การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในบีโกเนียสายพันธุ์ Darth Vader โดยการฉายรังสีแกมมา

เพ็ญแข รุ่งเรือง[1*], ธีรวัจน์ ชาคำ[1], เพชรรัตน์ จันทรทิณ[2], สุนทรียา กาละวงศ์[1]

[1]สาขาวิชาเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร
[*]Corresponding author email: penkhae.ru@bsru.ac.th

ได้รับบทความ: 18 ตุลาคม 2564
ได้รับบทความแก้ไข: 20 กุมภาพันธ์ 2565
ยอมรับตีพิมพ์: 3 มีนาคม 2565

บทคัดย่อ

บีโกเนีย Darth Vader เป็นไม้ใบ โดยใบมีลักษณะเกลี้ยงเป็นมันสีเขียวเข้มเกือบดำและสีแดงเข้ม ขอบใบมีสีเงิน มีราคาสูงและเป็นที่ชื่นชอบของกลุ่มผู้ปลูกไม้ประดับใบ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อชักนำใบบีโกเนียให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา โดยนำต้นบีโกเนียในสภาพปลอดเชื้อขนาดความสูง 2 เซนติเมตร มาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณรังสีแกมมาเพิ่มสูงขึ้นทำให้อัตราการรอดชีวิตของชิ้นส่วนพืชลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และหาความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีที่ทำให้บีโกเนียรอดชีวิตที่ 50 เปอร์เซ็นต์ LD50 (30) มีค่า 86.58 เกรย์ ส่วนผลของปริมาณรังสีต่อการเจริญเติบโต ประกอบด้วย จำนวนยอด ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ และความยาวใบ ของบีโกเนียที่อายุ 90 วันหลังฉายรังสี พบว่า เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง และปริมาณรังสี 40 60 80 และ 100 เกรย์ ต้นบีโกเนียมีลักษณะการแตกยอดเป็นกระจุก ใบมีขนาดเล็ก สีใบเป็นสีเขียว ใบม้วนบาง ใบหงิกงอ และปริมาณรังสีที่ 100 เกรย์ ให้จำนวนยอดและความสูงต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 2.33±1.15 ยอด และ 1.50±0.00 เซนติเมตร ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์บีโกเนียด้วยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมาช่วยเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายของบีโกเนียได้

คำสำคัญ: บีโกเนีย Darth Vader / รังสีแกมมา / การกลายพันธุ์

Mutational Induction in Begonia cv. Darth Vader by Gamma Irradiation

Penkhae Rungrueng[1*], Theerawat Chakham[1], Petcharat Chuntaratin[2], Soontreya Kalawong[1]

[1]Agriculture and Technology Agricultural Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok
[2]Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Bangkok Thonburi University, Bangkok
[*]Corresponding author email: Penkhae.ru@bsru.ac.th

Received: 18 October 2021
Revised: 20 February 2022
Accepted: 3 March 2022

Abstract

Begonia Darth Vader is a foliage plant with its leaves so deeply green that they almost appear black and deep red leaves with silver margins. It is highly prized and a favorite among leafy ornamental growers. This study aims to induce changes in leaf morphological traits. The plantlets of begonia 2 cm of high in sterile culture condition were irradiated with various gamma radiation doses of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 gray. The results showed that the statistically significant ($P<0.01$) survival rates decreased with the increase of gamma-ray. The relationship between the concentration of gamma radiation and survival percentage was graphed to get LD50 (30). It was found that 86.58 grays of radiation resulted in 50% survival after 30 days. In 90 days, the reduction of growth such as the number of shoots, plant height, canopy width, leaf width, and leaf length were significantly remarked by radiation dose increase and radiation doses 40, 60, 80, and 100 gray. Begonia is characterized by tufted shoots, small leaves, green leaf color, thin and

curled leaves, the lowest number of shoot and plant height were 2.33±1.15 shoots and 1.50±0.00 cm when treated by 100 gray. The results of this study could be used for value-added and diversity begonia improvement.

Keywords: Begonia Darth Vader / Gamma ray / Mutation

บทนำ

บีโกเนีย Darth Vader เป็นที่รู้จักไปทั่วโลกตั้งแต่ปี 2014 การค้นพบบีโกเนียสายพันธุ์นี้เกิดขึ้นในซาราวักบนเกาะบอร์เนียว ลักษณะลำต้นต้นตั้งตรงมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง สูง 25-70 เซนติเมตร ก้านใบยาว 2-5 เซนติเมตร ใบหนา 3-5 มิลลิเมตร ใบเกลี้ยงเป็นมันสีเขียวเข้มเกือบดำ และสีแดงเข้ม ขอบใบมีสีเงิน จึงมีชื่อว่า *Begonia darthvaderiana* บีโกเนียชนิดนี้ขึ้นและเจริญเติบโตในที่ร่มลึกของหน้าผา หลังจากมีการรายงานการค้นพบบีโกเนียชนิดนี้ไม่นาน เริ่มมีการนำต้นบีโกเนียชนิดนี้ขายออนไลน์ด้วยราคาที่สูงมากกว่า 80 ดอลลาร์ [1] และมีขายในประเทศไต้หวัน ด้วยความสวยงามของใบจึงทำให้มีราคาที่สูงและเป็นที่ชื่นชอบของกลุ่มผู้ปลูกไม้ประดับใบ การปรับปรุงพันธุ์ไม้ประดับใบให้มีลักษณะใบที่แตกต่างจากเดิม หรือได้สายพันธุ์ใหม่จะช่วยเพิ่มมูลค่าของไม้ประดับให้สูงขึ้น ซึ่งในการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีมาตรฐาน (Conventional breeding) ใช้ระยะเวลานาน การปรับปรุงพันธุ์โดยการชักนำให้กลายพันธุ์ (Mutation breeding) เช่น การใช้รังสีหรือสารเคมีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีที่นิยมใช้ในการชักนำให้พืชกลายพันธุ์มากที่สุดคือ รังสีแกมมา เพราะมีสมบัติในการชักนำให้พืชเกิดการกลายพันธุ์ เป็นวิธีที่ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อย ไม่มีรังสีตกค้าง นิยมใช้กับพืชที่ขยายพันธุ์ยาก และพืชที่มีลักษณะดีอยู่แล้ว แต่ต้องการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะเพียง 1-2 ลักษณะ เท่านั้น โดยรังสีจะช่วยให้ได้ลักษณะที่ต้องการและช่วยกำจัดลักษณะที่ไม่ต้องการออกไปได้ในระยะเวลาอันสั้น [2] และสารเคมีที่นิยมใช้ในการก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ เช่น Ethyl methanesulphonate (EMS), Methyl methanesulphonate (MMS), Ethyl ethanesulphonate (EES), Diethyl sulphate (dES) และ Dimethyl sulphate (dMS) ซึ่งในการชักนำเกิดการกลายพันธุ์ในพืชแต่ละชนิดมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย เช่น ส่วนของพืชที่นำมาฉายรังสี ชนิดของรังสี วิธีการฉายรังสี ปริมาณและอัตราของรังสี สิเรียม ทองใบใหญ่ [3] ทดลองฉายรังสีแกมกับฟิโลเดนดรอน เซอรี่เรด พบว่ารังสีแกมมาที่ระดับ 20 และ 30 เกรย์ ให้ลักษณะใบยอดบิดและด่าง ณัฏฐา ผดุงศิลป์ และคณะ [4] ศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อการกลายพันธุ์ของต้นแพงพวยกับเมล็ดก่อนออกปลูกพบว่า ปริมาณรังสีที่ระดับ 50-200 เกรย์ ทำให้กลีบดอกแพงพวยมีลักษณะรอยด่างขาวกระจายอยู่ทั่วกลีบดอก ปริมาณรังสีที่ 50 และ 100 เกรย์ ทำให้บางดอกมีจำนวนกลีบดอกลดลงเหลือ 4 กลีบ ปริมาณรังสีที่ 150 และ 200 เกรย์ พบลักษณะใบบิดเบี้ยวและใบ 2 แฉก และในระยะต้นกล้า ปริมาณรังสีที่ 50 เกรย์ ทำให้ต้นแพงพวยมีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุดและออกดอกเร็วกว่าปกติ ส่วนปริมาณรังสีที่ 200 เกรย์ ทำให้ดอกแพงพวยมีขนาดใหญ่ที่สุด เป็นต้น สำหรับการชักนำให้เกิดกลายพันธุ์ในบีโกเนีย Darth Vader ยังไม่พบรายงาน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงทำการศึกษาศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อความมีชีวิต การเจริญเติบโต และการกลายของบีโกเนีย (*Begonia darthvaderiana*)

เพื่อให้ได้ลักษณะที่แปลกใหม่ เป็นแนวทางในการใช้รังสีแกมมาในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มศักยภาพในการนำบีโกเนียไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

วัสดุและวิธีการ

1. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยในแต่ละปริมาณรังสีแกมมามี 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 20 ต้น)

2. การเตรียมต้นพันธุ์ นำต้นบีโกเนียในสภาพปลอดเชื้อมาเพิ่มปริมาณในอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม 6-Benzyladenine (BA) 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน ในสภาพให้แสง 1,600 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส

3. การฉายรังสี โดยนำต้นบีโกเนียในสภาพปลอดเชื้อที่มีขนาดเท่า ๆ กัน (สูงประมาณ 2 เซนติเมตร) ไปฉายรังสีด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา มาร์ค วัน ในปริมาณรังสีที่ต่างกัน คือ 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ ณ ศูนย์ปริมาณฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การดูแลต้นพันธุ์หลังการฉายรังสี นำต้นบีโกเนียย้ายลงอาหารเพาะเลี้ยงสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,600 ลักซ์ ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน โดยเปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน

5. การเก็บข้อมูล

5.1 บันทึกอัตราการรอดชีวิต ภายหลังฉายรังสี 30 วัน

5.2 บันทึกความสูงต้น ความกว้างพุ่ม ขนาดใบ จำนวนยอด ค่าสีใบ โดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น CR-400/CR-410 วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้เครื่องวัดรุ่น Chlorophyll meter SPAD 502 plus และลักษณะอื่น ๆ ที่ปรากฏภายหลังการฉายรังสี 3 เดือน

6. วิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT)

ผลการศึกษา

ผลของรังสีแกมมาต่อการรอดชีวิตของบีโกเนีย

การจากทดลองนำต้นบีโกเนียในสภาพปลอดเชื้อที่มีขนาดเท่า ๆ กัน (สูงประมาณ 2 เซนติเมตร) ฉายรังสีแกมมา ในปริมาณรังสีที่ต่างกัน คือ 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์

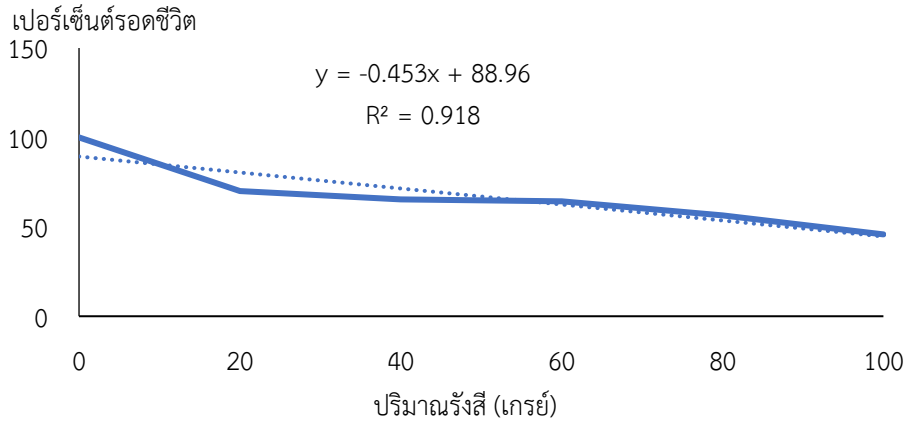
จากนั้นย้ายต้นบีโกเนียที่ทำการฉายรังสีลงอาหารเพาะเลี้ยงสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,600 ลักซ์ ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน โดยเปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน พบว่า เมื่อปริมาณรังสีแกมมาเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตของบีโกเนียลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีอัตราการรอดชีวิตเท่ากับ 100.00 70.00 65.37 64.27 56.36 และ 45.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แต่ปริมาณรังสีแกมมาที่ 20-100 เกรย์ ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของบีโกเนียแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อนำเปอร์เซ็นต์รอดชีวิตมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสี โดยคำนวณหาค่า LD50 หลังจากการฉายรังสี 30 วัน (ภาพที่ 1) โดยใช้ Regression analysis ซึ่งมีค่าสมการ Linear regression คือ $y = -0.453x + 88.96$ และมีค่า $R^2 = 0.918$ พบว่าปริมาณรังสีที่ 86.00 เกรย์ ทำให้เกิดการตาย 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของบีโกเนียสายพันธุ์ Darth Vader หลังจากได้รับรังสีแกมมา 30 วัน

ปริมาณรังสี (เกรย์)	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต[1/] (%)
0	100.00[a]
20	70.00[b]
40	65.37[b]
60	64.27[b]
80	56.36[b]
100	45.77[b]
F-test	**
%CV	54.75

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($P<0.01$)

[1/] ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีแกมมากับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของบีโกเนีย สายพันธุ์ Darth Vader หลังจากการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน 30 วัน

ผลของรังสีแกมมาตอการเจริญเติบโตของบีโกเนีย

ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนยอด ความสูงต้น พบว่า เมื่อปริมาณรังสีแกมมาสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยจำนวนยอด ความสูงต้น มีแนวโน้มลดลง โดยที่ระดับปริมาณรังสีที่ 20-60 เกรย์ ให้จำนวนยอด ไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นควบคุม และปริมาณรังสีที่ 20-40 เกรย์ ให้ความสูงต้นไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นควบคุม ในขณะที่ปริมาณรังสีที่ 80-100 เกรย์ ให้จำนวนยอดและความสูงต้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม โดยที่ 100 เกรย์ให้จำนวนยอดและความสูงต้นน้อยกว่าปริมาณรังสีที่ 80 เกรย์ คือ 2.33±1.15 ยอด และ 1.50±0.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่ารังสีมีผลต่อการพัฒนาของยอด ความสูงต้นของบีโกเนีย ส่วนความยาวใบและความกว้างใบ พบว่า ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความกว้างใบลดลง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นควบคุม (ตารางที่ 2)

ลักษณะการกลาย

หลังจากย้ายเปลี่ยนอาหารต้นบีโกเนียที่ผ่านการฉายรังสีระดับต่าง ๆ อีก 2 ครั้งแต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน พบว่า ต้นบีโกเนียที่ได้รับปริมาณรังสี 20 เกรย์ มีลักษณะต้นไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสี แต่สีใบมีความแตกต่างจากต้นที่ไม่ได้ฉายรังสีเล็กน้อย คือ สีใบเปลี่ยนเป็นสีเขียวเป็นบางใบ และปริมาณรังสีตั้งแต่ 40-100 เกรย์ ต้นบีโกเนียมีลักษณะการแตกยอดเป็นกระจุก ใบมีขนาดเล็ก สีใบเป็นสีเขียว ใบม้วนบาง ใบหงิกงอ และพบลักษณะของต้นกลายทั้งหมด 3 ต้น (จากปริมาณรังสี 20 และ 40 เกรย์) นอกจากนี้ ปริมาณรังสีที่ 100 เกรย์ ยังพบใบมีสีชมพู และสีม่วง (ภาพที่ 2) แต่เมื่อเพาะเลี้ยงไประยะ

หนึ่งจะเกิดการตาย เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสีใบ พบว่า ค่าสีใบ L* a* b* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยค่าความสว่างของสีใบ (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่ 100 เกรย์ ให้ค่าความสว่างสีใบและค่าสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 43.84±12.11 และ 24.31±10.71 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสีแดงที่ปริมาณรังสี 100 เกรย์ ให้ค่าน้อยสุดเท่ากับ -2.78±0.97

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตด้านจำนวนยอด ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม หลังได้รับการฉายรังสีแกมมา 90 วัน ในสภาพปลอดเชื้อ

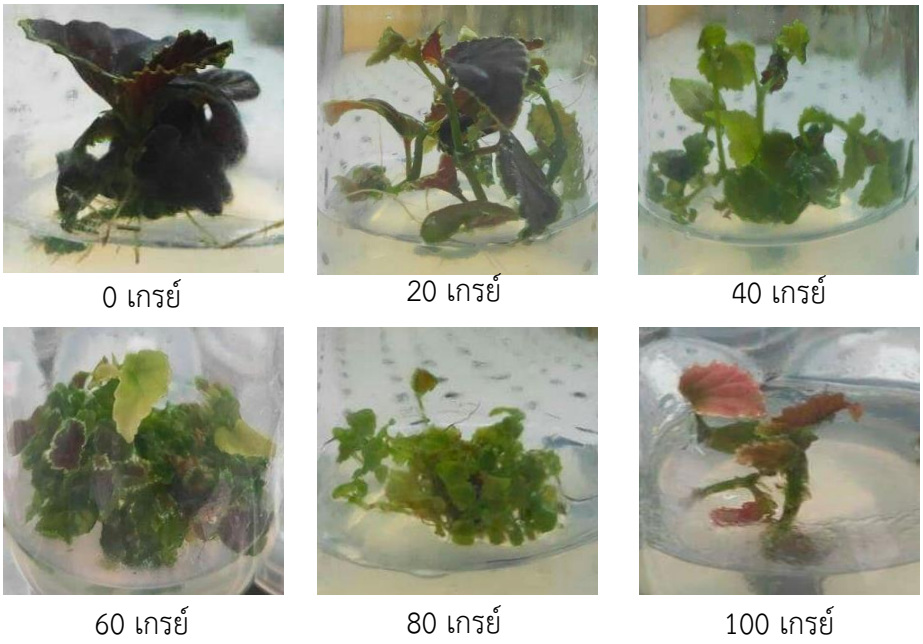
ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนยอด[1/]	ความสูงต้น (ซม.)[1/]	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
0	10.67±2.08^{a}	7.50±1.73^{a}	5.53±1.27	3.10±0.95	2.57±1.84
20	6.67±2.51^{abc}	7.50±0.95^{a}	4.70±1.30	2.23±0.90	3.33±0.21
40	8.33±4.16^{ab}	5.50±1.50^{ab}	5.46±1.32	2.23±0.21	3.53±0.50
60	9.67±3.05^{ab}	5.17±1.04^{b}	4.20±0.87	1.47±0.05	2.57±0.56
80	5.00±1.00^{bc}	2.93±1.01^{c}	4.33±0.95	1.60±0.17	2.60±0.43
100	2.33±1.15^{c}	1.50±0.00^{c}	2.77±0.58	1.57±0.83	3.17±2.08
F-test	*	**	ns	ns	ns
%CV	51.05	49.40	29.11	38.92	36.48

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (P>0.01)

ns มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

[1/] ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในแนวตั้งคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 ลักษณะต้นบีโกเนียภายหลังการฉายรังสีที่ระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 60 วัน

ตารางที่ 3 ค่าสีใบ (L*a*b*) และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของต้นบีโกเนียที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ภายหลังการย้ายเนื้อเยื่อเป็นเวลา 90 วัน

ปริมาณรังสี (เกรย์)	L*	a*	b*	คลอโรฟิลล์
0	30.11±3.96^{bc}	17.86±3.69^{a}	11.62±4.47^{bc}	22.70±2.09^{bcd}
20	26.28±2.35^{c}	0.33±0.20^{bc}	5.59±0.58^{c}	25.70±3.38^{ab}
40	23.13±1.15^{c}	0.51±0.47^{bc}	2.67±2.09^{c}	35.53±2.23^{a}
60	27.09±2.57^{bc}	1.52±0.61^{b}	6.27±2.27^{c}	31.7±2.68^{ab}
80	38.85±8.81^{ab}	3.29±2.02^{b}	17.05±6.75^{ab}	17.10±14.27^{cd}
100	43.84±12.11^{a}	-2.78±0.97^{c}	24.31±10.71^{a}	13.03±2.60^{d}
F-test	*	**	**	**
%CV	29.57	64.92	80.17	39.56

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (P<0.01)

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์

ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน สามารถทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อเจริญ ทำให้พืชที่ได้รับรังสีเกิดการตายได้ โดยอัตราการตายของพืชจะสอดคล้องกับปริมาณรังสีที่พืชได้รับ กล่าวคือ เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นอัตราการตายของพืชจะสูงขึ้นด้วย [5] เช่น Gang *et al.* [6] ได้ศึกษาการฉายรังสีใน *Narcissus tazetta* พบว่า พืชที่ได้รับปริมาณรังสีมากขึ้นอัตราการรอดของพืชก็จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ กษิดิ์เดช อ่อนศรี และณัฐพงค์ จันจุฬา [7] พบว่า คาลล่าลิลลี่ที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 20 40 และ 60 มีอัตราการรอดชีวิตของชิ้นส่วนพืชลดต่ำลง เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ที่ปริมาณรังสี 20 40 และ 60 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิต 100 80 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากรังสีที่สูงขึ้นทำให้อะตอมต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่รังสีผ่านเข้าไป เกิดการแตกตัวเป็นไอออนที่ไวต่อการทำปฏิกิริยา สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นภายในเซลล์ โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดความเสียหายต่อการทำหน้าที่ต่าง ๆ ของเซลล์ทำให้เซลล์ตายได้ [8] Evan [9] อ้างว่ารังสีทำให้เนื้อเยื่อเจริญมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อศึกษาทางเซลล์วิทยา (Cytology) พบว่า รังสีทำให้กลไกการแบ่งตัว (Mitotic cell cycle) ช้าลง เกิดความผิดปกติกับโครโมโซม (Chromosome aberration) รวมทั้งสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนแปลง (Differentiation) และเป็นสาเหตุทำให้เซลล์ตายในที่สุด

สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตรารอดชีวิตกับปริมาณรังสี พบว่า ค่า LD_{50} ของพืชแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความไวต่อรังสีของพืชชนิดนั้น และการที่พืชได้รับรังสีในปริมาณที่สูงจะทำให้โครโมโซมถูกทำลายมากขึ้น ส่งผลต่อการเกิด และการรอดชีวิตของพืช [10] การตายของเนื้อเยื่อเกิดจากรังสีไปสร้างความเสียหายกับโครโมโซมและองค์ประกอบอื่น ๆ ภายในไซโตพลาสซึม ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ภายในไซโตพลาสซึมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ และรังสีในระดับสูง ๆ มีผลให้กระบวนการสร้าง RNA และโปรตีนลดลง กลไกการแบ่งเซลล์ช้าลง เซลล์สูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนสภาพ (Differentiation) ทำให้เซลล์ตายในที่สุด [9,11,12] ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลอง Sawangmee *et al*. [13] ที่พบว่า แววมยุราลูกผสม ระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *T. baillonii* มีค่า $LD_{50(30)}$ เท่ากับ 83 เกรย์ ในมันเทศประดับพันธุ์ HS มีค่า LD_{50} เท่ากับ 95 เกรย์ [14] ในขณะที่มันเทศประดับพันธุ์ Seki black มีค่า LD_{50} เท่ากับ 82 เกรย์ [15] ในขณะที่ *T. fournieri* และ *T. fournieri* ที่เป็นต้นโพลีพลอยด์ มีค่า $LD_{50(60)}$ เท่ากับ 63.65 และ 72 เกรย์ [16] ตามลำดับ นอกจากนี้ อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ [17] กล่าวว่า รังสีทำลายกระบวนการสร้าง ATP ที่ใช้ในการสังเคราะห์ไมโครโมเลกุล ทำให้พลังงานในเซลล์ลดลงจึงเป็นสาเหตุให้เซลล์ตายหรือรังสีไปทำลายคุณสมบัติในการซึมผ่านของเยื่อหุ้มต่าง ๆ เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียส เยื่อหุ้มไมโตรคอนเดรีย ทำให้เซลล์ที่อยู่ในออแกเนลล์เหล่า

นั้นออกมารบกวนปฏิกิริยาเคมี

การเกิดลักษณะการกลายเป็นการเปลี่ยนแปลงทางฟีโนไทป์ หรือจีโนไทป์ของพืช ลักษณะที่ปรากฏอาจเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีดอก สีใบ รูปทรงดอก รูปทรงใบ ความสูงของต้นพืชเปลี่ยนไป มีอายุการออกดอก ติดผลเร็วขึ้นหรือช้าลง ซึ่งจากการทดลองพบว่า ระดับรังสีที่ 80-100 เกรย์ ให้ความจำนวนยอดและความสูงต้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาในแววมยุราลูกผสม [18] มันเทศประดับ [19] และลินเดอร์เนีย [20] ที่พบว่า รังสีแกมมาทำให้การแทงยอดจากลำต้นใต้ดิน การรอดชีวิต ความสูงต้น และจำนวนข้อลดลง ซึ่งผลของรังสีแกมมาอาจทำให้เซลล์พักตัว [21] จึงเกิดการระงับการเจริญเติบโต หรืออาจมีความรุนแรง จนกระทั่งเกิดการตายของเซลล์ในที่สุด สำหรับปริมาณรังสีตั้งแต่ 40-100 เกรย์ ต้นบีโกเนียมีลักษณะการแตกยอดเป็นกระจุก ใบมีขนาดเล็ก สีใบเป็นสีเขียว ใบม้วนบาง ใบหงิกงอ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพงศ์ จันจุฬา และ อัญชลี จาละ [22] ศึกษาการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในต้นพิงกุยคูล่าในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าปริมาณรังสี 60 เกรย์ ลักษณะของต้นอ่อนพิงกุยคูล่าที่เกิดใหม่มีขนาดเล็ก แคระแกร็น เช่นเดียวกับ สุมนา กิจไพฑูรย์ [23] ที่ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการกลายพันธุ์ของต้นบีโกเนียพันธุ์ Bella Vista ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ โดยรังสีแกมมามีผลต่อขนาดดอกและสีดอก นุชรัฐ บาลลา และคณะ [24] พบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ MTDL ที่ได้รับรังสี 20 เกรย์ มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปคือสีของลำต้นและใบมีลักษณะเป็นสีเขียวอ่อน ซึ่งแตกต่างกับต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี การเปลี่ยนสีของใบเกิดเนื่องมาจากรังสีไปทำให้การกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่สม่ำเสมอจึงทำให้เกิดลักษณะการด่างขึ้น (chimera) และยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีใบซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Mandal et al. [25] Shigematsu and Matsubara [26] Singh et al. [27] ที่พบว่าภายหลังจากการฉายรังสีแกมมาให้กับเบญจมาศ Begonia rex พันธุ์ Winter Queen และคาร์เนชันพันธุ์ Espana จะเกิดลักษณะการด่างของใบขึ้น การที่สีใบบีโกเนียเปลี่ยนจากสีแดงเข้มเป็นสีเขียว หรือสีชมพู อาจเกิดจากการที่รังสีไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของยีนสร้างรงควัตถุในกลุ่มของ Cyanidin-based anthocyanins ซึ่งให้สีแดง Delphinidin-based anthocynanins ให้สีม่วงและ Pelargonidin-based anthocyanins ให้สีส้มใน Flavonoid biosynthetic pathway ซึ่งถ้ายีนใดยีนหนึ่งมีความผิดปกติก็จะมีผลต่อการสร้างรงควัตถุด้วย [28]

สรุป

ปริมาณรังสีแกมมาที่มีผลทำให้บีโกเนีย Darth Vader มีการตายที่ 50 เปอร์เซ็นต์หลังการฉายรังสี 30 วัน ($LD_{50(30)}$) เท่ากับ 86.00 เกรย์ ปริมาณรังสีที่ 80-100 เกรย์ ให้

จำนวนยอดและความสูงต้นแตกต่างจากต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ปริมาณรังสีตั้งแต่ 40- 100 เกรย์ ต้นบีโกเนียมีลักษณะการแตกยอดเป็นกระจุก ใบมีขนาดเล็ก สีใบเป็นสีเขียว ใบม้วนบาง ใบหงิกงอ ปริมาณรังสีที่ 100 เกรย์ พบใบสีชมพู 1 ต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์บีโกเนียด้วยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมาช่วยเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายของบีโกเนียได้ แต่เนื่องจากลักษณะการกลายของต้นบีโกเนียที่ได้ เป็นการกลายที่เปลี่ยนสีใบจากสีเขียวเข้มเกือบดำ และสีแดงเข้ม ขอบใบมีสีเงิน เป็นใบสีเขียว ถึงเขียวอ่อน ซึ่งเป็นลักษณะที่ยังไม่สวยสำหรับไม้ใบ ดังนั้นอาจต้องทำการฉายรังสีซ้ำโดยใช้ปริมาณรังสีที่ต่ำแต่ทำการฉายรังสีหลาย ๆ รอบ ซึ่งอาจได้ผลดีกว่าหรือต่ำกว่าการได้รับรังสีเพียงครั้งเดียว

2. การปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้รังสีเป็นการปรับปรุงพันธุ์ที่เป็นไปโดยสุ่ม ไม่สามารถควบคุมลักษณะการกลายที่จะเกิดขึ้น ในการฉายรังสีควรเพิ่มจำนวนซ้ำให้มากขึ้นเพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

1. Lin CW, Chung SW, Peng CI. the darth vader begonia [Internet]. 2015. [cited 2021 October 17]. Available from: http://www.indefenseofplants.com/blog/2015/12/2/the-darth-vader-begonia
2. พีรนุช จอมพุก. การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการเหนี่ยวนำให้กลายพันธุ์. กรุงเทพฯ: เอกสารประกอบการเรียน ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; ม.ป.ป.
3. สิเรียม ทองใบใหญ่. ผลของ NAA ร่วมกับ BA และการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อฟิโลเดนดรอนเชอร์รี่เรดในสภาพปลอดเชื้อ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี; 2561.
4. ณัฏฐา ผดุงศิลป์, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์, ณัฐพงศ์ จันจุฬา. การชักนำให้เกิดการกลายในต้นแพงพวยโดยการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558;4:95-103.

5. Tien TN, Ha VTT, Nu NT, Han TT, Nhan ND, Dien DT. October: induction of flower mutations in Chrysanthemum (*C. morifolium Ramat*) by jointly using in vitro culture technique and ionizing radiation, pp. 9-13, in vitro shoot cultures and gamma-rays, in seminar on methodology for plant mutation breeding for quality effective use of physical. Hanoi: Chemical Mutagens; 2000.
6. Gang L, Xiaoying Z, Yiging Z, Qingcheng Z, Xun X, Jiashu C. Effect of radiation on regeneration of Chinese narcissus and analysis of genetic variation with AFLP and TAPD markers. Plant Cell Tiss Organ Cult 2007;88:319-27.
7. กษิดิ์เดช อ่อนศรี, ณัฐพงค์ จันจุฬา. อิทธิพลของรงัสีแกมมาต่อการพัฒนาพันธุ์คาลล่าลิลลี่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2563;9:472-8.
8. สิรนุช ลามศรีจันทร์. การกลายพันธุ์ของพืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2540.
9. Evan HJ. Effects of radiation on meristematic cells. Rad Bot 1965;5:171-82.
10. Sawangmee W, Taychasinpitak T, Jompuk P, Kikuchi S. Effects of gamma ray irradiation in plant morphology of interspecific hybrids between *Torenia fournieri* and *Torenia baillonii*. Kasetsart J (Nat Sci) 2011;45:803-10.
11. กมลทิพย์ แสนสม, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, พีรนุช จอมพุก, สุวิสา พัฒนเกียรติ. การปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับด้วยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2558;46:239-51.
12. คนึงขวัญ วิชชุตเวส, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, พีรนุช จอมพุก, เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์. ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของใบมันเทศประดับ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2556;44:191-200.
13. Chanchula N, Taychasinpitak T, Jala A, Thanananta T, Kikuchi S. Radio sensitivity of in vitro cultured *Torenia fournieri* Lind. from Thailand by gamma ray irradiation. Int Trans J Eng Manag Appl Sci Technol 2015;6:157-64.
14. Kiong A, Ling Pick A, Grace Lai SH, Harun AR. Physiological responses of *Orthosiphon stramineous* plantlets to gamma irradiation. Am-Eurasian J Sustain Agric 2008;2:135-49.

15. Venketeswarns S, Partanen CR. A comparative study of the effect of gamma radiation on organized and disorganized growth of tobacco. Rad Bot 1966;6:13-20.
16. Baja YPS. Effect of gamma-irradiation on growth, RNA, protein and nitrogen contents of bean callus cultures. Ann Bot 1970;34:1089-96.
17. อรุณี วงศ์ปิยะสถิต. การกลายพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2550.
18. ณัฏฐิยา เกื้อทาน, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, ทัศไนย จารุวัฒนพันธ์. อิทธิพลของการฉายรังสีแกมมาต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นแววมยุราพื้นเมืองในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561;7:580-7.
19. Wichutawet K, Taychasinpitak T, Jompuk P, Wongchaochant S. Effects of acute gamma irradiation on leaf characteristics of ornamental sweet potato. Agricultural Sci J 2013;44:191-200.
20. สุพิชชา สิทธินิสัยสุข, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์. ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อต้นลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561;7:158-68.
21. Takahashi N, Ogita N, Takahashi T, Taniguchi S, Tanaka M, Seki M, et al. A regulatory module controlling stress-induced cell cycle arrest in arabidopsis. Elife 2019;8:439-44.
22. ณัฐพงศ์ จันจุฬา, อัญชลี จาละ. การชักนำให้เกิดการกลายในต้นพิงกุยคูล่า โดยการฉายรังสีแกมมา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2557;3:76-81.
23. สุมนา กิจไพฑูรย์. การกลายพันธุ์ของบีโกเนียโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา [ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2528.
24. นุชรัฐ บาลลา, ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, อัญชลี จาละ, ธีระชัย ธนานันต์. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อมันเทศประดับพันธุ์ผสมในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2560;48:151–9.
25. Mandal AKA, Chakrabarty D, Datta SK. Application of in vitro techniques in mutation breeding of chrysanthemum, Plant Cell Tiss Organ Cult 2000;60:33-8.
26. Shigematsu K, Matsubara H. The isolation and propagation of the mutant plant from sectorial chimera induced by irradiation in begonia rex. Japan Soc Hort Sci 1972;41:196-200.

27. Singh KP, Singh B, Raghava SPS, Misra RL, Kalia CS. In vitro induction of mutation in carnation through gamma irradiation. Ornamental Hort 1999;2:107-10.
28. ภิญญารัตน์ กงประโคน, นัททรียา จิตบำรุง. การใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในกุหลาบหนู. วารสารแก่นเกษตร 2560;45:1296-302.