"یک مورد کاوی"

گزارش کارگروه مشترک انجمن‌های ژنتیک، بیوتکنولوژی و ایمنی زیستی

بررسی رهاسازی برنج تراریخته طارم مولایی مقاوم به آفات

اعضای کارگروه:

- **دکتر محمد علی ملبوبی (مسئول کارگروه)**
- **دکتر مسعود هوشمند (نماینده انجمن ژنتیک ایران)**
- **دکتر منصور امیدی (نماینده انجمن ژنتیک ایران)**
- **دکتر احمد میرزائی (نماینده انجمن ایمنی زیستی)**
- **دکتر محمود تولائی (نماینده انجمن ایمنی زیستی)**
- **دکتر هاله هاشمی سهی (نماینده انجمن بیوتکنولوژی)**
- **دکتر دلاور شهباززاده (نماینده انجمن بیوتکنولوژی)**
- **دکتر سروش سرداری (به عنوان فردی مطلع از وزارت بهداشت)**
- **دکتر امیر موسوی (جایگزین نماینده انجمن ژنتیک ایران)**
- **نسرین سادات اسمعیل‌زاده (دبیر کارگروه)**

مرداد ماه ۱۳۸۴

چکیده

درپی بحث‌های مطروحه در سطح جامعه، کارگروهی از سوی سه انجمن ژنتیک، بیوتکنولوژی و ایمنی زیستی جهت بررسی مخاطرات احتمالی رهاسازی برنج تراریخت مقاوم به آفات تشکیل شد. این کمیته پس از بررسی اسناد و اطلاعات جمع‌آوری شده، مخاطرات احتمالی از نظر زارعی، زیست محیطی و بهداشتی برنج تراریخته معرفی شده را مورد بررسی قرار داد.

برنج ترا ریخت مقاوم به آفات شماره ۸۲۷ در اثر انتقال ژن به روش زیست‌پرتابی به دست آمده است. سه نسخه از ژن cry1Ab در کروموزم شماره ۶ برنج مزبور وارد شده است که پایداری آن در طی ۱۲ نسل به اثبات رسیده است. ژن انتخابگر همراه آن (hpt) باعث ایجاد مقاومت به آنتی بیوتیک هایگرومایسین می‌شود. پروموتور کنترل کننده بیان ژن cry1Ab از گیاه ذرت منشأ گرفته و باعث بیان این ژن تنها در بافت سبز می‌شود.

از نظر زراعی، مطالعه ۴۰ شاخص زراعی نشان داد که گیاه تراریخت ۸۲۷ به طور عمده‌ای مشابه گیاه والد می‌باشد. به علاوه، به دلیل عدم شناسایی خویشاوند وحشی و خودگشن بودن برنج، احتمال فرار ژن از این گیاه به حیات وحش بسیار ناچیز و در حد صفر است.

از نظر زیست محیطی، در لاین ۸۲۷ مقاومت کامل نسبت به حملات حشرات گروه بالپولکداران (مانند کرم ساقه خوار) مشاهده می‌شود که در نتیجه، ضمن آن که مصرف سموم ضد حشره در مزارع برنج تراریخت مزبور به صفر می‌رسد، احتمال شکستن مقاومت را نیز به شدت کاهش می‌دهد. تغذیه حشرات گروه بالپولکداران منجر به مرگ حشره می‌شود ولی سایر حشرات، پرندگان و پستانداران از تغذیه این گیاه آسیبی نمی‌بینند.

از نظر بهداشتی و غذایی، هر دو ژن cry1Ab و hpt مورد بررسی‌های متعددی در جهان قرار گرفته‌اند و اثر سوئی برای آنها مشاهده نشده است. تغذیه‌ی موش، مرغ، بلدرچین و رت (Rat) توسط فراورده‌های گیاهان تراریخت بیان‌کننده cry1Ab تأثیر معنی‌دار بر شاخص‌های تغذیه‌ای آنها (مانند وزن اندام‌ها و آنزیم‌های کبدی)، آلرژیک ویا سمیت نسبت به موجودات شاهد نداشت.

به طور کلی، این بررسی اسنادی نشان می‌دهد برنج تراریخت ۸۲۷ مشابهت عمده‌ای با برنج طارم مولایی دارد و شواهدی مبنی بر اثبات نگرانی احتمالی برای رهاسازی آن بدست نیامده است. با این حال، صدور مجوز رسمی رهاسازی مستلزم راه‌اندازی تشکیلات ناظر بر ایمنی زیستی و تصویب قوانین و مقررات مربوط می‌باشد.

مقدمه

پس از اعلام رهاسازی برنج تراریخت مقاوم به آفات و در پی نگرانی‌های ایجاد شده در سطح جامعه، هیئت مدیره‌های سه انجمن تخصصی بیوتکنولوژی، ژنتیک و ایمنی زیستی در تاریخ ۸۳/۷/۱، جلسه ای مشترک برگزار نمودند. پس از بحث و بررسی جوانب مختلف موضوع، این سه هیئت مدیره بیانیه‌ای مشترک صادر نمودند که در قسمت ضمائم آمده است. در بند ۸ این بیانیه تشکیل یک کارگروه برای بررسی مخاطرات احتمالی برنج تراریخت مقاوم به کرم ساقه خوار در نظر گرفته شد تا با بررسی اسناد ارایه شده و در نظر گرفتن مسایل مختلف زراعی، غذایی، بهداشتی و محیط زیستی با توجه به شرایط داخلی و مقررات بین المللی نظر خود را نسبت به رها سازی این گیاه و استفاده از آن در مزارع کشور اعلام کند و شبهات مطروحه در سطح جامعه روشن و رفع گردد.

پس از صدور احکام اعضای کار گروه توسط روسای سه انجمن، به عنوان اولین قدم، طی نامه‌ای از افراد صاحب نظر و همچنین دستگاه‌های مربوط از جمله وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت از محیط زیست خواسته شد مدارک و شواهد خود مبنی بر ایمن بودن و یا مخاطره آمیز بودن محصول مزبور را در اختیار دبیرخانه‌های یکی از این سه انجمن قرار دهند تا در کارگروه مذکور مورد استفاده قرار گیرد.

با دریافت اسناد و مدارک وهمچنین نامه‌هایی از متخصصین کشور، اولین جلسه آن در تاریخ۸۳/۸/۱۰ تشکیل شد. جمع بندی اولین جلسه که نقش مهمی در نحوه فعالیت کار گروه داشت، به شرح زیر است:

۱- کارگروه منتظر اعلام رسمیت از طرف سازمان‌های اجرائی نباشد بلکه به عنوان انجمن علمی-تخصصی وظیفه خود را انجام دهد. با توجه به ماهیت فراسازمانی و تخصصی انجمن‌ها، نتائج بدست آمده قطعا مورد استفاده دستگاه های مربوط واقع خواهد شد.

۲- بررسی کارگروه صرفاً فنی و علمی و بر اساس اسناد معتبر تسلیم شده و یا تهیه شده توسط کارگروه باشد.

۳- تا صدور گزارش نهایی، هیچگونه اطلاعاتی از این کارگروه بیرون نرود مگر از طریق بیانیه رسمی کارگروه و به صورت مکتوب.

۵- نمایندگان هر انجمن می‌توانند مطالب مطرح شده را در انجمن خود مطرح سازند بدون آنکه به جزئیات نظرات اعضای کارگروه اشاره کنند.

۶- تصمیم‌گیری بصورت اجماع باشد و اگر بصورت اجماع توافق حاصل نشد، دو سوم آراء در نظر گرفته شود.

برای عمیق‌تر شدن این بررسی مقرر شد افراد کارگروه به سه گروه تقسیم شوند و هر کدام روی یک موضوع فعالیت نمایند:

مسائل زراعی: آقای دکتر امیدی و خانم دکتر هاشمی

مسائل محیط زیستی: آقایان دکتر میرزائی و دکتر تولائی

مسائل بهداشتی: آقایان دکتر هوشمند، دکتر سرداری و دکتر شهباززاده

از تاریخ۸۳/۸/۱۰ تا تاریخ ۸۴/۵/۲ این کار گروه مجموعاً ۱۲ جلسه رسمی و تعداد زیادی جلسات زیر کارگروه‌های فوق را برگزار نمود. البته با توجه به سفر آقای دکتر ملبوبی به مدت یک ماه، ریاست جلسات بر عهده آقای دکتر سرداری بود. در سه جلسه آخر از آقای دکتر امیر موسوی نیز به عنوان جایگزین آقای دکتر امیدی دعوت شده بود.

در طی این جلسات، با بررسی اسناد ارائه شده و همچنین بررسی روال‌های ارزیابی مخاطرات در جهان (از جمله ضمیمه III پروتکل کارتاهنا و دستورالعمل بررسی استاندارد مواد غذایی حاصل از گیاهان تراریخت کدکس)، کارگروه تصمیم به طبقه بندی مسائل مورد ارزیابی در ۴ بخش زیر نمود:

الف- بررسی تغییرات ژنتیکی گیاه تراریخته معرفی شده

ب- بررسی مخاطرات زراعی

ج- بررسی مخاطرات زیست محیطی

د- بررسی مخاطرات بهداشتی و غذائی

با تقسیم بندی فوق، اعضای کارگروه تصمیم گرفتند مطالب مورد بررسی خود را به شکل سوال مطرح نمایند. پس از طرح سوالات، نظرخواهی و تصویب، سوالات برای هیئت مدیره انجمن‌ها و سازمان حفاظت محیط زیست ارسال گردید. سازمان حفاظت محیط زیست در تنها اظهار نظر رسمی خود (طی نامه شماره ۱۳۳۶/پ مورخ ۸۳/۹/۱۱) موارد زیر را اعلام کرد:

« جهت ارزیابی خطرات احتمالی برنج تراریخت Bt موارد زیر باید در ارزیابی خطر مورد بررسی قرارگیرند.

برابری بنیادین یا جایگزینی معادل Substantial Equivalence. هدف اصلی بررسی وجود خطر در فراورده‌های تراریخته و مقایسه آن با فراورده‌های سنتی مشابه است. برابری بنیادی شامل:

- توصیف جزء به جزء خصوصیات مولکولی گیاهی که [انتقال] ژن در آن صورت گرفته است.

- توصیف ژن انتقال یافته
- توصیف حامل مورد استفاده

ویژگی هایی در طول فرآیند انتقال ژن به ژنوم ذرت [برنج] منتقل گردیده است که باید مشخص گردند. به طور خاص:

- تعداد مکان‌هایی در ژنوم برنج که اختلاط در آنها صورت گرفته است.
- تعداد کپی‌های تولید شده و میزان اختلاط هر ژن باید بررسی گردد.
- پایداری ژنتیکی ژن انتقال یافته به برنج.

همه موارد درخواست شده در این نامه و نظرات دریافتی از انجمن‌ها و متخصصین مربوط در بازنگری سوالات ارسالی کارگروه لحاظ گردید. سوالات نهایی شده برای مجری پروژه (آقای دکتر قره یاضی) ارسال شد. سپس جزئیات پاسخ های ارسالی از سوی ایشان مورد بررسی قرار گرفت. بعضی از پاسخ ها مورد قبول و بعضی به نظر اعضاء نیاز به توضیحات ایشان و یا استعلام از مراجع ذیربط داشت. از جمله پاسخ‌های اقای دکتر قره‌یاضی و سوالات کارگروه برای سازمان حفاظت محیط زیست ارسال گردید تا هنگام تهیه این گزارش هیچونه اظهار نظری راجهع به مخاطره آمیز بودن برنج تراریخته مزبور برای محیط زیست، تنوع زیستی و یا سلامت انسان و دام از سازمان حفاظت محیط زیست دریافت نشده است.

در نهایت، پس از سه بار بررسی، آرای کارگروه به شرح زیر اعلام گردید. لازم به ذکر است برای حفظ اصالت نظرات و همچنین سهولت مراجعه مخاطبان همان الگوی پرسش و پاسخ رعایت شده است. مدارک جمع‌آوری شده نیز نزد مسوول کمیته نگهداری می‌شود.

الف- بررسی تغییرات ژنتیکی گیاه تراریخته معرفی شده

۱. گونه مورد استفاده در رهاسازی چه می‌باشد؟ تاکسونومی و نام عمومی آن چیست؟

ج: نام عمومی گونه مورد استفاده برنج، واریته محلی طارم مولایی می‌باشد. در زبان انگلیسی "Rice" نام عمومی این گونه است. تاکسونومی برنج به شرح زیر است:

Oryza sativa (indica cultivar-group)
Eukaryota; Viridiplantae; Streptophyta; Embryophyta; Tracheophyta;
Spermatophyta; Magnoliophyta; Liliopsida; Poales; Poaceae;
Ehrhartoideae; Oryzeae; Oryza.

۲. منشاء DNA الحاقی چیست؟

ج: باکتری Bacillus thuringiensis kurstaki strain HD-1

۳. کدام ناقل برای انتقال ژن استفاده شده است؟ نقشه ساختار ژنی نوترکیب در حامل را ارائه فرمائید.

ج: ناقل pCIB4421 (شکل۱) حاوی ژنCryIA(b) که به همراه پلاسمید pChitHygII حاوی ژن انتخابگر hygromycin phosphortransferase (hpt) به کار رفته است [منبع ۱].

۴. نوع پیشبر و میزان بیان ژن الحاقی در گیاه مورد نظر چقدر است؟

ج: نوع پیشبرMaize C_4 PEP Carboxylase که باعث محدود شدن بیان ژن به بافت های سبز می شود.

۵. کدام روش برای انتقال ژن استفاده شده است؟

ج: زیست پرتابی توسط دستگاه .Bio Rad Biolistic Gun-Model He2000

۶. کدام لاین تراریخته قابل رهاسازی می‌باشد؟ دلایل آن را ارائه فرمائید.

ج: رقم طارم مولایی شماره ۸۲۷ (Variety Tarom Molaii, event 827)

دلایل رهاسازی: تظاهر پایدار ژن، high dosage بودن و مقاومت پایدار به کرم ساقه‌خوار، نداشتن تفاوت عمده‌ای با والد غیرتراریخته (این موضوع در طول گزارش مورد بررسی قرار گرفته است).

۷. میزان پروتئین بیان شده نسبت به کل پروتئین در بافت های مختلف گیاه تراریخت چقدر است؟

ج: پروتئین CryI A(b) حدود ۰/۱ در صد کل پروتئین‌های محلول برگ را تشکیل می‌دهد [منبع ۱] ولی در بذر این پروتئین بیان نمی‌شود.

۸. کدام نشانگر قادر خواهد بود رقم تراریخت مورد نظر را شناسایی کند؟

ج: تکثیر ژنcry1A(b) با PCR و تکنیک ساترن بلات [منبع ۱، شکل ۲ و شکل ۴]

۹. محل ژن الحاقی کجاست و چند کپی در رقم تراریخته مورد نظر وجود دارد؟

ج: سه کپی از ژنcryIA(b) [منبع ۱] و محل الحاق ژن ها در یک جایگاه و روی کروموزوم شماره ۶ [منبع ۲]. البته با توجه به کوچک بودن کروموزوم‌های برنج پروتکل in situ hybridization در مورد برنج بهینه‌سازی نشده و کسی تاکنون برای این منظور مورد استفاده قرار نداده است. درعوض، یکی از روش‌های دقیق و استاندارد به منظور تعیین محل ژن الحاقی، استفاده از روش تلاقی و جامعه در حال تفرق می‌باشد که مورد استفاده قرار گرفت. به طور خلاصه، یک نشانگر ریزماهواره (RM225) بر روی بازوی کوچک کروموزوم ۶ بین دو توده DNA الگوی باندی متفاوتی ایجاد کرد. در این جامعه نشانگر مزبور با ژنCryI A(b) همزمان تفرق یافت و در فاصله ۷ سانتی مورگان با آن پیوستگی نشان داد [منبع ۲].

۱۰. خصوصیات قابل پیش‌بینی چه می‌باشند؟ چه تغییر ژنتیکی (اولیه و ثانویه) در اثر انتقال ژن در رقم تراریخت مورد نظر بوجود آمده است؟

ج: همانطور که در سوال ۹ آمد سه کپی از ژن cry1Ab [منبع ۱] روی کروموزوم شماره ۶ است [منبع ۲] . از نظر صفات ظاهری بر اساس اسناد ارائه شده بررسی ۱۶ شاخص زراعی هیچ تغییر غیر طبیعی در گیاه تراریخته

را نشان نداد [منبع ۳] جدول ۱، از آنجا که مطالب منبع ۳ هنوز در مجلات علمی چاپ نشده است بنا به درخواست کارگروه داده های خام دریافت شده و توسط یک متخصص آمار بررسی و تایید گردید.

۱۱. آیا رقم تراریخت مزبور پتانسیل یک ژنوتیپ ناپایدار را دارد؟

ج: خیر ، زیرا طی ۱۲ نسل مشاهده و مطالعه در گلخانه و مزرعه پایداری کامل این لاین تراریخته مشاهده شده است. از نظر آماری و مشاهدات هیچ گونه اختلافی بین آن و والدش دیده نشد [منبع ۳].

۱۲. خصوصیات و تاکسونومی موجود دهنده ژن چیست؟

ج: پروتئین Cry1 A(b) توسط سویه Bacillus thuringiensis kurstaki: HD-1 (این سویه باکتری و تیپ آن در بانک DSMZ موجود است).

۱۳. آیا پروتئین بیان شده در گیاه تراریخته اصلاحات بعد از ترجمه را دارد؟

ج: تاکنون هیچ شاهدی دال بر تغییرات پس از ترجمه این پروتئین منتشر نشده است.

۱۴. آیا مطالعات ساختاری (ساختمان سه بعدی ، ژن غیر واسرشته و ...) بر روی پروتئین بیان شده در این گیاهان کشت شده در مزرعه انجام شده است؟ الف- نتایج مقایسه ای مشخصات پروتئین بیان شده در گیاه با مشخصات پروتئین طبیعی (طبق مقالات) را بیان فرمائید. ب- نتایج مقایسه ای مشخصات پروتئین بیان شده در محصول مزرعه با مشخصات پروتئین بیان شده در سطح آزمایشگاه را بیان فرمائید (منظور مطالعه پروتئین بیان شده در گیاه مزرعه با تکنیکهائی مانند CD, NMR، تداخل یا واکنش با آنتی بادی، ژل native و کریستالوگرافی X-ray و مقایسه آن با گیاه آزمایشگاه و پروتئین استاندارد می باشد).

ج: تشابه ساختمانی تنها با استفاده از واکنش آنتی‌بادی با پروتئین (وسترن بلات) مورد مقایسه قرار گرفته است (پیوست ۱۱). ضرورتی برای روش‌های کریستالوگرافی وجود ندارد و در آنالیزهای احتمال مخاطرات جهانی هم گزارشی در این مورد ارائه نشده است.

۱۵. آیا هر گونه گواهی مبنی بر بی مخاطره بودن این محصول توسط موسسه ای یا سازمانی (داخلی یا خارجی) صادر گردیده است؟

ج: بله، از موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی که بر اساس بخشنامه شماره ۵۵۳۶ مورخه ۸۱/۱۱/۲۱ وزیر جهادکشاورزی (پیوست شماره ۱۶) مسئول ایمنی‌زیستی و مهندسی ژنتیک می‌باشد.

البته تا کنون مرجعی که قانوناً متولی ارزیابی احتمال خطر باشد و مسئول صدور مجوز باشد معرفی نشده است. مدیر پروژه همچنین اعلام داشت با وجود فقدان قانون ایمنی زیستی، براساس تعهد علمی و ملی و مسئولیت سازمانی (ریاست کارگروه ایمنی زیستی وزارت جهاد کشاورزی) بالغ بر ۸ سال آنالیز احتمال خطر انجام داده‌ام.

۱۶. آیا اطلاعات مربوط به رهاسازی برنج تراریخت مزبور در BCH درج گردیده است؟

ج: خیر.

ب- سوالات مربوط به مخاطرات زراعی

۱. آیا گیاه والد تاریخچه کشت و استفاده ایمن دارد؟

ج: بله، بر اساس اسناد موجود از دوره ساسانیان برنج در ایران کشت می شود. سطح زیر کشت آن ۶۰۰ هزار هکتار بوده ومصرف سرانه فعلی حدود ۴۰ کیلوگرم است.

۲. چنانچه آثار ناخواسته مانند اثرات ناخواسته بر خصوصیات کشت گیاه در نتیجه بیان ترانسژن در این گیاه تراریخت رخ دهد ، چه خواهد شد؟ برای مثال کاهش تولید مثل، از دست دادن تولید، افزایش شیوع و پراکندگی. احتمال وقوع این وقایع را توضیح دهید.

ج: گیاه تراریخته مورد نظر برای ۱۰سال در محیط طبیعی آزمایش شده و هیچ گونه آثار ناخواسته ذکر شده در آن دیده نشده است. این گیاه بر طبق آزمایشات مزرعه (پیوست ۴ صفحات ۱۳ و ۱۵) نه تنها کاهش تولید نداشته است بلکه افزایش عملکرد هم نشان می‌داد.

علاوه بر آن، ایران مرکز تنوع محصولات مثل گندم، جو، انگور و یونجه می‌باشد و منشاء برنج نمی‌باشد لذا گونه‌های وحشی برنج در ایران وجود ندارند (پیوست ۱۸).

۳. مکانیسم انتشار گرده (بوسیله حشرات یا روشهای دیگر) را توضیح دهید .

ج: برنج گیاه خودگشن بوده و احتمال دگرگشنی آن توسط باد و یا حشرات بسیار پایین است. به همین دلیل حداقل فاصله مزرعه برنج تراریخته با مزارع اطراف ۱۰ مترمی‌باشد.

۴. زمان حیات گرده چقدر است ؟

ج: در شرایط عادی ۸-۲ ساعت.

۵. احتمال گرده افشانی و طیف آن را در کشور جمهوری اسلامی ایران بیان نمایید.

ج: احتمال گرده افشانی وطیف آن در کشور جمهوری اسلامی ایران بسیار پایین و در حد صفر می‌باشد. اما بررسی منابع نشان می دهد در چین (محل رشد خویشاوندان وحشی برنج) میزان دگرگشنی بین برنج و یک

خویشاوند وحشی آن ۳ درصد تخمین زده شده است. همچنین، در اسپانیا میزان دگرگشنی بین برنج تراریخت و غیر تراریخت ۰/۰۵ تا ۰/۵۳ در صد تخمین زده شد (۱۲).

۶. آیا خویشاوندان وحشی برنج در مناطق کشت این محصول وجود دارند؟ احتمال فرار ژن به این گونه ها چقدر است؟

ج: از آنجا که منشاء برنج ایران شناخته نشده است لذا هیچ خویشاوندی وحشی از برنج در ایران وجود ندارد و احتمال فرار ژن از برنج به گونه‌های دیگر در حد صفر است [منبع ۸] .

۷. آیا بذور حاصل دوره نهفتگی دارند؟ این نهفتگی چگونه شکسته می‌شود؟

ج: در بسیاری از بذور مختلف خواب وجود دارد که با قراردادن آن در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد برای ۴۸ ساعت شکسته می‌شود. در صورت عدم شکستن و نیاز سریع به جوانه‌زنی باید لما و پالئا را از برنج قهوه‌ای جدا کرد.

۸. آیا برنج قادر به تکثیر رویشی می‌باشد؟ روش های احتمالی را توضیح دهید؟

ج: تحت شرایط خاصی بله، در شرایط محیطی مناطق مورد کشت در کشور ما احتمال آن صفر است. به صورت مصنوعی می‌توان بوته‌ها را به چند قسمت تقسیم کرد ولی این عمل باید در مرحله پنجه‌زنی صورت گیرد.

۹. آیا سازه مولکولی (شامل پیشبر و ژن) مورد استفاده در این گیاه تراریخت، در گیاه دیگری استفاده شده است؟ نتایج حاصل چه بوده است؟

ج: بله، سازه مولکولی مورد استفاده در گیاه ذرت نیز استفاده شده است [منبع ۹]. نتایج نشان داد که گیاه ذرت تراریخته نسبت به شاهد، عملکرد بالاتر و از نظر مقاومت به آفات تفاوت معنی داری نسبت به والد آن دارد.

ج- بررسی مخاطرات زیست محیطی

۱. برنج والد مورد استفاده در تراریخته از کدام منطقه بدست آمده است؟

ج: از منطقه شمال کشور- موسسه تحقیقات برنج کشور.

۲. محل و وسعت کشت برنج در کشور ایران و کشورهای همجوار آن چقدر است؟

ج: در ایران، ۶۱۰ هزار هکتار؛ در پاکستان، ۲/۲۱۰/۰۰۰ هکتار؛ در قزاقستان، ۷۳/۰۰۰ هکتار؛ در ترکمنستان، ۶۰/۰۰۰ هکتار؛ در تاجیکستان، ۱۵/۰۰۰ هکتار؛ در ترکیه، ۸۰/۰۰۰ هکتار و در قرقیزستان ۶۵۰۰ هکتار (گزارش FAO).

۳. آیا برنج در ایران و کشورهای همجوار یک عامل خارجی محسوب می‌شود؟

ج: برنج سابقه طولانی در ایران دارد [منبع ۱۰]، ولی براساس مطالعات آنزیمی (ایزوزآیم) نشان داده که برنج‌های ایرانی دارای تکامل مستقل هستند[منبع ۱۱]. به هر حال، پس از هزاران سال کشت، اکنون برنج دیگر یک عامل خارجی محسوب نمی‌شود، گرچه در طبیعت ایران وجود ندارد.

۴. به طور کلی مبدأ برنج کجاست؟

ج: منشاء آن جنوب‌شرقی آسیا می‌باشد. بین محققان در مورد اینکه آیا منشاء این گیاه هندوستان ویا چین می‌باشد اتفاق نظر وجود ندارد [منبع ۶] .

۵. آیا برنج طارم مولایی به آفت یا بیماری خاصی حساس است؟

ج: برنج طارم مولایی والد حساس به بیماری شیت بلایت و کرم ساقه‌خوار است. البته تا کنون هیچ ژنوتیپی که مقاوم به بیماری شیت بلایت و کرم ساقه‌خوار باشد در دنیا پیدا نشده است.

۶. آیا رهاسازی برنج تراریخته مورد نظر می‌تواند به هر گونه فعالیت سازواره‌های موجود در محیط زیست محل کشت آسیب وارد کند؟ (اثرات اکولوژیک ثانویه چه می‌باشند؟)

الف- اثرات بر ریزسازواره های مفید چیست؟
ب- اثرات بر موجودات زنده دیگر اعم از گیاه و جانور بویژه آنان که از این گیاه تغذیه می‌کنند چه می‌باشد؟
ج: خیر، برنج تراریخته همان برنج طارم مولایی است که فقط صفت مقاومت به کرم ساقه‌خوار را به همراه دارد. بنابراین :
الف- پروتئین یاد شده در روده حشرات Lepidopteran به گیرنده‌های ویژه در غشاء متصل و موجب مرگ حشره می‌شود. دستگاه گوارش حشرات غیرهدف، پستانداران، حشرات و ماهی فاقد گیرنده‌های خاص cry1Ab هستند [منبع ۸]. به طور کلی هیچ گونه اثر منفی Bt بر روی ریز سازواره‌های مفید گزارش نشده است [منبع ۱۲].
ب- پروتئین Cry1Ab برای گروهی از حشرات اختصاصی است. این پروتئین‌ها به طور طبیعی در محیط وجود دارند و هیچ اثر سمی بر روی پستانداران، پرندگان و ماهی‌ها ندارند [منبع ۸ و ۱۳].
اطلاعات گسترده‌ای در مورد فرآورده‌های میکروبی Bacillus thuringiensis (subsp. Kurstaki) دارای پروتئین‌های Cry1Ab، وجود دارد که نشان می‌دهند این پروتئین‌ها، برای موجودات غیرهدف، غیرسمی هستند. جهت تأئید و توسعه نتایج حاصله در مورد محصولات فرآورده‌های میکروبی که دارای پروتئین Cry1Ab (مثل پنبه Bt) هستند، تأثیر بالقوه پروتئین Cry1Ab بر موجودات زنده غیرهدف، در مورد چندین موجود زنده ارزیابی شده است. گونه‌های حشرات غیرهدف شامل زنبور عسل(Apis mellfera L.)، حشره مفید گرده افشان؛ لاروتارتن سبز(Chrysopa carnea)، حشره Predaceous مفید که عموماً روی پنبه و محصولات دیگر یافت می‌شود؛ Hymenoptera انگلی(Nasonia vitripennis)، انگل مفید house fly؛ سوسک کفشدوز، (Hippodamia convergens) و حشرات مفید که از شته‌ها و حشرات گیاهی کوچک دیگری که عموماً روی ساقه‌ها و شاخ و برگ علفهای هرز و گیاهان دیگر یافت می‌شوند، تغذیه می‌کند؛ هیچگونه تأثیری مشاهده نشد زمانی که Folsomia candida و Oppianitens از برگ پنبه حاوی Cry1Ab تغذیه می‌کردند، نیز هیچگونه تأثیری مشاهده نشد [منابع ۱۲،۱۳ و ۱۴].
بررسی و ارزیابی در مورد تأثیرات بالقوه بر پرندگان موجود در مزرعه پنبه Bt انجام شد. جوجه‌های بلدرچین Bobwhite از غذاهای محتوی ۱۰ درصد پنبه Bt و پنبه کنترل (غیر تراریخته) تغذیه کردند. این میزان تغذیه پنبه دانه، (مصرف ۴۰۰ دانه به ازای هر کیلوگرم وزن جوجه) هیچگونه تفاوتی در تغذیه یا افزایش وزن

جوجه‌هایی که از پنبه Bt تغذیه می‌کردند در مقایسه با جوجه‌هایی که از پنبه دانه کنترل غیر تراریخته تغذیه می‌کردند، وجود نداشت. [منبع ۱۳].
پروتئین خالص Cry، از راه دهان به موش‌های نر و ماده به وزن ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۴۲۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خورانده شد. مصرف غذا و رشد موش‌ها، تحت تأثیر پروتئین Cry قرار نگرفت. [منبع ۱۳]
میزان پروتئین داده شده به موش‌ها، عامل سلامتی را بیشتر از ۵۰،۰۰۰ برابر میزان نشان داد که یک گاو در زمان خوردن پنبه Bt، مصرف می‌کند.
همچنین مصرف مقادیر مختلف آرد برنج تراریخته ۸۲۷ و غیر تراریخته در خوراک مرغ نیز تفاوت معنی داری در چهار شاخص (آنزیم های کبدی SGOT، LDH، ALP و SGPTH و همچنین وزن اندام های حیوان دیده نشد [منبع ۱۵].

۷. آیا توالی‌های دیگر ناقل (بویژه ژن های مقاومت به آنتی بیوتیک‌ها) در ساختار ژنتیکی نهایی گیاه تراریخت حاصل وجود دارد؟ اگر ندارد چگونه خارج شده است؟ گزارشات مربوط به فقدان اثر سوء ژن مقاومت به آنتی بیوتیک به ویژه بر روی باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش پستانداران ارائه شود.
ج: ژن هیگرومایسین نیز به عنوان عامل انتخاب‌گر به گیاهان تراریخته منتقل شده است. البته سلامتی و استفاده از ژن هیگرومایسین توسط توسط EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY تائید شده است [منبع ۱۶].

۸. چه تمهیداتی برای به حداقل رساندن ظرفیت تولید مثل ویا گرده افشانی ناخواسته به موجودات دیگر در نظر گرفته شده و یا بایستی در نظر گرفته شود؟ در ضمن بررسی های پس از رهاسازی نیز مورد سوال است.
ج: بر طبق اطلاعات واصله این گونه تمهیدات که مربوط به قبل از رهاسازی است، شامل کاشت در داخل فیتوترون و گلخانه در شرایط کاملاً ایزوله، استفاد از پوشش‌های مناسب روی گلدان، استفاده از لباس‌های مخصوص درحین کار کردن در حین آزمایش‌های گلخانه و مزرعه رعایت شده است. بدین ترتیب که مجموعه قطعات آزمایشی تور سیمی در اطراف و تور نایلونی در قسمت سقف از ورود پرندگان و حشرات به داخل قطعات آزمایش ممانعت می‌کرد. مزرعه مورد آزمایش در محدوده یک محوطه کاملاً محصور و مسقف و جدا از سایر

مزارع برنج به جهت رعایت قوانین زیست محیطی قرار داشت. برای جلوگیری از انتشار ناخواسته گرده، با وجود خودگشن بودن برنج، تمام گیاهان حاشیه مزرعه، چندین نوبت مورد سم‌پاشی عمومی قرار گرفتند و به طور مکانیکی نیز با آنها مبارزه شد.

۹. طول مدت بقای گیاه تراریخت مورد نظر کشت شده در مناطق مورد نظر برای رهاسازی چقدر است؟
ج: سه تا چهار ماه در سال. ضمنا در صورتی که دما در حدود ۲۳-۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد برنج برای مدت طولانی (حدود یکسال) باقی می‌ماند. لازم به ذکر است ارقام برنج چند ساله نیز وجود دارند.

۱۰. آیا امکان تثبیت شدن برنج تراریخت مورد نظر در خارج از مکان کشت بویژه در حیات وحش وجود دارد؟ (مانند علف هرز)
ج: امکان تثبیت شدن برنج به صورت علف هرز وجود ندارد، مگر این که ژن انتقالی صفت weediness را داشته باشد که ژن cry1A(b) چنین خاصیتی ندارد [منبع ۸]. از طرف دیگر در شرایط طبیعت ایران امکان پاگیری برنج در شرایط طبیعی وجود ندارد.

۱۱. آیا شواهد یا مدارکی دال بر انتقال ژن الحاقی به موجودات دیگر در منطقه کشت و یا محیط اطراف آن وجود دارد؟ (احتمال انتقال افقی آن چقدر است؟)
الف- به چه موجوداتی و با چه تواتری؟
ب- مکانیسم احتمالی انتقال ژن چیست؟
پ- با چه روشی اثبات انتقال ژن بر موجودات دیگر را نشان داده اند؟
ت- اثرات سوء احتمالی این انتقال ژن چیست؟
ج: الف و ب - اولا، برنج گیاه خودگشن است و عمل لقاح قبل از باز شدن گل‌ها صورت می‌گیرد. ثانیاً، در طیف مناطق تحت کشت برنج ایران هیچ گیاه وحشی که از نظر جنسی با برنج سازگار باشد، وجود ندارد. لذا احتمال گرده افشانی به گیاهان دیگر بسیار ناچیز است. ثالثاً، تا بحال انتقال ژن از گیاهان به باکتری تحت شرایط طبیعی اثبات نشده و تلاش‌های صورت گرفته در این خصوص با شکست مواجه شده است.

ج) آنالیز مولکولی (ساترن بلات و PCR)
د) چون احتمال انتقال‌ژن صفر است و چون هیچ اثر سویی تا به حال گزارش نشده است بنابراین حداقل در حال حاضر بحث روی اثر سوء احتمالی امکان پذیر نیست.

۱۲. آیا صفت ایجاد شده مزیتی را به گیاه تراریخت حاصل می دهد؟ اگر بلی،
الف- چه مزایایی؟
ب- در چه شرایطی؟
ج) در منطقه محل کشت تا چه حد اهمیت دارد؟
ج: بلی،
الف) ایجاد مقاومت به کرم ساقه‌خوار برنج و سایر آفات پروانه‌ای برنج و عدم مصرف هر گونه سم آفت‌کش [منبع ۳]
ب) در شرایط آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای [منبع ۳]
ج) بنابر برخی آمار، ۸۸ درصد سموم کشاورزی مصرف مبارزه با آفت کرم ساقه‌خوار برنج می‌شود [منبع ۱۷]. گرچه این خبر ژورنالیستی است ولی بهرحال بیشترین سهم مصرف سموم در جهان و در ایران مربوط به مبارزه با آفات در برنج می شود. همچنین استفاده بی‌رویه از حشره‌کش‌ها باعث از بین رفتن موجودات دوست و شکارچی همچون کفشدوزک ها، بال‌توری‌ها و ....، مسومیت ناشی از سموم دفع آفات نباتی در مزارع برنج، اثرات سوء زیست‌محیطی و از بین رفتن زنبور تریکوگراما که در مزارع شمال کشور به عنوان زنبور بیولوژیک استفاده می‌شود. لذا روشن است که برنج تراریخته می تواند از مصرف بیشتر سموم جلوگیری نماید.

۱۳. آیا استفاده از این گیاه تراریخته موجب ایجاد مقاومت به آفت می‌شود؟ به چه میزانی؟ با این وجود برنامه خود را برای مدیریت مقاومت آفت بیان دارید.
ج: تا کنون در خصوص برنج تراریخته گزارش نشده است [منبع ۸] ولی احتمال آن وجود دارد. استفاده از برنامه‌های مدیریت مقاومت شامل پناهگاه، هرم بندی ژن و ..... [منبع ۹] می تواند به این مشکل کمک کند.

۱۴. آیا مخاطرات استفاده از حشره‌کش بجای این گیاه برنج تراریحت بررسی شده است؟

ج: بله، حشره‌کش‌های شیمیایی دارای مخاطرات بسیار زیادی هستند. مرگ و میر ماهیان، قورباغه‌ها، مارمولک‌ها، موجودات غیر هدف، عنکبوت‌ها، کفشدوزک‌ها و حتی انسان اعم از کودک و زن و جوان از جمله مخاطرات شناخته شده برای سموم شیمیایی هستند.

۱۵. آیا موثر بودن گیاه تراریخته بر علیه کرم ساقه‌خوار در سطح مزرعه آزمایش شده است؟ میزان اثر چقدر بوده است؟

ج: بله، ارزیابی مقاومت لاین تراریخته طارم مولایی نسبت به کرم ساقه‌خوار در دو سال در منطقه رشت انجام شد نتایج نشان داد که لاین تراریخته ۸۲۷ طارم مولایی نسبت به آفت پروانه بطور کامل مقاوم بود [منبع ۳].
مطالعات دیگر در شرایط گلخانه‌ای در موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج IRRI نشان داد که لاین تراریخته ۸۲۷ نسبت به آفت کرم ساقه‌خوار بر و برگخوار مقاوم است[منبع ۱۸].

د- بررسی مخاطرات بهداشتی و غذائی

۱. آیا اثرات بالینی پروتئین cry1Ab مطالعه شده است؟ خلاصه نتایج ارائه شود.

ج: براساس گزارش آژانس حفاظت از محیط زیست امریکا پروتئین Cry1Ab هیچ گونه اثر سمی یا حساسیت‌زایی روی پستانداران ندارد. مطالعات نشان داده هر گونه سمیت حاد، مزمن و نیمه مزمن با سمیت خوراکی حشره‌کش‌های میکروبی Bt که در بردارنده انواع پروتئین‌های Cry1Ab است، روی انسان اثبات نشده است [منبع ۱۳]. آژانس حفاظت از محیط زیست امریکا، اداره نظارت بر غذا و داروی امریکا، سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار جهانی بدون استثناء ایمنی غذاهای حاوی محصولات تراریخته موجود در بازار که به تصویب رسانده‌اند، تاکید کرده‌اند بیش از ۴۰ درصد محصولات تراریخته در دنیا دارای ژنCry1Ab هستند. در بیش از یک دهه مصرف این محصولات در اروپا، آمریکا، چین، ژاپن و بسیاری دیگر از کشورهای دنیا، تا کنون گزارشی درباره اثر سوء این پروتئین گزارش نشده است. پژوهش‌های به عمل آمده درباره هضم DNAی نوترکیب و پروتئین Cry1Ab نشان داده‌اند میزان این DNA و پروتئین هضم نشده در دستگاه گوارش قابل آشکار سازی نیست. از جمله، ذرت تراریخته تولیدی مونسانتو که پروتئین Cry1Ab در دانه آن بیان می‌شود در جیره غذایی جوجه قرار داده شد. درنمونه برداری از ماهیچه‌های سینه طیور، هیچ نوع DNAی نوترکیب یا پروتئین Cry1A(b) مشاهده نشد. در آزمایشی دیگر، آرد برنج تراریخته حاوی ژن Cry1Ab به مدت ۹۰ روز در جیره غذایی موش‌های آزمایشگاهی قرار داده شد و هیچ اثر سمی حتی در مقادیر بسیاربالا (۶۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن موش) مشاهده نشد. این نتایج با فرض وجود پروتئین یاد شده در دانه و اقدام‌های خوراکی محصولات تراریخته بدست آمده است [منبع ۸].

لازم به ذکر است که در تولید برنج تراریخته طارم مولایی از فن‌آوریی استفاده شده که پروتئین Cry1Ab در دانه تظاهر پیدا نمی‌کند.

۲. نتایج مطالعات سم‌شناسی حاد و مزمن فرآورده‌های حاصل از گیاه تراریخت (شامل پروتئین بذر، علوفه و مواد غذایی) در انسان و حیوان چیست؟

ج: در تولید برنج تراریخته از فن‌آوریی استفاده شده که پروتئین Cry1Ab در دانه تظاهر نمی‌یابد [منبع ۱]. به فرض اینکه در دانه بیان شود پروتیین Cry در اثر فرآوری از بین می رود، لذا فرآورده‌های آرد، برنج خام و پخته

برای انسان و علوفه آن برای دام سالم می باشد. آژانس محیطزیست امریکا طی گزارشی اعلام کرد که پروتئین‌های Cry در خارج سلول تحت شرایط هضمی پستانداران سریعاً تخریب می‌شوند. علاوه بر آن، توالی اسید آمینه‌ای پروتئین Cry1Ab هیچ همولوژی با پروتئین‌های سمی ندارد [منبع ۱۹]. به فرض اینکه در دانه بیان شود پروتئین Cry در اثر فرآوری از بین می‌رود، لذا فرآورده‌های آرد، برنج خام و پخته برای انسان و علوفه آن برای دام امن و سالم می باشد. به طور مثال، آرد برنج تراریخته حاوی پروتئین Cry1Ab به مدت ۹۰ روز در جیره غذایی موش‌های آزمایشگاهی قرار داده شد و هیچ نوع اثر سمی در دوزهای بسیار بالای ۶۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن موش مشاهده نشد [منابع ۸ و ۱۲].

۳. نتایج مطالعات آلرژی‌زایی حاد و مزمن فراورده‌های حاصل از گیاه تراریخت (شامل پروتئین بذر، علوفه و مواد غذایی) در انسان و حیوان چیست؟

ج: ارزیابی آزمایشگاهی قابلیت گوارش پروتئین Cry نشان داد که این پروتئین به راحتی هضم می‌شود و لذا آلرژی‌زا نیست. عامل دیگری که به آلرژی‌زایی پروتئین کمک می‌کند، تجمع بالای آنها در غذا می‌باشد که پروتئین Cry اساساً در دانه برنج وجود ندارد).

همچنین، زنجیره اسید آمینه‌های پروتئین‌های Cry1Ab با زنجیره کلیه آلرژن‌ها در پایگاه‌های اطلاعاتی PIR, EMBL, Swissprot, GenBank نشان داد که هیچ گونه همولوژی با پروتئین‌های آلرژی‌زا ندارد [منبع ۱۹].

۴. آیا محصول این گیاه تراریخته در طی تولید غذا فرآوری می‌شود؟ اگر بلی توضیح دهید .

ج: بله، همانند برنج معمولی ضروری است در دمای بالا پخته شود تا قابلیت خوردن پیدا کند. برای مصرف به عنوان علوفه دام، سیلو سازی مورد نیاز است گرچه گاهی هم تازه مصرف می‌شود.

۵. آیا هیچ محصولی از این گیاه تراریخته می‌تواند در زنجیره غذایی به میزانی ذخیره شود که سمی شود ؟ اگر بلی ، توضیح دهید.

ج: پروتئین Cry در دانه برنج بیان نمی‌شود. با این وجود توضیحات کافی در مورد اثرات پروتئین cry در پاسخ به سوالات ۱ و ۲ آمده است. در مورد احتمال حضور DNA در غذا و احتمال انتقال آن به سلول های مصرف

کننده نیز گزارش حضور قطعات کوچکتر از ۲۰۰ جفت باز DNA در لنفوسیت گاو (و نه در سایر اندام های آن) وجود دارد [منبع ۸]. اما اولاً - DNA سمی نیست و در تقریباً کلیه مواد غذایی این نوع مولکول وجود دارد . ثانیاً پس از فرآوری غذا ، DNA به قطعات کوچک تبدیل می‌شود که قابلیت رمزکنندگی پروتئین کامل را نداشته و خیلی زود توسط آنزیم های داخل و خارج سلولی تجزیه می شود. ثالثاً، تا بحال گزارشی از انتقال DNA به ژنوم در اثر تغذیه گزارش نشده است.

۶. آیا کیفیت تغذیه‌ای غذا در اثر اصلاح ژنتیکی تغییر خواهد کرد ؟ توضیح دهید .
ج: خیر، آنالیز ترکیبات کلیدی گیاهان برنج تراریخته و غیر تراریخته مثل ازت، فسفر، پتاسیم، سدیم، پروتئین، آمیلوز و نشاسته برای دو سال نشان داد که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد [منابع ۳ و ۲۰].

۷. آیا محصول این گیاه تراریخته، ترکیب اصلی غذایی است که خورده می‌شود و یا به مقدار کمی در محصول نهایی وجود دارد ؟
ج: برنج ترکیب اصلی غذای مردم ایران است ولی براساس آزمون وسترن بلات پروتئین Cry در دانه بیان نمی‌شود [منبع ۱] .

۸. مصرف هفتگی یا روزانه محصول این گیاه تراریخته و والد آن در مناطق مختلف کشور چقدر است؟
ج: بین ۳۵ تا ۴۲ کیلوگرم در سال برای هر نفر.

۹. آیا مطالعات بیوشیمیایی مقایسه‌ای بین گیاه تراریخت و والد آن انجام شده است؟ اگر بلی،
الف- چه آزمایشاتی؟
ب- نتایج حاصل چه بوده است؟
ج - طراحی آزمایش چگونه بوده است؟
ج: بلی. الف- PCR، ساترن و وسترن بلات، آنالیز اسید آمینه و پروتئین، آمیلوز و آمیلوپکتین [منبع ۱۱ صفحات ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۱۰و منبع ۴ جدول ۱].

ب- به پاسخ سوال ۶ مراجعه شود.
ج- اکثر شاخص‌ها در گیاهانی بررسی شده‌اند که طرح آزمایشی مزرعه‌ای آنها طرح بلوک کامل تصادفی با ۲ تیمار (شاهد و تراریخته) و ۱۰ تکرار برای دو سال بوده است [منبع ۳] .

۱۰. آیا پروتئین بیان شده و یا متابولیت‌های ثانویه در اثر انتقال این ژن در بدن انسان یا حیوان تجمع پیدا می‌کند؟ اگر بلی . تاثیر آن چیست؟
ج: محصول اصلی ژن cry1Ab پروتئین Cry با وزن ۶۷ کیلو دالتون است. از آنجایی که در این گیاه تراریخته از فن‌آوریی استفاده شده است که پروتئین Cry1Ab در دانه تظاهر نمی‌یابد، لذا هیچگونه اثر سویی گزارش نشده است. تجمع آن در بدن انسان یا حیوان به هیچ‌وجه گزارش نشده است [منبع ۳] .
۱۱. آیا بجز پروتئین هدف، پروتئین دیگری در بافت‌های مختلف گیاه تراریخته حاصل بیان می‌شود؟ به طور مثال پروتئین 60 KD چیست؟ سمیت و آلرژی بودن آن چقدر است؟
ج: خیر، پروتئین 60KD حاصل تجزیه و شکستن پروتئین اصلی 67KD می‌باشد که در خلال استخراج حاصل می‌شود. روش بکار رفته برای شناسایی پروتئین غیر هدف وسترن بلات بود که آنLOD برابر ۵ نانوگرم پروتئین است. لازم به ذکر است پروتئین ۶۰ کیلو دالتونی همان ۶۷ کیلو دالتونی بوده که شکسته است (Proteolitic degradation). وسترن بلات‌های متعددی وجود دارند که تنها وجود پروتئین ۶۷ کیلو دالتونی را نشان می دهند (به طور مثال، شکل ۲).

۱۲. آیا محصول مشابهی نسبت به این گیاه تراریخته در سایر کشورها استفاده شده است اگر نه به چه دلیل؟ و اگر بلی نتایج حاصل در کشورهای دیگر چه بوده است؟
ج: حدود ۴۰ درصد گیاهان تراریخته حاوی ژن Bt از جمله cryIAb هستند که قریب به ۱۰ سال است که مورد مصرف مردم جهان قرار می‌گیرند و تا کنون هیچ اثر سویی گزارش نشده است.
لازم به توضیح است که در بسیاری از موارد از جمله Wunn et al 1946 و Fujimoto et al 1993 برنج‌های تراریخته تولید کرده‌اند [منابع ۸، ۲۱ و ۲۲] و داده‌های آنها توسط دکتر علی‌نیا در IRRI آزمایش شده اند و

high dosage نبوده و تظاهر ژن بسیار پایین بود. خاموشی ژن، حالت ناپایداری و عدم تظاهر کافی پروتئین از دلایل اصلی برای تجاری نکردن آنها بوده است.
البته مسئله اصلی عدم صرفه اقتصادی برای کمپانی‌های بزرگ چند ملیتی و آمریکایی برای تجاری کردن یک گیاه تراریخته خودگشن می باشد. بر اساس اطلاعات موجود چین در حال تجاری سازی مشابه این نوع برنج می‌باشد [منبع ۲۲] .

۱۳. آیا هیچکدام از کشورهای همسایه درخواست رهاسازی و یا مصرف این گیاه را پذیرفته‌اند و یا اعلام خطر کرده‌اند؟
ج: اول اینکه مناطق حاشیه‌ای کشور مجاور نیز مانند مناطق کشت برنج در ایران فاقد گونه‌های قابل تلاقی هستند. دوم اینکه برنج نزدیک مرزها کشت نمی‌شود.

۱۴. چرا تا کنون هیچ کشوری یا شرکت دیگری گیاه تراریخته برنج رهاسازی نکرده است؟
ج: اول این که چون برنج یک گیاه خودگشن است هیچ کمپانی مایل به تولید و عرضه آن نیست چون نمی‌تواند از حقوق مالکیت فکری مربوط محافظت نماید.
دوم این که برنج یک محصول کشور جهان سوم است و در آمریکا و اروپا یک غذای اصلی محسوب نمی‌شود.
سوم این که در سال آینده قطعاً چین هم به جمع تولید کنندگان برنج تراریخته خواهد پیوست. چینی‌ها هم تاکنون صدها هکتار برنج کشت کرده اند و از سال آتی جزو تولیدکنندگان برنج تراریخته خواهند بود [منبع ۲۲]
چهارم آن که بنا به اظهار مجری پروژه، تا کنون هیچ برنج تراریخته ای که مقاوم به آفت باشد و پایداری ژن به اثبات رسیده باشد، تولید نشده است. (به پاسخ سوال ۱۲ مراجعه شود)

۱۵. امکان هضم یا عدم هضم پروتئین بیان شده در دستگاه گوارش انسان و حیوان چگونه است؟
ج: پروتئین Cry قبل از ورود به مجرای روده، درمعرض شرایط معده‌ای قرار می‌گیرد، پپسین و pH پایین در معده موجب گوارش و هضم کامل پروتئین و آسیب‌پذیر شدن آن نسبت به گوارش روده‌ای می‌شود.

آژانس محیط‌زیست آمریکا طی گزارشی اعلام کرد که پروتئین‌های Cry در خارج سلول تحت شرایط هضمی پستانداران سریعاً تخریب می‌شوند. همچنین در اثر گرما پروتئین Cry غیر فعال می‌شود [منبع ۲۲].

جمع بندی:

بر اساس مباحث انجام شده در کمیته و در نتیجه بررسی اسناد تسلیم شده به آن، جمع بندی زیر در مورد رهاسازی برنج تراریخته مقاوم به آفات شماره ۸۲۷ به شرح زیر می‌باشد:

۱- ژن انتقال یافته Cry1Ab سالهاست که در گیاه تراریخته دارای مجوز رهاسازی و کشت شده در سطوح چند میلیون هکتار مورد استفاده قرار می‌گیرد. ژن انتقال یافته Cry1Ab و فرآورده پروتئین آن سالهاست که مورد آزمایش های متعددی قرار گرفته و اثرات بهداشتی و غذایی آن مشخص شده است. بنابراین بسیاری از جوانب مربوط به صدور مجوز و اثرات پس از رهاسازی آن شناخته شده است و در مجموع توافق عمومی جهان بر اثبات شدن هیچ اثر سویی برای این پروتئین است [منابع ۱۲ و ۱۳].

۲- گیاه معرفی شده دارای سه نسخه از ژن Cry1Ab است که با ۶ سال آزمایش مزرعه و ۵ سال آزمایش‌های گلخانه‌ای در ۱۲ نسل ناپایداری مشاهده نشده است[منبع ۳].

۳- به جز یک نوع ذرت تراریخت که واجد همین سازه مولکولی است، در کلیه گیاهان تراریختهٔ Bt در حال کشت فعلی، ژن cry1Ab در تمام بافت‌ها بیان می‌شود. بنابراین پروتئین آن در فراورده‌های حاصل وجود دارد. برنج تراریخت ۸۲۷ از نظر فناوری دارای این برتری است که ژن cry1Ab تنها در بافت‌های سبز گیاه بیان شده و در بذر (قسمت خوراکی انسانی) بیان نمی‌شود [منبع ۱].

۴- ژن انتخابگر مورد استفاده باعث مقاومت به هیگرو مایسین می شود که از نظر مؤسسات مجوز دهنده در اروپا و امریکا استفاده از آن مجاز شناخته شده است [منبع ۱۶].

۵- مشخصات فنوتیپی و بیوشمیایی برنج تراریختهٔ ۸۲۷ تا حد قابل قبولی با والد غیرتراریخت آن مورد مقایسه قرار گرفته است. برای اطمِنان بیشتر داده‌های خام از مجری دریافت و توسط افراد متخصص مربوط مورد بررسی و تأیید مجدد قرار گرفت. یک آزمایش مهم برای تایید مشابهت عمده (برابری بنیادین Substantial Equivalence) ارائه ترکیب اسیدهای آمینه در گیاه تراریخته و غیر تراریخته است که نشان می دهد تفاوت هایی در مقادیر اسید آمینه های آلانین و والین وجود دارد. اما بایسیتی سطح خطای دستگاهی و دامنه تغییرات مقادیر هر اسید آمینه در نمونه های مختلف را در نظر گرفت. بعلاوه متخصصین تغذیه اظهار داشته‌اند آلانین تاثیر چندانی در ارزش غذایی ندارد ولی یک اسید آمینه ضروری است و مقدار این اسید امینه در گیاه تراریخته ۸۲۷ افزایش یافته است، اما در گیاه والد کاهش ناچیزی نسبت به بازه معمول برنج دارد.

پیشنهادات

۱- با توجه به الحاق رسمی جمهوری اسلامی ایران به پروتکل ایمنی زیستی کارتاهنا و ملزم شدن کشور به رعایت آن، رهاسازی باید پس از طی مراحل قانونی انجام شود. گزارش ارزیابی مخاطرات در مرحلهٔ آزمایشگاه و آزمایشات میدانی توسط یک کارگروه فنی متشکل از افراد متخصص در زمینه ارزیابی و مدیریت مخاطرات باید مورد بررسی قرار گیرد. تا آخر سال ۱۳۸۳ قانون ایمنی زیستی کشور به تصویب نرسیده و تشکیلات آنها مشخص نبوده است. مجری پروژه با استناد به بخشنامه وزارت جهاد کشاورزی که موسسه بیوتکنولوژی کشاورزی را مرجع تشخیص صدور مجوز می‌داند [منبع ۱۶] مجاز به انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای برنج ۸۲۷ بوده است. این ادعا با رعایت پروتکل کارتاهنا منافاتی ندارد.

۲- از آنجا که در سند ملی زیست فناوری تولید گیاهان تراریخته در کشور لحاظ شده است و در همین سند بر ارزیبای مخاطرات آنها تاکید شده است پیشنهاد می شود جهت تصویب قانون اایمین زیستی و ایجاد تشکیلات مربوط در سطح کشوری هر چه سریع تر اقدام شود. بدیهی است قوانین ایمنی زیستی بایستی کنترل کننده ورادات محصولات تغییر یافته ژنتیک باشد.

۳- با استقرار اتاق تهاتر (BCH)، ملزم شدن به ارائه اطلاعات قبل از رهاسازی مورد توجه قرار گیرد.

۴- از آنجا که این محصول اولین گیاه تراریخته کشور می باشد، به منظور بررسی اثرات جانبی پس از رهاسازی (Post release monitoring) توصیه می‌شود برای مدت محدودی برنج تراریخته ۸۲۷ در مزارع مشخص و در مناطق مختلف (به جز مرزهای کشور) و با فاصله کافی از مزارع دیگر (حداقل ۱۰ متر) کشت شود تا اثرات جانبی احتمالی پس از رهاسازی آن در این مدت مورد پیگیری و مطالعه دقیق‌تر قرار گیرد. البته این موضوع برای سایر گیاهان تراریخته نیز رعایت نشده است و همواره مورد ایراد برخی در جهان بوده است.

منابع

[1] Ghareyazie B, Aliana F., Menguito CA, Rubia L, de Palma JM, Liwanag EA, Cohen MB, Khush GS and Bennet J (1997) Enhanced resistance to two stem borers in an aromatic rice containing a synthetic cry1Ab gene. Molecular Breeding 3, 401-214.

[۲] جمالی اسکویی سید حسین؛ نشانمندکردن ژن مصنوعی cry1Ab در یک برنج تراریخته مقاوم به آفات (رقم طارم مولایی) با استفاده از نشانگر ریز ماهواره.

[۳] قره یاضی بهزاد؛ عبدالهی شاپور؛ علی‌نیا فرامرزی؛ مجیدی فرزاد؛ و عبادی علی‌اکبر؛ ۱۳۸۴. ارزیابی مزرعه‌ای مقاومت یک لاین تراریخته برنج طارم مولایی نسبت به کرم ساقه‌خوار نواری Chillo supressalis Walker و کرم سبز برگ خوار .Narenga eancase Moor

[4]Karimi R, Abdollahi S., Hossani Salekdeh G, Ghareyazie B, (2005), Proteomic approasch for the establishment of substantial equivalence of a transgenic cry1Ab expressing rice with its traditionasl counterpart: Cultivar Tarom Molaii. Manuscript in preparation.

[۵] جدول مقایسه محتوی اسید آمینه های گکیاهان برنج والد غیر تراریخته و تراریخته.

[6] History of Rice: Origin and diffusion of rice. http://www.riceweb.org/history.htm#origi.

[۷] استاندارد گواهی بذر برنج در ایران (WANA-2002).

[8] High SM, Cohen MB, Shu QY and Altossar L (2004), Achieving successful Insect resistance in rice through biotechnology. In: N Carozzi and N. Koziel (Eds) Advances in insect control. Taylor and Francis , USA.

[9] Bennet J, Cohen MB, Katyar SK, Ghareyazie B, Khush GS (1997), Enhancing Insect Resistance in rice through biotechnology. In: N Carozzi and N. Koziel (Eds) Advances in insect control. Taylor and Francis, USA.

[۱۰] بررسی آماری مصرف برنج در ایران (۱۳۷۳)، وزارت کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی، اداره کل آمار و اطلاعات.

[11] Ghareyazie B, Huang N, Second G, Bennet J, Khush GS (19996). Classification of rice germplas II: Fingerprinting rice germplasm using ALP and PCR based. Manuscript submitted to Crop Science.

[12]US environment Protection Agency (2001), Bt plant incorporated protectants, biopesticides registration action document.

[13] Betz, F.S., B.G. Hammond and R.L. Fuchs. 2000. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. Regulatory Toxicology and Pharmacology 32:156-173.

[14] Yu, L., R.E. Berry and B.A. Croft. 1997. Effects of *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic cotton and potato on Folsomia candida (Collembola: Isotomidae) and Oppia nitens (Acari: Orbatidae). J. Econ. Entomol. 90(1): 113-118.

[15] Afraz F, Ghareyazie B (2005), Comparison between growth and survival of Broilers fed with a diet including transgenic and non transgenic aromatic rice Tarom molaii. Manuscript in preparation.

[16] European food Safety Authority (April 19, 2004), Press release.

[۱۷] ۸۸درصد مبارزه با آفات به کرم ساقه خوار برنج اختصاص یافت. ص ۸ رزونامه توسعه ، ۲۷ آبان ۱۳۸۰.

[18] Alinia F, Ghareyazie B, Rubia L, Bennet J and Cohen B (2000). Effect of Plant age, larval age and fertilizer treatment on resistance of cry1Ab transformed aromatic rice to Leidopterous stem borers and foliage feeders. Plant Resistance 93: 454-458.

[۱۹] نتایج بررسی اثرات الرزی زایی و مسمومیت زایی برنج تراریخته ۸۲۷ با استفاده از جستجوی پایگاه های اطلاعاتی.

[۲۰] جداول آنالیز عناصر، پروتئین، آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل انجام شده توسط موسسه تحقیقات برنج کشور، بخش تحقیقات خاک و آب.

[21] Wang. Z.H.etal (2002) Toxicological evaluation of transgenic rice flour with a synthetic *cry1Ab* gene. J.S ci. Food. Agric. 82, 738-744.
Jenninys. J.C. et al (2003) Attemps to detect transgenic and endogenous plant DNA and transgenic protein in muscles from broilers field yield Gard corn Borer corn. Poultry

[22] Hung J, Hu R, Rozelle S, Pray C (2005), Insect resistant GM rice in farmers field: Assessing productivity and health effect in China. Science 308: 688-690.

بیانیه

تحولات علمی در قرن بیستم خارق العاده بوده و شگفتی‌های بسیاری را در عرصه تولید، فناوری شاهد بودیم. از جمله تحول در فنآوری اطلاعات است که حتی به منازل شخصی ما نیز رسوخ پیدا کرده و امروزه با تمام وجود تاثیر آن‌را لمس می‌کنیم. تحول در زمینه بیوتکنولوژی و ژنتیـک بسیار فراگیرتر و تاثیر گذارتر خواهد بود و اکثر کشورها سالهاست که تلاش بسیار زیادی را برای به خدمت گرفتن این فناوری آغاز کرده اند.

ابعاد سرمایه گذاری تحقیقاتی، تولیدی، ثبت اختراع و اکتشاف، اثرات زیست محیطی، اثرات سلامتی و اجتماعی و ..... آن فوق العاده چشمگیر بوده است. در کشور ما نیز فعالیت‌های خوبی در زمینه بیوتکنولوژی صورت گرفته و می بایست صورت گیرد و نیز این موضوع از اولویت‌های چشم انداز بیست ساله جمهوری اسلامی است. همچنین یکی از اهداف مندرج در سند ملی زیست فناوری مصوب هیئت محترم دولت تولید گیاهان تراریخته و بالا بردن سطح زیر کشت در کوتاه مدت به میزان ۰/۲ درصد سطح زیر کشت جهانی و در بلند مدت ۰/۵ درصد سطح زیر کشت گیاهان تراریخت جهانی می‌باشد.

با به زیر کشت رفتن اولین محصول زیست فناوری کشاورزی کشور یعنی برنج تراریخت مقاوم به آفات حشرات، واکنش‌های مختلفی برانگیخته شد که متاسفانه برخی از آنها در رسانه‌های عمومی و جراید به طور نامطلوبی منعکس گردیده است. البته کسی منکر نیاز به وجود واحدهای نظارتی و کنترلی نبوده و تاکید می‌گردد که روش‌های علمی و قانونی برای هر نوع فعالیت بیوتکنولوژیکی می‌بایست به کار گرفته شود. ضمن تاکید بر اهمیت علمی چنین دستاورد بزرگی به منظور ابراز نظر اعضای هیئت مدیره انجمن‌های علمی _ تخصصی ایمنی زیستی، ژنتیک و بیوتکنولوژی نشست مشترک تشکیل داده و تصمیم گرفتند تا بیانیه را جهت تنویر افکار عمومی صادر کرده و از ریاست محترم جمهور بخواهند تا برای حل این مسئله و مسائل احتمالی آینده تصمیمات مناسب اتخاذ فرمایند.

اهم نظرات سه انجمن به شرح زیر می باشد:

۱- در دنیای کنونی استفاده از علوم و فناوری‌های مبتنی بر بیوتکنولوژی و ژنتیک مانند مهندسی ژنتیک، استفاده از گیاهان تراریخته، تشخیص پیش از تولد، ژن درمانی و استفاده از نشانگرهای ژنتیک برای توسعه کشورها غیر قابل اجتناب است این فناوری‌ها توانمندی‌ها و قابلیت‌های بسسار زیادی دارند که عدم استفاده از

آنها برای دستیابی به امنیت غذایی، بهداشتی و زیست محیطی جامعه موجب عقب ماندگی علمی و فناوری می‌شود.

۲- مهندسی ژنتیک یا به تعبیری دستکاری‌های‌های ژنتیک در واقع استفاده از دانش ژنتیک، بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی و ابزارهای پیشرفته است که برای اصلاح صفات گیاهان زراعی و موجودات دیگر جهت افزایش سطح تولید و بهداشت و کاهش تخریب محیط زیست صورت می‌گیرد. به طور خاص، استفاده از مهندسی ژنتیک برای ایجاد گیاهان تغییر ژنتیک یافته یا مهندسی ژنتیک شده با هدف اصلاح و بهبود صفاتی نظیر مقاوت به آفات، کاهش مصرف سموم شیمیایی، بهبود کیفیت غذا و موارد مشابه صورت می‌گیرد.

۳- هیچیک از علوم و فناوری‌های نوین بدون مخاطرات احتمالی نیستند. شیمی، فیزیک، استفاده از انرژی اتمی و حتی فناوری‌های ساده‌تر دیگری نظیر استفاده از کودها و سموم شیمیایی همگی به نوعی مخاطره آمیز هستند. فناوری‌های مبتنی بر علم ژنتیک مانند مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی مدرن نیز از این قاعده مستثنی نیستند. جلوگیری از توسعه و کاربرد هر یک از علوم و فنون پیشرفته به دلیل احتمال داشتن ضرر و زیان جانبی غیر قابل قبول است. چنانکه کاربرد بدون ملاحظه آنها نیز قابل قبول نیست.

۴- برای پیشگیری از آثار سوء احتمالی بیوتکنولوژی مدرن و تضمین فواید قطعی آن، اتخاذ تدابیری لازم است که در کشورهای مختلف تحت عنوان قوانین و مقررات امینی زیستی تجلی یافته است. در کشور ما علی رغم وجود متخصصین اندک در این زمینه مدت هاست اقدام به تهیه پیش نویس قانون ایمنی زیستی شده است. لذا لازم است ریاست محترم جمهوری دستور فرمایند در تصویب و اجرایی شدن این قانون تسریع گردد تا راه بهره گیری از این فناوری هموار شده و از سوء استفاده‌های احتمالی جلوگیری شود.

۵- از ریاست محترم جمهور درخواست می‌شود پیرو دستورات سریع حضرتعالی تشکیل هر چه سریعتر کمیته ملی ایمنی زیستی در یک مهلت تعیین شده اجرایی گردد. بدیهی است از وظایف این کمیته تدوین روال‌های ارزیابی مخاطرات و نحوه مدیریت آنها و از جمله تعیین مرجع و راهکارهای صدور مجوز برای رهاسازی موجودات تراریخته و مصرف محصولات آنها می‌باشد.

۶- از کلیه محققین ومتخصصین عزیز در کشور درخواست می‌شود تا ضمن تلاش بیشتر برای دستیابی به فناوری‌های پیشرفته و کاربردی کردن نتایج، در کلیه مراحل تحقیق و تولید، مسائل ایمنی زیستی را مد نظر قرار داده و مصوبات کمیته ملی ایمنی زیستی را با جدیت رعایت نمایند.

۷- از کلیه صاحبنظران درخواست می شود از جنجال‌های ژورنالیستی پرهیز نموده و زمینه را برای بحث و تبادل نظر علمی و بررسی شواهد و استدلال های علمی و مدارک مستند را در جوی کاملا آکادمیک فراهم نمایند.

۸- این سه انجمن با تشکیل یک کارگروه تخصصی به کارشناسی موضوع و ادعاهای مطروحه در مورد برنج تراریخته پرداخته و نتایج حاصل را به مراجع ذیربط از جمله کمیته ملی ایمنی زیستی ارائه خواهند کرد. در این ارتباط ار کلیه افراد صاحب نظر و همچنین دستگاه های مربوط از جمله وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت از محیط زیست خواسته می‌شود مدارک و شواهد خود مبنی بر ایمن بودن و یا مخاطره آمیز بودن محصول مزبور را در اختیار دبیرخانه‌های یکی از این سه انجمن قرار دهند تا در کمیته مذکور مورد استفاده قرار گیرد.

۹- از رسانه‌های گروهی به ویژه صدا و سیما درخواست می‌گردد تا با حساسیت کافی و با استفاده از نظرات متخصصین و بهره‌گیری از حقایق علمی اثبات شده به آگاه سازی عمومی بپردازند. بایستی از تجربه مسئله انرژی اتمی کشور درس گرفته و زمینه را برای سوء استفاده دشمنان قسم حورده نظام فراهم ننمائیم. امروز روشن است برخورداری ایران از فناوری‌های پیشرفته برای برخی غیر قابل قبول است.

اعضاء هیئت مدیره انجمن های ژنتیک، بیوتکنولوژی و ایمنی زیستی در عین وفاداری به نظام مقدس جمهوری اسلامی و ملت شریف ایران اعلام می‌دارند که تمامی تلاش خود را برای سربلندی کشور عزیزمان و افتخار ملت بزرگ ایران به کار خواهند گرفت و همیشه و در همه احوال خواهان توسعه هدفمند، اعتلای علمی، کسب استقلال همه جانبه، پیشرفت کشور، سلامت و عزت ملت بزرگ ایران باقی خواهند بود.

انجمن ایمنی زیستی
انجمن بیوتکنولوژی
انجمن ژنتیک ایران