

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาผลของการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย Study on Effect of Radiation on Flowering and Ornamental Plants in Thailand

คณะผู้วิจัย

รศ. สุมาลี เหลืองสกุล

นายพนม สุทธิศักดิ์โสภณ

นางสาววสินี ไชว์พันธุ์

หัวหน้าโครงการ

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้
ทางพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

พ.ศ. 2550

S 326212

บทคัดย่อ

ผลการรวบรวมผลงานวิจัยทางด้านผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2510-2550 ทั้งงานวิจัยที่มีการลงพิมพ์ในรูปของวารสารทางวิชาการ รายงานการวิจัยประจำปี สิ่งพิมพ์ทางวิชาการต่าง ๆ รวมทั้งผลงานวิจัยที่ลงพิมพ์ในรูปวิทยานิพนธ์และปัญหาพิเศษ เพื่อรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้รังสี และผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับ พบว่าในประเทศไทยมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับแล้ว จำนวน 27 วงศ์ 50 สกุล มากกว่า 64 ชนิดพืช โดยส่วนใหญ่เป็นไม้ดอกไม้ประดับ จำนวน 18 วงศ์ 37 สกุล มากกว่า 44 ชนิด เป็นไม้ประดับ จำนวน 6 วงศ์ 8 สกุล มากกว่า 10 ชนิด และเป็นพรรณไม้ประดับ จำนวน 3 วงศ์ 5 สกุล มากกว่า 10 ชนิด หน่วยงานที่ทำการศึกษามากที่สุด คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 79 รังสีที่มีการนำมาใช้ศึกษามากที่สุดคือ รังสีแกมมา โดยใช้วิธีการฉายแบบเฉียบพลันร่วมกับชิ้นส่วนที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ โดยผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับนั้นสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้ คือ ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ผลต่อลักษณะทางสัณฐานและสรีระของพืช ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีดอกและใบ ผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช ผลต่อการงอกและอัตราการรอดของเมล็ด ผลต่อระบบการสืบพันธุ์ ผลต่อวัฏจักรชีวิต และผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจุบันพบว่า ประเทศไทยประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับโดยใช้รังสีแล้ว 3 พืช คือ พุทธรักษา (*Canna generalis*) แพร่เชียงใหม่ (*Portulaca grandiflora*) และเบญจมาศ (*Chrysanthemum morifolium*) จำนวน 22, 10 และ 6 พันธุ์ ตามลำดับ และพรรณไม้ประดับอีกหลายชนิด ได้แก่ อนุเบียส 'นาเนา' (*Anubias nana*) อนุเบียส 'คอนเจนซิส' (*Anubias congensis*) อนุเบียส 'บาร์เทอร์' (*Anubias barteri*) อนุเบียส 'มินิมา' (*Anubias minima*) โลบีเลีย (*Lobelia cardinalis*) และอโกลนีมา (*Aglonema simplex*) เป็นต้น

Abstract

The research papers that concerned the effect of radiation on flowering and ornamental plants in Thailand during 1967-2007 in format of journal, annual reports, printed academic matters, thesis and special problems were compiled. The purpose of this study was to collect both usage and effect acknowledge of radiation. It was found that studied on effects of radiation on flowering and ornamental plants in Thailand have been recorded for 27 families 50 genera and more than 64 species. Mostly studied on flowering plants were 18 families 37 genera more than 44 species, ornamental plants 6 families 8 genera more than 10 species and aquatic plants 3 families 5 genera more than 10 species. The Kasetsart University has reported seventy-nine percents of the research papers. Most reports have shown that the major ray is gamma ray by acute radiation, which through *in vitro* culture. Effects of radiation on flowering and ornamental plants could be provided into 8 groups; chromosome changes, morphological and physiological changes, flower and leaf colors changes, plant growth and development, seed germination and survival rate, reproductive systems, life cycle and postharvest physiology. In Thailand, ornamental plants were *Canna generalis*, *Portulaca grandiflora* and *Chrysanthemum morifolium*, which have been successful improved by radiation 22, 10 and 6 cultivars, respectively. In addition, many aquatic plants have been improved by the same method such as *Anubias nana*, *Anubias congensis*, *Anubias barteri*, *Anubias minima*, *Lobelia cardinalis* and *Aglonema simplex* etc.

ประกาศคุณูปการ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้ทางพฤกษศาสตร์ (บก.4) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ บุคลากร และเจ้าหน้าที่ ในหน่วยงานต่าง ๆ อาทิเช่น สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ และสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ความเอื้อเฟื้อและความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับทำการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าของผลงานวิจัย หนังสือ ตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้สร้างองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่นำมาใช้อ้างอิงในรายงานการวิจัยเล่มนี้



สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
บัญชีตาราง	(2)
บัญชีภาพประกอบ	(3)
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย	2
ขอบเขตของการศึกษาวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
รูปแบบการวิจัย	18
สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	18
วิธีการวิจัยและเก็บข้อมูล	18
วิธีการดำเนินการ	19
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	20
ไม้ดอกไม้ประดับ รวมทั้งพรรณไม้หน้าประดับ ที่มีรายงานการใช้รังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย	20
การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2510-2550	25
ไม้ดอกไม้ประดับและพรรณไม้หน้าประดับพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการชักนำให้กลายพันธุ์โดยใช้รังสี	51
ข้อดี-ข้อเสียของการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ และพรรณไม้หน้าประดับ	59
บทที่ 5 สรุป วิจาร์ณ และข้อเสนอแนะ	60
บทที่ 6 บรรณานุกรม	69

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รายชื่อไม้ดอก (Flowering plants) ที่มีการศึกษาถึงผลของการฉายรังสีในประเทศไทย	20
2 รายชื่อไม้ประดับ (Ornamental plants) ที่มีการศึกษาถึงผลของการฉายรังสีในประเทศไทย	23
3 รายชื่อพรรณไม้น้ำประดับ (Aquatic plants) ที่มีการศึกษาถึงผลของการฉายรังสีในประเทศไทย	24
4 ผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย จากรายงานการศึกษาวิจัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510-2550	29
5 ข้อดี-ข้อเสียของการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ และพรรณไม้น้ำประดับ	59

บัญชีภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	หน่วยงานที่ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2510-2550	25
2	ชิ้นส่วนของไม้ดอกไม้ประดับที่นำมาฉายรังสี	26
3	รังสีที่ใช้ในการศึกษาถึงผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย	26
4	วิธีการฉายรังสีที่ใช้ในการศึกษาถึงผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย	27
5	พุทธรักษาสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการฉายรังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ และศูนย์บริการฉายรังสีแกมมา และวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	52
6	แพรงเชียงไต้พันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการฉายรังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ผลงานการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	55
7	เบญจมาศสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้มาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์	56
8	พรรณไม้น้ำจืดที่ได้จากการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมา ที่นำมาแสดงในงานวันประมงน้อมเกล้า ครั้งที่ 18 วันที่ 24-27 มิถุนายน 2549 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพคเมืองทองธานี	58

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

รังสี เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถผ่านจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ โดยขณะที่ผ่านวัตถุ จะมีการถ่ายเทพลังงานให้กับวัตถุที่อยู่ตามทางผ่านทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ในชีวิตประจำวันของเราต้องเกี่ยวข้องกับรังสีต่าง ๆ มากมายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น แสงสว่าง คลื่นวิทยุ รังสีอัลตราไวโอเล็ต คลื่นกระแสไฟฟ้า รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีนิวตรอน เป็นต้น ซึ่งรังสีเหล่านี้มีทั้งคุณและโทษ โดยเฉพาะรังสีที่มีความสามารถในการทะลุทะลวงได้สูง เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา ฯลฯ จะต้องมีการป้องกันอันตรายจากรังสีโดยใช้วัตถุที่มีความหนาแน่นสูง เช่น คอนกรีต หรือแผ่นตะกั่วหนา ๆ ดังนั้นเราควรต้องรู้จักรังสีชนิดต่าง ๆ รวมทั้งวิธีป้องกันอันตรายจากรังสี ซึ่งผู้ที่ทำงานด้านรังสีจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้รังสีอย่างเคร่งครัด ปัจจุบันมีการนำรังสีมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ทั้งในทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และทางการเกษตร เป็นต้น

การใช้ประโยชน์จากรังสีในด้านการเกษตรนั้น ส่วนใหญ่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช เนื่องจากรังสีสามารถเหนี่ยวนำให้พืชเกิดการกลายพันธุ์ได้ โดยพันธุ์พืชที่ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้รังสี และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เช่น ข้าวพันธุ์ กข 6, กข 10, และ กข 15 เป็นข้าวที่ได้รับการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์จากข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 ส่วนในไม้ดอกไม้ประดับ พบว่ามีการใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด และประสบความสำเร็จได้พันธุ์ใหม่ออกมาหลายพันธุ์ เช่น พุทธรักษา พันธุ์ส้มสิรินุช นภาวรรณ เหลืองอรุณี พิมพ์รังสี วันวิสา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ อีกมากมาย เช่น แพร่เชียงใหม่ ชิงแดง ปทุมมา เบญจมาศ เป็นต้น

ปัจจุบันการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับได้รับความสนใจมากขึ้น ทั้งในระดับนักวิจัยไปจนถึงเกษตรกร โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาถึงผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับ และการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ ๆ ซึ่งนักวิจัยและเกษตรกรสามารถนำพืชของตน มาเข้ารับการฉายรังสีได้ที่หน่วยบริการฉายรังสี ได้แก่ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรับบริการ

ในประเทศไทย การศึกษาถึงผลของการฉายรังสีกับไม้ดอกไม้ประดับนั้น มีรายงานอยู่มากพอสมควรในไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลเหล่านี้ยังอยู่ในวงที่จำกัด ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกเผยแพร่โดยนักวิชาการ และนักวิจัยที่ทำงานเกี่ยวข้องกับรังสีเท่านั้น ทำให้องค์ความรู้ทางด้านนี้ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อให้ความรู้ทางด้านวิชาการเกี่ยวกับผลของการฉายรังสีกับไม้ดอกไม้

ระดับของประเทศไทยแพร่หลายมากยิ่งขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องทำการรวบรวมและสังเคราะห์ออกมาเป็นองค์ความรู้โดยเร็ว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ รวมถึงการจัดทำเป็นฐานข้อมูลเผยแพร่ให้แก่ชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้รังสี และผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย สำหรับใช้เป็นแนวทางในการศึกษา วิจัย และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากรังสีกับไม้ดอกไม้ประดับต่อไปในอนาคต และนำองค์ความรู้ที่ได้เผยแพร่แก่ชุมชนต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

ทำการตรวจเอกสารที่เกี่ยวกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ เฉพาะที่มีการศึกษาวิจัยและมีรายงานทางวิชาการภายในประเทศไทย โดยมีการลงพิมพ์ในรูปแบบของวารสารทางวิชาการ รายงานการวิจัยประจำปี วิทยานิพนธ์ ปัญหาพิเศษ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้รังสี และผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับของประเทศไทย โดยรวบรวมไว้ ณ ห้องสมุดศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้ทางพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
2. บุคลากร นิสิต นักศึกษา และนักเรียน ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและสถาบันการศึกษาอื่น ๆ รวมถึงเกษตรกร โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ผลิตไม้ดอกไม้ประดับในจังหวัดนครนายก มีแหล่งค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ
3. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ ต่อไป
4. สามารถนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รังสี

รังสี คือ พลังงานที่แผ่ออกมาจากต้นกำเนิด โดยอาจแผ่ออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ แสงสว่าง รังสีเอกซ์ และรังสีคอสมิก เป็นต้น หรือแผ่ออกมาในลักษณะของอนุภาคที่มีความเร็วสูง เช่น แอลฟา และบีตา เป็นต้น (โครงการจัดการกากกัมมันตรังสี, 2547) ซึ่งรังสีมีความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้มากน้อยแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดและความแรงของรังสีนั้นๆ ในขณะที่ผ่านวัตถุจะมีการถ่ายเทพลังงานให้กับวัตถุที่อยู่ตามทางผ่านทำให้วัตถุอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

รังสีไม่มีสี ไม่มีเสียง ไม่มีกลิ่น ดังนั้นในขณะที่ได้รับรังสีจะไม่สามารถรับรู้ได้ว่ารับรังสี แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปสิ่งมีชีวิตที่ได้รับรังสีจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ

รังสี อาจจำแนกดังกล่าวดังตามคุณสมบัติทางกายภาพได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- รังสีที่ไม่ก่อไอออน (non-ionizing radiation) ได้แก่ รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ความร้อน แสง เสียง คลื่นวิทยุ อัลตราไวโอเลต และไมโครเวฟ

- รังสีที่ก่อให้เกิดไอออน (ionizing radiation) ได้แก่ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีแอลฟา รังสีเบตาและรังสีนิวตรอน รังสีในกลุ่มนี้มีผู้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “รังสีปรมาณู (atomic radiation)” (อรุณี, 2546; Casarett, 1968)

รังสีนิวเคลียร์

รังสีนิวเคลียร์ คือ รังสีที่มีแหล่งกำเนิดจากนิวเคลียสของอะตอม เกิดขึ้นเนื่องจากมีนิวเคลียสที่ไม่เสถียร (Unstable) จึงต้องปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของรังสีนิวเคลียร์ โดยรังสีนิวเคลียร์นี้ นักปรับปรุงพันธุ์นิยมนำมาใช้ศึกษาการกลายพันธุ์ หรือการเปลี่ยนแปลงของยีน (gene) (อรุณี, 2530ก) โดยรังสีนิวเคลียร์ มี 4 ชนิด คือ

รังสีแอลฟา หมายถึง กระแสของอนุภาคแอลฟาที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสใด ๆ มีอำนาจก่อให้เกิดการแตกตัวได้ดี แต่มีความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุน้อยมาก อนุภาคแอลฟา 1 อนุภาค คือ นิวเคลียสของธาตุฮีเลียม ซึ่งประกอบด้วยโปรตอน 2 อนุภาค และนิวตรอน 2 อนุภาค และมีประจุไฟฟ้า +2 หน่วย

รังสีเบตา หมายถึง กระแสของอนุภาคอิเล็กตรอนที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียสใด ๆ มีอำนาจก่อให้เกิดการแตกตัวน้อยกว่ารังสีแอลฟา แต่สามารถทะลุทะลวงได้ดีกว่า ตามปกติในนิวเคลียสไม่มีอิเล็กตรอน จะเกิดเป็นอนุภาคโปรตรอน และอิเล็กตรอน ซึ่งอิเล็กตรอนนี้เองที่เรียกว่า อนุภาคบีตา

รังสีแกมมา เป็นคลื่นแม่เหล็กที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก มีจุดกำเนิดจากนิวเคลียส มีอำนาจทำให้เกิดการแตกตัวน้อยมาก แต่มีความสามารถทะลุทะลวงสูง

รังสีนิวตรอน เกิดขึ้นในเครื่องเร่งอนุภาคนิวตรอน หรือในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู โดยในเครื่องดังกล่าวจะผลิตอนุภาคนิวตรอนได้อย่างมากมาย และนิวตรอนที่เกิดเหล่านั้นมีปริมาณมาก และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมากด้วย

นอกจากรังสีนิวเคลียร์ ทั้ง 4 ชนิดแล้ว ยังมีรังสีอีก 2 ชนิด ที่มีใช้รังสีนิวเคลียร์ แต่ก็เป็นที่ยอมรับนำมาใช้เป็นการก่อการกลายพันธุ์ คือ รังสีเอกซ์ และรังสีอัลตราไวโอเล็ต (อรุณี, 2530ข)

รังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวสั้นมากเช่นกัน มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับรังสีแกมมา แต่ไม่ได้มาจากนิวเคลียส แต่มีจุดกำเนิดจากชั้นของอิเล็กตรอนของอะตอมใด ๆ เช่น เกิดจากการยิงอิเล็กตรอนที่มีความเร็วสูงไปถูกเป้าที่ทำด้วยโลหะดังเช่นที่เกิดในเครื่องเอกซเรย์ เป็นต้น

รังสีอัลตราไวโอเล็ต เกิดจากดวงอาทิตย์ หรือทำเทียมได้จากหลอดไฟ low-pressure 8-W Hg aro lamp โดยรังสีนี้มีอำนาจการทะลุทะลวงต่ำ จึงมักฉายให้แก่สเปิร์มหรือละอองเรณู เป็นส่วนใหญ่ ในงานวิจัยทางชีววิทยา พบว่าแสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ความยาวคลื่น อยู่ระหว่าง 2500-2900 นาโนเมตร จะมีประสิทธิภาพสูงสุด (อรุณี, 2530ข)

หน่วยวัดรังสี

หน่วยวัดรังสีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยเฉพาะรังสีที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ จะมีหน่วยเป็น แรด และ เกรย์ ซึ่งทั้งแรด และ เกรย์ เป็นหน่วยสำหรับการวัดการดูดกลืนพลังงานจากรังสีโดยวัตถุตัวกลาง เมื่อรังสีจากต้นกำเนิดรังสีผ่านตัวกลาง รังสีบางส่วนจะถูกวัตถุตัวกลางดูดกลืนไว้ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นกับชนิดของวัตถุและชนิดของรังสี ส่วนที่เหลือจะทะลุทะลวงผ่านตัวกลางออกไป (อรุณี, 2546)

1 แรด (radiation absorbed dose; rad) หมายถึง ปริมาณรังสีที่วัตถุตัวกลางที่ได้รับรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา ดูดกลืนพลังงานจากรังสีไว้ 100 เอิร์ก ต่อมวล 1 กรัม ของวัตถุนั้น

ปัจจุบันนิยมใช้หน่วย เกรย์ (gray; Gy) บอกปริมาณรังสีที่วัตถุตัวกลางที่ได้รับ

โดย 100 แรด = 1 เกรย์

ถ้าปริมาณสูงขึ้นไปใช้หน่วยที่ใหญ่ขึ้น คือเป็นกิโลแรด หรือกิโลเกรย์

โดย 1000 แรด = 1 กิโลแรด

1000 เกรย์ = 1 กิโลเกรย์

ประโยชน์ของรังสี (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2549ค)

1. ประโยชน์ด้านการวิจัย ได้แก่ เป็นศูนย์กลางฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี วิเคราะห์วิจัย และพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น
2. ประโยชน์ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ได้แก่ ใช้ตรวจ วินิจฉัย และรักษาโรคต่าง ๆ เช่น คอพอก เนื้องอก มะเร็ง เป็นต้น
3. ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการตรวจสอบหาร่องรอยบกพร่อง เช่น รอยแตก ร้าว วัดความหนาแน่น หรือความบางของวัตถุ ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในอุตสาหกรรมเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น
4. ประโยชน์ด้านการเกษตร ใช้ในการถนอมอาหาร การยืดอายุการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่าง ๆ ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น
5. ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น ด้านโบราณคดี มีการใช้รังสีเพื่อเปรียบเทียบวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของธาตุองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาสร้างปราสาทโบราณ ทำให้สามารถระบุแหล่งที่มา เพื่อประโยชน์ในการสืบค้นทางโบราณคดีต่อไป

การกลายพันธุ์ของพืช

การกลายพันธุ์ คือ การเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมของเซลล์ เกิดขึ้นกับโมเลกุลของ DNA และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ โดยผ่านการแบ่งเซลล์ (เศรษฐจักร, 2536; ฟิรนูช, 2546) ซึ่งไม่ใช่ปรากฏการณ์ตามปกติของกระบวนการแยกจากกัน (segregation) หรือการรวมตัวกันใหม่ (recombination) ของยีน (Broertjes, C. and A.M. van Harten, 1978) การกลายทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะบางอย่างแตกต่างไปจากบรรพบุรุษซึ่งลักษณะที่เปลี่ยนไปมีทั้งที่ดีหรือไม่ดี (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2549ข)

โดยปกติพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือกลายพันธุ์อยู่บ้างตามธรรมชาติ แต่อัตราการเกิดการกลายพันธุ์ค่อนข้างต่ำ เรียกว่า “การกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ” แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ให้สูงขึ้น โดยการเหนี่ยวนำด้วยสิ่งที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ เช่น รังสีหรือสารเคมี เรียกว่า “การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์” ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์จะไม่แตกต่างจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ แต่การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์จะเป็นการเพิ่มโอกาสหรือความถี่ให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเป็นการสร้างความหลากหลายของการกลายพันธุ์ คือ มีโอกาสเกิดลักษณะกลายหลายรูปแบบขึ้น (อรุณี, 2546)

รังสีทำให้เกิดการกลาย (mutation) ซึ่งเป็นอิทธิพลของรังสีทั้งทางตรงและทางอ้อมทำให้เกิดการกลายได้ 2 ระดับ คือ การกลายระดับยีน (gene mutation) และการกลายระดับโครโมโซม (chromosome mutation)

- การกลายระดับยีน (gene mutation) เป็นการกลายที่เกิดขึ้นกับยีน ซึ่งอาจเพียงหนึ่งนิวคลีโอไทด์ แล้วทำให้ลักษณะฟีโนไทป์เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเพิ่มหรือการขาดหายไปของเบส

- การกลายระดับโครโมโซม (chromosome mutation) เป็นการกลายที่เกิดขึ้นกับรูปร่างจำนวน และขนาดของโครโมโซม

การกลายทั้งสองระดับ เกิดได้ในเซลล์สืบพันธุ์ (sex cell) หรือ เซลล์ร่างกาย (somatic cell) ซึ่งหากเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์ ก็สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ ทำให้ได้ลูกที่มีลักษณะแตกต่างไปจากพ่อแม่ แต่ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเซลล์ร่างกาย จะไม่สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ ต้องใช้วิธีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (vegetative propagation) เท่านั้น ที่จะถ่ายทอดลักษณะการกลายไปยังลูกหลานได้ (อรุณี, 2530ก)

รังสีกับการปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้พันธุ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากพันธุ์เดิม ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่นี้ อาจเป็นลักษณะพันธุ์ที่ดีและแปลกใหม่ไปจากเดิม เช่น สีดอก ลักษณะรูปร่างของดอก สีใบ ลักษณะใบ สีดัน ความต้านทานโรค แมลง หรือภาวะที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น โดยเหตุที่ต้องใช้รังสีในการก่อให้เกิดการกลายพันธุ์นั้น ก็เนื่องมาจากวิธีการปรับปรุงพันธุ์ตามปกตินั้นมีข้อจำกัดอยู่ เช่น การไม่มีแหล่งของยีนที่ต้องการอยู่ในประชากรตามธรรมชาติ หรือไม่มีแหล่งของยีนที่ดีพอในการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ (เศรษฐวัชร, 2536) ซึ่งการใช้รังสีในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เป็นวิธีการหนึ่ง ที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี และประสบความสำเร็จแล้วในพืชหลายชนิด โดยการใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์มีข้อได้เปรียบ คือ สามารถใช้ได้กว้างขวางในพืชหลายชนิด และสามารถชักนำให้เกิดลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการอื่น (เศรษฐวัชร, 2536) สอดคล้องกับ Gottschalk and Wolff (1983) ได้รายงานไว้ว่า พันธุ์พืชที่ประสบความสำเร็จจากการใช้ตัวชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ทั้งหมด 485 พันธุ์ นั้น 94 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากการใช้รังสี โดยเป็นการใช้รังสีแกมมา 40.6 เปอร์เซ็นต์

การใช้รังสีช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้ดำเนินการมาเป็นเวลากว่า 70 ปี แล้ว ได้พันธุ์ใหม่ประมาณ 2,200 กว่าพันธุ์ ที่นำมาปลูกเป็นการค้า โดยเป็นธัญพืช ประมาณ 1,000 พันธุ์ ไม้ดอก ไม้ประดับ ประมาณ 550 พันธุ์ สำหรับประเทศไทยเริ่มนำเทคนิคนี้มาใช้ เมื่อ ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา โดยกรมวิชาการเกษตร ได้นำเมล็ดข้าวมาฉายรังสีที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ชื่อเดิม) จนกระทั่งคัดเลือกได้ข้าวพันธุ์ใหม่ 3 พันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ กข 6, กข 10 และ กข 15 (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2549ก)

รังสีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช

รังสีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงหรือสร้างพันธุ์พืชใหม่ ได้แก่ รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ เนื่องจากหาใช้ได้ค่อนข้างง่ายและมีคุณสมบัติในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง ทำให้สามารถผ่านเข้าไปในพืชได้ดี (สิรินุช, 2540; ภัทรมาศ, 2548) และเมื่อฉายรังสีให้กับชิ้นส่วนของพืช จะไม่พบรังสีที่เป็นอันตรายตกค้างอยู่ในพืช ทำให้ปลอดภัยต่อผู้ที่นำพืชไปปลูกและดูแลรักษา อย่างไรก็ตาม

รังสีแกมมาเป็นรังสีที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชมากกว่ารังสีเอกซ์ เนื่องจาก รังสีแกมมามีความยาวคลื่นต่ำกว่าจึงมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูงกว่า (Casarett, 1968)

ส่วนของพืชที่สามารถนำมาใช้ในการฉายรังสี

ส่วนของพืชทุกส่วนที่ขยายพันธุ์ได้สามารถนำมาฉายรังสีเพื่อปรับปรุงพันธุ์ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิด ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. พืชที่ขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศ

เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด การทำให้เกิดพันธุ์ใหม่ๆ สามารถทำได้โดยผสมเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของพืชต่างชนิดหรือต่างสายพันธุ์กัน แล้วคัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ วิธีการนี้จะทำให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะใหม่ๆ แต่ต้องใช้เวลา แต่ถ้าหากนำเมล็ดมาฉายรังสีก็จะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการกลายพันธุ์ได้สูงขึ้น

2. พืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ

เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากเมล็ด เช่น ขยายพันธุ์โดยใช้กิ่ง หน่อ เหง้า ไหล หัว ราก ใบ รวมถึงต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งพืชที่มีการขยายพันธุ์แบบนี้จะไม่สามารถปรับปรุงพันธุ์พืชด้วยวิธีการใดๆ นอกจากเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีหรือสารเคมี

3. พืชที่ขยายพันธุ์ได้ทั้ง 2 วิธี

เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดและส่วนอื่นๆ แต่ตามธรรมชาติพืชที่สามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการไม่ใช้เพศ ส่วนใหญ่จะมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดต่ำ ทำให้มีจำนวนเมล็ดไม่มากพอที่จะขยายพันธุ์ หรือมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดต่ำ ดังนั้นพืชกลุ่มนี้จึงสามารถใช้เมล็ดหรือส่วนอื่นได้

วิธีการฉายรังสี

การฉายรังสีให้กับพืชหรือชิ้นส่วนของพืช สามารถทำได้ 2 วิธี (อรุณี, 2539) คือ

1. การฉายรังสีแบบเฉียบพลัน (acute radiation)

เป็นวิธีการฉายรังสีกับตัวอย่างพืชในปริมาณรังสีที่สูงให้เสร็จสิ้นในระยะเวลาอันสั้น เพื่อมิให้พืชมีโอกาสซ่อมแซมความเสียหายในช่วงที่ได้รับรังสี การฉายรังสีแบบนี้จะฉายเฉพาะส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชก็ได้ ทำให้อัตราการกลายพันธุ์โดยทั่วไปค่อนข้างสูง ขนาดของส่วนที่กลายใหญ่ทำให้ง่ายต่อการคัดเอาลักษณะนั้น ๆ ออกมา

2. การฉายรังสีแบบเรื้อรัง (chronic radiation)

เป็นวิธีการฉายรังสีกับตัวอย่างพืชในปริมาณรังสีน้อยๆ ต่อหน่วยเวลา แต่ให้ติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน เพื่อให้ทุกระยะของการเจริญเติบโต หรือแบ่งเซลล์ได้รับรังสี ซึ่งการฉายรังสีแบบนี้จะเกิดความเสียหายแก่พืชน้อยกว่าการฉายรังสีแบบเฉียบพลันในกรณีที่ได้รับ

รังสีปริมาณเท่ากัน แต่ก็ส่งผลให้ส่วนที่กลายพันธุ์มีขนาดเล็ก จึงเป็นการยากแก่การค้นหาหรือคัดแยกส่วนที่กลายออกมา

ผลที่เกิดขึ้นกับเซลล์ภายหลังที่พืชได้รับรังสี

ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเซลล์ หลังจากที่ได้รับรังสี คือ รังสีจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ รวมถึงส่งผลกระทบต่อการแบ่งเซลล์ด้วย การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ อัตรารังสี ชนิดของเซลล์ เป็นต้น (อรุณี, 2540) ผลของรังสีกับเซลล์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ผลต่อการแบ่งตัวของเซลล์ ผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ (สิริสุข, 2527)

- ผลต่อการแบ่งเซลล์

การที่เซลล์ได้รับรังสีปริมาณน้อย ๆ จะทำให้เกิดความล่าช้าในการแบ่งเซลล์ โดยรังสีมีผลทำให้มีการลดจำนวนเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวลง เรียกว่า ไมโทติก ดีเลย์ (mitotic delay) ซึ่งจะเป็นอยู่ช่วงหนึ่งภายหลังเซลล์ได้รับรังสี หลังจากนั้นเซลล์จะเริ่มมีการแบ่งตัวใหม่ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ โดยการแบ่งตัวแบบไมโทซิสขึ้น เรียกว่า ไมโทติก โอเวอร์ชูต (mitotic overshoot) ความล่าช้าในการแบ่งตัวของเซลล์ มีสาเหตุหลายประการ เช่น สารเคมีที่เกี่ยวข้องในการแบ่งเซลล์ถูกกระทบกระเทือนโดยรังสี กระบวนการสร้างโปรตีนหยุดชะงัก ไม่มีการสร้างโปรตีนขึ้นมาใช้ในการแบ่งเซลล์ กระบวนการเข้ามารวมกลุ่มกันของโครโมโซม (chromosome assembly) ล่าช้าลงหรือเพิ่มความเหนียว (stickiness) ให้กับโครโมโซม ส่งผลให้โครโมโซมมีความยากลำบากในการแยกออกจากกันเพื่อไปสู่เซลล์ที่เกิดใหม่ (daughter cells) อย่างไรก็ตามความล่าช้าของเซลล์ในการเข้าสู่ไมโทซิส ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่เซลล์ได้รับ และระยะของเซลล์ในระยะที่ได้รับรังสีบางระยะ (stage of cell cycle) จะไวต่อรังสีมากกว่าระยะอื่น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง

- ผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์

การเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นภายในเซลล์พืชที่ได้รับรังสี เป็นผลมาจากรังสีไปทำลายเยื่อหุ้มต่าง ๆ ภายในเซลล์มากกว่าทำให้เอนไซม์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมมีการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น รังสีทำลายเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหายใจ อันเป็นผลเนื่องมาจากรังสีทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียซึ่งมีเอนไซม์เกาะติดอยู่ ทำให้เอนไซม์ได้รับความกระทบกระเทือนด้วย เซลล์รากพืชที่ได้รับรังสีจะส่งผลให้การควบคุมการเข้าออกของสารผ่านเซลล์โดยวิธีแอกทีฟ ทรานสปอร์ต เป็นไปอย่างยากลำบาก ส่งผลให้การดูดซึมน้ำไอออนได้น้อยลง

รังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมได้ง่าย ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงเกิดจากการที่โครโมโซมถูกทำให้แตกหักเนื่องจากรังสี แล้วมีการเชื่อมต่อกัน หรืออาจทำให้ชิ้นส่วนขาดหายไป (deletion) ก็ได้ การขาดหายไปของโครโมโซมทำให้ยีนจำนวนหนึ่งขาดหายไปด้วย สำหรับการเชื่อมต่อกัน ถ้าเชื่อมต่อกันเหมือนเดิมก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ แต่การ

เชื่อมอย่างผิดปกติ เช่น มีชิ้นส่วนโครโมโซมเพิ่มขึ้นมา (duplication) การเชื่อมแบบกลับทิศทาง (inversion) หรือเกิดการเชื่อมสลับคู่ระหว่างโครโมโซมต่างคู่กัน (translocation) จะเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ (เศรษฐวิชร, 2536; สิริหนูช, 2536) การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีผลมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของยีน และจำนวนยีนที่เกี่ยวข้อง

การฉายรังสีให้กับพืชไม่ว่าจะเป็นแบบเฉียบพลันหรือแบบเรื้อรัง กับส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชหรือพืชที่กำลังเจริญเติบโต จะทำให้เกิดความผิดปกติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อมกันได้ ความผิดปกติดังกล่าวอาจเป็นไปทั้งผลดีหรือผลเสีย ซึ่งอาจเป็นประโยชน์หรือไม่เป็นประโยชน์ก็ได้ ซึ่งความผิดปกติดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ (อรุณี, 2530ข)

1. ผลของรังสีที่มีต่อสัณฐานวิทยาของพืช

ความผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับรูปร่างลักษณะของพืชที่ได้รับรังสี อาจเกิดขึ้นกับราก ลำต้น ใบ ดอก ผล ส่งผลให้พืชเกิดการแคระแกรน คือ ต้นเตี้ยลง ใบเล็กลง ขอบปล้องสั้น ทั้งนี้เนื่องจากรังสีไปยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณยอด และยับยั้งการยืดตัวของเซลล์บริเวณข้อปล้อง

2. ผลของรังสีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสี

พืชที่ได้รับรังสีเอกซ์ หรือ รังสีแกมมา มักเกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีใบ เรียกว่า “mosaic” ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้อาจพบว่าใบเปลี่ยนสีเขียวไปเป็นสีอื่น ๆ เช่น สีเหลืองหรือสีขาว เป็นต้น นอกจากนี้ส่วนอื่นของพืชก็สามารถเกิดการเปลี่ยนสีได้เช่นเดียวกัน เช่น สีของต้น สีดอก

3. การยับยั้งการเจริญเติบโต

รังสีไปยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชเป็นผลมาจากเนื้อเยื่อเจริญถูกทำลายโดยตรง

4. การเร่งการเจริญเติบโต

มีรายงานว่ารังสีในปริมาณต่ำ ๆ สามารถไปเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้ ปริมาณรังสีที่ไปเร่งการเจริญเติบโตได้คือ ปริมาณรังสีต่ำกว่า 5000 เรินต์เกน การแสดงออกถึงการเร่งการเจริญเติบโตอาจแสดงออกมาในลักษณะต่าง ๆ เช่น ต้นพืชสูงขึ้น มีรากยาว งอกเร็ว ออกดอกเร็ว ผลผลิตสูง หรือมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฉายรังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ

งานวิจัยที่ทำการฉายรังสีให้กับพืชชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย น่าจะเริ่มมีผู้ศึกษามาตั้งแต่ พ.ศ. 2503 หลังจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งหน่วยพลังงานปรมาณูขึ้น เพื่อวิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติในทางเกษตรและชีววิทยา สำหรับการศึกษาวิจัยกับไม้ดอกไม้ประดับ เริ่มมีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ ในปี 2505 หลังจากเปิดใช้เรือนรูกขำรังสีแล้ว (อรุณี, 2550) โดยส่วนใหญ่เป็นศึกษาถึงผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของไม้ดอกไม้ประดับ โดยทำการฉายรังสีแกมมาให้กับไม้ดอกไม้ประดับ แล้วสังเกตลักษณะที่มีความเปลี่ยนแปลงไป และปริมาณรังสีเท่าใดที่มีความเหมาะสมต่อ

การฉายรังสีให้กับ ไม้ดอกไม้ประดับชนิดนั้น ๆ แล้วมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปโดยที่ต้นพืชไม่ตาย และในการศึกษาช่วงแรกจะเป็นพื้นฐานของงานวิจัยที่เกี่ยวกับการฉายรังสีเพื่อปรับปรุงพันธุ์พืชในอนาคตต่อไป

บุญมี (2518) ศึกษาผลของรังสีแกมมาจาก Cs^{137} ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโตของต้นและดอกของหน้าวัวจักรพรรดิ โดยนำต้นหน้าวัวมาฉายรังสีในอัตรา 800, 1,200, 1,600, 2,000, 2,400 และ 3,200 roentgens ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของต้นหน้าวัวมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณรังสีแกมมาที่ฉายไปเพิ่มขึ้น ปริมาณรังสีแกมมาที่มีผลต่อลักษณะจานรองดอกและปลีของดอกหน้าวัวมากที่สุด คือ 1,200-1,600 roentgens ปริมาณรังสีแกมมาที่มีผลต่อลักษณะของใบมากที่สุด คือ 1,600-2,000 roentgens ปริมาณรังสีแกมมา 1,200 roentgens มีผลต่อการทำให้ ดอกหน้าวัวเป็นหมัน และปริมาณรังสีแกมมา 3,200 roentgens ที่สามารถทำให้ต้นหน้าวัวตายได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงของดอกหน้าวัวจะมีลักษณะที่ไม่คงที่ และลักษณะของจานรองดอก ปลี และใบ ของหน้าวัวจะไม่คงที่

อรรวรรณ (2524) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเกลดิโอลัส โดยการนำหัวเกลดิโอลัส มาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 5,000 แรต แล้วนำไปปลูก ผลการทดลองพบว่า ปริมาณรังสีแกมมา 2,000 แรต มีผลทำให้เพิ่มความยาวของช่อดอก ขนาดดอก จำนวนดอกต่อช่อ และรุ่นอายุการออกดอกของเกลดิโอลัส ปริมาณรังสีแกมมา 1,000 แรต มีผลทำให้เพิ่มการเจริญเติบโตของต้น และทำให้จำนวนหัวและหัวย่อยมากกว่าปริมาณรังสีอื่น ๆ สำหรับ ปริมาณรังสีแกมมา 5,000 แรต มีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นลดลง ใบมีความผิดปกติ และไม่ออกดอก

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 เริ่มมีการนำพืชชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะไม้ดอกไม้ประดับในสภาพปลอดเชื้อมาทดลองฉายรังสีแกมมาเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่างๆ ของพืชชนิดนั้น

สุรวิธ (2526) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อกุหลาบหินพันธุ์ลาร์โกในสภาพปลอดเชื้อ โดยฉายรังสีแกมมาให้กับกุหลาบหินพันธุ์ลาร์โกปริมาณ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น จะทำให้กุหลาบหินพันธุ์ลาร์โกมีแนวโน้มลดลง ปริมาณรังสีแกมมา 0.5 เกรย์ ทำให้อัตราการเกิดยอดสูงขึ้น ลักษณะใบ การเรียงตัวของใบ ความยาวปล้อง และการแตกกิ่งข้างผิดปกติ และปริมาณรังสีแกมมา 3.5 เกรย์ ที่ทำให้เกิดลักษณะผิดปกติมากที่สุด แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซม

ชัยชุมพล (2526) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคาร์เนชันพันธุ์ไวท์ซิม โดยนำปลายยอดของคาร์เนชันพันธุ์ไวท์ซิมที่ได้จากการเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นมีผลให้อัตราการอยู่รอดและการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งปริมาณรังสี 7 แรต ขึ้นไปจะทำให้ปลายยอดของคาร์เนชันพันธุ์ไวท์ซิมตายทั้งหมด และเมื่อนำต้นที่อยู่รอดย้ายไปปลูกพบว่าอัตราการปลูกแล้วรอดนั้นลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น และตายหมดสำหรับต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 5 แรต เมื่อทำการตัดชำยอดจากตาข้างของรุ่นที่ 1 ที่รอดชีวิตเพื่อไปปลูกเป็นรุ่นที่ 2 และตัดชำยอดจากตาข้างของรุ่นที่ 2 เพื่อไปปลูกเป็นรุ่นที่ 3 พบว่า ในรุ่นที่ 2 และ 3 มี

ความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางดอก และขนาดใบของต้น ไม่แตกต่างกันกับ control และจากการศึกษาปลายยอด ความยาวของปากใบ และจำนวนโครโมโซมที่ปลายรากได้ผลไม่ต่างกับ control เช่นกัน แต่สีดอกในการทดลองที่ฉายรังสีแบบเฉียบพลัน 1 และ 3 แรต มีการเปลี่ยนแปลง คือ จากดอกสีขาวกลายเป็นดอกสีขาวซีดชมพู

รกรอง (2528) ศึกษาผลของรังสีที่มีต่อเยื่อปรัสายพันธุ์ยุโรป โดยทำการเพาะเมล็ดเยื่อปรัสายในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin 10 มิลลิกรัม ต่อลิตร และ IAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเกิดหน่อจึงนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, และ 10 แรต พบว่าเมื่อปริมาณรังสีแกมมาเพิ่มมากขึ้น อัตราการรอดตายจะลดลง แต่ปริมาณรังสีแกมมาตั้งแต่ 5-10 แรต ทำให้อัตราการตายสูงขึ้น 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อทำการฉายรังสีแกมมาในอัตราเดียวกันแต่จำนวนครั้งต่างกัน โดยที่นำหน่อเยื่อปรัสายไปอบรังสีอัตรา 1 แรต จำนวน 1, 2 และ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 15 วัน พบว่าเกิดลักษณะผิดปกติต่างๆ เช่น การแตกออกเป็นกระจุก ใบแยกเป็น 2 แฉก ใบหนาขรุขระ หรือใบพอมยาว บางดอกมีสีแดงเกิดเป็นเส้นหรือแถบบนกลีบดอกกลีบใดกลีบหนึ่ง บางดอกมีขนาดใหญ่กว่าปกติ เมื่อทำการศึกษาน้ำโครโมโซมพบว่าจำนวนโครโมโซมบริเวณปลายรากมีค่าไม่แตกต่างจากต้นปกติ

สุมนา (2528) ศึกษาการกลายพันธุ์ของบีโกเนียโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา โดยนำเมล็ดบีโกเนียพันธุ์ Bella Vista มาเพาะในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA และ BA อย่างละ 1 ppm และเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 1 ppm และ kinetin 5 ppm แล้วนำไปฉายรังสีในปริมาณ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 แรต ตัดแบ่งยอดจนได้รุ่นที่ 3 แล้วนำออกปลูก ผลการศึกษาพบว่า ต้นส่วนใหญ่ปกติ มีบางต้นที่มีลักษณะข้อปล้องยืดยาวในช่วงแรกแล้วต่อมาจะเจริญปกติ สำหรับต้นที่ได้รับปริมาณรังสีที่ต่างกัน จะพบลักษณะที่กลายพันธุ์ คือ พบต้นเตี้ย ต้นแคระ ต้นที่มีใบต่าง ต้นที่มีใบหนาผิดปกติ และลักษณะของเซลล์ปากใบขนาดใหญ่ใหญ่กว่าต้น control เกือบสองเท่า และสีของดอกบีโกเนียมีความแตกต่างกันมาก และขนาดของดอกมีทั้งขนาดใหญ่กว่าเดิมและเล็กลงกว่าเดิม

เอมอร (2530) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อบัวพันธุ์สุทธาสีโนบล โดยนำเมล็ดมาเพาะและนำไปปลูก จากนั้นนำไปฉายรังสีที่ระดับต่างๆกัน พบว่า ต้นที่ได้รับรังสีในระดับ 3 กิโลแตร มีการเจริญเติบโตดีกว่าปริมาณรังสีในระดับอื่นๆ ส่วนต้นที่ได้รับรังสี 1 กิโลแตร จะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี สำหรับต้นที่ได้รับรังสีในระดับสูง คือ 5, 15 และ 20 กิโลแตร บัวสุทธาสีโนบลจะมีการเจริญเติบโตไม่ดีและตายในที่สุด ลักษณะรูปร่าง สี ขนาดของใบ ดอก ของต้นที่ได้รับรังสีจะมีความแตกต่างกัน แต่จำนวนชุดของโครโมโซมที่ศึกษาจากปากใบไม่แตกต่างกัน

ชุตินทร (2531) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อบางูจมาต 9 พันธุ์ โดยการนำบางูจมาตมาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ปริมาณ 0.5 และ 1 แรต จำนวน 1 และ 2 ครั้ง จากนั้นนำมาตัดแบ่งเป็นข้อ แล้วเลี้ยงใน MS ที่เติมน้ำมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาล 40 กรัมต่อลิตร และสังเกตการเจริญเติบโต พบว่า การเจริญเติบโตจะลดน้อยลงตามปริมาณรังสีและจำนวนครั้งของรังสีที่เพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติ เช่น ข้อถี่สั้น ใบเหลือง และต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 1 แรต

พบว่ามีการเจริญเติบโตที่น้อยมาก ไม่สามารถนำออกมาปลูกได้ ยกเว้น Yellow Cappa, Hakutengo และ Murera (White) นำต้นรุ่นที่ 1 ปลูกเมื่อได้รุ่นที่ 2 พบว่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดจะลดลงเมื่อปริมาณรังสีและจำนวนครั้งของรังสีเพิ่มขึ้น ลักษณะของดอกเบญจมาศจากต้นที่ฉายรังสีพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านดอก ฐานรองดอก ดอก ดอกชั้นใน จำนวนดอกชั้นนอก จำนวนดอกชั้นใน อายุการปักแจกัน ปริมาณน้ำที่ดูดไปใช้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้รังสีสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีดอกในเบญจมาศ 5 พันธุ์ จาก 9 พันธุ์ ได้ผลดังนี้ เบญจมาศพันธุ์ Yellow Cappa เมื่อฉายรังสี 0.5 แรต จำนวน 1 และ 2 ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองเป็นสีส้ม ที่ปริมาณรังสีเท่ากัน เบญจมาศพันธุ์ Ping Pong จากเดิมสีขาวเป็นสีชมพู เบญจมาศพันธุ์ Hakutengo เปลี่ยนแปลงจากสีขาวเป็นสีชมพู เมื่อได้รับปริมาณรังสี 0.5 แรต จำนวน 2 ครั้ง เบญจมาศพันธุ์ Ta Shin Hon เมื่อได้รับรังสีปริมาณ 0.5 แรต จำนวน 1 ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงสีดอกจากสีม่วงเป็นม่วงน้ำตาล จำนวน 1 และ 2 ครั้ง และเบญจมาศ Murera เมื่อได้รับปริมาณรังสี 0.5 และ 1 แรต จำนวน 1 และ 2 ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงสีดอกจากสีขาวเป็นสีชมพู เหลือง ชมพู สลับ ร่วงน้ำตาล และสีน้ำตาลอ่อน และในปีถัดมา ชุตินทร (2532) ได้ทำการศึกษาต่อโดยการเพาะเลี้ยงส่วนยอดและข้อของเบญจมาศ พันธุ์ครีมอน ในสูตรอาหาร MS ที่เติมน้ำมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาล 40 กรัมต่อลิตร แล้วนำต้นที่มีการเจริญเติบโตประมาณ 5 ข้อในสภาพปลอดเชื้อ มาฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 แรต ผลการศึกษาพบว่าปริมาณรังสีที่เพิ่มจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง และเกิดลักษณะผิดปกติ เช่น ข้อถี่สั้น ใบด่าง แต่ปริมาณรังสีที่ 4 แรต ขึ้นไปจะทำให้การเจริญเติบโตของเบญจมาศหยุดชะงัก และตายไปในที่สุด ปริมาณรังสีที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ คือ 1 แรต และเมื่อนำต้นรุ่นที่ 2 ไปปลูก พบว่ามีอัตราการรอดต่ำกว่า control และเมื่อได้ต้น รุ่นที่ 3 พบว่ามีลักษณะรูปทรงของดอกผิดปกติ สีของกลีบดอกชั้นนอกมีการเปลี่ยนแปลงจากสีขาวเป็นสีเหลืองและสีขาวแถบเหลือง และเมื่อนำต้นรุ่นที่ 4 และ 5 มาปลูก พบว่าการกลายพันธุ์ของสีดอกชั้นนอกยังคงอยู่ และการกระจายสีดอกมีแนวโน้มลดลง สำหรับขนาดของดอก จำนวนดอกชั้นนอกและดอกชั้นในจะไม่แตกต่างจาก control และจากการศึกษาโครโมโซมบริเวณปลายราก พบว่าโครโมโซมของเบญจมาศที่ผ่านการฉายรังสีต้นหนึ่งเท่ากับ 57 ส่วนต้นที่เหลืออีกสามต้นมีจำนวนโครโมโซม เท่ากับ 54

อรุณี และ นวลฉวี (2534) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะและสีดอก แพร่เชียงไฮ้ โดยนำกิ่งพันธุ์แพร่เชียงไฮ้ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ดอกซ้อนสีบานเย็นและพันธุ์ดอกซ้อนสีชมพู มาฉายรังสีปริมาณ 0, 10, 20 และ 40 เกรย์ พบว่ารังสีแกมมาสามารถเพิ่มความถี่ของการกลายพันธุ์และลักษณะการกลายพันธุ์ให้สูงขึ้นกว่าการเกิดตามธรรมชาติ โดยลักษณะกลายพันธุ์ที่คงที่ของดอกที่ได้จากพันธุ์ดอกซ้อนสีบานเย็นมี 7 ลักษณะ คือ ดอกซ้อนสีชมพู ดอกซ้อนสีชมพูส้มอ่อน ดอกซ้อนสีเหลืองส้มอ่อนมาก ดอกซ้อนสีขาว ดอกซ้อนสีบานเย็นกลีบไม่สม่ำเสมอและโค้งเข้ากลางดอก ดอกซ้อนสีบานเย็นกลีบดอกเป็นฝอย ดอกลาสีบานเย็น และลักษณะที่กลายพันธุ์ของดอกที่ได้จากพันธุ์ดอกซ้อนสีชมพูขาว อีก 6 ลักษณะ ได้แก่ ดอกซ้อนสีบานเย็น ดอกซ้อนสีขาว

ดอกช้อนสีชมพูเข้มขอบกลีบขาว ดอกช้อนสีบานเย็นกลีบดอกเล็กเป็นฝอย ดอกกลีบสีบานเย็น และ ดอกกลีบสีชมพูขาว

เครือข่าย (2541) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นปทุมมา โดยนำ ต้นปทุมมาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาฉายรังสีแกมมาชนิดเฉียบพลัน ในปริมาณ 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 กิโลเรดแล้ว นำมาแยกเป็นต้นเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มี MS วิตามิน และเติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร พบว่าอัตราการตาย 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับปริมาณรังสี 2.8 กิโลเรด และปริมาณรังสี 1 กิโลเรด จะมีส่วนสูง จำนวน และลักษณะต่างๆ ใกล้เคียงกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี ต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 3 กิโลเรด จะมีการเจริญเติบโตลดลง ต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 3, 5, 7, 9 และ 11 กิโลเรด จะเกิดลักษณะผิดปกติ เช่น ใบเหลือง ใบไม่มีสี ใบช้า ใบหนา แข็ง กรอบ ไม่เรียบ จากนั้นนำมาเลี้ยงจนได้รุ่นที่ 2 พบว่าปริมาณรังสี 5, 7, 9 และ 11 กิโลเรด ตายเนื่องจากการ ปนเปื้อนจากแบคทีเรีย หลังจากนั้นเมื่อต้นเดิมแตกหน่อใหม่ ก็นำไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมเป็นรุ่น ที่ 3 แล้วเทียบกับรุ่นที่ 1 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเพิ่มจำนวนสูงขึ้น เท่ากับ 242.19 และ 209.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวัดส่วนสูงและจำนวนหน่อที่เกิดขึ้น พบว่าที่ปริมาณรังสี 0 และ 1 กิโลเรด ไม่ แตกต่างกัน ส่วนที่ปริมาณรังสี 3 กิโลเรด จะมีส่วนสูงและจำนวนหน่อที่เกิดขึ้นต่ำลง

นงลักษณ์ (2541) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อบีโกเนียเร็กซ์ โดยนำยอดบีโกเนียเร็กซ์ ที่เจริญในสภาพปลอดเชื้อที่มีสูตรอาหาร MS ไปฉายรังสีปริมาณ 0-100 เกรย์ แล้วตัดส่วนแผ่นใบ และก้านใบไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดและการเจริญเติบโตลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ปริมาณรังสีตั้งแต่ 40 -100 เกรย์ ขึ้นไปทำให้เกิดการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบการ เจริญเติบโตของกลุ่มที่ฉายรังสีกับกลุ่ม control พบว่ากลุ่มที่ฉายรังสีมีการเจริญเติบโตน้อยกว่ากลุ่ม control และพบลักษณะที่ผิดปกติในกลุ่มบีโกเนียเร็กซ์ที่ฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์ ในรุ่นที่ 4 คือ ใบกลม ใบยาวรีว ใบที่มีสีแดงเข้มและมีประสีขาวมากกว่าปกติ หรือลักษณะที่เกิดยอดเป็นกระจุก แต่เมื่อศึกษาความยาวเซลล์ปากใบและจำนวนโครโมโซมของต้นที่ได้รับการฉายรังสีกับต้นปกติ พบว่าไม่แตกต่างกัน

ศิริศักดิ์ (2542) ศึกษาผลของรังสีที่มีต่อการกลายพันธุ์ของบัวหลวง พันธุ์สัตตบพูนย์ ที่เลี้ยง ในสภาพปลอดเชื้อ โดยทำการศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวง พันธุ์สัตตบพูนย์ ในสภาพปลอดเชื้อ โดยสูตรที่เหมาะสม คือ ½ MS ที่เติม IAA 3 µM ร่วมกับ 2iP 15 µM และขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำโดยใช้สูตรอาหารเดิม แล้วนำไปฉายรังสีเพื่อชักนำให้เกิดการ กลายพันธุ์ โดยการฉายรังสีเอกซ์และแกมมา พบว่ากลุ่มที่ฉายรังสีแกมมาจะเป็นแบบเฉียบพลันจะ ใช้ปริมาณรังสี 0, 2, 3, 4, 5, 6 แรด ส่วนกลุ่มที่ฉายรังสีเอกซ์จะใช้รังสีปริมาณ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 แรด ผลการศึกษาพบว่า รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ ที่ปริมาณรังสี 2 แรด ทำให้เกิดลักษณะใหม่ 21 ลักษณะ ต้นที่มีลักษณะผิดปกติเกิดจากต้นที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ ปริมาณ 1-2 แรด พบต้นที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดีกว่าต้นปกติ มีรากแขนงยาว ไหลสมบูรณ์และให้ต้นใหม่ ที่มากกว่า ส่วนต้นที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ 3-5 แรด ต้นส่วนใหญ่จะแสดงลักษณะ

ผิดปกติ ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโต เช่น เป็นแก้ว (vittrification) ชีตเหลืองทั้งต้น ก้านใบแบนม้วนพันกันเป็นก้อน ไม่แตกตาข้าง ไม่มีรากและแตกกอ ต้นที่ได้รับรังสีปริมาณแกมมา 6 แรต จะตายหมดภายใน 4 สัปดาห์ เมื่อศึกษาโครโมโซมบริเวณปลายรากพบ $2n=16$ รังสีที่ทำให้เกิดต้นกลายพันธุ์ที่มีโครโมโซม aneuploid มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม $2n=18$ และ $2n=20$

ศิริศักดิ์ และ วิชัย (2543) ศึกษาผลของรังสีต่อการกลายพันธุ์ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก โดยทำการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0, 2, 3, 4, 5 และ 6 krad และเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า รังสีแกมมาที่เหมาะสมสามารถชักนำให้ต้นบัวหลวงเกิดลักษณะผิดปกติ คือ 0-2 krad ลักษณะที่ผิดปกติ คือ มีขนาดเล็กกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี มีจุดขนาดเล็กและมีแถบสีขนาดใหญ่บนใบ เช่น สีเขียว สีเหลือง ส่วนปริมาณรังสีที่ 4, 5 และ 6 krad ตายทั้งหมดภายใน 2 สัปดาห์ ผลของจำนวนโครโมโซม $2n=16$ ขนาดปากใบ 9.78 ไมครอน

รัชนิย (2544) ศึกษาการชักนำเศรษฐกิจันทองให้กลายพันธุ์โดยวิธีการฉายรังสีแกมมา โดยการนำเมล็ดมาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ใช้ปริมาณรังสี 0, 10, 20, 40, 80, 160, 240 และ 320 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นอัตราการงอกของเมล็ดลดลง เมล็ดงอกช้าลง และไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เมื่อทำการฉายรังสี ครั้งที่ 2 ใช้ปริมาณรังสี 0, 80, 90, 100 และ 110 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณรังสีที่ระดับ 90 เกรย์ ทำให้ต้นกล้ามีชีวิตรอดได้ 50 เปอร์เซ็นต์ และพบการเปลี่ยนแปลงของสีแผ่นใบของกลุ่มต้นกล้าที่ฉายรังสี 80 90 และ 110 เกรย์

วโรภาส (2544) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและการผลิตห้วยย่อยของลิลลี่พันธุ์ Red Night และพันธุ์ Apeldoorn ในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำห้วยย่อยของลิลลี่พันธุ์ Red Night และพันธุ์ Apeldoorn มาฉายรังสีที่ปริมาณ 0, 2, 3, 4, 6 และ 8 เกรย์ แล้วนำมาเลี้ยงในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาล 60 กรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ Red Night จากการแยกไปเพาะเลี้ยงโดยการผ่าครึ่งหัว พบว่าที่ปริมาณรังสีแกมมา 0-4 เกรย์ มีการเจริญเติบโตได้ ส่วนหัวที่ได้รับปริมาณรังสี 6-8 เกรย์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายใน 30 วัน ถ้าแยกออกเป็นกลีบหัวที่ได้รับรังสีที่ปริมาณ 0-8 เกรย์ ไม่มีการเกิดเป็นห้วยย่อย เนื่องจากห้วยย่อยที่นำมาเพาะเลี้ยงนั้นมีขนาดเล็กเกินไป ต้องใช้เวลานานในการเจริญเป็นห้วยย่อย

กฤษณา (2545) ศึกษาการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ใน *Ornithogalum dubium* Houtt. โดยนำใบอ่อนหรือฐานใบที่ติดกับจุดกำเนิดรากมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ส่วนที่ชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ดี คือ ใบอ่อน เมื่อเพาะเลี้ยงใบอ่อนบนสูตรอาหาร MS ที่เติม kinetin 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัม และน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ดี และสูตรอาหารที่ชักนำให้เกิดหัวและรากได้ดี คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม kinetin 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครส 60 กรัม ต่อลิตร และนำยอดอ่อนไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันปริมาณ 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 กิโลแรต ผลการทดลองพบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงครึ่งหนึ่ง คือ 2.21 กิโลแรต ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นมีผล

ทำให้การเจริญเติบโตของยอดลดลง ปริมาณรังสีตั้งแต่ 4 กิโลเรดขึ้นไป จะยับยั้งการเจริญเติบโต และยอดจะตายในที่สุด

วันวิสา (2545) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปทุมมา 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์พื้นเมืองกับพันธุ์ดอยตุง โดยนำปทุมมาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาฉายรังสีแกมมา ชนิดเฉียบพลัน ปริมาณ 0, 30, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 เกรย์ แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA 5 มิลลิกรัม น้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นปทุมมา พันธุ์ดอยตุง มีอัตราการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 37.51 เกรย์ ปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นปทุมมา พันธุ์พื้นเมือง มีอัตราการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 37.56 เกรย์ หลังจากนั้นนำมาวัดส่วนสูงเพื่อนำมาหาปริมาณรังสีที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 23.54 เกรย์ ปริมาณรังสีที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์พื้นเมืองลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 37.56 เกรย์ จากการสังเกตลักษณะผิดปกติพบว่าปทุมมาที่ได้รับรังสี 30 และ 50 เกรย์ ของทั้ง 2 สายพันธุ์จะมีการเจริญเติบโตลดลงมากเมื่อเทียบกับปทุมมาที่ได้รับปริมาณรังสี 0 เกรย์ และเกิดลักษณะผิดปกติ คือ ใบเหลืองซีด ส่วนต้นปทุมมาที่ได้รับปริมาณรังสีตั้งแต่ 60 เกรย์ ขึ้นไปไม่พบการเจริญเติบโต ทั้ง 2 สายพันธุ์

วิชา (2546) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเนื้อเยื่อปทุมมาพันธุ์ดอยตุงในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำต้นปทุมมามาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ในปริมาณ 0, 10, 30, 50, 70, 90 และ 110 เกรย์ แล้วย้ายลงอาหารสูตร MS ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นกล้าตาย 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 42.01 เกรย์ และปริมาณรังสีที่ทำให้การเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 50.898 เกรย์ ส่วนต้นที่ได้รับการฉายรังสี 10 เกรย์ จะมีการเจริญเติบโต จำนวนต้น และลักษณะต่างๆ ของต้นใกล้เคียงกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี การเจริญเติบโตจะลดลงมากขึ้นเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น สำหรับลักษณะผิดปกติได้แก่ ใบเหลือง ใบมีสีขาว ด้านบนใบ

อัญชลี (2546) ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมและผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกล้วยบัวสีส้ม โดยนำปลายยอดกล้วยบัวสีส้มไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม 6-Benzylaminopurine (BA) ความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 ppm พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 และ 7.5 มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาของหน่อ จากนั้นนำปลายยอดกล้วยบัวสีส้มในสภาพปลอดเชื้อมาฉายรังสีแกมมา ที่ปริมาณรังสี 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เกรย์ พบว่าที่ปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นมีการรอดชีวิต และการแตกหน่อลดลง เปอร์เซ็นต์การตายที่ 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 25.5 และ 28.5 เกรย์ นำปลายยอดกล้วยบัวสีส้มไปปลูก ระยะเวลา 8 เดือน ต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสีมีความสูงของลำต้นที่เยี่ยมสูงสุด คือ 68.19 เซนติเมตร กล้วยบัวที่ได้รับปริมาณรังสี 30 เกรย์ มีจำนวนใบและจำนวนหน่อสูงสุด 29.71 ใบ และ 6.5 หน่อ ในขณะที่ระยะเวลาปลูกจนถึงใบธงคลี่และระยะเวลาปลูกจนถึงออกดอกของต้นกล้วยบัวสีส้มที่รับปริมาณรังสีแกมมา 30 เกรย์ใช้เวลานานที่สุด 197.14 และ 198.24 วัน ส่วนกล้วยบัวที่ได้รับปริมาณรังสี 5 เกรย์ ใช้ระยะเวลาดอกบานบนต้นนานที่สุด 77.67 วัน เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบกล้วยบัวที่

ได้รับปริมาณรังสี 20 เกรย์ จำนวน 2 ต้น ที่มีความผิดปกติและสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ โดยที่ต้นแรกมีลำต้นเทียมต่างลายไปจนถึงร่องใบหมด ต้นที่สองมีลำต้นประสีน้ำตาลและกาบใบแยกจากลำต้นเทียม

พิชิต (2546) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานของบานขึ้นหนู โดยการนำเมล็ดบานขึ้นหนู พันธุ์ดอกสีเหลือง มาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ปริมาณ 0, 100, 200, 400 และ 600 เกรย์ แล้วนำไปปลูก วัดความสูงและบันทึกลักษณะทางสัณฐานของต้นบานขึ้นหนู ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนดอกต่อต้น จำนวนกลีบต่อดอก จำนวนดอก และใบต่อต้น ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นความงอกของเมล็ดจะลดลง ปริมาณรังสี 500 เกรย์ ทำให้ความงอกลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตของต้นบานขึ้นจะวัดด้วยความสูงของต้น พบว่าความสูงของต้นบานขึ้นหนูจะลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น

พันธุ์ดี (2546) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเจริญเติบโตของโพธิ์บัลลังก์ในสภาพปลอดเชื้อ โดยการนำส่วนของลำต้นโพธิ์บัลลังก์ในสภาพปลอดเชื้อมาฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 0 3 6 9 12 และ 15 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสีจะมีการแตกตาข้าง และมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ส่วนต้นที่ฉายรังสีในทุกระดับจะไม่มีมีการแตกตาข้าง ดังนั้นจึงมีการลดระดับของรังสีลงเป็น 0 1 2 3 และ 4 เกรย์ พบว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสีจะมีการแตกตาข้าง และมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด รองลงมา คือ ต้นที่ได้รับการฉายรังสี 1 2 3 และ 4 เกรย์ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต 20.0, 43.2, 80.8 และ 84.8 เปอร์เซ็นต์

ศิริรัตน์ (2546) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน โดยการนำเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน 3 ลักษณะ คือ เมล็ดที่ไม่แกะเปลือก เมล็ดที่ไม่แกะเปลือกและแช่น้ำ 8 ชั่วโมง และเมล็ดที่แกะเปลือก โดยนำมาฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 5 10 15 20 และ 25 กิโลเรด ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้ปริมาณรังสีแกมมาสูงขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเพาะ 21 วัน เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตหลังเพาะ 30 วัน และความสูงของต้นหลังเพาะ 60 วันมีค่าลดลง และมีแนวโน้มทำให้จำนวนใบเมื่อเกิดตาดอกแรกลดลง แต่ไม่มีผลต่อจำนวนดอกหลังเพาะเมล็ด 60 วัน และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกที่ยอด การนำเมล็ดที่ไม่แกะเปลือกมาฉายรังสีทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตหลังเพาะเมล็ด 30 วัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอก อายุการออกดอกแรก จำนวนใบเมื่อเกิดตาดอกแรก ความสูงของต้นทานตะวันเมื่อเกิดตาดอกแรก และความสูงของต้นหลังเพาะเมล็ด 60 วัน มากกว่าเมล็ดที่ไม่แกะเปลือกและแช่น้ำ 8 ชั่วโมง และเมล็ดที่แกะเปลือก การนำเมล็ดที่แกะเปลือกมาฉายรังสีทำให้มีอายุการออกดอกแรกของต้นทานตะวัน และจำนวนใบเมื่อเกิดตาดอกแรกน้อยที่สุด แต่มีจำนวนดอกหลังเพาะเมล็ด 60 วันมากที่สุด

ธนาธิป (2547) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ต่อต้นดาวกระจาย โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดาวกระจายด้วยอาหารสูตร MS ที่มี BA 2 มิลลิกรัม/ลิตร NAA 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อชักนำให้เกิดยอดอ่อนปริมาณมากก่อนนำไปฉายรังสีปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เกรย์ เพื่อหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ พบว่าพืชรุ่นแรก มีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น ปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นดาวกระจาย

มีการเจริญเติบโตต่ำสุด คือ 100 เกรย์ ปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นดาวกระจายมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 92.19 เกรย์ เมื่อนำพืชรุ่นแรกมาเลี้ยงในอาหารสูตร MS พบว่าพืชรุ่นที่ 2 มีการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น โดยที่ปริมาณรังสี 100 เกรย์ จะทำให้ต้นดาวกระจายมีอัตราการรอดชีวิตต่ำสุด เมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้ฉายรังสี ส่วนปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นดาวกระจายในรุ่นที่ 2 ลดลงครึ่งหนึ่ง คือ 55.90 เกรย์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ผิดปกติที่พบในรุ่นแรกที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 60 เกรย์ คือ ใบเหลือง และในรุ่นสองที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 20, 40 และ 60 เกรย์ คือ หักงอผิดปกติ หรือเหี่ยววาย

จิระนันท์ (2547) ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานวิทยา ของ *Kalanchoe* sp. โดยนำต้นอ่อนไปฉายรังสีแกมมาชนิดเฉียบพลัน ในปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350 และ 400 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 45, 90 และ 105 วัน คือ 402.25, 316.06, 263.68 เกรย์ และการเจริญเติบโตโดยวัดความยาวของใบ $GR_{50(45)}$, $GR_{50(90)}$ คือ 267.25 และ 258.13 เกรย์ และพบลักษณะสัณฐานวิทยาของต้นกล้าที่ผิดปกติ คือ ใบบิดเบี้ยว มีลักษณะเป็นรูปหัวใจ ใบแผด ติดกัน ใบเหี่ยว และพบว่าปริมาณรังสี ตั้งแต่ 200 เกรย์ขึ้นไป จะมีผลต่อการลดการเจริญเติบโตและความอยู่รอดของต้น *Kalanchoe* sp.

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย ซึ่งเป็นการค้นคว้าความจริงตามสภาพการปัจจุบันที่ปรากฏอยู่มาบรรยายให้เห็นว่ามีข้อเท็จจริงอะไรที่ปรากฏอยู่ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยไม่สนใจว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น หรือไม่มีการจัดทำเพื่อควบคุมตัวแปรใด ๆ

การวิจัยเชิงบรรยาย คือ รูปแบบการวิจัยที่ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ เป็นการศึกษาสภาพปกติของตัวแปรต่าง ๆ เช่น การศึกษาความคิดเห็น ความเชื่อของบุคคล หรือการศึกษาลักษณะการกระจายของโรคตามฤดูของโรคในช่วงเวลาหนึ่ง (ปัญญา, 2546)

สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

1. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จ. นครนายก
2. สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จ. กรุงเทพมหานคร
3. สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม
4. ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2550 ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2550

วิธีการวิจัยและเก็บข้อมูล

1. แหล่งข้อมูล ประกอบด้วย
 - 1.1 แหล่งค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับภายในประเทศไทย ได้แก่
 - 1.2.1 หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ที่ดำเนินการวิจัยทางด้านการใช้รังสี
 - 1.2.2 ข้อมูลที่สืบค้นจากฐานข้อมูลทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์
 - 1.2.3 การสอบถามจากผู้ที่ศึกษาวิจัยทางด้านการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับโดยตรง

2. ประเภทของข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากผู้ที่ศึกษาวิจัยทั้งด้านการใช้รังสีกับไมดอกไม้ประดับโดยตรง

2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในวารสาร และงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปแบบของรายงานการวิจัยประจำปี วิทยานิพนธ์ ปัญหาพิเศษ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นภาษาไทยและอังกฤษ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เอกสาร สำเนาเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีกับไมดอกไม้ประดับ

3.2 พาหนะเดินทางไปค้นหาและรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องในสถานที่ต่าง ๆ

วิธีการดำเนินการ

1. รวบรวมบทความและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีกับไมดอกไม้ประดับในประเทศไทย

2. ทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีกับไมดอกไม้ประดับ เช่น การใช้ประโยชน์ ผลกระทบที่เกิดขึ้น ข้อมูลไมดอกไม้ประดับที่นำมาฉายรังสี ไมดอกไม้ประดับพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการฉายรังสี เป็นต้น

3. ทำการเขียนบทนิพนธ์ปริทัศน์ (reviewed paper) เกี่ยวกับผลของการใช้รังสีกับไมดอกไม้ประดับ เพื่อนำเสนอขึ้นเว็บไซต์ของศูนย์วิจัยและการจัดการความรู้ทางพฤกษศาสตร์ เพื่อเผยแพร่แก่ชุมชนต่อไป

4. การจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของไมดอกไม้ประดับที่มีการฉายรังสีในประเทศไทย เพื่อเผยแพร่แก่ชุมชนต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการรวบรวมงานวิจัยด้านการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ รวมทั้งพรรณไม้น้ำประดับในประเทศไทย ที่ได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ระหว่างปี พ.ศ. 2510 – 2550 ทั้งงานวิจัยของหน่วยงานราชการและเอกชน ในวารสารทางวิชาการและงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปของรายงานการวิจัยประจำปี วิทยานิพนธ์ ปัญหาพิเศษ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ พบว่า

ไม้ดอกไม้ประดับ รวมทั้งพรรณไม้น้ำประดับ ที่มีรายงานการใช้รังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย

ไม้ดอกไม้ประดับ รวมทั้งพรรณไม้น้ำประดับ ที่มีรายงานการฉายรังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย พบว่า มีจำนวน 27 วงศ์ (family) 50 สกุล (genus) มากกว่า 64 ชนิด (species) โดยส่วนใหญ่เป็นไม้ดอกไม้ประดับ จำนวน 18 วงศ์ 37 สกุล มากกว่า 44 ชนิด (ตารางที่ 1) เป็นไม้น้ำประดับ จำนวน 6 วงศ์ 8 สกุล มากกว่า 10 ชนิด (ตารางที่ 2) และเป็นพรรณไม้น้ำประดับ จำนวน 3 วงศ์ 5 สกุล 10 ชนิด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 รายชื่อไม้ดอกไม้ที่มีการศึกษาถึงผลของการฉายรังสีในประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อผู้ศึกษา
1. <i>Adianum</i> spp. *	ชวนชม	Desert Rose	อรุณี (2546) อรรธรณ (2548)
2. <i>Alpinia purpurata</i>	ขิงแดง	Red ginger	เบญจมาศ (2541) เกศ (2544)
3. <i>Anthurium andraeanum</i>	หน้าวัว	Flamingo flower	บุญมี (2518) วิชุดา (2537)
4. <i>Begonia</i> spp.	บีโกเนีย	Begonia	สุนา (2528) นงลักษณ์ (2541)
5. <i>Brassolaeliocattleya</i> hybrids	กล้วยไม้แคทลียาลูกผสม	-	ครรชิต (2538)
6. <i>Bulbophyllum longissimum</i> *	สิงโตเครยาว	-	อรุณี (2546)
7. <i>Calanthe rubens</i>	อ้วพวงมณี	-	ธันว์ (2546)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อผู้ศึกษา
8. <i>Canna indica</i>	พุทธรักษา	Canna	จงจินต์ (2520) นันทนา (2525) สิรินุช และคณะ (2543) ศูนย์บริการฉายรังสี เกมมาและวิจัยนิวเคลียร์ เทคโนโลยี (2546)
9. <i>Chrysanthemum morifolium</i>	เบญจมาศ	Chrysanthemum	ชุตินทร (2531, 2532) มัลลิกา (2542) พีรณัฐ และคณะ (2544) ศูนย์บริการฉายรังสี เกมมาและวิจัยนิวเคลียร์ เทคโนโลยี (2546) Lamseejan <i>et al.</i> (2000)
10. <i>Curcuma alismatifolia</i> *	ปทุมมา	Siam Tulip	เครือวัลย์ (2541) วันวิสา (2545) วิชญา (2546) อรุณี (2546)
11. <i>Curcuma sparganifolia</i>	ปทุมมา	Siam Tulip	อดิศร (2535)
12. <i>Dendrobium albosanguinum</i>	เอื้องผาเวียง	-	ธันว์ (2546)
13. <i>Den. chrysotoxum</i>	เอื้องคำ	-	ธันว์ (2546)
14. <i>Den. cruentum</i>	เอื้องปากนกแก้ว	-	ธันว์ (2546)
15. <i>Den. hybrids</i> *	กล้วยไม้หวายลูกผสม พันธุ์ต่าง ๆ	-	ธนะ (2548) อรุณี (2546)
16. <i>Dianthus caryophyllus</i>	คาร์เนชั่น	Carnation	ชัยชุมพล (2526) อรดีและชัยชุมพล (2527)
17. <i>Etlingera elatior</i>	ดาหลา	Torch Ginger	วิทยากุล (2543) อภิชาติ และคณะ (2543) จิราภรณ์ (2545) วรพนิต (2545) ปกรณ (2548)
18. <i>Gladiolus</i> spp. & hybrid	แกลดิโอลัส	Gladiolus	อรรวรรณ (2524) ปรานอม และคณะ (2525)
19. <i>Gloriosa superba</i>	ทองตั้ง	Climbing lily	พรทิพย์ (2542)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อผู้ศึกษา
20. <i>Grammatophyllum speciosum</i>	ว่านเพชรหึง	Tiger orchid	ธันว์ (2546)
21. <i>Habenaria militaris</i> *	กล้วยไม้กลุ่มลิ้นมังกร	-	อรุณี (2546)
22. <i>Helianthus anuus</i>	ทานตะวัน	Sunflower	ศิริรัตน์ (2546)
23. <i>Hippeastrum johnsonii</i>	ว่านสีทศ	Amaryllis	อดิพันธ์ (2545)
24. <i>Hygrophylla difformis</i>	ดาวกระจาย	Water Wisteria	ธนาธิป (2547)
25. <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	กุหลาบหิน	Flaming Katy	สุรวิช (2526)
			วันเฉลิม (2546)
			จิระนันท์ (2547)
26. <i>Kalanchoe laciniata</i>	พ้องสามย่าน	-	อรุณี (2550)
27. <i>Lilium</i> spp.	ลิลลี่	Lily	อภาภรณ์ (2539)
			วโรภาส (2544)
28. <i>Musa laterita</i>	กล้วยบัวสีส้ม	-	อัญชลี (2546)
29. <i>Musa</i> sp.	กล้วยรัตกัทลี	Wild Callimusa	วนิดา (2547)
30. <i>Nelumbo lutea</i>	บัวหลวงอเมริกัน	American yellow	
	สีเหลือง	lotus	วิชัยและกนกพร (2549)
31. <i>Nelumbo nucifera</i>	บัวหลวง	Sacred lotus	เอมอร (2530)
			ศิริศักดิ์ (2542)
			ศิริศักดิ์และวิชัย (2543)
			Lama et al. (2005)
32. <i>Nymphaea</i> 'Jongkolnee'	บัวจงกลนี	Water lily	Puripunyavanich and Boonsirichai (2005)
33. <i>Oncidium</i> 'Popoki' *	ออนซีเดียมแคระ	-	อรุณี (2546)
34. <i>Ornithogalum dubium</i>	ออนีโอทาลัม	-	กฤษณา (2545)
35. <i>Petunia hybrida</i>	พิทูเนีย	Petunia	พรรณี (2543)
36. <i>Phalaenopsis violacea</i> *	ฟาแลนนอปซิส		
	ไวโอราเซีย	-	ธันว์ (2546)
			อรุณี (2546)
37. <i>Polianthes tuberosa</i>	ชอนกลีนไทย	Tuberose	อดิสร (2533)
38. <i>Portulaca grandiflora</i>	แพรวเชียงไฮ้	Potulaca	อรุณีและนวลฉวี (2534)
			ศูนย์บริการฉายรังสี
			แกมมาและวิจัยนิวเคลียร์
			เทคโนโลยี (2546)
			Wongpiyasatid and Homchan (2000)
39. <i>Plumeria</i> spp.*	ลีลาวดี	Temple tree	อรุณี (2546)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อผู้ศึกษา
40. <i>Rhynchosyilis gigantea</i> *	ช้างกระ	-	ธันว์ (2546) อรุณี (2546)
41. <i>Rosa hybrida</i>	กุหลาบ	Rose	พัชรินทร์ (2538)
42. <i>Schoenorchis fragrans</i> *	เอื้องจิว	-	อรุณี (2546)
43. <i>Vanda hybrids</i> *	กล้วยไม้แวนด้าลูกผสม	-	อรุณี (2546)
44. <i>Zinnia augustifolia</i>	บานชื่นหนู	Narrowleaf Zinnia	พิชิต (2546)

ตารางที่ 2 รายชื่อไม้ประดับที่มีการศึกษาถึงผลของการฉายรังสีในประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อผู้ศึกษา
1. <i>Agave</i> sp.	อากาเว่	Century plant	อรุณี (2550)
2. <i>Aglaonema</i> sp.*	แก้วกาญจนา	Aglaonema	พันธ์วดี (2546) อรุณี (2546)
3. <i>Chlorophytum amaniense</i>	เศรษฐีกำหนอง	-	รัชนิย์ (2544)
4. <i>Dracaena fragrans</i>	วาสนา	Philodendron "Red Emerald"	อรุณี (2550)
5. <i>Dracaena sanderiana</i> *	ไผ่กวนอิม	-	อรุณี (2546)
6. <i>Dracaena surculosa</i>	ไผ่ฟิลิปปินส์	Florida beauty	อรุณี (2550)
7. <i>Ficus benjamina</i> var. variegata	ไทรย้อยใบแหลมต่าง	Gogen fig	สุชาดา (2550)
8. <i>Musa acuminata</i> 'BEP'	กล้วยเบพ	-	อารยา (2548)
9. <i>Philodendron</i> sp.	มรกตแดง	-	อรุณี (2550)
10. -	ปาล์ม	-	อรุณี (2550)

ตารางที่ 3 รายชื่อพรรณไม้ประดับที่มีการศึกษาถึงผลของการฉายรังสีในประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อผู้ศึกษา
1. <i>Alternanthera reineckii</i>	ผักเป็ด	-	รักชนก และคณะ (2549)
2. <i>Anubias bartiri</i> *	อญูเบียส	Anubias	ดาวสวรรค์ (2545) อรุณี (2546)
3. <i>Cryptocoryne balansae</i>	บอนน้ำ	Balansa's Cryptocoryne	สุจิตรา (2548)
4. <i>Cryptocoryne blassii</i>	บอนแดง	Braune von Bangkok	สารินี (2548)
5. <i>Cryptocoryne wendtii</i> "green"	ใบพาย, วาน้ำ	Amazon sword plant	ปิ่นอุบล (2548)
6. <i>Echinodorus argentinensis</i>	อเมซอน	-	อุไร (2542)
7. <i>Echinodorus armazonicus</i> *	อเมซอนใบยาว	-	อรุณี (2546)
8. <i>Echinodorus bleheri</i> *	อเมซอน	-	อรุณี (2546)
9. <i>Echinodorus parviflorus</i> *	อเมซอน	-	อรุณี (2546)
10. <i>Lobelia cardinalis</i>	โลบีเลีย	Lobelia	ไตรเมธ (2547) ศรายุทธ (2547)
11. <i>Sagittaria pusillus</i> *	ซาจิทอเรีย	Sagittaria	อรุณี (2546)

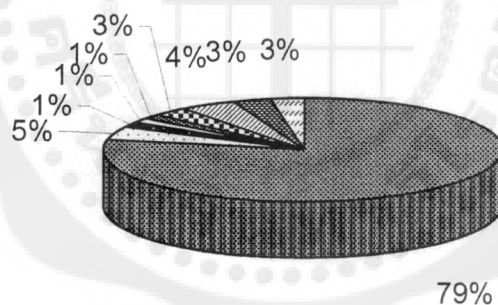
หมายเหตุ * คือ ส่วนหนึ่งเป็นข้อมูลที่มีรายงานในเอกสารประกอบการฝึกอบรม โครงการวิจัยเชิงถ่ายทอดเทคโนโลยี "การพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีแกมมาสู่เกษตรกร" ที่ให้เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการนำไม้ดอกไม้ประดับของตนมาฉายรังสี จัดโดยภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ ร่วมกับศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ วันที่ 26-27 มิถุนายน 2546 ณ ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2510-2550

จากการศึกษา พบว่าการฉายรังสีให้แก่ไม้ดอกไม้ประดับ ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ คิดเป็นร้อยละ 95.56 และเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยว คิดเป็นร้อยละ 4.44

- หน่วยงานที่ทำการศึกษา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานที่ทำการศึกษาวิจัยถึงผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2510-2550 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79 ของผลงานทางวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่ รองลงมาได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร้อยละ 5 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คิดเป็นร้อยละ 4 สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยขอนแก่น คิดเป็นร้อยละ 1 (ภาพที่ 1)

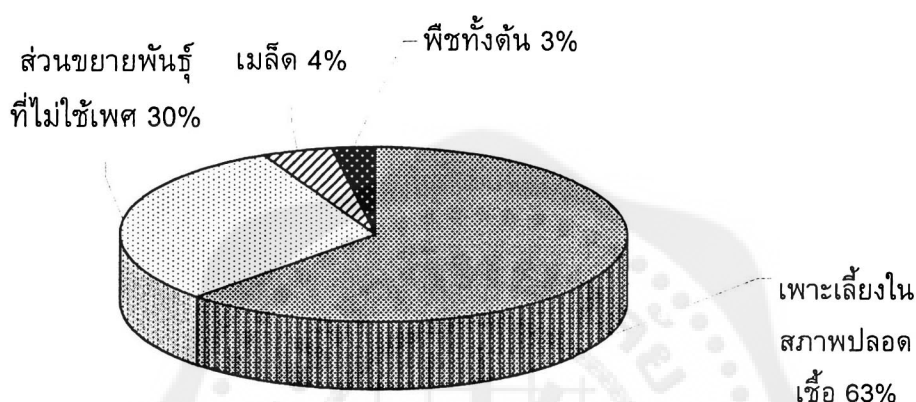


■ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	□ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
■ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	□ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
■ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	▣ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
▨ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	■ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
▤ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ	

ภาพที่ 1 หน่วยงานที่ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2510-2550

- ส่วนของไม้ดอกไม้ประดับที่นำมาฉายรังสี

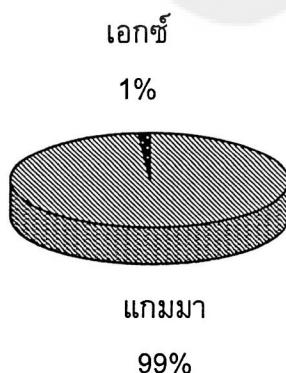
พบว่าส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี ส่วนใหญ่เป็นส่วนของพืชที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) คิดเป็นร้อยละ 63 รองลงมาคือ ส่วนขยายพันธุ์ที่ไม่ใช่เพศอื่น ๆ เช่น กิ่ง ลำต้น ใบ เหง้า หัว ฯลฯ คิดเป็นร้อยละ 30 ใช้เมล็ด คิดเป็นร้อยละ 4 และใช้พืชทั้งต้น คิดเป็นร้อยละ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ชิ้นส่วนของไม้ดอกไม้ประดับที่นำมาฉายรังสี

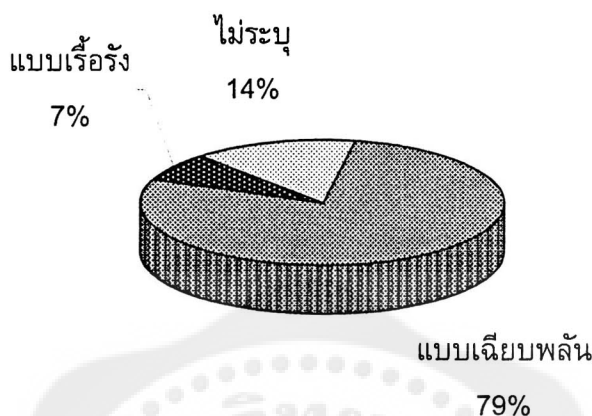
- รังสีที่ใช้ วิธีการฉายรังสี และปริมาณรังสีที่ใช้

การศึกษาถึงผลของการฉายรังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ พบว่าส่วนใหญ่ใช้รังสีแกมมาในการศึกษามากที่สุดถึงร้อยละ 99 ใช้รังสีเอกซ์ในการศึกษาเพียงร้อยละ 1 และไม่พบว่ามีการศึกษาถึงผลของรังสีอื่น ๆ ที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทยเลย



ภาพที่ 3 รังสีที่ใช้ในการศึกษาถึงผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย

วิธีการฉายรังสีให้แก่ไม้ดอกไม้ประดับเพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ พบว่าส่วนใหญ่ใช้วิธีการฉายรังสีแบบเฉียบพลัน คิดเป็นร้อยละ 79 รองลงมาคือ ไม่ระบุวิธีการฉายรังสี คิดเป็นร้อยละ 14 และการฉายรังสีแบบเรื้อรัง คิดเป็นร้อยละ 7 ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 วิธีการฉายรังสีที่ใช้ในการศึกษาถึงผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย

ปริมาณรังสีที่ฉายให้แก่ไม้ดอกไม้ประดับ พบว่า ปริมาณรังสีแบบเฉียบพลันที่ใช้อยู่ในช่วงต่ำสุด-สูงสุด คือ 1-600 เกรย์ โดยส่วนใหญ่ปริมาณที่นิยมใช้มากที่สุดจะอยู่ในช่วง 10-100 เกรย์ ส่วนการฉายรังสีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูไม้ดอกไม้ประดับหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ามีการศึกษากับกล้วยไม้ อยู่ในช่วง 1.5-2 กิโลเกรย์ (ตารางที่ 4)

- ผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับ

การใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ให้ได้ลักษณะใหม่ ๆ ที่ดีตามต้องการ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งผลกระทบที่เกิดจากการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับนั้น พบว่าไม้ดอกไม้ประดับแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อรังสีที่คล้ายกัน แต่มีความทนทานต่อปริมาณรังสีที่ฉายให้แตกต่างกัน โดยผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับ มีดังนี้

1. ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม เช่น การแตกหัก หรือขาดหายไปของโครโมโซม การเพิ่มหรือลดจำนวนโครโมโซม เป็นต้น
2. ผลต่อลักษณะทางสัณฐานของพืช เช่น ลักษณะแคระแกรน การเปลี่ยนแปลงของลักษณะของใบ รูปร่างของใบ ขนาดของปากใบ การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของลำต้น ฯลฯ
3. ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีดอกและใบ ได้แก่ ลักษณะต่างของส่วนต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงสีดอก รูปร่างของดอก ขนาดของดอก เป็นต้น
4. ผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งพบว่ารังสีมีผลทั้งเร่งและยับยั้งการเจริญเติบโตของไม้ดอกไม้ประดับ
5. ผลต่อเมล็ด พบว่ารังสีมีผลต่อการงอกและเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของเมล็ดไม้ดอกไม้ประดับ

6. ผลต่อระบบการสืบพันธุ์ พบว่ารังสีมีผลทำให้ไม้ดอกไม้ประดับเกิดการเป็นหมัน

7. ผลต่อวัฏจักรชีวิตของไม้ดอกไม้ประดับ เช่น รังสีมีผลต่อระยะเวลาออกดอก ระยะเวลาการบานของดอก ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ฯลฯ

8. ผลของรังสีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ดอกไม้ประดับ พบว่ารังสีจะทำให้ไม้ดอกไม้ประดับ เช่น กล้วยไม่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้นลง แต่มีรายงานในเบญจมาศ พบว่ารังสีมีแนวโน้มทำให้เบญจมาศมีอายุการปักแจกันนานขึ้น

ซึ่งการศึกษาผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทยนั้น ได้รวบรวมจากผลงานการศึกษาและวิจัยโดยสรุปไว้ในตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย จากรายงานการศึกษาวิจัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510-2550

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
กล้วยบัวสีส้ม	อัญชลี (2546)	ปลายยอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมา	5-30	- ปริมาณรังสีทำให้เกิดการตาย 30 และ 50 เกรย์เริ่มต้น (LD ₅₀) เท่ากับ 25.5 และ 28.5 เกรย์ ตามลำดับ - มีการแตกหน่อลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น - มีการรอดชีวิตลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น - ทำให้เกิดการผิดปกติทางสัณฐานวิทยาและสามารถถ่ายทอดให้กับหน่อรุ่นต่อไปได้ - ระยะเวลาการออกดอก และระยะเวลาการบานของดอก
			แกมมา แบบเฉียบพลัน	20-80	- กล้วยแบบพรอดชีวิต 50 เกรย์เริ่มต้น (LD ₅₀) ที่ปริมาณรังสี 33.5 เกรย์ - เนื้อเยื่อกล้วยแบบที่ได้รับรังสีต่อเนื่อง 18.7 เกรย์ พบว่าบางต้นมีความผิดปกติเมื่อสัมผัสกับอุณหภูมิคงที่จนเข้าหากัน แต่ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับต้นที่ไม่ได้ฉายรังสี
กล้วยไม้	ครุฑจิต (2538)	โปรโตคอร์มจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมา เร่งรัง	18.7-77.6	- ปริมาณรังสี ระหว่าง 80 และ 130 เกรย์ เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ - รังสีทำให้การเจริญเติบโตของโปรโตคอร์มกล้วยไม้ช้าลง บางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตาย ผลจะรุนแรงขึ้นเมื่อใช้ปริมาณรังสีที่สูงขึ้น
		ดอก	แกมมาแบบเฉียบพลัน	500-2000	- ปริมาณรังสี 1.5-2.0 kGy สามารถกำจัดเพลี้ยไฟได้ทุกระยะการเจริญเติบโต แต่ส่งผลกระทบต่ออายุการปักแจกันของกล้วยไม้ 2-7 วัน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ¹	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ²
กล้วยไม้ (ต่อ)	ธนวิ (2546)	โปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ด	เกมมาแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง	20-80	- ต้นอ่อนงอก มีน้ำหนัก ความสูงลำและความยาวใบลดลง ตามอัตรารังสีที่ได้รับเพิ่มขึ้น - ระดับรังสี 60 เกรย์ ทำให้ว่านเพชรหึง มีขนาดของต้นที่ใหญ่กว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสีและรอดตายทั้งหมด - เมล็ดข้างค้อมที่ผ่านการฉายรังสีแบบเรื้อรัง อัตรา 627.5 มีการพัฒนาเป็นต้นกล้าขนาดใหญ่ คิดเป็น 55.93 เปอร์เซ็นต์
	สุนีย์ (2547)	ดอก	เกมมา	1500	- มีผลทำให้เกิดการหลุดร่วงของดอกอย่างรวดเร็ว
	ธนะ (2548)	โปรโตคอร์ม	เกมมาแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง	2-100	- ปริมาณรังสีทำให้การเจริญเติบโตลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ (GR₃₀) เมื่อเทียบกับปริมาณที่ได้รับรังสีของ Den. White Sanan, Den. Pinky Sem 'Rinnapa', Den. Sonia 'No.17 Red', Den. Sonia 'Earsakul' คือ 73.93 81.56 64.00 และ 69.05 เกรย์ ตามลำดับ - การฉายรังสีปริมาณต่ำ 2-10 เกรย์ กับ PBLs สามารถพัฒนาเป็นต้นได้ในภายใน 10 เดือน รังสีมีผลให้ความสูงลำ ความสูงทรงต้น และความยาวใบลดลง - การฉายรังสีแบบเฉียบพลันปริมาณ 20-100 เกรย์ทำให้ ความสูงลำ ความสูงทรงต้น ความยาวใบ และความยาวรากลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - การฉายรังสีแบบเรื้อรัง ต้นที่ได้รับ 800 เกรย์ มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าและพบลักษณะผิดปกติ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ¹¹	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ¹²
กล้วยบัวบก	วนิดา (2547)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพ ปลอดเชื้อ	แกมมา แบบ เฉียบพลัน	10-70	- ปริมาณรังสีทำให้เกิดการตาย 50 เปอร์เซนต์ (LD₅₀) เท่ากับ 27 เกรย์ เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีจะทำให้มีการรอดชีวิตและการแตกหน่อลดลง - เมื่อย้ายปลูกพบว่า ต้นที่ฉายรังสีมีขนาดและความสูงน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสี - ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสัณฐานวิทยาบางประการ เช่น สี การเรียงตัว ขนาด รูปร่างของใบระดับเปลี่ยนไป - เกิดอาการผิดปกติที่ใบ เช่น เกิดต่างขาว ใบหนา ใบหยัก และมีลักษณะผิดปกติของสีใบระดับเปลี่ยนแปลงไปอย่างเด่นชัดจำนวน 2 ต้น โดยต้นแรก มีการเรียงของใบระดับชิดกันแน่น มีสีเหลืองอ่อนอมส้มเล็กน้อย ขอบมีสีเขียว และปลายมีรอยหยักเป็นคลื่น กิลบบาง ต้นที่ 2 ใบระดับสีเหลืองอมเขียวถัดเข้าไปด้านในมีสีเหลืองอมส้ม ขอบสีเขียว ปลายสุดมีแต้มสีเขียว กิลบหนาและค่อนข้างแข็ง
กุหลาบ	พัชรินทร์ (2538)	ยอดยาว 10 มิลลิเมตร ที่เลี้ยงใน สภาพปลอดเชื้อ	แกมมา แบบ เฉียบพลัน	20-40	- เปอร์เซนต์การอยู่รอดลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น - สีดอกเปลี่ยนแปลงไป - รูปร่างดอกเปลี่ยนแปลงไป - จำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ²¹	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ²²
กุหลาบหิน	สุวิรัช (2526)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	5-50	- การเจริญเติบโตลดลง เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น - ปริมาณรังสี 5 เกรย์ ทำให้เกิดยอดมากขึ้น - ทำให้ลักษณะการเรียงตัวของใบ ความยาวปล้อง และการแตกกิ่งข้างผิดปกติ - ปริมาณรังสี 35 เกรย์ ทำให้เกิดลักษณะผิดปกติมากที่สุด หมายเหตุ ความผิดปกติของลักษณะใบและการแตกกิ่งข้างสามารถเกิดกับท่อนพันธุ์ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อโดยไม่ต้องฉายรังสีได้
	วันเฉลิม (2546)	กิ่งและใบ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-60	- เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดในใบและกิ่งลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีมากขึ้น - เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีจะทำให้การแตกกิ่งใหม่และจำนวนใบจากกิ่งใหม่ลดลง - ลักษณะผิดปกติที่พบคือ ใบมีขนาดเล็กเป็นพุ่ม กิ่งมีลักษณะผิดปกติ พบที่ปริมาณรังสี 20, 40 และ 60 เกรย์ โดยความผิดปกติจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น
	จิระนันท์ (2547)	ต้นอ่อน	แกมมา	20-400	- ทำให้เกิดลักษณะผิดปกติ ได้แก่ ใบบิดเบี้ยว มีลักษณะเป็นรูปหัวใจ ใบแผ่ติดกัน ใบเรียวยาว - รังสี 10 เกรย์ ทำให้เกิด plantlet บนใบได้เร็ว - ปริมาณรังสีสูงกว่า 200 เกรย์ มีผลต่อการลดการเจริญเติบโตและความอยู่รอดของต้น

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
แกลดิโอลัส	อรรณ (2524)	หัว	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-50	- การอบรังสีที่ 20 เกรย์ นาน 7 วัน มีผลทำให้เพิ่มความยาวของช่อดอก ขนาดดอก จำนวนดอกต่อช่อ ทำให้ออกดอกเร็วขึ้น เกิดการผิดปกติของช่อดอกแยกออกเป็น 2 ช่อ - การอบรังสีที่ 10 เกรย์ นาน 7 วัน มีผลทำให้ เพิ่มการเจริญเติบโตของต้น ให้จำนวนหัวและหัวย่อยเพิ่มมากขึ้น - การอบรังสีที่ 50 เกรย์ นาน 7 วัน ทำให้การเจริญเติบโตลดลง ใบผิดปกติ และไม่ออกดอก
	อรรณ (2525)	หัวที่เลี้ยงไว้ในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	20-100	- รังสี 20 เกรย์ จะเพิ่มจำนวนหัว จำนวนดอกต่อช่อ ขนาดดอก ระยะเวลาการบานของดอก และจำนวนอายุการตัดดอกของแกลดิโอลัส - ก่อให้เกิดการผิดปกติของก้านดอก - รังสีมากกว่า 60 เกรย์ จะไม่ก่อให้เกิดช่อดอก - รังสี 40 เกรย์ จะส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้ต้นแคระแกร็น ใบหนาขึ้น

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy)	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
เกล็ดโอ๊ต (ต่อ)	ปรานอม และคณะ (2525)	หัวที่เลี้ยงไว้ในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมา	20-100	- รังสี 20 เกรย์ จะเพิ่มจำนวนหัว จำนวนดอกต่อข้อ ขนาดดอก ระยะเวลาการบานของดอก และระยะเวลาการติดดอกของเกล็ดโอ๊ต - ทำให้เกิดการผิดปกติของก้านช่อดอกแยกเป็น 2 ข้อ ใน vm_1 และ ไม่พบใน vm_2 - ทั้ง 2 พันธุ์ ที่อาบรังสีมากกว่า 60 เกรย์ จะไม่เกิดช่อดอก - รังสี 40 เกรย์ ทำให้การเจริญเติบโตของต้นลดลง ต้นแคระแกรน ใบมีความหนาเพิ่มขึ้น ความกว้าง ความยาว และจำนวนใบ ลดลงใน vm_1 แต่ vm_2 vm_3 vm_4 มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ
ชิงแดง	เบญจมาศ (2541)	เนื้อเยื่อที่เลี้ยงไว้ในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-110	- หน่อซึ่งแดงมีค่า LD_{50} เท่ากับ 22 เกรย์ - ปริมาณรังสี 50 เกรย์ ขึ้นไป ทำให้สังเกตเห็นการเจริญเติบโต - ปริมาณรังสี 30 เกรย์ ทำให้การเจริญเติบโตลดลง และมีลักษณะผิดปกติ คือ มีการออกหน่อด้านข้างเป็นจำนวนมากแต่ดอกกรากน้อย - ปริมาณรังสี 10 เกรย์ ทำให้ใบมีสีเขียวอ่อน และมีรูปร่างเล็ก ๆ ปรากฏอยู่บนใบ
	เกศ (2544)	ต้นที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	5-60	- ค่า $LD_{50(30)}$ เท่ากับ 52.2 เกรย์ - ต้นที่ฉายรังสี 60 เกรย์ ตายหมด ในรุ่น M_1V_2 - ต้นที่รอดชีวิตจากการฉายรังสี 15 เกรย์ มีการแตกหน่อเป็นกลุ่มก่อนใบหึงงอ ใบเป็นแฉก แต่ลักษณะนั้นหายไป ในรุ่น M_1V_3 - การฉายรังสี 5 เกรย์ พบลักษณะใบเป็นรูปร่างยาวในเนื้อเยื่อ ในรุ่น M_1V_3 ทั้งรุ่นก่อนหน้าไม่ปรากฏลักษณะดังกล่าวออกมา

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
คาร์เนชั่น	ชัยชุมพล (2526)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพ ปลอดเชื้อ	แกมมาแบบ เฉียบพลัน แบบเรื้อรัง	10-150 ฉายต่อเนื่องทุก คืน ตลอด 7 คืน รวม 308.32 เกรย์	- เปอรืเริ่มต้นการอยู่รอดและการเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณรังสีที่ เพิ่มขึ้น - สีของดอกเปลี่ยนแปลงไป
	อรดี และชัย ชุมพล (2527)	ยอดที่เลี้ยงใน สภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบ เฉียบพลันและ แบบเรื้อรัง	10-150	- เปอรืเริ่มต้นการอยู่รอดและการเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - ปริมาณรังสี ตั้งแต่ 70 เกรย์ขึ้นไป หลังจากฉายรังสี 12 สัปดาห์ ทำให้ต้น ตายหมด - สีของดอกเปลี่ยนแปลงไปจากสีขาวเป็นดอกสีขาวที่มีสีชมพูกระจายทั่ว ดอก
ช่อนกลั่นไทย	อดิสร (2535)	หน่อ	แกมมาแบบ เฉียบพลัน	5-30	- การเจริญเติบโตถูกยับยั้งตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - จำนวนหน่อลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - ก่อให้เกิดลักษณะใบต่าง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
ทองดี	พรทิพย์ (2542)	หัว	แกมมา	2.5-400	- ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตลดลง โดยมีค่า LD₅₀ เท่ากับ 10.88-14.22 เกรย์ - ปริมาณรังสี 20 เกรย์ ขึ้นไปมีผลทำให้ต้องทิ้งตาย 100 เปอร์เซ็นต์ - ปริมาณรังสี 2.5 เกรย์ มีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโต คือ จำนวนต้นที่งอกออกจากตาบริเวณปลายหัวมีเพิ่มขึ้น ความสูงของต้นลดลง สีของใบ ลักษณะของดอกและสีของดอกเปลี่ยนแปลงไป ความสมบูรณ์และเปอร์เซ็นต์การงอกของเรณูลดลง รวมทั้งมีหัวที่เกิดใหม่เพิ่มขึ้น - มีผลต่อโครโมโซม คือโครโมโซมจับคู่ผิดปกติ เกิดเป็น ring multivalent และพบ lagging chromosome และ chromosome bridge โดยจำนวนเซลล์ที่พบความผิดปกติของโครโมโซมเหล่านี้ จะมากขึ้นตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น
ดาวกระจาย	ธนธิป (2547)	ต้นอ่อนที่เลี้ยงใน สภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบ เฉียบพลัน	20-100	- การเจริญเติบโตลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น โดยมีค่า GR₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 92.19 เกรย์ - การรอดชีวิตลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น - การเปลี่ยนแปลงของใบ ได้แก่ ใบเหลือง ใบมีลักษณะบิดงอผิดรูป ใบเรียว ยาว และใบใหญ่ผิดปกติ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy)	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
ดาหลา	วิทยากุล (2543)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-80	- ค่า LD₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 27 เกรย์ และค่า GR₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 12 เกรย์ - เนื้อเยื่อที่ฉายรังสีในปริมาณ 20 เกรย์ขึ้นไป เกิดการตายทั้งหมด - เนื้อเยื่อตายที่รอดชีวิต ที่ปริมาณรังสี 10 เกรย์ พบลักษณะที่เปลี่ยนแปลงคือ ใบเป็นรอยจีบ ใบเรียวยาว ใบต่าง ใบแตก และลักษณะการแตกหน่อเป็นกลุ่มก่อน - ลักษณะใบเป็นรอยจีบ และใบแตกหายไป ในรุ่น M₁V₃
	อภิชาติ และคณะ (2543)	เนื้อเยื่อที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมา	ไม่ระบุ	- ทำให้เนื้อเยื่อตายเมื่อเลี้ยงได้ 30 วัน
	จิราภรณ์ (2545)	หน่อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	1-3 เกรย์ และฉายรังสีเพิ่มอีกในรุ่น M ₁ V ₂ หรือเม้นต์ละ 15 เกรย์	- ปริมาณรังสีสูงขึ้นการตายสูงขึ้น - การแตกหน่อใหม่ (M₁V₂) ลดลง - ลักษณะผิดปกติที่พบ คือ มีการแตกหน่อออกมาจากรากหน่อเมื่อเป็นกลุ่มก่อน ต้นแคระแกรน ใบมีลักษณะผิดปกติ ได้แก่ ใบต่าง ใบเรียวยาว ใบรูปหัวใจ ใบหยิก และ ใบแตก
วรวนิต (2545)	วรวนิต (2545)	เหง้า	แกมมาแบบเร่งรัง	30-120	- ปริมาณรังสี ตั้งแต่ 60 เกรย์ ทำให้ต้นตายหมด - ต้นที่ได้รับรังสี 30 เกรย์ มีความสูงและแตกหน่อมากกว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสี
		ต้นที่ผ่านการฉายรังสี 10 เกรย์ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-40	- การตายเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - การแตกหน่อลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - ลักษณะผิดปกติที่พบ คือ ลำต้นแคระ ใบหงิกงอ ใบหอ ไม่มีขนาดเล็กลง การแตกหน่อเป็นกลุ่มก่อน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
ดาหลา (ต่อ)	ปกรณ (2548)	เนื้อเยื่อที่เสียหายใน สภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบ เฉียบพลัน	10-40	- ค่า LD ₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 20.44 เกรย์ และค่า GR ₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 16.65 เกรย์ - พบลักษณะผิดปกติที่ปริมาณรังสี 10 เกรย์ คือ ใบเรียวยาว ใบเป็นรอยฉีก ใบหงิกงอ ใบมีริ้วสีเหลือง ใบเป็นแฉก และใบห่อ ลำต้นแคระแกรน ลำต้นมีขนาดเล็ก และมีการแตกหน่อเป็นกระจุกเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี
ทานตะวัน	ศิริรัตน์ (2546)	เมล็ด	แกมมาแบบ เฉียบพลัน	50-250	- เปอร์เซ็นต์การออกลดลง - เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดชีวิตลดลง - ความสูงของต้นลดลง - จำนวนใบเมื่อเกิดตาดอกแรกลดลง
ไทรย้อยใบแหลม ต่าง	สุชาดา (2550)	กิ่งปักชำ	แกมมาแบบ เฉียบพลัน เรื้อรัง	20-60 19.2-515.3	- การฉายรังสีทั้งสองแบบมีผลทำให้การเจริญเติบโตของไทรย้อยใบแหลม ต่างลดลง เมื่อได้รับปริมาณรังสีที่สูงขึ้น - การฉายรังสีแกมมาแบบเรื้อรัง มีผลทำให้เกิดการกลายของใบหลาย ลักษณะ โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการต่างของใบ รูปปร่างใบ สีของ ใบ และขนาดของใบ โดยมีลักษณะการกลายที่คงที่ 2 ลักษณะ หลังการ ขยายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง
บัวทอง	Puripunyava- nich and Boonsirichai (2005)	ห้วยย่อย	แกมมา	50-200	- ค่า LD ₃₀ เท่ากับ 70 เกรย์ และ LD ₅₀ เท่ากับ 120 เกรย์ - การเจริญเติบโตช้าและต้นอ่อนกว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสี - อัตราการงอกเป็นต้นใหม่ลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - ลักษณะสีกลีบดอกเปลี่ยนไป 2 ลักษณะ คือ กลีบดอกสีขาวและกลีบดอก สีม่วง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ¹¹	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ²¹
บัวหลวง	เอมอร (2530)	ต้นอ่อนที่เลี้ยงภายในขวดเพาะเลี้ยง	แกมมา	-	- ปริมาณรังสี 30 เกรย์ มีการเจริญเติบโตดีกว่าระดับรังสีอื่น ๆ - ต้นที่ได้รับรังสีสูงกว่า 50 เกรย์ จะเจริญเติบโตไม่เต็มและตายในที่สุด - การเจริญเติบโต รวมถึงลักษณะภายนอกที่สังเกต ได้แก่ รูปร่าง สี และ ขนาดของใบ ดอกและทรงต้น เป็นปกติ
	ศิริศักดิ์ (2542)	ต้นที่ได้จากการปักชำไว้ในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน เอกซ์	20-60 10-50	- ค่า LD₅₀ ของบัวหลวง ที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาและเอกซ์ คือ ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ โดยรังสีแกมมาและเอกซ์ทำให้เกิดลักษณะใหม่ 21 ลักษณะ - ต้นที่ได้รับรังสีแกมมาและเอกซ์ที่ 10-20 เกรย์ มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดีว่าต้นปกติ มีรากแขนงยาว ใหญ่ และรากฝอยจำนวนมาก ใหลมีความสมบูรณ์ และให้ต้นใหม่ที่มากกว่า - ต้นที่ได้รับรังสีแกมมาและเอกซ์ที่ 30-50 เกรย์ มีลักษณะผิดปกติที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต เช่น เป็นแก้ว (vitification) ชีตเหลืองทั้งต้น ก้านใบมีนูนพื่นกันเป็นก้อน ไม่แตกตาว้าง ไม่มีรากและไม่แตกกอ - ต้นที่ได้รับรังสี 60 เกรย์ จะตายหมดภายใน 4 สัปดาห์ - บัวหลวงมีโครโมโซมที่ปลายราก 2n=16 ความยาวปากไมเซลล์ 2.46 ไมครอน รังสีทำให้ต้นที่เกิดการกลายพันธุ์มีโครโมโซม aneuploid 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีจำนวนโครโมโซม 2n = 18 มีความยาวปากไมเซลล์ 3.43 จำนวน 5 ต้น โดยเกิดจากการฉายรังสีแกมมาและเอกซ์ที่ 30 เกรย์ และรังสีเอกซ์ที่ 40 เกรย์ และกลุ่มที่ 2 มีจำนวนโครโมโซม 2n = 20 มีความยาวปากไมเซลล์ 4.34 จำนวน 3 ต้น โดยเกิดจากการฉายรังสีแกมมาที่ 40 เกรย์ - ต้นที่เกิดจากการฉายรังสีแกมมาที่ 40 เกรย์ มีปากไมเซลล์ปกติ เป็นแบบ cytotoxic จำนวน 1 ต้น และปากไมเซลล์ยาว จำนวน 1 ต้น

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy)	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
บัวหลวง (ต่อ)	ศิริศักดิ์และวิชัย (2543)	ต้นที่เลี้ยงในกระถางปลูก	แกมมา	20-60	- ค่า LD ₅₀ อยู่ระหว่าง 0-20 เกรย์ - สามารถชักนำให้มีลักษณะผิดปกติ - ทำให้ขนาดของต้นเล็กกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี - การฉายรังสีมากกว่า 40 เกรย์ ทำให้บัวตายทั้งหมดภายใน 2 สัปดาห์
		เมล็ด	แกมมา	20-100	- รังสี 60 เกรย์ มีผลลดการเจริญเติบโตของต้นกล้าลง 50 เปอร์เซ็นต์ - รังสี 40 เกรย์ ต้นบัวหลวงไม่สามารถเกิดรากได้ และพบลักษณะผิดปกติ เช่น บวม น้ำน้อย และใบสีเหลือง ใบและก้านใบมีสีแดง
	Lama et al. (2005)	เหง้า	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-30	- อัตราการรอดชีวิตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่า LD ₅₀ ประมาณ 17 เกรย์ - โดยปกติบัวสายพันธุ์นี้ไม่สามารถออกดอกในประเทศไทย แต่พบเพียง 1 ต้น สามารถออกดอกในประเทศไทยได้ - ปลายกลีบดอกโค้งมนมากกว่าพันธุ์เดิมที่มีปลายกลีบดอกแหลม
บานชื่นหนู	พิชิต (2546)	เมล็ด	แกมมาแบบเฉียบพลัน	100-600	- มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก โดยความงอกจะลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ปริมาณรังสี 500 เกรย์ ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ - การเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น
บีโกเนีย	สุมนา (2528)	ต้นที่เพาะจากเมล็ดเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	20-100	- เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างต้น ใบและ ดอกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้แก่ ต้นเตี้ยแคระ ใบต่าง ใบหนาผิดปกติ เซลล์ปากใบใหญ่ขึ้น สีดอกเปลี่ยนแปลงไปได้หลากหลายมาก ขนาดของดอกมีทั้งใหญ่ขึ้นและเล็กลงกว่าเดิม

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ¹¹	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ¹²
บีโกเนีย (ต่อ)	นงลักษณ์ (2541)	ส่วนยอดที่เปลี่ยนในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	20-100	- ปริมาณรังสีที่ 40 เกรย์ ขึ้นไป ทำให้เกิดการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ - แผลในใบและก้านใบจากต้นที่ผ่านการฉายรังสีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปเป็นยอดได้น้อยกว่าต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสี - ลักษณะผิดปกติตรวจพบจากต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 20 เกรย์ เช่น ใบกลม ใบเรียวยาว ใบสีแดงเข้มและมีประสิทธิภาพมากกว่าปกติ การเกิดยอดเป็นกระจุก
เบญจมาศ	ชุตินทร (2531)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	5 และ 10	- การเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - เกิดอาการผิดปกติ เช่น ขอบใบไหม้ - ลักษณะของดอก ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก ฐานรองดอก ดอกสั้นใน จำนวนดอกช่อก้นและชั้นใน เพิ่มมากขึ้น - อายุการปักแจกันนานขึ้น - การเปลี่ยนแปลงสีดอก เช่น จากดอกสีขาวเป็นสีชมพู สีม่วงเป็นม่วงอมน้ำตาล ขาว เป็น สีชมพู เหลือง หรือ ชมพู สลับสีน้ำตาล เป็นต้น
	ชุตินทร (2532)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-100	- ปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายคือ 10 เกรย์ - การเจริญเติบโตลดลง - ก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติ เช่น ขอบไหม้ ใบต่าง (Chimera) - ต้นตายได้หากได้รับรังสีมากเกินไป - การเปลี่ยนแปลงสีดอก - มีผลต่อจำนวนโครโมโซม พบเพียง 1 ใน 4 ต้นที่ฉายรังสี จำนวนโครโมโซมเท่ากับ 57 โครโมโซมปกติเท่ากับ 54

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
เบญจมาศ (ต่อ)	มัลลิกา (2542)	กลีบดอกที่เสี่ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-90	- ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นทำให้การเจริญเติบโตลดลง - ปริมาณรังสี 30 เกรย์ ขึ้นไปทำให้ใบเหลืองคล้ำ จนเป็นสีน้ำตาล และตายในที่สุด - มีค่า LD₅₀ ที่ระยะเวลา 30 วัน เท่ากับ 24 เกรย์ - เมื่อนำออกปลูก พบว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสีมีการเจริญเติบโตดี และการแตกกิ่งมากกว่าต้นที่ฉายรังสี - ปริมาณรังสี 10 และ 20 เกรย์ ทำให้ใบหงิกงอผิดรูป ใบหนา ขนาดเล็กกว่าปกติ
	Lamseejan et al. (2000)	ต้นที่เสี่ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-110	- มีค่า LD₅₀ ที่ระยะเวลา 30 วัน เท่ากับ 14 เกรย์ - ระดับรังสี ตั้งแต่ 50 เกรย์ ขึ้นไป ทำให้ส่วนยอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อรุ่น M₁V₄ ตายหมด ภายใน 25-30 วัน - ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดอก ได้แก่ สี ขนาดดอก จำนวนชั้น และรูปร่างของดอก

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
ปทุมมา	เครือวัลย์ (2541)	ต้นที่ได้จากการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมาชนิด เฉียบพลัน	10-110	- ปริมาณรังสี 30 เกรย์ ทำให้การเจริญเติบโตและจำนวนหน่อลดลง - ปริมาณรังสี 30, 70, 90 และ 110 เกรย์ ทำให้เกิดลักษณะผิดปกติสูง เช่น ใบเหลือง ใบไม่มีสี ใบซ้ำ ใบหนา แฉก กรอบ ไม่เรียบ
	วันวิสา (2545)	ต้นที่ได้จากการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมาชนิด เฉียบพลัน	30-100	- ค่า LD ₅₀ ของพันธุ์ดอยดงและพันธุ์พื้นเมือง มีปริมาณเท่ากับ 37.51 และ 37.56 เกรย์ ตามลำดับ - มีการเจริญเติบโตลดลง โดยค่า GR ₅₀ ของพันธุ์ดอยดงและพันธุ์พื้นเมือง มีปริมาณเท่ากับ 23.54 และ 37.56 เกรย์ ตามลำดับ - เกิดลักษณะผิดปกติ คือ ใบเหลือง ชัด - ต้นที่ได้รับรังสีมากกว่า 60 เกรย์ ไม่พบว่าการเจริญเติบโตทั้ง 2 พันธุ์
	อติศร (2533)	เหง้า	แกมมาชนิด เฉียบพลัน	20-100 5-20	- ระดับรังสีตั้งแต่ 40 เกรย์ ขึ้นไป ส่งผลให้การงอกของเหง้าถูกยับยั้ง - ระดับรังสี 20 เกรย์ เกิด leaf chimera - เหง้างอกช้ากว่าเหง้าที่ไม่ได้รับรังสี - อัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสี - เหง้าที่ได้รับรังสีจะเกิดดอกช้า และช้ามากขึ้นตามปริมาณรังสีที่มากขึ้น - ระดับรังสี 20 เกรย์ พบ 1 ต้น ที่มีสีชมพูของกาบรองดอกเข้มขึ้น แต่ต้นที่เจริญต่อมาให้ดอกที่มีสีของกาบรองดอกเช่นเดิม
	วิทยา (2546)	ต้นที่ได้จากการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมาชนิด เฉียบพลัน	10-110	- ค่า LD ₅₀ มีค่า 42.01 เกรย์ และค่า GR ₅₀ มีค่า 42.01 เกรย์ ที่ระยะเวลา 45 วัน โดยมีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น - ปริมาณรังสี 30 และ 50 เกรย์ พบลักษณะใบเหลือง ไม่มีสีขาวทางด้านบนของใบ และตายหมด หลังจากแยกต้นที่เกิดใหม่ลงเลี้ยงในอาหารสูตรเดิม

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
พรรณไม้ในป่าเบญจ	สุจิตรา (2548)	ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมา แบบเฉียบพลัน	10-50	- ค่า LD₅₀-LD₉₀ คือ 18.2-22.2 เกรย์ - เปอร์เซ็นการรอดชีวิตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - ระดับรังสี 10 และ 20 เกรย์ ทำให้ลักษณะต่างๆของใบเปลี่ยนไป ได้แก่ สีใบ รูปใบ ขอบใบ ปลายใบ - ระดับรังสี 10 และ 20 เกรย์ ทำให้ต้นมีลักษณะแคระแกรนและแตกต้นใหม่จำนวนมาก - ระดับรังสี 40 เกรย์ ทำให้ต้นตายหมด
	ภัทรมาศ (2548)	กิ่งพันธุ์ที่ฉายรังสี ก่อนนำไปปักชำ และกิ่งที่ปักชำก่อนนำไปฉายรังสี	แกมมา	20-100	- ค่า LD₅₀ มีค่า 33-37.25 เกรย์ ปริมาณรังสี 20 เกรย์ สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์หลายชนิด - มีผลทำให้การเจริญเติบโตในต้นความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวกิ่งที่เจริญในแนวข้าง จำนวนกิ่งและจำนวนดอกลดลง แต่ไม่มีผลต่อขนาดของดอก - ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ทั้งลักษณะใบและดอก โดยเป็นรูปแบบใบ 34 ลักษณะ และสีดอก 3 ลักษณะ
พืชน้ำ	พรณี (2543)	กิ่งชำ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-60	- ค่า LD₅₀-LD₉₀ คือปริมาณรังสี 21-35 เกรย์ - เปอร์เซ็นความอยู่รอด ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งลดลง - ก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติ คือ ต้นแคระแกรน ใบด่างและหยิก ขนาดดอกเปลี่ยนไปทั้งใหญ่ขึ้นและเล็กลง ดอกเปลี่ยนสีจากม่วงเป็นม่วงอ่อนขาว และม่วงสลับขาว - ปริมาณรังสีที่ 60 เกรย์ จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตและตายในที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อพิพาท	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพิพาทที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
พุทธรักษา	จงจินต์ (2520)	หน่อ ฉายรังสี	แกมมา แบบ เฉียบพลัน	10-30	- ผลของรังสีทำให้บางหน่อเนืองออก - พุทธรักษาทั้งออกมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับความสูง ความกว้าง และความยาวของใบ โดยเฉพาะในกลุ่มที่ฉายรังสี 30 เกรย์ พบลักษณะแถบสีขาวขนาดต่าง ๆ หนานกับเส้นใบ ใบมักจะเว้าบริเวณกลางใบ ขนาดดอกในบางต้นเล็กลง - เปอร์เซ็นเตจของไมโครสปอร์ชนิดปกติจากต้นที่ไม่ได้รับรังสีจะสูงกว่าต้นที่ได้รับรังสี
	นันทนา (2525)	หน่ออ่อนและต้น กล่าลูกผสม	แกมมา แบบ เฉียบพลัน	5-20	- พบการเปลี่ยนแปลงทางด้านกรเจริญเติบโต ความสูง และขนาดของใบ - การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของใบทั้งในหน่ออ่อนและต้นกล่าลูกผสมที่ฉายรังสีทุกปริมาณรังสีเกิดขึ้นเพียงชั่วคราว - ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้แก่ มีแถบสีเหลืองขนาดต่าง ๆ หนานกับเส้นใบ ใบเว้าจากขอบใบเข้าสู่กลางใบ ใบหนาขึ้นแต่ขนาดเล็กลง บางต้นดอกไข่มุขหรือจางลงเล็กน้อย บางต้นดอกกลีบบานไม่หมด - รังสีทำให้เกิดลักษณะผิดปกติของโครโมโซม โดยเปอร์เซ็นต์เซลล์ที่มีโครโมโซมผิดปกติมีสหสัมพันธ์กับปริมาณรังสีในเชิงเส้นตรงทั้งในหน่อและต้นกล่าที่ได้รับรังสี

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมา ฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
แพรวเซียงไฉ่	อรุณี และ นวลจิวิ (2534); Wongpiyas atid and Hormchan (2000)	ลำต้น	เกมมาแบบ เฉียบพลัน	10-40	- เพิ่มความถี่ของการกลายและลักษณะของการกลายให้สูงกว่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ - การเปลี่ยนแปลงของดอก ทั้งรูปร่าง ขนาด สี กลีบดอก ลักษณะเกสรทั้งเพศผู้และเพศเมีย
	โพธิ์บัลลังก์ (อโกลนีมา)	ชิ้นส่วนลำต้นใน สภาพปลอดเชื้อ	เกมมาแบบ เฉียบพลัน	3-15 1-4	ปริมาณรังสี 3-15 เกรย์ ไม่มีการแตกตาเกิดขึ้นหลังจากฉายรังสีส่วน ชิ้นส่วนที่ไม่ได้รับการฉายรังสีมีการแตกตาและเจริญเติบโตเป็นปกติ - ปริมาณรังสี 1-4 เกรย์ พบว่ามีการแตกตาและการเจริญเติบโตลดลงตาม ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น
ลิลลี่	อามารณ (2539)	ห้อยย้อยที่เลี้ยงใน สภาพปลอดเชื้อ	เกมมาแบบ เฉียบพลัน	3-6	- ทำให้มีน้ำหนักต้นที่เพิ่มขึ้นกว่าต้นที่ไม่ได้ฉายรังสี - ลดจำนวนห้อยย้อย
	วโรภาส (2544)	ส่วนของกลีบหุ้มที่ เลี้ยงในสภาพ ปลอดเชื้อ	เกมมาแบบ เฉียบพลัน	2-8	- ปริมาณรังสี 0-4 เกรย์ เนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโตได้ - ปริมาณรังสี 6-8 เกรย์ ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการฉายรังสี 30 วัน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
ว่านสี่ทิศ	อดิษฐ์ (2545)	ต้นอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ	เกมมาแบบเฉียบพลัน	5-25	- ค่า LD₅₀ ในระยะเวลา 3 เดือน เท่ากับ 11.7 เกรย์ - ต้นอ่อนว่านสี่ทิศที่ได้รับรังสีสูงซึ่งมีแนวโน้มเกิดการรอดชีวิตลดลง - การเจริญและพัฒนาเป็นต้นอ่อนได้ช้ากว่าต้นส่วนหัวที่ไม่ได้รับการฉายรังสี - หลังย้ายปลูกไม่พบลักษณะผิดปกติไปจากต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี
เศรษฐีกันทอง	รัชนิย์ (2544)	เมล็ด	เกมมาแบบเฉียบพลัน	10-320	- อัตราการงอกของเมล็ดลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - เมล็ดงอกช้ามากขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - มีการแตกยอดเร็วขึ้น - การเปลี่ยนแปลงสีของแผ่นใบ เมื่อผ่านการฉายรังสี ระดับ 80, 90 และ 100 เกรย์
หน่วว	บุญมี (2518)	ต้นทั้งต้น	เกมมา	8-32	- การเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณของรังสีที่เพิ่มขึ้น - ลักษณะของจานรองดอกและปลีเปลี่ยนรูปไป - รังสีมีผลต่อการเกิดหน่อใหม่ - ปริมาณรังสี 12-16 เกรย์ ทำให้จานรองดอกและปลีเปลี่ยนแปลงมากที่สุด - ปริมาณรังสี 16-20 เกรย์ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของใบมากที่สุด - ปริมาณรังสี 12 เกรย์ขึ้นไป มีผลต่อการเป็นหน่อของหน่วว - ปริมาณรังสี 32 เกรย์ ทำให้ตายหน้าวตายถึง 60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
หน้วัว (ต่อ)	วิษชุดา (2537)	ต้นที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	เกมมาแบบเฉียบพลัน	1-5	- อัตราการรอดชีวิตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - การเกิดยอดใหม่ และความสูงลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - ก่อให้เกิดลักษณะผิดปกติของใบ การเรียงตัวของใบ ความยาวปล้อง และการเกิดกิ่งข้าง - หลังจากย้ายปลูกพบต้นที่มีลักษณะใบเล็ก และใบต่าง
อินทนิล	กฤษณา (2545)	ยอดอ่อนที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	เกมมาแบบเฉียบพลัน	10-160	- ค่า GR₅₀ เท่ากับ 22.1 เกรย์ - ปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง - ปริมาณรังสี ตั้งแต่ 40 เกรย์ขึ้นไป จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและยอดจะตายในที่สุด - ทำให้ใบแคระสั้น การแตกยอดเป็นกระจุก ใบลาย - ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม เช่น เกิดการขาดหรือหักบริเวณ satellite
อนุเบียส	ดาวสวรรค์ (2545)	ส่วนของปลายยอดที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	เกมมาแบบเฉียบพลัน	4.5-45	- มีค่า GR₅₀ ประมาณ 18 เกรย์ หลังฉายรังสีและเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 เดือน - การเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น - มีลักษณะใบต่างเกิดขึ้น - รังสีตั้งแต่ 27 เกรย์ขึ้นไป ทำให้ยอดแคระแกรน - ต้นที่ได้รับรังสี 4.5-18 เกรย์ พบยอดที่มีลักษณะใบเป็นสองแฉก ลักษณะเส้นกลางใบงอขึ้นมา และใบสองใบแต่มีก้านใบร่วมกัน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
อมะขอน	อุไร (2542)	ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	3.35-5.50	- ค่า LD ₅₀ -LD ₅₀ ในระยะเวลา 4 เดือน ประมาณ 3.35 และ 5.50 เกรย์ - ทำให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตช้ากว่าต้นอ่อนที่ไม่ได้รับรังสี - ต้นอ่อนที่ผ่านการฉายรังสีทุกระดับ ทำให้มีจำนวนโครโมโซมผิดปกติเมื่อเทียบกับต้นอ่อนปกติ
โลเบเลีย	ไทรเมธ (2547)	ส่วนยอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเร่งรัง	35.51-319.67	- GR ₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 166.47 เกรย์ - ชุดที่ได้รับรังสี 319.67 เกรย์ ทำให้มีอาการใบต่าง ใบลายจุด - ชุดที่ได้รับรังสี 35.51 เกรย์ ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตมากเมื่อเทียบกับ control
	ศรียุท (2547)	ส่วนยอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	20-100	- ค่า LD ₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 58.1 เกรย์ และ GR ₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 52.13 เกรย์ - ที่ระดับรังสี 60 เกรย์ พบลักษณะใบเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ใบต่าง และใบสีชมพูอมม่วง - ในรุ่น M ₁ V ₂ ต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 20 และ 40 เกรย์ พบว่ามีการแตกยอดมากเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี การตายของเนื้อเยื่อที่ได้รับปริมาณรังสี ตั้งแต่ 60 เกรย์ ขึ้นไป และจะตายเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น ในต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 60 เกรย์ พบต้นสีขาว และรังสีปริมาณ 80 เกรย์ พบต้นที่มีขนาดเล็กมากและเจริญเติบโตช้ากว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสี

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อผู้ศึกษา	ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี	รังสีที่ใช้	ปริมาณรังสีที่ใช้ (เกรย์, Gy) ^{1/}	ผลของรังสีที่มีต่อพืช ^{2/}
<i>Cryptocoryne blassii</i>	สารินี (2548)	ส่วนยอดที่เสียหายในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	20-100	- ค่า LD₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 56.24 เกรย์ และ GR₅₀₍₃₀₎ เท่ากับ 52.13 เกรย์ - การแตกยอดลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น - พบการตายของเนื้อเยื่อ ที่ได้รับปริมาณรังสี 40 เกรย์ขึ้นไป และเกิดการตายทั้งหมดที่ปริมาณรังสี 100 เกรย์ - ที่ปริมาณรังสี 20 และ 40 เกรย์ พบลักษณะใบต่าง - ในรุ่น M₁V₃ พบว่า รังสีปริมาณ 80 เกรย์ พบต้นที่มีขนาดเล็กมากและเจริญเติบโตช้ากว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสี
<i>Cryptocoryne wendtii</i> "green"	ปิ่นอุบล (2548)	เนื้อเยื่อต้นอ่อนที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ	แกมมาแบบเฉียบพลัน	10-50	- ต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 10 เกรย์ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของใบ คือ ใบเรียวยาวแหลม ใบเป็นรูปหอก ขอบใบหยักเป็นคลื่น - ต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 20 เกรย์ มีการเจริญเติบโตและจำนวนหน่อลดลง

หมายเหตุ ^{1/} หน่วยวัดรังสีที่แปลงให้เป็นหน่วยสากล (SI unit) เรียกชื่อหน่วยว่า เกรย์ (gray, Gy)

^{2/} สรุปและคัดลอกมาจากรายงานการศึกษาศึกษาที่สามารถรวบรวมได้

ไม้ดอกไม้ประดับและพรรณไม้น้ำประดับพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการชักนำให้กลายพันธุ์โดยใช้รังสี

ไม้ดอกไม้ประดับที่ชักนำให้กลายพันธุ์โดยใช้รังสีในประเทศไทย พบว่ามีเพียง 3 ชนิด เท่านั้น ที่ประสบความสำเร็จจนได้พันธุ์ใหม่ที่ดี โดยได้มีการขึ้นทะเบียนพันธุ์พืช เกษตรกรนำไปขยายพันธุ์ และจำหน่ายในท้องตลาดแล้ว ได้แก่ พุทธรักษา (*Canna generalis*) แพร่เชียงไต้ (*Portulaca grandiflora*) และเบญจมาศ (*Chrysanthemum morifolium*) ซึ่งเป็นผลงานการวิจัยและพัฒนาของนักวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทั้งสิ้น และยังมีไม้ดอกไม้ประดับอีกหลายชนิด ซึ่งกำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการวิจัย การคัดเลือกพันธุ์ และการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวน เช่น ชิงแดง ปทุมมา กุหลาบหิน เป็นต้น (อรุณี, 2546)

1. พุทธรักษา (*Canna generalis*)

พุทธรักษาพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการฉายรังสี ที่ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ตั้งชื่อและขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชไว้กับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในช่วงปี พ.ศ. 2543-2545 มีจำนวน 22 พันธุ์ ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2543 มีจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ครีมประพันธ์พงษ์ พันธุ์ส้มสิรินุช พันธุ์เหลืองอรุณี และพันธุ์ชมพูพินุช

ในปี พ.ศ. 2544 มีจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แดงฤทธิ พันธุ์วันวิสา พันธุ์พิมพ์เงิน พันธุ์ส้มรังสี พันธุ์ชมพูพรวณีย์ และพันธุ์นภาวรรณ

ในปี พ.ศ. 2545 มีจำนวน 14 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์วิญญู พันธุ์เพ็ญพิตร พันธุ์ธีระ พันธุ์พิบูลศิลป์ พันธุ์นฤทุม พันธุ์สุทธีรา พันธุ์แดงวิโรจ พันธุ์นวลฉวี พันธุ์ปราโมทย์ พันธุ์นฤปวัจจ์ พันธุ์พิมพ์รังสี และพันธุ์แสงเทียน โดยในจำนวนนี้มี 2 พันธุ์ ที่ไม่ได้เกิดจากการฉายรังสีโดยตรง แต่เกิดจากการกลายพันธุ์ต่อจากพันธุ์กลายแล้วได้ลักษณะที่ดี ได้แก่ พันธุ์พิมพ์รังสี และพันธุ์แสงเทียน โดยพันธุ์พิมพ์รังสี กลายพันธุ์ต่อจากพันธุ์กลายเหลืองอรุณี ซึ่งได้จากการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) ส่วนพันธุ์แสงเทียน เป็นพันธุ์ที่ได้จากการปลูกเมล็ดของพันธุ์กลายส้มสิรินุช ซึ่งเป็นพันธุ์กลายที่มาจากการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) (ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, 2546)

จุดเด่นที่มีคุณค่าทางการตลาด

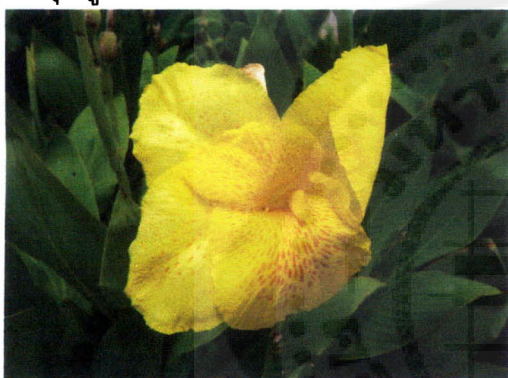
1. มีสีสดใส สวยงาม มีลวดลายของกลีบดอกแปลกใหม่
2. มีขนาดของต้น และดอก ให้เลือกหลากหลาย
3. ลักษณะใบต่างที่สวยงาม



พันธุ์พืบลิลลี่



พันธุ์นวลฉวี



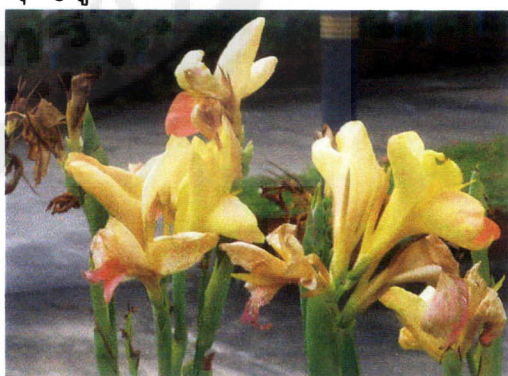
พันธุ์วันวิสา



พันธุ์วิญญู



พันธุ์นฤปวัจก์



พันธุ์นภาวรรณ



การใช้พุทธรักษาปลูกประดับตกแต่งบริเวณ
เกาะกลางถนนทำให้ดูสวยงามไปอีกแบบ

ลักษณะต่างที่เกิดจากการฉายรังสีก็เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ที่ชอบสะสมไม้ต่าง



พุทธรักษาที่ปลูกประดับบริเวณริมน้ำ ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมา และวิจัยนิวเคลียร์
เพิ่มความสวยงามและช่วยป้องกันการพังทลายของดินบริเวณริมตลิ่งได้เป็นอย่างดี

ภาพที่ 5 พุทธรักษาสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการฉายรังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ การใช้
ประโยชน์ และศูนย์บริการฉายรังสีแกมมา และวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แพร่เชียงไ้ (*Portulaca grandiflora*)

แพร่เชียงไ้พันธุ์ใหม่ที่ได้จากการฉายรังสีนั้น พบว่าปัจจุบันภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชไว้กับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 พันธุ์ ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2542 มีจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ มก. 1, พันธุ์ มก. 2 และพันธุ์ มก. 3

ในปี พ.ศ. 2543 มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชมพูประภาจ และพันธุ์แพททิก

ในปี พ.ศ. 2546 มีจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60, พันธุ์ชมพูอัญชัญ พันธุ์ส้มอรุณี, พันธุ์ภักทริยา และพันธุ์ขาวประทีป (ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, 2546; Wongpiyasatid and Hormchan, 2000)

ซึ่งสามารถแบ่งแพร่เชียงไ้ตามลักษณะของดอกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- พันธุ์ดอกซ้อน ได้แก่ พันธุ์ มก. 3, พันธุ์ชมพูอัญชัญ และ พันธุ์ส้มอรุณี
- พันธุ์ดอกกึ่งซ้อน ได้แก่ พันธุ์ภักทริยา และ พันธุ์ขาวประทีป
- พันธุ์ดอกกลา ได้แก่ พันธุ์ มก. 1, พันธุ์ มก. 2, พันธุ์ชมพูประภาจ, พันธุ์แพททิก

และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 60

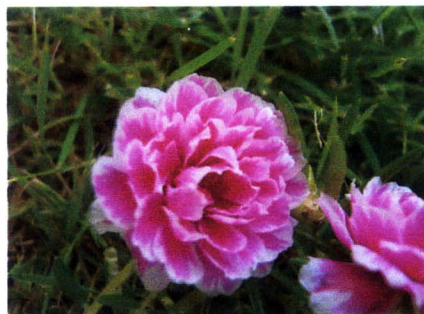
จุดเด่นที่มีคุณค่าทางการตลาด

1. มีสีสดใส และสวยงาม มีลวดลายของกลีบดอกแปลกใหม่
2. ลักษณะของดอก มีทั้งดอกซ้อน ดอกกึ่งซ้อน และดอกกลา (ดอกชั้นเดียว) และบางพันธุ์ลักษณะดอกแปลกไปจากแพร่เชียงไ้ทั่ว ๆ ไป
3. ดอกออกตลอดปี และดอกดก
4. ดอกบานทน
5. ฝั้งนิยมมาเก็บเกสรในแพร่เชียงไ้ประเภทดอกกลามากกว่าดอกซ้อน



พันธุ์ส้มอรุณี

(Wongpiyasatid and Hormchan, 2000)



พันธุ์ มก. 3



พันธุ์ชมพูประภาวิจ

(Wongpiyasatid and Hormchan, 2000)



พันธุ์พันธุ์ชมพูอัญชัญ

ภาพที่ 6 แพร่เชื้อยีส์พันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการฉายรังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ผลงานการวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เบญจมาศ (*Chrysanthemum morifolium*)

เบญจมาศพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการฉายรังสี ได้ขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชไว้กับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2545 จำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-1, พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-2, พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-3 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-4 ซึ่งทั้ง 4 พันธุ์กลายพันธุ์มาจากการฉายรังสีให้กับพันธุ์ Taihei ซึ่งมีดอกสีม่วงแดง และมีพันธุ์กลายที่ไม่ได้เกิดจากการฉายรังสีชักนำให้เกิดการกลายโดยตรง จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-5 ได้จากการนำเอากลีบดอกจากพันธุ์กลายดอกสีชมพูอมม่วง (Purple Group # 75 B) ที่ได้จากการฉายรังสีแกมมาแบบโครนิก (chronic irradiation) ในห้องฉายรังสีแกมมา ซึ่งมีโคบอลต์ -60 กำลังแรง 200 คูรี เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมาในปริมาณ 62.8 เกรย์ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-6 ได้จากการนำเอากลีบดอกจากพันธุ์กลายดอกสีส้ม (Orange Group # 24 D) ซึ่งได้จากการฉายรังสีแกมมาแบบโครนิก (chronic irradiation) ในห้องฉายรังสีแกมมา ซึ่งมีโคบอลต์-60 กำลัง

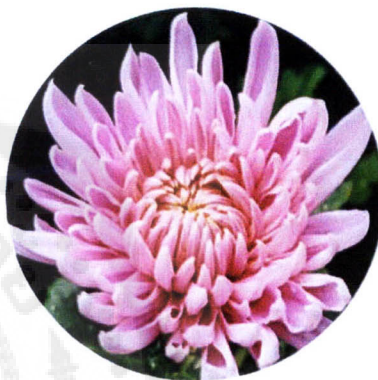
แรง 200 คูรี เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมาในปริมาณ 112 เกรย์ มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, 2546; Lamseejan *et al.*, 2000)

จุดเด่นที่มีคุณค่าทางการตลาด

1. สีดอกเปลี่ยนไปจากพันธุ์เดิม มีความสวยงามและหลากหลายมากขึ้นทำให้ผู้บริโภคมีตัวเลือกมากยิ่งขึ้น



พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-1



พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-2



พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-3



พันธุ์เกษตรศาสตร์ 60-4

ภาพที่ 7 เบญจมาศสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้มาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (ที่มา: <http://www.rdi.ku.ac.th/gamma-irradiation/database/Mutation.htm>)

พรรณไม้น้ำประดับ

การฉายรังสีร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับพรรณไม้น้ำชนิดต่าง ๆ เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ทำให้เกิดลักษณะแตกต่างไปจากต้นปกติ เช่น ต้นแคระ ใบด่าง ใบเผือก หรือเกิดแถบเป็นต้น ทำให้เกิดพันธุ์ใหม่ ๆ ออกมามากมาย โดยการวิจัยพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ ของกลุ่มงานวิจัยพรรณไม้น้ำ สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง ในปัจจุบันมีพรรณไม้น้ำหลายชนิดที่ประสบความสำเร็จในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ลักษณะต้นเตี้ยลง หรือต้นแคระ ขนาดของใบ รูปทรงใบ และสีใบเปลี่ยนแปลง ได้ต้นพรรณไม้น้ำจืดที่มีความแปลกใหม่สวยงาม ได้แก่ อนุเบียส ‘นানা’ (*Anubias nana*) อนุเบียส ‘คอนเจนซิส’ (*Anubias congensis*) อนุเบียส ‘บาร์เทอร์’ (*Anubias barteri*) อนุเบียส ‘มินิมา’ (*Anubias minima*) โลบิลเลีย (*Lobelia cardinalis*) และอโกลนีมา (*Aglonema simplex*) เป็นต้น (กลุ่มงานวิจัยพรรณไม้น้ำ, 2550)

จุดเด่นที่มีคุณค่าทางการตลาด

1. มีลักษณะต้นแคระ ต้นจิ๋ว ใบด่าง สร้างความแปลกใหม่ และความหลากหลายของสายพันธุ์ให้มากขึ้น
2. สามารถปลูกเลี้ยงได้ในภาชนะที่จำกัด และทำการปฏิบัติดูแลรักษาได้ง่าย



รูปแบบการจัดพรรณไม้น้ำในภาชนะขนาดเล็ก



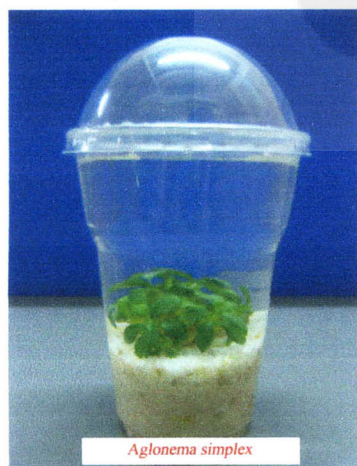
พรรณไม้น้ำจิ๋วที่สามารถเลี้ยงได้ในแก้ว สร้างความสวยงามอีกแบบ



โลบิเลีย (*Lobelia cardinalis*)



อนูเบียส 'นানা' (*Anubias nana*)



อโกลนีมา (*Aglonema simplex*)



การจัดตกแต่งสถานที่ด้วยพรรณไม้น้ำ

ภาพที่ 8 พรรณไม้น้ำจิ๋วที่ได้จากการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมา ที่นำมาแสดงในงานวันประมงน้อมเกล้า ครั้งที่ 18 วันที่ 24-27 มิถุนายน 2549 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพคเมืองทองธานี (กลุ่มงานวิจัยพรรณไม้น้ำ, 2550)

ข้อดี-ข้อเสีย ของการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ และพรรณไม้น้ำประดับ

การใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับรวมถึงพรรณไม้น้ำประดับนั้น พบว่ามีข้อดี-ข้อเสีย โดยสามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

ตารางที่ 5 ข้อดี-ข้อเสียของการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ และพรรณไม้น้ำประดับ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่เห็นผลได้รวดเร็ว โดยทำให้ได้ลักษณะใหม่ ๆ หรือสามารถสร้างพันธุ์ใหม่เร็วกว่าการปรับปรุงพันธุ์แบบปกติ	1. ต้องมีหน่วยงานเฉพาะหรือหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตแล้วเท่านั้น ในการดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้รังสี รวมถึงการรับผิดชอบผลที่เกิดขึ้นในการใช้รังสี เนื่องจากมีอันตรายร้ายแรงมากหากใช้ไม่ถูกวิธี
2. สามารถสร้างลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีอยู่ในประชากรเดิมตามธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป	2. ไม่สามารถทำได้โดยทั่วไป เนื่องจากอุปกรณ์และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีมีราคาแพงมาก
3. ไม่มีรังสีตกค้างอยู่ในพืชหลังจากฉายรังสีแล้ว ทำให้ไม่เป็นอันตรายแก่มนุษย์	3. ผู้จะใช้รังสีต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน หรือมีความรู้และความชำนาญเป็นอย่างดี ทั้งในเรื่องของรังสี การใช้รังสี การปรับปรุงพันธุ์พืช การขยายพันธุ์พืช เป็นต้น
4. ใช้ทดแทนสารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น ใช้กำจัดเพลี้ยไฟที่ติดไปกับกล้วยไม้ก่อนทำการส่งออก เป็นต้น	4. มีปัจจัยควบคุมหลายปัจจัยที่ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จ เช่น ชนิดพืช รังสีที่ใช้ ปริมาณรังสี ระยะเวลาที่ฉายรังสี รวมถึงวิธีการฉายรังสี เป็นต้น
5. เพิ่มความหลากหลายของพันธุ์พืชให้มากขึ้น	

บทที่ 5

สรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากการวิจัยพบว่าไม้ดอกไม้ประดับที่มีรายงานการฉายรังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย พบว่ามีทั้งสิ้นมากกว่า 64 ชนิด (species) โดยส่วนใหญ่เป็นไม้ดอกไม้ประดับมากกว่า 44 ชนิด เป็นไม้ประดับ จำนวนมากกว่า 10 ชนิด และเป็นพรรณไม้ประดับ จำนวน 10 ชนิด ซึ่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานที่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับมากที่สุด ถึงร้อยละ 79 และส่วนมากเป็นการศึกษาโดยใช้รังสีแกมมา ฉายแบบเฉียบพลัน กับชิ้นส่วนหรือต้นพืชที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ)

โดยผลที่เกิดขึ้นหลังจากทำการฉายรังสีให้กับไม้ดอกไม้ประดับนั้น พบว่าส่วนใหญ่มีผลหรือลักษณะที่แสดงออกมาเหมือนกับพืชอื่น ๆ ที่ผ่านการฉายรังสี โดยสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม ได้ดังนี้

1. รังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม เช่น การแตกหัก หรือขาดหายไปของโครโมโซม การเพิ่มหรือลดจำนวนโครโมโซม เป็นต้น
2. รังสีมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานและสรีระของพืช เช่น ลักษณะแคระแกรน การเปลี่ยนแปลงของใบ ลำต้น เป็นต้น
3. รังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีดอกและใบ ได้แก่ ลักษณะต่างของส่วนต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงของสีดอก รูปร่างของดอก ขนาดของดอก เป็นต้น
4. รังสีมีผลต่อผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งพบว่ารังสีมีผลทั้งเร่งและยับยั้งการเจริญเติบโตของไม้ดอกไม้ประดับ
5. รังสีมีผลต่อการงอก และเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของเมล็ดไม้ดอกไม้ประดับ
6. รังสีมีผลต่อระบบการสืบพันธุ์ของไม้ดอกไม้ประดับ โดยทำให้เกิดการเป็นหมัน
7. รังสีมีผลต่อวัฏจักรชีวิตของไม้ดอกไม้ประดับ เช่น มีผลต่อระยะเวลาออกดอก ระยะเวลาการบานของดอก ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ฯลฯ
8. รังสีมีผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ดอกไม้ประดับ

ในการฉายรังสีให้แก่ไม้ดอกไม้ประดับนั้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการฉายรังสีสามารถเกิดได้ในหลาย ๆ ลักษณะร่วมกัน เช่น มีลักษณะแคระแกรนร่วมกับใบด่าง เป็นต้น ซึ่งการฉายรังสีสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะที่ต้องการ โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่มีความรู้ของยีนตามต้องการ หรือลักษณะที่ต้องการไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้เมื่อมีการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีอื่น

ดังนั้นการฉายรังสี จึงเป็นทางเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับอีกวิธีหนึ่ง ที่ควรสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยมากขึ้น

วิจารณ์ผล

ไม้ดอกไม้ประดับที่มีรายงานการใช้รังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย

การฉายรังสีเป็นเทคนิคหนึ่งที่ยิมนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยในไม้ดอกไม้ประดับ พบว่ามีการนำรังสีมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ถึงร้อยละ 95.56 ทั้งนี้เนื่องจากรังสีสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์แก่พืชได้ (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2549ก) เมื่อพืชได้รับรังสี รังสีจะถ่ายเทพลังงานให้กับโมเลกุลต่างๆ ของเซลล์ ซึ่งในการถ่ายเทพลังงานทำให้โมเลกุลที่ได้รับพลังงานแตกตัวเป็นไอออน แล้วมีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลใหม่ มีการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างกัน เกิดเป็นโมเลกุลที่มีคุณสมบัติทางชีวเคมีต่างไปจากเดิม โมเลกุลเหล่านี้มีหน้าที่ต่าง ๆ ภายในเซลล์ ดังนั้นเมื่อคุณสมบัติทางชีวเคมีเปลี่ยนแปลงอาจส่งผลให้ความสามารถในการแบ่งเซลล์เปลี่ยนแปลง หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมที่สามารถส่งต่อไปยังเซลล์ลูกหลาน หรือในกรณีที่รุนแรงเซลล์จะไม่แบ่งตัวและตายในที่สุด (สิรินุช, 2540) โดยเฉพาะส่วนที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ เช่น ในไซโตพลาสซึม ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 80 เปอร์เซ็นต์ โดยจะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือสร้างความเสียหายเป็นอย่างมากต่อองค์ประกอบของเซลล์ (Kovács and Keresztes, 2002)

หลังจากที่พืชได้รับรังสีไปแล้วจะพบลักษณะการกลายได้หลายแบบ โดยการกลายที่เห็นเด่นชัด เรียกว่า มาโครมิวเทชัน (macromutation) เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของส่วนต่าง ๆ ของพืช ผลของการฉายรังสีในชั่วที่ 1 (M1 generation) โดยไม่สามารถรักษาลักษณะเหล่านี้ไว้ได้ในรุ่นต่อไป แต่เมื่อฉายรังสีแกมมากับส่วนอื่นของพืชนอกเหนือจากเมล็ด (vegetative part) มักได้การกลายแบบถาวร ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือลักษณะแรก เป็นการกลายที่เกิดขึ้นทั้งต้นหรือทั้งส่วนของพืช (solid mutant) เป็นการกลายที่สามารถรักษาลักษณะการกลายและขยายพันธุ์ต่อไปได้ ด้วยวิธีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และลักษณะที่สองเป็นการกลายเพียงบางส่วน (partly mutant) หรือไคเมรา (chimera) การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะส่วน อาจเกิดบนต้นเดียวกัน เกิดเฉพาะบางส่วนของกิ่ง บางส่วนของดอก บางส่วนของใบ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามด้วยเทคนิคของวิธีการขยายพันธุ์ สามารถทำให้ลักษณะกลายที่เป็นไคเมรา สามารถเจริญไปเป็นการกลายทั้งต้นได้ โดยการตัดยอดในส่วนของกิ่งที่เกิดไคเมรา เพื่อทำให้ตาข้างเจริญเป็นกิ่งได้ ซึ่งในที่สุด ก็จะแตกกิ่งที่กลายทั้งกิ่ง และนำไปขยายพันธุ์เป็นต้นที่กลายทั้งต้นต่อไป (อรุณี และ นวลฉวี, 2536)

นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช โดยพบว่าการนำรังสีมาใช้ประโยชน์กับไม้ดอกไม้ประดับในด้านการกำจัดเพลี้ยไฟกับกล้วยไม้ (อรุณ, 2545; สุนีย์, 2547)

การใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย เริ่มมาจากการที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งหน่วยพลังงานปรมาณูขึ้น ในปี พ.ศ. 2503 โดย ดร. อรรถ นาครทรรพ และคณะ ได้ทำการวิจัยด้านการใช้รังสีและผลของรังสีต่อไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด เช่น พุทธรักษา ฮ่องสามย่าน สวณ้อยประแป้ง ชบา กล้วยไม้ เป็นต้น โดยได้มีรายงานทางวิชาการเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์พุทธรักษา ในปี พ.ศ. 2508 เรื่อง “Radiation-Induced Somatic Mutations in Plant Breeding” ในการประชุม The Use of Induced Mutations in Plant Breeding จัดขึ้นที่กรุงโรม ประเทศอิตาลี ในระหว่างวันที่ 25 พฤษภาคม-1 มิถุนายน 2507 ถัดจากนั้นในปี พ.ศ. 2518 ก็ได้มีการตีพิมพ์ไม้ดอกไม้ประดับอีกครั้งในปี พ.ศ. 2518 โดยเป็นผลงานการปรับปรุงพันธุ์ฮ่องสามย่าน เรื่อง “Radiation-Induced Somatic Mutations in *Kalanchoe* (*Kalanchoe laciniata*)” (อรุณี, 2550) จากการรวบรวมงานวิจัยด้านการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทย ที่ได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ระหว่างปี พ.ศ. 2510 – 2550 ทั้งงานวิจัยของหน่วยงานราชการและเอกชน ในวารสารทางวิชาการและงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปของรายงานการวิจัยประจำปี วิทยานิพนธ์ ปัญหาพิเศษ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ พบว่ามีไม้ดอกไม้ประดับ รวมทั้งพรรณไม้น้ำประดับ ทั้งสิ้นมากกว่า 64 ชนิด (species) โดยส่วนใหญ่เป็นไม้ดอก จำนวนมากกว่า 44 ชนิด เป็นไม้ประดับ จำนวนมากกว่า 10 ชนิด และเป็นพรรณไม้น้ำประดับ จำนวน 10 ชนิด ซึ่งอรุณี (2550) ได้รายงานไว้ว่ามีชนิดของไม้ดอกไม้ประดับที่หน่วยงานหรือบุคคลต่าง ๆ เคยนำไปฉายรังสีเพื่อศึกษาวิจัยผลของรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานและการกลายพันธุ์ จำนวน 51 ชนิด พืช โดยมีรายงานพันธุ์กลายแล้ว 12 ชนิด ได้แก่ พุทธรักษา เบญจมาศ แพร่เชียงใหม่ แอฟริกันไวโอเลต มรกตแดง เก๊กฮวย กุหลาบหิน ฮ่องสามย่าน ลิลลี่ คาร์เนชั่น พิทูเนีย และ ชวนชม

หน่วยงานที่ทำการศึกษาถึงผลของรังสีกับไม้ดอกไม้ประดับมากที่สุด คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 79 ของผลงานทางวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่ ทั้งนี้เนื่องมาจากมีความพร้อมทั้งด้านบุคลากร อุปกรณ์และเครื่องมือ รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัยมากที่สุด

ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี มีหลักการว่าส่วนที่นำมาฉายรังสีนั้น ต้องสามารถขยายพันธุ์โดยการสร้างตาอด ตาข้าง ตาพิเศษ และสามารถพัฒนาเป็นกิ่งใหม่ หน่อใหม่ หรือพืชต้นใหม่ได้ (สิรินุช, 2546) การจะนำส่วนของพืชมาฉายรังสีนั้น ขึ้นอยู่กับว่าพืชนั้นขยายพันธุ์โดยวิธีใด (สิรินุช, 2536; Auerbach, 1976) ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ไม้ดอกไม้ประดับที่นำมาฉายรังสีในปัจจุบันจะเป็นส่วนที่เลื่องในสภาพปลอดเชื้อ (เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) คิดเป็นร้อยละ 63 ทั้งนี้เนื่องจากส่วนที่เลื่องในสภาพปลอดเชื่อนั้น มีขนาดเล็ก ทำให้สะดวกในการนำมาฉายรังสี และสามารถฉายได้ครั้งละมาก ๆ อีกทั้งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นอาจมีการกลายพันธุ์ค่อนข้างสูงอยู่บ้างแล้ว เมื่อใช้รังสีในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ก็จะทำให้เกิดการกลายสูงขึ้นไปอีก (อรุณี, 2546) นอกจากนี้การฉายรังสีในสภาพการเพาะเนื้อเยื่อนั้นจะทำให้กำเนิดต้นกลายที่มีจำนวนเซลล์น้อยที่สุด เช่น เซลล์เดียวก็จะทำให้ได้ต้นใหม่ ที่เกิดขึ้นเป็นพันธุ์กลายทั้งต้น แต่หากนำเอาส่วนขยายพันธุ์อื่นที่สามารถขยายพันธุ์ได้ เช่น ลำต้น กิ่ง ใบ หรือการนำเอาต้นพืชทั้งต้นมาฉายรังสีนั้น ปัจจุบันนิยมปฏิบัติน้อยกว่า

เนื่องจากเนื้อเยื่อประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ทำให้ไม่เกิดการกลายพันธุ์ทุกส่วน โดยอาจมีทั้งลักษณะของเนื้อเยื่อดั้งเดิม และเนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์ปนกัน ทำให้เกิดปัญหาในการคัดเลือกพันธุ์กลาย (สิรินุช, 2546) ซึ่งการจะได้พันธุ์กลายทั้งต้นก็ต้องมีวิธีการบังคับให้เนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์พัฒนาเป็นต้นใหม่ขึ้นมา ซึ่งจะยุ่งยาก และสิ้นเปลืองเนื้อที่หากขึ้นส่วนหรือต้นไม้ดอกไม้ประดับนั้นมีขนาดใหญ่ รวมถึงการขนย้ายก็ทำได้ยากลำบากเมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

รังสีที่ใช้กับไม้ดอกไม้ประดับ พบว่ามีการใช้รังสีแกมมามากที่สุดถึงร้อยละ 99 และรังสีเอกซ์ร้อยละ 1 ทั้งนี้เนื่องจากรังสีทั้ง 2 ชนิด มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง สามารถผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อตายอด ตาข้างได้ ซึ่งโดยปกติส่วนที่เป็นตาค้างมักมีกาบใบหรือมีไข (wax) หุ้มอยู่ (สิรินุช, 2536) และไม่พบว่ามีรายงานการใช้รังสีอื่นเลย สอดคล้องกับ ภัทรมาศ (2548) ที่กล่าวว่ารังสีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช ได้แก่รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งมีคุณสมบัติทางรังสีเหมือนกัน ต่างกันที่ต้นกำเนิดของรังสีเท่านั้น โดยรังสีแกมมาเป็นรังสีที่ถูกนำมาใช้มากกว่ารังสีเอกซ์ เนื่องจากรังสีแกมมามีความยาวคลื่นต่ำกว่า จึงมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูงกว่ารังสีเอกซ์ (Casarett, 1968) แต่ก็ยังไม่มีที่ยืนยันที่แน่นอนว่ารังสีต่างชนิดกันจะทำให้เกิดผลต่างกัน แต่จะไปมีผลต่ออัตราการกลายที่เกิดขึ้น (อรุณี, 2530ก)

วิธีการฉายรังสีและปริมาณรังสีที่ใช้ พบว่าส่วนใหญ่ใช้วิธีการฉายรังสีแบบเฉียบพลันมากที่สุดถึงร้อยละ 79 ทั้งนี้เนื่องมาจากการฉายรังสีแบบเฉียบพลันทำให้อัตราการกลายพันธุ์โดยทั่วไปค่อนข้างสูง ใช้ระยะเวลาสั้น ขนาดของส่วนที่กลาย (mutated sector) ใหญ่ ง่ายต่อการคัดเลือกลักษณะนั้น ๆ ออกมาได้ (อรุณี, 2539; สิรินุช, 2546; ภัทรมาศ, 2548) สำหรับการฉายรังสีแบบเรื้อรังนั้น มักจะใช้กับพืชทั้งต้นหรือส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังมีการฉายรังสีแบบหลาย ๆ ช่วงอายุ (re-current radiation) โดยทำการฉายรังสีซ้ำหลาย ๆ ช่วงอายุ (generation) (วิษุตา, 2537) ส่วนปริมาณรังสีที่ใช้นั้นพบว่า อยู่ในช่วงปริมาณ ตั้งแต่ 1-600 เกรย์ แต่ส่วนใหญ่ปริมาณที่นิยมใช้มากที่สุดจะอยู่ในช่วง 10-100 เกรย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับไม้ดอกไม้ประดับแต่ละชนิด ซึ่งจะตอบสนองต่อรังสีไม่เท่ากัน โดยปริมาณที่ให้แก่พืชต้องไม่สูงจนเกินไปจนทำให้พืชตายหรือไม่เจริญเติบโต และต้องไม่ต่ำเกินไปจนพืชไม่แสดงการตอบสนองต่อรังสี (อรุณี, 2550) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่ต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมก่อน โดยอาจค้นคว้าจากผลงานของผู้อื่นที่ได้ทำไว้ หรือหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมได้โดยการทดลองเพื่อหาค่าปริมาณรังสีที่ทำให้พืชตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (50 % lethality; LD₅₀) หรือค่าปริมาณรังสีที่มีผลทำให้ต้นพืชมีการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (50 % growth reduction; GR₅₀) (สิรินุช, 2536; สิรินุช, 2546; IAEA, 1977)

ผลของการใช้รังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่าง ๆ

จากการรวบรวมรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ พบว่า รังสีมีผลต่อไม้ดอกไม้ประดับ ดังนี้

ผลต่อโครโมโซมของไม้ดอกไม้ประดับ

รังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมได้ง่าย ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงเกิดจากการที่โครโมโซมถูกทำให้แตกหักเนื่องจากรังสี แล้วมีการเชื่อมต่อกัน หรืออาจทำให้ชิ้นส่วนขาดหายไป (deletion) ซึ่งการขาดหายไปของโครโมโซมทำให้ยีนจำนวนหนึ่งขาดหายไปด้วย สอดคล้องกับการศึกษาใน ออโนโทกลัม ที่พบว่ารังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม เช่น ทำให้เกิดการขาดหรือหักบริเวณ satellite (กฤษณา, 2545) สำหรับการเชื่อมต่อกัน ถ้าเชื่อมต่อกันเหมือนเดิม ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ แต่การเชื่อมอย่างผิดปกติ เช่น มีชิ้นส่วนโครโมโซมเพิ่มขึ้นมา (duplication) การเชื่อมแบบกลับทิศทาง (inversion) หรือเกิดการเชื่อมสลับคู่ระหว่างโครโมโซมต่างคู่กัน (translocation) จะเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ (สิรินุช, 2536) สอดคล้องกับรายงานในทองดี ที่พบว่ารังสีมีผลทำให้โครโมโซมเกิดการจับคู่กันผิดปกติ โดยจำนวนเซลล์ที่พบความผิดปกติของโครโมโซมจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น (พรทิพย์, 2542) โดยผลของรังสีที่มีต่อโครโมโซมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ สอดคล้องกับรายงานของนันทนา (2525) พบว่าพุทธรักษาที่ได้รับรังสีจะทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซม โดยเปอร์เซ็นต์โครโมโซมที่ผิดปกติมีสหสัมพันธ์กับปริมาณรังสีในเชิงเส้นตรง นอกจากนี้ยังพบว่ารังสีมีผลต่อจำนวนของโครโมโซม โดยการศึกษาด้วยเบญจมาศ พบว่ารังสีมีผลต่อจำนวนของโครโมโซมโดยพบเพียง 1 ใน 4 ของต้นที่ฉายรังสี โดยมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 57 จากปกติที่มีโครโมโซม 54 เช่นเดียวกับในบัวหลวง ที่พบว่าเดิมบัวหลวงมีโครโมโซมที่ปลายราก $2n=16$ แต่เมื่อได้รับรังสีทำให้มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นอีก 2 กลุ่ม คือ $2n=18$ จากการฉายรังสีแกมมา 30 เกรย์ และรังสีเอกซ์ 40 เกรย์ และจำนวนโครโมโซม $2n=20$ จากการฉายรังสีแกมมา 40 เกรย์ สำหรับพรรณไม้ไม้ประดับก็พบว่ารังสีมีผลต่อโครโมโซมเช่นเดียวกับไม้ดอกดอกไม้ประดับอื่น ๆ เช่น อเมซอน (อุไร, 2542)

ผลต่อลักษณะทางสัณฐานของไม้ดอกไม้ประดับ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของไม้ดอกไม้ประดับที่ได้รับรังสีนั้น สามารถพบในทุกส่วนของต้นพืชทั้งส่วนของราก ลำต้น ใบ ดอก และผล เช่น ต้นเตี้ย แคระแกรน ต้นมีการแตกกอมาก รูปร่างของใบเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะใบต่าง เป็นต้น ยกเว้นในกรณีที่ไม่ดอกไม้ประดับนั้นได้รับรังสีในอัตราที่ต่ำมากจนไม่สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางสัณฐานได้อย่างเด่นชัด ซึ่งความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับรูปร่างลักษณะของไม้ดอกไม้ประดับอาจเป็นไปได้ทั้งผลดีหรือผลเสีย ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ หรือไม่ประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ก็ได้

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของไม้ดอกไม้ประดับ

รังสีมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของไม้ดอกไม้ประดับ โดยเฉพาะสีของใบและสีดอก เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า mosaic ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้อาจพบว่าใบเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีอื่น ๆ เช่น สีเหลือง หรือสีขาว เป็นต้น (อรุณี, 2530ก) โดยตัวอย่างของไม้ดอกไม้ประดับที่ได้รับผลจากรังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีดอก และสีใบ ได้แก่ พุทธรักษา (จงจินต์, 2520) คาร์เนชั่น (ชัยชุมพล, 2526) เบญจมาศ (ชุตินทร, 2532) กุหลาบ (พัชรินทร์, 2538) ดาหลา (วิทยากุล, 2543) เศรษฐีกันทอง (รัชนิย์, 2544) พิทูเนีย (พรรณี, 2543; ภัทรมาศ, 2548) แพร่เชียงใหม่ (อรุณี และ นวลจวี, 2534; Wongpiyasatid and Hormchan, 2000) บัวจงกลนี (Puripunyavanich and Boonsirichai, 2005) เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงสีดอกนี้อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงสีดอกทั้งดอก หรือเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางส่วนก็ได้ (อรุณี และ นวลจวี, 2534) ส่วนในใบส่วนใหญ่มักจะพบลักษณะใบต่าง เช่น กลัวยรดกทัส (วนิดา, 2547) ไทรย้อยใบแหลมและไทรย้อยใบทู่ (สุชาดา, 2550) เป็นต้น ซึ่งลักษณะการต่างของใบสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดได้เสมอ ๆ โดยการฉายรังสี (อรุณี, 2550)

ผลต่อการเจริญเติบโตของไม้ดอกไม้ประดับ

ผลของรังสีที่มีต่อไม้ดอกไม้ประดับนั้น พบว่ารังสีมีผลทั้งการเร่งและยับยั้งการเจริญเติบโต แต่มักพบว่ารังสีมักจะส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตมากกว่า

- การเร่งการเจริญเติบโต

สำหรับผลของรังสีที่มีต่อการเร่งการเจริญเติบโตของไม้ดอกไม้ประดับนั้น เอมอร (2530) พบว่าบัวหลวง ที่ผ่านการฉายรังสี ปริมาณ 30 เกรย์ มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการได้รับรังสีระดับอื่น ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับศิริศักดิ์ (2542) ที่ทำการศึกษาในบัวหลวง พันธุ์สัตตบพูน พบว่าต้นที่ได้รับรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ 10-20 เกรย์ มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าต้นปกติ มีรากแขนงยาวใหญ่ และมีรากฝอยจำนวนมาก ใหลมีความสมบูรณ์ และให้ต้นใหม่ที่มากกว่า ในกล้วยไม้เพชรหึง ที่นำโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาฉายรังสี พบว่าต้นที่ผ่านการฉายรังสี ที่ระดับรังสี 60 เกรย์ มีขนาดของต้นใหญ่กว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสีและรอดตายทั้งหมด นอกจากนี้พรรณไม้น้ำประดับก็พบว่ารังสีมีผลต่อการเร่งการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน เช่น โลบีเลีย ที่ผ่านการฉายรังสีแบบเรื้อรัง 33.51 เกรย์ พบว่าต้นกล้ามีการเจริญเติบโตมากเมื่อเทียบกับ control

- การยับยั้งการเจริญเติบโต

ผลของรังสีที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของไม้ดอกไม้ประดับ สามารถพบได้ทั่วไปกับการศึกษาในไม้ดอกไม้ประดับทุกชนิดที่ผ่านการฉายรังสี เช่น กล้วยไม้ (ธนะ, 2548) กุหลาบหิน (สุวิษ, 2526) ชิงแดง (เบญจมาศ, 2541) คาร์เนชั่น (ชัยชุมพล, 2526; อรดี และ ชัยชุมพล, 2527) ช่อนกลั่นไทย (อดิสร, 2535) ดองดึง (พรทิพย์, 2542) ปทุมมา (อดิสร, 2533; เครือวัลย์, 2541; วันวิสา, 2545; วิชญ์, 2546) ว่านสี่ทิศ (อดิพันธ์, 2545) ออโนโทกัลม (กฤษณา, 2545) อนุเบียส (ดาวสวรรค์, 2545) อเมซอน (อุไร, 2542) เป็นต้น โดยลักษณะที่พืชแสดงออกให้เห็นว่าถูกยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโต คือ จะเจริญเติบโตที่ช้ากว่าต้นปกติที่ไม่ได้รับรังสี

หรือเกิดลักษณะแคระแกรน ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากรังสีมีผลยับยั้งหรือชะลอการแบ่งเซลล์ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด (อรุณี, 2530) โดยหากได้รับรังสีปริมาณน้อย ๆ จะทำให้เกิดความล่าช้าในการแบ่งตัวของเซลล์ (mitotic delay) ซึ่งเป็นแบบชั่วคราว หลังจากนั้นการแบ่งตัวจะกลับมาเป็นปกติ แต่ในกรณีที่ได้รับรังสีปริมาณที่มากขึ้นก็จะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลทำให้พืชตายได้ในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากรังสีในปริมาณสูง ทำให้เซลล์หยุดชะงักการแบ่งตัวอย่างถาวร และไม่มีการฟื้นคืนกลับมาทำหน้าที่ได้อย่างเดิม ในที่สุดเซลล์จะตาย เซลล์อื่นที่ไม่ตายอาจแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเข้ามาแทนที่เซลล์ที่ตายได้ ในบางกรณีพบว่าเซลล์ที่ผ่านการฉายรังสีสามารถแบ่งตัวตามปกติได้หลายครั้งหลังจากนั้นเซลล์ถึงจะตาย (สิรินุช, 2527; อรุณี, 2530ก)

ผลต่อเมล็ดไม่ดอกไม้ประดับ

รังสีมีผลต่อการงอกและเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของไม้ดอกไม้ประดับ โดยจากรายงานในไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด ได้แก่ เศรษฐีกันทอง (รัชนี, 2544) ทานตะวัน (ศิริรัตน์, 2546) บานชื่นหนู (พิชิต, 2546) และบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก (Lama et al., 2005) ล้วนให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การงอกของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของไม้ดอกไม้ประดับลดลงเมื่อได้รับรังสีในปริมาณที่สูงขึ้น รวมถึงการพบลักษณะผิดปกติของส่วนต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้ยังพบว่าการฉายรังสีแบบเรื้อรัง อัตรา 627.5 เกรย์ ให้แก่เมล็ดกล้วยไม้ช้างค่อมที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ มีการพัฒนาเป็นต้นกล้าขนาดใหญ่ คิดเป็น 55.93 เปอร์เซ็นต์ (ธันว, 2546)

ผลต่อระบบการสืบพันธุ์ของไม้ดอกไม้ประดับ

รังสีมีผลต่อการสืบพันธุ์ของไม้ดอกไม้ประดับ โดยมีรายงานในไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด ได้แก่ ในหน้าวัว พบว่า ที่ระดับรังสี 12 เกรย์ ขึ้นไป มีผลต่อการเป็นหมันของหน้าวัว (บุญมี, 2518) ในแพะเชียงไฮ้ พบว่ารังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเกสรเพศผู้และเพศเมีย เช่น บางดอกไม่มีเกสรเพศผู้และเพศเมีย บางดอกมีเฉพาะเกสรเพศใดเพศหนึ่ง (อรุณี และ นวลฉวี, 2534; Wongpiyasatid and Hormchan, 2000) เช่นเดียวกับการศึกษาของพรทิพย์ (2542) ในดอกตี่ง พบว่า รังสีปริมาณ 2.5 เกรย์ ขึ้นไป มีผลทำให้ความสมบูรณ์และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเรณูลดลง สอดคล้องกับเศรษฐวัชร (2536) ที่กล่าวว่า การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยการใช้รังสีหากใช้ปริมาณรังสีที่สูงเกินไป จะทำให้เกิดการกลายมาจนไม่สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นต่อ ๆ ไปได้ เนื่องจากการไม่เจริญพันธุ์ (infertility) การตายของเซลล์ เนื้อเยื่อ หรือพืชทั้งต้น การกลายในระดับโครโมโซมเสียหายมากจนทำให้ไม่สามารถถ่ายทอดได้ เนื่องจากเกิดความผิดปกติขณะแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส เป็นผลให้เซลล์สืบพันธุ์ไม่เจริญพันธุ์หรือตายไป เช่นเดียวกับ พิรินุช (2546) ที่กล่าวว่าการฉายรังสีให้แก่พืชในปริมาณสูง โดยเฉพาะการฉายแบบเฉียบพลันจะก่อให้เกิดความเสียหายทางสรีระของพืชค่อนข้างมาก และจะมีความผิดปกติของโครโมโซมสูงมาก เป็นผลให้ลดความสมบูรณ์เพศลง

ผลต่อวัฏจักรชีวิตของไม้ดอกไม้ประดับ

รังสีแกมมามีผลต่อวัฏจักรชีวิตของไม้ดอกไม้ประดับ โดยมีผลต่อการยืดหรือลดระยะเวลาในช่วงพัฒนาการต่างของพืช เช่น ระยะเวลาออกดอก ระยะเวลาการบานของดอก ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ฯลฯ ในการศึกษาเกี่ยวกับแกลดิโอลัส พบว่ารังสีแกมมามีผลทำให้แกลดิโอลัสออกดอกเร็วขึ้น การบานของดอกเร็วขึ้น ทำให้ร่นอายุการเก็บเกี่ยวลง (อรรณ, 2524, 2525; ปราณอม และคณะ, 2525) ในกุหลาบ พบว่าต้นที่ได้รับรังสีทำให้จำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกเปลี่ยนแปลงไป (พัชรินทร์, 2538) และการศึกษาเกี่ยวกับพลวงอเมริกันสีเหลือง ซึ่งปกติจะไม่สามารถออกดอกได้ในประเทศไทย แต่ในต้นที่ผ่านการฉายรังสีพบเพียง 1 ต้น ที่สามารถออกดอกได้ (วิชัย และ กนกพร, 2549)

ผลของรังสีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ดอกไม้ประดับ

จากการศึกษาการใช้รังสีเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟกับกล้วยไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ารังสีมีผลต่อการลดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไม้ โดยการฉายรังสี ในช่วงปริมาณ 1.5-2 กิโลเกรย์ ก่อให้เกิดอาการหลุดร่วงของดอกอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้อายุการปักแจกันลดลง (อรนุช, 2545; สุณีย์, 2547) ซึ่งต่างกับรายงานของ ชุตินทร (2531) ที่ศึกษากับเบญจมาศ พบว่าการใช้รังสี ปริมาณ 5 และ 10 เกรย์ มีแนวโน้มทำให้เบญจมาศมีอายุการปักแจกันนานขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณรังสีที่ใช้ มีความแตกต่างกันมากจึงทำให้ผลที่ออกมาแตกต่างกัน โดยปริมาณรังสีที่สูงมากจะก่อให้เกิดความเสียหายที่รุนแรงแก่พืชได้มากกว่าปริมาณรังสีที่ต่ำ (อรุณี, 2530)

ไม้ดอกไม้ประดับและพรรณไม้น้ำประดับพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการชักนำให้กลายพันธุ์โดยใช้รังสี และข้อดี-ข้อเสีย ของการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับ และพรรณไม้น้ำประดับ

การฉายรังสีให้แก่ไม้ดอกไม้ประดับและพรรณไม้น้ำประดับ เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นพันธุ์ใหม่ ที่มีความสวยงาม ความแปลก มีลักษณะที่ดีทางการตลาด พบว่าประเทศไทยมีไม้ดอกไม้ประดับพันธุ์ใหม่ ๆ จากการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้รังสีที่ประสบความสำเร็จแล้วในพืช 3 ชนิด ได้แก่ พุทธรักษา แพร่เชียงไฮ้ และเบญจมาศ จำนวน 22, 10 และ 6 พันธุ์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีพรรณไม้น้ำประดับพันธุ์ใหม่อีกหลายชนิดที่ได้จากการฉายรังสี และพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับใหม่ ๆ เหล่านี้ได้จำหน่ายจ่ายแจกจนถึงเกษตรกรนำไปขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน เพื่อทำการค้าและส่งออกแล้ว จึงเป็นสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและประเทศชาติให้เพิ่มขึ้น และลดการนำเข้าไม้ดอกไม้ประดับจากต่างประเทศ นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีไม้ดอกไม้ประดับอีกหลายชนิดซึ่งกำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการวิจัย การคัดเลือกพันธุ์ และการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวน เช่น ชิงแดง ปทุมมา กุหลาบหิน เป็นต้น (อรุณี, 2546) ส่งผลให้ในอนาคตจะมีพันธุ์พืชใหม่ ๆ ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้รังสีออกมาอีกมากมาย จึงเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์จากรังสีในการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นให้ผลได้รวดเร็วมากเมื่อเทียบกับการปรับปรุงพันธุ์แบบปกติ โดยประเทศไทยเริ่มมีการนำเอาเทคโนโลยีการฉายรังสีมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ถึงปัจจุบัน รวม 47 ปี สามารถสร้างพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับใหม่ ๆ ได้ถึง 38 พันธุ์ (ไม่รวมพรรณไม้น้ำ)

เฉลี่ยแล้วใช้เวลาในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ เพียง 1.2 ปี เท่านั้น ซึ่งหากใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบปกติกว่าจะได้พันธุ์ใหม่ ๆ อาจใช้ระยะเวลา 5-10 ปี หรือนานกว่านี้ ซึ่งการใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบเดิมที่มีอยู่แล้วตามปกติ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นอยู่แล้วตามธรรมชาติให้สูงขึ้น (อรุณี , 2530) ในปัจจุบันได้มีหน่วยงานที่อบรมและบริการฉายรังสีให้แก่พืชของหน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่มีเครื่องฉายรังสี ทำให้ประชาชน หรือเกษตรกรทั่วไปสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีนี้ได้ง่ายขึ้น โดยมีผู้เชี่ยวชาญและชำนาญการเฉพาะด้านคอยให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแล และควบคุม อย่างใกล้ชิด รวมถึงมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย และความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ทำให้ลดปัญหาในเรื่องของอันตรายที่เกิดขึ้นจากการใช้รังสีเป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการนำพันธุ์กลายจากการฉายรังสีที่ประสบความสำเร็จ มาส่งเสริมในเชิงพาณิชย์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากรังสีกับไม้ดอกไม้ประดับมากขึ้น
2. จากการรวบรวมผลงานวิจัย พบว่าการศึกษากการใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทยนั้นยังอยู่ในวงจำกัด ซึ่งยังมีไม้ดอกไม้ประดับอีกหลายชนิดที่ควรริเริ่มดำเนินการศึกษาต่อไป
3. การใช้รังสีกับไม้ดอกไม้ประดับในประเทศไทยนั้น พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากรังสีเพียง 2 ชนิดเท่านั้น โดยเฉพาะรังสีแกมมามีการใช้มากที่สุด ซึ่งควรส่งเสริมและหาแนวทางให้มีการใช้ประโยชน์จากรังสีอื่น ๆ ให้มากขึ้น เช่น รังสีนิวตรอน และไอออนบีม ซึ่งมีรายงานว่าสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้มาก แต่ยังมีราคาแพง และใช้กับตัวอย่างพืชได้น้อย
4. การให้เกษตรกรสามารถนำพืชมารับบริการฉายรังสีได้นั้น พบว่ามีการนำพืชหลากหลายชนิด หลากหลายสายพันธุ์ เข้ามารับบริการ ซึ่งพบว่ามีปัญหาเมื่อได้พันธุ์ใหม่แล้ว ไม่มีความน่าเชื่อถือในเรื่องที่มาของพันธุ์ ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมักขาดการบันทึกข้อมูลที่ดี หรือขาดการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูล เช่น ในกรณีของชวนชม พันธุ์มังกรแดงแคะ จากการสัมภาษณ์พบว่าเกษตรกรบางกลุ่มบางรายไม่เชื่อว่าเป็นพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์มาจากการใช้รังสี และบางรายเข้าใจว่าเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งเมื่อสอบถามจากเจ้าของพันธุ์ก็ยืนยันว่ามาจากการใช้รังสี โดยต้นใหม่ที่ได้มีลักษณะแคะต่างจากต้นแม่ที่ไม่แคะ ซึ่งประเด็นดังกล่าวทำให้เกิดความสับสนในเรื่องที่มาของพันธุ์เป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงควรหาวิธีการมาพิสูจน์ยืนยันแหล่งที่มาของสายพันธุ์เหล่านี้ให้ชัดเจน รวมถึงมีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ทราบข้อมูลที่ถูกต้องโดยทั่วกัน ซึ่งตัวเกษตรกรเองเป็นบุคคลสำคัญ ที่จะต้องทำการบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์เหล่านี้ไว้เมื่อนำพืชไปรับบริการฉายรังสี เพื่อประโยชน์ของส่วนรวมและตนเอง

บรรณานุกรม

- กฤษณา พิณีจ. 2545. การชักนำให้เกิดการกลายใน *Ornithogalum dubium* Houtt. โดยการฉายรังสีแกมมา ร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กลุ่มงานวิจัยพรรณไม้น้ำ. 2550. **พรรณไม้น้ำจืด**. แหล่งที่มา:
http://www.fisheries.go.th/freshwater/technical/doc_data/paper/panmino.doc, 20 กรกฎาคม 2550.
- เกศ พูลเจริญ. 2544. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิงแดง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ครรชิต ธรรมศิริ. 2538. ผลของรังสีแกมมาต่อโปรโตคอร์มกล้วยไม้กลุ่มแคทลียา, น. 81-86. ใน **รายงานการประชุมวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติครั้งที่ 1**. คณะกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- เครือวัลย์ เกียรติวิวัฒน์กุล. 2541. ผลของรังสีแกมมาต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้น **ปทุมมา**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โครงการจัดการกากกัมมันตรังสี (เรียบเรียง). 2547. **รังสีและกากกัมมันตรังสี**. พิมพ์ครั้งที่ 4. โครงการจัดการกากกัมมันตรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.
- จงจิณต์ แผลกประพันธ์. 2520. การศึกษาลักษณะกรรมพันธุ์บางประการและผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและลักษณะภายนอกของพืชสกุล **พุทธรักษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิระนันท์ นุตยะสกุล. 2547. ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานของ *Kalanchoe* sp. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภรณ์ พันธุ์จันทร์. 2545. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในดาหลาดอกสีขาวโดย **วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยชุมพล สุริยะศักดิ์. 2526. ผลของรังสีแกมมาต่อการเพาะเลี้ยงปลายยอดคาร์เนชั่นพันธุ์ **ไวท์ซิม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชุตินทร บุรณะกนิษฐ. 2531. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ชุตินทร บุรณะกนิษฐ. 2532. การชักนำให้เบญจมาศกลายพันธุ์โดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดาวสวรรค์ จันทระภักดิ์วงศ์. 2545. การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และผลของรังสีแกมมาต่อยอดของ *Anubias barteri* var. *nana* ที่เพาะเลี้ยงในหลอดแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไทรเมธ สังข์สุวรรณ. 2547. ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบโครนิกร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Lobelia cardinalis*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนะ กุลมุกดิวัฒน์. 2548. ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมบางชนิดในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนาธิป เพรศพรายวงศ์. 2547. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ต่อต้นดาวกระจาย (*Hygrophila difformis*) ในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้รังสีแกมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธันว์ ขำทอง. 2546. ผลของรังสีแกมมาต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- หงลักษณ์ เทียนเสรี. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนียเร็กซ์และผลของรังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทนา ลิ้มสกุล. 2525. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อพุทธรักษาลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญมี เลิศรัตน์เดชากุล. 2518. การศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโตของหน้าวัวพันธุ์จักรพรรดิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เบญจมาศ ไพโรจน์. 2541. ผลของรังสีต่อการเจริญเติบโตและลักษณะที่เปลี่ยนแปลงในขิงแดง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปกรณ์ ตั้งป้อง. 2548. ผลของรังสีแกมมาร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีต่อดาหลา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรานอม พุฒพงษ์, แสงธรรม คมกฤต, อรวรรณ มูลทองจาด และ งามอาจ หาญชาญเลิศ. 2525. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะบางประการของเกล็ดโอลีสพันธุ์ "Spic and Span และพันธุ์ Norwich Canary". รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2525. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.
- ปัญญา วีระวิทยาเลิศ. 2546. ความรู้พื้นฐานการวิจัย, น. 8-16. ใน ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2546. คู่มือนักปฐพีวิทยา เอกสารประกอบการฝึกอบรมนิสิตเรื่อง การวิจัย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

- ปิ่นอุบล ทศานนุตติยะ. 2548. การปรับปรุงพันธุ์ไม้หน้า *Cryptocoryne wendtii* “green” โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรทิพย์ เกิดบารมี. 2542. ผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะบางประการของดอกตองดึง *Gloriosa superba* L.. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณี ศรีสวัสดิ์. 2543. การศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโตของพืชมุเหี่ยพันธุ์ Pearl Wave. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรินทร์ บุญเจิม. 2538. การขยายพันธุ์กุหลาบในสภาพปลอดเชื้อและการทำให้กลายพันธุ์โดยการใช่วงสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พันธุ์วดี ทรัพย์ศิริ. 2546. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเจริญเติบโตของโพธิ์บัลลังก์ในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชิต สาคร. 2546. ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานของบานชื่นหนู. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พिरนุช จอมพุก, สิรินุช ลามศรีจันทร์ และ สุรินทร์ ดีสีปาน. 2544. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในเบญจมาศ ด้วยรังสีแกมมาร่วมกับเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, น. 15-24. ใน การประชุมวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ครั้งที่ 8. 20-21 มิถุนายน 2544. จัดโดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ ฯ.
- _____ 2546. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, น. 25-45. ใน ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี. 2546. เทคนิคการสร้างพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีแกมมา. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการวิจัยเชิงถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีแกมมาสู่เกษตรกร. วันที่ 26-27 มิถุนายน 2546 ณ ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ภัทรมาศ พานพุ่ม. 2548. การฉายรังสีแกมมาเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชมุเหี่ยใบต่างที่ขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มัลลิกา ศรีสุธรรม. 2542. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในเบญจมาศด้วยรังสีแกมมาร่วมกับเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รกรอง วิเศษสุวรรณ. 2528. การชักนำให้เยอบีรากลายพันธุ์ในหลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- รักษนก โคโต, ศิริพร ศรีภิญโญวณิชย์, สนธิชัย จันท์เปรม และ เสริมศิริ จันท์เปรม. 2549. การชักนำให้เกิดความแปรปรวนในลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผักเป็ด โดยการใช้รังสีแกมมาร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยาศาสตร์กำแพงแสน 4 (1): 34-40.
- รัชนิย ยางไธสง. 2544. การชักนำเศรษฐกิจานทองให้กลายพันธุ์โดยวิธีฉายรังสีแกมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วนิดา ดวงกังแสน. 2547. การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมและผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกล้วยรัตกัทลี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรพินิต แพนธิษฐ์. 2545. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในตาหาลาโดยใช้รังสีแกมมา ร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วโรภาส กุลศิริ. 2544. ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและผลิตห่วยย่อยของลิลลี่พันธุ์ **Red Night** และพันธุ์ **Apeldoorn** ในสภาพปลอดเชื้อ. สัมมนาปริญญาตรี ภาควิชารังสี ประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันเฉลิม ศิริรัตน์. 2546. ผลของรังสีแกมมาต่อการพัฒนาของกิ่งและใบกุหลาบหิน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันวิสา พงษ์เพียร. 2545. ผลของรังสีแกมมาต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปทุมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชชุดา รุ่งเรือง. 2537. ผลของโคซิมินและรังสีแกมมา ที่มีต่อการกลายของหน้าวัว พันธุ์ **'Double Spathe'** ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชาญ ยาวเรศถะกิจ. 2546. ผลของรังสีแกมมาต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปทุมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิชัย ภูมิปัญญานิช และ กนกพร บุญศิริชัย. 2549. การปรับปรุงพันธุ์บัวหลวงสีเหลืองโดยรังสีแกมมา, น. 439 - 444. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 สาขาพืช. 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.
- วิทยากุล พรหมมี. 2543. การปรับปรุงพันธุ์ดาหลาโดย วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรายุทธ ชัดคำ. 2547. ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อ *Lobelia cardinalis* ในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริรัตน์ วชิรจิรากร. 2546. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริศักดิ์ สุนทรยาตร. 2542. ผลของรังสีต่อการกลายพันธุ์ของบัวหลวงพันธุ์สัตตบុทย์ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

_____ และ วิชัย ภูมิปัญญาวิช. 2543. ผลของรังสีแกมมาต่อการกลายพันธุ์ของบัวหลวงพันธุ์บุณฑริก. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์ศัลยา, นครปฐม.

ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี. 2546. พืชพันธุ์กลายในประเทศไทย.

แหล่งที่มา: <http://www.rdi.ku.ac.th/gamma-irradiation/database/Mutation.htm>, 20

กรกฎาคม 2550.

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์. 2536. รังสีมิวเตชันกับการปรับปรุงพันธุ์พืช. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 1(1): 35-46.

สารินี วาโยบุตร. 2548. ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อต้าน *Cryptocoryne blassii* ในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2549ก. การปรับปรุงพันธุ์พืชด้วยรังสี. แผ่นพับ. พิมพ์ครั้งที่ 2.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2549ข. ศัพท์นิวเคลียร์ฉบับประชาชน. งานเผยแพร่และการประชาสัมพันธ์ สำนักบริหารจัดการด้านพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2549ค. พลังงานเพื่อการสร้างสรรค์ รายงานประจำปี 2547-2548. งานเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ สำนักบริหารจัดการด้านพลังงาน สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ ฯ.

สิรินุช ลามศรีจันทร์. 2527. วิชาพันธุศาสตร์รังสี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2536. การกลายพันธุ์ของพืช. พันธุ์พืชบลูซิง, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2540. การกลายพันธุ์ของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2546. วิธีการและขั้นตอนในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับโดยการฉายรังสีแกมมา, น. 10-24. ใน ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี. 2546. เทคนิคการสร้างพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีแกมมา. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการวิจัยเชิงถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีแกมมาสู่เกษตรกร. วันที่ 26-27 มิถุนายน 2546 ณ ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.

สุจิตรา เพชรคง. 2548. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานของพรรณไม้หน้าใบพาย *Cryptocoryne balansae* Gagnep. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สุชาดา ศรีบุญเรือง. 2550. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในไทรย้อยใบแหลมต่างโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุนีย์ จันทศรี. 2547. ผลของแคลเซียมและการฉายรังสีแกมมาต่อสรีรวิทยาและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สมนา กิจไพฑูรย์. 2528. การกลายพันธุ์ของบีโกเนียโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิธ วรรณไกรโรจน์. 2526. ผลของรังสีและสารเคมีต่อกุหลาบหินพันธุ์ลาร์โกที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อดิศร กระแสชัย. 2533. การศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ปทุมมา (*Curcuma sparganifolia*) โดยการใช้รังสีแกมมา. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 26 (1): 6-11.
- _____ 2535. ผลของรังสีแกมมาต่อดอกช่อนกลั่นไทย. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24 (2): 125-135.
- อดิพันธ์ จันภิรมย์. 2545. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเจริญพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนหัวของว่านสี่ทิศที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อภิชาติ ชิดบุรี, พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง และ พิทักษ์ พุทธวรชัย. 2543. การเพาะเลี้ยงตาหลาเพื่อการปรับปรุงพันธุ์. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. แหล่งที่มา: <http://dcms.thailis.or.th>, 18 มิถุนายน 2550.
- อรดี สหวัชรินทร์ และ ชัยชุมพล สุริยะศักดิ์. 2527. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์คาร์เนชั่นโดยการอาบรังสีแกมมาขณะเลี้ยงในหลอดทดลอง. รายงานการวิจัย ประจำปี 2527. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรนุช อังสุศิริ. 2545. ผลของรังสีแกมมาและการจุ่มเอธานอลต่อการกำจัดเพลี้ยไฟ และการใช้น้ำยาดองดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์บอม #17 ที่ฉายรังสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อรรรณ มุลทองจาด. 2524. ผลของรังสีแกมมาต่อเกลดิโอลัส. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____ 2525. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะบางประการของเกลดิโอลัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรรรณ วงษ์วานิช. 2548. ชวนชมพันธุ์ใหม่จากการฉายรังสี. เคหการเกษตร 29(4): 154-158.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. 2530ก. เอกสารคำสอนวิชาวิธีปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์.

ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2530ข. เอกสารคำสอนวิชารังสีชีววิทยา. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2539. เอกสารคำสอนวิชาการใช้รังสีและไอโซโทปในการเกษตรเรื่องการใช้รังสี
ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2540. เอกสารคำสอนวิชารังสีกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม เรื่องรังสีและสิ่งมีชีวิต.
ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ ฯ.

_____ 2546. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรังสีและการใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ,
น. 1-9. ใน ศูนย์บริการฉายรังสีเกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี. 2546. เทคนิคการ
สร้างพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีเกมมา. เอกสารประกอบการฝึกอบรม
โครงการวิจัยเชิงถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยรังสีเกมมาสู่
เกษตรกร. วันที่ 26-27 มิถุนายน 2546 ณ ศูนย์บริการฉายรังสีเกมมาและวิจัยนิวเคลียร์
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ 2550. การใช้รังสีในการพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ. ภาควิชารังสีประยุกต์และ
ไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา:
http://www.doa.go.th/web-itc/web2005/news_doa/x_ray_flower5.pdf, 5 สิงหาคม 2550

_____ และ นวลฉวี รุ่งชนเกียรติ. 2534. ผลของรังสีเกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะ
และสีดอกแพร์เชียงใหม่. รายงานการวิจัย. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะ
วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____ 2536. รังสีกับการกลายพันธุ์ในไม้ดอกไม้ประดับ. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 26 (4-6):
113-127 น.

อัญชลี ชินสุข. 2546. ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมและผลของรังสีเกมมาที่มีต่อลักษณะ
ทางสัณฐานวิทยาของกล้วยบัวสีส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อภาภรณ์ วัฒนวิเชียร. 2539. ผลของรังสีเกมมาต่อการเจริญเติบโต และการผลิตหัวย่อย
ของลิลลี่ในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อารยา อาจเจริญ. 2548. ผลของการฉายรังสีเกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทาง
สัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอในกล้วยเบพ (*Musa acuminata* 'BEP').
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อุไร เรืองณรงค์. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการชักนำให้เกิดการกลายในต้นหอมเมซอน โดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอมอร ทรัพย์เจริญ. 2530. ผลของรังสีที่มีต่อการเจริญเติบโตของบัวสุธาสิโนบล. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Auerbach C. 1976. **Mutation research : problems, results and perspectives / Charlotte Auerbach.** Chapman & Hall, London.
- Broertjes, C. and A.M. van Harten. 1978. **Application of mutation breeding methods in the improvement of vegetatively propagated crops : an interpretive literature review.** Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.
- Casarett, A. P. 1968. **Radiation Biology.** Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Gottschalk, W. and G. Wolff. 1983. **Induced Mutations in Plant Breeding.** Springer-Verlag, Berlin.
- IAEA. 1977. **Manual on Mutation Breeding.** Technical Reports Series No. 119. 2nd ed. Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture, Vienna.
- Kovács E. and Á. Keresztes. 2002. Effect of Gamma and UV B/C radiation on Plant Cells. **Micron** 33: 199-110.
- Lama S., Aeksomtramaet L. and K. Kanchanapoom. 2005. **Induced Mutation in *Nelumbo nucifera* Gaertn. by Gamma Irradiation.** 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18 – 20 October 2005. Available Source: http://www.scisoc.or.th/stt/31/sec_b/paper/stt31_B0015.pdf, 9 July 2008. (in Thai Abstract)
- Lamseejan, S., Jompuk, P., Wongpiyasatid, A., Deeseepan, S. and P. Kwanthammachart. 2000. Gamma-rays Induced Morphological Changes in Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 34 (3): 417-422.
- Puripunyavanich V. and K. Boonsirichai. 2005. **Effect of Gamma Irradiation in 'Jongkolnee' Water lily.** 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18 – 20 October 2005. Available Source: http://www.scisoc.or.th/stt/31/sec_f/paper/stt31_F0054.pdf, 9 July 2008. (in Thai Abstract)
- Wongpiyasatid, A. and P. Hormchan. 2000. New Mutants of Perennial *Portulaca grandiflora* Through Gamma Radiation. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 34 (3): 408-416.