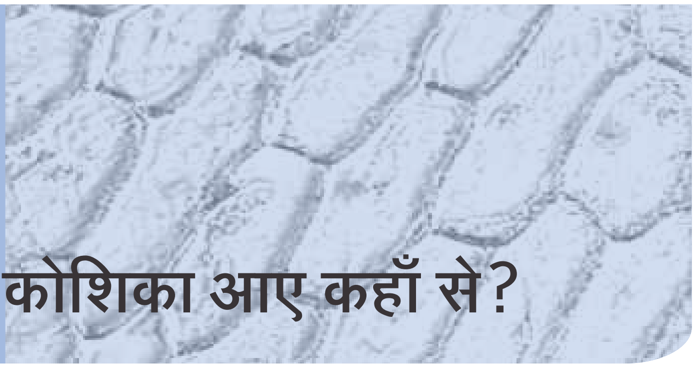
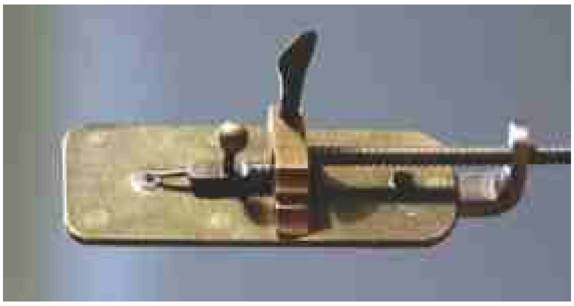
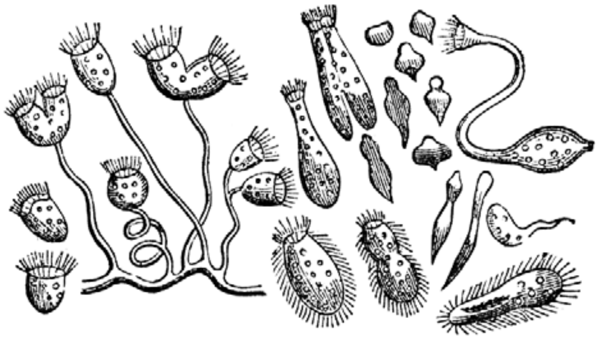


कोशिका आए कहाँ से?

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।



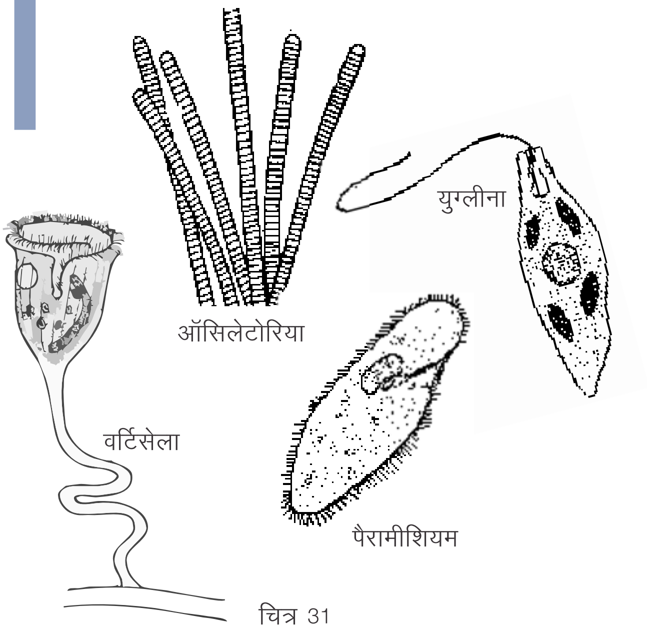
चित्र 30
ल्यूवेनहूक की पुस्तक का एक पृष्ठ

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।

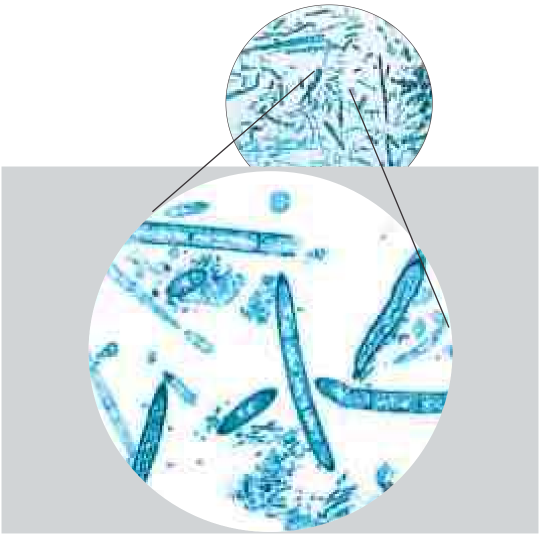
इस पानी की एक या दो बूँद स्लाइड पर रखें। पानी की बूँद के साथ थोड़ी-सी काई वगैरह भी स्लाइड पर डाल दें। इसे कवर स्लिप से ढँककर सूक्ष्मदर्शी में से देखें। स्लाइड पर रखी बूँद के हर हिस्से का अवलोकन करें। खास तौर से काई के आसपास के हिस्से को ध्यान से देखें। इस गतिविधि में काफी धैर्य की ज़रूरत होती है।



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।



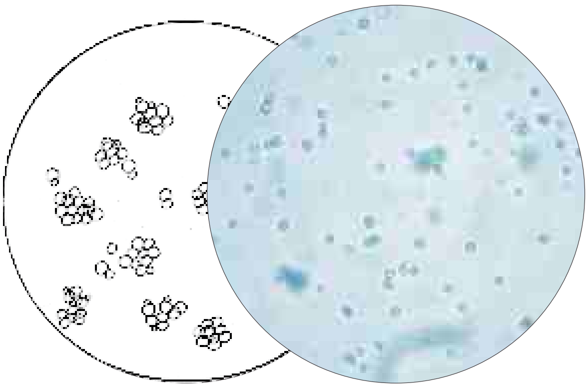
डबरे के पानी की बूँद का सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन

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।

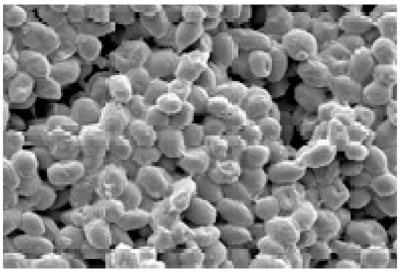
गतिविधि 7 (ख): खमीर की कोशिकाएँ

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।

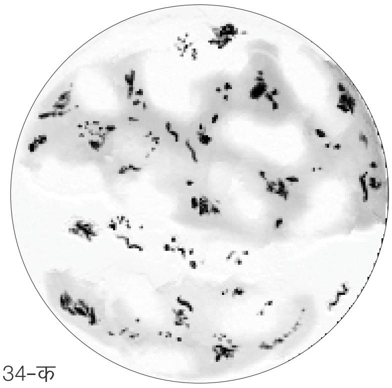
आप जिन कोशिकाओं को देख रहे हैं उनका चित्र बनाइए।

गतिविधि 7 (ग): दही में कोशिकाएँ

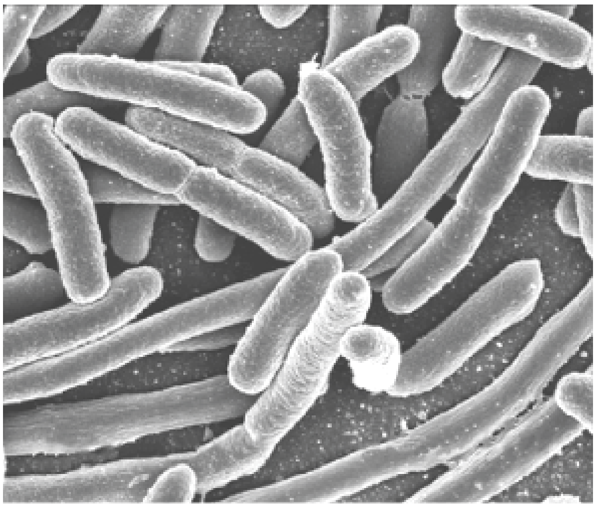
थोड़ा-सा दही ले लें। पानी में उसका पतला घोल (छाछ) बना लें। इस घोल की एक या दो बूँद स्लाइड पर रखकर कवर स्लिप से ढँक दें और सूक्ष्मदर्शी में उच्च आवर्धन क्षमता में देखें। उच्च आवर्धन क्षमता में देखने का तरीका परिशिष्ट 1 में ज़रूर देख लें।

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

ये बैक्टीरिया हैं।



चित्र 34-क
दही के बैक्टीरिया x1000

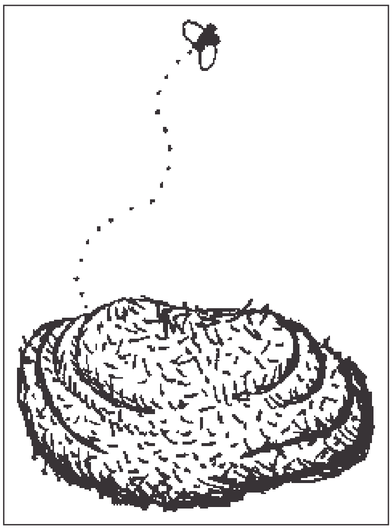


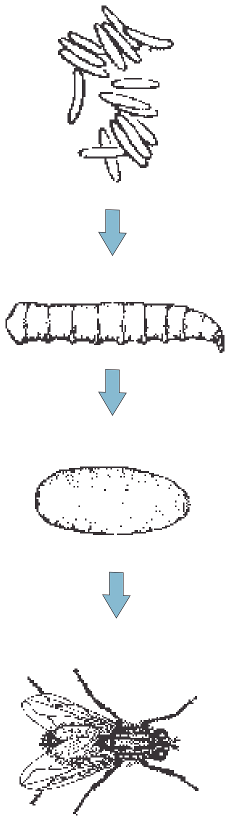
चित्र 34-ख
दही के बैक्टीरिया का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया।

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।

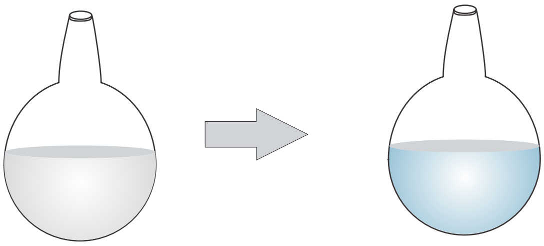
यहाँ रुककर बच्चों से चर्चा करना उपयोगी होगा कि उनको क्या लगता है कि कोशिकाएँ या सूक्ष्मजीव कहाँ से आते हैं। इस जगह पर सचमुच खुलापन दिखाने की ज़रूरत होगी — बच्चों को खयाली घोड़े दौड़ाने दीजिए क्योंकि उन्नीसवीं सदी में वैज्ञानिकों ने भी यही किया था। हाँ, इन ख्याली घोड़ों का कुछ आधार तो होता ही है। जैसे, 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 ?

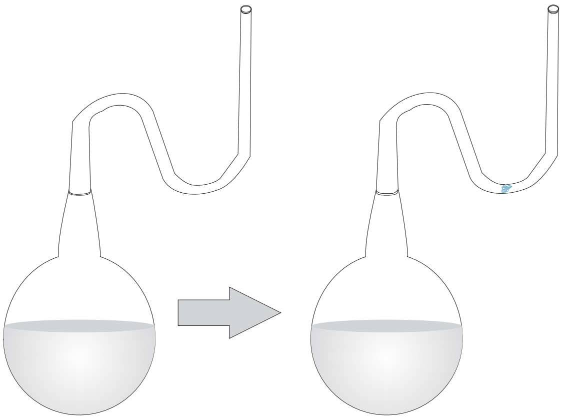
परिकल्पना

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।



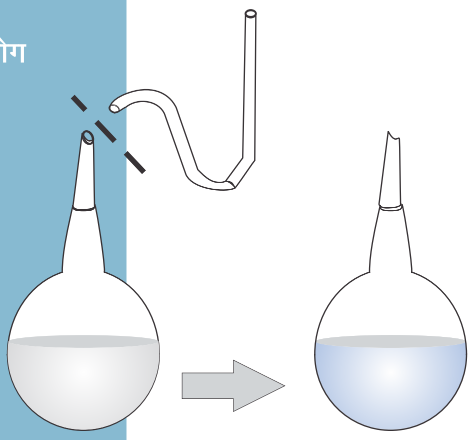
सूक्ष्म जीव नहीं पाए गए

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 थाः "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।

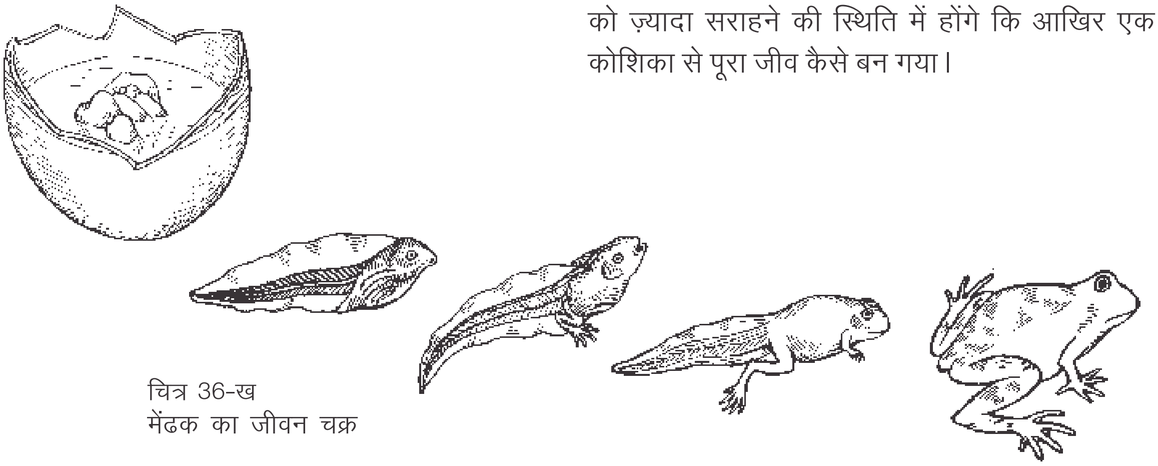
यह प्रयोग करीब 20-30 दिन चलेगा। यदि बरतन में पानी कम हो जाए तो उसी गड्ढे का पानी उसमें डालते रहना पड़ेगा। एक बार पूरा प्रयोग सेट हो जाए तो बच्चे प्रतिदिन अण्डों में हो रहे परिवर्तनों का अवलोकन कर सकते हैं। अण्डों में से बच्चे (जिन्हें टेडपोल कहते हैं) किस दिन निकलते हैं, क्या वे मेंढक जैसे दिखते हैं, 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

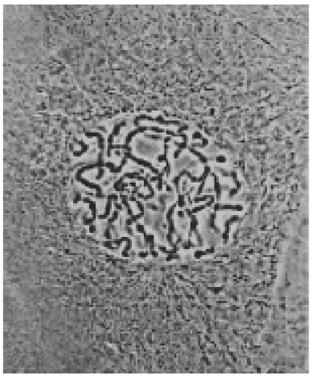
धीरे-धीरे यह स्पष्ट हो गया कि सजीवों में वृद्धि और विकास का मतलब है नई-नई कोशिकाओं का बनना। स्वतः जनन के सिद्धान्त का खण्डन हो ही चुका था। इसलिए इस बात की व्याख्या आवश्यक थी कि ये नई-नई कोशिकाएँ बनती कैसे हैं।

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।

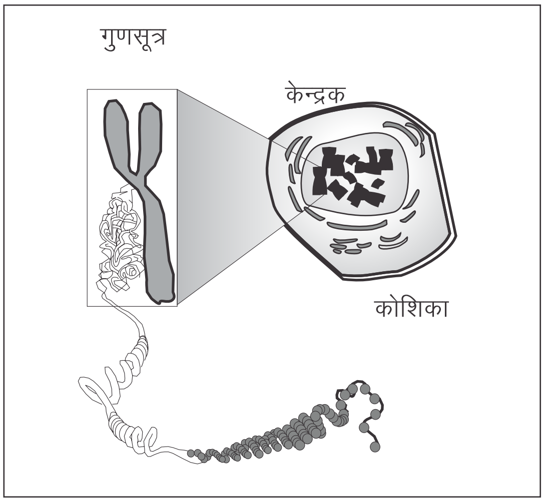
कुछ वैज्ञानिक मानते थे कि कोशिका से कलिकाओं के रूप में नई-नई कोशिकाएँ बनती रहती हैं। इसके पीछे कारण शायद यह था कि कई जीवों में कलिका निर्माण द्वारा नए जीव बनते हैं। इस प्रक्रिया को मुकुलन कहते हैं। हम आगे इसका अवलोकन भी करेंगे।

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 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



कोशिका में गुणसूत्र
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से लिया गया चित्र



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।**

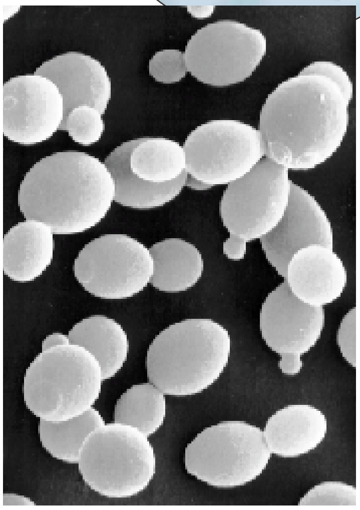
आइए, हम भी कोशिका विभाजन की क्रिया को देखें।

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।

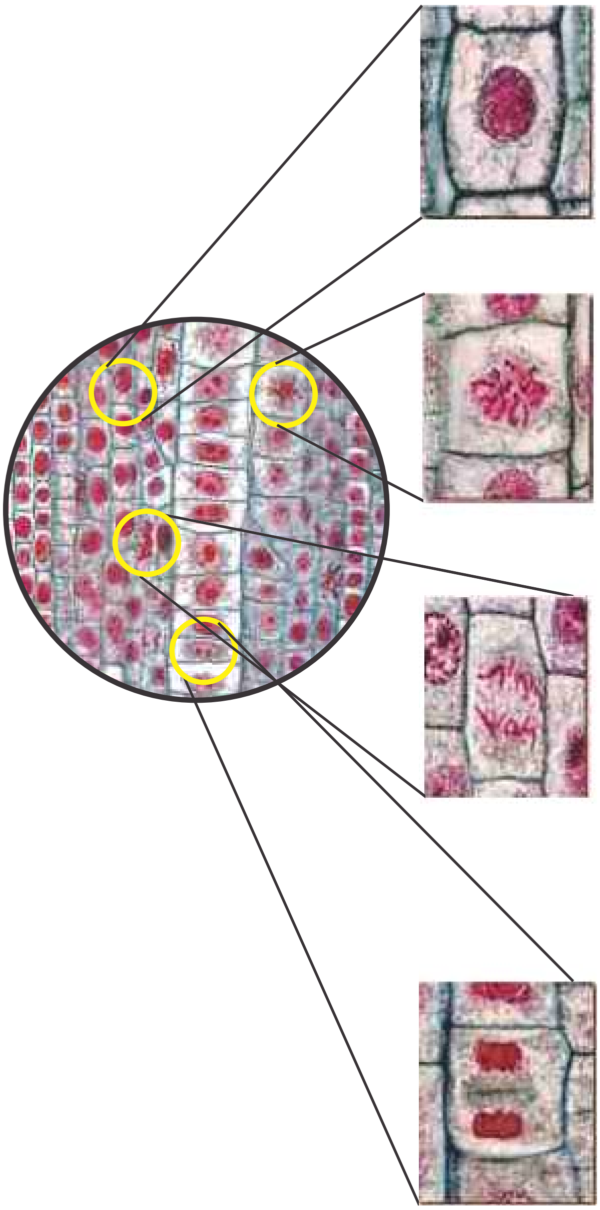
एसिटो-अल्कोहल बनाने के लिए 1 भाग ग्लेशियल एसिटिक अम्ल और 3 भाग अल्कोहल मिलाएँ।

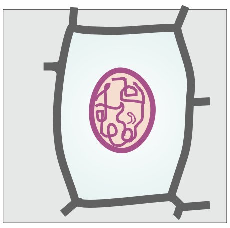
यह घोल कोशिकाओं के भीतर प्रवेश करके उनमें चल रही विभाजन प्रक्रिया को जहाँ की तहाँ रोक देता है। इसके फलस्वरूप हम कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाएँ देख पाते हैं।

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

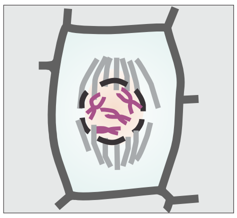
एक स्लाइड पर 1 बूँद एसिटोकार्मिन तथा अम्ल के मिश्रण की डालें और चिमटी की मदद से एक मूलाग्र को इसमें रख दें।

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

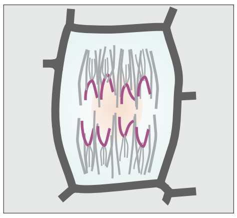




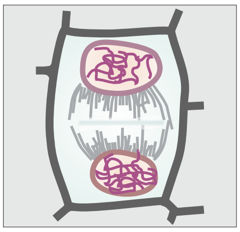
चित्र क. विभाजन शुरू होने से पहले एक सामान्य कोशिका



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

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।

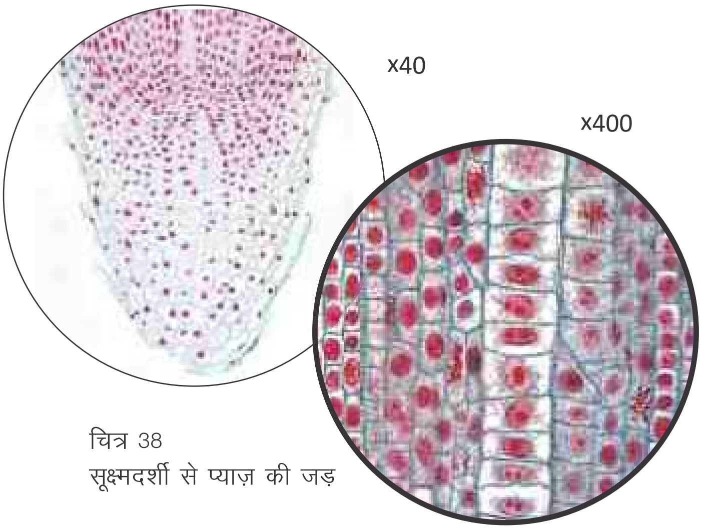
अब एक चौकोर सोख्ता कागज़ के एक हिस्से पर स्लाइड को रखें व सोख्ता कागज़ के शेष हिस्से को मोड़कर इससे स्लाइड को ढँक दें। कवर स्लिप के ऊपर ढँके सोख्ता कागज़ को पेंसिल के उलटे सिरे से धीरे-धीरे ठोंकें ताकि मूलाग्र की सारी कोशिकाएँ अलग-अलग होकर एक पतली परत के रूप में पूरी कवर स्लिप के नीचे समान रूप से फैल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

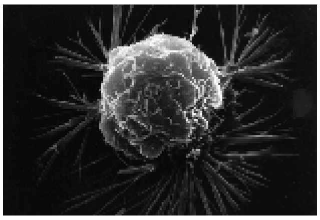


चित्र 38
सूक्ष्मदर्शी से प्याज़ की जड़

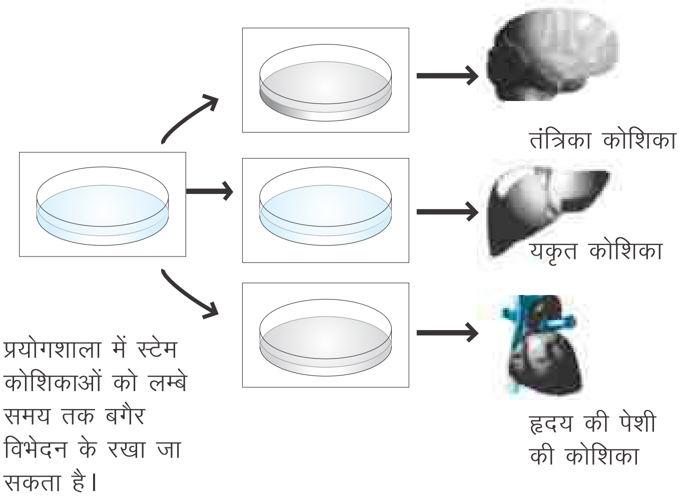
कोशिका सिद्धान्त आगे बढ़ा

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।

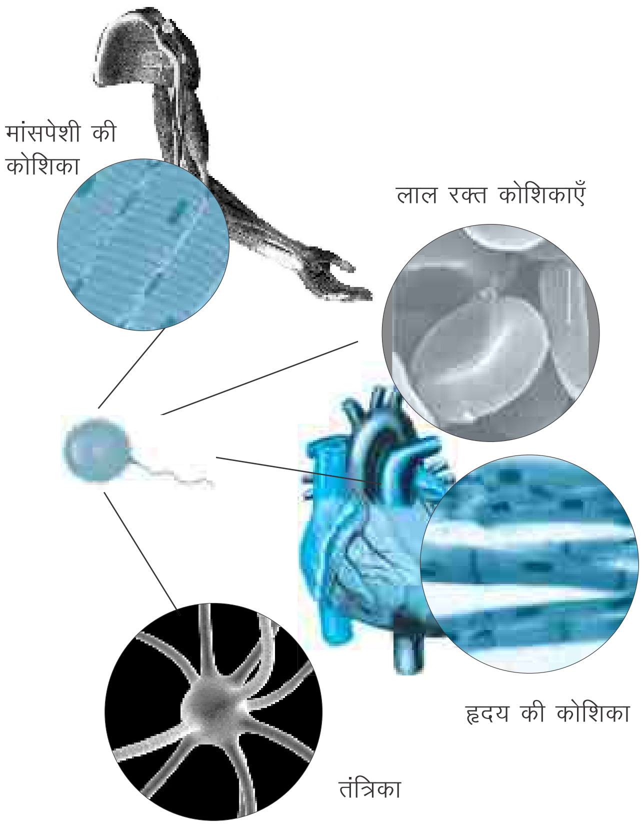
इसके साथ एक बात और भी गौरतलब है — समस्त जीवधारियों की विभिन्न कोशिकाएँ लगभग एक-से काम करती हैं; सबमें एक-सा श्वसन होता है, पोषण की विधि लगभग एक-सी है, विभाजन की प्रक्रिया एक-सी है। फिर भी वे अलग-अलग हैं। हरेक प्रकार की कोशिका में कुछ क्रियाएँ सामान्य व कुछ विशिष्ट होती हैं। इसी बात को यों भी कह सकते 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।

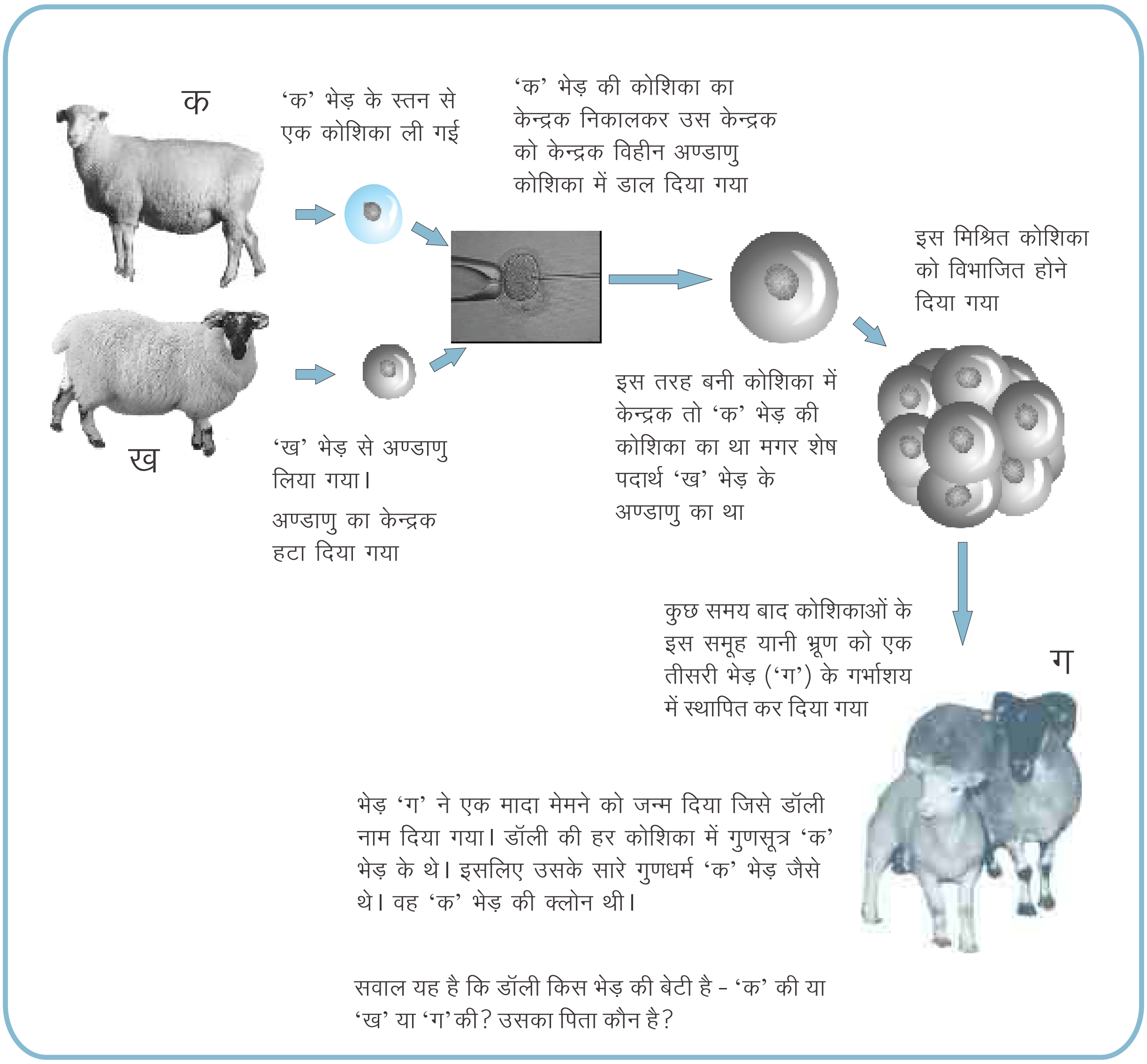
हम एक जीव के जीन को लेकर उन्हें किसी अन्य जीव के जीन-पुंज (यानी जीनोम) में जोड़ने लगे हैं। इस प्रकार से जीन-परिवर्तित जीव बनाए गए हैं। यह भी सामाजिक बहस का एक मुद्दा बनकर उभरा है।

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

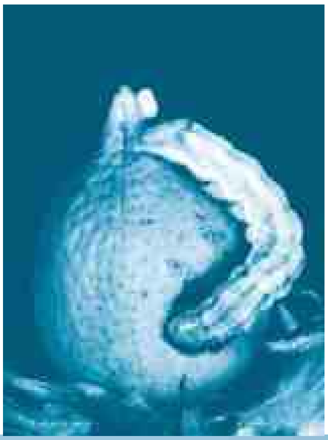


जिनेटिक इंजीनियरिंग

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।



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।

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।

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!