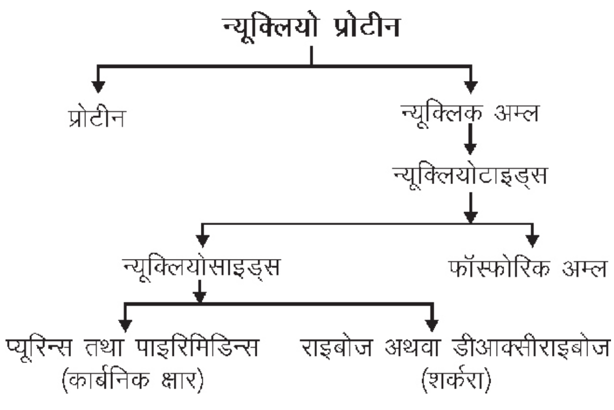
14.4.9 न्यूक्लिक अम्ल (Nucleic Acids)–

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

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

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

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



न्यूक्लिक अम्ल रंगहीन, जटिल तथा आकारहीन यौगिक होते है। तथा ये दो प्रकार के होते है–

(i) डी. ऑक्सीराइबोज न्यूक्लिक अम्ल (डी.एन.ए.) (DNA)

(ii) राइबोन्यूक्लिक अम्ल (आर.एन.ए.) (RNA)

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

न्यूक्लियोसाइड पुनः जल अपघटि होकर शर्करा (राइबोस अथवा डी ऑक्सीराइबोस) तथा कार्बनिक क्षार (प्यूरिन्स तथा पिरिमिडिन्स) देते है। न्यूक्लिक अम्ल के जल अपघटन को निम्न प्रकार व्यक्त करते है–

न्यूक्लिक अम्ल $\xrightarrow[\text{115°C अथवा एन्जाइम न्यूक्लिएज अथवा } Ba(OH)_2]{\text{जलीय } NH_3}$ न्यूक्लियोटाइड्स $\xrightarrow[175°C]{\text{जलीय } NH_3}$

फास्फोरिक अम्ल (H_3PO_4) + न्यूक्लियोसाइड $\xrightarrow{\text{अकार्बनिक अम्ल}}$ शर्करा + कार्बनिक क्षार

अतः न्यूक्लिक अम्ल के जल अपघटन से तीन प्रकार के यौगिक प्राप्त होते है अर्थात् न्यूक्लिक अम्ल तीन ईकाईयों से मिलकर बना है–

(i) फॉस्फोरिक अम्ल (H_3PO_4)

(ii) शर्करा

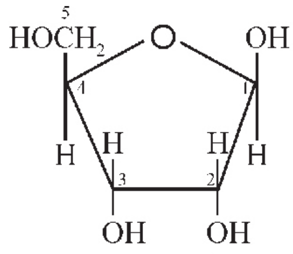
(iii) कार्बनिक क्षार

(i) फॉस्फोरिक अम्ल $HO-\overset{\overset{\large O}{\|}}{P}-OH$ (P के नीचे –OH)

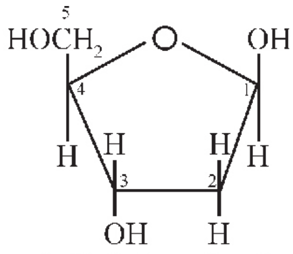
(ii) शर्करा (Sugar)- न्यूक्लिक अम्लों में पेन्टोज शर्करा दो प्रकार हो सकती है–(1) राइबोज/D-राइबोज (D-Ribose) अथवा (2) डी–ऑक्सीराइबोज/D-2-डी ऑक्सीराइबोज (D-2-Deoxyribose)।

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

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



β–D-राइबोस

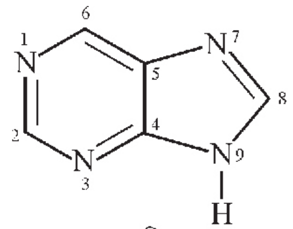


β–D-2-डीआक्सीराइबोज

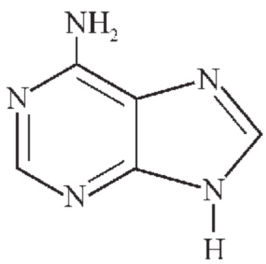
(iii) कार्बनिक क्षार (Organic Base)- ये नाइट्रोजनी क्षार है। न्यूक्लिक अम्ल में दो प्रकार के कार्बनिक अथवा नाइट्रोजनी क्षार होते है–

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

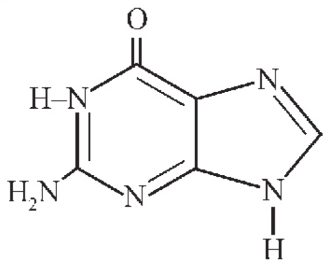
(2) पिरिमिडीन (Pyrimidines)– ये विषमचक्रीय, एकल ईकाइयाँ होती है। यूरेसिल (Uracil, U), थाइमिन (Thymine, T) तथा साइटोसिन (Cytosine, C) न्यूक्लिक अम्लों में पाये जाने वाले मुख्य पाइरिमिडिन क्षार है। DNA में थाइमिन (T) तथा साइटोसिन (C) पाये जाते है तथा RNA में पिरीमिडिन क्षार यूरेसिल (U) तथा साइटोसिन (C)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



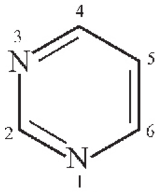
प्यूरिन



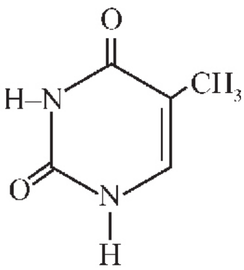
ऐडेनीन (A)



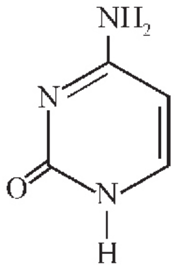
ग्वानिन (G)



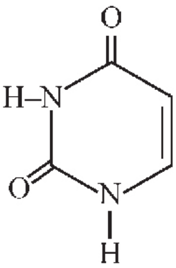
पिरिमिडिन



थाइमिन (T)



साइटोसीन (C)



यूरेसिल (U)

चित्र 14.14 प्यूरिन्स तथा पिरिमिडिन्स की संरचनाएँ

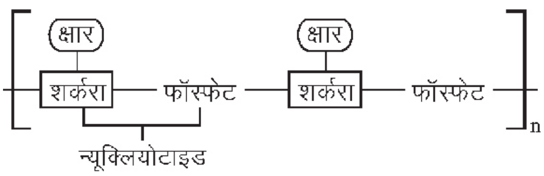
14.4.9.2 न्यूक्लिक अम्लों में घटकों की व्यवस्था (Arrangement of Constituents in Nuclic acids)-

न्यूक्लिक अम्ल में तीन निर्माणकारी खण्ड होते है–

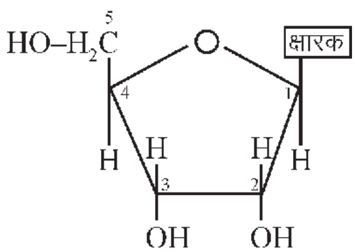
(i) न्यूक्लियोसाइड (Nucleoside)

(ii) न्यूक्लियोटाइड (Nucleotide)

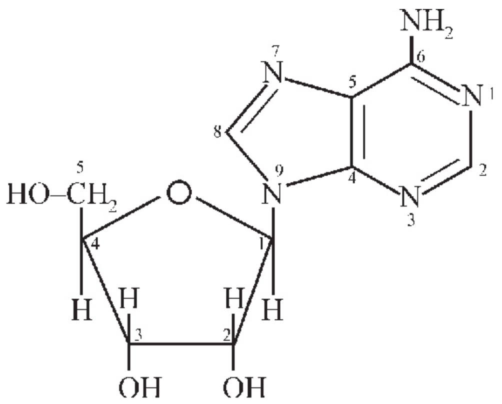
(iii) पॉलीन्यूक्लियोटाइड (Poly nucleotide)



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



अथवा



उदाहरणार्थ– ऐडेनीन + राइबोस ⟶ ऐडेनोसीन (Adenosine)

न्यूक्लियोसाइड्स का नाम उपस्थित घटकों की गणना में लिया जाता है। RNA तथा DNA प्रत्येक में चार–चार विभिन्न प्रकार के न्यूक्लिओसाइड होते है। उदाहरणार्थ–

ऐडेनीन + राइबोस ⟶ ऐडेनोसीन

ग्वानीन + राइबोस ⟶ ग्वानोसीन

साइसोसिन + राइबोस ⟶ साइटिडिन

यूरेसिल + राइबोस ⟶ यूरिडिन

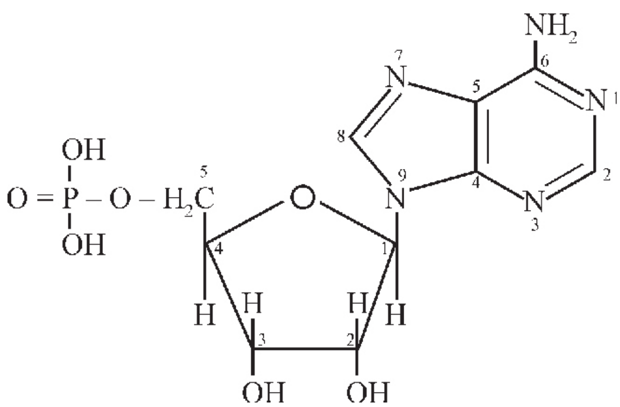
इसी तरह–

थाइमिन + डीऑक्सीराइबोस ⟶ डीऑक्सीथाइमिडीन

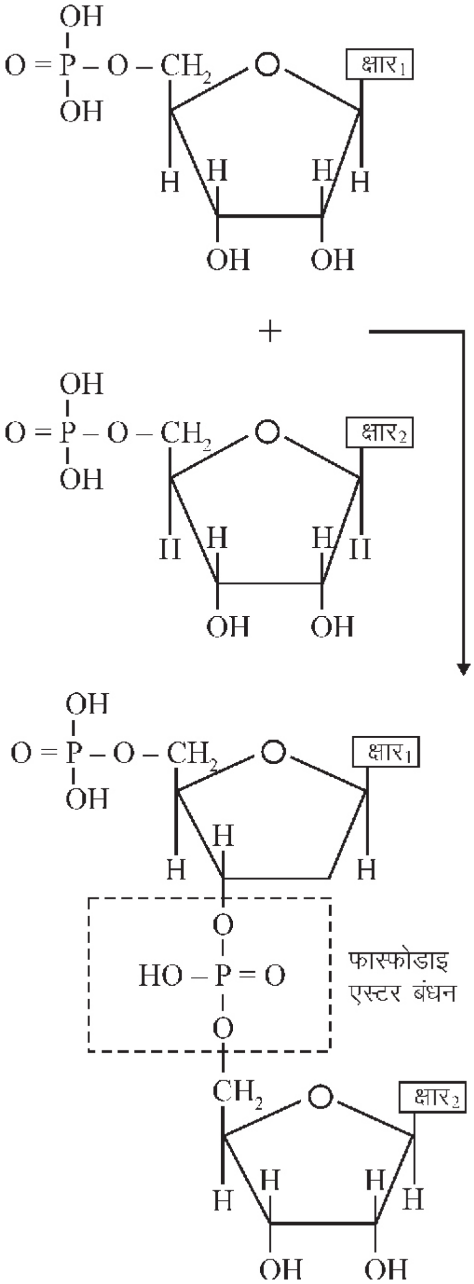
(ii) न्यूक्लियोटाइड (Nucleotide)- एक न्यूक्लियोटाइड, एक न्यूक्लियोसाइड के साथ फास्फोरिक अम्ल के एक अणु के संयोजन से बनता है।

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

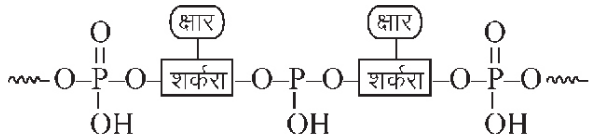
उदाहरणार्थ– ऐडेनोसीन + एक फॉस्फोरिक अम्ल ⟶ ऐडिनोसीन मोनोफॉस्फेट (AMP)



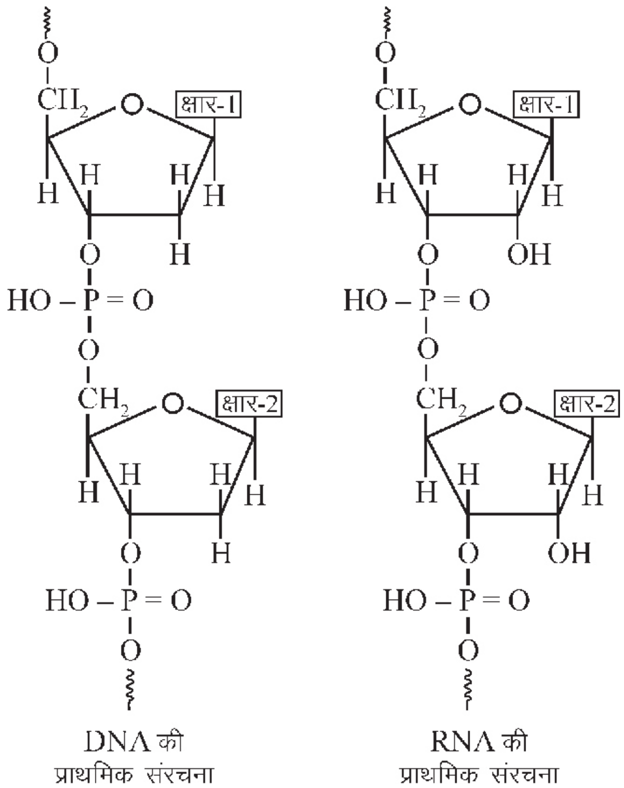
(iii) पॉलीन्यूक्लियोटाइड (Poly nucleotide)– न्यूक्लियोटाइड्स परस्पर, शर्करा के C-5 तथा C-3 के द्वारा फॉस्फोडाइऐस्टर बंध द्वारा जुड़कर पॉलीन्यूक्लियोटाइड बहुलक श्रृंखला बनाते है। ये पॉलीन्यूक्लियोटाइड ही न्यूक्लिक अम्ल है। इन्हें निम्न प्रकार से व्यक्त करते है–



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



चित्र 14.15 : न्यूक्लिक अम्ल की प्राथमिक संरचना



चित्र 14.16 : **DNA** तथा **RNA** की प्राथमिक संरचना

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

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

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

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

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

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

डी.एन.ए. की द्विकुण्डलित संरचना वाटसन तथा क्रिक द्वारा दी गई, उनक अनुसार–

(1) डी.एन.ए. अणु दो स्ट्रेण्ड या लड़ों का बना होता है जो कि एक अक्ष के चारो ओर सर्पिलाकार क्रम में कुण्डलित होती है तथा प्रत्येक स्ट्रेण्ड, एक पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला होती है।

(2) दोनो पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाएँ विपरित दिशा में कुण्डलित होती है तथा द्विकुण्डली के भीतर इन दोनों श्रृंखलाओं के क्षार समूह परस्पर हाइड्रोजन बंध द्वारा जुडे रहते है।

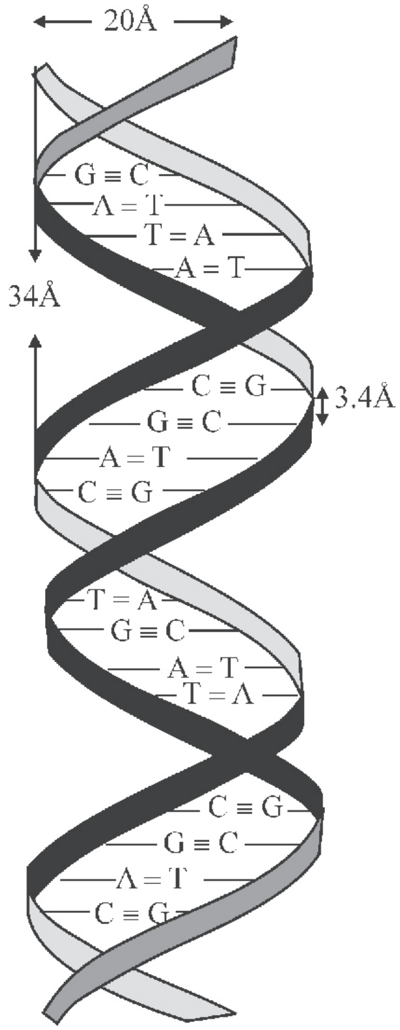
(3) शर्करा अणु, फास्फोडाइएस्टर बंध द्वारा जुडे रहते है तथा श्रृंखला का मेरूदण्ड (backbone) बनाते है तथा क्षार अणु शाखाओं के रूप में जुड़े रहते है।

(4) DNA में एडिमिन हमेशा थाइमिन तथा साइटोसिन हमेशा ग्वानिन से जुड़ा रहता है। (AT तथा CG)

(5) एडिनिन तथा थाइमिन के मध्य दो हाइड्रोजन बंध तथा ग्वानिन तथा साइटोसिन के मध्य तीन हाइड्रोजन बंध होते है। यह सबसे अधिक स्थायी व्यवस्था है।

(6) दोनों श्रृंखलाओं के शर्करा अणुओं की दूरी 11Å होती है। कुण्डली के प्रत्येक फेरे (Turn) में 34Å (3.4 nm) की दूरी होती है तथा एक फेरे में दस न्यूक्लियोटाइड युग्म पाये जाते है। डी.एन.ए. की दोनों श्रृंखलाओं के बीच 20Å (2.0 nm) दूरी होती है अर्थात् कुण्डली का व्यास

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



चित्र 14.17 : वाटसन क्रिक की **DNA** द्विकुण्डलिनी संरचना

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

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

14.4.9.5 न्यूक्लिक अम्ल के जैविक कार्य

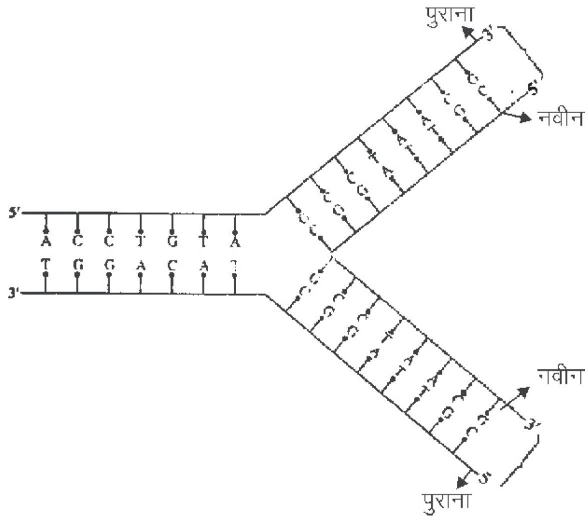
(Biological Functions of Nucleic acid)

न्यूक्लिक अम्ल के दो मुख्य जैविक कार्य है–

(1) डी.एन.ए. की प्रतिकृतित्व या पुनरावृत्ति या द्विगुणन (Replication of DNA)

(2) प्रोटीन का संश्लेषण (Synthesis of Protein)

(1) डी.एन.ए. की प्रतिकृतित्व या पुनरावृत्ति या द्विगुणन– पुनरावृत्ति अथवा द्विगुणन को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है– "पुनरावृत्ति वह गुण है जिसमें कोई जैवअणु (Biomolecule) अपने समान दूसरे अणु का संश्लेषण करता है।" या "वह विधि जिसके द्वारा एक DNA अणु स्वयं के समकक्ष DNA उत्पन्न करता है।



चित्र 14.18 **DNA** का द्विगुणन

(i) डी.एन.ए. के इसी गुण के कारण पैतृक गुण उसकी संतति में आते है।

(ii) द्विगुणन अथवा प्रतिकृतित्व (Replication) एन्जाइम उत्प्रेरित विधि है।

(iii) डी.एन.ए. के द्विगुणन में उसकी दोहरी कुण्डली धीरे–धीरे खुलती है तथा क्षार युग्मों के बीच हाइड्रोजन बंध टूटने से ये अलग होते है तथा पृथक हुए दोनों स्तम्भ(Strand) या शृंखला दो नये स्तम्भ के संश्लेषण के लिए सांचे (template) की तरह कार्य करती है। (चित्र 14.17)

(iv) क्षार युग्म की विशेषता यह है कि प्रत्येक नया स्तम्भ या शृंखला पुराने स्तम्भ या शृंखला का परिपूरक है। क्षार युग्म की इसी विशिष्टता के कारण एक स्तम्भ के प्रत्येक क्षार के सामने उसके पूरक क्षार के निर्माण के साथ

न्यूक्लियोटाइडो का निर्माण होता जाता है और इस प्रकार एक डी.एन.ए. अणु के उसके दो प्रतिरूप तैयार हो जाते है।

(v) इन दो प्रतिरूपों में से प्रत्येक कोशिका विभाजन के समय नयी कोशिका में चले जाते है। इस तरह आनुवांशिक लक्षण एक कोशिका से दूसरी कोशिका में स्थानान्तरित हो जाते है।

(vi) डी.एन.ए. का द्विगुणन केवल $5^o \longrightarrow 3$ दिशा में होता है, अतः एक स्तम्भ में ऊपर से, तो दूसरे स्तम्भ में नीचे से नये स्तम्भ का संश्लेषण होता है।

(vii) इस प्रकार डी.एन.ए. का द्विगुणन अथवा प्रतिकृतित्व, अर्द्धसंरक्षित (semi conserved) होता है क्योंकि इसमें मूल डी.एन.ए. का एक स्तम्भ संरक्षित रहता है तथा केवल एक स्तम्भ का संश्लेषण होता है। (चित्र 14.18)

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

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

प्रोटीन के संश्लेषण में मुख्य रूप से दो पद सम्मिलित होते है–

(1) अनुलेखन **(Transcription)-** DNA में आनुवांशिक सुचनाओं का RNA में स्थानान्तरण।

(2) अनुवादन **(Translation)-** RNA में निहित आनुवांशिक सुचनाओं का प्रोटीन में स्थानान्तरण। डी.एन.ए. (DNA) से प्रोटीन संश्लेषण को निम्न प्रकार से व्यक्त कर सकते है–

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

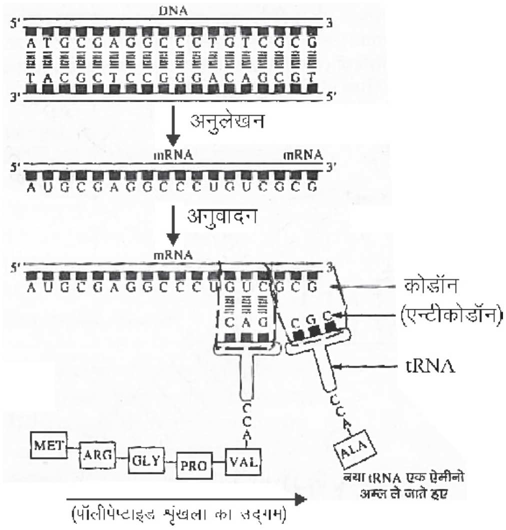
(1) अनुलेखन **(Tronscription)-**

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

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

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

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



चित्र 14.19 : प्रोटीन का संश्लेषण

2. अनुवादन-

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

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

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

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

14.4.9.5.1 आनुवांशिक कूट (Genetic Code)–

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

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

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

अतः न्यूक्लियोटाइडों के क्रम की पर्याप्त ईकाई होनी चाहिए जो इन 20 ऐमीनों अम्लों का संकेतन कर सके। 20 ऐमीनों अम्ल को व्यक्त करने के लिए तीन अक्षरों का समूह (ट्रिपलेट) इसलिए लिया जाता है क्योंकि एक अक्षर लेने पर चार (4) तथा दो अक्षर लेने पर कुल सोलह (16) मिश्रण बनते है जो सभी ऐमीनो अम्ल (यानि 20) को व्यक्त करने के लिए पर्याप्त नहीं है इसलिए तीन अक्षर लिये जाते है। तीन अक्षर लेने पर कुल चौसट ($4^3 = 64$) मिश्रण बनते है जो 20 ऐमीनो अम्ला को व्यक्त करने के लिए बहुत अधिक है। जैसा कि विदित है क्षारों के तीन समूह को "कोडोन" कहते है। चूंकि सभी प्रोटीन में केवल 20 भिन्न ऐमीनो अम्ल है अतः एक ही ऐमीनो अम्ल के लिए एक से अधिक कोडोन कोड होते है।

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

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

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

अतः आनुवांशिक कूट (Genetic code) के मुख्य लक्षण निम्न है–

(i) यह त्रिकूट (Triplet) होता है।

(ii) सभी कोशिकाओं के लिए समान होता है अर्थात् यूनिवर्सल (universal) होता है।

(iii) एक ऐमीनो अम्ल को प्रदर्शित करने के लिए एक से अधिक त्रिकूट (कोडोन) होते है अर्थात् इसमें डीजनरेसी होती है। साथ ही यह कोमा रहित होता है तथा इसमें अतिव्याजन नहीं होता।

(iv) AUG कोडोन "श्रृंखला प्रारम्भिक कोडोन है। यह मेथिऑनीन को प्रदर्शित करता है अर्थात् सभी प्रोटीन के संश्लेषण में सबसे पहले मेथिओनीन जुड़ता है।

(v) UAA, UAG तथा UGA ये तीन कोडोन "समापन कोडोन" या "विराम कोडोन" है।

महत्त्वपूर्ण बिन्दु

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

- कार्बोहाइड्रेट, पॉलीहाइड्रॉक्सी कार्बोनिल यौगिक होते है।
- सामान्यतः काबोहाइड्रेटों को मोनोसैकेराइड, डाइसैकेराइड तथा पॉलीसैकेराइड में वर्गीकृत किया जाता है।
- ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस मोनोसैकेराइड के उदाहरण है।
- ग्लूकोस एक ऐल्डोहैक्सोज है तथा फ्रक्टोस कीटोहैक्सोज है।
- समय के साथ किसी भी पदार्थ के विलयन के ध्रुवण के मान में परिवर्तन को परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (Mutarotation) कहते है।
- डाइसैकेराइडों को अपचायक तथा अनअपचायक में वर्गीकृत किया गया है।
- सुक्रोस एक डाइसैकेराइड, अनअपचायक शर्करा है इसे इक्षु शर्करा भी कहते है।
- माल्टोस तथा लेक्टोस एक डाइसैकेराइड अपचायक शर्कराएं है।
- माल्टोस को 'माल्ट शर्करा' तथा लेक्टोस को 'दुग्ध शर्करा' भी कहते है।
- स्टार्च तथा सेलुलोस पॉलीसैकेराइड शर्कराएं है।
- प्रोटीन, ऐमीनो अम्लों के जटिल उच्च अणुभार वाले बहुलक है।
- सभी प्रकार के प्रोटीन 20 ऐमीनों अम्लों के अलग–अलग प्रकार के संयोजन से बनते है।
- ऐमीनों अम्ल में ऐमीनों ($-NH_2$) तथा कार्बोक्सिलिक ($-COOH$) समूह होता है।
- α-ऐमीनों अम्लों के संघनन से पॉलीपेप्टाइड तथा प्रोटीन बनते है।
- पॉलीपेप्टाइड तथा प्रोटीन में ये ऐमीनों अम्ल परस्पर ($-CONH$) यानि पेप्टाइड बंध द्वारा जुड़े रहते है।
- भौतिक परिवर्तन से प्रोटीन की संरचना में परिवर्तन, प्रोटीन का विकृतिकरण कहलाता है।
- वे प्रोटीन जो जैव रासायनिक क्रियाओं में उत्प्रेरक का कार्य करते है, एन्जाइम कहलाते है।
- हार्मोन्स, जिन्हें 'ग्रंथि रस' भी कहते है, अंतस्त्रावी ग्रंथियों द्वारा स्त्रावित होते है तथा सजीवों में होने वाली विभिनन जैव रासायनिक क्रियाओं का नियमन तथा नियंत्रण करते है।
- विटामिन जटिल कार्बनिक अणु है जिनकी थोड़ी सी मात्रा सामान्य उपापचय क्रियाओं तथा मनुष्यों एवं जीवों की वृद्धि के लिए आवश्यक है।
- DNA तथा RNA को सम्मिलित रूप से न्यूक्लिक अम्ल कहते है।
- न्यूक्लिक अम्ल, फॉस्फोरिक अम्ल, शर्करा तथा कार्बनिक क्षार तीन ईकाइयों से मिलकर बने होते है।
- विटामिन के अभाव में विशेष रोग हो जाते है, अतः ये आवश्यक तत्व है।

अभ्यासार्थ प्रश्न :

बहुचयनात्मक प्रश्न :

1. कोशिका का पावर हाऊस कहलाता है–
   (अ) गाल्जीकाय (ब) माइटोकॉन्ड्रिया
   (स) साइटोसोम (द) राइबोसोम
2. निम्न में से कौनसा डाइसैकेराइड है–
   (अ) स्टार्च (ब) फ्रक्टोस
   (स) लेक्टोस (द) सैलुलोस
3. स्टार्च का जल अपघटन करने पर अंत में प्राप्त उत्पाद है–
   (अ) फ्रक्टोस (ब) सुक्रोस
   (स) माल्टोज (द) ग्लूकोस
4. सबसे सामान्य 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) $C_{18}H_{22}O_{11}$
5. निम्न में से कौनसी अपचायक शर्करा नहीं है–
   (अ) ग्लूकोस (ब) फ्रक्टोस
   (स) सुक्रोस (द) माल्टोस
6. प्रोटीन का जल अपघटन एन्जाइम की उपस्थिति में करने पर प्राप्त होता है–
   (अ) ऐमीनो अम्ल
   (ब) हाइड्रॉक्सी अम्ल
   (स) ऐरोमेटिक अम्ल
   (द) डी–कार्बोक्सिलिक अम्ल
7. दानेदार प्रोटीन का उदाहरण है–
   (अ) कोलेजन (ब) इंसुलिन
   (स) मायोसिन (द) कीरेटीन

8. ऐलेनीन उदाहरण है–
   (अ) α–ऐमीनो अम्ल
   (ब) β-फ्रक्टोस
   (स) γ-लेक्टोस
   (द) λ-सैलुलोस
9. क्षारीय ऐमीनो अम्ल है–
   (अ) ग्लाइसीन (ब) ऐस्पार्टिक अम्ल
   (स) लाइसीन (द) ग्लूटैमिक
10. एंजाइम होते है–
   (अ) कार्बोहाइड्रेट (ब) प्रोटीन
   (स) वसा (द) लवण
11. प्रोटीन का ऐमीनो अम्ल में परिवर्तन, निम्न में से किस एंजाइम द्वारा होता है–
   (अ) लाइपेज (ब) माल्टेस
   (स) ट्रिप्सिन (द) रेनिन
12. 'रासायनिक दूत' कहलाते है–
   (अ) हार्मोन्स (ब) एन्जाइम
   (स) विटामिन (द) न्यूक्लिक अम्ल
13. मनुष्य में थाइराइड ग्रंथि की संख्या है–
   (अ) एक (ब) दो
   (स) तीन (द) चार
14. वृद्धि हार्मोन्स स्त्रावित होते है–
   (अ) थाइराइड ग्रंथि द्वारा
   (ब) पीयूष ग्रंथि द्वारा
   (स) थाइमस ग्रंथि द्वारा
   (द) अग्नाशय द्वारा
15. विटामीन A की कमी से होने वाला रोग है–
   (अ) रतौंधी (ब) स्कर्वी रोग
   (स) बेरी–बेरी (द) एनीमिया
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
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
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
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
20. न्यूक्लिक अम्ल में क्रम है–
   (अ) क्षार–शर्करा–फॉस्फेट
   (ब) शर्करा–क्षार–फॉस्फेट
   (स) फॉस्फेट–क्षार–शर्करा
   (द) क्षार–फॉस्फेट–शर्करा

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न :

21. कोशिका का रासायनिक संघटन लिखिए।
22. मोनोसैकेराइड क्या होते है?
23. अशर्करा क्या होती है?
24. स्टार्च तथा सैलुलोस में मुख्य संरचनामक अंतर क्या है?
25. आवश्यक तथा अनावश्यक ऐमीनो अम्ल को परिभाषित कीजिए।
26. 'एन्जाइम' का प्रमुख कार्य क्या है?
27. हार्मोन्स 'ग्रंथि रस' क्यों कहलाते है?
28. जल में विलेय विटामिन कौन–कौन से है?
29. DNA में पाए जाने वाले कार्बनिक क्षार कौनसे है?
30. न्यूक्लिक अम्ल के महत्त्वपूर्ण कार्य क्या है?

लघूत्तरात्मक प्रश्न :

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

निबन्धात्मक प्रश्न :

46. ग्लूकोस की सामान्य रासायनिक अभिक्रिया दीजिए।
47. सेलूलोस तथा स्टार्च के मुख्य स्त्रोत क्या है, इनकी संरचनाओं की संक्षिप्त में व्याख्या कीजिए।
48. निम्न के जल अपघटन पर प्राप्त होने वाले अंतिम उत्पाद क्या है?

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

49. प्रोटीन को परिभाषित कीजिए। इसका जल अपघटन दीजिए। प्रोटीन की प्राथमिक तथा द्वितीयक संरचना समझाइए।
50. एन्जाइम के कार्य लिखिए। इनका वर्गीकरण दीजिए।
51. पीयूष ग्रंथि तथा थाइराइड ग्रंथि द्वारा स्त्रावित होने वाले हार्मोन्स के नाम तथा जैविक कार्य लिखिए।
52. विटामिन B-कॉम्पलेक्स क्या है? इनकी कमी से होने वाले रोगों के नाम लिखिए।
53. DNA की आणविक संरचना समझाइए।
54. न्यूक्लिक अम्ल द्वारा प्रोटीन का संश्लेषण कैसे होता है? समझाइए।

बहुचयनात्मक प्रश्नों के उत्तर :

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

❒❒❒

15

बहुलक
(Polymer)

15.1 प्रस्तावना (Introduction)

बहुलक (Polymer) जिन्हें सामान्य भाषा में प्लास्टिक भी कहा जाता है, आधुनिक युग की रीढ़ की हड्डी(Backbone) है। आज के युग की कल्पना बहुलकों के बिना असंभव है। इनका उपयोग घरों में काम आने वाली वस्तुओं, कपड़ों इत्यादि से लेकर वाहनों, अंतरिक्ष में जाने वाले यानों तथा चिकित्सा क्षेत्र में सभी जगह है। आजकल तो कृत्रिम अंगों को बनाने में भी बहुलकों का उपयोग होता है।

सामान्यतः कार्बनिक अणुओं में 30–40 या इससे कम कार्बन परमाणु होते है। लेकिन बहुलकों में इन कार्बन परमाणुओं की संख्या हजारों में होती है। यह बड़ा या वृहद् आकार(Giant size) ही बहुलकों के विशेष प्रकार के गुणों का कारण है।

बहुलक अकार्बनिक तथा कार्बनिक दोनों ही प्रकार के अणुओं से मिलकर बनते है।

बहुलक जिसे अंग्रेजी में पॉलीमर (Polymer) कहते है कि उत्पत्ति दो ग्रीक शब्दों 'पॉली' (Poly) अर्थात् अनेक तथा 'मर' (Mer) अर्थात् भाग या ईकाई से हुई है।

बहुलकों का निर्माण सामान्य संरचनात्मक ईकाइयों के वृहद् पैमाने पर आपस में जुड़ने पर होता है। ये ईकाईयाँ आपस में सहसंयोजक बंध (Covalant bond) द्वारा जुड़ी रहती है। इन संरचनात्मक ईकाईयों को एकलक (Monomer) कहते है, तथा इन ईकाईयों के जुड़ने से बहुलक बनने की प्रक्रिया को बहुलीकरण या बहुलकन (Polymerization) कहते है।

उदाहरण–

(1) एथीन के बहुलीकरण से पॉलीथीन बनना। यहाँ एथीन 'एकलक' तथा 'पॉलीथीन' बहुलक है।

$$n(CH_2 = CH_2) \xrightarrow[\Delta]{O_2\ \text{उच्चदाब}} \!\!-\!\!(CH_2 - CH_2)\!\!-\!\!_n$$

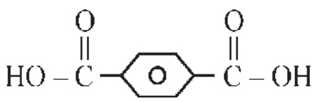
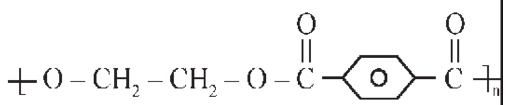
(2) विनाइल क्लोराइड (VC) के बहुलीकरण से पॉलीविनाइल क्लोराइड (जिसे सामान्य भाषा में PVC कहते है) बनाना।

$$n\,CH_2 = \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} \xrightarrow[\Delta]{\text{बहुलीकरण}} \!\!-\!\!(CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}})\!\!-\!\!_n$$

PVC

सारणी 15.1 : कुछ बहुलक तथा उनके एकलक

क्र.सं.	बहुलक (Polymer)	एकलक (Monomes)	संरचनात्मक ईकाईयाँ (Repeat Unit)
1.	पॉलीथीन (PE)	एथीलिन $(CH_2 = CH_2)$	$(CH_2 - CH_2)_n$
2.	पॉलीप्रोपीलीन (PP)	प्रोपीलीन $(CH_2 = \overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{CH}})$	$(CH_2 - \overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{CH}})_n$
3.	पॉलीस्टाईरीन (PS)	स्टाईरीन $(CH_2 = \overset{\displaystyle C_6H_5}{\overset{\vert}{CH}})$	$(CH_2 - \overset{\displaystyle C_6H_5}{\overset{\vert}{CH}})_n$
4.	पॉलीवाईनिल क्लोराइड (PVC)	वाइनिल क्लोराइड $(CH_2 = \overset{\displaystyle Cl}{\overset{\vert}{CH}})$	$(CH_2 - \overset{\displaystyle Cl}{\overset{\vert}{CH}})_n$

क्र.सं.	बहुलक (Polymer)	एकलक (Monomes)	संरचनात्मक ईकाईयाँ (Repeat Unit)
5.	पॉलीएक्रीलोनाइट्राइल	एक्रीलोनाइट्राइल $(CH_2=\underset{\overset{\vert}{CN}}{CH})$ — CN on CH	$(CH_2-CH)_n$ with CN on CH
6.	नाइलॉन–6	केप्रोलेक्टम $HN-(CH_2)_5-C=O$ (ring: HN joined to C)	$[NH(CH_2)_5-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}})]_n$
7.	पॉलीब्युटाडाईइन	1,3 ब्युटाडाइइन $CH_2=CH-CH=CH_2$	$(CH_2-CH=CH-CH_2)_n$
8.	नाइलॉन 66	हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन तथा एडिपिक अम्ल $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ and $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$	$(CO-(CH_2)_6-CONH-(CH_2)_4-NH)_n$
9.	नियोप्रीन या क्लोरोप्रीन	2–क्लोरो–1, 3–ब्यूटाडाइईन $CH_2=CH-C=CH_2$ with CN on C	$(CH_2-CH=C-CH_2)_n$ with CN on C
10.	स्टाइरीन–ब्यूटाडाइईनरबर	स्टाइरीन तथा 1,3 ब्यूटाडाइईन	$(CH_2-CH=CH-CH_2-CH_2-CH)_n$ with C_6H_5 on CH
11.	टेफलॉन	टेट्राफ्लोरोएथीलिन $(F_2C=CF_2)$	$(F_2C-CF_2)_n$
12.	टेरीलिन या डेक्रॉन	एथीलिन ग्लाइकॉल तथा टरथैलिक अम्ल $HO-CH_2-CH_2-OH$ and 	

15.1.1 बहुलक तथा वृहद्अणु (Polymer and Macromolecule)– सामान्यः बहुलक तथा वृहद् अणु में कोई भेद नहीं किया जाता, लेकिन जहाँ बहुलक संरचनात्मक ईकाईयों की पुनरावृत्ति से बनते है, वहीं वृहद् अणुओं में संरचनात्मक ईकाईयों की पुनरावृत्ति हो भी सकती है और नहीं भी। इसे "प्रोटीन" के उदाहरण से समझ सकते है। प्रोटीन अमीनो अम्लों से बनने वाला वृहद् अणु है, जिसमें अमीनों अम्ल रासायनिक रूप से तो समान है लेकिन संरचनात्मक रूप से नहीं।

"सभी बहुलक वृहद अणु है पर सभी वृहद् अणु बहुलक नहीं हैं।"

15.2 बहुलकों का वर्गीकरण (Classification of Polymers)–

विभिन्न मापदण्डों (Criteria) के आधार पर बहुलकों का वर्गीकरण किया गया है।

15.2.1 स्त्रोतों के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on Source/origin) :

जिन स्त्रोतों से बहुलक प्राप्त होते है उस आधार पर बहुलकों को तीन भागों में विभक्त किया गया है–

(1) प्राकृतिक बहुलक **(Natural Polymer)**– वे बहुलक जो प्राकृतिक रूप से प्राप्त होते है या प्रकृति द्वारा निर्मित होते है प्राकृतिक बहुलक कहलाते है। ये पौधों तथा जन्तुओं में पाए जाते है।

उदारहणार्थ– कपास, सिल्क, ऊन, रबर, सेल्यूलोज आदि।

(2) संश्लेषित बहुलक **(Synthetic Polymers)**– बहुलक जिन्हें प्रयोगशालाओं में कम भार वाले अणुओं (एकलक) से बनाया जाता है। मानव निर्मित इन्हीं बहुलकों का हमारे दैनिक जीवन में अत्यधिक उपयोग होता है।

उदाहरण– पॉलीथीन, नायलॉन, पॉलीएस्टर, पीवीसी (PVC) आदि।

(3) अर्द्ध–संश्लेषित बहुलक **(Semi-Synthetic Polymers)**– प्राकृतिक बहुलक, जिन्हें रासायनिक अभिक्रिया द्वारा रूपान्तरित करके सुधारा जाता है (Chemically Modified Natural Polymer) अर्द्ध संश्लेषित बहुलक कहलाते है।

उदाहरण– गन–कॉटन (सेल्यूलोज का नाइट्रो व्युतपन्न), वल्कनीकृत रबर, सेल्यूलोज डाइ ऐसीटेट, सेलोफेन, लेदर आदि।

15.2.2 एकलकों के आधार पर वर्गीकरण (Classification on the basis of types of Monomers)-

बहुलकों को दो भागों में विभक्त किया गया है–

(1) समबहुलक **(Homopolymers)**– वे बहुलक जिनमें एक ही प्रकार की प्रकार की पुनरावृत्त संरचनात्मक ईकाईयाँ अर्थात् एकलक होते है, समबहुलक कहलाते है।

उदाहरणार्थ– पॉलीथीन (पॉलीएथीलिन), पीवीसी (PVC) आदि जो एक प्रकार के एकलक से बने बहुलक है।

$$\underset{\text{एथीन}}{n\,CH_2=CH_2} \longrightarrow \underset{\text{पोलीथीन}}{-\!\!\left(CH_2=CH_2\right)\!\!-_n}$$

$$\underset{\text{विनाइल क्लोराइड}}{nCH_2=\underset{|}{\overset{}{C}}H\text{–}Cl} \longrightarrow -\!\!\left(CH_2-\underset{Cl}{\underset{|}{C}H}\right)\!\!-_n$$

(2) l gcgy d **(Copolymers)**– वे बहुलक जिनमें एक से अधिक प्रकार की पुनरावृत्त संरचनात्मक ईकाईयों अर्थात् एकलक होते है, सहबहुलक कहलाते है।

उदाहरणार्थ– नाइलॉन 6,6 दो प्रकार के एकलक से मिलकर बना बहुलक है।

$$\underset{\text{हेक्सामेथिलीन डाइएमीन}}{nNH_2-(CH_2)_6-NH_2} + \underset{\text{ऐडिपिक एसीड}}{nHOOC(CH_2)_4COOH}$$

$$\Big\downarrow -H_2O$$

$$\underset{\text{नाइलोन 6,6}}{\left[NH_2-(CH_2)_6-NHCO-(CH_2)_4-CO\right]_n}$$

15.2.3 बहुलकन या बहुलीकरण के प्रकार के आधार पर वर्गीकरण (Classification on the basis of Polymerization process)–

केरोथर्स (Carothers) ने 1929 में बहुलकन की विधि के आधार पर बहुलकों को दो भागों में विभक्त किया–

(1) योगज बहुलक (Addition Polymer)

(2) संघनन बहुलक (Condensation Polymer)

लेकिन जब कुछ बहुलक इन दो वर्गों में विभक्त नहीं किए जा सके तब एच.एफ. मार्क (H.F. Mark) ने 1950 में बहुलकों को उनके विरचन में प्रयुक्त बहुलकन क्रियाविधि (Kinetics of Polymerization) के आधार पर दो भागों में विभक्त किया–

(1) श्रृंखला वृद्धि बहुलक(Chain Growth Polymers) तथा पदशः वृद्धि बहुलक (Step Growth Polymers)

(1) योगज अथवा योगात्मक बहुलक **(Addition Polymers)**– द्वि अथवा त्रि–आबंध युक्त एकलक अणु अर्थात् असंतृप्त एकलक अणुओं के पुनरावृत्त योगात्मक बहुलीकरण प्रक्रिया से योगात्मक बहुलकों का संश्लेषण होता है।

इनमें उपजात (by product) नहीं बनता है इसलिए इनमें बहुलक का आणविक भार (Molecular weight), एकलक के आणविक भारों का गुणक होता है।

उदाहरणार्थ–

(i) सभी विनाइल एकलक योगज बहुलक बनाते है।

(ii) $nC_6H_5CH = CH_2 \longrightarrow \left(CH - CH \right)_n$ (स्टाइरीन → पॉलीस्टाइरीन, जहाँ CH पर C_6H_5 जुड़ा है)

$$\underset{\text{स्टाइरीन}}{nC_6H_5CH = CH_2} \longrightarrow \underset{\text{पॉलीस्टाइरीन}}{\left(\underset{C_6H_5}{\underset{|}{CH}} - CH \right)_n}$$

(iii) $$\underset{\text{टेट्राफ्लोरोएथीन}}{nF_2C = CF_2} \longrightarrow \underset{\text{पॉलीटेट्राफ्लोरोएथीन *(टेफ्लोन)}}{\left(F_2C - CF_2 \right)_n}$$

[* नॉनस्टिक बर्तनों में टेफ्लॉन (Teflon) का लेपन होता है।]

(2) संघनन बहुलक **(Condensation Polymers)**– दो भिन्न द्वि अथवा त्रि–क्रियात्मक एकलक अणुओं के पुनरावृत्त संघनन बहुलीकरण प्रक्रिया से संघनन बहुलकों का संश्लेषण होता है।

चूंकि ये संघनन अभिक्रिया द्वारा बनते है अतः संघनन बहुलीकरण अभिक्रियाओं में छोटे अणुओं जैसे (H_2O, एल्कोहल, HCl) आदि निष्कासन होता है।

इनका आणविक भार एकलक अणुओं के आणविक भार का गुणक नहीं होता है।

उदाहरणार्थ–

(1) नाइलॉन 6.6 पॉलीस्टर आदि संघनन बहुलक के उदाहरण है।

5.2.4 संरचना के आधार पर वर्गीकरण (Classification on the basis of line Structure)

5.2.4 संरचना के आधार पर वर्गीकरण (Classification on the basis of line Structure)– बहुलकों में एकलक ईकाईयाँ तीन प्रकार की संरचनाएं बनाती है और इस आधार पर बहुलकों को तीन भागों में विभक्त किया गया है–

(1) रेखिक बहुलक **(Linear Polymer)**– इन बहुलकों में एकलक इकाईयाँ परस्पर जुड़कर सीधी श्रृंखला (Straigth chain) बनाती है। बहुलक में ये एकलक श्रृंखलाएं एक–दूसरे पर जमीं रहती है तथा इसी करण इन बहुलकों का घनत्व (density) अधिक होता है। (चित्र 15.1) इनकी तनन सामर्थ्य (Tensile strength) तथा गलनांक (Melting point) भी अधिक होता है। उदाहरणार्थ– उच्च घनत्व पॉलीथीन (High density Polyethylene, HDPE) पीवीसी, नाइलॉन, पॉलीएस्टर आदि।

(2) शाखित श्रृंखला बहुलक **(Branched Chain Polymers)**– इन बहुलकों में एकलक ईकाईया परस्पर जुड़कर सीधी श्रृंखला बनाती है, जिसे मुख्य श्रृंखला (Main Chain) कहते है। इस मुख्य श्रृंखला से जुड़ी हुई विभिन्न लम्बाई की पार्श्व श्रृंखलाएं होती है, जिन्हें शाखित श्रृंखलाएं (Branched Chains) कहते है, ये शाखित श्रृंखलाएं समान अथवा भिन्न अणुओं की हो सकती है।

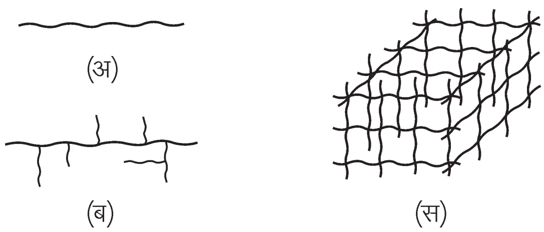
इन बहुलकों का घनत्व कम होता है। इनकी तनन सामर्थ्य तथा गलनांक भी कम होता है। (चित्र 15.1)

उदाहरणार्थ– कम घनत्व पॉलीथीन (low density Polyethylene, LDPE), ग्लाईकोजन, एमाइलोपेक्टिन आदि।

(3) तिर्यकबद्ध जाल बहुलक **(Crosslinked Network Polymers)**– इन बहुलकों में कई बहुलक श्रृंखलाएं तिर्यक बंधों द्वारा जुड़कर जाल सा बना लेती है। ये बहुलक द्विक्रियात्मक अथवा त्रिक्रियात्मक समूह वाले एकलकों से बनते है तथा इनमें दो रेखीय श्रृंखलाएं आपस में प्रबल सहसंयोजक बंधों (Convalent Bond) द्वारा जुड़ी होती है।

ये बहुलक कठोर, भंगूर तथा दृढ़ होते है। साधारणतः ये बहुलक किसी भी विलायक में विलेय नहीं होते है, लेकिन ये विलायक को सोख (Abosrb) लेते है।

उदाहरणार्थ– वल्कनीकृत रबर (Vulcanized Rubber) बेकेलाइट, मेलामीन–फॉरमेल्डिहाइड रेजिन आदि।



चित्र 15.1 : (अ) रेखिक बहुलक (ब) शाखित श्रृंखला बहुलक (स) तिर्यकबद्ध जाल बहुलक

15.2.5 बहुलकों का तापमान की ओर व्यवहार के आधार पर वर्गीकरण (Classification on the basis of behaviour of polymers towards temperature)– इस आधार पर बहुलकों को दो भागों में विभक्त किया गया है–

(1) तापसुनम्य अथवा तापसुघाट्य बहुलक **(Thermoplastic Polymers)**– ये बहुलक गरम करने पर मृदुल तथा ठंडा करने पर कठोर हो जाते है तथा यह प्रक्रम बार–बार दोहराया जा सकता है। इन बहुलकों के श्रृंखलाओं के मध्य आण्विक आकर्षण बल प्रत्यास्थक तथा रेशों के मध्य होता है लेकिन इनकी श्रृंखलाओं के मध्य कोई क्रॉस बंध नहीं होता है। बार–बार गरम करने पर भी इन बहुलकों के अणुओं की संरचना में कोई रासायनिक परिवर्तन नहीं होता है इसलिए ये बहुलक बार–बार काम में लिये जा सकते है।(Recycled many

times)

उदाहरणार्थ– सभी रेखीय बहुलक, पॉलीस्टाइरीन, पॉलीथीन, पी.वी.सी. आदि।

(2) तापदृढ़ बहुलक **(Thermosetting Polymers)**– इन बहुलकों को गरम करने पर श्रृंखलाओं के मध्य क्रॉस बंध बन जाते है तथा त्रिविम जाल संरचना बन जाती है। इसलिए ये बहुलक कठोर अगलनीय तथा अविलेयशील होते है। इनका दोबारा उपयोग नहीं किया जा सकता है यानि ठंडा होने पर पुनः गरम करने पर ये मृदुल नहीं होते है।

उदाहरणार्थ– सभी तिर्यकबद्ध जाल बहुलक, बेकेलाइट, मेलामीन–फॉरमेल्डिहाइड रेजिन आदि।

15.2.6 आण्विक बलों के आधार पर वर्गीकरण

(Classification based on molecular forces)– विभिन्न क्षेत्रों में बहुलकों के अनुप्रयोग उनके यांत्रिक गुणों(Mechanical Properties) जैसे तनन सामर्थ्य, प्रत्यास्थता, दृढ़ता, कठोरता, चर्मलता आदि पर निर्भर करते है तथा यांत्रिक गुण उनमें उपस्थित अन्तराण्विक बलों जैसे वान्डर वाल बल, हाइड्रोजन बल आदि पर निर्भर करते है। यह बल बहुलक श्रृंखलाओं को भी आपस में जोड़ते है तथा इन बलों के आधार पर बहुलकों को दो भागों में विभक्त किया गया है–

(1) प्रत्यास्थ बहुलक **(Elastomers)**– इन बहुलकों को सामान्यतः रबर भी कहते है। इनमें बहुलक श्रृंखलाएं आपस में दुर्बल अंतरआण्विक बलों द्वारा जुड़ी रहती है। इन दुर्बल बलों के कारण ही इन बहुलकों को खींच कर एक सीमा तक लंबा किया जा सकता है तथा श्रृंखलाओं के बीच कुछ 'तिर्यकबंध' भी होते है जो बल हटाने पर बहुलक को संघर्ष कर पुनः प्रारंभिक स्थान पर लाने में सहायक होते है। साथ ही इन बहुलकों की श्रृंखलाएं कुछ कुंडलीनुमा होती है, जिसे खींचने पर ये खुलकर लंबी हो जाती है। कुछ क्रॉस बंधों को प्रवेशित कराकर प्रत्यास्थ बहुलकों की प्रत्यास्थता को बढ़ाया भी जा सकता हैं।

उदाहरणार्थ– प्राकृतिक रबर की प्रत्यास्थता सल्फर के साथ वल्कनीकरण कराने पर बढ़ती है, इसी कारण वल्नीकृत रबर अधिक प्रत्यास्थ होता है। अन्य उदाहरण ब्यूना–S, ब्यूना–N, निओप्रीन आदि है।

(2) रेशे **(Fibres)**– इन बहुलकों को सामान्यतः 'घागा' कहते है तथा इनका उपयोग वस्त्र उद्योग में होता है, इन बहुलकों में श्रृंखलाएं प्रबल अंतरआणविक बलों द्वारा बंधी होती है। इन प्रबल बलों के कारण श्रृंखलाएं निविड संकुलित हो जाती है तथा क्रिस्टलों की भांति व्यवस्थित संरचना बनाती है। इन बहुलकों की तनन सामर्थ्य तथा गलनांक उच्च होते है।

उदाहरणार्थ– पॉलीएस्टर (टेरीलिन), पॉलीएमाइड (नाइलान 6,6), प्राकृतिक रेशे (सिल्क, ऊन, कपास), रेयोन आदि।

सारणी 15.2 : बहुलकों का वर्गीकरण

क्र.स.	वर्गीकरण का आधार	बहुलकों के प्रकार
1.	स्त्रोतों के आधार पर	1. प्राकृतिक बहुलक 2. संश्लेषित बहुलक 3. अर्द्ध संश्लेषित बहुलक
2.	एकलकों के आधार पर	1. समबहुलक 2. सहबहुलक
3.	बहुलकन के प्रकार के आधार पर	1. योगज अथवा योगात्मक बहुलक 2. संघनन बहुलक
4.	संरचना के आधार पर	1. रेखिक बहुलक 2. शाखित श्रृंखला बहुलक 3. तिर्यकबद्ध जाल बहुलक
5.	बहुलकों का तापमान की ओर व्यवहार के आधार पर वर्गीकरण	1. ताप सुनम्य अथवा ताप सुघट्य बहुलक 2. तापदृढ़ बहुलक
6.	आणविक बलों के आधार पर वर्गीकरण	1. प्रत्यास्थ बहुलक 2. रेशे

15.3 बहुलीकरण की विधियां
(Method of Polymerization)

दो प्रमुख बहुलीकरण की विधियाँ निम्नलिखित है–

(1) योगात्मक बहुलीकरण **(Addition Polymerization)**

(2) संघनन बहुलीकरण **(Condensation Polymerization)**

(1) योगात्मक बहुलीकरण **(Addition Polymerization)**– असंतृप्त एकलक अणु परस्पर योगात्मक अभिक्रिया द्वारा बहुलक का निर्माण करते है तो यह प्रक्रिया योगात्मक बहुलीकरण कहलाती है। बहुलीकरण में प्रयुक्त एकलक अणु एक ही प्रकार अथवा भिन्न प्रकार के हो सकते है।