हाई स्कूल विज्ञान शृंखला

जीवन की इकाई - कोशिका

विज्ञान शिक्षकों के लिए स्रोत सामग्री

एकलव्य का प्रकाशन

जीवन की इकाई - कोशिका
JEEVAN KI IKAI - KOSHIKA

© इस किताब के किसी भी भाग का गैर-व्यावसायिक शैक्षणिक उद्देश्य से कॉपीलेफ्ट चिन्ह के तहत उपयोग किया जा सकता है। स्रोत के रूप में किताब का उल्लेख अवश्य करें तथा एकलव्य को सूचित करें। अन्य किसी भी उपयोग के लिए एकलव्य से सम्पर्क करें।

एकलव्य / मार्च 2011 / 3000 प्रतियाँ
कागज़: 80 gsm गेपलिथो व 300 gsm आर्ट कार्ड (कवर)
पराग इनिशिएटिव, सर रतन टाटा ट्रस्ट तथा सर दोराबजी टाटा ट्रस्ट, मुम्बई के वित्तीय सहयोग से विकसित

ISBN: 978-81-906971-4-9
मूल्य: ₹ 100.00

प्रकाशक: **एकलव्य**
ई-10, शंकर नगर बी.डी.ए. कॉलोनी,
शिवाजी नगर, भोपाल - 462 016 (मध्य प्रदेश)
फोन: 0755 - 255 0976, 267 1017
फैक्स: 0755 - 255 1108
www.eklavya.in
ईमेल: (सम्पादकीय) books@eklavya.in
(किताबें मँगवाने के लिए) pitara@eklavya.in

मुद्रक: आर.के. सिक्युप्रिंट प्रा. लि., भोपाल, फोन: (0755) 2687 589

माड्यूल में प्रयुक्त चित्रों व फोटोग्राफों के लिए हम इन स्रोतों के आभारी हैं :

किताबें: किम टेलर, विकी कॉमन्स, एकलव्य द्वारा प्रकाशित बाल वैज्ञानिक कक्षा 7वीं, कैम्पबेल व रीस द्वारा प्रकाशित बॉयोलॉजी।

websites: netfiles.uiuc.edu, microscopy.uk.com, britannica.com, sciencemuseum.org, winona.edu, nanolook (pickasaweb), microbeauty.com, de.academic.ru, botit.botany.wise.edu, library.thinkquest.org, click4biology, hershypup.net, christophereimer.co.uk, microbiologyonline.org.uk, microscopy-uk.org.uk, ndpteachers.org, education.vetmed.vt.edu

हाई स्कूल विज्ञान शृंखला

मॉड्यूल की शृंखला

होशंगाबाद विज्ञान पाठ्यक्रम व पाठ्य सामग्री की परम्परा को आगे बढ़ाते हुए अगली कक्षाओं के लिए भी पाठ्य सामग्री विकसित करने की ज़रूरत महसूस की जाती रही है। सामान्यतः हाई स्कूल (कक्षा 10 तक) विज्ञान को सामान्य विज्ञान के रूप में ही पढ़ाया जाता है। एकलव्य तथा उससे जुड़े शैक्षिक स्रोत समूह ने पिछले वर्षों में हाई स्कूल स्तर के पाठ्यक्रम पर काफी सोच-विचार किया है। इस प्रक्रिया में से एक विचार यह उभरा कि विज्ञान के कुछ प्रमुख क्षेत्रों से सम्बन्धित हाई स्कूल स्तर की सामग्री तैयार की जाए, जो पाठ्यक्रम की एक मोटी-मोटी समझ पर आधारित हो और इस समझ की झलक प्रस्तुत करती हो। इस विचार के तहत कुछ विज्ञान शिक्षकों, वैज्ञानिकों, शिक्षाविदों तथा शिक्षा में रुचि रखने वाले व्यक्तियों ने अलग-अलग विषयों पर कुछ मॉड्यूल तैयार करना शुरू किया है। फिलहाल इन मॉड्यूलों का ढाँचा सुपरिभाषित नहीं है और जैसे-जैसे काम बढ़ेगा इस शृंखला की बनावट स्पष्ट होगी।

जीवन की इकाई - कोशिका नामक इस मॉड्यूल का विकास जीव विज्ञान पढ़ाने वाले कुछ अध्यापकों तथा अन्य रुचि रखने वाले व्यक्तियों ने मिलकर किया है। कोशिका सिद्धान्त के ऐतिहासिक विकास क्रम में पूरी बात को प्रस्तुत करते हुए इस मॉड्यूल के कम से कम चार प्रारूप तैयार हुए। व्यापक फीडबैक के बाद इसे अन्तिम रूप दिया गया है। इस प्रक्रिया की एक विशेषता यह है कि मॉड्यूल में दी गई गतिविधियों को लेखक समूह ने कई-कई बार करके देखा है। इसके अलावा शिक्षकों के विभिन्न समूह भी इनमें से अधिकांश गतिविधियों को करके देख चुके हैं। मॉड्यूल में प्रस्तुत चित्र व फोटो भी इस नज़र से परखे गए हैं कि जब विद्यार्थी इन चीज़ों को देखें तो लगभग ऐसी ही नज़र आएँ।

जीवन की इकाई - कोशिका

विषय सूची

भूमिका 7

कोशिका का अध्ययन क्यों? 7

मॉड्यूल की बनावट 8

कोशिका - खोज की कहानी 10

सूक्ष्मदर्शी का उपयोग कैसे करें? 11

कोशिका: पहली समझ 14

एक महत्व का अवलोकन 16

अभिरंजन या स्टेनिंग तकनीक 16

कोशिका सिद्धान्त उभरा 18

नए कोशिकांगों की खोज 20

कोशिका सिद्धान्त और तंत्रिकाएँ 21

अवलोकनों की मिलीजुली प्रस्तुति : प्रारूपिक कोशिका 22

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी और सेंट्रीफ्यूज 23

दो तरह की कोशिकाएँ 24

एक संश्लेषित चित्र 25

सारांश 26

कोशिका झिल्ली 30

कोशिका भित्ति 30

केन्द्रक 31

राइबोसोम 32

एसीटाबुलेरिया पर प्रयोग 33

गोल्जी काय 34

लाइसोसोम 34

माइटोकॉण्ड्रिया 34

क्लोरोप्लास्ट 35
कोशिका कंकाल 36
रिक्तिकाएँ 36
प्रोकेरियोटिक कोशिकाएँ 36
कोशिका आए कहाँ से? **39**
सूक्ष्मजीवों ने उछाला एक बड़ा सवाल 41
तो क्या स्वतः जनन सम्भव है? 43
कोशिका से कोशिका **47**
कोशिका सिद्धान्त आगे बढ़ा 52
कोशिका सिद्धान्तः आगे बढ़ते कदम **53**
कोशिकाओं में विभेदन 53
जीव विज्ञान का विकास 55
कोशिका अध्ययन के प्रमुख मील के पत्थर 58
परिशिष्ट
1 सूक्ष्मदर्शी से जान-पहचान **60**
2 क्या कोशिकाएँ चपटी होती हैं? **64**
3 कुछ और गतिविधियों के सुझाव **66**
क्रमसूची **69**
आभार **71**

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।

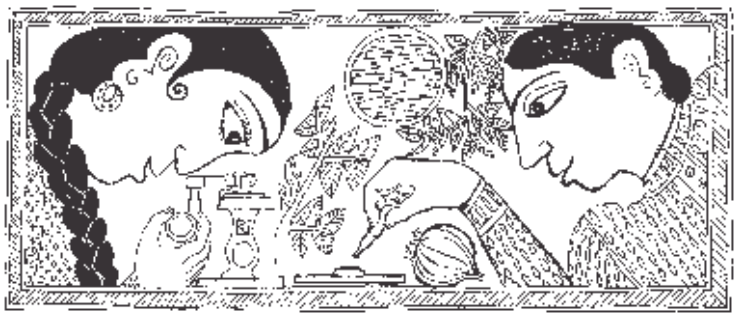
बात स्पष्ट होते-होते समय लगा था कि जीवन की क्रियाएँ कोशिकाओं में सम्पन्न होती हैं।

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?

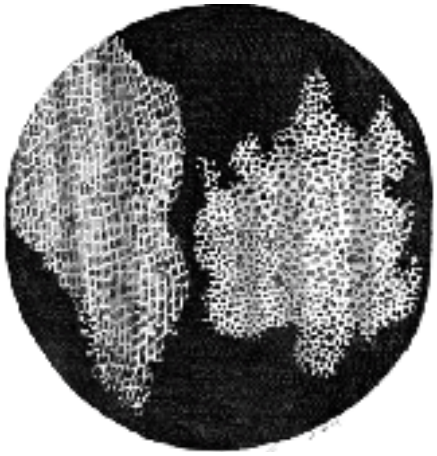
हम इसका ऐतिहासिक विकास देखने की कोशिश करेंगे। साथ-साथ कुछ गतिविधियाँ, कुछ प्रयोग, कुछ अवलोकन भी करते चलेंगे। इस अध्ययन के लिए आपको मुख्य रूप से एक सूक्ष्मदर्शी की ज़रूरत होगी। हाई स्कूल में आम तौर पर सूक्ष्मदर्शी होते हैं।

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)।

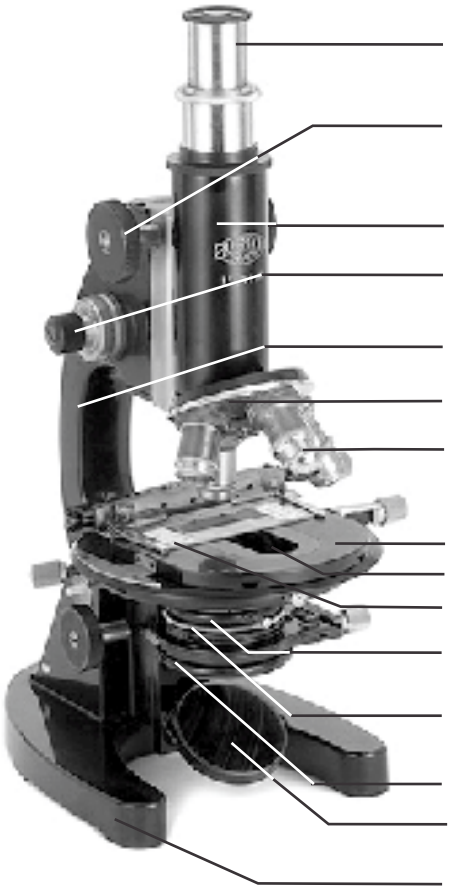
ऐसा लगता है कि रॉबर्ट हुक कॉर्क की झिल्ली को सूक्ष्मदर्शी में रखकर देख रहे थे ताकि कॉर्क के गुणों को समझ सकें। जैसे, वे यह जानना चाहते थे कि कॉर्क इतना हल्का-फुल्का क्यों होता है। वे शायद यह भी जानना चाहते थे कि कॉर्क पानी क्यों नहीं सोखता। मगर जब उन्होंने इसे देखा तो वे यह देखे बगैर न रह सके कि

चित्र 3-क
रॉबर्ट हुक का सूक्ष्मदर्शी



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

सूक्ष्मदर्शी का उपयोग कैसे करें?



चित्र 2
संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

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 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।

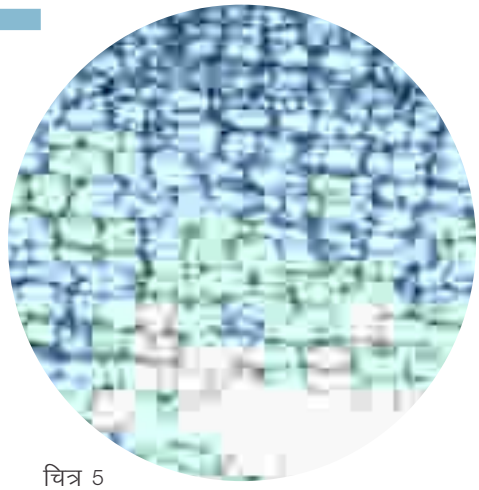
हुक ने जो देखा उसे आप भी देखें!

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।



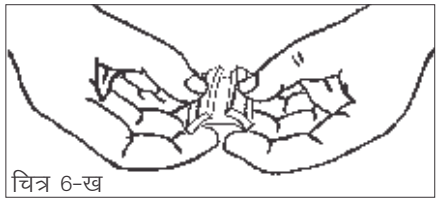
चित्र 5
कॉर्क की कोशिकाएँ x100

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

गतिविधि 1(ख): प्याज़ की झिल्ली का अवलोकन

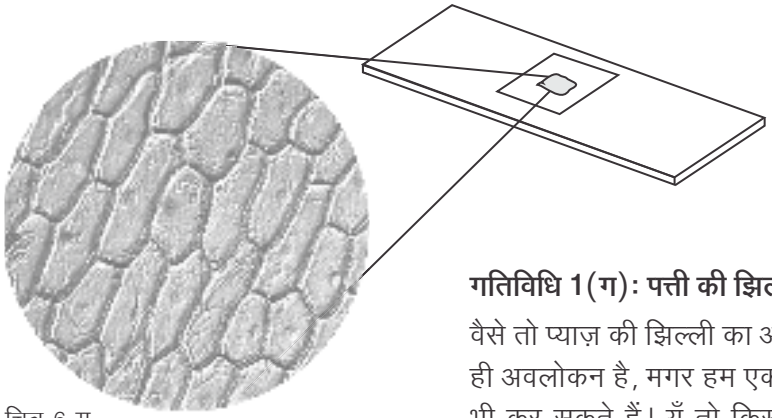
एक प्याज़ को थोड़ा-सा छीलकर अन्दर से मोटी और रसदार परत का एक टुकड़ा निकाल लें (चित्र 6-क)। प्याज़ के इस टुकड़े को तोड़ें और टूटे हुए टुकड़ों को एक-दूसरे से दूर खींचें (चित्र 6-ख)। आपको अन्दर से एक पतली, पारदर्शक झिल्ली अलग होती हुई दिखेगी। इस झिल्ली को अलग करके इसका एक छोटा-सा टुकड़ा पानी की एक बूँद 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।

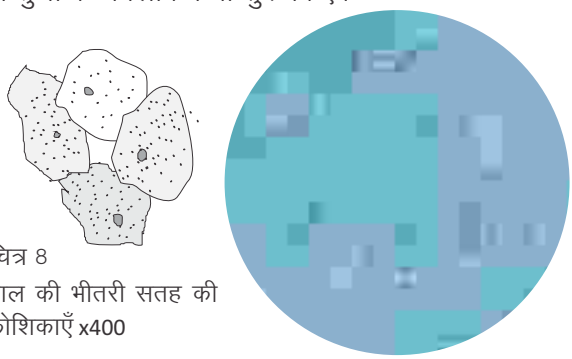
पत्ती और प्याज़ की झिल्ली की स्लाइडों की तुलना करें।

- 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 ?

कोशिका: 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।

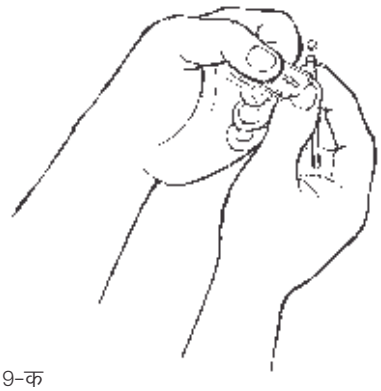
इन सारी कटानों को पानी में डालकर रख लें। अब इनमें से एक अच्छी पतली कटान को स्लाइड पर एक बूँद पानी में रखकर कवर स्लिप से ढँककर सूक्ष्मदर्शी से देखें।

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।

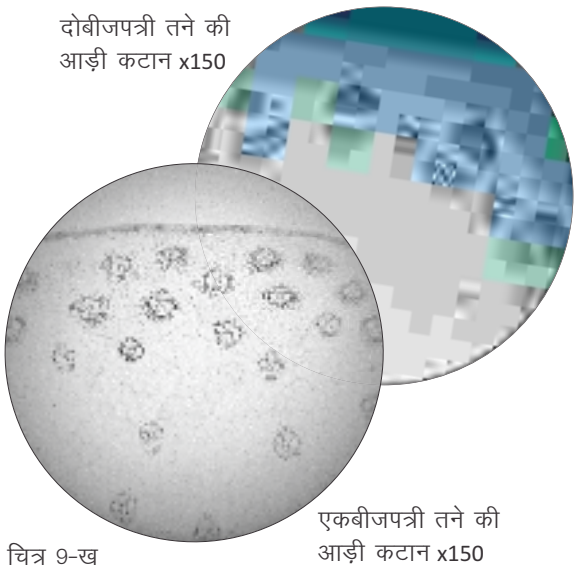
इन अवलोकनों का मुख्य उद्देश्य यह देखना है कि क्या सारी सजीव चीज़ों में कोशिकाएँ हैं और क्या वे एक जैसी हैं? छात्रों का ध्यान कोशिकाओं में विविधता की ओर दिलाइए। आगे की चर्चा के लिए यह महत्वपूर्ण है।

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।

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।



चित्र 9-क
तने की आड़ी कटान काटने की विधि



चित्र 9-ख

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।

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।

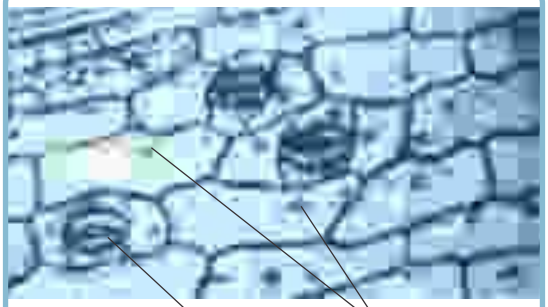
एक महत्व का अवलोकन

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।

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



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।

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।

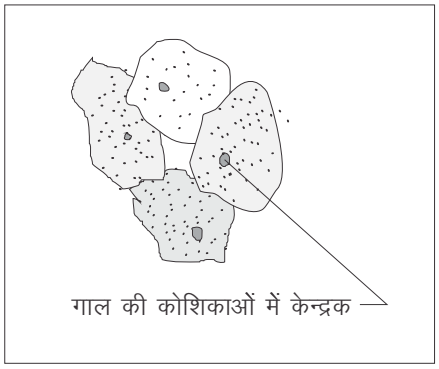
गतिविधि 3(क): प्याज़ की कोशिका में केन्द्रक

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।

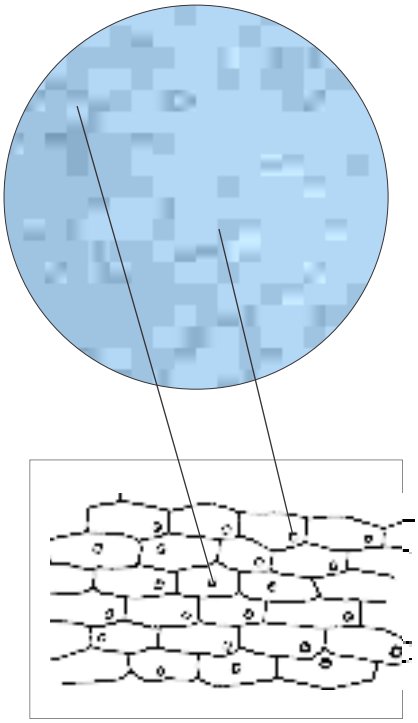
बच्चों से यह देखने को कहें कि क्या कोशिकाओं में लाल रंग की एक गोल रचना नज़र आ रही है। यही केन्द्रक है। वैसे तो ज़रूरत नहीं पड़ेगी मगर चित्र 11 की मदद ले सकते हैं

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 कहाः "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।

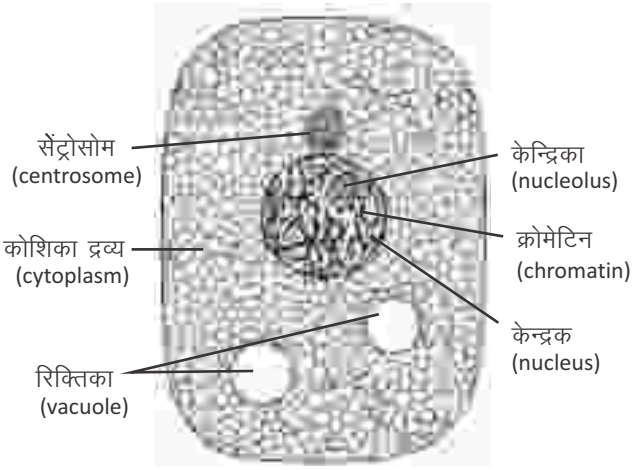
दूसरी बात यह हुई कि जीवन को समझने के लिए कोशिका के अध्ययन का महत्व स्थापित हुआ। वास्तव में कोशिका आधुनिक जीव विज्ञान की मूल मान्यताओं में से एक कही जा सकती है। जैव विकास की अवधारणा पहले ही उभरने लगी थी। जैव विकास की अवधारणा का मूल था कि जीवों का धीरे-धीरे विकास होता है अर्थात जीवों के रूप लगातार परिवर्तनशील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

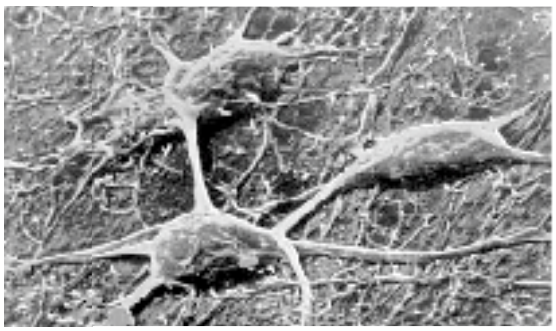
कोशिका सिद्धान्त का एक असर यह हुआ कि जीवों को उनके घटकों यानी हिस्सों के रूप में देखा जाने लगा। अर्थात् यह सोचा जाने लगा कि जीव मतलब उसकी समस्त कोशिकाओं का योग। इसका एक उदाहरण देखिए। पहले तो बीमारियों की प्रक्रिया को जीव के स्तर पर देखा जाता था। कोशिका सिद्धान्त के प्रतिपादन के बाद कोशिका रोगविज्ञान 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।

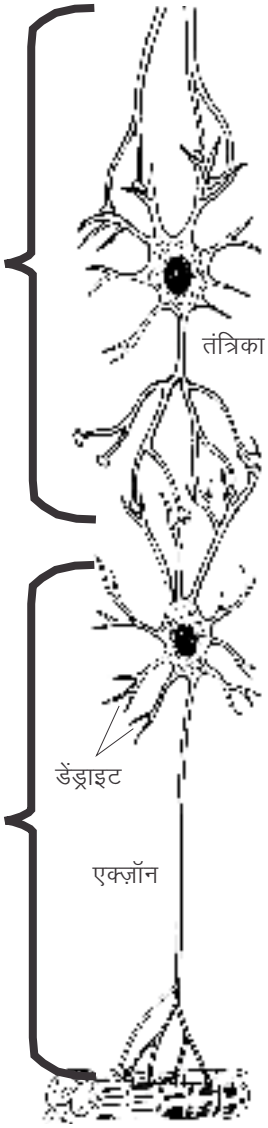
धीरे-धीरे तकनीकों में सुधार होते गए और कोशिकाओं की आन्तरिक रचना का खुलासा होता गया। सूक्ष्मदर्शी और अवलोकन की तकनीकों में विकास के चलते उन्नीसवीं सदी के अन्त तक वे सारे कोशिकांग पहचाने जा चुके थे जिन्हें आज कोशिका संरचना का हिस्सा माना जाता है। जैसे 1897 में एर्गेस्टोप्लाज़्म (अर्थात् एण्डोप्लाज़्मिक 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

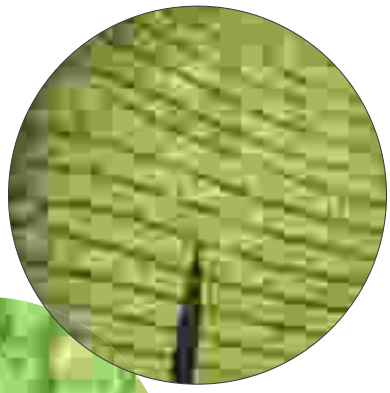
नए-नए विकसित होते कोशिका सिद्धान्त के सामने एक कठिन चुनौती उपस्थित हुई थी, उसका ज़िक्र करना ज़रूरी है। एक ओर कोशिका सिद्धान्त के विकास के साथ यह बात स्वीकार की जा रही थी कि समस्त जीवधारियों का शरीर कोशिकाओं से बना है, वहीं तंत्रिका तंत्र के अवलोकन बता रहे थे कि यह तंत्र कोशिकाओं से नहीं बना है बल्कि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

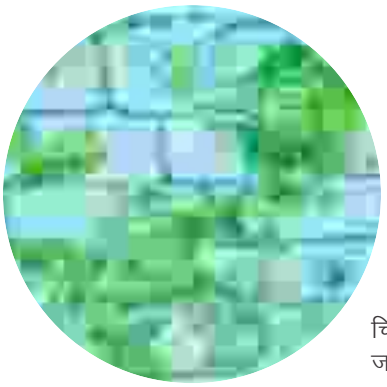
इस भ्रामक स्थिति का मुख्य कारण यह था कि तंत्रिका का अध्ययन बहुत मुश्किल था क्योंकि एक अकेली तंत्रिका कोशिका को अलग करके देख पाना सम्भव न था। इसके अलावा डेंड्राइटों के सिरों पर निकली शाखाएँ भी नज़र नहीं आती थीं। ऐसा लगता था जैसे ये तन्तु सतत रूप से फैले हुए हैं। इसके परिणामस्वरूप यह मान लिया गया कि तंत्रिकाएँ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

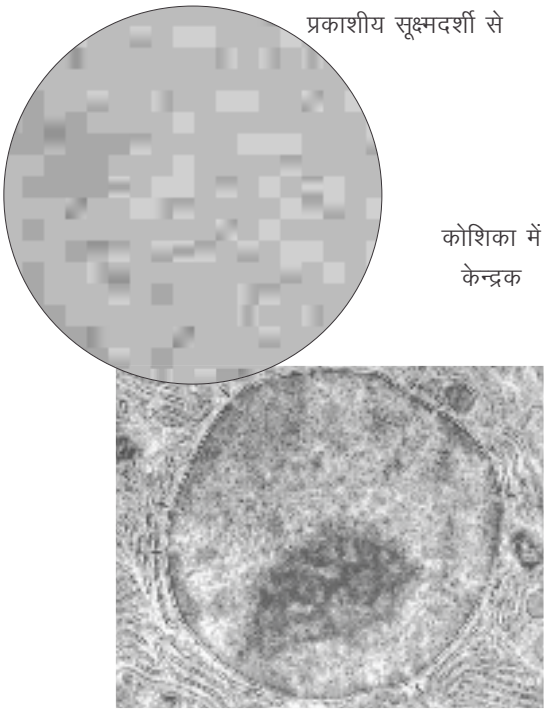
अवलोकनों की मिली-जुली प्रस्तुति : प्रारूपिक कोशिका

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।



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।

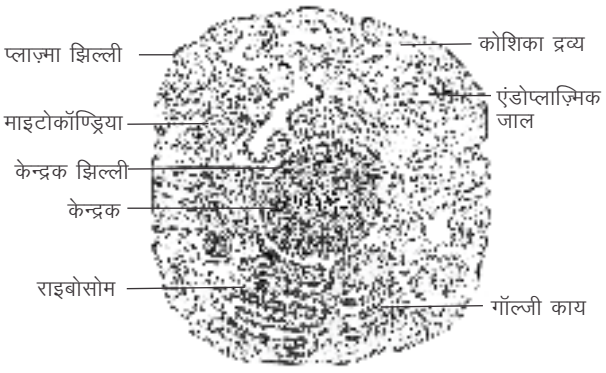
ये चित्र विभिन्न स्रोतों से प्राप्त जानकारी के आधार पर बनाए जाते हैं। अधिकांशतः कोशिकाओं का अध्ययन प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी से किया जाता है। जब हम एक संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से कोशिका को देखते हैं तो हमें कोशिका भित्ति, सायटोप्लाज़्म (कोशिका द्रव्य), केन्द्रक, क्लोरोप्लास्ट और माइटोकॉण्ड्रिया ही दिखाई देते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

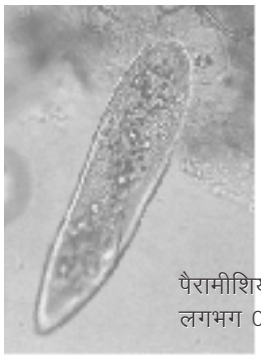
एकदम बुनियादी प्रक्रियाओं के स्तर पर देखें तो चूहों और मनुष्यों तथा काई और गुलाब की कोशिकाएँ एक-दूसरे से बहुत अलग-अलग नहीं होतीं। इसी प्रकार से एक ही जन्तु या एक ही पौधे की विभिन्न कोशिकाओं में भी समानताएँ ज़्यादा होती हैं, भिन्नताएँ कम। जैसे हमारे लीवर की कोशिकाएँ और गुर्दे की कोशिकाएँ थोड़ी अलग-अलग 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

कोशिकाएँः 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।

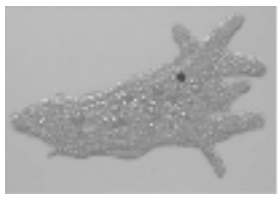
और ज़रा साइज़ का भी अन्दाज़ लगा लिया जाए। ऊपर दिए गए आँकड़ों से इतना तो साफ हो ही गया होगा कि कोशिकाएँ बहुत छोटी होती हैं। मगर कितनी छोटी? कुछ बैक्टीरिया तो मात्र 0.2 माइक्रोमीटर के बराबर होते हैं। 1 माइक्रोमीटर मतलब 1 मीटर का 10 लाखवाँ भाग (10^{-6} मीटर)। यानी 1 से.मी. का 10,000वाँ भाग। या 1 मि.मी. 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.

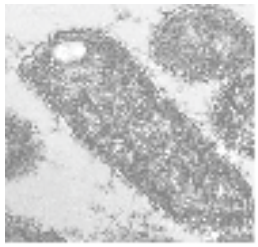


पैरामीशियम
लगभग 0.25 मि.मी.

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।

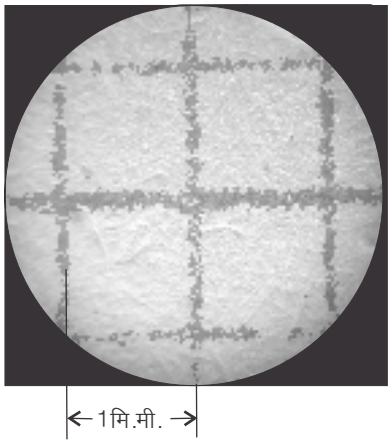
सारांश

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।



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।

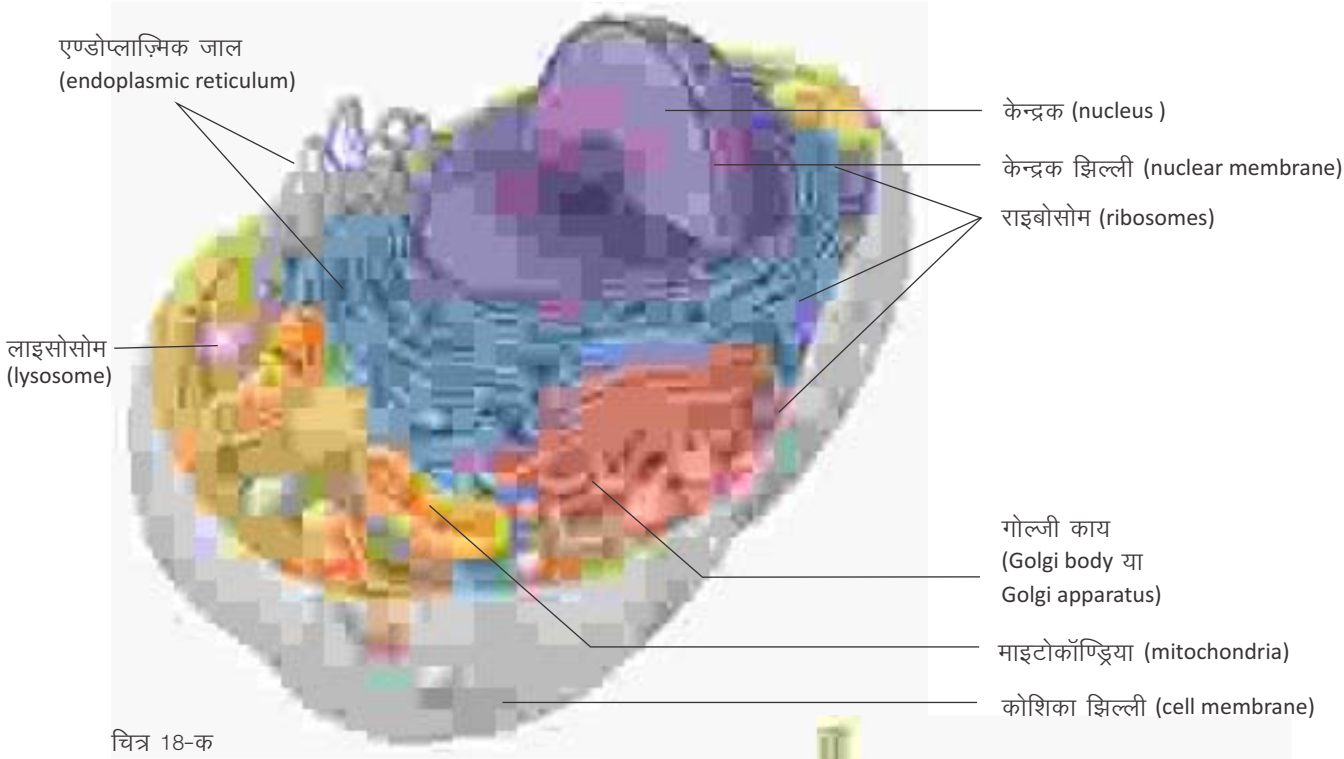
कोशिकाओं से मिलकर सजीव का बनना एक और महत्वपूर्ण बात की ओर संकेत करता है जो जीव विज्ञान में बार-बार सामने आती है। जब कुछ इकाइयों को मिलकर संगठन का नया स्तर बनता है तो उसमें पाए जाने वाले गुण सिर्फ उन इकाइयों के गुणों का योग नहीं होते। नए संगठन स्तर पर कुछ नए गुण उभरते हैं जो उसकी इकाइयों में नहीं थे।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

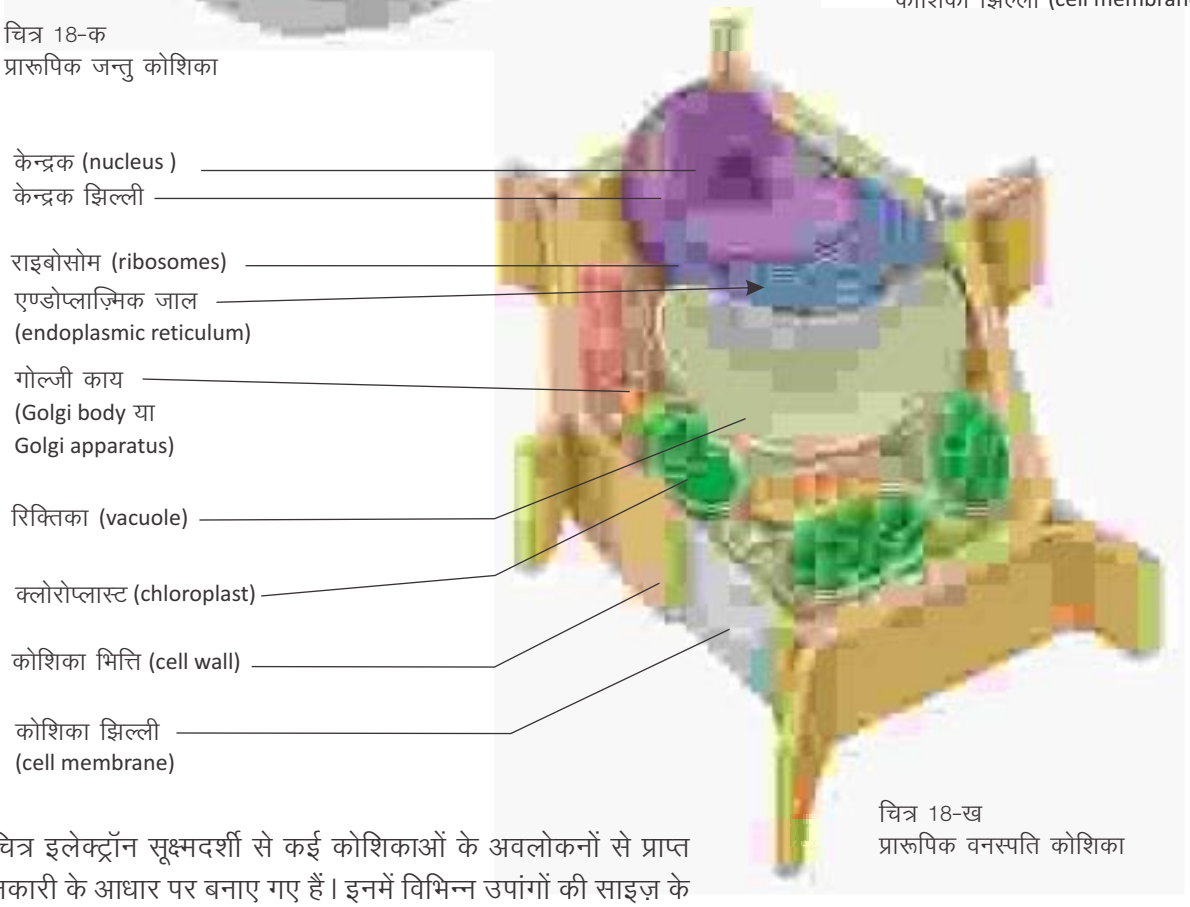
तो कोशिका का जो सफर एक झिल्ली और उसमें भरे साफ तरल पदार्थ के साथ शुरू हुआ था उसमें धीरे-धीरे विभिन्न रचनाएँ जुड़ती गई हैं। अब कोशिका द्रव्य को विभिन्न तन्तुओं, झिल्लियों, छोटे-छोटे कणों के एक जाल के रूप में देखा जाने लगा। यह एकसार तरल की बजाय किसी बुने हुए कालीन या चटाई के समान नज़र आने लगा था। इसके 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

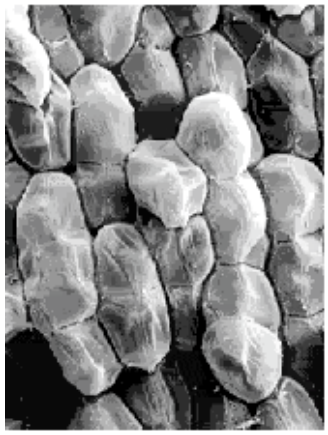
ये चित्र इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से कई कोशिकाओं के अवलोकनों से प्राप्त जानकारी के आधार पर बनाए गए हैं। इनमें विभिन्न उपांगों की साइज़ के अनुपात को ध्यान में नहीं रखा गया है। ये हमें एक कोशिका में पाए जाने वाले अंगों की बारीक संरचना दिखाते हैं।

कोशिका झिल्ली (cell membrane)

कोशिका झिल्ली कोशिका का आकार और उसकी सीमा का निर्धारण करती है, कोशिका द्रव्य को अपने अन्दर समाए रखती है और बाहरी पर्यावरण से सुरक्षित भी। कोशिका के अन्दर का वातावरण बाहरी वातावरण से अलग होता है। कोशिका के अन्दर पदार्थों का एक विशिष्ट संघटन व सन्तुलन पाया जाता है। इसे बनाए रखने में कोशिका झिल्ली प्रमुख भूमिका निभाती है। कोशिका झिल्ली ही कोशिका की सबसे बाहरी परत है जो कोशिका द्रव्य को बाहरी पर्यावरण से अलग रखती है। इसे कोशिका कला या प्लाज़्मा झिल्ली भी कहते हैं।

कोशिका के अन्दर आने वाले किसी भी पदार्थ को इससे गुज़रकर ही अन्दर आना होता है और इसी तरह कोई पदार्थ इससे होकर ही बाहर जा सकता है। इस झिल्ली की विशेषता यह होती है कि यह हर पदार्थ को अन्दर-बाहर नहीं आने-जाने देती। कोशिका झिल्ली में से पदार्थों का आवागमन चुन-चुनकर होता है। इसलिए इसे चुन-चुनकर-पारगम्य यानी चयनात्मक पारगम्य (selectively permeable) झिल्ली कहते हैं। अपने इस गुण की बदौलत यह कोशिका में विभिन्न पदार्थों के आवागमन का नियंत्रण करती है।

वैसे कोशिका झिल्ली एक काम और भी करती है। हरेक कोशिका झिल्ली पर ऐसे पहचान चिन्ह होते हैं जिनकी मदद से कोशिकाएँ एक दूसरे को पहचानती हैं। अर्थात् कोशिका पहचान का काम भी इसी झिल्ली के ज़िम्मे है। इस भूमिका का सजीवों के जीवन में काफी महत्व है। खास तौर से जन्तुओं में शुरुआती परिवर्धन (development) के दौरान नई-नई कोशिकाएँ बनती हैं और एक जगह से दूसरी जगह स्थानान्तरित होती हैं। इन्हें इनके जैसी कोशिकाएँ पहचान लेती हैं। इस तरह से इनके बीच जुड़ाव बनता है। यही जुड़ाव ऊतकों व अंगों के बनने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके अलावा सजीव के शरीर में कोई बाहरी कोशिका आ जाने पर भी शरीर की कोशिकाएँ उसे पराई कोशिका के रूप में पहचान पाती हैं।



चित्र 19
स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से उबले आलू की कोशिकाएँ

कोशिका भित्ति (cell wall)

यह पादप कोशिकाओं की विशेषता है। जहाँ जन्तुओं में बाहरी परत केवल प्लाज़्मा झिल्ली होती है वहीं पौधों की कोशिकाओं में प्लाज़्मा झिल्ली के बाहर सेल्यूलोज़ से बनी एक मज़बूत परत पाई जाती है जिसे कोशिका भित्ति कहते हैं। जन्तु और पादप कोशिकाओं में यह एक प्रमुख अन्तर माना जाता है।

कोशिका भित्ति एक सख्त अथवा लचीली, छिद्रमय परत होती है जो कोशिका को एक निश्चित आकार व सुरक्षा प्रदान करती है। पहले माना जाता था कि यह लगभग निष्क्रिय दीवार है परन्तु अब इसे कोशिका का एक महत्वपूर्ण अंग माना जाता है जो वृद्धि एवं विकास के दौरान अन्य कोशिकाओं से लगातार सूचनाओं का आदान-प्रदान करती है।

चित्र 20
टमाटर के छिलके की कोशिकाएँ x450

रियो की पत्ती की कोशिका झिल्ली का अवलोकन

चित्र 21-क

चित्र 21-ख

गतिविधि 5: कोशिका झिल्ली का अवलोकन

कोशिका झिल्ली का अवलोकन सीधे-सीधे नहीं किया जा सकता। परोक्ष ढंग से हमें इसकी उपस्थिति पता चलती है। इसके लिए *रियो बायकलर (Rhoeo bicolor)* नामक पौधे की पत्ती बहुत उपयोगी है। *रियो बायकलर* एक सजावटी पौधा है; इसकी पत्तियाँ एक तरफ हरी और दूसरी तरफ से जामुनी होती हैं। रियो की एक पत्ती लेकर उसकी जामुनी वाली सतह से एक पतली झिल्ली निकाल लें। इसे स्लाइड पर सूक्ष्मदर्शी में देखें (चित्र 21-क)।

क्या कोशिकाओं में गुलाबी रंग का पदार्थ भरा नज़र आता है?

अब इसी झिल्ली पर नमक के हल्के-से घोल की एक-दो बूँद डालकर 5 मिनट के लिए रख दें। फिर से सूक्ष्मदर्शी में देखें (चित्र 21-ख)।

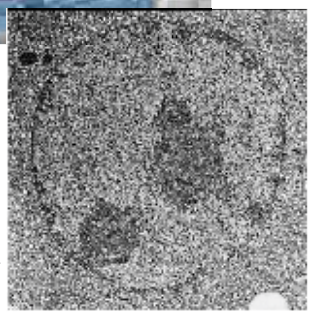
क्या गुलाबी रंग कोशिका के एक हिस्से में सिमट गया है?

वास्तव में हुआ यह है कि नमक के घोल के असर से कोशिका द्रव्य सिकुड़ गया है और साथ में कोशिका झिल्ली भी। लाल रंग वाले हिस्से की बाहरी सीमा ही कोशिका झिल्ली है, जो कोशिका भित्ति से दूर हो गई है।

यदि आप करना चाहें तो सिमटे हुए रंग को वापिस फैला सकते हैं। इसके लिए इतना ही करना होगा कि झिल्ली को अच्छी तरह पानी से धोकर थोड़ी देर (करीब 5 मिनट) पानी में ही रखी रहने दें।

चित्र 22

केन्द्रक की कटान का चित्र



स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से केन्द्रक का चित्र

केन्द्रक (nucleus)

यह कोशिका का एक महत्वपूर्ण अंग है। इसे कोशिका का नियंत्रण कक्ष भी कहा जाता है। केन्द्रक सबसे बड़ा और स्पष्ट रूप से दिखाई देने वाला कोशिकांग है। इसे सबसे पहले राबर्ट ब्राउन ने 1831 में न्यूक्लियस नाम दिया था हालाँकि उन्हें इसके कार्य की कोई जानकारी न थी। आप पढ़ ही चुके हैं कि कोशिका सिद्धान्त के प्रवर्तकों में से एक श्लाइडन का विचार था कि केन्द्रक से ही नई कोशिका बनती है; वे इसे सायटोब्लास्ट कहते थे।

एकाध अपवाद को छोड़कर केन्द्रक सभी यूकेरियोटिक कोशिकाओं में पाया जाता है। अपवाद के तौर पर कुछ स्तनधारियों की लाल रक्त कोशिकाओं तथा पौधों की फ्लोएम सीव ट्यूब के उदाहरण दिए जा सकते हैं। इनमें भी शुरुआत में केन्द्रक होते हैं मगर जल्दी ही बाहर निकाल दिए जाते हैं और नष्ट हो जाते हैं।

केन्द्रक कोशिका के सभी कार्यों का संचालन एवं नियंत्रण करता है और जीव के गुणों का निर्धारण भी करता है। यही जीवों के आनुवंशिक गुणों का वाहक है। केन्द्रक का गहरा सम्बन्ध कोशिका की विभाजन क्रिया से भी है।

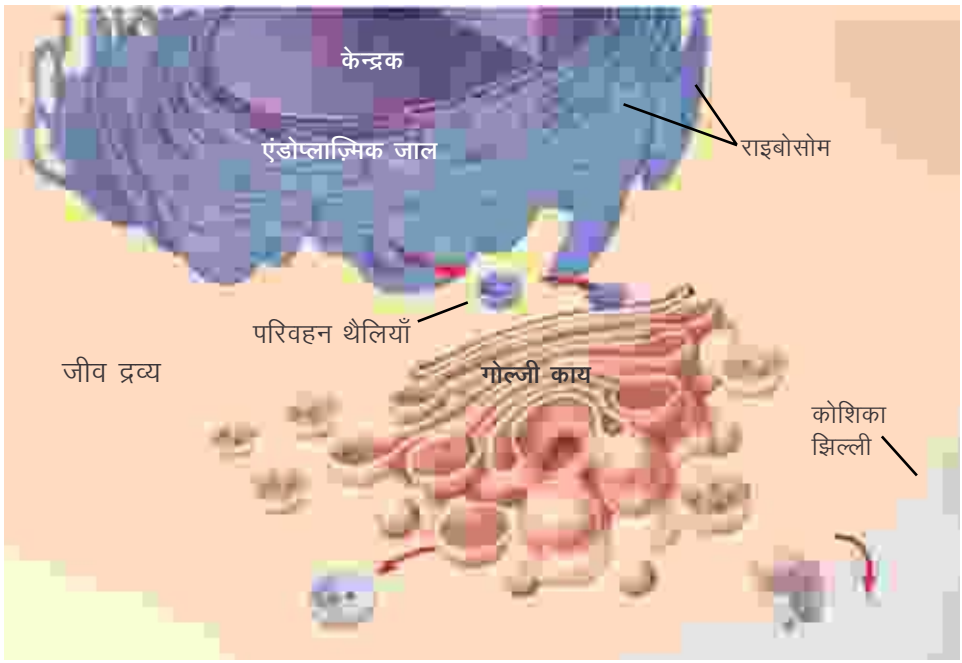
केन्द्रक और शेष कोशिका द्रव्य के बीच एक झिल्ली होती है जो लगभग कोशिका झिल्ली के समान होती है। इस झिल्ली में कई छिद्र होते हैं जिनमें से पदार्थ आ-जा सकते हैं। कोशिकाओं का लगभग सारा आनुवंशिक पदार्थ यानी डी.एन.ए. केन्द्रक में ही होता है। केन्द्रक में डी.एन.ए. अन्य पदार्थों के साथ जुड़कर क्रोमेटिन के रूप में पाया जाता है। कोशिका विभाजन के समय यह क्रोमोसोम्स यानी गुणसूत्रों के रूप में संघनित हो जाता है। डी.एन.ए. में ही यह सूचना रासायनिक इकाइयों (जीन) के रूप में संचित होती है कि सम्बन्धित कोशिका कौन-कौन से प्रोटीन बनाएगी। विशिष्ट प्रोटीनों के द्वारा ही आनुवंशिक गुणों का निर्धारण होता है। समय-समय पर यह सूचना एक अन्य पदार्थ आर.एन.ए. के रूप में केन्द्रक से बाहर निकलकर कोशिका द्रव्य में पहुँचती है और वहाँ प्रोटीन निर्माण की क्रिया शुरू होती है। कोशिकाओं में प्रोटीन निर्माण का काम राइबोसोम नामक रचनाओं में होता है।

राइबोसोम (ribosomes)

राइबोसोम कोशिका में बिखरे बहुत बारीक कण जैसे होते हैं। ये प्रायः एंडोप्लाज़्मिक जाल से चिपके रहते हैं। कोशिकाओं में प्रोटीन के निर्माण का काम इन्हीं राइबोसोम पर होता है। केन्द्रक से प्राप्त सूचनाओं के आधार पर राइबोसोम नामक कारखानों में प्रोटीन बनाए जाते हैं।

जब कोशिका को इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से देखा गया तो पता चला कि पूरे कोशिका द्रव्य में झिल्लियों का एक जाल बिछा हुआ है। यह जाल कोशिका द्रव्य के अन्दर ही अन्दर रास्तों का निर्माण कर देता है।

कोशिका के एक हिस्से से दूसरे हिस्से तक पदार्थों का आवागमन इन्हीं रास्तों से होता है। इस जाल को एंडोप्लाज़्मिक जाल या रेटिकुलम कहते हैं।



चित्र 23
केन्द्रक से प्रोटीन बनाने की सूचना एंडोप्लाज़्मिक जाल पर स्थित राइबोसोम को पहुँचती है, जहाँ प्रोटीन बनकर परिवहन थैलियों द्वारा गॉल्जी काय तक पहुँचाए जाते हैं। गॉल्जी काय में इनकी पैकिंग होती है और जीवद्रव्य में अन्य स्थानों पर या कोशिका से बाहर भेज दिए जाते हैं।

केन्द्रक ही गुणों का निर्धारण करता है, इसका स्पष्ट प्रमाण सर्वप्रथम जर्मन जीव वैज्ञानिक जोकिम हेमरलिंग (Joachim Hämmerling) ने 1934 में एक समुद्री शैवाल एसीटाबुलेरिया पर किए गए प्रयोगों से दिया था।

एसीटाबुलेरिया पर प्रयोग

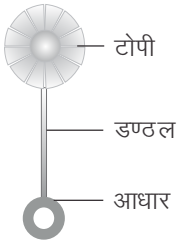
हैमरलिंग ने किया यह कि फूलटोपी शैवाल का आधार लिया (टोपी और डण्ठल रहित) तथा इस पर एक छातोटोपी शैवाल का डण्ठल (आधार व टोपी रहित) रोप दिया। इस पर जो टोपी उगी वह छाते और फूल का मिला-जुला रूप थी। मतलब आधार में मौजूद कुछ पदार्थ और डण्ठल में मौजूद कुछ पदार्थ मिलकर इसका रूप तय कर रहे थे।

हैमरलिंग ने इस टोपी को भी काट दिया। अबकी बार जो टोपी उगी वह फूलनुमा थी। मतलब अब इसका रूप पूरी तरह आधार पर निर्भर था। मतलब आधार से निकला कोई पदार्थ टोपी का रूप तय करता है।

हैमरलिंग यह देख ही चुके थे कि इस शैवाल का केन्द्रक आधार में होता है।

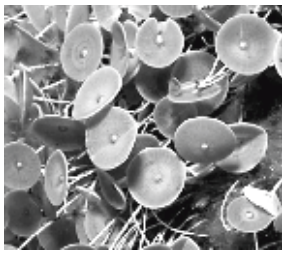
ऐसे कई प्रयोगों के आधार पर जीव वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि केन्द्रक में उस जीव की हर प्रकार की कोशिका बनाने की जानकारी होती है।

एसीटाबुलेरिया



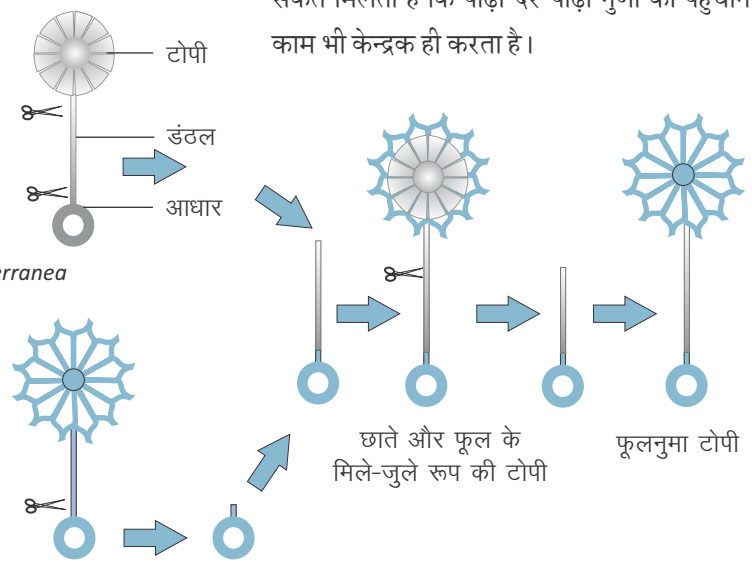
यह समुद्री शैवाल एक-कोशिकीय होती है। मूलतः इसमें एक लम्बा धागा (लगभग 6 से.मी.) होता है। इसके तीन भाग होते हैं -- आधार, डण्ठल और टोपी। अलग-अलग प्रजातियों में टोपी अलग-अलग रूप की होती है। किसी में उल्टे छाते जैसी, तो किसी में फूल जैसी। टोपी काट दो तो फिर से उग आती है।

मगर अगला सवाल यह था कि एक कोशिका से शुरू करके पूरा जीव कैसे बनता है जिसमें इतनी तरह-तरह की कोशिकाएँ होती हैं। और माता-पिता के गुण भी सन्तान को एक-एक कोशिका के माध्यम से ही मिलते हैं। इससे संकेत मिलता है कि पीढ़ी-दर-पीढ़ी गुणों को पहुँचाने का काम भी केन्द्रक ही करता है।



छातोटोपी शैवाल *A. mediterranea*

फूलटोपी शैवाल *A. crenulata*



चित्र 24

गॉल्जी काय (Golgi body या Golgi apparatus)

वैसे तो इस रचना को कैमिलो गॉल्जी नामक वैज्ञानिक ने 1898 में प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी की मदद से देख लिया था मगर इस उपांग की बारीक संरचना इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से ही दिखती है। यह रचना भी कई सारी झिल्लियों से मिलकर बनी होती है। ये झिल्लियाँ थैलीनुमा रचनाएँ बनाती हैं और इनके आसपास कुछ द्रव भरी थैलियाँ या बुलबुले (vesicles) होते हैं। राइबोसोम पर बने प्रोटीन व अन्य पदार्थ इन्हीं वेसिकल्स की मदद से गॉल्जी काय में पहुँचाए जाते हैं। यहाँ इन पदार्थों की संरचना को थोड़ा बदला जाता है। एक मायने में गॉल्जी काय का काम पदार्थों को आवागमन से पहले पैकेजिंग करना है। यहाँ से ये पदार्थ या तो कोशिका झिल्ली की ओर भेजे जाते हैं या एक अन्य उपांग (लाइसोसोम) की ओर भेज दिए जाते हैं। कोशिका झिल्ली पर पहुँचकर ये पदार्थ या तो झिल्ली की मरम्मत में काम आते हैं या बाहर स्रवित कर दिए जाते हैं।

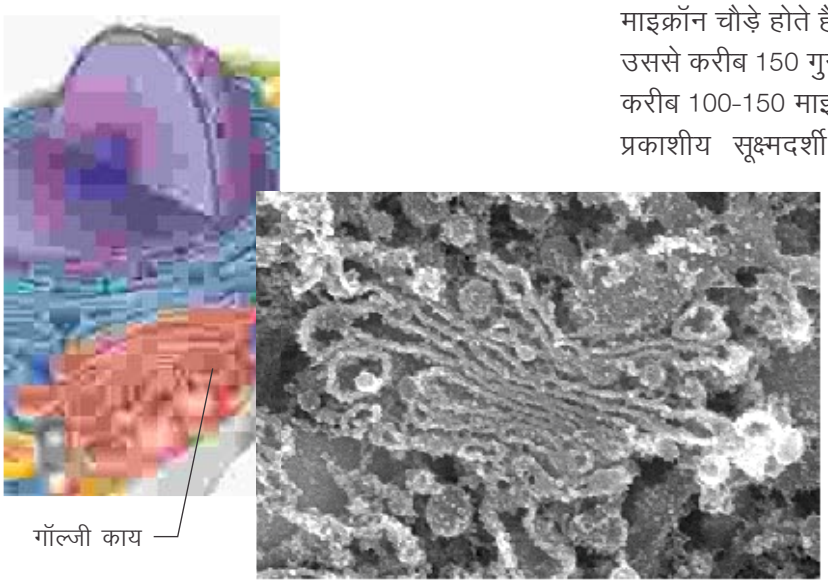
कोशिका में गॉल्जी काय की संख्या अलग-अलग होती है। खास तौर से उन कोशिकाओं में इनकी संख्या ज़्यादा होती है जिनका काम शरीर के लिए हॉर्मोन, एंज़ाइम वगैरह तैयार करके स्रवित करना है।

लाइसोसोम (lysosome)

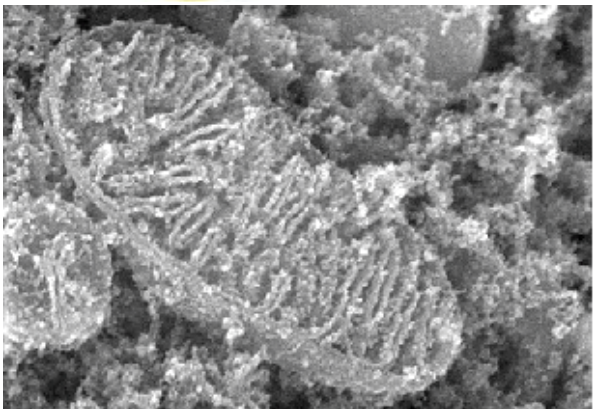
यह सवाल वैज्ञानिकों को बहुत परेशान करता था कि जब कोशिकाओं को खोलकर उनका विश्लेषण किया जाता था तो उनमें ऐसे एंज़ाइम पाए जाते थे जो मिलकर पूरी कोशिका के लगभग सारे पदार्थों को नष्ट करने की क्षमता रखते हैं। सवाल यह था कि फिर ये एंज़ाइम उसी कोशिका को नष्ट क्यों नहीं करते। इस पहेली का हल मिला, जब लाइसोसोम की खोज हुई। यह स्पष्ट हुआ कि ऐसे सारे विनाशकारी एंज़ाइम लाइसोसोम नामक थैलियों में भरे होते हैं और साधारण परिस्थिति में कोशिका के शेष पदार्थों के सम्पर्क में नहीं आते। जिस पदार्थ को नष्ट करना होता है, उसे लाइसोसोम में ले जाया जाता है। कभी-कभार, विशिष्ट परिस्थितियों में लाइसोसोम फट जाते हैं और उनमें भरे एंज़ाइम पूरी कोशिका को अन्दर ही अन्दर पचा डालते हैं। इसीलिए लाइसोसोम को सुइसाइडल बैग या आत्मघाती झोला कहते हैं। ये लाइसोसोम भी कोशिका द्रव्य में सूक्ष्म कणों के रूप में नज़र आते हैं।

माइटोकॉण्ड्रिया (mitochondria)

माइटोकॉण्ड्रिया छोटे, गोल या छड़नुमा उपांग हैं। ये सामान्यतः 2 से 8 माइक्रान लम्बे और करीब 0.5 माइक्रॉन चौड़े होते हैं। यदि केन्द्रक से तुलना करें तो ये उससे करीब 150 गुना छोटे होते हैं। प्रत्येक कोशिका में करीब 100-150 माइटोकॉण्ड्रिया पाए जाते हैं। सामान्य प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी से देखने पर माइटोकॉण्ड्रिया



चित्र 25
गॉल्जी काय का स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र



चित्र 26 माइटोकॉन्ड्रिया की खड़ी काट का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र

छड़नुमा या अण्डाकार बिन्दुओं के रूप में नज़र आते हैं। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से ही इनकी आन्तरिक रचना की खूबियों का पता चल पाया है। आम तौर पर प्रारूपिक कोशिका के चित्रों में इनको थोड़ा भ्रामक ढंग से दिखाया जाता है। यह दरअसल इनकी आन्तरिक रचना का चित्र होता है जो इनकी खड़ी काट में दिखती है।

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से प्राप्त जानकारी से पता चलता है कि माइटोकॉण्ड्रिया एक दोहरी दीवार से बने होते हैं। भीतरी दीवार अन्दर की ओर झालर के रूप में होती है। इस झालर को क्रिस्टी कहते हैं और इनके बीच के स्थान को मैट्रिक्स।

माइटोकॉण्ड्रिया का सम्बन्ध कोशिकीय श्वसन से होता है जिसकी बदौलत कोशिका को कार्य करने के लिए ऊर्जा मिलती है। इसलिए माइटोकॉण्ड्रिया को कोशिका का पावर हाउस (बिजली घर) भी कहा जाता है।

क्लोरोप्लास्ट (chloroplast)

यह एक ऐसा उपांग है जो जन्तु कोशिकाओं में नहीं पाया जाता है। क्लोरोप्लास्ट पत्तियों की मीज़ोफिल और पैलीसेड कोशिकाओं में पाया जाता है। हरे तनों में भी क्लोरोप्लास्ट मिलते हैं। ये अधिकांश डिस्कनुमा, अण्डाकार या लेंस के आकार के होते हैं। परन्तु शैवालों में ये सीढ़ीनुमा, सितारेनुमा, कुण्डलाकार या जालनुमा भी होते हैं।

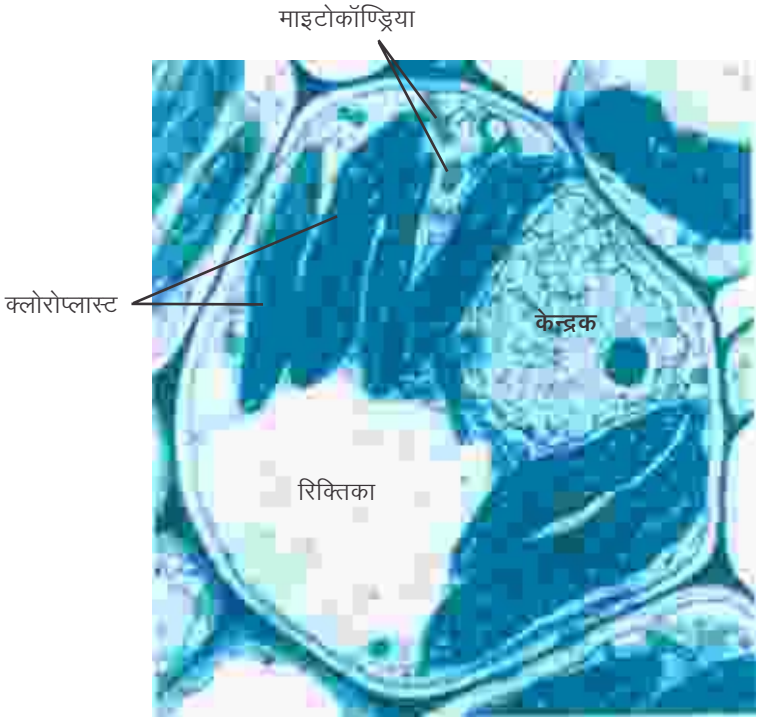
विकसित श्रेणी के पौधों के क्लोरोप्लास्ट 4-10 माइक्रॉन व्यास के होते हैं। क्लोरोप्लास्ट का मुख्य कार्य प्रकाश उर्जा को ग्रहण करके उसे रासायनिक ऊर्जा में बदलना है। यह क्रिया प्रकाश संश्लेषण कहलाती है। इस क्रिया में कार्बन डाईऑक्साइड व पानी को जोड़कर कार्बोहाइड्रेट का निर्माण होता है।

चित्र 27

दरअसल क्लोरोप्लास्ट वनस्पति कोशिकाओं में पाए जाने वाले एक सामान्य उपांग प्लास्टिड का एक विशेष प्रकार है। क्लोरोप्लास्ट के अलावा ल्यूकोप्लास्ट (सफेद प्लास्टिड) और क्रोमोप्लास्ट (रंगीन प्लास्टिड) भी पाए जाते हैं। इनकी बदौलत ही फूलों में रंगत आती है।

कोशिका कंकाल (cytoskeleton)

उपरोक्त सारे उपांगों को अलग करने के बाद जो कोशिका द्रव्य शेष रहता है, वह भी एकसार तरल पदार्थ नहीं होता। कोशिकाओं में केन्द्रक से लेकर कोशिका झिल्ली तक महीन रेशे और नलिकाएँ तनी होती हैं। ये कोशिका की आकृति को सुदृढ़ता प्रदान करती हैं। यह लगभग उस प्रकार की चीज़ है जैसे तम्बू को थामने के लिए टेक लगाई जाती हैं।



चित्र 28
मक्के की कोशिका का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र

माइटोकॉण्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट: एक रोचक तथ्य

माइटोकॉण्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट की एक विशेषता यह है कि इन दोनों कोशिकांगों में अलग से डी.एन.ए. पाया जाता है। यह केन्द्रक के डी.एन.ए. के अतिरिक्त है। इसके अलावा भी कई ऐसे तथ्य हैं जिनके आधार पर वैज्ञानिकों का विचार है कि सम्भवतः ये दोनों किसी समय पर स्वतंत्र जीव थे जो किसी तरह यूकेरियोटिक कोशिकाओं के अंग बन गए।

रिक्तिकाएँ (vacuoles)

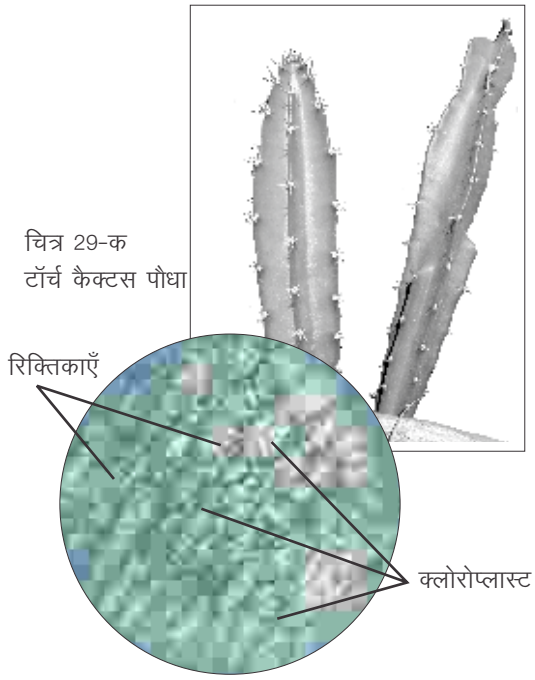
कोशिका में तरल पदार्थ से भरी कुछ गोलाकार थैलीनुमा रचनाएँ पाई जाती हैं। इन्हें रिक्तिकाएँ कहते हैं। जहाँ जन्तु कोशिकाओं में ये रचनाएँ छोटी-छोटी होती हैं, वहीं वनस्पति कोशिकाओं में रिक्तिकाएँ काफी बड़ी होती हैं और वयस्क कोशिकाओं में तो ये कोशिका के अन्दर का काफी सारा भाग घेर लेती हैं।

रिक्तिकाओं में विशिष्ट पदार्थों का संग्रहण किया जाता है। इसके अलावा, ये कोशिका द्रव्य के परासरण दाब का नियमन भी करती हैं।

प्रोकेरियोटिक कोशिकाएँ

यह विवरण मूलतः उन कोशिकाओं का था जिन्हें यूकेरियोटिक कोशिकाएँ कहते हैं। हमने पहले बात की थी कि बैक्टीरिया की कोशिकाएँ प्रोकेरियोटिक होती हैं। सायनोबैक्टीरिया (नीली-हरी शैवाल) भी इसी समूह में आते हैं।

प्रोकेरियोटिक कोशिकाएँ भी एक कोशिका झिल्ली व कोशिका भित्ति से घिरी रहती हैं। मगर इनमें कई कोशिकांग नहीं पाए जाते हैं। यह तो



चित्र 29-क
टॉर्च कैक्टस पौधा

चित्र 29-ख
सूक्ष्मदर्शी से टॉर्च कैक्टस के तने की आड़ी काट x100

गतिविधि 6:

रिक्तिकाओं (vacuoles) का अवलोकन

इनका अवलोकन थोड़ा मुश्किल होता है क्योंकि ये लगभग पारदर्शी होती हैं। इन्हें देखने के लिए किसी मांसल पौधे (जैसे टॉर्च कैक्टस - torch cactus) की पत्तियों या तने का उपयोग कीजिए।

पहचान के लिए टॉर्च कैक्टस का चित्र साथ में दिया गया है। इसके तने की एक पतली आड़ी काट काटें और इसे हल्के सेफ्रेनिन से अभिरंजित करें। सूक्ष्मदर्शी में निम्न व उच्च आवर्धन क्षमता में देखें। कोशिकाओं के अन्दर जो बड़े-बड़े खाली स्थान दिखते हैं, वे ही रिक्तिकाएँ हैं।

कोशिकाओं में हल्के हरे-पीले रंग के खूब सारे क्लोरोप्लास्ट भी दिखाई देंगे।

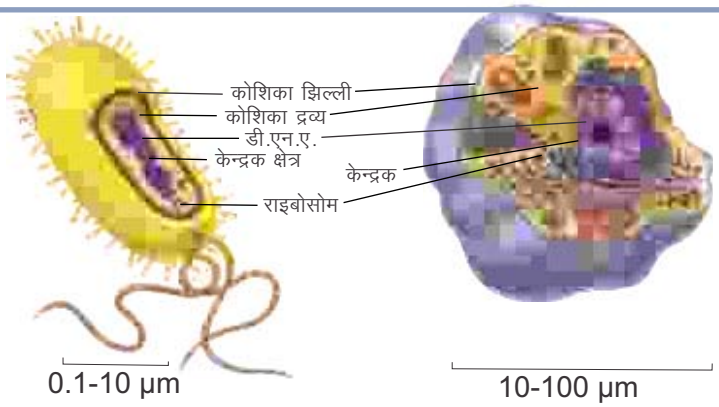
पहले ही बताया जा चुका है कि प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में केन्द्रक झिल्ली नहीं होती जिसकी वजह से इनमें एक स्पष्ट केन्द्रक भी नहीं होता। दरअसल, प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में वे अधिकांश कोशिकांग नहीं पाए जाते जो यूकेरियोटिक कोशिकाओं में मिलते हैं। जैसे इनमें माइटोकॉण्ड्रिया, एंडोप्लाज़्मिक रेटिकुलम व गॉल्जी काय नहीं पाए जाते। प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में कोशिका कंकाल भी नहीं पाया जाता। मगर इनमें भी राइबोसोम ज़रूर पाए जाते हैं। इसके अलावा प्रकाश संश्लेषण करने में सक्षम बैक्टीरिया में क्लोरोफिल होता है।

एक प्रोकेरियोटिक कोशिका (*ई. कोली*) का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र

केन्द्रक नहीं पाए जाने का मतलब यह नहीं है कि इनमें डी.एन.ए. नहीं पाया जाता। अन्तर इतना ही है कि प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में डी.एन.ए. एक वृत्ताकार रचना के रूप में होता है।

प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में कई कोशिकांग नहीं पाए जाने का मतलब है कि इनसे सम्बन्धित कार्य कोशिका द्रव्य में ही सम्पन्न होते हैं। कुछ कार्य कोशिका झिल्ली की अन्दरूनी सतह पर भी सम्पन्न होते हैं। जैसे माइटोकॉण्ड्रिया के अधिकांश कार्य कोशिका झिल्ली की अन्दरूनी सतह पर सम्पन्न होते हैं। समस्त बैक्टीरिया प्रोकेरियोटिक होते हैं।

प्रोकेरियोटिक व यूकेरियोटिक कोशिकाओं की एक तुलना



गुणधर्म	प्रोकेरियोटिक कोशिका	यूकेरियोटिक कोशिका
आकार	1-10 माइक्रोमीटर	10-100 माइक्रोमीटर
केन्द्रक झिल्ली	अनुपस्थित	उपस्थित
गुणसूत्र	एक, वृत्ताकार	एकाधिक, रेखीय
गॉल्जी काय	अनुपस्थित	उपस्थित
एंडोप्लाज़्मिक रेटिकुलम	अनुपस्थित	उपस्थित
माइटोकॉण्ड्रिया	अनुपस्थित	उपस्थित
क्लोरोफिल	क्लोरोप्लास्ट में नहीं	क्लोरोप्लास्ट के अन्दर
राइबोसोम	अपेक्षाकृत छोटे	अपेक्षाकृत बड़े
कोशिका कंकाल	अनुपस्थित	उपस्थित

तो यह था एक प्रारूपिक कोशिका का संक्षिप्त विवरण। इसे पढ़ते हुए दो-तीन बातें ध्यान रखने की हैं। पहली बात तो यह है कि कोशिका की आन्तरिक संरचना एकदम स्थिर नहीं रहती। यहाँ जो भी चित्र दिए गए हैं या कोशिकाओं के जो भी चित्र आप देखेंगे, वे उस क्षण के चित्र हैं जिस क्षण कोशिका को देखा गया था। इन्हें हम स्नैपशॉट कहते हैं। कोशिका कंकाल, एंडोप्लाज़्मिक जाल वगैरह लगातार बनते-बिगड़ते रहते हैं। यहाँ तक कि अन्य उपांग भी न तो एक जगह पर टिके रहते हैं, न ही सदा के लिए मौजूद रहते हैं। कोशिका कोई जड़ चीज़ नहीं है। इसमें एक सतत् आन्तरिक गतिशीलता होती है। सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन के लिए हम सामग्री को जिस ढंग से तैयार करते हैं, उसका असर भी संरचना पर पड़ता है और यह तो पक्की बात है कि आम तौर पर हमें अवलोकन के लिए मृत कोशिका ही मिलती है।

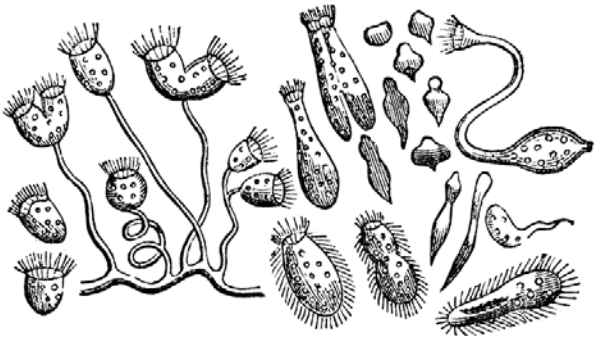
दूसरी बात यह है कि आम तौर पर कोशिका के चित्रों में एक गॉल्जी काय, चन्द माइटोकॉण्ड्रिया, एक-दो क्लोरोप्लास्ट दिखाए जाते हैं। यथार्थ में इन उपांगों की संख्या कोशिका के प्रकार पर निर्भर करती है। जैसे हॉर्मोन वगैरह का स्राव करने वाली कोशिकाओं में 5-6 गॉल्जी काय हो सकते हैं। कुछ कोशिकाओं में माइटोकॉण्ड्रिया की संख्या बहुत अधिक होती है। इसी प्रकार से हरी कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट की संख्या 40-50 तक हो सकती है।

तीसरी और अन्तिम बात यह है कि चित्रों में देखने पर कोशिकाएँ चपटी नज़र आती हैं। सूक्ष्मदर्शी में देखें तो भी कोशिकाएँ चपटी ही नज़र आती हैं। वास्तव में कोशिकाएँ त्रि-आयामी रचनाएँ हैं जिनमें लम्बाई-चौड़ाई के अलावा मोटाई भी होती है। आम तौर पर जब हम किसी वस्तु को सूक्ष्मदर्शी में देखना चाहते हैं, तो उसकी एक पतली-सी झिल्ली या कटान को देखते हैं। सूक्ष्मदर्शी से फोकस करते समय हम उस वस्तु के किसी एक तल को देख पाते हैं। इसलिए वस्तु का चपटा नज़र आना स्वाभाविक है। आजकल ज़रूर कुछ पुस्तकों में कोशिकाओं के त्रि-आयामी चित्र प्रस्तुत किए जाने लगे हैं। इस सन्दर्भ में परिशिष्ट 3 में कुछ गतिविधियाँ सुझाई गई हैं।

कोशिका आए कहाँ से?

सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन ने जहाँ कोशिकाओं के अध्ययन का मार्ग प्रशस्त किया वहीं एक पुरानी बहस को एक बार फिर नए ढंग से उभारने का काम भी किया। इस प्रसंग की चर्चा किए बगैर कोशिका की बात अधूरी ही रहेगी। इसका सम्बन्ध नई कोशिकाओं के निर्माण से है।

शुरू में ही कहा गया था कि सूक्ष्मदर्शी की मदद से अवलोकन करने वालों में एक व्यक्ति एन्तोनी फॉन ल्यूवेनहूक भी थे। ल्यूवेनहूक लगभग रॉबर्ट हुक के समकालीन थे। वैसे तो जनाब कपड़ा व्यापारी थे, मगर उन्होंने सूक्ष्मदर्शी में से चीज़ें देखने को अपने जीवन का ध्येय ही बना लिया था। वे सजीवों या सजीवों द्वारा बनाई गई चीज़ों को सूक्ष्मदर्शी में से देखते और अपने अवलोकनों की रिपोर्ट एक संस्था 'रॉयल सोसायटी ऑफ लन्दन' को भेजा करते। ये रिपोर्टें रॉयल सोसायटी की पत्रिका में छपा करती थीं। यह सिलसिला 50 वर्षों तक चला था। कहते हैं कि ल्यूवेनहूक के बनाए हुए सूक्ष्मदर्शी बहुत बढ़िया थे और लेंस बनाने में उन्हें महारत हासिल थी मगर उन्होंने अपनी विधियों का कोई रिकॉर्ड नहीं छोड़ा।



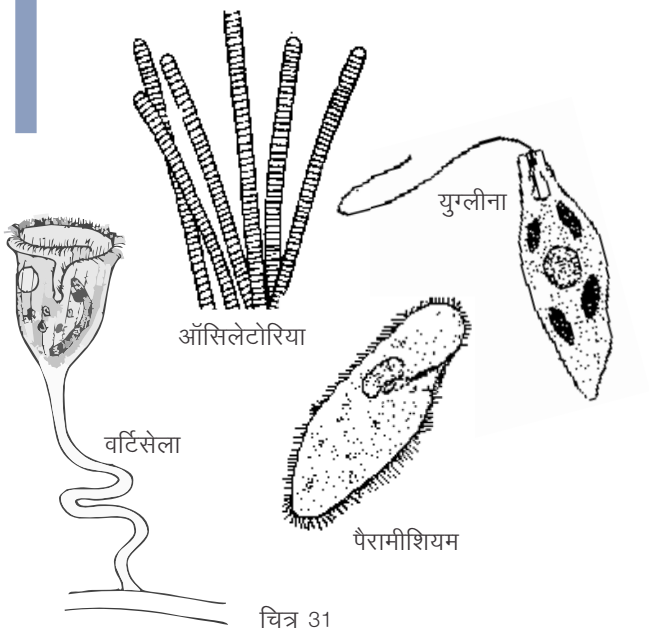
चित्र 30
ल्यूवेनहूक की पुस्तक का एक पृष्ठ

ल्यूवेनहूक ने अपने बनाए सूक्ष्मदर्शियों से तमाम सूक्ष्मजीव देखे जिन्हें वे 'एनिमलक्यूल' कहते थे। उनके सूक्ष्म अवलोकन की पराकाष्ठा यह थी कि 1683 में उन्होंने बैक्टीरिया देख लिए थे। इन अवलोकनों ने जो बहस पैदा की उसे तो बाद में देखेंगे, पहले उन चीज़ों को देखें जो सम्भवतः ल्यूवेनहूक ने देखी थीं।

गतिविधि 7 (क): पानी की बूँद का अवलोकन

एक बीकर में किसी डबरे या नाले का पानी लाएँ। बेहतर होगा कि पानी में पड़ी काई, घास-फूस व कचरा भी पानी के साथ लाया जाए।

इस पानी की एक या दो बूँद स्लाइड पर रखें। पानी की बूँद के साथ थोड़ी-सी काई वगैरह भी स्लाइड पर डाल दें। इसे कवर स्लिप से ढँककर सूक्ष्मदर्शी में से देखें। स्लाइड पर रखी बूँद के हर हिस्से का अवलोकन करें। खास तौर से काई के आसपास के हिस्से को ध्यान से देखें। इस गतिविधि में काफी धैर्य की ज़रूरत होती है।

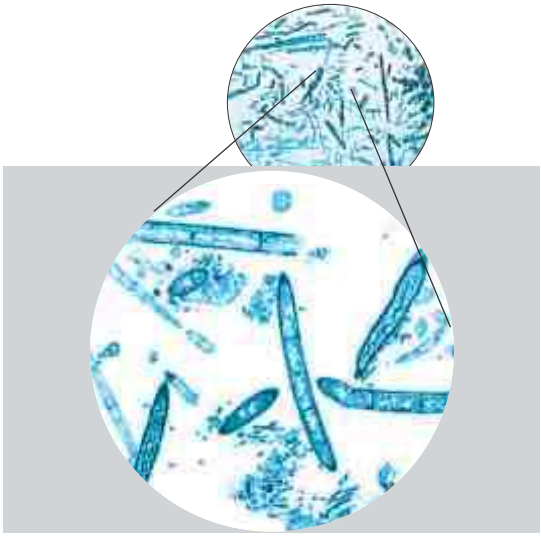


चित्र 31
डबरे के पानी में सामान्यतः दिखने वाले कुछ सूक्ष्मजीवों के रेखाचित्र

क्या आप और आपके छात्र कुछ चलते-फिरते, हिलते-डुलते सूक्ष्मजीव देख पाए?

अच्छा होगा यदि छात्र इन सूक्ष्मजीवों के चित्र बनाएँ और इनकी हलचल का वर्णन अपने शब्दों में करें।

इन सूक्ष्मजीवों को देखते हुए एक बात का ध्यान ज़रूर रखें। प्रायः हमारे दिमाग में सूक्ष्मजीवों के किताबी चित्र अटके होते हैं। वास्तविकता में ये वैसे नहीं दिखते। एक कारण तो यह है कि ये हलचल करते रहते हैं और दूसरी बात यह है कि किताबी चित्र सामान्यीकृत चित्र होते हैं।

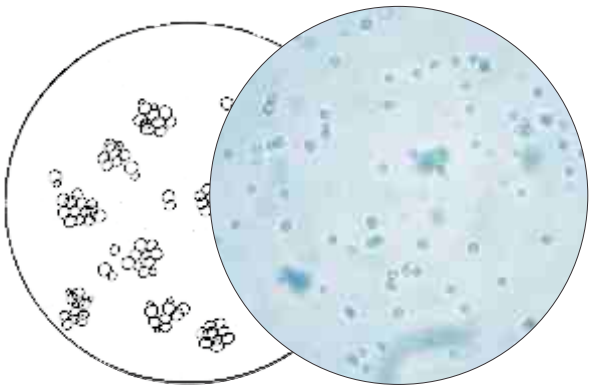


डबरे के पानी की बूँद का सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन

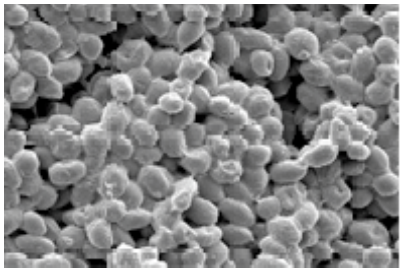
गतिविधि 7 (ख): खमीर की कोशिकाएँ

खमीर यानी यीस्ट का उपयोग हम कई व्यंजनों के निर्माण में करते हैं। जैसे जलेबियाँ, ब्रेड, शराब वगैरह। वैसे यीस्ट पावडर बाज़ार में मिलता है। किसी दुकान से थोड़ा-सा जलेबी बनाने के लिए तैयार किया गया घोल ले आएँ। पानी में उसका और पतला घोल बना लें। घोल इतना पतला हो कि थोड़ा अपारदर्शी रहे। आटा नीचे बैठ जाने के बाद इस घोल की एक या दो बूँद स्लाइड पर रखकर कवर स्लिप से ढँक दें और सूक्ष्मदर्शी में देखें।

यदि यीस्ट पावडर का उपयोग कर रहे हैं तो इसके कुछ दाने आधी परखनली पानी में डाल दें। इसमें आधा चम्मच शक्कर डालें। दो-तीन घण्टे बाद इस घोल की एक बूँद स्लाइड पर रखें कवर स्लिप से ढँककर सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करें।



चित्र 32
साधारण सूक्ष्मदर्शी से
देखने पर यीस्ट कोशिकाएँ x400



चित्र 33 इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से देखने पर खमीर की कोशिकाएँ

क्या आपको ढेर सारी छोटी-छोटी अण्डाकार रचनाएँ दिख रही हैं?

यही खमीर यानी यीस्ट की कोशिकाएँ हैं। यह एक कोशिका से बना (एक-कोशिकीय) जीव है।

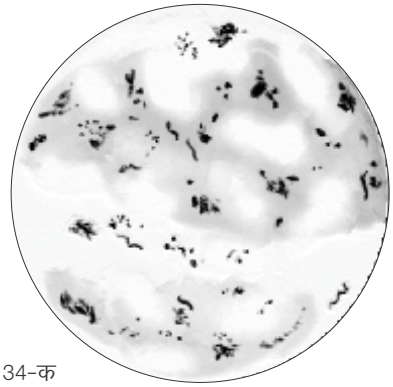
आप जिन कोशिकाओं को देख रहे हैं उनका चित्र बनाइए।

गतिविधि 7 (ग): दही में कोशिकाएँ

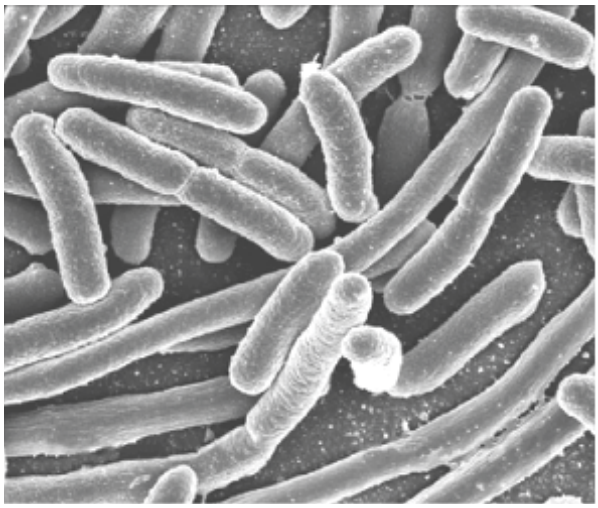
थोड़ा-सा दही ले लें। पानी में उसका पतला घोल (छाछ) बना लें। इस घोल की एक या दो बूँद स्लाइड पर रखकर कवर स्लिप से ढँक दें और सूक्ष्मदर्शी में उच्च आवर्धन क्षमता में देखें। उच्च आवर्धन क्षमता में देखने का तरीका परिशिष्ट 1 में ज़रूर देख लें।

क्या इसमें भी आपको छोटी-छोटी अण्डाकार या छड़नुमा रचनाएँ दिख रही हैं?

ये बैक्टीरिया हैं।



चित्र 34-क
दही के बैक्टीरिया x1000

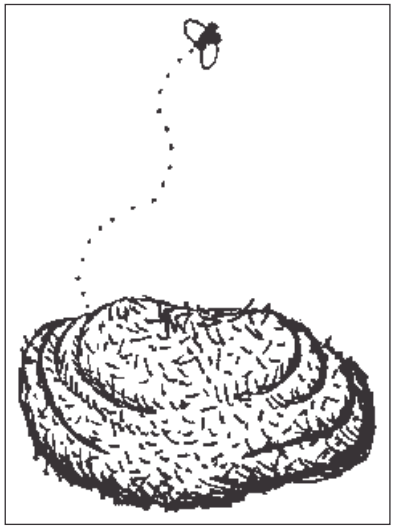


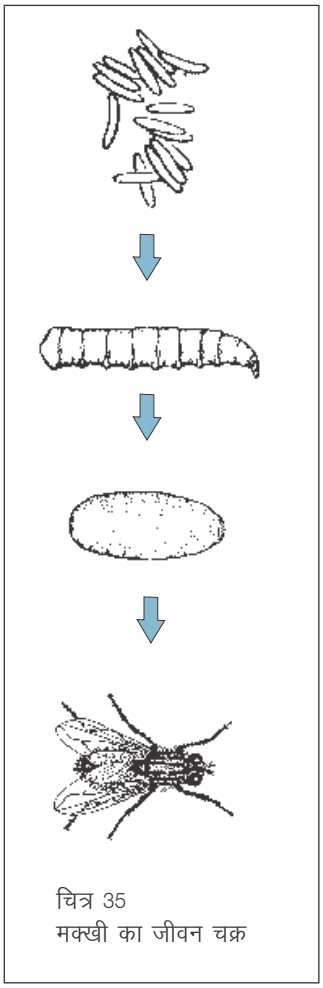
चित्र 34-ख
दही के बैक्टीरिया का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया।

सूक्ष्मजीवों ने उछाला एक बड़ा सवाल

जैसा कि आपने देखा होगा, किसी भी डबरे के पानी की बूँद को सूक्ष्मदर्शी में देखें तो उसमें सूक्ष्मजीव दिखाई देते हैं। ये कहाँ से आए? यह जीव विज्ञान का एक प्रमुख सवाल रहा है कि जीवों की उत्पत्ति कहाँ से होती है। एक मान्यता यह थी कि ये जीव निर्जीव पदार्थों से अपने आप पैदा हो जाते हैं। और काफी स्वाभाविक था यह विचार। उन्नीसवीं सदी में भी अरस्तू (Aristotle, 384-322 ईसा पूर्व) की यह बात मानी जाती थी कि पानी और मिट्टी में ऐसे गुण होते हैं कि निर्जीव पदार्थ सजीव में बदल जाते हैं। इसे स्वतः जनन का सिद्धान्त (spontaneous generation) कहते हैं। आज भी कई लोग मानते हैं कि मेंढक कीचड़ में से अपने आप पैदा हो जाते हैं या मक्खियाँ गोबर में से पैदा हो जाती हैं या जूँ पसीने से पैदा हो जाती है।

यह पता करना शायद उपयोगी हो कि आपके छात्र इस बारे में क्या सोचते हैं या उन्होंने इन चीज़ों के बारे में क्या सुन रखा है। यदि ज़रूरी हो तो फ्रांसेस्को रेडी (Francesco Redi, 1626-1697) के उन प्रयोगों को किया जा सकता है जिनकी मदद से उन्होंने 1668 में साबित किया था कि जीव जीव से ही उत्पन्न होता है। करना चाहें तो उनके प्रयोग का संशोधित रूप यहाँ दिया जा रहा है।





चित्र 35
मक्खी का जीवन चक्र

गतिविधि 8: मक्खी का जीवन चक्र

रेडी ने मक्खियों के साथ प्रयोग करके साबित कर दिया था कि जीव अपने जैसे जीवों से ही पैदा हो सकते हैं, निर्जीव पदार्थों से नहीं। इस प्रयोग ने जीव विज्ञान के प्रयोगों में एक नई अवधारणा को जन्म दिया था - प्रयोग में तुलना का प्रावधान। प्रयोग निम्नानुसार किया जा सकता है। इस प्रयोग को बरसात के दिनों में करना ठीक रहता है। टीन के दो डिब्बे या प्लास्टिक के गिलास या कुल्हड़ ले लें। एक डिब्बे पर 'क' और दूसरे पर 'ख' लिख दें। अगला हिस्सा थोड़ा सावधानी से करना होगा। जब कोई गाय या भैंस गोबर दे तो उस पर मक्खी बैठने से पहले उसे उठाकर दोनों डिब्बों में बराबर-बराबर डाल दें। 'क' डिब्बे के मुँह पर तुरन्त एक प्लास्टिक की पन्नी बाँध दें। इस पन्नी में कई सारे बारीक-बारीक छेद कर दें ताकि हवा तो आ-जा सके मगर मक्खी या कोई अन्य जीव-जन्तु गोबर पर न बैठ सके।

'ख' डिब्बे के गोबर को खुला छोड़ दें और उस पर मक्खियाँ बैठने दें। एक-दो घण्टे खुला छोड़ने पर मक्खियाँ ज़रूर बैठेंगी। जब मक्खी गोबर पर बैठे तो एक सुन्दर अवलोकन किया जा सकता है। मक्खी के पिछले हिस्से को गौर से देखें। आपको मक्खी के पिछले हिस्से से निकलती हुई सफेद चीज़ें दिखेंगी। यही मक्खी के अण्डे हैं।

वैसे मक्खी के अण्डे प्राप्त करने का एक तरीका और है। खुले पड़े गोबर में इन्हें ढूँढा जा सकता है। मक्खी आम तौर पर गोबर में वहाँ अण्डे देती है जहाँ गोबर की परतें एक-दूसरे पर जमी होती हैं। आप थोड़ा कुरेदेंगे तो अण्डों के गुच्छे मिल जाएँगे। ऐसा एक गुच्छा थोड़े गोबर सहित लेकर उसे 'ख' डिब्बे के गोबर पर रख दें। इसके बाद 'ख' डिब्बे पर भी पन्नी बाँधकर उसमें भी बारीक-बारीक छेद कर दें।

अब रोज़ाना इन डिब्बों की पोलीथीन को खोलकर अण्डों का अवलोकन करना है। प्रतिदिन डिब्बों को खोलें और देखें कि अण्डों में क्या परिवर्तन हुआ है। मगर जब डिब्बों को खोलें तो ध्यान रखें कि गोबर पर मक्खी न बैठने

1677 में बना फ्रांसेस्को रेडी का यादगार पदक

पाए। हर दिन गोबर पर थोड़ा पानी भी डालना होगा ताकि गोबर सूख न जाए।

यह देखिए कि कितने दिनों बाद इल्ली बनती है, कब वह इल्ली सुस्त होने लगती है और प्यूपा में बदल जाती है और कब प्यूपा से मक्खी बनती है।

मुख्य बात यह देखने की है कि क्या इल्ली, प्यूपा और मक्खी दोनों डिब्बों में बनते हैं या किसी एक डिब्बे में।

यही प्रयोग था जिसके आधार पर रेडी ने साबित किया था कि मक्खी तभी बनती है जब मक्खी के अण्डे मौजूद हों। अर्थात् किसी जीव का निर्माण तभी हो सकता है जब पहले से वैसा ही जीव मौजूद हो। वैसे रेडी ने इस प्रयोग के लिए गोबर नहीं, मांस का उपयोग किया था। मगर सूक्ष्मजीव देखे जाने के साथ ही एक बार फिर इस सवाल ने सिर उठाया। रेडी के प्रयोगों से कई लोग इस बात के कायल हो गए थे कि जीवों से ही जीव बनते हैं। मगर सूक्ष्मजीव देखने के बाद लोगों को लगा कि हो न हो, ये सूक्ष्मजीव ज़रूर अपने आप स्वतः जनन से बनते होंगे।

तो क्या स्वतः जनन सम्भव है?

जब कोशिकाएँ देख ली गईं और कोशिका सिद्धान्त प्रतिपादित किया गया तो यही सवाल एक अलग रूप में सामने आया — किसी भी जीव में बहुत सारी कोशिकाएँ होती हैं, ये कहाँ से आती हैं? या इस सवाल को और सामान्य रूप में पूछें तो कोशिकाएँ कहाँ से आती हैं? ज़रा इस सवाल के महत्व पर गौर कीजिए। यह तो सही है कि जीवों के निर्माण का पदार्थ निर्जीव ही होता है। अगर उस पदार्थ में जीवन के गुण नहीं होते तो जीवों में ऐसी क्या बात है कि वही पदार्थ एक अलग ढंग से व्यवहार करने लगते हैं? इसी बात को यों भी कह सकते हैं कि जीवन के गुण उन पदार्थों में नहीं बल्कि उनकी व्यवस्था में हैं, संगठन में हैं। कोशिका सिद्धान्त हमारे सामने इस तथ्य को रेखांकित करता है कि निर्जीव पदार्थों के इस तरह के सजीव संगठन की सबसे छोटी इकाई कोशिका है।

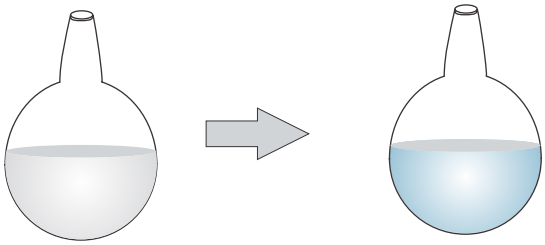
यहाँ रुककर बच्चों से चर्चा करना उपयोगी होगा कि उनको क्या लगता है कि कोशिकाएँ या सूक्ष्मजीव कहाँ से आते हैं। इस जगह पर सचमुच खुलापन दिखाने की ज़रूरत होगी — बच्चों को खयाली घोड़े दौड़ाने दीजिए क्योंकि उन्नीसवीं सदी में वैज्ञानिकों ने भी यही किया था। हाँ, इन ख्याली घोड़ों का कुछ आधार तो होता ही है। जैसे, सूक्ष्मजीवों के बारे में लोगों का विचार था कि ये पानी में या मिट्टी में स्वतः पैदा हो जाते हैं। जैसे, यह देखा जाता था कि कोई भी पोषक माध्यम (जैसे मांस वगैरह) लिया जाए तो उसमें कुछ समय बाद सूक्ष्मजीव प्रकट हो जाते हैं। कुछ लोग मानते थे कि ये सूक्ष्मजीव अपने आप पैदा हो जाते हैं। वास्तव में लोगों का विचार था कि ये सूक्ष्मजीव निर्जीव और सजीव के बीच एक सेतु हैं। लुई पाश्चर (Louis Pasteur, 1822-1895) ने निहायत सरल व सुन्दर प्रयोगों से इस धारणा को ध्वस्त किया था (देखें बॉक्स पाश्चर का प्रयोग)।

पाश्चर का प्रयोग

अवलोकन

मांस के शोरबे को सूक्ष्मजीव रहित बनाकर एक काँच के फ्लास्क में रखा था।

कुछ समय बाद शोरबे में सूक्ष्मजीव फिर से पाए गए।



सूक्ष्मजीव पाए गए

सवाल

शोरबे में सूक्ष्मजीव आए कहाँ से ?

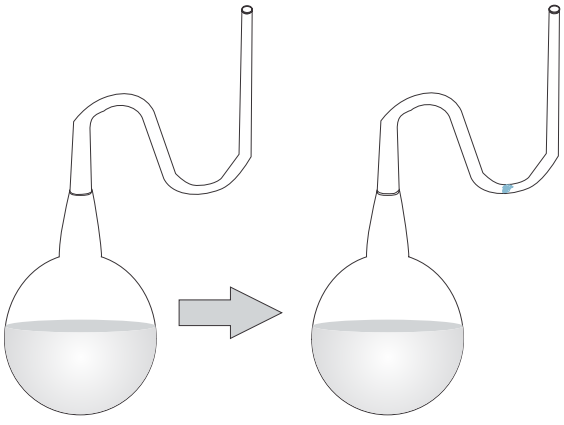
परिकल्पना

क) निर्जीव शोरबे से जीव पैदा हो गए।

ख) जीव बाहर से फ्लास्क में गए।

प्रयोग

पाश्चर ने काँच के दो बरतनों में ऐसा पोषक पदार्थ रखा जिसमें सूक्ष्म जीव अच्छी तरह पनप सकें। उन्होंने एक बरतन की नली को सीधा रहने दिया जबकि दूसरे की नली को मोड़ दिया, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। फिर दोनों बरतनों में रखे पोषक पदार्थों को इतना गर्म किया कि उनमें पहले से मौजूद सारे सूक्ष्मजीव मर जाएँ। अब दोनों बरतनों को कुछ दिन ऐसे ही रखा गया।



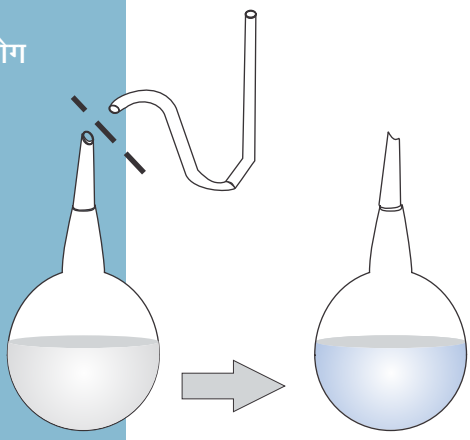
सूक्ष्म जीव नहीं पाए गए

इसके बाद जब पाश्चर ने इन दोनों बरतनों का निरीक्षण किया तो पाया कि सीधी नली वाले बरतन में तो ढेरों सूक्ष्मजीव आ गए थे मगर टेढ़ी नली वाले बरतन के पोषक पदार्थ में एक भी सूक्ष्मजीव नहीं था।

निष्कर्ष

यदि पोषक पदार्थों में से अपने आप सूक्ष्मजीवों का पैदा होना सम्भव होता तो ये दोनों बरतनों में पैदा हो जाते। मगर ऐसा नहीं हुआ। पाश्चर ने निष्कर्ष निकाला कि हवा में रहने वाले सूक्ष्मजीव सीधी नली वाले बरतन में तो घुस सके किन्तु टेढ़ी नली के मोड़ पर अटक जाने के कारण पोषक पदार्थ तक नहीं पहुँच पाए।

प्रयोग



सूक्ष्मजीव फिर से पाए गए

पता नहीं उन्हें ऐसा करने की ज़रूरत क्यों महसूस हुई मगर पाश्चर ने एक काम और किया। टेढ़ी नली वाले बरतन की नली को तोड़ दिया ताकि वह सीधी हो जाए। ऐसा करने के कुछ ही दिन बाद उसमें भी सूक्ष्मजीव आ गए।

निष्कर्ष

यह पाया गया कि जब तक बाहर से धूल फ्लास्क के अन्दर नहीं आ जाती, शोरबे में सजीव पैदा नहीं होते। अतः परिकल्पना (क) गलत है और (ख) सही।

यदि कोशिका ही जीवन की न्यूनतम इकाई है तो हमारे सामने सवाल है कि कोशिकाएँ कहाँ से आती हैं। इस समय तक यह देखा जा चुका था कि शुक्राणु भी एक कोशिका होती है और अण्डाणु भी। इनके निषेचन से जो भ्रूण बनता है वह भी एक कोशिका है। तो इस एक कोशिका से पूरा जीव कैसे बनता है? आपको याद होगा कि कोशिका सिद्धान्त के प्रारम्भिक वक्तव्य में श्वान ने कहा था: "सजीवों के बुनियादी हिस्सों के विकास का एक सर्वव्यापी तत्व है और वह तत्व है कोशिका का निर्माण।" अर्थात् कोशिका सिद्धान्त की दृष्टि से यह बहुत महत्वपूर्ण सवाल है। मगर वे यह नहीं जानते थे कि कोशिका का निर्माण कैसे होता है। उन्हें ऐसा लगता था कि कोशिकाएँ उसी तरह बनती हैं जैसे क्रिस्टल बनते हैं।

पता नहीं बच्चे इस बारे में क्या सोचते हैं। खास तौर से कोशिका से परिचय के बाद वे क्या सोचते हैं? यह पता करना आगे बढ़ने से पहले ज़रूरी है। इस बात को एक आधार देने के लिए ज़रूरी है कि वे एक कोशिका से पूरे जीव का विकास देख लें। इसके लिए मेंढक का विकास देखना बहुत उपयोगी होगा।

हमने देखा था कि दही में ढेर सारे बैक्टीरिया पाए जाते हैं। वास्तव में इन्हीं बैक्टीरिया की वजह से दूध से दही बना है। जब हम दूध में जामन डालते हैं तो उसमें थोड़े से बैक्टीरिया होते हैं। दूध में ये संख्या वृद्धि करते हैं। इस प्रक्रिया में कुछ ऐसे पदार्थ पैदा होते हैं जो दूध को दही में बदल देते हैं।

गतिविधि 9: मेंढक का जीवन चक्र

यह प्रयोग तो बरसात के मौसम में ही करना होगा क्योंकि उसी समय मेंढक के अण्डे मिलते हैं। ये अण्डे बरसाती गड्ढों या पोखरों में उगे हुए पौधों या किनारों के आसपास गुच्छों में मिलते हैं। मेंढक के अण्डे लसलसे पदार्थ में फँसे होते हैं। ऐसा ही एक पोखर चित्र में दिखाया गया है और इसमें अण्डे लगभग उसी साइज़ के दिखाए गए हैं जितने बड़े वे वास्तव में होते हैं।

बरसात की एक-दो तेज़ बौछारों के बाद गड्ढे भर जाने पर अण्डे मिलना आसान होता है। अण्डों को एक चौड़े मुँह की बोतल या बालटी वगैरह में उसी जगह के पानी के साथ लाएँ। और कोशिश करें कि गुच्छे न बिखरें। साथ में उसी जगह की काई वगैरह भी रख लें।

चित्र 36-क
मेंढक के अण्डे

स्कूल लौटकर इन अण्डों को एक चौड़े मुँह के बरतन (जैसे किसी टूटे मटके का नीचे वाला भाग) में उसी गड्ढे या पोखर के पानी में रख दें। डबरे से लाई गई काई भी पानी में डाल दें।

इतना करने के बाद अण्डों का ध्यान से अवलोकन करें। पारदर्शी और लसलसे पदार्थ के बीच में दिख रही रचना मेंढक का भ्रूण है। यह भ्रूण एक या कुछ ही कोशिकाओं से बना है।

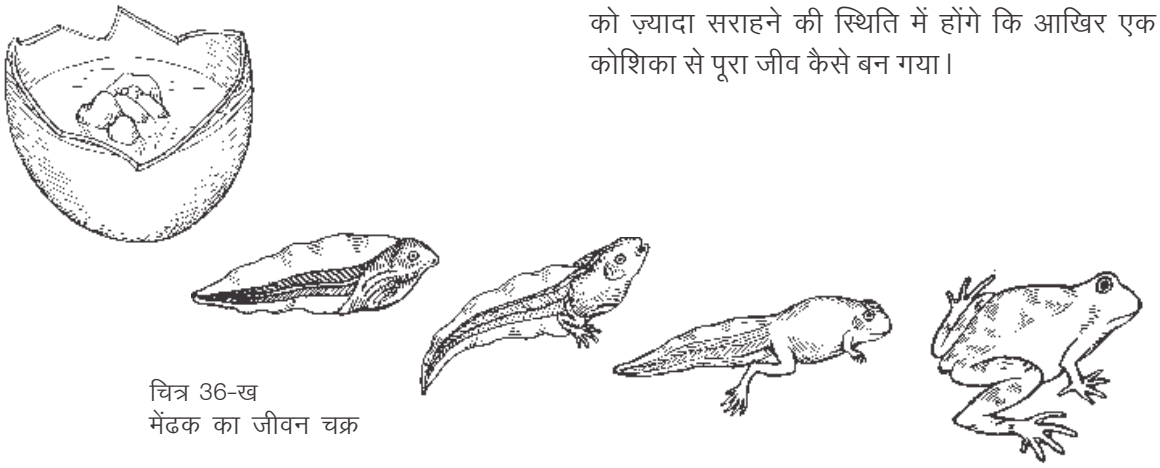
यह प्रयोग करीब 20-30 दिन चलेगा। यदि बरतन में पानी कम हो जाए तो उसी गड्ढे का पानी उसमें डालते रहना पड़ेगा। एक बार पूरा प्रयोग सेट हो जाए तो बच्चे प्रतिदिन अण्डों में हो रहे परिवर्तनों का अवलोकन कर सकते हैं। अण्डों में से बच्चे (जिन्हें टेडपोल कहते हैं) किस दिन निकलते हैं, क्या वे मेंढक जैसे दिखते हैं, टेडपोल का आगे विकास कैसे होता है, कब कौन-से अंग विकसित होते हैं और कब मेंढक बन जाता है, यह पूरी प्रक्रिया देखना बच्चों के लिए दिलचस्प होगा।

टेडपोल का अवलोकन करने के लिए अच्छा यह होता है कि एक टेडपोल को ड्रॉपर की मदद से पानी सहित निकालकर किसी बीकर या अन्य पारदर्शी डिब्बे में पानी में रखकर लेंस से देखा जाए।

प्रतिदिन अवलोकन करते समय बच्चों का ध्यान इस बात की ओर दिलाएँ कि टेडपोल की साइज़ बढ़ने के साथ कौन-से नए-नए अंग बनते जा रहे हैं। वे देख पाएँगे कि धीरे-धीरे टेडपोल की आँखें, गलफड़े (gills), हृदय, आँतें, रीढ़ की हड्डी, पिछली व अगली टाँगें बनती हैं। टेडपोल काफी पारदर्शी होता है, इसलिए उसके आन्तरिक अंगों का अवलोकन आसान होता है। बच्चों का ध्यान खास तौर से इस तथ्य की ओर दिलाएँ कि ये सारे अंग भ्रूण की शुरुआती एक कोशिका से बनते जा रहे हैं।

जिस दिन पहली बार पिछली टाँगें नज़र आएँ उस दिन एक काम करना होगा। बरतन के बीच में छोटे-छोटे पत्थरों का एक टीला-सा बनाना होगा ताकि विकसित होता मेंढक उस पर बैठ सके। मेंढक के विकास का क्रम उस दिन पूरा होगा जब उसकी पूँछ पूरी तरह गायब हो जाएगी।

मेंढक का जीवन चक्र अपनी आँखों के सामने घटित होते देखकर बच्चे यह समझ पाएँगे कि क्यों कोशिका को जीवों की इकाई कहा गया है। एक कोशिका से पूरा मेंढक बनना कोशिका का ही तो कमाल है। यहाँ दो क्रियाएँ हुई हैं। एक तो निषेचित अण्डे की एक कोशिका से ढेरों कोशिकाएँ बनी हैं और दूसरी कि एक ही कोशिका से मेंढक के शरीर में पाई जाने वाली तमाम किस्म की कोशिकाएँ बन गई हैं। तब बच्चे इस सवाल को ज़्यादा सराहने की स्थिति में होंगे कि आखिर एक कोशिका से पूरा जीव कैसे बन गया।



चित्र 36-ख
मेंढक का जीवन चक्र

कोशिका से कोशिका

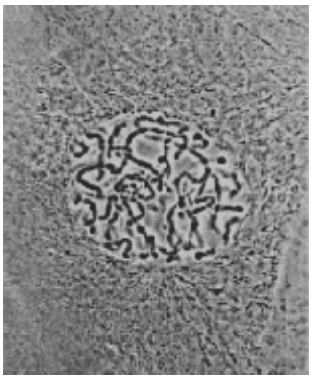
धीरे-धीरे यह स्पष्ट हो गया कि सजीवों में वृद्धि और विकास का मतलब है नई-नई कोशिकाओं का बनना। स्वतः जनन के सिद्धान्त का खण्डन हो ही चुका था। इसलिए इस बात की व्याख्या आवश्यक थी कि ये नई-नई कोशिकाएँ बनती कैसे हैं।

जब उन्नीसवीं सदी में कोशिका सिद्धान्त के प्रवर्तकों के सामने यह सवाल आया तो श्लाइडन ने एक विचार रखा। श्लाइडन का मत था कि कोशिका के अन्दर कुछ पदार्थ तलछट के रूप में अवक्षेपित होने लगते हैं और एक गेंद बन जाती है - इसे उन्होंने सायटोब्लास्ट का नाम दिया जो वास्तव में केन्द्रक था। उनका मत था कि सायटोब्लास्ट ही धीरे-धीरे एक कोशिका में विकसित हो जाता है और फिर बाहर निकल जाता है। इस वजह से श्लाइडन ने केन्द्रक को कोशिका का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा माना था।

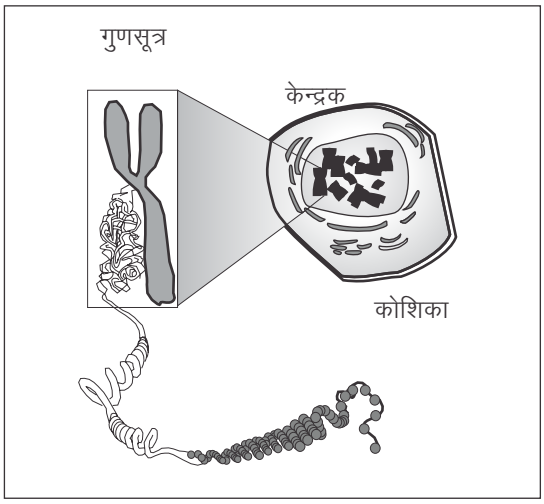
कुछ वैज्ञानिक मानते थे कि कोशिका से कलिकाओं के रूप में नई-नई कोशिकाएँ बनती रहती हैं। इसके पीछे कारण शायद यह था कि कई जीवों में कलिका निर्माण द्वारा नए जीव बनते हैं। इस प्रक्रिया को मुकुलन कहते हैं। हम आगे इसका अवलोकन भी करेंगे।

नई कोशिकाओं के निर्माण की प्रक्रिया को समझने में केन्द्रक की संरचना का अध्ययन काफी महत्वपूर्ण रहा। जिस तरह पहले यह स्पष्ट हुआ था कि कोशिका द्रव्य कोई एकसार पदार्थ नहीं है, उसी प्रकार अभिरंजन की तकनीक की मदद से यह भी नज़र आया कि केन्द्रक के अन्दर भी पदार्थ एकसार नहीं है। अभिरंजन की तकनीक का उपयोग करके केन्द्रक में कुछ रचनाओं को पहचानने में दो वैज्ञानिकों ने महत्वपूर्ण भूमिका निभाई थी।

एक थे एडुअर्ड एडोल्फ स्ट्रासबर्गर (Eduard Adolf Strasburger, 1844-1912)। उन्होंने अभिरंजन तकनीक का उपयोग करके सबसे पहले केन्द्रक का अवलोकन किया। इसी अभिरंजन की तकनीक की मदद से वाल्थर फ्लेमिंग (Walther Flemming, 1843-1905) ने भी अपने अवलोकन किए। स्ट्रासबर्गर ने एक ऐसा अभिरंजक खोज निकाला जो केन्द्रक के अन्दर मौजूद



कोशिका में गुणसूत्र
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र



पदार्थ को रंगीन बना देता था। इससे उन्होंने बढ़ते ऊतक के एक हिस्से को अभिरंजित किया और फिक्स कर दिया। कोशिकाओं को फिक्स करने के लिए कुछ रसायनों का उपयोग किया जाता है। फिक्स करने पर विभिन्न कोशिकाएँ जिस अवस्था में हैं उसी में मारी जाती हैं। इनका अवलोकन करने पर उन्होंने देखा कि केन्द्रक के अन्दर कुछ धागे जैसे थे जो दो भागों में बँट रहे थे। इन धागों को उन्होंने क्रोमोसोम (गुणसूत्र) कहा। उक्त

अभिरंजक से ये धागे अधिक गहरे रंग जाते हैं। अलग-अलग कोशिकाओं के अवलोकन के आधार पर वे एक क्रमबद्ध चित्र बना पाए जिससे पता चलता था कि कोशिकाएँ विभाजित हो रही हैं।

धीरे-धीरे यह स्पष्ट हुआ कि कोशिकाओं में विभाजन होता है। खास तौर से 1882 में वाल्थर फ्लेमिंग ने सैलेमैंडर नामक जन्तु में कोशिका विभाजन का गहन अध्ययन करके बताया कि विभाजन के समय गुणसूत्र लम्बाई में विभक्त होते हैं और एक-एक टुकड़ा कोशिका के एक-एक सिरे पर चला जाता है।

आगे चलकर वनस्पति कोशिकाओं में भी इसी तरह के अवलोकन किए गए। इस तरह के कई अध्ययनों से यह समझ में आने लगा था कि नई कोशिकाएँ पहले से उपस्थित कोशिकाओं के विभाजन से बनती हैं। इसके बाद यह स्पष्ट रूप से व्यक्त करने का श्रेय रुडोल्फ फिरकोव को जाता है कि हरेक कोशिका किसी पहले से उपस्थित कोशिका से ही बन सकती है - omnis cellula e cellula। यह कोशिका सिद्धान्त का एक और महत्वपूर्ण बिन्दु है। यह लैटिन भाषा का वाक्य है जिसका अर्थ होता है – 'हर कोशिका पहले से उपस्थित कोशिका से बनती है।'

तो श्लाइडन, श्वान व फिरकोव के योगदान से 1858 में कोशिका सिद्धान्त के निम्नलिखित बिन्दु उभर चुके थे:

1. **सारे सजीव एक या एक से अधिक कोशिकाओं से बने होते हैं।**
2. **कोशिका सजीवों की बुनियादी जीवित इकाई है। यह सजीवों की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई है।**
3. **सारी कोशिकाएँ पहले से मौजूद कोशिकाओं से ही बनती हैं।**

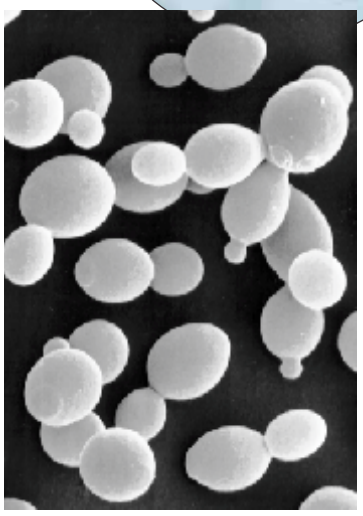
आइए, हम भी कोशिका विभाजन की क्रिया को देखें।

गतिविधि 10: खमीर में मुकुलन

खमीर की कोशिकाओं की स्लाइड तो बच्चे देख ही चुके हैं। एक बार उसी स्लाइड का अवलोकन उच्च आवर्धन में करें। इस बार वे कोशिकाएँ ढूँढने की कोशिश करें जिन पर एक और छोटी अण्डाकार कोशिका चिपकी हो। ये विभाजित होती खमीर कोशिकाएँ हैं।

जैसा कि पहले बताया गया था, यह क्रिया मुकुलन (budding) कहलाती है। इसमें होता यह है कि कोशिका में एक उभार-सा बनता है और कुछ समय बाद वह भाग अलग हो जाता है। यह अलग होकर एक स्वतंत्र जीव बन जाता है।

चित्र 37-क
खमीर की
कोशिकाएँ x400



चित्र 37-ख
खमीर में मुकुलन
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी चित्र

गतिविधि 11: प्याज़ की जड़ों में कोशिका विभाजन

एक चौड़े मुँह की बोतल में ऊपर तक पानी भर लें। एक मध्यम आकार का प्याज़ लेकर उसके एक-दो छिलके उतार दें। ब्लेड की सहायता से तने (प्याज़ के निचले भाग) से निकली हुई पुरानी सूखी हुई जड़ों को छीलकर निकाल दें। अब प्याज़ को बोतल पर इस तरह रखें कि तने वाला हिस्सा पानी को छूता रहे। बोतल का पानी प्रतिदिन बदलते रहें। तीन-चार दिनों में प्याज़ में खूब सारी जड़ें निकल आएँगी। इन्हीं जड़ों के मूलाग्र का उपयोग हम कोशिका विभाजन का अध्ययन करने के लिए करेंगे।

प्याज़ की जड़ों के अगले सिरे से करीब 1-1 से.मी. लम्बे टुकड़े काट लें। बेहतर होगा यदि ये टुकड़े सुबह 7 से 9 बजे के बीच काटे जाएँ। कुछ टुकड़े एक वॉच ग्लास में एसिटो-अल्कोहल के घोल में डाल दें।

एसिटो-अल्कोहल बनाने के लिए 1 भाग ग्लेशियल एसिटिक अम्ल और 3 भाग अल्कोहल मिलाएँ।

यह घोल कोशिकाओं के भीतर प्रवेश करके उनमें चल रही विभाजन प्रक्रिया को जहाँ की तहाँ रोक देता है। इसके फलस्वरूप हम कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाएँ देख पाते हैं।

वॉच ग्लास को थोड़ा गर्म करें (करीब 60 डिग्री सेल्सियस पर) और फिर ढँककर 10-15 मिनट के लिए एक तरफ रख दें।

एक स्लाइड पर 1 बूँद एसिटोकार्मिन तथा अम्ल के मिश्रण की डालें और चिमटी की मदद से एक मूलाग्र को इसमें रख दें।

एक वॉच ग्लास में 9:1 के अनुपात में एसिटोकार्मिन और 1 नॉर्मल हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का मिश्रण लें। (यानी - 9 बूँद एसिटोकार्मिन में 1 बूँद 1N हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाएँ।)

ध्यान देने की बात यह है कि मूलाग्र का एकदम अगला सिरा गहरे लाल रंग का दिखाई देता है और इसी हिस्से में वे कोशिकाएँ होती हैं जिनमें विभाजन हुआ है। इसलिए जब मूलाग्र को चिमटी से उठाएँ तो कटे हुए सिरे से पकड़ें ताकि उस हिस्से को नुकसान न पहुँचे जिसका हमें अध्ययन करना है।

ब्लेड या सुई की सहायता से मूलाग्र के गहरे लाल रँगे वाले हिस्से (लगभग 1 मि.मी.) को काटकर अलग कर लें।

एक साफ कवर स्लिप से मूलाग्र के इस 1 मि.मी. टुकड़े को ढँक दें।

स्लाइड को बहुत हल्का-सा गर्म करें।

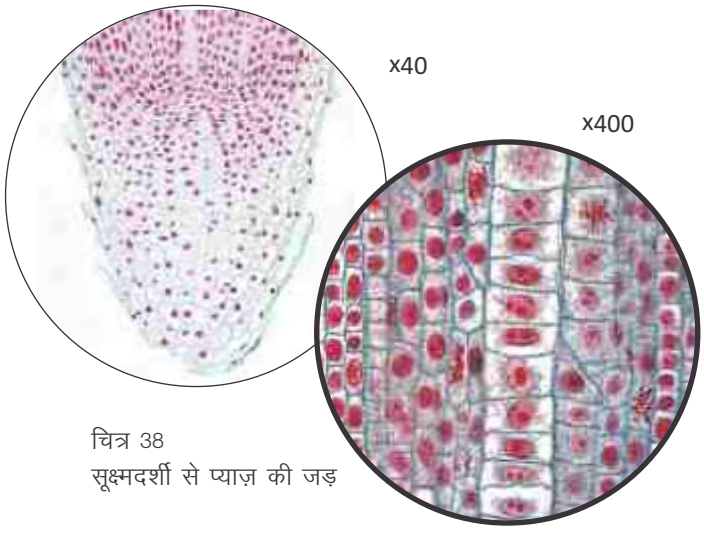
अब एक चौकोर सोख्ता कागज़ के एक हिस्से पर स्लाइड को रखें व सोख्ता कागज़ के शेष हिस्से को मोड़कर इससे स्लाइड को ढँक दें। कवर स्लिप के ऊपर ढँके सोख्ता कागज़ को पेंसिल के उलटे सिरे से धीरे-धीरे ठोंकें ताकि मूलाग्र की सारी कोशिकाएँ अलग-अलग होकर एक पतली परत के रूप में पूरी कवर स्लिप के नीचे समान रूप से फैल जाएँ।

हमारी स्लाइड अवलोकन के लिए तैयार है।

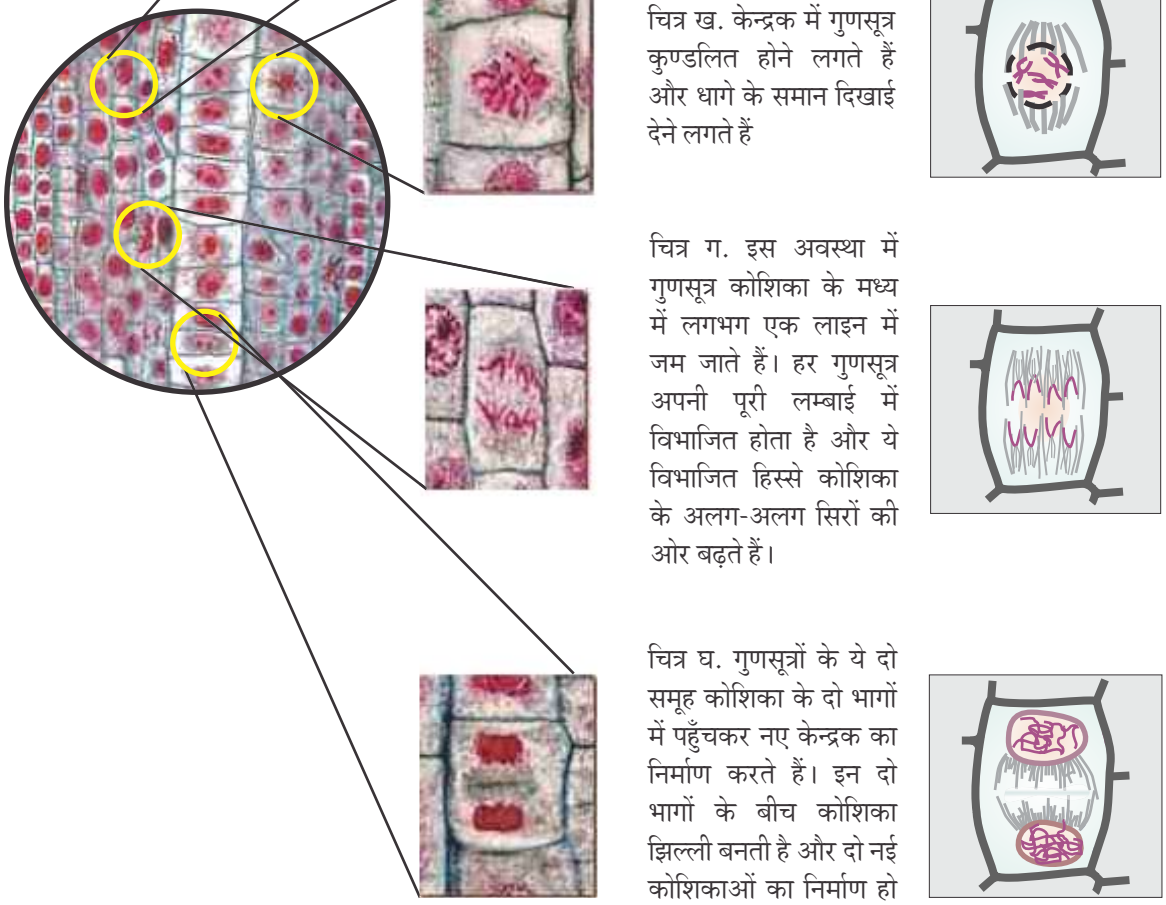
स्लाइड का अवलोकन पहले कम आवर्धन में और फिर उच्च आवर्धन में करें। हर हिस्से का अवलोकन करके कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाएँ खोजने की कोशिश करें।

अवलोकन यह करना है कि क्या सभी कोशिकाओं में केन्द्रक नज़र आता है। यदि केन्द्रक नज़र नहीं आता, तो उसके स्थान पर किस तरह की रचना दिखती है?

आपकी मदद के लिए यहाँ इसी तरह की एक स्लाइड का चित्र (चित्र 38) दिया जा रहा है। इसकी मदद से देखने की कोशिश करें कि क्या कुछ कोशिकाओं में केन्द्रक काफी बड़ा-सा दिखता है, क्या कुछ कोशिकाओं में केन्द्रक के अन्दर कुछ धागे जैसी रचनाएँ दिखती हैं, क्या कुछ कोशिकाओं में दो केन्द्रक दिखने लगे हैं? ये कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाएँ हैं। इन्हें देखने के लिए थोड़ी कोशिश करनी होगी मगर धीरे-धीरे आप कोशिका विभाजन की पूरी प्रक्रिया का एक चित्र बना पाएँगे। यहाँ प्रस्तुत चित्र में कोशिका विभाजन की अवस्थाओं को उपयुक्त क्रम में दर्शाया गया है। (चित्र 39)



चित्र 38
सूक्ष्मदर्शी से प्याज़ की जड़



चित्र क. विभाजन शुरू होने से पहले एक सामान्य कोशिका

चित्र ख. केन्द्रक में गुणसूत्र कुण्डलित होने लगते हैं और धागे के समान दिखाई देने लगते हैं

चित्र ग. इस अवस्था में गुणसूत्र कोशिका के मध्य में लगभग एक लाइन में जम जाते हैं। हर गुणसूत्र अपनी पूरी लम्बाई में विभाजित होता है और ये विभाजित हिस्से कोशिका के अलग-अलग सिरों की ओर बढ़ते हैं।

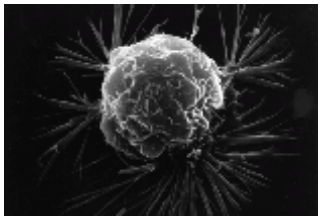
चित्र घ. गुणसूत्रों के ये दो समूह कोशिका के दो भागों में पहुँचकर नए केन्द्रक का निर्माण करते हैं। इन दो भागों के बीच कोशिका झिल्ली बनती है और दो नई कोशिकाओं का निर्माण हो जाता है।

चित्र 39
प्याज़ की जड़ की कोशिकाओं में विभाजन

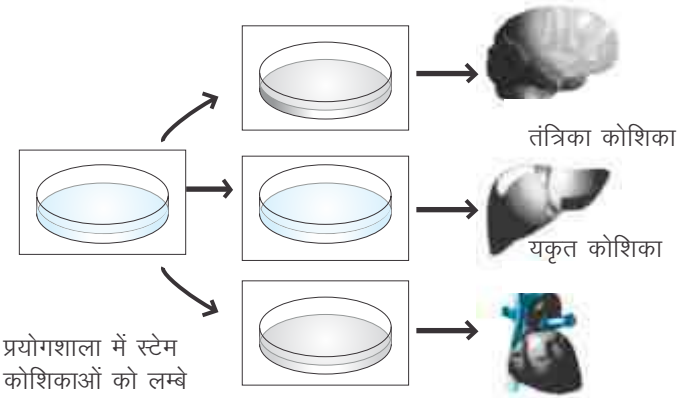
कोशिका सिद्धान्त आगे बढ़ा

इतने सबके बाद कोशिका सिद्धान्त विकसित होता चला गया है। इस बारे में आज हम बहुत कुछ जानते हैं कि कोशिका के अन्दर कौन-कौन से कोशिकांग (organelles) होते हैं और वे क्या करते हैं, उनमें आपस में संवाद कैसे होता है, कोशिका की क्रियाओं पर और उसके विभिन्न उपांगों की क्रियाओं पर नियंत्रण कैसे रखा जाता है, कोशिका विभाजन का नियंत्रण कैसे होता है। इसी प्रकार से कोशिका सिद्धान्त और आनुवंशिकता के बीच सम्बन्ध खोजे गए हैं। अर्थात् यह स्पष्ट हुआ है कि एक पीढ़ी से अगली पीढ़ी तक गुणों के हस्तान्तरण में कोशिका की क्या भूमिका है। यह समझने के लिए अध्ययन चल रहे हैं कि आखिर एक कोशिका से इतनी तरह की कोशिकाएँ कैसे बनती हैं क्योंकि एक बहुकोशीय जन्तु की शुरुआत तो एक ही कोशिका से होती है मगर उसके शरीर में कई तरह की कोशिकाएँ होती हैं। आपने स्टेम कोशिकाओं का नाम सुना होगा। स्टेम कोशिकाओं के अध्ययन से कई बीमारियों के सर्वथा नए तरह के उपचार की सम्भावनाएँ उजागर हो रही हैं।

कोशिका विभाजन एक भलीभाँति नियंत्रित प्रक्रिया है। दरअसल यह पूरे कोशिका चक्र का एक हिस्सा है। कोशिका कब तक विभाजित होती जाएगी यह किसी तरह कोशिका में ही अंकित रहता है। उसके बाद कोशिका की स्वतः मृत्यु हो जाती है। यदि कोई कोशिका लगातार अनियंत्रित रूप से विभाजित होती ही जाए तो यह अच्छी बात नहीं होती। यह कैंसर का रूप ले सकती है। फिलहाल इस बात को पूरी तरह समझा नहीं गया है कि कोशिका चक्र का नियमन कैसे होता है और क्यों कभी-कभी कोई कोशिका विभाजित होती चली जाती है।



कैंसर कोशिका



प्रयोगशाला में स्टेम कोशिकाओं को लम्बे समय तक बगैर विभेदन के रखा जा सकता है।
अलग-अलग परिस्थितियों में इनसे विभिन्न प्रकार की कोशिकाएँ बन सकती हैं।

स्टेम कोशिकाएँ

जन्तुओं में एक हद तक वृद्धि होने के बाद सामान्य कोशिकाओं का विभाजन रुक जाता है। मगर कुछ कोशिकाएँ ऐसी भी होती हैं जिनकी विभाजन होने की क्षमता बरकरार रहती है। इन्हें स्टेम कोशिकाएँ कहते हैं। जब भी किसी अंग की कोशिकाएँ मरकर झड़ जाती हैं, तो ये कोशिकाएँ नई कोशिकाएँ बनाकर उसकी क्षतिपूर्ति कर देती हैं। जब स्टेम कोशिकाओं का विभाजन होता है तो दो में से एक कोशिका तो विभेदित होकर उस ऊतक की कोशिका का रूप ले लेती है मगर दूसरी कोशिका स्टेम कोशिका बनी रहती है।

वैज्ञानिकों ने ऐसी स्टेम कोशिकाएँ खोजने में सफलता प्राप्त की है जो सिर्फ सम्बन्धित अंग की नहीं बल्कि अन्य अंगों की कोशिकाएँ भी बना सकती हैं। इनकी मदद से क्षतिग्रस्त अंग बनाने के प्रयास किए जा रहे हैं।

कोशिका सिद्धान्त: आगे बढ़ते कदम...

कुल मिलाकर कोशिका सिद्धान्त इस बात पर टिका है कि समस्त जीवधारियों के शरीर कोशिकाओं से मिलकर बने हैं और जीवधारियों की लगभग सारी जीवन क्रियाएँ कोशिकाओं के स्तर पर होती हैं। अर्थात् कोशिका से नीचे जीवन का कोई स्तर नहीं है। कोशिका संगठन की न्यूनतम इकाई है जिसमें जीवन के गुण होते हैं। मगर इसका मतलब यह नहीं है कि पीपल की एक कोशिका को पूरा पीपल का पेड़ माना जा सके। कोशिकाओं से मिलकर ऊतक बनते हैं, ऊतकों से मिलकर अंग बनते हैं, अंगों के तालमेल से तंत्र बनते हैं और विभिन्न तंत्रों के समन्वय से जीव का निर्माण होता है। यानी एक जीवधारी सिर्फ कोशिकाओं का ढेर नहीं है। कोशिकाओं का एक विशिष्ट किस्म का संगठन ही ऊतक, अंगों, तंत्रों व जीवधारियों की रचना करता है।

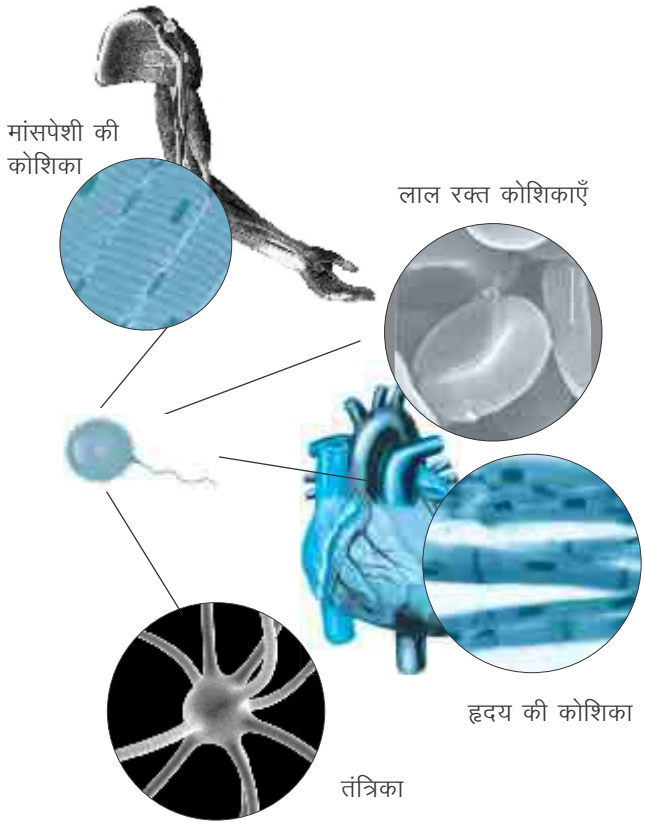
इसके साथ एक बात और भी गौरतलब है — समस्त जीवधारियों की विभिन्न कोशिकाएँ लगभग एक-से काम करती हैं; सबमें एक-सा श्वसन होता है, पोषण की विधि लगभग एक-सी है, विभाजन की प्रक्रिया एक-सी है। फिर भी वे अलग-अलग हैं। हरेक प्रकार की कोशिका में कुछ क्रियाएँ सामान्य व कुछ विशिष्ट होती हैं। इसी बात को यों भी कह सकते हैं कि सारी कोशिकाएँ कुछ सामान्य कार्य करती हैं। इस मायने में ये स्वायत्त सजीव इकाइयाँ हैं। मगर साथ ही प्रत्येक कोशिका एक जीव के एक हिस्से के रूप में भी कुछ भूमिका निभाती है। इस अर्थ में वह उस जीव के संगठन की एक इकाई है।

कोशिकाओं में विभेदन

एक ही जीव के विभिन्न अंगों की कोशिकाओं की रचना व कार्य में विविधता पैदा होना विभेदन कहलाता है। जैसे बीज बोने के बाद उसी में से जड़, तना, पत्ती, फूल वगैरह बनेंगे। पत्ती के अन्दर भी अलग-अलग किस्म की कोशिकाएँ होंगी। मेंढक के जीवन चक्र का अध्ययन करते हुए हमने देखा था कि किसी जन्तु में भी एक कोशिका से शुरू करके तमाम किस्म की कोशिकाएँ बन जाती हैं। यह कोशिका के विभेदन का परिणाम है।

अलबत्ता, इस मामले में वनस्पति और जन्तुओं के बीच एक महत्वपूर्ण अन्तर है। आम तौर पर वनस्पति कोशिकाओं में विभेदन स्थायी नहीं होता। यदि हम एक टहनी को मिट्टी में बो दें तो फिर से पूरा पौधा बन जाता है। मगर जन्तुओं में ऐसा होना मुश्किल है। इसीलिए आम तौर पर जन्तुओं की क्लोनिंग इतनी कठिन होती है। आपने पढ़ा-सुना ही होगा कि क्लोनिंग के क्षेत्र में वैज्ञानिक काफी आगे बढ़ चुके हैं। पिछले कुछ वर्षों में इन्सान के क्लोन बनाने की बातें भी चल रही हैं। इसके साथ कई नैतिक मुद्दे जुड़े हैं।

कोशिका सिद्धान्त के विकास में हमने देखा कि धीरे-धीरे यह पता चला था कि किसी कोशिका की संरचना व कार्य की सारी सूचना केन्द्रक में होती है। केन्द्रक के अन्दर भी इस सूचना का स्थान गुणसूत्रों में खोजा गया। फिर कुछ और निहायत परिष्कृत प्रयोगों के माध्यम से यह पता चला कि गुणसूत्र में यह सूचना न्यूक्लिक एसिड नामक रासायनिक पदार्थ में सँजोई रहती है।



क्लोनिंग

प्रत्येक जीव की कोशिकाओं में गुणसूत्रों की एक निश्चित संख्या होती है। लैंगिक प्रजनन में नर व मादा दोनों में विशेष कोशिकाएँ बनती हैं जिनमें गुणसूत्रों की संख्या सामान्य से आधी होती है। इसके बाद नर व मादा प्रजनन कोशिकाओं अर्थात् शुक्राणुओं व अण्डाणुओं का समागम होता है। इन दोनों कोशिकाओं के आपस में मिलने से जो कोशिका बनती है उसमें सामान्य संख्या में गुणसूत्र होते हैं। यह सामान्य लैंगिक प्रजनन है। ज़ाहिर है कि इस कोशिका में आधे गुणसूत्र नर से आते हैं और आधे मादा से। इस तरह सन्तान में माता-पिता दोनों के गुण होते हैं।

यदि आप इनमें से किसी एक की (यानी माँ या पिता की) कोशिका ले लें और उसी से पूरा नया जीव विकसित करें तो उसमें सारे गुणसूत्र या तो माँ से आएँगे या पिता से। तब वह जीव हूबहू माँ या पिता की नकल होगा। इसे क्लोनिंग कहते हैं। मगर जन्तुओं के मामले में ऐसा करना आसान नहीं होता। इसके लिए काफी पापड़ बेलने पड़ते हैं। इस प्रक्रिया से अब तक चूहे, भेड़ें वगैरह बनाई जा चुकी हैं। वैज्ञानिकों के पास अब इतना ज्ञान व हुनर है कि वे इन्सान का भी क्लोन बना सकते हैं।

कई लोगों को लगता है कि यह अप्राकृतिक काम होगा। इसलिए इसे नहीं किया जाना चाहिए। दूसरी ओर कुछ लोग मानते हैं कि यह चिकित्सा की दृष्टि से बहुत उपयोगी हो सकता है। वे कहते हैं कि आप पूरे जीव की क्लोनिंग न करें, किसी एक अंग या ऊतक की क्लोनिंग कर लें। अब यदि उस व्यक्ति में इस अंग या ऊतक में कोई गड़बड़ी पैदा हो जाए तो इस क्लोन अंग का उपयोग किया जा सकता है। या आप किसी इन्सान का पूरा क्लोन तैयार कर लें और फिर ज़रूरत के अनुसार उसके अंगों का उपयोग करते रहें।

सवाल यह है कि यह जो क्लोन तैयार होगा वह भी एक जीता-जागता जीव होगा मगर उसका उपयोग सिर्फ यह होगा कि वह व्यक्ति के लिए स्पेयर पार्ट्स उपलब्ध कराता रहे। तो इस इन्सान के अस्तित्व का मतलब क्या है?

यह सवाल भी उठता है कि वह व्यक्ति है कौन? वह तो वही है जिसका वह क्लोन है। तो इस व्यक्ति की पहचान क्या होगी? जैसे किसी महिला का क्लोन जो उसके पेट से जन्म ले, वह उसकी बेटी होगी, बहन होगी या वह स्वयं होगी?

इस तरह के सवाल मनुष्यों की क्लोनिंग को लेकर उठ रहे हैं। कई देशों में मनुष्यों की क्लोनिंग पर प्रतिबन्ध है। कई वैज्ञानिक माँग कर रहे हैं कि उन्हें इसकी छूट मिलनी चाहिए।

वैसे समूचे जीव, उसके किसी अंग या ऊतक के अलावा क्लोनिंग तकनीक का उपयोग जीनों की क्लोनिंग में बहुत उपयोगी साबित हुआ है। इसकी मदद से हम किसी जीव के जीनों का उपयोग अन्य जीवों के सन्दर्भ में कर पाते हैं।

धीरे-धीरे यह भी साफ हुआ है कि केन्द्रक पूरी तरह स्वतंत्र रूप से कोशिका का नियंत्रण नहीं करता। कोशिका द्रव्य यानी सायटोप्लाज़्म का भी इस पर कुछ नियंत्रण होता है।

यह भी काफी हद तक स्पष्ट हुआ है कि न्यूक्लिक एसिड कैसे कोशिका के गुणों का निर्धारण करता है। यह भी पता चल चुका है कि माता-पिता के गुणों का सन्तानों में पहुँचना भी न्यूक्लिक एसिड के माध्यम से ही होता है। न्यूक्लिक एसिड की इकाइयाँ विभिन्न गुणों का निर्धारण करती हैं और इन्हें जीन कहते हैं। आज हम जानते हैं कि गुणसूत्रों पर ये जीन कहाँ-कहाँ उपस्थित हैं।

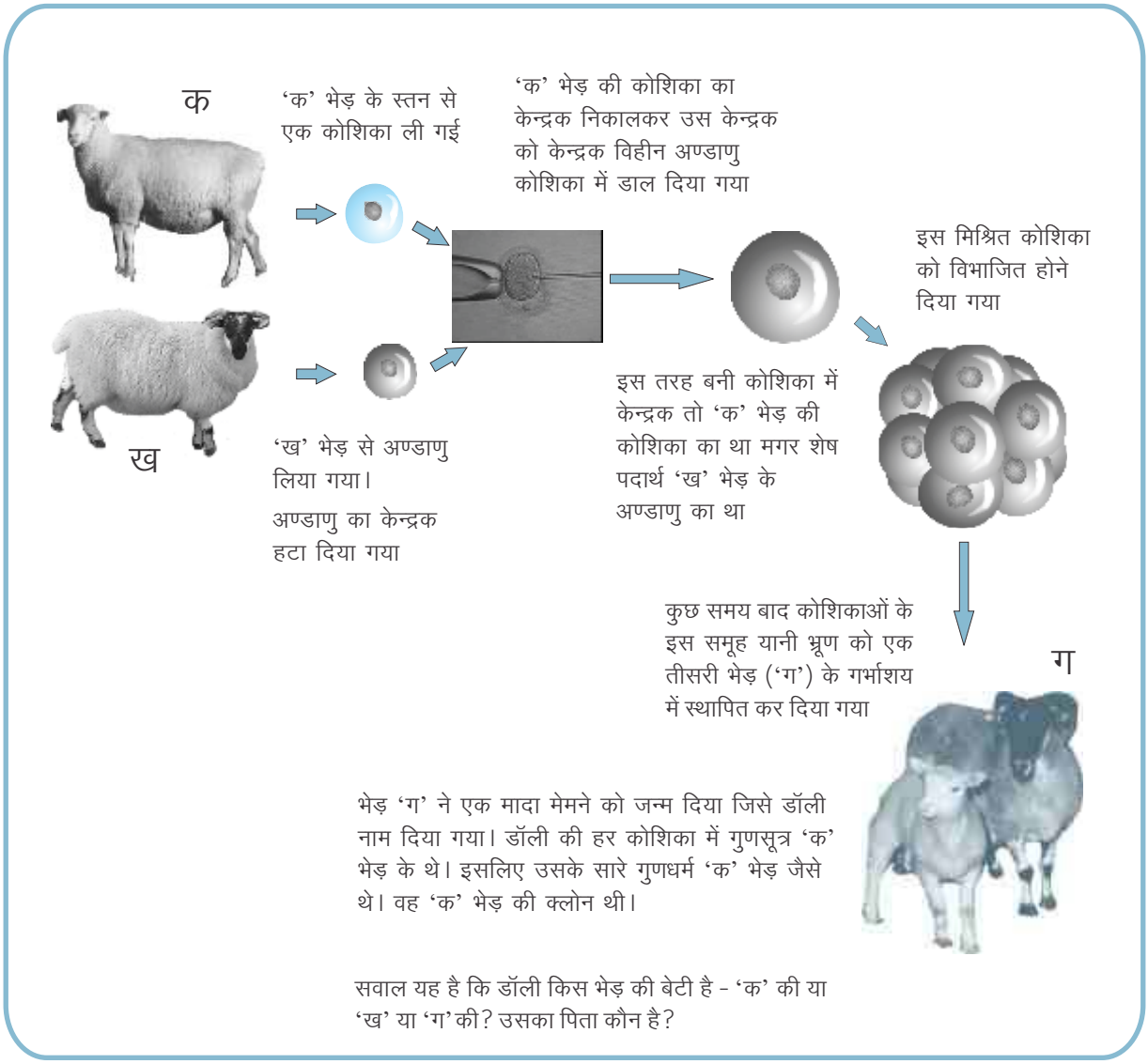
हम एक जीव के जीन को लेकर उन्हें किसी अन्य जीव के जीन-पुंज (यानी जीनोम) में जोड़ने लगे हैं। इस प्रकार से जीन-परिवर्तित जीव बनाए गए हैं। यह भी सामाजिक बहस का एक मुद्दा बनकर उभरा है।

तो उन्नीसवीं सदी के पूर्वार्ध में शुरू हुआ कोशिका सिद्धान्त काफी लम्बा सफर तय कर चुका है और अभी लगता है कि बहुत दूर जाना है।

कोशिका सिद्धान्त के क्रमिक विकास ने समस्त जीवन को एक सूत्र में पिरोने में महती भूमिका निभाई। हम यह समझ पाए कि ऊपर से इतने अलग-अलग दिखने वाले जीव बुनियादी रूप से इतने समान हैं। हम यह भी समझ पाए हैं कि सजीवों के बीच जो अन्तर दिखते हैं उनका आधार क्या है, वे कैसे पैदा होते हैं।

जहाँ सजीवों के बीच कड़ियाँ जोड़ने का ढाँचा जैव विकास (evolution) का सिद्धान्त प्रदान करता है वहीं कोशिका सिद्धान्त हमें यह समझने में मदद करता है कि कोशिकाओं के स्तर पर जीवन का संचालन कैसे होता है। यह सिद्धान्त जीवन के अलग-अलग रूपों को एक सूत्र में पिरो देता है।

जैव विकास का सिद्धान्त हमें विभिन्न जीवों के बीच सम्बन्धों को समझने का ढाँचा प्रदान करता है। जब हम यह देख पाते हैं कि सारे जीव बुनियादी स्तर पर इतने समान हैं तो यह विचार आना स्वाभाविक है कि इन



जिनेटिक इंजीनियरिंग

प्रकृति में जीनों का लेन-देन समान प्रजाति के जीवों के बीच होता है। मगर अब जीव वैज्ञानिकों के पास ऐसी तकनीकें हैं जिनकी मदद से वे किसी भी जीव के जीनों को काटकर अलग कर सकते हैं और दूसरे जीव के जीन-पुंज में रोप सकते हैं, चाहे वह जीव किसी दूसरी प्रजाति का हो।

इसका एक नतीजा यह हुआ है कि बहुत असम्बन्धित जीवों के जीन एक-दूसरे में रोपे जाने लगे हैं। इससे जीन-प्रवाह में प्रजाति अवरोध काफी हद तक शिथिल हो गया है।

जैसे आपने बीटी कपास वगैरह के नाम सुने होंगे। इसमें कपास के पौधे में बीटी नामक एक बैक्टीरिया का जीन लगाया गया है। बताते हैं कि बीटी स्वयं एक कीट के खिलाफ विष उत्पादन करता है। कपास में इसका जीन रोपे जाने से अब कपास के पौधे भी वही विष बनाने लगे हैं। कहा जा रहा है कि अब वह कीट इन कपास के पौधों को नहीं कुतरेगा। इससे कीटनाशक छिड़कने की लागत कम हो जाएगी।

कुछ लोग मानते हैं कि लगातार सम्पर्क के चलते जल्दी ही वह कीट इसका प्रतिरोधी हो जाएगा। दूसरी ओर, कुछ लोगों का मानना है कि कपास से यह जीन कुछ खरपतवारों में भी पहुँचेगा और वे खरपतवारें कीटरोधी हो जाएँगी और उनको नियंत्रित करना मुश्किल हो जाएगा।

कुछ लोगों को जिनेटिक रूप से परिवर्तित खाद्य पदार्थ की सुरक्षा को लेकर भी चिन्ता है। पता नहीं ऐसे खाद्य पदार्थ उपभोग करना कितना सुरक्षित होगा?

यह भी चिन्ता है कि जीन स्थानान्तरण की यह बात कहाँ जाकर रुकेगी। जैसे, मानव समाज में कुछ गुण बहुत वांछनीय माने जाते हैं। आशंका है कि नई तकनीकों की मदद से हर माता-पिता अपनी सन्तानों में इन जीनों के आरोपण की चाह करने लगेंगे। मगर सवाल यह है कि 'वांछनीय' गुणों का फैसला कौन करेगा। कहीं यह हमारे सामाजिक पूर्वाग्रहों को बढ़ावा देने का काम न करे। जैसे भारतीय समाज में पुत्र की चाह हमेशा से मौजूद रही है, मगर उस चाह को पूरा करने के तरीके सीमित थे। अल्ट्रासोनोग्राफी, एम्नियोसिंटेसिस वगैरह ने इस चाह को पूरा करना सम्भव बना दिया। लड़कियों की घटती संख्या के रूप में इसके सामाजिक परिणाम सबके सामने हैं। जिनेटिक इंजीनियरिंग में तो हमारे पूर्वाग्रहों को हवा देने की असीम सम्भावना है।

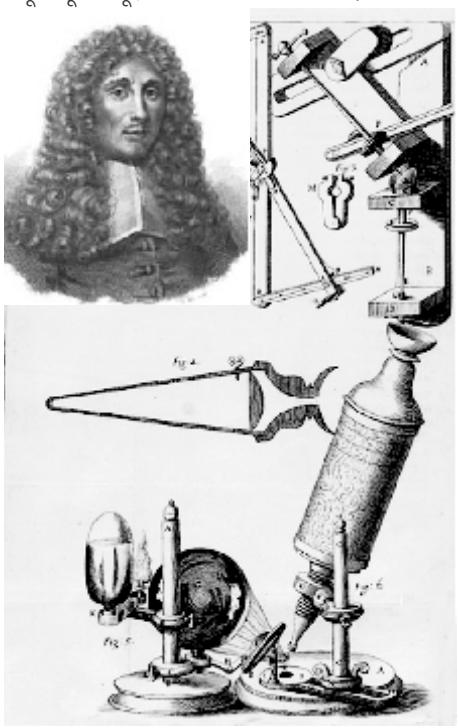
कपास के डोडे को खाता हुआ कॉटन बॉल लार्वा (Helicoverpa armigera)।
बीटी कपास को इस और अन्य लार्वा पीड़कों से बचाव के लिए विकसित किया गया है।

सबकी उत्पत्ति भी साझा होनी चाहिए। आखिर इतने अलग-अलग जीवों में एक-सी रचनाएँ, एक-सी रासायनिक क्रियाएँ, एक-से पदार्थ पाया जाना कोई संयोग तो नहीं हो सकता। हो न हो यह समानता इसलिए है कि ये सब एक ही मूल से विकसित हुए हैं। अर्थात् जीवन का इस प्रकार का बुनियादी संगठन एक ही बार बना और फिर उसी में बदलाव होते-होते इतने विविध रूप पैदा हुए हैं। जैव विकास का सिद्धान्त बताता है कि सारे जीवों का विकास क्रमिक रूप से हुआ है। और यह विकास मुख्यतः प्रकृति की परिस्थितियों के दबाव में हुआ है। कोशिका सिद्धान्त की मदद से आज मौजूद जीवधारियों के बीच कड़ियाँ स्पष्ट होती हैं। दूसरी ओर, जैव विकास का सिद्धान्त आज तक मौजूद रहे समस्त जीवधारियों के बीच कड़ी जोड़ देता है। ये दो सिद्धान्त मिलकर पूरे जीवजगत् को एक सूत्र में बाँध देते हैं।

मगर एक सवाल हमारे सामने बना रहता है। यह तो सही है कि जीवधारी के समान, कोशिका भी किसी पहले से उपस्थित कोशिका से ही बन सकती है। मगर सवाल तो यह है कि पहली कोशिका की उत्पत्ति कैसे हुई थी? दूसरे शब्दों में सवाल यह है कि सबसे पहले निर्जीव पदार्थों का ऐसा संगठन कैसे तैयार हुआ जिसमें जीवन के गुण थे? कैसे पहली कोशिका अस्तित्व में आई? अर्थात् वे कौन-सी परिस्थितियाँ थीं जिनमें निर्जीव पदार्थों ने स्वतः जनन के ज़रिए सजीव संगठन को जन्म दिया था? इस सवाल के साथ हम बात को रोकते हैं क्योंकि वह बात शुरू की तो दूर तलक जाएगी!

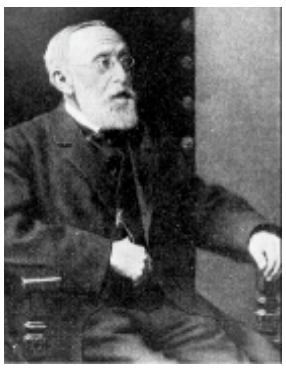
कोशिका अध्ययन के प्रमुख मील के पत्थर

1590s	जैंसन द्वारा संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का आविष्कार
1665	रॉबर्ट हुक - कॉर्क की कोशिकाओं का विवरण
1668	फ्रांसेस्को रेडी द्वारा स्वतः जनन का खण्डन
1674	ल्यूवेनहूक ने सूक्ष्मजीव देखे
1676	ल्यूवेनहूक ने बैक्टीरिया देखे
1831	रॉबर्ट ब्राउन ने ऑर्किड की कोशिकाओं में केन्द्रक देखा
1839	श्लाइडन व श्वान द्वारा कोशिका सिद्धान्त का प्रतिपादन
1840	अल्ब्रेख्ट फॉन कोलीकर ने पाया कि शुक्राणु और अण्डाणु भी कोशिकाएँ हैं
1856-58	एन. प्रिंगशाइम ने शुक्राणु कोशिका को अण्डाणु कोशिका में प्रवेश करते देखा
1857	कोलीकर ने माइटोकॉण्ड्रिया का अवलोकन किया



ल्यूवेनहूकः सूक्ष्मजीव और बैक्टीरिया देखे

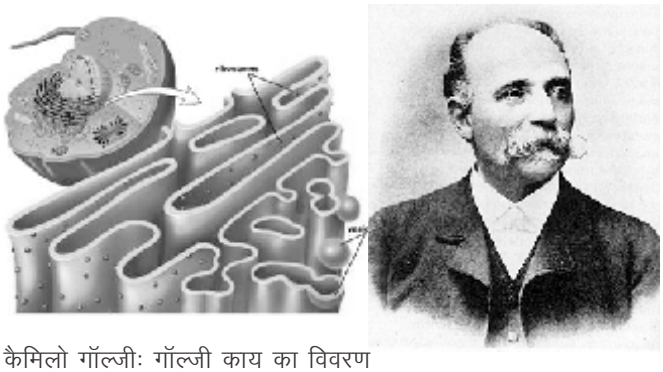
रॉबर्ट ब्राउनः ऑर्किड की कोशिकाओं में केन्द्रक



रुडोल्फ फिरकोवः
Omnis cellula e cellula

1858	रुडोल्फ फिरकोव ने Omnis cellula e cellula सिद्धान्त प्रतिपादित किया
1869	माइशर ने डी.एन.ए. पृथक किया
1879	फ्लेमिंग ने कोशिका विभाजन में गुणसूत्रों का व्यवहार देखा

1883	जनन कोशिकाएँ अर्धसूत्री (haploid) होती हैं
1898	कैमिलो गॉल्जी द्वारा गॉल्जी काय का विवरण
1902	आनुवंशिकी का गुणसूत्र सिद्धान्त प्रस्तुत
1924	प्रथम अल्ट्रासेंट्रीफ्यूज का आविष्कार
1932	रुस्का ने इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी बनाया
1953	डी.एन.ए. की दोहरी कुण्डली संरचना का खुलासा
1955	ईगल ने कृत्रिम माध्यम में मानव कोशिका की पोषण ज़रूरतों का पता लगाया
1982	जीन-परिवर्तित चूहे बनाए गए
1996	भेड़ का क्लोन डॉली तैयार – प्रथम स्तनधारी क्लोन
2000	मानव जीनोम का नक्शा तैयार
2003	पहला क्लोन चूहा तैयार

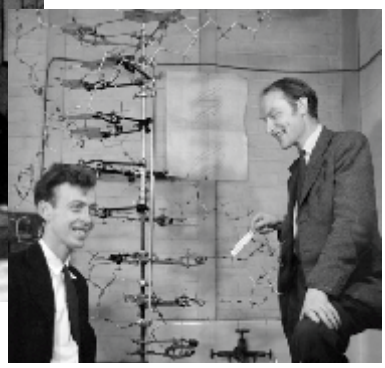


कैमिलो गॉल्जीः गॉल्जी काय का विवरण

रुस्काः इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी

फ्रॅन्सिस कोलिन्स
मानव जीनोम का नक्शा

वॉटसन और क्रिक



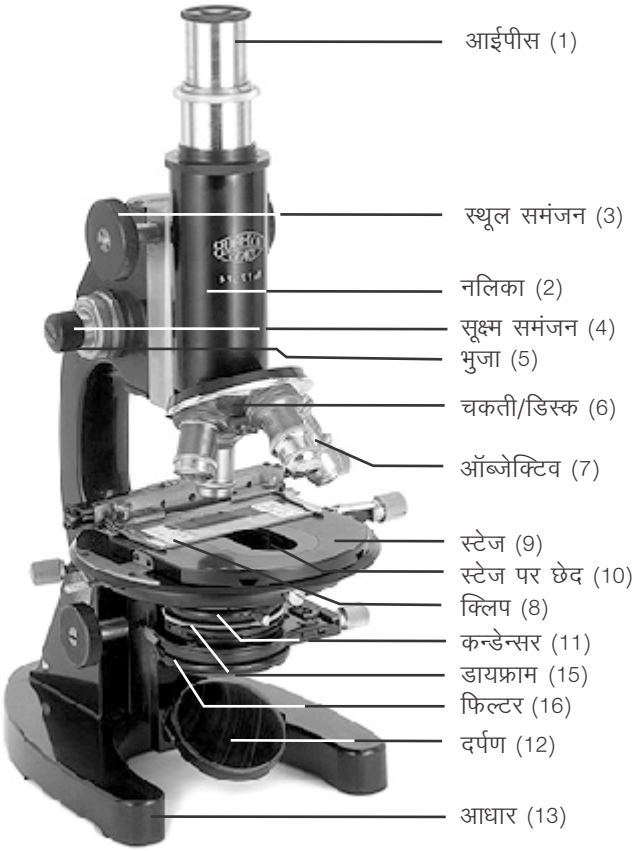
रोज़लिंड फ्रैंकलिन
डी.एन.ए. की दोहरी कुण्डली संरचना का खुलासा

परिशिष्ट

परिशिष्ट 1
सूक्ष्मदर्शी से जान-पहचान

जीवशास्त्र के शिक्षक एवं विद्यार्थी दोनों के लिए सूक्ष्मदर्शी (microscope) एक बहुत ही महत्वपूर्ण उपकरण है। इसका समुचित उपयोग करने के लिए यह आवश्यक है कि इसके विभिन्न भागों की रचना तथा उनके कार्य को भलीभाँति समझ लिया जाए।

सूक्ष्मदर्शी दो प्रकार के होते हैं - सरल (simple) और संयुक्त (compound)। सरल सूक्ष्मदर्शी में एक उत्तल (convex) लेंस होता है जबकि संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में दो उत्तल लेंस स्थिर दूरी पर लगे होते हैं। एक लेंस वस्तु के आकार को बड़ा करके दिखाता है (आवर्धित बिम्ब) तो दूसरा इस आवर्धित बिम्ब को और भी आवर्धित कर देता है। यहाँ हम संयुक्त सूक्ष्मदर्शी के बारे में चर्चा करेंगे। वैसे कोशिका के सारे प्रारम्भिक अवलोकन सरल सूक्ष्मदर्शी से किए गए थे।



चित्र 40

सूक्ष्मदर्शी से परिचय

सूक्ष्मदर्शी ढलवाँ धातु का बना होने के कारण कुछ भारी होता है ताकि यह आसानी से लुढ़क न जाए।

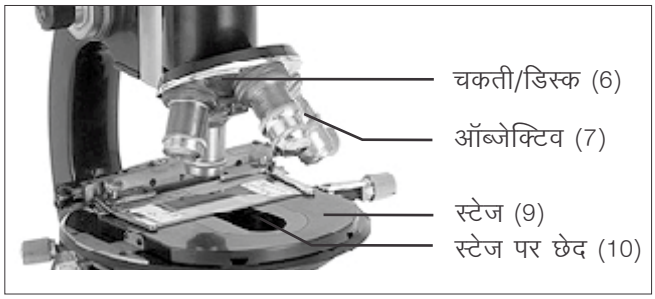
इसमें निम्नलिखित भाग होते हैं:

अँग्रेजी अक्षर U के आकार का एक आधार (base, 13) जो सूक्ष्मदर्शी को स्थिरता प्रदान करता है। इसे किसी समतल जगह पर रखा जाता है।

आधार से अँग्रेज़ी अक्षर C के आकार की एक भुजा (arm, 5) निकलती है। इस भुजा के स्वतंत्र सिरे पर एक खड़ी नलिका (tube, 2) लगी होती है। इस नलिका को ऊपर-नीचे सरकाया जा सकता है।

नलिका को ऊपर-नीचे करने के लिए भुजा पर दो जोड़ी गोलाकार घुण्डियाँ होती हैं। बड़ी घुण्डियाँ (3) नलिका को बड़े खाँचों (grooves) पर घुमाती हैं और नलिका अधिक गति करती है। इसके कारण बिम्ब का स्थूल समंजन (coarse adjustment) होता है। छोटी घुण्डियाँ (4) नलिका को बारीक खाँचों पर घुमाती हैं, नलिका धीरे-धीरे ऊपर-नीचे होती है और बिम्ब का सूक्ष्म समंजन (fine adjustment) होता है और सही फोकस बनाने में सहायता मिलती है।

नलिका के ऊपरी सिरे पर लेंसों का एक सेट, एक बेलनाकार डिबिया में लगा होता है। यह डिबिया सूक्ष्मदर्शी की नलिका के ऊपरी खुले सिरे में फिट हो जाती है। डिबिया में ऊपर की ओर एक छिद्र होता है। किसी चीज़ को सूक्ष्मदर्शी में से देखते समय आँख को इसी छेद के ऊपर रखते हैं। अतः इस डिबिया को



आईपीस (1) कहते हैं। आईपीस की आवर्धन क्षमता उस पर लिखी होती है, जैसे 5x, 10x आदि।

सूक्ष्मदर्शी की नलिका के निचले सिरे पर धातु की एक चकती (disc, 6) इस प्रकार लगी होती है कि उसे 360° के कोण से घुमाया जा सकता है। इस चकती में 3 या 4 चूड़ीदार छेद होते हैं। इन छेदों में लेंस के सेट कसे जा सकते हैं।

ऐसा प्रत्येक सेट एक बेलनाकार रचना में लगा होता है जिसके आधार पर चूड़ियाँ होती हैं। चूड़ियों की सहायता से इसे चकती पर बने छेदों में कसा जा सकता है। इन लेंस को ऑब्जेक्टिव (7) कहते हैं। चकती को घुमाकर मनचाहे ऑब्जेक्टिव को आईपीस की सीध में लाया जा सकता है। हर ऑब्जेक्टिव पर भी उसकी आवर्धन क्षमता अंकित होती है।

ऑब्जेक्टिव के ठीक नीचे एक प्लेटफॉर्म (9) होता है। इसे स्टेज कहते हैं। स्टेज के बीचोंबीच एक गोलाकार छेद (10) होता है जिसमें से होकर प्रकाश ऑब्जेक्टिव में जा सकता है। इस छेद के दोनों ओर एक-एक क्लिप (8) होती है।

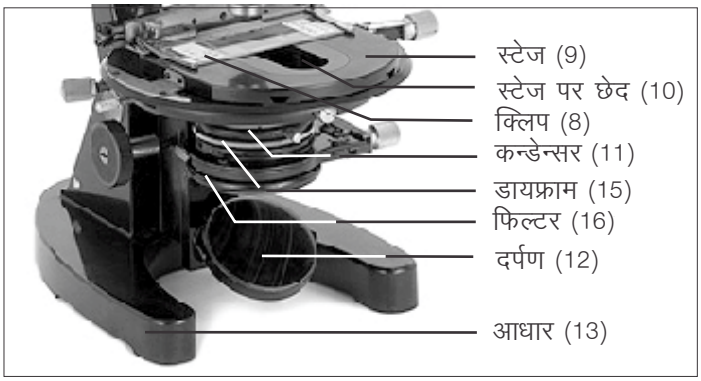
सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता आईपीस और ऑब्जेक्टिव की आवर्धन क्षमता के गुणनफल के बराबर होती है। उदाहरण के लिए आईपीस की आवर्धन क्षमता 10x और ऑब्जेक्टिव की आवर्धन क्षमता 45x है तो इस स्थिति में वस्तु 10 x 45 = 450 गुना आवर्धित दिखाई देगी।

अवलोकन के समय स्लाइड को इन क्लिपों के नीचे फँसाकर रखा जाता है। कुछ सूक्ष्मदर्शियों में क्लिप के स्थान पर एक धारक (holder) होता है जिस पर घुण्डियाँ होती हैं जिनकी सहायता से स्लाइड को स्टेज पर आगे-पीछे और दाँए-बाएँ खिसकाया जा सकता है। धारक में एक स्केल भी होती है जिसकी मदद से यह देखा जा सकता है कि स्लाइड को कितना खिसकाया गया है या स्लाइड का कौन-सा हिस्सा ऑब्जेक्टिव के नीचे है।

स्टेज के नीचे कुछ अन्य भाग होते हैं जैसे :

(क) एक गोलाकार दर्पण धारक जिसके एक ओर अवतल दर्पण तथा दूसरी ओर समतल दर्पण होता है (12)। दर्पण को हिलाकर इस प्रकार स्थिर किया जाता है कि उस पर पड़ने वाला प्रकाश परावर्तित होकर स्टेज के बीच के छेद में से होता हुआ ऑब्जेक्टिव में जाए।

दर्पण के ठीक ऊपर कुछ और छल्ले होते हैं जिनमें निम्नलिखित लगे होते हैं :



(ख) संघनित्र (condenser, 13) नामक एक उत्तल लेंस जिसको एक घुण्डी (14) की सहायता से समंजित करके प्रकाश की अधिकतम मात्रा स्टेज पर स्थित छेद में भेजी जा सकती है।

(ग) एक छल्ले में गोलाकार जमावट वाली प्लेटें होती हैं जिनके बीच में एक सूक्ष्म छेद होता है। इन प्लेटों का समंजन करके बीच में स्थित छेद को बड़ा-छोटा किया जा सकता है। इसे डायफ्राम (15) कहते हैं।

आवश्यकता होने पर इसे इस प्रकार समंजित किया जा सकता है कि प्रकाश की एक पतली किरण इसमें होकर आए और केवल अवलोकन की जा रही वस्तु को ही प्रकाशित करे, उसके आसपास के क्षेत्र को नहीं। इससे अवलोकन अधिक स्पष्ट रूप से किया जा सकता है।

(घ) एक अन्य छल्ले में नीले रंग का घिसा हुआ काँच (16) होता है। इसका उपयोग प्रायः कृत्रिम प्रकाश में अवलोकन करते समय किया जाता है। इसे फिल्टर कहते हैं ।

सूक्ष्मदर्शी का उपयोग

1. काँच की एक साफ स्लाइड के बीचोंबीच उस वस्तु को रखें जिसका अवलोकन किया जाना है।
2. पानी की एक या दो बूँद वस्तु पर डालें। ऊपर से कवर स्लिप लगा दें।
3. सूक्ष्मदर्शी को इस प्रकार रखें कि उस पर प्रकाश सामने से आए।
4. स्लाइड को स्टेज पर इस प्रकार रखें कि वस्तु स्टेज के छेद के ठीक ऊपर हो।
5. समतल दर्पण को इस प्रकार एडजस्ट करें कि उससे परावर्तित अधिक से अधिक प्रकाश वस्तु में से होकर गुज़रे।
6. कन्डेन्सर को ऊपर-नीचे करके आईपीस से यह देखें कि अधिक से अधिक प्रकाश आ रहा है।
7. कन्डेन्सर न हो तो अवतल दर्पण का उपयोग करें।
8. आईपीस से लगातार अवलोकन करते हुए डायफ्राम के छेद को इस प्रकार बड़ा-छोटा करें कि केवल वस्तु प्रकाशित हो।
9. कम आवर्धन वाले ऑब्जेक्टिव (4x या 10x) को वस्तु के ऊपर लाएँ।
10. आईपीस में से देखते हुए घुण्डी की सहायता से नलिका को ऊपर या नीचे करते हुए वस्तु को फोकस करें।
11. सूक्ष्म समंजन करते हुए फोकस को और अधिक स्पष्ट करें।
12. अधिक आवर्धन वाले लेंस का उपयोग करने के लिए नलिका को ऊपर करें और गोलाकार चकती को घुमाकर वांछित ऑब्जेक्टिव (10x, 45x) को सही जगह लाएँ। बाहर से देखते हुए नलिका को तब तक नीचे करें जब तक ऑब्जेक्टिव लेंस कवर स्लिप को लगभग छूने न लगे। अब आईपीस से देखते हुए नलिका को सूक्ष्म समंजन की मदद से धीरे-धीरे तब तक ऊपर उठाएँ जब तक वस्तु फोकस न हो जाए। ऐसा करने से कवर स्लिप या स्लाइड के टूटने का खतरा नहीं रहता है।

सूक्ष्मदर्शी के बारे में कुछ अन्य बातें

सूक्ष्मदर्शी के लेंस को आसुत जल या ज़ायलीन या क्लोरोफॉर्म और ज़ायलीन के मिश्रण से साफ करना चाहिए। इसके लिए अल्कोहल का उपयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि लेंसों को चिपकाने के लिए उपयोग में लाया जाने वाला पदार्थ अल्कोहल में घुल जाता है।

लेंस को साफ करने के लिए ऐसे नरम कपड़े का उपयोग करना चाहिए जिसके रेशे न निकलते हों। नरम ब्रश से भी लेंस को साफ किया जा सकता है। साफ करते समय यह सावधानी रखें कि कपड़े या ब्रश को गोल-गोल न घुमाएँ। इससे लेंस पर पड़े हुए धूल के कणों से लेंस पर खरोंच पड़ सकती है। कपड़े या ब्रश से लेंस को एक ही दिशा में हल्के से पोंछ दें।

कुछ सूक्ष्मदर्शियों में एक की बजाय दो आईपीस होते हैं। ऐसे सूक्ष्मदर्शी द्विनेत्री या बायनॉक्यूलर सूक्ष्मदर्शी कहलाते हैं। इनसे यह लाभ होता है कि लम्बे समय तक अवलोकन करने पर आँखों पर तनाव महसूस नहीं होता। एक आईपीस वाले सूक्ष्मदर्शी मोनॉक्यूलर कहलाते हैं। मोनॉक्यूलर सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करते समय भी दोनों आँखों को खुला रखने का अभ्यास करना चाहिए। ऐसा करने से उपयोग में लाई जाने वाली आँख पर कम तनाव महसूस होता है।

किसी सामग्री की स्लाइड बनाने के लिए उसे किसी विशेष प्रकार के द्रव पदार्थ की बूँद में आरोपित (mount) किया जाता है। आरोपण माध्यम (mounting medium) सामग्री को स्वच्छ करने के साथ ही उसका परिरक्षण भी करता है।

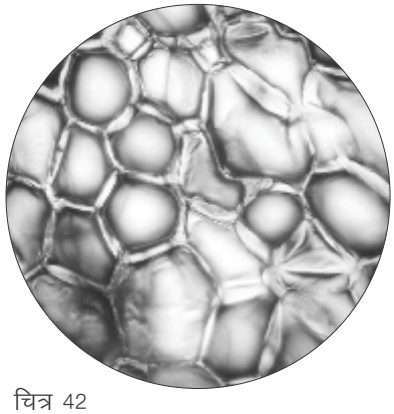
चित्र 41

परिशिष्ट 2
क्या कोशिकाएँ चपटी होती हैं?

आम तौर पर कोशिकाओं को सूक्ष्मदर्शी से देखा जाता है। जब सूक्ष्मदर्शी में से देखते हैं तो हमें एक चपटी दो-आयामी छवि नज़र आती है। ऐसा लगता है जैसे कोशिका के अन्दर सारे उपांग एक ही तल पर हैं। मगर ऐसा नहीं है। यह वैसा ही है जैसे आकाश में सारे तारे हमें एक ही तल में दिखाई देते हैं जबकि वे वास्तव में पृथ्वी से बहुत अलग-अलग दूरियों पर हैं। कोशिकाओं के चपटी होने की बात तब और पक्की तरह मन में जम जाती है जब हम किताबों में उनके चपटे चित्र देखते हैं।

कई पुस्तकों में कोशिकाओं के चित्र चपटे ही दिखाए जाते हैं। हमने इस तरह के चपटे चित्रों का उपयोग कुछ कम किया है।

हकीकत यह है कि कोशिकाएँ लम्बी, चौड़ी और मोटी भी होती हैं। लम्बाई-चौड़ाई तो हम देख ही सकते हैं। मोटाई सूक्ष्मदर्शी से नहीं दिख पाती इसलिए हम मान बैठते हैं कि कोशिका चपटी होती है। कोशिका की मोटाई को देखने के कई तरीके हैं। सबसे आसान तरीका तो यह है कि स्लाइड को देखते हुए उसका फोकस थोड़ा-सा बदलें। ऐसा करते हुए कोशिकाओं के बीच की दीवार को देखें। इसे वनस्पति कोशिका में ज़्यादा आसानी से देखा जा सकता है। आप पाएँगे कि आप कोशिका की बाजू वाली दीवार की ऊँचाई को देख पा रहे हैं। प्रकाश की तीव्रता कम करके भी त्रि-आयामी दृश्य स्पष्ट होता है (देखें चित्र 42)।



चित्र 42

आपने ध्यान दिया होगा कि इस मॉड्यूल के कई चित्रों में एक त्रि-आयामी प्रभाव है। हमें लगता है कि कोशिका की आन्तरिक संरचना को समझाते समय इसी तरह के चित्रों का उपयोग किया जाना चाहिए।

चीज़ें तीन-आयामी होती हैं मगर किसी भी एक ओर से देखने पर उनके दो ही आयाम नज़र आते हैं। इसलिए तीनों आयाम देखने के लिए आम तौर पर उन चीज़ों को अलग-अलग कोणों से काटकर देखना होता है। एक उदाहरण देखिए। चित्र क प्याज़ का एक फोटोग्राफ है जिसमें एक त्रि-आयामी एहसास मिलता है। मगर इससे उसकी आन्तरिक रचना की कोई जानकारी नहीं मिलती। आन्तरिक रचना को समझने के लिए हम उसकी एक खड़ी काट काटते हैं (चित्र ख)। इस काट से

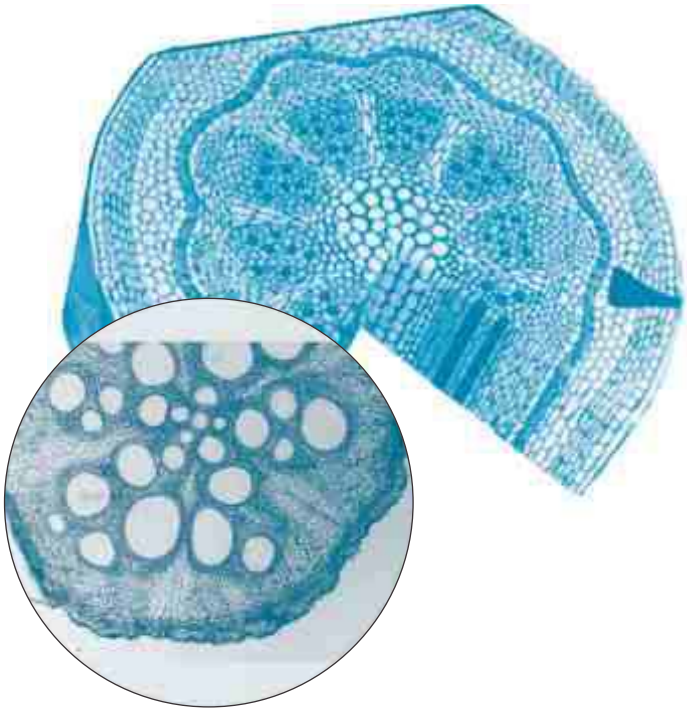
चित्र क

चित्र ख

चित्र ग

चित्र घ

तने का त्रि-आयामी मॉडल



तने की कटान

चित्र 43

हमें यह पता चलता है कि अन्दर से प्याज़ कई मोटी-मोटी पत्तियों से मिलकर बना है। इन पत्तियों की जमावट को देखने के लिए हम उसकी आड़ी काट काटते हैं (चित्र ग)। वास्तव में पूरी आन्तरिक संरचना को समझने के लिए तो हमें प्याज़ की कई कटानें काटनी होंगी (चित्र घ) और उनके आधार पर एक मिला-जुला चित्र बनाना होगा।

विभिन्न जीवों की आन्तरिक संरचना को समझने के लिए भी हम इसी तरह से आगे बढ़ते हैं। जैसे चित्र 43 में एक तने का त्रि-आयामी मॉडल दर्शाया गया है। यह मॉडल तने की कई कटानों के आधार पर बनाया गया है ।

यह लगभग वैसा है जैसे हम घर के नक्शे को देखते हैं। घर का एक ग्राउंड प्लान बनता है, एक फ्रंट एलीवेशन बनता है। यदि सिर्फ ग्राउंड प्लान देखेंगे तो लगेगा कि घर चपटा है, सिर्फ एलीवेशन प्लान देखेंगे तो भी लगेगा कि घर चपटा है। दोनों को मिलाकर देखने पर ही पूरे घर की कल्पना तीन आयामों में की जा सकती है।

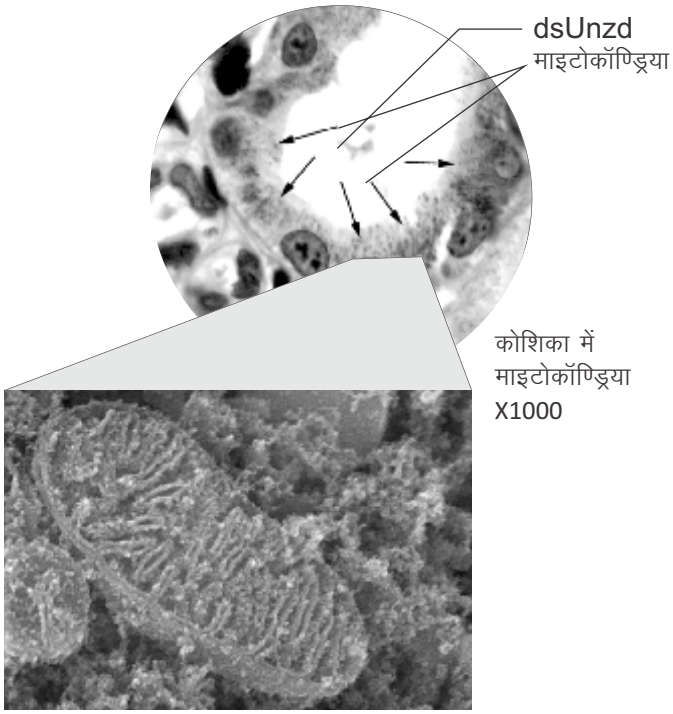
परिशिष्ट 3
कुछ और गतिविधियों के सुझाव

यहाँ कुछ अतिरिक्त गतिविधियाँ दी जा रही हैं। इन्हें करके बच्चे कोशिका की और भी बेहतर व व्यापक समझ बना पाएँगे।

1. माइटोकॉण्ड्रिया का अवलोकन

माइटोकॉण्ड्रिया के अवलोकन के लिए पुवाड़िया (*केसिया टोरा*), लिली की पत्ती, प्याज़ की झिल्ली या गाल की कोशिकाएँ ठीक रहेंगी। एक वॉच ग्लास में जेनस ग्रीन-बी का ताज़ा घोल बना लें। (100 मि.ली. पानी में 200 मि.ग्रा. जेनस ग्रीन-बी घोल लें।) इसमें प्याज़ की झिल्लियाँ डालकर करीब आधा घण्टा रखा रहने दें। आधे घण्टे बाद एक झिल्ली का 2 मि.मी. वर्ग का टुकड़ा काटकर स्लाइड पर रखें और इसे पानी से अच्छी तरह धोएँ। अब कवर स्लिप लगाकर उच्च आवर्धन में अवलोकन करें।

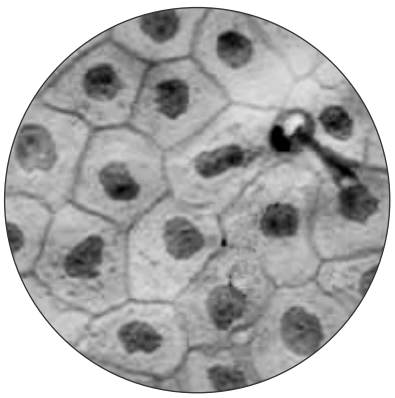
कोशिका द्रव्य में बिखरी हुई खूब सारी हरी-नीली छड़नुमा या अण्डाकार रचनाएँ दिखेंगी। यही माइटोकॉण्ड्रिया हैं।



चित्र 44

2. मेंढक की त्वचा का अवलोकन

एक मेंढक पकड़कर उसकी त्वचा को छुरी या किसी धारदार चीज़ से रगड़कर उसकी खुरचन को स्लाइड पर एक-दो बूँद पानी में रखकर अच्छी तरह फैला दें और कवर स्लिप से ढँककर सूक्ष्मदर्शी में अवलोकन करें।



चित्र 45 सूक्ष्मदर्शी से मेंढक की त्वचा

3. मांसपेशियाँ

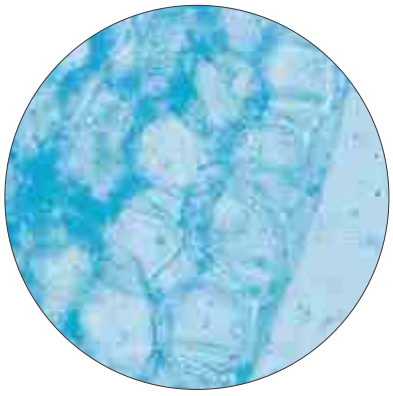
यदि सम्भव हो, तो बाज़ार से थोड़ा मांस ले लें। इसको स्लाइड पर रखकर एक सुई की मदद से रेशों को फैलाएँ। एक-दो रेशे रखकर बाकी हटा दें। इस पर पानी की 1-2 बूँदें डालकर कवर स्लिप से ढँककर अवलोकन करें।

4. रक्त कोशिकाएँ

मेंढक के जीवन चक्र वाले प्रयोग के दौरान टैडपोल का एक रोचक अवलोकन किया जा सकता है। एक जीवित टैडपोल को स्लाइड पर रखें और उसके सिर व धड़ वाले भाग को गीली रूई से ढँक दें। सिर्फ पूँछ को बाहर रहने दें। कवर स्लिप लगाए बगैर इसकी पूँछ का अवलोकन सूक्ष्मदर्शी में करें। पूँछ के किनारों पर आपको रक्त कोशिकाएँ रेलगाड़ी के डिब्बों की तरह बहती नज़र आएँगी।

5. पत्ती की आड़ी काट

पत्ती की झिल्ली तो आप देख ही चुके हैं। अब एक पत्ती की आड़ी काट देखने का लुत्फ उठाइए।



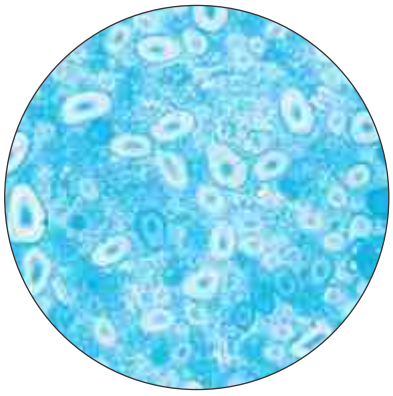
चित्र 46 पत्ती की आड़ी काट X200

रियो या कोई अन्य पत्ती लेकर लम्बाई में लपेट लीजिए। एक पोंगली बन जाएगी। अब एक ब्लेड की मदद से इसकी पतली-पतली स्लाइस ठीक उसी तरह काटिए जैसे तने की काटी थी। ऐसी एक कटान को स्लाइड पर रखकर पानी की बूँद डालिए, कवर स्लिप से ढँकिए और सूक्ष्मदर्शी में देखिए। इसमें आपको पत्ती की ऊपरी सतह से निचली सतह तक की रचना दिखाई देगी। इससे कोशिकाओं की विविधता का एक अनुमान लगेगा।

हम कोशिकाओं में मौजूद कई जीवित कोशिकांग देख ही चुके हैं। कोशिकाएँ अपने सामान्य कामकाज के दौरान कई पदार्थों का निर्माण करती हैं। ये पदार्थ कोशिकाओं में कभी-कभी विशिष्ट आकृतियों में पाए जाते हैं। इन्हें cell inclusions कहते हैं। ये कोशिकाओं में पाए जाने वाले निर्जीव पदार्थ हैं। आइए इन्हें देखने का प्रयास करते हैं।

6. मण्ड के कण

एक आलू लेकर उसकी एकदम पतली स्लाइस काट लें। पानी की बूँद में रखें व कवर स्लिप लगाकर सूक्ष्मदर्शी में देखें। इसमें देखना है कि क्या कुछ चमकीली रचनाएँ कोशिकाओं में नज़र आती हैं।

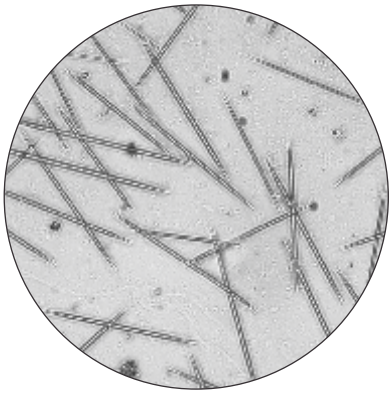


चित्र 47 आलू में मण्ड के कण X200

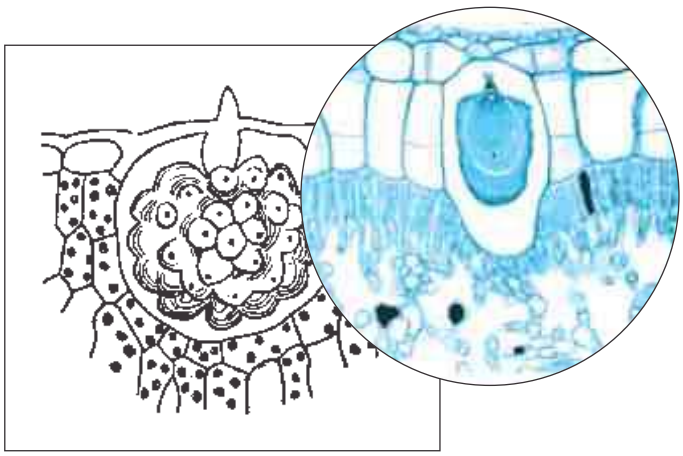
अब इसी स्लाइस पर आयोडीन के हल्के घोल की एक-दो बूँद डालकर पाँच मिनट रखा रहने दें। फिर से इसका अवलोकन करें। (आयोडीन का घोल – मेडिकल स्टोर पर उपलब्ध टिंक्चर आयोडीन लेकर उसमें दुगना पानी मिलाकर पतला कर लें।) मण्ड यानी स्टार्च के कण आयोडीन के साथ क्रिया करके काले पड़ जाते हैं।

7. सुइयाँ:

मनी प्लांट या अरबी का पत्ता लीजिए। इसके डण्ठल की आड़ी काट काटिए या पत्ती की एक झिल्ली निकाल लीजिए। इसे सूक्ष्मदर्शी में देखेंगे तो सुइयों जैसी रचनाएँ दिखाई पड़ेंगी। ये सुइयाँ प्रायः गट्ठर या बण्डल के रूप में होती हैं। ऐसे ही रवे आप अरबी की कटान में भी देख सकते हैं। ये कैल्शियम ऑक्ज़लेट के रवे हैं। इन्हीं की वजह से अरबी या अरबी के पत्ते की सब्ज़ी खाने पर कभी-कभी गले में खुजली होती है।



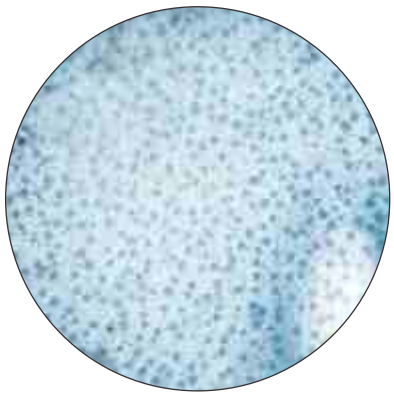
चित्र 48 सुइयाँ 200X



चित्र 50 सिस्टोलिथ

8. सितारे

नागफनी को तो आप जानते ही हैं। इसका एक छोटा-सा टुकड़ा लेकर पतली कटान काटकर सूक्ष्मदर्शी में देखें। इसकी कोशिकाओं में आपको सितारों जैसी या कँटीली गेंदनुमा रचनाएँ दिखेंगी। इन रचनाओं को ड्रूस कहते हैं। ये भी कैल्शियम ऑक्ज़लेट के रवे हैं। ऐसे ही रवे अकाव (आँकड़ा) की पत्ती में भी पाए जाते हैं।



चित्र 49 नागफनी में सितारे 200X

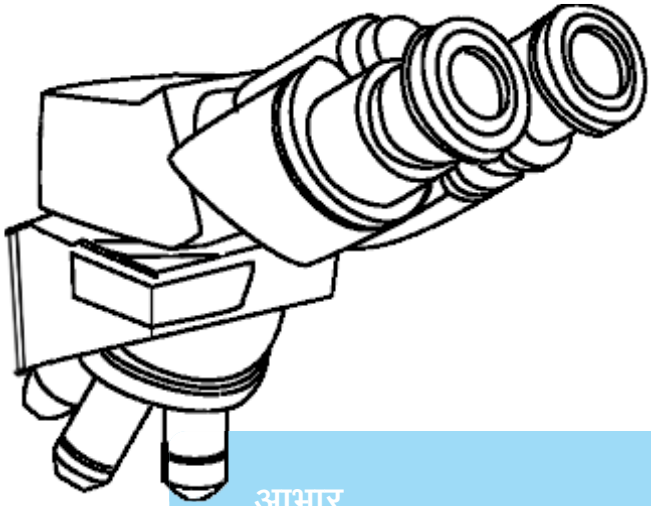
9. सिस्टोलिथ

पत्तियों की कोशिकाओं में पाई जाने वाली एक और रचना सिस्टोलिथ है। इसे देखने के लिए कनेर या बरगद की पत्ती की आड़ी कटान उसी तरह काटें जैसे रियो की काटी थी। इस कटान को सूक्ष्मदर्शी में देखें। कोशिकाओं की विविधता पर ध्यान देने के साथ-साथ कोशिकाओं की सबसे बाहरी परत (एपिडर्मिस) पर ध्यान दें। यहाँ आपको कुछ अँगूर के गुच्छे जैसी रचनाएँ दिखाई देंगी। ये ही सिस्टोलिथ हैं। ये दरअसल कैल्शियम कार्बोनेट के रवे हैं।

विषय क्रमसूची

अण्डाणु 45, 54
अभिरंजन 16, 23, 47
अमीबा 24, चित्र 26
अरबी की पत्ती में सुइयाँ, गतिविधि 68
अरस्तू 41
अल्ट्रासोनोग्राफी 56
आत्मघाती झोला (लाइसोसोम) 34
आनुवंशिक पदार्थ 32
आर.एन.ए. 32
ऑर्किड 16, चित्र 16
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी 23, 24, 29, 59
एंडोप्लाज़्मिक जाल 20, 32, 38, चित्र 32
एककोशिकीय जीव 40
एनिमलक्यूल 39
एपिथीलियम 16
एम्नियोसिंटेसिस 56
एर्गेस्टोप्लाज़्म 20
एसीटाबुलेरिया, बॉक्स 33, चित्र 33
कॉर्क
  कॉर्क की कटान, चित्र 10, 12
  पतली कटान, गतिविधि 12
किर्चर, एथेनेसियस 10, 12
केन्द्रक 16, 17, 19, 27, 31, 32, 47, 53, चित्र 23
  आनुवंशिक गुणों का निर्धारण 32
  ऑर्किड कोशिकाओं में केन्द्रक, चित्र 16
  केन्द्रक झिल्ली 27, 28
  केन्द्रक द्रव्य 28
  प्याज़ की कोशिका में केन्द्रक, चित्र 17, गतिविधि 17
कैंसर 52
कोशिकांग 20, 52
कोशिकाएँ कितनी बड़ी, कितनी सारी, बॉक्स 26-27
कोशिका कंकाल 36, 38
कोशिका झिल्ली (कला) 15, 19, 30, 31
  अवलोकन, गतिविधि 31
  चयनात्मक (चुन-चुनकर) पारगम्य 30
  पहचान चिन्ह 30
कोशिका का पावर हाउस 35
कोशिकाः चपटापन व त्रि-आयामी रचना 38, 64-65
कोशिका द्रव्य 19, 27, 28, 47, 54
  जीव द्रव्य बनाम कोशिका द्रव्य, बॉक्स 28
कोशिका भित्ति 15, 19, 30
कोशिकाः रासायनिक संगठन 23
कोशिका सिद्धान्त 7, 18, 28, 43, 48
  ऐतिहासिक विकास 18, 19, 20
  और आनुवंशिकता 52
  और तंत्रिकाएँ, बॉक्स 21
  कोशिकाः पहली समझ 14
  मील के पत्थर 58-59
  संगठन की न्यूनतम इकाई 53
  संरचनात्मक व क्रियात्मक इकाई 9
  स्वायत्त सजीव इकाइयाँ 53
कोशिका से कोशिका 47
  कोशिका चक्र 52
  कोशिका व प्रजनन 7, 8
  कोशिका विभाजन 32, 48, 52
  क्रोमेटिन 32
  जन्तुओं में कोशिका विभाजन 48
  प्याज़ की जड़ों में कोशिका विभाजन गतिविधि 49, 51, चित्र 51
क्रोमोप्लास्ट 38
क्लोनिंग 53, बॉक्स 54
क्लोरोप्लास्ट 25, 38, चित्र 22, 35
  रियो में, गतिविधि 22
  विभिन्न आकृतियों के, गतिविधि 22
  हाइड्रिला में, गतिविधि 22
खमीर 24, 40
  खमीर कोशिकाएँ, गतिविधि 40
  खमीर में मुकुलन, गतिविधि 48, चित्र 48
गाल की कोशिकाएँ, गतिविधि 14
गॉल्जी काय 20, 34, 38
गॉल्जी, कैमिलो 20, 59, चित्र 59
गुणसूत्र 32, 47, 48, 53, 54, 59, चित्र 47
ग्वारपाठे की पत्ती का अवलोकन, गतिविधि 17
जिनेटिक इंजीनियरिंग, बॉक्स 56
  और सामाजिक पूर्वाग्रह 56
जीन, जीन-पुंज, जीनोम 54
जीन-परिवर्तित जीव 54, 59
जीवों की उत्पत्ति 41
जेंसन 16, 58
जैव विकास 55, 57
डाइटर, कार्ल 21
डार्विन, चार्ल्स 8

डी.एन.ए. 32, 59
तने की आड़ी काट 15, चित्र 15
दही में कोशिकाएँ गतिविधि 41
न्यूक्लिक एसिड 44, 53, 54
न्यूक्लियस 16, 27, 31
न्यूक्लियोप्लाज़्म 28
पत्ती की आड़ी काट, गतिविधि 67
पानी की बूँद गतिविधि 39-40, चित्र 39-40
पाश्चर, लुई 43, 44-45
पाश्चर के प्रयोग, बॉक्स 44-45, चित्र 44-45
पैरामीशियम 24, चित्र 26, 29
पैलीसेड कोशिकाएँ 35
प्याज़ की झिल्ली, गतिविधि 13
प्रारूपिक कोशिका 25, 38, चित्र 19, 25
एक संश्लेषित, चित्र 25
जन्तु व पादप कोशिकाएँ 25
प्रारूपिक जन्तु एवं वनस्पति कोशिका, चित्र 29
वनस्पति और जन्तु कोशिकाओं में अन्तर 53
वनस्पति और जन्तु जगत के बीच समानता 18, 25
प्रोकेरियोटिक यानी केन्द्रक-पूर्व कोशिका 24, 36, 37, 38, चित्र 37
प्रकाश संश्लेषण 35
प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शी 23, 25
प्लास्टिड 36
फिरकोव, रुडोल्फ 20, 48, बॉक्स 20, चित्र 20, 58
फोन्टाना, फेलिस 16
फ्लेमिंग, वाल्थर 47, 48, 58
फ्लोएम सीव ट्यूब 32
बीटी, बीटी कपास 56
बेंडा, कार्ल 20
बैक्टीरिया 24, 37, 41, चित्र 41
ब्राउन, राबर्ट 16, 31, 58, चित्र 58
मण्ड के कण अवलोकन, गतिविधि 67
मक्खी का जीवन चक्र, गतिविधि 42-43
मांसपेशियाँ, गतिविधि 66
माइक्रोग्राफिया 12, चित्र 12
माइटोकॉण्ड्रिया 20, 27, 34, 35, 38, चित्र 35
अवलोकन गतिविधि 66
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से 35
माइटोकॉण्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट 35
माचिस की तीली की कटान, गतिविधि 12
मीज़ोफिल 35
मेंढक का जीवन चक्र, गतिविधि 45-46
मेंढक की त्वचा का अवलोकन, गतिविधि 66
मैट्रिक्स 35
मुकुलन 47, 48
खमीर में मुकुलन, गतिविधि 48, चित्र 48
युग्लीना 24, चित्र 39
यूकेरियोटिक कोशिकाएँ 24, 36, 37, 38
रक्त कोशिकाएँ 67
राइबोसोम 32
प्रोटीन निर्माण 32
रॉयल सोसायटी ऑफ लन्दन 39
रिक्तिकाएँ 36
रेडी, फ्रांसेस्को 41, 58
का यादगार पदक, चित्र 43
रुस्का, अर्न्स्ट ऑगस्ट फ्रेडरिक 24, 59, चित्र 59
लाइसोसोम 34
लाल रक्त कोशिकाएँ 32, चित्र 53
ल्यूकोप्लास्ट 36
ल्यूवेनहूक, एन्तोनी फान 10, 24, 39, 58, चित्र 58
उनका सूक्ष्मदर्शी, चित्र 39
द्वारा बनाए गए एनिमलक्यूल, चित्र 39
विनाशकारी एंज़ाइम 34
विभेदन 53
वेसिकल्स 34
शुक्राणु 45, 54
श्लाइडन, मैथियास जैकब 18, 19, 31, 47, 48, 58, चित्र 19
श्वान, थियोडोर 18, 19, 48, 58, चित्र 19
संयुक्त सूक्ष्मदर्शी 16, 18
सरल सूक्ष्मदर्शी 16, 18
सायटोप्लाज़्म 19, 28, 54
सायटोब्लास्ट 31, 47
सायनोबैक्टीरिया 36
सिस्टोलिथ 68
सेंट्रीफ्यूज 23
सैलेमैंडर 48
सेल्यूलर पैथोलॉजी 20
सूक्ष्मदर्शी 11, 23, 60, 61, 62, 63
स्टेम कोशिका 52
स्टेनिंग 16, 23
जेनस ग्रीन-बी 66
फ्लोरेसेंट स्टेनिंग 23
मिथायलीन ब्लू 14, 16, 17
सेफ्रेनीन 16, 17
स्ट्रासबर्गर, एडुअर्ड एडोल्फ 47
स्वतः जनन का सिद्धान्त 41, 43, 47, 57
स्वामर्डेम, यान 10
हिस, विल्हेल्म 21
हेमरलिंग, जोकिम 33
हुक, रॉबर्ट 8, 10, 12, 14, 58



आभार

यह मॉड्यूल जीव विज्ञान अध्यापकों व शिक्षा में रुचि रखने वाले अन्य लोगों के मिले-जुले प्रयासों का नतीजा है। इस मॉड्यूल की संकल्पना विकसित करने एवं लेखन में प्रमुख रूप से अनिल दीक्षित, अरविन्द गुप्ते, भरत पुरे, किशोर पँवार, भोलेश्वर दुबे, सुशील जोशी, जावेद सिद्दिकी और उमा सुधीर ने भाग लिया। मॉड्यूल की संरचना पर काफी प्रभाव बायोलॉजिकल करिकुलम स्टडी कमिटी द्वारा तैयार की गई पाठ्य पुस्तक का भी रहा।

इनके अलावा, कई व्यक्तियों ने समय-समय पर मॉड्यूल के अलग-अलग प्रारूपों को ध्यान से पढ़कर अपनी टिप्पणियाँ दीं जिनसे इसे समृद्ध करने में मदद मिली। इनमें अशोक शर्मा, सत्यजीत रथ, विनोद रायना, नीरज जैन, एम.सी. अरुणन, कैरन हैडॉक, सुमित त्रिपाठी शामिल हैं।

इस मॉड्यूल का परीक्षण कई अलग-अलग स्तरों पर किया गया है। परीक्षण दो तरह से हुआ है। एक तो इसके अलग-अलग हिस्सों और गतिविधियों को अलग-अलग समय पर शिक्षकों व छात्रों के साथ आज़माया गया। साथ ही इस पूरे मॉड्यूल का एकमुश्त परीक्षण विद्या भवन शैक्षिक संसाधन केन्द्र, उदयपुर से जुड़े शिक्षकों के साथ किया गया। इस परीक्षण प्रक्रिया से प्राप्त फीडबैक ने भी इस मॉड्यूल को व्यावहारिक बनाने में योगदान दिया है।

इसकी साज-सज्जा वगैरह का काम आमोद कारखानिस ने कैरन हेडॉक और मेघना पलशिकर के सहयोग से किया है। कुछ फोटो किशोर पँवार द्वारा खींचे गए हैं।

एकलव्य

एकलव्य एक स्वैच्छिक संस्था है जो पिछले कई वर्षों से शिक्षा एवं जनविज्ञान के क्षेत्र में काम कर रही है। एकलव्य की गतिविधियाँ स्कूल में व स्कूल के बाहर दोनों क्षेत्रों में हैं।

एकलव्य का मुख्य उद्देश्य ऐसी शिक्षा का विकास करना है जो बच्चे व उसके पर्यावरण से जुड़ी हो; जो खेल, गतिविधि व सृजनात्मक पहलुओं पर आधारित हो। अपने काम के दौरान हमने पाया है कि स्कूली प्रयास तभी सार्थक हो सकते हैं जब बच्चों को स्कूली समय के बाद, स्कूल से बाहर और घर में भी, रचनात्मक गतिविधियों के साधन उपलब्ध हों। किताबें तथा पत्रिकाएँ इन साधनों का एक अहम हिस्सा हैं।

पिछले कुछ वर्षों में हमने अपने काम का विस्तार प्रकाशन के क्षेत्र में भी किया है। बच्चों की पत्रिका *चकमक* के अलावा *स्रोत* (विज्ञान एवं टेक्नॉलॉजी फीचर्स) तथा *शैक्षणिक संदर्भ* (शैक्षिक पत्रिका) हमारे नियमित प्रकाशन हैं। शिक्षा, जनविज्ञान एवं बच्चों के लिए सृजनात्मक गतिविधियों के अलावा विकास के व्यापक मुद्दों से जुड़ी किताबें, पुस्तिकाएँ, सामग्री आदि भी एकलव्य ने विकसित एवं प्रकाशित की हैं।

वर्तमान में एकलव्य मध्य प्रदेश में भोपाल, होशंगाबाद, पिपरिया, हरदा, देवास, इन्दौर, उज्जैन, शाहपुर (बैतूल) व परासिया (छिन्दवाड़ा) में स्थित कार्यालयों के माध्यम से कार्यरत है।

इस किताब की सामग्री एवं सज्जा पर आपके सुझावों का स्वागत है। इससे आगामी किताबों को अधिक आकर्षक, रुचिकर एवं उपयोगी बनाने में हमें मदद मिलेगी।

सम्पर्कः books@eklavya.in
ई-10, शंकर नगर, बीडीए कॉलोनी, शिवाजी नगर, भोपाल - 462016