

อิทธิพลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อการรอดชีวิต และการเปลี่ยนแปลง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในเมล็ดดาวกระจาย

Effect of Acute Gamma Radiation on Survival Rate and Morphological Change from Seed of *Cosmos sulphureus* Cav.

ประดิพันธ์ ทองแถม ณ ออยุธยา^{1*} สุมิตา คนสนุก¹ และอนัญญา วงศ์วานรุ่งเรือง²
Pradipunt Thongtam na Ayudhaya^{1*} Sumita Konsanuk¹
and Ananya Vongvanrungrueng²

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน อัตราการอยู่รอด และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดาวกระจาย (*Cosmos sulphureus* Cav.) โดยใช้เมล็ดดาวกระจายนำไปฉายรังสีแกมมาที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ปริมาณรังสี 0 100 200 และ 300 เกรย์ หลังปลูก 30 วันบันทึกผลการงอกของต้นดาวกระจาย อัตราการรอด ความสูงของต้น และจำนวนวันแรกที่ดอกบาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่าเมล็ดหลังจากปลูกมีการรอดชีวิตของต้นหลังฉายรังสี 30 วัน ไม่แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีขนาด 0 100 และ 200 เกรย์ ในขณะที่ปริมาณ 300 เกรย์ ทำให้การรอดชีวิตต่ำสุด (ร้อยละ 25) และมีค่าขนาดมรณะห้าสิบ (LD₅₀) อยู่ที่ 253 เกรย์ โดยปริมาณรังสี 0 เกรย์ มีความสูงของต้นดาวกระจายมากที่สุด 105.42 เซนติเมตร ให้จำนวนวันออกดอกที่เร็วที่สุดคือ 50 วัน ปริมาณรังสีที่ระดับ 100 เกรย์ ทำให้กลีบดอกดาวกระจายมีลักษณะกลีบดอกเล็กลง และก้านดอกที่ติดกันซึ่งเป็นลักษณะที่น่าสนใจ และนำไปปลูกต่ออีก 3 รุ่น พบการถ่ายทอดลักษณะก้านดอกติดกันในรุ่น M2 ปริมาณรังสีที่ 200 เกรย์ ทำให้ต้นดาวกระจายมีกลีบดอกบิดเบี้ยว ดังนั้นความเข้มของรังสีแกมมาที่ 100 และ 200 เกรย์ ทำให้เกิดการกลายของดอกดาวกระจาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ปรับปรุงพันธุ์ของดาวกระจายสายพันธุ์อื่น ๆ ต่อไปได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ดาวกระจาย รังสีแกมมา ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

² สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร 2

* Corresponding author e-mail: pradipunt.t@gmail.com

Received: 28 March 2022, Revised: 19 April 2022, Accepted: 27 April 2022

Abstract

This research aims to study the effect of acute gamma radiation on the survival rate and morphological change of cosmos (*Cosmos sulphureus* Cav.) The cosmos seeds were irradiated with gamma ray at the Nuclear Technology Research Center, Kasetsart University, by radiation doses of 0, 100, 200, and 300 grays (Gy). Cosmos germination and survival rate were recorded at 30 days after planting. The data was analyzed by statistical variance and compared to the average difference. At 30 days after planting, the survival percentage was not statistically different at 0, 100, and 200 Gy of gamma rays. While the maximum dose is 300 Gy the lowest survival rate is 25% and the lethal dose₅₀ (LD₅₀) is 253 Gy. The dose of 0 Gy contributed to the highest height of a cosmos tree at 105.42 cm. The earliest possessed of flowering days is 50 days. At the radiation dose of 100 Gy, the cosmos petals presented an extra smaller petal and adjoining stalks, which is an interesting feature. After third more generations of planting, the characteristics of the cosmos were showed to adjoining stalks in the M2 and the radiation dose at 200 Gy affected distorted cosmos petals. The result concludes that the suitable gamma concentrations for cosmos results is between 100 and 200 Gy, which triggered the high seeding rate, and mutational rate that can be used to improve in other varieties of cosmos in the future.

Keywords: Cosmos, Gamma ray, Morphology

บทนำ

ดาวกระจายเป็นไม้ดอกที่มีผู้นิยมปลูกกันโดยทั่วไปในบริเวณพื้นที่สภาพอากาศแห้งและร้อน ซึ่งดาวกระจายเป็นพืชที่มีการปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความแปรปรวน จึงทำให้พืชชนิดนี้มีความสามารถในการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว (Zhou *et al.*, 2018) ในประเทศไทยดาวกระจายใช้ปลูกเป็นไม้ประดับแปลงส่วนใหญ่ อยู่ในวงศ์ Asteraceae มีทั้งชนิดที่เป็นไม้ดอกล้มลุกและไม้ดอกข้ามปี ดาวกระจายเกือบทุกชนิดจะมีลำต้นตั้งตรงใบเป็นแฉกโปร่งหรือฝอยออกเป็นคู่อยู่ตรงข้ามกัน ดอกสมบูรณ์เพศ ดาวกระจายที่นิยมปลูกกันในปัจจุบันมีเพียง 2 ชนิดเท่านั้นคือ *Cosmos bipinnatus* และ *C. sulphureus* ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในประเทศเม็กซิโก ลักษณะต้นเป็นพุ่มสูง 45 เซนติเมตร มีทั้งที่เป็นดอกชั้นเดียวและดอกซ้อน สีเหลือง เหลืองทอง ขาว ชมพู และอาจมีสีดอกสีเหลืองด้วย ลำต้นของดาวกระจายค่อนข้างสูงโดยเฉพาะฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านมีใบมาก และออกดอกช้าเมื่อปลูกในฤดูหนาว (นันทิยา, 2526) ถึงแม้ว่าดาวกระจายจะไม่ได้เป็นดอกไม้เศรษฐกิจเช่นเดียวกับเบญจมาศ กุหลาบ ก็ตาม แต่ดาวกระจายก็เป็นดอกไม้ที่ได้รับความนิยมมาก เพราะมีการเจริญเติบโตเร็วให้ดอกจำนวนมาก ตัดดอกได้นาน ความต้องการเมล็ดพันธุ์ดาวกระจายเพื่อปลูกในสวนหน้าบ้านของตนเองมีมาอย่างต่อเนื่องและทวีจำนวนมากขึ้นตามระยะเวลา นอกจากจะมีการผลิตเมล็ดดอกสู่

ตลาดปกติแล้ว ยังมีการปรับปรุงพันธุ์ดาวกระจายใหม่ ๆ ที่ให้ออกดอกเร็วและดอกดกเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ปลูกอย่างสม่ำเสมอ (Hawthorn and Pollard, 1954) และเพิ่มความต้องการในด้านความแปลกใหม่ทั้งรูปร่างลักษณะและของสีดอก ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของพันธุ์ที่มีทรงดอกและสีสวยงามให้มีอายุการใช้งานนานขึ้นเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับดาวกระจาย

การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีเหนี่ยวนำให้เกิดการกลาย (induced mutation) เป็นการเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ให้สูงกว่าที่สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ สิ่งก่อการกลายที่นิยมใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายในปัจจุบันเช่น รังสี สารเคมี การสอดแทรกดีเอ็นเอ แต่สิ่งก่อการกลายที่นิยมใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายคือรังสี เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับดีเอ็นเอ ก่อให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้เป็นอย่างดี (Tan *et al.*, 2019) สามารถกำหนดปริมาณรังสีที่ต้องการได้ วิธีการฉายรังสีทำได้ไม่ยากปลอดภัยกว่าการใช้สารเคมีและพันธุ์กลายที่ได้อาจมีลักษณะทรงต้น รูปแบบการต่าง รูปร่างของใบที่แตกต่างออกไปจากเดิม (Van Harten, 1998) ซึ่งรังสีที่นิยมใช้ในการชักนำให้เกิดการกลายคือรังสีแกมมาเนื่องจากมีความยาวคลื่นที่ต่างกัน จึงมีอำนาจการทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีเอกซ์ (Wood, 1983) นอกจากนี้การใช้รังสีแกมมาเพื่อชักนำให้เกิดการกลายจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะปรับปรุงพันธุ์ให้เกิดลักษณะใหม่ เป็นการเพิ่มความหลากหลายของพันธุ์และมีโอกาสคัดเลือกลักษณะที่ดี จากฐานข้อมูลของ IAEA พบพืชที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ด้วยการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยรังสีแกมมากว่า 3,000 ชนิด (IAEA, 2022) สำหรับการใช้รังสีแกมมาในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับสามารถใช้ได้กับพืชหลายชนิด ได้แก่ ดอกเบญจมาศ (Din *et al.*, 2020) บัวบก (หนึ่งฤทัย และคณะ, 2564; วุฒิพงษ์ และพัฒนา, 2564) บานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลาย (ศรัณยู และคณะ, 2561) ลิ้นเดือรเ็นีย (สุพิชชา และคณะ, 2561) กุหลาบหนู (ภิญญารัตน์ และนันทริยา, 2560) การทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อความมีชีวิตการเจริญเติบโตและการกลายพันธุ์ของดาวกระจาย (*C. sulphureus* Cav.) เพื่อให้ได้ลักษณะที่แปลกใหม่ เป็นแนวทางในการใช้รังสีแกมมาในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มศักยภาพในการนำดาวกระจายไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผลของรังสีแกมมาต่ออัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของดาวกระจาย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เมล็ดดาวกระจายทางการค้า ชนิด *C. sulphureus* ที่ให้ดอกสีส้ม นำไปฉายรังสีแกมมาที่มีแหล่งกำเนิดจากไอโซโทปกัมมันตรังสีของธาตุซีเซียม-137 (Cs-137) ที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ด้วยเครื่อง Mark-I Gamma irradiation ใช้ปริมาณรังสี 0 100 200 และ 300 เกรย์ ให้แก่เมล็ดตัวอย่างแบบแห้งทั้งเมล็ด จากนั้นนำมาปลูกในโรงเรือนของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) โดยแต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 30 ต้น จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาไปปลูก โดยปลูกในถุงปลูกขนาด 3.5x8 นิ้ว ใช้ดินผสมสำเร็จ ตลอดอายุการทดลองดูแลรักษาต้นดาวกระจายโดยควบคุมการให้น้ำและกำจัดศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ ทำการบันทึกต้นกล้าที่งอก 14 วันหลังจากต้นกล้าเจริญเต็มที่ และคำนวณหา

ร้อยละการออกของต้นดาวกระจาย โดยให้เมล็ดที่ไม่ได้ฉายรังสีมีอัตราการงอร้อยละ 100 หลังฉายรังสีที่ 30 วัน นับจำนวนต้นที่รอดตายเพื่อคำนวณค่าขนาดมรณะห้าสิบ (LD₅₀) เปรียบเทียบกับดาวกระจายที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ศึกษาความสูงต้นโดยการวัดจากขอบกระถางจนถึงปลายยอด นับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนดอกแรกบานเต็มที่ รวบรวมข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 16.0

2. ผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของดาวกระจาย

ทำการสังเกตลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิมของดาวกระจายในรุ่น M1 หลังจากได้รับการฉายรังสีตลอดการวิจัย แล้วทำการบันทึกภาพ และเลือกพันธุ์กลายไปปลูกต่อในรุ่น M2 M3 และ M4 โดยทำการเก็บเมล็ดเฉพาะดอกมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป จำนวน 7 เมล็ด เพื่อตรวจสอบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้จากการฉายรังสี โดยปลูกในถุงปลูกขนาด 3.5x8 นิ้ว ใช้ดินผสมสำเร็จ ตลอดจนอายุการทดลอง ดูแลรักษาด้านดาวกระจายโดยควบคุมการให้น้ำและกำจัดศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ

ผลการวิจัย

1. การงอกและการรอดชีวิตของต้นดาวกระจาย

จากการนำเมล็ดดาวกระจาย ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 0 ถึง 300 เกรย์ แล้วทำการเพาะเมล็ดในแปลงปลูก พบว่าหลังฉายรังสีแกมมา 14 วัน การงอกของต้นกล้ามีความแตกต่างกันเมื่อเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับรังสี) กับกลุ่มที่ได้รับระดับรังสี 100 200 และ 300 เกรย์ พบว่า มีร้อยละการงอกคือ ร้อยละ 80.46 77.01 และ 62.07 ตามลำดับ หลังฉายรังสีแกมมา 30 วัน มีร้อยละของการรอดชีวิตของต้นดาวกระจายที่ได้รับรังสีปริมาณ 100 200 และ 300 เกรย์ เท่ากับ ร้อยละ 80.00 80.00 และ 25.00 ตามลำดับ (ตารางที่1)

ตารางที่ 1 ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่ออัตราการงอและรอดชีวิตของต้นดาวกระจายหลังจากได้รับปริมาณรังสีต่างกันเป็นเวลา 30 วัน

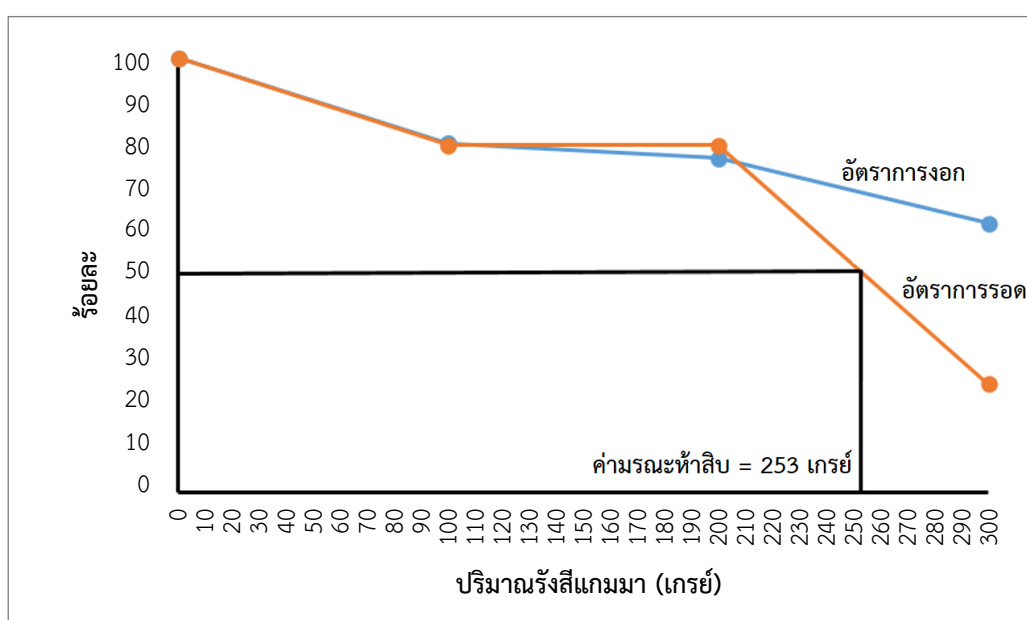
ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนต้นที่งอก (ต้น)	การงอกของเมล็ด (ร้อยละ)	จำนวนต้นที่รอดชีวิต (ต้น)	การรอดชีวิต (ร้อยละ)
0	87	100.00 ^a	80	100.00 ^a
100	70	80.46 ^{ab}	64	80.00 ^a
200	67	77.01 ^{ab}	64	80.00 ^a
300	54	62.07 ^b	20	25.00 ^b

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันมีค่าทางสถิติแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หลังฉายรังสีแกมมา 14 วัน มีการงอกของต้นกล้าในปริมาณที่แตกต่างกันที่ 100 200 และ 300 เกรย์ จากข้อมูลการรอดชีวิตดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าระยะห่างลิบ พบว่ามีค่าเท่ากับ 280 เกรย์ ดังภาพที่ 1

2. การเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย

ความสูงต้นหลังการฉายรังสี (ตารางที่ 2) พบว่า กลุ่มควบคุม (0 เกรย์) มีความสูงมากที่สุด คือ 105.42 เซนติเมตร รองลงมา คือ ปริมาณรังสี 100 เกรย์ มีความสูง คือ 98.94 เซนติเมตร และปริมาณรังสี 200 และ 300 เกรย์ มีความสูงเท่ากับ 77.94 และ 6.30 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้จำนวนวันแรกที่ดอกบาน พบว่าปริมาณรังสีควบคุมใช้จำนวนวันในการออกดอกครั้งแรก น้อยที่สุด รองลงมาคือ 100 เกรย์ และ 200 เกรย์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 1 ผลของการได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่ออัตราการรอด อัตราการงอก และค่าระยะห่างลิบของดาวกระจาย

ตารางที่ 2 ผลของการได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อลักษณะการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย

ปริมาณรังสี (เกรย์)	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนวันแรกที่ดอกบาน
0	105.42 ^a ±10.43	50.12 ^c ±2.38
100	98.94 ^a ±8.09	54.86 ^b ±2.41
200	77.94 ^b ±6.31	57.40 ^a ±3.22
300	6.30 ^c ±3.65	-

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันมีค่าทางสถิติแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (mean±SD)

3. ลักษณะการกลายพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอกต้นดาวกระจายที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 100 และ 20 เกรย์ พบว่ามีดอกดาวกระจายที่มีทั้งลักษณะปกติและการกลายพันธุ์ โดยการเปลี่ยนแปลงของลักษณะดอก คือ ดาวกระจายที่ได้รับรังสีที่ 100 เกรย์ มีก้านช่อดอกติดกัน ดังภาพที่ 2 (ก) หรือมีลักษณะของดอกแผด ดังภาพที่ 2 (ข) จึงเป็นลักษณะที่น่าสนใจที่จะนำไปปลูกต่อ และดาวกระจายที่ได้รับรังสีที่ 200 เกรย์ มีกลีบดอก (ray floret) บิดเบี้ยว ดังภาพที่ 2 (ค)

4. ผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของดาวกระจาย

ต้นดาวกระจายที่รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 100 เกรย์ ในรุ่น M1 พบว่าต้นดาวกระจายมีการกลายพันธุ์ที่ให้ลักษณะของดอกที่มีก้านช่อดอกติดกัน และเป็นลักษณะที่น่าสนใจ เมื่อนำมาปลูกต่ออีก 3 รุ่น ใน M2 M3 และ M4 เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ในด้านความสูงต้น จำนวนวันแรกที่ดอกบาน และลักษณะของดอกดาวกระจาย ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสี 100 เกรย์ ต่อเจริญเติบโตของดาวกระจายในรุ่น M2 M3 และ M4

รุ่นการปลูก	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนวันแรกที่ดอกบาน
M2	77.28 ^a ±4.82	50.33 ^a ±3.75
M3	63.28 ^b ±5.31	46.67 ^b ±3.67
M4	55.28 ^c ±4.16	45.19 ^c ±2.94

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันมีค่าทางสถิติแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (mean±SD)

หลังจากนำมาปลูกต่ออีก 3 รุ่น ใน M2 M3 และ M4 พบการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้นดาวกระจายในรุ่น M2 เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 77.28 เซนติเมตร รองลงมา คือ M3 เท่ากับ 63.28 เซนติเมตร และความสูงน้อยสุดที่ M4 คือ 55.28 เซนติเมตร จำนวนวันแรกที่ดอกบานพบว่า M4 ให้การออกดอกของดาวกระจายเร็วที่สุดเท่ากับ 45 วัน รองลงมาคือ M3 อยู่ที่ 47 วัน และช้าที่สุดคือ M2 คือ 50 วัน ต้นดาวกระจายที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 100 เกรย์ ในรุ่น M1 มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะดอก คือ ก้านช่อดอกติดกัน ดังภาพที่ 2 (ข) นำมาปลูกต่อในรุ่น M2 เพื่อศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรม พบว่าดอกดาวกระจายมีลักษณะของกลีบดอกไม่เท่ากัน ดังภาพที่ 2 (ง-ฉ)

เมื่อนำต้นดาวกระจายที่มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะของกลีบดอกในรุ่น M2 มาปลูกต่อในรุ่น M3 ศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรม พบว่าดอกดาวกระจายมีลักษณะสีของกลีบดอกไม่สม่ำเสมอและมีก้านช่อดอกติดกันแต่บานไม่พร้อมกัน ดังภาพที่ 2 (ญ-ฎ)

สำหรับการปลูกต้นดาวกระจายในรุ่น M4 เพื่อศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรม พบว่าดอกดาวกระจายมีลักษณะของกลีบดอกบิดเบี้ยวเหมือนรุ่น M2 ขนาดของกลีบดอกไม่เท่ากัน และสีของกลีบดอกไม่สม่ำเสมอ ดังภาพที่ 2 (ฏ-ฑ)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอกดาวกระจายในรุ่น M1 (ก) รูปร่างดอกดาวกระจายที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (wild type) (ข) ดอกดาวกระจายที่มีก้านช่อดอกติดกันที่รังสี 100 เกรย์ (ค) กลีบดอกบิดเบี้ยวที่รังสี 200 เกรย์ (ง-ณ) การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอกดาวกระจายในรุ่น M2 มีลักษณะของกลีบดอกไม่เท่ากัน การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอกดาวกระจายในรุ่น M3 (ญ) สีของกลีบดอกไม่สม่ำเสมอ (ฎ) มีก้านช่อดอกติดกันแต่บานไม่พร้อมกัน การเปลี่ยนแปลงลักษณะดอกดาวกระจายในรุ่น M4 (ฏ) กลีบดอกบิดเบี้ยว (ฐ) สีของกลีบดอกไม่สม่ำเสมอ และ (ฑ) ขนาดของกลีบดอกไม่เท่ากัน

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลของรังสีแกมมาต่ออัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของดาวกระจาย

หลังการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 0-300 เกรย์ แก่เมล็ดดาวกระจาย และนำออกปลูกแล้ว 30 วัน พบว่าปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ร้อยละการงอกและอัตราการรอดชีวิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับรังสี โดยปริมาณรังสีที่สูงขึ้นจะไปยับยั้งการงอกและอัตราการรอดชีวิต ซึ่งให้ผลเดียวกันกับในพืชดอกหลายชนิด เช่น แพงพวย (ณัฐฐา และคณะ, 2558)

แพรเซียไฮโปแหลม (อรุณี และนวนลณี, 2535) บานชื่น (นพรัตน์, 2552; Pallavi *et al.*, 2017) และแกลดิโอลัส (Sahariya *et al.*, 2017) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีให้สูงขึ้น จะทำให้ร้อยละการรอดชีวิตมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งการที่อัตราการรอดชีวิตลดลงอาจเกิดจากรังสีแกมมาส่งผลโดยตรงต่อสารพันธุกรรม และทำให้ปริมาณอนุมูลอิสระสูงขึ้นแล้วก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับโครโมโซมหรือยีนในภายหลัง (Blagojevic *et al.*, 2019) ในงานวิจัยนี้ช่วงของปริมาณรังสีที่สามารถเหนี่ยวนำให้พืชเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ คือ รังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 100 และ 200 เกรย์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงมีแนวโน้มลดลงหรือใกล้เคียงกับต้นที่ไม่ได้รับรังสีและออกดอกช้าลงเช่นเดียวกันกับในแพรเซียไฮโปแหลม (อรุณี และนวนลณี, 2535) และแพงพวย (ณัฐา และคณะ, 2558) ซึ่งผลของรังสีแกมมาอาจทำให้เซลล์พักตัวอยู่ในระยะอินเตอร์เฟส (Takahashi *et al.*, 2019) จึงเกิดการระงับการเจริญเติบโต หรืออาจมีความรุนแรงจนกระทั่งเกิดการตายของเซลล์ในที่สุด โดยพบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตและการแตกกิ่งก้านลดลง การบานของดอกช้าลงตามปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น สำหรับค่ามรณะห้าสิบในต้นดาวกระจายในงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ที่ 280 เกรย์ โดยค่ามรณะห้าสิบเป็นปริมาณรังสีแกมมาที่ทำให้การรอดชีวิตลดลงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับรังสี โดยค่านี้มีความแตกต่างกันออกไปขึ้นกับสรีรวิทยาของเมล็ดพืช กล่าวคือ หากเมล็ดมีความหนา ค่ามรณะห้าสิบก็ย่อมสูงขึ้นตามไปด้วย เช่น ในเมล็ดถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.) ที่มีค่ามรณะห้าสิบที่ 620 เกรย์ (Indriyani and Fiati, 2015) หรือในเมล็ดสบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) ที่มีค่ามรณะห้าสิบเท่ากับ 425 เกรย์ (Songsri *et al.*, 2011) เป็นต้น โดยเมื่อพิจารณาจากลักษณะของเมล็ดดาวกระจาย พบว่าเมล็ดดาวกระจายมีรูปร่างเรียวยาวแบบทรงกระสวย เป็นผลให้รังสีแกมมาสามารถทะลุทะลวงเข้าไปถึงเอ็มบริโอได้ง่ายกว่านั่นเอง

2. ผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของดาวกระจาย

จากการฉายรังสีแกมมาให้กับดาวกระจายพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอก โดยมีลักษณะกลีบดอกบิดเบี้ยว สีของกลีบดอกและสรีระของดอกที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวเป็นความเสียหายทางสรีรวิทยา (physiological damage) พบว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายด้วยรังสีแกมมาในต้นดาวกระจายอยู่ที่ 100 ถึง 200 เกรย์ สำหรับปริมาณรังสีที่ 300 เกรย์ เป็นปริมาณรังสีที่สร้างความเสียหายให้แก่เอ็มบริโอภายในเมล็ดดาวกระจายในระดับที่สูง จึงทำให้เมล็ดที่ได้ปริมาณรังสี 300 เกรย์ มีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตต่ำและไม่สามารถสร้างดอกได้ เนื่องจากอาจก่อให้เกิดความผิดปกติในระดับโครโมโซม การแตกหักของโครโมโซม (Rochanabanthit and Jompuk, 2014) หรือความผิดปกติในระดับดีเอ็นเอ ซึ่งรูปแบบของการเกิดลักษณะต่าง ๆ เมื่อใช้การฉายรังสีนั้น จะเกิดขึ้นแบบสุ่ม จึงทำให้ลักษณะของสีดอก ลักษณะกลีบดอก หรือช่อดอกของดาวกระจายแตกต่างกันออกไปในแต่ละต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของลักษณะดอกอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีนที่ควบคุมลักษณะของกลีบดอก ได้แก่ TCP family gene (Cubas *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2008) เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Okamura (2003) ทำการทดลองฉายรังสีที่มีประจุแก่ต้นคาร์เนชั่น สามารถทำให้สีและดอกเปลี่ยนไปหลายลักษณะ หรือในงานวิจัยของวุฒิพงษ์ และพัฒนา (2564) ที่ฉายรังสีแกมมาในบัวดิน ซึ่งทำให้เกิดลักษณะของใบและดอกที่มีความหลากหลาย จากการนำดาวกระจายที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เกรย์ มาปลูกต่อในรุ่น M2 M3 และ M4 พบว่าดอกดาวกระจายในรุ่น M3 มีลักษณะของก้านดอกติดกันเหมือนรุ่น M1

ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่รังสีแกมมาที่ส่งผลกระทบต่อยีนที่ควบคุมลักษณะช่อดอกทำให้เกิดเป็นแอลลีล (allele) ใหม่ขึ้น แต่แอลลีลใหม่นี้ถูกแอลลีลปกติข่มแบบสมบูร์น จึงไม่ปรากฏลักษณะของดอกที่มีก้านดอกเดียวกันในรุ่น M2 แต่กลับปรากฏในรุ่น M3 แทน อย่างไรก็ตามก็ตีลักษณะของดอกแฝดที่ปรากฏในรุ่น M1 และ M3 นี้มิได้ปรากฏในทุก ๆ ช่อดอก ซึ่งอาจเป็นผลจากการเกิดไคเมอรา (chimera) กล่าวคือ มีเซลล์บางเซลล์ในเอ็มบริโอที่เกิดการกลาย แต่เซลล์อื่นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้พืชมีการแสดงออกแค่บางส่วนของต้นเท่านั้น (Van Harten *et al.*, 1981; Datta and Chakrabarty, 2009)

สรุปผลการวิจัย

การฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันกับเมล็ดดาวกระจาย พบว่าที่ปริมาณรังสีที่ 100 ถึง 200 เกรย์ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายมากที่สุด และค่ามรณะห้าสิบมีค่าเท่ากับ 253 เกรย์ โดยลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้นสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป จากข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการใช้รังสีแกมมาในการชักนำให้เกิดการกลายในต้นดาวกระจายเป็นวิธีที่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชในวงศ์ Asteraceae ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการฉายรังสี และสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ณัฏฐา ผดุงศิลป์ ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ เอมมาลย์ วงศ์ขาวจันทน์ และณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2558). การชักนำให้เกิดการกลายในต้นแพงพวยโดยการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน. *Thai Journal of Science and Technology*, 4(1), 95-103.
- นพรัตน์ อินสร. (2552). การปรับปรุงพันธุ์บานชื่นเลี้ยงใบต่างโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นันทิยา สมานนท์. (2526). *คู่มือการปลูกไม้ดอก*. กรุงเทพฯ: สยามสปอร์ตคลับบิชซิง.
- วุฒิพงษ์ แป้งใจ และพัฒนา ศรีฟ้า ฮุนเนอร์. (2564). รังสีแกมมาชักนำการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในบัวดิน (*Zephyranthes* spp.). *แก่นเกษตร*, 49(3), 643-655.
- ภิญญารัตน์ กองประโคน และนันทริยา จิตบำรุง. (2560). การใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในกุหลาบหนู. *แก่นเกษตร*, 45(1 พิเศษ), 1296-1302.
- ศรัญญู ถนิมลักษณ์ ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ พัฒนา สุขประเสริฐ พิรุณช จอมพุก และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. (2561). การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในบานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลายโดยการฉายรังสีแกมมา. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(1), 48-57.

- สุพิชชา สิทธินิสัยสุข ธัญญะ เตชะสีลพิทักษ์ พิรุณ จอมพุก และณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2561). ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อต้านลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อ. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(2), 158-168.
- หนึ่งฤทัย ด้านเขตร์แดน อนันต์ พิริยะภัทรกิจ ณัฐพงศ์ จันจุฬา และคมกฤษณ์ แสงเงิน. (2564). ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 40(2), 106-117.
- อรุณี วงศ์ปิยะสกลิตย์ และนวลฉวี รุ่งธนเกียรติ. (2535). ผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะและสีดอกแพรวเปียงไธ้. ใน *รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาพืช*. กรุงเทพฯ.
- Blagojevic, D., Lee, J., Brede, D.A., Lind, O.C., Yakovlev, I., Solhaug, K.A., Fossdal, C.G., Salbu, B. and Olsen, J.E. (2019). Comparative sensitivity to gamma radiation at the organismal, cell and DNA level in young plants of Norway spruce, Scots pine and *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 250, 1567-1590, doi: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03250-y>.
- Cubas, P., Vincent, C. and Coen, E. (1999). An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry. *Nature*, 401, 157-161, doi: <https://doi.org/10.1038/43657>.
- Datta, S.K. and Chakrabarty, D. (2009). Management of chimera and in vitro mutagenesis for development of new flower color/shape and chlorophyll variegated mutants in chrysanthemum. In Shu, Q.Y. (Ed.). *Induced plant mutations in the genomics era*, pp. 303-305. Rome: Food and agriculture organization of the United Nations.
- Din, A., Qadri, Z.A., Wani, M.A., Rather, Z.A., Iqbal, S., Malik, S.A., Hussain, P.R., Rafiq, S. and Nazki, I.T. (2020). Congenial in vitro γ -ray-induced mutagenesis underlying the diverse array of petal colours in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* kitam) cv. "Candid". *Biology and Life Sciences Forum*, 4(1), 21-28, doi: <https://doi.org/10.3390/IECPS2020-08780>.
- Hawthorn, L.R. and Pollard, L.H. (1954). *Vegetable and flower seed productions*. New York: The Blakiston company, Inc.
- Indriyani, D. and Fiatin, H.I. (2015). Lethal dose 50 (LD₅₀) of mungbean (*Vigna radiata* L. wilczek) cultivar Kampar. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 47(4), 510-516.
- IAEA. (2022). *FAO/IAEA mutant variety database*. Retrieved 18 April 2022, from: <https://mvd.iaea.org>.
- Kim, M., Cui, M.L., Cubas, P., Gillies, A., Lee, K., Chapman, M.A., Abbott, R.J. and Coen, E. (2008). Regulatory genes control a key morphological and ecological trait transferred between species. *Science*, 322(5904), 1116-1119, doi: <https://doi.org/10.1126/science.1164371>.

- Okamura, M., Yasuno, N., Ohtsuka, M., Tanaka, A., Shikazono, N. and Hase, Y. (2003). Wide variety of flower-color and shape mutants regenerated from leaf cultures irradiated with ion beams. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 206, 574-578.
- Pallavi, B., Nivas, S.K., Souza, L.D., Ganapathi, T.R. and 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), 267-273.
- Rochanabanthit, P. and Jompuk, P. (2014). Effects of chronic gamma irradiation on shallot chromosomes (*Allium Ascalonicum* linn). *Journal of Agricultural and Biological Science*, 9(11), 367-374.
- Sahariya, K., Kaushik, R.A., Khan, R. and Sarolia, D. (2017). Influence of gamma irradiation on flowering of gladiolus (*Gladiolus hybrida* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(11), 1362-1368.
- Songsri, P., Suriarn, B., Sanitchon, J., Srisawangwong, S. and Kesmala, T. (2011). Effects of gamma radiation on germination and growth characteristics of physic nut (*Jatropha curcas* L.). *Journal of Biological Sciences*, 11(3), 268-274.
- Takahashi, N., Ogita, N., Takahashi, T., Taniguchi, S., Tanaka, M., Seki, M. and Umeda, M. (2019). A regulatory module controlling stress-induced cell cycle arrest in *Arabidopsis*. *Elife*, doi: <https://doi.org/10.7554/elife.43944>.
- Tan, C., Zhang, X.Q., Wang, Y., Wu, D., Bellgard, M.I., Xu, Y., Shu, X., Zhou, G. and Li, C. (2019). Characterization of genome-wide variations induced by gamma-ray radiation in barley using RNA-Seq. *BMC genomics*, 20(1), doi: <https://doi.org/10.1186/s12864-019-6182-3>.
- Van Harten, A.M. (1998). *Mutation breeding: Theory and practical applications*. United Kingdom: Cambridge university press.
- Van Harten, A.M., Bouter, H. and Broertjes C. (1981). In vitro adventitious bud techniques for vegetative propagation and mutation breeding of potato (*Solanum tuberosum* L.) II. Significance for mutation breeding. *Euphytica*, 30(1), doi: <https://doi.org/10.1007/BF00033653>.
- Wood, D.R. (1983). *Crop breeding*. Wisconsin: The American society of agronomy. Inc. and the crop science society of American Inc.
- Zhou, G., Guo, J., Yang, J. and Yang, J. (2018). Effect of fertilizers on Cd accumulation and subcellular distribution of two cosmos species (*Cosmos sulphureus* and *Cosmos bipinnata*). *International Journal of Phytoremediation*, 20(9), 930-938.