



คำชี้แจง

คู่มือการใช้สื่อการสอนวิชาชีววิทยา จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการใช้ประกอบการสอนวิชาชีววิทยา คู่มือนี้ได้ระบุดจุดประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาในสื่อและแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครูเข้าใจเนื้อหาของเรื่องที่สอน สามารถใช้สื่อประกอบการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเตรียมตัวและเตรียมแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนในชั้น คู่มือนี้ยังมีส่วนของภาคผนวกที่ประกอบด้วยแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะช่วยให้ครูสามารถสอนวิชาชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเปิดโลกทัศน์ในการเรียนรู้มากขึ้น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจง ประทัดสุนทรสาร ผู้จัดทำคู่มือ
รองศาสตราจารย์ ดร.กำธร ชีรคุปต์ ผู้ตรวจคู่มือ



สารบัญ

	หน้า
จุดประสงค์	4
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4
สาระ	5
แนวทางในการจัดการเรียนรู้	20
ภาคผนวก	21
ก. คำอธิบายศัพท์	
ข. แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม	
รายชื่อสื่อการสอนวิชาชีววิทยาจำนวนทั้งหมด 92 ตอน	22



เรื่อง

ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เป็นตอนหนึ่งของสื่อประกอบการสอน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีสื่อทั้งหมด 9 ตอน คือ

1. ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. หลักการเบื้องต้นทางอนุกรมวิธาน
3. แบบทดสอบเรื่องการจัดจำแนกและการระบุสิ่งมีชีวิต
4. อาณาจักรมอเนอรา
5. อาณาจักรโปรทิสตา
6. อาณาจักรฟังไจ
7. อาณาจักรพืช
8. ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
9. ความหลากหลายของสัตว์มีกระดูกสันหลัง



จุดประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะเฉพาะของสัตว์ที่ทำให้สัตว์แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สามารถบอกหลักเกณฑ์ที่ใช้แบ่งสัตว์ออกเป็นหมวดหมู่ใหญ่ๆ สามารถบอกลักษณะเฉพาะของสัตว์ในแต่ละไฟลัม รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมต่างๆ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อผู้เรียนได้ดูสื่อประกอบการสอนตอนนี้แล้วสามารถ

1. บอกลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรสัตว์
2. บอกลักษณะสำคัญที่ใช้จำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์ออกเป็นหมวดหมู่ใหญ่ๆ
3. บอกลักษณะเฉพาะที่สำคัญๆของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมต่างๆ
4. ยกตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมต่างๆ



สาระ

ลักษณะสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรสัตว์

ด้วยจำนวน สิ่งมีชีวิต กว่าสองล้านชนิดที่รู้จักกันแล้ว รวมทั้งที่กำลังรอการค้นพบอีกหลายชนิด สัตว์จัดว่าเป็นสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้ที่มีความหลากหลายมากที่สุด

เป็นเวลากว่าหนึ่งพันล้านปีที่สัตว์ชนิดต่าง ๆ มีวิวัฒนาการให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมของโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลา ก่อให้เกิดรูปร่างลักษณะและครรลองชีวิตที่หลากหลาย

อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) จัดเป็นอาณาจักรที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตจำนวนมากมายหลายชนิด และเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมของโลกในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง แต่ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ชนิดใด ทุกชนิดต้องมีลักษณะร่วมกันที่ทำให้จัดอยู่ในอาณาจักรของสิ่งมีชีวิตอาณาจักรเดียวกันนี้ ลักษณะอย่างหนึ่งที่ทำให้สัตว์แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นๆ ก็คือการที่มันเคลื่อนที่ได้ อย่างไรก็ตามการเคลื่อนที่ได้คงไม่สามารถใช้ระบุลงไปได้เสมอว่าสิ่งมีชีวิตใดเป็นสัตว์หรือไม่ โดยเฉพาะสำหรับสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ เพราะสัตว์หลายชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำเมื่อโตเต็มที่แล้วจะอาศัยอยู่เฉพาะในที่ใดที่หนึ่ง ไม่เคลื่อนที่ไปไหนอีกเลยตลอดชีวิตของมัน

ในทางชีววิทยานั้น มีลักษณะสำคัญบางประการที่พอจะใช้บ่งบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นสัตว์หรือไม่ ลักษณะเหล่านั้นได้แก่

1. เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มยูคาริโอตที่มีหลายเซลล์โดยเซลล์ส่วนใหญ่จะยึดเกาะติดกันด้วยโปรตีนคอลลาเจน และเซลล์สัตว์แตกต่างจากเซลล์พืชตรงที่เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์
2. สัตว์มีเนื้อเยื่อประสาทและเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เพื่อทำหน้าที่นำกระแสประสาท และทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวได้
3. สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrophs) ต้องกินอาหารซึ่งคือสิ่งมีชีวิตอื่นๆหรืออินทรีย์สารต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างพลังงานสำหรับการดำรงชีวิต
4. สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ
5. สัตว์สะสมคาร์โบไฮเดรตไว้ในร่างกายในรูปของไกลโคเจน
6. สัตว์ส่วนใหญ่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และในวัฏจักรชีวิตจะต้องมีระยะหนึ่งที่เป็นการเจริญของเอ็มบริโอ
7. สัตว์ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ อย่างน้อยก็ในช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต



ลักษณะที่ใช้จำแนกสัตว์

นักอนุกรมวิธานส่วนใหญ่เชื่อกันว่าสัตว์มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในตั้งแต่ช่วง 1000 ถึง 580 ล้านปีที่ผ่านมา โดยมีวิวัฒนาการมาจากพวกโปรทิสต์ที่มีแฟลเจลลัมและอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (colonial flagellated protist)

จากวันที่มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกจนกระทั่งถึงทุกวันนี้ สัตว์มีวิวัฒนาการออกเป็นชนิดต่างๆ มากมาย ในการจัดจำแนกสัตว์ออกเป็นหมวดหมู่ใหญ่ๆ นั้นเราใช้ลักษณะบางอย่างช่วยในการจำแนกหมวดหมู่ของสัตว์ ลักษณะเหล่านั้นซึ่งเกิดขึ้นเป็นลำดับพร้อมๆ กับวิวัฒนาการของสัตว์ได้แก่

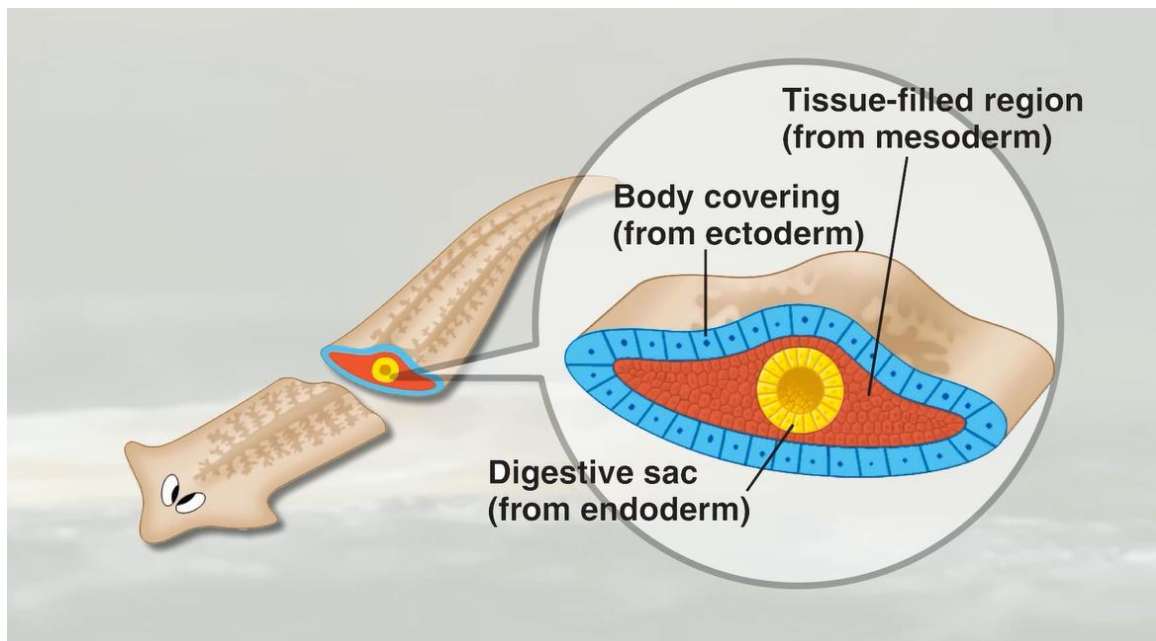
1. เป็นสัตว์ที่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริงหรือไม่ การแบ่งแบบนี้ทำให้เราสามารถแบ่งสัตว์ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง ได้แก่ พวกฟองน้ำ และกลุ่มที่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง ซึ่งได้แก่สัตว์ส่วนใหญ่ทั้งหมด
2. มีสมมาตรของร่างกายแบบใด นั่นคือ มีสมมาตรของร่างกายแบบรัศมี (radial symmetry) ซึ่งพบได้ในสัตว์บางกลุ่มที่อาศัยอยู่ในน้ำเท่านั้น หรือมีสมมาตรของร่างกายแบบด้านข้าง (bilateral symmetry) ซึ่งพบได้ในสัตว์ส่วนใหญ่ (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 สมมาตรของร่างกาย

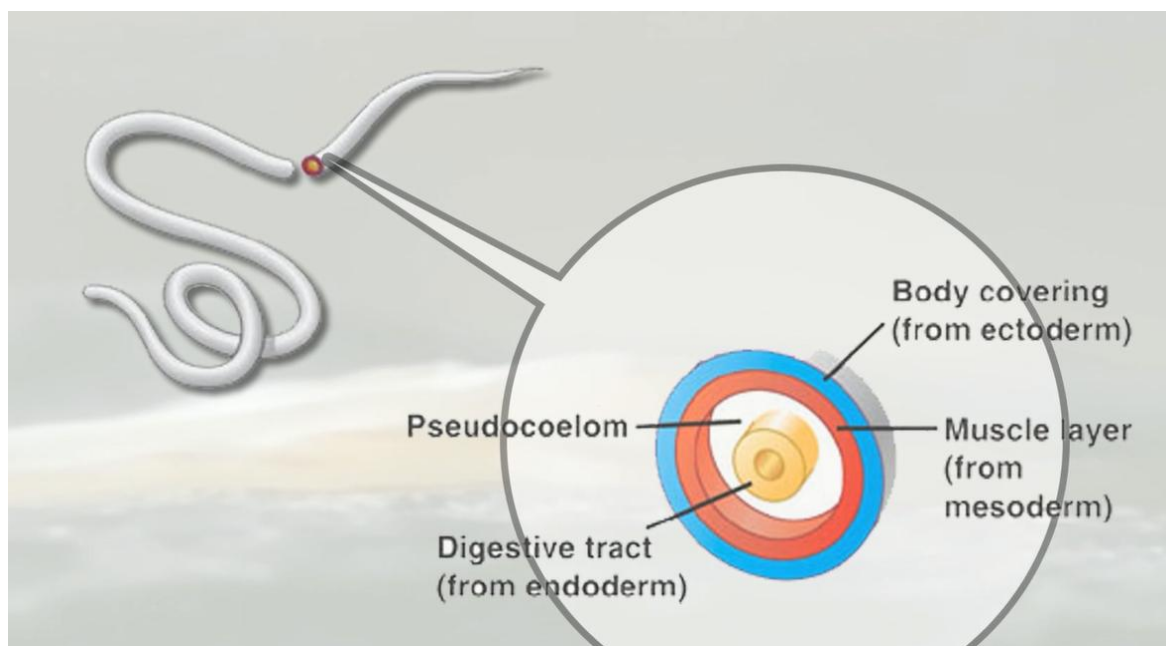
นอกจากนี้สัตว์ที่มีสมมาตรแบบด้านข้างยังมีการพัฒนาส่วนหัวให้เป็นศูนย์รวมของสมองและอวัยวะรับสัมผัส ทำให้สัตว์กลุ่มนี้เคลื่อนที่หาอาหารและหลบหลีกศัตรูได้ดี ขณะที่สัตว์ที่มีสมมาตรแบบรัศมีส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตแบบเกาะอยู่กับที่ เช่น ปะการัง และไฮดรา เป็นต้น

3. มีช่องลำตัวแบบใด สัตว์ที่มีสมมาตรแบบด้านข้างสามารถแบ่งออกไปได้อีกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ
กลุ่มแรกคือสัตว์ที่ไม่มีช่องว่างระหว่างผนังลำตัวกับทางเดินอาหารเลย จัดเป็นกลุ่มที่ไม่มีช่องลำตัว (acoelomate) (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 สัตว์ที่ไม่มีช่องลำตัว (acoelomate)

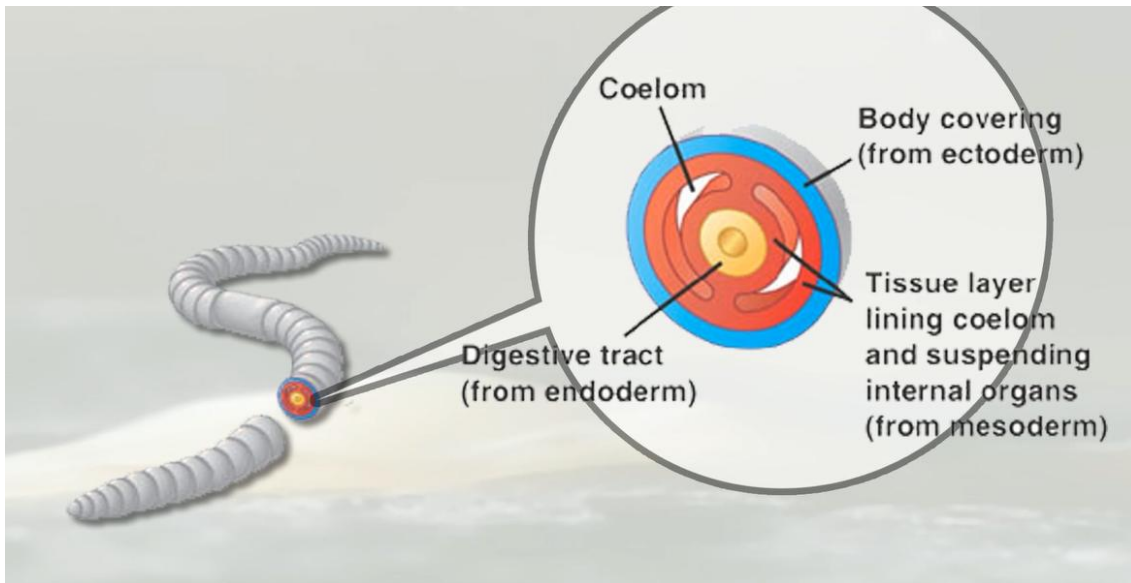
กลุ่มที่สองคือ สัตว์ที่มีช่องลำตัวเทียม (pseudocoelomate) ซึ่งเป็นช่องว่างในลำตัวที่ภายในช่องว่างนั้นไม่ได้บุด้วยเนื้อเยื่อที่เจริญมาจากกลุ่มเซลล์เมโซเดิร์ม (mesoderm) (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 สัตว์ที่มีช่องลำตัวเทียม (pseudocoelomate)

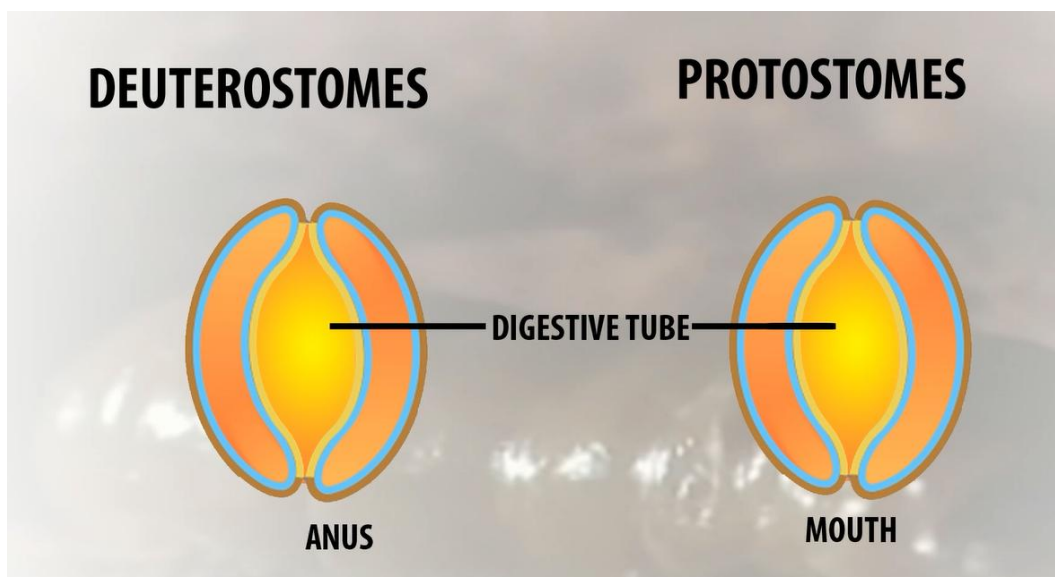


กลุ่มที่สามเป็นสัตว์ที่มีช่องลำตัวที่แท้จริง (coelomate) กล่าวคือเป็นสัตว์ที่มีช่องว่างระหว่างผนังลำตัวและอวัยวะภายใน โดยที่เนื้อเยื่อซึ่งบุอยู่ภายในช่องว่างนี้พัฒนามาจากกลุ่มเซลล์เมโซเดิร์ม (mesoderm) ทั้งหมด (ดังภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 สัตว์ที่มีช่องลำตัวที่แท้จริง (coelomate)

4. สัตว์ที่มีช่องลำตัวยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มที่เรียกว่าพวกโปรโทสโตเมีย (protostomia) และกลุ่มที่เรียกว่าพวกดิวเทอโรสโตเมีย (deuterostomia) ทั้งสองกลุ่มมีการเจริญของเอ็มบริโอที่แตกต่างกันหลายประการ แต่ที่เห็นชัดเจน คือ ในกลุ่มโปรโทสโตเมียนั้นช่องว่างบลาสโทพอร์ (blastopore) จะพัฒนาไปเป็นช่องปาก แต่ในกลุ่มดิวเทอโรสโตเมีย บลาสโทพอร์จะเจริญไปเป็นทวารหนัก (ดังภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 โปรโทสโตม (protostomes) และ ดิวเทอโรสโตม (deuterostomes)



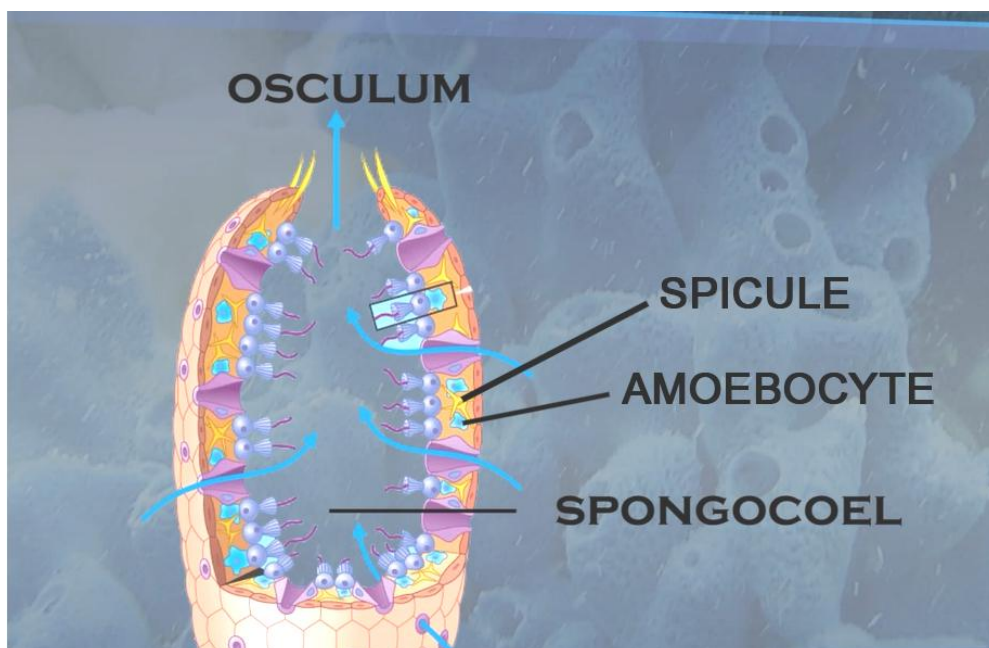
ลักษณะเฉพาะของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมต่าง ๆ

อาศัยลักษณะสำคัญๆ ที่กล่าวมา ร่วมกับลักษณะเฉพาะของสัตว์แต่ละชนิดให้นักชีววิทยาจำแนกสัตว์ออกเป็นไฟลัมต่างๆ ประมาณ 35 ไฟลัม ในบทเรียนตอนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมที่สำคัญๆ คือ

- ไฟลัมพอริเฟอร่า (Phylum Porifera)
- ไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria)
- ไฟลัมแพลทีเฮลมีนทีส (Phylum Platyhelminthes)
- ไฟลัมมอลลัสคา (Phylum Mollusca)
- ไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida)
- ไฟลัมนีมาโทดา (Phylum Nematoda)
- ไฟลัมอาร์โทรพอด่า (Phylum Arthropoda)
- ไฟลัมเอคไคโนเดอมาตา (Phylum Echinodermata) และ
- ไฟลัมคอร์ดาตา (Phylum Chordata)

ไฟลัมพอริเฟอร่า (Phylum Porifera)

สัตว์ในไฟลัมพอริเฟอร่า ได้แก่ สัตว์พวกฟองน้ำ ฟองน้ำที่เป็นตัวเต็มวัยแล้วจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดอยู่กับที่ ฟองน้ำไม่มีทางเดินอาหาร ลำตัวฟองน้ำมีช่องให้น้ำเข้าขนาดเล็กเป็นรูพรุนโดยรอบ ช่องว่างใหญ่กลางลำตัวเรียกว่า สปันโกซึล (spongocoel) และมีช่องขนาดใหญ่ด้านบนให้น้ำออกจากลำตัวเรียกว่า ออสคิวลัม (osculum) (ดังภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 โครงสร้างต่างๆ ของฟองน้ำ



ฟองน้ำไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริงมีแต่เซลล์ที่เรียงตัวกันหลวมๆ 2 ชั้น ระหว่างทั้ง 2 ชั้นมีสาร semifluid matrix และมีเซลล์ที่เรียกว่าอะมีโบไซต์ (amoebocyte) ซึ่งทำหน้าที่หลายอย่างรวมทั้งสร้างโครงสร้างค้ำจุนที่แทรกอยู่ในตัวฟองน้ำที่เรียกว่า สปิคูล (spicule) (ดังภาพที่ 6) สปิคูลเป็นสารที่มีองค์ประกอบต่างๆกันไปแล้วแต่ชนิดของฟองน้ำ เราจึงใช้สปิคูลในการจำแนกชนิดของฟองน้ำด้วย

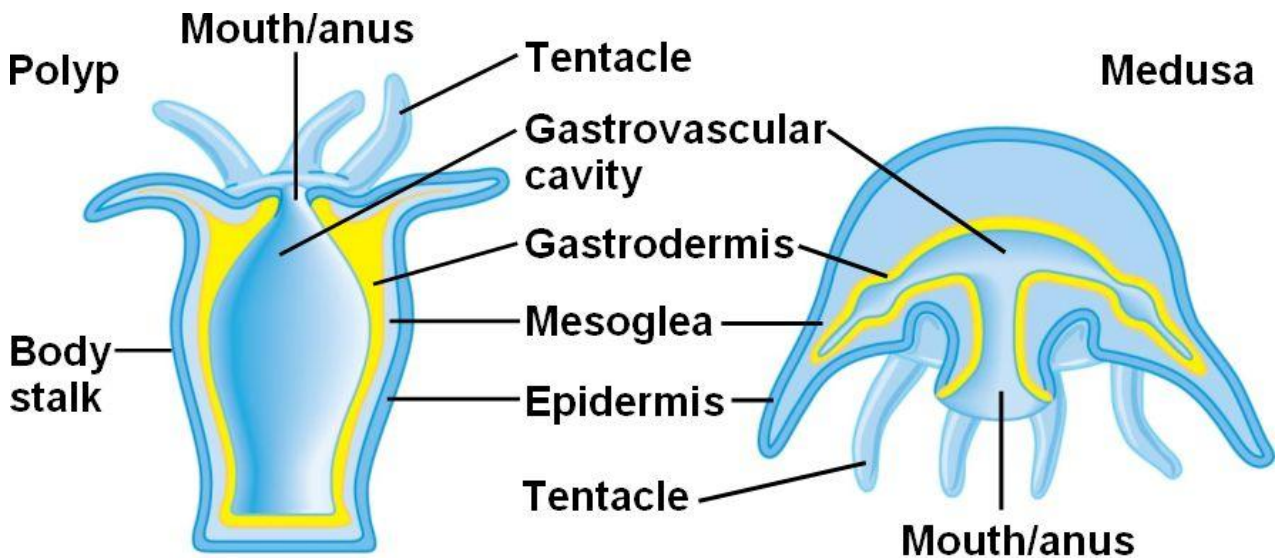
ฟองน้ำส่วนใหญ่มีทั้งสองเพศอยู่ในตัวเดียวกันแบบที่เรียกว่าเป็นกะเทย (hermaphrodites) และ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แต่บางครั้งก็ใช้การงอกใหม่ (regeneration) เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ด้วย

ตัวอย่างของสัตว์พวกฟองน้ำนี้ได้แก่ ฟองน้ำประเภทต่างๆ เช่น ฟองน้ำถ้วยตัว ฟองน้ำแก้ว และ ฟองน้ำหินปูน เป็นต้น

ไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria)

สัตว์ในไฟลัมไนดาเรีย เป็นพวกที่มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้นและมีสมมาตรแบบรัศมี ลำตัวมีรูปร่างคล้ายถุง มีช่องกลางตัว (gastrovascular cavity) สำหรับย่อยอาหารซึ่งมีช่องเปิดทางเดียวเป็นทั้งปากและทวารหนัก (ดังภาพที่ 7)

ลำตัวของสัตว์ในไฟลัมนี้มีรูปร่าง 2 แบบ คือแบบโพลิบ (polyps) มีรูปร่างทรงกระบอกและมักจะเกาะติดอยู่กับที่โดยปากเปิดออกทางด้านบน ตัวอย่างเช่น ไฮดรา และ ซีแอนิโมนี (sea anemone)



ภาพที่ 7 รูปแบบโพลิบ (polyp) และเมดูซา (medusa) ของพวกไนดาเรียน (cnidarian)



ส่วนอีกรูปทรงหนึ่งเรียกว่าเมดูซา (medusa) มีลักษณะคล้ายร่มและมีปากเปิดออกทางด้านล่าง สัตว์ในไฟลัมนี้มีรูปร่างแบบเมดูซาส່วนใหญ่จะเคลื่อนที่หรือล่องลอยอยู่ในน้ำ และเรามักเรียกรวมๆกันว่าพวกแมงกะพรุน

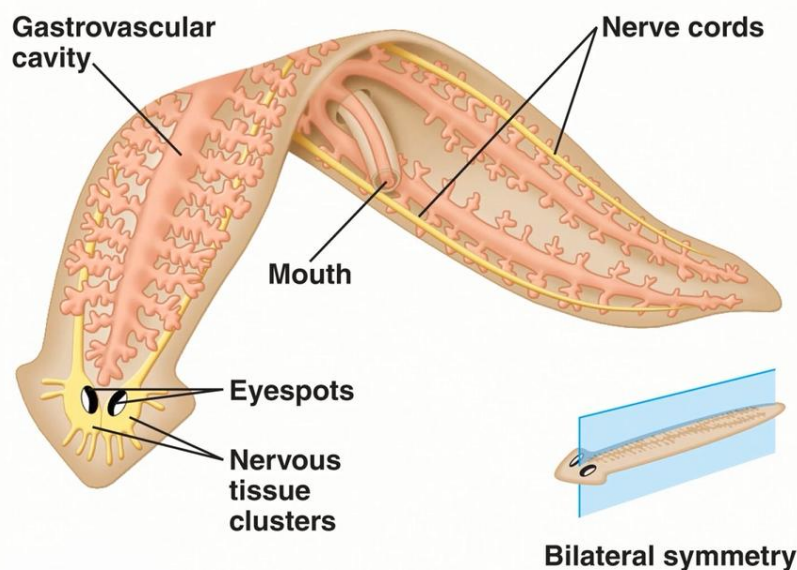
สัตว์ในไฟลัมไนดาเรียนี้เป็นผู้ล่า มันมีหนวด (tentacle) เรียงอยู่รอบๆปาก และบนหนวดนี้มีเซลล์ไนโดไซต์ (cnidocyte) ที่สามารถปล่อยเข็มพิษออกไปทำหน้าที่ทั้งป้องกันตัวหรือจับเหยื่อกินเป็นอาหารได้

พวกไนดาเรียน (Cnidarian) นี้สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ บางชนิดในวัฏจักร ชีวิตจะมีรูปร่างทั้งที่เป็นแบบโพลิบและเมดูซาสลับกัน

ไฟลัมแพลทีเฮลมินทิส (Phylum Platyhelminthes)

สัตว์ในไฟลัมแพลทีเฮลมินทิส เป็นสัตว์กลุ่มแรกที่มีสมมาตรแบบด้านข้าง นั่นคือ สัตว์ในไฟลัมนี้บางชนิดก็ดำรงชีวิตเป็นอิสระ เช่น พลานาเรีย แต่ส่วนใหญ่แล้วจะดำรงชีวิตเป็นปรสิตหรือที่เราชอบเรียกกันว่าพยาธินั่นเอง

สัตว์ในไฟลัมนี้มีลำตัวแบนยาวจึงเรียกว่าหนอนตัวแบน หนอนตัวแบนเป็นสัตว์ที่มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้นแล้วแต่ยังไม่มีช่องลำตัว (ดังภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 หนอนตัวแบน

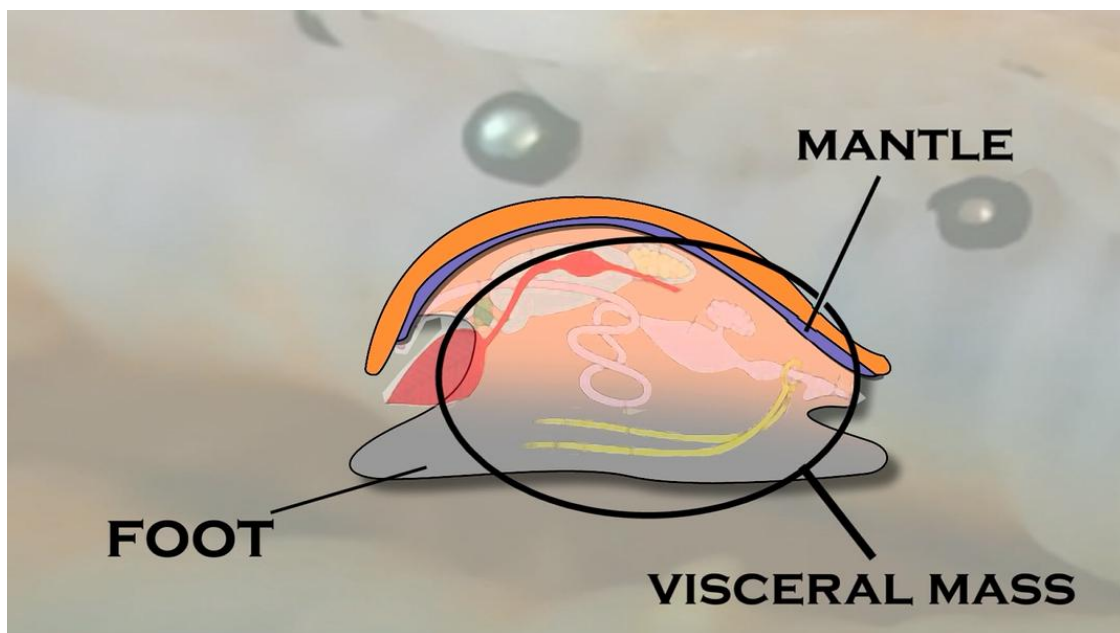
โดยทั่วไปสัตว์ในไฟลัมนี้จะมีโครงสร้างต่างๆ ที่ซับซ้อนกว่าสัตว์ในไฟลัมพอริเฟอร่า และไนดาเรีย อย่างไรก็ตามมันยังคงมีลักษณะสำคัญที่เหมือนกันอย่างหนึ่งก็คือ มีช่องทางเดินอาหารที่มีช่องเปิดอยู่ทางด้านเดียว และในพยาธิตัวติดมันไม่มีแม้กระทั่งทางเดินอาหารด้วยซ้ำไป หนอนตัวแบนพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม และที่ชื้นแฉะทั่วไป



ไฟลัมมอลลัสคา (Phylum Mollusca)

สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคา ได้แก่พวกหอยและหมีกชนิดต่างๆ สัตว์ในไฟลัมนี้รวมกันจัดเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีจำนวนชนิดมากเป็นอันดับสองของอาณาจักรสัตว์ สัตว์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเล และอีกหลายชนิดมีวิวัฒนาการให้อาศัยอยู่ในน้ำจืดและบนบกได้เป็นอย่างดี

สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคา มีสมมาตรแบบด้านข้าง แต่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจนทำให้มีความแตกต่างกันมากในแต่ละกลุ่ม สัตว์พวกนี้มีช่องลำตัวแล้ว และ ลำตัวแบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ (ดังภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 โครงสร้างของพวกมอลลัส

ส่วนแรกคือ foot เป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ส่วนต่อมาคือ visceral mass คืออวัยวะภายในซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ทางเดินอาหาร หัวใจ ไต และอวัยวะสืบพันธุ์ และส่วนสุดท้ายคือแมนเทิล (mantle) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อบางๆที่ห่อหุ้ม visceral mass เอาไว้ และเยื่อนี้ยังทำหน้าที่สร้างเปลือกแข็งคลุมลำตัวซึ่งก็คือเปลือกหอย (shell) นั่นเอง อย่างไรก็ตามสัตว์ในกลุ่มนี้หลายชนิดเปลือกแข็งจะหายไปในช่วงการเกิดวิวัฒนาการ

สัตว์พวกหอยและหมีกใช้เหงือก (gill) ในการหายใจ มีทางเดินอาหารที่มีทั้งปากและทวารหนัก กินอาหารได้หลากหลายและมีการดำรงชีวิตได้หลายแบบ

หลายชนิดมีความสำคัญต่อมนุษย์ในแง่ที่เป็นอาหาร เช่น หอยแมลงภู่ หอยแครง หอยลาย และหมีกชนิดต่างๆ เป็นต้น

บางชนิดอาจทำอันตรายต่อมนุษย์ เช่น หอยเต้าปูน และบางชนิดเป็นพาหะนำพยาธิมาสู่คน เช่น หอยโข่ง และหอยขม เป็นต้น



ไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida)

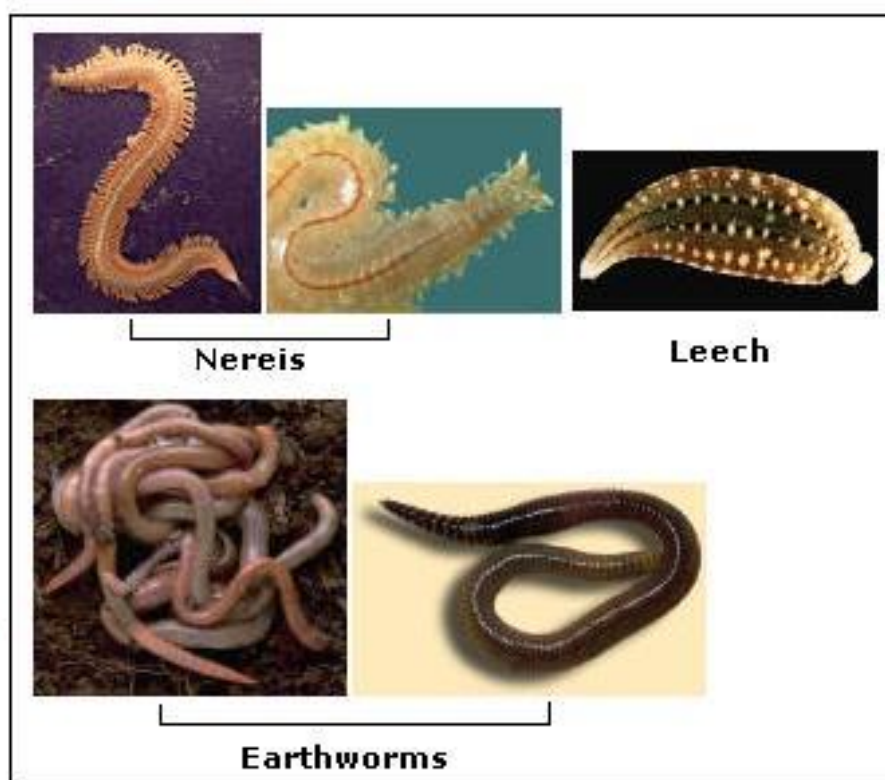
สัตว์ในไฟลัมแอนเนลิดา มีลำตัวกลมยาว ลำตัวแบ่งออกเป็นปล้องๆ คล้ายวงแหวนต่อกันเห็นได้ชัดเจน ภายในมีเยื่อกล้ามเนื้อ ลำตัวมีขนสั้นๆ ยื่นออกมาเรียกว่า setae (หรือ chaetae) ใช้ในการเคลื่อนที่หรือว่ายน้ำ ทำให้ในบางชนิดคล้ายกับเป็นขาของมัน

สัตว์ในไฟลัมแอนเนลิดา มีระบบหมุนเวียนโลหิตแบบปิด มีระบบประสาท มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ และมีอวัยวะขับถ่ายเรียกว่า nephridia

ส่วนมากมีทั้งสองเพศอยู่ในตัวเดียวกันแบบที่เรียกว่าเป็นกะเทย สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

สัตว์ในไฟลัมนี้มีทั้งที่อาศัยอยู่ในทะเล ในน้ำจืด และบนบก ในทะเลนั้นส่วนใหญ่จะเป็นพวกไส้เดือนทะเล และแมงเพรียงหรือตัวสงกรานต์ (nereis)

สำหรับบนบกที่รู้จักกันดีได้แก่ไส้เดือนดิน (earthworm) ซึ่งช่วยให้ดินร่วนซุย มีอากาศและน้ำ รวมทั้งธาตุอาหารสะสมอยู่ในดิน เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (ดังภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ตัวอย่างสัตว์ในไฟลัมแอนเนลิดา

ส่วนปลิงและทาก (leech) ที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต ดูดเลือดคนและสัตว์อื่นๆ นั้นก็จัดเป็นสัตว์ในไฟลัมนี้เช่นเดียวกัน



ไฟลัมนีมาโทดา (Phylum Nematoda)

สัตว์ในไฟลัมนีมาโทดา พบได้ทั่วไปแทบจะทุกหนทุกแห่ง ในน้ำจืดและน้ำเค็ม หรือในดินที่ชื้น และ ในดินแห้งหิบบมือเดียวอาจจะพบสัตว์พวกนี้ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือไส้เดือนฝอยได้หลายพันตัว นอกจากนี้หลายชนิดเป็นปรสิตของพืชและสัตว์ต่างๆ รวมทั้งมนุษย์ เช่น พยาธิปากขอ พยาธิเข็มหมุด และพยาธิไส้เดือน เป็นต้น



ภาพที่ 11 ตัวอย่างพวกหนอนตัวกลม

สัตว์ในไฟลัมนี้มีลำตัวกลมยาวรูปทรงกระบอก จึงเรียกกันว่าพวกหนอนตัวกลม(ดังภาพที่ 11) มันมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ แต่ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด จึงต้องใช้ของเหลวในช่องลำตัวเทียมในการลำเลียงอาหาร กล้ามเนื้อทั้งหมดเป็นกล้ามเนื้อตามยาว และมีคิวทิเคิล (cuticle) ปกคลุมลำตัวอยู่ชั้นนอก ทำให้ต้องมีการลอกคราบในระหว่างการเจริญเติบโต

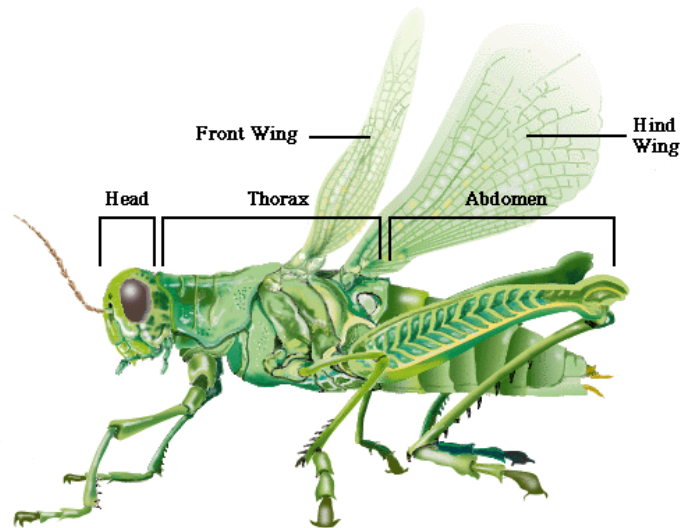
พวกหนอนตัวกลมสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยมีการผสมพันธุ์ภายใน และหลายชนิดตัวผู้มักจะเล็กกว่าตัวเมีย



ไฟลัมอาร์โทรโปดา (Phylum Arthropoda)

สัตว์ในไฟลัมอาร์โทรโปดา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความหลากหลายทางด้านชนิดมากที่สุด ที่ค้นพบแล้วมีมากกว่าหนึ่งล้านชนิดซึ่งส่วนใหญ่เป็นแมลง

พวกอาร์โทรพอด (arthropods) มีลำตัวเป็นปล้องแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนหัว (head) ออก (thorax) และท้อง (abdomen) (ดังภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 โครงสร้างต่างๆของแมลง

มีร่างกายที่เป็นข้อปล้องต่อกันทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น ใช้เดิน จับอาหาร รับความรู้สึก ผสมพันธุ์ หรือป้องกันอันตราย ลำตัวและรยางค์มีโครงร่างภายนอกซึ่งเป็นเปลือกแข็งที่ประกอบด้วยไคติน หุ้มอยู่ ในการเจริญเติบโตจึงมีการลอกคราบจากระยะตัวอ่อนจนเป็นตัวเต็มวัย

อาร์โทรพอดมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด และมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ มีระบบประสาทซึ่งประกอบด้วยปมประสาทและเส้นประสาท ส่วนใหญ่แยกเพศและสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศ สัตว์ในไฟลัมอาร์โทรโปดาที่สำคัญๆได้แก่

สัตว์ในคลาสเมอโรสโตมาตา (Class Merostomata) ได้แก่พวกแมงดาทะเล สัตว์พวกนี้ส่วนหัวกับส่วนอกจะเชื่อมรวมกัน ไม่มีหนวด และมีขาเดิน 5 คู่

สัตว์ในคลาสอะแรคนิดา (Class Arachnida) พวกนี้ส่วนหัวกับส่วนอกรวมกัน ไม่มีหนวด และมีขาเดิน 4 คู่ เช่น แมงมุม แมงป่อง เห็บ (ดังภาพที่ 13) และไร เป็นต้น



ภาพที่ 13 เห็บสุนัข

สัตว์ในคลาสไดโพลโปดา (Class Diplopoda) ได้แก่พวกกิ้งกือต่างๆ พวกนี้ลำตัวยาวและมีขาจำนวนมาก โดยมีขาปล้องละ 2 คู่ และมีหนวด 1 คู่

สัตว์ในคลาสซิลโลโปดา (Class Chilopoda) ได้แก่พวกตะขาบต่างๆ มีหนวด 1 คู่ และมีขาเดินปล้องละ 1 คู่ ลำตัวปล้องแรกมีเขี้ยวพิษใช้สำหรับจับเหยื่อหรือป้องกันตัว

สัตว์ในคลาสอินเซ็คตา (Class Insecta) ได้แก่แมลงชนิดต่างๆ ซึ่งจัดเป็นสัตว์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด พวกแมลงมีลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วนชัดเจน มีหนวด 1 คู่ และมีขาเดิน 3 คู่ที่บริเวณอก บางชนิดมีปีก 1-2 คู่

สัตว์ในคลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) ได้แก่พวกกุ้งกั้งและปู เป็นสัตว์ในไฟลัมอาร์โทรพอดากลุ่มเดียวที่มีหนวด 2 คู่ มีขาเดิน 5 คู่ และมักมียางค์ที่ส่วนท้องสำหรับว่ายน้ำหรือปรับเปลี่ยนไปเพื่อทำหน้าที่เฉพาะ เช่น แลกเปลี่ยนแก๊ส หรือเป็นที่เกาะของไข่ เป็นต้น สัตว์ในกลุ่มนี้เป็นสัตว์ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มนุษย์นำมาเป็นอาหารมากที่สุด



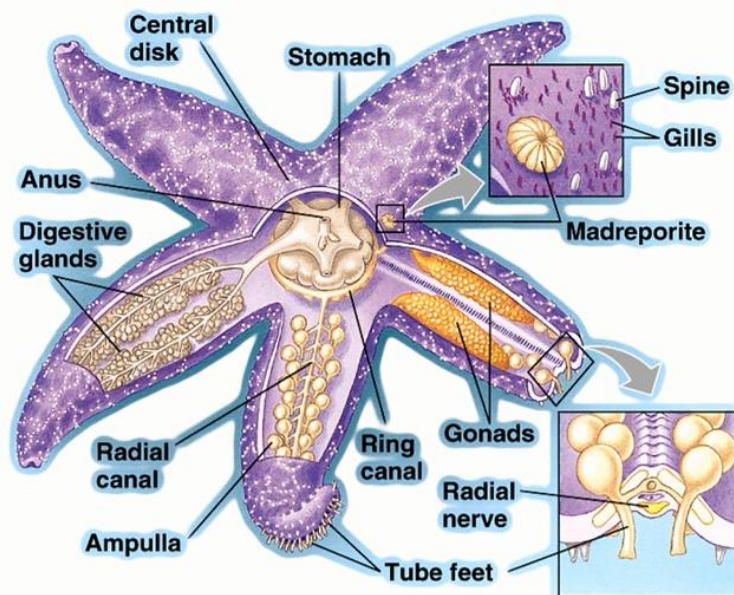
ไฟลัมเอคไคโนเดอมาตา (Phylum Echinodermata)

สัตว์ในไฟลัมเอคไคโนเดอมาตา เป็นกลุ่มสัตว์ที่ดำรงชีวิตอยู่เฉพาะในทะเลทั้งหมด เช่น ดาวทะเล พลัปปิ้งทะเล และ ปลิงทะเล เป็นต้น

ลำตัวของสัตว์ในไฟลัมนี้มีผิวหนังที่เป็นหนามยื่นออกมา แต่หนามเหล่านั้นมีการปรับตัวไปเพื่อให้เหมาะกับการทำหน้าที่ในแต่ละชนิด ทำให้บางชนิดผิวหนังแข็งบางชนิดไม่แข็ง หรือบางชนิดมีหนามยาวแต่บางชนิดก็มีหนามสั้น

ตัวอ่อนของสัตว์ในไฟลัมนี้หลายชนิดมีสมมาตรแบบด้านข้าง ขณะที่ตัวเต็มวัยของสัตว์ในไฟลัมนี้มีสมมาตรแบบรัศมี แต่เพราะร่างกายมักจะมีรูปร่างเป็น 5 แฉก ทำให้ตัวเต็มวัยมีสมมาตรแบบที่เรียกว่า pentaradial symmetry

พวกเอคไคโนเดอมา (echinoderm) มีระบบหมุนเวียนโลหิตที่เจริญไม่ดี แต่มีระบบท่อลำเลียงน้ำ (water vascular system) ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของสัตว์ในไฟลัมนี้ ระบบท่อลำเลียงน้ำจะแตกแขนงเป็นตีนท่อ (tube feet) จำนวนมากทำหน้าที่เป็นอวัยวะใช้ในการเคลื่อนที่ หายใจ หายอาหาร และ ขับถ่าย (ดังภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 ระบบท่อลำเลียงน้ำและตีนท่อของดาวทะเล

ตัวอย่างสัตว์ในไฟลัมนี้มีทั้งพวกที่ส่วนใหญ่อยู่กับที่ เช่น พลัปปิ้งทะเล และดาวขนนก เป็นต้น และพวกที่เคลื่อนที่ได้ เช่น ดาวทะเล ปลิงทะเล และเม่นทะเล เป็นต้น



ไฟลัมคอर्डาตา (Phylum Chordata)

สัตว์ในไฟลัมคอर्डาตา มีทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลังอยู่ในไฟลัมเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากในระยะเอ็มบริโอของทั้งสองพวกมีแกนสันหลังหรือโนโทคอร์ด (notochord) เหมือนกัน

นอกจากมีโนโทคอร์ดแล้วสัตว์ในไฟลัมนี้ยังมีลักษณะสำคัญร่วมกันอีก 3 อย่าง คือ มีท่อประสาทกลางที่ด้านหลัง (dorsal hollow nerve cord) มีช่องเหงือก (pharyngeal slits) อยู่บริเวณคอหอย และมีหางที่อยู่ถัดไปจากทวารหนักบริเวณท้ายลำตัว ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะเปลี่ยนรูปหรือหายไปในการเกิดวิวัฒนาการของแต่ละชนิด

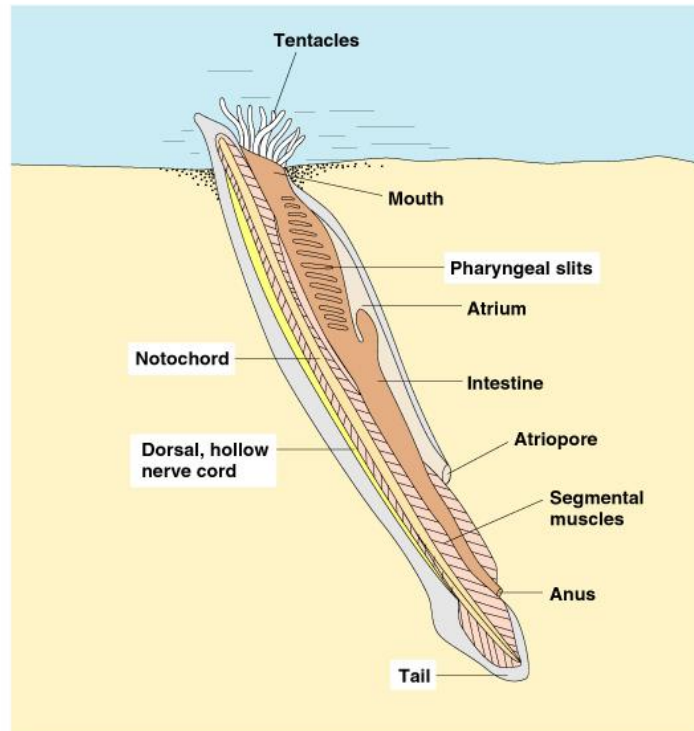
สัตว์ในไฟลัมคอर्डาตาที่ไม่มีกระดูกสันหลังมี 2 กลุ่มคือ พวกยูโรคอร์ดเตต (urochordate) เป็นสัตว์ที่มีถุงเจลาตินหรือถุงหนังที่ตัวเต็มวัยสร้างออกมาหุ้มลำตัว ตัวเต็มวัยไม่มีแกนสันหลัง ไม่มีหาง และส่วนใหญ่จะเกาะอยู่กับที่ ตัวอย่างเช่น เฟรียงหัวหอม (ดังภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 เฟรียงหัวหอม



สัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตาที่ไม่มีกระดูกสันหลังอีกพวกหนึ่งคือ พวกเซฟาโลคอร์เดต (cephalochordate) ได้แก่ แอมฟิออกซัส (amphioxus) ซึ่งเป็นสัตว์ขนาดเล็กอาศัยอยู่ตามหาดทราย ตื้นๆ ชายฝั่งทะเล ตัวเต็มวัยของแอมฟิออกซัสมีแกนสันหลังยาวตลอดลำตัวและมีตลอดชีวิต นอกจากนี้กล้ามเนื้อที่ลำตัวยังเห็นเป็นปล้องๆ ได้ชัดเจน (ดังภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 แอมฟิออกซัส (amphioxus)

สัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตาที่เหลือส่วนใหญ่มีแกนสันหลังที่เปลี่ยนแปลงเป็นกระดูกสันหลังแล้ว เราจึงเรียกสัตว์พวกนั้นว่าสัตว์มีกระดูกสันหลัง และนักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับความหลากหลายของสัตว์มีกระดูกสันหลังในบทเรียนต่อไป



แนวทางในการจัดการเรียนรู้

ครูอาจให้นักเรียนดูสื่อประกอบการสอนนี้หลังจากได้บรรยายเรื่องอาณาจักรสัตว์จบแล้ว หรืออาจจะให้ดูไปพร้อมๆกับการบรรยาย โดยหยุดเป็นช่วงๆ ทั้งนี้เนื่องจากสื่อประกอบการสอนนี้ ต้องการให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างของสิ่งต่างๆที่มีอยู่ในการบรรยาย

หลังจากฟังการบรรยายและได้ดูสื่อประกอบการสอนนี้แล้ว ครูอาจตั้งคำถามเพื่อดูว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในเรื่องอาณาจักรสัตว์หรือเปล่า คำถามจึงควรเป็นคำถามเพื่อวัดว่านักเรียน

- สามารถอธิบายได้หรือไม่ว่าสัตว์มีลักษณะเฉพาะอะไรบ้างที่ทำให้มันแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ
- สามารถบอกได้หรือไม่ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้ลักษณะใดบ้างในการจำแนกหมวดหมู่ของสัตว์ โดยเฉพาะลักษณะที่สำคัญๆ
- สามารถบอกได้หรือไม่ว่าสัตว์ในแต่ละไฟลัมมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง
- สามารถยกตัวอย่างสัตว์ในไฟลัมต่างๆได้หรือไม่

ขณะเดียวกันครูควรมีตัวอย่างสัตว์จริงๆ ให้นักเรียนได้ดูบ้าง โดยเฉพาะที่แตกต่างไปจากในสื่อประกอบการสอนนี้ เพื่อดูว่าเมื่อผู้เรียนพบสัตว์บางตัวแล้วสามารถบอกได้หรือไม่ว่าสัตว์ตัวนั้นอยู่ในไฟลัมใด และถ้านักเรียนได้หัดใช้ไดโคโตมัสคีย์ (dichotomous key) ในการระบุไฟลัมก็จะเป็นการดีมาก



ภาคผนวก

แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

1. โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอน. 2547. ชีววิทยา สัตววิทยา 3.
2. Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. and Jackson, R.B. 2011. Campbell Biology, 9th edition. Pearson Education, San Francisco.



รายชื่อสื่อการสอนวิชาชีววิทยาจำนวนทั้งหมด 92 ตอน

ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
1	ชีววิทยาคืออะไร	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล
2	ชีวจริยธรรม	รศ.ดร.สุจินดา มัลย์วิจิตรนนท์
3	การออกแบบการทดลอง และการตรวจสอบสมมติฐาน	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
4	ตัวอย่างการทดลองทางชีววิทยา	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
5	ส่วนประกอบและวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	อ.ดร.จิรารักษ์ กิตนะ
6	การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาและประมาณขนาดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	อ.ดร.จิรารักษ์ กิตนะ
7	ปฏิกิริยา polymerization และ hydrolysis	อ.ดร.จุฑาพันธุ์ พิณสวัสดิ์
8	โปรตีน	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
9	กรดนิวคลีอิก	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
10	การดำรงชีวิตของเซลล์	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
11	การสื่อสารระหว่างเซลล์; บทนำ	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
12	การสื่อสารระหว่างเซลล์ ; การสื่อสารระยะใกล้ในพืชและสัตว์	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
13	การสื่อสารระยะไกลในสัตว์	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
14	องค์ประกอบของการสื่อสารระหว่างเซลล์	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
15	ทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	ผศ.ดร.พัชณี สิงห์อาษา
16	การย่อยและการดูดซึมสารอาหารในลำไส้เล็ก	ผศ.ดร.พัชณี สิงห์อาษา
17	ภาพรวมของการสลายอาหารระดับเซลล์	อ.ดร.จุฑาพันธุ์ พิณสวัสดิ์
18	ลูกโซ่หายใจ	อ.ดร.จุฑาพันธุ์ พิณสวัสดิ์
19	oxidative phosphorylation	อ.ดร.จุฑาพันธุ์ พิณสวัสดิ์
20	การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำและสัตว์บก	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล
21	เรื่องกลไกการหายใจและศูนย์ควบคุมการหายใจในคน	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล
22	ไต: หน่วยไตและการผลิตปัสสาวะ	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
23	ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด (open circulatory system) และแบบปิด (closed circulatory system)	รศ.ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด
24	องค์ประกอบของเลือด หมู่เลือด และ การแข็งตัวของเลือด	รศ.ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด
25	การป้องกันตนเองของร่างกาย และ ระบบภูมิคุ้มกัน	รศ.ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด
26	การเคลื่อนที่ของปลา	รศ.วีณา เมฆวิชัย
27	กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล
28	การทำงานของเซลล์ประสาท	อ.ดร.นพดล กิตนะ
29	การถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	อ.ดร.นพดล กิตนะ
30	เซลล์รับความรู้สึก	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล
31	หูและการได้ยิน	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล
32	ฮอร์โมนคืออะไร	รศ.ดร.สุจินดา มัลย์วิจิตรนนท์
33	ชนิดของฮอร์โมนและชนิดของเซลล์เป้าหมาย	รศ.ดร.สุจินดา มัลย์วิจิตรนนท์
34	การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ 1 วัฏจักรเซลล์ อินเทอร์เฟส และ division phase	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
35	การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ 2 วัฏจักรเซลล์ division phase mitosis	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
36	การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ 3 วัฏจักรเซลล์; division phase; meiosis	ผศ.ดร.อรรณพ สัตยาลัย
37	เซลล์พืช	ผศ.ดร.มานิต คีตอยู่
38	เนื้อเยื่อพืช	ผศ.ดร.มานิต คีตอยู่
39	ปากใบและการควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ	อ.ดร.อัญชลี ใจดี
40	การลำเลียงน้ำของพืช	รศ.ดร.ปรีดา บุญ-หลง
41	พลังงานชีวิต	รศ.ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์
42	ปฏิกิริยาแสง (Light reaction)	รศ.ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์
43	ปฏิกิริยาคาร์บอน (carbon reaction) – Calvin cycle	ผศ.ดร.บุญธิดา โฆษิตทรัพย์
44	กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4	ผศ.ดร.บุญธิดา โฆษิตทรัพย์



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
45	กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM	ผศ.ดร.บุญธิดา โฆษิตทรัพย์
46	ปัจจัยจำกัดในการสังเคราะห์ด้วยแสง	รศ.ดร.ปริดา บุญหลง
47	โครงสร้างของดอก (Structure of Flower)	ผศ.ดร.ต่อศักดิ์ สีลนันทน์
48	การปฏิสนธิในพืชดอก	ผศ.ดร.ชุมพล คุณวาสี
49	การเกิดและโครงสร้างผล	อ.ดร.สร้อยนภา ญาณวัฒน์
50	การงอกของเมล็ด	รศ.นันทนา อังกินนทน์
51	การวัดการเจริญเติบโตของพืช	อ.ดร.อัญชลี ใจดี
52	ออกซิน	ผศ.ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ
53	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการเกษตร	ผศ.พัชรา ลิมปะนะเวช
54	การเคลื่อนไหวของพืช	ผศ.ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ
55	ความน่าจะเป็นและกฎแห่งการแยก	ผศ. เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์
56	กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ	ผศ. เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์
57	มัลติเปิลแอลลีล (Multiple alleles)	อ.ดร.วรลักษณ์ เกษตรานนท์
58	พอลิยีน (Polygene)	อ.ดร.วรลักษณ์ เกษตรานนท์
59	โครงสร้างของดีเอ็นเอ (DNA structure)	อ.ดร.เพลินพิศ โชคชัยชำนาญกิจ
60	โครงสร้างของโครโมโซม (Chromosome structure)	อ.ดร.เพลินพิศ โชคชัยชำนาญกิจ
61	การถอดรหัส (Transcription)	อ.ดร.ธนะกาญจน์ มัญชุพานี
62	การแปลรหัส (Translation)	อ.ดร.ธนะกาญจน์ มัญชุพานี
63	แนะนำพันธุวิศวกรรม	อ.ดร.ปฐมวดี ญาณทัศน์ย์จิต
64	ขั้นตอนของพันธุวิศวกรรม	อ.ดร.ปฐมวดี ญาณทัศน์ย์จิต
65	สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified organisms: GMOs)	อ.ดร.รัชนิกร ธรรมโชติ
66	ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร	ผศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์
67	หลักฐานการเกิดวิวัฒนาการ	ผศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
68	ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน	ผศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์
69	วิวัฒนาการของเชื้อดื้อยา	ผศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์
70	วิวัฒนาการของมนุษย์	ผศ.ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์
71	อาณาจักรมอเนอรา	ผศ.ดร.รสริน พลวัฒน์
72	อาณาจักรโพรทิสตา	ผศ.ดร.รสริน พลวัฒน์
73	อาณาจักรฟังไจ	ผศ.ดร.จิตรตรา เพ็ญเขียว
74	ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
75	ความหลากหลายของสัตว์มีกระดูกสันหลัง	รศ.วีณา เมฆวิชัย
76	กลไกของพฤติกรรม	รศ.ดร.อุษณีย์ ยศยิ่งยวด
77	พฤติกรรมการเรียนรู้	รศ.ดร.อุษณีย์ ยศยิ่งยวด
78	การสื่อสารระหว่างสัตว์	รศ.ดร.อุษณีย์ ยศยิ่งยวด
79	แนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
80	ไบโอมบนบก	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
81	การสำรวจระบบนิเวศบนบก	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
82	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ	ผศ.ดร.วิเชษฐ คนชื้อ
83	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ในระบบนิเวศ	ผศ.ดร.วิเชษฐ คนชื้อ
84	โซ่อาหารและใยอาหาร	ผศ.ดร.วิเชษฐ คนชื้อ
85	วัฏจักรสาร	ผศ.ดร.วิเชษฐ คนชื้อ
86	ความหมายของคำว่าประชากร(population) และประวัติการศึกษาประชากร	รศ.ดร.กำธร ชีรคุปต์
87	วิธีการหาค่าความหนาแน่นของประชากรโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบวางแปลง (quadrat sampling method)	อ.ดร.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์
88	การเพิ่มขนาดประชากร (population growth)	อ.ดร.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์
89	โครงสร้างอายุ (age structure) ของประชากร	อ.ดร.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
90	ประเภทของทรัพยากร	อ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา
91	ปัญหาที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	อ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา
92	หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	อ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา