314hi04

4

कोशिका – संरचना एवं प्रकार्य

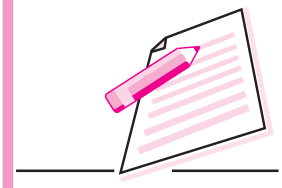
सभी जीव जीवन की संरचनात्मक व प्रकार्यात्मक इकाइयों से मिलकर बनते हैं, जिन्हें 'कोशिकाएँ' कहा जाता है। कुछ जीव जैसे बैक्टीरिया, प्रोटोजोआ व कुछ शैवालों का शरीर एक ही कोशिका के बने होते हैं जबकि उच्चतर कवक, पौधे और प्राणी अनेक कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं। मानव शरीर लगभग एक ट्रिलियन कोशिकाओं से मिलकर बना है।

कोशिकाएँ आकार व संरचना में भिन्न-भिन्न होती हैं क्योंकि वे विभिन्न कार्यों को करने के लिए अनुकूलित होती हैं। लेकिन सभी जैविक कोशिकाओं के मूलभूत अवयव समान होते हैं। इस पाठ में आप सभी कोशिकाओं की मूलभूत संरचना के बारे में अध्ययन करेंगे। आप कोशिका विभाजन के प्रकार तथा निहित प्रक्रियाओं के बारे में भी जानकारी प्राप्त करेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *इस बात को उचित ठहरा पाएँगे कि कोशिका सभी जीवों की मूलभूत संरचनात्मक एवं प्रकार्यात्मक इकाई है।*
- *कोशिका के अवयवों की सूची बना पाएँगे व कोशिका सिद्धांत बता पाएँगे।*
- *प्राक्केंद्रकी (प्रोकेरियोटिक) व सुकेंद्रकी (यूकैरियोटिक) कोशिकाओं में भेद कर पाएँगे।*
- *पादप व सुकेंद्रकी-कोशिकाओं में भेद कर पाएँगे।*
- *चिह्नित आरेख की सहायता से पादप व प्राणि कोशिकाओं की संरचना का निरूपण कर सकेंगे।*
- *प्लाज़्मा झिल्ली, कोशिका भित्ति, अतर्द्रव्यीय जालिका एन्डोप्लाज्मिक रेटीकुलम- (ER)' पक्ष्माभ (सीलिया), कशाभिका (फ्लैजेला), केंद्रक (न्यूक्लियस), राइबोसोम, माइटोकॉन्ड्रिया, हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट), गॉल्जी बॉडी, परऑक्सीसोम, ग्लाईऑक्सीसोम व लाइसोसोम की संरचना व कार्यों का वर्णन कर पाएँगे।*
- *कोशिका अणु अर्थात् जल, खनिज आयन, कार्बोहाइड्रेट, लिपिड, ऐमीनो अम्ल, प्रोटीन न्यूक्लियोटाइड, न्यूक्लीक अम्ल, (प्रकिण्व) एंज़ाइम, विटामिन, हॉर्मोन, स्टेरॉइड के ऐल्केलॉइडों के सामान्य महत्त्व का वर्णन कर पाएँगे।*
- *कोशिका विभाजन की आवश्यकता को उचित ठहरा पाएँगे।*



टिप्पणी

- *कोशिका चक्र की विभिन्न प्रावस्थाओं का वर्णन कर पाएँगे।*
- *केंद्रकप्ररूप (केरियोटाइप) शब्द की व्याख्या कर पाएँगे और केंद्रकप्ररूप-विश्लेषण और इसकी सार्थकता महत्व बता पाएँगे।*

4.1 कोशिका तथा कोशिका सिद्धांत

4.1.1 कोशिका के अध्ययन में ऐतिहासिक घटना

एन्टॉन वॉन ल्यूवेनहोक द्वारा सूक्ष्मदर्शी का आविष्कार कर लिए जाने के बाद, रॉबर्ट हुक ने सन् 1665 में कार्क के एक टुकड़े को माइक्रोस्कोप से देखा और पाया कि यह छोटे-छोटे उपखंडों से मिलकर बना था जिसे उसने 'सेल' (Cells) कहा। हम हिंदी में कोशिका कहते है। लैटिन भाषा में 'सेल' का अर्थ छोटा सा कक्ष होता है। सन् 1672 में ल्यूवेनहोक ने बैक्टीरिया, शुक्राणु व लाल रुधिर कणिकाएँ देखीं जो सभी कोशिकाएँ थीं। सन् 1831 में इंग्लैंड के एक वैज्ञानिक रॉबर्ट हुक ने देखा कि सभी कोशिकाओं के मध्य में एक काय पाया जाता है जिसे उन्होंने **केन्द्रक** (न्यूक्लियस- Nucleus) कहा।

4.1.2 कोशिका-सिद्धांत

1838 में एम.जे. श्लीडन व थियोडोर श्वॉन ने कोशिका सिद्धान्त का प्रतिपादन किया, जिसके अनुसार:

- सभी जीव कोशिकाओं के बने होते हैं।
- कोशिका ही जीवन की संरचनात्मक एवं कार्यात्मक इकाई है, और
- कोशिकाएँ, पहले से ही विद्यमान कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं।

कोशिकाओं में आकृति और आकार की दृष्टि से काफी विविधता पाई जाती है (चित्र 4.1)। प्राणियों की तंत्रिका-कोशिकाओं में लंबे-लंबे प्रवर्ध बने होते हैं। इनकी लंबाई कई सेन्टीमीटर हो सकती है। पेशी कोशिकाएँ आकार में दीर्घीकृत (लम्बी) होती हैं। शुतुरमुर्ग (Ostrich) का अंडा सबसे बड़ी कोशिका (75 mm) है। कुछ पादप कोशिकाओं में मोटी भित्ति होती है। विभिन्न जीवों में कोशिकाओं की संख्या में भी व्यापक विभिन्नता पाई जाती है।

4.1.3 कोशिका

कोशिका को **जीवद्रव्य** की एक ऐसी इकाई के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो एक प्लाज्मा झिल्ली से घिरी हो और जिसमें एक केन्द्रक हो। जीवद्रव्य जीवन प्रदान करने वाला द्रव्य है जिसमें कोशिकाद्रव्य व केन्द्रक विद्यमान होते हैं। कोशिकाद्रव्य में अनेक **कोशिका-अंगक** होते हैं जैसे राइबोसोम, माइटोकॉन्ड्रिया (सूत्रकणिकाएँ), गॉल्जी-काय, प्लास्टिड (लवक) लाइसोसोम (लयन-काय) व एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (अंतर्द्रव्यी जालिका)। पादप कोशिकाओं के कोशिकाद्रव्य में अनेक धानियाँ (vacuoles) पाई जाती हैं जिनमें अजीवित पदार्थ जैसे क्रिस्टल, वर्णक आदि पाए जाते हैं। जीवाणु में न तो कोशिका अंगक पाए जाते हैं और न ही स्पष्ट निर्मित केन्द्रक लेकिन प्रत्येक कोशिका के तीन मुख्य अवयव होते हैं :

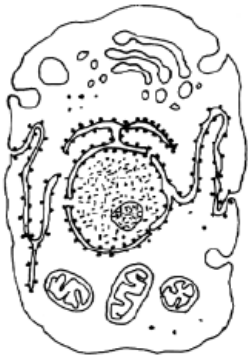
- प्लाज़्मा झिल्ली (Plasma membrane)
- कोशिकाद्रव्य (Cytoplasm)
- DNA, बैक्टीरिया में अनावृत व अन्य जीवों में केन्द्रकीय झिल्ली से आवृत

कोशिकाओं की दो मूलभूत किस्में

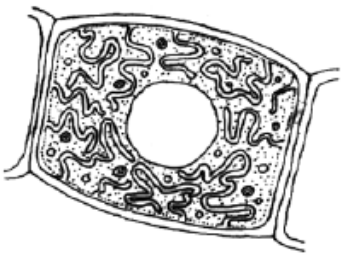
कोशिकावैज्ञानिक कोशिकाओं को दो मूलभूत किस्मों में बाँटते हैं (चित्र 4.1)। उनके भेदों को नीचे दी गई सारणी (चित्र 4.1) में दर्शाया गया है। वे जीव जिनमें एक स्पष्ट रूप से निर्मित केन्द्रक नहीं होता, प्राक्केंद्रकी या असीमकेंद्रकी **(प्रोकैरियोट)** कहलाते हैं जैसे जीवाणु। अन्य सभी में स्पष्ट रूप से निर्मित केन्द्रक होता है जो कि केन्द्रक झिल्ली से घिरा रहता है। सुकेंद्रकी या सीमकेंद्रकी **(यूकैरियोट)** कहते हैं।

सारणी 4.1 यूकैरियोटिक व प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में अंतर

यूकैरियोटिक कोशिका (eu = true, वास्तविक, Karyon = केंद्रक)	प्रोकैरियोटिक कोशिका (pro = आरंभिक/आदि Karyon = केन्द्रक)
1. केन्द्रक सुस्पष्ट, उसके ऊपर सुनिर्मित केन्द्रक झिल्ली होती है।	1. केन्द्रक स्पष्ट नहीं होता, यह एक केन्द्रक क्षेत्र 'केन्द्रकाभ' (Nucleoid) के रूप में होता है। इसमें केन्द्रक झिल्ली नहीं होती।
2. दोहरी झिल्ली वाले कोशिकांगक जैसे माइटोकॉन्ड्रिया, एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, गाल्जी बॉडी मौजूद होते हैं।	2. एक झिल्ली वाले कोशिका पिंड जैसे–मीसोसोम मौजूद होते हैं। एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम जालक, माइटोकॉन्ड्रिया, लवक, लायोसोम जैसे सूक्ष्मकाय और गाल्जी काय नहीं होते हैं।
3. राइबोसोम- 80 S	3. राइबोसोम- 70 S
4. कोशिका में दो स्पष्ट क्षेत्र, अर्थात् कोशिकाद्रव्य और केन्द्रक होते हैं।	4. ऐसे कोई क्षेत्र नहीं होते।
5. स्पीशीज के अनुसार प्रति केंद्रक में गुणसूत्रों की संख्या दो तथा उससे बहुत अधिक हो सकती है	5. प्रत्येक कोशिका में केवल एक गुणसूत्र होता है।
6. हर एक गुणसूत्र रैखिक होते हैं और इनके दोनों सिरे मुक्त होते हैं।	6. गुणसूत्र वृत्तीय होता है और एक बिंदू पर कोशिका झिल्ली से जुड़ा रहता है।
7. प्रत्येक गुणसूत्र में एक रैखिक दोहरी रज्जुकी (स्ट्रांडेड) DNA हिस्टोनों से युक्त होता है।	7. गुणसूत्र में एकल दोहरा रज्जुकी (स्ट्रांडेड) वृत्ताकार DNA अणु होता है पर इसके हिस्टोन नहीं होता।
8. प्रत्येक गुणसूत्र में एक सेंटोमियर होता है जो गुणसूत्र को दो भुजाओं में बांटता है। फिर भी यदि सेन्ट्रोमियर अंत्यक होता है तो गुणसूत्र में केवल एक भुजा होगी।	4. गुणसूत्र में सेंट्रोमियर नहीं होता।



चित्र 4.1a सुकेंद्रकीय कोशिका



चित्र 4.1b प्राक्केंद्रकीय कोशिका

(जैसा कि इलैक्ट्रॉन माईक्रोग्राफ में देखा गया)

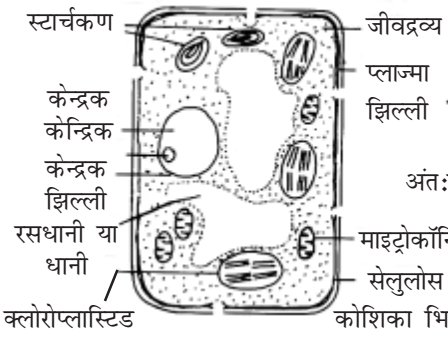
स्वेडबर्ग इकाई (Svedberg unit)

जब एक कोशिका को अल्ट्रासेंट्रीफ्यूज में घुमाकर इसके अवयवों को तोड़ा या विखंडित किया जाता है तो यूकैरियोटिक व प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं के अवसादों के राइबोसोम अलग-अलग गति पर नीचे बैठ जाते हैं। अवसाद गुणांक (coeffient of sedimentation) को स्वेडबर्ग इकाई के रूप में निरूपित किया जाता है व S द्वारा दर्शाया जाता है।

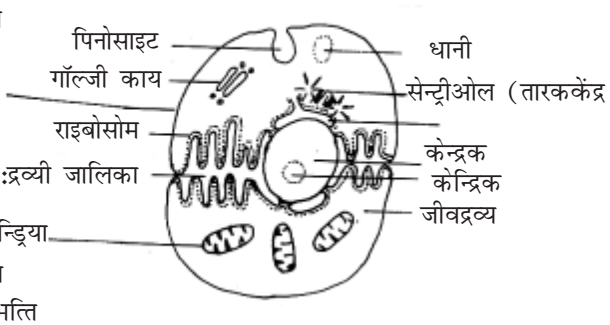
पादप कोशिकाएँ व प्राणि कोशिकाएँ भी एक-दूसरे से कई प्रकार भिन्न होती हैं जैसा कि सारणी 4.2 में दिया गया है और चित्र 4.2 में दर्शाया गया है।

सारणी 4.2 पादप कोशिका तथा प्राणि कोशिका में अन्तर

पादप कोशिका	प्राणि कोशिका
1. कोशिका झिल्ली के चारों ओर सेलुलोज की बनी कोशिका भित्ति होती है।	1. कोई कोशिका भित्ति नहीं होती। बाहरी संरचना कोशिका झिल्ली या प्लाज्मा झिल्ली है।
2. रसधानियाँ आम तौर पर बड़े आकार की होती है।	2. रसधानियाँ आमतौर पर नहीं होती यदि होती भी हैं तो सामान्यतया छोटे आकार की होती हैं।
3. प्लास्टिड मौजूद होते हैं।	3. प्लास्टिड नहीं होते।
4. गाल्जीकाय जालिकाय (डिक्टिओसोम-dictyo-somes) नामक इकाइयों के रूप में होती हैं।	4. गाल्जीकाय सुविकसित और दो सिस्टरनीयुक्त होती है।
5. तारककेंद्र (सेंट्रिओल) नहीं होते।	5. तारककेंद्र (सेंट्रिओल) मौजूद होते हैं।



चित्र 4-2 (क) सामान्यीकृत पादप कोशिका



चित्र 4.2 (ख) सामान्यीकृत प्राणि कोशिका

पाठगत प्रश्न 4.1

1. नई कोशिकाएँ कहाँ से उत्पन्न होती हैं?

.....

2. 'कोशिका-सिद्धांत' का प्रतिपादन करने वाले वैज्ञानिकों के नाम बताइये?

.....

3. उस कोशिका अंगक का नाम बताइये जो पादप कोशिका में होता है लेकिन प्राणि कोशिका में नहीं होता।

.....

4. प्राक्केंद्रकीय (प्रोकैरियोटिक) कोशिका व सुकेंद्रकीय (यूकैरियोटिक) कोशिका में दो अंतर बताएँ।

.....

4.2 कोशिका के घटक तत्त्व

कोशिका के मुख्य अवयव (1) कोशिका-झिल्ली (2) कोशिकाद्रव्य व (3) केन्द्रक होते हैं।

4.2.1 कोशिका झिल्ली (प्लाज्मा झिल्ली)

प्रत्येक कोशिका की एक सीमाकारी सीमा होती है जिसे कोशिका-झिल्ली या प्लाज़्मा झिल्ली या प्लाज़्मालेम्मा कहते हैं। यह एक सजीव झिल्ली होती है। प्राणि-कोशिकाओं में यह सबसे बाहरी परत है। लेकिन पादप कोशिकाओं में, कोशिका झिल्ली के बाहर पाई जाती है।

यह लचीली होती है और अंदर (जैसा की अमीबा की खाद्य धानी) या बाहर (जैसा की अमीबा में कूटपाद का निर्माण) की ओर मुड़ सकती है।

प्लाज़्मा झिल्ली प्रोटीन व लिपिडों (lipids) की बनी होती है। प्रोटीन व लिपिडों के विन्यास के अनेक मॉडल प्रस्तुत किए गए हैं। सिंगर व निकलसन (1972) द्वारा दिया गया **तरल मोजेक मॉडल** (फ्लूइडमोजेक मॉडल) व्यापक रूप से स्वीकृत मॉडल है। इसे चित्र 4.3 में दर्शाया गया है।

तरल मोजेक मॉडल के अनुसार

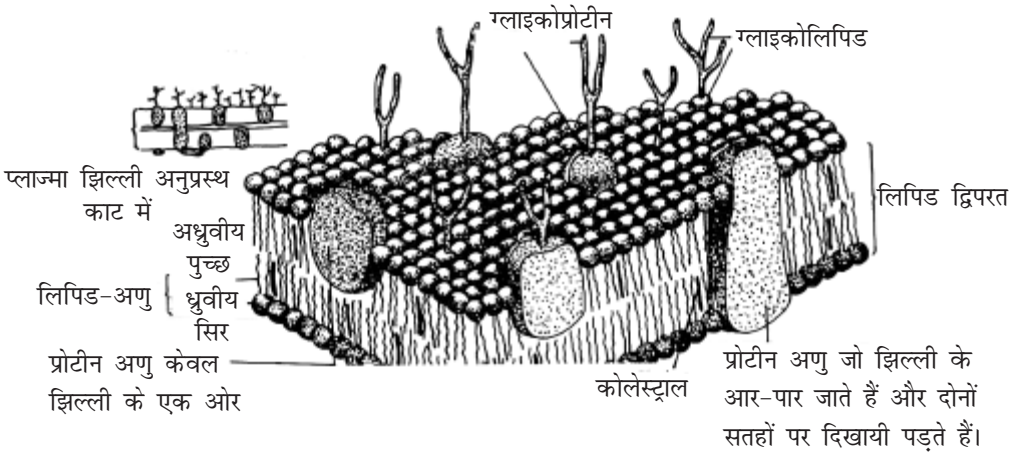
(i) प्लाज़्मा झिल्ली फॉस्फोलिपिड अणुओं की दोहरी लिपिड परत होती है जिसके भीतर अनेक प्रकार के प्रोटीन अंत:स्थापित रहते हैं।

(ii) प्रत्येक फॉस्फोलिपिड अणु के दो छोर होते हैं। एक बाहरी जलरागी सिरे अर्थात् जल को अपनी ओर आकर्षित करने वाला छोर, और केंद्र की ओर निर्दिष्ट भीतरी अर्थात् सिरा जलविरागी, जल को विकर्षित करने वाला छोर।

(iii) प्रोटीन के अणु दो प्रकार से व्यवस्थित रहते हैं :

(a) **परिधीय प्रोटीन या बाह्य प्रोटीन :** ये लिपिड की दोहरी परत के बाहरी व अंदरूनी सतहों पर विद्यमान होते हैं।

(b) **अंगभूत या आंतरिक प्रोटीन :** ये प्रोटीन लिपिड की परत को भीतर से पूरी तरह से या आंशिक रूप से भेदते हुए स्थित होते हैं।



चित्र 4.3 कोशिका झिल्ली का तरल मोजेक मॉडल

प्रकार्य :

(i) प्लाज़्मा झिल्ली कोशिका के भीतर के सभी भागों को घेरे रखती है।

(ii) यह कोशिका को आकृति प्रदान करती है (प्राणि कोशिकाओं में) उदाहरण के तौर लाल रूधिर कोशिकाओं, तंत्रिका कोशिकाओं, अस्थि कोशिकाओं आदि की विशिष्ट आकृति प्लाज़्मा झिल्ली के कारण ही होती है।

(iii) इसमें से होकर विशिष्ट पदार्थ कोशिका के भीतर या बाहर आ जा सकते हैं लेकिन सभी पदार्थ नहीं। अत: इसे **चयनात्मक रूप से पारगम्य** (Selectively permeable) कहा जाता है।

छोटे अणुओं का परिवहन (**जैसे ग्लुकोस, ऐमीनो अम्ल, पानी, खनिज आयन,** आदि) छोटे अणु प्लाज्मा झिल्ली के आर-पार निम्नलिखित तीन विधियों से परिवहन कर सकते हैं।

(i) विसरण–विभिन्न पदार्थों के अणु अपनी उच्चतर सांद्रता के क्षेत्र से अपनी निम्नतर सांद्रता वाले क्षेत्र में चले जाते हैं। इसके लिए ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती, उदाहरण किसी कोशिका में ग्लूकोस का अवशोषण।

(ii) परासरण–एक अर्धपारगम्य झिल्ली के माध्यम से जल अणुओं का अपनी उच्चतर सांद्रता वाले क्षेत्र से अपनी निम्नतर सांद्रता वाले क्षेत्र में चले जाना। परासरण में कोई ऊर्जा व्यय नहीं होती। इस प्रकार की गति सांद्रण प्रवणता होकर होती है।

(iii) सक्रिय परिवहन–जब कुछ अणुओं की गति की दिशा विसरण की गति के विपरीत होती है अर्थात् अपनी निम्नतर सांद्रता के क्षेत्र से उच्चतर साद्रता के क्षेत्र की ओर, तब इसमें कोशिका को सक्रिय प्रयास करना पड़ता है जिसमें ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा ATP (ऐडीनोसीन ट्राइफॉस्फ़ेट) से प्राप्त होती है–सक्रिय परिवहन किसी वाहक (Carrier) अणु द्वारा भी हो सकता है।

बड़े अणुओं का परिवहन (थोक परिवहन)

बड़े अणुओं के थोक परिवहन के लिए झिल्ली अपना स्वरूप व आकृति बदल लेती है, यह दो प्रकार से होता है।

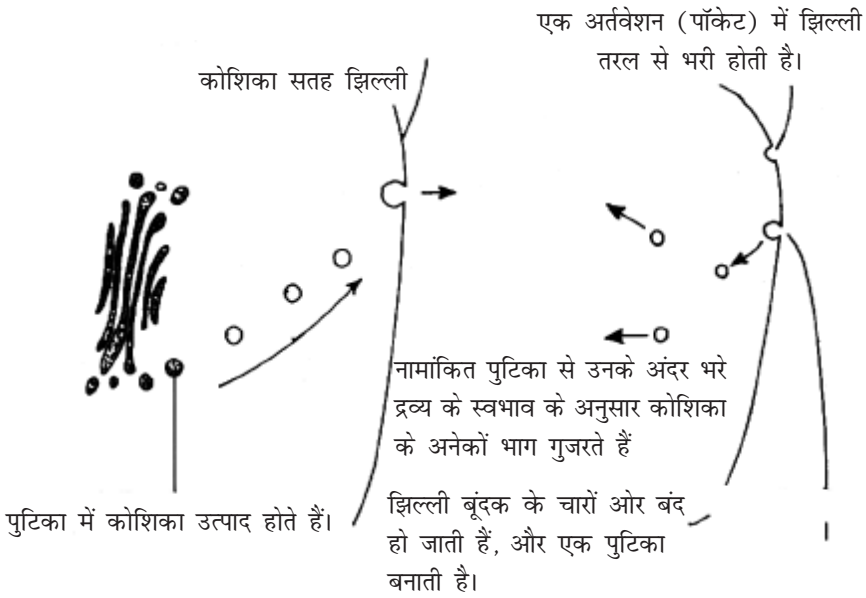
(i) एंडोसाइटोसिस (endocytosis) (पदार्थ को भीतर की तरफ लेना)

(ii) एक्सोसाइटोसिस (exocytosis) (पदार्थ को बाहर निकालना)

एंडोसाइटोसिस दो प्रकार का होता है।

एंडोसाइटोसिस

भक्षकाणु क्रिया/कोशिकाशन फैगोसाइटोसिस	कोशिकापायन पिनोसाइटोसिस
1. ठोस पदार्थों को ग्रहण करना	1. तरल बूंदकोंओं को ग्रहण करना
2. झिल्ली कण के चारों ओर बाहर की तरफ घेरा-सा बनाकर एक गुहा बना लेती है और इस प्रकार कण को चारों ओर से घेर लेती है (चित्र 4.4क)	2. झिल्ली भीतर की तरफ घेरा-सा बनाकर प्यालेनुमा संरचना बना लेती है, जिसके भीतर बूंदक चूस ली जाती हैं।



चित्र 4.4 (क) फैगोसाइटोसिस और (ख) पिनोसाइटोसिस का आरेखी निरूपण

कोशिका झिल्ली पदार्थों के कोशिका के अंदर आने-जाने का नियंत्रण करती है। यदि कोशिका झिल्ली अपना सामान्य प्रकार्य नहीं कर पाती है तो कोशिका मर जाती है।

कोशिका भित्ति

जीवाणु और पादप कोशिकाओं में सबसे बाहर का आवरण, जो कि प्लाज्मा झिल्ली के बाहर होता है, उसे **कोशिका भित्ति** कहते हैं। कोशिका भित्ति के बारे में हम अब अध्ययन करेंगे।

जीवाणु की कोशिका-भित्ति **पेप्टिडोग्लाइकॉन** की बनी होती है। नीचे पादप कोशिका भित्ति की संरचना व प्रकार्य का वर्णन किया गया है।

(क) संरचना

- सभी पादप कोशिकओं में पाई जाने वाली सबसे बाहरी, निर्जीव परत
- स्वयं कोशिका द्वारा स्रावित
- पादपों में सेलुलोस की बनी होती है लेकिन इसमें अन्य रासायनिक पदार्थ भी मौजूद हो सकते हैं जैसे पेक्टिन व लिग्निन
- कोशिका-भित्ति को बनाने वाले पदार्थ समांग नहीं होते, बल्कि महीन रेशों अथवा तंतुओं के रूप में हाते हैं जिन्हें सूक्ष्मतंतुक (microfibrils) कहते हैं।
- यह भित्ति पतली (1 माइक्रॉन) हो सकती है और पारदर्शी भी, जैसी कि प्याज की परतों की कोशिकाओं में, लेकिन कुछ अन्य मामलों में यह मोटी भी हो सकती है जैसे कि काष्ठ की कोशिकाओं में।

(ख) प्रकार्य

- कोशिका-भित्ति कोशिका के भीतरी नाजुक भागों की सुरक्षा करती है।
- कड़ी होने के कारण, यह कोशिका को आकृति प्रदान करती है।
- कड़ी होने के कारण, यह कोशिका को फूलने नहीं देती, और इस प्रकार कोशिका के भीतर स्फीति (turgidity) बनी रहती है जो कोशिका के लिये अनेक प्रकार से लाभकारी होती है।
- इसमें होकर जल तथा अन्य रसायन कोशिका से बाहर और उसके भीतर मुक्त रूप से आ जा सकते हैं।
- समीपवर्ती कोशिकाओं की प्राथमिक भित्ति में छिद्र होते हैं जिनसे एक कोशिका का कोशिकाद्रव्य दूसरी कोशिका के कोशिकाद्रव्य से जुड़ा रहता है। ये कोशिका द्रव्यीय तंतु जो एक कोशिका को दूसरी कोशिका से जोड़ते है **प्लाज्मोडेस्मा** (Plasmodesma) नाम से जाने जाते हैं।
- दो समीपवर्ती कोशिकाएँ एक दूसरे से एक जोड़ने वाले पदार्थ (चिपचिपे) से बंधी रहती हैं इसे **मध्यवर्ती लमेला** कहते हैं जो कैल्सियम पेक्टिनेट का बना होता है।

पाठगत प्रश्न 4.2

1. विसरण व परासरण को परिभाषित करें।

.....

2. सक्रिय परिवहन का क्या अर्थ है?

.....

3. भक्षकाणुक्रिया (फैगोसाइटोसिस) व कोशिकापायन (पिनोसाइटोसिस) के बीच अंतर बताएँ।

.....

4. निम्नलिखित में मेल कराएँ :

(i)	जलरागी सिरा/छोर	(क)	कोशिका-भित्ति
(ii)	सूक्ष्मतंतुक	(ख)	लिपिडों के भीतरी छोर
(iii)	तरल मोजेक मॉडल	(ग)	तरल बूंदक
(iv)	जलविरागी छोर	(घ)	लिपिडों के बाहरी छोर
(v)	कोशिकापायन (पिनोसाइटोसिस)	(ङ)	निकल्सन और सिंगर

5. पादप कोशिका भित्ति के दो प्रकार्य बताएँ।

.....

4.3 कोशिकाद्रव्य तथा कोशिकाअंगक

कोशिकद्रव्य में अनेक कोशिका अंगक होते हैं जिनके बारे में अब हम पढ़ेंगे :

1. वे कोशिका अंगक जो ऊर्जा को आबद्ध व निर्मुक्त करते हैं–उदाहरण माइटोकॉण्ड्रिया और कलोरोप्लास्ट (हरितलवक)
2. जो स्रावी हैं या संश्लेषण व परिवहन में सहायता करते हैं जैसे–गॉल्जी काय, राइबोसोम व एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (अंतर्द्रव्यी जालिका)
3. गतिशीलता के लिये अंगक– पक्ष्माभ (सिलिया) तथा (फ्लैजेला) कशाभिका
4. आत्मघाती (suicidal) थैलियाँ उदाहरण–लायसोसोम (लयनकाय)
5. केन्द्रक (न्यूक्लियस) जो कोशिका की समस्त गतिविधियों को नियंत्रित करता है और आनुवंशिक पदार्थ का वाहक है।

4.3.1 माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट–ऊर्जा परिवर्तक (ट्रांसफार्मर)

माइटोकॉन्ड्रिया (जो पादप और प्राणि कोशिकाओं दोनों में विद्यमान होते हैं), ऊर्जा-मोचक होते हैं और क्लोरोप्लास्ट (जो केवल हरे पौधों में पाये जाते हैं) ऊर्जा-प्रग्राहक (Energy trapers) होते हैं।

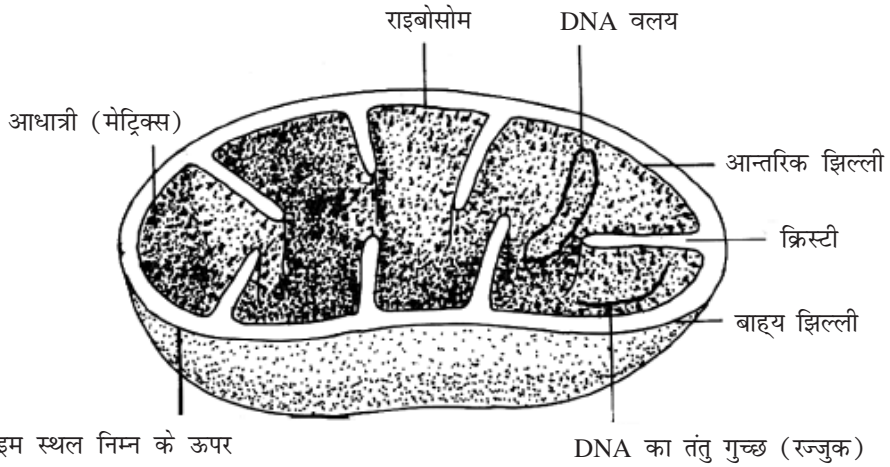
***माइटोकॉन्ड्रिया* (एकवचन-माइटोकॉन्डियान)**

– प्रकाश सूक्ष्मदर्शी में बहुत छोटी सूत्राकार संरचना के रूप में दिखाई देते हैं। इनका आकार लगभग 0.5 से लेकर 1.0 माइक्रोमीटर तक हो सकता है।

– इनकी संख्या प्रति कोशिका सामान्यत: कुछ सैकड़ों से लेकर कुछ हजार तक हो सकती है, (सबसे कम संख्या यानि केवल एक) माइटोकॉड्रियॉन एक शैवाल (**माइक्रोमोनास** Micromonas) में होती है।

संरचना

एक *माइटोकॉन्ड्रियन* की आँतरिक संरचना की सामान्य रूप-रेखा जैसा कि इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में दिखाई देती है, चित्र 4.5 में दर्शाइ गई है। निम्न–भागों पर ध्यान दीजिये :



चित्र 4.5 एक माइटोकॉन्ड्रियान की संरचना

– भित्ति दोहरी झिल्ली की बनी है।

– भीतरी भित्ति 'क्रिस्टी' (Cristae) नामक संरचनाओं के रूप में अंतर्वलित होती है, जो कि 'आधात्री' (मैट्रिक्स) नामक अंदरूनी उपखंड में प्रक्षेपित रहते हैं।

प्रकार्य : पाइरूविक अम्ल (ग्लूकोज़ का विघटन उत्पाद) का ऑक्सीकरण करके ऊर्जा का मोचन करता है जो कि ATP के रूप में संचित हो जाती है ताकि आवश्यकता पड़ने पर तुरंत इस्तेमाल की जा सके। इस प्रक्रिया को **कोशिकीय श्वसन** भी कहते है। इसके कारण माइटोकॉन्ड्रिया को कोशिका का 'शक्ति घर' कहा जाता है।

ऊर्जा-मोचन में ग्लूकोस की नियति का सरलीकृत प्रवाह-चार्ट :

कोशिका द्रव्य में ग्लूकोस, कोशिका में प्रवेश करता है (6 कार्बन परमाणु) युक्त	2 पाइरुविक अम्ल अणुओं के रूप में विघटित हो जाता है (3 कार्बन परमाणु) युक्त	*माइटोकॉन्ड्रिया* के भीतर ऐसिटिल -CO-A ऑक्सीकृत होकर CO_2, H_2O और ATP बना देता है।

प्लास्टिड (लवक)

केवल पादप कोशिकाओं में पाये जाते हैं। ये रंगहीन अथवा रंगीन हो सकते हैं। इस तथ्य के आधार पर, तीन प्रकार के प्लास्टिड हो सकते हैं :

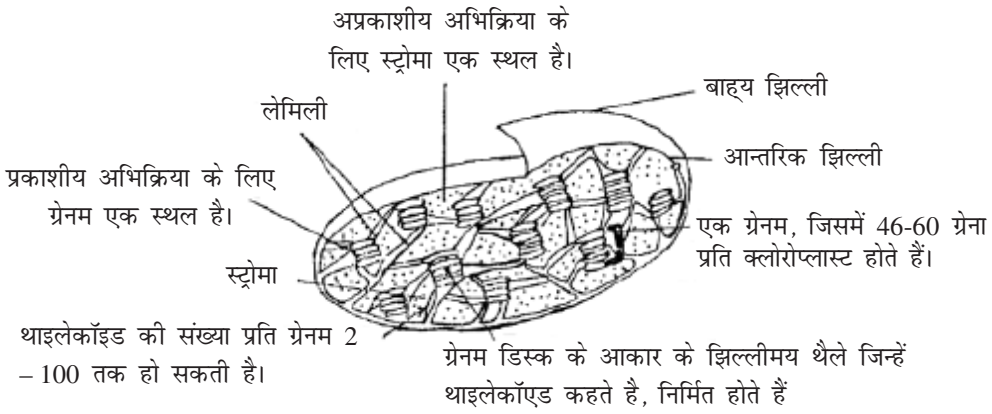
(i) श्वेतलवक (ल्यूकोप्लास्ट) (Leucoplast)–सफेद अथवा रंगहीन

(ii) वर्णलवक (क्रोमोप्लास्ट) (Chromoplast)–नीले, लाल, पीले इत्यादि

(iii) हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) (Chloroplast)–हरे

4.3.2 क्लोरोप्लास्ट (हरितलवक)

- सभी हरे पादप कोशिकाओं के कोशिका द्रव्य में पाए जाते हैं।
- इनकी संख्या 1 से 1008 तक कुछ भी हो सकती है।
- सामान्यत: डिस्क जैसे या गोलाकार (जैसे कि सामान्य पौधों की कोशिकाओं में), कुछ पौधों में, जैसे **स्पाइरोगाइरा** में, रिबन जैसे, अथवा अन्य शैवाल, **क्लैमाइडोमोनास** *(Chlamydomonas)* में प्यालेनुमा,
- **संरचना** एकल हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) की संरचना की सामान्य रूपरेखा चित्र 4.6 में दर्शाई गई है।



चित्र 4.6 एकल हरितलवक की संरचना

निम्नलिखित भागों को ध्यानपूर्वक देखिये :

- दोहरी झिल्ली की बनी भित्ति–अर्थात् बाहरी भित्ति तथा भीतरी भित्ति, असंख्य स्टैक (चट्टे) समूह जिन्हें ग्रेना (एकबचन - ग्रैनम) कहते हैं जो पटलिकाओं द्वारा परस्पर जुड़े रहते हैं।
- कोश-जैसे जिसे थाइलेकॉइड (Thylakoid) (जो एक दूसरे के ऊपर स्थित होते हैं) कहते हैं और आपस में मिलकर ग्रैनम बनाते हैं।
- क्लोरोप्लास्ट के अंदर एक तरल माध्यम स्ट्रोमा भरा रहता है

प्रकार्य–क्लोरोप्लास्ट ही वह स्थल है जहाँ **प्रकाश-संश्लेषण** (Photosynthesis) (सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में जल व कार्बन डाइऑक्साइड के जरिये शर्करा का बनना) की क्रिया सम्पन्न होती है।

टिप्पणी

क्लोरोप्लास्ट बनाम माइटोकॉड्रिया

क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि ये दोनों कोशिकांगक किस प्रकार एक दूसरे के विपरीत हैं। इनमें से एक तो सौर-ऊर्जा को ग्रहण करके उसे एक जटिल अणु के रूप में बदल देता है (प्रकाश-संश्लेषण द्वारा) जबकि दूसरा जटिल अणु को विघटित करके ऊर्जा निर्मुक्त करता है (श्वसन द्वारा)

माइटोकॉड्रिया और क्लोरोप्लास्ट में समानताएँ

दोनों में ही अपना-अपना DNA (आनुवंशिक पदार्थ) और साथ ही अपना-अपना RNA (प्रोटीन संश्लेषण के लिये) होते हैं। इस प्रकार वे केंद्रक की सहायता के बिना ही अपने ही किस्म के कोशिकांगक अधिक संख्या में बना सकते हैं।

चूँकि क्लोरोप्लास्टों व माइटोकॉण्ड्रिया में अपना DNA (आनुवंशिक पदार्थ) व स्वयं के राइबोसोम होते हैं उन्हें **अर्ध स्वतन्त्र** अथवा **अर्धस्वायत** कहते हैं क्योंकि कोशिका द्रव्य के बाहर लंबे समय तक इनका स्वतंत्र अस्तित्व नहीं होता है। चूंकि उनके अधिकतर प्रोटीन न्यूक्लीय क्छ। की सहायता से बनते हैं।

पाठगत प्रश्न 4.3

1. कोशिकाअंगक क्या हैं?

   .....

2. उस रसायन का नाम लिखें जो कोशिका में आबद्ध ऊर्जा को निर्मुक्त करता है।

   .....

3. क्लोरोप्लास्ट का कौन-सा भाग प्रकाश अभिक्रिया का स्थल है।

   .....

4. ग्रैनम बनाने वाली थैलीनुमा संरचना का नाम बताइए।

   .....

5. माइटोकॉन्ड्रिया को 'शक्ति घर' क्यों कहते हैं?

   .....

6. किस अंगक में कोशिकीय श्वसन के लिये प्रकिण्व (एंजाइम) होते हैं?

   .....

7. माइटोकॉन्ड्रिया व क्लोरोप्लास्ट के बीच दो समानताएँ बताएँ।

.....

8. कौन-सा प्लास्टिड फूल की पंखुड़ियों को रंग प्रदान करता है?

.....

9. कौन-सा प्लास्टिड हरे रंग का होता है?

.....

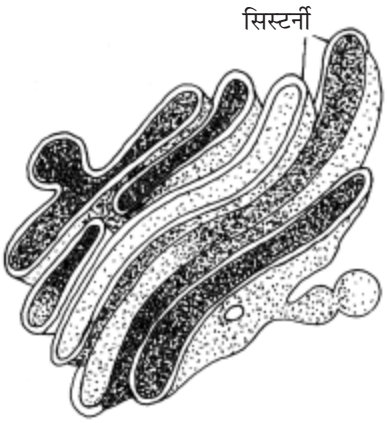
10. माइटोकॉड्रिया तथा क्लोरोप्लास्ट अर्ध स्वायत्त क्यों कहलाते हैं?

.....

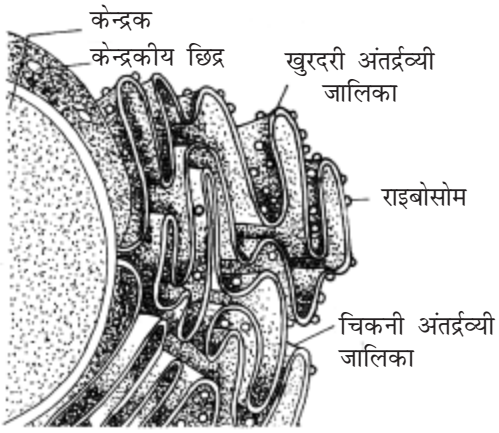
4.3.3 अंतर्द्रव्यी जालिका (एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, ER) गॉल्जी काय और राइबोसोम

एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER) और गॉल्जी काय के ऊपर केवल एक ही झिल्ली होती हैं। झिल्ली की संरचना प्लाज्मा झिल्ली के समान ही (लिपिड-प्रोटीन) संरचना होती है। लेकिन राइबोसोम में झिल्लियाँ नहीं होती हैं। राइबोसोम कोशिका में पदार्थों के संश्लेषण में लगे रहते हैं, गॉल्जी पिंड स्रवण में तथा एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम उत्पादों के परिवहन व संग्रहण में लगे रहते हैं। ये तीनों कोशिका अंगक एक साथ प्रकार्य करते हैं

चित्र 4.7 व चित्र 4.8 एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER) तथा गॉल्जी काय के एक इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में देखे गए आरेख दिखाए गए हैं। एंडोप्लास्मिक रेटिकुलम में विद्यमान राइबोसोम पर ध्यान दें।



चित्र 4.7 गॉल्जी काय



चित्र 4.8 अंतर्द्रव्यी जालिका

टिप्पणी

एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER)	गॉल्जी काय	राइबोसोम
संरचना		
झिल्लियों का एक जालक्रम जिसकी मोटाई 50-60 Å होती है। यह दो प्रकार का होता है खुरदरा अंतर्द्रव्यी जालिका (RER) अर्थात् जिसके ऊपर राइबोसोम संलग्न होते हैं और चिकना अंतर्द्रव्यी जालिका (SER) अर्थात् जिस पर राइबोसोम नहीं होते,	झिल्ली कोशों का एक स्टैक होती है जिसमें झिल्ली की मोटाई वही होती है जो E.R में होती है। इनके आकार और आकृति में काफी विविधता पाई जाती है।	गोलाकार होते हैं जिनका व्यास लगभग 150-250 Å तक होता है और ये बड़े अणुओं, RNA तथा प्रोटीनों (राइबोन्यूक्लिओ प्रोटीन) के बने होते हैं।
समस्त कोशिकाद्रव्य में वितरित होते हैं और कोशिका-झिल्ली तथा केन्द्रीय झिल्ली के साथ भी जुड़े होते हैं।	प्राणि कोशिकाओं में केन्द्रक के चारों ओर 3 से लेकर 7 तक की संख्या में स्थित होते हैं। पादप कोशिकाओं में इनकी संख्या काफी अधिक होती है और समस्त कोशिका के भीतर छितरे होते हैं, इन्हें जालिकाय (डिक्टिओसोम) कहते हैं।	ये या तो कोशिकाद्रव्य में मुक्त कणों के रूप में स्थित होते हैं अथवा ER पर संलग्न होते हैं या केन्द्रक के भीतर केन्द्रिक (Nucleolus) में संचित भी हो सकते हैं। यूकैरियोटि कोशिकाओं में 80S किस्म के राइबोसोम होते हैं जबकि प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में 70S किस्म के होते है। (S= राइबोसोमों को मापने की स्वेडबर्ग इकाई।)
प्रकार्य		
आंतरिक ढाँचा, खण्ड और अभिक्रिया सतह प्रस्तुत करता है, एंज़ाइम तथा अन्य पदार्थों को समस्त कोशिका में लाता ले जाता है, RER पर प्रोटीन संश्लेषण होता है जबकि SER पर स्टीरॉइडों का संश्लेषण होता है तथा इसमें कार्बोहाइड्रेट संचित रहते है।	इसमें एंजाइमों का संश्लेषण और स्राव होता है। यह झिल्लियों के रूपांतरण में योगदान करता है ताकि झिल्लियों से निर्मित अन्य संरचनाएँ, जैसे लयनकाय (लाइसोसोम), अग्रपिंडक (एक्रोसोम) और जालिकाय बन सकें, तथा पेक्टिन, श्लेष्मक जैसे भित्ति तत्त्वों का संश्लेषण करता है।	प्रोटीन संश्लेषण स्थल

पाठगत प्रश्न 4.4

1. नीचे सूचीबद्ध प्रकार्यों से संबद्ध कोशिका अंगकों के नाम बताइये

   (क) कुछ एंजाइमों का संश्लेषण .....

   (ख) स्टीरॉइडों का संश्लेषण .....

   (ग) कार्बोहाइड्रेटों का संचयन .....

(घ) आंतरकोशिकीय परिवहन .....

(ङ) प्रोटीनों का संश्लेषण .....

2. पादपों में पाई जाने वाली उस संरचना का नाम बताइये जो गॉल्जी काय के तुल्य होती है, उनकी संरचनाओं में दो अंतर भी बतलाएँ।

.....

3. अंतर्द्रव्यी जालिका (एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम) के व्यापक जाल के कोई दो लाभ बताइये।

.....

4. कोशिका के अंदर राइबोसोमों के पाये जाने वाले तीन स्थानों के नाम बताइये।

.....

5. उस झिल्ली तंत्र का नाम बताइये जो केन्द्रकीय झिल्ली और कोशिका झिल्ली को जोड़ता है।

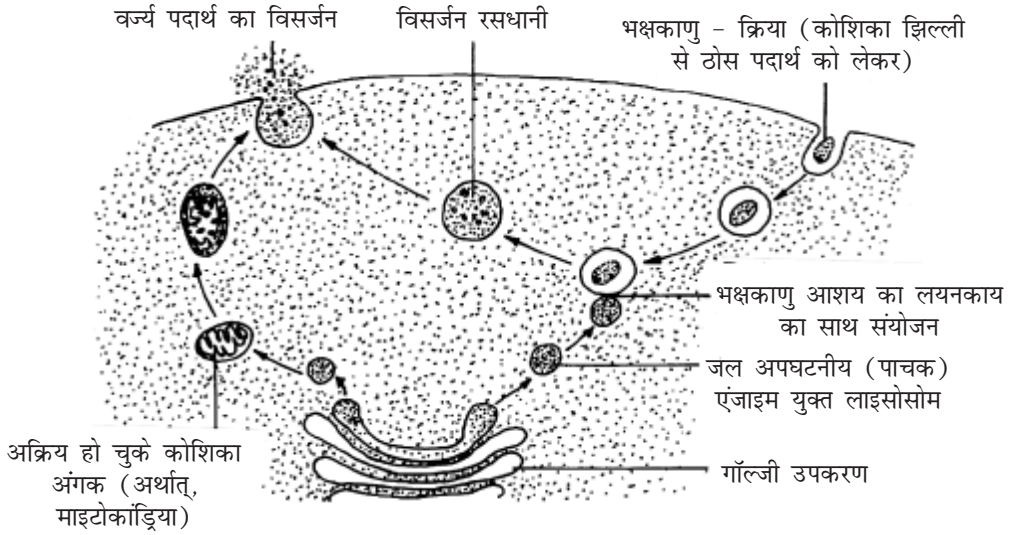
.....

4.3.4 सूक्ष्मकाय–छोटी किंतु महत्त्वपूर्ण

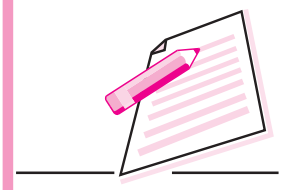
कोशिका में छोटी-छोटी कोश जैसी संरचनाएँ भी होती हैं जो अपनी-अपनी झिल्लियों से घिरी होती हैं। ये संरचनाएँ विभिन्न प्रकार की होती हैं जिनमें से हम तीन के बारे में अध्ययन करेंगे–**लयनकाय (लाइसोसोम), परऑक्सीसोम** और **ग्लाइऑक्सीसोम**

1. लाइसोसोम (lyso = भंजन करना, Soma = काय)

लाइसोसोम प्राय: सभी जन्तु कोशिकाओं और कुछ गैर-हरे पौधों की कोशिकाओं में पाए जाते हैं। (चित्र 4.9)। ये अंतराकोशिकीय पाचन में सहायता करते हैं।



चित्र 4.9 लाइसोसोम



टिप्पणी

लाइसोसोमों के कुछ प्रमुख लक्षण इस प्रकार है :

(i) झिल्लीमय कोश जो गाल्जी काय से मुकलित होकर अलग हो जाते हैं।

(ii) एक कोशिका में सैकड़ों की संख्या में हो सकते हैं।

(iii) इनके भीतर अनेक एंजाइम (लगभग 40) मौजूद होते हैं।

(iv) वे पदार्थ, जिन पर एंजाइमों की अभिक्रिया होती है, लाइसोसोमों के भीतर पहुँच जाते हैं।

(v) लाइसोसोमों को 'स्वघाती थैलियाँ' (suicidal bags) कहते हैं क्योंकि इनमें विद्यमान एंजाइम कोशिका के अपने क्षतिग्रस्त या मृत पदार्थ को पचा डालते हैं।

लाइसोसोमों द्वारा अंतराकोशिकीय पाचन का महत्त्व

(i) भोजन को पचाकर कोशिका के पोषण में सहायता करना, क्योंकि इनमें विभिन्न जलअपघटनीय एंजाइम प्रचुर मात्रा में विद्यमान रहते हैं जिनकी सहायता से ये जीवित कोशिका के लगभग सभी मुख्य रासायनिक अवयवों को पचा सकते हैं।

(ii) रोगाणुओं को समाप्त कर, जैसे कि श्वेत रूधिर कोशिकाओं में होता है, रोगों से सुरक्षा प्रदान करने में सहायता करना।

(iii) कोशिका के क्षतिग्रस्त पदार्थ को नष्ट कर कोशिका को स्वच्छ रखने में सहायता करना।

(iv) पोषण के अभाव में स्वयं कोशिका के भागों का ही भक्षण कोशिका को ऊर्जा प्रदान करना।

(v) अंडे की झिल्ली को भेदकर उसके भीतर शुक्राणु को प्रवेश कराने में मदद करना।

(vi) पादप कोशिकाओं में, परिपक्व दारू (जाइलम) कोशिकाओं के समस्त कोशिकीय पदार्थ लाइसोसोमों की सक्रियता के कारण नष्ट हो जाते हैं।

(vii) जब कोशिकाएँ पुरानी हो जाती हैं या रोगग्रस्त अथवा क्षतिग्रस्त हो जाती हैं तब लाइसोसोम अन्य कोशिकांगकों पर आक्रमण कर देते हैं और उन्हें समाप्त कर डालते हैं, दूसरे शब्दों में लाइसोसोम्स स्वभक्षक होते हैं।

2. परऑक्सीसोम

पादप तथा जंतु कोशिका दोनों में पाए जाते हैं। उच्च श्रेणी के पादपों की हरी पत्तियों में जाए जाते हैं। ये कार्यद्रव (सब्सट्रेट) के ऑक्सीकरण में भाग लेते हैं जिसके परिणामस्वरूप हाइड्रोजन परऑक्साइड का निर्माण होता है।

- इनमें बहुधा क्रिस्टल पदार्थ का केंद्रीय कोर (core) होता है जिसे केंद्रकाभ (न्यूक्लिऑइड)कहा जाता है जो कि यूरेट ऑक्सीडेज–क्रिस्टल का बना होता है)।
- ये पिंड अधिकांशत: गोलाकार या अंडाकार होते हैं और आकार में माइटोकॉड्रिया तथा लाइसोसोम के बराबर होते हैं।

- ये सामान्यत: एण्डोप्लाजिमक रेडीकुलम से घनिष्ठ रूप से संबंधित होते हैं।
- ये पादप कोशिकाओं में प्रकाश-श्वसन में सहायता करते हैं।
- ये कोशिकाओं में वसा उपापचय का कार्य करते हैं।

ग्लाइऑक्सीसोम

- ये सूक्ष्मकाय पादप कोशिकाओं में विद्यमान रहते हैं और आकृति में परऑक्सीसोम के समान होते हैं।
- ये खमीर (यीस्ट) कोशिकाओं और कुछ खास प्रकार के कवकों व पादपों के अधिक तेल वाले बीजों में पाये जाते हैं।
- प्रक्रियात्मक रूप से इनमें वसा अम्ल उपापचय के एंजाइम पाए जाते हैं जो अंकुरण के दौरान लिपिडों को कार्बोहाइड्रेटों में बदल देते हैं।

पाठगत प्रश्न 4.5

1. लाइसोसोमों को आत्मघाती थैलियाँ क्यों कहते हैं?

   .....

2. लाइसोसोमों द्वारा अंतराकोशिकीय पाचन का क्या महत्त्व है?

   .....

3. पादप कोशिकाओं में परऑक्सीसोमों का क्या महत्त्व है।

   .....

4.3.5 पक्ष्माभ (सिलिया) और कशाभिका (फ्लैजेला)–गतिशीलता के लिए कोशिकांगक

(i) कुछ एककोशिकीय जीव जैसे **पैरामीशियम** तथा **यूग्लीना** क्रमश: पक्ष्माभ तथा कशाभिका की सहायता से पानी में तैरते हैं।

(ii) बहुकोशिकीय जीवों के कुछ जीवित ऊतकों (एपिथीलियमी ऊतकों) में सिलिया होते हैं। ये पक्ष्माभ अपनी गति द्वारा तरल पदार्थ में एक धारा उत्पन्न कर देते हैं ताकि ये एक निश्चित दिशा में गति कर सकें (उदाहरणतया श्वासनली (श्वासप्रणाल ट्रैकिया) के श्लेष्मा तथा धूल कणों को बाहर निकालने के लिए)।

(iii) पक्ष्माभ (सिलिया) छोटे आकार की पतवारों (जैसा कि नाव में इस्तेमाल होते हैं) की भाँति गति करते हैं और कशाभ (फ्लैजेला) कोड़े की भाँति गति करते हैं।

(iv) दोनों ही संकुचनशील प्रोटीन ट्यूबुलिन से बने होते हैं और सूक्ष्मनलिकाओं के रूप में विद्यमान होते हैं।

(v) सूक्ष्मनलिकाओं का विन्यास 9+2 कहा जाता है अर्थात् दो केंद्रीय सूक्ष्मनलिकाएँ और उनके चारों ओर स्थित 9 सूक्ष्मनलिकाओं का द्विक (ड्यूपलेट) समुच्चय।

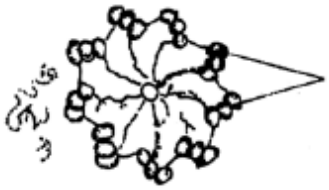
सिलिया	फ्लैजेला
लघुतर आकार (5 से 10 μm)	दीर्घतर (15 μm)
प्रतिकोशिका सैकड़ों की संख्या में; जीवद्रव्य बहिर्क्षेपण और झिल्ली से घिरे हुए	अधिकांश कोशिकाओं में प्राय: 1 या 2
इनमें परिधीय द्विक (ड्यूपलेट) सूक्ष्मनलिकाओं के 9 तथा केंद्र में नलिकाओं का एक समुच्चय होता है।	समुच्चय वही जैसा सिलिया में होता है।

तारककेंद्र (सेन्ट्रिओल)

यह सभी प्राणि कोशिकाओं में (लेकिन अमीबा में नहीं) केन्द्रक के ठीक बाहर की ओर स्थित होता है यह बेलनाकार होता है और इसकी लंबाई 0.5/μm होती है तथा इसके ऊपर झिल्ली नहीं होती। इसमें परिधीय त्रिक (ट्रिपलेट) नलिकाओं के 9 समुच्चय होते हैं लेकिन केंद्र में कोई नलिका नहीं होती (9 + 0)। प्रत्येक समुच्चय में तीन-तीन नलिकाएँ होती हैं जो एक निश्चित कोण पर व्यवस्थित रहती है।

इनमें अपना DNA और RNA होता है। अत: यह अपनी प्रतिकृति स्वयं बना सकता है।

प्रकार्य–तारककेंद्र(सेन्ट्रिओल) कोशिका विभाजन में सहायता करता है वे कोशिका (विभाजन) के समय निर्मित होने वाली सूत्री तर्कु (spindle) को दिशा प्रदान करते हैं।



चित्र 4.10 तारककेंद्र (सेन्ट्रिओल)–(9+0 संरचना दर्शाते हुए)

आधारी काय (Basal bodies)

ये सेन्ट्रिओलों से मिलती-जुलती संरचनाएँ होती हैं। सेन्ट्रिओलो की ही भाँति, इनमें भी उसी प्रकार के त्रिक संघटन 9 समुच्चय होते हैं जिनमें से प्रत्येक में तीन-तीन नलिकाएँ होती हैं। पक्ष्माभ (सिलिया) ओर कशाभिका (फ्लैजेला) आधारी काय से निकलते हुए दिखाई देते हैं।

4.4 केन्द्रक (आनुवंशिक कोशिका अंगक)

केंद्रक की सामान्य संरचना

(i) यह सबसे बड़े आकार का कोशिका अंगक होता है और कोशिका जब विभाजन नहीं कर रही होती है तब स्पष्ट रूप से दिखाई देता है।

(ii) रंजक से रंगने पर गहरा रंग धारण करता है, अधिकतर गोलाकार होता है, श्वेत रूधिर काशिका का केन्द्रक पालियुक्त (lobed) होता है।

टिप्पणी

(iii) प्रत्येक कोशिका में अधिकांशत: केवल एक ही केन्द्रक होता है (uninucleate-एककेन्द्रकीय) लेकिन कुछ कोशिकाओं में एक-से अधिक केन्द्रक हो सकते हैं (बहु केन्द्रकीय)–multinucleate)।

(iv) दुहरी परत की केन्द्रकीय झिल्ली, जिसमें काफी छोटे-छोटे केंद्रकीय छिद्र होते हैं, केन्द्रकद्रव्य को चारों ओर से घेरे रहती है। केन्द्रकद्रव्य में क्रोमैटिन जालक और एक केन्द्रिक (न्यूक्लिओलस-nucleolus होता है।

प्रकार्य

- कोशिका को क्रियाशील रूप में बनाए रखता है।
- विभिन्न कोशिकांगकों के कार्यकलाप में समन्वय बनाए रखता है।
- टूट-फूट की मरम्मत में सहायता करता है।
- कोशिका-विभाजन में प्रत्यक्ष रूप से भाग लेता है ताकि आनुवंशिकत: समान संतति कोशिकाएँ बन सकें। इस विभाजन को सूत्री विभाजन माइटोसिस कहते हैं। इसे समसूत्रण भी कहा जाता है।
- अन्य प्रकार के कोशिका विभाजन (मियोसिस, अर्धसूत्री विभाजन) द्वारा मायोयुग्मक (meio-gametes) और मायोबीजाणु (meiospores) का उत्पादन होता है।

केन्द्रक के विभिन्न भागों का वर्णन नीचे किया जा रहा है:

4.4.1 केन्द्रकीय झिल्ली

- दोहरी परत की झिल्ली होती है जिसमें बड़ी संख्या में केंद्रकीय छिद्र मौजूद होते हैं।
- प्लाज्मा-झिल्ली की भाँति लिपिड व प्रोटीन से मिलकर बनी होती है। इसकी बाहरी झिल्ली के ऊपर राइबोसोम लगे रहते हैं जिनके कारण बाहरी परत खुरदरी होती है।
- छिद्र बड़े अणुओं को केन्द्रक के भीतर बाहर लाने ले जाने का कार्य करते हैं और झिल्लियाँ आनुवंशिक पदार्थ का शेष कोशिका से संपर्क बनाए रखती हैं।

4.4.2 क्रोमेटिन

- केन्द्रकीय झिल्ली के अंदर एक जेली सदृश्य पदार्थ केंद्रकरस (कैरियोलिम्फ) या केंद्रक द्रव्य (न्युक्लिओप्लाज्म) पाया जाता है जिसमें प्रोटीन प्रचुर मात्रा में होता है।
- कैरियोलिम्फ में तंतुक (सूत्र जैसी) संरचनाएँ जालक्रम का निर्माण करते हैं जिन्हें क्रोमेटिन फाइब्रिल कहते हैं। ये संघनित होकर सुस्पष्ट कायों का निर्माण करते हैं जिन्हें **गुणसूत्र (क्रोमोसोम)** कहते हैं। ऐसा कोशिका विभाजन के दौरान होता है। गुणसूत्र को अभिरंजित करने पर दो भाग क्रोमेटिन पदार्थ में स्पष्ट पहचाने जा सकते हैं–गहरा रंगयुक्त क्रोमेटिन पदार्थ (हेटरोक्रोमेटिन) व शेष भाग जो हल्का रंग ग्रहण करता है उसे यूक्रोमेटिन (euchromatin) कहते हैं। हेटरोक्रोमेटिन में अति कुंडलित DNA होता है और यूक्रोमेटिन की अपेक्षा यह सामान्य रूप से आनुवंशिक रूप से कम सक्रिय होता है। यूक्रोमेटिन का DNA बहुत ज्यादा विकुंडलित (uncoiled) होता है आनुवंशिक रूप से अधिक सक्रिय होता है।

- किसी भी जीव में गुणसूत्रों की संख्या नियत होती है। कोशिका-विभाजन में गुणसूत्र इस प्रकार विभाजित होते हैं कि संतति कोशिकाओं को समान मात्रा में आनुवंशिक पदार्थ प्राप्त हो सके।

4.4.3 केन्द्रिक (न्यूक्लिओलस)

- झिल्ली रहित गोलाकार काय जो शुक्राणुओं तथा कुछ शैवालों के अलावा सभी सुकेंद्रकीय (यूकेरियोटिक) कोशिकाओं में विद्यमान रहते हैं।
- इनकी संख्या एक से लेकर कुछेक तक होती है। ये समान रूप से अभिरंजित होते हैं व अभिरंजन गहरा होता है।
- इसमें DNA, RNA एवं प्रोटीन होते हैं।
- यह RNA तथा प्रोटीन के लिए भंडार घर का कार्य करता है। कोशिका-विभाजन की आरंभिक अवस्था में यह लुप्त हो जाता है और अंत्यावस्था (टेलोफेज–telophase) के पश्चात् नव निर्मित संतति कोशिका में फिर से दिखाई दे जाता है।
- केंद्रक की संश्लेषी क्रिया का नियमन करता है।
- इस प्रकार केन्द्रक और कोशिकाद्रव्य परस्पर एक-दूसरे पर निर्भर रहते हैं और यह प्रक्रम केन्द्रक और कोशिकाद्रव्य के बीच होने वाली अभिक्रिया के बराबर ही होता है।

पाठगत प्रश्न 4.6

1. कोशिकाएँ केन्द्रक के बिना जीवित क्यों नहीं रह सकती?

   .....

2. निम्न शब्दों की व्याख्या करें :

   (a) क्रोमेटिन जालक्रम .....

   (b) गुणसूत्र (क्रोमोसोम्स) .....

3. केन्द्रिक का कोशिका में क्या प्रकार्य (function) होता है?

   .....

4.5 कोशिका के अणु

कोशिका और इसके अंगक कार्बनिक रसायनों जैसे प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट्, न्युक्लीक अम्ल तथा वसाओं से निर्मित होते हैं, इसलिए इनको जैव अणु कहना ठीक ही होगा। अकार्बनिक अणु जैसे जल व खनिज भी कोशिका में विद्यमान रहते हैं।

क. जल

- जल के विशिष्ट भौतिक व रासायनिक गुणों के कारण पृथ्वी पर जीवन संभव हुआ।
- यह जीवद्रव्य (प्रोटोप्लाज्म) का प्रमुख अवयव है।

- यह एक माध्यम है जिसमें कई उपापचयी अभिक्रियाएँ संपन्न होती है।
- यह सार्वत्रिक विलायक है जिसमें अधिकतर पदार्थ पूर्णत: या अंशत: घुल जाते हैं।
- यह कोशिकाओं की स्फीति (turgidity) के लिए उत्तरदायी है।

ख. जीवन के लिए आवश्यक तत्त्व

तत्त्व	प्रकार्य
हाइड्रोजन, कार्बन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कैल्सियम, पोटैशियम सोडियम, मैग्नीशियम फास्फोरस, सल्फर, क्लोरीन, लौह, बोरोन, सिलिकॉन, मैंगनीज, ताँबा, जस्ता, कोबाल्ट, मॉलिब्डीनम, आयोडिन	1. कोशिका के कार्बनिक यौगिकों के लिए आवश्यक और मुख्य अवयवों के रूप में विद्यमान, Ca पादप कोशिका भित्ति C, H, O, N कार्बनिक यौगिकों के रूप में) 2. शरीर क्रियात्मक प्रक्रमों में प्रमुख धनायनों (Na, K) व ऋणायनों (Cl) की भाँति कार्य करते हैं। 3. कोशिका की अधिकांश जैव रासायनिक क्रियाओं में एंजाइमों के सहकारक के रूप में भाग लेते हैं। (Fe, Cu, Mo, Zn, B) 4. ऊर्जा अंतरण अभिक्रियाओं में सहायक। (A T P में P) 5. पादपों में हरे (क्लोरोफिल) वर्णक (पिगमेंट) पर्णहरित ट्रेट्रापिरोल वलय के केंद्र में मैग्नीशियम होता है।

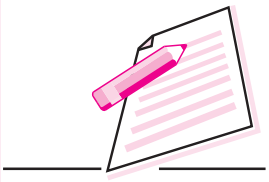
C जैव अणु (Biomolecules)

(i) कार्बोहाइड्रेट

संरचना	कार्य
1. C, H और O के बने होते हैं।	1. प्रकृति में सर्वाधिक प्रचुर मात्रा में विद्यमान कॉबर्निक पदार्थ जो पादप कोशिका भित्ति में सेलुलोस के रूप में पाया जाता है।
2. सरल 6 कार्बन शर्करा (ग्लूकोस) जिसे मोनोसैकेराइड कहा जाता है।	2. पादपों व प्राणी दोनों में यह ऊर्जा के स्रोत के रूप में प्रयोग किया जाता है (शर्करा)
3. दो अणु या इकाइयाँ मिलकर डाइसैकेराइड स्यूक्रोस बनाते हैं।	3. पादपों में एक महत्त्वपूर्ण संग्राही रूप स्टार्च व प्राणियों में ग्लाइकोजन।
4. मोनोसैकेराइडों की 10 इकाइयों से अधिक मिलकर पॉलीसैकेराइड बनाते हैं (उदाहरण स्टार्च व सेल्युलोस)	4. न्युक्लीक अम्ल में पाँच कार्बन युक्त शर्करा (RNA में राइबोसोम और DNA में डीऑक्सीराइवोज)

(ii) एमीनो अम्ल

1. मूलभूत ऐमीनो अम्ल की संरचना में, केंद्रीय कार्बन अणु एक ऐमीनो ग्रुप ($-NH_2$), एक कार्बोक्सिलिक अम्ल (–COOH) व एक पार्श्व ग्रुप (R) से संयोजित रहते हैं।	1. पादपों में अकार्बनिक नाइट्रोजन का उपयोग करने व ऐमीनो अम्ल संश्लेषण की क्षमता होती है।



टिप्पणी

2. पार्श्व समूहों की संख्या 20 से अधिक है जिनसे 20 विभिन्न प्रकार के ऐमीनो अम्ल बनते हैं।	2. प्राणियों में ऐमीनो अम्लों का मुख्य स्रोत वे पादप या प्राणी होते हैं जिनको यह आपने आहार में खाते हैं (दालों में प्रोटीन की प्रचुर मात्रा होती है।)
(iii) प्रोटीन	
1. ये C, H, O तथा N से मिलकर बनते हैं।	1. संरचनात्मक रूप से प्रोटीन झिल्लियों का अभिन्न हिस्सा होता है।
2. ऐमीनो अम्ल 'पेप्टाइड' बंधों द्वारा संयुक्त होकर प्रोटीन अणुओं का निर्माण करते है।	2. प्रक्रियात्मक रूप से एंजाइमों के रूप में वे उपापचयी अभिक्रियाओं में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
3. बीस भिन्न-भिन्न ऐमीनो अम्ल अनेकों सरल व जटिल प्रोटीनों का निर्माण करते हैं।	3. DNA को संश्लेषण का नियमन प्रोटीनों द्वारा किया जाता है।
4. संरचना की जटिलता के आधार पर उनकी प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक व चतुर्थक संरचनाएँ हो सकती है।	4. प्रोटीन इतने महत्त्वपूर्ण होते हैं कि न्युक्लिक अम्ल सीधे प्रोटीन संश्लेषण का नियमन करते हैं।
5. जब प्रोटीन अन्य अणुओं के साथ संयुक्त रहते हैं तो उन्हें संयुक्त प्रोटीन कहते हैं उदाहरण ग्लाइकोप्रोटीन, लिपोप्रोटीन, क्रोमोप्रोटीन।	
(iv) न्यूक्लीक अम्ल	
1. ये दो प्रकार के होते हैं डिऑक्सीराइबोज न्यूक्लिइक अम्ल (DNA) व राइबोज न्यूक्लीइक अम्ल (RNA)	1. विशेष विषाणुओं के अतिरिक्त लगभग सभी जीवों का मुख्य आनुवंशिक पदार्थ DNA होता है।
2. वे न्यूक्लिओटाइड इकाइयों के लंबी शृंखला बहुलक (polymer) हैं। जैसे–प्यूरिन (ऐडेनिन और ग्वानिन और पाइरीमीडिन जैसे–थायमिन, साईटोसाइन और यूरेसिल)	2. RNA अणु सूचना स्थानांतरण व प्रोटीन संश्लेषण में मदद करते हैं तथा कुछ विषाणुओं जैसे TMV (तंबाकू मोजेक विषाणु में RNA आनुवंशिक द्रव्य का कार्य करता है।
3. प्रत्येक न्यूक्लिओटाइड में पेंटोस शर्करा, नाइट्रोजन बेस व फॉस्फेट ग्रुप होता है।	
4. DNA में इसके शर्करा अणु में एक ऑक्सीजन कम होता है।	
(v) लिपिड	
1. C, H, O के बने होते हैं, ऑक्सीजन की मात्रा अति न्यून होती है।	1. अल्प ऑक्सीजन मात्रा के कारण और C–H बंधों की अधिक संख्या ऑक्सीकरण के दौरान ऊर्जा संग्रहण तथा विमोचन दोनों अधिक मात्रा में करते हैं।
2. ये वसा अम्लों व ग्लिसरॉल से संश्लेषित किए जाते हैं। सरल लिपिडों के ग्लिसरॉइड कहा जाता है।	2. वसा का एक अणु एक कार्बोहाइड्रेट के अणु से दो गुनी ज्यादा ऊर्जा प्रदान कर सकता है।
3. वसाएँ संतृप्त या असंतृप्त हो सकती हैं।	3. फास्फोलिपिड्स कोशिका झिल्लियों के महत्त्वपूर्ण अवयव हैं।

4. वसाएँ कमरे के तापमान पर ठोस रहती है, जो वसाएँ कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में रहती है उन्हें तेल कहा जाता है।

(vi) विटामिन

1. विटामिन कार्बनिक यौगिक होते हैं जिनकी आवश्यकता प्राणियों के आहार में उनकी स्वस्थ वृद्धि के लिए होती है।
2. विटामिनों को उनकी विलेयता के आधार पर दो समूहों में वर्गीकृत किया जाता है। पानी में घुलनशील विटामिन B व एस्कॉर्बिक अम्ल और वसा में घुलनशील विटामिन (A, D, E, K.)
3. पादपों में CO_2, NH_3 व H_2S से विटामिन संश्लेषित करने की क्षमता होती है।

1. पादपों से प्राप्त विटामिन प्राणि आहार के अनिवार्य पोषक तत्व हैं क्योंकि प्राणी ऐसे यौगिकों का संश्लेषण नहीं कर सकते।
2. विटामिन की कमी से प्राणियों में अनेक रोग होते हैं जैस विटामिन B की कमी से 'बेरी-बेरी' व विटामिन C की कमी से स्कर्वी।
3. विटामिन A गाजर के कैरोटिन नामक वर्णक में, विटामिन D मानव द्वारा सूर्य के प्रकाश की सहायता से उत्पन्न किया जा सकता है। विटामिन K बैक्टीरिया द्वारा मानव आंत में निर्मित होता है।

(vii) हॉर्मोन

1. हॉर्मोन विशिष्ट कार्बनिक पदार्थ होते हैं जो कि कम सांद्रण में प्रभावी होते हैं, कोशिकाओं द्वारा इनका संश्लेषण जीव के एक भाग में होता है और तदुपरांत वे जीव के दूसरे भाग में भेजे जाते हैं। जहाँ ये कई विशिष्ट शरीर-क्रियात्मक अनुक्रियाएँ करते हैं।

1. प्राणियों में नलिका विहीन ग्रंथियाँ जिसे अंत:स्रावी ग्रंथि कहते हैं में हार्मोन उत्पन्न होते हैं, वे प्राणियों की सभी जैव रासायनिक क्रियाओं को नियंत्रित करते हैं।
2. प्राणियों में हॉर्मोन, प्रोटीन, पेप्टाइड या स्टीरॉइड हो सकते हैं।
3. पादपों में हॉर्मोन (वृद्धि नियामक) सामान्यतया उपापचयी तौर पर सक्रिय कोशिकाओं में उत्पन्न होते हैं व संपूर्ण पादप की वानस्पतिक व जननीय वृद्धि को नियंत्रित करते हैं। पादपों में प्रोटीनमय हार्मोन नहीं होते हैं।

(viii) एल्केलॉइड

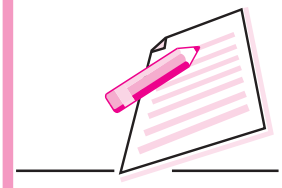
1. एल्केलॉइड C, H, O व N से निर्मित जटिल कार्बनिक यौगिक होते हैं।

1. औषधि पादपों से प्राप्त औषधियों के सक्रिय घटक (एक्टिव प्रिंसिपल) सामान्यतया एल्केलॉइड होते हैं। उदाहरणतया कुनैन-*सिनकोना* पादप से, एफेड्राइन-*एफेड्रा* से तथा मॉर्फीन पैपैवर जाति (पॉपी) के पौधों से।

(ix) स्टीरॉइड

1. ये कोलेस्टेरॉल से संश्लेषित वसा में घुलनशील लिपिड यौगिक होते हैं।
2. ये जनन-अंगों जैसे अंडाशय, वृषणों व अपरा द्वारा उत्पन्न किए जाते हैं ये अधिवृक्कों (एंड्रीनल ग्रंथियों) द्वारा भी निर्मित होते हैं।
3. इनमें टेस्टोस्टेरॉन, एस्ट्रोजन, कार्टिसाल आदि शामिल हैं।

2. अधिकांश स्टीरॉइड जीवन रक्षक औषधि की तरह कार्य करते हैं और अन्य हार्मान की तरह जो प्राणि शरीर के विशिष्ट अंगों पर विशिष्ट प्रकार के प्रभाव डालने में सक्षम हैं।



टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 4.7

1. एक जीवित कोशिका में जल का क्या महत्त्व है?

   .....

2. स्टार्च में मूलभूत अणु क्या है?

   .....

3. पेप्टाइड बंध (बॉन्ड) क्या है और यह कहाँ पाया जाता है?

   .....

4. जीवित प्राणी में सबसे अधिक ऊर्जा धनी जैवअणु कौन-सा है?

   .....

5. न्यूक्लिओटाइड क्या होते हैं?

   .....

4.7 कोशिका विभाजन

एक अकेली कोशिका बार-बार विभाजित होती है और एक बहुकोशिकीय जीव का निर्माण करती है। एककोशिकीय बैक्टीरिया ओर प्रोटोजोआ विभाजित होकर अपनी संख्या में वृद्धि करते हैं। क्षतिग्रस्त ऊतकों के स्थान पर नई-नई कोशिकाएँ बन जाती है जो कोशिका विभाजन से ही उत्पन्न होती हैं। इस प्रकार सभी जीवों में कोशिका-विभाजन एक महत्त्वपूर्ण क्रिया है। इस पाठ में आप कोशिका विभाजन की दो विधियों व उनमें निहित प्रक्रियाओं का अध्ययन करेंगे।

बहुकोशिकीय जीवों में अधिकतर कोशिकाओं में वृद्धि और फिर विभाजन होता है, लेकिन प्राणियों की तंत्रिका कोशिकाएँ, पेशीय कोशिकाएँ तथा पादपों की रक्षक कोशिकाएँ विभाजित नहीं होती हैं।

सभी जीवों में कोशिका-विभाजन की प्रक्रिया प्राय: एक समान होती है। कोशिकाएँ वृद्धि की प्रावस्था से गुजरती हैं, तदुपरांत वे विभाजन से पूर्व गुणसूत्रों की संख्या दोगुनी कर देने में सक्षम हो जाती हैं। कोशिका के जीवन काल में होने वाली ये प्रावस्थाएँ **कोशिका-चक्र** के रूप में होती हैं।

4.7.1 कोशिका-चक्र

विभाजित हो रही कोशिका को मातृ या जनक कोशिका कह सकते हैं और इससे उत्पन्न होनेवाली कोशिकाओं को संतति कोशिकाएँ। इससे पहले कि संतति कोशिका में और आगे विभाजन हो, उसमें वृद्धि होना आवश्यक है ताकि उसका आकार अपनी मातृ कोशिका के बराबर हो जाय।

हम किसी कोशिका के जीवन काल में दो मुख्य प्रावस्थाएँ देख सकते हैं।

(i) अंतरावस्था (interphase)–वह अवधि जिसमें कोशिका में विभाजन नहीं हो रहा हो (वृद्धि प्रावस्था)

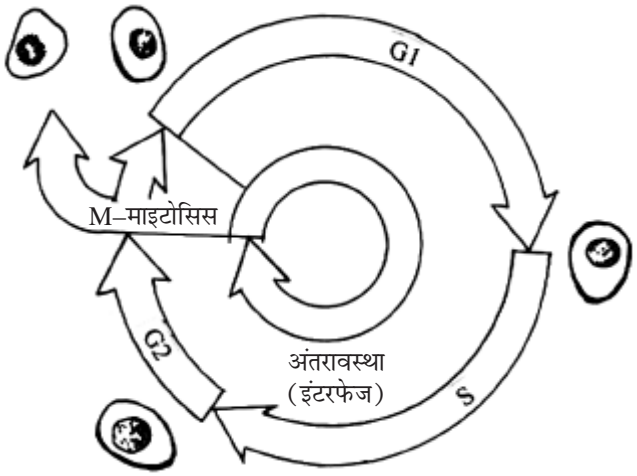
(ii) विभाजनकारी प्रावस्था–जिसे M-प्रावस्था भी कहते हैं (M-माइटोसिस या मियोसिस के लिए)

(i) अंतरावस्था (अंतर = दो के बीच में + अवस्था)

दो उत्तरोत्तर कोशिका विभाजनों के बीच के अंतराल को अंतरावस्था कहते हैं (प्रावस्था जिसमें कोशिका में विभाजन नहीं हो रहा हो। कोशिका चक्र में यह सबसे लंबी अवधि होती है। (चित्र 4.11)। अंतरावस्था को तीन प्रमुख कालों में विभाजित किया गया है G_1, S व G_2

G_1 (Gap 1) प्रावस्था अर्थात् पहली वृद्धि प्रावस्था–यह सबसे लंबी प्रावस्था है। इस प्रावस्था में बडी मात्रा में प्रोटीन और RNA का संश्लेषण होता है।

S या संश्लेषी प्रावस्था–यह अगली प्रावस्था है। बड़ी मात्रा में DNA का संश्लेषण होता है। एक गुणसूत्र में DNA अणु का एकल दोहरे सर्पिल होता है। S प्रावस्था के पश्चात् प्रत्येक गुणसूत्र रज्जुक अनुदैर्ध्य रूप से दोहरा हो जाता है पर गुणसूत्र बिंदु (सेन्ट्रोमियर पर ऐसा नहीं होता है। अत: DNA के दो अणु और दो क्रोमैटिड बन जाते हैं। इस प्रकार प्रत्येक क्रोमैटिड में DNA का एक अणु होता है। दो क्रोमेटिड सेन्ट्रोमियर (centromere) द्वारा एक-दूसरे से जुड़े रहते हैं (जो इस अवस्था में विभाजित नहीं होता) और एकल गुणसूत्र बनाते हैं।

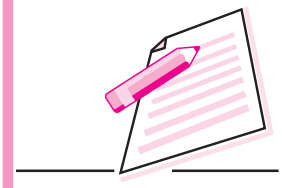


चित्र 4.11 कोशिका चक्र में अनेक प्रावस्थाएँ होती है (G_1, S, G_2 और M)

G_2 (GAP_2) प्रावस्था–इस प्रावस्था के दौरान और अधिक प्रोटीन हिस्टोन सहित का संश्लेषण होता है। कोशिकाद्रव्यी कोशिकाअंगक जैसे माइटोकॉन्ड्रिया, गॉल्जी काय दुगुनी संख्या में बन जाते हैं। एकल सेन्ट्रोसोम के भीतर स्थित सेन्ट्रिओल भी दो सेट्रओलों में बंट जाता है।

(ii) M-प्रावस्था या विभाजनकारी प्रावस्था

इस प्रावस्था का निरूपण संकेत M द्वारा किया जाता है (M मियोसिस या माइटोसिस को दर्शाता है) (चित्र 4.11), सूत्रीविभाजन (Mitosis) होने से इस अवस्था में क्रोमेटिड अलग-अलग हो जाते हैं और संतति गुणसूत्र बनाते हैं। संतति गुणसूत्र संतति केन्द्रकों में चले जाते हैं और कोशिकाद्रव्य बंटकर दो एक समान संतति-कोशिकाओं का निर्माण करता है।



टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 4.8

1. निम्नलिखित की एक वाक्य में व्याख्या कीजिये–
   (i) अंतरावस्था .....
   (ii) संश्लेषी प्रावस्था .....
   (iii) विभाजनकारी प्रावस्था .....
2. निम्नांकित का कोशिका चक्र के संदर्भ में पूर्ण रूप क्या है?
   (i) G_1 .....
   (ii) S .....
   (iii) G_2 .....
   (iv) M-प्रावस्था .....

4.7.2 कोशिका विभाजन के प्रकार

कोशिका विभाजन दो प्रकार का होता है। सूत्री-विभाजन (mitotic division) और अर्धसूत्री विभाजन (meiotic division)

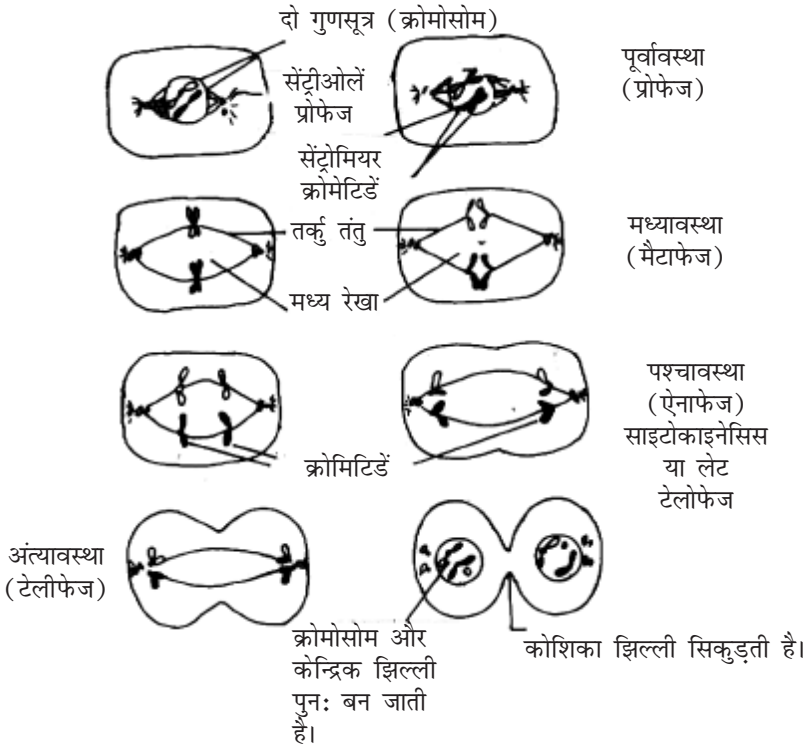
(i) **सूत्री विभाजन** (Mitosis)–यह विभाजन वृद्धि के लिए तथा नई कोशिकाओं द्वारा पुरानी कोशिकाओं के प्रतिस्थापन के लिए होता है। सूत्री विभाजन में दो संतति कोशिकाएँ पूर्ण रूप से जनक कोशिका के सदृश्य और समान होती हैं। सूत्री विभाजन अगुणित तथा द्विगुणित दोनों कोशिकाओं में होता है। इसे समसूत्रण भी कहा जाता है।

(ii) **अर्धसूत्री विभाजन** (Meiosis)–यह जनन ग्रंथि (गोनड–gonad) में होता है और लैंगिक जनन द्वारा युग्मक (गैमीट) के निर्माण के लिए होता है। इसमें परिणामी कोशिकाएं (मादा में) अंडाणु तथा (नर में) शुक्राणु जनक कोशिका के आधी संख्या में गुणसूत्र धारण करती हैं। यह विभाजन केवल द्विगुणित कोशिओं में होता है जो अगुणित बीजाणुओं या युग्मकों के निर्माण के लिए उत्तरदायी है। इसे अर्धसूत्रण भी कहा जाता है।

1. **सूत्री विभाजन** (mitos = धागे) : सूत्री विभाजन को 4 प्रावस्थाओं में बाँटा जा सकता है
   1. पूर्वावस्था (Prophase)
   2. मध्यावस्था (Metaphase)
   3. पश्चावस्था (anaphase)
   4. अंत्यावस्था (telophase)

ये प्रावस्थाऐं केंद्रक (न्यूक्लिस) के अंदर होने वाले परिवर्तनों के संकेत देती है। (चित्र 4.12)

पहले केन्द्रक विभाजित होता है और तदुपरांत पूरी कोशिका विभाजित होती है। एक केन्द्रक के विभाजित होने पर दो संतति केन्द्रक बन जाने की क्रिया को **कैरियो काइनेसिस** कहा जाता है। कोशिका द्रव्य के विभाजित होने से दो संतति कोशिकाएँ बन जाती है। इसे **(साइटोकाइनेसिस कोशिका द्रव्य विभाजन)** कहा जाता है।



चित्र 4.12 एक प्राणी कोशिका में सूत्री विभाजन की अवस्थाएँ (यह मानते हुए कि विभाजनकारी कोशिका में केवल एक जोड़ी गुणसूत्र हैं)

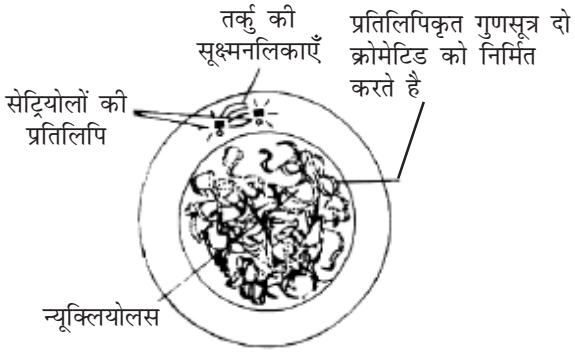
पूर्वावस्था–इसमें तीन उपप्रावस्थाऐं होती हैं :

(i) आरंभिक पूर्वावस्था (Early prophase)

(a) सेंट्रिओल विभाजित होता है और दो सेंट्रिओलों में प्रत्येक विभाजनकारी कोशिका के विपरीत ध्रुवों की ओर पहुँचने लगते हैं,

(b) गुणसूत्र लंबे सूत्रों के रूप में दिखायी देते हैं, और कुंडलित होने लगते हैं।

(c) केन्द्रक का विस्तार होने लगता है इसकी सुस्पष्टता कम होने लगती है (चित्र 4.13क)



चित्र 4-13(क) प्रोफेज (पूर्वावस्था)

(ii) मध्य पूर्वावस्था (Middle prophase)

(a) गुणसूत्र का संघनन पूरा हो जाता है, यह छोटा और मोटा हो जाता है।

(b) प्रत्येक क्रोमोसोम अब दो क्रोमोटिडों का बना होता है, जो अपने-अपने सेंट्रोमियरों पर परस्पर जुड़े रहते हैं,

(c) प्रत्येक क्रोमेटिड में नव प्रतिकृति बने संतति DNA अणु विद्यमान रहता है।

(iii) उत्तर पूर्वावस्था (Late prophase)

(a) सेंट्रिओल विभाजनकारी कोशिका के विपरीत ध्रुवों पर पँहुच जाते हैं

(b) कुछ तर्कु-तंतु ध्रुव से लेकर कोशिका के मध्य भाग तक फैल जाते हैं,

(c) केन्द्रकीय झिल्ली लुप्त हो जाती है,

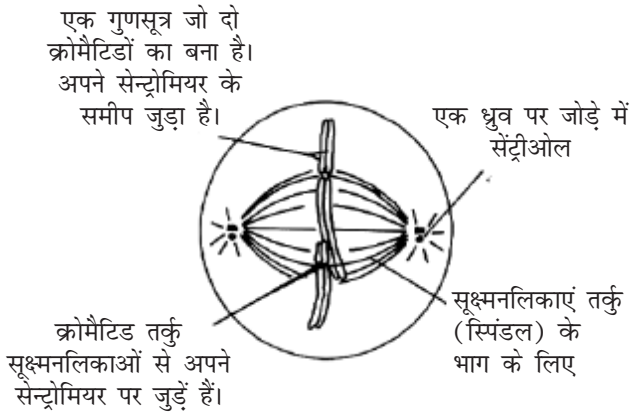
(d) केन्द्रिक दृष्टिगोचर नहीं होती।

मध्यवास्था (Metaphase)

(a) गुणसूत्र तर्कु तंतु की सहायता से अब कोशिका के मध्य भाग की ओर गति करते हैं,

(b) प्रत्येक गुणसूत्र सेंट्रोमियर द्वारा दो तर्कु-तंतु के साथ जुड़ा होता है जबकि प्रत्येक सेंट्रोमियर विपरीत ध्रुवों से जुड़े होते हैं।

(c) सिस्टर क्रोमैटिड अभी एक दूसरे से अलग नहीं हुए होते हैं (चित्र 4.13ख) क्योंकि सेन्ट्रोमियर विभाजित नहीं हो पाया है।



चित्र 4-13(ख) मध्यावस्था

पश्चावस्था (Anaphase)

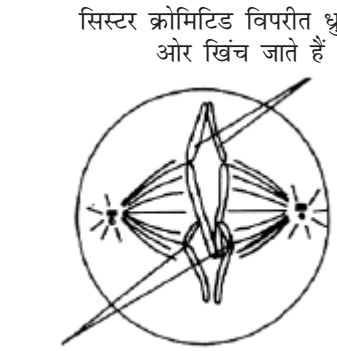
(a) सभी गुणसूत्रों के सेंट्रोमियर विभाजित होते हैं, और फिर प्रत्येक क्रोमैटिड एक गुणसूत्र बन जाता है।

(b) तर्कु तंतु संकुचित होते हैं और सेन्ट्रोमियर को विपरीत ध्रुवों की ओर जाने लगता है।

(c) जब गुणसूत्र अपने सेन्ट्रौमियरों द्वारा तर्कु तंतु से विपरीत ध्रुवों की ओर खिंच जाते हैं तो वे विविध आकृति जैसे V, J या I के हो जाते है। अलग-अलग आकृति का बनना सेन्ट्रोमियर की स्थिति पर निर्भर करता है।

(d) आधी संख्या के गुणसूत्र (संतति क्रोमैटिड) एक ध्रुव की ओर गति करते हैं और दूसरे आधी संख्या में गुणसूत्र दूसरे ध्रुव की ओर गति करते हैं,

(e) साइटोकाइनेसिस आरंभ हो जाता है क्योंकि अब प्राणि कोशिकाओं में विदरण खाँच (cleavage furrow) का बनना परिधि से केंद्र की ओर प्रारंभ हो जाती है।



चित्र 4-13(ग) पश्चावस्था

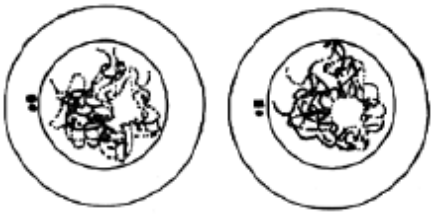
पादप कोशिकाओं में कोशिका प्लेट केंद्र में बनता है और अपकेंद्री वृद्धि कर परिधि की ओर जाता है।

अंत्यावस्था (Telophase)

(a) गुणसूत्र अब अकुंडलित होकर क्रोमेटिन जालक का निर्माण करना प्रारंभ कर देते हैं जैसा कि जनक केन्द्रक में होता है।

(b) प्रत्येक संतति केन्द्रक के चारों ओर केन्द्रकीय झिल्ली बन जाती है।

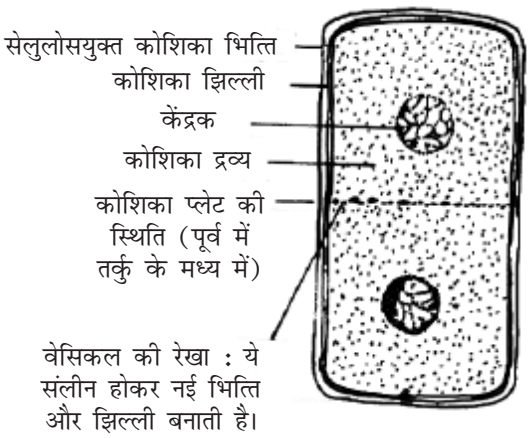
(c) प्रत्येक नव निर्मित संतति केन्द्रक में केन्द्रिक फिर से दिखायी देने लग जाती है।



चित्र 4-13(घ) अंत्यावस्था

साइटोकाइनेसिस (कोशिकाद्रव्य विभाजन)

यह विभाजनकारी कोशिका के कोशिकाद्रव्य के दो भागों में विभाजित होने की प्रक्रिया है। इसकी शुरुआत अंत्यावस्था के शुरू में ही आरंभ हो जाती है और अंत्यावस्था समाप्त होते-होते यह प्रक्रिया पूरी हो जाती है। पादप कोशिका व प्राणि कोशिका के साइटोकाइनेसिस अलग-अलग प्रकार से होते हैं। प्राणि कोशिका में प्लाज्मा झिल्ली का अंतर्वलन कोशिका भित्ति की परिधि से अंदर की ओर होता है। पादप कोशिका में फ्रैग्मोप्लास्ट (कोशिका पट्ट) कोशिका के केंद्र में बनना प्रारंभ होता है और तब परिधि को ओर फैलता जाता है। (चित्र 4.13ङ)

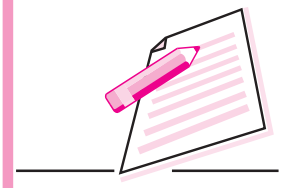


चित्र 4.13 (ङ) साइटोकाइनेसिस

सूत्री विभाजन का महत्त्व

यह एक समसूत्री विभाजन है और इससे बनने वाली दो संतति कोशिकाएँ सभी दृष्टियों में समान ही होती है। इन संतति कोशिकाओं में उतने ही तथा उसी प्रकार के गुणसूत्र पँहुचते हैं जो कि जनक कोशिका में होते हैं।

- एक कोशिकीय जीवों में जनन की यही एक मात्र विधि है।
- इसी प्रक्रिया द्वारा प्राणियों और पौधों में निरंतर अधिकाधिक कोशिकाओं के बढ़ते रहने के कारण वृद्धि होती है।
- वृद्धि के दौरान यह मरम्मत में भी योगदान देती है, उदाहरण के लिये घाव के भरने में, क्षतिग्रस्त भागों के फिर से बनने में (जैसे छिपकली की कटी हुई पूँछ) सामान्य टूट-फूट के दौरान नष्ट हो गयी कोशिकाओं के प्रतिस्थापन में (जैसा कि त्वचा की सतही कोशिकाओं अथवा लाल रुधिर कोशिकाओं के मामले में)।



टिप्पणी

कोशिका सूत्री विभाजन (सीमित अथवा असीमित)

सूत्री विभाजन के जरिये वृद्धि सीमित या नियंत्रित तरीके से उसी सीमा तक होती है जितनी कि शरीर को आवश्यकता होती है। लेकिन कभी-कभी कुछ विशिष्ट कारणों से कोशिकाओं की संख्या में अपसामान्य रूप से वृद्धि होती है। (यानी प्रक्रिया असीमित चलती है।) जिसके कारण ''**कैंसर**'' हो सकता है।

पादप ऊतक संवर्धन में, एक पादप कोशिका को पोषक माध्यम में संवर्धित किया जा सकता है, जहाँ सूत्री विभाजन द्वारा यह बार-बार विभाजित होकर अविभेदित (Undifferentiated) कोशिका पुंज उत्पन्न करती है जिसे **कैलस** (Callus) कहते हैं जो पोषक तत्वों और विशिष्ट वृद्धि हार्मोनों की उपस्थिति में एक पादप में विभेदित (differentiate) हो जाता है। प्राणियों में भी स्टेम सेल संवर्धन (Stem-cell culture) कोशिका की विभाजन क्षमता पर ही आधारित है जिसके कारण विशेष प्रकार की कोशिकाएँ बनने लगती हैं।

पाठगत प्रश्न 4.9

1. कोशिका चक्र की उस प्रावस्था का नाम बताइये जिसके दौरान क्रोमैटिन पदार्थ दुगुना हो जाता है।

   .....

2. क्या सूत्री विभाजन के दौरान संतति कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या घट जाती है?

   .....

3. केन्द्रकीय विभाजन की उस प्रावस्था का नाम बताइये जिसका वर्णन निम्नलिखित प्रत्येक वाक्य में से किया गया है :

   (i) केन्द्रकीय झिल्ली का विलोपन,

   .....

   (ii) केन्द्रकीय झिल्ली तथा केन्द्रिक का फिर से दिखायी देना,

   .....

   (iii) सेन्ट्रोमियर का विभाजित होना और तर्कु-तंतुओं के छोटे होते जाने के कारण क्रोमैटिडों का विपरीत ध्रुवों की ओर पँहुचना,

   .....

   (iv) गुणसूत्र अपने आप को तर्कु के मध्य पटल पर स्थापित कर लेते हैं और तर्कु-तंतु सेन्ट्रोनियरों के साथ संलग्न हो जाते हैं।

   .....

2. अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis) (Gk Meioun = छोटा बनाना; sis = क्रिया)

इस विभाजन को न्यूनाकारी विभाजन (Reduction division) भी कहते हैं। इस कोशिका विभाजन में जनक कोशिका की सामान्य गुणसूत्र संख्या संतति कोशिकाओं में घटकर आधी रह जाती है। उदाहरण

के लिए मनुष्य में सामान्य गुणसूत्र संख्या 46 (23 जोड़ी) होती है, लेकिन अंडाशय और वृषण में अर्धसूत्री विभाजन के फलस्वरूप संतति कोशिकाओं में यह संख्या घटकर आधी अर्थात् 23 रह जाती है।

अर्धसूत्री विभाजन कहाँ होता है? यह विभाजन जनन कोशिकाओं में होता है उदाहरण के लिए नर प्राणी के वृषण में और मादाओं के अंडाशयों में, और पौधों में परागकोशों (नर जननागों) की पराग जनक कोशिकाओं में और पुष्प के अंडाशयों (मादा जननांगों) की मेगास्पोर जनक कोशिकाओं में होता है।

अर्धसूत्री विभाजन क्यों होता है–मिओसिस में गुणसूत्र की संख्या घटकर आधी रह जाती है और निषेचन (युग्मनज निर्माण) के दौरान जब यह संख्या दुगुनी हो जाती है तब यह संख्या फिर से सामान्य हो जाती है।

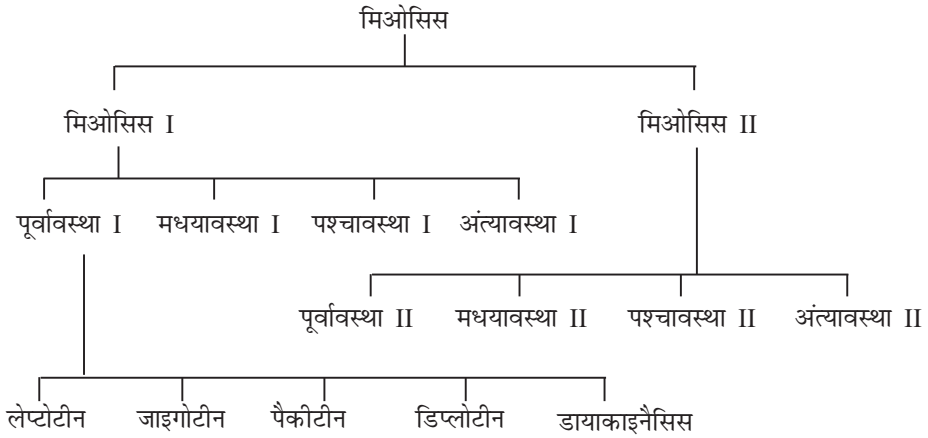
- किसी भी स्पीशीज में गुणसूत्रों की संख्या पीढ़ी-दर-पीढ़ी नियत बनी रहती है।
- उन जीवों में जो कायिक/अलैंगिक रूप से जनन करते हैं कोशिकाऐं सूत्री विभाजन से विभाजित होती है। इस प्रकार उनके गुणसूत्रों की संख्या में किसी प्रकार का परिवर्तन नहीं होता। लेकिन लैंगिक रूप से प्रजनन करने वाले जीव गैमीट (युग्मक) उत्पन्न करते हैं जैसे कि नरों में शुक्राणु तथा मादाओं में अंडाणु। नर व मादा युग्मक (गैमीट) परस्पर संलयित होकर युग्मनज (Zygote) बनाते हैं जो परिवर्धित होकर नए जीव का रूप ले लेता है।
- यदि ये युग्मक सूत्री विभाजन के जरिये बने होते तो अगली पीढ़ी में युग्मनज से बनने वाली संतति में गुणसूत्र की संख्या दुगुनी हो जातीं।
- प्रत्येक सजीव प्राणी की कायिक कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या निश्चित होती है। उदाहरण के लिये, प्याज की कोशिकाओं में 16 क्रोमोसोम होते हैं, आलू में 48, घोड़े में 64, मनुष्य में, 46; इसलिए क्रोमोसोमों की संख्या को स्थिर रखने के लिए जनकों की (प्राणियों में अंडाशयों और वृषणों में और पौधों में पराग कोश के पराग-जनक कोशिकाओं तथा अंडाशय के भीतर बीजांडों में मेगास्पोर जनक कोशिकाओं) जनन कोशिकाएँ एक विशिष्ट किस्म के विभाजन द्वारा बंटती हैं जिसे अर्धसूत्री विभाजन कहते हैं।

चित्र 4.14 एक पादप कोशिका में अर्धसूत्री विभाजन के परिणामस्वरूप कोशिका भित्ति का निर्माण

अर्ध सूत्री विभाजन कैसे होता है?

अर्धसूत्री विभाजन की खास बात यह है कि इसमें केंद्रक (मियोसिस 1 और 2) व कोशिकाद्रव्य क्रमशः दो बार विभाजित होता है जबकि गुणसूत्र (क्रोमोसोम) एक ही बार बंटते हैं। अर्धसूत्री विभाजन की प्रावस्थाओं का प्रवाह आरेख नीचे दर्शाया गया है।

– मीओसिस आरंभ होने से पहले की **अंतरावस्था** (interphase) माइटोसिस आरंभ होने से पहले की अंतरावस्था के समान ही होती है। S प्रावस्था में प्रत्येक गुणसूत्र का DNA दुगुना होकर दो DNA अणु प्रदान करता है और इसलिए एक गुणसूत्र में दो क्रोमोटिड्स पाए जाते हैं। जो एकल सेन्ट्रोमियर पर जुड़े रहते हैं।



– मीओसिस I और मिओसिस II सतत प्रक्रिया है। इसे केंद्रक विभाजन की प्रक्रिया के अध्ययन की सुविधा के लिए ही इसे दो उप-अवस्थाओं में बाँटा गया है।

अर्धसूत्री विभाजन I

सूत्री विभाजन (माइटोसिस) की भाँति मीओसिस में भी चार अवस्थाएँ होती है। पूर्वावस्था, मध्यावस्था, पश्चावस्था तथा अंत्यावस्था

पूर्वावस्था I

अर्धसूत्री विभाजन I की पूर्वावस्था सूत्री विभाजन की पूर्वावस्था से कहीं अधिक लंबी अवधि तक चलती है।

- यह अवस्था फिर और आगे निम्नलिखित पाँच उपअवस्थाओं में बँटी होती है।

चित्र 4.15क लेप्टोटीन (तनुसूत्र)

(i) **तनुसूत्र (लेप्टोटीन) (Leptotene : Leptos = पतला, तनु; tene = सूत्र) (चित्र 4.15 क)**

- गुणसूत्र संघनन (DNA के कुंडलन) व स्थूलन (गाढ़ा बनने) के परिणाम स्वरूप विशिष्ट बिंदुओं जिसे सेन्ट्रोमियर कहते हैं पर लंबे व पतले सूत्रों, जिस पर काफी छोटे-छोटे बीड़ होते हैं, के रूप में स्पष्ट दिखाई देते हैं।

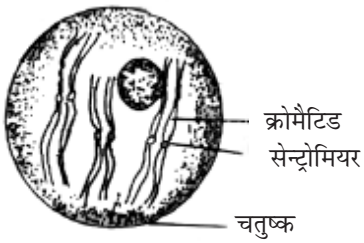
- प्रत्येक गुणसूत्र अब दो क्रोमैटिडों का बना होता है और ये दोनों क्रोमैटिड सेन्ट्रोमियर के जरिए परस्पर जुड़े रहते हैं लेकिन ये आसानी से दिखाइ नहीं देते, केंद्रकीय झिल्ली और केंद्रिक स्पष्ट होते हैं।

(ii) (युग्मसूत्र) जाइगोटीन (ग्रीक Zygos = युग्मन) (चित्र 4.15 ख)

चित्र 4.15ख जाइगोटीन (युग्मसूत्र)

- गुणसूत्र कुंडलित होकर छोटे और अधिक स्थूल हो जाते हैं।
- समान अथवा समजात (homologous) क्रोमोसोम एक छोर पर से पास-पास आकर परस्पर युग्मन आरंभ कर देते हैं। इस युग्मन को **सूत्रयुग्मन (सिनैप्सिस**–synapsis) कहते हैं।
- समजात गुणसूत्र की प्रत्येक जोड़ी को **युगली** गुणसूत्र (bivalent) कहते हैं।
- केंद्रकीय झिल्ली और केंन्द्रिक स्पष्ट होते हैं।

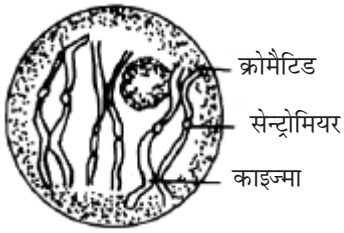
(iii) स्थूल पट्ट पैकीटीन (Pachytene ग्रीक Paches = मोटा) (चित्र 4.15ग)



चित्र 4.15ग पैकीटीन

- और अधिक कुंडलन के कारण क्रोमोसोम लघुतर और स्थूलतर होते जाते हैं
- युग्मित गुणसूत्र नामक इकाई 'युगली' कहलाती है जो चार क्रोमैटिडों की बनी होती है अत: इसे चतुष्की (टेट्रा वेलैन्ट) भी कहते हैं।
- पैकिटीन अवस्था के समाप्त होते-होते जीन विनिमय (crossing over) होना प्रारंभ हो जाता है अर्थात् विजातीय (सिस्टर) क्रोमैटिडों का समजात जोड़ा के बीच सभी क्रोमैटिडों का टूटना और उनके खंडों (जीनपें) का विनिमय आरंभ हो जाता है।
- अंतर विनिमय व पुनर्योजन बिंदु X- आकृति का दिखाई देता है, और इसे काइऐज्मा (chiasma (बहुवचन chiasmata काइऐज्मेटा) कहते हैं, या जीन विनिमय बिंदु (Point of crossing over) कहते हैं,

(iv) द्विपट्ट (डिप्लोटीन) (Diplotene ग्रीक Diplous- दुहरा) (चित्र 4.15घ)



चित्र 4.15घ डिप्लोटीन

- गुणसूत्र और अधिक कुंडलित और छोटा होता जाता है।
- समजात गुणसूत्र के सेन्ट्रोमियर पृथक होना प्रारंभ कर देते हैं,

- गुणसूत्रों के एक समजात युग्म के दो विजातीय (सिस्टर) क्रोमैटिड एक या अधिक बिंदुओं पर जुड़े रहते हैं। इन बिंदुओं को काइऐज्मेटा (Chiasmata) कहते हैं,
- काइऐज्मेटा पर ही समजात गुणसूत्रों के बीच क्रोमेटिडों के खंडों का (जीनों का) विनिमय होता है। इस प्रक्रिया को **आनुवंशिक पुनर्योजन** (genetic recombination) कहते हैं।

(v) पारगतिक्रम (डायाकाइनैसिस) (Diakinesis; ग्रीक : dia = द्वारा विभिन्न दिशाओं में kinesis = गति) (चित्र 4.15 ङ)

- अधिकतम कुंडलन के कारण युगली लघुतम और स्थूलतम हो जाता है।
- युगली गुणसूत्र के समजात गुणसूत्र के सेन्ट्रोमियर और असमजात खंड एक-दूसरे से दूर हटने लगते हैं यह विकर्षण के कारण होता है।

चित्र 4.15ङ डायाकाइनैसिस

- परिणाम स्वरूप, युगली विविध आकृति जैसे O, X या 8 जैसे बन जाते हैं आकृति का बनना प्रति युगली काइऐज्मेटा की संख्या पर निर्भर करता है।
- केन्द्रकीय झिल्ली व केन्द्रिक लुप्त हो जाते हैं,
- तर्कु (Spindle formation) निर्माण पूर्ण हो जाता है।

(vi) मध्यावस्था I (चित्र 4.15च)

- युगली गुणसूत्र अपने आपको मध्य-तल पर व्यवस्थित कर लेते हैं,
- समजात गुणसूत्र, इस प्रकार व्यवस्थित होते हैं कि सभी मातृ या जनक गुणसूत्र एक ही ध्रुव पर नहीं जुड़ पाते। दूसरे शब्दों में कुछ मातृ और कुछ जनक गुण सूत्र एक दूसरे से जुड़ जाते हैं।

चित्र 4.15च मध्यावस्था

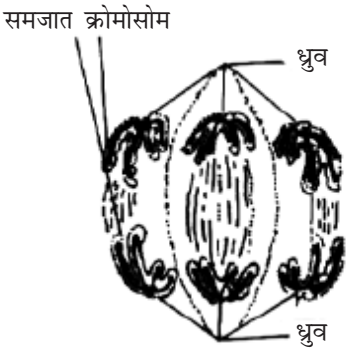
- तुर्क-तंतु गुणसूत्रों के सेन्ट्रोमियरों के साथ जुड़ जाते हैं।
- युगली का एक सेन्ट्रोमियर एक ध्रुव पर जुड़ जाता है तो दूसरा विपरीत ध्रुव पर पृथक तर्कु तंतु से जुड़ जाता है।

(vii) पश्चावस्था I (चित्र 4.15छ)

- तर्कु तंतु छोटे होने लगते हैं।
- समजात गुणसूत्रों के सेन्ट्रोमियर तर्कु-तंतुओं के साथ-साथ विपरीत ध्रुवों की ओर खिंचते जाते हैं (सेंट्रोमियर का विभाजन नहीं होता)।

- इस प्रकार जनक केन्द्रक के गुणसूत्रों का आधा भाग एक ध्रुव पर पँहुच जाता है और शेष आधा भाग विपरीत ध्रुव पर,
- गुणसूत्रों का प्रत्येक समुच्चय, जो किसी एक ध्रुव पर पहुँचता है, जनक और मातृ गुणसूत्रों के मिले-जुले भागों (नया जीन संयोजन) का बना होता है।

  मियोसिस में मातृ और जनक जीनों के मिल जाने का मूल कारण यह ही है।



चित्र 4.15छ पश्चावस्था

(viii) अंत्यावस्था (चित्र 4.15ज)

- पृथक हुये गुणसूत्र नव निर्मित संतति केंद्रकों में विकुंडलित होते हैं।
- संतति केंद्रकों में सेन्ट्रोमियरों की संख्या जनक केन्द्रक की तुलना में की आधी होती है लेकिन चूंकि प्रत्येक सेन्ट्रोमियर में दो क्रोमैटिड होते हैं अत: दोनों ध्रुवों पर अंत्यावस्था 1 DNA की मात्रा समान होती है अर्थात् 2n (जनक केंद्रक की तरह द्विगुणित जहाँ S- प्रावस्था में गुणसूत्र द्विगुणित होते हैं। इस प्रकार विभाजनकारी कोशिका में DNA की मात्रा पश्चावस्था I तक 4n थी)

चित्र 4.15ज अंत्यावस्था

- संतति कोशिकाओं में DNA की मात्रा पश्चावस्था -I की तुलना में आधी रहती है, अर्थात् 2n है।
- केन्द्रिक फिर से दिखाई देता है। केन्द्रकीय झिल्ली भी बन जाती है।
- संतति केन्द्रकों में दूसरा अर्धसूत्री विभाजन आरंभ हो जाता है।

दूसरे अर्धसूत्री विभाजन की भी चार अवस्थाएँ है :

(i) पूर्वावस्था II (ii) मध्यावस्था II

(iii) पश्चावस्था II (iv) अंत्यावस्था II

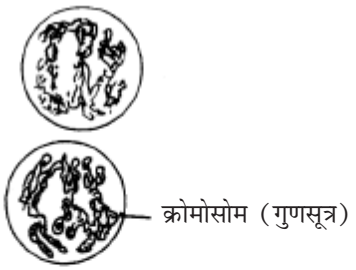
(i) पूर्वावस्था II (चित्र 4.15झ)

- गुणसूत्र छोटे होकर फिर से दिखाई देने लगते हैं। प्रत्येक गुणसूत्र के दो क्रोमैटिड एकल सेट्रोमियर से जुड़ जाते हैं।
- तर्कु-निर्माण आरंभ हो जाता है,
- केन्द्रिक और केन्द्रकीय झिल्ली फिर से लुप्त होने लगती है।

टिप्पणी

(ii) मध्यावस्था II (चित्र 4.15ञ)

- गुणसूत्र अपने आपको मध्य रेखा पर व्यवास्थित कर लेते हैं,
- तर्कु उपकरण का निर्माण कार्य पूरा हो जाता है
- प्रत्येक गुणसूत्र का सेन्ट्रोमियर दो तर्कु-तंतुओं के साथ विपरीत ध्रुवों पर जुड़ जाता है।

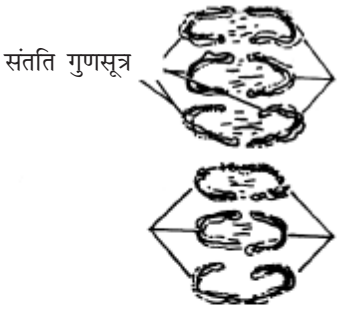


चित्र 4.15झ पूर्वावस्था II

(iii) पश्चावस्था II (चित्र 4.15ट)

- प्रत्येक गुणसूत्र का सेन्ट्रोमियर विभाजित हो जाता है, जिससे कि प्रत्येक क्रोमैटिड का अपना सेन्ट्रोमियर होता है ओर प्रत्येक क्रोमैटिड अब पूर्ण गुणसूत्र बन जाता है।
- चार संतति केंद्रकों में से प्रत्येक में गुणसूत्र की संख्या आधी (n) रहती है। साथ ही जनक के केंद्रक (2n) की तुलना में DNA की मात्रा भी आधी रहती है।
- क्रोमोटिडों को अपने-अपने सेन्ट्रोमियर मिल जाते हैं वे संतति गुणसूत्र बन जाते हैं और तर्कु-तंतुओं के संकुचन के कारण विपरीत ध्रुवों की ओर गति करने लगते हैं।

चित्र 4.15ञ मध्यावस्था II



चित्र 4.15ट पश्चावस्था II

(iv) अंत्यावस्था II (चित्र 4.15ठ)

- ध्रुवों पर पँहुचने के बाद गुणसूत्र अपने आपको अगुणित संतति केन्द्रक के रूप में व्यवास्थित कर लेते हैं।
- केन्द्रिक और केन्द्रकीय झिल्ली फिर से दिखाई देने लगती है।

चित्र 4.15ठ अंत्यावस्था II

साइटोकाइनेसिस (कोशिका द्रव्य विभाजन)

- यह दो उत्तरोत्तर अवस्थाओं में होता है पहले तो अर्धसूत्री विभाजन-I के बाद, और दूसरा अर्धसूत्री विभाजन II के बाद, अथवा कुछ मामलों में यह केवल अर्ध गुणसूत्र-II के बाद ही होता है।
- इस प्रक्रिया के परिणामस्परूप चार अगुणित कोशिकाएँ बन जाती है।

अर्धसूत्री विभाजन का महत्त्व

- यह स्पीशीज की विभिन्न पीढ़ियों में जिनमें के लैंगिक जनन होता है उनमें गुणसूत्रों की संख्या नियत बनाये रखने में मदद करता है।
- अर्धसूत्री विभाजन युग्मकों (गैमीटों) के निर्माण युग्मक जनन (गैमीटोजैनेसिस-युग्मकजनन –Gametogenesis) के दौरान होती है और इसके दौरान गैमीटों में गुणसूत्रों की संख्या द्विगुणित (2n) से घटकर अणुणित (n) रह जाती है। ये अगुणित गैमीट निषेचन के बाद संलयित होकर द्विगुणित युग्मनज का निर्माण करते हैं। द्विगुणित युग्मनज से ही सामान्य द्विगुणित व्यष्टि बनता है।
- पूर्वावस्था में लक्षणों के नए संयोग निम्न कारणों से स्थापित होते हैं।

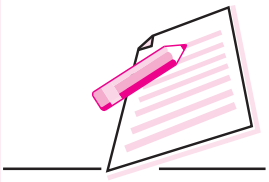
  (i) मातृ और जनक गुणसूत्रों के मिश्रित हो जाने से और

  (ii) पूर्वावस्था I के दौरान जीन विनिमय के कारण

  इसके परिणामस्परूप संतति में माँ बाप दोनों के गुणों का समावेश नए जीन पुनर्योजन के कारण होता है।

सूत्री विभाजन व अर्धसूत्री विभाजन की तुलना

सूत्री विभाजन	अर्ध-सूत्री विभाजन
1. कोशिका केवल एक बार विभाजित होती है।	1. कोशिका विभाजन दो बार होता है। अर्धसूत्री विभाजन-I और अर्धसूत्री विभाजन-II
2. कायिक कोशिकाओं के साथ-साथ उन कोशिकाओं में होता है जो अगुणित, द्विगुणित या बहुगुणित हो सकते हैं।	2. सिर्फ द्विगुणित जर्म कोशिकाओं मे होता है।
3. पूर्वावस्था अल्पावधि (कुछ ही घंटे की) होती है।	3. पूर्वावस्था I अपेक्षाकृत दीर्घावधि व (अनेक दिन चलने वाली) होती है।
4. पूर्वावस्था सरल होती है,	4. पूर्वावस्था जटिल होती है जिसमें पाँच उप-अवस्थाएँ लेप्टोटीन, जाइगोटीन, पैकीटीन, डिप्लोटीन और डाइकाइनेसिस होती है।
5. सिनैप्सिस नहीं होता।	5. पूर्वावस्था I के दौरान समजात गुणसूत्रों का सिनैप्सिस होता है।
6. पूर्वावस्था के दौरान गुणसूत्रों के दो नॉन-सिस्टर क्रोमैटिडों के बीच खंडों का विनिमय नहीं होता।	6. दो समजात गुणसूत्रों के गैर-सिस्टर क्रोमोटिडों के बीच जीन विनियम के दौरान खंडों का विनिमय होता है।
7. प्रत्येक गुणसूत्र दो क्रोमेटिडों का बना होता है जो एक सेन्ट्रोमियर के जरिये जुड़े रहते हैं।	7. प्रत्येक युगली में चार क्रोमैटिड और दो सेन्ट्रोमियर होते हैं।
8. गुणसूत्र पूर्वावस्था के आरंभ में ही द्विगुणित हो जाते हैं।	8. पूर्वावस्था I में गुणसूत्र एकल रूप में दिखाई देते हैं हालाँकि अंतरावस्था I में DNA का प्रतिकृतियन पहले ही हो चुका होता है।



9. मध्यावस्था में सभी सेन्ट्रोमियर एक ही तल पर आ जाते हैं।	9. मध्यावस्था I में सेन्ट्रोमियर दो तलों में अनुक्रमित होते हैं जो कि एक दूसरे के समांतर होते हैं
10. मध्यावस्था प्लेट द्विगुणित गुणसूत्रों से बनी होती है।	10. मध्यावस्था प्लेट युग्मित गुणसूत्रों की बनी होती है।
11. सेन्ट्रोमियर विभाजन पश्चावस्था में होता है।	11. सेन्ट्रोमियर पश्चावस्था I में विभाजित नहीं होती सेन्ट्रोमियर पश्चावस्था II में ही विभाजित होते हैं
12. तर्कु-तंतु अंत्यावस्था में पूरी तौर पर लुप्त हो जाते हैं	12. तुर्क-तंतु अंत्यावस्था I में पूरी तौर से लुप्त नहीं होते।
13. केन्द्रिक अंत्यावस्था में पुन: दिखाई देने लगता हैं।	13. केन्द्रिक अंत्यावस्था I में नहीं दिखाई देती।
14. सूत्री विभाजन के अंत में गुणसूत्रों की संख्या में कोई परिवर्तन नहीं होता।	14. गुणसूत्रों की संख्या द्विगुणित से घटकर अगुणित रह जाती है।
15. संतति कोशिकाओं की जीनी संरचना पूर्णतया जनक कोशिकाओं की जीनी संरचना के समान होती है।	15. संतति कोशिकाओं की जीनी संरचना जनक कोशिकाओं की जीनी संरचना से भिन्न होती है। संतति कोशिका के गुणसूत्रों जन्तु में जीन व मातृ जीन दोनों ही होते है।
16. माइटोसिस अपेक्षाकृत अल्पावधिक होता है।	16. मीओसिस अपेक्षाकृत दीर्घावधिक होता है।
17. माइटोसिस वृद्धि व टूट-फूट की मरम्मत तथा वानस्पतिक और अलैंगिक रूप से जनन करने वाले जीवों में जनन का आधार है।	17. मीओसिस से ही लैंगिक जनन में क्रोमोसोम-संख्या विभिन्न पीढ़ियों में नियत बनी रहती और साथ ही आनेवाली पीढ़ियों में आनुवंशिक विविधता भी आ जाती है।

कैरियोटाइप क्या है?

गुणसूत्र केवल मध्यावस्था (Metaphase) में ही दिखाई देते हैं। तब उनकी फोटो खींची जाती है और उनके आकार के अनुसार उन्हें काटकर जोड़े बना लिए जाते हैं। इस प्रकार किसी व्यष्टि के समजात गुणसूत्रों का विन्यास आकार के अनुसार नीचे की की ओर जाते हुए अवरोही क्रम को कैरियोटाइप कहा जाता है। (देखें मानव कैरियाटाइप-पाठ 21 में)

पाठगत प्रश्न 4.10

1. अर्धसूत्री विभाजन-I की उप अवस्थाओं के नाम बताइये जिनमें निम्न घटनाऐं होती हैं :

   (i) समजात गुणसूत्री का युग्मन होता है।

   .....

   (ii) चुतुष्क (Tetrad) बनते हैं

   .....

   (iii) समजात गुणसूत्र एक दूसरे से दूर हटना शुरु करते हैं।

   .....

2. पुष्पी पादपों में मियोसिस प्रक्रिया के स्थलों के नाम बताएँ।

.....

3. अर्धसूत्री विभाजन-I की निम्नलिखित अवस्थाओं को उनके सही क्रम में लिखिएँ जाइगोटीन, पैकिटीन, लेप्टोटीन, मध्यावस्था I, डायकाइनेसिस, पश्चावस्था I अंत्यावस्था I

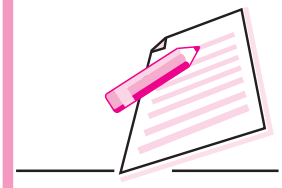
.....

4. वह दो प्रमुख बातें बताइये जिनमें अर्धसूत्री विभाजन-I, अर्धसूत्री विभाजन–II से भिन्न होता है?

.....

आपने क्या सीखा

- एक सजीव कोशिका एक जीवित पादप या प्राणि शरीर का आत्मनिर्भर इकाई होती है।
- महत्त्वपूर्ण कोशिकांगक ये हैं–माइटोकॉन्ड्रिया, गॉल्जी काय ऐन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (अंतर्द्रव्यी जालक) राइबोसोम, परऑक्सीसोम, क्लोरोप्लास्ट, (हरितलवक) केंद्रक (न्यूक्लियस)
- तारककेंद्र (सेन्ट्रिओल) राइबोसोम और केन्द्रिक को छोड़कर अन्य सभी कोशिकांगक झिल्ली से घिरे होते हैं।
- हालाँकि केन्द्रक के बिना कोई कोशिका न तो जीवित रह सकती है और न ही वृद्धि और जनन कर सकती है, फिर भी कोशिका द्रव्य के बिना केन्द्रक अपने आप में अप्रभावी होता है।
- कुछ कोशिकांगक जैसे माइटोकॉन्ड्रिया और हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) केन्द्रक की सहायता के बिना अपनी प्रतिकृति स्वयं बनाने में सक्षम होते हैं यानि अर्धस्वायत कहे जाते हैं।
- जीवित कोशिकाएँ सूत्री विभाजन (माइटोटिक) द्वारा विभाजित होकर नई कोशिकाओं का निर्माण करती हैं।
- शरीर में वृद्धि, कोशिकाओं की संख्या बढ़ने के कारण होती है।
- गुणसूत्र समुच्चय की सततता कोशिका विभाजन के कारण बनी रहती है।
- एक कोशिका के जीवन–चक्र में ये शामिल हैं–अंतरावस्था (G_1 S व G_2) तथा M- प्रावस्था (सूत्री विभाजन या अर्धसूत्री विभाजन)
- सूत्री विभाजन कायिक कोशिकाओं में या जनन कोशिकाओं में होता है जिसके परिणामस्वरूप गुणात्मक और मात्रात्मक दोनों ही दृष्टि से सभी प्रकार समान संतति कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- अर्धसूत्री विभाजन केवल जनन कोशिकाओं में होता है अर्थात् वृषण तथा अंडाशय में होताहै। यह एक न्यूननकारी विभाजन है जिसमें गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाती है।
- सूत्री विभाजन का महत्त्व वृद्धि में और जनन में है जहाँ जनन से उत्पन्न होने वाले अभिन्न हैं।



टिप्पणी

- अर्धसूत्री विभाजन की सार्थकता लैंगिक जनन में है जहाँ पर अंडाणु व शुक्राणु दोनों में आधी संख्या में गुणसूत्र होते हैं अर्थात् प्रत्येक मानव युग्मक (गैमीट) में 23 (लेकिन मानव में गुणसूत्र की सामान्य संख्या 46 अथवा 23 जोड़ी होती है) और निषेचन के पश्चात गुणसूत्रों की संख्या बराबर हो जाती है।
- अर्धसूत्री विभाजन जनक व मातृ लक्षणों के मिलने-जुलने में भी सहायक होता है।

पाठांत प्रश्न

1. इस वक्तव्य की तर्कसंगतता बताइये कि कोशिका-भित्ति मृत होते हुए भी कोशिका के भीतर हो रहे सजीव प्रक्रियाओं पर प्रभाव डालती है।
2. कोशिका-भित्ति तथा कोशिका-झिल्ली में विभेद कीजिए।
3. कोशिका-झिल्ली के निकल्सन और सिंगर मॉडल का आरेख बनाइये।
4. कोशिका-झिल्ली कोशिका के लिये अनिवार्य क्यों होती है?
5. माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट की इलेक्टॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा दिखाई देने वाली संरचना का आरेख बनाएँ।
6. माइटोकॉन्ड्रिया व हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) के प्रकार्यों की सूची तैयार कीजिये।
7. अपनी प्रतिकृति स्वयं बना सकने में सक्षम कोशिकांगकों के नाम बताइये। उन्हें स्व प्रतिकृतिकारी कोशिकांगक क्यों कहा जाता है?
8. एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, राइबोसोम और गॉल्जी कायों के प्रकार्यों में अंतर बताइये।
9. अधिकांश कोशिकांगक झिल्ली से घिरे होते हैं। इस व्यवस्था की क्या उपयोगिता है?
10. तारककेंद्र (सेन्ट्रियोल) और पक्ष्माभ (सिलिया) कशाभिका (फ्लैजेला) की संरचना और कार्य में अंतर बताइये।
11. लयनकायों (लाइसोसोम) को ''आत्मघाती थैलियाँ'' क्यों कहते हैं?
12. केन्द्रक के क्या प्रकार्य हैं?
13. विभिन्न कोशिकांगक की सूची तैयार कीजिये। उनके कार्यों के बारे में एक पंक्ति में लिखिये व उनमें पाये जाने वाले श्रम-विभाजन की व्याख्या करें।
14. निम्न में विभेद कीजिये
    (i) असीमकेंद्रकीया प्राक् केंद्रकी (प्रोकैरियोटिक) व ससीमकेंद्रकी या सुकेंद्रकी (यूकैरियोटिक) कोशिका
    (ii) पादप कोशिका व प्राणि कोशिका
15. कोशिका को प्राणी की संरचात्मक व प्रकार्यात्मक इकाई क्यों कहा जाता है?

16. निम्न के नाम बताये :

    (i) वह स्थिति जिसमें एक कोशिका में सामान्य रूप से युग्मित गुणसूत्र होते हैं।

    (ii) वह स्थिति जिसमें एक कोशिका में प्रत्येक गुणसूत्र के जोड़े का केवल एक अवयव होता है

    (iii) अर्धसूत्री विभाजन में मातृ व जनक गुणसूत्रों का युग्मन

    (iv) अर्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था I में समजात (मातृ व जनक) गुणसूत्रों (क्रोमोसोमों) के खंडों का विनिमय

    (v) वह बिंदु जिसके द्वारा एक गुणसूत्र तर्कु-तंतु से जुड़ा रहता है।

    (vi) कोशिका-विभाजन का वह प्रकार जिसके कारण वृद्धि होती है।

17. एक पुष्पी पादप में व लैंगिक जनन करने वाले प्राणी में अर्धसूत्री विभाजन कहाँ पर होता है?

18. पूर्वावस्था-I की उप अवस्थाओं की सूची बनाइए।

19. अर्धसूत्री विभाजन की क्या सार्थकता है?

20. एक कोशिका के जीवन चक्र की विभिन्न अवस्थाओं का एक योजनाबद्ध रेखाचित्र तैयार कीजिए।

21. सूत्री विभाजन की विभिन्न अवस्थाओं का चिह्नित (लेबल किया हुआ) रेखांकित आरेख बनाइए।

22. सूत्री विभाजन व अर्धसूत्री विभाजन के मुख्य अंतरों को सारणीबद्ध करें।

23. अर्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था इतनी दीर्घावधिक व विस्तृत क्यों होती है?

24. पादप कोशिकाओं में कोशिकाद्रव्य विभाजन (साइटोकाइनेसिस) व प्राणि कोशिकाओं के कोशिका द्रव्य विभाजन में क्या अंतर है?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

4.1 1. पहले से विद्यमान कोशिकाएँ

2. श्लाइडेन व श्वॉन

3. हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट)/प्लास्टिड

4. प्रोकैरियोट–अनावृत केन्द्रक, कोशिका झिल्ली से घिरी हुई कोई कोशिकांगक नहीं, यूकैरियोट–कोशिका झिल्ली युक्त व सुस्पष्ट केन्द्रक युक्त कोशिकांगक

4.2 1. **विसरण**–उच्चतर सांद्रण वाले क्षेत्र से निम्नतर सांद्रण वाले क्षेत्र की ओर अणुओं की गति

परासरण–एक अर्धपारगम्य झिल्ली के आर-पार जल के अणुओं का उच्चतर सांद्रण से निम्नतर सांद्रण की ओर गति

टिप्पणी

2. ऊर्जा व्यय करके सांद्रण प्रवणता की विरुद्ध अर्थात् कम सांद्रता के क्षेत्र से उच्चतर सांद्रता के क्षेत्र की ओर गमन
3. ठोस कणों का अंतर्ग्रहण (फैगोसाइटोसिस कोशिकाशन या भक्षकाणु क्रिया)

   तरल बुंदकों का अंतर्ग्रहण (पिनोसाइटोसिस कोशिकापायन या पिनोसाइटी क्रिया)
4. (i) घ (ii) क (iii) ङ

   (iv) ख (v) ग
5. (i) सुरक्षा/आकृति

   (ii) प्लाज्मोडैस्माटा द्वारा कोशिकाओं के बीच संचार कायम रखना

4.3

1. कोशिका द्रव्य में झिल्ली परिसीमित अंग
2. ATP
3. ग्रेना
4. थाइलेकॉइड
5. क्योंकि माइटोकॉंड्रिया में ऊर्जा ATP के रूप में उत्पन्न होती है और संगृहित रहती है।
6. माइटोकॉन्ड्रिया
7. (i) दोनों अर्धस्वायत हैं

   (ii) दोनों में DNA व राइबोसोम विद्यमान रहते हैं।
8. क्रोमोप्लास्ट (वर्णलवक)
9. क्लोरोप्लास्ट (हरितलवक)
10. उनमें अपनी ही भाँति के उत्पादन के लिये अपना DNA होता है लेकिन कोशिका या कोशिका द्रव्य के बाहर उनका अपना स्वतंत्र अस्तित्त्व नहीं होता है।

4.4

1. (a) गॉल्जी काय (b) अंत:द्रव्यी जालक (एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम) (ER)

   (c) मंडलवक (अमायलोप्लास्ट)

   (d) ER (e) राइबोसोम
2. पाठ देखें
3. (i) आंतरिक ढाँचा (ii) कोशिकीय पदार्थ का परिवहन
4. कोशिका द्रव्य, ऐन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER), केन्द्रिक हरितलवक, माइटोकॉंड्रिया
5. (ER)

4.5

1. क्योंकि लयनकाय (लाइसोसोम) अपनी ही कोशिका के कोशिकांगकों का भक्षण करते हैं।

2. वे वर्ज्य (बेकार) पदार्थ को पचाकर कोशिका को स्वच्छ रखने में मदद करते हैं।
3. वसा उपापचय

4.6

1. केन्द्रक कोशिका के सभी कार्यों को नियंत्रित करता है क्योंकि इसमें आनुवंशिक सूचना विद्यमान होती है।
2. (a) अंतरावस्था में जब गुणसूत्र विभाजित नहीं हो रहे हैं या Go-stage (परिवर्धन के दौरान विभेदन अवस्था) तो गुणसूत्र एक जालक के रूप में विद्यमान रहते हैं।
   (b) ये आनुवंशिक सूचना के वाहक हैं क्योंकि उनमें जीन विद्यमान होते हैं।
3. RNA का संश्लेषण स्थल

4.7

1 (i) यह सार्वत्रिक विलायक है और सर्वाधिक रासायनिक अभिक्रियाएँ जलीय माध्यम में होती है।
   (ii) यह जीवद्रव्य का एक घटक है।
2. ग्लूकोस
3. -NHCO-, पॉलीपेप्टाइड बंध में ऐमीनों अम्लों के बीच व प्रोटीनों में पाया जाता है।
4. ATP
5. न्युक्लीक अम्लों के निर्माता खंड, प्रत्येक में एक पेन्टोस शर्करा, नाइट्रोजनी बेस व फ़ॉस्फ़ेट होता है।

4.8

1 (i) अंतरावस्था–दो क्रमिक कोशिका विभाजन के बीच की अवस्था
   (ii) संश्लेषी प्रावस्था–DNA का संश्लेषण होता है।
   (iii) विभाजक प्रावस्था–कायिक कोशिकाओं में सूत्री विभाजन या जनन कोशिकाओं में अर्धसूत्री विभाजन होता है।
2. (i) प्रथम वृद्धि प्रावस्था (ii) संश्लेषी प्रावस्था
   (iii) द्वितीय वृद्धि प्रावस्था (iv) सूत्री विभाजन/अर्धसूत्री विभाजन प्रावस्था

4.9

1. अंतरावस्था की S- आकृति
2. नहीं
3. (i) उत्तर पूर्वावस्था (ii) उत्तर अंत्यावस्था (iii) पश्चावस्था (iv) मध्यावस्था

4.10

1. (i) युग्म सूत्र या युग्म पट्ट (जाइगोटीन) (पूर्वावस्था I); (ii) पेकिटीन (स्थूलपट्ट) (iii) डिप्लोटीन (द्विपट्ट)
2. माइक्रोस्पोर/पराग मातृ कोशिका व मेगास्पोर मातृ कोशिका
3. तनुसूत्र (लेप्टोटीन), जाइगोटीन, (युग्मसूत्र) पैकिटीन, (स्थूलपटट्) डिप्लोटीन (द्विपट्ट), डायाकाइनेसिस (पारगतिक्रम), मध्यावस्था I, अंत्यावस्था I
4. गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाना, अर्धसूत्री विभाजन I में आनुवंशिक पदार्थ का विनिमय (आदान–प्रदान)