References

Choudhary, B & Gaur, K. 2009. The Development and Regulation of Bt Brinjal in India (Eggplant/Aubergine), ISAAA Brief No. 38, ISAAA: Ithaca, NY (In press).

James, C. 2007. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops 2007. ISAAA Brief No. 37. ISAAA. Ithaca, New York, USA

Krishna, V.V. & Qaim, M. 2007. Estimating the Adoption of Bt Eggplant in India: Who Benefits from Public-Private Partnership?, Food Policy, pp. 523-543.

Krishna, V.V. & Qaim, M. 2008. Potential Impacts of Bt Eggplant on Farmers' Health in India. Agricultural Economics, pp. 167-180.

Indian Ministry of Environment and Forest (MoEF). 2007. Development of Fruit and Shoot Borer Brinjal. http://www.envfor.nic.in/divisions/csurv/geac/macho.htm Accessed November 21, 2008.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Agriculture Database. 2007. http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor Accessed November 21, 2008.

Indian Institute of Horticultural Research (IIHR). 2008. Annual Report 2007-08 and Vision 2025 Document. Bengaluru, India.

George, S., Singh, H.S. & Naik, G., 2002. Brinjal Shoot and Fruit Borer (*Leucinodes orbonalis*) Status in Coastal Districts of Orissa. In Resources Management in Plant Protection During the 21st Century, Plant Protection Association of India, Hyderabad, India.

Soberon, M. & Bravo A. 2008. Avoiding Insect Resistance to Cry Toxins from *Bacillus thuringiensis*. Information Systems for Biology. http://www.isb.vt.edu/articles/may0803.htm. Accessed November 20, 2008.

ABSP II. 2007. Fruit and Shoot Borer Resistant Eggplant- Fact Sheet, Cornell University, Newsletter, Agricultural Biotechnology Support Project II, South Asia, July 2007.

Genetic Engineering and Approval Committee (GEAC). 2008. Biosafety Data of Bt Brinjal containing cry1Ac (EE1) event developed by M/s Maharashtra Hybrid Seeds Co. http://www.envfor.nic.in/divisions/csurv/geac/bt_brinjal.html Accessed November 24, 2008.

INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS

Global Knowledge Center on Crop Biotechnology

भारत में बीटी बैंगन

December 2008 (No. 35)

Pocket Ks are Pockets of Knowledge, packaged information on crop biotechnology products and related issues available at your fingertips. They are produced by the Global Knowledge Center on Crop Biotechnology (http://www.isaaa.org/kc). For more information, please contact the International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)

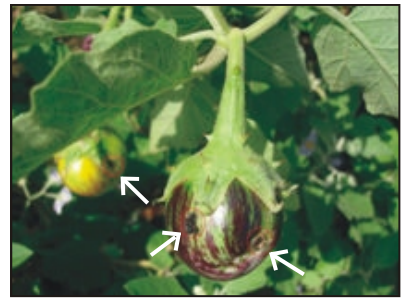
C/o ICRISAT
NASC Complex, DPS Marg,
Opp. Todapur Village
New Delhi-110 012, India
Tel: +91-11-32472302
Fax: +91-11-25841294
E-mail: b.choudhary@cgiar.org
knowledge.center@isaaa.org

Pocket K No. 35

प्रस्तावना

बैंगन के उत्तरी अमेरिका में एग प्लांट और यूरोप में आबरजाइन के नाम से जाना जाता है। भारत में आम आदमी के खाने की थाली में यह एक प्रमुख सब्जी है। बैंगन को ज्यादातर गरीबों की सब्जी माना जाता है। इसकी एक प्रमुख वजह छोटे किसान और कम आय वाले उपभोक्ताओं में बैंगन खूब लोकप्रिय है। ऐसा नहीं है कि बैंगन केवल गरीब लोगों की ही प्रमुख सब्जी है। इसकी लोकप्रियता को देखते हुए बहुत से लोग इसे सब्जियों का राजा भी कहते हैं। यह भारत के सभी घरों में एक अहम व्यंजन के रुप में अपनी पहचान बनाए हुए है। लोग इसे बिना इस बात को देखते हुए कि यह किस वर्ग और आय वर्ग के लोगों में प्रिय है खूब पसंद करते हैं। बैंगन मे ऊर्जा (कैलोरी) कम पाई जाती है, लेकिन पोषण बहुत ज्यादा होता है। बैंगन में जहां पानी की मात्रा बहुत होती है, वहीं इसमें फाइबर, कैल्शियम, फॉस्फोरस, फोलेट्स और विटामिन बी और सी प्रचुर मात्रा में पाया जाता है। इसके साथ ही बैंगन का प्रयोग आयुर्वेद में भी उपचार के लिए किया जाता है। मधुमेह, उच्च रक्तचाप और मोटापा जैसे रोगों के इलाज के लिए आयुर्वेद में बैंगन का उपयोग किया जाता है। इसके अलावा ग्रामीण इलाकों में बैंगन को ईंधन के रुप में भी उपयोग में लाया जाता है। ईंधन के लिए इसे सुखाकर उपयोग में लाया जाता है। बैंगन पूरी तरह भारतीय संस्कृति में रचा बसा है। देश के कई इलाकों में विभिन्न क्षेत्रीय भाषाओं में बैंगन के ऊपर लोकगीत गाए जाते हैं।

बैंगन का भारत में करीब 5 लाख 50 हजार हेक्टेयर क्षेत्र में उत्पादन किया जाता है। जिसकी वजह से दुनिया में भारत चीन के बाद दूसरा सबसे बड़ा बैंगन का उत्पादक देश है। विश्व के कुल बैंगन उत्पादन का करीब 26 फीसदी उत्पादन भारत में होता है। यह भारत के करीब 14 लाख छोटे, सीमांत और गरीब किसानों के लिए प्रमुख नकदी फसल है। बैंगन की सबसे प्रमुख खासियत है कि वह सूखे इलाकों में भी पैदा किया जा सकता है। जिस वजह से बैंगन का देश के सभी इलाकों में उत्पादन होता है। इन विशेषताओं की वजह से वर्ष 2005–06 में बैंगन का भारत में प्रति हेक्टेअर 15.6 टन तक उत्पादन हुआ है। इन विशेषताओं के होते हुए बैंगन का उत्पादन करते समय कुछ खास बातों को जरुर ध्यान में रखना चाहिए। खासतौर पर कीटनाशकों का प्रयोग बैंगन के अच्छे उत्पादन के लिए बहुत जरुरी है। बैंगन को कीटनाशकों और बीमारियों से सबसे ज्यादा खतरा होता है। सबसे ज्यादा खतरा बैंगन को फ्रूट और शूट बोरर (फलों और तना को छेदने वाले कीट यानि एफएसबी) से होता है। इसका वैज्ञानिक नाम ल्यूसीनोड्स ओरबोनॉलिस है और इससे बैंगन की फसल को पूरे देश में खतरा है। इसके हमले से बैंगन के पौधे के विकास पर बुरा असर पड़ता है। जिस वजह से बैंगन की फसल बड़ी मात्रा में खराब हो जाती है। कीड़े की वजह से बैंगन के फल को 95 फीसदी तक नुकसान पहुंच जाता है। साथ ही इसका वाणिज्यिक उत्पादन में भी करीब 70 फीसदी फसल का नुकसान हो जाता है।



FSB-damaged fruits.

किसानों को चाहिए कि एफएसबी से निपटने के लिए लगातार बैंगन के पौधों पर कीटनाशकों का इस्तेमाल करें। साथ ही जैविक उपायों का भी प्रयोग करते रहें। हालांकि कई बार एफएसबी का लार्वा फलों में छुप जाता है। जिस वजह से कीड़ा कई बार कीटनाशकों के छिड़काव से बच जाता है। ऐसे में किसान कीटनाशका का बार–बार इस्तेमाल करते हैं। जिस वजह से कीटनाशक का छिड़काव बहुत ज्यादा हो जाता है, क्योंकि किसान कीड़े के दिखाई देने पर भरोसा करते हैं। जिस वजह से किसानों को कीटनाशकों का प्रयोग न केवल महंगा पड़ता है, बल्कि पर्यावरण को भी हानि पहुंचाता है। कीटनाशकों के ज्यादा इस्तेमाल से सब्जियों और फलों को खाने वाले उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य और सुरक्षा पर बुरा प्रभाव पड़ता है। हालांकि एफएसबी से बचने के लिए वैज्ञानिक लगातार प्रयास कर रहे हैं, जिससे पारंपरिक बैंगन के पौधे को एफएसबी के खतरे से निजात मिल सके। इसके बावजूद अभी सफलता थोड़ी ही मिल पाई है। अभी ऐसी कोई बैंगन की प्रजाति विकसित नहीं हो पाई है, जो भारत में एफएसबी के आक्रमण से पूरी तरह से बच सके। वैज्ञानिकों के अनुसार उन्होंने जैव प्रौद्योगिकी का इस्तेमाल कर ऐसी बैंगन की प्रजाति विकसित की है जिस पर एफएसबी का दुष्प्रभाव नहीं पड़ेगा।

भारत की पहली जैव प्रौद्योगिकी सब्जी

एफएसबी से बचाव के लिए बीटी–बैंगन की प्रजाति विकसित की जा रही है। यह ठीक उसी तरह विकसित की गई है जैसे बीटी–कपास को विकसित किया गया था। जैव प्रौद्योगिकी फसल बीटी–कपास वर्ष 2007 में भारत के 62 लाख हेक्टेयर क्षेत्र में रोपित की कई थी। बीटी–बैंगन को विकसित करने में क्राई–1एसी जीन (वंशाणु) का प्रयोग किया गया है। जिसमें कीटनाशक प्रोटीन होता है जो कि एफएसबी (कीड़े) के खिलाफ प्रतिरोधी क्षमता को विकसित करता है। क्राई एसी जीन को जीवाणु बैसिलस थ्यूरिनजिनसिस (बीटी) के जरिए विकसित किया गया है। जब एफएसबी कीड़ा बीटी बैंगन पर हमला करता है तो बीटी प्रोटीन कीड़े की क्षारीय छिद्रों को बंद कर देता है। जिससे कि वह कीड़े के शरीर के हिस्सों में समा जाता है। जिससे धीरे–धीरे कीड़ा कुछ दिनों में मर जाता है।

बीटी बैंगन का विकास महाराष्ट्र हाइब्रिड सीड्स कंपनी (मॉहिको) द्वारा किया गया है। मॉहिको ने बीटी बैंगन को विकसित करने के लिए एक ऐसे डीएनए का विकास किया जिसमें क्राई–1 एसी जीन हो। इसके लिए एक कैल्शियम एमवी 35 एस प्रमोटर और एक विशिष्ट जीन एनपीटीएल को शामिल किया गया है। जिसके जरिए बैंगन के पौधे में युवा कॉटीलीडन्स को रोपित किया गया। इसके अलावा बीटी बैंगन की तकनीकी को मॉहिको ने तमिलनाडु कृषि विश्वविद्यालय, कोयंबटूर और धारवाड़ के कृषि विज्ञान विश्वविद्यालय को भी दिया है। इसके अलावा मॉहिको ने फिलीपिन्स और बांग्लादेश के सार्वजनिक रिसर्च संस्थानों को भी यह तकनीकी दी है। दूसरे सार्वजनिक और निजी संस्थान भी बीटी–बैंगन की दूसरी तकनीकी विकसित करने के प्रयास में लगे हैं। नेशनल सेंटर ऑन प्लांट बॉयोटेक्नॉलिजी ने भी बीटी बैंगन की एक जीन क्राई एफए–1 विकसित की है। यह तकनीकी, बीजो शीतल, विभा सीड्स, कृषिधन सीड्स जैसी कंपनियों को संस्थान द्वारा दी गई है। इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ हॉर्टीकल्चर रिसर्च ने भी क्राई–1 एबी जीन का इस्तेमाल कर बीटी बैंगन को विकसित किया है। इसके अलावा वैज्ञानिक दूसरे फायदेमंद तकनीकी के जरिए भी नए गुण वाले बीटी बैंगन को विकसित करने की दिशा में अनुसंधान कर रहे हैं।

जैव सूरक्षा और खाद्य सुरक्षा का मूल्यांकन

वैज्ञानिकों ने बीटी बैंगन के प्रभाव के लिए लगातार कई परीक्षण किए। इसके लिए उन्होंने बीटी बैंगन के जहरीलेपन और उसके एलर्जी होने के प्रभाव को जानने के लिए खरगोश, चूहे, बकरी, बॉयलर मुर्गे और डेयरी के गांय जैसे जानवरों पर परीक्षण किया। इन जानवरों पर किए गए परीक्षण से सामने आया कि बीटी बैंगन उसी तरह से सुरक्षित है जैसे कि एक साधारण बैंगन। इसके अलावा बीटी बैंगन के प्रभाव को जानने के लिए कई तरह के अध्ययन किए गए। जिसमें पॉलन इस्केप, माइक्रोफ्लोरा, नॉन टॉरगेट आर्गेनिजम, एग्रोनोमी और बीटी प्रोटीन अपघटन के अध्ययन शामिल है। इन सभी अध्ययनों में यह सामने आया कि बीटी बैंगन लाभ पहुंचाने वाले कीड़े एफिड्स, लीफहूपर्स, स्पाइडर और लेडी बीटलेस को कोई नुकसान नहीं पहुंचाता है।

किसानों और उपभोक्ताओं को मिलेगा लाभ

परीक्षण से यह साफ हो गया है कि बीटी बैंगन एफएसबी (कीड़े) के प्रति प्रभावशाली है। परीक्षण में यह पाया गया है कि कीड़े के प्रति बैंगन का तना 98 फीसदी और फल 100 फीसदी सुरक्षित है। जबकि साधारण बैंगन केवल 30 फीसदी कीड़े से सुरक्षित है। मल्टी लोकेशन ट्रॉयल (कई स्थानों पर किए गए परीक्षण) से यह सामने आया कि बीटी बैंगन को एफएसबी (कीड़े) से सुरक्षित रखने के लिए साधारण बैंगन की तुलना में 77 फीसदी कम कीटनाशक की जरुरत है। इसके अलावा दूसरे हानिकारक कीड़ो से बचाव के लिए भी 42 फीसदी कम कीटनाशक की कीटी बैंगन को जरुरत है। इसके अलावा परीक्षण में यह भी सामने आया है कि बीटी बैंगन का

उत्पादन पारंपरित संकरित बैंगन की तुलना में 116 फीसदी ज्यादा है। साथ ही इसका उत्पादन बैंगन की प्रसिद्ध प्रजाति ओपीवी (ओपन पॉलीनेटेड वेरायटीज) से भी 166 फीसदी ज्यादा है। इसके अलावा बीटी बैंगन के प्रयोग से किसान कीटनाशकों के इस्तेमाल में कमी लाएंगे। जिससे बैंगन के उत्पादन में कीटनाशकों के इस्तेमाल में प्रभावशाली कमी आएगी। जिसका सीधा असर उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य पर पड़ेगा। वैज्ञानिकों के अनुसार बीटी बैंगन के प्रयोग से किसानों को प्रति एकड़ 16,299 रुपये से 19,744 रुपये का फायदा होगा। जो कि राष्ट्रीय स्तर पर प्रति वर्ष 2000 करोड़ रुपये का फायदा पहुंचा सकता है।

प्रशासनिक प्रक्रिया

बीटी बैंगन भारत की पहली फसल है जिसके व्यवसायिक उत्पादन के लिए प्रक्रिया चल रही है। वर्ष 2000 में जब पहली बार बीटी बैंगन विकसित की गई तभी से इसके प्रभाव का वैज्ञानिक गहन परीक्षण कर रहे हैं। जिसमें उसके प्रयोग से मनुष्य पर होने वाले प्रभाव के साथ–साथ जानवरों, पर्यावरण और जैव सुरक्षा पर लगातार पड़ने वाले प्रभाव का परीक्षण कर रहे हैं। चित्र–1 में वह सारी प्रक्रिया संक्षेप में दी गई है, जिसके जरिए बीटी बैंगन के उत्पादन के लिए सरकार की मंजूरी मिलेगी।

चित्र–1 भारत में बीटी बैंगन के विकास और कानूनी प्रक्रिया

वर्ष 2000	बीटी बैंगन के संकरित पौधे में क्राई 1एसी जीन के मिलाने से ग्रीन हाउस गैस के उत्सर्जन और उसमें बदलाव की प्रक्रिया
वर्ष 2001–02	प्राथमिक स्तर पर बीटी बैंगन के विकास में ग्रीन हाउस गैस में हुए बदलाव का अध्ययन
वर्ष 2002–04	एक विशेष क्षेत्र में परागण की वृद्धि और प्रवाह का अध्ययन, साथ ही बीटी बैंगन के संकरित पौधे पर जहरीलेपन, एलर्जी और जैव रासायनिक गुणों का परीक्षण।
वर्ष 2004	रिव्यू कमेटी ऑन जेनेटिक मैन्यूपलेशन (आरसीजीएम) के समक्ष एफएसबी पर बीटी बैंगन का स्वॉयल माइक्रलोरा एफीकेसी पर प्रभाव आरसीजीएम की स्वीकृति के लिए बीटी बैंगन की 8 प्रजातियों पर एमएलआरटीएस परीक्षण किए गए
वर्ष 2004–07	एमएलआरटीएस परीक्षण इंडियन काउंसिल ऑफ एग्रीकल्चर रिसर्च (आईसीएआर) के मॉहिको और ऑल इंडिया कोऑर्डिनेटेडवेजेबल इंप्रवमेंट प्रोग्राम (एआईसीवीआईपी) द्वारा करना
वर्ष 2006–07	जेनेटिक इंजीनियरिंग एप्रूवल कमेटी (जीईसी) के समक्ष जैव सुरक्षा, पर्यावरण सुरक्षा, जीन का प्रभाव और एग्रोनोमी के होने वाले प्रभाव पर आंकड़े प्रस्तुत करना। जीईसी ने अपने वेबसाइट पर वर्ष 2001–07 के दौरान हुए परीक्षणों के परिणामों को जारी करना
वर्ष 2007–09	जीईएसी ने बीटी–बैंगन की 7 संकरित प्रजाति को बड़े क्षेत्रों में परीक्षण के लिए स्वीकृति दी
वर्ष 2008–09	जीईएसी ने प्रयोगात्मक तौर पर 7 बीटी बैंगन की प्रजातियों पर बीज उत्पादन की स्वीकृति दिया। इसके लिए प्रति हेक्टेयर 0.10 क्षेत्र में उत्पादन की अनुमति दी गई है।
वर्तमान स्थिति	**वाणिज्यिक उत्पादन के लिए मंजूरी का इंतजार**

(Adapted from Choudhary and Gaur, 2009, GEAC Dossier 2008, MoEF, 2008)

निष्कर्ष

बीटी बैंगन के जरिए किसानों और उपभोक्ताओं को बहुत फायदा पहुंच सकता है। प्रशासनिक प्राधिकरण के समक्ष सौपें गए अध्ययन के परिणामों से स्पष्ट है कि भारत में बीटी बैंगन, बैंगन के तने और फल को नुकसान पहुंचाने वाले एफएसबी (कीड़े) पर प्रभावकारी रोक लगाता है। इसके अलावा बीटी बैंगन पर कीटनाशकों के प्रयोग में 80 फीसदी कमी आती है। इसके अलावा बीटी बैंगन का उत्पादन भी दूसरे संकरित बैंगन पर साधारण बैंगन की फसल से ज्यादा होता है।

भारत में बीटी कॉटन ने आसाधारण सफलता प्राप्त की है। इसी का परिणाम है कि देश के 9.6 करोड़ हेक्टेयर में पैदा होने वाली कपास में 65 फीसदी हिस्से में बीटी कॉटन की फसल लगाई जा रही है। इससे यह स्पष्ट है कि जैव प्रौद्योगिकी के इस्तेमाल से देश में गरीबी और भूख को मिटाया जा सकता है। बीटी बैंगन का देश की पहली जैवप्रौद्योगिकी फसल के रुप में विकसित होना देश के लिए एक उचित अवसर है। इसके जरिए किसानों और उपभोक्ताओं को जैवप्रौद्योगिकी से होने वाले लाभ मिलेंगे।

बीटी बैंगन की सफलता निजी और सार्वजनिक अनुसंधान संस्थाओं के भागीदारी पर निर्भर है। दोनों तरह की संस्थाओं की रुचि पर ही भारत में बीटी बैंगन की सफलता पर निर्भर करता है। इनके सहयोग से ही देश में खाद्य सुरक्षा के लक्ष्यों को पाया जा सकता है। देश में किसानों और उपभोक्ताओं का बीटी बैंगन को स्वीकार करना एक महत्वपूर्ण घटना होगी। जिससे न केवल भारत को बल्कि दुनिया को भी बीटी बैंगन का लाभ मिलेगा।