

**ผลของรังสีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า**

การถ่ายทอดลักษณะจากชั่วอายุ (generation) หนึ่งไปสู่อีกชั่วอายุหนึ่งนั้น บางครั้งอาจจะไม่คงที่เสมอไป โดยยีน (gene) มีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับยีนนี้เรียกว่า “การกลาย (mutation)” ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันทันที และสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดลักษณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นไปสู่ลูกหลานได้

การเปลี่ยนแปลงของยีนอาจเป็นการเปลี่ยนจากสภาพข่ม (dominant) ไปเป็นสภาพด้อย (recessive) หรืออาจเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางกลับกัน (reverse mutation) คือ ยีนในสภาพด้อยเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพข่ม หรืออาจกล่าวได้ว่าการกลายมี 2 ทิศทาง คือ การกลายจากลักษณะปกติ (wild type) ไปเป็น mutant เรียกว่า “forward mutation” ซึ่งพบในอัตราสูงกว่าการกลายจาก mutant กลับมาเป็นลักษณะปกติที่เรียกว่า “back mutation”

เมื่อยีนที่เกิดการกลาย (mutant gene) อยู่ในสภาพข่มมักจะปรากฏให้เห็นในชั่วอายุต่อมาทันที แต่ถ้ายีนที่เกิดการกลายอยู่ในสภาพด้อยมักจะซ่อนผลของมันเอาไว้ในสิ่งมีชีวิตที่มียีนสภาพเฮเทอโรไซกัส (heterozygous) ซึ่งมียีนแฝงอยู่และต้องใช้เวลาหลายชั่วอายุจึงจะปรากฏลักษณะออกมา หรือในบางประชากรลักษณะนั้นอาจสูญหายไป การกลายที่เกิดขึ้นบางอย่างก่อให้เกิดความผิดปกติหลายประการจนสิ่งมีชีวิตนั้นไม่อาจอยู่รอดได้เรียกว่า “lethal mutation” จึงทำให้ไม่สามารถตรวจสอบลักษณะที่ผิดปกตินั้นได้

การกลายอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) หรือได้รับการเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้น (induced mutation) ก็ได้ แต่ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยวิธีใดก็ตาม การกลายที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบไม่เฉพาะเจาะจงกับยีนใดยีนหนึ่ง การกลายที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติถึงแม้จะเกิดในอัตราต่ำ แต่ก็เกิดขึ้นได้เสมอ เมื่อพิจารณารวมกันทุกยีนพบว่าอัตราการกลายในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จะคงที่ ตัวอย่าง เช่น  $1 \times 10^{-5}$  ถึง  $1 \times 10^{-8}$  ต่อ 1 ยีนใน 1 ชั่วอายุ เป็นต้น

เนื่องจากอัตราการกลายตามธรรมชาติเกิดค่อนข้างต่ำ ดังนั้นในการศึกษาเกี่ยวกับการกลายจึงนิยมเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายขึ้น โดยใช้สารหรือสิ่งที่เหนี่ยวนำให้เกิดการกลายที่เรียกว่า “สิ่งก่อการกลาย (mutagen)” ได้แก่ สารเคมีและรังสีต่าง ๆ

สารเคมีที่ทำให้เกิดการกลายแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ สารที่มีโครงสร้างคล้ายกับเบสในสายดีเอ็นเอ เช่น 5-bromouracil และ 2-aminopurine เป็นต้น สารพวกนี้จะเข้าไปแทนที่เบสใด

เบสหนึ่งขณะที่มีการเพิ่มตัวเอง (replication) ของดีเอ็นเอ และทำให้เกิดการแทนที่ของเบสจากตัวหนึ่งเป็นอีกตัวหนึ่ง ประเภทที่ 2 คือ สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับเบส เช่น กรดไนตริก และ hydroxylamine เป็นต้น สารพวกนี้จะทำปฏิกิริยากับเบสตัวใดตัวหนึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโมเลกุลของเบสนั้น ๆ และการจับคู่ของเบสก็จะผิดไปหรืออาจจับคู่ไม่ได้เลย ประเภทที่ 3 คือ สารที่ทำให้เกิดการเพิ่มหรือการขาดหายไปของนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ในดีเอ็นเอ ได้แก่ สีอะครีติน เป็นต้น

รังสีต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการกลายแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ non-ionizing radiation เป็นรังสีที่มีพลังงานต่ำ นิยมใช้ทำให้เกิดการกลายในแบคทีเรีย ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) ซึ่งจะทำให้เกิดการจับตัวกันของเบสไทมีน (thymine) หรือไซโตซีน (cytosine) ที่อยู่ติดกันเป็น dimer รังสีอีกประเภทหนึ่ง คือ ionizing radiation เป็นรังสีที่มีพลังงานสูง ทำให้เกิดไอออน (ions) ขึ้นในโมเลกุลของสาร ซึ่งหากได้รับรังสีประเภทนี้ที่ระดับ (dose) สูง ๆ จะสร้างความเสียหายต่อเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณข้างเคียงและอาจทำให้ถึงตายได้ ได้แก่ รังสีเอ็กซ์ (X-rays) เป็นต้น รังสีทั้ง 2 ประเภทนี้มักจะทำให้เกิดการแตกหักของโครโมโซมและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมแบบต่าง ๆ มากกว่าที่จะทำให้เกิดการกลายของยีนใดยีนหนึ่งโดยเฉพาะ แต่ถ้าใช้รังสีในระดับที่พอเหมาะก็อาจทำให้เกิดการกลายของยีนใดยีนหนึ่งได้ อย่างไรก็ตาม การกลายที่เกิดขึ้นนั้นส่วนใหญ่มักจะทำให้เกิดลักษณะผิดปกติที่เป็นผลเสียมากกว่าผลดี แต่ก็ยังมีผู้นิยมนำเอาเทคนิคการฉายรังสีเพื่อทำให้เกิดการกลายมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยนำเมล็ดหรือส่วนที่กำลังเจริญเติบโตของพืชมาฉายรังสีที่ระดับต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกลายที่ยีนตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งในการฉายรังสีแต่ละครั้งนั้นไม่จำเป็นจะต้องได้ลักษณะที่ต้องการเสมอไป ดังนั้นจึงต้องทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง หรืออาจจะไม่ประสบผลสำเร็จเลยก็ได้

การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายนั้น ทำได้โดยนำเมล็ดพืชมาฉายรังสี เช่น รังสีแกมมา (gamma rays) แล้วนำไปปลูก หลังจากนั้นจึงทดสอบและคัดเลือกลักษณะที่ต้องการเก็บไว้ โดยก่อนที่จะนำเมล็ดมาฉายรังสีจะต้องทราบก่อนว่าควรจะใช้ระดับรังสีเท่าใดจึงจะเพียงพอที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายได้ แต่ไม่มากเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดการตายทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด ระดับรังสีที่นิยมใช้ในการฉายให้กับเมล็ดพืชที่พอเหมาะ คือ ระดับรังสีที่ไม่มากเกินไปกว่าระดับที่ทำให้เกิดการตาย 50% ( $LD_{50}$ ) ของพืชชนิดนั้น ๆ ดังนั้นก่อนที่จะใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายในการปรับปรุงพันธุ์พืชจะต้องทดสอบหาระดับรังสีที่ทำให้เกิดการตาย 50% ก่อน โดยแบ่งเมล็ดพืชนำไปฉายรังสีที่ระดับต่าง ๆ จากน้อยไปมาก แล้วนำไปเพาะเพื่อหา

เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดในแต่ละระดับรังสี ซึ่งจะลดลงเป็นสัดส่วนกับระดับรังสีที่เพิ่มขึ้น นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟเพื่อหาค่า  $LD_{50}$

ค่า  $LD_{50}$  ที่ได้นี้ต้องระบุด้วยว่าได้จากการตรวจสอบผลที่เวลากี่วัน เพราะในเวลาที่แตกต่างกันนั้นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดจะต่างกันด้วย โดยเมื่อใช้เวลานานขึ้นอาจมีเมล็ดงอกเพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันต้นอ่อนบางต้นที่งอกก่อนแล้วก็อาจจะตายไปได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องบอกให้แน่นอนว่าค่า  $LD_{50}$  ที่หามาได้นั้นตรวจสอบที่เวลากี่วัน ซึ่งโดยทั่วไปจะนิยมใช้ 30 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดและสายพันธุ์ก็จะทำให้ค่า  $LD_{50}$  เปลี่ยนไปได้ แต่ในพืชชนิดเดียวกันค่าที่ได้มักจะไม่ต่างกันมากนัก

### การทดลอง

#### ผลของรังสีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า

##### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงระดับรังสีที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถหาค่า  $LD_{50}$  ได้

##### อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าวและเมล็ดถั่วเขียวที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 K rad เพื่อใช้ในการหาค่า  $LD_{50}$
2. เมล็ดข้าวและเมล็ดถั่วเขียวที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 K rad เพื่อใช้ในการศึกษาอิทธิพลของรังสีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า
3. อุปกรณ์สำหรับเพาะเมล็ดข้าวและเมล็ดถั่วเขียว 2 ชุด

##### วิธีการ

1. การทดลองที่ 1 : นำเมล็ดข้าวและเมล็ดถั่วเขียวที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 K rad ซึ่งแช่น้ำไว้แล้ว 12-18 ชั่วโมง จำนวนอย่างละ 10 เมล็ดเพาะในอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ชุดที่ 1

2. การทดลองที่ 2 : นำเมล็ดข้าวและเมล็ดถั่วเขียวที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 K rad ซึ่งแช่น้ำไว้แล้ว 12-18 ชั่วโมง จำนวนอย่างละ 10 เมล็ดเพาะในอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ชุดที่ 2

3. ติดตามการงอกของผู้ทดลอง กลุ่ม และวันที่เพาะเมล็ด แล้วนำไปวางไว้ในบริเวณที่ร่มซึ่งแสงแดดส่องไม่แรงนัก รดน้ำทุกวันอย่างให้ดินแห้งหรือเปียกจนเกินไป

4. สัปดาห์ต่อมาให้ตรวจสอบและบันทึกผลการทดลอง ดังนี้

4.1 ตรวจสอบจำนวนต้นที่งอกและไม่งอกในแต่ละระดับรังสีจากอุปกรณ์ชุดที่ 1 บันทึกผลและนำข้อมูลไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การตาย (ไม่งอก) ของเมล็ดข้าวและถั่วเขียวที่ระดับรังสีต่าง ๆ โดยเทียบให้ระดับรังสีที่ 0 K rad นั้นมีเปอร์เซ็นต์การตายเป็น 0

4.2 วัดความสูงของต้นข้าวและต้นถั่วเขียวทุกต้นจากอุปกรณ์ชุดที่ 2 บันทึกข้อมูลและนำข้อมูลไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของต้นกล้ากับปริมาณรังสีที่ได้รับ

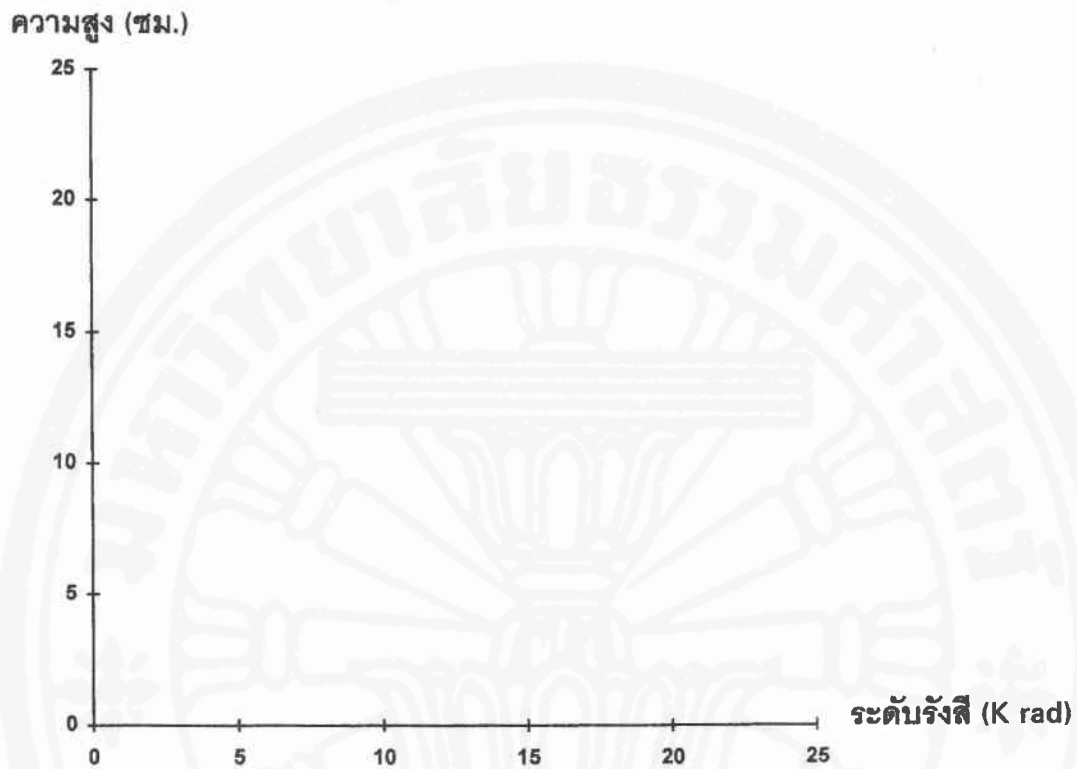
### ผลการทดลอง

#### การทดลองที่ 1

ระดับรังสี (K rad)	ต้นข้าวที่งอก (ต้น)	ต้นข้าวที่ไม่งอก (%)	ต้นถั่วเขียวที่งอก (ต้น)	ต้นถั่วเขียวที่ไม่ งอก (%)
0				
10				
20				
30				
40				
50				



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของต้นกล้ากับระดับรังสีที่ได้รับ



**วิจารณ์ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**สรุป**

.....

.....

.....

**คำถาม**

1. จากการทดลองพบว่าแม้แต่เมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (0 K rad) ก็ออกไม่ถึง 100% เกิดจากสาเหตุอะไร ?
2. ถ้าต้องการให้ผลการทดลองหาค่า LD<sub>50</sub> ถูกต้องยิ่งขึ้น จะวางแผนการทดลองอย่างไร ?