การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในไทรย้อยใบแหลมด่างโดยใช้รังสีแกมมา

Induced Mutation of Variegated Weeping Fig (*Ficus benjamina*) Using Gamma Radiation

คำนำ

ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ปลูกต้นไม้ เพื่อลดปัญหามลภาวะทางอากาศตามสถานที่ต่างๆ เช่น บริเวณที่พักอาศัย ที่ทำงาน ถนนหนทาง และสวนสาธารณะ ทั้งยังสร้างทัศนียภาพที่สวยงาม น่าอยู่ และให้ความรื่นรมย์อีกด้วย ในจำนวนพันธุ์ไม้ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการลดปัญหามลภาวะในอากาศนี้ ไทรนับเป็นพันธุ์ไม้กลุ่มหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ประดับ และตกแต่งสถานที่ (เอื้อมพรและคณะ, 2540) จากข้อมูล Bloemenveiling Aalsmeer (2005) รายงานว่า ไทรกระถางได้รับความนิยมในตลาดประมูลไม้กระถางของประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยมีการซื้อขายผ่านตลาดประมูลอยู่ใน 3 อันดับแรก จากข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ไทรจัดอยู่ในวงศ์ Moraceae มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนโดยเฉพาะในทวีปเอเชียและเขตอบอุ่นมีมากกว่า 800 ชนิด (Beckett, 1995) จึงทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเขตร้อน งานวิจัยนี้ได้แนวความคิดจาก ภัทรมาศ (2548) ซึ่งทำการศึกษาการใช้รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพิทูเนียใบด่าง พบว่ารังสีมีผลทำให้การด่างของใบและรูปทรงใบมีการเปลี่ยนแปลงได้ลักษณะใหม่และได้พันธุ์ใหม่เกิดขึ้น จึงทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจและเกิดแนวความคิดที่จะนำไม้ประดับสกุลไทรมาศึกษาด้วยวิธีการดังกล่าว เพื่อพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ไทรให้มีลักษณะแปลกใหม่ซึ่งอาจจะเป็นที่ต้องการของตลาด โดยไม้ประดับสกุลไทรที่สนใจนำมาศึกษา คือ ไทรย้อยใบแหลมด่าง (*Ficus benjamina* “variegata”) มีลักษณะใบรูปไข่ โคนใบสอบเล็กน้อยปลายใบแหลม พื้นที่ใบสีเขียวขอบด่างและด่างเป็นปื้น ใบดกพุ่มหนาห้อยระย้าสวยงามเหมาะที่จะใช้เป็นไม้ประดับ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการรอดชีวิต การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ไทรย้อยใบแหลมด่างที่ฉายรังสีแบบเฉียบพลัน และแบบโครนิก

2. เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของต้นไทรย้อยใบแหลมด่าง เมื่อได้รับปริมาณรังสีในระดับต่างๆ กัน

การตรวจเอกสาร

ในบรรดาพันธุ์ไม้ประดับที่นิยมนำมาใช้ประดับและตกแต่งสถานที่ ไทรถือเป็นไม้ประดับชนิดหนึ่งที่รู้จักกันมานานแล้ว แต่เพิ่งเป็นที่นิยมกันมากในประเทศไทยปัจจุบัน เนื่องจากพันธุ์ไม้ในสกุลไทรมีมากมายหลายชนิดที่มีความสวยงาม ทั้งในด้านทรงต้น ลักษณะใบ สีของใบ และผล ช่วยลดปัญหามลภาวะทางอากาศ อีกทั้งมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จึงสามารถปลูกได้ทั้งภายในอาคาร (indoor plants) และภายนอกอาคาร (outdoor plants) โดยใช้ประดับอาคารสถานที่ต่างๆ เช่น สวนหย่อม ถนนหนทาง เกาะกลางถนน พันธุ์ไม้สกุลไทรนี้นอกจากจะใช้เป็นไม้ประดับแล้ว บางชนิดก็มีความสำคัญทางพระพุทธศาสนา ได้แก่ โพธิ์ *(Ficus religiosa)* และนิโครธ *(Ficus bejalensis)* บางชนิดใช้เป็นอาหาร ได้แก่ มะเดื่อหูช้าง *(Ficus auriculata)* มะเดื่อดง *(Ficus oligondon)* มะเดื่อฝรั่ง *(Ficus carica)*

พันธุ์ไม้สกุลไทรอยู่ในวงศ์ Moraceae อยู่ใน Genus Ficus ไทรมีชื่อสามัญว่า fig หรือ ficus Ficus เป็นชื่อภาษาลาติน มีความหมายว่า ต้นมะเดื่อ (fig tree) ไม้สกุล Ficus นี้ มีในเมืองไทยมานานแล้ว เช่น โพธิ์ (*Ficus religiosa*) พันธุ์ไม้พวกนี้ปลูกเป็นไม้กระถางได้หลายชนิด และใช้ปลูกเป็นไม้แคระ (bonsai หรือ miniature tree) (ปิฎฐะ, 2511)

Ficus จัดเป็นไม้สกุลใหญ่สกุลหนึ่ง มีจำนวนชนิด (species) มากมายกว่า 800 ชนิด (Beckett, 1995)

Ficus ที่พบในเขตร้อนและในเขตอบอุ่น มีถิ่นกำเนิดจาก 3 แหล่งใหญ่ คือ

1. เอเชียและออสเตรเลีย
2. ตอนกลางและตอนใต้ของอเมริกา
3. แอฟริกา

ไทรมีลำต้นหลายแบบ ทั้งแบบไม้ยืนต้น (tree) ไม้พุ่ม (shrub) ไม้เลื้อย (climber or creeper) และไม้รอเลื้อย (scandent) นอกจากนี้บางชนิดยังเป็นไม้พักพิงอยู่บนต้นไม้อื่นแบบ epiphyte ในระยะที่เป็นต้นอ่อน เมื่อเติบโตขึ้นส่วนรากจะโอบพันรอบต้นไม้ที่ขึ้นอยู่นั้นเหมือนตาข่ายจนกระทั่งต้นไม้นั้นตาย เรียกไทรพวกนี้ว่า “ไทรพัน” (strangling fig) กิ่งอ่อนของไทรบางชนิดมีลักษณะกลวง เช่น กิ่งของ *Ficus hispida* ที่ตายอดของไทรจะมีหูใบ (stipule) หุ้มอยู่ซึ่งส่วนมากจะหลุดร่วงได้ง่ายทำให้เกิดรอยแผล (scar)

เห็นได้ชัดเจน ทุกส่วนของใบจะมียางสีขาว (latex or milky sap) ใบเป็นแบบใบเดี่ยว มีการจัดเรียงใบแบบสลับ (alternate) แบบเกลียว (spiral) หรือ แบบตรงกันข้าม (opposite)ใบอาจจะหนาหรือบาง ขอบใบเรียบหรือหยักเว้าเป็นแฉกปลายเส้นแขนงของใบจะมาบรรจบกัน ใกล้ขอบใบที่โคนใบมักมีเส้นใบ 3 เส้นมาจรดกัน (Condit, 1969) ช่อดอกมีลักษณะคล้ายผลออกเดี่ยวๆ หรือเป็นคู่ที่ง่ามใบหรือเป็นกลุ่มที่กิ่งหรือลำต้น ช่อดอกของพันธุ์ไม้สกุลนี้ เรียกว่า synconium หรือ fig (Hill, 1967) ซึ่งประกอบด้วยดอกขนาดเล็กแยกเพศ คือ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่เบียดกันแน่นบนฐานรองช่อดอกที่เจริญห่อหุ้มดอกทั้งหมดไว้ภายใน และมีช่องเปิดด้านบนเรียกว่า ostiole หรือ orifice ไทรมีทั้งพวกที่เป็น monoecius plant คือ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในต้นเดียวกัน และพวกที่เป็น dioecius plant คือ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่คนละต้น ผลมีขนาดเล็กแบบ drupelet หรือเป็นแบบ achene เมล็ดมีขนาดเล็กมากยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร มีลักษณะเป็นรูปไตหรือค่อนข้างกลมสีเหลืองมีเยื่อหุ้มเมล็ดบางหรือหนา

ไทรย้อยใบแหลม (*Ficus benjamina*) อยู่ใน sub–genus Urostigma มีชื่อสามัญว่า Weeping fig เนื่องจากมีลักษณะกิ่งและใบอ่อนห้อยย้อยลงมา ซึ่งเป็นลักษณะสวยงามเหมาะที่จะใช้เป็นไม้ประดับ ชื่อสามัญอื่นๆ มีอีกหลายชื่อ เช่น Waringin, Willow Fig Tree, Benjamin, Banyan, Java Tree, Java Willow, Weeping Laurel และ Oval leaved Fig ไทรชนิดนี้เป็นที่นิยมกันว่างามที่สุดชนิดหนึ่ง ซึ่งนอกจากกิ่งและใบที่สวยงามแล้วทรงต้นยังมีลักษณะคล้ายร่ม และยังมีผลสีแดงดูงามตาอีกด้วย ไทรย้อยใบแหลมไม่ชอบอากาศหนาวเย็น การงอกของต้นในธรรมชาติจะเริ่มจากเป็น epiphyte แล้วกลายเป็น strangler คือ รัดต้นไม้ที่มันเกาะอาศัยอยู่จนตาย ปกติเจริญเป็นลำต้นเดี่ยวขึ้นไปและมีรากอากาศ มีหลายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Benjamina, Warighiana, Comosa และ Nuda นิยมปลูกในสวนสาธารณะและริมถนนต่างๆแต่มีขนาดใหญ่เกินไปสำหรับถนนแคบ เนื่องจากไทรชนิดนี้มีทรงพุ่มค่อนข้างใหญ่จึงไม่เหมาะที่จะปลูกในที่แคบๆ ปัจจุบันจึงนิยมนำไทรชนิดนี้มาปลูกเป็นไม้กระถางแทน เพื่อความสะดวกในการควบคุมการเจริญเติบโตและนำไปประดับอาคาร การขยายพันธุ์ไทรสามารถทำได้หลายวิธีในธรรมชาติไทรจะขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ส่วนการขยายพันธุ์ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในทางการค้า ได้แก่ การตัดชำและการตอน สำหรับการติดตาและต่อกิ่งอาจจะมีการใช้กันบ้างในบางกรณี เช่น ในการใช้ไทรและมะเดื่อที่มีความทนทานต่อโรคและแมลงเป็นต้นตอของมะเดื่อฝรั่ง เป็นต้น

<u>การใช้ประโยชน์ของไทรในแง่ไม้ประดับ</u>

จารุพันธ์ (2548) ได้เขียนบทความที่เกี่ยวข้องกับไทรประดับในประเทศไทยและรูปแบบการใช้ประโยชน์ในเอกสารการสอนวิชาไม้ประดับไว้ ดังนี้

สภาพป่าของประเทศไทยเรานั้นมีพันธุ์ไม้จำพวกไทรและมะเดื่อในสกุลนี้อยู่มากมายทีเดียว โดยแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ก็มีความผิดแผกแตกต่างกันไปอยู่มากในด้านการเจริญเติบโต รูปทรงของต้น ใบ และผล เช่น เรามักพบกร่าง ไทรกระเบื้อง และ โพธิ์ เป็นไม้ยืนต้นขนาดสูงใหญ่กว่า 30 เมตร ในขณะที่ไทรย้อยใบทู่หรือไทรระโยง ไทรย้อยใบแหลม โพธิ์ตัวผู้หรือไทรโพธิ์ และนิโครธ เป็นไม้ยืนต้นที่มีกิ่งก้านสาขาแผ่เป็นพุ่ม เช่น ไทรงามที่พิมายเป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัด บางครั้งพบว่ามะเดื่อ และไทรหลายชนิดมีขนาดเล็กเป็นพุ่มเตี้ยๆ เช่น ไทรหินหลายชนิด เดื่อขนหรือเดื่อหอม ไทรโพธิ์หัวกลับ เป็นต้น ในป่าทึบเราอาจพบไทรบางชนิดเป็นไม้เลื้อยคล้ายเถาวัลย์ เช่น ตีนตุ๊กแก หรือเดื่อเถาลิ้นเสือ เป็นต้น โดยมีลักษณะการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปมีทั้งไม้อิงอาศัยและไม้บนดิน (epipytes และterrestrials) เป็นได้ทั้งไม้ผลัดใบและไม้เขียวทั้งปี

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่า ไทรและพันธุ์ไม้อื่นๆ ในสกุลนี้มีรูปแบบการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปมากจึงนับเป็นข้อดีที่เราสามารถนำไปใช้ปลูกเป็นไม้ประดับได้หลายแบบ เช่น

1. ปลูกเป็นไม้ประดับในกระถาง เพื่อยกไปประดับทั้งใน และนอกอาคารเพิ่มความสดชื่นสวยงามแก่สถานที่โดยเฉพาะในห้องปรับอากาศนั้น สามารถใช้ไทรหลายชนิดเข้าไปประดับได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากมีความทนทานกว่าไม้ประดับอื่นๆ หลายชนิด อีกทั้งมีทรงต้น รูปใบสวยงามผิวใบเป็นเงามันสีเขียวสดใส

2. ปลูกเป็นไม้แคระหรือที่เรียกทั่วๆไปว่า “ บอนไซ ” ได้ดีเป็นพิเศษ เป็นที่นิยมกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีไทรหลายชนิดที่มีใบเล็กเขียวสดเป็นมัน ลำต้นเป็นปุ่มเหนียว ดัดให้บิดงอได้ง่าย มีรากย้อยลงมาจากกิ่งหรือลำต้นเพิ่มความสมถะเคร่งขรึมทนทาน มีอายุยืนนานเป็นร้อยๆ ปี ตัวอย่างเช่น ไทรจีนใบ-กลม ไทรจีนใบแหลม ไกร ไทรแปร ไทรย้อยใบทู่ ไทรย้อยใบแหลม โพธิ์ตัวผู้ เป็นต้น

3. ปลูกเป็นไม้ในภาชนะแขวนซึ่งอาจใช้เป็นกระเช้ากระถางดินเผาก็ได้ ทั้งนี้เพราะไทรหลายชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพของไม้อากาศ วัสดุปลูกอาจใช้ออสมันดา กระเช้าสีดา หรือเปลือกไม้เป็นต้น ตัวอย่าง เช่น ไทรใบโพธิ์หัวกลับ (*F. deltoidea*) ไทรหิน (*F. ischhopoda*) เดื่อเถา หรือตีนตุ๊กแก (*F. pumila*)

4. ปลูกเป็นไม้เลื้อยเกาะกำแพงหรือไต่ตามหลัก เพื่อเพิ่มสีสันและลวดลายประดับให้แก่สถานที่ เช่น เดื่อเถาหรือตีนตุ๊กแก (*F . pumila*) ไทรเลื้อย (*F. Pubescens*) ไทรเลื้อยต่างๆ (*F. radicans var. variegata*)

5. ปลูกเป็นไม้ยืนต้นให้ร่มเงาและประดับสถานที่ เช่น ในสวนสาธารณะ ริมถนนหลวง ลานวัด หน้าโรงเรียน

6. ปลูกเป็นกำแพงบังลม เพื่อลดความเร็วลม (wind break) ลดความเสียหายของสวนผลไม้ และอาคารบ้านเรือน

7. ปลูกเป็นรั้วเตี้ยๆ (hedge) ตัดแต่งควบคุมความสูงได้ ช่วยในด้านการจราจรป้องกันแสงไฟรถยนต์ในฝั่งตรงข้ามถนน เป็นต้น

8. ต้นไทรหลายชนิดมีใบเล็กจำพวกใบมากไม่ทิ้งใบ ดังนั้นจึงเหมาะที่จะปลูกเพื่อกรองอากาศที่เต็มไปด้วยมลพิษ เช่น ฝุ่นละออง เขม่าคาร์บอน และก๊าซพิษต่างๆ จากไอเสียรถยนต์ เป็นต้น

การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสี

1. ความหมายและสาเหตุของการกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์ คือ การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของเซลล์ เกิดขึ้นกับโมเลกุลของ DNA และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ โดยผ่านการแบ่งเซลล์ (สิรินุช, 2546) ซึ่งไม่ใช่ปรากฏการณ์ตามปกติของกระบวนการแยกจากกัน (segregation) หรือการรวมตัวกันใหม่ (recombinant) ของยีน (Harten, 1998) สาเหตุการกลายพันธุ์เกิดได้ 2 วิธี คือ 1. เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) ซึ่งเกิดขึ้นในอัตราค่อนข้างต่ำ และ 2. เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้น (induced mutation) โดยสิ่งก่อกลายพันธุ์ (mutagen) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สิ่งก่อกลายพันธุ์ทางกายภาพ (physical mutagen) เช่น รังสีแกมมา รังสีอัลตราไวโอเลต และอนุภาคนิวตรอน โดยจะก่อให้เกิดการแตกหักของโครโมโซม (Sigurbjornsson, 1983) และสิ่งก่อกลายพันธุ์ทางเคมี (chemical mutagen) ซึ่งแบ่งตามปฏิกิริยาที่เข้าทำอันตรายต่อ DNA ได้เป็น 7 ชนิดใหญ่ๆ และยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่ไม่สามารถจัดเข้าไว้ในหมวดหมู่ใดๆ ได้ เช่น

Ethylmethansulphonate (EMS), Aflatoxin B1, Actinomycin D, 5-Bromouracil (5-Bu), Nitrous acid (HNO_2) และ Caffeine (สิรนุช, 2536)

2. <u>ความหมายและประเภทของรังสี</u>

รังสี (radiation) เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด เคลื่อนผ่านตัวกลาง พลังงานที่ปลดปล่อยออกไปอาจอยู่ในรูปของคลื่นหรือลำของอนุภาคเล็กๆ ก็ได้ ประเภทของรังสี สามารถจำแนกได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับว่าจะพิจารณาจากลักษณะใด เช่น พิจารณาจากการแตกตัวเป็นไอออน (ionization) ของตัวกลางใดๆ เมื่อรังสีผ่านไป ก็สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1. รังสีไม่ก่อไอออน (non-ionization radiation) หมายถึง รังสีที่มีพลังงานต่ำ เมื่อผ่านเข้าไปในตัวกลางใดๆ จะไม่สามารถทำให้ตัวกลางนั้นแตกตัวเป็นไอออน ตัวอย่างรังสีประเภทนี้ ได้แก่ อัลตราไวโอเลต (ultraviolet, UV) อินฟราเรด (infrared) และแสงสว่าง (visible lingnt) และ 2. รังสีก่อไอออน (ionization radiation) หมายถึง รังสีที่มีพลังงานสูง เมื่อรังสีชนิดนี้ผ่านตัวกลางใดๆ จะทำให้อะตอมของตัวกลางนั้นแตกตัวเป็นไอออน ตัวอย่างรังสีประเภทนี้ ได้แก่ รังสีเอกซ์ (X-rays) รังสีแกมมา (gamma rays) อนุภาคแอลฟา (alpha particle) อนุภาคบีตา (beta particle) ไอออนบีม (beta particle) หรืออาจจะจำแนกตามสมบัติทางฟิสิกส์ก็ได้ ก็สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทเช่นเดียวกัน คือ 1. รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) เป็นรังสีประเภทคลื่น ตัวอย่างรังสีประเภทนี้ ได้แก่ รังสีเอกซ์ (X-rays) รังสีแกมมา (gamma rays) รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet, UV) และ 2. รังสีอนุภาค (particulate radiation) เป็นรังสีที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก ตัวอย่างรังสีประเภทนี้ ได้แก่ อนุภาคแอลฟา (alpha) บีตา (beta) โปรตอน (proton) นิวตรอน (neutron) ไอออนบีม (beta particle) (อรุณี, 2549)

3. <u>รังสีที่นิยมใช้ในการเหนี่ยวนำให้พืชกลายพันธุ์</u>

รังสีที่นำมาใช้ในการเหนี่ยวนำให้กลายพันธุ์ในพืชเป็นรังสีประเภท ionization radiation ที่นิยมใช้กันมาก คือ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา และรังสีนิวตรอน เนื่องจากมีคุณสมบัติเบื้องต้นในการทำให้เกิด ionization แก่อะตอมหรือโมเลกุลที่ได้รับรังสี (สิรนุช, 2540 ; Nilan et al., 1965) สามารถก่อให้เกิดปฏิกิริยาในเซลล์และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมได้ (อรรถ, 2505) รังสีแกมมาได้รับความนิยมในการนำมาใช้เพื่อการกลายพันธุ์ในพืชมากกว่ารังสีเอกซ์และรังสีนิวตรอน เนื่องจากรังสีแกมมามีความยาวคลื่นต่ำกว่ารังสีเอกซ์จึงมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูงกว่า (Wood, 1983) และการฉายรังสีนิวตรอนค่อนข้างยุ่งยาก จึงทำให้ไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่ากับรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา ส่วน

รังสีไอออนบีมได้เริ่มมีการนำมาใช้เหนี่ยวนำให้กลายพันธุ์ได้เมื่อไม่นานมานี้เอง เนื่องจากสามารถถ่ายเทพลังงานให้กับเนื้อเยื่อตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งได้ดี แต่ก็มีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ เพราะสามารถนำมาใช้ได้เฉพาะกับส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อบางๆ เท่านั้น (อรุณี, 2549)

รังสีแกมมาเป็นรังสีชนิดแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่ง Villard เป็นผู้ค้นพบในปี ค.ศ. 1898 รังสีแกมมาเกิดจากการสลายตัวของราดิโอนิวไคลด์ ในปฏิกิริยาการสลายตัวนิวเคลียสของราดิโอนิวไคลด์ ซึ่งมีสภาพไม่เสถียรพยายามปรับตัวเข้าสู่สภาพเสถียร โดยการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของรังสีแอลฟาหรือรังสีบีตา และติดตามมาด้วยการสลายตัวให้รังสีแกมมา ราดิโอนิวไคลด์ที่นิยมใช้เพื่อให้รังสีแกมมา คือ โคบอลต์-60 (^{60}Co) และซีเซียม-137 (^{137}Cs) และเนื่องจากรังสีแกมมามีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง และมีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงจึงเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แต่รังสีแกมมาก็มีประโยชน์อย่างมากในวงการแพทย์ โดยได้มีการนำรังสีแกมมาฆ่าเซลล์เนื้อร้าย เช่น มะเร็ง ในวงการเกษตรได้มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชมากกว่ารังสีชนิดอื่น

การฉายรังสีให้กับพืชหรือชิ้นส่วนพืช ทำได้ 2 วิธี (อรุณี, 2549) คือ

1. การฉายรังสีแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) คือ เป็นการให้อัตรา (dose rate) และปริมาณ (total dose) ในปริมาณที่สูง และให้ให้เสร็จสิ้นในระยะเวลาอันสั้น เพื่อไม่ให้พืชหรือชิ้นส่วนของพืชมีโอกาสซ่อมแซมความเสียหายในช่วงที่ได้รับรังสี ทำให้อัตราการกลายพันธุ์ค่อนข้างสูง ส่วนของพืชที่ฉายด้วยวิธีนี้มักเป็นเมล็ด ท่อนพันธุ์ หรือเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง

2. การฉายรังสีแบบโครนิก (chronic irradiation) คือ เป็นการให้อัตรา (dose rate) และปริมาณ (total dose) ในปริมาณที่ต่ำ แต่ให้ให้ตัวอย่างพืชได้รับรังสีเป็นระยะเวลานานๆ ทั้งนี้เพื่อให้พืชได้รับรังสีตลอดระยะเวลาในการเจริญเติบโต หรือเลือกให้เฉพาะช่างใดช่วงหนึ่งของการเติบโตก็ได้ ส่วนของพืชที่ฉายด้วยวิธีนี้มักเป็นต้นพืชทั้งต้นหรือส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต (สิรนุช, 2540)

ผลที่เกิดขึ้นกับเซลล์ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากรังสี

ความผิดปกติต่างๆที่เกิดขึ้นภายในเซลล์เมื่อได้รับรังสีจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์ เช่น อาจมีผลต่อเยื้อหุ้มต่างๆ ภายในเซลล์ กระบวนการเมแทบอลิซึม กระบวนการสังเคราะห์ภายในเซลล์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการแบ่งตัวภายในเซลล์ด้วย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รังสีที่ได้รับ อัตรารังสี ชนิดของเซลล์ เป็นต้น (อรุณี, 2541) ผลของรังสีในระดับ

เซลล์ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ผลต่อการแบ่งตัวของเซลล์ และผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ (สิรนุช, 2527)

1. <u>ผลต่อการแบ่งตัวของเซลล์</u>

การที่เซลล์ได้รับรังสีปริมาณน้อยๆ จะทำให้เซลล์เกิดความล่าช้าในการแบ่งตัวของเซลล์ โดยรังสีไปทำให้มีการลดจำนวนเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวลง เรียกว่า ไมโตติกดีเลย์ (mitotic delay) ซึ่งจะเป็นอยู่ในช่วงหนึ่งภายหลังเซลล์ได้รับรังสี หลังจากนั้นเซลล์จะเริ่มกิจกรรมมีการแบ่งตัวใหม่ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์โดยการแบ่งตัวแบบไมโตซิสขึ้น เรียกว่า ไมโตติคโอเวอร์ชูต (mitotic overshoot)

ความล่าช้าในการแบ่งตัวของเซลล์มีสาเหตุหลายประการ เช่น สารเคมีที่เกี่ยวข้องในการแบ่งเซลล์ถูกกระทบกระเทือน โดยรังสีอาจไปทำให้กระบวนการสร้างโปรตีนหยุดชะงักไม่มีการสร้างโปรตีนขึ้นมาใช้ในการแบ่งเซลล์ กระบวนการเข้ามารวมกลุ่มกันของโครโมโซ (chromosome assembly) ล่าช้าลงหรือเพิ่มความเหนียว (stickiness) ให้กับโครโมโซม ทำให้โครโมโซมมีความยากลำบากในการแยกจากกันเพื่อไปสู่เซลล์ที่เกิดใหม่ (daughter cells) อย่างไรก็ตาม ความล่าช้าของเซลล์ในการเข้าสู่ไมโตซิสขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่เซลล์ได้รับ และระยะของเซลล์ในขณะได้รับรังสีบางระยะ (stage of cell cycle) จะไวต่อรังสีมากกว่าระยะอื่นๆ อย่างใด อย่างหนึ่ง

การใช้รังสีในปริมาณสูงทำให้เซลล์หยุดชะงักการแบ่งตัวอย่างถาวร และไม่มีการฟื้นคืน กลับมาทำหน้าที่ได้อย่างเดิม ในที่สุดเซลล์จะตาย ส่วนเซลล์อื่นที่ไม่ตายอาจแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเข้ามาแทนที่เซลล์ที่ตายได้ ในบางกรณีพบว่าเซลล์ที่ผ่านการฉายรังสีสามารถแบ่งตัวตามปกติได้หลายครั้งหลังจากนั้นเซลล์จึงจะตาย

2. <u>ผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์</u>

การที่รังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์น่าจะเป็นผลต่อเนื่องจากการที่รังสีทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มต่างๆ ภายในเซลล์และเอนไซม์ ตัวอย่าง เช่น รังสีทำอันตรายกับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหายใจ อันเป็นผลเนื่องมาจากรังสีทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มไมโทคอน-เดรีย ซึ่งมีเอนไซม์เกาะติดอยู่ทำให้เอนไซม์ได้รับความกระทบกระเทือนด้วยการควบคุมการเข้าออกของสารผ่านเซลล์โดยวิธีแอกทีพทรานสปอร์ตเป็นไปอย่างยากลำบาก เช่น เมื่อเซลล์รากพืชได้รับรังสีเซลล์รากพืชจะดูดซึมไอออนได้น้อยลง