

บทที่ 8

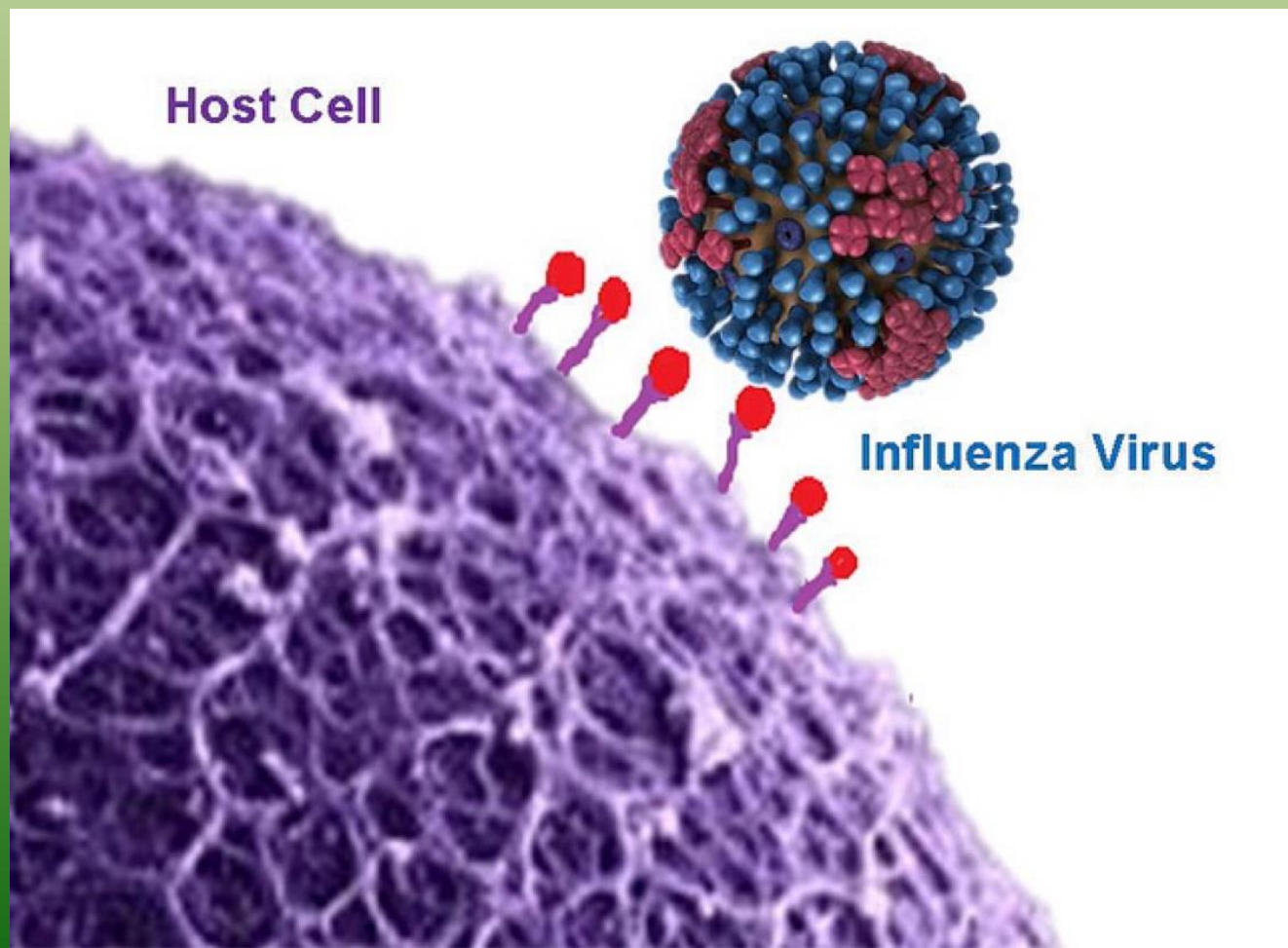
ไวรัสและไวรอยด์

(Virus and Viroid)

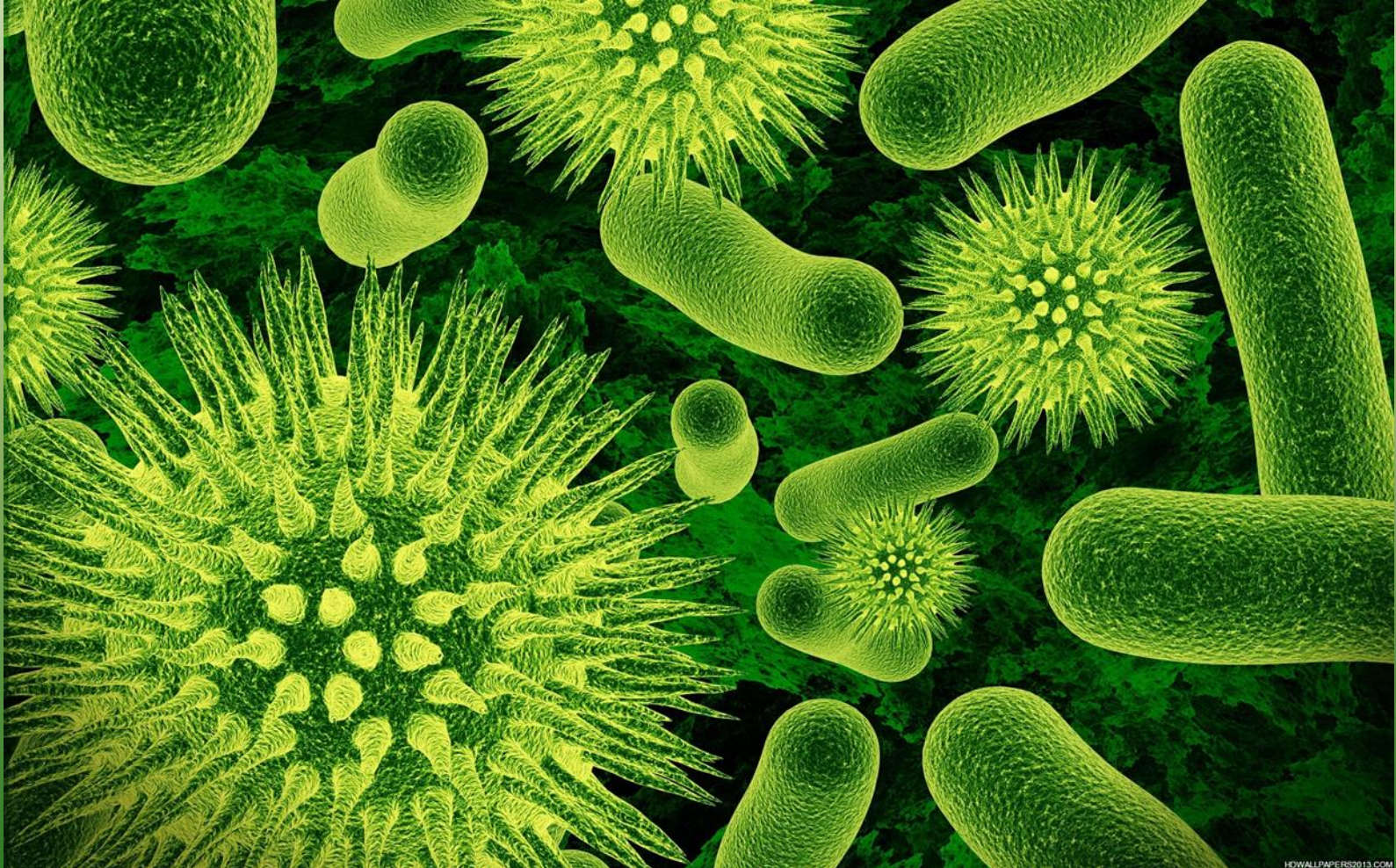
ไวรัส

- เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมาก โดยมีขนาดประมาณ 0.03-0.3 ไมครอน โดยโครงสร้างของไวรัสไม่เหมือนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ นั่นคือ ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์และโปรโตพลาสซึมจึงไม่จัดเป็นเซลล์ แต่มักเรียกไวรัสว่าอนุภาค อนุภาคของไวรัสมักเรียกว่า ไวริออน (**Virion**) ไวริออนของไวรัสแต่ละชนิดประกอบด้วย กรดนิวคลีอิกซึ่งอาจเป็นชนิด ดีเอ็นเอหรือ อาร์เอ็นเอ อย่างใดอย่างหนึ่ง กับโปรตีนที่ห่อหุ้มล้อมรอบกรดนิวคลีอิกเท่านั้น

ไม่มีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ออร์แกเนลล์เหมือนเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และไวรัสจะเจริญเติบโตทวีจำนวนได้ต้องอยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และไวรัสจะเจริญเติบโตทวีจำนวนได้ต้องอยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น



Virus and bacteria



การค้นพบไวรัส

- โรคที่มีสาเหตุมาจากไวรัสเกิดขึ้นมานานแล้ว แต่การค้นพบและการพิสูจน์ว่าสาเหตุของโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไวรัสเพิ่งปรากฏโดยมีรายงานของ **Mayer (พ.ศ. 2428)** พบโรคใบด่างยาสูบ (**Tobacco Mosaic Disease**) ทดลองนำน้ำคั้นจากต้นยาสูบที่เป็นโรคไปฉีดให้ต้นยาสูบปกติ ทำให้ต้นปกติเกิดโรคใบด่างได้ แต่ยังไม่ทราบสาเหตุของโรคได้จนกระทั่งปี พ.ศ. 2435 **Dmitri Ivanowsdrki** นักพฤกษศาสตร์ชาวรัสเซีย และ **Martimus W. Beijerinck (พ.ศ. 2448)** ชาวดัตช์แยกน้ำใสจากใบยาสูบที่มีลักษณะใบด่างกรองผ่านแผ่นกรองแบคทีเรีย พบผลึกจำนวนมาก เรียกสิ่งที่มีชีวิตที่มีคุณสมบัติผ่านตะแกรงกรองแบคทีเรียนี้ว่า “**Filterable Virus**” ซึ่งต่อมาเรียกว่า ไวรัส ต่อมานำส่วนน้ำใสดังกล่าวมาใส่ในต้นยาสูบปกติพบว่าทำให้ยาสูบเป็นโรคใบด่าง

Tobacco mosaic



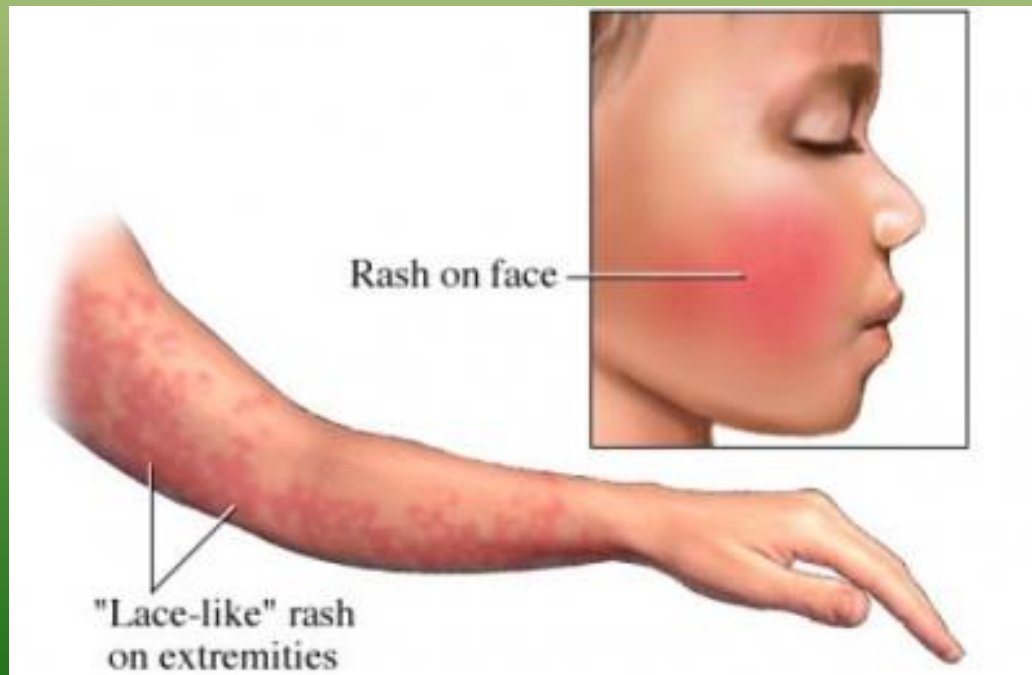
ขนาดของอนุภาคไวรัส

- อนุภาคของไวรัส สามารถศึกษาได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ไม่สามารถใช้กล้องแบบใช้แสง เพราะกำลังขยายไม่มากพอ (ความสามารถในการแยกรายละเอียดของกล้องแบบใช้แสงประมาณ 0.2 ไมครอน) อนุภาคของไวรัสมีขนาด 10-800 นาโนเมตร **Poxvirus** เป็นไวรัสที่มีขนาดใหญ่มากที่สุด มีขนาดประมาณ 400×240×200 นาโนเมตร ไวรัสดังกล่าวเป็นสาเหตุของโรคในคนและสัตว์ **Small-Pox, Cow-Pox** เป็นไวรัสที่มีขนาดเล็กอยู่ในกลุ่ม **Parvovirus** รูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 นาโนเมตร และไวรัสบางชนิดสามารถสร้างผลึกได้ (**Crystallized**)

Poxvirus and parvovirus

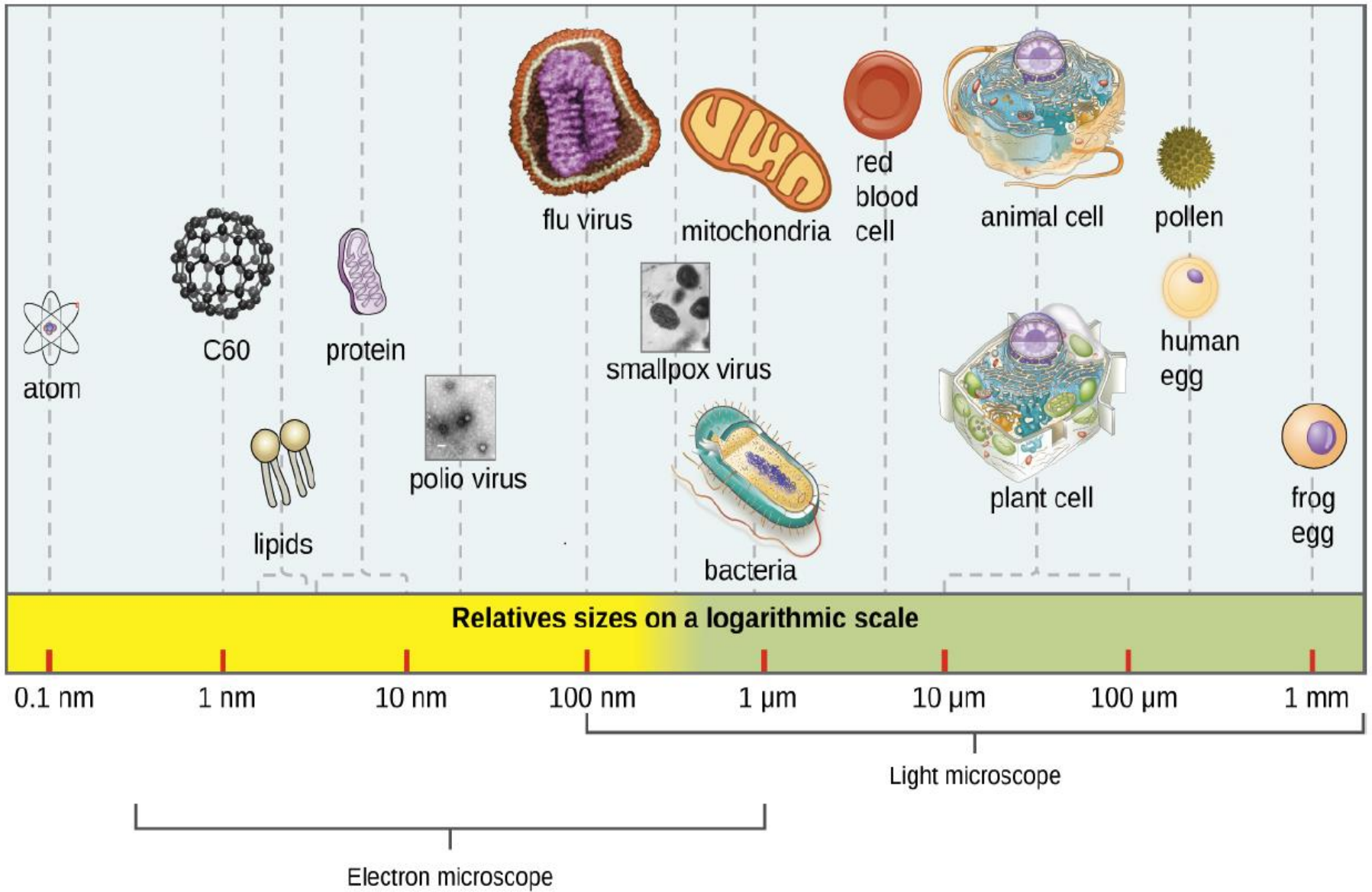


pox



parvo

ขนาดของไวรัสเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ



ลักษณะสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของไวรัส

- ไวรัสมีโครงสร้างและหน้าที่ดังนี้
- กรดนิวคลีอิก ซึ่งอาจเป็นดีเอ็นเอหรืออาร์เอ็นเอชนิดใดชนิดหนึ่ง โดยอาจมีลักษณะเป็นเส้นเดี่ยว (**Single Strand**) หรือเป็นเส้นคู่ (**Double Strand**) แล้วแต่ชนิดของไวรัส และกรดนิวคลีอิกอาจเป็นเส้นยาว ๆ หรือเป็นวงกลมซึ่งขึ้นกับชนิดของไวรัสเช่นกัน ดังนั้น จึงอาจแบ่งกรดนิวคลีอิกที่พบในไวรัสได้เป็น 4 แบบ คือ ดีเอ็นเอเส้นเดี่ยว ดีเอ็นเอเส้นคู่ อาร์เอ็นเอเส้นเดี่ยวและอาร์เอ็นเอเส้นคู่ ฉะนั้นปริมาณกรดนิวคลีอิกในอนุภาคของไวริออนจะมากหรือน้อยจึงสัมพันธ์กับจำนวนยีน (**Gene**) ที่ไวรัสแต่ละชนิดมีอยู่ กรดนิวคลีอิดที่มีอยู่ในอนุภาคของไวริออนจะอยู่บนของแกนกลางอนุภาคไวรัส

Several types of viral genomes

single-stranded RNA



single-stranded DNA



double-stranded circular DNA



double-stranded RNA



single-stranded circular DNA



double-stranded DNA



double-stranded DNA with each end covalently sealed



double-stranded DNA with covalently linked terminal protein



The smallest viruses contain only a few genes and can have an RNA or a DNA genome; the largest viruses contain hundreds of genes and have a double-stranded DNA genome.

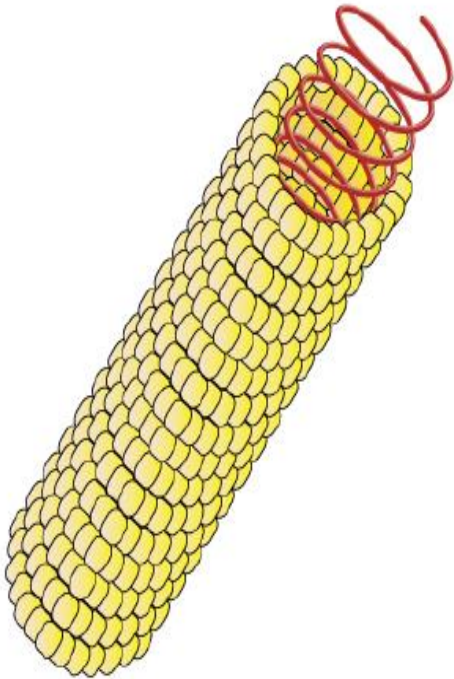
- โปรตีน เป็นส่วนประกอบที่ห่อหุ้มกรดนิวคลีอิกเอาไว้ มักเรียกว่าแคปซิด (**Capsid**) โมเลกุลย่อย ๆ ของโปรตีนที่ประกอบเป็นแคปซิด เรียกว่า แคปไซเมอร์ (**Capsomer**) ซึ่งแต่ละแคปไซเมอร์ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อย ๆ ที่เป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ของโปรตีนที่เรียกว่า โปรโตเมอร์ (**Protomer**) ซึ่งการจัดเรียงตัวของแคปไซเมอร์จะทำให้ไวรัสมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป นอกจากโครงสร้างไวรัสดังกล่าวแล้ว ไวรัสบางกลุ่มยังมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเปลือกหุ้มอยู่ด้านนอกของแคปซิดอีกทีหนึ่ง เรียกว่า เอนเวโลป (**Envelope**) จากการศึกษาโครงสร้างของเอนเวโลปที่มีอยู่ในไวรัสบางกลุ่ม พบว่าส่วนใหญ่เป็นสารประกอบจำพวกไกลโคโปรตีน (**Glycoprotein**) ซึ่งเป็นสารประกอบของโปรตีนที่อยู่รวมกับคาร์โบไฮเดรต สำหรับรูปร่างของไวรัส มีหลายรูปแบบขึ้นกับการจัดเรียงตัวของแคปไซเมอร์ แต่สามารถจัดเรียงตัวได้เป็น 3 แบบใหญ่คือ

- **ฮีลิคัล ซิมเมตรี (Helical Symmetry)** มีรูปร่างต่าง ๆ กันแต่การ
จัดเรียงตัวของแคปไซเมอร์และกรดนิวคลีอิกจะเรียงตัวเป็นบันได
เวียน และบางชนิดขดกันเป็นเกลียวจนมีรูปร่างเป็นรูปทรงกลม
ตัวอย่างไวรัสที่มีรูปร่างแบบนี้ เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคใบด่างของ
ยาสูบ (**Tobacco Mosaic Virus: TMV**) ไวรัสที่ทำให้เกิดโรค
ไขหวัดใหญ่ (**Influenza Virus**)
- **คิวบอยดัล ซิมเมตรี (Cuboidal Symmetry)** มีรูปร่างเป็นรูป
สี่เหลี่ยมลูกบาศก์ หรือรูปหลายเหลี่ยม ตัวอย่างไวรัสที่มีรูปร่างแบบนี้
เช่นไวรัสทำลายแบคทีเรีย (**Bacteriophage**) ซึ่งมีรูปร่าง 6
เหลี่ยมต่อกัน เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคโปลิโอ (**Polio Virus**) ซึ่งมี
รูปร่างเป็นรูป 20 เหลี่ยมต่อกัน

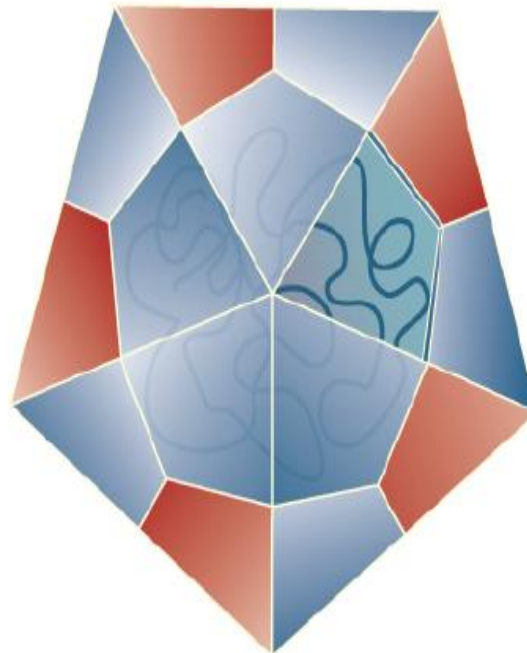


รูปร่างแบบต่าง ๆ ของแคปซิดในไวรัส

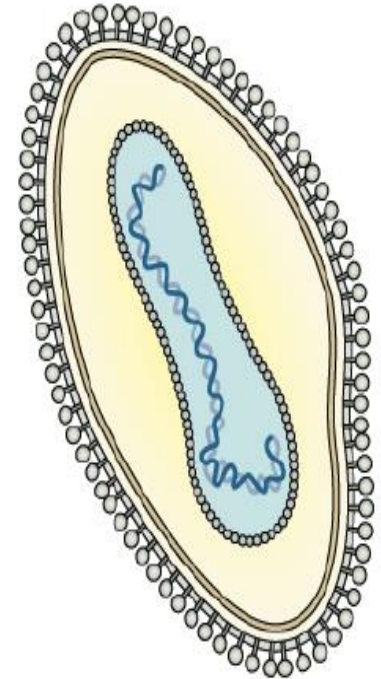
Helical



Icosahedral

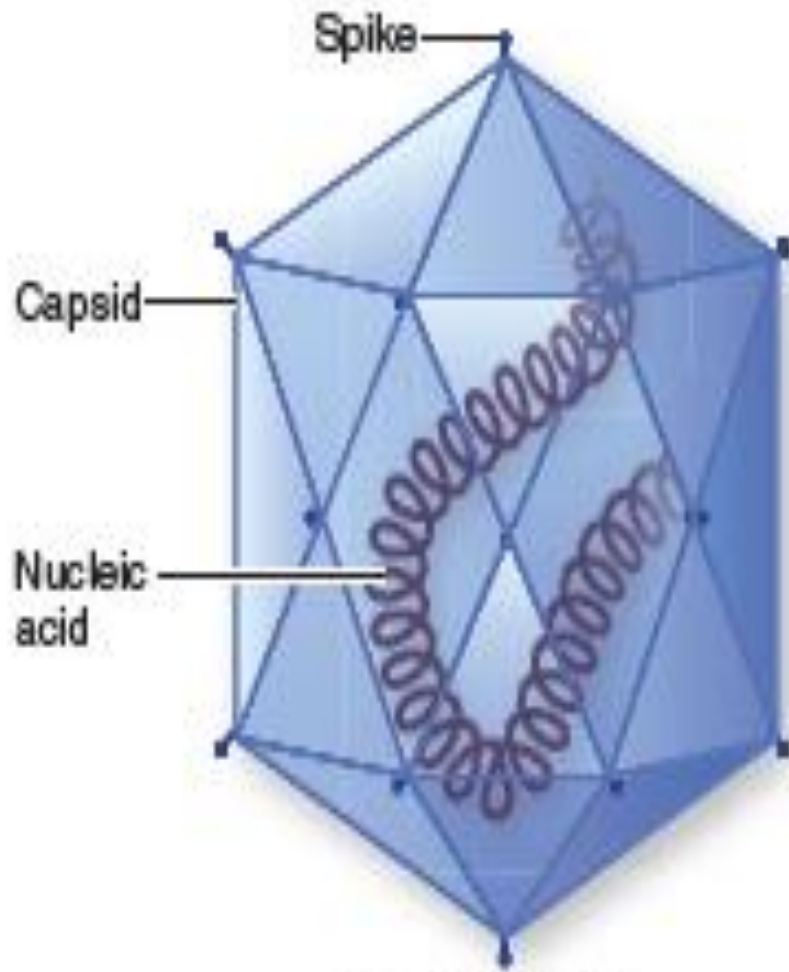


Complex

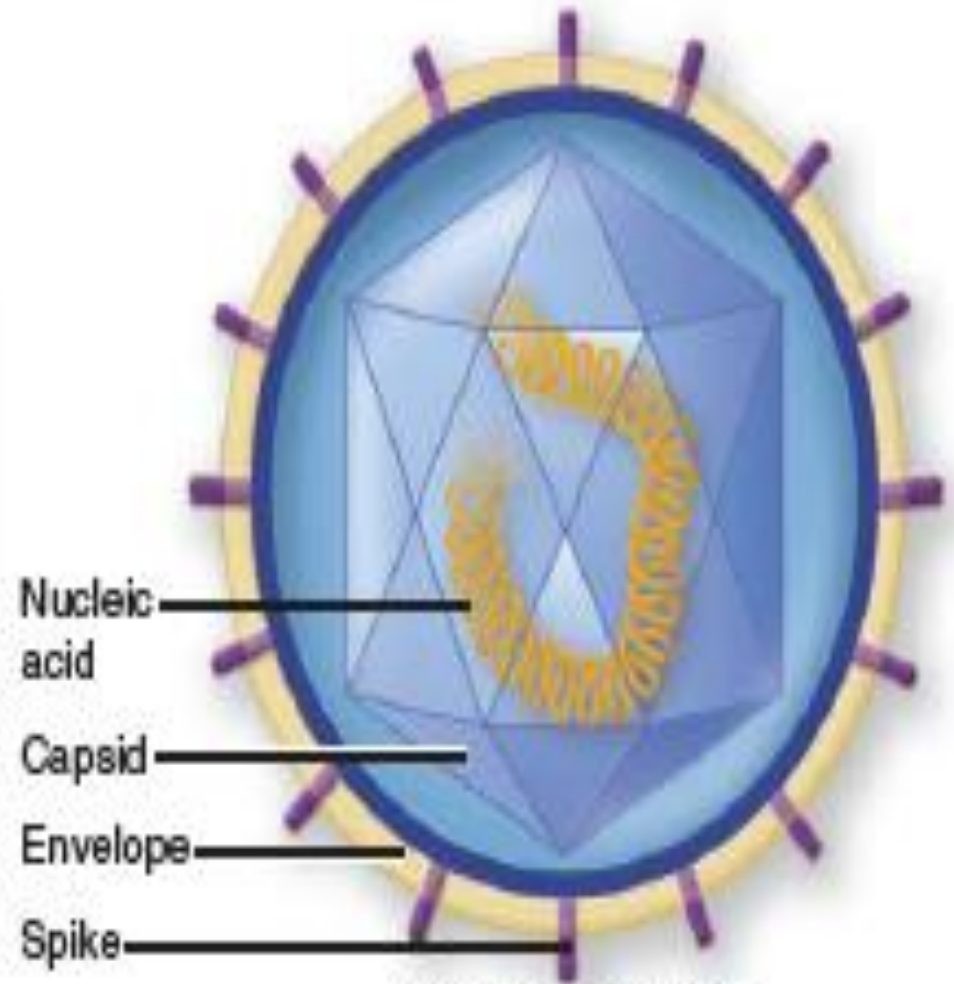


- **5. ไบนัล ซิมเมตรี (Binal Symmetry)** มีรูปแบบที่มีรูปร่างแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัว และส่วนหาง ตัวอย่างไวรัสที่มีรูปร่างแบบนี้เช่น ไวรัสทำลายแบคทีเรียบางชนิด เป็นต้น
- **6. เอนเวลโลป (Envelope)** เป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันมาห่อหุ้มที่แคปซิด เรียกว่า เอนเวลโลป ไวรัส (**Enveloped Virus**) ส่วนไวรัสที่ไม่มีเอนเวลโลปเรียกว่า เนคค ไวรัส (**Naked Virus**) เอนเวลโลปของไวรัสไม่มีความแข็งแรง ทำให้เปลี่ยนรูปร่างและขนาดได้เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ไวรัสส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นวงกลมและมีไกลโคโปรตีนยื่นออกมาเรียกว่าสไปค์ (**Spike**) เอนเวลโลปทำหน้าที่ช่วยในการงอกหลุดของเอนเวลโลป ไวรัส และช่วยในการเข้าสู่เซลล์

โครงสร้างพื้นฐานของเนคกไวรัส (Naked Virus) และ เอนเวโลปไวรัส (Enveloped Virus)



(a) Naked Virus



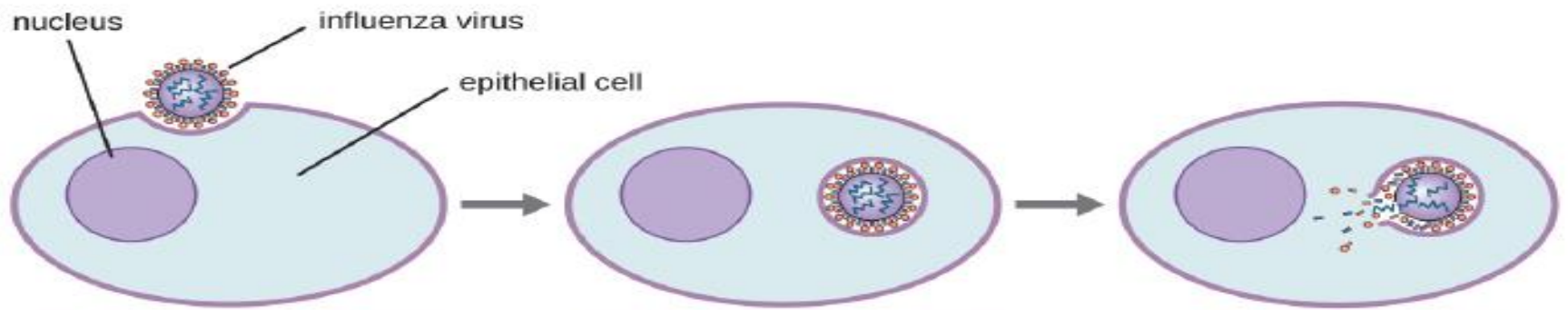
(b) Enveloped Virus

การสืบพันธุ์ของไวรัส

- ไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสืบพันธุ์เป็นอิสระได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยขบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ของตัวให้อาศัย โดยอาจแบ่งขั้นตอนการเพิ่มจำนวนของไวรัสได้เป็น 6 ขั้นตอน

- **1. Attachment** เป็นระยะที่ไวรัสเข้าเกาะกับเซลล์ของตัวให้อาศัยที่ตำแหน่งเฉพาะ
- **2. Penetration** หลังจากเกาะติดกับเซลล์ผู้ให้อาศัยแล้ว เยื่อหุ้มเซลล์จะโอบล้อมอนุภาคไวรัสไว้ แล้วไวรัสจะเข้าไปในเซลล์

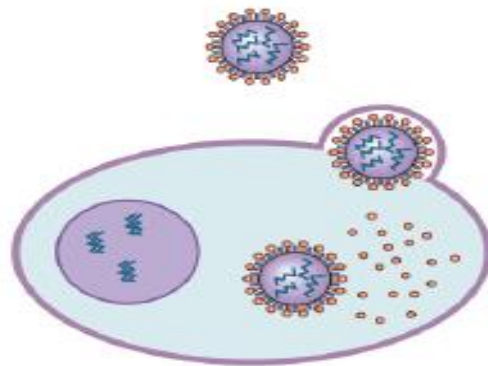
กระบวนการสืบพันธุ์ของไวรัส T-Even Bacteriophages



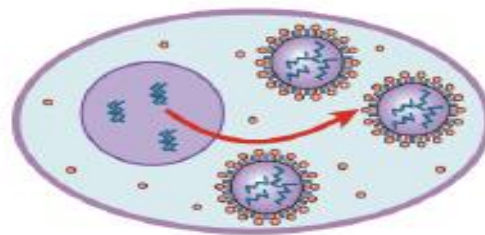
1 Attachment
Influenza virus becomes attached to a target epithelial cell.

2 Penetration
The cell engulfs the virus by endocytosis.

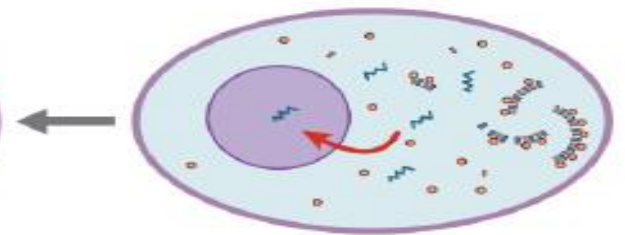
3 Uncoating
Viral contents are released.



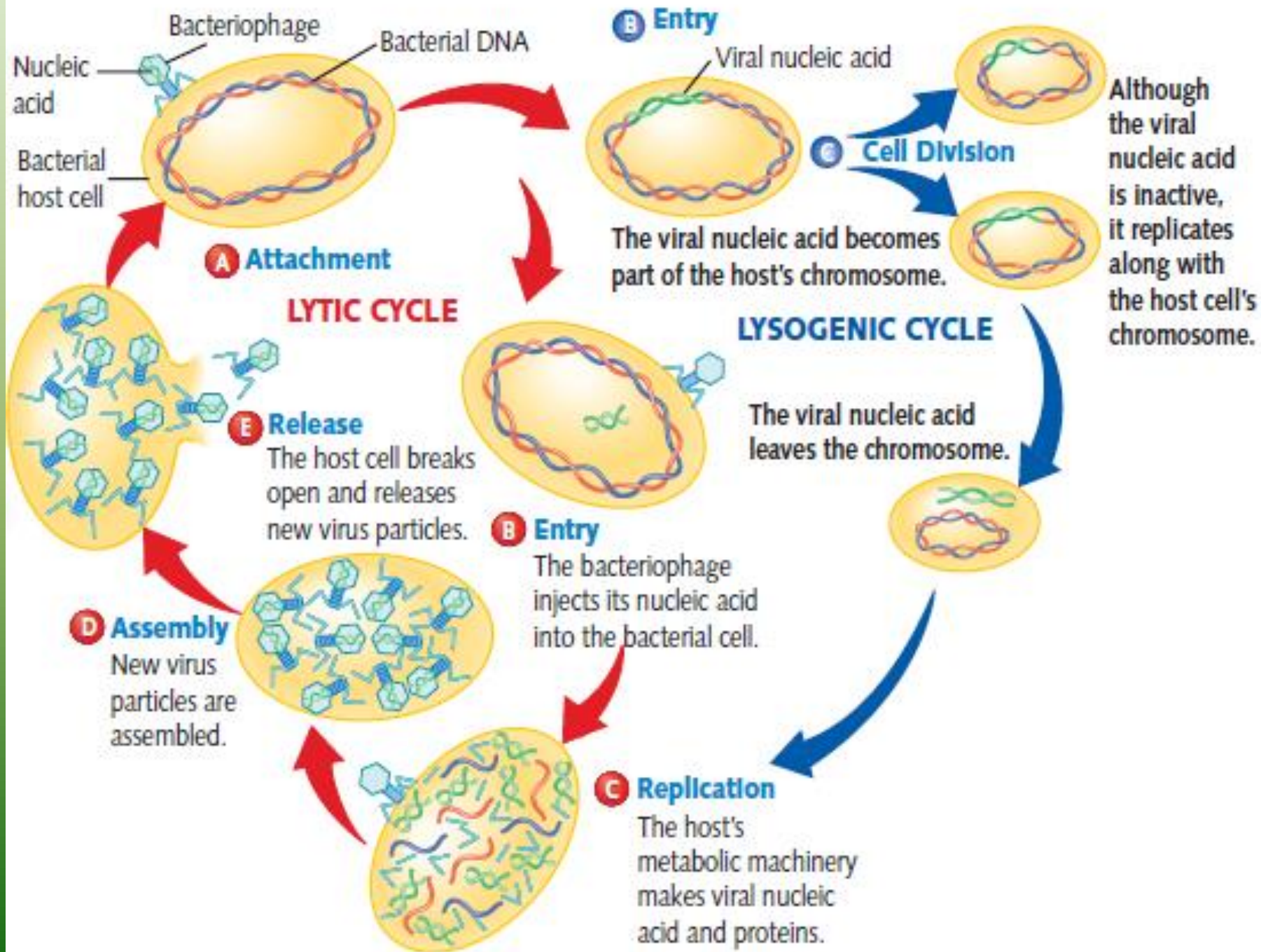
6 Release
New viral particles are made and released into the extracellular fluid. The cell, which is not killed in the process, continues to make new virus.



5 Assembly
New phage particles are assembled.



4 Biosynthesis
Viral RNA enters the nucleus, where it is replicated by the viral RNA polymerase.

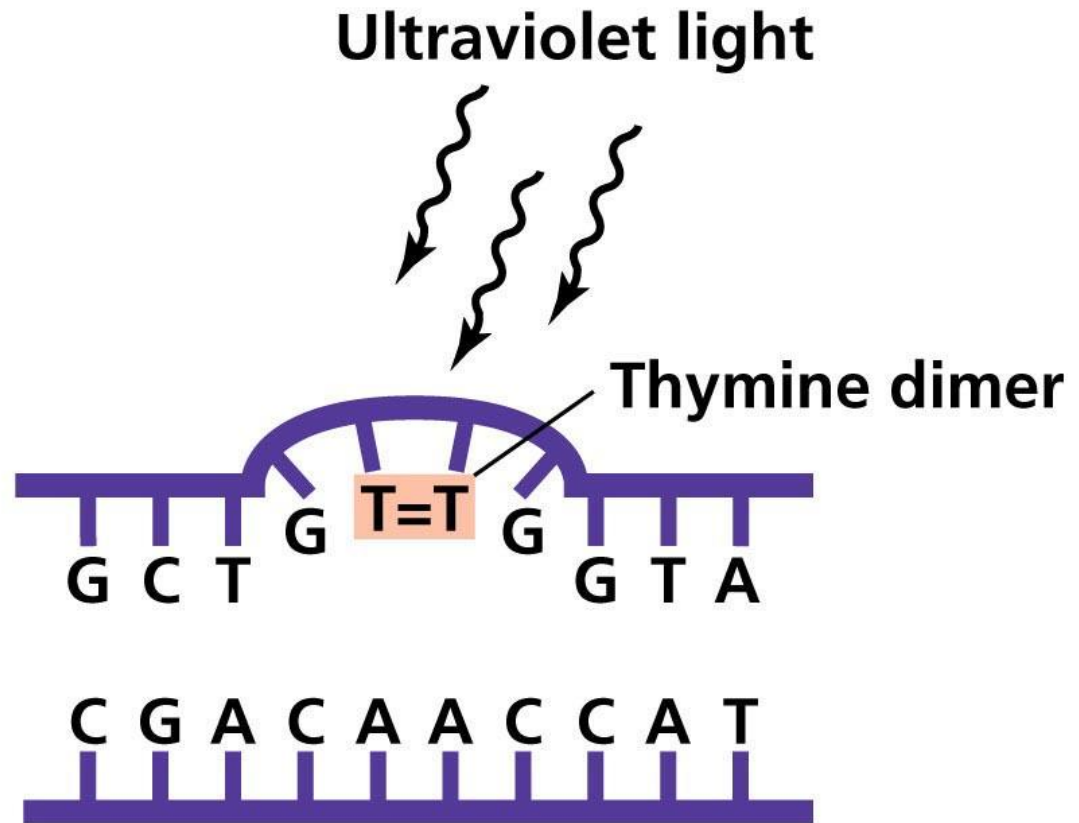


- **3. Uncoating** เซลล์ของตัวให้อาศัยจะปล่อนเอนไซม์ออกมาย่อยเยื่อหุ้มเซลล์และแคปซิดของไวรัส
- **4. Biosynthesis** กรดนิวคลีอิกของไวรัสจะเข้าควบคุมและกำกับขบวนการทำงานของเซลล์ของตัวให้อาศัย เพื่อให้สร้างส่วนประกอบของไวรัส ซึ่งจำนวนไวรัสที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จะขึ้นกับชนิดของไวรัสนั้น ๆ
- **5. Assembly** จากนั้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของไวรัสที่ถูกสร้างขึ้นจะประกอบกันเข้าเป็นอนุภาคที่สมบูรณ์
- **6. Release** เซลล์ของตัวให้อาศัยจะแตกออก ปล่อยอนุภาคของไวรัสออกมานอกเซลล์ เพื่อเข้าสู่เซลล์ข้างเคียงต่อไป

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของไวรัส

- อุณหภูมิ ความร้อน มีผลต่อไวรัสอย่างมาก โดยการต้ม 2-3 นาที ถ้าเป็น **Hepatitis Virus** ใช้เวลานาน 30 นาที ไวรัสมีรูปร่างแบบ **Icosahedrom** ทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ดี ส่วนไวรัสที่มีเอนเวลโลปถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 55-70 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนรังสีมีผลต่อสารพันธุกรรมในไวรัสโดยทำให้เกิด **Thymine Dimer** ได้ สำหรับสารเคมีพบว่าไวรัสที่มีเอนเวลโลปจะอ่อนแอต่ออีเทอร์

Thymine Dimer



การตั้งชื่อของไวรัส

- ตั้งชื่อตามสิ่งมีชีวิตที่ไวรัสอาศัย (**Host**) เช่น **Animal Virus, Plant Virus, Bacterial Virus, Polio Virus, Human Immunodeficiency Virus (HIV)** หรือโรคเอดส์ นอกจากนี้อาจตั้งชื่อไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคที่เกิดกับพืช เช่น **Tobacco Mosaic Virus (TMV), Tomato Bushy Virus (TBV)** ในบางครั้งอาจตั้งชื่อไวรัสที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคกับแบคทีเรีย เช่น **Phage, T2, β** เป็นต้น

การจัดหมวดหมู่ของไวรัส

- การจำแนกไวรัสขึ้นอยู่กับโฮสต์ที่มันเข้าไปอาศัย สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของไวรัส นอกจากนี้ยังนิยมจำแนกไวรัสโดยระบบคริปโตแกรม โดยมีการจำแนกดังนี้
- สมบัติทางเคมีของกรดนิวคลีอิก อาจเป็นดีเอ็นเอ หรืออาร์เอ็นเอ สายเดี่ยวหรือสายคู่และดูจากน้ำหนักโมเลกุลของกรดนิวคลีอิกด้วย

- โครงสร้างของไวรัสอาจเป็นท่อนยาว หลายเหลี่ยม เชิงซ้อน โดยดูจากจำนวนแคปไซเมอร์ที่มาประกอบกันเป็นแคปซิด
- **3.** ตำแหน่งในการเพิ่มจำนวนของไวรัส อาจเกิดในนิวเคลียสหรือไซโตพลาสซึม
- **4.** ความชอบโฮสต์ ไวรัสมีความจำเพาะต่อเซลล์แต่ละชนิดได้แตกต่างกัน
- **5.** การติดต่อของโรค ติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ผิวหนัง เยื่อหู การหายใจและการกิน
- ไวรัสสามารถจำแนกได้เป็น 6 คลาส (**Class**) ดังนี้คือ

» คลาส I ไวรัสที่มีดีเอ็นเอสายคู่ (**ds DNA**) ได้แก่ ดีเอ็นเอของไวรัสเป็นส่วนใหญ่

- คลาส II ไวรัสที่มีดีเอ็นเอสายเดี่ยว (**ss DNA**) ได้แก่ไวรัสของแบคทีเรียบางชนิด และกลุ่ม **Parvo virus** ของสัตว์
- คลาส III ไวรัสที่มีอาร์เอ็นเอสายคู่ (สายบวกและสายลบ) ได้แก่ริโอไวรัส
- คลาส IV ไวรัสที่มีอาร์เอ็นเอสายเดี่ยวชนิดบวก ได้แก่ โปลิโอไวรัส
- คลาส V ไวรัสที่มีอาร์เอ็นเอสายเดี่ยวชนิดสายลบ ได้แก่ แรบโดไวรัสพารามิกโซไวรัส
- คลาส VI ไวรัสที่มีจีโนมเป็นอาร์เอ็นเอ แต่ต้องการดีเอ็นเอเป็นตัวกลางในการจำลองตัวเอง คือ ใช้อาร์เอ็นเอเป็นแม่พิมพ์เพื่อถอดรหัสเป็นดีเอ็นเอ
-

ไวรอยด์ (Viroid)

- เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกับไวรัสมาก แต่มีขนาดเล็กกว่า เป็นอนุภาคที่ประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกชนิดอาร์เอ็นเอเพียงอย่างเดียว ไม่มีโปรตีนห่อหุ้มมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับไวรัส พบครั้งแรกในปี ค.ศ. **1971** โดย ที โอ ดีเนอร์ (**T.O. Diener**) พบว่าทำให้เกิดโรค **Potato Spindle Tuber** และดีเนอร์เป็นคนแรกที่นำคำว่าไวรอยด์มาใช้เป็นคนแรกโดยเรียกไวรอยด์ที่เป็นสาเหตุของโรคดังกล่าวว่า **PSIV (Potato Spindle Tuber Viroid)** และต่อมามีนักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน ได้พบโรคที่มีสาเหตุจากไวรอยด์เพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีโรคต่าง ๆ ที่พบว่ามีส่วนมาจากไวรอยด์หลายชนิด ตัวอย่างเช่น **Potato Spindle Tuber Disease (PSTV)** ในมันฝรั่ง, โรคแคระแกรนในต้นเบญจมาศ (**Chrysanthemum Stunt Disease**) เป็นต้น

VIRUS

VS

VIROID



มันฝรั่งที่เป็นโรค Potato Spindle Tuber Viroid



- เนื่องจากไวรอยด์เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กที่สุดที่มีการค้นพบ จึงทำให้ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับรายละเอียดของไวรอยด์มีไม่มากนัก อย่างไรก็ตามนักจุลชีววิทยาได้พยายามศึกษาไวรอยด์ โดยเฉพาะในเรื่องความสามารถในการเกิดโรคกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เพราะเชื่อว่า มีโรคอีกมากมายในมนุษย์และสัตว์ที่อาจมีสาเหตุมาจากไวรอยด์ เช่น โรคสมองเสื่อม (**Encephalopathy**) ในตัวมิ่งค์ โรคคูลู (**Kuru**) ทำให้มนุษย์สมองเสื่อมซึ่งพบมากในแถบหมู่เกาะนิวกินี เป็นต้น

สรุปท้ายบท

- ไวรัสเป็นอนุภาคที่ประกอบด้วยดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ อย่างใดอย่างหนึ่ง สามารถมีชีวิตโดยอาศัยในโฮสต์ที่มีชีวิตเท่านั้น ไวรัสแต่ละอนุภาคประกอบด้วยโปรตีนและกรดนิวคลีอิก โดยโปรตีนจะถูกร่องหุ้มด้วยแคปซิด ส่วนกรดนิวคลีอิกจะอยู่ใจกลาง อาจเป็นดีเอ็นเอ หรืออาร์เอ็นเอ นอกจากนี้ไวรัสบางชนิดอาจมีเอนเวินโลปเป็นโครงสร้างที่ห่อหุ้มแคปซิดด้านนอก ไวรัสมีรูปร่างต่างกัน แต่หากยึดตามการจัดเรียงตัวของแคปไซเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบของแคปซิดเป็นเกณฑ์จะแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ ฮีลิคัลซิมเมตริ คิวบอยด์ซิมเมตริและ ไบนัลซิมเมตริ การเรียกชื่อไวรัสไม่ได้เรียกตามระบบทวินามหรือตรีนาม ซึ่งเป็นชื่อวิทยาศาสตร์ แต่จะเรียกโดยใช้รหัสคริปโตแกรม ส่วนไวรอยด์เป็นอนุภาคอาร์เอ็นเอ ไม่มีโปรตีนห่อหุ้มเหมือนไวรัส อย่างไรก็ตามพบว่าไวรอยด์เป็นสาเหตุของโรคพืชหลายชนิด และเชื่อว่าโรคบางโรคที่เกิดกับคนและสัตว์บางโรคอาจเกิดจากไวรอยด์

แบบฝึกหัดท้ายบท

- 1. จงอธิบายการเพิ่มจำนวนไวรัสในแบคทีเรีย
- 2. จงอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและรูปร่างของไวรัส
- 3. ไวรัสต่างจากไวรอยด์อย่างไร
- 4. การจำแนกไวรัสโดยระบบคริปโตแกรมใช้เกณฑ์อย่างไรในการจำแนก
- 5. กรดนิวคลีอิกที่พบในไวรัสมีกี่แบบ แบบใดบ้าง จงอธิบาย
- 6. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดพบว่าไวรอยด์ทำให้เกิดโรค **Potato Spindle Tuber**
- 7. ไวรัสสามารถจำแนกได้เป็น 6 คลาส มีคลาสใดบ้าง จงอธิบาย
- 8. ปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของไวรัส
- 9. จงอธิบายขั้นตอนการสืบพันธุ์ของไวรัส
- 10. จงยกตัวอย่างโรคที่เกิดจากไวรอยด์มา 1 โรค
-
-
-

The end

