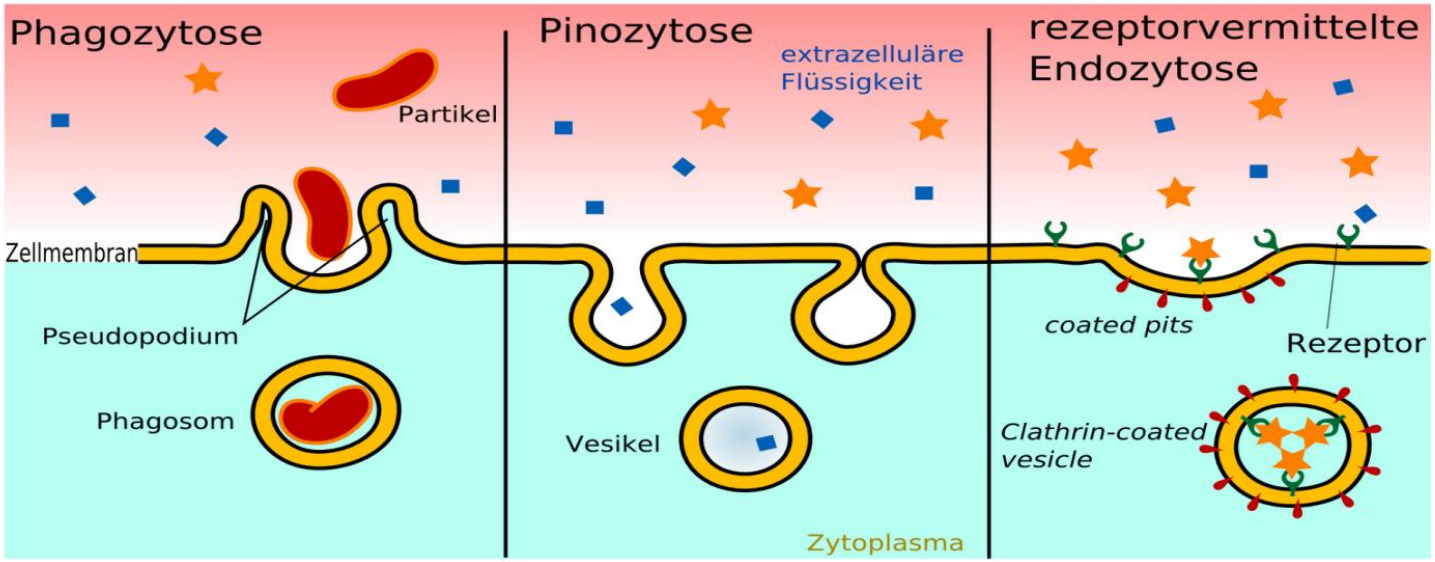
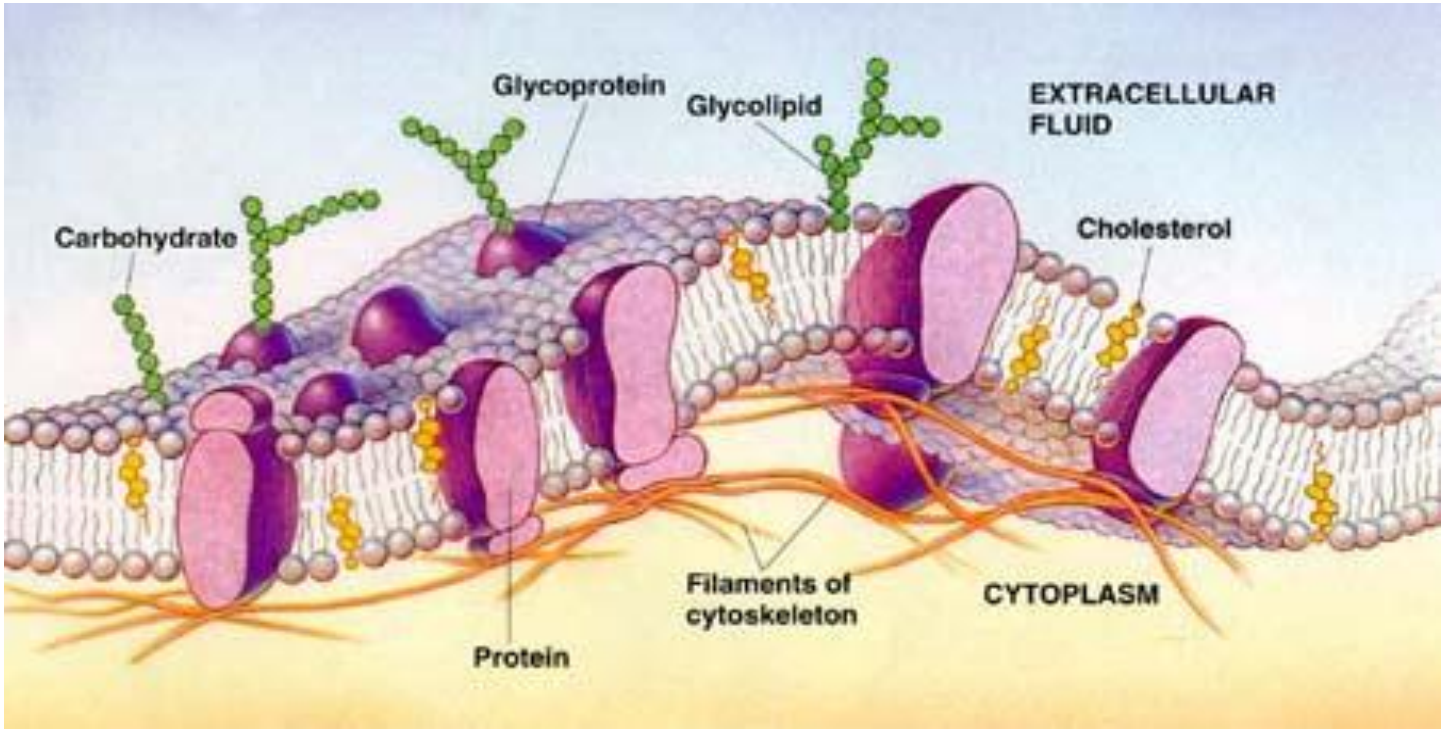
การเคลื่อนที่ของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

ครูสุดารัตน์ คำผา



ความสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์

- ควบคุมการขนส่งสารผ่านเข้า-ออกเซลล์



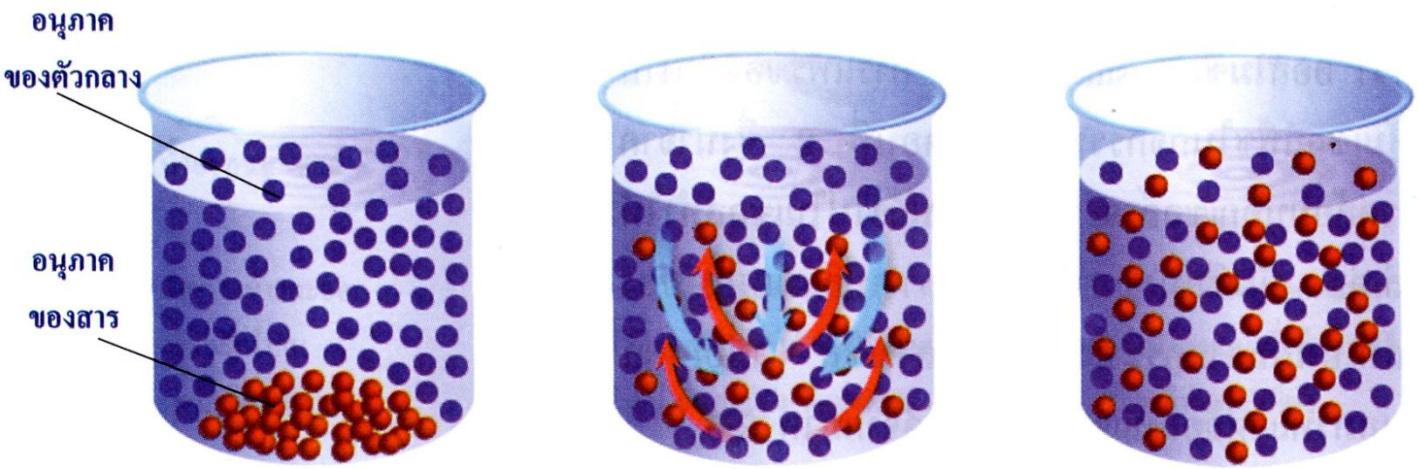
- สารต่างๆ มีการลำเลียงผ่านเข้าออกเซลล์ได้อย่างไร

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

- **การลำเลียงสารขนาดเล็กเข้า-ออกเซลล์**
  - การแพร่
  - ออสโมซีส
  - การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต
  - การลำเลียงแบบใช้พลังงาน
- **การลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้า-ออกเซลล์**
  - **เอกโซไซโทซิส**
  - **เอนโดไซโทซิส**
    - ฟาโกไซโทซิส
    - พิโนไซโทซิส
    - การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ

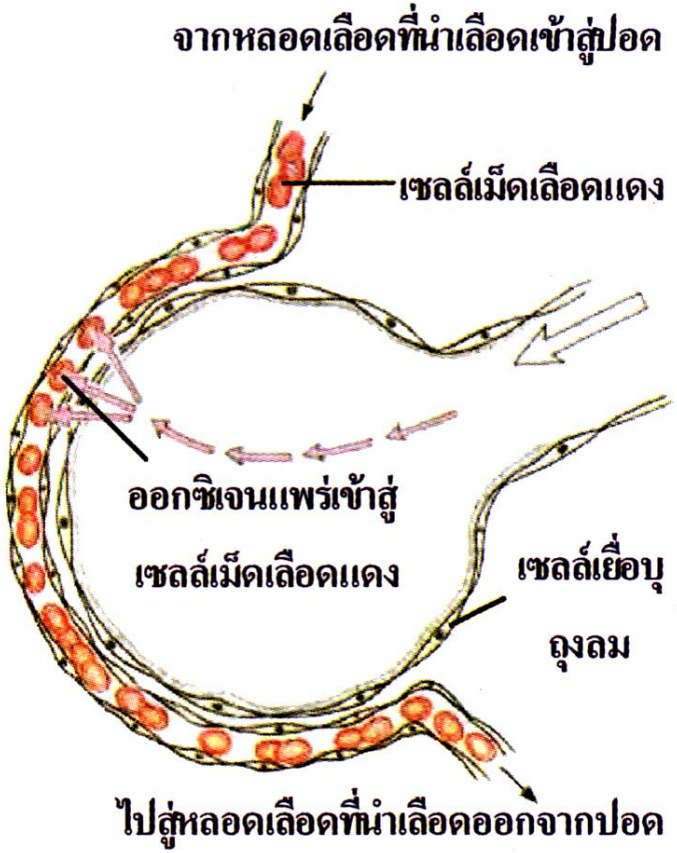
การแพร่ (diffusion)

- เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ
- สมดุลการแพร่ คือ ความเข้มข้นของอนุภาคสารเท่ากันทุกบริเวณโดยที่อนุภาคของสารเคลื่อนที่ในอัตราที่คงที่ทุกบริเวณ



ภาพ 2.3 การแพร่ของอนุภาคสารกระจายไปจนทั่วภาชนะ

ตัวอย่างการแพร่ในร่างกายของเรา



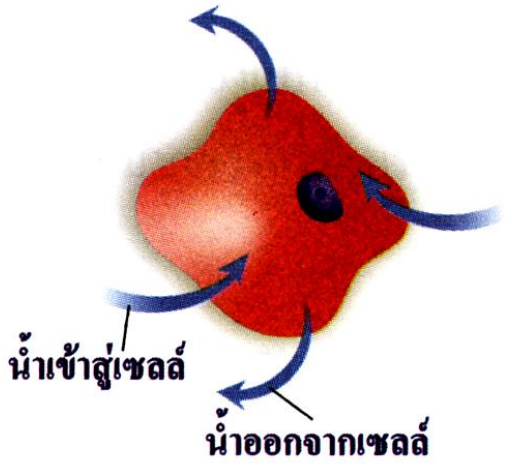
ภาพ 2.4 การแพร่ของออกซิเจนจากถุงลมเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดงในหลอดเลือดฝอย

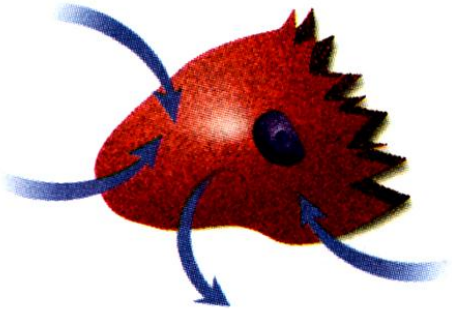
ออสโมซิส (osmosis)

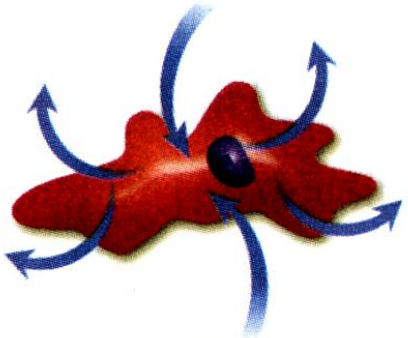
- การแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากด้านที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำ (น้ำมาก) ไปยังด้านที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงกว่า (น้ำน้อย)
- **สารละลายไฮโพโทนิค (hypotonic solution)** สารที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าในเซลล์
- **สารละลายไฮเพอร์โทนิค (hypertonic solution)** สารที่มีความเข้มข้นสูงกว่าในเซลล์
- **สารละลายไอโซโทนิค (isotonic solution)** สารที่มีความเข้มข้นเท่ากับในเซลล์

สารละลายภายนอกเข้มข้นเท่ากับภายในเซลล์	สารละลายภายนอกเข้มข้นน้อยกว่าภายในเซลล์	สารละลายภายนอกเข้มข้นมากกว่าภายในเซลล์

เซลล์สัตว์

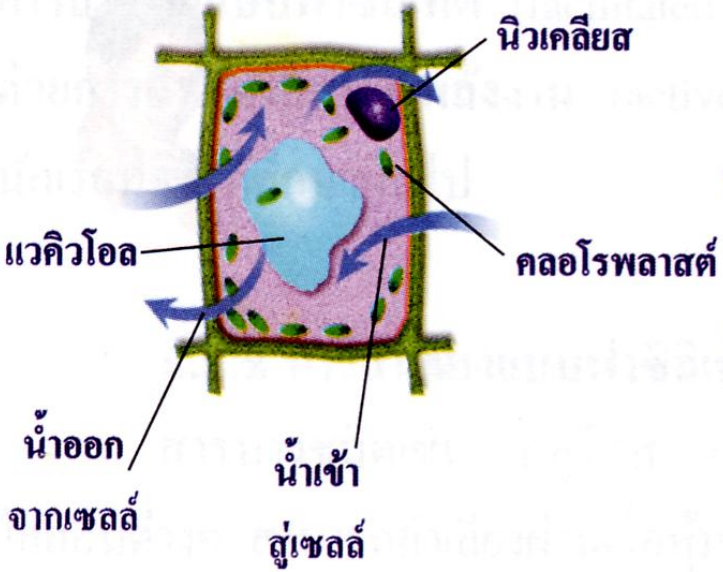
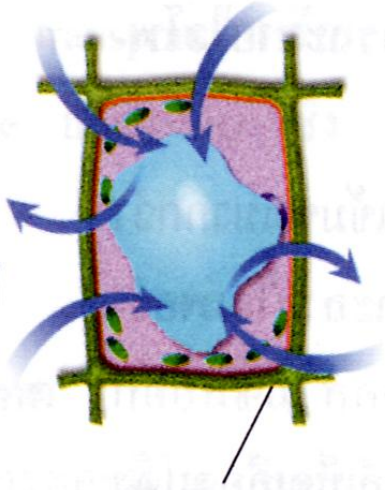
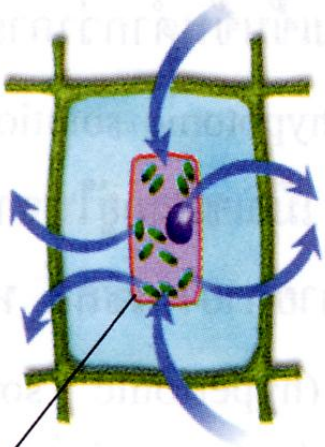






ปริมาณน้ำผ่านเข้าและออกจากเซลล์เท่ากัน ทำให้เซลล์คงสภาพปกติ	ปริมาณน้ำที่เข้าสู่เซลล์มากกว่าปริมาณน้ำที่ออกจากเซลล์ ทำให้เซลล์ขยายใหญ่ จนกระทั่งเซลล์แตก	ปริมาณน้ำที่ออกจากเซลล์มากกว่าปริมาณน้ำที่เข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์เหี่ยว

เซลล์พืช

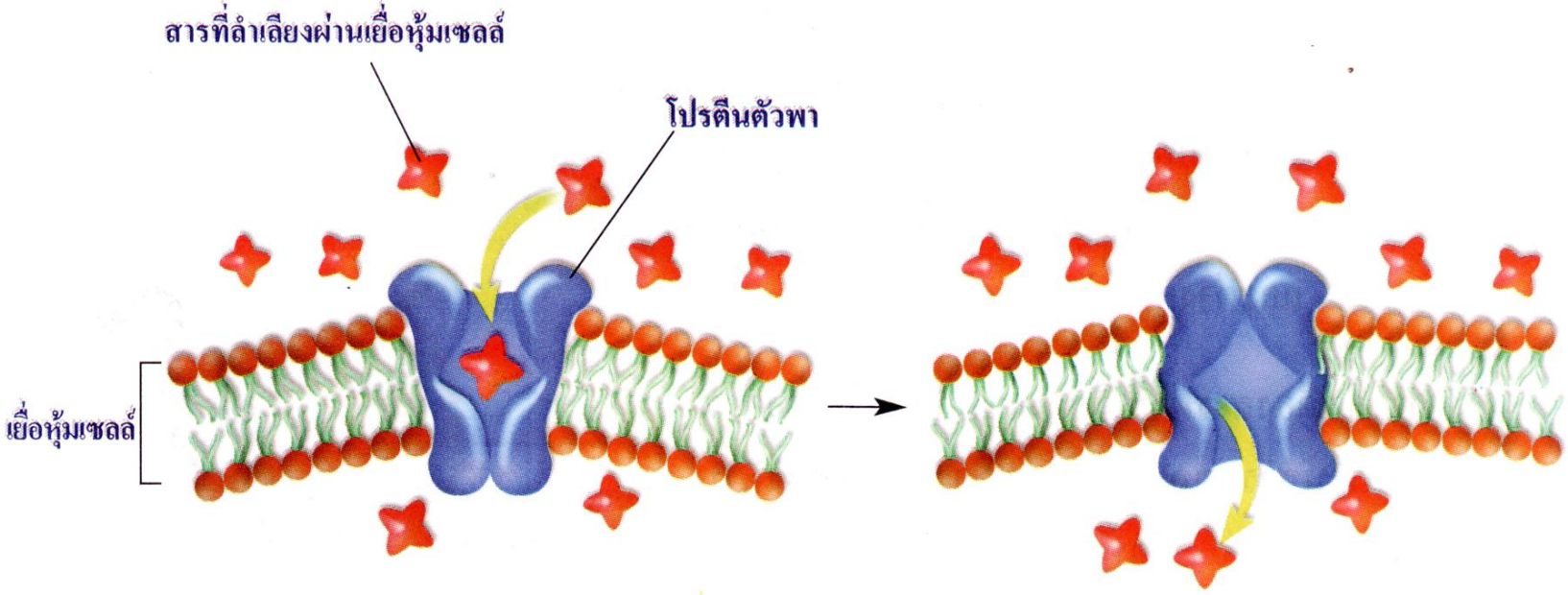
สารละลายภายนอกเข้มข้นเท่ากับภายในเซลล์	สารละลายภายนอกเข้มข้นน้อยกว่าภายในเซลล์	สารละลายภายนอกเข้มข้นมากกว่าภายในเซลล์
		
ปริมาณน้ำที่ผ่านเข้าและออกจากเซลล์เท่ากัน ทำให้เซลล์คงสภาพปกติ	ปริมาณน้ำที่ผ่านเข้าเซลล์มากกว่าปริมาณน้ำที่ออกจากเซลล์ ทำให้เซลล์เต่ง	ปริมาณน้ำที่ออกจากเซลล์มากกว่าปริมาณน้ำที่ผ่านเข้าเซลล์ ทำให้เซลล์เหี่ยว

คำถาม

ในสารละลายไฮโพโทนิค เซลล์สัตว์อาจขยายออกจนเซลล์แตกได้ แต่ทำไมเซลล์พืชถึงไม่แตก

การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต (facilitated transport)

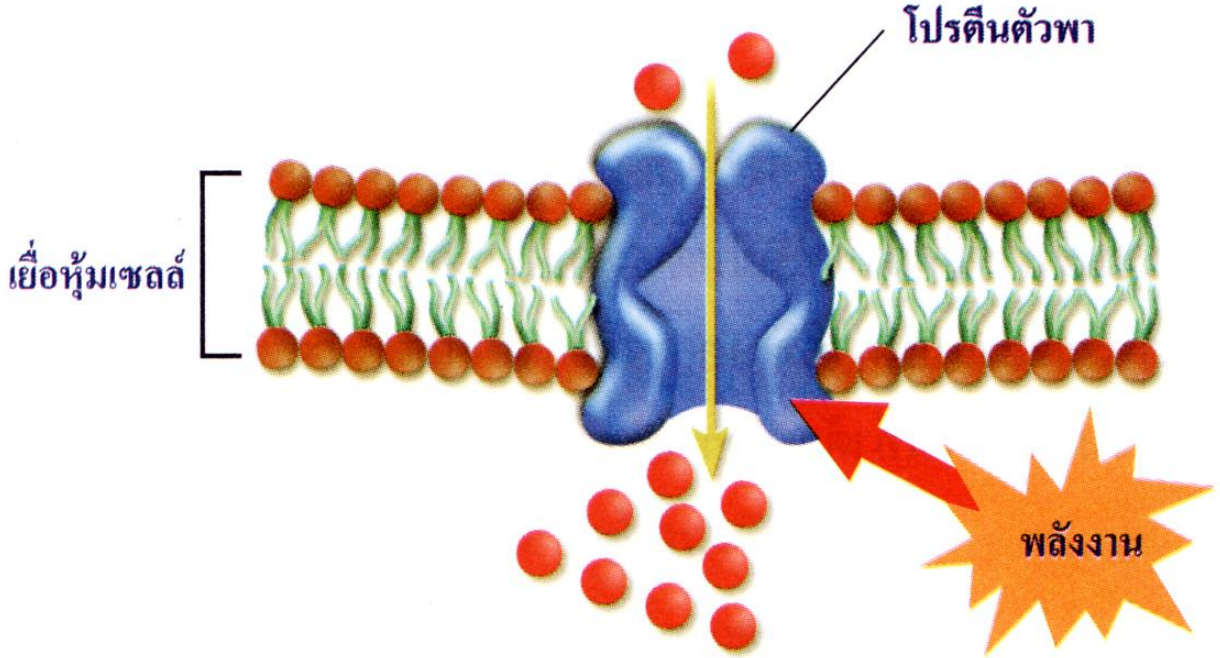
- การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ผ่านโปรตีนตัวพา จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ



ภาพ 2.6 การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต

การลำเลียงแบบใช้พลังงาน (active transport)

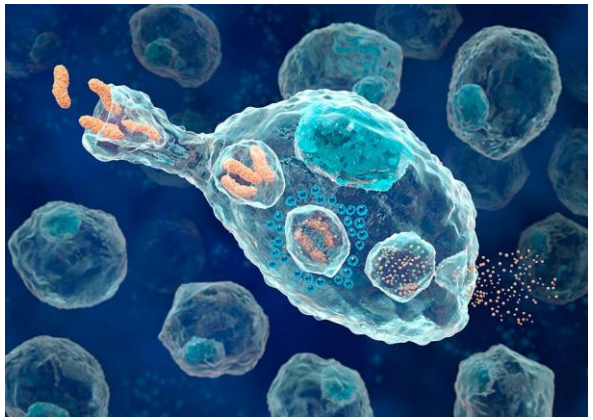
- การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ผ่านโปรตีนตัวพา จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูง โดยต้องใช้พลังงานในการขนส่งสาร

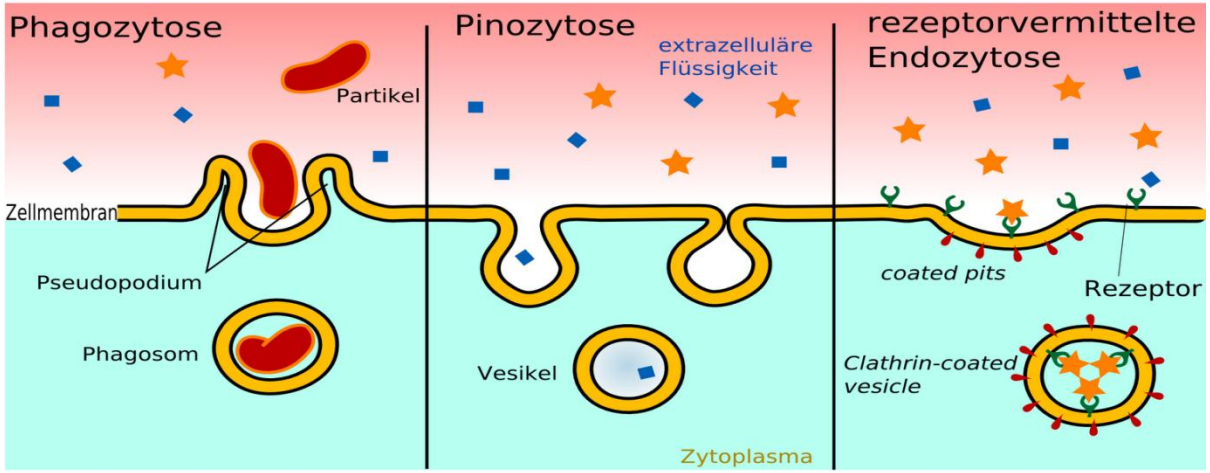


ภาพ 2.7 การลำเลียงแบบใช้พลังงาน

การลำเลียงสารที่มีขนาดใหญ่

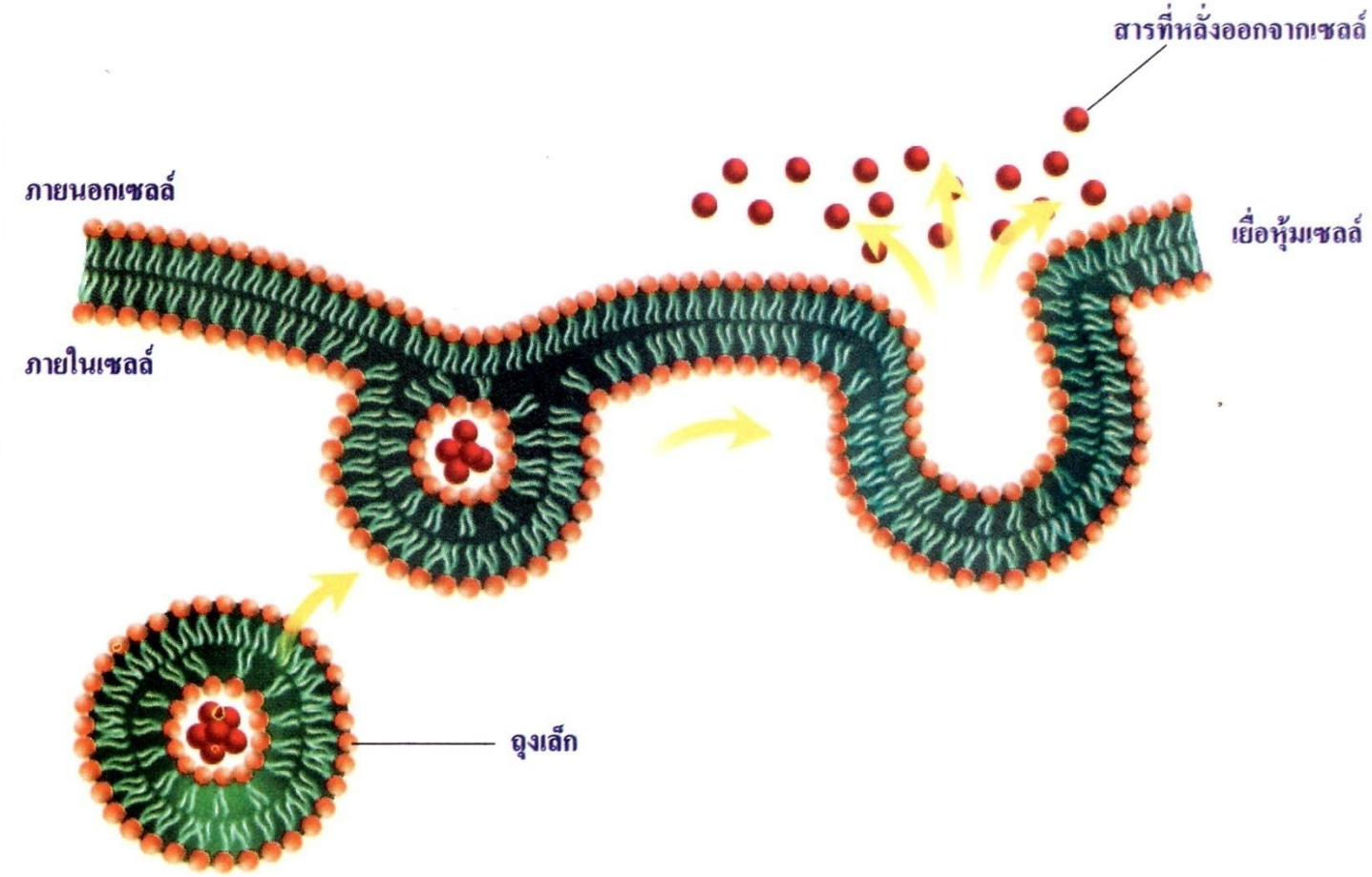
- **เอกโซไซโทซิส (exocytosis)**
- **เอนโดไซโทซิส (endocytosis)**
  - ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis)
  - พิโนไซโทซิส (pinocytosis)
  - การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (receptor-mediater endcytosis)





เอกโซไซโทซิส (exocytosis)

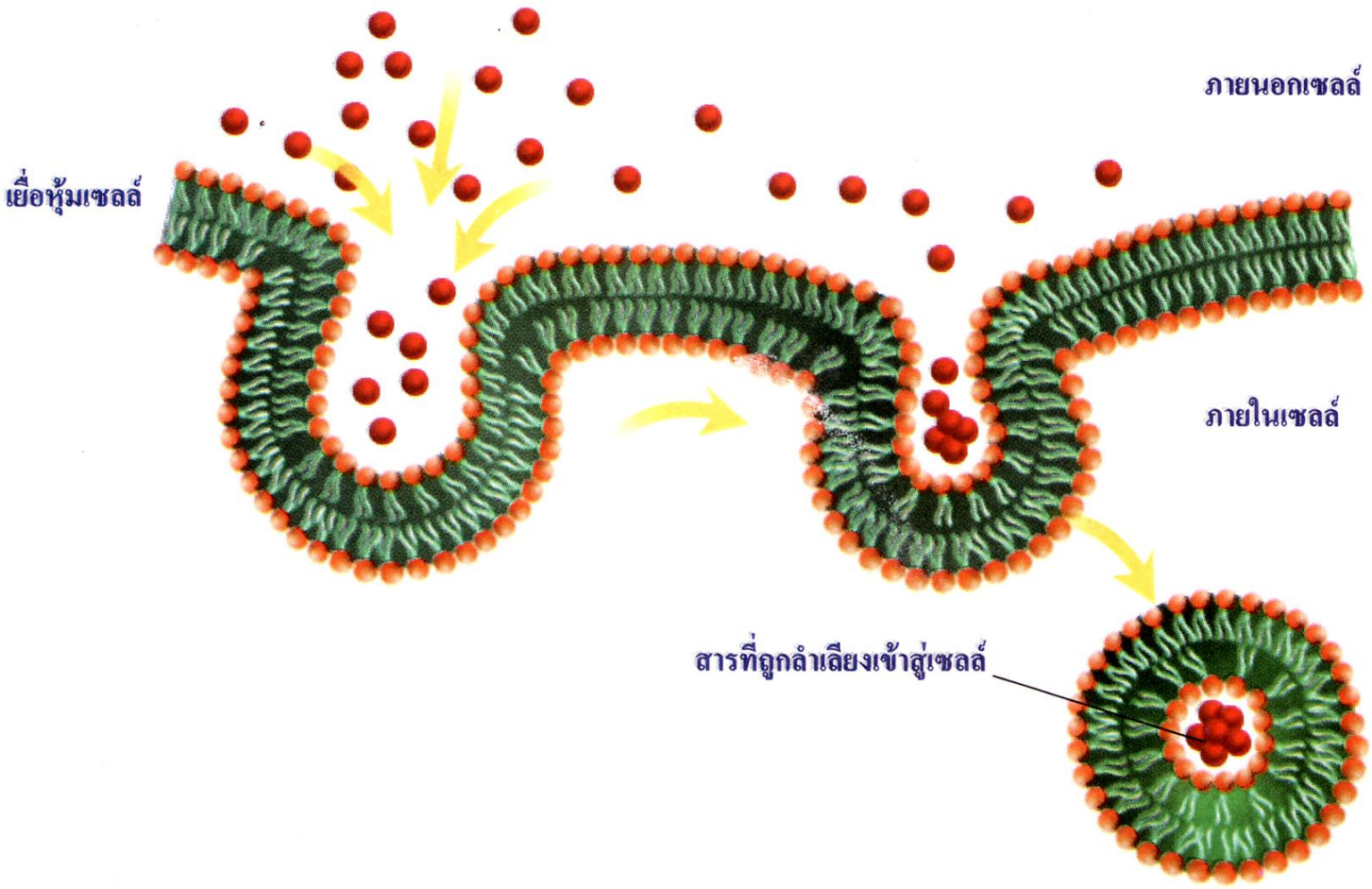
- การนำสารขนาดใหญ่ออกนอกเซลล์



ภาพ 2.8 กระบวนการลำเลียงสารออกจากเซลล์แบบเอกโซไซโทซิส

เอนโดไซโทซิส (endocytosis)

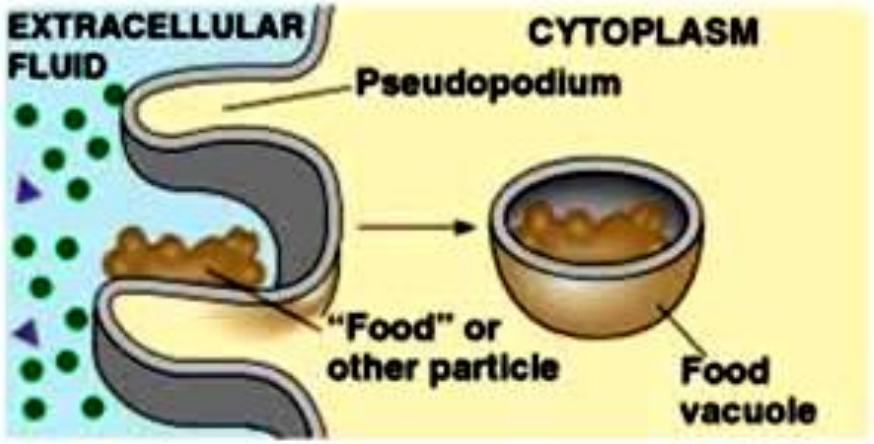
- การนำสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์

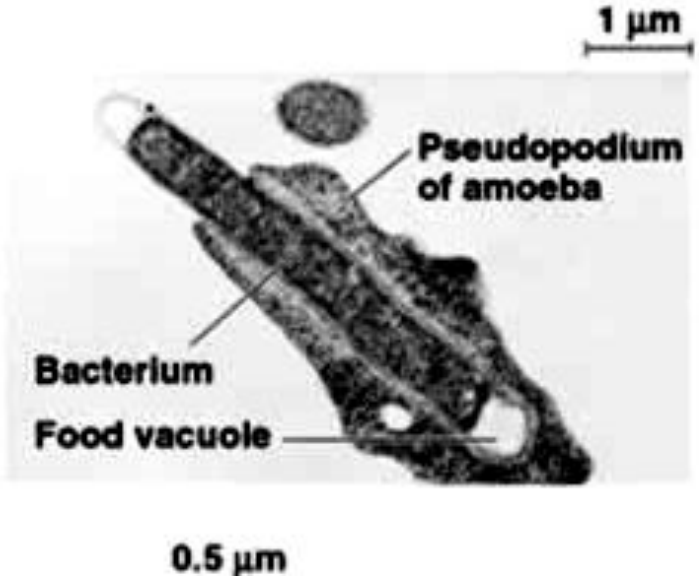


ภาพ 2.9 กระบวนการเอนโดไซโทซิสรูปแบบหนึ่ง

ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis)

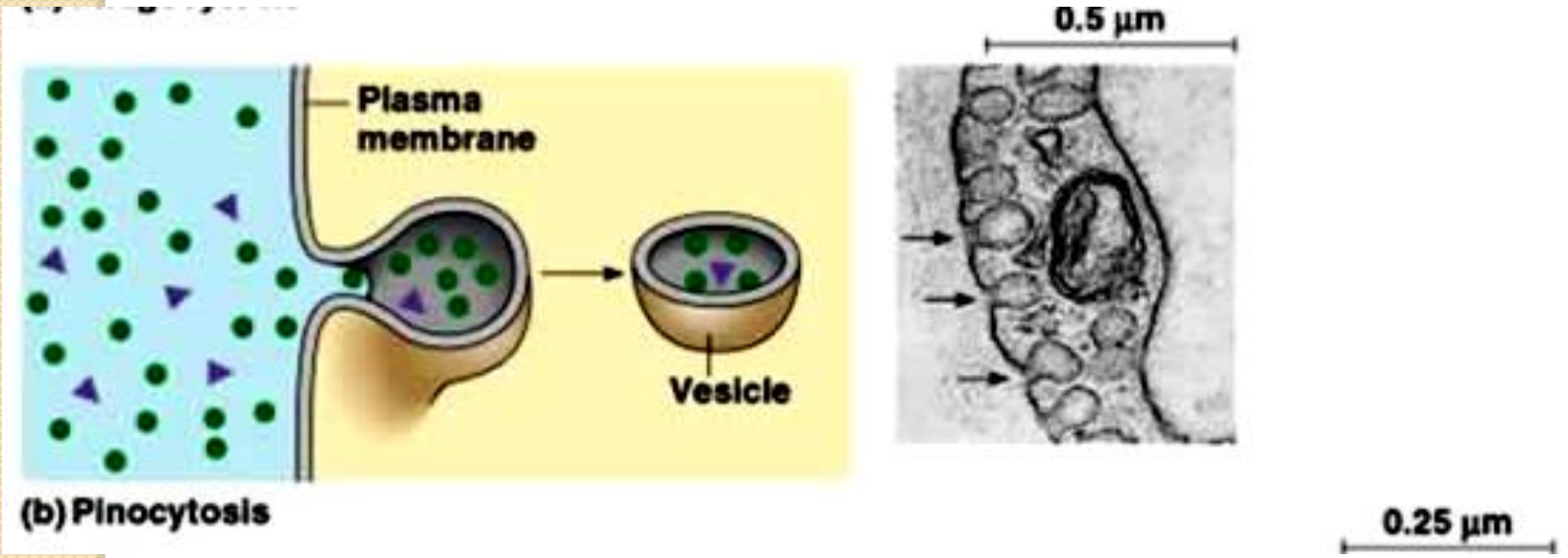
- การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ที่พบได้ในเซลล์จำพวกอะมีบาและเซลล์เม็ดเลือดขาว โดยเซลล์ยื่นไซโทพลาซึมออกมาล้อมอนุภาคของสารที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่ละลายน้ำก่อนที่จะนำเข้าสู่เซลล์ในรูปของเวสิเคิล





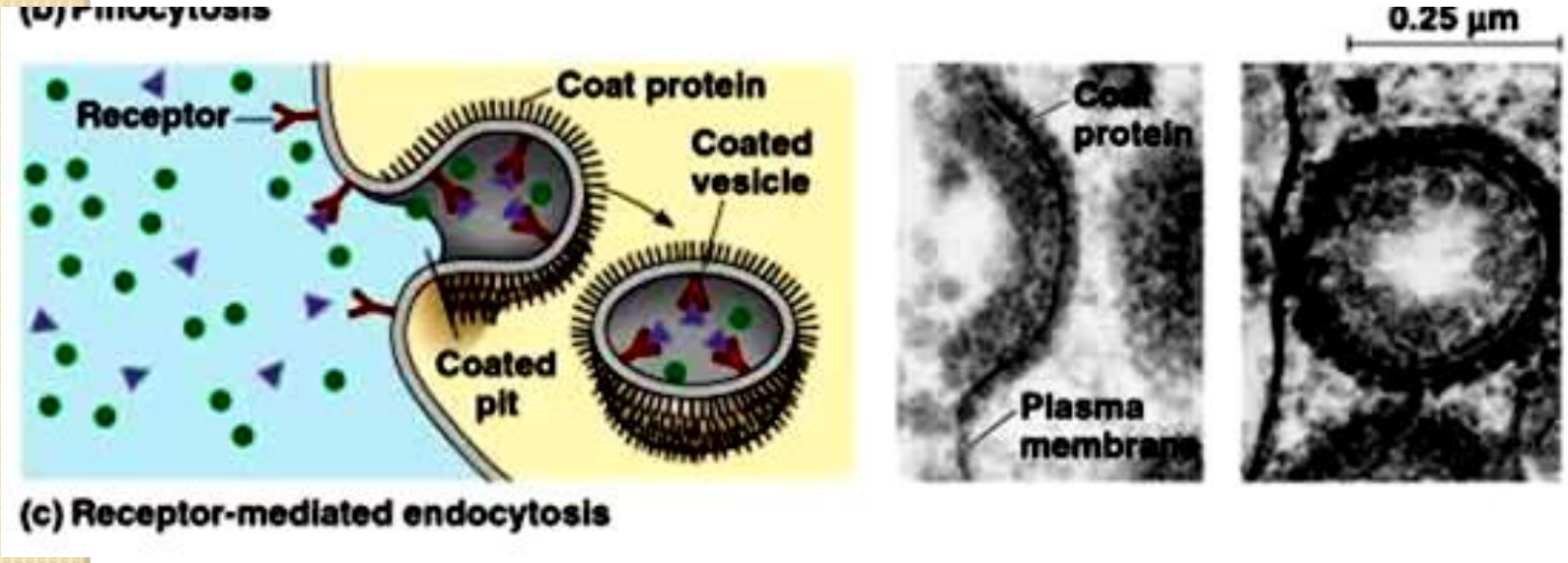
พิโนไซโทซิส (pinocytosis)

- การนำอนุภาคของสารที่อยู่ในรูปของสารละลายเข้าสู่เซลล์ โดยการทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เว้าเข้าไปในไซโทพลาซึมทีละน้อยจนกลายเป็นถุงเล็กๆ เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ปิดสนิทถุงนี้จะหลุดเข้าไปกลายเป็นเวสิเคิล



การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (receptor-mediater endcytosis)

- การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ โดยมีโปรตีนตัวรับบนเยื่อหุ้มเซลล์ สารที่ถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ ต้องมีความจำเพาะกับโปรตีนตัวรับที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์จึงจะสามารถนำเข้าสู่เซลล์ได้



(c) Receptor-mediated endocytosis

คำถาม

- น้ำ กลูโคส และโปรตีน นำเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีการใด ในสถานการณ์ใด
- สาหร่ายไฟเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่ต่อกันเป็นสายยาว จากการศึกษาธาตุอาหารใน แวคิวโอลของสาหร่ายมีสารอาหารดังตาราง สาหร่ายมีการลำเลียงสารต่างๆ เข้าสู่เซลล์ด้วย

สารละลาย	ความเข้มข้นของไอออน (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	โพแทสเซียม	โซเดียม	แมกนีเซียม	แคลเซียม	คลอไรด์
ในน้ำจืด	0.05	1.2	3.0	1.3	1.0
ในแวคิวโอล	59	86	22	19	107