आज 320 जीन वाले *एम.जेनिटेलियम* के जीनोम का रासायनिक संश्लेषण करना हमारी क्षमता के भीतर है। हमें करना बस इतना भर है कि प्रयोगशाला में एक उचित कृत्रिम कोशिका में इसे प्रविष्ट करवाकर उसमें जीवन की शुरुआत कर दी जाए। 2020 से पहले ही मानव ऐसे जीवन का सृजन कर सकता है। डॉ. वेंटर ने घोषणा की है कि उनके दल ने कटे-छंटे *एम.जेनिटेलियम* के साथ प्रयोग शुरू कर दिए हैं।

प्रोलीन - विश्व का सूक्ष्मतम एन्ज़ाइम

डी. बालसुब्रमण्यन

दुनिया की सबसे छोटी और सबसे बड़ी चीज़ के बारे में जानने को हम सदा उत्सुक रहते हैं। तो, दुनिया की सबसे छोटे आकार की दवा कौन-सी है? जवाब है लीथियम आयन। इसका एक नैनोमीटर का एक छोटा-सा अंश (घोल में इससे अनिवार्य रूप से जुड़े पानी के अणु सहित) भी कमाल कर जाता है। उन्मादी डिप्रेशन में लीथियम के लवण (क्लोराइड, आयोडाइड) औषधि के रूप में इस्तेमाल किए जाते हैं।

अब एक सूक्ष्मजीव *माइकोप्लास्म जेनिटेलियम* को लेते हैं। इसके जिनोम में 470 जीन्स हैं। डॉ. क्रेग वेंटर और उनकी पत्नी क्लेरी फ्रेज़र ने जानना चाहा कि इसमें से कितने जीन बेहद ज़रूरी हैं, कितने दब्बू हैं और न्यूनतम कितने जीन के साथ यह जीव ज़िंदा रह सकता है। वे इस जीव के एक-एक जीन को हटाते गए और उसकी जीवन क्षमता का परीक्षण करते गए। उन्होंने पाया कि केवल 320 जीन्स से वह अपना जीवन चला सकता है। *एम. जेनिटेलियम* का यह लघु संस्करण सजीवों में सबसे छोटे जीनोम का रिकॉर्ड रखता है। लघु जीनोम वाले वायरस इसके प्रतिस्पर्धी नहीं हो सकते क्योंकि वे सजीव नहीं हैं। सजीव कहलाने के लिए दो चीज़ें बहुत ज़रूरी हैं- प्रजनन और चयापचय। वायरस मात्र प्रजनन कर पाते हैं इसलिए वे अर्द्धजीवित हैं।

वेंटर और फ्रेज़र के प्रयोग का ज़िक्र करते हुए मार्च 1999 में मैंने लिखा था कि आज 320 जीन वाले *एम.जेनिटेलियम* के जीनोम का रासायनिक संश्लेषण करना हमारी क्षमता के भीतर है। हमें करना बस इतना भर है कि प्रयोगशाला में एक उचित कृत्रिम कोशिका में इसे प्रविष्ट करवाकर उसमें जीवन की शुरुआत कर दी जाए। इसके बाद मैंने हिम्मत करके यह भी कह दिया था कि 2020 से पहले ही मानव ऐसे जीवन का सृजन कर सकता है। डॉ. वेंटर ने घोषणा की है कि उनके दल ने कटे-छंटे *एम.जेनिटेलियम* के साथ प्रयोग शुरू कर दिए हैं। मैं सांस रोके इंतज़ार में हूं।

सबसे छोटा जीन क्या है? मुझे नहीं लगता कि हम इसका जवाब जानते हैं। वैसे कई जीन इसके दावेदार हैं। जीन की तरह सबसे छोटा प्रोटीन भी प्रश्न के घेरे में है। मेरा मानना है कि प्रकृति में सूक्ष्मतम जीन और प्रोटीन की खोज होते ही रसायनविद इन्हें कतरकर और छोटा करने में लग जाएंगे। वेंटर ने भी तो जीनोम के साथ यही किया था।

महत्तम-लघुतम की इसी भावना के साथ दुनिया के सूक्ष्मतम एन्ज़ाइम का भी दावा किया गया है। *साइंस* पत्रिका के 6 दिसम्बर 2002 के अंक में छपे लेख में हार्वर्ड विश्वविद्यालय के डॉ. मोहम्मद मोवासगी और एरिक एन. जैकब्सन ने कहा है कि अमीनो एसिड प्रोलीन सरलतम एन्ज़ाइम का खिताब पा सकता है और आकार में एक नैनोमीटर से कम होने के नाते वह सूक्ष्मतम का ताज भी पहन सकता है। हार्वर्ड के इन वैज्ञानिकों ने कई सारी कार्बनिक रासायनिक क्रियाओं का हवाला दिया है जहां प्रोलीन की मौजूदगी क्रिया की गति को तेज़ कर देती है और असममिति युक्त पदार्थों के किसी एक रूप के बनने में भी सहायक होती है।

यह शब्दों का खेल है या फिर प्रोलीन सचमुच यह क्षमता रखता है? एक एन्ज़ाइम और एक उत्प्रेरक (कैटेलिस्ट) में क्या अंतर है? क्या क्रिया चक्र में प्रवेश करने वाला और उससे बाहर निकलने वाला अणु एन्ज़ाइम कहलाने का

हकदार बन जाता है? ये कुछ सवाल हैं जिन्हें नियमनिष्ठ लोग उठाएंगे। इनका जवाब देते वक्त हमें परम्परागत शब्दावली से दूर रहकर यह समझने की कोशिश करनी होगी कि क्रियाओं में शामिल विभिन्न अणु क्या भूमिकाएं निभाते हैं।

एन्ज़ाइम शब्द एमिल फिशर और अन्य द्वारा एक सदी पहले उन पदार्थों के लिए दिया गया था जो किण्वन की प्रक्रिया में सहायक होते हैं? ज़ाइम शब्द युनानी से उधार लिया गया है। इसका अर्थ है किण्वन। बाद में पाया गया कि सभी एन्ज़ाइम प्रोटीन होते हैं। खोज करने पर एन्ज़ाइम की क्रियाविधि एक उत्प्रेरक की तरह समझी गई। कहा गया कि उत्प्रेरक के समान ही एन्ज़ाइम अणु की विशाल सतह क्रिया की गति को बढ़ाने में सहायक होती है।

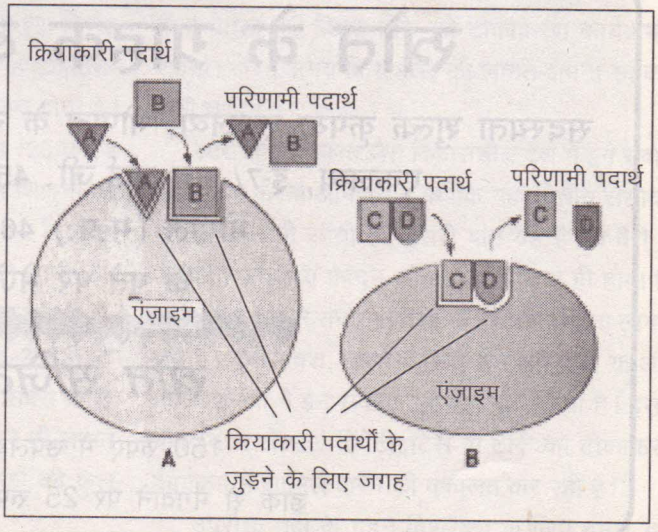
आम तौर पर एन्ज़ाइम के बतौर काम करने वाले प्रोटीन अणु विशिष्ट आकार व रचना वाले बिंदु उपलब्ध कराते हैं जिनमें क्रिया करने वाले अणु फिट हो जाते हैं। इस तरह एन्ज़ाइम की सतह पर पास-पास जम गए पदार्थ आपस में रासायनिक क्रिया कर नए पदार्थों का निर्माण करते हैं। एन्ज़ाइम प्रोटीन अणु अपने खुद के ढांचे से पास-पास स्थित परमाणुओं के समूह प्रदान कर इस प्रक्रिया में सहायक बनते हैं। एक बार क्रिया खत्म हो जाने के बाद वह उधार में दिए इन समूहों को वापस लेकर अपनी प्रारंभिक रासायनिक पहचान बहाल कर लेता है ताकि वह क्रिया के अगले चरण के लिए तैयार हो जाए। साथ ही वह अपनी सतह पर जुड़े पदार्थों को भी मुक्त कर देता है जिससे एक बार फिर नए क्रियाकारी पदार्थ वहां जुड़ सकें।

इस पूरे क्रिया चक्र की जांच करने पर हमने एन्ज़ाइम उत्प्रेरण के तीन मूलभूत तत्वों को देखाः विशिष्टता, रफ्तार और उत्पादन।

पहला है प्रोटीन की सतह पर क्रियाकारियों का जुड़ना। इसमें विशिष्टता निहित है। एन्ज़ाइम अणु कुछ विशिष्ट आकृति वाले जुड़ाव बिंदु ही प्रदान करते हैं। इन पर सिर्फ उन आकृतियों के क्रियाकारी पदार्थ ही आकर जुड़ सकते हैं। यह मशहूर ताला-चाभी या हाथ-दस्ताने की जोड़ी है जिसके लिए जैविक पॉलीमर जाने जाते हैं। मसलन, ट्रिप्सिन एन्ज़ाइम अपने 'जुड़ाव की जगह' या 'सक्रिय जगह' पर लाइसिन नुमा अमीनो अम्लों को ही जुड़ने देता है। और इस लाइसिन के पड़ोस के पेप्टाइड समूह के हाइड्रोलिसिस को उत्प्रेरित करता है। ऐसा वह अपने खुद के क्रियाकारी समूहों को 'उत्प्रेरण स्थल' पर प्रस्तुत करके करता है। क्रिया के अंत में वह इन्हें वापस ले लेता है।

दूसरा घटक है क्रिया की रफ्तार को तेज़ करना। अगर एन्ज़ाइम ने क्रियाकारियों से जुड़कर उन्हें एक-दूसरे के पड़ोस में न रखा होता और इस तरह क्रिया में सहायक न बना होता तो क्रियाकारी पूरे घोल में एक-दूसरे को ढूंढते भटकते रहते - यह कहीं धीमी प्रक्रिया होती और मुश्किल भी। एन्ज़ाइम इस मुश्किल को बेहद आसान बना देते हैं - क्रियाकारियों को परस्पर नज़दीक जोड़कर और क्रिया में मध्यस्थता करके। इस प्रक्रिया में क्रिया के सभी सहभागी पहले से ही एन्ज़ाइम की सतह पर तैयार की मुद्रा में डटे रहते हैं। यानी क्रिया के शुरू और अंत के बीच संक्रमण की स्थिति हासिल हो चुकी है।

आखरी काम है एन्ज़ाइम की सतह से परिणामी पदार्थ का छिटककर अलग होना और एन्ज़ाइम का अपने सक्रिय समूह को वापिस ले लेना और पुनः अपना आकार और सतह अख्तियार कर लेना। यह उत्पादन का चरण है।



सामान्यतः एक एन्ज़ाइम एक सेकण्ड में हज़ारों बार क्रिया करके कई ग्राम क्रियाकारियों को एक मिनट में उत्पादों में परिवर्तित कर सकता है।

एन्ज़ाइम जैसी यह क्षमता केवल प्रोटीन तक सीमित हो ऐसा ज़रूरी नहीं है। सिद्धांतन एक विशिष्ट आकार, जुड़ने की सतह और क्रियाकारी समूहों वाले किसी भी विशाल अणु को एन्ज़ाइम की तरह काम करना चाहिए। सिडनी ऑल्टमैन और थॉमस सेच ने यह साबित कर दिया है कि न्यूक्लिक अम्लों (खास तौर पर आर.एन.ए.) के मामले में यह सही भी है। इससे इन अनुमानों को बढ़ावा मिला है कि शायद पृथ्वी पर जीवन आर.एन.ए. से शुरू हुआ होगा - वह एक जिनेटिक अणु भी है जो स्वयं की प्रतिलिपि बनाने का कोड है और चयापचय में सहायक उत्प्रेरक अणु भी है। हाल में यह भी दर्शाया गया है कि डी.एन.ए. (खास तौर पर उसकी इकलौती शृंखला) में भी एन्ज़ाइमनुमा प्रकृति होती है। राइबोज़ाइम और डीएनएज़ाइम बनाने वालों में नई दिल्ली के नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ इम्यूनोलॉजी के अखिल बैनर्जी भी हैं।

एन्ज़ाइम के रूप में अमीनो अम्ल प्रोलीन की भूमिका पर मोवासगी और जैकब्सन की समीक्षा ने तो एन्ज़ाइम के लिए बड़ी सतह वाले विशाल अणु होने की ज़रूरत भी समाप्त कर दी है। एन्ज़ाइम के रूप में प्रोलीन की भूमिका की पहली खबर कैलिफोर्निया में स्क्रिप्स इंस्टीट्यूट के रिचर्ड लर्नर के दल ने दी थी। हालांकि पहले भी कुछ खबरें आ चुकी थीं लेकिन 2000 में बी.लिस्ट, आर.लर्नर और सी.एफ. बारबस-III के पर्चे ने इसे रफ्तार दी। यह पर्चा एल्डोल संघनन में प्रोलीन की उत्प्रेरक भूमिका पर था।

उस समय तक ऐसी प्रक्रियाओं के लिए छोटे अणु उत्प्रेरकों के रूप में कृत्रिम कार्बनिक धातु कॉम्पलेक्स का उपयोग होता था। दूसरी तरफ प्रोलीन प्राकृतिक है और 3-4 खरब सालों से पृथ्वी पर है। इस लिहाज़ से यह सूक्ष्मतम प्राकृतिक एन्ज़ाइम हो सकता है। हां अगर यह पता चले कि एज़ीटिडिन कार्बोक्सिल अम्ल भी यह कमाल कर सकता है, तो बात दूसरी है। अभी यह स्पष्ट नहीं है कि प्रोलीन का यह छोटा रिश्तेदार एज़ीटिडिन कार्बोक्सिल अम्ल प्रकृति में पाया जाता है या नहीं।

मैंने हैदराबाद विश्वविद्यालय के प्रोफेसर भास्कर मैया से पूछा तो उनका ख्याल था कि ऐसा नहीं है। मगर खबरें आ रही हैं कि दरअसल यह एन्ज़ाइमों के काम में अवरोधक है - यानी 'प्रति-एन्ज़ाइम'! ***(स्रोत विशेष फीचर्स)***

स्रोत के ग्राहक बनें, बनाएं

सदस्यता शुल्क कृपया एकलव्य, भोपाल के नाम बने ड्राफ्ट या मनीऑर्डर से एकलव्य, ई-7/ एच.आई.जी. 453, अरेरा कॉलोनी, भोपाल (म.प्र.) 462 016 के पते पर भेजें।

स्रोत सजिल्द

150 रुपए में उपलब्ध हैं।

डाक से मंगवाने पर 25 रुपए अतिरिक्त।