مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷

ارزیابی اثر محصولات تراریخته‌ی Bt بر موجودات زنده غیرهدف شامل پارازیتوئیدها و حشرات گرده‌افشان

مسعود توحیدفر*، راحله پناه آبادی

***دانشیار دانشکده فناوری‌های نوین، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران**

دانشجوی دکتری دانشکده فناوری‌های نوین، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

rahele.panahabadi@gmail.com

چکیده

در سال ۲۰۱۵ سطح زیرکشت گیاهان تراریخته، به بیش از ۱۷۹/۷ میلیون هکتار رسید. آمریکا، آرژانتین، کانادا و چین ۹۹ درصد سطح زیرکشت محصولات تراریخته را به خود اختصاص داده‌اند. از این میان سطح زیرکشت محصولات مقاوم به آفت که به Bt معروف هستند، در حال افزایش است. با این‌حال در رابطه با اثر این گیاهان برروی موجودات غیرهدف ملاحظاتی مطرح است. بعد از تولید هر محصول تراریخته، قبل از آزادسازی تجاری، ایمنی این محصولات با استفاده از قوانین و استانداردهایی که وجود دارد، ارزیابی و تجزیه و تحلیل می‌شود. براساس بررسی‌های انجام شده، گیاهان تراریخته‌ی Bt، تاثیر منفی بر روی گونه‌های حشرات مفید گرده‌افشان مثل زنبورعسل و لارو تارتن سبز و حشرات شکارگر مثل کفشدوزک و دیگر حشرات مفید که از شته‌ها و حشرات ریز تغذیه می‌کنند، ندارند. استفاده از محصولات تراریخته Bt باعث کاهش سموم حشره‌کش و در نتیجه باعث حفظ سلامت محیط‌زیست و همچنین کشاورز می‌شود. از این‌رو می‌توان محصولات Bt را جز مفیدی از سیستم‌های مدیریتی برای حفاظت از محصول در برابر آفات قرار داد. هدف از این مقاله بررسی جنبه‌های علمی ارزیابی احتمال خطر کشت محصولات Bt برموجودات زنده غیرهدف می‌باشد.

کلمات کلیدی: محصولات Bt، ارزیابی محصولات تراریخته، موجود زنده غیرهدف، پارازیتوئیدها ، حشرات مفید.

مقدمه

تنش‌های زیستی از عوامل اصلی کاهش عملکرد محصولات زراعی به حساب می‌آیند که در این میان آفات، اصلی‌ترین علل کاهش محصولات در سراسر جهان هستند و سالیانه ٤٠-٢٠ درصد از محصولات کشاورزی توسط آفات و حشرات از بین می‌روند. از طرفی استفاده‌ی بی‌رویه از سموم کشاورزی، سبب خسارات زیان‌باری به اکوسیستم و محیط‌زیست می‌شود که شامل به هم خوردن جمعیت حشرات، بروز آفات ثانوی، مقاوم شدن حشرات در برابر حشره‌کش‌ها و تولید بقایای غیرقابل تجزیه مواد شیمیایی در محیط می‌شود (٤).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

گیاهانBt مقاوم به حشرات که حاوی ژن‌های کدکننده‌ی مقاومت به حشرات هستند، به‌طور موثری آفات را کنترل می‌کنند. این گیاهان تراریخته، به‌طور گسترده‌ای در جهان کشت می‌شوند (۳۱). در این گیاهان، ژن Bt از باکتری *باسیلوس تورژنسیس* که یک باکتری گرم‌مثبت است گرفته شده است. این ژن پروتئین‌های کریستالی کد می‌کند که برای بعضی از گونه‌های حشرات شامل سخت‌بال‌پوشان و دوبالان به صورت اختصاصی عمل می‌کند. پروتئین Bt در داخل بدن حشره پروتئین‌های کریستالی تشکیل می‌دهند که پروتئین Cry نام‌گذاری شده‌اند. پروتئین Cry قبل از شکسته شدن غیرفعال است تازمانی که توسط لاروها خورده شود و در داخل روده‌ی حشرات به‌دلیل قلیایی بودن روده‌ی این حشرات، کریستال‌های سمی شکسته و فعال می‌شوند. پپتیدهای فعال به گیرنده‌های مخصوص در روده‌ی حشره متصل می‌شوند و در نتیجه با ایجاد سوراخ‌هایی در غشای روده شده و باعث نشت محتویات روده و در نتیجه مرگ لارو می‌شوند (۳۰). مطالعات بلورشناسی، سه ناحیه‌ی ویژه را در این پروتئین نشان داده است. ناحیه‌ی I شامل هفت آلفا هلیکس که در فعل و انفعالات غشا و تشکیل منافذ نقش دارد، ناحیه II از یک ستون سه گوش شامل سه بتاشیت که در اتصال سم به سلول‌های پوشش روده نقش دارد و ناحیه III شامل دو رشته‌ی آنتی پارالل بتا است که همانند ناحیه II در ثبات سم روی گیرنده و تنظیم کانال یونی نقش دارد. در روده‌ی حشراتی که دارای شرایط قلیایی هستند، سیگما آندوتوکسین به‌فرم فعال خود یعنی دلتا آندوتوکسین تبدیل شده و توسط ناحیه II به سطح سلول‌های پوششی روده وصل شده و توسط ناحیه I باعث ایجاد منافذی در غشای سلول شده که موجب اختلال یونی بین خون و روده می‌شود (۲۲).

گستردگی محصولات تراریخته در سطح جهان

محصولات تراریخته به‌دلیل موفقیت در کشت، افزایش سالیانه عملکرد محصول و حذف استفاده از آفت‌کش‌های متعدد، مورد محبوبیت کشاورزان در سراسر دنیا قرار گرفتند و حدود ۱۸ میلیون کشاورز، محصولا ترایخته را در ۲۸ کشور کشت می‌کنند (۲).

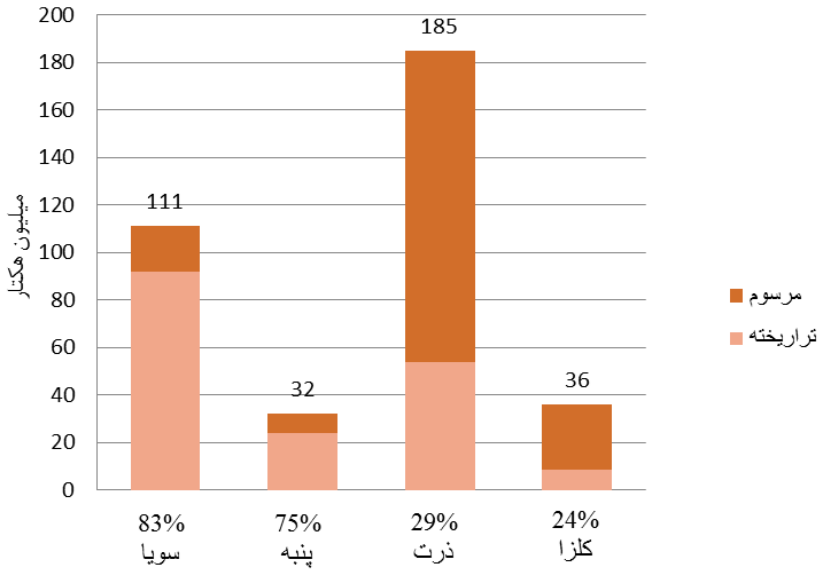
سطح زیرکشت گیاهان تراریخته در سال ۲۰۱۵ که بیستمین سال تجاری‌سازی محصولات تراریخته است، ۱۷۹/۷ میلیون هکتار می‌باشد. شروع کاشت گیاهان تراریخته در سال ۱۹۹٦ به‌میزان ۱/۷ میلیون هکتار بود که افزایش ۱۰۰ برابری از زمان شروع تا به‌حال را داشته است (۲). پنجاه درصد از گیاهان تراریخته شامل سویا، ۳۰ درصد ذرت، ١٤ درصد پنبه، ۵ درصد کلزا و ۱ درصد مربوط به سایر گیاهان است. از این محصولات ۵۷ درصد مربوط به مقاومت به علف‌کش، ۱۵ درصد مقاومت به آفت و ۲۸ درصد محصولات مربوط به هر دو صفت هستند (۲). بیشترین سطح زیر کشت در سال ۲۰۱۵ مربوط به سویا بود و ۸۳ درصد از سویای کشت شده در سطح جهان تراریخته بود. در واقع ۹۲/۱ میلیون هکتار از ۱۱۱میلیون هکتار سطح زیرکشت سویا، سویای تراریخته بود. استرالیا، مکزیک و آمریکا اولین کشورهای تجاری‌سازی کننده‌ی پنبه تراریخته در سال ۱۹۹٦ بودند. از کل محصولات تراریخته، گیاهان Bt سطح زیر کشت معادل ۳۵ میلیون هکتار را در سال ۲۰۱٦ به خودشان اختصاص دادند (۲).

شکل۱ ارائه‌ای از چشم‌انداز جهانی وضعیت محصولات تراریخته به عنوان درصدی از ٤ محصول

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

اصلی تراریخته شامل سویا، پنبه، ذرت و کانولا می‌باشد (۳). در انتهای سال ۲۰۱۵ بیشترین سطح کشت مربوط به پنبه‌ی Bt بود که بیشترین آن به ترتیب مربوط به هند، آمریکا، چین و پاکستان بود.



شکل۱- سطح زیر کشت ۴ محصول اصلی تراریخته در جهان.

محصولات تراریخته Bt

اصلاح‌کنندگان محصولات کشاورزی سعی در به حداقل رساندن اثر آفات بر محصول به وسیله‌ی تولید گیاهان مقاوم به آفات دارند. استفاده از روش‌های سنتی، جهش و اصلاح کلاسیک در تولید گیاهان تراریخته مقاوم به آفت، عیب‌هایی دارد. از جمله در این روش‌ها، مقدار زیادی از ژن‌های گونه‌های وحشی که بیشترآن‌ها نامطلوب هستند، به‌طور ناخواسته وارد گونه‌ی زراعی می‌شود. همچنین در روش‌های سنتی، بعد از انجام چندین نسل تلاقی برگشتی، درصدی از ماده‌ی ژنتیکی بیگانه در گونه‌ی زراعی باقی می‌ماند. از دیگر محدودیت‌های روش‌های سنتی این است که برای انجام تلاقی، نیاز به گونه‌های نزدیک است. این درحالی است که در روش‌های مهندسی ژنتیک، می‌توان فقط صفت مورد نظر را از دیگر موجودات زنده حتی موجودات زنده‌ی میکروسکوپی به گیاه مورد نظر انتقال داد.

امروزه ژن Bt از باکتری *B. thuringiensis* جدا شده و به گیاهان زراعی متعددی از جمله ذرت، سویا، پنبه، سیب‌زمینی و برنج منتقل شده است. ژن یاد شده تنها یکی از ۲۴۰ ژن تولید کننده‌ی کریستال در این باکتری است که پروتئینی هم نام خودش یعنی پروتئین Bt را رمز می‌کند. در سیستم مدیریت تلفیقی آفات، محصولات تراریخته با پروتئین Bt، به عنوان موثرترین آفت‌کش زیستی شناخته شده‌اند (۵). تاکنون ۱۸ گیاه تراریخته که پروتئین Bt را تولید می‌کنند، تولید شده‌اند (۲۸). اثر گیاهان تراریخته بر روی محیط زیست قبل از تجاری‌سازی محصول مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (۲۹).

در انتقال ژنBt نیز تا کنون مطالعات زیادی در رابطه با

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

مسائل ایمنی زیستی انجام شده است و نتایج حاکی از این بود که ژن Bt اثر منفی بر روی محیط زیست، انسان و دام ندارد (۱،۲۵، ۳۲، ۳۳، ۳٤، ۳۵، ۳٦و ۳۷) به‌طور کلی، پروتئین کدشده به وسیله‌ی ژنBt به‌طور اختصاصی عمل می‌کند و برای دیگر حشرات غیر هدف و گیاهخواران مضر نیست (٦). از طرفی دستگاه گوارش حشرات غیرهدف، پستانداران و دیگرحشرات غیرهدف و ماهی فاقد گیرنده‌هایBt هستند (۲٤). همین‌طور این پروتئین‌ها در محیط به صورت طبیعی وجود دارند و هیچ اثر سمی بر روی پستانداران, پرندگان و ماهی‌ها ندارند (۲۵). تلاش‌های متعددی برای انتقال ژن‌های Bt به گیاهان زراعی جهت ایجاد مقاومت به انواع آفات حشره‌ای انجام شده است. تعدادی از گیاهان Bt هم اکنون در سطح وسیعی از کشورهای مختلف نظیر ایالات متحده، برزیل، اسپانیا، کانادا، استرالیا، پرتغال، چک و لهستان کشت می‌شوند (۳۳).

در حال حاضر متخصصین علاقه‌ی زیادی به انتقال این ژن‌ها از باکتری به گیاهان زراعی دارند. با انتقال این ژن‌ها از باکتری به سیستم گیاهی، سیستم سلولی گیاه تولید پروتئین Bt می‌کنند. با استفاده از این روش نیاز به تولید آفت‌کش کم شده و در نتیجه سبب کاهش هزینه‌ی کشاورز، کاهش آلودگی محیط زیست و کاهش تاثیر مخرب این مواد شیمیایی بر روی دیگر موجودات زنده و شکارگرها می‌شود (۷).

تاثیر پروتئین Bt بر حشرات غیرهدف

از نقطه نظر زراعی، موجود زنده غیرهدف موجودی است که باعث آسیب اقتصادی به محصول نمی‌شود (۲٦). اثر گیاهان تراریخته بر حشرات غیرهدف، یک نگرانی اصلی است. به‌عنوان مثال بندپایان یکی از حشرات غیرهدفی هستند که نقش مهمی را در کنترل جمعیت آفت و گرده افشانی گیاه بازی می‌کنند (۸). به‌منظور تخمین این‌که آیا محصولات تراریخته بر فعل و انفعالات اکولوژیکی موثر هستند یا نه، مقایسه‌ی سیستم‌های محصولات تراریخته با غیرتراریخته ضروری است. از حدود ۲۰ سال قبل ارزیابی خطر محصولات تراریخته بر موجودات زنده غیرهدف مورد مطالعه قرار گرفته است و هیچ اثر منفی مشاهده نشده است(۹). Hoffmann و همکاران در سال ۱۹۹۲ برای اولین بار با یک مطالعه‌ی مزرعه‌ای نشان دادند که محصولات Bt تاثیری روی حشرات مفید ندارند (۱۰). همچنین در سال ۲۰۰٤، Candolfi و همکاران در آزمایشی با آنالیزهای مزرعه‌ای، ذرت Bt را با ذرت غیرتراریخته مقایسه کردند و نتایج نشان داد گیاه تراریخته Bt اثر منفی بر موجودات زنده غیرهدف ندارند (۱۱).

تاثیر محصولات تراریخته بر موجودات زنده غیرهدف مانند شکارگرها و پارازیتوئیدها

شکارگرها و پارازیتوئیدها که دشمنان طبیعی هم نامیده می‌شوند، موجودات مفیدی هستند که در تنظیم جمعیت آفات دخالت دارند و همچنین نقشی حیاتی در کنترل بیولوژیکی بازی می‌کنند. حشرات مفید در عرصه طبیعت نقش مهمی را درجلوگیری از تکثیر سریع آفات و برقراری تعادل حیاتی دارا هستند. آزمایش‌های متعدد نشان داده است که حتی تغذیه مستقیم از پروتئین Bt خالص، اثر سمی بر حشرات مفید ندارد (۱۲). گیاهان منبع آب و تغذیه برای خیلی از گونه‌های شکارچی و پارازیتوئید هستند و این موجودات از دانه‌گرده، بافت‌ها و گل تغذیه می‌کنند. کفشدوزک‌ها از عوامل کنترل بیولوژیکی مهم هستند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

Schmidt در آزمایشی با تغذیه‌ی پروتئین Bt بر روی کفشدوزک‌های بالغ *Adalia bipunctata*، اثر سمی خاصی را مشاهده نکرد (۱۳).

آزمایش‌های طعمه آغشته با پروتئین Bt و تغذیه مستقیم ساس‌ها *Nabis sp.* (۱٤) و کفشدوزک‌های *Coleomegilla* (۲۷) انجام شد و اثر منفی مشاهده نشد.

Romeis با مطالعه‌ی گونه‌های شکارگر لپیدوپترا lepidopteran مرگ و میر و توسعه‌ی لاروهای این حشرات را در جمعیت گیاهان Bt تراریخته و گیاهان غیر تراریخته مورد مطالعه قرار دادند و اثر سمی مشاهده نکردند (۱۵).

تاثیر گیاهان Bt بر پارازیتوئیدهای *hymenopteran* در چندین مورد مطالعه شد و مشاهده شد که پروتئین Bt تاثیری بر وزن و مرگ و میر این حشرات ندارند (۱۵). در سال ۱۹۹۷ مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های کفشدوزک از سخت بالپوشان، سن شکارگر از ناجوربالان و بالتوری سبز از بالتوری‌سانان انجام شد. نتایج نشان داد که تغذیه از ذرت Bt اثر زیان‌باری بر توسعه و بقای لارو این حشرات نداشت (۱٦).

اثر بر حشرات گرده افشان

بسیاری از حشرات به عنوان گرده افشان در محصولات زراعی مختلف و گیاهان وحشی برای گرده افشانی ضروری هستند. ۷۰ درصد از محصولات کشاورزی توسط حشرات گرده افشان از جمله زنبور عسل گرده افشانی می‌شوند. زنبورعسل به دلیل تغذیه از دانه‌گرده به‌طور مستقیم با پروتئین Bt در تماس است (۱۹). Babendreier در آزمایشی به مدت ده سال تاثیر پروتئین Bt بر روی جمعیت زنبورهای عسل را بررسی کرد. در این آزمایش زنبورهای عسل با دانه‌گرده آغشته با پروتئین Bt به‌طور مستقیم تغذیه شدند و در نهایت تاثیر مضری مشاهده نشد (۲۰). EPA نیز در سال ۲۰۰۱ با تغذیه‌ی مستقیم زنبور عسل با پروتئین Bt، اثر سمی مشاهده نکرد (۱۲).

Babendreier و O'Callaghan هر کدام در آزمایش‌های جداگانه‌ای با تغذیه زنبورهای عسل از دانه گرده‌ی گیاهان تراریخته‌ی Bt، تاثیر منفی را مشاهده نکردند و جمعیت و زنده‌مانی زنبورهای عسل در مزرعه‌ی گیاهان تراریخته با گیاهان غیر تراریخته معنی‌دار نبود (۲۰و ۲۱).

همچنین متاآنالیز ۲۵ آزمایش مستقل نشان داد که پروتئین Bt که در محصولات تراریخته استفاده می‌شود، تاثیر منفی بر روی لارو یا بالغ زنبور عسل ندارد (۲۲).

اثر تراریخته‌ی Bt دیگر حشرات غیرهدف

همان‌طور که پیشتر ذکر شد، موجود زنده غیرهدف موجودی است که آسیب اقتصادی به محصول وارد نمی‌کند. Lozzia در آزمایشی بر روی باروری، جنین‌زایی و دوره‌ی بعد از جنینی شته *Rhopalosiphum padi* در مزرعه‌ی ذرت Bt در مقایسه با ذرت غیر Bt، تفاوت معنی‌داری مشاهده نکرد (۱۸). در آزمایش دیگری که بر روی حشره‌ی *C. carnea* که از شته *Rhopalosiphum padi* تغذیه کرده بود، در میزان مرگ و میر این حشره در مزرعه‌ی ذرت Bt با ذرت غیرتراریخته تفاوتی مشاهده نشد (۱۸). در بررسی دیگری فراوانی پوره و لارو شته‌ی *O.Insidiosus* در مزرعه‌ی ذرت تراریخته با ذرت غیر تراریخته مورد مقایسه قرار گرفت و تفاوتی معنی‌داری مشاهده نشد (۲۳).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

نتیجه‌گیری

گیاهان تراریخته در امنیت غذایی بشر اهمیت بسیار بالایی دارند. از مزیت‌های این گیاهان می‌توان به ثبات در کمیت و کیفیت و به‌صرفه بودن برای کشاورز و مصرف کننده نام برد. تولید این گیاهان یک دستاورد مهم در کشاورزی است، چرا که با روش‌های سنتی نیاز غذایی انسان و جامعه‌ی گرسنه‌ی جهانی بر طرف نمی‌شود. در روش‌های سنتی استفاده از سموم و کودها باعث به خطر افتادن سلامت انسان و دام می‌شود و همچنین افزایش هزینه‌های تولید، سبب افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود که به ضرر مصرف کننده است. بیوتکنولوژی هم مانند سایر فناوری‌های جدید و قدیمی که تاکنون مورد استفاده‌ی بشر بوده است، دارای ملاحظاتی است که نیاز به بررسی و تجزیه و تحلیل دارد. از مهم‌ترین ملاحظات در تولید محصولات تراریخته این است که آیا گیاهان تراریخته بر سلامتی انسان و محیط زیست آثار مخربی دارند یا خیر؟ برای تولید محصولات تراریخته Bt نیز اولین گام بعد از تولید، ارزیابی آن‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با والد سنتی است. مطالعات دانشمندان و پژوهشگران در سراسر دنیا تاکنون مدرکی را مبنی بر مضر بودن گیاهان تراریخته نشان نداده است. گیاهان تراریخته‌ی مقاوم به آفات که از مهم‌ترین دستاوردهای بیوتکنولوژی هستند، مورد پذیرش کشاورزان قرار گرفته است. از لحاظ تاثیر این گیاهان بر موجودات زنده غیرهدف، مطالعات فروانی انجام شده است و تا کنون مدرکی دال بر تاثیر منفی این گیاهان بر موجودات زنده غیرهدف پیدا نشده است(۱۱و ۱۷).

فهرست منابع

References

۱. **توحیدفر م.، کاویانی م. (۱۳۸۹).** بیوتکنولوژی پنبه و جنبه‌های ایمنی‌زیستی آن. انتشارات پژوهشکده‌ی بیوتکنولوژی کشاورزی ایران.

2. ISAAA.,2015.

3. FA0.2015.

4. Alam, M. F., Datta, K., Abrigo, E., Vasquez, A., Senadhira, D. and Datta, S. K. (1998). Production of transgenic deep-water indica rice plants expressing a synthetic Bacillus thuringiensis cry1Ab gene with enhanced resistance to yellow stem borer. Plant Science 135: 25-30.

5. Kathage J, Qaim M. (2012). Economic impacts and impact dynamics of Bt (Bacillus thuringiensis) cotton in India. Proceedings of the National Academy of Sciences;109(29):11652-6.

6. Rahman M-u, Rashid H, Shahid AA, Bashir K, Husnain T, Riazuddin S. (2007). Insect resistance and risk assessment studies of advanced generations of basmati rice expressing two genes of Bacillus thuringiensis. Electronic Journal of Biotechnology;10(2):241-51.

7. Ghareyazie, B., Alinia, F., Mengaito, C. A., Rubia, L. G., Palma, J. M., Liwang, E. A., Cohen, M., Bkhush, G. S. and Bennett, J. (1997). Enhanced resistance to two stem borers in an aromatic rice containing synthetic cry1Ab gene. Molecular Breeding 3: 401-414.

8. Dutton A, Romeis J, and Bigler F (2003). Assessing the risks of insect resistant transgenic plants on entomophagous arthropods: Bt-maize expressing Cry1Ab as a case study. Biocontrol, 48: 611–636.

9. Tan, S., Evans, R. R., Dahmer, M. L., Singh, B. K., and Shaner, D. L. (2005). Imidazolinonetolerant crops: history, current status and future. Pest Manag Sci. 61: 246-257.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

10. Hoffmann, M.P. (1992). Field-evaluation of transgenic tobacco containing genes encoding Bacillus thuringiensis delta-endotoxin or cowpea trypsin-inhibitor-efficacy against Helicoverpa zea (Lepidoptera, Noctuidae). J. Econ. Entomol. 85, 2516–2522.

11. Candolfi, M.P., Brown, K., Grimm, C., Reber, B. & Schmidli, H. A. (2004). faunistic approach to assess potential side-effects of genetically modified Bt-corn on non-target arthropods under field conditions. Biocontr. Sci. Technol. 14, 129–170.

12. EPA. (2001). Biopesticides registration action document – Bacillus thuringiensis plant-incorporated protectants, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.

13. Schmidt JE, Braun CU, Whitehouse LP, Hilbeck A. (2009). Effects of activated Bt transgene products (Cry1Ab, Cry3Bb) on immature stages of the ladybird Adalia bipunctata in laboratory ecotoxicity testing. Archives of environmental contamination and toxicology ;56(2):221-8.

14. Ponsard S, Gutierrez AP, Mills NJ. (2002). Effect of Bt-toxin (Cry1Ac) in transgenic cotton on the adult longevity of four heteropteran predators. Environmental Entomology; 31:1197–205.

15. Romeis J, Meissle M, Bigler F. (2006). Transgenic crops expressing Bacillus thuringiensis toxins and biological control. Nature Biotechnology; 24:63–71.

16. Pilcher CD, Obrycki JJ, Rice ME, Lewis LC. (1997). Preimaginal development, survival, and field abundance of insect predators on transgenic Bacillus thuringiensis corn. Environmental Entomology; 26:446–54.

17. Yu, H. L., Li, Y. H., & Wu, K. M. (2011). Risk Assessment and Ecological Effects of Transgenic Bacillus thuringiensis Crops on Non-Target OrganismsF. Journal of Integrative Plant Biology, 53(7), 520-538.

18. Lozzia G, Furlanis B, Manachini B, Rigamonti I. (1998). Effects of Bt corn on Rhopalosiphum padi L. (Rhynchota, Aphididae) and on its predator Chrysoperla carnea Stephen (Neuroptera, Chrysopidae). Bolletino Di Zoologia Agraria e di Bachicolutura; 30:153–64.

19. Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, Cunningham SA. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science.;339(6127):1608-11.

20. Babendreier D, Kalberer NM, Romeis J, Fluri P, Mulligan E, Bigler F. (2005). Influence of Bt-transgenic pollen, Bt-toxin and protease inhibitor (SBTI) ingestion on development of the hypopharyngeal glands in honeybees. Apidologie36(4):585.

21. O'Callaghan M, Glare TR, Burgess EPJ, Malone LA. (2005). Effects of plants genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. Annual Review of Entomology; 50:271–92.

22. Duan JJ, Marvier M, Huesing J, Dively G, Huang ZY. (2008). A meta-analysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae). PLoS One;3: e1415.

23. Al-Deeb M, Wilde G, Higgins R. (2001). No effect of Bacillus thuringiensis corn and Bacillus thuringiensis on the predator Orius insidiosus (Hemiptera: Anthocoridae). Environmental Entomology; 30:625–9.

24. High, S.M., Cohen, M.B., Shu, Q.Y., Illimar, A, (2004). Achieving successful deployment of Bt rice. Trends Plant Sci. 9, 286–292.

25. Betz, F.S., B.G. Hammond, and R.L. Fuchs. (200**0).** Safety and advantages of Bacillus thuringiensis-protected plants to control insect pests. Reg. Toxicol. Pharmacol. 32:156-173.

26. Sanvido, O., Stark, M., Romeis, J., & Bigler, F. (2006). Ecological impacts of genetically modified crops. Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. ART-Schriftenreihe, 1, 1-84.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

27. Riddick EW, Dively G, Barbosa P (1998). Effect of a seed-mix deployment of Cry3A-transgenic and nontransgenic potato on the abundance of Lebia grandis (Coleoptera: Carabidae) and Coleomegilla maculata (Coleoptera: Coccinellidae). Annals of the Entomological Society of America, 91, 647–653.

28. Fontes, E. M., Pires, C. S., Sujii, E. R., & Panizzi, A. R. (2002). The environmental effects of genetically modified crops resistant to insects. Neotropical Entomology, 31(4), 497-513.

29. Sanvido O, Widmer F, Winzeler M, Bigler F (2005). A conceptual framework for the design of environmental post-marker monitoring of genetically modified plants. Environ. Biosafety Res. 4, 13–27.

30. Federici B. (2002). Case study: Bt crops a novel mode of insect control. In Genetically Modified Crops: Assessing Safety, ed. KT Atherton, pp. 164–200. London: Taylor & Francis.

31. Mandaokar, A.D., R.K. Goyal, A. Shukla, S. Bisaria, R. Bhalla, V.S. Reddy, A. Chaurasia, R.P. Sharma, I. Altosaar & P.A. Kumar. (2000). Transgenic tomato plants resistant to fruit borer (Helicoverpa armigera Hübner). Crop Prot. 19: 307-312.

32. Yaqoob, A., Shahid, A. A., Samiullah, T. R., Rao, A. Q., Khan, M. A. U., Tahir, S., ... & Husnain, T. (2016). Risk assessment of Bt crops on the non-target plant-associated insects and soil organisms. Journal of the Science of Food and Agriculture, 96(8), 2613-2619.

33. Naranjo, S. E. (2009). Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. CAB reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources, 4(11), 1-23.

34. Rukarwa, R. J., Mukasa, S. B., Odongo, B., Ssemakula, G., & Ghislain, M. (2014). Identification of relevant non-target organisms exposed to weevil-resistant Bt sweetpotato in Uganda. 3 Biotech, 4(3), 217-226.

35. Guo, Y., Feng, Y., Ge, Y., Tetreau, G., Chen, X., Dong, X., & Shi, W. (2014). The cultivation of Bt corn producing cry1Ac toxins does not adversely affect non-target arthropods. PloS one, 9(12), e114228.

36. Hilbeck, A., Meier, M. S., & Raps, A. (2000). Review on Non- Target Organisms and Bt-plants: Report to Greenpeace International, Amsterdam. EcoStrat GmbH.

37. Tian, J. C., Yao, J., Long, L. P., Romeis, J., & Shelton, A. M. (2015). Bt crops benefit natural enemies to control non-target pests. Scientific reports, 5, 16636.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]

Assessment of Bt transgenic crops on non-target organisms, including parasitoids and pollinators

Masoud Tohidfar*, Rahele Panahabadi

*Assistant professors, Department of Biotechnology, Faculty of Engineering and New Technologies, Shahid Behesgti University, Teharn, Iran

PhD student, Department of Biotechnology, Faculty of Engineering and New Technologies, Shahid Behesgti University, Teharn, Iran

rahele.panahabadi@gmail.com

Abstract

In 2015, the area under cultivation of transgenic plants reached to more than 179/7 million ha. America, Argentina, Canada and China accounted for 99% of the cultivation of GM crops. Meanwhile, cultivation of Bt crops, which are resistant to pesticides, are known to be on the rise. However, the effects of these plants on non-target organisms has raised concerns. After production of a transgenic crop, before the commercial release of the product, the safety of the product is evaluated and analyzed using food safety rules and standards. Based on past studies, the transgenic Bt plants do not have negative impact on the species of beneficial pollinator insects such as bees, larvae of green spider, predator insects such as ladybirds and other beneficial insects that eat aphids and tiny insects. Use of Bt transgenic crops reduces the use of insecticides, and as a result, this protects the health of the environment and agriculture. Development of Bt products can therefore be a useful component of management systems for protection against the pests. The purpose of this paper is to investigate the scientific aspects of evaluation of risk of Bt corps cultivation on non-target organisms.

Keywords: Bt products- assessment of transgenic crops- non-target organisms- parasitoids- beneficial insects

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1397.11.1.10.6]