मरूमेघ
किसान ई – पत्रिका
www.marumegh.com पर ऑनलाइन उपलब्ध
©2016 marumegh
ISSN:2456-2904

मक्का में जलभराव का दुष्प्रभाव एवं सहिष्णुता विकसित करने के लिए जंगली रिश्तेदारों का उपयोग

अंजलि जोशी', स्नेहा अधिकारी, अमरजीत कुमार एवं नरेंद्र कुमार सिंह
गोबिन्द बल्लभ पन्त कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, पंतनगर –263145 (उधम सिंह नगर) उत्तराखंड
anjali999aj@gmail.com

सारांश

अपने विविध उपयोगों के कारण मक्का दुनिया भर में प्रयोग की जाने वाली महत्वपूर्ण फसल है। वैश्विक बाजार में मक्का की मांग दिन प्रतिदिन बढ़ती जा रही है परन्तु विभिन्न जैविक एवं अजैविक तनाव के प्रति अतिसंवेदनशील होने के कारण इसके उत्पादन में निरन्तर कमी दर्ज की गयी है । अजैविक तनावों में सूखा एवं जलभराव सबसे अधिक महत्वपूर्ण हैं। इन्होने मक्का उत्पादन को गंभीर रूप से प्रभावित किया है। बहुत से शोधकर्ताओं ने अपने अध्ययन में यह पाया कि मक्का के जंगली रिश्तेदार जैसे जिया मेज ह्यूह्यूटेनजेन्सिस, जिया निकारागु एन्सिस आदि में कुछ प्रमुख जलभराव सहिष्णु क्यू टी एल होने के कारण इनमें जलभराव के प्रति सहिष्णुता उपस्थित होती है। इन मक्का जंगली रिश्तेदारों का लम्बे समय से जलभराव ग्रसित क्षेत्रों में उगना इनके जलभराव सहिष्णु होने का मुख्य कारण हो सकता है। जलभराव सहिष्णु क्यू टी एल को मार्कर सहायक चयन का उपयोग कर मक्का में स्थानांतरित करके जलभराव सहिष्णु किस्में विकसित की जा सकती हैं। इन किस्मों के उपयोग से न सिर्फ जलभराव की स्थिति में मक्का उत्पादन में आने वाली कमी को दूर किया जा सकता है बल्कि मक्के की खेती का विस्तार गैर पारंपरिक क्षेत्र में भी किया जा सकता है। अतः यह मक्का उत्पादन में बढ़ोतरी करने एवं मक्का की बढ़ती मांग को पूरा करने में महत्वपूर्ण एवं प्रभावशाली भूमिका निभा सकता है।

परिचय

मक्का दुनिया में सबसे महत्वपूर्ण खाद्य फसलों में से एक है और चावल और गेहूं के साथ, 94 विकासशील देशों में 4.5 अरब से अधिक लोगों को खाद्य कैलोरी का कम से कम 30 प्रतिशत प्रदान करता है। यह एक प्रमुख एशियाई फसल है। यह दुनिया भर में 900 मिलियनलोगो का पसंदीदा भोजन है। इसका उपयोग सीधे मानव उपभोग के लिए एवं प्रसंस्कृत भोजन जैसे फ्लेक्स, ग्रिट्स, पॉपकॉर्न, सिरप, जिलेटिन, डेक्सट्रोज इत्यादि के उत्पादन के लिए किया जाता है। इसकी उच्च पाचन क्षमता के कारण इसे दाने, हरा चारा एवं साईलेज के रूप में पशुधन फीड के लिए भी उपयोग किया जाता है। मक्का की कई किस्में तेल की मात्रा में समृद्ध हैं एवं इनमें 1.2–5.7 प्रतिशत तेल पाया जाता है। विशेष रूप से तेल उत्पादन के लिए विकसित किस्मों में 14 प्रतिशत तक तेल की मात्रा पाई जाती है। हाल ही में मक्का को पेट्रोलियम आधारित ईंधन यानी इथेनॉल के विकल्प के रूप में भी प्रयोग किया जाने लगा है। यह मक्का के विविध उपयोगों की सूची में एक नया जुड़ाव है।

मक्का की बढ़ती मांग और उत्पादन की कमी ने वैश्विक मक्का बाजार में अस्थिरता का माहौल उत्पन्न करने के साथ ही वैश्विक मक्का की कीमतों में वृद्धि करने में योगदान दिया है। वर्ष 2020 तक दुनिया में लगभग 7.7 अरब लोग होंगे और 2050 तक यह आंकड़ा लगभग 9.3 बिलियन हो जायेगा। वर्ष 2050 तक विकासशील देशों में मक्का की मांग आज की तुलना में दोगुनी हो जाएगी। मक्का की बढ़ती मांग को पूरा करने के लिए, जैविक और अजैविकतनाव की समस्या को दूर करना जरूरी है जिसके लिए उपयुक्त उपाए किये जाने चाहिए। यदि इन चुनौतियों का समाधान करने एवं उपज वृद्धि में तेजी लाने के लिए ठोस उपाए नही किये गए, तो लाखों गरीब उपभोक्ताओं को इसका परिणाम भूख और खाद्य असुरक्षा के रूप में भुगतना पडेगा।

मक्का मुख्य रूप से बरसात की फसल है, इसलिए जलवायु परिवर्तन के कारण वर्षा में आये बदलाव की वजह से सूखे और बाढ़ के कारण इसे अधिक नुकसान होता है। इस वजह से लगातार उत्पादन एवं मूल्य

में भिन्नता दर्ज की जाती है। अतिरिक्त वर्षा और खराब जल निकासी, मक्का उत्पादकता के लिए गंभीर बाधा है, खासतौर पर उन क्षेत्रों में जो मक्का उत्पादन के लिए मानसून पर निर्भर हैं। ऐसी परस्थितियों में मक्का उपज, सूखे मौसम में सिचाई द्वारा उगाये जाने वाले मक्का की तुलना में अक्सर डेढ़ से एक तिहाई कम होती है। भारत में जलभराव सूखे के बाद दूसरी सबसे गंभीर बाधा है जिससे लगभग 8.5 मिलियन हेक्टेयर कृषि क्षेत्र प्रभावित है। मक्का उत्पादन के कुल 6.6 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल में से लगभग 2.5 मिलियन हेक्टेयर में ज्यादा नमी की समस्या है, जिसकी वजह से सालाना औसतन 25–30 प्रतिशत राष्ट्रीय मक्का उत्पादन की हानि होती है।

हवा की तुलना में पानी में ऑक्सीजन 10^4 गुना धीमी गति से घुलती है, एवं पानी में घुली हुई ऑक्सीजन, पौधों की जड़ों एवं सूक्ष्मजीवों के श्वशन में जल्दी समाप्त हो जाती है। इस कारण जलभराव से मिट्टी में ऑक्सीजन की कमी होने के साथ ही विषाक्त पदार्थों जैसे थ्म्ए भ्2 आदि का स्तर काफी बढ़ जाता है। इस कारण मिट्टी में ह्यपोक्सिआ की स्थिति बन जाती है। मक्का के तने एवं जड़ों के बीच गैसीय अदला बदली का उचित वेंटिलेशन न होने के कारण जब भी लम्बे समय तक (3–4 दिनों) मिट्टी में अतिरिक्त नमी की स्थिति होती है, मक्का की जड़ें ह्यपोक्सिआ का शिकार हो जाती हैं एवं पहले घंटे के भीतर सामान्य एरोबिक प्रोटीन का संश्लेषण बंद हो जाता है और एनएरोबिक प्रोटीन संश्लेषित किया जाने लगता है।

अतिरिक्त नमी के कारण होने वाली क्षति की सीमा पौधे की विकासात्मक चरण पर निर्भर करती है। पिछले अध्ययनों से पता चलता है कि मक्का की फसल प्रारम्भिक सीडलिंग से टेसलिंग के दौरान अधिक नमी तनाव के लिए अपेक्षाकृत ज्यादा संवेदनशील होती है। प्रारम्भिक चरण में भारी बारिश अथवा खराब जल निकासी वाले क्षेत्र में उगाने के कारण हुई जलभराव की स्थिति मक्का के लिए हानिकारक मानी जाती है। मक्का की नी हाई अवस्था में हुए अत्यधिक नमी तनाव के कारण पौधे की वृद्धि एवं विकास, सूखा पदार्थ संचय, पत्ती क्षेत्र का विकास, एंथेसिस रेशम अंतराल प्रभावित होता है, जो खराब दाना गठन एवं खराब उपज का कारण बनता है। कई जीनोटाइप ब्रेस जड़ों एवं ऐरनकाईमा गठन की अंतर्निहित क्षमता के साथ कुछ हद तक जलभराव की स्थिति को सहन कर सकते हैं।

मक्का पर जलभराव का प्रभाव

1) जड़ विकास पर प्रभाव

मक्का की ज्वाइनटिंग अवस्था प्रजनन विकास और वनस्पति विकास के लिए एक महत्वपूर्ण अवधि है एवं इस चरण में मक्का की फसल अत्यधिक नमी तनाव के प्रति बहुत संवेदनशील होती है। जलभराव के कारण जड़ों में वायु की कमी हो जाती है जिससे माइटोकॉन्ड्रीयल श्वसन एवं ए टी पी संश्लेषण रुक जाता है। ऊर्जा की कमी के कारण जड़ों की पानी और पोषक तत्वों को अवशोषित करने की क्षमता कम हो जाती है जिसके परिणामस्वरूप जड़ वृद्धि दर और शुष्क पदार्थ संचय में कमी आती है। जलभराव की स्थिति पार्शव जड़ विकास को रोकती है। जलभराव अप्रतक्ष्य रूप से तना के विकास को भी प्रभावित करता है।

2) तना विकास पर प्रभाव

जलभराव से पौधे का तना विकास रुक जाता है। अंकुरण के चरण में जलभराव, अंकुर की वृद्धि को रोकता है, जबकि पौधों की उचाई में कमी बाढ़ की अवधि से सम्बंधित है। यदि मिट्टी में अत्यधिक नमी की स्थिति 5 दिनों से अधिक समय तक रहती है तो पौधों का विकास प्रभावित होता है और पत्ते पीले पढ़ जाते हैं।

3) प्रकाश संश्लेषण पर प्रभाव

जलभराव के कारण मक्के की स्टोमेटल संवाहकता एवं क्लोरोफिल मात्रा में कमी देखी जाती है जिसके परिणामस्वरुप कुल प्रकाश संश्लेषण दर और इलेक्ट्रान परिवहन प्रणाली प्रभावित होती है। मिट्टी में अतिरिक्त नमी के कारण स्पैड वैल्यू में गिरावट आ जाती है। क्लोरोफिल एक महत्वपूर्ण प्रकाश संश्लेषक वर्णक है और इसकी मात्रा संश्लेषक उत्पादों को आत्मसात करने की पौधे की क्षमता को प्रभावित करती है। क्लोरोफिल की मात्रा में कमी अजैविक तनाव के लिए एक संवेदनशील संकेतक है। जलभराव से पत्तों में शिथिलता आती है और क्लोरोफिल का पतन होने लगता है जिस वजह से प्रकाश संश्लेषक उत्पादों का संचय प्रभावित होता है। जल तनाव की स्थिति में प्रोलीन की मात्रा में मामूली वृद्धि होती हैएवं परोक्साइड उत्पादन, लिपिड परोक्सिडेशन और इलेक्ट्रोलाइट रिसाव में वृद्धि यह दर्शाती है कि जड़ में ऑक्सीजन की कमी से फोटोआक्सिडेटिव क्षति हुई है।

4.) एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम संश्लेषण और गतिविधि पर प्रभाव

एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम की गतिविधि जलभराव की स्थिति में उगने वाले पौधों में अधिक पाई जाती है। एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम पौधे में जैविक या गैर जैविक तनाव में उत्पन्न प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों को प्रभावी रूप से खत्म कर देते हैं, जिससे कोशिका झिल्ली की रक्षा और पौधों के प्रतिरोध में सुधार होता है। लेकिन बाढ़ अवधि में वृद्धि के साथ एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम की गतिविधि में तेजी से गिरावट आती है जिससे मक्के की उपज प्रभावित होती है।

जंगली रिश्तेदारों का उपयोग करके मक्का में जलभराव सहनशीलता के लिए प्रजनन

अत्यधिक नमी तनाव के प्रति सहिष्णुता के लिए मक्का में उल्लेखनीय अनुवांशिक परिवर्तनशीलता देखी गयी है, जिसे मक्का किस्मों के विकास में अनुकूल रूप से उपयोग किया जा सकता है। मक्का में जलभराव सहिष्णुता, तीन मुख्य कारणों से उत्पन्न होती है

1) बाढ़ की स्थिति में मिट्टी की सतह पर ब्रेस जड़ों का विकास करने की क्षमता

2) जड़ ऐरनकाईमा बनाने की क्षमता और, 3) विषाक्त पदार्थों के लिए सहिष्णुता

इस तरह के लक्षणों के आनुवंशिकी को समझना निश्चित रूप से मक्का प्रजनन कार्यक्रमों के अंतर्गत जलभराव सहिष्णु प्रजातियों के निर्माण में सहायक होगा। जलभराव सहिष्णुता मक्का सहित कई फसल प्रजातियों में एक पॉलिजैनिक विशेषता है। मक्का में बाढ़ सहनशीलता वंशानुक्रम के लिए दोनों योजक एवं गैर योजक प्रभाव महत्वपूर्ण हैं। ब्रेस जड़ निर्माण एवं ऐरनकाईमा का उत्पादन मक्का में अतिरिक्त जल सहनशीलता प्रदान करने के लिए एक महत्वपूर्ण गुण है, एवं यह कुछ प्रमुख क्यू टी एल के नियंत्रण में है।

टीओसिंटे की कई उपप्रजातियों का उपयोग मक्का में बाढ़ सहनशीलता के स्रोत के रूप में किया जाता है। जलभराव की स्थिति में जड़ कार्यप्रणाली को बहाल करने के लिए ऐरनकाईमा युक्त ब्रेस जड़ों का निर्माण होता है। ब्रेस जड़ों का निर्माण एवं ऐरनकाईमा गठन बाढ़ के लिए अनुकूल पौधों की प्रतिक्रिया माना जाता है। बाढ़ से प्रेरित ब्रेस जड़ गठन के लिए क्यू टी एल की पहचान जिया मेज ह्यूह्यूटेनजेन्सिस एवं जिया निकारागुएन्सिस में की गयी है। टीओसिंटे मक्का का सबसे निकट जंगली रिश्तेदार होने के कारण इसे आसानी से मक्का के साथ संकरण किया जा सकता है। ऐतिहासिक रूप से, मक्का टीओसिंटे संकरण ने गरमी एवं सूखा सहनशीलता, एल्युमीनियम सहिष्णुता और अनाज उपज के लिए जर्मप्लास्म प्रदान किया है। क्यूंकि जिया निकारागुएन्सिस ऐसे माहौल में बढ़ता है जहाँ अक्सर बाढ़ की स्थिति बनी रहती है, अतः जड़ ऐरनकाईमा लक्षण के दाता का काम करने के कारण, मक्का में बाढ़ सहिष्णुता के लिए टीओसिंटे एक संभावित मूल्यवान श्रोत हो सकता है । जलभराव सहिष्णुता से सम्बंधित कुछ प्रमुख क्यू टी एल तालिका 1 में प्रस्तुत किये गए हैं ।

तालिका 1 – मक्का के जंगली रिश्तेदारों द्वारा अभिदत्त कुछ मुख्य जलभराव सहिष्णु क्यू टी एल

क्रोमोजोम	निकटतम मार्कर एवंमार्कर अंतराल	नियंत्रित लक्षण	दाता प्रजातियां
1	umc1128–bnlg1347	ऐरनकाईमा गठन	जिया निकारागुएन्सिस
3	bnlg1113	ब्रेस जड़ संख्या	जिया मेज ह्यूह्यूटेनजेन्सिस
3	bnlg1113	कुल ब्रेस जड़	जिया मेज ह्यूह्यूटेनजेन्सिस
5	bnlg118–umc1153	ऐरनकाईमा गठन	जिया निकारागुएन्सिस
7	dupssr13	कुल ब्रेस जड़	जिया मेज ह्यूह्यूटेनजेन्सिस

अतः मार्कर सहायक चयन का उपयोग करके बाढ़ सहिष्णु क्यू टी एल का पिरामिडिंग की जा सकती है जिससे जलभराव सहिष्णु मक्का किस्मों को विकसित करना संभव हो सकता है।

निष्कर्ष

मक्का में जलभराव सहिष्णुता एक जटिल विशेषता है। इसके प्रतिरोध के लिए प्रजनन एक कठिन कार्य है।मुख्य रूप से किसी अन्य जैविक तनाव के विपरीत जलभराव, विकास के किसी भी चरण में पौधे को प्रभावित कर सकता है। जलभराव प्रतिरोध प्रजनन के लिए आणविक दृष्टिकोण तेजी से लोकप्रिय हो रहा है। जलभराव सहिष्णुता प्रदान करने वाले क्यू टी एल मक्का के जंगली रिश्तेदारों में खोजे जा चुके हैं। अतः जलभराव सहिष्णु जंगली प्रजातियों को अपने पालतू फसल रिश्तेदारों के साथ संकरित करने की क्षमता, फसल सुधार

और जलभराव सहिष्णुता में योगदान देने वाले गुणों के अनुवांशिक विनियमन के अध्ययन के अवसर प्रदान कर सकती है।