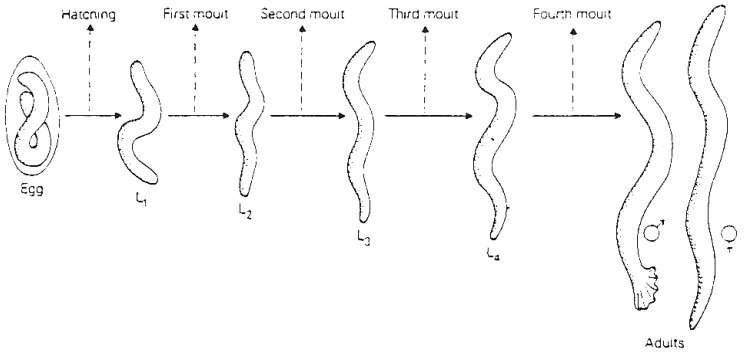
บทที่ 3

การลอกคราบ (Molting)

การเจริญเติบโตของพยาธิตัวกลมจะเกิดหลังจากมีการลอกคราบ ซึ่งตามธรรมชาติพยาธิตัวกลมจะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง ในช่วงชีวิต แต่ก็ยังมีพยาธิตัวกลมหลายชนิดที่ไม่มีการเจิญเติบโตหลังจากการลอกคราบเช่น *Meloidogyne* และบางชนิดก็ไม่สามารถอธิบายได้ เช่น *Coenorhabditis briggsae* ในพยาธิตัวกลมที่เป็นปรสิตส่วนมากจะมีการเจริญเติบโตมากที่สุดหลังจากที่มีการลอกคราบครั้งที่ 4 และการลอกคราบทั้งหมดจะเกิดในช่วงแรกๆ ของวงชีวิต จากการศึกษาทางด้านสรีรวิทยาของพยาธิตัวกลมพบว่าการลอกคราบที่เกิดขึ้นยังมีสารเคมีที่สร้างขึ้นจากเจ้าบ้านและพยาธิตัวกลมเองร่วมกัน แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้คือ

1. ตัวกระตุ้น (The stimulus)
2. ตัวรับการกระตุ้น (The receptor)
3. การลอบคราบ (Molting)

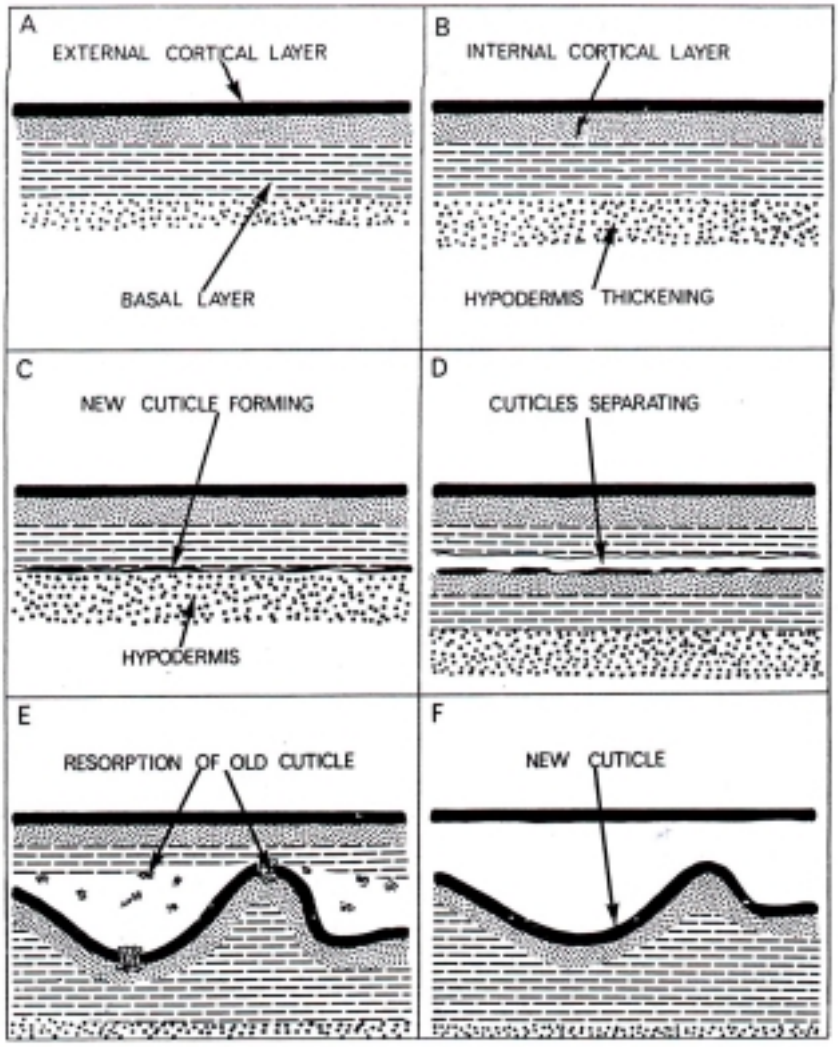


ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการเจริญเติบโต (Cox, 1993)

ตัวกระตุ้น (The stimulus)

Rogers and Sommerville (1963) ได้ทำการทดลองการลอกคราบของ หนอนพยาธิ Trichostrongyle และเสนอว่าการลอกคราบของพยาธิตัวกลม เกิดขึ้นคล้ายกับการลอกคราบของแมลง คือ เซลล์ประสาทที่ถูกกระตุ้นจะสร้างสารออกมากระตุ้นการต่อมที่ทำหน้าที่ในการสร้างฮอร์โมนหรือเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดการลอกคราบ สารที่กระตุ้นการลอกคราบของพยาธิตัวกลมที่เป็นปรสิต พบว่าเกิดจากเซลล์เจ้าบ้านที่มีอยู่หลายชนิด เช่น สารที่กระตุ้นการลอกคราบของ *Haemonchus contortus, Trichostrongylus colubriformis* และ *T. retortaeformis* ได้แก่ กาซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หรือกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) ที่อุณหภูมิ 38°C (Rogers,1966; Bailey,1968) ของ *Nematodirus battus* ได้แก่ กรดเกลือ (HCl) (Christie and Charleston, 1965) ของ *Dictyocaulus viviparus* ได้

แก่ เอนไซม์เปปซิน ที่ pH 1-2 (Slveman and Podger, 1964) ของปรสิตในพืช เช่น *Paratylenchus nanus* คือสารที่ขับออกมาจากรากที่กระตุ้นการลอบคราบของตัวอ่อนระยะที่ 3 ไปเป็นตัวอ่อนระยะที่ 4 (Rhoades and Linford, 1959; Fisher, 1966) .ในขณะที่ปรสิตพืชบางชนิด การลอกคราบจะเกิดขึ้นพร้อมกับการเจริญของพืชนั้น สารที่กระตุ้นก็เป็นสารที่มีความสลับซับซ้อนมากและสัมพันธ์กับขนาดของพยาธิตัวกลม และบางชนิดการกระตุ้นก็อาจจะเกิดจากตัวของพยาธิตัวกลมเอง การลอกคราบของปรสิตในสัตว์จะเกิดควบคู่ไปกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ด้วย



ภาพที่ 3-2 การเปลี่ยนแปลง cuticle ของ ***M. javanicum*** (A) cuticle ปกติ; (B) hypodermis เริ่มหนาตัวขึ้น; (C) เริ่มมีการสร้างชั้น cortical ขึ้นใหม่ด้านบนของ hypodermis; (D) cuticle เก่าและใหม่ที่เรียงซ้อนกันอยู่โดยเริ่มมีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างชั้น cuticle ทั้ง 2; (E) ชั้นในสุดของ cuticle เริ่มมีการดูดซึมสารจากชั้น cuticle เดิม และเริ่มม้วนตัวของ cuticle ใหม่; (F) เกิดการลอกคราบสมบูรณ์และยังมีชั้น cuticle เก่าปกคลุมอยู่ (Bird and Rogers, 1965)

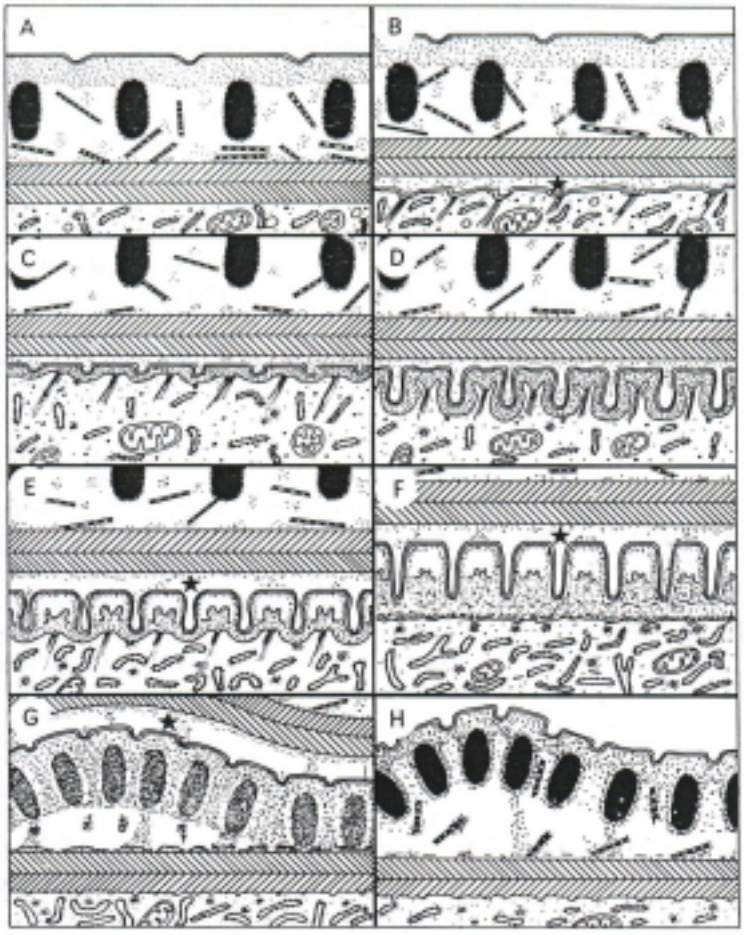
ตัวรับการกระตุ้น (The receptor)

ระยะติดต่อของปรสิตในสัตว์บางชนิดจะมีการลอกคราบแบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ cuticle ใหม่ถูกสร้างขึ้นอยู่ด้านใน และ cuticle เก่าเริ่มลอกปลอกออก เรียกว่า exsheathment การตอบสนองของตัวอ่อนเหล่านี้ต่อการกระตุ้นของสารที่กล่าวแล้วโดยการสร้างของเหลวที่ทำให้เกิดการลอกปลอกออก เป็นเอนไซม์ leucine aminopeptidase ในพยาธิตัวกลม *Haemonchus contortus* และ *Trichostrongylus colubriformis* โดยเอนไซม์นี้ใน *H. contortus* พบว่าบทบาทของเอนไซม์ hydrolyze ด้านในของปลอก แต่ใน *T. colubriformis* และพยาธิตัวกลมอื่นๆ ไม่เกิด เอนไซม์ที่กล่าวนี้พบว่าจะพบได้ในส่วนหน้าใกล้กับท่อขับถ่ายของพยาธิตัวกลม และมีความสัมพันธ์กับเซลล์ประสาทด้านบนและด้านล่างของพยาธิตัวกลม

การลอบคราบ (Molting)

cuticle ของพยาธิตัวกลมจะลอกออกเป็นชิ้นเดียวกัน ซึ่งพบได้ในพยาธิตัวกลมทั่วไป เช่น *Paratylenchus nanus Caenorhabditis briggsae* หรือ *Seinura oxura* ส่วนด้านหน้าของปลอกจะแตกออกเป็นลักษณะคล้ายฝา แล้วตัวอ่อนภายในเคลื่อนออกมา โดยส่วนที่เป็น cuticle ทั้งหมดจะลอกติดออกมาด้วย เช่น amphid, esophagus, excretory duct, phasmids และ rectum จากการศึกษาใน *M. javanica* (ภาพที่ 3-2), *A. lumbricoides* และ *Phocanema decipeins* พบว่าชั้น hypodermis เริ่มหนาตัวขึ้นชัดเจน มีการสร้างชั้น cortical ขึ้นใหม่ด้านบนของ hypodermis ทำให้เห็น cuticle เก่าและใหม่ที่เรียงซ้อนกันอยู่ และมีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างชั้น cuticle ทั้ง 2 ชั้นของ cuticle ใหม่เริ่มการดูดซึมสารจากชั้น cuticle เดิม และเริ่มม้วนตัว จนกระทั่งมีการลอกคราบที่สมบูรณ์และยังมีชั้น cuticle เก่าปกคลุมอยู่ด้านนอก

หนอนพยาธิระยะติดต่อบางชนิดจะไม่มีการดูดสารต่างๆ จาก cuticle เดิม ซึ่งเห็นได้จาก ปลอกของพยาธิตัวกลมระยะติดต่อจะหนากว่า cuticle ที่สร้างขึ้นมาใหม่ปกคลุมอยู่ช่วยป้องกันตัวอ่อนที่อยู่ภายในและรักษาความสมดุลย์ของน้ำภายในและภายนอกตัวให้เหมาะสม เพื่อการอยู่รอด (*Inatomi et al.*, 1963) เช่น cuticle ของ *T. spiralis* และ *Panagrellus silusiae* และ *N. brasiliensis* (ภาพที่ 3-3-) แสดงให้เห็นว่า cuticle ใหม่ที่เกิดขึ้นไม่มีการดูดซึมสารจาก cuticle เดิม การเปลี่ยนแปลง cuticle เริ่มมีการแยกชั้นของ hypodermis จาก cuticle เดิม มีการสร้างชั้น external cortical ขึ้นใหม่ด้านล่างของ cuticle เดิม มีการม้วนตัวของ cuticle เป็นวงๆ เรียงอยู่ใต้ cuticle เดิม ทำให้เกิดช่องว่าง cuticle ใหม่เริ่มสร้างหนาตัวขึ้นเห็นได้ชัดเจนและเป็นชั้นที่รับน้ำหนักหรือทำให้เกิดความแข็งแกร่งต่อร่างกาย เกิดการลอกคราบสมบูรณ์ หลุดจาก cuticle เดิมและปกคลุมอยู่ โดยจะมีของเหลวเส้นใย collagen บรรจุอยู่ใน cuticle ใหม่



ภาพที่ 3-3 การเปลี่ยนแปลง cuticle ของ *N. brasiliensis* (A) cuticle ปกติ ; (B) เริ่มมีการแยกชั้นของ hypodermis จาก cuticle เดิม และมีการสร้างชั้น external cortical ขึ้นใหม่ด้านล่างของ cuticle เดิม ; (C) cuticle เริ่มมีการม้วนตัวของ cuticle เป็นวงๆ ; (D) cuticle เป็นวงๆ ที่เรียงอยู่ใต้ cuticle เดิม เริ่มมีช่องว่างเกิดขึ้น ; (E) และ ; (F) เริ่มมีการหนาตัวของ cuticle (G) เริ่มมีการสร้างชั้น external cortical ที่หนาตัวขึ้น และ (H) เกิดการลอกคราบสมบูรณ์และยังมีชั้น cuticle เก่าปกคลุมอยู่ (Lee, 1970)