

ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบัวบก
แหล่งปลูกอุบลราชธานี

Effects of Gamma Irradiation on the Growth and the Yield of
Asiatic Pennywort (*Centella asiatica* L. Urb.)
Grown in Ubon Ratchathani Province

หนึ่งฤทัย ด่านเขตรแดน¹ อนันต์ ปิริยะภักทรกิจ² ณัฐพงศ์ จันจุฬา² และคมกฤษณ์ แสงเงิน^{1*}
Neungruethai Dankhetdean¹, Anan Piriya-phattarakit², Nattapong Chanchula²
and Komgrit Saengngoen^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์บัวบกให้ได้ผลผลิตปริมาณสูง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยนำต้นบัวบกไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับรังสีแกมมา 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ จากนั้นนำออกปลูกในแปลงทดลอง บันทึกการเจริญเติบโตเป็นเวลา 60 วัน และบันทึกข้อมูลผลผลิตเมื่อบัวบกอายุ 80 วัน การศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณรังสีแกมมาเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตและการเจริญเติบโตลดลง ปริมาณรังสีแกมมาที่ทำให้บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีรอดชีวิตที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (LD₅₀) มีค่าเท่ากับ 80.98 เกรย์ รังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนไหล จำนวนต้นต่อไหล และความยาวไหลสูงที่สุดเท่ากับ 6.50 ไหล 6.70 ต้นต่อไหล และ 51.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้นรังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 43.91 และ 3.98 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: บัวบก รังสีแกมมา การเจริญเติบโต ผลผลิต

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

² ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

* Corresponding author e-mail: komgrit@vru.ac.th

Received: 31 October 2021, Revised: 20 December 2021, Accepted: 20 December 2021

Abstract

The objective of this study was to breed Asiatic pennywort for high yield. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) consisting of 6 treatments with 3 replications. Asiatic pennywort from Ubon Ratchathani province was acutely irradiated by gamma rays with doses of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 gray, then planted in the experimental plot. The growth was recorded for 60 days, and yield was collected 80 days after planting. The results showed that higher doses of gamma-rays decreased the survival rate and growth of the plants. The plants survived at the LD50 of gamma radiation which was 80.98 gray. At gamma rays of 60 gray, the number of stolons, the number of plants per stolon, and the length of stolon were the highest with 6.50 stolons, 6.70 plants, and 51.40 cm, respectively. In addition, the gamma-ray concentration of 60 gray resulted in the highest fresh weight and dry weight of 43.91 and 3.98 grams, respectively.

Keywords: Asiatic pennywort, Gamma radiation, Growth, Yield

บทนำ

บัวบก (*Centella asiatica* L. Urb.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญ ได้รับความนิยมนำมาใช้แพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในบัวบก ได้แก่ สารประกอบไตรเทอร์พีน (triterpene compound) โดยพบว่าสารประกอบไตรเทอร์พีนเป็นสารประกอบที่พบมากที่สุดภายในบัวบก ซึ่งสารประกอบหลักของไตรเทอร์พีน ได้แก่ มาเดคาสโซไซด์ (madecassoside) อะเซียติโคไซด์ (asiaticoside) กรดมาเดคาสสิก (madecassic acid) และกรดอะเซียติก (asiatic acid) (นฤมล, 2551) ซึ่งมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ (Park *et al.*, 2017) รักษาบาดแผล (สุกัญญา และคณะ, 2563) ทำให้เลือดหยุดเร็ว กระตุ้นการสร้างคอลลาเจนในเนื้อเยื่อผิวหนังให้กลับคืนสู่สภาพปกติ ช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้แข็งแรงและมีความยืดหยุ่น จึงนิยมนำไปใช้ในเครื่องประพินผิวและความงาม

ประเทศไทยมีการปลูกบัวบกเพื่อการค้าทุกภาค โดยแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดนครปฐม นครศรีธรรมราช อุบลราชธานี และนนทบุรี ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกบัวบกทั้งหมด 1,040 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 1,819.64 ตัน ผลตอบแทนเฉลี่ย 35,000 บาทต่อไร่ (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2563) การเพาะปลูกบัวบกแบบทั่ว ๆ ไป คือ ปลูกในกระถางและปลูกในแปลง นิยมใช้พันธุ์พื้นบ้านที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น การปลูกเชิงการค้ายังมีน้อยเนื่องจากบัวบกแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในเรื่องของการเจริญเติบโต (อนันต์ และคณะ, 2562) รวมทั้งปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ที่มีอยู่ภายในใบบัวบก ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมปลูกบัวบกขายสดเป็นผักพื้นบ้านเนื่องจากขายได้ราคา และสามารถขายได้ตลอดทั้งปี จึงไม่เห็นความสำคัญของการผลิตเพื่อสกัดเป็นยารักษาโรค และมีเพียงบางส่วนที่นำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสมุนไพรจากใบบัวบก (สุตสายชล และณัฐวดี, 2562)

การกลายพันธุ์เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานรุ่นหลังได้ การกลายพันธุ์ในธรรมชาติมีอัตราการเกิดค่อนข้างต่ำ แต่สามารถเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์ให้สูงขึ้นโดยการเหนี่ยวนำด้วยสิ่งก่อการกลายพันธุ์ เช่น รังสี ได้แก่ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา หรือรังสีนิวตรอน และสารเคมี ได้แก่ เอทิล เมทานีซัลโฟเนต (ethyl methanesulfonate: EMS) โพแทสเซียม แอไซด์ (potassium azide) 2-อะมิโนพิวรีน (2-aminopurine) และมอร์ฟีน (morphine) เป็นต้น การเหนี่ยวนำโดยใช้รังสีมีวิธีการใช้ง่าย ไม่มีรังสีตกค้าง ไม่มีอันตรายแก่ผู้นำพืชไปปลูกหรือผู้ดูแลหลังการใช้รังสี (สิรินุช, 2540) การฉายรังสีแกมมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมในเซลล์ที่เกิดขึ้นกับโมเลกุลของดีเอ็นเอ โดยไม่ได้เกิดจากการรวมตัว (recombination) หรือการแยกตัว (segregation) ของสารพันธุกรรมตามปกติ และสามารถถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวจากเซลล์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปยังเซลล์ลูกได้ (พิรินุช, 2553) มีการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยรังสีแกมมากันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในการพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ เช่น บานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลาย (ศรัญญู และคณะ, 2561) ลินเดอร์เนีย (สุพิชชา และคณะ, 2561) และกุหลาบหนู (ภิญญารัตน์ และนันทริยา, 2560) การวิจัยในครั้งนี้จึงได้ศึกษาการปรับปรุงพันธุ์บัวบกโดยใช้รังสีแกมมาเพื่อให้ได้บัวบกที่มีผลผลิตสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผลของรังสีแกมมาต่ออัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของบัวบก

นำบัวบกจากแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่ได้จากการรวบรวมของอนันต์ และคณะ (2562) ที่ปักชำไว้ในกระถาง 2 นิ้ว อายุ 1 เดือน ไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันด้วยเครื่องฉายรังสีแบบ carrier type รุ่น JS 8900 IR-155 มีธาตุโคบอลต์-60 เป็นต้นกำเนิดรังสี ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอบางกรวย จังหวัดนครนายก ที่ระดับรังสีแกมมา 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) โดยแต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น จากนั้นนำต้นบัวบกที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาไปปลูกในแปลงทดลอง โดยปลูกในวงท่อซีเมนต์ขนาด 40x60 เซนติเมตร ใช้วัสดุ คือ กาบมะพร้าวและดินผสม อัตราส่วน 1:1 ปลูกให้มีระยะห่าง 10x10 เซนติเมตร ให้ปุ๋ยสูตรเสมอ 15-15-15 ทุก 1 สัปดาห์ ตลอดอายุการทดลอง ดูแลรักษาต้นบัวบกโดยควบคุมการให้น้ำและกำจัดศัตรูพืชอย่างสม่ำเสมอ บันทึกจำนวนต้นที่รอดชีวิตและหาเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต หลังจากได้รับรังสีแกมมาในระดับต่าง ๆ ภายหลังจากการได้รับรังสีแกมมาที่ 30 วัน ($LD_{50(30)}$) และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อดัน (ใบ) โดยนับจำนวนใบทั้งหมดของต้นแม่ ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดจากความกว้างของทั้งสองด้านตั้งฉากกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ความยาวไหล (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนต้นแม่ถึงส่วนที่ยาวที่สุดของไหลด้วยไม้บรรทัด จำนวนไหลต่อดัน (ไหล) โดยนับจำนวนไหลที่แตกจากต้นแม่ และจำนวนต้นต่อไหล (ต้น) โดยนับจำนวนต้นที่งอกออกจากไหลของต้นแม่ เป็นเวลา 60 วัน นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS 15.0 (SPSS, Inc, 2006) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี duncan's multiple range test (DMRT)

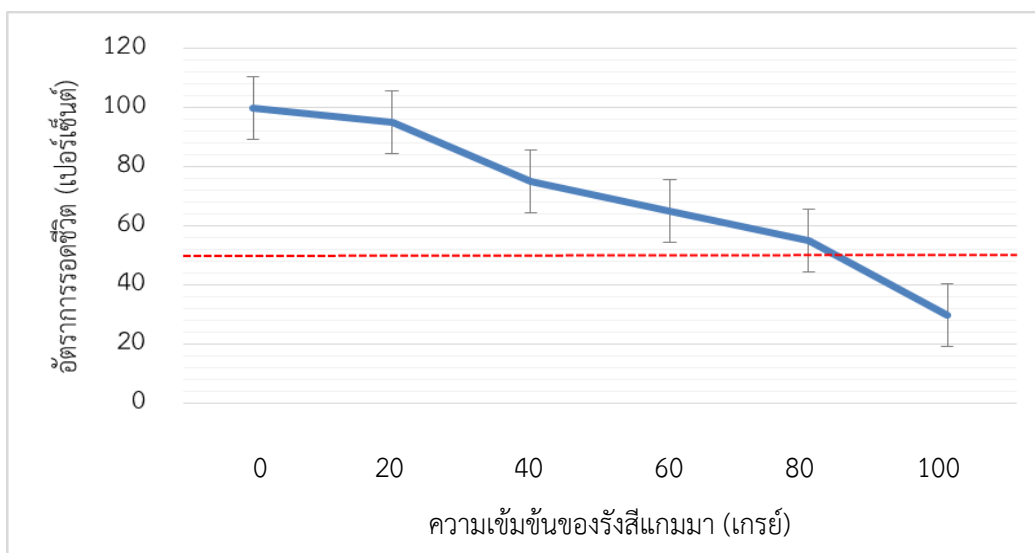
2. ผลของรังสีแกมมาต่อผลผลิตและปริมาณสารเอเซียติโคไซด์

เก็บเกี่ยวต้นบัวบกทั้งต้นที่อายุ 80 วัน แยกใบแห้งออก บันทึกน้ำหนักสด แล้วนำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด ตากลมให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน บันทึกน้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างแห้งของบัวบกจากสิ่งทดลองที่ได้มาฉายรังสีแกมมา ความเข้มข้นใกล้เคียงกับค่า LD_{50} และที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา ไปสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ด้วยเทคนิค high performance liquid chromatography (HPLC) ใช้คอลัมน์ reverse phase kinetex C18 (100×2.1 mm, I.D. 2.60 μ m) ดีเทคเตอร์ (detector) ความยาวคลื่น 206 นาโนเมตร ด้วยอัตราการไหลคงที่ 0.50 มิลลิลิตรต่อนาที และใช้ปริมาตรสารตัวอย่างในการฉีดเข้าเครื่อง 20 ไมโครลิตร อ่านค่าที่เครื่องวิเคราะห์ได้โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก (%weight per weight: %w/w) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS 15.0 (SPSS, Inc, 2006) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัย

1. ผลของรังสีแกมมาต่ออัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของบัวบก

จากการนำต้นบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับรังสีแกมมา 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ และนำกลับมาปลูกในแปลงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าบัวบกมีอัตราการรอดชีวิตลดลงตามระดับรังสีแกมมาที่เพิ่มสูงขึ้น ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นอ่อนที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 100 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิตต่ำที่สุด 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับรังสีแกมมากับอัตราการรอดชีวิตของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ (LD_{50}) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.98 เกรย์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับรังสีแกมมากับอัตราการรอดชีวิตของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี หลังได้รับการฉายรังสีแกมมา 30 วัน

จำนวนใบของต้นบัวบกที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาหลังนำมาปลูกในแปลงทดลองเป็นระยะ 60 วัน พบว่าต้นบัวบกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามปกติในแต่ละช่วงอายุ และรังสีแกมมา มีแนวโน้มในการส่งเสริมให้มีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้น โดยรังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นสูงสุดเท่ากับ 18.90 ใบ รองลงมา คือ รังสีแกมมาความเข้มข้น 20 เกรย์ ให้จำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 18.10 ใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับรังสีแกมมาความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่ต้นบัวบกที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 12.50 ใบ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนใบของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

ระดับรังสี	จำนวนใบที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ใบ)					
แกมมา (เกรย์)	10	20	30	40	50	60
0	2.20 ^{ab}	3.40 ^{ab}	6.70 ^{cd}	8.50 ^{cd}	10.10 ^{cd}	12.50 ^{cd}
20	2.30 ^{ab}	3.50 ^a	9.90 ^{ab}	14.10 ^{ab}	16.30 ^{ab}	18.10 ^{ab}
40	2.20 ^{ab}	3.30 ^{ab}	9.00 ^{bc}	11.00 ^{bcd}	13.70 ^{bcd}	15.20 ^{bcd}
60	2.50 ^a	3.60 ^a	9.60 ^b	12.10 ^{bc}	14.10 ^{bc}	16.60 ^{bc}
80	1.90 ^b	2.80 ^{bc}	12.50 ^a	15.80 ^a	17.60 ^a	18.90 ^a
100	1.80 ^b	2.60 ^c	6.00 ^d	8.30 ^d	10.30 ^d	12.90 ^d
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	27.86	20.90	34.52	34.92	29.80	25.99

หมายเหตุ: - * และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สำหรับความกว้างทรงพุ่มของบัวบก พบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความกว้างทรงพุ่มลดลง โดยรังสีแกมมาความเข้มข้น 20 เกรย์ ส่งผลให้ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 29.95 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 25.90 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรังสีแกมมาความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่รังสีแกมมาระดับ 100 เกรย์ ให้ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 20.40 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของรังสีแกมมาต่อความกว้างทรงพุ่มของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

ระดับรังสี	ความกว้างทรงพุ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
แกมมา (เกรย์)	10	20	30	40	50	60
0	x	5.35 ^b	11.50 ^b	20.50 ^{bc}	23.20 ^{bc}	25.40 ^b
20	x	6.50 ^a	14.80 ^a	26.25 ^a	28.20 ^a	29.95 ^a
40	x	5.00 ^{bc}	10.15 ^{bc}	19.30 ^{bc}	21.10 ^{bc}	22.85 ^{bc}
60	x	5.50 ^{ab}	12.05 ^{ab}	22.55 ^{ab}	24.70 ^{ab}	25.90 ^{ab}
80	x	5.10 ^{bc}	11.15 ^b	21.25 ^b	22.90 ^{bc}	24.05 ^{bc}
100	x	3.55 ^c	7.80 ^c	16.70 ^c	19.50 ^c	20.40 ^c
F-test	x	*	*	*	*	*
C.V. (%)	x	21.84	29.98	23.26	20.09	19.17

หมายเหตุ: - * และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- x ยังไม่สามารถวัดค่าได้

สำหรับจำนวนไหลต่อต้านบัวบก พบว่าในความเข้มข้นของรังสีแกมมาระยะ 20 เกรย์แรก ต้นบัวบกยังไม่มีการสร้างไหล แต่รังสีแกมมามีแนวโน้มในการส่งเสริมให้มีจำนวนไหลต่อต้านเพิ่มมากขึ้น โดยรังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้มีจำนวนไหลเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.50 ไหล รองลงมา คือ รังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ มีจำนวนไหลเฉลี่ยเท่ากับ 6.10 ไหล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรังสีแกมมาความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่รังสีแกมมาระดับ 100 เกรย์ มีจำนวนไหลเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.90 ไหล (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนไหลต่อต้านของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

ระดับรังสี	จำนวนไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ไหล)					
แกมมา (เกรย์)	10	20	30	40	50	60
0	-	-	2.50 ^{ab}	2.60 ^{cd}	3.60 ^{cd}	4.50 ^{cd}
20	-	-	2.40 ^{ab}	3.40 ^{bc}	4.70 ^{bc}	5.10 ^c
40	-	-	2.20 ^b	3.00 ^c	4.10 ^c	5.20 ^{bc}
60	-	-	3.10 ^a	4.40 ^a	5.50 ^a	6.50 ^a
80	-	-	3.00 ^a	4.20 ^{ab}	5.10 ^{ab}	6.10 ^{ab}
100	-	-	1.70 ^b	2.10 ^d	2.70 ^d	3.90 ^d
F-test	-	-	*	*	*	*
C.V. (%)	-	-	32.35	33.94	25.95	21.01

หมายเหตุ: - * และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- x ยังไม่สามารถวัดค่าได้

สำหรับจำนวนต้นต่อไหล พบว่ารังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้จำนวนต้นต่อไหลมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.70 ต้นต่อไหล รองลงมา คือ รังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ มีจำนวนต้นต่อไหลเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 ต้นต่อไหล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรังสีแกมมาความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่รังสีแกมมาระดับ 100 เกรย์ มีจำนวนต้นต่อไหลต่ำที่สุดเท่ากับ 3.50 ต้นต่อไหล (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของรังสีแกมมาต่อจำนวนต้นต่อไหลของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

ระดับรังสี	จำนวนต้นต่อไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ต้น)					
แกมมา (เกรย์)	10	20	30	40	50	60
0	x	x	1.60 ^{ab}	2.50 ^c	3.40 ^{cd}	5.50 ^c
20	x	x	1.70 ^{ab}	2.80 ^{bc}	4.00 ^{bc}	5.60 ^{bc}
40	x	x	1.70 ^{ab}	2.40 ^{cd}	3.30 ^d	5.10 ^{cd}
60	x	x	2.20 ^a	3.70 ^a	4.80 ^a	6.70 ^a
80	x	x	2.00 ^{ab}	3.40 ^{ab}	4.40 ^{ab}	6.50 ^{ab}
100	x	x	1.40 ^b	1.60 ^d	2.60 ^d	3.50 ^d
F-test	x	x	*	*	*	*
C.V. (%)	x	x	38.85	33.62	24.61	16.03

หมายเหตุ: - * และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- x ยังไม่สามารถวัดค่าได้

สำหรับความยาวไหลต่อต้น พบว่ารังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้ความยาวไหลเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 51.40 เซนติเมตร รองลงมา คือ รังสีแกมมาความเข้มข้น 80 และ 20 เกรย์ มีความยาวไหลเฉลี่ยเท่ากับ 47.00 และ 46.50 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรังสีแกมมาความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่รังสีแกมมาระดับ 100 เกรย์ มีความยาวไหลเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 33.70 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลของรังสีแกมมาต่อความยาวไหลของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีที่อายุ 10-60 วัน

ระดับรังสี แกมมา (เกรย์)	ความยาวไหลที่ระยะเวลาต่าง ๆ (เซนติเมตร)					
	10	20	30	40	50	60
0	x	x	18.30 ^b	27.40 ^{bcd}	32.40 ^{bcd}	40.20 ^{bcd}
20	x	x	21.75 ^{ab}	33.05 ^{abc}	37.70 ^{abc}	46.50 ^{abc}
40	x	x	17.10 ^b	24.45 ^{cd}	29.45 ^{cd}	37.50 ^{cd}
60	x	x	27.30 ^a	38.55 ^a	43.55 ^a	51.40 ^a
80	x	x	23.30 ^{ab}	34.70 ^{ab}	38.05 ^{ab}	47.00 ^{ab}
100	x	x	15.80 ^b	20.10 ^d	24.10 ^d	33.70 ^d
F-test	x	x	*	*	*	*
C.V. (%)	x	x	43.27	33.37	28.57	23.22

หมายเหตุ: - * และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- x ยังไม่สามารถวัดค่าได้

2. ผลของรังสีแกมมาต่อผลผลิตและปริมาณสารเอเซียติโคไซด์

เมื่อบัวบกอายุ 80 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต หาค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง พบว่าค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกระดับความเข้มข้นของรังสีแกมมา โดยรังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 43.91 และ 3.98 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ รังสีแกมมาความเข้มข้น 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.80 และ 3.31 กรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรังสีแกมมาความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่รังสีแกมมาระดับ 100 เกรย์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดเท่ากับ 21.39 และ 2.05 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ที่มีอยู่ในบัวบกจากสิ่งทดลองที่ได้ฉายรังสีแกมมาความเข้มข้นใกล้เคียงกับค่า LD₅₀ (60 และ 80 เกรย์) และที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา พบว่ารังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้สารเอเซียติโคไซด์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรังสีแกมมาความเข้มข้น 60 และ 0 เกรย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 และ 1.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของรังสีแกมมาต่อน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ของต้นบัวบก แหล่งปลูกอุบลราชธานี เมื่อปลูกเลี้ยงในแปลงทดลองเป็นเวลา 80 วัน

ระดับรังสีแกมมา (เกรย์)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ปริมาณสารเอเซียติโคไซด์ (เปอร์เซ็นต์)
0	36.80 ^b	3.31 ^b	1.23 ^c
20	21.45 ^{cd}	2.06 ^{cd}	x
40	28.00 ^c	2.55 ^c	x
60	43.91 ^a	3.98 ^a	1.80 ^b
80	31.12 ^{bc}	3.08 ^{bc}	3.10 ^a
100	21.39 ^d	2.05 ^d	x
F-test	*	*	*
C.V. (%)	36.70	32.82	5.08

หมายเหตุ: - * และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- x ไม่ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร

การอภิปรายผลการวิจัย

ระดับรังสีแกมมามีผลต่อการรอดชีวิต การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานี โดยอัตราการรอดชีวิตลดลงตามระดับรังสีแกมมาที่เพิ่มสูงขึ้น ต้นบัวบกที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 100 เกรย์ มีอัตราการรอดชีวิตต่ำที่สุด 30 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเซลล์และเนื้อเยื่อพืชที่สร้างความเสียหายต่อกระบวนการและกลไกต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่ส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตของพืชลดลง (ชนภูมิ และวาสิณี, 2563) สอดคล้องกับสุพิชชา และคณะ (2561) พบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ลินเดอร์เนียมมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง ในขณะที่ Gang *et al.* (2007) ได้ศึกษาวิจัยเหียน (*Narcissus tazetta*) ซึ่งเป็นพืชล้มลุกมีหัวคล้ายหัวหอม พบว่าพืชยังได้รับปริมาณรังสีแกมมามากขึ้นอัตราการรอดของพืชก็จะลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตของพืชหลายชนิดลดลง เช่น บานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กล้วย (ศรีบุญ และคณะ, 2561) และกุหลาบหนู (ภิญญารัตน์ และนันทพริยา, 2560)

รังสีแกมมาความเข้มข้น 60 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและให้ผลผลิตมากที่สุด ส่วนรังสีแกมมาความเข้มข้น 80 เกรย์ ส่งผลให้สารเอเซียติโคไซด์ของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.10 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณรังสีแกมมาส่งผลกระทบต่อกระบวนการเติบโตของบัวบก แต่ยังเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป เป็นไปได้ว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลต่อกระบวนการทาง

สรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเจริญและพัฒนาของเซลล์และเนื้อเยื่อที่ส่งผลต่อการพัฒนาการของพืชทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งส่งผลต่อสัณฐานวิทยาของพืชที่เปลี่ยนแปลงไป ตามบทบาทของรังสีแกมมาต่อการกลายพันธุ์ คือ เมื่อนำพืชหรือส่วนของพืชที่ใช้ขยายพันธุ์ได้ เช่น เมล็ด ใบ ราก เหง้า ฯลฯ มาฉายรังสีแกมมา รังสีแกมมาจะถ่ายเทพลังงานให้กับเซลล์พืชก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีขึ้นกับองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับสารพันธุกรรมหรือที่เรียกว่ายีน ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของพืช ควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์พืช หรือสารพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงเนื่องจากได้รับพลังงานจากรังสีแกมมา ก็จะทำให้หน้าที่ที่สารพันธุกรรมนั้นทำอยู่หรือควบคุมบังคับอยู่เปลี่ยนแปลงไปด้วย เมื่อเซลล์นั้นแบ่งตัวพัฒนาเป็นต้นพืชก็จะได้ลักษณะที่ต่างไปจากเดิม ดังเช่นงานทดลองของ Cheema and Atta (2003) พบว่าความสูงของข้าวพันธุ์ Basmati 370 ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับรังสีแกมมาความเข้มข้น 300 เกรย์ ขณะที่ Mokobia and Anomohanran (2005) พบว่าข้าวโพดมีอัตราการเติบโตลดลงเมื่อได้รับรังสีแกมมาในปริมาณที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้การเติบโตของพืชทั้งในด้านความสูง จำนวนใบและความกว้างทรงพุ่มของพืชหลายชนิดลดลง เช่น ทานตะวัน (Guiyun *et al.*, 2006) และบานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลาย (ศรัณยู และคณะ, 2561)

สรุปผลการวิจัย

การฉายรังสีแกมมามีผลทำให้อัตราการรอดชีวิต การเจริญเติบโต และผลผลิตของบัวบกแหล่งปลูกอุบลราชธานีลดลง โดยระดับรังสีแกมมาที่ 60 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและให้ผลผลิตมากที่สุด ในขณะที่การให้ระดับรังสีแกมมาที่ 80 เกรย์ ส่งผลให้บัวบกมีปริมาณสารเอเซียติโคไซด์สูงที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการติดตามหรือเก็บผลผลิตของบัวบกในช่วงรุ่นที่ 2 เพื่อศึกษาและพัฒนาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการ “การสร้างภาคีในการผลิต บัณฑิตระดับปริญญาโท-เอก” รวมทั้งการเอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

เอกสารอ้างอิง

ธนภูมิ ศิริงาม และวาสิณี พงษ์ประยูร. (2563). ผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและการรอดชีวิตในข้าวพันธุ์ กข47. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(4), 1-9.

- นฤมล นอยหอย. (2551). ผลของตัวทำละลายที่ใช้สกัดและการแปรรูปต่อคุณสมบัติการต้านออกซิเดชันและสารประกอบกลุ่มไตรเทอร์ปีนในบัวบก (*Centella asiatica* (Linn.) Urban). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พินุช จอมพุก. (2553). เทคโนโลยีนิวเคลียร์กับการเกษตร. กรุงเทพฯ: ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภิญญารัตน์ กองประโคน และนันทริยา จิตบำรุง. (2560). การใช้รังสีแกมมาชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในกุหลาบหนู. *แก่นเกษตร*, 45(1)(พิเศษ), 1296-1302.
- ศรัณยู ถนิมลักษณ์ ธัญญะ เศษศิลป์พิทักษ์ พัฒนา สุขประเสริฐ พินุช จอมพุก และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. (2561). การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในบานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลายโดยการฉายรังสีแกมมา. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(1), 48-57
- สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. (2563). *สถานการณ์การผลิตพืช 2563*. สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2563, จาก: <http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2563/51-52.pdf>.
- สิรินุช ลามศรีจันทร์. (2540). *การกลายพันธุ์ของพืช*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุกัญญา จันทร์สุณะ ลลิตา เจริญทรัพย์ เยาวพา จิระเกียรติกุล และพรชัย หาระโคตร. (2563). ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของใบบัวบก. *Thai Journal of Science and Technology*, 28(12), 2262-2272.
- สุดสายชล หอมทอง และณัฐวดี คงคะคิด. (2562). การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *Escherichia coli* ในน้ำมะตูม น้ำดอกอัญชัน และน้ำใบบัวบก บริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 38(1), 79-90.
- สุพิชชา สิทธิณีสัยสุข ธัญญะ เศษศิลป์พิทักษ์ พินุช จอมพุก และณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2561). ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อต้นลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อ. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(2), 158-168.
- อนันต์ พิริยะภัทรกิจ พรกมล รูปเลิศ กนกอร อัมพรายน และณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2562). การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่าง ๆ. *Thai Journal of Science and Technology*, 8(1), 1-12.
- Cheema A.A. and Atta, B.A., (2003). Radiosensitivity studies in basmati rice. *Pakistan Journal of Botany*, 35(2), 197-207.
- Gang, L., Xiaoying, Z., Yijing, Z., Qingcheng, Z. Xun, X. and Jiashu, C. (2007). Effect of radiation on regeneration of Chinese narcissus and analysis of genetic variation with AFLP and RAPD markers. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 88(3), 319-327.
- Guiyun, D., Weidong, P. and Gongshe, L. (2006). The analysis of proteome changes in sunflower seeds induced by N⁺ implantation. *Journal of Biosciences*, 31, 247-253.

- Mokobia, C.E. and Anomohanran, O. (2005). The effect of gamma irradiation on the germination and growth of certain Nigerian agricultural crops. *Journal of Radiological Protection*, 25(2), 181-188.
- Park, J.H., Choi, J.Y., Son, D.J., Park, E.K., Song, M.J., Hellström, M. and Hong, J.T. (2017). Anti-Inflammatory effect of titrated extract of *Centella asiatica* in phthalic anhydride-induced allergic dermatitis animal model. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(4), doi: <https://doi.org/10.3390/ijms18040738>.