หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

มิวเตชั่น หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม และสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ ทำให้เกิดลักษณะใหม่ขึ้นกับสิ่งมีชีวิต มิวเตชั่นนี้เกิดขึ้นกับเซลร่างกายทั่วไป (somatic cell) เรียก Somatic mutation อาจเกิดเฉพาะบริเวณใด บริเวณหนึ่งของเซลหรือเนื้อเยื่อ และสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ถ้าสิ่งมีชีวิตนั้นสืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) ส่วนมิวเตชั่นที่เกิดขึ้นกับเซลสืบพันธุ์ (sex cell) เรียก Gametic mutation ซึ่งอาจเป็น gene mutation หรือ chromosomal mutation ทำให้ลูกที่เกิดมีการเปลี่ยนแปลงได้ และเป็นมิวเตชั่นที่พบมากในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction)มิวเตชั่นที่พบมี 2 ประเภท คือ

1. Spontaneous mutation เป็นมิวเตชั่นที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ พบเป็นจำนวนน้อย เช่น bacteriophage T_2 ยีนที่ควบคุมขนาดโคโลนี h^+ เปลี่ยนเป็น h มีอัตราการเกิดเพียง 3×10^{-9} ต่อยีนต่อการแบ่งตัว

2. Induced mutation เป็นมิวเตชั่นที่สามารถชักนำให้เกิดขึ้นได้ โดยใช้ mutagen หรือ mutagenic agent ซึ่งจัดได้เป็น 2 กลุ่มคือ สารเคมี และรังสี

สารเคมีที่สามารถชักนำให้เกิดมิวเตชั่น ได้แก่ 5 – bromouracil, nitrous acid, diethyl sulphate (DES), ethyl methane sulphonate (EMS) และ ethyl ethane sulphonate (EES) เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้รังสีในการชักนำให้เกิดมิวเตชั่น รังสีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมในเซลร่างกายและเซลสืบพันธุ์ สามารถแยกได้ 2 ชนิด คือ Non-ionizing radiation เช่น รังสีอุลตราไวโอเลต ซึ่งสามารถแทรกซึมเข้าไป

ในเซลได้ต่ำ และ Ionizing radiation เช่น รังสีแกมมา, รังสีเอ็กซ์ สามารถทะลุทะลวงสูง ทำให้เกิดการแตกตัวของอิออนทั้งทางตรงและทางอ้อม แบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังนี้

1. พลังงานโฟตอน (photon energy) ได้แก่ รังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมา มีพลังงานทะลุทะลวง ตั้งแต่ 1.24 KeV ถึง 12.4 MeV. และมีขนาดของความยาวคลื่นตั้งแต่ 10 อังสตรอมถึง 0.001 อังสตรอม (1 อังสตรอม มีความยาว 10^{-8} ซม.)

รังสีเอ็กซ์ เกิดจากการที่อิเลคตรอนวิ่งจากขั้วลบด้วยความเร็วสูงมากไปกระทบเป้าหมาย (target) ซึ่งเป็นขั้วบวก การหยุดของอิเลคตรอนทันทีทันใด ทำให้เกิดพลังงานออกมา ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนเสียร้อยละ 99 และเป็นพลังงานรังสีเอ็กซ์เพียงร้อยละ 1 เท่านั้น ฉะนั้นเป้าหมายจึงมักเป็นสารที่ทนความร้อนได้ดี มี atomic number สูง เช่น ทังสเตน เป็นต้น

รังสีแกมมาเกิดจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นสารกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แร่เรเดียม หรือสารกัมมันตรังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมา เช่น โคบอลท์ 60 ไอโอดีน 131 ซีเซียม 137 เป็นต้น รังสีแกมมาที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้จากการสลายจากแร่โคบอลท์ 60 และซีเซียม 137

2. อนุภาค (particles) ส่วนใหญ่ได้จากการสลายของสารกัมมันตรังสี และจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณู มีพลังงานทะลุทะลวงน้อยกว่าพลังงานโฟตอน อนุภาคที่สำคัญได้แก่ -อนุภาคแอลฟา (α- particles) มีประจุบวก มีพลังงานต่ำ แม้แต่กระดาษก็อาจจะยับยั้งอนุภาคแอลฟาได้ เช่น อนุภาคแอลฟาได้จากการสลายตัวของแร่เรเดียม

-อนุภาคเบต้า (β - particles) มีประจุลบ และมีขนาดเล็กกว่าอนุภาคแอลฟา จึงมีแรงทะลุทะลวงมากกว่าอนุภาคแอลฟาคือ สามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้หลายมิลลิเมตร

-อนุภาคนิวตรอน ไม่มีประจุหรือเป็นกลาง ได้จากเตาปฏิกรณ์ปรมาณูหน่วยที่ใช้เป็น flux (จำนวนของนิวตรอนที่ผ่านเนื้อที่ 1 ตาราง ซม.ต่อวินาที)

ทั้งพลังงานโฟตอนและอนุภาคต่าง ๆ มีคุณสมบัติที่สำคัญเหมือนกัน คือเมื่อผ่านเซลหรือเนื้อเยื่อ มันสามารถขับ (remove) อิเลคตรอนออกไปจากอะตอมของสารที่อยู่ในเซลหรือเนื้อเยื่อโดยอาศัยจากพลังงานของมันเอง ทำให้พลังงานหมดไป ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า Ionization หรือจะพูดว่า รังสีสามารถจะ ionized สารต่าง ๆ ได้

ขณะที่รังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมาผ่านสสารต่าง ๆ จะถ่ายทอดพลังงานบางส่วนหรือทั้งหมด (0.5 MeV.) ให้แก่อิเลคตรอน ทำให้อิเลคตรอนหลุดไปจากวงจรของอะตอมซึ่งอิเลคตรอนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงนี้ จะกลับไป ionize อะตอมของสารเที่เหลืออยู่อีกจนกว่ามันจะหมดกำลังหยุดนิ่ง

รังสีมีผลต่อสิ่งมีชีวิตทั้งทางตรงและทางอ้อม ตั้งแต่ระดับโมเลกุล ไปจนถึงเซล เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะ

ในระดับโมเลกุล รังสีจะทำให้จำนวนและลักษณะการหมุนของอิเลคตรอนที่วิ่งรอบนิวเคลียสของอะตอมผิดไป ทำให้อะตอมเสียความสมดุลย์และเสียหน้าที่ในการทำงานไป ในแต่ละโมเลกุลถ้ามีจำนวนอะตอมที่เสียหน้าที่ไปเป็นจำนวนมาก โมเลกุลนั้นก็เสียหน้าที่ไป ในแต่ละเซลถ้ามีจำนวนโมเลกุลที่เสียหน้าที่ไปเป็นจำนวนมาก เซลนั้นก็จะตายไปในที่สุด

ผลของรังสีในระดับเซล เซลประกอบด้วยออร์แกเนล (organelles) ต่างๆ มากมายโครงสร้างที่สำคัญที่สุดและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซล คือนิวเคลียส ส่วนประกอบที่สำคัญของนิวเคลียสคือ โครโมโซม ซึ่งประกอบด้วยยีนหรือ ดี เอ็น เอ สำหรับถ่ายทอดพันธุกรรม รังสีทำให้เกิด gene mutation เช่น Depolymerization คือมีการแยกตัวของไฮโดรเจนบอนด์ซึ่งเชื่อมระหว่างเบส ทำให้ดี เอ็น เอ ถูกทำลายในรูปแบบต่างๆ คือ มีการแทนที่เบส, การขาดหายไปของเบส เป็นต้น เซลปกติย่อมมีการเจริญเติบโตและเคลื่อนไปตามวงจรของเซล (cell cycle) หลังจากผ่านระยะไมโตซิสแล้วได้เซลลูก 2 เซล บางเซลอยู่ในสภาพนิ่ง (G_0) ชั่วระยะหนึ่ง แล้วจึงมีการเจริญเติบโตต่อไป คือ เข้าสู่ระยะ G_1, S(สังเคราะห์ ดี เอ็น เอ) G_2 และไมโตซิส เซลในระยะ G_2จะมีปริมาณ ดี เอ็น เอ ภายในเซลมากที่สุด จึงมีความไวต่อรังสีมาก นอกจากนี้รังสีทำให้เกิด chromosomal mutation คือเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมในแง่ รูปร่าง ขนาด และ

จำนวนโครโมโซม เช่น การขาดของโครโมโซม (deletion) การเพิ่มส่วนของโครโมโซม (duplication) การแลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซม (translocation) และการสลับที่ของยีนบนโครโมโซม (inversion) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือ ดี เอ็น เอ จากรังสีไม่จำเป็นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างของโครโมโซมเสมอไป การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเซลมีการแบ่งตัวภายหลังที่ได้รับรังสีแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเมตาเฟสและอนาเฟส

รังสีมีผลต่อออร์แกเนลต่าง ๆ ทำให้การทำงาน เช่น การสังเคราะห์โปรตีนหยุดชะงักได้ หรือคลอโรพลาสต์ผิดปกติ เช่น ทำให้การสร้างคลอโรฟิลล์ลดลงหรือไม่มีการสร้างเลย เรียกมิวเตชั่นที่เกิดกับคลอโรพลาสต์ว่า chlorophyll mutation

นอกจากนี้ รังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมาทำให้น้ำเกิด free radical ออกมาทำปฏิกริยา ดี เอ็น เอ (DNA) ทำให้โครงสร้าง ดี เอ็น เอ เปลี่ยนแปลงไป หรือรังสีทำให้น้ำเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ถ้ามีมากในเซลของสิ่งมีชีวิตก็เป็นอันตรายกับเซลนั้น

การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมสามารถศึกษาได้จากกล้องจุลทรรศน์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของยีนไม่สามารถบอกได้ นอกจากปรากฏออกมาให้เห็นเป็นฟีโนไทพ์ (phenotype) ที่ผิดไปจากพ่อแม่ เช่น ลักษณะสี ขนาด ดอก ใบ และ ลำต้น รวมทั้งการเจริญพันธุ์ (fertility) เป็นต้น และความผิดปกติมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิต และปริมาณของรังสีที่สิ่งมีชีวิตนั้นได้รับ

พืชที่นำมาศึกษามิวเตชั่น คือ บัวจีน จัดเป็นพืชใน Family Amaryllidaceae สกุล Zephyranthes เป็นพันธุ์พื้นเมืองแถบอเมริกากลาง และหมู่เกาะอินเดียตะวันตก มีอยู่มากกว่า 50 ชนิดในเขตอบอุ่นซีกโลกตะวันตก เท่าที่พบในบ้านเรามี 5 ชนิดคือ บัวจีนดอกเหลืองเข้ม Z. citrina Baker บัวจีนดอกเหลืองอ่อน Z. ajax Spreng. บัวจีนดอกขาว Z. candida Herb. บัวจีนดอกแดงใหญ่ Z. grandiflora Lindl. และบัวจีนดอกชมพูเล็ก Z. rosea. Lindl.

บัวจีนเป็นพืชที่ออกดอกตลอดปี และมีสีสันสวยงาม จึงนิยมปลูกเป็นไม้ประดับทั้งปลูกในกระถางและทำเป็นแปลงริมถนน นอกจากนี้มีประโยชน์ คือมีสรรพคุณในทางอยู่ยงคงกระพัน บัวจีนเป็นพืชล้มลุกข้ามปี (perrenial herb.) มีลำต้นเป็นหัวอยู่ใต้ดิน (bulb) ใบลักษณะเป็นเส้น (linear) แตกเป็นกระจุก ดอกเป็นชนิดดอกเดียว มีก้านดอกยาว ที่ก้านดอกมีใบประดับ (bract) เป็นแผ่นบางหุ้มอยู่ ลักษณะดอกเป็นรูปกรวย (funnel form) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (sepal) 3 กลีบ กลีบดอก (petal) 3 กลีบ ซึ่งมีสีเดียวกัน เรียก perianth เกสรตัวผู้ (stamen) มี 6 อัน เกสรตัวเมียมี 1 อัน รังไข่เป็นแบบ inferior ovary ยอดเกสรตัวเมีย (stigma) แตกเป็น 3 แฉก ผลเป็นแคปซูลกลม มี 3 พู แตกเป็น 3 ฝา เมล็ดสีดำหลายเมล็ดใน 1 พู (Bailey, 1969)

จากการศึกษาเซลวิทยา (cytology) ในพืชสกุล Zephyranthes พบว่ามีจำนวน basic number เป็น 6 และ 7 (Darlington, 1955) ส่วนมากเป็น polyploid และมี aneuploid ด้วย พบทั้ง diploid, triploid, tetraploid, hexaploid, octaploid และ polyploid อื่น ๆ ดังตารางที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 Somatic chromosome number ของ Zephyranthes ชนิดต่าง ๆ

(Bhattacharyya, N.K. 1972)

ชนิด	จำนวนโครโมโซม (2n)	Author
Zephyranthes robusta Baker	12	Sato (1938)
Z. tauberti Harms	12	Sato (1938)
Z. flammea Baker	14	Schnack and Covas (1947)
Z. nervosa Mart. and Gal.	18	Flory (1959c); Flory and Flagg (1961)
	24	Flory (1958, 1959b)
Z. tepicensis Greenm.	22	Flory and Flagg (unpub.)
Z. verecunda Herb.	22	Sharma and Jash (1958)
	24	La Cour (1952)
	48	Flory, in Flagg(1960)
Z. texana Herb.	24	Sato (1938)
Z. traubii(Hayward)Moldenke	24	Flory (1939)
Z. treatiae S. Wats.	24	Flory (1940)
Z. atamasco Herb.	24	Flory (1940)
*Z. rosea Lindl.	24	Sharma and Ghosh (1954); Flory (1959a); Sharma and Nandi (unpub.)
Z.albiella Traub	24	Flory and Flagg(1961)
Z. tubispatha Herb.	24	Tandon and Mathur (1965)
	(25)	Flory (1958)
Z. puertoricensis Traub	(25)	Flory (1941, 1958, 1959a, 1959b)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนโครโมโซม (2n)	Author
Z. insularum Hume ex Mold.	24	Kappor and Tandon (1964)
	28	Flory (1958, 1959a, 1959b)
*Z. candida Herb.	24	Sharma and Nandy (unpub.)
	36	Sharma and Nandy(unpub.)
	38	Nagao and Takusagawa(1932); Inariyama (1937); Sato(1938); Yokouchi (1963, 1965); Sharma and Nandy(unpub.)
	38,40	Tandon and Mathur(1965)
	42	Sharma and Nandy(unpub.)
	49	Sharma and Nandy(unpub.)
	41,48,50	Raina (1972)
Z. drummondii D.Don.	24, 28	Coe (1954);
	55,56,58,59	Coe (1953)
	48	Flory (1939)
	48,60,68,72	Flagg (1961)
Z. drummondii D.Don.var. chlorosolen	c.48	Flory (1939)
Z. sulphurea Hort.(=Z.aurea Baker)	24	Sharma and Ghosh (1954)
	48	Sharma and Nandy (unpub.)
*Z. grandiflora Lindl. (=Z.carinata)	24	Kapoor and Tandon (1963)
	48	Inariyama (1937); Flory (1959a)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนโครโมโซม (2n)	Author
Z. grandiflora Lindl. (=Z.carinata)	48,49,46-54	Flory, in Flagg (1961)
	48	Coe (1954)
	46-51 (Sterile)	Flory and Flagg (unpub.)
Z. lindleyana Herb.	48 (fertile)	Flory and Flagg(unpub.)
	24	Sato (1938)
	48	Fernandes (1930)
	c.96	La Cour (unpub.)
Z. brevipes Standley	36	Flory and Flagg (unpub.)
Z. mesochloa Baker	39	Flory and Flagg (unpub.)
	48	Sharma and Ghosh (1954)
	42,60,66,72	Saharma (1956); Sharma and Ghosh (1954)
	7+1F 9, 12,14,15,17,18 19,20,21,22,23 26,27,29,30,33 34,36,37+1F 40, 42, 46, 48,50,54,65,102	Bhattacharyya (69.72)
*Z. ajax Spreng.	42	Sato (1942)
	43	Flory (1940)
	48	Tandon and Kapoor(1962); Tandon and Mathur(1965)
Z. longifolia Herb.	(24)44-50	Coe (1954)
	46	Flory (1940); Coe (1954)
	48	Coe (1954);Flagg(1961)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนโครโมโซม (2n)	Author
Z. macrosiphon Baker	46	Flory (1941)
	48	Flory (1940)
Z. refugiensis Jones	46,48	Flagg (1961)
	48	Jones (1961); Flagg and Flory (1962)
Z. pulchella F.D. Smith	47+1F	Flory (1940)
	48	Flory (1940)
Z. carinata Herb.	48	Nagao and Takusawaga (1932); Sato(1938); Flory (1959a); Yokouchi(1964)
Z. simpsoni Chapm.	48	Flory (1940)
*Z. citrinea Baker	48	Flory (1959a)
Z. clintiae Traub	48	Flagg (1960)
Z. fosteri Traub	48	Flagg (1961)
Z. lancasteri Traub	48	Kapoor and Tandon(1964)
Z. brazosensis Traub	48,55-59	Coe (1954)
Z. pedunculata	48	Flory (1939)
	c.70-72	Flory (1939)
	72	Flagg (1961)
Z. jonesii (Cory) Traub	48,72	Flagg (1961)
Z. smallii (Alexander) Traub	54	Flory (1939)
	53,58,70,72	Flagg (1961)
Z. bifolia M.Roem	60	Flory (1959a)
	72	Flory and Flagg(unpub.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนโครโมโซม (2n)	Author
Z. brasillensis Traub(Traub)	67+1F	Traub (1945)
	70	Flagg (1961)
Z. arenicola T.S. Brandeg	c.108	Phillips and Flory(unpub.)
	c.120	Phillips and Flory(unpub.)

*ชนิดที่พบในเมืองไทย

Pongpudpunth (1976) ศึกษาจำนวนโครโมโซมบัวจีน พบว่าบัวจีนแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน คือบัวจีนดอกเหลืองอ่อน Z. ajax Spreng มี 44 แท่ง บัวจีนดอกขาว Z. candida Herb. มี 42 แท่ง บัวจีนดอกชมพูเล็ก Z. rosea Lindl มี 24 แท่ง บัวจีนดอกแดงใหญ่ Z. grandiflora Lindl มี 48 แท่ง และ Bhattacharyya (1972) พบว่าบัวจีนดอกเหลืองเข้ม Z. citrina Baker. มีจำนวนโครโมโซม 48 แท่ง

วัตถุประสงค์ในการศึกษาการชักนำให้เกิดมิวเตชั่นในบัวจีนโดยรังสีแกมมา

1. ศึกษาโครโมโซมโดยทำคารีโอไทพ์ (karyotype) ของต้นปกติ เปรียบเทียบกับโครโมโซมของต้นที่ได้รับรังสี

2. ศึกษาลักษณะภายนอกของต้นที่เกิดจากเมล็ดและหัวกลีบ ที่ได้รับรังสีเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับรังสี

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภายนอกกับการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม

4. เพื่อหาพันธุ์ใหม่ที่มีสีและรูปร่างของดอกแปลกไปจากพันธุ์เดิม สำหรับเป็นไม้ประดับ

การสำรวจงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้ว

1. การศึกษาโครโมโซม

ศิวพงษ์ ศรีถาพร (2521) พบว่าบัวจีนดอกชมพูเล็ก Z. rosea Lindl (2n = 24) และบัวจีนดอกเหลืองอ่อน Z. ajax Spreng (2n = 44) ประกอบด้วยโครโมโซมสามชนิดคือ metacentric, submetacentric acrocentric chromosome

Bhattacharyya (1972) พบว่า จำนวนโครโมโซมของบัวจีนพันธุ์ Z. mesochloa Baker (2n = 24) มีจำนวนโครโมโซมในเซลแตกต่างกันไปตั้งแต่ 2n = 7 + 1 fragment จนถึง 2n = 102 จำนวนโครโมโซม ที่แตกต่างกันนี้เนื่องมาจาก non disjunction และ endomitotic replication ของโครโมโซมที่มีการแบ่งเซล จากคารีโอไทพ์พบว่ามีโครโมโซมขนาดต่าง ๆ คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ซึ่งเป็นแบบ submetacentric และ acrocentric chromosome ส่วนโครโมโซมขนาดเล็กเป็นแบบ metacentric และพบ satellite chromosome 2 คู่

Raina (1972) ได้ศึกษาการแบ่งเซลของไมโครสปอร์โรไซท์ของบัวจีนดอกขาว Z. candida ที่มีจำนวนโครโมโซมต่าง ๆ กัน ดังนี้ 2n = 41, 48 และ 50 พบว่าระยะเมตาเฟสหนึ่งของบัวจีนทั้งสาม มี bivalent, hexavalent และ octavalent เฉพาะบัวจีนดอกขาวที่มีโครโมโซม 2n = 41 มี univalent ด้วย

2. การชักนำให้เกิดมิวเตชั่น รังสีที่นิยมใช้ชักนำให้เกิดมิวเตชั่นในพืช คือ รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ และ อนุภาคนิวตรอน ส่วนของพืชที่นำไปฉายรังสีได้แก่ เมล็ด กิ่งชำ ลำต้นใต้ดิน (หัวกลีบ หนอ) และเกสรตัวผู้

เมล็ด Matsumura (1955) ใช้รังสีเอ็กซ์กับเมล็ดของ Triticum monococcum 2n = 14 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมสัมพันธ์กับปริมาณของรังสีที่ใช้ในแบบเชิงเส้น (linear) คือปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ทำให้การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการเจริญพันธุ์ใน T. monococcum var. farvescens และ var. vulgare โดยใช้ปริมาณรังสีเอ็กซ์ 5400, 8100 และ 13500 rads พบว่า การเจริญพันธุ์ลดลง คือ T. monococcum var. farvescens ลดลง

จาก 82.67 % เป็น 76.50 %, 69.50 % และ 59.70 % ส่วนการเจริญพันธุ์ของ var. vulgare ลดลงจาก 53.22 % เป็น 43.28 %, 32.67 % และ 17.7 % ตามลำดับ

Doll (1969) ใช้รังสีแกมมาซึ่งได้จากโคบอลท์ 60 และสารเคมี diethyl sulphate (DES) กับ ethyl methane sulphonate (EMS) กับเมล็ดข้าวบาร์เลย์ พบว่ารังสีสามารถชักนำให้เกิดมิวเตชั่นในรุ่นลูก (M_1) คือลูกที่ได้มีลักษณะขาดคลอโรฟิลล์ (chlorophyll mutation) และเป็นหมัน นอกจากนี้ Doll พบว่า รังสีทำให้เมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น เมื่อฉายรังสีกับเมล็ดและให้สารเคมีรวมกัน

Bozzini และ Giorgi(1969) ทดลองในเมล็ดข้าวสาลีหลายพันธุ์ คือ Triticum durum cv. Cappelli, T. dicoccoides, T. timopheevi และลูกผสมระหว่าง T. thaudar กับ Aegilops caudata พบว่า รังสีแกมมาสามารถชักนำให้เกิด aneuploid พวก monosomic, trisomic และ tetrasomic ได้ aneuploid เหล่านี้เกิดจากการขาดของโครโมโซมเป็น fragment, dicentric และ telocentric

Tsuchiya (1969) ศึกษาลักษณะต่าง ๆ ที่ถูกชักนำให้เกิดขึ้นโดยรังสีเอ็กซ์และแกมมาในเมล็ดข้าวบาร์เลย์ พบว่าในรุ่นลูกและรุ่นหลานมีลักษณะผิดปกติ เช่น ลักษณะความกว้าง และความยาวของใบลดลง ไม่มีเส้นใบ (vein) ทำให้ใบไม่ตั้งตรง ต้นแคระแกรน อวัยวะสืบพันธุ์ตัวผู้เปลี่ยนไปเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ตัวเมีย (multiovary) หรือไม่มีอวัยวะสืบพันธุ์ตัวเมียเลย

Tanaka (1969) ใช้รังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลท์ 60 กับเมล็ดข้าวในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความสามารถที่ต้านทานโรคใบไหม้ (blast) เพิ่มปริมาณโปรตีนและระยะเวลาของการเจริญเติบโตสั้นลง (early maturity)

Kazi (1973) ใช้รังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลท์ 60 กับเมล็ดถั่วลันเตา (Pisum sativum) ปริมาณรังสี 2.5, 5.0, 7.5, 10, 15, 20 และ 25 kilorads ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมจากราก พบ chromosome bridge ในระยะอนาเฟส และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมเกิดขึ้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ใช้

กิ่งชำ Gupta (1966) ใช้รังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลท์ 60 กับกิ่งของ Portulaga grandiflora Hook. ในการทำให้เกิดพันธุ์ใหม่ ปริมาณรังสีที่ใช้ 4, 6, 8, 10 kilorads พบว่า จำนวนของกิ่งและความยาวของกิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ลดลงเมื่อปริมาณรังสีที่ใช้เพิ่มขึ้น และเกิด somatic mutation ในดอก คือได้ดอกแบบกลีบไม่ซ้อน (single) กิ่งกลีบซ้อน (semi-double) ปลายกลีบเป็นแฉก (dissected) และปลายกลีบม้วนเข้า (incurved) ซึ่งดอกปกติลักษณะดอกเป็นกลีบซ้อน (double)

Pereau - Leroy (1969) ใช้รังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลท์ 60 กับกิ่งของคาร์เนชั่น พบ chimera เกี่ยวกับสีของดอก

ลำต้นใต้ดิน - Sax (1955) ใช้รังสีเอ็กซ์กับส่วนหัวกลีบ (bulb) ของ Gladiolus ปริมาณรังสีที่ใช้ 4000 rads พบว่ารังสีทำให้ช่วงเวลาที่เจริญให้ดอกแรกเร็วกว่าต้นปกติ 2 วัน

Mukherjee และ Khoshoo (1970) ได้ทำให้เกิดมิวเตชั่นในเหง้าพุทธรักษา โดยใช้เหง้าพุทธรักษา 4 พันธุ์ " Gloria" "Electra" "Pink Satin" และ "Rosamund coles" สองพันธุ์แรกเป็น diploid ส่วนสองพันธุ์หลังเป็น triploid นำพุทธรักษา 4 พันธุ์มาฉายรังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลท์ 60 ปริมาณรังสี 1000, 2000 และ 3000 rads ได้พบลักษณะที่เปลี่ยนแปลง คือความสูงของลำต้นลดลง ลักษณะใบมีรูปร่างไม่สมประกอบ และการเปลี่ยนแปลงขนาด รูปร่าง และสีของดอก

เกสรตัวผู้ Morgan (1962) ศึกษาผลของรังสีที่มีต่อละอองเรณู (pollen) ในพริกไทย ซึ่งปกติมีการเจริญพันธุ์ดีและมีการแบ่งเซลปกติ เมื่อนำต้นแม่ผสมกับต้นพ่อที่ฉายรังสี 500, 2000 rads แล้วศึกษาไมโครสปอร์โรไซท์ในรุ่นลูก พบ univalentในระยะเมตาเฟสหนึ่ง ระยะอนาเฟสและเทโลเฟสมีการขาดของโครโมโซม การเคลื่อนที่ของโครโมโซมไปยังแต่ละขั้ว ไม่เท่ากัน ทำให้พืชรุ่นลูกนี้เป็นหมัน

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในพืชอื่น ๆ อีก เช่น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Wolff (1963) ได้กล่าวไว้ว่า Evans และ Neary ศึกษาใน Vicia spp. พบว่ารังสีแกมมาสามารถชักนำให้เกิดการขาดของโครมาติด (chromatid gap) โดยขาดตามขวางตลอด หรือเพียงบางส่วนของโครมาติด และการเกิด gap ขึ้นกับวงจรของเซล (cell cycle) คือการเกิด gap มากขณะที่เซลอยู่ในระยะ G_2 อินเตอร์เฟส และพบ deletion เฉพาะเซลที่นิวเคลียสกำลังแบ่งตัวในระยะเมตาเฟส

Love (1969) ศึกษาการชักนำให้เกิดมิวเตชั่นในมันเทศ โดยใช้รังสีนิวตรอนปริมาณต่าง ๆ ดังนี้ คือ 300, 600 และ 900 rads พบว่าปริมาณรังสี 900 rads ทำให้พืชตาย ส่วน 600 rads ทำให้พืชมีจำนวนรากลดลง และสีของรากเปลี่ยนไปจากเดิม การเจริญช้ากว่าปกติโดยเฉพาะเดือนแรกหลังจากได้รับรังสี

Murray (1969) ใช้รังสีเอ็กซ์กับส่วนไหล (stolon) ของมินท์ (Mentha piperita) ในปริมาณรังสีต่าง ๆ กันคือ 1000, 2000, 4000, 5000, 6000, 8000, 12000 และ 18000 rads พบว่าปริมาณรังสีมากกว่า 6000 rads ขึ้นไป ส่วนใหญ่จะตาย มีเพียง 0.8 % เท่านั้นที่รอดได้ ประมาณ 99 % มีการเสียหายของเนื้อเยื่อเจริญ ปริมาณรังสี 5000 rads มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเพียง 50 % พืชแสดงอาการลักษณะรุนแรงและไม่รุนแรงปนกัน เช่น ลักษณะใบไม่สมประกอบ ไม่มีราก ไม่มีลำต้น ประมาณ 2-7 สัปดาห์จึงมีการสร้างเนื้อเยื่อใหม่

Sparrow (1974) ศึกษารังสีเอ็กซ์กับ Tradescantia Clone 4430 ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่าง T. subacaulis กับ T. hirsutiflora พบว่า รังสีเอ็กซ์มีผลต่อลักษณะสีชนของเกสรตัวผู้ (stamen) คือทำให้เกิดการเปลี่ยนสีชนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู หรือไม่มีสี

Osborna (1969) ศึกษาในข้าวสาลี (T. aestivum L. spp. vulgare Will, Hort. Machy, var Thorn) พบว่าการเจริญของต้นกล้าที่ปริมาณรังสี 500, 1000, 2500, rads เจริญดีกว่าต้นปกติ