

ผลของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อการเปลี่ยนแปลง
ลักษณะสัณฐานของต้นแวมยูราพันธุ์พื้นเมือง
Effect of Acute Gamma Irradiation on Morphological
Changes in Native *Torenia* (*Torenia fournieri*)

อำพรพรณ อินทนนท์ และธัญญา เตชี่ศีลพิทักษ์*

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

อัญชลี จาละ

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสีต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ณัฐพงศ์ จันจุฬา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180

นุชรวิฐ บาลลา

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
เทคโนโลยีแห่งชาติ ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 10220

Amphan Intanon and Thunya Taychasinpitak *

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok Campus,
Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

Anchalee Jala

Department of Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Nattapong Chanchula

Faculty of Agriculture, Valaya Alongkorn Rajabhat University under Royal Patronage,
Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 13180

Nutcharat Balla

Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand institute of Science and Technological Research,
Technopolis, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani 10220

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานของต้นแวมยูรา โดยใช้ส่วนใบแวมยูรามายาจรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80, 100 เกรย์ หลังจากนั้นนำไปปักชำนาน 60 วัน นับจำนวนใบที่รอดชีวิต พบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง หา

ความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีที่ทำให้แวมยูรารอดชีวิตที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (LD₅₀₍₆₀₎) มีค่า 51 เกรย์ และนับจำนวนยอดที่แตกใหม่จากใบแวมยูรา พบว่าใบที่ได้รับปริมาณรังสี 60, 80 และ 100 เกรย์มีจำนวนยอดที่แตกใหม่น้อยกว่าใบที่ไม่ได้รับรังสี แต่ใบที่ได้รับปริมาณรังสี 20 เกรย์ พบว่ามียอดที่แตกใหม่มากที่สุดถึง 5 ยอด นำต้นที่รอดย้ายปลูกในกระถางนาน 60 วัน ได้ต้นอ่อนอายุ 120 วัน วัดการเจริญเติบโตของต้นทางด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม พบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของต้นลดลง ส่วนลักษณะสัณฐานหลังจากได้รับรังสี พบว่าที่ปริมาณรังสี 40 เกรย์ ทำให้ใบมีลักษณะกลม ความยาวใบสั้น และหยักของขอบใบบางส่วนมีลักษณะมน เมื่อเทียบกับใบปกติ นอกจากนี้พบว่าต้นที่ได้รับรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ มีใบที่มีลักษณะเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงผิดปกติไปจากต้นควบคุม และจำนวนเซลล์คุมที่ผิดปกติมีมากขึ้นเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ : เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต; การฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน; เซลล์คุม; การปักชำใบ

Abstract

The effect of acute gamma irradiation on morphological changes in native *Torenia* (*Torenia fourieri*) was studied by using leaves which were irradiated with gamma rays at the doses of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 grays. After 60 days of leaf cuttings, survival rate was recorded. It was found that by increasing dosage of gamma radiation, survival rate was decreased. The relationship between concentration of gamma radiation and survival percentage was graphed to get LD₅₀₍₆₀₎. It was found that 51 grays radiation resulted in 50 percent survival after 60 days. The number of new shoots from 60, 80 and 100 gray leaves were less than that of the control. However, it is observed that the number of new shoots was highest at 20 grays (5 shoots). When new shoots were 120 days after radiation treatment, the height and the canopy width were lower in the groups exposed to gamma radiation at 80 and 100 grays. As for morphological changes after irradiation, some specimens in the 40 grays treatment group had short leaves, round serrate and dentate leaves. The guard cells and subsidiary cells were abnormal and numbers of abnormal guard cells were increased when dosage of gamma radiation increased.

Keywords: survival rate; acute gamma irradiation; guard cell; leaf cutting

1. คำนำ

แวมยูราเป็นไม้ดอกพันธุ์พื้นเมืองมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Torenia fourieri* อยู่ในวงศ์ Linderniaceae พบได้ทั้งในบริเวณเขตร้อน เขตร้อนชื้น แม้กระทั่งบนภูเขาที่ระดับความสูง 300-1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และในประเทศไทยสามารถพบได้ถึง 19 ชนิด (Taychasinpitak *et al.*,

2016) แวมยูราเป็นพืชล้มลุก สูงประมาณ 25-30 เซนติเมตร ลำต้นและกิ่งเป็นเหลี่ยม แตกกิ่งก้านมาก ใบเดี่ยว รูปไข่ถึงรูปรีแคบ เรียงตัวแบบตรงกันข้าม (opposite) ปลายใบแหลม โคนใบมน ขอบใบจักฟันเลื่อย สีดอกหลายสี ทั้งสีแดง สีชมพู สีม่วงเข้ม สีม่วงอ่อน โคนกลีบจะมีสีขาว กลีบล่างอาจมีแต้มสีเหลือง ปลายแยกเป็น 5 แฉก ขนาดไม่เท่ากัน

ออกดอกเป็นช่อ กระจายตามซอกใบที่ปลายกิ่ง ออกดอกตลอดปี (ธัญญา, 2545; กรณ์, 2559) เนื่องจากดอกมีสีสรรสวยงาม มีความหลากหลายทางพันธุกรรม จึงทำให้มีความสำคัญในด้านการค้าขาย สามารถเป็นไม้กระถางตกแต่งสวนหรือสถานที่ต่าง ๆ ได้ จึงทำให้เป็นที่นิยม แม้ว่าแวมยูราจะมีความหลากหลายอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามยังไม่เพียงพอ เนื่องจากตลาดยังคงต้องการความแปลกใหม่ในด้านดอกที่มีสีต่างออกไป ลักษณะแปลกใหม่เพิ่มมากขึ้น (ธัญญา, 2545) ดังนั้นจึงมีการนำรังสีแกมมา ซึ่งเป็นรังสีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช สามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (ยงศักดิ์ และอัญชลี, 2558) เพื่อเกิดลักษณะใหม่ ๆ ที่แตกต่างไปจากเดิม และเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการอีกด้วย

รังสีแกมมามีการนำมาใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในระดับยีน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดีเอ็นเอหรือทำให้เกิดการขาดของโครโมโซม ดังนั้นเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมจะทำให้เกิดหน่วยพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไป (อรุณี, 2530) อีกทั้งรังสีก็มีผลต่อการเจริญของเซลล์และเนื้อเยื่อ ซึ่งแสดงออกทางลักษณะสัญญาณของพืชด้วย (อัญชลี, 2554) เทคนิคที่นำมาใช้ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ด้วยรังสีนั้นมีหลากหลายวิธี เช่นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนแวมยูราจะมีเทคนิคพิเศษที่ใช้ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ จากการศึกษาของ จิราภรณ์ (2554) ได้ชักนำให้เกิดโพลีพลอยดีในแวมยูราโดยใช้ยาเม็ดโคลชิซิน แช่ใบแวมยูราที่สารละลายโคลชิซินระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าการแช่ใบที่ระดับความเข้มข้น 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยดีได้ ซึ่งต้นที่ได้นั้นเกิดจากเซลล์ที่เรียกว่า adventitious bud จากก้านใบแวมยูรา และเมื่อเกิดการกลายแล้ว พบว่าต้นที่กลายนั้นมีลักษณะเป็น solid mutant อีกด้วย

จุดประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาที่ทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณของต้นแวมยูรา โดยศึกษาการเจริญเติบโตหลังจากได้รับรังสี และศึกษาลักษณะที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภายนอกใบแวมยูรา

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พืชทดลอง

แวมยูราพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะเด่นคือ ต้านทานโรค ที่ได้จากการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โดย ดร.ณัฐพงศ์ จันจุฬา และ รศ.ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์

2.2 อุปกรณ์

เครื่องฉายรังสีแกมมารุ่น Mark I ของศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 วิธีการ

นำใบแวมยูราที่มีก้านใบ 0.5-1.0 เซนติเมตร ให้ได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณรังสีระดับต่าง ๆ คือ 20, 40, 60, 80, และ 100 เกรย์ และใบที่ไม่ฉายรังสีจะเป็นตัวควบคุม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) แบ่งการทดลองเป็น 6 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ใบ (ใช้จำนวนใบแวมยูรา 150 ใบต่อทรีตเมนต์) จากนั้นปักชำใบลงถาดหลุมที่มีวัสดุปลูกที่ผสม

2.4 การเก็บผล

บันทึกผลการทดลองหลังจากใบได้รับการฉายรังสีแกมมาแล้ว 60 วัน นับจำนวนใบที่รอดชีวิต และนับจำนวนยอดที่แตกใหม่จากใบแวมยูรา โดยนับจำนวนยอดต่อใบ หลังจากนั้นย้ายต้นใส่กระถาง จนต้นเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว 60 วัน โดยวัดการเจริญเติบโตด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม ความกว้างและความยาวใบ และนำใบที่ 5 นับจากโคนต้นมาทำการเตรียมสไลด์ เพื่อตรวจสอบปากใบ

ด้วยการส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ศึกษาลักษณะ
 ฐานที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ
 นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยโปรแกรม
 SPSS 16.00

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลของรังสีแกมมาต่อการรอดชีวิต หลังจากได้รับรังสี 60 วัน และการเจริญเติบโต ของแวมยูรา

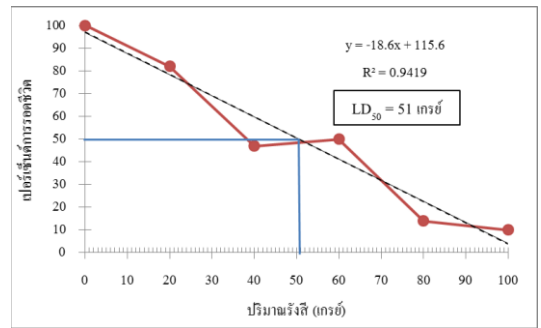
หลังจากนำใบแวมยูราที่ผ่านฉายรังสี
 แกมมาแบบเฉียบพลันในปริมาณรังสีต่าง ๆ มาปัก
 ขำใบในวัสดุพีทมอสเป็นเวลา 60 วัน พบว่าใบที่
 ไม่ได้รับรังสี (control) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูง
 ที่สุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติ
 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ที่ได้รับรังสี
 คือ เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์
 การรอดชีวิตลดลงตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1
 พบว่าปริมาณรังสี 100 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การรอด
 ชีวิตน้อยที่สุด คือ 10 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของใบแวม
 ยูราซึ่งได้รับรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ
 หลังจากปักขำ 60 วัน

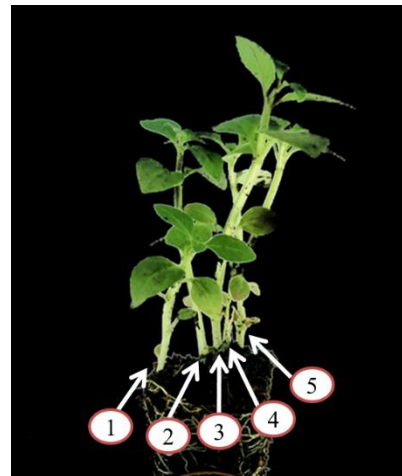
ปริมาณรังสี (เกรย์)	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (%)
0	100
20	82
40	47
60	50
80	14
100	10

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของใบ
 แวมยูรามาคำหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสี

ต่าง ๆ กับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต โดยคำนวณหา
 ค่า LD₅₀ หลังจากปักขำได้ 60 วัน (รูปที่ 1) และเมื่อ
 คำนวณหาค่า LD₅₀ พบว่าที่ปริมาณรังสี 51 เกรย์ทำ
 ให้เกิดการตายของต้นแวมยูราที่ 50 เปอร์เซ็นต์
 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Taychasinpitak
 และคณะ (2016) คือ เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีมากขึ้น
 จะทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง แต่ค่า LD₅₀ ที่
 ได้อาจแตกต่างกัน เนื่องจากช่วงเวลาที่ยอดทดลองห่าง
 กัน และค่าครึ่งชีวิตของรังสีลดลงด้วย จึงทำให้ค่าที่
 ได้แต่ละครั้งไม่เท่ากัน



รูปที่ 1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแวมยูรา
 หลังจากได้รับรังสี 60 วัน



รูปที่ 2 ยอดแตกใหม่จากใบแวมยูรา ซึ่งได้จาก
 การฉายรังสีแกมมาที่ 20 เกรย์ หลังย้ายลง
 กระถางนาน 60 วัน

หลังจากปักชำ 60 วัน ย้ายต้นลงปลูกในกระถาง 4 นิ้ว จนกระทั่งต้นโตอีก 60 วัน แล้วนับจำนวนยอดที่แตกขึ้นมาใหม่จากใบแวมยุรา พบว่าใบที่ได้รับรังสีปริมาณ 20 และ 40 เกรย์ มีจำนวนยอดที่แตกใหม่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม แต่มีใบแวมยุราใบหนึ่งที่ได้รับรังสี 20 เกรย์ มีการแตกยอดใหม่มากถึง 5 ยอด ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วนในใบที่ได้รับรังสี 60, 80 และ 100 เกรย์ พบว่าจำนวนยอดที่แตกใหม่ลดลงเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุมซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตของต้นแวมยุราหลังย้ายลงปลูก อายุ 120 วันหลังได้รับรังสี พบว่าความสูงของต้นที่ได้รับรังสี 20, 40 และ 60 เกรย์ ไม่มีความแตกต่างกันในด้านความสูงเมื่อเทียบกับต้นควบคุม ส่วนต้นที่ได้รับรังสี 80 และ 100 เกรย์ ความสูงลดลงเมื่อเทียบกับต้นควบคุม ขนาดทรงพุ่มจากทั้งตารางที่ 3 และรูปที่ 3 สามารถเห็นได้ชัดเจนว่าทรีตเมนต์ที่ได้รับรังสี 80 และ 100 เกรย์ มีขนาดทรงพุ่มเล็กที่สุด และมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับต้นควบคุม ซึ่งสอดคล้อง

กับการศึกษาในต้นบานไม่รู้โรยพบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง (ศรัญญูและคณะ, 2561)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดที่แตกใหม่จากใบแวมยุรา หลังจากได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ หลังปักชำได้ 60 วัน

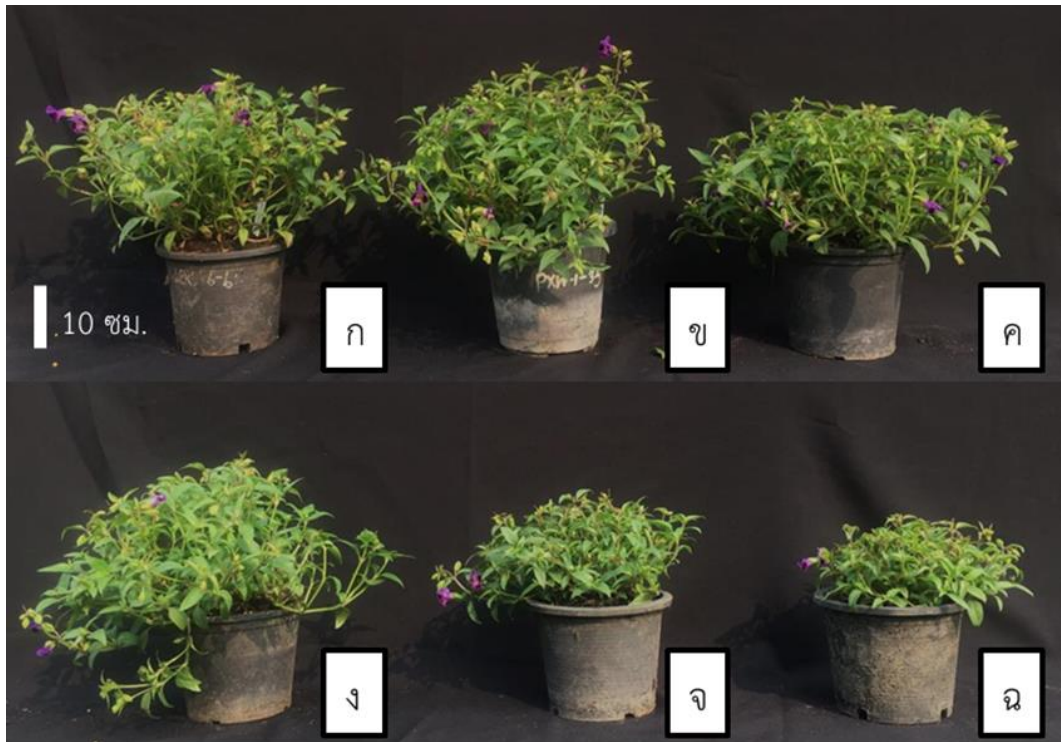
ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนยอดเฉลี่ย ^{1/}
0	2.08±0.15 ^a
20	2.57±0.43 ^a
40	2.13±0.23 ^a
60	1.33±0.17 ^b
80	1.00±0.00 ^b
100	1.00±0.00 ^b
F-test	*

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ^{a,b} ตัวอักษรไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของต้นแวมยุราหลังจากได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ ในด้านความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม ความกว้างใบ และความยาวใบ หลังจากปักชำและย้ายปลูกอายุ 120 วัน

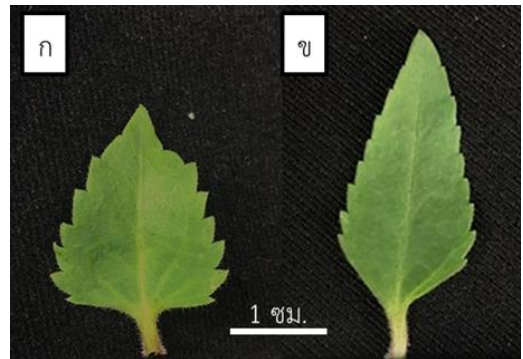
ปริมาณรังสี (เกรย์)	ความสูงต้น ^{1/} (ซม.)	ขนาดทรงพุ่ม ^{1/} (ซม.)	ความกว้างใบ ^{1/} (ซม.)	ความยาวใบ ^{1/} (ซม.)
0	18.20±0.61 ^a	30.65±0.82 ^a	1.35±0.07 ^a	2.98±0.09 ^a
20	18.30±0.78 ^a	29.75±0.90 ^a	1.19±0.05 ^a	2.84±0.10 ^{ab}
40	18.00±0.60 ^a	29.30±1.23 ^a	1.37±0.05 ^a	3.07±0.06 ^a
60	17.40±0.82 ^a	32.75±0.63 ^a	0.98±0.04 ^b	2.64±0.08 ^b
80	12.67±0.80 ^b	23.79±2.32 ^b	1.27±0.09 ^a	2.96±0.10 ^a
100	12.25±1.03 ^b	22.38±1.94 ^b	1.31±0.08 ^a	3.04±0.09 ^a
F-test	*	*	*	*

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ^{a,b} ตัวอักษรไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 3 ทรงพุ่มของต้นแววมยุราหลังจากได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ เมื่ออายุ 120 วัน (ก) ต้นที่ไม่ได้รับรังสี (ข) ต้นที่ได้รับรังสี 20 เกรย์ (ค) ต้นที่ได้รับรังสี 40 เกรย์ (ง) ต้นที่ได้รับรังสี 60 เกรย์ (จ) ต้นที่ได้รับรังสี 80 เกรย์ และ (ฉ) ต้นที่ได้รับรังสี 100 เกรย์

ส่วนขนาดใบทั้งความกว้างและความยาวใบของต้นที่ได้รับรังสี 60 เกรย์ จะให้ค่าความกว้างและความยาวใบน้อยที่สุด คือ กว้าง 0.98 เซนติเมตร และยาว 2.64 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับต้นควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 3 แต่ สุพิชชา และคณะ (2561) รายงานว่าผลของรังสีแกมมาต่อต้นลินเดอร์เนียทำให้ขนาดของใบใหญ่และหนาขึ้นกว่าต้นปกติ ซึ่งทำให้ทราบว่ารังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดใบ อาจทำให้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงแล้วแต่การได้รับรังสีของพืชนั้น ๆ ในต้นแววมยุราที่ได้รับรังสี 40 เกรย์ พบว่ามีใบที่มีลักษณะแปลกเกิดขึ้น (รูปที่ 4) คือ ลักษณะของใบที่พบมีลักษณะค่อนข้างกลม ความยาวใบสั้น และหยักของขอบใบบางส่วนมีลักษณะมน ไม่แหลม (รูปที่ 4ก) เมื่อเทียบกับใบปกติ (รูปที่ 4ข)



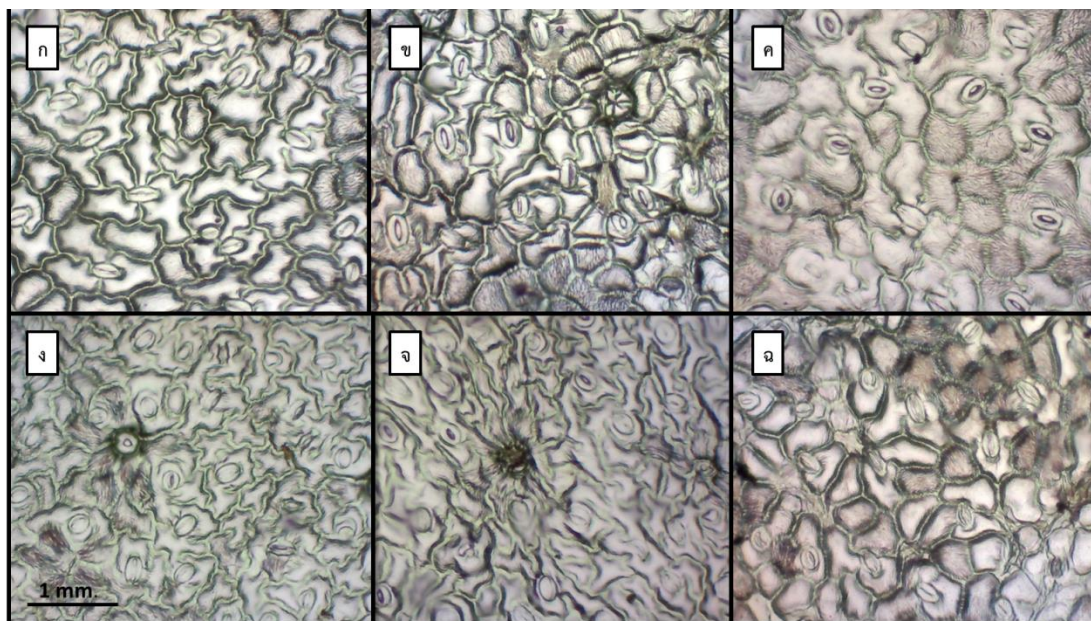
รูปที่ 4 ลักษณะใบแววมยุราที่ได้รับรังสี 40 เกรย์ (ก) ใบที่มีลักษณะเปลี่ยนไป (ข) คือใบปกติ

3.2 ผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะสัณฐานภายนอกของใบแววมยุรา

หลังจากย้ายต้นอ่อนแววมยุราที่มีอายุ 120 วัน ซึ่งจะได้ต้นที่เจริญเติบโตสมบูรณ์ และนำ

ใบแววมยุรา ใบที่ 5 นับจากโคนมาทำการเตรียม สไลด์ และส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จาก องค์ประกอบของใบในชั้น epidermis ทั้งด้านหลังใบ (upper epidermis) และ ด้านท้องใบ (lower epidermis) จากรูปที่ 5 แสดงถึงลักษณะเซลล์คุม (guard cell) และเซลล์ข้างเคียง (subsidiary cell) ที่ กำลังขยาย 40 เท่า พบว่าในใบควบคุม (รูปที่ 5ก) เซลล์ข้างเคียงเป็นร่องชัดเจน มีความสมมาตรกัน และเซลล์คุมมีลักษณะปกติเหมือนกันทุกเซลล์ ส่วน ใบที่ได้รับรังสี 20 และ 100 เกรย์ (รูปที่ 5ข และ 5ฉ ตามลำดับ) พบว่าเซลล์ข้างเคียงแตกต่างกัน มี ลักษณะไม่สมมาตรกัน ส่วนในใบที่ได้รับรังสี 60 และ 80 เกรย์ (รูปที่ 5ง และ 5จ ตามลำดับ) พบว่า เซลล์มีลักษณะพองบวม มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับ เซลล์ในรูปอื่น ๆ (รูปที่ 5ก และ 5ฉ) ตลอดจนเซลล์ คุมที่มีรูปร่างป้อมอ้วนเมื่อเทียบกับใบที่ได้รับรังสี อื่น ๆ และในใบที่ได้รับรังสี 60 เกรย์ (รูปที่ 5ค) พบ

เซลล์ข้างเคียงที่ไม่สมมาตรและจำนวนเซลล์คุมลด น้อยลง ทั้งนี้จำนวนของเซลล์คุมดังแสดงตามตาราง ที่ 4 พบว่าจำนวนเซลล์คุมทั้งด้านท้องใบและหลังใบ (รูปที่ 5) จำนวนเซลล์คุมมีแนวโน้มลดลงเมื่อได้รับ รังสีเพิ่มมากขึ้น เมื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าที่ได้ทาง สถิติตามตารางที่ 4 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ แต่เมื่อศึกษาในส่วนของเซลล์คุมที่ผิดปกติ พบว่าใบที่ได้รับรังสีมากขึ้นจะมีจำนวนเซลล์คุมที่ ผิดปกติเพิ่มมากขึ้น คือ ใบที่ได้รับรังสี 60 เกรย์ มี จำนวนเซลล์คุมผิดปกติมากที่สุด เมื่อเทียบกับใบ ควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับ อัญชลี (2554) ที่ศึกษา เซลล์คุมของใบอัญชันหลังจากได้รับรังสีแกมมา ปริมาณต่าง ๆ พบว่าปริมาณเซลล์คุมลดลงตาม ปริมาณรังสีที่เพิ่มมากขึ้นและรังสีส่งผลให้ลักษณะ เซลล์ไม่สมมาตรกันและมีลักษณะผิดปกติเพิ่มมาก ขึ้น



รูปที่ 5 เซลล์คุมบนชั้น epidermis จากใบที่ได้รับรังสีระดับต่าง ๆ (ก) ใบที่ไม่ได้รับรังสี (ข) ใบที่ได้รับรังสี 20 เกรย์ (ค) ใบที่ได้รับรังสี 40 เกรย์ (ง) ใบที่ได้รับรังสี 60 เกรย์ (จ) ใบที่ได้รับรังสี 80 เกรย์ และ (ฉ) ใบที่ได้รับรังสี 100 เกรย์

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ค่อมที่ปรากฏบนใบแวมยุราทั้งด้านหลังใบและด้านท้องใบที่ได้รับรังสีแกมมา ระดับต่าง ๆ

ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนเซลล์ค่อมที่หลังใบ ^{1/} (เซลล์)	จำนวนเซลล์ค่อมที่ท้องใบ ^{1/} (เซลล์)	จำนวนเซลล์ค่อมผิปกติที่หลังใบ ^{1/} (เซลล์)	จำนวนเซลล์ค่อมผิปกติที่ท้องใบ ^{1/} (เซลล์)
0	30.80±1.80	51.60±1.44	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^e
20	25.00±1.10	52.40±5.46	10.40±2.01 ^b	22.00±1.79 ^{bc}
40	31.40±1.86	51.80±4.03	18.20±0.80 ^a	35.60±1.69 ^a
60	29.00±3.39	51.20±2.96	13.20±2.22 ^b	27.00±2.61 ^b
80	32.60±3.85	51.00±3.71	10.60±1.03 ^b	13.60±2.18 ^d
100	27.00±3.27	50.60±6.23	12.80±2.58 ^b	20.00±3.19 ^c
F-test	Ns	ns	*	*

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ^{a,b,c,d,e} ตัวอักษรไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %; ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ; * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$

4. สรุป

การให้รังสีแกมมาแบบเฉียบพลันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานของแวมยุราที่ถูกชักนำจากใบ เมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของใบแวมยุราลดลง เปอร์เซ็นต์การตายของต้นแวมยุราที่ 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 60 วัน หรือ LD₅₀₍₆₀₎ มีค่าปริมาณรังสีเท่ากับ 51 เกรย์ และจำนวนยอดที่แตกใหม่จากใบแวมยุราลดลง เมื่อได้รับรังสี 60, 80 และ 100 เกรย์ การเจริญเติบโตของต้นทางด้านความสูงขนาดทรงพุ่ม พบว่าเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของต้นลดลง ส่วนสัณฐานวิทยาที่พบคือที่ปริมาณรังสี 40 เกรย์ ทำให้ใบมีลักษณะเปลี่ยนไป คือ ใบมีลักษณะกลม ความยาวใบสั้น และหยักของขอบใบบางส่วนมีลักษณะมน เมื่อเทียบกับใบปกติ นอกจากนี้พบว่าต้นที่ได้รับรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ มีลักษณะเซลล์ค่อมและเซลล์ข้างเคียงที่ผิปกติไปจากต้นควบคุม และพบว่าจำนวนเซลล์

ค่อมที่ผิปกติมีมากขึ้นเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี 2561

6. รายการอ้างอิง

กรณ์ กรภัทร์ชัยกุล, 2559, การเกิดโซมาติกเอ็มบริโอและยอดจากการเพาะเลี้ยงใบโตเต็มทีของแวมยุรา, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(6): 942-951.
จิราภรณ์ จิราภรณ์พานิช, 2554, การชักนำให้เกิดโพลีพลอยดีในแวมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) และแวมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์, 2545, เขียนเรื่องดอกไม้ไว้
อ่านเล่น 3 : จากฟลาแลนนอพซิสถึงสแตติส,
สายรุ้งกิจโรงพิมพ์ / บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง
แอนด์พับลิชซิ่ง, กรุงเทพฯ.
- ยงศักดิ์ ขจรผดุงกิตติ และอัญชลี จาละ, 2558, รังสี
แกมมาแบบเฉียบพลันที่มีผลต่อเนื้อเยื่อ
หน้าวัวในสภาพปลอดเชื้อ, Thai J. Sci.
Technol. 4(2): 177-184.
- ศรัญญา ถนิมลักษณ์, ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์, พัฒนา
สุขประเสริฐ, พีรนุช จอมพุก และอนันต์ พิริยะ
ภัทรกิจ, 2561, การชักนำให้เกิดการกลาย
พันธุ์ในบานไม่รู้โรยลูกผสมพันธุ์กลายโดยการ
ฉายรังสีแกมมา, Thai J. Sci. Technol. 7(1):
48-57.
- สุพิชชา สิทธินิสัยสุข, ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์, พีร
นุช จอมพุก และณัฐพงศ์ จันจุฬา, 2561, ผล
ของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อต้นลินเดอร์
เนี่ยในสภาพปลอดเชื้อ, Thai J. Sci. Technol.
7(2): 158-168.
- อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์, 2530, วิธีการปรับปรุงพันธุ์
โดยการกลายพันธุ์, เอกสารการสอนการใช้
รังสีและไอโซโทป, ภาควิชารังสีประยุกต์และ
ไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อัญชลี จาละ, 2554, รังสีแกมมาระดับต่าง ๆ มีผล
ต่อจำนวนเซลล์คุมและปริมาณคลอโรฟิลล์ของ
ใบอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.), ว.วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี 19(4): 61-69.
- Chanchula, N., 2015, Biotechnological
Techniques for improvement of native
torenia and their hybrids, Ph.D. Thesis,
Kasetsart University, Bangkok.
- Taychasinpitak, T., Kikuchi, S., Jala, A.,
Thanananta, T. and Chanchula, N., 2016,
Mutation Breeding of Thai Native Torenia
(*Torenia fournieri* Lind.) by γ -ray irradiation,
Thai J. Sci. Technol. 5(2): 190-199.