भूमिका

यह पुस्तिका शिक्षकों के लिए स्रोत सामग्री के रूप में है। मतलब यह इस दृष्टि से तैयार की गई है कि शिक्षक अपने छात्रों को कोशिका का परिचय देते समय इसे एक संसाधन के रूप में उपयोग कर सकें। यह पूरी तरह शिक्षक पर है कि वे इसका उपयोग किस ढंग से करते हैं। वे चाहें तो इसे पूरा का पूरा अपने छात्रों के साथ करें या चाहें तो कोशिका का अध्यापन करते समय इसके कुछ हिस्सों का उपयोग करें। या वे चाहें तो इस सामग्री का अध्ययन करने के बाद अपना ही कोई तरीका विकसित कर सकते हैं।

एकलव्य संस्था पिछले कई बरसों से शिक्षा, और खासकर विज्ञान शिक्षा के क्षेत्र में काम करती रही है। शिक्षा में हस्तक्षेप का एक प्रमुख प्रयास होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम रहा है। 1972 में किशोर भारती व मित्र मंडल केंद्र द्वारा शुरू किए गए इस कार्यक्रम के शैक्षणिक संचालन का ज़िम्मा 1983 से एकलव्य ने उठाया था। यह कार्यक्रम कक्षा 6 से 8 तक के विज्ञान अध्यापन से मुखातिब था। शुरू से ही लगता रहा था कि इस प्रयास को प्राथमिक कक्षाओं व हाई स्कूल के स्तर पर भी करना ज़रूरी है।

प्राथमिक स्तर पर तो कुछ प्रयास काफी पहले ही शुरू हो गए थे मगर अन्यान्य कारणों से हाई स्कूल स्तर पर ज़्यादा कुछ किया न जा सका। अब ज़्यादा व्यवस्थित ढंग से यह प्रयास किया जा रहा है कि हाई स्कूल स्तर के छात्रों व शिक्षकों के लिए सामग्री तैयार की जाए, प्रशिक्षण आयोजित किए जाएँ व स्कूल के स्तर पर सहयोग प्रदान किया जाए।

यह मॉड्यूल इसी प्रयास का अंग है। विचार यह है कि हाई स्कूल स्तर के लिए इस तरह के कई मॉड्यूल तैयार किए जाएँ। हाई स्कूल हमारे देश में सामान्य विज्ञान के अध्ययन का आखिरी वर्ष होता है। इसके बाद विद्यार्थी विषय का चयन करके अलग-अलग धाराओं में बँट जाते हैं। इसलिए इस बात पर विचार करना ज़रूरी लगता है कि हाई स्कूल पूरा करने वाले बच्चों को विज्ञान की किन-किन चीज़ों से परिचित हो जाना चाहिए। यह विचार-विमर्श तो जारी रहेगा मगर तब तक के लिए एक विचार यह बना है कि उन विषयों पर सामग्री तैयार करने का काम शुरू कर दिया जाए जिनको लेकर सहमति है।

कोशिका का अध्ययन क्यों?

सभी मानते हैं कि कोशिका जीव विज्ञान में एक महत्वपूर्ण चीज़ है। यह बात कोशिका सिद्धान्त के रूप में भलीभाँति व्यक्त हो जाती है। मगर सवाल तो यह है कि आप इसका अध्ययन क्यों करें। खास तौर से बच्चों को इसके अध्ययन के लिए प्रेरित कैसे किया जाए। कई चीज़ों का अध्ययन इसलिए किया जाता है कि वे प्रत्यक्ष रूप से सामने होती हैं। कुछ चीज़ों का अध्ययन इसलिए करते हैं क्योंकि प्रत्यक्ष अवलोकनों की व्याख्या के लिए उनकी ज़रूरत पड़ती है। कोशिका में ऐसे कोई गुण नहीं हैं। कहने का मतलब है कि सूक्ष्मदर्शी न हो तो आप कोशिका दर्शन कभी न कर सकेंगे। और सजीवों के अधिकांश प्रत्यक्ष गुणों की सन्तोषजनक व्याख्या कोशिका का सहारा लिए बगैर भी हो सकती है। जैसे आप भोजन करते हैं, वह पेट और आँतों में जाता है, पचता है, पचे हुए पदार्थों का अवशोषण होता है, अनपचा पदार्थ बाहर निकाल दिया जाता है, अवशोषित पदार्थ को शरीर के विभिन्न हिस्सों में ले जाया जाता है, वहाँ वे पदार्थ शरीर के निर्माण में और कामकाज के लिए ऊर्जा देने में काम आते हैं, ऊर्जा प्राप्त करने के लिए पदार्थों का ऑक्सीकरण होता है, इसके लिए ज़रूरी ऑक्सीजन साँस के साथ ली जाती है वगैरह, वगैरह। इसमें यह तो समझ में आता है कि शरीर में विभिन्न अंग होंगे, उनमें आपस में कड़ियाँ होंगी मगर कोशिका की ज़रूरत कहीं नहीं होती। वैसे सजीवों के कई ऐसे गुण हैं जिनकी व्याख्या कोशिका के बगैर नहीं हो सकती। जैसे प्रजनन, खासकर लैंगिक प्रजनन, और आनुवंशिकी को समझना कोशिका के बगैर नामुमकिन-सा है।

कोशिका की विशेषता यह भी है कि एक ओर तो कई जीवन क्रियाओं को इनके बगैर समझना सम्भव है मगर दूसरी ओर, कोशिका की जानकारी मिलते जाने के साथ

इनमें से कई क्रियाओं को एकदम नए ढंग से समझना सम्भव ही नहीं, आवश्यक भी हो जाता है। कोशिका व उसकी आन्तरिक संरचना व क्रियाएँ सचमुच जीवन को समझने की हमारी दृष्टि को बदल देती हैं।

जैसे प्रजनन की समझ काफी हद तक कोशिका की समझ पर निर्भर करती है, खासकर बहुकोशिकीय जन्तुओं में प्रजनन। कारण यह है कि निषेचन के बाद जन्तु की शुरुआत एक कोशिका से होती है। उसमें वयस्क जन्तु के कोई शारीरिक लक्षण नहीं दिखाई देते। फिर धीरे-धीरे ये लक्षण प्रकट होते हैं। इसमें कहीं एक इकाई की उपस्थिति की बात का संकेत मिलता है। प्रजनन व सन्तानोत्पत्ति की व्याख्या जीव विज्ञान का एक रोचक अध्याय रहा है और इस सन्दर्भ में कई सिद्धान्त प्रतिपादित किए जाते रहे थे। कोशिका की खोज व कोशिका विज्ञान यानी सायटोलॉजी की प्रगति के साथ प्रजनन व वंशानुगति को कहीं बेहतर ढंग से समझना सम्भव हुआ है।

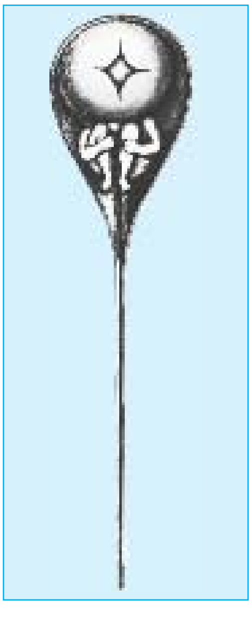
जैसे पहले माना जाता था कि अण्डे में वह जीव छोटे रूप में सुप्तावस्था में मौजूद होता है, जो धीरे-धीरे बढ़कर वयस्क जीव बन जाता है। यहाँ तक कि चार्ल्स डार्विन (Charles Darwin, 1809-1882) भी मानते थे कि अण्डे में हर अंग अपना-अपना योगदान देता है और इस प्रकार से उसमें जीव के सारे गुण आ जाते हैं। कई लोग मानते थे कि विभिन्न अंगों के ये गुण शुक्राणु में होते हैं। कोशिकाओं की समझ बढ़ने के साथ-साथ हम प्रजनन व परिवर्धन की प्रक्रिया को काफी गहराई में समझ पाए हैं। इस समझ के साथ प्रजनन पर नए ढंग से नियंत्रण सम्भव हुआ है।

मॉड्यूल की बनावट

इस मॉड्यूल में कोशिका के अध्ययन को वहीं से शुरू किया गया है जहाँ से यह ऐतिहासिक रूप से शुरू हुआ था। ऐतिहासिक रूप से देखें, तो रॉबर्ट हुक ने कॉर्क की कटान को सूक्ष्मदर्शी में रखकर देखा था और उन्हें वह छवि दिखी थी जो अक्सर किताबों में छपी होती है।

इसके बाद शुरू में सिर्फ अवलोकन की गतिविधियाँ हैं – कॉर्क की पतली कटान, प्याज़ की झिल्ली, डबरे का पानी, पत्ती की झिल्ली वगैरह को सूक्ष्मदर्शी में रखकर देखने की गतिविधियाँ। दरअसल इस मॉड्यूल का आधार ही सूक्ष्मदर्शी है। हम यह मानकर चल रहे हैं कि सूक्ष्मदर्शी में से कोशिकाओं का प्रत्यक्ष अवलोकन बच्चों को आगे बढ़ने का पर्याप्त उत्साह प्रदान कर सकता है।

कोशिश यह है कि बच्चे यह देख पाएँ कि सभी सजीवों में कोशिकाएँ नज़र आती हैं। कई जीव एक ही कोशिका से बने होते हैं तो कई जीवों में एक से अधिक कोशिकाएँ होती हैं। कुछ जीवों की सारी कोशिकाएँ एक-सी होती हैं, तो कई जीवों में अलग-अलग प्रकार की कोशिकाएँ पाई जाती हैं। इन अवलोकनों को कोशिका सिद्धान्त के विकास की कहानी के साथ गूँथा गया है। ऐसा करने का कारण यह है कि बच्चे एक सिद्धान्त या अवधारणा के विकास में शामिल होने का रोमांच अनुभव कर सकें। प्रायः हम जिस ढंग से सिद्धान्त पढ़ाते हैं, उससे ऐसा लगता है कि यह सब पका-पकाया उपलब्ध है और हमें तो बस इसे ग्रहण करना है। इस मॉड्यूल में कोशिका सिद्धान्त को इस तरह उभारा गया है कि बच्चों को यह स्पष्ट हो जाए कि यह आज भी एक विकसित होता हुआ सिद्धान्त है, वे भी इसमें शामिल हो सकते हैं। जैसे इतिहास को देखें तो कोशिकाओं के व्यापक अवलोकनों के बाद एक निष्कर्ष यह था कि सजीव अपना जीवन यापन करते हुए किसी कारण से (या किसी उद्देश्य से) ये कोशिकाएँ बनाते हैं। अर्थात ये कोशिकाएँ जीवन क्रियाओं की स्थली नहीं बल्कि उनका परिणाम हैं। यह



चित्र 1
1694 में निकोलस हार्टसोइकर (Nicolaas Hartsoeker) द्वारा बनाया गया शुक्राणु का एक काल्पनिक चित्र।
उस समय ऐसा माना जाता था कि हर शुक्राणु में एक मानवाकृति छोटे रूप में मौजूद होती है।

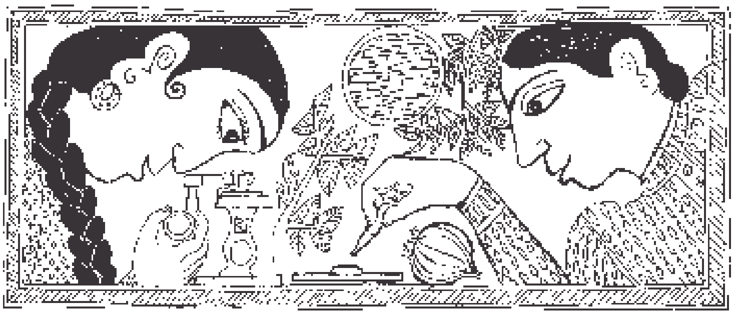
बात स्पष्ट होते-होते समय लगा था कि जीवन की क्रियाएँ कोशिकाओं में सम्पन्न होती हैं।

पूरी बात को इस तरह विचार-विमर्श के रूप में प्रस्तुत करने से बच्चे यह देख पाते हैं कि विज्ञान या किसी वैज्ञानिक सिद्धान्त अथवा समझ का विकास एक झटके में, किसी एक वैज्ञानिक की सूझबूझ या अन्तर्दृष्टि से नहीं होता और न ही यह विकास एक सीधे रास्ते पर चलता है। तरह-तरह के विचार उभरते हैं और धीरे-धीरे विचार-विमर्श, अटकलों, प्रयोगों वगैरह के ज़रिए विज्ञान आगे बढ़ता है। यह बात खास तौर से स्वयं कोशिका की उत्पत्ति के सन्दर्भ में स्पष्ट उभरती है।

खरामा-खरामा हम इस बात पर पहुँचते हैं कि शरीर की कई सारी क्रियाएँ कोशिकाओं में सम्पन्न होती हैं। अर्थात् हम इस समझ पर पहुँचते हैं कि कोशिकाएँ जीवनयापन का परिणाम नहीं बल्कि उसकी शर्त हैं। हालाँकि यह सही है कि वैज्ञानिकों ने इन बातों को प्रयोगों के माध्यम से ही समझा है मगर ऐसी गतिविधियाँ उपलब्ध नहीं हैं जो हाई स्कूल के स्तर पर की जा सकें।

एक बात ध्यान देने की है कि सारी क्रियाएँ कोशिकाओं के अन्दर नहीं होतीं। जैसे भोजन के पाचन का एक बड़ा हिस्सा कोशिका से बाहर पूरा होता है। आप जानते ही हैं कि भोजन का पाचन आहार नली में सम्पन्न होता है। यहाँ इसे पचाने के लिए जो पाचक रस होते हैं, वे अवश्य कोशिकाओं में ही बनते हैं और स्रावित किए जाते हैं मगर पाचन का प्रारम्भिक कार्य कोशिकाओं के अन्दर नहीं होता। वैसे कई जन्तुओं में तो पाचक एन्ज़ाइम शरीर से बाहर छोड़े जाते हैं और पचे हुए पदार्थ का अवशोषण किया जाता है। जैसे मकड़ियों में।

इतना हो जाने के बाद हम कोशिकाओं की रचना पर आते हैं। इसके अन्तर्गत विविध कोशिकाओं के अवलोकन, उनमें अभिरंजन की मदद से कोशिका के अन्दर पाए जाने वाले उपांगों को देखना वगैरह शामिल है। इस तरह के अवलोकनों के बाद एक प्रारूपिक कोशिका की रचना का चित्र बनाने का प्रयास किया गया है। इसके लिए इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से किए गए अवलोकनों के चित्र भी प्रस्तुत किए गए हैं। कोशिका के प्रमुख अंगों के काम की चर्चा भी की गई है।



ध्यान दें कि कोशिका ही जीवन की संरचनात्मक व क्रियात्मक (structural and functional) इकाई है, यह समझाना बहुत मुश्किल है। इस सन्दर्भ में गतिविधियों से इतनी ही मदद मिलेगी कि एक ऐसी पृष्ठभूमि तैयार हो पाएगी जिसके प्रकाश में बच्चे इस बात को समझने/स्वीकारने को ज़्यादा तैयार होंगे।

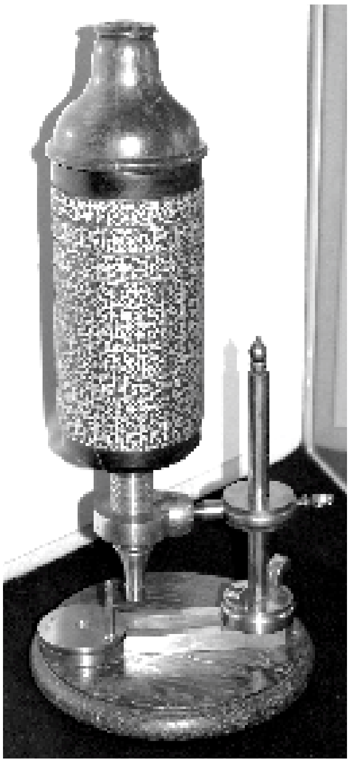
आप इस मॉड्यूल का उपयोग कई तरह से कर सकते हैं। एक तो यही हो सकता है कि आप इसका अध्ययन अपनी जानकारी के लिए करें और इसका परोक्ष असर आपके अध्यापन कार्य पर हो। यह भी हो सकता है कि आप अपने नियमित अध्यापन कार्य के दौरान इस मॉड्यूल में दी गई गतिविधियाँ बच्चों को करने दें और उनके आधार पर चर्चा को आगे बढ़ाएँ। यह भी किया जा सकता है कि मॉड्यूल के कुछ हिस्से बच्चों को पढ़ने के लिए दें। यह भी सम्भव है कि कुछ शिक्षक एक प्रोजेक्ट के रूप में मॉड्यूल को इसी रूप में बच्चों के साथ करवाएँ। यह आप पर है कि इस मॉड्यूल का उपयोग बच्चों के साथ कैसे करें।

सुविधा के लिए अन्त में वर्णमाला के क्रम में एक विषय सूची दी गई है। इसकी मदद से आप यह पता कर सकते हैं कि किसी विषय की जानकारी किस पृष्ठ पर है। प्रत्येक विषय के सामने पृष्ठ संख्या लिखी है।

कोशिका - खोज की कहानी

आपने ज़रूर पढ़ा होगा कि 'कोशिका जीवन की संरचनात्मक व क्रियात्मक इकाई है'। आखिर इसका अर्थ क्या है और हम इस वक्तव्य तक पहुँचे कैसे?

हम इसका ऐतिहासिक विकास देखने की कोशिश करेंगे। साथ-साथ कुछ गतिविधियाँ, कुछ प्रयोग, कुछ अवलोकन भी करते चलेंगे। इस अध्ययन के लिए आपको मुख्य रूप से एक सूक्ष्मदर्शी की ज़रूरत होगी। हाई स्कूल में आम तौर पर सूक्ष्मदर्शी होते हैं।

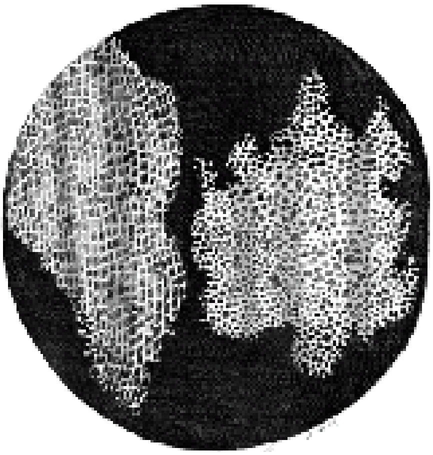


चित्र 3-क
रॉबर्ट हुक का सूक्ष्मदर्शी

साढ़े तीन सौ साल पहले...

करीब 350 साल पहले की बात है। लेंस का उपयोग चीज़ों को बड़ा करके देखने के लिए होने लगा था। कई वैज्ञानिक सूक्ष्मदर्शी की मदद से एक नई दुनिया देख रहे थे, उसका वर्णन कर रहे थे। इनमें प्रमुख रूप से एथेनेसियस किर्चर (Athanasius Kircher, 1601-1680), यान स्वामर्डर्म (Jan Swammarderm 1637-1680) और एन्तोनी फान ल्यूवेनहूक (Anthony van Leeuwenhoek, 1632-1723) के उदाहरण दिए जा सकते हैं। ऐसे ही एक वैज्ञानिक थे रॉबर्ट हुक (Robert Hooke, 1635-1702)। उन्होंने एक सूक्ष्मदर्शी बनाया था (चित्र 3-क)। उस समय के वैज्ञानिकों की एक विशेषता यह थी कि वे एक विषय से बँधे नहीं होते थे। रॉबर्ट हुक का नाम शायद आपने प्रत्यास्थता के नियम (law of elasticity) के सन्दर्भ में भी सुना होगा (हुक का नियम)। जब सूक्ष्मदर्शी हाथ में आ गया तो उन्होंने इसमें तमाम चीज़ें देखना शुरू किया। ऐसी ही एक चीज़ थी कॉर्क की एक पतली कटान यानी कॉर्क की छीलन। इसमें हुक को जो कुछ दिखा, वह आश्चर्यजनक था। उन्होंने इसका एक चित्र बनाया (चित्र 3-ख)।

ऐसा लगता है कि रॉबर्ट हुक कॉर्क की झिल्ली को सूक्ष्मदर्शी में रखकर देख रहे थे ताकि कॉर्क के गुणों को समझ सकें। जैसे, वे यह जानना चाहते थे कि कॉर्क इतना हल्का-फुल्का क्यों होता है। वे शायद यह भी जानना चाहते थे कि कॉर्क पानी क्यों नहीं सोखता। मगर जब उन्होंने इसे देखा तो वे यह देखे बगैर न रह सके कि

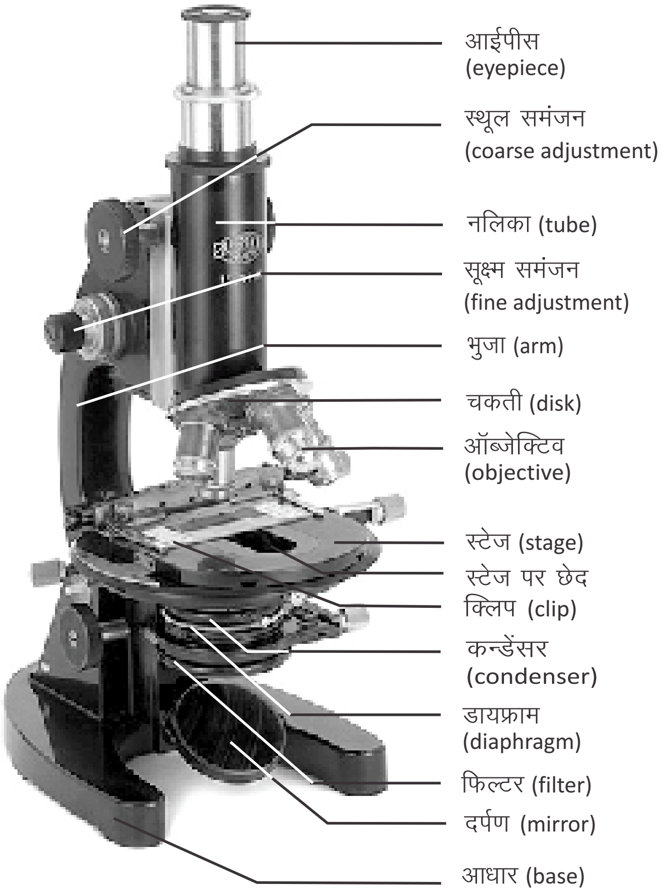


चित्र 3-ख
रॉबर्ट हुक को कॉर्क की कटान में कोशिकाएँ ऐसी दिखाई दीं

सूक्ष्मदर्शी का उपयोग कैसे करें?

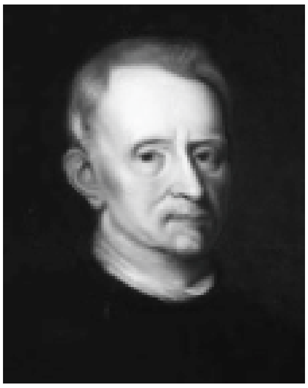
सूक्ष्मदर्शी का उपयोग कोशिका के अध्ययन की रीढ़ है। इसलिए सूक्ष्मदर्शी से थोड़ा परिचय व उसे उपयोग करने का तरीका सीख लेना अच्छा होगा। वैसे तो सूक्ष्मदर्शी की जानकारी परिशिष्ट 1 में दी गई है। यहाँ सूक्ष्मदर्शी के उपयोग की कुछ खास बातें प्रस्तुत हैं।

- सूक्ष्मदर्शी के दर्पण, ऑब्जेक्टिव, आईपीस और स्टेज को एक मुलायम कपड़े से साफ कर लें।
- अवलोकन के लिए तैयार की गई स्लाइड को स्टेज पर इस तरह रखें कि जिस चीज़ का अध्ययन करना हो वह स्टेज के छिद्र के ठीक ऊपर रहे।
- अब यह देख लें कि जिस ऑब्जेक्टिव पर 10X लिखा है वह छिद्र के ऊपर हो। यह कम आवर्धन वाला (लो पावर) ऑब्जेक्टिव है। यदि हमें वस्तु को ज़्यादा आवर्धन (हाई पावर) में देखना है, तो वह बाद में करेंगे। दर्पण को प्रकाश की दिशा में घुमाकर ऐसी स्थिति में लाएँ कि वस्तु पर अधिकतम प्रकाश पड़े।
- कई बार बहुत अधिक प्रकाश आने पर आँखें चुँधियाने लगती हैं और स्लाइड के रंगहीन व रंगीन हिस्से अलग-अलग नहीं दिख पाते। इसके विपरीत, ऐसा भी होता है कि प्रकाश बहुत कम होने पर कुछ दिखाई ही नहीं पड़ता। इन दोनों स्थितियों से निपटने के लिए कन्डेंसर की मदद लेते हैं। कन्डेंसर को घुमाकर डायफ्राम का छिद्र छोटा-बड़ा करके प्रकाश की मात्रा को सही कर लें।
- वस्तु को स्पष्ट देखने के लिए सूक्ष्मदर्शी को फोकस करना होता है। इसके लिए पहले स्थूल समंजन का उपयोग करें। जब वस्तु ठीक-ठाक दिखने लगे तब सूक्ष्म समंजन की मदद से बारीकी से फोकस करें।
- जब उच्च आवर्धन में वस्तु का अवलोकन करना हो, तो स्थूल समंजन का उपयोग न करें क्योंकि उच्च आवर्धन से देखते समय ऑब्जेक्टिव स्लाइड के बहुत निकट आ जाता है और स्लाइड टूटने का डर रहता है। यदि उच्च आवर्धन में अवलोकन करना हो, तो पहले कम आवर्धन वाले ऑब्जेक्टिव से फोकस करके स्पष्ट दिखने की स्थिति में लाना चाहिए और फिर चकती को घुमाकर उच्च आवर्धन वाले ऑब्जेक्टिव को छिद्र के ऊपर लाना चाहिए। इसके बाद सिर्फ सूक्ष्म समंजन का उपयोग करें।



चित्र 2
संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

चित्र 4
हुक के द्वारा लिखी गई किताब *माइक्रोग्राफिया* (पिस्सू के चित्र को खोलकर दिखाया गया है)।



दिलचस्प बात है कि यह चित्र बरसों तक रॉबर्ट हुक का माना गया था, मगर संभवतः फॉन हेलमॉन्ट का है। रॉबर्ट हुक का कोई चित्र उपलब्ध नहीं है।

कॉर्क में कई दीवारें हैं जो एक-दूसरे को काटती हैं। इन कटानों के कारण कॉर्क में ढेर सारे छेद या कोठरियाँ बन गई हैं। इन कोठरियों को हुक ने 'सेल' नाम दिया। यह नाम लैटिन शब्द 'सेल्यूला' यानी कोठरी से बना था। अपने अवलोकन उन्होंने माइक्रोग्राफिया नामक पुस्तक में 1665 में प्रकाशित किए थे (चित्र 4)। कॉर्क एक पेड़ (कॉर्क ओक) की छाल के अन्दर वाली परत से बनाया जाता है।

क्यों न हम भी एक सूक्ष्मदर्शी से कुछ चीज़ों के अवलोकन का लुत्फ उठाएँ।

इन गतिविधियों में पूरा ज़ोर अलग-अलग चीज़ों को सूक्ष्मदर्शी में देखकर उनके चित्र बनाने पर रहेगा। खास तौर से इस बात पर ध्यान दें कि चित्र ठीक वैसा बने जैसी कि वह चीज़ सूक्ष्मदर्शी से दिखती है।

शुरुआत के लिए निम्नलिखित चीज़ों के अवलोकन किए जा सकते हैं: कॉर्क की कटान, प्याज़ की झिल्ली, किसी पत्ती की झिल्ली।

हुक ने जो देखा उसे आप भी देखें!

गतिविधि 1(क): कॉर्क की कटान

कॉर्क की झिल्ली देखने के लिए एक कॉर्क लेकर उसे एक घण्टा पानी में भिगोकर रखें। अब एक ब्लेड से इसकी एक पतली कटान काटकर एक स्लाइड पर पानी की एक बूँद में रखें, कवर स्लिप से ढँकें और सूक्ष्मदर्शी में देखें।

आजकल कॉर्क मिलने में परेशानी होती है। घबराने की कोई बात नहीं, आप माचिस की तीली की कटान को भी देख सकते हैं।

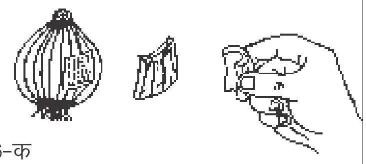
तुलना के लिए रॉबर्ट हुक द्वारा बनाया गया चित्र देखिए। आगे इन कोठरियों को हम कोशिकाएँ कहेंगे।

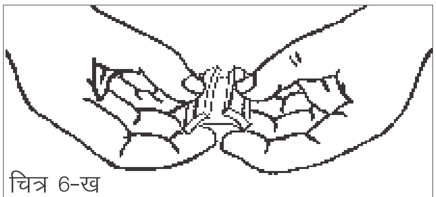
चित्र 5
कॉर्क की कोशिकाएँ x100

क्या आप और आपके छात्र भी रॉबर्ट हुक के समान कोठरियाँ देख पाए?

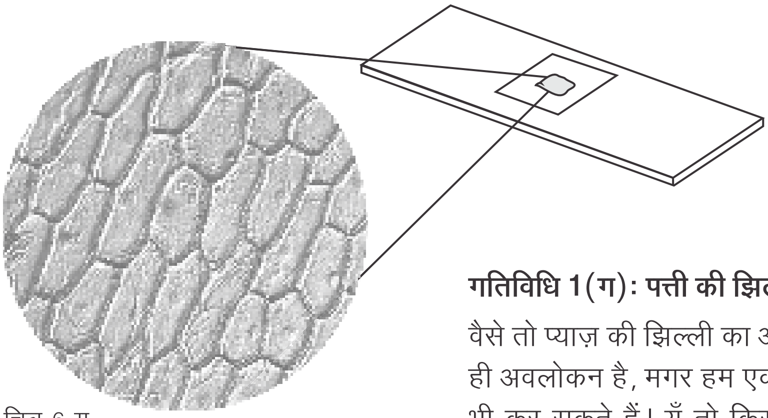
गतिविधि 1(ख): प्याज़ की झिल्ली का अवलोकन

एक प्याज़ को थोड़ा-सा छीलकर अन्दर से मोटी और रसदार परत का एक टुकड़ा निकाल लें (चित्र 6-क)। प्याज़ के इस टुकड़े को तोड़ें और टूटे हुए टुकड़ों को एक-दूसरे से दूर खींचें (चित्र 6-ख)। आपको अन्दर से एक पतली, पारदर्शक झिल्ली अलग होती हुई दिखेगी। इस झिल्ली को अलग करके इसका एक छोटा-सा टुकड़ा पानी की एक बूँद में स्लाइड पर अच्छी तरह फैलाकर रखें, कवर स्लिप से ढँकें और सूक्ष्मदर्शी में देखें। झिल्ली को रखते समय सावधानी रखें कि उसमें सिलवटें न पड़ें।


चित्र 6-क

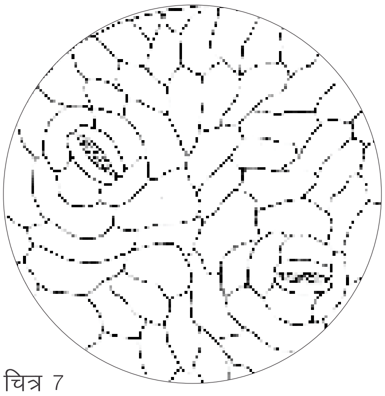

चित्र 6-ख

प्याज़ की झिल्ली निकालने की विधि


चित्र 6-ग
प्याज़ की झिल्ली x100

गतिविधि 1(ग): पत्ती की झिल्ली का अवलोकन

वैसे तो प्याज़ की झिल्ली का अवलोकन मतलब पत्ती की झिल्ली का ही अवलोकन है, मगर हम एक हरी पत्ती की झिल्ली का अवलोकन भी कर सकते हैं। यूँ तो किसी भी पत्ती की झिल्ली को देखा जा सकता है मगर थोड़ी मांसल पत्ती लेना उपयुक्त होता है। जैसे पान, रियो, ब्रायोफिलम, अकाव आदि। कोशिश करें कि पत्ती की निचली सतह से एक पारदर्शी झिल्ली निकालकर उसका अवलोकन सूक्ष्मदर्शी से करें। निचली सतह से मतलब है कि पेड़ पर लगी पत्ती की जो सतह ज़मीन की तरफ रहती है। झिल्ली निकालने के लिए पत्ती को कहीं से भी चीर दें और फटे किनारे पर दिख रही पारदर्शी झिल्ली को काटकर स्लाइड पर रखें।


चित्र 7
पत्ती की झिल्ली

पत्ती और प्याज़ की झिल्ली में एक महत्वपूर्ण अन्तर होता है। जहाँ प्याज़ की झिल्ली में सारी कोशिकाएँ एक ही प्रकार की होती हैं, वहीं पत्ती की झिल्ली में आपको तरह-तरह की कोशिकाएँ देखने को मिलेंगी। कोशिश करें कि छात्र इस बात पर ध्यान दे पाएँ। इसमें आप चित्र 7 की मदद ले सकते हैं।

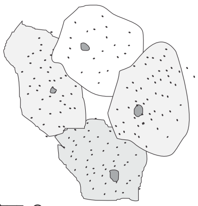
पत्ती और प्याज़ की झिल्ली की स्लाइडों की तुलना करें।

- इनमें दिखाई देने वाली समानताओं की सूची बनाएँ।
- इनमें दिखाई देने वाले अन्तरों की सूची बनाएँ।
- क्या दोनों स्लाइडों में सब कोशिकाओं के नाप एक समान हैं?
- आपकी पत्ती की स्लाइड में कोशिकाओं के साइज़ में अन्तर नोट करें।
- क्या आप इनकी साइज़ का अनुमान लगा सकते हैं ?

कोशिकाः पहली समझ

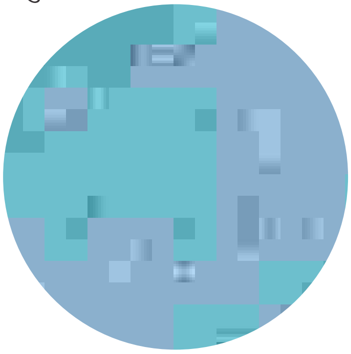
रॉबर्ट हुक के अलावा कई अन्य लोगों ने भी ये कोशिकाएँ देखीं। यहाँ एक बात ध्यान देने योग्य है। रॉबर्ट हुक ने जिस कॉर्क को देखा था वह एक मृत सामग्री थी। बाद में लोगों ने जीवित सामग्री के अवलोकन किए थे। मगर किसी को समझ में नहीं आया कि ये हैं क्या। हाँ, इतना स्पष्ट था कि सारे पेड़-पौधों और सूक्ष्मजीवों का शरीर कोशिकाओं से बना है। उस समय तक जन्तु कोशिकाओं पर ध्यान नहीं गया था। रॉबर्ट हुक ने अन्दाज़ लगाया कि हो न हो, ये कोठरियाँ वे नलियाँ हैं जिनमें से होकर पानी पूरे पौधे में पहुँचता होगा या शायद ये वे जगहें हैं जहाँ पौधे का रस भरा रहता होगा। उन्होंने यह भी विचार किया कि इन्हीं नलियों की उपस्थिति की वजह से कॉर्क हल्का-फुल्का होता होगा।

अब तक लगभग सारे अवलोकन वनस्पतियों से सम्बन्धित थे। इसका कारण यह था कि वनस्पति के अवलोकन करना आसान था। मगर धीरे-धीरे लोगों ने जन्तुओं के अवलोकन भी शुरू किए।



चित्र 8

गाल की भीतरी सतह की कोशिकाएँ x400



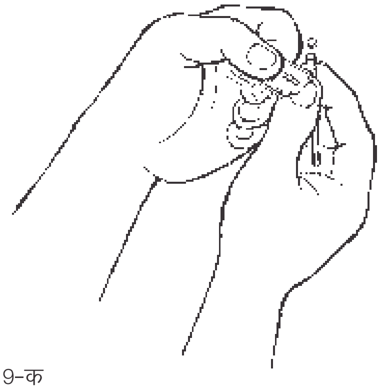
गतिविधि 2: गाल की कोशिकाएँ

इस गतिविधि के लिए सबसे पहले अच्छी तरह कुल्ला कर लें। अब एक प्लास्टिक या लकड़ी के चम्मच से गाल के अन्दर की ओर से थोड़ी-सी खुरचन निकालें। यहाँ दो बातों का ध्यान रखना होगा। एक तो चम्मच को अच्छी तरह धोकर साफ कर लेना चाहिए। दूसरी, गाल को बहुत कसकर नहीं खुरचना चाहिए।

चम्मच पर कुछ लसलसे पदार्थ के साथ गाल की जो खुरचन आई है, उसे स्लाइड पर एक बूँद पानी में रखें और इस पर 2 बूँद मिथायलीन ब्लू का घोल डालें और कवर स्लिप से ढँक दें। मिथायलीन ब्लू का घोल बनाने के लिए एक चुटकी मिथायलीन ब्लू 100 मि.ली. पानी में घोलकर हल्का नीला घोल बना लें। थोड़ी देर बाद सूक्ष्मदर्शी से देखें। आपको चित्र 8 में दिखाए अनुसार कोशिकाएँ नज़र आएँगी।

आप चाहें तो इस तरह की कई और चीज़ों के अवलोकन करवा सकते हैं। कुछ सुझाव परिशिष्ट 3 में दिए गए हैं।

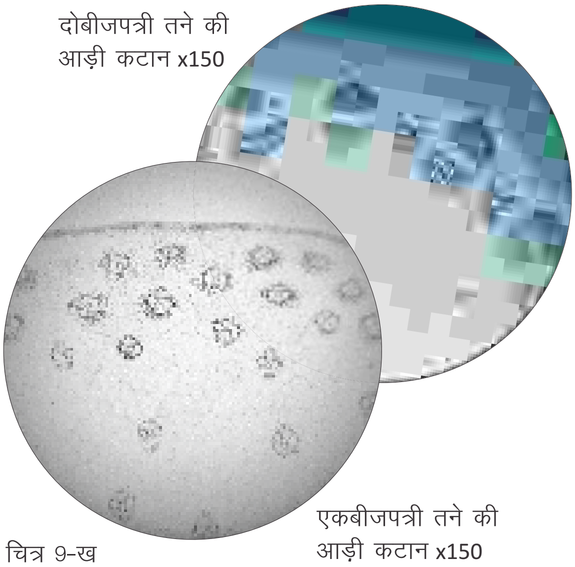
जैसे किसी नरम तने की आड़ी काट का अवलोकन कोशिकाओं की विविधता देखने के लिए उपयोगी हो सकता है। पँवार (पुवाड़िया, चिरौटा), बथुआ, मेथी जैसे किसी दोबीजपत्री पौधे के नरम व पतले तने के साथ यह प्रयोग अच्छे से होगा। इस तने की आड़ी काट काटनी होगी। इसके लिए चित्र 9-क में दिखाए अनुसार तने को उँगली व अँगूठे के बीच पकड़कर ब्लेड से उसकी पतली-पतली कटानें काट लें।



चित्र 9-क
तने की आड़ी कटान काटने की विधि

इन सारी कटानों को पानी में डालकर रख लें। अब इनमें से एक अच्छी पतली कटान को स्लाइड पर एक बूँद पानी में रखकर कवर स्लिप से ढँककर सूक्ष्मदर्शी से देखें।

यहाँ अवलोकन यह करना है कि क्या तने की सारी कोशिकाएँ एक-सी हैं या उनमें कुछ अन्तर हैं। चित्र 9-ख में इसी प्रकार के तने की कटान दिखाई गई है। बच्चे इससे तुलना करके देख सकते हैं कि उन्हें कितने प्रकार की कोशिकाएँ नज़र आती हैं। वैसे कोशिकाओं की कुछ विविधता वे पत्ती की झिल्ली में भी देख चुके हैं।



चित्र 9-ख

इन अवलोकनों का मुख्य उद्देश्य यह देखना है कि क्या सारी सजीव चीज़ों में कोशिकाएँ हैं और क्या वे एक जैसी हैं? छात्रों का ध्यान कोशिकाओं में विविधता की ओर दिलाइए। आगे की चर्चा के लिए यह महत्वपूर्ण है।

यह ध्यान देने की बात है कि जन्तु कोशिकाओं का अवलोकन थोड़ा मुश्किल होता है। इसका एक कारण यह है कि जहाँ वनस्पति कोशिकाओं में एक मोटी दीवार होती है और उसके अन्दर एक पतली झिल्ली होती है, वहीं जन्तु कोशिका में मात्र एक झिल्ली होती है, दीवार नहीं होती। वनस्पति कोशिकाओं की इस दीवार को कोशिका भित्ति कहते हैं। आम तौर पर जब हम सूक्ष्मदर्शी में देखते हैं तो यह कोशिका भित्ति आसानी से दिखाई पड़ती है। दरअसल कोशिका भित्ति की उपस्थिति वनस्पति व जन्तु कोशिका के बीच एक प्रमुख अन्तर है।

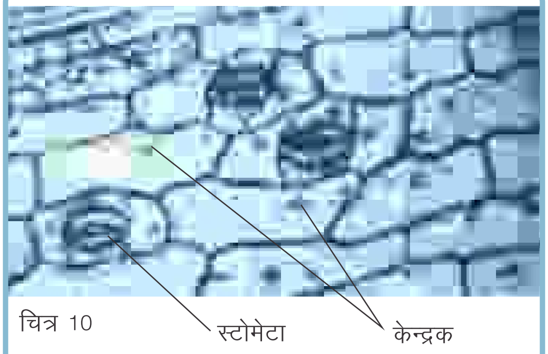
हम उम्मीद कर रहे हैं कि हर अवलोकन करने के बाद छात्रों ने एक अच्छा-सा चित्र बना लिया है। बाद में यही तो उनके पास रहेगा।

सामान्यतः जब हम कोशिकाओं को देखते हैं तो हमें कोशिका भित्ति या कोशिका झिल्ली ही दिखाई पड़ती है। लगता है कि ये तो खाली डिब्बे हैं। रॉबर्ट हुक ने यही सोचा था। यही सोचकर उन्होंने ‘सेल’ नाम दिया था। मगर बाद में किए गए अवलोकनों से स्पष्ट होता गया कि कोशिकाएँ खाली डिब्बे नहीं हैं। इस सम्बन्ध में आगे हम भी कुछ अवलोकन करेंगे।

एक महत्व का अवलोकन

कोशिका की समझ में एक महत्वपूर्ण योगदान रॉबर्ट ब्राउन (Robert Brown, 1773-1858) नामक एक वैज्ञानिक के अवलोकन का था। कोशिका के अन्दर उपस्थित रचनाओं में सबसे पहले केन्द्रक का नाम आता है। वैसे तो बताते हैं कि अट्ठारहवीं सदी में ही फेलिस फोन्टाना (Felice Fontana,1730-1805) जैसे कुछ वैज्ञानिकों ने एपिथीलियम (यानी शरीर के अंगों की सबसे बाहरी परत) की कोशिकाओं में केन्द्रक देखा था मगर अलग-अलग कई कोशिकाओं में केन्द्रक को देखने तथा उसे कोशिका के अभिन्न अंग के रूप में पहचानने का श्रेय रॉबर्ट ब्राउन को दिया जाता है। ये वही ब्राउन हैं जिनका नाम ब्राउनियन गति के सन्दर्भ में मशहूर है। ब्राउन ने ऑर्किड की पत्तियों की झिल्लियों की कोशिकाओं का अवलोकन करते हुए देखा कि उनमें एक गोलाकार-सा बिन्दु है जो शेष कोशिका की अपेक्षा कुछ अपारदर्शी है (चित्र 10)। ऑर्किडों के बाद यह बिन्दु उन्हें कई अन्य कोशिकाओं में भी नज़र आया। इसे उन्होंने कोशिका का एक अनिवार्य हिस्सा माना और इसे न्यूक्लियस (केन्द्रक) नाम दिया। यह 1831 की बात है। यानी कोशिकाओं के प्रथम रिकॉर्डेड अवलोकनों (1650 के आसपास) से लेकर केन्द्रक के अवलोकन तक करीब डेढ़-पौने दो सौ साल बीते।

इन 150-175 सालों में सूक्ष्मदर्शी भी बेहतर हो गए थे। शुरुआती सूक्ष्मदर्शियों में एक ही लेंस होता था। इन्हें सरल सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। धीरे-धीरे बेहतर लेंस बनने लगे। फिर एक से अधिक लेंस जोड़कर संयुक्त सूक्ष्मदर्शी बनाए गए। (वैसे कहते हैं कि पहला संयुक्त सूक्ष्मदर्शी 1595 में जेंसन नामक वैज्ञानिक ने बना लिया था। रॉबर्ट हुक का सूक्ष्मदर्शी भी संयुक्त सूक्ष्मदर्शी था।) इनकी मदद से अवलोकन क्षमता बहुत बढ़ गई।



चित्र 10

जब रॉबर्ट ब्राउन ने पहली बार केन्द्रक देखा तो उन्हें ऐसा दृश्य दिखाई दिया। इसमें ऑर्किड नामक पौधे की अधिचर्म (एपिडर्मिस) की करीब 20 कोशिकाएँ दिखाई दे रही हैं और हर कोशिका में केन्द्रक स्पष्ट रूप से दिखाई दे रहा है। इसमें तीन स्टोमेटा भी दिखाई दे रहे हैं -- ये वे छिद्र होते हैं जिनमें से पौधे वातावरण से गैसों का आदान-प्रदान करते हैं।

अभिरंजन या स्टेनिंग तकनीक

अब तक कई वैज्ञानिकों के प्रयासों से यह स्पष्ट हो चला था कि सभी सजीवों में कोशिकाएँ पाई जाती हैं और इनमें केन्द्रक होता है। तो क्यों न हम भी कोशिका का वह उपांग देखें जो समस्त कोशिकाओं का अनिवार्य अंग माना गया है। इसके लिए हम एक विशेष तकनीक का उपयोग करेंगे। वैसे रॉबर्ट ब्राउन को इस तकनीक का फायदा नहीं मिला था। यह तकनीक इस बात पर निर्भर है कि कई रंगीन पदार्थ हैं जो कोशिका के अलग-अलग हिस्सों से चिपकते हैं। यानी इन रंगीन पदार्थों की मदद से हम कोशिका के अलग-अलग हिस्सों को अलग-अलग रंगत दे सकते हैं। ऐसा करने से ये हिस्से अलग से नज़र आते हैं। इन रंगीन पदार्थों को अभिरंजक या स्टेन (stain) कहते हैं और इस तकनीक को अभिरंजन या स्टेनिंग। केन्द्रक को देखने के लिए हम इसी तकनीक का उपयोग करेंगे। इसके लिए जिस अभिरंजक का उपयोग करेंगे उसका नाम सेफ्रेनिन है। वैसे इस प्रयोग को करते हुए कई लोगों ने पाया है कि लाल स्याही भी इस काम के लिए बढ़िया होती है। आप चाहें तो लाल स्याही का उपयोग कर सकते हैं। वैसे गतिविधि 2 में आप स्टेनिंग तकनीक का उपयोग कर भी चुके हैं। मिथायलीन ब्लू भी एक अभिरंजक ही है।

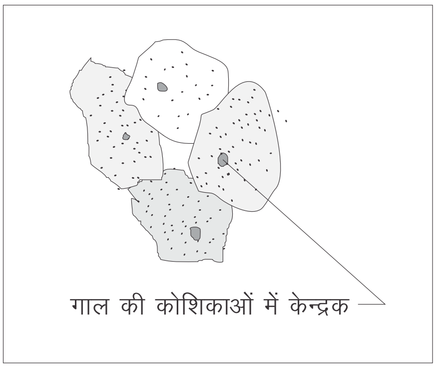
गतिविधि 3(क): प्याज़ की कोशिका में केन्द्रक

इसके लिए एक बार फिर प्याज़ की झिल्ली निकालनी होगी। झिल्ली निकालकर उस पर 1-2 बूँद अभिरंजक घोल (सेफ्रेनीन, मिथायलीन ब्लू या लाल स्याही) की डाल दें। सेफ्रेनिन का घोल बनाने के लिए लगभग एक-चौथाई चम्मच सेफ्रेनिन 100 मि.ली. पानी में घोल लें। झिल्ली को कवर स्लिप से ढँककर पाँच मिनट रखा रहने दें। पाँच मिनट बाद कवर स्लिप की एक ओर से बूँद-बूँद पानी डालें तथा दूसरी ओर से एक छन्ना कागज़ (फिल्टर पेपर) की मदद से सोखते जाएँ। इस तरह से अतिरिक्त अभिरंजक निकल जाएगा। अब इस स्लाइड को सूक्ष्मदर्शी से देखें।

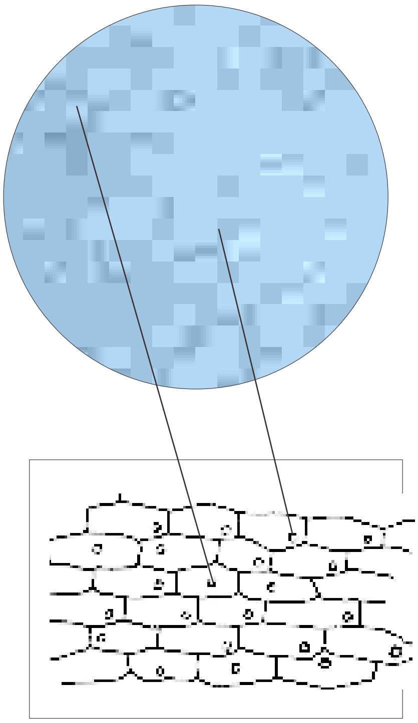
बच्चों से यह देखने को कहें कि क्या कोशिकाओं में लाल रंग की एक गोल रचना नज़र आ रही है। यही केन्द्रक है। वैसे तो ज़रूरत नहीं पड़ेगी मगर चित्र 11 की मदद ले सकते हैं

गतिविधि 3(ख): गाल की कोशिकाओं में केन्द्रक

प्याज़ की झिल्ली की तरह आप गाल की कोशिकाओं को भी सेफ्रेनीन या मिथायलीन ब्लू से अभिरंजित करके केन्द्रक देखने की कोशिश कर सकते हैं।



जब हम स्टेनिंग की तकनीक का उपयोग करते हैं तो वह स्टेन अलग-अलग भागों से कम-ज़्यादा जुड़ता है। इससे एक तो हमें उन भागों को देखने में सहूलियत होती है, और दूसरे, उन भागों के रासायनिक संगठन के बारे में भी अन्दाज़ लगता है।



चित्र 11
प्याज़ की झिल्ली में केन्द्रक X100

गतिविधि 3(ग): ग्वारपाठे की पत्ती में केन्द्रक

ग्वारपाठे का वनस्पति वैज्ञानिक नाम *एलो वेरा (Aloe vera)* है। ग्वारपाठे के पत्ते की एक झिल्ली निकालें। इसे स्लाइड पर रखकर सूक्ष्मदर्शी से देखें। इसमें केन्द्रक स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। अभिरंजन की भी ज़रूरत नहीं पड़ती। करना यह होता है कि सूक्ष्मदर्शी में प्रकाश को थोड़ा कम-ज़्यादा करके देखना होता है। इसके लिए दर्पण को घुमाएँ या डायफ्राम की मदद लें। कंडेंसर की मदद से प्रकाश को कम करके कोशिकाओं के अन्दर की संरचनाएँ अधिक स्पष्ट दिखाई देती हैं। आप भी इस तकनीक का उपयोग करके देखें।

क्या सभी कोशिकाओं में केन्द्रक नज़र आया?

हम आगे देखेंगे कि केन्द्रक कोशिका का एक महत्वपूर्ण उपांग है मगर इसकी भूमिका का खुलासा होने में कई साल लगे थे। इस बीच वैज्ञानिकों ने तरह-तरह के अनुमान लगाए थे कि यह रचना किस काम की है।

कोशिका सिद्धान्त उभरा

इस तरह के कई अवलोकनों से यह स्पष्ट हो चला था कि सभी सजीवों के शरीर कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं जिनमें केन्द्रक होते हैं। अन्ततः 1838-39 में दो वैज्ञानिकों ने इस बात को एक सिद्धान्त का रूप दिया था। ये वैज्ञानिक थे मैथियास जैकब श्लाइडन (Matthias Jakob Schleiden 1804-1881) और थियोडोर श्वान (Theodor Schwann 1810-1882)। वैसे यह बताना बहुत ज़रूरी है कि उस समय तक सजीवों की संरचना में कोशिका की सर्वत्र उपस्थिति की बात को कई लोग पहचानने लगे थे और अपने-अपने शब्दों में व्यक्त भी करने लगे थे। मगर श्लाइडन और श्वान ने इस बात को पूरे जीवजगत् पर लागू करके कहा। दूसरे शब्दों में कहें तो उन्होंने इस बात का सामान्यीकरण करके एक सिद्धान्त के रूप में यह कहने का साहस दिखाया कि सारे सजीवों में कोशिकाएँ होती हैं। और इसलिए यह बात सर्वप्रथम कहने का श्रेय उन्हीं को दिया जाता है। श्लाइडन एक वनस्पति वैज्ञानिक थे जबकि श्वान प्राणि वैज्ञानिक। ध्यान देने की बात यह भी है कि रॉबर्ट हुक द्वारा कोशिका के प्रथम अवलोकन और कोशिका सिद्धान्त के प्रतिपादन के बीच करीब 200 साल का फासला रहा।

यहाँ एक बात गौरतलब है। जीव विज्ञान में सामान्यीकरण काफी मुश्किल होता है क्योंकि सारे सजीवों की पड़ताल तो असम्भव है। इसलिए ज्ञान के विकास के किसी मुकाम पर यह निर्णय करना होता है कि किसी बात को एक बुनियादी व सामान्य सिद्धान्त माना जा सकता है।

1838 में श्लाइडन ने कहा कि वनस्पतियों की हरेक रचना कोशिका या उनके उत्पादों से बनी होती है। दूसरे शब्दों में कहें तो वनस्पति का पूरा शरीर या तो कोशिकाओं से बना होगा या कोशिकाओं द्वारा बनाए गए पदार्थों से।

दूसरी ओर, श्वान ने इसी बात को थोड़े अलग शब्दों में कहा: "सारे ऊतकों के बुनियादी हिस्से कोशिकाओं से बने होते हैं" और "सजीवों के बुनियादी हिस्सों के विकास का एक सर्वव्यापी तत्व है और वह तत्व है कोशिका का निर्माण।" इसे यों भी कह सकते हैं कि जन्तुओं का अधिकांश भाग कोशिकाओं से बना होता है और इन भागों का विकास नई-नई कोशिकाओं के निर्माण के माध्यम से होता है।

श्लाइडन और श्वान के इन वक्तव्यों को कोशिका सिद्धान्त की शुरुआत माना जाता है। दोनों की बातों को जोड़कर देखें तो कोशिका सिद्धान्त का तात्पर्य यह निकलता है कि समस्त सजीवों के शरीर कोशिकाओं से बने हैं और उनका विकास कोशिका निर्माण के द्वारा ही होता है।

चित्र 12
थियोडोर श्वान द्वारा देखी गई कुछ जन्तु कोशिकाएँ
क्या आपको भी यह विचार आया होता कि इतनी अलग-अलग दिखने वाली इन चीज़ों में इतनी समानता हो सकती है?

इन वक्तव्यों ने जीव विज्ञान में कई नए विचारों को जन्म दिया। सबसे पहली बात तो यह थी कि चाहे जन्तु हों या वनस्पति, उनकी काया कोशिकाओं से बनी होती है। किसने सोचा होगा कि गेंडे और गेंदे की संरचना में इतनी बुनियादी समानता होगी? दूसरे शब्दों में, कोशिका सिद्धान्त ने वनस्पति और जन्तुओं के बीच एक सूत्र का प्रतिपादन किया था। वनस्पति और जन्तु जगत के बीच उस समय शुरू हुआ यह एकीकरण लगातार विभिन्न स्तरों पर स्थापित होता गया है।

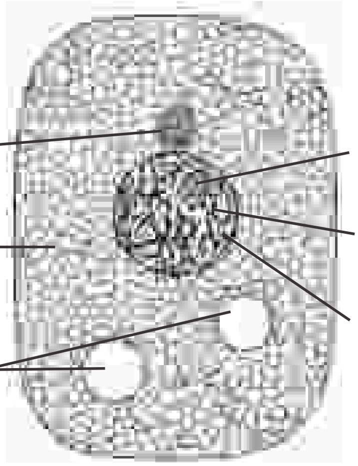
दूसरी बात यह हुई कि जीवन को समझने के लिए कोशिका के अध्ययन का महत्व स्थापित हुआ। वास्तव में कोशिका आधुनिक जीव विज्ञान की मूल मान्यताओं में से एक कही जा सकती है। जैव विकास की अवधारणा पहले ही उभरने लगी थी। जैव विकास की अवधारणा का मूल था कि जीवों का धीरे-धीरे विकास होता है अर्थात जीवों के रूप लगातार परिवर्तनशील हैं।

आनुवंशिकी, डी.एन.ए. वगैरह इसके बाद ही आए थे। एक मायने में इन अवधारणाओं को मूल कोशिका सिद्धान्त का विस्तार ही कहा जा सकता है। कोशिका सिद्धान्त इस बात पर टिका था कि जीवन की न्यूनतम इकाई कोशिका ही है।

तो हुक, श्लाइडन, श्वान, फिरकॉव, ब्राउन व अन्य वैज्ञानिकों के कार्यों के फलस्वरूप कोशिका के निम्नलिखित अनिवार्य भाग उजागर हो चुके थे:

1. **कोशिका भित्ति और कोशिका झिल्ली या सिर्फ कोशिका झिल्ली**
2. **कोशिकाओं में भरा गाढ़ा सायटोप्लाज़्म यानी कोशिका द्रव्य**
3. **केन्द्रक**

वैसे तो यह कहा जाता है कि कोशिका सिद्धान्त श्लाइडन व श्वान की देन है। मगर अब तक के घटनाक्रम के मद्देनज़र क्या कहना पूरी तरह सही है? क्या विज्ञान के किसी भी सिद्धान्त को एक या दो व्यक्तियों की देन माना जा सकता है?



चित्र 13

1922 की समझ के अनुसार प्रारूपिक कोशिका की आन्तरिक रचना का चित्र

यह चित्र एडमंड विल्सन की पुस्तक *द सेल इन डेवलपमेन्ट एंड इनहेरिटन्स* के 1922 में प्रकाशित संस्करण में दिए गए चित्र पर आधारित है।

मैथियास श्लाइडन
(Matthias Schleiden)

थियोडोर श्वान
(Theodor Schwann)

ऐसा बताते हैं कि 1838 में श्वान और श्लाइडन रात को खाने के बाद कॉफी पीते-पीते कोशिकाओं के अपने अवलोकनों की चर्चा कर रहे थे। कहते हैं कि श्लाइडन ने केन्द्रक युक्त पादप कोशिकाओं का वर्णन किया तो श्वान का ध्यान गया कि ठीक यही चीज़ तो उन्होंने जन्तु ऊतकों में भी देखी है। दोनों वैज्ञानिक तत्काल श्वान की प्रयोगशाला में पहुँचे और उनकी स्लाइडों को देखा। इस चर्चा का परिणाम यह हुआ कि उन्होंने स्वतंत्र रूप से अलग-अलग कोशिका सिद्धान्त लिख डाला – श्लाइडन ने 1838 में और श्वान ने 1839 में।

श्वान ने तो अपनी पुस्तक में कोशिकाओं के बारे में तीन बातें सामने रखी थीं:

1. **कोशिका सजीवों की संरचना, शरीर-क्रिया और संगठन की इकाई है।**
2. **कोशिका का दोहरा अस्तित्व होता है -- एक स्वतंत्र इकाई के रूप में और दूसरा उस जीव के निर्माण की इकाई के रूप में।**
3. **कोशिकाएँ मुक्त कोशिका निर्माण से बनती हैं, जैसे क्रिस्टल बनते हैं।**

रुडोल्फ फिरकॉव (Rudolph Virchow 1821-1902)

कोशिका सिद्धान्त का एक विचित्र परिणाम

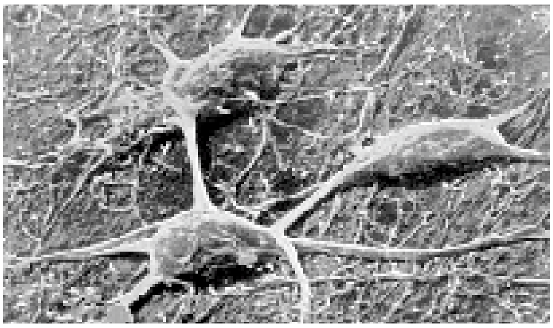
कोशिका सिद्धान्त का एक असर यह हुआ कि जीवों को उनके घटकों यानी हिस्सों के रूप में देखा जाने लगा। अर्थात् यह सोचा जाने लगा कि जीव मतलब उसकी समस्त कोशिकाओं का योग। इसका एक उदाहरण देखिए। पहले तो बीमारियों की प्रक्रिया को जीव के स्तर पर देखा जाता था। कोशिका सिद्धान्त के प्रतिपादन के बाद कोशिका रोगविज्ञान का चलन हुआ। इसकी मान्यता थी कि बीमारी का मतलब जीव की कोशिकाओं में विकार। खास तौर से रुडोल्फ फिरकॉव नामक वैज्ञानिक ने *सेल्यूलर पैथोलॉजी* (1897) नामक पुस्तक लिखकर इस विषय को स्थापित करने का प्रयास किया था। कोशिकाओं व समूचे जीव के साथ उनके सम्बन्ध की समझ बढ़ने के साथ इस विचार में भी परिष्कार होता गया है।

जल्दी ही यह स्पष्ट हो गया कि कोशिका द्रव्य कोई एकसार पदार्थ नहीं है। कुछ जीव वैज्ञानिक मानते थे कि यह तन्तुमय है तो कुछ को यह जालीदार, दानेदार या कँगूरेदार नज़र आता था। अवलोकनों व निष्कर्षों में यह अन्तर कई कारणों से था। प्रमुख अन्तर तो इस बात से पड़ता था कि कोशिकाओं को देखने के लिए सामग्री को किस ढंग से तैयार किया गया है और उसका अभिरंजन किस तरह से किया गया है और फिक्स किस तरह किया गया है। इन प्रक्रियाओं के दौरान कोशिका द्रव्य अलग-अलग ढंग से जम जाता है।

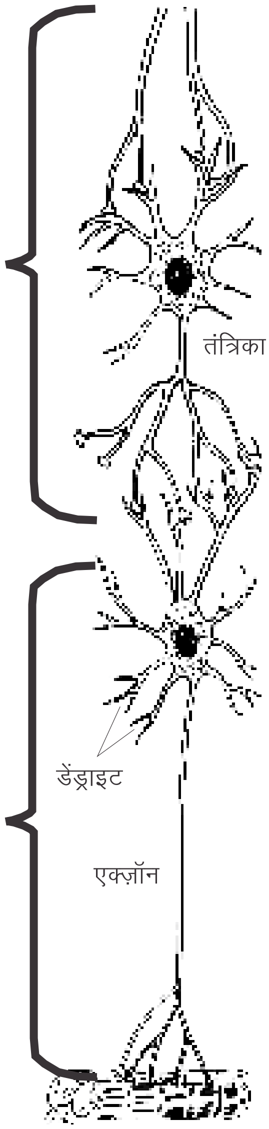
धीरे-धीरे तकनीकों में सुधार होते गए और कोशिकाओं की आन्तरिक रचना का खुलासा होता गया। सूक्ष्मदर्शी और अवलोकन की तकनीकों में विकास के चलते उन्नीसवीं सदी के अन्त तक वे सारे कोशिकांग पहचाने जा चुके थे जिन्हें आज कोशिका संरचना का हिस्सा माना जाता है। जैसे 1897 में एर्गेस्टोप्लाज़्म (अर्थात् एण्डोप्लाज़्मिक रेटिकुलम) का विवरण प्रस्तुत हो चुका था। इसी प्रकार से कई वैज्ञानिकों ने माइटोकॉण्ड्रिया को देखा था और कार्ल बेंडा (Carl Benda, 1857-1933) ने इन्हें 1898 में यह नाम दिया था। इसी वर्ष कैमिलो गॉल्जी (Camillo Golgi, 1843-1926) ने वह उपांग खोज निकाला था जिसे हम उनके ही नाम पर गॉल्जी काय (Golgi body) कहते हैं। कोशिका के उपांग खोजने के साथ-साथ यह भी पता चलने लगा था कि केन्द्रक स्वयं भी अविभेदित नहीं है; उसके अन्दर भी विभिन्न रचनाएँ पाई जाती हैं। इन सब चीज़ों को देख पाना बच्चों के लिए शायद सम्भव न हो। केन्द्रक को तो आप देख ही चुके हैं।

माइटोकॉण्ड्रिया एक महत्वपूर्ण कोशिकांग है, मगर इसे देखना मुश्किल होता है। माइटोकॉण्ड्रिया कोशिका द्रव्य में बिखरे रहते हैं। यदि आप इन्हें देखने की कोशिश करना चाहें तो तरीका परिशिष्ट 3 में दिया गया है।

जहाँ माइटोकॉण्ड्रिया जन्तु व वनस्पति दोनों तरह की कोशिकाओं में पाए जाते हैं, वहीं एक कोशिकांग ऐसा भी है जो सिर्फ वनस्पति कोशिकाओं में ही पाया जाता है। यह है क्लोरोप्लास्ट। इसे देखना काफी आसान है और कई पौधों में देखा जा सकता है।



मानव मस्तिष्क में तंत्रिका कोशिकाएँ



चित्र 14

दो तंत्रिका कोशिकाएँ परस्पर सम्पर्क में। इस तरह के सम्पर्क की वजह से पता लगाना कठिन था कि कहाँ एक कोशिका समाप्त होती है और दूसरी शुरू होती है।

कोशिका सिद्धान्त और तंत्रिकाएँ

नए-नए विकसित होते कोशिका सिद्धान्त के सामने एक कठिन चुनौती उपस्थित हुई थी, उसका ज़िक्र करना ज़रूरी है। एक ओर कोशिका सिद्धान्त के विकास के साथ यह बात स्वीकार की जा रही थी कि समस्त जीवधारियों का शरीर कोशिकाओं से बना है, वहीं तंत्रिका तंत्र के अवलोकन बता रहे थे कि यह तंत्र कोशिकाओं से नहीं बना है बल्कि एक जाल के रूप में उपस्थित है। तंत्रिका तंत्र अत्यधिक जटिल था और इसका अवलोकन वैसे ही मुश्किल था।

सबसे पहले उन्नीसवीं सदी के मध्य में कार्ल डाइटर (Carl Dieter) ने तंत्रिका तन्तुओं को देखा। इनमें तंत्रिका काया, तंत्रिका के विस्तार और तन्तु देखे जा सके थे। मगर पूरी चीज़ इतनी पेचीदा थी कि तंत्रिका काया और तंत्रिका के कोशिका द्रव्य के विस्तार (डेंड्राइटों) के परस्पर सम्बन्ध नहीं पहचाने जा सके। कुल मिलाकर डाइटर ने तंत्रिकाओं में एक काया, डेंड्राइट और एक्ज़ॉन का वर्णन किया था।

इसके बाद एक अन्य वैज्ञानिक ने बताया कि मेरु रज्जू की संवेदी व कार्यकारी तंत्रिकाएँ आपस में सीधे-सीधे जुड़ी होती हैं। धीरे-धीरे विचार यह बना कि शरीर की सारी तंत्रिकाएँ एक-दूसरे से सीधे-सीधे जुड़ी हुई हैं। यानी तंत्रिकाएँ कोशिका द्रव्य का एक ऐसा विस्तार है जो शरीर में संवाद को सम्भव बनाता है। यह मान लिया गया कि तंत्रिकाएँ कोशिकाओं से नहीं बनी हैं बल्कि कोशिका द्रव्य से बना एक जटिल जाल है।

इस भ्रामक स्थिति का मुख्य कारण यह था कि तंत्रिका का अध्ययन बहुत मुश्किल था क्योंकि एक अकेली तंत्रिका कोशिका को अलग करके देख पाना सम्भव न था। इसके अलावा डेंड्राइटों के सिरों पर निकली शाखाएँ भी नज़र नहीं आती थीं। ऐसा लगता था जैसे ये तन्तु सतत रूप से फैले हुए हैं। इसके परिणामस्वरूप यह मान लिया गया कि तंत्रिकाएँ कोशिका सिद्धान्त का अपवाद हैं।

यह दर्शाने का श्रेय एक स्विस वैज्ञानिक विल्हेम हिस (Wilhelm Hiss, 1831-1904) को जाता है कि तंत्रिका काया और उसके विस्तार एक स्वतंत्र इकाई हैं। उन्होंने यह भी दर्शाया कि एक्ज़ॉन एक जगह जाकर समाप्त हो जाते हैं और संवेदी तन्तु उनसे कुछ दूरी पर शुरू होते हैं। यानी तंत्रिकाएँ भी स्वतंत्र कोशिकाओं से मिलकर बनी हैं। उन्होंने ही यह भी स्पष्ट किया कि तंत्रिकाओं में परस्पर क्रिया सातत्य की वजह से नहीं बल्कि सामीप्य की वजह से होती है। इसके बाद धीरे-धीरे अन्य खोजों की बदौलत तंत्रिका तंत्र भी कोशिका सिद्धान्त के दायरे में आ गया।

चित्र 15-क
हाइड्रिला में क्लोरोप्लास्ट

चित्र 15-ख
एक पत्ती में क्लोरोप्लास्ट x200

चित्र 15-ग
जलीय पौधे की पत्ती में क्लोरोप्लास्ट x400

गतिविधि 4 (क): हाइड्रिला में क्लोरोप्लास्ट

हाइड्रिला एक जलीय पौधा है। इसकी पत्तियाँ काफी छोटी-छोटी होती हैं। वैसे कोई भी जलीय पौधा हमारे काम आ सकता है। हाइड्रिला की एक पत्ती स्लाइड पर रखकर उसका अवलोकन सूक्ष्मदर्शी में करें। क्लोरोप्लास्ट पत्ती की कोशिकाओं में हरे-हरे कणों के रूप में दिखते हैं।

थोड़ी कोशिश करेंगे तो सूक्ष्मदर्शी के उच्च आवर्धन में कोशिका के किनारों पर क्लोरोप्लास्ट बहते हुए भी दिख सकते हैं। खास तौर से पत्ती के किनारों पर ध्यान दें।

गतिविधि 4 (ख): रियो में क्लोरोप्लास्ट

रियो बायकलर की पत्ती की हरी सतह से एक झिल्ली निकालकर सूक्ष्मदर्शी में देखें।

क्या इसकी कोशिकाओं में भी कुछ हरे-हरे कण नज़र आते हैं?

यही क्लोरोप्लास्ट हैं।

गतिविधि 4 (ग): विभिन्न आकृतियों के क्लोरोप्लास्ट

तालाब या पोखरों में उगने वाली शैवाल लाएँ। शैवाल बारीक रेशों की बनी होती है। इसके एक-दो रेशे स्लाइड पर रखें और सूक्ष्मदर्शी में देखें।

इनमें दिखने वाले क्लोरोप्लास्ट का चित्र बनाएँ।

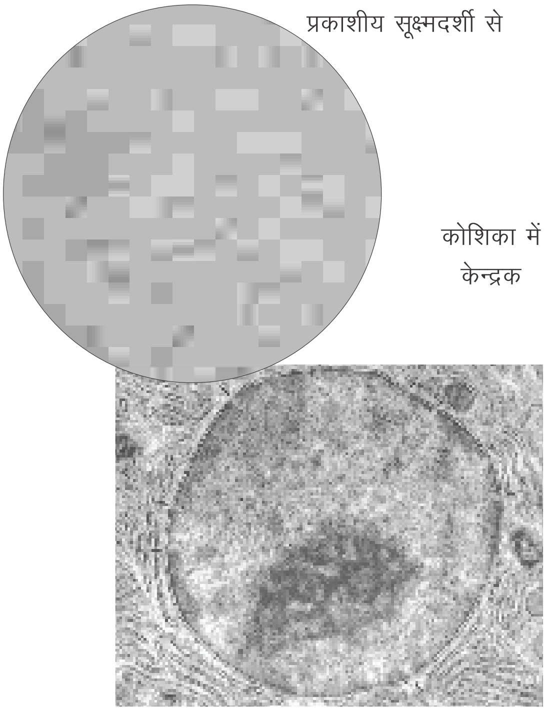
अवलोकनों की मिली-जुली प्रस्तुति : प्रारूपिक कोशिका

हमने तरह-तरह की कोशिकाएँ देखीं और उनके अन्दर पाए जाने वाले कुछ उपांग भी देखे। केन्द्रक, क्लोरोप्लास्ट वगैरह उपांग अपेक्षाकृत आसानी से दिखते हैं। जैसा कि विवरण से स्पष्ट है, कोशिकाओं की संरचना का खुलासा होते-होते करीब दो-ढाई सदियों का समय लगा था। इस क्रमिक विकास का सम्बन्ध विधियों और तकनीकों के क्रमिक विकास से है। नई-नई तकनीकों के विकास के साथ हम कोशिकाओं को ज़्यादा बारीकी से देख पाए और कोशिका की आन्तरिक प्रक्रियाओं की समझ भी बढ़ती गई।

जैसा कि हमने देखा, कोशिकाओं के शुरुआती अवलोकन जिन सूक्ष्मदर्शियों की मदद से किए गए थे, वे प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी कहे जाते हैं। इनमें चीज़ों को देखने के लिए प्रकाश किरणों का उपयोग किया जाता है। कोशिका के अलग-अलग भागों से प्रकाश की अन्तर्क्रिया अलग-अलग होती है। इसके चलते वे एक-दूसरे से अलग-अलग नज़र आते हैं। इसके अलावा लेंस की मदद से चीज़ों को बड़ा करके देखा जा सकता है। संयुक्त सूक्ष्मदर्शियों के विकास ने भी हमारी अवलोकन क्षमता को काफी बढ़ाया था।

इसके बाद स्टेनिंग यानी अभिरंजन की तकनीक आई। कई पदार्थ ऐसे होते हैं जो कोशिका के किसी खास हिस्से से ज़्यादा चिपकते हैं और उन्हें रंगत प्रदान करते हैं। इस तरह से उन्हें अलग देखा जा सकता है। तकनीकों के विकास में फ्लोरेसेंट स्टेनिंग तकनीक भी उपयोगी साबित हुई। मगर प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता 3000 से ज़्यादा नहीं होती अर्थात् इनकी मदद से जो प्रतिबिम्ब बनता है वह मूल वस्तु से अधिकतम 3000 गुना बड़ा हो सकता है। लगभग 1940 तक यह एक सीमा थी।

1940 के दशक में दो नई तकनीकों के विकास ने कोशिका के अध्ययन में क्रान्तिकारी बदलाव किए। ये दो तकनीकें थीं - इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी और सेंट्रीफ्यूज।



प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी से

कोशिका में केन्द्रक

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी और सेंट्रीफ्यूज

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की मदद से 10,000 से लेकर 10 लाख गुना तक बड़ा प्रतिबिम्ब बनाया जा सकता है। इतनी ज़बर्दस्त आवर्धन क्षमता का ही परिणाम है कि आज हम कोशिका को अत्यन्त बारीकी से देख पाए हैं और उनकी आन्तरिक संरचना व विभिन्न उपांगों की बनावट उजागर कर पाए हैं।

सेंट्रीफ्यूज भी एक असरदार विधि साबित हुई है। जब हम किसी तरल माध्यम में ठोस के कणों को निलम्बित कर देते हैं तो गुरुत्वाकर्षण के कारण धीरे-धीरे वे पेंदे में बैठते हैं। उनकी नीचे बैठने की गति उनके घनत्व पर निर्भर करती है। सेंट्रीफ्यूज में कृत्रिम ढंग से गुरुत्व बल का परिमाण बढ़ा दिया जाता है। कोशिका की झिल्ली को तोड़कर उसके अन्दर के सारे पदार्थों को तरल माध्यम में निलम्बित करके सेंट्रीफ्यूज की मदद से अलग-अलग किया जाता है। इस तरह से कोशिका के उपांग अलग-अलग प्राप्त हो जाते हैं, जिनका अध्ययन किया जा सकता है। इस विधि से खास तौर से उपांगों के कामकाज का अध्ययन करने में मदद मिलती है।

इन तकनीकों के उपयोग से हमारे सामने कोशिका का एक अत्यन्त विस्तृत व बारीकियों से भरा चित्र उभरता है। यहाँ दिया गया विवरण इन सारे प्रयासों का मिला-जुला परिणाम है। दरअसल, कोशिका का अध्ययन तीन अलग-अलग दिशाओं में आगे बढ़ा है। पहली दिशा है कोशिका के रासायनिक संगठन का अध्ययन। कोशिका

हम जिस सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करते हैं, उसमें प्रकाश किरणें वस्तु से अन्तर्क्रिया करती हैं। सामग्री के अलग-अलग भाग प्रकाश को अलग-अलग ढंग से प्रभावित करते हैं। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में प्रकाश की बजाय इलेक्ट्रॉन पुंज का उपयोग किया जाता है। इलेक्ट्रॉन पुंज की तरंग लम्बाई सामान्य प्रकाश की अपेक्षा 1,00,000 गुना कम होती है। इसलिए वस्तु को कई गुना और आवर्धित करके देखा जा सकता है। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में काँच के लेंस की बजाय चुम्बकीय लेंस का उपयोग किया जाता है।

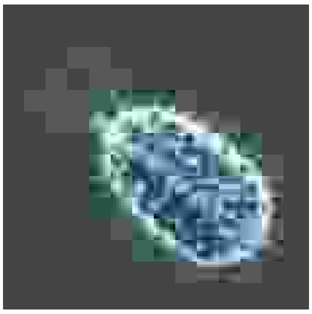
अर्न्स्ट रुस्का   मैक्स नॉल

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी दो तरह के होते हैं। एक ट्रांसमिशन सूक्ष्मदर्शी और दूसरे स्कैनिंग सूक्ष्मदर्शी। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के उपयोग से कोशिकाओं को और भी बारीकी से देखना सम्भव हुआ है। कोशिका के अध्ययन में 1932 में अर्न्स्ट रुस्का (Ernst Ruska 1906-1988) द्वारा बनाए गए इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के महत्व के मद्देनज़र उन्हें करीब 55 वर्ष बाद 1986 में नोबल पुरस्कार से नवाज़ा गया था।

में कौन-से रसायन पाए जाते हैं, उनकी संरचना कैसी है वगैरह का काफी विस्तृत अध्ययन किया गया है। इस दिशा में चलें तो शुरुआत परमाणु और अणु से करके हम यह देख सकते हैं कि धीरे-धीरे इनके व्यवस्थापन से विभिन्न रासायनिक पदार्थ बनते हैं और उनके व्यवस्थापन से कोशिका का निर्माण होता है।

दूसरी दिशा का सम्बन्ध कोशिकाओं के कार्य से है। इसके अन्तर्गत हम कोशिका को सम्पूर्ण जीव की एक इकाई के रूप में देखते हैं और यह मानते हैं कि पूरे जीव के सुचारु कामकाज के लिए कोशिका ही न्यूनतम इकाई है। यानी यह व्यवस्था का एक नया सोपान है। इस तरह से देखने में प्रमुख लक्ष्य कोशिकाओं के परस्पर सम्बन्धों को समझने का होता है ताकि यह देखा जा सके कि अलग-अलग कोशिकाएँ समन्वय में काम करते हुए कैसे एक समूचे जीव के क्रियाकलापों को अंजाम देती हैं।

तीसरी दिशा इन दोनों का मिला-जुला रूप है - इसमें हम यह भी जानना चाहते हैं कि कोशिकाएँ किन पदार्थों व उप-इकाइयों से मिलकर बनी हैं और उसकी संरचना को कैसे बनाए रखा जाता है और वे काम कैसे करती हैं।



एक बैक्टीरिया कोशिका

जहाँ जन्तुओं व पेड़-पौधों के सन्दर्भ में कोशिका सबसे छोटी इकाई है, वहीं कई सजीवों में तो कोशिका उनकी सबसे छोटी इकाई ही नहीं बल्कि एकमात्र इकाई होती है। ये जीव एक ही कोशिका से बने होते हैं। ल्यूवेनहूक ने और हमने जो सूक्ष्म जीव देखे थे, उनमें से कई एक ही कोशिका से बने होते हैं। इनमें खमीर, बैक्टीरिया, पैरामीशियम, युग्लीना, अमीबा वगैरह आते हैं। यह हैरत की बात है कि इन जीवों में सारी बुनियादी जीवन क्रियाएँ (पोषण, श्वसन, प्रजनन, उत्सर्जन वगैरह) एक ही कोशिका के दायरे में सम्पन्न हो जाती हैं।

दो तरह की कोशिकाएँ

यहाँ यह स्पष्ट कर देना मुनासिब होगा कि मोटे तौर पर कोशिकाएँ दो प्रकार की होती हैं। पहली वे कोशिकाएँ हैं जिनमें एक सुस्पष्ट केन्द्रक पाया जाता है। इन्हें यूकेरियोटिक कोशिकाएँ कहते हैं। दूसरे प्रकार की कोशिकाएँ वे हैं जिनमें एक स्पष्ट केन्द्रक का अभाव होता है। इन्हें प्रोकेरियोटिक यानी केन्द्रक-पूर्व कोशिकाएँ कहते हैं। बैक्टीरिया प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं के उदाहरण हैं। यहाँ हम मूलतः यूकेरियोटिक कोशिकाओं की चर्चा करेंगे। यूकेरियोटिक और प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं के बीच कुछ महत्वपूर्ण अन्तर होते हैं। इनकी बात हम अन्त में एक साथ करेंगे।

एक संश्लेषित चित्र

इस मॉड्यूल की गतिविधियाँ करते हुए हमने कई कोशिकाएँ देखी हैं। मोटे तौर पर देखें तो इनमें काफी विविधता नज़र आती है। तब यह कहने का क्या मतलब है कि एक कोशिका कैसी होती है। आम तौर पर पाठ्य पुस्तकों में जन्तु व वनस्पति कोशिकाओं के चित्र दिए जाते हैं। पर सूक्ष्मदर्शी से देखने पर कोशिकाएँ हूबहू उन चित्रों की तरह नहीं दिखतीं। कारण यह है कि पुस्तकों में दिए गए चित्र एक प्रारूपिक जन्तु अथवा वनस्पति कोशिका के होते हैं। ये चित्र किसी एक कोशिका को देखकर नहीं बनाए गए हैं। ये कई कोशिकाओं के अवलोकन के आधार पर निर्मित किए गए हैं।

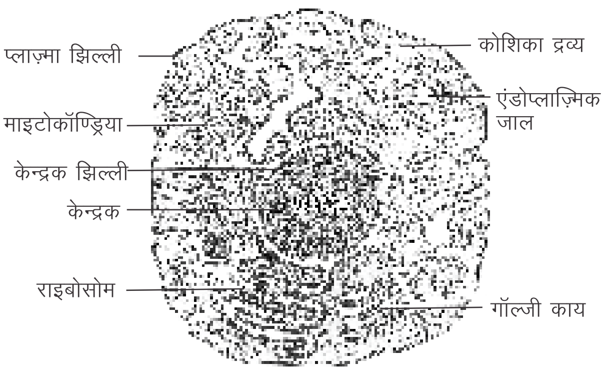
ये चित्र विभिन्न स्रोतों से प्राप्त जानकारी के आधार पर बनाए जाते हैं। अधिकांशतः कोशिकाओं का अध्ययन प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी से किया जाता है। जब हम एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से कोशिका को देखते हैं तो हमें कोशिका भित्ति, सायटोप्लाज़्म (कोशिका द्रव्य), केन्द्रक, क्लोरोप्लास्ट और माइटोकॉण्ड्रिया ही दिखाई देते हैं।

परन्तु जब इन्हीं कोशिकाओं का अवलोकन इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से किया जाता है, तो कुछ अन्य रचनाएँ भी नज़र आती है। तो कोशिका का समग्र चित्र बनाते समय इन रचनाओं को भी उसमें शामिल किया जाता है।

दूसरी बात यह है कि यह ज़रूरी नहीं है कि एक प्रारूपिक पादप कोशिका या जन्तु कोशिका में दिखाई गई सभी रचनाएँ एक साथ सभी कोशिकाओं में पाई जाएँ। कुछ अंग ज़रूर समस्त कोशिकाओं में पाए जाते हैं। जैसे, प्रारूपिक पादप कोशिका में सदैव क्लोरोप्लास्ट दिखाए जाते हैं परन्तु सभी पादप कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट नहीं होते। आपने भी अपने अवलोकनों के दौरान इस बात पर गौर किया होगा कि क्लोरोप्लास्ट केवल पत्तियों व तनों की उन कोशिकाओं में होते हैं जो हरी होती हैं।

हम एक प्रारूपिक कोशिका को किस तरह समझें-समझाएँ। समझ यह है कि हम एक मॉडल बनाते हैं कि कोशिका क्या होती है। अधिकांश कोशिकाओं में पाए जाने वाले उपांगों को हम इस मॉडल में शामिल करते हैं। प्रारूपिक कोशिका हमें अध्ययन का एक तरीका उपलब्ध कराती है। एक बार यह मॉडल उपलब्ध हो तो किसी भी कोशिका की तुलना उससे की जा सकती है।

वैसे तो जन्तु व पादप कोशिकाएँ बहुत अलग-अलग दिखती हैं मगर देखें तो उनमें ज़्यादा अन्तर नहीं होते। दोनों की बनावट और साइज़ लगभग एक जैसी होती है। हालाँकि साइज़ में काफी विविधता होती है मगर अधिकांश कोशिकाओं का व्यास 1 सेंटीमीटर का हज़ारवाँ भाग होता है (देखें बॉक्स कोशिकाएँ: कितनी बड़ी, कितनी सारी)। विभिन्न प्रजातियों के जीवों की कोशिकाओं में भी बहुत कम अन्तर होते हैं। सारी कोशिकाओं में लगभग एक-से कोशिकांग पाए जाते हैं।



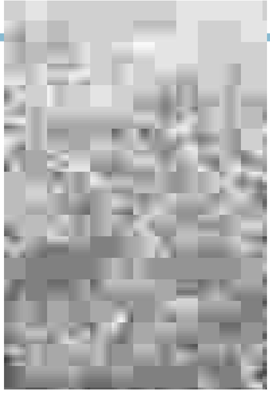
चित्र 16
1962 में विकसित प्रारूपिक कोशिका का चित्र

एकदम बुनियादी प्रक्रियाओं के स्तर पर देखें तो चूहों और मनुष्यों तथा काई और गुलाब की कोशिकाएँ एक-दूसरे से बहुत अलग-अलग नहीं होतीं। इसी प्रकार से एक ही जन्तु या एक ही पौधे की विभिन्न कोशिकाओं में भी समानताएँ ज़्यादा होती हैं, भिन्नताएँ कम। जैसे हमारे लीवर की कोशिकाएँ और गुर्दे की कोशिकाएँ थोड़ी अलग-अलग होती हैं मगर बहुत हद तक एक-जैसी होती हैं। जब अन्तर कम और समानताएँ ज़्यादा हों तो एक मिला-जुला चित्र काफी मददगार होता है जो इन समानताओं को उभारे। प्रारूपिक कोशिका यही समानताएँ उभारने वाला कृत्रिम मॉडल है। अध्ययन की

कोशिकाएँ: कितनी बड़ी, कितनी सारी

रॉबर्ट हुक ने 1663 में ही गणना की थी कि 1 घन इंच (लगभग 15 घन से.मी.) कॉर्क में करीब 1 अरब कोशिकाएँ होंगी। तो आप अनुमान लगा सकते हैं कि ये कितनी छोटी होंगी। एक नवजात शिशु के शरीर में 20 खरब कोशिकाएँ होती हैं और एक वयस्क इन्सान के शरीर में तो 600 खरब कोशिकाएँ पाई जाती हैं। आप जब किसी चीज़ को आँख भरकर देखते हैं तो रेटिना की साढ़े बारह करोड़ प्रकाश संवेदी कोशिकाओं की मदद से देखते हैं और इस सूचना को दिमाग तक ले जाने का काम 10 लाख तंत्रिका कोशिकाएँ करती हैं। जब आप रक्तदान करते हैं तो एक बार में करीब साढ़े पाँच अरब कोशिकाएँ दान करते हैं। और हर दिन आपका शरीर 1 प्रतिशत कोशिकाओं को त्याग कर उनकी जगह नई कोशिकाएँ बना लेता है -- इनकी संख्या 600 अरब होती है।

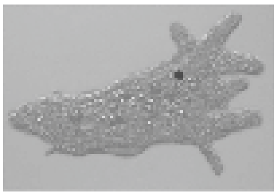
और ज़रा साइज़ का भी अन्दाज़ लगा लिया जाए। ऊपर दिए गए आँकड़ों से इतना तो साफ हो ही गया होगा कि कोशिकाएँ बहुत छोटी होती हैं। मगर कितनी छोटी? कुछ बैक्टीरिया तो मात्र 0.2 माइक्रोमीटर के बराबर होते हैं। 1 माइक्रोमीटर मतलब 1 मीटर का 10 लाखवाँ भाग (10^{-6} मीटर)। यानी 1 से.मी. का 10,000वाँ भाग। या 1 मि.मी. का हज़ारवाँ भाग। औसत जन्तु कोशिका की लम्बाई 20 माइक्रोमीटर होती है। वैसे यह ध्यान रखना ज़रूरी है कि कुछ जन्तु कोशिकाएँ बहुत बड़ी भी हो सकती हैं। जैसे शुतुरमुर्ग के अण्डे की कोशिका का व्यास करीब 7 से.मी. होता है। शुतुरमुर्ग के अण्डे से आशय उसके अन्दर पाए जाने वाले पीले भाग से है। इसी प्रकार से जिराफ की कुछ तंत्रिका कोशिकाएँ उसकी टाँग से दिमाग तक करीब 3



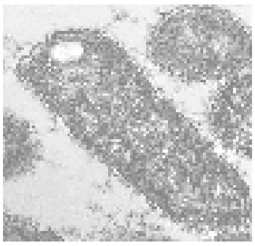
चावल
लगभग 8 मि.मी.

पैरामीशियम
लगभग 0.25 मि.मी.

तंत्रिका कोशिका का स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र
लगभग 0.004 मि.मी.



अमीबा
लगभग 500 माइक्रॉन



ई. कोली बैक्टीरिया
लगभग 3 माइक्रॉन

दृष्टि से प्रारूपिक कोशिकाओं के दो प्रमुख मॉडल बनाए गए हैं - प्रारूपिक जन्तु कोशिका और प्रारूपिक वनस्पति कोशिका।

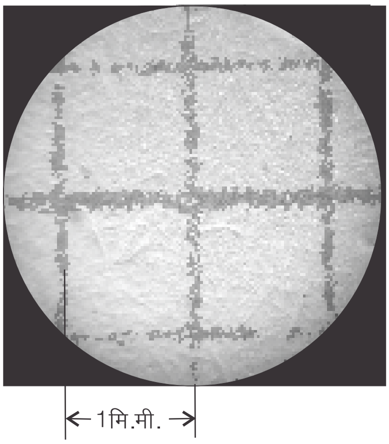
सारांश

यहाँ हम कोशिका के अध्ययन का एक सारांश प्रस्तुत करते हुए एक प्रारूपिक कोशिका की संरचना की बात करेंगे। शुरुआती सिद्धान्त के मुताबिक कोशिकाएँ डिब्बों के समान थीं जिनमें एक पारदर्शी पदार्थ भरा हुआ था। माना गया था कि इसी पदार्थ में जीवन के चमत्कारिक गुण पाए जाते हैं। इसे प्रोटोप्लाज़्म कहा गया था। आगे चलकर प्रोटोप्लाज़्म शब्द को तिलांजलि दे दी गई और उसका स्थान सायटोप्लाज़्म यानी कोशिका द्रव्य ने ले लिया। प्रोटोप्लाज़्म के नामकरण के बारे में बॉक्स देखें।

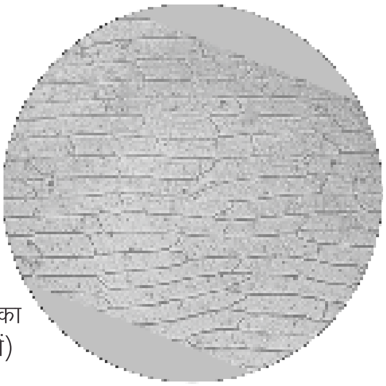
1830 के दशक तक यह स्पष्ट होने लगा था कि सारे

मीटर लम्बी भी होती हैं। साइज़ के बारे में एक बात और ध्यान देने योग्य है। एकाध अपवाद को छोड़ दें तो एक ही जन्तु या पौधे की विभिन्न कोशिकाएँ लगभग एक ही साइज़ की होती हैं। भिन्न-भिन्न जीवों की कोशिकाएँ भी अमूमन एक से सौ माइक्रॉन के साइज़ की होती हैं। बच्चों को (और कभी-कभी बड़ों को भी) यह भ्रम होता है कि बड़े जीवों की कोशिकाएँ बड़ी और छोटे जीवों की कोशिकाएँ छोटी होती होंगी। कोशिकाओं का अवलोकन करते हुए आप भी इनकी साइज़ का एक अच्छा अन्दाज़ लगा सकते हैं। खास तौर से प्याज़ की कोशिकाओं की साइज़ का अन्दाज़ लगाना आसान है।

तरीका यह है कि एक ग्राफ कागज़ लें जिस पर मि.मी. के वर्ग बने हों। थोड़ा-सा तेल लगाकर इसे पारभासी बना लें। अब इसे सूक्ष्मदर्शी में कम आवर्धन में देखें। आँख को बगैर हिलाए-डुलाए यह देखें कि एक बार में आपको कितने मि.मी. हिस्सा दिखाई देता है। अब प्याज़ की कोशिका वाली स्लाइड को उसी आवर्धन में देखें और पता लगाएँ कि एक बार में लम्बाई या चौड़ाई में कितनी कोशिकाएँ नज़र आती हैं। इन दो अवलोकनों की मदद से आपको मोटा-मोटा अन्दाज़ लग जाएगा कि कोशिकाएँ कितनी लम्बी या चौड़ी होती हैं। इसमें दिक्कत यह होती है कि आम तौर पर उपलब्ध ग्राफ कागज़ की रेखाएँ सूक्ष्मदर्शी से देखने पर इतनी फैल जाती हैं कि यह पता लगाना मुश्किल हो जाता है कि रेखा शुरू कहाँ से हो रही है और खत्म कहाँ हो रही है। हमें ज़रूरत होगी एक ऐसे ग्राफ कागज़ की जिस पर बहुत महीन रेखाएँ खिंची हों।



सूक्ष्मदर्शी से
ग्राफ पेपर x40



प्याज़ की कोशिका
(उसी आवर्धन में)

चित्र 17
ग्राफ पेपर की सहायता से कोशिकाओं की साइज़ नापना

पेड़-पौधों और जन्तुओं की कोशिकाओं के बीच में एक बड़ी, अण्डाकार या गोलाकार और आसपास के कोशिका द्रव्य से थोड़े गहरे रंग की एक रचना पाई जाती है। इस रचना को न्यूक्लियस (केन्द्रक) कहा गया। यह भी पता चला कि न्यूक्लियस और आसपास के कोशिका द्रव्य के बीच एक झिल्ली होती है जो इन दोनों को अलग-अलग रखती है। इसे केन्द्रक झिल्ली कहते हैं।

फिर 1880 और 1890 के दशकों में यह स्पष्ट हुआ कि केन्द्रक के आसपास का कोशिका द्रव्य कोई एकसार पदार्थ नहीं है। वास्तव में यह कणदार और लोंदेदार पदार्थ पाया गया। उस समय उपलब्ध अच्छे से अच्छे सूक्ष्मदर्शी से देखने पर पता चला कि कोशिका द्रव्य में कई सारे छोटे-छोटे कण बिखरे हुए हैं। ये कण अण्डाकार, गोलाकार या छड़नुमा होते हैं। इन कणों को माइटोकॉण्ड्रिया कहा गया। इसके बाद की प्रगति इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के आविष्कार के बाद ही सम्भव हुई

मूलभूत जीवित इकाइयों के गणतंत्र

हमने देखा कि विकसित होता कोशिका सिद्धान्त धीरे-धीरे जीव विज्ञान का आम संरचनात्मक आधार बन गया। इस बात को श्वान और श्लाइडन ने जिन भी शब्दों में व्यक्त किया हो, एक जीव वैज्ञानिक ने माना कि कोशिका सिद्धान्त का आशय यह है कि सारे सजीव दरअसल कुछ मूलभूत जीवित इकाइयों के गणतंत्र (republics of living elementary units) हैं।

यह कोशिका सिद्धान्त का बहुत ही सही कथन है। हम देखेंगे कि गणतंत्र के घटकों के समान कोशिकाएँ दो तरह की भूमिकाएँ निभाती हैं। एक तो उनका अपना एक स्वतंत्र अस्तित्व है, वे कई सारे कार्य स्वयं अपने जीवित रहने के लिए करती हैं। दूसरी ओर, वे एक सजीव का हिस्सा भी हैं और इस रूप में वे कुछ क्रिया करती हैं जो पूरे सजीव के जीवन के लिए ज़रूरी हैं।

जैसे अपने किसी अंग को ही लें। लीवर की कोशिकाएँ श्वसन करती हैं, पोषक पदार्थों का उपयोग करती हैं और विभाजित भी होती हैं। ये तो वे कार्य हुए जो उनके अपने अस्तित्व के लिए ज़रूरी हैं। मगर इनके साथ ही लीवर की कुछ कोशिकाएँ कई सारे एंज़ाइमों का निर्माण करती हैं। ये एंज़ाइम हमारे शरीर में भोजन के पाचन व अन्य कई क्रियाओं के लिए आवश्यक होते हैं।

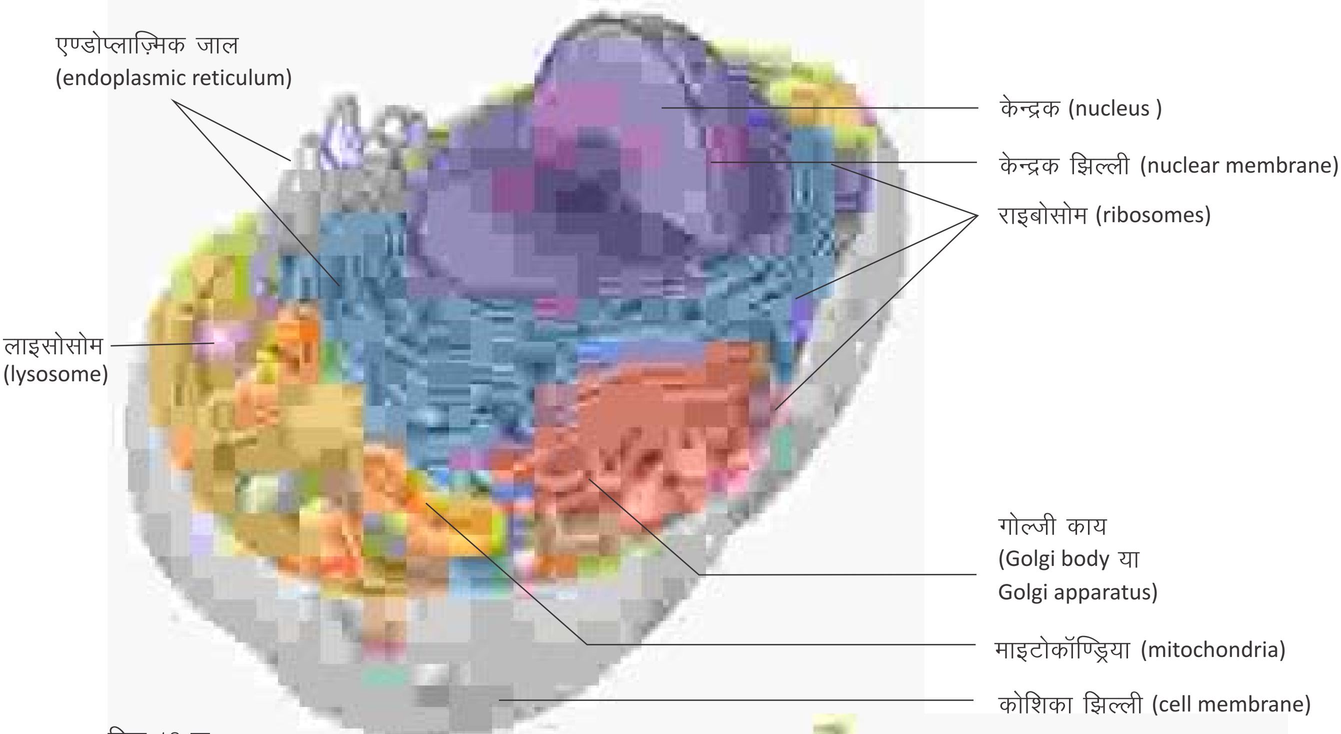
कोशिकाओं से मिलकर सजीव का बनना एक और महत्वपूर्ण बात की ओर संकेत करता है जो जीव विज्ञान में बार-बार सामने आती है। जब कुछ इकाइयों को मिलकर संगठन का नया स्तर बनता है तो उसमें पाए जाने वाले गुण सिर्फ उन इकाइयों के गुणों का योग नहीं होते। नए संगठन स्तर पर कुछ नए गुण उभरते हैं जो उसकी इकाइयों में नहीं थे। इन्हें एमर्जेंट गुण (emergent properties) कहते हैं और जीवन के संगठन में हम इन्हें बार-बार देख सकते हैं।

थी। इसका आविष्कार 1930 के दशक में हुआ था। इसके साथ ही यकायक कोशिका में नई-नई रचनाएँ दिखने लगीं। केन्द्रक और माइटोकॉण्ड्रिया को भी अत्यन्त बारीकी से देखना सम्भव हो गया। पता चला कि इनकी अपनी संरचना भी काफी पेचीदा है। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की मदद से यह स्पष्ट हुआ कि कोशिका द्रव्य भी कोई एकसार तरल पदार्थ नहीं है। इन अवलोकनों के बाद जन्तु व वनस्पति कोशिकाओं के जो चित्र उभरकर आए वे यहाँ दर्शाए गए हैं (चित्र 18)।

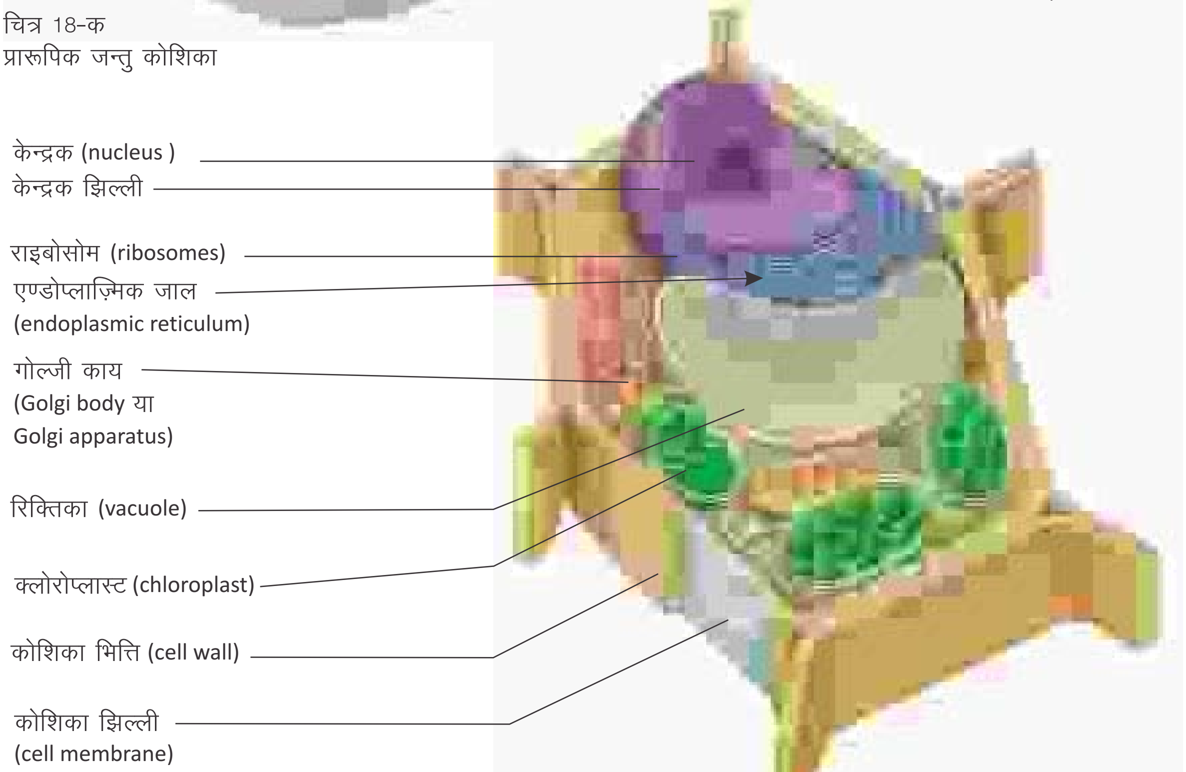
तो कोशिका का जो सफर एक झिल्ली और उसमें भरे साफ तरल पदार्थ के साथ शुरू हुआ था उसमें धीरे-धीरे विभिन्न रचनाएँ जुड़ती गई हैं। अब कोशिका द्रव्य को विभिन्न तन्तुओं, झिल्लियों, छोटे-छोटे कणों के एक जाल के रूप में देखा जाने लगा। यह एकसार तरल की बजाय किसी बुने हुए कालीन या चटाई के समान नज़र आने लगा था। इसके साथ ही यह भी स्पष्ट होता गया कि कोशिका के विभिन्न क्रियाकलाप अलग-अलग उपांगों में होते हैं। तब यह सवाल भी उठने लगा कि फिर कोशिका एक समन्वित इकाई के रूप में कैसे काम करती है। फिलहाल हम इस सवाल की खोजबीन नहीं करेंगे। यहाँ हम कोशिका के कुछ सामान्य उपांगों की संक्षिप्त चर्चा करके कोशिका संरचना की बात को समाप्त करेंगे।

जीव द्रव्य बनाम कोशिका द्रव्य

एक समय पर माना जाता था कि कोशिका में जीवन के गुण उसमें भरे तरल पदार्थ में निहित हैं। तब इसे प्रोटोप्लाज़्म (जीवद्रव्य) कहा गया। जब धीरे-धीरे स्पष्ट हुआ कि यह तरल पदार्थ तो मात्र एक माध्यम है जिसमें कई तरह के कण और रेशे बिखरे हुए हैं और कोशिका की क्रियाएँ इन उपांगों में सम्पन्न होती हैं तो समझ में आया कि जीवन के गुण इस पूरी व्यवस्था में हैं। खास तौर से केन्द्रक की खोज होने पर केन्द्रक के अन्दर का द्रव्य और बाहर का द्रव्य अलग-अलग पहचाने गए। तब जीवद्रव्य का पुनः नामकरण किया गया --- सायटोप्लाज़्म यानी कोशिका द्रव्य। केन्द्रक के अन्दर भरे पदार्थ को केन्द्रक द्रव्य या न्यूक्लियोप्लाज़्म कहा जाने लगा।



चित्र 18-क
प्रारूपिक जन्तु कोशिका



चित्र 18-ख
प्रारूपिक वनस्पति कोशिका

ये चित्र इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से कई कोशिकाओं के अवलोकनों से प्राप्त जानकारी के आधार पर बनाए गए हैं। इनमें विभिन्न उपांगों की साइज़ के अनुपात को ध्यान में नहीं रखा गया है। ये हमें एक कोशिका में पाए जाने वाले अंगों की बारीक संरचना दिखाते हैं।