Archive of SID

مروری بر کاربرد محصولات تراریخته و اهمیت آن در توسعه پایدار کشاورزی و امنیت غذایی

مهسا اعلایی[۱]، مهرنوش شیردلی[۲]، بهادر حاجی محمدی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، مرکز تحقیقات سلامت و ایمنی غذا، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، مرکز تحقیقات سلامت و ایمنی غذا، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

۳-استادیار گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی، مرکز تحقیقات سلامت و ایمنی غذا، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

*Email: (mehrnoosh.shirdeli@yahoo.com)

چکیده:

در دنیا نسبت افزایش جمعیت به مراتب بیشتر از محصولات کشاورزی می‌باشد و فقط در برخی از کشورها تناسب این دو پیشرفت قابل توجه است، ولی معمولاً در کشورهای در حال توسعه اختلاف فاحشی بین افزایش جمعیت و میزان تولید محصولات کشاورزی وجود دارد و مردم آن کشورها دچار گرسنگی پنهان یا آشکار می‌باشند. به همین دلیل توسعه کشاورزی پایدار با توجه به در نظر گرفتن جمعیت در حال افزایش، نیاز روز افزون برای تامین غذا، خسارت وارده به محیط زیست و بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی، از مقوله‌های بسیار مهم در دنیای کشاورزی امروز می‌باشد. لذا به کارگیری از علم بیوتکنولوژی، با هدف افزایش کیفیت و تنوع مواد غذایی، تولید گیاهان مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، کاهش مصرف سموم شیمیایی و کودها و همچنین افزایش کارایی و راندمان تولید محصولات کشاورزی، به عنوان راه حلی برای توسعه پایدار کشاورزی و تامین امنیت غذایی، بسیار حائز اهمیت می باشد.

واژه‌های کلیدی: محصولات تراریخته، بیوتکنولوژی، امنیت غذایی، کشاورزی پایدار

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

بیوتکنولوژی کشاورزی فناوری مدرنی است کـه از مرحله علوم محض گذشته و به عنوان یک صنعت تثبیت شده خـود را بـه جهان امروزی معرفی کرده است که می‌تواند باعث بهبود کیفیت زندگی به ویژه در کشورهای در حال توسعه گردد (۱۹). بیوتکنولوژی از ظرفیت بالایی برای سودرسانی و اثرگذاری بر بخش کشاورزی، جنگل و پرورش آبزیان برخوردار است. تکنیک‌های مدرن بیوتکنولوژی دانشمندان را قادر می‌سازد که ژن‌های جدا شده از ارگانیسم‌های زنده را به ارگانیسم‌های هدف منتقل سازند و در نتیجه سرعت و دقت بیشتری به روشهای سنتی اصلاح بذر و نهال در اختیار بشر قرار دهند. در مقایسه با روش‌های سنتی اصلاح پذیر، بیوتکنولوژی موجب افزایش پایدار بهره وری و فرآوری بهینه برای تقویت بهره‌برداری و تنوع محصول می‌گردد. بیوتکنولوژی امکان تکیه کمتر کشاورزی بر مواد شیمیایی را فراهم نموده و همچنین می‌تواند موجب حفظ منابع ژنتیکی و مدیریت بهینه منابع طبیعی شود (۱۱). ارزیابی‌های اخیر نشان می‌دهد که حدود ۸۰۰ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه بـه طور مزمن دچار سوء تغذیه می‌باشند اما امروزه تحولات گسترده علمی و تکنولوژیکی در جهان بـه خصوص در حوزه بیوتکنولوژی مدرن و تولید گیاهان تراریخته امیدهای فراوانی را برای فراهم نمودن امنیت غذایی و بهداشتی در راستای اهداف توسعه پایدار در بین مردم ایجاد نموده است (۱۹).

دانشمندان با دستکاری ژن‌های یک گیاه گونه‌ای از آن را بوجود می‌آورند که نسبت به گونه طبیعی، محصول بیشتری تولید می‌کند یا برخی از ویتامین‌ها و مواد معدنی را که نوع طبیعی فاقد آن است، دارا می‌باشد. این گیاهان که به نام تراریخته معروف هستند، دارای اهمیت زیادی می‌باشند (۴). کشت این گیاهان منافعی را برای تولیدکنندگان (کشاورزان) و مصرف‌کنندگان در بر دارد، به عنوان مثال، علاوه بر اینکه محصول بیشتری عاید تولیدکننده می‌شود، مواد شیمیایی کمتری مصرف می‌شود. مصرف کننده نیز مواد غذایی ایمن‌تری را در نتیجه کاهش استفاده از مواد شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی مصرف خواهد کرد. تاکنون محصولات تراریخته در گیاهان زیادی در جهان تولید شده‌اند که از آن جمله می‌توان سویا، جو، ذرت، سیب زمینی، سیب‌زمینی شیرین، چغندرقند، سیب، موز و... را نام برد (۱). برآورد می‌شود تـا سال ۲۰۳۰ میلادی، جمعیت جهان به هشت میلیارد نفر برسد، لذا افزایش کمیت و کیفیت مواد غذایی ضرورتی اجتناب ناپذیر می‌باشد (۱۴). در چنین شرایطی، نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر، بیش از پیش احساس می‌شود و بیوتکنولوژی و به خصوص کشت گیاهان زراعی تراریخته می‌تواند از طریق زیر در تامین غذای میلیون‌ها نفر موثر باشد:

۱.افزایش محصول گیاهان زراعی و در نتیجه تولید غذای بیشتر در جهان

۲.حفظ تنوع زیستی به عنوان یک فاکتور مهم در تولید محصول بیشتر

۳.ایجاد منافع اقتصادی و اجتماعی برای جوامع مختلف و در نتیجه کاهش فقر در کشورهای درحال توسعه (۱).

www.SID.ir

Archive of SID

۲. نقش گیاهان تراریخته در توسعه پایدارکشاورزی

یکی از مهمترین تعاریف پایداری از دیدگاه کشاورزی توسط USDA[1] (سازمان کشاورزی ایالات متحده) اتخاذ شده که به صورت قانونی در سال ۱۹۹۰درباره غذا، کشاورزی، حفاظت و فعالیت تجاری تدوین شد. طبق این قانون، واژه کشاورزی پایدار به معنای یک سیستم یکپارچه از تولیدات گیاهان و حیوانات می‌باشد که دارای کاربردهای مکانی خاصی بوده و در طولانی مدت انجام می‌شود (۱۵). لذا تولید گیاهان تراریخته با خاصیت تحمل به علف‌کش‌ها و مقاومت به آفات و تنش‌های غیر زیستی (خشکی، شوری، سرما و...)، عملکرد بالاتر و افزایش کیفیت محصولات، کاهش هزینه تولید، کاهش فرسایش خاک و حفاظت از منابع طبیعی، دارای اهمیت بالایی در راستای توسعه کشاورزی پایدار می‌باشد (۷). همچنین تولید محصولات تراریخته در راستای توسعه پایدار کشاورزی، شامل روش‌هایی است که بر افزایش تولیدات غذایی بدون داشتن اثرات مضر بر محیط زیست تکیه می‌کند، به عبارتی نوعی تعادل میان تولیدات مواد غذایی، حفظ محیط زیست و اهداف توسعه جامعه فراهم می‌نماید (۱۵).

اهداف به کارگیری محصولات تراریخته برای توسعه کشاورزی پایدار شامل موارد ذیل می باشد:

۱-افزایش بهره‌وری محصولات جهانی به منظور بهبود مواد غذایی

۲-تامین امنیت غذایی و فیبری در سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی پایدار و همچنین حفظ تنوع زیستی

۳-کمک به کاهش فقر و گرسنگی

۴-کاهش اثرات زیست محیطی کشاورزی

۵-کم کردن اثرات تغییرات آب و هوایی و کاهش گازهای گلخانه‌ای (۹)

۳. مزایای استفاده از محصولات تراریخته

مقاومت به تنش‌های غیرزیستی

تنش‌های غیرزیستی از جمله شوری، خشکسالی، درجه حرارت زیاد، سیل و تنش‌های اکسیداتیو اغلب رشد گیاهان و در نهایت عملکرد نهایی آنها را کاهش می‌دهند. با ایجاد محصولات تراریخته مقاوم به این تنش‌ها، تولیدات کشاورزی بدون داشتن صدمات زیستی، به طور چشمگیری افزایش خواهند یافت. تنظیمات ترانسژنیکی محلول‌هایی مانند مانیتول و پرولین برای افزایش تحمل در گیاهان استفاده شده‌اند (۱۶). تولید زیاد ژن سوپراکسید دیسموتاز منجر به افزایش تحمل به سرما در گیاهان می‌شود (۲۱). به علت تنش‌های محیطی مختلف (شدت نور بالا، عوامل بیماریزایی و سرما) گونه‌های اکسیژن فعال (ROS[2]) تولید شده

1 -United States Department of Agriculture (USDA)
2 -Reactive oxygen species

www.SID.ir

که باعث خسارت در گیاهان می‌شوند. آنزیم‌های آنتی اکسیدانی شبیه سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز توانایی خنثی کردن اثرات گونه‌های اکسیژن فعال را دارند (۱۷).

مقاومت به تنش‌های زیستی

در گذشته از روش‌های اصلاحی نظیر هیبریداسیون برای تولید واریته‌های با مقاومت بهتر به آفات و بیماری استفاده می‌کردند، اما امروزه بیوتکنولوژی مدرن و مهندسی ژنتیک امکان انتقال ژن‌های مقاوم به آفات و بیماری‌ها را از هر منبعی به گیاه فراهم نموده است و حتی در برخی از موارد انتقال ژن و استفاده از DNA نوترکیب تنها راهکار برای تولید واریته‌های مقاوم می‌باشد (۵).

مقاومت به آفات و بیماری‌ها

یکی از چالش‌هایی که کشاورزان با آن مواجه‌اند، خسارات ناشی از آفات و بیماری‌ها بر تولیدات کشاورزی می‌باشد. روش مرسوم مبارزه با این عوامل خسارت‌زا استفاده از سموم شیمیایی است. این روش‌ها ضمن اینکه هزینه فراوانی بر کشاورز وارد می‌کنند، صدمات جبران‌ناپذیری هم بر محیط‌زیست وارد می‌نمایند. در ضمن کارایی استفاده از این مواد شیمیایی نیز به دلیل ایجاد مقاومت حشرات در برابر سموم به مرور پایین آمده و به همین خاطر نیاز به تعویض مکرر این آفت‌کش‌ها وجود دارد. امروزه با استفاده از مهندسی ژنتیک، ژن‌های مقاومت به آفات و بیماری‌ها از منابع ژنتیکی مختلف جدا شده و به گیاهان منتقل شده‌اند. بدین ترتیب ضمن افزایش مقاومت گیاهان در مقابل آفات و بیماریها، از خطرات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی هم کاسته شده است. از جمله مهم‌ترین این محصولات می‌توان به پنبه و ذرت مقاوم به آفات اشاره کرد، که با دریافت ژن مقاومت از یک باکتری خاکزی به نام *باسیلوس تورینجینسیس* (BT[1])، در مقابل آفاتی مثل کرم غوزه پنبه و کرم ساقه‌خوار ذرت مقاوم شده‌اند. این محصولات جدید که به محصولات بی‌تی معروفند، امروزه سطح وسیعی از مزارع دنیا را به خود اختصاص داده و به سرعت در حال گسترش هستند. البته گیاهان دیگری مانند سیب زمینی، برنج، کلزا و... مقاوم به آفات هم تولید شده‌اند.

بیماری‌های ویروسی و قارچی نیز از عواملی هستند که ضمن ایجاد خسارت به محصولات کشاورزی، مانع کشت آنها در بسیاری از شرایط آب و هوایی می‌شوند. با وارد کردن برخی از ژن‌های گیاهان مقاوم، به گیاهان حساس مانند ژن‌های کیتیناز و ۱ و ۳ بتا-کلوکاناز که باعث تخریب دیواره پلی ساکاریدی قارچ‌های بیماریزا می‌شوند، زیست فناوریست‌ها به گیاهانی دست یافته‌اند که مقاوم به قارچ‌های بیماریزا می‌باشند. همچنین با وارد کردن ژن‌های مربوط به پروتئین‌های پوششی ویروس‌ها به گیاهان، امکان تولید گیاهان مقاوم به ویروس نیز فراهم شده است. در واقع استفاده از گیاهان مقاوم به آفات و بیماری‌های گیاهی برای تجزیه و تحلیل سازگاری با کشاورزی پایدار، بسیار مناسب می‌باشند. جایگزین کردن این محصولات به جای استفاده از مواد

1- Bacillus thuringiensis

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی در کنترل آفات و بیماری‌ها، حرکتی به سمت کشاورزی پایدار است که البته این کار باید با مدیریت و کنترل مناسب انجام شود.

مقاومت به علف کش‌ها

روش‌های رایج مبارزه با علف‌کش‌های‌هرز چندان انتخابی نیست و علف کش‌ها در موارد زیادی علاوه بر نابودی علف‌ها، به گیاهان زراعی نیز آسیب می‌رسانند. به عنوان مثال، گلایفوسیت[1] که یک علف‌کش با کارایی بالاست، می‌تواند گیاهانی که دارای مسیر متابولیکی شیکیمات هستند را نابود کند. به همین منظور دانشمندان مهندسی ژنتیک با وارد کردن ژن مقاومت به گلایفوسیت (EPSP سنتتاز) به گیاهانی مانند چغندر قند، سویا، پنبه، گوجه فرنگی و تنباکو آنها را در مقابل با علف‌کش‌ها مقاوم کرده‌اند. از مهمترین گیاهان تراریخته مقاوم به علف‌کش که امروزه سطح وسیعی از زمین‌های زراعی را به خود اختصاص داده‌اند، می‌توان به سویا، ذرت، کلزا و پنبه مقاوم به علف‌کش اشاره کرد (۲). روش‌های استفاده شده در تولید گیاهان تراریخته متحمل به علف‌کش‌ها به دو صورت می‌باشند. یکی تغییر درجه حرارت حساسیت آنزیم هدف، به طوریکه مانع حساسیت گیاه به علف‌کش‌ها شود و دیگری مهندسی و اصلاح مسیرهای علف‌کش‌زدایی در درون گیاهان (۱۰). برای روش اول شامل تحمل به گلایفوسیت و آسیفلورفن می‌باشد. گیاهان تراریخت متحمل به آسیفلورفن که مهارکننده بیوسنتز کلروفیل هستند، از طریق بیش بیانی آنزیم هدف درگیر در بیوسنتز کلروفیل تولید شده‌اند (۱۸). مقاومت به گلوفوسینات و بروموکسینیل بر اساس روش دوم می‌باشد. با وارد کردن ژنهایی که موجب افزایش متابولیسم این علف‌کش‌ها می‌شود، ترکیبات فعال تبدیل به موادی که برای محصولات غیر سمی هستند، می‌شوند (۱۸).

۴. خطرات احتمالی ناشی از کاربرد محصولات تراریخته

رهاسازی محصولات ترانسژنیک در درون محیطزیست، موجب نگرانی‌های جدی در مورد پاسخ‌های غیرقابل پیش‌بینی اکولوژیکی می‌شود. یکی از این نتایج توزیع گسترده گیاهان تراریخته، تنزل و فرسایش منابع ژنتیکی که امروزه به طور معمول برای توسعه و تکامل کشاورزی در دسترس هستند، می‌باشند. از این رو نگرانی‌های اکولوژیک فقط محدود به مقاومت آفات و ایجاد علف‌های جدید یا نژادهای ویروسی نمی‌باشد (۱۲). با ورود محصولات تراریخته، بحث‌های زیادی درباره ایمنی این محصولات با درنظر گرفتن خطرات احتمالی تاثیر در محیطزیست و سلامت انسان ایجاد شده است. مباحث مربوط به ایمنی محیط، بر روی اثرات مستقیم و غیر مستقیم محصولات تراریخته بر موجودات غیر هدف و وارد شدن صفات تراریخته به جمعیت‌های گیاهان وحشی توسط انتقال دانه گرده متمرکز می‌باشد. در دراز مدت محصولات تغییر یافته ژنتیکی که جهت مقاومت به یک آفت خاص یا بیماری خاص اصلاح شده‌اند، ممکن است دارای اثرات منفی بر گونه‌های غیر هدفی باشند که بی‌ضرر بوده و حتی دارای فایده‌ای نیز هستند (۲۰). همچنین نگرانی‌هایی درباره ایمنی غذایی مرتبط با پتانسیل آلرژیزایی ژن‌های بیان کننده محصولات تغذیه‌ای، در محصولات دارای مقاومت به حشرات، پاتوژن‌های قارچی و ویروسی یا دارای تحمل به

1 -Glyphosate

www.SID.ir

Archive of SID

علف‌کش‌ها و همچنین کیفیت کاهش یافته این محصولات وجود دارند (۲۰) و (۶). بنابراین لازم می‌باشد که آزمایشات بیشتری بر روی محصولات تراریخته برای تصمیم‌گیری اینکه آیا کشت این محصولات می‌تواند پایدار و معتبر باشد، انجام گیرد.

۵. سطح زیر کشت محصولات تراریخته در سطح جهان

در جهان، کشت محصولات اصلاح شده ژنتیکی (GMOs[1]) در حال افزایش می‌باشد، در سال ۲۰۱۲ میلادی ۱۷۰/۳ میلیون هکتار در ۲۹ کشور توسط ۱۷ میلیون کشاورز خرده پا در جهان، که بیش از ۹۰ درصد از آنها در کشورهای در حال توسعه هستند به زیر کشت محصولات تراریخته رفت. کشورهای در حال توسعه‌ای مانند پاکستان و هندوستان نیز به ترتیب با مساحت ۱۰/۸ و ۲/۸ میلیون هکتار رتبه ۴ و ۸ جهانی در تولید پنبه تراریخته مقاوم به آفات را از آن خود کردند. آمریکا با میزان مصرف بالغ بر ۰/۵ میلیون تن از کل سهم مصرف آفت‌کش‌ها، رتبه اول دنیا را دارد. بیشترین سهم مصرف آفت‌کش‌ها در آمریکا متعلق به علفکش‌ها است، به همین دلیل اولین کشوری بود که به دنبال رهایی از هزینه‌های بالا و اثرات مخرب سموم شیمیایی با استفاده از علم بیوتکنولوژی در سال ۱۹۹۶ به کاشت تنباکو تراریخته دست یافت.

به دنبال تولید گیاهان تراریخته کشور چین در سال ۱۹۹۰، تولید گیاهان تراریخته (تنباکو) را به شکل تجاری آغاز کرد. آمریکا نیز در سال۱۹۹۴، گیاه تراریخته گوجه فرنگی را به شکل تجاری تولید کرد. پس از آن در فاصله سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۶، ۳۵ گیاه تراریخته تولید شد که حدود ۸۰ درصد آنها مربوط به دو کشور آمریکا و کانادا است. تا سال ۱۹۹۹، بین ۲۵ تا ۴۵ درصد تولید برخی از محصولات اصلی زراعی (ذرت، سویا و...) در آمریکا، با استفاده از گیاهان تراریخته صورت می‌گرفت. در حال حاضر، بر طبق گزارشات منتشر شده از سرویس بین المللی دستیابی و استفاده از بیوتکنولوژی کشاورزی (ISAAA[2])، در سال ۲۰۱۰ آمریکا با تولید ذرت، سویا، پنبه، کلزا، چغندر قند، یونجه، کدو و خربزه درختی با مساحت ۶۶/۸ میلیون هکتار کماکان در صدر کشورهای تولید کننده این محصولات قرار دارد و سه کشور پاکستان، میانمار و سوئد برای اولین بار در کنار سایر کشورها جزء تولیدکنندگان قرار گرفتند. کشور آلمان نیز مجددا کشت محصولات تراریخته را از سر گرفته است (۳).

۶. تولید محصولات تراریخته در ایران

در سال ۱۹۹۶ نیز ایران همراه با سایر کشورهای جهان، برنج تراریخته مقاوم به کرم ساقه خوار که بیشترین مقدار سم برای مقابله با آن مصرف می‌شود را تولید کرد. دستیابی ایران به این فناوری مهم توجه همگان را به خود جلب کرد، چرا که این برنج که طارم مولایی نامگذاری شد، اولین برنج تراریخته رهاسازی شده در جهان و اولین محصول تراریخته کشورهای مسلمان و منطقه خاورمیانه است که به سطح مزرعه راه یافته است و صدها کشاورز ایرانی آن را تولید کرده‌اند (۳).

1 - genetically modified organisms (GMO_S)
2 - The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)

www.SID.ir

Archive of SID

۷. چشم انداز آینده

همانطور که انتظار می‌رفت در سال ۲۰۱۳، رشد محصولات تراریخته عمده در کشورهای صنعتی به طور ثابتی ادامه پیدا کرد. بازار محصولات تراریخته در کشورهای در حال توسعه‌ای که نرخ پذیرش بالای حدود ۹۰ درصدی دارند، پایدار است و جایی برای گسترش باقی نگذاشته است. رشد در پذیرش محصولات تراریخته در کشورهای در حال توسعه مانند بورکینافاسو (رشد بیش از ۵۰ درصد در سال ۲۰۱۳) و سودان (با رشد بیش از ۳۰۰ درصد در سال ۲۰۱۳)، بسیار زیاد بوده و برزیل برای پنجمین سال پیاپی افزایش قابل توجه سطح زیر کشت محصولات تراریخته را در حدود ۳/۷ میلیون هکتار برابر با ۱۰ درصد از رشد سطح زیر کشت این محصولات بین سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳، داشت. بیوتکنولوژیست‌ها خوشبین هستند که محصولات تراریخته شامل محصولات استراتژیک و فراموش شده به طور فزاینده‌ای توسط جامعه مورد پذیرش قرار خواهند گرفت، بویژه توسط کشورهای در حال توسعه که تغذیه مردم خود چالش بزرگی محسوب می‌شود. با توجه به اینکه جمعیت جهان که اکثر آنها در کشورهای در حال توسعه خواهند بود، با تغییر قرن در سال ۲۱۰۰ به حدود ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید، با فناوری دیروز نمی‌توان جمعیت فردای جهان را تغذیه کرد (۱۳).

۸. نتیجه گیری

امروزه تولید مواد غذایی نسبت به دهه‌های قبل به دلیل استفاده از دستاوردهای علمی، پیشرفت شایانی داشته است. با این همه به دلیل استفاده زیاد از مواد شیمیایی در تولیدات کشاورزی، افزایش محصولات با مشکلات عدیده‌ای روبرو بوده است. همچنین با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به تامین مواد غذایی، تولید محصولات مقاوم به تنش‌های زیستی همراه با حفاظت از منابع طبیعی به منظور بهبود پایداری، همیشه از مسائل حائز اهمیت در کشاورزی می‌باشد. در این راستا، استفاده از فن‌آوری‌های نوینی مانند تولید گیاهان تراریخته و سرمایه‌گذاری جهت تحقیقات بر روی این محصولات، افزایش اطلاعات کشاورزان، ایجاد گیاهان جدید با عملکرد و مقاومت بالا و تامین امنیت غذایی، ارتقای آگاهی‌های عمومی درباره منافع این محصولات و پذیرش عمومی، ایجاد اطمینان لازم از سالم بودن این محصولات برای انسان و کاهش خطرات زیست محیطی، تدوین اصول اخلاقی تولید گیاهان ترانسژنیک و برنامه‌ریزی اصولی برای انتقال ژن، از مهمترین ابزار رسیدن به توسعه کشاورزی پایدار و در نهایت تامین امنیت غذایی می‌باشد.

۹. منابع

۱. روزی طلب، شیما، دیده‌بان، بابک و دیده بان، شادی؛ نقش گیاهان تراریخته در امنیت غذایی و توسعه پایدار کشاورزی، سومین همایش علوم و صنایع کشاورزی، آذر ۱۳۹۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. صالحی جوزانی، غلامرضا؛ بیوتکنولوژی (فناوری زیستی) و اهمیت آن در کشاورزی، کمیته ترویج و ارتباطات ستاد زیست فناوری کشور، زمستان ۱۳۸۷.

۳. قره یاضی، بهزاد و عادلی، نگین؛ مقایسه کشت متداول گیاهان زراعی با گیاهان تراریخته مقاوم به آفات از جنبه اثر بر سلامت محیط زیست، انسان و دام، مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی. دوره دوم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ص ۲۸-۱.

۴. گواهی، مصطفی، شجیع، الیکا و صفاری، مهری؛ بررسی جنبه های مختلف گیاهان تراریخته، چهارمین همایش بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، کرمان، تابستان ۱۳۸۴.

5. Altieri, M. A. (2000). the environmental risks of transgenic crops: an agro ecological assessment, In: International Workshop on the Ecological Impacts of transgenic crops. Berkely

6. A. Mishra, P. Sharma, C.Goel, B.P. Singh, and N.Arora, "Allergenicity assessment of genetically modified foods", Int. Integr.Biol, Vol. 11(1), pp.1-1, 2111.

7. B. Hubbell, and R. Welsh, " Transgenic crops: engineering a more sustainable agriculture?", Agriculture and Human values , Vol. 14, pp. 44-51, 1221.

8. B.E. Haumann, "Bioengineering oilseed acreage escalating", Inform, Vol. 1, pp.114- 111, 1222.

9. C. James, Executive summary – Brief 42, "Global Status of Commercialized Biotech / GM crops", 2112-ISAAA.

10. C. James, "Global status of transgenic crop in 1222", Int Service Acquisition Agric Biotechnol Appl. Vol. 5, pp. 1-41. 1222.

11. Darijani, A., Hassanpour, I., Mohammadi ziaraty., A. (1390). Check willing to pay for the consumption of GM food crop in Iran (Case Study). Ministry of Science, Research and Technology - Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

12. H.W. Kendall, R. Beachy, T. Eismer, F. Gould, R. Herdt, P.H. Ravon and et al, "Bioengineering of crops (Report of the world bank panel on transgenic crops)", Washington, DC, World Bank, 1222.

13. James, C. (2013). Global status of Commercialized Biotech/GM. Crops. Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Application (ISAAA).

14. Mirakzadeh, A. A., and Ghiasi, Gh. F. (2008). Transgenic plants of extensional challenges in sustainable agriculture. Proceeding of 1st national conference on management and development of sustainable agriculture in Iran, Ahwaz: 412-423. (In Persian).

15. M.V. Gold, "Sustainable Agriculture: Information access tools", US Department of Agriculture, Alternative Farming System Information Center. Available at web site http://www.nal.usda.gov (access 11 march 2111).

16. P. Ahmad, M. Ashraf, M. Younis, X. Hu, A. Kumar, N. Aisha Akram, and F. Al – Qurainy, " Role of transgenic plants in agriculture and biopharming", Biotechnology Advanced, 2111.

17. P. Ahmad, M. Sarwat, and S. Sharma, "Reactive oxygen species, antioxidants and signaling in plants", J Plant Biol, Vol. 51, pp. 112-124, May 2111.

18. R. L. Meeusen. "Commercialization of transgenic seed products": Two case studies, In: Collins G.B, Shepherd R.J, editors, Engineering plants for commercial products and applications, New York Academy of Sciences, pp. 122-121, 1221.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Takavar, S. (2004). Transgenic plants: ideal or aggression to sanctums. Bioethical international congress in Iran, Tehran, 2005, March. (In Persian).

20. V.E. Prescott, P.M. Campbell, A. Moore, J. Mattes, M.E. Rothenberg, P.S. Foster, T.J. Higgings and S.P. Hogan, "Transgenic expression of bean alpha- amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity", J. Agric. Food Chem, Vol. 54, pp. 2124-2141, 2115.

21. W. Van Camp, M. Van Montagu, and D. Inzea, "Superoxide dismutases" , In: Foyer C.H, Mullineaux P.M, editors, Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants, CRC Press, Inc., Boca Raton , FL, USA, pp.412- 441, 1224.

www.SID.ir