ارگانیسم های تراریخته و روش های ردیابی آنها

مرجان حیدرزاده

تهران، پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده صنایع غذایی و کشاورزی، گروه پژوهشی بیولوژی

پست الکترونیکی: m.heidarzadeh@standard.ac.ir

چکیده

از گذشته، تولیدکنندگان محصولات کشاورزی سعی در بهینه کردن محصولات به روش‌های مختلف داشتند. با پیشرفت علم در زمینه ژنتیک و دسترسی به ژن محصولات، بشر توانست تغییرات ژنی مورد نظر خود را در بذرهای محصولات کشاورزی ایجاد کند که به این محصولات، تراریخته گفته می‌شود. این محصولات تا زمانی که بی خطر بودنشان به طور قطع به نتیجه نرسیده است نباید اجازه رهاسازی و کشت داشته باشند. از آنجا که تاثیرات سوء احتمالی این محصولات بر اندام‌های انسانی، محیط زیست اکوسیستم طبیعی زمین هنوز کاملاً مشخص نیست، یافتن روش‌های آنالیز و ردیابی محصولات GMO به منظور الزام و اجبار رعایت قوانین برچسب‌گذاری آنها ضروری است تا مصرف کننده با آگاهی از خطرات احتمالی این محصولات اقدام به انتخاب یا عدم انتخاب این فراورده‌ها کند. در این مقاله سعی بر آن است که علاوه بر معرفی ارگانیسم‌های تراریخته، روش‌های ردیابی این محصولات نیز معرفی شود.

ارگانیسم‌های تراریخته (GMOs) [1]

ارگانیسم‌های تراریخته یا تغییر ژنتیکی یافته ارگانیسم‌هایی هستند که ماده ژنتیکی آنها با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک (تولید DNA نوترکیب در شرایط آزمایشگاهی و تزریق آن به داخل سلول) تغییر یافته و صفاتی در آنها به وجود آمده که در شرایط طبیعی در آن موجود زنده وجود ندارد. این ارگانیسم‌ها می‌توانند میکروارگانیسم، گیاه و یا حیوان باشند. روش‌های مهندسی ژنتیک در حقیقت همان روش‌های به‌نژادی است که با تلاقی گونه‌های مختلف گیاه، حیوان یا میکروارگانیسم، گونه‌ای با صفات جدید پدید می‌آید، با این تفاوت که مهندسی ژنتیک این امکان را در اختیار محققین قرار داده که ژنی را که در شرایط طبیعی وجود ندارد، تولید کرده، نیز صفاتی را از رده‌های دور به یکدیگر منتقل کنند. مزیت این روشها نسبت به روش‌های به‌نژدی سنتی این است که سریع‌تر به نتیجه رسیده و می‌توان امکان ورود ژن به قسمت‌های مختلف DNA و جهش‌های احتمالی را تا حدودی کنترل کرد (۹). تولید یک ارگانیسم و بخصوص گیاه تراریخته با استفاده از مهندسی ژنتیک به طور خلاصه طی مراحل زیر انجام می‌شود:

۱ - انتخاب و جداسازی ژن مورد نظر، برش DNA در مکان‌های مشخص با استفاده از آنزیم‌های گزین بر (Restriction enzymes)؛ تهیه یک کاست ژنی نوترکیب برای وارد کردن و قابل تکثیر بودن داخل ژنگان (Genome) میزبان؛

۲- وارد کردن ژن نوترکیب در حامل و یا انتقال به سلول میزبان با روش‌های مناسب؛

۳- تکثیر سلول هدف با کشت بافت و به دست آوردن گیاه حاوی ژن مورد نظر؛

۴- بررسی گیاه حاوی ژن نوترکیب از نظر وجود ژن و ایجاد صفت مورد نظر در آن و جداسازی لاین‌های دارای خصوصیت مورد نظر؛

۵- بررسی موجود تراریخته از نظر قابلیت رشد و سایر خصوصیات آن و تولید انبوه محصول دارای صفت مورد نظر؛

۶- آنالیز مولکولی و بررسی ترکیبات نوین در موجود جدید از نظرتغییرات احتمالی به وجود آمده در ژنگان آن؛

۷- ارزیابی ریسک و ایمنی محصول به دست آمده براساس منابع معتبر (۱۱)؛

ژن نوترکیب مهندسی شده و ساختار آن

ژن مورد نظر برای انتقال به یک ارگانیسم گیرنده، باید بتواند وارد ژنگان میزبان شده، با سیستم و عوامل تنظیم کننده تکثیر، رونویسی و ترجمه میزبان هماهنگ باشد تا

[1] Genetically Modified Organism

پروتئین مورد نظر تولید شود. یعنی باید سیگنال‌های شروع کننده رونویسی و بیان میزبان بتوانند این ژن را شناسایی کنند. بنابراین پروموتر (آغازگر رونویسی)، مکان‌های اتصال ریبوزوم (برای ترجمه کدون‌ها به اسیدهای آمینه) و خاتمه دهنده ژن مطابق با سیستم میزبان باشند. بنابراین برای تولید یک ارگانیسم تراریخته، باید ابتدا ژن مناسب برای تولید پروتئین مورد نظر انتخاب و جدا شود و پس از ترکیب با پروموتر، خاتمه دهنده و نشانگرهای مناسب، DNA در توالی‌های مشخص با استفاده از آنزیم‌های گزین‌بر برش داده شده، با استفاده از آنزیم DNA لیگاز وارد حامل مناسب شده یا با استفاده از روش‌های دیگر، مثل بمباران سلولی به ارگانیسم گیرنده انتقال داده شود. هنگام انتقال ژن، از بین چند میلیون تا چند میلیارد سلول، DNA جدید ممکن است وارد تنها یک سلول شده باشد. پس عاملی مورد نیاز است که به کمک آن بتوان سلول حاوی ژن نوترکیب را از میان میلیون‌ها سلول شناسایی و جدا کرد. آنتی‌بیوتیک‌ها بهترین و معمول‌ترین عوامل انتخاب کننده هستند. اگر سلول حاوی ژن نوترکیب نسبت به یک آنتی‌بیوتیک مقاوم باشد، سایر سلول‌ها در حضور آنتی‌بیوتیک از بین رفته و سلول مورد نظر زنده می‌ماند (۴).

ژن نشانگر ژنی است که با استفاده از آن می‌توان به این نتیجه رسید که آیا ژن نوترکیب با موفقیت وارد DNA میزبان شده است یا خیر؟ از دو نوع نشانگر ژن استفاده می‌شود که شامل نشانگر انتخابی و نشانگر غربالگری است. به‌وسیله نشانگر انتخابی، ارگانیسم ترانس‌ژنیک در برابر یک عامل انتخابی (مثل آنتی‌بیوتیک) محافظت می‌شود. معمولاً ژن‌های مقاومت به آنتی‌بیوتیک (بخصوص در میکروارگانیسم‌ها) به‌عنوان نشانگر انتخابی استفاده می‌شوند (۴). آنتی‌بیوتیک‌های از بین برنده کلروپلاست در گیاهان و از بین برندهٔ میتوکندری در جانوران استفاده می‌شوند. سایر نشانگرهای انتخابی شامل مقاومت به شوری، و هورمون‌های بازدارنده رشد (در گیاهان) هستند. نشانگرهای معمول مورد استفاده در گیاهان ترانس‌ژنیک، شامل ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک کانامایسین، ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک هایگرومایسین[1]، ژن مقاومت به علف‌کش فسفینوتریسین[2] و ژن مقاومت به سایر علف‌کش‌هاست (۱۰).

با استفاده از نشانگرهای غربالگری، سلول‌های حاوی ژن نوترکیب که نشانگر مذکور را دارند، متفاوت به نظر آمده و قابل شناسایی هستند. معمول‌ترین نشانگرهای غربالگری شامل پروتئین های تولید کننده فلوئورسانس است که موجب می‌شود سلول‌ها زیر نور UV (سبز، زرد یا قرمز) درخشان به نظر برسند. ژن *GUS* (آنزیم بتا گلوکورونیداز) که با اثر بر روی سوبستراهایی مثل *X-gluc* پس از رنگ‌آمیزی، سلول‌ها به رنگ آبی درمی‌آیند و ژن *lac Z* که آنزیم بتا گالاکتوزیداز را کد می‌کند از جمله این پروتئین ها هستند. با افزودن مقادیری گالاکتوزید (مثل *X-gal*)، سلول‌های حاوی ژن *X-gal* را به محصول آبی رنگ قابل مشاهده تبدیل می‌کنند (۱۰).

برای انتقال ژن خارجی به گیاه میزبان چند روش عملی در مهندسی ژنتیک وجود دارد: روش انتقال ژن با واسطه پلاسمید، استفاده از حامل (مثل فاژ)، استفاده از روش‌های بیولیستیک[3] مثل تفنگ ژنی (۱و۱۰).

در روش با واسطه پلاسمید، عموماً از باکتری‌هایی مثل آگروباکتریوم استفاده می‌شود. روش وکتور بسیار مشابه روش پلاسمید است، با این تفاوت که در این روش ژن مورد نظر مستقیماً به یک وکتور ویروسی (مثل فاژ) اضافه شده و وارد گیاه میزبان می‌شود (۱۰).

تفنگ ژنی یک مرحله بیولیستیک برای انتقال ژن‌های جدا شده به کروموزوم‌های درون سلول گیاهی است. این وسیله به صورت اختصاصی برای انتقال ژن به کلروپلاست بسیار مهم است، زیرا هیچ باکتری یا ویروسی شناخته نشده است تا بتواند کلروپلاست را آلوده کند. در این روش، کمپلکسی از ذرات DNA نوترکیب حاوی ژن مورد نظر، متصل به به ذرات کوچک طلا یا گلوله های تنگستن (به قطر ۱میکرومتر) متصل شده را در خلاء شتاب داده و با شتاب به‌سمت بافت هدف شلیک می‌کنند. برای ایجاد DNA پوشش دار، DNA را در حلالی حاوی ذرات فلزی قرار می‌دهند. عوامل ژنتیکی که به این صورت تولید می‌شوند، داخل فشنگ‌هایی قرار می‌گیرند، بعد از شلیک، یک صفحه سوراخ‌دار از حرکت فشنگ‌ها جلوگیری کرده، اما به ذرات

[1]- Hygromycin

[2] phosphinothricin
[3]- Biolistic

طلا اجازه عبور می‌دهد تا به بافت مورد نظر اصابت کنند. گلوله‌ها پس از برخورد با غشای سلول گیاهی، ذرات DNA را رها می‌کنند. سلول‌ها عموماً تمایل به بازجذب ژن‌هایی دارند که دارای نشانگر خاصی باشند. در سلول‌های گیاهی عموماً از *GUS* استفاده می‌شود. ژن *GUS* تولید کننده آنزیم بتاگلوکورونیداز، باعث می‌شود با اثر بر روی سوبستراهایی مثل *X-gluc* پس از رنگ‌آمیزی، سلول‌ها به رنگ آبی درآیند. استفاده از این ژن گزارشگر، دارای قابلیت‌های بررسی کمّی (اندازه‌گیری میزان بیان ژن نوترکیب و نیز کیفی (بررسی الگوی بیان ژن در بافت‌ها و اندام‌های مختلف) است. از سایر ژن‌های گزارشگر، می‌توان از ژن‌های گزارشگر لوسیفراز و GFP نام برد. سپس گیاه در محیط کشت مناسب تکثیر کرده و رشد می‌کند. بیشترین کاربرد روش بیولیستیک، افزودن ژن‌های مقاومت به قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها به گیاهان است. برای شتاب دادن به ذرات طلا روش‌های متعددی به‌کار می‌رود که عبارتند از: مرکزگرایی، نیروهای مغناطیسی و الکتریکی، تفنگ‌های افشانه‌ای یا واکسنی و یا دستگاه‌هایی که اساس شتاب‌دهی آنها، امواج شوک دهنده، مانند استفاده از تخلیه الکتریکی هستند. میزان پاسخ این روش به عواملی مانند تعداد ذرات DNA پوشش‌دار، تعداد سلول‌های بافت هدف، توانایی جذب DNA توسط سلول هدف و همچنین به نوع تفنگ مورد استفاده بستگی دارد. نحوه عملکرد تفنگ ژنی که با گاز هلیوم کار می‌کند ذرات پوشش‌دار DNA را به‌سمت بافت هدف شلیک می‌کند. از موارد بسیار مهمی که باید در استفاده از تفنگ ژنی در نظر گرفت، انتخاب اندازه ذرات پرتابی و سرعت شلیک آنها به‌سمت بافت‌هاست. به‌عنوان مثال، بافت‌های نرم را نباید در معرض بمباران ذرات پوشش‌دار با سرعت بالا قرار داد. این فرآیند تنظیمی کاملاً به جنس ذرات فلزی حاوی مولکول‌های DNA و نوع سلول‌هایی بستگی دارد که برای انتقال ژن در نظر گرفته شده‌اند (۵).

اساس مهندسی ژنتیک با واسطه *آگروباکتریوم* به این صورت است که، *Agrobacterium tumefaciens* T-DNA با استفاده از آنزیم‌های گزین‌بر بریده شده، وارد ژنگان گیاه مورد نظر شده و ژن آن به‌عنوان یک عامل عفونی وارد ژنگان گیاه می‌شود. بنابراین، هر قطعه DNA که در ژن باکتری وجود دارد وارد ژنگان گیاه می‌شود.

تنها قسمت‌های اساسی T-DNA دو ناحیه کوچک حاوی توالی‌های تکرارشونده (۲۵ جفت بازی) در حاشیه آن هستند که حداقل یکی از آنها برای ترانسفورماسیون گیاهی ضروری است. بنابراین، T-DNA نیز باید طوری مهندسی شود که ژن‌های کد کننده هورمون‌های گیاهی در آن از بین رفته، توالی DNA مورد نظر که حاوی ژن مورد نظر برای انتقال و همچنین یک ژن نشانگر (معمولاً ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیکی مثل کانامایسین) در آن وارد شود. این توالی DNA باید حاوی نواحی قابل برش برای آنزیم‌های گزین‌بر، (مثلاً آنزیم *Bam*H1) باشد. برش با این آنزیم، توالی‌های GGATCC (و در رشته مکمل آن CCTAGG) به‌وجود می‌آورد، که به آنها قطعات چسبنده گفته می‌شود. بنابراین، هر قطعه DNA که با این انزیم قابل برش بوده، و در آن این توالی‌های چسبنده ایجاد شود، می‌تواند وارد ژن پلاسمید شود (۹). ترانسفورماسیون، با انکوباسیون باکتری حاوی قطعه جدید DNA و پروتوپلاست گیاه صورت می‌گیرد. پس از ورود باکتری به گیاه و وارد کردن ژن آن در گیاه، باکتری کشته شده و گیاهِ حاوی ژن باکتری در شرایط مناسب کشت داده شده، تولید دیواره کرده و رشد می‌کند. سپس گیاهان رشد کرده بر روی کشت بافت، در معرض آنتی‌بیوتیکی مثل کانامایسین (که ژن مقاومت به آن، به‌عنوان نشانگر وارد پلاسمید شده بود) قرار می‌گیرند، گیاهانی که فاقد این ژن (و در حقیقت ژن انتقال یافته مورد نظر باشند) از بین رفته، و گیاهان باقیمانده آنهایی هستند که احتمالاً ژن مورد نظر را دریافت کرده‌اند. این گیاهان پس از شرایط کشت بافت، در شرایط معمول رشد قرار گرفته، پس از رشد، از نظر وجود ژن مورد نظر و ایجاد صفت مورد نیاز در آنها مورد بررسی قرار می‌گیرند (۱۰).

الکتروپوریشن یا ایجاد منافذ تحت القای الکتریسته، نیز روشی است که در آن، سلول‌ها در معرض ولتاژهای بالا قرار گرفته، در واقع دراثر شوک الکتریکی به طورموقت منافذ کوچکی درسطح غشای سلولی آنها ایجاد می‌شود، و در نتیجه خاصیت نفوذ پذیری نسبت به اسید نوکلئیک پیدا می‌کند.

از مزایای محصولات تراریخته می‌توان به ایجاد مقاومت آنها در برابر آفات، بیماری‌ها و تنش‌های غیرزیستی اشاره کرد. گیاهان تراریخته می‌توانند خطر باقیمانده سموم در

مواد غذائی را تا حد زیادی کاهش دهند. البته با وجود تحقیقات فراوان در زمینه تولید گیاهان تراریخته، ملاحظاتی در مورد استفاده از آنها مانند تراریخته‌های مقاوم به ویروس‌ها، علف‌کش‌ها و حشرات، انتقال ژن‌های تراریخته از طریق هیبریداسیون و انتقال ژن‌های مقاومت به آنتی بیوتیک‌ها از تراریخته‌ها به سایر موجودات زنده وجود دارد. اکثر گیاهان تراریخته مقاوم، گیاهانی هستند که ژن *Bt* برای ایجاد مقاومت به آفات به آنها منتقل شده است و با توجه به استفاده بیش از چهل سال از Bt به صورت یک عامل زیستی ضد آفت در مزارع بسیاری از کشورها، هنوز گزارشی مبنی بر وجود اثرات مخرب کاربرد آن گزارش نشده است. در حال حاضر طیف وسیعی از محصولات تراریخته تولید شده‌اند که مجوز ورود برخی از آن‌ها به بازار مصرف صادر شده است و در این میان مسئله‌ای که مطرح است تفکیک محصولات تراریخته از محصولات معمولی است (۹).

قابلیت ردیابی محصولات تراریخته در زنجیره مواد غذایی ابزار بسیار مهمی جهت کنترل ورود و حصول اطمینان از برچسب‌گذاری این محصولات است. برچسب‌گذاری محصولات حاوی ارگانیسم‌های تراریخته در بسیاری از کشورها اجباری بوده، حدود مجاز آنها نیز تعیین شده است (۵).

ردیابی و شناسایی ارگانیسم‌های تراریخته

برای تشخیص و ردیابی ارگانیسم‌های تراریخته روش‌های متعددی شامل ردیابی ژن تغییر یافته، پروتئین‌های جدید و نیز سایر متابولیت‌های تغییر یافته وجود دارد، که از این میان به علت کارایی و قابلیت اعتماد، روش‌های مبتنی بر ژنتیک بیشترین کاربرد را دارد. در روش تشخیص بر اساس DNA با استخراج و تکثیر DNA نمونه به روش واکنش زنجیره ای پلیمراز می‌توان ژن مربوط به محصولات تراریخته را شناسایی کرد. برای شناسایی و ردیابی آن ها از پرایمرهای CaMV 35s، NOS و NPT II که در ۹۰٪ محصولات تراریخته وجود دارد استفاده می‌شود (۶).

تشخیص براساس DNA دارای دقت و حساسیت زیادی است و همچنین دارای قابلیت کمّی‌سازی نیز هست. پس از استخراج DNA، اسیدهای نوکلئیک استخراج شده تحت واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) قرار می‌گیرند (۶).

هدف از ردیابی کیفی، جستجوی توالی DNA هدف، به منظور دستیابی به جواب این پرسش است که آیا یک توالی معین در نمونه مورد نظر وجود دارد. این پاسخ در مقایسه با کنترل‌های مناسب در حد قابل ردیابی[1] روش به کارگرفته شده و براساس آزمونه[2] مورد بررسی داده می‌شود. آنالیز کیفی شامل ردیابی اختصاصی توالی اسید نوکلئیک هدف در آزمایه است. در هر روش باید توالی هدف مشخص باشد. نتیجه بررسی کیفی باید به روشنی نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود ماده ژنتیکی مورد مطالعه، در مقایسه با کنترل‌های مورد استفاده و در حد قابل ردیابی جستجوی روش به‌کار گرفته شده و در قسمتی از نمونه باشد که در آزمایش مورد استفاده قرار گرفته است (۶).

مراحل ردیابی کیفی GMOها در محصولات غذایی

- جستجوی اجزای تغییر ژنتیکی یافته در میان ترکیبات یک ماده غذایی، استخراج اسیدهای نوکلئیک از آزمایه[3] (۷)؛
- تعیین میزان اسیدهای نوکلئیک شده با روش‌هایی مثل اسپکتروسکوپی و در صورت لزوم رقیق کردن آن؛
- تعیین کیفیت و قابلیت تکثیر اسیدهای نوکلئیک، با استفاده از الکتروفورز و PCR برای نشان دادن یک ژن داخلی؛
- تکثیر توالی‌های هدف با استفاده از پرایمرهای عمومی یا اختصاصی ساختار و رده در اسیدهای نوکلئیک استخراج شده به روش PCR؛
- ردیابی توالی‌های تکثیر شده با روش‌های مناسب مثل الکتروفورز و درصورت لزوم، تأیید هویت توالی‌های هدف ردیابی شده با استفاده از یک روش مناسب، مانند: آنالیز

[1]- Detection limit
[2]- Test portion
[3]- Test sample

به‌وسیله آنزیم‌های گزین بر[1]، دورگه‌سازی[2] یا توالی‌یابی DNA[3]؛

در صورت استفاده از PCR هم‌زمان[4]، تکثیر اسید نوکلئیک هدف و ردیابی آن، هم‌زمان صورت می‌گیرد (۶).

الف- روش‌های ویژه تاکسون[5]، توالی های DNA موجود در یک تاکسون را هدف قرار می‌دهد ولی می‌تواند در رده بندی بالاتر یا پایین تر از گونه قرار گیرد.

روش‌های ویژه تاکسون را می‌توان برای بررسی وجود، کیفیت و کمّیت DNA به دست آمده از آن تاکسون را مورد استفاده قرار داد. در برخی موارد می‌توان از این روش‌ها به عنوان مرجع برای تعیین مقدار نسبی ماده حاصل از GMO استفاده کرد.

ب- در روش‌های غربالگری، توالی‌هایی از DNA به عنوان هدف ردیابی می‌شوند که در اکثر، ولی نه الزاماً در همهٔ آنها، رخدادهای تراریخته DNA وجود دارند. این توالی ها ممکن است در موجودات و یا فرآورده‌های غیر تراریخته نیز وجود داشته باشند برای مثال به خاطر وجود ویروس‌ها یا باکتری‌های طبیعی. روش‌های غربالگری را می‌توان برای بررسی احتمال وجود یا عدم وجود ماده حاصل از GMO در یک فرآورده مورد استفاده قرار داد. مثالی از روش‌های غربالگری، PCR کیفی است که در آن پیشبر CaMV35S مورد هدف قرار می‌گیرد (۶).

ج- روش‌های ویژه ساختار، توالی‌هایی از DNA را هدف قرار می‌دهد که تنها در ماده حاصل از GMO یافت می‌شود. یعنی ترکیبی از توالی‌های مختلف DNA که مهندسی ژنتیک شده است. این روش‌ها، می‌توانند برای شناسایی رخداد تراریخته‌ای که DNA از آن به دست آمده کافی باشد، در حالی که همان ساختار ژنی ممکن است در بیشتر از یک رخداد تراریخته استفاده شده و یا تعداد نسخه‌های ساختار ژنی کامل و یا کوتاه‌تر وارد شده در هر ژنگان هاپلوئید GM ممکن است بین رخدادهای مختلف، متفاوت باشد.

د- روش‌های ویژه رخداد، توالی‌هایی از DNA را هدف قرار می‌دهد که تنها در ماده حاصل از یک رخداد تراریخته خاص وجود دارد. معمولاً توالی DNA استفاده می‌شود که در بین DNA وارد شده و DNA میزبان (ناحیه مرزی تلفیق) وجود دارد. همیشه یک نسخه از توالی DNA ویژه رخداد در یک ژنگان هاپلوئید GM است. این گونه روش‌ها به خصوص برای شناسایی یک رخداد خاص مناسب اند. در صورت استفاده از این روش برای تعیین مقدار DNA حاصل از یک GMO می‌توان استفاده کرد (۶).

[1]- Restriction enzymes
[2]- Hybridization
[3]- Sequencing
[4]- Real-time PCR
[5]-Taxon

روش‌های تشخیص بر اساس پروتئین

در این روش‌ها، پروتئین تغییر یافته یا ایجاد شده در محصول سنجش و ردیابی می‌شود. در بسیاری موارد، بخصوص تشخیص سریع محصولات تراریخته، استفاده از روش‌های مبتنی بر جستجوی پروتئین ارجحیت دارد، ولی دقت آن بسیار کمتر از روش‌های مبتنی بر اسید نوکلئیک است و برای کمّی‌سازی و ارزیابی‌های دقیق و استانداردسازی مناسب نیستند (۸).

الایزا Enzyme Linked Immunosorbeat Assay (ELISA)

در این روش از آنتی بادی‌هایی استفاده می‌شود که خاص برخی پروتئین‌ها هستند و می‌توانند پروتئین مورد نظر را از میان هزاران پروتئین غیر هدف تشخیص داده، به آن متصل شوند (۸).

نوارهای جریانی جانبی[6]

فناوری نوارهای جریانی جانبی تقریباً شبیه به ELISA است. اما در این روش آنتی بادی‌ها روی یک تکه نوار و در جای خاصی ثابت و ساکن شده‌اند. نوارهای جریان جانبی به صورت کیت‌های آماده وجود داشته، نیاز به امکانات خاصی ندارند و کار با آنها بسیار آسان است. این روش برای تشخیص در محل و یا مزرعه بسیار مناسب است (۸).

روش تشخیص بر اساس ذرات مغناطیسی

در این روش نیز از آنتی بادی‌ها برای تشخیص پروتئین هدف استفاده می‌شود. پروتئین‌های خاص درونی با استفاده از ذرات فلزی که دارای پوشش از آنتی‌بادی‌ها می‌باشند، هدف‌گیری شده و در نهایت توسط یک آهن‌ربا از داخل محلول جدا شوند. مزیت این روش این است که ذرات

1-Lateral Flow Strips

آنتی بادی بجای ثابت بودن در جای خاص در سطح محلول پراکنده بوده و می‌توانند پروتئین هدف را به خوبی شناسایی کنند (۲).

مزایای محصولات تراریخته

– تولید محصولات قوی تر: محصولات تراریخته در برابر بیماری ها مقاوم هستند.

– محافظت محیط در برابر سموم: به دلیل اینکه محصولات تراریخته نیاز کمتری به سم پاشی از طریق مواد شیمیایی دارند باعث محافظت محیط در برابر سمپاشی و آفت کش ها می شوند.

– ماندگاری بیشتر محصولات: با تغییر در ساختار ژنی این محصولات، بدون نیاز به ماده اضافه ای محصولات مدت زمان بیشتری با کیفیت باقی می مانند.

– جنگل زدایی کمتر: با افزایش جمعیت دنیا، نیاز به تخریب جنگل ها بیشتر می شود اما اگر غذای کافی برای این جمعیت فراهم شود نیازی به جنگل زدایی نیست.

– کاهش گرم شدن زمین: در صورت دستکاری ژنتیکی گیاهان، آنها می توانند دی اکسید کربن بیشتری مصرف کرده، اکسیژن بیشتری را به اتمسفر برسانند در نتیجه این کار پدیده گلخانه ای را کاهش می دهد و باعث کاهش گرم شدن زمین می شود.

– کاهش قیمت غذا: اگر تولید محصولات زیاد شود، قیمت آنها کاهش می یابد.

– تولید محصولات جدید: با دستکاری ژنتیکی محصولاتی به دست می آید که می توانند در هر محیطی رشد کنند برای تولید گوجه فرنگی در زمین های نمکی و شوره زار.

– مقاومت در برابر حشرات: این محصولات به دلیل مقاومت در برابر حشرات نیاز کمتری به حشره کش‌ها دارند (۳).

مضرات محصولات تراریخته

مخالفان تولید محصولات تراریخته بر این باورند که در محصولات غیر تراریخته سطح بالاتر آنتی اکسیدان‌ها، مواد مغذی بالاتر، انرژی بیشتر و پروتئین سالم تر، عملیات کشاورزی بهتر همگی منجر به محصولات بهتری به نسبت محصولات تراریخته می شود. از جمله مضرات مطرح شده در مورد این محصولات موارد زیر را می‌توان نام برد:

– واکنش آلرژیک: دستکاری ژنتیکی باعث ایجاد پروتئین‌هایی در گیاه یا جانور جدید می‌شود که ممکن است برای بدن انسان به عنوان عامل بیگانه شناسایی شده و منجر به ایجاد واکنش آلرژیک شود.

– نامناسب برای محیط زیست: بقایای این جانداران برای محیط زیست نامناسب است و تا مدت ها به صورت مخفی در طبیعت باقی می ماند.

– کاهش تنوع زیستی: تغییرات ژنتیکی باعث آسیب به برخی ارگانیسم‌ها (مانند آفات و حشرات) در اکوسیستم می‌شود و از تنوع زیستی آنها می‌کاهد.

– کاهش کارایی آنتی بیوتیک‌ها: به دلیل تغییرات ژنتیکی، این محصولات به ویروس‌ها و باکتری‌ها مقاوم می شوند؛ خاصیت آنتی بیوتیکی خود را در بدن اعمال می‌کنند و از کارایی آنتی بیوتیک‌های دارویی می‌کاهند.

– طعم غیر متداول: به دلیل تغییر در ساختار این محصولات، طعم متفاوتی خواهند داشت.

– نامناسب از جهت تغذیه‌ای برای انسان‌ها: این محصولات باعث ایجاد بیماری‌های جدید در انسان می‌شوند و در بسیاری از گونه‌های حیوانات مانند موش‌ها و پروانه‌ها باعث مرگ شده‌اند.

– سلاح بیولوژیک: بسیاری از کشورها از این محصولات به عنوان سلاح بیولوژیک برعلیه دشمنان خود استفاده می‌کنند (۳).

منابع

1- A. Rizzi, N. Raddadi, C. Sorlini, L. Nordgrd, K.M. Nielsen, D. Daffonchio, The stability and degradation of dietary DNA in the gastrointestinal tract of mammals: implications for horizontal gene transfer and the biosafety of GMOs, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 52 (2) (2012) 142–161.

2- A.S. Bawa, K.R. Anilakumar, Genetically modified foods: safety risks and public concerns-a review, J. Food Sci. Technol. 50 (6) (2013) 1035–1046.

3- C.Zhang, R.Wohlhueter,H.Zhang, Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems-a review, Food Science and Human Wellness Volume 5, Issue 3, September 2016, Pages 116-123

4- F.J. DeMayo, T.E. Spencer, CRISPR bacon: a sizzling technique to generate genetically engineered pigs, Biol. Reprod. 91 (3) (2014) 79.

5- HÜBNER, P., STUDER, E., and LÜTHY, J. Quantitative Competitive PCR for the Detection of Genetically Modified in Food. Food Control,1999, 10, pp. 353-358

6- ISO 21569, Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Qualitative nucleic acid based methods

7- ISO 21571:2005+ AMENDMENT 1 ISO 21571: 2013, Foodstuffs- Methods of analysis for the detection of genenetically modified organisms and derived products Nucleic acid extraction

8- ISO 24276:2006+ AMENDMENT1ISO 24276:2013**,** Foodstuffs- Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products-General requirements and definitions

9- M.J. Oliver, Why we need GMO crops in agriculture, MO Med. 111 (6) (2014) 492–507.

10- S. Barampuram, Z.J. Zhang, Recent advances in plant transformation, Methods Mol. Biol. 701 (2011) 1–35.

11- World Health Organization, 2016, http://wwwwhoint/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/