บทที่ 9

ไข่ (Egg)

ไข่หนอนพยาธิตัวกลม เป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์มาก เนื่องจากสามารถสังเกตุเห็นรูปแบบการแบ่งตัวของตัวอ่อนภายในไข่ได้ชัดเจนและยังมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว รูปร่างของไข่ก็ยังสามารถใช้ในการจำแนกชนิดของหนอนพยาธิ โดยเฉพาะหนอนพยาธิที่เป็นปรสิตในสัตว์และคน เช่น ไข่ของพยาธิไส้เดือน (*Ascaris lumbricoides*) มีรูปร่างค่อนข้างกลม และมีสีน้ำตาล และพยาธิแส้ม้า (*Trichuris trichiura*) รูปร่างคล้ายถังเบียร์ สีน้ำตาล การเจริญเติบโตของไข่ก็สามารถใช้ในการจำแนกชนิดของหนอนพยาธิได้ เช่น ตัวอ่อนของหนอนพยาธิสตรองจิลอยเดส จะฟักออกจากไข่และเจริญเป็นระยะติดต่อ ภายใน 6 ชั่วโมง ถึง 1 วัน ขณะที่พยาธิตัวอ่อนของพยาธิปากขอจะฟักออกจากไข่และเจริญเป็นระยะติดต่อ ภายใน 3-5 วัน ไข่ของหนอนพยาธิตัวกลมยังจัดว่าเป็นระยะที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี

รูปร่าง

ไข่หนอนพยาธิตัวกลมมีขนาดรูปร่างไม่แตกต่างกันมากเช่น ไข่ของ *Acrobeloides beutchlii*, *Meloidogyne javanica* และ *Aplelenchus avenae* (ภาพที่ 9-1 A,C และ D) โดยทั่วไปมีรูปร่างเป็นท่อนกลมยาว (rod-shape) และบางชนิดมีรูปร่างที่เฉพาะแตกต่างออกไปจากหนอนพยาธิตัวกลมอื่น โดยเฉพาะที่เป็นปรสิตในสตว์ เช่น *Ascaris suum* (ภาพที่ 9-1 B) ขนาดของไข่มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน เช่น จากภาพที่ 9.1 เป็นภาพที่เกิดขึ้นจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายที่เท่ากัน และปริมาณของ cytoplasm ในไข่ก็มีความแตกต่างกันเช่น *Meloidogyne javanica* (ภาพที่ 9-1 C) มี cytoplasm ที่มากกว่า *A. lumbricoides* (ภาพที่ 9-1 B)

ขนาดความยาว-ความกว้างเฉลี่ยระหว่าง 50-90 um x 21-47 um (ตารางที่ 9-1) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปของไข่หนอนพยาธิตัวกลม ซึ่งบางชนิดจะมีชั้นของมดลูกติดมาด้วยเช่น ไข่ของ *A. lumbricoides* หรือ *A. suum* (ภาพที่ 9-1 B) สำหรับไข่ไส้เดือนฝอย *Hetrodera trifolii* จัดว่ามีไข่ขนาดใหญ่คือ 178 um x 45 um

โครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมี

เปลือกไข่หนอนพยาธิประกอบด้วยเปลือก 3 ชั้นคือ

1. ชั้นนอกสุด (vitelline layer)
2. ชั้นกลาง (chitinous layer) ประกอบด้วยสาร chitin
3. ชั้นในสุด (lipid layer) ประกอบด้วย lipid

เปลือกไข่เริ่มมีการสร้างขึ้นหลังจากมีการผสมพันธุ์ ชั้น vitelline layer จะเริ่มแยกออกจาก cytoplasm ทำให้มองเห็นชั้น chitinous layer ชัดเจนขึ้น และชั้นนอกสุดเริ่มหนาตัวขึ้นโดย

การรวมตัวกันของ Rough endoplasmic reticulum และ refringent granules ทำให้เห็นหนาตัวขึ้นประมาณ 3 um ขณะเดียวกันชั้นในสุดก็เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีการรวมตัวกันของ refringent granules รวมเข้ากับชั้น lipid layer

ส่วนประกอบทางเคมีของเปลือกไข่หนอนพยาธิตัวกลม *Herterodera rostochiensis* ประกอบด้วย โปรตีน 59 % ไคติน 9 % คาร์โบไฮเดรท 7 % ไขมัน 7% polyphenol 3 % และ ash 3%

การเจริญของตัวอ่อน

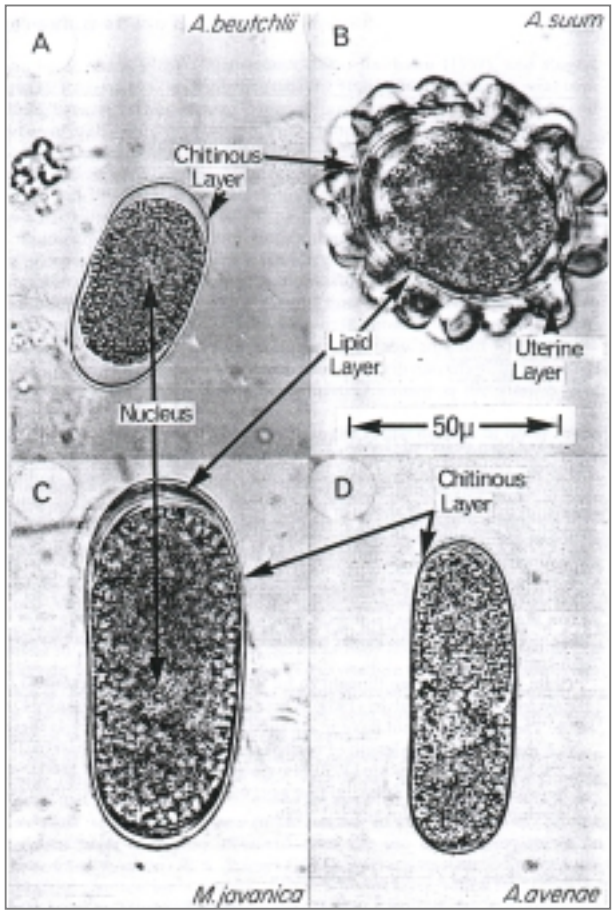
ไข่จะมีการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างหลังจากได้รับการผสมพันธุ์ โดยเริ่มแบ่งออกเป็น 2 เซลล์ที่มีขนาดเท่ากัน somatic cell (S_1) และ parental germinal cell (P_1) บางชนิดการแบ่งครั้งแรกนี้ จะได้เซลล์ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เช่นใน *Ditylenchus dispaci* และ *Radopholus simlis* และบางชนิดการแบ่งครั้งที่ 1 2 และ 3 ได้ขนาดเซลล์ที่เท่ากัน เช่นใน *Rotylenchulus parvus* *Plectus parietinus* และ *Xiphinema diversicaudatum*

การแบ่งตัวครั้งที่ 2 ของ *Parascaris equorum* จะได้เซลล์ 4 เซลล์ที่เรียงตัวเป็นลักษณะ T-shape ซึ่งเกิดจาก S_1 เป็น A และ B เรียงตามแนวนอน และ P_1 ได้ S_2 และ P_2 และมีการเรียงตัวใหม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (rhomboid) A และ B จะเจริญเป็น endoderm S2 จะเจริญเป็น เนื้อเยื่อร่างกาย เนื้อเยื่อ endoderm เนื้อเยื่อ mesoderm และ เนื้อเยื่อ stomodeum (EMSt) ส่วน P_2 เจริญเป็น gonad (ภาพที่ 9-2) A และ B แบ่งตัวออกเป็น a b α และ β P_2 แบ่งออกเป็น P_3 และ S_3 S_2 หรือ EMSt แบ่งออกเป็น E และ MSt P_3 แบ่งออกเป็น P_4 และ S4 S_3 และ S_4 จะเจริญต่อเป็น ectodermis และ hypodermis ของหนอนพยาธิ E_1 และ P_4 แบ่งออกเป็น P_5 และ S_5

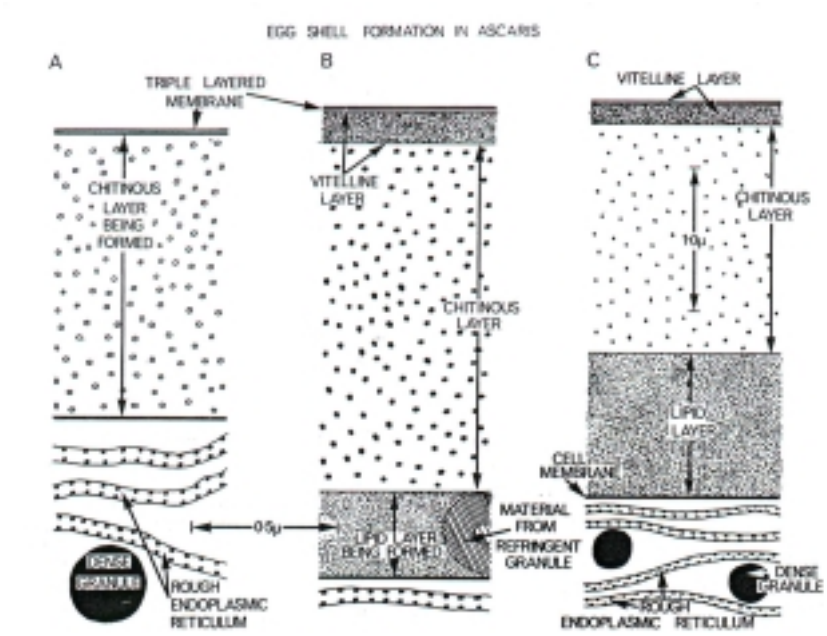
เมื่อตัวอ่อนหนอนพยาธิเจริญเป็นตัวอ่อนเต็มที่แล้ว จะไม่มีการแบ่งตัวของเซลล์เพศและลำไส้ เซลล์จะมีการเพิ่มขนาดของเซลล์แทนที่จะเพิ่มจำนวนทำให้ตัวอ่อนมีขนาดโตขึ้น และเจาะเปลือกไข่ออกไปเจริญเป็นตัวอ่อนในสภาพแวดล้อมต่อไป

การออกจากไข่ (hatching)

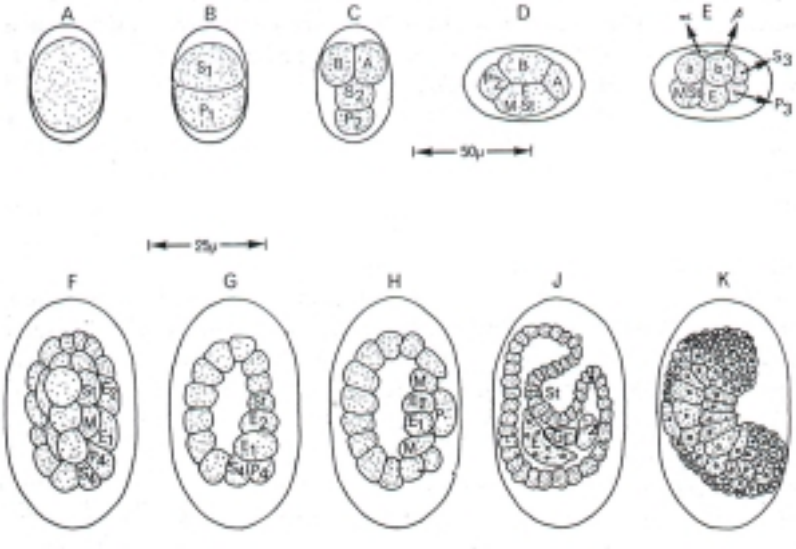
การออกจากไข่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการกระตุ้นและสารที่ได้รับจากโฮสต์ และสามารถถูกยับยั้งโดยสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น หนอนพยาธิที่เป็นปรสิตของพืช จะออกจากไข่เมื่อมีสารที่ขับออกมาจากรากพืช หรือสารที่ช่วยกระตุ้นการออกจากไข่เช่น 3 mM anhydrotetronic acid , picrolonic acid และ vanadates หนอนพยาธิที่เป็นปรสิตในพืช *Heterodera rostociensis* จะออกจากไข่เมื่อได้รับสารที่ขับจากราก หนอนพยาธิจะใช้ stylet เจาะเปลือกออกมาก



ภาพที่ 9-1 รูปร่างของไข่ *Acrobeloides beutchlii* (A), *Ascaris suum* (B) *Meloidogyne javanica* (C) และ *Aplelenchus avenae* (D)

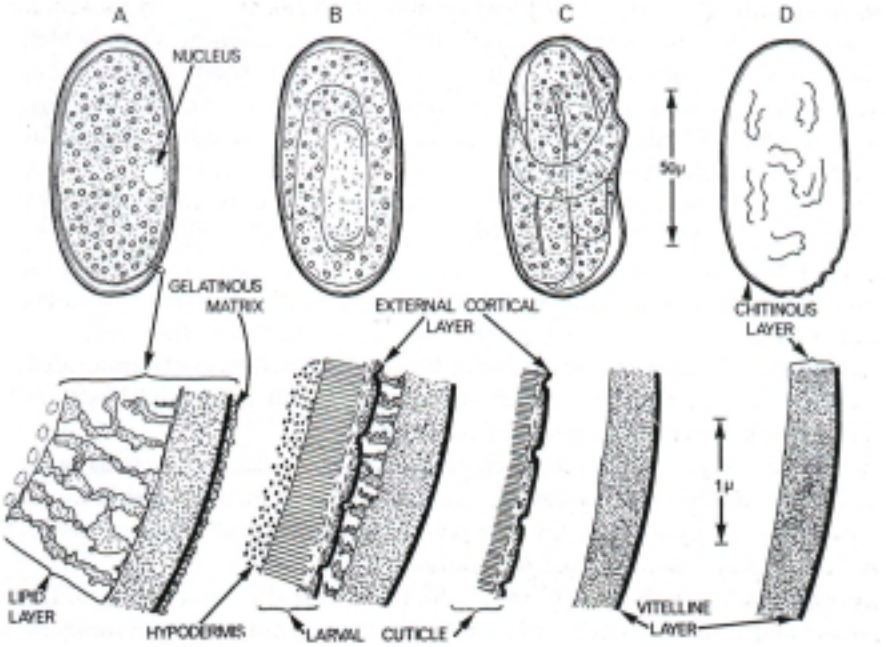


ภาพที่ 9-2 การเปลี่ยนแปลงของเปลือกไขของหนอนพยาธิตัว *Ascaris* spp.



ภาพที่ 9-3 การเจริญของตัวอ่อนภายในไข่หนอนพยาธิตัวกลม

หนอนพยาธิจะมีการเคลื่อนไหวภายในไข่ทำให้เกิดความอิสระในการเคลื่อนไหว และมีการเปลี่ยนแปลงภายในไข่ (ภาพที่ 9.3) การเจริญของหนอนพยาธิตัวกลม มีขั้นตอนการเจริญเติบโตที่คล้ายกัน การฟักออกจากไข่จะต้องมีสิ่งกระตุ้นจากภายนอกเช่น สารเคมี (chemical stimulus) หรือการกระตุ้นด้วยแรงกล (mechanical stimulus) จากภายนอก เช่น การเจาะเปลือกไข่ด้วยหลอดดูดอาหาร (stylet) ของหนอนพยาธิตัวกลมเอง การฟักออกจากไข่ของหนอนพยาธิตัวกลม พบว่า การเคลื่อนไหวของตัวอ่อนก่อนฟักออกจากไข่เป็นสิ่งจำเป็นมากบางครั้งพบว่า มีการสร้าง enzyme บางอย่างช่วยย่อยผนังเปลือกไข่ ซึ่งประกอบด้วย lipid ก่อน เช่น หนอนพยาธิตัวกลม *Meloidogyne javanica* จะมีต่อม esophageal gland ช่วยสร้างสารออกมาและใช้ stylet เริ่มเจาะเปลือกไข่จนทะลุและตัวอ่อนออกจากไข่บริเวณนั้น ใน *Globodera rostochiensis* จะฟักออกจากไข่ได้จะต้องมีสารเคมีที่สร้างโดยรากของมันฝรั่งก่อน ซึ่งถ้าปล่อยให้หนอนพยาธิฟักออกมาเองจะมีประมาณ 30 % เท่านั้น ปัจจุบันพบว่ามีสารมากกว่า 50 ชนิดที่ช่วยให้เกิดการฟักออกเป็นตัวของหนอนพยาธิตัวกลม อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และสภาพแวดล้อมทั่วไปก็มีผลต่อการฟักออกเป็นตัวของหนอนพยาธิตัวกลมมาก ไข่ของ *Xiphinema* spp. จะฟักออกเป็นตัวในมดลูกของแม่และทำให้แม่ตาย จึงเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า endotokia matricida เปลือกไข่ทุกชนิดประกอบด้วยสาร chitin และ โปรตีน ไข่หนอนพยาธิบางชนิดมีสีขาวใสโปร่งแสง แต่ไข่หนอนพยาธิบางชนิดมีเมือกใส ซึ่งเป็นสารประกอบพวก phenol ห่อหุ้มอยู่ภายนอก ทำให้ไข่สามารถทนต่อสารเคมี ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดีเช่น ไข่ของไส้เดือนฝอยที่ปมราก (*Meloidogyne incognita*) ซึ่งมักรวมกันเป็นกลุ่มไข่ (egg mass) ประกอบด้วยไข่จำนวนตั้งแต่ 300-1000 ฟอง ปกติมักมีไข่อยู่เป็นฟองเดี่ยวหรือกลุ่มเพียง 1-3 ฟองเท่านั้น



ภาพที่ 9-4 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไข่ขณะที่มีการ hatching

ตารางที่ 9.1 ขนาดของไข่ ของหนอนพยาธิตัวกลม

Species	Average dimension (*u*)		Reference
	Length	Width	
Ascaris suum	56	47	Fairbairn (1957)
Radopholus similis	64	25	Van Weerdt (1961)
Plectus parietinus	60	40	Maggenti (1961)
Hemicriconemoides chitwoodi	67	21	Fassuliotis (1962)
Meloidogyne javanica	90	42	Bird (1968)
Trichodorus christiei	65	40	G.W. Bird *et al.* (1958)
Diploscapter coronata	50	22	Hechler (1968)
Microtetrameres centuri	51	35	Ellis (1969)
Pratylenchus penetrans	60	24	Hung and Jenkins (1969)
Nematospiroides dubius	78	47	Weinstein *et al.* (1969)