जैव अनुसन्धान के कर्मवीर : मॉडल जीव

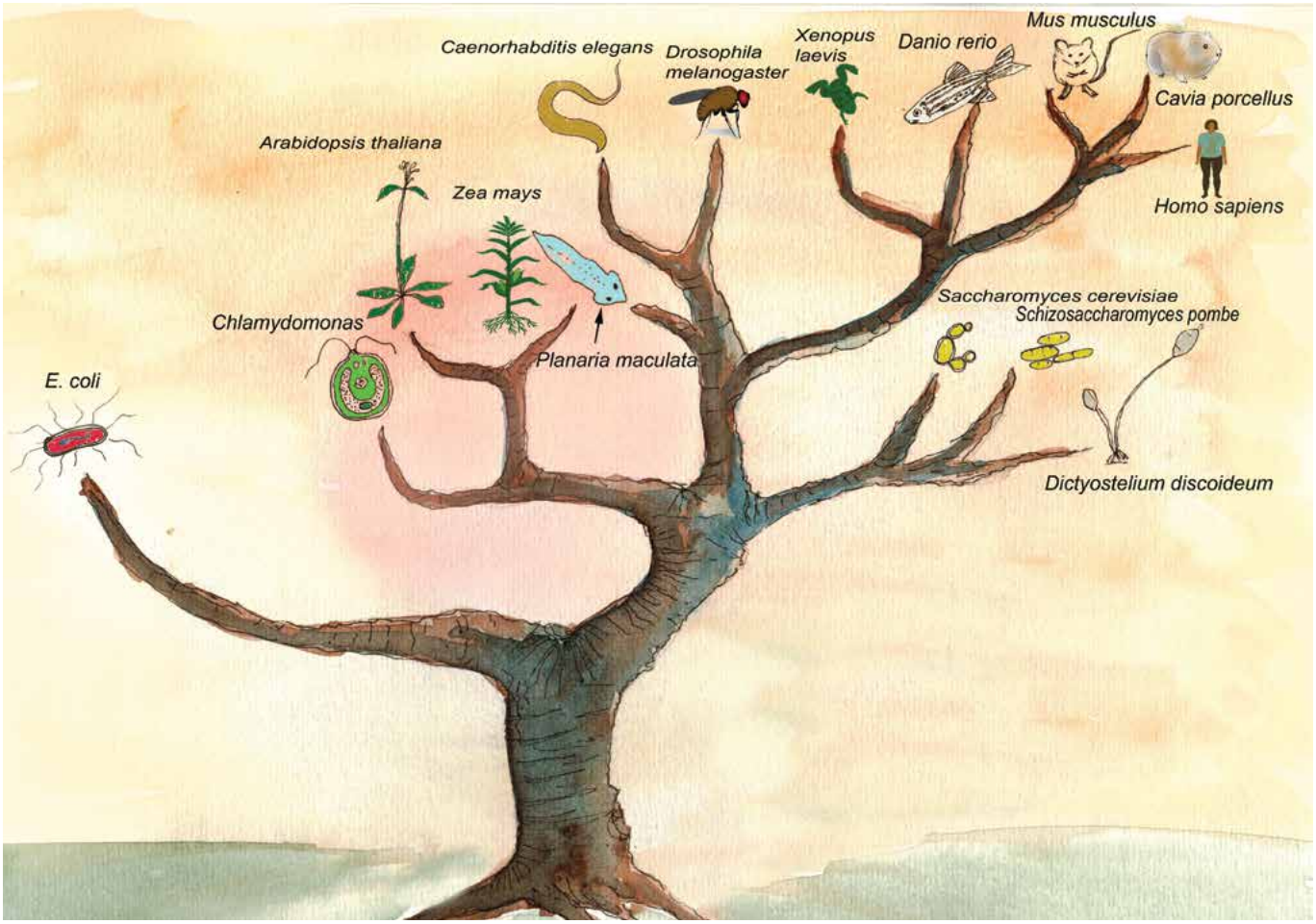
दीप्ति त्रिवेदी

आधुनिक विज्ञान इतिहास के दो सौ सालों में, मॉडल जीवों ने मानव शरीर-क्रिया विज्ञान, कोशिका जैविकी और रोगों के बारे में हमारी समझ में बड़ा योगदान दिया है। लेकिन मॉडल जीव क्या होते हैं? किन आविष्कारों में उन्होंने योगदान दिया है? उनसे जुड़े कुछ नैतिक पहलू और सीमाएँ क्या हैं?

आकार, साइज़, आवास और पर्यावरण से अन्तःक्रियाओं की प्रकृति के लिहाज़ से जीवधारी बहुत अलग-अलग होते हैं। इस व्यापक विविधता के बावजूद सारे जीवों में कुछ गुण साझा होते हैं। मॉडल जीवों का उपयोग कमोबेश इसी ज्ञान से हुआ कि सभी जीवों का उद्विकास एक साझा पूर्वज से हुआ है। 19वीं सदी के उत्तरार्ध में चार्ल्स डार्विन और अन्य द्वारा प्रस्तावित उद्विकास के सिद्धान्त के अनुसार सारे जीव एक समयगत उद्विकासी वृक्ष की शाखाएँ हैं (**चित्र-1**)। इसका मतलब यह था कि ये जीव बहुत सारे जैविक गुण साझा करेंगे। 20वीं सदी में विभिन्न मॉडल जीवों से प्राप्त आँकड़ों ने इस बात को सही सिद्ध किया है – हम जानते हैं कि आनुवंशिक सामग्री विरासत में प्राप्त करने, ऊर्जा का उपयोग करने और अपने मूल घटक बनाने में सारे जीव काफ़ी हद तक एक ही तरीक़े से काम करते हैं।

उनके साझा उद्गमों का मतलब यह भी है कि दूर की रिश्तेदारी वाली प्रजातियों की बनिस्बत परस्पर ज़्यादा क़रीबी प्रजातियों में समरूपता साझा करने की सम्भावनाएँ ज़्यादा होंगी। इसीलिए, एक प्रजाति के जीवों की जैविकी की पड़ताल, उद्विकासीय हिसाब से क़रीबी अन्य प्रजातियों के जीवों को समझने का वैकल्पिक जतन हो सकती है। शोधकर्ताओं द्वारा (प्रायोगिक अनुसन्धान के लिहाज़ से उनकी अनुकूलता के आधार पर) इस उद्देश्य के लिए चुने गए विशिष्ट जीवों को मॉडल या सन्दर्भ जीव कहते हैं।

अनेक बैक्टीरिया, कवक (फफून्द, कुकुरमुत्ते), कीट, कीड़े, मछलियाँ, पौधे और स्तनपाई, दुनिया भर में मॉडल जीवों के बतौर इस्तेमाल किए जाते हैं। ये जीव न केवल अपनी प्रजाति के बारे में गहन ज्ञान प्राप्त करने में मददगार होते हैं, बल्कि क़रीबी सम्बन्धित प्रजातियों, वंशों और जगतों का गहरा ज्ञान अर्जित करने में भी सहायक होते हैं।



चित्र-1 : एक उद्विकासीय वृक्ष जो विभिन्न मॉडल जीवों के परस्पर-सम्बन्धों और मनुष्यों के साथ उनके सम्बन्धों को दर्शाता है। उद्विकासीय इतिहास में दो प्रजातियाँ एक-दूसरे के जितने क़रीब होंगी उतनी अधिक जैव-रासायनिक, कार्यिकीय, शारीरिक व आनुवंशिक की समरूपताएँ साझा करेंगी।

Credits: Deepti Trivedi. License: CC-BY.

इनका इस्तेमाल किए बग़ैर मानव शरीर रचना, जैव-रासायनिकी, शरीर-क्रिया विज्ञान, उद्विकास और आनुवंशिकी की हमारी समझ के सन्दर्भ में विभिन्न वैज्ञानिक प्रगति सम्भव नहीं होती। दरअसल, मानव जैविकी सम्बन्धी सारा अनुसन्धान अगर मॉडल जीवों पर न होकर मनुष्यों पर ही होता तो, जैव-अनुसन्धान पिछड़ जाता और ज़्यादा महँगा भी हो जाता।

मॉडल जीव का चुनाव

अपने शोध के लिए कोई मॉडल जीव चुनने से पहले एक वैज्ञानिक निम्नलिखित बिन्दुओं पर विचार करता है –

1. **शोध का सवाल** : चुने हुए मॉडल जीव में हमारे शोध-प्रश्न को सम्बोधित करना सम्भव होना चाहिए। उदाहरण के लिए, प्रकाश संश्लेषण की क्रियाविधि का अध्ययन शैवालों या पौधों में तो किया जा सकता है, पर जन्तुओं में नहीं।
2. **व्यावहारिकता** : चयनित जीव में विशिष्ट प्रकार का अनुसन्धान व्यावहारिक होना चाहिए। मसलन, क्रमिक विकास (evolution) या जनसंख्या गतिकी का अध्ययन आप उन जीवों में नहीं करना चाहेंगे जो बढ़ने और प्रजनन करने में सालों लगाते हैं। साथ ही, हम यह भी चाहेंगे कि अनुसन्धान से प्राप्त सबक़ ज़्यादा-से-ज़्यादा व्यापक तौर पर लागू होते हों। अन्य व्यावहारिक पहलुओं में पैसे की उपलब्धता, लॉजिस्टिक्स (संचालन एवं क्रियान्वयन) के मसले और जगह (स्पेस) तथा मॉडल जीव को विकसित करने और उनके रखरखाव में आसानी आदि शामिल होते हैं। उदाहरण के लिए, पेंग्विनों को मॉडल की तरह प्रयोग में लाने वाला कोई प्रोजेक्ट यदि भारत में किया जाए तो काफ़ी ताम-झाम लगेगा और रखरखाव पर काफ़ी पैसा ख़र्च हो सकता है।
3. **विधियाँ** : डिज़ाइन किए गए प्रयोग चयनित जीव पर करने योग्य होने चाहिए। मौजूदा उपलब्ध तरीक़ों को देखते हुए, कुछ ख़ास क़िस्म के जीवों पर कुछ प्रयोग करना, निहायत कठिन काम हो सकता है। मिसाल के लिए, मॉडल जीव में ना-मौजूद कुछ ऐसे

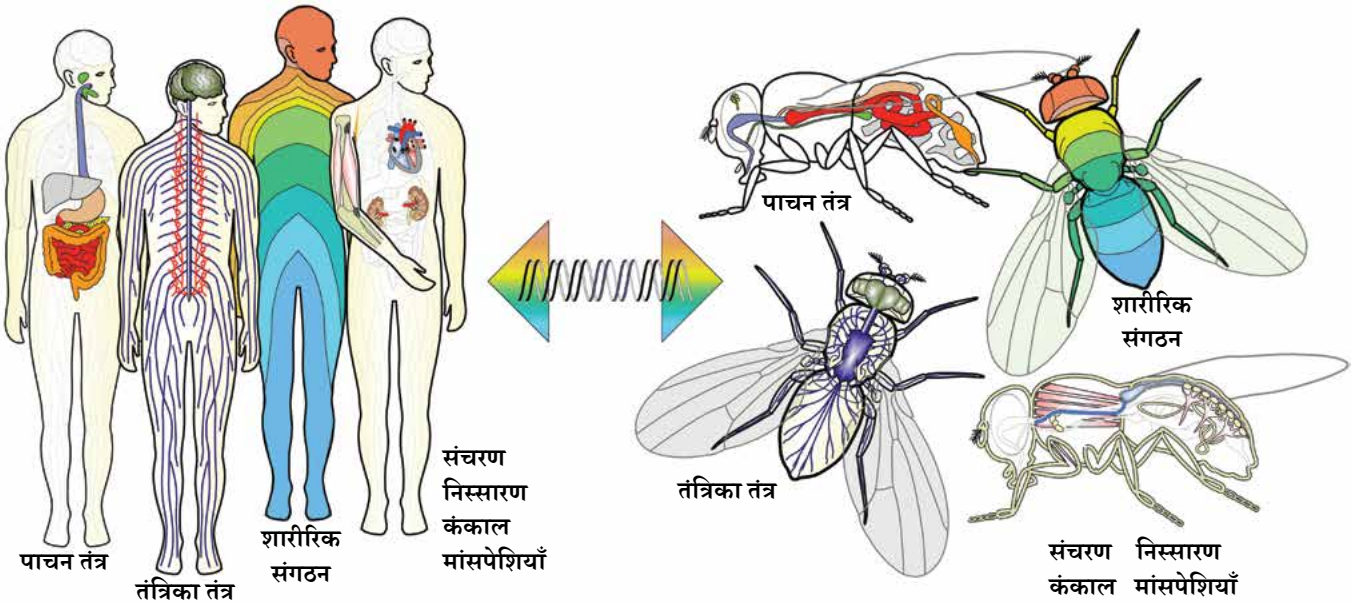
बॉक्स-1 : मॉर्गन ने फल-मक्खी जैसे साधारण जीव को ही क्यों एक मॉडल-जीव चुना?

मॉर्गन एक ऐसे मॉडल जीव की तलाश में थे जो उद्विकास का ऐसा नज़ारा पेश करे जिसे वे अपनी आँखों से देख सकें। वे डार्विन के सिद्धान्त पर पूरी तरह यक़ीन नहीं करते थे और देखना चाहते थे कि जीव किस तरह से उद्विकसित होते हैं (और असल में वे उद्विकसित होते भी हैं या नहीं)। इसके मायने यह थे कि मॉर्गन के एक मॉडल जीव में निम्नलिखित विशेषताएँ होनी चाहिए :

1. छोटा जनन काल : इसके चलते वे अपेक्षाकृत कम समय में कई पीढ़ियों में लक्षणों के हस्तान्तरण पर नज़र रख सकते थे।
2. बनावटी परिवेश में विकसित हो सकना : डार्विन का काम करोड़ों सालों तक फैले क़ुदरती परिस्थितियों में किए गए अवलोकनों पर आधारित था। लेकिन मॉर्गन की जिज्ञासा यह थी कि क्या उद्विकास को एक प्रयोगशाला की परिस्थिति में देखा जा सकता है। इसके अलावा, मॉर्गन मानकर चल रहे थे कि उद्विकासीय परिवर्तनों की गति (frequency) बहुत कम होगी। इसलिए उनके मॉडल जीव की एक विशेषता यह थी उसे एक प्रयोगशाला की सीमित जगह में आसानी से और अपेक्षाकृत सस्ते में बड़ी संख्या में विकसित किया जा सके।
3. उपलब्ध विधियों द्वारा उसका अध्ययन कर पाना : मॉर्गन अपने पास उपलब्ध उपकरणों के द्वारा ही उद्विकासीय परिवर्तन होते (अगर होते भी हैं तो) देखना चाहते थे। शुरुआती 20वीं सदी में अनेक ऐसी परिष्कृत विधियाँ, उपकरण उपलब्ध नहीं थे जो आज हमें मुहैया हैं। मॉर्गन के पास बस कुछेक साधारण सूक्ष्मदर्शी ही थे। बहुत सोच-विचार के बाद उन्होंने ड्रॉसोफिला मलॅनोगास्टर को अपना मॉडल जीव चुना। यह नन्ही फल-मक्खी आसानी से बड़ी संख्या में तैयार हो जाती है और महज़ 10 दिन में ही अण्डे से वयस्क रूप धारण कर लेती है। मॉर्गन ने फल-मक्खियों पर जो आनुवंशिक अध्ययन चन्द महीनों में किए, अगर इन्सानों पर किए जाते तो सैकड़ों साल लग जाते और ख़ूब महँगे भी होते और उन्हें पूरा करने के लिए एक समूचे देश की आबादी की भागीदारी चाहिए होती! और-तो-और, ऐसे अध्ययन से प्राप्त आँकड़े और जानकारियाँ बहुत ज़्यादा जटिल और दुरूह होतीं जिन्हें ठीक से समझने में भी नानी याद आ जाती। और यदि ऐसा अध्ययन करना सम्भव होता, तो उसके परिणाम वही होते जो फल-मक्खी पर किए गए अध्ययन से मिले।

उत्परिवर्तनों के प्रभावों का अध्ययन करने के लिए अव्वल तो हमें उनमें ये उत्परिवर्तन निर्मित करने होंगे। इस सन्दर्भ में कुछ ख़ास प्रकार के मॉडल जीव ज़्यादा अनुकूल होते हैं क्योंकि उनमें उत्परिवर्तनों को निर्मित करने की विधियाँ और ज़रूरी संसाधन उपलब्ध हैं।

4. **उद्विकासी संरक्षण** : कुछ विशिष्ट परिघटनाएँ प्रजातियों के आर-पार संरक्षित नहीं रहतीं। इसलिए, उन परिघटनाओं को बेहतर ढंग से समझने के लिए एकदम क़रीबी रिश्तेदार प्रजातियों का अध्ययन करना ज़रूरी हो सकता है। मसलन, वैसे तो कीटों में स्तन विकास और कैंसर का अध्ययन नहीं हो सकता, इन परिघटनाओं में महत्त्वपूर्ण भूमिका



चित्र-2 : ड्रॉसोफिला अनेक समरूपताएँ हम मनुष्यों से साझा करती है।

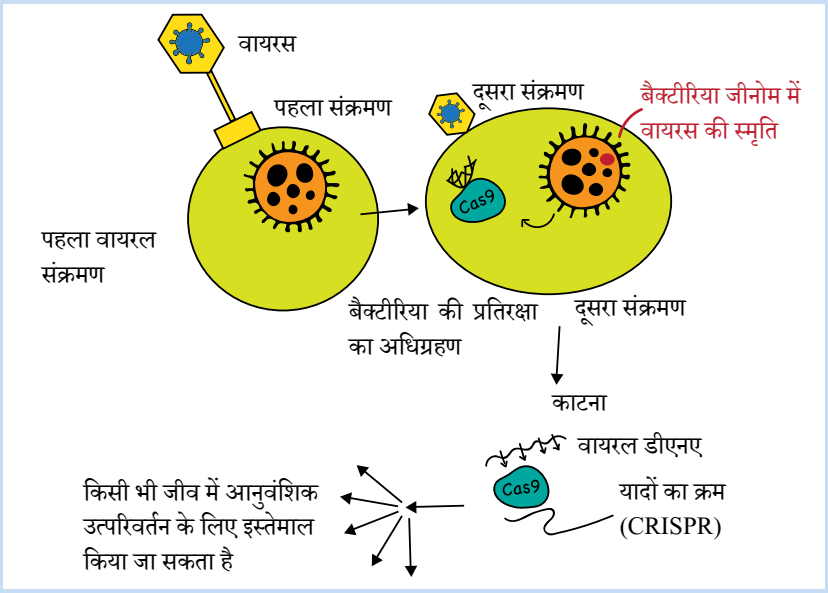
Credits: A. Prokop from the Manchester Fly Facility, Faculty of Biology, Medicine & Health of The University of Manchester. URL: https://droso4schools.files.wordpress.com/2015/06/fig2-organs.jpg. License: Used with permission of the rights owner.

बॉक्स-2 : आनुवंशिक इंजीनियरिंग के लिए जैविकी को एक तंत्र से दूसरे तंत्र में ले जाना

अलग-अलग जीवों की एक ही प्रक्रिया पर किए गए बुनियादी अनुसन्धान से न केवल हमारी समझ की कमियाँ दूर होती हैं, बल्कि इससे ऐसी प्रौद्योगिकियों का विकास भी हो सकता है जिनके द्वारा इस प्रक्रिया के माध्यम से अन्य जीवों में फेरबदल किए जा सकते हैं। इसका एक उदाहरण, आनुवंशिकी इंजीनियरिंग के लिए बैक्टीरिया जैविकी का इस्तेमाल है।

मनुष्यों की ही तरह बैक्टीरिया भी वायरसों से संक्रमित होते हैं। संक्रमित बैक्टीरिया मर भी सकते हैं या फिर संक्रामक वायरस से लड़कर जीवित भी रह सकते हैं। ऐसे में उत्तरजीवी बैक्टीरिया संक्रामक वायरस के डीएनए अनुक्रम को 'याद' रख, उसके विरुद्ध प्रतिरोधक शक्ति विकसित कर लेते हैं – होता यह है कि वायरस डीएनए अनुक्रम के अंश बैक्टीरिया जीनोम (जीन-पुंज) में लिख लिए जाते हैं। अगली बार, जब वही वायरस उन्हें संक्रमित करता है तो वे उसे पहचान लेते हैं और बहुत तेज़ी से उसके डीएनए अनुक्रम को तहस-नहस कर देते हैं। इस प्रक्रिया के बल पर, बैक्टीरिया उस वायरस का मुक़ाबला पहली बार के मुक़ाबले ज़्यादा प्रभावी ढंग से कर पाता है।

बैक्टीरिया कोशिकाओं द्वारा किसी बाहरी डीएनए शृंखला को पहचानकर उसे विछिन्न कर देने की क्षमता का अध्ययन ख़ूब विस्तार से किया गया है। इन कामों को करने वाले विशिष्ट बैक्टीरिया जीन्स और प्रोटीन्स (Cas9 proteins) को पृथक कर लिया गया है। इन प्रोटीनों को किसी भी जीव के विशिष्ट डीएनए अनुक्रम को विभक्त करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। CRISPR-Cas9 नामक टेक्नॉलॉजी के एक हिस्से के रूप में उनका इस्तेमाल अलग-अलग जीवों में विशिष्ट उत्परिवर्तन पैदा करने के लिए किया जाता है। आनुवंशिक बीमारियों के इलाज में इनकी काफ़ी सम्भावनाएँ हैं।



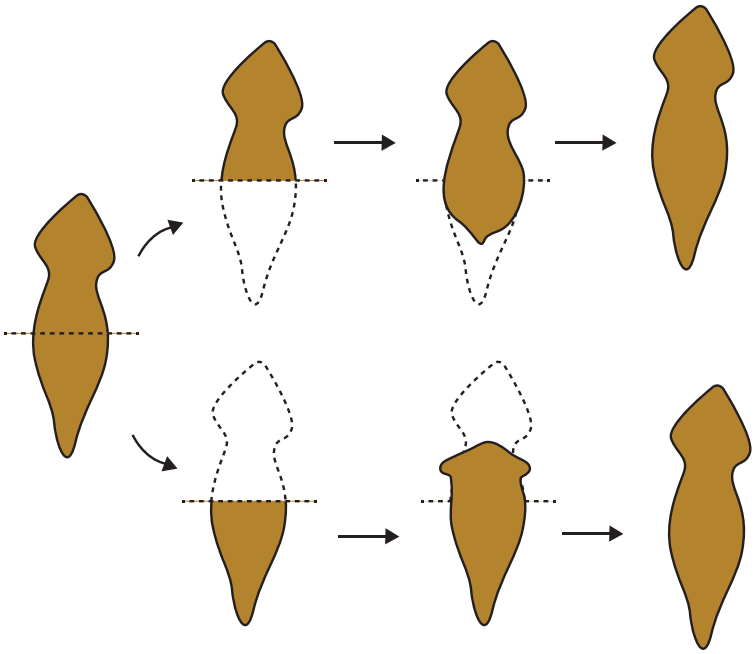
चित्र-3 : CRISPR Cas9 प्रौद्योगिकी।

Credits: Deepti Trivedi. License: CC-BY.

निभाने वाले आणविक मार्ग कीटों में संरक्षित रहते हैं। इसलिए कीट मॉडलों से हमें आणविक अन्तःक्रियाओं की ऐसी समझ मिल सकती है जो इनका जेनेटिक आधार हैं।

मॉडल जीवों के उदाहरण

(क) ड्रॉसोफिला : आनुवंशिकी के अध्ययन हेतु बतौर एक मॉडल जीव : अमरीकी उद्विकासी जीवविज्ञानी थॉमस मॉर्गन वे पहले व्यक्ति थे जिन्होंने ड्रॉसोफिला मलॅनोगास्टर नाम की एक फल-मक्खी का उपयोग एक मॉडल जीव के तौर पर किया था (**बॉक्स-1**)। थॉमस, उनके साथियों और बाद के कई अन्य वैज्ञानिकों की बदौलत हमारी रसोइयों में पके फलों, ख़ासकर, केलों पर मँडराने वाले कीड़े अब जाने-माने मॉडल जीव हैं।



चित्र-4 : प्लैनेरियन का उनकी पुनर्योजी क्षमता के लिए अध्ययन किया गया है।

Credits: Adapted from https://www.shutterstock.com/image-vector/science-cartoon-teaching-about-regeneration-planaria-1389132521.

दिलचस्प बात तो यह है कि फल-मक्खी पर मॉर्गन साहब के अध्ययनों, अनुसन्धानों का उद्विकास से ज़्यादा लेना-देना नहीं था। इसके बावजूद, उन्होंने और उनके सहकर्मियों ने गुणसूत्र आधारित वंशानुक्रम के अति-विवादित सिद्धान्त के सन्दर्भ में अकाट्य प्रमाण जुटाए – ऐसा ज्ञान सजीवों के विभिन्न जगतों के लिए प्रासंगिक है। उन्होंने दर्शाया कि जीन्स गुणसूत्रों पर एक रैखिक क्रम में रहते हैं, जेनेटिक चिह्नांकन की मदद से जीन्स के बीच की दूरी की गणना की जा सकती है और जीन्स में उत्परिवर्तनों के चलते फीनोटाइप्स (प्रकट गुणधर्मों) में परिवर्तन होते हैं। फल-मक्खियाँ बहुत सारी समानताएँ हमसे साझा करती हैं। इसे देखते हुए, ड्रोसोफिला जीव वैज्ञानिक शरीर की बनावट व विकास के आनुवंशिक आधार, जैविक घड़ी, प्रतिरक्षा तंत्र और घ्राण चेतना को समझने के लिए इन कीट मॉडलों पर उपयोग करते रहे हैं (**चित्र-2**)। ये सब अनुसन्धान नोबेल पुरस्कारों से नवाज़े गए हैं।

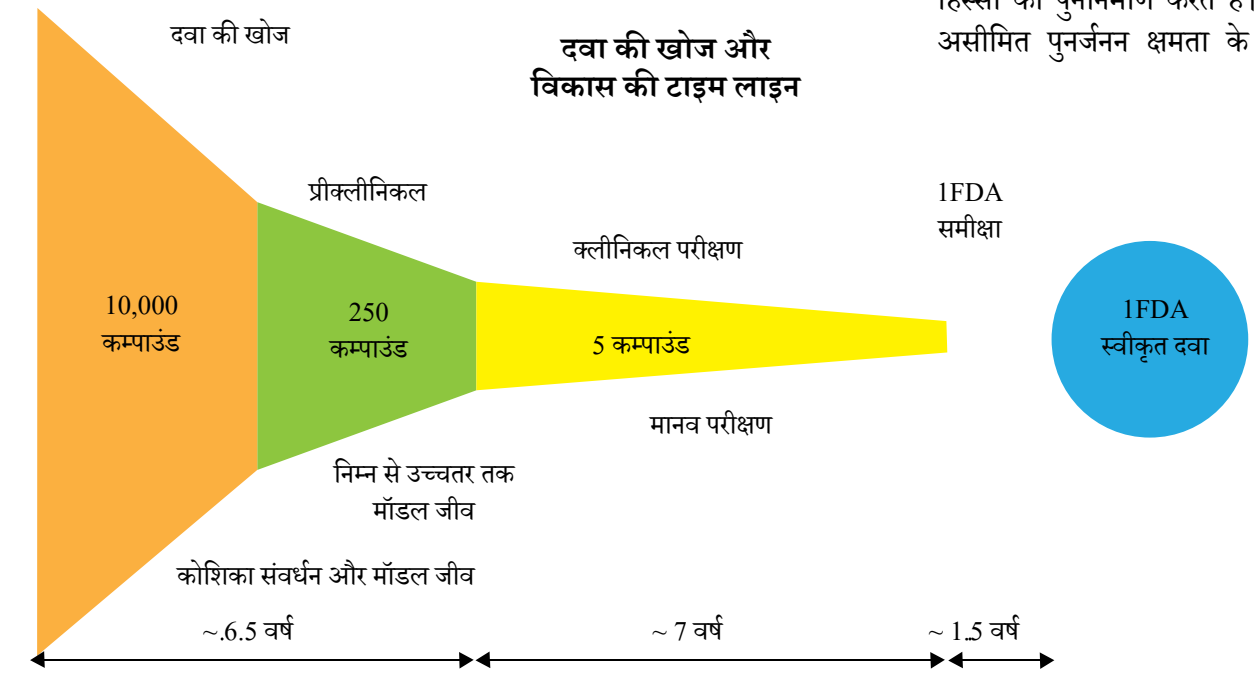
(ख) मॉडल जीवों की भूमिका में बैक्टीरिया : अपने आप में ख़ुद बैक्टीरिया का अध्ययन करने की कई व्यावहारिक और तकनीकी वजहें हैं।

पहला और शायद सबसे महत्त्वपूर्ण कारण यह है कि बैक्टीरिया इन्सानों, जानवरों और पौधों में कई बीमारियों के कारक हैं। इसीलिए बैक्टीरिया का अध्ययन इस आशा में किया जाता है कि उनके कारण होने वाली बीमारियों पर नियंत्रण पाने के बेहतर तरीक़े खोजे जा सकें, जैसे ज़्यादा प्रभावी एंटीबॉयोटिक दवाएँ और टीके आदि। दूसरे, अनेक महत्त्वपूर्ण अध्ययनों में बैक्टीरिया का इस्तेमाल मॉडलों के बतौर हुआ है और उन्होंने सजीवों में वृद्धि, प्रतिलिपिकरण (replication), जेनेटिक सूचनाओं के प्रतिलेखन (transcription) और लिप्यान्तरण (translation) को लेकर हमारी समझ बनाने, बढ़ाने में योगदान दिया है। इसके अलावा, यूकॅरिओट्स में आनुवंशिक इंजीनियरिंग के लिए बैक्टीरिया परिघटनाओं का इस्तेमाल हुआ है (**बॉक्स-2**)।

(ग) पुनर्जनन एवं प्रौढ़ता को समझने के लिहाज़ से एक स्पेशल मॉडल के बतौर प्लैनेरिअन जन्तु : जब गिरने पर खरोंच लगती है तो क्या होता है? चोट-खरोंच तो कुछ ही दिन में ठीक हो जाती है, चोटिल ऊतक की जगह नई त्वचा कोशिकाएँ आ जाती हैं। और जल्द ही आपको यह भी नहीं याद रहता कि चोट लगी कहाँ थी। लेकिन अगर आप किसी दुर्घटना में अपनी एक उँगली या पूरी-की-पूरी बाँह ही गँवा दें तो? क्या इन अंगों के फिर लौट आने की कोई सम्भावना है?

इसकी तुलना प्लैनेरियन जन्तुओं से कीजिए – ये चपटे कृमि शरीर के खोए हुए हिस्सों/अंगों का पुनर्जनन करने की अद्भुत क्षमता दिखाते हैं। उदाहरण के लिए, लम्बाई में या आड़े में विभाजित प्लैनेरियन दो अलग-अलग जीवों में पुनर्जनित हो जाएगा। और अगर पर्याप्त समय दिया जाए तो प्लैनेरियन का सौवाँ हिस्सा भी एक पूरी तरह से विकसित जीव बन जाएगा!

उनकी यही अद्भुत पुनर्जनन क्षमता, प्लैनेरियन्स को कई जैविक प्रक्रियाओं की पड़ताल का एक मॉडल तंत्र बनाती है, जिनमें से कुछ मानव स्वास्थ्य व रोग के लिहाज़ से बहुत महत्त्वपूर्ण हैं। उदाहरण के लिए, प्लैनेरियन्स का इस्तेमाल ऐसे जीन्स की पहचान करने में होता है जो शरीर के हिस्सों का पुनर्निर्माण करते हैं। ज़ाहिर है, असीमित पुनर्जनन क्षमता के चलते, ये



चित्र-5 : दवा खोज की प्रक्रिया का योजना चित्र।
Credits: Deepti Trivedi. License: CC-BY.

प्रभावी रूप से 'अमर' कृमि, बुढ़ाने के अध्ययनों के लिए एक उत्तम मॉडल बन जाते हैं। मसलन, अध्ययन बताते हैं कि इन कृमियों के गुणसूत्र के सिरे सुरक्षित रहते हैं, जिससे लगता है कि यह सुरक्षा बुढ़ाने की प्रक्रिया को रोक सकती है।

दवाओं की खोज में मॉडल जीवों की भूमिका

अकसर, बीमार पड़ने पर हमें दवाएँ दी जाती हैं ताकि हम ठीक हो जाएँ। लेकिन क्या आपने कभी सोचा है कि आख़िर एक रोग विशेष की दवाएँ बनाई कैसे जाती हैं? दवाओं की खोज एक टेढ़ी खीर है। हर रोग का एक शरीर-क्रियात्मक (कार्यिकीय) आधार होता है – या तो वह कोई संक्रमण होता है या फिर कोई आनुवंशिक गड़बड़ी, एलर्जी या ऐसी चोट/ ज़ख़्म जो कोशिका और आणविक स्तर पर हमारे शरीर के कामकाज में विघ्न पहुँचाती है। अकसर, इसके चलते, हमारे शरीर के अन्दर, आणविक क्रिया-मार्ग या तो अति-सक्रिय हो आते हैं या फिर मन्द पड़ जाते हैं। ये आणविक मार्ग ही दवाओं के लक्ष्य होते हैं जो ख़ास तरह के एंज़ाइमों को अवरुद्ध या सक्रिय कर आणविक मार्गों का सामान्य कामकाज बहाल करती हैं। चूँकि अनेकानेक कोशिकीय व आणविक मार्ग प्रजातियों के आर-पार संरक्षित रहे हैं, मॉडल जीवों का प्रयोग इन विशिष्ट एंज़ाइमों को अवरुद्ध करने या सक्रिय करने की क्षमता को लेकर करोड़ों यौगिकों का परीक्षण करने में होता है। इन प्रारम्भिक परीक्षणों में सफल हुए यौगिकों को फिर दवाओं के रूप में उनकी सम्भावनाओं की जाँच के लिए उच्चतर प्राणियों (क्रमश: निम्नतर स्तनपाई प्राणियों, प्राइमेट्स और मानवों में) में उनका परीक्षण होता है ताकि उन्हें बाज़ार में लाने से पहले उनकी प्रभावित करने की क्षमता और विषाक्तता को जाँचा-परखा जा सके।

नैतिकता सम्बन्धी पहलू

मनुष्य, पशुओं और पौधों समेत अन्य सजीवों का उपयोग अपने लाभ के लिए करते आए हैं और ऐसा करते हुए मनुष्य ने उन सजीवों की बहुत परवाह नहीं की। दरअसल, अनुसन्धान में जन्तुओं का उपयोग प्राचीन यूनान तक देखने को मिलता है। जीवित जन्तुओं पर सबसे पहले प्रयोग करने वालों में अरस्तू (384-322 BCE) और इरॅसिस्ट्रॅटस (304-258 BCE) के नाम आते हैं। लेकिन, हालिया सालों में, मानव लाभ के अनुसन्धानों में अन्य प्राणियों पर प्रयोग करने पर कई नैतिक सवाल उठाए गए हैं।

मॉडल प्राणियों का इस्तेमाल इस मान्यता पर टिका है कि मनुष्यों समेत समस्त जीव एक-दूसरे के दूर के रिश्तेदार हैं और इसीलिए अपनी कोशिकीय व आणविक संरचना में वे कई समरूपताएँ साझा करते हैं। इसी तर्क के आधार पर इस बात की काफ़ी सम्भावना है कि हमारे ये सजीव मॉडल भी ठीक हमारी तरह दर्द और पीड़ा महसूस करते होंगे।

सारे अनुसन्धान का फोकस इन दो में से कम-से-कम एक परिणाम पर तो रहता है – नई चिकित्सकीय खोज या ज्ञान की बढ़ोतरी। बढ़े हुए ज्ञान के चलते मानव तन और मन को लेकर हमारी समझ बढ़ती है और लम्बे समय में अन्तत: नई चिकित्सकीय खोजों में परिणित हो सकती है। लेकिन, सिर्फ़ ज्ञान बढ़ाने की दृष्टि से किए गए अनुसन्धान के लाभ के आधार पर उसमें प्रयुक्त जानवरों को होने वाली पीड़ा को जायज़ नहीं ठहराया जा सकता। इस क़िस्म के किसी अनुसन्धान का औचित्य इस बात पर निर्भर करेगा कि उस रिसर्च प्रोजेक्ट में प्रयुक्त मॉडल जीवों की पीड़ा की तीव्रता कितनी है और उनकी मानसिक जटिलता कितनी है।

इन नैतिक मसलों को सम्बोधित करने के लिहाज़ से, मॉडल प्राणियों पर किए जाने वाले ज़्यादातर वैज्ञानिक अनुसन्धानों पर संस्थागत नैतिकता समितियों का नियमन और नियंत्रण होता है। ये समितियाँ, अन्य सरोकारों सहित किसी अनुसन्धान परियोजना के औचित्य की भी समीक्षा करती हैं। वे यह भी सुनिश्चित करने की कोशिश करती हैं कि ऐसे प्रत्येक प्रोजेक्ट में रसल और बर्च द्वारा निर्धारित तीन पहलुओं (अँग्रेज़ी के तीन R) का ठीक से पालन हो रहा है कि नहीं (रसल और बर्च यूएसए के यूनिवर्सिटीज़ फ़ेडरेशन ऑफ़ एनिमल वेलफेयर द्वारा नियुक्त दो वैज्ञानिक थे जिनका काम था लैब तकनीकों में नैतिक पहलुओं का व्यवस्थित अध्ययन) –

Refinement यानी परिमार्जन/परिष्कार : अनुसन्धान के तरीकों में दर्द और पीड़ा को यथासम्भव न्यूनतम करते जाना चाहिए।

Reduction यानी घटाना : वैज्ञानिक परिणाम, शोध की क्वालिटी और जन्तु कल्याण से कोई समझौता किए बग़ैर हरेक प्रयोग में प्रयुक्त जन्तुओं की संख्या को कम करते जाना चाहिए।

Replacement यानी प्रतिस्थापन : सचेत, सजीव कशेरुकी जन्तुओं को पूरी तरह से, आंशिक रूप से प्रतिस्थापित करके या अपेक्षाकृत कम करके अचेतन पदार्थों का इस्तेमाल करना।

बैक्टीरिया, ख़मीर और कीटों समेत अधिकांश निम्न स्तर के जीवों पर प्रयोग करने के लिए अभी तो नैतिकता समितियों से हरी झण्डी नहीं लेनी पड़ती है।

सीमाएँ

हालाँकि मॉडल जीवों में बुनियादी खोजें की तो जा सकती हैं, लेकिन सब-की-सब मनुष्यों के मामलों में खरी नहीं उतरतीं। मसलन, मॉडल जीवों पर परीक्षण में सफल रहने वाली अनेक दवाएँ इन्सानों पर काम नहीं करतीं। इसका कारण है कि अनेक प्रक्रियाएँ या तो मॉडल जीवों में होती ही नहीं हैं या मनुष्यों और मॉडल जीवों में अलग-अलग ढंग से काम करती हैं। ऐसे में, इन्सानों में इस्तेमाल की अनुमति से पहले परीक्षण के फाइनल राउंड के लिए ऐसे मॉडल जीव चुने जाते हैं जो उद्विकासीय रूप से हमारे ज़्यादा क़रीब हों।

चलते-चलते

बुनियादी जीवविज्ञान समझने के लिए

मॉडल जीवों पर प्रयोग किए जाते रहे हैं, जिनके चलते अनेक महत्त्वपूर्ण आविष्कार हुए हैं। नतीजतन, विविध विषयों के मूलभूत कामकाज में क्रान्तिकारी बदलाव आए हैं। जैसे मेडिसिन, सर्जरी, मनोचिकित्सा और पारिस्थितिकी। आज मॉडल जीवों के इस्तेमाल को पहले नियामक एजेंसियों के समक्ष न्यायसंगत ठहराना पड़ता है। ये एजेंसियाँ सुनिश्चित करती हैं कि इन प्रयोगों में अनुसन्धान के लिए मानसिक रूप से जटिल प्राणी कम-से-कम संख्या में इस्तेमाल हों और उन्हें कम-से-कम पीड़ा पहुँचे।

मुख्य बिन्दु

- मॉडल प्राणी वे प्राणी होते हैं जिन पर वैज्ञानिक जीवविज्ञान के सामान्य सिद्धान्त समझने के लिए अपने अनुसन्धानों में प्रयोग करते हैं।
- विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में मॉडल जीवों का इस्तेमाल होता आया है; जैसे आनुवंशिकी, परिवर्धन, शरीर-क्रिया विज्ञान, तंत्रिका विज्ञान, जैव-चिकित्सा अनुसन्धान और दवा-आविष्कार।
- किसी परियोजना के लिए मॉडल जीवों का चयन निम्नलिखित आधारों पर होता है – अनुसन्धान का प्रश्न, अनुसन्धान की विशिष्ट विधियाँ, व्यावहारिक सरोकार और मॉडल प्राणियों व लक्षित प्राणियों के बीच समरूपताएँ।
- नैतिकता समितियाँ सुनिश्चित करती हैं कि किसी अनुसन्धान परियोजना के अभीष्ट परिणाम मॉडल प्राणियों पर प्रयोगों को न्यायसंगत ठहरा पाएँ और तीनों R का अनुपालन हो रहा है।
- मॉडल जीव हमारा ज्ञान बढ़ाते हैं और हमारे पर्यावरण के बारे में व हमारे अपने बारे में हमारी समझ में योगदान देते हैं। लेकिन, हर मॉडल जीव की अपनी सीमाएँ होती हैं।

Note: Source of the image used in the background of the article title: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila-melanogaster-Nauener-Stadtwald-03-VII-2007-10.jpg. Credits: Botaurus, Wikimedia Commons. License: Public Domain.

दीप्ति त्रिवेदी बेंगलूरु लाइफ़ साइंस क्लस्टर की 'फ्लाई फॅसिलिटी' की प्रभारी हैं। यहाँ वे नन्ही-नन्ही फल-मक्खियों पर काम करती हैं जिसने जीवविज्ञान अनुसन्धान में क्रान्ति ला दी है। अगर आप स्कूल व कॉलेज स्तर पर 'ड्रॉसोफिला' के प्रयोगों सम्बन्धी और ज़्यादा जानकारी चाहते हैं तो दीप्ति से fly@ncbs.res.in पर सम्पर्क कर सकते हैं।

अनुवाद : मनोहर नोतानी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय