अनुक्रमणिका

क्रम संख्या	विषय वस्तु	पेज संख्या
1.	कोशिका एवं कोशिकांग (Cell and Cell Organelles)	1 - 26
2.	कोशिका विभाजन (Cell Division)	27 - 35
3.	जैव-अणु (Bio-Molecules)	36 - 43
4.	आनुवांशिकी (Genetics)	44 - 65
5.	आण्विक जैविकी (Molecular Biology)	66 - 79
6.	जैव प्रौद्योगिकी (Bio Technology)	80 - 97
7.	एन्जाइम (Enzymes)	98 - 108
8.	वर्गिकी (Taxonomy)	109 - 137
9.	आवृतबीजी पादपो का वर्गीकरण (Taxonomy of Angiosperm)	138 - 154
10.	संवहनीय पादप (Cryptogams)	155 - 178

क्रम संख्या	विषय वस्तु	पेज संख्या
11.	बीजीय पादप (Seed Plants)	179 - 186
12.	पादपो की आकारिकी एवं शारीरिकी (Plant Morphology and Anatomy)	187 - 212
13.	जल संबंध (Water Relation)	213 - 234
14.	प्रकाश संश्लेषण (Photo Synthesis)	235 - 246
15.	श्वसन (Respiration)	247 - 260
16.	पादप वृद्धि एवं परिवर्धन (Plant Growth and Development)	261 - 279
17.	पादपो में जनन (Reproduction in Plants)	280 - 285
18.	पर्यावरण एवं पारिस्थितिकी (Ecology and Environmental Biology)	286 - 325
19.	भारतीय ज्ञान परंपरा (Indian Knowledge System)	326 - 330

01 कोशिका एवं कोशिकांग (Cell and Cell Organelles)

Structure and Functions of Cell and Cell Organelles, Chromatin Organization and Chromosomal Aberrations

कोशिका और कोशिकांगों की संरचना तथा कार्य (Structure and functions of cell and cell organelles)

कोशिका जीवन की इकाई के रूप में (Cell as a unit of life)

कोशिका विज्ञान

- (kytos = कोशिका ; logas = अध्ययन)
- यह जीवविज्ञान की एक शाखा है। जिसमें कोशिका की संरचना तथा कार्यों का अध्ययन सम्मिलित है।
- "कोशिका सभी जीवित जीवों की संरचनात्मक तथा कार्यात्मक इकाई है"। कोशिकीय भागों के उपापचयी रूपों के अध्ययन को कोशिका जीव विज्ञान कहते हैं।
- रॉबर्ट हुक (1665) ने स्वयं निर्मित सूक्ष्मदर्षो में कॉर्क की पतली काट (Slice) में खोखले कोष्ठों (खाली बक्से) के समान संरचनाओं को खोजा। इन्होनें एक पुस्तक "माइक्रोग्राफिया" लिखी तथा सेल्युला शब्द प्रतिपादित किया। जिसे बाद में कोशिका (Cell) शब्द से परिवर्तित किया गया।
- ग्रियू तथा मेलपिघी ने पादपों तथा जन्तुओं के काट में सूक्ष्म संरचनाओं का परीक्षण किया।
- ल्यूवेनहॉक ने सर्वप्रथम स्वतंत्र कोशिकाओं को देखा और "जंगली एनीमलकुल्स" कहा तथा एक किताब "सीकरेट ऑफ नेचर" में प्रकाशित हुआ। इन्होंने स्वंय निर्मित सूक्ष्मदर्शी में बैक्टीरिया, प्रोटोजोआ, RBCs, शुक्राणुओं आदि का परीक्षण किया।

कोशिका सिद्धान्त

- एक फ्रेंच वैज्ञानिक एच.जे. ड्यूट्रोचेट (1824) ने कोशिका सिद्धान्त की धारणा प्रदान की।
- कोशिका सिद्धान्त के लिये वास्तविक श्रेय दो जर्मन वैज्ञानिकों, एक पादपविद् एम.जे. श्लीडन (1838) तथा एक जन्तुविद् टी. श्वान (1839) को दिया जाता है। इन्होनें यह अवधारणा दी कि "जीवित जीव कोशिकाओं से मिलकर बनते हैं" श्लीडन तथा श्वान दोनों ने "स्वतः जनन" (Spontaneous generation) के सिद्धान्त का समर्थन किया। इन्होंने यह भी बताया कि नयी कोशिकाएँ कोशिकाएँ केन्द्रक से मुकुलन (Budding) द्वारा उत्पन्न होती हैं।

कोशिका सिद्धान्त के अपवाद

- वायरस, वाइरॉइड्स एवं प्रियॉन कोशिका सिद्धान्त के अपवाद हैं। ये अविकल्पी परजीवी (उपकोशिकीय) होते हैं।

कोशिका सिद्धान्त का रूपांतरण

- रूडोल्फ विरचौव (1855) द्वारा कोशिका सिद्धान्त को रूपांतरित किया गया था। इन्होंने "सैल लाइनेज का नियम" प्रतिपादित किया। जिसमें इन्होंने बताया कि कोशिका का निर्माण पूर्ववर्ती कोशिकाओं (Omnis cellula-e-cellula) से होता है इसे "कोशिका सिद्धान्त" या " सैल डॉक्ट्राइन" भी कहते हैं इसके अनुसार:
- जीवन का अस्तित्व कोशिकाओं में होता है।
- जीवद्रव्य (Protoplasm) के कोशिकांग कला से घिरे होते हैं ये अकेले या जीवद्रव्य से बाहर जीवित नहीं रह सकते।
- कोशिकाएँ डी नोवो से कभी उत्पन्न नहीं होती । नई कोशिकाएँ जनक कोशिकाओं से सभी प्रकार से समान होती हैं।
- सभी कोशिकाओं में आधारभूत संरचना तथा उपापचयी क्रियाएँ समान होती हैं।
- कोशिकाएँ होमीयोस्टेसिस प्रदर्शित करती हैं तथा जीवित रहती हैं।
- आनुवंशिक सूचना DNA में एकत्रित होती है।
- DNA कोशिका की संरचना तथा कार्य को नियंत्रित करता हैं।

कोशिका एक स्वनियंत्रित इकाई के रूप में :

- ऐसा विश्वास किया जाता है कि कोशिका की ऑटोनोमी DNA की उपस्थिति तथा अभिव्यक्ति के कारण होती हैं अन्यथा कोशिका घटकों की आकृति तथा कार्य भिन्न होते।
- इसकी दो स्थितियाँ हैं :

(1) एक कोशिकीय जीवों में ऑटोनोमी (Autonomy in unicellular organisms) :

- एक कोशिकीय जीवों में जीवन भिन्न आकार, आकृति तथा कार्य के आधार पर विभाजन प्रदर्शित करने वाले विभिन्न अंगकों की भूमिका के कारण पूर्णतः स्वतंत्र होता है, ये सभी होमीयोस्टेसिस को दर्शाते हैं।
- एक कोशिकीय जीव वृहद सतह आयतन अनुपात (Large surface volume ratio) के कारण अत्यधिक क्रियाशील होते हैं।

(2) बहुकोशिकीय जीवों में ऑटोनॉमी (Autonomy in multicellular organisms) :

- बहुकोशिकीय जीवों में जीवन क्रियाएँ प्रत्येक कोशिका स्वतंत्रता द्वारा स्वतंत्रतापूर्वक प्रदर्शित होती है।
- बहुकोशिकीय जीवों में यह लाभ होता है कि उनमें एककोशिकीय जीवों की तुलना में श्रम का विभाजन होता है।

कोशिकीय पूर्णसशक्ता

- पूर्णसशक्ता का सुझाव हैबरलैंड (1902) ने दिया था । जब कोशिकाओं में विभाजन तथा पुर्नविभाजन की क्षमता पायी जाती है तब कोशिका टोटिपोटेन्ट कहलाती है तथा यह घटना टोटिपोटेन्सी कहलाती है। स्टीवर्ट तथा साथियों ने टोटिपोटेन्सी की घटना का प्रदर्शन गाजर के संवर्धन में किया।

सतह आयतन अनुपात

- उपापचयी रूप से सक्रिय कोशिकाएँ छोटी होती हैं। छोटी कोशिकाओं में अच्छे नियंत्रण के लिये न्यूक्लियोसायटोप्लाज्मिक अनुपात उच्च होता है। कोशिका और बाहरी वातावरणीय पदार्थों के बीच शीघ्रता से विनिमय के लिये सतह आयतन अनुपात उच्च होता है। दीर्घ कोशिकाओं में सतह आयतन अनुपात निम्न होने के साथ-साथ न्यूक्लियोसायटोप्लाज्मिक अनुपात भी निम्न होता है। यदि कोशिका का आकार दुगना हो जाता है तो उसका सतह आयतन अनुपात घटकर आधा रह जाता है।

पादप कोशिका तथा जन्तु कोशिका में अंतर

पादप कोशिका	जन्तु कोशिका
कोशिका भित्ति उपस्थित होती है।	कोशिका भित्ति अनुपस्थित होती है।
रिक्तिका के कारण सामान्यतः केन्द्रक परिधि पर होता है।	केन्द्रक कोशिका में केन्द्र के समीप उपस्थित होता है।
उच्च श्रेणी की पादप कोशिकाओं में तारककाय सामान्यतः अनुपस्थित होते हैं। निम्न श्रेणी की गतिशील कोशिकाएँ इसका अपवाद हैं।	सामान्यतः तारकाय उपस्थित होता है जो स्पिण्डल फाइबर के निर्माण में सहायक होता है।
प्लास्टिड्स उपस्थित होते हैं। कवक इसका अपवाद है।	प्लास्टिड्स अनुपस्थित होते हैं।
माइटोक्रॉण्ड्रिया आकार में गोलाकार या अण्डाकार होता है।	माइटोक्रॉण्ड्रिया नलिकाकार होते हैं।
एक दीर्घ केन्द्रकीय रिक्तिका उपस्थित होती है।	अनेक रिक्तिकाऐं पायी जाती हैं जो कि आकार मे छोटी होती हैं।
कोशिका विभाजन के दौरान कोशिकाद्रव्य सामान्यतः कोशिका प्लेट विधि द्वारा विभाजित होता हैं।	कोशिकाद्रव्य खाँच और विदलन (Cleavage) विधि के द्वारा विभाजित होता हैं।
पादप कोशिकाएँ सभी अमीनों अम्लों, सहएन्जाइम्स तथा विटामिन्स को निर्मित करने में सक्षम होती हैं ।	जन्तु कोशिकाएँ सभी अमीनो अम्लों, सहएन्जाइम्स तथा विटामिन्स को निर्मित नहीं कर सकती ।
इनमें संकुचन रिक्तिका नही पायी जाती हैं।	इनमें सकुंचनशील रिक्तिका पायी जा सकती है। जो कि अतिरिक्त जल को पंप करती है।
कोशिका विभाजन के बाद स्पिण्डल निर्माण अतारक प्रकार का होता हैं ।	कोशिका विभाजन के दौरान स्पिण्डल निर्माण अभितारक प्रकार का होता है।
लइसोसोम्स कम संख्या में उपस्थित होते है।	लाइसोसोम्स अधिक संख्या में उपस्थित होते हैं।

कोशिका के प्रकार (Types of cells)

- चैटोन ने प्रोकैरियोटिक तथा यूकैरियोटिक शब्द दिये। कोशिकाओं को केन्द्रक की प्रकृति के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। प्रोकैरियोट्स में प्राचीन केन्द्रक उपस्थित होता है जबकि यूकैरियोट्स में पूर्ण विकसित केन्द्रक उपस्थित होता है।

प्रोकैरियोटिक कोशिका तथा यूकैरियोटिक कोशिका में अंतर

प्रोकैरियोटिक कोशिका	यूकैरियोटिक कोशिका
इनमें एकल झिल्ली तंत्र होता है।	इसमें द्वि झिल्ली तंत्र होता है।
कोशिका भित्ति प्लाज्मा मेम्ब्रेन को घिरे रहती है।	कुछ प्रोटिस्ट, अधिकांश कवक तथा सभी पादप कोशिका में कोशिका भित्ति प्लाज्मा मेम्ब्रेन को घेरे रहती है। जन्तु कोशिका में इसका अभाव होता है।
कोशिका भित्ति पेप्टिडोग्लायकॉन की बनी होती है। इसका प्रभावषाली पदार्थ म्यूरिन है।	कोशिका भित्ति पॉलीसैकेराइड की बनी होती है कवक में प्रभावषाली पदार्थ काइटिन तथा अन्य पादपों में सैल्यूलोज होता है।
कोशिका भित्ति में श्वसनीय एन्जाइम उत्पन्न होते हैं।	इसमें श्वसनीय एन्जाइम का अभाव होता है।
कोशिकाद्रव्य में कोशिकांगो का अभाव होता है। उहादरण - माइटोकॉण्ड्रिया, ER, गॉल्जी बॉडी आदि।	कोशिकाद्रव्य में विभिन्न कोशिकांग होते हैं।
राइबोसोम 70 S प्रकार के होते हैं।	राइबोसोम 80 S और 70 S दोनों प्रकार के होते हैं।
कोशिकाद्रव्य में स्ट्रीमिंग गतियाँ नहीं होती हैं।	कोशिकाद्रव्य स्ट्रीमिंग गतियों को प्रदर्शित करता है।
केन्द्रकीय पदार्थ, केन्द्रकीय आवरण द्वारा घिरा नही होता तथा यह कोशिका द्रव्य में पड़े रहते हैं। इन्हें केन्द्रकाभ (Nucleoid) कहते है।	केन्द्रकीय पदार्थ, केन्द्रकीय आवरण द्वारा घिरा रहता है केन्द्रक कोशिकाद्रव्य से पृथक होता है।
DNA वलयाकार तथा हिस्टोन प्रोटीन रहित होता है।	केन्द्रकीय DNA रेखीय (Linear) तथा हिस्टोन प्रोटीन युक्त होता है अतिरिक्त केन्द्रकीय DNA वलयाकार तथा प्रोटीन मुक्त होता है।
लैंगिक प्रजनन अनुपस्थित किन्तु परालैंगिकता उपस्थित होती है।	लैंगिक प्रजनन उपस्थित होता है।
कोशिका विभाजन असूत्री (Amitotic) प्रकार का होता है।	कोशिका विभाजन समसूत्री तथा अर्धसूत्री प्रकार का होता है।

◈ **मीजोकैरियोन :** डॉज (Doge) ने डायनोफ्लेजिलेट्स के लिये "मीजोकैरियोन" शब्द दिया। यह शेवाल की डायनोफाइसी में मध्यवर्ती प्रकार का कोशिका संगठन है। मीजोकैरियोटिक जीवों में निश्चित केन्द्रक झिल्ली तथा गुणसुत्रों युक्त एक सत्य या यूकैरियोटिक केन्द्रक होता है।

कोशिका भित्ति (Cell wall)

◈ इसे सर्वप्रथम रॉबर्ट हुक (1665) ने कॉर्क में खोजा था। कोशिका भित्ति सबसे बाहरी, दृढ़, सुरक्षात्मक, अजीवित तथा सहारा देने वाली सतह है जो सभी पादप कोशिकाओं, बैक्टीरिया, सायनोबैक्टीरिया तथा कुछ प्रोटिस्ट में पायी जाती है। जन्तु कोशिकाओं में यह नहीं पायी जाती हैं।

रासायनिक संगठन (Chemical composition)

◈ मुख्यतः कोशिका भित्ति दो भागों मैट्रिक्स तथा सैल्यूलोज के सूक्ष्मतंतुओं (Microfibrils) से मिलकर बनती है।

◈ मैट्रिक्स हेमीसेल्युलोज, पेक्टिन, ग्लाइकोप्रोटीन्स, लिपिड तथा जल से मिलकर बनता है। अधिकांश पादपों की कोशिका भित्ति सैल्यूलोज $(C_6H_{10}O_5)_n$ की बनी होती है। इसका एक बहुलक (Polymer) ग्लूकोज अणुओं की अशाखित श्रृंखला से मिलकर बनता है जो $\beta, 1-4$ ग्लाइकोसायडिक बंध द्वारा जुड़ी होती है।

◈ सैल्यूलोज के लगभग 100 अणु मिलकर एक माइसिली बनाते हैं। लगभग 20 माइसिली से एक सूक्ष्मतंतुक (Microfibril) तथा लगभग 200 सूक्ष्मतंतुओं से एक तंतुक (Fibril) बनता है।

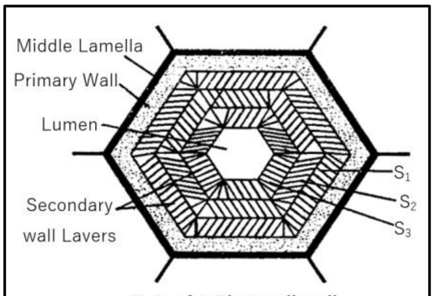
◈ बैक्टीरिया की कोशिका भित्ति तथा नील हरित शैवाल की आंतरिक सतह म्यूकोपेप्टाइड की बनी होती है। म्यूकोपेप्टाइड दो अमीनो शर्कराओं N -एसीटिल ग्लूकोसामीन (NAG) तथा N-एसीटिल म्यूरेमिक अम्ल (NAM) का बहुलक होता है इनमें $\beta, 1-4$ लिंकेज एकांतरण रूप में पाया जाता है उच्च श्रेणी के कवकों में कोशिका भित्ति काइटिन की बनी होती है। यह ग्लूकोसामीन का एक बहुलक है।

संरचना (Structure)

◈ कोशिका भित्ति मध्य पट्टलिका (Middle lamella), प्राथमिक भित्ति, द्वितीयक भित्ति, तथा तृतीयक भित्ति से मिलकर बनी होती है।

(1) मध्य पट्टलिका (Middle lamella) :

◈ यह सबसे बाहरी क्षेत्र होता है जो दो कोशिकाओं के बीच एक सिमेण्ट Middle लेयर के रूप में कार्य करती है। बाहरी स्वतंत्र सतह पर यह अनुपस्थित होती है।



T. S. of A Plant cell wall

◈ यह टूटकर अंतराकोशिकीय स्थान बनाती हैं मध्य पट्टलिका कैल्सियम तथा मैगनिशियम पेक्टेट के द्वारा निर्मित होती है।

◈ मध्य पट्टलिका के पेक्टिक यौगिकों के घुलने के कारण फल मुलायम हो जाते हैं।

◈ पेक्टिन का उपयोग व्यवसायिक रूप से जैली के एजेण्ट के रूप में किया जाता है। जो कि प्राथमिक भित्ति के बाहर की ओर स्थित होती है।

(2) प्राथमिक भित्ति (Primary wall) :

◈ तरूण पादप कोशिका, भित्ति पदार्थ की एक पर्त (Layer) को बनाती है। इस पर्त को प्राथमिक कोशिका भित्ति के रूप में जानते है। यह प्राथमिक भित्ति पतली, लचीली तथा वृद्धि

◈ करने वाली कोशिका के विस्तार में सक्षम होती है। यह कणाधान (Intussuception) द्वारा वृद्धि करती है।

◈ विभाज्योतक (Meristematic) तथा पेरनेकाइमेट्स कोशिकाओं में केवल प्राथमिक कोशिका भित्ति होती है।

◈ पत्तियों तथा फलों की कोशिकाओं में भी केवल प्राथमिक भित्ति होती है। इसमें सेल्यूलोज कम तथा हेमीसेल्यूलोज अधिक होता है।

(3) द्वितीयक भित्ति (Secondary wall) :

◈ परिपक्व कोशिकाओं में, प्राथमिक भित्ति के अंदर की ओर भित्ति पदार्थों की कई परतें जुड़ जाती हैं। इन परतों को द्वितीयक कोशिका भित्ति कहते हैं।

◈ प्राथमिक भित्ति पर नये भित्ति पदार्थों के जुड़ने से होने वाली वृद्धि को एक्रिशन (accretion) कहते हैं। इसमें अधिक सेल्यूलोज तथा कम हेमीसेल्यूलोज होता है।

◈ द्वितीयक भित्ति मोटी तथा दृढ होती है। सामान्यतः यह तीन परतों S_1, S_2 तथा S_3 से मिलकर बनती है।

◈ यह कलोनकाइमा और स्क्लेरेनकाइमा कोशिका, जाइलम वैसल्स में पायी जाती है।

(4) तृतीयक भित्ति (Tertiary wall) :

◈ कभी-कभी द्वितीयक भित्ति के नीचे दबी हुई तृतीयक भित्ति पायी जाती है।

◈ उदाहरण जिम्नोस्पर्म के ट्रेकिड्स।

◈ यह सैल्यूलोज तथा जायलेन्स की बनी होती है।

कोशिका भित्ति के कार्य

◈ यह पादप कोशिका के आकार को नियंत्रित करती है और यह यांत्रिक क्षति से कोशिकाओं की रक्षा करती है।

◈ कोशिका भित्ति पारगम्यता द्वारा कोशिका में कुछ पदार्थों को अंदर लेने तथा कुछ पदार्थों को बाहर निकालने में नियमनकारी की भूमिका निभाती है।

◈ कोशिका भित्तियों के छिद्र सम्पूर्ण प्रोटोप्लास्ट से जीवद्रव्यतंतु (Plasmodesmata) को एक तंत्र के रूप में जुड़ने देते हैं। इसे सिमप्लास्ट कहते हैं।

◈ कोशिका भित्ति तथा अंतराकोशिकीय स्थान मिलकर पादप शरीर के एक अजीवित घटक को बनाते हैं। जिसे एपोप्लाज्म के रूप में जाना जाता है।

◈ यह रोग जनकों (वायरस, बैक्टीरिया, फंजाई, प्रोटोजोअन्स) के आक्रमण से कोशिका की रखवाली करती है।

- यह गुरूत्व के विपरीत यांत्रिक शक्ति प्रदान करती है। कोशिका भित्ति के कठोर होने के कारण यह पादपों के वायवीय भागों को सीधे रखने तथा सूर्य के प्रकाश में अपनी पत्तियों को अनावृत्त करती हैं।
- कोशिका भित्ति कोशिका के अधिक विस्तार को रोकती है। जब जल परासरण के द्वारा इसके अंदर प्रवेश करता है। यह संकुचनशील रिक्तिका की अनुपस्थिति की भरपाई करती हैं। यह कोशिका को फटने से रोकती है।

जीवद्रव्य कला (Plasma membrane)

- प्रत्येक जीवित कोशिका बाहरी रूप से एक पतली पारदर्शी इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शीय, लचीली तथा चयनित पारगम्य कला द्वारा घिरी रहती है जिसे जीवद्रव्य कला कहते हैं इसकी प्रकृति अर्धतरल होती है।
- कलाऐं कोशिकाओं के अंदर की तरफ भी पायी जाती हैं। इन्हें सम्मिलित रूप से जैवकलाऐं (Biomembranes) कहते हैं।
- सी. नागेली तथा सी. क्रेमर ने (1855) जीवद्रव्य के बाहरी कला आवरण के लिये कोशिका कला शब्द दिया था। इसे बाद में प्लॉवर (1931) ने शब्द जीवद्रव्य कला (Plasmalemma) से परिवर्तित किया।

रासायनिक संगठन

- प्रोटीन लिपोप्रोटीन (लिपिड +प्रोटीन) दीर्घ घटक होते हैं जो जीवद्रव्य कला का 60% भाग निर्मित करते हैं।
- प्रोटीन्स इसे यांत्रिक शक्ति प्रदान करते हैं। प्रोटीन विभिन्न पदार्थों के स्थानांतरण के लिये उत्तरदायी होते हैं। प्रोटीन्स एन्जाइम के रूप में भी कार्य करती है।
- लिपिड की मात्रा 28% – 79% होती है। यह कोशिका तथा जीव (मानव में, माइलिन 79%) के प्रकार पर निर्भर करता है जीवद्रव्य कला के लिपिड तीन प्रकार (फॉस्फोलिपिड, ग्लाइकोलिपिड तथा स्टेरॉल) के होते हैं।
- स्टेरॉल कला में कॉलेस्ट्रॉल (जन्तुओं), फायटोस्टेरॉल (पादपों) या इरगोस्टेरॉल (सूक्ष्मजीवों) के रूप में पाया जाता है।
- कार्बोहाइड्रेट 2 से 10% तक बनते हैं।
- जीवद्रव्य कला में उपस्थित ऑलिगोसैकेराइड्स मुख्य कार्बोहाइड्रेट है।
- जीवद्रव्य कला के कार्बोहाइड्रेट लिपिड़ तथा प्रोटीन दोनों के घटकों से सहसंयोजी रूप से जुडे होते है।

परासंरचना

- इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में जीवद्रव्य कला के तीन स्तर दिखाई देते हैं उदाहरण- ट्राईलेमिनर या त्रिस्तरीय। इसमें एक प्रकाशीय हल्की परत लिपिड की तथा इसके दोनों तरफ प्रोटीन की दो प्रकाशीय घनी परतें उपस्थित होती हैं।
- **आण्विक संरचना तथा विभिन्न मॉडल:**
- जीवद्रव्य कला की संरचना तथा कार्यों की व्याख्या के लिये अनेक मॉडल प्रस्तावित किये गये हैं।

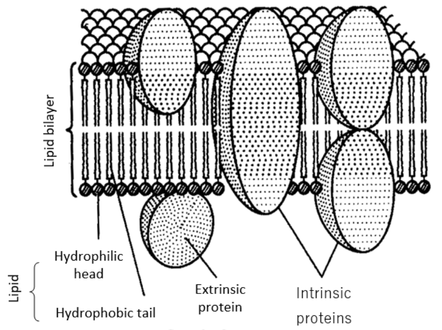
(1) ओवर्टन का मॉडल:
- इन्होंने यह सुझाव दिया कि जीवद्रव्य कला एक पतली लिपिड एक परत (Single layer) से मिलकर बनी होती है।

(2) सेन्डविच मॉडल:
- इसे डेवसन तथा डेनियली (1935) ने प्रस्तावित किया था। इस मॉडल के अनुसार दो घनी प्रोटीन परतों (ग्लोब्यूलर α प्रकार की प्रोटीन) के बीच एक हल्की द्विआण्विक लिपिड परत सेन्डविच के समान होती है। इस मॉडल को एकल कला परिकल्पना (Unit membrane hypothesis) भी कहा जाता है।

(3) रॉबर्टसन का एकल कला मॉडल:
- इसमें यह बताया जाता है कि सभी कोशिकाद्रव्यी कलायें तीन परतों युक्त संरचना में समान होती हैं। इसमें दो इलेक्ट्रॉन घनी प्रोटीन (फैला हुआ और β प्रकार प्रोटीन) की परतों के बीच इलेक्ट्रॉन पारदर्शी फॉस्फोलिपिड की द्विपरत सेन्डविच के समान स्थित होती है।
- इसकी मोटाई लगभग 75Å होती है जिसके केन्द्र में लिपिड परत की मोटाई 35Å तथा दो परिधीय प्रोटीन परतें 20Å मोटी होती हैं।

(4) फ्लूड मोजेक मॉडल:
- जीवद्रव्य कला के लिये यह मॉडल बहुत ही महत्वपूर्ण तथा विस्तृत रूप से स्वीकारा गया है। इसे 1972 में सिंगर एवं निकोलसन ने दिया था। इनके अनुसार "लिपिड के समुद्र में प्रोटीन के हिमखण्ड होते हैं।"
- इस मॉडल के अनुसार, कोशिका कला फॉस्फोलिपिड अणुओं की दो परतों के अत्यधिक गाढे तरल मैटिक्स से मिलकर बनी होती है।
- मोजेक पैटर्न में ये पृथक असममित (Asymmetrical) कणों के रूप में व्यवस्थित होते हैं।
- इनमें से कुछ प्रोटीन लिपिड पर्तों की घुवीय सतह पर ढीले बंधे होते हैं। इन्हे परिधीय या बाह्य (Preipheral or Extrinsic) प्रोटीन कहते हैं। अन्य प्रोटीन लिपिड परत में धंसे रहते हैं। इन्हें आंतरिक या समाकाल (Integral or Intrinsic) प्रोटीन कहते हैं।
- कुछ आंतरिक प्रोटीन फॉस्फोलिपिड की परत में धंसी हुई तथा दोनों सतहों पर उभार के रूप में होती है। इन्हें ट्रांस कला या टनल प्रोटीन (ग्लाइकोफोरिन्स) कहते हैं।
- एकल या समूह में ये जल, आयन तथा अन्य विलेय के निकलने के लिये चैनल का कार्य करती है।
- कार्बोहाइड्रेट कला की केवल बाहरी सतह पर पाये जाते हैं। इसके अणु कुछ लिपिड अणुओं के ध्रुवीय सिरे (Head) से सहसंयोजी रूप में जुड़कर ग्लाइकोलिपिड का निर्माण करते हैं।
- अधिकांश प्रोटीन इसकी बाहरी सतह पर स्थित होते हैं जो ग्लाइकोप्रोटीन का निर्माण करते हैं।
- ग्लाइकोप्रोटीन द्वारा बैक्टीरिया एक दूसरे को पहचानते हैं।

- उदाहरण- मादा बैक्टीरिया नर बैक्टीरिया द्वारा पहचाने जाते हैं।



प्लाज़्मा झिल्ली की संरचना का फ़्लूइड-मोज़ेक मॉडल

जीवद्रव्य कला के रूपांतरण (Modification of plasma membrane)

- **माइक्रोविलाई :** ये अंगुलियों के समान सूक्ष्म अर्न्तवर्लयन (Invaginations) हैं जिनका व्यास $0.1\mu m$ होता है ये अवषोषण के कार्य में लगे होते हैं। उदाहरण - आँत कोशिकाएँ, हिपेटिक कोशिका, मिजोथिलियल कोशिकाएँ। जिस सतह पर माइक्रोविलाई पायी जाती है उसे ब्रुश बॉर्डर कहते हैं।
- **लोमासोम्स :** ये कवक कोशिकाओं में पाये जाने वाले प्लाज्मालेमा के वलय हैं। इसको मूरे तथा मैक्लिन के द्वारा बताया गया।
- **मीजोसोम्स :** यह प्रोकैरियोट्स में कोशिकीय श्वसन के स्थान के रूप में कार्य करते हैं।
- **टाइट जंक्षन तथा जोन्युली ओकल्युडेन्टस :** दो समीप स्थित कोशिकाओं की जीवद्रव्य कला बिंदुओं की श्रृंखला के रूप में जुडकर खुरदरे स्ट्रेण्ड का एक जाल बनाती है। उदाहरण कैपिलरीज, मस्तिष्क कोशिकाएँ संग्राही नलिकायें आदि।
- **डेस्मोसोम्स :** यह कोशिका को जोडने से संबंधित है।
- **ट्रान्सोसोमस :** यह पक्षियों की ओवरी की फोलीक्युलर कोशिका में पायी जाती है। जो त्रिस्तरीय होती है। इसको सबसे पहले प्रेस (1964) द्वारा खोजा गया।

कार्य

- यह केवल यांत्रिक दृढता ही प्रदान नहीं करती बल्कि सुरक्षात्मक परत के रूप में भी कार्य करती है।
- जीवद्रव्य कला पदार्थों, अणुओं, आयन्स आदि के आवागमन के लिये उत्तरदायी होती है।
- यह ऑस्मोरेगुलेशन में सहायक होती है।
- सरल तथा सुगम (Facilitated) विसरण (Diffusion) द्वारा जीवद्रव्य कला गैसों के विसरण में भाग लेती है।
- जल के साथ साथ कुछ विलेय अणु तथा आयन आदि कला छिद्रों द्वारा गुजरते हैं। छिद्र हमेशा चैनल प्रोटीन के द्वारा घिरे रहते हैं।

जीवद्रव्य (Protoplasm)

- **Proto = प्रथम , plasm = तरल)**
- जीवद्रव्य जटिल, कणिकामय (Granular), लचीला, चिपचिपा तथा रंगहीन पदार्थ है।
- यह चयनात्मक या भिन्नात्मक पारगम्य होता है। इसे 'पोलिफेजिक कोलॉइडल सिस्टम' कहा जाता है।

खोज

- जे. हक्सले ने जीवद्रव्य को 'जीवन का भौतिक आधार' बताया।
- डुजारडिन (1835) ने इसे खोजा तथा "सारकोड" कहा।
- परकिन्जे (1837) ने इसे 'प्रोटोप्लाज्म' नाम दिया।
- ह्यूगोवॉन मॉहल (1844) ने जीवद्रव्य की उपयोगिता को बताया।
- मैक्स शुल्ज (1861) ने पौधों के लिये 'जीवद्रव्यी सिद्धान्त' दिया।
- फिशर (1894) एवं हार्डी (1899) ने जीवद्रव्य का कोलॉइडी सिद्धांत दिया।
- अल्टमान ने (1893) सुझाव दिया कि जीवद्रव्य कणिकामय होता है।

रासायनिक संगठन

जल	$75-85\%$	कार्बन	20%
प्रोटीन	$10-25\%$	ऑक्सीजन	62%
लिपिड	$2-3\%$	हाइड्रोजन	10%
अकार्बनिक खनिज	1%	नाइट्रोजन	3%
सूक्ष्म तत्व - 5% (Ca, P, Cl, S, K, Na, Mg, I, Fe, आदि) होते हैं।			

- जलीय पौधों (Hydrophytes) के जीवद्रव्य में सबसे अधिक जलीय घटक (95%) पाये जाते हैं। जबकि सबसे कम बीजों तथा स्पोर्स ($10-15\%$) में पाये जाते हैं। जन्तुओं में जल कम (लगभग 65%) तथा प्रोटीन अधिक (लगभग 15%) होती है।

जीवद्रव्य के गुण

(1) जीवद्रव्य भ्रमण (Cyclosis movement) : जीवद्रव्य द्वारा प्रवाही (Cyclosis) गतियाँ प्रदर्शित होती हैं –

- ये दो प्रकार की होती हैं :
  - **घूर्णन (Rotation) :** यह घूर्णन एक दिशा में, या तो वामवर्त या दक्षिणवर्त (Clockwise or Anticlockwise) होता है। उदाहरण-हाइड्रिला, वेलिसनेरिया । यह केवल यूकैरियोट्स में पाया जाता है।
  - **परिसंचरण (Circulation) :** इसमें जीवद्रव्य गतियां रिक्तिका के चारों ओर बहुदिशीय होती है। उदाहरण - ट्रेडेस्केषिन्या ।
- यह उत्तेजनशीलता प्रदर्शित करता है। यह सोल - जैल के आपस में स्थानातंरण को प्रदर्शित करता है।
- यह $60°C$ या उससे अधिक पर या सांद्र अम्ल या क्षार के साथ उपचारित करने पर जम जाता है।
- कोशिका की विभिन्न जैविक क्रियाऐं सामान्य pH पर होती हैं जो कि 7 होता है। कोशिकीय क्षति कोशिका के pH को कम (5.2-5.5) करती है। यदि यह स्थिति लम्बे समय तक रहती है तो कोशिका की मुत्यु हो जाती है।

कोशिकाद्रव्य (Cytoplasm)

- केन्द्रक के चारों ओर तथा जीवद्रव्य कला के अंदर विभिन्न अंगकों युक्त पदार्थ को कोशिकाद्रव्य कहते हैं।
- कोशिकाद्रव्य अर्धठोस, जैली के समान पदार्थ है। यह जलीय, संरचनारहित आधारीय पदार्थ से मिलकर बना होता है। जिसे सायटोप्लाज्मिक मैट्रिक्स या हायलोप्लाज्म या सायटोसोल कहते हैं।

- यह कोशिका के लगभग आधे आयतन का निर्माण करता है । इसमें लगभग 90% जल होता है।
- इसमें आयन्स, जैवीय अणु जैसे - शर्करा, अमीनो अम्ल, न्यूक्लियोटाइड, tRNA, एन्जाइम, विटामिन आदि होते हैं।
- सायटोसोल में एकत्रित उत्पाद जैसे-ग्लाइकोजन/स्टार्च, वसा तथा प्रोटीन कोलॉइडल अवस्था में होते हैं।
- यह क्रिस्टलो - कोलॉइडल तंत्र का भी निर्माण करता है।
- सायटोमैट्रिक्स एक्टोप्लाज्म या प्लाज्माजैल तथा एण्डोप्लाज्म या प्लाज्मासोल में भिन्नित होता है।
- सायटोमैट्रिक्स त्रिविमीय संरचना है जो सूक्ष्म धागों के जाल के समान दिखाई देती हैं। इन धागों को माइक्रोफिलामेन्ट (एक्टिन फिलामेन्ट या माइक्रोट्रेबिकुलर लैटिस) कहते हैं तथा ऐसा विश्वास किया जाता है कि ये सायटोस्केलिटन का एक भाग है। इसमें माइक्रोट्यूब्यूल्स और मध्यवर्ती सायटोप्लाज्मिक फिलामेन्टस भी होते हैं।
- हायलोप्लाज्म में उपापचयी रूप से निष्क्रिय उत्पाद या कोशिका इन्कलुशन होते हैं जिन्हें डयूटोप्लास्ट कहते हैं ।
- कोशिकाद्रव्यी अंगक प्लास्टिड, लाइसोसोम, स्फीरोसोम, परऑक्सीसोम, ग्लायऑक्सीसोम, माइटोकॉण्ड्रिया, राइबोसोम, सेन्ट्रोसोम, फ्लैजिलम या सिलिया आदि हैं।
- कोशिकाद्रव्य की गति को जीवद्रव्य भ्रमण कहते हैं (पादप कोशिका में अनुपस्थित)।

माइटोकॉण्ड्रिया (Mitochondria)

- माइटोकॉण्ड्रिया (Mito = धागा, Chondrion = कण) खोखले थैले के समान संरचनाऐं हैं जो सेमी ऑटोनोमस होती है।
- यह सभी यूकैरियोट्स में उपस्थित होते हैं। अपवाद स्वरूप स्तनियों की परिपक्व RBCs तथा फ्लोयम की सीव नलिकाओं में ये अनुपस्थित होते हैं।
- प्रोकैरियोट्स के मीजोसोम्स यूकैरियोट्स के माइटोकॉण्ड्रिया के अनुरूप होते हैं।
- माइटोकॉण्ड्रिया को कॉण्ड्रियोसोम, कॉण्ड्रियोप्लास्ट, प्लाज्मोसोम, प्लास्टोसोम तथा प्लास्टोकाण्ड्रियन भी कहते हैं।

खोज

- इसे सर्वप्रथम कॉलिकर (1850) ने कीटों की रेखित पेषियों में कणिकाओं के रूप में खोजा तथा इसे 'सार्कोसोम' कहा।
- फ्लेमिंग (1882) ने इन धागे के समान संरचनाओं को 'फिला' कहा।
- अल्टमान (1890) ने इसे "बायोप्लास्ट" कहा।
- सी. बैण्डा ने (1897) "माइटोकॉण्ड्रिया" शब्द दिया।
- एफ. मिव्स (1904) ने पादप (निम्फिया) में इसकी खोज की।
- माइकैलिस (1898) ने यह बताया कि माइटोकॉण्ड्रिया श्वसन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।
- बेन्सले एवं हॉयर (1934) ने यकृत कोशिकाओं से माइटोकॉण्ड्रिया को पृथक किया।
- सीकबीज ने इसे "कोशिका का ऊर्जा घर" कहा।
- नॉस एवं एफ्जिलयस (1965) ने सर्वप्रथम माइटोकॉण्ड्रिया में DNA की खोज की।

माइटोकॉण्ड्रिया की संख्या

- माइटोकॉण्ड्रिया की उपस्थिति कोशिका की उपापचयी क्रिया पर निर्भर करती है। अधिक उपापचयी क्रियाऐं होने पर इनकी संख्या भी अधिक होती है-
  उदाहरण - अंकुरण करने वाले बीजों में।
- माइक्रोएस्टेरियास, ट्रेपेनोसोमा, क्लोरेला, क्लेमाइडोमोनास (हरित शैवाल) एवं माइक्रोमोनास में माइटोकॉण्ड्रिया की न्यूनतम संख्या एक है |
- विशालकाय अमीबा जिसे चाओस-चाओस कहते हैं इसमें माइटोकॉण्ड्रिया की अधिकतम संख्या (50,000 से अधिक) पायी जाती है ।
- मानव शुक्राणु में 25, किडनी की कोशिकाओं में 300-400 एवं यकृत (Liver) कोशिकाओं में इनकी संख्या 1000-1600 होती हैं।
- एक कोशिका में माइटोकॉण्ड्रिया का समूह 'कॉण्ड्रियोसोम' कहलाता है।

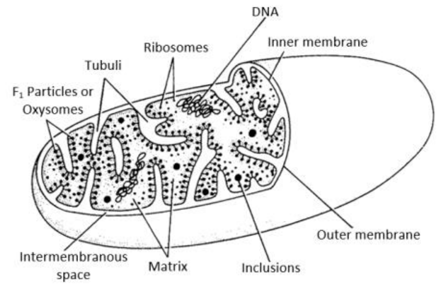
माइटोकॉण्ड्रिया का आकार

- औसत आकार 0.5-1.00μm एवं लम्बाई 1 -10μm तक होती है।
- सबसे छोटा माइटोकॉण्ड्रिया ($1\mu m^3$) यीस्ट कोशिकाओं में होता है।
- सबसे बडे आकार के माइटोकॉण्ड्रिया ($20-40\mu$ m) राना पाइपेन्स के ऊसाइट में पाये जाते हैं।

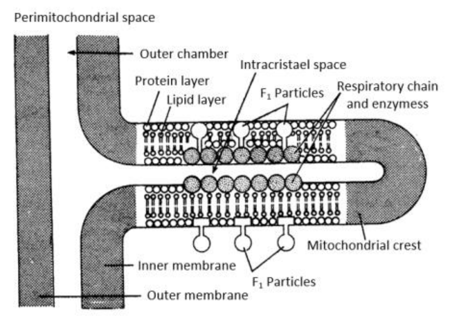
माइटोकॉण्ड्रिया की परासंरचना

- माइटोकॉण्ड्रिया दो इकाई कलाओं से घिरा रहता है जो एक पेरिमाइटोकॉण्ड्रियल स्थान (6-10 nm) द्वारा पृथक रहती है इसकी बाह्लय कला विशेष रूप से पारगम्य होती है क्योंकि इसमें आंतरिक (Integral) प्रोटीन उपस्थित होती है जिसे पोरिन्स कहते है।
- इसकी आंतरिक कला चयनात्मक पारगम्य होती है। आंतरिक कला वलयित होकर माइटोकॉण्ड्रिया के उभारों का निर्माण करती है।
- जन्तुओं में इन्हें क्रिस्टी तथा पौधों में इन्हें नलिकाऐं या माइक्रोविलाई कहते हैं।
- मैट्रिक्स के ओर की सतह 'M' फेस तथा पेरिमाइटोकॉण्ड्रियल स्थान की तरफ वाली सतह 'C' फेस कहलाती है।
- 'M' फेस पर कुछ छोटे वृन्त युक्त कण पाये जाते हैं इन्हें ऑक्सीसोम या F_1 कण या एलीमेन्ट्री कण या फर्नाडिज-मॉरान कण (10^4-10^5 प्रतिमाइटोकॉण्ड्रिया) कहते हैं।
- प्रत्येक कण आधार, वृन्त तथा शीर्ष से मिलकर बना होता है। इसकी लम्बाई लगभग 10 nm होती है।
- ऑक्सीसोम में ATPase एन्जाइम के अणु (पैकर, 1967) होते हैं इस कारण ये ATP संश्लेषण के लिये उत्तरदायी होते हैं इन एलीमेन्ट्री कणों को F_0-F_1 कण भी कहते है।
- F_1 कण पाँच प्रकार की उपइकाई $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ तथा ε से मिलकर बने होते हैं। इन सब में α सबसे भारी तथा ε सबसे हल्का होता है।

- F_0 कण आवश्यक सभी एन्जाइमों का संश्लेषण करता है जो क्रेब्स चक्र का नियंत्रण करते हैं।



पादप कोशिका का माइटोकॉन्ड्रिया



माइटोकॉन्ड्रिया की आंतरिक झिल्ली की संरचना

माइटोकॉण्ड्रिया की सेमीऑटोनोमस प्रकृति

- माइटोकॉण्ड्रिया प्रोटीन संश्लेषण की सभी आवश्यकताओं को पूर्ण करते है।
  (1) $70S$ राइबोसोम।
  (2) DNA अणु ($\mathrm{G \equiv C}$ अनुपात की अधिकता) से $m\mathrm{RNA}$ का निर्माण एवं यह रेप्लीकेट भी हो सकता है।
  (3) ATP अणु ऊर्जा प्रदान करते हैं।
- माइटोकॉण्ड्रिया कुछ आवश्यक प्रोटीन निर्मित कर सकता है किन्तु अधिकांश प्रोटीन के लिये यह केन्द्रकीय DNA एवं कोशिकाद्रव्यी राइबोसोम पर निर्भर रहता है। इस प्रकार माइटोकॉण्ड्रिया को अर्धस्वायत्तशासी अंगक कहते हैं।
- माइटोकॉण्ड्रिया की एण्डोसिम्बायोटिक उत्पत्ति किंन्स तथा अल्टमान ने बताई।
- माइटोकॉण्ड्रिया प्रारम्भ से स्वतंत्र जीवी, वायवीय जीवाणु थे। जिन्होंने विकास की प्रक्रिया के दोरान अवायवीय कोशिका में प्रवेश किया तथा माइटोकॉण्ड्रिया के रूप में स्थापित हुए। जीवाणु तथा माइटोकॉण्ड्रिया की बहुत सी वास्तविक समानताओं के आधार पर इस सिद्धांत का समर्थन प्राप्त है।

रासायनिक संगठन

- कोहन ने माइटोकॉण्ड्रिया का रासायनिक संगठन दिया।
  प्रोटीन $= 65-70\%$, लिपिड $= 25-30\%$(90% फॉस्फोलिपिड एवं 10% कॉलेस्ट्रोल, विटामिन-ई, आदि) $5-7\%$ RNA एवं DNA की कुछ मात्रा।
- माइटोकॉण्ड्रिया के मैट्रिक्स में कई कैटाबोलिक एन्जाइम जैसेसायटोक्रोम ऑक्सीडेज, रिडक्टेज, फैटी एसिड ऑक्सीडेज, ट्रांसएमिनेज आदि पाये जाते हैं।

माइटोकॉण्ड्रिया के एन्जाइम

- **बाह्य कला :** मोनोएमीन ऑक्सीडेज, ग्लिसरोफॉस्फेटेज, एसिटिल ट्रांसफरेज, फॉस्फोलाइपेज A.
- **आंतरिक कला :** सायटोक्रोम $\mathrm{b}, \mathrm{c}_1, \mathrm{c}, \mathrm{a}$, (cyt b, cyt c_1, cyt c, cyt a. cyt a_3.......), NADH, डीहाइड्रोजिनेज, सक्सीनेट डीहाइड्रोजिनेज, यूविक्वीनोन, फ्लेवोप्रोटीन, ATPase.
- **पेरिमाइटोकॉण्ड्रियल स्थान :** एडिनायलेट काइनेज, न्यूक्लियोसाइड डाइफॉस्फोकाइनेज।
- **आंतरिक मैट्रिक्स :** पायरूवेट डीहाइड्रोजिनेज, सिट्रेट सिन्थेटेज, एकोनिटेज, आइसोसिट्रेट, डीहाइड्रोजिनेज, फ्यूमेरेज, α-कीटोग्लूटेरेट डीहाइड्रोजिनेज, मैलेट डीहाइड्रोजिनेज।

उत्पत्ति

- DNA अणुओं की उपस्थिति के कारण माइटोकॉण्ड्रिया स्वत: द्विगुणित (Self-duplicating) होते हैं पूर्ववर्ती (Pre-existing) माइटोकॉण्ड्रिया की वृद्धि तथा द्विखण्डन (Binary fission) के द्वारा विभाजन से हमेशा नये माइटोकॉण्ड्रिया निर्मित होते हैं।

माइटोकॉण्ड्रिया के कार्य

- माइटोकॉण्ड्रिया को "शक्ति घर" (Power house) या स्टोरेज बैटरीज या ATP कारखाना कहते हैं। ATP के निर्माण को ऑक्सीडेटिव फॉस्फोराइलेशन कहते है।
- कोशिका श्वसन के मध्यवर्ती उत्पाद स्टेरॉइड, सायटोक्रोम, क्लोरोफिल आदि के निर्माण में उपयोग किये जाते हैं।
- यह कुछ अमीनो अम्लों के जैवसंश्लेषण में भी भाग लेता है।
- माइटोकॉण्ड्रिया कोशिका के अंदर कैल्सियम आयन सांद्रण का नियमन भी करता है।
- यह थर्मियोजिनेसिस की साइट है।
- पीतक (Yolk) केन्द्रक (अनेक माइटोकॉण्ड्रिया एवं गॉल्जीकाय) वाइटेलोजेनेसिस को नियंत्रित करता है।
- स्पर्मेटिड का माइटोकॉण्ड्रिया स्पर्मियोजिनेसिस के दौरान स्पर्म के नेवेनकर्न (मध्य भाग) का निर्माण करता है।
- श्वसन के दोरान माइटोकॉण्ड्रिया से ऊर्जा मुक्त होती है।
- माइटोकॉण्ड्रिया में इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट सिस्टम पाया जाता हैं।

लवक
(Plastids)

- प्लास्टिड अर्धस्वायत्तशासी (Semi autonomous) अंगक हैं। जिसमें DNA, RNA, राइबोसोम एवं द्वि कला आवरण होता है। यह पादप कोशिका के दीर्घ कोशिकांग हैं।

इतिहास

- हीकल (1865) ने प्लास्टिड को खोजा, किन्तु सर्वप्रथम यह शब्द शिम्पर (Schimpur 1883) ने दिया।
- डी वॉन वेटस्टीन ने सामान्य जौ (Barley) के पौधे के प्लास्टिड में एक पूर्ण संगठित ग्रेना एवं स्ट्रोमा तंत्र को रिपोर्ट किया।
- पार्क एवं बिगिन्स (1964) ने कवाण्टासोम की संकल्पना प्रदान की।

- पिलीटियर एवं कैवेनटू ने 'क्लोरोफिल' शब्द प्रतिपादित किया। तथा इसकी संरचनात्मक व्याख्या विल्सटेटर एवं स्टॉल ने की ।
- 'थाइलेकॉइड' शब्द मेन्क (1962) ने दिया ।
- इसकी सूक्ष्मतम संरचना मेयर ने प्रदान की।
- रिस तथा प्लाउट (1962) ने क्लोरोप्लास्ट में DNA को खोजा तथा प्लास्टिडोम कहा।

लवकों के प्रकार

- शिम्पर के अनुसार प्लास्टिड तीन प्रकार के होते हैं : अवर्णी लवक; वर्णी लवक, हरित लवक।
- **अवर्णी लवक (Leucoplast) :**
- ये रंगहीन प्लास्टिड हैं जो सामान्यतः नॉन ग्रीन कोशिकाओं में केन्द्रक के समीप पाये जाते हैं। इनमें आंतरिक लैमिली होते हैं। इनमें ग्रेना एवं प्रकाश संष्लेषी वर्णक अनुपस्थित होते हैं।
- ये मुख्यतः भोज्य पदार्थों को एकत्रित करते हैं। ये सूर्यप्रकाश से अनावृत्त होने वाली कोशिकाओं में पाया जाता है।
  उदाहरण - बीज, भूमिगत तना, जड़, टयूबर, राइजोम आदि।
- ये तीन प्रकार के होते हैं :

(1) **एमायलोप्लास्ट :** स्टार्च कणों का संश्लेषण एवं एकत्रण करते हैं उदाहरण -आलू के ट्यूबर, गेहूँ एवं चावल के दाने।

(2) **एलीयोप्लास्ट (लिपिडोप्लास्ट, ओलीयोप्लास्ट) :** इनमें लिपिड एवं तेल संग्रहित होता हैं। उदाहरण-अरण्डी का एण्डोस्पर्म, टयूब रोज आदि।

(3) **एल्यूरोप्लास्ट (प्रोटीनोप्लास्ट) :** यह प्रोटीन संग्रहित करते हैं। उदाहरण -मक्का के दानों की एल्यूरॉन कोशिकाएँ।

- **वर्णी लवक (Chromoplasts) :**
- हरे वर्णी लवकों को छोड़कर अन्य सभी वर्णी लवक क्रोमोप्लास्ट कहलाते हैं।
- ये पेटल्स एवं फलों में उपस्थित होते हैं। ये प्रकाश संश्लेषण में भी भाग लेते हैं।
- यह दूसरे वर्णकों द्वारा क्लोरोफिल के प्रतिस्थापन के कारण क्लोरोप्लास्ट से उत्पन्न हो सकते हैं।
- हरे टमाटर एवं मिर्च पकने पर लाल हो जाते हैं क्योंकि टमाटर के क्लोरोप्लास्ट में क्लोरोफिल अणु का प्रतिस्थापन लाल वर्णक लाइकोपीन में हो जाता है। जबकि मिर्च में इसका प्रतिस्थापन कैपसैन्थिन में हो जाता है इस प्रकार क्लोरोप्लास्ट क्रोमोप्लास्ट में परिवर्तित हो जाते हैं।
- हरे को छोड़कर अन्य सभी रंग फ्लेविन, फ्लेवीनॉइड एवं सायनिन द्वारा उत्पन्न होते हैं।
- सायनिन वर्णक दो प्रकार के होते हैं।
  एक एन्थोसायनिन (नीला) तथा दूसरा इरिथ्रोसायनिन (लाल) होता है।
- एन्थोसायनिन जल में घुलनशील वर्णक है जो रिक्तिका के कोशिका रस में पाया जाता है।
- **हरित लवक (Chloroplast) :**
- इसे साक्स द्वारा इसे नाम दिया गया। शिम्पर ने खोजा।
- ये हरित लवक हैं जिनमें प्रकाश संष्लेषी वर्णक पाये जाते हैं।

संख्या

- यह भिन्न होती है। स्पाइरोगायरा इण्डिका में क्लोरोप्लास्ट की संख्या 1, जिग्निमा में 2, स्पाइरोगायरा रेक्टोस्पोरा में 16 एवं मीजोफिल कोशिकाओं में 100 से अधिक होती हैं।
- यूलोथ्रिक्स एवं क्लैमाइडोमोनास स्पीशीज की प्रत्येक कोशिका में क्लोरोप्लास्ट की न्यूनतम संख्या 1 हैं।

आकृति

- इसकी विभिन्न आकृतियाँ होती हैं :

आकृति	उदाहरण
प्याले के समान (Cup shaped)	क्लैमाइडोमोनास स्पीशीज
ताराकार (Stellate shaped)	जिग्निमा
मेखलाकार (Collar or Girdle shaped)	यूलोथ्रिक्स
सर्पिलाकार (Spiral or Ribbon shaped)	स्पाइरोगायरा
जालिकावत् (Reticulate)	उडोगोनियम
टिकियानुमा (Discoid)	वाउकेरिया (Voucheria)

आकार

- इसका व्यास $3-10\mu$ m (औसत 5μ m) तक होता है। उच्च श्रेणी के पौधों के डिस्कॉइड क्लोरोप्लास्ट $4-10\mu$ m लम्बे तथा 24μ m चोड़े होते हैं। स्पाइरोगायरा के क्लोरोप्लास्ट की लम्बाई 1 mm तक पहुँच सकती है। सियोफाइटस (Sciophytes) में दीर्घ क्लोरोप्लास्ट होते हैं।

रासायनिक संगठन

- प्रोटीन 50-60%, लिपिड 25-30%, क्लोरोफिल $-5-10\%$, कैरोटिनॉइड (कैरोटिन एवं जैन्थोफिल) $1-2\%$, DNA -0.5%, RNA $2-3\%$, विटामिन K एवं E, सूक्ष्म मात्रा में क्यूनीन, Mg, Fe, Co, Mn, P, आदि।

परासंरचना

- यह द्वि-कला युक्त संरचना है। दोनों कलाऐं चिकनी होती हैं। इसकी आंतरिक कला बाह्य कला की तुलना में कम पारगम्य होती है। किन्तु इसमें प्रोटीन्स विशेष रूप मे से वाहक (Carrier) प्रोटीन की अधिकता होती है।
- प्रत्येक कला $90-100$Å मोटी होती है। कला के मध्य के स्थान को परिलवकीय स्थान (Periplastidial space) कहते हैं।
- आंतरिक कला में मैट्रिक्स उपस्थित होता है इसे दो भागों में बाँटा गया है।

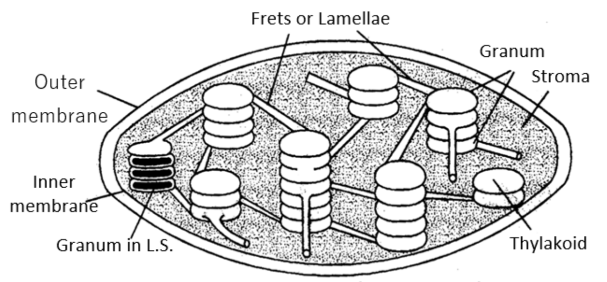
(1) **ग्रेना :**

- क्लोरोप्लास्ट की आंतरिक लवकीय कला वलयित होकर समानांतर मेम्ब्रेन्स शीट की एक श्रृंखला का निर्माण करती हैं इसे लैमिली कहते है। जिससे सघन, अण्डाकार, थैलों के समान संरचनाओं का निर्माण होता है। इन्हें थायलेकॉइड कहते है। थायलेकॉइड क्लोरोप्लास्ट का संरचनात्मक एवं क्रियात्मक तत्व है।

- थाइलेकॉइड कला के अंदर की तरफ अनेक सूक्ष्म गोलाकार पैरा क्रिस्टेलाइन संरचनाऐं होती हैं जिन्हें क्वाण्टासोम (प्रकाश संश्लेषण की इकाई) कहते हैं।
- प्रत्येक क्वाण्टासोम 230 क्लोरोफिल (160 क्लोरो. a + 70 क्लोरो b) तथा 50 कैरोटिनॉइड्स अणुओं से मिलकर बना होता है।
- यूकैरियोटिक पादप कोशिकाओं में थायलेकॉइड सिक्कों की एक कतार के रूप में एक दूसरे के ऊपर व्यवस्थित होकर ग्रेनम का निर्माण करता है। एक ग्रेनम में थायलेकॉइड की संख्या 10 - 100 (औसत 20-50) तक होती है। समीपस्थ स्थित ग्रेना एक दूसरे से शाखित नलिकाओं द्वारा जुड़े रहते हैं इन्हें स्टोमल लैमिली या फ्रेट चैनल या फ्रेट कला कहते हैं।

(2) स्ट्रोमा :

- यह पारदर्शी, प्रोटीन युक्त एवं जलीय पदार्थ है। इस भाग में प्रकाश संश्लेषण की अंधकार क्रिया होती हैं । स्ट्रोमा रूबिस्को (कुल एंजाइम एवं प्रोटीन का लगभग 15%) एंजाइम युक्त होता है । यह एन्जाइम CO_2 को ग्रहण करता है CO_2 के स्वांगीकरण (Assimilation) के फलस्वरूप कार्बोहाइड्रेट का निर्माण होता है। इसमें नग्न सरकुलर डबल स्ट्रेण्डेड DNA की 20 – 60 प्रतियाँ (Copies) होती हैं।



A chloroplast in section (diagrammatic)

हरितलवक के वर्णक

- क्लोरोफिल a: $C_{55}H_{72}O_5\ N_4Mg$ (मिथाइल समूह युक्त)
- क्लोरोफिल b : $C_{55}H_{70}O_6\ N_4Mg$ (एल्डिहाइड समूह युक्त)
- क्लोरोफिल c : $C_{35}H_{32}O_5\ N_4Mg$
- क्लोरोफिल d : $C_{54}H_{70}O_6\ N_4Mg$
- **बैक्टीरियोक्लोरोफिल ($C_{55}H_{74}O_6\ N_4Mg$) या क्लोरोबियम:** क्लोरोफिल प्रकाश संश्लेषी बैक्टीरिया में उपस्थित होते हैं। ये वर्णक अम्लीय माध्यम में लाल एवं क्षारीय माध्यम में नीले होते हैं।
- **कैरोटिनॉइड :** ये हाइड्रोकार्बन होते हैं, जो कार्बनिक विलायकों में घुलनशील होते हैं। यह दो प्रकार के होते हैं।
- **कैरोटिन :** $C_{40}H_{56}$, यह विटामिन A का व्युत्पन्न है। गाजर का रंग α, β, γ कैरोटिन, लाइकोपीन आदि के कारण होता है। β-कैरोटिन बहुत सामान्य है।
- **जैन्थोफिल :** $C_{40}H_{56}O_2$, यह पीले रंग का होता है उदाहरण फ्यूकोजैन्थिन, वियोलाजैन्थिन। तरूण (Young) पत्तियों में कैरोटिन एवं जैन्थोफिल का आण्विक अनुपात 2: 1 होता है।

क्लोरोप्लास्ट की उत्पत्ति

- प्लास्टिड् माइटोकॉण्ड्रिया के समान स्वतःगुणित अंगक हैं।
- ये एक रंगहीन पूर्वगामी (Precursors) से विकसित होता है। जिसे 'प्रोप्लास्टिड' कहते हैं।
- ऐसा विश्वास किया जाता है कि इनकी उत्पत्ति अंर्तसहजीवी (Endosymbiont) प्रकार की है।

लवकों के कार्य

- यह प्रकाश संश्लेषण (प्रकाश एवं अंधकार अभिक्रिया) की साइट है।
- ग्रेनम में जल का प्रकाश अपघटन एवं NADP का NADPH2 में अपचयन होता है।
- फोटोफॉस्फोरिलेशन साइटोक्रोम b_6f, प्लास्टोसायनिन एवं प्लास्टोक्वीनोन आदि के द्वारा होता है।
- ये स्टार्च संग्रहण या यह शर्करा संश्लेषण की फैक्ट्री है।
- क्लोरोप्लास्ट वसा का संग्रहण प्लास्टोग्लोब्यूली के रूप में करते हैं।
- ये वातावरण में CO_2 एवं O_2 के प्रतिशत को नियंत्रित करते हैं।

अन्तः प्रद्रव्यी जालिका (Endoplasmic reticulum / ER)

- यह सिस्टर्नी, टुब्यूल्स एवं वेसाइकल का पूर्ण विकसित इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक जाल है जो सम्पूर्ण कोशिकाद्रव्य, विशेष रूप से एण्डोप्लाज्म में उपस्थित होता है।

खोज

- गार्नियर (1897) ने सर्वप्रथम अर्गेस्टोप्लाज्म को कोशिका में देखा।
- इसकी खोज पॉर्टर, क्लाउडे एवं फुलमैन ने एक जालिका के रूप में की।
- पोर्टर (1953) ने इसे एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम नाम प्रदान किया।

प्राप्ति

- यह लगभग सभी यूकैरियोटिक कोशिकाओं में उपस्थित होता है। फिर भी कुछ कोशिकाएँ जैसे- अण्ड (ova), भ्रूणीय कोशिकाएँ एवं परिपक्व RBCs में ER का अभाव होता है।
- यह प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में भी अनुपस्थित होता है।
- तेजी से विभाजित होने वाली कोशिकाओं में एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम कम विकसित होता है।

परासंरचना

- ER तीन घटकों से मिलकर बना होता है। सभी तीनों संरचनाएँ एकल इकाई कला द्वारा घिरी होती हैं।
- **सिस्टर्नी :**
- ये चपटी, अशाखित एवं थैले के समान संरचनाऐं हैं। ये एक दूसरे के समांतर स्थित होती हैं। इस पर राइबोसोम होते हैं। इनमें ग्लाइकोप्रोटीन (राइबोफोरिन-I एवं राइबोफोरिन -II के रूप में) उपस्थित होता है जो कि राइबोसोम को बाँधे रहता है।
- यह प्रोटीन निर्माण करने वाली कोशिकाओं में पाया जाता है।

❖ **वेसाइकल :**
- ये गोल या अण्डाकार, रिक्तिका के समान कोशिकाद्रव्य में बिखरे हुये तत्व हैं।
- इनका अध्ययन राइबोसोम्स के साथ भी किया जाता है।

❖ **ट्यूबूल :**
- विस्तृत, नलिका के समान किंतु शाखित तत्व हैं, जो मुख्यतः कोशिका कला के समीप स्थित होते हैं।
- ये राइबोसोम से मुक्त होते हैं।
- लिपिड निर्माण करने वाली कोशिकाओं में इनकी अधिकता होती है।

ER के प्रकार

- राइबोसोम की उपस्थिति के आधार पर ER को दो श्रेणियों में विभाजित करते हैं।

(1) चिकना या कणिका रहित अन्तः प्रद्रव्यी जालिक (Smooth or Agranular endoplasmic reticulum/SER) :
- यह मुख्यतः ट्यूब्यूल्स एवं वेसाइकल से मिलकर बनी होती है। इस पर राइबोसोम नहीं होते हैं। यह पेषी कोशिकाओं, आंत की कोशिकाओं, ग्लाइकोजन संग्राहक यकृत कोशिकाओं एवं स्टीरॉइड संश्लेषण व स्रावण करने वाली कोशिकाओं में यह पूर्ण विकसित होती है। SER, विटामिन, कार्बोहाइड्रेट के संशलेषण तथा डीटॉक्सीफिकेशन के संश्लेषण में भाग लेता है। इससे स्फीरोसोम्स उत्पन्न होते हैं।

(2) स्थूल या कणिकामय अन्तः प्रद्रव्यी जालिका (Rough or Granular endoplasmic reticulum/RER) :
- यह मुख्यतः सिस्टर्नी से मिलकर बना होता है, इसकी कोशिकाद्रव्यी सतह पर राइबोसोम जुड़े होते हैं। यह कोशिका में प्रमुखता से पाया जाता है जिससे कोशिका प्रोटीन के उत्पादन एवं उत्सर्जन में व्यस्त रहती है। उदाहरण - प्लाज्मा कोशिकाएँ, गोबलेट्स कोशिकाएँ, अमाशय की एसाइनस कोशिकाएँ एवं अनेक यकृत कोशिकाएँ। SER की तुलना में RER अधिक स्थायी होता है। RER राइबोसोम की उपस्थिति के कारण बेसोफिलिक होता है। राइबोसोम ER से जलविरोधी परस्पर क्रिया (Hydrophobic interaction) द्वारा जुड़े रहते हैं। तीसरे प्रकार के एन्यूलेट एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम की खोज मिक्लो ने 1972 में की। यह चिकना या स्थूल, छिद्र वाला केन्द्रक आवरण के समान हो सकता है।

उत्पत्ति

- RER का निर्माण केन्द्रकीय कला द्वारा होता है, जबकि RER द्वारा राइबोसोम की अनुपस्थिति से SER का निर्माण होता है।
- कोशिका की समांगता (Homogenisation) के बाद RER से केवल स्थूल (Rough) वेसाइकल की उत्पत्ति होती है।
- RER छोटे खण्डों (वेसाइकल) में टूटता है तथा इसे माइक्रोसोम कहते हैं। यह कोशिकांग नहीं हैं।

कार्य

- विशिष्ट प्रोटीन का संश्लेषण एवं स्रावण गॉल्जी बॉडी द्वारा होता है।
- यह कोलेस्ट्रॉल, स्टेरॉइड, एस्कोर्बिक अम्ल, एवं दृष्य वर्णकों के संश्लेषण के लिये सतह प्रदान करता है तथा यह हार्मोन के संश्लेषण में सहायक होता है उदाहरण टेस्टोस्टीरॉन एवं एस्ट्रोजन।
- यह यकृत कोशिकाओं में ग्लाइकोजिनोलायसिस एवं डिटॉक्सीफिकेशन में सहायक होता है।
- ER कोशिकीय कंकाल का घटक (जाल के रूप में फैला) होता है, जो कोशिका को आकृति एवं यांत्रिक सहारा प्रदान करता है।
- ER पृथक्करण उपकरण के समान कार्य करता है एवं कोशिकाद्रव्य को कक्षकों में विभाजित करता है। कोशिकीय जीवन के लिये कक्षकीकरण (Compartmentation) अति आवश्यक है।
- पादप कोशिकाओं में साइटोकायनेसिस के दौरान यह कोशिका पट्ट (Cell plate) के निर्माण में भाग लेता है।
- कुल कलाओं तंत्र का 30 – 60% भाग ER बनाता है।
- यह रिक्तिका बनाता है।

❖ **सार्कोप्लाज्मिक रेटिकुलम :**
- यह रेखीय पेशीय तंतु (विरेटी 1902) का रूपांतरित SER है। जो सार्कोप्लाज्म में आपस में जुड़ी हुई नलिकाओं के जाल का निर्माण करता है यह पेषी तंतु के द्वारा मोटर नर्व इम्पल्स के संवहन (Conduction) में सहायता करता है एवं लैक्टिक अम्ल का निष्कासन करता है जिससे पेशीय थकान को रोका जा सके। इसे पेशियों में सार्कोप्लाज्मिक रेटिकुलम तथा नर्व कोशिकाओं में 'निसेलग्रेन्युल' (Nissl'sgranules) कहते हैं।

गॉल्जी कॉम्पलेक्स (Golgi complex)

- गॉल्जी कॉम्पलेक्स विभिन्न कला तंत्र जैसे - सिस्टर्नी, वेसाइकल एवं रिक्तिका (Vecuole) से मिलकर बना होता है इसे गॉल्जी बॉडी, गॉल्जीसोम्स, लाइपोकॉण्ड्रिया, डिक्टीयोसोम, डॉल्टन कॉम्पलेक्स, आइडियोसोम या बेकर्स बॉडी भी कहते हैं। इन्हें कोशिका का 'ट्रेफिक पुलिस' भी कहा जाता है।

खोज

- इसे सर्वप्रथम जॉर्ज (1867) ने खोजा किन्तु इसकी विस्तृत आकारिकी कैमिलो गॉल्जी (1898) ने बार्न, उल्लू एवं बिल्ली की नर्व कोशिकाओं में अध्ययन करके प्रदान की।

प्राप्ति

- यह सभी यूकैरियोटिक कोशिकाओं में उपस्थित होते है। पौधों में, ये कोशिकाद्रव्य में अनियमित रूप से बिखरे रहते हैं इन्हें डिक्टीयोसोम कहते हैं।
- ये बैक्टीरिया, नील हरित शैवाल RBCs, ब्रायोफाइट्स एवं टैरिडोफाइट्स के स्पर्मेटोजोआ, एन्जियोस्पर्म के फ्लोयम की सीव ट्यूब कोशिकाओं आदि में अनुपस्थित होती हैं।

◈ कोशिका विभाजन के दौरान गॉल्जी बॉडी की संख्या में वृद्धि होती है। प्रत्येक कोशिका में इनकी औसतन संख्या 10-20 तक होती है।

◈ गॉल्जी बॉडी जीवद्रव्य के द्वारा चारो ओर से घिरा होता है जिसमें कोशिकांग नहीं होते हैं इसे निषेध क्षेत्र (मूरे, 1977) कहते हैं।

संरचना

◈ डॉल्टन एवं फीलिक्स (1954) ने ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप के अंतर्तंत इसका अध्ययन करके यह बताया कि गॉल्जी बॉडी 4 भागों की बनी होती है -

❖ **सिस्टर्नी :**

◈ गॉल्जी उपकरण चपटे, थैले के समान संरचनाओं के ढेर (Stack) से मिलकर बना होता है जिसे सिस्टर्नी कहते हैं। प्रत्येक सिस्टर्नी के किनारे आंषिक रूप से मुड़े होते है।

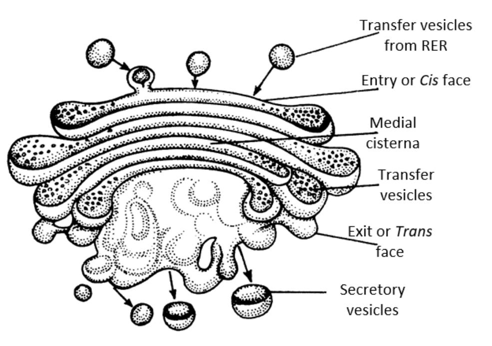
◈ जिससे सम्पूर्ण गॉल्जी बॉडी प्याले के समान दिखाई देती है। गॉल्जी बॉडी में निश्चित ध्रुवीयता होती है।

◈ डिक्टीयोसोम के उत्तल (Convex) सिरे पर सिस्टर्नी आपस में मिलकर फॉर्मिंग फेस या सिस फेस का निर्माण करती है। जबकि अवतल (Concave) सिरे की सिस्टर्नी आपस में मिलकर मैच्यूरिंग फेस या ट्रांस फेस का निर्माण करती हैं।

◈ फॉर्मिंग फेस (F फेस) या तो केन्द्रक या एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम के आगे की ओर होता है। मैच्युरिंग फेस (M फेस) सामान्यतः जीवद्रव्य कला की ओर होता है। यह गॉल्जी बॉडी की कार्यात्मक (Functional) इकाई है।

❖ **टुब्यूल :**

◈ यह सिस्टर्नी के फिनेस्ट्रेशन के कारण उत्पन्न होती हैं एवं एक जटिल जालिका का निर्माण करती हैं।



Golgi complex की संरचना

❖ **स्त्रावी वेसाइकल :**

◈ ये छोटे आकार के घटक होते हैं। प्रत्येक का व्यास लगभग 40Å होता है।

◈ ये सिस्टर्नी के किनारों की उत्तल सतह के साथ उपस्थित होती है।

◈ वेसाइकल चिकनी एवं आवरित (Coated) प्रकार की होती है।

❖ **गॉल्जीयन रिक्तिका :**

◈ यह सिस्टर्नी का विस्तार है जो रूपान्तरित होकर रिक्तिका बनाती है।

◈ उत्तल (Concave) या पक्वता (Maturing) सतह से रिक्तिका विकसित होते हैं।

◈ गॉल्जीयन रिक्तिका एमॉरफस तथा ग्रेन्यूल पदार्थ रखती है।

◈ कुछ गॉल्जीयन रिक्तिका लाइसोसोम की तरह कार्य करती है।

उत्पत्ति

◈ सर्वमान्य मत है कि गॉल्जी बॉडी RER से उत्पन्न होती है जो अपनी सतह से राइबोसोम खो देता है।

◈ RER ट्रान्सपोर्ट वेसाइकल उत्पन्न करता है।

◈ जो गॉल्जी कलाएँ रखता है तथा गॉल्जी एपरेटस की सतह पर सेक्युल के साथ युग्म बनाती है।

◈ इस कारण से इस सतह को फोरमिन सतह कहते हैं।

कार्य

◈ इसका मुख्य कार्य स्त्रावण का है, स्त्रावी कोशिकाओं में इसका आकार बड़ा होता है।

◈ इसके द्वारा लिपिड का ग्लाइकोसाइलेशन होता है। जैसे ओलिगोसैकेराइड के जुड़ने से ग्लाइकोलिपिड बनता है।

◈ इसके द्वारा प्रोटीन का ग्लाइकोसाइलेशन होता है । जैसे कार्बोहाइड्रेट के जुड़ने से ग्लाइकोप्रोटीन बनता है।

◈ इसके द्वारा प्राथमिक लाइसोसोम का निर्माण होता है।

◈ कोशिका विभाजन के दोरान यह हेमीसैल्यूलोज के स्रावण, एवं एन्जाइम तथा हार्मोन (थाइरोक्सिन) के निर्माण आदि के द्वारा कोशिका पट्ट (Cell plate) का निर्माण करता है।

◈ जन्तुओं के ऊसाइड में, गॉल्जी उपकरण केन्द्र के समान कार्य करता है। इसके चारों ओर योक (Yolk) एकत्रित होता है जैसे वाइटेलोजेनेसिस।

◈ वेसाइकल की कलाऐं (Membranes) गॉल्जी उपकरण द्वारा उत्पन्न होती हैं। यह साइटोकायनेसिस के क्षेत्र से जुड़कर नई प्लाज्मालेमा को उत्पन्न करते हैं।

◈ इसे कोशिका का एक्सपोर्ट हाउस भी कहते हैं।

◈ गॉल्जी बॉडी में फॉस्फोलिपिड, प्रोटीन, एन्जाइम एवं विटामिन C होता है।

◈ जन्तु स्पर्म में गॉल्जीकाय वृद्धि कर एक्रोसोम उत्पन्न करती है।

लयनकाय
(Lysosomes)

◈ ये कोशिकाद्रव्य की इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक, वेसिकुलर संरचनाऐं हैं।

◈ जो एकल कला द्वारा घिरी रहती हैं यह अन्तर कोशिकीय पाचन क्रियाओं में सम्मिलित होते हैं इसमें हाइड्रोलिटिक एन्जाइम होते हैं इसलिये इन्हें लाइसोसोम कहते हैं।

खोज

(i) इन्हें सर्वप्रथम बैल्जियम के एक जैवरसायनविद् (Biochemist) क्रिशियन डी डुबे (1995) ने यकृत कोशिकाओ में खोजा। प्रारंभ में इसे पेरीकेनालीकुलर डेन्स बॉडी नाम दिया गया था।

(ii) नोवीकॉफ ने इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप में इसका अध्ययन करने के बाद इसे लाइसोसोम नाम दिया।

(iii) माटिले (1964) ने सबसे पहले पौधों में लयनकाय की उपस्थिति को सिद्ध किया। यह विशेष रूप से न्यूरोस्पोरा नामक कवक में उपस्थित होते हैं। लायसोसोम में बहुरूपता को डी. रोबरटीस तथा सहयोगियों (1971) ने बताया।

प्राप्ति

- ये प्रोकैरियोट्स में अनुपस्थित किन्तु यूकैरियोटिक जन्तु कोशिकाओं में उपस्थित होते हैं।
- स्तनियों की RBCs इसका अपवाद है इन्हें कवक (Fungi), यूग्लीना,कपास एवं मटर के बीजों में रिपोर्ट किया गया है।

आकृति

- सामान्यतः ये गोलाकार होते हैं किंतु पौधे की जड़ की अग्रस्थ कोशिकाओं में ये अनियमित आकृति के होते हैं।

आकार

- इस आकार $0.2 - 0.8\mu$ m तक होता है, जबकि इसका औसत आकार $0.5\mu m (500nm)$ है।

लाइसोसोम के प्रकार

- इनके घटकों के आधार पर चार प्रकार के लाइसोसोम्स पहचाने गये हैं।
- **प्राथमिक लाइसोसोम :** नये निर्मित लाइसोसोम हैं जिसमें केवल एन्जाइम होते हैं इन्हें प्राथमिक लाइसोसोम कहते हैं। संभवतः इनके एन्जाइम निष्क्रिय अवस्था में रहते हैं।
- **द्वितीयक लाइसोसोम :** जब कुछ पचा हुआ पदार्थ प्राथमिक लाइसोसोम में प्रवेश करता हैं तब बाद में इसे द्वितीयक लाइसोसोम या फैगोलाइसोसोम या पाचन रिक्तिका (Vacuole) या हिटरोफैगोसोम कहते हैं।
- **तृतीयक लाइसोसोम या** अवशिष्ट **बॉडी :** अपाचनशील पदार्थ युक्त द्वितीयक लाइसोसोम को तृतीयक लाइसोसोम या अवशिष्ट (Residual) बॉडी कहते हैं। बाद में कोशिका कला से मिलने पर यह इन अवशिष्ट पदार्थों को एक्जोसायटोसिस (इफैजी) के द्वारा कोशिका से निष्कासित किया जाता है।
- **ऑटोफैगोसोम/ऑटोलाइसोसोम :** एक कोशिका अपने स्वयं के अंगकों जैसे - माइटोकॉण्ड्रिया, एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम का पाचन कर सकती है। इस क्रिया को स्वभक्षण (Autophagy) या स्वलयन (Autolysis) कहते हैं। इनका निर्माण प्राथमिक लाइसोसोम से होता है। लाइसोसोम के एसिड हाइड्रोलेजेज (हाइड्रोलायटिक) अंगको का पाचन कर देते हैं तब इसे ऑटोफैगोसोम कहते हैं। इस कारण इन लाइसोसोम को कभी-कभी डिस्पोजल यूनिट या आत्महत्या की थैली (Suicidal bags) भी कहते हैं। कभी-कभी ये फट जाते हैं और इस कारण ऊतक या कोशिका को नष्ट कर देते हैं।

रासायनिक संगठन

- प्राथमिक लाइसोसोम का मैट्रिक्स हाइड्रोलेज एन्जाइम से बनता है। जो पॉलिमेरिक यौगिकों या हाइड्रोलायसिस में सम्मिलित होता है। जो कि अम्लीय माध्यम में 5 pH पर संचालित होता है। इसलिये इसे एसिड हाइड्रोलेज कहते हैं। विभिन्न प्रकार के लाइसोसोम में अभी तक 50 से अधिक प्रकार के एन्जाइम की उपस्थिति को रिपोर्ट किया गया है। यह निम्न प्रकार के हैं -

प्रोटीयेज

- (कैथेप्सिन एवं कोलैजीनेज), न्यूक्लियेज : (DNAse एवं RNAse), ग्लाइकोसाइडेज : (β-गैलेक्टोसाइडेज, β-ग्लूकोरोनिडेज), फॉस्फेटेज : (ATPase, एसिड फॉस्फेटेज (मार्कर एन्जाइम)) कार्य-

(1) स्पर्म के लाइसोसोम अण्ड (Egg) की लिमिटिंग मेम्ब्रेन को तोड़ने के लिये एन्जाइम प्रदान करता है।
उदाहरण - हायलुरोनिडेज एन्जाइम।

(2) लाइसोसोम कोशिका विभाजन के ट्रिगर के समान या दमनकारी (Repressor) अणुओं के पाचन द्वारा कोशिका विभाजन को प्रारम्भ करता है।

(3) लाइसोसोम के न्यूक्लियेज एन्जाइम (DNAse) जीन उत्परिवर्तन (Mutation) उत्पन्न कर सकते हैं। जो अनेक रोग जैसे- ल्यूकेमिया या ब्लड कैंसर (21 वें गुणसूत्र का आंषिक डिलिशन) उत्पन्न करते हैं।

(4) कभी-कभी अवशिष्ट बॉडी कोशिका के अंदर जमा हो जाने से अनेक प्रकार के संग्राहक रोग हो जाते हैं जैसे - ग्लाइकोजन संग्रहण से होने वाले रोग को 'पॉम्प रोग' (Pompe's disease) कहते हैं।

- पॉलीनेफ्राइटिस हरलर रोग में म्यूकोपॉलीसैकेराइड्स के एकत्रण के कारण हड्डियाँ विकृत हो जाती हैं।

(5) लाइसोसोम कार्सिनोजेन्स को भी निगल जाते हैं।

राइबोसोम (Ribosome)

- राइबोसोम सूक्ष्म, इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक, कला रहित राइबोन्यूक्लियो प्रोटीन कण हैं जो या तो RER से जुड़े रहते हैं या स्वतंत्र रूप से कोशिका द्रव्य मे तैरते हैं। ये प्रोटीन संश्लेषण की साइट होती है।

खोज

- क्लाउडे ने 1943 में कुछ बेसोफिलिक बॉडीज को खोजा एवं उन्हें माइक्रोसोम नाम दिया।
- पैलाडे (1955) ने राइबोसोम (जन्तु कोशिका से) शब्द दिया।
- तासो एवं साटो (1959) ने न्यूक्लियोप्लाज्म में राइबोसोम को खोजा। इसे सर्वप्रथम टिसिरर्स एवं वाटसन (1958) ने ई. कोलाई से पृथक किया।
- समूह में पाये जाने वाले राइबोसोम को पॉलीराइबोसोम या इर्गोसोम कहते हैं रिच एवं वार्नर (1963) ने सर्वप्रथम पॉलीराइबोसोम्स को खोजा।

प्राप्ति

- प्रोकैरियोट्स में राइबोसोम कोशिकाद्रव्य में केवल स्वतंत्र रूप में पाये जाते हैं। जबकि यूकैरियोट्स के कोशिकाद्रव्य में राइबोसोम दो रूपों जैसे मुक्त अवस्था एवं बंधित अवस्था (RER एवं बाह्य केन्द्रकीय कला पर बंधित) में पाये जाते हैं।
- कुछ कोशिकांगो के अंदर भी इन्हें खोजा गया है जैसे - माइटोकॉण्ड्रिया एवं प्लास्टिड्स में क्रमषः इन्हें माइटोराइबोसोम एवं प्लास्टिडोराइबोसोम कहते है।

राइबोसोम के प्रकार

(1) **70S राइबोसोम :** प्रोकैरियोट्स एवं यूकैरियोट्स के माइटोकॉण्ड्रिया एवं प्लास्टिड्स में पाये जाते हैं।

(2) **80 S राइबोसोम :** ये यूकैरियोट्स के कोशिकाद्रव्य में पाये जाते हैं।

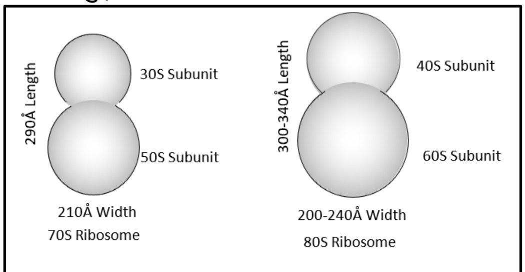
(3) **77S,60S एवं 55S राइबोसोम :** लेविन एवं गुडेनफ (1874) ने कवक में 77S राइबोसोम, जन्तु माइटोकॉण्ड्रिया में 60S राइबोसोम एवं स्तनियों के माइटोकॉण्ड्रिया में 55S राइबोसोम को खोजा।

संरचना

◈ प्रत्येक राइबोसोम दो असमान उपइकाइयों (Sub units) से मिलकर बना होता है । जो केवल T के समय जुडती हैं ।

◈ 70S और 80S राइबोसोम्स में 50S और 30S,60S और 40S क्रमशः बड़ी और छोटी उपइकाईयाँ होती हैं ।

◈ बडी उपइकाई डोम के समान होती है जो ग्लाइकोप्रोटीन द्वारा ER से जुड़ी है । इस प्रोटीन को राइबोफोरिन कहते हैं।



Structure of 70S and 80S ribosome

◈ छोटी उपइकाई अण्डाकार होती है जो बडी उपइकाई की फ्लेट साइट पर एक टोपी (Cap) के रूप में धंसी रहती है।

◈ राइबोसोम हाइड्रोफोबिक अन्योनक्रिया (Interaction) द्वारा ER से जुडे रहते हैं।

रासायनिक संगठन

◈ रासायनिक रूप से राइबोसोम rRNA एवं प्रोटीन (राइबोन्युक्लियो प्रोटीन) से मिलकर बने होते हैं।

◈ 70S में $60 - 65\%$ rRNA एवं $35 - 40\%$ प्रोटीन ($1.5: 1$ अनुपात) होती है।

◈ rRNA तीन प्रकार के होते हैं 50S उपइकाई में 23S एवं 5S प्रकार के तथा 30S उपइकाई में 16S प्रकार का rRNA होता है।

◈ $80S$ राइबोसोम में 45% rRNA एवं 55% प्रोटीन (1 : 1 अनुपात) होती है। इसमें चार प्रकार के rRNA होते हैं।

\- 60S उपइकाई में 28S, 5S एवं 5.8S प्रकार के rRNAs तथा 40S उपइकाई में 18S प्रकार का rRNA होता है।

◈ संरचनात्मक रूप से राइबोसोम के जुड़ने के लिये Mg^{++}के $1 \times 10^{-3}(0.001M)$ मोलर सांद्रता की आवश्यकता होती है।

◈ जैसे -दो उपइकाईयों के एक साथ जुड़ने के लिये। यदि इस सांद्रता को 10 गुना बढ़ाया जाता है, तब दो राइबोसोम आपस में जुडकर एक 'डाइमर' का निर्माण करते हैं। सामान्य तौर पर Mg^{++}की सांद्रता घटने से डाइमर मोनोमर (एकल राइबोसोम) में टूट जाता है।

राइबोसोम का जैवनिर्माण

(1) यूकैरियोट्स में राइबोसोम के RNAs जैसे 18S,5.8S एवं 28S न्यूक्लियोलस द्वारा संश्लेषित किये जाते हैं जबकि 5S RNA न्यूक्लियस के बाहर संश्लेषित होता है।

(2) प्रोकैरियोट्स में RNA एवं प्रोटीन दोनों कोशिकाद्रव्य द्वारा संश्लेषित एवं समायोजित (Assemble) की जाती है।

❖ **पॉलीराइबोसोम या पॉलीसोम :**

◈ जब अनेक राइबोसोम (सामान्यतः 6 8) कुछ mRNA स्ट्रेण्ड पर जुड़े रहते हैं। तब इसे पॉलीराइबोसोम कहते हैं। समीप स्थित राइबोसोम के बीच की दूरी 90 न्यूक्लियोटाइड के बराबर होती है ये प्रोटीन संश्लेषण की क्रियात्मक इकाई है।

कार्य

◈ राइबोसोम को कोशिका की प्रोटीन फैक्ट्री या प्रोटीन की कार्य शाखा भी कहा जाता है।

◈ मुक्त राइबोसोम संरचनात्मक प्रोटीन का संश्लेषण करते हैं एवं बंधित राइबोसोम स्थानातंरण के लिये प्रोटीन का संश्लेषण करते हैं।

◈ राइबोसोम प्रोटीन संश्लेषण के लिये आवश्यक होते हैं।

◈ प्रोटीन संश्लेषण में सहायता करता है।

◈ राइबोसोम की बडी उपइकाई में पेप्टिडिल ट्रांसफरेज एन्जाइम पाया जाता है जो प्रोटीन संश्लेषण में सहायक होता है।

◈ RER ल्यूमन में मुक्त होने से पहले राइबोसोम की बड़ी उपइकाईयों में संश्लेषित नवीन पॉलीपेप्टाइड को साइटोप्लाज्मिक एन्जाइम द्वारा टूटने से बचाया जाता है।

सूक्ष्मकाय (Microbodies)

स्फीरोसोम (पादप लाइसोसोम)

❖ **खोज :**

◈ इनका अवलोकन सर्वप्रथम हैन्सटीन (1880) ने किया किन्तु इसकी खोज पार्नर (1953) ने की। शब्द स्फीरोसोम डेन्जीयार्ड ने दिया।

❖ **प्राप्ति :**

◈ यह सभी पादप कोशिकाओं में पाये जाते हैं जो लिपिड के संश्लेषण एवं संग्रहण में सम्मिलित होते हैं। जैसे - एण्डोस्पर्म एवं तेलीय बीजों के बीजपत्र।

❖ **आकार, आकृति एवं संरचना :**

◈ इनकी आकृति गोलाकार एवं अण्डाकार होती है। जिनका व्यास लगभग $0.5 - 2.5\mu$ m होता है। इसमें हाइड्रोलिटिक एन्जाइम जैसे प्रोटियेज, राइबोन्यूक्लियेज, फॉस्फेटेज, एस्टेरेज आदि पाये जाते हैं। ये एकल इकाई कला द्वारा घिरे रहते हैं।

❖ **कार्य :**

◈ स्फीरोसोम्स का मुख्य कार्य लिपिड उपापचय में सहायता करना है । इन्हें पादप लाइसोसोम के रूप में भी जाना जाता है।

परऑक्सीसोम (यूरिकोसोम)

❖ **खोज :**

◈ इन्हें सर्वप्रथम टोलबर्ट (1969) ने चूहे की वृक्क (Kidney) कोशिकाओं में इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप की सहायता से खोजा एवं माइक्रोबॉडीज कहा। डी ड्यूब (1965) ने विभिन्न प्रकार के जन्तुओं एवं पौधों से अनेक थैले के समान अंगकों को पृथक किया। इन्हें 'परऑक्सीसोम' कहा क्योंकि इसमें परऑक्साइड उत्पादित करने वाले एंजाइम (ऑक्सीडेज) एवं परऑक्साइड नाशक एंजाइम (केटालेज) पाये जाते है।

❖ **प्राप्ति :**

◈ ये पौधों की प्रकाशसंश्लेषी कोशिकाओं में पाये जाते हैं। जंतुओं मे परऑक्सीसोम कशेरूकियों (Vertebrates) (यकृत एवं वृक्क कोशिकाओं) ब्रेन, छोटी आँत, वृषण (Testis) एवं एड्रीनल कॉर्टेक्स में भी पाये जाते हैं। ये अकशेरूकियों एवं प्रोटोजोआ के सदस्यों में भी पाये जाते हैं। उदाहरण- पैरामीशियम।

❖ **आकार, आकृति एवं संरचना :**

◈ इनकी आकृति गोलाकार होती है। इनका आकार लगभग $1-5\mu$ m होता है ये एक एकल इकाई कला से घिरे रहते हैं।

◈ इनकी कला अमीनो अम्लों, यूरिक अम्लों आदि के लिये पारगम्य होती हैं। इसमें H_2O_2 उपापचय के लिये 4 एंजाइम होते हैं वे एंजाइम हैं- यूरेट ऑक्सीडेज, d-अमीनो ऑक्सीडेज, α-हाइड्रॉक्सी एसिड ऑक्सीडेज जो H_2O_2 का उत्पादन करते हैं जबकि कैटालेज H_2O_2 को नष्ट करने में एक महत्वपूर्ण सुरक्षात्मक भूमिका निभाता है, क्योंकि H_2O_2 कोशिका के लिये विषैला होता है।

❖ **कार्य :**

◈ ये H_2O_2 निर्माण एवं विघटन में सम्मिलित होते हैं, पादप परऑक्सीसोम प्रकाशीय श्वसन में भाग लेते हैं।

ग्लाइऑक्सीसोम

❖ **खोज:**

◈ इन्हें बीवर्स ने 1961 में एवं ब्रिडेनबैक ने 1967 में खोजा।

❖ **प्राप्ति :**

◈ ये कवकों, कुछ प्रोटिस्टा एवं अंकुरण करने वाले वसीय बीजों में पाये जाते हैं। जहाँ अघुलनशील लिपिड के रूप में संचित भोज्य पदार्थ घुलनशील शर्करा में परिवर्तित हो जाता है। ये जंतु कोशिका में अनुपस्थित होता है।

❖ **आकार, आकृति एवं संरचना :**

◈ इनकी आकृति गोलाकार होती है। इनका आकार लगभग $0.5-1\mu$ m होता है। इसमें ग्लाइऑक्सीलेट चक्र के ग्लाइकोलिक अम्ल के उपापचय के एंजाइम पाये जाते हैं। ये एकल इकाई कला द्वारा घिरे रहते हैं। इनमें वसा अम्लों के β-ऑक्सीकरण के लिये भी एंजाइम पाये जाते हैं। एसिटाइल CoA उत्पन्न होता है। इसका ग्लाइऑक्सीलेट चक्र में बेहत्तर उपापचय होने से कार्बोहाइड्रेट उत्पन्न होता है।

❖ **कार्य :**

◈ वसा का कार्बोहाइड्रेट में परिवर्तन ग्लाइऑक्सीसोम का मुख्य कार्य है।

लोमासोम

◈ ये कवक हाइफी के चूषकांग में कोशिका भित्ति एवं प्लाज्मालेमा के बीच पायी जाने वाली थैले के समान संरचनाएं हैं। इन्हें सर्वप्रथम मूरे और मैक एलिस्टर (1961) ने खोजा था। वेव्सटर ने इन्हें बॉर्डर बॉडीज कहा।

तारककाय (Centrosome)

❖ **खोज :**

◈ सेन्ट्रोसोम को सर्वप्रथम वान बेण्डन (1887) ने खोजा था। इसकी संरचना टी.बोबेरी द्वारा प्रदान की गई थी।

❖ **प्राप्ति :**

◈ यह सभी जन्तु कोशिकाओं में पाये जाते हैं अपवाद स्वरूप स्तनियों की परिपक्व RBCs में यह नहीं पाये जाते हैं। यह अधिकतर प्रोटिस्टा के सदस्यों, गतिशील पादप कोशिकाऐं जैसे फर्न के एन्थिरोजोइड्स, शैवालों के जूस्पोर एवं गतिशील शैवाल जैसे क्लेमाइडोमोनास में भी पाये जाते हैं। किन्तु ये प्रोकैरियोट्स, फंजाई, जिम्नोस्पर्म एवं एन्जियोस्पर्म में नहीं पाये जाते हैं।

❖ **संरचना :**

◈ सेन्ट्रोसोम इकाई कला रहित संरचना है। यह दो गहरे अभिरंजित कणों से मिलकर बनी होती है, जिसे सेन्ट्रीयोल कहते हैं। इन्हें समग्र रूप से 'डिप्लोसोम' कहते हैं। ये सेन्ट्रीयोल एक पारदर्शी कोशिकाद्रव्यी प्रक्षेत्र से घिरे होते हैं जिसे सेन्ट्रोस्फेयर या काइनेटोप्लाज्म कहते हैं। सेन्ट्रीयोल एवं सेन्ट्रोस्फेयर को सम्मिलित रूप से सेन्ट्रोसोम कहते हैं। प्रत्येक सेन्ट्रीयोल एक सूक्ष्मनलिका (Microtubules) के समान संरचना है। इसका निर्माण सूक्ष्मनलिकाओं के $9+0$ क्रम (सभी 9 सूक्ष्मनलिकाओं की स्थिति परिधीय होती हैं), में व्यवस्थित होने से होता है। सूक्ष्मनलिका के अंदर एक अंतर सेन्ट्रीयोलर या कार्ट व्हील संरचना होती है जो कि एक केन्द्रीय धुरी (व्यास लगभग 25Å°) एवं 9 रेडियल स्पोक या रेडियल फाइबर का निर्माण करती है।

❖ **रासायनिक संगठन :**

◈ सेन्ट्रोसोम लाइपोप्रोटीन से बनी संरचना है। सेन्ट्रीयोल की सूक्ष्मनलिकाऐं टुब्यूलिन प्रोटीन एवं कुछ लिपिड से मिलकर बनती हैं । इनमें ATPase एन्जाइम की अधिकता होती है।

❖ **उत्पत्ति :**

◈ पुत्री सेन्ट्रीयोल का निर्माण इंटरफेज की G_2 अवस्था में पूर्व उपस्थित सेन्ट्रीयोल से होता है। अतः इसे स्वतः रेप्लीकेशन करने वाला अंगक कहा जाता है।

❖ **कार्य:**

◈ सेन्ट्रीयोल कोशिका विभाजन के दौरान तर्कु तंतु (Spindle fibres) एवं एस्ट्रल किरणों के निर्माण में सहायक होता है।

◈ ये बेसल बॉडीज प्रदान करते हैं जिससे सीलिया एवं फ्लैजिला उत्पन्न होते हैं।

रिक्तिका (Vacuoles)

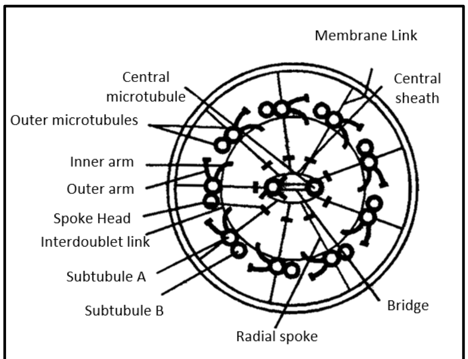
- पोधों में रिक्तिका की खोज स्पलैनजानी (Spallanani) ने की थी। यह अजीवित रिर्जवॉयर है। यह भिन्नात्मक या चयनात्मक पारगम्य कला द्वारा घिरी होती है। जिसे टोनोप्लास्ट कहते हैं।
- रिक्तिका में कोशिका रस (Cell sap) या टोनोप्लाज्म भरा होता है। इसमें जल एवं खनिज तथा एन्थोसायनिन वर्णक पाये जाते हैं।
- कुछ प्रोटोजोआ में संकुचनशील रिक्तिका होती है, जो कि द्रव्य के एकत्रण के द्वारा बड़ी हो जाती है।
- रिक्तकाऐं रस (Sap) रिक्तिका, संकुचनशील रिक्तिका या गैस रिक्तिका (Pseudovacuoles) प्रकार की हो सकती हैं।

रिक्तिका के कार्य

- रिक्तिका कोशिका के परासरणीय संबंध को बनाये रखती है। जो कि जल अवशोषण में सहायक होती हैं।
- रिक्तिका के रस में सांद्रता के कारण ही कोशिका में स्फिति (Turgidity) या तन्य (Flaccid) अवस्था होती है।

पक्ष्माभ एवं कशाभिका (Cilia and Flagella)

- **खोज**
- फ्लैजिलम की उपस्थिति को सर्वप्रथम एग्लेमैन (म्दहसमउंदद) ने (1868) रिपोर्ट किया था। जेन्सन (1887) ऐसे पहले वैज्ञानिक थे जिन्होने स्पर्म फ्लैजिलम की संरचना को रिपोर्ट किया।
- **परिभाषा**
- सीलिया एवं फ्लैजिला माइक्रोस्कोपिक, धागे के समान गतिशील संरचनाऐं हैं। जो कोशिका के बाहर उपस्थित होती हैं किन्तु इनकी उत्पत्ति बेसल बॉडी से अंतरकोशिकीय होती हैं।
- **प्राप्ति**
- सीलिया सभी सीलियायुक्त प्रोटोजोआ जैसे - पैरामीशियम, वार्टिसेला, आदि।
- फ्लैजिला सभी फ्लैजिला युक्त प्रोटोजोआ जैसे - यूग्लीना, ट्राइकोनिम्फा आदि।
- **संरचना**
- सीलिया एवं फ्लैजिला दोनों संरचनात्मक रूप से समान होते हैं और इनमें समान भाग जैसे - बेसल बॉडी, रूटलेट, बेसल प्लेट, शेफ्ट होते हैं।



T.S. Cilium or Flagellum

- **बेसल बॉडी :** इसे ब्लीफैरोप्लास्ट (काइनेटोसोम) या बेसल ग्रेन्यूल भी कहते हैं । यह जीवद्रव्य कला के नीचे कोशिकाद्रव्य में उपस्थित होता है । इसकी संरचना सेन्ट्रीयोल के समान होती हैं। यह भी सूक्ष्मनलिकाओं के 9 ट्रिप्लेट से मिलकर बना होता है।
- **रूटलेट :** यह सूक्ष्मतंतु (Microfilament) का बना होता है जो बेसल बॉडी को सहारा प्रदान करता हैं।
- **बेसल प्लेट :** केन्द्रीय फाइब्रिल इस क्षेत्र में विकसित होते हैं। यह अत्यंत सघन होता हैं जो जीवद्रव्य कला से ऊपर स्थित होता है। बेसल बॉडी और शेफ्ट जीवद्रव्य कला के स्तर पर पाये जाते हैं।
- **शेफ्ट :** यह सीलिया एवं फ्लैजिला का उभार युक्त भाग है जो कोशिकाद्रव्य के बाहर की ओर स्थित रहता है । इसमें सूक्ष्मनलिकाओं के 9 डब्लेट अरीय सममित में (Radial symmetry) होते हैं इन्हें एक्सोनीमा कहते हैं। प्रत्येक एक्सोनीमा में 11 फाइब्रिल होते हैं जिनमें से 9 परिधिय पर एवं 2 केन्द्र में होते हैं। इस व्यवस्था को 9 + 2 पैटर्न कहते हैं।
- **रासायनिक संगठन :** रासायनिक रूप से केन्द्रीय नलिकाऐं डायनिन (Dynein) प्रोटीन की बनी होती हैं जबकि परिधीय सूक्ष्मनलिकाऐं टुब्यूलिन प्रोटीन की बनी होती हैं।

फ्लैजिला के प्रकार

- फ्लैजिला दो प्रकार के होते हैं।
- **टिनसेल फ्लैजिला :** इस फ्लैजिला में पार्श्वीय (Lateral) रोम के समान सरंचनाऐं होती हैं जिन्हें 'फ्लिमर्स' या 'मेस्टिगोनिम्स' कहते हैं।
- **हिपलैस फ्लैजिला :** इस फ्लैजिला में फ्लिमर्स का आभाव होता है।

कार्य

- ये प्रचलन, श्वसन, क्लीनिंग, परिसंचरण एवं भोजन आदि में सहायक होते हैं।
- इनकी प्रकृति प्रोटोप्लाज्मिक होती है । ये संवेदी अंगों की तरह कार्य कर सकते हैं।
- ये प्रकाश, तापमान एवं कॉन्टेक्ट के परिवर्तन में संवेदनशीलता प्रदर्शित करते हैं।

सीलिया एवं फ्लैजिला में अंतर

सीलिया	फ्लैजिला
संख्या में अधिक (प्रत्येक कोशिका में 14,000 से अधिक) होते हैं।	संख्या में कम (1-8) होते हैं
छोटे आकार ($5-10\mu$ m) के होते हैं।	बडे आकार ($100-200\mu$ m तक) के होते हैं
सामान्यतः संपूर्ण शरीर पर वितरित होते हैं।	सामान्यतः शरीर के अग्र भाग पर दिखाई देते हैं।
इनकी गति समन्वित रूप से या तो मेटाक्रोनस या सिनक्रोनस होती हैं।	ये स्वतंत्र रूप से गति करते हैं।
प्रसर्पि (Sweeping) या लोलक के समान गति होती है।	तरंग के समान गति होती है।
प्रचलन, भोजन, पिरिसंचरण आदि करते हैं।	केवल प्रचलन करते हैं।

कोशिकीय कंकाल (Cytoskeleton)

- यूकैरियोटिक कोशिका में, कलाओं (Membranes) के विस्तृत तंत्र को सहारा प्रदान करने के लिये फाइबर युक्त प्रोटीन तत्वों के एक फ्रेमवर्क की आवश्यकता होती है।
- ये तत्व सम्मिलित रूप से कोशिका के कंकाल का निर्माण करते हैं।
- ये तीन प्रकार के होते हैं :

सूक्ष्मनलिकाऐं (Microtubules)

- सर्वप्रथम डी रॉबर्टिस एवं फ्रेंची (1953) ने मैड्यूला युक्त नर्व फाइबर के एक्जॉन में इन्हें खोजा एवं न्यूरोटुब्युल्स (Neurotubules) नाम दिया।

स्थिति :

- सूक्ष्मनलिकाऐं इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक संरचनाऐं हैं जो केवल यूकैरियोटिक कोशिकीय संरचनाओं जैसे - सीलिया, फ्लैजिला, सेन्ट्रीयोल, बेसल बॉडी, एस्ट्रल फाइबर, स्पिण्डल फाइबर आदि में पाये जाते हैं।

संरचना :

- एक सूक्ष्म नलिका खोखली, बेलनाकार संरचना है, जिसका व्यास लगभग 250Å एवं ल्यूमन लगभग 150Å होता है। इसकी भित्ति लगभग 50Å मोटी होती है। इसकी भित्ति 13 समानांतर प्रोटुब्यूल्स से मिलकर बनी होती है।

रासायनिक संगठन :

- ये मुख्यतः ट्युब्यूलीन प्रो टीन की बनी होती है। एक ट्युब्यूलीन प्रोटीन दो उपइकाईयों α - ट्युब्यूलीन अणु एवं β ट्युब्यूलीन अणु से मिलकर बनी होती है। जो एक हैलिकल में एक के बाद एक व्यवस्थित होती है।

कार्य:

- यह कोशिकीय कंकाल (Cytoskeleton) के एक भाग का निर्माण करती हैं। यह कोशिका को आकार देने एवं यांत्रिक सहारा प्रदान करने में सहायक होती हैं।
- सीलिया एवं फ्लैजिला की सूक्ष्मनलिकाऐं चलन एवं भोजन क्रिया में सहायक होती हैं।
- माइटोटिक उपकरण के एस्टर्स एवं स्पिण्डल फाइबर की सूक्ष्मनलिकाऐं कोशिका विभाजन में गुणसूत्रों की विपरीत ध्रुवों की ओर गति में सहायक होती हैं।

सूक्ष्मतंतु (Microfilament)

खोज :

- इन्हें पैल्विज एवं साथियों (1974) ने खोजा था।

स्थिति :

- ये इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक, संकरी, लम्बी, बेलनाकार, असंकुचनशील एवं प्रोटीन युक्त संरचनाऐं हैं। जो केवल यूकैरियोटिक कोशिकाद्रव्य में पायी जाती है। ये माइक्रोविलाई, पेशीयतंतु (Myofilaments) आदि में उपस्थित होते हैं परन्तु ये प्रोकैरियोट्स में अनुपस्थित होते हैं।

संरचना :

- प्रत्येक सूक्ष्मतंतु ठोस तंतु होता है जिसका व्यास $50 - 60$Å होता है। यह ग्लोब्यूलर प्रोटीन अणुओं की एक श्रृंखला से मिलकर बना होता है। ये सामान्यतः सामूहिक रूप से बण्डल का निर्माण करते हैं।

रासायनिक संगठन :

- ये मुख्यतः एक्टिन प्रोटीन (संकुचनशील) के बने होते हैं।

कार्य:

- सूक्ष्मतन्तु कोशिकीय कंकाल के एक भाग का निर्माण करते हैं तथा सूक्ष्मतन्तु विकास, गतिशीलता एवं विभाजन के दौरान कोशिका की आकृति में परिवर्तन के लिए उत्तरदायी होते हैं।
- सूक्ष्मतन्तु कोशिका में कणों एवं अंगकों की गतिशीलता को निर्देशित करते हैं।
- सूक्ष्मतन्तु कोशिकाद्रव्य में स्ट्रीमिंग गति उत्पन्न करते हैं।
- सूक्ष्मतन्तु एण्डोसाइटोसिस एवं एक्जोसाइटोसिस के दौरान कोशिका कला की गतिशीलता के लिये उत्तरदायी होते हैं।

मध्यवर्ती तन्तु (Intermediate filaments)

स्थिति :

- ये यूकैरियोटिक कोशिकाओं के कोशिकाद्रव्य में सहारा देने वाले तत्व हैं। ये स्तनियों की RBCs में अनुपस्थित होते हैं।

संरचना :

- ये कुछ सूक्ष्मतन्तुओं की तुलना में बड़े होते हैं। ये लगभग $10nm$ मोटे होते हैं। ये ठोस, अशाखित एवं अगतिशील संरचनात्मक प्रोटीन (जैसे कीरेटिन, डेस्मिन एवं विमेन्टिन) से मिलकर बने होते हैं।

कार्य:

- ये कोशिकीय कंकाल के एक भाग का निर्माण करते हैं, जो सायटोसोल को सहारा प्रदान करता है एवं कोशिका की आकृति को नियत (Maintain) रखता है।
- ये एक्सॉन को दृढ़ता प्रदान करता है।
- ये केन्द्रक तथा अन्य अंगकों को यथा स्थान बनाये रखता है।

केन्द्रक (Nucleus)

- केन्द्रक कोशिका का निर्देशक भी होता है। यह कोशिका का बहुत ही महत्वपूर्ण भाग है। जो सभी कोशिकीय कार्यों को नियंत्रित एवं निर्देशित करता है।

खोज

- सर्वप्रथम रॉबर्ट ब्राउन (1831) ने ऑर्किड की जड़ में केन्द्रक को खोजा। केन्द्रक कोशिका एवं जीव में निर्धारक (आनुवांशिकी) की भूमिका निभाता है। इसका प्रयोगिक प्रदर्शन हैमरलिंग (1934) ने समुद्री, हरे एक कोशिकीय शैवाल एसीटाबुलेरिया में किया।

प्राप्ति

- एक सत्य केन्द्रक निश्चित केन्द्रकीय कला एवं रेखीय गुणसूत्र युक्त होता है। यह सभी यूकैरियोट्स में उपस्थित होता है। अपवाद स्वरूप स्तनियों की परिपक्व RBCs, जायलम के वेसल्स, ट्रेकिड्स एवं फ्लोयम की सीव ट्यूब कोशिका में यह अनुपस्थित होता है। प्रोकैरियोट्स में एक प्रारंम्भिक केन्द्रक होता है जिसे न्यूक्लियोइड या प्रोकैरियोन या जीनोफोर या असत्य केन्द्रक कहा जाता है।

संख्या

- सामान्यतः प्रत्येक कोशिका में एक केन्द्रक होता है-
  जैसे: मोनोन्यूक्लियेट स्थिति, उदाहरण - एसीटाबुलेरिया।

(1) **एन्यूक्लियेट (केन्द्रक रहित) :**
उदाहरण - स्तनियों की RBCs एवं फ्लोयम की सीव ट्यूब, जायलम की ट्रेकिड्स और वेसल्स आदि।

(2) **बाइन्यूक्लियेट :**
उदाहरण - सीलिया युक्त प्रोटोजोआ जैसे पैरामीशियम।

(3) **पॉलीन्यूक्लियेट :**
उदाहरण - वाऊकेरिया, राइजोपस का फंगल हाइफी।

- बहुकेन्द्रकीय (Polynucleate) स्थिति कोशिकाओं के आपस में जुड़ने के कारण हो सकती है।
  जैसे- सिनकायटियम (नारियल एण्डोस्पर्म) या सायटोकाइनेसिस रहित मुक्त केन्द्रकीय विभाजन जैसे सीनोसाइट।

आकृति

- यह विभिन्नता प्रदर्शित करता है। सामान्यतः गोलाकार (घनाकार जर्म कोशिकाएँ), अण्डाकार (आंत की आयताकार कोशिकायें), पैरामीशियम में सेम के आकार का, वर्टिसेला में घोड़े के नाल के आकार का होता है।
- दो लोब युक्त उदाहरण - WBCs (एसिडोफिल्स),
- तीन लोब युक्त उदाहरण - बेसोफिल,
- बहु लोब युक्त उदाहरण - न्यूट्रोफिल्स।
- लम्बे एवं कणिका के रूप में (मोनिलिफॉर्म) उदाहरण - प्लेटी फैलिक्स कीट लार्वा की सिल्क स्पिनिंग कोशिकाओं में शाखित और स्टेनटर।

आकार

- केन्द्रक का आकार अलग-अलग होता है जैसे $-5 - 30\mu$ ।
- उपापचयी सक्रिय कोशिकाओं में केन्द्रक का आकार उपापचयी निष्क्रिय कोशिकाओं की तुलना में बड़ा होता है।

रासायनिक संगठन

- प्रोटीन = 80%, DNA = 12%, RNA = 5%, लिपिड = 3%
- इसमें एन्जाइम जैसे पॉलीमरेज बहुतायत में उपस्थित होते हैं। जो DNA एवं RNA के संश्लेषण में सहायक होते हैं।

परासंरचना

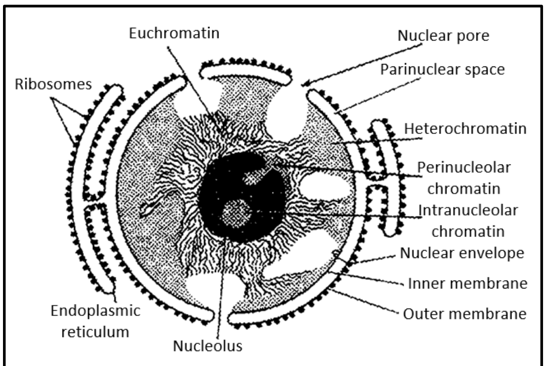
- केन्द्रक निम्न संरचनाओं से मिलकर बना होता है :

(1) केन्द्रक कला :

- केन्द्रक कला को केन्द्रक आवरण या न्यूक्लियोलेमा या कैरियोथिका भी कहते हैं। इसे सर्वप्रथम इरक्लैव (1845) ने खोजा था।

संरचना :

- यह एक द्विस्तरीय आवरण है। प्रत्येक कला लाइपोप्रोटीन की बनी हुई 60 – 90Å मोटी एवं ट्राइलेमिनर होती है।
- बाह्य कला एक्टोकैरियोथिका (राइबोसोम सहित) कहलाती है।
- आंतरिक कला एण्डोकैरियोथिका कहलाती है। यह राइबोसोम रहित होती है। दोनों कलाऐं एक परिकेन्द्रकीय स्थान (Perinuclear space) द्वारा पृथक होती हैं। यह स्थान लगभग 100 – 300Å होता है।
- केन्द्रक कला छिद्रयुक्त होती है। इसमें 1,000 – 10,000 ऑक्टागोनल केन्द्रक छिद्र होते हैं। प्रत्येक केन्द्रक छिद्र का व्यास लगभग 400-1,000 Å होता है, इनका औसत आकार 800Å होता है।
- कैलम तथा टैमलिन (1950) ने सर्वप्रथम केन्द्रक कला में केन्द्रक छिद्रों की खोज की। प्रत्येक केन्द्रक छिद्र में एक गोलाकार संरचना होती है, जिसे एन्यूलाई कहते हैं।
- दोनों संरचनाओं को संयुक्त रूप से पोर कॉम्पलेक्स या पोर बास्केट कहते हैं।



केंद्रक की इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी संरचना

उत्पत्ति :

- कोशिका विभाजन की टीलोफेज अवस्था के दौरान एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम के तत्वों के संयोजन द्वारा इसका निर्माण होता है।

कार्य:

- यह न्यूक्लियो-सायटोप्लाज्मिक अन्योन्य क्रिया (Interactions) का नियमन करती है।
- यह अकार्बनिक आयन्स, छोटे कार्बनिक अणुओं, राइबोसोम उपइकाईयों, RNAs एवं प्रोटीन को केन्द्रक छिद्र द्वारा गुजरने देती है।
- यह केन्द्रक की आकृति को नियंत्रित करती है।

(2) केन्द्रिका (छोटा केन्द्रक प्लाज्मोसोम) :

- केन्द्रिका (Nucleolus) की खोज सर्वप्रथम फॉनटाना (1781) ने ईल की त्वचा कोशिकाओं में की।
- बोमैन (1840) ने इसे केन्द्रिका नाम दिया। वेगनर (1840) ने इसकी प्रकाश सूक्ष्मदर्शीय संरचना प्रदान की।

स्थिति :

- सामान्यतः यह न्यूक्लियोलर गुणसूत्र के केन्द्रिका संगठन क्षेत्र (Nucleolar organizer region/NOR) से जुड़ी होती है। यह पेशी तंतुओं, RBC, यीस्ट, स्पर्म एवं प्रोकैरियोट्स में अनुपस्थित होती है।

❖ **संख्या :**

◈ सामान्यतः एक द्विगुणित (Diploid) कोशिका दो न्यूक्लियोलाई युक्त होती है, किन्तु मानव की एक कायिक (Somatic) कोशिका में पाँच न्यूक्लियोलाई एवं जीनोपस के ऊसाइट में लगभग 1000 न्यूक्लियोलाई होती हैं।

❖ **संरचना :**

◈ इसकी संरचना डी रॉबर्टिस एवं साथियों ने 1971 में प्रदान की।

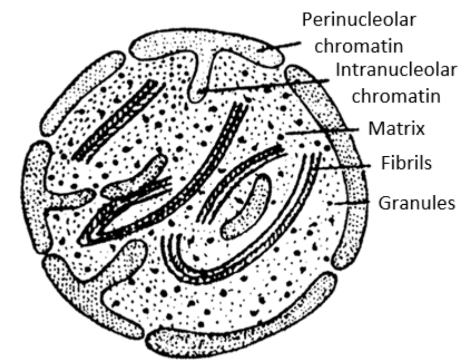
◈ केन्द्रिका को भिन्न क्षेत्रों में विभेदित किया गया है।

(1) क्रोमेटिन : केन्द्रिका पेरिन्यूक्लियोलर क्रोमेटिन द्वारा घिरी होती है।

(2) पार्स फाइब्रोसा : $80-100Å$ के तंतु केन्द्रिका के एक भाग का निर्माण करते हैं।

(3) पार्स ग्रेनुलोसा : $150-200Å$ व्यास के ग्रेन्यूल्स केन्द्रिका के ग्रेन्यूलर भाग का निर्माण करते हैं। राइबोसोम का निर्माण इस भाग में होता है इसलिये इसे राइबोसोम की संगठन रेखा भी कहते हैं।

(4) पार्स एर्मोफा : एर्मोफस प्रोटीन युक्त मैट्रिक्स में ग्रेन्यूल्स एवं फाइब्रिल्स बिखरे हुये पाये जाते हैं। केन्द्रिका को 'पायरोनिन' द्वारा अभिरंजित (Stain) करते हैं। यह किसी भी सीमाकारक कला द्वारा घिरी नहीं होती है।



Ultrastructure of a Nucleolus

❖ **रासायनिक संगठन :**

◈ केन्द्रिका मुख्यतः RNA एवं हिस्टोन रहित अम्लीय प्रोटीन की बनी होती है। यह RNA को संग्रह करने वाला घर है।

❖ **उत्पत्ति :**

◈ केन्द्रिका एक विशिष्ट साइट पर निर्मित होती है इसे न्यूक्लियोलर ऑर्गेनाइजर कहते हैं । यह कुछ गुणसूत्र क्षेत्र (NOR) पर उपस्थित होता है।

❖ **कार्य:**

◈ यह rRNA के जैवनिर्माण (Biogenesis) एवं rRNA के संग्रह की साइट है।

◈ कोशिका विभाजन के दौरान यह स्पिण्डल निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

◈ यह कोशिकाद्रव्य से राइबोसोमल प्रोटीन को ग्रहण करती है। rRNAs एवं राइबोसोमल प्रोटीन आपस में जुड़कर राइबोसोम की उपइकाईयों का निर्माण करते हैं। इसलिये इसे राइबोसोम उत्पन्न करने वाली मशीन या फैक्ट्री कहते हैं।

(3) न्यूक्लियोप्लाज्म :

◈ इसे कैरियोलिम्फ भी कहा जाता है।

◈ यह पारदर्शी, होमोजीनस, अर्धतरल एवं कॉलोइडल आधारीय पदार्थ होता है। जो केन्द्रक कला के अंदर की ओर स्थित होता है। इसमें न्यूक्लिक अम्ल (DNA एवं RNA), प्रोटीन (बेसिक प्रोटीन, अम्लीय प्रोटीन), एन्जाइम (DNA पॉलीमरेज, RNA पॉलीमरेज, NAD सिन्थेटेज), खनिज (फॉस्फोरस, पोटेषियम, सोडियम, कैल्सियम, मैग्नीशियम आदि) तथा राइबोन्यूक्लियोप्रोटीन होते हैं।

◈ न्यूक्लियोप्लाज्म केन्द्रक की आकृति को नियंत्रित करने में सहायक होता है।

◈ यह NAD, ATP, DNA, RNAs, के स्पिण्डल प्रोटीन एवं राइबोसोम की उपइकाईयों के निर्माण में भी सहायक होता है।

◈ प्लाज्मोसोम एवं कैरियोसोम को संयुक्त रूप से 'एम्फिन्यूक्लियोलाई' कहते हैं।

(4) क्रोमेटिन फाइबर/न्यूक्लियर क्रोमेटिन :

◈ न्यूक्लियोप्लाज्म में अनेक धागे के समान, कुण्डलित एवं लम्बी संरचनाएँ होती हैं, जो क्षारीय अभिरंजक जैसे 'बेसिक फुस्चिन' में तीव्रता से अभिरंजित होती है। इन धागे के समान संरचनाओं को क्रोमेटिन फाइबर के रूप में जाना जाता है।

◈ ये न्यूक्लियोप्लाज्म में समान रूप से वितरित होती है। केवल 'इंटरफेज अवस्था' में ही ये दिखाई देती है।

(5) केन्द्रीय मेट्रिक्स (Nuclear Matrix) :

◈ ये प्रोटीन युक्त फाइब्रिल्स का जाल है ये बाहरी मोटा भाग है जिसे फाइब्रसलेमिना कहते हैं (हेरिस और जेम्स, 1952)।

गुणसूत्र
(ग्रीक, क्रोमा = रंग सोमा = काय)

◈ हॉफमिस्टर (1848) ने सर्वप्रथम ट्रेडिस्केन्शिया की पराग मातृ कोशिकाओं में गुणसूत्रों को खोजा तथा स्टार्सवर्गर (1895) ने अध्ययन किया तथा वाल्डेयर (1888) ने नाम दिया।

◈ इन्टरफेज के दौरान, क्रोमेटिन धागे जाल (Network) के रूप में उपस्थित होते हैं। इसे क्रोमेटिन रेटिकुलम कहते हैं।

◈ कोशिका विभाजन के समय क्रोमेटिन की धागे के समान संरचनाएँ स्वतंत्र संरचनाओं के रूप में दिखाई देती है, इन्हें गुणसूत्र कहते हैं।

◈ जिनोम को गुणसूत्र के अगुणित सेट के रूप में परिभाषित किया जाता है।

गुणसूत्र की संरचना

◈ प्रत्येक गुणसूत्र अपनी पूरी लम्बाई में दो कुण्डलित तंतुओं का बना होता है। इन तंतुमय संरचनाओं को वेजदोवस्की ने क्रोमोनीमेटा कहा। इनकी कणिका के समान संरचनाओं को क्रोमोमीयर कहते हैं। इन पर जीन्स पाये जाते हैं।

◈ क्रोमेटिड एक आधा गुणसूत्र या पुत्री गुणसूत्र है। दो क्रोमेटिड सेन्ट्रोमीयर या प्राथमिक संकीर्णन पर जुड़े होते हैं।

◈ प्राथमिक संकीर्णन (सेन्ट्रोमीयर) एवं द्वितीयक संकीर्णन (Secondary constriction) से सैटेलाइट उत्पन्न होता है।

- द्वितीयक संकीर्णन जीन्स का बना होता है। जो राइबोसोमल RNA एवं केन्द्रिका के लिये कोड करता है, इसलिये इसे केन्द्रिका संगठन क्षेत्र (NOR) कहते हैं।
- गुणसूत्र जिनमें सैटेलाइट होता है उन्हें SAT गुणसूत्र कहते हैं। गुणसूत्र का सिरा 'टीलोमीयर' (जो किसी अन्य संरचना से नहीं जुड़ा होता) कहलाता है।
- 1928 में इमिल हिट्ज ने गुणसूत्रों के अभिरंजन की एक तकनीक विकसित की।
- गुणसूत्रों के रंजक गुण को हिटरोपिकनोसिस कहते हैं गुणसूत्रों को क्षारीय रंजक जैसे जेनस ग्रीन के द्वारा अभिरंजित कर सकते हैं इसमें 2 प्रकार के क्षेत्र होते हैं।
- **हिटरोक्रोमेटिन :** यह गुणसूत्र के मोटे भाग का निर्माण करता है, जो अन्य क्षेत्रों की तुलना में अधिक गहरा (Dark) अभिरंजित होता है। यह सघन RNA के साथ होते हैं, जो ट्रांसक्रिप्शन में निष्क्रिय एवं देर से रेप्लीकेशन करने वाला होता है। सामान्यतः यह न्यूक्लियर लैमिना के समीप पाया जाता है। हिटरोक्रोमेटिन दो प्रकार का होता है :
- **कन्सटिट्युटिव हिटरोक्रोमेटिन :** सभी कोशिकाओं में सभी अवस्थाओं में पाई जाती है उदाहरण - सेन्ट्रोमियर।
- **फैकल्टेटिव हिटरोक्रोमेटिन :** कुछ अवस्थाओं में कुछ जीन की अक्रियशीलता के द्वारा बनते हैं। उदाहरण - बार बॉडी।
- **यूक्रोमेटिन :** यह वास्तविक क्रोमेटिन है जो पतले, कम गहरे अभिरंजित क्षेत्र का निर्माण करती है। इसमें लूज DNA होता है जो सक्रिय ट्रांसक्रिप्षन तथा शीघ्र रेप्लीकेशन करता है।

रासायनिक संगठन

- DNA - 40%, हिस्टोन - 50%, अन्य (अम्ल) प्रोटीन -8.5%, RNA -1.5%, लिपिड, Ca, Mg एवं Fe सूक्ष्म मात्रा में होते हैं। हिस्टोन कम आण्विक भार वाली क्षारीय प्रोटीन है जो DNA के साथ $1:1$ के अनुपात में पायी जाती है।
- नॉनहिस्टोन क्रोमोसोमल या NHC प्रोटीन तीन प्रकार की होती है - संरचनात्मक, एंजाइमेटिक एवं रेगुलेटरी।
- संरचनात्मक NHC प्रोटीन गुणसूत्र के अक्ष या कोर का निर्माण करती है। इन्हें स्कैफोल्ड (Scaffold) प्रोटीन भी कहते हैं।

गुणसुत्रीय संगठन
Chromatin organisation

- विश्रांतावस्था अर्थात् इन्टरफेज अवस्था में यूकेरियोट कोशिकाओं में जीनोम क्रोमेटिन के रूप में होता है।
- यह केन्द्रकीय मैट्रिक्स में महीन क्रोमेटिन धागों के जाल के रूप में फैला रहता है।
- कोशिका विभाजन के समय क्रोमोटिन विशिष्ट गुणसूत्रों के रूप में संघनित हो जाता है ।
- एक ही जाति के समस्त जीवों में गुणसूत्रों की संख्या निश्चित होती है, किन्तु विभिन्न जातियों के पेड -पौधो व जन्तुओं में इनकी संख्या अलग- अलग होती है । अत : गुणसूत्र संख्या वर्गीकरण विज्ञान में विभिन्न जातियों की स्थिति निर्धारण करने एव इनकी विकासीय वंशावली को निर्धारित करने में अति महत्त्वपूर्ण होती है।
- यूकेरियोटिक कोशिकाओं में गुणसूत्रों की सबसे कम संख्या Ascaris megalocephalus univalens में होती है। इनकी दैहिक कोशिकाओं में दो तथा युग्मकों में केवल एक गुणसूत्र होता है ।
- प्रत्येक जीव के युग्मकों में गुणसूत्रों की संख्या इसकी दैहिक कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या से आधी होती है । इसीलिए दैहिक कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या को द्विगुणित (diploid अर्थात $2n$ तथा युग्मकों में इनकी संख्या को अगुणित (haploid अर्थात n) कहते हैं।
- कोशिका चक्र के अन्तर्गत गुणसूत्र के आकार एवम् आकृति में चक्रिय परिवर्तन होते हैं । जब केन्द्रक विश्रामावस्था में होता है, तो इसके गुणसूत्र लम्बे पतले तन्तुओं के रूप में होते हैं और ये क्रोमेटिन जाल बनाते हैं। इस अवस्था में ये सामान्य सूक्ष्मदर्शी द्वारा हष्टिगत नहीं होते।
- कोशिका विभाजन के समय क्रोमेटिन तन्तु स्प्रिंग के समान कुण्डलित होने लगते हैं और सिकुड़कर छोटे व मोटे हो जाते हैं। इन रचनाओं को गुणसूत्र (chromosome) कहते हैं ।
- प्रोफेज में गुणसूत्र स्पष्ट तन्तुओं के समान दिखाई देते हैं, किन्तु मेटाफेज तथा एनाफेज में ये छड़ के समान अथवा V.L या J के आकार के दिखाई देते हैं। टेलोफेज प्रावस्था में ये पुन : तन्तुमय होकर क्रोमेटिन जाल बना लेते हैं ।

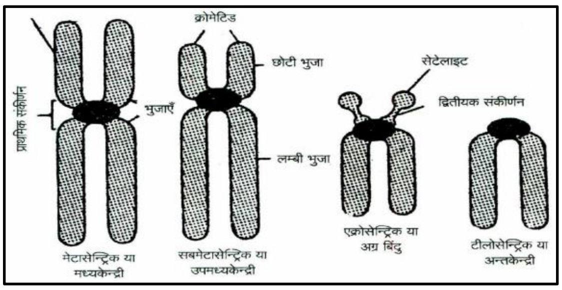
1. गुणसूत्रों की आकारिकी (Morphology of Chromosome)

- कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाओं में गुणसूत्रों के रूप एवं आकृति में अत्याधिक भिन्नता होती है ।
- सामान्यत ' गुणसूत्र छड़नुमा पतले (thin), सूत्राकार (thread shaped), प्रत्यास्थ तथा संकुचित (condense) होते हैं ।
- कोशिका की अन्तरावस्था में क्रोमोसोम जालनुमा क्रोमेटिन की तरह बिखरे रहते हैं । सामान्यत ' जन्तु की अपेक्षा पौधों में गुणसूत्र बड़े परिमाप (size) के होते हैं ।

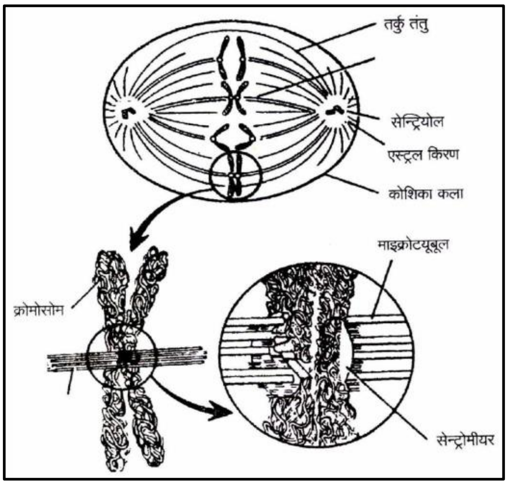
2. गुणसूत्र की संरचना (structure of Chromosome)

पैलिकल तथा मैट्रिक्स (Pellicle & Matrix)

- प्रत्येक गुणसूत्र एक पतली, रंगहीन सीमांत कला (Limiting membrane) द्वारा घिरा रहता है, जिसे पैलिकल कहते हैं ।
- इस पैलिकल के अन्दर एक जैलीनुमा अक्रिस्टलीय (amorphous) पदार्थ मैट्रिक्स पाया जाता है । इस मैट्रिक्स में क्रोमोनिमेटा (chromonemata)पाये जाते हैं ।



- सेंटरोमीयर की स्थिति के आधार पर विभिन्न प्रकार के गुणसूत्र



एक मेटोफेज गुणसूत्र व सेन्ट्रोमीयर का आवर्धित चित्र

- **प्राथमिक संकीर्णन या सेन्ट्रोमीयर (Primary constriction or Centromere)**
- गुणसूत्रों का हल्का अभिरंजित होने वाला हिस्सा, जो संकुचित दिखाई देता है, प्राथमिक संकुचन (Primary constriction) कहलाता है ।
- इस पर सेन्ट्रोमीयर या काइनेटोफोर पाया जाता है। इसकी स्थिति नियत होती है तथा गुणसूत्र की विशिष्टता है। प्राथमिक संकुचन पर गुणसूत्र की दोनों भुजायें इसी पर आकर मिलती हैं । इसमें पुनरावृत्त डी. एन .ए. पाया जाता है। इसे सेन्ट्रोमीरिक हेटरोक्रोमेटिन (centromeric heterochromatin) कहते हैं।
- कोशिका विभाजन के दौरान मेटाफेज में गुणसूत्र तक्रु तंतुओं से इसी स्थान से जुड़े रहते हैं । तंतुओं पर गुणसूत्रों की गति के लिये सेन्ट्रोमीयर आवश्यक होता है।
- इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में सेन्ट्रोमीयर प्राथमिक संकुचन पर चिपकी हुई प्रोटीन से बनी तश्तरीनुमा संरचना है। इसका व्यास लगभग 0.20 से 0.25 होता है। यह क्रोमोटिन रहित पदार्थ की बनी होती है।
- अनुप्रस्थ काट में यह तीन भागों की बनी होती है,

(i) $3-4$ nm मोटी सघन, उत्तल ब्राहा परत जिस पर तुकु तन्तुओं की सूक्ष्म नलिकायें संलग्न रहती है। इसे भेदकर क्रोमेटिन सूत्रों से जुड़ी रहती है।

(ii) आंतरिक कम सघन परत जो $15-30$ nm मोटी होती है तथा क्रोमेटिन सूत्रों व ब्राहा सघन परत के मध्य में स्थित होता है।

(iii) सेन्ट्रोमीयर के उत्तल भाग के ऊपर पाया जाने वाला तंतुमय पदार्थ (fibrillar materical) सघन कोरोना (corona) का निर्माण करता है।

- एक ही प्रकार के समस्त गुणसूत्रों में प्राथमिक संकीर्णन की स्थिति सदैव स्थिर रहती है। उसी के द्वारा गुणसूत्रों को पहचानने में सहायता मिलती है।
- सेन्ट्रोमीयर की स्थिति के आधार पर गुणसूत्र निम्न प्रकार के होते हैं

(i) मध्यकेन्द्री या मेटासेन्ट्रिक (Metacentric): इस प्रकार के गुणसूत्रों में सेन्ट्रोमीयर मध्य बिन्दु या उसके आसपास स्थित होता है।

(ii) उपमध्यकेन्द्री या सबमेटासेन्ट्रिक (Submetacentric): इस प्रकार के गुणसूत्र में सेन्ट्रोमीयर मध्य बिन्दु से कुछ दूर स्थित होता है, जिससे इसकी दोनों भुजायें असमान लम्बाई की हो जाती है।

(iii) अग्र बिन्दु या एक्रोसेन्ट्रिक गुणसूत्र (Acrocentric): ये भी छड़नुमा गुणसूत्र हैं, जिनमें सेन्ट्रोमीयर की स्थिति उपअग्रीय होती है। इस प्रकार के गुणसूत्रों की एक भुजा अत्यधिक लम्बी तथा दूसरी अति छोटी होती है।

(iv) अन्तकेन्द्री या टीलोसेन्ट्रिक (Telocentric) : ये छड़नुमा गुणसूत्र हैं, जिनमें सेन्ट्रोमीयर सबसे आगे स्थित (अग्रस्थ) होता है, जिसके कारण गुणसूत्र में केवल एक भुजा होती है।

- सेन्ट्रोमीयर या काइनेटोकोर गुणसूत्र का सर्वाधिक स्थायी भाग है। कोशिका विभाजन के समय गुणसूत्रों का तुर्कु पर विन्यास एवं चलन सेन्ट्रोमीयर पर ही आधारित होता है।
- कोशिका विभाजन के समय गुणसूत्र अपने सेन्ट्रोमीयर द्वारा ही तुर्कु -तन्तुओं से जुड़े रहते हैं ।
- **सेन्ट्रोमीयर की संख्या (Number of Centromeres)**
- प्राय : केवल क्रोमेटिड में दो सेन्ट्रोमीयर होते है, किन्तु इनकी संख्या में विविधता भी होती है। सेन्ट्रोमीयर की संख्या के आधार पर गुणसूत्र निम्न प्रकार के होते हैं

1. मोनोसेण्ट्रिक (Monoentric) : इस प्रकार के गुणसूत्रों में केवल एक सेन्ट्रोमीयर होता है।

2. डाइसेण्ट्रिक (Dicentric): इस प्रकार के गुणसूत्रों में दो सेन्ट्रोमीयर होते हैं ।

3. पॉलीसेण्ट्रिक (Polycentric): ये दो से अधिक सेन्ट्रोमीयर वाले गुणसूत्र हैं । ये एस्केरिस मेगेलोसेफेला (Ascaris megalocephala) में पाये जाते हैं ।

4. असेण्ट्रिक (Acentric): असेण्ट्रिक गुणसूत्रों में सेण्ट्रोमीयर्स अनुपस्थित होता है। गुणसूत्रों के खण्डित भाग इस अवस्था को प्रदर्शित करते हैं । अकेन्द्रिक गुणसूत्र अस्थायी होते हैं, जो प्राय: अन्य गुणसूत्रों के खण्डित सिरों से जुड़ जाते हैं ।

5. विसरित या अस्थायीकृत (Diffiused or Nonlocated): कुछ होमोप्टिरेन तथा हेमीप्टिरन (homopterens and hemipterans) कीटों में स्पष्ट व स्थायीकृत सेण्ट्रोमीयर नहीं होता, पर वह गुणसूत्र की पूर्ण लम्बाई में विसरित रहता है।

- **सेण्ट्रोमीयर की परारचना (Ultrastructure of Centromere)**
- प्रकाश सूक्ष्मदर्शी द्वारा सेन्ट्रोमीयर एक अवर्णक रचना (achromatic figure) के रूप में दिखाई देता है, किन्तु इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा यह $0.20-0.25$ nm व्यास की प्लेट या प्यालेनुमा रचना के रूप में दिखाई देता हे और प्राथमिक संकीर्णन से लगा रहता है।
- अनुप्रस्थ काट में यह निम्नलिखित भागों का बना प्रतीत होता है

(i) एक 30-40nm मोटा इलेक्ट्रॉन सघन स्तर, जिसकी बाहय सतह उत्तल होती है। तक्रु तन्तु की सूक्ष्म नलिकायें इससे जुड़ी रहती हैं तथा इसमें से होकर क्रोमेटिन तन्तुओं तक जाती हैं।

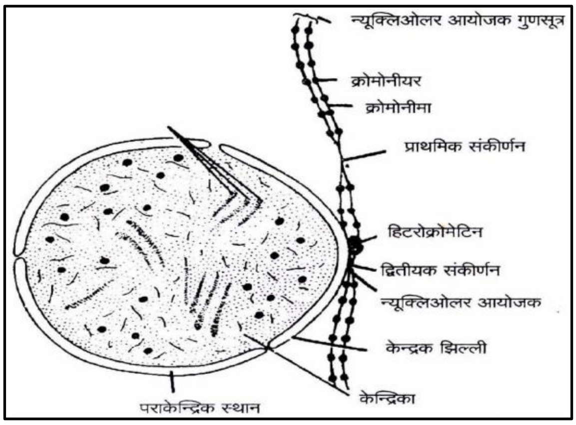
(ii) $15 - 30$ nm मोटा भीतरी कम सघन स्तर जो इलेक्ट्रॉन सघन स्तर तथा नीचे स्थित क्रोमेटिन तन्तुओं के बीच स्थित होता है।

(iii) सेन्ट्रोमीयर की उत्तल सतह पर एक बाहय तन्तुकी पदार्थ, जो एक प्रकार का कोरोना बनाता है।

❖ **कार्य :**

◈ सेन्ट्रोमीयर के निम्न कार्य हैं

1. गुणसूत्री तर्कु तन्तुओं की सूक्ष्म नलिकाओं को जोड़ने का कार्य करता है तथा कोशिका विभाजन के समय गुणसूत्रों के चलन में सहायता करता है।
2. सेन्ट्रोमीयर सूक्ष्म नलिकाओं के निर्माण में प्रयुक्त प्रोटीन ट्युबुलिन के बहुलीकरण (polymerization)में सहायक होता है।



❖ **द्वितीयक संकीर्णन के न्यूक्लिओलर आयोजक (Secondary Constriction and Nucleolar Organizer)**

◈ कुछ गुणसूत्रों में प्राथमिक संकीर्णन के अतिरिक्त इनकी एक या दोनों भुजाओं में कुछ अन्य संकीर्णन होते हैं । इनको द्वितीयक संकीर्णन (secondary constrictions) कहते हैं ।

◈ गुणसूत्रों में इनकी स्थिति निश्चित होती है। इसी कारण ये गुणसूत्रों की पहचान बनाते हैं ।

◈ कुछ गुणसूत्रों में द्वितीयक संकीर्णन का न्यूक्लिओलस से सम्बन्ध होता है और यह न्यूक्लिओलस के निर्माण में भाग लेता है। इसलिये इसे न्यूक्लिओलस का आयोजक (nucleolar organizer) कहते हैं । यह हल्का, अभिरंजित होने वाला क्षेत्र है, जिसके सिरे का भाग सेटेलाइट बॉडी कहलाता है। जिन गुणसूत्रों में सेटेलाइट बॉडी उपस्थित होती है, सेट गुणसूत्र (SAT-गुणसूत्र)कहलाते हैं । न्यूक्लिओलर आयोजक क्षेत्र (Nucleolar organizer region) में 18 S तथा 28 S RNA के लिए जीन होते हैं ।

◈ मनुष्य में यह 13^{th} 14^{th} 15^{th} 20^{th} तथा 22^{th} गुणसूत्रों में होता मैट्रिक्स में धँसी हुई अवस्था में पाये जाने वाला दो, एक समान पतले अत्यधिक कुण्डलित सूत्र क्रोमोनिमेटा कहलाते हैं ।

◈ ये आपस में अत्यधिक कुण्डलित होकर एकल सूत्र दिखाई देते हैं, जिसकी मोटाई लगभग 800 A^0 होती है।

◈ मध्यावस्था या मेटाफेज में प्रत्येक गुणसूत्र दो सममित संरचनायें क्रोमोनिमेटा या क्रोमेटिड का बना होता है। प्रत्येक क्रोमेटिड एक डी. एन .ए. अणु का बना होता है तथा प्रत्येक क्रोमेडिट एक - दूसरे से केवल सेन्ट्रोमीयर द्वारा जुड़े रहते हैं ।

◈ आनुवांशिकी के वाहक कण जीन्स (genes) क्रोमोनिमा पर पाये जाते हैं। इसके अतिरिक्त क्रोमोनिमा पर जीन रहित भाग भी पाया जाता है।

◈ क्रोमोनीमा में दो से अधिक सूत्र पाये जा सकते हैं, किन्तु वे आपस में अत्याधिक कुण्डलित रहते हैं ।

◈ कुण्डलन दो प्रकार से हो सकता है

(i) **पैरानिमिक कुण्डलन :** इसमें क्रोमोनिमा सूत्र सरलता से अलग हो सकते हैं ।

(ii) **प्लेक्टोनिमिक कुण्डलन :** इसमें क्रोमोनिमा के सूत्र आपस में अत्यधिक गुँथे रहते हैं तथा इन्हें सरलता से अलग नहीं किया जा सकता ।

❖ **तृतीयक संकीर्णन :** तृतीयक संकीर्णन लगभग सभी गुणसूत्रों में होते हैं । इनके महत्व का ज्ञान नहीं है। इनकी स्थिति के आधार पर गुणसूत्रों को पहचानना सम्भव है।

❖ **सैटेलाइट :** गुणसूत्र का द्वितीयक संकीर्णन से आगे का भाग सैटेलाइट (Satellite)कहलाता है।

◈ यह गोल, लम्बा या छड़ीनुमा होता है। यह क्रोमेटिन के एक महीन तन्तु द्वारा गुणसूत्र से जुड़ा रहता है।

◈ सैटेलाइट वाले गुणसूत्र SAT गुणसूत्र कहलाते हैं ।

❖ **टीलोमीयर :** टीलोमीयर्स गुणसूत्र के विशिष्ट तथा अंतिम सिरे हैं, जो संरचना में एक सामान्य गुणसूत्र के प्ररूपी सिरों से भिन्न नहीं होते, किन्तु ये विशिष्ट क्रियात्मक भिन्नतायें एव ध्रुवता प्रदर्शित करते हैं ।

◈ गुणसूत्रों के खण्डित सिरे टीलोमीयर्स में विकसित होकर गुणसूत्रों के अन्य खण्डों को संयोजन करने से रोकते हैं । ऐसे गुणसूत्र जिनके सिरे पर टीलोमीयर्स होते हैं, गुणसूत्रों के अन्य भागों से स्थायी संयोजन नहीं करते ।

◈ सम्भवतया यह गुणसूत्र के शरीर पर DNA अणु के शीर्ष के वलित (coiled)होने के फलस्वरूप होता है।

❖ **क्रोमेटिड्स :** मेटाफेज प्रावस्था में प्रत्येक गुणसूत्र दो क्रोमेटिड तन्तु का बना होता है। यह तन्तु DNA तथा उससे सम्बन्धित क्षारीय प्रोटीन (basic proteins) हिस्टोन से बना होता है। इसको एक रजजुकी संकल्पना कहते हैं।

◈ क्रोमेटिन में 60% प्रोटीन, 35% तथा 5% RNA होता है। प्रत्येक DNA अणु 20 $A^0(2$ nm$)$ चौड़ा होता है। इसकी लम्बाई विभिन्न गुणसूत्रों में अलग-अलग होती है।

◈ ड्रोसोफिला के सबसे बड़े गुणसूत्र की लम्बाई लगभग 4 cm. है तथा इसका आण्विक भार 80×10) डाल्टन है।

❖ **क्रोमोमीयर्स**

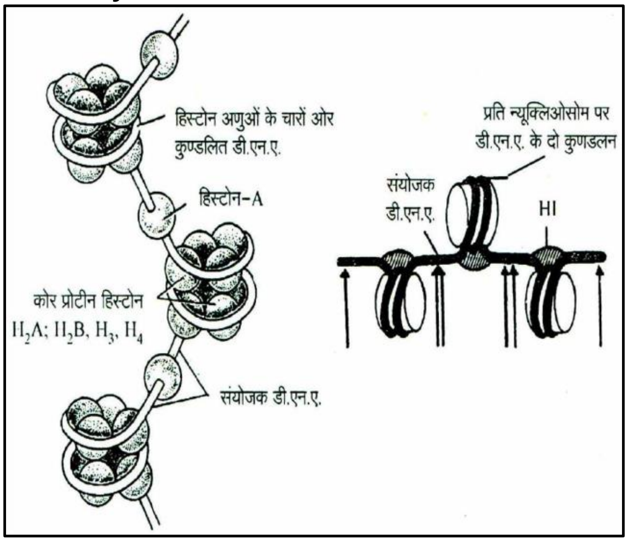
◈ मीओसीस (Meiosis)की प्रोफेज अवस्था में गुणसूत्रों पर सूक्ष्म दाने के समान उभार दिखाई देते हैं, जिनका आकार व स्थिति निश्चित होती है, इन्हें क्रोमोमीयर्स कहते हैं ।

◈ क्रोमोमीयर्स क्रोमोनिमा पर पाये जाने वाला मणिकाकार संरचनाएँ हैं, जिनके बीच का स्थान अन्तर क्रोमोमीयर (Inter chromomere) कहलाता है।

◈ ऐसा माना जाता है, क्रोमोमीयर्स में अधिक मात्रा में न्यूक्लिक अस्त व प्रोटीन संश्लेषण व उन्हें इकटा करने की क्षमता होती है।

गुणसूत्रों का आणविक संगठन (Molecular organization of Chromosome)

- यूकेरिंयोटिक केन्द्रक में गुणसूत्र की आणविक संरचना मुख्यतया DNA तथा क्षारीय (histone) व अम्लीय (non-histone) प्रोटीन के अणुओं द्वारा बने स्थिर पदार्थ न्यूक्लिओप्रोटीन से हुई है जिसे क्रोमेटिन (chromatin) कहते हैं ।
- डुप्रॉव (Dupraw 1965)ने क्रोमोसोम गुणसूत्र की संरचना हेतु वलित तंतु मॉडल (folded fibre model)दिया, जिसके अनुसार यूकेरियोटिक गुणसूत्र की इकाई (chromatid) एक अत्यधिक लम्बे, अत्यन्त वलित डी. एन. ए. के एकल सूत्र तथा कुछ आर .एन .ए. का बना होता है, जिसके चारों ओर प्रोटीन आवरण के रूप में पाया. जाता है।
- न्यूक्लिओप्रोटीन से बने इस सूत्र की मोटाई लगभग 100 मे होती है। इसे यूनिनीम या एक सूत्रीय (unistranded) धारणा कहते हैं । इसके अनुसार क्रोमेटिड का शरीर न्यूक्लिओप्रोटीन सूत्र के स्वयं बारम्बार लम्बवत् एवम् अनुप्रस्थ दोनों तरह वलित (folded) होने से बनता है।
- यह इकाई (क्रोमेटिड) ही क्रोमेटिन सूत्र (chromatin fibre) कहलाती है, जिसकी लम्बाई भिन्न भिन्न हो सकती है।
- यह वाटसन क्रिक (Watson-Crick) के डी. एन. ए. अणु के समान है। इकाई क्रोमेटिड का एकल डी. एन .ए. सूत्र हिस्टोन प्रोटीन की पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला से घिरा रहता है, जिसमें लाइसिन (lysine) अधिक मात्रा में होता है।



माला के दानों के समान न्यूक्लिओसोम्स के रेखित विन्यासको दिखाते हुए न्यूक्लिओप्रोटीन तंतु

हिस्टोन प्रोटीन (Histones)

- हिस्टोन क्षारीय प्रोटीन है। इनमें क्षारीय अमीनों अम्ल की मात्रा अधिक होती है।
- गुणसूत्रों में पाये जाने वाले हिस्टोन की निम्नलिखित विशेषतायें हैं:

1. गुणसूत्रों में 5 प्रकार के हिस्टोन प्रोटीन होते हैं । इनको H_2 A, H_2 B, H_3, H_4 तथा H-1 द्वारा प्रदर्शित करते हैं । विभिन्न जातियों के गुणसूत्रों में H_2 A, H_2 B, H_3 तथा H_4 प्रोटीन लगभग समान होते हैं और समआणविक होते हैं ।
2. DNA के 200 नाइट्रोजिनस क्षारीय युगलों के साथ उपर्युक्त प्रत्येक क्षारीय प्रोटीन के दो अणु होते हैं।
3. H-1 प्रोटीन ऊतक विशिष्ट होता है। प्रत्येक 200 नाइट्रोजिनस क्षारीय युगलों के साथ केवल एक H-1 अणु होता है। DNA से इसका सम्बन्ध शिथिल होता हैं।
4. द्विरज्जुकी कुण्डलित DNA अणु सम्बन्धित हिस्टोन पर बार - बार कुण्डलित होकर न्यूक्लिओप्रोटीन फाइवर या क्रोमेटिन तन्तु बनाते हैं ।
5. यूकेरियोट गुणसूत्रों में DNA से सम्बन्धित प्रोटीन या तो संरचनात्मक अवयव के समान कार्य करते हैं अथवा DNA को ढकते हैं अथवा फिर उसके विशेष भागों की कार्यक्षमता का दमन करते हैं।

- न्यूक्लिओप्रोटीन तन्तु माला के समान प्रतीत होता है। माला के दाने के सदृश्य न्यूइक्लओसोम 10 nm व्यास की रचनाएँ हैं, DNA रज्जु से जुड़े रहते हैं। 10 nm की रचनाएँ कोशिकाओं में क्रोमेटिन के संगठन के प्रथम स्तर को प्रदर्शित करता है।

न्यूक्लियोसोम (nucleosome)

- प्रत्येक क्रोमेटिन न्यूइक्लओसोम्स की अनेक इकाइयों का बना होता है।
- DNA के प्रत्येक वलन में 200 क्षार युगल होते हैं, जो 8 हिस्टोन अणुओं में बने सेट के चारों ओर लिपटे रहते हैं।
- प्रत्येक न्यूक्लिओसोम में एक क्रोढ़ करण तथा एक स्पेसर DNA या लिंकर DNA होता है।

न्यूक्लिओसोम (Nucleosome)

- प्रत्येक न्यूक्लिओसोम के दो भाग होते हैं :

1. क्रोड कण (Core Particle) :

- क्रोड कण में आठ हिस्टोन अणु होते हैं । इनमें H 2 A , H_2 B, H_3 तथा H_4 हिस्टोन के दो -दो अणु होते हैं ।
- ये अणु परस्पर मिलकर न्यूक्लिओसोम के केन्द्र में एक बेलनाकार सिलिंडर सा बना लेते हैं ।
- यह लगभग 11 nm व्यास (चौड़ाई में) तथा 6 nm ऊँचाई या लम्बाई का होता है।
- द्विरज्जुकी DNA की लगभग 146 क्षारीय युग्म (nitrogenous base pairs) इस क्रोड हिस्टोन कण के चारों ओर लगभग दो चक्कर बनाते हैं।

2. अन्तःशलक DNA (Spacer DNA) अथवा लिंकर DNA (Linker DNA) :

- यह DNA का छोटा सा भाग है, जो 4 जोड़ी नाइट्रोजिनस क्षारों का होता है। इस भाग में केवल H-1 हिस्टोन प्रोटीन होता है।
- स्पेसर DNA दो न्यूक्लिओसोम के बीच स्थित होता है।

न्यूक्लिओसोम संकुचन

- न्यूक्लिओसोम व लिंकर DNA के रैखिक क्रम में जुड़ने से क्रोमेटिन तन्तु बनता है। यह केवल 10 nm मोटा होता है। इसके सर्पिल कुण्डलन (spiral coiling) से 20 nm या 30 nm मोटा क्रोमेटिन तन्तु बनता है। इसके एक चक्कर में 6-7 न्यूक्लिओसोम आते हैं ।

- कोशिका विभाजन के समय 30 nm क्रोमेटिन तनु के पुन: वलित (coiled) होने पर 400 nm व्यास का क्रोमेटिड बनाता है। इनके पुन: वलित होने से गुणसूत्र बनता है।

न्यूक्लिओसोम पैकिंग

- इन्टरफेज केन्द्रक का महीन क्रोमेटिन माला की लड़ी में दोनों के समान न्यूक्लिओसोम का बना होता है। इन तन्तुओं के एक-दूसरे के चारों ओर लिपटने से क्रोमेटिन के $20 - 30$ nm मोटे तन्तु बनते हैं।
- इनकी यह परारचना सोलिनॉइड प्रकार की होती है, जिसके प्रत्येक चक्कर में 6-7 न्यूक्लिओसोम होते हैं ।
- समसूत्री कोशिका विभाजन के समय सोलिनॉइड एक अन्य हैलिक्स बनाता है, जिसे सुपरसोलिनॉएड (supersolenoid) कहते हैं । इसका व्यास 400 nm होता है।
- सुपरसोलिनॉएड और अधिक संघनित होकर मेटाफेज या एनाफेज और गुणसूत्र को एक विशिष्ट आकृति प्रदान करता है।

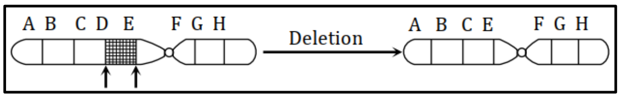
क्रोमोसोमल अपसामान्यतायें (Chromosomal aberrations)

- जीन उत्परिवर्तन में सामान्यतः जीन में निहित सूचनाओं में फेरबदल होता है, इससे संदेश परिवर्तित होते हैं।
- दूसरी ओर क्रोमोसोमल उत्परिवर्तन में केवल उपस्थित जीन की संख्या एवं स्थिति परिवर्तित होती है।
- इसमें क्रोमोसोम की आकारिकी में रूपान्तरण या क्रोमोसोम की संख्या में परिवर्तन भी सम्मिलित हो सकता है।

गुणसूत्रों की आकारकीय अपसामान्यतायें

डिलीशन या डेफिसिऐन्सी

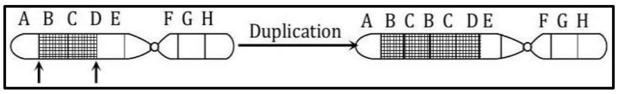
- कभी-कभी क्रोमोसोम का कोई खण्ड टूट जाता है एवं लुप्त हो जाता है।
- यदि क्रोमोसोम का अंतिम खण्ड विलुप्त हो जाता है। तब इसे डेफिसिऐन्सी कहते है।
- डेफिसिऐन्सी सामान्यतः लीथल या सेमीलीथल होती है। यदि क्रोमोसोम का आन्तरिक भाग लुप्त होता है, तो इसे डिलीशन कहते हैं।



- डिलीशन, मियोसिस में पेयरिंग के दौरान होता है।
उदाहरण - मानव के बच्चों में क्रोमोसोम संख्या 5 के एक खण्ड के डिलीशन के कारण क्राई-डू-चेट सिण्ड्रोम उत्पन्न होता है (इसमें बच्चा मानसिक रूप से कमजोर और सिर छोटा होता है और इसमें बच्चा बिल्ली के रोने के समान रोता है।
- वोल्फ हृष्चहॉर्न सिण्ड्रोम सुविकसित लक्षणों युक्त एक अन्य डिलीशन सिण्ड्रोम हैं, जो चौथे क्रोमोसोम की छोटी भुजा में डिलीशन के कारण होता है।
- इसके फीनोटाइपिक प्रभाव में दोनों आँखों के बीच अधिक दूरी एवं कटा हुआ होंठ सम्मिलित है।

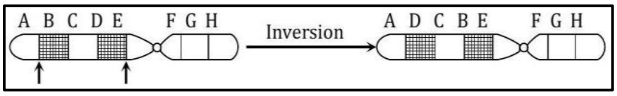
डुप्लीकेशन (Duplication)

- इस प्रकार के उत्परिवर्तन में एक क्रोमोसोम का डिलीटेड सेगमेण्ट उसके सामान्य होमोलोगस क्रोमोसोम से जुड़ जाता है।
- यहाँ एक ही क्रोमोसोम में एक या कई जीन दो या अधिक बार पुनरावृत होते हैं।



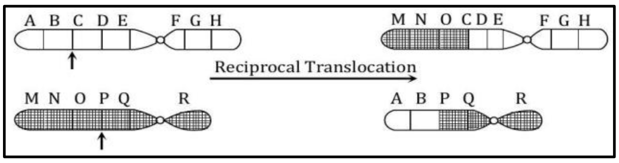
इन्वर्सन (Inversion)

- इसमें क्रोमोसोम का एक खण्ड टूटकर पुनः विपरीत क्रम में जुड़ जाता है।
- उदाहरण - एक क्रोमोसोम में जीनों का क्रम A, B, C, D, E, F, G, H है, B,C,D वाला भाग टूटकर 180° घूमकर पुनः जुड़ जाता है, जिससे परिणामी जीन क्रम A, D, C, B, E, F, G, H हो जाता है।



ट्रान्सलोकेशन (Translocation)

- नॉन होमोलोगस क्रोमोसोम में क्रोमोसोम खण्डों के बीच पारस्परिक आदान प्रदान (reciprocal) ट्रान्सलोकेशन कहलाता है।
- दो नॉन होमोलोगस क्रोमोसोम में खण्डों के बीच इस प्रकार का आदान प्रदान रेसिप्रोकल ट्रान्सलोकेशन कहलाता है।
- साधारण प्रकार के ट्रान्सलोकेशन में क्रोमोसोम का एक भाग टूटकर अन्य नॉन होमोलोगस क्रोमोसोम से जुड़ जाता है।



गुणसूत्रों की संख्यात्मक अपसामान्यतायें

यूप्लॉइडी (Euploidy)

- यूप्लॉइड्स में सोमेटिक क्रोमोसोमों की संख्या आधारीय अगुणित संख्या के ठीक गुणन में होती है।
- यूप्लॉइडी में जीव द्विगुणित के अतिरिक्त क्रोमोसोम का अतिरिक्त सेट प्राप्त कर लेता है। ये निम्न प्रकार का होता है -

(i) **मोनोप्लॉइडी या हेप्लॉइडी (Monoploidy or haploidy) :** मोनोप्लॉइडी में क्रोमोसोम का सिर्फ एक आधारीय समुच्चय होता है। दूसरे शब्दों में सोमेटिक क्रोमोसोम संख्या का आधा हेप्लॉइड कहलाता है। डिप्लॉइड जीवों में मोनोप्लॉइड एवं हेप्लाइड संख्या समान होती है, जबकि टेट्रा या हेक्साप्लॉइड जो कि $4n$ या $6n$ क्रोमोसोम है, में हेप्लाइड $2n$ या $3n$ क्रोमोसोम होगा यद्यपि इनके मोनोप्लॉइड में क्रोमोसोम का सिर्फ एक समुच्चय (n) होता है।

(ii) पॉलीप्लॉइडी (Polyploidy) : जीव में क्रोमोसोम के दो से अधिक समुच्चय पाये जाते हैं, उसे पॉलीप्लाइड्स कहते हैं। यह क्रोमोसोमों के तीन समुच्चय के साथ ट्रिप्लाइड ($3n$) हो सकता है, या क्रोमोसोमों के समुच्चयों के साथ टेट्राप्लाइड ($4n$) हो सकता है, पॉलीब्लॉइडी तीन प्रकार की होती है -

❖ **ऑटोपॉलीप्लॉइडी (Autopolyploidy) :** यह पॉलीप्लॉइडी का एक प्रकार है जिसमें समान जीनोम की संख्या में वृद्धि हो जाती हैं। जैसे ऑटोट्रिप्लॉइड (AAA), ऑटोटेट्राप्लॉइड (AAA)। उदाहरण - मक्का, चावल, चना। ऑटोपॉलीप्लाइडी गिगास प्रभाव को प्रेरित करता है।

❖ **एलोपॉलीप्लॉइडी (Allopolyploidy) :** दो स्पीशीज के बीच संकरण के कारण क्रोमोसोम की डबलिंग से विकसित होते हैं। (उदाहरण AABB) एलोपॉलीप्लाइड्स नयी स्पीशीज की तरह कार्य करते हैं। उदाहरण - गेहूँ, अमेरिकन कॉटन, निकोटियाना टॉबेकम दो हाल ही में विकसित एलोपॉलीप्लाइड्स हैं रेफेनोब्रेसिका और ट्रिटिकेल।

❖ **ऑटोएलोपॉलीप्लॉइडी (Autoallopolyploidy) :** ये एलोपॉलीप्लाइडी का एक प्रकार है जिसमें जीनोम द्विगुणित अवस्था से अधिक होता है सामान्यतः ऑटोएलोपॉलीप्लॉइड्स हैक्साप्लॉइड्स होते हैं (AAAABB) उदाहरण - हैलिएन्थस ट्यूब्रेसियस ।

एन्युप्लॉइडी (Aneuploidy)

◈ एन्युप्लॉइडी शब्द क्रोमोसोमल उत्परिवर्तन के लिये उपयोग किया जाता है, जिसमें सिर्फ एक समुच्चय के भाग में एक या अधिक क्रोमोसोमों की कमी (हाइपोप्लॉइडी) या अधिकता (हाइपरप्लॉइडी) होती है। एन्युप्लॉइडी कोशिका विभाजन के दोरान क्रोमोसोमों के पृथक न हो पाने के परिणामस्वरूप होती है।

(i) मोनोसोमी (Monosomy) : डिप्लॉइड जीव में जब क्रोमोसोम की जोड़ी में से एक क्रोमोसोम कम हो जाता है (जीनोमिक सूत्र $2n-1$) मोनोसोमिक दो प्रकार के युग्मक (n) एवं ($n-1$) बनाते हैं। उदाहरण टर्नर सिण्ड्रोम।

(ii) नलीसोमी (Nullisomy) : किसी जीव में जब क्रोमोसोम का एक जोड़ा कम होता है, तो नलीसोमिक कहलाता है। डिप्लॉइड जीवों में यह सामान्यतः घातक होता है ($2n-2$) ।

(iii) ट्राइसोमी (Trisomy) : डिप्लॉइड जीव में जब एक क्रोमोसोम अतिरिक्त पाया जाता है, इसको ($2n+1$) क्रोमोसोमल सूत्र के द्वारा दर्शाया जाता है। इसमें क्रोमोसोमों के एक जोड़े में एक अतिरिक्त क्रोमोसोम पाया जाता है। इसलिये अर्धसूत्री विभाजन की प्रोफेज अवस्था में ये ट्राइवेलेण्ट भी बना सकते हैं। उदाहरण - डाउन सिण्ड्रोम ($45+\mathrm{xx}$ या $45+\mathrm{xy}$), क्लाइनेफेल्टर सिण्ड्रोम ($44+\mathrm{xxy}$), सभी संभव ट्राइसोमिक का अध्ययन धतूरा में किया गया है।

(iv) टेट्रासोमी (Tetrasomy) : ट्रेटासोमिक जीवों में हेप्लॉइड समुच्चय का कोई विशिष्ट क्रोमोसोम डिप्लॉइड क्रोमोसोम में दो के स्थान पर चार बार आ जाता है, टेट्रासोमिक के लिये सामान्य क्रोमोसोम सूत्र ($2n+1+1$) के स्थान पर ($2n+2$) होता है। सूत्र $2n+1+1$ डबल ट्राइसोमिक को दर्शाता है। उदाहरण - सुपर फीमेल ($44+\mathrm{xxxx}$)

म्यूटाजन्स (Mutagens)

◈ कोई पदार्थ या एजेण्ट जो कि उत्परिवर्तन को प्रेरित करता है, म्यूटाजन कहलाता है।

◈ म्यूटाजन्स DNA की संरचना एवं उसके न्यूक्लियोटाइड अनुक्रम में परिवर्तन उत्पन्न कर जीन के कार्य को प्रभावित करते हैं।

◈ भौतिक म्यूटाजन्स (जैसे UV किरणें, X-किरणें) DNA में टूट-फूट या डाइमर निर्माण कर क्षति पहुँचाते हैं।

◈ रासायनिक म्यूटाजन्स (जैसे नाइट्रस अम्ल, अल्काइलेटिंग एजेन्ट) DNA के आधारों में परिवर्तन कर उत्परिवर्तन उत्पन्न करते हैं।

◈ म्यूटाजन्स के प्रभाव से लाभकारी, हानिकारक या तटस्थ उत्परिवर्तन हो सकते हैं, जो जीवों के विकास (evolution) एवं अनुवांशिक विविधता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

◈ म्यूटाजन्स को वृहत रूप से दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है-

(1) फिजिकल म्यूटाजन्स (Physical mutagens) : इसके अन्तर्गत मुख्यतः विकिरण आते हैं। उत्परिवर्तनों को प्रेरित करने के लिये विकिरणों का सबसे पहले जन्तुओं पर एच.जे.मुलर (1927) एवं पौधों पर एल.जे. स्टेडलर ने उपयोग किया था। विकिरण जो कि उत्परिवर्तन उत्पन्न कर सकते हैं प्रभावी विकिरण कहलाते हैं। जो कि निम्न हैं -

❖ **आयोनाइजिंग (पार्टिकुलेट) :** α-पार्टिकल, β-किरणें, प्रोटॉन्स एवं न्यूट्रॉन्स।

❖ **आयोनाइजिंग (नॉन पार्टिकुलेट) :** X -किरणें, r -किरणें एवं कॉस्मिक किरणें।

❖ **नॉन आयोनाइजिंग :** अल्ट्रावॉयलेट किरणें।

(2) केमिकल म्यूटाजन (Chemical mutagen) : रसायनों की एक बड़ी संख्या है, जो कि चारों न्यूक्लियोटाइडों से क्रिया कर सकती है एवं क्षारों की युग्म बनाने की क्षमता को रूपान्तरित कर सकती है। ये निम्नलिखित हैं -

❖ **बेस एनालॉग (Base analogues) :**

◈ 5-ब्रोमोडिऑक्सीयूरिडिन (Brdu), 2-एमीनोप्यूरीन।

❖ **रसायन जो क्षार युग्मन को रूपान्तरित करते हैं (Chemicals modifying base-pairing)**

◈ हाइड्रॉक्सिल एमाइन

◈ नाइट्रस ऐसिड

◈ एल्कायलेटिंग ऐजेण्ट : नाइट्रोजन मस्टर्ड, इथाइल मीथेन सल्फोनेट (EMS), मिथाइल मीथेन सल्फोनेट (MMS) एवं N -मिथाइल- N ’-नाइट्रो-नाइट्रोसो-ग्वानिडिन ऑरेन्ज (NTG) ।

❖ **इण्टर केलेटिंग ऐजेण्ट (Intercalating agents) :**

◈ प्रोफ्लेविन एवं एक्रिडिन ऑरेन्ज

◈ ये DNA की दो नाइट्रोजनस बेस के बीच स्वयं को प्रविष्ट (insert) कर लेते हैं, जिससे DNA की संरचना में विकृति उत्पन्न होती है।

◈ इनके कारण DNA प्रतिकृति (replication) के दौरान फ्रेमशिफ्ट उत्परिवर्तन (insertion या deletion) हो जाता है।

◈ ये DNA की लंबाई को असामान्य रूप से बढ़ा देते हैं, जिससे सही कोडिंग में बाधा उत्पन्न होती है।

अभ्यास प्रश्न

1. Assertion (A): प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में झिल्लीबद्ध कोशिकांग नहीं पाए जाते।
Reason (R): प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में आंतरिक झिल्ली तंत्र विकसित नहीं होता।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है [a]

2. लाइसोसोम के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. इसमें हाइड्रोलिटिक एंजाइम पाए जाते हैं।
2. यह कोशिकीय अपशिष्ट का अपघटन करता है।
3. यह प्रकाश संश्लेषण करता है।
4. यह आत्मपाचन (Autophagy) में सहायक होता है।
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 2, 3 और 4 (b) 1, 3 और 4
(c) 1, 2 और 4 (d) 1, 2 और 3 [c]

3. क्लोरोप्लास्ट के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. इसमें थायलाकोइड पाए जाते हैं।
2. ग्राना, थायलाकोइड के ढेर होते हैं।
3. स्ट्रोमा में डार्क रिएक्शन (Calvin cycle) होता है।
4. इसमें DNA नहीं होता।
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 1, 3 और 4
(c) 2, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 [a]

4. Assertion (A): रफ ER प्रोटीन संश्लेषण में भाग लेता है।
Reason (R): इसकी सतह पर राइबोसोम उपस्थित होते हैं।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है [a]

5. पेरॉक्सिसोम के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. इसमें ऑक्सीकरण संबंधी क्रियाएँ होती हैं।
2. इसमें कैटालेज एंजाइम उपस्थित होता है।
3. इसमें हाइड्रोजन पेरॉक्साइड (H_2O_2) का निर्माण होता है।
4. इसमें DNA की प्रतिकृति होती है।
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 4 (b) 1, 3 और 4
(c) 2, 3 और 4 (d) 1, 2 और 3 [d]

6. कोशिका सिद्धांत के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. सभी जीव कोशिकाओं से बने होते हैं।
2. कोशिका जीवन की मूलभूत संरचनात्मक एवं क्रियात्मक इकाई है।
3. नई कोशिकाएँ पूर्ववर्ती कोशिकाओं से बनती हैं।
4. सभी कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट उपस्थित होते हैं।
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 1 और 4
(b) 1, 3 और 4
(c) 2, 3 और 4
(d) 1, 2 और 3 [d]

7. वैक्यूल (Vacuole) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. यह तुर्गर दाब बनाए रखने में सहायक होता है।
2. यह अपशिष्ट पदार्थों के संग्रह में सहायक होता है।
3. पादप कोशिका में यह सामान्यतः बड़ा होता है।
4. इसमें ATP का संश्लेषण होता है।
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 4
(b) 1, 3 और 4
(c) 2, 3 और 4
(d) 1, 2 और 3 [d]

8. कोशिका झिल्ली के घटकों के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. फॉस्फोलिपिड
2. प्रोटीन
3. कार्बोहाइड्रेट
4. DNA
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 1, 3 और 4
(c) 2, 3 और 4 (d) 1 और 4 [a]

9. न्यूक्लियस के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. इसमें DNA उपस्थित होता है।
2. इसमें न्यूक्लियोलस पाया जाता है।
3. यह द्वि-झिल्ली से घिरा होता है।
4. इसमें प्रकाश संश्लेषण होता है।
सही कथनों का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 1, 3 और 4
(c) 2, 3 और 4 (d) 1 और 4 [a]

10. माइटोकॉन्ड्रिया के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—

1. यह द्वि-झिल्ली से घिरा कोशिकांग है।

2. इसकी आंतरिक झिल्ली में क्रिस्टे पाई जाती हैं।

3 .इसमें अपना DNA तथा राइबोसोम उपस्थित होते हैं।

4. इसमें प्रकाश संश्लेषण की क्रिया होती है।

सही कथनों का चयन कीजिए—

(a) 1, 2 और 3 (b) 1, 2 और 4

(c) 2, 3 और 4 (d) 1, 3 और 4 **[a]**

11. माइटोकॉन्ड्रिया के कार्यों के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—

1. ATP का निर्माण

2. ऑक्सीडेटिव फॉस्फोरिलेशन

3. क्रेब्स चक्र

4. प्रकाश संश्लेषण

सही कथनों का चयन कीजिए—

(a) 1, 2 और 3 (b) 1, 3 और 4

(c) 2, 3 और 4 (d) 1 और 4 **[a]**

12. हेटेरोक्रोमैटिन (Heterochromatin) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—

1. यह सघन (Densely packed) होता है।

2. यह प्रतिलेखन की दृष्टि से सामान्यतः निष्क्रिय होता है।

3. यह गहरा धब्बाकरण (Dark staining) प्रदर्शित करता है।

4. यह अत्यधिक सक्रिय प्रतिलेखन करता है।

उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?

(a) 1 और 2 (b) 1, 2 और 3

(c) 2 और 4 (d) 1, 3 और 4 **[b]**

13. हिस्टोन प्रोटीन (Histone Proteins) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—

1. ये लिपिड से बने होते हैं।

2. इनमें लाइसिन (Lysine) तथा आर्जिनिन (Arginine) अमीनो अम्ल अधिक मात्रा में पाए जाते हैं।

3. ये न्यूक्लियोसोम (Nucleosome) का प्रमुख भाग होते हैं।

4. ये क्षारीय (Basic) प्रकृति के प्रोटीन होते हैं।

उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?

(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4

(c) 1, 3 और 4 (d) 1 और 2 **[b]**

14. क्रोमैटिन (Chromatin) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—

1. यह DNA एवं प्रोटीन से बना होता है।

2. इसमें हिस्टोन (Histone) प्रोटीन पाए जाते हैं।

3. यह कोशिका के केन्द्रक (Nucleus) में पाया जाता है।

4. यह केवल RNA से बना होता है।

उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?

(a) 2, 3 और 4 (b) 1, 3 और 4

(c) 1, 2 और 3 (d) 1, 2 और 4 **[c]**

15. पॉलीप्लॉइडी के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए-

1. इसमें गुणसूत्रों के पूर्ण सेट की संख्या बढ़ जाती है।

2. यह पौधों में सामान्यतः पाया जाता है।

3. यह केवल जानवरों में ही पाया जाता है।

सही विकल्प का चयन कीजिए —

(a) केवल 1 और 2 (b) केवल 2 और 3

(c) केवल 1 और 3 (d) 1, 2 और 3 **[a]**

♦♦♦♦

02 कोशिका विभाजन (Cell Division)

Cell Cycle, Mitosis, meiosis and their significance.

- ◈ यह वह क्रिया है जिसके द्वारा एक परिपक्व कोशिका विभाजित होकर दो समान पुत्री कोशिकाओं का निर्माण करती हैं। जो लक्षणों में जनकीय कोशिका (Parental cell) के समान होती हैं।
- ◈ एक कोशिकीय जीवों में कोशिका विभाजन का अर्थ प्रजनन से है, जिसके द्वारा मातृ कोशिका दो या अधिक नई कोशिकायें उत्पन्न करती हैं।
- ◈ बहुकोशिकीय जीवों में भी एकल कोशिका से नये जीव विकसित होते हैं।
- ◈ सभी कोशिकाओं में कोशिका विभाजन जीवन का केन्द्र है। यह किसी जाति की स्थिरता के लिये आवश्यक होता है।

खोज

- ◈ प्रीवोस्ट एवं डुमास (1824) ने मेढ़क के जायगोट के विदलन (Cleavage) के दोरान सर्वप्रथम कोशिका विभाजन (Cell division) का अध्ययन किया।
- ◈ नागेली (1846) ने सर्वप्रथम यह बताया कि पूर्ववर्ती कोशिकाओं के विभाजन से नयी कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- ◈ रूडॉल्फ विर्चो (1859) ने 'ओमनिस सैल्युला इ सैल्युला ' एवं 'सैल लाइनेज थ्योरी' को प्रस्तावित किया।
- ◈ एक कोशिका तब विभाजित होती है, जब उसके आकार में वृद्धि होती है जिससे उसका कैरियोप्लाज्मिक इंडेक्स (KI)/न्यूक्लियोप्लाज्मिक अनुपात (NP)/कर्नप्लाज्म संबंध असामान्य हो जाता है।

कोशिका चक्र
(Cell cycle)

- ◈ हॉवार्ड एवं पेल्क (1953) ने सर्वप्रथम इसका वर्णन किया। इस घटना का वह क्रम जिसके दोरान कोशिका वृद्धि एवं कोशिका विभाजन होता है, उसे सम्मिलित रूप से कोशिका चक्र कहते हैं।
- ◈ कोशिका चक्र दो चरणों में पूर्ण होता है -

(1) इंटरफेज

(2) M-फेज / विभाजित अवस्था

इंटरफेज

- ◈ यह एक कोशिका विभाजन के समाप्त होने से लेकर अगले कोशिका विभाजन के प्रारंभ होने तक के बीच का समय है। इसे विश्रामी अवस्था या अविभाजित अवस्था भी कहते हैं, किन्तु वास्तव में यह अधिक उपापचयी सक्रिय अवस्था है। जिसमें कोशिका अपने आप को अगले विभाजन के लिये तैयार करती है।
- ◈ मानव में इंटरफेज की क्रिया 25 घण्टे में पूर्ण होती है।
- ◈ इंटरफेज क्रमशः तीन अवस्थाओं में पूर्ण होती है।

(a) G_1 अवस्था / पोस्ट माइटोटिक /पूर्व DNA संश्लेषित अवस्था/ गेप 1st :

- ❖ इसमें निम्नलिखित घटनाऐं होती हैं :
- ◈ इसमें गहन (Intensive) कोशिकीय संश्लेषण होता है।
- ◈ इसमें rRNA, mRNA, राइबोसोम एवं प्रोटीन्स का संश्लेषण होता है।
- ◈ इसमें उपापचयी दर अधिक होती है।
- ◈ इसमें कोशिकाएँ विभेदित हो जाती है।
- ◈ इसमें एन्जाइम का संश्लेषण एवं ATP का संग्रहण होता है।
- ◈ इसमें कोशिका के आकार में वृद्धि हो जाती है।
- ◈ इसमें कोशिका के विभाजन का निर्णय होता है।
- ◈ G अवस्था के पदार्थ अगली S-अवस्था को उद्दीपित (Stimute) करते हैं।
- ◈ इसमें NHC प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन्स, लिपिड्स का संश्लेषण होता है।
- ◈ यह सबसे लम्बी एवं भिन्नात्मक अवस्था है।
- ◈ इसमें एंजाइम, अमीनो अम्ल, न्यूक्लियोटाइड आदि का संश्लेषण होता है, किन्तु यहाँ DNA की मात्रा में परिवर्तन नहीं होता है।

(b) S-अवस्था/संश्लेषित अवस्था

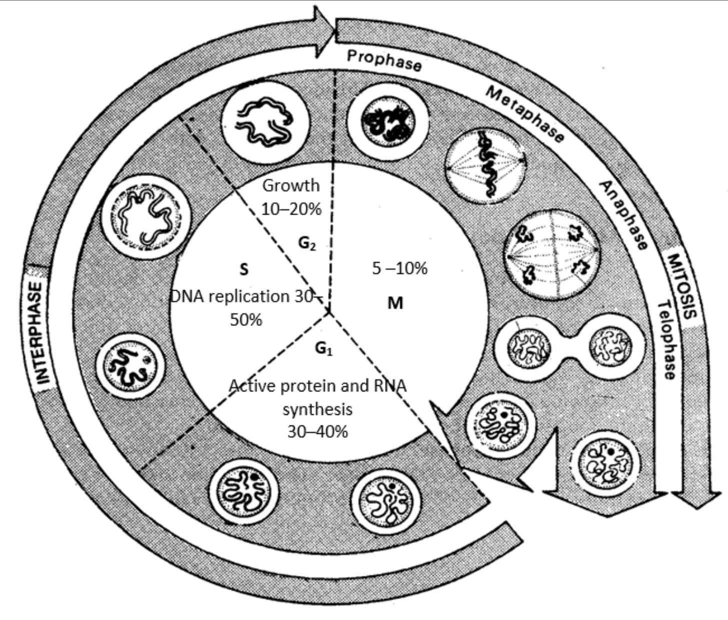
- ◈ इसमें DNA का रेप्लीकेशन होने से इसकी मात्रा दुगनी (2C 4C) हो जाती है।
- ◈ इसमें हिस्टोन प्रोटीन एवं NHC (हिस्टोन रहित गुणसूत्रीय प्रोटीन) का संश्लेषण होता है।
- ◈ इसमें यूक्रोमेटिन का रेप्लीकेशन हिटरोक्रोमेटिन की तुलना में शीघ्र हो जाता है।
- ◈ प्रत्येक गुणसूत्र में 2 क्रोमेटिड्स होते हैं।

(c) G_2-अवस्था/प्री माइटोटिक/संश्लेषण पश्चात् अवस्था /गेप-IInd

- ◈ इसमें माइटोटिक स्पिण्डल प्रोटीन (टुब्यूलिन) का संश्लेषण प्रारंभ हो जाता है।
- ◈ इसमें गुणसूत्रीय संघनित (Condensation) कारक दिखाई देने लगते हैं।
- ◈ इसमें तीन प्रकार के RNA, NHC प्रोटीन तथा ATP अणु का संश्लेषण होता है।
- ◈ इसमें माइटोकॉण्ड्रिया, प्लास्टिड्स एवं अन्य वृहद् आण्विक पदार्थों का द्विगुणन (Duplication) होता है।
- ◈ इसमें क्षतिग्रस्त DNA की मरम्मत होती है।

M-अवस्था / विभाजित अवस्था / माइटोटिक अवस्था

- इसे दो अवस्थाओं में विभाजित किया गया है, कैरियोकाइनेसिस, सायटोकाइनेसिस।



Different stages of cell cycle (Mitotic cycle)

कोशिका चक्र का समय

- विशिष्ट वातावरणीय परिस्थितियों में जाति विशेष में G_1, S, G_2 एवं M-अवस्था के लिये समय काल अलग-अलग होता है।
  उदाहरण - बैक्टीरिया कोशिका के लिये 20 मिनिट, आँत्रिय एपीथीलियम कोशिका के लिये 8-10 घण्टे एवं प्याज की जड़ कोशिकाएँ 20 घण्टे ले सकती है।
- G_0 - अवस्था (लज्था, 1963) : कोशिका जो आगे विभाजन नहीं करती, G_1 के आगे नहीं जाती है तथा विशिष्ट प्रकार के अन्तर्गत विभेदन प्रारम्भ करती है। इस प्रकार की कोशिकाओं को G_0-अवस्था कहते हैं।

कोशिका विभाजन के प्रकार (Types of Cell Division)

- इसके तीन प्रकार हैं –
- असूत्री विभाजन (Amitosis), समसूत्री विभाजन (Mitosis), अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis)

समसूत्री विभाजन (Mitosis)

- **समसूत्री विभाजन :** (mitos = धागा; osis = अवस्था)
- इसे अप्रत्यक्ष कोशिका विभाजन या कायिक कोशिका विभाजन या सूत्रीय विभाजन भी कहते हैं। इसमें, परिपक्व कायिक (Somatic) कोशिका के विभाजन से बनी पुत्री कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या स्थिर रहती है।
- गुणसूत्र की यह संख्या जनक कोशिका के समान होती है।
- अतः इसे सूत्रीय (Equational) विभाजन कहते हैं।

खोज

- समसूत्री विभाजन की खोज सर्वप्रथम स्ट्रासबर्गर (1875) ने की थी।
- जन्तु कोशिका में इसकी खोज फ्लेमिंग (1879) ने की एवं 1882 में इसे माइटोसिस नाम दिया।

प्राप्ति

- समसूत्री विभाजन कोशिका विभाजन की सामान्य विधि है। यह जंतुओं एवं पौधों की कायिक कोशिकाओं में पाया जाता है। इसलिये, इसे कायिक विभाजन के रूप में भी जाना जाता है।
- पादपों में समसूत्री विभाजन विभाज्योतक (Meristematic) कोशिकाओं में होता है।
  उदाहरण - जड़ शीर्ष एवं तना शीर्ष।

समसूत्री विभाजन की क्रिया विधि

- यह दो चरणों में पूर्ण होती है :

(I) कैरियोकाइनेसिस

(karyon = केन्द्रक; kinesis = गति)

- यह केन्द्रक का विभाजन है।
- यह शब्द स्नीडर (1887) ने दिया।
- कैरियोकाइनेसिस सम्पूर्ण विभाजन का 5 से 10% (छोटी अवस्था) समय लेती है। यह चार अवस्थाओं से मिलकर बनी होती है।
- जैसे - प्रोफेज, मेटाफेज, एनाफेज, टीलोफेज।

(1) प्रोफेज :

- ◈ यह कैरियोकाइनेसिस की सबसे लम्बी अवस्था है।
- ◈ इसमें क्रोमेटिन फाइबर मोटे एवं छोटे होकर गुणसूत्र का निर्माण करते हैं। जो एक दूसरे पर अतिव्यापित (Overlap) हो सकते हैं एवं ऊन की गेंद के समान दिखाई देते हैं। जैसे - स्प्रिम अवस्था।
- ◈ प्रत्येक गुणसूत्र लम्बवत् दो क्रोमेटिड्स में विभाजित होता है, जो सेन्ट्रोमियर से जुड़े रहते हैं।
- ◈ केन्द्रक कला विघटित होना प्रारंभ कर देती है। डाइनोफ्लैजिलेट इसका अपवाद है।
- ◈ केन्द्रिका (Nucleolus) विघटित होना प्रारंभ कर देती है।
- ◈ कोशिकाएँ विस्कस, रीफ्रेक्टिव एवं अण्डाकार हो जाती है।
- ◈ स्पिण्डल निर्माण प्रारंभ हो जाता है।
- ◈ कोशिका कंकाल, गॉल्जी कॉम्पलेक्स, ER आदि अदृश्य हो जाते हैं।
- ◈ जन्तु कोशिकाओं में, सेन्ट्रीयोल विपरीत दिशाओं में गति करते हैं।
- ◈ लैम्पब्रुश गुणसूत्रों का अच्छा अध्ययन किया जा सकता है।
- ◈ गुणसूत्र पर छोटी गोलाकार संरचनाओं को क्रोमोमीयर कहते हैं।
- ◈ स्पिण्डल का निर्माण (जन्तु कोशिकाओं में) सेन्ट्रोयोल या पादप कोशिकाओं में MTOC (माइक्रोटुव्यूल ऑर्गेनाइजिंग सेंटर) से होता है। पादप कोशिकाओं में इसे क्रमशः एस्ट्रल एवं एनेस्ट्रल तंतु कहते हैं।

(2) मेटाफेज

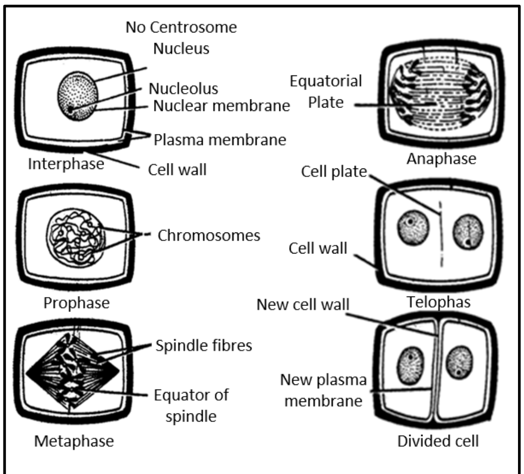
- ◈ गुणसूत्र अत्याधिक स्पष्ट हो जाते हैं। अर्थात् - इनके आकार का मापन किया जा सकता है।
- ◈ एक रंगहीन, फाइब्रस, द्विध्रुवीय (Bipolar) स्पिण्डल दिखाई देता है।
- ◈ स्पिण्डल फाइबर 97% टुब्यूलिन प्रोटीन एवं 3% RNA के बने होते हैं।
- ◈ स्पिण्डल के मध्यवर्ती तल (Equatorial plane) की ओर गुणसूत्रों की गति कांग्रीशन (Congression) कहलाती है। गुणसूत्र अपनी भुजाओं (Arms) के साथ ध्रुवों की ओर तथा सेन्ट्रोमीयर मध्य रेखा (Equator) की ओर व्यवस्थित हो जाते हैं।
- ◈ स्पिण्डल फाइबर काइनेटोकोर से जुड़ जाते हैं।
- ◈ गुणसूत्रों की आकारिकी (Morphology) के अध्ययन के लिये मेटाफेज सबसे अच्छी अवस्था है।
- ◈ स्पिण्डल में दो प्रकार के फाइबर होते हैं।
  (a) सतत् फाइबर - एक ध्रुव से दूसरे ध्रुव तक गति करते हैं।
  (b) असतत् फाइबर - ध्रुव से सेन्ट्रोमीयर तक गति करते हैं।

(3) एनाफेज

- ◈ सेन्ट्रोमीयर के मध्य से अलग होने पर दोनों क्रोमेटिड्स पृथक हो जाते हैं।
- ◈ प्रतिकर्षित बल (Repulsive force) के कारण दोनों क्रोमेटिड्स विपरीत ध्रुवों की ओर गति करते हैं। इसे एनाफेजिक गति (Movement) कहते हैं।
- ◈ एनाफेजिक गति सतत् फाइबर के पुनःबहुलकीकरण एवं गुणसूत्रीय फाइबर के अबहुलकीकरण के द्वारा होती है। इन्टरजोनल फाइबर का निर्माण तथा प्रसार होता है।
- ◈ गुणसूत्रों की गति के दौरान गुणसूत्र की विभिन्न आकृतियाँ V, J, I या L स्पष्ट हो जाती हैं। जैसे - मेटासेन्ट्रिक, एक्रोसेन्ट्रिक आदि।
- ◈ सेन्ट्रोमीयर मध्य रेखा की ओर मुख किये होते हैं।
- ◈ क्रोमेटिड्स 1μ m/ मिनिट की स्पीड से ध्रुवों की ओर गति करते हैं। एक गुणसूत्र को मध्य रेखा से ध्रुव तक ले जाने के लिये लगभग 30 ATP अणुओं का उपयोग किया जाता है।
- ◈ क्रोमोसोम की आकृति का सबसे अच्छा अध्ययन एनाफेज में किया जाता है।

(4) टीलोफेज

- ◈ स्पिण्डल फाइबर के द्वारा गुणसूत्र ध्रुवों पर पहुँचकर दो समूह निर्मित करते हैं।
- ◈ गुणसूत्र अकुण्डलित होना प्रारंभ कर देते हैं एवं क्रोमेटिन जाल का निर्माण करते हैं।
- ◈ केन्द्रक कला एवं केन्द्रिका पुनः दिखाई देने लगते हैं।
- ◈ दो पुत्री केन्द्रकों का निर्माण होता है।
- ◈ गॉल्जी कॉम्पलेक्स एवं ER पुनः निर्मित होते हैं।

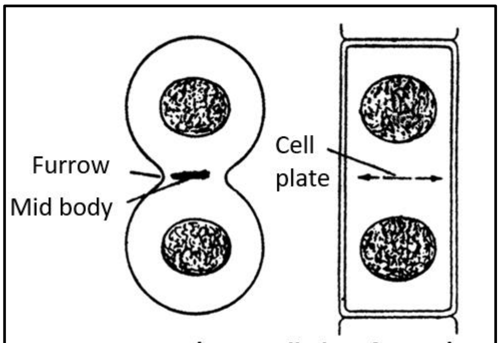


Various stages of mitosis

(II) सायटोकाइनेसिस

(kitos = कोशिका; kinesis = गति)

- ◈ इसमें कोशिकाद्रव्य (Cytoplasm) का विभाजन होता है। यह शब्द ब्हाइटमैन (1887) ने दिया।
- ◈ सायटोप्लाज्म का विभाजन दो बराबर भागों में होता है। जन्तु कोशिकाओं में यह कोशिका खाँच (Cell furrow) विधि द्वारा तथा पादप कोशिका में कोशिका पट्ट द्वारा होता है।



Furrowing (In animals) **Cell plate formation (In plants)**

समसूत्री कोशिका विभाजन का महत्व

- इसके द्वारा पुत्री कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या एवं आनुवांशिकता स्थिर बनी रहती है। जिससे जीव की रेखीय आनुवांशिकता (Linear heredity) नियंत्रित रहती है। सभी कोशिकाएँ समान आनुवांशिक घटकों युक्त होती हैं।
- यह क्षतिग्रस्त भागों की मरम्मत एवं पुर्नजनन तथा घावों को भरने के लिये नई कोशिकाएँ प्रदान करता है।
- यह विखण्डन (Fragmentation), मुकुलन (Budding), तना कर्तन (Stem cutting) आदि के द्वारा अलैंगिक प्रजनन में सहायता करता है।
- कायिक विभिन्नताऐं (Somatic variations) जब वर्धी प्रवर्धन (Vegetative propagation) द्वारा नियंत्रित होती है, तब यह जाति निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

समसूत्री विभाजन के प्रकार

- **अंतरकेन्द्रकीय या प्रोमाइटोसिस :** इसमें केन्द्रकीय कला विघटित नहीं होती तथा स्पिण्डल का निर्माण केन्द्रकीय कला के अंदर होता है। उदाहरण - प्रोटोजोआ (अमीबा) एवं यीस्ट। इसमें केन्द्रक के अंदर सेन्ट्रीयोल भी उपस्थित होता है।
- **अतिरिक्त केन्द्रकीय या यूमाइटोसिस :** इसमें केन्द्रक कला नष्ट हो जाती है तथा स्पिण्डल का निर्माण केन्द्रक कला के बाहर होता है। उदाहरण - पादपों एवं जन्तुओं में।
- **एण्डोमाइटोसिस :** गुणसूत्र एवं उनका DNA द्विगुणित हो जाता है, किन्तु यह पृथक होने में असफल हो जाता है, जो कि बहुगुणिता (Polyploid) को बढ़ता है। उदाहरण - मनुष्य के यकृत में द्विगुणित (2 N) एवं बहुगुणित (4 N) दोनों प्रकार की कोशिकाओं को रिर्पोट किया गया है। इसे एण्डोडुप्लीकेशन एवं एण्डोपॉलीप्लॉइडी भी कहा जाता है।
- **डाइनोमाइटोसिस :** जिसमें केन्द्रकीय आवरण बना रहता है, तथा माइक्रोटुब्यूलर स्पिण्डल का निर्माण नहीं होता है। गतिशीलता के दौरान गुणसूत्र केन्द्रकीय कला से जुड़ जाते हैं।

माइटोटिक विष

- वे एजेन्ट जो कोशिका विभाजन को रोकते हैं।
- एजाइड्स एवं सायनाइड : प्रोफेज को रोकते हैं।
- कॉल्चिसिन : मेटाफेज पर स्पिण्डल निर्माण को रोकता है।
- मस्टर्ड गैस : गुणसूत्रों को आपस में जोड़ती है।
- कैलॉन्स : इन्हें सर्वप्रथम लॉरेन्स एवं बुलघ (1960) ने रिर्पोट किया था। ये स्वस्थ कोशिकाओं के अतिरिक्त कोशिकीय द्रव द्वारा स्त्रावित पेप्टाइड एवं ग्लाइकोप्रोटीन्स है। जो कोशिकीय विभाजन को रोकते हैं।

कैरियोकोरियोसिस

- यह कवक में माइटोसिस का एक प्रकार है। जिसमें अंतरकेन्द्रकीय केन्द्रक खाँच निर्माण द्वारा विभाजित होता है।

जंतु तथा पादप कोशिका में अन्तर

जंतु कोशिका	पादप कोशिका
सेन्ट्रीयोल स्पिण्डल ध्रुव की ओर स्थिर होते हैं।	स्पिण्डल ध्रुव की ओर सेन्ट्रीयोल अनुउपस्थित होते हैं।
एस्टर का निर्माण होता है (एम्फीएस्टरल)	एस्टर का निर्माण नहीं होता है (एनएस्टरल)
सायटोप्लाज्म की खाँच के बाद साइटोकाइनेसिस	अधिकतर कोशिका प्लेट के बनने के बाद साइटोकाइनेसिस।
खाँच अभिकेन्द्रित (केन्द्र की ओर) तक विस्तृत होती है।	कोशिका प्लेट अपकेन्द्रीय (केन्द्र से बाहर की ओर) वृद्धि करती है
माइक्रोफिलामेंट रिंग विदलन में सहायता करती है।	सायटोकाइनेसिस में माइक्रोफिलामेंट की कोई भूमिका नहीं है।
यह सभी ऊतकों के पास होती है।	मुख्य रूप से मेरिस्टेम में होती है।
माइटोसिस के समय कोशिका गोल हो जाती है तथा कोशिकाद्रव्य अधिक चिपचिपा होता है।	माइटोसिस के समय कोशिका अपना रूप ओर स्वभाव नहीं बदलती है।
स्पिण्डल की मध्य रेखा (Equator) पर मध्यकाय (Midbody) उत्पन्न होता है।	स्पिण्डल की मध्य रेखा फेरमोप्लास्ट में परिवर्तित हो जाते हैं।
पुत्री कोशिकाओं के मध्य अन्तराकोशिकीय (Intercellular) अवकाश दिखाई देने लगते है।	मध्य पट्टलिका के द्वारा कोशिका चिपकी रहती है।
जंतु माइटोसिस कुछ माइटोजेन्स के द्वारा नियन्त्रीत होती है।	पादप माइटोसिस साइटोकाइनिन हार्मोन के द्वारा नियंत्रित होती है

अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis)

- **अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis) :** (meio = ह्रासित होना, osis = अवस्था)
- माइटोसिस की अपेक्षा मियोसिस बहुत धीमी प्रक्रिया है । यह एक विशेष प्रकार का विभाजन है जिसमें गुणसूत्रों का द्विगुणन केवल एक बार होता है, किन्तु कोशिका दो बार विभाजित होती है। इस प्रकार एक जनक कोशिका से 4 पुत्री कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- इनमें से प्रत्येक कोशिका में सामान्य जनक कोशिका की तुलना में गुणसूत्रों की संख्या एवं DNA की मात्रा आधी होती है।
- इस प्रकार अर्धसूत्री विभाजन को न्यूनकारी विभाजन (Reductional division) भी कहते हैं।
- कोशिका में अर्धसूत्री विभाजन केवल एक बार होता है आगे निर्मित अगुणित कोशिका में अर्धसूत्री विभाजन नहीं होता है क्योंकि अगुणित जीनोम में सिनेप्टिनिमल युग्म नहीं होता है।

खोज

- सर्वप्रथम इसका प्रदर्शन वान बेन्डेन (1883) ने किया किंतु इसका वर्णन विनिवर्टर (1900) ने किया था।
- फार्मर एवं मुरे (1905) ने "मियोसिस" शब्द दिया। ग्रेगरी ने अर्धसूत्री प्रथम तथा द्वितीय शब्द दिया।

प्राप्ति

- यह विशेष प्रकारों में एवं विशिष्ट काल पर पाया जाता है। इसे लैंगिक अंगों की द्विगुणित जनन कोशिकाओं (जन्तुओं में वृषण की स्पर्मेटोसाइट्स से निर्मित नर गैमिट्स स्पर्मेटोजोआ एवं प्राथमिक ऊसाइट से निर्मित मादा गैमिट्स अण्ड (Ova) कहलाते हैं) में रिर्पोट किया गया है।
- पादपों में पुष्पों के एंथर की पराग मातृ कोशिकाएँ (माइक्रोस्पोरोसाइट्स) एवं ओवरी के ओव्यूल की मैगास्पोरोसाइट्स से अगुणित बीजाणु निर्मित होते हैं।
- पौधों में अर्धसूत्री विभाजन का अध्ययन तरूण (Young) पुष्प कलिकाओं में किया जा सकता है।

अर्धसूत्री विभाजन की क्रिया

- मियोसिस की क्रिया दो चरणों (मियोसिस I एवं मियोसिस II) में पूर्ण होती है।

मियोसिस I

- इसमें गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाती है। इस कारण मियोसिस I को न्यूनकारी विभाजन या हिटरोटिपिक विभाजन के रूप में भी जाना जाता है। इसके परिणामस्वरूप एक द्विगुणित कोशिका से दो अगुणित कोशिकाओं का निर्माण होता है।
- इसे दो भागों (कैरियोकाइनेसिस I एवं सायटोकाइनेसिस I) में विभाजित किया गया है।

कैरियोकाइनेसिस I

- इसमें केन्द्रक का विभाजन शामिल है।
- इसे चार अवस्थाओं में विभाजित किया गया है।
  जैसे - प्रोफेज, मेटाफेज, एनाफेज, टीलोफेज।

(1) प्रोफेज I :

- यह मियोसिस के कैरियोकाइनेसिस की सबसे लम्बी अवस्था है। इसे पुनः पाँच उपअवस्थाओं में विभाजित किया गया है।
  जैसे - लेप्टोटीन, जायगोटीन, पैकिटीन, डिप्लोटीन एवं डाइकाइनेसिस।

(i) लेप्टोटीन / लेप्टोनीमा

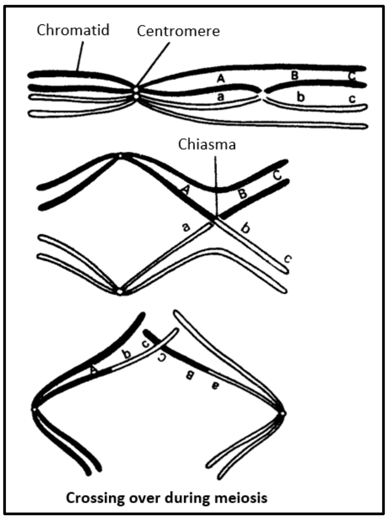
- क्रोमोमीयर युक्त गुणसूत्र लम्बे धागे के समान हो जाते हैं।
- केन्द्रक का आयतन बढ़ जाता है।
- क्रोमेटिन जाल में आधे गुणसूत्र नर के एवं आधे मादा के होते हैं।
- समान संरचना वाले गुणसूत्रों को समजात (Homologous) गुणसूत्रों के रूप में जाना जाता है।
- लेप्टोनीमल गुणसूत्रों में एक निश्चित ध्रुवीकरण होने से लूप का निर्माण होता है। जिसके सिरे केन्द्रकीय आवरण से सेन्ट्रियोल के समीप एक बिन्दु पर जुड़े रहते हैं। इस प्रकार की विशेष व्यवस्था को जन्तुओं में बोकेट (Bouquet) अवस्था तथा पादपों में सिन्डेट नॉट (Syndet knot) कहते हैं।
- एम्फिबियन्स के ऊसाइट में पाये जाने लैम्पब्रुश गुणसूत्र को लेप्टोटीन अवस्था में देखते हैं।

(ii) जायगोटीन/जायगोनीमा

- इस अवस्था में समजात गुणसूत्रों का युग्मन या "सिनोप्सिस" प्रारंभ होती है।
- युग्मित गुणसूत्रों को बाइवेलेन्ट कहते हैं। जो कि आगे आण्विक पैकिंग एवं स्पाइरेलाइजेशन द्वारा छोटे तथा मोटे हो जाते हैं।
- समजात गुणसूत्रों का युग्मन (Pairing) एक जिपर फैशन में होता है। बाइवेलेन्ट की संख्या (युग्मित समजात गुणसूत्र) एक द्विगुणित कोशिका में गुणसूत्रों की कुल संख्या की आधी होती है। प्रत्येक बाइवेलेन्ट एक पैतृक एवं एक मातृक गुणसूत्र (प्रत्येक जनक से एक गुणसूत्र उत्पन्न होता है) से निर्मित होता है।
- इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में एक तंतुमय सीढ़ी के समान न्यूक्लियोप्रोटीन युक्त कॉम्पलेक्स दिखाई देता है। इसे 'सिनेप्टोनिमल कॉम्पलेक्स' कहते हैं। समजात गुणसूत्रों के बीच इस कॉम्पलेक्स की खोज "मॉसेज" (1953) ने की थी।

(iii) पैकिटीन / पैकिनीमा

- चतुष्क (Tetrad) में एक ही गुणसूत्र के दो समान क्रोमेटिड्स को सिस्टर क्रोमेटिड्स कहते हैं। दो समजात गुणसूत्रों के क्रोमेटिड्स नॉन सिस्टर क्रोमेटिड्स कहलाते हैं।
- इस अवस्था में समजात गुणसूत्रों के नॉन सिस्टर क्रोमेटिड्स के बीच खण्ड का आदान प्रदान होता है। इसे क्रॉसिंग ओवर कहते हैं।
- इसमें क्रोमेटिड के खण्ड टूटते हैं तथा पुनः जुड़ते हैं। इनके टूटने की घटना निकिंग कहलाती है यह एक एंजाइम एण्डोन्यूक्लियेज की सहायता से होता है। क्रोमेटिड्स के पुनः जुडने की घटना एनेलिंग कहलाती है इन्हें एक एन्जाइम लाइगेज द्वारा जोडा जाता है। टूटने तथा पुनः जुड़ने की यह परिकल्पना डार्लिंगटन (1937) ने दी।
- पैकिटीन गुणसूत्र के क्रोमेटिड्स सेन्ट्रोमीयर से जुड़े होते हैं।
- एक चतुष्क समजात गुणसूत्र के दो सैट से मिलकर बना होता है। इसमें से प्रत्येक में दो क्रोमेटिड्स होते हैं। प्रत्येक चतुष्क में चार काइनेटोकोर (दो सिस्टर एवं दो समजात) होते हैं।
- अनियमित समयांतराल पर सिनेप्टोनिमल कॉम्पलेक्स के केन्द्र में इलेक्ट्रॉन सघन काय (लगभग $100nm$ व्यास) की संख्या दिखाई देती है। इन्हें रीकॉम्बिनेशन नोड्यूल कहते हैं।



Crossing over during meiosis

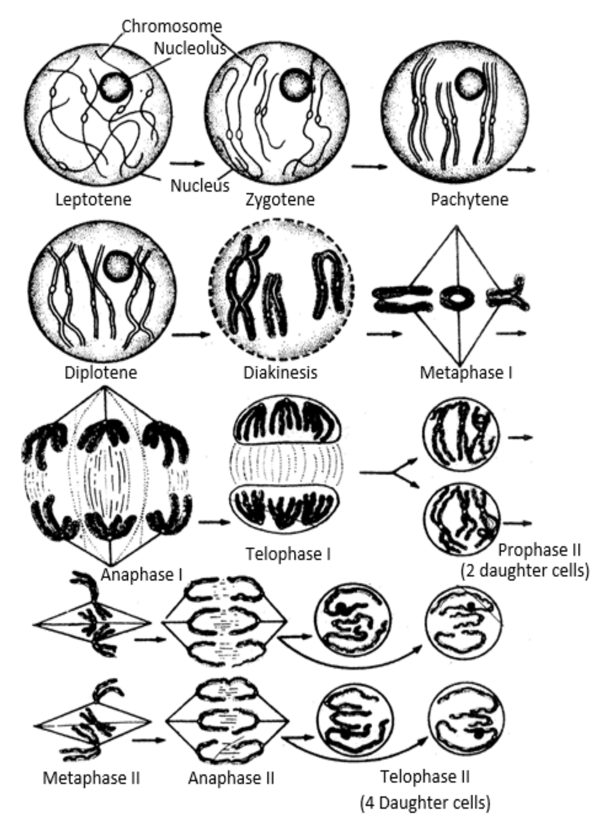
- DNA पॉलीमरेज मरम्मत एवं संश्लेषण के लिये उत्तरदायी होता है।

(iv) डिप्लोटीन / डिप्लोनीमा

- ◈ इस अवस्था पर युग्मित गुणसूत्र पृथक होना (डीसिनोप्सिस) प्रारंभ कर देते हैं।
- ◈ क्रॉसिंग ओवर के स्थान पर नॉन सिस्टर क्रोमेटिड्स के बीच क्रॉस का निर्माण हो जाता है।
- ◈ समजात गुणसूत्र एक दूसरे से दूर हो जाते हैं। ये एक दूसरे से एक विशिष्ट बिन्दु द्वारा जुड़े रहते हैं जिसे क्याजमेटा कहते हैं।
- ◈ प्रत्येक बाइवेलेन्ट में कम से कम एक क्याज्मा निर्मित होता है।
- ◈ गुणसूत्र केवल क्याजमेटा के स्थान पर जुड़े रहते हैं।
- ◈ क्याजमेटा पर सिनेप्टोनिमल कॉम्पलेक्स के स्थान पर क्रोमेटिन सेतु (Bridges) निर्मित होते हैं।
- ◈ वास्तव में यह अवस्था लम्बे समय तक रहती है।

(v) डाइकाइनेसिस

- ◈ क्याजमेटा गुणसूत्रों के सिरे (Ends) की ओर गति करते हैं। इसे उपान्तीभवन (Terminalization) कहते हैं।
- ◈ क्रोमेटिड्स केवल क्याज्मा के स्थान पर जुड़े रहते हैं।
- ◈ केन्द्रक कला एवं केन्द्रिका (Nucleolus) विघटित हो जाती है।
- ◈ गुणसूत्र पुर्नसंघनित (Recondense) होते हैं एवं चतुष्क (Tetrad) मेटाफेज प्लेट की ओर गति करता है।
- ◈ स्पिण्डल का निर्माण होता है।
- ◈ बाइवेलेन्ट अनियमित होते हैं जो स्वतंत्र रूप से न्यूक्लियोसाइटोप्लाज्मिक मैट्रिक्स में बिखरे रहते हैं।
- ◈ जब प्रोफेज I की डाइकाइनेसिस पूर्ण हो जाती है, तब कोशिका मेटाफेज I में प्रवेश करती है ।



Various stages of meiosis

(2) मेटाफेज-I

- ◈ गुणसूत्र मध्य रेखा (Equator) पर आ जाते हैं।
- ◈ बाइवेलेन्ट स्वयं ही दो समानांतर मध्यवर्ती या मेटाफेज प्लेट्स पर व्यवस्थित हो जाते हैं। प्रत्येक मध्यवर्ती (Equatorial) प्लेट में एक जीनोम होता है।
- ◈ समजात गुणसूत्रों के सेन्ट्रोमीयर मध्य रेखा से समान दूरी पर पाये जाते हैं। ये ध्रुवों की ओर निर्देशित होते हैं। जबकि मध्य रेखा पर भुजाएँ सामान्यतः क्षैतिज रूप से स्थित होती है।
- ◈ प्रत्येक समजात गुणसूत्र में दो काइनेटोकोर होते हैं। एक गुणसूत्र के दोनों काइनेटोकोर गुणसूत्रीय या ट्रैक्टाइल फाइबर की एक ही साइड से जुड़े रहते हैं।

(3) एनाफेज-I

- ◈ इसमें समजात गुणसूत्रों का पृथक्करण शामिल है। जो विपरीत ध्रुवों पर पहुँचना प्रारंभ कर देते हैं। प्रत्येक चतुष्क दो पुत्री डायड में विभाजित हो जाता है। इस प्रकार एनाफेज में गुणसूत्रों की संख्या का रिडक्शन होता है इसे डिसजंक्शन कहते हैं।
- ◈ पृथक हुये गुणसूत्रों की आकृति छड़ाकार या / या V प्रकार की हो सकती है। गुणसूत्रों की यह आकृति सेन्ट्रोमीयर की स्थिति पर निर्भर करती है।
- ◈ इसमें मेण्डेलियन कारकों का पृथक्करण (Segregation) या गुणसूत्रों का स्वतंत्र अपव्यूहन (Independent assortment) होता है। जिसमें प्रत्येक समजात युग्म के पैतृक एवं मातृक गुणसूत्र एनाफेज के दौरान पृथक हो जाते हैं। जिससे आनुवांशिक विभिन्नताएँ उत्पन्न होती है।

(4) टीलोफेज I

- ◈ दो पुत्री केन्द्रक निर्मित होते हैं किन्तु मातृ कोशिका की तुलना में गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाती है।
- ◈ केन्द्रक कला पुनः दिखाई देने लगती है ।
- ◈ टीलोफेज I के बाद सायटोकाइनेसिस हो सकती है या नहीं भी हो सकती है।
- ◈ मियोसिस I की समाप्ति पर या तो दो पुत्री कोशिकाएँ निर्मित होंगी या एक कोशिका में दो पुत्री केन्द्रक हो सकते हैं।
- ◈ मियोसिस I को न्यूनकारी विभाजन भी कहते हैं।
- ◈ मियोसिस I के बाद जन्तुओं में कोशिकाएँ सेकेण्डरी स्पर्मेटोसाइट या सेकेण्डरी ऊसाइट को पुनः निर्मित करती हैं। इनमें गुणसूत्रों की संख्या अगुणित किंतु DNA की मात्रा द्विगुणित होती है।
- ◈ हायड्रेशन या डीस्पाइरेलाइजेशन द्वारा गुणसूत्रों का असंघनन (Decondensation) होता है। जिससे गुणसूत्र लम्बे एवं धागे के समान क्रोमेटिन फाइबर में परिवर्तित हो जाते हैं।

❖ **इंटरफेज :**

- ◈ मियोसिस I एवं मियोसिस II के बीच सामान्यतः इंटरफेज नहीं होती है। एक संक्षिप्त इंटरफेज को इंटरकाइनेसिस या इंटरमियोटिक इंटरफेज कहते हैं। इस इंटरफेज दौरान गुणसूत्रों का रेप्लीकेशन नहीं होता है।

सायटोकाइनेसिस I

- यह या तो उपस्थिति या अनुपस्थित हो सकती है। जब यह उपस्थित होती है, तो जन्तु कोशिकाओं में कोशिका खाँच (Cell furrow) निर्माण द्वारा तथा पादप कोशिकाओं में कोशिका पट्ट (Cell plate) निर्माण द्वारा होती है।

मियोसिस I का महत्व

- इसमें समजात गुणसूत्रों का पृथक्करण होता है। जिससे गुणसूत्रों की संख्या अगुणित हो जाती है। जो कि लैंगिक प्रजनन के लिये आवश्यक है।
- यह क्रॉसिंग ओवर एवं पैतृक तथा मातृक गुणसूत्रों के अनियमित अपव्यूहन (Assortment) द्वारा नये जीन संयोजनों (Combinations) के निर्माण से विभिन्नताएँ उत्पन्न होती है।
- यह कोशिकाओं को लैंगिक प्रजनन के लिये गैमिट तथा अलैंगिक प्रजनन के लिये बीजाणु (Spore) उत्पन्न करने के लिये प्रेरित करता है।

मियोसिस-II

- इसे सम-अर्धसूत्री (Equational) या समविभाजन भी कहते हैं, क्योंकि मियोसिस । के बाद गुणसूत्रों की संख्या समान हो जाती है। इसमें किसी भी माइटोटिक विभाजन की तुलना में कम समय लगता है।
- इसे भी दो भागों (कैरियोकाइनेसिस ॥ एवं सायटोकाइनेसिस ॥) में विभाजित किया जाता है।

कैरियोकाइनेसिस-II

- इसमें प्रत्येक गुणसूत्र के दो क्रोमेटिड्स का पृथक्करण तथा उनका पृथक कोशिकाओं में पहुँचना शामिल है। इसे चार अवस्थाओं में विभाजित किया जाता है।
- जैसे - प्रोफेज II, मेटाफेज II, एनाफेज II एवं टीलोफेज II
- कैरियोकाइनेसिस II के लगभग सभी परिवर्तन माइटोसिस के समान होते हैं। जिसमें शामिल हैं -
- यह टीलोफेज I की समाप्ति के तुरंत बाद प्रारंभ होती है।
- प्रत्येक पुत्री कोशिका (केन्द्रक) में माइटोटिक विभाजन होता है।
- यह माइटोसिस के बिल्कुल समान होती है।
- इस क्रिया की समाप्ति पर सायटोकाइनेसिस होती है।
- इसके पूर्ण हो जाने के पश्चात चार पुत्री कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- एक गुणसूत्र के सिस्टर काइनेटोकोर पृथक हो जाते हैं।
- चारों पुत्री कोशिकाएँ प्रत्येक टेट्रावेलेन्ट से एक क्रोमेटिड प्राप्त करती है।
- एनाफेज II पर सेन्ट्रोमीयर विभाजित होता है ।
- प्रोफेज II पर स्पिण्डल फाइबर संकुचित होते हैं।

सायटोकाइनेसिस-II

- यह हमेशा पायी जाती है। जन्तु कोशिका में यह कोशिका खाँच निर्माण द्वारा तथा पादप कोशिका में कोशिका पट्ट निर्माण होती है।
- मियोसिस द्वारा एक द्विगुणित जनक कोशिका दो बार विभाजित होकर चार गैमिट्स या लिंग कोशिकाएँ निर्मित करती हैं। इनमें से प्रत्येक कोशिका में जनक कोशिका की तुलना में DNA की मात्रा आधी होती है। मियोसिस के प्रारंभ के समय कोशिका में एक चौथाई DNA पाया जाता है।

मियोसिस -II का महत्व

- इस क्रिया के द्वारा अगली पीढ़ी में गुणसूत्रों की संख्या स्थिर बनी रहती है।
- मियोसिस के दौरान गुणसूत्रों की संख्या आधी हो जाती है।
- यह विभिन्नता एवं उत्परिवर्तन (Mutation) उत्पन्न करने में सहायक होता है।
- इसके द्वारा गैमिट निर्माण होता है।
- यह आनुवांशिक सूचना वाहक पदार्थ की मात्रा को नियंत्रित करता है।
- लैंगिक जनन में एक मियोसिस तथा संलयन सम्मिलित है।
- इससे निर्मित चार पुत्री कोशिकाओं में विभिन्न प्रकार के क्रोमेटिड होंगे।

मियोसिस के प्रकार

(1) **गैमिटिक या टर्मिनल मियोसिस** : अनेक प्रोटोजोअन्स, सभी जन्तुओं एवं कुछ शैवालों में मियोसिस निषेचन (Fertilization) से पहले गैमिट्स के निर्माण के दोरान होती है। इस प्रकार की मियोसिस का वर्णन गैमिटिक या टर्मिनल मियोसिस के रूप में किया जाता है।

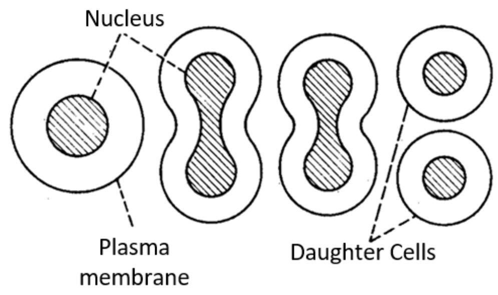
(2) **जायगोटिक या इनिशियल माइटोसिस** : कवक, अनेक प्रोटोजोआ समूहों एवं कुछ शैवाल में जायगोट में मियोसिस के तुरंत बाद निषेचन होता है। जिसके परिणामस्वरूप वयस्क जीव अगुणित होते हैं। वास्तव में इस प्रकार की मियोसिस को जायगोटिक या इनिशियल मियोसिस कहते हैं। इस प्रकार का जीवन चक्र जो अगुणित व्यस्क एवं जायगोटिक मियोसिस युक्त होता है। उसे हैप्लॉन्टिक चक्र कहते हैं।

(3) **स्पोरोजेनेटिक मियोसिस**

- द्विगुणित स्पोरोसाइट्स या स्पोरोफिटिक पौधे की बीजाणु मातृ कोशिकाएँ (Spore mother cells) मियोसिस के द्वारा स्पोरेंजिया में अगुणित स्पोर्स का निर्माण करती है।
- अगुणित स्पोर अंकुरित होकर अगुणित गैमिटोफाइट पौधे का निर्माण करते हैं। जो कि माइटोसिस के द्वारा अगुणित गैमिट्स उत्पन्न करते हैं।
- अगुणित गैमिट्स आपस में संयुक्त होकर द्विगुणित जायगोट का निर्माण करते हैं। जो कि माइटोटिक विभाजन द्वारा द्विगुणित (Diploid) स्पोरोफाइट में विकसित हो जाता है। उदाहरण— उच्च श्रेणी के पौधों जैसे—टेरिडोफाइट्स, जिम्नोस्पर्म, एन्जियोस्पर्म आदि में।

असूत्री विभाजन (Amitosis)

- **असूत्री विभाजन (Amitosis) :** (amitos = धागा रहित; osis = अवस्था)
- इसे प्रत्यक्ष कोशिका विभाजन भी कहा जाता है। इसे रोबर्ट रीमेक (1855) ने चूजे के भ्रूण (Embryo) की RBC में खोजा था।
- इस विभाजन में गुणसूत्र एवं स्पिण्डल का विभेदीकरण नहीं होता है। इसमें केन्द्रकीय आवरण का विघटन नहीं होता है।
- इसमें केन्द्रक लम्बा होकर एवं मध्य में सिकुडकर (Contrict) दो पुत्री केन्द्रकों का निर्माण करता है।
- इसके बाद कोशिकाद्रव्य के एक सेन्ट्रीपिटल संकीर्णन (Constriction) से दो पुत्री कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- यह एक प्राचीन प्रकार का विभाजन है, जो प्रोकैरियोट्स, प्रोटोजोअन्स, यीस्ट, स्तनियों की फीटल कला (Membrane) एवं कार्टिलेज, रोगी ऊतकों की विघटित कोशिकाओं एवं पुराने ऊतकों में पाया जाता है।



Amitosis division

अभ्यास प्रश्न

1. Assertion: Cell cycle में cell growth और division दोनों होते हैं।
Reason: Cell cycle मुख्यतः interphase और M phase में विभाजित होता है।
(a) A और R दोनों सही तथा R सही व्याख्या
(b) दोनों सही परन्तु व्याख्या नहीं
(c) A सही R गलत
(d) A गलत R सही **[a]**

2. कोशिका चक्र (Cell Cycle) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. कोशिका चक्र में G_1, S, G_2 तथा M चरण होते हैं।
2. इंटरफेज कोशिका चक्र का सबसे लंबा चरण होता है।
3. साइटोकाइनेसिस इंटरफेज में होती है।
4. DNA का प्रतिकृतिकरण S चरण में होता है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 **[d]**

3. Assertion: Telophase में nuclear membrane पुनः बनती है।
Reason: chromosomes decondense हो जाते हैं।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[b]**

4. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. पैकाइटीन अवस्था में क्रॉसिंग ओवर होता है।
2. डिप्लोटीन अवस्था में कियाज़्माटा (Chiasmata) दिखाई देते हैं।
3. डायाकाइनेसिस प्रोफेज-I का अंतिम चरण है।
4. ये सभी अवस्थाएँ मीओसिस-I के अंतर्गत आती हैं।
उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?
(a) केवल 1 और 2
(b) केवल 1, 2 और 3
(c) केवल 1, 2, 3 और 4
(d) केवल 2, 3 और 4 **[c]**

5. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. माइटोसिस समान (Identical) पुत्री कोशिकाएँ बनाता है।
2. मीओसिस आनुवंशिक विविधता उत्पन्न करता है।
3. माइटोसिस देह कोशिकाओं (Somatic cells) में होता है।
4. मीओसिस गैमीट्स के निर्माण के लिए होता है।
उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?
(a) केवल 1 और 2 (b) केवल 1, 2 और 3
(c) केवल 2 और 4 (d) 1, 2, 3 और 4 **[d]**

6. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. प्रोफेज-I मीओसिस का सबसे लंबा चरण होता है।
2. इसमें लेप्टोटीन, ज़ाइगोटीन, पैकाइटीन आदि अवस्थाएँ होती हैं।
3. क्रॉसिंग ओवर पैकाइटीन अवस्था में होता है।
4. ये सभी अवस्थाएँ माइटोसिस में भी पाई जाती हैं।
उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?
(a) केवल 1 और 2 (b) केवल 1, 2 और 3
(c) केवल 2 और 4 (d) केवल 1, 3 और 4 **[b]**

7. Assertion: Checkpoints cell cycle regulation करते हैं।
Reason: damaged DNA वाले cells को division से रोकते हैं।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[a]**

8. Assertion: Gametes meiosis से बनते हैं।
Reason: meiosis chromosome संख्या आधी करता है।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[a]**

9. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. कोशिका चक्र (Cell cycle) एक नियंत्रित प्रक्रिया है।
2. साइक्लिन (Cyclins) एवं CDKs इसे नियंत्रित करते हैं।
3. चेकपॉइंट्स (Checkpoints) भी कोशिका चक्र को नियंत्रित करते हैं।
4. कोशिका चक्र एक यादृच्छिक (Random) प्रक्रिया है।
उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?
(a) केवल 1 और 2
(b) केवल 1, 2 और 3
(c) केवल 2 और 4
(d) केवल 1, 3 और 4 **[b]**

10. प्रोफेज (Prophase) के दौरान निम्न में से कौन-सी घटनाएँ होती हैं—
1. गुणसूत्र संकुचित (condense) हो जाते हैं।
2. नाभिकीय झिल्ली टूट जाती है।
3 .स्पिंडल तंतु बनने लगते हैं।
4. गुणसूत्र विषुवत् तल (equatorial plate) पर आ जाते हैं।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3
(b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4
(d) 1, 2 और 4 **[a]**

11. कैंसर (Cancer) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. यह हमेशा हानिरहित होता है।
2. इससे ट्यूमर बन सकते हैं।
3. कोशिका चक्र का नियंत्रण प्रभावित हो जाता है।
4. यह अनियंत्रित कोशिका विभाजन की स्थिति है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 **[b]**

12. Assertion: Synapsis meiosis में होता है।
Reason: homologous chromosomes pairing करते हैं।
(a) A गलत है परन्तु R सही है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है **[d]**

13. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. क्रोमोसोम DNA एवं प्रोटीन से बने होते हैं।
2. क्रोमैटिड प्रतिकृत (Replicated) क्रोमोसोम का एक भाग होता है।
3. सेंट्रोमियर क्रोमैटिड्स को जोड़ता है।
4. क्रोमोसोम लिपिड से बने होते हैं।
उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?
(a) केवल 1 और 2 (b) केवल 1, 2 और 3
(c) केवल 2 और 4 (d) केवल 1, 3 और 4 **[b]**

14. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. सेंट्रोमियर (Centromere) क्रोमैटिड्स को जोड़ता है।
2. काइनेटोकोर (Kinetochore) स्पिंडल के संलग्न होने का स्थान है।
3. स्पिंडल सूक्ष्मनलिकाओं (Microtubules) से बना होता है।
4. सेंट्रोमियर DNA का प्रतिकृति निर्माण करता है।
उपरोक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?
(a) केवल 1 और 2
(b) केवल 1, 2 और 3
(c) केवल 2 और 4
(d) केवल 1, 3 और 4 **[b]**

15. अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis) के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. मीयोसिस गैमेट निर्माण में होता है।
2. इसमें गुणसूत्रों की संख्या आधी हो जाती है।
3. यह आनुवंशिक विविधता उत्पन्न करता है।
4. पुत्री कोशिकाएँ द्विगुणित (diploid) होती हैं।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 **[a]**

♦♦♦♦

03 जैव-अणु (Bio-Molecules)

Structure and Functions of Proteins, Carbohydrates and Lipids.

सूक्ष्मअणु (Micromolecules)

- ये कम आण्विक भार एवं उच्च घुलनशीलता वाले अणु हैं। इसमें खनिज, जल, अमीनो अम्ल, शर्करा एवं न्यूक्लियोटाइड्स को सम्मिलित किया गया है।
- जीवन क्रिया में सभी अणुओं या रासायनिक कार्यों को 'जैव अणु' (Biomolecules) कहते हैं।

तत्व

- ये इन्हें पादपों एवं जन्तुओं में उपस्थित एवं आवश्यकता के आधार पर वृहद् (Major) Ca, P, Na, Mg, S, K, N एवं लघु (Minor) Fe, Cu, Co, Mn, Mo, Zn समूह में रखा गया है।
- **कार्य के आधार पर ये निम्न प्रकार के हो सकते हैं :**

(i) **फ्रेमवर्क तत्व :** कार्बन, ऑक्सीजन एवं हाइड्रोजन।
(ii) **प्रोटोप्लाज्मिक तत्व :** प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल, लिपिड, क्लोरोफिल, एन्जाइम आदि।
(iii) **संतुलन तत्व :** यह Ca, Mg तथा K

जैवीय यौगिक

(i) **अकार्बनिक यौगिक :** जल 80% एवं अकार्बनिक लवण 1 – 3% होते हैं।
(ii) **कार्बनिक यौगिक :** कार्बोहाइड्रेट 1.0%, लिपिड 3.5%, प्रोटीन 12.0%, न्यूक्लियोटाइड 2.0% तथा अन्य यौगिक 0.5%

कोशिकीय पूल

- एक जीवित तंत्र में विभिन्न प्रकार के एकत्रित किये हुये या मध्यसंयोजी (Interlink) जैव अणु होते हैं। इस प्रकार कोशिका को कोशिकीय पूल कहते हैं। इसमें 5000 से अधिक रसायन सम्मिलित हैं।
- अकार्बनिक रसायन मुख्य रूप से जलीय अवस्था में जबकि कार्बनिक दोनों अवस्थाओं में उपस्थित होते हैं। कोशिकीय पूल में क्रिस्टेलॉइड एवं कॉलोइडल दोनों कण सम्मिलित हैं। इसलिये इसे क्रिस्टल कॉलोइड्स कहते हैं।

जल

- यह जीवन का द्रव्य, कोशिका का सबसे बड़ा घटक (लगभग 60 – 90%) है।
- यह अंतरकोशिकीय, अंतराकोशिकीयों में एवं रिक्तिकाओं (Vacuoles) में स्थायी रहता है।
- कोशिकाओं में यह स्वतंत्र अवस्था या बंधित अवस्था (KOH, CaOH आदि) में पाया जाता है।

जल के गुण (Properties of Water)

- जल एक **रंगहीन, पारदर्शी, स्वादहीन एवं गंधहीन** द्रव है, जिसका pH लगभग 7 (उदासीन) होता है।
- इसे **सार्वत्रिक विलायक (Universal Solvent)** कहा जाता है, क्योंकि इसमें अनेक प्रकार के विलेय (विशेषकर ध्रुवीय पदार्थ) घुल सकते हैं।
- **हाइड्रोजन बंध (Hydrogen bonding)** के कारण इसका क्वथनांक (Boiling Point) अपेक्षाकृत अधिक होता है।
- यह **संसंजन (Cohesion)** तथा **आसंजन (Adhesion)** के गुणों को प्रदर्शित करता है, जो केशिकत्व (Capillarity) में सहायक होते हैं।
- जल को पदार्थ की तीनों अवस्थाओं में पाया जा सकता है— **ठोस (बर्फ), द्रव (पानी) एवं गैस (जलवाष्प)**।
- जल का अधिकतम घनत्व **4°C** पर होता है, इस तापमान पर यह सबसे अधिक सघन एवं भारी होता है; इससे कम तापमान पर यह ठोस (बर्फ) में परिवर्तित हो जाता है।

कार्बोहाइड्रेट

- उदाहरण - शर्करा, ग्लाइकोजन (जन्तु स्टार्च), पादप स्टार्च एवं सैल्यूलोज।

कार्बोहाइड्रेट का स्त्रोत

- मुख्यतः प्रकाश संश्लेषण है। यह केवल 1% होता है, किन्तु पादप के शुष्क भार का 80% बनता है।

संगठन

- यह कार्बन, हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन के $C_nH_{2n}O_n$ अनुपात से मिलकर बना होता है। इसके बेसिक घटकों के आधार पर इसे सैकेराइड एवं शर्करा भी कहते हैं।

वर्गीकरण (Classification)

- संक्षिप्त में कार्बोहाइड्रेड को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है :

(i) **मोनोसैकेराइड्स :**

- ये एकल शर्करा इकाईयाँ हैं। जो कि आगे छोटे कार्बोहाइड्रेट में जल अपघटित नहीं हो सकती ।
- इनका सामान्य सूत्र $C_nH_{2n}O_n$ है।
- उदाहरण - ट्रायोज 3C (ग्लिसरेल्डिहाइड, डाइहाइड्रोक्सी एसीटोन आदि), टेट्रोज 4C, पेण्टोज 5C, हेक्सोज 56 आदि।

महत्वपूर्ण हेक्सोजेज (Important Hexoses)

- **ग्लूकोज :** $C_6H_{12}O_6$ अँगूर की शर्करा डेक्सट्रोज होती है। अँगूर टार्टरिक अम्ल की उपस्थिति के कारण खट्टे होते हैं। फ्रक्टोज को 'फल शर्करा' (प्राकृतिक शर्करा में सबसे, मीठी) एवं ग्लूकोज को 'शरीर की शर्करा' (Sugar of body) कहते हैं। रक्त ग्लूकोज का सामान्य स्तर 80120mg/100ml है। यदि इसमें वृद्धि होती है, तो इस स्थिति को 'ग्लूकोसुरिया' कहते हैं।
- **फ्रक्टोज :** यह प्राकृतिक रूप से फलों के रस एवं शहद में पायी जाती है। शरीर में गन्ने की शर्करा के जल अपघटन से भी फ्रक्टोज प्राप्त होती है।
- **गैलेक्टोज :** इसे 'ब्रेन शुगर' कहते हैं। यह ग्लाइकोलिपिड एवं ग्लाइकोप्रोटीन का महत्वपूर्ण अंश है।

मोनोसैकेराइड के गुण:-

- मोनोसैकेराइड्स रंगहीन, मीठे स्वाद वाली एवं ठोस शर्करा है। शर्कराएँ ऑक्सीकरण, एस्टरीकरण एवं किण्वन को प्रदर्शित करती हैं।
- असममित कार्बन के कारण इनके विभिन्न आइसोमेरिक रूप पाये जाते हैं। ये ध्रुवीय प्रकाश को घुमा सकते हैं। इसलिये ये डेक्सट्रोरोटेटरी एवं लीवोरोटेटरी होते हैं।
- D-ग्लूकोज के अपचयन (Reduction) के बाद पॉलीहाइडोक्सी एल्कोहल, सॉर्बिटॉल तथा मेनीटॉल का मिश्रण प्राप्त होता है।

मोनोसैकेराइड्स के कार्य

- कोशिका श्वसन में ग्लूकोज ATP का सर्वोच्च स्त्रोत होता है।
- इन अणुओं के बहुलकीकरण (Polymerisation) से दीर्घ अणुओं (Macromolecules) का निर्माण होता है।
- राइबोज एवं डीऑक्सीराइबोज, न्यूक्लिक अम्ल एवं न्यूक्लियोटाइड का भाग है।
- वह शर्करा जिसमें मुक्त एल्डिहाइड या कीटोन समूह होता है। वे Cu^{++}को Cu^{+}में अपचयित कर सकती है। इन शर्कराओं को 'अपचायक शर्कराएँ' (Reducing sugars) कहते हैं। अपचायक शर्करा की उपस्थिति का पता लगाने के लिये बेन्डिक्ट या फहेलिंग परिक्षण का प्रयोग किया जाता है।

(ii) ओलिगोसैकेराइड्स :

- इसका निर्माण 2-10 मोनोसैकेराइड इकाइयों के संघनन के कारण होता है। इसके ऑक्सीजन सेतु (Bridge) को 'ग्लाइकोसाइड लिंकेज' के रूप में जाना जाता है। इससे जल का अणु बाहर निकलता है। ये बंध α या β प्रकार के हो सकते हैं।

(a) डाइसैकेराइड :

- यह दो समान या भिन्न मोनोसैकेराइड इकाइयों के अणुओं से मिलकर बना होता है। इन्हें 'डबल शुगर' भी कहा जाता है। इसका आण्विक सूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है।
- **माल्टोज :** इसे 'माल्ट शुगर' भी कहते हैं। यह जौ, जई आदि के अंकुरित बीजों में संग्रहित होता है। इसका निर्माण स्टार्च पर एन्जाइम (एमाइलेज) की क्रिया के फलस्वरूप होता है। यह एक अपचायक शर्करा है।
- **सुक्रोज :** इसे "गन्ना शर्करा" या "टेबल शुगर" भी कहते हैं। यह गन्ना एवं चुकंदर की जड़ों से प्राप्त होता है। इसके जल अपघटन पर ग्लूकोज एवं फ्रक्टोज पृथक हो जाते हैं।
- **लैक्टोज :** इसे 'मिल्क शुगर' कहते हैं। स्तनियों के दूध में यह 5% होता है। इसके जल अपघटन पर ग्लूकोज तथा गैलेक्टोज प्राप्त होते हैं। स्ट्रेप्टोकोकस लैक्टी लैक्टोज को लैक्टिक अम्ल में परिवर्तित करता है। यह दूध को खट्टा कर देता है।

(b) ट्राइसैकेराइड :

- यह शर्करा के तीन अणुओं से मिलकर बनती है। इसका आण्विक सूत्र $C_{18}H_{32}O_{16}$ है।
- **रेफीनोज :** यह शकरकंद, कपास तथा कुछ कवकों में पायी जाती है। यह ग्लूकोज, फ्रक्टोज एवं गैलेक्टोज से मिलकर बनती है।
- **जेण्टियेनोज :** यह जेन्टियन स्पीशीज के राइजोम में पायी जाती है। यह ग्लूकोज एवं फ्रक्टोज से मिलकर बना होता है।

(c) टेट्रासैकेराइड :

- यह समान या असमान शर्करा के 4 अणुओं से मिलकर बना होता है। स्टेकीज ट्यूबीफैरा में स्टेकियोज पायी जाती है। यह गैलेक्टोज की दो इकाईयों, ग्लूकोज की एक इकाई एवं फ्रक्टोज की एक इकाई से मिलकर बना होता है।

(d) पॉलीसैकेराइड :

- इसका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ है। इसका निर्माण मोनोसैकेराइड्स के अनेक अणुओं (300 - 1000) के संघनन (Condensation) द्वारा होता है। (वृहद् अणुओं के अंतर्गत् इसका विस्तृत वर्णन किया गया है)।

लिपिड

- ब्लूर (1943) ने लिपिड शब्द प्रतिपादित किया था। ये वसीय अम्लों (Fatty acids) एवं एल्कोहल के एस्टर्स हैं।
- ये हाइड्रोफोबिक होते हैं, जो कि जल में अघुलनशील एवं बेंजीन, ईथर एवं क्लोरोफार्म में घुलनशील होते हैं।

वर्गीकरण (Classification)

- लिपिड्स को तीन समूहों में वर्गीकृत किया गया है -

(i) सरल लिपिड :

- यह वसीय अम्लों एवं ग्लिसरॉल के एस्टर्स हैं।
- ये निम्न प्रकार के हैं :

❖ **वसा एवं तेल :**

- ये प्राकृतिक लिपिड या सत्य कसा हैं, ये वसीय अम्लों एवं ग्लिसरॉल के ट्राइग्लिसराइड हैं। वे वसा जो कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में होते हैं उन्हें तेल कहते हैं।

❖ **वसीय अम्ल :**

- ये वसा के जल अपघटन द्वारा प्राप्त होते हैं। फॉर्मिक अम्ल साधारण वसीय अम्ल (HCOOH) हैं। ये दो प्रकार के होते हैं:
- **संतृप्त वसीय अम्ल :** ये वे वसीय अम्ल हैं जिनमें कार्बन परमाणुओं के बीच द्विबंध (Double bond) नहीं होता है। उदाहरण ब्यूटायरिक अम्ल, पामिटिक अम्ल, हेक्सानोइक अम्ल आदि। इनका गलनांक उच्च होता है। कमरे के तापक्रम पर ठोस होते हैं।

- **असंतृप्त वसीय अम्ल :** ये वे अम्ल हैं जिनमें कार्बन परमाणुओं के बीच द्विक बंध होता है, उदाहरण : ओलिक अम्ल (एक दोहरा बंध), लिनोलिक अम्ल (दो दोहरे बंध), लिनोलिनिक अम्ल (तीन दोहरे बंध), एरेचिडोनिक अमल (चार दोहरे बंध)। एक दोहरा वसीय अम्ल को MUFA कहते हैं तथा एक से अधिक दोहरे वसीय अम्ल PUFA कहलाते हैं। ये मुख्यतः पादपों मे पाये जाते हैं इनका गलनांक निम्न होता है। ये कमरे के तापक्रम पर द्रव है।
- लिनोलिक अम्ल, लिनोलिनिक अम्ल, एरेचिडोनिक अम्ल को आवश्यक वसीय अम्ल (Evans out Burs 1428) कहते हैं। आवश्यक वसीय अम्लों की कमी से फॉलीकूलर हायपर केराटोसिस रोग हो जाता है।
- **मोम :**
- ये सरल लिपिड हैं, जो वसीय अम्ल की लम्बी श्रृंखला के एक अणु एवं मोनोहाइड्रिक एल्कोहल की लम्बी श्रृंखला से मिलकर बने होते हैं। मोम का गलनांक उच्च होता है। ये जल में अघुलनशील होते हैं। ये रासायनिक रूप से ये पादप ऊतकों को जल प्रतिरोधी बनाकर वाष्पोत्सर्जन की दर को कम करते हैं। रक्त में उपस्थित मोम को कॉलेस्ट्रॉल कहते हैं।
- मधुमक्खीयों द्वारा स्त्रावित मोम भी एक लिपिड है। यह पामिटिक अम्ल तथा मिरिसिल ऐल्कोहॉल ($C_{30}H_{61}OH$) का संयोजन है। मोमबत्ती में पेराफीन मोम तथा स्टियरिक अम्ल होता है।

(ii) जटिल लिपिड :

- इनमें कुछ अतिरिक्त तत्व होते हैं। वसीय अम्ल एवं एल्कोहल समूह की उपस्थिति के आधार पर इन्हें निम्न वर्गों में विभाजित किया जा सकता है :
- **फॉस्फोलिपिड :** यह एम्फीपेथिक अणु है, इनमें फॉस्फोरिक अम्ल होता है। यह ट्रांसपोर्ट, उपापचय क्रियाओं, रक्त का थक्का जमाने एवं कोशिका की पारगम्यता में सहायक होता है।
  उदाहरण : लेसिथीन, सिफोलिन (सोयाबीन तेल)।
- **ग्लाइकोलिपिड :** इसमें नाइट्रोजन एवं कार्बोहाइड्रेड के साथ वसीय अम्ल होते हैं। ये समान्यतः तंत्रिका तंत्र के श्वेत पदार्थ में पाये जाते हैं।
  उदाहरण : सीसोसिन, फ्रिनोसिन।
- **क्रोमोलिपिड :**
- इसमें वर्णक युक्त लिपिड सम्मिलित है।
  उदाहरण: कैरोटिन।
- **अमीनोलिपिड/सल्फोलिपिड :**
- इसमें सल्फर तथा अमीनो अम्ल, वसीय अम्ल एवं ग्लिसरॉल युक्त होते हैं। क्यूटिन एवं सुबेरिन भी जटिल लिपिड होते हैं।

(iii) व्युत्पन्न लिपिड :

- ये सरल एवं जटिल लिपिड के जल अपघटन द्वारा प्राप्त होते हैं। व्युत्पन्न लिपिड में निम्न घटकों को सम्मिलित किया गया है :
- **स्टेरॉल :** सीधी श्रृंखला रहित लिपिड 'स्टेरॉल' कहलाते हैं। ये जुडी हुई हाइड्रोकार्बन वलयों (Rings) एवं हाइड्रोकार्बन की एक लम्बी पार्श्वीय श्रृंखला से मिलकर बने होते हैं। अच्छी तरह ज्ञात स्टेरॉल, कॉलेस्ट्रॉल है।
- **डिजिटेलिन :** इसे फॉक्सग्लोब (डिजिटेलिस लेन्टाना) की पत्तियों से तैयार किया जाता है। यह एक ह्ददय उत्तेजक (Heart stimulant) है।
- **इर्गोस्टेरॉल :** यह भोजन में उपस्थित होता है। जो इरगोट तथा यीस्ट में पाया जाता है।
- **कॉप्रोस्टेरॉल :** यह मल में पाया जाता है, इसका निर्माण कॉलेस्ट्रॉल में C_5 एवं C_6 के बीच पाये जाने वाले द्विबंध (Double bond) का आँत में बैक्टीरिया के द्वारा अपचयन के फलस्वरूप होता है।
- **तारपीन :** यह वाष्पशील तेल होता है। यह मुख्यतः कपूर, यूकेलिप्टस, नीबू एवं मिन्ट के तेल में उपस्थित होता है। फायटॉल एक टर्पिनॉइड एल्कोहल है, जो विटामिन A, K, तथा E एवं वर्णक जैसे क्लोरोफिल, कैरोटिनॉइड में उपस्थित होता है।

लिपिड के कार्य

- कोशिका में लिपिड के ऑक्सीकरण से प्रोटीन एवं कार्बोहाइड्रेट की तुलना में अधिक उर्जा प्राप्त होती है।
- तेल युक्त बीज जैसे - मूँगफली, सरसों, नारियल आदि वसा को संग्रहित करते हैं। यह अंकुरण के समय भ्रूण को पोषण प्रदान करता है।
- ये संरचनात्मक घटक के रूप में कार्य करते हैं जैसे - कोशिका के सभी कला तंत्र लिपोप्रोटीन के बने होते हैं।
- एम्फिपेथिक लिपिड इमल्सिफायर होते हैं।
- यह ताप अवरोधी (Heat insulator) के रूप में कार्य करते हैं। इनका प्रयोग हार्मोन के संश्लेषण में किया जाता है।
- वसा विटामिन A, D, E, एवं K को घुलनशीलता प्रदान करते हैं।

अमीनो अम्ल

- अमीनो अम्ल प्रोटीन की आधारभूत इकाईयाँ हैं। जो C, H, O, N एवं कभी -कभी S से मिलकर बनी होती है।
- अमीनो अम्ल एक कार्बोक्सिलिक समूह ($-COOH$) एवं α-कार्बन परमाणु पर एक अमीनो समूह ($-NH_2$) युक्त कार्बनिक अम्ल है। इसका कार्बोक्सिलिक समूह अम्लीय गुण तथा अमीनो समूह क्षारीय गुण प्रदर्शित करता है।
- विलयन में ये बफर के रूप में व्यवहार करते हैं। ये pH को नियंत्रित करने में सहायक होते हैं।
- इनका सामान्य सूत्र $R-CHNH_2.COOH$ है।
- आनुवांशिक कोड में इनकी विशिष्ट संख्या 20 होती है।
- ये वायरस, प्रोकैरियोटिक एवं यूकैरियोटिक में ये सार्वत्रिक होते हैं। जो कि प्रोटीन संश्लेषण में भाग लेते हैं।
- अमीनो अम्ल एम्फोटेरिक या द्विध्रुवीय आयन या जुबिटर आयन होते हैं।
- अमीनो अम्ल एक दूसरे के साथ पेप्टाइड बंध द्वारा जुड़कर एक लम्बी श्रृंखला का निर्माण करते हैं। जिसे पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला (Chain) कहते हैं।
- कुल ज्ञात अमीनो अम्लों की संख्या 200 से ज्यादा है लेकिन इन अमीनो अम्लों में से 20 ही प्रोटीन संश्लेषण में भाग लेते हैं।

वर्गीकरण (Classification)

(i) अमीनो अम्ल के R-समूह पर आधारित

- **सरल अमीनो अम्ल :** इनकी पार्श्वीय श्रृंखला (Side chain) में कोई भी कार्यशील समूह नहीं होता है।
उदाहरण - ग्लाइसीन, एलेनीन, ल्यूसीन, वेलिन आदि। ग्लाइसीन सरल अमीनो अम्ल है।
- **हाइड्रोक्सी अमीनो अम्ल :** इनकी पार्श्वीय श्रृंखला में एल्कोहल समूह पाया जाता है। उदाहरण - थ्रीयोनीन, सेरिन आदि।
- **सल्फर युक्त अमीनो अम्ल :** इनकी पार्श्वीय श्रृंखला में सल्फर परमाणु पाया जाता है।
उदाहरण - मिथीयोनीन, सिस्टीन।
- **क्षारीय अमीनो अम्ल :** इनकी पार्श्वीय श्रृंखला में क्षारीय समूह ($-NH_2$) पाया जाता है।
उदाहरण - लाइसिन, आर्जिनिन।
- **अम्लीय अमीनो अम्ल :** इनकी पार्श्वीय श्रृंखला में कार्बोक्सिल समूह पाया जाता है।
उदाहरण - एस्पार्टिक अम्ल, ग्लूटेमिक अम्ल।
- **एसिड एमाइड अमीनो अम्ल :** ये अम्लीय अमीनो अम्लों के व्युत्पन्न हैं। इस समूह में, एक कार्बोक्सिलिक समूह एमाइड ($-CO_2.NH_2$) में परिवर्तित हो जाता है।
उदाहरण - एस्पेरेजिन, ग्लूटेमिन।
- **विषमचक्रीय अमीनो अम्ल :** विषमचक्रीय (Heterocyclic) अमीनो अम्लों की पार्श्वीय श्रृंखला में एक वलय होती है, जो अन्य की तुलना में कार्बन के अलावा कम से कम एक परमाणु से जुड़ी होती है।
उदाहरण ट्रिप्टोफेन, हिस्टीडिन।
- **ऐरोमैटिक अमीनो अम्ल :** इनकी पार्श्वीय श्रृंखला में ऐरोमेटिक समूह (बेंजीन रिंग) होता है।
उदाहरण - फिनायलएलानिन, टायरोसिन आदि।

(ii) आवश्यकता के आधार पर :

- शरीर में अमीनो अम्लों के संश्लेषण एवं उनकी आवश्यकता के आधार पर इन्हें निम्न प्रकार वर्गीकृत किया गया है -
- **आवश्यक अमीनो अम्ल :** ये शरीर में संश्लेषित नहीं होते हैं। इसलिये बाहर से भोजन में लिये जाते हैं।
उदाहरण - वेलिन, ल्यूसीन, आइसोल्यूसीन, थ्रीयोनिन, लाइसिन ट्रिप्टोफेन, फिनाइलएलेनिन, मिथोयोनाइन आदि।
- **अर्द्ध-आवश्यक अमीनो अम्ल :** ये आंशिक रूप से शरीर में संश्लेषित होते हैं किन्तु जीव की आवश्यकतानुसार ये उसे प्राप्त नहीं होते हैं।
उदाहरण - आर्जिनिन एवं हिस्टीडिन।
- **अनावश्यक अमीनो अम्ल :** ये अमीनो अम्ल लिपिड के कार्बन कंकाल (Skeleton) एवं कार्बोहाइड्रेट की उपापचयी क्रिया से व्युत्पन्न होते हैं। मनुष्यों में 12 अनावश्यक (Non-essential) अमीनो अम्ल होते हैं।
उदाहरण - एलेनिन, एस्पार्टिक अम्ल, सिस्टीन, ग्लूटेमिक अम्ल आदि। प्रोलिन एवं हाइड्रोक्सिप्रोलिन में NH_2 के स्थान पर NH (एमीनो समूह) होता है। इसलिये इन्हें इमीनो अम्ल कहते हैं।

न्यूक्लियोटाइड्स

- संरचनात्मक रूप से एक न्यूक्लियोटाइड को न्यूक्लियोसाइड के एक फॉस्फोएस्टर के समान माना जा सकता है। नाइट्रोजन क्षार तथा शर्करा का संयोजन न्यूक्लियोसाइड कहलाता है तथा एक क्षार, एक शर्करा एवं फॉस्फेट समूह को न्यूक्लियोटाइड के रूप में जाना जाता है।
नाइट्रोजिनस क्षार + पेण्टोज शर्करा → 'न्यूक्लियोसाइड'
न्यूक्लियोसाइड + फॉस्फोरिक अम्ल → 'न्यूक्लियोटाइड' + H_2O

नाइट्रोजन क्षार के प्रकार	न्यूक्लियोसाइड	न्यूक्लियोटाइड
एडीनीन	एडीनोसीन	एडीनाइलिक अम्ल
ग्वानीन	ग्वानोसीन	ग्वानाइलिक अम्ल
सायटोसीन	सायटिडिन	साइटिडाइलिक अम्ल
थायमीन	थायमिडिन	थाइमिडाइलिक अम्ल
यूरेसिल	यूरिडिन	यूरिडाइलिक अम्ल

- यहाँ दो प्रकार की पेण्टोज शर्कराएँ पायी जाती हैं। RNA में राइबोज एवं DNA में डीऑक्सीराइबोज शर्करा पायी जाती है।
- न्यूक्लियोटाइड्स कोशिका घटक का 2% भाग बनाते हैं। इसमें दो प्रकार के क्षार होते हैं, जो कि न्यूक्लिक अम्लों में पाये जाते हैं।

(i) प्यूरिन : प्यूरिन 9 सदस्ययुक्त, दो वलय युक्त नाइट्रोजिनस क्षार है। जिसमें नाइट्रोजन $1', 3', 7'$ एवं $9'$ स्थिति पर पायी जाती है। इसमें एडीनीन (A) एवं ग्वानीन (G) शामिल है।

(ii) पिरिमिडिन : ये प्यूरिन की तुलना में छोटे अणु हैं। ये 6 सदस्य युक्त, एकल वलय युक्त नाइट्रोजिनस क्षार है। इनमें नाइट्रोजन $1'$ एवं 3 ' स्थिति पर पायी जाती है। इसमें साइटोसिन (C), थायमीन (T) एवं यूरेसील (U) शामिल है। DNA में एडीनीन दो हाइड्रोजन बंध द्वारा थायमीन के साथ युग्म बनाती है।

- सायटोसिन तीन हाइड्रोजन बंध द्वारा ग्वानीन के साथ युग्म बनाती है।
- एक न्यूक्लियोटाइड में एक, दो या तीन फॉस्फेट हो सकते हैं। जैसे AMP (एडीनोसिन मोनोफॉस्फेट) में एक, ADP (एडीनोसिन डाइफॉस्फेट) में दो फॉस्फेट होते हैं।
- II तथा III फॉस्फेट बंध को उच्च उर्जा बंध कहते हैं। इनसे लगभग 8 किलोकैलोरी उर्जा मुक्त होती है। ATP की खोज कार्ल लोहमन (1929) ने की थी।
- ATP का निर्माण एक एण्डरगोनिक क्रिया है।

न्यूक्लियोटाइड्स के कार्य

- **न्यूक्लिक अम्लों का निर्माण :** विभिन्न न्यूक्लियोटाइड्स एक दूसरे के साथ बहुलकीकृत होकर DNA तथा RNA का निर्माण करते हैं।
- **उर्जा वाहक का निर्माण :** ये ATP,AMP, ADP, GDP, GTP, TDP, TTP, UDP, आदि के निर्माण में सहायक होते हैं जो टूटने पर उर्जा मुक्त करते हैं।
- **कोएन्जाइम का निर्माण :** ये कोएन्जाइम जैसे NAD, NADP, FMN, FAD, CoA, आदि का निर्माण करते हैं।

वृहद अणु
(Macromolecules)

- ❖ बृहद अणु सूक्ष्म अणुओं के बहुलकीकरण का उत्पाद होते हैं।
- ❖ इनका आण्विक भार उच्च एवं घुलनशीलता निम्न होती है।
- ❖ इसमें मुख्यतः पॉलीसैकेराइड्स, प्रोटीन एवं न्यूक्लिक अम्ल शामिल हैं।

पॉलीसैकेराइड्स

- ❖ ये मोनोसैकेराइड के शाखित या अशाखित बहुलक है। जो ग्लाइकोसाइडिक बंध द्वारा जुड़े रहते हैं।
- ❖ इनका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ है।
- ❖ पॉलीसैकेराइड एर्मोफस, स्वादहीन एवं अघुलनशील या आंशिक रूप से जल में घुलनशील होते हैं।
- ❖ ये आसानी से मोनोसैकेराइड इकाईयों में जलअपघटित हो सकते हैं।

पॉलीसैकेराइड के प्रकार

(i) संरचना के आधार पर

- ❖ **होमोपॉलीसैकेराइड :** ये एक ही प्रकार के मोनोसैकेराइड्स के बहुलकीकरण (Polymerisation) के द्वारा बनते हैं। उदाहरण - स्टार्च, सेल्युलोज, ग्लाइकोजन आदि।
- ❖ **हिटरोपॉलीसैकेराइड्स :** ये दो या अधिक प्रकार के मोनोसैकेराइड्स के जुडने से बनते हैं। उदाहरण - काइटिन, पैक्टिन आदि।

(ii) कार्यों के आधार पर

- ❖ **भोजन संग्रहण पॉलीसैकेराइड्स :** ये संचित भोज्य पदार्थ के रूप में कार्य करते हैं।
  उदाहरण - स्टार्च एवं ग्लाइकोजन।
- ❖ **संरचनात्मक पॉलीसैकेराइड्स :** ये कोशिका भित्ति के संरचनात्मक फ्रेमवर्क में भाग लेते हैं।
  उदाहरण - काइटिन एवं सैल्युलोज।

कुछ पॉलीसैकराइड्स का वर्णन

❖ ग्लाइकोजन :

- ❖ यह ग्लूकोज का शाखित बहुलक है। इसमें 30,000 ग्लूकोज इकाईयाँ पायी जाती हैं। इसे जन्तु स्टार्च भी कहा जाता है।
- ❖ यह नील-हरित शैवाल, स्लाइम मोल्ड्स, कवक एवं जीवाणुओं में संग्रहित उत्पाद (Storage product) के रूप में भी पाये जाते हैं।
- ❖ यह एक अन-अपचयित (Non-reducing) शर्करा है। जो आयोडीन के साथ लाल रंग देती है।
- ❖ ग्लाइकोजन में ग्लूकोज अणु 1 - 4 ग्लाइकोसाइडिक लिंकेज द्वारा सीधे भाग से एवं 1 - 6 लिंकेज द्वारा शाखित भाग से जुड़े रहते हैं।
- ❖ ग्लाइकोजन के प्रत्येक शाखित बिन्दु से लगभग $8-10$ ग्लूकोज इकाईयाँ जुड़ी रहती हैं।

❖ स्टार्च :

- ❖ इसका निर्माण प्रकाशसंश्लेषण में होता है। यह ऊर्जा संग्रहक पदार्थ का कार्य करता है।
- ❖ प्रमुखता से यह चावल, गेहूँ दालें, आलू (अण्डाकार), केला आदि में पाया जाता है।
- ❖ स्टार्च दो प्रकार का होता है।
- ❖ पॉलीसैकेराइड की सीधी श्रृंखला एमाइलोज एवं शाखित श्रृंखला को एमाइलोपेक्टिन के रूप में जाना जाता है। दोनों D ग्लूकोज इकाइयों के $\alpha-1-4$ लिंकेज एवं $\alpha-1-6$ लिंकेज के द्वारा जुड़ने से बनते हैं।
- ❖ यह जल में अघुलनशील होते हैं। जो आयोडीन से उपचारित करने पर नीला रंग प्रदान करते हैं।

❖ इनुलिन :

- ❖ इसे 'डहेलिया स्टार्च' भी कहा जाता है। जो जड़ों में पाया जाता है। इसमें $30-35$ फ्रक्टोज इकाईयों की अशाखित श्रृंखला होती है। जो D फ्रक्टोज इकाई के 1 एवं 2 कार्बन परमाणुओं के बीच $\beta-2-1$ ग्लाइकोसाइडिक लिंकेज द्वारा जुड़ी होती है।

❖ सैल्युलोज :

- ❖ यह कोशिका भित्ति $(20-40\%)$ का महत्वपूर्ण घटक है। यह 6000β - D ग्लूकोज इकाईयों के $1-4$ ग्लाइकोसाइडिक लिंकेज द्वारा जुड़ने से बनी अशाखित श्रृंखला है।
- ❖ यह तंतुमय, दृढ़ एवं जल में घुलनशील होता है। यह आयोडीन से उपचारित करने पर कोई भी रंग प्रदान नहीं करता है।
- ❖ यह सबसे ज्यादा पाया जाने वाला पॉलीसैकेराइड है।

❖ काइटिन :

- ❖ यह एक पॉलीग्लाइकॉल है, जो N -एसीटिल - D ग्लूकोसामीन इकाईयों के $\beta-1{,}4$ ग्लाइकोसाइडिक लिंकेज द्वारा जुड़ने से बनता है।
- ❖ मुख्यतः यह कीटों एवं क्रिस्टेशियन्स के दृढ़ कंकाल तथा कभी-कभी कवकों की कोशिका भित्ति में पाया जाता है।
- ❖ यह दूसरा सबसे अधिक पाया जाने वाला कार्बोहाइड्रेट है।
- ❖ यह सबसे अधिक पाया जाने वाला मुख्य हेट्रोपॉलीसैकेराइड है।

❖ अगर-अगर :

- ❖ यह एक गैलेक्टेन है, जो D एवं L दोनों गैलेक्टोज से मिलकर बना होता है। इसका उपयोग बैक्टीरिया संवर्धन (Culture) को तैयार करने में किया जाता है। इसका उपयोग रेचक (Luxative) के रूप में किया जाता है। इसे लाल शैवाल की कोशिका भित्ति से प्राप्त किया जाता है। उदाहरण - ग्रेसिलेरिया, जैलिडियम आदि।

❖ पैक्टिन :

- ❖ यह कोलेनकाइमा ऊतकों में कोशिका भित्ति के पदार्थ के रूप में पाया जाता है। यह फल के गूदे, नीबू के छिलके में भी पाया जा सकता है।

- यह जल में घुलनशील होता है। इसे सोल, जैल में स्थानांतरित किया जा सकता है। इसमें एरैबिनोज, गैलेक्टोज एवं गैलेक्टुरोनिक अम्ल होता है।
- **न्यूट्रल शर्करा :**
- यह कोशिका भित्ति में सैल्युलोज के साथ जुड़ी हुई पायी जाती है।
- हेमीसैल्युलोज में सामान्य शर्कराएँ जैसे - D - जायलोज, L एरैबिनोज, D-गैलेक्टोज, D-मैनोज एवं D-ग्लूकोसोनिक अम्ल, पायी जाती है।
- **गोंद :**
- इसका स्त्रावण उच्च श्रेणी के पौधों द्वारा घाव होने या रोगकारकों के आक्रमण के बाद होता है।
- यह गाढ़ा एवं घाव को भरने वाला होता है।
- इसमें शर्कराएँ जैसे - L-एरैबिनोज, D - गैलेक्टोज, D ग्लूकोसोनिक अम्ल पायी जाती है।
  उदाहरण - गम एरैबिक।

म्यूकोपॉलीसैकेराइड्स

- ये जिलेटिन युक्त पदार्थ है। इसमें अमीनो शर्कराएँ, यूरोनिक अम्ल आदि पाये जाते हैं।
- पादप के सभी चिपचिपे पदार्थ म्यूकोपॉलीसैकेराइड होते हैं।
  उदाहरण - हायलुरोनिक अम्ल, ब्रिट्रीयस ह्यूमर, कॉण्ड्रिडीन सल्फेट, हीपेरिन, इसबगोल की भूसी एवं म्यूसिलेज आदि।
- **ग्लाइकोप्रोटीन :** इसमें कुछ प्लाज्माप्रोटीन एवं रक्त समूह पदार्थ सम्मिलित हैं। इसमें यूरोनिक अम्ल नहीं होता है।
- **म्यूरीन :** यह एक पेप्टीडोग्लाइकेन है, जो पेप्टाइड की एक छोटी श्रृंखला से जुड़ा रहता है। यह बैक्टीरिया एवं नील हरित शैवाल (Blue green algae) की कोशिका भित्ति का घटक होता है।

कार्य

- सैल्युलोज, पैक्टिन एवं काइटिन उच्च पौधों की कोशिका भित्ति के घटक हैं, जबकि पेप्टीडोग्लाइकेन प्रोकैरियोट्स की कोशिका भित्ति (Cell wall) में पाया जाता है।
- ये संचित भोज्य पदार्थ है और ये सुरक्षात्मक आवरण का निर्माण करते हैं।
- इनसे प्राप्त रेशे कपड़ा एवं रस्सी बनाने में प्रयोग किये जाते हैं।
- नाइट्रोसैल्युलोज एवं ट्राइनाइट्रेट सैल्युलोज विस्फोटक (Explosive) के रूप में प्रयोग किये जाते हैं।

प्रोटीन

- शब्द 'प्रोटीन' 1838 में बर्जिलियस ने दिया था। सर्वप्रथम 1840 में जी. जे. मुलर ने इसका प्रयोग किया था।
- जीवद्रव्य 15% प्रोटीन का बना होता है। औसतन प्रोटीन में 16% नाइट्रोजन, 50 - 55% कार्बन, 20 – 24% ऑक्सीजन, 7% हाइड्रोजन, 0.3 – 0.5% सल्फर होते हैं।
- सूक्ष्म मात्रा में आयरन, फॉस्फोरस, कॉपर, कैल्सियम एवं आयोडीन भी उपस्थित होते हैं।

प्रोटीन की संरचना

- यह अमीनो अम्लों के विभिन्न पुर्न विन्यास के कारण होती है। जब एक अमीनो अम्ल का कार्बोक्सिल समूह (-COOH) दूसरे अमीनो अम्ल के अमीनो समूह $(-\mathrm{NH_2})$ के साथ बंध बनाता है।

(i) **प्राथमिक संरचना :** प्राथमिक संरचना प्रोटीन का सहसंयोजी (Covalent) संबंध है। यह रेखीय क्रम में अमीनो अम्लों की संख्या एवं प्रकृति को प्रदर्शित करता है। जो आपस में केवल पेप्टाइड बंधों द्वारा जुडे होते हैं।
उदाहरण- राइबोन्यूक्लियेज, इन्सुलिन, मायोग्लोबिन एवं लाइसोजाइम।

(ii) **द्वितीयक संरचना :** रेखीय पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का विशेष कुण्डलित संरचना (α-हैलिक्स) में फोल्ड होना द्वितीयक संरचना कहलाता है।
उदाहरण - फर, बालों के किरेटिन, नाखून एवं पजों में पायी जाती है।

(iii) **तृतीयक संरचना :** विशिष्ट लूप एवं बंधों में प्रोटीन की व्यवस्था तथा आपसी संबंध प्रोटीन की तृतीयक संरचना कहलाता है।
- यह ग्लोब्युलर प्रोटीन में पायी जाती है।

(iv) **चतुर्थक संरचना :** यह एक से अधिक प्रोटीन युक्त पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला द्वारा प्रदर्शित होती है। यह प्रोटीन समान इकाईयों की बनी होती है। इसे समजात (Homologous) चतुर्थक संरचना के रूप में जाना जाता है।
उदाहरण - लेक्टिक डीहाइड्रोजिनेज ।
- यदि ये इकाईयाँ असमान होती हैं, तो इसे विषमजात (Heterogeneous) चतुर्थक (Quaternary) संरचना कहते हैं। उदाहरण - हीमोग्लोबिन।

प्रोटीन का वर्गीकरण

- प्रोटीन को उनकी आकृति, संघटक एवं कार्य के आधार पर वर्गीकृत करते हैं।

आकृति के आधार पर

(i) **फाइब्रस प्रोटीन/स्कलेरोप्रोटीन :** यह जल में अघुलनशील होती है। जन्तु प्रोटीन प्रोटीयोलिटिक एंजाइम के लिये प्रतिरोधी होती है। यह सर्पिलाकार कुण्डलित फाइबर से बनी धागे के समान संरचना है।
- उदाहरणः कोलेजन (संयोजी ऊतक में), एक्टिन एवं मायोसीन, बालों, नाखूनों, पंखों आदि की किरेटिन।

(ii) **ग्लोब्युलर प्रोटीन :** यह जल में घुलनशील होती है। पॉलीपेप्टाइड स्वयं ही कुण्डलित होकर अण्डाकार या गोल अणुओं का निर्माण करती है। उदाहरण - एलब्युमिन, इन्सुलिन, हार्मोन जैसे - ACTH, ऑक्सीटोसिन आदि।

- **संघटकों के आधार पर**
- **सरल प्रोटीन :** ये वे प्रोटीन हैं जो केवल अमीनो अम्लों के बने होते हैं। उदाहरण - एलब्युमिन्स, ग्लोब्युलिन्स, प्रोलेमिन्स, ग्लूटेलिन्स, हिस्टोन्स आदि।
- **कन्जुगेट प्रोटीन :** ये जटिल प्रोटीन्स हैं, जो नॉन अमीनो अम्ल पदार्थ से जुड़ी होती है। इसे प्रोस्थेटिक समूह कहते हैं।

- यह निम्न प्रकार की होती है :
- **न्यूक्लियोप्रोटीन :** इसमें प्रोटीन एवं न्यूक्लिक अम्ल होता है। यह गुणसूत्रों एवं राइबोसोम में पायी जाती है। उदाहरण - डीऑक्सी राइबोन्यूक्लियो प्रोटीन, राइबोन्यूक्लियो प्रोटीन आदि।
- **म्यूकोप्रोटीन :** इसकी बड़ी मात्रा (4% से अधिक) कार्बोहाइड्रेट से जुड़ी रहती है। उदाहरण - म्यूसिन।
- **ग्लाइकोप्रोटीन :** इसमें कार्बोहाइड्रेट की मात्रा कम (लगभग 2 3%) होती है। उदाहरण - इम्युनोग्लोब्युलिन्स या प्रतिजैविक।
- **क्रोमोप्रोटीन :** ये प्रोटीन एवं रंगीन वर्णक युक्त यौगिक होती हैं। उदाहरण - हीमोग्लोबिन, सायटोक्रोम आदि।
- **लिपोप्रोटीन :** ये जल में घुलनशील प्रोटीन है, जिसमें लिपिड होता है। उदाहरण - कॉलेस्ट्रॉल एवं सीरम लिपोप्रोटीन।
- **मेटैलोप्रोटीन :** ये धातु बंधित प्रोटीन है। AB_1-ग्लोबिन को ट्रांसफेरिंग के रूप में जाना जाता है। यह आयरन, जिंक एवं कॉपर से जुड़ने में सक्षम होता है। उदाहरण - क्लोरोफिल।
- **फॉस्फोप्रोटीन :** ये प्रोटीन एवं फॉस्फेट से मिलकर बनी होती हैं। उदाहरण - कैसीन (दूध) एवं विटेलिन (अण्डा)।
- **व्युत्पन्न प्रोटीन :** जब प्रोटीन अम्लों, क्षारों या एन्जाइम के द्वारा जल अपघटित होते हैं, तब इनके विघटित उत्पाद प्राप्त होते हैं। इन्हें व्युत्पन्न (Derived) प्रोटीन कहते हैं।
- **अणुओं की प्रकृति के आधार पर**
- **अम्लीय प्रोटीन :** ये एनायन के रूप में होते हैं। इसमें अम्लीय अमीनो अम्ल शामिल हैं। उदाहरण - रक्त समूह।
- **क्षारीय प्रोटीन :** ये कैटायन के रूप में होते हैं। इसमें क्षारीय अमीनो अम्ल की अधिकता होती है। उदाहरण - लाइसिन, आर्जिनिन आदि।

प्रोटीन के कार्य

- प्रोटीन संचित भोज्य पदार्थ के रूप में पाये जाते हैं जैसेग्लूटेलिन, ग्लोब्युलिन, दूध में कैसीन आदि।
- प्रोटीन विलयन में अवक्षेपित हो जाते हैं क्योंकि क्षारीय आइसोइलेक्ट्रिक pH पर आयन उत्पन्न होकर विपरीत आयनों को उदासीन कर देते हैं। जैसे $-Zn^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}$ आदि।
- कैसीन 4.6 pH पर, साइटोक्रोम $C - 9.8$ पर, सीरम ग्लोब्युलिन 5.4 पर, पेप्सिन 2.7 पर एवं लाइसोजाइम 11.0 पर अवक्षेपित होता है ।
- प्रोटीन पृथ्वी पर सबसे भिन्न प्रकार का अणु है।
- ये बायोलॉजीकल बफर है।
- मोनीलिन सबसे मीठा पदार्थ है, जो अफ्रीकन बैरी से प्राप्त होता है। यह सुक्रोज की तुलना में 2000 गुना मीठा होता है।
- पृथ्वी पर सबसे अधिक पाये जाने वाली प्रोटीन RuBP है।
- मायोसिन संरचनात्मक साथ ही साथ एन्जाइमेटिक प्रोटीन (ATPase) है।

अभ्यास प्रश्न

1. Assertion: ग्लाइकोजन पशुओं में संग्रहित कार्बोहाइड्रेट है।
Reason: यह अत्यधिक शाखित पॉलीसेकेराइड होता है।
(a) A और R सही, R सही व्याख्या
(b) दोनों सही परन्तु व्याख्या नहीं
(c) A सही R गलत
(d) A गलत R सही **[b]**

2. Assertion: प्रोटीन अमीनो अम्लों के पॉलीमर होते हैं।
Reason: अमीनो अम्ल पेप्टाइड बंध से जुड़े होते हैं।
(a) A सही है परन्तु R गलत है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[c]**

3. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. स्टार्च ऊर्जा का संग्रह करता है।
2. ग्लाइकोजन पशुओं में पाया जाता है।
3. सेल्यूलोज पौधों की कोशिका भित्ति में पाया जाता है।
4. चिटिन पौधों में पाया जाता है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3
(b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4
(d) 1, 2 और 4 **[a]**

4. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. प्रोटीन की primary structure अमीनो अम्लों के क्रम को दर्शाती है।
2. secondary structure में folding पाई जाती है।
3. tertiary structure प्रोटीन की त्रि-आयामी संरचना होती है।
4. quaternary structure कई polypeptide श्रृंखलाओं से बनती है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3
(b) केवल 1 और 4
(c) 2, 3 और 4
(d) 1, 2, 3 और 4 **[d]**

5. निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—
1. फॉस्फोलिपिड amphipathic होते हैं।
2. ये कोशिका झिल्ली का निर्माण करते हैं।
3. इनमें hydrophilic head होते हैं।
4. ये जल में पूर्ण रूप से घुलनशील होते हैं।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 2, 3 और 4
(b) 1, 2 और 3
(c) 1, 3 और 4
(d) 1, 2 और 4 **[b]**

6. **Assertion: प्रोटीन की primary संरचना अमीनो अम्लों का क्रम है।**
Reason: यह peptide bonds से जुड़ी होती है।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[b]**

7. **Assertion: कोलेस्ट्रॉल एक steroid lipid है।**
Reason: यह कोशिका झिल्ली की तरलता को नियंत्रित करता है।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[a]**

8. **Assertion: लैक्टोज दूध की शर्करा है।**
Reason: यह ग्लूकोज और गैलेक्टोज से बनती है।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[a]**

9. **निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—**
1. omega-3 fatty acids स्वास्थ्य के लिए लाभकारी होते हैं।
2. ये कोशिका झिल्ली की fluidity को प्रभावित करते हैं।
3. ये सूजन (inflammation) को कम करने में सहायक हो सकते हैं।
4. ये carbohydrate होते हैं।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3
(b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4
(d) 1, 2 और 4 **[a]**

10. **Assertion: प्रोटीन denaturation में संरचना बदल जाती है।**
Reason: इसमें peptide bonds टूट जाते हैं।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[c]**

11. **Assertion: cholesterol केवल पौधों में पाया जाता है।**
Reason: यह steroid lipid है।
(a) A और R दोनों सही हैं तथा R, A की सही व्याख्या है
(b) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है
(c) A सही है परन्तु R गलत है
(d) A गलत है परन्तु R सही है **[d]**

12. **निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—**
1. ग्लूकोज एक monosaccharide है।
2. स्टार्च एक polysaccharide है।
3. सेल्यूलोज एक संरचनात्मक कार्बोहाइड्रेट है।
4. लैक्टोज एक monosaccharide है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1 , 3 और 4 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 2 और 3 (d) 1, 2 और 4 **[c]**

13. **निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—**
1. enzyme catalyst के रूप में कार्य करते हैं।
2. अधिकांश enzyme protein होते हैं।
3. enzyme रासायनिक अभिक्रिया की गति बढ़ाते हैं।
4. enzyme reaction equilibrium को बदल देते हैं।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 **[a]**

14. **निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—**
1. ग्लाइकोजन यकृत (liver) में संग्रहित होता है।
2. यह मांसपेशियों (muscles) में भी पाया जाता है।
3. यह ऊर्जा का स्रोत है।
4. यह एक संरचनात्मक polysaccharide है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 **[a]**

15. **निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए—**
1. globular proteins सामान्यतः घुलनशील होते हैं।
2. fibrous proteins संरचनात्मक कार्य करते हैं।
3. hemoglobin ऑक्सीजन के परिवहन में सहायक है।
4. collagen एक एंजाइम है।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(a) 1, 2 और 3 (b) 2, 3 और 4
(c) 1, 3 और 4 (d) 1, 2 और 4 **[a]**

♦♦♦♦