



एग्री आर्टिकल्स

(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)

वर्ष: 04, अंक: 05 (सितंबर-अक्टूबर, 2024)

www.agriarticles.com पर ऑनलाइन उपलब्ध

© एग्री आर्टिकल्स, आई. एस. एन.: 2582-9882

फलों के गिरने के भौतिक-रासायनिक और आणविक कारणों की जानकारी और उनका प्रबंधन

(*आदर्श पाण्डेय¹, अलोक कुमार पाण्डेय², डॉ. देवेश कुमार पाण्डेय³ एवं उषा शुक्ला⁴)

¹विषय विशेषज्ञ (कृषि), आरोह फाउंडेशन, नोएडा

²परियोजना समन्वयक, आगा खान फाउंडेशन, इंडिया

³सहायक प्रोफेसर, मानसरोवर ग्लोबल यूनिवर्सिटी, मध्य प्रदेश

⁴रिसर्च स्कॉलर, हॉर्टिकल्चर, बाबासाहेब भीमराव अंबेडकर यूनिवर्सिटी, लखनऊ

*संवादी लेखक का ईमेल पता: adarshag1994@gmail.com

फलों के गिरने की घटना, जिसे परिपक्वता से पहले फलों के समय से पहले गिरने के रूप में चिह्नित किया जाता है, कृषि में एक महत्वपूर्ण चुनौती प्रस्तुत करती है, जो उत्पादन की मात्रा और गुणवत्ता दोनों को प्रभावित करती है। यह सारांश फलों के गिरने के पीछे के भौतिक-रासायनिक और आणविक आधार की संक्षिप्त जानकारी प्रदान करता है और उसके प्रबंधन की रणनीतियों पर प्रकाश डालता है। हार्मोनल असंतुलन, जैसे इथाइलीन का बढ़ा हुआ स्तर और ऑक्सिन की कमी, कोशिका भित्ति के विघटन में शामिल जीनों को सक्रिय करता है, जिससे फल-गिरावट होती है। पोषक तत्वों की कमी, जल तनाव, और तापमान जैसे पर्यावरणीय कारक इस प्रक्रिया को और भी जटिल बनाते हैं। आणविक स्तर पर, सेल्युलेस और पेक्टिनेस जैसे एंजाइम फल-गिरावट के क्षेत्र को सक्रिय करने में भूमिका निभाते हैं, जिनका नियंत्रण एमएडीएस-बॉक्स जीन और इथाइलीन-प्रतिक्रियाशील प्रतिलेखन कारकों द्वारा किया जाता है। प्रभावी प्रबंधन में हार्मोनल नियंत्रण, पोषक प्रबंधन, सटीक सिंचाई, पर्यावरणीय नियंत्रण, आनुवंशिक चयन, और एकीकृत कीट प्रबंधन जैसी रणनीतियाँ शामिल हैं। इन विविध कारकों को संबोधित करके, कृषि फलों की बर्बादी को कम कर सकती है, उत्पादन बढ़ा सकती है, और आर्थिक स्थिरता को बढ़ावा दे सकती है। कृषि में फल-गिरावट से निपटने के लिए लक्षित और एकीकृत दृष्टिकोण विकसित करने के महत्व पर जोर दिया गया है।

कीवर्ड्स: फल गिरना, हार्मोनल असंतुलन, एमएडीएस, प्रबंधन रणनीतियाँ, आणविक आधार, भौतिक-रासायनिक

परिचय

फल गिरना, जिसे फलों के परिपक्वता से पहले समय से पहले गिरने के रूप में जाना जाता है, कृषि में एक बड़ी चुनौती है, जो उत्पादन की मात्रा और गुणवत्ता दोनों को प्रभावित करता है। इस घटना को नियंत्रित करने वाले कारकों का जटिल परस्पर क्रियाशीलता होती है, जिसमें हार्मोनल असंतुलन प्रमुख भूमिका निभाते हैं। इथाइलीन, एक प्रमुख पौध हार्मोन, फल की गिरावट के क्षेत्र में कोशिका दीवार को तोड़ने वाले जीनों को सक्रिय कर सकता है, जबकि ऑक्सिन फलों को पेड़ से चिपकाए रखता है और उसकी कमी से कमजोर हो सकता है। इसके अलावा, पोटेशियम और मैग्नीशियम की कमी से भी कोशिकाओं की संरचना बिगड़ सकती है, और जल तनाव, जो जल आपूर्ति की अधिकता या कमी से प्रभावित होता है, एब्सिसिक एसिड (एबीए) के उत्पादन को प्रेरित करता है, जो फल गिरने को प्रोत्साहित करता है। तापमान

में उतार-चढ़ाव, आर्द्रता में बदलाव, और प्रकाश की स्थिति जैसे पर्यावरणीय कारक फल विकास को प्रभावित करते हैं। आणविक स्तर पर, एंजाइम जैसे सेल्युलेस और पेक्टिनेस फल गिरने के क्षेत्र में भौतिक गिरावट की प्रक्रिया को सक्षम करते हैं, जबकि विशिष्ट जीन, जैसे एमएडीएस-बॉक्स जीन और इथाइलीन-प्रतिक्रियाशील प्रतिलेखन कारक (ईआरएफ), इस प्रक्रिया को नियंत्रित करते हैं। फल गिरने का प्रबंधन करने के लिए रणनीतियाँ हार्मोनल नियंत्रण, पोषक प्रबंधन, सटीक सिंचाई, पर्यावरणीय नियंत्रण, आनुवंशिक चयन, और एकीकृत कीट प्रबंधन को शामिल करती हैं। यह समग्र दृष्टिकोण कृषि उत्पादन को अनुकूलित करने के लिए प्रभावी रणनीतियों के विकास के लिए एक नींव प्रदान करता है।

फल गिरना पौधों में एक जटिल घटना है जिसे आणविक प्रक्रियाओं, हार्मोनल इंटरैक्शन, आनुवंशिक कारकों और पर्यावरणीय संकेतों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। आणविक स्तर पर, पौध हार्मोन जैसे इथाइलीन और ऑक्सिन का परस्पर क्रिया फल गिरने के नियंत्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। फल गिरने से जुड़े सिग्नलिंग मार्गों और जीन विनियमन को समझना लक्षित प्रबंधन के लिए आवश्यक है। जीनों की पहचान करने वाले आनुवंशिक अध्ययन और आनुवंशिक इंजीनियरिंग के माध्यम से उनका हेरफेर संभावित समाधान प्रदान करते हैं। प्रतिलेखन कारक, जो जीन अभिव्यक्ति को नियंत्रित करते हैं, और कोशिका दीवार विघटन में शामिल एंजाइमिक गतिविधियाँ फल गिरने की आणविक जटिलताओं में योगदान देती हैं। प्रबंधन रणनीतियाँ इस समझ का लाभ उठा सकती हैं, जिसमें हार्मोन अनुप्रयोग, आनुवंशिक संशोधन, पर्यावरणीय परिस्थितियों का अनुकूलन, और सांस्कृतिक प्रथाओं का कार्यान्वयन शामिल है। इन दृष्टिकोणों को विशिष्ट पौध प्रजातियों के अनुसार अनुकूलित करना फलों के गिरने के प्रभावी प्रबंधन के लिए आवश्यक है, जो फसल उत्पादन और गुणवत्ता को अधिकतम करने के लिए महत्वपूर्ण है।

A. भौतिक-रासायनिक आधार

1. हार्मोनल असंतुलन

i. **इथाइलीन:** इथाइलीन का उच्च स्तर, जो एक पौध हार्मोन है, फल गिरने को उत्तेजित कर सकता है। यह तनाव, चोट, या अन्य पर्यावरणीय कारकों के प्रतिक्रिया में उत्पन्न हो सकता है। इथाइलीन का उच्च स्तर अक्सर फल गिरने को प्रेरित करता है। यह विभिन्न तनावों, जैसे जल तनाव, रोगजनक हमले, या वृद्धावस्था से उत्पन्न हो सकता है। इथाइलीन फल गिरने के क्षेत्र में कोशिका पृथक्करण से जुड़े जीनों की अभिव्यक्ति को बढ़ावा देता है।

ii. **ऑक्सिन:** ऑक्सिन, मुख्य रूप से इंडोल-3-असेटिक एसिड (आईएए), फल के संलग्न होने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वे गिरने से जुड़े जीनों की अभिव्यक्ति को रोकते हैं। तनाव की स्थितियों में ऑक्सिन का स्तर कम हो सकता है, जिससे समय से पहले फल गिर सकता है।

2. **पोषक तत्वों की कमी:** पोटेशियम और मैग्नीशियम जैसे आवश्यक पोषक तत्वों की कमी फल गिरने का कारण बन सकती है।

पोटेशियम और मैग्नीशियम: पोटेशियम कोशिका में ताजगी बनाए रखने के लिए आवश्यक है। मैग्नीशियम प्रकाश संश्लेषण में एंजाइमों का सह-कारक है। इन पोषक तत्वों की कमी से फलों में संतुलन बिगड़ जाता है, जिससे फल गिरने लगता है।

3. **जल तनाव:** अत्यधिक या अपर्याप्त जल आपूर्ति फल गिरने का कारण बन सकती है। जल तनाव कोशिका में ताजगी बनाए रखने के लिए आवश्यक ताजगी दबाव को प्रभावित करता है, जो फल के संलग्न रहने में भूमिका निभाता है।

ताजगी दबाव: जल संतुलन बिगड़ने से कोशिका संरचना कमजोर होती है, जिससे फल गिरने लगता है।

एब्सिसिक एसिड (एबीए): एबीए एक तनाव हार्मोन है, जो जल तनाव के दौरान बढ़ता है और फल गिरने को प्रेरित करता है। यह गिरने की प्रक्रिया में शामिल जीनों की अभिव्यक्ति को प्रेरित करता है।

4. **पर्यावरणीय कारक:** तापमान में अत्यधिक उतार-चढ़ाव, आर्द्रता का स्तर, और प्रकाश की स्थिति फल विकास को प्रभावित कर सकते हैं और समय से पहले फल गिरने का कारण बन सकते हैं।

तापमान: अत्यधिक तापमान, विशेष रूप से गर्मी के तनाव से, फल गिरने की संभावना बढ़ जाती है।

आर्द्रता और प्रकाश: अनुचित आर्द्रता या प्रकाश के कारण फल गिर सकता है।

B. आणविक आधार

- फल गिरने के क्षेत्र की सक्रियता:** फल गिरने के क्षेत्र में, जो फल के डंठल के आधार पर स्थित होता है, सेलुलस और पेक्टिनेस जैसे एंजाइम कोशिका दीवार के विघटन में भूमिका निभाते हैं, जिससे फल का पेड़ से अलग होना संभव होता है।
सेलुलस और पेक्टिनेस: ये एंजाइम कोशिका भित्ति घटकों, विशेष रूप से सेल्यूलोज और पेक्टिन को विघटित करते हैं, जिससे फल का पृथक्करण संभव हो जाता है।
पॉलिगैलैक्टुरोनसेस: ये एंजाइम पेक्टिन को विघटित करते हैं, जो कोशिकाओं को एक साथ रखने वाली मध्य लेमेला का प्रमुख घटक है।
- जीन विनियमन और हार्मोनल सिग्नलिंग:** फलों के गिरने की प्रक्रिया को कई जीन और सिग्नलिंग मार्ग नियंत्रित करते हैं, जिनमें से कुछ इथाइलीन और ऑक्सिन हार्मोन के प्रभाव में सक्रिय होते हैं।
MADS-बॉक्स जीन: ये जीन पौधों के विकास और अंग-परिपक्वता से जुड़े होते हैं। MADS-बॉक्स जीन की विशेषताएँ फल के डंठल के विकास और फल गिरने के क्षेत्र में देखी गई हैं।
इथाइलीन-प्रतिक्रियाशील प्रतिलेखन कारक (ERF): ये प्रतिलेखन कारक इथाइलीन के सिग्नलिंग मार्ग के तहत कोशिका दीवार विघटनकारी एंजाइमों के जीनों को सक्रिय करते हैं, जिससे फल गिरने की प्रक्रिया आरंभ होती है।
- विभिन्न एंजाइमों की भूमिका:** फलों की गिरावट के आणविक आधार में विभिन्न एंजाइम शामिल होते हैं जो कोशिका भित्ति को विघटित करते हैं, जिससे फल अपने डंठल से अलग हो जाता है।
सेलुलस: यह एंजाइम सेल्यूलोज को तोड़ता है, जो कोशिका भित्ति का एक महत्वपूर्ण घटक है।
पेक्टिनेस: यह एंजाइम पेक्टिन को तोड़ता है, जो कोशिका भित्ति के मध्य लेमेला को स्थिरता प्रदान करता है।
पॉलिगैलैक्टुरोनसेस: यह एंजाइम पेक्टिन के प्रमुख घटकों को विघटित करता है, जो कोशिकाओं को एक साथ रखने में सहायता करता है।
एक्सपेंसिन: यह प्रोटीन कोशिका दीवार को कमजोर करता है, जिससे कोशिकाओं के बीच टूट-फूट होती है।
- जीन और हार्मोनल सिग्नलिंग का परस्पर क्रिया:** फल गिरने की प्रक्रिया में MADS-बॉक्स जीन, ERF जीन, और अन्य जीन इथाइलीन और ऑक्सिन जैसे हार्मोनों के सिग्नलिंग मार्गों के साथ परस्पर क्रिया करते हैं। इथाइलीन का बढ़ा हुआ स्तर इन जीनों को सक्रिय करता है, जबकि ऑक्सिन की उपस्थिति इस सक्रियता को रोकती है। गिरने की प्रक्रिया में हार्मोनल संतुलन का महत्व: इथाइलीन और ऑक्सिन का संतुलन फलों को पेड़ पर बनाए रखने या गिरने के लिए जिम्मेदार होता है। इथाइलीन कोशिकाओं के टूटने को प्रोत्साहित करता है, जबकि ऑक्सिन इस टूट-फूट को रोकता है।

C. प्रबंधन रणनीतियाँ

- हार्मोनल नियंत्रण:** इथाइलीन नियंत्रण: फलों की गिरावट को रोकने के लिए इथाइलीन को नियंत्रित करने वाली यौगिकों का उपयोग किया जा सकता है, जैसे कि इथाइलीन अवरोधक (जैसे MCP – 1-Methylcyclopropene)। MCP का उपयोग फल गिरने को रोकने के लिए किया जा सकता है, क्योंकि यह इथाइलीन के रिसेप्टर को अवरुद्ध करता है।
ऑक्सिन अनुप्रयोग: फलों को पेड़ पर रखने के लिए ऑक्सिन आधारित उत्पादों का उपयोग किया जा सकता है, जो गिरने को रोकते हैं।
- पोषक प्रबंधन:** पौधों में पोषक तत्वों का सही प्रबंधन आवश्यक है ताकि पोटेशियम और मैग्नीशियम की कमी से बचा जा सके।
पोटेशियम अनुपूरण: पोटेशियम पौधों की ताजगी और कोशिका भित्ति की संरचना को बनाए रखने में महत्वपूर्ण होता है, जिससे फल गिरने की संभावना कम होती है।

मैग्नीशियम अनुपूरण: मैग्नीशियम की कमी से पौधों में प्रकाश संश्लेषण कम हो सकता है, जिससे ऊर्जा का उत्पादन प्रभावित होता है और फलों के विकास में बाधा आती है।

3. **सटीक सिंचाई और जल प्रबंधन:** जल का सटीक प्रबंधन आवश्यक है ताकि न तो अत्यधिक जलभराव हो और न ही जल की कमी हो।

जल तनाव को कम करने के उपाय: पौधों को नियमित रूप से पानी देने और उपयुक्त सिंचाई तकनीकों का उपयोग करके जल संतुलन बनाए रखा जा सकता है। ड्रिप सिंचाई या फसल की जल आवश्यकताओं के आधार पर सटीक सिंचाई प्रणालियों का उपयोग किया जा सकता है।

4. **पर्यावरणीय नियंत्रण:** अत्यधिक तापमान और आर्द्रता के प्रभाव को कम करने के लिए ग्रीनहाउस, मल्लिचंग, और छायादार नेट का उपयोग किया जा सकता है।

तापमान प्रबंधन: अत्यधिक तापमान को नियंत्रित करने के लिए ग्रीनहाउस या छायादार संरचनाओं का उपयोग किया जा सकता है, जो फलों को गिरने से बचा सकता है।

5. **आनुवंशिक चयन और सुधार:** आनुवंशिक रूप से बेहतर किस्मों का चयन करना जो फलों के गिरने के प्रति कम संवेदनशील होती हैं, एक दीर्घकालिक समाधान हो सकता है।

प्रजनन और आनुवंशिक रूपांतरण: ऐसे पौधों की किस्में तैयार करना जो इथाइलीन के प्रति कम संवेदनशील हों या जिनमें MADS-बॉक्स जीन की अभिव्यक्ति को नियंत्रित किया जा सके।

6. **एकीकृत कीट प्रबंधन:** कीट और रोग फलों की गिरावट को तेज कर सकते हैं, इसलिए प्रभावी कीट प्रबंधन आवश्यक है।

रोग और कीट नियंत्रण: कीटनाशकों और जैविक नियंत्रण विधियों का उपयोग करके कीटों और रोगों से फसल को बचाना फल गिरने को कम कर सकता है।

निष्कर्ष

फलों का गिरना एक जटिल घटना है, जो हार्मोनल असंतुलन, पोषक तत्वों की कमी, जल तनाव, और पर्यावरणीय परिस्थितियों से प्रभावित होती है। इस जटिल प्रक्रिया को समझने के लिए हार्मोनल सिग्नलिंग और आणविक तंत्र का अध्ययन महत्वपूर्ण है। प्रबंधन रणनीतियाँ, जैसे कि हार्मोनल अनुप्रयोग, पोषक तत्वों का प्रबंधन, और जल संतुलन बनाए रखना, फलों के गिरने को नियंत्रित करने के प्रभावी साधन हो सकते हैं। आनुवंशिक सुधार और पर्यावरणीय नियंत्रण के माध्यम से इस समस्या से निपटने के दीर्घकालिक उपाय भी लागू किए जा सकते हैं। फसल उत्पादन को अधिकतम करने और कृषि को लाभप्रद बनाने के लिए फलों की गिरावट को रोकना आवश्यक है।