जैव रसायन की शुरुआत

टी. रामशर्मा

शोध की एक नई शाखा कैसे जन्म लेती है और कैसे धीरे-धीरे एक आकार ग्रहण करती है? डैव रसायन अधिक पुराना विज्ञान नहीं है। खमीर के कोशिका-रहित सत और शीरे के मिश्रण में से उठते गैस के बुलबुलों से पता चला था कि किण्वन हो रहा है और यहीं से जैव रसायन का सूत्रपात हुआ।

आधुनिक विज्ञान अक्सर एक भव्य उफनती नदी सरीखा नज़र आता है; अपना रोब दिखाता हुआ। मुझे गंगा के बारे में बर्मन का गाना याद आता है - गंगा आए कहां से, गंगा जाए कहां रे? कावेरी नदी को ही लें - पश्चिमी घाट में ताल कावेरी मंदिर के एक छोटे से तालाब से निकलकर यह बहना शुरू करती है। इस बीच और-और नदियां इसमें मिलती जाती हैं और समुद्र में जा मिलने तक यह एक विशाल नदी बन जाती है।

1895-1905 में ऐसी कई छोटी-छोटी शुरुआतें हुईं जो आगे चलकर विज्ञान के नए क्षेत्रों में तब्दील हो गईं। जैव रसायन शास्त्र का जन्म भी इसी स्वर्णिम दशक में हुआ था। खमीर के कोशिका-रहित सत और शीरे के मिश्रण में से उठते गैस के बुलबुलों से पता चला था कि किण्वन हो रहा है और यहीं से जैव रसायन का सूत्रपात हुआ।

सजीव खमीर से किण्वन

काफी पहले से वाइन और सिरका, डबल रोटी, छांछ और चीज़ बनाने में लोगों ने सूक्ष्मजीवों का इस्तेमाल किया है। दक्षिण भारत के किण्वित व्यंजन जैसे इडली, डोसा पौष्टिक हैं और दुनिया भर में लोकप्रिय भी। हालांकि सभी जगह के लोग किण्वन करना जानते थे लेकिन दरअसल इसमें होता क्या है इससे वे अनभिज्ञ थे। अक्सर अनजाने रहस्यों को दैवी प्रभाव मान लिया जाता है। 19वीं शताब्दी की महान वैज्ञानिक खोज यह थी कि हमने पहचाना कि किण्वन सूक्ष्मजीवों द्वारा होता है। इस खोज से इस बात की खोज शुरू हुई कि कौन से सूक्ष्मजीव किस तरह के किण्वन को अंजाम देते हैं। खमीर नामक सूक्ष्मजीव अंगूर के रस को वाइन में और गन्ने के शीरे को बीयर में तब्दील कर देते हैं, इसे जैव टेक्नॉलॉजी की पहली खोज माना जा सकता है । लुई पाश्चर (1822-1875) के समय से ही यह पता था कि खमीर की वृद्धि के दौरान कोशिकाएं शर्करा का किण्वन कर सह-उत्पाद के रूप में अल्कोहल पैदा क़रती हैं। उस समय यह तो असम्भव ही माना जाता था कि किण्वन जैसी जैविक क्रिया परखनली में सजीव कोशिकाओं के बगैर भी सम्पन्न हो सकती है।

बुक्नर का महान प्रयोग

19वीं सदी तक कलारी उद्योग एक कला के स्तर पर पहुंच चुका था और एक फायदेमंद धंधा था। ऐसे में दो जर्मन भाई हेन्स और एडुअर्ड बुक्नर ने खरगोशों में खमीर के सत की विषाक्तता के अध्ययन की बात सोची। यह एक विचित्र विचार था। क्योंकि खमीर के सत को नुकसानदायक पदार्थ के रूप में नहीं लिया जाता था। बल्कि उसे तो विटामिन का सम्पूरक माना जाता था। लेकिन इस अजीबोगरीब विचार से बुक्नर एक उल्लेखनीय प्रयोग तक पहुंच सके। सबसे पहले उन्होंने खमीर की कोशिकाओं को रेत के साथ पीसा और फिर इस मिश्रण को फिल्टर के ज़रिए उच्च दाब से दबाया और एक साफ सत प्राप्त किया। इसे नाम दिया गया ज़ाइमेस। संयोगवश प्रक्रिया ऐसी थी कि इस सत में

साबुत कोशिकाएं नहीं थीं। इसके बाद किसी कारण से इस सत में शक्कर का शीरा मिलाया गया। उम्मीद थी कि ऐसा करने से शीरा अन्य जीवाणुओं से सुरक्षित रहेगा। पर यह क्या? गैस के बुलबुले उठने लगे और पहली बार कोशिका रहित सत में किण्वन होते देखा गया। इससे एल्कोहल बना। यह थी आधुनिक जैव रसायन की शुरुआत। एडवर्ड बुक्नर ने ऐसे कई अन्य प्रयोगों के निष्कर्ष कई सारे पर्चों में 1897 से लगातार प्रकाशित किए। ये उस वक्त के एक सम्मानित जर्नल *ब्रिख्त* में छपे।

ज़ाइमेस

चूंकि किण्वन के लिए ज़िम्मेदार उत्प्रेरक खमीर (ज़ाइम) में मौजूद देखा गया, डब्ल्यू कुह्न ने कोशिकीय उत्प्रेरक को नाम दिया एन्ज़ाइम। मूलतः शर्कराओं के किण्वन के दौरान 6 कार्बन वाली शर्करा (ग्लूकोज़) 2 कार्बन वाले पदार्थ इथेनॉल (अल्कोहल) में तब्दील होती है। इस प्रक्रिया में अधिकतम 30 प्रतिशत तक उत्पाद प्राप्त होता है।

शुरुआती प्रयोगों में, खास तौर पर जर्मन वैज्ञानिकों के प्रयोगों में, इस बात पर ध्यान केंद्रित किया गया था कि ग्लूकोज़ का विघटन किस तरह से होता है। इस प्रक्रिया में शुरू से लेकर आखिर तक कौन-कौन से पदार्थ बनते हैं? पूरी प्रक्रिया में कितने चरण हैं और कौन-कौन से एन्ज़ाइम शामिल हैं? ये शुरुआती जैव रासायनिक परीक्षणों के उदाहरण हैं। अंततः यह स्थापित हुआ कि ग्लूकोज़ से अल्कोहल बनने की इस प्रक्रिया के दस चरण हैं। हरेक चरण में एक नितांत अलग और विशिष्ट एन्ज़ाइम प्रयुक्त होता है। हरेक एंज़ाइम अणुओं को संरचना और ऊर्जा की दृष्टि से तैयार करता है। क्रियाओं की इस शृंखला को ग्लाइकोलाइटिक पाथवे कहते हैं और यह जीवित कोशिकाओं में रासायनिक क्रियाओं (चयापचय) को समझने का आधार है। कोशिका-रहित सत एन्ज़ाइम्स के अध्ययन का बढ़िया स्रोत बन गए। जैव रसायनज्ञों की कोशिश होती है कि जटिल पदार्थों में से एक-एक घटक को पृथक करें और पता लगाएं कि कौन सा घटक किस क्रिया के लिए ज़िम्मेदार है। इस तरह एन्ज़ाइम की खोज और बड़े पैमाने पर शुद्ध एन्ज़ाइम के पृथ्क्करण की जैव रासायनिक यात्रा शुरू हुई। कई एन्ज़ाइमों की खोज हुई। जिन क्रियाओं में वे उत्प्रेरक बनते थे उन्हीं क्रियाओं के नाम पर उनका नामकरण किया गया। अधिकांश मामलों में एन्ज़ाइम के नाम में मूल पदार्थ का नाम और क्रिया की किस्म दोनों आते हैं और नाम के अंत में 'एज़' लगाया जाता है।

> एन्ज़ाइम की उपस्थिति में क्रियाएं 10^4 से 10^{14} गुना तक ज़्यादा तेज़ हो जाती है। उदाहरण के तौर पर, कमरे के तापमान पर मण्ड का घोल कई दिनों तक टिकाऊ बना रहेगा लेकिन एमाइलेज़ युक्त लार की ज़रा सी भी मात्रा हो तो मिनटों में इसका विघटन हो जाएगा।

क्या हैं एन्ज़ाइम्स?

जैव रसायन के शुरुआती काल में सभी खोजकर्ता रसायनशास्त्र से आए थे। उनका ध्येय अपरिष्कृत ऊतकों के सत को अलग कर शुद्ध एन्ज़ाइम को प्राप्त करना और उनके गुण जानना था। जल्द ही यह स्पष्ट हो गया कि जीवित कोशिकाएं ऐसे एन्ज़ाइमों का भण्डार हैं। ये एन्ज़ाइम विविध रासायनिक क्रियाओं का उत्प्रेरण कर सकते हैं। सामान्यतः ये एन्ज़ाइम्स ताप-संवेदी थे और रासायनिक प्रक्रियाओं द्वारा, खास तौर पर अम्लों, क्षारों और प्रोटीन-नाशी एजेंटों से उपचारित करने पर इन्हें आसानी से अक्रिय किया जा सकता है। कई एन्ज़ाइम कोशिका-रहित अपरिष्कृत सतों से शुद्ध रूप में प्राप्त किए गए। कई एन्ज़ाइम रवों के रूप में अलग किए गए। वैसे उस समय इस तथ्य को ज़्यादा मान्यता नहीं मिली कि एन्ज़ाइम प्रोटीन हैं।

उस वक्त के एक प्रभावशाली व्यक्ति आर. विल्स्टेटर ने यह सवाल उठाया कि उत्प्रेरण के लिए एक विशाल प्रोटीन की क्या ज़रूरत है जबकि यही काम प्रयोगशाला में अपेक्षाकृत छोटे अणुओं द्वारा किया जा सकता है।

ज़्यादा से ज़्यादा यही सोचा गया कि प्रोटीन एक वाहक की भूमिका निभाता होगा, जिसकी सतह पर सक्रिय बिंदु होते होंगे। लेकिन उस वक्त तक यह पता नहीं चल पाया था कि एन्ज़ाइम की उपस्थिति में क्रिया 10^4 से 10^{14} गुना तक ज़्यादा तेज़ हो जाती है - यह किसी सामान्य उत्प्रेरक के बूते की बात नहीं है। सामान्य उत्प्रेरकों से एन्ज़ाइम की तुलना किसी उपग्रह की गति और चींटी की गति की तुलना करने जैसा है। इसके अलावा जीवित कोशिकाओं में उत्प्रेरण जलीय माध्यम में, सामान्य तापमान पर और उदासीन घोल में होता है। उदाहरण के तौर पर कमरे के तापमान पर मण्ड का घोल कई दिनों तक टिकाऊ बना रहेगा लेकिन एमाइलेज़ युक्त लार की ज़रा सी भी मात्रा हो तो मिनटों में इसका विघटन हो जाएगा।

समनर का जीवट

1926 में न्यूयॉर्क के कॉर्नेल विश्वविद्यालय के जे.बी. समनर ने जैकबीन से एक प्रोटीन अलग किया। इस प्रोटीन ने यूरिया से अमोनिया और कार्बन डाई ऑक्साइड बनने की क्रिया का उत्प्रेरण किया था। इस प्रोटीन ने मात्र 1.4 सेकण्ड में अपने वज़न जितने यूरिया को 20 डिग्री सेल्सियस पर विघटित कर दिया। समनर और जैव रसायन दोनों के लिए यह सौभाग्यशाली रहा कि जैकबीन चूर्ण के सत को ठण्डी जगह पर रखने से वह प्रोटीन रवेदार हो गया। समनर ने बहुत मेहनत से यह सिद्ध किया कि ये रवे गोलाकार प्रोटीन से बने थे। अपने पर्चे के सार में वे कहते हैं कि मुझे इस पर विश्वास करना ही पड़ेगा कि यह ग्लोब्यूलिन दरअसल यूरेज़ एन्ज़ाइम ही है। यह सिद्ध करने के लिए कि यह प्रोटीन मात्र वाहक नहीं बल्कि सक्रिय उत्प्रेरक है, समनर को ताकतवर जर्मन वैज्ञानिक जगत का विरोध झेलना पड़ा। इसके लिए ज़रूरी था कि समनर को अपने प्रयोगों और निष्कर्षों पर पूरा विश्वास हो। साथ ही वैज्ञानिक समुदाय के विरोध और छानबीन का मुकाबला करने के लिए हिम्मत दरकार थी। समनर ने इन गुणों का प्रदर्शन किया और जैव रसायन का एक बेहद ज़रूरी विचार स्थापित किया - एन्ज़ाइम प्रोटीन ही हैं।

यह सिद्ध करने के लिए कि प्रोटीन मात्र वाहक नहीं बल्कि सक्रिय उत्प्रेरक है, समनर को ताकतवर जर्मन वैज्ञानिक जगत का विरोध झेलना पड़ा। अंततः वे यह महत्वपूर्ण बात स्थापित कर पाए कि एन्ज़ाइम प्रोटीन ही हैं।

इस सब के पीछे एक मज़ेदार कहानी है। समनर ने सम्भवतः अपने एक हाथ की हथेली गंवा दी थी। इसलिए वे परख नली को अपनी जेब में रखकर पिपेट से उसमें प्रतिकर्मक डाला करते थे। जर्मन प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों ने समनर के प्रयोग को दोहराने की कोशिश की। इसमें असफल हो जाने पर उन्होंने मज़ाक-मज़ाक में समनर के प्रयोग की हूबहू नकल करने के लिए अपनी जेब में परख नली रखी और एक हाथ से पूरा प्रयोग किया।

बाद में समनर जर्मनी गए और स्वयं वह प्रयोग करके दिखाया। तब से यह विचार स्थापित है कि एन्ज़ाइम प्रोटीन हैं और अब तो यह एक नियम-सा बन गया है। अभी हाल में ही न्यूक्लिक अम्लों (जो प्रटीन नहीं हैं) के कुछ रूपों में उत्प्रेरक गतिविधि देखी गई है। ये राइबोज़ाइम्स कहलाते हैं। यानी खमीर (ज़ाइम) के प्रति सम्मान जारी है।

मौजूदा स्थिति

जैव रसायन शोध के एक सदी बाद हम एन्ज़ाइम्स के बारे में काफी कुछ जान गए हैं। हमें कई सारे एन्ज़ाइम्स की अमीनो अम्ल की शृंखलाएं और त्रिआयामी संरचनाएं पता हैं और सक्रिय बिंदु पर स्थित अमीनो अम्ल भी ज्ञात हैं। खास तौर पर क्लोनिंग तकनीकों के इस्तेमाल से आज एन्ज़ाइम प्रोटीन्स की पर्याप्त मात्रा उपलब्ध है। प्रयोगशालाओं और उद्योगों में ये बतौर प्रतिकर्मक इस्तेमाल हो रहे हैं। दवाओं के रूप में भी इनका इस्तेमाल हो रहा है। फिर भी हम यह स्पष्ट रूप से समझ नहीं पाए हैं कि क्या चीज़ है जिसकी वजह से