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)

بهنژادی درختان میوه با استفاده از پرتو گاما

شیدا مرادی فرد، سهیل کریمی* و زهرا مهدوی
گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران
*. نویسنده مسئول: skarimi@ut.ac.ir

چکیده: در بهنژادی محصولات کشاورزی از مسیر روش های سنتی، بهبود گیاهان تنها در دامنه تنوع ژنتیک موجود قابل تعریف است. القاء جهش راهکاری است که می تواند با ایجاد تغییر در ژنوم گیاه، امکان دامنه تغییرات مورد نظر در برنامه های بهنژادی را فراهم آورد. در این راستا از اواسط قرن بیستم پرتوتابی با اشعه گاما به عنوان یک روش کارامد در ایجاد جهش در بسیاری از محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به قابلیت بالای پرتوتابی و رفع محدودیت های موجود در بهنژادی محصولات کشاورزی، این روش به یکی از تکنیک های موثر در بهنژادی درختان میوه تبدیل شده است. در این مقاله اهمیت و کاربردهای پرتوتابی در بهنژادی درختان میوه به پژوهش های تنظیم قدرت رشد درخت، خود سازگاری، خود عقیمی، مقاومت به بیماری ها و آفات، بهبود کیفیت و بازارپسندی میوه تقسیم بندی و بررسی شدند. در پژوهش های انجام شده، از این روش مشخصا در بهبود رقم های موجود به منظور ایجاد یک صفت مطلوب استفاده شده است و تمرکز بخش زیادی از پژوهش ها بر تغییر قدرت رشد و تغییر صفت خودباروری درخت معطوف بوده است.

واژگان کلیدی: القای جهش، پرتوهای گاما، تنوع ژنتیک، کنترل رشد.

Breeding of Fruit Trees By Gamma Irradiation

Sheida Moradifard, Soheil Karimi*, Zahra Mahdavi
Department of Horticultural Science, Abouraihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.
skarimi@ut.ac.ir

Abstract: Genetic diversity limitations may prevent classic breeding programs to introduce new traits to fruit tree cultivars. Mutation is an approach to induce changes and increase genetic diversity in plants genome. Gamma irradiation was introduced as an effective method for inducing mutation in many agricultural crops since mid-20 century. According to high efficiency of the method in mutagenesis and inducing diversity in plant genomes, gamma irradiation has become an important method for fruit trees breeding. In this review, application of gamma irradiation in breeding programs of fruit trees were classified as control of vigor, inducing self-compatibility or self-incompatibility, improving resistance to pests and disease, and improving quality of the products. In these studies gamma irradiation was used to induce specific changes in available cultivars and the major proportion of them are focused on changing vigor or self-compatibility issues of trees.

Keywords: Gamma irradiation, Genetic diversity, Mutagenesis, Vigor control.

مقدمه

با گسترش تجارت جهانی، به منظور تامین نیاز های بازار و افزایش بازارپسندی ارقام، دامنه بهنژادی و تنوع درختان میوه گسترش یافته است. روش‌های متعارف بهنژادی در درختان میوه برای بهبود بسیاری از محصولات موفق بوده است. ولی در

برخی از محصولات محدودیت هایی وجود دارد که کارایی این روش ها را کاهش می دهد. به عنوان نمونه محدودیت‌هایی همچون دوره نونهالی طولانی، هتروزیگوسیتی بالا، سطوح پلوئیدی متفاوت بین ارقام، هزینه های بالا، نیاز به فضای گسترده برای کشت و زمان طولانی فرآیند بهنژادی درختان میوه را با مشکل مواجه می سازد [1,2]. در مجموع این عوامل سبب شده است که گسترش ارقام تجاری درختان میوه نسبت به سایر محصولات کشاورزی با سرعت کمتری پیش رود. به عنوان نمونه اصلاح نباتات متعارف تا به حال تاثیر نسبتا کمی در اصلاح انبه داشته است. دلیل این امر دوره طولانی نونهالی (۷ سال)، چند جنینی و پلی پلوییدی، تشکیل میوه کم بعلت گرده افشانی کنترل شده و ... است[3] . به این ترتیب امروزه بیشتر ارقام انبه از دانهال های انتخابی تصادفی به دست آمده اند. جهش های خود به خودی و جهش زایی مکمل روش های بهنژادی انبه هستند که به طور مستقیم صفات خاص را در ارقام بهبود می‌بخشد [4,5,6]. پ Spiegel-Roy فهرست صفاتی که در انبه از طریق پرتوتابی قابل بهبود هستند را شامل اندازه بوته، زمان رسیدن میوه، رنگ میوه و خود باروری معرفی نمودند [6,7]. از این رو می توان نتیجه گرفت که در این شرایط بهره گیری از استراتژی های جایگزینی نظیر استفاده از عوامل جهش زا، می تواند افزون بر ایجاد ارقام جدید، در ایجاد تغییر جزئی و بهبود ارقام موجود و همچنین در برطرف نمودن محدودیت ها، کاهش هزینه و زمان بهنژادی درختان میوه سودمند باشد.[6,7]

به این ترتیب با توجه به افزایش نیاز به بهبود ارقام مختلف میوه ها، بخشی از این مهم از طریق القاء جهش تامین می گردد. در این راستا استفاده از تابش گاما کارآمدترین روش برای القای جهش و ایجاد تنوع ژنتیک است. امروزه ۲۲۵۲ رقم از محصولات کشاورزی در بیش از ۵۰ کشور به صورت مستقیم از جهش یا از تلاقی گیاهان جهش یافته به دست آمده اند [8] که بخشی وسیعی از این گیاهان، شامل درختان میوه هستند که از طریق تابش اشعه گاما ایجاد شده اند [9].درختانی همچون سیب مقاوم به زنگار، مرکبات بدون دانه، ارقام پاکوتاه گیلاس ، و لیموی بی دانه و مقاوم به بیماری خشکیدگی مرکبات از جمله درختانی هستند که از این روش به دست آمده اند [10]. در گلابی انواع مختلفی از جهش یافته ها از جمله ارقام دیر گلدهنده، رنگ میوه یافته[6,7]و عادت رشد متراکم [11]، مقاوم در برابر بیماری‌هاو و خود سازگار [12]با استفاده از پرتوتابی به دست آمده اند.

افزون بر این، گیاهان جهش یافته کارامدی نیز با استفاده از پرتوتابی گاما در گیاهان زراعی، علوفه و زینتی معرفی شده اند. به عنوان نمونه لاین جهش یافته بادام زمینی 'Georgia Browne' که دانه‌های بزرگی دارد، با استفاده از القای اشعه گاما به دست آمده اند[9]. در گیاهان علوفه ای نیز با استفاده از پرتوهای گاما، جهش یافته هایی پهن برگ و با عملکردی بیشتر و محتوای بیشتر پروتئین، نیتروژن و کلسیم به معرفی شدند[13]. ارقام چمن 'TifEagle' 'Tift 94' و 'Tifway II' پس از تابش های گاما انتخاب و معرفی شدند [14].ارقام مقاوم به بیماری *Stylosanthes guianensis* با استفاده ازاشعه گاما، در جنوب چین معرفی و توسعه پیدا کردند[15]

امروزه گزارش های متعددی از ایجاد درختان میوه با استفاده از پرتوتابی گاما در دست است که کارایی بالای این روش را در بهنژادی درختان میوه نشان می دهد. این پژوهش ها گستره زیادی دارند ولی می توان در مجموع آن ها را به بخش هایی نظیر دستیابی به سطح ویژه ای از رشد گیاه، خودسازگار نمودن، برطرف کردن عقیمی، ایجاد مقاومت به آفات و بیماری ها، و بهبود کیفیت میوه تقسیم بندی نمود.

تنظیم قدرت رشد درخت

پژوهش ها نشان داده اند که پرتوتابی گاما قدرت رشد و حالت رشد سریع درخت را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از این ابزار می توان برای ایجاد ارقامی با رشد کنترل شده استفاده نمود. در این راستا در ایالات متحده، کانادا و ایتالیا گیلاس‌های پاکوتاه حاصل از پرتو تابی تولید شده اند. با وجودی که موضوع تولید گیاهان پاکوتاه اهمیت اقتصادی زیادی دارد و ارقام مورد توجهی نظیر بینگ، لامبرت، و ون از طریق القای جهش به دست آمده اند، ولی در برخی موارد بازگشت درخت به شکل وحشی نیز گزارش شده است. با این وجود، همواره استفاده از بهنژادی با القای جهش به عنوان یک راهکار اصلی در تولید گیاهان پاکوتاه، با رشد متراکم و یا سیخک دار است. این مطلب در پژوهش های منتج به تولید ارقام هلو و شلیل مرغوب [16] و همچنین ارقام سیب پاکوتاه در انگلستان [17] به روشنی مشاهده می گردد.

خود سازگاری

اهمیت خودسازگاری برای دستیابی به محصولات برتر متحمل به شرایط آب و هوایی خاص، و مدیریت بهتر باغ (از نظر نیاز به کشت و تنظیم پراکنش ارقام گرده افشان ها) به روشنی شناخته شده است. خود ناسازگاری به طور گسترده در گونه های هسته دار مورد مطالعه قرار گرفته است، که نمونه بارز آن در درختان گیلاس مشاهده می شود [18] این موضوع حتی در سیب و گلابی نیز مشاهده و بررسی شده است. ناسازگاری با مجموعه ای از آلل‌ها درجایگاه ژنی S کنترل می شود. جهش سبب کاهش فعالیت در این جایگاه های ژنی شده و باعث خودناسازگاری گیاه می شود. ولی برخی از جهش ها نیز باعث برگشت این حالت و ایجاد خودسازگاری می شوند [19]. در گیلاس با پرتوتابی سلول مادر دانه گرده پیش از مرحله پروفاز، به جهش یافته های خودسازگار و پایداری دست یافته اند. در این گیاهان پرتوتابی صرفا منجر به کاهش فعالیت در لوکوس S شده است و در دیگر ویژگی های زراعی گیاه اثری نداشته است [19]. به این ترتیب پرتوتابی دانه گرده به عنوان یک روش کارآمد در القای خودسازگاری در بسیاری از موارد استفاده شده است، ولی این روش با مشکلاتی نظیر نیاز به تولید میوه در گیاهان حاصل که دوره نونهالی طولانی دارند و نیاز به زمان طولانی نیز روبرو است. افزون بر این، تعداد زیادی از دانهال ها نیز بایستی غربال شوند و در نهایت اینکه بین خودسازگاری و خودباروری تفاوت وجود دارد. به گونه ای که یک رقم خودسازگار شاید محصول تجاری مناسبی تولید نکند. در سبب افزایش خودباروری[20] پس از پرتوتابی چند هزار گیاه از رقم Cox در نسل دوم جهش یافته به دست آمد. خود سازگاری امکان کاشت تک رقم به ویژه در مورد ارقام تجاری با ارزش را فراهم می نماید. البته اثر متضاد جهش بر خود سازگاری در زردآلو رقم Blenheim و تبدیل آن به یک گیاه خودناسازگار

نیز گزارش شده است[21,22]. ولی گزارش شد که رقم خودناسازگار حاصل میوه ای بزرگتر داشته و نیاز به تنک کردن در آن نیز کمتر است و تا حدودی زودرس تر است.[21,22]

خود عقیمی

یکی از شایع‌ترین اثرات تیمارهای جهش زا، مشاهده درجات مختلفی از ناتوانی در تولید گرده و تخمک است. گل های عقیم، سقط گرده، سلول تخم، جنین و دانه‌ها اغلب در نتیجه کاربرد تیمارهای جهش‌زا مشاهده می شود. به طور کلی تولید گرده عقیم بیشتر از سقط تخمک مشاهده می شود ولی این دو پدیده غالبا به هم مرتبط هستند.[19,23] درجات مختلف کاهش باروری گرده و تعداد دانه کمتر در سیب های نسل دوم جهش گزارش شده است. تقریبی ساده ای از باروری تخمک را می توان با اندازه گیری تعداد دانه به دست آورد. البته باید در نظر داشت که در عمل گاهی کاهش باروری می‌تواند منجر به بهبود کیفیت میوه و کاهش سال آوری گیاه نیز شود.

مقاومت به بیماری ها

در حالی که صفت مقاومت در برابر برخی از بیماری ها پلی ژنیک است، موارد متعددی از مقاومت مونو و یا الیگوژنیک نیز شناخته شده است. این وضعیت ممکن است توسط چندین توده قارچ و تعامل پیچیده آن ها با میزبان رخ دهد. در چند مورد اثر القاء جهش بر مقاومت به بیماری اشاره شده است. به عنوان نمونه ایجاد مقاومت به سفیدک پودری سیب (*Podosphaera leucotricha*) در برخی از جهش یافته های ارقام Mclntosh [24] و Cox [25] گزارش شد. ارقام جهش یافته مقاوم در برابر *Plasoopara viticola* در انگور پس از تابش دانه‌های رقم Coutinho معرفی شدند[26]. همچنین پرتوتابی دانه گرده گونه های هسته دار، چندین دانهال و گونه مقاوم در برابر بیماری گال طوقه، آگروباکتریوم را ایجاد نموده است [27].

ایجاد میوه‌های بدون دانه

یکی از اهداف کاربرد پرتوهای تابش زا، بهنژادی درختان در راستای دستیابی به ارقامی با قابلیت تولید میوه های بدون دانه است. در مرکبات جهش یافته بی بذر افزون بر کاهش درصد زنده بودن گرده [28] می‌توان افزایش عقیمی تخمک که توسط تعداد دانه کمتر در میوه نشان داده می شود، نیز اشاره نمود.[10,12,28,29,30]لازم به ذکر است که کاهش تعداد ۱۰ دانه در میوه، ارزش اقتصادی و بازارپسندی میوه مرکبات را به صورت قابل توجهی افزایش می دهد. ولی تولید میوه های پارتنوکارپ و کاهش اندازه میوه ها می تواند کیفیت محصول را در چنین درختانی کاهش دهد. افزون بر این، دوره بهنژادی محصول در این روش به صورت فزاینده ای افزایش می یابد. در انگور رقم Perlette تابش ۲۵ گری قلمه ها سبب ایجاد گیاهانی با تخمدان و گرده عقیم شد و ولی تشکیل میوه را نیز کاهش داد[31]. هدف از این پژوهش کاهش سطح تولید میوه و سبک شدن خوشه ها به منظور کاهش نیاز به تنک میوه بود. به این ترتیب یکی از اهداف بهنژادی با کمک پرتوتابی می تواند کاهش

تولید میوه در درختان به منظور کاهش تولید میوه بیش از حد، کاهش نیاز به تنک و افزایش کیفیت میوه ها باشد. ولی از طرف دیگر کاهش بذر در میوه می تواند سبب کاهش شدید کیفیت برخی میوه ها نیز شد. به عنوان نموده در فرانسه، کاهش تشکیل بذر در سیب Golden Delicious در میوه های درختان جهش یافته سبب افت شدید کیفیت شد. بنابراین استفاده از این روش نمی تواند همواره اثرات مثبتی در پی داشته باشد و توصیه آن با احتیاط باید باشد.

جمع بندی

استفاده از پرتوهای گاما برای بهنژادی محصولات کشاورزی از سال ها پیش در جهان آغاز شده است. منابع موجود نشان می دهند که این روش ها پتانسیل بالایی برای ایجاد یک صفت مطلوب در تغییر ارقام موجود درختان میوه نشان داده اند. به این ترتیب با توجه به فراهم شدن امکانات مورد نیاز در کشور می توان استفاده از این روش ها را برای بهبود ارقام درختان میوه موجود توصیه نمود. ولی در این راستا باید مواردی نیز در نظر داشت. اول اینکه طی بررسی طولانی مدت، بایستی از تثبیت شدن صفت مورد نظر در ژنتیک گیاه مطمئن شد. زیرا امکان بازگشت برخی از صفات به حالت وحشی وجود دارد. از طرف دیگر استفاده از این تکنیک حتی اگر هدف اصلاحی را نیز تامین نماید، شاید اثر مثبتی بر عملکرد یا کیفیت محصول نداشته باشد. در این راستا به از بین رفتن بازارپسندی محصول سیب بدون دانه اشاره شد. در مجموع استفاده از این روش با توجه به نوع محصول و نیاز بهنژادی مورد نظر، می تواند در ایجاد تغییر در ارقام درختان میوه کشور مفید باشد.

منابع

1) P.E. Hanscke "Response To Selection. Methods In Fruit Breeding" (Moore, J.N., Janick, J. Eds.) Purdue University Press, West Lafayette 151.(1983).
2) C.Broertjes and A.M.Van Harten, "Applied Mutation Breeding For Vegetatively Propagated Crops" Developments In Crop Science. 12,345. (1988).
3) C.P.A. Iyer, and C. Degani "Classical Breeding And Genetics" In: The Mango Botany, Production And Uses, Litz R E, Ed., Cab International, 49-68 (1998).
4) L.Decourtye "Methodology In Induced Mutagenesis And Results". 161–174 (1970).
5) F. Roby "Doce Mutaciones En El Peral Williams Obtenidas Por Injertos De Ramitasirradiadas". Rev Invest Agropec Ser 2. 9(3): 55–64. (1972).
6) F. Roby " Mutaciones Inducida Por Irradiacion En El Peral Packham's Triumph. In: Induced Mutation And Plant Improvement" Buenos Aires, 1970. International Atomic Energy Agency, Vienna. 475–483 (1972).
7) C.N.D.Lacey "Induction and Selection Of Mutant Form Of Fruit Plants" Long Ashton Ann Rep 22–24. (1975).
8) B.S. Ahloowalia and M. Maluszynski "Induced Mutations A New Paradigm In Plant Breeding". Euphytica, 118, 167–173. (2001).
9) W.D. Branch "Variability Among Advanced Gamma Irradiation Induced Large-Seeded Mutant Breeding Lines In The 'Georgia Browne' Peanut Cultivar". Plant Breeding, 121,275–277. (2002).
10)H.Fujimaki "Tangency Of Artificial Mutation To Recombinant- Dna In Plant Breeding. Gamma Field Symposia. The Tangency Of Mutation Induction And Genetic Engineering

In Plant Breeding" July 24–25, Institute Of Radiation Breeding, Niar Maff, Ibaraki, Japan 35: 1–4. (1996).
11)T. Masuda , T. Yoshioka, K. Inoue, K. Murata, K. Kitagawa, and H. Tabira , A. Yoshida, K. Kotobuki And T. Sanada "Selection Of Mutants Resistant To Black Spot Disease By Chronic Irradiation Of Gamma-Rays In Japanese Pear 'Osanijisseiki'" J Japan Soc Hort Sci 66: 85–92 .(1997).
12)A.M. Van Harten "Mutation Breeding, Theory And Practical Applications" Cambridge Univ. Press. Isbn 0-521-47074-9. (1998).
13)G.Krishna , G. Shirshnkar and J. Nath "Non-Arrowing And Broad-Leaved Mutants In Rhodes Grass (Chloris Gayana Kunth)". Euphytica, 33, 525–528. (1984).
14)G.W. Burton "Registration Of Tifway Ii Bermudagrass". Crop Science, 25, 364. (1985).
15)Y. Liang, Z. Lai, S. Teng, Z. Huang And J. Feng "Studies On Breeding Of Stylo 907". Pratacultural Science, 15, 27–29, 34(1998).
16)K.R. Tobutt "Breeding Columnar Apple Varieties At East Mailing" Scientific Horticulture 35 ,72. (1984).
17)D.Lewis and L.K. Crowe "The Induction Of Self Fertility In Tree Fruits", J. Hort. Sci. 29, 220. (1954).
18)S.L. Mau "Isolation And Partial Characterization Of Components Of *Prunus Avium* L. Styles. Planta " 156, 505 (1982).
19)D.L. Mcintosh And K. Lapins "Differences In Susceptibility To Apple Powdery Mildew Observed In Mclntosh Clones After Exposure To Ionizing Radiation" Can. J. Plant Sci. 46, 619 (1966) .
20)K.O. Lapins "New Fruits From Summerland" B.C., 1956- 1970. Can. Dept. Agr. Publ. 1471, Summerland B.C.(1972).
21)B.Donini "Mutagenesisapplied To Improve Fruit Trees: Techniques, Methods And Evaluation Of Radiation Inducedmutations " Induced Mutations In Vegetatively Propagatedi Plants Ii. Proc. Final Res. Co-Ord Meeting, Coimlatore; India 1980, Iaea Vienna 29 (1982).
22)K.O. Lapins "'Stella1, A Self-Fruitful Sweet Cherry" Can. J. Plant Sci. 51, 252 (1971).
23)B.H. Barritt and G.W. Eaton "Eabryo Sac Development In Relation To Pollen Fertility And Seed Set In Apple Clones Produced From Cobalt-60 Irradiated Dormant Buds", Radiation Bot. 6, 589 (1966).
24)A.I. Campbell and D.Wilson "Prospects For The Development Of Disease-Resistant Temperate Fruit Plants By Mutation Induction". Induced Mutations Against Plant Diseases Iaea, Vienna 215 (1977).
25)M.P. Coutinho" Using Radiation To Obtain Vines Resistant To Plasaopara "13, 281 (1975).
26)J.E.Devay "Effects Of Thermal Neutron Irradiation On The Frequency Of Crown Gall And Bacterial Canker Resistance In Seedlings Of Prunus Rootstocks" Radiation Bot. 5, 197 (1965).
27)P. Spiegel-Roy and Vardi Aliza "Induced Mutation In : Citrus. Proc. Of The 6th International Congress Of I Sabrao" 773 (1989) .
28)L.Decourtye "Improvement Of Fruit Varieties By Mutagenesis Dsir Plant Breeding " Symposium 1986 N.Z. Agronomy Society Special Publication No. 5, 344 (1987) .
29)C.J. Hearn "Development Of Seedless Grapefruit Cultivars Through Budwood Irradiation"J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(2) 304 (1986) .

30)R.A.Hensz" 'Star Ruby' A New Deep-Red-Fleshed Grapefruit Variety With Distinct Tree Characteristics". J. Rio Grande Valley. Hort. Soc. 25, 54 (1971) .
31)H.P. Olmo "Plant Breeding Program Aided By Radiation Treatment" Calif. Agr. 14 (7), 4 (1960) .