

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การหาปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมต่อการเกิดมิวเตชันของดองดิง

ในการนำหัวดองดิงไปฉายรังสีแกมมา 9 ระดับๆละ 20 หัว แล้วนำมาปลูกลงกระถางนาน พบว่าดองดิงจะเริ่มงอกลำต้นเหนือดินเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 สัปดาห์ โดยต้นควบคุมที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมาจะมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ส่วนดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 20 40 60 80 100 200 และ 400 เกรย์ เมื่องอกแล้วมีการเจริญเติบโตช้ามาก และมีลักษณะลำต้นอ่อนแอ หักง่าย ไม่สามารถพุงลำต้นได้ ต้องผูกยึดลำต้นกับค้ำไม้ไผ่ และมีบางส่วนของดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณตั้งแต่ 10 เกรย์ขึ้นไป เมื่อกำต้นสูงประมาณ 1 เซนติเมตร ก็ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อ และแห้งตายไปในที่สุด

1.1 การหาค่าLD₅₀(lethal dose - 50)

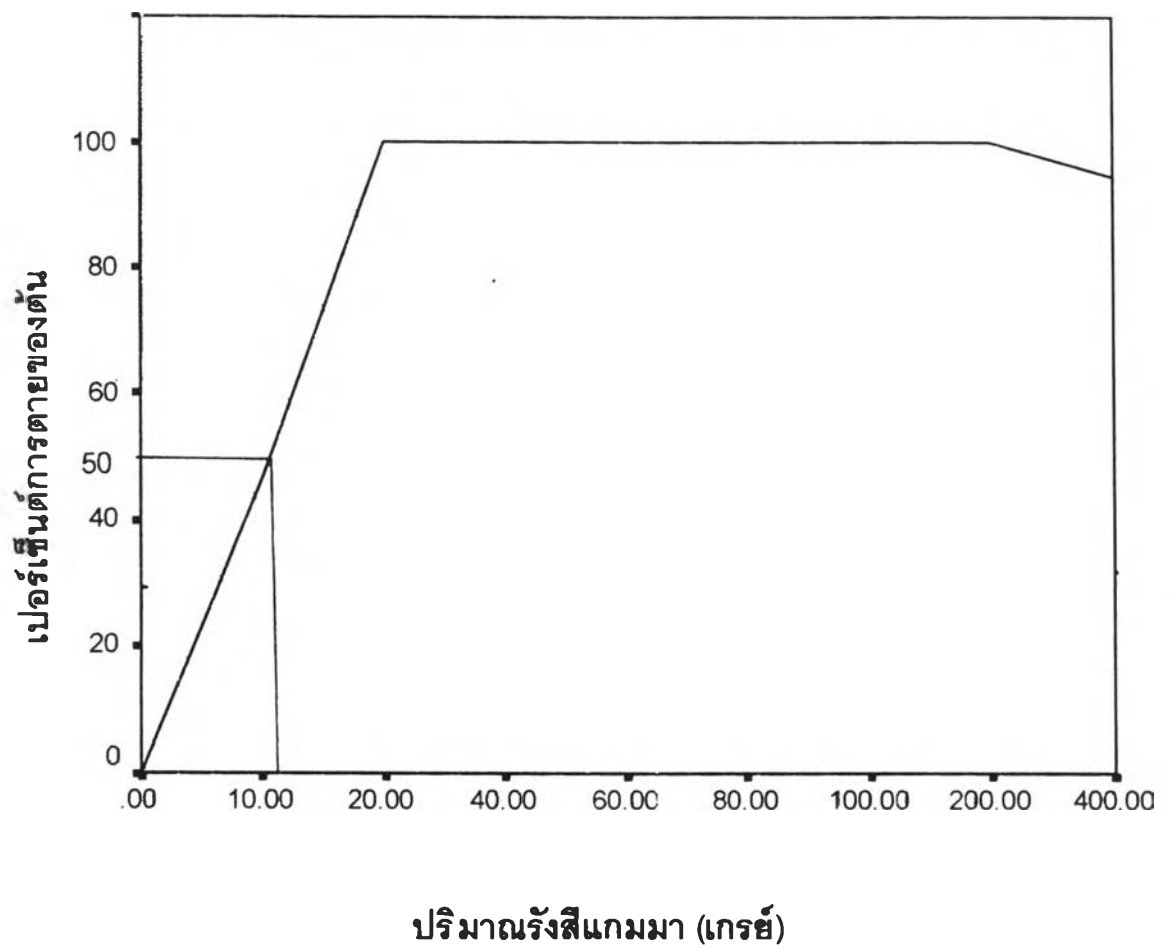
จากการศึกษาจำนวนต้นที่รอดชีวิตของดองดิงหลังปลูก 1 เดือน พบว่าจำนวนต้นที่รอดชีวิตลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น โดยดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 0 10 20 40 60 80 100 200 และ 400 เกรย์ มีจำนวนต้นที่งอกเท่ากับ 62.50 90 90 80 65 55 45 45 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากการศึกษาจำนวนต้นที่รอดชีวิตของดองดิงหลังปลูก 2 เดือน พบว่าต้นดองดิงที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมา มีจำนวนต้นที่รอดชีวิตเพิ่มขึ้นเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณตั้งแต่ 10 เกรย์ขึ้นไปมีจำนวนต้นที่รอดชีวิตลดลงอย่างมาก (ตารางที่1)

จากการศึกษาจำนวนต้นที่รอดชีวิตของดองดิงหลังปลูก 3 เดือน พบว่าดองดิงต้นที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมามีจำนวนต้นที่รอดชีวิตเพิ่มขึ้นเป็น 92.50 เปอร์เซ็นต์ และดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์มีจำนวนต้นที่รอดชีวิตลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ 20ถึง200 เกรย์มีจำนวนต้นที่รอดชีวิตเท่ากับศูนย์ แต่ดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาที่ 400 เกรย์มีจำนวนต้นที่รอดชีวิตเหลือเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่1) เมื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์การตายของต้นหลังปลูก 3 เดือน พบว่าดองดิงที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมามีอัตราการตายต่ำสุดเฉลี่ย 7.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือดองดิงที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดองดิงที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ และดองดิงที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 20 40 60 80 100 และ 200 เกรย์ ไม่พบต้นรอดชีวิต (ตารางที่ 1) แล้วนำมาหาค่า LD₅₀ ของดองดิงหลังปลูก 3 เดือน โดยวิธี Typical sigmoid mortality พบว่ามีค่าประมาณ 11 เกรย์ (ภาพที่ 1) และด้วยวิธีคำนวณจากสูตร regression $Y = \bar{y} + b(x - 50 - \bar{x})$ ได้ค่า LD₅₀ เท่ากับ 10.88 เกรย์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นคองดึงจากหัวที่ฉายรังสีปริมาณต่างๆและเปอร์เซ็นต์การตายของต้นคองดึงหลังปลูก 3 เดือน

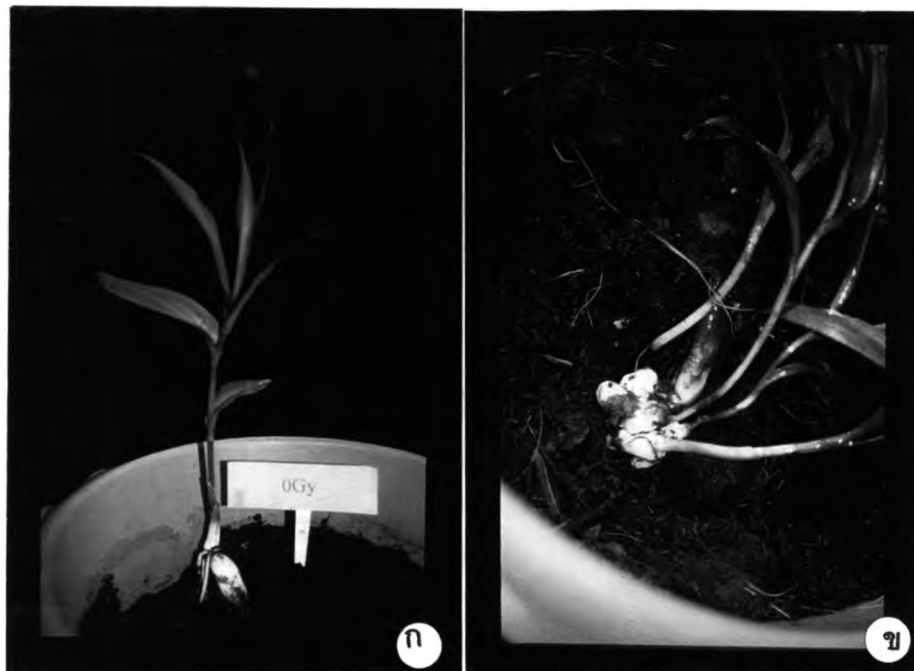
ปริมาณรังสี (Gy)	จำนวนต้นหลังปลูก 1 เดือน (%)	จำนวนต้นหลังปลูก 2 เดือน (%)	จำนวนต้นหลังปลูก 3 เดือน (%)	จำนวนต้นที่ตายหลังปลูก 3 เดือน (%)
0	62.50	90	92.50	7.50
10	90	60	50	50
20	90	15	0	100
40	80	15	0	100
60	65	0	0	100
80	55	20	0	100
100	45	5	0	100
200	45	20	0	100
400	30	5	5	95



ภาพที่ 1 กราฟ Typical sigmoid mortality แสดงค่า LD_{50} ของคองดิงที่ได้รับรังสีแกมมา

1.2. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ

1.2.1 ลำต้นเหนือดิน หัวดองดิงที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมางอกเป็นลำต้นเหนือดินจากปลายหัวเพียงด้านละ 1 ต้นเท่านั้น ส่วนดองดิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ พบว่ามีจำนวน 8 หัวที่ตรงปลายงอกเป็นต้นได้มากกว่า 1 ต้นจากต้นที่รอดชีวิต 10 ต้น ส่วนต้นที่ได้รับรังสีแกมมา 400 เกรย์ ที่รอดชีวิตเพียง 1 ต้นนั้นมีลักษณะแคระแกรน ช่อชิดกันมาก (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การงอกของหัวดองดิงที่ได้รับการฉายรังสีเปรียบเทียบกับต้นควบคุม

- ก ต้นควบคุมมีเพียง 1 ยอดที่งอกจากปลายของลำต้นใต้ดิน
- ข ต้นที่งอกจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ งอกได้หลายยอดจากปลายของลำต้นใต้ดิน

1.2.2 ใบ จากการศึกษาความกว้างของใบ พบว่าต้นควบคุมมีความกว้างของใบมากที่สุดเฉลี่ย 2.47 เซนติเมตร และความกว้างของใบค่อยๆลดลงในดอสดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์และ400เกรย์ เฉลี่ย 1.36 และ0.42 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนดอสดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณอื่นๆไม่มีต้นรอดชีวิต จากการศึกษาวิเคราะห์ความกว้างของใบดอสดิ่งของต้นที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีปริมาณแกมมาปริมาณต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่2 และตารางผนวกที่ 1)

ศึกษาความยาวของใบดอสดิ่ง พบว่าดอสดิ่งต้นควบคุมมีความยาวใบมากที่สุดคือ 11.55 เซนติเมตร ความยาวของใบรองลงมาคือดอสดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ และ 400 เกรย์ มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 6.05 เซนติเมตร และ 2.12 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนดอสดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณอื่นๆ ไม่มีต้นรอดชีวิต จากการศึกษาวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าความยาวใบของต้นที่เกิดจากหัวดอสดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่ 2และตารางผนวกที่ 2)

ศึกษาจำนวนใบดอสดิ่ง พบว่าดอสดิ่งต้นควบคุมมีจำนวนใบมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 65 ใบ รองลงมาคือดอสดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย 34 ใบ และดอสดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ มีจำนวนใบเฉลี่ย 6 ใบ ส่วนดอสดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณอื่นๆไม่มีต้นรอดชีวิต จากการศึกษาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 3)

ตารางที่ 2 แสดงความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบ ของคองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมา ปริมาณต่างๆ

ปริมาณรังสี (Gy)	ความกว้างใบ** (cm.)	ความยาวใบ** (cm.)	จำนวนใบ**
0	2.47 ^a	11.55 ^a	65 ^a
10	1.36 ^b	6.05 ^b	34 ^b
20	-	-	0 ^c
40	-	-	0 ^c
60	-	-	0 ^c
80	-	-	0 ^c
100	-	-	0 ^c
200	-	-	0 ^c
400	0.42 ^c	2.12 ^c	6 ^c
% cv	87.73	86.84	79.37

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)

1.2.3 ดอก ดอกดิ่งที่ไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมามีลักษณะสีของกลีบดอกตรงบริเวณปลายกลีบมีสีแดงสดอยู่ในช่วง $M_{80}Y_{50}$ - $M_{100}Y_{100}$ และโคนกลีบสีเหลืองรหัสสีประมาณ $M_{10}Y_{80}$ - $M_{10}Y_{100}$ ส่วนดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ พบว่าจากต้นที่รอดชีวิต 10 ต้นมีการออกดอกเพียง 1 ต้น ซึ่งออกดอกทั้งหมด 10 ดอก และมีสีของกลีบดอกเป็นสีเหลืองซีดลงคือรหัสสี $M_{10}Y_{70}$ บริเวณโคนกลีบ ส่วนบริเวณปลายกลีบเกิดเป็นขีดสีแดงจางๆรหัสสี $M_{80}Y_{70}$ (ภาพที่ 3) ส่วนดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณตั้งแต่ 20 เกรย์ขึ้นไปไม่มีต้นที่ออกดอก



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะดอกดิ่ง

ก ดอกดิ่งต้นควบคุม

ข ดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ มี

ลักษณะโคนกลีบสีเหลืองและปลายกลีบมีสีแดงซีดจาง

1.2.4 ลำต้นใต้ดินที่งอกใหม่ ลำต้นใต้ดินของดองดึงที่เกิดใหม่หลังจากลำต้นเหนือดินตายลง พบว่าลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่ของต้นควบคุมมีจำนวน 2 แขนง (ภาพที่ 4ก) ส่วนดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ มี 1 ต้น ลักษณะรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปโดยเกิดแขนงขึ้นมาก (ภาพที่ 4ข) ซึ่งไม่พบในหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณอื่นๆ เพราะตายหมด

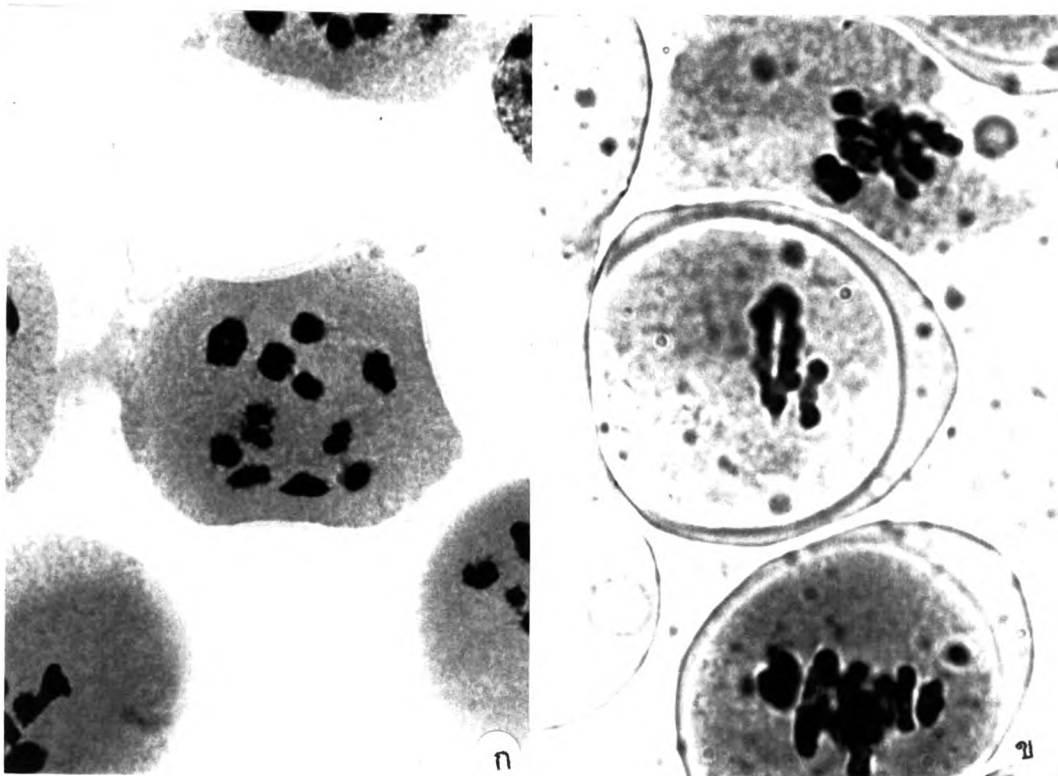


ภาพที่ 4 แสดงลักษณะลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่ของดองดึง

- ก ลำต้นใต้ดินของดองดึงจากต้นควบคุม
- ข ลำต้นใต้ดินที่เกิดขึ้นใหม่จากต้นดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ เกิดแขนงขึ้นมากกว่า 2 แขนง

1.3 ศึกษาโครโมโซมใน meiosis ของ pollen mother cell

จากการศึกษาโครโมโซมใน pollen mother cell ระยะ metaphase I ของดอกจากต้นคววมุม พบว่ามีการจับคู่เป็น bivalent ปกติ มีจำนวนเท่ากับ 11 ส่วนดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ พบว่าบางดอกมีลักษณะผิดปกติของโครโมโซมเกิดเป็น ring multivalent (ภาพที่ 5)



- ภาพที่ 5 แสดงโครโมโซมใน meiosis ระยะ metaphase I ของ pollen mother cell ของดอกดิ่ง
- ก การจับคู่ของโครโมโซมต้นคววมุมมีจำนวน 11 bivalent (1350X)
- ข การจับคู่ของโครโมโซมในต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ พบการเกิด 1 ring multivalent และ 1 rod bivalent (1350X)

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดิ่งที่ปลูกในแปลงทดลองก่อนฉายรังสีแกมมา

หัวดองดิ่งที่ปลูกลงแปลงแล้วเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ จะเริ่มงอกและโผล่ลำต้นขึ้นเหนือดิน เลื้อยเกาะยึดตามค้ำไม้ไผ่ที่ซึ่งด้วยเชือกเอ็น ในระหว่างการปลูกพบปัญหาโรคจากเชื้อราทำให้บางต้นตาย ดองดิ่งส่วนที่เหลือใช้ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาซึ่งได้ผลดังนี้

2.1 ความสูงของต้น พบว่าต้นดองดิ่งที่เจริญเติบโตเต็มที่มีความสูง

55- 165 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 113.28 ± 31.03 เซนติเมตร

2.2 ใบ มีสีเขียวสม่ำเสมอทั่วทั้งใบเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มี

จำนวนใบ 35-94 ใบ มีค่าเฉลี่ย 64.60 ± 16.28 ใบ

ความกว้างของใบ 2.00-4.50 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 2.88 ± 0.49 เซนติเมตร

ความยาวของใบ 11.50-16.20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 13.87 ± 1.18 เซนติเมตร

อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างใบ $3.79-5.43$ เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 4.70 ± 0.60 เซนติเมตร

2.3 ดอก

ความกว้างของกลีบดอก 0.90-1.20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.16 ± 0.11 เซนติเมตร

ความยาวของกลีบดอก 6.80-8.80 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 7.04 ± 0.51 เซนติเมตร

สีของกลีบดอก บริเวณโคนกลีบมีสีเหลือง $M_{10}Y_{80} - M_{10}Y_{100}$ และบริเวณปลายกลีบมีสีแดงอยู่ในช่วง $M_{80}Y_{50} - M_{100}Y_{100}$ ของตารางเทียบสีบริษัทไทยสกรีนสไตรจำกัด

2.4 ผล

จำนวนผลต่อต้น 8-20 ผล มีค่าเฉลี่ย 13.30 ± 3.69 ผล

ความยาวของผล 3.25-4.00 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 3.65 ± 0.23 เซนติเมตร

ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางผล อยู่ในช่วง 1.31-3.00 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 2.48 ± 0.47 เซนติเมตร

จำนวนเมล็ดต่อผลอยู่ในช่วง 3-12 เมล็ด มีค่าเฉลี่ย 7 ± 3 เมล็ด

2.5 ลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่

มีน้ำหนัก 56.30-77.73 กรัม มีค่าเฉลี่ย 66.00 ± 7.63 กรัม

3 การศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา เรณู และโครโมโซมของดองดึง

เมื่อนำหัวดองดึงจากข้อ 2 ที่เริ่มแตกยอดแล้วหักออกเป็น 2 ส่วน คัดเลือกส่วนที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 27.34-27.48 กรัม ไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์แล้วปลูกในแปลงทดลอง

3.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นดองดึงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่างๆกับต้นควบคุม

ผลการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นดองดึงที่เจริญจากส่วนที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 0 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ ทรีทเมนต์ละ 20 ต้น ปรากฏว่า

3.1.1 ลำต้นเหนือดิน

จากการศึกษาการงอกของหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆหลังปลูก 1 2 และ 3 เดือน

พบว่าหลังจากปลูก 1 เดือน มีจำนวนต้นที่งอกออกจากหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 0 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ เท่ากับ 78.93 48.69 60.00 50.60 และ 46.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 4)

ผลการศึกษาจำนวนต้นที่งอกจากหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาหลังจากปลูก 2 เดือน ที่มีระดับปริมาณรังสี 0 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ มีจำนวนต้นที่งอกเท่ากับ 100.00 81.67 95.00 79.76 และ 75.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าจำนวนต้นที่งอกของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆเมื่ออายุ 2 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 5)

จากการศึกษาจำนวนต้นที่งอกและรอดชีวิตจากหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาหลังจากปลูก 3 เดือน ที่มีระดับปริมาณรังสี 0 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ มีจำนวนต้นที่งอกเท่ากับ 95.00 73.10 77.50 64.88 และ 62.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าจำนวนต้นที่งอกของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆเมื่ออายุ 3 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3 ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 6)

ตารางที่3 จำนวนต้นตอตั้งหลังการฉายรังสีปริมาณต่างๆกัน

ปริมาณรังสี (Gy)	จำนวนต้น ^{ns} หลังปลูก 1เดือน (%)	จำนวนต้น* หลังปลูก 2เดือน (%)	จำนวนต้น* หลังปลูก 3เดือน (%)
0	78.93	100.00 ^{ab}	95.00 ^a
2.5	48.69	81.67 ^{bcd}	73.10 ^{bcd}
5.0	60.00	95.00 ^{abc}	77.50 ^{abcd}
7.5	50.60	79.76 ^{cd}	64.88 ^{cd}
10.0	46.67	75.12 ^d	62.38 ^d
CV(%)	23.32	16.30	19.10

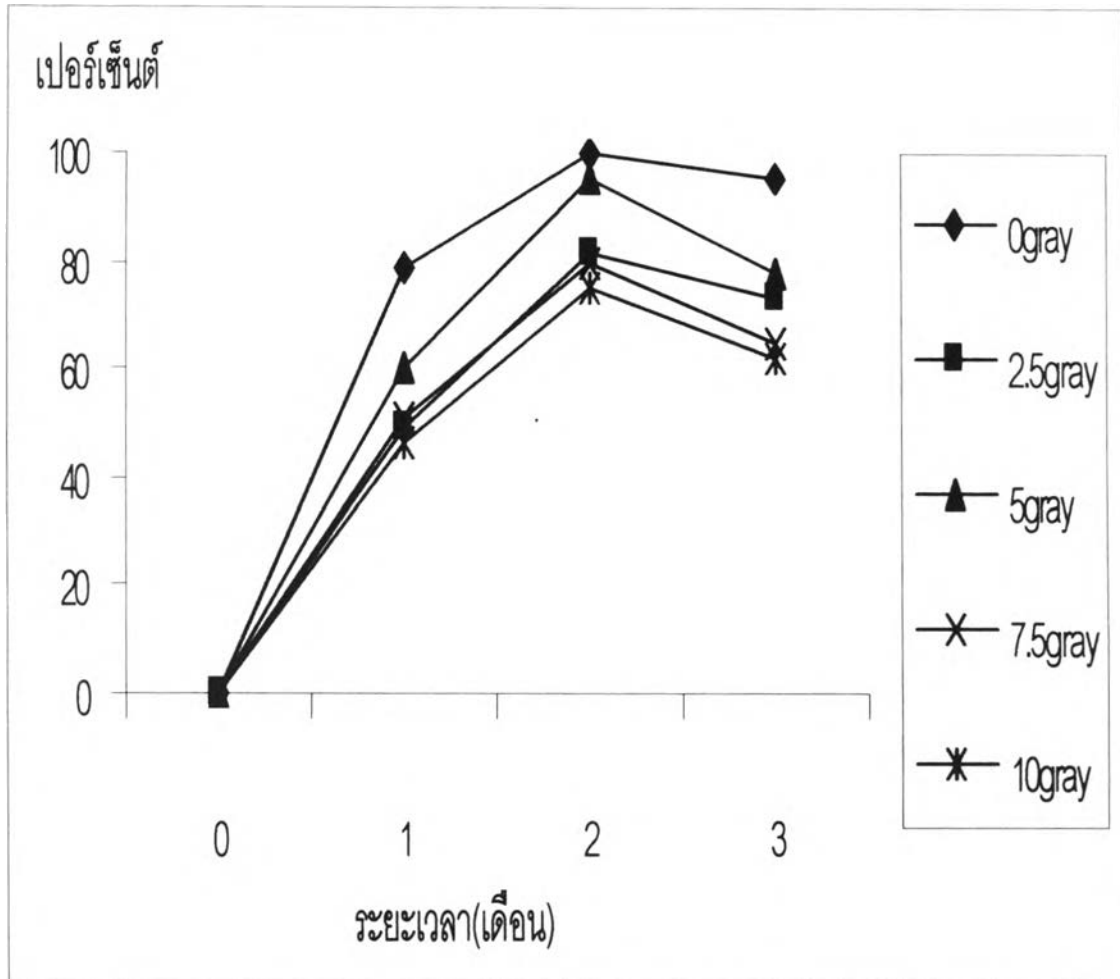
^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)



ภาพที่ 6 แสดงจำนวนต้นที่รอดหลังปลูก 1 2 และ 3 เดือน

เปอร์เซ็นต์การตายของต้นดองดึงหลังจากปลูกแล้วเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าหัวดองดึงที่เป็นต้นควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำสุดคือ 5 เปอร์เซ็นต์ และหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุด คือ 37.62 เปอร์เซ็นต์(ตารางที่4)จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของต้นที่เกิดจากหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางผนวกที่7) จากผลการทดลองนี้สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณรังสีแกมมาที่ทำให้พืชมีเปอร์เซ็นต์การตาย 50เปอร์เซ็นต์(LD₅₀) พบว่า LD₅₀ ของดองดึงที่ปลูกในแปลงทดลองโดยใช้วิธีคำนวณจากสูตร regression เท่ากับ 14.22 เกรย์ (ภาคผนวก ค)

ความสูงของต้นดองดึงที่วัดเมื่อต้นดองดึงเจริญเติบโตเต็มที่ พบว่าต้นควบคุมมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 110.03 เซนติเมตรส่วนต้นดองดึงที่เจริญจากหัวได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆนั้นมีผลทำให้ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นน้อยลงเมื่อปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น ระดับของปริมาณรังสีที่ทำให้ความสูงของต้นแตกต่างจากต้นควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ ที่ปริมาณรังสี 7.5 เกรย์ และ 10.0 เกรย์ ซึ่งความสูงของต้นดองดึงเป็น 90.90 และ 76.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่4และตารางผนวกที่8)

ลักษณะผิดปกติของลำต้นดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาที่พบได้แก่ เกิดลำต้นด่างเป็นขีดสีเหลืองยาวตามลำต้นและใบ(ภาพที่ 7ก)ซึ่งพบที่ปริมาณรังสี 10.0 เกรย์ จำนวน 1 ต้น และพบลำต้นแฝด คือมีสองลำต้นเจริญติดกันตั้งแต่ประมาณข้อที่ 1-3 จนถึงจุดที่แตกกิ่ง(ภาพที่ 7 ข) เมื่อหาเปอร์เซ็นต์การเกิดลำต้นแฝดของดองดึง และวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าต้นดองดึงที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณแตกต่างกันทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดลำต้นแฝดต่างๆกัน โดยดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดลำต้นแฝดมากที่สุดคือ 47.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 5.0 เกรย์ เกิดลำต้นแฝด 15.48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 7.5 เกรย์มีลำต้นแฝดเกิดขึ้น13.33 เปอร์เซ็นต์ และดองดึงที่ไม่พบลักษณะลำต้นแฝดเลยคือ ต้นที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 เกรย์และต้นควบคุม (ตารางที่ 4และตารางผนวกที่ 9)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายของต้นหลังปลูกแล้ว 3 เดือน ความสูงของต้นเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ และเปอร์เซ็นต์การเกิดลำต้นแฝดของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ

ปริมาณรังสี (Gy)	การตายเมื่ออายุ 3 เดือน* (%)	ความสูง** (cm.)	ลำต้นแฝด** (%)
0	5 ^a	110.03 ^{ab}	0 ^c
2.5	26.90 ^{bc}	100.80 ^{abc}	0 ^c
5.0	22.50 ^{ab}	99.88 ^{bc}	15.48 ^{bc}
7.5	35.12 ^{bcd}	90.90 ^c	13.33 ^{bc}
10.0	37.62 ^{bcd}	76 ^d	47.92 ^a
CV (%)	46.42	8.98	88.52

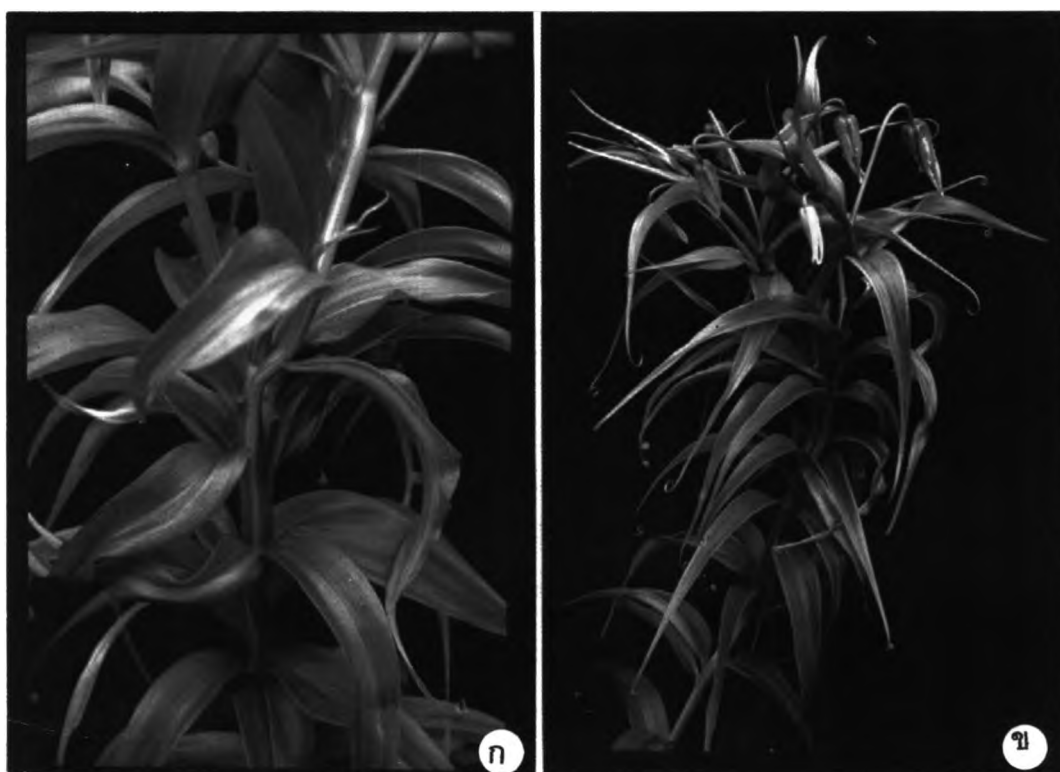
* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะผิดปกติของลำต้นของตั้งจากหัวที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์

ก เกิดขีดเหลืองยาวตามลำต้น และใบ

ข ลักษณะลำต้นแผด ซึ่งสังเกตเห็นได้ตั้งแต่ข้อที่ 1-3 จากโคนต้นขึ้นไปถึงจุดที่มีการแตกกิ่ง

3.1.2 กิ่ง

จากการศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาที่ต้นดองดึงแตกกิ่ง พบว่าการฉายรังสีแกมมา ปริมาณ 0-10.0 เกรย์ ไม่ได้ทำให้มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าดองดึงที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีระยะเวลาการแตกกิ่งเฉลี่ยเร็วที่สุดคือ 60 วัน รองลงมาคือ ดองดึงที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 7.5 และ 5.0 เกรย์ มีระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากันคือ 62 วัน ส่วนดองดึงที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 เกรย์ และต้นควบคุม มีระยะเวลาการแตกกิ่งช้าที่สุด เฉลี่ย 65 วัน (ตารางที่ 5 และ ตารางผนวกที่ 10)

ความยาวของกิ่ง จากการวัดความยาวกิ่งของดองดึงทุกกิ่งเมื่อดองดึงเจริญเติบโตเต็มที่ พบว่า กิ่งของดองดึงที่เป็นต้นควบคุมมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 31.35 เซนติเมตร และมีความยาวของกิ่งลดลงเป็นลำดับเมื่อหัวดองดึงได้รับปริมาณรังสีแกมมาเพิ่มขึ้น โดยปริมาณรังสีแกมมา 10.0 เกรย์ จะทำให้ดองดึงมีความยาวกิ่งเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 19.63 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ จะทำให้ความยาวของกิ่งต้นดองดึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5 และ ตารางผนวกที่ 11)

จำนวนกิ่งต่อต้น จากการนับจำนวนของกิ่งดองดึงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ พบว่าต้นควบคุมมีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุดคือ 4 กิ่ง รองลงมาเป็นดองดึงที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมา ปริมาณ 2.5 5.0 และ 7.5 เกรย์ ซึ่งมีจำนวนกิ่งเท่ากันคือ 3 กิ่ง ส่วนดองดึงที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์มีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยที่สุดคือ 2 กิ่ง จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าจำนวนกิ่งต่อต้นของดองดึงที่เกิดจากต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5 และ ตารางผนวกที่ 12)

ลักษณะของกิ่ง จากการสังเกตพบว่าลักษณะกิ่งของต้นดองดึงที่เจริญจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ ไม่มีความแตกต่างจากต้นควบคุม

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบระยะเวลาการแตกกิ่ง ความยาวกิ่งและจำนวนกิ่งต่อต้น เมื่อต้นดองดิ่ง เจริญเติบโตเต็มที่

ปริมาณรังสี (Gy)	ระยะเวลาแตกกิ่ง ^{ns} (วัน)	ความยาวกิ่ง ^{**} (cm.)	จำนวนกิ่งต่อต้น ^{**}
0	65	31.35 ^a	4 ^a
2.5	65	29.87 ^a	3 ^b
5.0	62	22.70 ^{bc}	3 ^b
7.5	62	19.68 ^{bc}	3 ^b
10.0	60	19.63 ^c	2 ^c
CV(%)	3.74	13.57	15.81

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

^{**} มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)

3.1.3 ไบ

จากการนำผลการศึกษาความกว้างของไบมาวิเคราะห์ พบว่าความกว้างของไบของต้นดองดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นควบคุมมีความกว้างของไบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.68 เซนติเมตรและความกว้างไบเฉลี่ยน้อยที่สุดพบในดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ซึ่งมีความกว้างไบเฉลี่ย 1.96 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่6และตารางผนวกที่13)

สำหรับความยาวของไบ พบว่ามีแนวโน้มที่ไบของต้นดองดิ่งที่เกิดจากหัวที่ได้รับรังสีมีความยาวของไบลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นคือ ดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ จะมีความยาวไบเฉลี่ย 13.74 13.37 13.18 12.66 และ 11.50 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6) แต่จากการวิเคราะห์ความยาวไบ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ(ตารางผนวกที่ 14)

จากการหาอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างไบ ดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 5.0 เกรย์ มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างไบน้อยที่สุด ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 0 2.5 7.5 และ 10 เกรย์ มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างของดองดิ่งเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.13 5.18 5.65 และ 5.94 จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างไบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่6และตารางผนวกที่15)

ลักษณะผิดปกติที่พบในไบของดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมามีหลายลักษณะคือ พบลักษณะซีดสีเหลืองต่อเนื่องจากลำต้นมาที่บริเวณไบ (ภาพที่ 7ก) เกิดรอยเว้ากลางไบ (ภาพที่ 8 ข) ปลายไบไม่มีมือเกาะ (ภาพที่ 8 ข ค และ ง) รูปร่างไบผิดปกติ (ภาพที่ 8ง) ปลายไบแยกเป็น 2 แฉก (ภาพที่ 8 จ) และแผ่นไบแยกเป็น 3 ริ้ว (ภาพที่ 8 ฉ) แต่ละลักษณะเกิดเพียง 1-2 ต้น ๆ ละ 1-5 ไบ

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความกว้างใบ ความยาวใบ และอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างใบ

ปริมาณรังสี (Gy)	ความกว้างใบ* (cm.)	ความยาวใบ ^{ns} (cm.)	อัตราส่วนความ ^{ns} ยาวต่อความ กว้างใบ
0	2.68 ^{abc}	13.74	5.13
2.5	2.58 ^{bc}	13.37	5.18
5.0	2.64 ^{abc}	13.18	5.06
7.5	2.28 ^{cd}	12.66	5.65
10.0	1.96 ^d	11.50	5.94
CV (%)	12.14	8.51	20.20

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะใบดองดึ่งที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะไป อันเป็นผลมาจากได้รับรังสีแกมมา ปริมาณต่างๆ

(ก) ใบปกติของต้นควบคุม (ข) ปลายใบมีขอบเว้าลึกเข้าไปจากต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 2.5 เกรย์ (ค) ปลายใบมนไม่มีมือเกาะพบในต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 2.5 เกรย์ (ง) รูปร่างใบ ผิดปกติ พบในต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 5.0 เกรย์ (จ) ใบที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก มีมือจับ 2 อัน พบในต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 7.5 เกรย์ (ฉ) ใบต่างเหลืองเขียวพบในต้นที่ได้รับปริมาณ รังสีแกมมา 10.0 เกรย์

3.1.4 ดอก

อายุออกดอก พบว่าต้นควบคุมมีอายุออกดอกเท่ากับ 76 วัน ส่วนดองดิ่งที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ ต้องการเวลานานขึ้นเฉลี่ยเป็น 79 81 82 และ 84 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าอายุออกดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 16)

ลักษณะสีของดอก เทียบสีหลังจากดอกบานได้ 1 วัน โดยวิธีเทียบสีกับตารางเทียบสี พบว่าผลของรังสีแกมมาสามารถทำให้สีของดอกเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน ในดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ ดอกเปลี่ยนสีจากดอกที่มีปลายกลีบแดงรหัสสี $M_{10}Y_{90}$ เป็นดอกเหลืองที่มีรหัสสี $M_{10}Y_{70}$ ทั้งดอก (ภาพที่ 9) ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 และ 7.5 เกรย์ พบว่ารังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเล็กน้อยโดยมีสีเหลืองหรือแดงซีดจางลงกว่าเดิม

ระยะเวลาดอกบาน ดอกดองดิ่งต้นควบคุม มีระยะเวลาการบานนานที่สุดคือ 8 วัน ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 และ 7.5 เกรย์ จะมีระยะเวลาการบานของดอกเท่ากันคือ 7 วัน และดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ จะมีระยะเวลาการบานสั้นที่สุดเฉลี่ย 6 วัน แต่จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาดอกบานของดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 17)

ความกว้างของกลีบดอก พบว่าความกว้างของกลีบดอกดองดิ่งมีขนาดลดลง ตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นโดยกลีบดอกดองดิ่งของต้นต้นควบคุม พบว่ามีความกว้างเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.196 เซนติเมตร ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ จะมีความกว้างเฉลี่ยลดลงดังนี้ 0.94 0.93 0.90 และ 0.91 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ความกว้างของกลีบดอกของดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 18)

ความยาวของกลีบดอก จากการศึกษพบว่าความยาวของกลีบดอกดองดิ่งที่ได้รับรังสีปริมาณต่างๆไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นควบคุมมีความยาวของกลีบมากที่สุดเฉลี่ย 6.28 เซนติเมตร และค้อยๆลดลงในดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ คือ 5.94 5.78 5.73 และ 5.59 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 19)

จำนวนดอกต่อต้น จากการนับจำนวนดอกต่อต้น พบว่าจำนวนดอกต่อต้นของต้นควบคุมกับต้นที่ได้รับรังสีแกมมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยต้นควบคุมมีจำนวนดอกเฉลี่ย 31 ดอกต่อต้น ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ จะมีจำนวนดอกค้อยๆลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นกล่าวคือ 25 23 19 และ 13 ดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และตารางผนวกที่ 20)

เปอร์เซ็นต์ของต้นที่ออกดอก พบว่าดองดิ่งที่เป็นต้นควบคุมจะมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุดคือ 86.88เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือ ต้นที่ได้รับรังสีแกมมา 5.0 เกรย์ คือ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 7.5 และ 10.0 เกรย์จะมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกลดลงคือ 73.10เปอร์เซ็นต์ 60.72เปอร์เซ็นต์ 58.81เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ของต้นที่ออกดอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่7และตารางผนวกที่21)

ศึกษาและหาความถี่ในการเกิดความผิดปกติของดอก จากการสังเกตพบว่าดองดิ่งที่เป็นต้นควบคุมไม่มีดอกผิดปกติเกิดขึ้น ส่วนดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีความผิดปกติมากที่สุด โดยมีความถี่เท่ากับ 0.065 (ตารางที่7) ดอกผิดปกติที่พบมีหลายลักษณะคือ กลีบดอกบางกลีบม้วนเป็นมือเกาะและมีขีดสีเขียว (ภาพที่10 ก และข) กลีบดอกบางกลีบมีขีดสีเขียว (ภาพที่10 ค) กลีบดอกบางกลีบมีลักษณะเป็นดิ่ง (ภาพที่ 10 ง) เกิดลักษณะดอกแผดที่มีส่วนประกอบของดอกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (ภาพที่ 10 จ) และกลีบดอกบางกลีบติดกันเป็นแผด (ภาพที่ 10 ฉ) โดยพบลักษณะละ 1 ต้น และเกิดขึ้นเพียงบางดอก

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบอายุออกดอก ระยะเวลาดอกบาน ความกว้างกลีบดอก ความยาวกลีบดอก จำนวนดอกต่อต้น จำนวนต้นที่ออกดอก และความถี่ของการเกิดดอกที่ผิดปกติ

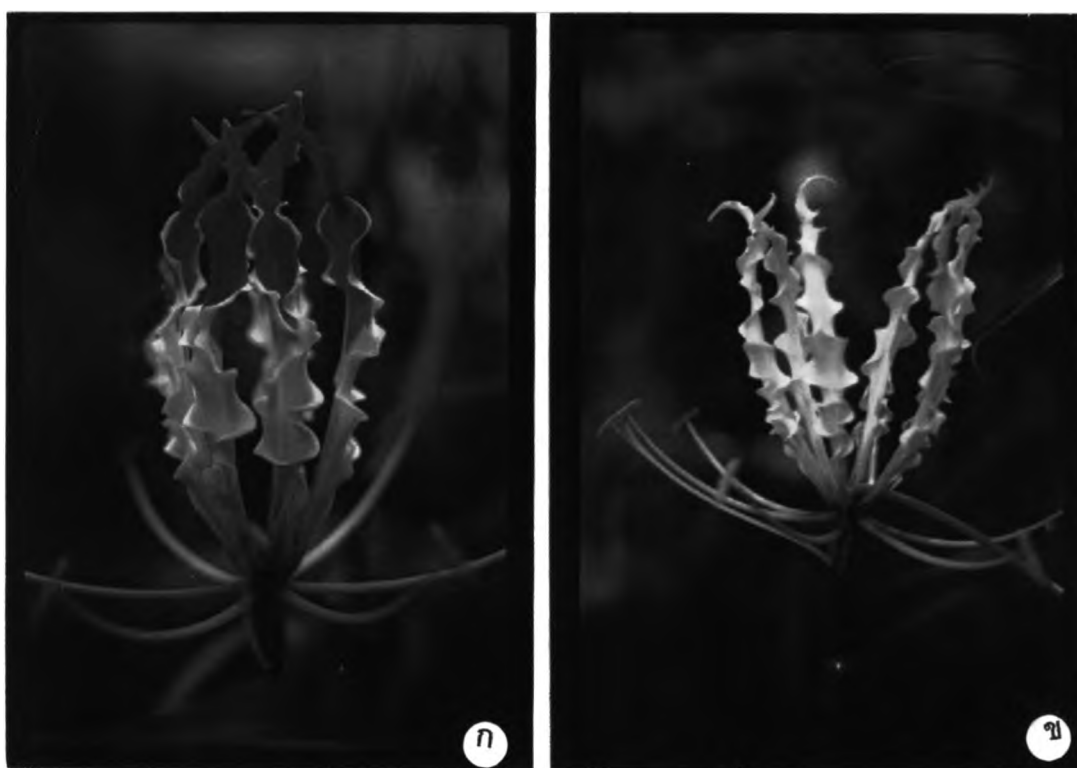
ปริมาณรังสี (Gy)	อายุ ^{ns} ออกดอก (วัน)	ระยะเวลา ^{ns} ดอกบาน (วัน)	ความกว้าง ^{ns} กลีบดอก (cm.)	ความยาวกลีบ ^{ns} ดอก (cm.)	จำนวน** ดอก ต่อต้น	จำนวนต้นที่** ออกดอก (%)	ความถี่ดอก ผิดปกติ
0	76	8	0.96	6.28	31 ^a	86.88	0
2.5	79	7	0.94	5.94	25 ^b	73.10	0.017
5.0	81	7	0.93	5.75	23 ^{bc}	73.93	0.019
7.5	82	7	0.90	5.73	19 ^c	60.72	0.043
10.0	84	6	0.91	5.59	13 ^d	58.81	0.065
CV(%)	9.65	9.69	7.81	5.61	12.84	18.83	

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธีDuncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)



ภาพที่ 9 แสดงลักษณะดอกดองดึง

ก ดองดึงต้นควบคุม

ข ดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีลักษณะเป็นสีเหลืองทั้งดอก



ภาพที่ 10 แสดงความผิดปกติแบบต่างๆของดอกที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ

(ก) ลักษณะกลีบที่มีแถบสีเขียวเกิดที่ขอบของกลีบและปลายกลีบมีมือเกาะพบในต้นที่ได้รับ ปริมาณ รังสีแกมมา 2.5 เกรย์ (ข) ลักษณะโคนกลีบเป็นสีเขียวปนเหลืองปลายกลีบเป็นมือเกาะพบในต้น ที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 7.5 เกรย์ (ค) ลักษณะกลีบที่มีแถบสีเขียวครึ่งกลีบพบในต้นที่ได้รับ ปริมาณรังสีแกมมา 7.5 เกรย์ (ง) ลักษณะกลีบมีจำนวนเกินมา 1 กลีบ แต่กลีบเกินมีขนาดเล็กกว่า กลีบปกติ พบในต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 10.0 เกรย์ (จ) ลักษณะดอกแผลดซึ่งมีส่วนประกอบ ต่างๆของดอกเป็น 2 เท่าของดอกปกติพบในต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 10.0 เกรย์ (ฉ) ลักษณะ กลีบดอกแผลด ซึ่งพบในต้นที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 10.0 เกรย์

3.1.5 ผล

จากการวัดความยาวของผล ดอกดิ่งที่เป็นต้นควบคุมมีความยาวของผลมากที่สุดเฉลี่ย 3.53 เซนติเมตร รองลงมาคือดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 และ 5.0 เกรย์ ซึ่งมีความยาวผลเฉลี่ยเท่ากันคือ 3.27 เซนติเมตร ส่วนดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 7.5 เกรย์มีความยาวผลเฉลี่ย 3.07 เซนติเมตร และดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีความยาวเฉลี่ยของผลน้อยที่สุด คือ 3.06 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าความยาวของผลดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8 และ ตารางผนวกที่ 22)

จากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล ดอกดิ่งที่เป็นต้นควบคุมและดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ มีเส้นผ่าศูนย์กลางของผลลดลงตามลำดับดังนี้คือ 1.76 1.68 1.67 1.55 และ 1.49 เซนติเมตร (ตารางที่ 8) จากการวิเคราะห์ผลการทดลองของเส้นผ่าศูนย์กลางผลดอกดิ่ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 23)

จากการนับจำนวนผลต่อต้น ดอกดิ่งที่เป็นต้นควบคุมมีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุดคือ 14 ผล ส่วนดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ มีจำนวนผลต่อต้นลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นดังนี้คือ 9 6 5 และ 3 ผลต่อต้นตามลำดับ (ตารางที่ 8) จากการวิเคราะห์จำนวนผลต่อต้นของดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 24)

จากการศึกษาจำนวนเมล็ดต่อผล ดอกดิ่งต้นควบคุม มีจำนวนเมล็ดต่อผลเฉลี่ยมากที่สุดคือ 10 เมล็ดต่อผล ดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 และ 5.0 เกรย์ มีจำนวนเฉลี่ย 7 เมล็ดต่อผลเท่ากัน และดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 7.5 เกรย์ มีจำนวนเฉลี่ย 5 เมล็ดต่อผล ส่วนดอกดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ มีจำนวนเมล็ดต่อผลเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4 เมล็ดต่อผล จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ พบว่าปริมาณรังสีมีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8 และ ตารางผนวกที่ 25)

ศึกษาและสังเกตลักษณะของผล จากการสังเกตไม่พบลักษณะผิดปกติของผลและเมล็ด

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบความยาวผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล จำนวนผลต่อต้น และ
จำนวนเมล็ดต่อผล

ปริมาณรังสี (Gy)	ความยาวผล* (cm.)	เส้นผ่าศูนย์กลางผล ^{ns} (cm.)	จำนวนผล** ต่อต้น	จำนวนเมล็ด* ต่อผล
0	3.53 ^a	1.76	14 ^a	10 ^a
2.5	3.27 ^{abc}	1.68	9 ^b	7 ^{abc}
5.0	3.27 ^{abc}	1.67	6 ^{bcd}	7 ^{abc}
7.5	3.07 ^{bc}	1.55	5 ^{cd}	5 ^{bc}
10.0	3.06 ^c	1.49	3 ^d	4 ^c
CV (%)	5.86	12.42	34.82	29

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)

3.1.6 ลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่

จากการคัดเลือกหัวตอตั้งก่อนปลูก ต้นควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ย 27.43 กรัม ส่วนตอตั้งที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยของหัว 27.36 27.34 27.39 และ 27.48 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของน้ำหนักหัวก่อนปลูกไปวิเคราะห์ พบว่าหัวตอตั้งก่อนปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9 และ ตารางผนวกที่ 26)

หลังการทดลอง พบว่าหัวที่เกิดใหม่ที่เก็บขึ้นจากดินมีน้ำหนักลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น โดยหัวตอตั้งที่เป็นต้นควบคุมมีน้ำหนักมากที่สุด เฉลี่ย 38.66 กรัม ซึ่งมากกว่าน้ำหนักหัวที่ปลูกในครั้งแรก 11.23 กรัม แต่ตอตั้งที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์มีน้ำหนักหัวต่ำกว่าหัวที่ปลูกครั้งแรกเท่ากับ 2.48 3.74 และ 12.13 กรัมตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักหัวตอตั้งที่เกิดใหม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 9 และ ตารางผนวกที่ 27)

เมื่อศึกษาจำนวนตายอดของลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่ พบว่าจำนวนตายอดบนลำต้นใต้ดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยลำต้นใต้ดินตอตั้งที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ มีจำนวนตายอดเกิดขึ้นเฉลี่ยเท่ากัน คือ 3 ตา ส่วนตอตั้งที่เป็นต้นควบคุม มีตายอดเกิดขึ้นเพียง 2 ตา (ตารางที่ 9 และ ตารางผนวกที่ 28)

นอกจากนั้นยังพบลักษณะที่ผิดปกติของลำต้นใต้ดินใหม่เกิดขึ้น เกิดใหม่ซึ่งเกิดจากตอตั้งที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 5.0 เกรย์ มีลักษณะเกาะกันเป็นกลุ่ม และที่ปลายข้างหนึ่งของหัวมีตายอดเกิดขึ้น 2 ตาในบริเวณเดียวกัน ซึ่งที่ปลายหัวแต่ละข้างมักพบเพียง 1 ตาเท่านั้น (ภาพที่ 11)

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักหัวของดิ่งก่อนปลูก น้ำหนักหัวใหม่ ผลต่างของน้ำหนักของดิ่งก่อนปลูก และหลังปลูก และจำนวนตายอดของหัวใหม่

ปริมาณรังสี (Gy)	น้ำหนักหัว ^{ns} ก่อนปลูก (g)	น้ำหนักหัว ^{**} หัวใหม่ (g)	ผลต่างระหว่างหัวก่อนและหลังปลูก(g)	จำนวน ^{ns} ตายอดของหัวใหม่
0	27.43	38.66 ^a	11.23	2
2.5	27.36	38.32 ^a	10.96	3
5.0	27.34	24.86 ^{bc}	-2.48	3
7.5	27.39	23.65 ^{bc}	-3.74	3
10.0	27.48	15.35 ^c	-12.13	3
CV (%)	10.54	23.12	-	33.67

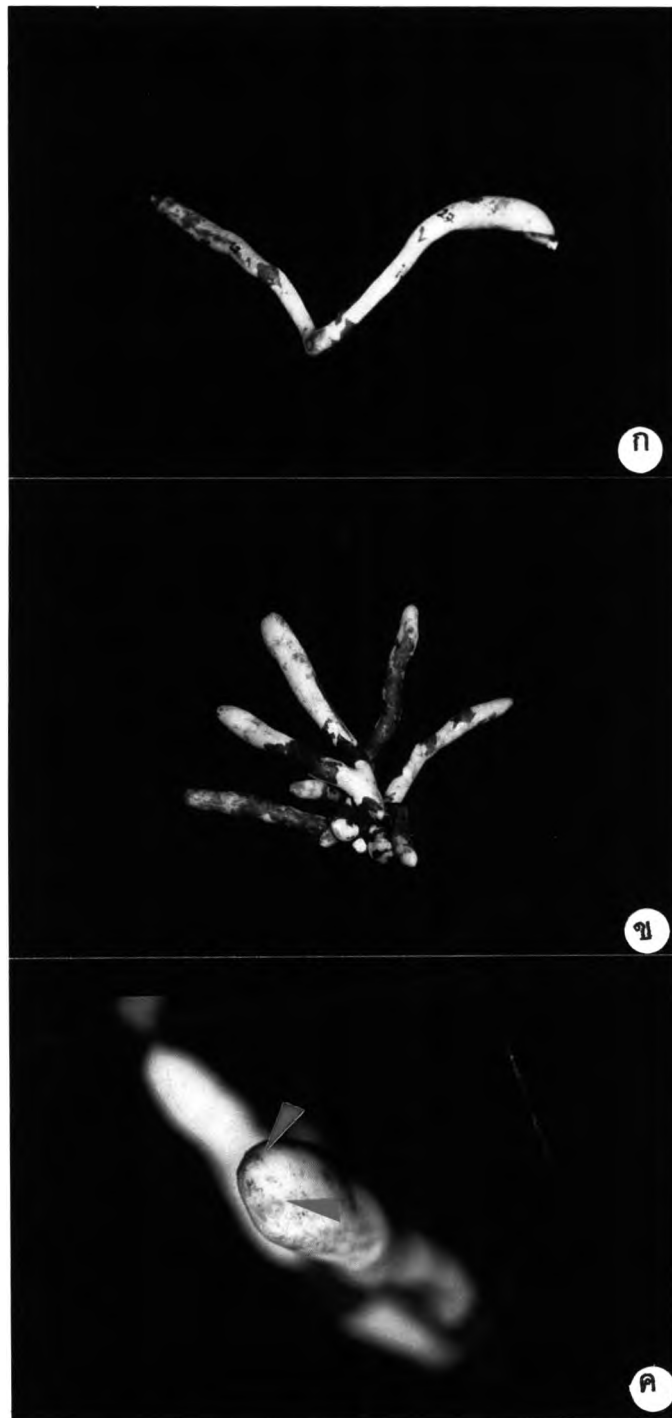
^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

^{**} มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี

Duncan's multiple range test ที่ 0.05

CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะลำต้นไต้ดินดองดึ่งที่เกิดใหม่

ก ลำต้นไต้ดินดองดึ่งเกิดใหม่ต้นควบคุม บริเวณปลายหัวมีตายอด เกิดขึ้นด้านละ 1 ตา

ข ลำต้นไต้ดองดึ่งเกิดใหม่ที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 5.0 เกรย์ เกิดเป็นแขนงจำนวนมาก

ค ลำต้นไต้ดินดองดึ่งจากข้อ ข ที่บริเวณปลายหัวเกิดเป็น 2 ตายอด

3.2 การศึกษาเรณูของดองดึงจากต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ

3.2.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูดองดึง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูดองดึงที่ย้อมด้วยสี propionocarmine 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูลดลงหลังจากฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ โดยเรณูมีความสมบูรณ์ลดลงตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่10 ภาพที่12 และตารางผนวกที่29)

3.2.2 การหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเรณูดองดึง

จากการทดสอบเรณูของดองดึง ที่นำมาทดสอบการงอกในสารละลายน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเรณูดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่10 ภาพที่13 และตารางผนวกที่30)

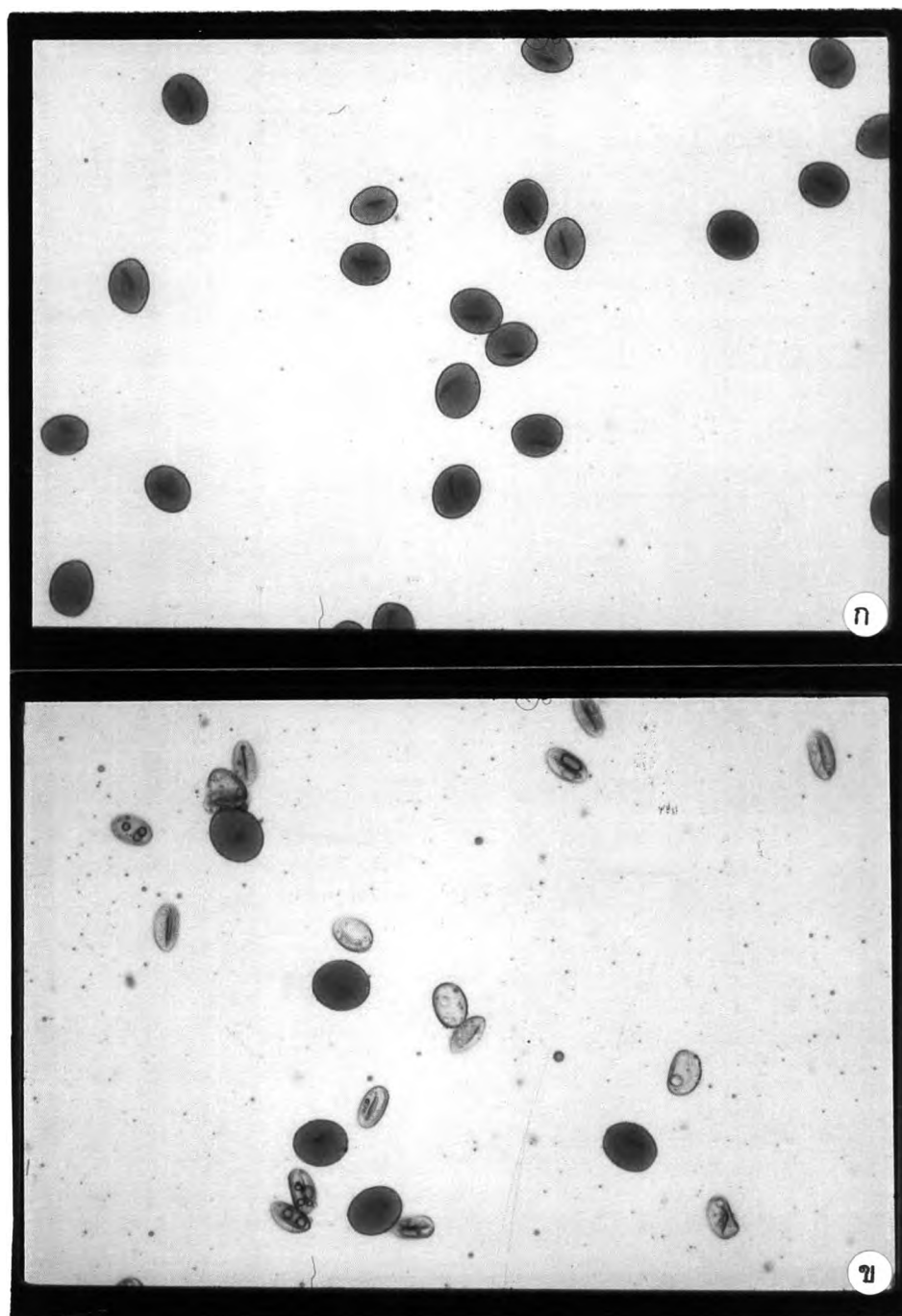
ตารางที่ 10 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูโดยย้อมด้วยpropionocarmine และเปอร์เซ็นต์การงอกของเรณูดองดั่งที่เลี้ยงในสารละลายชูโครส 20 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณรังสี (Gy)	ความสมบูรณ์ของเรณู** (%)	การงอกเรณู** (%)
0	94.80 ^a	92.13 ^a
2.5	87.63 ^b	85.83 ^b
5	76.47 ^c	70.61 ^c
7.5	65.99 ^d	59.20 ^d
10	54.20 ^e	51.90 ^e
CV (%)	5.63	4.24

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ 0.05

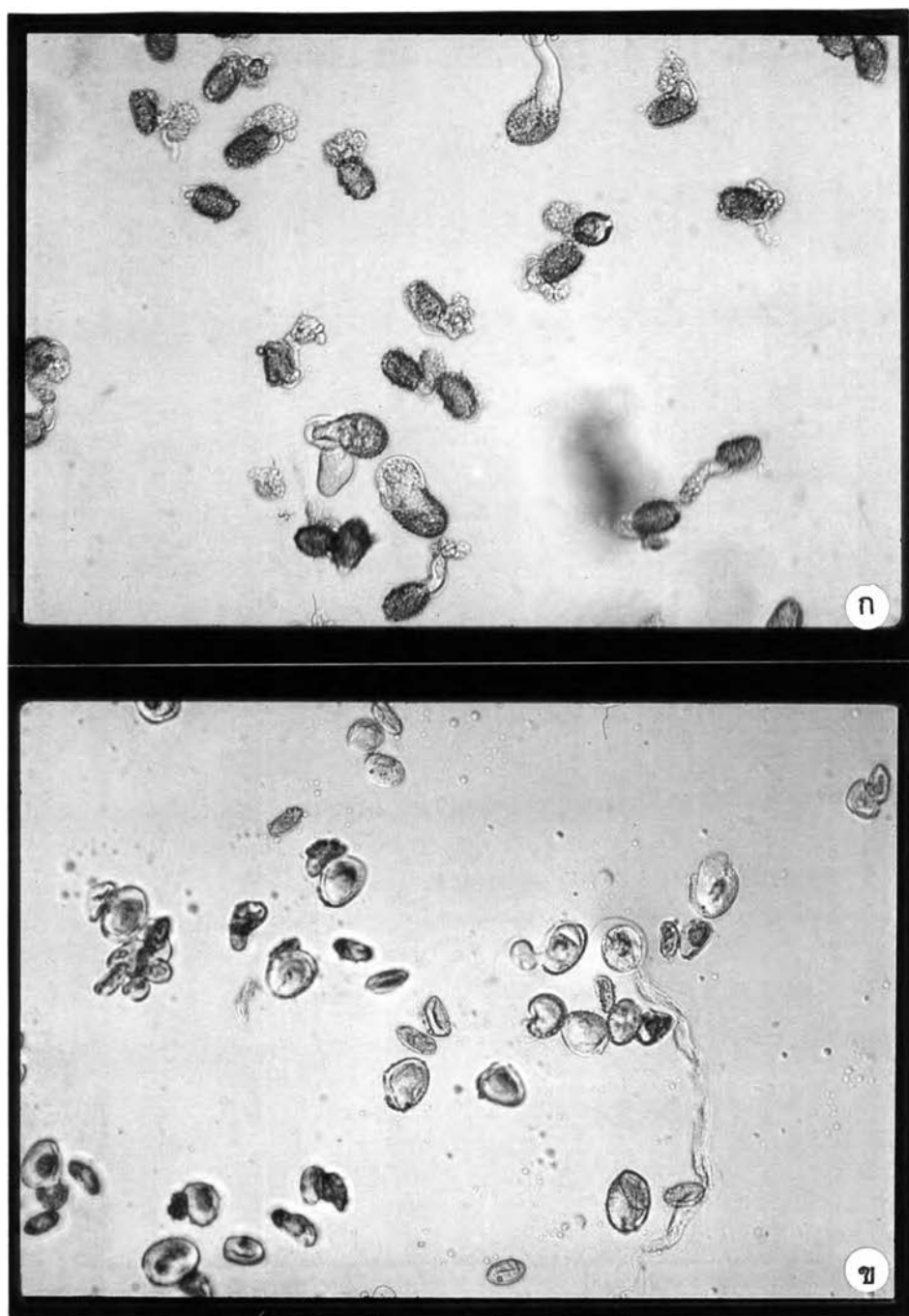
CV สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะความสมบูรณ์ของเรณูที่ย้อมติดสีแดง และเรณูที่ไม่มีความสมบูรณ์จะไม่ติดสีแดง

ก เรณูต้นควบคุม

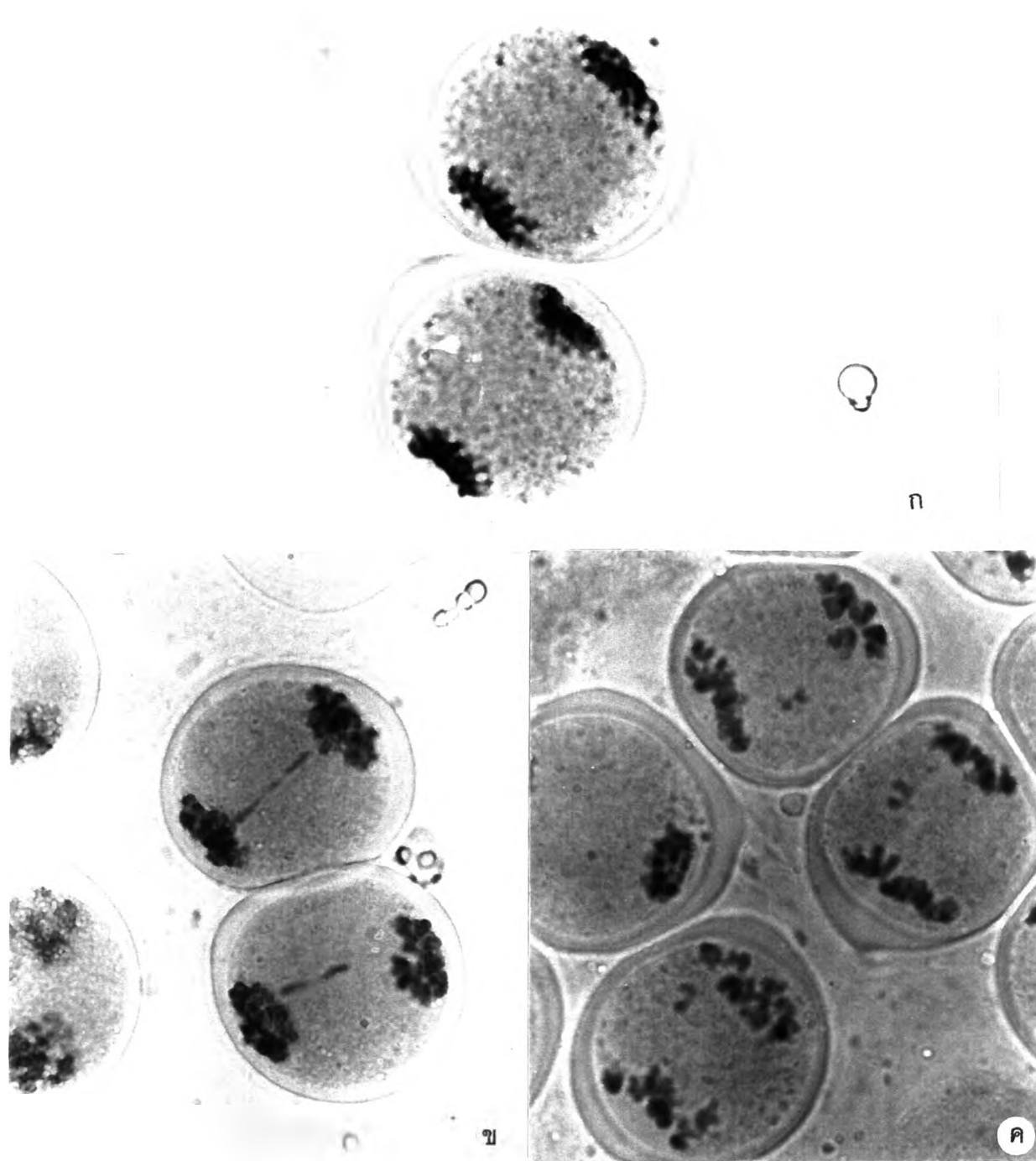
ข เรณูดองดิ่งที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์



ภาพที่13 หลอดเรณูงอกออกมาจากเรณูที่มีความปกติ ส่วนเรณูที่ผิดปกติจะมีลักษณะลีบเล็ก ไม่สามารถงอกหลอดเรณูออกมาได้ โดยเลี้ยงในสารละลายน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์
ก เรณูดันควบคุม
ข เรณูของคองคิงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์

3.3. การศึกษาโครโมโซมใน meiosis ของ pollen mother cell

การศึกษาโครโมโซมในการทดลองนี้ ได้นำดอกดองดิ่งของต้นควบคุม และต้นที่ได้รับรังสีแกมมาแต่ละปริมาณรังสีนำมา 3 ดอก ศึกษาดอกละ 30 เซลล์ จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมของ pollen mother cell จากดอกของต้นควบคุม พบว่าจำนวนโครโมโซมของดองดิ่งเท่ากับ 22 แห่ง โดยมีการจับคู่เป็น 11 bivalent ในระยะ metaphase I ของ meiosis ส่วนในดอกจากต้นที่ได้รับรังสีแกมมาตรวจไม่พบความผิดปกติ แต่พบว่ามีความผิดปกติของโครโมโซมในระยะ anaphase I โดยพบ lagging chromosome และ chromosome bridge ในดองดิ่งที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 เกรย์ (ภาพที่ 14 และ ตารางที่ 11)



ภาพที่ 14 แสดงโครโมโซมระยะ anaphase I

- ก โครโมโซมต้นควบคุม เกิดการแยกไปที่ขั้วเซลล์ทั้ง 2 ข้างอย่างปกติ (1350X)
- ข ลักษณะ chromosome bridge ในดองดึงที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 10.0 เกรย์ (1350X)
- ค ลักษณะ lagging chromosome ในดองดึงที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 10.0 เกรย์ (1350X)

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์โครโมโซมของ pollen mother cell ระยะ anaphase I

ปริมาณรังสี (Gy)	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมผิดปกติ(%)	
	Lagging chromosome	Chromosome bridge
0	0	0
2.5	7.78	2.22
5.0	10	3.33
7.5	15.56	5.56
10.0	17.78	7.78