

รังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่มีผลต่อเนื้อเยื่อหน่อด้านข้าง ในสภาพปลอดเชื้อ

Acute Gamma Radiation on Tissue of *Anthurium andraeanum* In Vitro

ยงศักดิ์ ขจรผดุงกิตติ* และอัญชลี จาละ

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสีตึ ท่าบลดคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Yongsak Kachonpadungkitti* and Anchalee Jala

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

บทคัดย่อ

เนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างต้นหน่อด้านข้างขนาด 0.5 เซนติเมตร เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนได้ดีโดยเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาล 3 % และ เจลไรท์ 0.25 % ต้นอ่อนหน่อด้านข้างขนาดเท่า ๆ กัน ผ่านการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 เกรย์ แล้วย้ายอาหารเดิมทุก ๆ 4 สัปดาห์ จำนวน 4 ครั้ง ผลปรากฏว่าปริมาณของรังสีแกมมาที่สูงขึ้นส่งผลให้การเจริญเติบโตในด้านการแตกกอ ความสูงของต้น และจำนวนใบต่อกอลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และเป็นสัดส่วนผกผันกัน และมีการกลายเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดที่ต้นและใบของต้นหน่อด้านข้างที่ได้รับปริมาณของรังสีแกมมาปริมาณตั้งแต่ 60 เกรย์ ขึ้นไป

คำสำคัญ : รังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน; หน่อด้านข้าง; NAA; BA

Abstract

Apical shoots and lateral buds of *Anthurium andraeanum* about 0.5 cm grew very well when cultured them in MS medium supplemented with 0.1 mg/l NAA, 0.1 mg/l kinetin, 3% sucrose and 2.5 % gelrite. When brought young plantlets in the same sized of *A. andraeanum* to irradiate with acute gamma radiation with dose 0, 20, 40, 60, 80, 100 and 120 grays. The irradiated *A. andraeanum* plantlets were subcultured into the same medium every 4 weeks for 4 times. It was found that the average diameter of *A. andraeanum* bunch, plant height and number of leaves per bunch were decreased and significant difference ($p \leq 0.05$). These parameters were reverse proportion. When increased gamma radiation doses, the growth in each parameters were decreased. Plantlets which irradiated more than 60 grays showed their mutant clearly on their leaves and stem.

Keywords: acute gamma radiation; *Anthurium andraeanum*; NAA; BA

1. คำนำ

หน้าวัวเป็นไม้ดอกไม้ประดับซึ่งเป็นที่นิยมของชนทั่วไป ความงามของปลีดอกที่มีจานรองดอก (bract) เป็นที่สะดุดตาแก่ผู้พบเห็น นอกจากดอกแล้ว รูปทรงของใบก็มีความหลากหลาย อีกทั้งสีของใบก็เป็นที่ยอดนิยมของนักจัดสวน และจัดดอกไม้ แต่การเจริญเติบโตของหน้าวัวนั้นช้ามาก ดังนั้นการขยายพันธุ์หน้าวัวจึงทำได้น้อยมากและใช้เวลานาน เนื่องจากการขยายพันธุ์ทำได้โดยการปักชำยอดเท่านั้น ดังนั้น 1 ต้น สามารถขยายได้เพียง 1-2 ต้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ให้มีปริมาณมาก ๆ ได้ในระยะเวลาอันสั้น และความต้องการในความหลากหลายของพันธุ์ก็เป็นที่ต้องการ รังสีแกมมาเป็นรังสีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพราะก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้

2. อุปกรณ์และวิธีการ

นำยอดอ่อนและตาข้างของต้นหน้าวัว (*Anthurium andraeanum*) ขนาด 1 เซนติเมตร มาฟอกฆ่าเชื้อที่บริเวณผิวด้วยคลอโรกซ์เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v) นาน 20 นาที ตามด้วยคลอโรกซ์เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (v/v) นาน 10 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว อีก 3 ครั้ง แต่ละครั้งแช่นาน 3 นาที ตัดส่วนที่สัมผัสคลอโรกซ์ออกแล้วเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 12 สัปดาห์ (ย้ายเนื้อเยื่อหน้าวัวลงอาหารเดิมทุก 4 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้ง) เพื่อเพิ่มจำนวนต้นอ่อนให้ได้ตามที่ต้องการ นำต้นอ่อนหน้าวัวขนาดเท่า ๆ กัน มาเพาะเลี้ยงลงบนอาหารแข็งสูตร MS แล้วนำไปฉายรังสีแกมมาที่

ภาควิชารังสีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ในปริมาณต่าง ๆ คือ 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 เกรย์ เมื่อนำต้นหน้าวัวกลับจากการฉายรังสีแล้วย้ายต้นอ่อนไปเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร เจลลี่ 2.5 กรัมต่อลิตร และเพาะเลี้ยงต่ออีก 16 สัปดาห์ โดยย้ายต้นอ่อนลงอาหารสูตรเดิมทุก ๆ 4 สัปดาห์ อีก 4 ครั้ง ตรวจเช็คผลการเจริญเติบโตในด้านการแตกกอ ความสูงของต้น และจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งลักษณะที่ต่างไปจากต้นปกติ

การวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยนำต้นอ่อนหน้าวัวไปฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างกัน (6 ทรีตเมนต์ ซึ่งแต่ละปริมาณรังสีทำ 20 ซ้ำ โดยบรรจุต้นอ่อน 1 ต้น ต่อ 1 ขวด

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นหน้าวัวเพื่อเพิ่มจำนวนต้นอ่อนให้ได้ปริมาณมากพอสำหรับนำไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน พบว่าต้นอ่อนหน้าวัวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาล 3 % และเจลลี่ 0.25 % สามารถเพิ่มจำนวนต้นได้มากตามที่ต้องการ เมื่อนำต้นอ่อนหน้าวัวชักนำให้เกิดการกลายด้วยรังสีแกมมา โดยการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 20, 40, 60, 80, 100 และ 120 เกรย์ แล้วย้ายไปเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS และย้ายลงอาหารเดิมทุก ๆ 4 สัปดาห์ อีก 4 ครั้ง หลังจากนั้นจึงตรวจสอบการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ซึ่งพบดังนี้

3.1 การแตกกอ

หลังจากย้ายต้นอ่อนหน้าวัวที่ได้รับรังสีแกมมาเฉียบพลันในปริมาณที่ต่างกันแล้วเพาะเลี้ยงต่อมาเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่ารังสีแกมมาแบบเฉียบพลันมีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านการแตกกออย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 1-7) เมื่อวัดขนาดของการแตกกอโดยการวัดความกว้างของกอหลังจากเพาะเลี้ยงได้ 8, 12 และ 16 สัปดาห์ ปรากฏว่าปริมาณของรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณต่ำ (20, 40 และ 60 เกรย์) กระตุ้นให้ต้นอ่อนหน้าวัวมีการแตกกอมากกว่าปริมาณของรังสีแกมมาที่สูงขึ้น (ตารางที่ 1) การเจริญของต้นมีการแตกกอเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และต้นที่ไม่ได้รับรังสี (ต้นควบคุม) มีการแตกกอมากที่สุด ทั้งนี้



รูปที่ 1 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 0 เกรย์ (ต้นควบคุม) เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์



รูปที่ 2 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 20 เกรย์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์



รูปที่ 3 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 40 เกรย์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์



รูปที่ 4 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 60 เกรย์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์



รูปที่ 5 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 80 เกรย์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์

เพราะเซลล์ที่อยู่ภายในต้นอ่อนหน้าวัวมีการเจริญเติบโตเต็มที่ ไม่มีผลกระทบจากรังสีแกมมามารบกวน (Kuzin *et al.*, 1986) แต่ต้นอ่อนที่ได้รับรังสี



รูปที่ 6 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 100 เกรย์ หลังเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์



รูปที่ 7 ต้นหน้าวัวหลังจากได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 120 เกรย์ หลังเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์

แกมมาเพิ่มมากขึ้น (80, 100 และ 120 เกรย์) มีการเจริญเติบโตและแตกกอลดลง ซึ่งเป็นไปตามปริมาณของรังสีที่เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณของรังสีแกมมาที่ต้นอ่อนได้รับในแต่ละระดับ จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตของเซลล์และองค์ประกอบภายในเซลล์ อาจส่งผลให้องค์ประกอบบางส่วนของเซลล์หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (สิรินุช, 2540; Al-Safadi and Simon, 1990) และเมื่อได้รับรังสีเพิ่มมากขึ้นก็ทำให้ต้นหน้าวัวมีการเจริญเติบโตช้าลง อาจเนื่องจากองค์ประกอบภายในเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการวิจัยของ Jala (2005 และ 2012) ที่ศึกษากับพืชเนยและแวมยุรา และ Thohirah และคณะ (2009) ที่ศึกษากับ *Curcuma alismatifolia* ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกัน โดยในด้านการเจริญเติบโตนั้นพบว่าความกว้างของกอจะมีขนาดกอเล็ก

ลงเมื่อได้รับปริมาณของรังสีแกมมาเพิ่มมากขึ้น

3.2 ความสูงของต้น

หลังจากเพาะเลี้ยงต้นหน้าวัวและตรวจวัดความสูงของต้นทุก 8, 12 และ 16 สัปดาห์ ได้ผลดังตารางที่ 2 (รูปที่ 1-7) จะเห็นได้ว่ารังสีแกมมาที่ปริมาณต่าง ๆ ส่งผลต่อความสูงของต้นหน้าวัวทุกช่วงเวลา que ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) หลังจากเพาะเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์ จะเห็นว่าต้นที่ได้รับรังสีแกมมาในปริมาณต่ำ (20, 40 และ 60 เกรย์) ส่งผลให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มมากขึ้น แต่ต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณสูง 80, 100 และ 120 เกรย์ จะมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเกิดขึ้นน้อยมาก (0.2, 0.22 และ 0.18 เซนติเมตร ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี (1.39 เซนติเมตร) และลักษณะของต้นที่ปรากฏออกมามีลักษณะไม่ค่อย

สมบูรณ์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชเมื่อได้รับรังสีทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายในเซลล์ แต่พืชก็มีการปรับตัวและมีการซ่อมแซมตัวเองให้สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (Sonnino *et al.*, 1986, Ahloowalia, 1998) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับ Jala (2005, 2011) ที่ศึกษาในพืชเนยและแวมยรา

3.3 จำนวนใบ

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นหน่ววที่ได้รับรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ หลังเพาะเลี้ยงได้ 8, 12 และ 16 สัปดาห์ (ตารางที่ 3) พบว่าจำนวนใบที่เกิดขึ้นหลังจากต้นอ่อนหน่ววได้รับรังสีแกมมา เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติแล้ว พบว่ามี

ตารางที่ 1 อัตราการแตกกอของต้นหน่ววในด้านความกว้างของกอหลังจากได้รับปริมาณรังสีแกมมาที่ปริมาณต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 8, 12 และ 16 สัปดาห์

ความเข้มรังสี (Gy)	ความกว้างกอ (เซนติเมตร)		
	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์	16 สัปดาห์
0	0.00a ± 0.00	0.32b ± 0.24	3.40b ± 1.91
20	0.02ab ± 0.05	0.20ab ± 0.23	0.26a ± 0.22
40	0.05abc ± 0.08	0.21ab ± 0.27	0.25a ± 0.18
60	0.04ab ± 0.08	0.23ab ± 0.17	0.30a ± 0.16
80	0.03ab ± 0.05	0.04a ± 0.05	0.12a ± 0.09
100	0.10c ± 0.10	0.16ab ± 0.15	0.23a ± 0.15
120	0.07bc ± 0.06	0.12a ± 0.19	0.13a ± 0.11

a b c ในแถวเดียวกันเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey test ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของต้นหน่ววในด้านความสูงของต้นหลังจากได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 8, 12 และ 16 สัปดาห์

ความเข้มรังสี (Gy)	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		
	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์	16 สัปดาห์
0	0.14c ± 0.07	0.29bc ± 0.17	1.39c ± 0.67
20	0.09b ± 0.08	0.39c ± 0.29	0.76b ± 0.38
40	0.05ab ± 0.07	0.19ab ± 0.11	0.47ab ± 0.17
60	0.03a ± 0.04	0.17ab ± 0.15	0.46ab ± 0.26
80	0.02a ± 0.04	0.06a ± 0.10	0.20a ± 0.13
100	0.03a ± 0.04	0.12a ± 0.17	0.22a ± 0.22
120	0.03a ± 0.05	0.08a ± 0.08	0.18a ± 0.09

a b c ในแถวเดียวกันเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey test ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) โดยต้นที่ไม่ได้รับรังสีจะมีการเจริญเติบโตดี ลักษณะของใบเป็นปกติ แต่ในต้นที่ได้รับรังสีตั้งแต่ 40, 60 และ 80 เกรย์ ขึ้นไป รูปทรงของใบมีการเปลี่ยนแปลงคือใบหยักยาวขึ้นกว่าเดิม ขอบใบหยักพริ้วเป็นคลื่น เป็นลอน (รูปที่ 3 และ 5) นอกจากนี้ใบยังขยายขนาดออกทางด้านข้าง (กว้าง) รูปที่ 6 และ 7 อย่างไรก็ตาม ปริมาณ ใบบนต้นหน้าวัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของรังสีดังตารางที่ 3 นอกจากนี้ในตารางที่ 3 ยังแสดงให้เห็นถึงผลการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบในช่วง 8 และ 12 สัปดาห์แรก ต้นอ่อนหน้าวัวมีการปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพที่เพาะเลี้ยงและเมื่อครบกำหนด 16 สัปดาห์ ผลปรากฏว่ามีแตกใบอ่อนเพิ่มมากขึ้น ต้นอ่อนที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 80 เกรย์ จะส่งผลให้ใบมีลักษณะยาวขึ้น (รูปที่ 5) และมีอัตราการแตกใบอ่อนน้อย แต่เมื่อดูใบอ่อนที่แตก

ออกมาใหม่ที่ปริมาณ 60, 100 และ 120 เกรย์ พบว่าสีของใบมีสีซีด ซึ่งสีที่เกิดขึ้นแตกต่างไปจากต้นปกติ (รูปที่ 7) ซึ่ง Novak และคณะ (1988) ศึกษาในข้าวโพด พบลักษณะผิดปกติในด้านการเจริญเติบโตนี้เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบต้นปกติ (รูปที่ 1) กับต้นที่ได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันพบว่าใบมีลักษณะยืดออกทางกว้างและมีก้านใบหนาขึ้น รวมทั้งมีการเจริญเติบโตช้ากว่า เช่นเดียวกับ Jala (2011) ที่ศึกษากับแวมมูราก็ได้ผลเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบอีกที่รังสีแกมมาปริมาณ 100 และ 120 เกรย์ (รูปที่ 6 และ 7) โดยรวมแล้วต้นอ่อนที่แตกออกมาใหม่จากต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณสูง (60, 80, 100 และ 120 เกรย์) จะมีการเจริญเติบโตช้าและต้นไม่ค่อยสมบูรณ์ ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาในต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง (อัญชลี, 2556)

ตารางที่ 3 ปริมาณใบที่เพิ่มขึ้นของต้นหน้าวัวในด้านความสูงของต้นหลังจากได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 8, 12 และ 16 สัปดาห์

ความเข้มรังสี (Gy)	จำนวนใบ (ใบ)		
	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์	16 สัปดาห์
0	1.30ab ± 0.80	4.00b ± 3.08	22.80c ± 11.84
20	0.95a ± 1.54	2.06ab ± 2.65	8.60b ± 8.44
40	1.20ab ± 1.24	2.05ab ± 2.34	5.85ab ± 3.45
60	1.15ab ± 1.04	0.61a ± 0.78	2.65ab ± 2.45
80	1.50ab ± 0.89	0.56a ± 0.73	1.45a ± 1.51
100	2.25b ± 1.59	1.75a ± 1.71	3.93ab ± 2.79
120	1.85ab ± 1.31	0.94a ± 1.38	3.67ab ± 1.91

a b c ในแถวเดียวกันเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey test ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

4. สรุป

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างต้นหน้าวุ้นขนาด 0.5 เซนติเมตร บนอาหารแข็งสูตร MS เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซูโครส 3 % และเจลไรท์ 0.25 % ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนต้นหน้าวุ้น ทำให้เนื้อเยื่อแตกเป็นต้นอ่อนใหม่ขึ้นมาได้ดี เมื่อนำต้นอ่อนหน้าวุ้นขนาดเท่า ๆ กัน ผลปรากฏว่ารังสีแกมมาที่ปริมาณสูงขึ้นมากกว่า 40 เกรย์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตในด้านการแตกกอ ความสูงของต้น และจำนวนใบตอกลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง และมีการกลายที่สามารถมองเห็นได้ในรูปทรงของใบที่ยาวขึ้น ก้านใบหนามากขึ้น การเจริญเติบโตช้าลง ซึ่งเกิดขึ้นในต้นหน้าวุ้นที่ได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ปริมาณ 40 เกรย์ ขึ้นไป และรังสีแกมมาที่ปริมาณมากกว่า 60 เกรย์ ขึ้นไป ส่งผลให้ต้นอ่อนที่ได้มีลักษณะไม่สมบูรณ์ มีการเจริญเติบโตช้าผิดปกติ

5. เอกสารอ้างอิง

สินุช ลามศรีจันทร์, 2540, การกลายพันธุ์ของพืช, ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

อัญชลี จาละ, 2556, การชักนำให้เกิดการกลายในหม้อข้าวหม้อแกงลิงในสภาพปลอดเชื้อด้วยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 21(4): 1-10.

Ahloowalia, B.S., 1998, *In vitro* techniques and mutagenesis for the improvement of vegetatively propagated plants, pp. 293-309, In Jain, S.M., Brar, D.S. and Ahloowalia, B.S. (Eds.), Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop

Improvement, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Al-Safadi, B. and Simon, P.W., 1990, The effects of gamma irradiation on the growth and cytology of carrot (*Daucus carota* L.) tissue culture, *Environ. Expt. Bot.* 30: 361-371.

Jala, A., 2005, Effect of gamma ray on morphological of petunia by tissue culture, In TSB Annual Meeting at BioThailand 2005: Biotechnology Challenges in the 21st Century at the Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok.

Jala, A., 2011, Morphological change due to effects of acute gamma ray on wishbone flower (*Torenia fourmieri*) *in vitro*, *Int. Trans. J. Eng. Manag. Appl. Sci. Technol.* 2: 375-384.

Kuzin, A.M., Vagabova, M.E., Vilenchik, M.M. and Gogvadze, V.G., 1986, Stimulation of plant growth by exposure to low level gamma radiation and magnetic field, and their possible mechanism of action, *Environ. Expt. Bot.* 26: 163-167.

Novak, F.J., Daskalov, S., Brunner, H., Nesticky, M., Afza, R., Dolezelova, M., Lucretti, S., Herichova, A. and Hermelin, T., 1988, Somatic embryogenesis in maize and comparison of genetic variability induced by gamma radiation and tissue culture techniques, *Plant Breed.* 101: 66-79.

Sonnino, A., Ancora, G. and Locardi, C., 1986, *In vitro* mutation breeding of potato, pp.

385-394, In Use of Propagation by Microcuttings, Nuclear Techniques and *In Vitro* Culture for Plant Improvement. IAEA, Vienna.

Abullah, T.L., Endan, J. and Nazir, M., 2009,

Change in flower development, chlorophyll mutation and alteration in plant morphology of *Curcuma alismatifolia* by gamma irradiation, Amer. J. Appl. Sci. 6: 1436-1439.