

भारत में सतत कृषि और खाद्य सुरक्षा के लिए अनुवांशिक रूप से संशोधित (जी एम) फसलों की भूमिका

कृष्ण कुमार, शोहरत फातमा, पंकज पांडेय, कोमल, श्रेया मेहंदीरता, प्रियम कथूरिया, राखी सिंह, नेहा, अभिषेक कुमार झा, भूपेंद्र कुमार एवं हनुमान सहाय जाट
भाकृअनुप-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना, पंजाब

आनुवांशिक अभियांत्रिकी (जेनेटिक इंजीनियरिंग - जी. ई.) एक प्रभावशाली तकनीक है जिसका उपयोग हम पौधों के आनुवंशिक तत्व (DNA) में बदलाव कर नयी बेहतर गुणों वाली फसलों को विकसित करने के लिए कर सकते हैं। पिछले दो दशकों में इस तरह की आनुवंशिक रूप से संशोधित (जीएम) फसलों को अपनाने से कृषि को अत्यधिक लाभ हुआ है, जैसे कि कम लागत के साथ उच्च फसल की पैदावार, जैविक और अजैविक तनावों के लिए प्रतिरोधी फसलों का विकास, बेहतर पोषण गुणवत्ता वाली फसलें, बेहतर संग्रहण अवधि, और अधिक खाद्य सुरक्षा। ट्रांसजेनिक (बाह्य जीनित) तकनीक का उपयोग करके विकसित जीएम फसलें वर्तमान में दुनिया भर के 29 देशों में उगाई जा रही हैं। ये फसलें कुल मिलाकर 190 मिलियन हेक्टेयर से अधिक कृषि भूमि पर उगायी जा रही हैं। पिछले 20 वर्षों से, दुनिया के विभिन्न हिस्सों में शाकनाशी प्रतिरोधी और कीट-प्रतिरोधी जी. एम. कपास, सोयाबीन और मक्का जैसी व्यावसायिक जी. एम. फसलें उगाई जा रही हैं, जो किसानों को न केवल सुरक्षा बल्कि बेहतर उत्पादकता और आर्थिक लाभ भी प्रदान करती हैं। हालांकि, भारत में, कीट-प्रतिरोधी कपास व्यावसायिक खेती के लिए अभी तक स्वीकृत एकमात्र जीएम/ट्रांसजेनिक फसल है, जबकि भारत में विकसित बीटी बेंगन की खेती बांग्लादेश में की जाती है।

हाल ही में, भारत सरकार ने एक सार्वजनिक क्षेत्र के संस्थान द्वारा विकसित ट्रांसजेनिक सरसों, धारा सरसों संकर-11 के पर्यावरणीय रिलीज की अनुमति दी है। इसके अलावा, कई अन्य फसलें नियामक अनुमोदन की प्रतीक्षा कर रही हैं। घटती भूमि उपलब्धता और पानी की कमी के साथ-साथ बढ़ती आबादी को खिलाने के लिए पर्याप्त गुणवत्ता वाले भोजन का उत्पादन करना कृषि में उत्पन्न

कई चुनौतियों में से एक है। इन चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए, जीएम फसलों में भारत की खाद्य सुरक्षा में योगदान करने और भूमंडलीय उष्मिकीकरण व अन्य पर्यावरणीय मुद्दों का समाधान करने की भारी क्षमता है। हालांकि, बाहरी जीन वाली जीएम फसलों को अपनाने से पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य पर संभावित प्रतिकूल प्रभाव से संबंधित सार्वजनिक चिंताएँ उत्पन्न होती हैं।

ऐसी चिंताओं को दूर करने के लिए, जीनोम संपादन (एस. डी. एन.-1 और एस. डी. एन.-2 प्रकार) जैसे वैकल्पिक तकनीकों को अपनाना संभावित समाधान हो सकता है। इन नयी तकनीकों का उपयोग करके वांछनीय विशेषता वाले ट्रांसजीन मुक्त पौधों (non-GM) को प्राप्त किया जा सकता है। प्रस्तुत लेख में, हम भारतीय संदर्भ में कृषि उत्पादन में स्थिरता, खाद्य सुरक्षा और पोषण सुरक्षा के संदर्भ में जीएम फसलों के महत्व पर संक्षेप में विचार करेंगे।

वर्तमान में, तेजी से बढ़ती वैश्विक जनसंख्या को पर्याप्त पोषण प्रदान करने के लिए खाद्य उत्पादन बढ़ाने का दबाव लगातार बढ़ रहा है। जलवायु परिवर्तन वैश्विक खाद्य उत्पादन प्रणाली के समझ वाली चुनौतियों को और गंभीर बना देता है, क्योंकि वैश्विक तापमान में प्रत्येक डिग्री सेल्सियस की वृद्धि फसल उत्पादन में कमी का कारण बन सकती है। विषम मौसम परिस्थितियों की बढ़ती व्यापकता के कारण कीटों और रोगजनकों की सक्रियता प्रभावित होने की संभावना होती है, साथ ही यह पौधों की प्रतिरक्षा को भी कमजोर कर सकती है। हाल ही में, यह रिपोर्ट किया गया है कि गेहूं, चावल, मक्का और सोयाबीन जैसी प्रमुख फसलों के लिए वार्षिक उपज वृद्धि वैश्विक उत्पादन को दोगुना करने के निर्धारित लक्ष्य से कम है।





सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि पर्यावरणीय संरक्षण की मांग को पूरा करते हुए, लगातार घटते भूमि और जल संसाधनों के बावजूद खाद्य उत्पादन में जबरदस्त वृद्धि हासिल करनी होगी। इस प्रकार वैश्विक स्तर पर (भारत सहित) प्रत्येक व्यक्ति के लिए खाद्य उपलब्धता सुनिश्चित करना और 2030 तक कुपोषण को समाप्त करना वैज्ञानिक समुदाय के लिए एक बड़ी चुनौती होगी, जिसे सभी के सामूहिक प्रयासों से ही हासिल किया जा सकता है। इन चुनौतियों से निपटने के लिए, आनुवंशिक अभियांत्रिकी (ट्रांसजेनिकस, सिसजेनिक और जीनोम संपादन) जैसे जैव प्रौद्योगिकी पद्धतियों का उपयोग अत्यंत महत्वपूर्ण है। जल्दी से आनुवंशिक लाभ के लिए इन जैव प्रौद्योगिकियों को पारंपरिक प्रजनन, गति प्रजनन और (डीएच) डबल हैप्लोइड प्रौद्योगिकी के साथ एकीकृत करना, खाद्य और पोषण सुरक्षा प्राप्त करने के लिए फायदेमंद होगा। (जी. ई.) जेनेटिक इंजीनियरिंग एक जीव के आनुवंशिक तत्व/जीनोम के कृत्रिम संशोधन और हेरफेर को प्रेरित करता है ताकि बेहतर या नए गुण पैदा किए जा सकें। रिकॉम्बिनेंट डीएनए और आनुवंशिक परिवर्तन विधियों का आगमन एक जीव से (पौधों, जानवरों या सूक्ष्मजीवों) पूरी तरह से असंबंधित और यौन रूप से असंगत जीव में लाभकारी जीन (जिसे ट्रांसजीन के रूप में जाना जाता है) के हस्तांतरण की अनुमति देता है। जीई प्रक्रिया का उपयोग करके विकसित किए गए बेहतर जीवों/फसलों को आनुवंशिक रूप से संशोधित जीवों/फसलों (जीएमओ/ जीएम फसलों) के रूप में जाना जाता है। बाहरी जीन वाले जीएम पौधों को ट्रांसजेनिक पौधे कहा जाता है, और ऐसे जीएम पौधों से उत्पादित खाद्य पदार्थों को जीएम खाद्य पदार्थ कहा जाता है। 'फ्लेवर सावर' टमाटर 1994 में संयुक्त राज्य अमेरिका में सफलतापूर्वक व्यावसायीकरण की गई पहली ट्रांसजेनिक फसल थी। इस संशोधित टमाटर में कोशिका भित्ति को नरम करने वाले एंजाइम, पॉलीगैलेक्टुरोनेस का स्तर कम होता है जिसके परिणामस्वरूप फल पकने में देरी होती है।

इसके बाद, कई अन्य जीएम/ट्रांसजेनिक खाद्य

और गैर-खाद्य फसलों को विश्व स्तर पर विकसित और व्यावसायीकरण किया गया है, जिनमें कीट-प्रतिरोधी बीटी कपास, बीटी कैनोला, ग्लाइफोसेट-प्रतिरोधी सोयाबीन और कपास, और वायरल-रोग प्रतिरोधी आलू, पपीता और स्कवैश आदि शामिल हैं। इसके अलावा, पादप शोधन प्रक्रिया (फाइटोरेमेडिएशन), जैव संवर्धन (बायोफोर्टिफिकेशन) और औषधीय पदार्थ (फार्मास्यूटिकल्स) के उत्पादन के लक्षणों वाली कई अन्य जीएम फसलें या तो विकास की प्रक्रिया में हैं या क्षेत्र परीक्षणों में हैं, और वाणिज्यिक निर्गमन की प्रतीक्षा कर रही हैं। पिछले दो दशकों में, ट्रांसजेनिक फसलों का वैश्विक क्षेत्र 1996 में 1.7 मिलियन हेक्टेयर से बढ़कर 2019 में 190.4 मिलियन हेक्टेयर हो गया है, जो 112 गुना वृद्धि दर्शाता है (ISAAA 2019)। अब तक कुल 72 देशों (29 देशों ने इन्हें रोपा, जबकि 43 ने आयात किया) ने वैश्विक स्तर पर जीएम फसलों को अपनाया है। भारत में, केवल बीटी कपास की व्यावसायिक खेती के लिए अनुमति दी गई है, और जीन संवर्धित ट्रांसजेनिक प्रौद्योगिकी के उपयोग से जुड़ी चिंताओं के कारण किसी भी ट्रांसजेनिक खाद्य फसल को खेती के लिए कोई मंजूरी नहीं दी गई है, जिससे भारत में इस प्रौद्योगिकी की व्यापक स्वीकार्यता में देरी हो रही है। भारत में दुनिया की आबादी का लगभग 17.5% हिस्सा है, जो दुनिया की केवल 2.3% भूमि पर निर्भर है। इसकी 140 करोड़ से अधिक की आबादी के लिए खाद्य सुरक्षा भारत सरकार के लिए प्रमुख चिंता का विषय है। हाल ही में, 109 नोबेल पुरस्कार विजेताओं ने एक पत्र पर हस्ताक्षर किए। इस पत्र में कहा गया है: वैज्ञानिक और नियामक एजेंसियों ने बार-बार यह पाया है कि जैव प्रौद्योगिकी से उत्पन्न फसलें अन्य विधियों से उत्पन्न फसलों की तुलना में सुरक्षित हैं। पर्यावरण के लिए काम करने वाले एनजीओ, ग्रीनपीस और दुनिया भर की विभिन्न सरकारी एजेंसियां से जीएमओ के विरोध को समाप्त करने का आग्रह करते हैं। निस्संदेह, यह अपील भारत जैसे देश के लिए आवश्यक है, जहां लगभग 60% आबादी कृषि में लगी

हुई है और फसल उत्पादकता बढ़ाने के लिए लगातार दबाव बना हुआ है।

भारत में जीएम फसलों के अनुसंधान और विकास के लिए नियामक ढांचा

भारत में, लिविंग मोडीफाइड ऑर्गेनिज़म्स (एलएमओ) विनियमन 1982 में शुरू किया गया था, जब राष्ट्रीय जैव प्रौद्योगिकी बोर्ड (जिसे अब डीबीटी, जैव प्रौद्योगिकी विभाग के रूप में जाना जाता है) ने जैव प्रौद्योगिकी अनुसंधान पर दिशानिर्देशों को लागू किया था। वर्तमान में, एलएमओ/जीएमओ, कोशिकाओं, या खतरनाक सूक्ष्मजीवों और उनके उत्पादों से संबंधित सभी गतिविधियों को पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1986 (ईपीए 1986) के तहत विनियमित किया जाता है। यह विनियमन भारत सरकार के पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (एमओईएफ एंड सीसी) द्वारा अधिसूचित 'खतरनाक सूक्ष्म जीवों/जीएमओ या कोशिकाओं के निर्माण, उपयोग/आयात/निर्यात और भंडारण के लिए नियम 1989' के अनुसार होता है। ईपीए ने न केवल खतरनाक रसायनों और अपशिष्ट प्रबंधन के उपयोग पर नियमों को शामिल किया, बल्कि खतरनाक पदार्थों की धारा के तहत जैव प्रौद्योगिकी का उपयोग करके उठाए गए जीएम जीवों के उपयोग के लिए कड़े दिशानिर्देशों को भी आश्रय प्रदान किया।

नियम 1989 के तहत जैव सुरक्षा नियमों को लागू करने के लिए छह सक्षम प्राधिकरण/निकाय हैं: पुनः संयोजक डीएनए सलाहकार समिति (RDAC), संस्थागत जैव सुरक्षा समिति (IBSC), जेनेटिक अभियांत्रिकी मूल्यांकन समिति (RCGM), आनुवंशिक अभियांत्रिकी मूल्यांकन समिति (GEAC), राज्य जैव प्रौद्योगिकी समन्वय समितियां (SBCC) और जिला स्तरीय समितियां (DLC)। इन सभी प्राधिकरणों की एक बहुत ही विशिष्ट भूमिका है। आर. डी. ए. सी. कार्यों में सलाहकार है जबकि आई. बी. एस. सी., आर. सी. जी. एम. और जी. ई. ए. सी. जीएमओ के विनियमन और अनुमोदन के लिए जिम्मेदार हैं। एस. बी. सी. सी. और डी. एल. सी. क्रमशः राज्य और जिला स्तरों पर जी. एम. ओ.

से संबंधित गतिविधियों की निगरानी में शामिल हैं।

आरडीएसी देश के भीतर जैव प्रौद्योगिकी में विकास की समीक्षा करने के लिए एक जैव प्रौद्योगिकी विभाग - गठित समिति है और रीकॉम्बिनेंट डीऑक्सिराइबोन्यूक्लिक एसिड (आरडीएनए) प्रौद्योगिकी के सफल अनुप्रयोग और उचित विनियमन के लिए सुझाव भी प्रदान करती है। आरसीजीएम संशोधित जीन जीवों से जुड़ी गतिविधियों से संबंधित नियामक प्रक्रियाओं के लिए दिशानिर्देश तैयार करने और आरडीएनए प्रौद्योगिकी के विनियमन में समय-समय पर संशोधन करने में शामिल है। यह जीई जीवों/खतरनाक सूक्ष्मजीवों से जुड़ी सभी अनुसंधान परियोजनाओं और गतिविधियों के सुरक्षा संबंधी पहलुओं की निगरानी करता है। आरसीजीएम ट्रांसजेनिक्स पर अनुसंधान को मंजूरी देता है, वैक्टर, ट्रांसजेनिक जर्मप्लाज्म और अन्य संबंधित अनुसंधान सामग्री के उपयोग पर मंजूरी प्रदान करता है, एलर्जी और विषाक्तता जैसे संबंधित प्रासंगिक वैज्ञानिक डेटा के उत्पादन को भी निर्देशित करता है।

ईपीए 1986 के नियमों के अनुसार, आईबीएससी को अलग-अलग संस्थानों द्वारा दिशानिर्देशों को लागू करने और सूक्ष्मजीवों (बैक्टीरिया, बैक्टीरियोफेज, कवक, आदि), पौधों और जानवरों जैसे जीवों के आनुवंशिक हेरफेर से जुड़े अनुसंधान पर नियमित जांच रखने के लिए तैयार किया गया है। जीईएसी ईपीए 1989 के नियमों के अनुसार जीई जीवों/खतरनाक सूक्ष्मजीवों के विनियमन के लिए एमओईएफ एंड सीसी द्वारा शासित शीर्ष नियामक निकाय है। जी. ई. ए. सी. एक निर्णायक निकाय है, जो पर्यावरण सुरक्षा के लिए अनुसंधान या उद्योग में आनुवंशिक रूप से हेरफेर या खतरनाक सूक्ष्मजीवों के बड़े पैमाने पर उपयोग या उत्पादन से संबंधित कार्यों के मूल्यांकन की जिम्मेदारी रखता है।

यह प्रायोगिक क्षेत्र परीक्षणों सहित पर्यावरण में जीई जीवों और उत्पादों को छोड़ने से संबंधित प्रस्तावों के मूल्यांकन के लिए भी जिम्मेदार है। जी. ई. ए. सी. की मंजूरी के बाद, किसी भी जी. एम. फसल के क्षेत्र परीक्षण



के लिए संबंधित राज्य से 'अनापत्ति प्रमाण पत्र' अनिवार्य है। हालांकि, आवेदक के अपने परिसर या दीर्घकालिक पट्टे पर दी गई भूमि पर परीक्षण होने पर इस तरह की 'अनापत्ति प्रमाण पत्र' ईएसटी के लिए अनिवार्य नहीं है। फिर भी, ईएसटी परीक्षण के दौरान उत्पन्न बीज और/या कचरे के संचालन, भंडारण और निपटान से संबंधित बीआरएल परीक्षणों के समान मानक प्रक्रिया का पालन करेंगे। एस. बी. सी. सी. और डी. एल. सी. का निष्पादन क्रमशः राज्य के मुख्य सचिव और जिला प्रशासनिक अधिकारी द्वारा किया जाता है। इन समितियों की भूमिका राज्य और जिला स्तरों पर संस्थानों/प्रतिष्ठानों में एलएमओ/जीएमओ के उपयोग और अनुप्रयोगों से संबंधित सुरक्षा नियमों की निगरानी और सुनिश्चित करना है। इन प्रमुख छह निकायों के अलावा, मामलों के आधार पर आरसीजीएम और जीईएसी द्वारा अन्य उप-समितियों का गठन किया जाता है। इन उप-समितियों में नैतिक अधिकारों, पर्यावरण अधिकारों और अनुसंधान से संबंधित विभिन्न क्षेत्रों के विशेषज्ञ शामिल होते हैं, और वे ईपीए के तहत विभिन्न दिशानिर्देश तैयार करते हैं और जैव सुरक्षा डेटा की सटीकता के साथ जांच करते हैं। इस प्रकार, भारत में जीई फसलों पर चल रहे शोध की समीक्षा के लिए एक व्यापक जैव-सुरक्षा नियामक प्रणाली है।

भारत में जीएम फसलों के व्यावसायीकरण के लिए नियामक प्रक्रिया

भारत में आरसीजीएम और जीईएसी द्वारा उठाए गए नियामक कदम जीएम फसलों के व्यावसायीकरण से पहले मानव और पर्यावरण की जैव सुरक्षा के लिए उनकी कड़ी जांच सुनिश्चित करते हैं। आवेदक को पहले आई. बी. एस. सी. के माध्यम से आर. सी. जी. एम. में अनुमोदन के लिए जी. एम. ओ. दाखिल करना होता है, जहां आर. सी. जी. एम. प्रस्ताव की समीक्षा करता है और त्रुटिपूर्ण अप्रत्याशित लक्षित डेटा का उत्पादन करके सभी आवश्यक जैव सुरक्षा से सम्बंधित जानकारी उपलब्ध कराने की सिफारिश करता है। यदि जोखिम कम से कम है तो आरसीजीएम जीएम फसलों के कृषि संबंधी प्रभावों से संबंधित डेटा उत्पन्न और क्षेत्र परीक्षण करने के लिए

आगे की मंजूरी प्रदान करता है। ये परीक्षण या तो आई. सी. ए. आर. या किसी अन्य संगठन द्वारा आयोजित किए जाते हैं और रिपोर्ट आर. सी. जी. एम. या जी. ई. ए. सी. को प्रस्तुत की जाती हैं। क्षेत्र परीक्षण डेटा और जीएमओ के प्रदर्शन के आधार पर, आरसीजीएम ईपीए के अनुसार सभी नियमों और विनियमों के सही कार्यान्वयन की आगे की जांच के लिए मामले को जीईएसी को भेजेगा। यहां से, जीईएसी मामले की निगरानी करता है और तीसरे पक्ष, जैसे कि, उद्योग या सरकारी/निजी संस्थानों को विभिन्न स्थानों पर परीक्षण करने के लिए कहता है। इस चरण पर, जी. ई. ए. सी. मामले से संबंधित या असंबंधित प्रत्येक व्यक्ति और परीक्षणों से जुड़े लोगों को सूचित करता है और यदि कोई प्रतिकूल प्रभाव देखा जाता है तो तुरंत समिति को सूचित करता है। जी. ई. ए. सी. फील्ड ट्रायल डेटा की समीक्षा करता है और जी. एम. ओ. के व्यावसायीकरण के बारे में एम. ओ. ई. एफ. एंड सी. सी. को सिफारिश करता है और यह आने वाले समय में जी. एम. ओ. के आगे के मूल्यांकन के लिए आधार बनाता है और उत्पाद की सुरक्षा के उत्तरदायित्व पर निर्णय लेता है। पर्यावरण की दृष्टि से सुरक्षित और व्यवहार्य जीएम उत्पाद पर सीमित अवधि के साथ विशिष्ट नियमों और शर्तों के तहत व्यावसायीकरण के लिए विचार किया है, जिसे हर बार मूल्यांकन के बाद नवीनीकृत किया जाता है।

भारत में जीएम फसलों से संबंधित महत्वपूर्ण तथ्य

भारत में जीएम फसलों से जुड़े विवादों और रोक की समयरेखा इस प्रकार है:

- ❖ 2002: भारत में कीट प्रतिरोधी ट्रांसजेनिक बीटी कपास की शुरुआत।
- ❖ 2006: भारत के सर्वोच्च न्यायालय में जीएम फसलों के विरुद्ध कार्यकर्ताओं द्वारा जनहित याचिका दायर की गई।
- ❖ अक्टूबर 2009: जी. ई. ए. सी. ने पर्यावरणीय रिलीज के लिए ट्रांसजेनिक बी. टी. बेंगन/बेंगन को मंजूरी दी।
- ❖ फरवरी 2010: पर्यावरण वन एवं जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (एम ओ ई एफ एंड सीसी) ने

मानव और पर्यावरण सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए दीर्घकालिक अध्ययन करने के लिए बीटी बेंगन की मंजूरी पर अनिश्चितकालीन रोक लगायी।

- ❖ 2012: कृषि पर संसदीय स्थायी समिति की 37वीं रिपोर्ट में भारत में सभी जीएम क्षेत्र परीक्षणों को समाप्त करने के लिए कहा गया।
- ❖ 2013: सुप्रीम कोर्ट द्वारा नियामक और निगरानी प्रणालियों को मजबूत करने तक 10 साल के लिए निलंबन की सिफारिश के बाद नए फसल परीक्षणों को रोक दिया गया।
- ❖ 2014: पर्यावरण मंत्री, वीरप्पा मोइली ने विपरीत रुख अपनाया, और एक एकड़ क्षेत्र परीक्षणों को मंजूरी देने की प्रक्रिया फिर से शुरू हुई। जीईएसी ने मक्का, गेहूं, चावल, कपास आदि जैसी विभिन्न जीएम फसलों के 27 फील्ड ट्रायल प्रस्तावों को मंजूरी दी।
- ❖ 2016: जी. ई. ए. सी. ने फील्ड ट्रायल के लिए ट्रांसजेनिक सरसों को मंजूरी दी, हालांकि, सुप्रीम कोर्ट ने आदेश पर रोक लगा दी और जनता की राय मांगी।
- ❖ 2017: जीव प्रौद्योगिकी बीज कंपनियों के खिलाफ प्रतिबंधात्मक कार्रवाई के साथ-साथ बायोटेक बीजों के लिए लाइसेंस नियमों का प्रस्ताव कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय (एमएएफडब्ल्यू) द्वारा शुरू किया गया था।
- ❖ मई 2017: स्थानीय रूप से विकसित ट्रांसजेनिक सरसों संकर को जी. ई. ए. सी. द्वारा मंजूरी दी गई थी, लेकिन सरकार ने विरोध के कारण मंजूरी को स्थगित कर दिया।
- ❖ अगस्त 2017: सुप्रीम कोर्ट ने भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) को जीई खाद्य उत्पादों की मंजूरी को विनियमित करने के लिए निर्देश जारी किए।
- ❖ 2020: एफएसएसएआई(FSSAI) ने आदेश दिया कि प्रत्येक खाद्य उत्पादों की खेप के लिए 1 मार्च

2021 से प्रभावी निर्यात के लिये देश में सक्षम प्राधिकारी द्वारा जारी "गैर-जीएम/जीएम मुक्त" प्रमाण पत्र की आवश्यकता होती है।

- ❖ मार्च 2022: भारत सरकार ने एसडीएन 1 और एसडीएन 2 की श्रेणियों के तहत आने वाले जीनोम संपादित पौधों को नियम, 1989 के नियम 7 से 11 (दोनों समावेशी) के प्रावधानों से छूट दी, यानी सख्त जीएम नियमों से छूट।
- ❖ मई 2022: आरसीजीएम, जैव प्रौद्योगिकी विभाग (डीबीटी) ने जीनोम संपादित पौधों के सुरक्षा मूल्यांकन के लिए दिशानिर्देशों को अधिसूचित किया।
- ❖ अक्टूबर 2022: आरसीजीएम, डीबीटी ने एसडीएन-I और एसडीएन-II श्रेणियों के तहत जीनोम संपादित पौधों की नियामक समीक्षा के लिए मानक संचालन प्रक्रियाएं तैयार कीं।

भारत में जीएम फसलों का वर्तमान परिदृश्य

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर) और डीबीटी द्वारा वित्त पोषित कई सार्वजनिक अनुसंधान संस्थान और विश्वविद्यालय उन्नत विशेषताओं वाली जीएम फसलों के विकास से संबंधित कई शोध परियोजनाओं पर काम कर रहे हैं जैसे कि मक्का, केला, पतागोभी, कसावा, फूलगोभी, चना, कपास, बेंगन, पपीता, मूंगफली, अरहर, आलू, सरसों, चावल, ज्वार, गन्ना, टमाटर, तरबूज गेहूं आदि। सरकारी संस्थानों के अलावा, कई निजी कंपनियों ने भी जीएम फसलों के अनुसंधान और विकास में निवेश किया है। कई जीएम खाद्य और गैर-खाद्य फसलें विकास के विभिन्न चरणों या सीमित क्षेत्र परीक्षणों में हैं या गैर-सरकारी संगठनों (एनजीओ) और कार्यकर्ताओं के कड़े विरोध के बीच व्यावसायीकरण के लिए तैयार हैं।

ट्रांसजेनिक फसलों पर रोक के कारण, भारत में जीएम (बीटी कपास को छोड़कर) फसलों की खेती की अनुमति नहीं है। हालांकि, जीएम सोयाबीन (पांच प्रकार) और कैनोला से प्राप्त वनस्पति तेल भारत में आयात के लिए स्वीकृत एकमात्र उत्पाद हैं। इसके अलावा, स्थापित





मानदंडों का पालन करते हुए आनुवंशिक मिश्रण प्रजनन के उद्देश्यों के लिए अन्य देशों से बहुत सारे ट्रांसजेनिक जननद्रव्य पहले भारत में (ज्यादातर निजी कंपनियों द्वारा) आयात किए गए हैं। इसके अलावा, इन आयातित ट्रांसजेनिक जर्मप्लाज्म के बहु-स्थानीय क्षेत्र परीक्षण [जैव सुरक्षा अनुसंधान स्तर-1 (बीआरएल-1) और/या बीआरएल-II परीक्षण] भी किए गए हैं, जो मुख्य रूप से कीट प्रतिरोध और शकनाशी प्रतिरोधी गुण के लिए हैं। ट्रांसजेनिक खाद्य फसलों पर रोक और प्रतिबंध ने पिछले दशक में निजी क्षेत्र द्वारा जीई फसलों के अनुसंधान और विकास में निवेश को बाधित किया। जीई फसलों के विकास पर काम कर रही कंपनियों ने अन्य देशों में अपने उत्पादों को वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध कराने के विकल्पों की खोज की है। उदाहरण के लिए, महाराष्ट्र हाइब्रिड सीड कंपनी (MAHYCO) द्वारा विकसित Bt बैंगन इवेंट EE1 को क्रमशः 2013 और 2022 में बांगलादेश और फिलीपींस में वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध कराया गया।

बी.टी. बैंगन

कृषि विश्वविद्यालय, कोयंबटूर, कृषि विश्वविद्यालय, धारवाड़ और आईसीएआर- भारतीय वनस्पति अनुसंधान संस्थान (आईआईवीआर) वाराणसी के सहयोग से एमएचवाईसीओ (MHYCO) द्वारा फल और अंकुर छेदक (ल्यूसिनोइस या बोनेलिस) प्रतिरोधी ट्रांसजेनिक बीटी बैंगन विकसित किया गया है। 2009 में, बीटी बैंगन की सुरक्षा और संभावित जोखिमों पर डेटा की समीक्षा करने के बाद, इवेंट 'ईई-1' को जीईएसी द्वारा पर्यावरणीय रिलीज के लिए सुरक्षित घोषित किया गया था और एमओईएफ एंड सीसी, भारत सरकार (जीओआई) को इसके वाणिज्यिक अनुमोदन की सिफारिश की गई थी हालांकि, 2010 में, कई राज्य सरकारों द्वारा अपने राज्यों में बीटी बैंगन की वाणिज्यिक खेती की अनुमति देने की अनिच्छा और कुछ गैर-सरकारी संगठनों (एनजीओ)/कार्यकर्ताओं, किसानों और वैज्ञानिकों द्वारा बीटी बैंगन की विषाक्तता और सुरक्षा से

तालिका 1. भारत में स्वीकृत जीएम कपास प्रकरणों का विवरण

जीएम प्रकरण नाम	कीट प्रतिरोध के लिए उपयोग किया गया जीन	विकासकर्ता	भारत में स्वीकृति का वर्ष
MON531	<i>cry1Ac</i>	मॉन्सेंटो	2002
MON15985	<i>cry1Ac</i> और <i>cry2Ab2</i> (स्टैकड जीन)	मॉन्सेंटो	2006
GFM Cry1A	<i>cry1Ab-Ac</i> (कृत्रिम संलयन जीन)	नाथ सीड्स/ग्लोबल ट्रांसजीन लिमिटेड	2006
BNLA-601	<i>cry1Ac</i>	आईसीएआर-केन्द्रीय कपास अनुसंधान संस्थान (सीआईसीआर) और कृषि विज्ञान विश्वविद्यालय धारवाड़	2008
MLS 9124	<i>cry1C</i>	मेटाहेलिक्स लाइफ साइसेज प्रा. लि.	2009
Event1	<i>cry1Ac</i>	जेके एग्री जेनेटिक्स लिमिटेड	2018

स्रोत: आईएसएए, जीएम अनुमोदन डेटाबेस (<http://www.isaaa.org/>)

संबंधित परीक्षणों की अपर्याप्तता के बारे में चिंताओं के कारण, एमओईएफ एंड सीसी ने 'ईई-1' कार्यक्रम के वाणिज्यिक विमोचन पर दस साल की रोक लगा दी। हाल ही में 2020 में, GEAC ने तीन वर्षों के लिए आठ राज्यों में सीमित क्षेत्र परीक्षण (BRL-II) को मंजूरी दी।

भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय पादप जैवप्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईपीबी) नई दिल्ली द्वारा स्वदेशी *cryFa1* जीन का उपयोग करके दो बीटी बैंगन किस्म विकसित की गई है ('Janak' और 'BSS-793')।

जीएम सरसों:

जीएम सरसों (*Brassica juncea*) धारा सरसों हाइब्रिड-11 (डीएमएच 11) और इसकी पेरेंटल लाइनें बीएन 3.6 और मॉडब्स 2.99 को 2002 में प्रोफेसर दीपक पेंटल की मंडली/समूह द्वारा दिल्ली विश्वविद्यालय, दोबारा में देश में सरसों की पैदावार में सुधार के लिए विकसित किया गया था, जो आमतौर पर वैश्विक औसत से कम है। संकर को संकर वर्धन या संकर हेटेरोसिस के कारण उच्च उपज के लिए जाना जाता है। चूंकि सरसों एक स्व-परागण फसल है इसलिए इसमें प्राकृतिक संकरण

नहीं होता है। स्व-परागण को रोकने के लिए, दिल्ली विश्वविद्यालय की टीम ने डीएमएच 11 में संकर बीज उत्पादन के लिए बार्नेस/बारस्टार ट्रांसजीन प्रणाली का उपयोग किया। अक्टूबर 2022 में, जीईएसी और एमओईएफ एंड सीसी ने मौजूदा आईसीएआर दिशानिर्देशों और अन्य मौजूदा नियमों/विनियमों के अनुसार इसके बीज उत्पादन और परीक्षण के लिए चार साल के लिए जीएम सरसों के सशर्त पर्यावरणीय रिलीज को मंजूरी दी। जी. ई. ए. सी. ने यह भी सिफारिश की कि जी. एम. सरसों का उपयोग नई पेरेंटल लाइनों और संकरों को विकसित करने के लिए किया जा सकता है। मधुमक्खियों और अन्य परागणकों पर ट्रांसजेनिक सरसों के प्रभाव पर क्षेत्र प्रदर्शन अध्ययन भी आई. सी. ए. आर. की देखरेख में दो साल के भीतर आवेदक द्वारा जारी किया जाएगा।

इसके अलावा, ट्रांसजेनिक पौधों के उपयोग की अनुशांसा केवल नियंत्रित और निर्दिष्ट परिस्थितियों में विशेष रूप से संकर बीज उत्पादन के लिए की जाती है न कि किसान के खेत में खेती के लिए। हालांकि, पर्यावरणीय रिलीज के बाद, जीन कैम्पेन नामक एक एनजीओ और कुछ कार्यकर्ताओं ने भारत के सर्वोच्च न्यायालय में जैव विविधता, जैव सुरक्षा और पर्यावरण के लिए संभावित खतरे के आधार पर जीएम सरसों की मंजूरी पर रोक/प्रतिबंध लगाने की मांग करते हुए याचिकाएं दायर कीं। भारत सरकार शीर्ष अदालत में पर्यावरणीय रिलीज की वकालत करते हुए कहती है कि जोखिम के हर पहलू को व्यापक रूप से जांच करने वाली सशर्त मंजूरी 12 वर्षों में कड़ी नियामक प्रक्रियाओं और कठोर जांच का पालन करने के बाद ही दी जाती है। निस्संदेह, जीएम प्रौद्योगिकी में कृषि आयात पर विदेशी मुद्रा के व्यय को कम करने की क्षमता है क्योंकि भारत कैनोला और सोयाबीन जैसी जीएम फसलों से प्राप्त तेल का आयात करके वनस्पति तेल की मांग का लगभग 60% पूरा करता है। तीनों ट्रांसजीनों का जीएम रेपसीड में सुरक्षित उपयोग का लगभग 20 वर्षों का इतिहास है, जिसे क्रमशः 1995, 2002 और 2003 में कनाडा, संयुक्त राज्य

अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया में खेती के लिए अनुमोदित किया गया था (आईएसएए डेटाबेस)।

ट्रांसजेनिक जी. एम. फसलों से जुड़ी चिंताएँ

कई अध्ययनों में यह दिखाया गया है कि ट्रांसजेनिक प्रौद्योगिकी को अपनाने से वैश्विक स्तर पर कृषि उत्पादन में उल्लेखनीय बढ़ोतरी हुई है। इस तकनीक को अपनाने से कीटनाशकों के उपयोग में कमी आई है जिससे CO₂ उत्सर्जन घटा है और उत्पादन लागत में कमी हुई है और इस तरह दुनियाभर में किसानों को आर्थिक रूप से लाभ हुआ।

जीएम फसलों के संभावित लाभों के बावजूद, ट्रांसजेनिक फसलें विशेष रूप से भारत में एक अनसुलझी समस्या रही हैं। एक वर्ग के लोगों का मानना है कि ट्रांसजेनिक जीएम फसलें भूख की समस्याओं का समाधान कर सकती हैं, जिससे खाद्य और वस्तुओं की कीमतें कम हो सकती हैं, जबकि दूसरा वर्ग पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य पर ऐसी फसलों के संभावित जोखिम पर तर्क देता है। ट्रांसजेनिक फसलों से जुड़ी प्रमुख चिंताओं को नीचे संक्षेप में बताया गया है।

मानव और पशु स्वास्थ्य की जैव सुरक्षा:

ट्रांसजेनिक खाद्य फसलों से जुड़े विषाक्तता और एलर्जी के संभावित मानव और पशु स्वास्थ्य जोखिमों का मुद्दा हमेशा विवादास्पद रहा है। मानव/पशु स्वास्थ्य पर ऐसी फसलों के संभावित प्रभाव (i) ट्रांसजीन की विषाक्तता, (ii) एलर्जी पैदा करने की क्षमता, (iii) मौजूदा एलर्जी के स्तर को बदलने की क्षमता, (iv) ट्रांसजीन अभिव्यक्ति के उत्पादों के सम्मिलन उत्परिवर्तन और बहुगुणात्मक प्रभाव की क्षमता के कारण हो सकते हैं।

एक प्रोटीन किसी अन्य जीन को कोडित करने वाले प्रोटीन के साथ अभिक्रिया कर सकता है और विभिन्न बाहरी पर्यावरणीय प्रभावों के तहत उसकी अभिव्यक्ति को नियंत्रित कर सकता है। सार्वजनिक चिंताओं के बावजूद, 20 से अधिक देशों में लोगों द्वारा ट्रांसजेनिक फसलों का सेवन कई वर्षों से किया जा रहा है जो उनकी सुरक्षा को साबित करता है। इसके अतिरिक्त, कुछ अपवादों को छोड़कर, पिछले दस वर्षों में ट्रांसजेनिक





फसलों के संभावित स्वास्थ्य जोखिमों पर किए गए अधिकांश शोधों में ट्रांसजेनिक खाद्य पदार्थों के सेवन से पशु स्वास्थ्य पर कोई बुरा प्रभाव नहीं पाया गया है। इसके अलावा, कुछ अपवादों के साथ, पिछले दशक में ट्रांसजेनिक फसलों के संभावित स्वास्थ्य जोखिमों पर किए गए अधिकांश शोध ने पशु स्वास्थ्य पर ट्रांसजेनिक भोजन के सेवन के नकारात्मक परिणामों का कोई प्रमाण नहीं मिला है।

पारिस्थितिकीय चिंताएँ:

गैर-जी. एम. किस्मों के साथ ट्रांसजेनिक पौधों के क्रॉस-परागण के परिणामस्वरूप पराग-कण के माध्यम से ट्रांसजेनिक प्रवाह हो सकता है और इस तरह, जैव विविधता के लिए खतरा पैदा हो सकता है। इसके अलावा, यदि प्रतिरोधी लक्षणों को अवांछित प्रजातियों में स्थानांतरित कर दिया जाता है, तो उनका नियंत्रण और भी कठिन हो जाएगा।

परागणकर्ता और शहद मधुमक्खियों पर संभावित अनपेक्षित प्रभाव भी संभव हैं क्योंकि विदेशी प्रोटीन के अंतर्ग्रहण से रासायनिक प्रतिक्रियाएं हो सकती हैं, जो उनके अस्तित्व के लिए उपयुक्त नहीं हैं। इससे इन लाभकारी जीवों की संख्या में तेजी से कमी आ सकती है। हालांकि, वाणिज्यिक खेती के लिए ट्रांसजेनिक फसलों को अंतिम रूप से जारी करने से पहले स्थापित नियामक प्रक्रिया का पालन करते समय इन सभी संभावनाओं को ध्यान में रखा जाता है।

पर्यावरण संबंधी चिंताएँ:

जीएम पौधों में खेती या जंगली पौधों के पहले से मौजूद आनुवंशिक संग्रह को दूषित करने का खतरा होता है, जो प्राकृतिक जैव विविधता को बाधित कर नई विविधताएं पैदा कर सकता है, और एक नई प्रजाति को जन्म दे सकता है। इसके बाद, यह प्रतिस्पर्धा को बढ़ा सकता है, जो प्राकृतिक किस्मों के विकास को प्रभावित कर सकता है जिससे खेती योग्य फसलों का नुकसान हो सकता है। इसी तरह, सक्रिय जनसंख्या में संशोधित लक्षणों के बारे में ज्ञान की कमी के परिणामस्वरूप अन्य प्रजातियों में कीट या कीट-प्रतिरोधी ट्रांसजेनिक स्थानांतरण हो सकता है। इसके परिणामस्वरूप कीटों

और कीटों की नई प्रतिरोधी प्रजातियों का विकास होगा, जिससे विभिन्न कीटनाशकों के प्रति असंवेदनशीलता बढ़ेगी। समय के साथ कीटनाशकों के प्रति प्रतिरोध का विकास भी हुआ है। कीटों में किसी भी नियंत्रण तंत्र के दीर्घकालिक उपयोग के खिलाफ प्रतिरोध का निर्माण एक प्राकृतिक घटना है। इन कुछ घटनाओं के बावजूद, बीटी फसलों के साथ समग्र अनुभव से पता चला है कि ट्रांसजेनिक बीटी फसलों में प्रतिरोध दस वर्षों के बाद भी अधिकांश कीटों के खिलाफ प्रभावी हो सकता है। इसके अतिरिक्त, दो या दो से अधिक कीट-प्रतिरोधी जीनों का संयोजन एक प्रभावी विधि है, जिसे हाल ही में कीटों में प्रतिरोध के विकास को रोकने में या देरी करने के उद्देश्य से किया गया है।

भारत में ट्रांसजेनिक फसलों को जारी करने की अनुमति केवल तब दी जाती है जब नियम, 1989 के तहत संबंधित नियामक एजेंसियों द्वारा निर्धारित दिशानिर्देशों के अनुसार स्वास्थ्य, पर्यावरण, खाद्य और चारा सुरक्षा के मूल्यांकन हेतु वैज्ञानिक और व्यवस्थित अध्ययन, सावधानीपूर्वक मूल्यांकन और गहन जांच से गुजरते हैं। इसके बावजूद, ऐसी फसलों के बारे में गलत सूचना और भ्रम के कारण ट्रांसजेनिक खाद्य फसलों की कम सार्वजनिक/उपभोक्ता स्वीकृति एक बड़ा मुद्दा है, क्योंकि किसी भी जीएम उत्पाद के विकास और व्यावसायीकरण के लिए भारी निवेश की आवश्यकता होती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि अधिकांश लोग ट्रांसजेनिक तकनीक और इसके लाभों से अनजान हैं। इस विषय पर जनता में ज्ञान और समझ की कमी है। जी. एम. फसलों का विकास और व्यावसायीकरण के लिए जी. ई. ए. सी. से अनुमोदन तभी लाभकारी होता है जब लोग उपभोग के लिए जी. एम. फसलों को स्वीकार करते हैं। इस प्रकार भारत में सोशल मीडिया, वैज्ञानिकों, राजनेताओं, प्रशासन और व्यक्तियों आदि के माध्यम से ट्रांसजेनिक फसलों के बारे में जन जागरूकता बढ़ाने के लिए साक्ष्य-आधारित शैक्षिक कार्यक्रमों की तत्काल आवश्यकता है।

CRISPR/Cas जीनोम संपादन तकनीक

सार्वजनिक चिंता और ट्रांसजेनिक फसलों की कम उपभोक्ता स्वीकृति ने शोधकर्ताओं को पिछले दशक में

जीनोम संपादन जैसी वैकल्पिक तकनीकों को विकसित करने के लिए प्रेरित किया। जीनोम संपादन तकनीक साइट-स्पेसिफिक न्यूक्लियस (एस. एस. एन.) का उपयोग करते अनुक्रम-निर्धारित तरीके से जीनोमिक डी. एन. ए. को पहचानते हैं और विच्छेदित करते हैं। तीन मुख्य जीनोम-संपादन उपकरण हैं- जिंक-फिंगर न्यूक्लियस (ZFNs) ट्रांसक्रिप्शन एक्टिवेटर-लाइक इफेक्टर न्यूक्लियस (TALENs) और हाल ही में विकसित क्लस्टर्ड रेगुलर शॉर्ट पालिंड्रोमिक रिपीट्स (CRISPR)/CRISPR-एसोसिएटेड प्रोटीन-9 एंडोन्यूक्लियस (Cas9)। इन तकनीकों में, CRISPR/Cas9 सबसे सटीक, सस्ता और अत्यधिक कुशल है, इसलिए व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है, जिसने वैज्ञानिकों को अभूतपूर्व आसानी और सटीकता के साथ फसल जीनोम को संशोधित करने में सक्षम बनाया है। जीनोम-संपादन विधियाँ जैसे कि CRISPR/Cas9 एक आनुवंशिक संशोधन चरण का उपयोग करता है, लेकिन परिणामस्वरूप अंतिम उत्पादों/पौधों में ज्यादातर (लेकिन हमेशा नहीं) कोई परजीवी आनुवंशिक तत्व नहीं होता है। इसलिए, ऐसी ट्रांसजीन-मुक्त जीनोम-संपादित (जी. ई. डी.) फसल किस्मों में ट्रांसजेनिक जी. एम. फसलों से संबंधित सार्वजनिक चिंताओं को दूर करने की क्षमता है। CRISPR/Cas9 जीनोम संपादन प्रणाली की संक्षेप में चर्चा नीचे की गई है।

पिछले दशक में, CRISPR/Cas9 के माध्यम से जीनोम संपादन की विधि को विभिन्न फसल पौधों के पहले से मौजूद आनुवंशिक संग्रह में लाभकारी उत्परिवर्तन/विविधता पैदा करने के लिए सफलतापूर्वक नियोजित किया गया है। यह बहुआयामी और उपयोगकर्ता के अनुकूल तकनीक किसी भी पौधे के जीनोम में जीन/प्रमोटर/ जीन स्थल जैसे लक्षित डी. एन. ए. अनुक्रमों को संपादित कर सकती है। इस प्रणाली में बैक्टीरिया से प्राप्त एक Cas एंडोन्यूक्लियस और एक सिंगल गाइड आर. एन. ए. (एस. जी. आर. एन. ए.) होता है-जिसमें 20 जोड़ी नूक्लीयटाइड (बी. पी.) लक्ष्य अनुक्रम में और एक हेयरपिन संरचना होती है। आरएनए-निर्देशित एंडोन्यूक्लीज़ (Cas), एसजीआरएनए के पूरक

लक्ष्य जीनोमिक डीएनए को पहचानता है और विच्छेदित करता है और इस तरह गुणसूत्रों के समरूप जोड़े में डबल-स्ट्रैंड ब्रेक (डीएसबी) उत्पन्न करता है। इन डीएसबी में सुधार या तो होमोलॉजी-निर्देशित सुधार प्रक्रिया (एचडीआर) या नुटि-प्रवण गैर-होमोलॉगस एंड जॉइनिंग विधि (एनएचईजे) द्वारा किया जाता है जिससे लक्ष्य स्थलों पर जीन संशोधन (कुछ न्यूक्लियोटाइड्स का सम्मिलन/ विलोपन/ प्रतिस्थापन या नए डीएनए अनुक्रम/जीन का लक्षित सम्मिलन, आदि) होता है। CRISPR/Cas-आधारित संपादन तीन अलग-अलग प्रकार के परिणाम देता है अर्थात् साइट-निर्देशित न्यूक्लियस (एस. डी. एन.-I), एस. डी. एन.-II, और एस. डी. एन.-III। एस. डी. एन.-I और II-प्रकार के संपादन का उपयोग करके बेहतर या नए लक्षणों के साथ ट्रांसजीन-मुक्त आनुवंशिक रूप से इंजीनियर जीनोटाइप विकसित किए जा सकते हैं।

एस. डी. एन.-I और II प्रकार के संपादन के माध्यम से प्रेरित उत्परिवर्तन या तो लक्षित जीन के अनुक्रम को परिवर्तित कर सकते हैं या नियामक तत्व अनुक्रम को बदल सकते हैं जिसके परिणामस्वरूप क्रमशः जीन निष्क्रियकरण या लक्षित जीन की अभिव्यक्ति में परिवर्तित हो सकता है।

भारत में जीनोम-संपादित फसलों का विनियमन

जैसा कि हम जानते हैं कि किसी भी विदेशी जीन वाली ट्रांसजेनिक फसलों को भारत में व्यावसायीकरण से पहले कड़ी, समय लेने वाली और महंगी नियामक प्रक्रियाओं से गुजरना पड़ता है। हालांकि, 2022 में भारत सरकार ने एसडीएन-I और एसडीएन-II प्रकार CRISPR/Cas संपादित फसलों को 1989 के पुराने जीएम अधिनियम के नियम 7 से 11 (दोनों समावेशी) के प्रावधानों से छूट दी, जिसके परिणामस्वरूप इस तरह की जीईडी फसलों का आसान और तेज व्यावसायीकरण होगा। हाल ही में, आरसीजीएम ने एसडीएन-I और एसडीएन-II प्रकार के जीईडी संयंत्रों की नियामक समीक्षा के लिए मानक संचालन प्रक्रियाओं को अधिसूचित किया है।

भारत में कई ट्रांसजीन मुक्त एस. डी. एन.-I और





एस. डी. एन-II प्रकार की फसलें विकास के विभिन्न चरणों में हैं। उदाहरण के लिए, बड़ी चावल किस्म एम. टी. यू. 1010 में डी. एस. टी. जीन के CRISPR/Cas 9-आधारित संपादन के माध्यम से आई. ए. आर. आई., नई दिल्ली में ट्रांसजीन-मुक्त सूखा और नमक-सहिष्णु चावल विकसित किए गए हैं, जो क्षेत्र परीक्षणों के उन्नत चरण में हैं और निकट भविष्य में इसका व्यावसायीकरण किया जा सकता है। हर तकनीक की अपनी सीमाएं होती हैं। उदाहरण के लिए, नई या बेहतर विशेषताओं वाली गैर-ट्रांसजेनिक जीनोम परिवर्तित फसलों को विकसित करने के लिए, फसल के जीनोम में मौजूद लक्षित जीन या आनुवंशिक तत्वों को संपादित करना जरूरी है। लक्षित जीन को कार्यात्मक रूप से अच्छी तरह से चिह्नित किया जाना चाहिए। इसका मतलब है कि यदि वांछित विशेषता को नियंत्रित करने वाला जीन अन्य प्रजातियों में मौजूद है, जो यौन रूप से असंगत प्रजातियों या आनुवंशिक संग्रह से संबंधित है और स्वाभाविक रूप से एक ही जीनोम में नहीं पाया जाता, तो ऐसी स्थिति में वांछित विशेषता को प्रस्तुत करने के लिए ट्रांसजेनिक या जीएम तकनीक का उपयोग करना आवश्यक होता है। उदाहरण के लिए, फसलों पौधों में कीट प्रतिरोध क्षमता बढ़ाने के लिए *Bacillus thuringiensis* (BT) बैक्टीरिया से *cry* जीन का उपयोग किया जाता है। जीनोम संपादन तकनीकों के आगमन के बावजूद, ट्रांसजेनिक तकनीक भविष्य में भी अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती रहेगी।

निष्कर्ष

भारत में, ट्रांसजेनिक जीएम फसलों का विनियमन बहुत सख्त है क्योंकि उन्हें विभिन्न समितियों से गुजरना पड़ता है। पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1989 के नियमों के अनुसार, किसी भी जीव पर बुनियादी जैव प्रौद्योगिकी अनुसंधान, चाहे वह सूक्ष्मजीव, पौधे या जानवर हों, को आईबीएससी और आरसीजीएम समितियों द्वारा अनुमोदित किया जाना चाहिए। संस्थागत समिति, आई. बी. एस. सी. पहला नियामक निकाय है, जो उस स्थान पर जी. एम. ओ. पर किए गए

सभी शोधों के लिए जिम्मेदार है। इसलिए, प्रत्येक शोधकर्ता या वैज्ञानिक के लिए किसी भी जीव में कोई भी आनुवंशिक परिवर्तन शुरू करने से पूर्व अनुमति प्राप्त करना और जीएम फसलों पर ऐसी परियोजना के उद्देश्य और कार्यप्रणाली के बारे में पूरी जानकारी प्रदान करना महत्वपूर्ण हो जाता है। व्यावसायीकरण के लिए, आवेदन को आईबीएससी के माध्यम से आरसीजीएम में आवेदन करना होगा और आरसीजीएम द्वारा जारी निर्देशों और दिशानिर्देशों का पालन करना होगा। आर. सी. जी. एम. की मंजूरी के बाद, जी. ई. ए. सी. अंतिम समिति है जो पूर्ण जोखिम मूल्यांकन के बाद पर्यावरण या बाजार में जी. एम. फसलों को जारी करने पर निर्णय लेती है। यह पूरी प्रक्रिया लंबी है और इसमें भारी लागत, समय और श्रम निवेश की आवश्यकता होती है, और अभी भी उत्पाद को एक सफल विमोचन और जनता द्वारा उपभोग करने के लिए कई चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। भारत में, ट्रांसजेनिक फसलों को अपनाना और सार्वजनिक स्वीकृति कार्यकर्ताओं के प्रतिरोध और एक लंबी नियामक प्रक्रिया के कारण धीमी है। इनमें से अधिकांश मुद्दों को CRISPR/Cas-आधारित जीनोम संपादन जैसी वैकल्पिक तकनीक का उपयोग करके संबोधित किया जा सकता है। CRISPR/Cas संपादन प्रणाली का उपयोग करके, अंतिम उत्पाद/संयंत्र में किसी भी ट्रांसजीन के बिना, वांछित स्थान पर सटीक भिन्नताएं बनाई जा सकती हैं। इसलिए, प्रौद्योगिकी का अंतिम उत्पाद किसी भी बाहरी जीन, (SDN-I या SDN-II) घटनाओं से मुक्त है। इस तरह के परिवर्तन न केवल जीईएसी और व्यावसायीकरण से नियामक अनुमोदन के लिए शामिल लागत को कम करते हैं, बल्कि समय और श्रम को भी कम करते हैं। फिर भी, जीनोम संपादन प्रौद्योगिकियों की प्रगति के बावजूद, हम भविष्य में ट्रांसजेनिक प्रौद्योगिकी और इसलिए ट्रांसजेनिक फसलों के महत्व को पूरी तरह से खारिज नहीं कर सकते हैं।

किसान



धरती को गले लगाया,
सुन्दर, हरा भरा कर डाला ।
मै सजी झूमी,
तुम्हारी संगति से ।
हर्षित हुई,
मुझे आखिर पोषा तुमने ।
मुझे सींचा तुमने,
मुझे खाद्य पिलाया तुमने ।
मेरी जी-जान से रखवाली की,
मेरे हर दुःख का ।
साझा कर सहलाया,
मेरे दानों के अधिकारी ।
किसान तुम लाडले हो,
हमेशा मेरा और,
सबका ख्याल रखा ॥

डॉ. मंजू नायर
पोर्ट ब्लेयर

