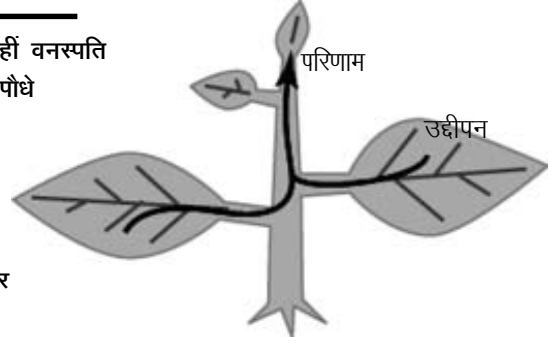


फूल खिलाने का संदेश: फ्लोरीजेन

डॉ. किशोर पंवार

पौधों में फूल खिलना कवियों के लिए सुंदरता का प्रतीक है, वहीं वनस्पति वैज्ञानिकों के लिए कौतूहल का विषय है। कैसे पता चलता है किसी पौधे को कि अब फूल खिलाना है? प्लांट सेल नामक शोध पत्रिका में प्रकाशित यान ए.डी. ज़ीवार्ट के गहन आलेख से आभास होता है कि पिछली लगभग पूरी सदी में कई वैज्ञानिकों द्वारा किए गए प्रयोगों ने अब शायद इस सवाल का तसल्लीबख्श जवाब दे दिया है और कई नए सवाल भी खड़े कर दिए हैं। उस आलेख को आधार बनाकर प्रस्तुत है एक जानकारी पूर्ण लेख।



पौधों में फूल खिलना हमेशा से ही एक रहस्य एवं रोमांच भरी घटना रही है। जिन पत्तियों की कोख से कुछ दिन पूर्व तक नई शाखाएं निकल रही थी। वहीं से अचानक कलियां बनने लगती हैं। रंग-बिरंगे फूल खिलने लगते हैं। और उन पर तितलियां, भंवरे, पक्षी मंडराने लगते हैं।

इन फूलों की सुन्दरता एवं इनके अचानक प्रकट होने में वैज्ञानिकों की हमेशा से ही रुचि रही है। फूलों को लेकर जुलियस सेक्स (1865) को इस विचार का जनक माना जा सकता है कि पौधों में एक हारमोन होता है जो उनमें फूल खिलता है। आंशिक रूप से अंधेरे में रखे गए *ट्रोपीओलम मेजस* और *आयपोमिया परपुरिया* के पौधों पर प्रयोग कर उन्होंने निष्कर्ष निकाला था कि धूप में रखे गए पौधों की पत्तियां फूल बनाने वाले पदार्थ बनाती हैं। ये पदार्थ बहुत ही सूक्ष्म मात्रा में बनते हैं और अंधेरे में रखी गई शाखाओं तक पहुंचकर फूल बनाने का संकेत देते हैं।

हालांकि फूल बनाने वाले पदार्थ के बारे में ज़्यादा दमदार प्रमाण फोटो पीरियोडिज़्म (यानी प्रकाश के साथ आवर्ती परिवर्तन) की खोज के बाद ही संभव हो पाया। फोटो-पीरियोडिज़्म की खोज गार्नर और एलार्ड ने 1920 में की। उन्होंने बताया कि पौधों को फूलने के लिए तैयार होने में दिन और रात की एक सापेक्ष लम्बाई ज़रूरी होती है। फोटो पीरियोडिज़्म दर्शाने वाले पौधों के सन्दर्भ में एक

महत्वपूर्ण बात यह पता चली है कि उनमें दिन और रात की अवधि का लेखा-जोखा तो पत्तियों द्वारा रखा जाता है जबकि फूल शाखाओं के सिरों पर बनते हैं। अर्थात् पत्ती से तने के शीर्ष तक एक संदेश पहुंचता है। लिहाज़ा इस संकेत को पुष्पन-हारमोन कहा जा सकता है क्योंकि हारमोन भी एक स्थान पर बनते हैं और दूसरे स्थान पर जाकर कार्य करते हैं। इस बात को कलम लगाने के प्रयोगों से भी बल मिला जिसमें एक फूल रहे पौधे की कलम एक ऐसे पौधे में लगाई गई जिसमें फूल नहीं आ रहे थे, तो वह भी फूलने लगा। इससे स्पष्ट है कि कोई एक ऐसा पदार्थ है जो फूलने वाले पौधे से दूसरे पौधे में जाता है और उसे फूलने का संदेश देता है। चेलाख्यान नामक वैज्ञानिक ने पहली बार इस पदार्थ के लिए फ्लोरीजेन शब्द का उपयोग किया था और बताया था कि इसकी भूमिका नियमन की है।

मिलती-जुलती मगर अलग-अलग फोटोपीरियोडिक चक्र वाली प्रजातियों पर किए गए ग्राफ्टिंग प्रयोगों से पता चलता है कि एक ही पदार्थ है जो विभिन्न प्रजातियों में पुष्पन का नियमन कर सकता है। जैसे क्रेसुलेसी कुल में पुष्पन के लिए छोटे दिन की दरकार वाले पौधे (शॉर्ट डे प्लांट - SDP), लम्बे दिन चाहने वाले पौधे (लॉन्ग डे प्लांट -LDP) और ऐसे पौधे भी हैं जिन्हें फूलने के लिए शुरुआत में लम्बे दिन और बाद में छोटे दिन (LSDP) की ज़रूरत होती है।

इन सबकी आपस में कलम लगती है और एक पौधे का पुष्प उद्दीपन दूसरे में काम कर सकता है।

इन प्रयोगों से यह पता चलता है कि फ्लोरीजेन सार्वभौमिक है। कम से कम एक ही प्रकार, कुल या वंश के पौधों में जिनकी फोटोपीरियड ज़रूरतें भले ही अलग-अलग हों। जैसे एक लांग डे प्लांट को पूरी प्रकाश अवधि मिलने पर वह फूलना शुरू कर देता है। ऐसे पौधे की टहनी काट कर एक शॉर्ट डे प्लांट पर लगा देते हैं तो वह भी फूलना शुरू कर देता है।

तमाम कोशिशों के बाद भी फ्लोरीजेन को रासायनिक रूप से प्राप्त करने की कोशिशें नाकाम रही हैं। अतः अब तक फ्लोरीजेन एक अवधारणा ही रहा है। इसके चलते फ्लोरीजेन परिकल्पना कमज़ोर पड़ गई। इसके विरोधी मानने लगे कि पौधों में पुष्पन कुछ ज्ञात हारमोन और कुछ अन्य पदार्थों के विशिष्ट अनुपात के कारण होता है।

जब पौधों में पुष्पन की प्रक्रिया को समझने के कार्याकी एवं जैव-रासायनिक तरीकों की सीमा-सी आ गई थी तब आणविक आनुवंशिकी का पदार्पण हुआ जिसने समस्या के समाधान की एक नई राह दिखाई। इसमें उत्परिवर्तित *एरेबिडॉप्सिस* पौधों का उपयोग होता है और बात जीन्स के स्तर पर होती है।

प्रकाश अवधि से जुड़े दो जीन्स इस सन्दर्भ में सामने आए हैं। *एरेबिडॉप्सिस* एक लॉन्ग डे प्लांट है। इसके उत्परिवर्तित रूप जल्दी या देर से फूल देते हैं। विभिन्न पौधों की तुलना के आधार पर पुष्पन को नियंत्रित करने वाले चार रास्ते खोजे गए हैं - प्रकाश अवधि, तापमान नियंत्रण, स्वायत्त और जिबरेलिन आधारित। *एरेबिडॉप्सिस* में दो जीन्स पुष्पन क्रिया के लिए ज़िम्मेदार पाए गए हैं - CO एवं FT। इनमें से CO नामक जीन एक प्रोटीन का निर्माण करता है। CO द्वारा बनाया गया प्रोटीन FT को प्रेरित करता है कि वह आरएएफ-काइनेज़ नामक एंज़ाइम की क्रिया को बाधित करने वाला प्रोटीन बनाए।

इनमें से कोई भी जीन तने के शीर्ष पर अभिव्यक्त नहीं होता। तने के शीर्ष पर विभाजित होती कोशिकाओं (मेरिस्टेम) में CO उत्प्रेरक की अभिव्यक्ति से फूल नहीं खिलते। परन्तु

यदि शॉर्ट डे प्लांट के मेरिस्टेम में FT ज़्यादा अभिव्यक्त हो जाए तो वह फूलने की क्रिया को जल्दी शुरू कर देता है। पौधों की फ्लोएम कोशिकाओं में CO की अभिव्यक्ति एक चलित संदेश पैदा करने के लिए पर्याप्त पाई गई है। यह चलित संदेश या तो FT द्वारा बनाया गया प्रोटीन स्वयं है या फिर FT उस पदार्थ के संश्लेषण को नियंत्रित करता है जो फूलने का संदेश देता है।

पौधों में फूल खिलने को प्रभावित करने वाला दूसरा कारक है तापक्रम। कुछ पौधे ऐसे हैं जिनको जब तक बहुत कम तापमान नहीं मिलता वे नहीं फूलते। सेब और चेरी ऐसे ही पौधे हैं। यदि फूलने के लिए कोई हारमोन है तो वह सभी पौधों में होना चाहिए चाहे वे प्रकाश अवधि से प्रभावित होते हों या फिर कम तापक्रम से। ऐसे पौधों में FLC नामक जीन ज़्यादा अभिव्यक्त होता है और उसके द्वारा बनाया गया प्रोटीन FT जीन की अभिव्यक्ति को रोक देता है। लंबे समय तक कम तापमान FLC जीन को दबा देता है। और इस तरह FT जीन की अभिव्यक्ति पुनः शुरू हो जाती है जो फूल खिलने के लिए उद्दीपन का काम करता है।

यह उम्मीद की जाती थी कि कार्याकी जैव रसायन और आणविक आनुवंशिकी मिल-जुलकर फूल खिलाने की क्रिया का एक एकीकृत सिद्धांत प्रस्तुत करेंगे। और ऐसा हुआ भी। फ्लोरिजेन के पक्ष में पहली बात तो यही रही कि CO द्वारा निर्मित प्रोटीन FT की क्रिया शुरू करवाता है जो एक चलित संदेशवाहक रसायन पैदा करता है। हुआंग और साथियों ने चलित संदेश के रूप में FT द्वारा निर्मित आरएएनए (FTmRNA) की भूमिका की संभावना पर प्रयोग किए हैं। यह पत्ती में बनता है और वहां से तने के शीर्ष पर पहुंचता है और उसकी आमद फूल बनने की शुरुआत से मेल खाती है। इस तरह FTmRNA फ्लोरीजेन की परिभाषा पर फिट बैठता है। यह भी संभव है कि FTmRNA और उससे बना FT प्रोटीन दोनों पत्ती से तने के शीर्ष तक पहुंचकर फूल खिलाने का उद्दीपन बनते हों।

कुछ पौधों में फ्लोरीजेन का उत्पादन प्रेरक प्रकाश अवधि हटा लिए जाने के बाद तक चलता रहता है। ऐसा लाल *पेरिला* में देखा गया है जो एक शॉर्ट डे प्लांट है। ये

पौधे प्रकाश अवधि को छोटे दिन से बदलकर लंबे दिन की करने के तीन महीने बाद तक प्रभावी बने रहते हैं। अर्थात् उनकी कलम लम्बे दिन वाले पौधों पर लगा दी जाए तो वे फूलने लगते हैं। गोखरू तथा एक प्रकार के पत्थर चट्टा में देखा गया है कि इन पर कलम लगाने के बाद इनके तने के शीर्ष खुद अन्य पौधों में पुष्पन प्रेरित करने में सक्षम हो जाते हैं। इसे परोक्ष प्रेरण कहते हैं। इससे पता चलता है कि फ्लोरीजेन एक बार बन जाए तो खुद को बार-बार बना सकता है।

फ्लोरीजेन फ्लोएम में अन्य पदार्थों के साथ गति करता है। एरेबिडॉप्सिस में FTmRNA की गति 1.2 से 3.5 मि.मी. प्रति घंटा नापी गई है। यह एक पौधे फार्विटिस में नापी गई फ्लोरीजेन की गति के लगभग बराबर है। तुलना के लिए देखें कि शर्करा की गति 50-100 सेंटीमीटर प्रति घंटा है।

FTmRNA और सम्बंधित प्रोटीन का फ्लोएम के माध्यम से आवागमन अब एक स्थापित सत्य है। FTmRNA पत्तियों में फ्लोएम की सखी कोशिकाओं में बनता है और फिर वहां से चालनी कोशिकाओं से होता हुआ तने के शीर्ष पर पहुंचकर पुष्पन का प्रेरण करता है। एक बार बनने के बाद FTmRNA स्वयं नियंत्रित तरीके से बार-बार बनता रहता

है और उसकी मात्रा बढ़ती रहती है।

फ्लोरीजेन परिकल्पना का मूल भाव यह है कि यह पुष्पन हारमोन सभी पौधों के लिए एक ही है, चाहे वे लम्बे दिन, छोटे दिन या दिन निरपेक्ष हों। कलम लगाने के प्रयोगों से तो यही पता चलता है। यहां तक कि कलम दूसरी प्रजाति के पौधों पर लगाएं तो उनमें भी फूल आने लगते हैं। इससे तो लगता है कि शॉर्ट डे प्लांट्स और लॉन्ग डे प्लांट्स में मुख्य अंतर उद्दीपक पदार्थ का नहीं बल्कि यह है कि इस उद्दीपन का जवाब देने वाले जीन्स कौन-से हैं और कैसे कार्य करते हैं।

अभी तक यह माना जाता रहा है कि फ्लोरीजेन एक ख्याली हारमोन है। परन्तु हाल के कुछ वर्षों में हुए शोध से यह स्पष्ट हो गया है कि यह ख्याली पुलाव नहीं, एक ठोस वास्तविकता है।

2007 में प्रो. शिमाटो ने पाया कि फ्लोरीजेन एक प्रोटीन है जिसे Hd3a के नाम से जाना जाता है। शिमाटो एवं अन्य वैज्ञानिकों में देखा कि फ्लोरीजेन Hd3a एक प्रोटीन से जुड़ता है। और यह प्रोटीन बहुत से पौधों में खोजा जा चुका है। यह FT से जुड़कर फ्लोरीजेन एक्टिवेशन कॉम्प्लेक्स बनाता है। तो चेलाख्यान ने जो सपना 1936 में देखा था वह 2011 में शिमाटो ने पूरा किया। (स्रोत फीचर्स)

अगले अंक में.....

स्रोत नवम्बर 2014

अंक 310

● स्मार्ट गॉगल

● पर्यावरण विनाश की ओर बढ़ती नीतियां

● जीन को सुधार नहीं सकते तो उसे तोड़ दो

● डालडा बनाने का नोबेल पुरस्कार

● चिकन के साथ हम एंटीबायोटिक भी खाते हैं

