การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในต้นหงส์เหิน โดยการฉายรังสีแกมมา

Mutational Induction in *Globba williamsiana* by Gamma Irradiation

ณัฐพงศ์ จันจุฬา*
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Nattapong Chanchula*
Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus,
Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

หงส์เหินเป็นพืชที่มีดอกสวยงาม การสร้างความหลากหลายของพันธุ์ใหม่ในพืชสามารถทำได้โดยการปรับปรุงพันธุ์หรือทำให้กลายพันธุ์โดยใช้รังสีชนิดต่าง ๆ หรือสารเคมี ดังนั้นการศึกษานี้เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในต้นหงส์เหินในสภาพปลอดเชื้อด้วยรังสีแกมมาโดยนำต้นอ่อนที่อายุ 30 วัน ในสภาพปลอดเชื้อมาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80, 100 และ 150 เกรย์ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณรังสีมากกว่า 60 เกรย์ ทำให้การแตกกอของหงส์เหินลดต่ำลง แต่ที่ปริมาณรังสี 20 และ 40 เกรย์ สามารถกระตุ้นการแตกกอของหงส์เหินคือ 140.68 และ 117.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การแตกกอของหงส์เหินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 60 วัน หลังจากฉายรังสี หรือ $GR_{50(60d)}$ มีค่าเท่ากับ 58.85 เกรย์ ระดับรังสีที่ปริมาณ 40-60 เกรย์ สามารถกระตุ้นให้ต้นหงส์เหินเกิดเป็นแคลลัส ทางด้านสัณฐานวิทยาของต้นหงส์เหินหลังได้รับรังสีแกมมาพบต้นอ่อนที่ผิดปกติ 2 ลักษณะ คือ ต้นสีขาว (เผือก) และต้นใบสีเขียวอ่อน จากระดับรังสี 40 และ 60 เกรย์ตามลำดับ

คำสำคัญ : หงส์เหิน, รังสีแกมมา, ความหลากหลาย, การปรับปรุงพันธุ์, การกลายพันธุ์

Abstract

Globba wiliamsiana is an ornamental plant with beautiful flowers. Diversity inductions of new line plants could be done by selective breeding or mutation induction using either radiations or chemicals. This study attempted to induce mutation in *G. wiliamsiana* cultured *in vitro* using gamma radiation. The shoots of 30 days old *in vitro G. wiliamsiana* were irradiated with acute gamma rays at

***Corresponding author:** lorchula@gmail.com
DOI: 10.14456/tjst.2013.7

0, 20, 40, 60, 80, 100 and 150 gray. The resulted showed that doses greater than 60 resulted in decrease of the tillers number but 20 and 40 gray could activated number of *Globba* shoots at 140.68 and 117.87 percent, respectively. The percentage of tillers at 50 percent growth reduction of new tillers at 60 days after irradiation or $GR_{50(60d)}$ was 58.85 gray. The shoot treated with 40-60 gray promoted callus proliferation. Two abnormalities observed were albino and light green coloured leaves which were mostly found from shoots treated with 40 and 60 gray respectively.

Keywords: *Globba*, gamma ray, diversity, breeding, mutation

1. คำนำ

หงส์เหิน (*Globba* spp.) เป็นพืชที่มีดอกสวยงาม จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งในธรรมชาตินั้นพบมากกว่า 100 ชนิด มักมีการกระจายตัวในเขตร้อน เช่น ในป่าดิบชื้นของประเทศไทยและพม่า ซึ่งเป็นศูนย์กลางความหลากหลายของพันธุ์ โดยพบว่ามากกว่า 50 ชนิด ในประเทศไทยพบหงส์เหินได้ทุกภาค โดยภาคเหนือและภาคกลางมีความหลากหลายของพันธุ์มากกว่าภาคอื่น ๆ (กัลยา, 2546; Willias *et al.*, 20020) การเรียกชื่ออาจแตกต่างกันไปตามพื้นที่ เช่น ดอกเข้าพรรษา (สระบุรี) กล้วยจ๊ะก่า (ตาก) กล้วยเครือคำ (เชียงใหม่) ว่านดอกเหลือง (เลย) ปุดนกยูง (ภาคใต้) และพเด็งโง (พม่า) ในต่างประเทศมักเรียกว่า dancing ladies (อรวรรณ และสุนทรี, 2555)

ปัจจุบันต่างประเทศเริ่มสนใจและมีความต้องการไม้ดอกชนิดนี้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีรูปทรงดอกที่แปลกตา โดยมีการส่งออกหัวพันธุ์หงส์เหินไปยังประเทศญี่ปุ่นและเนเธอร์แลนด์ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) สำหรับประเทศไทยการใช้ดอกไม้ในการปักแจกันและไม้กระถางสกุลนี้ยังไม่แพร่หลายมากนัก นักวิชาการจึงเริ่มหันมาสนใจที่จะพัฒนาพันธุ์หงส์เหินให้มีความสวยงามมากขึ้น แต่การปรับปรุงพันธุ์ด้วยการผสมข้ามยังไม่เป็นระบบและไม่ต่อเนื่อง ทำให้การพัฒนาพันธุ์เป็นไปได้ช้า เมื่อเกิดปัญหาขึ้นการพัฒนามักหยุดชะงัก เช่น ในการผสมพันธุ์หงส์เหิน (*G. winitii*) มักไม่ติดเมล็ด และลูกผสมที่ได้มักจะเป็นหมัน (ปิ่นอนงค์, 2552) จึงไม่สามารถพัฒนาพันธุ์ต่อไปได้

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ร่วมกับวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้พืชมีลักษณะใหม่ ๆ เกิดขึ้นในระยะ เวลาอันสั้น ซึ่งปัจจุบันทำได้ 2 วิธี คือ การใช้รังสีในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เช่น รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ ไอออนบีม รังสียูวี และการใช้สารเคมี เช่น EMS โคลชิซิน และโอไรซาลิน

รังสีแกมมาเป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง ไม่มีมวล ไม่มีประจุ มีอำนาจทะลุทะลวงสูง นักปรับปรุงพันธุ์พืช นิยมใช้รังสีแกมมาในการชักนำพืชให้เกิดการกลายมากกว่ารังสีเอกซ์ การฉายรังสีตัวอย่างพืชสามารถฉายได้ 2 แบบ คือ การฉายรังสีแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) ที่ใช้อัตรา (dose rate) และปริมาณ (total dose) รังสีสูงแต่ระยะเวลาในการฉายสั้น เช่น นาที หรือชั่วโมง ส่วนของพืชมักเป็นเมล็ด ท่อนพันธุ์ หรือเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง และการฉายรังสีแกมมาแบบโครนิก (chronic irradiation) เป็นการฉายรังสีในอัตรารังสีที่ต่ำ แต่ให้ตัวอย่างพืชได้รับรังสีเป็นเวลานาน ๆ โดยปริมาณรังสีที่ได้รับจะสูงหรือต่ำขึ้นกับระยะเวลาในการฉาย เช่น สัปดาห์ เดือน หรือปี นิยมใช้กับพืชที่กำลังเจริญ

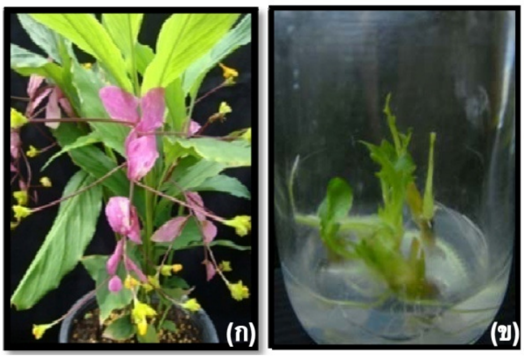
เติบโต (อรุณี, 2550)

อย่างไรก็ตาม ไม่มีหน่วยงานใดหรือนักวิชาการที่มาพัฒนางานด้านนี้อย่างจริงจัง ทำให้งานด้านการปรับปรุงพันธุ์หงส์เหินเป็นไปอย่างล่าช้า และไม่ทันกับความต้องการของตลาด ด้วยความสำคัญดังกล่าว จึงมีแนวคิดในการศึกษาหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา และนำไปสู่กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การฟอกฆ่าเชื้อช่อดอก

นำดอกอ่อนหงส์เหิน (*Globba Williamsiana*) (รูปที่ 1ก) ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ [Clorox, 1.40 เปอร์เซ็นต์ (v/v) sodium hypochlorite] ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ตัดแต่งเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายด้วยคลอรอกซ์ทิ้ง ย้ายลงอาหารแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติม BA (benzyladenine) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตร เพื่อชักนำให้เกิดต้นอ่อน และเพิ่มปริมาณยอด (รูปที่ 1ข)



รูปที่ 1 (ก) ลักษณะช่อดอกของหงส์เหินที่เหมาะต่อการฟอกฆ่าเชื้อ และ (ข) ต้นอ่อนที่ได้จากการเพิ่มปริมาณ

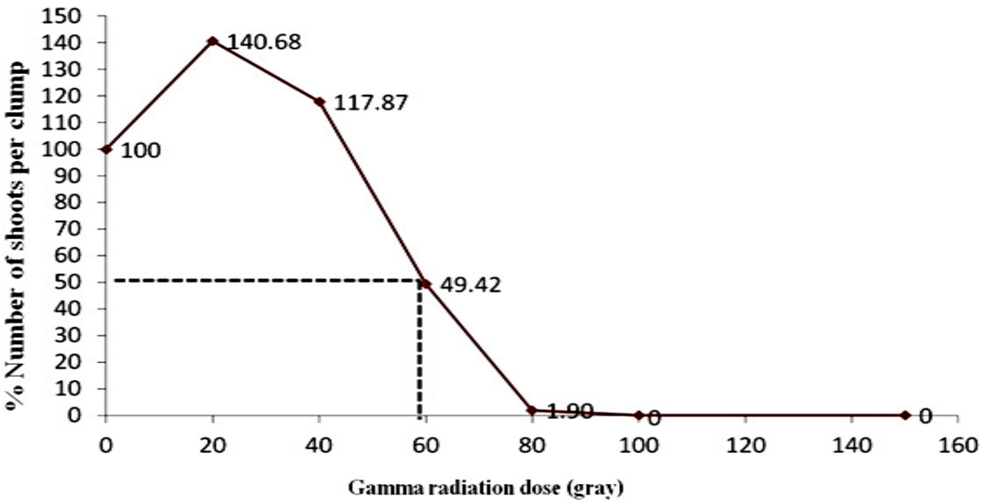
2.2 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา

นำต้นหงส์เหินที่ผ่านการเพิ่มจำนวนยอดมาเลี้ยงในอาหารเหลว MS ที่มีการเติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตร เพื่อปรับสมดุลของน้ำภายในเซลล์ และเลี้ยงบนเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 60±5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ [TLD 36W/84 3350 lm, บริษัท ฟิลิปส์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด] เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) แบ่งออกเป็น 7 ทรีตเมนต์ (treatment) ตามปริมาณรังสี โดยแต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำ ซึ่งในแต่ละซ้ำประกอบด้วยต้นหงส์เหิน 15 ต้น หลังจากนั้นจึงย้ายต้นหงส์เหินใส่ขวดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นำไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ณ. ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ด้วยเครื่อง Mark-I irradiation โดยมี Cs-137 เป็นแหล่งกำเนิดรังสี ที่ปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80, 100 และ 150 เกรย์

เมื่อฉายรังสีครบทุกทรีตเมนต์ ย้ายลงอาหารแข็งสูตร MS ที่มีการเติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน แล้วหาค่า $GR_{50(60d)}$ เพื่อหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์หงส์เหิน และบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ (1) นับจำนวนต้นที่รอดชีวิต (2) หาค่า $GR_{50(60d)}$ (3) นับจำนวนต้นต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัส และจำนวนต้นที่เจริญจากแคลลัส และ (4) สังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

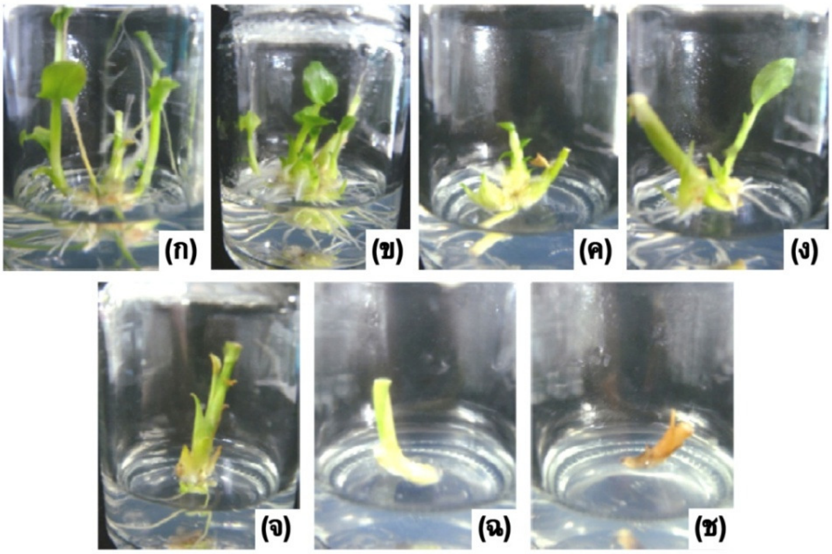
หลังจากทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าชุดควบคุมมีอัตราการแตกกอคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้นที่ได้รับรังสีปริมาณ 20 และ 40 เกรย์ มีผลต่อการเพิ่มจำนวนยอดของหงส์เหินมากขึ้น คือ 140.68 และ 117.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากระดับรังสีที่เหมาะสมจะลดปริมาณของฮอร์โมนออกซิน ยับยั้งการเจริญของตายอด และส่งเสริมการเจริญเติบโตของตาข้าง (อรุณี, 2539) อย่างไรก็ตาม ที่ระดับรังสีที่สูงเกินไปจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของหงส์เหิน คือ 60, 80, 100 และ 150 เกรย์ ทำให้การแตกกอน้อยกว่าชุดควบคุม (49.42, 1.90, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของปิ่นอนงค์ (2552) รายงานว่าในต้นหงส์เหินพันธุ์ป่าดอกสีชมพู (*G. winitii*) ที่ทำการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันโดยที่ระดับรังสี 0-50 เกรย์ พบว่าที่ระดับรังสี 20-40 เกรย์ การแตกกอของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นควบคุมในระยะเวลา 50 วันหลังทำการฉายรังสีแกมมา จากการทดลองครั้งนี้เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การแตกกอของหงส์เหินที่ลดลงมาคำนวณค่า $GR_{50(60d)}$ พบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้การแตกกอลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 58.85 เกรย์ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์การแตกกอของหงส์เหินหลังได้รับรังสีแกมมา เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน ในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตร

นอกจากนี้ พบว่าหลังเพาะเลี้ยงหงส์เหินเป็นระยะเวลา 60 วัน ชิ้นส่วนที่ได้รับรังสีแกมมา 0-60 เกรย์ สามารถพัฒนายอดใหม่ได้ (รูปที่ 3ก-ง) แต่ที่ระดับ 80-100 เกรย์ ไม่สามารถพัฒนายอดได้ ส่วนต้นอ่อนมีลักษณะสีเขียวปกติเหมือนชิ้นส่วนเริ่มต้น (รูปที่ 3จ-ฉ) และที่ระดับปริมาณรังสี 150 เกรย์ เนื้อเยื่อเริ่มต้นกลายเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด (รูปที่ 3ช)

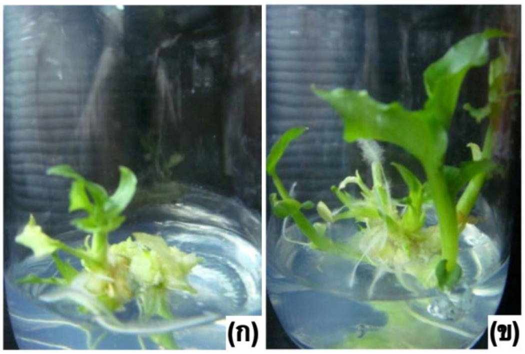
เมื่อฉายรังสีจากช่วงค่า $GR_{50(60d)}$ ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 40, 50, 60, 70 และ 80 เกรย์ พบว่าระยะเวลา 60 วัน ที่ปริมาณรังสี 70-80 เกรย์ เนื้อเยื่อหงส์เหินกลายเป็นสีน้ำตาล และตายในเวลา



รูปที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหงส์เหินหลังจากฉายรังสีแกมมา เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตรเป็นระยะเวลา 60 วัน (ก) ควบคุม (ข) 20 เกรย์ (ค) 40 เกรย์ (ง) 60 เกรย์ (จ) 80 เกรย์ (ฉ) 100 เกรย์ และ (ช) 150 เกรย์

ต่อมา และที่ระดับปริมาณรังสี 40, 50 และ 60 เกรย์ เกิดกลุ่มยอดเฉลี่ยเป็นจำนวนมาก คือ 8.22±0.83, 4.00±1.33 และ 2.77±0.19 ต้นต่อกอ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ในขณะที่ชุดควบคุมมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.44±0.19 ต้นต่อกอ นอกจากนี้รังสีแกมมาที่ปริมาณ 40, 50 และ 60 เกรย์ สามารถกระตุ้นให้เกิดแคลลัส แคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.16±0.28, 1.60±0.17 และ 1.16±0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่พบการพัฒนาของแคลลัสในชุดควบคุม และยอดอ่อนที่พัฒนาจากแคลลัสมีจำนวนยอดเฉลี่ย 23.33±5.00, 31.33±3.05 และ 24.00±2.00 ตามลำดับ (รูปที่ 4) (ตารางที่ 1)

ลักษณะผิดปกติที่พบในการทดลองครั้งนี้ คือ ต้นสีขาว (เผือก) 2 ต้น จากการการฉายรังสีปริมาณ 40 เกรย์ (รูปที่ 5ข) และต้นสีเขียวอ่อนที่พัฒนาจากกลุ่มแคลลัส 1 กอ จากการฉายรังสีปริมาณ 60 เกรย์ (รูปที่ 5ค) ซึ่งสอดคลองกับการ



รูปที่ 4 ลักษณะหงส์เหินหลังจากฉายรังสีแกมมา เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน (ก) กลุ่มของแคลลัสที่ได้จากการฉายรังสีปริมาณ 40 เกรย์ และ (ข) กลุ่มของยอดอ่อนจากการฉายรังสีปริมาณ 50 เกรย์

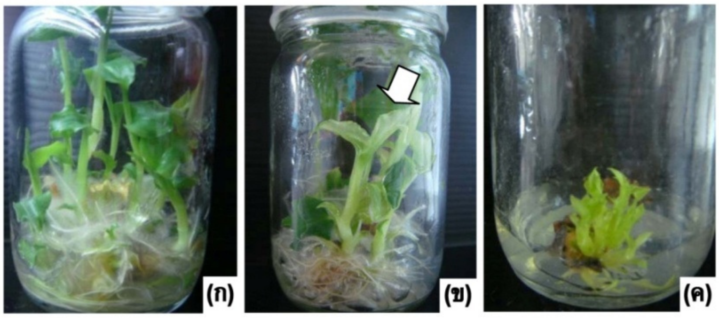
ตารางที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา การแตกกอ จำนวนยอด ยอดจากแคลลัส และขนาดของแคลลัสของหงส์เหินหลังได้รับรังสีแกมมาเมื่ออายุ 60 วัน หลังจากฉายรังสีใหม่จากค่า GR_{50}

ปริมาณรังสี (เกรย์)	การแตกกอ (ต้น)	ขนาดแคลลัส (ซม.)	ยอดจากแคลลัส (ยอด)
0	1.44±0.19[bc1/]	0.00±0.00[a2/]	0.00±0.00[a]
40	8.22±0.83[d]	2.16±0.28[c]	23.33±5.00[b]
50	4.00±1.33[c]	1.60±0.17[b]	31.33±3.05[c]
60	2.77±0.19[bc]	1.16±0.28[b]	24.00±2.00[b]
70	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]
80	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]	0.00±0.00[a]
F-test	**	**	**
C.V. (%)	10.56	7.95	6.58

**มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test

[1/]ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/]ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 5 ลักษณะหงส์เหินที่ผิดปกติหลังจากฉายรังสีแกมมา เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และวุ้น (gelrite) 2.5 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 60 วัน (ก) ต้นควบคุมใบมีสีเขียวค่อนข้างเข้มและเจริญเติบโตปกติ (ข) ต้นเผือกจากการได้รับรังสีปริมาณ 40 เกรย์ และ (ค) ต้นที่มีใบสีเขียวอ่อนจากการได้รับรังสีปริมาณ 60 เกรย์

ทดลองของสุชาดา (2550) ที่พบการด่างของขอบใบ รูปร่างใบ และสีใบเปลี่ยนไปจากการฉายรังสีแกมมาในต้นไทรย้อยใบแหลมด่าง

การที่รังสีแกมมาส่งผลให้ต้นหงส์เหินเจริญเติบโตช้า เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นกลุ่มของแคลลัส หรือเกิดความแตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับรังสีแกมมา เนื่องจากรังสีแกมมาทำให้อะตอมต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดการแตกตัวเป็นไอออนที่ไวต่อปฏิกิริยา ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเซลล์ ทำให้กระบวนการสร้าง RNA และโปรตีนลดต่ำลง องค์ประกอบภายในไซโตพลาสซึมเกิดความเสียหาย และส่งผลให้โครโมโซมเกิดความผิดปกติ จึงทำให้เซลล์เกิดการแบ่งตัวอย่างล่าช้า หรือไม่เกิดการแบ่งเซลล์ และตายในที่สุด (สิรินุช, 2540;

สุชาดา, 2550) หากใช้ปริมาณรังสีที่สูงเกินไปอาจไม่พบการกลายพันธุ์ แต่จะทำให้เซลล์หยุดการเจริญเติบโต และส่งผลให้เนื้อเยื่อที่กำลังเจริญตาย (Venketeswarns and Partanen, 1966)

4. สรุป

ต้นหงส์เหินที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 0, 20, 40, 60, 80, 100 และ 150 เกรย์ มีอัตราการแตกยอดลดต่ำลงเมื่อปริมาณรังสีมากกว่า 60 เกรย์ และที่ปริมาณรังสี 20 และ 40 เกรย์ สามารถกระตุ้นการแตกกอของหงส์เหินหลังจากที่ได้รับรังสีแกมมา 60 วัน เปอร์เซ็นต์การแตกขอของหงส์เหิน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 60 วัน หรือ $GR_{50(60d)}$ มีค่าเท่ากับ 58.85 เกรย์ ระดับรังสีที่ปริมาณ 40-60 เกรย์ สามารถกระตุ้นให้ต้นหงส์เหินเกิดเป็นแคลลัสได้ ทางด้านสัณฐานวิทยาของต้นหงส์เหินหลังได้รับรังสีแกมมาพบต้นอ่อนที่ผิดปกติ 2 ลักษณะ คือ ต้นต้นสีขาว (เผือก) และต้นใบสีเขียวอ่อน

5. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, หงส์เหินดอกไม้เข้าพรรษา, แหล่งที่มา : http://saraburi.doae.go.th/amazing/hong.htm, 3 พฤศจิกายน 2554.

กัลยา ปานคง, 2546, สัณฐานวิทยาและรูปแบบไอโซไซม์ของพืชสกุลหงส์เหิน, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ณัฐพงค์ จันจุฑา, 2555, อิทธิพลของโคลชิซินชนิดเม็ดต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหงส์เหิน, ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 43: 105-116.

ปิ่นอนงค์ ลัคนานันทน์, 2552, การชักนำให้เกิดการกลายในสภาพปลอดเชื้อของหงส์เหินสีชมพูพันธุ์ป่าด้วยรังสีแกมมาร่วมกับสารโคลชิซิน, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 78 น.

สิรินุช ลามศรีจันทร์, 2540, การกลายพันธุ์พืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 น.

สุชาดา ศรีบุญเรือง, 2550, การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในไทรย้อยใบแหลมด่างโดยใช้รังสีแกมมา, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 62 น.

อรวรรณ วิชัยลักษณ์ และสุนทรี เรืองศรี, หงส์เหิน (ดอกเข้าพรรษา), แหล่งที่มา : http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/flower/globba.pdf, 13เมษายน 2555.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต, 2539, วิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์, เอกสารการสอนการใช้รังสีและไอโซโทป, ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต, 2550, การกลายพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช, ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 279 น.

Gual, H., 1977, Plant injury and lethality, pp. 177-186, In Manual on Mutation Breeding, 2nd Ed, International Atomic Energy Agency, Vienna.

Murashige, T. and Skoog, F., 1962, A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures, Physiol. Plant 15: 473-497.

Venketeswarns, S. and Partanen, C.R., 1966, A comparative study of the effect of gamma radiation on organized and dis-organized of tobacco, Red. Bot. 6: 13-20.

Willias, K., Kress, J. and Manos, P.S., 2002, Systematics of the genus *Globba* (Zingiberaceae), The 3rd Symposium of the Family Zingiberaceae, Applied Taxonomic Research Center, Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kean University, Khon Kaen.