

# บทที่ 8

## การสืบพันธุ์และการเจริญ (REPRODUCTION AND DEVELOPMENT)

วราภรณ์ กิจวิริยะ

การสืบพันธุ์และการเจริญ (Reproduction and Development) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการของสิ่งมีชีวิต ที่แตกต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต คุณสมบัติทั้ง 2 ประการนี้ จะพบได้ในสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่รากับไวรัสขึ้นมาจนถึงระดับเซลล์เดียว เช่น โพรทิสต์และสาหร่าย ตลอดจนถึงระดับหลายเซลล์ซึ่งได้แก่พืชและสัตว์ทั่วไป

### การสืบพันธุ์ (Reproduction)

การสืบพันธุ์ คือ การเกิดลูกหลานขึ้นมาใหม่ที่คล้ายกับตัวเอง ในธรรมชาติ การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเกิดได้หลายลักษณะ ในบทนี้จะกล่าวถึงการสืบพันธุ์ชนิดที่เห็นได้ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งเกิดในสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ระดับเซลล์เดียวและระดับหลายเซลล์เท่านั้น

#### ชนิดของการสืบพันธุ์

1. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction)
2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction)
3. การสืบพันธุ์แบบที่รุ่นลูกเกิดโดยไม่มีการผสมจากเพศผู้ (Parthenogenetic reproduction)

## 1. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction)

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศส่วนใหญ่เกิดขึ้นในพืชและสัตว์ชั้นต่ำ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ไม่มีอวัยวะไว้สำหรับสืบพันธุ์โดยเฉพาะ ตัวใหม่ที่เกิดขึ้นเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitotic division) ของตัวเดิม การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้ คือ การแตกหน่อ (budding), fission, gemmule formation, fragmentation, regeneration และการสร้างสปอร์ (sporulation)

1) **การแตกหน่อ (Budding)** เป็นการสืบพันธุ์ในพืชชั้นสูงและสัตว์ชั้นต่ำที่มีหลายเซลล์ เช่น กล้วย ไม้ หญ้าหลายชนิด ยีสต์ ฟองน้ำ ไฮดรา และหนอนตัวแบน ลูกที่เกิดใหม่จะเจริญออกมาภายนอกของต้นหรือตัวเดิม แล้วจึงจะเหมือนต้นหรือตัวเดิมภายหลัง สิ่งสำคัญของการแตกหน่อที่สังเกตได้ชัด คือ ต้นใหม่หรือตัวใหม่มักจะมีขนาดเล็กกว่าตัวที่ให้กำเนิด

2) **Fission** เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยที่สิ่งมีชีวิตแบ่งตัวจาก 1 เป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน หรือสิ่งมีชีวิต 1 ชนิดแบ่งตัวเท่า ๆ กันเป็นตัวใหม่หลายตัว การเกิด fission ส่วนใหญ่เป็นการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น สาหร่าย และโพรทิสต์ พวกอมีบา พารามีเซียม และยูกลีนา เป็นต้น

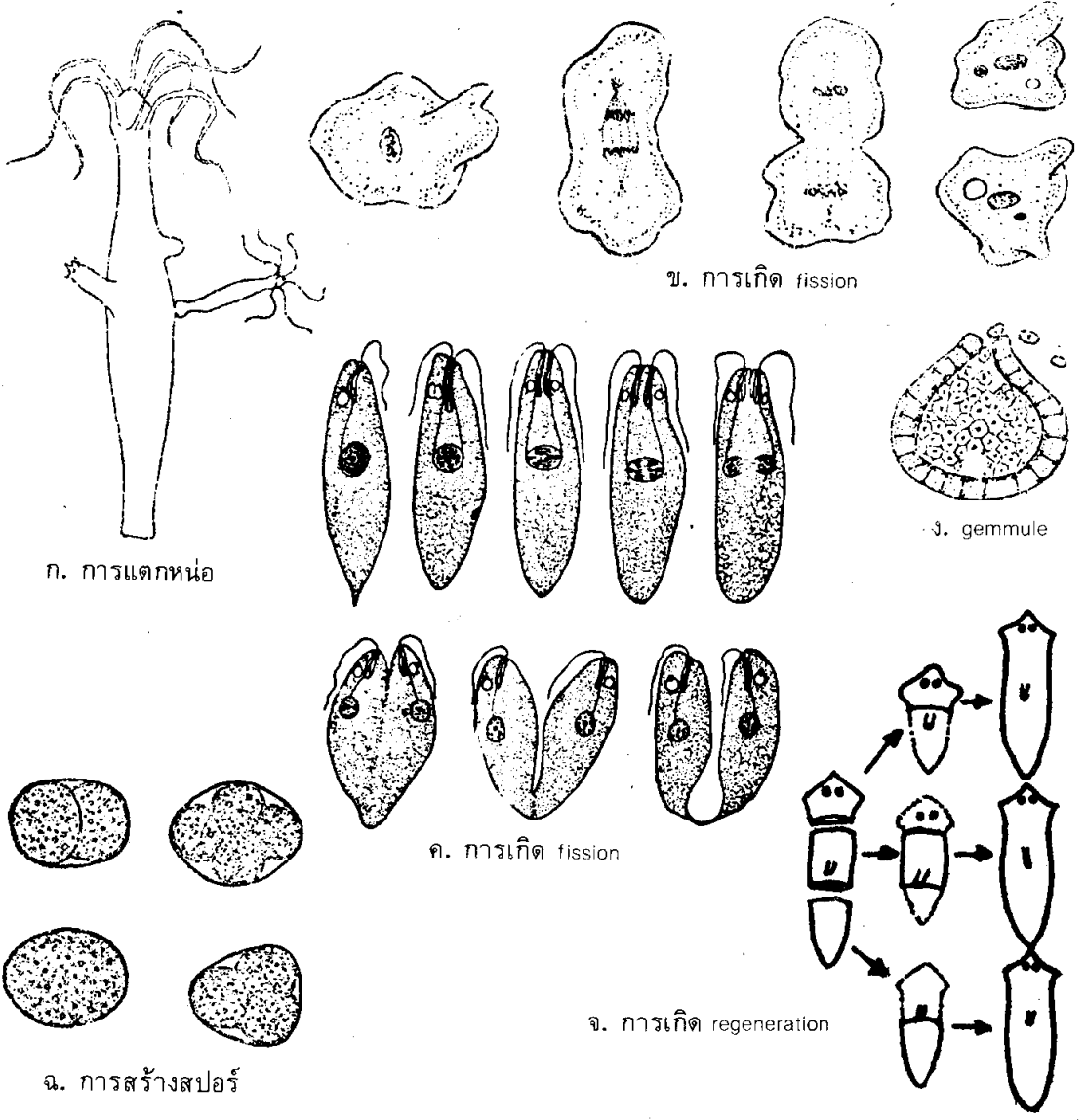
3) **Gemmule formation** เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ พบในสัตว์พวกฟองน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดส่วนใหญ่ gemmule ประกอบด้วยเซลล์เล็ก ๆ จำนวนมากมาย และรอบ ๆ กลุ่มของเซลล์เหล่านี้จะหุ้มด้วยผนังหนาและแข็ง เมื่อฟองน้ำสร้าง gemmule แล้วจะตาย และ gemmule ก็จะจมน้ำ เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม gemmule ก็จะออกจากผนังหุ้มและเจริญเป็นฟองน้ำตัวใหม่ พบว่าการเกิด gemmule นี้เป็นอีกวิธีหนึ่งของการสืบพันธุ์ของฟองน้ำที่อาศัยในน้ำจืดนอกเหนือไปจากวิธีการแตกหน่อ

4) **Fragmentation** เป็นการสืบพันธุ์โดยมีการหักหรือขาดเป็นท่อน ๆ จากส่วนเดิม แล้วแต่ละส่วนที่หักออกมาก็จะเจริญเติบโตต่อไป เช่น การเกิด fragmentation ของสาหร่าย เป็นต้น

5) **Regeneration** เป็นการสืบพันธุ์คล้าย fragmentation แต่ส่วนที่หลุดหรือขาดออกมานั้นเกิดจากการที่ร่างกายถูกทำลาย แล้วส่วนที่เหลือก็งอกขึ้นมาใหม่ นอกจากเป็นการสร้างทดแทนส่วนที่ขาดหายไปแล้ว ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด เช่น ไม้เตียน พลานาเรีย ดาวทะเล การเกิด regeneration จัดเป็นการสืบพันธุ์แบบหนึ่ง เนื่องจากสามารถเกิดตัวใหม่ขึ้นมาจากตัวเดิมที่ร่างกายหลุดหรือขาดออกมาได้ ในพืช การเกิด regeneration

เกิดได้ดีกว่าในพวกสัตว์ การแพร่พันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชโดยวิธีการตัดกิ่งหรือต่อตาจัดเป็นวิธีการหนึ่งของ regeneration พืชที่นิยมในการแพร่พันธุ์โดยวิธีนี้ ได้แก่ ส้ม สับปะรด เบญจมาศ เป็นต้น

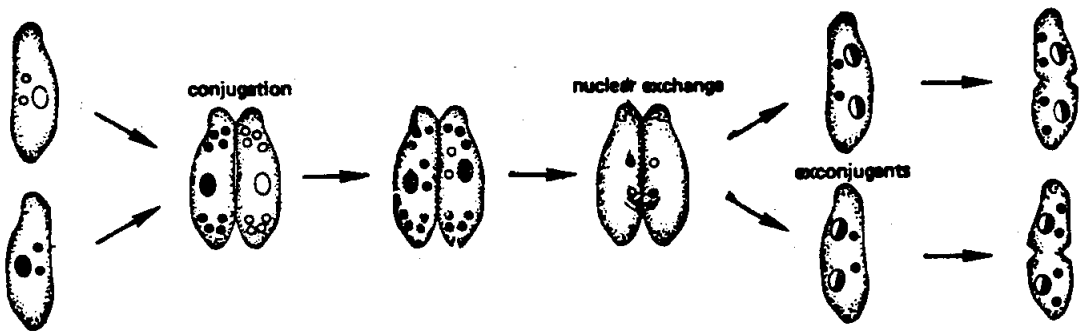
6) การสร้างสปอร์ (Sporulation) สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่อที่สร้างสปอร์ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว พืชและสัตว์ชั้นต่ำ เช่น เห็ด รา เชื้อมาเลเรีย พยาธิใบไม้ตึบ เป็นต้น สปอร์เกิดจากการแบ่งตัวแบบไมโทซิส และเมื่อถูกปล่อยหรือแตกตัวออกจากตัวเดิม แล้วจะเจริญเป็นชีวิตใหม่จำนวนมากมาย



รูปที่ 8-1 แสดงการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

## 2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะต้องมีสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดซึ่งเป็นเพศตรงข้ามกัน คือ เพศผู้ (male) และเพศเมีย (female) แต่ละตัวต่างสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (sex cell หรือ gamete) ขึ้นแล้วมาผสมกัน เรียกว่า การผสมพันธุ์ (fertilization) กลายเป็นเซลล์ที่เรียกว่า zygote ซึ่งจะแบ่งตัวและเจริญเป็นสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ การสืบพันธุ์แบบนี้ลูกหลานมีการผันแปรได้มาก อาจมีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ได้มากหรือน้อย การสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศนี้พบได้ในพืชและสัตว์ทั่วไป ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิด เช่น พารามีเซียม บางครั้งมีการสืบพันธุ์แบบคล้ายกับอาศัยเพศที่เรียกว่า conjugation โดยที่พารามีเซียมจะมาจับคู่กันแล้วแลกเปลี่ยน micronucleus กัน แล้วจึงแยกตัวออกไปสืบพันธุ์แบบ binary fission อีกครั้งหนึ่ง (รูปที่ 8-2)



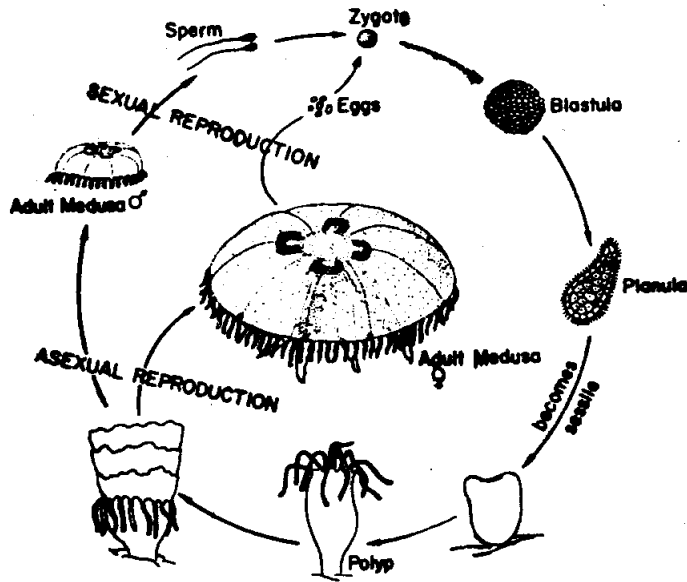
รูปที่ 8-2 แสดงการสืบพันธุ์แบบ Conjugation

## 3. Parthenogenetic reproduction หรือ Parthenogenesis

Parthenogenetic reproduction หมายถึง การเกิดตัวใหม่โดยเพศเมียไม่ได้รับการผสมจากเพศผู้ พืชหรือสัตว์ที่มีการสืบพันธุ์แบบนี้ ตามปกติจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แต่มีระยะหนึ่งของวงจรชีวิตที่ไข่ไม่ถูกผสม แต่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนได้เลย ตัวอย่าง ได้แก่ ผีเสื้อ ไข่ที่ไม่ถูกผสมจะเป็นเพศผู้ และไข่ที่ถูกผสมจะเป็นผีเสื้อเพศเมียหมด

พืชและสัตว์บางชนิดสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและอาศัยเพศในตัวเดียวกัน เช่น สาหร่าย พลาสโมเดียม (Plasmodium) ซึ่งเป็นโพรโทซัวซึ่งนำเชื้อมาเลเรีย และในสัตว์พวกแมงกะพรุน การสืบพันธุ์แบบนี้เรียกว่า alternation of generation หรือ metagenesis ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบสลับนั่นเอง หากแต่ถ้าเมื่อใดที่ชั้นใดชั้นหนึ่งในวงจรชีวิตถูกตัดลง การสืบพันธุ์เพื่อเป็นรุ่นใหม่จะเกิดต่อไปไม่ได้

สัตว์พวกพารามีเซียมและไฮดรา การสืบพันธุ์มีได้ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและอาศัยเพศเช่นกัน แต่การสลับไม่เกิดอย่างเคร่งครัดและสม่ำเสมอแบบพลาสโมเดียม สัตว์เหล่านี้จะ



รูปที่ 8-3 การสืบพันธุ์ในแมงกะพรุน แสดงการสืบพันธุ์สลับอย่างเคร่งครัด (เมื่อใดที่ช่วงใดช่วงหนึ่งในการสืบพันธุ์ถูกทำลายลง ลูกหลานจะเกิดใหม่ไม่ได้)

สืบพันธุ์แบบใช้เพศ ในฤดูที่แหล่งแสงสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมกับการที่จะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ก็จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

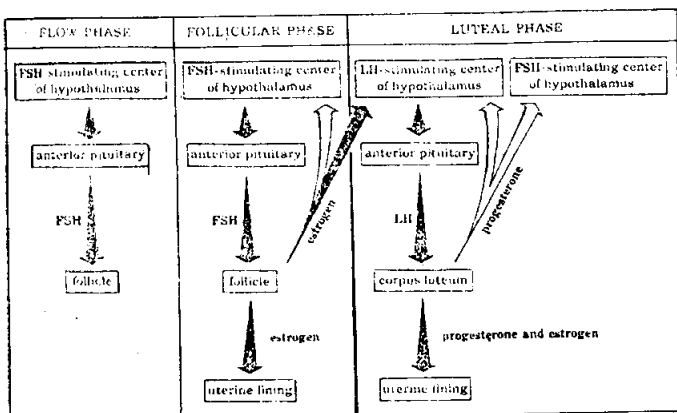
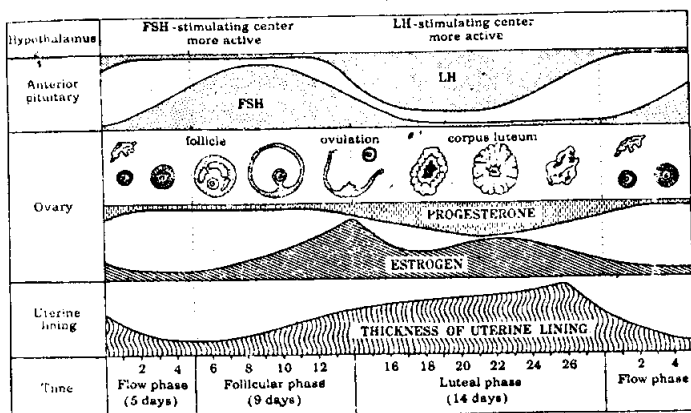
### การควบคุมการสืบพันธุ์

สิ่งควบคุมการสืบพันธุ์ในสัตว์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและอาศัยเพศแสดงได้ค่อนข้างชัดเจนในสภาพแวดล้อมที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ความชื้น และอุณหภูมิในเกณฑ์เหมาะสม สัตว์จะมีการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วและมากมาย ตรงกันข้าม เมื่อสภาพฤดูกาลแห้งแล้ง หรืออุณหภูมิลดลงหรือหนาวเย็นเกินไป และอาหารมีจำนวนน้อย สัตว์จะหยุดการเพิ่มจำนวนและหยุดเจริญ สัตว์ที่แสดงการสืบพันธุ์ในปรากฏการณ์ดังกล่าว ได้แก่ พารามีเซียม ไฮดรา หนอนทะเลชนิดต่าง ๆ เม่นทะเล ดาวทะเล และแมลง เป็นต้น

สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยในน้ำ เช่น ปลาและกบ พบว่ามีกลไกภายในของร่างกายที่สามารถควบคุมการเจริญและการตกไข่ โดยต่อมไฮโปทาลามัสจะควบคุมต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ให้มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ความชื้น หรือแสงสว่างที่ผ่านเข้าอวัยวะรับความรู้สึกอีกต่อหนึ่ง แล้วทำให้มีผลต่อการสร้างและการเจริญเซลล์สืบพันธุ์ในรังไข่และอัณฑะ

กรณีของปลาและกบ นอกจากมีอวัยวะภายนอกและกลไกภายในร่างกายร่วมทำงานด้วยกันแล้ว ยังพบว่าสารฮอร์โมนเพศยังเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ได้ หากมีการฉีดฮอร์โมนดังกล่าวให้ ประโยชน์จากการศึกษานี้ทำให้สามารถนำมาใช้ทดสอบการตั้งครรภ์ของสตรีได้ โดยที่นำปัสสาวะสตรีที่ต้องการจะทดสอบการตั้งครรภ์ฉีดเข้าไปในกบตัวผู้ แล้วสังเกตดูการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของกบตัวนั้น สำหรับกรณีของปลา มนุษย์สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการส่งเสริมการผสมพันธุ์เทียม

สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังชั้นสูง เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ปัจจัยภายนอกไม่มีอิทธิพลต่อการกระตุ้นให้เกิดการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ แต่กลไกที่ทำให้เซลล์สืบพันธุ์เจริญได้ เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมน ซึ่งมีผลให้วงจรสืบพันธุ์ของสัตว์เหล่านี้เกิดเป็นวงจรหรือฤดูกาลที่แน่นอนในสัตว์พวกไพรเมต (primate) เช่น คน ชะนี ลิง วงจรดังกล่าวแสดงชัดเจนในเพศหญิงขณะอยู่ในวัยเจริญพันธุ์ เนื่องจากมีประจำเดือน (menstruation) และการตกไข่ (ovulation)



รูปที่ 8-4 แสดงวงจรประจำเดือนของมนุษย์ (โดยมีฮอร์โมนหลายชนิดทำงานร่วมกัน ลูกศรสีดำแสดงการกระตุ้นให้ทำงาน ลูกศรสีขาวแสดงการห้าม)

วงจรประจำเดือนเกิดเนื่องจากต่อมใต้สมองผลิตฮอร์โมนที่เรียก Follicle Stimulating Hormone หรือ FSH ซึ่งมีหน้าที่กระตุ้นการเจริญของไข่ และ Luteinizing Hormone หรือ LH ซึ่งกระตุ้นให้ไข่ตก FSH จะกระตุ้นให้ไข่ที่กำลังจะเจริญภายในรังไข่เจริญขึ้น ขณะที่ไข่กำลังเจริญนี้ ไข่จะผลิตฮอร์โมน estrogen ขึ้นด้วย ซึ่งฮอร์โมน estrogen นี้มีผลต่อการทำให้เยื่อบุมดลูกหนาตัว เมื่อปริมาณ estrogen สูงขึ้นถึงระยะหนึ่ง ก็จะไปยับยั้งการสร้าง FSH ทำให้ไข่หยุดการเจริญต่อไป ขณะเดียวกันปริมาณของ LH ซึ่งมีสูงขึ้น ๆ ก็จะกระตุ้นให้ไข่ที่เจริญแล้วหลุดออกจากรังไข่เพื่อรอการผสมกับอสุจิ ผนังรังไข่ส่วนที่ไข่ตกออกมาแล้วกลายเป็น corpus luteum ซึ่งจะผลิตฮอร์โมน progesterone ซึ่งจะไปยับยั้งการผลิต LH ขณะเดียวกันก็กระตุ้นให้ต่อม uterine gland ในมดลูกเจริญเติบโตและสร้าง glycogen ขึ้นมา เพื่อเตรียมสำหรับเป็นอาหารไว้เลี้ยงตัวอ่อน เป็นการเตรียมตัวรับไข่ที่ถูกอสุจิเข้าผสม ถ้าไข่ไม่ถูกอสุจิเข้าผสมไข่จะตายไป และ corpus luteum เสื่อมลง ทำให้การผลิต progesterone ลดลงด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้แล้ว การเตรียมตัวของผนังมดลูกก็ไม่มีประโยชน์ จึงสลายกลายเป็นเลือดประจำเดือนออกมา ขณะที่ไข่และ corpus luteum เริ่มสลายตัวนั้น ภายในรังไข่ก็จะเกิดไข่ที่เจริญขึ้นมาอีก ทำให้เกิดเป็นวงจรประจำเดือนเช่นนี้ทุก ๆ (ประมาณ) 28 วัน

ไข่ที่หลุดจากรังไข่ ถ้าได้รับการผสมกับอสุจิของเพศผู้ corpus luteum จะเจริญเติบโตมากขึ้น และสร้าง progesterone มากขึ้นด้วย มีผลทำให้ uterine gland เติบโตกว่าเดิมมากขึ้น และฮอร์โมนนี้ยังไปห้ามไม่ให้ไข่สุกและไม่ให้มีการตกไข่เกิดขึ้น จึงทำให้ไม่มีประจำเดือนเกิดขึ้นอีก หลังจากไข่ได้รับการผสมและมีการฝังตัวที่มดลูกแล้ว corpus luteum จะเจริญต่อไปอีกประมาณ 3-5 เดือน ต่อจากนั้นก็เริ่มเสื่อมลง และกลายเป็น corpus albicans ขณะตั้งครรภ์ ฮอร์โมนที่หลังจากไข่และที่ corpus luteum สร้างขึ้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนไม่มี แต่ร่างกายได้รับฮอร์โมนทั้งสองนี้จากการสร้างขึ้นทดแทนของรก (placenta)

ในพืช ปัจจัยที่ควบคุมการสืบพันธุ์มีความคล้ายคลึงกับของสัตว์ แต่ไม่เด่นชัดเท่า พืชบางชนิด การเปลี่ยนแปลงช่วงระยะเวลาของกลางวันและกลางคืน มีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดการออกดอก ซึ่งกระบวนการที่ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงระยะเวลายาวนานของแสงนี้คือ ฮอร์โมน ซึ่งคล้ายกับสัตว์พวกกบและปลา

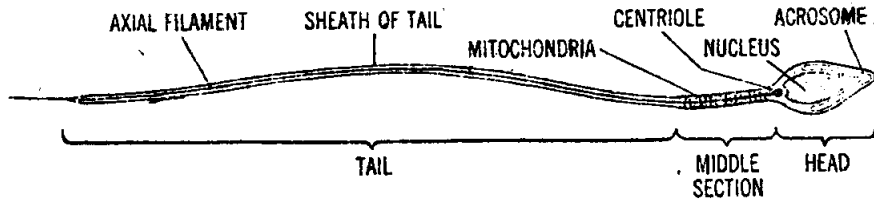
### การสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศของสัตว์

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จำเป็นที่จะต้องมีการรวมตัวของเซลล์ที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ (sex cell หรือ gamete) 2 ชนิด คือ อสุจิจากเพศผู้ และไข่จากเพศเมีย เนื่องจากเซลล์สืบพันธุ์นี้

ไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตเป็นตัวใหม่ได้ เพราะมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งเดียวจากของเดิม หรือที่เรียกว่า monoploid (จำนวนเท่ากับ  $n$ )

### อสุจิ (Spermatozoa หรือ sperm)

อสุจิของสัตว์ต่างชนิดกันจะมีรูปร่างและขนาดต่างกัน แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมีโครงสร้างพื้นฐานอย่างเดียวกัน คือ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ต่อไปนี้ (รูปที่ 8-5)



รูปที่ 8-5 แสดงอสุจิของสัตว์

1. ส่วนหัว (Head) ประกอบด้วยนิวเคลียส ปลายสุดค่อนข้างแหลมเรียก acrosome ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ golgi apparatus มีหน้าที่เจาะส่วน micropyle ของไข่เมื่อจะเข้าผสม ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด

2. ลำตัว (Body หรือ Middle piece) ส่วนที่เชื่อมหัวและหางประกอบด้วย mitochondria เป็นส่วนใหญ่

3. หาง (Tail หรือ Flagellum) ประกอบด้วย main segment หรือ axial filament และส่วนปลาย terminal segment หรือ end piece of tail

### ไข่ (Ovum หรือ Egg)

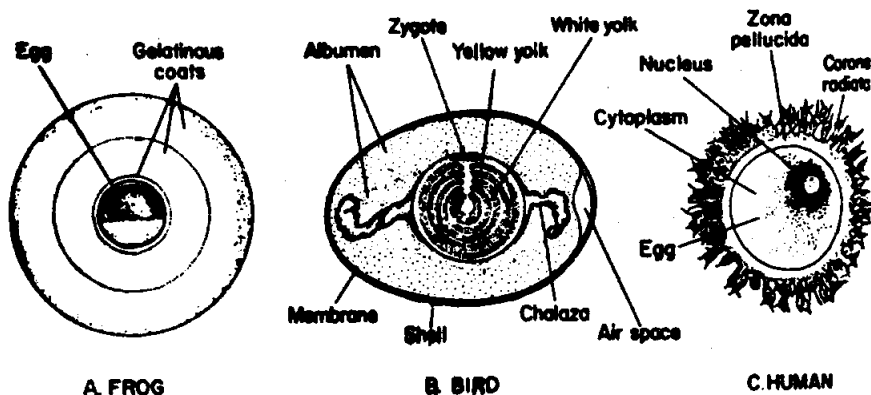
ไข่ที่พร้อมจะรับการผสมพันธุ์ รูปร่างและขนาดจะแตกต่างกันเช่นเดียวกับตัวอสุจิ ไข่ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ รวมทั้งสัตว์เลื้อยคลานมีรูปร่างค่อนข้างกลม ไข่ของสัตว์พวกนก รูปค่อนข้างรีโดยที่มีข้างหนึ่งมนและอีกข้างหนึ่งค่อนข้างแหลม ไข่ของแมลงมีรูปร่างยาว เซลล์ของไข่เซลล์หนึ่ง ๆ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้ (รูปที่ 8-6)

1. เยื่อหุ้มเซลล์บาง ๆ เรียกว่า vitelline membrane ล้อมรอบ และมีตำแหน่งหนึ่งเป็นรูเล็ก ๆ สำหรับให้ตัวอสุจิเจาะผ่านเข้าไปได้เรียก micropyle ในไข่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีส่วนที่เรียกว่า zona pellucida แทนส่วน vitelline membrane

2. Protoplasm ประกอบด้วยนิวเคลียส ภายในมี nucleolus และ cytoplasm ที่มีไข่แดง (yolk) ซึ่งเป็นสารอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน (embryo) เป็นส่วนประกอบสำคัญ การแบ่งชนิด



ของไข่อาจแบ่งได้ตามปริมาณมากหรือน้อยของไข่แดงหรือ อาจแบ่งตามลักษณะการกระจายตัวของไข่แดงใน cytoplasm



รูปที่ 8-6 แสดงส่วนประกอบของไข่ชนิดต่างๆ

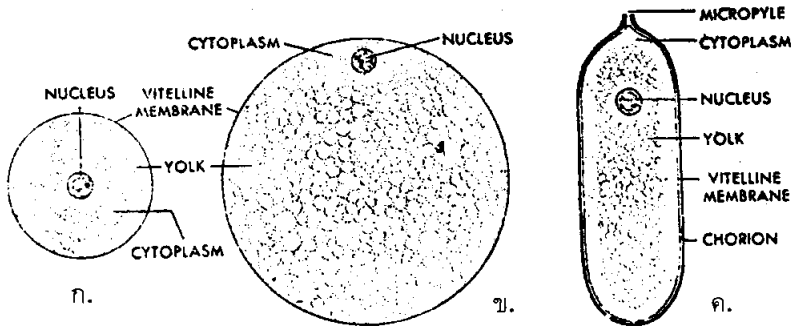
ชนิดของไข่แบ่งตามปริมาณมากหรือน้อยของไข่แดง

1. Alecithal egg เป็นไข่ชนิดที่ไม่มีไข่แดง เช่น ไข่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
2. Meolecithal egg ไข่ชนิดที่มีไข่แดงน้อย เช่น ไข่ของเม่นทะเล ดาวทะเล และ Amphioxus เป็นต้น
3. Mesolecithal egg ไข่ชนิดที่มีไข่แดงมากพอสมควร เช่น ไข่ของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ บางชนิด
4. Polylecithal egg ไข่ชนิดที่มีปริมาณไข่แดงมาก เช่น ไข่ของสัตว์เลื้อยคลานและ สัตว์ปีก

ชนิดของไข่แบ่งตามลักษณะการกระจายตัวของไข่แดง

1. Isolecithal egg ไข่ชนิดที่มีไข่แดงกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไปอย่างสม่ำเสมอ เช่น ไข่ของ ดาวทะเลและเม่นทะเล
2. Telolecithal egg ไข่ชนิดที่ไข่แดงกระจายอยู่ก่อนไปส่วนใดส่วนหนึ่งของไซโทพลาซึม แบ่งย่อย ๆ ออกเป็น
  - 2.1 Moderately telolecithal egg ไข่ชนิดที่ไข่แดงค่อนอยู่ทางด้านล่างที่เรียก vegetal pole เช่น ไข่ของกบและคางคก
  - 2.2 Heavily telolecithal egg ไข่ชนิดที่ไข่แดงอยู่รวมเป็นก้อนแยกต่างหากจาก โปรโทพลาซึม เช่น ไข่ของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์ปีก

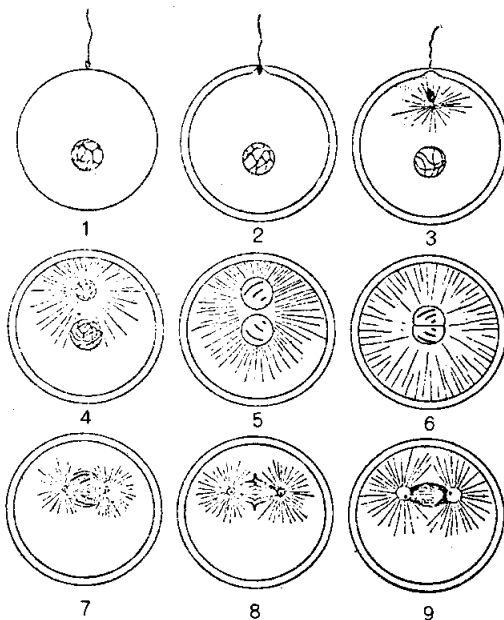
2.3 Centrolecithal egg ไข่ชนิดที่ไข่แดงอยู่รวมกันเป็นก้อนอยู่ตรงกลางเซลล์ และมี cytoplasm ล้อมรอบ เช่น ไข่แมลง



รูปที่ 8-7 แสดงชนิดของไข่ ก. Isolecithal egg ข. Moderately telolecithal egg และ ค. Centrolecithal egg

**การผสมพันธุ์หรือการปฏิสนธิ (Fertilization หรือ Syngamy) (รูปที่ 8-8)**

1. ระยะแรก (Plasmogamy) เป็นระยะที่ไข่ถูกกระตุ้นที่ผิวไข่ เนื่องจากส่วนหัวของ อสุจิเข้าแตะ ระยะนี้เยื่อหุ้มไข่จะมีการพองตัวนูนสูงขึ้น และจะล้อมเอาส่วนหัวและส่วนกลาง ของอสุจิไว้ภายใน ทั้งส่วนหางไว้ภายนอก เยื่อหุ้มรอบไข่นี้จะพองตัวออกจากไข่เห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้เพื่อกันไม่ให้อสุจิตัวอื่นจะเข้าไปในไข่ได้อีก



รูปที่ 8-8 แสดงการปฏิสนธิ

2. ระยะที่สอง (Karyogamy) เป็นระยะที่นิวเคลียสของอสุจิและไข่เข้ารวมตัวกันผลจากการปฏิสนธิ คือ เซลล์ไข่ถูกผสม ซึ่งเราเรียกว่า fertilized egg หรือ zygote

### วิธีการผสมพันธุ์ (Type of Fertilization)

1. การผสมภายนอกตัว (External fertilization) เป็นการผสมพันธุ์ที่เกิดนอกตัวสัตว์ โดยที่สัตว์ไม่ต้องจับคู่กัน การผสมพันธุ์แบบนี้เกิดในสัตว์ทะเลส่วนใหญ่ รวมทั้งสัตว์ที่อาศัยในน้ำจืดพวก กุ้ง ปู หอย เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ สัตว์เหล่านี้จะมารวมกันเป็นหมู่ ๆ ต่างก็ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ลงสู่น้ำ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองชนิดมีโอกาสพบกัน อสุจิก็จจะเข้าผสมกับไข่

สัตว์พวกปลาและกบ ขณะผสมพันธุ์กันจะมีการจับคู่กัน ตัวเมียจะปล่อยไข่สู่น้ำ แล้วตัวผู้จะปล่อยอสุจิเข้าผสมทันที การจับคู่ของสัตว์พวกนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น

2. การผสมภายในตัว (Internal fertilization) เป็นการสืบพันธุ์ที่เกิดขึ้นภายในตัวของสัตว์ โดยที่ตัวผู้และตัวเมียจับคู่กัน ตัวผู้จะสอดอวัยวะสืบพันธุ์เข้าไปในอวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเมีย พร้อมกับปล่อยอสุจิเข้าผสมกับไข่ สัตว์บกทุกชนิดและสัตว์น้ำบางชนิด เช่น ฉลาม จะมีการผสมพันธุ์แบบในตัวอย่างนี้

การที่สัตว์บกมีการผสมพันธุ์ภายในตัว เนื่องจากอสุจิมีความสามารถเคลื่อนที่ได้ เฉพาะในตัวกลางที่เป็นของเหลวเท่านั้น

สัตว์ที่เป็นกระเทย (monoecious หรือ hermaphrodite animal) จะมีทั้งเพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน การผสมพันธุ์อาจเกิดขึ้นภายในตัว (self fertilization) เช่น สัตว์พวกพยาธิใบไม้ เป็นต้น หรืออาจผสมพันธุ์กันโดยวิธีจับคู่ในลักษณะสลั่บหัวและหางเพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนอสุจิและไข่กันได้ การผสมพันธุ์ในลักษณะนี้เรียก cross fertilization

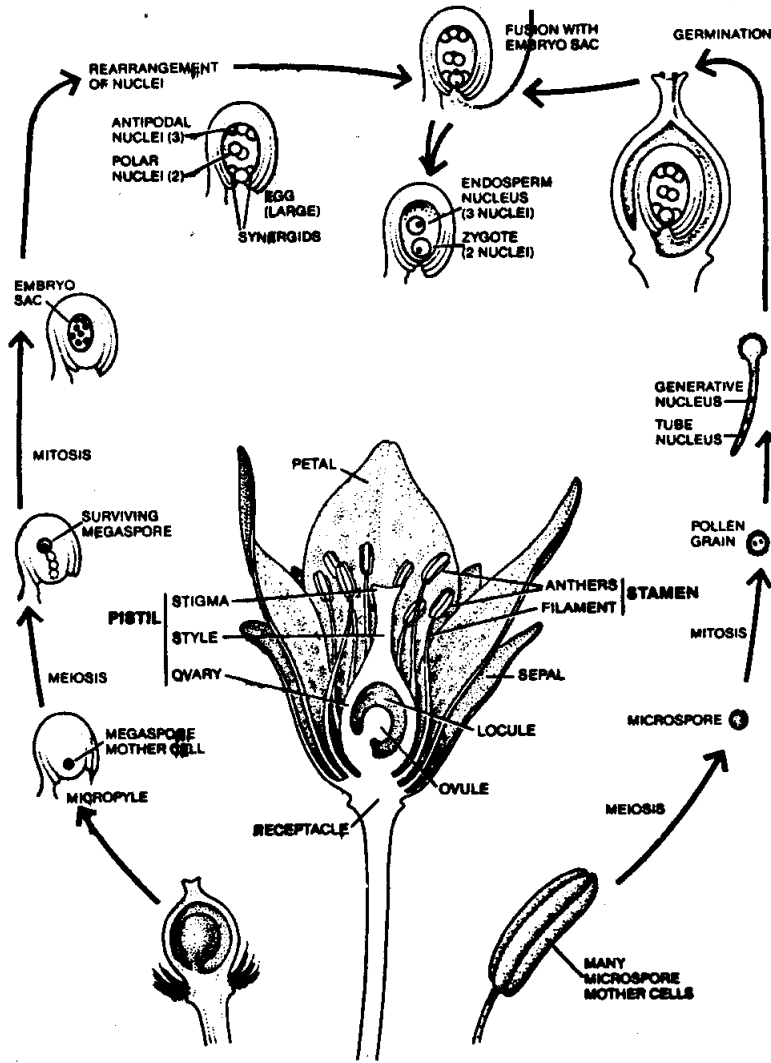
### การผสมพันธุ์โดยอาศัยเพศในพืช

การผสมพันธุ์โดยอาศัยเพศในพืชชั้นสูง เช่น พืชมีดอก อวัยวะเพศคือดอกซึ่งจะประกอบด้วยวงชั้น 4 ชั้น ชั้นนอกมีสีเขียวลักษณะคล้ายใบ เรียกว่า sepal ชั้นถัดจาก sepal เข้าไปเรียกว่ากลีบดอก (petal) เป็นชั้นที่มีสีสวยงามช่วยล่อแมลงเพื่อนำเอาเกสรตัวผู้มาผสมพันธุ์ด้วย ส่วนในของกลีบดอกคือชั้นของเกสรตัวผู้ (stamen) และชั้นในสุดเป็นเกสรตัวเมีย (carpel)

เกสรตัวผู้ประกอบด้วยก้านชูอับเกสร (filament) และอับละอองเรณู (anther) ที่ส่วนปลาย ซึ่งส่วนนี้ประกอบด้วย 4 พู ตรงกลางของแต่ละพูมีกลุ่มเซลล์ที่เรียก microspore mother cell ล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อที่เรียก tapetum ซึ่งทำหน้าที่ให้อาหารแก่ microspore mother cell ต่อมา microspore mother cell จะแบ่งตัวแบบ meiosis ได้ 4 microspore ซึ่งต่อไปจะเป็น microgametophyte และจะแบ่งนิวเคลียสออกเป็น 2 อัน คือ generative cell กับ tube nucleus ระยะเวลาเราเรียก microgametophyte นี้ว่าละอองเรณูหรือละอองเกสรตัวผู้ (pollen grain)

เกสรตัวเมียประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ก้านเกสร (style) และรังไข่ (ovary) ภายในรังไข่มีไข่ (ovule) ซึ่งห้อมล้อมด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น แต่ละ ovule จะประกอบด้วย 1 megaspore mother cell ซึ่งต่อมาจะแบ่งตัวแบบ meiosis เป็น 4 megaspore 1 ใน 4 เซลล์นี้จะเจริญเป็น megagametophyte อีก 3 อันเซลล์จะสลายไป megagametophyte จะเจริญต่อมาและแบ่งนิวเคลียสต่อมาอีก 2 ครั้ง ได้ 8 nucleate cell 2 นิวเคลียสจะอยู่ตรงกลาง เราเรียกว่า polar nuclei อีก 3 นิวเคลียสจะอยู่ตรงข้ามกันที่ขอบของ megagametophyte หรือ embryo sac เซลล์ใน 3 เซลล์ของทั้งสองข้างนี้จะเจริญเป็น egg nucleus และเซลล์ที่เหลือข้างละ 2 เซลล์ เรียก synergid

การผสมเกสรเรียก pollination หรือ fertilization (รูปที่ 8-9) การผสมในดอกเดียวกัน เรียก self pollination ถ้าผสมต่างดอกกันเรียก cross pollination เมื่อละอองเกสรตัวผู้ตกบน เกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้จะงอก pollen tube ลงไปตามก้านเกสรตัวเมีย เข้าสู่ embryo sac ระยะเวลา generative cell ในเกสรตัวผู้จะแบ่งเป็น 2 sperm นิวเคลียสของ sperm หนึ่งจะเข้าผสมกับ เซลล์ไข่เป็น zygote (2n) อีกอันหนึ่งจะเข้าผสมกับ polar nuclei เกิดเป็นเซลล์ที่เรียก endosperm (3n) การเกิดเป็นทั้ง zygote และ endosperm นี้เรียกว่า การเกิดปฏิสนธิซ้อน (double fertilization) หลังจากนั้น zygote และ endosperm จะมีการแบ่งตัวหลายครั้ง ในที่สุด zygote จะเจริญเป็นต้นอ่อน (embryo) และ endosperm จะกลายเป็นเนื้อเยื่อที่สะสมอาหารเพื่อใช้เลี้ยงต้นอ่อนต่อไป ทั้งหมดนี้เจริญภายในเมล็ดซึ่งเดิมคือ ovule



รูปที่ 8-9 แสดงการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก

## การเจริญ (Development)

ความหมายของการเจริญทางชีววิทยา คือ กระบวนการเจริญเปลี่ยนแปลงในชั่วชีวิตหนึ่ง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่าง การเกิดทดแทนสิ่งที่สึกหรือขาดหายไป และรวมความถึงการให้กำเนิดลูกหลานในรุ่นต่อไปด้วย ด้วยเหตุนี้ กระบวนการ