3-4-31 May 2023/2022-23/SBD/200

'RESEARCH JOURNEY' International E- Research Journal
Issue – 322 : Multidisciplinary Issue
Impact Factor 6.625 Peer Reviewed Journal
E-ISSN : 2348-7143
May-2023

हरित प्रतिदिप्त प्रोटीन: जीव विज्ञान का चमकता सितारा

(18)

डॉ सुभाष भिमराव दोंदे
डेक्कन एज्युकेशन सोसायटी, पुणे संलग्न
किर्ती कॉलेज (स्वायत्त), दादर (प.) मुंबई -400 028.
ई-मेल: dsubhash40@gmail.com
WhatsApp No: 9869556607

सारांश:

*हरित प्रतिदीप्त प्रोटीन की खोज **एक्वोरिया विक्टोरिया** नामक जैव-संदीप्त समुद्री जैली मछली में की गयी थी । इस प्रोटीन की शृंखला कुल 238 अमीनो एसिड से बनी हैं, जिसके अल्फा-हेलिक्स में **सेरिन-टायरोसीन- ग्लायसीन** इन तीन अमीनो एसिड्स का एक क्रोमोफोर होता है; जो विद्युत-चुंबकीय वर्णक्रम के नीले या पराबैंगनी प्रकाश से उद्दीपित होकर हरे प्रकाश को उत्सर्जित करता है। प्रतिदीप्ति निर्माण करने में **जीएफपी** एक स्वयंनिर्भर एवं स्वयंपूर्ण प्रोटीन है; जिसे किसी किण्वक या सह- किण्वक की जरूरत नही पड़ती। डीएनए पुनर्योगज तकनीक का उपयोग करके **'जीएफपी जीन'** को अन्य जीवों में स्थानांतरित करने और प्रकट करने की सफल कोशिश के बाद **जीएफपी जीन** को व्यापक तरंगदैर्ध्य पर प्रतिक्रिया करने और विभिन्न रंगों को प्रकट करने के लिए को सफलतापूर्वक उत्परीवर्तीत एवं पुनःअभियांत्रिकित किया गया है। जीएफपी के लाल, नीले, पीले, नारंगी और लगभग सभी रंगों के अनुज ने जैव-चिकित्सा अनुसंधान में क्रांति लायी है और प्रयोगशाला में हर रोग के कारण और प्रभाव को दृष्टिगोचर करने, समझने और अंततः उन्हें जीतने के लिए शोधकर्ताओं को सक्षम किया है। जीव-विज्ञान के हर क्षेत्र में चिन्हक के रूप में परिष्कृत **जीएफपी** का उपयोग करते हैं। भ्रूण-विज्ञान, कैंसर अनुसंधान, प्रतिदीप्ति सूक्ष्मदर्शी, आण्विक जीव विज्ञान, डीएनए पुनर्योगज तंत्रज्ञान, जैसे आधुनिक जीव-विज्ञान की शखाओंके लिए जीएफपी एक अत्यंत परिवर्तनवादी खोज साबित हुआ है। प्रस्तुत लेख में जीएफपी के बहुआयामी पहलुओं को मूलभूत से लेकर आधुनिकतम अनुप्रयुक्त अनुसंधान से मिली सूचना के आधार पर उजागर किया है।*

(मुल शब्द: जैव-संदीप्ति, हरित प्रतिदीप्त प्रोटीन, जीएफपी, क्रोमोफोर, आरएफपी)

प्रस्तावना:

जीवाणुओं से लेकर मछलियों तक, समुद्री जीवों की बहुतांश प्रजातियां भोजन खोजने, साथी को आकर्षित करने और शिकारियों से बचने लिए **'जैव-संदीप्ति'** (bioluminescence) पर निर्भर रहती है। जुगनू कीट जैसे अनेक संदीप्तीशील जीव अन्तर्निहित किण्वन उत्प्रेरित ऑक्सीकरण अभिक्रिया से शीतल प्रकाश बनाकर स्वयं-प्रकाशित हो जाते हैं। सामान्यतः इस प्रक्रिया में दो प्रकार के पदार्थों का संयोजन शामिल होता है। **लूसिफ़ेरिन** नामक प्रकाश-उत्पादक पदार्थ पर **लूसिफ़ेरेज़** किण्वक द्वारा अभिक्रिया होती है। इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन और ऊर्जा के स्त्रोत के रूप में एडेनोसिन ट्राइफॉस्फेट की आवश्यकता होती है। रूपात्मक

D. E. Society's Kirti M. Doongursee College of Arts, Science & Commerce, Mumbai-400028
Principal
D. E. Society's
Kirti M. Doongursee College
of Arts, Science & Commerce
Dadar (W), Mumbai - 28.

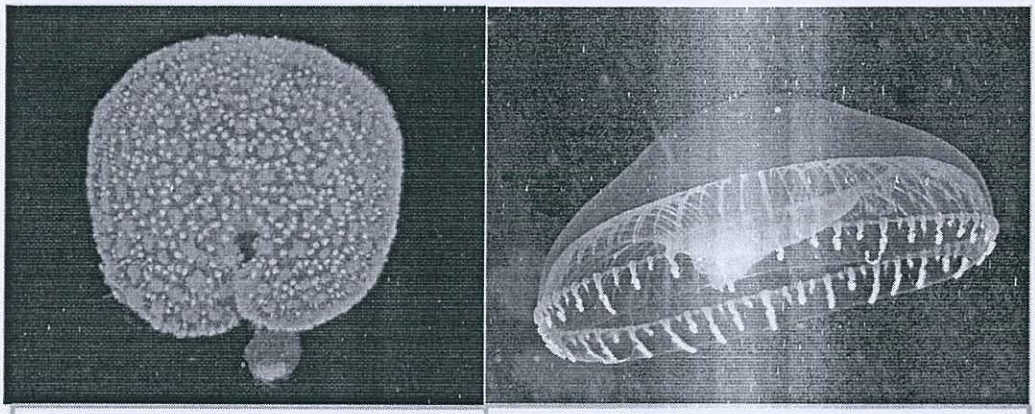
(exothermic) रासायनिक अभिक्रिया में अतिरिक्त ऊर्जा **ऊष्मा** के माध्यम से उत्सर्जित होती हैं। किन्तु कुछ ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया ऊष्मा की जगह **संदिप्ति** (luminescence) के माध्यम से प्रकाशाणु (photon) उत्सर्जित करती है। यदि यह अभिक्रिया जीवों में किसी किण्वक द्वारा उत्प्रेरित होती है, तो उसे जैव-**संदीप्ती** कहा जाता हैं। संदीप्ति, यह एक किस्म प्रकाश प्रदीपन है, जिसमें किसी पदार्थ की चमक एक रासायनिक अभिक्रिया के कारण होती है। इसके विपरीत, **प्रतिदीप्ति** (fluorescence) में एक पदार्थ जो प्रथम प्रकाश को अवशोषित करता हैं और बाद में एक लंबी तरंगदैर्ध्य (wavelength) और कम ऊर्जा का प्रकाश उत्सर्जित करता हैं। यहां इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि संदिप्ति और प्रतिदीप्ति एक समान नहीं है। एक में पदार्थ से प्रकाश का सहज उत्सर्जन है और दूसरे में प्रकाश को अवशोषित करके उद्दीपित होने के बाद प्रकाश का उत्सर्जन है।

एक्वोरिया विक्टोरिया *(Aequorea victoria)* के अध्ययन के माध्यम से, दो प्रमुख प्रोटीनों की खोज की गई- **एक्वोरिन नामक** नीला जैव-संदीप्तिशील प्रोटीन और हरित प्रतिदीप्त प्रोटीन (जीएफपी)। जैली मछली कैल्शियम की उपस्थिति में **एक्वोरिन** के साथ परस्पर क्रिया करते हुए नीले संदिप्ति का उत्सर्जन करती है। यह नीला प्रकाश जीएफपी द्वारा अवशोषित किया जाता है और हरे रंग के प्रतिदीप्ति के रूप में फिर से उत्सर्जित होता है। **जीएफपी** विद्युत-चुंबकीय वर्णक्रम के नीले / पराबैंगनी (ultraviolet) भाग में प्रकाश से उद्दीपित होकर हरे भाग में प्रकाश का उत्सर्जन करता है। इस प्रोटीन की शृंखला कुल 238 अमीनो एसिड से बनी होती हैं, जिसके अल्फा-हेलिक्स में **सेरिन 65- टायरोसीन 66- ग्लायसीन 67** इन तीन अमीनो एसिड्स के क्रोमोफोर की एक विशेष संरचना दृश्यमान हरी प्रतिदीप्त रोशनी का उत्सर्जन करती है।

ऐतिहासिक पार्श्वभूमि:

अमेरिका के प्रिंसटन विश्वविद्यालय के प्रोफेसर **एडमंड हार्वे,** जैव-संदिप्ति का अध्ययन कर रहे थे। 1921 में, हार्वे ने जैली मछली की छतरी में पीले ऊतकों को विशेष परिस्थितियों में चमकदार होने के रूप में वर्णित किया। 1955 में, कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के अनुसंधानकर्ता डेमोरेस्ट डे**वनपोर्ट** और इंग्लैंड के प्लायमाउथ समुद्री प्रयोगशाला के **जोसेफ निकोल** ने एडमंड हार्वे के विवरणों की पुष्टि करने के लिए प्रकाश-विद्युत अभिलेखिन और ऊतकीय तरीकों का इस्तेमाल किया और उन्होंने हरे रंग की जैली मछली की छतरी (umbrella) की सीमांत नलिका (marginal canal) में प्रतिदीप्त जैव-रसायन की पहचान की। उसी वर्ष, नागोया विश्वविद्यालय, जापान के **ओसामु शिमोमुरा** ने समुद्र-जुगनू में पाये जाने वाले प्रकाश विकीर्ण करनेवाला यौगिक ***ल्यूसिफ़ेरिन*** को क्रिस्टलीकृत किया। प्रिंसटन विश्वविद्यालय में जैव-संदिप्ति का अध्ययन कर रहे एडमंड हार्वे के छात्र, **फ्रैंक जॉनसन** ने **ओसामु शिमोमुरा** को प्रिंसटन विश्वविद्यालय बुला लिया और दोनों ने एक साथ मिलकर ***एक्वोरिया विक्टोरिया*** जेली मछली के जैव-संदिप्ति पर अनुसंधान करना शुरू कर दिया। प्रिंसटन में शिमोमुरा और उनके सहयोगियों ने जैव-संदिप्त जैव रसायन को शुद्ध स्वरूप मे प्राप्त किया। उन्होंने पाया कि यह एक प्रोटीन था, जिसे उन्होंने **एक्वोरिन** कहा। जब उन्होंने **एक्वोरिन** को शुद्ध किया, तो उन्होंने एक अन्य प्रोटीन के निशान भी खोजे, जिसमें हरी प्रतिदीप्ति दिखाई दी। शिमोमुरा की टीम ने 1962 में "एक्सट्रैक्शन,

प्यूरिफिकेशन और प्रॉपर्टीज ऑफ **एक्वोरिन**" के निष्कर्षों को प्रकाशित किया था। यह पेपर **एक्वोरिन** के बारे में था, लेकिन इसमें एक हरे प्रोटीन का भी वर्णन किया गया था, जो हरे रंग के प्रतिदीप्ति का प्रदर्शन करता था। **जॉन हस्टिंग** और **जेम्स मॉरिन** ने, इस अनुसंधान को आगे बढ़ाया और 1971 में इस दूसरे प्रोटीन को **'हरित प्रतिदीप्त प्रोटीन'** ऐसा नामकरण किया। शिमोमुरा ने **एक्वोरिन** प्रोटीन को शुद्ध किया, इसे क्रिस्टलीकृत किया, और इसकी अंतर्निहित संरचना को स्पष्ट किया। उन्होंने **जीएफपी** के गुणों का भी अध्ययन किया, और 1979 में **जीएफपी** पर अपना अंतिम पेपर प्रकाशित किया।



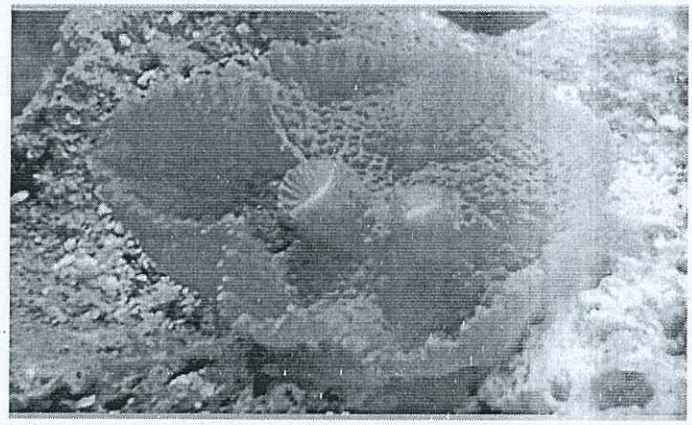
रेनिला रेनीफॉर्मिस (समुद्री पैन्जी) | *एक्वॉपोरा विक्टोरिया* (जैली मछली)

1979 से 1992 तक, कई शोधकर्ताओं ने **जीएफपी** के क्रमिक विकास एवं विभिन्न पहलुओं का अध्ययन किया, जिसमें इस प्रोटीन के अमीनो एसिड श्रृंखला का अध्ययन करने के लिए परमाणुवीय चुंबकीय अनुकंपन (nuclear magnetic resonance) का उपयोग और इसके क्रिस्टल का अध्ययन करने के लिए एक्स-रे का उपयोग शामिल था । 1990 के दशक की शुरुआत में, समुद्रीय जीव विज्ञान प्रयोगशाला में आण्विक जीव-विज्ञानी **डग्लस प्रैशर** ने एषणी (probe) डिज़ाइन करने के लिए **जीएफपी** का उपयोग किया। इस तकनीक में न्यूक्लियोटाइड अनुक्रमों की उपस्थिति का पता लगाने के लिए डीएनए के टुकड़ों को शामिल करके खोजबीन होती है। **डग्लस प्रैशर** ने **जीएफपी जीन** के अनुपूरक डीएनए (cDNA) को अलग कर दिया, और उन्होंने इस जीन के श्रृंखला के अनुक्रम को 1992 में प्रकाशित किया। 1992 में **प्रैशर** के प्रकाशन के बाद, कई वैज्ञानिकों ने डीएनए पुनर्योगज तकनीक का उपयोग करके जेली मछली के अलावा अन्य जीवों में **जीएफपी जीन** को स्थानांतरित करने और प्रकट करने की कोशिश की, परन्तु **मार्टिन चाल्फ़ी** पहले ऐसे व्यक्ति थे जो इस अनुसंधान प्रकल्प में सफल हुए। न्यूयॉर्क के कोलंबिया विश्वविद्यालय में प्रोफेसर **मार्टिन चाल्फ़ी** ने गोलकृमि ***सिनोरॉबडाइटिस एलिगेंस*** के भ्रूणीय विकास का अध्ययन कर रहे थे। **चाल्फ़ी** ने एक व्याख्यान में **जीएफपी** के बारे में सुना था। उन्होंने अनुमान लगाया कि **जीएफपी** *सिनोरॉबडाइटिस एलिगेंस* में जीन अभिव्यक्ति के अपने अध्ययन की सुविधा प्रदान कर सकता है। **चाल्फ़ी** की टीम ने **डग्लस प्रैशर** से **जीएफपी जीन** की अनुपूरक डीएनए (cDNA) प्राप्त की और पहले ***एस्चेरिकीया कोलाय*** जीवाणुमें जीएफपी जीन का कोडिंग अनुक्रम सन्निवेश किया और बाद में फिर ***सिनोरॉबडाइटिस एलिगेंस*** में। **चाल्फ़ी** और उनकी टीम ने पाया कि **जीएफपी जीन** ने दोनों जीवों में किसी किण्वक या सह-किण्वक के बिना **जीएफपी** प्रोटीन का प्रकटन किया। 1994 में,

चॉल्फ़ी ने "जीन प्रकटन में एक चिन्हक के रूप में हरित प्रतिदीप्त प्रोटीन" इस लेख के जरिये अपने परिणाम प्रकाशित किए। **जीएफपी** का पता लगाने के लिए केवल पराबैंगनी (ultraviolet) प्रकाश की आवश्यकता होती है। इसके बाद, कई जीव विज्ञानियों ने जीन अभिव्यक्ति का अध्ययन करने के लिए अपने प्रयोगों में **जीएफपी** को प्रचलित किया।

कई वैज्ञानिकों ने परिणामी प्रोटीन को व्यापक तरंगदैर्ध्य पर प्रतिक्रिया करने और विभिन्न रंगों को प्रकट करने के लिए **जीएफपी जीन** को उत्परीवर्तीत करने की कोशिश की। अन्य वैज्ञानिकों ने विभिन्न प्रतिदीप्तशील प्रोटीन का अध्ययन किया। कैलिफोर्निया सैन डिएगो विश्वविद्यालय के प्रोफेसर **रॉजर सिएन (Tsien)** ने विभिन्न संरचनाओं में प्रोटीन का उत्पादन करने के लिए जीएफपी **जीन** को फिर से पुनःअभियांत्रिकित किया। उनकी टीम ने अन्य प्रतिदीप्तशील प्रोटीन की भी पुनर्रचना की। **रॉजर सिएन** के और अन्य जीव-अभियांत्रिक के प्रयासों के कारण, **जीएफपी** न केवल अधिक उज्वल प्रतिदीप्ति प्रदर्शित कर सकता है, बल्कि तरंगदैर्ध्य की एक विस्तृत श्रृंखला पर भी प्रतिक्रिया दे सकता है, साथ ही लाल रंग को छोड़कर लगभग सभी रंगों की प्रतिदीप्ति भी उत्सर्जित कर सकता है। **रॉजर सिएन** के निष्कर्षों ने वैज्ञानिकों को कई रंगीन **प्रतिदीप्त प्रोटीनों** द्वारा, कोशिकाओं, या कोशिका अंगक (organelle) या विभिन्न प्रोटीनों को टैग करने के लिए सक्षम बनाया।

लाल प्रतिदीप्तिशील प्रोटीन (डीएस- रेड) का स्त्रोत

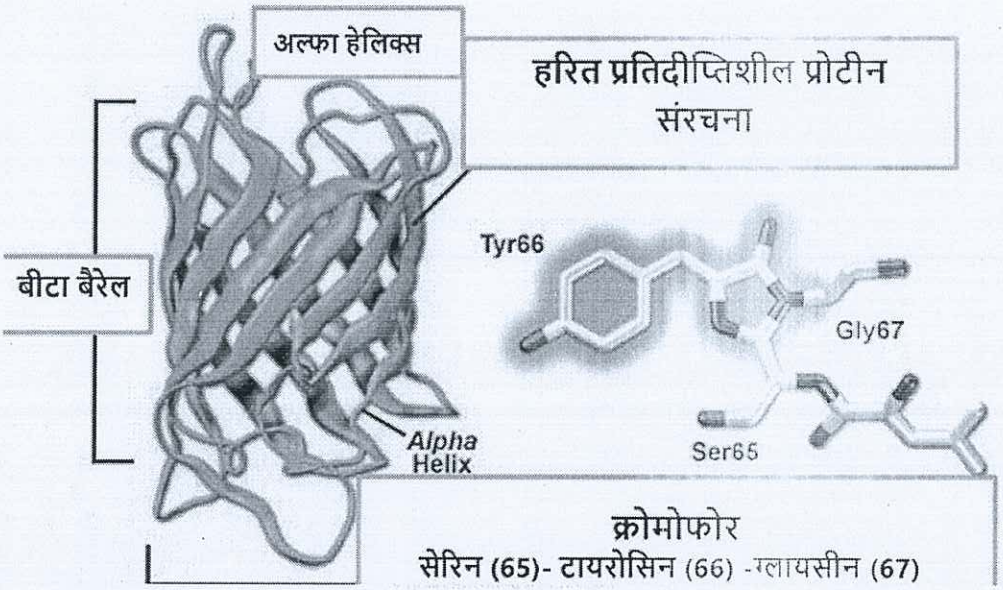


डिस्कोसोमा : समुद्री लाल प्रवाल

लाल प्रतिदीप्त प्रोटीन (आरएफपी) की खोज 1999 में रूस के वैज्ञानिकों ने डिस्कोसोमा (Discosoma) गण के समुद्री प्रवाल (coral) में की और उसका **डीएस-रेड** नाम रखा गया। **डीएस-रेड** एक फ्लोरोफोर है, जो उद्दीपित होने पर लाल-नारंगी प्रकाश को उत्सर्जित करता है। इसके नारंगी, लाल, और दूरस्थ-लाल जैसे अन्य प्रकारों को निर्देशित उत्परिवर्तन के उपयोग से विकसित किया गया है। आनुवंशिक अभियांत्रिकी द्वारा प्रतिदीप्त विकास की गति को बढ़ाकर और चतुष्टयाणु (tetrameric) **डीएस-रेड** के एकलक (monomeric) प्रकार बनाकर आरएफपी की उपयोगिता में सुधार किया है। अबतक कई प्रजातियों में 150 से अधिक जीएफपी जैसे अलग-अलग रंग के प्रतिदीप्त प्रोटीनों की खोज की गयी है।

जीएफपी के अनुप्रयोग:

जीएफपी का अणुभार सिर्फ 27 किलो डाल्टन होने की वजह से यह काफी छोटा है। यह कुल 238 अमीनो-एसिड की श्रृंखला से बना हुआ प्रोटीन है; जिसमें एक अद्वितीय बीटा बैरल जैसी संरचना होती है। इस बीटा बॅरल मे 11 बीटा लड (strands) और एकमात्र अल्फा कुंडल (helix) होते है। प्रतिदीप्ति निर्माण करने की क्षमता अल्फा कुंडल के तीन विशिष्ट एमिनो एसिड अनुक्रम में दिखाई देती है; जिसे **क्रोमोफोर** कहा गया है। सेरीन(65)- टायरोसिन(66) -ग्लायसिन (67) इस त्रिमूर्ति एमिनो एसिड्स की स्व-जमघट (assembly) जो प्रतिदीप्त क्रोमोफोर है।



प्रतिदीप्ति निर्माण करने में **जीएफपी** एक स्वयंनिर्भर एवं स्वयंपूर्ण प्रोटीन है; जिसे किसी एंझाईम या सह-एंजाइम की जरूरत नही पड़ती। यह इसकी एक बड़ी खासीयत है। जीएफपी की एक और अन्य खूबी यह कि यह एकलक (monomer) है; दूसरे प्रतिदीप्त प्रोटीनों की तरह डाइमर (dimer) या चतुष्टयाणु (tetramer) नही है। जैली मछली का प्रकृतिकृत एवं स्वाभाविक **जीएफपी** कम तापमान के परिवेश कार्यक्षम होता है, क्योंकि यह जैली मछली ठंड नॉर्थवेस्ट प्रशांत महासागर में पायी जाती है। इसलिए 37 डिग्री सेल्सियस पर उसकी कार्यक्षमता घट जाती है, जिस तापमान पर सामान्यतः जीवाणु से स्तनधारीयों तक कई जैविक प्रणालियों का अध्ययन होता है। पराबैंगनी रोशनी से उत्तेजीत होने के बाद प्रकृतिकृत (wild) **जीएफपी** की एक और कमी इसकी कम प्रतिदीप्ति तीव्रता है। अनुसंधान के लिए **जीएफपी** की गुणवत्ता में सुधार करने के लिए, उसमें दो उत्परिवर्तन लागू किए गए थे। पहला है S65T (सेरीन 65 को थ्रेओनीन में बदला गया)। इसने प्रकृतिकृत **जीएफपी** की तुलना में उत्परिवर्तीत **जीएफपी** को 35 गुना अधिक चमकीला या प्रतिदीप्त बना दिया। S65T संस्करण को अक्सर कम तापमान (20-30 डिग्री सेल्सियस) पर सिस्टम में उपयोग किया जाता है जैसे कि खमीर का कीट। दूसरा उत्परिवर्तन- F64L (फेनिलएलनिन 64 को ल्यूसीन में बदला गया) जिसके कारण

37 डिग्री सेल्सियस पर **जीएफपी** के कार्य में सुधार आया। दोनों उत्परिवर्तन के साथ अधिक कार्यक्षम **जीएफपी** को **परिष्कृत जीएफपी** (संक्षेप में **इजीएफपी**) कहा गया है।

उपरोक्त उत्परिवर्तन ने **जीएफपी** प्रोटीन के वर्णक्रमीय (spectral) गुणों को भी बदल दिया। प्रकृतिकृत **जीएफपी** में दो उद्दीपन शिखर होते हैं। S65T उत्परिवर्तन से क्रोमोफोर के प्रथम उद्दीपन शिखर को दबा दिया जाता है (थ्रेओनिन के तटस्थ फिनोल के कारण) और दूसरे शिखर को अन्य स्थान पर स्थानांतरित करके प्रकृतिकृत **जीएफपी** की तुलना में उद्दीपन को 5-6 गुना बढ़ाया जाता है। इसलिए अधिक तर प्रतिदीप्त सूक्ष्मदर्शी में S65T उत्परिवर्तन से उपजे **परिष्कृत जीएफपी** की नई उद्दीपन शिखर के अनुरूप प्रकाश स्रोत का इस्तेमाल किया जाता है। अन्य वर्णक्रमीय गुणों को अन्तर्निविष्ट करने के लिए **जी**एफपी में कई अन्य तरह के उत्परिवर्तन समाविष्ट किये गये है। जीवित अवस्था में *(in vivo)* उपयोग किए जाने पर जीएफपी जैविक प्रक्रियाओं में हस्तक्षेप नहीं करता है। भ्रूणविज्ञानी यह अध्ययन करने के लिए उपयोग करते हैं कि जीव कैसे विकसित होते हैं। उदाहरण के लिए, 1994 के बाद, **मार्टिन चाल्फ़ी** और उनके सहयोगियों ने *सी. एलिगेंस* के न्यूरॉन विकास के अध्ययन में जीएफपी का प्रयोग किया। 2002 के एक पत्र में, **चाल्फ़ी** और उनके सहयोगियों ने बताया कि कैसे उन्होंने पहली बार **जीएफपी** के साथ न्यूरॉन कोशिकाओं के स्पर्शनीय अनुभूति में शामिल एक विशिष्ट जीन को लेबल किया, और फिर उन कोशिकाओं द्वारा उत्सर्जित प्रतिदीप्ति की मात्रा का अवलोकन किया। क्योंकि उत्परिवर्तीत कोशिकाओं ने सामान्य कोशिकाओं की तुलना में कम या अधिक जीएफपी का उत्पादन किया और प्रतिदीप्ति उत्पादन की अपसामान्य मात्रा ने उत्परिवर्ती (mutant) के अपसामान्य विकास का संकेत दिया। तब से, अनुसंधान के इस क्षेत्र का विस्तार कई अन्य जीवों में हुआ, जिनमें फल मक्षिका, चूहे और झेब्रा मछली शामिल हैं।

जीएफपी प्रोटीन : 2008 के रसायन विज्ञान के नोबेल पुरस्कार विजेता

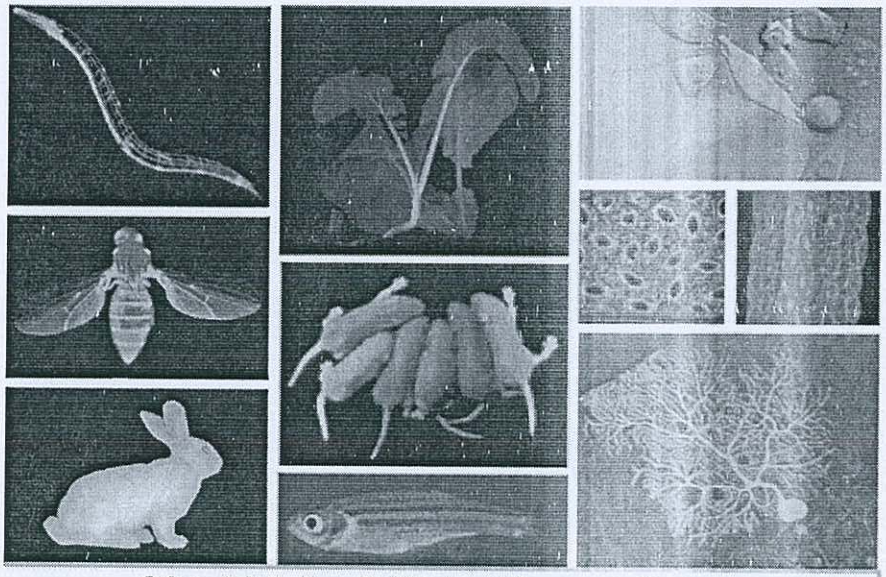


ओसामु शिमोमुरा | रोजर सिएन (Tsien) | मार्टिन चाल्फी

10 दिसंबर 2008 को, रॉयल स्वीडिश एकेडमी ऑफ साइंस द्वारा जीएफपी के संदर्भ में मूलभूत से लेकर प्रगतिशील खोजों के लिए केमिस्ट्री में **ओसामु शिमोमुरा, मार्टिन** चाल्फ़ी,और **रॉजर सिएन** को नोबल

पुरस्कार से नवाजा गया। उस समय नोबेल समिति ने **जीएफपी** को जैव-रसायन विज्ञान का एक मार्गदर्शक सितारा कहा; जिसके कारण एक समय अदृष्य रहने वाली कैंसर कोशिकाओं के फैलाव को आश्चर्य जनक ढंग से देखा जा सकता है। जीएफपी के लाल, नीले, पीले, नारंगी और लगभग सभी रंगों के अनुज ने जैव-चिकित्सा अनुसंधान में क्रांति लायी है और प्रयोगशाला में हर रोग के कारण और प्रभाव को दृष्टिगोचर करने, समझने और अंततः उन्हें जीतने के लिए शोधकर्ताओं को सक्षम किया है। **जीएफपी** हमें वास्तविक समय में, कैंसर कोशिका चक्र, सूत्री विभाजन, योजनाबद्ध कोशिका निधन (apoptosis), गतिशीलता, आक्रमण, अपरूपांतरण (metastasis) और वाहिका-जनन (angiogenesis) सहित जीवित प्राणियों में कैंसर के सभी महत्वपूर्ण पहलुओं को दृष्टिगोचर बनाने की अनुमति देते हैं। जीएफपी और लाल प्रतिदीप्त प्रोटीन (आरएफपी) के साथ लेबल किए गए गैर- मूल कोशिकाओं के साथ लेबल किए गए कैंसर मूल कोशिकाओं (stem cells) का व्यवहार जीवित और वास्तविक समय की तुलना में एक साथ हो सकता है। इसके अलावा प्रतिदीप्ति-निर्देशित सर्जरी द्वारा कैंसर निदान और चिकित्सा में प्रतिदिप्त प्रोटीन का भविष्य में उपयोग संभव हैं।

जीवविज्ञानी विकास की प्रक्रियाओं के दौरान भ्रूण और भ्रूण में कोशिकाओं का अध्ययन करने के लिए **जीएफपी** को चिन्हक (marker) के रूप में उपयोग करते हैं। जीएफपी प्रतिदीप्ति के साथ एक और प्रोटीन के साथ संलग्न होकर चिह्नित कर सकता है, जिससे वैज्ञानिक एक कायिक संरचना में विशेष प्रोटीन की उपस्थिति को देख सकते हैं। डीएनए पुनर्योगज (recombinant) तकनीक का उपयोग करते हुए, वैज्ञानिक **जीएफपी** जीन को एक अन्य जीन से जोड़ते हैं; जो एक प्रोटीन का उत्पादन करता है, जिसे वे अध्ययन करना चाहते हैं, और फिर वे एक कोशिका में यह संकुल सम्मिलित करते हैं। यदि कोशिका हरी प्रतिदीप्ति पैदा करती है, तो वैज्ञानिक अनुमान लगाते हैं कि कोशिका लक्ष्य जीन को भी प्रकट करती है। इसके अलावा, वैज्ञानिक विशिष्ट जीवों, कोशिकाओं, ऊतकों को लेबल करने के लिए **जीएफपी** का उपयोग करते हैं। चूंकि जीएफपी जीन आनुवंशिक है, लेबल किए गए तत्त्वों के वंशज भी हरे रंग की प्रतिदीप्ति प्रदर्शित करते हैं।



विविध जीवों में हरित प्रतिदीप्तिशील प्रोटीन का यशस्वी प्रकटन

जीएफपी के दो सबसे आम उपयोग हैं: 1) प्रतिदीप्ति तीव्रता को मापकर एक विशिष्ट प्रणाली में अभिव्यक्ति स्तर का परीक्षण करना और 2) वांछित प्रोटीन से संगलित (fused) प्रतिदीप्त प्रोटीन के स्थानीयकरण को दृष्टिगोचर करके इस तरह जीवित कोशिकाओं के अंदर उस जैवाणु (biomolecule) के स्थानीयकरण पर नज़र रखना। जैविक अनुसंधान में एक प्रतिदीप्त चिन्हक के रूप में **जीएफपी** का उपयोग करने के लिए बड़े आसानी से किसी भी प्रोटीन या पेप्टाइड को **जीएफपी** से जोड़ दिया जाता है। एक बार कोशिका में जीएफपी-संलग्न (fusion) प्रोटीन व्यक्त किया जाता है, तो प्रतिदीप्त सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करके, निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर पा सकते हैं: कोशिकामें में यह कहाँ रहता है? क्या यह स्थानांतरण करता है? और यह कब अभिव्यक्त हुआ है? और अभिव्यक्ति का स्तर क्या है? इसकी संश्लेषण या निम्नीकरण की दर क्या है? इत्यदि।

विषाक्तता चिन्हक के रूप में भी जीएफपी का उपयोग होता है। इस तथ्य के कारण कि बढ़ती विषाक्तता के साथ जीएफपी की प्रतिदीप्ति तीव्रता घट जाती है, इसका उपयोग पर्यावरण विषाक्तता के लिए एक चिन्हक के रूप में किया जा सकता है। बिना किसी नकारात्मक प्रभाव से जीएफपी को मेजबान जीवों में जोड़ दिया जाता है और फिर विभिन्न जीवों में विभिन्न विषाक्तताओं की तीव्रता की निगरानी की जाती है। अगर किसी जीव के संजीन (genome) में **जीएफपी** जीन सन्निवेश होता है, तो अनुवांशिक तरीकेसे पीढ़ी दर पीढ़ी आने वाली नस्लों पर संचारित हो जाता है। ट्रांसजेनिक चूहों को जीएफपी के साथ लेबल किया जा सकता है, जो बाद में उनकी संतानों में आसानी से नीले या परा बैंगनी रंग के प्रकाश में प्रकट होता है।

संदर्भ सूची:

1. **Hoffman Robert M.** (2015) Application of GFP imaging in cancer Lab Invest. 95(4): 432–452. doi: 10.1038/labinvest.2014.154
2. **Zou Yawen** (2014) Green Fluorescent Protein The Embryo Project at Arizona State University
3. Greenfluorescentblog https://greenfluorescentblog.wordpress.com/2012/03/24/gfp/
4. What is GFP? https://www.photometrics.co