



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชสวน)

ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	การปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับ โดยใช้รังสีแกมมา Improvement of Ornamental Sweet Potato (<i>Ipomoea batatas</i> L.) by Gamma Radiation
นางผู้วิจัย	นางสาวคณิงขวัญ วิชชุดเวส
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(รองศาสตราจารย์ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(รองศาสตราจารย์พีรณัฐ จอมพุก, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์เมอมาลัย วงศ์ขาวจันทร์, Ph.D.)
หัวหน้าภาควิชา	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐ พิษกรรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับโดยใช้รังสีแกมมา

Improvement of Ornamental Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) by Gamma Radiation

โดย

นางสาวกนิงขวัญ วิชชุดเวส

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณิงขวัญ วิชชุดเวส 2556: การปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับโดยใช้รังสีแกมมา ปรินญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ชญัญ เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม. 80 หน้า

ศึกษาปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid' โดยนำกิ่งชำมันเทศประดับมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายด้วยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา Mark I ซึ่งมีซีเซียม - 137 (^{137}Cs) เป็นต้นกำเนิดรังสี ของศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ ทำการคัดเลือกลักษณะการกลายโดยใช้วิธีการ cutting back ซึ่งเป็นวิธีการทำให้บริเวณเนื้อเยื่อที่เกิดการกลายพันธุ์สามารถเจริญเติบโตปรากฏลักษณะกลายพันธุ์ออกมาให้เห็น พบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid' รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังได้รับรังสี 60 วัน ($\text{LD}_{50(60\text{days})}$) คือ 88.22 82.14 และ 84.26 เกรย์ ตามลำดับ และปริมาณรังสีที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ($\text{GR}_{50(60\text{days})}$) เท่ากับ 70.23 56.51 และ 56.42 เกรย์ ตามลำดับ

จากการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงภายหลังได้รับรังสี ในรุ่น $\text{M}_1\text{V}_3 - \text{M}_1\text{V}_5$ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' พบการเปลี่ยนแปลงในลักษณะรูปร่างใบ ลักษณะลายต่างใบ สีใบ ขนาดใบ ขนาดและจำนวนปากใบ และสามารถคัดเลือกลักษณะการกลายที่ดี ได้ 6 ลักษณะ ได้แก่ 1) ลักษณะใบหัวใจลายต่างขอบเว้า 2) ลักษณะใบหยัก สามแฉก ต่างขอบเว้าลายต่างกินพื้นที่ใบมาก 3) ลักษณะใบแหลมมีหลายแฉก ต่างขอบใบ 4) ลักษณะปลายใบแหลม ลายต่างขอบเว้า และบริเวณฐานใบ 5) ลักษณะใบกว้างค่อนข้างกลม ลายต่างขอบเว้า และฐานใบ 6) ลักษณะใบแหลมหลายแฉก ลายต่างขอบเว้า ยอดชมพูเข้ม ซึ่งเหมาะสมสำหรับการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในมันเทศประดับอยู่ในช่วง 40-80 เกรย์ หรือ $\text{LD}_{30} - \text{LD}_{50}$ และ $\text{GR}_{50} - \text{GR}_{70}$

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Kanuengkwan Witchutawet 2013: Improvement of Ornamental Sweet Potato (*Impomoea batatas* L.) by Gamma Radiation Master of Science (Horticulture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Thunya Taychasinpitak, M.Sc. 80 pages.

The study on an appropriate dosage of induced mutation for ornamental sweet potato three cultivars: 'Tricolor', 'Seki Blak' and 'Hybrid'. Acute irradiation of Cs-137 was conducted by Mark I at Nuclear Technology Research Center, Faculty of Science, Kasetsart University. Cutting back method for clarifying mutated tissue was assigned, after irradiated dosage at 0, 20, 40, 60, 80 and 100 gray. The characteristics were observed. After 60 days of irradiation, an appropriated dosage on selected cultivars was chosen from LD₅₀ was 88.22, 82.14 and 84.26 gray and from GR₅₀ was 70.23, 56.51 and 56.42 gray, respectively.

The results showed that leaves of 'Tricolor' changed color, pattern, size and number of stoma in M₁V₃ - M₁V₅. In addition, 6 selected leaf characteristics were satisfied to be a further ornamental plant which were 1) heart-variegated and caved leaves 2) lobed tri-parted variegated leaves 3) acute parted-variegated leaves 4) acute-variegated leaves 5) elliptic-variegated leaves 6) acuminate lobe- variegated leaves. Consequently, the optimized dosage in this project is between 40-80 gray or LD₃₀ - LD₅₀ and GR₅₀ - GR₇₀.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชัยญูญะ เตชะศีลพิทักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้กรุณาให้ความรู้ และคำแนะนำเป็นอย่างดี ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการให้คำปรึกษา และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิรุณ จอมพุก และ อาจารย์เมธมาลย์ วงศ์ชาวจันทร์ กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เพื่อนนิสิตบัณฑิตวิทยาลัย และเจ้าหน้าที่ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ให้คำแนะนำ เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด

และที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำเนิดและให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ชีวิตลูกคนนี้อย่างทุ่มเทตลอดมา และขอพระคุณญาติพี่น้องของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

คณิงขวัญ วิชชุดเวส

กุมภาพันธ์ 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	33
อุปกรณ์	33
วิธีการ	35
ผลและวิจารณ์	43
สรุปผล	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	80

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการรอดชีวิตภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 วัน ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'HyBrid'	46
2	แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความยาวลำต้นภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 วัน ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'HyBrid'	47
3	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงลักษณะของรูปทรงใบ และลายด่าง หลังจากได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_3	50
4	เปรียบเทียบค่าสีของใบมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ลักษณะใบด่างที่เปลี่ยนแปลงไป หลังได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_5	53
5	เปรียบเทียบค่าสีของใบมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ลักษณะใบสีเขียวที่เปลี่ยนแปลงไป หลังได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_5	54
6	เปรียบเทียบพื้นที่ใบของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ที่มีการเปลี่ยนแปลง หลังได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_5	55
7	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดความยาวปากใบ และค่าเฉลี่ยจำนวนปากใบต่อพื้นที่ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ที่กำลังขยาย 400 เท่า ในรุ่น M_1V_5	57
8	วิเคราะห์การกลายในลักษณะต่างๆ ที่ปริมาณรังสีแตกต่างกันของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'	72

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มันเทศประดับใบกลุ่มใบสีแดงรูปทรงหัวใจ	4
2	มันเทศประดับใบกลุ่มใบสีม่วง รูปทรงใบหัวใจ	5
3	มันเทศประดับใบกลุ่มใบสีม่วง รูปทรงใบแฉก	6
4	มันเทศประดับใบกลุ่มใบสีเขียว รูปทรงใบหัวใจ	7
5	มันเทศประดับใบกลุ่มใบสีเขียว รูปทรงใบแฉก	8
6	มันเทศประดับใบกลุ่มใบสีคอปเปอร์ รูปทรงใบแฉก	9
7	มันเทศประดับใบกลุ่มใบต่าง	9
8	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'	10
9	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak'	11
10	มันเทศประดับสายพันธุ์ลูกผสม 'Hybrid'	11
11	ชนิดของไคเมอราและการเกิดไคเมอราในเนื้อเยื่อเจริญของตาของตาอดที่ได้รับการฉายรังสี	20
12	แสดงลักษณะการต่าง (Chimera) แบบต่างๆ	21
13	แผนผังแสดงวิธีการทำทรีทเมนต์แบบ cutting back เพื่อการคัดเลือกลักษณะกลายพันธุ์ของต้นอ่อน	23
14	ลักษณะการต่างที่ขอบใบ	26
15	ลักษณะการต่างแบบมีจุดประในแถบด่างที่ขอบใบ	26
16	ลักษณะการต่างที่ปลายใบ	26
17	ลักษณะการต่างเป็นรอยเปราะปื้น	27
18	ลักษณะการต่างกลางใบ	27
19	ลักษณะการต่างซี่กใบ	27
20	ลักษณะการต่างเป็นจุดประ	28
21	ลักษณะการต่างเป็นปื้นเล็กๆ	28
22	ลักษณะการต่างเป็นร่างแห	28
23	ลักษณะการต่างเป็นแถบขวางใบ	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	ลักษณะการต่างเป็นแนวตามความยาวขอบใบ	29
25	ลักษณะการต่างทั้งใบ	29
26	เครื่อง MiniScan XE Sensor	34
27	เครื่องวัดพื้นที่ใบแบบตั้งโต๊ะ LI-3100C (LI-COR)	34
28	การชั่งน้ำหนักแห้งของระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' หลังจากปักชำ 1 สัปดาห์	36
29	กิ่งชำมันเทศระดับสายพันธุ์ หลังจากปักชำ 1 สัปดาห์ รากเจริญดีพร้อมสำหรับการทดลอง	36
30	การบรรจุกิ่งชำมันเทศระดับสายพันธุ์เพื่อส่งฉายรังสี	37
31	มันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' หลังจากได้รับรังสี 1 เดือน	37
32	CIELAB color space	39
33	รูปทรงใบได้แก่ รูปทรงใบหัวใจ (A) และรูปทรงใบหยัก (B) และรูปแบบการต่างของใบเขียว (C) ต่างขอบฐาน (D) ต่างขอบ (E) และต่างขอบเว้า (F)	40
34	แสดงปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'HyBrid' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ($LD_{50(60days)}$)	48
35	ปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'HyBrid' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์	48
36	ตัวอย่างลักษณะใบที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากได้รับปริมาณรังสีที่แตกต่างกันในรุ่น M_1V_4 โดย (A) ได้รับรังสีที่ปริมาณ 20 เกรย์ (B) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 40 เกรย์ (C) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 60 เกรย์ (D) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 80 เกรย์ (E) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 100 เกรย์ (F) ใบของต้นควบคุม	51
37	เปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่ใบระหว่างใบต่าง (Variegated leaf) และใบเขียว (Green leaf) ของมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีที่ปริมาณต่างๆ ในรุ่น M_1V_5	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
38	ลักษณะปากใบที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังได้รับปริมาณรังสี 20 เกรย์ (A) 40 เกรย์ (B) 60 เกรย์ (C) 80 เกรย์ (D) 100 เกรย์ (E) และชุดควบคุม (0 เกรย์) (F) ในรุ่น M_1V_4 กำลังขยาย 400 เท่า	58
39	ลักษณะรูปทรงใบที่คัดเลือก มีลักษณะเป็นที่ต้องการ รูปทรงใบหัวใจ จากการฉายรังสีที่ปริมาณ 20 เกรย์ (A) ลักษณะการด่างของใบแบบต่างขอบเว้ามีพื้นที่ต่างเพิ่มขึ้นจากการฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์ (B) และ รูปทรงใบหยักยอดสี่ชมพูเข้ม จากการฉายรังสีปริมาณ 100 เกรย์ (C)	60
40	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ต้นควบคุม (control)	61
41	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อน ไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ต้นควบคุม (control)	61
42	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 1	62
43	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อน ไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 1	62
44	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 2	63
45	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อน ไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 2	63
46	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 3	64
47	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อน ไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 3	64
48	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 เกรย์ No. 4	65
49	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อน ไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 เกรย์ No. 4	65
50	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 80 เกรย์ No. 5	66
51	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อน ไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 80 เกรย์ No. 5	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
52	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 6	67
53	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 6	67
54	มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 7	68
55	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 7	68
56	ปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($LD_{30(60days)}$, $LD_{50(60days)}$ และ $LD_{70(60days)}$)	71
57	ปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($GR_{30(60days)}$, $GR_{50(60days)}$ และ $GR_{70(60days)}$)	71
58	วิเคราะห์ปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'	72

การปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับโดยใช้รังสีแกมมา

Improvement of Ornamental Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) by Gamma Radiation

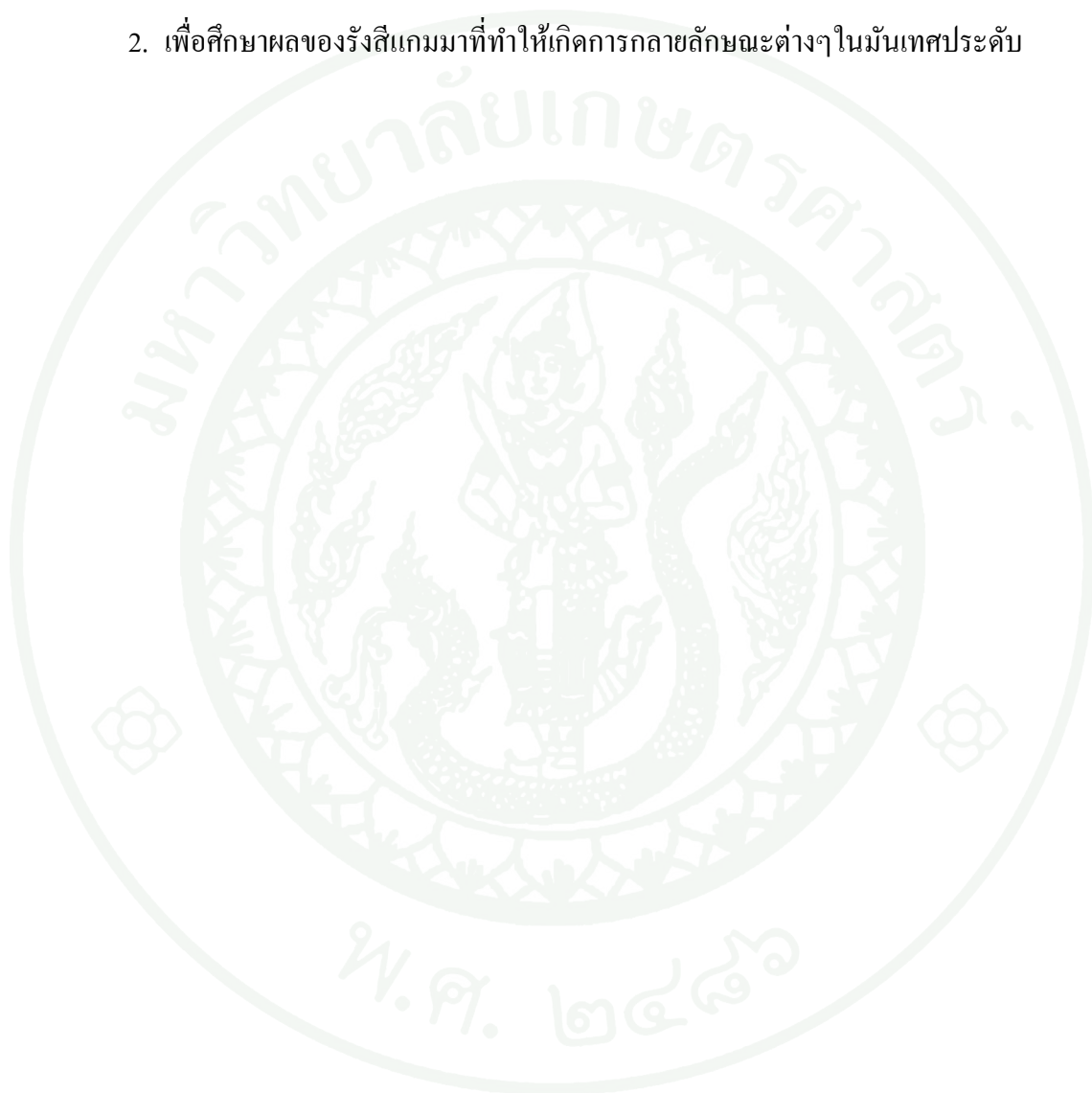
คำนำ

ปัจจุบันมีการนำมันเทศประดับมาปลูกเป็นไม้กระถาง ใช้ประดับอาคารบ้านเรือน และสถานที่ต่างๆ เพราะเป็นไม้ประดับที่ดูแลรักษาง่าย ขยายพันธุ์ได้ง่ายโดยการปักชำกิ่ง เจริญเติบโตเร็วใช้ระยะเวลาสั้นตั้งแต่ปักชำจนย้ายปลูกไม่เกิน 1 เดือน เมื่อเทียบกับไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่นๆ ซึ่งการขยายพันธุ์ใช้ระยะเวลานานกว่าประมาณ 2-3 เดือน Nelson (2005) กล่าวว่า มันเทศประดับ (ornamental sweet potato) กำลังเป็นที่นิยมเนื่องจากเป็นพืชที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถใช้เป็นพืชประดับแปลงหรือไม้กระถางแขวน หัวของมันเทศประดับสามารถรับประทานได้ ซึ่งความแตกต่างระหว่างมันเทศประดับ และมันเทศรับประทานคือ มันเทศประดับได้มีการคัดเลือกพันธุ์ที่มีสีต้นสวยงาม

มันเทศประดับกำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น มีคนจำนวนมากหันมาให้ความสนใจไม้ประดับที่สามารถรับประทานได้ แต่ความหลากหลายของสายพันธุ์ยังมีน้อย โดยสายพันธุ์ส่วนใหญ่ที่ได้มาจากการผสมข้าม และมันเทศประดับจะออกดอกเฉพาะช่วงวันสั้น ประมาณปีละหนึ่งครั้ง จึงมีพันธุ์ใหม่ออกมาน้อย จึงมีแนวคิดในการสร้างความหลากหลายของสายพันธุ์มันเทศประดับโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา ซึ่งเป็นวิธีที่รวดเร็วในการสร้างสายพันธุ์ใหม่ โดยศึกษาค่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' 'Seki Blak' และ 'Hybrid' และศึกษาลักษณะการกลายที่พบในมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ซึ่งมีรูปแบบการต่างของใบ สีใบ และรูปทรงใบที่ไม่คงตัว เพื่อให้ได้ลักษณะรูปแบบการต่างที่สวยงาม มีความคงตัวของลายต่างบนใบและรูปทรงใบ ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสมแก่การส่งเสริมเป็นไม้ประดับได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการรอดชีวิต การเจริญเติบโต ของมันเทศประดับหลังจากฉายรังสีแกมมา
2. เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาที่ทำให้เกิดการกลายลักษณะต่างๆในมันเทศประดับ



การตรวจเอกสาร

มันเทศประดับ อยู่ในวงศ์ Convolvulaceae ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Ipomoea batatas* L. มีชื่อสามัญว่า Ornamental sweet potato

มันเทศประดับกำลังเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้นในเวลาไม่กี่ปี โดยสายพันธุ์ Blackie เป็นมันเทศประดับพันธุ์แรกที่ได้รับคามนิยม (Gill, 2012) หัวของมันเทศประดับสามารถรับประทานได้แต่คุณภาพไม่ดี จึงไม่เหมาะแก่การรับประทานนัก นอกจากนี้ยังมีลักษณะต่างๆ ที่น่าสนใจ เช่น ใบสีเขียวอ่อน (lime-green leaves) สีดำถึงแดงปนม่วงเข้ม (dark-wine leaves) ใบรูปทรงหัวใจ (heart shaped leaves) มีลักษณะใกล้เคียงกับ morning glory เช่นเดียวกับ ต้นชมจันทร์ (moon flower) มีลำต้นหนา และใบสวยงาม ใช้ปลูกในกระถางบริเวณขอบหน้าต่างให้เลื้อยลง ปลูกแซมกับไม้ดอกชนิดอื่นๆ ทั้งยังใช้เป็นพืชคลุมดินได้ ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็ว (Taylor, 2009) มีสายพันธุ์ใหม่ๆ ออกมามากมาย มีความแตกต่างของ รูปร่างใบ สีใบ ลักษณะการเจริญเติบโต (Gill, 2012) พืชในสกุล *Ipomoea* สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน แสงแดดเต็มวัน ทั้งยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในร่ม (Taylor, 2009) มันเทศประดับสามารถแบ่งตามกลุ่มสีใบ และรูปร่างใบได้ดังนี้

กลุ่มใบแดง

1. ใบรูปทรงหัวใจ (ภาพที่ 1)

- ‘Iposghred’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Paul Talmadge

เจ้าของพันธุ์: Floranova Service Corp.

- ‘Sweet Caroline Sweetheart Red’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Kenneth Pecota และ G. Craig Yenko

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



'Iposghred'



'Sweet Caroline Sweetheart Red'

ภาพที่ 1 มันทะประดับใบกลุ่มใบสีแดงรูปทรงหัวใจ

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

กลุ่มใบม่วง

1. รูปทรงใบหัวใจ (ภาพที่ 2)

- 'Iposghpur'

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Paul Talmadge

เจ้าของพันธุ์: Floranova Service Corp

- 'Kyukukan 5'

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Yasuhiro Takahata, Masaru Yoshinaga, Hiroki Nakayama,

Masaru Tanaka, Yoshinori Nakazawa, Toru Kumagai, Yumi

Kai, Kenji Katayama, Tetsufumi Sakai, Kazunari Iwaki และ

Yasuyuki Murakami

เจ้าของพันธุ์: Suntory Flowers Ltd. and National Agriculture and Food Research

Organization

- 'Seki Blahrt' หรือ Sidekick Black Heart

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Jason Jandrew

เจ้าของพันธุ์: Syngenta Crop Protection AG

- 'Sweet Caroline Sweetheart Purple'

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: G. Craig Yencho, enneth Pecota และ Charles Newell Hancock

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



‘Iposghpur’

‘Kyuikukan 5’

‘Seki Blahrt’

‘Sweet Caroline
Sweetheart Purple’

ภาพที่ 2 มั่นเทศประดับกลุ่มใบสีม่วง รูปทรงใบหัวใจ

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

2. รูปทรงใบแฉก (ภาพที่ 3)

- ‘Iposgdeepur’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Paul Talmadge

เจ้าของพันธุ์: Floranova Service Corp

- ‘Kyuikukan 2’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Yasuhiro Takahata, Masaru Yoshinaga, Hiroki Nakayama, Masaru Tanaka, Yoshinori Nakazawa, Toru Kumagai, Yumi Kai, Kenji Katayama, Tetsufumi Sakai, Kazunari Iwaki และ Yasuyuki Murakami

เจ้าของพันธุ์: Suntory Flowers Ltd. and National Agriculture and Food Research Organization

- ‘NCORNSP-011MNLC’ หรือ Illusion Midnight

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Kenneth Pecota และ G. Craig Yencho

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University

- ‘Seki Blapalm’, Sidekick Black หรือ ‘Seki Blak’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Jason Jandrew

เจ้าของพันธุ์: Syngenta Crop Protection AG

- ‘Sweet Caroline Purple’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Kenneth Pecota, Cynthia Pierce และ G. Craig Yencho

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University

- ‘Sweet Caroline Bewitched Purple’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: G. Craig Yencho และ Kenneth Pecota

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



ภาพที่ 3 มัณฑะประดับกลุ่มใบสีม่วง รูปทรงใบแฉก

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

กลุ่มใบเขียว

1. รูปทรงใบหัวใจ (ภาพที่ 4)

- ‘Iposghlgre’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Paul Talmadge

เจ้าของพันธุ์: Floranova Service Corp

- ‘Seki Lim’ หรือ Sidekick Lime

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Jason Jandrew

เจ้าของพันธุ์: Syngenta Crop Protection AG

- ‘Sweet Caroline Sweetheart Light Green’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: G. Craig Yencho, Kenneth Pecota และ Charles Newell Hancock

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



ภาพที่ 4 มั่นเทศประดับกลุ่มใบสี่เหลี่ยม รูปทรงใบหัวใจ

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

2. รูปทรงใบแฉก (ภาพที่ 5)

- ‘Kyuikukan 3’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Yasuhiro Takahata, Masaru Yoshinaga, Hiroki Nakayama, Masaru Tanaka, Yoshinori Nakazawa, Toru Kumagai, Yumi Kai, Kenji Katayama, Tetsufumi Sakai, Kazunari Iwaki และ Yasuyuki Murakami

เจ้าของพันธุ์: Suntory Flowers Ltd. and National Agriculture and Food Research Organization

- ‘NCORNSP-012EMLC’ หรือ Illusion Emerald Lace

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Kenneth Pecota และ G. Craig Yencho

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University

- ‘Sweet Caroline Light Green’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Kenneth Pecota, Cynthia Pierce และ G. Craig Yencho

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University

- ‘Margarita’

ผู้ค้นพบ: Hunter Stubbs

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



‘Margarita’ ‘Kyuikukan 3’ ‘Sweet Caroline Light Green’ ‘NCORNSP-012EMLC’

ภาพที่ 5 มันทะศประดับกลุ่มใบสีเขียว รูปทรงใบแฉก

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

กลุ่มใบสีเขียว

1. รูปทรงใบแฉก (ภาพที่ 6)

- ‘Iposgbro’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Paul Talmadge

เจ้าของพันธุ์: Floranova Service Corp.

- ‘Kyuikukan 4’

ชื่ออื่นๆ Desana Compact Red

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Yasuhiro Takahata, Masaru Yoshinaga, Hiroki Nakayama, Masaru Tanaka, Yoshinori Nakazawa, Toru Kumagai, Yumi Kai, Kenji Katayama, Tetsufumi Sakai, Kazunari Iwaki และ Yasuyuki Murakami

เจ้าของพันธุ์: Suntory Flowers Ltd. and National Agriculture and Food Research Organization

- ‘Sweet Caroline Bronze’

ผู้ปรับปรุงพันธุ์: Kenneth Pecota, Cynthia Pierce และ G. Craig Yencho

เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



ภาพที่ 6 มั่นเทศประดับกลุ่มใบสีคอปเปอร์ รูปทรงใบแฉก

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

กลุ่มใบต่าง (ภาพที่ 7)

1. ต่างเหลือง ('Sweet Caroline Green Yellow')
ผู้ปรับปรุงพันธุ์: G. Craig Yencho และ Kenneth Pecota
เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University
2. ต่างชมพู ('Tricolor' หรือ 'Pink Frost')
ผู้ปรับปรุงพันธุ์: -
เจ้าของพันธุ์: North Carolina State University



ภาพที่ 7 มั่นเทศประดับกลุ่มใบต่าง

ที่มา: Canadian Food Inspection Agency (n.d.)

ลักษณะมันเทศประดับที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์

มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' (ภาพที่ 8) ที่ใช้ในการทดลอง มีลักษณะเป็น เมริคลินนอลโคเมอรา (mericlinal chimera) ร่วมกับ เซกตอเรียลโคเมอรา (sectorial chimera) โดยโคเมอราชนิดไม่คงตัว สามารถให้ยอดและใบที่เป็นปกติหรือกลายทั้งยอด ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของยอดที่เกิดว่าพัฒนาจากส่วนใดของปลายยอด (อรุณี, 2550) โดยรูปแบบการด่างส่วนใหญ่จะเป็นแบบ ด่างที่ขอบใบ (margined) และด่างเป็นรอยเประปะป็น (splashed mottled splashed) (เนื่องพนิชและปราโมทย์, 2547) หัวสามารถรับประทานได้ เปลือกของหัวมีสีเหลืองอมน้ำตาล เนื้อสีขาว



ภาพที่ 8 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'

มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' (ภาพที่ 9) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ipomoea batatas* 'Seki Blak' (CHILLIN™ BLACKBERRY STAR, CHILLIN™ SERIES) PPAF ชื่อสามัญ Chillin™ Blackberry Star Sweet Potato Vine ลักษณะทั่วไป ใบเป็นรูปเมเปิ้ลสีม่วงเข้ม เถาไม่ใหญ่มาก ปลูกได้ตลอดทั้งปี นิยมปลูกเป็นไม้กระถางแขวน ทนแดด ชอบดินชื้นระบายน้ำได้ดี เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น และในเขตกึ่งหนาวสามารถปลูกได้ตามฤดูกาล (Learn 2 Grow, n.d.)



ภาพที่ 9 มันทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak'

มันทศประดับลูกผสม 'Hybrid' (ภาพที่ 10) เป็นลูกผสมที่ได้จากมันทศประดับสายพันธุ์ 'Sweet Caroline Sweet Heart Red' และ 'Margarita' ลูกผสมที่ได้มีลักษณะ ใบเป็นรูปเมเปิ้ล ใบสีบรอนซ์ ทรงต้นเป็นพุ่มกระชับ (compact) เจริญเติบโตดีทั้งแดดรำไรและแดดจัด ชอบดินชื้นระบายน้ำได้ดี เหมาะสำหรับปลูกเป็นกระถาง และไม้กระถางแขวน



ภาพที่ 10 มันทศประดับสายพันธุ์ลูกผสม 'Hybrid'

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

มันเทศเป็นไม้ล้มลุกและเป็นพืชหลายฤดู ส่วนมากจะเป็นเถาเลื้อยขยายออกไปตามแนวนอน (vine) อย่างรวดเร็ว ลักษณะทรงต้นมีทั้งแบบตั้ง แบบกึ่งตั้ง กึ่งเลื้อย และแบบเลื้อย (Zósimo, 1999)

ระบบราก เป็นระบบรากฝอยทอดเลื้อย ทำหน้าที่ดูดธาตุอาหาร น้ำ และเป็นรากสะสมอาหาร โดยเก็บอาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระบบรากมีรากหลัก (primary storage root) และรากแขนง (lateral storage root) ด้านข้าง เมื่อโตเต็มที่ จะมีลักษณะหนาค้ำยดินสอ บางรากมีการผลิตลิคินิน ส่วนรากที่ไม่มีการผลิตลิคินิน จะมีลักษณะสด และหนามากขึ้น เรียกว่า รากสะสมอาหาร โดยปกติถ้าปลูกจากเมล็ดรากจะมีรากหลักและแตกแขนงด้านข้าง ต่อมา รากหลักจะพัฒนาเป็นรากสะสมอาหาร

ลำต้น เป็นทรงกระบอก ทั้งแบบตั้งตรงและแบบเถาเลื้อย แตกกิ่งตามข้อ ขึ้นอยู่กับลักษณะการเจริญเติบโตของแต่ละพันธุ์ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ตั้งสูงประมาณ 1 เมตร ในขณะที่พันธุ์เลื้อยสามารถยาวได้ถึง 5 เมตร บางพันธุ์ลำต้นมีลักษณะบิดเป็นเกลียว ความยาวปล้องแตกต่างกัน ความแตกต่างของสีขึ้นกับพันธุ์ มีทั้งสีเขียวและสีม่วงแดง (red-purple color) จาก แอนโทไซยานิน (anthocyanins) ซึ่งมีมากที่บริเวณปลายยอด มีทั้งลำต้นเรียบ (ไม่มีขน) และมีขนมาก

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงเวียนรอบลำต้น แผ่นใบบาง ขอบใบเป็นฟันเลื่อยหรือเป็นแฉก บริเวณฐานใบมี 2 แฉก ที่เกือบตรงหรือโค้งมน รูปร่างใบมีทั้งใบรูปทรงกลม รูปไข่ รูปหัวใจ รูปสามเหลี่ยม และรูปหอก ขอบใบเป็นแฉก หรือแฉกลึก สีใบมีตั้งแต่เขียว-เหลือง ใบอ่อนอาจมีสีม่วงในบางพันธุ์ และใบแก่สีเขียว ขนาดและจำนวนใบแตกต่างกันตามพันธุ์ ความยาวก้านใบมีตั้งแต่สั้นมากถึงยาวมาก สีก้านใบมีสีเขียวหรือสีม่วง

ดอก พันธุ์ที่แตกต่างกันดอกมีจำนวนต่างกัน ดอกเป็นช่อกระจุก (clusters) แยกออกเป็น 2 ก้านช่อดอก ปกติดอกที่ 2 และ 3 จะสามารถพัฒนาได้ แต่อย่างไรก็ตาม ส่วนมากออกดอกเดี่ยว ก้านดอกสั้น ก้านช่อดอกมีสีเขียวหรือม่วง ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ อยู่ด้านนอก 2 กลีบ ด้านใน 3 กลีบ กลีบดอกมี 5 กลีบ เชื่อมติดกัน ส่วนมากมีสีม่วงหรือม่วงอ่อน บริเวณคอดอกบางพันธุ์มีสีขาว เกสรเพศผู้ ประกอบด้วย ก้านชูอับเรณู 5 อัน อับเรณูมีสีขาว เหลือง หรือชมพู แดก

ตามแนวยาว เกสรเพศเมียประกอบด้วย รังไข่ 2 คาร์เพล (carpels) มี 2 ช่อง (locules) แต่ละช่องมี 1 หรือ 2 ออวูล (ovules)

ผลและเมล็ด เป็นผลแบบแห้งแตก (capsule) มีรูปร่างกลม มีทั้งมีขนและไม่มีขน เปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ แต่ละผลมี 1-4 เมล็ด เมล็ดมีขนาดเล็ก ด้านหนึ่งแบน อีกด้านหนึ่งโค้ง มีลึตั้งแต่สีน้ำตาลจนถึงดำ ขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร เปลือกหุ้มเมล็ดแข็งทำให้ต้นอ่อนค่อนข้างงอกยาก ต้องใช้วิธีการ โดยการขัดเมล็ด หรือวิธีทางเคมีช่วย เมล็ดไม่มีระยะพักตัว มีความมีชีวิตหลายปี

มันเทศเป็นพืชหัวอุตสาหกรรมที่สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยทั่วไปปลูกเพื่อเอาหัวมาเป็นอาหาร หรือขายเป็นสินค้า จะมีหัวขนาดใหญ่ เปลือกเป็นสีแดงหรือสีขาว เนื้อในมีหลายสี เช่น สีขาว สีม่วง และสีเหลือง เมื่อนำมาต้มหรือหนึ่งให้สุก มีรสหวานอร่อย สามารถปรุงอาหารได้หลายอย่าง อาทิเช่น แกงมันมัน แกงกะหรี่ แกงกะทิ แกงไตปลา และทำขนมได้หลายชนิด นอกจากนี้ยอดอ่อนยังสามารถนำไปรับประทานเป็น แกงส้ม และลวกจิ้มน้ำพริกชนิดต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งมันเทศที่กล่าวถึงข้างต้น ต้นและใบจะเป็นสีเขียว ยอดอ่อนเป็นสีน้ำตาลเข้ม นิยมปลูกเกือบทุกภาค มีหลายสายพันธุ์ แต่มันเทศประดับ จะมีความแตกต่างจากมันเทศทั่วไป คือ มีทรงพุ่ม และใบที่มีขนาดรูปร่างรวมทั้งสีอันสวยงามน่าชมมากกว่า หัวสามารถรับประทานได้ ปัจจุบันมีผู้นำเข้าพันธุ์มันเทศประดับหลายสายพันธุ์ เพื่อปลูกเป็นไม้คลุมแปลง และไม้กระถาง จากจุดเด่นในเรื่องความสวยงามของใบ มันเทศประดับจึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง (หนังสือพิมพ์บ้านเมือง, 2553)

การขยายพันธุ์มันเทศ

มันเทศประดับ (ornamental sweet potato) สามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ มันเทศเป็นพืชผสมข้าม (cross pollinated crops) ที่มีลักษณะเป็น self-incompatibility แบบ sporophytic จึงเป็นไปได้ยากที่จะผสมให้ได้เมล็ดจากลูกผสมพ่อแม่เดียวกัน

การขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศ เป็นการรวมยีน (recombination) ที่มีลักษณะดีเข้าไว้ด้วยกัน มันเทศ ใช้การผสมระหว่างละอองเกสรเพศผู้ของพืชต้นหนึ่งกับเกสรเพศเมียของพืชอีกต้นหนึ่ง โดยการผสมเปิด (open-pollination) หรือช่วยผสม (hand-pollination) (Wilson *et al.*, 1989) จำนวนโครโมโซมของมันเทศเป็น $2n = 6x = 90$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็น hexaploid plant ซึ่งมีโครโมโซม

พื้นฐาน $x = 15$ (Srisuwan, 2006) มันเทศจะออกดอกในช่วงวันสั้น (short days) ภายในดอกมียอดเกสรเพศเมีย (stigma) อยู่บนสุด ด้านล่างมีเกสรเพศผู้ (stamens) 5 อัน ความสูงของก้านชูเกสรเพศผู้จะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ แต่จะสั้นกว่าก้านเกสรเพศเมีย ภายในมี 2 รังไข่ แต่ละรังไข่สามารถผลิตเมล็ดได้ 2 เมล็ด มีเมล็ดได้สูงสุด 4 เมล็ดต่อผล

การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ ใช้ส่วนต่างๆ เช่น รากสะสมอาหาร (storage root) ไหล (stolon) และใบ (leaf) เช่นเดียวกับมันเทศรับประทานในการขยายพันธุ์ (vegetative propagation) แต่ส่วนใหญ่จะใช้ส่วนของลำต้น ในการปักชำ โดยส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ขยายพันธุ์โดยวิธีนี้จะเรียกว่าโคลน (clone) ซึ่งเป็นส่วนที่พัฒนาไปเป็นต้นที่สมบูรณ์ต่อไปได้ (Wilson *et al.*, 1989)

การปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์ คือ การได้มาของพันธุ์ใหม่ที่แตกต่างจากพันธุ์ดั้งเดิม แม้ว่าในสมัยใหม่นักวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทมากก็ตาม นักปรับปรุงพันธุ์ยังจำเป็นต้องใช้ความสามารถ และประสบการณ์เฉพาะตัว ซึ่งอาจเรียกว่าศิลปะช่วยอยู่ ความเป็นนักสังเกตที่ดี มีความฉับไวในการแยกคัดพืชต่างชนิด และการตัดสินใจที่ดีในการคัดเลือกพืช จะสามารถทำให้ได้พันธุ์ใหม่เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามความสำเร็จของการปรับปรุงพันธุ์พืชสมัยใหม่นั้น ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานการสนับสนุนของเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (สุทัศน์, 2553)

ในพืชบางชนิดอาจปรับปรุงพันธุ์ได้ง่ายสามารถทำได้ด้วยวิธีดั้งเดิม แต่ในบางพืช เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อน และต้องใช้เวลาในการทดสอบ บางครั้งต้องทำในห้องปฏิบัติการ ในสภาพที่สามารถควบคุมได้ (Shu, 2010) ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์สามารถทำได้หลายวิธีการ การปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นอีกวิธีที่รวดเร็วในการสร้างสายพันธุ์ใหม่

การกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทุกชนิดที่เกิดขึ้นกับสารพันธุกรรม (genetic material) หรือดีเอ็นเอ (DNA) ในเซลล์ ซึ่งไม่เกิดจากการรวมตัว (recombination) หรือการแยกตัว (segregation) ของสารพันธุกรรมตามปกติ และสามารถถ่ายทอดลักษณะการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ จากเซลล์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปยังเซลล์ลูกได้ด้วยกระบวนการแบ่งเซลล์ (อรุณี, 2550)

การกลายตามธรรมชาติและการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลาย

1. การกลายตามธรรมชาติ หมายถึง การกลายที่เกิดขึ้นเองโดยมนุษย์ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสาเหตุของการกลายตามธรรมชาติไม่เป็นที่แน่ชัด ไม่สามารถบอกได้ว่ามาจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือหลายๆปัจจัยร่วมกัน อาจเป็นผลของปัจจัยภายในเซลล์ของพืชเอง หรืออาจเกิดจากสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปัจจัยภายนอก

2. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลาย การกลายนอกจากเกิดได้เองตามธรรมชาติแล้ว ยังสามารถใช้วิธีการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายได้ด้วย โดยจะได้อัตราการกลายสูงกว่าที่เกิดเองตามธรรมชาติอีกหลายเท่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่นำมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลาย สำหรับสิ่งที่ใช้ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลาย โดยทั่วไปเรียกว่่าสิ่งก่อการกลาย (mutagen) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 สิ่งก่อการกลายประเภทกายภาพ (physical mutagen) ได้แก่ รังสีประเภทต่างๆ เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา หรือรังสีนิวตรอน

2.2 สิ่งก่อการกลายประเภทสารเคมี (chemical mutagen) ได้แก่ ethyl methanesulphonate (EMS), ethylene imine (EI) หรือ diethylsulphate (dES) (อรุณี, 2550)

หลักในการใช้รังสีเพื่อเหนี่ยวนำให้พืชกลายพันธุ์ควรพิจารณา ดังนี้ (อรุณี, 2550)

1. เมื่อต้องการเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะเพียง 1-2 ลักษณะ ในพันธุ์พืชที่มีลักษณะส่วนใหญ่ดีอยู่แล้ว ด้วยวิธีการใช้รังสี จะช่วยให้ได้ลักษณะที่ต้องการ หรือกำจัดลักษณะที่ไม่ต้องการออกไปได้ในระยะเวลาสั้นๆ เช่น ต้องการเพิ่มลักษณะด้านทานโรคใบไหม้เข้าไปในพันธุ์

ข้าวที่มีลักษณะที่สำคัญส่วนใหญ่คืออยู่แล้ว คือให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดดี แต่ไม่ต้านทานต่อโรคใบไหม้ หรือต้องการเปลี่ยนสีเปลือกเมล็ดจากสีดำเป็นน้ำตาล หรือเปลี่ยนลักษณะพืชจากต้นมีหนามเป็นไม่มีหนาม เป็นต้น

พืชส่วนใหญ่ที่ขยายพันธุ์ด้วยเนื้อเยื่อต้นพืช ส่วนใหญ่มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัส เมื่อมีการผสมตัวเองจะมีการกระจายตัวของลักษณะอื่นๆ อีกหลายลักษณะ จึงยุ่งยากในการคัดเลือกหาลักษณะที่ต้องการ หรือลักษณะของต้นพ่อและแม่ซึ่งต้องการให้คงอยู่ อาจหายไปในวันลูก หรือเมื่อมีการผสมข้ามพันธุ์เพื่อถ่ายทอดลักษณะที่พึงประสงค์จากพันธุ์อื่นเข้ามา ลูกผสมที่ได้ไม่มีลักษณะที่ต้องการเข้ามาแต่อาจสูญเสียลักษณะอื่นๆ ของพันธุ์เดิมไปจึงต้องใช้วิธีผสมกลับหลายครั้ง ทำให้เสียเวลา ดังนั้นวิธีการเหนี่ยวนำให้กลายพันธุ์จะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ลงได้ เพราะจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงไม่กี่ลักษณะ โดยไม่กระทบกระเทือนลักษณะเดิมที่ได้อยู่แล้ว

2. เพื่อเพิ่มฐานพันธุกรรม หรือสร้างการแปรผันทางพันธุกรรมให้กว้างขวางขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชที่ผสมตัวเอง

3. เมื่อมียีนที่ต้องการอยู่ในธรรมชาติ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ เช่น มียีนนั้นอยู่ในพืชป่า แต่ไม่สามารถนำมาถ่ายทอดไปยังพืชปลูกได้ เพราะมีความแตกต่างทางพันธุกรรมอย่างมาก

4. หากไม่มียีนที่ควบคุมลักษณะที่พึงประสงค์อยู่ในธรรมชาติ การเหนี่ยวนำให้กลายพันธุ์จะเป็นวิธีการที่อาจสร้างยีนที่ต้องการได้

5. พืชที่ขยายพันธุ์ได้ทั้งสองวิธีการ คือ ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดหรือโดยอาศัยเพศ และพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเนื้อเยื่อพืชหรือโดยไม้อาศัยเพศ จะได้ประโยชน์จากการใช้รังสีเหนี่ยวนำให้เกิดการกลาย เช่น ไม้ดอกหลายชนิดที่นักปรับปรุงพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์แล้วได้เมล็ดลูกผสม F_1 เมื่อนำเมล็ดลูกผสม F_1 มาฉายรังสี ก็จะให้เกิดการแปรผันในรุ่น F_1 ได้ เมื่อนำไปปลูก และพบลักษณะกลายที่ต้องการ ก็สามารถนำมาขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไซกิงพันธุ์ หรือกิ่งตอน เป็นต้น

6. ไม้ยืนต้น เช่น ไม้ผล และไม้ป่า เป็นพืชที่มีการเติบโตทางลำต้นยาวนาน การจะใช้วิธีผสมพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์จะล่าช้ามาก นอกจากนี้มักคิดเมล็ดน้อย ตลอดจนเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดต่ำ ดังนั้นการฉายรังสีเนื้อเยื่อต้นพืชเพื่อการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายจะช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ลงได้

7. พืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเนื้อเยื่อต้นพืชหลายชนิด มีข้อจำกัดในตัวเองจึงไม่สามารถใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการปกติได้ การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายจึงเป็นวิธีการที่จะสร้างพันธุ์ใหม่ๆ ขึ้นมา ข้อจำกัดดังกล่าวคือ

7.1 Incompatibility คือ ความไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ ซึ่งมีทั้งไม่สามารถผสมตัวเอง และไม่สามารถผสมข้าม จึงไม่สามารถที่จะกระจายลักษณะต่างๆออกมาให้ทำการคัดเลือกได้

7.2 Apomictic species คือ เป็นพืชที่สร้างเอ็มบริโอจากเซลล์อื่นๆ นอกเหนือไปจากเอ็มบริโอที่เกิดจากการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมีย เช่น จากเซลล์นิวเคลลัส

7.3 Sterility พืชดังกล่าวมักมีอัตราการเป็นหมันสูงมาก โดยเฉพาะพวกโพลีพลอยดี

การใช้รังสีแกมมาปรับปรุงพันธุ์พืช

การใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์พืช ถือเป็นอีกมิติหนึ่งในการนำประโยชน์จากเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้ในการเกษตร ซึ่งเป็นการนำรังสีมาช่วยให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมได้มากขึ้นและเร็วขึ้น สามารถคัดเลือกให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ดีขึ้น แปลกใหม่ แต่ลักษณะดีของพันธุ์เดิมจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย (บ้านเมือง, 2553)

เมื่อนำพืชหรือส่วนของพืชที่ใช้ขยายพันธุ์ได้ เช่น เมล็ด ใบ ราก เหง้า ฯลฯ มาฉายรังสีแกมมา รังสีจะถ่ายเทพลังงานให้กับเซลล์พืชก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับสารพันธุกรรมหรือที่เรียกว่าดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆ ของพืช ควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์พืช หรือสารพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงเนื่องจากได้รับพลังงานจากรังสีแกมมา ก็จะทำให้หน้าที่ที่สารพันธุกรรมนั้นทำอยู่หรือควบคุมบังคับบัญชาอยู่เปลี่ยนแปลงไปด้วย เมื่อเซลล์นั้นแบ่งตัวพัฒนาเป็นต้นพืชก็จะได้ลักษณะที่ต่างไปจากเดิม เรียกว่า เกิดการกลายพันธุ์ พืชที่มีการกลายพันธุ์เกิดขึ้น เรียกว่า พันธุ์กลาย ซึ่งสามารถขยายเป็นพืชพันธุ์ใหม่ได้ (สิรินุช และคณะ, 2552)

รังสีแกมมาทำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะต่างๆ หรือควบคุมกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์ของพืช เมื่อมีการกลายพันธุ์เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำด้วยรังสีแกมมา จะทราบได้อย่างไรว่ามีารกลายพันธุ์เกิดขึ้นในพืช จะทราบได้เมื่อมีการ

เปลี่ยนแปลงที่ปรากฏให้เห็น หรือที่เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทาง พิโนไทป์ของพืช ลักษณะที่ปรากฏอาจเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีดอก สีใบ รูปทรงดอก รูปทรงใบ ความสูงของต้นพืชเปลี่ยนไป มีอายุการออกดอก ติดผลเร็วขึ้นหรือช้าลง ซึ่งง่ายต่อการคัดเลือกนำมาใช้ประโยชน์ และ ไม้ดอกไม้ประดับก็อยู่ในกลุ่มของพืชที่เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพิโนไทป์จะสามารถใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย เนื่องจาก ไม้ดอกไม้ประดับส่วนใหญ่คุณค่าของพืชอยู่ที่ลักษณะที่ปรากฏแก่สายตาไม่ว่าจะเป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสี หรือรูปร่าง ความแปลก และแตกต่างจากพันธุ์เดิมสามารถนำมาขยายพันธุ์เป็นพันธุ์ใหม่ได้ทันที (สิรินุช และคณะ, 2552)

การฉายรังสีให้กับพืชหรือชิ้นส่วนของพืชสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. การฉายรังสีแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) เป็นการให้รังสีปริมาณสูงๆ และสิ้นสุดในระยะเวลาอันสั้น เพื่อไม่ให้พืชหรือชิ้นส่วนของพืชมีโอกาสซ่อมแซมความเสียหายในช่วงที่ได้รับรังสี การให้รังสีแบบนี้จะให้เฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชก็ได้ ทำให้อัตราการกลายพันธุ์โดยทั่วไปค่อนข้างสูง ขนาดของส่วนที่กลาย (mutated sector) ใหญ่ ง่ายต่อการคัดเลือกลักษณะนั้นๆ ออกมาได้ ตัวอย่างเช่น การฉายรังสีเมล็ดข้าวในปริมาณรังสี 20 กิโลแตรด ในเครื่องฉายรังสีแกมมาที่ให้ปริมาณรังสี 1 กิโลแตรดต่อนาที ก็จะฉายเสร็จสิ้นโดยใช้ระยะเวลาเพียง 20 นาที

2. การฉายรังสีแบบโครนิก (chronic irradiation) เป็นการแผ่ระยะเวลาที่ได้รับรังสีให้นานออกไป โดยให้ได้รับรังสีต่อหน่วยเวลาดำ เพื่อให้ทุกระยะของการเจริญเติบโต หรือการแบ่งเซลล์ได้รับรังสี การได้รับรังสีแบบนี้จะเสียหายน้อยกว่าการได้รับรังสีแบบเฉียบพลันในกรณีที่ได้รับรังสีเป็นปริมาณที่เท่ากัน และส่วนกลายที่ได้จะมีขนาดเล็ก จึงเป็นการยากที่จะค้นหา และแยกส่วนที่กลายออกมา ตัวอย่างเช่น การฉายรังสีเนื้อเยื่อขิงแดงในปริมาณรังสี 11 กิโลแตรด ใช้เวลาฉายรังสีประมาณ 3 สัปดาห์ (อรุณี, 2539)

ไคเมอรา

ไคเมอรา (chimera) เกิดกับพืชทั้งต้นหรือเกิดกับบางส่วนของต้น ซึ่งประกอบไปด้วยชั้นของเนื้อเยื่อที่มีความแตกต่างของพันธุกรรม ที่พบมากที่สุดคือ 'variegated' ซึ่งความแตกต่างของสีใบเป็นสีเหลือง หรือสีขาว เนื่องจากไม่มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เป็นการกลายของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll mutants) ซึ่งไคเมอรามีอยู่หลายชนิด (Reed, 2007)

สาเหตุของการเกิดไคเมอรา เกิดเมื่อมีการกลายของเซลล์ ซึ่งอาจเป็นการกลายตามธรรมชาติหรือการเหนี่ยวนำด้วยสิ่งก่อการกลาย ได้แก่ รังสีหรือสารเคมี ถ้าเซลล์กลายอยู่บริเวณปลายยอด ซึ่งจะต้องมีการแบ่งเซลล์ต่อไป เซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งตัวของเซลล์กลายก็จะเป็นเซลล์กลายทั้งหมด ผลก็คือในเนื้อเยื่อพืชนั้นๆ จะมีเซลล์ที่มีจีโนมไทป์ต่างกันอยู่ใกล้ๆ กัน เรียกลักษณะดังกล่าวนี้ว่า ไคเมอรา เนื่องจากการกลายเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า one-cell event คือ การกลายในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง จะมีโอกาสเกิดในเซลล์เพียงเซลล์เดียว ดังนั้น การกลายของเซลล์ร่างกาย จะพบเนื้อเยื่อที่ประกอบไปด้วยเซลล์กลาย และเซลล์ปกติอยู่ร่วมกัน (อรุณี, 2550) เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดทำให้เกิดไคเมอรา (chimera) ชนิด เซกตอเรียลไคเมอรา (sectorial chimera) หรือเมริคลินอลไคเมอรา (mericlinal chimera) ขึ้นก่อน และมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นเป็นเพริคลินอลไคเมอรา (periclinal chimera) ได้ในภายหลัง เมริคลินอลไคเมอราเป็นการกลายของเซลล์บางส่วนของชั้นเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด แต่เพริคลินอลไคเมอราเป็นการกลายของเซลล์ทั้งชั้นเนื้อเยื่อเจริญ และเป็น การกลายที่คงตัว โดยปกติเนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์มักจะอยู่บริเวณส่วนที่เป็นฐานของยอดหรือต้นที่ผ่านการฉายรังสี เรียกว่า ยอด M_1V_1 หรือ ต้น M_1V_1 เมื่อมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนใบขึ้นไปทางปลายยอดเรื่อย ๆ โดยเซลล์ปกติมีการแบ่งเซลล์ปกติมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนนำหน้าไปอย่างรวดเร็ว ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์กลายเป็นเซกเตอร์ ที่มีขนาดเล็ก และถูกจำกัดบริเวณให้อยู่ตรงส่วนของ basal bud ของยอด M_1V_1 นั่นเอง (พิทักษ์, 2550)

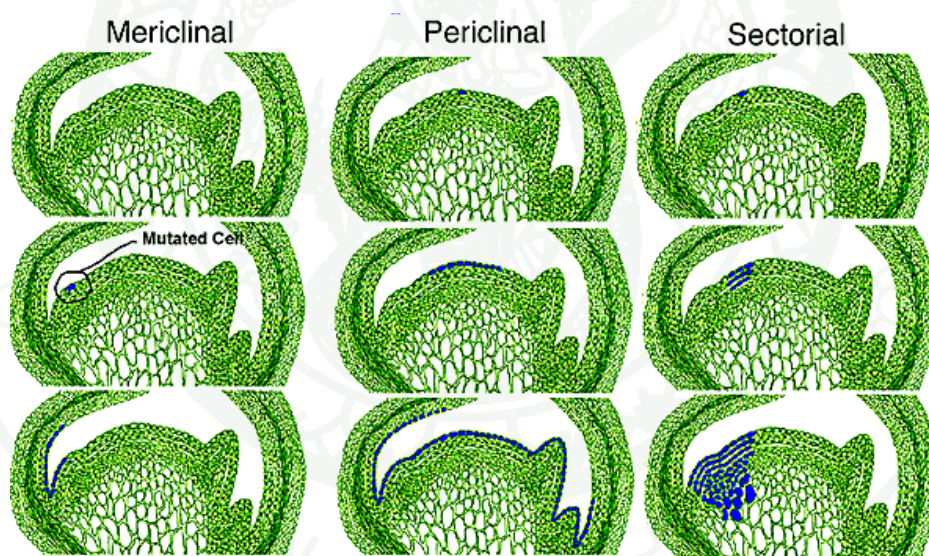
ชนิดของไคเมอรา

สามารถแยกชนิดของไคเมอราตามตำแหน่ง และ โครงสร้างของเนื้อเยื่อได้ 3 ชนิด (ภาพที่ 11 และ 12) คือ เพริคลินอลไคเมอรา, เมริคลินอลไคเมอรา และเซกตอเรียลไคเมอรา (อรุณี, 2550)

1. เพริคลินอลไคเมอรา เป็นการกลายที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นของเนื้อเยื่อเจริญ ($L_1 - L_3$) ไคเมอราชนิดนี้มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นไคเมอราชนิดที่ค่อนข้างคงตัว และสามารถ

ขยายพันธุ์ได้ด้วยวิธีการไม่อาศัยเพศ แต่จะคงตัวแค่ไหนขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เกิดไคเมอร่าด้วย สามารถแบ่งไคเมอร่าชนิดเพริคลินอล ออกได้ดังภาพที่ 11 การกลายที่ได้ไคเมอร่าชนิดเพริคลินอล จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์กลายอยู่ใกล้กับบริเวณปลายยอด เมื่อมีการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวน จะทำให้ได้เซลล์กลายทั้งชั้น ผลที่ตามมาคือ จะได้ชั้นของเซลล์ที่มีลักษณะพันธุกรรมแตกต่างไปจากเนื้อเยื่อเจริญส่วนอื่น ตัวอย่างเช่น เมื่อการกลายเกิดขึ้นที่ชั้น L_1 ดังนั้น ชั้นของเซลล์อพิเคอร์มิสของยอดที่เจริญมาจากเซลล์ภายหลังการกลายจะมีจีโนไทป์ชนิดใหม่

2. เมริคลินอลไคเมอร่า เป็นไคเมอร่าที่เซลล์ของส่วนกลายไม่คลุมส่วนยอดทั้งหมด ชั้นของเซลล์กลายอาจอยู่เฉพาะเพียงบางส่วนของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ซึ่งจะทำให้ได้ยอด หรือใบที่กลายเฉพาะบริเวณนั้นเท่านั้น ในขณะที่เซลล์ส่วนอื่นๆ ปกติ ไคเมอร่าชนิดเมริคลินอล โดยมากจะเกิดขึ้นเพียงส่วนเล็กๆ เท่านั้น เช่น เกิดกับใบเพียงใบเดียว การเกิดไคเมอร่าชนิดเมริคลินอล ก็จะคล้ายๆ กับการเกิดไคเมอร่าชนิดเพริคลินอล คือ จำกัดอยู่เฉพาะชั้นเดียวของเซลล์

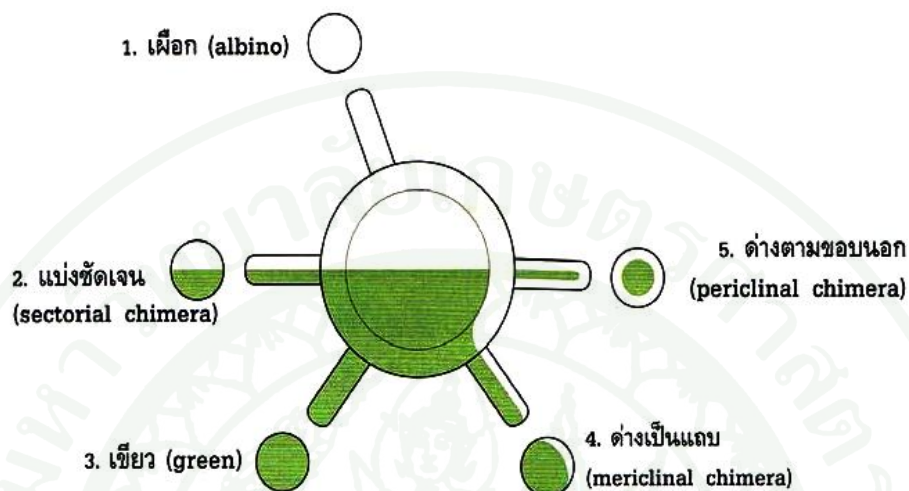


ภาพที่ 11 ชนิดของไคเมอร่าและการเกิดไคเมอร่าในเนื้อเยื่อเจริญของตาของพืชที่ได้รับการฉายรังสี

ที่มา: Lineberger (2006)

3. เซกตอเรียลไคเมอร่า เป็นไคเมอร่าที่เกิดจากการกลายเป็นบางส่วนของบริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด โดยมีการกลายในทั้ง 3 ชั้นของเซลล์ (L_1-L_3) ไคเมอร่าชนิดนี้ไม่คงตัวสามารถให้

ยอด และใบที่เป็นปกติ ยอดที่เกิดใหม่อาจเป็นปกติทั้งยอด หรือกลายทั้งยอด หรือยังคงรักษาลักษณะไคเมอราไว้ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของยอดที่เกิดใหม่ว่าพัฒนามาจากบริเวณใดของปลายยอด



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะการต่าง (Chimera) แบบต่างๆ

ที่มา: เนื่องพนิช และปราโมทย์ (2547)

ข้อสังเกตพืชกลายพันธุ์ที่ได้จากการฉายรังสี

1. การเปลี่ยนเฉพาะสีดอก ลักษณะสีที่ได้มักจะเป็นสีที่จางกว่าพันธุ์เดิม ลักษณะสดใสหวานขึ้น โดยที่ลักษณะของกลีบดอก ช่อดอก หรือทรงต้น คล้ายคลึงพันธุ์เดิม เช่น การเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง สีชมพู เปลี่ยนเป็นขาวครีม สีแดงเข้มกระแดง เปลี่ยนเป็นสีชมพูอมเหลืองสดใส

2. การเปลี่ยนฟอร์มของดอก นอกจากการเปลี่ยนของสีแล้ว บ่อยครั้งที่พบว่าจะมีการเปลี่ยนฟอร์มของดอก และลักษณะกลีบดอกด้วย โดยขนาดของดอก และกลีบดอกเล็กกว่าพันธุ์เดิม

3. การเปลี่ยนแปลงสีของใบ และทรงต้น สีของใบ และก้านใบเปลี่ยนไปด้วย เป็นการเปลี่ยนก้านใบ และสีใบจากสีแดงเป็นสีเขียวล้วน หรือเป็นใบลาย ใบด่าง เปลี่ยนทรงต้นจากสูงเป็นต้นก่อนข้างเตี้ย

4. การเปลี่ยนแปลงหลายๆ ลักษณะ เช่น ต้นเตี้ยใบด่างลาย พอร์มดอกเปลี่ยน สีดอก เปลี่ยนไปด้วย พันธุ์กลายที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงหลายๆ อย่างพร้อมกันอาจไม่สวยงามพอที่จะเป็น พันธุ์ใหม่ ให้สันนิษฐานว่าปริมาณรังสีที่ใช้ในการฉายรังสีสูงเกินไป ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ หลายยีนด้วยกัน ดังนั้นปริมาณรังสีที่ใช้ต้องไม่สูงเกินไปที่จะทำให้พืช เกิดความผิดปกติ และปริมาณรังสีต้องไม่ต่ำเกินไปจนพืชไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, ม.ป.ป.)

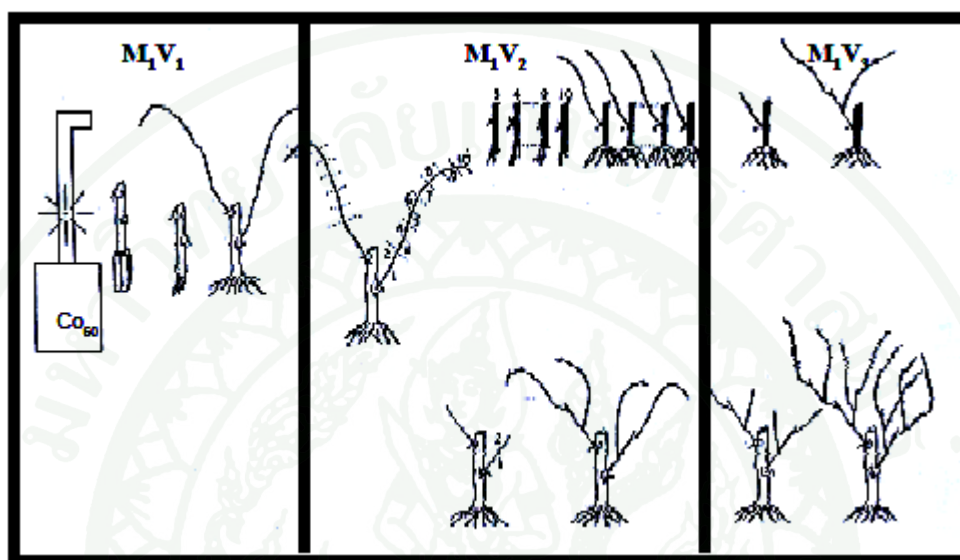
พืชแต่ละชนิดมีความไวต่อรังสี (radiosensitivity) แตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการลักษณะความไวต่อรังสี หรือความทนทานต่อรังสี ส่วนหนึ่งควบคุมด้วยยีน และสามารถถ่ายทอดทาง พันธุกรรมได้ การพิจารณาฉายรังสีกับพืชแต่ละชนิดนั้นอาจทำได้โดยการสืบค้น ข้อมูลจากผลงานหรือรายงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ทำมาแล้วในอดีต หรืออาจจะหาปริมาณรังสีที่เหมาะสมของพืชที่จะทำการวิจัยเองก็ได้ โดยวัดความเสียหายทางสรีรวิทยาที่เกิดกับต้นกล้า ซึ่งมี 2 วิธี (สิรินุช, 2540) ได้แก่

1. วัดการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth) แล้วหาค่าปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นกล้าลดการเจริญเติบโตลง 50 เปอร์เซ็นต์ (50 % Growth Reduction, GR₅₀) ของกลุ่มเปรียบเทียบ (control)

2. วัดเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้า (seedling survival percentage) แล้วหาปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นกล้าตายไป 50 เปอร์เซ็นต์ (50 % Lethal Dose, LD₅₀) ของกลุ่มเปรียบเทียบ (control)

Cutting back method เป็นวิธีการตัดปลายยอดของต้นหรือกิ่ง เพื่อทำให้บริเวณเนื้อเยื่อที่เกิดการกลายพันธุ์สามารถเจริญเติบโตปรากฏลักษณะกลายพันธุ์ออกมาให้เห็นในรูปของ เพรคตินอลโคเมอรา และอาจได้ solid mutant ในที่สุด พืชที่มีการเจริญเติบโตแบบ apical dominance มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ cutting back method เข้าช่วย เนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนปลายจะเกิดอยู่ตรงส่วนของ basal bud และมีขนาดเล็กมาก ลักษณะกลายพันธุ์มีโอกาสสูญหายไปได้มากถ้าการจัดการไม่เหมาะสม เพราะ basal bud ของพืชที่มีการเจริญแบบ ที่ตายอดข่มไม่ให้ตาข้างเจริญเติบโต (apical dominance) ไม่สามารถเจริญต่อไปได้การตัดยอดออกไปทำให้ตาส่วนล่าง (basal bud) มีการเจริญเป็นยอด และกิ่งได้ ตัวอย่างของ cutting back method แสดงไว้ในภาพที่ 13 ถ้าเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยหัวที่อยู่ใต้ดิน เช่น มันฝรั่ง มีการเจริญของตาเป็นแบบ basal dominance คือ ส่วนของ

ยอดเจริญมาจากตาส่วนล่าง ไม่ใช่จากตายอด (apical bud) ยอดที่เกิดใหม่จะเกิดจากบริเวณที่เป็นส่วนเนื้อเยื่อที่กลายพันธุ์จากรังสีที่ฉายโดยตรง ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ cutting back method เข้าช่วย เพราะพืชดังกล่าวนี้จะมียอดใหม่เกิดจาก basal bud อยู่แล้ว (International Atomic Energy Agency, 1975)



ภาพที่ 13 แผนผังแสดงวิธีการทำทริทเมนต์แบบ cutting back เพื่อการคัดเลือกลักษณะกลายพันธุ์ของต้นองุ่น

ที่มา: International Atomic Energy Agency (1975)

การแบ่งประเภทการด่างบนใบ

เนืองพนิช และปราโมทย์ (2547) ได้รายงานหลักการสังเกต และจำแนกลักษณะการด่างบนใบของพืชโดยแยกเป็นประเภทการด่าง ตามหลักของ Yokoi และ Hirose ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญไม้ประดับต่างที่มีชื่อเสียงของญี่ปุ่น โดยแบ่งลักษณะการด่างออกเป็น 20 ลักษณะไว้ในหนังสือ “VARIEGATED PLANTS” ฉบับญี่ปุ่น ดังนี้

ลักษณะด่างที่ขอบใบ (marginated) อาการด่างที่ขอบใบโดยมีขอบเขต และพื้นที่การด่างมาน้อยแตกต่างกัน ขอบและรอยด่างอาจมีความเรียบแตกต่างกัน โดยดูจากการเว้าแหว่งของขอบสีที่ต่างเป็นเกณฑ์พิจารณา (ภาพที่ 14)

ลักษณะมีจุดประในแถบข้างที่ขอบใบ (marginated mottled) มีลักษณะที่เหมือนลักษณะข้างที่ขอบใบทุกประการ แต่มีจุดประเกิดขึ้นเฉพาะในบริเวณที่เป็นแถบข้าง นับว่าเป็นลักษณะที่หายากมาก และมีความสวยงามเป็นพิเศษ (ภาพที่ 15)

ลักษณะ ค้างที่ปลายใบ (tipped) มีการค้างเฉพาะที่ปลายใบเท่านั้น อาจมีพื้นที่ค้างเล็กน้อยแตกต่างกัน แต่ไม่รวมกับการค้างจากเส้นกลางใบขึ้นมา ญูปุ่นเรียกลักษณะค้างที่ปลายใบนี้ว่า “ค้างปลายเล็บ” (ภาพที่ 16)

ลักษณะ ค้างเป็นรอยเปรอะป็น (splashed mottled splashed) มีการค้างเกิดจากกลางใบมายังขอบใบ และมักค้างไม่เป็นระเบียบ คล้ายรอยเปรอะของน้ำที่กระเซ็น ลักษณะนี้จะเกิดเฉพาะกลางใบ หรือบนพื้นใบบางส่วนและสิ้นสุดที่ขอบใบ เป็นลักษณะที่ไม่สวยงามมากนักและในรอยค้างอาจมีสีเขียวจางเป็นพื้นอยู่ด้วยก็ได้ (ภาพที่ 17)

ลักษณะ ค้างกลางใบ (centered) การค้างที่เกิดกลางใบขยายไปยังขอบทั้งสองข้างเท่าๆ กัน ส่วนปลายของรอยค้างจะจรดปลายใบ หรือค้างเฉพาะบริเวณกลางใบก็ได้ โดยบริเวณรอบนอกจนถึงขอบใบจะมีสีเขียว (หรือสีอื่น) เป็นลักษณะที่เป็นระเบียบ และหายากกว่าลักษณะการค้างเป็นรอยเปรอะป็น แต่ปลูกเลี้ยงง่ายกว่าพวกค้างจากขอบใบ (ภาพที่ 18)

ลักษณะค้างซีกใบ (sectorial) การค้างที่เกิดซีกหนึ่งของใบ ซึ่งอาจค้างเป็นแถบแบ่งเส้นชัดเจนเป็นระเบียบ หรือค้างเกินครึ่งเส้นกลางใบ หรือไม่เต็มซีกครึ่งหนึ่งของใบก็ได้ การค้างลักษณะนี้ ถ้าเป็นพวกไม้ยืนต้นจะเลี้ยงง่าย (ภาพที่ 19)

ลักษณะค้างเป็นจุดประ (mottled) มีลักษณะค้างเกิดเป็นจุดประเล็กๆ หรือ เป็นวงใหญ่ขึ้นจะกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นใบ ญูปุ่นแบ่งเป็น 2 แบบ คือ “ค้างเม็ดทราย” และ “ค้างละอองดาว” ซึ่งที่สุดแต่สายตาของแต่ละคนจะมอง อาจคล้ายหรือต่างกันได้ (ภาพที่ 20)

ลักษณะค้างเป็นปื้นเล็กๆ (blotched) การค้างรอบใบปื้นเล็กๆ มีขอบเป็นเหลี่ยมบ้างเว้าแหว่งบ้างไม่แน่นอนรอยค้างกระจายเป็นระเบียบคล้ายลักษณะลายค้างละอองดาว (ภาพที่ 21)

ลักษณะต่างเป็นร่างแห (reticulated) การต่างเกิดขึ้นตามลายของเส้นใบเป็นการต่างทั่วไป ซึ่งอาจไม่ตรงกับเส้นใบก็ได้ เป็นลักษณะที่สวยงามมากและหายากมากที่สุด โดยเฉพาะพวกไม้ยืนต้น (ภาพที่ 22)

ลักษณะต่างเป็นแถบขวางใบ (banded) แตกต่างจากลักษณะอื่น คือ ต่างขวางใบจรดขอบใบ ทั้งสองด้าน เว้นช่วงแต่ละรอยต่างเป็นระยะค่อนข้างระเบียบ เส้นของรอยต่าง หรือเส้นต่างจะเรียบ หรือไม่ก็ได้ ญี่ปุ่นเรียกว่า “ต่างแบบรุ่งกินน้ำ” เป็นลักษณะที่หายากมากเช่นกัน (ภาพที่ 23)

ลักษณะต่างเป็นปื้นขวางจรดขอบใบ (semi-banded) คล้ายลักษณะต่างเป็นแถบขวางใบ แต่ไม่ถึงกับขวางใบ พื้นที่ต่างอาจไม่ติดต่อกันเป็นแถบขวางรอยต่างอาจจรดขอบใบด้านใดด้านหนึ่ง

ลักษณะต่างเป็นแนวตามความยาวขอบใบ (striped) การต่างเป็นแนวยาวตามใบ ทำให้ ใบลายเรียงเป็นริ้ว อาจเป็นเส้นเล็กๆ ขึ้น ค่อนข้างเป็นระเบียบทำให้ดูสวยงามมาก อาจเรียกว่า “ต่างอย่างมีสกุล” (ภาพที่ 24)

ลักษณะต่างทั้งใบ (aurea-albino) มีลักษณะเผือกหรือขาดคลอโรฟิลล์ อาจมีสีเขียว สีชมพู สีเหลือง ซึ่งจะอ่อนแอ โดยใบมักจะไหม้และตายในที่สุด (ภาพที่ 25)

นอกจากการต่างที่กล่าวมาแล้ว ยังมีลักษณะการต่างอีกหลายลักษณะที่ไม่สามารถแยกได้อย่างชัดเจนเพราะเกิดการต่างร่วมกันหลายลักษณะ ซ้ำซ้อน ทั้งความเข้มของสี และการกระจายตัวของพื้นที่ต่าง สำหรับที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เฉพาะการต่างที่เกิดขึ้นกับใบเท่านั้น แต่ยังมีการต่างที่เกิดกับส่วนอื่นของพืชได้อีก เช่น ลำต้น ดอก ผล กาบใบ และก้านใบ เป็นต้น



ภาพที่ 14 ลักษณะการด่างที่ขอบใบ



ภาพที่ 15 ลักษณะการด่างแบบมีจุดประในแถบด่างที่ขอบใบ

ที่มา : เนื่องพนิช และปราโมทย์ (2547)

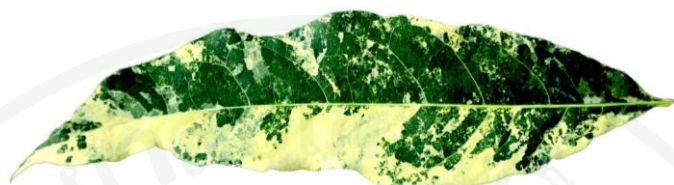


ภาพที่ 16 ลักษณะการด่างที่ปลายใบ

ที่มา : เนื่องพนิช และปราโมทย์ (2547)



ภาพที่ 17 ลักษณะการด่างเป็นรอยเประะป็น



ภาพที่ 18 ลักษณะการด่างกลางใบ



ภาพที่ 19 ลักษณะการด่างซีกใบ





ลายด่างเม็ดทราย

ลายด่างละอองดาว

ภาพที่ 20 ลักษณะการด่างเป็นจุดประ



ภาพที่ 21 ลักษณะการด่างเป็นปื้นเล็ก



ภาพที่ 22 ลักษณะการด่างเป็นร่างแห

ที่มา : เนื่องพนิช และปราโมทย์ (2547)

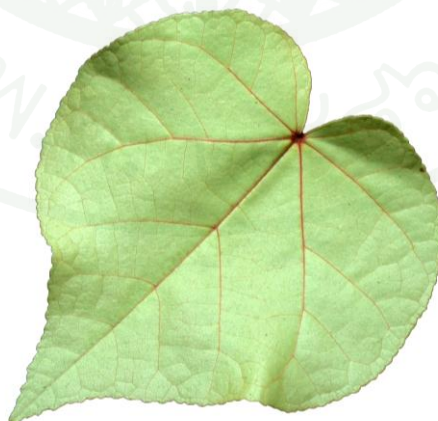


ภาพที่ 23 ลักษณะการต่างเป็นแถบขวางใบ

ที่มา : เนื้อพนิช และปราโมทย์ (2547)



ภาพที่ 24 ลักษณะการต่างเป็นแนวตามความยาวขอบใบ



ภาพที่ 25 ลักษณะการต่างทั้งใบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีกับมันเทศ และไม้ดอกไม้ประดับบางชนิด

จากการศึกษาความสามารถในการแตกยอด และรากมันเทศ หลังการให้รังสีแกมมา พบว่า ยอดมีความไวต่อรังสีมากกว่ารากเล็กน้อย ที่ปริมาณรังสี 90 เกรย์ ไม่ชักนำยอดให้เจริญเติบโตเป็นต้นได้ และพบว่า มี 76 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนราก สามารถเหนี่ยวนำให้เจริญเติบโตเป็นต้นได้ และรังสีแกมมามีผลต่อเปลี่ยนแปลง electrophoretic peroxidases ของราก ต้นที่ได้จากการฉายรังสีราก สะสมอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงของ peroxidases ในใบคล้ายกับใบที่ได้รับรังสีโดยตรง (Salgueiro *et al.*, 2002)

จากการศึกษาการฉายรังสีแบบเรื้อรัง ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายในมันเทศพันธุ์ Kokei No. 14 โดยรังสีเริ่มต้นที่ 0.5 1.25 และ 2 เกรย์ และมีรังสีสะสมในขั้นสุดท้าย 0 57 142 และ 227 เกรย์ นำไปปลูกเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ การฉายรังสีทำให้การเจริญเติบโตลดลง และพบว่า รังสีที่ 142 และ 227 เกรย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของใน 2 ลักษณะ และปริมาณรังสีที่ 142 เกรย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเนื้อราก 5 ลักษณะ มี 2 ลักษณะที่ไม่พบในพันธุ์ป่า พันธุ์กลายที่ชื่อ Nongdafu 14 มีการเปลี่ยนสีจากเหลืองสว่างไปเป็นสีส้ม และผลผลิตที่เก็บได้จากพันธุ์กลายเพิ่มขึ้น 3 เท่าจากพันธุ์ป่า (Wang *et al.*, 2006)

จากการศึกษาการเหนี่ยวนำการกลายพันธุ์ในมันเทศโดยการฉายรังสี ion beam โดยฉายรังสีมันเทศที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยรังสี heavy-ion beam พืชที่ได้รับรังสี Ne-ion หรือ C-ion ที่มากกว่า 20 เกรย์ ทำให้การเจริญเติบโตช้ามาก และหยุดการเจริญเติบโตในที่สุด ในต้นที่ได้รับรังสีต่ำกว่า 20 เกรย์ทำให้เกิดการกลายที่ลำต้น และราก เป็นการกลายในเชิงเศรษฐกิจที่ทำให้รากให้ผลผลิตสูงและเพิ่มจำนวนราก (Otani, n.d.)

จากการศึกษาความหลากหลายของเบญจมาศพันธุ์ 'New Princess' ฉายรังสีเอ็กซ์ และรังสีแกมมา โดยให้อัตรารังสีที่แตกต่างกัน โดยให้รังสีเอ็กซ์ ที่ 500-2,000 เรด และรังสีแกมมา ที่ 1-4 กิโลเรด เกิดการเปลี่ยนแปลงของดอก จากรังสีทั้งสองชนิดและเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวน และการกระจายตัวของโครโมโซม โดยปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่รังสีเอ็กซ์ 1,000 เรด และรังสีแกมมา ที่ 1 กิโลเรด ส่วนใหญ่การเปลี่ยนแปลงเกิดจากความเสียหายของการสร้างสี ความถี่ของการกลายเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงฟีโนไทป์ ยังพบการกลายอื่นของ chromosomal chimaeras หรือการจัดเรียงใหม่ของ chimaeras ที่มีอยู่ (Dowrick and Bayoumi, 1965)

จากการนำกิ่งพันธุ์ไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Florida Beauty พันธุ์ Friendmanii และพันธุ์ Bangkok Beauty ที่ออกรากแล้วไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ปริมาณ 0 100 200 400 800 และ 1,000 เกรย์ พบว่า ไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Friendmanii และพันธุ์ Bangkok Beauty พบว่า ไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Friendmanii และ Bangkok Beauty เกิดการตายทั้งหมดหลังจากฉายรังสี 75 วัน แต่ไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Florida Beauty ยังมีชีวิตอยู่ได้และเมื่อหาค่าปริมาณรังสีที่ทำให้ไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Florida Beauty รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่ได้รับรังสี (LD_{50}) ที่ 120 วัน มีค่าเท่ากับ 465 เกรย์ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 175 วันพบว่าไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ดังกล่าวตายทั้งหมดในการฉายรังสีแกมมาแบบโครนิกให้กับไผ่ฟิลิปปินส์พันธุ์ Florida Beauty Friendmanii และ Bangkok Beauty พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีให้สูงขึ้นรังสีมีผลทำให้การเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนยอด และความยาวปล้องลดลง จากการฉายรังสีแกมมาให้กับไผ่ฟิลิปปินส์ทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า รูปแบบการด่าง และรูปทรงของใบไผ่ฟิลิปปินส์เปลี่ยนแปลงไป และได้ลักษณะที่คงตัว (สุธนา, 2550)

จากการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ไทร้อยใบแหลมต่าง 2 พันธุ์ ได้แก่ ไทร้อยต่างขอบใบและไทร้อยต่างเป็นป็น ด้วยวิธีการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน และแบบโครนิก พบว่า ในพันธุ์ต่างขอบใบปริมาณรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ทำให้รอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ 45 วัน เท่ากับ 60 เกรย์ ส่วนไทร้อยต่างเป็นป็นนั้นไม่สามารถหาค่า LD_{50} ได้เนื่องจากปริมาณรังสีต่ำเกินไป ส่วนการฉายแบบโครนิก กับทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า ไม่สามารถหาค่า LD_{50} ได้เนื่องจากปริมาณรังสีต่ำเกินไป อย่างไรก็ตามการฉายรังสีทั้งสองแบบมีผลทำให้การเจริญเติบโตของไทร้อยใบแหลมต่างลดลง เมื่อได้รับปริมาณรังสีที่สูงขึ้น และการฉายรังสีแบบโครนิกทำให้เกิดการกลายของใบหลายลักษณะ โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการด่างของใบ รูปร่างใบ สีของใบ และขนาดของใบ ได้ลักษณะการกลายที่คงตัว 2 ลักษณะ (สุชาติ, 2550)

จากการศึกษาการฉายรังสีแกมมาเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชมุขนิยบต่างที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำ พบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้พืชมุขนิยบรอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 33-37.25 เกรย์ และที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้หลายชนิด โดยเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีให้สูงขึ้น จะทำให้การเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวกิ่ง จำนวนกิ่ง และจำนวนดอกลดลง แต่ไม่มีผลต่อขนาดของดอกพืชมุขนิยบต่าง อย่างไรก็ตามรังสีมีผลในรุ่น M_1V_1 เท่านั้น และหลังจากทำการคัดเลือกพันธุ์ด้วย cutting back method 3 รุ่น ได้รูปแบบใบที่คงตัว 7 ลักษณะ และสีดอกจากดอกสีม่วงเป็นดอกสีขาว (ภัทรมาศ, 2548)

จากการศึกษาการใช้รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในใบแอฟริกันไวโอเล็ต พบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้รอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 49 เกรย์ ในรุ่น M_1V_1 พบการกลายในลักษณะ จำนวนใบต่อต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนดอกต่อช่อดอก และขนาดดอก และเมื่อนำต้นกลายที่ได้ไปขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำใบ ได้ต้นรุ่น 2 (M_1V_2) สามารถคัดพันธุ์กลายที่มีลักษณะตามต้องการได้ 7 พันธุ์ (ธนิศา, 2550)

จากการศึกษาการใช้รังสีแกมมาแบบเฉียบพลันเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในบานชื่น เลื่อยใบต่างซึ่งขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำ โดยฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับ 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 และ 100 เกรย์ พบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ที่ 60 วัน คือ 31.5 เกรย์ และปริมาณรังสีที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโต (ความสูง) ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 19.02 เกรย์ รังสีแกมมามีผลต่อการเจริญเติบโตในลักษณะความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงลดลง นอกจากนี้การทดลองที่ได้รับรังสีปริมาณ 20 เกรย์ ในรุ่น M_1V_2 มีการเปลี่ยนแปลงของใบ 4 ลักษณะ จากนั้นทำการคัดเลือกลักษณะกลายด้วยเทคนิค cutting back สามารถคัดพันธุ์กลายได้ 2 พันธุ์ คือ ลักษณะพื้นใบสีเขียวมีจุดประสีขาวกระจายทั่วทั้งใบ และลักษณะใบเล็กลงขอบใบเรียว (นพรัตน์, 2552)

จากการศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ Mulberry ในรุ่น M_5 จากการฉายรังสีปริมาณ 1-10 กิโลแเรด ทำให้การเปลี่ยนแปลง ลักษณะความสูงของต้นเพิ่มขึ้น ความยาวข้อปล้อง พื้นทีใบ และการเจริญเติบโตปานกลางที่ปริมาณรังสี 4-7 กิโลแเรด นอกจากนี้ยังพบการกลายในลักษณะต่างๆ ดังนี้ เพิ่มขนาดใบ (ที่ปริมาณรังสี 4 กิโลแเรด) ใบโค้ง (ที่ปริมาณรังสี 8 กิโลแเรด) ใบลาย (ที่ปริมาณรังสี 8 กิโลแเรด) ใบสองง่าม (ที่ปริมาณรังสี 9 กิโลแเรด) และพบว่าความสูงจะลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น (Ramesh *et al.*, 2012)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้นพันธุ์มันเทศประดับ
 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'
 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak'
 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid'
2. อุปกรณ์ฉายรังสีแกมมาของศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 เครื่องฉายรังสีแกมมา Mark I Irradiator มีต้นกำเนิดรังสีเป็น ซีเซียม-137 สำหรับการฉายรังสีแบบเฉียบพลัน
3. วัสดุชำ
 ไม้แกล่ ฟิสมอส
4. วัสดุปลูก
 ไม้แกล่ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ถ่านแกลบ ทราย ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 : 1
5. ถาดหลุมและกระถาง
 ถาดหลุมขนาด 104 หลุม กระถางขนาด 3 4 6 และ 8 นิ้ว
6. ปุ๋ย
 ไม้แกล่ ปุ๋ยละลายช้าสูตรเสมอ 14-14-14
7. สารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช
 ไม้แกล่ สตาร์เกิล จี
8. อุปกรณ์ศึกษาปากใบ

ได้แก่ สไลด์และกระจกปิดสไลด์ กล้องจุลทรรศน์ ocular micrometer stage (ใช้วัดขนาดปากใบ)

9. อุปกรณ์วัดสีใบ

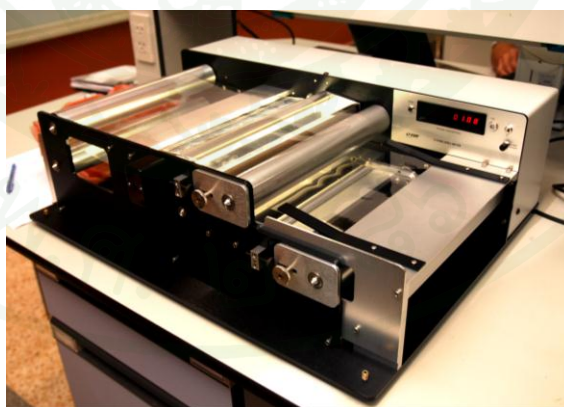
ได้แก่ เครื่อง MiniScan XE Sensor (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 เครื่อง MiniScan XE Sensor

10. อุปกรณ์วัดพื้นที่ใบ

ได้แก่ เครื่องวัดพื้นที่ใบแบบตั้งโต๊ะ LI-3100C (LI-COR) (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 เครื่องวัดพื้นที่ใบแบบตั้งโต๊ะ LI-3100C (LI-COR)

11. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

ได้แก่ ไมโครรทัด สมุดบันทึก และกล้องถ่ายรูป

วิธีการ

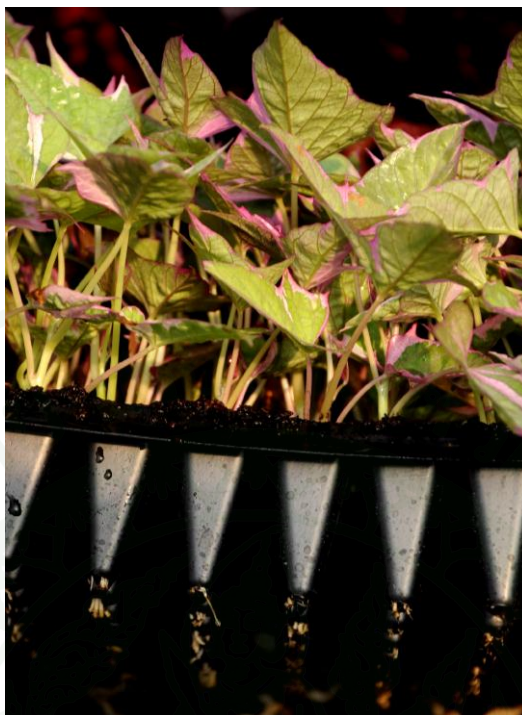
การทดลองที่ 1 ศึกษาปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศระดับมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ และศึกษาปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศระดับมีการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์

เพื่อศึกษาอัตราการรอดชีวิต และการเจริญเติบโต ของมันเทศระดับหลังจากฉายรังสีแกมมา ทราบถึงปริมาณรังสีที่ทำให้มีอัตราการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณรังสีที่ทำให้ลดการเจริญเติบโตลง 50 เปอร์เซ็นต์

ตัดชำกิ่งพันธุ์มันเทศระดับ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ‘Tricolor’, ‘Seki Blak’ และ ‘Hybrid’ ขนาดความยาวกิ่ง 8 เซนติเมตร ชำในวัสดุปลูก พีทมอส ปักชำลงในถาดหลุมขนาด 104 หลุม หลังจากปักชำ 1 สัปดาห์ (ภาพที่ 28) ได้ต้นที่มีความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร รากเจริญดีพร้อมที่จะย้ายปลูกลงไปใช้ในการทดลอง (ภาพที่ 29 และ 30) นำกิ่งพันธุ์ที่ได้จากการปักชำไปเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา Mark I ที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ซึ่งมีซีเซียม-137 (^{137}Cs) เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมา โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งออกเป็น 6 ทริทเมนต์ละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยแบ่งออกเป็น 6 ทริทเมนต์ ดังนี้

- ทริทเมนต์ที่ 1 ไม่ฉายรังสี (control)
- ทริทเมนต์ที่ 2 ฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์
- ทริทเมนต์ที่ 3 ฉายรังสีปริมาณ 40 เกรย์
- ทริทเมนต์ที่ 4 ฉายรังสีปริมาณ 60 เกรย์
- ทริทเมนต์ที่ 5 ฉายรังสีปริมาณ 80 เกรย์
- ทริทเมนต์ที่ 6 ฉายรังสีปริมาณ 100 เกรย์

หลังการฉายรังสีนำออกปลูกลงกระถาง 4 นิ้ว ทันที โดยใช้วัสดุปลูก คือ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ถ่านแกลบ ทราบ ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 : 1 ใส่ปุ๋ยละลายช้าสูตร 14-14-14 อัตรา 2 กรัมต่อกระถาง หลังจากได้รับรังสีแล้ว 8 สัปดาห์ บันทึกผลการทดลอง (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 28 การชำกิ่งมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' หลังจากปักชำ 1 สัปดาห์



ภาพที่ 29 กิ่งชำมันเทศประดับ หลังจากปักชำ 1 สัปดาห์ รากเจริญดีพร้อมสำหรับการทดลอง



ภาพที่ 30 การบรรจุกิ่งชำมันเทศประดับเพื่อส่งขายรังสี



ภาพที่ 31 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' หลังจากได้รับรังสี 1 เดือน

การบันทึกข้อมูล

วัดเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของมันเทศประดับ 60 วัน หลังได้รับรังสีปริมาณต่างๆ กัน หาปริมาณรังสีที่ทำให้รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ (50 % Lethal Dose, $LD_{50(60days)}$) ของกิ่งชำที่ได้รับรังสีปริมาณต่างๆ เปรียบเทียบกับกิ่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี (control) และวัดการเจริญเติบโตของมันเทศประดับ หลังได้รับรังสีปริมาณต่างๆ กัน หลังฉายรังสีได้ 60 วัน แล้วหาค่าปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับลดอัตราการเจริญเติบโตลง 50 เปอร์เซ็นต์ (50 % Growth Reduction, $GR_{50(60days)}$) เมื่อเทียบกับกิ่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี (control)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะการกลายพันธุ์ของมันเทศประดับสายพันธุ์ ‘Tricolor’

เพื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาที่ทำให้เกิดการกลายลักษณะต่างๆ ในมันเทศประดับสายพันธุ์ ‘Tricolor’ ทราบถึงรังสีในแต่ละระดับมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างใบ รูปแบบการต่าง ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการทดลองที่ 1 ภายหลังจากฉาย 60 วัน ทำการคัดแยกต้นที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงมาทำการตัดพันธุ์กลายด้วยวิธี cutting back โดยตัดแต่งกิ่งที่มีลักษณะเดิมทิ้งไปบางส่วน เพื่อให้กิ่งที่เปลี่ยนแปลงนั้นสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ และเมื่อกิ่งที่เปลี่ยนแปลงมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ตัดกิ่งนั้นไปปักชำ และทำการตัดชำต่อไปเรื่อยๆ จนลักษณะที่เปลี่ยนแปลงนั้นคงตัว จนถึงรุ่น M_1V_3 ในการทำการตัดพันธุ์กลาย กิ่งชำที่ได้จากการตัดพันธุ์กลาย ปลูกลงกระถางขนาด 4 นิ้ว โดยวัสดุปลูก คือ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ถ่านแกลบ ทราาย ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 : 1 ใส่ปุ๋ยละลายช้าสูตร 14-14-14 อัตรา 2 กรัมต่อกระถาง และ ในรุ่น M_1V_4 ปลูกลงกระถางขนาด 8 นิ้ว โดยวัสดุปลูก คือ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ถ่านแกลบ ทราาย ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 : 1 ใส่ปุ๋ยละลายช้าสูตร 14-14-14 อัตรา 2 กรัมต่อกระถาง บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของลักษณะของรูปทรงใบ และลายต่างของใบภายหลังจากได้รับรังสีที่ปริมาณรังสีต่างๆ ทำการคัดเลือกต้นกลายที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลง นำมาปลูกทดสอบ เพื่อดูความสวยงามโดยชำกิ่งพันธุ์มันเทศประดับสายพันธุ์ ‘Tricolor’ ที่เกิดการกลายพันธุ์ ลงในกระถางขนาด 3 นิ้ว ใช้พีทมอส เป็นวัสดุชำ หลังจาก 2 สัปดาห์ รากเจริญดีแล้วย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 6 นิ้ว โดยวัสดุปลูก คือ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ถ่านแกลบ ทราาย ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 : 1 ใส่ปุ๋ยละลายช้าสูตร 14-14-14 อัตรา 4 กรัมต่อกระถาง หลังจากย้ายปลูก 2 สัปดาห์ บันทึกผลการทดลอง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีใบ โดยการนำใบอ่อน (ใบแรกที่แผ่ออก) และใบที่อายุมากกว่า 2 สัปดาห์ (ใบที่ 5-10) มาวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของสีใบที่ปริมาณรังสีต่างๆ โดยแยกออกเป็นต้นกลายในลักษณะใบเขียวและต้นกลายในลักษณะใบต่าง ด้วยเครื่อง MiniScan XE Sensor บันทึกค่าเป็นระบบ CIE L*C*h Color Scale โดยทำ 5 ซ้ำต่อทริทเมนต์

โดยค่า L* คือ Lightness เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

L* มีค่าใกล้ศูนย์ หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ

L* เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว

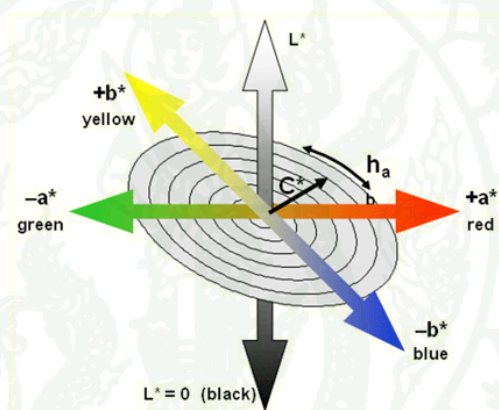
ค่า C^* คือ Chroma เป็นค่าแสดงถึงความเข้มของสี

C^* มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง วัตถุมีความเข้มสีต่ำลงจนเป็นสีเทา

C^* มีค่าเพิ่มขึ้น หมายถึง วัตถุมีความเข้มสีเพิ่มมากขึ้น

ค่า H_u คือ Hue angle เป็นค่าแสดงถึง สีแท้จริงที่ปรากฏให้เห็น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา Hue angle แต่ละช่วงองศา แสดงสีแตกต่างกันดังนี้ (ภาพที่ 32) (McGuire, 1992)

0-45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง	45-90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง
90-135 องศา แสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว	135-180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว
180-225 องศา แสดงสีเขียวถึงสีน้ำเงิน	225-270 องศา แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน
270-315 องศา แสดงสีน้ำเงินถึงม่วง	315-360 องศา แสดงสีม่วงถึงม่วงแดง



ภาพที่ 32 CIELAB color space

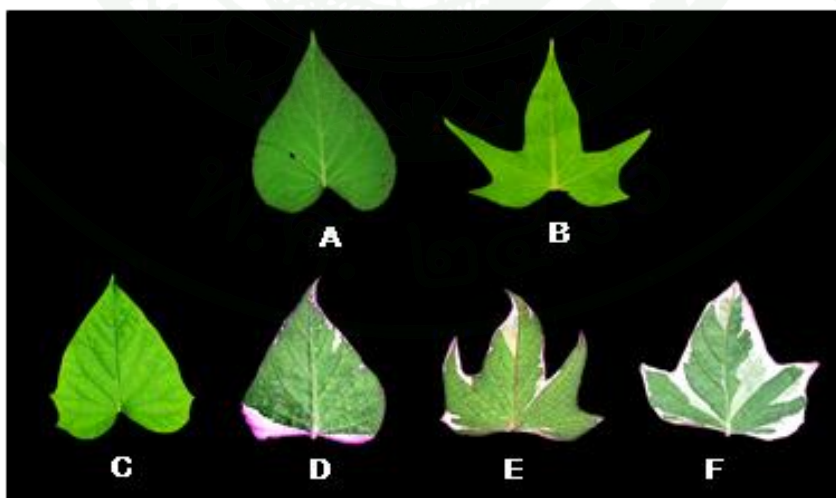
ที่มา: Ploumidis (2008)

ศึกษาพื้นที่ไบ โดยการเตรียมตัวอย่างจากไบที่มีการเจริญเต็มที่ในแต่ละต้น คัดเลือกไบที่ไม่
มีบาดแผลจาก โรค และแมลงเข้าทำลาย นำมาวัดด้วยเครื่องวัดพื้นที่ไบแบบตั้งโต๊ะ LI-3100C (LI-
COR) โดยสุ่มทั้งหมด 3 ต้น ต้นละ 5 ไบ บันทึกค่าที่ได้

ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงขนาดปากไบ และจำนวนปากไบต่อพื้นที่ โดยศึกษาจากต้น
กลาย 4 ต้นต่อทรีทเมนต์ ทำสไลด์สดโดยการนำไบที่เจริญเติบโตเต็มที่ มาชุบเนื้อเยื่อผิวบริเวณ
ด้านหน้าไบออกให้เหลืองเนื้อเยื่อบางๆ นำมาวางบนแผ่นสไลด์ หยคน้ำกลั่น ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ บันทึกผลและภาพ

การบันทึกข้อมูล

1. การกลายลักษณะของรูปทรงใบ (ภาพที่ 33)
 - ใบหยัก
 - ใบหัวใจ
2. การกลายลักษณะลายต่างของใบ (ภาพที่ 33)
 - ใบเขียว
 - ลายต่างบริเวณขอบใบ
 - ลายต่างในส่วนขอบใบและฐานใบ
 - ลายต่างบริเวณขอบใบและเนื้อใบบางส่วน
3. การกลายในลักษณะอื่นๆ
 - การเปลี่ยนแปลงของสีใบ ด้วยเครื่อง MiniScan XE Sensor ด้วยระบบ CIE L*C*h Color Scale
 - การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบ ด้วยเครื่อง วัดพื้นที่ใบแบบตั้งโต๊ะ LI-3100C (LI-COR) หน่วย ตารางเซนติเมตร (cm²)
4. การเปลี่ยนแปลงของปากใบ
 - ขนาดของปากใบ ที่กำลังขยาย 400 เท่า
 - จำนวนปากใบต่อพื้นที่กำลังขยาย 400 เท่า



ภาพที่ 33 รูปทรงใบได้แก่ รูปทรงใบหัวใจ (A) และรูปทรงใบหยัก (B) และรูปแบบการต่างของใบเขียว (C) ต่างขอบฐาน (D) ต่างขอบ (E) และต่างขอบเว้า (F)

เปรียบเทียบ $LD_{(60days)}$ และ GR_{60days} ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ในมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor'

เพื่อศึกษาความเหมาะสมของปริมาณรังสีสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ของช่วงปริมาณรังสีระหว่าง $LD_{(60days)}$ และ GR_{60days} ว่าค่าใดมีความเหมาะสมมากกว่ากันในการนำมาชักนำให้เกิดการกลาย โดยสามารถชักนำให้เกิดการกลายได้สูงและมีอัตราการตายที่ต่ำ

พืชที่ใช้ในการทดลองคือ มันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' จากการทดลองที่ 1 หลังจากได้สมการเส้นตรง นำมาหาค่าปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศระดับรอดชีวิต 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($LD_{70(60\ days)}$, $LD_{50(60\ days)}$ และ $LD_{30(60\ days)}$) และปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศระดับลดอัตราการเจริญเติบโตลง 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($GR_{30(60\ days)}$, $GR_{50(60\ days)}$ และ $GR_{70(60\ days)}$) และจากผลการทดลองที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบหาช่วงที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' สูงสุด และช่วงปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor'

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

สถานที่

1. แปลงปลูกพืชทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ
2. ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554 สิ้นสุดการทดลองเดือนมกราคม พ.ศ. 2556

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่ทำให้มันเทศประดับมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์

มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' เมื่อนำมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 1) หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่า มันเทศประดับ สายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เท่ากับ 100 86 70 74 74 และ 42 ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 88.22 เกรย์ (ภาพที่ 34) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อนำกิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' มาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 1) หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เท่ากับ 100 87.15 87.15 87.15 43.57 และ 32.68 ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 82.14 เกรย์ (ภาพที่ 34) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid' เมื่อนำมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 1) หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเท่ากับ 100 87.27 79.99 79.99 50.91 และ 43.63 ตามลำดับ และพบว่าปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid' รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 84.26 เกรย์ (ภาพที่ 34) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อนำกิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 2) หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางด้านความยาวของลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 100 92.80 65.34 71.39 41.54 และ 9.50 ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม คือ 70.23 เกรย์ (ภาพที่ 35) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อนำกิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' มาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 2) หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางด้านความยาวของลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 100 71.06 73.03 49.09 6.97 และ 11.21 ตามลำดับ และ พบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Seki Blak' มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม คือ 56.51 เกรย์ (ภาพที่ 35) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อนำกิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid' มาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 2) หลังจากได้รับรังสี 60 วัน พบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางด้านความยาวของลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 100 74.70 50.06 45.61 27.40 และ 16.37 ตามลำดับ และพบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Hybrid' มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม คือ 56.42 เกรย์ (ภาพที่ 35) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ปริมาณรังสีที่ทำให้รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 88.22, 82.14 และ 84.26 เกรย์ ตามลำดับ พบว่า ปริมาณรังสีสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของกิ่งชำมันเทศประดับลดลง และปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid' มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม คือ 70.23 56.51 และ 56.42 ตามลำดับ จากค่าการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมจะเห็นได้ว่า ทั้งสามสายพันธุ์ มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 80-90 เกรย์ และค่าอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า แต่ละสายพันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยอยู่ในช่วง 50-70 เกรย์ ซึ่งพันธุ์ 'Tricolor' มีความไวต่อรังสีต่ำ เนื่องจากที่ปริมาณรังสีสูง 70.23 เกรย์ สามารถเจริญเติบโตได้ เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ 'Seki Blak' และ 'Hybrid' ซึ่งผลของรังสีอาจทำให้การทำงาน และการแบ่งเซลล์ที่จุดเจริญผิดปกติ เมื่อเซลล์พืชได้รับรังสี และมีการถ่ายพลังงานจากรังสีให้กับโมเลกุลต่างๆ ของเซลล์ ทำให้น้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบของโมเลกุลแตกตัวเป็น ไอออน และฟิเรดิคอล ซึ่งมีผลต่อการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่ทำให้มีคุณสมบัติต่างไปจากเดิม กระบวนการที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตโดยไปยังยังการแบ่งเซลล์รวมไปถึงการขยายขนาดของเซลล์ และถ้ารุนแรงมากทำให้เซลล์ไม่สามารถแบ่งตัวได้และตายในที่สุด (วรรงค์, 2552) โดยปกติสารเคมีหรือสิ่งก่อกลายพันธุ์ทางกายภาพ ที่ลดการเจริญเติบโต 50 เปอร์เซ็นต์ ของต้นควบคุม (control) เหมาะสำหรับชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยมักใช้ที่ค่า $LD_{50}(\pm 10\%)$ ปริมาณรังสีที่สูงเกินไปจะทำให้พืชตายได้ กล่าวคือรังสีจะมีผลโดยตรงต่อเนื้อเยื่อพืช ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์ โดยจะไปชะลอ หรือ

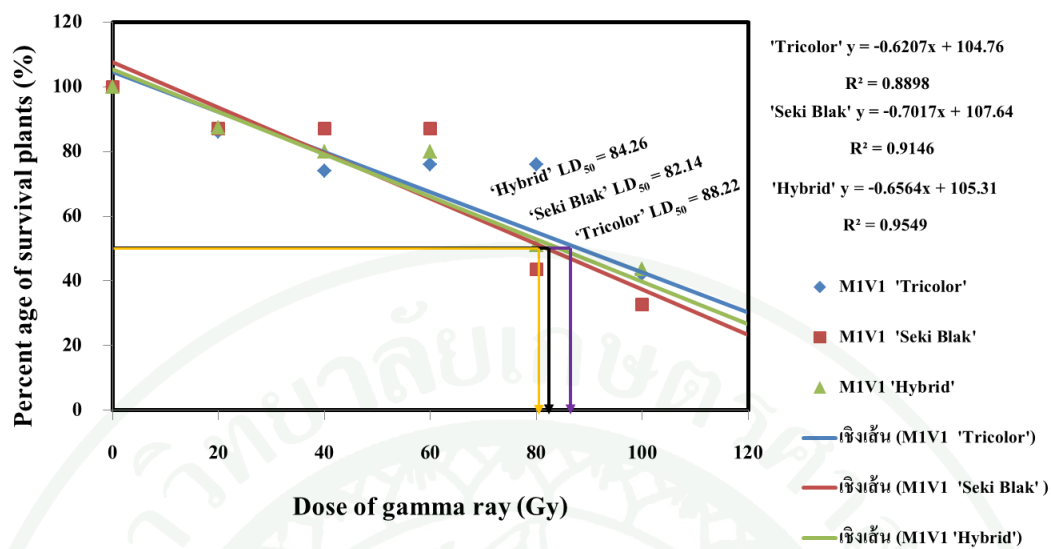
ยับยั้งการแบ่งเซลล์ อาจทำให้เปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต การพัฒนา หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืช อย่างไรก็ตามปริมาณรังสีที่ต่ำเกินไปจะทำให้พืชมีความถี่ในการกลายพันธุ์ต่ำ (Abdullah *et al.*, 2009) ในการคัดเลือกต้นที่กลายพันธุ์ มักแสดงออกในรุ่น V_2 หรือ V_3 ในรุ่น V_2 การกลายในลักษณะที่มองเห็น (macromutations) อาจเกิดลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ มักเกิดความไม่แน่นอนทางพันธุกรรม การกลายในลักษณะที่มองไม่เห็น (micromutations) เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ถ่ายทอดในเชิงปริมาณ มีประโยชน์อย่างมากต่อนักปรับปรุงพันธุ์ แต่ยากในการตรวจสอบ ในการขยายพันธุ์พืชที่เกิด chimera คือ มีมากกว่าหนึ่งจีโนมไทป์ ลักษณะดังกล่าวมักไม่คงตัว เพื่อไม่ให้ลักษณะ chimera นี้หายไป มีการคัดเลือกลักษณะที่กลายออกมา โดยขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศซึ่งเป็นการเพิ่มความถี่ในการเปลี่ยนแปลงทำให้สะดวกในการคัดเลือกลักษณะ (Tah, 2006)

ตารางที่ 1 แสดงการรอดชีวิตภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 วัน ของมันเทศประดับสายพันธุ์
'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid'

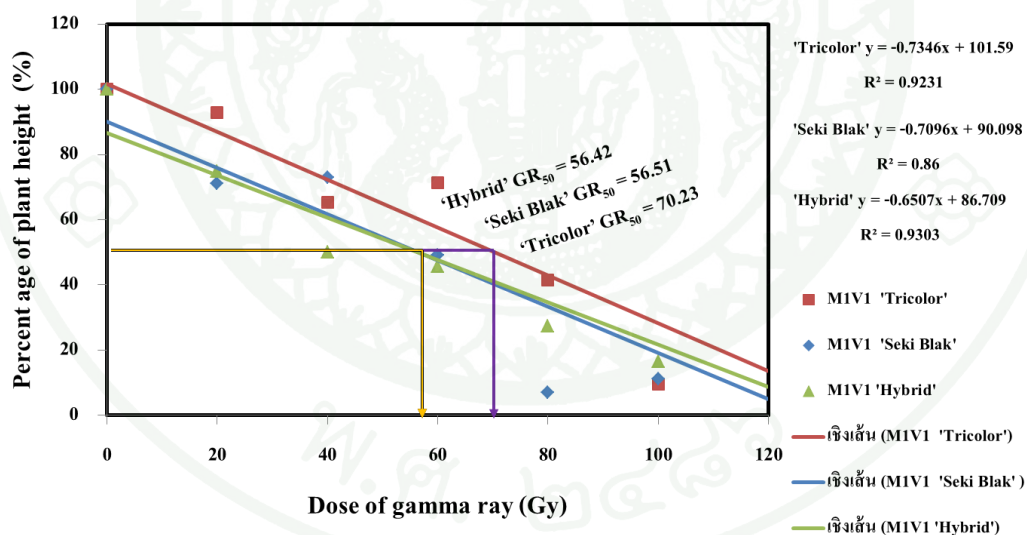
พันธุ์	ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนต้นที่ ทดลอง (ต้น)	จำนวนต้นที่ไม่ รอดชีวิต (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การรอด ชีวิต (เปอร์เซ็นต์)
'Tricolor'	0	50	0	100.00
	20	50	7	86.00
	40	50	13	74.00
	60	50	12	76.00
	80	50	12	76.00
	100	50	29	42.00
'Seki Blak'	0	12	1	100.00
	20	10	2	87.15
	40	10	2	87.15
	60	10	2	87.15
	80	10	6	43.57
	100	10	7	32.68
'Hybrid'	0	12	1	100.00
	20	15	3	87.27
	40	15	4	79.99
	60	15	4	79.99
	80	15	8	50.91
	100	15	9	43.63

ตารางที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความยาวลำต้นภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 60 วัน ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid'

พันธุ์	ปริมาณรังสี (เกรย์)	จำนวนต้นที่ ทดลอง (ต้น)	ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)	อัตราการเจริญเติบโต เมื่อเปรียบเทียบกับต้น ควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
'Tricolor'	0	50	72.50	100.00
	20	50	67.28	92.80
	40	50	47.37	65.34
	60	50	51.76	71.39
	80	50	30.12	41.54
	100	50	6.89	9.50
	'Seki Blak'	0	12	33.00
20		10	23.45	71.06
40		10	24.10	73.03
60		10	16.20	49.09
80		10	2.30	6.97
100		10	3.70	11.21
'Hybrid'		0	12	23.83
	20	15	17.80	74.70
	40	15	11.93	50.06
	60	15	10.87	45.61
	80	15	6.53	27.40
	100	15	3.90	16.37



ภาพที่ 34 แสดงปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'HyBrid' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (LD_{50(60days)})



ภาพที่ 35 ปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'HyBrid' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (GR_{50(60 days)})

การทดลองที่ 2 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะการกลายพันธุ์ของมันเทศประดับสายพันธุ์

‘Tricolor’

จากการทดลองพบว่า มันเทศประดับสายพันธุ์ ‘Tricolor’ มีการกลายพันธุ์ลักษณะของรูปทรงใบจากลักษณะใบหยัก เป็นลักษณะใบหัวใจ (ภาพที่ 33) โดยต้นควบคุมพบลักษณะใบหยัก 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์การกลายในลักษณะใบหยัก และใบหัวใจ แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) โดยพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การกลายในลักษณะใบหยักจากมากไปน้อยที่ปริมาณรังสี 0 100 20 40 60 และ 80 เกรย์ ตามลำดับ และพบการกลายในลักษณะใบหัวใจจากมากไปน้อยที่ปริมาณรังสี 60 40 80 20 100 และ 0 เกรย์ ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของลักษณะใบหัวใจสอดคล้องกับการลดลงของใบหยัก โดยพบลักษณะใบหัวใจมากที่ปริมาณรังสี 20 40 60 และ 80 เกรย์ นอกจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบหัวใจซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนแล้ว ยังมีลักษณะใบหยักที่มีกลายหลากหลายรูปแบบ มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนหยัก โดยมีการเปลี่ยนแปลงในทุกปริมาณรังสีซึ่งแตกต่างไปจากชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Bhosale and Hallale (2011) ซึ่งรายงานว่า *Vigna mungo* (L.) Herrer ที่เหนี่ยวนำด้วยรังสีแกมมาสามารถทำให้เกิดการกลายของรูปทรงใบ เป็นลักษณะใบรูปหอก ใบขนาดเล็กซึ่งมีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้น ใบกลม ใบกลมยาว และใบที่มีรอยย่นได้

การเปลี่ยนแปลงลักษณะการค่างของใบ แบ่งออกเป็น ใบเขียว ต่างบริเวณขอบ และฐานใบ ต่างเฉพาะบริเวณขอบใบ และต่างบริเวณขอบเว้าเข้ามาในส่วนของเนื้อใบ (ภาพที่ 33) พบว่าปริมาณรังสีมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของลักษณะการค่าง ในลักษณะใบเขียว และลักษณะค่างขอบเว้า โดยลักษณะใบเขียวเป็นลักษณะการกลายที่ไม่พบในชุดควบคุม แต่พบที่ปริมาณรังสีต่างๆ เรียงจากมากไปน้อย คือ 80 100 60 40 20 และ 0 เกรย์ ตามลำดับ พบมากที่สุดที่รังสีปริมาณ 80 และ 100 เกรย์ และลักษณะค่างขอบเว้า เป็นลักษณะพบ 100 เปอร์เซ็นต์ ในชุดควบคุม มีเปอร์เซ็นต์ลดลงเมื่อได้รับรังสีที่ปริมาณต่างๆ เรียงจากมากไปน้อย คือ 0 20 40 60 100 และ 80 เกรย์ ตามลำดับ ที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่แตกต่างกันเมื่อได้รับรังสีปริมาณ 40 60 80 และ 100 เกรย์ มีลักษณะค่างขอบเว้าลดลง พบว่า ลดน้อยสุดเมื่อได้รับรังสีปริมาณ 80 และ 100 เกรย์ และพบว่า ลักษณะค่างบริเวณขอบ และค่างบริเวณฐาน ไม่มี ความแตกต่างกันหลังจากได้รับรังสี (ตารางที่ 3) การที่รูปแบบการค่างของใบเปลี่ยนแปลงอาจเนื่องมาจาก รังสีมีผลต่อการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอของคลอโรฟิลล์ ทำให้เกิดลักษณะการค่างดังกล่าว (อรุณี, 2539) และยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีใบอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบใบขาวทั้งใบ หรือที่เรียกว่า albino อันเป็นผลเนื่องมาจากรังสีมีผลทำให้กระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์ใน

ส่วนของใบที่เป็นสีเขียวถูกขจัดขวาง ทำให้ส่วนที่เป็นสีเขียวกลายเป็นสีขาว และต้นที่เป็น albino จะไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (ภัทรมาศ, 2548) ซึ่งการกลายของคลอโรฟิลล์ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (polygenes) ที่อยู่บนโครโมโซม อาจอยู่ใกล้กับ centromere และอยู่ใกล้กับบนโครโมโซม (Kolar *et al.*, 2011; Das and Baisakh, n.d.)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงลักษณะของรูปทรงใบ และลายต่าง หลังจากได้รังสีแกมมาที่ ปริมาตรรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_3

ปริมาณรังสี (เกรย์)	รูปทรงใบ		ลายต่างของใบ			
	ใบหัวใจ (เปอร์เซ็นต์)	ใบหยัก (เปอร์เซ็นต์)	เขียว (เปอร์เซ็นต์)	ขอบฐาน (เปอร์เซ็นต์)	ขอบ (เปอร์เซ็นต์)	ขอบเว้า (เปอร์เซ็นต์)
0	0 ^{c1/}	100 ^a	0 ^b	0	0	100 ^a
20	30 ^{ab}	86 ^{ab}	4 ^b	2	6	88 ^{ab}
40	50 ^a	70 ^b	14 ^b	2	10	74 ^{bc}
60	54 ^a	70 ^b	22 ^b	4	6	68 ^{bc}
80	46 ^a	68 ^b	56 ^a	0	4	38 ^d
100	15 ^{bc}	90 ^{ab}	50 ^a	0	0	50 ^{cd}
F-test	*	*	*	ns	ns	*
CV.%	66.27	16.42	96.89	122.47	89.57	33.15

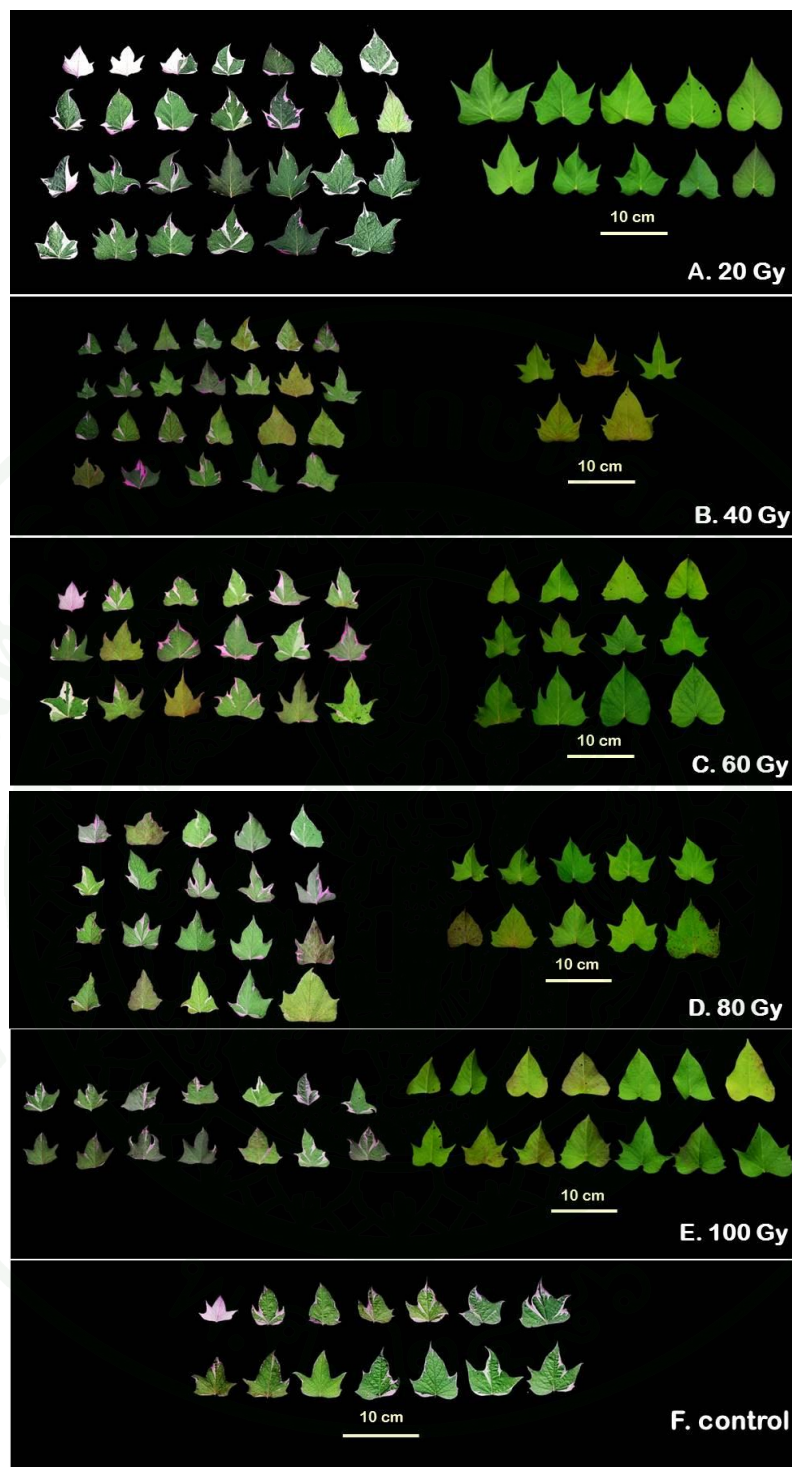
หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ที่เกิน 100 เนื่องจากลักษณะผิดปกติ หนึ่งต้นมีมากกว่า หนึ่งลักษณะ

1/ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน ในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's New Multiple Range Test

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 36 ตัวอย่างลักษณะใบที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังได้รับปริมาณรังสีที่แตกต่างกันในรุ่น M_1V_4 โดย (A) ได้รับรังสีที่ปริมาณ 20 เกรย์ (B) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 40 เกรย์ (C) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 60 เกรย์ (D) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 80 เกรย์ (E) ได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณ 100 เกรย์ (F) ใบของต้นควบคุม

การเปลี่ยนแปลงสีใบ โดยแบ่งออกเป็นใบกลายในลักษณะใบด่าง (ตารางที่ 4) และใบกลายในลักษณะใบเขียว (ตารางที่ 5) ในการวัดแยกระหว่างใบแก่ และใบอ่อน

ใบกลายในลักษณะใบด่าง มีการเปลี่ยนแปลงของสีใบที่ได้จากการฉายรังสีที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ พบว่า ใบอ่อน ค่าความสว่างสี (L^*) มีความแตกต่างกัน ที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 39.41 38.40 36.73 41.41 39.89 และ 39.62 ตามลำดับ และใบแก่ มีค่าความสว่างสี (L^*) แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 46.20 45.81 46.06 44.22 49.44 และ 47.55 ตามลำดับ ค่าความเข้มของสี (C^*) ของใบอ่อน แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 8.27 8.78 6.64 12.66 9.48 และ 7.79 ตามลำดับ ใบแก่ ค่าความเข้มของสี (C^*) ไม่แตกต่างกัน ที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 19.92 17.87 19.21 19.46 19.65 และ 20.51 ตามลำดับ ค่าสีที่แท้จริงที่ปรากฏ (h) ใบอ่อน แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 73.13 63.52 50.65 87.38 72.58 และ 60.80 ตามลำดับ ใบแก่ ค่าสีที่แท้จริงที่ปรากฏ (h) แตกต่างกัน ที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 109.64 108.85 107.22 115.21 109.57 และ 107.53 ตามลำดับ

ใบกลายในลักษณะใบเขียว เป็นลักษณะที่ไม่พบในต้นควบคุม พบที่ปริมาณรังสี 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ พบว่า ใบอ่อน มีค่าความสว่างสี (L^*) แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 36.16 35.71 41.57 33.75 และ 35.85 ตามลำดับ และใบแก่ ค่าความสว่างสี (L^*) ไม่แตกต่างกัน ที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 46.07 45.46 73.34 41.95 และ 42.44 ตามลำดับ ค่าความเข้มของสี (C^*) ของใบอ่อน แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 15.42 6.56 14.90 12.07 และ 11.15 ตามลำดับ ใบแก่มีค่าความเข้มของสี (C^*) แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 32.94 20.70 19.73 25.43 และ 26.49 ตามลำดับ ค่าสีที่แท้จริงที่ปรากฏ (h) ของใบอ่อนมีค่าแตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 92.65 51.22 90.80 102.20 และ 74.66 ตามลำดับ ใบแก่มีค่าสีที่แท้จริงที่ปรากฏ (h) ไม่แตกต่างกันที่ปริมาณรังสีต่างๆ มีค่าเท่ากับ 107.78 108.26 115.98 115.98 82.21 และ 112.32 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของสีใบของต้นกลายในลักษณะใบด่าง และใบเขียว ที่ปริมาณรังสีต่างๆ พบว่า ที่ปริมาณรังสี 60 เกรย์ พบการกลายสีใบของค่าความเข้มของสี (C^*) ในใบอ่อนแตกต่างจากต้นควบคุมอย่างชัดเจน ส่วนค่าอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน และลักษณะต้นกลายในลักษณะใบสีเขียว พบว่า ค่าความสว่างสี (L^*) ความเข้มของสี (C^*) และค่าสีที่แท้จริงที่ปรากฏ (h) ของใบอ่อน และค่าความเข้มของสี (C^*) ของใบแก่ มีความแตกต่างจากต้นควบคุม และที่ปริมาณรังสี 80 เกรย์ ต้นกลายในลักษณะใบเขียวมีค่าความเข้มของสี (C^*) ใบแก่ แตกต่างจากต้นควบคุมเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ

งานทดลองของ Sangsiri *et al.* (2005) ได้รายงานว่ารังสีแกมมา สามารถชักนำให้เกิดการกลายของคลอโรฟิลใน ใบ ดอก และฝัก ของถั่วเขียวได้ และ Tangsombatvichit (2008) รายงานการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันใน *Portulaca oleracea* L. พบการเปลี่ยนแปลงของใบและสีดอก โดยการกลายที่เกิดขึ้นในรุ่น M_1V_1 และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ เรียกว่า เป็นความเสียหายทางสรีระ (physiological damage) แต่ลักษณะการกลายที่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่น M_1V_2 , M_1V_3 และรุ่นถัดๆไปได้ เช่น ลักษณะสีใบ รูปทรงใบ ลายด่างใบ ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดได้ จึงจัดเป็นลักษณะกลายที่คงตัว (solid mutant) (สิรินุช, 2540)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าสีของใบมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ลักษณะใบด่างที่เปลี่ยนแปลงไป หลังได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_5

ปริมาณ รังสี (เกรย์)	ใบด่าง					
	ใบอ่อน			ใบแก่		
	L*	C*	h	L*	C*	h
0	39.41±0.43 ^{ab}	8.27±0.44 ^b	73.13±4.32 ^{ab}	46.20±1.42 ^{ab}	19.92±1.37	109.64±1.87 ^{ab}
20	38.40±0.86 ^{ab}	8.78±0.98 ^b	63.52±9.56 ^{ab}	45.81±1.04 ^{ab}	17.87±1.04	108.85±1.46 ^b
40	36.73±0.95 ^b	6.64±0.52 ^b	50.65±9.42 ^b	46.06±1.14 ^{ab}	19.21±1.18	107.22±2.05 ^b
60	41.41±1.81 ^a	12.66±2.33 ^a	87.38±10.15 ^a	44.22±0.90 ^b	19.46±1.43	115.21±1.08 ^a
80	39.89±1.80 ^{ab}	9.48±1.03 ^{ab}	72.58±10.75 ^{ab}	49.44±1.42 ^a	19.65±0.61	109.57±2.63 ^{ab}
100	39.62±1.58 ^{ab}	7.79±0.99 ^b	60.80±10.31 ^{ab}	47.55±0.79 ^{ab}	20.51±1.31	107.53±1.79 ^b
F-tese	*	*	*	*	ns	*
%CV	4.00	23.05	18.55	3.81	4.57	2.64

หมายเหตุ 1/ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการ

เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of sample mean, SE)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าสีของใบมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ลักษณะใบสีเขียวที่เปลี่ยนแปลงไป หลังได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M_1V_5

ปริมาณ รังสี (เกรย์)	ใบเขียว					
	ใบอ่อน			ใบแก่		
	L*	C*	h	L*	C*	h
0	-	-	-	-	-	-
20	36.16±2.08 ^{b1/}	15.42±5.08 ^b	92.65a±7.05 ^b	46.07±3.90	32.94±2.56 ^a	107.78±5.10
40	35.71±0.68 ^b	6.56±0.70 ^b	51.22±10.05 ^b	45.46±1.82	20.70±2.55 ^{ab}	108.26±2.17
60	41.57±0.00 ^a	14.90±0.00 ^a	90.80±0.00 ^a	73.34±0.00	19.73±0.00 ^b	115.98±0.00
80	33.75±0.72 ^b	12.07±1.66 ^b	102.20±9.98 ^a	41.95±2.50	25.43±3.27 ^{ab}	82.21±33.50
100	35.85±1.83 ^b	11.15±2.62 ^b	74.66±15.35 ^{ab}	42.44±2.34	26.49±2.91 ^{ab}	112.32±2.97
F-tese	*	*	*	ns	*	ns
%CV	8.01	29.54	24.30	26.59	21.09	12.66

หมายเหตุ 1/ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of sample mean, SE)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใบภายหลังได้รับรังสีที่ปริมาณ 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (ตารางที่ 6) พบว่า ต้นกลายในลักษณะใบต่างมีพื้นที่ใบแตกต่างกันหลังจากได้รับรังสี มีค่าเท่ากับ 16.39 15.57 16.94 18.33 20.70 และ 17.49 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และต้นกลายในลักษณะใบเขียว ซึ่งพบที่ปริมาณรังสี 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ มีพื้นที่ใบแตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 15.56 30.96 26.81 25.67 และ 30.10 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ จากภาพที่ 37 จะเห็นได้ว่า ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ใบของต้นกลายในลักษณะใบต่าง และต้นกลายในลักษณะใบเขียว ซึ่งเป็นลักษณะกลายที่ไม่พบในชุดควบคุม จะพบมากขึ้นเมื่อได้รับรังสีในปริมาณสูงขึ้น เมื่อต้นที่ได้มีลักษณะใบเขียว ใบจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้พื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้นในเกือบทุกปริมาณรังสี โดยมี

ขนาดใหญ่กว่าต้นกลายในลักษณะใบต่าง พื้นที่ใบที่มีมากเนื่องจากใบสีเขียวสามารถสร้างอาหารได้ดีกว่าใบต่างทำให้พื้นที่ใบและขนาดต้นมีมากกว่าต้นต่าง ปริมาณรังสีที่ 80 เกรย์ มีพื้นที่ใบของต้นกลายในลักษณะใบต่างมากที่สุด และต้นกลายในลักษณะใบเขียว ที่ปริมาณรังสี 40 และ 100 เกรย์ มีพื้นที่ใบมากที่สุด และที่ปริมาณรังสี 20 เกรย์ มีพื้นที่ใบน้อยสุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ramesh *et al.* (2012) ว่า รังสีแกมมาที่มีผลต่อต้น Mulberry ทำให้มีพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับรังสี 4 กิโลแเรด ลักษณะใบหยิกในต้นที่ได้รับรังสี 8 และ 9 กิโลแเรด และแผ่นใบมีขนาดลดลงเมื่อได้รับรังสี 10 กิโลแเรด ความผิดปกติดังกล่าวอาจเนื่องจากการรบกวนของ phytochromes ความผิดปกติของโครโมโซมจากระบวนการแบ่งเซลล์

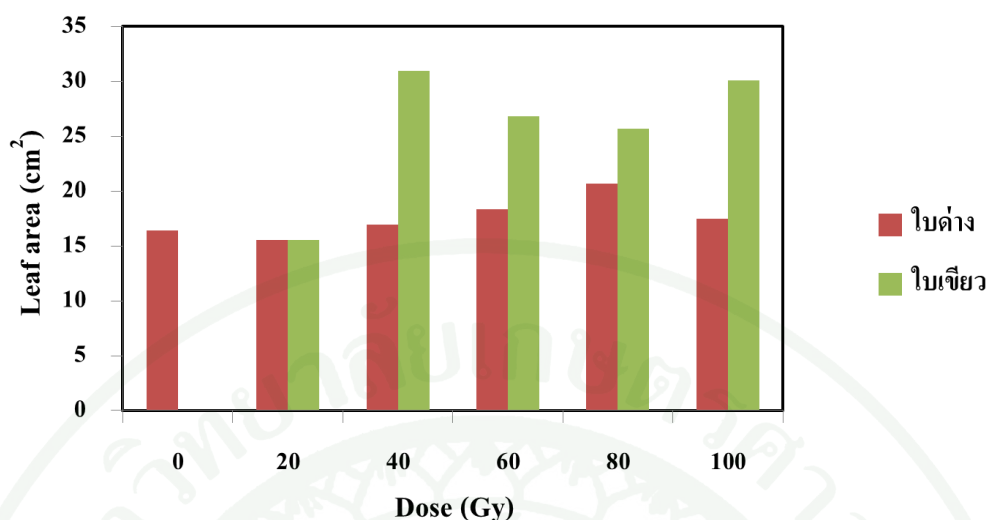
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบพื้นที่ใบของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังได้รับรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ในรุ่น M₁V₅

ปริมาณรังสี (เกรย์)	ใบต่าง (ตารางเซนติเมตร)	ใบเขียว (ตารางเซนติเมตร)
0	16.39±1.04 ^{al/}	-
20	15.57±0.87 ^a	15.56±0.43 ^c
40	16.94±0.71 ^a	30.96±1.50 ^a
60	18.33±0.74 ^{ab}	26.81±0.48 ^b
80	20.70±0.74 ^b	25.67±1.19 ^b
100	17.49±0.63 ^a	30.10±1.18 ^a
F-tese	*	*
%CV	10.23	23.80

หมายเหตุ 1/ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of sample mean, SE)



ภาพที่ 37 เปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่ใบระหว่างใบด่าง (Variegated leaf) และใบเขียว (Green leaf) ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีที่ปริมาณต่างๆ ในรุ่น M_1V_5

การเปลี่ยนแปลงของปากใบ หลังจากได้รับรังสีที่ปริมาณ 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ ในรุ่น M_1V_5 พบว่า ขนาดของปากใบที่กำลังขยาย 400 เท่า (ภาพที่ 38) มีความแตกต่าง ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 32.00 32.33 34.00 31.50 32.00 และ 30.67 ไมโครเมตร ตามลำดับ จำนวนปากใบต่อพื้นที่ที่กำลังขยาย 400 เท่า มีความแตกต่างกัน ซึ่งมีจำนวน 25.00 21.33 15.67 21.33 18.00 และ 25.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ปากใบมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่างจากต้นควบคุม แต่ที่ปริมาณรังสี 40 เกรย์ ทำให้จำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลงค่อนข้างมากจากต้นควบคุม ส่วนที่ปริมาณรังสีอื่นๆ ไม่แตกต่างจากต้นควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ วรงค์ (2552) ซึ่งพบต้นกลายพันธุ์ของหญ้าพบมีขนาดปากใบที่ใหญ่ขึ้นแต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลง การเปลี่ยนแปลงของปากใบทางพันธุกรรมที่เกิดจากการฉายรังสีแกมมาสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ได้แก่การเปลี่ยนแปลงในเรื่องของจำนวน ขนาด และเวลาในการเปิดปิดปากใบ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเข้ามาของ CO_2 และมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Qosim, 2011)

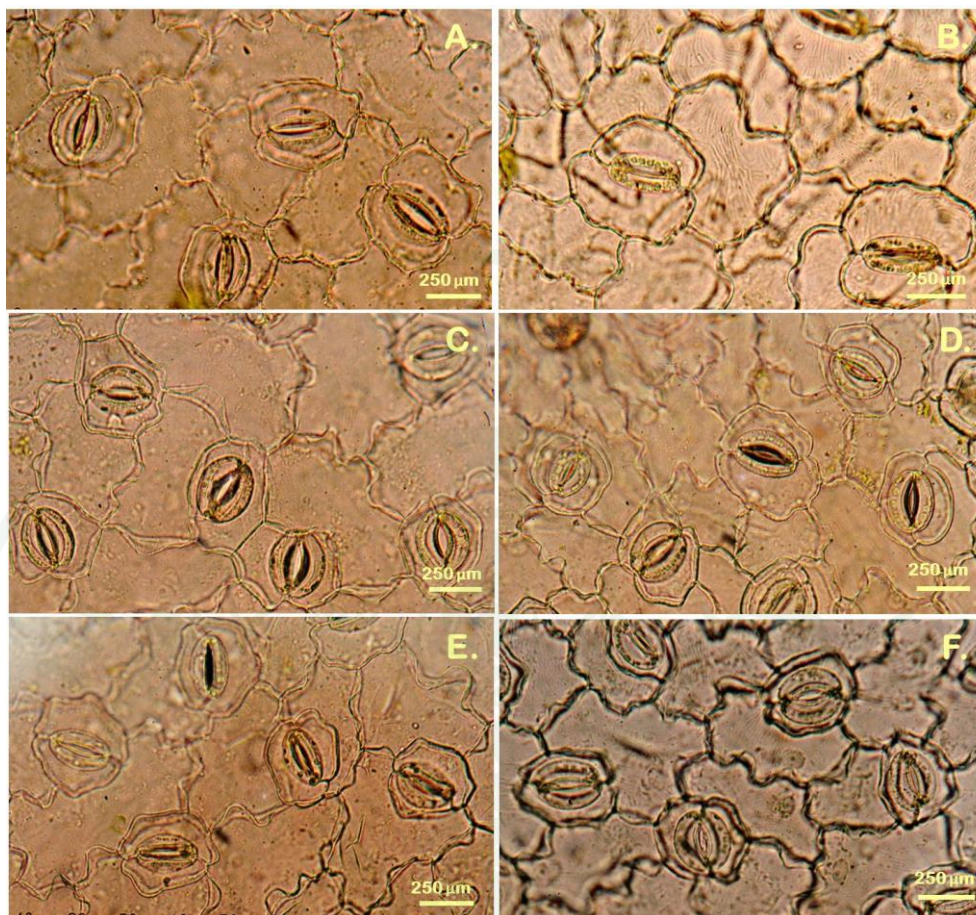
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดความยาวปากใบ และค่าเฉลี่ยจำนวนปากใบต่อพื้นที่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ ที่กำลังขยาย 400 เท่า ในรุ่น M₁V₅

ปริมาณรังสี (เกรย์)	ขนาดความยาวปากใบ (ไมโครเมตร) กำลังขยาย 400 เท่า	จำนวนปากใบ/พื้นที่ กำลังขยาย 400 เท่า
0	32.00±0.89 ^{ab1/}	25.00±2.52 ^a
20	32.33±0.86 ^{ab}	21.33±1.20 ^{ab}
40	34.00±0.91 ^a	15.67±4.48 ^b
60	31.50±0.72 ^{ab}	21.33±1.76 ^{ab}
80	32.00±0.56 ^{ab}	18.00±1.53 ^{ab}
100	30.67±1.18 ^b	25.00±3.06 ^a
F-tese	*	*
%CV	3.44	17.73

หมายเหตุ 1/ ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error of sample mean, SE)



ภาพที่ 38 ลักษณะปากใบที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากได้รับปริมาณรังสี 20 เกรย์ (A) 40 เกรย์ (B) 60 เกรย์ (C) 80 เกรย์ (D) 100 เกรย์ (E) และชุดควบคุม (0 เกรย์) (F) ใน รุ่น M_1V_4 กำลังขยาย 400 เท่า

เมื่อทำการคัดเลือกลักษณะจนถึงรุ่น $M_1V_3 - M_1V_4$ พบลักษณะกลายที่สวยงาม ที่คาดว่าจะสามารถคัดเลือกเพื่อนส่งเสริมเป็นไม้ประดับได้ เช่น ลักษณะรูปทรงใบหัวใจ ลักษณะการด่างที่เพิ่มขึ้น และลักษณะยอดเปลี่ยนสีการชมพูสดเป็นสีชมพูเข้ม (ภาพที่ 39) จากการทดลองสามารถคัดเลือกลักษณะการกลายที่ดี ได้ 6 ลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะใบหัวใจลายต่างขอบเว้า No. 1 (ภาพที่ 42 และ 43) จากการฉายรังสีที่ปริมาณ 20 เกรย์ ลักษณะรูปแบบใบที่ได้ค่อนข้างคงตัว ใบยอดเป็นสีชมพูสด ใบแก้มสีเขียวอ่อนกว่าต้นควบคุม

2. ลักษณะใบหยัก สามแฉก ต่างขอบเว้าลายต่างกินพื้นที่ใบมาก No. 2 (ภาพที่ 44 และ 45) จากการฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์ รูปแบบการต่างยังไม่คงตัวในทุกใบ แต่ที่แตกต่างจากต้นควบคุมคือมีพื้นที่การต่างเพิ่มขึ้นมาก ใบยอดสีชมพูค่อนข้างสว่างคล้ายต้นควบคุมแต่ใบแก่มีสีเขียวอ่อนกว่าต้นควบคุม

3. ลักษณะใบแหลมมีหลายแฉก ต่างขอบใบ No. 3 (ภาพที่ 46 และ 47) จากการฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์ รูปทรงใบไม่คงตัว แต่ส่วนใหญ่จะมีปลายใบเรียวแหลม ใบยอดและใบแก่ มีสีเขียวอมชมพูเนื้อใบมีสีเขียวอมม่วงมากกว่าต้นควบคุม

4. ลักษณะปลายใบแหลม ลายต่างขอบเว้า และบริเวณฐานใบ No. 4 (ภาพที่ 48 และ 49) จากการฉายรังสีปริมาณ 60 เกรย์ ลักษณะการต่าง และลักษณะใบค่อนข้างคงตัว ใบยอด และใบแก่ สีคล้ายกับต้นควบคุม

5. ลักษณะใบกว้างค่อนข้างกลม ลายต่างขอบเว้า และฐานใบ No. 5 (ภาพที่ 50 และ 51) จากการฉายรังสีปริมาณ 80 เกรย์ เนื้อใบค่อนข้างบาง ขนาดใหญ่กว่าต้นควบคุม รูปแบบการต่าง และรูปแบบใบไม่คงตัว ใบยอดสีชมพูเข้ม ใบแก่สีเขียวสว่างกว่าต้นควบคุม

6. ลักษณะใบแหลมหลายแฉก ลายต่างขอบเว้า ยอดชมพูเข้ม No.6 (ภาพที่ 52 และ 53) จากการฉายรังสีปริมาณ 100 เกรย์ รูปแบบการต่าง และรูปทรงใบไม่คงตัว ใบยอดมีสีชมพูเข้ม ใบแก่เป็นสีเขียวอมชมพูเข้ม

ต้นกลายที่ได้จากการคัดเลือกทั้ง 6 ลักษณะ แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม (ภาพที่ 40 และ 41) และอีกลักษณะที่เปลี่ยนแปลงคือลักษณะใบเขียวในรูปทรงใบต่างๆ ดังภาพที่ 54 และ 55 เป็นการกลายในลักษณะใบเขียวซึ่งไม่มีความสวยงามของสีต้นใบ จึงไม่คัดเลือกเพื่อมาใช้ประโยชน์ในการเป็นไม้ประดับ

การเปลี่ยนแปลงหลายๆ ลักษณะ พร้อมกันอาจไม่สวยงามพอที่จะเป็นพันธุ์ใหม่ ให้สันนิษฐานว่า ปริมาณรังสีที่ใช้ในการฉายรังสีสูงเกินไป ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อยืนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ หลายยืนด้วยกัน ดังนั้นปริมาณรังสีที่ใช้ต้องไม่สูงเกินไปจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตผิดปกติ และปริมาณรังสีต้องไม่ต่ำเกินไปจนพืชไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (สุนทรีย์ จัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี, ม.ป.ป.) พันธุ์กลายหนึ่งพันธุ์อาจมีลักษณะกลายได้หลายลักษณะ อาจ

เนื่องมาจากยีนหนึ่งตำแหน่งสามารถควบคุมการแสดงออกได้มากกว่าหนึ่งลักษณะ (pleiotropic effect) จากยีนกลายเพียงคู่เดียว (single mutant allele) หรือมีการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งอื่นๆ พร้อมกัน (อรุณี, 2539) โดยความถี่ของการกลาย (mutation frequency) ขึ้นอยู่กับจำนวนหรือปริมาณความเสียหายที่ได้รับครั้งแรก การซ่อมแซมความเสียหายทำได้มากน้อยแค่ไหน โอกาสที่การกลายนั้นๆจะไปมีผลต่อลักษณะฟีโนไทป์ที่สังเกตเห็นได้ (Drake, 1969)



ภาพที่ 39 ลักษณะรูปทรงใบที่คัดเลือก มีลักษณะเป็นที่ต้องการ รูปทรงใบหัวใจ จากการฉายรังสีที่ปริมาณ 20 เกรย์ (A) ลักษณะการต่างของใบแบบต่างขอบเว้ามีพื้นที่ต่างเพิ่มขึ้นจากการฉายรังสีปริมาณ 20 เกรย์ (B) และ รูปทรงใบหยักยอดสี่มุมพุ่มเข้ม จากการฉายรังสีปริมาณ 100 เกรย์ (C)



ภาพที่ 40 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ต้นควบคุม (control)



ภาพที่ 41 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ต้นควบคุม (control)



ภาพที่ 42 มันทะประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 1



5 cm

ภาพที่ 43 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันทะประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 1



ภาพที่ 44 มั่นเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 2



ภาพที่ 45 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 2



ภาพที่ 46 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 3



ภาพที่ 47 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 20 เกรย์ No. 3



ภาพที่ 48 มั่นเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 เกรย์ No. 4



ภาพที่ 49 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 60 เกรย์ No. 4



ภาพที่ 50 มั่นเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 80 เกรย์ No. 5



5 cm

ภาพที่ 51 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 80 เกรย์ No. 5



ภาพที่ 52 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 6



5 cm

ภาพที่ 53 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 6



ภาพที่ 54 มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 7



5 cm

ภาพที่ 55 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของใบจากอ่อนไปแก่ ของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ภายหลังจากได้รับรังสีแกมมา 100 เกรย์ No. 7

เปรียบเทียบ $LD_{(60days)}$ และ $GR_{(60days)}$ ที่เหมาะสมสำหรับการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ในมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor'

เมื่อนำกิ่งชำมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน ที่ปริมาณรังสี 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ หลังจากได้รับรังสี 60 วัน มันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เท่ากับ 100 86 70 74 74 และ 42 ตามลำดับ นำค่าที่ได้มาหาสมการเชิงเส้นได้สมการดังนี้ (ภาพที่ 56)

$$y = -0.6207X + 104.76$$

$$R^2 = 0.8898$$

เมื่อแทนค่าในสมการเชิงเส้นได้ค่า LD_{30} LD_{50} และ LD_{70} ของมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' เท่ากับ 56.00 88.22 และ 120.45 ตามลำดับ และมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตทางด้านความยาวของลำต้นเฉลี่ย เท่ากับ 100 92.80 65.34 71.39 41.54 และ 9.50 ตามลำดับ เมื่อนำค่าที่ได้มาหาสมการเชิงเส้นได้สมการดังนี้ (ภาพที่ 57)

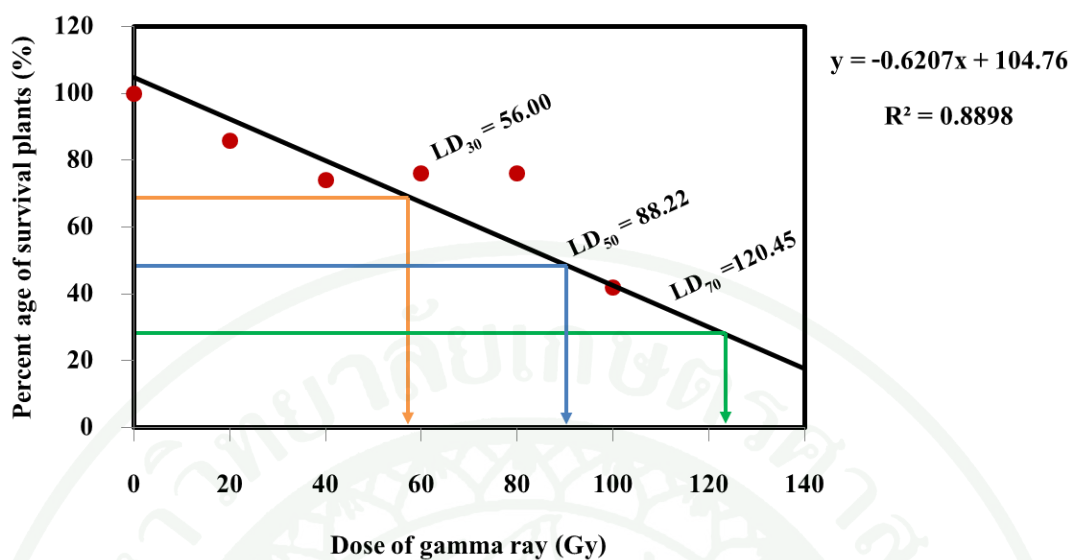
$$y = -0.7346X + 101.59$$

$$R^2 = 0.9231$$

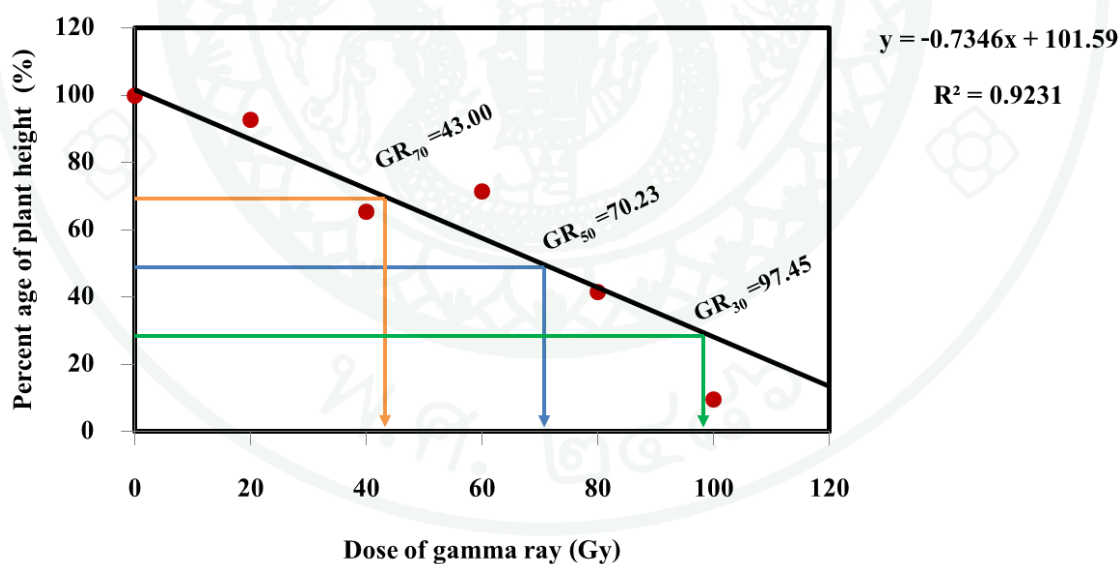
เมื่อแทนค่าลงในสมการเชิงเส้นได้ค่า GR_{30} GR_{50} และ GR_{70} ของมันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' เท่ากับ 97.45 70.23 และ 43.00 ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์การกลายในลักษณะต่างๆ ดังตารางที่ 8 และภาพที่ 58 พบว่า การกลายในลักษณะรูปทรงใบ พบการกลายจากลักษณะใบหยักไปเป็นใบหัวใจมากที่สุดอยู่ในช่วงปริมาณรังสี 40-80 เกรย์ และการกลายลักษณะการด่างของใบในลักษณะใบเขียว ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พบในต้นควบคุม แต่พบมากในช่วง 80-100 เกรย์ และที่ปริมาณรังสี 20-60 เกรย์ สามารถชักทำให้เกิดการกลายในลักษณะใบเขียวได้เช่นกัน แต่ในสัดส่วนที่น้อยกว่า การเปลี่ยนแปลงสีใบพบว่า ที่ปริมาณรังสี 60 เกรย์ค่อนข้างแตกต่างจากต้นควบคุมอย่างชัดเจนทั้งในต้นใบด่าง และต้นใบเขียว การเปลี่ยนแปลงขนาดใบพบการเปลี่ยนแปลงที่ปริมาณรังสี 80 เกรย์ และการเปลี่ยนแปลงจำนวนปากใบต่อพื้นที่ที่แตกต่างจากต้นควบคุมที่ปริมาณรังสี 40 เกรย์ จากการศึกษาต้นมันเทศระดับสายพันธุ์

พันธุ์ 'Tricolor' จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปช่วงปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มันเทศระดับสายพันธุ์ 'Tricolor' ซึ่งอยู่ในช่วง 40-80 เกรย์ ซึ่งอยู่ในช่วง LD₃₀- LD₅₀ และ GR₅₀- GR₇₀ อรุณี (2539) กล่าวว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่แนะนำให้ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์คือ ปริมาณรังสีที่ทำให้เกิดการตายกับพืชอยู่ในช่วง 30-50 เเปอร์เซ็นต์ (LD₃₀- LD₅₀) หรือถ้าใช้ค่าความเจริญเติบโตก็อยู่ในช่วง GR₅₀ ปริมาณรังสีที่เหมาะสมที่ International Atomic Energy Agency (1977) ได้กำหนดไว้ว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับ มันเทศที่ 3-4 กิโลเรด หรือ 30-40 เกรย์ LU (1993) รายงานการฉายรังสีตาที่ชอกใบที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเทศสามสายพันธุ์ พบว่าไม่รอดชีวิตหลังจากได้รับรังสี 100 เกรย์ เมื่อได้รับรังสีปริมาณ 80 เกรย์ พันธุ์ 'Lizixiang' มีเหลือรอดชีวิต 69 เเปอร์เซ็นต์ ในพันธุ์ 'Xu-18' และ 'Zhe 60-2' ไม่รอดชีวิต และเมื่อได้รับรังสีปริมาณ 50 เกรย์ 'Lizixiang' มีตาที่รอดตาย 98 เเปอร์เซ็นต์ และสามารถเจริญเป็นต้นได้ 33 เเปอร์เซ็นต์ พันธุ์ 'Zhe 60-2' ได้ผลดีกว่าพันธุ์ 'Xu-18' ซึ่งมีตารอดตาย 17 เเปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นได้ และเมื่อได้รับรังสีที่ปริมาณ 30 เกรย์ ทั้งสามสายพันธุ์ มีอัตราการรอดชีวิตของตาและสามารถพัฒนาเป็นต้นได้ทุกต้น แสดงให้เห็นว่า จีโนไทป์ที่แตกต่างกันมีผลต่อความไวต่อรังสีคือ 'Xu-18' > 'Zhe 60-2' > 'Lizixiang' ซึ่งปริมาณรังสีที่เหมาะสมอยู่ที่ 30-50 เกรย์ สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการไม่อาศัยเพศ พบว่า เนื้อเยื่อจะมีเมแทบอลิซึมสูง (high metabolic activity) จะตอบสนองต่อรังสีได้ดี เช่น ใบบีโกเนีย (Begonia) จะใช้ช่วงปริมาณรังสีได้ค่อนข้างกว้าง อาจเนื่องจากใบบีโกเนียมีประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์ (propagation ability) สูง (อรุณี, 2539) มันเทศระดับ มีประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์สูงเช่นกัน และจากการทดลอง พบว่า ช่วงที่เหมาะสมสำหรับการฉายรังสีค่อนข้างกว้างที่แนะนำสำหรับปรับปรุงพันธุ์อยู่ในช่วง 40-80 เกรย์ จะเหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์สูงสุด



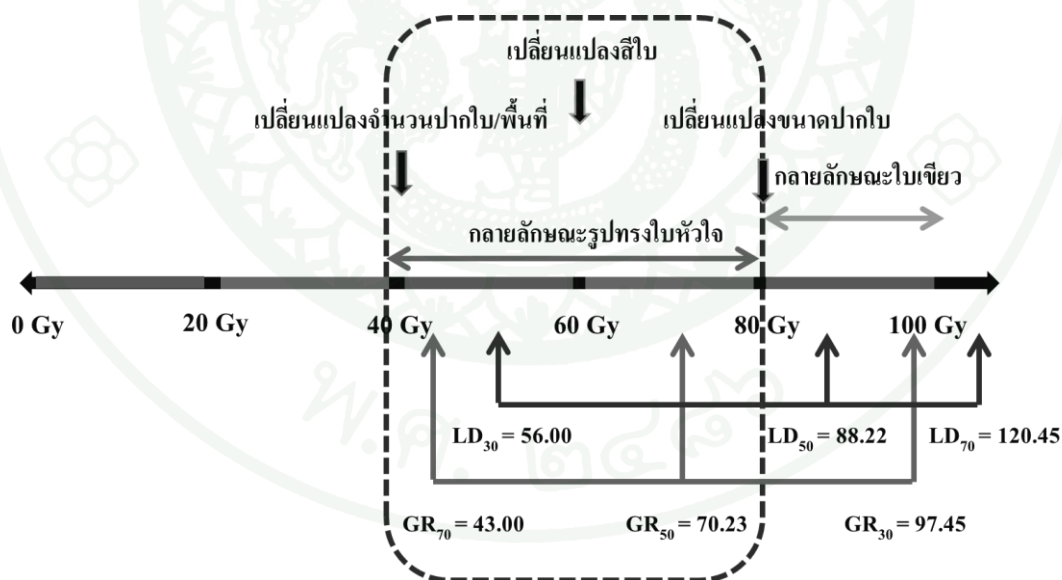
ภาพที่ 56 ปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($LD_{30(60days)}$, $LD_{50(60days)}$ และ $LD_{70(60days)}$)



ภาพที่ 57 ปริมาณรังสีที่ทำให้กิ่งชำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ($GR_{30(60days)}$, $GR_{50(60days)}$ และ $GR_{70(60days)}$)

ตารางที่ 8 วิเคราะห์การกลายในลักษณะต่างๆ ที่ปริมาณรังสีแตกต่างกันของมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'

ปริมาณรังสี (เกรย์)	กลายรูปทรงใบหัวใจ (เปอร์เซ็นต์)	กลายลักษณะใบเขียว	ขนาดปากใบ (กำลังขยาย 400 เท่า ไมโครเมตร)	จำนวนปากใบต่อพื้นที่ (กำลังขยาย 400 เท่า)	สีใบ (ใบด่าง)	สีใบ (ใบเขียว)
0	0	0	32.00±0.89	25.00±2.52		
20	30	4	32.33±0.86	21.33±1.20		
40	50	14	34.00±0.91	15.67±4.48		
60	54	22	31.50±0.72	21.33±1.76	ค่า C* ในใบอ่อนสูงสุด	ค่า L*, C* และ h ในใบอ่อนลดลง
80	46	56	32.00±0.56	18.00±1.53		
100	15	50	30.67±1.18	25.00±3.06		



ภาพที่ 58 วิเคราะห์ปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับปรับปรุงพันธุ์มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor'

□ คือ ช่วงปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับเหนี่ยวนำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' เกิดการกลายพันธุ์

สรุปผล

การชักนำมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid' ให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยใช้กึ่งชั่วโมงขนาด 8 เซนติเมตร โดยฉายรังสีที่ปริมาณ 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ ด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา Mark I ซึ่งมีซีเซียม - 137 (^{137}Cs) เป็นต้นกำเนิดรังสี ของศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ พบว่า ปริมาณรังสีที่ทำให้มันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor', 'Seki Blak' และ 'Hybrid' รอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากได้รับรังสี 60 วัน ($\text{LD}_{50(60\text{days})}$) คือ 88.22, 82.14 และ 84.26 เกรย์ ตามลำดับ และปริมาณรังสีที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ($\text{GR}_{50(60\text{days})}$) เท่ากับ 70.23, 56.51 และ 56.42 เกรย์ ตามลำดับ

ในมันเทศประดับสายพันธุ์ 'Tricolor' เกิดการกลายพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะรูปร่างใบ ลักษณะลายต่างใบ สีใบ ขนาดใบ ขนาดและจำนวนปากใบ ซึ่งสามารถคัดเลือกลักษณะการกลายพันธุ์ ได้ 6 ลักษณะ ได้แก่ 1) ลักษณะใบหัวใจลายต่างขอบเว้า 2) ลักษณะใบหยัก สามแฉก ต่างขอบเว้าลายต่างกินพื้นที่ใบมาก 3) ลักษณะใบแหลมมีหลายแฉก ต่างขอบใบ 4) ลักษณะปลายใบแหลม ลายต่างขอบเว้า และบริเวณฐานใบ 5) ลักษณะใบกว้างค่อนข้างกลม ลายต่างขอบเว้า และฐานใบ 6) ลักษณะใบแหลมหลายแฉก ลายต่างขอบเว้า ยอดชมพูเข้ม ซึ่งมีลักษณะสวยงามสามารถส่งเสริมเพื่อเป็นไม้ประดับได้ต่อไป

จากการทดลองข้างต้นพบการกลายพันธุ์จากลักษณะใบหยักเป็นใบหัวใจมากที่สุดอยู่ในช่วงปริมาณรังสี 40-80 เกรย์ และการกลายพันธุ์ของลักษณะการต่างของใบในลักษณะใบเขียว พบมากในช่วง 80-100 เกรย์ ที่ปริมาณรังสี 20-60 เกรย์ ที่ปริมาณรังสี 60 เกรย์ พบการเปลี่ยนแปลงของสีใบ ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจากต้นควบคุมอย่างชัดเจนทั้งในต้นใบต่าง และต้นใบเขียว การเปลี่ยนแปลงขนาดใบ พบการเปลี่ยนแปลงที่ปริมาณรังสี 80 เกรย์ และการเปลี่ยนแปลงจำนวนปากใบต่อพื้นที่แตกต่างจากต้นควบคุมที่ปริมาณรังสี 40 เกรย์ ปริมาณรังสีที่เหมาะสมเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในมันเทศประดับ อยู่ในช่วง 40-80 เกรย์ ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการกลายพันธุ์สูงสุด ซึ่งช่วงดังกล่าวอยู่ในช่วง LD_{30} - LD_{50} และ GR_{50} - GR_{70}

ข้อเสนอแนะ

ในการใช้รังสีแกมมาแบบเฉียบพลันในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ในมันเทศระดับ เพื่อเป็นไม้ประดับ ควรใช้ปริมาณรังสีในช่วง LD_{30} - LD_{50} หรือ GR_{50} - GR_{70} ซึ่งช่วงปริมาณรังสีที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าจะเหมาะสำหรับปรับปรุงพันธุ์มันเทศระดับสายพันธุ์อื่นๆ และไม้ดอกไม้ประดับในวงศ์ใกล้เคียง โดยรังสีสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างใบ การด่างของใบ สีใบ และลักษณะอื่นๆ ได้ซึ่งเป็นไปได้โดยสุ่ม ไม่สามารถคาดการณ์ได้ แต่ลักษณะที่ดีที่มีอยู่เดิมจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการผสมข้าม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ธนิตา ถินนอก. 2550. การใช้รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในใบแอฟริกันไวโอเลต (*Saintpaulia ionantha*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นพรัตน์ อินสร. 2552. การปรับปรุงพันธุ์บานชื่นเลี้ยงใบต่างโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เนื่องพนิช สิ้นชัยศรี และ ปราโมทย์ โรจน์เรืองแสง. 2547. ไม้ต่าง : VARIEGATED PLANTS เล่ม 1-2. สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.
- พิทักษ์ ใจคง. 2550. การผสมพันธุ์พืช Plant breeding BO453. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ภัทรมาศ พานพุ่ม. 2548. การฉายรังสีแกมมาเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพิกูเนียใบต่างที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วงศ์ วงศ์ลังกา. 2552. ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโตของหน่วนวลน้อยและหน่วมะเลเชีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยีสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ม.ป.ป. รังสีแกมมาสามารถพัฒนาพันธุ์พืชได้อย่างไร. แหล่งที่มา: http://www.sci.ku.ac.th/Gamma/gamma_plant.html, 1 มีนาคม 2554.
- สุชาดา ศรีบุญเรือง. 2550. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในไทร้อยใบแหลมต่างโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2553. การปรับปรุงพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธนา เกตุมาโร. 2550. การปรับปรุงพันธุ์ใฝ่ฟิลิปินส์โดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธนา เกตุมาโร. 2550. การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในไทรย้อยใบแหลมต่างโดยใช้รังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิรินุช ลามศรีจันทร์. 2540. การกลายพันธุ์ของพืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิรินุช ลามศรีจันทร์, อรุณี วงศ์ปิยะสถิต และ พิรณูช จอมพุก. 2552. การฝึกอบรม โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี. การปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ โดยการฉายรังสีแกมมา. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หนังสือพิมพ์บ้านเมือง. 2553. รายงานพิเศษ ม. เกษตรโชว์ใช้รังสีและนิวเคลียร์ 'สร้างพืชพันธุ์ใหม่'ปส. ย้ำชัดมาตรการดูแลความปลอดภัยต้องมาก่อน. แหล่งที่มา: <http://www.ryt9.com/s/bmnd/988238>, 1 มีนาคม 2554.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. 2530. วิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. 2539. การใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. 2550. การกลายพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abdullah, T.L., J. Endan and B.M. Nazir. 2009. Changes in Flower Development, Chlorophyll Mutation and Alteration in Plant Morphology of *Curcuma alismatifolia* by Gamma Irradiation. **American Journal of Applied Sciences**. 6 (7): 1436-1439.

Bhosale, U.P. and B.V. Hallale. 2011. Gamma Radiation Induced Mutations in Black Gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). **Asian Journal of Science and Research**. 1 (2): 96-100.

Canadian Food Inspection Agency. n.d. **Sweet Potato-Ornamental**. Available Source:

<http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/pbrpov/cropreport/spoe.shtml>, February 15, 2013.

Das, T.R. and B. Baisakh. n.d. Effects of mutagenic treatments on chlorophyll mutation in green gram (*Vigna radiate* L. Wilczek). **e-planet**. 9 (2): 17-20.

Dowrick G.J. and A.E. Bayoumi. 1965. The induction of mutations in chrysanthemum using X and gamma radiation. **Euphytica**. 15: 204-210.

Gill, D. 2012. **Ornamental sweet potato vine is a vivid garden accent**. Available Source: http://www.nola.com/homegarden/index.ssf/2012/05/ornamental_sweet_potato_vine_i.html, February 11, 2013.

International Atomic Energy Agency. 1975. Improvement of vegetatively propagated plants through induced mutations. **IAEA** 173: 139 p.

Kolar, F., N. Pawar and G. Dixit. 2011. Induced chlorophyll mutations in *Delphinium malabaricum* (Huth) Munz. **Journal of Applied Horticulture** 13 (1): 18-24.

Learn 2 Grow. n.d. **Ipomoea batatas (CHILLIN™ BLACKBERRY STAR)**. Available Source: <http://www.learn2grow.com/plants/ipomoea-batatas-seki-blak-chillin-blackberry-star-chillin-series-ppaf/>, December 23, 2012.

Lineberger, R.D. 2006. **Origin, development, and propagation of chimeras**. Available Source: <http://aggie-horticulture.tamu.edu/tisscult/chimeras/chimeralec/chimeras.html>, March 22, 2012.

- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. **HortScience** 27 (12): 1254-1255.
- Nelson, J. 2005. **Plant Palette: Ornamental Sweet Potato**. University of Illinois Extension. Available Source: <http://web.extension.illinois.edu/macon/palette/051023.html>, March 2, 2011.
- Otani, M., H. Saito, T. Abe and T. Shimada. n.d. Induction of Mutations in Sweetpotato Plants by Heavy-Ion Beam Irradiation. **ISHS Acta Horticulturae** 703 1: 171-174.
- Ploumidis, D. 2008. **Color Perception**. Available Source: <http://www.gravurexchange.com/gravurezine/0805-ezine/ploumidis.htm>, February 10, 2013.
- Ramesh, H.L., V.N. Yogananda and M. Munirajappa. 2012. Effect of gamma radiation on morphological and growth parameters of mulberry variety M₅. **International journal of science and nature** 3 (2): 447-452.
- Reed, D. Wm. 2007. Chlimera apical origin ontogeny and consideration in popagation, **HORT 604 Applied Physiology of Horticultural Crops**. 1-5.
- Salgueiro, C.L., A.G. Vasconcellos, N.C. Barboza and M.A. Esquibel. 2002. Changes in electrophoretic profiles of *Ipomoea batatas* (sweet potato) induced by gamma radiation. **Brazilian archives of biology and technology an international journal** 45 (2): 177-182.
- Sangsiri, C., W. Sorajjapinun, P. Srinives. 2005. Gamma Radiation Induced Mutation in Mungbean. **ScienceAsia** 31: 251-255.
- Shu, Q. 2010. To our readers. Plant mutation reports. **IAEA**. 2 (2): 60 p.

Srisuwan, S., D. Sihachakr and S.S. Yakovlev. 2006. The origin and evolution of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) and its wild relatives through the cytogenetic approaches. **Plant Science** 171 (3): 424–433.

Tah, P.R. 2006. Induced Macromutation in Mungbean [*Vigna radiate* (L.) Wilczek]. **International Journal of Botany** 2 (3): 219-228.

Tangsombatvitchit, C., A. Wongpiyasatid, P. Jompuk and T. Taychasinpitak. 2008. Effects of Acute Gamma Irradiation on Mutation from Stem Cuttings of *Portulaca oleracea* L.. **Agricultural Sci. J.** 39 (1): 55-64.

Taylor, J. 2009. **Ornamental sweet potato vine: the morning glory's cousin**. Available Source: <http://www.examiner.com/article/ornamental-sweet-potato-vine-the-morning-glory-s-cousin>, February 11, 2013.

Wang, Y., F. Wang, H. Zhai and Q. Liu. 2006. Production of a useful mutant by chronic irradiation in sweetpotato. **Scientia Horticulturae** 111 (2): 173–178.

Wilson, J.E., F.S. Pole, N.E.J.M. Smit and P. Taufatofua. 1989. Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Breeding. **Agro facts**. IRETA Publications No. 89. 42 p.

Zósimo, H. 1999. Sweetpotato Germplasm management (*Ipomoea batatas*) training manual. **International Potato Center (CIP)**. 218 p.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวคณิงขวัญ วิชชุดเวส
เกิดวันที่	12 พฤษภาคม 2528
สถานที่เกิด	อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-