

Concept 13-4

1. ในสัตว์ เมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะเป็นไซโกต (จุดเริ่มต้นของการเจริญเติบโต) ซึ่งเป็นเซลล์เพียงเซลล์เดียว แล้วจึงเจริญเป็นออมบริโอ อยู่ในเยื่อหุ้ม หรือ ภายในตัวแม่
 - ในสัตว์ชั้นสูง การเจริญของไซโกต ขึ้นกับ ชนิดของไข่ ปริมาณอาหารสะสม คือ ไข่แดง (yolk)
2. อวัยวะต่าง ๆ ยังไม่สามารถทำงานได้ จำเป็นต้องมีการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงต่อไป แม้ว่าจะคลอดหรือฟักออกมาจากไข่แล้ว
3. เริ่มเรียกว่า embryo เมื่อมี 2 เซลล์
4. กบและไก่ มักจะนิยมใช้เป็นตัวอย่งในการศึกษาแบบแผนการเจริญเติบโต เพราะ
 - 4.1. ไข่มีขนาดใหญ่พอสมควร
 - 4.2. สามารถพบได้ทั่วไป
5. ชนิดของไข่ แบ่งตามความมากน้อยของไข่แดง (...lecithal egg)
 - 5.1. ไม่มี หรือ มีน้อยมาก \Rightarrow ไข่แทบทุกชนิด \Rightarrow ปลา, ครึ่งบกครึ่งน้ำ, เลี้ยงลูกด้วยนม, สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
 - 5.2. มาก \Rightarrow สัตว์ปีก, สัตว์เลื้อยคลาน, ตุ่นปากเป็ด [พวกไข่มีเปลือก]
6. ขั้นตอนการเจริญเติบโตในระยะ embryo ของสัตว์

Cleavage	Blastulation	Gastrulation (Germ layer formation)	Organogenesis และ Morphogenesis
-----------------	---------------------	---	--

Concept 13-4

<ul style="list-style-type: none"> • mitosis เพิ่มจำนวนเซลล์ขึ้นมากมาย ⇒ มีแต่การแบ่งเซลล์ • แต่ละเซลล์มีขนาดเล็กคง • ขนาดของ embryo ไม่แตกต่างจาก zygote เท่าใดนัก • คล้ายผลน้อยหน้า (morula) ภายในต้น <ol style="list-style-type: none"> 1. Holoblastic ⇒ แบ่งตลอดทั้งเซลล์ เหมือนกันทุก ๆ ส่วน ⇒ ไข่ที่ไม่มีไข่แดง หรือ มีน้อย <ul style="list-style-type: none"> • ~ equal ⇒ ได้เซลล์ที่มีขนาดเท่ากัน ⇒ เม่นทะเล, ดาวทะเล • ~ unequal ⇒ ด้านบน(เล็ก) แบ่งเร็วกว่าด้านล่าง (ใหญ่) เนื่องจากไข่แดงขวางไม่ให้แบ่งเซลล์ได้ง่าย ⇒ กบ 2. Meroblastic ⇒ แบ่งเซลล์เฉพาะด้านบนใกล้ผิวของเซลล์ (germinal disc, blastodisc) ที่มีนิวเคลียส, cytoplasm + ปลอดภัยจากไข่แดง + เป็นจุดที่เกิดการปฏิสนธิเป็นไซโกต ⇒ ไข่ที่มีไข่แดงมาก (ไก่) 	<ul style="list-style-type: none"> • เกิด blastocoel ⇒ ช่องว่างภายใน ซึ่งไม่ติดต่อกับภายนอก • กบ ⇒ blastocoel ก่อนไปทางด้านบน • ไก่ ⇒ เซลล์ที่แบ่งตัวแล้ว (blastoderm) จะยกตัวขึ้นจากชั้นของไข่แดง • สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ⇒ เซลล์เรียงตัวแถวเดียว พร้อมกับเกิด blastocoel 	<ul style="list-style-type: none"> • การเกิดเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ • สร้าง gastrocoel (archenteron) ซึ่งมีทางติดต่อกับภายนอกทาง blastopore • เกิดเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ⇒ ecto/meso/endo-derm • เกิดขึ้นได้เนื่องจากการเคลื่อนที่ของกลุ่มเซลล์ในลักษณะต่าง ๆ กัน <ol style="list-style-type: none"> 1. บวม/เว้าเข้าข้างใน (invagination) 2. กลุมตัว (epibody) 3. ม้วนตัว (cinvolution) 4. แยกตัว (delamination) 	<ul style="list-style-type: none"> • การเกิดอวัยวะและรูปร่าง 1. organogenesis ⇒ สร้างอวัยวะจากเนื้อเยื่อ (tissue) • ectoderm ⇒ ชั้นนอก ⇒ ต่อไปจะกลายเป็น [ตาหุ้มประสาท] <ul style="list-style-type: none"> • ระบบประสาท (สมอง, ประสาท) ⇒ พัฒนาเป็นระบบแรกสุด • ระบบห่อหุ้มร่างกาย (หนังกำพร้า, ผม, ขน, เล็บ) • เลนส์ตา • mesoderm ⇒ ชั้นกลาง ⇒ [หมูนกล้ามกระดูกถ่ายพันธุ์] <ul style="list-style-type: none"> • ระบบกล้ามเนื้อ • กระดูก, กระดูกอ่อน (โนโตคอร์ด) • ระบบหมุนเวียนเลือด (เส้นเลือด, หัวใจ) • หนัง • ระบบขับถ่าย • อวัยวะสืบพันธุ์ • endoderm ⇒ ชั้นใน ⇒ [ต่อมอาหารหายใจ] <ul style="list-style-type: none"> • ทางเดินอาหาร, อวัยวะย่อยอาหาร (เยื่อทางเดินอาหาร) • ต่อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร (ตับ, ตับอ่อน) • อวัยวะหายใจ • อวัยวะครบ ⇒ คน 8-10 สัปดาห์, ไก่ 4 วัน, กบ 2 วัน 2. เกิดเป็นรูปร่าง ⇒ morphogenesis
--	---	---	---

1. การเปลี่ยนแปลงจากไซโกตมาเป็น embryo จะเริ่มจากการแบ่งเซลล์ เพิ่มขนาดของเซลล์ และ เกิดรูปร่าง
2. การเจริญเติบโตในระยะ embryo ของสัตว์ชั้นสูง มีลำดับขั้นตอนดังนี้ ⇒ เพิ่มจำนวน, แปรสภาพ, ขยายขนาด
3. ไข่กบ
 - 3.1. กลม, \varnothing 1-2 mm
 - 3.2. animal pole ⇒ ครึ่งบน, สีเทาเข้มจนเกือบเป็นสีดำ เนื่องจากมีรงควัตถุหนาแน่นใกล้ผิวเซลล์, เมื่อไข่ลอยน้ำจะหันด้านนี้ขึ้นเสมอ
 - 3.3. vegetal pole ⇒ ครึ่งล่าง, สีขาวเหลือง, ไม่มีรงควัตถุ, มีไข่แดงหนาแน่น, หนักกว่าด้าน animal pole มาก

Concept 13-4

- 3.4. มีแถบสีเทาขวางอยู่ตลอดใบ และอยู่ค่อนไปทางด้านล่าง
4. เซลล์ไข่ คือ สิ่งที่อยู่ภายในเยื่อหุ้มไข่แดงทั้งหมด (ชาวบ้านเรียกว่า ไข่แดง) ซึ่งมี nucleus และ cytoplasm
5. ไข่ขาว และเปลือกไข่ เป็นส่วนประกอบที่อยู่ภายนอกเซลล์ไข่
6. ไข่แดง (yolk) คือ อาหารที่เซลล์ไข่สะสมไว้ (สำหรับให้ตัวอ่อนใช้ในการเจริญเติบโต)
7. ส่วนที่เป็น ไข่แดง ของไข่ไก่ เปรียบได้กับส่วนใดในเมล็ดพืชชั้นสูง \Rightarrow embryo และ endosperm
8. ไก่
 - 8.1. เซลล์ไข่เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ เนื่องจากมีอาหารสะสมมาก ไข่แดงมีอยู่เกือบทั้งเซลล์ที่เราเห็น
 - 8.2. บริเวณนิวเคลียส เมื่อได้รับการปฏิสนธิแล้ว จะแบ่งเซลล์ทันที
 - 8.3. การปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในตัวของไข่เพศเมีย และเกิดขึ้นก่อนที่จะมีไข่ขาวกับเปลือกไข่มาหุ้มเซลล์ไข่
 - 8.4. ส่วนที่ชาวบ้านเรียกว่า ไข่แดง อาจจะเป็น embryo ของไข่ และอาหารที่สะสมไว้เลี้ยง embryo
9. การที่ระยะ cleavage ของไข่ เกิดเฉพาะบริเวณเล็ก ๆ ที่หลุดจากไข่แดงนั้น เป็นเพราะ \Rightarrow ไข่แดงมีมาก ไม่สามารถแบ่งตัวได้
10. ไข่แดง เป็นตัวกำหนดขนาด/ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของ embryo + เป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะ embryo
11. ปัญหาของสัตว์ที่วางไข่บนบก (สัตว์เลื้อยคลาน นก และ สุนัขป่าเปิด (เลี้ยงลูกด้วยนม) ซึ่งไม่พบในสัตว์ที่วางไข่ในน้ำ
 - 11.1. การแลกเปลี่ยนก๊าซ
 - 11.2. การขับถ่าย
 - 11.3. การกระทบกระเทือน
 - 11.4. การสูญเสียน้ำ
12. แอลแลนทอยด์ (allantois)
 - 12.1. ลักษณะคล้ายถุง ค่อย ๆ เจริญออกจากตัว embryo แทรกไปชิดเปลือกไข่ มีเส้นเลือดรอบ ๆ
 - 12.2. หน้าที่
 - 12.2.1. แลกเปลี่ยนก๊าซกับภายนอก
 - 12.2.2. เก็บสะสมของเสียประเภทยูริก (ลดการสูญเสียน้ำในการขับถ่าย) จน embryo ฝัก
 - 12.3. เปรียบได้กับ ปอด
 - เมื่อไข่ฝักนานขึ้น ถุง allantois ยิ่งใหญ่ขึ้น
13. ถุงน้ำคร่ำ (amnion)
 - 13.1. หุ้มรอบ ๆ ตัว embryo
 - 13.2. ภายในมีน้ำคร่ำ (amniotic fluid)
 - 13.3. เริ่มมีตั้งแต่สัตว์ใน C Reptilia (\rightarrow Aves \rightarrow Mammalia)

Concept 13-4

13.4. หน้าที่

13.4.1. ป้องกันการกระเทือน

13.4.2. ป้องกันการสูญเสียน้ำ

14. เปลือกไข่ (shell) ทำหน้าที่ ป้องกันอันตราย และ ช่วยลดการสูญเสียน้ำออกจาก embryo
15. การป้องกันการระเหยของน้ำของ embryo ทำได้โดยสร้างเยื่อ chorion ติดกับเปลือกไข่
16. Metamorphosis หมายถึง การเจริญเติบโตหลังระยะ embryo ของสัตว์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่าง ลักษณะ พฤติกรรม และการดำรงชีวิต ในเวลาไม่มากนัก พบในกบ, แมลงบางชนิด

Ametabolus, Ametamorphosis	การเปลี่ยนแปลงรูปร่างไม่สมบูรณ์				Complete metamorphosis		
	Gradual metamorphosis		Incomplete m.				
	เกิดกับแมลงเท่านั้น						
ตัวอ่อนเหมือนตัวเต็มวัย (adult) แต่มีขนาดเล็กกว่า	มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทีละน้อย		เปลี่ยนแปลงรูปร่างไม่สมบูรณ์		เปลี่ยนแปลงรูปร่างสมบูรณ์		
ไข่ → ตัวอ่อนเพิ่มขนาด → ตัวเต็มวัย มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะแตกต่างจากเมื่อแรกเกิดไม่มากนัก มีเพียงการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของร่างกายอย่างช้า ๆ หรือมีขน, ผสม เปลี่ยนสีขน ซึ่งใช้เวลานาน และค่อยเป็นค่อยไปจนอาจจะสังเกตไม่ได้ ในระยะเวลาสั้น • ลอกคราบตลอดชีวิต	ไข่ (egg) → ตัวอ่อน (nymph) —ลอกคราบต่างๆ→ ตัวเต็มวัย (adult) • การเปลี่ยนแปลงเด่น คือ ปีก	ไข่ (egg) → ตัวอ่อน (naiad), ไอ้โม่ง —ลอกคราบต่างๆ→ ตัวเต็มวัย (adult) • การเปลี่ยนแปลงเด่น คือ อยู่ในน้ำ	ไข่ (egg) → ตัวอ่อน (larva), ตัวหนอน (หวี, วัน), ตัวแก้ว (ผีเสื้อ), ลูกน้ำ (ยุง) → ดักแด้ (pupa), ไอ้โม่ง (ยุง) → ตัวเต็มวัย (adult) • การเปลี่ยนแปลงเด่น คือ ดักแด้ • ระยะดักแด้ เป็นระยะที่ตัวอ่อนอยู่นิ่งมากที่สุดเพื่อปรับระบบภายในร่างกายเสียใหม่ ก่อนที่จะเจริญไปเป็นตัวเต็มวัย • ลอกคราบตลอด แต่เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้วไม่ลอกคราบ				
ตัวอ่อน ขนาดเล็กกว่าตัวเต็มวัย สีส่อนกว่า อวัยวะสืบพันธุ์ยังไม่เจริญ หนวดสั้นกว่า							
	nymph	adult	naiad	adult	larva	pupa	adult
	ไม่มีปีก	มีปีก	ไม่มีปีก	มีปีก	ไม่มีปีก	ปีกม้วน	ปีกแข็ง
ตัวอ่อนกินอาหารได้ ตัวเต็มวัยกินอาหารมากขึ้น	กินอาหารได้, อยู่บนบก	กินอาหารได้มากขึ้น	อยู่ในน้ำ, ใช้เหงือกหายใจ,	อยู่บนบก, ใช้ท่อลมหายใจ,	กินอาหารตลอดเวลา	ไม่กิน	กินน้อย (คนละชนิดกับตัวอ่อน)
ตัวอย่าง • แมลงบางชนิด ⇒ ตัวสองง่าม, ตัวสามง่าม, แมลงหางคืด	ตั๊กแตน จิ้งหรีด แมลงสาบ มวน เรือด แมลงกระซอน ปลวก จักจั่น เพี้ยอ่อน แมลงคานา [สุคาม้วนกระซอนอ่อนปากเปียก ตักเลือก จริงหรือ]		แมลงปอ, ตัวซีปะขาว, stonfied เท่านั้น		ยุง แมลงช้าง แมลงแมงป่อง แมลงหนอนปลอกน้ำ ผีเสื้อ แมลงวัน ค้างคาว ปีกแข็ง ต่อ แตน มด ผึ้ง ตัวไหม แมลงหวี่		

1. ตั๊กแตนที่โตเต็มวัย ต่างจากตัวอ่อน ในแง่ ขนาด ลักษณะ และการทำงานของปีก ลักษณะของปาก อวัยวะสืบพันธุ์ หนวด ตา และอื่น ๆ

Concept 13-4

2. สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกจากแมลงที่มี metamorphosis

2.1. เม่นทะเล (หอยเม่น) \Rightarrow egg \rightarrow ตัวอ่อน (lava) \xrightarrow{M} เม่นทะเลตัวเล็ก

2.2. ครึ่งบกครึ่งน้ำ \Rightarrow egg \rightarrow ลูกอ๊อด \xrightarrow{M} ลูก \Rightarrow เรียกว่า มี metamorphosis (เฉย ๆ)

- การเจริญในระยะหลัง embryo แบ่งเป็น 2 ตอน มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันมาก จนคล้ายเป็นสัตว์ต่างชนิดกัน \Rightarrow 1) ตอนที่ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ \rightarrow มีหาง และเหงือก , 2) ตอนที่ดำรงชีวิตอยู่บนบก
- metamorphosis ของลูกอ๊อด \Rightarrow ปอดแทนที่เหงือก, หางค่อย ๆ สั้นเข้า, ลำไส้ค่อย ๆ ยาวออก (แต่ กระจกอ่อนเจริญเป็นกระจก ไม่เป็น เพราะ ขนาดและรูปร่างไม่เปลี่ยนแปลง)

2.3. เปรียบได้กับการมี metamorphosis \Rightarrow spermatid \rightarrow sperm