प्रकाश एक किस्म का विकिरण है। यह फोटॉन के रूप में ऊर्जा का स्थानांतरण करता है। अलग-अलग रंग के प्रकाश के फोटॉन में ऊर्जा की अलग-अलग मात्रा होती है। उदाहरण के लिए बैंगनी रंग के प्रकाश के फोटॉन में ऊर्जा की मात्रा लाल प्रकाश के फोटॉन से लगभग दुगुनी होती है। सारे पदार्थ किसी न किसी ऊर्जा वाले फोटॉन को सोखते हैं। किन्तु मात्र वही पदार्थ रंगीन होते हैं जो दृश्य प्रकाश यानी विज़िबल लाइट के फोटॉन को सोखें।

रंगों का विज्ञान

जयंती चंद्रशेखरन

हमारी दुनिया को रंगीन बनाते हैं रंग! चाहे कपड़े हों, प्लास्टिक की चीज़ें हों, खान-पान की वस्तुएं हों, रंग उन्हें आकर्षक बना देते हैं। प्रकृति में भी अलग-अलग रंगों की छटा बिखरी है। गर्मियों का मौसम शुरू होने के साथ ही अपने आसपास रंग-बिरंगे फूल और हरे रंग की अलग-अलग शेड्स की पत्तियां दिखाई पड़ने लगती हैं। इसी प्रकार पतझड़ के दौरान भी तमाम रंगों का एक विन्यास नज़र आता है। हरी पत्तियां पीली, नारंगी, लाल हो उठती हैं। आइए इन रंगों के बारे में कुछ बातचीत करें।

रंग क्या है?

प्रकाश एक किस्म का विकिरण है। यह फोटॉन के रूप में ऊर्जा का स्थानांतरण करता है। अलग-अलग रंग के प्रकाश के फोटॉन में ऊर्जा की अलग-अलग मात्रा होती है। उदाहरण के लिए बैंगनी रंग के प्रकाश के फोटॉन में ऊर्जा की मात्रा लाल प्रकाश के फोटॉन से लगभग दुगुनी होती है। सारे पदार्थ किसी न किसी ऊर्जा वाले फोटॉन को सोखते हैं। किन्तु मात्र वही पदार्थ रंगीन होते हैं जो दृश्य प्रकाश यानी विज़िबल लाइट के फोटॉन को सोखें।

यदि कोई वस्तु पारदर्शी है तो उसका रंग इस बात पर निर्भर करता है कि उसमें से होकर किस रंग का प्रकाश आरपार चला जाता है। किसी भी वस्तु का रंग उस प्रकाश के कारण होता है जिसे उस वस्तु ने नहीं सोखा। उदाहरण के लिए रुह अफ्ज़ा का शर्बत लाल दिखता है क्योंकि वह सिर्फ लाल रंग के प्रकाश को अपने में से गुज़र जाने देता है। यदि आप लाल सेलोफेन कागज़ में से अलग-अलग रंग की चीज़ों को देखें तो इस बात को देख पाएंगे। लाल के अलावा सारे रंग गायब हो जाएंगे। कारण यह है कि सेलोफेन लाल के अलावा बाकी सब रंगों को सोख लेता है। आम तौर पर रंगों की पूरक जोड़ियां होती हैं। जो रंग सबसे अधिक सोखा जाता है वह उस रंग का पूरक माना जाता है, जो पदार्थ में से गुज़र पाता है। बॉक्स में ऐसे पूरक रंगों की जोड़ियों के बारे में बताया गया है।

रंगों का रसायन

पदार्थों में यह गुण निहित होता है कि वे किस फोटॉन ऊर्जा को सोखेंगे और किसे नहीं सोखेंगे। वास्तव में किसी भी पदार्थ द्वारा सोखी जाने वाली फोटॉन ऊर्जाएं इतनी विशिष्ट होती हैं कि वे उस पदार्थ की पहचान में काम आ सकती हैं। सोखी गई ऊर्जाओं का सम्बंध पदार्थों की आण्विक संरचना से होता है।

चूंकि अलग-अलग पदार्थों का रंग अलग-अलग होता है, इसलिए ज़ाहिर है कि रंग का सम्बंध आण्विक संरचना से होगा। आम तौर पर प्रकाश ऊर्जा सोखे जाने के साथ पदार्थ में कुछ परिवर्तन होते हैं। यह सम्बंध अत्यंत जटिल होता है। दृश्य प्रकाश के संदर्भ में ये परिवर्तन प्रायः पदार्थ के अणु के इलेक्ट्रॉनों की अवस्था में होते हैं। कोई इलेक्ट्रॉन कितनी ऊर्जा का फोटॉन सोखेगा यह उसकी शुरुआती ऊर्जा तथा परिवर्तन के बाद की ऊर्जा पर निर्भर है।

प्रकृति में पत्तियों का हरा रंग एक विशेष स्थान रखता

है। आइए यह देखें कि पत्तियां हरी क्यों होती हैं और उनके मुरझाने पर क्या होता है।

पत्तियों में हरा रंग क्लोरोफिल की वजह से होता है। पत्तियों पर जब धूप पड़ती है तो यह क्लोरोफिल उसमें से लाल और नीले रंग को सोख लेता है। इसलिए पत्तियों से परावर्तित प्रकाश में लाल रंग कम हो जाता है तथा वे हरी नज़र आने लगती हैं। क्लोरोफिल नामक इस पदार्थ का अणु काफी विशाल होता है तथा पानी में अघुलनशील होता है। वास्तव में क्लोरोफिल के अणु पत्तियों में घुलित अवस्था में नहीं बल्कि क्लोरोप्लास्ट नामक चकतीनुमा रचनाओं पर चिपके रहते हैं। क्लोरोप्लास्ट ही वह जगह है जहां सूरज की रोशनी की ऊर्जा की मदद से प्रकाश संश्लेषण की क्रिया होती है। इस क्रिया में कार्बन डाई ऑक्साइड और पानी को जोड़कर कार्बोहायड्रेट बनाया जाता है और ऑक्सीजन मुक्त होती है।

इस प्रक्रिया में क्लोरोफिल जो प्रकाश ऊर्जा सोखता है, उसे रासायनिक ऊर्जा के रूप में कार्बोहायड्रेट में संचित किया जाता है। शक्कर, मण्ड आदि कार्बोहायड्रेट हैं। यही संचित रासायनिक ऊर्जा पेड़-पौधों की समस्त क्रियाओं के अलावा जन्तुओं की समस्त क्रियाओं को चलाने के भी काम आती है।

क्लोरोफिल बहुत टिकाऊ पदार्थ नहीं है। तेज़ रोशनी हो तो इसका विघटन हो जाता है। इसलिए पौधों को निरन्तर क्लोरोफिल का निर्माण करते रहना पड़ता है। इस क्रिया के लिए भी सूर्य के प्रकाश की ज़रूरत होती है।

कई पौधों की पत्तियों में एक और रंगीन पदार्थ कैरोटीन पाया जाता है। कैरोटीन से परावर्तित प्रकाश पीला नज़र आता है। कैरोटीन भी एक विशाल अणु है और कई पौधों के क्लोरोप्लास्ट में पाया जाता है। जब पत्तियों में क्लोरोफिल और कैरोटीन दोनों पाए जाते हैं, तो ये मिलकर प्रकाश में से लाल, नीला-हरा और नीला प्रकाश सोख लेते हैं। पत्ती से परावर्तित प्रकाश हरा नज़र आता है। कैरोटीन ऊर्जा सोखने में एक सहायक की तरह काम करता है। इसके द्वारा सोखी गई ऊर्जा भी अन्ततः क्लोरोफिल को ही मिलती है। कैरोटीन अपेक्षाकृत टिकाऊ पदार्थ है। क्लोरोफिल के विघटन के बाद भी कैरोटीन बना रहता है। इसलिए क्लोरोफिल खत्म हो जाने के बाद पत्तियां पीली नज़र आती हैं।

फूलों के रंग

रंग-बिरंगे फूलों का राज़ क्या है? फूलों के नीले व लाल रंग के पदार्थों को सबसे पहले आर. एम. विलस्टैटर ने पृथक किया था। यह बीसवीं सदी के प्रारम्भ की बात है। पौधों के रंजकों पर काम के लिए विलस्टैटर को 1915 में नोबेल खिताब से नवाज़ा गया था। विलस्टैटर ने पाया था कि लाल, नीले और बैंगनी रंग के फूलों और फलों में जो रंजक होते हैं वे सायनेडीन के ढांचे पर बने होते हैं। सायनेडीन आधारित रंजक ही सेब, पतझड़ी पत्तियों, गुलाब, स्ट्रॉबेरी वगैरह को लाल रंगत देते हैं।

कई बार यह भी देखा गया है कि एक ही रंजक अलग-अलग फूलों को अलग-अलग रंगत देता है। जैसे लाल गुलाब और नीले पोस्त (खसखस या अफीम) के फूल, दोनों में एक ही रंजक सायनेडीन होता है। सवाल यह है कि एक ही पदार्थ कैसे अलग-अलग रंग पैदा कर सकता है। इसका कारण यह है कि कई रंजकों का रंग इस बात पर निर्भर करता है कि उन्हें अम्लीय माध्यम में रखा गया है या क्षारीय माध्यम में। अर्थात् सायनेडीन की रचना अम्लीयता-क्षारीयता के साथ बदलती है। जब यह अम्लीय माध्यम में होता है, तो इसका रंग सुर्ख लाल होता है जबकि क्षारीय माध्यम में इसका रंग नीला या बैंगनी होता है। आप चाहें तो विभिन्न फूल लेकर यह प्रयोग करके भी देख सकते हैं। उनको मसलकर उनका रंग निकाल लें। फिर उस रंग को

जो पदार्थ नीला प्रकाश सोखता है, वह नीला नहीं दिखेगा। जो रंग नहीं सोखे जाते, वे हमें दिखते हैं। दिखने वाले रंग को सोखे गए रंग का पूरक कहते हैं।

सोखा गया रंग	दिखने वाला रंग
बैंगनी	पीला
नीला	नारंगी
नीला-हरा	लाल
हरा	जामुनी
पीला-हरा	बैंगनी
पीला	नीला-बैंगनी
नारंगी	नीला
लाल	नीला-हरा

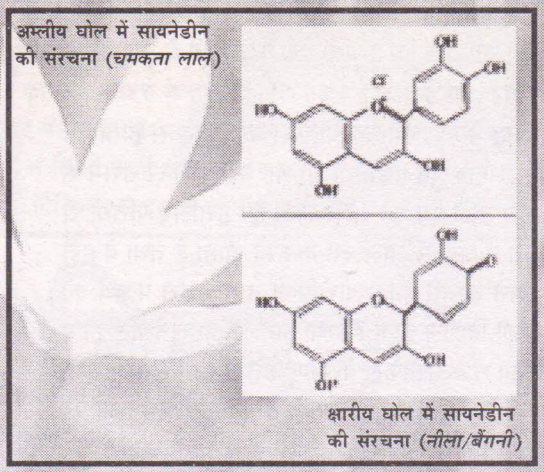
किसी अम्ल (जैसे नींबू के रस) या किसी क्षार (जैसे कपड़े धोने के सोडे के घोल) में डालकर देखें।

सायनेडीन का रंग और भी कई कारणों से बदल सकता है। मसलन इसकी रचना में तनिक सा बदलाव रंग को बदल देता है। कभी-कभी सायनेडीन के अणु से किसी शर्करा का अणु जुड़ जाता है - तब इसे एन्थोसायनीन कहते हैं। गुलाब का लाल रंग और कुछ फूलों का नीला रंग एन्थोसायनीन की बदौलत होता है। एन्थोसायनीन का एक गुण यह है कि ये कोशिकाओं में घुलित अवस्था में पाए जाते हैं। इनका रंग कोशिका की अम्लीयता या क्षारीयता पर निर्भर होता है। यदि माध्यम बहुत अम्लीय हो तो ये रंजक सुर्ख लाल होते हैं; यदि अम्लीयता कम हो तो रंग बैंगनी हो जाता है। पके हुए सेब की लाली तथा पके हुए अंगूरों के बैंगनीपन के लिए एन्थोसायनीन ही ज़िम्मेदार है।

इस संदर्भ में एक मज़ेदार बात बताई जा सकती है। एन्थोसायनीन का निर्माण कोशिका में उपस्थित कुछ शर्कराओं और प्रोटीन की क्रिया के फलस्वरूप होता है। यह क्रिया तभी होती है जब शर्करा की मात्रा एक सीमा से अधिक हो जाए। इस क्रिया के लिए सूर्य का प्रकाश भी ज़रूरी होता है। चूंकि कई बार एक ही तरफ धूप पड़ती है, इसीलिए बहुधा सेब एक तरफ से लाल और दूसरी ओर से हरे नज़र आते हैं।

पतझड़ के रंग

गर्मियों में पत्तियां कार्बन डाई ऑक्साइड और पानी को जोड़-जोड़कर कार्बोहायड्रेट बनाने में लगी रहती हैं। क्लोरोफिल की वजह से पत्तियां हरी नज़र आती हैं। जड़ें पानी और खनिज लवण सोखकर तनों और टहनियों के ज़रिए पत्तियों तक पहुंचाती हैं। अब आया पतझड़ का मौसम - दिन छोटे होने लगे और रातें ठण्डी। आप समझ ही गए होंगे कि बात शीतोष्ण क्षेत्रों के पतझड़ की हो रही है। छोटे दिन और ठण्डी रातों का असर पेड़ों पर दिखाई पड़ने लगता है।



सबसे पहले टहनी और पत्ती के बीच एक कठोर झिल्ली बन जाती है। इसकी वजह से पत्तियों को मिलने वाला पोषण रुक जाता है। पोषण नहीं मिलने से क्लोरोफिल बनना बन्द हो जाता है। पत्तियों का हरा रंग फीका पड़ने लगता है। अब यदि उस पत्ती में कैरोटीन है तो वह चमकदार पीले रंग की (सुनहरी) हो जाएगी।

दूसरी ओर टहनी और पत्ती के बीच की कठोर झिल्ली पत्ती में बनी शर्करा का प्रवाह भी रोक देती है। कई पत्तियों में जब शर्करा की मात्रा बढ़ती है तो वह एन्थोसायनीन बना लेती है। इस रंजक की वजह से पत्तियां लाल रंग की नज़र आने लगती हैं। पतझड़ में कई पेड़ों की पत्तियों के लाल रंग की यही वजह है। वैसे पतझड़ में होने वाले इन परिवर्तनों पर मौसम के मिज़ाज का बहुत असर होता है। मसलन, कम तापमान क्लोरोफिल के विघटन में सहायक होता है और यदि तापमान बर्फ के गलनांक से थोड़ा अधिक रहे तो एन्थोसायनीन के निर्माण को बढ़ावा मिलता है। यदि पतझड़ के समय मौसम सूखा हो, तो पत्तियों में शर्करा की सांद्रता बढ़ जाती है और अधिक मात्रा में एन्थोसायनीन बनते हैं। इसलिए पतझड़ के सबसे चटख रंग तब नज़र आते हैं जब खुश्क, धूपदार दिनों के बाद ठण्डी, खुश्क रातें आएं। *(स्रोत फीचर्स)*