

ผลของ BA ร่วมกับ NAA และการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อ
ฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ในสภาพปลอดเชื้อ

EFFECTS OF BA AND NAA COMBINATIONS AND
GAMMA RADIATION ON *IN VITRO*
CULTURE OF *PHILODENDRON* 'CHERRY RED'

สิริเรียม ทองใบใหญ่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผลของ BA ร่วมกับ NAA และการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อ
ฟีโตเคมดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

สิริเรียม ทองใบใหญ่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของ BA ร่วมกับ NAA และการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อ

ฟีโลเดนดรอน เชอร์รี่เรด ในสภาพปลอดเชื้อ

Effects of BA and NAA Combinations and Gamma Radiation

on *In Vitro* Culture of *Philodendron* 'Cherry Red'

ชื่อ - นามสกุล

นางสาวสิริเรียม ทองใบใหญ่

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการผลิตพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะวดี เจริญวัฒนะ, Ph.D.

ปีการศึกษา

2561

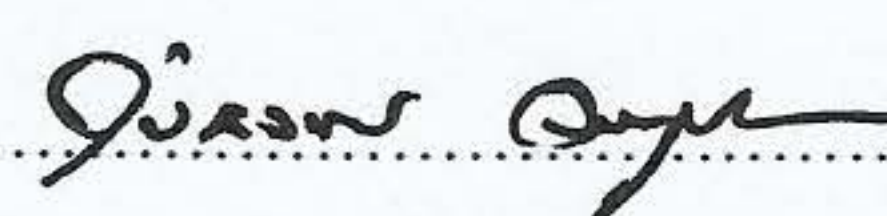
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชดา ทนวิทูวรร, วท.ด.)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ประเสริฐ วงศ์วัฒนารัตน์, Ph.D.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะวดี เจริญวัฒนะ, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิงรุ่งสวรรค์ วรรณสุทธิ, พบ.ม.)

วันที่ 30 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของ BA ร่วมกับ NAA และการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสิริยม ทองใบใหญ่
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะวดี เจริญวัฒนะ, Ph.D.
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ 6-benzyladenine (BA) ร่วมกับ naphthalene acetic acid (NAA) ต่อการเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด และผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 นำชิ้นส่วนปลายยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige และ Skoog (MS) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA จำนวน 8 สูตร การทดลองที่ 2 ดันฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เกรย์ ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ จังหวัดนครนายก หลังจากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงในห้องภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ จังหวัดปทุมธานี ทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2560 – สิงหาคม 2561 วางแผนการทดลองแบบกลุ่มสมบูรณ์ (CRD)

ผลการทดลองที่ 1 พบว่า ชิ้นส่วนปลายยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.56 ยอด นอกจากนี้ยังส่งผลต่อความสูงยอดเฉลี่ยและจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 18.54 มิลลิเมตร และ 36.78 ใบ ตามลำดับ หลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลองที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ดันที่ผ่านการฉายรังสีที่ปริมาณ 20 เกรย์ มีความสูงต้นและจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 14.46 มิลลิเมตร และ 16.22 ใบ และพบการเปลี่ยนแปลงที่ใบยอดของต้นอ่อน โดยรังสีแกมมาที่ปริมาณ 20 และ 30 เกรย์ ใบยอดมีลักษณะใบบิดและใบด่าง ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฟีโลเดนดรอน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สารควบคุมการเจริญเติบโต การฉายรังสีแกมมา

Thesis Title	Effects of BA and NAA Combinations and Gamma Radiation on <i>In Vitro</i> Culture of <i>Philodendron</i> ‘Cherry Red’
Name – Surname	Miss Siriam Tongbaiyai
Program	Crop Production Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Piyavadee Charoenwattana, Ph.D.
Academic Year	2018

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the effects of 6-benzyladenine (BA) and naphthaleneacetic acid (NAA) combinations and gamma radiation on *in vitro* culture of *Philodendron* ‘Cherry Red’ in sterile conditions.

There were two experiments conducted in this research. In the first experiment, the shoot tips of *Philodendron* ‘Cherry Red’ were cultured on 8 media of Murashige and Skoog (MS) supplemented with BA and NAA combinations, while the second experiment was conducted with plantlets cultured on MS media for 20 weeks and then irradiated with gamma rays at doses of 0, 10, 20, 30, 40 and 50 gray at the Thailand Institute of Nuclear Technology, Nakhon Nayok Province. Subsequently, the plantlets were transferred to the cultured room and maintained there under the temperature of $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, with light intensity of 2,000 lux for 16 hours per day in the Biotechnology Research and Development Office, Pathum Thani Province. All of the experiments were conducted by using the Completely Randomized Design (CRD) from March 2017 to August 2018.

The results of the first experiment showed that the shoot tips of *Philodendron* ‘Cherry Red’ cultured on MS media supplemented with 1 mg l^{-1} BA and 0.5 mg l^{-1} NAA gave the highest average shoot number of 8.56 shoots. In addition, this medium gave the highest average shoot height and leaf number of 18.54 mm and 36.78 leaves, respectively, after 12 weeks of culture. The second experiment showed that the irradiated plantlets with gamma rays at the dose of 20 gray gave the highest average plant height and leaf number of 14.46 mm and 16.22 leaves, respectively. The treated plantlets at the dose of 20 and 30 gray showed curl leaves and variegated leaves, respectively.

Keywords: *Philodendron*, plant tissue culture, plant growth regulators, gamma radiation

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาอย่างยิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวัติ เจริญวัฒนะ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการค้นคว้าวิจัย ตลอดจน การตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชดา ทนวิทูวรร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วงศ์วัฒนารัตน์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ อ.องครักษ์ จ.นครนายก ที่ให้ความช่วยเหลือในการฉายรังสีแกมมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา บ่มเพาะจนผู้วิจัยสามารถนำเอาหลัก วิชาการมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้จนประสบผลสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ครอบครัวและเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท รวมถึงบุคลากรทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยอย่างดีเสมอมา หากงานวิจัยในครั้งนี้ขาด ทกบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สิริเรียม ทองใบใหญ่

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(10)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ลักษณะทั่วไปของฟิโลเดนดรอน.....	4
2.2 ชนิดของพันธุ์ฟิโลเดนดรอน.....	4
2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด.....	7
2.4 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.....	7
2.5 สารควบคุมการเจริญเติบโต.....	8
2.6 การใช้ BA และ NAA เพื่อการชักนำยอดในพืช.....	10
2.7 การกลายพันธุ์.....	12
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
3.1 อุปกรณ์.....	19

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2 วิธีการทดลอง.....	20
การทดลองที่ 1 ผลของความเข้มข้นของ BA และ NAA ต่อการเพิ่มจำนวนยอด ของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ.....	20
การทดลองที่ 2 ผลของปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ.....	21
3.3 สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย.....	21
4 ผลการทดลองและการวิจารณ์.....	22
4.1 ผลของอัตราความเข้มข้นของ BA และ NAA ต่อการเพิ่มจำนวนยอดของ ฟีโลเดนดรอนเซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ.....	22
4.2 ผลของปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ.....	33
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	44
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	44
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	44
บรรณานุกรม.....	45
ภาคผนวก.....	53
ภาคผนวก ก.....	54

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 จำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	22
4.2 ความสูงยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	28
4.3 จำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	30
4.4 จำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	31
4.5 ความสูงของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	34
4.6 จำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	39
4.7 จำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 องค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962).....	54
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์.....	55
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์.....	55
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์.....	55
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์.....	56
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	56
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	56
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด (<i>Philodendron</i> ‘Cherry Red’)	7
4.1	ลักษณะยอดฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	23
4.2	ลักษณะยอดฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	23
4.3	ลักษณะยอดฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์.....	24
4.4	ลักษณะยอดฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	25
4.5	ลักษณะยอดฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์.....	25
4.6	ลักษณะยอดฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	27
4.7	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 2 สัปดาห์.....	34
4.8	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	35
4.9	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 6 สัปดาห์.....	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.10	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนครอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	37
4.11	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนครอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 10 สัปดาห์.....	38
4.12	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนครอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	39
4.13	ผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อรากของฟิโตนครอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสี ต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....	42
4.14	ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนครอน เซอร์รี่เรด ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ และ 30 เกรย์ ทำให้เกิดใบบิดและใบด่าง	43



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ฟีโลเดนดรอน (Philodendron) จัดอยู่ในวงศ์ Araceae มีมากกว่า 500 ชนิด ถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและกึ่งร้อนของอเมริกาและหมู่เกาะอินเดียตะวันตก (Mayo *et al.*, 1997) ซึ่งมีรูปทรงต้น ใบที่สวยงามแปลกตา บางชนิดเป็นเถาเลื้อย และบางชนิดมีลำต้นเป็นแท่งสั้นไม่เลื้อย มีลักษณะของใบที่หลากหลายแยกตามสายพันธุ์ นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ เติบโตได้ดีทั้งในแดดรำไรและในร่ม สามารถนำไปประดับตกแต่งอาคารสถานที่ ใบนำมาจัดแจกันหรือช่อดอกไม้ในโอกาสต่างๆ ซึ่งไม้ใบชนิดนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและคงความสวยงามไว้ได้นาน การดูแลไม่ยุ่งยากเหมือนไม้ดอก โรคและแมลงไม่รบกวนมาก จึงเป็นที่นิยมโดยทั่วไป ประเทศไทยมีการส่งออกใบไม้ประดับไปยังประเทศญี่ปุ่น อิตาลี และเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น ในปี 2559 มูลค่ารวม 47,488,935 บาท สำหรับฟีโลเดนดรอน มีการส่งออกในรูปของใบไปยังประเทศญี่ปุ่น อเมริกา และแคนาดา เป็นต้น มูลค่ารวม 949,353 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2559) จากความต้องการใช้ฟีโลเดนดรอนทั้งในรูปแบบไม้กระถางและไม้ตัดใบที่เพิ่มมากขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมไปถึงฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด แต่การขยายพันธุ์ของฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ทำได้โดยการเพาะเมล็ดและการปักชำ ซึ่งเป็นวิธีที่ผลิตจำนวนต้นได้น้อย ทำให้ฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ผลิตได้ไม่เพียงพอกับความต้องการ

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงเป็นวิธีการขยายพันธุ์วิธีการหนึ่งเพื่อให้ได้ต้นพันธุ์จำนวนมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว มาใช้ในการเพิ่มปริมาณฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้ชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากโดยทั่วไป คือ กลุ่มไซโตไคนิน เช่น benzyladenine (BA), kinetin และ zeatin เป็นต้น (ลิลล์, 2546) ประกอบกับในปัจจุบันผู้บริโภคยังมีความต้องการไม้ประดับที่มีความสวยงาม รูปทรงและสีต้นแปลกใหม่ จึงต้องใช้วิธีที่สามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในฟีโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด เนื่องจากการกลายพันธุ์ในธรรมชาติมีอัตราการเกิดที่ต่ำ ดังนั้นจึงมีการนำวิธีการต่างๆ มาใช้ในการชักนำให้เกิดอัตราการกลายพันธุ์ที่มากขึ้น ได้แก่ การชักนำให้กลายพันธุ์ด้วยรังสี (สิรินุช, 2541) การชักนำให้กลายพันธุ์ด้วยสารเคมี (ไพศาล และ ปิยะดา, 2550) การใช้รังสีแกมมาเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืช เนื่องจากมีวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก ไม่มีรังสีตกค้างอยู่ในพืชซึ่งจะไม่เป็นอันตรายแก่ผู้ที่นำพืชไปปลูก (สิรินุช, 2541) การฉายรังสีจึงมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สารเคมีและทำให้เกิดการ

กลายได้มาก ซึ่งอาจได้ลักษณะของทรงต้น รูปแบบการด่าง และรูปร่างของใบที่แตกต่างไปจากเดิม (van Harten, 1998) จากงานวิจัยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ใน *Typhonium flagelliforme* Lodd. (Hasbullah *et al.* 2012) ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกันกับฟีโลเดนดรอน และจากการฉายรังสีแกมมาสามารถทำให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้น (Ahloowalia *et al.* 2004)

งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ 6-benzyladenine (BA) และ naphthaleneacetic acid (NAA) ในการเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด และผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันในปริมาณต่างๆ ที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น ทรงต้น รูปทรงใบ และสีของใบ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ต่อการเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณของรังสีแกมมา ที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 การใช้สูตรอาหาร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่มีการเติม BA ร่วมกับ NAA ในปริมาณที่เหมาะสม สามารถเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ได้จำนวนมากในสภาพปลอดเชื้อ

1.3.1 การฉายรังสีแกมมา จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทรงต้น รูปทรงใบ และสีใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรดได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราความเข้มข้นของ BA และ NAA ในการเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่มีต่อฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

งานวิจัยมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

1.5.1 ศึกษาอัตราที่เหมาะสมของ BA และ NAA ที่สามารถเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ ทำการทดลองเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA จำนวน 8 สูตร

1.5.2 ศึกษาปริมาณการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน จำนวน 6 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เกรย์ ที่มีผลต่อดัชนีฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ทราบปริมาณของสาร BA และ NAA ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

1.6.2 ได้ทราบลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ภายหลังการฉายรังสีแกมมา

1.6.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาพัฒนาพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกันหรือใกล้เคียงกันได้ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของฟีโลเดนดรอน

ฟีโลเดนดรอน (Philodendron) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Philodendron* sp. อยู่ในวงศ์ Araceae ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่พบมากในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน ส่วนในเขตอบอุ่นพบเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ปัจจุบันพบประมาณ 106 สกุล 2,950 ชนิด เป็นไม้ล้มลุก มีลำต้นเหนือดินหรือลำต้นใต้ดินแบบเหง้า (rhizome, corm) อาจเป็นไม้เลื้อย ไม้อิงอาศัย หรือไม้น้ำ ขึ้นตามที่มีความชื้นสูง น้ำยางมักมีผลึกแคลเซียมออกซาเลต (Calcium Oxalate) รูปเข็ม ซึ่งทำให้เกิดอาการระคายเคืองเมื่อถูกส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ณรงค์ศักดิ์, 2551) ฟีโลเดนดรอนเป็นไม้ใบที่มีความหลากหลายของใบ ส่วนใหญ่ใบจะมีสีเขียว สีเทาเงิน สีเหลือง สีเหลืองทองแดง หรือสีเหลืองแดง รูปร่างของใบส่วนใหญ่จะเป็นรูปหัวใจ รูปใบพาย และรูปห้วลูกศร ใบอาจเรียบหรือเป็นลอน บางชนิดขอบใบเว้าลึก ดอกสีขาว เขียวอ่อนแดง หรือสีเหลือง มีขนาดเล็ก มีกาบหุ้ม ใบจะมีความโดดเด่นมากกว่าดอก ดังนั้นจะเน้นความสวยงามที่ใบเป็นหลัก ใบส่วนใหญ่จะมีความหนา และบางชนิดจะมีสีที่สวยงาม (วัลลภ และคณะ, 2542) ฟีโลเดนดรอนเจริญเติบโตได้ดีในแสงแดดรำไร ความชื้นและอุณหภูมิต่ำ (Bailey and Bailey, 1976; Chen *et al.*, 2005 and Gilman, 2014) ประมาณ 18 - 24 องศาเซลเซียส อย่าให้ถูกแสงแดดโดยตรงเนื่องจากจะทำให้ใบไหม้ได้ ควรรดน้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ชอบดินร่วน ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดและการปักชำยอด ซึ่งแล้วแต่ลักษณะของลำต้นและทรงพุ่ม แต่ส่วนใหญ่ใช้วิธีการปักชำส่วนยอดมากที่สุด (ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ, 2536) พืชวงศ์นี้นิยมปลูกเป็นไม้ประดับกันมาก บางชนิดใช้เป็นอาหาร แต่บางชนิดก็มีพิษ สำหรับสกุลที่มีปลูกเลี้ยง ได้แก่ สกุล *Aglaonema*, *Alocasia*, *Amorphophallus*, *Anthurium*, *Colocasia*, *Dieffenbachia*, *Epipremnum*, *Homalomena*, *Monstera*, *Philodendron*, *Pistia*, *Scindapsus*, *Spathiphyllum* และ *Zamioculcus* (ณรงค์ศักดิ์, 2551)

2.2 ชนิดของพันธุ์ฟีโลเดนดรอน

ฟีโลเดนดรอนมีมากมายหลายชนิด ในปี พ.ศ.1830 มีผู้รวบรวมพันธุ์ไว้ได้ถึง 220 ชนิด (species) ต่อมา มีการจำแนกพันธุ์ใหม่โดยแยกฟีโลเดนดรอนออกไปเป็นพวก มอนสเตอร์รา (*Monstera*) พวกหนึ่ง จึงทำให้เหลือประมาณ 190 ชนิด ที่รวบรวมไว้เป็นพวกฟีโลเดนดรอน

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผู้สั่งฟีโลเดนดรอนเข้ามาปลูกกันมากมายหลายพันธุ์ด้วยกัน ส่วนใหญ่เลี้ยงได้งามเจริญเติบโตได้ดี ได้แก่

(1) *Philodendron andreanum* มีถิ่นกำเนิด ในโคลัมเบีย เป็นพวกไม้เลื้อย ใบสีเขียวแก่ เป็นเลื่อมสีน้ำตาลอ่อน เส้นใบและขอบใบสีขาวครีม ใบยาว 3 ฟุต ปลายแหลม นิยมปลูกกันมากในประเทศไทย

(2) *Philodendron bipinnatifidum* มีถิ่นกำเนิดจากประเทศบราซิลตอนใต้ ลำต้นสั้น เจริญเติบโตช้ามาก ใบฉีกลึก และมีสีเขียวเป็นมัน เห็นเส้นใบได้ชัด ใบยาวประมาณ 2 ฟุต มีปลูกในประเทศไทย

(3) *Philodendron calophyllum* มีถิ่นกำเนิดในประเทศบราซิล ลำต้นเดี่ยว ใบรูปหัวใจ หรือใบเหมือนใบหน้าวัว สีเขียวสด และเขียวอ่อนเป็นมัน

(4) *Philodendron cannifolium* มีถิ่นกำเนิดในบราซิล ลำต้นตั้งตรง ใบรูปไม้พาย ใบเต็ม ไม่มีเว้าหรือรอยฉีก สีเขียวสดเป็นทางตามเส้นใบ

(5) *Philodendron cordatum* ชื่อทางการค้ามักรวมเป็น *Philodendron oxycardium* มีถิ่นกำเนิดในบราซิล เป็นไม้เลื้อย มีใบขนาดเล็กหรือขนาดกลางสีเขียว ลักษณะใบเป็นรูปหัวใจยาว เนื้อใบหนาและแน่นกว่า *Philodendron oxycardium* ใบเต็มไม่มีรอยเว้า หรือรอยฉีก

(6) *Philodendron dubium* หรือ *Philodendron radiatum* มีถิ่นกำเนิดในกัวเตมาลา เป็นพันธุ์ไม้เลื้อย ใบสีเขียวแก่ มีรอยฉีกลึกทั้งสองข้างใบ ลำต้นสั้นอยู่ใต้ดิน

(7) *Philodendron crubescens* มีถิ่นกำเนิดในโคลัมเบีย เป็นไม้ขนาดกลาง ใบรูปลูกศร สีเขียวเป็นมัน ได้ใบสีทองแดง ใบเต็ม เป็นไม้เลื้อย

(8) *Philodendron giganteum* มีถิ่นกำเนิดจากหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ลำต้นตั้งตรง ใบใหญ่มน รูปหัวใจ มีใบสีเขียวสด เป็นมัน มีเส้นใบเห็นได้ชัด

(9) *Philodendron gloriosum* มีถิ่นกำเนิดในโคลัมเบีย ใบรูปหัวใจขนาดใหญ่ ใบอ่อนมีขนละเอียด ใบสีเขียวแก่ มีเส้นใบสีชมพู เป็นไม้เลื้อย ใบไม่มีรอยฉีก

(10) *Philodendron gloriosum* มีถิ่นกำเนิดในบราซิล ใบสีเขียวสดรูปลูกศร เป็นไม้เลื้อย ใบเต็มไม่มีรอยฉีก รูปลูกศร มีลายเส้น ใบสีนวล หลังใบสีแดงอมน้ำตาล ชนิด *variegatum* มีใบค้างเขียวสลับขาวเหลือง

(11) *Philodendron Imbe* มีถิ่นกำเนิดจาก Rio de Janeiro เป็นไม้เลื้อยใบเต็มไม่มีรอยฉีก ใบสีเขียว ได้ใบสีแดง ชนิด *variegatum* ใบใหญ่ค้างสีเขียวอ่อนสลับสีขาวครีม

(12) *Philodendron lacerum* มีถิ่นกำเนิดจากอินเดียตะวันตก ใบมีขนาดใหญ่รูปหัวใจ สีเขียวอ่อน ใบมีกลิ่นถึงเส้นกลางใบ เป็นไม้เลื้อย

(13) *Philodendron lacinatedum* มีถิ่นกำเนิดจากบราซิล เป็นไม้เลื้อย ใบมีกลิ่น สีเขียวอ่อน

(14) *Philodendron mamcei* มีถิ่นกำเนิดจากเอกวาดอร์ เป็นไม้เลื้อย ใบรูปหัวใจขนาดใหญ่ มีต่างสีขาวบนพื้นใบ

(15) *Philodendron micans* มีถิ่นกำเนิดจากโคลัมเบีย เป็นไม้เลื้อย ใบเล็กรูปหัวใจสีเขียว ใต้ใบเล็กสีแดง

(16) *Philodendron nobile* มีถิ่นกำเนิดจากเวเนซุเอลาและกัวนาโม ใบมีขนาดใหญ่

(17) *Philodendron oxycardium* มีถิ่นกำเนิดจากหมู่เกาะอินเดียตะวันตก เป็นไม้เลื้อย ลำต้นเล็กยาว ใบรูปหัวใจขนาดใหญ่ สีเขียวแก่ ชนิดนี้มีสีขาวหินอ่อนปนสีเทาสลับบนใบ

(18) *Philodendron panduraciforme* มีถิ่นกำเนิดในบราซิลตอนใต้ เป็นชนิดที่มีผู้นิยมปลูกกันมาก บางทีเรียกว่า Horsehead Philodendron เพราะมีลักษณะใบคล้ายหน้าม้า ใบลักษณะคล้ายใบมะเดื่อหยาบ สีเขียวแก่ เป็นไม้เถาเลื้อย

(19) *Philodendron sagittifolium* เป็นไม้เลื้อย เจริญเติบโตได้ดีทั่วๆ ไป ใบรูปลูกศร สีเขียวอ่อนเป็นมัน

(20) *Philodendron selloum* ลำต้นสั้นมากเกือบไม่มี ถิ่นกำเนิดในพาราไกวและบราซิล ใบใหญ่สีเขียว มีแฉกและรอยฉีก

(21) *Philodendron sociroi* มีถิ่นกำเนิดจากโคลัมเบีย เป็นไม้เลื้อย ใบรูปหัวใจใหญ่ สีขาวนวล

(22) *Philodendron squamiferum* มีถิ่นกำเนิดจากกัวนาโม ใบมี 2 แฉก สีเขียวสดเป็นมัน ก้านใบใหญ่ มีขนสีแดงปกคลุมเต็มก้านใบ

(23) *Philodendron tripartitum* มีถิ่นกำเนิดจากอเมริกาใต้ ใบเล็ก มี 3 แฉก เป็นไม้เลื้อย

(24) *Philodendron verrucosum* มีถิ่นกำเนิดจากเอกวาดอร์เป็นไม้เลื้อย มีใบรูปหัวใจขนาดใหญ่คล้ายต้นกระดาศ พื้นสีเขียวสด มีเส้นใบขึ้นเด่นชัด ก้านใบมีขนสีแดง ใบเป็นรูปใบพายสีเขียวอ่อนตรงกลางใบ และสีแก่ขึ้นตามขอบนอกใบ ลักษณะใบคล้ายๆ ใบลั่นทม

นอกจากนี้ยังมี *Philodendron* ถูกผสมอีกมากมาย เช่น *Philodendron alleni*, *Philodendron berryi*, *Philodendron borin-guensis*, *Philodendron evansii*, *Philodendron florida*, *Philodendron lyrette*, *Philodendron mandaianum*, *Philodendron arlando*, *Philodendron rubescens*, *Philodendron rubram*, *Philodendron tricolor*, *Philodendron wendatum* ฯลฯ (ไทยเกษตรศาสตร์, 2555)

2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของฟีโลเดนดรอน เชอร์รี่เรด



ภาพที่ 2.1 ลักษณะต้นฟีโลเดนดรอน เชอร์รี่เรด (*Philodendron* 'Cherry Red')

ฟีโลเดนดรอน เชอร์รี่เรด มีลักษณะต้นทรงพุ่มกลม ต้นสีแดงระเรื่อ มีตามสีในหนึ่งต้น คือ แดง เขียวอ่อน และเขียวแก่ (องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูง, 2560) เป็นไม้ล้มลุก อิงอาศัย อายุหลายปี มีรากอากาศ ใบเดี่ยว เรียงเวียน รูปรีถึงรูปใบหอก กว้าง 7.6-8.4 เซนติเมตร ยาว 18.2-21.6 เซนติเมตร ปลายติ่งแหลม โคนรูปติ่ง ขอบเรียบ ใบหนาคล้ายแผ่นหนัง เกลี้ยง เป็นมัน แผ่นใบด้าน สีเขียวเข้ม ขอบเยื่อแดง ใต้ใบสีซีดกว่า ใบอ่อนใต้ใบมีสีแดงอมส้ม เส้นกลางใบนูนเด่นชัด สีม่วงแดง ก้านใบคล้ายรูปทรงกระบอก ด้านบนเป็นร่องตื้น ยาว 12-19 เซนติเมตร ไม่มีลิ้น ปลอกหุ้มยอดสีม่วงแดง ดอกเป็นช่อแบบช่อเชิงลดมีกาบ (ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล, 2561)

2.4 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในงานขยายพันธุ์พืชอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันมีการสร้างห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการค้าอย่างแพร่หลายในประเทศแถบทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา แคนาดา และญี่ปุ่น ความก้าวหน้าต่อไปในอนาคตยังมีมากขึ้นในแง่การหาวิธีที่เหมาะสมทางด้านอุตสาหกรรม การลดต้นทุนการผลิต การผลิตเป็นการค้า ซึ่งเมื่อใดที่วิทยาการด้านนี้เจริญก้าวหน้าจนสามารถพัฒนาไปในเชิงการค้าและอุตสาหกรรมได้แล้ว ย่อมส่งผลไปสู่การสร้างพืชพันธุ์ใหม่ๆ ตลอดจนผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติที่กว้างขวางยิ่งขึ้น (รังสฤษฎ์, 2540)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ นั้นมีจุดมุ่งหมายแตกต่างกัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้หลายประการ เช่น

(1) เพื่อการขยายพันธุ์พืชให้ได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว ได้แก่ การเพาะเลี้ยงแคลลัส การเพาะเลี้ยงตาอด เป็นต้น เพื่อผลิตพันธุ์พืชซึ่งเราสามารถขยายหรือเพิ่มปริมาณพืชที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ในปริมาณมากและรวดเร็ว โดยอาศัยสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดสามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชเป็นทวีคูณ สะดวกต่อการเก็บรักษารวบรวมพันธุ์ แนวทางนี้ใช้กันแพร่หลายทั่วไป ในประเทศไทยมีพืชหลายชนิดที่เรานำมาขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ เช่น กล้วยไม้ กล้วยปาล์มน้ำมัน สตรอเบอร์รี่ ไม้ดอกไม้ประดับต่างๆ เป็นต้น

(2) เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทาน หรือต้านทาน ได้จากเงื่อนไขของอาหารและสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยง หรือการชักนำการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสี หรือสารเคมี (นิคัยศรี และคณะ, 2549)

2.5 สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant growth regulators)

สารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นชื่อรวมที่ใช้เรียกสารทั้งสารที่เกิดจากธรรมชาติและสารที่สังเคราะห์ขึ้นมาที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าเป็นสารอินทรีย์ที่พบในธรรมชาติซึ่งพืชสร้างขึ้นมาเองจะเรียกว่า ฮอร์โมน และการออกฤทธิ์ของฮอร์โมนแม้ว่าจะมีฮอร์โมนในปริมาณที่น้อย แต่ก็สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตจนพัฒนาเป็นส่วนต่างๆ ของพืชได้ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันคำว่า ฮอร์โมน มักใช้แทนสารที่สังเคราะห์ขึ้นมา ซึ่งมีอิทธิพลเหมือนกับฮอร์โมนที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมา (ประภัสสร, 2547)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ ออกซิน (Auxins), ไซโตไคนิน (Cytokinin), จิบเบอเรลลิน (Gibberellin), กรดแอบไซซิก (Absciscic acid) และก๊าซเอทิลีน (Ethylene gas) แต่สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ สารในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน (แสงจันทร์, 2547)

ออกซิน ทำหน้าที่ควบคุมการยึดตัวของเซลล์ การข่มตาข้าง (apical dominance) และการเกิดราก ชนิดของออกซินที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีทั้งชนิดที่พบในต้นพืช และชนิดที่เป็นออกซินสังเคราะห์ ออกซินที่พบในพืชทั่วไป ได้แก่ Indole-3-acetic acid (IAA) ส่วนออกซินสังเคราะห์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ 1-naphthalene acetic acid (NAA), Indole-3-butyric acid (IBA) และ 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีการใช้ IAA และ NAA ในความเข้มข้นที่ต่ำ เนื่องจากการใช้ออกซิน ความเข้มข้นสูงมักจะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช เช่น ใบ

ร่วงและต้นชะงักการเจริญเติบโตจนอาจทำให้ตายได้ ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (กาญจนาธิ และคณะ, 2542) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในบางครั้งอาจใช้ออกซินผสมกันมากกว่า 1 ชนิด เช่น NAA ร่วมกับ 2,4-D เป็นต้น Jambor-Benczur และ Marta-Riffer (1990) ทำการขยายพันธุ์ *Philodendron tuxtlanum* โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ออกรากได้

ไซโตไคนิน เป็นสารที่กระตุ้นการแบ่งเซลล์ กระตุ้นการแตกตาข้าง และชะลอการแก่ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมักนิยมใช้สารสังเคราะห์ของไซโตไคนินมากกว่าชนิดที่พบในธรรมชาติ สารสังเคราะห์ดังกล่าว ได้แก่ สารประกอบ Purine เช่น Benzylaminopurine (BAP) หรือ Benzyladenine (BA) และ 6-furfurylaminopurine (Kinetin) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นสาร Phenylureas เช่น Thidiazuron (TDZ) ส่วนไซโตไคนินที่เป็นสารธรรมชาติและใช้กันอยู่ ได้แก่ N_6 -(2-isopentenyl) adenine (2-iP) ซึ่งเป็นไซโตไคนินที่ออกฤทธิ์มากที่สุดชนิดหนึ่ง ส่วน Zeatin เป็นไซโตไคนินธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่มีราคาแพง จึงนิยมใช้ในงานวิจัยเท่านั้น BA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดหนึ่งซึ่งช่วยให้พืชมีการสร้างยอดจำนวนมาก เคยมีการศึกษาในพืชวงศ์เดียวกับฟีโลเดนดรอน เช่น อโกลาเซีย และ อโกลนีมา เป็นต้น โดยพบว่าการใช้ BA ความเข้มข้นสูงๆ สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ของอโกลาเซียให้มากขึ้นได้ (ชลิต, 2525) และในการศึกษาทำการเพาะเลี้ยงตาของอโกลนีมาบนอาหารสูตร MS ซึ่งคัดแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักร่วมกับน้ำตาลทราย 30 กรัมต่อลิตรนั้น การใช้ BA 0.1-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มปริมาณยอดได้มากเช่นกัน (สุรวิช, 2543) Jambor-Benczur และ Marta-Riffer (1990) ทำการขยายพันธุ์ *Philodendron tuxtlanum* โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าอาหารสูตร 1/2 MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นในสภาพปลอดเชื้อเพิ่มจำนวนได้ดี Zhang *et al.* (1997) ทำการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน *Philodendron erubescens* ได้ดีบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร

การที่ชิ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงจะพัฒนาไปเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับสัดส่วนของฮอร์โมนพืช โดยเฉพาะสัดส่วนของฮอร์โมนในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน ถ้าสัดส่วนของออกซินต่อไซโตไคนินสูง (ออกซิน > ไซโตไคนิน) ชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงจะพัฒนาไปเป็นราก (root) ถ้าสัดส่วนของออกซินต่อไซโตไคนินต่ำ (ออกซิน < ไซโตไคนิน) ชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงจะพัฒนาไปเป็นยอด (shoot) ซึ่งหากสัดส่วนสมดุลกันเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยงจะพัฒนาไปเป็นแคลลัส ซึ่งความเข้มข้นที่จะใช้แปรผันไปตามชนิดพืชและชิ้นส่วนพืชที่นำมาใช้เพาะเลี้ยง (อุดม, 2549)

2.6 การใช้ BA และ NAA เพื่อการชักนำยอดในพืช

ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สอร์โมนที่นิยมใช้กันมาก มีอยู่ 2 กลุ่ม ได้แก่ ไซโตไคนินและออกซิน ไซโตไคนิน ช่วยให้เกิดการแบ่งเซลล์และเกิดยอด ส่วนออกซิน ช่วยให้เซลล์ยึดตัวและเกิดราก ความจริงแล้วสารทั้งสองกลุ่มนี้จะมีปฏิกริยาร่วมกันและยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอีกด้วย เช่น แสงและอุณหภูมิ ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คืออาหารจะต้องมีอัตราส่วนและชนิดของสอร์โมนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับพืชแต่ละชนิดที่นำมาเพาะเลี้ยง ชิ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยง อาจจะมีไซโตไคนินหรือออกซินอยู่ในเนื้อเยื่ออยู่แล้วจำนวนหนึ่ง หรือเนื้อเยื่อเหล่านี้สามารถสังเคราะห์สอร์โมนขึ้นมาเองก็ได้ ถ้าในชิ้นส่วนพืชมีสอร์โมนเหล่านี้อยู่เพียงพอแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องเติมสอร์โมนลงไปในการเพาะเลี้ยง การเจริญของชิ้นส่วนพืชในอาหารเพาะเลี้ยง อาจจะเจริญขึ้นมาโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีออกซินหรือไซโตไคนิน หรืออาจต้องการออกซินหรือไซโตไคนินอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจต้องการทั้งออกซินและไซโตไคนินก็ได้ (สิวพงษ์, 2546) จากงานวิจัย *Philodendron pertusum* สามารถชักนำให้เพิ่มจำนวนต้นได้ในปริมาณมากเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (Kumar et al., 1998) และ *Philodendron oxycardium* สามารถเพิ่มจำนวนต้นได้ดีบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และออกรากได้ดีบนอาหารสูตร MS ที่เติม IAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (Koriesh and Al-Manie, 2000) จะเห็นว่าฟีโลเดนดรอนชนิดต่างๆ สามารถขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนต้นในสภาพปลอดเชื้อได้ดีเมื่อเติม BA ที่ความเข้มข้นต่างกัน ใช้ร่วมหรือไม่ร่วมกับสารในกลุ่มออกซิน ซึ่งความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ในอาหารเพาะเลี้ยงแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดและพันธุ์ (Pierik, 1997) ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำเพื่อเพิ่มปริมาณยอดนั้น มณีรัตน์ และ อรุณี (2542) พบว่าการเพาะขยายพันธุ์ *Cryptocoryne wendtii* โดยใช้ BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ดีที่สุด ส่วนการใช้ NAA ไม่มีผลต่อการเกิดต้นอ่อน ในขณะที่ นลินี (2545) พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดของ *C. wendtii* คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA 20 ไมโครโมลลาร์ อุไร (2542) ทำการทดลองสูตรอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA ปริมาณต่างๆ เพื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของอเมซอน (*Echinodorus argentinensis*) พบว่าอาหารที่เติม BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้สูงสุด ส่วนอาหารที่ไม่เติมทั้ง BA และ NAA จะเกิดรากมากที่สุดจากการทดลองของ กาญจนรี และคณะ (2542) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของหม่อม (*Cryptocoryne tonkinensis*) พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดยอดมากที่สุดเฉลี่ย 4.5 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ กาญจนรี (2543) สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนปลายยอดของโลบิเลีย

(*Lobellia cardinalis*) เกิดยอด และมีการเจริญเติบโตสูงที่ NAA ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหารสูตร MS โดยมียอดเฉลี่ย 45 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ สำหรับการทดลองของ ทิพวดี (2544) ทำการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อชักนำให้เกิดยอดในอสมนาค (*Syngonium* sp.) พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ได้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 4.1 ยอดต่อชิ้น ซึ่งไม่แตกต่างกับสูตรที่เติม BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ลักษณะ (2545) เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของแอมมานเนีย (*Ammannia senegalensis*) บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้นเนื้อเยื่อมากกว่าที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 2 เดือน ส่วนสูตรอาหารที่ชักนำให้เกิดรากมากที่สุด คือ อาหารสูตร MS ที่ไม่เติม IBA

พรเทพ (2547) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบอนสี (*C. bicolor*) สายพันธุ์ ‘เจ้าหญิง’ และ ‘เทพทรงศีล’ โดยใช้อาหารแข็งที่มีธาตุอาหารหลักและธาตุหลักของ Murashige และ Skoog (1962) ร่วมกับธาตุอาหารรองและวิตามินของ Ringe และ Nitsch (1968) โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 1.0, 2.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 10 สูตร พบว่าสามารถชักนำบอนสีพันธุ์เจ้าหญิงให้เกิดแคลลัสได้ทุกสูตร และเมื่อย้ายแคลลัสลงบนอาหาร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแคลลัสจากสูตรอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอดมากกว่า 10 ยอด ใน 1 ชิ้นใบ ในขณะที่บอนสีพันธุ์ ‘เทพทรงศีล’ สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสในอาหารสูตรที่ 6-10 ได้ดีที่สุด และเมื่อย้ายลงบนอาหาร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแคลลัสที่เจริญมาจากการเพาะเลี้ยงในอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอดมากที่สุด

Zhu และคณะ (1993) ศึกษาสีใบของต้นบอนสี *C. hortulanum* 3 สายพันธุ์ ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นใบสีต่างๆ บนอาหาร MS สูตรปรับปรุงที่เติม NAA และ BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสายพันธุ์ ‘Freida Hemple’ ใช้ชิ้นส่วนใบสีเขียวและแดง สายพันธุ์ ‘C.R.5’ ใช้ชิ้นใบสีเขียว ขาว และแดง สายพันธุ์ ‘Pink Cloud’ ใช้ชิ้นใบสีเขียว ขาว และชมพู พบว่าทั้งชิ้นสีเขียวและแดงของ ‘Freida Hemple’ สามารถเกิดยอดทวีคูณได้ และพบว่าทั้งใน ‘C.R.5’ และ ‘Pink Cloud’ ชิ้นใบสีเขียวสามารถเกิดยอดทวีคูณได้มากกว่าชิ้นใบสีแดงและชมพู ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดน้อย แต่พบว่าในสายพันธุ์ ‘Freida Hemple’ และ ‘C.R.5’ มีรูปแบบความผันแปรของใบคงที่ แต่สายพันธุ์ ‘Pink Cloud’ พบความผันแปรจากต้นแม่คือ เส้นใบสีขาวเปลี่ยนเป็นสีเขียว โดยการใช้ชิ้นใบสีชมพูเกิดการผันแปรของเส้นใบมากที่สุด (22 %) รองลงมาคือชิ้นใบสีเขียว (4.4 %) และชิ้นใบสีขาว (4.3 %)

Chu และ Yazawa (2001) ศึกษาความผันแปรและความคงที่ทางพันธุกรรมของลักษณะใบในต้นบอนสี (*C. hortulanum*) 13 สายพันธุ์ ที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนทวีคูณ โดยเฉพาะเลี้ยงขึ้นใบบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA พบว่ามี 5 สายพันธุ์ ที่ไม่มีความผันแปรของสีใบ ในขณะที่ 8 สายพันธุ์ มีความผันแปรของสีใบสูง ความผันแปรทั้งหมดของสีใบประกอบด้วย เส้นใบขาวหรือแดงถึงเขียว รูปร่างใบผันแปรจากใบกลมถึงใบไข่ อัตราความผันแปรของสีใบและรูปร่างใบอยู่ในช่วง 0.7-5.5 % ขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนของชิ้นเนื้อเยื่อนำมาเพาะเลี้ยง

Li และคณะ (2005) ศึกษาการเพาะเลี้ยงใบและก้านใบบอนสี *C. bicolor* cv. Jackie Suthers ในอาหารสูตร MS ที่มีน้ำตาล (Sucrose) 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และวุ้น (Phytigel) 2 กรัมต่อลิตร และสารเร่งการเจริญเติบโต BA, 2,4-D, Kinetin และ NAA พบว่าอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร กระตุ้นให้เกิดแคลลัสได้ดีที่สุด (มากกว่า 90%) ทั้งใบและก้านใบ และอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุด (68.6 %)

2.7 การกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทุกชนิดที่เกิดขึ้นกับสารพันธุกรรม (genetic materials) หรือ ดีเอ็นเอ ซึ่งไม่ได้เกิดจากการรวมตัว (recombination) หรือการแยกตัว (segregation) ของสารพันธุกรรมตามปกติ และสามารถถ่ายทอดลักษณะการเปลี่ยนแปลงนั้นไปยังเซลล์รุ่นลูกหลานได้ด้วยกระบวนการแบ่งเซลล์ (อรุณี, 2550) การเปลี่ยนแปลงของยีนจากสภาพหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่ง เรียกว่า การกลายพันธุ์ของยีน (gene mutation) และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครโมโซมแบบต่างๆ เรียกว่า การกลายพันธุ์ของโครโมโซม (chromosome mutation) (สิรินุช, 2540) ซึ่งเกิดจากการที่ยีนและโครโมโซมได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม หรือสิ่งกระตุ้นภายนอก การเปลี่ยนแปลงสภาพของยีนที่ควบคุมลักษณะหนึ่ง ซึ่งอาจมียีนคู่เดียวหรือหลายคู่ หรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครโมโซม ย่อมทำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะนั้น อาจทำให้ได้ลักษณะใหม่ที่ดีกว่าเดิม

2.7.1 การกลายพันธุ์ของพืชแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การกลายพันธุ์ของพืชที่เกิดตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งอาจเกิดจากสิ่งกระตุ้นที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น แสงอัลตราไวโอเลต รังสีต่างๆ ที่มีในธรรมชาติและสารเคมีต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงของยีนจากสืบทอดเหล่านี้ อาจมีเพียงเล็กน้อยและอัตราต่ำ แต่มีความสำคัญต่อวิวัฒนาการของพืช ในปัจจุบันมีการแนะนำว่าการ

กลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ อาจเกิดจากหน่วยชนิดหนึ่งเรียกว่า transposons ที่เคลื่อนที่ไปตามหรือระหว่างโครโมโซมเมื่อไปจับใกล้ยีนใดก็ทำให้ยีนนั้นเปลี่ยนสภาพได้ (ไพศาล และ ปิยะดา, 2550)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการกลายตามธรรมชาติของพืช

1. ปัจจัยภายในพืช

1.1 องค์ประกอบทางพันธุกรรมของพืช เป็นการกลายที่เกิดจากความผิดปกติภายในจีโนมของพืช ส่วนใหญ่เกิดจากความผิดพลาดในการจำลองดีเอ็นเอ รีคอมบิเนชัน และการซ่อมแซมการขาดหรือการเพิ่มของชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ทำให้พืชสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่ผิดปกติไป หรือเกิดจากปฏิกิริยาของ transposable element หรือ mutator gene (อรุณี, 2554)

1.2 ภาวะทางสรีระของพืช อายุในทางสรีระ (physiological ageing) ของเมล็ดพืชมีผลต่อความถี่ของการกลายตามธรรมชาติ มีการปลูกเมล็ดพืชที่เก็บไว้เป็นเวลานาน เปรียบเทียบกับเมล็ดที่เพิ่งเก็บเกี่ยวมาใหม่ พบว่าต้นที่ได้จากเมล็ดที่เก็บไว้เป็นเวลานาน แม้จะเก็บในสภาพที่เหมาะสม มีการกลายตามธรรมชาติหรือมีความแปรผันทางพันธุกรรมสูงกว่าต้นที่เกิดจากเมล็ดใหม่ ทั้งนี้ ในการเก็บเมล็ดไว้เป็นเวลานานๆ เมล็ดยังมีกระบวนการเมแทบอลิซึม ทำให้มีเมแทบอลิต์และของเสียอื่นๆ เกิดขึ้นภายในเซลล์ โดยสารที่เกิดขึ้นเหล่านี้ อาจมีสมบัติเป็นสื่อก่อการกลายขึ้นได้เองตามธรรมชาติ (อรุณี, 2554)

1.3 สิ่งก่อการกลายในพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ กระบวนการเมแทบอลิซึมในพืช ทำให้ได้เมแทบอลิต์หลายชนิดที่เป็นสื่อก่อการกลาย ได้แก่ สารที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ อะมิโน กรดอะมิโน กรดที่มีไนโตรเจน แอลดีไฮด์ แอลคาลอยด์ ฟีนอล คิวโนน โทรโพโลน คูมาริน ผลผลิตที่เกิดจากการสลายตัวของกรดนิวคลีอิก สิ่งก่อการกลายที่เกิดขึ้นเองภายในพืช มีความสำคัญในวิวัฒนาการของพืชชั้นสูง ตามปกติพืชแต่ละชนิดสามารถคุ้มครองตัวเองจากสิ่งก่อการกลายที่สร้างขึ้นเองได้ โดยการแยกเอนไซม์และซับสเตรตออกจากกัน โดยจัดแยกไว้ในออร์แกเนลล์ต่างกัน หรือมีการควบคุมไม่ให้เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีเกิดขึ้นยกเว้นเมื่อมีภาวะบางอย่างเกิดขึ้น เช่น ต้นมีบาดแผล ทำให้เอนไซม์ไปรวมตัวกับซับสเตรตได้ จึงก่อให้เกิดสารบางอย่างที่เป็นสื่อก่อการกลายขึ้น (อรุณี, 2554)

2. ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมหรือปัจจัยภายนอก

2.1 อาหาร การปลูกพืชในดินที่ขาดธาตุอาหารบางชนิด มีผลต่ออัตราการกลายตามธรรมชาติในปี ค.ศ. 1938 Stubb และ Doring ได้ทดลองปลูกต้นลินมังกร ในดินที่ขาดฟอสฟอรัส

ไนโตรเจน และกำมะถัน พบว่า ต้นลิ้นมังกรมีอัตราการกลายตามธรรมชาติสูงกว่ากลุ่มที่ปลูกในดินที่ไม่ขาดธาตุดังกล่าว (อรุณี, 2554)

2.2 อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน โดยเฉพาะการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นมีผลต่ออัตราการกลายในพืช มีการทดลองให้ความร้อนกับเมล็ดข้าวบาร์เลย์แล้วนำไปปลูกศึกษาความผิดปกติของโครโมโซม พบว่า ต้นที่ได้จากเมล็ดที่ผ่านการให้ความร้อนมีความผิดปกติของโครโมโซมและการกลายสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับความร้อน (อรุณี, 2554)

2.3 รังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติ หลังจากที Muller ค้นพบว่ารังสีมีคุณสมบัติเป็นสิ่งที่ก่อการกลายแล้ว จึงมีความคิดกันว่า รังสีที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ได้แก่ รังสีที่เกิดจากการสลายตัวของนิวไคลด์กัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียม ทอเรียม รังสีคอสมิกจากนอกโลก ตลอดจนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์นำมาใช้ในการแพทย์ เกษตร และอุตสาหกรรม น่าจะมีส่วนทำให้เกิดการกลายตามธรรมชาติได้ (อรุณี, 2554)

2. การกลายพันธุ์ของพืชที่เกิดจากสิ่งกระตุ้น (induced mutation) เป็นการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นจากการที่พืชได้รับสิ่งกระตุ้นการกลายพันธุ์ (mutagen) ซึ่งสิ่งกระตุ้นการกลายพันธุ์นั้นมี 2 ชนิด คือ

2.1 รังสี เป็นสิ่งที่เกิดจากสารกัมมันตภาพรังสีได้ 2 รูป คือ ในรูปอนุภาคหรือรูปมวล ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีบีตา นิวตรอน และรังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ รังสีเอ็กซ์ และรังสีแกมมา เมื่อพืชได้รับรังสีก็อาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้

2.2 สารเคมี มีสารเคมีหลายชนิดสามารถกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์ได้

2.7.2 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืช

การปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้างพืชสายพันธุ์ใหม่ ที่มีลักษณะที่ต้องการนั้นทำได้หลายวิธี วิธีการหนึ่งที่ทำให้ได้พืชสายพันธุ์ใหม่อย่างรวดเร็วกว่าวิธีดั้งเดิม และยังสามารถถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการไปยังรุ่นลูกชั่วต่อไปได้นั้น คือ การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (induced mutation) พันธุ์กลายที่ได้จากการชักนำให้เกิดในพืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ 2 แนวทาง คือ

(1) การใช้ประโยชน์โดยตรง คือ การนำมาขยายพันธุ์ ส่งเสริมได้ทันทีที่เหมาะสมกับพืชที่มีการปรับปรุงพันธุ์ยังไม่ได้ระดับสูงสุด สามารถเพิ่มความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้ง่ายทำให้ได้จีโนไทป์ใหม่ๆ ออกมาและนำไปใช้เป็นพันธุ์ใหม่ได้โดยตรง ระยะเวลาได้พันธุ์ใหม่จึงค่อนข้างสั้น

(2) การใช้ประโยชน์ทางอ้อม พันธุ์กลายที่มีลักษณะที่น่าสนใจ แต่ยังไม่ดีพอที่จะนำมาขยายพันธุ์โดยตรง เนื่องจากยังมีลักษณะอื่นๆ ที่ไม่ต้องการอยู่ด้วย โดยถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการเข้าไปยังพืชที่ต้องการปรับปรุง

การกลายพันธุ์ที่เกิดโดยไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด เรียกว่า การกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งมีอัตราการเกิดที่ต่ำ วิธีการต่างๆ ที่นำมาชักนำให้เกิดอัตราการกลายพันธุ์มากขึ้น เช่น การชักนำให้กลายพันธุ์โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การชักนำให้กลายพันธุ์ด้วยรังสี การชักนำให้กลายพันธุ์ด้วยสารเคมี

1. การชักนำให้เกิดกลายพันธุ์ด้วยรังสี

การกลายพันธุ์ในธรรมชาติมีอัตราการเกิดที่ต่ำ ในขณะที่การใช้สารเคมีหรือรังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์สามารถเกิดได้ในอัตราที่สูงกว่า การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ที่นิยมทำกัน คือ การชักนำด้วยรังสี

รังสี (radiation) หมายถึง พลังงานที่ออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) หรือ โฟตอน (photon) หรือ ออกมาในรูปของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก (particulate wave) ซึ่งสามารถแบ่งรังสีตามพลังงานที่มีอยู่ในตัวมันเองได้เป็น 2 พวก คือ รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดไอออน (non-ionizing radiation) และรังสีที่ก่อให้เกิดไอออน (ionizing radiation)

รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดไอออน (non-ionizing radiation) คือ รังสีที่มีพลังงานต่ำ เมื่อผ่านเข้าไปในตัวกลางใดๆ จะไม่สามารถทำให้ตัวกลางนั้นแตกตัวเป็นไอออน (ionization) เนื่องจากมีพลังงานไม่เพียงพอที่จะผลักอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอมได้ เช่น รังสี UV แสงสว่าง อินฟราเรด รังสีเลเซอร์ และไมโครเวฟ เป็นต้น

รังสีที่ก่อให้เกิดไอออน (ionizing radiation) คือ รังสีที่มีพลังงานสูงพอที่จะทำให้เกิดคู่อิออนในตัวกลางที่รังสีผ่านไป โดยทำให้อะตอมหรือโมเลกุล (กลุ่มของอะตอม) เกิดการสูญเสียอิเล็กตรอน หรือได้อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นมา หากเกิดการสูญเสียอิเล็กตรอน ก็จะกลายเป็นอะตอมหรือโมเลกุลที่มีประจุบวกหรือลบดังกล่าวว่า ไอออน ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ และอนุภาคนิวตรอน เป็นต้น

รังสีแกมมาเป็นรังสีที่ได้รับความนิยม เพื่อใช้ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชมากกว่ารังสีเอกซ์ เนื่องจากมีวิธีการฉายไม่ยุ่งยาก ไม่มีรังสีตกค้างอยู่ในพืชซึ่งจะไม่เป็นอันตรายแก่ผู้ที่นำพืชไปปลูก (สิรินุช, 2541) การชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการฉายรังสีสามารถทำให้พืชตายหรือเจริญเติบโตต่อไปได้ เกิดการกลายของเซลล์ร่างกาย การแตกหักของโครโมโซม และการเปลี่ยนแปลงจำนวนและขนาดของโครโมโซม (Datta, 2001) การกลายของยีนสามารถนำไปสู่ความ

แตกต่างของฟิโนไทป์จากต้นแม่และสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลานได้ (Encheva, 2009 and Morad *et al.*, 2011).

ผลของเซลล์พืชเมื่อได้รับรังสี

เมื่อเซลล์พืชได้รับรังสี หรืออนุภาคนิวตรอน รังสีหรืออนุภาคจะถ่ายพลังงานให้กับโมเลกุลต่างๆ ของเซลล์ ในกระบวนการถ่ายทอดพลังงาน ทำให้โมเลกุลที่ได้รับพลังงานแตกตัวเป็นไอออน และฟิสิกส์ของเซลล์ต่างๆ จะมีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลใหม่ มีการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกัน เกิดเป็นโมเลกุลที่มีคุณสมบัติทางชีวเคมีต่างไปจากเดิม (สิรินุช, 2540)

ความผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ภายหลังการได้รับรังสี จะส่งผลต่อโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ เช่น อาจมีผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์ต่างๆ กระบวนการเมตาโบลิซึม กระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะส่งผลต่อการแบ่งเซลล์ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ ชนิดของเซลล์ เป็นต้น โดยการแบ่งเซลล์นั้นอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลต่อเซลล์ได้ดังนี้

- (1) เซลล์ตายทันทีในขณะที่ได้รับรังสี
- (2) เซลล์ที่ได้รับรังสีอาจมีการแบ่งเซลล์ได้ระยะหนึ่ง หรือไม่มีการแบ่งเซลล์เลยแต่มีชีวิตอยู่ได้ระยะหนึ่ง หลังได้รับรังสีแล้วจึงตาย
- (3) เซลล์มีชีวิตอยู่ต่อไปได้ แต่ไม่มีการแบ่งเซลล์ได้อีก
- (4) เซลล์มีชีวิตอยู่และสามารถแบ่งเซลล์ต่อไปได้ แต่การแบ่งเซลล์ในระยะแรกๆ หลังได้รับรังสีแล้วจะช้าลงบ้าง (อรุณี, 2541) ทั้งนี้เนื่องจากพืชเมื่อได้รับรังสีทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายในเซลล์ แต่พืชก็มีการปรับตัวและมีการซ่อมแซมตัวเองให้สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (Sonnino *et al.*, 1986; Ahloowalia, 1998)

วิชชุดา (2537) ได้ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อหน้าวัวพันธุ์ Double Spathe ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อหลังจากฉายรังสีปริมาณ 0-5 เกรย์ พบว่าการเกิดยอดใหม่ และความสูงมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้น รังสีทำให้ลักษณะใบ ความยาวปล้อง การแตกตาข้างผิดปกติ และบางต้นเกิดลักษณะใบด่าง โดยรังสีปริมาณ 5 เกรย์ ทำให้เกิดลักษณะผิดปกติมากที่สุด

วิธีการฉายรังสี

การที่จะฉายรังสีแบบใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ตัวอย่างพืช และความพร้อมของอุปกรณ์ การฉายรังสี การฉายรังสีกับตัวอย่างพืชทำได้ 2 วิธีคือ

- (1) การฉายรังสีแบบเฉียบพลัน (Acute irradiation) คือ การให้รังสีโดยใช้อัตรารังสีและปริมาณรังสีสูง และสิ้นสุดการฉายในระยะเวลาสั้น

(2) การฉายรังสีแบบเรื้อรัง (Chronic irradiation) คือ การให้รังสีโดยใช้อัตรารังสีและปริมาณรังสีต่ำ และใช้เวลาในการฉายรังสีเป็นระยะเวลานาน เช่น เป็นสัปดาห์ เป็นเดือน หรือเป็นปี การหาปริมาณรังสีที่เหมาะสม

เนื่องจากพืชต่างชนิดกันจะมีความไวต่อรังสีที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการจะใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง จะต้องทราบปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่จะใช้กับพืชชนิดนั้นๆ เสียก่อน ปริมาณรังสีที่เหมาะสมอาจการศึกษาจากรายงานผลงานวิจัย หรือแนะนำโดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ หรือนักวิจัยเองสามารถทำการทดลองเบื้องต้น เพื่อหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมได้ เช่น ทำการหาค่า LD₅₀ (50% Lethal Dose) คือ ค่าที่ทำให้พืชมีอัตราการตาย 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ ค่า GR₅₀ (50% growth reduction) คือค่าที่ทำให้อัตราการเจริญลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (อรุณี, 2530) Broertjes และ van Harten (1988) พบว่าการฉายรังสีในปริมาณรังสีที่ต่ำสามารถชักนำให้เกิดการกลายได้น้อยแต่พืชมีอัตราการรอดชีวิตสูง

2. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารเคมี

มีสารเคมีหลายชนิดสามารถกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ในพืช ได้แก่

(1) อัลไคเลตติ้งเอเจนต์ (alkylating agent) คือ สารเคมีพวกที่มีหมู่อัลคิล ซึ่งก่อให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการที่กลุ่มอัลคิลทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของดีเอ็นเอ ทั้งกับกลุ่มฟอสเฟตและกลุ่มเบสพวกไพริมิดีน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีน นอกนั้นก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับโครโมโซมได้ด้วยเช่นกัน สารที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ethylmethanesulphonate (EMS) หรือบางครั้งเรียกว่า Radiomimetic substance ซึ่งให้ผลคล้ายกับรังสีอย่างมาก (ไพศาล และ ปิยะดา, 2550) จากงานวิจัยการใช้สารเคมี ethylmethanesulphonate (EMS) ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ใน *Syngonium podophyllum* (Gaul et al., 1972)

(2) สารเคมีที่มีโมเลกุลคล้ายเบส (base analogues) เป็นกลุ่มของสารเคมีที่มีโมเลกุลคล้ายเบสของดีเอ็นเอ จึงสามารถเข้าแทนที่เบสได้ และยังทำให้การแบ่งตัวของดีเอ็นเอเป็นไปตามปกติ ได้แก่ 5-BU และ 2-AP ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับไทมีน และอะเดนีน ตามลำดับ สามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในอัตราคงที่ (ไพศาล และ ปิยะดา, 2550)

(3) อะคริดีนส์ (acridine) สารเคมีในกลุ่มนี้เป็นพวกสีย้อม ได้แก่ proflavin, acriflavin, acridine orange และ ethidium bromide สารเคมีเหล่านี้มีผลต่อดีเอ็นเอโดยตรง เช่น ethidium bromide ทำให้มีคู่เบสเพิ่มขึ้นหรือลดลง (ไพศาล และ ปิยะดา, 2550)

(4) โคลชิซิน (colchicine) เป็นสารแอลคาลอยด์ (alkaloid) ที่สกัดได้จากเมล็ดและหัว (corm) ของพืชชนิดหนึ่งชื่อ *Colchicum autumnale* L. และยังพบในพืชสกุล *Colchicum* ชนิดอื่นๆ

(Boye and Brossi, 1992) และพืชในสกุล *Liliaceous* หลายชนิด เช่น ดอกดัง (*Gloriosa superba*) เป็นต้น โคลชิซินมีสูตรทางเคมี คือ $C_{22}H_{25}NO_6$ (Anderson, 1949)

Pryor (1972) ได้ศึกษาผลของการแช่เมล็ดเยอบีร่าในสารโคลชิซิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง แล้วสารโคลชิซินออกและแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำออกปลูกพบว่า สามารถชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ ซึ่งต้นที่ได้มีลักษณะผิดไปจากต้นดิพลอยด์ คือมีโครโมโซมเพิ่มเป็น 2 เท่า ซึ่งผลที่ตามมาคือ ส่วนประกอบต่างๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น ปากใบ ละอองเกสร กลีบดอก ขนาดดอก ความหนาใบ ใบมีลักษณะผิดรูปร่างและมีสีเขียวเข้มขึ้น

(5) สารเคมีอื่นๆ มีอีกหลายชนิดที่ทำให้พืชกลายพันธุ์ เช่น โซเดียมเอไซด์ (sodiumazide) มีประสิทธิภาพทำให้กลายพันธุ์สูง ทำให้เกิดการหักขาดของโครโมโซม (ไพศาล และ ปิยะดา, 2550)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 พืชทดลอง

ต้นฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ได้รับความอนุเคราะห์จากกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

- (1) เครื่องชั่งไฟฟ้า เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง หม้อนึ่งความดันไอ ตู้ยายเนื้อเยื่อ เต้าแก๊ส ช้อนตักสาร บีกเกอร์ กระบอกตวง มีดผ่าตัด ปากคีบ ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
- (2) ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส พร้อมชั้นวางที่มีหลอดไฟเรืองแสงสีขาว ความเข้มแสงประมาณ 2,000 ลักซ์ ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน
- (3) อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลและบันทึกผล เช่น เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ดิจิตอล

3.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

- (1) สารเคมีในการเตรียมอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) (ตารางผนวกที่ 1)
- (2) สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ 6-benzyladenine (BA) และ naphthaleneacetic acid (NAA)
- (3) สารเคมีสำหรับฟอกฆ่าเชื้อ ได้แก่ คลอโรกซ์ แอลกอฮอล์ และสารลดแรงตึงผิว (tween 20)
- (4) สารเคมีที่ใช้ปรับความเป็นกรด-ด่างของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

3.1.4 การฉายรังสีแกมมา

- (1) เครื่องฉายรังสีแกมมาที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ อ.องครักษ์ จ.นครนายก

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของความเข้มข้นของ BA และ NAA ต่อการเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

1.1 การฟอกฆ่าเชื้อ ต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด โดยการนำชิ้นส่วนยอดมาลอกกาบใบออกให้หมด ล้างให้สะอาด แช่แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำเข้าตู้ปลอดเชื้อ ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอโรกซ์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เติมสารลดแรงตึงผิว (tween 20) ประมาณ 1-2 หยด เป็นเวลา 10 นาที แล้วย้ายชิ้นส่วนลงฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอโรกซ์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เติมสารลดแรงตึงผิว (tween 20) ประมาณ 1-2 หยด เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งมาเชื้อแล้ว 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที เพื่อนำชิ้นส่วนที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วไปใช้ในการทดลองที่ 1 ต่อไป โดยนำต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื่อดังกล่าวข้างต้นแล้วเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS เป็นเวลา 20 สัปดาห์ แล้วนำมาตัดปลายยอดขนาด 0.5 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหาร MS จำนวน 8 สูตร ที่ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.7 โดยประกอบด้วยสูตรอาหารดังนี้

- อาหารสูตรที่ 1 MS (ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และไฟต้าเจล (Phytigel) 2.5 กรัมต่อลิตร) เป็นอาหารสูตรควบคุม
- อาหารสูตรที่ 2 MS + BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- อาหารสูตรที่ 3 MS + BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร
- อาหารสูตรที่ 4 MS + BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร
- อาหารสูตรที่ 5 MS + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
- อาหารสูตรที่ 6 MS + BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
- อาหารสูตรที่ 7 MS + BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
- อาหารสูตรที่ 8 MS + BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.2 ทดลองเลี้ยงในขวด ขนาด 4 ออนซ์ ที่มีปริมาณอาหาร 20 มิลลิลิตร และนำไปเพาะเลี้ยงในห้องภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

1.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งออกเป็น 8 สูตรอาหาร โดยแต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ จำนวนรวม 72 หน่วยการทดลอง โดยวางปลายยอดของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด จำนวน 1 ชิ้นส่วนต่อ 1 ขวด บันทึกผลทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยบันทึก จำนวนยอด ความสูงยอด จำนวนใบ และจำนวนราก ที่เจริญจากชิ้นส่วนปลายยอดของ

ฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

การทดลองที่ 2 ผลของปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

2.1 นำต้นอ่อนฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS เป็นเวลา 20 สัปดาห์ เปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์ จากนั้นนำต้นที่มีขนาดเท่าๆ กัน ไปฉายรังสีแกมมาในปริมาณรังสีที่ต่างกัน คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เกรย์

2.2 หลังจากการฉายรังสีแล้วย้ายลงอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS และนำมาเพาะเลี้ยงต่ออีก 12 สัปดาห์ เปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์ ภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

2.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยในแต่ละปริมาณรังสีแกมมามี 3 ซ้ำ จำนวนรวม 54 หน่วยการทดลอง โดยใส่ต้นอ่อนฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด 1 ต้นต่อ 1 ขวด บันทึกผลทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ บันทึกอัตราการรอดชีวิต ความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนราก และลักษณะที่ต่างไปจากต้นปกติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.3 สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย

3.3.1 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ อ. ัญบุรี จ.ปทุมธานี และฉายรังสีแกมมาที่ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ อ.องครักษ์ จ.นครนายก

3.3.2 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มทำการวิจัยเดือน มีนาคม 2560 ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ.2561

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์

4.1 ผลของอัตราความเข้มข้นของ BA และ NAA ต่อการเพิ่มจำนวนยอดของฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ในสภาพปลอดเชื้อ

4.1.1 การเพิ่มจำนวนยอด

จากการศึกษาผลของ BA และ NAA ต่อการชักนำยอดของฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด โดยตัดปลายยอดฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด ขนาด 0.5 เซนติเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและเพาะเลี้ยงไว้เป็นเวลา 20 สัปดาห์ บนอาหาร MS จำนวน 8 สูตร คือ สูตรที่ 1 (MS), สูตรที่ 2 (MS + BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร), สูตรที่ 3 (MS + BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร), สูตรที่ 4 (MS + BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร), สูตรที่ 5 (MS + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร), สูตรที่ 6 (MS + BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร), สูตรที่ 7 (MS + BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) และสูตรที่ 8 (MS + BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า

ในสัปดาห์ที่ 2 ไม่มีการเกิดยอดใหม่ขึ้นในอาหารทุกสูตร ส่วนในสัปดาห์ที่ 4 มีการเจริญเป็นยอดใหม่เฉพาะในอาหารสูตรที่ 1 (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2)

ตารางที่ 4.1 จำนวนยอดของฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์

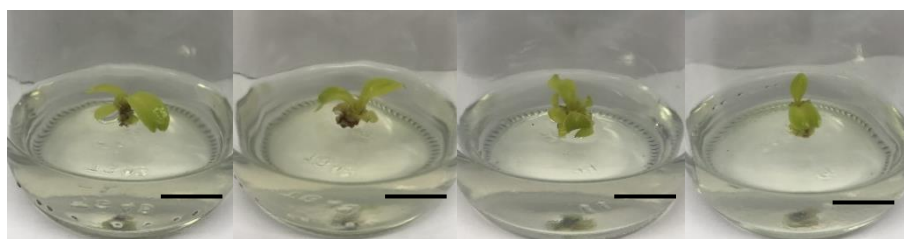
สูตรอาหาร	จำนวนยอด ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
1	1.00±0.00	1.33±0.00	2.00±0.00 ^{1/c 2/}	2.00±0.00 ^c	2.11±0.19 ^f	2.11±0.19 ^c
2	1.00±0.00	1.00±0.00	3.50±0.19 ^b	3.89±0.19 ^c	4.11±0.19 ^d	4.56±0.20 ^b
3	1.00±0.00	1.00±0.00	3.30±0.19 ^b	3.44±0.20 ^d	3.44±0.20 ^c	4.11±0.19 ^{bc}
4	1.00±0.00	1.00±0.00	2.90±0.19 ^b	3.44±0.20 ^d	3.33±0.00 ^c	4.00±0.00 ^{bc}
5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.40±0.19 ^d	1.67±0.00 ^c	1.78±0.19 ^f	2.22±0.39 ^c
6	1.00±0.00	1.00±0.00	3.90±0.39 ^a	6.11±0.19 ^a	7.45±0.39 ^a	8.56±2.14 ^a
7	1.00±0.00	1.00±0.00	3.00±0.00 ^b	4.44±0.20 ^b	5.89±0.19 ^c	7.11±0.19 ^a
8	1.00±0.00	1.00±0.00	4.00±0.19 ^a	4.67±0.00 ^b	6.56±0.51 ^b	8.55±0.69 ^a
CV (%)	0.00	0.00	6.94	4.14	6.28	15.90
F-test	ns	ns	**	**	**	**

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ

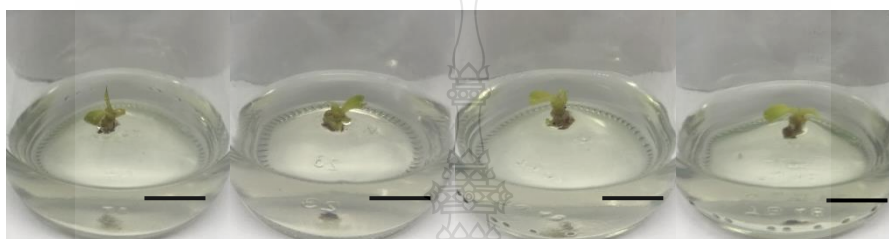


สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

สูตรที่ 3

สูตรที่ 4



สูตรที่ 5

สูตรที่ 6

สูตรที่ 7

สูตรที่ 8

ภาพที่ 4.1 ลักษณะยอดฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)



สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

สูตรที่ 3

สูตรที่ 4



สูตรที่ 5

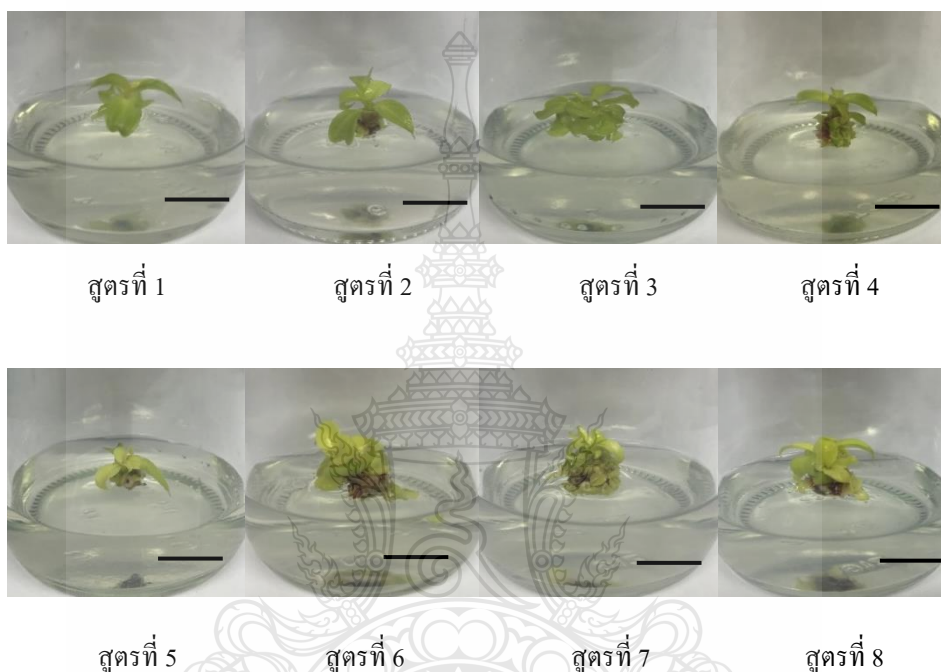
สูตรที่ 6

สูตรที่ 7

สูตรที่ 8

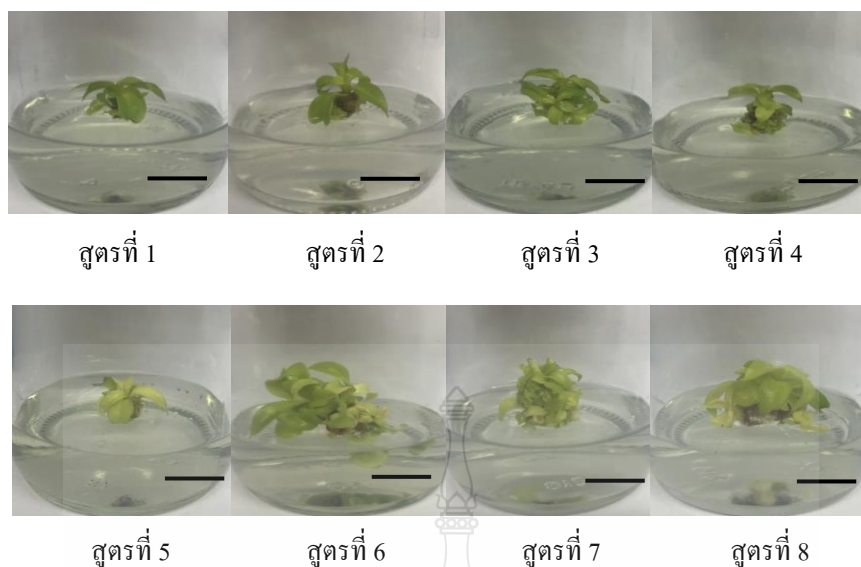
ภาพที่ 4.2 ลักษณะยอดฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 6 จำนวนยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหาร เพาะเลี้ยงสูตรที่ 8 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 4.00 ยอด รองลงมาคืออาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 7, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีจำนวนยอดเฉลี่ยคือ 3.90, 3.50, 3.30, 3.00, 2.90, 2.00 และ 1.40 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.3)



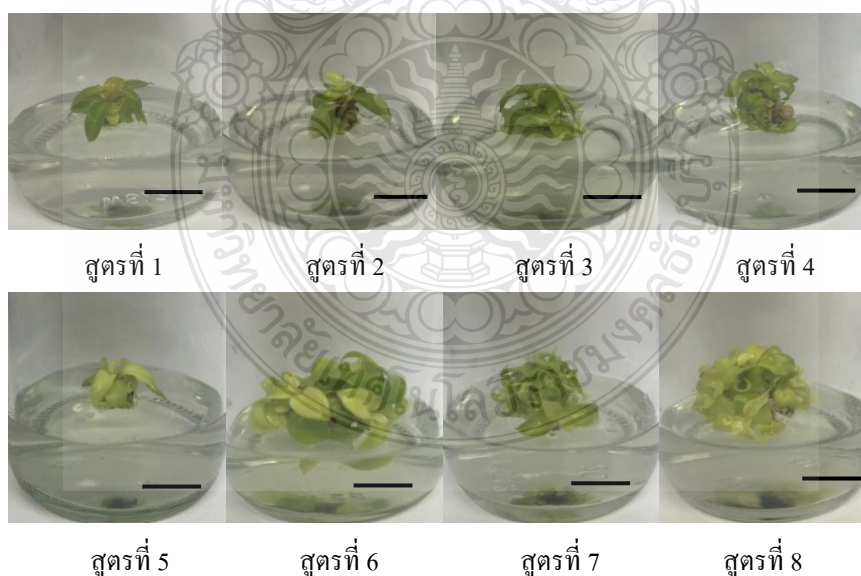
ภาพที่ 4.3 ลักษณะยอดพืไคเดนดรอน เซอร์วีเรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 8 จำนวนยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหาร เพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 6.11 ยอด รองลงมาคืออาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 8, สูตรที่ 7, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีจำนวนยอดเฉลี่ยคือ 4.67, 4.44, 3.89, 3.44, 3.44, 2.00 และ 1.67 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะยอดฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 10 จำนวนยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 7.45 ยอด รองลงมาคือ สูตรที่ 8, สูตรที่ 7, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 จำนวนยอดเฉลี่ยคือ 6.56, 5.89, 4.11, 3.44, 3.33, 2.11 และ 1.78 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.5)

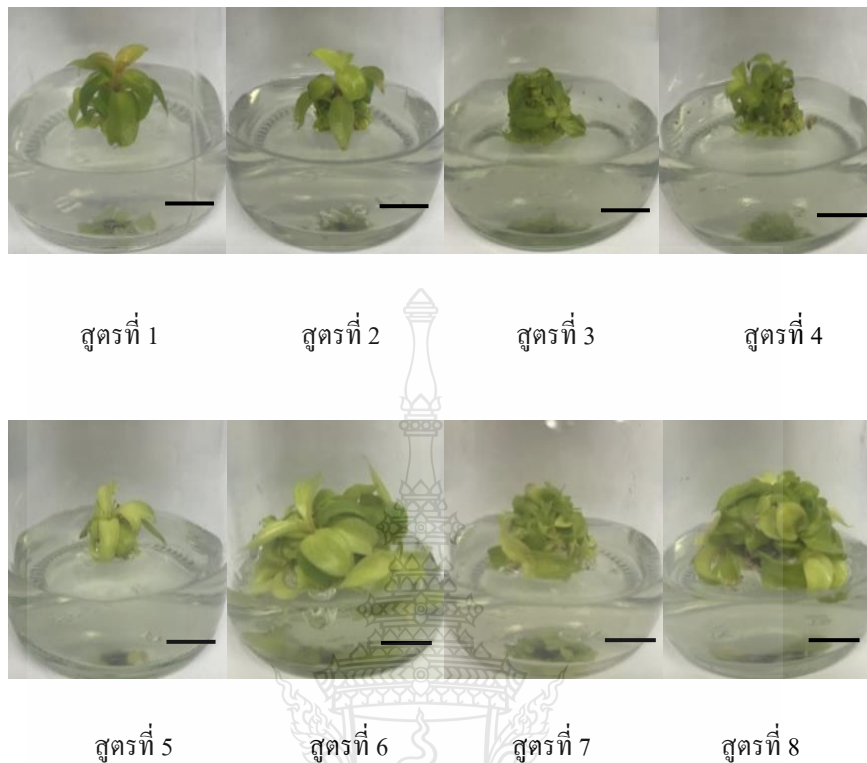


ภาพที่ 4.5 ลักษณะยอดฟิโลเดนดรอน เซอร์รี่เรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 12 จำนวนยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยอาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 8.56 ยอด รองลงมาคือ สูตรที่ 8, สูตรที่ 7, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 5 และสูตรที่ 1 โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ย เท่ากับ 8.55, 7.11, 4.56, 4.11, 4.00, 2.22 และ 2.11 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.6)

จากการทดลองจะเห็นว่า ในสัปดาห์ที่ 12 อาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งเป็นสูตรที่เติมเฉพาะ BA เข้มข้น 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ลักษณะยอดที่เกิดขึ้น เกิดเป็นยอดสั้นขนาดเล็ก และขนาดของยอดลดลงเมื่อความเข้มข้นของ BA เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.6) แต่ให้จำนวนยอดน้อยกว่าสูตรที่ 6, 7 และ 8 ซึ่งให้จำนวนยอดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และยอดมีลักษณะที่สมบูรณ์ แข็งแรง มากที่สุด

Bhojwani และ Razdan (1996) กล่าวว่าไว้ว่าการเพิ่มจำนวนยอดด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นทำได้โดยเพาะเลี้ยงบนอาหารที่มีไซโตไคนินในปริมาณที่เหมาะสมและมีหรือไม่มีออกซินก็ได้ โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนินและออกซิน นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Bhojwani and Razdan, 1996; Pierik, 1997) ในพืชบางชนิดใช้ไซโตไคนินเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอต่อการเพิ่มจำนวนยอด แต่ในพืชบางชนิดต้องใช้สารทั้งสองกลุ่มในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยใช้ไซโตไคนินในปริมาณมากกว่าออกซินเมื่อต้องการกระตุ้นการเกิดหรือเพิ่มจำนวนยอด (Bhojwani and Razdan, 1996; บุญยืน, 2540; รังสฤษดิ์, 2540) จากการทดลอง แสดงให้เห็นว่า BA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนินที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนยอดของพืชในสกุลนี้ อย่างไรก็ตามการใช้ไซโตไคนินในความเข้มข้นที่สูงจะทำให้ยอดที่เกิดขึ้นมีจำนวนมาก แต่การเจริญเติบโตของแต่ละยอดจะชะงัก (Bhojwani and Razdan, 1996) โดยจะไปยับยั้งการยืดยาวของลำต้นและราก (นภค, 2537; คำณูณ, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่า การเพาะเลี้ยงยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2-3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาของยอดจำนวนมาก แต่ยอดมีขนาดเล็กและความยาวยอดน้อย ดังนั้น อาจจำเป็นต้องลดความเข้มข้นของไซโตไคนินลง เพื่อให้ได้ต้นเจริญยืดยาวมากขึ้น (บุญยืน, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองเมื่อลดความเข้มข้นลงเป็น BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมี NAA ร่วมอยู่ในการเพาะเลี้ยงด้วย พบว่า ยอดมีความยาวเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.6 ลักษณะยอดฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

4.1.2 ความสูงยอด

ผลของ BA และ NAA ที่มีต่อความสูงยอดของฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 ความสูงยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 3 มีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 11.01 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 2, สูตรที่ 1, สูตรที่ 4, สูตรที่ 8, สูตรที่ 5, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 6 มีความสูงเฉลี่ย คือ 10.37, 9.61, 9.10, 9.05, 8.93, 8.86 และ 8.53 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.2 ความสูงยอดของฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ความสูงยอด (มิลลิเมตร) ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
1	9.61±0.10 ^{1/b 2/}	11.17±1.00 ^{ab}	10.98±0.24 ^d	11.83±0.47 ^b	13.27±0.20 ^b	14.08±0.15 ^c
2	10.37±0.33 ^a	10.44±0.24 ^{bc}	11.60±0.83 ^{cd}	13.65±0.24 ^a	14.15±0.31 ^b	15.02±0.59 ^{bc}
3	11.01±0.36 ^a	10.86±0.13 ^{abc}	11.56±0.21 ^{cd}	12.05±0.61 ^b	13.58±0.41 ^b	13.80±0.03 ^c
4	9.10±0.11 ^{bc}	10.03±0.20 ^c	10.83±0.25 ^d	11.58±0.48 ^b	14.11±0.35 ^b	14.32±0.16 ^c
5	8.93±0.39 ^{bc}	8.62±0.35 ^d	9.16±0.07 ^c	10.19±0.17 ^c	10.74±0.24 ^c	11.18±0.09 ^d
6	8.53±0.15 ^c	10.27±0.05 ^{bc}	11.91±0.19 ^c	13.60±0.22 ^a	16.06±0.64 ^a	18.54±1.25 ^a
7	8.86±0.26 ^{bc}	11.67±0.14 ^a	13.03±0.07 ^b	14.02±0.29 ^a	16.07±0.46 ^a	16.00±0.15 ^b
8	9.05±0.40 ^{bc}	11.18±0.17 ^{ab}	14.13±0.28 ^a	14.18±0.08 ^a	16.87±0.47 ^a	15.89±0.29 ^b
CV (%)	3.05	3.80	2.99	2.86	2.83	3.42
F-test	**	**	**	**	**	**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สัปดาห์ที่ 4 ความสูงยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 7 มีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 11.67 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 8, สูตรที่ 1, สูตรที่ 3, สูตรที่ 2, สูตรที่ 6, สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 มีความสูงยอดเฉลี่ย คือ 11.18, 11.17, 10.86, 10.44, 10.27, 10.03 และ 8.62 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

สัปดาห์ที่ 6 ความสูงยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 8 มีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 14.13 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 7, สูตรที่ 6, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 1, สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 มีความสูงยอดเฉลี่ย คือ 13.03, 11.91, 11.60, 11.56, 10.98, 10.83 และ 9.16 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.3)

สัปดาห์ที่ 8 ความสูงยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 8 มีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 14.18 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 7, สูตรที่ 2, สูตรที่ 6, สูตรที่ 3, สูตรที่ 1, สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 มีความสูงยอดเฉลี่ย คือ 14.02, 13.65, 13.60, 12.05, 11.83, 11.58 และ 10.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.4)

สัปดาห์ที่ 10 ความสูงยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 8 มีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 16.87 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 7, สูตรที่ 6,

สูตรที่ 2, สูตรที่ 4, สูตรที่ 3, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีความสูงยอดเฉลี่ย คือ 16.07, 16.06, 14.15, 14.11, 13.58, 13.27 และ 10.74 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.5)

สัปดาห์ที่ 12 ความสูงยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 มีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 18.54 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 7, สูตรที่ 8, สูตรที่ 2, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1, สูตรที่ 3 และสูตรที่ 5 มีความสูงยอดเฉลี่ย คือ 16.00, 15.89, 15.02, 14.32, 14.08, 13.80 และ 11.18 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.6)

ซึ่งต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารที่มี BA ความเข้มข้นสูงขึ้น มีการเจริญเติบโตด้านความสูงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในดาหลาของ ปันดดา (2539) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้น BA ให้สูงขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นดาหลาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงลดลง โดยต้นที่ได้รับ BA มีความสูงน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับ BA หรือมี BA ความเข้มข้นต่ำกว่า เช่นเดียวกับการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ กุหลาบ (กษกร, 2533) โลอาทริส (ชื่นจิต, 2534), ปทุมมา (อรอุบล, 2534) และหน่วว้าวพันธุ์ดวงสมร (วิษุตา, 2535)

4.1.3 จำนวนใบ

ผลของ BA และ NAA ที่มีต่อจำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 1 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 3.89 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 3, สูตรที่ 2, สูตรที่ 4, สูตรที่ 5, สูตรที่ 6, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 3.22, 2.89, 2.44, 1.56, 1.44, 1.44 และ 1.33 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.3 จำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนใบ ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
1	3.89±1.29 ^{1/a 2/}	6.11±2.74 ^c	7.00±2.83 ^c	8.44±3.89 ^d	9.56±4.86 ^d	13.11±4.72 ^c
2	2.89±0.67 ^{bc}	8.11±2.63 ^b	9.89±3.68 ^b	13.11±4.51 ^b	16.22±4.25 ^c	18.33±5.33 ^c
3	3.22±2.06 ^b	10.00±2.27 ^a	10.56±2.81 ^{ab}	10.78±4.19 ^c	11.89±4.47 ^d	17.67±4.22 ^c
4	2.44±0.70 ^c	5.44±1.55 ^d	6.67±1.91 ^c	8.67±2.63 ^d	10.89±2.37 ^d	16.22±3.57 ^c
5	1.56±0.53 ^d	2.67±0.97 ^f	4.89±1.57 ^d	5.78±2.45 ^e	8.56±3.30 ^d	12.78±4.12 ^c
6	1.44±0.70 ^d	5.33±1.89 ^d	11.89±4.64 ^a	18.22±5.87 ^a	27.22±7.53 ^a	36.78±9.58 ^a
7	1.44±0.53 ^d	4.67±1.35 ^e	7.67±2.28 ^c	14.45±5.50 ^b	22.11±8.70 ^b	30.33±11.57 ^b
8	1.33±0.71 ^d	5.89±3.10 ^{cd}	9.89±5.18 ^b	14.78±7.21 ^b	22.89±8.61 ^b	25.22±9.26 ^b
CV (%)	10.81	4.05	8.68	5.94	8.18	12.37
F-test	**	**	**	**	**	**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สัปดาห์ที่ 4 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 3 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 10.00 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 2, สูตรที่ 1, สูตรที่ 8, สูตรที่ 4, สูตรที่ 6, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 5 มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 8.11, 6.11, 5.89, 5.44, 5.33, 4.67 และ 2.67 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.2)

สัปดาห์ที่ 6 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 11.89 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 3, สูตรที่ 2, สูตรที่ 8, สูตรที่ 7, สูตรที่ 1, สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 10.56, 9.89, 9.89, 7.67, 7.00, 6.67 และ 4.89 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.3)

สัปดาห์ที่ 8 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 18.22 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 8, สูตรที่ 7, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 14.78, 14.45, 13.11, 10.78, 8.67, 8.44 และ 5.78 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.4)

สัปดาห์ที่ 10 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 27.22 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 8, สูตรที่ 7, สูตรที่ 2,

สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 22.89, 22.11, 16.22, 11.89, 10.89, 9.56 และ 8.56 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.5)

สัปดาห์ที่ 12 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 6 มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 36.78 ใบ รองลงมาคือ สูตรที่ 7, สูตรที่ 8, สูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 30.33, 25.22, 18.33, 17.67, 16.22, 13.11 และ 12.78 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3, ภาพที่ 4.6) โดยใบที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 6 มีลักษณะรูปร่างที่สมบูรณ์เหมือนกับต้นแม่พันธุ์

การเพิ่มความเข้มข้นขึ้นของ BA ทำให้จำนวนใบลดลง เช่นเดียวกับการทดลองในบัวหลวงที่พบว่า เมื่อใช้ BA ความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้บัวหลวงมีจำนวนใบลดลง (ณราวุฒิ, 2539)

4.1.4 จำนวนราก

ผลของ BA และ NAA ที่มีต่อจำนวนรากของฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 1 มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.33 ราก รองลงมาคือ สูตรที่ 5 มีจำนวนรากเฉลี่ย 0.22 ราก ส่วนสูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 6, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ไม่เกิดราก (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.1) ลักษณะรากของฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด จะมีขนสีขาวรอบๆ ราก

ตารางที่ 4.4 จำนวนรากของฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนราก ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
1	0.33±0.00 ^{1/ a 2/}	0.56±0.20 ^a	0.56±0.20 ^a	0.67±0.00 ^b	1.00±0.00 ^a	1.33±0.00 ^a
2	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d
3	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d
4	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d
5	0.22±0.19 ^a	0.33±0.00 ^b	0.67±0.00 ^a	1.11±0.19 ^a	1.11±0.19 ^a	1.22±0.19 ^{ab}
6	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.33±0.00 ^b	0.56±0.20 ^b	0.89±0.19 ^{ab}	1.00±0.00 ^b
7	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.67±0.00 ^b	0.67±0.00 ^b	0.67±0.00 ^c
8	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.11±0.19 ^c	0.11±0.19 ^c	0.11±0.19 ^d
CV (%)	97.98	62.62	35.67	30.25	24.69	17.60
F-test	**	**	**	**	**	**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สัปดาห์ที่ 4 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 1 มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.56 ราก รองลงมาคือสูตรที่ 5 ให้จำนวนรากเฉลี่ย 0.33 ราก ส่วนสูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 6, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ไม่เกิดราก (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.2)

สัปดาห์ที่ 6 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 5 ให้จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.67 ราก รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 6 ให้จำนวนรากเฉลี่ย 0.56 และ 0.33 ราก ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 2, สูตรที่ 3, สูตรที่ 4, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ไม่เกิดราก (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.3)

สัปดาห์ที่ 8 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 5 ให้จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.11 ราก รองลงมาคือ สูตรที่ 1, สูตรที่ 7, สูตรที่ 6 และสูตรที่ 8 มีจำนวนรากเฉลี่ยคือ 0.67, 0.67, 0.56 และ 0.11 ราก ส่วนสูตรที่ 2, สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่เกิดราก (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.4)

สัปดาห์ที่ 10 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 5 ให้จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.11 ราก รองลงมาคือสูตรที่ 1, สูตรที่ 6, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ให้จำนวนรากเฉลี่ย คือ 1.00, 0.89, 0.67 และ 0.11 ราก ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 2, สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่เกิดราก (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.5)

สัปดาห์ที่ 12 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ อาหารเพาะเลี้ยงสูตรที่ 1 มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.33 ราก รองลงมาคืออาหารเพาะเลี้ยง สูตรที่ 5, สูตรที่ 6, สูตรที่ 7 และสูตรที่ 8 ให้จำนวนรากเฉลี่ย คือ 1.22, 1.00, 0.67 และ 0.11 ราก ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 2, สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่เกิดราก (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.6)

ดังนั้นไม่พบการเกิดรากในสูตรที่มีการเติมเฉพาะ BA ทุกสูตร ส่วนสูตรที่ทำให้มีการเกิดรากมากที่สุด และรากมีลักษณะปกติ คือ สูตรควบคุม (ตารางที่ 4.4)

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jambor-Benczur และ Marta-Riffer (1990) ที่ทำการขยายพันธุ์ *Philodendron tuxtilanum* โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ออกรากได้ อย่างไรก็ตามในพืชบางชนิดสามารถเกิดรากได้ในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (Bhojwani and Razdan, 1996; รังสฤษดิ์, 2540) แต่ในพืชบางชนิดจำเป็นต้องเติมสารในกลุ่มออกซิน ซึ่งสารในกลุ่มนี้ที่นิยมใช้ในการชักนำให้เกิดราก ได้แก่ IAA, IBA และ NAA (Bhojwani and Razdan, 1996; Pierik, 1997) ความเข้มข้นที่ใช้สำหรับ IAA คือ 0.01-10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน IBA และ NAA อยู่ในช่วง 0.001-10 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า IAA เนื่องจากมีประสิทธิภาพมากกว่า หากใช้สาร

ควบคุมการเจริญเติบโตเหล่านี้ในปริมาณที่มากเกินไป จะยับยั้งการเกิดรากและชักนำให้เกิดแคลลัสแทน (Pierik, 1997)

4.2 ผลของปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

4.2.1 ผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการรอดชีวิต

เมื่อนำต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาเฉพาะเลี้ยงในอาหาร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ามีการรอดชีวิตทั้งหมด แต่ต้นที่ได้รับรังสีแกมมาในปริมาณ 50 และ 40 เกรย์ พบใบบริเวณโคนต้นมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น ในสัปดาห์ที่ 11 และสัปดาห์ที่ 12 ตามลำดับ โดย Broertjes และ van Harten (1988) พบว่าการฉายรังสีในปริมาณรังสีที่ต่ำสามารถชักนำให้เกิดการกลายไต้น้อย แต่พืชมีอัตราการรอดชีวิตสูง สอดคล้องกับการฉายรังสีในไม้ใบชนิดอื่น รวมไปถึง *Gladiolus sp.* (Cantor and Korosfof, 2002), *Torenia fournieri* และ *Torenia baillonii* (Jala, 2011; Sawangmee et al., 2011), *Gerbera jamesonii* (Hasbullah et al., 2012), *Philodendrons scandens* (Khateeb et al., 2016) และ Gang et al. (2007) ได้ศึกษาใน *Narcissus tazetta* พบว่า อัตราการรอดชีวิตลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อเยื่อและเซลล์เจริญของพืชถูกทำลาย (Tien et al., 2000; Kovacs and Keresztes, 2002)

4.2.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด

4.2.2.1 ความสูง

จากการศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างกัน ต่อการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า

สัปดาห์ที่ 2 ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด คือ 11.75 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 50, 40, 20 และ 30 เกรย์ มีความสูงต้นเฉลี่ย คือ 10.63, 10.50, 9.94, 9.88 และ 9.37 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.7)

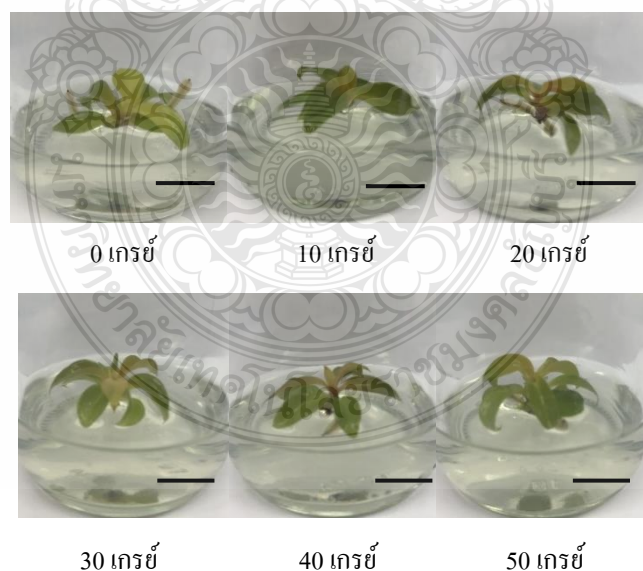
ตารางที่ 4.5 ความสูงของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ปริมาณรังสี (เกรย์)	ความสูงต้น (มิลลิเมตร) ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
0	11.75±0.21 ^{1/a 2/}	10.49±0.42 ^a	12.14±0.38 ^a	12.41±0.61 ^a	13.18±0.36 ^a	14.52±0.62 ^a
10	10.63±0.26 ^b	10.21±0.23 ^a	12.33±0.12 ^a	11.83±0.20 ^{ab}	12.33±0.30 ^b	13.42±0.27 ^{ab}
20	9.88±0.47 ^{cd}	8.39±0.29 ^b	10.17±0.25 ^b	11.07±0.16 ^{bc}	13.09±0.50 ^{ab}	14.46±0.80 ^a
30	9.37±0.16 ^d	7.35±0.53 ^c	8.96±0.21 ^c	10.36±0.15 ^c	12.35±0.21 ^b	13.01±0.26 ^b
40	9.94±0.15 ^{bcd}	8.03±0.08 ^{bc}	8.06±0.08 ^d	8.96±0.40 ^d	8.98±0.25 ^c	10.02±0.22 ^c
50	10.50±0.22 ^{bc}	8.69±0.48 ^b	8.67±0.61 ^{cd}	8.96±0.54 ^d	8.61±0.08 ^c	8.64±0.25 ^d
CV (%)	2.59	4.21	3.24	3.68	2.72	3.74
F –test	**	**	**	**	**	**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

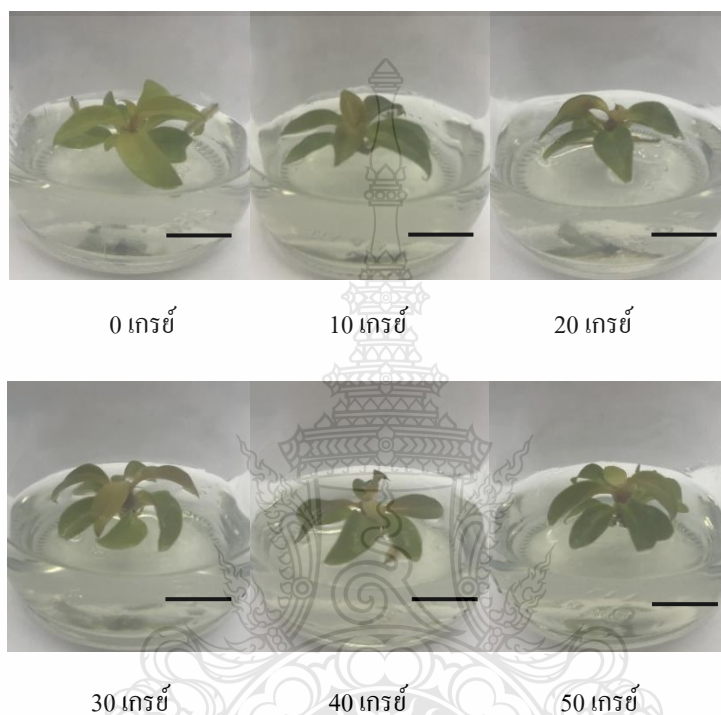
1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ



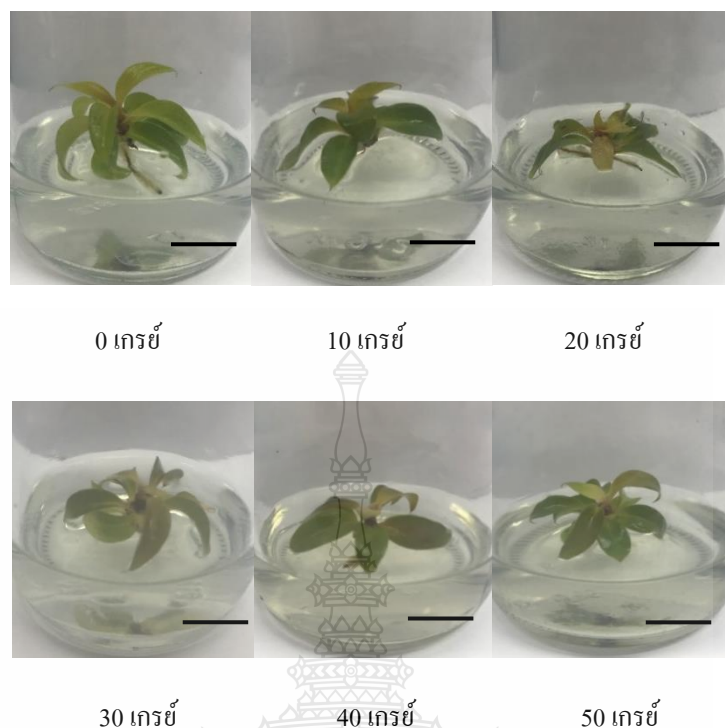
ภาพที่ 4.7 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 2 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 4 ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 10.49 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 50, 20, 40 และ 30 เกรย์ มีความสูงต้นเฉลี่ย คือ 10.21, 8.69, 8.39, 8.03 และ 7.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.8)



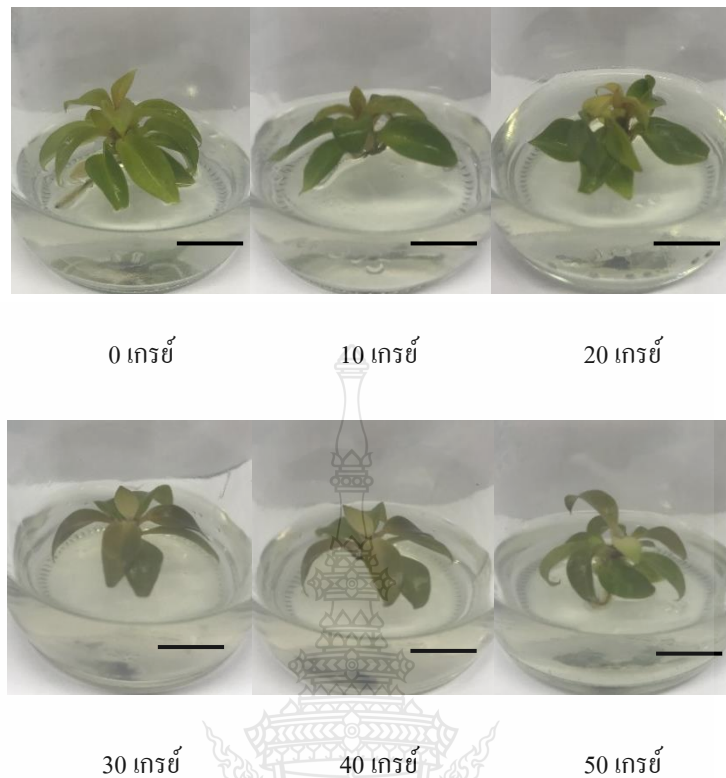
ภาพที่ 4.8 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตเดन्द्रอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 6 ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีในปริมาณ 10 เกรย์ มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 12.33 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ต้นที่ฉายรังสีในปริมาณรังสี 20, 30, 50 และ 40 เกรย์ มีความสูงต้นเฉลี่ย คือ 12.14, 10.17, 8.96, 8.67 และ 8.06 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.9)



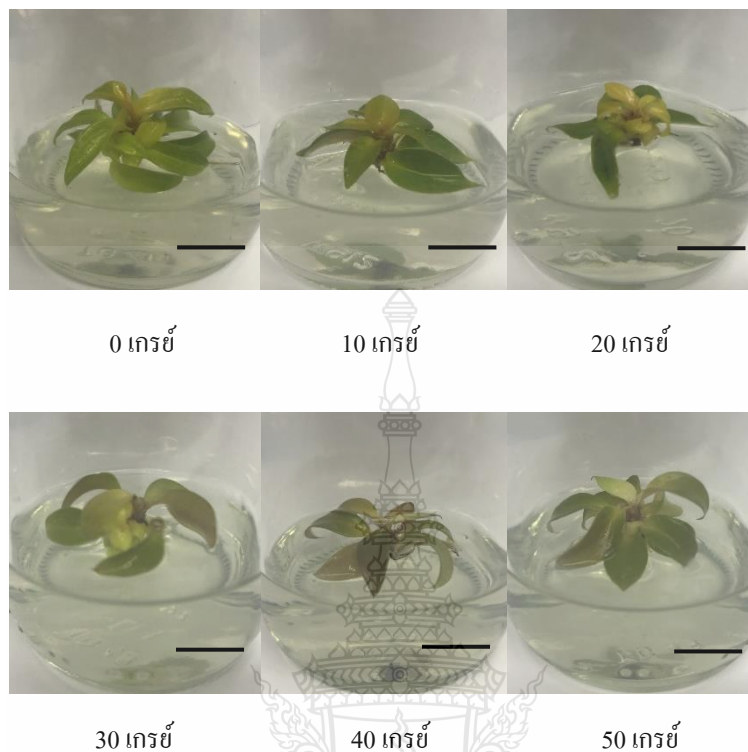
ภาพที่ 4.9 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตเดนครอน เซอร์รีเรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 8 ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 12.41 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 20, 30, 40 และ 50 เกรย์ มีความสูงต้นเฉลี่ย คือ 11.83, 11.07, 10.36, 8.96 และ 8.96 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.10)



ภาพที่ 4.10 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนครอน เซอร์รี่เรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

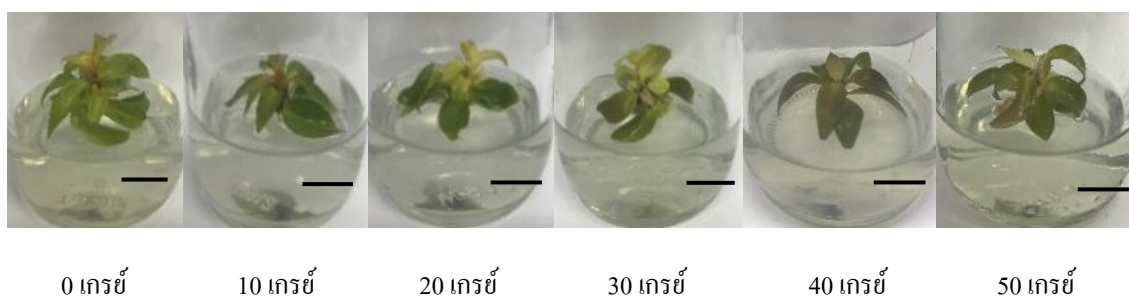
สัปดาห์ที่ 10 ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 13.18 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 20, 30, 10, 40 และ 50 เกอร์ช มีความสูงต้นเฉลี่ย คือ 13.09, 12.35, 12.33, 8.98 และ 8.61 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.11 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนครอน เซอร์วีเรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (บาร์ = 10 มิลลิเมตร)

สัปดาห์ที่ 12 ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 14.52 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 20, 10, 30, 40 และ 50 เกรย์ มีความสูงต้นเฉลี่ย คือ 14.46, 13.42, 13.01, 10.02 และ 8.64 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.12) ปริมาณรังสี ตั้งแต่ 30-50 เกรย์ ส่งผลให้ความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suraninpong และ Wuthisuthimethavee (2013) ที่ศึกษาใน *Anthurium*, Datta (1997) ศึกษาใน *Lantana depressa*, Gonzales (2007) ศึกษาใน orchids, Patil (2014) และ Upadhyay (2014) ศึกษาใน *gladiolus* พบว่า การเจริญเติบโตทางความสูงต้นลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชเมื่อได้รับรังสีทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายในเซลล์ แต่พืชก็มีการปรับตัวและมีการซ่อมแซมตัวเองให้สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (Sonnino *et al.*, 1986; Ahloowalia, 1998)



ภาพที่ 4.12 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์ (บาร์ = 20 มิลลิเมตร)

4.2.2.2 จำนวนใบ

ผลของการฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างกันที่มีต่อจำนวนใบ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.60 ใบ รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 50, 40, 30 และ 20 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 9.40, 8.80, 8.70, 8.30 และ 8.20 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.7) ลักษณะสีของใบและความแข็งแรงของต้นในทุกปริมาณรังสีปกติ

ตารางที่ 4.6 จำนวนใบของฟิโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนใบ ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
0	9.60±0.19 ^{1/a 2/}	10.30±0.20 ^a	11.40±0.00 ^a	12.80±0.51 ^{ab}	14.20±0.51 ^a	14.33±0.67 ^a
10	9.40±0.51 ^{ab}	10.40±0.19 ^a	11.60±0.19 ^a	13.60±0.20 ^a	15.00±0.39 ^a	14.56±1.26 ^a
20	8.20±0.19 ^b	9.40±0.19 ^{ab}	10.80±0.84 ^{ab}	12.30±0.39 ^{ab}	14.40±0.58 ^a	16.22±1.07 ^a
30	8.30±0.20 ^b	8.60±0.20 ^b	9.30±0.39 ^b	10.90±0.19 ^{ab}	12.90±0.19 ^{ab}	14.22±1.95 ^a
40	8.70±0.19 ^{ab}	9.00±0.20 ^{ab}	9.30±0.39 ^b	9.40±0.38 ^b	9.40±0.38 ^b	8.78±0.39 ^b
50	8.80±0.20 ^{ab}	9.10±0.19 ^{ab}	9.20±0.19 ^b	9.30±0.19 ^b	9.30±0.19 ^b	8.55±0.39 ^b
CV (%)	13.80	16.53	19.85	26.01	30.20	35.39
F-test	*	*	*	**	**	**

* มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สัปดาห์ที่ 4 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 10 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.40 ใบ รองลงมาคือต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ต้นที่ฉายรังสีในปริมาณรังสี 20, 50, 40 และ 30 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 10.30, 9.40, 9.10, 9.00 และ 8.60 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.8) ลักษณะสีของใบและความแข็งแรงของต้นในทุกปริมาณรังสีปกติ

สัปดาห์ที่ 6 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 10 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 11.60 ใบ รองลงมาคือต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ต้นที่ฉายรังสีในปริมาณรังสี 20, 30, 40 และ 50 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 11.40, 10.80, 9.30, 9.30 และ 9.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.9) ลักษณะใบตั้งแต่ปริมาณรังสี 30 เกรย์ ขึ้นไป ใบที่เกิดใหม่มีสีอ่อนกว่าปกติ

สัปดาห์ที่ 8 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 10 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 13.60 ใบ รองลงมาคือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 12.80 ใบ ที่ปริมาณรังสี 20, 30, 40 และ 50 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 12.30, 10.90, 9.40 และ 9.30 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.10) ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ ใบที่เกิดใหม่มีลักษณะหัดสั้นกว่าใบปกติและที่ปริมาณรังสี 30 เกรย์ ขึ้นไปยอดมีสีซีดลง

สัปดาห์ที่ 10 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 10 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 15.00 ใบ รองลงมาคือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 14.40 ใบ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 14.20 ใบ ที่ปริมาณรังสี 30, 40 และ 50 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 12.90, 9.40 และ 9.30 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.11) ที่ปริมาณรังสี 40 และ 50 เกรย์ ไม่เกิดใบเพิ่ม และยังพบลักษณะใบที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ มีลักษณะใบบิด ส่วนที่ปริมาณรังสี 30 เกรย์ มีลักษณะใบค่าง (ภาพที่ 4.14)

สัปดาห์ที่ 12 จำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ ให้จำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 16.22 ใบ รองลงมาคือ ต้นที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 10 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 14.56 ใบ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 14.33 ใบ ที่ปริมาณรังสี 30, 40 และ 50 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย คือ 14.22, 8.78 และ 8.55 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6, ภาพที่ 4.12) ที่ปริมาณรังสี 40 และ 50 เกรย์ มีจำนวนใบลดลงและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นที่ได้รับรังสีในปริมาณที่ต่ำกว่า

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในต้นแกลดิโอลัส พบว่า จำนวนใบลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น (Gonzales, 2007)

4.2.2.3 จำนวนราก

ผลของการฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างกันที่มีต่อจำนวนราก พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสี มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.44 ราก รองลงมาคือต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 40, 20, 50, 10 และ 30 เกรย์ มีจำนวนรากเฉลี่ย คือ 4.00, 3.78, 3.78, 3.44 และ 3.22 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.13)

ตารางที่ 4.7 จำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์ริเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และ เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็น เวลา 12 สัปดาห์

ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนราก ในสัปดาห์ที่					
	2	4	6	8	10	12
0	4.44±0.20 ^{1/a 2/}	4.56±0.20 ^a	5.11±0.19 ^a	5.33±0.00 ^a	5.33±0.00 ^a	6.00±0.33 ^a
10	3.44±0.20 ^{bc}	3.67±0.00 ^d	4.56±0.20 ^b	4.78±0.19 ^b	5.00±0.00 ^{ab}	5.89±0.51 ^a
20	3.78±0.19 ^{bc}	3.78±0.19 ^{cd}	4.56±0.20 ^b	4.67±0.00 ^b	4.67±0.00 ^b	5.00±0.00 ^b
30	3.22±0.39 ^c	3.44±0.20 ^d	3.67±0.00 ^c	3.67±0.00 ^d	3.78±0.19 ^d	3.78±0.51 ^c
40	4.00±0.00 ^{ab}	4.11±0.19 ^{bc}	4.22±0.19 ^b	4.22±0.19 ^c	4.22±0.19 ^c	4.22±0.19 ^{bc}
50	3.78±0.19 ^{bc}	4.33±0.00 ^{ab}	4.22±0.19 ^b	4.22±0.19 ^c	4.22±0.19 ^c	4.22±0.19 ^{bc}
CV (%)	5.91	3.97	4.01	3.01	2.97	7.04
F-test	**	**	**	**	**	**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

1/ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สัปดาห์ที่ 4 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.56 ราก รองลงมาคือต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 50, 40, 20, 10 และ 30 เกรย์ มีจำนวนรากเฉลี่ย คือ 4.33, 4.11, 3.78, 3.67 และ 3.44 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.13)

สัปดาห์ที่ 6 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.11 ราก รองลงมาคือต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 10,

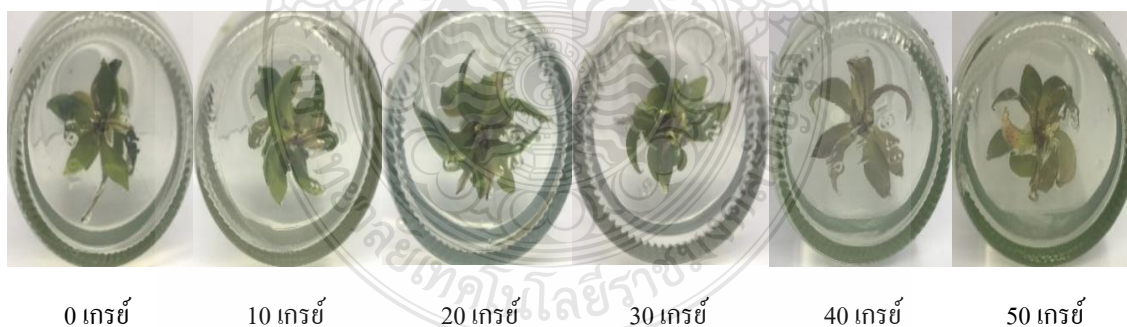
20, 40, 50 และ 30 เกรย์ มีจำนวนรากเฉลี่ย คือ 4.56, 4.56, 4.22, 4.22 และ 3.67 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.13)

สัปดาห์ที่ 8 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.33 ราก รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 20, 40, 50 และ 30 เกรย์ มีจำนวนรากเฉลี่ย คือ 5.00, 4.67, 4.22, 4.22 และ 3.78 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.13)

สัปดาห์ที่ 10 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.33 ราก รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 20, 40, 50 และ 30 เกรย์ มีจำนวนรากเฉลี่ย คือ 4.78, 4.67, 4.22, 4.22 และ 3.67 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.13)

สัปดาห์ที่ 12 จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ ต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 6.00 ราก รองลงมาคือที่ปริมาณรังสี 10, 20, 40, 50 และ 30 เกรย์ มีจำนวนรากเฉลี่ย คือ 5.89, 5.00, 4.22, 4.22 และ 3.78 ราก ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7, ภาพที่ 4.13) ดังนั้น ต้นที่ผ่านการฉายรังสีตั้งแต่ 20 เกรย์ ขึ้นไปส่งผลกระทบต่อจำนวนรากที่เกิดขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสีและต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์

เมื่อปริมาณรังสีสูงขึ้นรากจะเจริญเติบโตช้าและไม่สามารถพัฒนารากใหม่ได้ (Gunckel, 1957)



ภาพที่ 4.13 ผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในปริมาณรังสีต่างกัน และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.2.3 ลักษณะของต้น

สำหรับลักษณะของต้นที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 20 และ 30 เกรย์ พบว่ามีความแตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสี โดยต้นที่ได้รับปริมาณที่ 20 เกรย์ ใบยอดมีลักษณะบิดคล้ายใบพัด ส่วนต้นที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 30 เกรย์ มีลักษณะต่างตรงส่วนใบบริเวณยอด ซึ่งมีความต่างไปจากใบยอดที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (ภาพที่ 4.14)

การเกิดลักษณะใบจุดหรือใบด่างของพืชที่ผ่านการฉายรังสี ลีรานุช (2540) และ อรุณี (2550) ได้กล่าวไว้ว่า เกิดจากความผิดปกติของคลอโรพลาสต์จากผลของรังสี โดยรังสีไปทำลายคลอโรพลาสต์ทำให้การกระจายตัวของคลอโรพลาสต์ไม่สม่ำเสมอ และลักษณะการกลายของคลอโรพลาสต์จะมีความสัมพันธ์กับการกลายของยีนมากกว่าการเจริญเติบโตหรือการตายของต้นอ่อน ส่วนจำนวนจุดหรือขีดที่เกิดบนใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณรังสีหรือสารก่อการกลายพันธุ์เพิ่มขึ้น แต่ Zacharius และ Ehrenberg (1962) และ Blixt *et al.* (1964) กล่าวว่า การเกิดจุดบนใบน่าจะเป็นผลจากความผิดปกติของโครโมโซม ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของใบ Venkateswarans และ Partanen (1966) กล่าวว่า เกิดจากรังสีมีผลไปรบกวนเซลล์ที่จุดเริ่มต้นของการเกิดใบ และการเกิดลักษณะต้นเตี้ยแคระ ลักษณะที่แสดงออกเป็นการลดลงของความสูง ขนาดของอวัยวะ และอัตราการเจริญเติบโต (อรุณี, 2550)



20 เกรย์

30 เกรย์

30 เกรย์

ภาพที่ 4.14 ผลของการฉายรังสีแกมมาฟิโตนดรอน เซอร์รีเฟด ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ และ 30 เกรย์ ทำให้เกิดใบบิดและใบด่าง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 อัตราความเข้มข้นของ BA และ NAA ที่สามารถเพิ่มจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

จากการทดลองทำให้ทราบสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้จำนวนยอดมากที่สุดและมีความสมบูรณ์ของต้นมากที่สุด

5.1.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด ในสภาพปลอดเชื้อ

จากการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณรังสีที่ทำให้ลักษณะของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด มีการเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ คือ ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ มีลักษณะใบบิด และที่ปริมาณรังสี 30 เกรย์ มีลักษณะใบด่าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีการทดลองในการชักนำยอดของสารในกลุ่มไซโตไคนินชนิดอื่น รวมทั้งการใช้อัตราความเข้มข้นของ NAA ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างจากการทดลองนี้

(2) ควรเพิ่มจำนวนต้นในการทดลองฉายรังสีแกมมาให้มากขึ้น และควรนำชิ้นส่วนของต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะไปขยายพันธุ์และตรวจสอบการคงตัวของลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปในรุ่นต่อมา

บรรณานุกรม

- กชกร สายสวัสดิ์. (2533). ผลของ BA และ NAA ต่อการเกิดยอดของกุหลาบพันธุ์ Rosemarin ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- กรมวิชาการเกษตร. (2559). ข้อมูลการส่งออกไม้ประดับ (รายชนิด) ไปต่างประเทศ. [ออนไลน์].
แหล่งข้อมูล : <http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/export/5.4.2/Leaf59.pdf>.
(วันที่ค้น: 15 ตุลาคม 2560).
- กาญจนาธิ พงษ์ฉวี, พัฒนพงศ์ ชูแสง และวิจารณ์ ทองมีเอียด. (2542). การขยายพันธุ์ผสมหอมโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2542. กรุงเทพฯ: กรมประมง, สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ.
- กาญจนาธิ พงษ์ฉวี, บังอร โชติพ่วง, ฉันทนันท์ คงขา และวิจารณ์ ทองมีเอียด. (2543). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโอบิเลีย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2543. กรุงเทพฯ: กรมประมง, สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ.
- คำคุณ กาญจนภูมิ. (2542). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 162 หน้า.
- ชมรมพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ. (2536). คู่มือไม้ประดับภายในอาคาร. สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดบุ๊กส์. กรุงเทพฯ. หน้า 70 - 71.
- ชลิต พงศ์ศุภสมิทธิ. (2525). การขยายพันธุ์อะโกลาเซียโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชินจิต กักพิทักษ์. (2534). สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำไลอาทริส (*Liatris spicata*) แตกกอและออกราก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ณรงค์ศักดิ์ ค้านอธรรม. (2551). วาน สมุนไพร ไม้มงคลไทย. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ. 408 หน้า.
- ณราวุฒิ ปิยโชติสกุลชัย. (2539). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวหลวง (*Nelumbo nucifera*. GARTN.) ในสภาพปลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ทิพวดี วิเศษสุวรรณ.(2544). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออสมนาค (*Syngonium sp.*). ปัญหาพิเศษ
ปริญญาตรี, ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
ไทยเกษตรศาสตร์. (2555). **ฟีโลเดนดรอน**. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล : <http://www.thaikasetsart.com/>
ฟีโลเดนดรอน-2. (วันที่ค้น: 26 กันยายน 2560).
- นภดล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว,
กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- นลินี จักรกริชกุล. (2545). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นตะวาใบพาย (*Cryptocoryne wendtii De Wit*).
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
นิศย์ศรี แสงเดือน และสัมพันธ์ คัมภีรานนท์. (2549). **เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร**. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 266 หน้า.
- บุญยืน กิจวิจารณ์. (2540). **เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
207 หน้า.
- ปนัดดา ศรีบุญจิตร. (2539). **ผลของ BA และขนาดของชิ้นพืชที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อคาหลา**.
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
นครปฐม.
- ประภัสสร สุททกวาทิน. (2547). **งานวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ**. [ออนไลน์].
แหล่งข้อมูล : <http://www.gpo.or.th/rdi/html/tissue.html>. (วันที่ค้น: 25 กรกฎาคม 2560).
- พรเทพ เขียรศิลป์. (2547). **“การศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบอนสี”**. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร
บัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พรพิมล สุริยจันทร์ทอง. (2545). **หลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ และปิยะดา ทิพย์พ่อง. (2550). **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. พิมพ์ครั้งที่ 8. สาขาวิชา
เทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 372
หน้า.
- มนิรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอรุณี รอดลอย. (2542). **ผลของ α naphthalene acetic acid และ 6-
benzylaminopurine ต่อการเกิดต้นอ่อนของใบพายศรีลังกา *Cryptocoryne wendtii***.
เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2542. กรุงเทพฯ: กรมประมง, สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงาม
และสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ.

ระบบฐานข้อมูลเกษตรดิจิทัล. (2561). ข้อมูลพันธุ์ไม้. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล :

<https://data.addrun.org/plant/archives/599-philodendron-sp>. (วันที่ค้น: 29 สิงหาคม 2561).

รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ. (2540). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช: หลักการและเทคนิค. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 219 หน้า.

ลิลลี่ กาวิต๊ะ. (2546). การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลักขณา ต่างใจ. (2545). การขยายพันธุ์แอมมานีเย (*Ammannia senegalensis Lamarch*) ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชชุดา รุ่งเรือง. (2535). การเพาะเลี้ยงหน้าวัวพันธุ์ดวงสมรในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิชชุดา รุ่งเรือง. (2537). ผลของสารโคลชิซินและรังสีแกมมาต่อการกลายพันธุ์ของหน้าวัวพันธุ์ 'Double Spathe' ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ ใบไม้. (2536). พันธุศาสตร์. เจ้าพระยาระบบการพิมพ์. กรุงเทพฯ. หน้า 640.

วิมลพร พรหมทอง, ชาตรี บุญนาค และ จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล. 2542. ไม้กระถางประดับภายในอาคาร. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. หน้า 43 - 44.

ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. (2546). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : สถาบันราชภัฏ อุตรธานี.

สมพร ประเสริฐส่งสกุล. (2549). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. ปัตตานี. (ม.ป.ท.).

สิรินุช ลามศรีจันทร์. (2540). การกลายพันธุ์ของพืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 หน้า.

สิรินุช ลามศรีจันทร์. (2541). การกลายพันธุ์และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับรังสีและสารเคมีก่อกลายพันธุ์. ในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยเทคนิคการกลายพันธุ์. ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 73 – 90.

- สุรวิษ วรรณไกรโรจน์. (2543). การขยายโคลนโกลนีมาในสภาพปลอดเชื้อ, รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประจำปี 2543 โครงการวิจัยรหัส ท-ช 4.42. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- แสงจันทร์ เอี่ยมธรรมชาติ. (2547). คู่มือปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูง. (2560). ฟิโลเดนดรอน. [ออนไลน์].
แหล่งข้อมูล : <https://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/137>. (วันที่ค้น: 22 สิงหาคม 2560).
- อรอุบล ชมเดช. (2534). ผลของไซโตไคนิน การผ่าหัวและสภาพทางพันธุกรรมที่มีต่อการเกิดยอดของปลูมมา (*Curcuma sparganifolia Gagnetee*) ในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. (2530). วิธีปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์. เอกสารคำสอน. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. (2541). หลักการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสีในพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยรังสีในพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด. ในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการกลายพันธุ์. เอกสารคำสอน. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 97-111.
- อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. (2550). การกลายพันธุ์: เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 279 หน้า.
- อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. (2554). หลักการและวิธีการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสี. ในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้เทคนิคการกลายพันธุ์เพื่อสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์พืช รุ่นที่ 5. วันที่ 19-21 ตุลาคม 2554. ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุดม นวพานิช. (2549). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อุไร เรืองณรงค์. (2542). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการชักนำให้เกิดการกลายในต้นอมเขอนโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะชีววิทยาประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- 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 Publi-shers, Dordrecht.
- Ahloowalia BS, Maluszynski M, Nichterlein K. (2004). **Global impact of mutation-derived varieties**. *Euphytica* 135:187-204. <http://dx.doi.org/10.1023/B:EUPH.0000014914.85465.4f>.
- Anderson, H.T. 1949. **The Plant Alkaloids**. J. & A. Churchill Ltd., London.
- Bailey, L. H. and E. Z. Bailey, 1976. **Hortus third**. Revised. MacMillan, New York, N.Y., USA. 1290 pp.
- Bhojwani, S.S. and Razdan, M.K. (1996). **Plant Tissue Culture: Theory and Practice**. A Revised Edition. Elsevier, Amsterdam. 767 p.
- Boye, O. and A. Brossi. (1992). **Tropolonic Colchicum alkaloids and allo congeners**. *The Alkaloids* 14 : 125-176.
- Blixt, S., O. Gelin, G. Mossberg, G. Ahnstrom, Ehrenberg and R.A. Lofgren. (1964). **Studies of induced mutation in peas. IX**. Induction of leaf spots in peas. *Ag Hort. Genet.* 22: 186-194.
- Broertjes, C. and van Harten, A.M. (1988). **Applied Mutation Breeding for Vegetatively Propagated Crops**. Amsterdam: Elsevier.
- Cantor, M., Pop, I., and Korosfof, S. (2002). **Studies concerning the effect of gamma radiation and magnetic field exposure on gladiolus**. *Journal of Central Europe Agriculture* 3, 277-284.
- Chen, J., D. B. McConnell, D. J. Norman, and R. J. Henny, (2005). **The foliage plant industry**. *Hort. Rev. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 31: 47-112.
- Chu Y. and Yazawa, S. (2001). **The variation and the hereditary stability on leaf character of plantlets regenerated from micropropagation in caladiums**. *Hort Sci.* 47: 59-67.
- Datta, S. K., (1997). **Induced mutation for plant domestication: *Lantana depressa* Naud**. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.*, 61: 73-78.
- Datta, S.K. (2001). **Mutation studies on garden Chrysanthemum; a Review**. *Science Horticulture* 7, 159-199.

- Encheva J. (2009). **Creating sunflower mutant lines (*Helianthus annuus* L.) using induced mutagenesis.** *Bulg J Agric Sci* 15: 109-118.
- Gang, L., Z. Xiaoying, Z. Yijing, Z. Qingcheng, X. Xun, and C. Jiashu, (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.
- Gaul, H., Frimmel, G., Gichner, T. and Velonska, E., (1972), **Efficiency of mutagenesis in induced mutations and plant improvement.** In: *Proc. Study Group Meeting*, Buenos Aires, IAEA, Vienna, pp 79-84.
- Gilman, E. F., (2014). ***Philodendron scandens* Heart Leaf Philodendron.** FPS472, series of the Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension. EDIS website at <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Gonzales, M. A., (2007). **Radiosensitivity of three species of ground orchids (*Spathoglottis plicata*, *S. kimballiana* var. *angustifolia* and *S. tomentosa*) to acute gamma radiation.** *Crop Science Dpart.*, Central Luzon State University, pp. 83.
- Gunckel, J. E. (1957). The effect of ionizing radiation on plants: morphological effects. *Q. Rev. Biol.* 32: 46-56.
- Hasbullah NA, Taha RM, Saleh A, Mahmad N. (2012). **Irradiation effect on *in vitro* organogenesis, callus growth, and plantlet development of *Gerbera jamesonii*.** *Hortic Bras* 30:252-257. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000200012>.
- Jala, A. and Bodhipadma, K. (2011). **Low doses of acute gamma radiation promote root formation and leaf canopy in common cockscomb (*Celosia argentea* var. *cristata*).** *The Journal of KMUTNB* 21, 503-507.
- Jambor-Benczur, E. and Marta-Riffer, A. (1990). ***In vitro* propagation of *Philodendron tuxtilanum* Bunting with benzylaminopurine.** *Acta Agronomica Hung.* 39: 341-348.
- Khateeb, E.M.A., Abdel, A.K.E.A., and Khalifa, M.A.S. (2016). **Effect gamma irradiation on growth characteristic, morphological variation, pigment and molecular aspect of *Philodendron scandens* plant.** *Middle East Journal Research* 5, 6-13.

- Koriesh, E.M. and Al-Manie, F.A. 2000. **Growth and root formation of *Philodendron oxycardium* grown *in vitro* as affected by benzyladenine and indole acetic acid.** Egypt. J. Hort. 27: 1-11.
- Kovacs, E. and Keresztes, A. (2002). **Effect of gamma and UV-B/C Radiation on plant cell.** Micron., 33: 19-210.
- Kumar, D., Tiwari, J.P. and Singh, R. (1998). ***In vitro* clonal propagation of *Philodendron pertusum*.** Indian J. Hort. 55: 340-343.
- Li, S.J., Deng, X.M., Mao, H.Z. and Hong, Y. (2005). **Enhanced anthocyanin synthesis in foliage plant *Caladium bicolor*.** Plant Cell Rep. 23: 716-720.
- Mayo, S.J., Bogner, J., Boyce, P.C., (1997). **The Genera of Araceae.** Royal Botanical Gardens, Kew.
- Miller, C.O. and Skoog, F. (1953). **Chemical control of bud formation in tobacco stem segments.** Amer. J. Bot. 40. 768-773.
- Morad AA, El-Hashash EF, Hager MA, Zaazaa EI. (2011). **Inheritance of yield and yield components for mutated populations using gamma irradiation in some bread wheat cultivars.** Agr Res J 11: 7-16.
- Murashige, T. and Skoog, F. (1962). **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.** Physiol. Plant. 15: 473–497.
- Patil, S.D., (2014). **Induction of mutation in commercial varieties of gladiolus using physical mutagen Co⁶⁰ gamma rays.** Int. J. Adv. Res. Biol. Sci, 1(6):15-20.
- Pierik, R. L. M. (1997). ***In Vitro Culture of Higher Plants.*** Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 348 p.
- Pryor, R.L. (1972). **A tetraploid gerbera.** Hort Sci. 7(2): 197-198.
- Ringe, F. and Nitsch, J. P. (1968). **Condition leading to flower formation on excised begonia flagments cultured *in vitro*.** Plant Cell Physiol. 9: 639-652.
- Sawangmee, W., Taychasinpitak, T., Jompuk, P. and Kikuchi, S. (2011). **Effects of gamma-ray irradiation in plant morphology of interspecific hybrids between *Torenia fournieri* and *Torenia baillonii*.** Kasertsart Journal (National Science) 45, 803-810.

- 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.
- Suraninpong, P. and S.Wuthisuthimethavee, (2013). **Mutation Induction of *Anthurium andreanum* using gamma radiation**. In VIII International Symposium on *In Vitro* Culture and Horticultural Breeding 1083 (pp. 139-144).
- Tien, T.N., V.T. Ha, N.T. Nu, T.T. Han, N.D. Nhan, and D.T. Dien, (2000). **Induction of flower mutations in (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) by jointly using in vitro culture technique and ionizing radiation**. Hanoi, pp. 82-89.
- Upadhyay, A., (2014). **Induction of mutation in commercial varieties of gladiolus using physical mutagen CO-60 gamma rays**. Intern. J. of Advanced Research in Bio. Sciences, 1(6): 79–86.
- van Harten, A.M., (1998), **Mutation Breeding**, Theory and Practical Applications, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Venkateswarans, S. and C. R. Partanen. (1966). **A Comparative study of the effect of gamma radiation on organized and disorganized growth of tobacco**. Rad. Bot. 6: 13-20.
- Zacharias, M. and L. Ehrenberg. (1962). **Induction of leaf spots in leguminous plants by nucleotoxic agents I**. Hereditas. 48: 284-306.
- Zhang, P., Huang, X., Xu, X. and Ling, D. (1997). **Plant regeneration from *in vitro* culture of *Philodendron erubescens***. J. Trop. Subtrop. Bot. 5: 78-80.
- Zhu, Y., Takemoto, T. and Yazawa, S. (1993). **Leaf colour of plant regenerated through *in vitro* culture from variegated leaf segments of caladium**. Hort Sci. 62: 619-624.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ 1 องค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962)

ธาตุอาหาร	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ลิตร)
Macronutrients	
NH_4NO_3	1,650.00
KNO_3	1,900.00
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440.00
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370.00
KH_2PO_4	170.00
Micronutrients	
KI	0.83
H_3BO_3	6.20
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	22.30
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.60
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025
Fe-EDTA Solution	
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.80
$\text{Na}_2\text{-EDTA}$	37.20
Organic compounds	
Glycine	2.00
Nicotinic acid	0.50
Pyridoxine-HCl	0.50
Thiamine-HCl	0.10
Myo-inositol	100.00
Others	
Sugar	30,000
Phytigel	2,500
PH	5.6

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	7	0.00 ^{ns}	6.21 **	20.40 **
Error	16	0.00	0.02	0.67
Total	23			

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงยอดของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	7	2.66 **	6.14 **	17.48 **
Error	16	0.16	0.13	0.26
Total	23			

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	7	14.61 **	50.24 **	224.58 **
Error	16	0.06	0.49	6.94
Total	23			

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด หลังการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA จำนวน 8 สูตร เป็นเวลา 4, 8 และ 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	7	0.14 **	0.53 **	1.02 **
Error	16	0.01	0.01	0.01
Total	23			

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	5	4.61 **	6.26 **	17.93 **
Error	12	0.14	0.15	0.21
Total	17			

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	5	2.10**	10.70 **	32.04 **
Error	12	0.04	0.11	1.22
Total	17			

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรากของฟีโลเดนดรอน เซอร์รีเรด เมื่อฉายรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ และเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

SOV	df	Mean Square		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
Treatments	5	0.54**	0.98 **	2.62 **
Error	12	0.02	0.02	0.12
Total	17			

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสิริียม ทองใบใหญ่
วัน เดือน ปี	14 กรกฎาคม 2528
ที่อยู่	9/31 หมู่ 3 ตำบลรังสิต อำเภอลำลูกเกด จังหวัดปทุมธานี 12110
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปี พ.ศ. 2551
ประสบการณ์การทำงาน	ผู้ช่วยนักวิจัยในห้องปฏิบัติการ ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2553 ถึง ปัจจุบัน
ผลงานทางวิชาการ	นำเสนอผลงานทางวิชาการ ในหัวข้อ ผลของรังสีแกมมาแบบ เฉียบพลันที่มีต่อต้นฟิโลเดนดรอน เซอร์เรียเรด ในสภาพปลอดเชื้อ ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 15 ณ อาคารศูนย์เรียนรวม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 6-7 ธันวาคม 2561
เบอร์โทรศัพท์	085-1531102
อีเมล	siriam1985@hotmail.com