

बदलते जलवायु परिवेश में जंगली प्रजातियों द्वारा मक्का सुधार में सम्भावनायें

स्नेहा अधिकारी, अंजली जोशी एवं नरेन्द्र कुमार सिंह

गोविन्द बल्लभ पन्त कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, पंतनगर- 263145 (ऊधमसिंह नगर) उत्तराखंड

मक्का शब्द एक स्पेनिश शब्द “मैज” से बना हुआ है जिसको कॉर्न भी कहते हैं। मक्के की खेती सर्वप्रथम करीब 10,000 वर्ष पूर्व दक्षिण मेक्सिको में प्रारम्भ हुई थी। आज मक्का दुनिया का एक मुख्य खाद्यान्न फसल है। मक्के को मुख्य भोजन के अलावा मुर्गियों एवं जानवरों का दाना तथा स्टार्च, एथेनॉल तथा अन्य उत्पाद बनाने में परोक्ष या अपरोक्ष रूप से प्रयोग किया जाता है। भारत में भी मक्का एक महत्वपूर्ण फसल है जिसका प्रयोग मुख्य रूप से मुर्गियों एवं जानवरों के दाने, खाद्य एवं प्रसंस्करण में होता है। जलवायु में विविधता के कारण भारत में मक्का पूरे वर्ष भर उगाई जाती है।

संकर तकनीक के विकास की वजह से मक्का दुनिया का सबसे अधिक उत्पादन देने वाली खाद्यान्न फसल बन गयी है। मक्का के संकर प्रजातियों के प्रयोग से उत्पादन तो बढ़ा ही है, परन्तु साथ ही मक्के में आनुवंशिक विविधता भी कम हो गयी है। आनुवंशिक विविधता कम होने के कारण पुनः उत्पादकता बढ़ाने के लिए आवश्यक वंशाणु तथा युग्म की उपलब्धता मौजूद मक्का जननद्रव्य में कम हो गयी है। ऐसी स्थिति में मक्का की उत्पादकता में सतत विकास तथा भविष्य में बढ़ती माँग के लक्ष्य को पूरा करने में एक चुनौती खड़ी हो गयी है। इसके अलावा बदलते जलवायु परिवेश के साथ-साथ मानव गतिविधियों की वजह से कई प्रकार के जैविक तनाव मुख्य रूप से कवक, वायरस, कीट और परजीवी खरपतवार इत्यादि तथा अजैविक तनाव जैसे सूखा, उच्च और कम तापमान, लवणता इत्यादि में अप्रत्यासित बदलाव होने की वजह से मक्के का उत्पादन एवं उत्पादकता साल दर साल प्रभावित हो रही है। उपरोक्त परिस्थितियों में मक्के का सतत विकास तथा उत्पादकता बढ़ाने की एक गंभीर चुनौती वैज्ञानिकों के सामने खड़ी हो गयी है।

आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन की तकनीकों को इस्तेमाल करके भविष्य में मक्का उत्पादकता बढ़ाने की चुनौतियों का सामना करने के लिये भिन्न प्रकार के वंशाणु तथा युग्म की जरूरत होगी जो मक्का वैज्ञानिकों की आवश्यकता को विभिन्न प्रकार के कारकों के सापेक्ष में पूरा करने में सक्षम हो। ऐसे वंशाणु तथा युग्म की उपलब्धता देशी प्रजातियों तथा जंगली प्रजातियों के जीनोम में हो सकती है। परन्तु वैज्ञानिकों का

ऐसा अनुमान है कि जंगली प्रजातियों में अनुकूलन के लिए प्रयुक्त वंशाणु तथा युग्म की विविधता देशी तथा सुधरी प्रजातियों में मौजूद विविधता से कहीं ज्यादा है अतः जंगली प्रजातियाँ बदलते जलवायु परिवेश में उत्पादकता बढ़ाने के अलावा मक्के की विविधता बढ़ाने में मील का पत्थर साबित हो सकते हैं।

मक्का की बहुत सी जंगली प्रजातियाँ एवं प्रकार हैं जो बिना किसी मानवीय सहयोग के अपने उत्पत्ति स्थान में जंगली रूप में फल-फूल रहें हैं। ये जंगली प्रजातियाँ वर्षों से जैविक एवं अजैविक तनावों में बदलाव के प्रति अनुकूलन विकसित कर खुद को बनाये हुए हैं। इन जंगली प्रजातियों में जैविक एवं अजैविक तनावों के प्रति अनुकूलन के लिये आवश्यक वाहनीय वंशाणु होने की पूरी संभावनाएं हैं तथा वर्षों से जैविक एवं अजैविक तनाव कारकों की मौजूदगी में उगने से जंगली प्रजातियाँ लाभकारी वंशाणु गुणों का एक समृद्ध स्रोत भी हो सकती हैं। घरेलू फसलों के मुकाबले हजारों वर्षों से विभिन्न प्रकार के प्रौक्तिक वातावरण में उग रही जंगली प्रजातियाँ को कई प्रौक्तिक चुनौतियाँ लंबे समय तक मौजूद रहीं हैं जिसकी वजह से इनमें आनुवंशिक विविधता का उच्च स्तर बना हुआ है।

मक्का के जंगली प्रजातियों में टीओसिंटे तथा ट्रिपसेकम प्रमुख हैं। टीओसिंटे (वार्षिक एवं बारहमासी) घास मेक्सिको एवं मध्य अमेरिका की मूल जंगली प्रजातियाँ हैं। इन जंगली प्रजातियों एवम उपप्रजातियों में से अधिकांश संकीर्ण श्रेणियों में वितरित किये जाते हैं और वे केवल मेक्सिको, ग्वाटेमाला, निकारागुआ और होंडुरास के कुछ उष्ण कटिबंधीय एवं उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में पाए जाते हैं। टीओसिंटे की विभिन्न प्रजातियों में से जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस मक्के की सबसे नजदीकी प्रजाति है तथा इसे मक्के का अति सम्भावित जैविक पूर्वज भी माना जाता है। उपप्रजाति पार्विग्लूमिस के गुणसूत्रों की संख्या मक्का के गुणसूत्रों के बराबर होती है तथा इसके गुणसूत्र आमतौर से मक्का के गुणसूत्रों के साथ जोड़ी एवं पुनः संयोजन आसानी से कर सकते हैं। टीओसिंटे के विभिन्न प्रजातियों को तालिका संख्या एक में दर्शाया गया है।





तालिका-1. टीओसिंटे की विभिन्न प्रजातियाँ, गुणसूत्र एवं उत्पत्ति स्थान

प्रजातियाँ	गुणसूत्र संख्या	उत्पत्ति स्थान	फसल अवधि
जिआ डिप्लोपेरेनिस	20	जेलिस्को मेक्सिको	बहुवर्षीय
जिआ पेरेनिस	40	जेलिस्को मेक्सिको	बहुवर्षीय
जिआ मेज उपप्रजाति लक्सुरिअन्स	20	दक्षिणपूर्व ग्वाटेमाला	वार्षिक
जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस	20	दक्षिण एवं पश्चिम मेक्सिको	वार्षिक
जिआ मेज उपप्रजाति हचटेनेनजेनेसिस	20	पश्चिम ग्वाटेमाला	वार्षिक
जिआ मेज उपप्रजाति मेक्सिकाना	20	मेक्सिको हाइलैंड्स	वार्षिक
जिआ मेज उपप्रजाति निकारगुएनसीस	20	निकारगुआ	वार्षिक

ट्रिपसेकम मक्के की दूर समबन्धी प्रजाति है। ट्रिपसेकम जीनस में लगभग 12 बारामासी एवं गर्म ऋतु प्रजातियाँ शामिल हैं जोकि ज्यादातर मेक्सिको और ग्वाटेमाला से सम्बंधित हैं। कृषि में आर्थिक महत्त्व के ट्रिपसेकम की प्रजातियों को तालिका 2 में दर्शाया गया है।

तालिका-2. ट्रिपसेकम के आर्थिक महत्त्व की प्रजातियाँ

प्रजातियाँ	गुणसूत्र संख्या
ट्रिपसेकम डाक्टीलाइड्स	72
ट्रिपसेकम लक्सम	36
ट्रिपसेकम अन्डेरसनी	64
ट्रिपसेकम लेटीफोलियम	36
ट्रिपसेकम लेंसिओलेटम	72
ट्रिपसेकम फ्लोरिडेनम	36
ट्रिपसेकम नानिसराइड्स	72

मक्के की जंगली प्रजातियों में जैविक एवं अजैविक तनाव के कारकों के प्रति सहनशीलता तथा सापेक्षिक आनुवंशिक गुणों के मौजूद होने की सम्भावना वर्षों से इनके रहन-सहन, फलने-फूलने तथा जीवित रहने के आधार पर व्यक्त की जाती रही है। हाँलाकि विगत वर्षों में सीमित वैज्ञानिक अनुसंधानों के आधार पर भी मक्के की जंगली प्रजातियों में जैविक तथा अजैविक तनाव कारकों के प्रति सहनशील गुणों के मौजूदगी के अलावा अन्य वांछनीय गुणों की भी पुष्टि हुई है (तालिका 3)।

उपरोक्त वर्णित प्रजातियों का शोध एवं मक्का सुधार कार्यक्रम में करीब-करीब नहीं के बराबर प्रयोग हुआ है। दुनिया के कुछ चुनिंदा देशों में हाल ही में टीओसिंटे तथा मक्का संकरण से विभिन्न प्रकार के पापुलेशन बना कर जीनोम मानचित्रण का कार्य किया गया है। इन जंगली प्रजातियों में बहुत सारे विशिष्ट गुण होने के बावजूद इनका प्रयोग वास्तविक मक्का सुधार कार्यक्रम में होना अभी बाकी है। इसके अलावा अन्य प्रारंभिक अध्ययन से मक्का एवं टीओसिंटे के गंध में परजीवी तैय्या को आकर्षित करने की क्षमता में भिन्नता की पुष्टि हुई है। मक्के

तालिका-3. टीओसिंटे तथा ट्रिपसेकम उत्पादकता बढ़ाने वाले विभिन्न गुण

प्रजातियाँ	जैविक तनाव के प्रति सहनशीलता	खोजकर्ता
जिआ मेज उपप्रजाति मेक्सिकाना बोरोस (1990)	फ्यूजेरियम	पास्तजर एवं
जिआ डिप्लोपेरेनिस	टर्सिकम एवं मेडिस पत्ती झुलसा रोग	वी एवं साथी (2003)
जिआ डिप्लोपेरेनिस	स्ट्रिगा	लेन एवं साथी (1997)
जिआ मेज उपप्रजाति मेक्सिकाना	तना छेदक	पास्तजर एवं बोरोस (1990)
जिआ डिप्लोपेरेनिस	आर्मी कीट	सेजेपरी एवं साथी (2013)



प्रजातियाँ	जैविक तनाव के प्रति सहनशीलता	खोजकर्ता
ट्रिपसेकम डाक्टीलाइड्स	क्राउन रस्ट	बर्गक्विस्ट (1981)
ट्रिपसेकम फ्लोरिडेनम	हेल्मिन्थोस्पोरियम	हूलर एवं पेस्टर्सिंस (1980)
ट्रिपसेकम डाक्टीलाइड्स	स्ट्रिगा	गर्नी एवं साथी (2003)
ट्रिपसेकम डाक्टीलाइड्स	क्राउन जड़ कीट	मैक्लीनबीक एवं साथी (1995), ओबंक्स (2001)
जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस	भण्डारित कीट व्याधियाँ	सिंह एवं साथी (2016 ए)
अजैविक तनाव के प्रति सहनशीलता		
ट्रिपसेकम	अत्यधिक शुष्क मृदा	कोम्स एवं साथी (1997)
जिआ मेज उपप्रजाति निकारगुएनसीस	अत्यधिक मृदा नमी	बर्ड (2000)
जिआ मेज उपप्रजाति लक्सुरिअन्स	अत्यधिक मृदा नमी	इल्लिस एवं बेंज (2000)
जिआ मेज उपप्रजाति हचटेनेनजेनेसिस	अत्यधिक मृदा नमी	मनो एवं साथी (2005)
अन्य वांछिक गुण		
जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस	हरा चारा संबंधित	बर एवं साथी (2014)
जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस	जननद्रव्य विभिदीकरण	सिंह एवं साथी (2016 बी)
जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस	गुणित भुट्टा	अप्रकाशित

की उपप्रजाति मेक्सिकाना तथा पार्विग्लूमिस की गंध मक्के की तुलना में अधिक आकर्षक है। परंपरागत तथा आणविक प्रजनन की विधियों को प्रयोग कर गंध के वंशाणुओं को पहचाना जा सकता है तथा इन जंगली प्रजातियों से मक्के में स्थानांतरित कर विभिन्न प्रकार के हानिकारक कीटों के प्रति अवरोधी बनाकर फसलों में कीटों द्वारा होने वाले नुकसान को बचाया जा सकता है।

यूरोपीय मक्का के कई प्रजातियों की जड़ें एक वाष्पशील संकेत (ई) बीटा कैरियोफिलिन का उत्सर्जन करती हैं। जड़ भक्षी कीट का लारवा (डी.विरजीफेरा) का मक्के की फसल पर संक्रमण होने पर यह वाष्पशील संकेत एंटोमोपैथोजेनिक सूत्रेमी को आकर्षित करती हैं। जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस भी जड़ भक्षी कीट के हमले के जबाब में इस सिगनल का उत्सर्जन करता है। संभवतः उद्भव, क्रमागत उन्नति एवं चयनात्मक प्रजनन के दौरान मक्के के जीनोम में प्रयुक्त तथा जंगली प्रजातियों से स्थानांतरित इन लक्षणों के आनुवंशिक गुण आंशिक या पूर्ण रूप से विलुप्त हो गए हैं। अतः इस वाष्पशील संकेत के उत्सर्जन में अहम भूमिका निभाने वाले वंशाणुओं को जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस से मक्के के जीनोम में स्थानांतरित कर रक्षा तंत्र को मजबूत किया जा सकता है। जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस में बहुत सारे विशिष्ट गुण मौजूद हैं। प्रारंभिक अनुसंधान के आधार पर जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस के कुछ गुणों को तालिका 4 में दर्शाया गया है।

हाँलाकि बुवाई के समय, जलवायु, बोने का ऋतु, तापमान, दीप्तकालिता इत्यादि के असर से इन मानकों में बदलाव पाया गया है।

टीओसिंटे तथा ट्रिप्सेकम के वंशाणु के अंतर्गमन से जैविक तथा अजैविक तनावों के प्रति सहनशीलता के अलावा मक्के की उपज एवं उपज सम्बन्धी लक्षणों को सुधारा तथा संयोजन क्षमता बढ़ाया जा सकता है। जंगली प्रजातियाँ से तना में मजबूती, प्रति पौधा एक से अधिक भुट्टे, प्रभावशाली ढंग से पोषण प्रयोग क्षमता इत्यादि गुणों को जंगली प्रजातियों से स्थानांतरित कर मक्के की उपज बढ़ायी जा सकती है। अपरोक्ष रूप से ये गुण जलवायु परिवर्तन से मक्के पर होने वाले हानिकारक असर को भी कम करने में सहायक होंगे।

तालिका-4. जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस के कुछ विशिष्ट लक्षण

लक्षण	मानक
पौध ऊँचाई	202 से 308 से.मी.
प्रति पौध गाठों की संख्या	12 से 18
टैसल की लम्बाई	23 से 32 से.मी.
टिलर की संख्या	10 से 13
पुष्पण दिवस	76 से 93 दिन
प्रति पौध भुट्टों की संख्या	35 से 42





फिगर 1. जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस के पौधे, भुट्टे एवं दाने

टीओसिंटे तथा ट्रिप्सेकम के आनुवंशिक पूल का मक्के के आनुवंशिक पूल के संकरण तथा संयुग्मन से मक्के की आनुवंशिक विविधता को बढ़ाने के साथ-साथ जननद्रव्य को अधिक सशक्त एवं सक्षम बनाया जा सकता है। जंगली प्रजातियाँ उन गुणों के लिए मील का पत्थर साबित हो सकती है जिसके लिये मक्का जननद्रव्य में युग्म विविधता या तो नहीं या बहुत कम हैं। मक्के के जननद्रव्य में बैंडेड लीफ एन्ड शीथ ब्लाइट के लिये बहुत कम विविधता है जिसकी वजह से विकसित संकर प्रजातियों में इस बीमारी के प्रति कम सहनशीलता है। ऐसी संकर प्रजातियों में इस बीमारी के वजह प्रति वर्ष मक्के की फसल प्रभावित होती है नतीजन उचित उत्पादन के साथ-साथ किसानों को खेती से उचित लाभ नहीं मिलता है। भण्डारण के दौरान कई तरह के कीट-व्याधियों के प्रकोप की वजह से मक्के का बहुत बड़ा हिस्सा खराब हो जाता है। इस नुकसान से बचाने के लिये रसायनों का प्रयोग किया जाता है जिसकी वजह से न केवल किसान के ऊपर आर्थिक बोझ पड़ता है बल्कि रसायनों के दुष्प्रभाव से मानव स्वास्थ्य के अलावा पर्यावरण भी प्रभावित होता है। जिआ मेज उपप्रजाति पार्विग्लूमिस में भंडारित कीट-व्याधियों के प्रति उचित स्तर की प्रतिरोधक क्षमता पायी गयी है। अतः इस जंगली प्रजाति का प्रयोग भंडारित कीट-व्याधियों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता विकसित करने में की जा सकती है। विविधता संकर ओज का एक मुख्य घटक है। युग्म विविधता अधिक होने से अधिक संकर ओज वाली मक्के की संकर प्रजातियों का विकास कर उत्पादन एवं उत्पादकता को बढ़ाया जा सकता है। हाँलाकि वास्तविकता यह है कि

क्रमागत उन्नति एवं चयनात्मक प्रजनन की वजह से मक्का जननद्रव्य में विविधता कम हो रही हो जिसकी वजह से मक्के का सतत विकास एवं वृद्धि एक चुनौती बनी हुई है। ऐसी स्थिति में युग्म विविधता को बढ़ाने के लिये तथा मक्के का सतत विकास एवं वृद्धि को भविष्य में बनाये रखने लिये जंगली प्रजातियाँ मुख्य भूमिका निभा सकती है। इसके अलावा पौधों के विभिन्न गुणों के लिये मजबूत एवं प्रभावशाली युग्म रूप के लिये भी जंगली प्रजातियों का बखूबी से इस्तेमाल किया जा सकता है।

जंगली प्रजातियाँ मुख्य रूप से ट्रिप्सेकम तथा टीओसिंटे की कुछ प्रजातियाँ और मक्के के जीनोम में गुणात्मक तथा सरंचनात्मक अन्तर होने के कारण सामान्यतया पारम्परिक प्रजनन की विधियों से संकरण तथा वंशाणुओं का स्थानांतरण आसान नहीं होता है। अतः जंगली प्रजातियों से महत्वपूर्ण जंगली वंशाणुओं को मक्के की फसल में स्थानांतरित करने के लिये पारम्परिक उन्नत प्रजनन विधियों के अलावा आणविक प्रजनन तथा जैवप्रौद्योगिकी तकनीकों के उचित हस्तक्षेप की आवश्यकता है। इन तकनीकों के समेकित प्रयोग से मक्के के जीनोम को मूल्य वर्धित कर जैविक एवं अजैविक तनावों के प्रति सहनशीलता विकसित कर, अन्य लक्षणों के लिए युग्म विविधता तथा मक्का जननद्रव्य को अधिक सुदृढ़ तथा विविध बनाकर बदलते जलवायु परिवेश में भी मक्के के उत्पादन एवं उत्पादकता को टिकाऊ बना सकते हैं।

