

कृषि कुंभ
हिंदी मासिक पत्रिका

खण्ड 04 भाग 11, (अप्रैल, 2025)
पृष्ठ संख्या 09-11



पादप सुरक्षा और विकास पर जैविक और अजैविक तनावों का
प्रभाव: एक विस्तृत अध्ययन

डॉ. विनय कुमार सिंह

सूचना अधिकारी, जैव सूचना विज्ञान केंद्र, जैव प्रौद्योगिकी विद्यालय,
विज्ञान संस्थान, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश 221005, भारत।

Email Id: – vinaysingh@bhu.ac.in

पादप अपने पर्यावरण में कई चुनौतियों का सामना करते हैं, जो जीवित जीवों (जैविक तनाव) और निर्जीव कारकों (अजैविक तनाव) से उत्पन्न होती हैं। जैविक तनाव, जो रोगजनकों, कीटों और खरपतवारों के कारण होते हैं, और अजैविक तनाव, जैसे सूखा, गर्मी, सर्दी, लवणता और भारी धातुएं, पादप विकास, विकास और फसल उत्पादकता पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालते हैं। ये तनाव शारीरिक प्रक्रियाओं को बाधित करते हैं, उत्पादकता को कम करते हैं और वैश्विक खाद्य सुरक्षा के लिए गंभीर खतरा पैदा करते हैं। यह पांडुलिपि जैविक और अजैविक तनावों, उनके पादपों पर आणविक, शारीरिक और विकासात्मक स्तर पर प्रभाव, और पादपों द्वारा इन तनावों से बचाव के लिए उपयोग किए जाने वाले तंत्रों की एक व्यापक समीक्षा प्रदान करती है। इसके अलावा, हम इन तनावों के प्रबंधन के लिए वर्तमान रणनीतियों पर चर्चा करते हैं, जिनमें प्रतिरोध के लिए प्रजनन, एकीकृत कीट प्रबंधन और जैव प्रौद्योगिकीय नवाचार शामिल हैं। इसका उद्देश्य इन तनावों को समझने के महत्व को उजागर करना है ताकि स्थायी कृषि पद्धतियों को विकसित किया जा सके।

परिचय

पादप लगातार विभिन्न प्रकार के तनावों के संपर्क में रहते हैं जो उनके विकास को बाधित कर सकते हैं। इन तनावों को मोटे तौर पर दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है: जैविक और अजैविक। जैविक तनाव जीवित जीवों जैसे रोगजनकों (फंगस, बैक्टीरिया, वायरस), कीटों (कीट एवं नेमाटोड) और प्रतिस्पर्धी पादपों

(खरपतवार) के कारण होते हैं। दूसरी ओर, अजैविक तनाव निर्जीव पर्यावरणीय कारकों जैसे सूखा, गर्मी, सर्दी, लवणता और भारी धातुओं के कारण होते हैं। दोनों प्रकार के तनाव फसलों की उत्पादकता और खाद्य सुरक्षा को प्रभावित कर सकते हैं।

जैसे-जैसे वैश्विक जलवायु परिवर्तन हो रहा है, इन तनावों की आवृत्ति और तीव्रता में वृद्धि होने की उम्मीद है, जिससे यह और भी महत्वपूर्ण हो जाता है कि हम समझें कि पादप इन तनावों पर कैसे प्रतिक्रिया करते हैं। पादपों ने इन चुनौतियों से निपटने के लिए जटिल रक्षा तंत्र विकसित किए हैं, लेकिन कई मामलों में, ये प्राकृतिक रक्षा तंत्र महत्वपूर्ण नुकसान को रोकने के लिए पर्याप्त नहीं होते हैं। यह पांडुलिपि विभिन्न प्रकार के जैविक और अजैविक तनावों, उनके पादप विकास और विकास पर प्रभाव, और पादपों द्वारा इन तनावों से बचाव के लिए उपयोग की जाने वाली रणनीतियों का पता लगाती है। हम कृषि में इन तनावों के प्रबंधन के लिए वर्तमान और भविष्य के दृष्टिकोणों पर भी चर्चा करेंगे।

तनाव के प्रकार

1. जैविक तनाव

जैविक तनाव जीवित जीवों के कारण होते हैं जो पादपों को सीधे या अप्रत्यक्ष रूप से नुकसान पहुंचाते हैं। इनमें रोगजनक, शाकाहारी और खरपतवार शामिल हैं।

रोगजनक-प्रेरित तनाव: फंगस, बैक्टीरिया और वायरस जैसे रोगजनक पादप रोगों के प्रमुख

कारण हैं। ये पादपों के विकास को रोक सकते हैं, मुरझाने, पत्तियों के रंग बदलने और यहां तक कि पादपों की मृत्यु का कारण बन सकते हैं। उदाहरण के लिए, फंगस रोगजनक जैसे फ्यूजेरियम और अल्टरनेरिया मुरझाने और जड़ सड़न का कारण बनते हैं, जबकि बैक्टीरियल रोगजनक जैसे जैथोमोनास और स्यूडोमोनास झुलसा और नरम सड़न का कारण बनते हैं। वायरल रोगजनक, जैसे तंबाकू मोजेक वायरस (टीएमवी), प्रकाश संश्लेषण को कम करते हैं और पादप विकास को रोकते हैं।

शाकाहारी-प्रेरित तनाव: शाकाहारी, जिनमें कीट, नेमाटोड और स्तनधारी शामिल हैं, पादपों के ऊतकों को खाकर नुकसान पहुंचाते हैं। एफिड्स और कैटरपिलर जैसे कीट पत्तियों और रस को खाते हैं, जबकि नेमाटोड जड़ प्रणाली को बाधित करते हैं, जिससे पोषक तत्व और पानी का अवशोषण प्रभावित होता है। हिरण और कृतक जैसे स्तनधारी भी पादपों को भौतिक नुकसान पहुंचा सकते हैं।

खरपतवार-प्रेरित तनाव: खरपतवार फसलों के साथ पानी, पोषक तत्व और प्रकाश जैसे आवश्यक संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं। कुछ खरपतवार एलिलोपैथिक रसायन भी छोड़ते हैं जो आस-पास के पादपों के विकास को रोकते हैं, जिससे फसल उत्पादकता और कम हो जाती है।

2. अजैविक तनाव

अजैविक तनाव निर्जीव पर्यावरणीय कारकों के कारण होते हैं जो पादप विकास पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं।

सूखा तनाव: सूखा तनाव तब होता है जब पादपों को सामान्य विकास को बनाए रखने के लिए पर्याप्त पानी नहीं मिलता है। इससे कोशिकीय जल सामग्री कम हो जाती है, निर्जलीकरण होता है और चयापचय गतिविधियां बाधित होती हैं। पादप इसके जवाब में अपने स्टोमेटा को बंद करके पानी के नुकसान को कम करते हैं और प्रोलाइन जैसे ओसमोलाइट्स को जमा करके कोशिकीय कार्य को बनाए रखते हैं।

गर्मी तनाव: उच्च तापमान प्रोटीन को विकृत कर सकता है, कोशिकीय झिल्लियों को नुकसान पहुंचा सकता है और ऑक्सीडेटिव तनाव को प्रेरित कर सकता है। पादप इसके जवाब में हीट शॉक प्रोटीन (एचएसपी) का उत्पादन करते हैं जो क्षतिग्रस्त प्रोटीन को फिर से मोड़ने और कोशिकीय अखंडता को बनाए रखने में मदद करते हैं।

सर्दी तनाव: सर्दी तनाव, जिसमें ठंड और जमने वाले तापमान शामिल हैं, झिल्ली तरलता और प्रोटीन कार्य को प्रभावित करते हैं। पादप एंटीफ्रीज प्रोटीन और लेट एम्ब्रियोजेनेसिस एबंडेंट (एलईए) प्रोटीन का उत्पादन करके अपनी कोशिकाओं को नुकसान से बचाते हैं।

लवणता तनाव: मिट्टी में उच्च नमक सांद्रता ऑस्मोटिक तनाव और आयन विषाक्तता का कारण बनती है, जिससे पानी का अवशोषण कम होता है और ऑक्सीडेटिव नुकसान होता है। पादप इसके जवाब में विषाक्त आयनों को अलग करके और एंटीऑक्सीडेंट का उत्पादन करके ऑक्सीडेटिव तनाव को कम करते हैं।

भारी धातु तनाव: कैडमियम और लेड जैसी भारी धातुएं पादपों के लिए विषाक्त होती हैं, जो एंजाइम गतिविधियों को बाधित करती हैं और ऑक्सीडेटिव तनाव का कारण बनती हैं। पादप इन धातुओं को अलग करने और उनकी विषाक्तता को कम करने के लिए मेटलोथियोनिन जैसे धातु-बंधन प्रोटीन का उपयोग करते हैं।

3. तनाव प्रतिक्रियाओं के आणविक तंत्र

पादपों ने जैविक और अजैविक तनावों का पता लगाने और उन पर प्रतिक्रिया करने के लिए परिष्कृत आणविक तंत्र विकसित किए हैं। इन तंत्रों में जटिल संकेतन मार्ग, जीन विनियमन और रक्षात्मक यौगिकों का उत्पादन शामिल है।

पादप प्रतिरक्षा प्रणाली : जैविक तनावों के जवाब में, पादप पैथोजन-संबंधित आणविक पैटर्न (पीएएमपी) और इफेक्टर-ट्रिगर्ड इम्यूनोटी (ईटीआई) के माध्यम से अपनी प्रतिरक्षा प्रणाली को सक्रिय करते हैं। ये प्रणालियां रोगजनकों को पहचानती हैं और रक्षा प्रतिक्रियाओं को ट्रिगर करती हैं, जैसे कि प्रतिक्रियाशील

ऑक्सीजन प्रजातियों (आरओएस) का उत्पादन और सिस्टमिक अर्जित प्रतिरोध (एसएआर) का सक्रियण ।

हार्मोनल विनियमन: पादप हार्मोन तनाव प्रतिक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जैस्मोनिक एसिड (जेए) शाकाहारी कीटों के खिलाफ रक्षा में शामिल है, जबकि सैलिसिलिक एसिड (एसए) रोगजनक रक्षा के लिए महत्वपूर्ण है। एब्सिसिक एसिड (एबीए) जैविक और अजैविक तनावों, विशेष रूप से सूखा और लवणता के प्रति प्रतिक्रियाओं को विनियमित करता है।

द्वितीयक मेटाबोलाइट्स और रक्षात्मक प्रोटीन: पादप शाकाहारी कीटों को रोकने और रोगजनक विकास को रोकने के लिए एल्कलॉइड्स, फ्लेवोनोंड्स और टेरपेनॉइड्स जैसे द्वितीयक मेटाबोलाइट्स चयापचयों का उत्पादन करते हैं। रक्षात्मक प्रोटीन, जैसे प्रोटीनेज इनहिबिटर और काइटिनेस, भी जैविक तनावों से पादपों की रक्षा में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

4. तनावों का पादप विकास और विकास पर प्रभाव

जैविक और अजैविक तनाव दोनों पादप विकास और विकास को गंभीर रूप से बाधित कर सकते हैं। ये प्रकाश संश्लेषण को कम करते हैं, पोषक तत्व अवशोषण को बाधित करते हैं और कोशिकीय नुकसान का कारण बनते हैं। गंभीर मामलों में, ये तनाव प्रजनन विफलता का कारण बन सकते हैं, जिससे बीज उत्पादन कम हो जाता है और फल की गुणवत्ता खराब हो जाती है।

5. तनावों का प्रबंधन

प्रतिरोध के लिए प्रजनन: प्रजनन रणनीतियां जैविक और अजैविक तनावों के प्रति प्राकृतिक प्रतिरोध वाले पादप किस्मों को विकसित करने पर केंद्रित होती हैं। इसमें प्रतिरोधी जीन की पहचान करना और उन्हें पारंपरिक प्रजनन या जेनेटिक इंजीनियरिंग के माध्यम से फसलों में शामिल करना शामिल है।

एकीकृत कीट प्रबंधन (आईपीएम): आईपीएम कीटों और रोगों के प्रबंधन के लिए जैविक, सांस्कृतिक और रासायनिक विधियों को जोड़ता है। यह दृष्टिकोण रासायनिक कीटनाशकों पर निर्भरता को कम करता है और स्थायी कृषि पद्धतियों को बढ़ावा देता है।

जैव प्रौद्योगिकीय नवाचार: जैव प्रौद्योगिकी में प्रगति, जैसे जेनेटिक संशोधन और बैक्टीरिया, ने जैविक और अजैविक तनावों के प्रति बढ़ी हुई प्रतिरोधक क्षमता वाली फसलों के विकास को सक्षम बनाया है। उदाहरण के लिए, बीटी कपास कीटों के प्रति प्रतिरोधी होने के लिए आनुवंशिक रूप से संशोधित किया गया है, जबकि सूखा-सहनशील फसलों को पानी की कमी का सामना करने के लिए विकसित किया जा रहा है।

पादप विकास नियामक: एबीए और साइटोकिनिन जैसे पादप हार्मोन का अनुप्रयोग स्टोमेटल बंद होने और जड़ विकास जैसी शारीरिक प्रक्रियाओं को विनियमित करके तनाव सहनशीलता को बढ़ा सकता है।

निष्कर्ष

जैविक और अजैविक तनाव पादप विकास और कृषि उत्पादकता के लिए महत्वपूर्ण चुनौतियां हैं। इन तनावों पर पादपों की प्रतिक्रिया के आणविक और शारीरिक तंत्र को समझना प्रभावी प्रबंधन रणनीतियों को विकसित करने के लिए आवश्यक है। पारंपरिक प्रजनन, जैव प्रौद्योगिकीय नवाचार और स्थायी कृषि पद्धतियों को जोड़कर, हम फसलों की लचीलापन को बढ़ा सकते हैं और बढ़ती पर्यावरणीय चुनौतियों के सामने खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित कर सकते हैं।

भविष्य के शोध को तनाव-सहनशील जीन की पहचान, तनाव संकेतन नेटवर्क को समझने और फसल सुधार के लिए नवाचारी दृष्टिकोण विकसित करने पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए। यह कृषि को बढ़ती वैश्विक आबादी की मांगों को पूरा करने और बदलती जलवायु के अनुकूल होने में मदद करेगा।