مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

بررسی اهمیت پرتوتابی گاما و فرابنفش جهت کنترل ویروس های گیاهی بذرزاد

حمیده مردانی مهرآباد*[۱]، فرشاد رخشنده رو[۱] ، نوح شهرآیین[۲]، سمیرا شهبازی[۳]

۱-گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ۲-بخش ویروس شناسی گیاهی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران، ۳-گروه گیاهپزشکی و نگهداری مواد غذایی، پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی

مسؤل مکاتبات: h_mardanimehrabad@yahoo.com

چکیده: منابع ژنتیکی گیاهی مبنای کشاورزی پایدار و امنیت غذایی جهانی می‌باشند. در برخی از گیاهان استفاده از بذور سالم و عاری از ویروس یکی از مهمترین عوامل جهت کنترل اثرات مخرب بیماری‌های ویروسی بوده که به آسانی از یک نسل به نسل دیگر انتقال می‌یابند. بنابراین اجزاء گیاهی معمولاً از گیاهانی که سالم به نظر می‌رسند تهیه می‌شوند. با این وجود، ردیابی عوامل ویروسی مشکل بوده و چالش‌هایی جهت تولید اجزاء گیاهی عاری از ویروس وجود دارد. در حال حاضر از روش‌های معمول حذف ویروس مانند کشت مریستم و ترموتراپی برای تولید بذور سالم استفاده می‌شود. اما کارایی روش‌های معمول حذف ویروس پایین بوده و جهت حذف تمام آلودگی‌های ویروسی موفق نمی‌باشند. از طرفی روش‌های فوق دارای محدودیت‌های خاصی نظیر نیاز به زمان زیاد و نیز کارایی پایین در تولید گیاهان عاری از ویروس می‌باشند. در سال‌های اخیر کارایی اثر پرتوتابی گاما و فرابنفش بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل ویروسی در برخی از گیاهان مورد بررسی قرار گرفته و گزارش‌هایی مبنی بر تاثیر آن بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل ویروسی منتشر شده است.

واژگان کلیدی: پرتوتابی گاما، اشعه فرابنفش، ویروس‌های بذرزاد، کنترل

Study of importance Gamma and UV irradiation for control of seedborn plant viruses

Mardani Mehrabad H.[1*]; Rakhshandehroo F.[1]; Shahraeen N.[2]; Shahbazi S.[3]

1- Department of Plant Pathology; Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, 2- Department of Plant Virology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Plant Protection Department, Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRI), Atomic Energy Organization of Iran (AEOI), Alborz, Iran.

*Correspondence: h_mardanimehrabad@yahoo.com

Abstract: Plant germ plasms are the base of sustainable agriculture and food security in the world. In some plants, application of the virus-free seeds is one of the most important factors for the control of destructive effects of inheritance able virus diseases easily. Therefore, plant members usually are achieved from virus-free plants. However, detection of viruses is difficult and there are challenges for production of virus-free plant members. Now, we are using from the usual methods of elimination as meristem culture and thermo-trapy for production of virus-free seeds. But, efficiency of the usual methods for elimination is low and it is not enough for the total elimination of viral infections. Also, these methods have special limitation as need to long time and also low efficiency for production of virus-free plants. At recent years, the effect efficiency of Gamma irradiation and UV irradiation was studied on increase of resistance in plants against viral agents in some plants, and there are some reports based to their effect to increase of resistance in plants against viral agents.

Keywords: Gamma irradiation, UV irradiation, Seed-born viruses, Control

مقدمه

فناوری هسته‌ای و کاربرد آن در کشاورزی

فناوری هسته‌ای در حال حاضر به عنوان فناوری برتر (های تک) محسوب می¬شود. امروزه تأثیر این علوم بر افزایش دانش بشری، طبیعت حاکم و ارائهٔ رفاه و خوشبختی به زندگی بشری غیرقابل تردید می¬باشد و می¬تواند به عنوان یک عنصر اساسی و مبنای ضروری برای توسعهٔ پایدار به شمار آید. در طول نیم قرن گذشته، در پرتو تلاش‌های دانشمندان در سراسر جهان، استفاده صلح آمیز از این فناوری نقش مهمی را در توسعهٔ صنعت، کشاورزی و پزشکی ایفاء کرده است. استفاده از پرتوهای ناشی از فرآیندهای هسته‌ای در تولید محصولات کشاورزی مقاوم در برابر خشکسالی و آفات فقط برخی از کاربردهای این علم در پزشکی، صنعت و کشاورزی می¬باشد. در سال‌های اخیر با پیشرفت دانش و فنون هسته¬ای و کاربرد این تکنیک¬ها، انقلابی در کشاورزی ایجاد شده است. فناوری هسته¬ای در بخش کشاورزی منجر به بهبود بهره¬وری کشاورزی و تأمین مواد غذایی می¬شود. در این بین، ایران برای رهایی از اقتصاد تک محصولی و کاهش میزان وابستگی به درآمدهای نفتی باید با استفاده از تکنیک¬های نوین به توسعه هر چه بیشتر بخش کشاورزی به عنوان بخش درآمدزا اقدام نماید. از جمله کاربردهای صلح آمیز فناوری هسته¬ای در حوزه کشاورزی می توان به کنترل و از بین بردن حشرات، به تأخیر انداختن زمان رسیدگی محصولات غذایی، افزایش زمان نگهداری، کاهش میزان آلودگی میکروبی، از بین بردن ویروس ها، طرح های باردهی و جهش گیاهانی چون گندم، برنج و پنبه اشاره کرد. همچنین تشعشعات هسته¬ای کاربرد¬های زیادی در کشاورزی دارد که مهم¬ترین آن¬ها عبارت است از موتاسیون هسته¬ای ژن¬ها در کشاورزی، تولید ژرم پلاسم عاری از عوامل بیماری¬زای گیاهی، کنترل حشرات با تشعشعات هسته¬ای، جلوگیری از جوانه زدن سیب زمینی با اشعه گاما و انبار کردن میوه ها. همچنین تابش برای ایجاد تحول در گیاهان نیز به‌کار می‌رود و از گیاهان تغییر یافته برای افزایش بهره‌وری استفاده می‌گردد. از جمله تکنیک¬های مورد استفاده در فناوری هسته¬ای تکنیک پرتوتابی می¬باشد. در این روش از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو با دستگاه اشعه X، رآکتورها و شتاب‌دهنده‌ها، پرتوهای یون‌ساز تولید می‌شود و از آن¬ها در تحقیقات استفاده می‌شود.

اهمیت اقتصادی ویروس‌های بذرزاد و لزوم استفاده از روش¬های کنترل نوین

با توجه به اینکه در سند ملی توسعه، افزایش تولید محصولات کشاورزی در دستور کار قرار گرفته است، بدون شک دستیابی به چنین هدفی در صورتی میسر می¬گردد که کلیه عوامل مؤثر در تولید این محصولات مورد توجه قرار گیرند. از سوی دیگر با توجه به محدودیت منابع آب و کمبود اراضی

حاصلخیز در کشور، افزایش تولید این محصولات از طریق افزایش سطح زیر کشت امکان¬پذیر نیست و لذا باید تولید این محصولات را از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح بالا برد. امروزه در اکثر مناطق دنیا و خصوصاً کشور¬های پیشرفته، تلاش برای حفظ حداکثر پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی بسیار حائز اهمیت بوده و شاید به جرأت بتوان گفت که اهمیت آن کمتر از فعالیت¬های انجام شده در جهت افزایش پتانسیل تولید نیست. یکی از روش¬های مؤثر برای حفظ پتانسیل تولید، مدیریت بیماری¬های گیاهی است. از عوامل مهم محدودکننده افزایش تولید عوامل متعدد بیماری¬زای این محصولات هستند که باعث ایجاد خسارت به گیاه و در نهایت عدم رشد مناسب و افت شدید محصول و تولید بذور نامرغوب از لحاظ کمی و کیفی می¬شوند. بیماری¬های گیاهی به عنوان یکی از تأثیرگذارترین عوامل تولید، نقش ویژه¬ای را در میزان تولید این محصولات ایفا می¬نمایند. به عنوان مثال در حال حاضر در کشور¬های در حال توسعه و از جمله کشور ما، خسارات ناشی از برخی عوامل بیماری¬زا در مزارع حبوبات تا بیش از ۵۰ درصد نیز گزارش شده است [۱و۲و۴]. متوسط کاهش تولید جهانی حبوبات از جمله لوبیا بر اثر خسارت بیماری¬ها در حدود ۱۰ درصد گزارش شده است [۱۰و۱۴]. با توجه به تعداد زیاد عوامل بیماری¬زای حبوبات و پتانسیل برخی از این عوامل در بروز خسارت شدید به محصول بدیهی¬ست که در صورت عدم وجود یک برنامه مدیریت کنترل بیماری، خسارات شدیدی به محصول نهایی وارد خواهد شد. براساس برآوردهای به عمل آمده در صورتی که مدیریت صحیحی در خصوص کنترل بیماری¬های حبوبات اعمال شود می¬توان عملکرد متوسط برخی از این محصولات را بین ۱۵ تا ۲۵ درصد افزایش داد. بیماری¬های ویروسی ناشی از گروه ویروسی *Potyviruses* متعلق به خانواده *Potyviridae* از مهم¬ترین و خسارت¬زاترین بیماری¬های ویروسی بذرزاد حبوبات در سراسر جهان از جمله ایران محسوب می¬شوند. اعضای این گروه ویروسی دارای دامنه میزبانی بسیار وسیعی بوده و باعث افت عملکرد محصول تا ۸۰ درصد و خسارت¬زایی شدید در گونه¬های مختلف حبوبات می¬گردند [۳]. بیماری¬های متعلق به این گروه ویروسی از مزارع مختلف کشت حبوبات کشور نیز گزارش شده و گزارش ها حاکی از آن است که این گروه ویروسی به عنوان یک مسئله مهم در مناطق عمده کشت حبوبات کشور در آمده و تأثیر مخربی بر عملکرد حبوبات داشته است [۷]. بذور آلوده به عوامل بیماری از جمله ویروس¬ها چنانچه در فصل بعدی کشت شوند خود منبع اولیه آلودگی خواهند شد که به صورت ثانویه و از طریق فعالیت حشرات ناقل باعث گسترش بیماری در سطح مزرعه خواهند بود. به عنوان مثال ویروس موزائیک معمولی لوبیا (*Bean common mosaic virus*, BCMV) در برخی از ارقام لوبیا تا ۱۰۰ درصد بذرزاد گزارش شده است. محققین همواره تلاش کرده¬اند تا از تکنیک¬های آسان و کارآمد جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی استفاده کنند. روش¬هایی که کمترین مخاطرات زیستی را به دنبال داشته باشند و در کمترین زمان و با صرف کمترین هزینه نتیجه مطلوب حاصل شود. لذا با توجه به اهمیت ویژه

حبوبات در تأمین نیاز غذایی کشورمان و نیز تأثیر چشمگیر ویروس فوق در کاهش کمیت و کیفیت محصول، اهمیت مطالعه کاربرد روش¬های نوین نظیر پرتوتابی جهت کنترل این عامل ویروسی لازم به نظر می¬رسد.

اهمیت استفاده از فناوری هسته¬ای در کنترل بیماری¬های ویروسی بذرزاد

با توجه به نحوه فعالیت و ماهیت ویروس¬های گیاهی در مدیریت آن¬ها استراتژی¬ها متفاوت از سایر عوامل بیماری¬زای گیاهی می¬باشد. از آنجائی که ویروس¬ها بیماری¬های سیستمیک ایجاد می¬کنند بهترین روش کنترل، پیشگیری از عفونت¬های ویروسی در گیاهان به جای اقدامات شیمیایی است. در اصل، هیچ ماده شیمیایی برای کنترل بیماری¬های گیاهی ناشی از ویروس¬ها وجود ندارد. روش¬های عملی برای مبارزه با ویروس¬ها و عمدتاً از بین بردن منبع تلقیح، پیشگیری از گسترش ثانویه، حفاظت تقاطعی، و استفاده از صفات مقاومت در میزبان است. در بسیاری از موارد به دلیل در دسترس نبودن ژن¬های مقاومت به ویروس¬ها، در مبحث مقاومت توجه به تولید گیاهان تراریخته ژنتیکی با ژن¬هایی مانند Movement porteins و Coat proteins با منشأ ویروسی معطوف می¬گردد که دشواری¬های انتقال ژن و بیان صحیح و مؤثر آن در میزبان و ملاحظات ایمنی زیستی گیاهان تراریخته از دشواری¬های این استراتژی به شمار می¬آید. یکی از راهکارهای کنترل ویروس¬ها، استفاده از انواع مقاومت¬ها شامل حفاظت تقاطعی، مقاومت سیستمیک القایی و مقاومت سیستمیک اکتسابی می¬باشد. حفاظت تقاطعی Cross protection که ویروس¬های زنده ضعیف شده طی چندین نسل به سیستم کشاورزی تلقیح می‌شوند، باعث بوجود آمدن مقاومت گیاه در برابر ویروس خاص و بیماری مشخصی می‌گردد. استفاده ازویروس¬های ضعیف شده برای کنترل ویروس¬های بیماریزا مانند ویروس موزائیک توتون و ویروس تریستزای مرکبات نیز موفقیت‌های تجاری به همراه داشته است. در این حالت مقاومت حالت اختصاصی دارد. مقاومت سیستمیک القایی Induced Systemic Resistance (ISR) که یک واکنش گیاهی می‌باشد که در این روش مقاوت با آلودگی اولیه به پاتوژن به وجود می‌آید و حالت غیراختصاصی دارد در حالی که در روش حفاظت تقاطعی ویروسی حالت اختصاصی در مقاومت وجود دارد. هر چند انواع مختلفی از فرآیند ISR در گیاهان وجود دارد اما آنچه به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است مقاومت اکتسابی سیستمیک SAR می‌باشد. مقاومت سیستمیک اکتسابی که عبارت است از مسیر مشخص انتقال سیگنال که نقش مهمی را در توانایی گیاهان برای دفاع از خود در مقابل عوامل بیماریزا ایفاء می¬کند. این مسیر با بروز عکس‌العمل بافت مردگی در گیاه فعال می‌شود که می‌تواند حاصل از یک واکنش فوق حساسیت تا لکه نکروتیک بیماری باشد. از سوی دیگر طی فرآیند مقاومت اکتسابی سیستمیک ژن‌هایی که به ژن‌های SAR معروفند بیان می‌شوند و همه ژن‌های مربوط به دفاع فعال

نمی‌شوند. لذا در واکنش SAR در مقایسه با سایر واکنش¬های مقاومت گیاهان طیف معینی از ژن‌های فعال قابل تشخیص هستند. یکی از کاربرد¬های متصور از فناوری هسته¬ای در مدیریت بیماری ناشی از برخی ویروس‌های گیاهی، کاربرد پرتوتابی گاما و فرابنفش در القاء احتمالی مکانیسم مقاومت عمومی و یا غیرفعال کردن احتمالی پارتیکل¬های ویروسی در گیاه در برابر این عوامل ویروسی می¬باشد که با توجه به ماهیت سیستمیک و بذرزاد بودن این ویروس‌ها، بر روی بررسی میزان موثر بودن آن در کاهش علایم و خسارت ویروس تمرکز شده است [۵و ۸].

نقش پرتوتابی اشعه فرابنفش و پرتو گاما بر القا مکانیسم‌های مقاومت در برابر عوامل ویروسی گیاهی

پرتو فرابنفش اثرات مخربی بر رشد و نمو موجودات از جمله گیاهان دارد [۱۷]. در سطح مولکولی و سلولی این پرتو موجب تغییر در تعادل رادیکال های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Species – ROS) و در پی آن تغییر در الگوی بیان ژن‌ها می‌شود [۵]. رادیکال های فعال اکسیژن دارای نقش دوگانه‌ای در سلول می‌باشند. این رادیکال ها در غلظت بالا سمی بوده و تأثیر مخربی بر سنتز پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک دارند. از طرفی موجب خسارت به غشاء سلولی و در پی آن اختلال در تبادلات سلولی می‌گردند. در حالی که غلظت پایین این رادیکال ها به عنوان مولکول های سیگنالی در فعل و انفعالات مهم سلولی و بیان ژن ها نقش مهمی ایفا می‌نمایند [۸و۱۲]. در بین رادیکال های مزبور، پراکسید هیدروژن به دلیل ثبات نسبی بالاتر اهمیت بیشتری دارد. پراکسیدهیدروژن در تشکیل دیواره لیگنینی سلول های گیاهی نقش مهمی داشته و در القای واکنش فوق‌حساسیت نیز دخالت دارد [۱۳]. همچنین این رادیکال در بیان ژن های مسیر تولید هورمون های اتیلن، اسید جازمونیک و اسید سالسیلیک ایفای نقش می‌نماید [۱۵]. تحقیقات اخیر انجام شده بر روی توتون و خیار نشان می‌دهد که سالسیلیک اسید به عنوان یک سیگنال منجر به توسعه مقاومت القائی در برابر عوامل بیماریزای گیاهی از طریق بیان تعدادی از ژن‌های بیان کننده پروتئین‌های دفاعی تحت عنوان Pathogenesis related (PR) Proteins می‌گردد [۱۸و۱۹]. نتایج نشان داده است که تابش اشعه فرابنفش به برگ‌های گیاهان توتون مایه زنی شده با ویروس موزائیک توتون (*Tobacco mosaic virus*, TMV) منجر به افزایش سطح سالسیلیک اسید و تجمع پروتئین‌های دفاعی و در نهایت القاء مقاومت به ویروس گردید [۲۰]. همچنین مطالعات نشان داده است که فعالیت ویروس موزائیک گوجه فرنگی (*Tomato mosaic virus*, ToMV) در اثر تابش دزهای پایین اشعه UV-B در گیاه گوجه فرنگی سرکوب می‌شود [۱۶]. و مثال‌های بسیاری که همگی بیانگر کاربرد دزهای پایین اشعه UV در مدیریت و کنترل عوامل مهم ویروسی گیاهان در آینده می‌باشند. گزارش‌هایی مبنی بر اثر پرتوتابی گاما بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل ویروسی منتشر شده است. مشاهده شده است

که پرتوتابی گاما بر سطح برگ‌های گیاه توتون که از قبل با ویروس موزائیک توتون مایه‌زنی شده بودند منجر به کاهش اندازه و تعداد لکه‌های موضعی (Local lesion) حاصل از فعالیت ویروس گردید. پدیده کاهش لکه‌های موضعی، ناشی از کاهش عملکرد ویروس در گیاهان تحت پرتوتابی گاما می‌باشد. در سال¬های اخیر کارایی اثر پرتوتابی گاما بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل ویروسی در گیاه سیب زمینی به صورت موفقیت¬آمیزی جهت حذف ویروس¬های مهم سیب زمینی به اثبات رسیده است [۱۱].

نتیجه گیری

گروه مهمی از ویروس¬های بیماری¬زای گیاهی بذرزاد می¬باشند. گزارش¬ها حاکی از این است که ویروس¬های خانواده *Potyviridae* دارای دامنه میزبانی بسیار وسیعی بوده و از مهم¬ترین و خسارت¬زاترین ویروس¬های بذرزاد حبوبات در سراسر جهان از جمله ایران محسوب می¬شوند که باعث افت عملکرد محصول تا ۸۰ درصد می‌گردند [۳]. بیماری¬های متعلق به این گروه ویروسی از مزارع مختلف کشت حبوبات کشور نیز گزارش شده است [۷]. بذور آلوده به عوامل بیماری از جمله ویروس¬ها چنانچه در فصل بعدی کشت شوند خود منبع اولیه آلودگی خواهند شد که به صورت ثانویه و از طریق فعالیت حشرات ناقل باعث گسترش بیماری در سطح مزرعه خواهند بود. به عنوان مثال ویروس موزائیک معمولی لوبیا BCMV در برخی از ارقام لوبیا تا ۱۰۰ درصد بذرزاد گزارش شده است. بنابراین کشت گیاهان با بذور گواهی شده و عاری از ویروس مذکور در کاهش و جلوگیری از گسترش این ویروس مؤثر است. همچنین ارقامی از لوبیا که مقاومت ژنتیکی به این ویروس داشته باشند هنوز معرفی نشده است. با توجه به اینکه روند ایجاد جهش در گیاه و دسترسی به ارقام مقاوم چندین سال زمان می¬برد و در ضمن در مقاومت به پاتوسیستم¬های ویروسی این مقاومت کاملاً اختصاصی برای هر نژاد می-باشد و برای سایر نژاد¬ها ممکن است از کارایی بالایی برخوردار نباشد، لذا استفاده از سایر روش¬های کنترل نوین در مدیریت این نوع بیماری¬ها بسیار امید بخش است. در بیماری¬های ویروسی که انتقال مکانیکی و بذر زاد دارند و ناقل آنها نیز به صورت ناپایا پارتیکل¬های ویروسی را منتقل می¬کند، مسئله کنترل ناقل کاملاً منتفی است و تنها روش¬های کنترل مکانیکی مانند عدم انتقال ادوات بین مناطق آلوده و سالم قابل توصیه است که البته در بیشتر موارد مورد بی توجهی قرار می¬گیرد. از سوی دیگر در بیماری¬های بذرزاد اگر بتوانیم در مراحل اولیه گیاه را از بروز علایم شدید بیماری در امان بداریم درصد قابل توجهی از خسارت بیماری کاهش خواهد یافت. در حال حاضر از روش‌های معمول حذف ویروس مانند کشت مریستم و ترموتراپی برای تولید هسته‌های اولیه بذر و نهال سالم استفاده می‌شود. اما کارایی روش‌های معمول حذف ویروس پایین بوده و جهت حذف تمام آلودگی‌های ویروسی موفق نمی‌باشند. از طرفی روش‌های فوق دارای محدودیت‌های خاصی نظیر نیاز به زمان زیاد و نیز کارایی پایین در تولید گیاهان

عاری از ویروس می‌باشند. در سال‌های اخیر کارایی اثر پرتوتابی گاما بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل ویروسی در گیاه سیب زمینی به صورت موفقیت‌آمیزی جهت حذف ویروس‌های مهم سیب زمینی به اثبات رسیده است. همچنین گزارش¬هایی مبنی بر اثر پرتوتابی گاما بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل ویروسی منتشر شده است. مشاهده شده است که پرتوتابی گاما بر سطح برگ¬های گیاه توتون که از قبل با ویروس موزائیک توتون مایه¬زنی شده بودند منجر به کاهش اندازه و تعداد لکه¬های موضعی (Local lesion) حاصل از فعالیت ویروس گردید. پدیده کاهش لکه¬های موضعی، ناشی از کاهش عملکرد ویروس در گیاهان تحت پرتوتابی گاما می¬باشد [۱۱]. تحقیقات اخیر انجام شده بر روی توتون و خیار نشان می¬دهد که سالسیلیک اسید به عنوان یک سیگنال منجر به توسعه مقاومت القائی در برابر عوامل بیماریزای گیاهی از طریق بیان تعدادی از ژن¬های بیان کننده پروتئین¬های دفاعی تحت عنوان Pathogenesis related (PR) Proteins می¬گردد [۱۸و۱۹]. نتایج نشان داده است که تابش اشعه فرابنفش به برگ¬های گیاهان توتون مایه زنی شده با ویروس موزائیک توتون (*Tobacco mosaic virus*, TMV) منجر به افزایش سطح سالسیلیک اسید و تجمع پروتئین¬های دفاعی و در نهایت القاء مقاومت به ویروس گردید [۲۰]. همچنین مطالعات نشان داده است که فعالیت ویروس موزائیک گوجه فرنگی (*Tomato mosaic virus*, ToMV) در اثر تابش دز¬های پایین اشعه UV-B در گیاه گوجه فرنگی سرکوب می¬شود [۱۶]. و مثال-های بسیاری که همگی بیانگر کاربرد دز¬های پایین اشعه UV در مدیریت و کنترل عوامل مهم ویروسی گیاهان در آینده می¬باشند. لذا با توجه به اهمیت ویژه ویروس‌های بذرزاد در کاهش کمیت و کیفیت محصول، اهمیت مطالعه نقش پرتوتابی جهت کنترل این عوامل ویروسی لازم به نظر می¬رسد. محققین همواره تلاش کرده¬اند تا از تکنیک¬های آسان و کارآمد جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی استفاده کنند. روش¬هایی که کمترین مخاطرات زیستی را به دنبال داشته باشند و در کمترین زمان و با صرف کمترین هزینه نتیجه مطلوب حاصل شود. برای افزایش سلامت محصولات کشاورزی و کاهش مصرف سم و کود¬های شیمیایی می¬توان از فناوری پرتودهی هسته¬ای برای آفت زدایی از محصولات بدون استفاده از انواع سموم و کودهای شیمیایی بهره برد. علوم و فناوری هسته‌ای در حال حاضر به عنوان فناوری برتر (های تک) محسوب می¬شود. امروزه تأثیر این علوم بر افزایش دانش بشری، طبیعت حاکم و ارائهٔ رفاه و خوشبختی به زندگی بشری غیرقابل تردید می¬باشد و می¬تواند به عنوان یک عنصر اساسی و مبنای ضروری برای توسعهٔ پایدار به شمار آید.

منابع:

۱- جلالی، ص. و بنانج، ک. بررسی پراکنش ویروس موزائیک معمولی لوبیا و تأثیر آن بر عملکرد لوبیا چیتی در استان اصفهان. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، اصفهان. صفحه ۲۸۲. (۱۳۷۹).

۲- حسنی مهربان، ا.، شهرآئین، نوح.، قطبی، ت. و مستعد، ب. ارزیابی مقدماتی مقاومت ژنوتیپ¬های لوبیا در مقابل استرین NL5 ویروس موزائیک معمولی لوبیا. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، کرمانشاه. صفحه ۱۶۵. (۱۳۸۱).

۳- رجبی، ن.، نوری نژاد زرقانی، ش. و شمس بخش، م. ردیابی همزمان جنس پوتی‌ویروس و ویروس موزائیک خیار توسط تکنیک Multiplex-RT-PCR. بیست و یکمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه ارومیه. (۱۳۹۳).

۴- نجفی، غ. نژاد ویروس موزائیک معمولی لوبیا در ایران و مطالعات درباره آن. مجله بیماری¬های گیاهی، جلد ۱۳۴: ۵-۱۳۳. (۱۳۴۸).

5- Becana, M., JF. Moran and I. Iturbe-Ormaetxe. Iron dependent oxygen free radical generation in plants defense signalling. Current Opinion Plant Biol. 6: 390–396. (1998).

6- Dumet Dominique. IITA. (2011).

7- Farzadfar et al. Plant viruses of Iran. (2002).

8- Golden, T.A., Hinerfeld, D. and Melov, S. Oxidative stress and aging: beyond correlation. Aging Cell. 117–123. (2002).

9- Gueguen, J. "Overview on functional properties of grain legume components." Grain Legumes 20(2): 13-14. (1998).

10- Hall, R. Compendium of Bean Diseases. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 73 p. (1991).

11- Kuhn, C.W.; Teas, H.J. Increased resistance to tobacco mosaic virus in gamma irradiated tobacco leaves. Radiation Botany. Pages 317–318. (1968).

12- Larkindale, J.D., Hall, J.R., Knight, M. and Vierling, E. Heat stress phenotypes of Arabidopsis mutants implicate multiple signaling sathways in the acquisition of thermotolerance. Plant Physiology. 138: 882–897. (2005).

13- Lewis, N.G. and Yamamoto, E. Lignin-Occurrence, biogenesis and biodegradation. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology. 41: 455-496. (1990).

14- Loeberstein,G and Thottappilly G. Virus and virus like diseases of major crops in developing countries. Kluwer Academic Publ. 84.pp. (2004).

15- Mackerness, S.A.H., John, C.F., Jordan, B. and Thomas, B. Early signaling components in ultraviolet-B responses: distinct roles for different reactive oxygen species and nitric oxide. FEBS Letters 489: 237-242. (2001).

16- Matsuura, S.; Ishikura S. Suppression of Tomato mosaic virus disease in tomato plants by deep ultraviolet irradiation using light-emitting diodes. Letters in Applied Microbiology . (2014).

17- Teramura, A.H. and Sullivan, J. H. Effects of UV-B radiation on photosynthesis and growth of terrestrial plants. Photosynthesis Res 39: 463-473. (1994).

18- Ward ER, Uknes SJ, Williams SC, Dincher SS, Wiederhold DL, Alexander DC, Ahl-Goy P, Métraux J-E', Ryals JA. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. Plant Cell3 1085-1094. (1991).

19- Yalpani N, Leon J, Lawton MA, Raskin I. Pathway of salicylic acid biosynthesis in healthy and virus-inoculated tobacco.Plant l'hysiol 103: 315-321. (1993).

20- Yalpani, N.; Alexander J. Enyedi, Jose León, Ilya Raskin.. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. Volume 193, Issue 3, pp 372-376. (1994).