www.krishipravahika.vitalbiotech.org

कृषि प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका

e-ISSN: 2583 – 0430

कृषि-प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका, (2022) वर्ष 2, अंक 8, 1-5

Article ID: 211

आनुवंशिक रूप से इंजीनियर्ड (संशोधित) फसलें : बैसिलस थुरिंजिनेसिस फसले

रवि प्रकाश चौधरी* अरविन्द कुमार एवं गोविन्द मिश्रा

आचार्य नरेन्द्र देव कृषि एवं प्रौधोगिकी विश्वविध्यालय कुमारगंज,

अयोध्या- 224229 (उ.प्र.)

जब एक पौधे के विशिष्ट जीन को किसी अन्य पौधे में वांछित सुधारने करने के लिए स्थानांतरित किया जाता है, तो परिणाम वह पौधा आनुवंशिक रूप से इंजीनियर्ड (या संशोधित) पौधा होता है (जिसे ट्रांसजेनिक पौधा भी कहा जा सकता है)। जीन को पौधों में स्थानांतरित करने के विभिन्न तरीके हैं जिसमे चयनात्मक प्रजनन सबसे पुराने और सबसे प्रचलित विधि है। इस विधि में हम पुरे खेत में लगे पौधे में से वांछित विशेषता वाले पौधे का चयन बार बार कर्त्र है। परन्तु उच्च तकनीक के व्दारा प्रयोगशाला में एक पौधे से वांछित लक्षण व्यक्त करने वाले जीन को एक नए पौधे में स्थानांतरित किया जाता है। इस प्रकार से बनी फसलो को आनुवंशिक रूप से संशोधित फसल कहते है।

बी.टी. फसलें क्या हैं?

बी.टी. फसलें ट्रांसजेनिक फसलें हैं जो आनुवंशिक रूप से जीवाणु बैसिलस थुरिंगिनेसिस के डीएनए से इंजीनियर्ड होती हैं। जो पौधे की कोशिका में जीवाणु बैसिलस थुरिंजिनेसिस के समान विष उत्पन्न करती हैं, और उन्हें हानिकारक कीटों से बचाती है। जीवाणु में एक विशिष्ट प्रोटीन "क्राई प्रोटीन" पायी जाती है जो कीटो के लिए जहरीली होती हैं। जब कोई कीट ट्रांसजेनिक पौधों को खाता है, तो पौधों में मौजूद जहरीला क्राई प्रोटीन कीड़ों के पाचन तंत्र को क्रिस्टलीकृत कर देती है, जिससे अंततः उसकी मृत्यु हो जाती है। हालांकि, इसका मानव पाचन तंत्र पर कोई हानिकारक प्रभाव नहीं पड़ता है। 1983 में पहला उत्पादित आनुवंशिक रूप से संशोधित फसल तंबाकू है। अन्य बीटी फसलों में कपास, बैगन, मक्का आदि शामिल हैं।

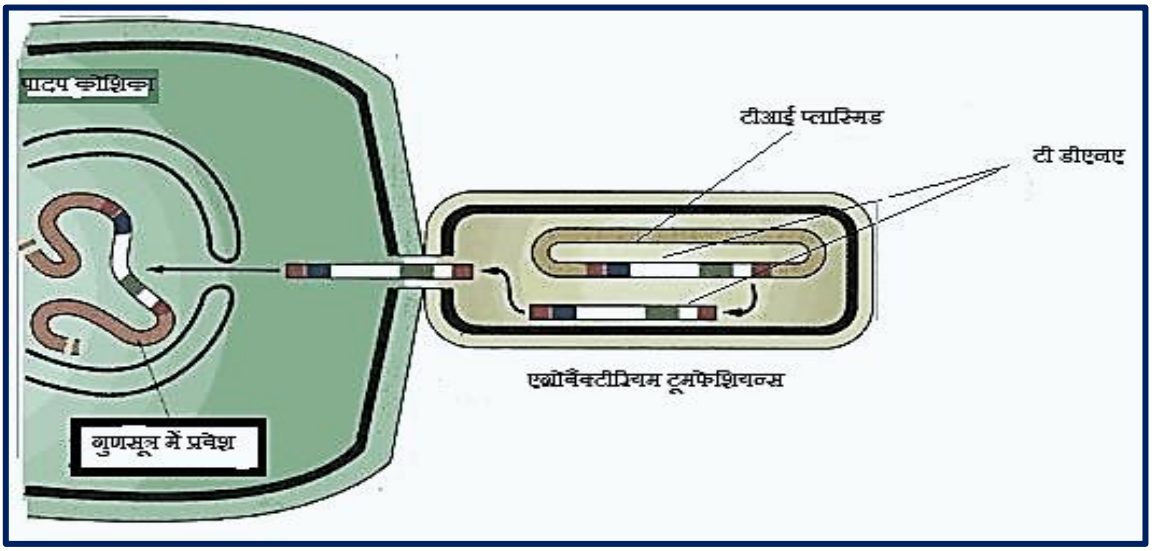
बैसिलस थुरिंजिनेसिस एक ग्राम-पॉजिटिव, बीजाणु बनाने वाला बैक्टीरिया है जो मुख्य रूप से मिट्टी में पाया जाता है। जैसा कि ऊपर कहा गया है, यह एक विशिष्ट प्रोटीन पैदा करता है जो कीड़ों के लिए जहरीले होते हैं। जैविक खेती में किसान इस जीवाणु को घोल में प्रयोग करते हैं और कीटों से बचाने के लिए पौधों पर इसका छिड़काव करते हैं। बैसिलस थुरिंगिनेसिस का उपयोग करने की प्रथा वर्ष 1996 में जीवाणु से थोड़ी मात्रा में जीन के साथ शुरू हुई थी। इससे पौधों की कोशिकाओं में क्राय प्रोटीन के उत्पादन में मदद मिली जिससे कीटों को मारने में मदद मिली।

आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलों का उत्पादन कैसे करें?

1. **वांछित जीन का चयन और उसे अलग करना :** पादप प्रजनक को गुणसूत्रों की संरचना, कार्य या स्थान के बारे में विस्तृत जानकरी का उपयोग कर के उस जीन की पहचान कर सकता है जो किसी पौधे में वांछित गुण के लिए जिम्मेदार होता है । उदाहरण के लिए- सूखा सहिष्णुता, कीट प्रतिरोध इत्यादि।
2. **वांछित जीन और वेक्टर का दुसरे पौधे में प्रवेश :** पौधों के लिए सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला जीन ट्रांसफर टूल, एग्रोबैक्टीरियम टूमफेशियन्स के डीएनए (प्लास्मिड) अणु है। वांछित जीन को रिकोम्बिनेंट डीएनए (आरडीएनए) तकनीकों का उपयोग करके प्लास्मिड में डाला जाता है। वांछित जीन को नये पौधों में स्थानांतरित करने की निम्न विधिया है.

एग्रोबैक्टीरियम ट्यूमेफैसिएन्स के व्दारा पौधे के जीन में परिवर्तन

एग्रोबैक्टीरियम टूमफेशियन्स प्राकृतिक रूप से मिट्टी में पाया जाने वाला जीवाणु है जिसमे पौधे के अंदर नई आनुवंशिक गुणों को स्थापित करने की क्षमता होती है। जिसे टी डीएनए (स्थानांतरित डीएनए) कहा जाता है जो एक Ti प्लास्मिड पर स्थित होता है। Ti प्लास्मिड डीएनए का एक कण होता है जो लगभग सभी बैक्टीरिया में पाया जाता है। वर्तमान में, एग्रोबैक्टीरियम-मध्यस्थता परिवर्तन पौधों में जेनेटिक इंजीनियरिंग के लिए सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला तरीका है। प्रारंभ में, यह माना जाता था कि यह एग्रोबैक्टीरियम केवल द्विबीजपत्री पौधों को संक्रमित करता है, लेकिन बाद में यह स्थापित किया गया कि इसका उपयोग चावल जैसे एकबीजपत्री पौधों के परिवर्तन के लिए भी किया जा सकता है।

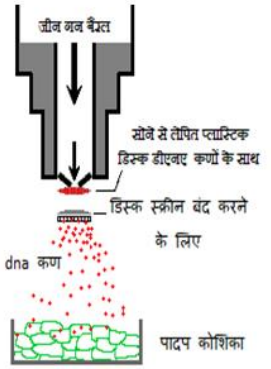


चित्र 1: *एग्रोबैक्टीरियम-मध्यस्थ पादप परिवर्तन प्रक्रिया*

जीन गन का उपयोग करके पौधे के जीन में परिवर्तन

जीन गन वांछित जीन को सेल के अन्दर प्रवेश कराने के लिए विकसित किया गया था ताकि वांछित जीन युक्त आनुवंशिक सामग्री को सेल में स्थानांतरित किया जा सके। आज जीन गन का उपयोग कई जीवों के आनुवंशिक परिवर्तन के लिए वांछनीय लक्षणों की एक विविध श्रेणी को पेश करने के लिए किया जाता है। जीन गन के व्दारा और एग्रोबैक्टीरियम-मध्यस्थता पद्धति के व्दारा पौधे में आनुवंशिक परिवर्तन की रूपरेखा एक समान होती है जो निम्नानुसार है:

1) स्रोत जीव से वांछित जीन को अलग करना;
2) वांछित जीन के अनुरूप एक कार्यात्मक ट्रांसजीन, प्रमोटर, कोडान और मार्कर जीन;
3) पौधों की कोशिकाओं में ट्रांसजीन का प्रवेश;
4) पौधों की कोशिकाओं को पुन: उत्पादन;
5) प्रयोगशाला, ग्रीनहाउस और क्षेत्र स्तर पर परीक्षण विशेषता प्रदर्शन या जीन अभिव्यक्ति।



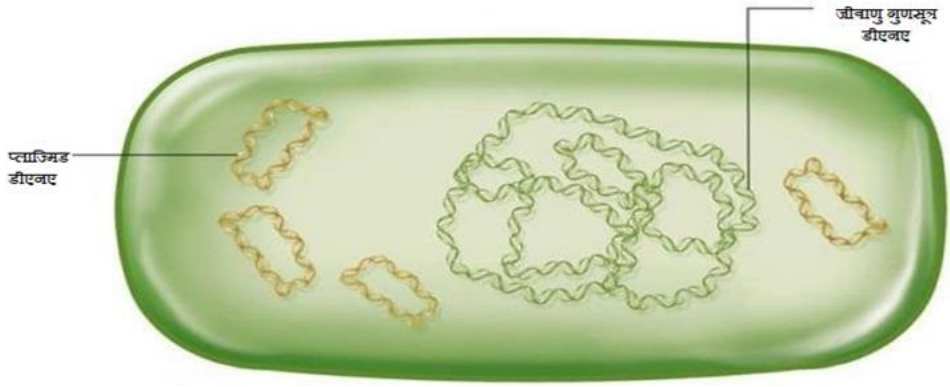
चित्र 2- जीन गन पद्धति का उपयोग करके जीन स्थानांतरण

चित्र 3- जीन गन मशीन

सामान्यतः प्लास्मिड/वेक्टर का उपयोग

वेक्टर एक डीएनए अणु है जिसका उपयोग वांछित जीन को एक पौधे से दूसरे पौधे में ले जाने के लिए किया जाता है। जीन वंशानुक्रम की इकाई है जिसमें डीएनए शामिल है। वांछित जीन को वेक्टर की आनुवंशिक सामग्री में एकीकृत किया जा सकता है, जो फिर इसे दूसरे पौधे में उत्पन्न करता है। आमतौर पर इस्तेमाल किए जाने वाले दो वैक्टर होते हैं: प्लास्मिड और वायरस-आधारित वैक्टर।

प्लास्मिड पौधे के परिवर्तन में उपयोग किए जाने वाले सबसे आम वैक्टर हैं। उनका उपयोग वांछित जीन को बढ़ाने और विदेशी जीन को प्राप्तकर्ता पौधे में स्थानांतरित करने के लिए किया जाता है। प्लास्मिड डीएनए के छोटे गोलाकार टुकड़े होते हैं जो लगभग सभी बैक्टीरिया और कुछ कवक, प्रोटोजोआ, पौधों और जानवरों में पाए जाते हैं। प्लास्मिड गुणसूत्र से अलग होते हैं। गुणसूत्र प्राथमिक संरचनाएं हैं जिनमें कोशिकाओं में डीएनए होता है । प्लास्मिड स्वतंत्र रूप से गुणसूत्र की प्रतिकृति बनाते हैं। विषाणु-आधारित वैक्टर को विशेष प्रयोजनों के लिए पादप कोशिकाओं में जीन स्थानांतरण के लिए एक उपकरण के रूप में भी इस्तेमाल किया जा सकता है।



चित्र 4- गुणसूत्र और प्लाज्मिड डीएनए का जीवाणु कोशिका

संपूर्ण पौधों में संशोधित पादप कोशिकाओं के चयन और पुनर्जनन : परिवर्तन के बाद, पादप कोशिकाओं का केवल एक छोटा सा भाग वांछित जीन को ग्रहण करता है और चयनित मार्कर जीन जो एंटीबायोटिक या शाकनाशी प्रतिरोध प्रदान करते हैं, गैर-रूपांतरित कोशिकाओं के सापेक्ष रूपांतरित कोशिकाओं के विकास के पक्ष में उपयोग किए जाते हैं। इस विधि के लिए, प्रतिरोधी जीन को वेक्टर में डाला जाता है और पौधों की कोशिकाओं को वांछित लक्षण प्रदान करने वाले जीन के साथ स्थानांतरित कर दिया जाता है। जब कोशिकाएं एंटीबायोटिक या शाकनाशी के संपर्क में आती हैं, तो केवल चयनित मार्कर जीन युक्त और व्यक्त करने वाली रूपांतरित कोशिकाएं ही जीवित रहेंगी। तब रूपांतरित कोशिकाओं को टिशू कल्चर (ऊतक संवर्धन) विधियों का उपयोग करके पूरे पौधों में पुनर्जीवित किया जाता है।

कुछ प्रमुख बी टी फसल

1) बी टी मक्का

मकई एकमात्र बीटी फसल है जो 5 यूरोपीय देशों (स्पेन, पुर्तगाल, रोमानिया, चेक गणराज्य और स्लोवानिया) में व्यावसायिक रूप से उत्पादित और बेची जाती है और इसका उपयोग पशुधन को खिलाने और स्टार्च उद्योग के लिए किया जाता है। बीटी मकई के बीज का एक हिस्सा स्टार्च, कॉर्नफ्लेक्स, पॉपकॉर्न, डिब्बाबंद स्वीट कॉर्न, कोब पर मकई, और मकई के तेल जैसे खाद्य उत्पादों के निर्माण के लिए उपयोग किया जाता है, क्योंकि ऐसे खाद्य पदार्थों के उत्पादन के लिए उपयोग की जाने वाली उच्च गर्मी किसी भी विषाक्त पदार्थ को तोड़ देती है।

संयुक्त राज्य अमेरिका, कनाडा और यूरोप (स्पेन) में 1997 में बीटी मकई की खेती शुरू हुई, और इसे 2009 तक 11 देशों में व्यावसायिक रूप से लगाया गया। यह तब संयुक्त राज्य अमेरिका में मकई के कुल क्षेत्रफल का 85%, कनाडा में 84%, अर्जेंटीना में 83%, दक्षिण अफ्रीका में 57%, ब्राजील में 36%, स्पेन में 20% और फिलीपींस में 19% का प्रतिनिधित्व कर रहा था . 2016 में, दुनिया में जी एम मकई की खेती (16 देशों में) 60.6 मिलियन हेक्टेयर तक पहुंच गया, जिसमें से 6 मिलियन (10%) बीटी मकई थे, 7 मिलियन (11.7%) शाकनाशी-सहिष्णु मकई था, और 47.7 मिलियन (78.7%) संयुक्त (बीटी और शाकनाशी-सहिष्णु) मकई थे।

2) बी टी कपास

कपास उत्पादकों के लिए, बीटी कपास की शुरूआत से पहले कीटों का बहुत दबाव था। सिंथेटिक कीटनाशक प्रतिरोध के कारण, एच. विरेसेंस और पिंक बॉलवर्म, पेक्टिनोफोरा गॉसिपिएला के कारण किसानों को अपने कपास का बहुत नुकसान हो रहा था। यूएसडीए के अनुसार, संयुक्त राज्य अमेरिका में उगाई जाने वाली कपास का 94% आनुवंशिक रूप से संशोधित है।

कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय में एक अध्ययन से पता चला है कि 1996 से 1998 तक बीटी कपास के खेतों में उपयोग किये गए कीटनाशकों की औसत लागत में कमी 25 से 65 डॉलर प्रति एकड़ के बीच थी; इसी अवधि में अनुमानित उपज पारंपरिक कपास की तुलना में औसतन 5% अधिक थी। इसके अलावा, बीटी कपास ने अन्य कपास कीटों के खिलाफ कीटनाशकों की लागत में काफी कमी की ।

1996 में, बोलगार्ड कॉटन (मोनसेंटो कंपनी का एक ट्रेडमार्क) संयुक्त राज्य अमेरिका में विपणन किया जाने वाला पहला बीटी कॉटन था। यह Cry1Ac टॉक्सिन का उत्पादन करता है जो की तंबाकू बडवर्म और पिंक बॉलवर्म के प्रति अत्यधिक लाभदायक थी। बीटी कॉटन को संयुक्त राज्य अमेरिका में पश्चिमी कपास बेल्ट के किसानों द्वारा पिंक बॉलवर्म के लिए अपनाया गया ।

बोलगार्ड II को 2003 में बीटी कपास की अगली पीढ़ी का प्रतिनिधित्व करते हुए पेश किया गया था। यह Cry2Ab टॉक्सिन पैदा कर रहा था। वाइड स्ट्राइक कॉटन (डॉव एग्रो-साइंसेज का एक ट्रेडमार्क) का उत्पादन 2004 में Cry1Ac और Cry1Af से किया गया था। बोलगार्ड II और वाइड स्ट्राइक दोनों में मूल बोलगार्ड की तुलना में कैटरपिलर कीड़ों की

एक विस्तृत श्रृंखला पर बेहतर गतिविधि है।

बी टी कपास की सबसे हाल की तीसरी पीढ़ी में तीन जीन शामिल थे: Bollgard 3 (Cry1Ac + Cry2Ab + Vip3A), Twin Link Plus (Cry1Ab + Cry2Ac + Vip3Aa), and Wide Strike 3 (Cry1Ac + Cry1F + Vip3A).

बी टी कपास विकासशील देशों में खेती की जाने वाली एकमात्र बीटी फसल है । भारत और चीन में, बीटी कपास का खेती क्षेत्र 2006 और 2007 के दौरान तेजी से बढ़कर 2.5 मिलियन एकड़ (2.5 मिलियन हेक्टेयर) तक पहुंच गया। भारत में बी टी कपास की खेती 2002 (जेम्स 2016) में शुरू हुई थी। 2016 में, विश्व में कपास का कुल क्षेत्रफल 35 मिलियन हेक्टेयर (18 देशों में) था, जिसमें से 22.3 मिलियन (64%) जी एम कपास थे।

3) बी टी बैगन

बीटी बैगन भी एक क्रिस्टल प्रोटीन जीन क्राई 1 एसी के जीवाणु बैसिलस थुरिंजिएन्सिस के आनुवंशिक परिवर्तन से उत्पन्न होता है। लेपिडोप्टेरान कीड़ों के खिलाफ प्रतिरोध प्रदान करने के लिए बीटी बैंगन विकसित किया गया था। बीटी जीन द्वारा उत्पादित प्रोटीन कीट की झिल्ली पर मौजूद रिसेप्टर्स से बंधते हैं, जिसके परिणामस्वरूप झिल्ली पर छिद्र बन जाते हैं। यह पाचन प्रक्रिया को बाधित करता है और कीट की मृत्यु का कारण बनता है

बी टी फसलों के लाभ

1. यह फसल की उपज में सुधार करने में मदद करता है, जिससे किसान की आय में वृद्धि होती है। इसके परिणामस्वरूप कृषि उत्पादन में वृद्धि होती है।
2. वे मृदा प्रदूषण को नियंत्रित करने में मदद करते हैं क्योंकि सिंथेटिक कीटनाशकों का उपयोग कम हो जाता है।
3. बीटी फसलें लाभकारी कीड़ों की रक्षा करने में मदद करती हैं।
4. कम समय में अधिक पैदावार होने के कारण यह बढ़ती हुई जनसंख्या का आसानी से भरण-पोषण कर सकता है।
5. यह कीटनाशकों की कमी के कारण रोग मुक्त फसलों का उत्पादन करता है।
6. यह भूमि के एक छोटे से क्षेत्र में अधिक उत्पादकता की ओर ले जाता है।

बी टी फसलों के नुकसान

1. बीटी फसलें प्राकृतिक रूप से उगाई जाने वाली फसलों से महंगी होती हैं।
2. यह जीन प्रवाह की प्राकृतिक प्रक्रिया को बाधित कर सकता है।
3. कीट इन फसलों द्वारा उत्पादित विषाक्त पदार्थों के प्रतिरोधी बन सकते हैं और फसल उत्पादन में गिरावट आ सकती है।