บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

1. การหาปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมต่อการเกิดมิวเตชันของดองดึง

การทดลองฉายรังสีแกมมาหัวดองดึงปริมาณ 0 10 20 40 60 80 100 200 และ 400 เกรย์ ซึ่งเป็นช่วงที่กว้างมาก เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาปริมาณรังสีแกมมาที่มีผลให้หัวดองดึงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ LD_{50} ซึ่งจะทำให้สามารถหาปริมาณรังสีแกมมาที่เหมาะสมสำหรับทดลองชักนำให้เกิดมิวเตชันต่อไปซึ่งยังไม่มีข้อมูลจากการศึกษาในดองดึงมาก่อน นอกจากนั้นยังจะช่วยให้เห็นแนวโน้มในผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเกิดมิวเตชันในช่วงกว้างๆอีกด้วย หัวดองดึงเมื่อผ่านการฉายรังสีแกมมาแล้ว จำเป็นต้องรีบปลูกทันที เนื่องจากหัวดองดึงที่ฉายรังสีแกมมาแล้วจะมีความแข็งแรงลดลง และเพื่อกำจัดปัจจัยภายนอกอื่นๆที่มีผลต่อการงอกของดองดึง เช่นความเสียหายที่เกิดจากการเก็บหัวที่ผ่านการฉายรังสีแล้วในที่ที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปซึ่งอาจจะทำให้ดองดึงแห้งและตาย หรืออาจเสียหายถ้าเก็บในที่ที่มีความชื้นสูงเกินไป ทำให้เกิดเชื้อรา เข้าทำลายยอดอ่อนและหัว ทำให้เน่าตายไปในที่สุดได้

ต้นดองดึงที่ได้รับการฉายรังสีแกมมา มีระยะเวลาการงอกช้ากว่าต้นควบคุม และเปอร์เซ็นต์การงอกของดองดึงลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากรังสีมีผลต่อเนื้อเยื่อเจริญอาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงต่อกลไกการแบ่งเซลล์ล่าช้าลง ทำให้โครโมโซมผิดปกติ รวมทั้งสูญเสียความสามารถในการเกิด differentiation จนทำให้เซลล์ตายได้(Evans,1965; Marcotrigiano and Gradziel,1997)

1.1 การหาค่า LD_{50} (lethal dose-50) จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของดองดึงที่มีอายุ 1 2 และ 3 เดือนหลังปลูก พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการศึกษา LD_{50} ของดองดึงคือเมื่อดองดึงมีอายุ 3 เดือนหลังปลูก เพราะเป็นช่วงระยะเวลาที่ดองดึงควรมีการเจริญเติบโตเต็มที่และเป็นช่วงเริ่มออกดอก มีอัตราการงอกและมีอัตราการตายไม่เปลี่ยนแปลงจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การตายของต้นที่มีอายุ 3 เดือน เพื่อนำมาหาค่า LD_{50} และจากการคำนวณโดยวิธีTypical sigmoid mortality และจากสมการ regression พบว่า ค่า LD_{50} ที่ได้ใกล้เคียงกันคือประมาณ 11 เกรย์

1.2 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ

1.2.1 ลำต้นเหนือดิน พบว่าหัวดองดึงที่ไม่ได้รับรังสีแกมมามีต้นงอกจากบริเวณตายอดที่ปลายหัวด้านละ 1 ต้น ส่วนหัวดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ พบว่าเกิดต้นมากกว่า 1 ต้น จากการสังเกตพบว่าบริเวณตายอดมีจุดเจริญเป็นยอดเกิดเพิ่มขึ้นหลายตำแหน่งทำให้งอกเป็นต้นจำนวนมาก แสดงว่ารังสีแกมมามีผลชักนำตายอดให้เกิดเป็นจำนวนมากขึ้นได้ ส่วนต้นที่ได้รับรังสีแกมมา 20-200 เกรย์ งอกได้บ้าง แต่ตายหมดภายใน 3 เดือนหลังปลูก มีต้นที่ได้รับรังสีแกมมา

400 เกรย์รอดชีวิตหลังปลูกแล้ว 3 เดือนเพียง 1 ต้นจาก 20 ต้น ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าหัวดังกล่าวมีความทนทานต่อรังสีแกมมามากกว่าหัวอื่นๆ แต่การเจริญ แคระแกรนผิดปกติมาก และในที่สุดก็ตายไปโดยไม่พบหัวใต้ดิน

1.2.2 ใบ จากการศึกษาใบ พบว่าดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ มีความกว้าง ความยาว และจำนวนใบลดลง เมื่อเทียบกับดองดึงที่ไม่ได้รับรังสีแกมมา ส่วนดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 20 40 60 80 100 และ 200 เกรย์ ไม่พบต้นที่รอดชีวิต เนื่องจากเป็นปริมาณรังสีแกมมาที่สูงมาก แต่พบว่าที่ปริมาณรังสีแกมมา 400 เกรย์ มีต้นที่รอดชีวิต 1 ต้น ซึ่งอาจเกิดจากดองดึงต้นนี้มีความทนทานต่อรังสีแกมมา อย่างไรก็ดีต้นที่ได้รับรังสีแกมมา 400เกรย์ มีลักษณะผิดปกติมากกล่าวคือ ใบมีขนาดเล็กกว่าใบดองดึงต้นควบคุมถึงประมาณ 5เท่า จำนวนใบมีเพียง 6 ใบเท่านั้นในขณะที่ต้นควบคุมมีจำนวนใบเฉลี่ย 65 ใบ และต้นดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมา 10 เกรย์มีจำนวนใบเฉลี่ย 34 ใบ

1.2.3 ดอก จากการศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะดอก พบว่าดองดึงที่ไม่ได้รับรังสีแกมมามีลักษณะสีของกลีบดอกตรงบริเวณปลายกลีบเป็นสีแดงรหัสสี $M_{80}Y_{50}$ – $M_{100}Y_{100}$ และโคนกลีบเป็นสีเหลืองรหัสสี $M_{10}Y_{80}$ – $M_{10}Y_{100}$ ส่วนดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ ออกดอกเพียง 1 ต้น โดยมีสีของกลีบดอกเป็นสีเหลืองรหัสสี $M_{10}Y_{70}$ และบริเวณปลายกลีบเกิดเป็นสีแดงชีดจางรหัสสี $M_{80}Y_{70}$ การทดลองของ Pereau-Leroy (1974) พบว่าคาร์เนชันที่มีดอกสีส้ม เมื่ออาบรังสีแกมมาทำให้เกิดมิวเตชันของลักษณะสีดอกขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงสีดอก โดยเปลี่ยนจากดอกสีแดงเป็นดอกสีเหลือง

1.2.4ลำต้นใต้ดินที่งอกใหม่ เมื่อดองดึงเจริญเติบโตเต็มที่แล้วที่โคนต้นจะมีการสร้างหัวขึ้นใหม่ หัวดองดึงจากต้นควบคุมมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกรูปตัว V หรือ L ส่วนหัวดองดึงจากต้นที่ได้รับรังสีแกมมามีรูปร่างเปลี่ยนไป โดยพบว่าเกิดเป็นแขนงมากขึ้น ซึ่งหากลักษณะนี้คงอยู่ในต้นที่ปลูกต่อไปก็น่าจะใช้ขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณต้นให้ได้จำนวนมากขึ้นกว่าหัวดองดึงปกติซึ่งมีเพียง 2 แขนง

1.3 การศึกษาโครโมโซมใน meiosis ของ pollen mother cell

จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมของ pollen mother cell ในระยะmetaphase I พบว่าโครโมโซมของดองดึงที่ไม่ได้รับรังสีมีการจับคู่เป็น 11 bivalent ส่วนดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10 เกรย์ พบความผิดปกติกล่าวคือเกิดการจับกันของโครโมโซมมากกว่า 2 แท่ง เป็น ring mutivalent (ภาพที่ 5) แสดงว่าอาจเกิดจากการหักของแท่งโครโมโซม ส่วนปลายของโครโมโซมที่หักมีลักษณะปลายเหนียวมาเชื่อมต่อกัน และเกิดการจับคู่โครโมโซมมากกว่า 2 แท่ง (อมรา คัมภิรานนท์, 2540)

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดึงที่ปลูกในแปลงทดลองก่อนฉายรังสีแกมมา

การปลูกดองดึงในแปลงทดลองและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดึงก่อนฉายรังสีแกมมาทำขึ้นเพื่อคัดเลือกต้นที่มีความสมบูรณ์ และมีหัวขนาดใกล้เคียงกัน เพื่อนำไปฉายรังสีแกมมาในฤดูต่อไป

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดึงที่ปลูกในแปลงทดลองที่ศึกษาคือ

2.1 ความสูงของต้น

จากการศึกษาความสูงของต้นเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ พบว่ามีความสูงตั้งแต่ 55-165 เซนติเมตรหรือเฉลี่ย 113.28± 31.03 เซนติเมตร ซึ่งจะเห็นว่าเป็นช่วงที่ค่อนข้างกว้าง ในระหว่างการศึกษาจำเป็นต้องระมัดระวังไม่ให้ยอดหัก เพราะจะทำให้ดองดึงชะงักการเจริญเติบโตและตายได้ เนื่องจากดองดึงจะมีการเจริญเป็นลำต้นเดี่ยวที่ไม่แตกกิ่งเลยจนกว่าจะออกดอก

2.2 ใบ

จากการศึกษาความกว้างของใบ ความยาวของใบ อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างของใบ โดยเลือกวัดขนาดของใบที่ 7 นับจากโคนต้นขึ้นไปของทุกต้น เนื่องจากจากการสังเกตผลของรังสีแกมมาในการทดลองที่ 1 พบว่าต้นดองดึงที่ได้รับผลกระทบจากรังสีแกมมาและตายไปในที่สุดนั้น มักไม่สามารถเจริญเติบโตจนสามารถมีจำนวนใบได้ถึง 7ใบ จึงไม่พบการแตกกิ่งและออกดอกได้ จึงเลือกกำหนดใบที่ 7 จากโคนต้นในการศึกษาลักษณะและขนาด ในขณะที่รายงานของอมรรัตน์ โภคสมบัติ(2536) เลือกศึกษาลักษณะของใบโดยวัดขนาดของใบที่ 1 2 และ3นับจากดอกล่างสุด ใบของดองดึงที่ปลูกในแปลงมีความกว้างใบ 2.00-4.50 เซนติเมตร ความยาวใบ11.50-16.20 เซนติเมตร อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง 3.79 - 5.43 จำนวนใบ 35 - 94 ใบ อย่างไรก็ดีจากการศึกษาครั้งนี้ปัญหาที่อาจพบได้ในระหว่างการศึกษาคือ ควรระมัดระวังหนอนกัดกินใบและทำรัง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อใบได้

2.3 ดอก

ในการศึกษาลักษณะของดอกโดยหาค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความยาว และสีของกลีบดอก เลือกศึกษาดอกแรก เพราะเป็นดอกที่มีขนาดใหญ่และมีความสมบูรณ์ของดอกสูง จากการศึกษาพบว่าขนาดของดอกมีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ความกว้าง 0.90-1.20 เซนติเมตร ความยาว 11.50-16.20 เซนติเมตร จากการสังเกตขนาดและจำนวนดอกต่อต้นมักมีความสัมพันธ์กับขนาดของหัวที่นำมาปลูกด้วย ส่วนสีกลีบดอกของแต่ละต้นก็มีความแตกต่างกันอยู่บ้างโดยโคนกลีบที่เป็นสีเหลืองจะมีโทนอ่อนเข้มไม่เท่ากันอยู่ในช่วง $M_{10}Y_{80}$-$M_{10}Y_{100}$ ส่วนปลายกลีบที่เป็นสีแดงสดก็มีโทนสีแตกต่างกันอยู่บ้างเช่นกันโดยไล่ตั้งแต่ ช่วง $M_{80}Y_{50}$-$M_{100}Y_{100}$

2.4 ผล

จากการศึกษาขนาดของผล พบว่าผลของดองดึงมีขนาดต่างๆกัน และจากการศึกษาเมล็ดต่อผล ขนาดผลดองดึงมีความสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดดองดึง โดยผลดองดึงที่ติดเมล็ดมากจะมีขนาดใหญ่ ส่วนผลของดองดึงที่จำนวนเมล็ดน้อยมีขนาดเล็ก

2.5 ลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่

ต้นดองดึงที่ปลูกในแปลงทดลองแต่ละต้นจะสร้างลำต้นใต้ดินที่โคนต้น 1 หัว และพบว่าหัวที่เกิดขึ้นใหม่มีขนาดใหญ่กว่าหัวเดิมมาก และมีขนาดใหญ่กว่าหัวดองดึงปกติที่ปลูกในกระถาง เนื่องจากดองดึงที่ปลูกในแปลงทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ของดินและพื้นที่สำหรับให้หัวดองดึงเจริญและขยายตัวมากกว่าในกระถาง

3. การศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา เรณู และโครโมโซมของดองดึง

การทดลองนี้ได้นำหัวดองดึงจากการทดลองที่ 2 มาหักเป็น 2 ส่วนแล้วคัดเลือกใช้เฉพาะหัวที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันให้มากที่สุดซึ่งคัดเลือกมาได้จำนวน 120 หัว น้ำหนักอยู่ในช่วง 27.34-27.48 กรัมต่อหัว เนื่องจากเมื่อนำไปฉายรังสีแกมมา หัวดองดึงมีขนาดใหญ่เกินไป ไม่สามารถบรรจุลงกระบอกที่จะนำไปฉายรังสีแกมมาได้ นอกจากนี้ยังทำให้สะดวกในปลูกและเป็นผลดีสำหรับการสังเกต ศึกษาเปรียบเทียบผลกันระหว่างต้น เพราะแต่ละหัวจะเจริญให้เพียงต้นเดียวอย่างสม่ำเสมอ

3.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดองดึงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่างๆเปรียบเทียบกับต้นควบคุม

3.1.1 ลำต้นเหนือดิน

การเจริญเติบโตของต้นดองดึงโดยวัดความสูงของต้น พบว่าความสูงของต้นเพิ่มน้อยลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับVenketeswaran และ Partanen(1966) ที่ฉายรังสีแกมมากับต้นยาสูบ พบว่าความสูงของต้นลดลง เนื่องจากรังสีแกมมามีผลยับยั้ง และการสังเคราะห์ RNA ทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Bajaj, 1970) ลักษณะต้นดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมา 10 เกรย์พบว่ามีลักษณะลำต้นเตี้ย ข้อสั้น ยังมีความแข็งแรงดีและสามารถออกดอกได้ ซึ่งอาจจะเหมาะสำหรับนำมาเป็นไม้ดอกไม้ประดับปลูกในกระถางได้โดยไม่ต้องยุ่งยากในการทำค้างแบบต้นดองดึงปกติ

LD_{50}หรือปริมาณรังสีแกมมาที่ทำให้พืชตาย 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากปลูก 3 เดือน ที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 14.22 เกรย์ ในกล้วยหอมทองพบว่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดมิวเตชันอยู่ระหว่าง 2.5 – 4.5 เกรย์ ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่ทำให้พืชมีอัตราการตาย 30-50

เปอร์เซ็นต์ หรือ(LD_{30}- LD_{50}) เหมาะสมในการปรับปรุงพันธุ์ และเมื่อเทียบกับการทดลอง (ปาริชาติ นุกูลการ, 2526)

ในการทดลองนี้ยังพบลักษณะด่างเป็นขีดสีเหลืองตามยาวบริเวณลำต้นและใบ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Stadler และRoman (1948) ที่ใช้รังสีเอ็กซ์ทำให้เกิดมิวเตชันในข้าวโพดซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่นเดียวเดียวกับดองดึง ก็พบลักษณะด่างบริเวณลำต้นและใบเช่นเดียวกัน เนื่องจากรังสีทำให้เกิดการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ไม่สม่ำเสมอ ทำลายและยับยั้งการสร้างคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้รังสียังสามารถทำให้การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลง (Jayachandran and Mohanakumaran, 1992; Singh and Godward,1974) และพบลักษณะที่เกิดลำต้นแฝดในดองดึง ทำให้ดองดึงมีจำนวนกิ่งมากขึ้นซึ่งเป็นลักษณะที่ดีทำให้ดองดึงมีจำนวนดอกมากขึ้น

3.1.2 กิ่ง

รังสีแกมมาไม่มีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกิ่ง และระยะเวลาแตกกิ่ง แต่มีผลต่อความยาวกิ่งเมื่อพืชโตเต็มที่หลังปลูก 5 เดือน คือปริมาณรังสีตั้งแต่ 50 เกรย์ขึ้นไปทำให้การเจริญของกิ่งมีความยาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่5)ซึ่งน่าจะเป็นลักษณะที่เหมาะสำหรับเป็นไม้ประดับที่ปลูกลงกระถาง เพราะทำให้ปลายยอดกระทัดรัดขึ้น ต้นไม่ล้มง่าย และพบว่าดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาตั้ง 2.5 เกรย์ขึ้นไปมีจำนวนกิ่งน้อยลงซึ่งเป็นลักษณะมีทั้งข้อที่ดีและข้อเสีย ข้อดีคือเมื่อมีจำนวนกิ่งน้อยจะทำให้ดองดึงสามารถรับน้ำหนักของกิ่งได้จึงทำให้ยอดไม่หักง่าย ข้อเสียคือทำให้ต้นดองดึงมีดอกลดลง พบลักษณะผิดปกติการแตกกิ่งของดองดึง โดยเกิดเป็นกิ่งหลักแฝด โดยแตกออกเป็น 2 กิ่ง ในต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 5.0 7.5 และ10.0 เกรย์ จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อข้าวบาร์เล่ย์ พบลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นกับก้านช่อดอกโดยเกิดเป็นก้านช่อดอกคู่(Sethi andGill,1969)

3.1.3 ใบ

ความกว้างของใบดองดึงจะลดลงตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณรังสี 10.0 เกรย์มีผลทำให้ความกว้างของใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของใบมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อนำมาหาอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างของใบพบว่าอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างของใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ(ตารางที่6)

จากการสังเกตพบลักษณะผิดปกติของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 2.5-10เกรย์ได้แก่ เกิดร่องกลางใบ บริเวณปลายใบไม่ม้วนเป็นมือเกาะ รูปร่างใบผิดปกติ และปลายใบเกิดเป็น 2 แฉก สอดคล้องกับรายงานของ Opeke และ Jacobs (1973) พบลักษณะผิดปกติของรูปร่างใบโกโก้จากการได้รับรังสีแกมมาที่พบปลายใบแยกเป็น 2 แฉก และ Nakajima (1973) พบว่ารังสีแกมมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างใบใน Mulberry ซึ่งมีลักษณะเป็น lobed ตั้งแต่ 5 lobeขึ้นไป นอก

จากนี้พบลักษณะด่างบริเวณใบอาจเนื่องจากรังสีทำให้การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ลดลง (Godward,1974)

3.1.4 ดอก

ในการศึกษาระยะเวลาการออกดอก พบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้มีระยะเวลาการออกดอกเวลานานขึ้นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ(ตารางที่7) จากรายงานของ Benetka(1988) ผลของรังสีแกมมาทำให้ระยะเวลาการออกดอกของ *Begonia hiemalis Fotch* cv. *Schwabenland* ล่าช้าออกไปเช่นกัน จึงมีผลทำให้อายุการตัดดอกมีระยะเวลาล่าช้าออกไป เนื่องจากรังสีแกมมา ทำให้การเจริญเติบโตของต้นช้าลงดังจะเห็นได้จากความสูงของต้นที่ได้รับรังสีแกมมาเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม(ตารางที่4) แม้จะมีระยะเวลาการแตกกิ่งเร็วขึ้น (ตารางที่ 5)แต่ขนาดใบลดลง(ตารางที่6)

ลักษณะดอกของต้นที่ได้รับรังสีแกมมาในบางระดับมีการเปลี่ยนแปลงไปจากต้นควบคุม ดองดึงที่ได้รับปริมาณรังสีแกมมา 2.5 เกรย์ พบว่ามีบางดอกเกิดลักษณะกลีบดอกมีสีเขียวเป็นบางส่วนหรือที่ขอบ และปลายกลีบเปลี่ยนเป็นมือเกาะคล้ายใบ (ภาพที่10ก) และปริมาณรังสีที่ 7.5 เกรย์พบลักษณะดอกผิดปกติเช่นเดียวกับที่พบในปริมาณรังสี 2.5 เกรย์(ภาพที่10ข)และที่ปริมาณรังสี 7.5 เกรย์ก็มีบางดอกที่มีลักษณะเดียวกันนี้แต่ปลายใบไม่เป็นมือเกาะ(ภาพที่10ค) ส่วนดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ พบว่ามีบางดอกเกิดลักษณะมีกลีบเกินเป็นกลีบเล็กๆ บางดอกเกิดเป็นดอกแฝดขึ้น มีรังไข่ 2 อันกลีบดอกซ้อนกันเป็น 12 กลีบ และบางกลีบติดกันเป็นแฝด(ภาพที่10ง 10จ และ10ฉ)ไม่พบลักษณะที่ผิดปกติในดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมา 5 เกรย์ การเกิดขีดสีเขียวที่กลีบและเป็นมือเกาะที่ปลายกลีบเป็นลักษณะที่แปลกทำให้ดองดึงมีสีสรรมากขึ้น และถ้ามีลักษณะเช่นนี้ทุกกลีบดอกจะเป็นลักษณะที่น่าสนใจมาก การเกิดดอกแฝดเป็นการเพิ่มจำนวนกลีบดอกทำให้ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่น่าสนใจเช่นเดียวกัน มีรายงานว่ารังสีแกมมามีผลต่อความผิดปกติ และเพิ่มจำนวนกลีบดอกของไอรีส (Halevy and Shoub,1965) ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีของดอกดองดึงจากโคนกลีบสีเหลือง ปลายกลีบสีแดง เปลี่ยนเป็นดอกสีเหลืองทั้งดอก การเปลี่ยนแปลงสีดอกนี้ Pereau - leroy (1974) พบว่ารังสีแกมมามีผลทำให้ดอกคาร์เนชั่นเกิดมิวเตชัน โดยดอกสีส้มเปลี่ยนเป็นดอกสีแดง และสีเหลืองทั้งดอกและSoedjono(1989) ฉายรังสีแกมมากับต้น *Begonia cucullata* แบบครั้งเดียว (single dose) ที่ปริมาณรังสีแกมมา 5 เกรย์ มีผลทำให้สีดอกเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีชมพู

ความกว้างของกลีบดอก ความยาวของกลีบดอก ของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีขนาดลดลงเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติการทดลองของ Nayar และ Sparrow (1967) รายงานว่าขนาดของดอก *Tradescantia paludosa* ลดลงตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น ส่วนจำนวนดอกต่อต้น และเปอร์เซ็นต์ของต้นที่ออกดอกของดองดึงที่ได้

รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆมีแนวโน้มลดจำนวนลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันทางสถิติ อรวรรณ มูลทองจาด(2525) พบว่ารังสีแกมมาปริมาณ 8 และ 10 เกรย์ มีผลทำให้แกลดิโอลัสพันธุ์ Spic and Spand และ พันธุ์ Norwich Canary ไม่ออกดอก

3.1.5 ผล

ขนาดของผล จำนวนผลต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อผล ลดลงเมื่อปริมาณรังสีแกมมาเพิ่มขึ้น ซึ่งน่าจะสืบเนื่องมาจากการเจริญเติบโตที่ลดลงทั้งความสูงของต้น ขนาดใบ ความยาวกิ่ง และจำนวนดอกต่อต้น(ตารางที่4,6,7และ8)ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับรังสีแกมมา เนื่องจากรังสีมีผลทำให้เกิด chromosome aberration megaspore mother cell เข้าสู่กระบวนการแบ่งเซลล์แบบ meiotic ล่าช้า และรังสีทำให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อบริเวณรอบๆรังไข่(Brown and Sagawa, 1965) จึงอาจเป็นอุปสรรคในการติดเมล็ดทำให้จำนวนเมล็ดต่อผลน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับรังสี

3.1.6 ลำต้นใต้ดินที่เกิดใหม่

จากการทดลองฉายรังสีแกมมาหัวดองดึงด้วยปริมาณรังสีแกมมา 5ระดับ พบว่าปริมาณของรังสีที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักหัวใหม่ที่เกิดขึ้นลดลงเมื่อเทียบกับของต้นควบคุม(ตารางที่9) ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดินที่ลดลงเป็นสัดส่วนกันสืบเนื่องมาจากการได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆจึงทำให้หัวใหม่ที่เกิดขึ้นมีน้ำหนักน้อยลงด้วย และปริมาณรังสีตั้งแต่ 5.0 –10.0 เกรย์มีผลทำให้หัวดองดึงที่เกิดใหม่มีน้ำหนักน้อยกว่าหัวเดิมด้วย การใช้รังสีเพื่อชักนำให้เกิดมิวเตชันในพืช แม้จะทำให้มีโอกาสได้ลักษณะที่แปลกออกไป แต่ปริมาณรังสีที่ฉายให้แก่พืชหากใช้ในปริมาณสูงเกินไปก็อาจเป็นอันตรายต่อพืช ทำให้การเจริญเติบโตลดลงจนอาจถึงตายได้ สำหรับดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ซึ่งใกล้เคียงกับ LD_{50}มีผลทำให้น้ำหนักหัวใหม่ที่เกิดขึ้นลดลงถึง 2.5เท่า (ตารางที่9)และหากเพิ่มปริมาณรังสีแกมมาเป็น20 เกรย์ขึ้นไป จากการทดลองครั้งนี้พบว่าดองดึงตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่1) จากการศึกษาครั้งนี้ ยังพบว่ารังสีแกมมา 2.5 – 10.0 เกรย์ มีแนวโน้มทำให้หัวใหม่ที่เกิดขึ้นมีจำนวนตายอดเฉลี่ย 3 ตาต่อหัวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับต้นควบคุมที่มีตายอด 2 ตาต่อหัว นอกจากนั้นต้นที่ได้รับรังสีแกมมา 5.0 เกรย์ บางต้น สร้างลำต้นใต้ดินที่มีลักษณะเกาะกันเป็นกลุ่ม และที่ปลายข้างหนึ่งของหัวมีตายอด 2 ตาบริเวณเดียวกัน สอดคล้องกับรายงานของ บุญมี เลิศรัตน์เดชากุล(2518) พบว่าปริมาณรังสีแกมมา 3600 แรด ทำให้ต้นหน้าวัวจักรพรรดิ์แตกหน่อมากที่สุด

3.2 การศึกษาเรณูของดองดึงจากต้นที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ

3.2.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูดองดึง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูดองดึงศึกษาโดยย้อมด้วยสี propionocarmine สังเกตได้จากลักษณะเรณูที่มีความสมบูรณ์จะมีรูปร่างค่อนข้างกลม นิวเคลียสและไซโตพลาสซึมติด

สีแดง ส่วนเรณูที่ไม่สมบูรณ์มีลักษณะลีบ เล็กและบิดเบี้ยวไม่ค่อยติดสี การศึกษาครั้งนี้พบว่าดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาจะมีเปอร์เซ็นต์ความสมบูรณ์ของเรณูลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น(ตารางที่10 และภาพที่ 12) สอดคล้องกับการฉายรังสีแกมมาตายอดกุหลาบ โดยรังสีมีผลทำให้ความสมบูรณ์ของเรณูลดลง (Lata, 1980) และการศึกษาของ กันยารัตน์ ไชยสุต(2532) ที่รายงานว่าความสมบูรณ์ของเรณูบัวจีนสีเหลืองเข้ม *Zephyranthes citrina* Baker ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีแกมมามากขึ้น

3.2.2 การหาเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเรณูดองดึง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของเรณู ที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ สุมิตรา คงชื่นสินและพรทิพย์ เศรษฐาวิวัฒน์(2533) ซึ่งรายงานว่าเรณูดองดึงที่เลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการงอกมากที่สุด เมื่อนำเรณูจากต้นดองดึงที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่างๆเพาะเลี้ยงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเรณูลดลงตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น(ตารางที่10 และภาพที่13) Gupta และSamata (1985) รายงานว่า ความผิดปกติของสปอร์ หรือเซลล์สืบพันธุ์(gamete) มีความถี่เพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่สูงขึ้น

3.3 การศึกษาโครโมโซมใน meiosis ของ pollen mother cell

จากการศึกษาโครโมโซมในระยะ metaphase I ของmeiosis ใน pollen mother cell พบว่าต้นควบคุมโครโมโซมมีการจับคู่เป็น 11 bivalent ปกติ ส่วนในดองดึงที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ พบความผิดปกติของโครโมโซมในระยะ anaphase I โดยเกิดเป็น chromosome bridge และ lagging chromosome ในดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ปริมาณ 2.5 ไปจนถึง 10 0 เกรย์ ซึ่งสอดคล้องกับการพบ chromosome เป็น ring multivalent ในระยะ metaphase I ของดองดึงที่ได้รับรังสีแกมมาปริมาณ 10.0 เกรย์ ในการทดลองที่ 1 (ภาพที่ 5) จากการทดลองนี้ เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีแกมมาที่เพิ่มขึ้น(ตารางที่11และภาพที่14 Gupta และ Samata (1985) รายงานว่า ปรากฏการณ์เกิด chromosome bridge และ lagging chromosome น่าจะขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ใช้ กันยารัตน์ ไชยสุต(2532) อธิบายว่าการเกิดchromosome bridge มีสาเหตุจาก paracentric inversion และการรวมตัวของสองเซนโทรเมียร์ ส่วนการเกิด lagging chromosome เกิดจากความผิดปกติของ spindle fiber ทำให้โครโมโซมไม่แยกไปที่ขั้วเซลล์ ซึ่งจะกลายเป็นไมโครนิวเคลียสในเวลาต่อมา