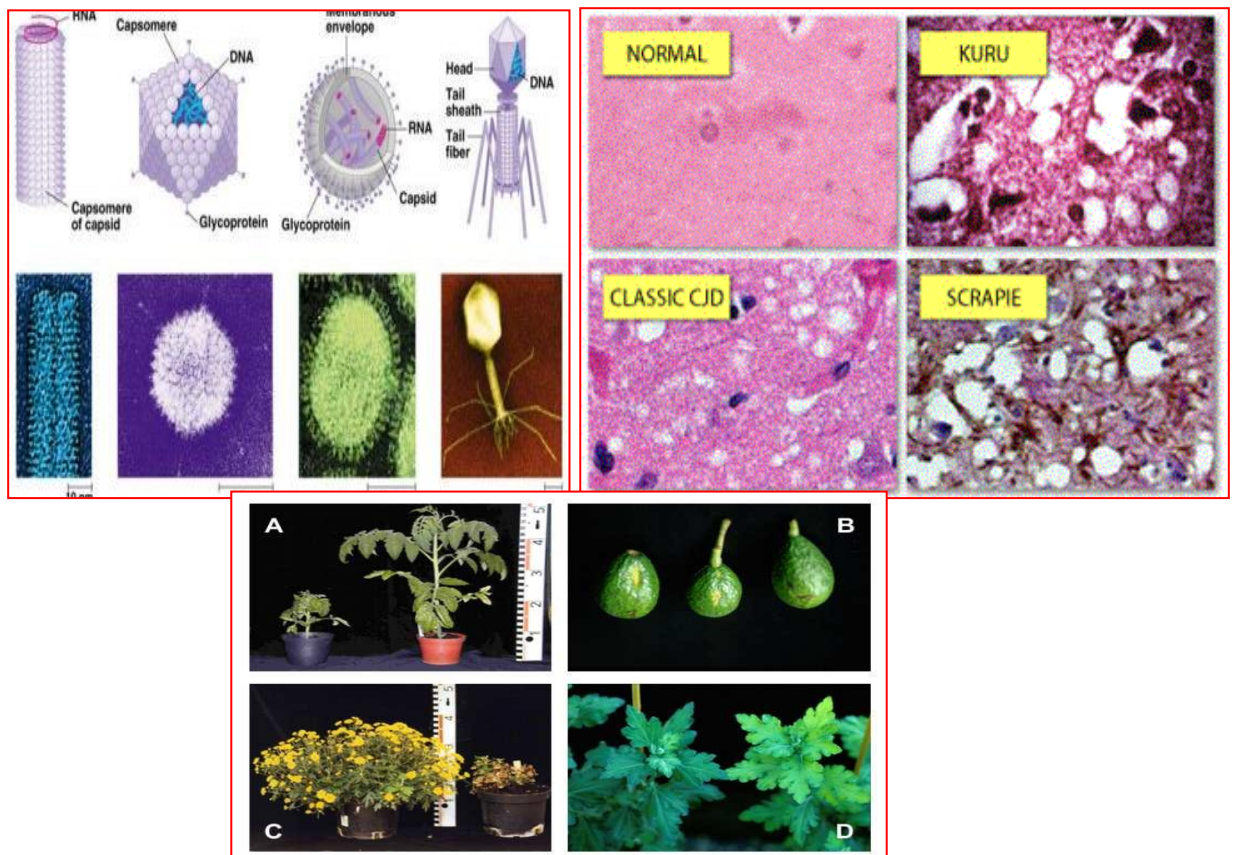


หนังสืออ่านเพิ่มเติม
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุด อาณาจักรสิ่งมีชีวิต
 เล่มที่ 14 เรื่อง อาณาจักรไวรัส



โดย
 นางสาวเตือนใจ แสนกล้า
 ครูชำนาญการ
 โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ ตำบลจอมพระ
 อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์
 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33
 กระทรวงศึกษาธิการ

โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 ในการดำเนินการจัดการศึกษาได้ยึดหลักการและเป้าหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาอย่างเต็มรูปแบบ และในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนมุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็ม ศักยภาพประกอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้กำชับให้ครูผู้สอน คือ นางสาวเตือนใจ แสนกล้า ได้ พิจารณาการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาในทุกๆ ด้าน โดยเสนอให้มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ นางสาวเตือนใจ แสนกล้า ได้นำข้อเสนอไปปฏิบัติด้วยความเอาใจใส่และในขณะเดียวกันก็ได้มาขอคำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดทำหนังสืออ่านเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นสื่อในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งข้าพเจ้าได้ให้คำแนะนำไปตามหลักการ พร้อมทั้งให้การสนับสนุนในการดำเนินการจัดทำหนังสืออ่านเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประสพผลสำเร็จมีสาระครอบคลุมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อย่างครบถ้วน

ข้าพเจ้าขอชื่นชมในแนวคิดและความอุตสาหะเอาใจใส่ของนางสาวเตือนใจ แสนกล้า ขอให้หนังสืออ่านเพิ่มเติมเล่มนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียน และขอเป็นกำลังใจในการเผยแพร่ผลงานไปยังครูคนอื่นๆ ทั้งในโรงเรียน และนอกโรงเรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาต่อไป



(นายไพยนต์ จันทเขต)

ผู้อำนวยการโรงเรียนประสาทวิทยาคาร

ช่วยราชการ โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์

ปฏิบัติหน้าที่ผู้อำนวยการโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์

ขอรับรองว่าหนังสืออ่านเพิ่มเติม เล่มที่ 14 เรื่อง อาณาจักรไวรา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นผลงานของ นางสาวเตือนใจ แสนกล้า ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 33 จริงทุกประการ

(ลงชื่อ)



(นายไพชยนต์ จันทเขต)

ผู้อำนวยการโรงเรียนประสาทวิทยาคาร

ช่วยราชการ โรงเรียนจอมพระประชาสรรค์

ปฏิบัติหน้าที่ผู้อำนวยการโรงเรียนจอมพระประชาสรรค์

หนังสืออ่านเพิ่มเติม เล่มนี้ จัดทำขึ้น โดยได้รวบรวมเนื้อหา สาระเกี่ยวกับ เรื่อง อาณาจักรไวรา ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ดังนั้น ผู้เรียนจึงควรศึกษาเรียนรู้และ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของตนเองได้อย่าง เหมาะสม

ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และให้ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องจน ทำให้การจัดทำหนังสืออ่านเพิ่มเติมเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี อันได้แก่ นายไพชยนต์ จันทเขต ผู้อำนวยการโรงเรียนจอมพระชาสรรค์ และผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบทุกท่าน เจ้าของ เอกสาร ตำราวิชาการ และแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ขอให้ท่านทั้งหลายจงประสบแต่ความสุข ความเจริญ รุ่งเรืองในชีวิตตลอดไป

(ลงชื่อ).....

(นางสาวเตือนใจ แสนกล้า)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้สำหรับครู

หน้าที่ ๑

เพื่อให้การเรียนรู้ด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพประกอบ
ครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียด ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. ครูศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้ง 16 เล่ม ให้
เข้าใจก่อนนำไปใช้
2. ครูอธิบาย ชี้แจง เกี่ยวกับการศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติม และบอกจุดประสงค์
การเรียนรู้แต่ละเล่มให้นักเรียนเข้าใจ
3. ครูแจกกระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน 20 ข้อให้นักเรียน
4. ครูดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
5. ครูให้คำแนะนำ ชี้แจงกับนักเรียนขณะศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมแต่ละเล่ม
อย่างใกล้ชิดและคอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียนเมื่อมีปัญหาระหว่างเรียน
6. เมื่อศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมจบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

หน้าที่ จ

หนังสืออ่านเพิ่มเติมเล่มนี้ สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะได้รับประโยชน์จากบทเรียน โดยปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้บทเรียนอย่างเคร่งครัด

1. ก่อนศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้เดิมก่อนการเรียนรู้ โดยใช้กระดาษคำตอบที่เตรียมไว้

2. ศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่ละส่วนตามลำดับ โดยไม่ต้องรีบร้อน เมื่อเข้าใจแล้วให้ตอบคำถามทุกข้อของแต่ละกิจกรรม แล้วตรวจคำตอบจากกรอบเฉลยที่มีไว้ให้

3. การศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมเล่มนี้นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ ความอดทนในการปฏิบัติกิจกรรม ไม่ดูเฉลยก่อน เพราะจะทำให้การเรียนรู้บรรลุผลสำเร็จ

4. นักเรียนศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมด้วยตนเอง ถ้ามีปัญหาหรือข้อสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอน

5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่เตรียมไว้

6. เมื่อศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติม ครบทุกส่วน ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน และต้องไม่เปิดกลับไปดูเนื้อหาในหนังสืออ่านเพิ่มเติมขณะที่ทำแบบทดสอบ

7. การศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมไม่ได้กำหนดเวลา ผู้เรียนศึกษาตามความสามารถของตนเอง

8. การทำแบบทดสอบหลังเรียน จะถือเป็นคะแนนและถือเป็นเกณฑ์ในการผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย กล่าวคือ นักเรียนต้องทำคะแนนให้ได้ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มจึงจะเรียนบทเรียนถัดไปได้

9. ถ้านักเรียนทำคะแนนได้ไม่ถึงร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม นักเรียนต้องเรียนเสริมโดยศึกษาหนังสืออ่านเพิ่มเติมนี้อีกครั้ง แล้วทำแบบทดสอบใหม่จนกว่าจะทำคะแนนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75

เรื่อง	หน้า
คำนิยม	ก
คำรับรอง	ข
คำนำ.....	ค
คำแนะนำ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
สารบัญตาราง	ซ
คำชี้แจง	ณ
แบบทดสอบก่อนเรียน	ญ
อาณาจักรไวรา (Kingdom Vira) และอนุภาคที่มีชีวิต (Particle Living.....	1
ไวรัส	1
ลักษณะทั่วไปของไวรัส	3
ส่วนประกอบของไวรัส	5
รูปร่างของไวรัส	5
การจัดหมวดหมู่ของไวรัส	7
การเพิ่มจำนวนของไวรัส.....	10
วงชีวิตของไวรัส.....	13
การเกิดโรคในสิ่งมีชีวิตที่มีสาเหตุมาจากไวรัส	14
ประโยชน์ไวรัส	14
ไวรอยด์และพรีออน	15
บทสรุป	16
บรรณานุกรม	17
ภาคผนวก ก	23
แบบฝึกหัด	24
กิจกรรม	27
แบบทดสอบหลังเรียน.....	30

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะขาลิบหนึ่งในการสำคัญของผู้ป่วยโปลิโอในแผ่นจารึกโบราณ	1
ภาพประกอบที่ 2 แสดงการค้นพบไวรัส TMV จากการทดลองของ Adolph Mayer และ Iwanowsky ซึ่งระบุได้ว่ามีสิ่งมีชีวิตที่เล็กกว่าแบคทีเรียเป็นตัวการในการก่อโรคใบด่างในยาสูบ ซึ่งต่อมาสามารถตรวจสอบรูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	2
ภาพประกอบที่ 3 แสดงรูปร่างไวรัสที่ซับซ้อน	3
ภาพประกอบที่ 4 แสดงหน้าที่ของโปรตีนแคปซิดในการเป็นโปรตีนห่อหุ้มและที่ยึดเกาะของสารพันธุกรรม	4
ภาพประกอบที่ 5 แสดงภาพจำลองของไวรัสก่อโรคในมนุษย์	5
ภาพประกอบที่ 6 แสดงรูปร่างและขนาดของไวรัส	6
ภาพประกอบที่ 7 แสดงภาพจำลองรูปร่างของไวรัส	7
ภาพประกอบที่ 8 แสดงไวรัสชนิดต่างๆ ที่มีความแตกต่างทางรูปร่าง	7
ภาพประกอบที่ 9 แสดงการเกาะจับระหว่างไวรัส HIV กับเซลล์เจ้าบ้าน	10
ภาพประกอบที่ 10 แสดง (a) การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน (b) การย่อยโปรตีนห่อหุ้มของไวรัส (c) การสร้าง DNA ของไวรัสจาก RNA แม่แบบ	11
ภาพประกอบที่ 11 แสดง (a) การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน (b) การย่อยโปรตีนห่อหุ้มของไวรัส (c) การสร้าง DNA ของไวรัสจาก RNA แม่แบบ	11
ภาพประกอบที่ 12 แสดงการประกอบตัวเป็นไวรัสและปลดปล่อยออกจากเซลล์เจ้าบ้าน	12
ภาพประกอบที่ 13 แสดงการออกจากเซลล์เม็ดเลือดขาวของไวรัส HIV	12
ภาพประกอบที่ 14 แสดงวงชีวิตของไวรัสไข้หวัดใหญ่ (Influenzavirus)	13
ภาพประกอบที่ 15 แสดงวงชีวิตของ Bacteriophage	14
ภาพประกอบที่ 16 แสดงโรคที่เกิดจากไวรอยด์ (A) มะเขือเทศที่ติดเชื้อ potato spindle tuber (B) avocado sun blotch (C) chrysanthemum stunt (D) chrysanthemum chlorotic mottle	15
ภาพประกอบที่ 17 แสดงภาพไวรอยด์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	15
ภาพประกอบที่ 18 แสดงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพรีออน	16
ภาพประกอบที่ 19 แสดงทฤษฎีการก่อโรคของพรีออน (prion)	17
ภาพประกอบที่ 20 แสดงความผิดปกติที่เนื้อสมองเนื่องจากการติดเชื้อพรีออน	17

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 การจัดจำแนกไวรัสสัตว์โดยยึดประเภทของสารพันธุกรรมเป็นหลัก ตาม Baltimore Method of classification จะได้ไวรัส 6 Classes (ซึ่งต่อมามีการแยกออกมาอีก 1 class แต่ตำราส่วนใหญ่ยังคงยึด แบบ 6 classes)	8
ตารางที่ 2 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ของไวรัสก่อโรคในสัตว์	9

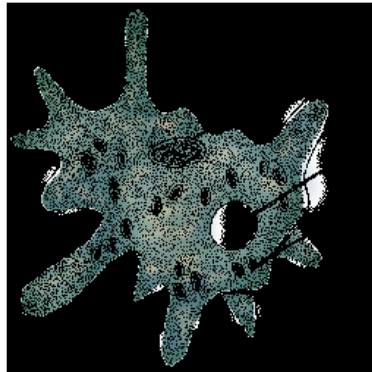
หนังสืออ่านเพิ่มเติมประกอบการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักร ไวรา เป็นตอนหนึ่งของสื่อประกอบการสอน ชุด อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีทั้งหมด 16 เรื่อง คือ

1. อนุกรมวิธาน และการจำแนกสิ่งมีชีวิต
2. การกำเนิดสิ่งมีชีวิต
3. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและคุณสมบัติของเมอนอรา
4. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต มอเนอรา
5. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและคุณสมบัติของโปรติสตา
6. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต โปรติสตา
7. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและคุณสมบัติของฟังไจ
8. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ฟังไจ
9. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและคุณสมบัติของของพืช
10. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต พืช ตอนที่ 1
11. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต พืช ตอนที่ 2
12. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและคุณสมบัติของสัตว์
13. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต สัตว์
14. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ไวรา

หนังสืออ่านเพิ่มเติมประกอบการสอนวิชาชีววิทยา ชุด อาณาจักรสิ่งมีชีวิต อาณาจักรไวรา จัดทำขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้สอนและนักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ของหนังสืออ่านเพิ่มเติมประกอบการสอนที่ผลิตขึ้น รวมทั้งทราบขอบเขตของเนื้อหาสาระที่สื่อประกอบการสอนเรื่องนี้กล่าวถึง และมีแนวทางในการใช้สื่อประกอบการสอนอย่างเหมาะสม เพื่อช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนของผู้เรียน ตลอดจนกระตุ้นความสนใจ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ที่ได้รับจากการอภิปรายได้อย่างกว้างขวาง เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพประกอบยิ่งขึ้น

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. จากภาพหมายเลขใดคือ Pseudopodium และเอนไซม์ในออร์แกเนลล์ใดจะย่อยอาหารให้มี ขนาดเล็กลง



- | | |
|----------------|---------------|
| 1. 1, ไโรโบโซม | 2. 1, ไลโซโซม |
| 3. 3, ไโรโบโซม | 4. 4, ไลโซโซม |
2. ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ชนิดแรกที่มนุษย์นำมาใช้การผลิต คือ
- | | |
|------------|-------------|
| 1. เบียร์ | 2. ข้าวหมาก |
| 3. ปลาเจ่า | 4. สาโท |
3. ไวรัสจัดเป็นสิ่งมีชีวิตทั้งๆ ที่ไวรัสไม่เป็นเซลล์ เหตุผลที่จัดไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตคือ
- | | | | |
|-----------------|----------------|---------------|------------------|
| 1. สืบพันธุ์ได้ | 2. กินอาหารได้ | 3. ปรับตัวได้ | 4. สร้างอาหารได้ |
|-----------------|----------------|---------------|------------------|
4. การย่อยอาหารไวรัส เป็นการย่อยอาหารแบบใด
1. intracellular digestion
 2. extracellular digestion
 3. intercellular digestion
 4. endocellular digestion
5. ไวรัสตับอักเสบที่คนไทยติดเชื้อมากที่สุดคือ
- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. ไวรัสตับอักเสบ เอ | 2. ไวรัสตับอักเสบ บี |
| 3. ไวรัสตับอักเสบ ซี | 4. ไวรัสตับอักเสบ ดี |
6. ยีสต์ส่วนใหญ่ใช้สารชนิดใดเป็นแหล่งพลังงานและคาร์บอน
- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. จุลินทรีย์ | 2. แบคทีเรีย |
| 3. สารอนินทรีย์ | 4. สารอินทรีย์ |

7. วิธีการกินอาหารของอะมีบา และพารามีเซียมต่างกันอย่างไร

1. อะมีบามีขาเทียม พารามีเซียมมีซีเลีย
2. อะมีบามีซีเลียคอยโบกพัดอาหารเข้าทางขาเทียม พารามีเซียมมีซีเลียคอยพัดโบกเข้าทางช่องปาก

3. อะมีบามีวิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธี phagocytosis พารามีเซียมใช้ซีเลียที่อยู่บริเวณช่องปาก (oral groove) โบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์

4. อะมีบาใช้ซีเลียที่อยู่บริเวณช่องปาก (oral groove) โบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์ พารามีเซียมมีวิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธี phagocytosis

8. ปัจจุบันผู้ป่วยโรคเอดส์ต้องกินยาต้านไวรัสเอดส์พร้อมกันอย่างน้อยกี่ชนิด เนื่องจากพบว่าไวรัสมีการดื้อยา

1. 1 ชนิด
2. 2 ชนิด
3. 3 ชนิด
4. 4 ชนิด

9. สิ่งมีชีวิตที่เป็นสาร nucleoprotein เช่นเดียวกับ ribosome คือ

1. แบคทีเรีย
2. ไวรัส
3. รา
4. ยีสต์

10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการศึกษาการเรียงจุลินทรีย์ที่มองเห็นจากกล้องเรียงตามขนาดใหญ่ไปหาเล็กได้ถูกต้อง

1. ยีสต์ รา สาหร่าย โพรทิสต์ แบคทีเรีย ไวรัส
2. สาหร่าย โพรทิสต์ รา ยีสต์ แบคทีเรีย ไวรัส
3. แบคทีเรีย สาหร่าย รา โปรโตซัว ยีสต์ ไวรัส
4. รา ยีสต์ โพรทิสต์ สาหร่าย แบคทีเรีย ไวรัส

11. วัคซีนป้องกันโรคชนิดใดในมนุษย์ซึ่งผลิตด้วยวิธีพันธุวิศวกรรม

1. วัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า
2. วัคซีนป้องกันโรคไขหวัดใหญ่
3. วัคซีนป้องกันโรคหัดเยอรมัน
4. วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี

12. มนุษย์ใช้ประโยชน์จากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ ในการผลิตอาหารชนิดใด

1. เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว
2. นมเปรี้ยว โยเกิร์ต
3. เต้าหู้ยี้ การดองผัก
4. ถูกลมดทุกข้อ

13. สิ่งมีชีวิตในข้อใด ได้อาหารโดยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง

1. ไวรัส
2. ยูกลีนา
3. อะมีบา
4. พารามีเซียม

14. กระบวนการกินอาหารของไวรัสเป็นแบบ

1. ออสโมซิส (osmosis)
2. การแพร่ (diffusion)
3. ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis)
4. พิโนไซโทซิส (pinocytosis)

15. ข้อใดไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเชื้อรา

1. สารพิษ ขี้วัวหมาก
2. เต้าเจี้ยว เนยแข็ง
3. น้ำปลา น้ำส้มสายชู

- | | |
|----------|----------------|
| 1. ข้อ 1 | 2. ข้อ 2 |
| 3. ข้อ 3 | 4. ข้อ 2 และ 3 |

16. วิธีการควบคุม กำจัดทำลายจุลินทรีย์อย่างสิ้นเชิง เรียกว่า

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. Benzoate | 2. Sterilization |
| 3. Filtration | 4. Radiation |

17. เชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดที่ทำให้เกิดท้องร่วงซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ คือ

- | | |
|------------|--------------|
| 1. ยีสต์ | 2. แบคทีเรีย |
| 3. อี โคไล | 4. รา |

18. การย่อยอาหารของพวกไวรัส เกิดขึ้นโดยวิธีใด

1. นำอาหารเข้าไปย่อยในเซลล์โดยตรง
2. ใช้กระบวนการ phagocytosis เหมือนอะมีบา
3. ปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยนอกเซลล์ แล้วแต่ละเซลล์ต่างได้รับอาหาร
4. ปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยนอกเซลล์ แล้วแต่ละเซลล์ต่างดึงอาหาร โมเลกุลเล็กที่

ถูกย่อยแล้วมาย่อยต่อ

19. สารที่อยู่ในไลโซโซมของพารามีเซียม เทียบได้กับสารที่ได้มาจากอวัยวะใดของคน

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. ตับอ่อน | 2. ลำไส้เล็ก |
| 3. กระเพาะอาหาร | 4. ต่อม้ำลายและตับ |

20. โรคฉี่หนูเกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์พวกใด

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. โพรโทซัว | 2. ยีสต์ |
| 3. ไวรัส | 4. แบคทีเรีย |

ใบความรู้

อาณาจักรไวรัส (Kingdom Vira) และอนุภาคที่มีชีวิต (Particle Living)

หากแบ่งสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้แบบง่ายๆ จะพบว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้จะแบ่งเป็น สิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติเป็นเซลล์และสิ่งมีชีวิตที่ขาดคุณสมบัติบางอย่างของการเป็นเซลล์

ไวรัส (Virus)

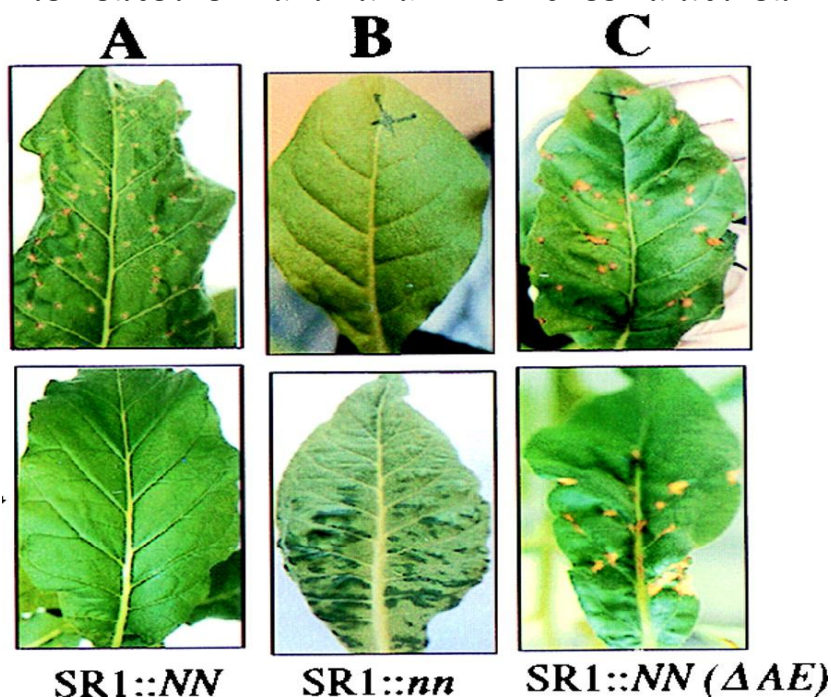
ไวรัสมีรากศัพท์มาจากภาษาละติน ซึ่งมีความหมายว่า “เป็นพิษ” (poison/toxic) เนื่องจากไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก (ขนาดที่ไม่สามารถมองเห็นได้แม้ใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง) ที่ก่อโรคในมนุษย์ และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ปีก ปลา แมลง ต้นไม้ หรือแม้แต่แบคทีเรีย มีหลักฐานเก่าแก่ที่สุดที่ระบุว่ามนุษย์ถูกไวรัสทำร้ายมานานกว่าสองพันปี นั่นคือ บันทึกการระบาดของโรคฝีดาษของจีน และโปลิโอในอียิปต์ แต่มนุษย์เริ่มศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับไวรัสเบื้องต้นในช่วงปี 1886-1892 ที่มีการค้นพบไวรัสใบด่างในยาสูบ (TMV : Tobacco Mosaic Virus) ซึ่งนับได้ว่าเป็นไวรัสชนิดแรกที่มนุษย์เราสังเกตพบ หลังจากนั้นมีการศึกษาอีกมากมายทำให้ค้นพบไวรัสที่ก่อโรคในสัตว์ชนิดแรกในปี 1908 ซึ่งก็คือ ไวรัสปากเท้าเปื่อย และพบไวรัสชนิดแรกที่ทำให้แบคทีเรียตายในปี 1917 (Twort (1915) และ d' Herelle (1917)) และเรียกไวรัสกลุ่มนี้ว่า ฟาจ (Phage หรือ Bacteriophage) และเมื่อ W. M. Stanley (1935) สามารถแยกไวรัสออกมาจากสิ่งมีชีวิตได้ครั้งแรก นักวิทยาศาสตร์ต่างให้ความสนใจกับไวรัสมากขึ้นจนเกิดเป็นสาขาวิชา ไวรัสวิทยา (Virology) ขึ้น



ภาพประกอบที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะขาเล็บหนึ่งในอาการสำคัญของผู้ป่วยโปลิโอ
ในแผ่นจารึกโบราณ

ที่มา : <http://www.gavialliance.org/resources/Egypt2.jpg>.

ไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นทั่วไปตรงที่ไวรัสไม่มีส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ของตัวเอง ไวรัสไม่มีเมตาบอลิซึมเมื่ออยู่นอกเซลล์เจ้าบ้าน (host cell) แต่ไวรัสยังมีคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตที่สามารถแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวน และเมื่ออยู่ใน host ไวรัสหลายๆ ชนิดสามารถสร้างเอนไซม์และเกิดเมตาบอลิซึมบางอย่างได้ ดังนั้นการมีชีวิตของไวรัสจึงเป็นเพียง “อนุภาคที่มีชีวิต” (Living particle หรือ Virion) เท่านั้น ความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นอีกประการของไวรัสคือ ในการจัดจำแนกไวรัสโดย International Committee on Taxonomy of Virus (ICTV) จะแบ่งไวรัสเป็นเพียง 1 order 71 families 11 subfamilies 164 genera นอกจากนั้นนักไวรัสวิทยาสวนใหญ่จะเรียกชื่อไวรัสตาม host หรือลักษณะของโรคมักกว่าจะเรียกเป็นชื่อวิทยาศาสตร์ตามหลัก Binomial อย่างสิ่งมีชีวิตอื่น

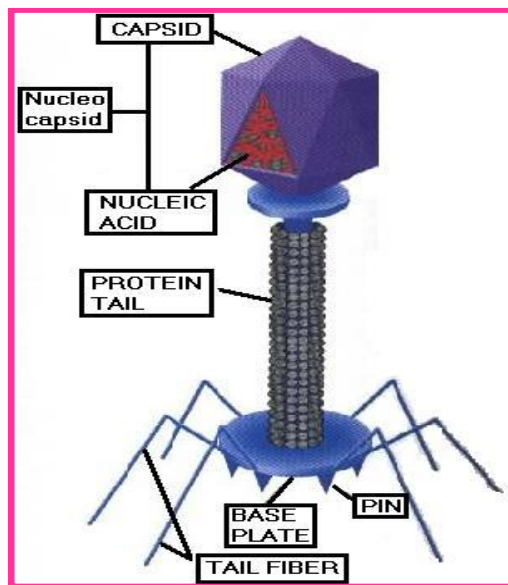


ภาพประกอบที่ 2 แสดงการค้นพบไวรัส TMV จากการทดลองของ Adolph Mayer และ Wanowsky ซึ่งระบุได้ว่ามีสิ่งมีชีวิตที่เล็กกว่าแบคทีเรียเป็นตัวการในการก่อโรคใบด่างในยาสูบ ซึ่งต่อมาสามารถตรวจสอบรูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นได้ได้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp>

ลักษณะทั่วไปของไวรัส

ไวรัสจัดเป็นจุลชีพขนาดเล็ก 20 - 400 นาโนเมตร (nm) อนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์เรียกว่า virion ไวรัสเป็นเพียงหน่วยอนุภาคของสารที่ประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกชนิด DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง ห่อหุ้มด้วยส่วนที่เรียกว่าเปลือกโปรตีน (protein coat) หรือ แคปซิด (capsid : แคปซิดประกอบขึ้นจาก capsomere ที่มีลักษณะเหมือนๆ กันมาเรียงซ้ำจำนวนมาก) บางครั้งจึงเรียกโครงสร้างเช่นนี้ของไวรัสว่าเป็น Nucleoprotein ไวรัสบางชนิดอาจมีเปลือกหุ้มชั้นนอกเรียกว่า envelope หุ้มอีกชั้นหนึ่ง



ภาพประกอบที่ 3 แสดงรูปร่างไวรัสที่ซับซ้อน

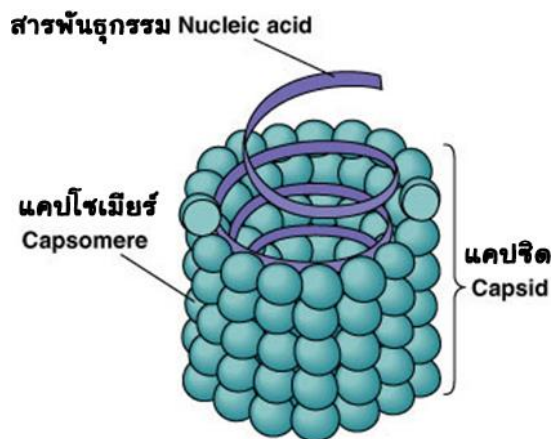
ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp>

ไวรัสจัดเป็นปรสิตภายในเซลล์อย่างแท้จริง (Obligatory intracellular parasite) จึงจำเป็นต้องอาศัยเซลล์เจ้าบ้านในการดำรงเผ่าพันธุ์ การสืบพันธุ์เพิ่มจำนวนไวรัสเกิดขึ้นภายในเซลล์ที่มีชีวิตเสมอ และยังสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมไปยังเซลล์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพประกอบ นอกจากนั้นไวรัสยังสามารถควบคุมกลไกของเซลล์เจ้าบ้านให้ทำการสร้างส่วนประกอบของไวรัสใหม่ได้

ส่วนประกอบของไวรัส

1. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรมหรือจีโนม (genome) อาจอยู่ในสภาพประกอบที่เป็นวงแหวนหรือเส้นตรง อาจมีขนาดใหญ่เพียง 1 ชิ้น หรือมีลักษณะเป็นท่อนๆ หลายชิ้น นอกจากความแตกต่างในรูปร่างของจีโนม ยังมีความแตกต่างในระดับองค์ประกอบของจีโนมด้วย จีโนมของไวรัสบางชนิดมีลักษณะเป็น DNA สายคู่ (double strand DNA) บางชนิดเป็น DNA สายเดี่ยว (single stranded DNA) บางชนิดเป็น RNA สายคู่ (double strand RNA) และบางชนิดเป็น RNA สายเดี่ยว (single stranded RNA)

2. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นโปรตีนห่อหุ้ม (Protein coat หรือ Capsid) ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนโปรตีนที่มีลักษณะแบบเดียวกันหลายๆ ก้อนมาประกอบกัน แต่ละก้อนโปรตีนประกอบขึ้นจากสายโพลีเปปไทด์ที่ขดพับจนดูคล้ายเป็นก้อน แต่ละก้อนเรียกว่า **แคปโซเมียร์ (Capsomere)** แคปโซเมียร์ไม่ได้ทำหน้าที่เพียงเป็นโปรตีนห่อหุ้มเท่านั้น แต่ยังทำหน้าที่เป็นส่วนยึดเกาะของสารพันธุกรรมอีกด้วย



ภาพประกอบที่ 4 หน้าที่ของโปรตีนแคปซิดในการเป็นโปรตีนห่อหุ้ม และที่ยึดเกาะของสารพันธุกรรม

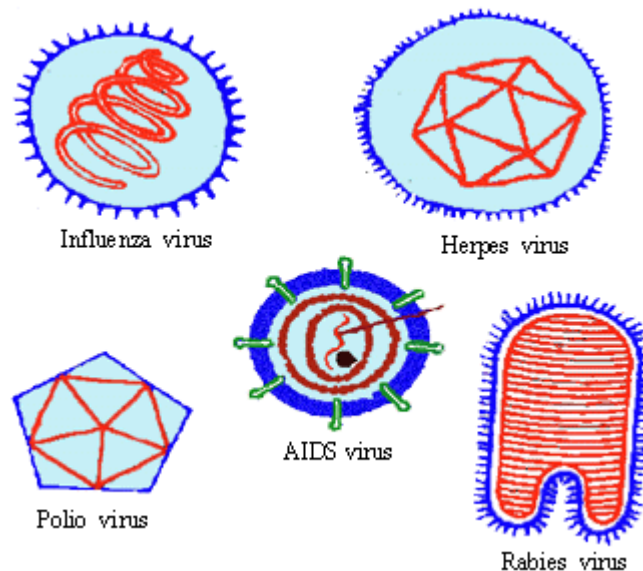
ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp>

1. ส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ ไขมัน (lipid) และคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) รวมถึงโปรตีนอื่นๆ ที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งมีมาตั้งแต่ตอนที่ไวรัสประกอบตัวใหม่ในเซลล์เจ้าบ้าน ไขมันที่พบในไวรัสเป็นสารพวกฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ไกลโคลิพิด (glycolipid) และโคเลสเตอรอล (cholesterol) ซึ่งโดยทั่วไปมีลักษณะแบบเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เจ้าบ้าน สำหรับคาร์โบไฮเดรตนอกจากจะพบว่าเป็นส่วนหนึ่งในกรดนิวคลีอิก

(น้ำตาลไรโบสหรือน้ำตาลดีออกซีไรโบส) ยังพบคาร์โบไฮเดรตในรูปไกลโคโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นแอนติเจน (antigen) ที่สำคัญของไวรัส

รูปร่างและขนาดของไวรัส

เมื่อพิจารณาจากสิ่งที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของไวรัสแล้วแทบไม่น่าเชื่อว่าไวรัสจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายสูงได้ แต่ความหลากหลายของพันธุกรรมและการจัดเรียงของโปรตีนห่อหุ้มทำให้ไวรัสมีความแตกต่างทั้งรูปร่างและขนาดดังที่กล่าวมาแล้วว่าไวรัสมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 20-400 nm



ภาพประกอบที่ 5 แสดงภาพจำลองของไวรัสก่อโรคในมนุษย์

ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp>

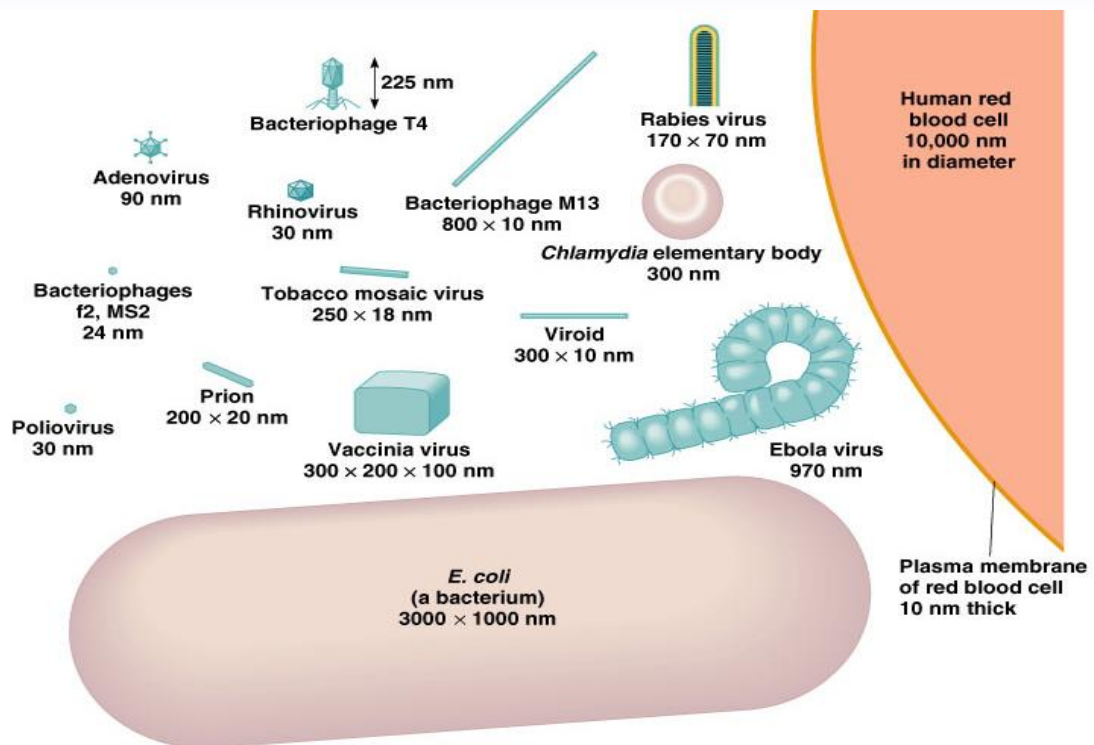
แต่ยังไม่มีนักไวรัสวิทยาคนใดระบุว่าไวรัสชนิดใดมีขนาดเล็กที่สุด อย่างไรก็ตามมีรายงานที่ระบุถึงไวรัสที่เล็กที่สุดต่างๆ ดังนี้

- RNA virus ที่มีจีโนมเล็กที่สุดน่าจะเป็น retrovirus อย่างเช่น Rous Sarcoma Virus ที่มีขนาดจีโนมประมาณ 3.5 kb และมีเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคราว 80 nm

- DNA virus ที่มีขนาดเล็กที่สุดเมื่อตัดสินที่จีโนมน่าจะเป็นไวรัสในกลุ่มไวรัสตับ (Hepadna Virus) เช่น Hepatitis B Virus หรือ Hepatitis D Virus ซึ่งมีขนาดจีโนมประมาณ 3.2 kb และเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคประมาณ 42 nm แต่หากพิจารณาจากเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาค DNA Virus ที่เล็กที่สุดน่าจะเป็น parvoviruses ซึ่งมีขนาดแคบชิดเพียง 18-26 nm แต่มีขนาดจีโนมที่ใหญ่กว่า HBV และ HDV นั่นคือมีขนาดจีโนม 5 kb

นอกจากนั้น Picornavirus ก็เป็นไวรัสอีกตัวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่าราว 30 nm เท่านั้น

สำหรับไวรัสก่อโรคในสัตว์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ที่สุดน่าจะเป็นไวรัสใน family Poxviridae ซึ่งมีขนาดประมาณ 250-400 nm



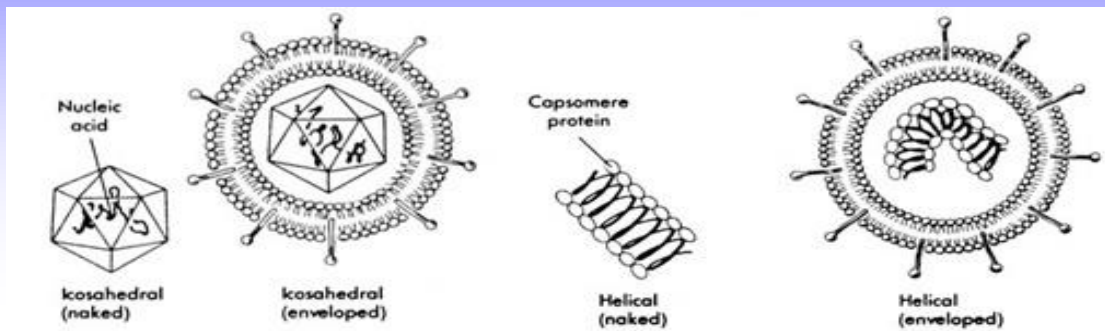
ภาพประกอบที่ 6 แสดงรูปร่างและขนาดของไวรัส

ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp>

รูปร่างของไวรัสขึ้นกับการจัดเรียงตัวของ capsomeres ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

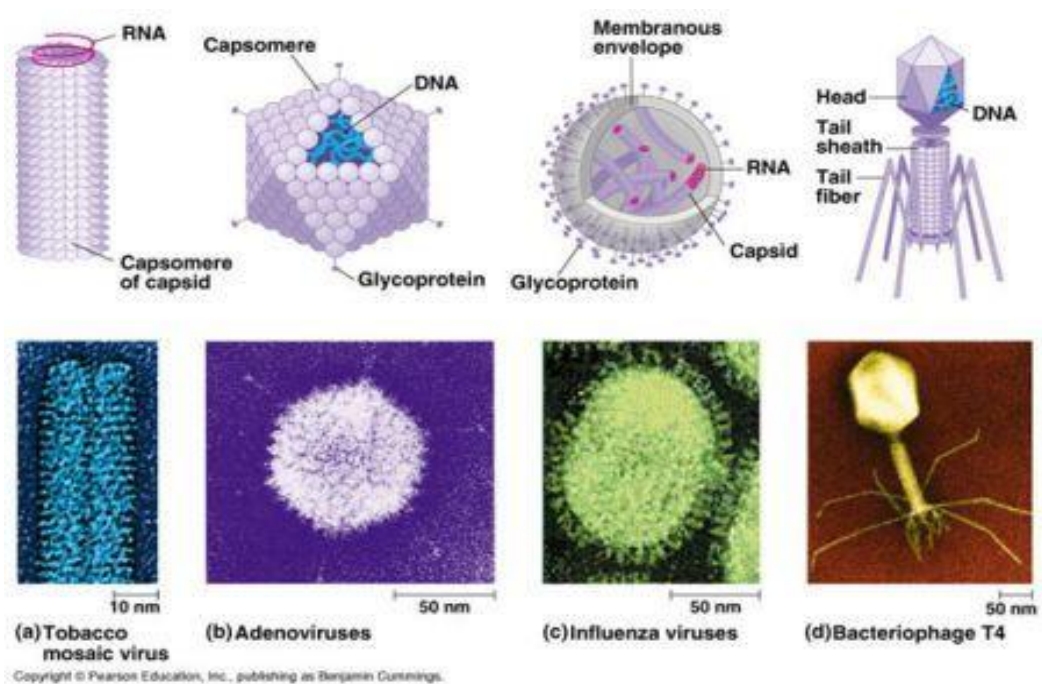
1. Cubic symmetry ชนิด icosahedral symmetry รูปร่างเป็นสามเหลี่ยม 20 หน้า 12 มุม เช่นไวรัสโรคโปลิโอ หูด rotavirus adenovirus bluetongue virus
2. Helical symmetry มีลักษณะท่อนตรงยาวหรือท่อนโค้ง เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไขหวัดใหญ่ หัด (influenza virus) คางทูม โรคพิษสุนัขบ้า TMV
3. Complex รูปร่างสมมาตรไม่แน่นอน เช่น ไวรัสโรคฝีดาษ bacteriophage พวก T-even (กลุ่มเลขคู่ เช่น T2 T4 T6)

นอกจากนั้นรูปร่างของไวรัสยังขึ้นอยู่กับการไม่มีหรือมี Envelope หุ้มด้วย (Naked virus หรือ non-enveloped virus และ enveloped virus)



ภาพประกอบที่ 7 แสดงภาพจำลองรูปร่างของไวรัส

ที่มา : <http://www.bact.wisc.edu/themicrobialworld/ViralDisease.html>



ภาพประกอบที่ 8 แสดงไวรัสชนิดต่างๆ ที่มีความแตกต่างทางรูปร่าง

ที่มา : <http://blogs.ipswitch.com/archives/viruses%202.jpg>

การจัดหมวดหมู่ของไวรัส

เกณฑ์ที่ใช้จัดหมวดหมู่ไวรัสพิจารณาจากคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ชนิดของกรดนิวคลีอิก รูปแบบการจัดเรียงตัวเป็นชนิดสายคู่ (double strands) หรือชนิดสายเดี่ยว (single strand) เช่น DNA สายคู่ DNA สายเดี่ยว RNA สายคู่ และ RNA สายเดี่ยว
2. รูปร่างลักษณะของแคปซิด เช่น ขนาด สมมาตร และจำนวน capsomere
3. การมีหรือไม่มี envelope ทำให้เกิดความทนทานต่อสภาพประกอบทางกายภาพ ประกอบและเคมี

4. คุณสมบัติทางซีรั่มวิทยา (serology)
5. คุณสมบัติของโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ที่ปรากฏเนื่องจากไวรัสชนิดนั้น
6. เนื้อเยื่อและอาการของโรคที่เกิดกับส่วนต่างๆ ของร่างกาย

โดยทั่วไปนักไวรัสวิทยาจะยึดการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตนี้ด้วยหลักการของ Baltimore Method ซึ่งยึดสารพันธุกรรมเป็นหลัก

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกไวรัสสัตว์โดยยึดประเภทของสารพันธุกรรมเป็นหลักตาม Baltimore Method of classification จะได้ไวรัส 6 Classes (ซึ่งต่อมาได้มีการแยกออกมาอีก 1 class แต่ตำราส่วนใหญ่ยังคงยึดแบบ 6 classes)

Classes of Animal Viruses, Grouped by Type of Nucleic Acid	
Class*	Examples/Diseases
I. dsDNA**	
Papovavirus	Papilloma (human warts, cervical cancer); polyoma (tumors in certain animals)
Adenovirus	Respiratory diseases; some cause tumors in certain animals
Herpesvirus	Herpes simplex I (cold sores), herpes simplex II (genital sores); varicella zoster (chicken pox, shingles); Epstein-Barr virus (mononucleosis, Burkitt's lymphoma)
Poxvirus	Smallpox; vaccinia, cowpox
II. ssDNA	
Parvovirus	Roseola; most parvoviruses depend on co-infection with adenoviruses for growth
III. dsRNA	
Reovirus	Diarrhea; mild respiratory diseases
IV. ssRNA that can serve as mRNA	
Picornavirus	Poliovirus; rhinovirus (common cold); enteric (intestinal) viruses
Togavirus	Rubella virus; yellow fever virus; encephalitis viruses
V. ssRNA that is a template for mRNA	
Rhabdovirus	Rabies
Paramyxovirus	Measles; mumps
Orthomyxovirus	Influenza viruses
VI. ssRNA that is a template for DNA synthesis	
Retrovirus	RNA tumor viruses (e.g., leukemia viruses); HIV (AIDS virus)
VII. dsDNA with an RNA intermediate that is a template for DNA synthesis	
Hepadnavirus	Hepatitis B virus

*The subclasses within each class differ mainly in capsid structure and in the presence or absence of a membranous envelope.
**ds = double-stranded; ss = single-stranded.

DNA virus ส่วนใหญ่

DNA สายเดี่ยวทำหน้าที่เป็นแม่แบบ
สังเคราะห์ DNA สายคู่สม

Genome เป็น RNA ชื่อย่อยๆ 10 ชิ้น

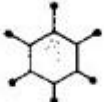
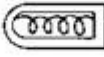
RNA สายบวก ทำหน้าที่เป็น mRNA
ได้เลย

RNA สายลบเป็นต้นแบบสร้างสาย mRNA

มีเอนไซม์ Reverse transcriptase ใช้ RNA
เป็นแม่แบบในการสร้างสาย DNA

ที่มาตาราง : <http://www.bact.wisc.edu/themicrobialworld/ViralDisease.html>

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ของไวรัสก่อโรคในสัตว์

Family Name	Morphology	Enveloped (E) or Naked (N)	Approximate Size (nm)	Nucleic Acid
Poxviridae (poxviruses)		E	350 × 250	Linear ds DNA
Herpesviridae (herpesviruses)		E	200	Linear ds DNA
Adenoviridae (adenoviruses)		N	75	Linear ds DNA
Parvoviridae (parvoviruses)		N	20	Linear ss DNA
Papovaviridae (papovaviruses)		N	50	Circular ds DNA
Baculoviridae (baculoviruses)		E	300 × 40	Circular ds DNA
Picornaviridae (picornaviruses)		N	27	Plus-strand RNA
Togaviridae (togaviruses)		E	50	Plus-strand RNA
Retroviridae (retroviruses)		E	50	Plus-strand RNA
Orthomyxoviridae (orthomyxoviruses)		E	110	Segmented: 8 minus-strand RNA molecules
Paramyxoviridae (paramyxoviruses)		E	200	Minus-strand RNA
Rhabdoviridae (rhabdoviruses)		E	170 × 70	Minus-strand RNA
Reoviridae (reoviruses)		N	65	Segmented: 10–13 ds RNA molecules

ที่มาตาราง : <http://www.bact.wisc.edu/themicrobialworld/ViralDisease.html>

การแบ่งกลุ่มเช่นนี้พบได้ในนักไวรัสวิทยาที่ศึกษาทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล แต่นักชีววิทยาทั่วไปจะแบ่งกลุ่มไวรัสตามตระกูล (family) จีนัส (genera) และสปีชีส์ (species) หน่วยงานที่ดูแลเกี่ยวกับการตั้งชื่อไวรัส คือ ICTV (International Committee

on Taxonomy of Viruses โดยไวรัสสัตว์ และแบคทีเรียจะมีชื่อตั้งแต่ระดับ family ลงไป ส่วนไวรัสพืชจะไม่ตั้งเป็น family หรือ genus แต่จะใช้เป็น group โดยชื่อของ group จะได้มาจาก prototype ของ group และในปัจจุบันยังมีการจำแนกไวรัสในระบบ คริปโตแกรม (Cryptogram) อีกแบบหนึ่งด้วย อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์และคนส่วนใหญ่จะเข้าใจได้ง่ายกว่าเมื่อเรียกชื่อไวรัสด้วยชื่อที่คุ้นเคยเช่น เรียกไวรัสก่อโรคฝีดาษ (pox) ว่า poxvirus เรียกไวรัสก่อโรคจุดวงแหวนในมะละกอล่า papaya ring spot virus และเรียกไวรัสก่อโรคในตับว่า Hepatitis virus

การเพิ่มจำนวนของไวรัส

เมื่ออยู่นอกเซลล์เจ้าบ้านไวรัสจะไม่มีเมตาบอลิซึมใด ๆ ไวรัสจะเพิ่มจำนวน หรือสารต่าง ๆ ได้เมื่ออยู่ในเซลล์เจ้าบ้านที่มีความจำเพาะกับมันเท่านั้น เช่น ไวรัส CaMV (Cauliflower Mosaic Virus) ที่ติดมากับกะหล่ำจะไม่สามารถเติบโตได้ในร่างกายของมนุษย์ หรือสัตว์อื่นที่กินมันเข้าไป กลไกในการเพิ่มจำนวนของไวรัสแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันไป แต่โดยภาพประกอบรวมแล้วมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การเกาะจับกับเซลล์เจ้าบ้าน (Attachment หรือ Adsorption) ไวรัสเคลื่อนที่มายึดเกาะกับผิวของเซลล์เจ้าบ้านตรงตำแหน่งที่เหมาะสม (receptor site)

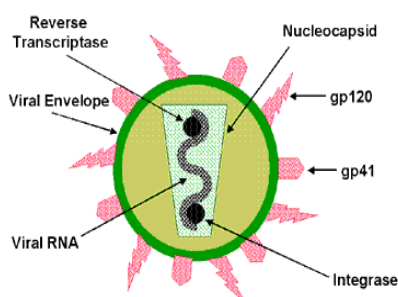


Figure 1. Human Immunodeficiency Virus

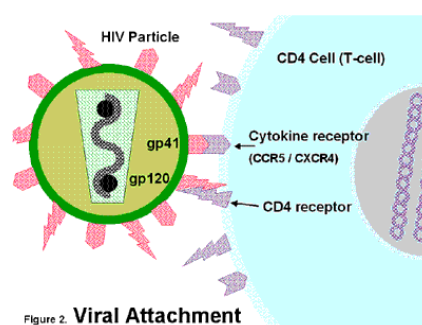
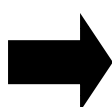


Figure 2. Viral Attachment

ภาพประกอบที่ 9 แสดงการเกาะจับระหว่างไวรัส HIV กับเซลล์เจ้าบ้าน

ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment>

2. การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน (Penetration หรือ Entry) มีหลายลักษณะไวรัสบางชนิดจะส่งเฉพาะสารพันธุกรรมเข้าไปในเซลล์ แต่ไวรัสบางชนิดหลังจากไวรัสเกาะติดกับเซลล์เจ้าบ้านไว้แล้ว จะเข้าสู่เซลล์ host ได้ทั้งอนุภาคคล้ายๆ กับกระบวนการ phagocytosis ในกรณีของไวรัสสัตว์ที่ส่งทั้งตัวอนุภาคไวรัสเข้าเซลล์เจ้าบ้านจะมีขั้นตอนการสลายแคปซิด (Uncoating) โดยเซลล์เจ้าบ้านจะปล่อยเอนไซม์ไลโซโซมมาย่อยสลายส่วนของแคปซิด

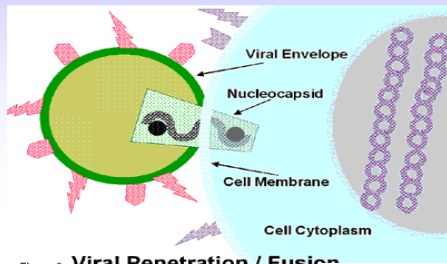


Figure 3. Viral Penetration / Fusion

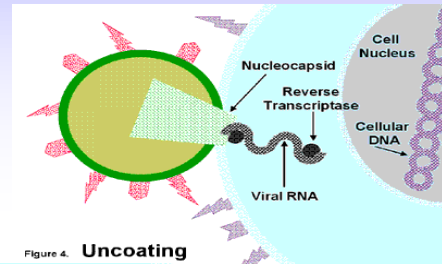


Figure 4. Uncoating

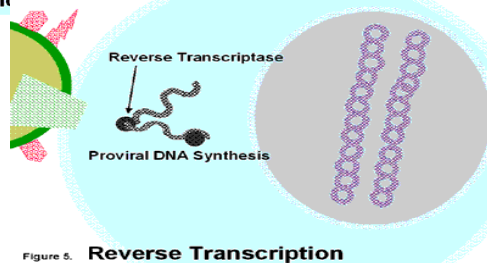


Figure 5. Reverse Transcription

ภาพประกอบที่ 10 แสดง (a) การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน (b) การย่อยโปรตีนห่อหุ้มของไวรัส (c) การสร้าง DNA ของไวรัสจาก RNA แม่แบบ

ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment>

3. การสังเคราะห์ส่วนประกอบของไวรัส (Biosynthesis) จีโนมของไวรัสจะเข้าควบคุมกลไกของเซลล์ให้สร้างส่วนประกอบของไวรัส ไม่ว่าจะเป็น capsomere สารพันธุกรรม และเอนไซม์ที่สำคัญต่อการประกอบเป็นตัวไวรัส

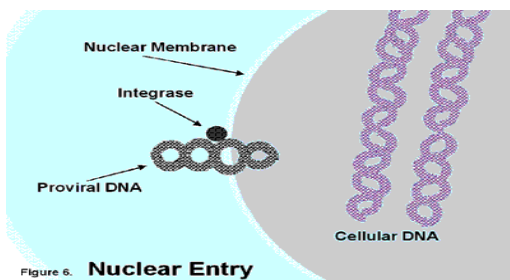


Figure 6. Nuclear Entry

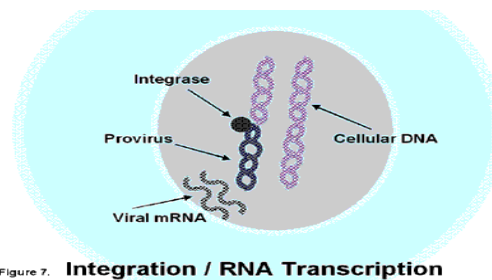


Figure 7. Integration / RNA Transcription

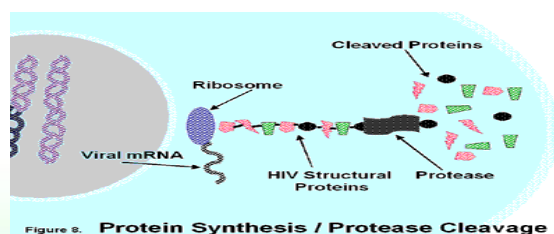


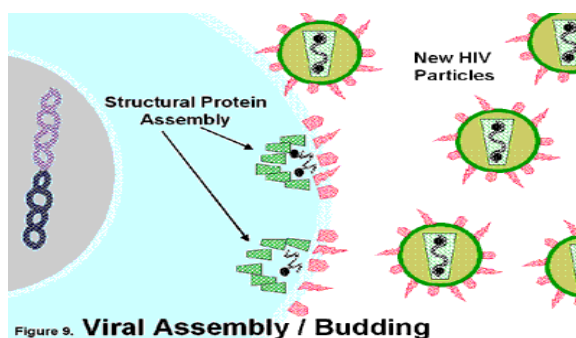
Figure 9. Protein Synthesis / Protease Cleavage

ภาพประกอบที่ 11 แสดง (a) การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน (b) การย่อยโปรตีนห่อหุ้มของไวรัส (c) การสร้าง DNA ของไวรัสจาก RNA แม่แบบ

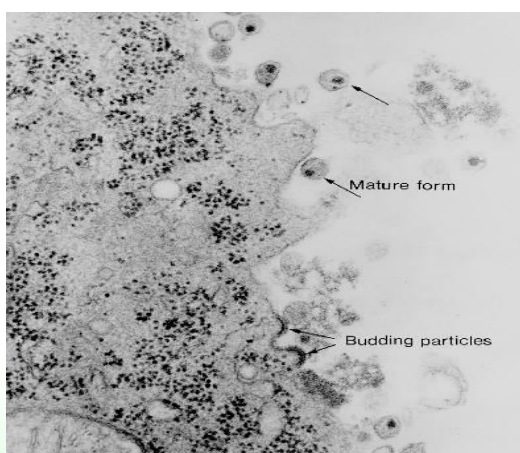
ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment>

4. ความเป็นไวรัสโดยสมบูรณ์ (Assembly หรือ Maturation) เป็นระยะที่ส่วนประกอบต่างๆ ของไวรัสที่สร้างขึ้นจะประกอบตัวเอง (self assembly) เป็น nucleocapsid จำนวนมากและยังอยู่ภายในเซลล์ ไวรัสในระยะนี้อาจเรียกว่าเป็น Progeny virus การประกอบร่างของ DNA virus ส่วนใหญ่ (ยกเว้น Poxvirus) จะประกอบร่างในนิวเคลียสของเซลล์เจ้าบ้าน แต่ RNA virus ส่วนใหญ่จะประกอบตัวในไซโทพลาซึมของเซลล์เจ้าบ้าน

5. ระยะปลดปล่อยออกจากเซลล์ (Release) ไวรัสบางชนิดจะปล่อยเอนไซม์มาย่อยผนังเซลล์ของเซลล์เจ้าบ้านทำให้เซลล์แตกและปล่อยไวรัสรุ่นใหม่ออกมาจากเซลล์แล้วเข้าสู่เซลล์ข้างเคียงต่อไป แต่ไวรัสบางชนิดโดยเฉพาะพวก envelope จะออกจากเซลล์โดยวิธีการ budding (budding ผ่านเยื่อหุ้มนิวเคลียสหรือเยื่อหุ้มเซลล์) และดึงเอาส่วนเยื่อหุ้มของเซลล์เจ้าบ้านไปเป็น envelope ของตนเอง

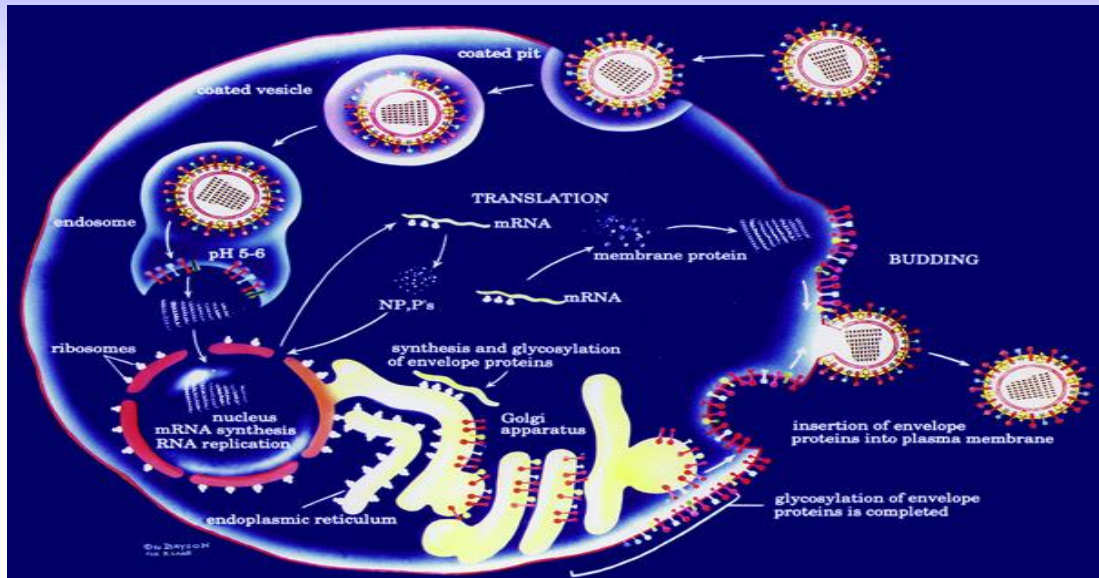


ภาพประกอบที่ 12 แสดงการประกอบตัวเป็นไวรัสและปลดปล่อยออกจากเซลล์เจ้าบ้าน
ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment>



ภาพประกอบที่ 13 แสดงการออกจากเซลล์เม็ดเลือดขาวของไวรัส HIV
ที่มา : http://pathmicro.med.sc.edu/lecture/images/hiv_bud.jpg

วงชีวิตของไวรัส



ภาพประกอบที่ 14 แสดงวงชีวิตของไวรัสไข้หวัดใหญ่ (Influenzavirus)

ที่มา : http://www.northwestern.edu/neurobiology/faculty/pinto2/pinto_1big.jpg

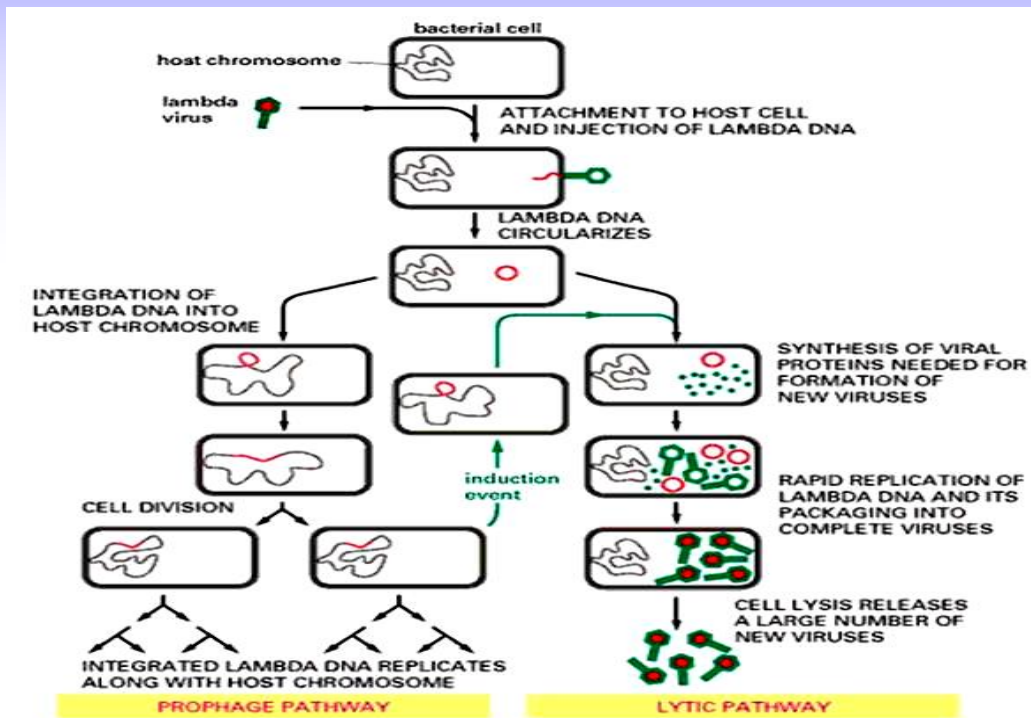
วงชีวิตของไวรัส Bacteriophage

วงชีวิตของ bacteriophage มีสองลักษณะคือ

1. Lytic pathway ซึ่งเป็นวงจรชีวิตของไวรัสที่เมื่อสารพันธุกรรมจากไวรัสที่เข้าไปในเซลล์ host แล้วจะจัดตัวเองให้อยู่ในรูปคล้ายพลาสมิด แล้วดำเนินการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมและสร้างโปรตีนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการประกอบเป็นเซลล์ใหม่ เมื่อสร้างสารต่างๆ และประกอบตัวเป็นอนุภาคไวรัสที่สมบูรณ์แล้วจะปล่อยไลโซไซม์ย่อยเซลล์ host เพื่อปลดปล่อยลูกหลานไวรัสออกมา

2. Lysogenic หรือ Prophage pathway เป็นวงชีวิตที่เพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมของไวรัสผ่านการแบ่งเซลล์ของเซลล์ host เพราะเมื่อไวรัสส่งสารพันธุกรรมเข้าไปใน

3. เซลล์ host แล้ว สารพันธุกรรมจะเข้าไปแทรกอยู่ในโครโมโซมของเซลล์ host (อาศัยเอนไซม์ integrase) ซึ่งในระหว่างนั้นสารพันธุกรรมของไวรัสจะไม่กำหนดการสร้างอะไร คล้ายกับฝังตัวนิ่งๆ อยู่ในโครโมโซมของแบคทีเรีย และเพิ่มจำนวนไปพร้อมๆ กับการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย จนเมื่อถึงสภาวะที่เหมาะสมจึงหลุดออกจากโครโมโซมของแบคทีเรีย และจัดรูปแบบตัวเองเป็นพลาสมิดซึ่งทำให้เกิดการดำรงชีวิตในวงจร Lytic pathway ต่อไป



ภาพประกอบที่ 15 แสดงวงจรชีวิตของ Bacteriophage

ที่มา : http://bioserv.fiu.edu/~biolab/labs/Genetics/phage_lab_files/image002.jpg

การเกิดโรคในสิ่งมีชีวิตที่มีสาเหตุมาจากไวรัส

- ไวรัสในพืช เช่น โรคใบด่างของยาสูบ โรคใบหงิกของพริก โรคแคระแกรนในต้นข้าว
- ไวรัสในสัตว์ เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย โรค MBV ในกิ้งกูดดำ
- ไวรัสในคน เช่น ไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ โปлио ตับอักเสบบวม โรคพิษสุนัขบ้า โรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง

ภูมิคุ้มกันบกพร่อง

- ไวรัส Nuclear polyhedrosis virus ก่อโรคในหนอนกระทู้ สามารถนำไปใช้ในการควบคุมพืช โดยวิธีชีวภาพประกอบ

ประโยชน์ของไวรัส

1. สามารถผลิตวัคซีนหรือกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสิ่งมีชีวิต
2. สามารถใช้เป็นพาหนะในการนำ DNA แปลกปลอมเข้าเพิ่มจำนวนยังแบคทีเรียที่เรื้อรังที่ใช้กันมากในงานพันธุวิศวกรรม
3. สามารถควบคุมหรือต้านทานการก่อโรคโดยใช้ไวรัสพืชหลายชนิด เช่น มะละกอยาสูบ พริก โดยเทคนิคพันธุวิศวกรรม

ไวรอยด์ (viroid)

โครงสร้างประกอบด้วยกรดนิวคลีอิก ชนิด RNA ที่ขดเป็นวงแหวนสายเดี่ยวหรือเป็นเส้นตรงสายเดี่ยว อาจไม่มีหรือมีโปรตีนประกอบเพียงเล็กน้อย ไวรอยด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ อาจกล่าวได้ว่าเป็นสิ่งก่อโรค (infectious agent) ในพืชที่มีขนาดเล็กที่สุด

ไวรอยด์ก่อโรคในพืชหลายชนิด เช่น โรค potato spindle tuber (ต้นมันฝรั่ง) โรค citrus exocortis (ต้นส้ม) Chrysanthemum stunt (เบญจมาศ) และ Cucumber pale fruit (แตงกวา) อย่างไรก็ตามกลไกในการทำให้เกิดโรคของไวรอยด์ยังไม่ชัดเจนแต่คาดว่าไวรอยด์น่าจะเป็นตัวขัดขวางกระบวนการควบคุมยีน (gene regulation) ของเซลล์เจ้าบ้าน

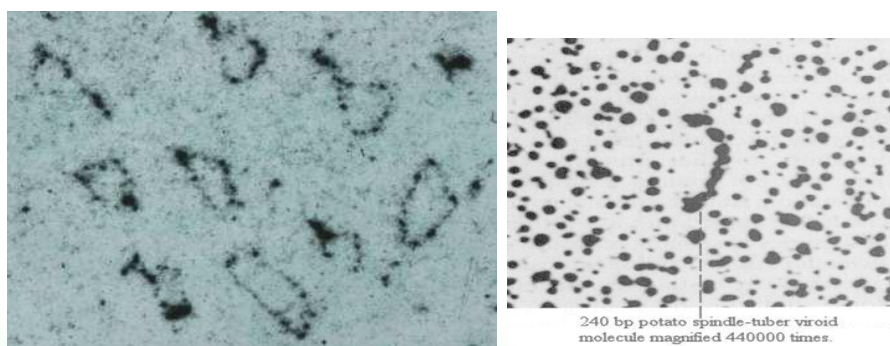


ภาพประกอบที่ 16 แสดงโรคที่เกิดจากไวรอยด์

(A) มะเขือเทศที่ติดเชื้อ potato spindle tuber (B) avocado sun blotch

(C) Chrysanthemum stunt (D) chrysanthemum chlorotic mottle

ที่มา : <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bzf/mppg/agviroid.htm>



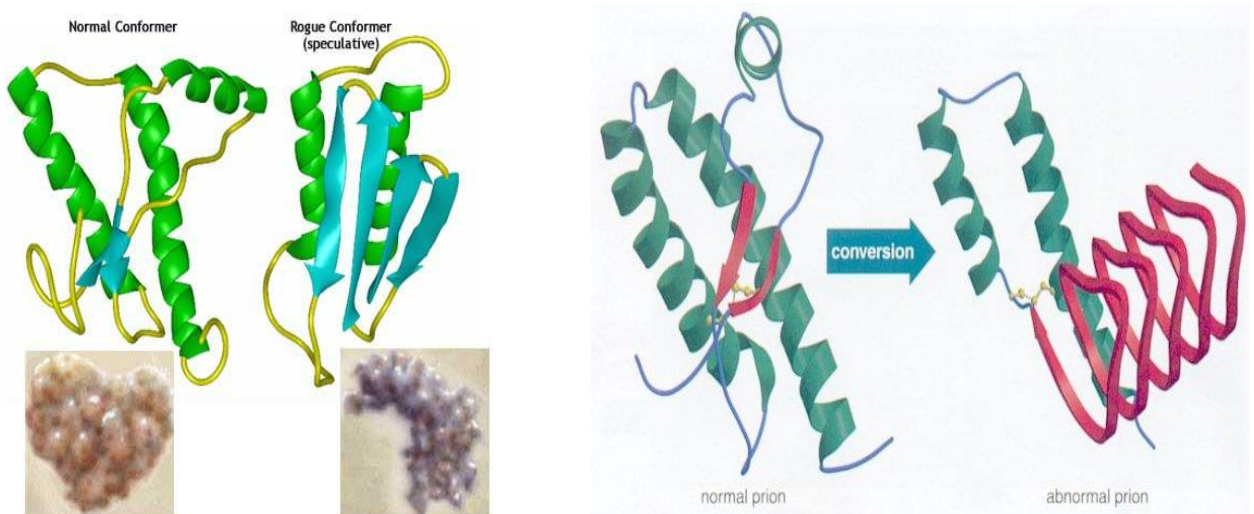
ภาพประกอบที่ 17 แสดงภาพไวรอยด์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ที่มา : <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bzf/mppg/agviroid.htm>

<http://universe-review.ca/I11-45-viroid.jpg>

พรีออน (Prion)

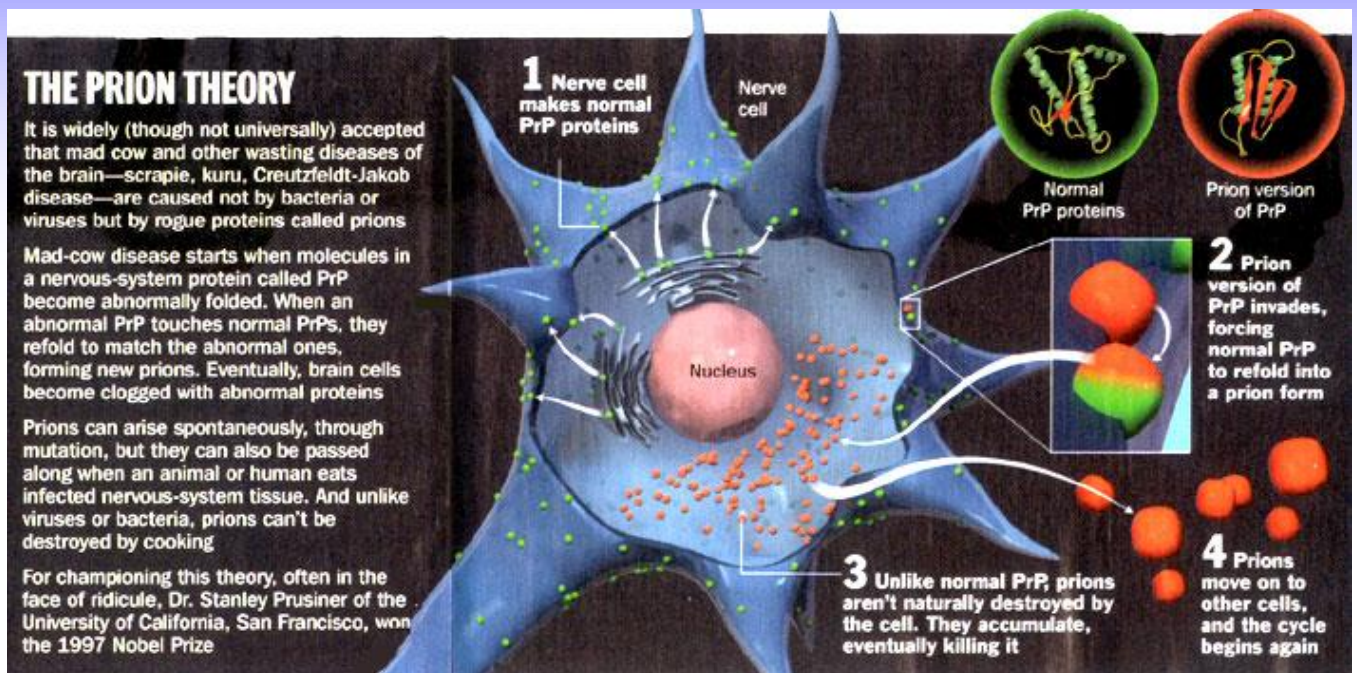
สิ่งก่อโรคที่เล็กกว่า ไวรัส ถูกค้นพบในช่วงทศวรรษ 1960s สิ่งที่มีลักษณะคาบเกี่ยวระหว่างการมีและการไม่มีชีวิต สิ่งที่สามารถอยู่รอด (Survive) และบางครั้งเพิ่มจำนวนได้ อย่างไม่น่าเชื่อ เช่น สามารถอยู่ในฟอร์มาลิน (ซึ่งทำลายไวรัสได้) ได้นานกว่า 2 ปี ทนต่อรังสีอุลตราไวโอเลต (UV) ซึ่งสามารถทำลายสารพันธุกรรมได้นานถึง 45 นาที สิ่งที่ถูกค้นพบนี้ถูกวิเคราะห์ชัดเจนขึ้นในปี 1982 ว่ามันเป็นโปรตีนที่ประกอบขึ้นจากกรดอะมิโนราว 250 หน่วย และนักวิทยาศาสตร์เรียกมันว่า **พรีออน (Prion)** โครงสร้างปกติจะไม่เป็นอันตราย แต่ถ้าเกิดการเปลี่ยนโครงสร้าง พบว่าจะเป็นแม่แบบและชักนำให้โปรตีนที่ “ปกติ” เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นโครงสร้างที่ผิดปกติได้ พรีออนจึงสามารถเพิ่มจำนวนโดยที่ไม่ต้องพึ่งยีน และมีความสามารถในการก่อโรคได้ทันที



ภาพประกอบที่ 18 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพรีออน

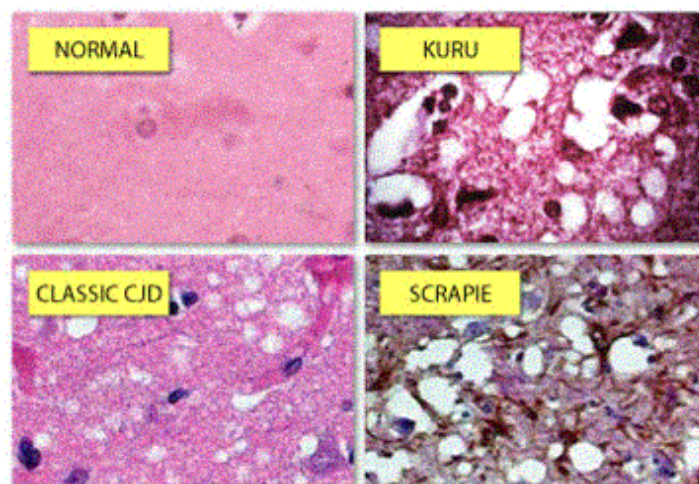
ที่มา : (a) http://www.bioquest.org/bedrock/problem_spaces/prion/assets/prion_structure.jpg (b) <http://universe-review.ca/I11-08-prion.jpg>

โรคที่เกิดจากพรีออน ได้แก่ Kuru disease และโรค Creutzfeldt Jacob disease (CJD) ในคน และ scrapie ในแกะ และโรควัวบ้า (mad cow disease หรือ Bovine spongiform encephalopathy (BSE) ซึ่งเป็นโรคที่มีผลต่อสมองและระบบประสาท เนื่องจากโครงสร้างปกติของพรีออนสามารถพบได้ทั่วไปที่ผิวเซลล์ (cell surface) รวมทั้งที่เซลล์ประสาทในสมองด้วย ดังนั้นหากมีโครงสร้างผิดปกติของพรีออนเข้าไปเหนี่ยวนำจะทำให้กลายเป็นโครงสร้างผิดปกติจำนวนมากซึ่งสามารถตรวจสอบการหายไปของโครงสร้างปกติด้วยการใช้ NMR (Nuclear Magnetic Resonance)



ภาพประกอบที่ 19 แสดงทฤษฎีการก่อโรคของพรีออน (prion)

ที่มา : <http://fig.cox.miami.edu/~cmallery/255/255prot/prion.jpg>



ภาพประกอบที่ 20 แสดงความผิดปกติที่เนื้อสมองเนื่องจากการติดเชื้อพรีออน

ที่มา : <http://www.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/umat/bse/bse.htm>

สรุปองค์ความรู้

ไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นทั่วไปตรงที่ไวรัสไม่มีส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ของตัวเอง ไวรัสไม่มีเมตาบอลิซึมเมื่ออยู่นอกเซลล์เจ้าบ้าน (host cell) แต่ไวรัสยังมีความสมบัติของสิ่งมีชีวิตที่สามารถแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวน และเมื่ออยู่ใน host ไวรัสหลายๆ ชนิดสามารถสร้างเอนไซม์และเกิดเมตาบอลิซึมบางอย่างได้ ดังนั้นการมีชีวิตของไวรัสจึงเป็นขเพียง “อนุภาคที่มีชีวิต” (Living particle หรือ Virion) เท่านั้น

อาณาจักรไวรัสและอนุภาคที่มีชีวิต (Kingdom Vira and Living particle)

โครงสร้างโดยทั่วไปของไวรัสเป็นเพียงหน่วยอนุภาคของสารที่ประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกชนิด DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่งห่อหุ้มด้วยส่วนที่เรียกว่าเปลือกโปรตีน (protein coat) หรือ แคปซิด (capsid) จากลักษณะทั่วไปสรุปได้ว่า

1. ไวรัสเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ใช่อยู่ในรูปของเซลล์แต่อยู่ในรูปอนุภาค
2. จีโนม (genomes) หรือสารพันธุกรรมเป็นชนิด DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง
3. ต้องอาศัยอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตจึงดำรงเป็นปรสิตแท้จริงแล้วจึงเพิ่มจำนวนได้
4. การสืบพันธุ์เพิ่มจำนวนไวรัสเกิดขึ้นภายในเซลล์ที่มีชีวิต และยังสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมไปยังเซลล์อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. สามารถควบคุมกลไกของเซลล์โฮสต์ให้ทำการสร้างส่วนประกอบของไวรัสใหม่

โครงสร้างและส่วนประกอบของไวรัส

1. ไวรัสมีขนาด 20-250 nm
2. กรดนิวคลีอิกชนิด DNA หรือ RNA เป็นแกนกลางล้อมรอบส่วนที่เรียกว่าเปลือกโปรตีนหรือแคปซิด หน่วยย่อยคือ capsomer
3. ไวรัสบางชนิดมีสารลิโปโปรตีน เรียกว่า envelope จีโนม (genome)
 - DNA สายคู่ (double- stranded DNA)
 - DNA สายเดี่ยว (single- stranded DNA)
 - RNA สายคู่ (double- stranded RNA)
 - RNA สายเดี่ยว (single- stranded RNA)
 - กรดนิวคลีอิกแบบวงแหวน ส่วนประกอบทางเคมีของไวรัส
 - โปรตีน เป็นเอนไซม์ต่างๆ
 - ไขมันหรือลิพิด ในฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ไกลโคลิพิด (glycolipid) และคอเลสเตอรอล (cholesterol)
 - คาร์โบไฮเดรต เป็นส่วนหนึ่งในกรดนิวคลีอิก และไกลโคโปรตีนช่วยเป็น antigen ที่สำคัญของไวรัส

รูปร่างของไวรัส

ไวรัสมีรูปร่าง (shape) การจัดเรียงตัวของ capsomeres มี 3 แบบ คือ

- Cubic symmetry ชนิด icosahedral symmetry รูปร่างเป็นสามเหลี่ยม 20 หน้า 12 มุม เช่น ไวรัสโรคโปลิโอ หูด
- Helical symmetry มีลักษณะท่อนตรงยาว หรือท่อนโค้ง เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไขหวัดใหญ่ คางทูม โรคพิษสุนัขบ้า
- Complex รูปร่างสมมาตรไม่แน่นอน เช่น poxvirus โรคฝีดาษ ไวรัสรูปแบบของ bacteriophage

การจัดหมวดหมู่ของไวรัส เกณฑ์จะนำมาใช้จัดหมวดหมู่ของไวรัส โดยพิจารณาคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ชนิดของกรดนิวคลีอิก รวมทั้งการจัดเรียงตัวเป็นชนิดสายคู่ (double strands) หรือชนิดสายเดี่ยว (single strand) เช่น DNA สายคู่ DNA สายเดี่ยว RNA สายคู่ และ RNA สายเดี่ยว
2. รูปร่างลักษณะของแคปซิด เช่น ขนาด สมมาตร และจำนวน capsomeres
3. การมีหรือไม่มี envelope
4. คุณสมบัติทางซีรัมวิทยา
5. เอนไซม์
6. เนื้อเยื่อและอาการของโรคที่เกิดกับส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น - การทำลายเยื่อบุ : small pox - การทำลายประสาท : encephalitis - การทำลายอวัยวะ : hepatitis yellow fever

บรรณานุกรม

- นางลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. (2556). จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 735 หน้า.
- ัญญรัตน์ คำเกาะ. (2556). เอกสารประกอบการอบรมโอลิมปิกวิชาการ สาขาชีววิทยา ค่าย 1 ระหว่างวันที่ 5-20 ตุลาคม 2556 ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เรื่อง ไวรัสและอาณาจักรเห็ดรา. 15 หน้า.
- รสริน พลวัฒน์. 2554. คู่มือประกอบสื่อการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง อาณาจักรโพรทิสตา.คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Barnes. 1998. The Diversity of Living Organisms. Blackwell Publishing, University of Cambridge Cambridge
- Mader S. Sylvia. (2007). Biology. The ninth edition. The McGraw-Hill Companies, Inc. McGraw-Hill International edition. USA. 1016 p.
- Reece, J.B and et. al. 2011. Campbell Biology, 9th edition (Global Edition). Pearson Education, Inc., San Francisco.
- UK. Mader S. Sylvia. (2007). **Biology**. The ninth edition. The McGraw-Hill Companies, Inc. McGraw-Hill International edition. USA. 1016 p.
- Wolfgang K.J. and Phil D. (1988). Virology. The third edition. Prentice-Hall International,
- ภาพประกอบที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะขาลิบหนึ่งในอาการสำคัญของผู้ป่วยโปลิโอ ในแผ่นจารึกโบราณ ที่มา : <http://www.gavialliance.org/resources/Egypt2.jpg> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)
- ภาพประกอบที่ 2 แสดงการค้นพบไวรัส TMV จากการทดลองของ Adolph Mayer และ Iwanowsk ซึ่งระบุได้ว่ามีสิ่งมีชีวิตที่เล็กกว่าแบคทีเรียเป็นตัวการในการก่อโรคใบด่างในยาสูบ ซึ่งต่อมาสามารถตรวจสอบรูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นได้ได้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)
- ภาพประกอบที่ 3 แสดงรูปร่างไวรัสที่ซับซ้อน
ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)
- ภาพประกอบที่ 4 แสดงหน้าที่ของโปรตีนแคปซิดในการเป็นโปรตีนห่อหุ้มและที่ยึดเกาะของสารพันธุกรรม
ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 5 แสดงภาพจำลองของไวรัสก่อโรคในมนุษย์

ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 6 แสดงรูปร่างและขนาดของไวรัส

ที่มา : <http://www.pinkmonkey.com/studyguides/subjects/biology-edited/chap14/b1400003.asp> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 7 แสดงภาพจำลองรูปร่างของไวรัส

ที่มา : <http://www.bact.wisc.edu/themicrobialworld/ViralDisease.html> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 8 แสดงไวรัสชนิดต่างๆ ที่มีความแตกต่างทางรูปร่าง

ที่มา : <http://blogs.ipswitch.com/archives/viruses%202.jpg> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 9 แสดงการเกาะจับระหว่างไวรัส HIV กับเซลล์เจ้าบ้าน

ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 10 แสดง (a) การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านและ (b) การย่อยโปรตีนห่อหุ้มของไวรัส (c) การสร้าง DNA ของไวรัสจาก RNA แม่แบบ

ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 11 แสดง (a) การเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านและ (b) การย่อยโปรตีนห่อหุ้มของไวรัส (c) การสร้าง DNA ของไวรัสจาก RNA แม่แบบ

ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 12 แสดงการประกอบตัวเป็นไวรัสและปลดปล่อยออกจากเซลล์เจ้าบ้าน

ที่มา : <http://www.thebody.com/content/art14193.html#attachment> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 13 แสดงการออกจากเซลล์เม็ดเลือดขาวของไวรัส HIV

ที่มา : http://pathmicro.med.sc.edu/lecture/images/hiv_bud.jpg (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 14 แสดงวงจรชีวิตของไวรัสไข้หวัดใหญ่ (Influenzavirus)

ที่มา : <http://www.northwestern.edu/neurobiology/faculty/pinto2/pinto1big.jpg> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 15 แสดงวงชีวิตของ Bacteriophage

ที่มา : http://bioserv.fiu.edu/~biolab/labs/Genetics/phage_lab_files/image002.jpg (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 16 แสดงโรคที่เกิดจากไวรัส (A) มะเขือเทศที่ติดเชื้อ potato spindle tuber (B) avocado sun blotch (C) chrysanthemum stunt (D) Chrysanthemum chlorotic mottle

ที่มา : <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bzf/mppg/agviroid.htm> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 17 แสดงภาพไวรัสจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ที่มา : <http://www.biologie.uni-hamburg.de/bzf/mppg/agviroid.htm>
<http://universe-review.ca/I11-45-viroid.jpg> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 18 แสดงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพรีออน

ที่มา : http://www.bioquest.org/bedrock/problem_spaces/prion/assets/prion_structure.jpg (b) <http://universe-review.ca/I11-08-prion.jpg> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 19 แสดงทฤษฎีการก่อโรคของพรีออน (prion)

ที่มา : <http://fig.cox.miami.edu/~cmallery/255/255prot/prion.jpg> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาพประกอบที่ 20 แสดงความผิดปกติที่เนื้อสมองเนื่องจากการติดเชื้อพรีออน

ที่มา : <http://www.unibayreuth.de/departments/ddchemie/umat/bse/bse.htm> (วันที่สืบค้น 15 ธันวาคม 2558)

ภาคผนวก ก

แบบฝึกหัด

จงเติมข้อความให้สมบูรณ์และถูกต้อง

1. ลักษณะไวรัส (Virus)เป็นอย่างไร

นักวิทยาศาสตร์พบว่ายังมีสิ่งมีชีวิตอีก 2 ชนิด คือ ไวรัส (Virus) กับไวรอยด์ (viroid) มีลักษณะแตกต่างจากพวกโพรคาริโอตและยูคาริโอต กล่าวคือ โครงสร้างยังไม่เป็นเซลล์ ไม่มีทั้งเยื่อหุ้มเซลล์และไซโทพลาซึม เป็นเพียงอนุภาค (virion) ที่ประกอบด้วย DNA หรือ RNA และโปรตีนเท่านั้น F ไวรัสประกอบด้วย DNA หรือ RNA ที่มีโปรตีน (capsid) ห่อหุ้มและมีเอนไซม์สำหรับใช้ในเมแทบอลิซึม ส่วนไวรอยด์มีเฉพาะ RNA ที่ไม่มีโปรตีนหุ้มและไม่มีเอนไซม์เลย

2. โรค ไวรัสที่ทำให้เกิดโรค ได้แก่

ไข้เลือดออก ไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัด โรคตับอักเสบนชนิดบี โรคเอดส์ Arbovirus Orthomyxovirus Picornavirus Hepatitis B Virus Human Immunodeficiency Virus

3. โครงสร้างโดยทั่วไปของไวรัสเป็นเพียง

อนุภาคของสารที่ประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกชนิด DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง ห่อหุ้มด้วยส่วนที่เรียกว่าเปลือกโปรตีน (protein coat) หรือ แคปซิด (capsid)

4. จากลักษณะทั่วไปสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

1. ไวรัสเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อยู่ในรูปของเซลล์แต่อยู่ในรูปอนุภาค
2. จีโนม (genomes) หรือสารพันธุกรรมเป็นชนิด DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง
3. ต้องอาศัยอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตจึงดำรงเป็นปรสิตแท้จริงแล้วจึงเพิ่มจำนวนได้
4. การสืบพันธุ์เพิ่มจำนวนไวรัสเกิดขึ้นภายในเซลล์ที่มีชีวิต และยังสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมไปยังเซลล์อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สามารถควบคุมกลไกของเซลล์โฮสต์ให้ทำการสร้างส่วนประกอบของไวรัสใหม่

5. โครงสร้างและส่วนประกอบของไวรัส

1. ไวรัสมีขนาด 20-250 nm
2. กรดนิวคลีอิกชนิด DNA หรือ RNA เป็นแกนกลางล้อมรอบส่วนที่เรียกว่าเปลือกโปรตีนหรือแคปซิด หน่วยย่อยคือ capsomer
3. ไวรัสบางชนิดมีสารลิโปโปรตีน เรียกว่า envelope จีโนม (genome)
 - DNA สายคู่ (double- stranded DNA)
 - DNA สายเดี่ยว (single- stranded DNA)
 - RNA สายคู่ (double- stranded RNA)
 - RNA สายเดี่ยว (single- stranded RNA)
 - กรดนิวคลีอิกแบบวงแหวน ส่วนประกอบทางเคมีของไวรัส
 - โปรตีน เป็นเอนไซม์ต่างๆ

- ไขมันหรือลิพิด ในฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ไกลโคลิพิด (glycolipid) และคอเลสเตอรอล (cholesterol)

- คาร์โบไฮเดรต เป็นส่วนหนึ่งในกรดนิวคลีอิก และไกลโคโปรตีนช่วยเป็น antigen ที่สำคัญของไวรัส

6. รูปร่างของไวรัสเป็นอย่างไร

ไวรัสมีรูปร่าง (shape) การจัดเรียงตัวของ capsomeres มี 3 แบบ คือ

- Cubic symmetry ชนิด icosahedral symmetry รูปร่างเป็นสามเหลี่ยม 20 หน้า 12 มุม เช่น ไวรัสโรคโปลิโอ หูด

- Helical symmetry มีลักษณะท่อนตรงยาว หรือท่อนโค้ง เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไขหวัดใหญ่ คางทูม โรคพิษสุนัขบ้า

- Complex รูปร่างสมมาตรไม่แน่นอน เช่น poxvirus โรคฝีดาษ ไวรัสรูปแบบของ bacteriophage

7. การจัดหมวดหมู่ของไวรัส เกณฑ์จะนำมาใช้จัดหมวดหมู่ของไวรัส โดยพิจารณาคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ชนิดของกรดนิวคลีอิก รวมทั้งการจัดเรียงตัวเป็นชนิดสายคู่ (double strands) หรือชนิดสายเดี่ยว (single strand) เช่น DNA สายคู่ DNA สายเดี่ยว RNA สายคู่ และ RNA สายเดี่ยว

2. รูปร่างลักษณะของแคปซิด เช่น ขนาด สมมาตร และจำนวน capsomeres

3. การมีหรือไม่มี envelope

4. คุณสมบัติทางซีรัมวิทยา

5. เอนไซม์

6. เนื้อเยื่อและอาการของโรคที่เกิดกับส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น

- การทำลายเยื่อหุ้ม : small pox

- การทำลายประสาท : encephalitis

- การทำลายอวัยวะ : hepatitis yellow fever

8. การเพิ่มจำนวนของไวรัส มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การเกาะจับกับเซลล์โฮสต์ (Attachment หรือ adsorption) หน่วยไวรัสเคลื่อนที่มายึดเกาะกับผิวของเซลล์โฮสต์ตรงตำแหน่งที่เหมาะสม (receptor site)

2. การเข้าสู่เซลล์โฮสต์ (Penetration หรือ entry) หลังจากไวรัสเกาะติดกับเซลล์โฮสต์ไว้แล้ว เยื่อหุ้มเซลล์จะโอบล้อมหน่วยไวรัสไว้ ไวรัสจึงเข้าสู่ภายในเซลล์ได้ทั้งอนุภาคคล้ายๆ กับกระบวนการ phagocytosis

3. การสลายแคปซิด (Uncoating) เซลล์โฮสต์จะปล่อยเอนไซม์มาย่อยสลายส่วนของแคปซิด กรดนิวคลีอิกของไวรัสจะแข่งขันกับโครโมโซมของเซลล์เพื่อควบคุมกลไกทางชีววิทยาของเซลล์

4. การสังเคราะห์ส่วนประกอบของไวรัส (Synthesis) กรดนิวคลีอิกของไวรัสเข้าควบคุมกลไกของเซลล์ให้สร้างส่วนประกอบของไวรัสโดยควบคุมให้เซลล์สร้างเอนไซม์ชนิดต่างๆ ขึ้น

5. ระยะเป็นไวรัสโดยสมบูรณ์ (Maturation) เป็นระยะที่ส่วนประกอบต่างๆ ของไวรัสที่สร้างขึ้นจะประกอบตัวเอง (self assembly) เป็น nucleocapsid จำนวนมากและยังอยู่ภายในเซลล์

6. ระยะปลดปล่อยออกจากเซลล์ (Release) เป็นระยะที่เซลล์โฮสต์แตกทำให้ไวรัสใหม่ถูกปล่อยออกมาจากเซลล์แล้วเข้าสู่เซลล์ข้างเคียงต่อไป จากการศึกษาไวรัสชนิด RNA เช่น poliovirus

9. ไวรัสและไวรอยด์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก และมีโครงสร้างที่ไม่จัดว่าเป็นเซลล์

- ไวรัส (Virus) มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยสารพันธุกรรมซึ่งอาจเป็น DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่ง และ มีเปลือกหุ้มเป็นสารโปรตีน

- ไวรอยด์ (Viroid) มีโครงสร้างเป็นเพียงสาร RNA เท่านั้น

10. ไวรัสและไวรอยด์ ต่างกันอย่างไร ?

1. ไวรอยด์มีชีวิตอยู่ในสิ่งมีชีวิต มันไม่มีชั้นโปรตีนหุ้ม มี RNA ที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย
2. เนื้อเยื่อที่ถูกไวรอยด์รุกรานจะไม่มีชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการเพิ่มจำนวนเหมือนไวรัส
3. ไวรอยด์แค่ตัวเดียวสามารถทำให้เกิดโรคได้
4. ไวรอยด์ไม่มีเปลี่ยนแปลง RNA เป็นโปรตีนได้
5. ไวรอยด์เพิ่มจำนวนได้เองในเซลล์ที่อ่อนแอ

กิจกรรมที่ 14 วิเคราะห์ข้อมูล เซลล์เม็ดเลือดขาวในผู้ป่วยโรคเอดส์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. วิเคราะห์และสรุปความสัมพันธ์ของจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวกับอาการของผู้ติดเชื้อเอดส์ได้
2. เขียนกราฟจากข้อมูลได้

ปัญหา เมื่อเวลาผ่านไป จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว ในร่างกายผู้ป่วยโรคเอดส์มีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใด

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การสังเกต
2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. สมุด 1 เล่ม
2. ดินสอ/ปากกา 1 แท่ง/ด้าม
3. หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ วารสารวิทยาศาสตร์
4. เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องทางอินเทอร์เน็ต

ขั้นตอน

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3–5 คน ให้แต่ละกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์ตารางแสดงจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวในผู้ป่วยโรคเอดส์รายหนึ่ง ซึ่งได้รับการตรวจเลือดทุก 3 เดือนในระยะเวลา 5 ปี ดังนี้

ปีที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่	เดือนที่
	1–3	4–6	7–9	10–12
1	820	750	510	660
2	600	540	510	490
3	480	480	380	352
4	300	250	220	190
5	190	150	120	30

2. เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวที่เกิดขึ้นในผู้ป่วยโรคเอดส์
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันในประเด็นต่อไปนี้
 - เซลล์เม็ดเลือดขาวในผู้ป่วยโรคเอดส์เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายอย่างไร
 - จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
 - นักเรียนคิดว่าโรคเอดส์เป็นโรคติดต่อที่เป็นอันตรายต่อสังคมและประเทศชาติหรือไม่ เพราะเหตุใด
4. นำผลการอภิปรายของทุกกลุ่มมาอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งสรุปและบันทึกผล
5. จัดนิทรรศการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับโรคเอดส์

บันทึกผลการวิเคราะห์ข้อมูล

รายการบันทึกผลการวิเคราะห์ข้อมูล
วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____
พิจารณาจากคำตอบนักเรียน

สรุปผลการทำกิจกรรม

1. เซลล์เม็ดเลือดขาวในผู้ป่วยโรคเอดส์เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายลักษณะใด
เซลล์เม็ดเลือดขาวซึ่งทำหน้าที่ป้องกันและต่อต้านไวรัส HIV ซึ่งเป็นสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายจะถูกไวรัสชนิดนี้ทำลายโดยตรง ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายบกพร่อง เกิดโรคแทรกซ้อนได้ง่ายและผู้ป่วยจะเสียชีวิตในที่สุด
2. จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากถูกทำลายจากเชื้อไวรัส HIV

2. นักเรียนคิดว่าโรคเอดส์เป็นโรคติดต่อที่เป็นอันตรายต่อสังคมและประเทศชาติหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ

โรคเอดส์จัดเป็นโรคติดต่อที่เป็นอันตรายต่อสังคมและประเทศชาติ เพราะเป็นโรคที่ติดต่อได้ และยังไม่มียาที่รักษาให้หายขาด นอกจากนี้ผู้ป่วยจะเสียชีวิตจากโรคแทรกซ้อนในเวลาไม่นาน ทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียเงินตราจำนวนมากเพื่อการรักษาพยาบาล และถ้าผู้ป่วยเป็นเยาชนก็จะทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียประชากรที่เป็นกำลังสำคัญของประเทศ

คำถาม

1. นักเรียนมีวิธีปฏิบัติตนอย่างไรให้ปลอดภัยจากเชื้อเอดส์

- 1) หลีกเลี่ยงจากพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ
- 2) ไม่ใช้เข็มฉีดยาร่วมกับผู้อื่น

2. ปัจจุบันแพทย์ให้การรักษาผู้ป่วยโรคเอดส์โดยวิธีการอย่างไร

เนื่องจากไม่มีวิธีการรักษาโรคเอดส์ให้หายขาดได้ แพทย์จึงเน้นไปที่การสร้างเสริมร่างกายให้แข็งแรงเพื่อรักษาระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการกินอาหารที่ถูกสุขลักษณะ ออกกำลังกายอยู่เสมอ และพักผ่อนให้เพียงพอ

3. เหตุใดผู้ป่วยโรคเอดส์จึงเสียชีวิตจากอาการของโรคแทรกซ้อนอื่นๆ มากกว่าเสียชีวิตจากเชื้อไวรัส HIV โดยตรง

เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดขาวในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายถูกทำลาย ทำให้ผู้ป่วยเอดส์ติดเชื้ชนิดอื่นได้ง่ายกว่าคนปกติ เช่น วัณโรคและปอดบวม ซึ่งโรคเหล่านี้จะแสดงอาการรุนแรงจนทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตในที่สุด

แบบทดสอบหลังเรียน

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

- ไวรัสตับอักเสบที่คนไทยติดเชื้อมากที่สุดคือ
 1. ไวรัสตับอักเสบ เอ
 2. ไวรัสตับอักเสบ บี
 3. ไวรัสตับอักเสบ ซี
 4. ไวรัสตับอักเสบ ดี
- ปัจจุบันผู้ป่วยโรคเอดส์ต้องกินยาต้านไวรัสเอดส์พร้อมกันอย่างน้อยกี่ชนิด เนื่องจากพบว่าไวรัสมีการดื้อยา
 1. 1 ชนิด
 2. 2 ชนิด
 3. 3 ชนิด
 4. 4 ชนิด
- โรคฉี่หนูเกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์พวกใด
 1. โปรโตซัว
 2. ยีสต์
 3. ไวรัส
 4. แบคทีเรีย
- วัคซีนป้องกันโรคชนิดใดในมนุษย์ซึ่งผลิตด้วยวิธีพันธุวิศวกรรม
 1. วัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า
 2. วัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่
 3. วัคซีนป้องกันโรคหัดเยอรมัน
 4. วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี
- กระบวนการกินอาหารของไวรัสเป็นแบบ
 1. ออสโมซิส (osmosis)
 2. การแพร่ (diffusion)
 3. ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis)
 4. พิโนไซโทซิส (pinocytosis)
- เชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดที่ทำให้เกิดท้องร่วงซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ คือ
 1. ยีสต์
 2. แบคทีเรีย
 3. อี โคไล
 4. รา
- ยีสต์ส่วนใหญ่ใช้สารชนิดใดเป็นแหล่งพลังงานและคาร์บอน
 1. จุลินทรีย์
 2. แบคทีเรีย
 3. สารอนินทรีย์
 4. สารอินทรีย์

8. ข้อใดต่อไปนี้เป็น การเรียงจุลินทรีย์ที่มองเห็นจากกล้องเรียงตามขนาดใหญ่นไปหาเล็กได้ถูกต้อง

1. ยีสต์ รา สาหร่าย โพรทิสต์ แบคทีเรีย ไวรัส
2. สาหร่าย โพรทิสต์ รา ยีสต์ แบคทีเรีย ไวรัส
3. แบคทีเรีย สาหร่าย รา โพรทิสต์ ยีสต์ ไวรัส
4. รา ยีสต์ โพรทิสต์ สาหร่าย แบคทีเรีย ไวรัส

9. ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ชนิดแรกที่มนุษย์นำมาใช้การผลิต คือ

1. เบียร์
2. ข้าวหมาก
3. ปลาเจ่า
4. สาโท

10. วิธีการควบคุม กำจัดทำลายจุลินทรีย์อย่างสิ้นเชิง เรียกว่า

1. Benzoate
2. Sterilization
3. Filtration
4. Radiation

11. การย่อยอาหารของพวกไวรัส เกิดขึ้นโดยวิธีใด

1. นำอาหารเข้าไปย่อยในเซลล์โดยตรง
2. ใช้กระบวนการ phagocytosis เหมือนอมีบา
3. ปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยนอกเซลล์ แล้วแต่ละเซลล์ต่างได้รับอาหาร
4. ปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยนอกเซลล์ แล้วแต่ละเซลล์ต่างดึงอาหาร โมเลกุลเล็กที่

ถูกย่อยแล้วมาย่อยต่อ

12. การย่อยอาหารไวรัส เป็นการย่อยอาหารแบบใด

1. intracellular digestion
2. extracellular digestion
3. intercellular digestion
4. endocellular digestion

13. ข้อใดไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเชื้อรา

1. สาโท ข้าวหมาก
2. เต้าเจี้ยว เนยแข็ง
3. น้ำปลา น้ำส้มสายชู

1. ข้อ 1
2. ข้อ 2
3. ข้อ 3
4. ข้อ 2 และ 3

14. มนุษย์ใช้ประโยชน์จากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ ในการผลิตอาหารชนิดใด

1. เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว
2. นมเปรี้ยว โยเกิร์ต
3. เต้าหู้ยี้ การดองผัก
4. ถูกหมดทุกข้อ

15. สารที่อยู่ในไลโซโซมของพารามีเซียม เทียบได้กับสารที่ได้มาจากอวัยวะใดของคน

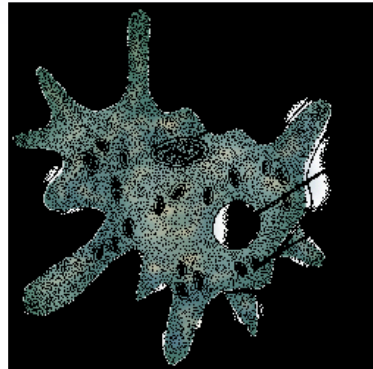
1. ตับอ่อน

2. ลำไส้เล็ก

3. กระเพาะอาหาร

4. ต่อม้ำลายและตับ

16. จากภาพหมายเลขใดคือ Pseudopodium และเอนไซม์ในออร์แกเนลล์ใดจะย่อยอาหารให้มี ขนาดเล็กลง



1. 1, ไลโซโซม

2. 1, ไลโซโซม

3. 3, ไลโซโซม

4. 4, ไลโซโซม

17. วิธีการกินอาหารของอะมีบา และพารามีเซียมต่างกันอย่างไร

1. อะมีบามีขาเทียม พารามีเซียมมีซีเลีย

2. อะมีบามีซีเลียคอยโบกพัดอาหารเข้าทางขาเทียม พารามีเซียมมีซีเลียคอยพัดโบกเข้าทางช่องปาก

3. อะมีบามีวิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธี phagocytosis พารามีเซียมใช้ซีเลียที่อยู่บริเวณช่องปาก (oral groove) โบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์

4. อะมีบาใช้ซีเลียที่อยู่บริเวณช่องปาก (oral groove) โบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์ พารามีเซียมมีวิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธี phagocytosis

18. สิ่งมีชีวิตในข้อใด ได้อาหารโดยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง

1. ไวรัส

2. ยูกลีนา

3. อะมีบา

4. พารามีเซียม

19. สิ่งมีชีวิตที่เป็นสาร nucleoprotein เช่นเดียวกับ ribosome คือ

1. แบคทีเรีย

2. ไวรัส

3. รา

4. ยีสต์

20. ไวรัสจัดเป็นสิ่งมีชีวิตทั้งๆ ที่ไวรัสไม่เป็นเซลล์ เหตุผลที่จัดไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตคือ

1. สืบพันธุ์ได้

2. กินอาหารได้

3. ปรับตัวได้

4. สร้างอาหารได้