



## बीटी मक्का और इसके फायदे

ममता गुप्ता एवं मुकेश चौधरी

भाकृअनुप-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना 141004

मक्का एक खाद्य फसल है जिसकी पूरे विश्व में व्यापक रूप से खेती की जाती है। यह एक बहुमुखी फसल है, जिसे उष्णकटिबंधीय, उपउष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण क्षेत्रों सहित पूरे विश्व में 166 से अधिक देशों में उगाया जा रहा है। भारत में मक्का की खेती 9.2 मिलियन हेक्टेयर के क्षेत्र में की जाती है, जिसका वार्षिक उत्पादन 26.15 मिलियन मेट्रिक टन है और औसत उत्पादकता 2.84 टन प्रति हेक्टेयर है। मक्का में व्यापक पारिस्थितिक अनुकूलन क्षमता होने के कारण यह देश के लगभग सभी भागों में उगाया जाता है, हालांकि कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, बिहार, महाराष्ट्र, मध्यप्रदेश, तमिलनाडु, राजस्थान और उत्तरप्रदेश प्रमुख मक्का उत्पादक राज्य हैं। इसका उपयोग मानव उपभोग के लिए, औद्योगिक रूप से प्रोसेसिंग खाद्य पदार्थों में, मवेशियों के खाद्य के रूप में और औद्योगिक रूप से गैर-खाद्य उत्पादों जैसे स्टार्च, एसिड और एल्कोहल के लिए किया जाता है।

भारत देश में मुर्गीपालन और पशुपालन के क्षेत्रों में बढ़ती मांग, मांसाहारियों की आबादी बढ़ने और भोजन की आदतें बदलने के कारण यह अनुमान लगाया जा सकता है की मक्का की मांग में साल दर साल वृद्धि जारी रहेगी। मक्का के शोधकर्ता उपज में वृद्धि और अनाज की गुणवत्ता में सुधार के लिए कीट प्रतिरोधी संकर और किस्मों के लगातार विकास के लिए दीर्घकालिक चुनौती का सामना कर रहे हैं। मक्का के उत्पादकों को कई प्रकार के कीटों से चुनौती मिलती है, लेकिन सब से महत्वपूर्ण हैं लेपिडोप्टेरेन लार्वा (यानी, कैटरपिलर) जोकि डंटल बोरर्स तथा लीफ फीडर होते हैं और कालेप्टेरान लार्वा (यानी बीटल ग्रिब्स) जोकि जड़ों को खाते हैं। रासायनिक कीटनाशकों के माध्यम से इन कीटों का नियंत्रण, किसानों, उपभोक्ताओं और पर्यावरण के स्वास्थ्य पर विभिन्न प्रकार के हानिकारक प्रभावों का कारण बनता है। पारंपरिक प्रजनन पद्धति का उपयोग करते हुए कीट प्रतिरोधक किस्मों का विकास बहुत कठिन है और प्रजातियों के अंदर कीट प्रतिरोध के अपर्याप्त स्रोतों के कारण इस पद्धति का उपयोग काफी सीमित है। ट्रांसजेनिक/जीएम टेक्नोलॉजी मानव जाति के लिए वरदान साबित होती हुई पद्धति है। बीटी कपास इसका भारत में सफलतम उदाहरण है क्योंकि यह पद्धति सटीक प्रजनन द्वारा विभिन्न कीड़ों के खिलाफ प्रतिरोधी संकर और किस्मों को विकसित करती है और खतरनाक कीटनाशकों की जरूरत

को कम करती है। इसलिए, हमारे देश को भोजन उत्पादन में आत्मनिर्भरता बनाए रखने के लिए तथा साथ ही सदाबहार क्रांति लाने के लिए ट्रांसजेनिक/जीएम तकनीक का पारंपरिक प्रजनन पद्धति के साथ संयोजन को एक महत्वपूर्ण विकल्प के रूप में नियोजित किया जाना अति आवश्यक है।

### बीटी मक्का और इसकी कार्यशैली:

बीटी मक्का आनुवांशिक रूप से संशोधित मक्का की फसल है जो एक कीटनाशक प्रोटीन को अभिव्यक्त करता है, जिसके जीन को स्वाभाविक रूप से मिट्टी में पाए जाने वाले बैसिलस थुरिंगिजेन्सिस नाम के जीवाणु से प्राप्त किया जाता है, जिसे आमतौर पर बीटी कहा जाता है। इन बीटी जीन को आमतौर पर कीड़ों के विभिन्न प्रजातियों के लिए विषाक्त माना जाता है, लेकिन यह अन्य जीवों के लिए सुरक्षित है। इस जीवाणु की एक अनोखी विशेषता है की यह एक क्रिस्टल प्रोटीन का उत्पादन करता है जो चुनिंदा कीड़ों के विशिष्ट समूहों को मारते हैं। यह क्रिस्टल प्रोटीन (क्राईप्रोटीन) कीड़ों के पेट में जहर की तरह कार्य करता है। एक बार इस क्राईप्रोटीन को खाने के बाद कीट के अपने पाचन एंजाइम प्रोटीन के विषाक्त रूप को सक्रिय करते हैं। क्राईप्रोटीन आंतों की आंतरिक सतह पर विशिष्ट “रिसेप्टर्स” से जुड़ने के बाद वहां की कोशिकाओं को नष्ट कर देते हैं। मकई बोरर कीड़ा द्वारा पर्याप्त मात्रा में क्राई प्रोटीन का सेवन कर लेने के पश्चात् वे दो घंटों के भीतर मक्का के पौधे को खाना बंद कर देते हैं तथा दो या तीन दिनों के भीतर मर जाते हैं। तीस से अधिक वर्षों तक विभिन्न फसलों में बीटी के विभिन्न तरल और दानेदार फॉर्मूलेशन को यूरोपीय मकई बोरर और अन्य कीटों के खिलाफ सफलतापूर्वक इस्तेमाल किया जा चुका है।

बीटी के कई स्ट्रेन्स या उपप्रजातियाँ होती हैं, जिनमें भिन्न-भिन्न प्रकार के क्राईप्रोटीन होते हैं। वैज्ञानिकों ने 60 से अधिक प्रकार के क्राई प्रोटीनो की पहचान की है, जिनमें कीटनाशक गतिविधियाँ पायी गयी हैं। उदाहरण के लिए, प्रोटीन कोलोराडो आलू बीटल (क्राई 3ए, क्राई 3सी), मकई भुट्टा कीड़ा (क्राई 1एसी, क्राई 1एबी), तम्बाकू बड वार्म (क्राई 1एबी) और यूरोपीय मकई बोरर (क्राई 1एबी, क्राई 1एसी, क्राई 9सी)।



यूरोपीय मकई बोरर के खिलाफ लक्षित अधिकांश बीटी मकई संकर, केवल क्राई 1एबी प्रोटीन का उत्पादन करते हैं तथा कुछ क्राई 1एसी प्रोटीन या क्राई 9सी प्रोटीन का उत्पादन करते हैं।

### बीटी मक्का के निर्माण की प्रक्रिया:

जेनेटिक इंजीनियरिंग पद्धति प्रक्रिया का पहला चरण डीएनए निष्कर्षण/पृथक्करण होता है। इसके लिए सबसे पहले एक नमूना लिया जाता है जिसमें अभिरुचि वाली जीन (बैसिलस थुरिंगिनेसिस) पायी जाती हो। तत्पश्चात इस नमूने से डीएनए को कई चरणों के माध्यम द्वारा कोशिकाओं के अन्य भागों से अलग किया जाता है।

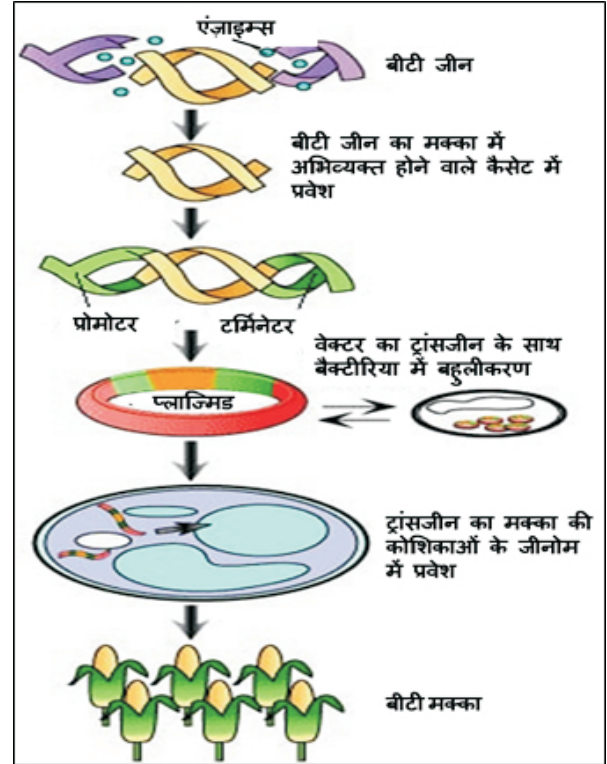
डीएनए पृथक्करण के दौरान, जीव का पूरा डीएनए एक बार में निकाला जाता है। इसका मतलब यह है कि बैसिलस थुरिंगिनेसिस बैक्टीरिया के नमूने से निकाले जाने वाले डीएनए में बीटी जीन के साथ बैक्टीरिया की अन्य सभी जीन्स भी उपस्थित होती है। अभिरुचि वाली जीन (यानि, बीटी जीन) को बाकी सभी अन्य जीनों से अलग करने के लिए वैज्ञानिक जीन क्लोनिंग प्रक्रिया का इस्तेमाल करते हैं, जोकि जेनेटिक इंजीनियरिंग पद्धति प्रक्रिया का दूसरा चरण कहलाता है।

एक बार अभिरुचि वाली जीन क्लोन हो जाने के बाद जेनेटिक इंजीनियरिंग पद्धति का तीसरा चरण शुरू होता है, जिसमें अभिरुचि वाली जीन को एक अलग जीव के अंदर काम करने के लिए डिजाइन किया जाता है। अभिरुचि वाली जीन का संशोधन एक परीक्षण ट्यूब में किया जाता है जिसमें विशिष्ट एंजाइमों की सहायता द्वारा कुछ जीनों को काटा जाता है और कुछ क्षेत्रों को विस्थापित किया जाता है।

जीन को संशोधित करने के बाद चौथा चरण शुरू होता है जोकि रूपांतरण (ट्रांसफॉर्मेशन) या जीन प्रवेशन कहलाता है। चूंकि पौधों में लाखों कोशिकाएं होती हैं, इसलिए प्रत्येक कोशिका में ट्रांसजीन की एक प्रति को सम्मिलित करना असंभव होगा। इसलिए, ढेर सारी एक जैसी पौधे की कोशिकाओं के समूह (यानि, कैलस) को उगाने या बढ़ाने के लिए टिशूकल्चर तकनीक का उपयोग किया जाता है।

इसके बाद कई नई विभिन्न तकनीकों का उपयोग कर कुछ कोशिकाओं में यह ट्रांसजीन डाली जाती है। इस कार्य के लिए सामान्यतय कुछ तकनीकें जैसे जीन बंदूक, एग्रोबेक्टेरियम, माइक्रोफिबर, और इलेक्ट्रोपोरेशन उपयोग में लायी जाती हैं। इन सभी तकनीकों का मुख्य लक्ष्य नई ट्रांसजीन को बिना किसी कोशिका को मारे उसके न्यूक्लियस में स्थानांतरित करना है।

नई ट्रांसजीन कोशिकाओं के गुणसूत्र में सफलतापूर्वक सम्मिलित हो भी सकती है या नहीं भी। कोशिकाये जो नई ट्रांसजीन प्राप्त करती हैं



चित्र: बीटी मक्का के निर्माण के प्रमुख चरणों का आरेख

उन्हें ट्रांसजेनिक कहा जाता है और इन ट्रांसजेनिक कोशिकाओं को अन्य गैर-ट्रांसजेनिक कोशिकाओं से विभिन्न तरीकों द्वारा अलग कर दिया जाता है।

पौधे की कई प्रकार की कोशिकाएं संपूर्णता पूर्ण होती हैं, जिसका अर्थ है कि पौधे की एक कोशिका एक सम्पूर्ण पादप में विकसित हो सकती है। इसलिए, प्रत्येक ट्रांसजेनिक कोशिका एक सम्पूर्ण पादप में विकसित हो सकती है, जिसकी प्रत्येक कोशिका में ट्रांसजीन होगा। उसके बाद ट्रांसजेनिक पौधों को ग्रीन हाउस में परिपक्वता के लिए उगाया जाता है और उनसे ट्रांसजेनिक बीज का उत्पादन करते हैं।

### बीटी मक्का के फायदे

#### संरक्षित पैदावार

मक्का के उत्पादकों को मकई बोरर को नियंत्रित करने में काफी कठिनाई होती है क्योंकि एक बार लार्वा द्वारा डंठल में सुरंग करने के बाद कीटनाशक प्रभावी नहीं होते हैं। मकई बोरर्स को कीट वैज्ञानिकों ने “शांत चोर” का नाम दिया हुआ है क्योंकि इसके कारण मक्का के उत्पादकों को पैदावार में सामान्यतय 5-10 प्रतिशत या इससे अधिक का नुकसान होता है। आजकल मक्का के उत्पादक बीटी मक्का संकर की





तरफ आकर्षित हो रहे हैं क्योंकि बीटी मक्का में पाए जाने वाले क्राईप्रोटीन्स प्रभावी ढंग से मकई बोरर को नियंत्रित कर उनसे होने वाले नुकसान से बचाता है जिसके कारण बीटी मक्का का इस्तेमाल करने वाले उत्पादकों को अक्सर उच्च पैदावार प्राप्त होती है।

### कीटनाशकों का कम उपयोग

मक्का के उत्पादकों को मकई बोरर से होने वाले नुकसान से बचने के लिए कीटनाशकों के उपयोग की जरूरत पड़ती है जोकि मक्का की खेती का खर्च बढ़ाते है। बीटी मक्का का प्रमुख लाभ यह है कि इसके क्राईप्रोटीन्स प्रभावी ढंग से मकई बोरर को नियंत्रित कर व्यापक-स्पेक्ट्रम वाले कीटनाशकों के उपयोग करने की आवश्यकता को कम करता है।

### बेहतर अनाज गुणवत्ता

कीड़े के द्वारा मक्का के दानो पर की गयी क्षति इअर मोल्ड्स को संक्रमण के लिए एक अनुकूल स्थान प्रदान करती है। यह इअर मोल्ड्स विभिन्न प्रकार के विषाक्त पदार्थों (यानी, मायकोट,क्सीन) विशेष रूप से फ्यूमोनिसिन और डीओक्साइनावेलेनाल का उत्पादन करती है। मक्का के दाने का मोल्ड के साथ संदूषण के परिणाम गंभीर हो सकते हैं, क्योंकि इन विषाक्त पदार्थों के सेवन से घोड़ों में लुकोएन्सेफलामलेसिया, सूअर में पल्मोनरी एडिमा और प्रयोगशाला चूहों में कैसर नमक घातक बीमारिया पैदा हो सकती है। बीटी मक्का का एक और महत्वपूर्ण लाभ है की बीटी मक्का के दानो पर कीड़े के द्वारा क्षति नाममात्र होने की वजह से मक्का के दाने पर इअर मोल्ड्स को संक्रमण के लिए एक अनुकूल स्थान प्राप्त नहीं होता जिससे मक्का के दानो की गुणवत्ता में वृद्धि होती है तथा घातक बीमारियों से बचाव होता है।

### पर्यावरण और स्वास्थ्य पर सकारात्मक प्रभाव

अधिकांश व्यापक-स्पेक्ट्रम वाले कीटनाशक जिनका हम अपनी फसलों पर छिड़काव कर रहे हैं, वे सभी कीड़े को मारते हैं, जिसमें हानिरहित और फायदेमंद कीड़े भी शामिल होते हैं। इसके विपरीत, बीटी मक्का में पाए जाने वाला बीटी एन्डोटाक्सिन जोकि बैसिलस थुरिंगिनेसिस से निकाला जाता है, बहुत ही चयनात्मक होता है। यह कुछ कीड़े (उदाहरण के लिए, यूरोपीय मकई बोरर) के समूह के लिए ही विशिष्ट होता है जो इस टाक्सिन के प्रति अतिसंवेदनशील होते हैं। यह बीटी एन्डोट,क्सिन अन्य किसी भी हानिरहित और फायदेमंद कीड़े (जैसे मक्खियों, मधुमक्खियों और ततैया) को नुकसान नहीं पहुँचाता है तथा यह मनुष्यों, अन्य स्तनपायी, मछली, पक्षियों के लिए भी सुरक्षित माना जाता है।

बीटी मकई खतरनाक रासायनिक कीटनाशकों के उपयोग को कम करके मक्का के उत्पादकों और उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य पर इनसे होने वाले हानिकारक प्रभावों से बचाता है तथा पर्यावरण को भी प्रदूषित होने से बचाता है।

### लाभ बढ़ाएं

बीटी मक्का की खेती करने वाले किसानों को दो तरह से आर्थिक लाभ होता है पहला, कीड़े की वजह से पैदावार में होने वाले नुकसान को कम करके तथा दूसरा, कीड़े को मारने के लिए महंगे एवं खर्चिले कृत्रिम कीटनाशकों के उपयोग को कम करके। इसलिए बीटी मक्का की खेती किसानों के लिए लाभ की खेती है।

हिंदी हमारे राष्ट्र की अभिव्यक्ति का सरलतम स्रोत है।

-सुमित्रानंदन पंत

सभी भारतीय भाषाओं के लिए यदि कोई एक लिपी आवश्यक है तो वो देवनागरी ही हो सकती है।

-जस्टिस कृष्णस्वामी अय्यर

