विश्व में ट्रांसजेनिक फसलों की स्थिति

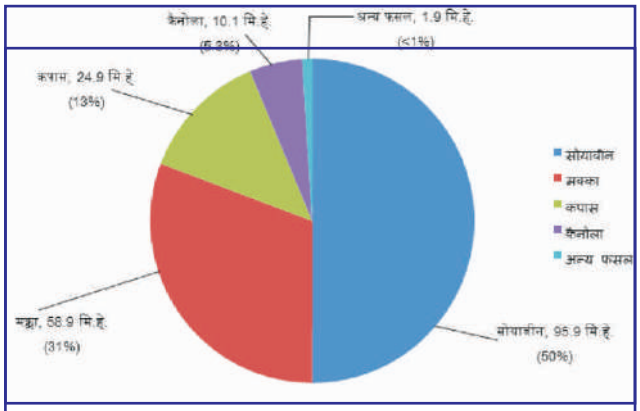
कृष्ण कुमार, पूजा शर्मा, अभिषेक झा, भूपेंद्र कुमार, प्रांजल यादव एवं सुजय रक्षित
भा.कृ.अनु.प–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना, पंजाब
संवादी लेखक का ई–मेलः krishjiwra@gmail-com

ट्रांसजेनिक या आनुवंशिक रूप से संशोधित (जीएम) फसलें, ऐसी फसल हैं जिनके डी.एन.ए. में मौजूदा गुणों को सुधारने के लिए या नये वांछित गुणों (जोकि प्राकृतिक रूप से उन फसल प्रजातियों में नहीं होते हैं) को डालने के लिए आनुवंशिक इंजीनियरिंग तकनीकों का उपयोग करके संशोधित किया जाता है । पौधों के जीनोम में बाहरी न्यूक्लिक एसिड अनुक्रम/जीन को ट्रांसफौरमेसन विधियों का उपयोग करके (जैसे कि एग्रोबैक्टीरियम–मध्यस्थता परिवर्तन या प्रत्यक्ष जीन हस्तांतरण) सम्मिलित करने से उत्पन्न होने वाले संशोधित पौधों को ट्रांसजेनिक पौधे कहते है। सम्मिलित (डाले गये) जीन को ट्रांसजीन के रूप में भी जाना जाता है, जो की पूरी तरह से अलग प्रजातियों से जैसे–कि किसी असंबंधित पादप, बैक्टीरिया, फंगस या किसी जानवर प्रजाति से लिया जा सकता है। इस प्रकार, आनुवांशिक संशोधन ने पारंपरिक पादप प्रजनन (जिसमें प्रजातियों के बीच लैंगिक संगतता/अनुकूलता आवश्यक होती है) की बड़ी कमी पर काबू पा लिया है। वर्ष 1977 में, एग्रोबैक्टीरियम ट्यूमेफेशियन्स की प्राकृतिक क्षमता– पौधों की कोशिका के जीनोम में टीआई प्लास्मिड डीएनए (टी–डीएनए) को सम्मिलित करने (डालने) की खोज हुई और इसलिए टीआई प्लास्मिड्स को वेक्टर के रूप में प्रस्तावित किया गया ताकि पौधे की कोशिकाओं में बाहरी जीन को प्रवेश कराया जा सके। इस अध्ययन ने ट्रांसजेनिक पौधों के विकास से संबंधित सफलता का नेतृत्व किया। इसके बाद, विशिष्ट जीन अनुक्रम को आनुवंशिक इंजीनियरिंग प्रौद्योगिकी और ट्रांसफौरमेसन तकनीक का उपयोग करके पादप कोशिका में स्थानांतरित किया गया। प्रथम ट्रांसजेनिक पादप, अर्थात एंटीबायोटिक प्रतिरोधी तंबाकू और पेटुनीया, को परस्पर एक ही वर्ष में विकसित किया गया था। 1983 में, सूरजमुखी में सेम (बीन) से 'फेजोलिन' जीन की अभिव्यक्ति कराई गयी थी और इस प्रकार इस अध्ययन के जरिए पौधे के जीन की टैक्सोनॉमिक रूप से अलग एंजियोस्पर्म परिवार में स्थानांतरण कराने पर भी अभिव्यक्ति का प्रदर्शन किया गया। 1994 में, ट्रांसजेनिक टमाटर, 'फ्लेवर सेवर' ज्यादा शैल्फ जीवन (निधानी आयु) और देरी से पकने वाले गुणों के साथ मोनसेंटो कंपनी द्वारा विकसित की गयी, जिसे खाद्य और औषधि प्रशासन (एफडीए) द्वारा अमेरिका में बिक्री के लिए अनुमोदित किया गया था। बाद में, कई ट्रांसजेनिक फसलें, जैसे संशोधित तेल संरचना वाला कैनोला, बीटी आलू, बीटी मक्का, बीटी कपास, ब्रोमॉक्सिनिल हर्बिसाइड प्रतिरोधी कपास, और ग्लाइफोसेट–प्रतिरोधी सोयाबीन आदि को व्यावसायिक खेती के लिए मंजूरी मिली। आज तक, कुल 32 फसलों में 525 ट्रांसजेनिक घटनाओं (इवेंट्स) का व्यावसायिक खेती के लिए मंजूरी दी गई है (स्रोतः आई.एस.ए.ए.ए. डेटाबेस)। इनमें से, मक्का में अधिकतम इवेंट्स/घटनाओं (238) को व्यावसायिक खेती के लिए मंजूरी मिली है, उसके बाद कपास (61 इवेंट्स), आलू (49 इवेंट्स), अर्जेंटीना कैनोला (42 इवेंट्स), सोयाबीन (41 इवेंट्स), कार्नेशन (19 इवेंट्स) और अन्य शामिल हैं।

पिछले दो दशकों में ट्रांसजेनिक फसलों की खेती ने कृषि उत्पादकता में उल्लेखनीय वृद्धि की है। ट्रांसजेनिक फसल अपनाने के प्रभाव का एक वैश्विक मेटा (बड़ा)–विश्लेषण में अनुमान लगाया गया है कि औसत ट्रांसजेनिक तकनीक ने फसलों की पैदावार में 22% की वृद्धि के साथ किसानों के लाभ में 68% की वृद्धि हुई है। हालांकि, बाहरी (फॉरिन) जीन वाली ट्रांसजेनिक फसलें और इनके वाइल्ड रिलेटिव्स (जंगली रिश्तेदारों) के बीच इन बाहरी जीन की प्रवाह की संभावना के कारण ये फसलें विभिन्न चिंताओं का विषय बनी हुई हैं जैसे–कि पर्यावरण के सूक्ष्म जीव (रोगाणुओं) में एंटीबायोटिक प्रतिरोध जीन के हस्तांतरण की संभावना और स्वास्थ्य पर संभावित प्रतिकूल प्रभाव, जैसे– कि मनुष्यों को एलर्जी और विषाक्तता आदि की वजह से, ट्रांसजेनिक फसलों को दुनिया के कई हिस्सों में सार्वजनिक स्वीकृति की कमी का सामना करना पड़ रहा है, जिसके फलस्वरूप, इन फसलों को

व्यापक रूप से अपना लेना असंभव बन गया है। बाहरी जीन स्थानांतरण/ सम्मिलन से संबंधित चिंताओं को दूर करने के लिए, दो नई तकनीकों, जिनका नाम सिसजेनेसिस और इंट्राजेनेसिस है, को ट्रांसजेनेसिस के विकल्प के रूप में विकसित किया गया। इन दोनों तकनीकों में, फसल में सुधार के लिए उपयोग होने वाला जेनेटिक तत्व/ जीन, समान या निकट संबंधी प्रजातियों यानी लैंगिक संगत/अनुकूल जीन पूल से संबंधित होता हैं । इसके अलावा, हाल के वर्षों में जीनोम संपादन (एडिटिंग) की महत्वपूर्ण तकनीक के आगमन ने फसल जीनोम को एक अभूतपूर्व सहजता, सटीकता और शुद्धता के साथ संशोधित करने में सक्षम बनाया है। नई एडिटिंग तकनीकों, अर्थात, जिंक फिंगर न्युक्लिअसिज (जेडएफएन), ट्रांसक्रिप्शन एक्टीवेटर–जैसे एफ्फेक्टर न्युक्लिअसिज (टीएएलईएनस) और क्लस्टर्ड रेग्युलर्ली इंटरस्पेस्ड शॉर्ट पेलिंड्रॉमिक रिपीट्स (सीआरआइएसपआर) / कैस सिस्टम, द्वारा पारंपरिक यादृच्छिक उत्परिवर्तन (म्युटाजेनेसिस) और ट्रांसजेनेसिस से जुड़ी अप्रत्याशितताओं और अक्षमता पर काबू पाने में बड़ी सफलता पाई गई है। इन जीन एडिटिंग टूल्स में ट्रांसजेनिक्स से जुड़े कई नियामक मुद्दों को संबोधित करने की क्षमता है और इसलिए लक्षित उत्परिवर्तनों (टारगेटेड म्युटाजेनेसिस), अंतर्जात जीन का सटीक संपादन (एडिटिंग) और जीन के साइट विशिष्ट सम्मिलन जैसे हस्तक्षेपों के माध्यम से उन्नत किस्मों को विकसित करने के लिए योगदान करने को तैयार हैं।

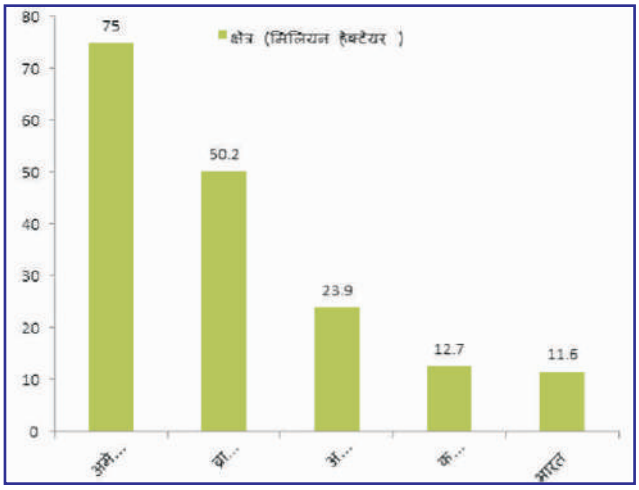
जैव सुरक्षा और पर्यावरण संबंधी चिंताओं के बावजूद, ट्रांसजेनिक प्रौद्योगिकी बेहतर फसल पौधों के तेजी से विकास और कई अनुकूल लक्षणों के एक साथ संयोजन (स्टैक्ड इवेंट्स) के लिए एक पसंदीदा विधि रही है। पिछले 22 वर्षों में, ट्रांसजेनिक फसलों का वैश्विक क्षेत्र 1996 में 1.7 मिलियन हेक्टेयर से बढ़कर 2018 में 191.7 मिलियन हेक्टेयर हो गया है, यानी लगभग 113 गुना वृद्धि (स्रोतः आईएसएएए 2018)। इस 191.7 मिलियन हेक्टेयर मे से ट्रांसजेनिक सोयाबीन का 95.9 मिलियन हेक्टेयर (50:), ट्रांसजेनिक मक्का का 58.9 मिलियन हेक्टेयर (31%), ट्रांसजेनिक कपास का 24.9 मिलियन हेक्टेयर (13%), ट्रांसजेनिक कैनोला का 10.1 मिलियन हेक्टेयर (5.3%) और अन्य ट्रांसजेनिक फसलों का 1.9 मिलियन हेक्टेयर (<1%) क्षेत्र था (चित्रः1) । इस प्रकार, ट्रांसजेनिक तकनीक को आधुनिक कृषि में अपनाई जाने वाली सबसे तेज पादप प्रौद्योगिकी माना जाता है। 2017–18 में, इन फसलों को 26 देशों में लगभग 17 मिलियन किसानों द्वारा लगाया गया था और उनका अनुमानित वैश्विक बाजार मूल्य 18.2 बिलियन यूएस डॉलर था (स्रोतः आईएसएएए 2018) ।



चित्र 1: 2017–18 में वैश्विक भूमि क्षेत्र में लगाया गये ट्रांसजेनिक फसलों का प्रतिशत (स्रोतः आईएसएएए, ग्लोबल स्टेटस ऑफ कमर्शियल जीएम फसलः 2017)

26 देशों में से शीर्ष पांच ट्रांसजेनिक फसल उगाने वाले देश – संयुक्त राज्य अमेरिका 75 मिलियन हेक्टेयरय 93.3% (सोयाबीन, मक्का और कैनोला का औसत) अपनाने की दर,, ब्राजील (50.2 मिलियन हेक्टेयरय 93% अपनाने की दर), अर्जेंटीना (23.9 मिलियन हेक्टेयरय् 100% अपनाने की दर), कनाडा (12.7 मिलियन हेक्टेयरय 92.5% अपनाने की दर) और भारत (11.6 मिलियन हेक्टेयरय 95% अपनाने की दर) हैं (चित्रः 2) । जिन प्रमुख लक्षणों / गुणों के लिए, ट्रांसजेनिक फसलों को विकसित किया गया है और उन्हें व्यावसायीकरण के लिए मंजूरी दी गई है, उनमें हर्बिसाइड टॉलरेंस (खरपतवार नाश सहिष्णु), कीट प्रतिरोधक (इंसेक्ट रेजिस्टेंस), रोग प्रतिरोधक, अजैविक तनाव सहिष्णुता (अबायोटिक स्ट्रेस टॉलरेंस), पोषण वृद्धि आदि शामिल है। जिसमें, हर्बिसाइड टॉलरेंस सबसे प्रमुख है जिसको वर्ष 2017 में ट्रांसजेनिक फसलों के कुल क्षेत्रफल का लगभग 88.7 मिलियन हेक्टेयर या 47%: हिस्सा में बोया गया । हर्बिसाइड टॉलरेंस के बाद, स्टैक्ड इवेंट्स ट्रांसजेनिक फसलें (दो या दो से अधिक लक्षणों का एक ही पोधे में एक साथ संयोजन वाली फसलें) और

कीट प्रतिरोधक लक्षण ने वैश्विक ट्रांसजेनिक फसल क्षेत्र का लगभग 41% और 12% हिस्सा कवर किया हुआ है। शेष लक्षण वाले ट्रांसजेनिक फसलें 1% से भी कम क्षेत्र में लगाई गई थी (आईएसएएए 2018)। इसके अलावा कई नये गुणों को समावेशित करने के लिए अभी शोध हो रहा है।



चित्र 2: 2018 में ट्रांसजेनिक फसलें की खेती करने वाले शीर्ष 5 देश (स्रोतः आईएसएएए 2018)

भारत में ट्रांसजेनिक फसलों की स्थिति

भारत में अभी तक ट्रांसजेनिक (इंसेक्ट रेजिस्टेंस बीटी) कपास को ही व्यावसायिक खेती के लिए मंजूरी दी गई है। भारत के किसान कई वर्षों से ट्रांसजेनिक कपास लगा रहे हैं। 2017 में, भारत में बीटी कपास के क्षेत्र में 600,000 हेक्टेयर की वृद्धि हुई । 2016 में बीटी कपास का क्षेत्रफल 10.8 मिलियन हेक्टेयर से बढ़कर 11.4 मिलियन हेक्टेयर हो गया है, जो देश में कपास के कुल 12.24 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र का 93% है। ट्रांसजेनिक बीटी कपास की खेती ने राष्ट्रीय कपास उत्पादन को बढ़ावा दिया है, जिसने छोटे संसाधन वाले गरीब किसानों के जीवन को उच्च आय, स्वास्थ्य के अनुकूल खेती के तरीकों और मन की शांति के साथ लाभान्वित किया है।

इसके अलावा 2017 में, पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (एमओईएफ एवं सीसी) की जेनेटिक इंजीनियरिंग मूल्यांकन समिति (जीईएसी) ने जीएम सरसों की सुरक्षा और प्रदर्शन का अच्छी तरह से आकलन किया और ट्रांसजेनिक सरसों, 'हाइब्रिड धारा सरसों हाइब्रिड –11' (डीएमएच–11) के पर्यावरणीय रिलीज की सिफारिश की। इस ट्रांसजेनिक हाइब्रिड सरसों की घटनाओं (इवेंट्स) और इसकी पेरेंटल लाइनें को 'बार्नेज', 'बारस्टार' और 'बार' जीन का उपयोग करके दिल्ली विश्वविद्यालय के सेंटर फॉर जेनेटिक मैनिपुलेशन ऑफ क्रॉप प्लांट्स (सीजीएमसीपी) द्वारा विकसित किया गया है। 26 अक्टूबर, 2017 को, एमओईएफ और सीसी ने ट्रांसजेनिक सरसों के पर्यावरणीय रिलीज से संबंधित मामलों को अलग–अलग हितधारकों से विभिन्न अभ्यावेदन की प्राप्ति के आधार पर आगे की समीक्षा तक लंबित रखने का फैसला किया (एमओईएफ और सीसी, 2017)। इसी प्रकार, जीईएसी ने विभिन्न शाकनाशी सहिष्णु सोयाबीन घटनाओं (इवेंट्स) से प्राप्त कच्चे सोयाबीन तेल के आयात से संबंधित आवेदन को स्थगन में रखा हुआ है।

निष्कर्ष

लगातार बढ़ती मानव आबादी, कृषि योग्य भूमि के क्षेत्रफल में बढ़ती कमी और वैश्विक जलवायु परिवर्तन की तीव्रता ध्यान में रखते हुए, उच्च उपज वाली फसल किस्मों को विकसित करने की आवश्यकता है जो पोषण से समृद्ध और विभिन्न पर्यावरणीय और जैविक तनावों के प्रति सहिष्णु (टॉलरेंट) हो। ट्रांसजेनिक तकनीक ने फसल की उन्नत किस्मों के विकास में बहुत योगदान दिया है, जैसे–कि ज्यादा उपज, जैविक और अजैविक तनावों के प्रतिरोधक, और खाद्य गुणवत्ता में वृद्धि की किस्में। इस प्रकार ट्रांसजेनिक फसलों के कारण पेस्टिसाइड और कीटनाशकों के उपयोग में और पर्यावरण फुटिप्रन्ट में कमी आयी है और किसान की आय में वृद्धि हुई है। हालांकि इन फसलों को सख्त सुरक्षा मूल्यांकन, जैसे कि एलर्जी, विषाक्तता और संरचना संबंधी विश्लेषण आदि करने के बाद ही नियामक स्वीकृति प्रदान की जाती है, हालाँकि पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य की सुरक्षा की चिंताओं जैसे–कि संभावित जीन प्रवाह, आनुवांशिक बहाव, गैर–लक्षित जीवों पर प्रतिकूल प्रभाव, प्रतिरोधी खरपतवारों और कीड़ों की संभावित उन्नति (उत्पत्ति), विषाक्तता और एलर्जी आदि संभावित जोखिमों के कारण इन फसलों के बारे में प्रश्न उठाया गया है। ट्रांसजेनिक फसलों के ऐसे संभावित पर्यावरणीय और मानव स्वास्थ्य निहितार्थ के कारण कई देशों ने इन्हे कम स्वीकार किया है। ट्रांसजेनिक फसलों से जुड़ी कुछ प्रमुख चिंताओं को दूर करने के लिए, नई वैकल्पिक तकनीक, जैसे कि सिसजेनेसिस, इंट्राजेनेसिस और सबसे हाल ही में, जीनोम एडिटिंग का उपयोग बेहतर फसल पौधों को विकसित करने के लिए किया जा रहा है।