Krishi Kumbh
Online E-Magazine
Www.KrishiKumbh.Com

कृषि कुंभ

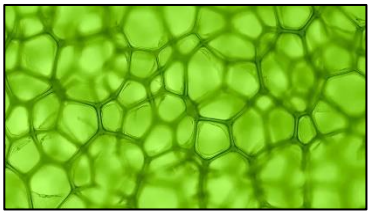
E-ISSN: 2582-9769

कृषि कुंभ
हिंदी मासिक पत्रिका

खण्ड 05 भाग 05, (अक्टूबर, 2025)
पृष्ठ संख्या 27–29

पौधों में क्लोरोफिल संश्लेषण की प्रक्रिया और उसका कृषि में महत्व

प्रभास कुमार शुक्ला[1], डॉ रमेश प्रताप सिंह[2], डॉ आलोक कुमार पाण्डेय[3], डॉ कृष्ण कुमार पाण्डेय[4] एवं आशीष कुमार शुक्ला[5]



[1]शोध छात्र जीव रसायन विज्ञान, [2]सह प्राध्यापक जीव रसायन विज्ञान, [3]कृषि सूक्ष्म जीव विज्ञान, मृदा विज्ञान विभाग एवं कृषि रसायन विज्ञान, [4]सह प्राध्यापक (कृषि सांख्यिकी) विभाग
आचार्य नरेंद्र देव कृषि एवं प्रौधोगिकी विश्वविद्यालय कुमारगंज, अयोध्या
[5](कार्यक्रम सहायक) कृषि विज्ञान केन्द्र द्वितीय सीतापुर, उत्तर प्रदेश, भारत।

Email Id: –shuklaprabhas1997@gmail.com

प्रस्तावना

पौधे जीवमंडल की नींव हैं और उनका अस्तित्व मुख्यतः सूर्य की ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करने की क्षमता पर आधारित है। यह कार्य प्रकाश संश्लेषण नामक प्रक्रिया से संभव होता है, जिसका प्रमुख आधार क्लोरोफिल वर्णक है। क्लोरोफिल केवल पत्तियों को हरा रंग देने वाला यौगिक नहीं है, बल्कि यह वह जैव–अणु है जो प्रकाश ऊर्जा को ग्रहण कर उसे जीव के उपयोग योग्य ऊर्जा में बदलता है। इस प्रकार क्लोरोफिल का महत्व पौधों के लिए उसी प्रकार है जैसे रक्त मनुष्य के लिए। इसके बिना जीवन संभव नहीं है। कृषि विज्ञान की दृष्टि से यह प्रक्रिया और भी महत्वपूर्ण हो जाती है क्योंकि क्लोरोफिल की उपस्थिति और उसकी दक्षता सीधे तौर पर फसल की उत्पादकता को प्रभावित करती है।

क्लोरोफिल की संरचना और प्रकार

क्लोरोफिल अणु की संरचना टेट्रापायरोल प्रणाली पर आधारित होती है जिसमें चार पायरोल वलय आपस में जुड़े रहते हैं। इन वलयों के मध्य मैग्नीशियम का एक आयन उपस्थित होता है जो प्रकाश ग्रहण करने और ऊर्जा स्थानांतरण की क्षमता को सुनिश्चित करता है। अणु के साथ जुड़ी फाइटॉल नामक हाइड्रोकार्बन श्रृंखला क्लोरोफिल को वसा में घुलनशील बनाती है जिससे यह पत्तियों की झिल्लियों में समाहित हो पाता है। पौधों में मुख्यतः क्लोरोफिल और क्लोरोफिइल पाए जाते हैं। क्लोरोफिल प्रकाश संश्लेषण का प्रधान वर्णक है जबकि क्लोरोफिइल सहायक वर्णक के रूप में कार्य करता है। यह प्रकाश की विभिन्न तरंगदैर्ध्यों से ऊर्जा ग्रहण कर उसे क्लोरोफिलं को उपलब्ध कराता है। इस प्रकार दोनों मिलकर पत्तियों को अधिकतम प्रकाश उपयोग की क्षमता प्रदान करते हैं।

क्लोरोफिल संश्लेषण की जैव–रासायनिक प्रक्रिया

क्लोरोफिल संश्लेषण एक लंबी और जटिल श्रृंखला है जिसमें दर्जनों एंजाइम और मध्यवर्ती यौगिक शामिल होते हैं। इस प्रक्रिया की शुरुआत ग्लुटामेट नामक अमीनो अम्ल से होती है। सबसे पहले ग्लुटामेट से

पाँच–अमीनोलेवुलिनिक अम्ल का निर्माण होता है। यह वह चरण है जिसे नियंत्रक चरण माना जाता है क्योंकि इसकी गति पर आगे की पूरी श्रृंखला निर्भर करती है। इसके बाद अनेक रासायनिक क्रियाओं से प्रोटोपॉर्फिरिन IX नामक यौगिक बनता है। यही वह मुख्य बिंदु है जहाँ मार्ग दो शाखाओं में बंट सकता हैकृयदि इसमें लोहा जुड़ता है तो हीम का निर्माण होता है और यदि मैग्नीशियम जुड़ता है तो यह क्लोरोफिल संश्लेषण की दिशा में आगे बढ़ता है।

प्रोटोपॉर्फिरिन IX में मैग्नीशियम के जुड़ने के बाद कई एंजाइमों की सहायता से इसे क्रमशः संशोधित किया जाता है और अंततः प्रोटोक्लोरोफिलाइड नामक यौगिक बनता है। प्रोटोक्लोरोफिलाइड को क्लोरोफिलाइड में बदलना एक विशिष्ट एंजाइम द्वारा संपन्न होता है और यह चरण अधिकांश उच्च पौधों में प्रकाश पर निर्भर होता है। यही कारण है कि यदि पौधों को अंधेरे में रखा जाए तो वे पीले बने रहते हैं और जैसे ही प्रकाश मिलता है, उनमें क्लोरोफिल बनने लगता है। अंतिम चरण में क्लोरोफिलाइड में फाइटॉल श्रृंखला जुड़ जाती है और इस प्रकार पूर्ण क्लोरोफिलं बनता है। तत्पश्चात क्लोरोफिलं से एंजाइम की मदद से क्लोरोफिइल का निर्माण होता है।

क्लोरोफिल का चक्र और विघटन

पौधों में क्लोरोफिल का निर्माण और उसका विघटन दोनों लगातार चलते रहते हैं। यह संतुलन पौधे की आवश्यकता और पर्यावरणीय परिस्थितियों पर आधारित होता है। यदि प्रकाश की तीव्रता अधिक हो या पौधा उम्रदराज हो तो क्लोरोफिल का विघटन शुरू हो जाता है। इस विघटन की शुरुआत मैग्नीशियम आयन को हटाने से होती है और धीरे–धीरे यह ऐसे उत्पादों में बदलता है जो अब सक्रिय नहीं रहते। यह प्रक्रिया आवश्यक है क्योंकि यदि पुराने क्लोरोफिल अणु टूटें नहीं तो वे हानिकारक मुक्त कण उत्पन्न कर सकते हैं। इस प्रकार पौधा स्वयं को नुकसान से बचाने के लिए विघटन को नियंत्रित रूप से संचालित करता है। यही कारण है कि शरद ऋतु में पत्तियाँ पीली और लाल हो जाती हैं, क्योंकि क्लोरोफिल का विघटन होकर अन्य वर्णक प्रकट हो जाते हैं।

क्लोरोफिल संश्लेषण पर पर्यावरणीय प्रभाव

क्लोरोफिल संश्लेषण पर अनेक बाहरी और आंतरिक कारकों का प्रभाव पड़ता है। प्रकाश सबसे महत्वपूर्ण तत्व है क्योंकि इसके बिना संश्लेषण संभव ही नहीं है। प्रकाश की तीव्रता और गुणवत्ता दोनों मायने रखते हैं। लाल और नीली रोशनी सबसे उपयुक्त होती है जबकि हरी रोशनी अधिक प्रभावी नहीं होती। अत्यधिक प्रकाश से क्लोरोफिल का क्षरण भी हो सकता है। तापमान भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। बहुत अधिक ठंड या गर्मी एंजाइमों की सक्रियता को प्रभावित करती है और संश्लेषण धीमा पड़ जाता है। जल की उपलब्धता और मिट्टी में उपस्थित पोषक तत्व भी उतने ही आवश्यक हैं। नाइट्रोजन, मैग्नीशियम और लोहा क्लोरोफिल निर्माण के लिए प्रमुख पोषक तत्व हैं। इनकी कमी से पत्तियाँ पीली पड़ जाती हैं जिसे क्लोरोसिस कहते हैं। इसके अलावा सूखा, लवणीयता, और अन्य तनाव भी क्लोरोफिल निर्माण को घटा देते हैं। रोग और कीट संक्रमण भी इस प्रक्रिया को बाधित कर सकते हैं।

कृषि में क्लोरोफिल का महत्व

कृषि उत्पादन में क्लोरोफिल का महत्व प्रत्यक्ष रूप से दिखाई देता है। जितना अधिक और कुशल क्लोरोफिल पौधों में होगा, उतनी ही अधिक प्रकाश संश्लेषण की दर होगी और पौधे अधिक भोजन का निर्माण करेंगे। यही भोजन फल, बीज और अन्य अंगों में संचित होता है, जिससे उपज बढ़ती है। इसलिए किसानों और वैज्ञानिकों के लिए क्लोरोफिल का स्तर एक प्रमुख संकेतक होता है।

पौधों की पत्तियों के रंग और क्लोरोफिल की मात्रा देखकर उनके पोषण की स्थिति का पता लगाया जा सकता है। यदि पत्तियाँ हल्की हरी या पीली दिखें तो यह नाइट्रोजन या अन्य पोषक तत्वों की कमी का संकेत है। आज आधुनिक उपकरणों से क्लोरोफिल की मात्रा को मापा जाता है और इसी आधार पर उर्वरक की सटीक मात्रा निर्धारित की जाती है। इससे न केवल फसल का उत्पादन बढ़ता है बल्कि उर्वरक का अपव्यय भी कम होता है।

क्लोरोफिल पौधों को विपरीत परिस्थितियों से लड़ने की क्षमता भी देता है। जब सूखा या ऊँचा तापमान होता है तब यदि पत्तियाँ लंबे समय तक हरी बनी रहें तो पौधे अधिक दिनों तक प्रकाश संश्लेषण कर सकते हैं। इससे उपज पर कम नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। यही कारण है कि वैज्ञानिक "स्टे–ग्रीन" किस्में विकसित करने पर काम कर रहे हैं जिनमें क्लोरोफिल लंबे समय तक सुरक्षित रहता है।

जैव प्रौद्योगिकी और भविष्य की संभावनाएँ

आधुनिक विज्ञान और जैव प्रौद्योगिकी क्लोरोफिल संश्लेषण की समझ को नए स्तर पर ले जा रही है। वैज्ञानिकों ने कई ऐसे जीनों की पहचान की है जो इस प्रक्रिया को नियंत्रित करते हैं। इन जीनों को संशोधित कर हम ऐसे पौधे विकसित कर सकते हैं जिनमें अधिक क्लोरोफिल बने या जिनमें उसका विघटन धीमा हो। इससे फसल की उत्पादकता बढ़ाई जा सकती है।

भविष्य में उपग्रह और रिमोट सेंसिंग तकनीक की मदद से बड़े खेतों में क्लोरोफिल स्तर की निगरानी संभव होगी। इससे किसानों को तुरंत जानकारी मिलेगी कि किस क्षेत्र में पौधों को पोषण की कमी है और कहाँ सिंचाई या उर्वरक की आवश्यकता है। इस तरह क्लोरोफिल संश्लेषण की वैज्ञानिक समझ टिकाऊ और उन्नत कृषि पद्धतियों के विकास का मार्ग प्रशस्त कर रही है।

निष्कर्ष

क्लोरोफिल संश्लेषण केवल एक रासायनिक मार्ग नहीं बल्कि जीवन की निरंतरता का आधार है। यह प्रक्रिया पौधों को सूर्य की ऊर्जा को ग्रहण करने और उसे भोजन में बदलने की शक्ति देती है। इसकी समझ से हम यह जान पाते हैं कि पौधे कब और क्यों स्वस्थ या अस्वस्थ दिखते हैं, उपज कैसे बढ़ाई जा सकती है और किस प्रकार विपरीत परिस्थितियों में भी फसल को सुरक्षित रखा जा सकता है। कृषि विज्ञान में इसका महत्व अत्यधिक है क्योंकि यही वह प्रक्रिया है जो अंततः मनुष्य की भोजन सुरक्षा और पोषण की गारंटी देती है। भविष्य में जब जलवायु परिवर्तन और पर्यावरणीय दबाव बढ़ेंगे, तब क्लोरोफिल संश्लेषण की गहरी समझ हमें ऐसी फसलें विकसित करने में सहायक होगी जो अधिक उत्पादक, अधिक पोषक और अधिक सहनशील हों।