บทที่ 2

สอบสวนเอกสาร

นักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสนใจในการศึกษาผลของกัมมันตภาพรังสีที่มีต่อแมลงประมาณ 20 ปี มาแล้ว โดยใช้รังสีเอ็กซ์ (X - rays)และรังสีแกมม่า (gamma rays) การศึกษาในระยะแรกใช้รังสีเอ็กซ์ศึกษาผลที่เกี่ยวข้องทางกรรมพันธุ์ (genetics) ซึ่งในปี 1950 Muller ได้พบว่าผลของรังสีเอ็กซ์ทำให้เกิด mutation ในแมลงหวี่ (Drosophila melanogaster Meig.) ในปี 1951 Bushland และ Hopkins ได้ศึกษาโดยอาบรังสีเอ็กซ์ปริมาณ 2,500 เรนต์เกน (roentgens) กับ screw worm flies (Cochliomyia hominivorax Cqrl.) ในระยะดักแด้ก่อนออกเป็นตัวเต็มวัย 2 วัน มีผลทำให้แมลงตัวผู้ที่เกิดขึ้นเป็นหมันอย่างสมบูรณ์ ต่อมาในปี 1954 Proctor, Lockhart, Goldblith, Grundy, Tripp, Karel และ Brogle ได้ศึกษาผลของรังสีเอ็กซ์และรังสีแกมม่าที่มีต่อระยะตัวเต็มวัยของด้วงปีกแข็ง 5 ชนิดดังนี้ Tribolium confusum Jacq., Tenebrio molitor (Linn.), Oryzaephilus surinamensis (Linn.), Rhyzopertha dominica Fab. และ Lasioderma serricorne Fab. พบว่าปริมาณรังสีระหว่าง 300,000 - 600,000 แรด ทำให้ด้วงทั้ง 5 ชนิดนี้ตายทันที

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อแมลงใน Order Lepidoptera โดยทำการทดลองกับผีเสื้อหลายชนิดด้วยกัน เพื่อศึกษาผลทางกรรมพันธุ์ และผลของรังสีที่มีต่อแมลงโดยตรง ในปี 1962 Proverbs และ Newton ได้อาบรังสี codling moth, Carpocapsa pomonella (Linn.) ในระยะดักแด้ด้วยปริมาณ 40,000 แรด และนำตัวผู้ที่เกิดหลังจากอาบรังสีแล้วเป็นจำนวน 100 ตัว ขังรวมกับผีเสื้อที่ไม่ได้อาบรังสี 5 คู่ เพื่อให้ผีเสื้อผสมพันธุ์กัน ลูก (progeny)ที่ได้จากการผสมพันธุ์จะเจริญเป็นตัวเต็มวัยเพียง 0.7 % เท่านั้น ซึ่งใน control เจริญเป็น

ตัวเต็มวัยได้ 33.3 % ฉะนั้นการใช้รังสีปริมาณนี้ทำให้ผีเสื้อตัวผู้เป็นหมันได้ นอกจากนี้ยังพบว่าผีเสื้อตัวเมียมีความต้านทานต่อรังสีน้อยกว่าตัวผู้และดักแด้มีความต้านทานน้อยกว่าตัวเต็มวัยด้วย ในปี 1963 Hugh ได้อาบรังสีไข่ของ codling moth พบว่าความต้านทานของไข่ต่อรังสีขึ้นกับอายุ และหลังจากอาบรังสีแล้วทำให้ระยะฟักตัวของไข่เพิ่มขึ้นด้วย

ในปี 1963 Papadopoulou ได้ศึกษาผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อผีเสื้อ 2 ชนิด คือ Indian - meal moth, Plodia interpunctella (Hbn.) และ Ephestia cautella (Wlkr.) โดยอาบรังสีตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัย และได้รายงานผลการทดลองว่าถ้าอาบรังสีไข่ด้วยปริมาณรังสี 25,000 แรด จะทำให้ไข่ของ Plodia ฟัก 5 % และของ Ephestia ฟัก 10 % แต่ถ้าอาบด้วยปริมาณรังสี 50,000 แรดจะทำให้ไข่ของ Plodia ฟักเพียง 7 % เท่านั้น และการอาบรังสีในระยะตัวเต็มวัยด้วยปริมาณรังสี 400,000 แรด จะทำให้แมลงทั้ง 2 ชนิดตายหมดภายใน 48 ชั่วโมง ในปีเดียวกัน Walker และ Brindley ศึกษาการเป็นหมันของ European corn borer, Ostrinia nubilalis Hbn. โดยการอาบรังสีในระยะตัวเต็มวัยอายุ 1 วัน ด้วยรังสีเอกซ์ ปริมาณ 32,000 แรดพบว่าทำให้ตัวผู้เป็นหมันเพราะมีไข่ฟักเพียง 1 % เท่านั้น

ในปี 1964 Elbadry ได้ศึกษาผลของรังสีแกมม่าต่อ potato tuberworm, Gnorimoschema operculella (Zell.) ในระยะตัวเต็มวัย พบว่าปริมาณรังสี 15,000 แรด มีผลทำให้ผีเสื้อตัวผู้เป็นหมัน และในปีเดียวกันนี้ Ouye, Garcia และ Martin ได้ใช้รังสีแกมม่าในการทำให้หนอนสมอฝ้ายสีชมพู Pectinophora gossypiella(Saun.) เป็นหมันโดยอาบรังสีดักแด้ซึ่งมีอายุ 1 - 3 วัน ด้วยปริมาณรังสี 55,000 แรด พบว่ามีผลทำให้ดักแด้ตาย และผีเสื้อที่เกิดขึ้นมีลักษณะผิดปกติมากกว่าผีเสื้อที่ได้จากการอาบรังสีดักแด้อายุ 5 - 7 วัน แต่การอาบรังสีนี้มีผลทำให้ผีเสื้อตัวผู้เป็นหมันอย่างสมบูรณ์ ในปีเดียวกันนี้ Godwin, Rule และ Waters ได้ศึกษาผล

ของรังสีแกมม่าที่มีต่อ gypsy moth Porthetria dispar (Linn.) ในระยะตัวหนอนและดักแด้และพบว่าความต้านทานต่อรังสีของดักแด้ขึ้นกับอายุ เนื่องจากเมื่ออายุรังสีดักแด้อายุ 9 วัน จำนวนผีเสื้อตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้นมีน้อยกว่าตัวเต็มวัยที่ได้จากการอายุรังสีดักแด้อายุมากกว่า 9 วัน ส่วนการอายุรังสีแกมม่ากับตัวหนอนระยะ instar ที่ 4 และ 5 ด้วยปริมาณ 2,500 - 20,000 แรด พบว่ารังสีปริมาณ 20,000 แรด ทำให้หนอนในระยะ instar ที่ 4 ตายหมดก่อนเข้าดักแด้

ในปี 1965 Jacklin ได้ศึกษาผลการใช้รังสีแกมม่ากับระยะตัวเต็มวัยของ Omnivorous leaf roller, Platynota stultana (Wals.) โดยอายุรังสีตัวเต็มวัยอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง และให้ผีเสื้อผสมพันธุ์ภายใน 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าถ้าอายุรังสีตัวเมียด้วยปริมาณรังสี 16,000 แรด และตัวผู้ด้วย 32,000 แรด หลังจากผสมพันธุ์กับ control แล้วไข่ที่วางไม่ฟัก 99 %

ในปี 1966 Hathaway ได้ศึกษาผลของรังสีที่มีต่อระยะไข่ ตัวหนอนและดักแด้ของ codling moth พบว่าปริมาณรังสี 2,500 และ 5,000 แรด ไม่มีผลต่อการฟักของไข่แต่มีผลทำให้ดักแด้ที่ได้ตายมากขึ้น ถ้าอายุรังสีในระยะหนอนด้วยปริมาณรังสี 10,000 แรด ตัวเต็มวัยตัวผู้ที่ได้จากหนอนพวกนี้เมื่อนำมาผสมพันธุ์กับตัวเมียปกติจะทำให้ไข่ที่วางฟักเพียง 4 % ถ้านำตัวเมียที่เกิดจากการอายุรังสีนี้มาผสมพันธุ์กับตัวผู้ปกติไข่จะไม่ฟักเลย นอกจากนี้การอายุรังสีในระยะหนอนยังทำให้ตัวเต็มวัยที่เกิดมีลักษณะผิดปกติ 31 % ในการอายุรังสีดักแด้ด้วยปริมาณรังสี 40,000 แรดแล้วนำผีเสื้อตัวผู้ที่เกิดขึ้นมาผสมพันธุ์กับตัวเมียที่ไม่ได้อายุรังสี จะทำให้ไข่ฟัก 4 % ปริมาณรังสีเพียง 20,000 แรด เมื่อใช้อายุผีเสื้อตัวเมียจะมีผลทำให้เป็นหมันอย่างสมบูรณ์ ในปีเดียวกันนี้ Cogburn, Tilton และ Burkholder ได้ใช้รังสีแกมม่ากับผีเสื้อ 2 ชนิด คือ Indian - meal moth, Plodia interpunctella (Hbn.) และผีเสื้อข้าวเปลือก Sitotroga cerealella (Oliv.) โดยอายุรังสีในระยะไข่ ตัวหนอน, ดักแด้และตัวเต็มวัยด้วยปริมาณรังสี 13.2 ± 10 % กิโลแรด (K rads)

17.5, 25, 45 และ 100 กิโลแรด พบว่าปริมาณรังสีทุกปริมาณมีผลต่อการหยุดยั้งการเจริญเติบโตของไข่และหนอนของ Indian - meal moth ส่วนผีเสื้อข้าวเปลือกปริมาณรังสี 13.2 ± 10 % กิโลแรดไม่มีผลต่อระยะหนอน การอาบรังสีในระยะดักแด้จะมีผลทำให้เกิดการเป็นหมันและลดจำนวนของลูกได้ แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับปริมาณรังสีที่ใช้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณรังสีสูงถึง 100,000 แรดมีผลทำให้ตัวเต็มวัยของแมลงทั้งสองชนิดนี้เป็นหมันได้

ในปี 1967 Proverbs, Newtonและ Logan ได้รายงานผลการใช้รังสีแกมม่าปริมาณ 50,000 แรดกับระยะตัวเต็มวัยของ codling moth ทั้ง 2 เพศ ซึ่งได้เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ปี 1963 และทำการเปรียบเทียบผลการทำลายของ codling moth ในไร่ทดลองทุกปีโดยนับจำนวนลูกแอปเปิลที่ถูกทำลาย ซึ่งพบจำนวนแอปเปิลที่ถูกทำลายจะลดลงจาก 60 % ในปี 1963 เหลือเพียง 0.3 % ในปี 1965 Flint และ Kressin (1967) ได้ทำการศึกษาผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อ tobacco budworm, Heliothis virescens (Fab.) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูสำคัญของใบยาสูบ โดยอาบรังสีดักแด้ในระยะก่อนออกเป็นตัวเต็มวัย 2 วันด้วยปริมาณรังสี 35,000 แรด จะทำให้ผีเสื้อตัวผู้เกิดเป็นหมันมากถึง 99 % และถ้าใช้ปริมาณรังสี 45,000 แรด จะทำให้เกิดการเป็นหมันอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าผีเสื้อตัวเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์สามารถวางไข่ได้ แต่จำนวนไข่ที่วางจะน้อยกว่าและจำนวนวันในการวางไข่สั้นกว่าผีเสื้อที่ได้รับการผสมพันธุ์ ในปีเดียวกันนี้ Raun, Lewis, Picken และ Hotchkiss ได้ศึกษาผลของรังสีแกมม่าที่มีต่อ European corn borer โดยอาบรังสีหนอนในระยะพัก (diapause) และไม่พัก (nondiapause) ด้วยปริมาณรังสี 5,000 แรด พบว่าหนอนในระยะ nondiapause นั้น somatic cellถูกทำลายมากกว่าระยะ diapause ซึ่งผลที่ได้นี้ใช้ปราบหนอนเจาะลำต้นได้

ในปี 1968 Flint และ Kressin ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเป็นหมันและการผสมพันธุ์ของ tobacco budworm โดยอาบรังสีปริมาณ 10,000 - 60,000 แรดในระยะตัวเต็มวัย พบว่าผีเสื้อตัวผู้ที่เป็นหมันมีความสามารถในการผสมพันธุ์ได้ตามปกติ ในปีเดียวกัน North และ Holt ได้ศึกษาโดยอาบรังสีตัวเต็มวัยของหนอนคืบกล่ำ Trichoplusia ni (Hbn.) เพศผู้ด้วยรังสีปริมาณ 20,000 แรดแล้วนำมาผสมพันธุ์กับตัวเมียปกติจะให้ไข่ที่ฟักได้ 15 - 20 % จากการเลี้ยงลูกที่เกิดขึ้นจนเป็นตัวเต็มวัย แล้วนำมาผสมพันธุ์กันเอง พบว่าเป็นหมันมากกว่าพ่อแม่เดิม แต่ถ้าอาบรังสีผีเสื้อตัวผู้ด้วยปริมาณ 30,000 แรดแล้วนำมาผสมพันธุ์กับตัวเมียปกติจะให้ไข่ฟัก 3.5 ± 2.1 % เท่านั้น ในปีเดียวกันนี้ Qureshi, Wilbur และ Mills ได้ศึกษาผลของรังสีที่มีต่อระยะก่อนเข้าดักแด้ (prepupa), ระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัยของผีเสื้อข้าวเปลือก ปรากฏว่าเมื่ออาบรังสีกับ 2 ระยะแรกที่กล่าวมาจะมีผลทำให้ผีเสื้อที่เกิดขึ้นหลังจากอาบรังสีแล้วมีลักษณะผิดปกติ เช่น ปีกบิด (twisted wing) และจากการอาบรังสีในระยะดักแด้อายุ 1 วันด้วยปริมาณ 20,000 แรดจะทำให้เป็นหมันอย่างสมบูรณ์ทั้งสองเพศ แต่ถ้าใช้ดักแด้อายุมากกว่า 1 วันจะไม่มีผลทำให้ผีเสื้อเป็นหมันได้

ในปี 1969 El Sayed และ Graves ได้ทำการทดลองโดยอาบรังสี tobacco budworm ทุกระยะตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัย และได้รายงานผลการทดลองว่า ไข่อายุน้อย ๆ จะมีความต้านทานต่อรังสีน้อยกว่าไข่อายุมาก ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับระยะตัวหนอน จากการหาค่า LD_{50} ของระยะดักแด้ ปรากฏว่าขึ้นกับอายุและเพศของดักแด้ LD_{50} ของดักแด้อายุ 1 - 3 วันคือ 6,300 แรด LD_{50} ของดักแด้ตัวผู้อายุ 8 วัน คือ 46,600 แรดและ LD_{50} ของดักแด้ตัวเมียคือ 53,000 แรด จากการหาค่า LD_{50} ของผีเสื้อหลังจากอาบรังสี 72 ชั่วโมง พบว่า LD_{50} ของตัวผู้คือ 192,600 แรด ส่วน LD_{50} ของตัวเมียคือ 190,600 แรด การศึกษาเกี่ยวกับ

การวางไข่ของผีเสื้อชนิดนี้พบว่าปริมาณรังสี 10,000 แรดสามารถกระตุ้นการวางไข่ให้มากขึ้น ซึ่งปกติ แล้วถ้าปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นการวางไข่จะลดลง ในปีเดียวกันนี้ Proverbs, Newton และ Logan ได้รายงานผลการใช้รังสีแกมม่ากับ codling moth ต่อจากปี 1967 โดยทำการทดลองใน Okanagan valley of British Columbia ในระหว่างปี 1966 - 1968 จากการใช้รังสีในการทำให้ผีเสื้อทั้งสองเพศเป็นหมันและตรวจผลการทำลายโดยนับจำนวนแอปเปิลที่ถูกทำลาย เช่นเดียวกัน ปรากฏว่าจำนวนแอปเปิลที่ถูกทำลายจะเกิดขึ้นเพียง0.003, 0.095 และ 0.710 % ในปี 1966, 1967 และ 1968 ตามลำดับ

ในปี 1970 Statler ได้ทำการทดลองกับ gypsy moth โดยวิธีอาบรังสีดักแด้อายุ 9 และ 10 วัน ด้วยปริมาณ 20,000 แรด เพื่อศึกษาความสามารถในการผสมพันธุ์ของผีเสื้อตัวเมียที่อาบรังสีกับผีเสื้อตัวผู้ปกติ จากการทดลองปรากฏว่าไม่มีผลแตกต่างกับ control และเช่นเดียวกันปริมาณรังสีขนาดนี้ไม่มีผลต่อความสามารถในการผสมพันธุ์ของผีเสื้อตัวผู้ ในปีเดียวกันนี้ Proshold และ Bartell ได้ทำการทดลองกับ tobacco budworm โดยศึกษาผลจากลูกที่เกิดจากตัวเต็มวัยที่อาบรังสี จากการทดลองพบว่าถ้าอาบรังสีตัวผู้ด้วยปริมาณ 15,000 หรือ 22,500 แรด ลูกที่ได้จะค่อนข้างเป็นหมันและไม่สามารถผสมพันธุ์ได้เท่ากับตัวผู้ปกติ. White และ Hutt (1970) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอายุยืนของผีเสื้อ codling moth โดยอาบรังสีในระยะดักแด้ด้วยปริมาณรังสี 5 ปริมาณตั้งแต่ 25,000 -.45,000 แรด ปรากฏว่าที่ปริมาณรังสีสูงสุดและต่ำสุดให้ผลไม่แตกต่างจาก control คือ 2.1 - 7.3 วัน สำหรับตัวผู้ แต่รังสีปริมาณ 30,000 และ 40,000 แรดมีผลทำให้อายุเพิ่มขึ้น 0.8 - 2.0 วัน ในกรณีของตัวเมียก็เช่นเดียวกันเมื่ออาบรังสีปริมาณ 30,000 และ 35,000 แรด อายุของตัวเมียจะเพิ่มขึ้น 2.2 - 6.2 วัน Qureshi, Wilbur และ Mills (1970) ได้ทำการทดลองกับผีเสื้อข้าวเปลือกต่อจากปี 1968 โดยการอาบรังสีในระยะไข่และตัวหนอน พบว่าไข่และตัวหนอน

มีความต้านทานต่อรังสีมากขึ้นตามอายุ ในการอาบรังสีไข่อายุ 0 - 12 ชั่วโมง และ 0 - 24 ชั่วโมงด้วยปริมาณรังสี 6,000 และ 10,000 แรดจะไม่มีการฟักของไข่เกิดขึ้นเลย แต่ถ้าอาบรังสีไข่อายุมากกว่านี้จะทำให้ไข่ฟักและตัวหนอนมีการเจริญเติบโตได้ตามปกติ ส่วนการอาบรังสีในระยะหนอนจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของตัวหนอนช้ากว่าปกติ และมีผลทำให้ตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้นมีลักษณะผิดปกติด้วย