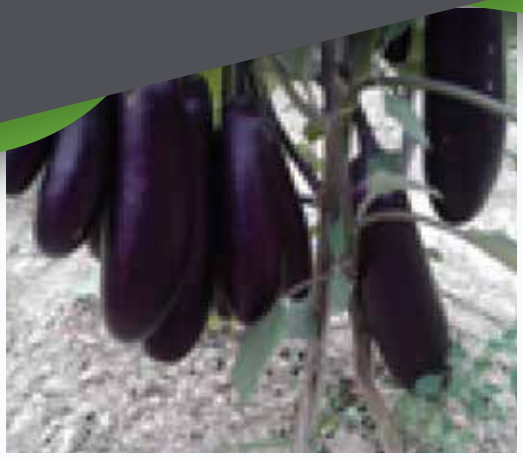
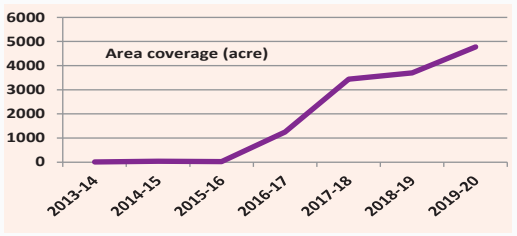
www.bari.gov.bd

বাংলাদেশে বিটি বেগুনের অগ্রযাত্রা





গবেষণা উইং
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট
জয়দেবপুর, গাজীপুর-১৭০১

বাংলাদেশে বিটি বেগুনের অগ্রযাত্রা

রচনায়

ড. মো. বজলুর রহমান

ড. মোহাম্মদ কামরুল হাসান

সম্পাদনায়

ড. এ কে এম কামরুজ্জামান

ড. মো. মিয়ারুদ্দীন

ড. মো. জাহাঙ্গীর হোসেন

মো. হাসান হাফিজুর রহমান

গবেষণা উইং

বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট

জয়দেবপুর, গাজীপুর-১৭০১

প্রকাশকাল
নভেম্বর ২০২০
১,৫০০ কপি

বিস্তারিত তথ্যের জন্য যোগাযোগ
গবেষণা উইং
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট
জয়দেবপুর, গাজীপুর-১৭০১
ফোন : ৪৯২৭০০০১
ই-মেইল: dir.res@bari.gov.bd

স্বত্ব সংরক্ষিত
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট

অর্থায়নে
Feed the Future South Asia Eggplant Improvement Partnership (SAEIP)

মুদ্রণে
লুবনা প্রিন্টিং এন্ড প্যাকেজিং
৫৬, ভজহরি সাহা স্ট্রিট, নারিন্দা
ঢাকা-১১০০
ফোন : ৯৫৬৪৫৪০

Correct Citation: M. B. Rahman and M. K. Hasan. 2020. Bangladesh-a Bt Beguner Agrojatra (In Bengali). Bangladesh Agricultural Research Institute, Gazipur-1701.

মহাপরিচালক
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট

মুখবন্ধ

বেগুন বাংলাদেশের একটি জনপ্রিয় সবজি যা সারা বছর উৎপাদন হয়ে থাকে। সবজিটি উৎপাদনের প্রধান অন্তরায় ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা। এই পোকা দমনের জন্য কৃষক কীটনাশক প্রয়োগ করে থাকেন যা জনস্বাস্থ্য ও পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর। ঘন ঘন কীটনাশক প্রয়োগের ফলে বেগুনের উৎপাদন খরচ বেড়ে যায় এবং আশানুরুপ ফলন পাওয়া যায় না। এমনকি সেক্স ফেরোমন ট্র্যাপ, আক্রান্ত ডগা কেটে ধংশ করাসহ বিভিন্ন আইপিএম পদ্ধতি ব্যবহার করেও এই পোকা দমনে উল্লেখযোগ্য সফলতা পাওয়া যাচ্ছে না।

বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট জীবপ্রযুক্তি পদ্ধতিতে উক্ত পোকা দমনের জন্য ২০০৫ সালে কীটতত্ত্ববিদ, উদ্ভিদ প্রজননবিদ, মৃত্তিকা বিজ্ঞানী ও উদ্ভিদ রোগতত্ত্ববিদ নিয়ে একটি টিম গঠন করে। উক্ত গবেষকবৃন্দ বিটি জীন ব্যবহার করে বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী বেগুনের জাত উদ্ভাবনের জন্য গবেষণা শুরু করে। দীর্ঘ ৮ বছর গবেষণার পর দেশের প্রচলিত বিধি বিধান মেনে বিএআরআই গত ৩০ অক্টোবর ২০১৩ খ্রি. বিটি বেগুনের চারটি জাত অবমুক্ত করে। বিটি জীন সমৃদ্ধ বেগুনের চারটি জাত স্থানীয় আবহাওয়ায় এই পোকা দমনে শতভাগ সফলতা অর্জন করে। উক্ত বিটি জীন সমৃদ্ধ বেগুনের জনপ্রিয়তা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। অত্র পুস্তকটিতে বিটি বেগুন উদ্ভাবনের ইতিহাস, কৃষকের আর্থ-সামাজিক উন্নয়নে বিটি বেগুনের ভূমিকা, চাষাবাদ প্রণালী, রোগ ও পোকামাকড় ব্যবস্থাপনাসহ, প্রকাশনা, স্টুয়ার্ডশীপ ইত্যাদি বিভিন্ন বিষয়ে আলোকপাত করা হয়েছে। এই প্রযুক্তি বাংলাদেশের মতো জনবহুল ও ক্রমহ্রাসমান আবাদি জমির দেশে খাদ্য ও পুষ্টি নিরাপত্তায় অগ্রণী ভূমিকা রাখবে।

পরিশেষে বিটি বেগুন বিষয়ক গবেষণার সঙ্গে সংশ্লিষ্ট গবেষক ও পুস্তকটি রচনার সঙ্গে জড়িত সকলকে জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ।

ড. মো. নাজিরুল ইসলাম

পরিচালক (গবেষণা)
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট
ও
প্রকল্প পরিচালক
Feet the Future South Asia Eggplant Improvement Partnership (SAEIP)

প্রাক্‌কথন

বেগুন বাংলাদেশের একটি গুরুত্বপূর্ণ ও জনপ্রিয় সবজি যা সারা বছর উৎপাদিত হয়। বেগুনের আওতাধীন জমির পরিমাণ প্রায় ৫২৩৯৬ হেক্টর এবং মোট উৎপাদন প্রায় ৫৩০৬১০ টন। আমাদের দেশে বেগুনের গড় ফলন প্রায় ১০.১৩ টন/হেক্টর যা আশানুরুপ নয়। ফলন কম হওয়ার অন্যতম কারণ হচ্ছে বেগুনে বিভিন্ন প্রকার পোকামাকড় ও রোগ-বালাই এর আক্রমণ। এদের মধ্যে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা (*Leucinodes orbonalis*) বাংলাদেশসহ বিশ্বব্যাপি একটি মারাত্মক ক্ষতিকর পোকা। এ পোকার আক্রমণে বেগুনের প্রায় ৯০% ফল আক্রান্ত হতে পারে এবং প্রায় ৮৬% ফলন কমে যায়। বাংলাদেশের প্রায় ৯৮% বেগুন চাষী এ পোকা দমনে কীটনাশক প্রয়োগ করে থাকে। বিষাক্ত কীটনাশকের মাত্রাতিরিক্ত প্রয়োগ চাষী ও ভোক্তাদের স্বাস্থ্যে বিরুপ প্রভাব সৃষ্টি করছে,পরিবেশ দূষিত হচ্ছে। এছাড়াও অনিয়ন্ত্রিতভাবে কীটনাশক প্রয়োগের ফলে এই পোকা কীটনাশক প্রতিরোধী হচ্ছে। বিষাক্ত কীটনাশকের ক্ষতিকর প্রভাব থেকে জীব এবং পরিবেশ রক্ষার জন্য জীব প্রযুক্তি কলাকৌশলের মাধ্যমে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী Cry1Ac জীন বেগুনের কোষে অনুপ্রবেশ করিয়ে বিটি বেগুনের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট (বারি) ২০১৩ সালে বিটি বেগুনের ৪ টি জাত অবমুক্ত করে। বাংলাদেশের বিভিন্ন কৃষি পরিবেশ অঞ্চলে গবেষণায় দেখা গেছে যে উক্ত জাতগুলি বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী এবং অধিক ফলন দিতে সক্ষম।

বিটি বেগুনে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী বৈশিষ্ট্য ব্যতীত অন্যান্য সাধারণ বেগুন হতে পুষ্টিমান বিবেচনায় ভিন্নতর কিছু নেই এবং এর চাষ প্রণালী সাধারণ বেগুনের মতোই। এই পুস্তকটিতে বিটি বেগুন বিষয়ে প্রয়োজনীয় তথ্য সচিত্র সন্নিবেশ করা হয়েছে। যা সংশ্লিষ্ট কৃষক, গবেষক, সম্প্রসারণ কর্মী তথা নীতি নির্ধারণ নিয়ে যারা কাজ করেন তাদের সকলের কাজে আসবে বলে আমার বিশ্বাস।

সবশেষে বিটি বেগুন গবেষক এবং পুস্তকটি প্রণয়নে জড়িত সকলকে জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ।

ড. মো. মিয়ারুদ্দীন

সূচিপত্র

ক্রমিক নম্বর	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
১	ভূমিকা	৯
২	সবজি হিসাবে বেগুনের গুরুত্ব	৯
৩	বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা	১০
৪	বিটি বেগুন কেন	১০
৫	বিটি কি	১১
৬	বিটির কার্যকারিতা	১১
৭	বাংলাদেশে জিএমও গবেষণা অনুমোদন প্রক্রিয়া	১১
৮	বিটি বেগুনের উদ্ভাবন	১২
৯	বিটি বেগুন চাষাবাদ কলাকৌশল	১৬
১০	বিটি বেগুনে ক্ষতিকর পোকামাকড় ব্যবস্থাপনা	১৭
১১	বিটি বেগুনের রোগ ও তার দমন ব্যবস্থাপনা	২১
১২	বিটি বেগুনের গ্রহণযোগ্যতা	২৮
১৩	কৃষকের মাঠে বিটি বেগুনের কার্যকারিতা	২৯
১৪	আর্থ-সামাজিক প্রেক্ষাপটে বিটি বেগুন	৩১
১৫	স্টুয়ার্ডশীপ	৩২
১৬	যোগাযোগ কৌশল	৩৬
১৭	প্রকাশনা	৩৯
১৮	বিটি বেগুনের বিরোধিতা ও সত্যতা	৪১
১৯	চ্যালেঞ্জসমূহ	৪৩
২০	উপসংহার	৪৪
২১	সহায়কপঞ্জী	৪৫

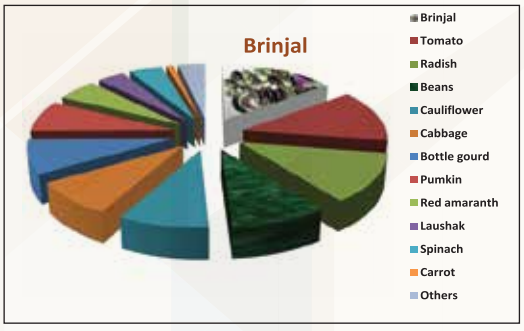
বাংলাদেশে বিটি বেগুনের অগ্রযাত্রা

ভূমিকা (Introduction)

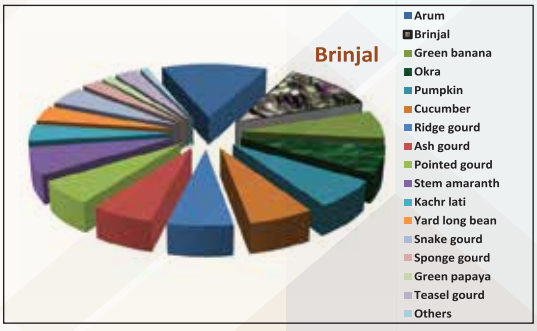
বাংলাদেশে প্রায় একশ ধরনের বিভিন্ন শাকসবজির চাষ হয়ে থাকে। এর মধ্যে বেগুন অন্যতম প্রধান, যা সারাবছর ব্যাপী চাষ হয়। বেগুন চাষের ক্ষেত্রে অন্যতম প্রধান অন্তরায় হচ্ছে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা। এ পোকা দমনে কৃষকরা ২-৪ দিন অন্তর কীটনাশক প্রয়োগ করে থাকে। অনেক সময় কৃষকরা কীটনাশক প্রয়োগে প্রয়োজনীয় সতকর্তা অবলম্বন করে না এবং কীটনাশকের কার্যকারিতা (Residual effect) শেষ হওয়ার পূর্বেই বাজারে নিয়ে আসে। কীটনাশক ব্যবহারের ফলে বেশ কিছু পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া যেমন মাথা ব্যাথা, মাথা ঘোরানো, চোখ ও শরীরে এলার্জি, বমি বমি ভাব ইত্যাদি, দীর্ঘস্থায়ী পার্শ্বপ্রতিক্রিয়ার মধ্যে লিউকোমিয়া, ফুসফুসের ক্যান্সার, অ্যাপ্লাস্টিক অ্যানিমিয়া, হরমোনাল পরিবর্তন, ডিএনএর ক্ষতি, জন্মদান বিষয়ক জটিলতা ইত্যাদি হতে পারে। বৃষ্টির পানির মাধ্যমে খাল-বিল, পুকুর ও নদী-নালার পানির সাথে কীটনাশক মিশে পরিবেশ তথা জীববৈচিত্র্যে এবং খাদ্য শৃঙ্খলেও বিরুপ প্রভাব বিস্তার করতে পারে। এছাড়া যথেচ্ছা কীটনাশক প্রয়োগের ফলে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা কীটনাশক প্রতিরোধী হয়ে উঠে যা পরবর্তীতে দমন করা কঠিন হয়ে যায়। তদুপরি কীটনাশক প্রয়োগের ফলে উপকারী পোকা এবং নন-টার্গেট পোকারও ক্ষতি হয় বা মারা যায়। এ সমস্যা উত্তরনে ইউএসএইড (USAID) এর আর্থিক এবং কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয় ও ভারতের মহারাষ্ট্র হাইব্রিড সীড কোম্পানী (মাহিকো) এর কারিগরি সহায়তায় বেগুনে বিটি জীন অনুপ্রবেশ করিয়ে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট (বিএআরআই) কর্তৃক বিটি বেগুনের ৪টি জাত উদ্ভাবন করা হয়। এই বিটি বেগুন ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী। বাংলাদেশ সরকার ২০১৩ সালে ৪টি বিটি বেগুন চাষের অনুমোদন প্রদানের পর এর জনপ্রিয়তা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে সেইসাথে কৃষকের আর্থ-সামাজিক অবস্থারও উন্নতি হচ্ছে। ২০১৪ সালে মাত্র ২০ জন কৃষক নিয়ে বিটি বেগুনের যাত্রা শুরু করে, সাত বছরে তা প্রায় ২৭ হাজারে দাড়িয়েছে এবং ৭ একর জমি থেকে প্রায় ৫ হাজার একরে। বিটি বেগুনের এ অগ্রযাত্রায় বিভিন্ন মহল থেকে বিভিন্ন সময়ে বিরোধিতারও সম্মুখীন হতে হয়েছে। আজ সব বাধাঁ অতিক্রম করে বিটি বেগুনের অগ্রযাত্রা অব্যাহত রয়েছে। মাঠ দিবস, প্রশিক্ষণ, বিভিন্ন ধরনের প্রকাশনা, প্রামাণ্য চিত্র তৈরী, গণ ও সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমের ব্যবহার, পর্যবেক্ষণ, কর্মশালা, স্টুয়ার্ডশীপের বিভিন্ন কার্যক্রম এ অগ্রযাত্রার গুরুত্বপূর্ণ নিয়ামক হিসেবে কাজ করছে।

সবজি হিসাবে বেগুনের গুরুত্ব (Importance of Brinjal as vegetables)

বাংলাদেশে শীতকালে প্রায় ২১৯ হাজার হেক্টর জমিতে বিভিন্ন ধরনের শাকসবজির চাষ হয়, যার মধ্যে বেগুনের এলাকা হচ্ছে প্রায় ৩২ হাজার হেক্টর অর্থাৎ প্রায় ১৫% জমিতেই বেগুনের চাষ হয়। অন্যদিকে গ্রীষ্মকালে প্রায় ১৯০ হাজার হেক্টর শাকসবজি এলাকার প্রায় ১৯ হাজার হেক্টর জমিতে (প্রায় ১০%) বেগুনের চাষ হয়, অর্থাৎ গড়ে প্রায় ১৩% এলাকায় বেগুনের চাষ হয়ে থাকে । বাংলাদেশে এলাকাভেদে বিভিন্ন ধরনের বেগুনের চাষ হয়। বেগুনের আকৃতির মধ্যে দেখা যায়- লম্বা, বেলনাকৃতি, গোলাকার, ডিম্বাকৃতি, চিকন, মোটা, কান্তে আকারসহ আরও বিভিন্ন আকারের। বর্ণের মধ্যে মূলত চার বর্ণের হয়ে থাকে। যেমন- বেগুনী, সবুজ, কালচে, সাদা। তবে বর্ণের ক্ষেত্রে বিভিন্ন বৈচিত্রতা দেখা যায়, যেমন- হালকা, গাঢ়, ডোরাকাটা দাগওয়ালা, সাদা দাগওয়ালা, সবুজ দাগ যুক্ত, ফোঁটা ফোঁটা দাগ ইত্যাদি। জাতের এই বৈচিত্রতার বিপুল সমারোহ বেগুনে পাওয়া যায়।



শীতকালীন সময়ে শাকসবজির এলাকা (বিবিএস, ২০১৯)



গ্রীষ্মকালীন সময় শাকসবজি এলাকা (বিবিএস, ২০১৯)

পুষ্টিগুণ বিবেচনায় বেগুন একটি উপাদেয় সবজি। বিভিন্ন পুষ্টি উপাদানের মধ্যে প্রতি ১০০ গ্রাম বেগুনে খাদ্যশক্তি আছে ২৫ কিলোক্যালোরি, শর্করা ৫.৮৮ গ্রাম, খাদ্যআঁশ ৩.০০ গ্রাম, স্নেহ পদার্থ ০.১৮ গ্রাম, আমিষ ০.৯৮ গ্রাম, থায়ামিন ০.০৩৯ মিলিগ্রাম, রিবোফ্লাভিন ০.০৩৭ মিলিগ্রাম, নিয়াসিন ০.৬৪৯ মিলিগ্রাম,প্যানটোথেমিক এসিড ০.২৮১ মিলিগ্রাম, ভিটামিন বি ৬০.০৮৪ মিলিগ্রাম, ফোলেট ২২ মাইক্রোগ্রাম, ভিটামিন সি ২.২ মিলিগ্রাম, ভিটামিন ই ০.৩ মিলিগ্রাম, ভিটামিন কে ৩.৫ মাইক্রোগ্রাম, ক্যালসিয়াম ৯ মিলিগ্রাম, লৌহ ০.২৩ মিলিগ্রাম, ম্যাগনেসিয়াম ১৪ মিলিগ্রাম, ম্যাঙ্গানিজ ০.২৩২ মিলিগ্রাম, ফসফরাস ২৪ মিলিগ্রাম, পটাসিয়াম ২২৯ মিলিগ্রাম এবং দস্তা ০.১৬ মিলিগ্রাম (উইকিপিডিয়া, ২০২০)।

বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা (Brinjal shoot and fruit borer)

বেগুনে বিভিন্ন ধরনের বালাই (পোকামাকড় ও রোগ) আক্রমণ করে থাকে। এর মধ্যে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা (*Leucinodes orbonalis* Guenee) মারাত্মক। পূর্ণবয়স্ক স্ত্রী মথ কচি ডগা, ফুল, কুড়ি এবং ফলের বৃতিতে একটি করে ডিম পাড়ে। ৩-৫ দিনের মধ্যে-ডিম ফুটে কীড়া (লার্ভা) বের হয় যা কচি ডগা, ফুল, কুড়ি বা ফল ইত্যাদি ছিদ্র করে খেতে খেতে ভেতরে ঢুকে সুড়ঙ্গ তৈরী করে। আক্রমণের ফলে কচি ডগা ঢলে পড়ে এবং শুকিয়ে মারা যায়। একই ভাবে ফল ছিদ্র করে ভেতরে প্রবেশ করে ও শাঁস খায় এবং বাইরের দিকে পোকার মল দেখা যায়। মারাত্মক আক্রমণে পুরো গাছটাই মরে যেতে পারে । কীড়া বড় হয়ে ডগা ও ফল ছিদ্র করে বের হয়ে আসে। এর পর এরা মাটিতে চলে যায় এবং শুকনো, ঝরাপাতার সঙ্গে কোকুন তৈরী করে। এই কোকুনের ভেতর থেকে পূর্ণাঙ্গ মথ বের হয়ে আসে। ডিম দেওয়ার জন্য স্ত্রী মথ পুরুষ মথের সাথে মিলিত হয়। একটি স্ত্রী মথ সারা জীবনে ২৫০টির মত ডিম দিয়ে থাকে। বেগুনের ভেতরে পোকার মল ও পচা সুড়ঙ্গের চিহ্ন থাকে। এ পোকা দ্রুতবর্ধনশীল, উচ্চ প্রজনন ক্ষমতাসম্পন্ন এবং ব্যাপক ক্ষতির কারণে বেগুনচাষীরা মারাত্মক ক্ষতিগ্রস্থ হয়ে থাকে। বিএআরআই এর সরেজমিন গবেষণা বিভাগ কর্তৃক বিটি বেগুনের উপযোগিতা পরীক্ষায় দেখা যায় যে, এ পোকার আক্রমণে বেগুনের প্রায় ৯০% ক্ষতি হতে পারে। বাংলাদেশের যশোর এলাকায় বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার ওপর AVRDC (The World Vegetable Centre) কর্তৃক পরিচালিত এক সমীক্ষায় দেখা যায় ৯৮% কৃষক এ পোকা দমনের জন্য কীটনাশক ব্যবহার করে থাকে এবং এর প্রয়োগের পরিমাণ ১৪০ বার বা বেশি হয়ে থাকে। এতে বেগুনের উৎপাদন খরচের এক তৃতীয়াংশ কীটনাশকের পিছনে ব্যয় হয় (আলম এবং অন্যান্য, ২০০৩)। অতিরিক্ত কীটনাশকের ফলে একদিকে যেমন উৎপাদন খরচ বৃদ্ধি পায়, অন্যদিকে তা মানুষের স্বাস্থ্য এবং পরিবেশের জন্য ক্ষতির কারণ হয়ে থাকে। অনেকক্ষেত্রেই কৃষক কীটনাশক প্রয়োগে সতকর্তা মূলক ব্যবস্থা অবলম্বন করে না। বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা দমনের জন্য যে ধরনের কীটনাশক প্রয়োগ করা হয় তার কার্যকারিতা (রেসিডুয়্যাল ইফেক্ট) থাকে বেশ কয়েকদিন। কৃষকরা বেশীরভাগ ক্ষেত্রেই তার পূর্বেই বেগুন সংগ্রহ করে বাজারে নিয়ে আসে। এতে ভোক্তাদেরও কীটনাশকের বিষাক্ততার প্রভাব থাকতে পারে। ক্রমাগত কীটনাশক প্রয়োগের ফলে পোকা কীটনাশক প্রতিরোধী হয়ে উঠে পরবর্তীতে তা দমন করার জন্য অন্য কোন শক্তিশালী কীটনাশকের প্রয়োজন হয়ে থাকে। তাছাড়া কীটনাশক প্রয়োগে অনেক উপকারী পোকাও মারা পড়ে। এসব সার্বিক দিক বিবেচনায় বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী জাত উদ্ভাবন করার প্রয়োজন অনুভূত হয়। বিজ্ঞানীরা দীর্ঘদিন যাবত চেষ্টা চালিয়ে যাচ্ছেন কিন্তু প্রচলিত প্রজনন পদ্ধতিতে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী বেগুনের জাত উদ্ভাবনে কোনো সফলতা আসেনি।

বিটি বেগুন কেন (Why Bt Brinjal)

প্রচলিত গবেষণা পদ্ধতিতে অনেক সময় কাঙ্ক্ষিত ফল না পাওয়ায় বিভিন্ন দেশে জীবপ্রযুক্তি (Biotechnology) ব্যবহার করে এর সমস্যা সমাধানের চেষ্টা চলছে এবং ইতোমধ্যে এর সুফল পাওয়া যাচ্ছে, ফলে দিন দিন এর কদরও বৃদ্ধি পাচ্ছে। জীবপ্রযুক্তির একটি অন্যতম অবদান হচ্ছে জেনেটিক্যালী মডিফাইড বা জিএম ফসল। এক্ষেত্রে বিজ্ঞানীরা জীন প্রকৌশলের (Genetic Engineering) মাধ্যমে এক জীবের জীন (Gene) অন্য জীবে স্থাপন করে কাঙ্ক্ষিত বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন ফসল উদ্ভাবন করে থাকে। জীন হচ্ছে কোন জীবের ডিএনএ (DNA) এর একটি অংশ যেখানে সেই

জীবের এক বা একাধিক বৈশিষ্ট্যের তথ্য জৈবিক ভাষায় লিপিবদ্ধ থাকে। ১৯৯৬ সালে বিশ্বে প্রথম জিএম ফসলের বাণিজ্যিকীকরণ শুরু হয়, তখন মাত্র ১.৭ মিলিয়ন হেক্টর জমিতে জিএম ফসলের চাষাবাদ হতো, ২০১৮ সালে সেই জমির পরিমান দাড়িয়েছে প্রায় ১৯২ মিলিয়ন হেক্টর। অর্থাৎ ১৯৯৬ থেকে ২০১৮, এই দুই যুগে জিএম ফসলের চাষকৃত জমির পরিমাণ বৃদ্ধি প্রায় ১১৩ গুন। বর্তমানে ২৬ টি দেশে জিএম ফসল উৎপাদন করছে। শুরুর দিকে উন্নত দেশগুলোতে জিএম ফসলের প্রচলন হলেও বর্তমানে উন্নয়শীল দেশগুলোতে জিএম ফসলের আবাদের পরিমান বেশী। বিটি বেগুন এমনই একটি জিএম ফসল।

বিটি কি (What is Bt)

মাটি বাহিত এক ধরনে গ্রাম পজিটিভ ব্যাক্টেরিয়া ব্যাসিলাস থুরিনজিয়েনসিস (*Bacillus thuringiensis*) এর আদ্যক্ষর মিলে হচ্ছে বিটি (Bt)। জাপানের জীব বিজ্ঞানী Shigetane Ishiwatari রেশমপোকার এক ধরনের রোগের কারণ খুজতে গিয়ে ১৯০১ সালে এই ব্যাকটেরিয়ার সন্ধান পান। তিনি এই ব্যাকটেরিয়ার নামকরণ করেন *Bacillus sotto*, জাপানী ভাষায় *sotto* হচ্ছে এক ধরনের রোগ যা আচমকা আক্রমণ করে। ১৯১১ সালে জার্মানী অনুজীব বিজ্ঞানী Ernst Berliner জার্মানীর থুরিনজিয়া নামক স্থান হতে ফ্লাওয়ার মথকে মেরে ফেলে এমন ব্যাকটেরিয়া আইসোলেট করেন এবং ঐ স্থানের নামে নামকরণ করেন *Bacillus thuringiensis*. ১৯১৫ সালে Ernst Berliner ঐ বিটি ব্যাকটেরিয়াতে ক্রিস্টালের উপস্থিতি বিদ্যমান বলে রিপোর্ট করেন। ইউরোপের কৃষকরা ১৯২৮ সালে বিটি ব্যাকটেরিয়াকে বায়োপেস্টিসাইড হিসেবে ব্যবহার শুরু করে। ফ্রান্সে ১৯৩৮ সালে বিটির উপর ভিত্তি করে বায়োপেস্টিসাইড স্পোরিন (Sporin) ব্যাপকভাবে ব্যবহার শুরু হয়। মার্কিন যুক্তরাষ্টে ১৯৫৮ সালে বিটি বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহার শুরু হয় এবং ১৯৬১ সালের মধ্যে ইপিএ (Enviormantal Protection Agency) তে বিটি কীটনাশক হিসেবে নিবন্ধিত হয়। আশি'র দশকে রাসায়নিক কীটনাশকের প্রতি পোকা প্রতিরোধী হওয়ায় বিশ্বে বিটি'র ব্যবহার বৃদ্ধি পায়। আজ পর্যন্ত বিটি'র অনেক স্ট্রেইন আবিষ্কার করা হয়েছে যার বেশিরভাগই তাদের ডিএনএ বিষাক্ত ক্রিস্টাল গঠন করে। মলিকুলার বায়োলজির ক্রমবর্ধমান অগ্রগতির ফলে এ ব্যাকটেরিয়া হতে বিটি জীন গাছে স্থানান্তর করা হয়।

বিটির কার্যকারিতা (Mode of action of Bt)

বিটি ব্যাকটেরিয়া এক ধরনের ক্রিস্টাল প্রোটিন প্রস্তুত করে যা *Cry* হিসেবে পরিচিত। এই প্রোটিন নির্দিষ্ট লেদাপোকার জন্য বিষাক্ত। বিটির ঐ ক্রিস্টাল প্রোটিন যখন লেদাপোকার অন্ত্রে প্রবেশ করে তখন ক্ষারীয় পরিবেশে এক ধরনের জৈব রসের (*Protease enzyme*) উপস্থিতিতে ক্রিস্টাল প্রোটিন ভেঙ্গে গিয়ে ডেল্টা এন্ডোটক্সিন প্রস্তুত হয় এবং সেটা লেদাপোকার অন্ত্রে জমা হয়। এই ডেল্টা এন্ডোটক্সিন গ্রহণ করার জন্য লেদা পোকার অন্ত্রে এক ধরণের গ্রাহক (Receptor) থাকে। ডেল্টা এন্ডোটক্সিন ঐ গ্রাহকের সাথে যুক্ত হয়ে লেদাপোকার অন্ত্রে ছিদ্র তৈরী করে এবং এক পর্যায়ে পোকার মৃত্যু হয়। বেগুন গাছে লেদা পোকার জন্য বিষাক্ত বিটি ব্যাকটেরিয়ার Cry1AC জীন ঢুকিয়ে 'বিটি বেগুন' উদ্ভাবন করা হয়। লেদাপোকা যখন বিটি বেগুনের কোন অংশ খায় তখন ঐ বিষ লেদা পোকার শরীরে প্রবেশ করে ফলে পোকা মারা যায়। অন্যান্য পোকার অন্ত্রে ক্ষারীয় ভাব থাকলেও গ্রাহক না থাকার কারণে বিটি প্রোটিন সক্রিয় থাকে না। মানুষের অন্ত্রে অম্লীয়ভাব এবং গ্রাহক না থাকায় বিটি প্রোটিন ক্ষতিকর নয়।

বাংলাদেশে জিএমও গবেষণা অনুমোদন প্রক্রিয়া (Regulatory process for GMO research in Bangladesh)

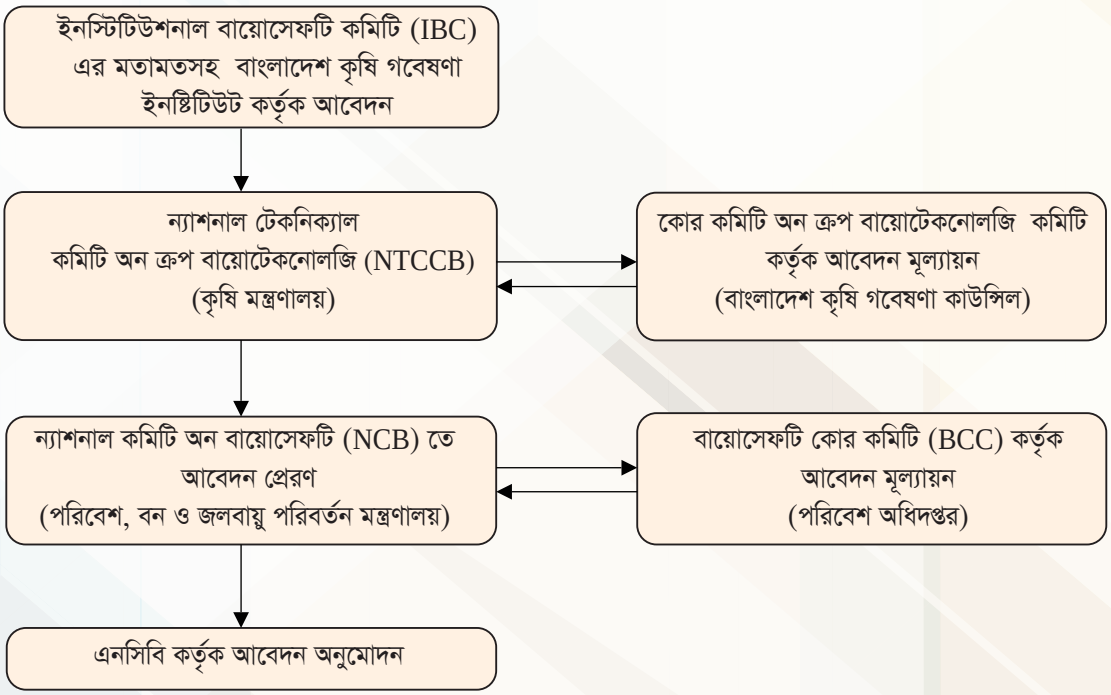
জীবনিরাপত্তা নির্দেশিকা মোতাবেক জিএমও বিষয়ে গবেষণার ক্ষেত্রে প্রশাসনিক অনুমোদন প্রক্রিয়া জীবনিরাপত্তা লেভেল ও ধরনের উপর ভিত্তি করে ক্ষেত্রবিশেষে ভিন্ন ভিন্ন হতে পারে। সাধারণভাবে জিএমও নিয়ে গবেষণা কাজের অনুমোদন পদ্ধতি নিম্নরুপ:

- যে সকল গবেষণাগার জিএমও নিয়ে গবেষণা করতে চায় সেগুলোকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকারের পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয় থেকে অনুমতি নিতে হবে। এধরনের অনুমতি যে জীব নিয়ে

গবেষণা করতে চায় তার জীবনিরাপত্তা লেভেলের উপর ভিত্তি করে দেয়া হবে। এধরনের অনুমতি সংশ্লিষ্ট প্রাতিষ্ঠানিক জীবনিরাপত্তা কমিটির মাধ্যমে অগ্রায়ন করতে হবে। অনুমতি পাবার পর ঐ গবেষণাগারটি জীবনিরাপত্তা সংক্রান্ত জাতীয় কমিটির (এনসিবি) সদস্য সচিব কর্তৃক নিবন্ধন করা হবে।

- জিএমও এর জীবনিরাপত্তা লেভেল-১ ব্যতিরেখে অন্যান্য লেভেলের (বায়োসেফটি লেভেল-২, ৩, ৪) প্রতিটি আমদানির ক্ষেত্রে এনসিবি-এর অনুমতির প্রয়োজন হবে। এনসিবি প্রয়োজনবোধে প্রবেশ বন্দরের (Port of Entry) কাষ্টমস বিভাগকে আমদানীর অনুমতির বিষয়টি অবগত করতে পারে।
- অনুমতির আবেদনপত্রে কোন কোন বিষয় উল্লেখ করতে হবে তার বিস্তারিত তালিকা বাংলাদেশ জীবনিরাপত্তা নির্দেশিকার ৩.১.৮ এবং ৩.১.৯ সেকশনে দেয়া আছে।
- জিএমও নিয়ে গবেষণার জন্য অনুমতিপ্রাপ্ত গবেষণাগার বাংলাদেশ জীবনিরাপত্তা নির্দেশিকা এ্যানেক্স ২ অনুযায়ী উত্তম গবেষণাগার অনুশীলন (Good Laboratory Practice) পদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে।
- সকল গবেষণাগারকে জীব প্রযুক্তি সংশ্লিষ্ট পন্য আমদানির সময় বাণিজ্য মন্ত্রণালয়ের বিধিবদ্ধ কোনো নিয়মকানুন থাকলে তা অনুসরণ করতে হবে।

জিএম ফসল হিসেবে বিটি বেগুনের অনুমোদন প্রক্রিয়া



বিটি বেগুনের উদ্ভাবন (Development of Bt Brinjal)

যুক্তরাষ্ট্রের কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয় এবং বহুজাতিক বীজ কোম্পানী মনসান্তো'র সহায়তায় জীন প্রকৌশলের মাধ্যমে মাহিকো ব্যাসিলাস থুরিনজিয়েনসিস এর Cry1Ac জীন সমৃদ্ধ বিটি বেগুনের ইভেন্ট ইই-১ (EE-1) উদ্ভাবন করে। পৃথিবীর বিভিন্ন উন্নত দেশের ১০ টিরও বেশী এক্রিডিয়েটেড ল্যাবরেটরীতে মাছ, মুরগি, ছাগল, খরগোশ, ইদুঁর, মহিষসহ বিভিন্ন প্রাণীর উপর পরীক্ষা করা হয় এবং তাদের উপর বিটি বেগুনের কোন ক্ষতিকর (Toxic) প্রভাব লক্ষ্য করা যায়নি। অ্যালার্জিজনিত, পরিবেশগত এবং অন্যান্য জীব নিরাপত্তা সংক্রান্ত পরীক্ষায় কোন নেতিবাচক ফলাফল

পাওয়া যায়নি। উন্নয়নশীল দেশের বিজ্ঞানী, সম্প্রসারণ কর্মী, কৃষক ও জনসাধারণকে জীব প্রযুক্তিগত তথ্য প্রদান এবং প্রচলিত কৃষি কার্যক্রমের পরিপূরক হিসেবে জীন প্রকৌশলের নিরাপদ প্রয়োগ পদ্ধতি এবং এর বাণিজ্যিকীকরণে সহায়তা প্রদানের লক্ষ্যে ইউএসএইড (United States Agency for International Development) এর অর্থায়নে এবং কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয়ের তত্ত্বাবধানে এবিএসপি-II (Agricultural Biotechnology Support Project II) প্রকল্প তৈরী করা হয় যা বাংলাদেশে ২০০২ সালে চালু হয়। শুরুতে এই প্রকল্পে দেশিয় ও আন্তর্জাতিক সেমিনার, কর্মশালা এবং প্রশিক্ষণের মাধ্যমে বিভিন্ন স্টেকহোল্ডারদের জীবপ্রযুক্তি সর্ম্পকে সচেতনতা সৃষ্টি করা হয়। এ প্রকল্প বাংলাদেশ, ভারত, ফিলিপাইন, ইন্দোনেশিয়া ও উগান্ডার জনগণের খাদ্য নিরাপত্তা, অর্থনৈতিক অগ্রগতি, পুষ্টি ও পরিবেশগত গুণাগুণ রক্ষায় উল্লেখযোগ্য ভূমিকা পালন করে। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা কাউন্সিল (BARC) এবং যুক্তরাষ্ট্রের কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয়ের College of Agriculture and Life Sciences এর মধ্যে ২০০৪ সালে ২৭ জুন একটি সমঝোতা স্মারক (MoU) স্বাক্ষরিত হয়। এতে একাডেমিক ও বৈজ্ঞানিক বিষয় সম্পর্কে উদ্ভাবন এবং যৌথ গবেষণার বিষয় গুরুত্ব পায়। এবিএসপি-II প্রকল্পের অধীনে বিএআরআই, মাহিকো, ভারতের সৎগুরু ম্যানেজমেন্ট কনসালটেন্টস এবং কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয় এর মধ্যে পাবলিক-প্রাইভেট পাটনারশীপ এর মাধ্যমে বাংলাদেশে বিটি বেগুন উদ্ভাবনের কাজ শুরু হয়। ২০১৪ সালে এবিএসপি-II প্রকল্পটি শেষ হলেও ২০১৫ সাল থেকে ইউএসএইড South Asia Eggplant Improvement Partnership (SAEIP) প্রকল্পের মাধ্যমে বিটি বেগুনের উন্নয়ন ও সম্প্রসারণ এর জন্য আর্থিক সহায়তা দিয়ে যাচ্ছে। বিএআরআই ও মাহিকো ২০০৫ সালের ১৪ মার্চ বিটি জীন ব্যবহার এবং বিটি বেগুন উদ্ভাবন সম্পর্কিত একটি সাবলাইসেন্স চুক্তি স্বাক্ষর করে। পরবর্তীতে ২০১৯ সালের ৫ জুলাই চুক্তিটি নবায়ন করা হয়। চুক্তি অনুযায়ী বিটি জীনের মালিকানা মাহিকোর। তবে বাংলাদেশের যে ৯টি বেগুনের জাতে ঐ জীন বা প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়েছে সেগুলোর মালিকানা থাকবে বিএআরআই এর কাছে। এবিএসপি-II প্রকল্পের আওতায় বিএআরআই এর বিজ্ঞানী কর্তৃক বাংলাদেশের ৯টি জাত, যথা বারি উদ্ভাবিত বারি বেগুন-১ (উত্তরা), বারি বেগুন-৪ (কাজলা), বারি বেগুন-৫ (নয়নতারা), বারি বেগুন-৬, বারি বেগুন-৯ (দোহাজারী), স্থানীয় জনপ্রিয় জাত খটখটিয়া, শিংনাথ, চেগা ও ইসলামপুরী জাতের সঙ্গে মাহিকোর ইই-১ বেগুনের সংকরায়ণের মাধ্যমে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী জীন Cry1Ac স্থানান্তর করা হয়। বাংলাদেশ সরকারের অনুমোদনক্রমে ব্যাকক্রস ১ এর ট্রান্সজেনিক বীজ বিএআরআই কর্তৃপক্ষকে হস্তান্তর করা হয় এবং পরবর্তীতে গ্রীন হাউজ ও বিভিন্ন পরিবেশ অঞ্চলে নিয়ন্ত্রিত মাঠ পরীক্ষা (Confined field trial) করা হয়। বিএআরআই ২০০৫ সালে এ প্রকল্পের মাধ্যমে জীবপ্রযুক্তিবিদ, উদ্যানতত্ত্ববিদ, কীটতত্ত্ববিদ, মৃত্তিকা বিজ্ঞানী ও উদ্ভিদ রোগতত্ত্ববিদের সমন্বয়ে একটি মাল্টি ডিসিপ্লিনারী টিম গঠন করে বিটি বেগুনের উপর গবেষণা শুরু করে। দেশের গুরুত্বপূর্ণ চার অঞ্চল হতে বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা সংগ্রহ করে ট্রান্সজেনিক জাতসমূহের উপর সংরক্ষিত গ্রিন হাউজে (Contained green house) পরীক্ষা চালানো হয়। পরপর দুই জেনারেশন এ পরীক্ষায় বিটি জীনের কার্যকারিতা প্রমাণিত হয়।

সাফল্যজনকভাবে পরীক্ষার পর কৃষকের নিকট পৌছানোর পূর্বে এই ট্রান্সজেনিক জাতসমূহের পরিবেশের উপর প্রতিক্রিয়া এবং অন্যান্য কীটপতঙ্গের উপর বিরূপ কোন প্রভাব আছে কিনা তা নিরুপন করার জন্য নিয়ন্ত্রিত মাঠ পরীক্ষা (Confined field trial) করা হয় । এই লক্ষ্যে ২০০৮ সালে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের অধীন তিনটি স্থানে যেমন- প্রধান কেন্দ্র গাজীপুর, আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র, যশোর ও হাটহাজারীতে এই নিয়ন্ত্রিত পরীক্ষণ মাঠের চারদিকে বেড়া প্রদান, উপাত্ত সংগ্রহে নিয়োজিত বিজ্ঞানী ছাড়া অন্যদের চলাচল নিয়ন্ত্রণ, উপাত্ত সংগ্রহে নথিপত্র সংরক্ষণ, সার্বক্ষণিক পাহারা, গবেষণা শেষে নিরাপদভাবে গাছের অংশ বিশেষ পোড়ানো এবং গভীর গর্তে তা পুতে রাখা ইত্যাদি নিশ্চিত করা হয়। এই পরীক্ষণে নিম্নোক্ত উপাত্ত সংগ্রহ করা হয়:

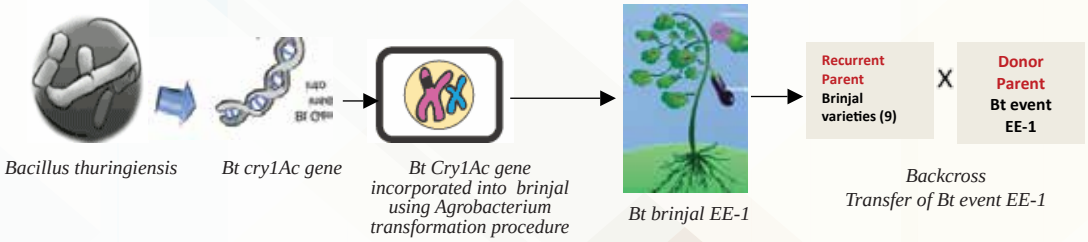
- মাঠ পর্যায়ে ট্রান্সজেনিক বেগুনে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার আক্রমণ পর্যবেক্ষণ।
- নন-টার্গেট পোকার উপর বিটি জীনের কার্যকারিতা পরীক্ষণ।
- মাঠ পরীক্ষার অঞ্চল থেকে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা সংগ্রহ করে এর স্পর্শকাতরতা মূল্যায়ন করা।

- ট্রান্সজেনিক বেগুনের সাথে নন-ট্রান্সজেনিক বেগুনের উদ্যানতাত্ত্বিক চরিত্রের তুলনামূলক যাচাই করা।
- নোমাটোডসহ বিভিন্ন রোগবালাই এর উপর বিটি জীনের কার্যকারিতা যাচাই।
- মাটিতে অবস্থিত বিভিন্ন অনুজীবের উপর বিটি জীনের প্রভাব পরীক্ষণ।

উপরোক্ত উপাত্তগুলো সুষ্ঠভাবে সংগ্রহের লক্ষ্যে বিএআরআই এর বিজ্ঞানী ও মাঠ কর্মীকে প্রয়োজনীয় প্রশিক্ষণ প্রদান করা হয়।

গত ২০০৮-২০১১ মৌসুমে দেশের ৬টি অঞ্চলে সাফল্যজনকভাবে প্রয়োজনীয় নিয়ম অনুসরণ করে বহুস্থানিক পরীক্ষা (Multi location trial- MLT) সম্পন্ন করা হয়েছে এবং প্রতিবারই ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার বিপরীতে ট্রান্সজেনিক জাতসমূহ প্রত্যাশিত ফলাফল প্রদর্শন করেছে। পরীক্ষা চলাকালীন ৬টি অঞ্চলে কৃষক, সম্প্রসারণ কর্মী, সাংবাদিক ও গণ্যমান্য ব্যক্তিদের নিয়ে মাঠ দিবস অনুষ্ঠিত হয়েছে। মাঠ দিবসসমূহে চাষী পর্যায় থেকে বীজ পাওয়ার জন্য উৎসাহজনক সাড়া পাওয়া যায়। দেশের শীর্ষস্থানীয় জাতীয় ও স্থানীয় দৈনিক পত্রিকা ছাড়াও ইলেকট্রনিক মিডিয়াতেও মাঠ দিবসের খবর ও বিটি বেগুনের সাফল্য বেশ গুরুত্ব সহকারে প্রচার করে।

বিটি বেগুনের পুষ্টিমান স্থানীয় জাতের মতই কিনা যাচাইয়ের জন্য ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ে এ নমুনা পাঠানো হয়। এ পর্যবেক্ষণে পুষ্টিমানের দিক থেকে তেমন কোন পরিবর্তন বিটি বেগুনে পাওয়া যায়নি।



বিটি বেগুন উদ্ভাবন প্রক্রিয়া (প্রকল্পিত)

দেশের বিভিন্ন স্থানে বহুস্থানিক পরীক্ষা ফলাফল, Common data sharing এর আওতায় মাহিকো কর্তৃক প্রণীত টক্সিকোলজিক্যাল এবং জীবনিরাপত্তা সংক্রান্ত পরীক্ষার ফলাফল, পুষ্টিমান ফলাফল, হোমোজাইগোসিটি ইত্যাদি বিবেচনা করে এবং পর্যাপ্ত প্রয়োজনীয় কাগজপত্র সংযোজন করে বিএআরআই ২০১৩ সালে ১৪ জুলাই কৃষি মন্ত্রণালয়ে এনটিসিসিবিতে ৪ টি বিটি বেগুনের জাত অবমুক্তের জন্য আবেদন করে। এনটিসিসিবি কোর কমিটি অন ক্রপ বায়োটেকনোলজি (যার সভাপতি বিএআরসি'র নির্বাহী চেয়ারম্যান) কমিটির মতামত সম্বলিত আবেদন ২০১৩ সালের অক্টোবরে পরিবেশ ও বন মন্ত্রণালয় (বর্তমানে পরিবেশ, বন ও জলবায়ু পরিবর্তন মন্ত্রণালয়) এর ন্যাশনাল কমিটি অব বায়োসেফটি (এনসিবি) (যার সভাপতি মন্ত্রণালয়ের সচিব) বরাবর প্রেরণ করে। এনসিবি পরবর্তীতে পরিবেশ অধিদপ্তর এর বায়োসেফটি কোর কমিটি (যার আহ্বায়ক মহাপরিচালক, পরিবেশ অধিদপ্তর) এর মাধ্যমে মূল্যায়ন এবং তাদের সুপারিশক্রমে ৩০ অক্টোবর ২০১৩ খ্রি: তারিখে বিটি বেগুনের চারটি জাত: বারি বিটি বেগুন-১, বারি বিটি বেগুন-২, বারি বিটি বেগুন-৩ এবং বারি বিটি বেগুন-৪ নামে অবমুক্ত করার অনুমোদন প্রদান করে। ২০১৪ সালের ২২ জানুয়ারি তৎকালীন কৃষিমন্ত্রী ২০ জন কৃষকের মাঝে চারা বিতরণের মাধ্যমে আনুষ্ঠানিকভাবে বাংলাদেশে বিটি বেগুনের যাত্রা শুরু হয়।

অবমুক্তকৃত বিটি বেগুনের চারটি জাতের বৈশিষ্ট্য:

বারি বিটি বেগুন-১

গাছের বৃদ্ধির ধরন : ছড়ানো
গাছের উচ্চতা: ৭০-৮০ সেমি
ফল ধরার ধরন : গুচ্ছাকারে
ফলের আকৃতি : সিলিন্ডারাকৃতি
ফলের রং : গোলাপী
প্রতি ফলের ওজন: ৭০-৮০ গ্রাম
গাছপ্রতি ফলের সংখ্যা : ৭০-৮০ টি
বিঘাপ্রতি ফলন: ৬.৫-৭.৫ টন

বারি বিটি বেগুন-২

গাছের বৃদ্ধির ধরন : ছড়ানো
গাছের উচ্চতা: ৬৫-৭৫ সেমি
ফল ধরার ধরন : গুচ্ছাকারে
ফলের আকৃতি : সিলিন্ডারাকৃতি
ফলের রং : কালচে বেগুনী
প্রতি ফলের ওজন: ১০৫-১১৫ গ্রাম
গাছপ্রতি ফলের সংখ্যা : ৩০-৩৫ টি
বিঘাপ্রতি ফলন: ৬.০-৭.০ টন

বারি বিটি বেগুন-৩

গাছের বৃদ্ধির ধরন : মধ্যম খাড়া
গাছের উচ্চতা : ১১০-১২০
ফল ধরার ধরন : একক
ফলের আকৃতি : গোলাকার
ফলের রং : কালচে বেগুনী
প্রতি ফলের ওজন: ১৫০-১৬০ গ্রাম
গাছপ্রতি ফলের সংখ্যা : ১৫-২০ টি
বিঘাপ্রতি ফলন : ৫.০-৬.০ টন

বারি বিটি বেগুন-৪

গাছের বৃদ্ধির ধরন : মধ্যম খাড়া
গাছের উচ্চতা : ১০০-১১০
ফল ধরার ধরণ : একক
ফলের আকৃতি : ডিম্বাকৃতি
ফলের রং : হালকা সবুজাভ
প্রতি ফলের ওজন : ২০০-২৩০ গ্রাম
গাছপ্রতি ফলের সংখ্যা : ১৫-১৭ টি
বিঘাপ্রতি ফলন : ৫.০-৫.৫ টন

বিটি বেগুন চাষাবাদ কলাকৌশল (Cultivation procedure of Bt Brinjal)

বিটি বেগুনের চাষাবাদ পদ্ধতি সাধারণ বেগুনের মতই। তবে উদ্ভাবিত বিটি বেগুনের জাতগুলো শীতকালে চাষ করতে হয়। বিটি বেগুনের জন্য মাটি উর্বর ও সুনিষ্কাশিত হওয়া প্রয়োজন। বেলে-দোআঁশ বা দোআঁশ মাটিই এর চাষের জন্য সর্বোৎকৃষ্ট। স্যাঁতসেঁতে জমি বেগুন চাষের জন্য উপযোগী নয়। জমিতে পানি নিষ্কাশনের সুব্যবস্থা থাকা আবশ্যক। ভাল ফলন পেতে সেপ্টেম্বর মাসের প্রথম সপ্তাহের মধ্যে বীজ তলায় বীজ বপন এবং অক্টোবর মাসের মধ্যে মূল জমিতে চারা রোপণের উপযুক্ত সময়। বেগুন যেহেতু দীর্ঘ সময় ধরে ফলন দেয় তাই সার ব্যবস্থাপনাটি বেশ গুরুত্বপূর্ণ।

সারণী-১: বিটি বেগুন চাষে বিঘাপ্রতি সারের মাত্রা ও প্রয়োগের সময়

সার	পরিমাণ	প্রয়োগের সময়					
		শেষ চাষের সময়	রোপণের ১০-১৫ দিন পর	গাছের বাড়ন্ত অবস্থায়	ফুল আসার সময়	ফল ধরার সময়	ফল সংগ্রহের সময়
গোবর/কম্পোস্ট	১.০-১.৫ টন	সবটুকু	-	-	-	-	-
ইউরিয়া	৪০-৫০ কেজি	-	৮-১০ কেজি	৮-১০ কেজি	৮-১০ কেজি	৮-১০ কেজি	৮-১০ কেজি
টি এস পি	৩০-৩৫ কেজি	সবটুকু	-	-	-	-	-
এম ও পি	৩০-৪০ কেজি	১০-১৫ কেজি	১০-১২ কেজি	১০-১২ কেজি			
জিপসাম	১০-১৫ কেজি	সবটুকু	-	-	-	-	-

মাটিতে দস্তা, মেগনেসিয়াম ও বোরনের অভাব থাকলে বিঘাপ্রতি ১ কেজি করে জিঙ্ক সালফেট, ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ও বরিক এসিড শেষ চাষের সময় জমিতে প্রয়োগ করতে হবে।

বিটি বেগুন জমির চারপাশে রিফিউজ ফসল (Refuge crop) হিসেবে অবশ্যই এক বা দুই সারি (৫%) সাধারণ বেগুন (নন-বিটি) জাতের চারা লাগাতে হবে। বীজ তলায় বীজ বুনে চারা তৈরী করে ৩০ দিন বয়সের চারা মূল জমিতে সারি করে রোপণ করতে হবে। চারা রোপণের পর প্রয়োজনীয় হালকা সেচ দিতে হবে। চারা মাটিতে পূর্ণ স্থাপিত হলে কিস্তি সার প্রয়োগসহ ফসল ও মাটির অবস্থা দেখে প্রয়োজনীয় সেচ প্রয়োগ করতে হবে। বিটি বেগুন মোটেই জলাবদ্ধতা সহ্য করতে পারে না। জমিতে যাতে পানি জমে না থাকে সেজন্য পানি নিষ্কাশনের জন্য জমির চারপাশে নালার ব্যবস্থা করতে হবে। সময় সময় নিড়ানী দ্বারা আগাছা পরিষ্কারসহ গাছের গোড়ার মাটি খুঁচিয়ে মালচিং করে দিতে হবে।

রিফিউজ ফসলসহ বিটি বেগুনের মাঠ।

বিটি বেগুন ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী হওয়ায় এ পোকার জন্য দমন ব্যবস্থা নিতে হবে না। তবে বেগুনের অন্যান্য পোকা দমনের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা নিতে হবে। এ বিষয়ে 'বিটি বেগুনের ক্ষতিকর পোকামাকড় ব্যবস্থাপনা' অংশে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

বিটি বেগুনে বিভিন্ন ধরনের রোগের আক্রমণ দেখা দিতে পারে। যেমন: ড্যাম্পিং অফ, কাণ্ড পচা ও ফল পচা, ঢলে পড়া, গুচ্ছ পাতা, স্ক্লেরোটিনিয়া রট ইত্যাদি। এইসব রোগের পরিত্রানের জন্য সুস্থ ও রোগমুক্ত বীজ ব্যবহার করা, বপনের পূর্বে প্রোভেক্স, ভিটাভেক্স বা রিডোমিল গোল্ড (২.৫ গ্রাম/কেজি বীজ) দ্বারা বীজ শোধন করা, মাঠ পরিষ্কার ও পরিচ্ছন্ন রাখা, জমিতে ফসল পর্যায় অবলম্বন করাসহ পরিমাণমতো সেচ ও প্রয়োজনীয় নিষ্কাশনের ব্যবস্থা করা প্রয়োজন। এ বিষয়ে 'বিটি বেগুনের রোগ ও তার দমন ব্যবস্থাপনা' অংশে সচিত্র আলোচনা করা হয়েছে।

সাধারনত, বেগুন ফলের বয়স ২৮-৩০ দিন (Day after anthesis) হলে খাওয়ার উপযুক্ত হয়। সংগ্রহপযোগী বেগুনকে ধারালো চাকু দিয়ে দিনের শীতল অংশে (ভোরে বা বিকেলে) সংগ্রহ করে ছিদ্রযুক্ত প্লাস্টিকের পাত্রে ঠাণ্ডা ছায়াযুক্ত স্থানে রাখাতে হবে। সম্ভব হলে আর্দ্রতা সংরক্ষণের জন্য ভিজা কাপড় দিয়ে ঢেকে রাখা যেতে পারে। বেগুনকে বাজারজাত করনের পূর্বে ধুয়ে বাছাই (Sorting) করনের মাধ্যমে রোগ-পোকাক্রান্ত, আঘাতপ্রাপ্ত, অতি কচি বা বাত্তি ও ভিন্ন রং এর ফলকে আলাদাকরাসহ গ্রেডিং করতে হবে। গ্রেডিংকৃত বেগুন উপযুক্ত লেবেলিং করে বাজারজাত করতে হবে।

ফল থেকে বীজ সংগ্রহ করতে হলে ৬০-৬৫ দিন বয়সের পরিপক্ক ফল হলুদাভ বা বাদামি রং ধারন করলে ফল সংগ্রহ করার উপযুক্ত সময়। পরিপক্ক ফলগুলো সংগ্রহ করে সাধারন তাপমাত্রায় ৩-৪ দিন রেখে দিতে হবে, তারপর ফল থেকে বীজ সংগ্রহ করে ভালভাবে ধুয়ে নিতে হবে। গুনগত মানসম্পন্ন বীজ পেতে হলে বীজগুলোকে রৌদ্রে ৭-৮% আর্দ্রতা পর্যন্ত শুকিয়ে বায়ুরোধি পাত্রে বা পলিথিন ব্যাগে সংরক্ষণ করতে হবে। উক্ত বীজকে যদি সাধারণ রেফ্রিজারেটরে ১৬-১৮ ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় রাখা যায় তাহলে কয়েক বছর পর্যন্ত বীজের গুনাগুণ ভাল থাকে।

বিটি বেগুনে ক্ষতিকর পোকামাকড় ব্যবস্থাপনা

বিটি বেগুন ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী হলেও অন্যান্য পোকামাকড় যেমন সাদামাছি, জাব পোকা, এফিড, থ্রিপস, পাতার হপার পোকা, কাটালে পোকা এবং লাল মাকড় বেগুন ফসলে আক্রমন করে থাকে এবং এদের আক্রমণে ফসলের উল্লেখযোগ্য অংশ নষ্ট হয়ে যেতে পারে। এজন্য এ সমস্ত ক্ষতিকর পোকামাকড় দমনের কার্যকরী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে। নিম্নে বিটি বেগুনের প্রধান প্রধান ক্ষতিকর পোকামাকড়ের আক্রমণ এবং দমন ব্যবস্থাপনা আলোচনা করা হলো।

সাদা মাছি *(Bemisia tabaci)*: পূর্ণ বয়স্ক পোকা ও নিম্ফ ফ্লোয়েম ছিদ্র করে গাছ থেকে ক্রমাগত রস শোষণ করে। পাতা বাদামী বর্ণের হয় ফলে পাতার খাদ্য তৈরী প্রক্রিয়া ব্যহত হয়। পাতা অসম প্রকৃতির এবং ক্রমান্বয়ে শুকিয়ে যায়। অত্যধিক আক্রমণে গাছের বৃদ্ধি ও ফলন কমে যায়।

সাদা মাছি আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- বীজতলার চারা সুক্ষ্ম নেটের দ্বারা ঢেকে দিতে হবে। এর ফলে চারাগুলি সাদামাছির আক্রমণ থেকে মুক্ত থাকবে।
- ফসলের অবশিষ্টাংশ নষ্ট করে ফেলতে হবে এবং আগাছা পরিষ্কার করতে হবে। নিম বীজ ভিজানো পানি (প্রতি লিটার পানিতে ৫০ গ্রাম আধ ভাঙ্গা নিম বীজ ১২ ঘণ্টা ভিজিয়ে রাখতে হবে) আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।
- আঠালো হলুদ ফাঁদ ব্যবহার করতে হবে।
- আক্রমণের শুরুতে বায়োনিম প্লাস @ ১মিলি/ লিটার আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।

- আক্রমণের শুরুতে পেগাসাস ৫০ এসসি (Diafenthiuron)@ ১মিলি/লিটার অথবা ইনটিপ্রিড ১০ এস সি (Chlorfenapyr) প্রতি লিটার পানিতে ১মিলি আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।

থ্রিপস *(Thrips tabaci)*: নিম্ফ ও পূর্ণবয়স্ক পোকা পাতা ছিদ্র করে রস শোষণ করে ফলে পাতায় ক্ষতের সৃষ্টি হয় এবং পাতা কুকড়ে যায়। অতিরিক্ত আক্রমণে গাছের ফুল ঝড়ে পড়ে। গাছে প্রাথমিক অবস্থায় এদের আক্রমণ হলে ফলন কমে যায়। অতিরিক্ত আক্রমণে পাতার নিচের অংশ বাদামী রং ধারণ করে, পরবর্তীতে পুড়ে যাওয়ার মতো দেখায়।

থ্রিপস আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- সঠিকভাবে সেচ প্রদান করতে হবে। কারণ পোকার রস শোষনের ফলে ক্রমান্বয়ে গাছের কোষ থেকে পানি বের হয়ে পানি শুন্যতার সৃষ্টি হয়। সেচ বা জমি ভিজিয়ে দিলে মাটিতে বিদ্যমান থ্রিপসের প্রিপিউপা ও পিউপা ধাপ মারা যায়।
- ফসলের অবশিষ্টাংশ নষ্টকরাসহ আগাছা দমন করতে হবে।
- ফসলের ক্ষেতে সাদা আঠালো ফাঁদ ব্যবহার করতে হবে।
- আক্রমণের শুরুতে যে কোন স্পোনোসেড বায়োপেসটিাইড যেমন: সাকসেস ২.৫ এস সি প্রতি লিটার পানিতে ১.২ মিলি স্প্রে করতে হবে।
- আক্রমণের শুরুতে ইনটিপ্রিড ১০ এস সি প্রতি লিটার পানিতে ১ মিলি স্প্রে করতে হবে।

জাব পোকা *(Aphis sp.)*: পূর্ণ বয়স্ক পোকা ও নিম্ফ উভয়েই গাছের নতুন ডগা ও পাতা থেকে রস চুষে খায়। এদের আক্রমণে পাতা কুকড়ে যায়, হলদে রং ধারণ করে, গাছের বৃদ্ধি কমে যায়।

জাব পোকা আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- সংগ্রহের পর ফসলের অবশিষ্টাংশ নষ্ট করা।
- আঠালো হলুদ ফাঁদ ব্যবহার করতে হবে।
- বায়োনিম প্লাস (Azadiractin)@ ১ মিলি/লিটার আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।
- এসাটাফ ৭৫ ডব্লিউপি প্রতি লিটার পানিতে ১ গ্রাম, ইমিটাফ ২০ এসএল প্রতি লিটার পানিতে ০.৫ মিলি আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।

পাতার হপার পোকা *(Amrasca biguttula):* পূর্ণাঙ্গ ও অপূর্ণাঙ্গ উভয় অবস্থাতেই জ্যাসিড পাতার রস চুষে খায়। পাতায় হলদে বা সাদাটে দাগ পড়ে, কচি পাতা কুচকে যায় এবং শেষে শুকিয়ে ঝরে পড়ে। চারা গাছে আক্রমণ হলে চারা বৃদ্ধি ব্যাহত হয়, গাছ দুর্বল হয় এবং পরবর্তীতে ফলন বেশ কম হয়। অতিরিক্ত আক্রমণে পাতার ফ্লোয়েম টিউব নষ্ট হয়ে যায়, পাতা ঝলসে যায়।

পাতার হপার পোকা আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- ফসলের অবশিষ্টাংশ নষ্ট এবং আগাছা পরিষ্কার।
- ডিটারজেন্ট মিশ্রিত পানি (৫ গ্রাম/লিটার) পাতার নিচের দিকে স্প্রে।
- আক্রমণের শুরুতে বায়োনিম প্লাস (Azadiractin)@ ১মিলি/লিটার আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।
- আক্রমণের শুরুতে পেগাসাস ৫০ এসসি (Diafenthiuron)@ ১মিলি/লিটার অথবা ইনটিপ্রিড ১০ এস সি (Chlorfenapyr) প্রতি লিটার পানিতে ১মিলি আক্রান্ত পাতায় স্প্রে করতে হবে।

কাটুই পোকা *(Agrotis ipsilon):* পোকার লার্ভা গুলি মাটি সংলগ্ন চারা গাছের গোড়া কেটে দেয় এবং পাতা ও বিটপ খেয়ে ফেলে। এরা খাওয়ার চেয়ে চারা কেঁটে বেশী ক্ষতি করে এবং একটি লার্ভা একাধিক গাছের গোড়া কেঁটে দিতে পারে। লার্ভাগুলি দিনের বেলায় মাটির ফাঁটলে, ঢেলা ও আবর্জনায় লুকিয়ে থাকে এবং রাতের বেলায় ক্ষতিসাধন করে।

কাটুই পোকার লার্ভা

ব্যবস্থাপনা

- জমি চাষের সময় পোকার লার্ভা এবং পিউপা সংগ্রহ করে মেরে ফেলতে হবে।
- কাটা চারার নিকটে লার্ভাগুলি লুকিয়ে থাকে। এজন্য হাত দ্বারা আশেপাশের মাটি খুড়ে লার্ভা সংগ্রহ করে মেরে ফেলতে হবে।
- ক্ষেতে সেচ দেওয়া হলে লার্ভা গুলি বের হয়ে আসে। এ সময় কাঠি পুঁতে পাখি বসার ব্যবস্থা করতে হবে।
- অত্যধিক আক্রমণে নিম্নলিখিত কীটনাশক ব্যবহার করতে হবে-

  ক্লোরপাইরিফস (ডারসবান ২০ ইসি বা পাইরিফস ২০ ইসি বা ক্লাসিক ২০ ইসি) প্রতি লিটার পানিতে ৫মিলি হিসাবে অথবা বেগুন লাগানোর সময় প্রতি হেক্টরে ১৫ কেজি কার্বোফুরান (ফুরাডান ৫জি, ব্রিফার ৫জি বা অন্য নামের) প্রয়োগ করতে হবে।

কাঁটালে পোকা *(Epilachna sp):* পূর্ণবয়স্ক পোকা ও কীড়া পাতার সবুজ অংশ খেয়ে ফেলে। ফলে গাছের খাদ্য তৈরী প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হয়। আক্রান্ত পাতা স্বচ্ছ জালের মত হয়ে যায়, ধীরে ধীরে শুকিয়ে গাছ থেকে ঝরে পড়ে। আক্রমণের মাত্রা বেশি হলে অধিকাংশ পাতাই নষ্ট হয়ে যায়। আক্রান্ত গাছের বৃদ্ধি কমে যায় এবং ফলন কম হয়। অত্যধিক আক্রমণে চারা গাছ সম্পূর্ণভাবে মারা যেতে পারে।

কাঁঠালে পোকা আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- আক্রমণের প্রাথমিক অবস্থায় ডিমের গাদা, লার্ভা, পিউপা ও পূর্ণবয়স্ক পোকা হাত দ্বারা ধ্বংস করতে হবে।
- ক্ষেত পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখতে হবে।

সাধারণ কাটুই পোকা *(Spodoptera litura) :* সদ্য জাত লার্ভা ব্যাপকভাবে পাতার সবুজ অংশ খায় । অত্যধিক আক্রমণের ক্ষেত্রে গাছ সম্পূর্ণরূপে পাতা বিহীন হয়ে যায়। এরা এক গাছ থেকে অন্য গাছে এবং পরবর্তীতে খাদ্যের সন্ধানে এক মাঠ থেকে অন্য মাঠে ব্যাপক ভাবে ছড়িয়ে পড়ে।

সাধারণ কাটুই পোকা আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- নিয়মিত পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে আক্রান্ত গাছ থেকে ডিমগাদা এবং লার্ভা সংগ্রহ করে নষ্ট করে ফেলতে হবে।
- আক্রান্ত জমি থেকে ফসল সংগ্রহের পর পরবর্তী ফসল লাগানোর পুর্বেই জমি ভালোমতো চাষ করতে হবে। এ সময় মাটিতে অবস্থানকারী পিউপা সংগ্রহ এবং নষ্ট করে ফেলতে হবে।
- বিভিন্ন প্রকার বায়োএজেন্ট যেমন *Bracon* প্রতি সপ্তাহে ফসলে মুক্তায়িত করতে হবে।
- সেক্স ফেরোমন ফাঁদ ২৫-৩০ মি দূরে দূরে ব্যবহার করতে হবে।
- আক্রমণের শুরুতে স্পোডোপটেরা নিউক্লিয়ার পলিহেড্রোসিস ভাইরাস (SNPV) @ ০.২ গ্রাম/ লিটার স্প্রে করতে হবে।

লাল মাকড় *(Tetranychus urtricae):* এরা কোষ ছিদ্র করে পাতা থেকে রস চুষে খায়। ফলে পাতার উপরের অংশে ফ্যাকাশে রং ধারণ করে এবং গাছের খাদ্য তৈরী প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হয়। গাছের বৃদ্ধি ও ফুল ফল ধারণ বিঘ্নিত হয় এবং ফলন কমে যায়। অতিরিক্ত আক্রমণে পাতার নিচের অংশ বাদামী রং ধারণ করে, পরবর্তীতে পুড়ে যাওয়ার মতো দেখায়।

লাল মাকড় আক্রান্ত বেগুনের পাতা

ব্যবস্থাপনা

- জমি, জমির আইল, সেচ নালা আগাছা মুক্ত রাখতে হবে।
- আক্রান্ত ফসলে উপরি সেচ প্রয়োগ করতে হবে। ধুলাবালি থাকলে এদের আক্রমণ বেড়ে যায়। ভারী বৃষ্টি পাতে মাইটের আক্রমণ কমে যায়।
- মাকড় নাশক Abamectin (ভার্টিমেক ১.৮ ইসি/Abom ১.৮ ইসি প্রতি লিটার পানিতে ২.৫ মিলি অথবা Ambush 1.8 ইসি) অথবা Propargite (Sumite/Omite ৫৭ ইসি) প্রতি লিটার পানিতে ২ মিলি মিশিয়ে পাতায় স্প্রে করতে হবে।

কৃতজ্ঞতা: 'বিটি বেগুনে ক্ষতিকর পোকামাকড় ব্যবস্থাপনা' অংশটুকু ড. মো. জুলফিকার হায়দার প্রধান, প্রধান বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা, বিএআরআই-এর সম্মতিক্রমে সংযোজন করা হলো।

বিটি বেগুনের রোগ ও তার দমন ব্যবস্থাপনা

বিটি বেগুন চাষের ক্ষেত্রে বিভিন্ন ধরনের সমস্যার সম্মুখীন হতে হচ্ছে তার মধ্যে রোগ বালাই অন্যতম একটি প্রধান সমস্যা। বিটি বেগুনের সাধারণত ছত্রাক, ব্যাকটিরিয়া, নেমটোড, ভাইরাস এবং মাইক্রোপ্লাজমা দ্বারা রোগ হয়ে থাকে। নিম্নে বিটি বেগুনের প্রধান প্রধান রোগ, রোগের জীবাণু, বিস্তার, লক্ষণ এবং দমন ব্যবস্থা সম্পর্কে আলোকপাত করা হলো।

ড্যাম্পিং অফ

লক্ষণ

- মাটির ভিতরে বীজ পচে যেতে বা চারা মারা যেতে পারে।
- অংকুরোদগমের পর যে কোন সময় চারা ঢলে পড়তে পারে।
- সংক্রমণ সাধারণত মাটি বা মূল থেকে ঘটে এবং আক্রান্ত কলা দেখতে নরম ও পানি ভেজা মনে হয়।

দমন ব্যবস্থা

- রোগমুক্ত বীজতলা নির্বাচন করা।
- বীজ বপনের পূর্বে বীজশোধন (ভিটাভেক্স-২০০ বা রিডোমিল গোল্ড ২.৫ গ্রাম/কেজি হারে) জমিতে রোগ দেখা দিলে রিডোমিল গোল্ড (০.২%) হারে ৭ দিন পরপর স্প্রে করতে হবে।

ড্যাম্পিং অফ রোগাক্রান্ত গাছ

ফমপসিস ব্লাইট

ক্ষতির ধরণ: গাছ মরে, ফল পচে ও ফলন কমে যায়।

রোগের বিস্তার: মাটি, আক্রান্ত গাছের পরিত্যক্ত অংশ ও বীজের মাধ্যমে এ রোগ বিস্তার লাভ করে। পুষ্টির অভাবে এবং শুস্ক গরম আবহাওয়ায় এ রোগ বৃদ্ধি পায়।

ফমপসিস ব্লাইট রোগাক্রান্ত গাছ

লক্ষণ

- ছত্রাকের আক্রমণে এ রোগ হয়। এতে ছোট চারা গাছের গোড়ায় মাটির সংযোগস্থলে কান্ডে গাঢ় বাদামি ক্ষত দেখা যায়।
- কাণ্ডের গোড়ার সংকোচন এবং ধূসর শুকনা পচা ধরনের লক্ষণ এবং কাণ্ডের চামড়া খসে ভিতরের কোষকলা বেরিয়ে আসে।
- ফলের উপরে ফেকাশে ডেবে যাওয়া দাগ তৈরী হয় যা বৃদ্ধি পেয়ে পুরা ফলকে ঢেকে ফেলে।
- ছোট কালো পিকনিডিয়া আক্রান্ত অংশে দেখা যেতে পারে এবং ফল পচে যায়।

দমন ব্যবস্থা

- সুস্থ-রোগমুক্ত বীজ ব্যবহার করা।
- সেচ বা বৃষ্টির পর গাছের গোড়ায় মাটি আলগা করা।
- প্রতি কেজি বীজে ২ গ্রাম ভিটাভেক্স ২০০ দিয়ে শোধন করা; ৫০ সে. তাপমাত্রায় গরম পানিতে ১৫ মি. রেখে বীজ শোধন করা।
- রোগ কাণ্ডে দেখা দিলে গাছের গোড়াসহ মাটি প্রতি লিটার পানিতে ২ গ্রাম পরিমান ব্যভিস্টিন/নোইন গুলিয়ে ভালভাবে ভিজিয়ে দিতে হবে। বীজ বেগুনে রোগ দেখা দেওয়া মাত্র ছত্রাকনাশক স্প্রে করা।
- রোগ হয় এরুপ জমিতে কমপক্ষে ৩ বছর শস্য পর্যায় অনুসরণ করা।
- ফসল সংগ্রহের পর মুড়ি গাছ না রেখে সমস্ত গাছ, ডালপালা, পাতা ইত্যাদি একত্র করে পুড়িয়ে ফেলা।
- স্প্রিংলার সেচ গাছের উপর দিয়ে সেচের পরিবর্তে নালা করে সেচ দেওয়া।
- প্রপিকোনাজল গ্রুপের ছত্রাকনাশক যেমন টিল্ট ২৫০ ইসি ০.৫ মিলি/লিটার হারে পানিতে মিশিয়ে ৮-১০ দিন পর পর তিন বার শেষ বিকালে স্প্রে করা।

কোনিফেরা ব্লাইট রোগ

লক্ষণ

- এ রোগে আক্রান্ত হলে প্রথমে পাতায় পানি ভেজা ক্ষত দেখা যায়।
- পরে পাতার আগা পুড়ে যায়, ফল পচে যায় এবং ফল, কাণ্ড ও শাখা কালো রং ধারণ করে এবং ছত্রাকের কালো মাথাযুক্ত সাদা সাদা বর্ধিত অংশ দেখা যায়।

কোনিফেরা ব্লাইট আক্রান্ত গাছ

দমন ব্যবস্থা

- সুস্থ গাছ থেকে বীজ সংগ্রহ করা।
- সুষম সার ব্যবহার করা।
- প্রোভেক্স বা হোমাই বা বেনলেট ১ % দ্বারা বীজ শোধন করা।
- উপরি সেচ না দেওয়া।
- আক্রান্ত অংশ সংগ্রহ করে নষ্ট করা এবং একই জমিতে বার বার বেগুন চাষ না করা।
- রোগ দেখা দিলে প্রতি লিটার পানিতে ০.৫ মিলি টিল্ট ২৫০ ইসি ১০-১২ দিন অন্তর ২ বার স্প্রে করা।

পাউডারী মিলডিউ

লক্ষণ

পাতা হলদে হয়ে শুকিয়ে যায়, ফল ধরে না, ফলন কম হয়।

রোগের বিস্তার: বায়ু ও বীজের মাধ্যমে এ রোগ বিস্তার লাভ করে। পুষ্টির অভাবে এবং শুষ্ক গরম আবহাওয়ায় এ রোগ বৃদ্ধি পায়।

লক্ষণ

- পাতা ও গাছের গায়ে সাদা পাউডারের মত দাগ দেখা যায়, যা ধীরে ধীরে সমস্ত পাতায় ছড়িয়ে পরে।
- আক্রান্ত বেশী হলে পাতা হলুদ বা কালো হয়ে মারা যায়।

পাউডারী মিলডিউ আক্রান্ত গাছ

দমন ব্যবস্থা

- সম্ভব হলে গাছের আক্রান্ত অংশ সংগ্রহ করে ধ্বংস করা।
- আক্রান্ত ক্ষেত থেকে বীজ সংগ্রহ করা যাবে না।
- জমি পরিষ্কার এবং পানি নিষ্কাষনের ভাল ব্যবস্থা রাখতে হবে।
- (ম্যানকোজেব+মেটালোক্সিল) গ্রুপের ছত্রাকনাশক যেমন রিডোমিল গোল্ড ২ গ্রাম/লিটার হারে অথবা সালফার ছত্রাক নাশক যেমন কুমুলাস ৪ গ্রাম বা গেইভেট বা মনোভিট বা থিউভিট ২ গ্রাম অথবা কার্বেন্ডাজিম গ্রুপের ছত্রাক নকশা যেমন- গোল্ডজিম ০.৫ মিলি. বা এমকোজিম বা কিউবি বা চ্যামপিয়ন ২ গ্রাম/লিটার হারে পানিতে মিশিয়ে স্প্রে করা।

ভার্টিসিলিয়াম উইল্ট

বিস্তার: বীজ, বায়ু এবং শস্যের অবশিষ্টাংশের মাধ্যমে বিস্তার লাভ করে থাকে।

অনুকূল অবস্থা

সাধারণত ১০-২০° সে. তাপমাত্রা ভালকারপোজেনিক অঙ্কুরোদগমের জন্য উপযোগী অনুকূল অবস্থায়, পর্যাপ্ত আর্দ্রতা থাকলে, বের হওয়ার ৩-৬ ঘণ্টার মধ্যে এস্কোস্পোর অঙ্কুরিত হয়।

লক্ষণ

এ রোগ হলে গাছের পাতা হলদে হয়ে শুকিয়ে যায়, ধীরে ধীরে গাছ ঢলে পড়ে এবং মারা যায়।

ভার্টিসিলিয়াম উইল্ট আক্রান্ত গাছ

দমন ব্যবস্থা

- লাল মাটির ক্ষেত্রে চাষের পূর্বে জমিতে শতাংশ প্রতি ৪ কেজি ডলোচুন প্রয়োগ করে জমি তৈরী করুন।
- লাগানোর আগে প্রতি লিটার পানিতে ৩ গ্রাম কার্বেন্ডাজিম গ্রুপের ছত্রাকনাশক যেমন- ব্যাভিস্টিন বা নোইন অথবা ৪ গ্রাম ট্রাইকোডারমা ভিরিডি মিশিয়ে ১৫-২০ মিনিট ধরে চারা শোধন করে নিন।
- রৌদ্রযুক্ত স্থানে বীজতলা তৈরী করুন।

- বীজতলায় বীজ বপনের ১৫ দিন আগে শতাংশ প্রতি ৮৫ গ্রাম হারে স্টেবল ব্লিচিং পাউডার ছাই বা বালির সাথে মিশিয়ে ছিটিয়ে দিয়ে হালকা পানি দিয়ে বা চাষ দিয়ে মাটির সাথে ভালভাবে মিশিয়ে দিন।
- জমিতে চারা লাগানোর ১৫ দিন আগে শতাংশপ্রতি ৮৫ গ্রাম হারে স্ট্যাবল ব্লিচিং পাউডার ছাই বা বালির সাথে মিশিয়ে ছিটিয়ে দিয়ে হালকা পানি দিয়ে বা চাষ দিয়ে মাটির সাথে ভালভাবে মিশিয়ে দিন।
- জমি তৈরী করার সময় শতাংশ প্রতি ১৩০ গ্রাম হারে কার্বোফুরান গ্রুপের কীটনাশক যেমন- ফুরাডন সারের সাথে মিশিয়ে ছিটিয়ে দিতে হবে।
- সম্ভব হলে আক্রান্ত গাছ অপসারণ করে প্রতি লিটার পানিতে ২ গ্রাম কার্বেন্ডাজিম জাতীয় ছত্রাক নাশক যেমন- ব্যাভিস্টিন মিশিয়ে চারা শোধন করে লাগানো।
- গাছের আক্রান্ত অংশ তুলে জমি পরিষ্কার করা এবং একই জমিতে বার বার বিটি বেগুন চাষ করা যাবে না।

ঢলেপড়া/ উইল্ট

রোগের কারণঃ ব্যাকটেরিয়া।

ক্ষতির ধরনঃ গাছ ঢলেপড়ে মরে যায়, রোগ ব্যাপক হলে পুরো ক্ষেত মরে যেতে পারে, ফলন কম হয়।

রোগের বিস্তারঃ ইহা মাটি বাহিত রোগ। কৃষি যন্ত্রপাতি, আক্রান্ত চারা ও সেচের পানি দ্বারা দ্রুত ছড়ায়।

ঢলেপড়া রোগাক্রান্ত গাছ

লক্ষণ

- গাছের যে কোন বয়সে রোগটি দেখা যায়।
- আক্রন্ত গাছ যে কোন সময় ঢলে পড়ে যায়।
- এ রোগ হলে গাছের পাতা হলদে হয়ে শুকিয়ে যায়, পুরো গাছটি যে কোন সময় ধীরে ধীরে গাছ ঢলে পরে এবং মারা যায়।
- ফলন কম হয়।

দমন ব্যবস্থা

- বিটি বেগুনের ৪টি জাতই শীতকালীন জাত হওয়ায় সময়মতো চারা লাগানো (সেপ্টেম্বর মাসের প্রথম সপ্তাহের মধ্যে বীজ বপন এবং অক্টোবর মাসের মধ্যে মূল জমিতে চারা রোপণের উপযুক্ত সময়)।
- তিত বেগুন (সিসিস্ট্রিফলিয়াম) বা বারি বেগুন-৮ এর সাথে জোড় কলম কৃত চারা ব্যবহার করা।
- লাল মাটির ক্ষেত্রে চাষের পূর্বে জমিতে শতাংশ প্রতি ৪ কেজি ডলোচুন প্রয়োগ করে জমি তৈরী করা।
- চারা রোপন করার আগে প্রতি লিটার পানিতে ৩ গ্রাম কার্বেন্ডাজিম গ্রুপের ছত্রাকনাশক যেমন- ব্যাভিস্টিন বা নোইন অথবা ৪ গ্রাম ট্রাইকোডারমা ভিরিডি মিশিয়ে ১৫-২০ মিনিট ধরে চারা শোধন করে রোপন করা।
- বীজতলায় বীজ বপনের ১৫ দিন আগে শতাংশ প্রতি ৮৫ গ্রাম হারে স্টেবল ব্লিচিং পাউডার ছাই বা বালির সাথে মিশিয়ে ছিটিয়ে দিয়ে হালকা পানি দিয়ে বা চাষ দিয়ে মাটির সাথে ভালভাবে মিশিয়ে বীজ বপন করা।
- জমিতে চারা লাগানোর ১৫ দিন আগে শতাংশ প্রতি ৮৫ গ্রাম হারে স্ট্যাবল ব্লিচিং পাউডার ছাই বা বালির সাথে মিশিয়ে ছিটিয়ে দিয়ে হালকা পানি দিয়ে বা চাষ দিয়ে মাটির সাথে ভালভাবে মিশিয়ে চারা রোপন করা।

- জমি তৈরী করার সময় শতাংশ প্রতি ১৩০ গ্রাম হারে কার্বোফুরান গ্রুপের কীটনাশক যেমন- ফুরাডন সারের সাথে মিশিয়ে ছিটিয়ে দিতে হবে।
- আক্রান্ত গাছ দেখলেই প্রাথমিকভাবে তা তুলে ধ্বংস করা এবং ক্ষেতে পরিমিত পানি সেচ দেয়া।
- চারা লাগানোর ১০-১৫ দিন পর থেকে কপার অক্সিক্লোরাইড বা কার্বন্ডাজিম গ্রুপের ছত্রাকনাশক যেমন চ্যাম্পিয়ন ২ গ্রাম/লি বা ব্যাভিস্টিন ১ গ্রাম/লি হারে পানিতে মিশিয়ে গাছে ও গাছের গোড়ায় ১০ দিন পরপর ৩-৪ বার স্প্রে করা।
- একই জমিতে বার বার বেগুন চাষ না করা।

ছত্রাকজনিত ও ব্যাকটিরিয়াজনিত ঢলে পড়া (উইল্ট) রোগের তফাৎ

- চারা গাছ ঢলে পড়া বিশেষ করে দুপুর বেলা ভালো বোঝা যায়।
- ছত্রাকের আক্রমনের চেয়ে ব্যাকটেরিয়ার আক্রমনের তীব্রতা বেশী।
- ব্যাকটিরিয়া আক্রান্ত গাছ দু-একদিনেই মারা যায় অথচ ছত্রাক দ্বারা আক্রান্ত হলে গাছ আস্তে আস্তে মারা যায়।

হোয়াইট মোল্ড/সাদা মোল্ড

বিস্তার: বীজ, বায়ু এবং শস্যের অবশিষ্টাংশ দ্বারা বিস্তার লাভ করে।

অনুকূল অবস্থা: সাধারণত, ১০-২০°সেঃ তাপমাত্রা ভাল কারপোজেনিক অঙ্করোদগমের জন্য উপযোগী। অনুকূল অবস্থায়, পর্যাপ্ত আদ্রতা থাকলে, বের হওয়ার ৩-৬ ঘণ্টার মধ্যে এস্কোস্পোর অঙ্কুরিত হয়।

লক্ষণ

- বেগুন গাছের কাণ্ড ও পাতায় রোগের লক্ষন দেখা যায়।
- রোগাক্রান্ত টিস্যুটি পানি ভেজার মত মনে হয় এবং দাগটি নরম ও বাদামী বর্ণের হয়।
- বেগুন গাছের কান্ডের ভিতরে ও বাইরে সাদা বর্ণের মাইসেলিয়া এবং পরিপক্ক অবস্থায় অসংখ্য কালো স্ক্লেরোটিয়া (sclerotia) দেখা দেয়। সর্বশেষে গাছটি মারা যায় ।

হোয়াইট মোল্ড আক্রান্ত গাছ ও ফল

দমন ব্যবস্থা

- রৌদ্রযুক্ত স্থানে বীজতলা তৈরী করা।
- আক্রান্ত ফল, পাতা ও ডগা অপসারণ করা।
- সুস্থ, সবল, জীবানুমুক্ত বীজ বপন করা।

- **ছত্রাকনাশক প্রয়োগ:** এ রোগ দেখা দেওয়ার সাথে সাথে রোভরাল-৫০ ডব্লিউপি শতকরা ০.২ ভাগ হারে (প্রতি লিটার পানির সাথে ২ গ্রাম ছত্রাকনাশক) পানিতে মিশিয়ে ৭-১০ দিন অন্তর ৩ বার সিঞ্চন যন্ত্রের সাহায্যে সমস্ত গাছে ছিটিয়ে স্প্রে করলে এ রোগের আক্রমণ থেকে ফসলকে অনেকাংশে রক্ষা করা সম্ভব।

কৃমিজনিত রোগ বা রুটনট নেমাটড

রোগের কারণ: ম্যালডোগাইন প্রজাতির কৃমি

ক্ষতির ধরন: শিকড়ে গিট, গাছ বাড়ে না, ফুল, ফল ধরে না, ফলন কম হয়।

রোগের বিস্তার: কৃমি মাটিবাহিত রোগ। রোগাক্রান্ত শিকড়ের মাধ্যমে ছড়ায় তাই ফসলের চারা থেকে আরম্ভ করে বীজ ফসলের মারাত্মক ক্ষতি করে।

লক্ষণ

- শিকড়ে ছোট ছোট গিঁট দেখা যায়। গিঁটগুলো আস্তে আস্তে বড় হয়।
- রোগাক্রান্ত গাছটি খাটো ও খর্বাকার হয়। রোগাক্রান্ত শিকড়ে সহজেই পচন ধরে।
- মাটিবাহিত অন্যান্য রোগের প্রকোপ বাড়ে। পরিশেষে গাছ মরেও যেতে পারে।

কৃমিজনিত রোগ আক্রান্ত গাছ

দমন ব্যবস্থা

- চারা উৎপাদনে বীজতলায় ৬ সেমি পুরু-স্তরে কাঠের গুড়া বিছিয়ে দিয়ে পোড়ালে কৃমি ও অন্যান্য রোগ জীবাণু দমন হয়।
- বীজ বা শস্য লাগানোর তিন সপ্তাহ আগে হেক্টরপ্রতি আধা পচা মুরগির বিষ্ঠা ৫-১০ টন বা সরিষার খৈল ৩০০-৫০০ কেজি প্রয়োগ করে জমিতে পচালে কৃমি দমন করা যায়।
- দানাদার শস্য আবাদ করে জমির শিকড় গিঁট কৃমি কমানো যায়।
- ফসলি জমিতে গাঁদা ফুলের চাষ করেও গিঁট কৃমি কমানো যায়।
- ফুরাডান (কার্বুফুরান) হেক্টরপ্রতি ২৫ কেজি হারে ব্যবহার করে কৃমি রোগ সহজেই দমন করা যায়

ক্ষুদে পাতা/গুচ্ছপাতা

রোগের কারণ: মাইকোপ্লাজমা

ক্ষতির ধরন: আগায় বা ডগায় ছোট ছোট পাতা হয়, ফুল, ফল ধরে না, ফলন কম হয়।

রোগের বিস্তার: বাহক পোকা জেসিড রোগ ছড়ায়।

লক্ষণ

- গাছে তুলসী পাতার মত অসংখ্য পাতা দেখা দেয়; গাছের শেষ বয়সে রোগটি বেশি দেখা যায়।
- আক্রান্ত গাছের আগায় বা ডগায় অসংখ্য ছোট ছোট পাতা হয়; ফুল, ফল ধরে না, ফলন কম হয়।

দমন ব্যবস্থা

- আক্রন্ত গাছ দেখলেই প্রাথমিকভাবে তা তুলে ধ্বংস করা।
- জাব পোকা ও জ্যাসিড এ রোগের বাহক, তাই এদের দমনের জন্য ইমিডাক্লোরোপ্রিড ১ মিলি/লি. হারে পানিতে মিশিয়ে স্প্রে করা।
- জমির আগাছা পরিষ্কার রাখা।
- রোগাক্রান্ত গাছ থেকে কোন বীজ সংগ্রহ ও ব্যবহার না করা।

ক্ষুদে পাতা/গুচ্ছপাতা রোগাক্রান্ত গাছ

ভাইরাসজনিত মোজাইক রোগ

রোগের কারণঃ ভাইরাস

ক্ষতির ধরনঃ পাতা হলুদ ও সবুজ বর্ণের হয়, ফলন কমে যায়।

রোগের বিস্তারঃ বাহক পোকা জেসিড ও সাদা মাছি।

লক্ষণ

এ রোগ হলে গাছে হলুদ ও গাঢ় সবুজ ছোপ ছোপ মোজাইক করা পাতা দেখা দেয় এবং পাতা কুঁকড়ে যায়।

ভাইরাসজনিত মোজাইক রোগাক্রান্ত গাছ

দমন ব্যবস্থা

- ক্ষেত থেকে আক্রান্ত গাছ তুলে পুতে ফেলা/ডাল কেটে দেওয়া।
- জাব পোকা এ রোগের বাহক, তাই এদের জন্য ইমিডাক্লোরোপাইড ১ মিলি/লি. হারে পানিতে মিশিয়ে স্প্রে করা।

কৃতজ্ঞতাঃ বিটি বেগুনের রোগ ও তার দমন ব্যবস্থাপনা অংশটুকু ড. মো. হায়দার হোসেন, প্রধান বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা, বিএআরআই এর সম্মতিক্রমে সংযোজন করা হলো।

বিটি বেগুনের গ্রহণযোগ্যতা (Acceptibility of Bt Brinjal)

২০১৪ সালে মাত্র বিশ জন কৃষকের মাঝে বিটি বেগুনের চারা বিতরণের মাধ্যমে এর যাত্রা শুরু। ২০১৯-২০২০ সালে প্রায় ২৭০০০ কৃষক বিটি বেগুন চাষ করছে। এছাড়া আরোও অনেক কৃষক আছে যারা স্বপ্রণোদিত হয়ে বিটি বেগুনের চাষ করছে। বিভিন্ন বছরে বিটি বেগুনের ট্রায়াল ও কৃষকের সংখ্যা সারণী-২ এবং সারণী-৩ এ উপস্থাপন করা হলো।

সারণী-২: বিভিন্ন বছরে বিটি বেগুনের ট্রায়াল এবং কৃষকের সংখ্যা

বছর	ট্রায়াল/কৃষকের সংখ্যা			
	বিএআরআই	ডিএই	বিএডিসি	মোট
২০১৩-১৪	২০	-	-	২০
২০১৪-১৫	১০৮	-	-	১০৮
২০১৫-১৬	২৫০	-	-	২৫০
২০১৬-১৭	৫১২	৬০০০	-	৬৫১২
২০১৭-১৮	৫৮১	৭৬০১	১৯৪৩০	২৭৬১২
২০১৮-১৯	১২৫	৭০৭৭	১৩৪০০	২০৬০২
২০১৯-২০	১০০	৮৯০০	১৭৯০০	২৬৯০০

উৎস: ড. মো. জাহাঙ্গীর হোসেন, কান্ট্রি কো-অর্ডিনেটর, FtFBP প্রকল্প, ২০২০

সারণী-৩: বিটি বেগুনের জমির পরিমাণ

বছর	জমির পরিমাণ (একর)			
	বিএআরআই	ডি এই	বিএডিসি	মোট
২০১৩-১৪	৬.৬৬	-	-	৬.৬৬
২০১৪-১৫	২৫.০০	-	-	২৫.০০
২০১৫-১৬	৩৬.০০	-	-	৩৬.০০
২০১৬-১৭	৫১.২০	১২.০০	-	১২৫১.০০
২০১৭-১৮	৯৫.৮৬	১৪০৩.২০	১৯৪৩.০০	৩৪৪২.০৬
২০১৮-১৯	২০.৬৩	২৩৩৫.৪০	১৩৪০.০০	৩৬৯৬.০৪
২০১৯-২০	১৬.৫০	২৯৬৬.৬৬	১৭৯০.০০	৪৭৭৩.১৬

উৎস: ড. মো. জাহাঙ্গীর হোসেন, কান্ট্রি কো-অর্ডিনেটর, FtFBP প্রকল্প, ২০২০

কৃষকের মাঠে বিটি বেগুনের কার্যকারিতা (Performance of Bt Brinjal at the famers' field)

বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের সরেজমিন গবেষণা বিভাগ বিগত বেশ কয়েক বছর যাবত কৃষকের মাঠে বিটি বেগুনের উপযোগিতা পরীক্ষা করে আসছে। এসব পরীক্ষায় দেখা গেছে সাধারণ বেগুনে (নন-বিটি) ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার আক্রমণ অত্যন্ত বেশী। বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার গড় আক্রমণ এবং গড় ফলন সারণী-৪ এ উল্লেখ করা হলো। ২০১৮-১৯ সালের প্রতিবেদনে দেখা যায় যে বারি বিটি বেগুন-১ এ ডগাতে ও ফলে ছিদ্রকারী পোকার কোন আক্রমণ হয়নি, কিন্তু নন-বিটি বেগুনে আক্রমণ ছিল যথাক্রমে ১০-১৬.১% এবং ১৫-৪৯.৯৭%, ফলন ছিল বিটি বেগুনে ২১-২৫.৮ টন/হে. এবং নন-বিটি বেগুনে ১৮-২০.৯৫ টন/হে.। বারি বিটি বেগুন-২ এ ডগাতে ও ফলে ছিদ্রকারী পোকার আক্রমণ ছিল যথাক্রমে ০-২.৪% এবং ০-২.৭% এবং নন-বিটি বেগুনে এই আক্রমণ ছিল যথাক্রমে ১২.৩-৯১.৫০% এবং ১৪.২১-৮৬.৬০%। ফলনেও বেশ তারতম্য দেখা যায়, বিটি বেগুনে ফলন ছিল ২১.৫২-৪২.২৪ টন/হে. কিন্তু নন-বিটি বেগুনে ফলন ছিল ৪.১৪-২৮.০৪ টন/হে.। বারি বিটি বেগুন-৩ এ ডগায় ও ফলে এই ছিদ্রকারী পেকার আক্রমণের মাত্রা ছিল যথাক্রমে ০-১.২০% এবং ০-১.% অন্যদিকে নন-বিটি বেগুনে এর আক্রমণ ছিল যথাক্রমে ১২.৩-৮৭.৬% এবং ১৪.২১-৫৭.২৯%, ফলন ছিল বিটি বেগুনে ১৬.৭০-৩০.৫ টন/হে. এবং নন-বিটি বেগুনে ৪.৩১-২৪.২২ টন/হে.। বারি বিটি বেগুন-৪ এ ডগায় ও ফলে এই ছিদ্রকারী পেকার আক্রমণের মাত্রা ছিল যথাক্রমে ০-০.৮৬% এবং ০-০.৮৫%, অন্যদিকে নন-বিটি বেগুনে এর আক্রমণ ১২.৩০-৪০.০% এবং ১৪.২১-৫৩.৩০%, ফলন ছিল বিটি বেগুনে ১৫.৭৫-৫৯.১৭ টন/হে. এবং নন-বিটি বেগুনে ১২.০১-২৪.২২ টন/হে.।

সারণী-৪: কৃষকের মাঠে বিভিন্ন বছর বিটি বেগুনের কার্যকারিতা (Field performance)

জাত	ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার আক্রমণ										ফলন (টন/হেক্টর)				
	ডগার আক্রমণ (%)					ফলের আক্রমণ (%)									
	২০১৪-১৫	২০১৫-১৬	২০১৬-১৭	২০১৭-১৮	২০১৮-১৯	২০১৪-১৫	২০১৫-১৬	২০১৬-১৭	২০১৭-১৮	২০১৮-১৯	২০১৪-১৫	২০১৫-১৬	২০১৬-১৭	২০১৭-১৮	২০১৮-১৯
বারি বিটি বেগুন-১	০.০৩	০.৩৮	০ ০	০	০	০.৮৪	০.৮৬	০ ০	০	০	২২.১৬	২২.৪০	০ ০	২৭.৭৮	২৩.৬১
নন-বিটি (উত্তরা)	৩৩.০৩ (৮)	৩৫.৩ (৩)		৩৭.৮৭ (২)	১৩.০৮ (২)	৪৯.৮২ (৮)	৫৭.৯০ (৩)		৪৯.৭৯ (২)	৩২.৪৮ (২)	১৩.২১ (৮)	১২.২০ (৩)		১২.১৯ (২)	১৮.২০ (২)
বারি বিটি বেগুন-২	০	০.১১	০.২৭	০.২২	০.২৬	০	০.২১	০.৩৪	০.৩৭	০.৩৩	২৮.২৫	২৯.১০	৩৫.৮৮	২৮.১১	২৭.৬৭
নন-বিটি (কাজলা)	৩৬.৪৫ (১৩)	৩১.২৬ (১৪)	২৫.৮৫ (২৮)	৩১.৭৫ (২৭)	৪০.৮ (১১)	৪৯.২২ (১৩)	৫০.৪৩ (১৪)	৪৯.৮৩ (২৮)	৪০.৩৭ (২৭)	৪৩.৪৯ (১১)	১২.৪০ (১৩)	১৬.৫১ (১৪)	১৬.৫৬ (২৮)	১৭.২৪ (২৭)	১৫.৭৮ (১১)
বারি বিটি বেগুন-৩	০.০৭	০.০৯	০.১৫	০.১৭	০.৩৭	১.১৪	০.৩১	০.১৬	০.২৭	০.৫৬	২১.৯৬	২৫.২৯	২১.৫৭	২২.৪৫	২৪.৩২
নন-বিটি (নয়নতারা)	১২.৮৪ (১৬)	৩৭.২৭ (১৪)	২৩.১৪ (১৫)	২৯.৩৬ (২১)	২৮.২৮ (৯)	৫০.৯৯ (১৬)	৫৬.১৩ (১৪)	৪৮.৭৯ (১৫)	৩৯.০০ (২১)	৩০.৭৯ (৯)	১২.২১ (১৬)	১১.১০ (১৪)	১৩.৮০ (১৫)	১৩.৮৭ (২১)	১৬.৭০ (৯)
বারি বিটি বেগুন-৪	০	২.৮০	০.২৮	০.২২	০.১৫	০.০৪	৩.২	০.২৮	০.৩১	০.২৩	২৩.৮৯	২২.৫	২২.০৮	২৬.৮৬	৩০.৩৭
নন-বিটি (আইএসডি ০০৬)	৪২.৫৮ (৭)	২৭.৫৩ (১৭)	২৫.৮১ (২১)	২৯.৯০ (৩৮)	২১.৬৪ (১৫)	৫৩.২৮ (৭)	৪৭.৫২ (১৭)	৪০.৫৬ (২১)	৪২.৪৭ (৩৮)	২৩.৭৫ (১৫)	১০.৫৭ (৭)	১১.১ (১৭)	১৪.৩৫ (২১)	১৬.২২ (৩৮)	১৮.৯৫ (১৫)

উৎস: সরেজমিন গবেষণা বিভাগের রিপোর্ট (২০১৫-২০১৯)। বিভিন্ন স্থানে স্থাপিত পরীক্ষণের গড় ফলাফল এখানে উপস্থাপন করা হলো। বন্ধনীর ভেতর পরীক্ষণের সংখ্যা উল্লেখ করা হলো।

আর্থ-সামাজিক প্রেক্ষাপটে বিটি বেগুন (Socio-economic impact of Bt Brinjal)

বিটি বেগুন নিয়ে বেশ কিছু আর্থ-সামাজিক গবেষণা পরিচালিত হয়

যুক্তরাষ্ট্রের কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক ড. অ্যান্থোনী এম শেলটন এবং তার সহযোগীবৃন্দ ২০১৯ সালে বাংলাদেশের বেগুন উৎপাদনে গুরুত্বপূর্ণ পাঁচটি অঞ্চল- রংপুর, বগুড়া, রাজশাহী, যশোর এবং টাঙ্গাইলের ১৯৫ জন বিটি বেগুন চাষী এবং ১৯৬ জন সাধারন বেগুন চাষী এমন দুটো দলের মাঝে এক সমীক্ষা করেন যার ফলাফল আন্তর্জার্তিক খ্যাতিসম্পন্ন জার্নাল 'ফ্রন্টিয়ারস ইন বায়োইনজিনিয়ারিং অ্যান্ড বায়োটেকনোলজি' এ ২০২০ সালের ২৫ মে তারিখে প্রকাশিত হয়। এ ফলাফলে দেখা যায় প্রচলিত বেগুন উৎপাদনের চাইতে বিটি বেগুনের উৎপাদন হার প্রায় ২০ শতাংশ বেশি এবং এর ফলে কৃষকের বার্ষিক আয় প্রায় ২২ শতাংশ বৃদ্ধি পায়। হেক্টরপ্রতি এই বর্ধিত আয়ের পরিমাণ প্রায় ৫৫৭৬৪ টাকার সমান যা একজন দরিদ্র কৃষকের আর্থ-সামাজিক উন্নোয়নে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে। সমীক্ষার ফলাফলে আরোও উল্লেখ করা হয় যে, বিটি বেগুন উৎপাদনকারী ৮৩ ভাগ কৃষক উৎপাদিত ফসলের উপর সন্তুষ্ট এবং ৮০ ভাগ কৃষক ফসলের গুণগত মান নিয়ে সন্তুষ্ট,অন্যদিকে যারা বিটি বেগুন উৎপাদন করেনি তাদের মধ্যে ৫৯ শতাংশ কৃষক তাদের উৎপাদিত ফসল নিয়ে সন্তুষ্ট। এ গবেষণায় দেখা যায় শতকরা ৪০ ভাগ কৃষক এখনও বিটি বেগুন চাষ করেনি বা এ সম্পর্কে কিছু জানেনা। বিটি বেগুন চাষ করা কৃষকসহ বিভিন্ন মাধ্যম থেকে এই বিষয়ে জানার পর ৭১ শতাংশ কৃষক পরবর্তী বছর বিটি বেগুন চাষ করবেন বলে জানিয়েছেন। সমীক্ষায় দেখা যায়, পোকার আক্রমণ কম হওয়ায় অন্যান্য জাতের তুলনায় বিটি বেগুন স্থানীয় বাজারে কিংবা সরাসরি পাইকারী অথবা খুচরা বাজারে ভালো দামে বিক্রি করা যায়।

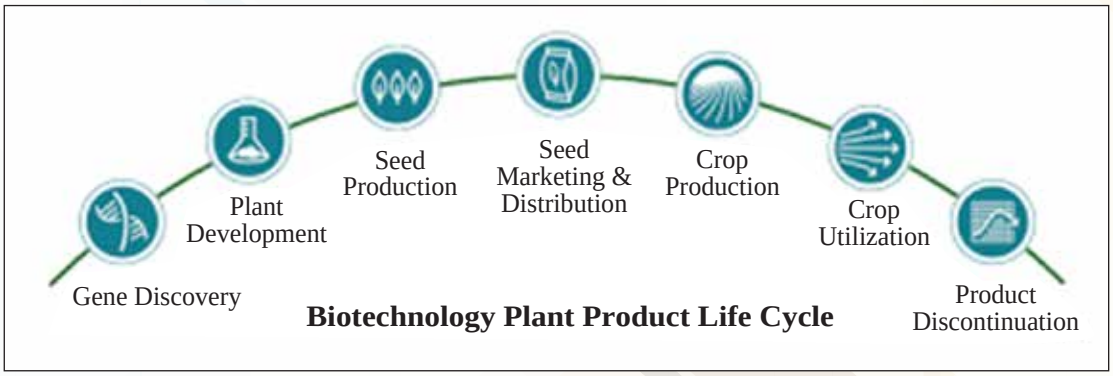
বাংলাদেশ কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের অধ্যাপক ড. মুহাম্মদ শহীদুল হক এবং তাঁর সহযোগী সিহার রঞ্জন সাহা ২০টি জেলার ২৬টি উপজেলার ১০১ জন বিটি বেগুন চাষীর উপর সমীক্ষায় দেখা যায় যে, ৮৯% কৃষক মনে করেন যে বিটি বেগুন চাষের ফলে বেগুনের গুণগত মান বৃদ্ধি পেয়েছে ৯৭% কৃষক মনে করেন বিটি বেগুন চাষের ফলে বেগুনে কীটনাশকের ব্যবহার হ্রাস পেয়েছে এবং এর ফলে তা মানব স্বাস্থের জন্য নিরাপদ বলে মনে করেন ৯৬% কৃষক। বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা দমনে বিটি বেগুন একটি কার্যকরী ব্যবস্থা বলে মনে করেন ৮৫% কৃষক। গবেষকবৃন্দের এ তথ্য 'ফ্রনটিয়ার্স ইন বায়োইঞ্জিনিয়ারিং এন্ড বায়োটেকনোলজি' জার্নালে ২০২০ সালে ১৪ই মে তারিখে প্রকাশিত হয়।

আন্তর্জাতিক খাদ্য নীতি গবেষণা প্রতিষ্ঠান (IFPRI) এর উদ্যোগে আখতার আহমেদ এবং তাঁর সহযোগীবৃন্দ বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, কৃষি মন্ত্রণালয় এবং ডাটা অ্যানালাইসিস ও টেকনিকাল এসসিটেন্স এর সহযোগিতায় ২০১৭-১৮ সালে এক সমীক্ষা পরিচালনা করেন। এ সমীক্ষায় চারটি জেলার (বগুড়া, গাইবান্ধা, নওগাঁ এবং রংপুর) ১০টি উপজেলায় ২০০টি গ্রামের ১২০০ জন কৃষককে অন্তর্ভুক্ত করা হয়, যার অর্ধেক অর্থাৎ ৬০০ জন বিটি বেগুন চাষী এবং ৬০০ জন সাধারণ বেগুন চাষী। এক্ষেত্রে শুধুমাত্র একটি বেগুনের জাত 'বারি বিটি বেগুন-৪' এবং এর বিপরীতে সাধারণ বেগুন, বারি বেগুন-৬ কে অন্তর্ভুক্ত করা হয়। এ সমীক্ষার ফলাফল ২০১৯ সালের ৬ মার্চ হোটেল ইন্টার কন্টিনেন্টালে এক সেমিনারে উপস্থাপন করা হয়। উক্ত অনুষ্ঠানে মাননীয় কৃষি মন্ত্রী ড. আব্দুর রাজ্জাক প্রধান অতিথি হিসেবে উপস্থিত ছিলেন। সমীক্ষার ফলাফল Impact of Bt Bringal (Eggplant) Technology in Bangladesh রিপোর্ট আকারে প্রকাশিত হয়। এতে দেখা যায়, বিটি বেগুন চাষের ফলে কীটনাশক প্রয়োগের খরচ কমে ৪৭% অর্থাৎ প্রতি হেক্টরে ৭,১৯৬ টাকা, ৩৯% কীটনাশক প্রয়োগের পরিমাণ কমে, এর ফলে কীটনাশকের যে বিষাক্ততা যা Pesticide Use Toxicity Score (PUTS) হিসেবে পরিমাণ করা হয়, তার পরিমাণ কমে ৪১%, পরিবেশের বিষাক্ততা যা Field Use Environmental Impact Quotient (EIQ-FUR) হিসেবে পরিমাপ করা হয় তার পরিমাণ কমায় ৫৬%। সাধারণ বেগুন চাষীদের ৩৩.৯% বেগুন ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার আক্রমণ হয়। বিটি বেগুন চাষীদের ফলন ৪২% বেশী ছিল যা প্রতি হেক্টরে প্রায় ৩৬২২ কেজি। প্রতি হেক্টর উৎপাদন খরচ ৯৬২০ টাকা কম লাগায় বিটি বেগুন চাষীরা সার্বিক লাভ পায় ৩৩,৮২৭ টাকা এবং সাধারণ বেগুন চাষীদের তুলনায় তা ১৩.৯% বেশী।

বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের বিজ্ঞানী ড. এম. এ. রশিদ এবং তার সহযোগীবৃন্দ ২০১৬-১৭ সালে বাংলাদেশে বিটি বেগুন চাষের আর্থ সামাজিক দক্ষতা শীর্ষক এক সমীক্ষা পরিচালনা করেন যার ফলাফল বাংলাদেশ জার্নাল অব এগ্রিকালচারাল রিসার্স এর জুন, ২০১৮ সংখ্যায় প্রকাশিত হয়। ৩৫ জেলার ১০৫ টি গ্রামের ৫০৫ জন বিটি বেগুন চাষী এবং ৩৫০ জন সাধারণ বেগুন চাষীর উপর পরিচালিত এ সমীক্ষায় দেখা যায় বিটি বেগুন চাষীদের প্রতি হেক্টরে সার্বিক আয় ১,৭৯,৬০২ টাকা অন্যদিকে সাধারণ বেগুন চাষীদের আয় ২৯,৮৪১ টাকা। বিটি বেগুন চাষীদের তুলনায় সাধারণ বেগুন চাষীদের কীটনাশক ব্যবহারের পরিমাণ বেশী। কীটনাশক কম ব্যবহারের কারণে বিটি বেগুন চাষীরা ৬১% কীটনাশক ব্যয় সাশ্রয় করতে পারে।

স্টুয়ার্ডশীপ (Stewardship)

যে কোন জিএম ফসলের ক্ষেত্রে তার জাত উন্নয়ন, রক্ষণাবেক্ষণ এবং স্থায়িত্বের জন্য স্টুয়ার্ডশীপ গুরুত্বপূর্ণ। গবেষণা থেকে শুরু করে কোন নতুন জাত উদ্ভাবন, উৎপাদন, বাণিজ্যিকিকরণ, ব্যবহার এবং ক্ষেত্র বিশেষে এর থেকে বিচ্যুতি বা স্থগিতকরণ পুরো প্রক্রিয়াই স্টুয়ার্ডশীপের অন্তর্ভুক্ত। কোন একটা ফসলের গবেষক, সরকারী কর্মকর্তা, কৃষক, ভোক্তা বা ব্যবহারকারীদের সর্বোচ্চ ব্যবহার বা এর উপকারভোগের জন্য স্টুয়ার্ডশীপের প্রয়োজন। স্টুয়ার্ডশীপ ব্যবস্থাপনা একটি প্রাতিষ্ঠানিক কার্যপরিধির মাধ্যমে পরিচালিত হবে, যা কিনা উদ্ভাবিত জাত সম্প্রসারণ, ব্যবহারের নীতিমালা, প্রক্রিয়া, প্রশিক্ষণ ও নথিভুক্ত করণের সাথে সম্পর্কিত।



স্টুয়ার্ডশীপের বিভিন্ন ধাপ (উৎস: Excellence Through Stewardship, 2017)

বাংলাদেশে বিটি বেগুন যেহেতু প্রথম জিএম ফসল এবং বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট এর প্রণেতা, স্বাভাবিক কারণে এর স্টুয়ার্ডশীপের দায়িত্ব বিএআরআই এর উপর বর্তায়। SAEIP প্রকল্প এ লক্ষ্যে বিএআরআইকে বিভিন্নভাবে সহয়তা প্রদান করে আসছে। স্টুয়ার্ডশীপের বিভন্ন কার্যক্রম নিম্নে আলোচনা করা হলো।

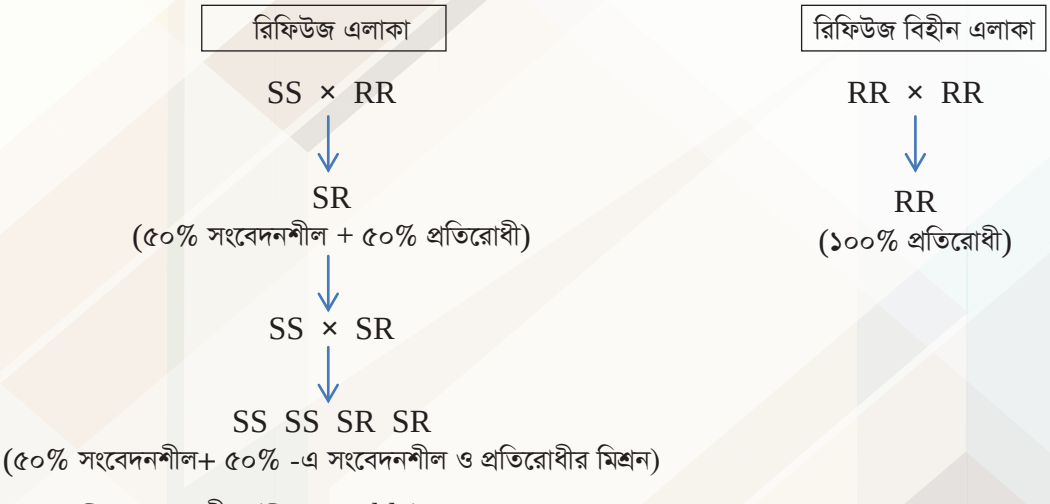
ক) প্রশিক্ষণ (Training)

নতুন একটা প্রযুক্তি সর্ম্পকে পরিচিতি ও এর সঠিক ব্যবহারের জন্য প্রশিক্ষণের বিকল্প নেই। যেহেতু বিটি বেগুনের উৎপাদক হচ্ছে কৃষক, তাই বিভিন্ন সময় কৃষকদের এ নতুন প্রযুক্তি সর্ম্পকে প্রশিক্ষণের আয়োজন করা হয়। প্রকল্পের আওতায় এ পর্যন্ত ১৭৯৬ জন কৃষককে বিটি বেগুন সর্ম্পকে প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা করা হয়েছে। প্রযুক্তি সম্প্রসারণে কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর এ প্রক্রিয়ার সাথে ওতোপ্রোতভাবে জড়িত। কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তরের বিভিন্ন স্তরের কর্মকর্তাদেরও প্রশিক্ষণের ব্যবস্থা করা হয়। উপজেলা পর্যায়ের কৃষি কর্মকর্তা ৬০ জন, জেলা পর্যায়ের কৃষি কর্মকর্তা ১১১ জন এবং ২২০ জন উপ-সহকারী কৃষি কর্মকর্তাদের প্রশিক্ষণ দেওয়া হয়। বাংলাদেশ কৃষি উন্নয়ন কর্পোরেশন বিটি বেগুনের ভিত্তি বীজ উৎপাদন করে যাচ্ছে এবং ডিলারদের মাধ্যমে তা বিক্রি করা হচ্ছে। বিএডিসি'র ৪৮ জন বীজ বিপণন কর্মকর্তা এবং ২৫০ জন বীজ ডিলারদের বিটি বেগুনের বীজ উৎপাদন কলাকৌশলের উপর প্রশিক্ষণ প্রদান করা

হয়। বিএআরআই এর বিভিন্ন স্টেশনে প্রজনন বীজ উৎপাদন করা হয়। এ বীজ উৎপাদনে সংশ্লিষ্ট বিজ্ঞানী এবং বৈজ্ঞানিক সহকারীদেরও প্রশিক্ষণের আয়োজন করা হয়। এছাড়া বিএআরআই এর বিভিন্ন ষ্টেশনের বিজ্ঞানীদের বিটি বেগুন উদ্ভাবন এবং এর উৎপাদন কলাকৌশলের উপর প্রশিক্ষণ প্রদান করা হয়। মাহিকোতে বিজ্ঞানীদের স্টুয়ার্ডশীপের উপরও প্রশিক্ষণের আয়োজন করা হয়।

খ) রিফিউজ ব্যবস্থাপনা (Refuge management)

রিফিউজ ব্যবস্থাপনার মূল উদ্দেশ্যই হচ্ছে পোকার প্রতিরোধী ব্যবস্থাপনা (Insect Resistance Management)। বিভিন্ন জিএম ফসল বিশেষ করে পোকা প্রতিরোধী জিএম ফসলের জন্য একটা নির্দিষ্ট পরিমাণ ঐ ফসলেরই সাধারণ জাত চাষ করতে হয়। বিটি বেগুনের ক্ষেত্রে বিজ্ঞানীরা ৫% রিফিউজ ফসল চাষের কথা বলেন। প্রশ্ন হচ্ছে কেন? ইংরেজীতে একটা কথা আছে 'Survival of the fittest' অর্থ্যাৎ যোগ্যতমদেরই বিজয়। যে পোকা প্রতিরোধের জন্য জিএম ফসল উদ্ভাবন করা হয়েছে, সেই পোকা ঐ ফসল খেয়ে মারা যাবে এটাই স্বাভাবিক। কিন্তু সে যখন আর কোন খাবার পাবেনা তখন তার অস্তিত্ত রক্ষার জন্য এই পোকা প্রতিরোধী ফসল খেতে থাকবে। কোন এক সময় হয়তবা ঐ পোকা বা তার বংশধরে জিএম ফসল প্রতিরোধিতা দেখা দিবে, তখন ঐ জিএম ফসল দিয়ে কাজ হবেনা। তাছাড়া যে কোন ফসলেরই জাত বেশ কয়েক বছর চাষ করার ফলে তার কার্যকারিতা (Potentiality) হারিয়ে ফেলে, এজন্যই বিজ্ঞানীরা নতুন নতুন জাতের সন্ধান করে থাকেন। রিফিউজ ফসল টার্গেট পোকার আশ্রয়স্থল হিসেবে কাজ করবে। বংশগতির জনক গ্রেগর জোহান মেন্ডেল কর্তৃক প্রণীত বংশগতির সূত্র বা মেন্ডেল-এর সূত্রের সাহায্যে বিষয়টি আরোও গভীরভাবে অনুধাবন করা যায়। বছর বছর রিফিউজ ফসলবিহীন যদি বিটি বেগুন চাষ করা হয় তাহলে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার মধ্যে বিটি বেগুনের প্রতি প্রতিরোধী (Resistant) অবস্থা সৃষ্টি হবে। এই প্রতিরোধী পোকা নিজেদের মধ্যে প্রজনন করে পরবর্তী প্রতিরোধী বংশধর দিবে যা বিটি বেগুন প্রযুক্তির জন্য হুমকিস্বরুপ। অপরদিকে রিফিউজ ফসল ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার প্রতি সংবেদনশীল (Susceptible) হওয়ায় এই রিফিউজ ফসল খেতে থাকবে এবং তার বংশধর গুলোতে বিটি বেগুন প্রতিরোধী হওয়া সম্ভাবনা কম থাকবে। এখানে অপ্রতিরোধী পোকার পাশাপাশি যদি কিছু প্রতিরোধী পোকা থেকেও থাকে তবে তাদের মধ্যে যে বংশধর সৃষ্টি হবে তার অনেকাংশে অপ্রতিরোধী পোকার সৃষ্টি হবে এতে বিটি বেগুনের বিশুদ্ধতা বজায় থাকবে।



এখানে S= সংবেদনশীল (Susceptible)
R= প্রতিরোধী (Resistant)

রিফিউজ ফসলের জন্য বিটি বেগুন চারা তৈরী করার সময় আলাদাভাবে একই জাতের নন-বিটি অথবা অন্য যে কোন সাধারণ বেগুনের চারা তৈরী করতে হয়। বিটি বেগুনের ক্ষেত্রে বর্ডার পদ্ধতি অর্থাৎ বিটি বেগুনের চার পাশে ১ অথবা দুই সারি (৫%) সাধারণ বেগুন লাগাতে হবে। ভারতে বিটি তুলার ক্ষেত্রে বিটি তুলার বীজের সাথে নন-বিটি তুলার বীজ মিশিয়ে দেওয়া হয়। তবে আমাদের দেশে বিএডিসি যে ভিত্তি বীজ উৎপাদন করে কিংবা বিএআরআই যে প্রজনন বীজ উৎপাদন করে তার সাথে ছোট প্যাকেটে সাধারণ বেগুনের বীজ মোড়কজাত করে বিতরণ/বিক্রয় করা হয়ে থাকে।

বিএডিসি'র বিটি বেগুন বীজের প্যাকেট

বিএআরআই'র বিটি বেগুন বীজের প্যাকেট

গ) বিটি প্রোটিনের প্রতি বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার সংবেদনশীলতা (Susceptibility of Brinjal fruit and shoot borer to Cry1Ac)

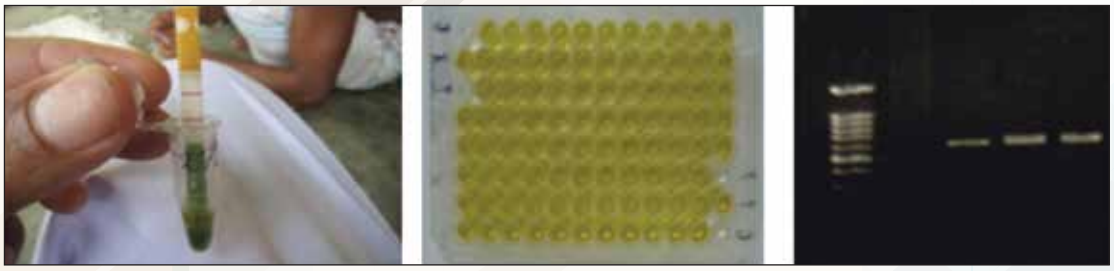
বাংলাদেশে বিটি বেগুন অবমুক্তির পূর্বে এক পরীক্ষায় দেশের বিভিন্ন অঞ্চল (যশোর, রংপুর, জামালপুর, গাজীপুর এবং খাগড়াছড়ি) হতে বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা আক্রান্ত বেগুন সংগ্রহ করে সেখান হতে পোকার বর্ধন এবং ডিম পাড়ানো হয়। ডিম থেকে প্রস্ফুটিত সদ্য-প্রসূত লার্ভাকে বিটি প্রোটিনের বিভিন্ন মাত্রা ব্যবহার করে দেখা যায় যে ২.১৬ পিপিএম এ সব লার্ভা মারা যায়। বিএআরআই'র বিজ্ঞানী ড. মো. জুলফিকার হায়দার প্রধান এবং তাঁর সহযোগীরা সম্প্রতি এ বিষয়ে একটি পরীক্ষা পরিচালনা করেন যার ফলাফল Insects জার্নালে ২০১৯ সালের জুলাই সংখ্যায় প্রকাশিত হয়। এতে দেখা যায় ২০১৮-১৯ সালে ১৭টি জেলার ১৮ টি স্থান হতে কমপক্ষে ১০০ টি করে বেগুনের ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার লার্ভা নমুনা (Population) সংগ্রহ করেন এবং লালন পালন করে প্রাপ্ত বয়স্ক হতে প্রাপ্ত ডিম থেকে প্রসূত লার্ভার (Neonate) ওপর বিটি প্রোটিনের বিভিন্ন মাত্রায় বায়োএসে (Bioassay) করেন। এর ফলাফলে দেখা যায় Median lethal concentration (LC_{50}) অর্থাৎ যে মাত্রায় ৫০% লার্ভা মারা যাবে তার মাত্রা হচ্ছে ০.০৩৫ হতে ০.৩৫৮ পিপিএম এবং Molt inhibitory concentration (MIC_{50}) অর্থাৎ যে মাত্রায় পোকার ৫০% মোল্টিং এ বাধা দিবে তার মাত্রা ০.০০৮ হতে ০.১৮১ পিপিএম। Lethal concentration 95 (LC_{95}) অর্থ্যাৎ যে মাত্রায় পোকার ৯৫% লার্ভা মারা যাবে তার মাত্রা ছিল ০.৬৪৭ হতে ৬.৯৩৬ পিপিএম। উল্লেখ্য যে, ১৮ স্থানের মধ্যে শুধু মাত্র একটি স্থান থেকে সংগ্রহীত লার্ভার LC_{95} মাত্রা ছিল ৬.৯৩৬ বাকি ১৭ স্থানের লার্ভার ক্ষেত্রে এর মাত্রা ৩.০৫৯ পিপিএম বা এর কম। উক্ত বিজ্ঞানীর ব্যক্তিগত অভিমত যে ৩.০০ পিপিএম বিটি প্রেটিন এ ঐ পোকার সব লার্ভা মারা যাবে।

ঘ) বিটি বেগুনে বিটি প্রোটিনের মাত্রা নিরুপণ (Quantification of Bt protin in Bt Brinjal)

ড. মাহমুদা খাতুন এবং তাঁর সহযোগীবৃন্দ অবমুক্তকৃত বিটি বেগুনের চারটি জাতের ফল থেকে সংগৃহীত Cry1Ac প্রোটিন কোয়ানটিটেটিভ এলাইজা (Quantitative ELISA) পদ্ধতিতে নিরুপণ করেন যার ফলাফল ইন্টারন্যাশনাল জার্নাল অব অ্যাপ্লাইড সায়েন্সেস এন্ড বায়োটেকনোলজি এর ২০১৭ সালের সেপ্টেম্বর সংখ্যায় প্রকাশিত হয়। বিটি বেগুনের চারটি জাতের বেগুনে বিটি প্রোটিনের মাত্রা ছিল ২৯.৫৩ হতে ৩৩.৯৯ পিপিএম। ২০১৯ সালে জীবপ্রযুক্তি বিভাগের বিজ্ঞানীদের গবেষণায় কোয়ানটিটেটিভ এলাইজা পদ্ধতির মাধ্যমে শীতকালীন ও গ্রীষ্মকালীন সময়ে ৯০ দিন, ১২০ দিন, ১৫০ দিন এবং ১৮০ দিন বয়সে চারটি জাতের কচি পাতা, ডগা, ফুল ও ফলে প্রেটিনের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। জাত, অঙ্গ এবং সময়ের পার্থক্যের কারণে উক্ত বিটি প্রোটিনের পরিমাণে ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়। ফলের প্রারম্ভিক অবস্থায় (৯০ দিন), শীতকালীন সময়ে বিটি প্রোটিন পাতায় ৩২.১১ হতে ৩৩.৫৮ পিপিএম, ডগায় ২৬.২৪ হতে ২৮.৫১ পিপিএম, ফুলে ১৭.৫৩ হতে ২৪.৪৯ পিপিএম এবং ফলে ১৯.২৮ হতে ২৪.৫৩ পিপিএম, অন্যদিকে গ্রীষ্মকালীন সময়ে পাতায় ২৫.৭৩ হতে ৩২.৮৮ পিপিএম, ডগায় ১৯.২৮ হতে ২৯.৬২ পিপিএম, ফুলে ২০.০৭ হতে ২৭.৬৩ পিপিএম এবং ফলে ২২.৪১ হতে ৩০.২৮ পিপিএম পরিলক্ষিত হয়। বিটি বেগুনের বিটি প্রোটিনের মাত্রা নিরুপণের দ্বারা প্রমাণিত হয় যে বিটি বেগুনের বিদ্যমান বিটি প্রোটিন ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা দমনে সক্ষম।

ঙ) জাতের বিশুদ্ধতা (Genetic purity)

বিটি বেগুন অবমুক্ত হওয়ার পর থেকে বিএআরআই এর বিভিন্ন স্টেশনে অভিজ্ঞ বিজ্ঞানীদের তত্ত্বাবধানে বিটি বেগুনের প্রজনন বীজ উৎপাদিত হয়েছে। প্রজনন বীজ উৎপাদনে বিটি বেগুনের ঐ সমস্ত চারা নির্বাচন করা হয় যেগুলোতে বিটি জীন বিদ্যমান। এজন্য প্রয়োজনীয় পরীক্ষা করা হয়ে থাকে। এছাড়া প্রজনন বীজ উৎপাদনের লক্ষ্যে সুনির্দিষ্ট মান অনুসরণ করা হয়ে থাকে। বিএডিসি, বিএআরআই হতে প্রজনন বীজ নিয়ে ভিত্তি বীজ উৎপাদন করে। বিএআরআই বা বিএডিসি'র প্রাপ্ত বীজ থেকে নমুনা সংগ্রহ করে কোয়ালিটেটিভ এলাইজা বা স্ট্রিপ টেস্ট করে জাতের বিশুদ্ধতা নিরুপণ করা হয়। এতে বিটি জীনের উপস্তিতি প্রায় সবক্ষেত্রে শতভাগ পাওয়া যায়। ভালো বীজের অন্যান্য গুণাবলী যেমন, আর্দ্রতা, অঙ্কুরোদগম ক্ষমতা, অনাকাঙ্ক্ষিত বস্তুর উপস্থিতি ইত্যাদি বিবেচনা করে প্যাকেটজাত করা হয়। নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা সম্বলিত রুমে বীজ সংরক্ষণ করা হয়।



স্ট্রিপ টেস্ট *এলাইজা টেস্ট* *পিসিআর টেস্ট*

বিটি বেগুনে বিটি প্রোটিন/জীনের উপস্থিতি পরীক্ষা

চ) পর্যবেক্ষন (Observation)

কৃষকের মাঠে স্থাপিত বিটি বেগুনের প্রদর্শনী এবং ট্রায়ালগুলো কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তরের মাঠ পর্যায়ের কর্মকর্তা ছাড়াও উর্ধ্বতন কর্মকর্তা এমনকি উভয় প্রতিষ্ঠানের মহাপরিচালক মহোদয়ও পরিদর্শন করেন। ইউএসএইড, মাহিকো, SAEIP, কর্ণেল বিশ্ববিদ্যালয়, সৎগুরু ম্যানেজমেন্ট কনসালটেন্টস, বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা কাউন্সিল

এর টিম পরিদর্শন করেন। তদুপরি ফিল্ড লেভেল বায়োসেফটি কমিটিও বিটি বেগুনের মাঠ পরিদর্শন করে থাকেন। ২০১৫ সালের মার্চ মাসে গ্রীনপিসের কো-ফাউন্ডার এবং সাবেক পরিচালক ড. পেট্রিক মুর এবং তাঁর বেশ কয়েকজন সহযোগী বিটি বেগুনের মাঠ পরিদর্শন করে সন্তোষ প্রকাশ করেন। ২০১৬ সালের ফেব্রুয়ারি মাসের শেষ সপ্তাহে ফিলিপাইনের ৪ জন কৃষক বাংলাদেশে বিটি বেগুনের মাঠ পরিদর্শন করেন। এছাড়া সিনেট সদস্য এবং বাংলাদেশে নিযুক্ত যুক্তরাষ্ট্র দূতাবাসের রাষ্ট্রদূতও বিটি বেগুনের মাঠ পরিদর্শন করে সন্তোষ প্রকাশ করেন।

যোগাযোগ কৌশল (Communication strategy)

যে কোন প্রযুক্তি বিস্তার এবং গ্রহণযোগ্য করে তোলার জন্য যোগাযোগ একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে। জীবপ্রযুক্তি যেহেতু আধুনিক প্রযুক্তি তাই স্বাভাবিক ভাবেই এর প্রতি ভোক্তাদের মাঝে কৌতূহল থাকে। জিএম ফসল নিয়ে বিভিন্ন দেশে বিতর্ক রয়েছে। অনেক দেশে এর ব্যবহারকে উৎসাহিত করা হয়। আবার অনেক দেশে এর ব্যবহার নিষিদ্ধ বা নিরুৎসাহিত করা হয়। অনেকেই বিজ্ঞান ভিত্তিক তথ্য অনুসন্ধান না করেই ঢালাওভাবে এর বিরোধিতা করে থাকে। এক্ষেত্রে যোগাযোগ তথা তথ্য প্রযুক্তির যথাযথ ব্যবহার অনস্বীকার্য। বিটি বেগুনের ক্ষেত্রে এর অবমুক্তির পূর্ব থেকেই বিভিন্ন স্টেকহোল্ডারদের মাঝে সচেতনতার জন্য বিভিন্ন কার্যক্রম হাতে নেয়া হয় যেমন, বিভিন্ন সরকারী বিশ্ববিদ্যালয় উপাচার্যদের সঙ্গে বৈঠক, বাংলাদেশ কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ের বিভিন্ন ফ্যাকাল্টির ডীন এবং বিভাগীয় প্রধানদের সাথে বৈঠক, কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তরের বিভিন্ন স্তরের কর্মকর্তাদের সাথে মতবিনিময়, বিভিন্ন সুপারশপ মালিকদের সাথে মত বিনিময়, জীবপ্রযুক্তি এবং জীবনিরাপত্তা বিষয়ক নীতি নির্ধারকদের সাথে মত বিনিময়, জাতীয় কৃষি গবেষণা সিস্টেম (NARS) বিজ্ঞানীদের সাথে মত বিনিময় ইত্যাদি। সর্বোপরি বিটি বেগুন অবমুক্ত হওয়ার পর বিভিন্ন যোগাযোগ মাধ্যম (Communication channel) ব্যবহার করে এর গ্রহণযোগ্যতাকে ত্বরান্বিত করা হয়। যোগাযোগ কৌশলের বিভিন্ন কার্যক্রম নিয়ে আলোচনা করা হলো:

ক) মাঠ দিবস (Field day)

বিটি বেগুন উৎপাদনকারী হচ্ছে কৃষক। তাই কৃষক এবং কৃষকদের নিয়ে যারা কাজ করে/কৃষকদের সাথে যারা সম্পৃক্ত তাদের মাঝে এই প্রযুক্তি সর্ম্পকে ধারণা সৃস্টির লক্ষ্যে বিভিন্ন কার্যক্রম হাতে নেওয়া হয়। যেমন, বিভিন্ন বহুস্থানিক এলাকায় যখন বিটি বেগুন নিয়ে মাঠ পর্যায়ে গবেষণা শুরু হয় তখন থেকেই মাঠ দিবসের আয়োজন করা হয়ে থাকে। তদুপরি সরেজমিন গবেষণা বিভাগ কর্তৃক বিটি বেগুনের মাঠে উপযোগিতা পরীক্ষা এবং কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর কর্তৃক প্রদর্শণীর ক্ষেত্রেও মাঠ দিবসের আয়োজন করা হয়। মাঠ দিবসে কৃষক ছাড়াও বিজ্ঞানী, সম্প্রসারণবিদ, বিএডিসি, বেসরকারী প্রতিষ্ঠানের প্রতিনিধি, স্থানীয় জনপ্রতিনিধি, ইলেক্ট্রনিক ও প্রিন্ট মিডিয়াসহ বিভিন্ন স্তরের জনগণ অংশগ্রহণ করে থাকেন। ইংরেজিতে একটা কথা আছে, 'Seeing is believing' দেখে বিশ্বাস করা। মাঠ দিবসে অংশগ্রহণকারীরা বিটি বেগুনের কার্যকারিতা বাস্তবে দেখার সুযোগ পায়। বিটি বেগুন মাঠ পরিদর্শনপূর্বক অংশগ্রহণকারীদের নিজেদের মাঝে মত বা ভাব বিনিময়ের সুযোগ পেয়ে অনুপ্রাণিত হয়।

খ) উদ্বুদ্ধকরণ ভ্রমণ (Motivational tour)

বিটি বেগুনকে জনপ্রিয় করার লক্ষ্যে দেশের বিভিন্ন স্থানে উদ্বুদ্ধকরণ ভ্রমণ এর আয়োজন করা হয়। এতে সাধারণ বেগুন চাষীরা বিটি বেগুনের কার্যকারিতা দেখে তা চাষ করতে আগ্রহী হয়।

গ) প্রমোশনাল উপকরণ (Promotional materials)

বিটি বেগুনকে জনপ্রিয় এবং বিভিন্ন প্রশিক্ষণে প্রশিক্ষণার্থীদের উৎসাহ প্রদানের লক্ষ্যে বিটি বেগুনের শ্লোগান সহ টি-শার্ট এবং ক্যাপ বিতরণের ব্যবস্থা করা হয়।

ঘ) মেলায় বিটি বেগুনের প্রদর্শনী (Bt Brinjal in the exhibition/fair)

কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর কর্তৃক বিভিন্ন স্থানে কৃষি মেলার আয়োজন করা হয়। সেখানেও বিটি বেগুনের প্রদর্শনীর ব্যবস্থা থাকে। জাতীয় জীব প্রাযুক্তি মেলা ২০১৮ ও ২০১৯, বঙ্গবন্ধু নভোথিয়েটার, ঢাকায় অনুষ্ঠিত হয়। বিএআরআই এর স্টলে বিটি বেগুনের চারা, বীজ, বুকলেট, ভিডিও প্রদর্শন করা হয়। যা আপামর সব দর্শকদের আকৃষ্ট করে। প্রতিবছর জাতীয় সবজি মেলাতে বিটি বেগুনের প্রদর্শনী হয়ে থাকে।

ঙ) ইলেকট্রনিক মিডিয়া (Electronic media)

বর্তমান তথ্য প্রযুক্তির যুগে ইলেকট্রনিক মিডিয়া একটি শক্তিশালী গণমাধ্যম হিসেবে পরিগণিত। বিটি বেগুনের সফলতার খবর প্রতিনিয়তই টেলিভিশনের বিভিন্ন চ্যানেলে প্রচারিত হয়। বিটি বেগুনের উপর টেলিভিশনের এক টকশোর আয়োজন করা হয় যেখানে কৃষি মন্ত্রণালয়ের অতিরিক্ত সচিব, বিএআরসির নির্বাহী চেয়ারম্যান, কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর ও বিএআরআই এর মহাপরিচালক, সরেজমিন গবেষণা বিভাগের প্রধান অংশগ্রহণ করেন। বিটি বেগুনের উপর বিএআরআই বেশ কিছু ডকুমেন্টরী ফিল্ম তৈরী করে যেমন-সাফল্য কথাঃ সরেজমিনে বিটি বেগুন, দেশের উত্তরাঞ্চলে এবং দক্ষিণাঞ্চলের উপর ভিত্তি করে দুটো প্রামাণ্য চিত্র, বিটি বেগুনের চাষাবাদ কৌশল এবং বীজ উৎপাদন কলাকৌশল, বিটি বেগুন সম্প্রসারণ অগ্রযাত্রা ইত্যাদি। এছাড়া কর্ণেল অ্যালায়েন্স ফর সায়েন্স বেশ কয়েকটি ডকুমেন্টরী ফিল্ম তৈরী করে, যেমন: Bt Brinjal in Bangladesh: Farmers Perspectives; Bt Eggplant: A new option for farmers in Bangladesh; Bt brinjal in Bangladesh: Farmers Speak up Bt brinjal in Bangladesh; Voices from the field ইত্যাদি। এছাড়া Servus TV Austria and Servus TV Germany এর উদ্যোগে বিটি বেগুনের উপর একটি ডকুমেন্টরী ফিল্ম তৈরী করে।

চ) ওয়েবসাইট (Website)

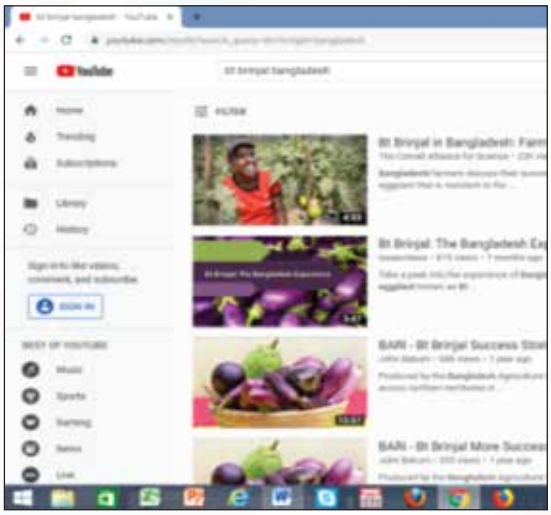
SAEIP প্রকল্পের আওতায় বিটি বেগুনের জন্য একটা বিশেষ ওয়েবসাইট (http:// bteggplant.cornell.edu) খোলা হয়েছে সেখানে বিটি বেগুন সর্ম্পকে অনেক তথ্য, তত্ত্ব-উপাত্তের সন্নিবেশ করা হয়েছে। এখানে বিটি বেগুনের ছবি, ভিডিও, রিপোর্ট, গবেষণা প্রকাশ ইত্যাদি আপলোড এবং আপডেট করা হয়ে থাকে। ISAAA এর Crop Biotech Update – এ বিটি বেগুনের তথ্য আপলোড করা হয়ে থাকে।

ছ) সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমে বিটি বেগুন (Bt Brinjal in social media)

বর্তমান সময়ে সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যম খুব জনপ্রিয় প্লাটফর্ম যেখানে একে অন্যের সাথে তথ্য আদান প্রদান বা যোগাযোগ করতে সক্ষম হয়। বাংলাদেশে বিগত বেশ কয়েক বছরে ইন্টারনেট এবং তথ্য প্রযুক্তির ব্যবহার বিস্ময়করভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। জুন, ২০২০ নাগাদ বাংলাদেশে ইন্টারনেট ব্যবহারকারীর সংখ্যা ছিল প্রায় ১০.৩৫ কোটি, অর্থ্যাৎ ১৭ কোটি জনসংখ্যার প্রায় ৬১% ইন্টারনেট ব্যবহারকারী। বিভিন্ন সামাজিক মাধ্যমের মধ্যে ফেসবুক, ইউটিউব, টুইটার, রিসার্সগেট ইত্যাদিতে বিটি বেগুনকে তুলে ধরা হয়। অ্যালাইয়েন্স ফর সায়েন্স এবং ফার্মিং ফিউচার বাংলাদেশ এক্ষেত্রে অগ্রণী ভূমিকা পালন করে আসছে।

https://bteggplant.cornell.edu/

Facebook



YouTube

Twitter

সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমে বিটি বেগুন

জ) কর্মশালা/সেমিনার (Workshop/Seminar)

বিভিন্ন সময় দেশের বিভিন্ন স্থানে বিটি বেগুন গবেষণার অগ্রগতি বা কার্যক্রমকে তুলে ধরার জন্য বিভিন্ন সময় কর্মশালা/সেমিনার এর আয়োজন করা হয়। এসব অনুষ্ঠানে মন্ত্রী, সচিব, সরকারী প্রতিষ্ঠানের উর্ধ্বতন কর্মকর্তাবৃন্দ, শিক্ষাবিদ, বেসরকারী প্রতিষ্ঠানের প্রতিনিধি, মিডিয়ার প্রতিনিধি, ইউএসএইডের কর্মকর্তা উপস্থিত থাকেন। এতে বিটি বেগুন সর্ম্পকিত বিভিন্ন বিষয়ে মত বিনিময় এবং প্রশ্নোত্তরের সুযোগ পান। ২০১৪ সালের সেপ্টেম্বরে বিএআরসি, ঢাকাতে সাংবাদিক সম্মেলন করা হয় যেখানে বিভিন্ন সংবাদ মাধ্যমের প্রতিনিধিবৃন্দ উপস্থিত ছিলেন। গত ২৩ মার্চ ২০১৭ সালে হোটেল রেডিসনে "Bt Eggplant Research and Development" শীর্ষক এক কর্মশালায় তৎকালীন মাননীয় কৃষিমন্ত্রী মতিয়া চৌধুরী বলেন "Development of brinjal fruit and shoot borer resistant-Bt brinjal is a success story of local and foreign collaboration" (The Daily Star, ২৪ মার্চ, ২০১৭)। ঢাকার হোটেল ইন্টারকন্টিনেন্টাল-এ ৬ মার্চ ২০১৯ "Agricultural Transformation in Bangladesh: Evidence on Biotechnology and Nutrition-Sensitive Agriculture" শীর্ষক এক কর্মশালায় মাননীয় কৃষি মন্ত্রী ড. মো. আব্দুর রাজ্জাক বলেন "We don't find any problem with Bt Brinjal" (The Daily Sun' ৭ মার্চ, ২০১৯)।

ঝ) বিটি বেগুন অ্যাপস (Bt Begun Apps)

সম্প্রতি (১৫ সেপ্টেম্বর ২০২০ খ্রি.) বিটি বেগুনের ওপর একটি মোবাইল অ্যাপসের উদ্বোধন করা হয়। এতে বিটি বেগুন সম্পর্কিত তথ্য, চাষাবাদে করণীয়, প্রকাশনা, ভিডিও, ছবি, বীজের প্রাপ্তি, স্টুয়ার্ডশীপ, পোকামাকড় ব্যবস্থাপনা, ধারণা ও সত্যতা ইত্যাদি তথ্য সংযোজন ছাড়াও বিটি বেগুন সম্পর্কে প্রশ্নোত্তরের সুযোগ রয়েছে।

প্রকাশনা (Publications)

বিটি বেগুন নিয়ে প্রতিনিয়তই বিভিন্ন দৈনিকে লেখালেখি হচ্ছে, কেউবা ইতিবাচক হিসেবে দেখছেন কেউবা নেতিবাচক হিসেবে দেখছেন, কেউবা জিএমও হিসেবে বিরোধিতা করছেন। তবে সমালোচনার মাধ্যমে আসল তথ্যটি বের হয়ে আসে। বাংলাদেশে বিটি বেগুনের গবেষণালব্দ ফলাফল দেশীয় এবং আন্তর্জাতিক বিভিন্ন জার্নালে প্রকাশিত হয়। বিটি বেগুনের উপর ইতোমধ্যে বেশ কিছু বই ছাপা হয়। বেশ কয়েকটা আন্তর্জাতিক কনফারেন্সে বিটি বেগুনের উপর পাওয়ার পয়েন্ট এবং পোষ্টার উপস্থাপন করা হয়। সারাংশ (Abstract) কনফারেন্সের প্রসেডিং এ স্থান পায়। এছাড়া কৃষকদের মাঝে বিটি বেগুনের চাষ সম্পর্কিত লিফলেট বিতরণ করা হয়। বিটি বেগুন সংক্রান্ত বিভিন্ন লেখক কর্তৃক প্রকাশনার সংক্ষিপ্ত তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো।

পুস্তিক/পুস্তিকা (Book/Booklets)

১. বিটি বেগুনের চাষ। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর।

২. বিটি বেগুনের জাত সুরক্ষা এবং উদ্বাত্ত ফসল ও পোকামাকড় প্রতিরোধিতা ব্যবস্থাপনা। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর ।

৩. বিটি বেগুন সর্ম্পকে বার বার জিজ্ঞাসিত প্রশ্নাবলী। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর ।

৪. বিটি বেগুন সর্ম্পকে ধারণা ও সত্যতা। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর ।

৫. Success story on Bt Brinjal in Bangladesh. APAARI, Thailand.

৬. The status of commercial Bt Brinjal in Bangladesh. ISAAA, USA.

৭. বিটি বেগুন উৎপাদন কৌশল ও প্রদর্শণী বাস্তাবয়ন নির্দেশিকা। কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, খামারবাড়ি, ঢাকা।

বইয়ের অধ্যায় (Book chapter)

১. Bt Brinjal in Bangladesh: The first Genetically Engineered Food crop in a developing country. Cold spring harbor perspectives in Biology, USA.

২. Bringing Bt eggplant to resource- poor farmers in Bangladesh and the Philippines, In: GM Crops in Asia-Pacific. CSIRO Publishing, Australia (In Press).

জার্নালে প্রকাশিত বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধ (Scientific articles in the journal)

Khatun, M. M., Hasan, M. K., Jamil, M. K. and D. Khanam. (2017). Quantification of Cry1Ac Protein in Bt Eggplant Fruits. Int. J. Appl. Sci. Biotechnol. 5(3): 356-36. doi.org/10.3126/ ijasbt.v5i3.18292.

Halder, S. C. Khanam, D. and M. K. Hasan. (2018). Fruit setting behavior in relation to stigma position in Bt eggplant, BOU. J. Agric. Rural Dev., 10 (1): 75-78.

Shelton A. M., Hossain, M. J., Paranjape, V., Azad, A. K., Rahman, M. L., Khan, A. S. M. M. R., Prodhan, M. Z. H., Rashid, M. A., Majumder, R., Hossain, M. A., Hussain, S. S., Huesing, J. E. and McCandless. (2018). Bt Eggplant Project in Bangladesh: History, Present Status, and Future Direction. Frontier Bioengineering Biotechnology.6:106.doi: 10.3389/fbioe.2018.00106

Prodhan, M. Z. H., Hasan, M. T.,Chowdhury, M.M.I., Alam, M. S., Rahman, M. L., Azad, A. K. Hossain, M. J., Naranjo, S. E. and A. M. Shelton. (2018). Bt Eggplant (*Solanum melongena* L.) in Bangladesh: Fruit Production and Control of Eggplant Fruit and Shoot Borer (*Leucinodes orbonalis* Guenee), Effects on Non-Target Arthropods and Economic Returns. PLoS ONE 13(11): e0205713.doi.org/10.1371/journal.pone.0205713

Prodhan, M.Z.H., Shirale, D. K., Islam, M. Z., Hossain, M. J., Paranjape, V. and A. M. Shelton. (2019). Susceptibility of Field Populations of Eggplant Fruit and Shoot Borer (*Leucinodes orbonalis* Guenée) to Cry1Ac, the Protein Expressed in Bt Eggplant (*Solanummelongena* L.) in Bangladesh. Insects, 10, 198; doi:10.3390/insects10070198.

Shelton A. M., Sarwer, S. H., Hossain, M. J. Brookes, G. and V. Paranjape. (2020). Impact of Bt Brinjal Cultivation in the Market Value Chain in Five Districts of Bangladesh. Frontier Bioengineering Biotechnology. 8:496. doi: 10.3389/fbioe.2020.00498.

Hasan, M. K., Hoque, M.O., Islam, M. R., Khanam, D. and M. S.Alam. (2020). Correlation studies on seed yield and fruit weight of four Bt eggplant varieties. B. J. Agril. Res.45(1):89-92.

গবেষণা প্রতিবেদন (Research Report)

১. Impacts of Bt Brinjal (Eggplant) Technology in Bangladesh. IFPRI, Dhaka, Bngladesh. 2019.

২. Economic and Health Impacts of Genetically Modified Eggplant Results from a Randomized controlled Trial of Bt Brinjal in Bangladesh. IFPRI, Dhaka, Bangladesh. 2019.

৩. Bt brinjal: introducing genetically modified brinjal (eggplant/aubergine) in Bangladesh. Bangladesh Development Research Working Paper Series BDRWPS No. 9, 2009.

৪. Bt Eggplant: A Genetically Engineered 'Minor' Crop Comes of Age in Bangladesh and the Philippines. ISB News Report, August 2017.

প্রসেডিং এ প্রকাশিত সারাংশ (Abstract in the proceedings)

১. Development of three Bt eggplant varieties as genetically engineered crops in Bangladesh. 4th Annual South Asia Biosafety Conference, Hyderabad, India, September 19-21, 2016.

২. The journey of Bt Eggplant in Bangladesh. 4th Annual South Asia Biosafety Conference, Hyderabad, India, September 19-21, 2016.

৩. Spatio temporal expression of Cry1Ac protein in Bt eggplant varieties and susceptibility of Brinjal fruit and shoot borer to Cry1Ac protein. 9th International Plant Tissue Culture & Biotechnology Conference, February 8-10, 2020, Dhaka, Bangladesh.

৪. Biosafety Measure in Commercialization of Bt Brinjal in Bangladesh. 5th South Asia Biosafety Conference held on September 11-13, 2017, Bangalore, India.

৫. Fate of Bt Protein in the Cooked Fruits of Bt Eggplant Varieties/Lines. 6th Annual South Asia Biosafety Conference on September 15-17, 2018, Dhaka, Bangladesh.

৬. Stewardship of Bt Eggplant in Bangladesh. 6th Annual South Asia Biosafety Conference on September 15-17, 2018, Dhaka, Bangladesh.

কনফারেন্স/জীবপ্রযুক্তি মেলায় উপস্থাপিত পোষ্টার (Poster presented in the conference/Biotechnology fair)

১. Biosafety Measure in Commercialization of Bt Brinjal in Bangladesh. 5th South Asia Biosafety Conference held on September 11-13, 2017, Bangalore, India.

২. Bt Brinjal–The First Genetically Engineered Crop in Bangladesh. National Biotechnology Fair 2018, held on September 7-8, 2018 at Dhaka.

৩. Spatio temporal expression of Cry1Ac protein in Bt eggplant varieties and susceptibility of Brinjal fruit and shoot borer to Cry1Ac protein. 9th International Plant Tissue Culture & Biotechnology Conference on February 8-10, 2020, Dhaka, Bangladesh.

৪. Fate of Bt Protein in the Cooked Fruits of Bt Eggplant Varieties/Lines. 6th Annual South Asia Biosafety Conference on September 15-17, 2018, Dhaka, Bangladesh.

৫. Stewardship of Bt Eggplant in Bangladesh. 6th Annual South Asia Biosafety Conference on September 15-17, 2018, Dhaka, Bangladesh.

বিটি বেগুনের বিরোধিতা ও সত্যতা (Propaganda against Bt Brinjal and Fact)

বিটি বেগুনের গবেষণার সূচনা লগ্ন হতে এর বিরুদ্ধে পত্র পত্রিকা, সভা সমাবেশে বিরোধিতা পরিলক্ষিত হয়। বিটি বেগুন অবমুক্তির প্রাক্কালে হাইকোর্টে চারটি রিট পিটিশন দায়ের করা হয়।

- হাইকোর্টের রীট পিটিশন নম্বর ৭৭১০/২০১৩, ফরিদা আক্তার গং (নয়া কৃষি আন্দোলন) এর পক্ষে দায়ের করা হয়। তাহা শুনানীঅন্তে ২৩/০৯/২০১৩ খ্রি. তারিখে খারিজ হয়।
- শিশুক (SHISHUK) নামক একটি (বেসরকারী) প্রতিষ্ঠান কর্তৃক হাইকোর্টে ২০১৩ খ্রি. তারিখে ৭৯৫০ নম্বর রীট পিটিশন দায়ের করলে তাহাও ২৩/০৯/২০১৩ ইং তারিখে খারিজ হয়।

- ফরিদা আক্তার গং পুণরায় হাইকোর্টে ২০১৩ খ্রি. তারিখে ১১৯২৬ নম্বর রীট পিটিশন দায়ের করে এবং তাহা ১৫/০১/২০১৪ খ্রি. তারিখে খারিজ হয়।
- শিশুক (SHISHUK) গোপনে নোটিশ ডিমান্ডিং জাস্টিস না দিয়া ২০১৩ খ্রি. তারিখে ৯৮৪৩ নং রীট পিটিশন দায়ের করিলে তাহাতে রুল এবং রির্পোট দেওয়ার জন্য Direction দেওয়া হয়। তৎবিরুদ্ধে আপীল বিভাগে ২০১৩ খ্রি. তারিখে ১০০০ নম্বর সি. এম. পি দায়ের করিয়া আপীল বিভাগ হইতে হাইকোর্টের আদেশের বিরুদ্ধে স্থগিত আদেশ পাওয়া যায়।

বিটি বেগুনের বিভিন্ন বিষয় গুলো লক্ষ্য করে সাধারণত এর বিরোধিতা করা হয় যেমন মানুষের স্বাস্থ্যের উপর বিটি বেগুনের বিরুপ প্রক্রিয়ার সৃষ্টি হবে, জীব বৈচিত্র্য ধ্বংস হবে, বিটি বেগুনের বীজের দাম বেশি হবে, বিটি বেগুনের মালিকানা বিদেশি কোম্পানীর হাতে থাকবে, কৃষকদের বিটি বেগুন বীজ কেনার সামর্থ্য থাকবেনা ইত্যাদি। তবে এসব অন্তর্নিহিত তথ্য জানা থাকলে এর বিরোধিতা কতটুক যৌক্তিক তা চিন্তার বিষয়।

- প্রায় ৭০ বছর যাবত বিটিকে জৈবকীটনাশক হিসেবে ব্যবহার করে এটাই প্রমাণিত হয় যে এটি মানুষ ও পরিবেশের জন্য নিরাপদ। বিটি বেগুনে বিটি প্রোটিন যোগ করা ছাড়া পুষ্টিগত উপাদানের দিক থেকে সাধারণ বেগুনের মতই। পুষ্টিগত তেমন কোন পার্থক্য নেই। বিভিন্ন প্রাণীর ওপর বিটি বেগুনের পরীক্ষা করে দেখা যায় যে এটা কোন প্রাণীর জন্য বিষাক্ত নয়। বিটি প্রোটিনের কার্যকারিতার জন্য ক্ষারীয় মাধ্যম প্রয়োজন, কিন্তু মানুষের অন্ত্র অম্লীয় মাধ্যম, তদুপরি বিটি প্রোটিনকে গ্রহণ করার মত রিসেপ্টর মানব শরীরে না থাকায় মানুষের জন্য বিটি বেগুন নিরাপদ। ২০১৫ সালে ইংল্যান্ডের বিখ্যাত COVANCE ল্যাবরেটরিতে টক্সিকোলজি পরীক্ষায় বিটি বেগুনে ক্ষতিকর কিছু পাওয়া যায়নি। তদুপরি পরীক্ষায় প্রমাণিত হয় যে রান্নার সময় উচ্চতাপমাত্রায় বিটি প্রোটিন নষ্ট হয়ে যায়।
- বিটি বেগুন চাষের জন্য জমির চার পাশে ৫ ভাগ সাধারণ বেগুন চারা রোপণ করার জন্য সুপারিশ করা হয়। তাছাড়া বেগুন সাধারণত স্বপরাগী ফসল। ফলে কৃষক বিটি বেগুন ও সাধারণ বেগুন একত্রে চাষ করতে পারবে। একটি অন্যটিকে সংকরায়নে দুষণ করবেনা। বিশেষজ্ঞরা মনে করেন যে, কৃষি জীনতাত্বিক বৈচিত্র সংরক্ষণ করা গুরুত্বপূর্ণ। ফসল কম হয় মনে করে যদি কোন কৃষক সাধারণ বেগুনের চাষ নাও করে তবুও প্রচলিত বেগুনের জাতসমূহ হারিয়ে যাবেনা। ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার আশংকা না থাকায় কীটনাশক প্রয়োগ কম হবে এতে অন্যান্য উপকারী পোকা রক্ষা পাবে। বিএআরআই কর্তৃক ২০১০-২০১৩ সাল পর্যন্ত বাংলাদেশের বিভিন্ন স্থানে গবেষণামূলক পরীক্ষা চালিয়ে দেখা গেছে যে মাটিতে বসবাসকারী লক্ষ্যহীন নন-টার্গেট পোকার জন্যও বিটি বেগুনের ক্ষতিকর দিক পাওয়া যায়নি । অর্থ্যাৎ এতে জীব বৈচিত্রের ক্ষতির আশংকা নেই।
- বিটি বেগুন হাইব্রিড না হওয়ায় ইচ্ছা করলে কৃষকরা পরবর্তী বছরের জন্য বীজ উৎপাদন ও সংরক্ষণ করতে পারবে। বিএআরআই কর্তৃক উৎপাদিত প্রজনন বীজ প্রতি কেজি ৫০০০ টাকা এবং বিএডিসি কর্তৃক উৎপাদিত ভিত্তি বীজ প্রতি কেজি ৯০০ টাকা দরে বিক্রি করা হয় যা কৃষকের ক্রয় ক্ষমতার মধ্যে।
- মাহিকো'র সাথে চুক্তি অনুযায়ী জীন বা ইভেন্ট এর মালিকানা বিএআরআই-এর না থাকলেও বাংলাদেশের যে জাতসমূহে উক্ত জীন ও প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়েছে সে সমস্ত জাতসমূহের মালিকানা বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট।

চ্যালেঞ্জসমূহ (Challenges)

বিটি বেগুন অবমুক্ত হওয়ার পর বেশ কিছু বিষয় এর সাফল্যকে ম্লান করে দিচ্ছে। বিষয়গুলো উত্তরণের কার্যকরী পদক্ষেপ গ্রহণ করলে ভবিষ্যতে বিটি বেগুনের অগ্রযাত্রা আরও ত্বরান্বিত হবে। এই চ্যালেঞ্জগুলো উত্তরণে বিএআরআই এর বিজ্ঞানীরা প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ গ্রহণসহ চেষ্টা করে যাচ্ছে।

ক) ব্যাকটেরিয়াল উইল্ট (Bacterial wilt)

ব্যাকটেরিয়াল উইল্ট শুধু বিটি বেগুনে নয়, সাধারণ বেগুনের জন্যও একটি মারাত্মক রোগ। এখন পর্যন্ত এ রোগের কোন প্রতিষেধক আবিস্কৃত হয়নি। তবে প্রতিকারমূলক বিভিন্ন ব্যবস্থা গ্রহণ করলে সুফল পাওয়া যায়। বিটি বেগুনগুলো শীতকালীন জাত হওয়ায় সময়মত চারা লাগানো (সেপ্টেম্বর মাসের প্রথম সপ্তাহের মধ্যে বীজ তলায় বীজ বপন এবং অক্টোবর মাসের মধ্যে মূল জমিতে চারা রোপণের উপযুক্ত সময়)। ব্যাকটেরিয়া উইল্ট সম্পর্কে ইতোপূর্বে বিটি বেগুনের রোগ ও তার দমন ব্যবস্থাপনা অংশে বিস্তারিত আরোচনা করা হয়েছে।

খ) কৃষকের পছন্দীয় বেগুন (Farmers' preference)

বাংলাদেশে প্রায় দুই শতাধিক বিভিন্ন ধরনের বেগুন রয়েছে। একেক এলাকার ভোক্তাদের একেক রকমের বেগুন পছন্দ। বিটি বেগুনের মাত্র চারটি জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে। এই চারটি জাত সমভাবে সব এলাকায় সব ভোক্তাদের কাছে পছন্দনীয় নাও হতে পারে।

গ) লেবেলিং (Labelling)

নিয়মানুসারে যে কোন জিএম ফসল লেবেলিং করে বিক্রি করতে হয়। কৃষকদের প্রশিক্ষণ এবং অন্যান্য সময়ে এ বিষয়ে কৃষকদের লেবেলিং করে বিটি বেগুন বিক্রি করার জন্য উপদেশ দেওয়া হয় । অনেক কৃষকরাই তা পালন করেনা। তবে বাস্তবতা হল একটা আপেল বা কমলায় যত সহজে লেবেলিং করা সম্ভব, প্রতিটি বেগুনে তা করা কষ্টসাধ্য। তদুপরি, আমাদের দেশের অধিকাংশ কৃষকরা এ বিষয়ে সচেতন নয়। বাস্তবতার নিরীখে বিষয়টি কিভাবে সমাধান করা যায় এ নিয়ে বিশেষজ্ঞদের আরোও চিন্তাভাবনা করা প্রয়োজন।

ঘ) সচেতনতা বৃদ্ধি (Awareness Development)

অনেক কৃষক মনে করে বিটি বেগুন সব পোকা প্রতিরোধী। ফলে তারা অন্যান্য পোকা দমনের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা গ্রহণ করে না। কৃষকদের মনে রাখা প্রয়োজন বিটি বেগুন কোন প্যানাশিয়া নয় শুধুমাত্র ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা প্রতিরোধী, অন্যান্য পোকার জন্য প্রয়োজনীয় দমন ব্যবস্থা নিতে হবে। তাছাড়া অবমুক্ত বিটি বেগুনের জাতগুলো শীতকালীন হওয়ায় সময়মত চারা লাগানো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। বিটি বেগুনের সাথে রিফিউজ ফসল হিসেবে সাধারণ বেগুন (নন-বিটি) লাগাতে হয়। বিটি বেগুনের সাথে সাধারণ বেগুন লাগাতে অনেক কৃষক আগ্রহ দেখায় না। কিন্তু পোকা প্রতিরোধীতা ব্যবস্থাপনার (Insect Resistance Management) জন্য রিফিউজ ফসল বেশ গুরুত্বপূর্ণ।

ঙ) বীজের প্রাপ্যতা (Seed availability)

বিটি বেগুন যেহেতু হাইব্রিড নয় তাই ইচ্ছা করলে কৃষকরা এর বীজ রাখতে পারবে। কিন্তু জাতের বিশুদ্ধতা রক্ষার জন্য কৃষকদের বীজ উৎপাদন করতে নিরুৎসাহিত করা হয়। বর্তমানে বিটি বেগুনের বীজ উৎপাদনকারী ও সরবরাহকারী

প্রতিষ্ঠান হলো বিএআরআই এবং বিএডিসি। তাই অনেক কৃষকদের পক্ষে বিএআরআই অথবা বিএডিসি বীজ ডিলার হতে বিটি বেগুনের বীজ সংগ্রহ করা সম্ভব হচ্ছে না। কৃষকদের স্বার্থ বিবেচনায় বেসরকারী প্রতিষ্ঠানসমূহকে কিভাবে অন্তর্ভূক্তি করা যায় বিবেচনা করা যেতে পারে।

চ) মনিটরিং (Monitoring)

বিটি বেগুন যেহেতু দেশের প্রথম জিএম ফসল, তাই এর মনিটরিং বেশ গুরুত্বপূর্ণ। তবে হাজার হাজার কৃষকের মাঝে বিটি বেগুন মাঠ মনিটরিং করা বেশ দু:সাধ্য। এর কোন কৌশল বের করা প্রয়োজন।

ছ) এক্সসিলেন্স থ্রো স্টুয়ার্ডশীপ (Excellence through stewardship)

যে কোন জিএম ফসলের স্টুয়ার্ডশীপের চূড়ান্ত লক্ষ্য থাকে এক্সসিলেন্স থ্রো স্টুয়ার্ডশীপ অর্জন করা। এটা আন্তর্জাতিক ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এর জন্য যেমন দক্ষতার প্রয়োজন তেমনি অর্থেরও প্রয়োজন। বিএআরআই যদিও স্টুয়ার্ডশীপের বিভিন্ন কার্যক্রম চালিয়ে যাচ্ছে, তবে এক্ষেত্রে চূড়ান্ত লক্ষ্যে পৌছাঁনোর জন্য দক্ষতা, নিষ্ঠা এবং আন্তর্জাতিক সহযোগিতার প্রয়োজন।

উপসংহার

দারিদ্র বিমোচনের ক্ষেত্রে বাংলাদেশ ২০১৩ সালে মিলেনিয়াম ডেভেলপমেন্ট গোল (এম.ডি.জি) অর্জন করতে সক্ষম হয়েছে। এখন টেকসই অভীষ্ট লক্ষ্য (এস.ডি.জি) এর জন্য প্রস্তুত হতে হচ্ছে। এস.ডি.জি এর মূল লক্ষ্য ২০৩০ সালের মধ্যে বিশ্ব হতে ক্ষুধা দূর করা। পেটে ক্ষুধা রেখে উন্নয়ন সম্ভব নয়। সুতরাং এসডিজি-এর লক্ষ্যমাত্রা অর্জন করতে হলে খাদ্য উৎপাদন বৃদ্ধি করা জরুরি। কৃষি ক্ষেত্রে জীন প্রকৌশলের অপার সম্ভাবনা রয়েছে। উন্নত দেশসমূহ পৃথিবীর নানান দেশে উদ্ভিদ জগতে কাঙ্ক্ষিত পরিবর্তন সাধনের জন্য জীনকৌশল প্রয়োগ করা হচ্ছে। জীনকৌশল প্রয়োগ করে বিশ্বের বিভিন্ন দেশে কীটপতঙ্গ ও রোগ প্রতিরোধী, খাদ্য ও পুষ্টিমান সমৃদ্ধ এবং স্ট্রেস সহিষ্ণু ফসলের জাত উদ্ভাবন করা হয়েছে- সয়াবিন, ভুট্টা, তুলা, পেঁপে, আলু, সুগারবিট প্রভৃতি উল্লেখ্যযোগ্য। বিটি বেগুন ছাড়াও বিভিন্ন গবেষণা প্রতিষ্ঠান এবং বিশ্ববিদ্যালয়ে লেট ব্লাইট প্রতিরোধী আলু, বোলওয়ার্ম প্রতিরোধী তুলা, ভিটামিন এ সমৃদ্ধ গোল্ডেন রাইস, লবণাক্ত সহিষ্ণু ধান, ভাইরাস প্রতিরোধী টমেটো, ছত্রাক প্রতিরোধী মুসুর, মুগবীন, ছোলা, চীনাবাদাম ইত্যাদির উপর গবেষণা কার্যক্রম চলছে। বিটি বেগুনের অগ্রযাত্রা অন্যান্য জিএম ফসলের গবেষণায় মাইলফলক হিসেবে কাজ করবে। তবে এক্ষেত্রে এর জীবনিরাপত্তার বিষয়টিও দেখতে হবে। সঠিক ও সময়োপযোগী সিদ্ধান্ত জিএম ফসলের পথকে সুগম করবে। বুদ্ধিবৃত্তিক অধিকার, বাণিজ্য সংক্রান্ত অধিকার, প্যাটেন্ট ইত্যাদিসহ বিদ্যমান এবং অনাগত অন্য অনেক বিধিব্যবস্থা মেনেই জিএম ফসলের বাস্তবতাকে মানব কল্যানে ব্যবহার করতে হবে।

সহায়কপঞ্জী

১. ইসলাম, এসএম. ২০১৭ বিটি বেগুন এবং কৃষি প্রণোদনা দৈনিক সমকাল, ৭ অক্টোবর ২০১৭।

২. খানম, দি. আ. এবং আযাদ আ. কা. ২০১৮, বাণিজ্যিক কৃষিতে আধুনিক প্রযুক্তি এবং বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের ভূমিকা দৈনিক সংবাদ, ১১ অক্টোবর ২০১৮।

৩. বিশ্বাস, জী, কৃ. ২০১৯, জিএম ফসল সম্প্রসারণ এবং কালচারাল ট্যাবু। কালের কণ্ঠ, ৬ জানুয়ারি, ২০১৯।

৪. The Daily Star, ২৪ শে মার্চ, ২০১৭।

৫. The Daily Sun' ৭ই মার্চ, ২০১৯।

৬. জীবপ্রযুক্তি উন্নয়নে জীবনিরাপত্তা, পরিবেশ অধিদপ্তর ঢাকা।

৭. Alam, S.N., M.A. Rashid, F.M.A. Rouf, R.C. Jhala, J.R. Patel, S. Satpathy, T.M. Shivalingaswamy, S.Rai, I. Wahundeniya, A. Cork, C. Ammaranan, and N.S. Talekar. (2003). Development of an integrated pest management strategy for eggplant fruit and shoot borer in South Asia. Shanhua, Taiwan: AVRDC—the World Vegetable Center. Technical Bulletin No. 28. AVRDC Publication No. 03-548. 56p.

৮. Meherunnahar, M., and Paul, D. N. R. (2009). Bt brinjal: introducing genetically modified brinjal (eggplant/aubergine) in Bangladesh. Bangladesh Development Research Working Paper Series BDRWPS No. 9, Bangladesh Development Research Center (BDRC). Available online at: URL: http://www. bangladeshstudies.org/files/WPS_no9.pdf. doi: 10.2139/ssrn.1482803.

৯. Rashid, M. A., Hasan, M. K., and Matin, M. A. (2018). Socio-economic performance of Bt eggplant cultivation in Bangladesh. Bangladesh J. Agril. Res.43, 187–203. doi: 10.3329/bjar.v43i2.37313.

১০. Shelton, A. M., Hossain, M. J., Paranjape, V., Azad, A. K., Raman, M. L.,Khan, A. S. M. M., et al. (2018). Bt eggplant project in Bangladesh:history, present status and future direction. Front. Bioengin Biotechnol. 6:106.doi: 10.3389/fbioe.2018.00106.

১১. Shelton, A. M., Hossain, M. J., Paranjape, V. M. Z. H., Prodhan, A.K., Azad, Majumder, R., et al. (2019). Bt brinjal in Bangladesh:the first genetically engineered food crop in a developing country. Cold Spring. Harb. Perspect. Biol. 11:13. doi10.1101/cshperspect.a034678.

১২. Ahmed, A. U., Hoddinott, J. F., Islam, K. M. S., Khan, A. S. M. M. R., Abedin,N., and Hossain, N. Z. (2019). “Impact of Bt brinjal (eggplant) technology inBangladesh,” in Project Report prepared for the U.S. Agency for InternationalDevelopment (USAID). Dhaka: International Food Policy Research Institute. Available online at: http://www.ifpri.org/

১৩. বিটি বেগুনের চাষ। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর।

১৪. বিটি বেগুন সর্ম্পকে বার বার জিজ্ঞাসিত প্রশ্নাবলী। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর ।

১৫. বিটি বেগুন সর্ম্পকে ধারণা ও সত্যতা। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, গাজীপুর ।

১৬. Mondal, M. R. I. and N. Akter. (2018). Success Story on *Bt* Brinjal in Bangladesh. Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions (APAARI), Bangkok, Thailand. 39p.

১৭. Choudhury, B., Nasiruddin, K. M. and K. Guar. (2014). The status of commercial *Bt* Brinjal in Bangladesh.The International Service for the Acquisition of Agric-biotech Application (ISAAA), Ithaca, New York, USA.40 p.

১৮. Hasan, M. K., A. S. M. M. R. Khan and A. K. Choudhury. (2017). Traning manual on varietal maintenanace of Bt Brinjal and Refuse crop and insect pest resistance management (Bengali booklet). On-Farm Research Division, Bnagladesh Agricultural Research Institute, Gazipur-1701.

১৯. Excellence Through Stewardship (2017). Guide for Product Launch of Biotechnology-Derived Plant Products available at www.excellencethroughstewardship.org.

২০. https://bn.wikipedia.org/wiki/%E0%A6%AC%E0%A7%87%E0%A6%97%E0%A7%81%E0%A6%A8

২১. BBS. (2019). Yearbook of Agricultural Statistics. 29th Series. Bangladesh Bureau of Statistics, Ministry of Planning, Government of the People's Republic of Bangladesh. 557 p.

২২. Haque, M. S. and Saha, N. R. (2020). Biosafety measures, Socio-Economic impacts and Challenges of Bt –brinjal cultivation in Bangladesh. Frontier Bioengineering Biotechnology.8:337. doi: 10.3389/fbioe.2020.00337

নোট

নোট

পুষ্টিসমৃদ্ধ নিরাপদ খাদ্যে
স্বয়ম্ভরতা অর্জনে নিবেদিত বি-এআরআই

Research Wing
Bangladesh Agricultural Research Institute
Joydebpur, Gazipur-1701, Bangladesh