ผลของรังสีแกมมาต่อความงอกของเมล็ด ความรอดชีวิตของต้นกล้า และลักษณะทางสัณฐานของเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.)

Effect of Gamma Rays on Seed Germination, Seedling Survival and Morphology in Garden Balsam (*Impatiens balsamina* L.)

นุร์ซานีซา เจะดาโอะ[1*], ราฮีมา วาแมดีซา[1]

Nusanisa Chedao[1*], Raheema Wamaedeesa[1]

(Received: September 28, 2020; Revised: November 16, 2020; Accepted: December 7, 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อความงอกของเมล็ด ความรอดชีวิตของต้นกล้า และลักษณะทางสัณฐานของเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) โดยฉายรังสีที่ปริมาณ 0, 50, 100, 200 และ 300 เกรย์ กับเมล็ดก่อนออกปลูก ทุกปริมาณรังสีมีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดและการรอดชีวิตลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณรังสี 50 เกรย์ ทำให้กลีบดอกเทียนบ้านมีสีบานเย็นเข้มกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี แตกต่างจากสีดอกของต้นที่ได้รับการฉายรังสี 100 และ 200 เกรย์ จะมีสีดอกอ่อนกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี และปริมาณรังสี 200 เกรย์ มีผลทำให้ปลายกลีบดอกมีลักษณะมน ไม่มีรอยหยักและมีขีดด่างขาวบนกลีบดอก

คำสำคัญ: เทียนบ้าน รังสีแกมมา ความงอกของเมล็ด ขนาดต้น

Abstract

This study aimed to investigate the effect of acute gamma irradiation on seed germination, seedling survival and morphology in garden balsam (*Impatiens balsamina* L.). The seeds were acute irradiated with gamma rays at the dose of 0, 50, 100, 200 and 300 gray. All the four gamma ray doses were found to decrease the seed germination rate and survival rate of seedlings of *Impatiens balsamina* L. Gamma radiation dose of 50 gray resulted in darker fuchsia petal color than dose of 0 gray. Some flower had blemish petal color after irradiation with 100 and 200 gray.

Keywords: Garden balsam, Gamma ray, Seed germination, Plant size

[1]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[1]Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University

*Corresponding Author: nusanisa.c@pnu.ac.th

บทนำ

พืชในวงศ์ Balsaminaceae มีมากกว่า 1,000 ชนิด แบ่งออกได้เป็น 2 สกุลใหญ่ ได้แก่ สกุลเทียนนา (*Hydrocera*) และสกุลเทียน (*Impatiens*) เทียนกระจายตัวในเขตร้อนและเขตร้อนชื้น มีบางชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในแถบยุโรป เอเชียและอเมริกาเหนือ แต่จะไม่พบในแถบอเมริกาใต้และออสเตรเลีย เทียนนา (*Hydrocera*) เป็นพืชที่เจริญในสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำหรือแหล่งน้ำตื้น ๆ พืชชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง สูงประมาณ 150 ซม. การเรียงใบแบบเวียน ไม่มีก้านใบ ใบแคบรูปใบหอก ปลายใบแหลม ขอบใบจักฟันเลื่อย ไม่มีหูใบ ช่อดอกแบบกระจุก ออกตรงซอกใบ ดอกสีชมพูเข้ม สกุลเทียนนา (*Hydrocera*) มีประมาณ 1,000 ชนิด ส่วนมากพบในแอฟริกาและเอเชีย มีลักษณะเฉพาะ คือ กลีบดอกแยกจากกัน ผลเป็นแบบผลสดมีหลายเมล็ด ส่วนสกุลเทียนมีกลีบข้างที่เชื่อมติดกัน ดอกมีสีสัน สวยงาม ความแตกต่างอย่างชัดเจนอีกประการหนึ่งของสองสกุลนี้ คือ สกุลเทียน ผลเมื่อแก่จะสามารถระเบิดออกทำให้เมล็ดกระจายเป็น บริเวณกว้าง แต่ผลของสกุลเทียนนาเมื่อแก่จะแข็งไม่สามารถระเบิดออกได้ (Yu-Min, Janssens, Su-Hua, Wen-Hong, & Zhi-Guo, 2011)

ประเทศไทยพบพืชสกุลเทียนเพียง 1 สกุล คือ สกุล *Impatiens* จัดเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก มีอายุราว 1 ปี มีความสูงของต้นประมาณ 20-70 เซนติเมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านใกล้กับโคนต้น ข้อกลวง ต้นใหญ่ เป็นทรงกระบอก ลำต้นมีลักษณะกลมเป็นสีเขียวอ่อนอมสีแดง อวบน้ำมีเนื้อนิ่ม ผิวเรียบ เนื้อใส โคนต้นเป็นสีแดง ในไทยมีมากกว่า 80 ชนิด และมีหลายชนิดนำมาเป็นไม้ประดับ เช่น เทียนดอก *I. balsamina* L. เทียนนิวกินี (*I. hawker W.* Bull) เทียนซีลอน (*I. repens* Moon ex Wight) และเทียนฝรั่ง (*I. walleriana* Hook. f.) Song, Yong-Ming, & Philippe (2003) รวบรวมผลการศึกษาจำนวนโครโมโซมเทียนพื้นเมืองในประเทศไทยจากชิ้นส่วนดอกอ่อน พบว่า *I. chiangdaoensis* 2n = 12 *I. longiloba* 2n = 18 *I. mengtszeana* 2n = 16 *I. nalampoonii* 2n = 32 *I. psittacina* 2n = 34 *I. racemosa* 2n = 18 และ *I. violaeflora* 2n = 12 พืชสกุลนี้มีดอกที่มีรูปทรงและสีสันสวยงามแตกต่างไปตามแต่ละชนิด แต่มีลำต้นค่อนข้างสูง จึงยังไม่เป็นที่ต้องการของตลาดไม้ดอกไม้ประดับมากนัก หากปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะบางประการเพื่อพัฒนาเป็นไม้ดอกกระถาง เช่น ต้นเตี้ยลง ความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้น หรือออกดอกแรกเร็วขึ้น เป็นต้น จะสามารถพัฒนาและส่งเสริมให้เป็นไม้ดอกการค้าได้

อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์เทียนโดยการผสมเกสรนับเป็นวิธีที่ประสบความสำเร็จน้อยมาก เนื่องจากอับละอองเกสรของเทียนจะฉีกขาดและหลุดออกจากดอกก่อนที่ยอดเกสรเพศเมียจะพร้อมผสมเพียง 1 วัน (Caris, Geuten, Janssens, & Smets, 2006) ดังนั้นเทคนิคการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการใช้สารก่อกลายพันธุ์จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งในการพัฒนาพืชสายพันธุ์นี้ เพื่อเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ให้เกิดขึ้นเร็วกว่าการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ สิ่งก่อกลายพันธุ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น รังสี

สารเคมี หรือการสอดแทรกชิ้นส่วนดีเอ็นเอไปยังพืชเป้าหมาย (Siranut, Peeranuch, Arunee, Surin, & Prapanpongse, 2000; Ibrahim, Ahmad, Salleh, Hassan, & Ariffin, 2018) Koh & Davies (2000) ศึกษาการฉายรังสีแกมมากับเมล็ดสับปะรดสี *Tillandsia fasciculate* พบลักษณะการกลาย คือลักษณะใบสีเหลืองเขียว ใบสีเหลือง ใบด่างขาว และลักษณะเผือก Mistra, Datta, & Chakrabarty (2003) นำกลีบดอกเบญจมาศพันธุ์ Latima มาชักนำให้เกิดแคลลัส จากนั้นจึงนำมาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0.5-1.0 เกรย์ ชักนำให้เกิดต้นในสภาพปลอดเชื้อ แล้วนำต้นที่ได้ไปปลูกในแปลง พบสีดอกเบญจมาศเปลี่ยนจากดอกสีเหลืองเป็นดอกสีแดงจำนวน 2 ต้น โดยต้นหนึ่งมีกลีบดอกเหมือนต้นเดิม ส่วนอีกต้นหนึ่งกลีบดอกมีลักษณะเป็นหลอด และ Pantipa, Sontichai, Ittirit, Pattama, & Sermsiri (2017) นำข้อในสภาพปลอดเชื้อของเบญจมาศพันธุ์การค้าชนิดตัดดอกไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 0 5 10 15 20 25 และ 30 เกรย์ แล้วนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อให้ยอดพัฒนาบนอาหารสังเคราะห์ MS พบว่า มีค่า LD_{50} ที่ 26 เกรย์ เมื่อนำต้นเบญจมาศที่รอดชีวิตออกปลูกในสภาพแปลง พบว่าทุกต้นสามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้เป็นปกติ แต่ต้นเบญจมาศที่ได้รับรังสีปริมาณ 15 20 และ 25 เกรย์ บางต้นมีการกลายของสีดอก เมื่อนำดีเอ็นเอของต้นที่มีลักษณะการกลายไปตรวจสอบด้วยเทคนิคเอเอฟแอลพี พบแถบดีเอ็นเอที่เป็นโพลีมอร์ฟิซึมแปรผันตามปริมาณรังสีที่สูงขึ้น และสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเบญจมาศที่กลายพันธุ์และเบญจมาศที่ไม่กลายได้ด้วยการวิเคราะห์เดนโดแกรม ส่วนการใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลเทียนนั้น พบรายงานมีการใช้สารออริซาลีนร่วมกับการฉายรังสีแกมมาเพื่อชักนำเทียนบ้านให้เกิดการกลายพันธุ์ Defiani, Astarini, & Kriswiyanti (2017) นำเมล็ดเทียนบ้านแช่สารออริซาลีนที่ความเข้มข้น 0% 0.01% และ 0.02% ปลูกและเก็บเมล็ดจนถึงชั่วที่ 4 (M4) นำเมล็ดที่ได้จากรุ่น 4 (M4) มาเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน จึงนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0 5 10 และ 15 เกรย์ นำไปปลูกและเก็บเมล็ดรุ่นที่ 5 (M5) นำเมล็ดที่ได้จากรุ่นที่ 5 (M5) จุ่มแช่ใน 0.1% GA เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปเพาะ นำชิ้นส่วนใบที่ได้วางเลี้ยงบนสูตรอาหารสังเคราะห์ MS ร่วมกับ 0.05 ppm NAA 0.5 ppm BAP พบว่าจำนวนโครโมโซมลดลงจาก 14 (ดิพลอยด์) เป็น 7-11 (มิกโซพลอยด์) และเกิดลักษณะไคเมอราในลูกรุ่นที่ 5 (M5) แต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ Taheri, Thohirah, Zaiton, & Nur (2014) พบว่ารังสีแกมมาสามารถชักนำให้เกิดลักษณะใหม่ ๆ ในพืชสกุลกระเจียวเพื่อพัฒนาให้เป็นไม้ดอกเชิงการค้าได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khatab & Hegazi (2015) ศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของ *Matthiola incana* ssp. *Dimorphotheca ecklonis* และ *Dianthus caryophylls* โดยนำเมล็ดไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 150 rad/sec พบว่า รังสีแกมมามีผลทำให้พันธุกรรมของพืชทั้ง 3 ชนิดเกิดความแปรปรวน และมีลักษณะใหม่เกิดขึ้น ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์เทียนบ้านที่มีลักษณะลำต้นสูงโปร่งให้มีความสูงลดลงเพื่อนำมา

เป็นไม้กระถาง โดยทำการศึกษาเพื่อหาปริมาณของการฉายรังสีแกมมาที่เหมาะสม ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิตและลักษณะสัณฐานวิทยาของเทียนบ้าน เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์เทียนและคัดเลือกลักษณะกลายหลังจากการฉายรังสี

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่อการงอกของเมล็ด ความรอดชีวิตของต้นกล้าและลักษณะทางสัณฐานของเทียนบ้าน เพื่อคัดเลือกลักษณะกลายหลังจากการฉายรังสีและเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์เทียนบ้านในการนำมาใช้ประโยชน์เป็นไม้กระถาง

วิธีการวิจัย

การฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน

นำเมล็ดเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยแบ่งออกเป็น 5 สิ่งทดลอง คือ ไม่ฉายรังสี (control) ฉายรังสีปริมาณ 50, 100, 200 และ 300 เกรย์ สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด นำเมล็ดที่ฉายรังสีแล้วไปเพาะโดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 14 วัน จึงทำการย้ายลงกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใช้ขุยมะพร้าว แกลบ กากทะลายปาล์มและปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2:1:1:1 เป็นวัสดุปลูก ปลูกและดูแลในโรงเรือนพลาสติก หลังจากทำการย้ายปลูก 7 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 20-20-20 อัตรา 3 กรัม/น้ำ 10 ลิตร รดน้ำวันละ 1 ครั้งในช่วงเช้า

การเก็บข้อมูล

1. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อความอยู่รอดของเทียนบ้าน โดยศึกษาปริมาณรังสีต่อการรอดชีวิตของเทียนบ้านหลังฉายรังสี 15 วัน นับจำนวนต้นที่รอดตายเพื่อคำนวณค่า LD_{50} เปรียบเทียบกับต้นที่เมล็ดไม่ได้รับการฉายรังสี

2. ดัชนีการงอก (Germination Index: GI) ตรวจนับต้นกล้าปกติที่งอกเพิ่มทุกวันจนครบ 15 วัน แล้วคำนวณค่าดัชนีความงอกจากสูตร

$$\text{ดัชนีการงอก (GI)} = \text{ผลรวมของ} \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะที่ตรวจนับ}}$$

3. หลังจากฉายรังสี 21 วัน บันทึกการเจริญเติบโตทุก ๆ 7 วัน ดังนี้

3.1 ความสูงต้น โดยทำการวัดจากขอบกระถางจนถึงปลายยอด

3.2 ความกว้างทรงพุ่ม วัดจากด้านที่กว้างที่สุด 2 ด้าน แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.3 จำนวนวันที่ดอกแรกบาน

3.4 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของดอก เมื่อต้นมีอายุ 75 วัน โดยสุ่มวัด 5 ดอกต่อต้น

3.5 สังเกตลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิมของเทียนบ้านหลังจากได้รับการฉายรังสี เช่น รูปร่างใบ สีดอก ลักษณะดอก เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

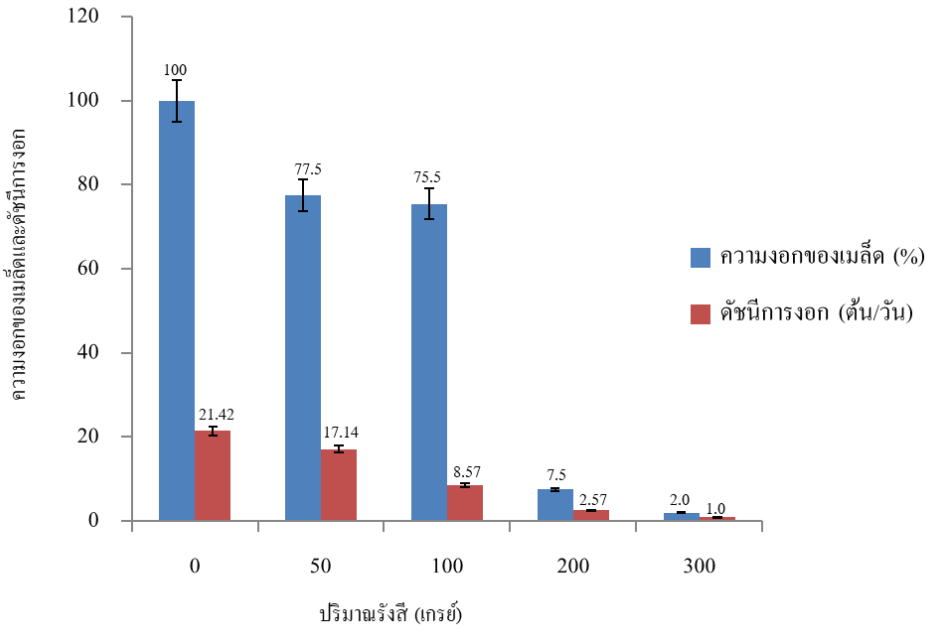
นำข้อมูลการเจริญเติบโตที่บันทึกได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป R และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel & Torrie, 1980)

ผลการวิจัย

1. การรอดชีวิตของต้นเทียนบ้าน

การนำเมล็ดเทียนบ้านไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 0–300 เกรย์ แล้วนำเมล็ดมาเพาะ พบว่า ปริมาณรังสีมีผลให้ความงอกของเมล็ดลดลงแตกต่างกัน โดยหลังฉายรังสีแกมมา 15 วัน ต้นเทียนบ้านที่ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0, 50, 100, 200 และ 300 เกรย์ มีความงอกเท่ากับ 100.0, 77.5, 75.5, 7.5, และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่า LD_{50} ที่อายุ 15 วันหลังเพาะเมล็ด คือ 152 เกรย์ แต่หลังจากฉายรังสี 30 วัน ต้นกล้าจากเมล็ดที่ได้รับปริมาณรังสี 300 เกรย์ ไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้และตายในที่สุด

การวัดดัชนีความงอก (GI) เป็นการทดสอบความเร็วในการงอกเป็นต้นกล้าของเมล็ด เมล็ดที่มีความแข็งแรงจะงอกเร็วกว่าเมล็ดที่อ่อนแอ โดยทั่วไปเมล็ดที่งอกเร็วมักมีความงอกสม่ำเสมอและแข็งแรง ค่า GI จึงสามารถนำมาใช้ตรวจสอบความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดได้ ค่า GI สูง แสดงว่าเมล็ดงอกเร็ว แต่ถ้าค่า GI น้อย แสดงว่าเมล็ดงอกช้าและเป็นเมล็ดที่อ่อนแอ การฉายรังสีมีผลให้ค่า GI ของเมล็ดลดลงแตกต่างกัน เมล็ดที่ได้รับปริมาณรังสี 50, 100 เกรย์ มีค่า GI 17.14 ต้น/วัน และ 8.57 ต้น/วัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกับค่า GI ของเมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ส่วนเมล็ดที่ฉายรังสีปริมาณรังสี 200 และ 300 เกรย์ มีค่า GI ต่ำ เท่ากับ 2.57 ต้น/วัน และ 1.00 ต้น/วัน ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดชุดควบคุม และชุดที่ฉายรังสีปริมาณรังสี 50 และ 100 เกรย์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดเทียนบ้าน หลังจากได้รับปริมาณรังสีแตกต่างกัน เมื่ออายุ 15 วัน

2. การเจริญเติบโตของต้นเทียนบ้าน

2.1 ความสูงต้น

ความสูงต้นหลังการฉายรังสี เมื่ออายุ 75 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นเทียนบ้านที่ไม่ได้รับการฉายรังสีมีความสูงต้นมากที่สุดในทุกช่วงอายุของการเก็บข้อมูล และไม่มีความแตกต่างกันในต้นเทียนบ้านที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 50 เกรย์ แต่มีความสูงแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกลุ่มต้นเทียนที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 100 และ 200 เกรย์ กลุ่มต้นเทียนที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 100 และ 200 เกรย์ ที่มีต้นเตี้ยลง ดังตารางที่ 1

2.2 ความกว้างทรงพุ่ม

ความกว้างทรงพุ่มของต้นเทียนบ้านหลังได้รับการฉายรังสีเมื่ออายุ 75 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณรังสี 50 เกรย์ ทำให้ต้นเทียนบ้านมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด ต้นเทียนบ้านที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 200 เกรย์ มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด ดังตารางที่ 1

2.3 จำนวนวันที่ดอกแรกบาน

จากการศึกษาการออกดอกและวันที่ดอกแรกบาน พบว่าชุดควบคุมและต้นที่ฉายรังสีปริมาณ 100 เกรย์ มีดอกแรกบานหลังปลูก 58 วัน โดยต้นที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 50 เกรย์ ใช้เวลา 57 วัน แต่ต้นที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 200 เกรย์ มีผลทำให้ออกดอกและดอกแรกบานช้าลง ใช้เวลานานถึง 64 วัน ดังตารางที่ 1

2.4 ความกว้างของกลีบดอก

ดอกเทียนบ้านที่ไม่ได้รับการฉายรังสี และชุดที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 50 และ 100 เกรย์ มีขนาดใกล้เคียงกัน คือ 3.66 3.60 และ 3.62 แต่ดอกจากต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 200 เกรย์ มีขนาดเพียง 3.04 ซม. เล็กกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม และความกว้างของกลีบดอก เมื่อเทียนบ้านมีอายุ 75 วัน หลังได้รับการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน

ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนวันที่ดอกแรกบาน	ความสูงต้น (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	ความกว้างกลีบดอก (ซม.)
0	58.0[a]	69.47[a]	41.09[ab]	3.66[a]
50	57.1[c]	65.92[ab]	42.10[a]	3.60[a]
100	58.1[ab]	66.65[b]	40.08[b]	3.62[a]
200	64.5[a]	59.63[c]	38.37[c]	3.04[b]
F-test	**	**	**	*
C.V. (%)	3.12	8.87	5.34	16.34

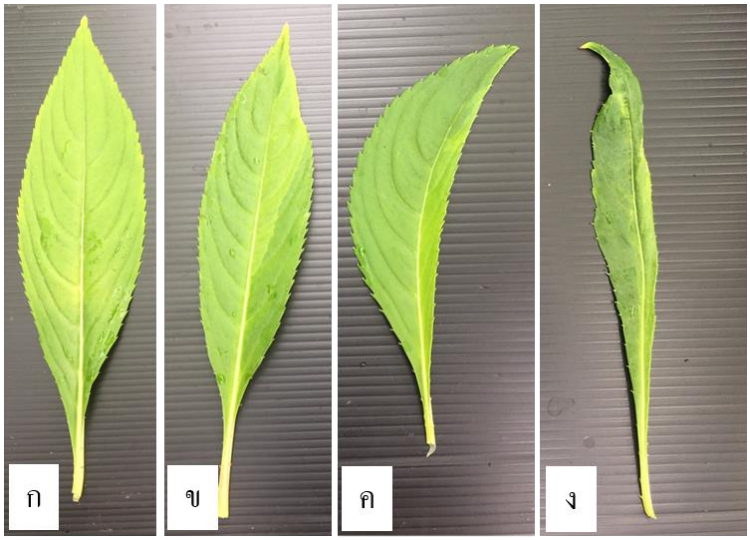
[a,b]อักษรกำกับที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานของเทียนบ้าน

3.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะใบ

เมื่อเพาะเมล็ดที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณรังสี 0 50 100 200 และ 300 เกรย์ ย้ายปลูกในโรงเรือนและดูแลบำรุงต้นจนถึงอายุการออกดอก พบว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมามีลักษณะต้นปกติและมีความสมบูรณ์ของต้นทุกประการ ในขณะที่ต้นได้รับปริมาณรังสี 50 เกรย์ มีผลทำให้ใบชุดแรกของต้นเทียนบ้านทุกต้นเกิดลักษณะใบด่างเขียวตรงบริเวณกลางใบไปจนถึงปลายใบเป็นจำนวน 1-2 ใบต่อต้น และลักษณะด่างยังคงอยู่ทุกช่วงอายุของต้นพืช ต้นเทียนบ้านที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณรังสี 100 เกรย์ เมื่อพืชมีอายุ 30 วันหลังย้ายปลูก พบลักษณะใบด่างเขียวตรงบริเวณขอบใบ บางต้นเกิด

ใบด่างเขียวทั้งบริเวณขอบใบและปลายใบ และพบใบด่างขาวในบางต้น ลักษณะใบของต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เกรย์จะมีลักษณะใบเรียวโค้งแคบ ดังภาพที่ 2 และต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 200 เกรย์ เมื่อมีอายุได้ 35 วัน พบว่ามีการเจริญเติบโตช้าลง พบลักษณะต้นผิดปกติคือมีต้นเตี้ยแคระ ใบชุดแรกมีลักษณะใบแคบบิดเบี้ยว ใบมีสีเขียวเข้ม รูปร่างใบเป็น 2 แฉก และลักษณะด่างขาวร่วมด้วย ดังภาพที่ 3

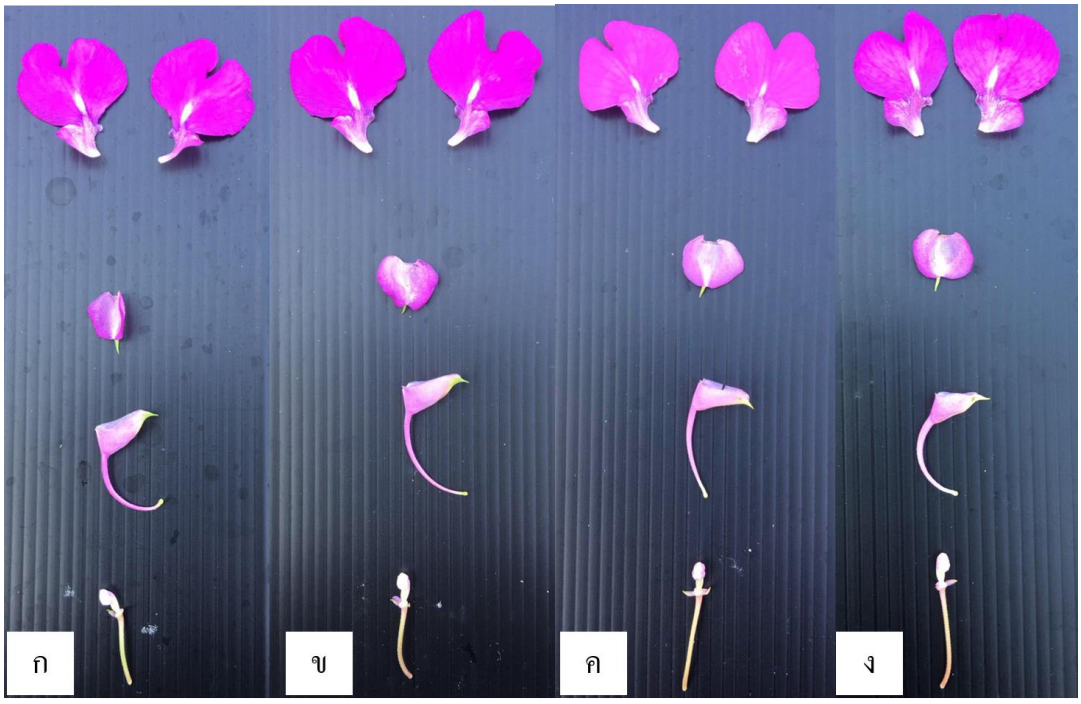


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของรูปร่างใบของต้นเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) ปริมาณรังสี 0 (ก) 50 (ข) 100 (ค) และ 200 เกรย์ (ง)

ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างใบของต้นเทียนบ้าน ลักษณะใบด่าง (ก) รูปร่างใบ 2 แฉก (ข) – (ค)

3.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอก

ต้นเทียนบ้านที่ได้รับปริมาณการฉายรังสี 50 100 และ 200 เกรย์ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอกแตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี คือ รูปร่างดอก ขนาดและสีดอก โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่พบเมื่อเปรียบเทียบกับดอกปกติของเทียนบ้าน ดังภาพที่ 4ก มี 4 ลักษณะ คือ (1) กลีบดอกมีสีบานเย็นเข้ม มีลักษณะด่างบริเวณฐานรองดอก (2) กลีบดอกมีขนาดเล็กลง (3) กลีบดอกมีสีบานเย็นอ่อน และ (4) บริเวณปลายดอกไม่ปรากฏแฉก โดยต้นเทียนบ้านที่ได้รับปริมาณรังสี 50 เกรย์ จะพบดอกมีสีบานเย็นเข้มกว่าแต่มีขนาดเล็กกว่าดอกของต้นเทียนบ้านที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ส่วนดอกของเทียนบ้านที่ได้รับปริมาณรังสี 100 และ 200 เกรย์ จะให้สีดอกอ่อนกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ดอกมีขนาดเล็กลง พบดอกเทียนบ้านมีลักษณะด่างเกิดขึ้นบนกลีบดอก แต่ในดอกที่ได้รับปริมาณรังสี 200 เกรย์ พบลักษณะด่างขาวอย่างเห็นได้ชัด และปลายดอกบรรจบกันไม่มีแฉกตามลักษณะปกติของดอกเทียนบ้าน ดังภาพที่ 4 (ข–ง)



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอกของเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) ภายหลังการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 0 50 100 และ 200 เกรย์ (ก-ง ตามลำดับ)

อภิปรายผล

จากการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันให้เมล็ดเทียนบ้านที่ปริมาณ 0-300 เกรย์ เมื่อนำเมล็ดมาเพาะพบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและดัชนีการงอกลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น รังสีปริมาณ 152 เกรย์ มีผลทำให้อัตราการรอดชีวิตลดลงครึ่งหนึ่ง และระดับรังสีที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ต้นอ่อนมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ Chumpol (2013) นำเมล็ดถั่วอัลฟ์ลฟาไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันและพบว่าที่ปริมาณรังสี 100 เกรย์ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลงเป็น 39.2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้รับรังสีมีความงอก 94.4 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Marcu, Damian, Cosma, and Cristea (2013) นำเมล็ดข้าวโพดฉายรังสีปริมาณ 0.1-1000 เกรย์ พบว่าอัตราการงอกและดัชนีการงอดลดลง การตอบสนองต่อรังสีนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเมล็ด หากในเมล็ดมีปริมาณน้ำและออกซิเจนมาก จะทำให้การตอบสนองเกิดขึ้นง่ายเนื่องจากรังสีแกมมาจะทำปฏิกิริยาในเซลล์ โดยเฉพาะโมเลกุลน้ำแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ (Roslim, Herman, & Fiatin, 2015) ทั้งนี้ รังสีที่สูงขึ้นมีผลทำให้อะตอมต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่รังสีเคลื่อนผ่านเข้าไปมีการแตกตัวเป็นไอออนที่ไวต่อการทำปฏิกิริยา ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นภายในเซลล์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายและรบกวนกระบวนการทำงานต่าง ๆ ของเซลล์ ทำให้เซลล์ตายได้ (Suthana, 2006; Walvekar & Kaimal, 2016) นอกจากนี้รังสียังมีผลทำให้เซลล์บริเวณจุดเจริญตาย ทำลายจุดกำเนิดใบ พืชจึงหยุดการเจริญเติบโตและตายในที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่าที่ปริมาณรังสี 300 เกรย์ แม้ในช่วงแรกเมล็ดจะมีความสามารถในการงอกได้ แต่ต้นกล้าที่งอกมานั้นไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์และตายในที่สุด

จากการฉายรังสีแกมมาให้กับเทียนบ้านพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะของใบ คือ ใบบิดเบี้ยวไม่สมบูรณ์ ใบด่าง ใบบาง บิดเป็นเกลียว และใบมี 2 แฉก ซึ่งพบในระยะต้นกล้า แต่เมื่อต้นเทียนบ้านเจริญเติบโตลักษณะดังกล่าวจะไม่ปรากฏ สอดคล้องกับ Natta, Thunya, Shermal, and Nattapong (2015) ทำการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันแก่เมล็ดแพงพวย พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะใบในระยะต้นกล้า แต่เมื่อต้นแพงพวยเจริญเติบโต ลักษณะผิดปกติดังกล่าวไม่ปรากฏ ทั้งนี้ เนื่องจากรังสีส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ขัดขวางกระบวนการเมแทบอลิซึมทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์ไม่สามารถดำเนินไปอย่างปกติได้ หรือมีประสิทธิภาพต่ำลง (Wang, Wu, Lan, & Gao, 2020) ต้นกล้าจึงมีลักษณะผิดปกติ แต่ขณะเดียวกันต้นพืชมีความสามารถในการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายได้ ทำให้เซลล์ที่มีการทำงานผิดปกติ มีโอกาสในเจริญเติบโตน้อยจึงถูกเซลล์ปกติกำจัดออก ทำให้ไม่ปรากฏลักษณะผิดปกติในช่วงอายุถัดมาของพืช (Siranut, et al., 2000; Natta, et al., 2015; Defiani, et al., 2017) นอกจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะของใบแล้ว ต้นเทียนบ้านที่ได้รับปริมาณรังสี 50 100 และ 200 เกรย์ มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่มลดลงสอดคล้องกับ

Minisi, El-mahrouk, El-din, Rida, and Nasr (2013) พบว่ารังสีแกมมาที่สูงขึ้นมีผลทำให้ความสูงของต้น Irish bell flower ลดลง และปริมาณรังสีสูงกว่า 5 Kr มีผลให้ต้น Irish bell flower ออกดอกเร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี

ด้านการเปลี่ยนแปลงของดอกเทียนบ้านหลังการฉายรังสีแกมมา พบลักษณะดอกด่าง กลีบดอกบางดอกในชุดที่ได้รับการฉายรังสีมีจำนวนกลีบดอกลดลง ขนาดของดอกและสีของดอกมีการเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับ Limtiyayotin, Tosri, Sukin, and Jompuk (2018) พบการเปลี่ยนแปลงด้านจำนวนกลีบดอก สีดอก ใบมีขนาดเล็กลง ใบหงิกงอ ใบมีสีเขียวอ่อน และความยาวข้อสั้นลงในรุ่น M_1V_2 ของม่วงเทพรัตน์ ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวเป็นการเสียหายทางสรีรวิทยา สอดคล้องกับการศึกษาของ Chalinee (2009) ที่พบว่าแพรเซี่ยงไฮ้ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีจำนวนกลีบดอกลดลง นอกจากนี้ Yesol et al. (2015) ศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาแก่เบญจมาศ 26 สายพันธุ์ ตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค amplified fragment length polymorphisms (AFLPs) โดยใช้คู่ไพร์เมอร์ทั้งหมด 20 คู่ พบแถบดีเอ็นเอที่เป็นโพลีมอร์ฟิซึมโดยมีแนวโน้มว่าเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้นมีผลให้เกิดโพลีมอร์ฟิซึมเพิ่มสูงขึ้นด้วย และจากการวิเคราะห์เดนโดแกรมพบว่าสามารถแยกความแตกต่างของเบญจมาศพันธุ์กลายได้ ทั้งนี้ เนื่องจากรังสีไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ที่เป็นจุดกำเนิดของกลีบดอก หรือไปยับยั้งให้ไม่มีการแบ่งเซลล์หรือเกิดการขยายตัวมากกว่าปกติ หรือไปรบกวนปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิดที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเร่งการเจริญเติบโต นอกจากนี้สีดอกของต้นที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 50 เกรย์ มีสีบานเย็นเข้มกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี เนื่องจากรังสีมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีน โดย recessive gene เปลี่ยนเป็น dominant gene หรือทำให้เซลล์ในชั้น L-1 และ L-2 ไม่สามารถซ่อมแซมหรือตายไปบางเซลล์ ทำให้เซลล์ในชั้น L-3 เจริญขึ้นมาทดแทน ทำให้สีของดอกเปลี่ยนแปลงไป (Siranut, et al., 2000; Pallavi, Nivas, Souza, Ganapathi, & Hegde, 2017)

สรุป

ผลของรังสีแกมมาต่อความงอกของเมล็ด ความรอดชีวิตของต้นกล้าและลักษณะทางสัณฐานของเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) สามารถสรุปได้ว่าปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นกล้าเทียนบ้านตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LD_{50}) คือ 152 เกรย์ ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีค่า LD_{50} แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนและอายุของชิ้นส่วนพืชที่นำมาฉายรังสีและวิธีการในการฉายรังสี ต้นกล้าที่ได้รับรังสีปริมาณ 50 และ 100 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดร้อยละ 77.5 และ 75.5 ตามลำดับ ส่วนต้นกล้าที่ได้รับรังสีมากกว่า 200 เกรย์ ไม่สามารถเจริญเป็นต้นใหม่ได้ ในต้นที่ได้รับรังสี ใบในระยะต้นกล้าพบลักษณะใบผิดปกติ มีลักษณะใบด่าง ใบบิดเบี้ยว ใบมี 2 แฉก แต่เมื่อย้ายปลูกเป็นเวลา 60 วัน ลักษณะผิดปกติดังกล่าวหายไป

ส่วนต้นที่รอดตายทั้งหมดสามารถออกดอกได้ปกติ โดยต้นที่รับปริมาณรังสี 50 เกรย์ มีสีดอกเข้มกว่าแต่ต้นที่ได้รับรังสี 200 เกรย์ ดอกแรกบานหลังปลูกช้าที่สุดคือ 64 วัน และมีลักษณะกลีบดอกแตกต่างจากทุกปริมาณรังสี คือปลายกลีบดอกมีลักษณะมน ไม่มีรอยหยักและมีขีดด่างขาวบนกลีบดอก

ดังนั้น หากต้องการปรับปรุงพันธุ์เทียนบ้านด้วยการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ควรใช้ปริมาณรังสีอยู่ในช่วงระหว่าง 50 - 200 เกรย์ เนื่องจากให้จำนวนวันที่ดอกแรกบานเร็วกว่าชุดควบคุม ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มลดลง และมีแนวโน้มในการพบลักษณะการกลายที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการคัดเลือกลักษณะในลูกรุ่นถัดไปเพื่อนำมาพัฒนาเป็นไม้กระถางต่อไปได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลปริมาณรังสีที่มีผลให้ต้นเทียนบ้านตายไป 50 เปอร์เซนต์ คือ 152 เกรย์ นั้น เป็นปริมาณรังสีที่นำมาใช้กับชิ้นส่วนเมล็ดเทียนบ้าน ดังนั้น หากต้องการปรับปรุงพันธุ์เทียนบ้านด้วยชิ้นส่วนพืชอื่น ปริมาณรังสีที่ใช้ควรน้อยกว่าปริมาณรังสีที่ปรากฏในงานวิจัยชิ้นนี้ เนื่องจากค่า LD_{50} จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชิ้นส่วน อายุของชิ้นส่วนพืชที่นำมาฉายรังสี และปริมาณรังสีที่ใช้

2. ในการนำข้อมูลไปใช้เพื่อทำวิจัยครั้งต่อไป ควรใช้ปริมาณรังสีไม่เกิน 200 เกรย์ เนื่องจากปริมาณรังสีที่สูงเกินไป มีผลทำให้ต้นไม่สามารถเจริญพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ และควรเก็บเมล็ดมาปลูกรุ่นถัดไป เพื่อทำการคัดเลือกลักษณะต้น ลักษณะดอก สีดอก และลักษณะอื่นที่ต้องการร่วมกับการใช้รังสีแกมมา เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการ

รายการอ้างอิง (References)

Caris, P.L., Geuten, K.P., Janssens, S.B., & Smets, E.F. (2006). Floral development in three species of *Impatiens* (Balsaminaceae). *American Journal of Botany*, 93(1), 1 - 14.

Chalinee, T. (2009). Effect of acute gamma irradiation on mutation from stem cuttings of *Portulaca oleracea* L. *Agricultural Science Journal*, 39(1), 55 - 64.

Chumpol, M. (2013). The effect of gamma irradiation on mutant induction in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Bangkok, Ramhamhaeng University. From researcher.ru.ac.th/Research_Action/0000000 418_1.pdf Retrieved on 12 July 2020.

Defiani, M.R., Astarini, I.A., & Kriswiyanti, E. (2017). Oryzalin and gamma radiation induced polyploidization in garden balsam plants (*Impatiens balsamina* L.) in vitro. *Current Agriculture Research Journal,* 5(1), 1 - 5.

Ibrahim, R., Ahmad, Z., Salleh, S., Hassan, A.A., & Ariffin, S. (2018*). Mutation breeding in ornamentals*. In Ornamental Crops, 175 - 211.

Khatab, I.A., & Hegazi, M.A. (2015). Induction of genetic variability with gamma radiation in some flowering ornamental herbs. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*, 2(10), 47 - 54.

Koh, Y.C., & Davies, F.T. (2000). Mutagenesis and in vitro culture of *Tillandsia fasciculata* Swartz var. Fasciculata (Bromeliaceae). *Scietia Horticulturae*, 87(3), 225 - 240.

Limtiyayotin, M., Tosri, C., Sukin, N., & Jompuk, P. (2018). Effects of acute gamma irradiation on in vitro culture of *Exacum affine* Balf.f. ex Regel. *Agriculture and Natural Resource*, 52, 121 - 124.

Marcu, D., Damian, G., Coma, C., & Cristea, V. (2013). Gamma radiation effects on seed germination, growth and pigment content, and ESR study of induced free radicals in maize (*Zea mays*). *Journal of Biological Physics*, 39(4), 625 - 634.

Minisi, F.A., El-mahrouk, M.E., El-Din, M., Rida, F., & Nasr, M.N. (2013). Effect of gamma radiation on germination, growth characteristics and morphological variations of *Moluccella laevis* L. *America-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Sciences*, 13(5), 696 - 704.

Mistra, P., Datta, S.K.D., & Chakrabarty, D. (2003). Mutation in flower colour and shape of *Chrysanthemum morifolium* induced by gamma radiation. *Biologia Plantarum*, 47(1), 153 - 156.

Natta, P., Thunya, T., Shermal, W., & Nattapong, C. (2015). Mutational induction in *Catharanthus roseus* L. by acute gamma irradiation. *Thai Journal of Science and Technology*, 4(1), 95 - 103.

Pallavi, B., Nivas, S.K., Souza, L.D., Ganapathi, T.R., & Hegde, S. (2017). Gamma rays induced variations in seed germination, growth and phenotypic characteristics of *Zinnia elegans* var. Dreamland. *Advances in Horticultural Science*, 31(4), 267 - 373.

Pantipa, L., Sonichai, C., Ittirit, U., Patama, S., & Sermsiri, C. (2017) Gamma ray induced mutation in *Chrysanthemum* and detection of DNA polymorphism by AFLP. *Agricultural Science Journal,* 48(3), 334 - 345.

Roslim, D.I., Herman, & Fiatin, I. (2015). Lethal dose 50 (LD_{50}) of Munabean (*Vigna radiate* L. Wilczek) cultivar Kampar. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 47(4), 510 - 516.

Siranut, L., Peeranuch, J., Arunee, W., Surin, D., & Prapanpongse, K. (2000). Gamma-rays induced morphological changes in *Chrysanthemum* (*Chrysanthemum morifolium*). *Kasetsart Journal*, 34, 417 - 422.

Song, Y., Yong-Ming, Y., & Philippe, K. (2003). Chromosomal evolution in Balsaminaceae, with cytological observations on 45 species from Southeast Asia. *Caryologia,* 56(4), 463 - 481.

Steel, F.J., & Torrie, J.W. (1980). *Principle and Procedure of Statistics: A Biometric Approach.* (2nd ed). New York: McGraw-Hill Book Co. Inc.

Suthana, K. (2006). Effect of acute gamma irradiation on mutations of *Zinnia* sp. (Master's Thesis, Kasetsart University). (In Thai).

Taheri, S., Thohirah, L.A., Zaiton, A., & Nur, A. (2014). Effect of acute gamma irradiation *on Curcuma alismatifolia* varieties and detection of DNA polymorphism through SSR marker. *BioMed Research International*, 13, 1 - 18.

Walvekar, S., & Kaimal, P. (2016). Effect of gamma radiations on morphological features, phytochemical profile and ISSR binding sites in *Aegle marmelos* (L) Corr. *International Journal of Biotechnology*, 115, 487 - 492.

Wang, L., Wu, J., Lan, F., & Gao, P. (2020). Morphological, cytological and molecular variations induced by gamma rays in *Chrysanthemum morifolium* 'Donglinruixue'. *Folia Horticulturae*, 32(1), 87 - 96.

Ye-sol, K., Hoon, K.S., Yeop, S.S., Sub, K.D., Jin-Baek, K., Deuk, J.Y., & Si-Yong, K. (2015). Genetic relationships among diverse spray- and standard-type *Chrysanthemum* varieties and their derived radio-mutants determined using AFLPs. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 56, 498 - 505.

Yu-Min, S., Janssens, S., Su-Hua, H., Wen-Hong, C., & Zhi-Guo, Y. (2011). Three new species of *Impatiens* L. from China and Vietnam: Preparation of flowers and morphology of pollen and seeds. *Systematic Botany*, 36(2), 428 - 439.