# ไฟลัมอาร์โธรโพดา (Arthropoda)

*อ. ดร. บุญเสฐียร บุญสูง*
*ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

สมาชิกในไฟลัมอาร์โธรโพดามีจำนวนชนิดมากที่สุดในอาณาจักรสัตว์ (Speight *et al*., 1999) ประมาณว่าอาร์โธรพอดที่มีการตั้งชื่อมากกว่า 900,000 ชนิด ชื่อไฟลัม Arthropoda มาจาก *arthorn* แปลว่า ข้อต่อ และ *podos* แปลว่า เท้า ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของสัตว์ในไฟลัมนี้ คือ ลำตัวเป็นปล้องและมีรยางค์เป็นข้อๆ ต่อกัน (jointed appendage) ยื่นออกมาจากแต่ละปล้องของลำตัว

ความหลากชนิดของอาร์โธรพอดเกิดจากการปรับตัวเพื่อการมีชีวิตอยู่รอดได้ในเกือบทุกสภาวะของแหล่งที่อยู่อาศัย และความสามารถในการปรับตัวขึ้นมาอยู่บนบก โดยแมลงจัดเป็นอาร์โธรพอดที่มีวิวัฒนาการดีที่สุด การปรับตัวที่สำคัญ คือ

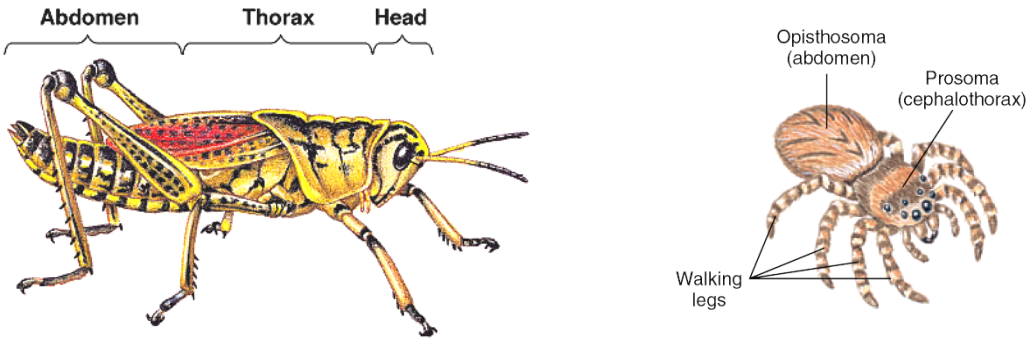
1. มีโครงสร้างของร่างกายที่แข็งแรง
2. มีรยางค์ที่เคลื่อนไหวได้ดีมากและทำหน้าที่ได้หลายอย่าง
3. มีระบบประสาทที่เจริญดี มีอวัยวะรับความรู้สึกหลายชนิด
4. กินอาหารได้แทบทุกประเภท
5. และมีระบบสืบพันธุ์ที่เจริญดี ตัวเมียวางไข่ได้คราวละมากๆ
6. มีระยะตัวอ่อนที่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมทำให้มีอัตราการรอดสูง
7. ฮอร์โมนและฟีโรโมน (pheromone) ทำให้มีการติดต่อสื่อสารระหว่างชนิดเดียวกันได้ดี

อาร์โธรพอดเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่สามารถดำรงชีวิตอยู่บนบกได้อย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าบางกลุ่มยังคงอยู่ในน้ำ การที่อาศัยอยู่บนบกได้เนื่องจาก

1. มีผิวตัวที่แข็งป้องกันการระเหยของน้ำได้ดี
2. มีระบบหายใจที่สามารถนำเอาออกซิเจนจากอากาศเข้าไปยังเนื้อเยื่อได้โดยตรง
3. มีรยางค์ที่เคลื่อนไหวได้ดี มีน้ำหนักเบา
4. บางชนิดมีปีกบินได้ ทำให้การหาอาหารสะดวกยิ่งขึ้น

## ลักษณะทั่วไปของอาร์โธรพอด

สัตว์ในไฟลัม Arthropoda มีลำตัวที่แบ่งออกเป็นส่วนๆ อย่างชัดเจน (tagmatization) (ภาพที่ 1) แต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยปล้องหลายปล้องมารวมกัน และจำนวนปล้องในแต่ละส่วนของร่างกายจะมีจำนวนปล้องที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น แมลงแบ่งร่างกายออกเป็น 3 ส่วน คือ หัว 4 ปล้อง อก 3 ปล้อง ท้อง 11 ปล้อง เป็นต้น ปล้องแต่ละปล้องจะมีรยางค์ปล้องละ 1 คู่ แต่กลุ่มที่มีวิวัฒนาการสูงจะมีจำนวนปล้องน้อยและรยางค์มักจะมีไม่ครบทุกปล้อง รยางค์มีหลายแบบ สามารถทำหน้าที่ได้ครบถ้วนในการดำรงชีวิต




**ภาพที่ 1** การแบ่งลำตัวออกเป็นส่วนๆ ของอาร์โธรพอด (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**สิ่งห่อหุ้มร่างกาย (Integument)**

อาร์โธรพอดมีคิวติเคิล (cuticle) เป็นโครงร่างภายนอกที่มีไคตินเป็นส่วนประกอบจึงแข็ง มีอิพิเดอร์มิส (epidermis) สร้างคิวติเคิล คิวติเคิลมีสารประกอบทางเคมีที่สำคัญ ดังนี้

1. chitin เป็นpolysaccharide คล้ายกับเซลลูโลส แต่มีไนโตรเจนอยู่ในโครงสร้างด้วย

2. โปรตีน ประกอบด้วย arthropodin และ resilin ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปของโมเลกุลทำให้เกิดเป็นโปรตีนแข็ง (sclerotization)

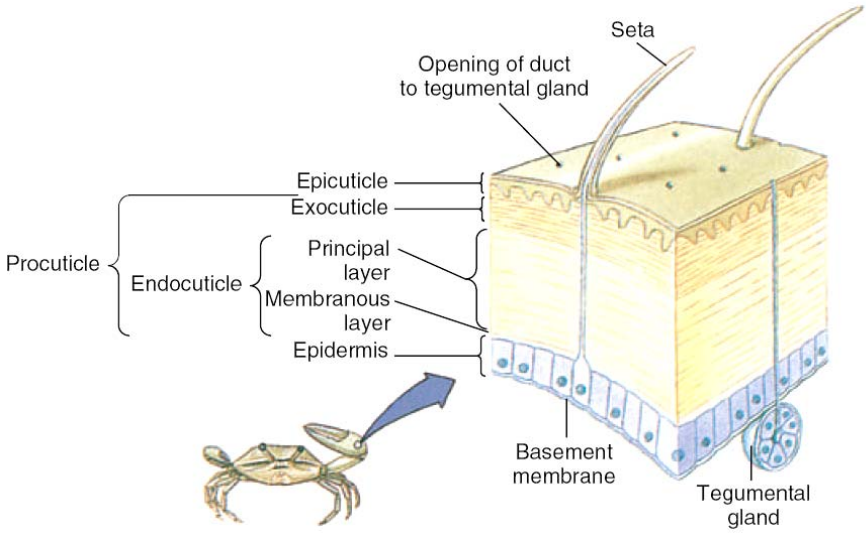
3. lipid และ wax เป็นส่วนประกอบที่อยู่เฉพาะบริเวณผิวบนสุดของคิวติเคิล ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ

4. calcium carbonate พบสะสมอยู่ทั่วไปในคิวติเคิล ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ calcite ถ้ามีมากก็จะทำให้ผิวตัวแข็ง เช่น กระดองปู ถ้ามีน้อยตัวก็จะนิ่มลง เช่น ผิวตัวของตั๊กแตน เป็นต้น

cuticle จะเรียงตัวเป็นชั้นๆ (ภาพที่ 2) ประกอบด้วย

1. epicuticle เป็นชั้นนอกสุด มีแต่ลิปิดและขี้ผึ้ง ไม่มีไคติน

2. procuticle เป็นชั้นที่หนา มีไคติน โปรตีน แคลเซียม และเม็ดสี มักจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้นย่อย เรียงจากด้านนอกเข้ามาคือ exocuticle และ endocuticle ทั้งสองชั้นนี้จะมีความหนาบางต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด




**ภาพที่ 2** โครงร่างภายนอกของอาร์โธรพอด (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

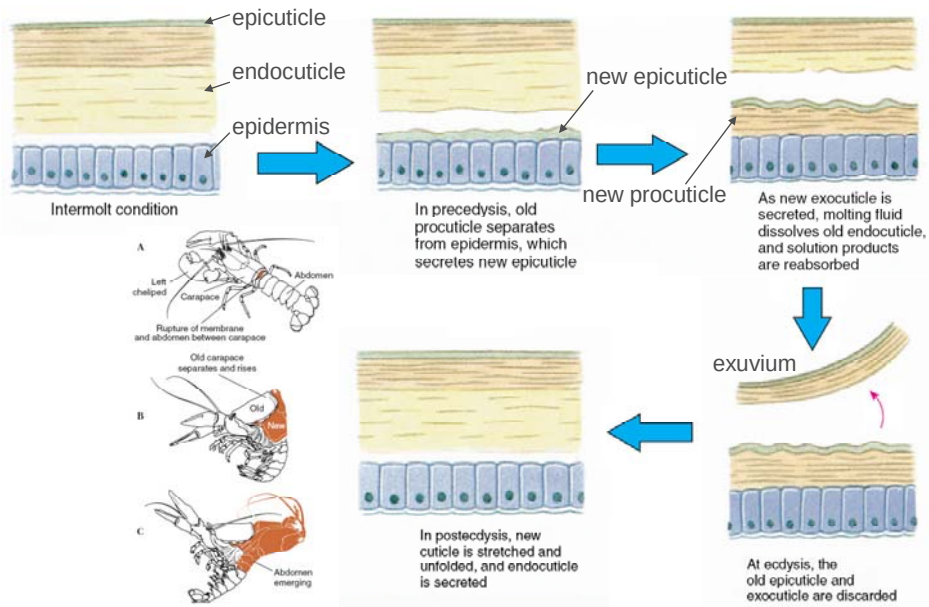
**การลอกคราบ (Molting or Ecdysis )**

การลอกคราบของอาร์โธรพอดเป็นการช่วยเพิ่มขนาดร่างกายในขณะที่เปลือกที่สร้างใหม่ยังไม่แข็งตัว เมื่อเปลือกแข็งตัวก็จะหยุดเพิ่มขนาด การลอกคราบมีขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 3)

1. epidermis เติบโตเพิ่มขนาดรวดเร็ว มีการสร้าง epicuticle ใต้ cuticle เดิม

2. มี protease และ chitinase ย่อย cuticle เดิม

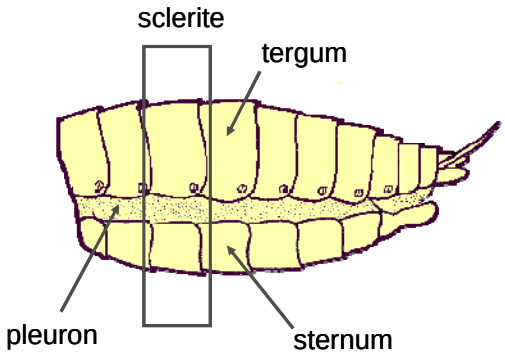
3. cuticle เก่าแยกจาก cuticle ใหม่ มีการสร้างชั้น procuticle ใหม่ และดัน cuticle เดิมหลุดออกไป มีฮอร์โมนหลายชนิดเกี่ยวข้องเช่น ecdysone กระตุ้นให้เกิดการลอกคราบ และมีฮอร์โมนยับยั้งการลอกคราบ (molt inhibiting hormone) คอยควบคุม ecdysone อีกทีหนึ่ง




**ภาพที่ 3** ขั้นตอนการลอกคราบ (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**ปล้องและรยางค์ (Segment and Appendages)**

แต่ละปล้องจะมี cuticle เป็นเปลือกหุ้มปล้อง ปล้องแต่ละปล้องเรียกว่า sclerite แบ่งเป็น 4 แผ่น คือ turgum 1 แผ่น sternum 1 แผ่น และ pleuron 2 แผ่น (ภาพที่ 4) เปลือกปล้องแต่ละปล้องจะมีเยื่อเชื่อม (articular membrane) พับทบภายในทำให้งอและเหยียดตัวได้ รยางค์มีหลายข้อ แต่ละข้อเรียกว่า โปโดเมีย (podomere) ระหว่าง podomere มีรอยบุ๋ม ระหว่างข้อเกิดจุดสัมผัสที่มี cuticle หนาแข็งเรียกว่า condyle ซึ่งเป็นศูนย์ในการยกลำตัวขึ้น-ลง และช่วยเสริมข้อต่อให้แข็งแรงเพื่อใช้แบกน้ำหนักตัว



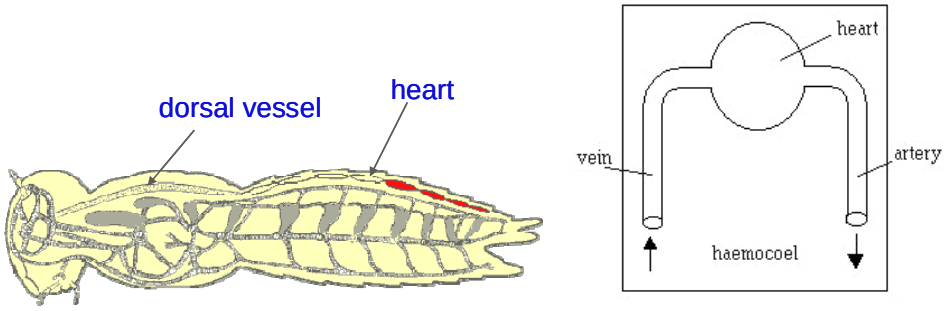

**ภาพที่ 4** ปล้องและรยางค์ของอาร์โธรพอด (ที่มา http://www.cals.ncsu.edu)

**ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system)**

กล้ามเนื้อส่วนใหญ่เป็นกล้ามเนื้อลายเป็นมัดสั้น ๆ ยึดระหว่างปล้องของลำตัวและระหว่างโปโดเมียของรยางค์ กล้ามเนื้อของอาร์โธรพอดจะมี 2 ชุดทำงานตรงข้ามกัน ได้แก่ flexor muscle มีขนาดใหญ่มักอยู่ทางด้านท้อง ทำให้ตัวงอได้ และ extensor muscle มีขนาดเล็กกว่าและอยู่ตรงข้ามกล้ามเนื้องอตัว อาร์โธรพอดเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เคลื่อนไหวได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่นๆ

**ช่องตัวและระบบหมุนเวียน (Coelom and Circulation)**

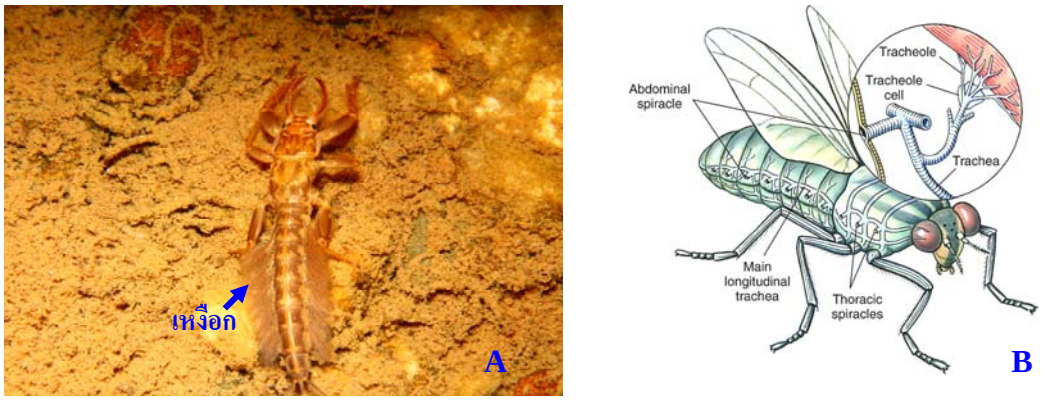
ช่องตัวของอาร์โธรพอดมีขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่เป็นตัวเต็มวัย ช่องตัวจะเหลืออยู่รอบๆ อวัยวะสืบพันธุ์ (gonocoel) เท่านั้น ช่องว่างในลำตัวเกือบทั้งหมดจะเป็น hemocoel แทรกกระจายอยู่ทั่วไปในช่องว่างของลำตัว ระบบหมุนเวียนเป็นระบบเปิด ประกอบไปด้วยหัวใจ เลือด และแอ่งเลือด (hemocoel) (ภาพที่ 5) เลือดของอาร์โธรพอดส่วนใหญ่มี haemocyanin เป็นตัวจับออกซิเจน บางชนิดมี haemoglobin บางชนิดมีเกล็ดเลือด (blood platelet) เหมือนสัตว์ชั้นสูง




**ภาพที่ 5** ช่องตัวและระบบหมุนเวียนของอาร์โธรพอด (ที่มา http://www.cals.ncsu.edu)

**การแลกเปลี่ยนแก๊ส (Gas exchange)**

อาร์โธรพอดที่อยู่ในน้ำจะใช้เหงือก (gill) ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ดังนั้นเหงือกจึงต้องชุ่มชื้นเสมอเพราะจะนำออกซิเจนที่ละลายในน้ำเข้าไปในแผ่นเหงือก ส่วนอาร์โธรพอดที่อยู่บนบกจะมีแผงปอด (book lung) หรือ ระบบท่อลม (tracheal system) (ภาพที่ 6) ออกซิเจนจากอากาศจะเข้าไปตามท่อเข้าสู่เนื้อเยื่อโดยตรง การแลกเปลี่ยนแก๊สของพวกที่อยู่บนบกจะมีประสิทธิภาพมากกว่าพวกที่อยู่ในน้ำ




**ภาพที่ 6** การแลกเปลี่ยนแก๊สด้วยเหงือก (A) และระบบท่อลม (B) (ที่มา B. Hickman *et al.*, 2001)

**ระบบย่อยอาหาร (Digestive system)**

ท่อทางเดินอาหารของอาร์โธรพอดแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

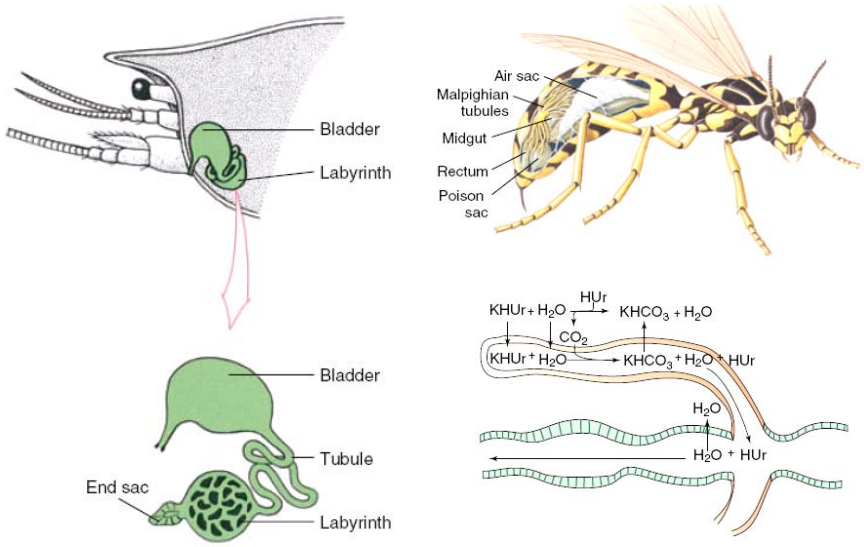
1. Fore gut หรือ Stomodeum ผนังด้านในท่อบุด้วย cuticle ประกอบด้วย ปาก หลอดอาหาร และ กระเพาะอาหาร

2. Mid gut หรือ Mesenteron ไม่มี cuticle บุภายในท่อ มีท่อจาก ต่อมน้ำย่อยมาเปิด มีหน้าที่ย่อยและดูดซึมอาหาร

3. Hind gut หรือ Proctodeum ผนังด้านในของท่อบุด้วย cuticle เป็นทางผ่านกากอาหาร มีการดูดน้ำและเกลือแร่จากกากอาหารกลับไปใช้

**ระบบขับถ่าย (Excretory system )** (ภาพที่ 7)

อวัยวะขับถ่ายเปลี่ยนแปลงมาจาก coelomoduct โดยเปลี่ยนแปลงไปเป็นต่อมตามโคนของรยางค์ต่างๆ เช่น coxal gland, antennal gland, maxillary gland เป็นต้น ของเสียจากต่อมจะเป็น ammonia หรือ uric acid ในแมลง ท่อขับถ่ายจะเปลี่ยนแปลงมาจากท่อทางเดินอาหารเรียกว่า Malpighian tubule เป็นเส้นฝอยอยู่รอบท่อทางเดินอาหารส่วนท้าย ผนังของท่อดูดซับ nitrogenous waste จากเลือดเข้ามาในท่อและเปลี่ยนรูปเป็น guanine crystal ซึ่งจะเข้าสู่ทางเดินอาหาร และปนออกมากับกากอาหาร

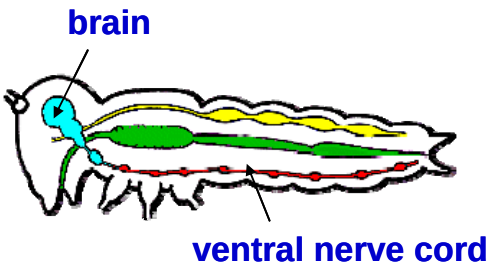



antennal gland Malpighian tubule

**ภาพที่ 7** อวัยวะขับถ่ายของอาร์โธรพอด (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**ระบบประสาท (Nervous system)**

ระบบประสาทเจริญดี และมีการรวมศูนย์อยู่ที่หัว (cephalization) หัวมีอวัยวะรับความรู้สึกที่สำคัญ เช่น ตา หนวด รยางค์รอบปาก ปมประสาทส่วนหัวขนาดใหญ่เป็นสมอง มีปมประสาทตามข้อปล้อง (segmental ganglia) ของลำตัวอีกหลายปม ปมประสาทจะเชื่อมต่อกันด้วยเส้นประสาท (ventral nerve cord) 1 คู่ อาร์โธรพอดชั้นสูง จะมีจำนวนปมประสาทน้อยลง เส้นประสาท 2 เส้นมักมาชิดกันรวมเป็นเส้นเดียว (ภาพที่ 8)




**ภาพที่ 8** ระบบประสาทของอาร์โธรพอด (ที่มา http://www.cals.ncsu.edu)

**ระบบสืบพันธุ์ (Reproduction)**

- เพศแยกเกือบทั้งหมด ยกเว้นพวกที่ยึดเกาะอยู่กับที่ เช่น เพรียงคอห่าน (*Lepas* sp.) มีเพศรวม
- มี sexual dimorphism) อวัยวะที่แสดงความแตกต่างระหว่างเพศมักพบที่หนวด รยางค์อก รยางค์ท้อง
- รังไข่ และอัณฑะจะมีเป็นคู่ ตำแหน่งจะแตกต่างกันไป แต่จะอยู่ใกล้กับช่องสืบพันธุ์เสมอ
- ช่องสืบพันธุ์อาจจะเป็นช่องเดี่ยวหรือเป็นคู่ก็ได้ และมักจะอยู่ที่โคนของรยางค์ขาเดิน
- มักจะมี copulation เพศผู้จะดัดแปลงรยางค์บางอันมาทำหน้าที่ยึดเกาะตัวเมียและทำหน้าที่ส่งสเปิร์มเข้าไปผสมกับไข่ (ภาพที่ 9)
- พวกที่อยู่บนบก การปฏิสนธิจะเป็นแบบปฏิสนธิภายในตัว
- พวกที่อยู่ในน้ำ การปฏิสนธิมีได้ทั้งแบบปฏิสนธิภายในและภายนอกตัว
- ไข่มีไข่แดงมาก มักมี metamorphosis จึงมีตัวอ่อนหลายระยะ แต่ละระยะมีชื่อเรียกต่างๆ กันไป
- pathenogenesis มักจะพบในไรน้ำที่มีขนาดเล็ก เช่น ไรแดง (*Moina macrocopa*)
- เนื่องจากอาร์โธรพอดมีเปลือกแข็ง การเจริญเติบโตโดยการเพิ่มขนาดไม่อาจจะทำได้ตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีการลอกคราบเพื่อถอดเอาเปลือก (cuticle) อันเดิมออก ขณะที่เปลือกที่สร้างขึ้นใหม่ยังไม่ทันแข็งตัวนั้น ร่างกายสามารถเพิ่มขนาดขึ้นได้เต็มที่จนกระทั่งเปลือกใหม่แข็งตัวร่างกายก็หยุดการเพิ่มขนาด ตัวอ่อนลอกคราบหลายครั้งกว่าตอนที่เป็นตัวเต็มวัยแล้ว

**ภาพที่ 9** การจับคู่ผสมพันธุ์ของอาร์โธรพอด

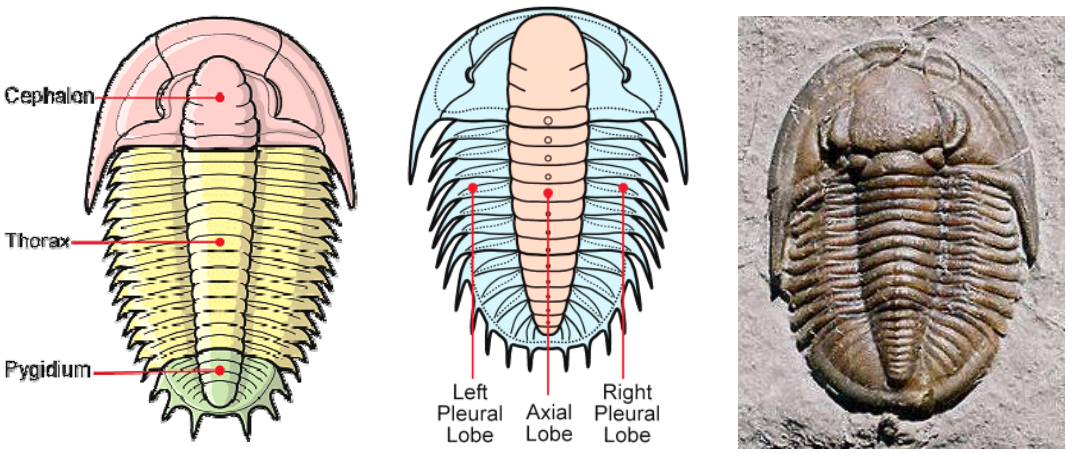
**การจัดหมวดหมู่**

Phylum Arthropoda

| | | |
|---|---|---|
| Subphylum Trilobitomorpha | | |
| | Class Trilobita | ไตรโลไบต์ (trilobite) |
| Subphylum Chelicerata | | |
| | Class Merostomata | แมงดาทะเล (horseshoe crab) |
| | Class Pycnogonida | แมงมุมทะเล (sea spider) |
| | Class Arachnida | แมงมุม (spider) แมงป่อง (scorpion) ไร (mite) เห็บ (tick) |
| Subphylum Mandibulata | | |
| | Class Crustacea | ไรน้ำ (fairy shrimp) ไรน้ำกาบหอย (clam shrimp) คลาโดเซอแรน (cladoceran) ออสทราคอด (ostracod) โคพีพอด (copepod) เพรียง (barnacle) กุ้ง (shrimp) ปู (crab) ไอโซพอด (isopod) แอมฟิพอด (amphipod) |
| | Class Diplopoda | กิ้งกือ (millipede) |
| | Class Chilopoda | ตะขาบ (centipede) |
| | Class Insecta | แมลง (insect) |

**Subphylum Trilobitomorpha** (ภาพที่ 10)

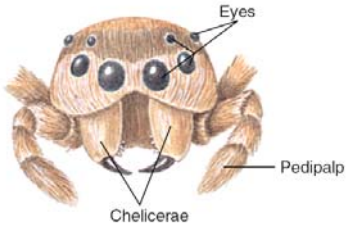
- สูญพันธุ์ไปประมาณ 200 ล้านปีแล้ว
- ปัจจุบันพบซากของมันติดอยู่กับก้อนหิน โครงร่างของซากดึกดำบรรพ์นี้ค่อนข้างจะสมบูรณ์ เห็นรูปร่างชัดเจน ทำให้สามารถคาดหมายรูปร่างที่แท้จริงของมันได้
- ไตรโลไบท์ (trilobite) มีลำตัวรูปไข่ ขนาดตั้งแต่ 2-67 ซม. มีผิวตัวแข็ง ปกคลุมด้วยคิวติเคิล มีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมในบางบริเวณ ลำตัวเป็นปล้องประมาณ 20 ปล้อง ด้านหลังมีร่องตามยาวพาดอยู่บนหลังสองร่องทำให้แบ่งลำตัวเป็น 3 ส่วน อันเป็นที่มาของชื่อ Subphylum ส่วนหัวมีหนวด 1 คู่ มีตารวม 1 คู่
- ส่วนลำตัวมีรยางค์ขาเดินปล้องละ 1 คู่




**ภาพที่ 10** สัณฐานวิทยาและฟอสซิลของไตรไลไบท์ (ที่มา http://www.trilobites.info)

**Subphylum Chelicerata** (ภาพที่ 11)

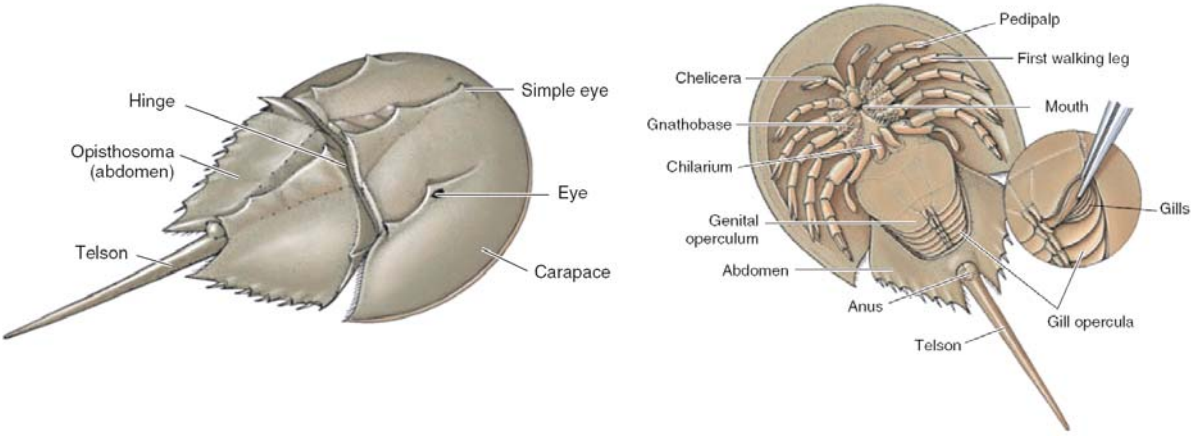
- อยู่บนบกได้อย่างดี บางกลุ่มยังคงอยู่ในทะเล
- ลำตัวแบ่งออกเป็นสองส่วน ลำตัวส่วนหน้าเรียกว่า prosoma ปล้องเชื่อมรวมกันทางด้านหลังเป็นแผ่นเดียวกัน ทำให้นับจำนวนปล้องได้ยาก มีรยางค์ 6 คู่
- chelicera คู่ที่อยู่หน้าสุดเป็นข้อสั้นๆ 3-4 ข้อ ปลายเป็นก้านหนีบ
- pedipalp ปลายมักจะเป็นก้ามหนีบเช่นเดียวกัน
- ขาเดิน 4 คู่
- prosoma มีตา (ocelli) หลายคู่ แต่ไม่มีหนวด
- opisthosoma ลำตัวส่วนท้าย มี 12 ปล้องและมักจะเชื่อมติดกันเช่นเดียวกับส่วนหน้า ไม่มีรยางค์ในการเคลื่อนที่เลย ส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเหงือกและอวัยวะในการแลกเปลี่ยนแก๊สอื่น ๆ เช่น book lung, spiracle บางชนิดมีหาง (telson) 1 อันที่ปล้องสุดท้ายของส่วนท้าย
- วิธีกินอาหารที่ต่างไปจากกลุ่มอื่นๆ คือ จะปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยอาหารนอกตัว และดูดอาหารที่ย่อยแล้วเข้าไปในท่อทางเดินอาหาร
- มี coxal gland หรือ Malpighian tubule ในการขับถ่าย
- มี book lung หรือ book gill ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- เพศแยก ปฏิสนธิภายใน มักมี copulation มีการเกี้ยวพาราสีก่อนจะมีการผสมพันธุ์




**ภาพที่ 11** ส่วนหน้าของ chelicerate (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**Class Merostomata**

- แมงดาทะเล (King crab, horseshoes crab) , living fossil
- Carapace กว้างรูปครึ่งวงกลมคล้ายเกือกม้า คลุมส่วน prosoma เอาไว้ทั้งหมด
- ตาประกอบด้านข้าง 1 คู่ จับความเคลื่อนไหวสิ่งต่างๆ ได้
- Pedipalpi ตัวผู้ในข้อสุดท้ายโป่งเป็นกระเปาะ ปลายสุดงอเป็นตะขอ ใช้เกี่ยวเกาะหลังตัวเมีย
- บริเวณ coxa ของ pedipalpi กับ coxa ของขาเดิน 3 คู่ แรกมีแผงขน เรียกว่า gnathobase
- Opisthosoma เชื่อมกับส่วนหน้าโดยมีโครงสร้างคล้ายบานพับ สามารถขยับได้ มีหนามด้านข้างรับความรู้สึก
- รยางค์ส่วนท้องที่สำคัญคือ genital operculum ใหญ่ 1 แผ่น + book gill 5 คู่
-Telson เปลี่ยนแปลงมาจาก tergum ทำหน้าที่ยันพื้นให้ตัวพลิกในกรณีที่หงายท้อง
- แมงดาทะเลพบในทะเลและน้ำกร่อยเท่านั้น สูญพันธุ์ไปเกือบหมด เหลือเพียง 3 สกุล 4 ชนิดเท่านั้นคือ *Limulus polyphemus*, *Tachyplius gigas* (แมงดาจาน), *Tachyplius tridentatus* และ *Carsinoscorpius rotundicauta* (แมงดาถ้วย, แมงดาไฟ, เหรา)



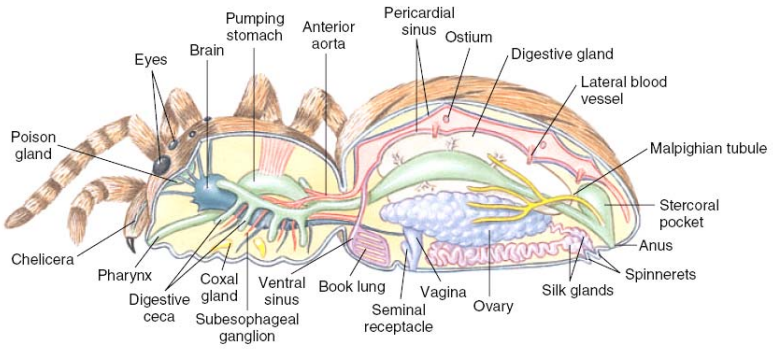

**ภาพที่ 12** ส่วนหน้าของ chelicerate (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**Class Arachnida**

- เป็น arthropod กลุ่มแรกที่ขึ้นมาอยู่บนบก
- ร่างกายแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ prosoma มีรยางค์ 6 คู่ และ opisthosoma ไม่มีรยางค์ที่ใช้เคลื่อนที่ Chelicerae และ pedipalpi เป็นรยางค์ที่ช่วยในการล่าเหยื่อและสืบพันธุ์
- ปากดูด ไม่มี mandible ปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยเหยื่อนอกตัว อาหารที่ย่อยแล้วเป็นของเหลวจะถูกดูดเข้าสู่ร่างกายผ่าน pumping stomach
- ตาเดี่ยวหลายคู่ ไม่มีหนวด แต่ตามผิวตัวจะมีขนแข็ง (tactile hair) ทำหน้าที่รับสัมผัส พบมากที่รยางค์

**แมงมุม (spider)** (ภาพที่ 13)

- แมงมุมเป็น predator จึงมีความสำคัญทางการเกษตร ช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืช
- แมงมุมบางชนิดอาจจะมีพิษร้ายแรงต่อคนในเวลาถูกกัด
- แมงมุมอาศัยอยู่ตามต้นไม้ ทุ่งหญ้า และมีทั้งชนิดที่ขุดรูอยู่ในดิน ส่วนใหญ่จะสร้างใย (web) เพื่อใช้ดักจับเหยื่อ แต่ก็มีหลายชนิดที่ไม่สร้างใย
- แมงมุมมีประมาณ 36,000 ชนิด โดยทั่วไปมีขนาดเล็ก เฉพาะส่วนลำตัวยาวประมาณ 1-2 ซม.
- แมงมุมแพร่กระจายทั่วไปในเขตอบอุ่นและเขตร้อน
- วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับแมงมุมโดยเฉพาะเรียกว่า วิชา Araneaology
- โปรโซมาและโอพิสโทโซมาจะมีก้านสั้น ๆ (pedicel) ยึดระหว่างกัน โปรโซมาจะเล็ก ส่วนโอพิสโทโซมาจะใหญ่




**ภาพที่ 13** โครงสร้างภายในของแมงมุม (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**แมงป่อง (scorpion)**

- แมงป่องพบในเขตอบอุ่นและเขตร้อนเป็นส่วนใหญ่ ชอบอาศัยในที่มืดๆ ใต้กองไม้ ก้อนหิน ตามพื้นดิน พื้นทราย ออกหากินเวลากลางคืน
- อาหารส่วนใหญ่เป็นแมงมุมและแมลงต่างๆ
- แมงป่องมีประมาณ 800 ชนิด บางชนิดมีพิษร้ายแรงต่อมนุษย์

**เห็บและไร (tick and mite)**

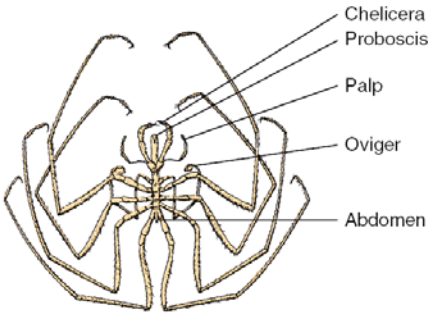
- เห็บและไรมีรูปร่างแตกต่างไปจาก arachnid อื่น
- ลำตัวแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนหัว เรียก capitulum หรือ gnathosoma หัวเล็กมาก มีรยางค์เพียง 2 คู่ คือ chelicera และ pedipalp
- chelicera ของปรสิตเป็นแท่งแหลม มีพิษตามขอบเพื่อใช้ขูดผิวของเหยื่อและเจาะดูดกินของเหลวจากตัวเหยื่อ
- chelicera และ pedipalp ของพวกที่ล่าเหยื่อจะเป็นก้ามหนีบ
- idiosoma ส่วนส่วนท้องขนาดใหญ่ไม่เป็นปล้อง มีขาเดิน 4 คู่

- เห็บ (tick) เป็นปรสิตภายนอกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายชนิด น้ำลายมีสารป้องกันเลือดไม่ให้แข็งตัวช่วยให้การดูดเลือดเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมี caecum ช่วยเก็บอาหาร เห็บที่เรารู้จักกันทั่วไปคือ เห็บสุนัขสกุล *Rheipicephalus*

- ไร (mite) มีทั้งที่ดำรงชีวิตเป็นอิสระอยู่ในดิน ในน้ำทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล พวกที่เป็นปรสิตมีทั้งแบบภายนอกและภายในของสัตว์และพืช

**Class Pycnogonida** (ภาพที่ 14)

- มีขนาดเล็ก ประกอบด้วยส่วนหัว (cephalon) เป็นแท่งสั้น มีตา 4 คู่ ด้านหน้าเป็นงวงยื่นออกไป และส่วนลำตัว (trunk) มี 4 ปล้อง ปล้องแรกเชื่อมติดหัว
- Chelicerae ขนาดเล็กหรือไม่มี, pedipalpi เป็นข้อต่อสั้นๆ
- Ovigerous legs พบเฉพาะตัวผู้ ใช้อุ้มตัวอ่อน
- ขาเดิน 4 คู่ยาวมาก ปลายสุดงอเป็นตะขอใช้ยึดเกี่ยว
- กินสัตว์อื่น (carnivorous) เป็นอาหาร หรือเป็นปรสิตภายนอกของหอยหลายชนิด




**ภาพที่ 14** สัณฐานวิทยาของแมงมุมทะเล (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

**Subphylum Mandibulata**

- มีส่วนปากเจริญดี มีรยางค์รอบปากหลายคู่ เช่น mandible 1 คู่, maxillae 2 คู่
- ร่างกายมี 2 หรือ 3 ส่วนแล้วแต่ชนิดของสัตว์
- มีหนวด (antenna) เป็นอวัยวะรับความรู้สึก

**Class Crustacea**

- ครัสเทเชียน (crustaceans) ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเล ที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดมีน้อยชนิดกว่าในทะเลมาก และบางชนิดสามารถปรับตัวขึ้นมาอยู่บนบกในที่ชื้นๆ ได้ดี

- ขนาดรูปร่างของครัสเทเชียนแตกต่างกันมาก มีตั้งแต่พวกไรน้ำขนาดเล็กไม่กี่มิลลิเมตรไปจนถึงปูแมงมุมบางชนิดมีความยาวรวมทั้งขาถึง 3 เมตร ครัสเทเชียนมีลักษณะเด่นๆ ดังนี้ คือ

- มีหนวด 2 คู่ (ยกเว้นพวกที่อยู่บนบกจะมี 1 คู่)

- รยางค์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบไบรามัส (biramous)

- ร่างกายแบ่งเป็นสองส่วนคือ cephalothorax เป็นส่วนหัวกับส่วนอกเชื่อมรวมกัน หัวจะมี 5 ปล้อง อกมี 8 ปล้อง

- abdomen จำนวนปล้องต่างกันในแต่ละชนิด แต่ละปล้องจะมีรยางค์ 1 คู่ มีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกันไป

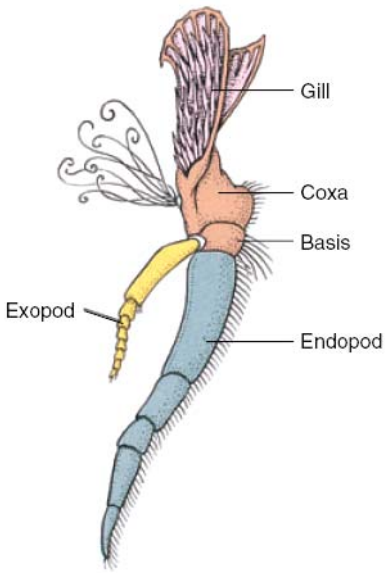
- ส่วนปากจะมีรยางค์ 3 คู่ช่วยในการจับอาหาร เคี้ยวอาหาร คือ mandible 1 คู่ และ maxilla 2 คู่

- ใช้เหงือกในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

- ครัสเทเชียนมีรยางค์หลายประเภททำหน้าที่แตกต่างกันไป แต่มีรูปแบบพื้นฐานของรยางค์เพียงสองประเภท คือ

- biramous ประกอบด้วย protopodite, exopodite และ endopodite (ภาพที่ 15) ได้แก่ รยางค์ว่ายน้ำ รยางค์รอบ ปาก

- uniramous เป็นแบบข้อต่อเรียงต่อกัน ตรงปลายข้อฐานไม่แยกเป็นสองแขนง exopodite เสื่อมไป ได้แก่ ขาเดิน




**ภาพที่ 15** รยางค์แบบ biramous (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

รยางค์จำแนกตามตำแหน่งของรยางค์แบ่งออกเป็น (ภาพที่ 16)

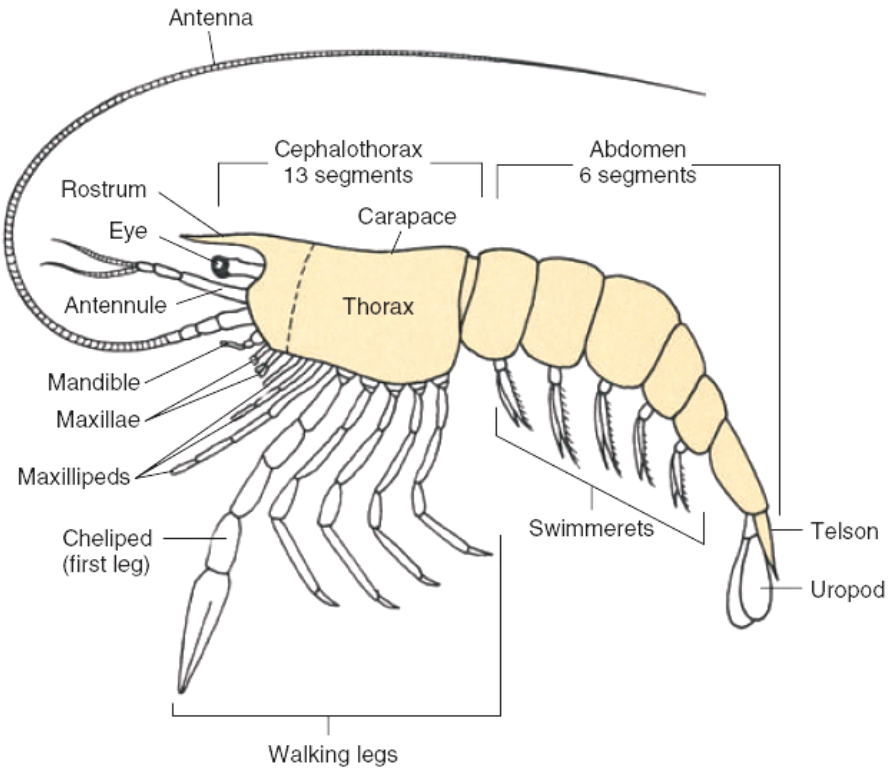
1. รยางค์ส่วนหัว ประกอบด้วย

- หนวด หนวดคู่แรกอยู่หน้าสุดคือ antennule คู่ที่สองอยู่ถัดไปคือ antenna
- รยางค์รอบปาก (mouth parts) ประกอบด้วยรยางค์ 3 คู่ คือ
- mandible 1 คู่ เป็นแท่งแข็ง ทำหน้าที่บดอาหาร
- maxilla 2 คู่ เป็นแผ่นแบนบาง ช่วยในการจับอาหารเข้าปาก

2. รยางค์อก ประกอบด้วย

- maxilliped 1-3 คู่ ทำหน้าที่ช่วยจับอาหารเข้าปาก
- walking leg

3. รยางค์ท้อง มี swimmerette ช่วยในการว่ายน้ำ แลกเปลี่ยนแก๊ส รยางค์ท้องส่วนใหญ่เป็นแบบไบรามัส




**ภาพที่ 16** รยางค์ของกุ้ง (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

*โภชนาการของครัสเทเชียน*

- filter feeding โดยใช้รยางค์ของร่างกายกรองอาหารที่ปนอยู่ในน้ำเข้าปาก
- พวกที่มีขนาดใหญ่จะกินอาหารโดยการล่าเหยื่อ (predator) สัตว์กลุ่มนี้มีรยางค์อกเป็นก้ามหนีบเพื่อใช้จับเหยื่อ

- บางกลุ่มเป็น scavenger

- บางกลุ่มเป็นปรสิต มักจะดัดแปลงอวัยวะบางอย่างมาทำหน้าที่ช่วยเกาะกับโฮสต์ เช่น hook, sucker ปากเปลี่ยนจากปากกัดเป็นปากดูด

- fore gut ประกอบด้วยหลอดอาหาร (esophagus) และกระเพาะอาหาร

- midgut มี digestive gland มาเปิดเข้า ต่อมน้ำย่อยบางส่วนอาหารด้วย จึงเรียกว่า hepatopancreas

- hind gut ได้แก่ ส่วนท้ายของลำไส้และทวารหนัก

*ระบบหมุนเวียนและการแลกเปลี่ยนแก๊ส*

- ระบบหมุนเวียนโลหิตของครัสเทเชียนเป็นระบบเปิด ประกอบไปด้วยอวัยวะและส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. heart มี pericardium บนหัวใจมี ostia ให้เลือดไหลเข้าสู่หัวใจหลายคู่

2. artery เป็นเส้นเลือดนำเลือดออกจากหัวใจไปเลี้ยงร่างกาย เลือดจะกลับเข้าหัวใจทาง ostia จึงไม่มี veins นำเลือดกลับเข้าหัวใจ

3. hemocoel เป็นแอ่งเลือดเล็กแทรกอยู่ทั่วไปตามเนื้อเยื่อต่างๆ

4. sinus รวบรวมเลือดที่ใช้แล้วจากร่างกายเพื่อส่งไปที่เหงือก และรวบรวมเลือดจากเหงือกเข้าสู่หัวใจทาง ostia

5. blood มี amoeboid cell ใน plasma มี respiratory pigment เป็น haemocyanin เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มี haemoglobin

*ระบบประสาทและอวัยวะความรู้สึก*

- ระบบประสาทของครัสเทเชียนประกอบไปด้วยปมประสาทที่สำคัญ คือ

1. supraesophageal ganglion (brain) มีเส้นประสาทไปยังหนวด 2 คู่ และตา 1 คู่

2. circumesophageal commissure ไปเชื่อมกับปมประสาทใต้หลอดอาหาร

3. subesophageal ganglion

4. ventral nerve cord

5. segmental ganglion

6. lateral nerve ปล้องละ3 คู่

7. thoracic ganglionic mass

8. ventral mass

*ระบบสืบพันธุ์*

- เพศแยก มีsexual dimorphism

- บางชนิดที่เกาะอยู่กับที่ เช่น เพียงหิน (acron barnacle) เพรียงคอห่าน (goose neck barnacle) มีเพศรวม

- นอกจากนี้ไรน้ำบางชนิด เช่น ไรแดง (water fea: *Moina macrocopa*) จะมีเพศผู้น้อยมาก และมักจะพบในบางฤดูบางสภาวะเท่านั้น ประชากรเกือบทั้งหมดจึงเป็นเพศเมีย และจะสืบพันธุ์แบบ parthenogenesis

- ตัวอ่อนระยะหลักมี 3 ระยะ คือ

1. nauplius เป็นระยะที่ฟักออกจากไข่ ลำตัวไม่เป็นปล้อง มี 1 ocellus รยางค์ 3 คู่ คือ antennule,, antenna และ mandible (ภาพที่ 17)

2. zoea ลำตัวแบ่งเป็นส่วนๆ มีคาราเพสคลุมหัวและอก มีรยางค์อก รยางค์ท้องแล้ว แต่ยังทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์

3. postlarva เป็นระยะที่มีรูปร่างคล้ายตัวเต็มวัย มีรยางค์ครบและทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์แล้ว แต่ขนาดเล็ก

**ภาพที่ 17** ตัวอ่อนระยะ nauplius ของไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*)

**Class Diplopoda** (ภาพที่ 18)

- กิ้งกือ (milipedes) กิ้งกือพบทั่วไปในเขตอบอุ่นและเขตร้อน อาศัยอยู่ตามพื้นดิน ตามใต้กองใบไม้ ต้นไม้ผุ ๆ บางชนิดขุดรูอยู่ในดินตื้น ๆ มีประมาณ 8,000 ชนิด มีขนาดทั่ว ๆ ไปประมาณ 3-10 ซม.

- กิ้งกือส่วนใหญ่มีลักษณะตัวยาวทรงกระบอก ประกอบด้วยส่วนหัว อก และท้อง ส่วนอกและท้องมักรวมเรียกว่า ลำตัว (trunk)

- หัว มีหนวด 1 คู่ ด้านข้างของหัวมีแมนดิเบิลที่ขยายเป็นแผ่นปิดอยู่สองข้างของหัว มีส่วนที่ทำหน้าที่ขุดดิน

- trunk ประกอบด้วยอก 4 ปล้องและ ส่วนท้อง

- อกปล้องแรกมีเปลือกเป็นปลอกอยู่ตอนท้ายของหัว ไม่มีรยางค์ เรียกว่า collum

- 3 ปล้องที่เหลือมีรยางค์ปล้องละ 1 คู่

- ส่วนท้อง เกิดจากการเชื่อมรวมของเทอกัมของปล้อง 2 ปล้อง (double segment) เป็นที่มาของชื่อ Diplopoda ดังนั้นปล้องแต่ละปล้องจึงมีรยางค์ปล้องละ 2 คู่ บริเวณรอยต่อของปล้องจะเป็นวงแหวนสีน้ำตาล

- ส่วนท้องของกิ้งกือบางชนิดอาจมีจำนวนปล้องมากถึง 100 ปล้อง

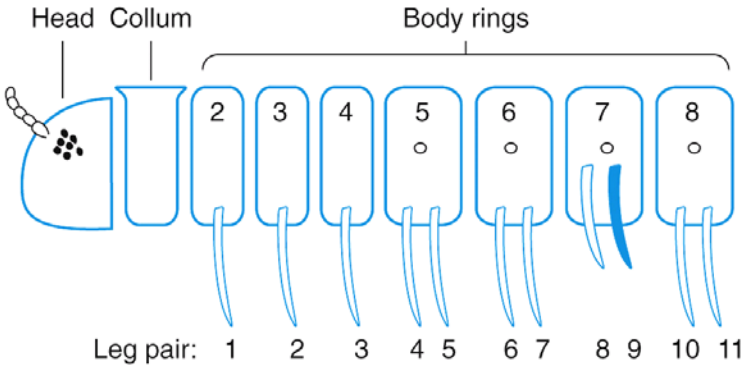
- ปล้องท้ายๆ บางปล้องอาจไม่มีรยางค์ ส่วนปลายสุดของ ลำตัวเป็นไพจีเดียม

- *Schizophyllum subalosum* เป็นกิ้งกือสีน้ำตาลแดง ขนาดเล็ก ยาวประมาณ 4-5 ซม. พบทั่วไปตามกองไม้ผุ

- *Julus terrestris* เป็นกิ้งกือขนาดใหญ่ สีน้ำตาลแก่ ตัวยาวประมาณ 15 ซม.

- กระสุนพระอินทร์ (pill millipede) กิ้งกือชนิดตัวสั้น ลำตัวแบนกว้าง เวลาม้วนตัวจะเป็นก้อนกลม

- ตะเข็บ (flat back millipede) ตัวแบนคล้ายตะขาบขนาดเล็ก ตัวยาวประมาณ 2 ซม. ปล้องท้องมีขาเดินปล้องละ 2 คู่เช่นเดียวกับกิ้งกือ



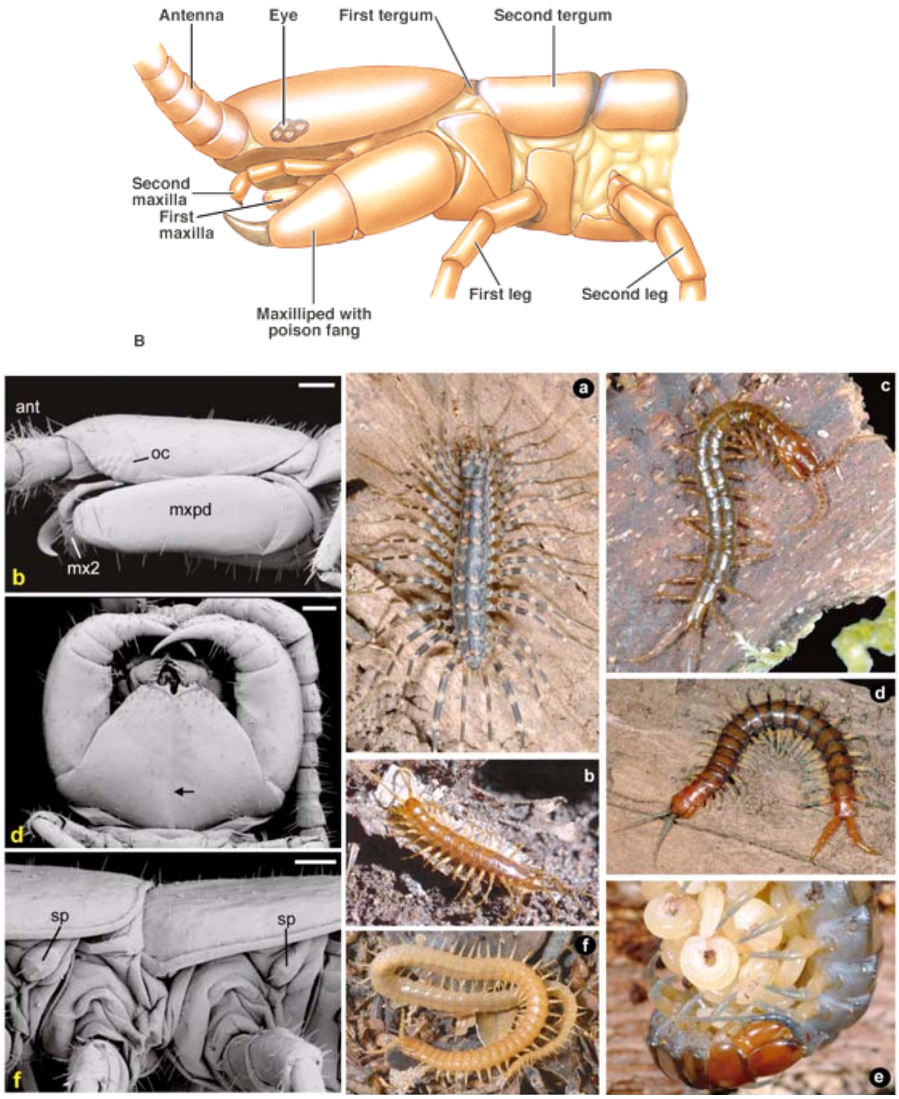
**ภาพที่ 18** ส่วนหัว ลำตัวและชนิดของกิ้งกือ (ที่มา Sierwald and Bond, 2007)

**Class Chilopoda** (ภาพที่ 19)

- ตะขาบ (centipedes) ตะขาบอาศัยอยู่ตามพื้นดิน ใต้กองไม้ผุ ใต้ก้อนหิน ขอนไม้ในที่มืด บางกลุ่มอยู่ตามพื้นทราย ตามชายฝั่งในเขตที่น้ำทะเลท่วมถึง โดยอยู่ตามใต้ก้อนหิน เปลือกหอย
- ท้องแบนนูนหลัง (dorsoventrally flattened)
- ปล้องแต่ละปล้องมีขาเดินปล้องละ 1 คู่ จำนวนปล้องต่างกันในแต่ละชนิด
- ตะขาบมีประมาณ 3,000 ชนิด โดยทั่วไปมีขนาดยาวประมาณ 6-8 นิ้ว
- หัว มีหนวด 1 คู่ มีกลุ่มของ ocelli สองข้างของหัว
- ลำตัวมีปล้องหลายปล้อง ปล้องอกปล้องแรกที่ติดกับหัวจะมี poison claw 1 คู่ยื่นไปข้างหน้า

แนบกับส่วนหัว ใช้กัดเหยื่อและปล่อยน้ำพิษออกมาที่ปลายเขี้ยว น้ำพิษทำให้สัตว์ขนาดเล็ก เช่น แมลง ไส้เดือน แมงมุม ลูกคางคก ตายได้ หลังจากนั้นจึงจะใช้แมกซิลลาและแมนดิเบิลฉีกอาหารเข้าปาก

- ลำตัวปล้องถัดไปจะมีขาเดินปล้องละ 1 คู่




**ภาพที่ 19** ส่วนหัวและชนิดของตะขาบ (ที่มา Edgecombe and Giribet, 2007)

**Class Insecta**

- แมลงเป็นสัตว์ที่ประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตบนบกได้ดีที่สุดในบรรดาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

- แมลงอาศัยอยู่ได้แทบทุกแห่ง ทุกสภาวะแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นภูเขา ทะเลทราย หรือขั้วโลกที่มีอากาศหนาวเย็น

- แมลงบางชนิดมีระยะตัวอ่อนอยู่ในน้ำจืด บางชนิดตัวเต็มวัยลงไปหากินอยู่ในน้ำจืด แต่แมลงยังไม่สามารถลงไปดำรงชีวิตอยู่ในทะเลได้ มีเพียงบางชนิดอาจจะว่ายน้ำ วิ่งอยู่ตามผิวน้ำทะเลได้ แต่ยังไม่สามารถดำรงชีวิตในทะเลได้อย่างสมบูรณ์เหมือนครัสเทเชียน

- จากการที่แมลงมีความสามารถในการปรับตัวในการดำรงชีวิตได้ดีมาก แมลงจึงมีมากทั้งปริมาณและชนิด ประมาณว่ามีมากกว่า 750,000 ชนิดที่ตั้งชื่อแล้ว และยังมีอีกมากที่ยังไม่ได้ตั้งชื่อ

- แมลงมีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์มากเนื่องจากเป็นศัตรูทำลายพืช ผลิตผลทางการเกษตร เป็นพาหะนำโรค เป็นปรสิตของคนและสัตว์เลี้ยง ทำให้เกิดความเสียหายในทางการเกษตร ทำลายสุขภาพของมนุษย์เป็นอย่างมาก และขณะเดียวกันก็ทำประโยชน์ให้แก่มนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน จึงมีการศึกษาเรื่องแมลงอย่างกว้างขวาง

- วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับแมลงคือ กีฏวิทยา (Entomology)

*ลักษณะทั่วไป*

- แมลงมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันมากในแต่ละชนิด

- คิวติเคิลบางแต่เหนียวแข็งแรงยืดหยุ่นได้ดี น้ำหนักเบา ทำให้เคลื่อนที่ได้สะดวก มีขี้ผึ้ง (wax) และลิปิด (lipid)คลุมผิวนอกสุดทำให้ป้องกันการระเหยของน้ำได้ดี

- procuticle มีเม็ดสีอยู่หลายประเภท ทำให้แมลงมีสีหลายสี ตัวเต็มวัยร่างกายของแมลงแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ head, thorax และ abdomen แต่ในระยะตัวอ่อน เช่น ตัวหนอน ดักแด้ ร่างกายจะไม่แบ่งเป็นสัดส่วนที่ชัดเจน

*ส่วนหัว (head)*

- ส่วนหัวประกอบด้วยปล้อง 4 ปล้อง (ตัวอ่อนมี 5 ปล้อง) หัวทั้ง 4 ปล้องเชื่อมกันเป็นชิ้นเดียว

- eyes ตาของแมลงมีสองประเภทคือ compound มี 1 คู่อยู่สองข้างของหัว และตาเดี่ยว (ocelli) อยู่ด้านหน้าของหัว ตาเดี่ยวจะทำหน้าที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความเข้มของแสงได้ดีแต่รับภาพไม่ได้ เป็นตัวกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเตรียมพร้อมในการที่จะกระโดดหรือบิน ตาเดี่ยวมักจะพบในตัวหนอน (larva) ของแมลงด้วย ซึ่งมักจะอยู่ด้านข้างของส่วนหัวของตัวหนอนเรียกว่า stemmata

- ตารวมของแมลงมีโครงสร้างเหมือนตาของครัสเทเชียน ประกอบไปด้วยตาย่อย (ommatium) จำนวนมาก ในแมลงปออาจมีตาย่อยถึง 30,000 อัน ตารวมมองเห็นภาพแบบเรียงต่อภาพ (mosaic immage) ภาพไม่ชัด แต่จับภาพที่เคลื่อนไหวได้ดี ทำให้สามารถล่าเหยื่อได้สะดวก

- หนวด (antenna) แมลงมีหนวด 1 คู่อยู่ด้านล่างของตารวม มีรูปร่างแตกต่างกันมากในแมลงแต่ละกลุ่ม

- ปาก (mouth) ปากของแมลงอยู่ทางด้านล่างของส่วนหัว รยางค์ที่ประกอบกันเป็นปากของแมลงประกอบด้วย (ภาพที่ 20)

1. labrum เป็นแผ่นแบนห้อยลงมาจากส่วนหัว ปิดอยู่ด้านหน้าของปาก สามารถขยับเขยื้อนได้

2. mandible ในปล้องที่ 2 มี 1 คู่อยู่ด้านข้างของปาก

3. maxilla คู่ที่ 1 อยู่ถัดจาก mandible ช่วยส่งอาหารเข้าปาก

4. labium เป็นแผ่นบาง เกิดจากการเชื่อมรวมของแมกซิลลาคู่ที่ 2 ด้านข้างมีติ่งเล็กๆ เรียกว่า labial palp ช่วยส่งอาหารเข้าปาก

5. hypopharynx อยู่ระหว่างริมฝีปากบนกับริมฝีปากล่างเหมือนลิ้น ไฮโปฟาริงซ์เป็นแผ่นเดี่ยว มีร่องตรงกลาง ไฮโปฟาริงซ์เป็นอวัยวะช่วยนำอาหารไหลเข้าสู่หลอดอาหาร

- ระหว่างริมฝีปากล่างกับไฮโปฟาริงซ์มีท่อจากต่อมน้ำลายมาเปิดเข้า ส่งน้ำลายมาช่วยคลุกเคล้าอาหาร ต่อมน้ำลายของตัวหนอนผีเสื้อไหมจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นต่อมสร้างใยไหม (silk) เพื่อใช้หุ้มตัวเมื่อจะเข้าดักแด้

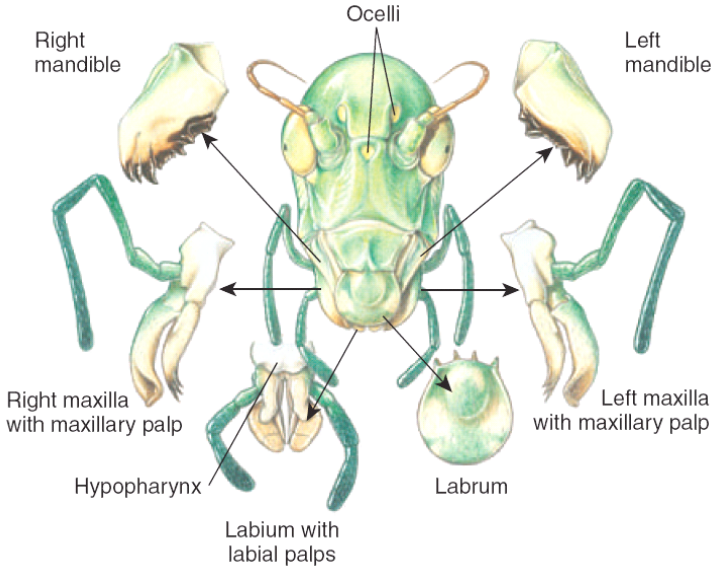
- ปากของแมลงมีการดัดแปลงไปเพื่อให้เหมาะกับวิธีการกินอาหาร ดังนั้นโครงสร้างอวัยวะต่าง ๆ จึงมีรูปร่างแตกต่างกันมาก ปากของแมลงมีหลายแบบ (ภาพที่ 21) ตัวอย่างเช่น

- chewing type มี mandible ใหญ่ เช่น ปากของตั๊กแตน, แมลงปอ

- sucking type แมกซิลลาเปลี่ยนรูปไปเป็นท่อยาวกลวงใช้ดูดอาหารที่เป็นของเหลว เช่น ปากของผีเสื้อ

- piercing and sucking type แมนดิเบิลและแมกซิลลารวมกันเป็นเข็มแหลม (stylet) ใช้แทงและดูดอาหารที่เป็นของเหลว เช่น ปากของยุง

- ปากของตัวหนอน (larva) กับปากของแมลงระยะที่เป็นตัวเต็มวัยจะมีโครงสร้างที่ไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ตัวเต็มวัยของผีเสื้อกลางคืน (moth) แมลงชีปะขาว (mayfly) ซึ่งตัวเต็มวัยไม่กินอาหาร รยางค์ปากจะเสื่อมไป




**ภาพที่ 20** โครงสร้างปากแบบกัดกินของแมลง (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

sucking type piercing type lapping type

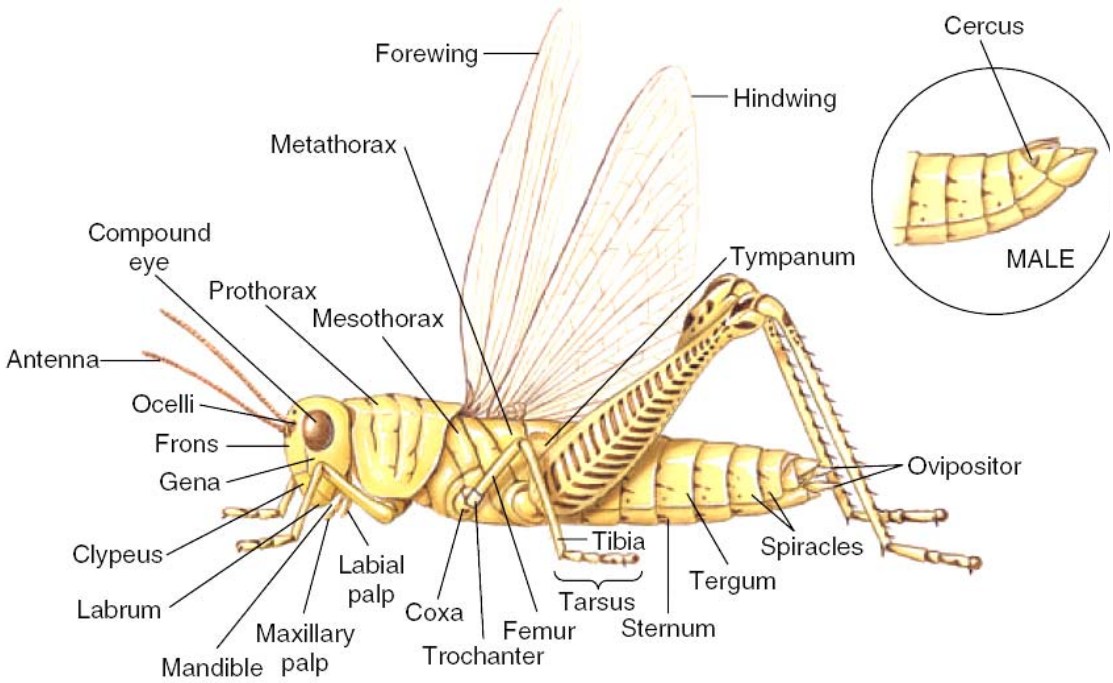
**ภาพที่ 21** ปากของแมลงแบบต่างๆ (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

*ส่วนอก (thorax)* (ภาพที่ 22)

- ส่วนอกของแมลงมี 3 ปล้องเรียงจากด้านหน้ามาคือ prothorax, mesothorax และ metathorax
- sclerite ประกอบด้วย notum หรือ turgum, sternum และ pleuron
- wing 2 คู่อยู่ที่ mesothorax และ metathorax ปล้องละ 1 คู่ เรียกว่า mesothorax wing หรือ fore wing และ metathorax wing หรือ hind wing
- แมลงบางชนิดมีปีกคู่เดียวเช่น แมลงวัน ปีกคู่หลังของแมลงวันเป็นตุ่มเล็ก ๆ เรียกว่า halteres ทำหน้าที่ช่วยในการทรงตัวขณะบิน
- แมลงบางชนิดมีปีกในบางช่วงของชีวิตเท่านั้น เช่น ปลวกตัวผู้มีปีกช่วงฤดูสืบพันธุ์ ส่วนปลวกงาน (worker) ไม่มีปีก หมัด (flea) เหา (lice) โลน (pubis louse) ไม่มีปีกตลอดชีวิต
- แมลงกลุ่มด้วงปีกแข็งมีปีกสองคู่ แต่จะใช้ปีกคู่หลังในการบิน ปีกคู่แรกเป็นแผ่นแข็งมาก เรียกว่า elytra ใช้คลุมตัวทับปีกคู่หลังไว้
- walking legs แมลงตัวเต็มวัยมีขา 3 คู่
- โครงสร้างทั่วไปของขามีลักษณะเป็นข้อต่อหลายข้อ มีชื่อเรียกต่างกันเรียงลำดับจากในตัวออกมาคือ coxa, trochanter, femur, tibia และ tarsus มีขน (sensilla) กระจายอยู่ทั่วขา ทำหน้าที่รับความรู้สึกด้วยนอกเหนือจากการเคลื่อนที่

*ส่วนท้อง (abdomen)*

- ส่วนท้องประกอบไปด้วยปล้อง 11 ปล้อง
- คิวติเคิลของส่วนท้องบางและนุ่มกว่าส่วนหัวและส่วนอกมาก
- ท้องปล้องสุดท้ายมีขนาดเล็กมากและมักมีติ่งเป็นเส้นยาว 1 คู่ เรียกว่า เซอร์คัส (circus)
- ปล้องด้านท้ายของลำตัวมักจะเชื่อมรวมกัน ดังนั้นจำนวนปล้องของส่วนท้องจึงมักจะน้อยกว่า 11 ปล้อง
- ระยะตัวเต็มวัย ส่วนท้องจะมีรยางค์ซึ่งทำหน้าที่ช่วยในการสืบพันธุ์เท่านั้น




**ภาพที่ 22** สัณฐานวิทยาภายนอกของแมลง (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

*ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่าย* (ภาพที่ 23)

ท่อทางเดินอาหารของแมลงประกอบไปด้วยท่อทางเดินอาหารตอนต้น ตอนกลาง และตอนท้าย

1. fore gut

- pharynx เป็นถุงกล้ามเนื้อหนา ช่วยดูดอาหารเข้ามาภายในหลอดอาหาร
- esophsgus เป็นหลอดอาหารสั้น ๆ เป็นทางผ่านของอาหาร
- crop เป็นที่พักของอาหาร
- gizzard, proventriculus มักจะมีฟันอยู่เพื่อบดอาหาร

2. midgut

3. hind gut ประกอบด้วยลำไส้ ไส้ตรง (rectum) และทวารหนัก และมี Malpigion tubule

*การแลกเปลี่ยนแก๊ส*

แมลงมีระบบท่ออากาศ (tracheal system) ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส อวัยวะในระบบนี้ประกอบด้วย

1. spiracle
2. trachea
3. tracheole แมลงพวกที่บินได้จะมี air sac มีอากาศอยู่ทำให้ตัวเบาบินได้ดี

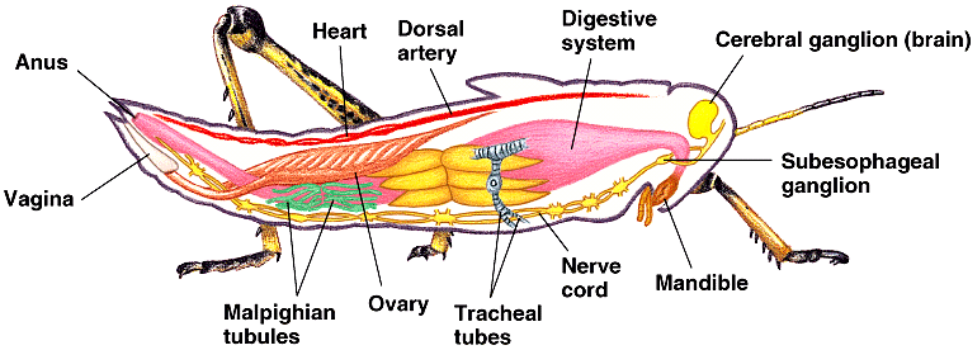
*ระบบหมุนเวียน* (ภาพที่ 23)

- แมลงมีระบบหมุนเวียนเป็นระบบเปิด มีอวัยวะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียน คือ หัวใจ (heart) dorsal aorta และ hemocoel
- hemolymph plasma ไม่มีสี มีอาหาร ฮอร์โมน ของเสีย รงควัตถุในการแลกเปลี่ยนแก๊สมีน้อยมาก
- ตัวอ่อนแมลงบางชนิดมี haemoglobin เช่น หนอนแดง (chironomid larva) บางชนิดมีเม็ดสี insectoverdin ทำให้เลือดมีสีเขียว ส่วน haemocyanin พบน้อยมาก hemocyte หลายแบบ หน้าที่ต่างๆ กัน สะสมอาหาร ทำลายเชื้อโรค ทำให้เลือดแข็งตัว

*ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก*

- ระบบประสาทเป็นแบบเดียวกับครัสเตเชียน
- แมลงมีอวัยวะรับความรู้สึกหลายประเภท ทำให้แมลงสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสมบูรณ์กว่าสัตว์กลุ่มอื่นๆ สามารถหาอาหารได้เก่ง หลบหลีกศัตรูได้ดี สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างพวกเดียวกันได้ดี อวัยวะรับความรู้สึกของแมลงแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. photoreceptors ได้แก่ compound eye และocelli หรือ stemmata
2. mechanoreceptors เป็นอวัยวะรับความรู้สึกโดยที่ต้องมีการกระทบสัมผัสกับอวัยวะรับสัมผัสโดยตรงจึงจะรับรู้ได้ คือ รับสัมผัส, รับแรงกด, รับคลื่นเสียง และรับรู้สารเคมี แมลงบางชนิดทำเสียงได้ เช่น จิ้งหรีด ใช้ปีกคู่หน้าถูกัน ตั๊กแตน ใช้ขา (femur) ถูกับปีกคู่หน้า




**ภาพที่ 23** สัณฐานวิทยาภายในของแมลง (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

*ระบบสืบพันธุ์*

- แมลงมีเพศแยก อวัยวะสืบพันธุ์จะอยู่ตอนท้ายของลำตัว

- แมลงมีการปฏิสนธิภายใน ไข่ที่ถูกปฏิสนธิแล้วจะมีการเจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนหลายระยะ แต่ละระยะมีการลอกคราบ มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis)

- egg อาจเป็นฟองเดี่ยวหรือมีหลายใบอยู่ใน capsule

- larva มีรูปร่างต่าง ๆ กัน บางชนิดมีขาแรกเริ่ม (proleg) มีตาเดี่ยว (stemmata) แต่ไม่มีตารวม

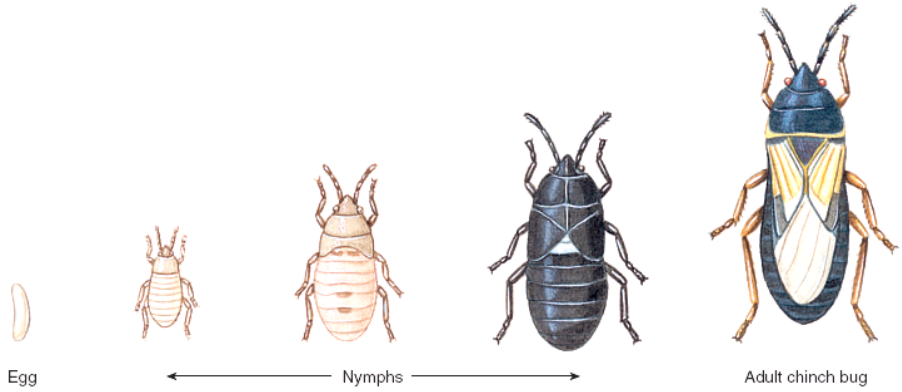
- pupa มักมีคราบเก่า (puparium) จากการลอกคราบครั้งสุดท้ายของตัวหนอนหุ้มตัว หรือใช้ใบไม้หุ้มตัว อวัยวะภายในที่มาจากตัวหนอนจะสลายไปสร้างอวัยวะใหม่ขึ้นมาแทน ดักแด้ไม่กินอาหาร ไม่เคลื่อนไหว

- การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลงมีหลายแบบ ได้แก่

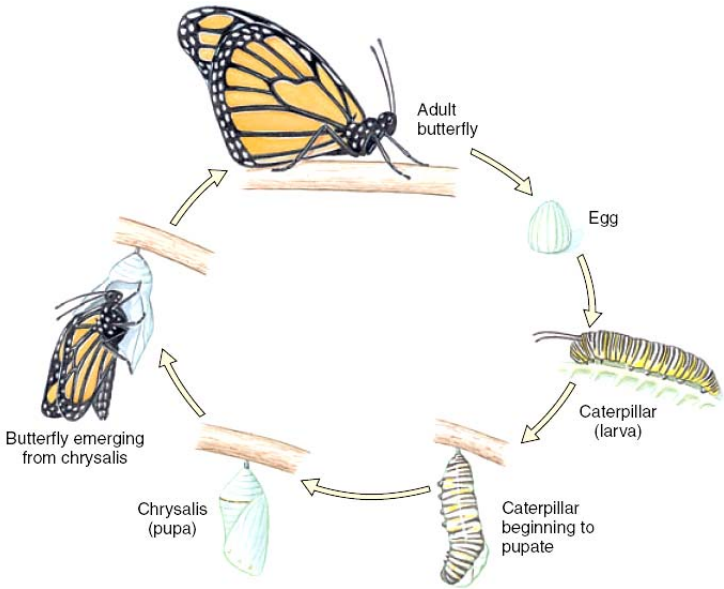
1. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (ametamorphosis, simple development) จากไข่จะพัฒนาไปเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างเหมือนตัวเต็มวัย

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis, hemimetabolous development) (ภาพที่ 24) ไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนที่คล้ายแม่ คือมีตาประกอบ หนวด ขาเดิน แต่ยังไม่มีปีก และระบบสืบพันธุ์ เรียกว่า nymph พวกที่อยู่ในน้ำจะมีเหงือกเรียกว่า naiad หลังจากนั้นจึงลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ได้แก่ จิ้งหรีด ตั๊กแตน เป็นต้น

3. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis, homometabolous development) (ภาพที่ 25)ไข่ฟักออกมาเป็นตัวหนอน (larva) ตัวหนอนลอกคราบหลายครั้งและเข้าดักแด้ (pupa) หลังจากนั้นจะออกจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัย (adult) ได้แก่ ยุง ผีเสื้อ ด้วงต่าง ๆ




**ภาพที่ 24** การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)




**ภาพที่ 25** การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

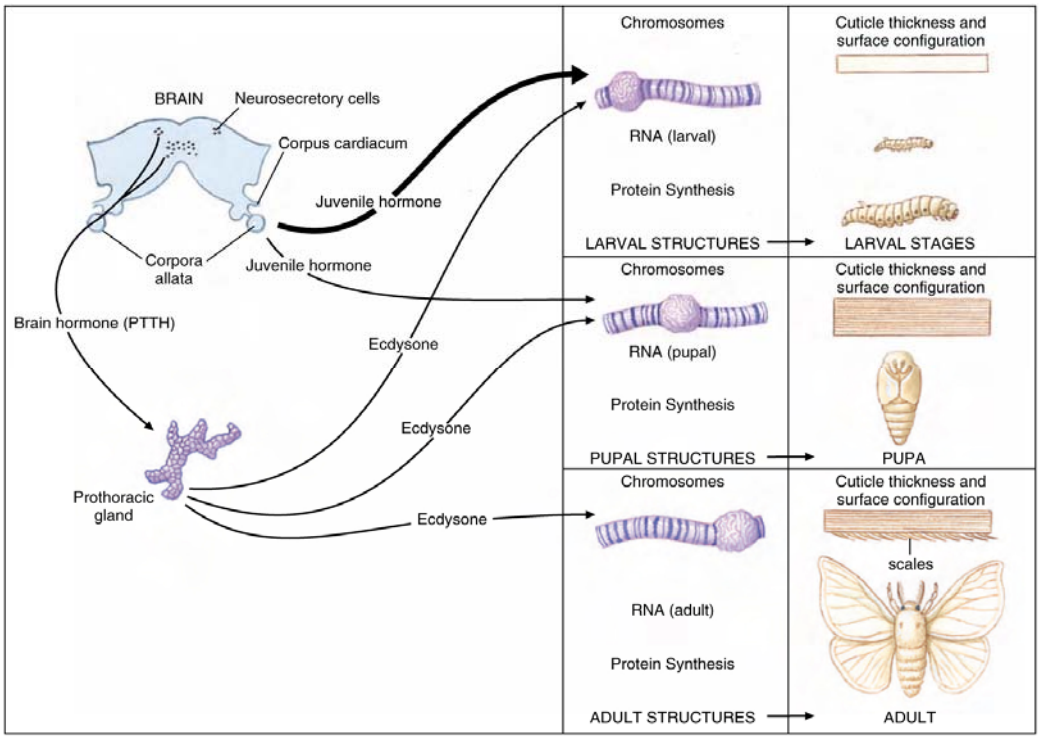
*ฮอร์โมนของแมลง* (ภาพที่ 26)

แมลงสร้างฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตได้เช่นเดียวกับสัตว์ชั้นสูง ฮอร์โมนที่พบได้แก่

1. brain hormone (BH) สร้างจาก neurosecretory cell เป็นเซลล์ประสาทส่วนหนึ่งของสมอง BH จะทำหน้าที่ควบคุมการสร้างฮอร์โมนอื่นๆ

2. ecdysone เป็นฮอร์โมนในการลอกคราบ (molting hormone: MH) สร้างจาก prothoracic gland เป็นต่อมอยู่ที่ส่วนหัวหรือบริเวณอก ถ้าในเลือดมีเอคไดซอนมากแมลงก็จะลอกคราบ

3. juvenile hormone (JH) สร้างจาก corpora allata อยู่เหนือหลอดอาหารใกล้ๆ กับเส้นประสาทเชื่อมปมประสาทสมอง ฮอร์โมนนี้จะกระตุ้นให้ตัวอ่อนลอกคราบเป็นตัวอ่อนอีกระยะหนึ่ง แต่ไม่เป็นตัวเต็มวัย ระดับฮอร์โมนนี้ต้องลดลง ตัวอ่อนจึงจะพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัย ทั้ง MH และ JH ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนจาก brain hormone




**ภาพที่ 26** ฮอร์โมนของแมลง (ที่มา Hickman *et al.*, 2001)

## บรรณานุกรม

บพิธ จารุพันธุ์ และ นันทพร จารุพันธุ์. 2547. **สัตววิทยา**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ. 458 หน้า.

Edgecombe, G.D. and Giribet, G. 2007. Evolutionary biology of centipedes (Myriapoda: Chilopoda). **Annual Review of Entomology** 52: 151-170.

Hickman, C.P., Robert, L.S., and Larson, A. 2001. **Integrated Principle of Zoology**. 11th edition. McGraw-Hill, Inc., New York, USA. 899 pp.

Sierwald, P. and Bond, J.E. 2007. Current status of the Myriapod Class Diplopoda (Millipedes): Taxonomic diversity and phylogeny. **Annual Review of Entomology** 52: 410-420.

Speight, M.R., Hunter, M.D. and Watt, A.D. 1999. **Ecology of Insect: concepts and application**. Blackwell Science, London. 350 pp.