



کاربرد پرتوهای گاما و بنفش در کشاورزی هسته‌ای



نویسندگان: 

شیما مسعودی

دانشجوی رشته مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان

✉ SHIMA.MASOUDI1997@GMAIL.COM

مصطفی جعفریان

دانش‌آموخته دکتری مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران و مدرس مجتمع آموزش عالی شیروان

✉ M.JAFARIAN@UT.AC.IR



چکیده

امروزه استفاده از ایزوتوپ‌های مواد رادیواکتیو در به‌دست آوردن اطلاعات از گذشته، اندازه‌گیری‌های صنعتی، کنترل کیفی محصولات کشاورزی، تشخیص و درمان بیماری‌ها و تولید گونه‌های مقاوم محصولات کشاورزی نسبت به آفات، کمبود آب و... کاربرد فراوان یافته‌است. خصیصه‌ی اصلی که باعث استفاده‌ی این مواد در صنعت می‌شود؛ ویژگی پرتوافکنی مواد رادیواکتیو است که بدون هیچ‌گونه خطری برای انسان، نتایج بسیار مطلوبی را به ارمغان می‌آورد. در فناوری کشاورزی هسته‌ای، بدون استفاده از سموم شیمیایی می‌توان با بسیاری از حشرات و آفات مبارزه نمود. هم‌چنین با استفاده از مواد رادیواکتیو می‌توان در گیاهان خاصیتی ایجاد کرد که از حداکثر آب موجود در خاک استفاده کنند. استفاده از این مواد علاوه بر کاهش مصرف آب و هزینه‌های تولید، مانع از هدر رفتن آب می‌شود. از جمله پرمصرف‌ترین عوامل تولید جهش، ایجاد جهش‌های سوماتیکی با استفاده از اشعه‌ی ماوراءبنفش است که باعث شکستن DNA و حذف مضاعف در DNA می‌شود. پرتوهای گاما و نوترون‌ها دارای انرژی بالایی هستند. موتاسیون‌های شیمیایی و جهش‌زا برای ایجاد جهش در گیاهان برتر قابل استفاده هستند. نتایج نشان می‌دهد که یکی از راه‌های افزایش تنوع ژنتیکی در گیاهان، ایجاد جهش در آن‌ها از طریق اشعه‌ی گاما است.

کلمات کلیدی: اشعه‌ی گاما، اشعه‌ی ماوراءبنفش، انرژی هسته‌ای، پرتودهی، محصولات کشاورزی



مقدمه



علوم و فنون هسته‌ای جزء فناوری‌های پیشرفته و برتر عصر کنونی هستند. با توجه به محدودبودن منابع فسیلی و انرژی‌های طبیعی، ایران از چند سال پیش به پژوهش و استفاده از انرژی هسته‌ای در بخش‌های صلح‌آمیز پرداخته است. تولید برق هسته‌ای مهم‌ترین هدف اعلام شده از سوی ایران است. با رشد و توسعه اجتماعی و اقتصادی، ارتقای سطح زندگی، بهبود شاخص‌های زندگی و هم‌چنین تقاضای صعودی برق در بخش‌های خانگی و صنعتی، استفاده از انرژی هسته‌ای مقرون‌به‌صرفه است. یکی از ارکان توسعه‌ی اقتصادی در بخش کشاورزی، دانایی محوری و تلاش برای خودکفایی است. دانش هسته‌ای، فرآیند تحقق این اهداف را سرعت بخشیده است. با افزایش جمعیت، نیاز به غذا افزایش می‌یابد و تولید بیشتر محصولات کشاورزی را می‌طلبد. در نتیجه، منابع آبی به تدریج کاهش و فرسایش خاک افزایش می‌یابد. در صورت ادامه‌ی این روند، شاهد نابودی منابع آبی و خاکی کشور خواهیم بود. همچنین به دلیل ازدست‌دادن محیط و تخریب منابع نباید تولید متوقف شود؛ بلکه باید بین این دو، رابطه‌ای برقرار شود تا در آن روش‌های تولید و نیز روش‌های حفاظت منابع آب و خاک در تعادل باشند. یکی از راه‌های استفاده‌ی بهینه از منابع آب و خاک و تأمین امنیت غذای جامعه‌ی امروز و نسل آینده، استفاده از فناوری هسته‌ای است.

فناوری و علوم هسته‌ای به‌منظور اصلاح گیاهان زراعی و باغی، تولید گیاهان با سطوح مختلف پلوییدی، ایجاد گیاهان و محصولات مقاوم نسبت به تنش‌های محیطی و ایجاد سویه‌های جدیدی از گیاهان قابل استفاده است. مهم‌ترین کاربردهای فناوری هسته‌ای در اصلاح گیاهان زراعی و باغی عبارت‌است‌از: افزایش تنوع ژنتیکی، تولید موتاسیون القایی، حذف موانع ناسازگاری و تسریع تکامل طبیعی. اصلاح بسیاری از صفات مهم زراعی مانند ارتفاع گیاه، زمان رسیدن و برخی تنش‌های محیطی، از طریق تولید جهش‌های مربوطه با پرتوتابی هسته‌ای امکان‌پذیر است.

قدرت جذب مواد توسط گیاه

در بخش کوددهی به گیاهان و محصولات کشاورزی، با نشان‌دارکردن یک کود به چگونگی جذب آن پی برده می‌شود. همچنین ایجاد موتاسیون در ژن‌های گیاهان و ایجاد جهش‌های مفیدی که می‌تواند منجر به تولید محصولات مقاوم در برابر سرمازدگی، آفت‌زدگی، کم‌آبی و... شود؛ از جمله دیگر کاربردهای انرژی هسته‌ای در عرصه کشاورزی است.





پرورش طیور

با استفاده از پرتودهی گاما و افزایش عمر ماندگاری جوانه‌زنی سیب‌زمینی و پیاز در انبارها و حفظ کیفیت این محصولات نیز از جمله طرح‌های تحقیقاتی است که محققان علوم کشاورزی در دست مطالعه و اجرا دارند.

کاربرد انرژی هسته‌ای در مبارزه با آفات محصولات کشاورزی

استفاده از پرتودهی گاما در آفت‌زدایی از محصولات، هیچ آسیبی به محصول نمی‌رساند. حال آن‌که استفاده از مواد شیمیایی و سموم در مبارزه با آفات، علاوه بر کاهش سلامت محصول، سبب آلودگی محیط‌زیست و منابع آب و خاک می‌شود. به‌عنوان مثال: در یکی از این روش‌ها با استفاده از انرژی هسته‌ای و پرتوتابی گاما، آفات را عقیم می‌کنند و با رهاسازی آفات و حشره‌های عقیم، به‌مرور جمعیت آفات کاهش می‌یابد. این روش هم‌اکنون برای کنترل آفت کرم گلوگاه انار و بیماری میکروبی خرما که سبب ترشیدگی و شکرک این محصول می‌شود؛ در سازمان انرژی اتمی در حال اجرا است.

عمل‌آوری خوراک طیور از طریق پرتوتابی، فرآیندی است که در آن مواد خوراکی در بازه‌ی زمانی معین، در معرض تابش پرتوهای پرانرژی و یون‌ساز با دز مشخص قرار داده می‌شوند. پرتوهای گاما، الکترون، ایکس، ماوراءبنفش، مادون‌قرمز و مایکروویو، عمده‌ی پرتوهای مورد استفاده در عمل‌آوری مواد خوراکی دام و طیور هستند. در پژوهش‌های علوم دامی از این پرتوها برای افزایش کیفیت پروتئین، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و کاهش یا حذف آلودگی‌های میکروبی خوراک دام و طیور استفاده شده‌است.

تولید میوه‌های بدون هسته

در این روش با استفاده از پرتوتابی گاما به بذر مرکبات یا میوه‌های هسته‌دار، می‌توان میوه‌های با هسته‌ی کوچک یا بی‌هسته با اصلاح ژنتیکی تولید کرد که علاوه بر خوش‌خوراک‌بودن، در جذب بازارهای بین‌المللی و ارتقای کیفیت محصول مرکبات و میوه‌های هسته‌دار مؤثر است.

افزایش ماندگای محصولات کشاورزی

با استفاده از پرتودهی گاما و افزایش عمر ماندگاری محصولات باغی به‌ویژه مرکبات، ضایعات میوه کاهش پیدا می‌کند و زمان بیشتری برای بازاریابی و صادرات این محصولات به بازارهای بین‌المللی برای تولیدکنندگان و صادرکنندگان فراهم می‌شود. حفظ طعم و تازگی میوه‌ها به‌ویژه مرکبات نیز از دیگر مزایای کاربرد انرژی هسته‌ای در کشاورزی است. به‌تأخیر انداختن



اثرات پرتوتابی

سیتوکینین نسبت به اکسین باشد. با توجه به اثر سیتوکینین بر روی تقسیم سلولی، این هورمون در چرخه‌ی سلولی روی مرحله گذر G1 به S و G2 به M و پیشرفت کامل فاز S اثر می‌گذارد. همچنین اکسین نیز تا حدودی روی تقسیم سلولی اثرگذار است. در سلول‌های گیاهی باید نسبت مناسبی از هر دو هورمون برقرار شود تا سلول‌ها تقسیم شوند. یک عامل مقدار اکسین است. شواهدی وجود دارد که بیان می‌کند؛ به‌دنبال تابش اشعه به گیاهان، مقدار اکسین کاهش می‌یابد.

کاربرد فناوری هسته‌ای در مواد غذایی

افزایش جمعیت، تنوع و کثرت انواع غذاهای فرآوری شده یا آماده‌ی مصرف، اهمیت بیماری‌های ناشی از غذا و عوامل مولد فساد در مواد غذایی، استفاده از روش‌های نوین نگهداری مواد غذایی نظیر پرتودهی را الزامی کرده‌است. پرتودهی توانایی کنترل بیماری‌های غذازاد، کنترل عوامل مولد فساد در غذا، دفع حشرات و آفات، جلوگیری از جوانه‌زنی و رسیدن میوه و سبزیجات را دارد.

پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که گیاهان به تشعشعات یونیزه حساس هستند. پرتو با ایجاد تغییراتی در مولکول DNA باعث می‌شود که این مولکول به‌عنوان الگو برای تشکیل RNA عمل نکند و یا بر روی آنزیم‌ها و سایر فاکتورهای رونویسی اثر گذاشته و موجب کاهش و عدم سنتز پروتئین می‌شود. اختلال در پردازش RNA حاصل رونویسی ژن‌ها در اثر پرتو ممکن است عاملی برای کاهش پروتئین و یا افزایش فعالیت آنزیم پرتوتولیز شود و باعث تجزیه پروتئین شود (به‌خصوص پروتئین‌های بزرگ‌تر که در اثر اشعه دچار شکستگی می‌شوند). طبق بررسی‌های انجام شده، گیاهان تابش‌دیده دارای وزن خشک و وزن تر بیشتری نسبت به گیاهان شاهد هستند و این افزایش رشد در سلول‌های جوان به‌دلیل افزایش تقسیمات سلولی است. همچنین افزایش رشد و افزایش تقسیم سلولی گیاهان تابش‌دیده ممکن است به‌دلیل تغییر درون‌سلولی میزان





مدیریت دفع پسماندهای هسته‌ای

شیمیایی و یا مکانیکی نمی‌توان آن‌ها را از بین برد. بنابراین تنها راه نابودی این‌گونه پسماندها، فروپاشی و تبدیل آن‌ها به عناصر پایدار است که خود مستلزم بررسی و شناخت کافی با اصول و راه‌های علمی، استاندارد و ایمن طبقه‌بندی، مایش، دفع و دورریزی پسماندهای هسته‌ای می‌باشد.

انواع اشعه

پرتوقابلی اشعه‌ی ماوراءبنفش

از جمله پرمصرف‌ترین عوامل تولید جهش، ایجاد جهش‌های سوماتیکی با اشعه‌ی ماوراءبنفش است که باعث شکستن DNA و حذف مضاعف در DNA می‌شود. پرتوهای گاما و نوترون‌ها دارای انرژی بالایی هستند. نور ماوراءبنفش UV برای جهش‌زایی مناسب است. جهش‌زایی اشعه‌ی ماوراءبنفش برای انکوبه شدن سلول‌ها در تاریکی از اهمیت زیادی برخوردار است. از این طریق می‌توان تغییرات در DNA را عکس‌برداری کرد. هنگامی که کالوس در معرض اشعه‌ی ماوراءبنفش قرار دارد، چنان‌چه گیاه در معرض تنش خشکی باشد؛ تأثیر این تنش بر رشد کم‌تر خواهد بود. این موضوع می‌تواند ناشی از تغییرات ژنتیکی یا اپی‌ژنتیکی باشد. تأثیر غلظت‌های مختلف اشعه‌ی ماوراءبنفش روی DNA سلول‌های گیاهی بررسی شده‌است. نتایج حاکی از آن است که تابش اشعه‌ی ماوراءبنفش می‌تواند بر بسیاری از جنبه‌های DNA در سطح فیزیولوژیکی اثرگذار باشد.

امروزه استفاده از مواد رادیواکتیو در مراکز تحقیقاتی، پزشکی، صنعتی، کشاورزی و... سبب تولید مواد زائد خطرناک رادیواکتیو می‌شود. عدم توجه به مدیریت صحیح پسماندهای هسته‌ای که این پسماندها علاوه بر سمی بودن، پرتوهای رادیواکتیو را نیز از خود ساطع می‌کنند؛ باعث بروز آثار سوء بر روی سلامت انسان و آلودگی محیط‌زیست می‌شود. بدین سبب آن‌ها را بر اساس منبع تولید، سطح اکتیویته، حالت فیزیکی و پرتوزایی طبقه‌بندی می‌کنند. هدف از این طبقه‌بندی به‌گونه‌ای است که جابه‌جایی، نگهداری، آمایش، بسته‌بندی و دفع آن‌ها را آسان نماید. در یکی از مهم‌ترین روش‌های طبقه‌بندی، پسماندهای رادیواکتیو به سه دسته‌ی مایع، جامد و گاز طبقه‌بندی می‌شوند. هر یک از سه دسته‌ی فوق را نیز برحسب میزان پرتوزایی به چند گروه تقسیم می‌کنند. امروزه مشکل اساسی در مورد پسماندهای هسته‌ای و ضایعات رادیواکتیو این است که برخی از هسته‌ها و مواد رادیواکتیو موجود در آن‌ها، دارای نیمه‌عمر طولانی بوده و در طول این مدت، بایستی از محیط‌زیست و مردم جدا نگهداری شوند. درحالی‌که نیمه‌عمر برخی از عناصر حاصل از شکافت هسته‌ای از قبیل ترانس اورانیوم، به بیش از هزاران سال می‌رسد. از همین رو تا فروپاشی و تجزیه کامل مواد رادیواکتیو و پسماندهای هسته‌ای، همواره انسان و محیط قرار دارد. پسماندها و ضایعات رادیواکتیو و هسته‌ای، دارای نیمه‌عمرهای طولانی و خواص فیزیکی، شیمیایی و رادیولوژیکی متفاوتی می‌باشند که با هیچ روش شناخته‌شده‌ی

پرتو تابشی اشعه‌ی گاما

می‌شود. زیرا این پروتئین‌ها نقش مهمی در مسیره‌های سیگنالینگ و دفاع آنتی‌اکسیدانتهی جهت عملکرد مناسب، رشد و بقاء گیاه در برابر اشعه‌ی گاما دارا می‌باشند. تابش اشعه‌ی گاما اصلی‌ترین جهش سوماتیکی است که برای القای تغییرات ژنتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از پرتوهای گاما برای ایجاد تنش‌های زنده و غیرزنده و تغییرات در ویژگی‌های گیاهانی که از دانه رشد می‌کنند؛ استفاده می‌شود.

تابش اشعه‌ی گاما به‌عنوان یک سیگنال محیطی آنزیم فعال می‌شود. افزایش بیان ژن در پاسخ به این تغییرات محیطی انجام می‌شود و در نهایت سبب افزایش فعالیت آنزیم کلیدی مسیر بیوسنتز فنل‌ها یعنی فنیل آلانین آمونیا لیاز می‌شود. در نتیجه افزایش فعالیت این آنزیم موجب سنتز فلاونوئید بیشتر در پاسخ به تابش گاما می‌باشد.

موتاسیون‌های شیمیایی و جهش‌زا، برای ایجاد جهش در گیاهان برتر قابل استفاده است. یکی از راه‌های افزایش تنوع ژنتیکی در گیاهان، ایجاد جهش از طریق اشعه‌ی ماوراءبنفش است. اشعه‌ی گاما یکی از مهم‌ترین موتاژن‌زاهای فیزیکی با پرتوهای مغناطیسی با طول‌موج کوتاه‌تر از اشعه‌ی ایکس است. این اشعه میزان انرژی و قدرت نفوذ بالایی دارد. همچنین قابلیت ایجاد انواع جهش‌ها را در مولکول‌های مهم زیستی دارد. پرتوهای گاما می‌توانند در محیط عبوری خود یونش و برانگیختگی را با هم انجام دهند. پرتوهای گاما زمانی ایجاد می‌شوند که هسته‌ی یک اتم ناپایدار جهت ایجاد حالت پایدار خود، مقداری انرژی آزاد نماید. اشعه‌ی ماوراءبنفش، پرتوهای الکترومغناطیسی پرا انرژی هستند که باعث ایجاد تغییرات ژنتیکی در گیاهان، بسته به دوز تابشی می‌شوند. اصلاح موتاسیونی همراه با تکنیک‌های کشت‌بافت، بهترین روش جهت ایجاد تغییرات در گیاهان است. استفاده از القای جهش در ریزنمونه‌ها منجر به جهش‌های سوماتیکی در سلول‌ها می‌شود و طیف گسترده‌ای از گیاهان آزمایشگاهی متنوع ایجاد می‌نماید. طبق تحقیقات انجام‌شده در زمینه تابش اشعه‌ی گاما بر سلول‌های زیستی، یکی از مهم‌ترین عملکردهای گیاهان در پاسخ به استرس ایجاد شده توسط اشعه‌ی گاما، توسعه و گسترش سیستم‌های دفاعی است. از این طریق سبب تغییر در الگوی بیان ژن، در مسیره‌های بیوسنتزی و دفاعی و در پی آن تغییرات کمی و کیفی در محتوای پروتئینی





نتیجه گیری:

فناوری هسته‌ای شاه‌کلید چالش‌های بخش کشاورزی است. از عقیم کردن آفات با رادیو ایزوتوپ‌ها تا تولید گیاهان مقاوم به خشکی و...، گستره‌ی کاربرد این فناوری است. فناوری و علوم هسته‌ای به‌منظور اصلاح گیاهان زراعی و باغی، تولید گیاهان با سطوح مختلف پلوئیدی، ایجاد گیاهان و محصولات مقاوم نسبت به تنش‌های محیطی و ایجاد سویه‌های جدیدی از گیاهان قابل استفاده است. مهم‌ترین کاربردهای فناوری هسته‌ای در اصلاح گیاهان زراعی و باغی عبارت است از: افزایش تنوع ژنتیکی، تولید موتاسیون القایی، حذف موانع ناسازگاری و تسریع تکامل طبیعی است.

منابع و مآخذ

۱. جلیلی، ش. احسان پور، ع. ا. اصغری، غ. ر. و عبدی، م. ر. ۱۳۹۵. اثر اشعه‌ی گاما بر برخی از شاخص‌های فیزیولوژیکی و آنتی‌اکسیدانی گیاه درمنه کوهی. مجله پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران). جلد ۲۹، شماره ۲. صفحه ۷۵۰-۷۴۱.
۲. کوچکی، ع. حسینی، م. و دزفولی، الف. ۱۳۸۷. کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ ششم. صفحه ۲۰.
۳. لطفی، م. ۱۳۸۷. استفاده از گرده‌های پرتودیده با پرتوی گاما برای القای رویان‌های هاپلوئید.
۴. حسن خانی، م. ۱۳۸۳. جذب بیولوژیکی اورانیم توسط جلبک قهوه‌ای.

5. Astuti, R. D., & Handayani, N. 2021. Utilization of Nuclear Technology in Agriculture and Food Sector. In Proceeding International Conference on Science and Engineering. Vol. 4, pp. 311-314.
6. Ashraf, M.U.H.A.M.M.A.D., Cheema, A.A., Rashid, M.U.H.A.M.M.A.D. & Qamar, Z. 2004. Effect of gamma rays on M~ 1 generation in basmati rice. Pakistan Journal of Botany. 35(5), pp.791-796.
7. Astutik, A. 2012. keragaman klon phalaenopsis hasil radiasi sinar gamma: perubahan fenotif fase pertumbuhan vegetatif. buana sains, 12(1), pp.37-42.
8. Zaman, M., Shahid, S. A., & Heng, L. 2018. The Role of Nuclear Techniques in Biosaline Agriculture. In Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. pp. 133-164.