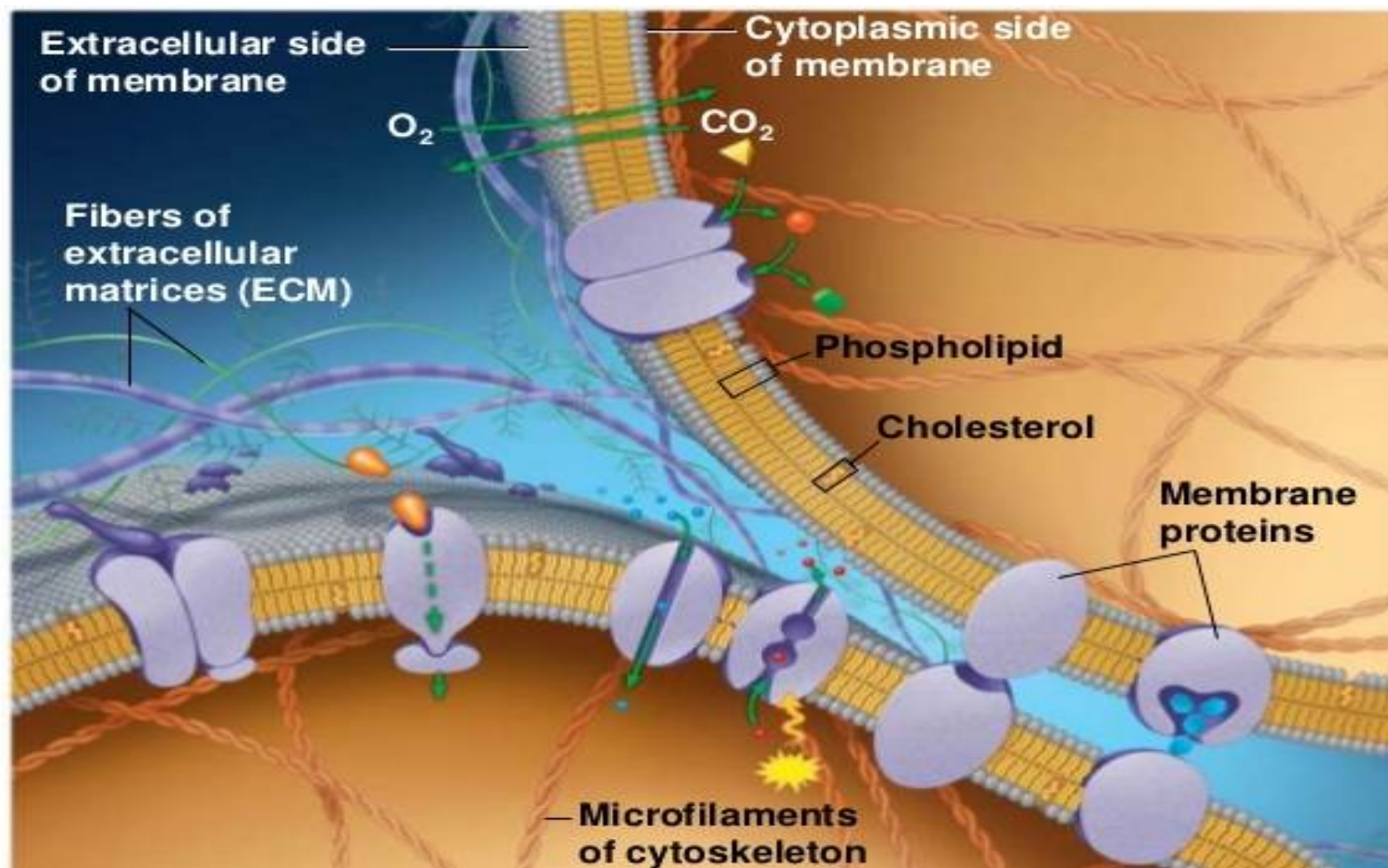


การลำเลียงสารผ่านเซลล์



การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

หมายถึง “การรักษาปัจจัยต่างๆของสิ่งมีชีวิตให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตนั้นๆต่อไปได้ซึ่งจะเกิดขึ้นในทุกๆระดับในการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต”



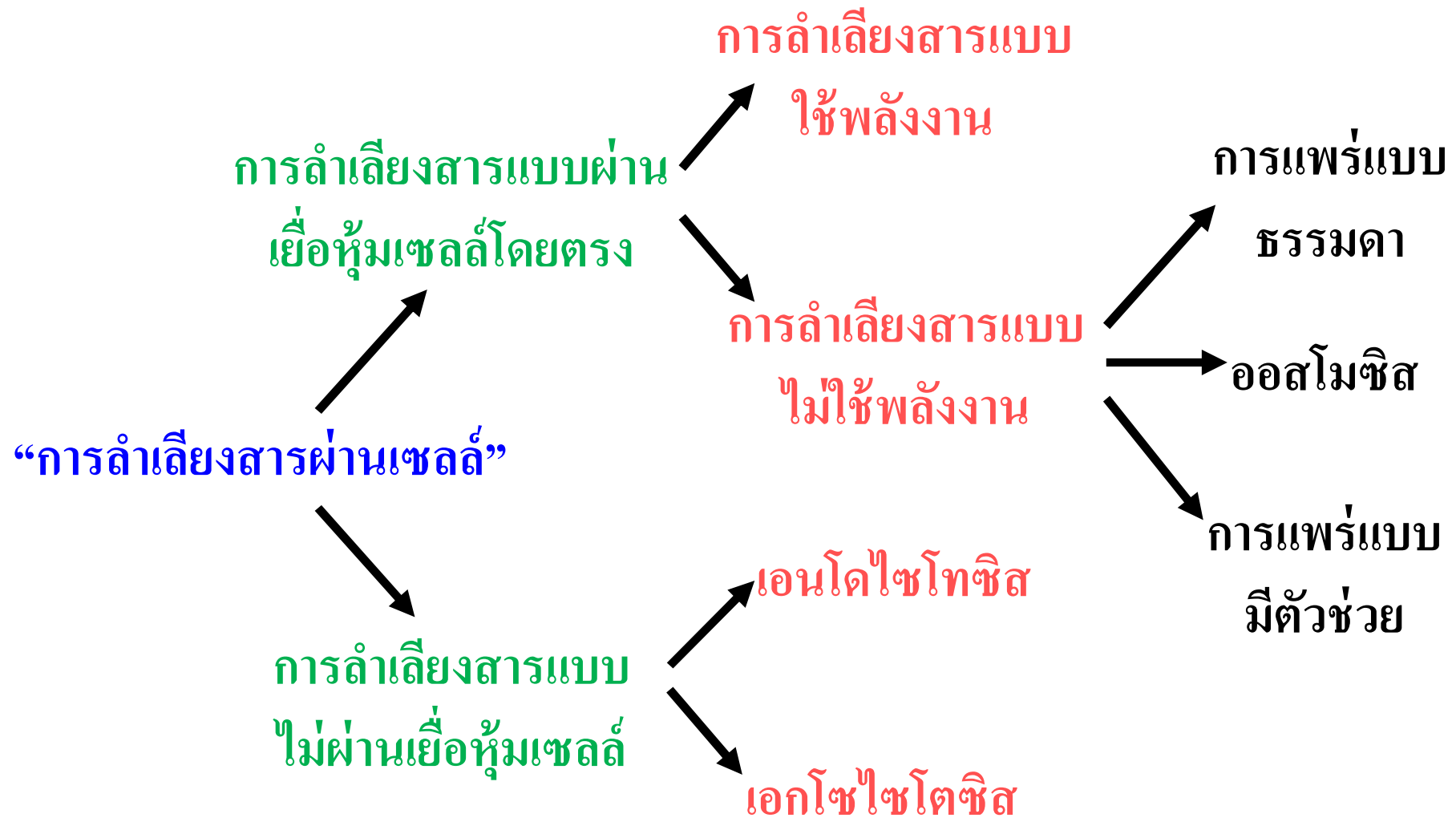
การรักษาคุณภาพของเซลล์

เซลล์มีการรักษาคุณภาพ เพื่อให้ดำรงสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ ซึ่งถือเป็นสมบัติประการหนึ่งของความเป็นสิ่งมีชีวิต

เนื่องจากเซลล์ต้องการสารอาหารเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตและจับถ่ายของเสียจากการใช้สารอาหารเหล่านั้นออกมาสู่เซลล์เป็นประจำ ดังนั้นการรักษาคุณภาพของเซลล์จะกระทำโดยการควบคุมการลำเลียงสารผ่านเซลล์ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบดังต่อไปนี้...

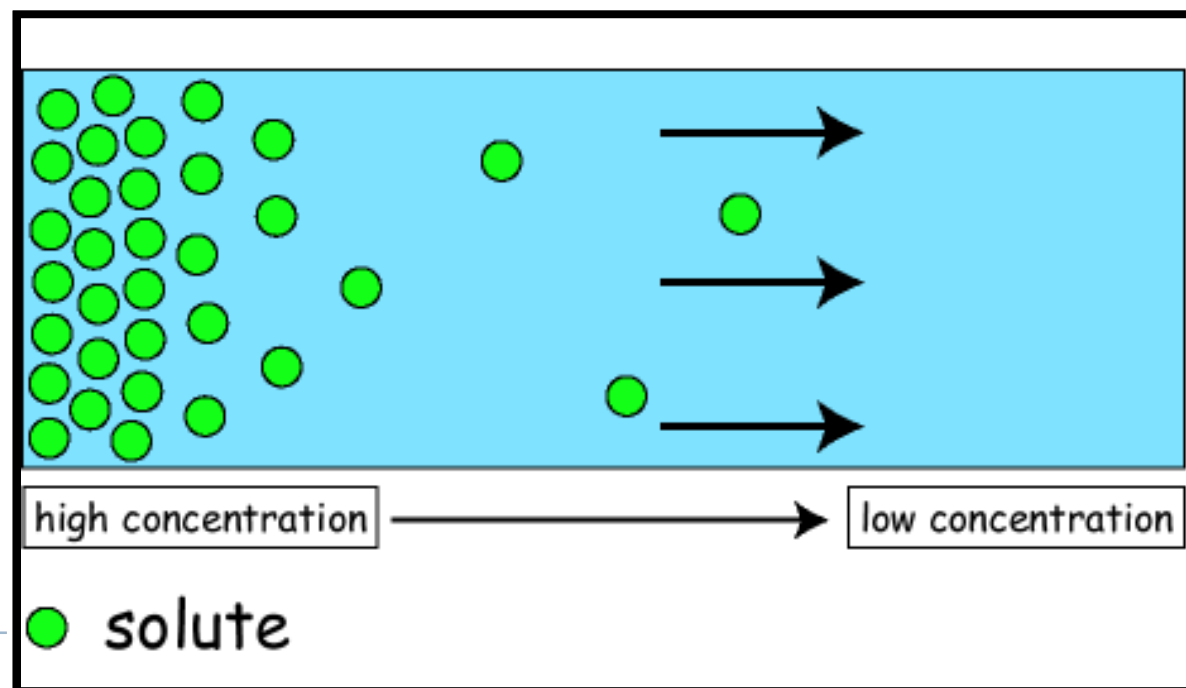


รูปแบบของการลำเลียงสารผ่านเซลล์



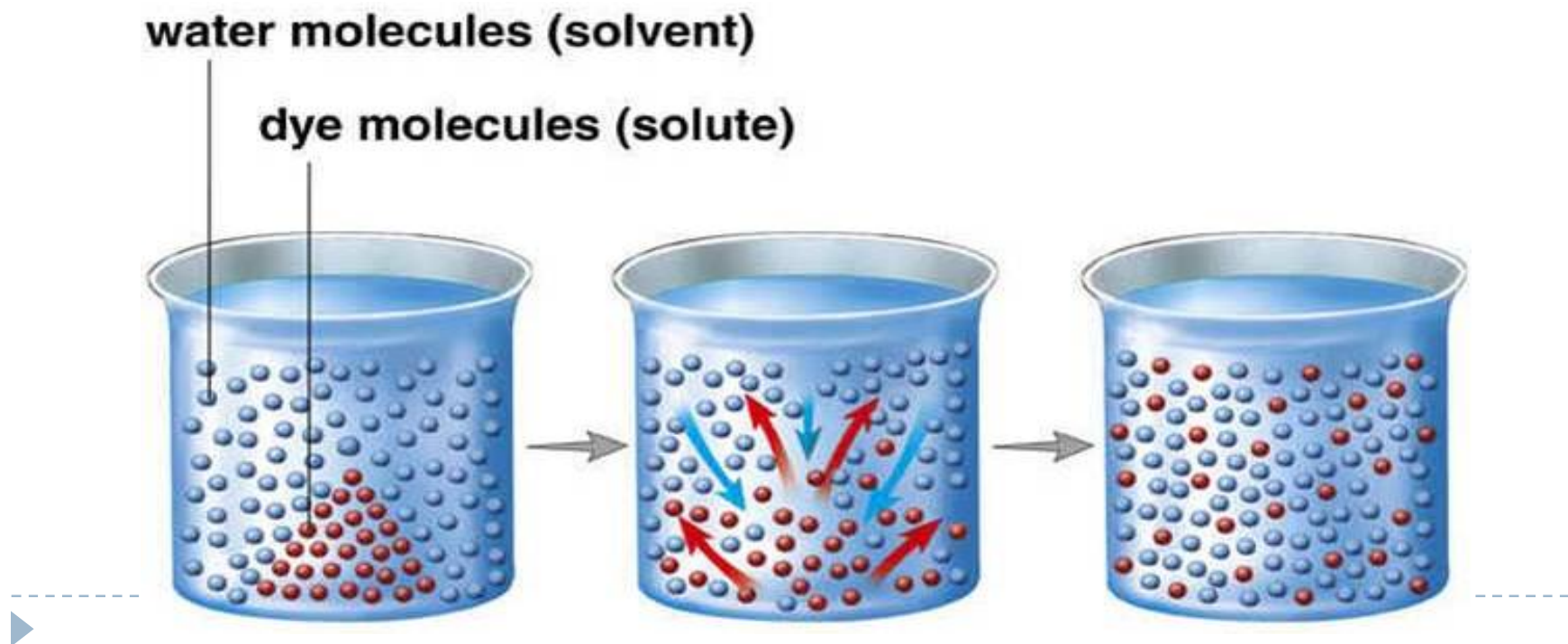
1. การแพร่แบบธรรมดา (Simple diffusion)

การลำเลียงสารที่อาศัยการเคลื่อนที่ของอนุภาคสาร “จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นน้อย”

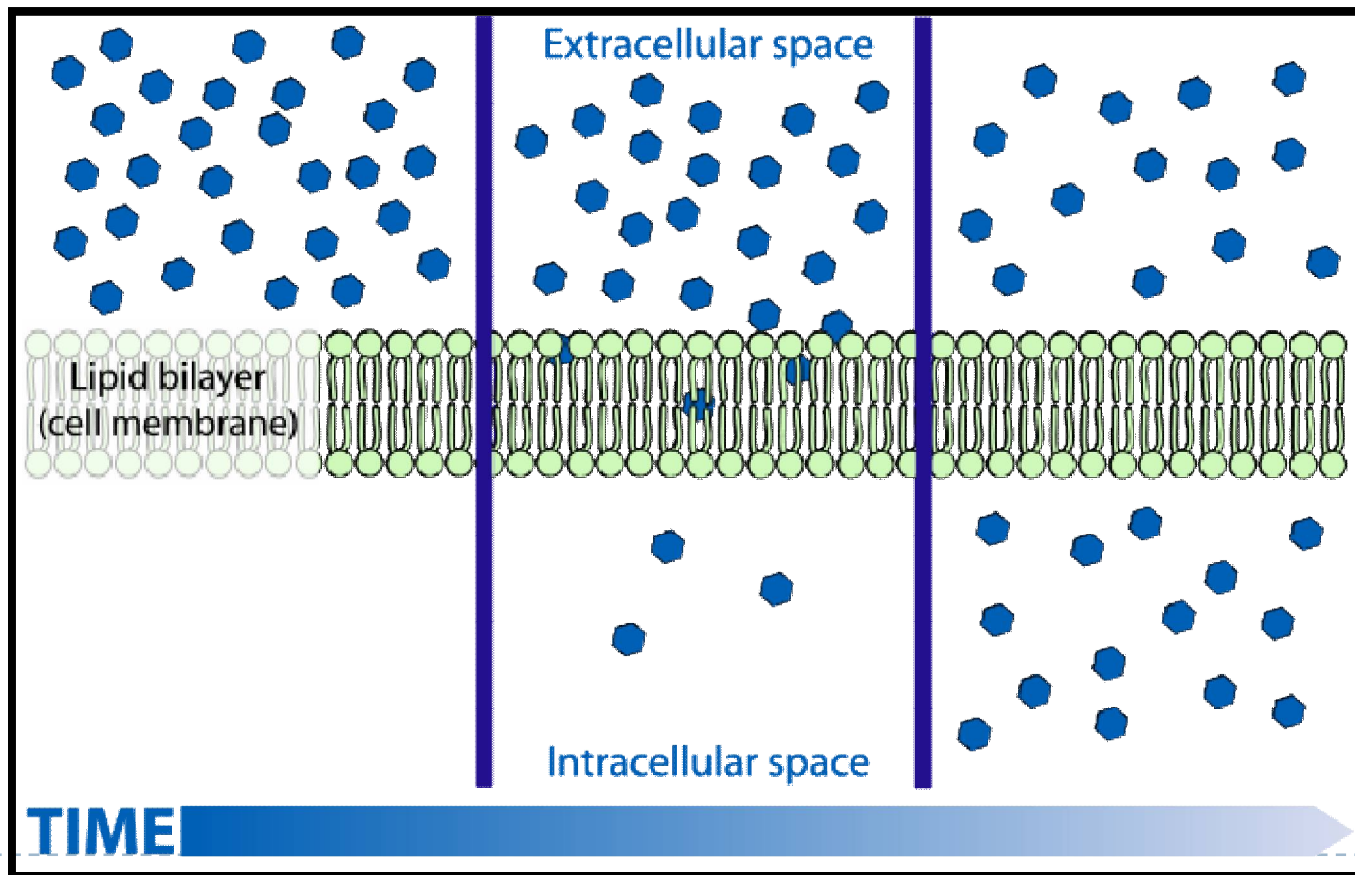


- การเคลื่อนที่ของอนุภาคสารในการแพร่จะใช้เพียงแค่พลังงานจลน์ของอนุภาคนั้นๆ

- เมื่อทุกบริเวณที่อนุภาคนั้นแพร่ไปมีความเข้มข้นของอนุภาคสารเท่ากันก็จะทำให้พลังงานจลน์เฉลี่ยของอนุภาคสารเท่ากันทุกบริเวณ เรียกสภาวะนี้ว่า **“สมดุลของการแพร่” (Dynamic equilibrium)**

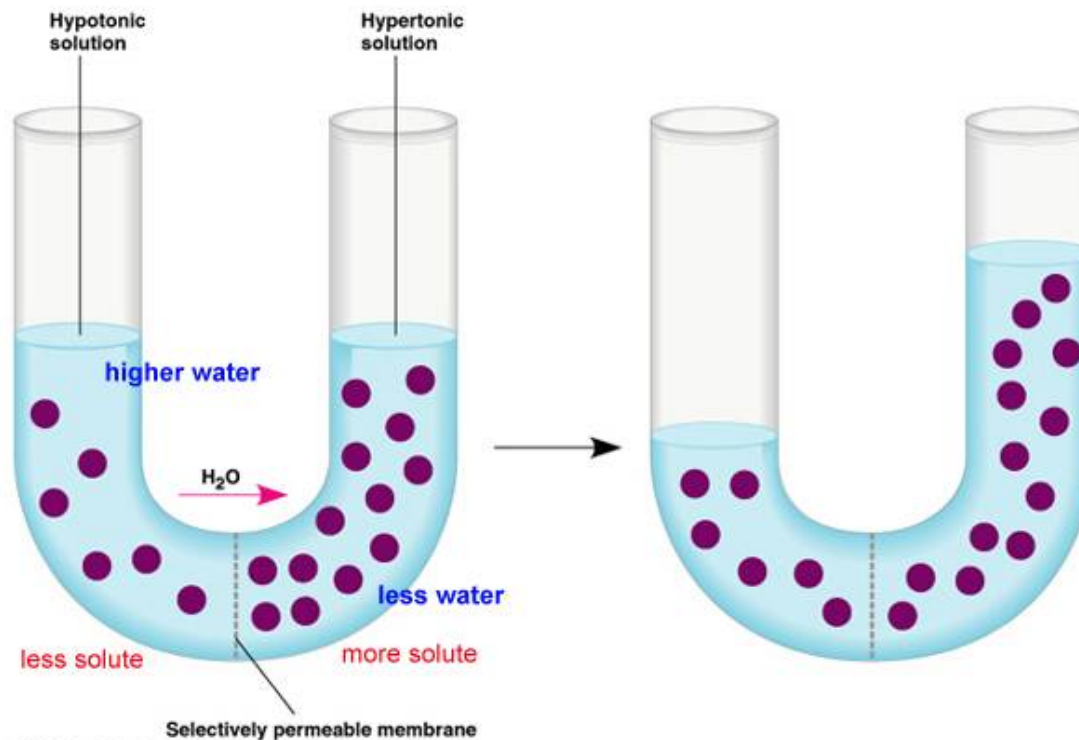


- สารที่จะลำเลียงผ่านเซลล์ด้วยการแพร่แบบธรรมดา มักจะเป็น
สารที่มีอนุภาคขนาดเล็ก เช่น ก๊าซออกซิเจน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้ง
วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน



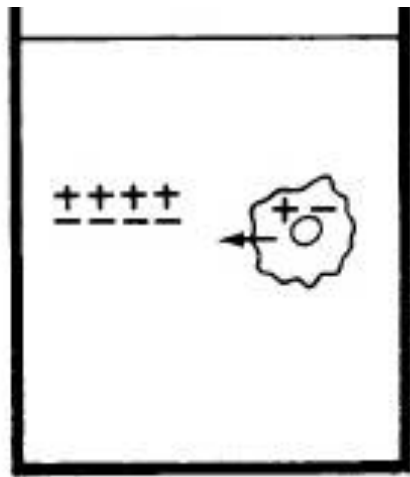
2. ออสโมซิส (Osmosis)

การลำเลียงสารที่เป็นการแพร่แบบหนึ่งซึ่งเจาะจงถึง “น้ำ” (H_2O) เท่านั้น โดยต้องแพร่ผ่านเยื่อที่มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน หลักการของออสโมซิสจะเหมือนกับการแพร่แบบธรรมดา

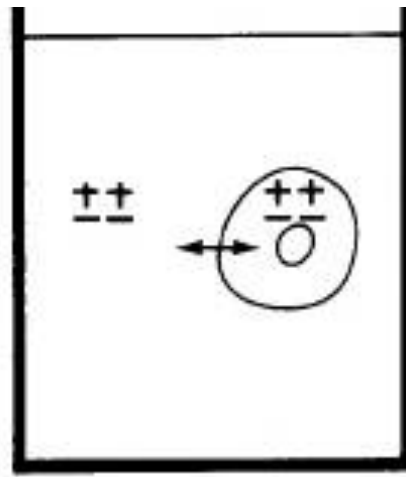


- ออสโมซิสถือเป็นกระบวนการที่เซลล์จะนำมาใช้ในการรักษา
ดุลยภาพในด้านความเข้มข้นของสารละลาย เนื่องจากภายในเซลล์มีน้ำเป็น
ตัวทำละลายที่สำคัญและมีตัวถูกละลายมากมายหลายชนิด อีกทั้งเซลล์ยังอยู่ใน
สภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นต่างกันไปด้วย

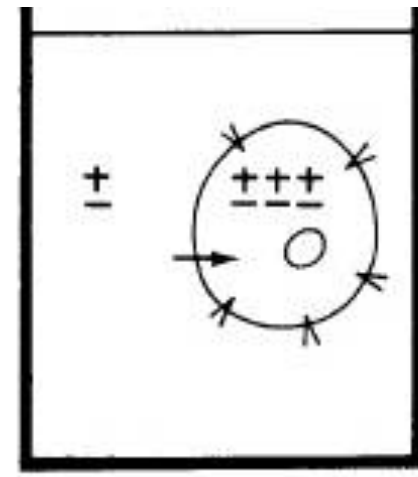
- หากจะเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายในสภาพแวดล้อม
กับความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์จะมีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่...



HYPERTONIC



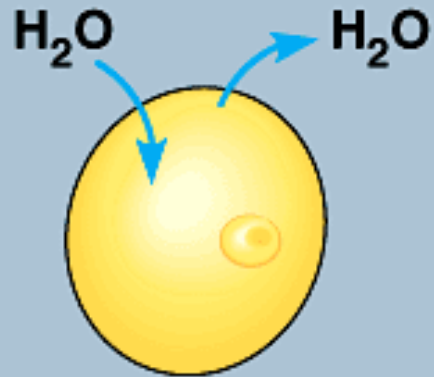
ISOTONIC



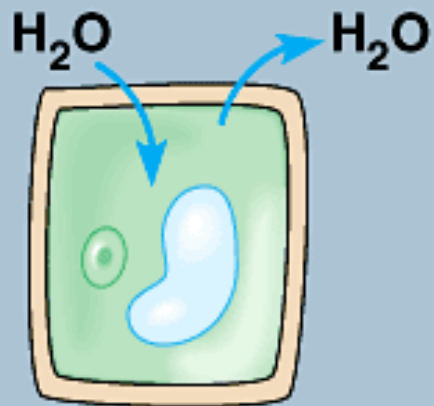
HYPOTONIC



Isotonic solution



Normal



Flaccid

สารละลายไอโซโทนิกต่อเซลล์

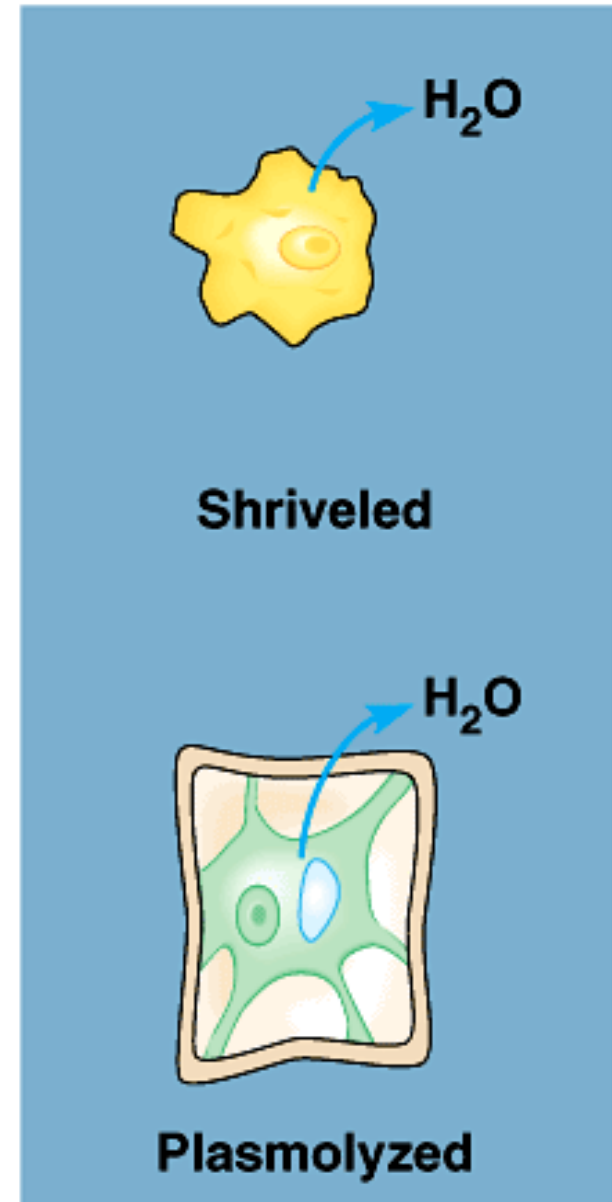
- สารละลายที่มีความเข้มข้น “เท่ากับ”
ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ที่กำหนด

- หากเซลล์ใดที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นสารละลายไอโซโทนิกต่อเซลล์ อัตราที่น้ำจากสารละลายออสโมซิสเข้าสู่เซลล์จะเท่ากับอัตราที่น้ำจากเซลล์จะออสโมซิสออกสู่สารละลายทำให้เซลล์อยู่ในสภาพที่เซลล์สามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ ไม่ว่าจะเป็นเซลล์สัตว์ (บน) หรือเซลล์พืช (ล่าง)

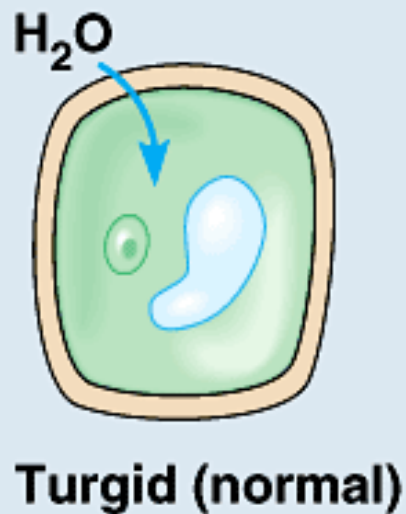
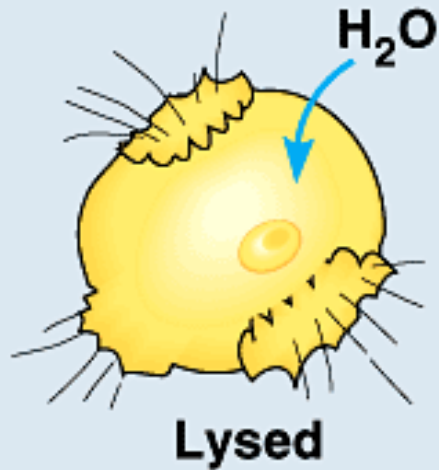
สารละลายไฮเปอร์โทนิกต่อเซลล์

- สารละลายที่มีความเข้มข้น “มากกว่า” ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ที่กำหนด
- หากเซลล์ใดที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นสารละลายไฮเปอร์โทนิกต่อเซลล์ อัตราที่น้ำจากเซลล์จะออสโมซิสออกสู่สารละลายมากกว่า อัตราที่น้ำจากสารละลายออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ ทำให้เกิดเซลล์ที่มีสภาพเรียกว่า “พลาสโมไลซิส” (Plasmolysis) หรือเซลล์เหี่ยวจากการขาดน้ำ

Hypertonic solution



Hypotonic solution

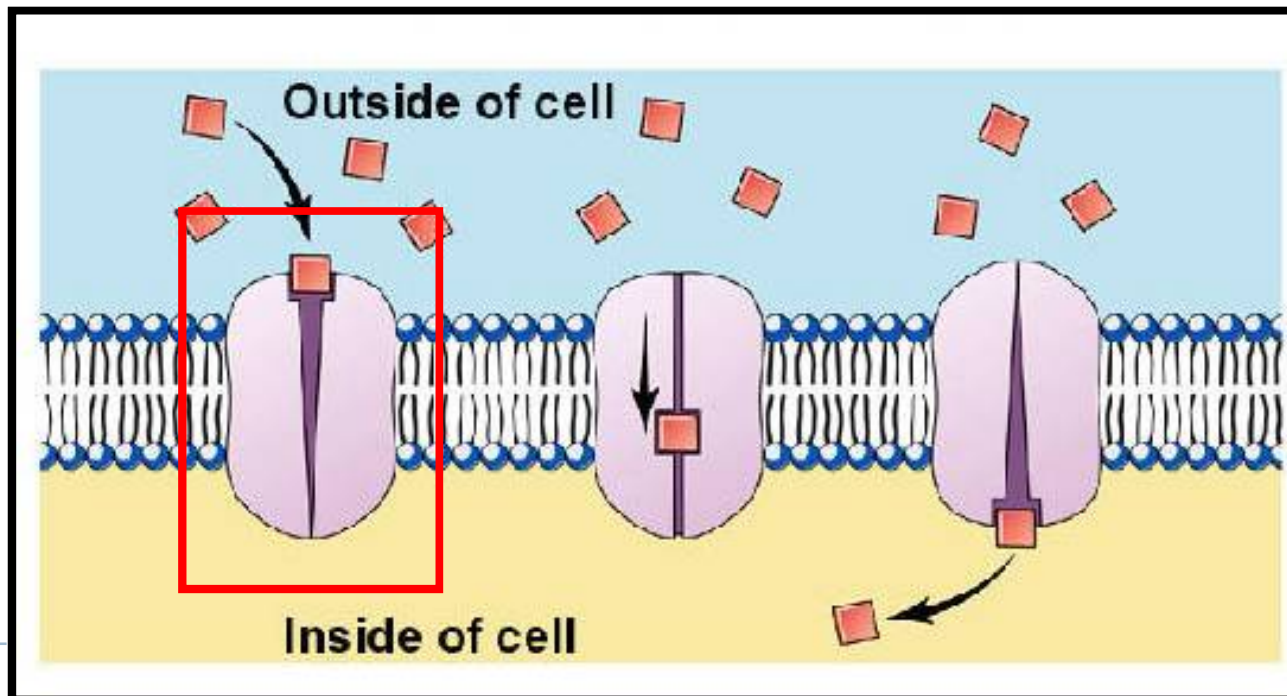


สารละลายไฮโปโทนิกต่อเซลล์

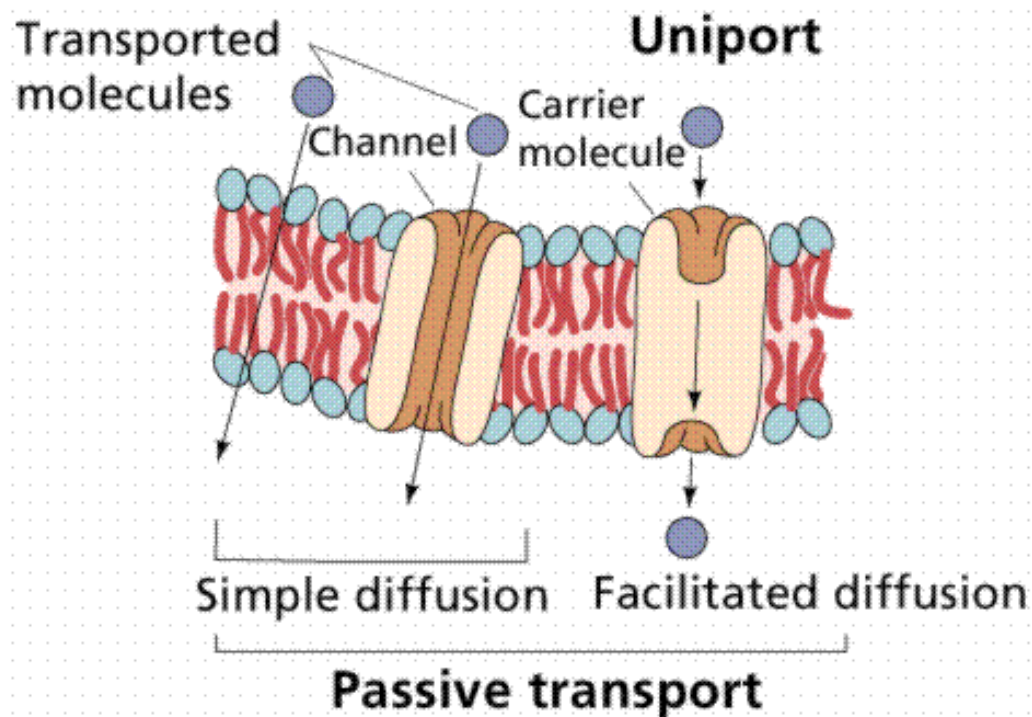
- สารละลายที่มีความเข้มข้น “น้อยกว่า” ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ที่กำหนด
- หากเซลล์ใดที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นสารละลายไฮโปโทนิกต่อเซลล์ อัตราที่น้ำจากสารละลายออสโมซิสเข้าสู่เซลล์จะมากกว่าอัตราที่น้ำจากเซลล์จะออสโมซิสออกสู่สารละลายทำให้เกิดเซลล์ที่มีสภาพเรียกว่า “พลาสโมไลซิส” (Plasmolysis) หรือเซลล์เต่ง ซึ่งในกรณีของเซลล์สัตว์ (บน) สามารถเต่งจนแตกได้

3. การแพร่แบบมีตัวช่วย (Facilitated diffusion)

การลำเลียงสารที่เป็น การแพร่แบบหนึ่งที่ต้องใช้องค์ประกอบหนึ่ง ในเยื่อหุ้มเซลล์ คือ “โปรตีนตัวพา” (Carrier proteins) นำพาสารลำเลียงผ่าน เซลล์ แต่มีอัตราการลำเลียงสารที่เร็วกว่าการแพร่แบบธรรมดา



- สารที่จะลำเลียงด้วยวิธีนี้มักจะเป็นสารที่มีขนาดอนุภาคเล็กแต่ไม่สามารถแทรกเข้าไปยังส่วนของสารฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรงได้ เช่น ไอออนของธาตุต่างๆ, กลีเซอรอล, กลูโคส, กรดอะมิโนชนิดต่างๆ

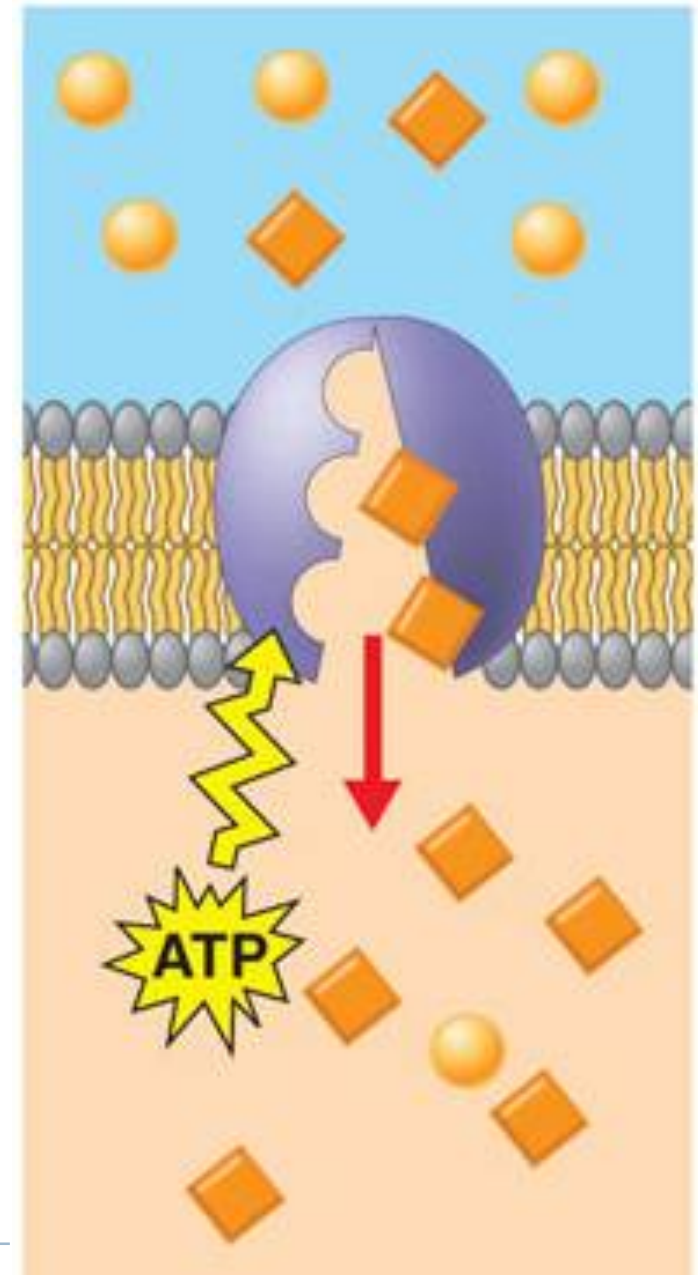


- ทั้งการแพร่แบบ
ธรรมดา, ออสโมซิส และการ
แพร่แบบมีตัวช่วยจะรวม
เรียกว่า “การลำเลียงสารแบบ
ไม่ใช้พลังงาน” (Passive
transport)

4. การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน (Active transport)

การลำเลียงสารที่มีหลักการต่างจากการลำเลียงสารแบบไม่ใช้พลังงาน คือ อนุภาคสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นน้อยไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นมาก

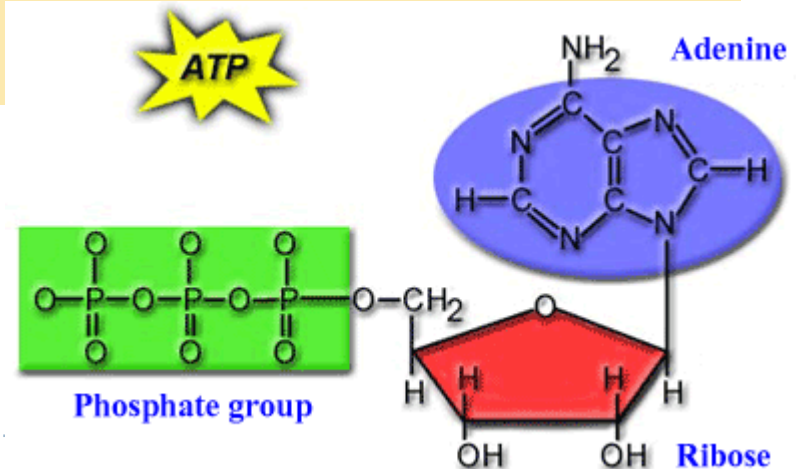
- พลังงานที่ใช้ในการลำเลียงสารวิธีนี้ มาจากการสลายสารพลังงานสูง ATP



ATP คือ ?

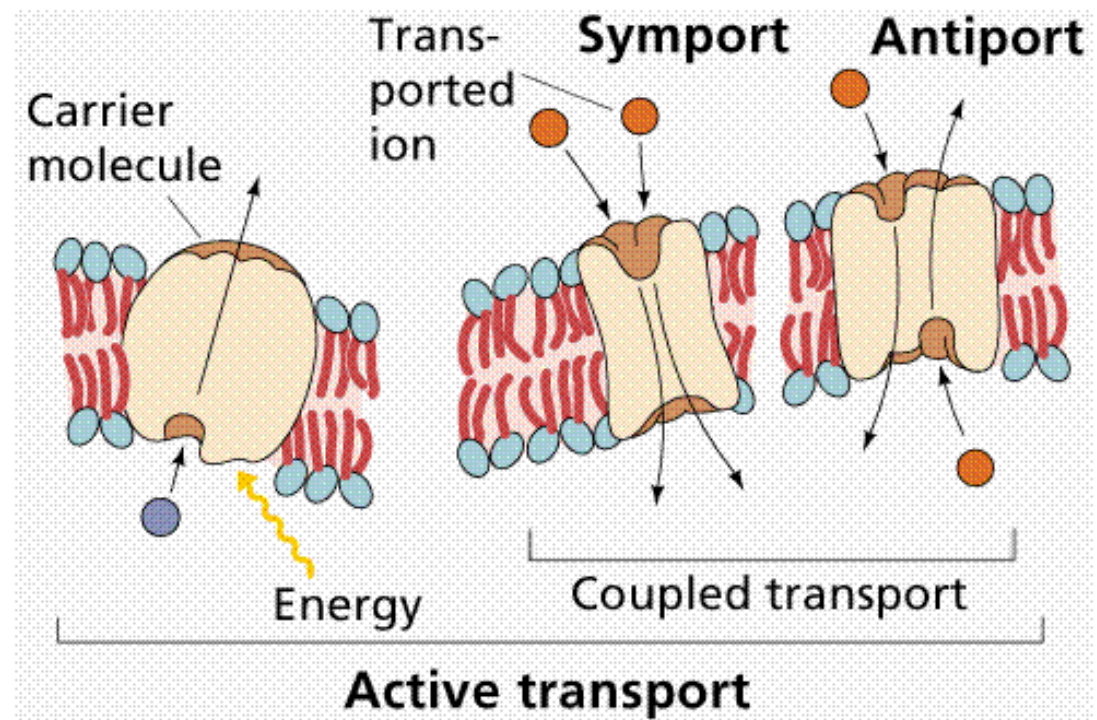
การสลายสารอาหารระดับเซลล์ หรือการหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration) เป็นกระบวนการนำเอาสารอาหารที่ได้จากกระบวนการย่อยอาหาร ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส (glucose) กรดอะมิโน (amino acid) และกรดไขมัน (fatty acid) ไปใช้สร้างเป็นพลังงาน โดยเก็บไว้ในรูปของสารที่มีพลังงานสูง ที่เรียกว่า ATP (Adenosine Triphosphate)

☞ ATP เป็นสารที่มีพลังงานสูงทำหน้าที่เก็บพลังงานที่ได้จากกระบวนการสลายสารอาหารของเซลล์



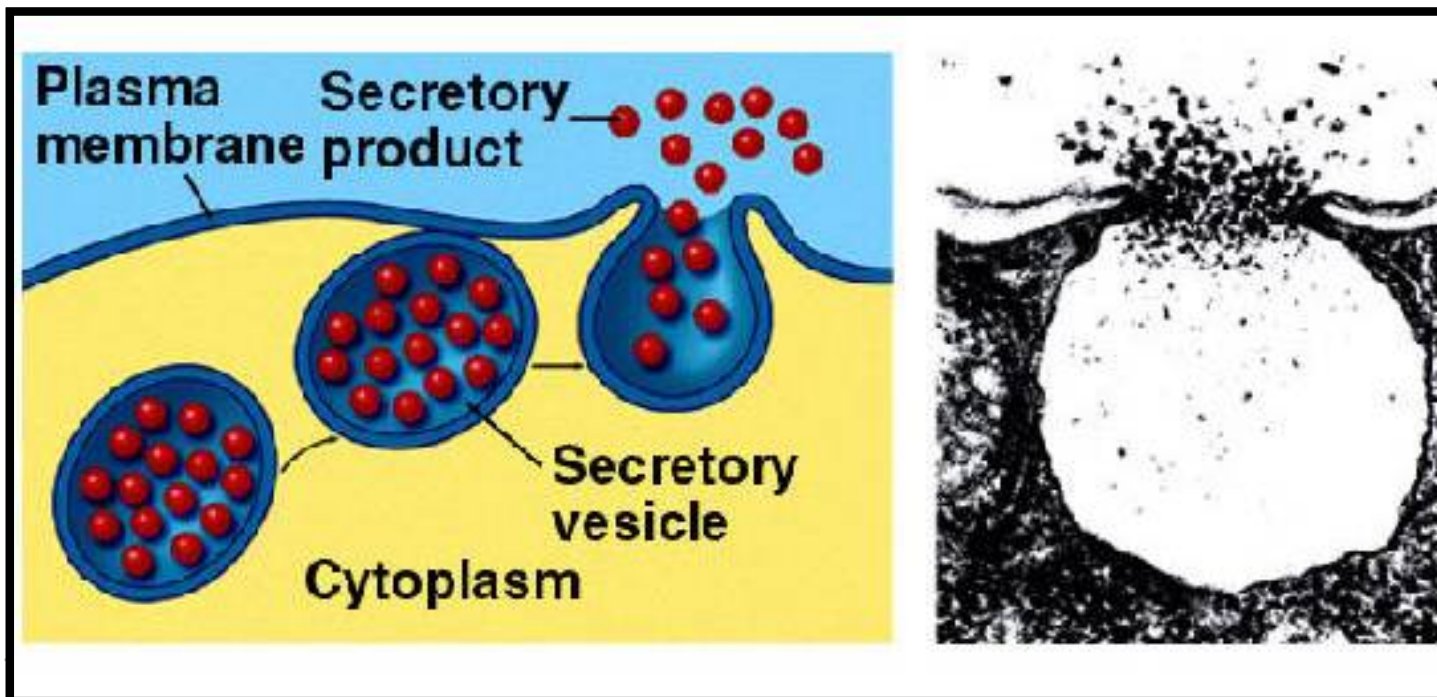
- พลังงานจากการสลายสาร ATP จะถูกนำมาใช้เป็นแรงผลักดันให้อนุภาคสารที่จะลำเลียงได้ลำเลียงผ่านทางช่องทางของโปรตีนตัวพา และในบางกรณีสารบางอย่างต้องลำเลียงพร้อมกับการลำเลียงสารชนิดอื่นด้วย

- ตัวอย่างการลำเลียงสารด้วยวิธีนี้ เช่น การลำเลียงไอออนของแร่ธาตุเพื่อการสะสมในเซลล์พืช, ปั๊มของโซเดียมและโพแทสเซียมในเซลล์ประสาท

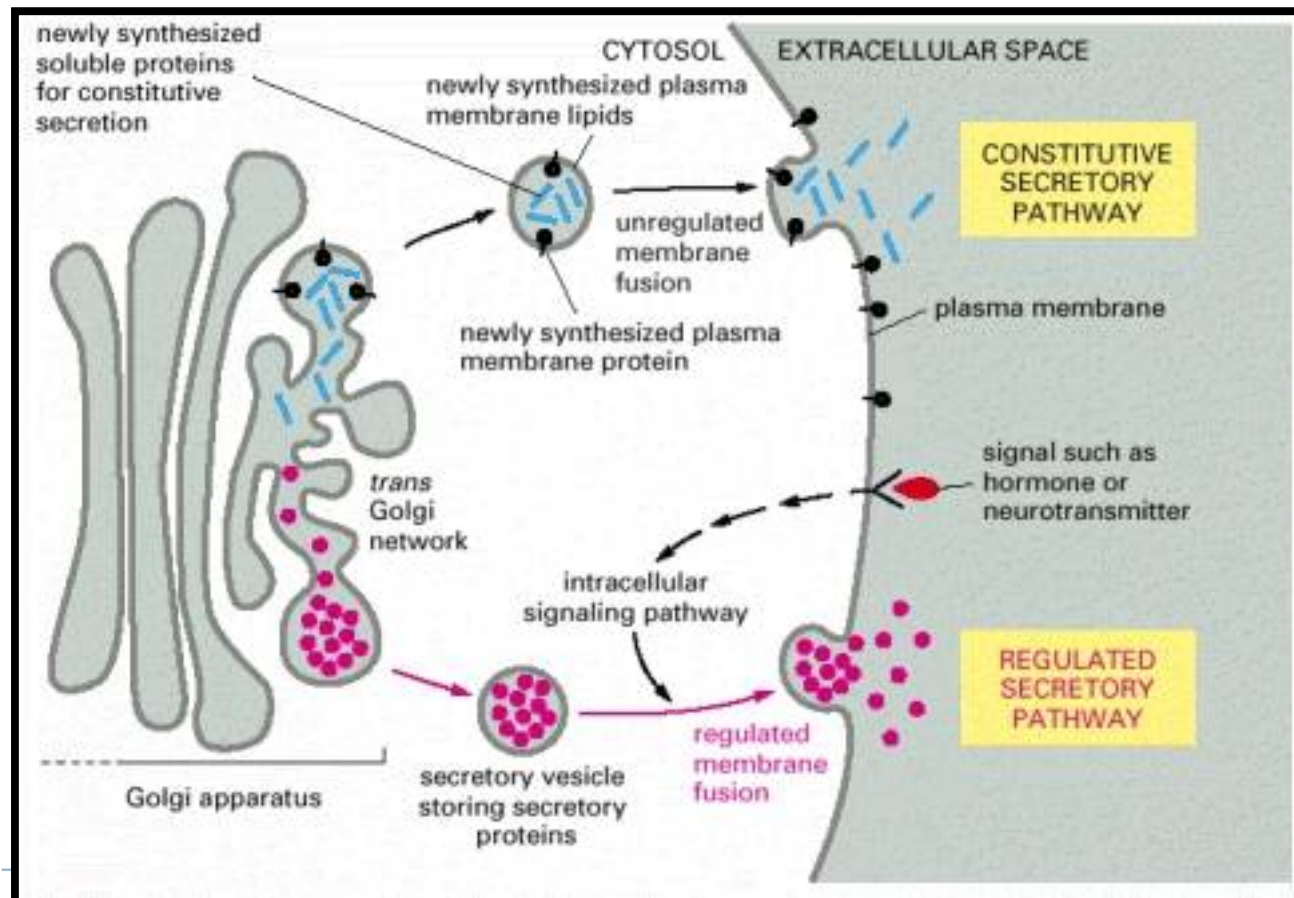


5. เอกโซไซโทซิส (Exocytosis)

การลำเลียงสารออกจากเซลล์โดยการสร้างถุงบรรจุสารที่จะลำเลียงภายในเซลล์ เรียกว่า “เวสิเคิล” (Vesicle) แล้วนำมาเชื่อมต่อกับเยื่อหุ้มเซลล์จนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วปลดปล่อยสารนั้นออกจากเซลล์

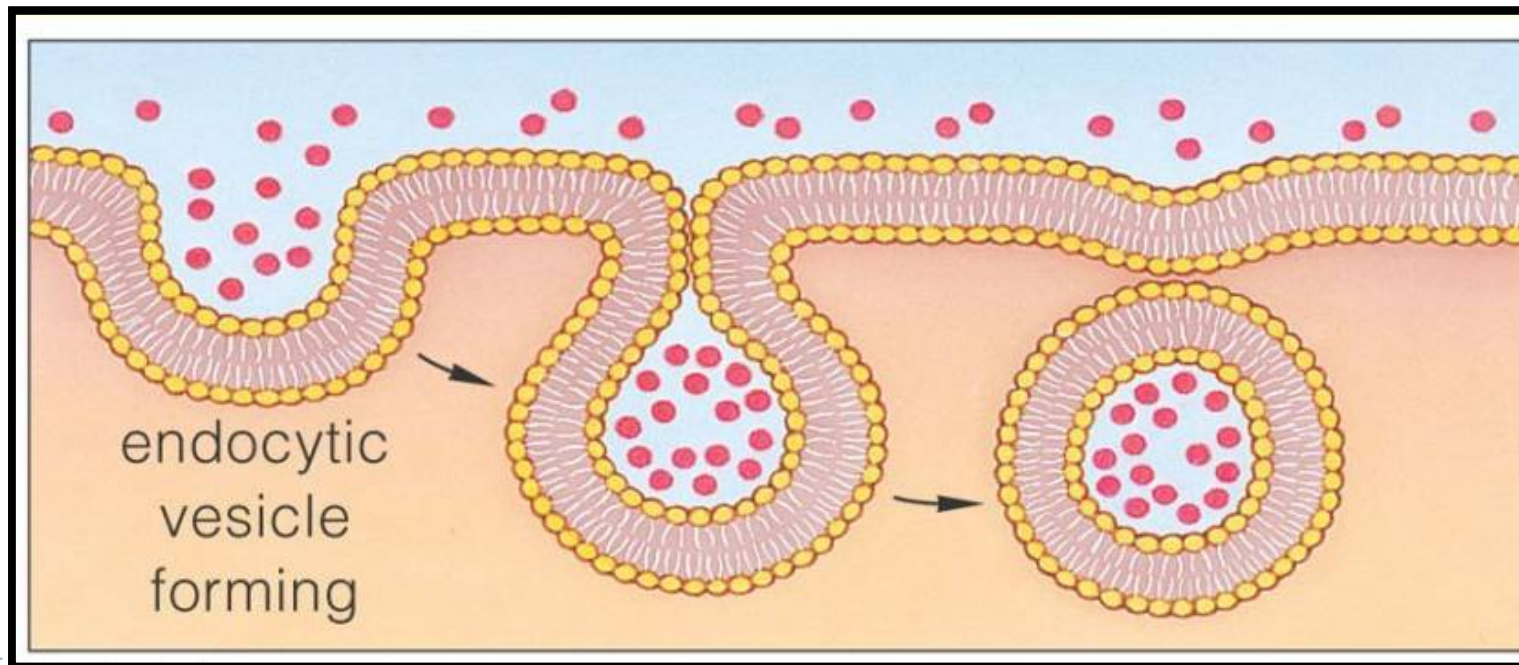


- สารที่ลำเลียงด้วยวิธีการนี้มักจะเป็นสารที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น เอนไซม์หรือฮอร์โมนบางชนิด ตัวอย่างการลำเลียงสารด้วยวิธีนี้ ได้แก่ การหลั่งเอนไซม์ของเซลล์เยื่อบุผิวของกระเพาะอาหาร



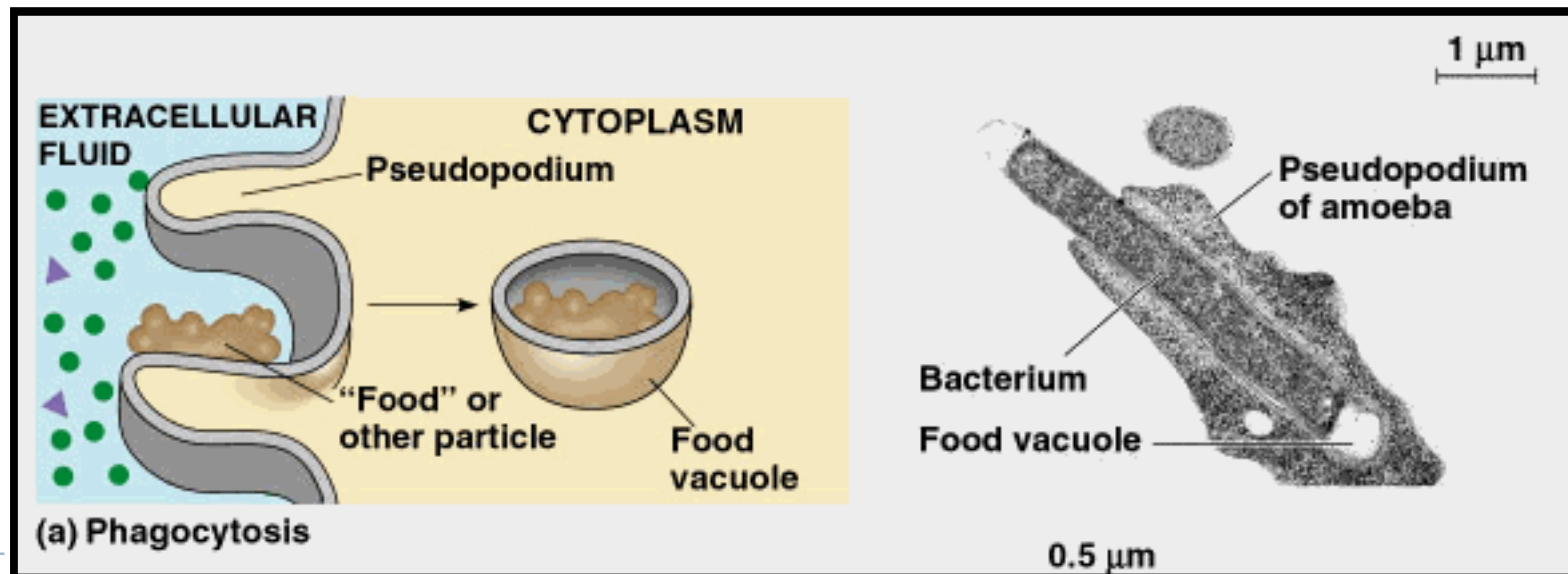
6. เอนโดไซโทซิส (Endocytosis)

การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยเยื่อหุ้มเซลล์โอบล้อมสารที่จะ
ลำเลียงจนหลุดกลายเป็นเวสิเคิลเข้าไปภายในเซลล์ เอนโดไซโทซิสจะมีอยู่ 3
รูปแบบ ได้แก่...



ฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis)

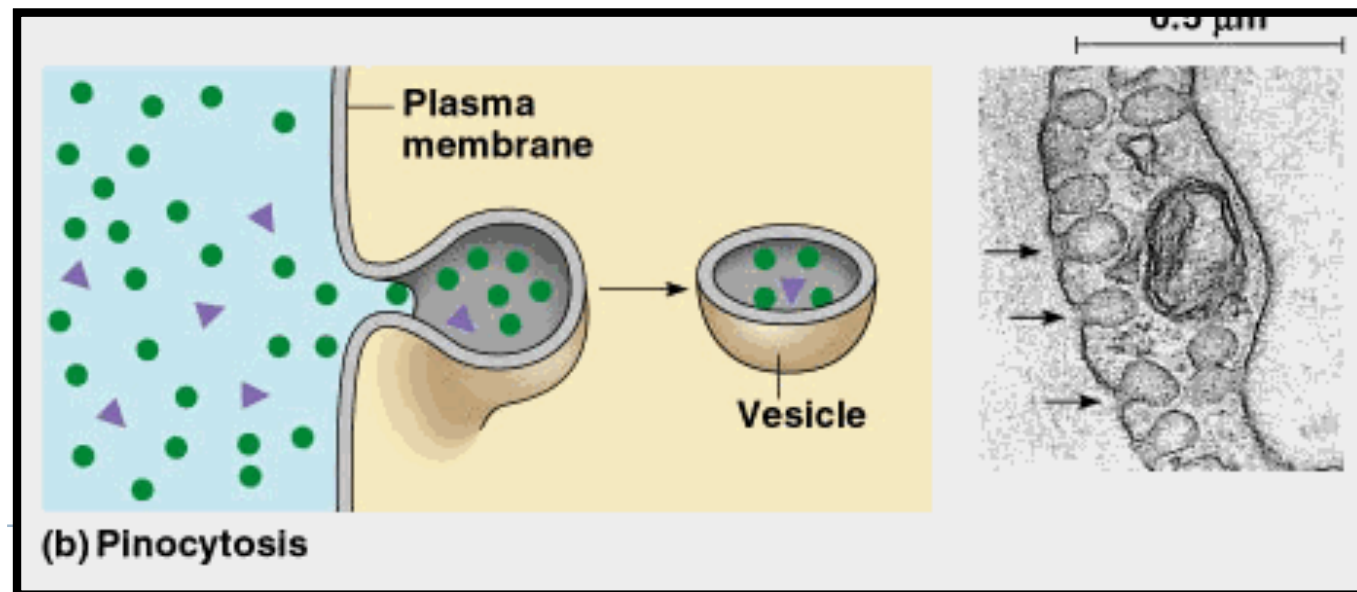
- เอนโดไซโทซิสที่เกิดจากการยื่นส่วนของไซโตพลาซึมไปโอบล้อมสารที่จะทำลาย จากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์บริเวณที่ไซโตพลาซึมยื่นไปฉีกขาดกลายเป็นเวสิเคิลเข้าไปภายในเซลล์
- เช่น การนำเชื้อโรคเข้าสู่เซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดขาวโมโนไซต์



พินไซโทซิส (Pinocytosis)

- เอนโดไซโทซิสที่เกิดจากการที่เยื่อหุ้มเซลล์เว้าเข้าไปภายในเซลล์ สารที่จะลำเลียงจะเข้าไปอยู่ในรอยเว้านั้น จากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์บริเวณที่เว้าจะฉีกขาดกลายเป็นเวสิเคิลเข้าไปภายในเซลล์

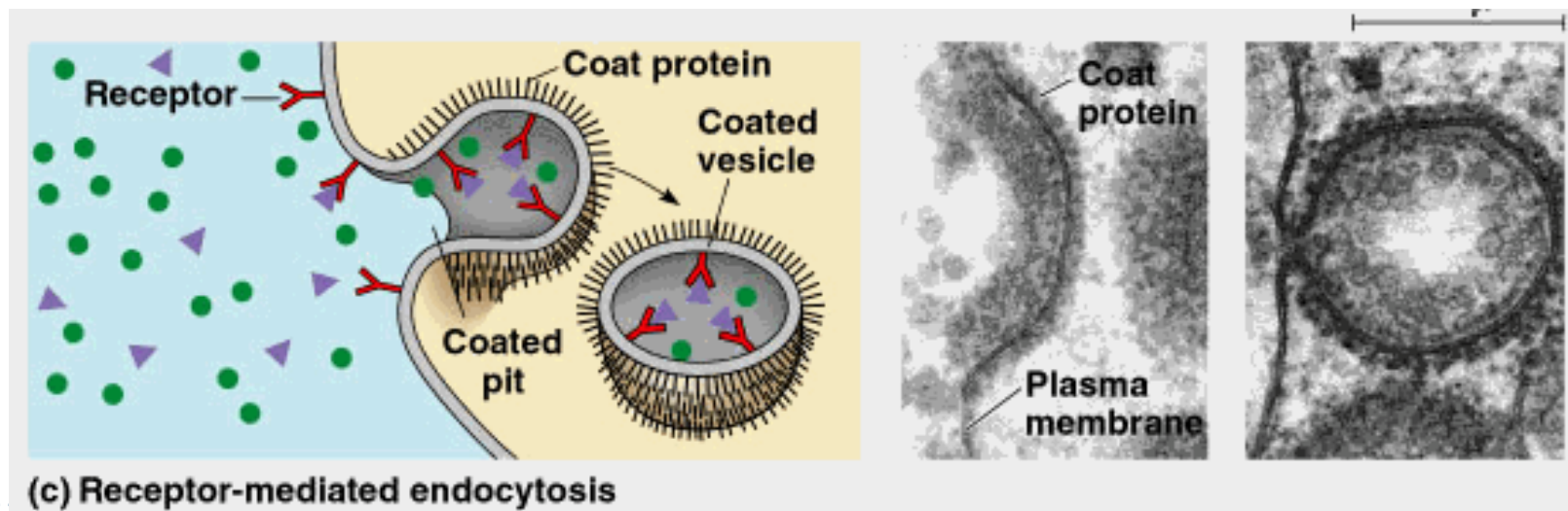
- เช่น การนำสารเข้าสู่เซลล์เยื่อผนังหลอดเลือด



การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยสารตัวรับที่เยื่อหุ้มเซลล์

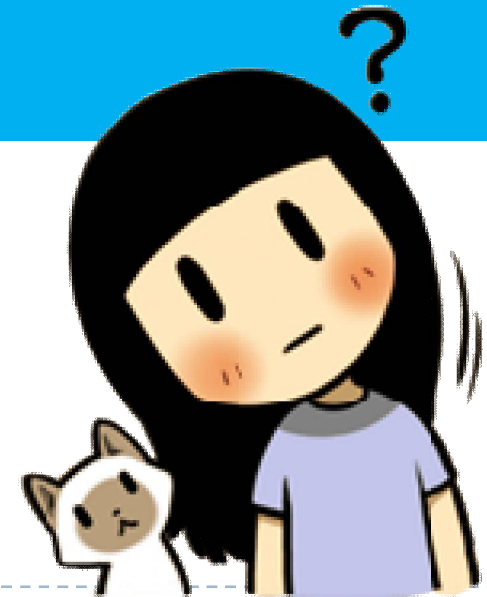
- เอนโดไซโทซิสที่มีวิธีการคล้ายคลึงกับพินोไซโทซิส แต่สารที่จะลำเลียงจะต้องมาจับกับ “สารตัวรับ” (Receptor) ที่เยื่อหุ้มเซลล์เสียก่อนที่จะนึกขาดเป็นเวสิเคิล

- เช่น การนำโคเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ตับ

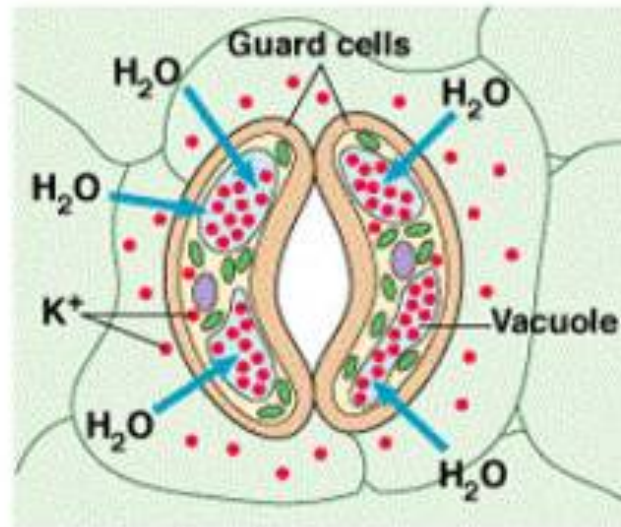


การรักษาคุณภาพของพืช

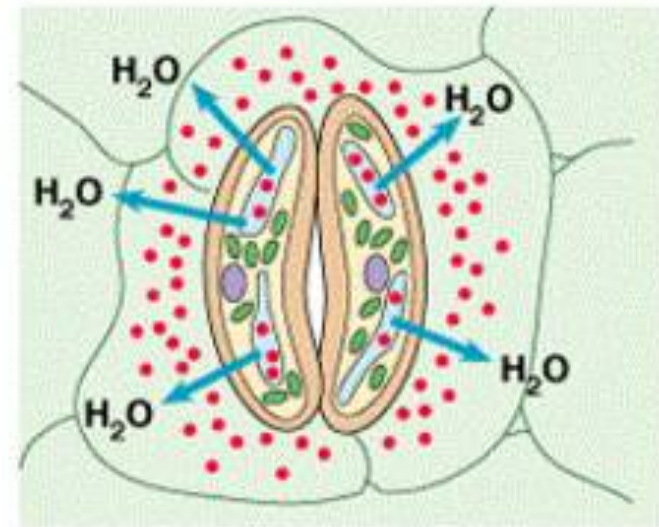
- พืชมีการคายน้ำผ่านทางรูปากใบ
- การคายน้ำทำให้พืชมีการสูญเสียน้ำ
- พืชจึงต้องมีวิธีการดูดน้ำจากภายนอกเข้าสู่รากเพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียไป
- วิธีการรักษาสมดุลของน้ำในพืช



การรักษาดุลยภาพของน้ำในพืช



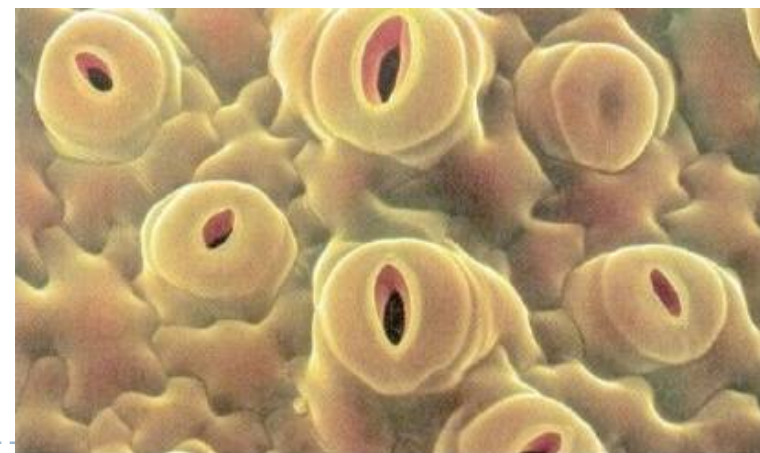
ปากใบเปิด (stomata open)



ปากใบปิด (stomata close)



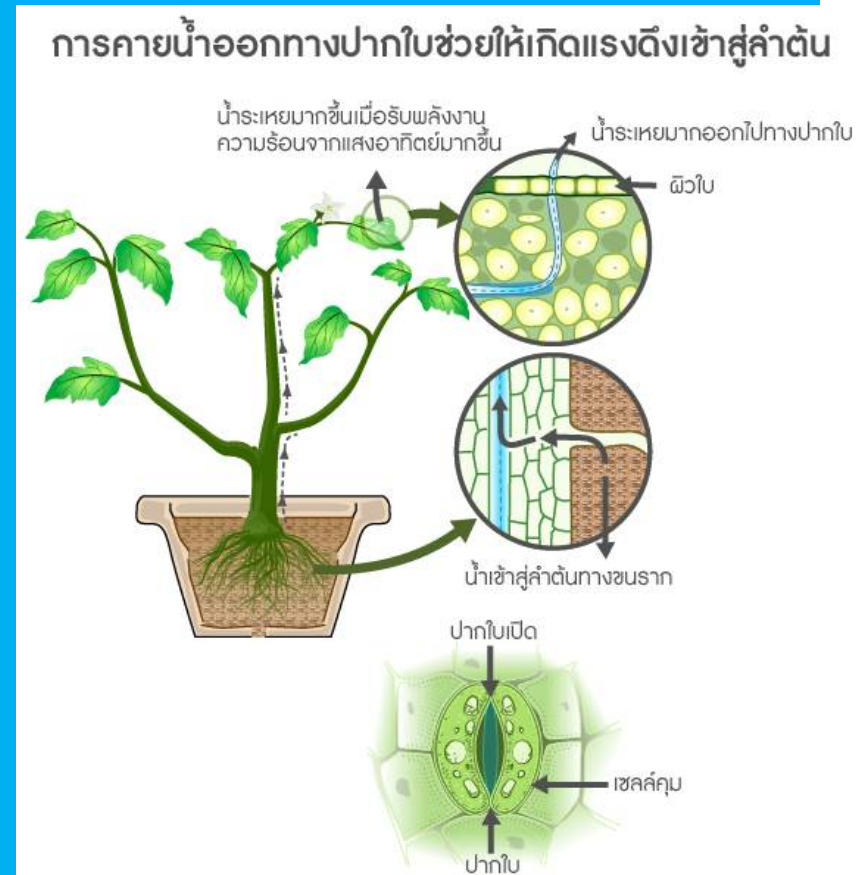
ใบพืช



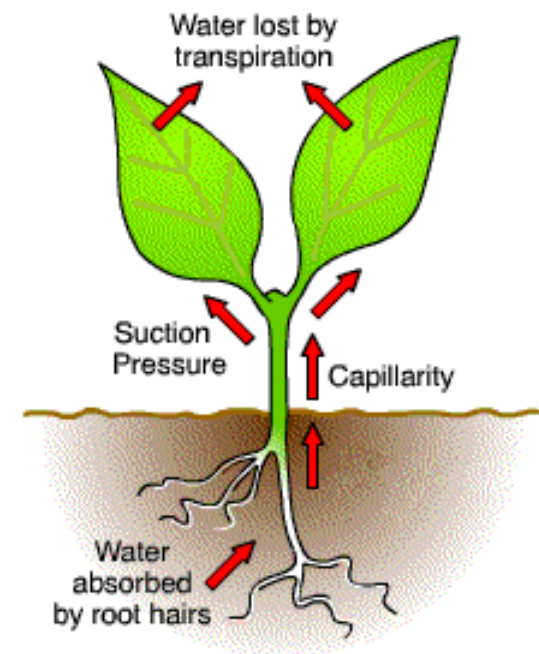
รูป ปากใบถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ความสัมพันธ์ระหว่างการคายน้ำกับการลำเลียงน้ำ

► เมื่อพืชคายน้ำออกทางปากใบจะทำให้เกิดแรงดึงระหว่างโมเลกุลของน้ำในเซลล์ที่อยู่ติดกับปากใบกับโมเลกุลของน้ำในเซลล์ถัดไป และเกิดต่อเนื่องเช่นนี้จนถึงเซลล์บริเวณรากที่จะดึงน้ำจากดินหรือจากแหล่งน้ำเข้าสู่พืช



- ▶ การเปิด – ปิดปากใบ ขึ้นอยู่กับปัจจัย
 - ความเข้มของแสงและความชื้น
- โดยทั่วไปเมื่ออัตราการคายน้ำเร็วกว่าการดูดน้ำเข้าสู่เซลล์พืช ปากใบจะแคบหรือปิดลงเพื่อรักษาปริมาณน้ำในพืชเอาไว้
- ▶ การควบคุมอัตราการคายน้ำโดยการปิด – เปิดปากใบเป็น
การช่วยรักษาดุลยภาพของน้ำ



การควบคุมอัตราการคายน้ำ

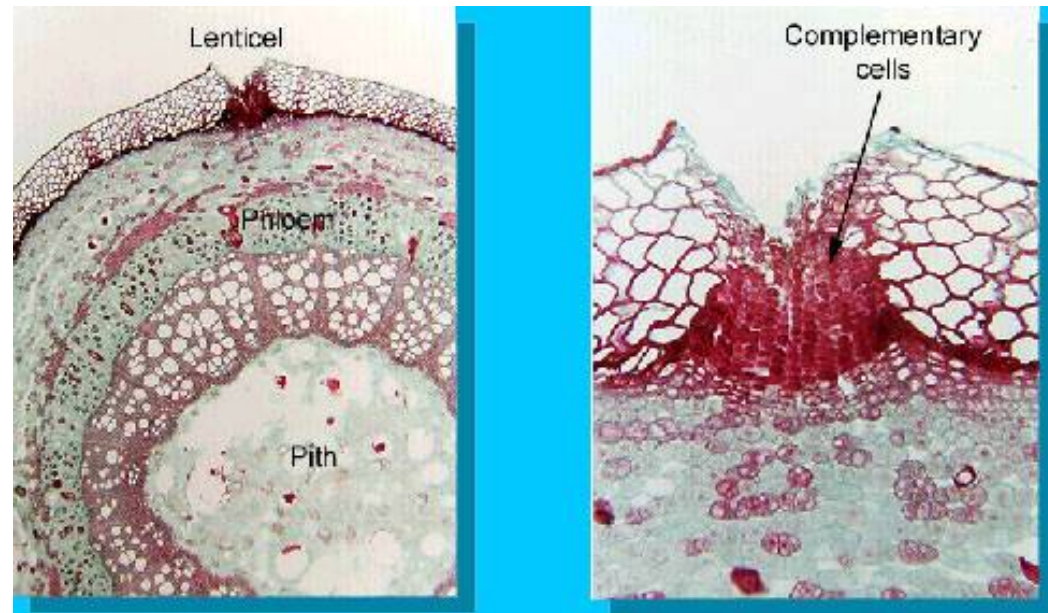
☞ ในวันที่มีความชื้นในอากาศต่ำ พืชสูญเสียน้ำไปโดยการคายน้ำ (transpiration) ส่วนบรรยากาศในรูปของไอน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ และทางผิวใบเพียงเล็กน้อย เพราะมีสารคิวทินเคลือบอยู่เป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำ

☞ ในวันที่มีความชื้นในอากาศสูง น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำสู่บรรยากาศได้น้อยลง ทำให้การคายน้ำลดลง แต่แรงดันน้ำในต้นพืชยังสูงอยู่ จึงสามารถพบหยดน้ำที่บริเวณกลุ่มรูเปิดที่ผิวใบมักพบอยู่ใกล้ปลายใบหรือขอบใบตรงตำแหน่งของปลายท่อลำเลียง การคายน้ำในลักษณะนี้เรียกว่า กัตเตชัน (guttation) ทำให้พืชสามารถดูดน้ำทางรากเข้าไปใช้ได้

Guttation



พืชนอกจากจะสูญเสียน้ำโดยการระเหยเป็นไอออกมาทางปากใบ
แล้วพืชยังสามารถสูญเสียน้ำเป็นไอน้ำออกมาทางเลนทิเซล (lenticle)
ซึ่งเป็นรอยแตกที่ผิวของลำต้นได้อีกด้วย



การปรับตัวของพืชให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำในแหล่งที่อยู่

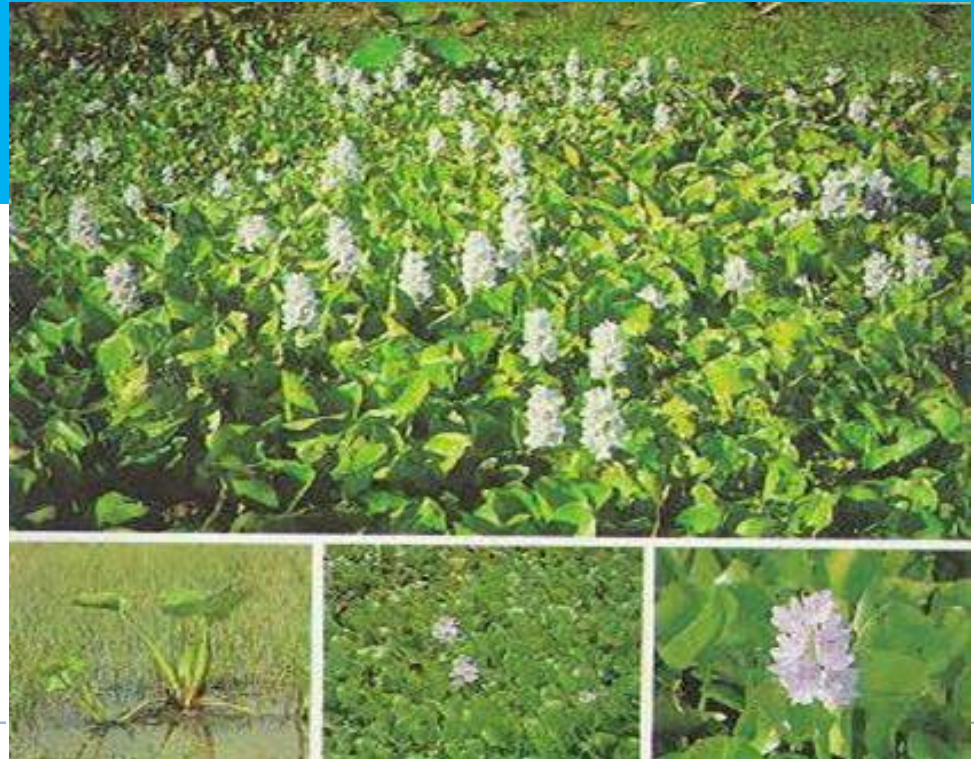
แบ่งชนิดพืชออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1. Xerophyte เป็นพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้ง เช่น ทะเลทราย โดย

- รากหยั่งลึก มีขนรากมาก
- ปากใบอยู่ระดับลึกต่ำกว่าชั้นผิวใบ (Sunken Stoma) เปิดปากใบตอนกลางคืน
- ลำต้นอวบน้ำ แตกกิ่งก้านมาก



2. **Hydrophyte** เป็นพืชที่เจริญอยู่ในแหล่งน้ำมาก โดย
- รากไม่หยั่งลึก มีขนรากหรือไม่มีก็ได้
 - ลำต้นกลวง มีช่องอากาศมาก ไม่มีเนื้อไม้ ใบขนาดใหญ่
 - ปากใบอยู่ระดับสูงกว่าผิวใบ (Raised stoma)



3. **Mesophyte** เป็นพืชที่เจริญอยู่บนบกทั่ว ๆ ไป โดย
- รากยังลึก มีขนรากมาก ลำต้นมีเนื้อแข็ง
 - ปากใบอยู่ระดับเดียวกันกับผิวใบ (Typical stoma)



4. **Halophyte** เป็นพืชที่เจริญอยู่บริเวณที่มีดินเค็ม เช่น ป่าชายเลน
- การมีรากหายใจโดยโผล่ขึ้นมาเหนือดิน



การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

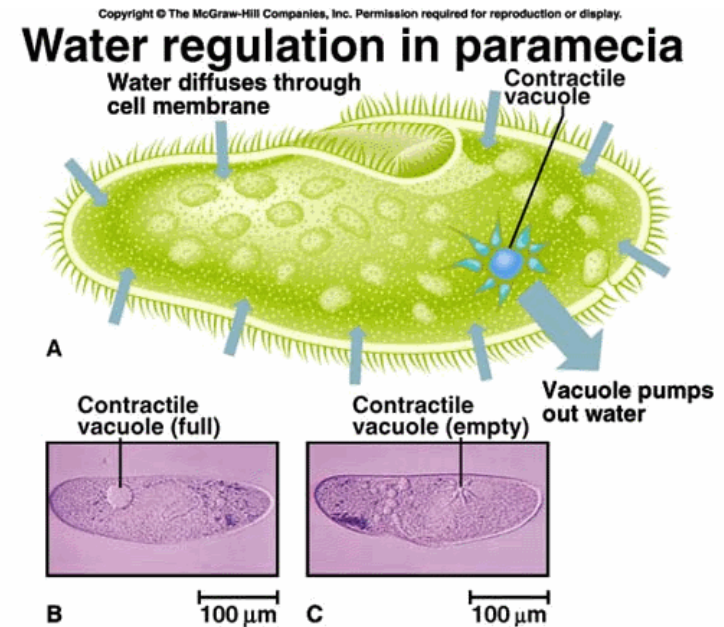
1. การรักษาสมดุลของของเหลวในร่างกาย (Regulation of body fluid)

- สมดุลเกลือและน้ำ
- สมดุลกรด ด่างในเลือดและของเหลวนอกเซลล์
- สมดุลของสารละลายในเลือดและของเหลวในร่างกาย

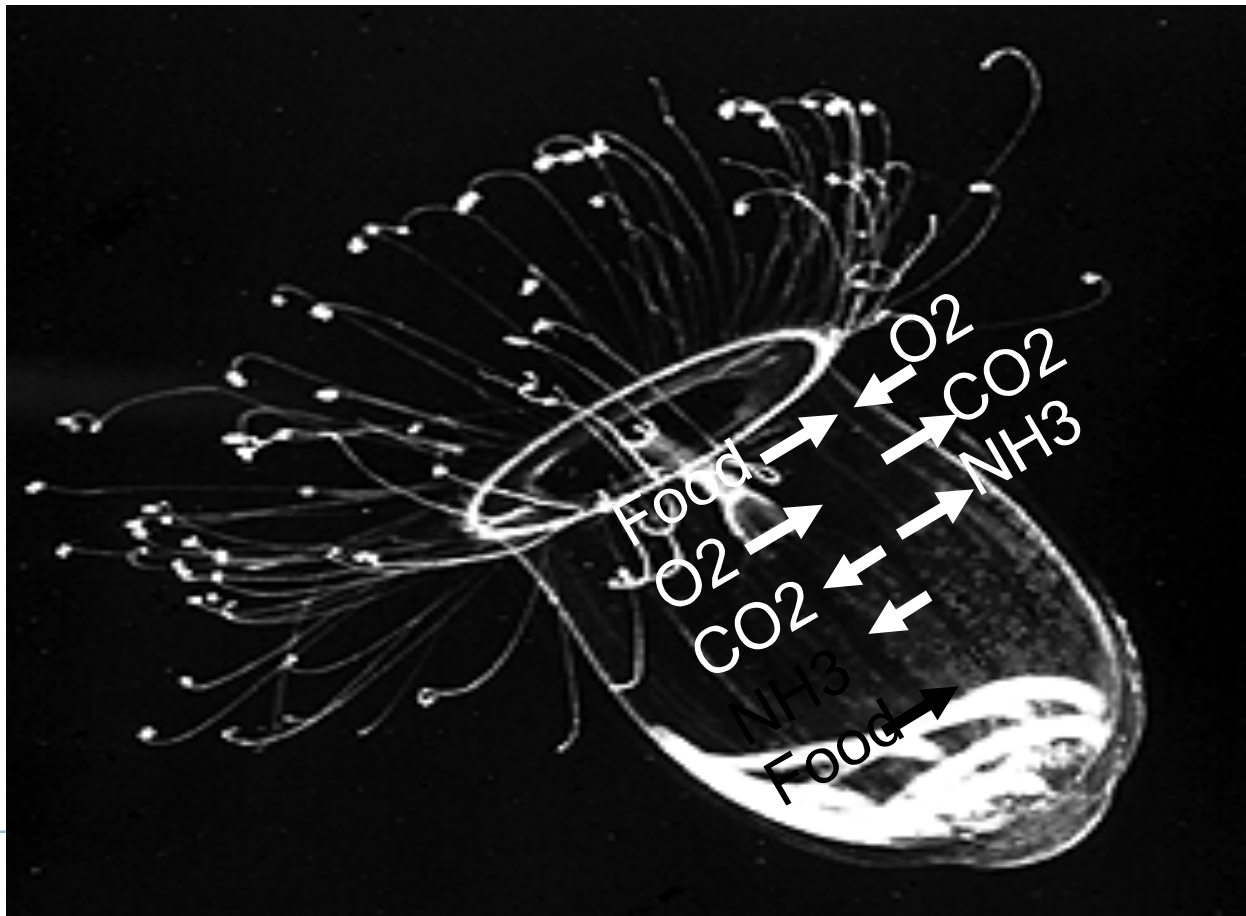
2. การรักษาอุณหภูมิของร่างกาย (Thermoregulation)

อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

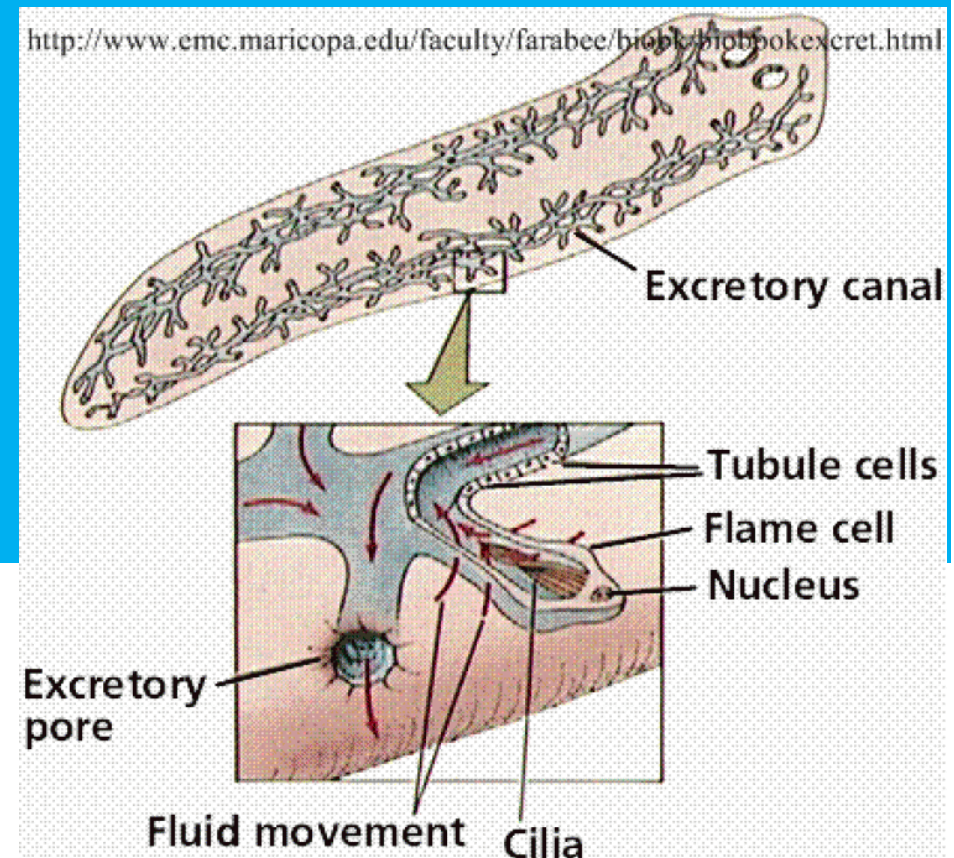
Contractile Vacuole พบในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม ทำหน้าที่ขับน้ำที่มากเกินไปออกจากเซลล์ เพื่อรักษาปริมาณน้ำภายในเซลล์ให้พอเหมาะ



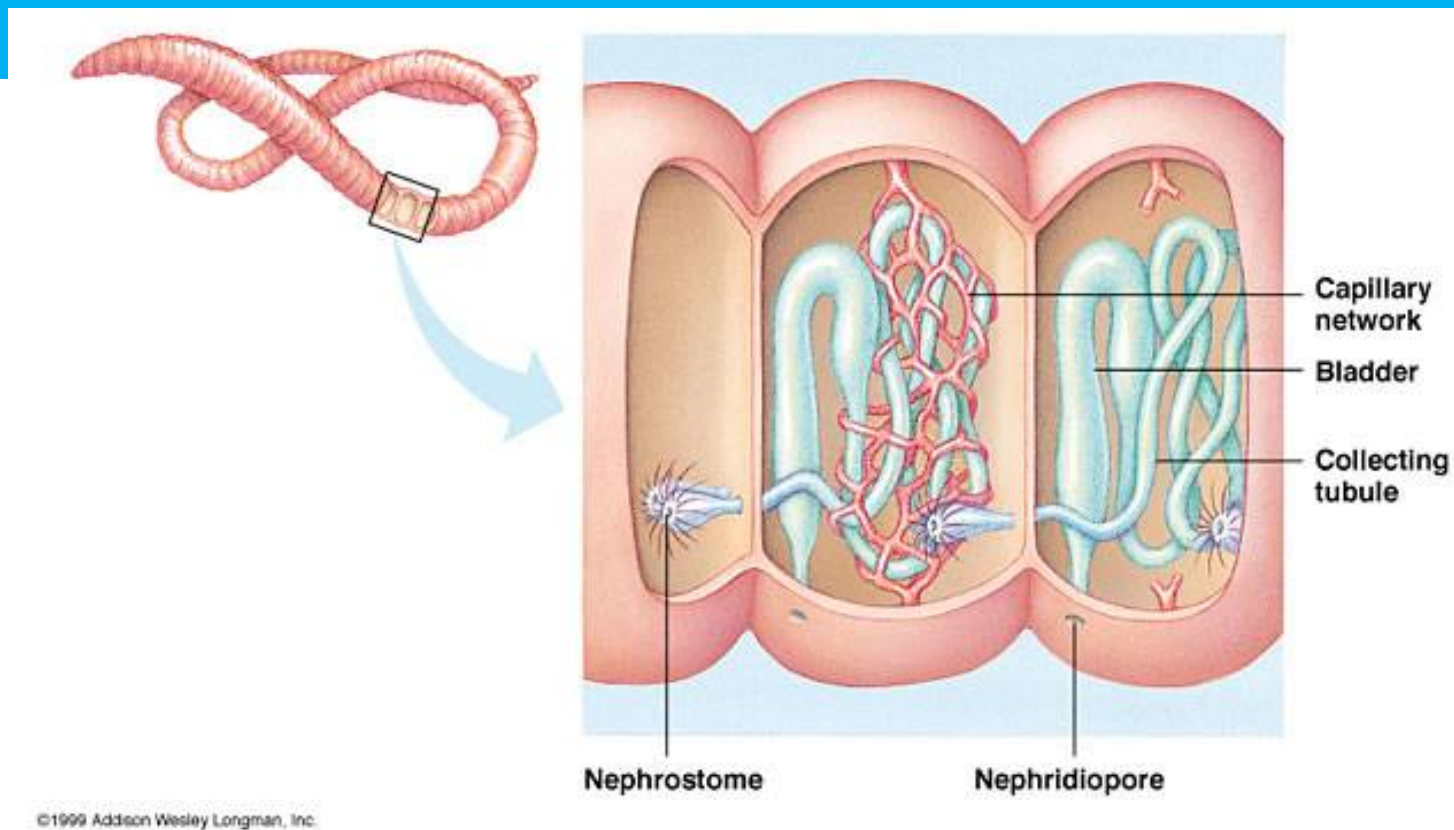
Cell membrane พบในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น ฟองน้ำและกลุ่มไฮดรา ไม่มี
อวัยวะในการขับถ่ายของเสีย แต่ละเซลล์สัมผัสกับน้ำโดยตรง ใช้วิธีการกำจัด
ของเสียด้วยการแพร่ (Diffusion) ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane)



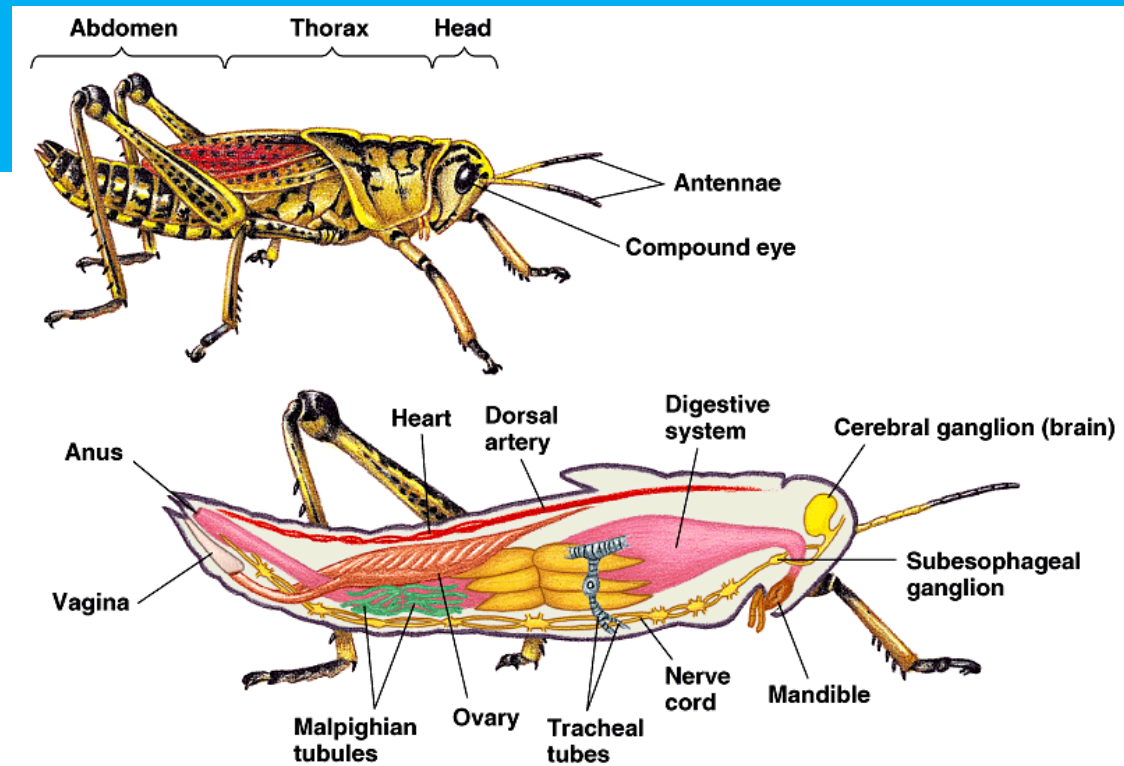
Flame cell พบในสิ่งมีชีวิต เช่น พลาเนเรีย ประกอบด้วย ท่อตามยาวกระจายอยู่ข้างตลอดตามความยาวของลำตัว ที่ปลายท่อมีเฟลมเซลล์ (Flame cell) ซิเลียจะโบกพัดน้ำและของเสียจากเฟลมเซลล์ให้ไหลออกมาตามท่อออกภายนอกทางช่องขับถ่ายที่ผนังลำตัว



Nephridium พบในสิ่งมีชีวิต เช่น ไส้เดือนดิน ปล้องละ1 คู่เนื่องจากมี
โครงสร้างร่างกายที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น หลักการทำงานคล้ายไต



Malpighian tubule พบในสิ่งมีชีวิต เช่น แมลงมีลักษณะคล้ายถุงยื่นออกมาจากทางเดินอาหารตรงบริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนท้ายของเสีย น้ำ และสารต่างๆจะถูกลำเลียงเข้าสู่ท่อมัดพิเกียน ผ่านไปตามทางเดินอาหารส่วน ของเสียพวกสารประกอบไนโตรเจนเปลี่ยนเป็นผลึกกรดยูริกเพื่อขับออกจากร่างกายพร้อมกับกากอาหาร

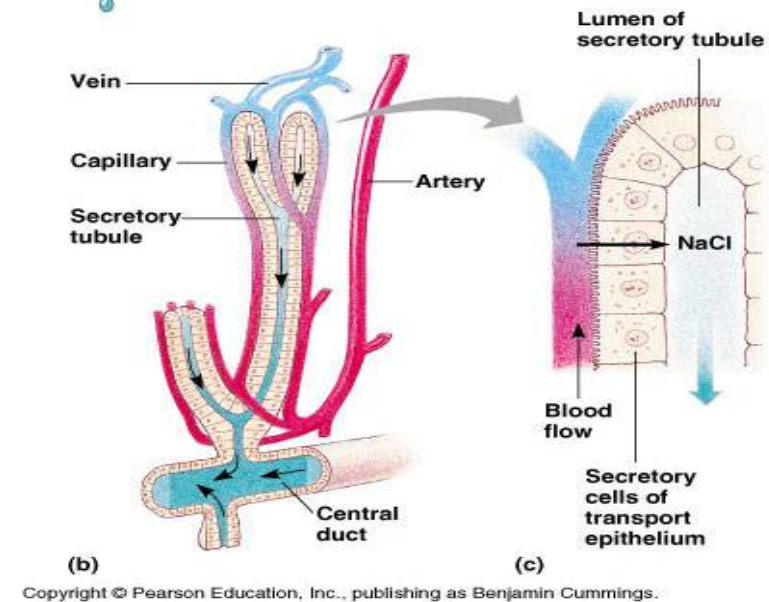
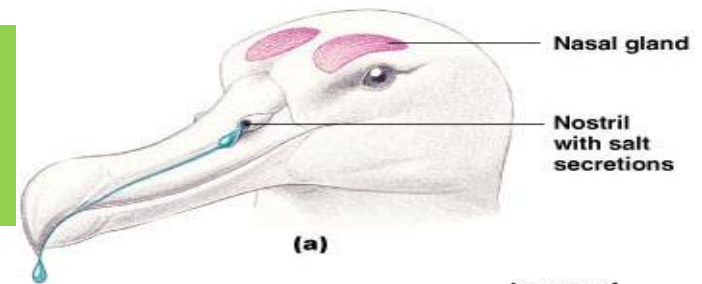


Salt gland เช่น นกทะเล เต่าทะเล ทำหน้าที่ขับแร่ธาตุส่วนเกินออกทาง *Nasal gland*

Salt gland ในนกทะเลอยู่เหนือตาทั้ง 2 ข้าง และมีท่อไปเปิดออกที่โพรงจมูก



Salt gland ในเต่าทะเลจะอยู่บริเวณหลังตา ทำหน้าที่ขับเกลือแร่ส่วนเกินออกจากร่างกาย ในรูปของน้ำตา



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

การรักษาสมดุลของเหลวในร่างกายของปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็ม

Hypertonic น้ำภายนอกเข้มข้นมากกว่า
ของเหลวในปลา



Hypotonic น้ำภายนอกเข้มข้นน้อยกว่า
ของเหลวในปลา



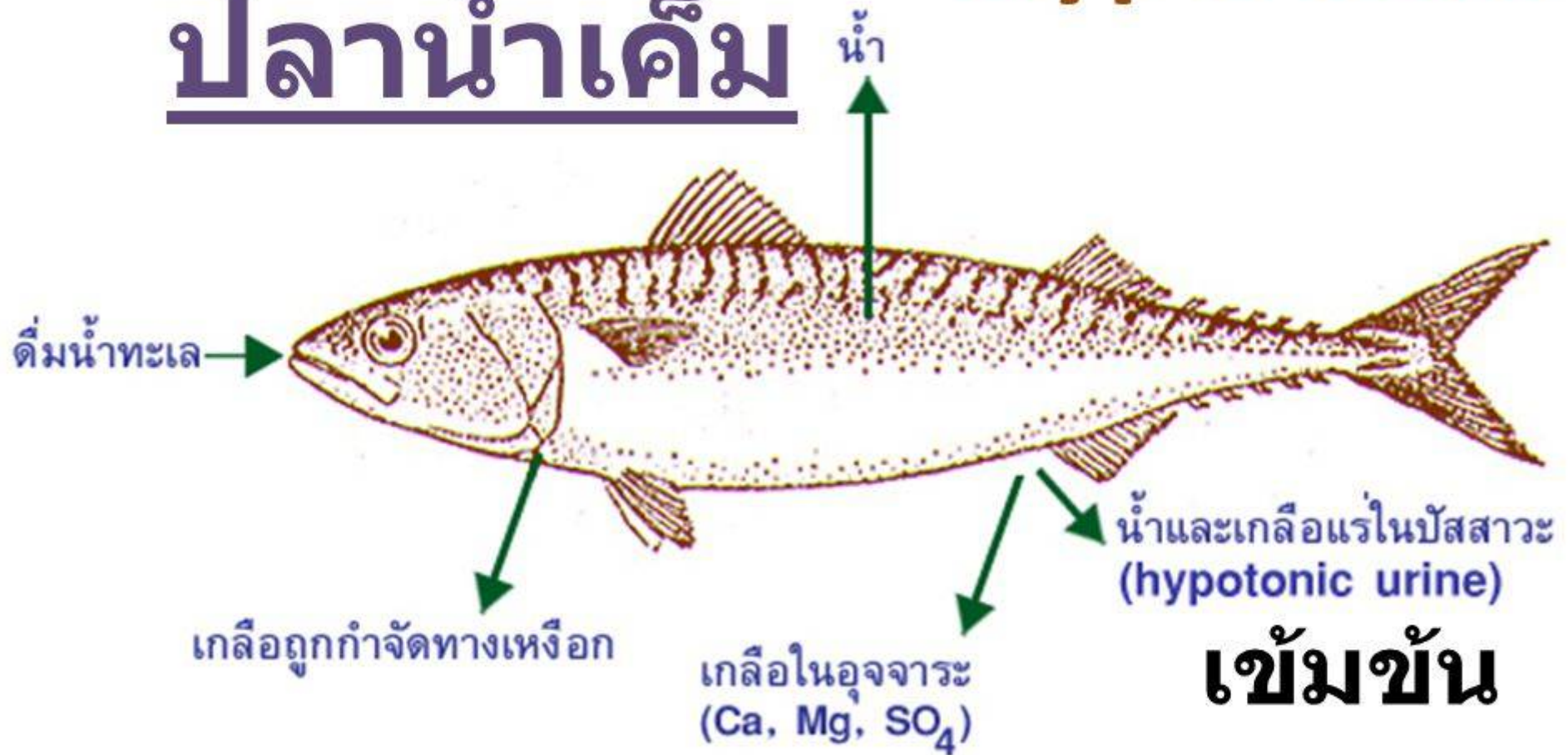
การปรับตัว

ดื่มน้ำมาก เหงื่อออกกำจัดแร่ธาตุส่วนเกินออก
ทางปัสสาวะน้อย เข้มข้น

ดื่มน้ำน้อย เหงื่อออกดูดเกลือแร่มาก
ปัสสาวะบ่อย เจือจาง

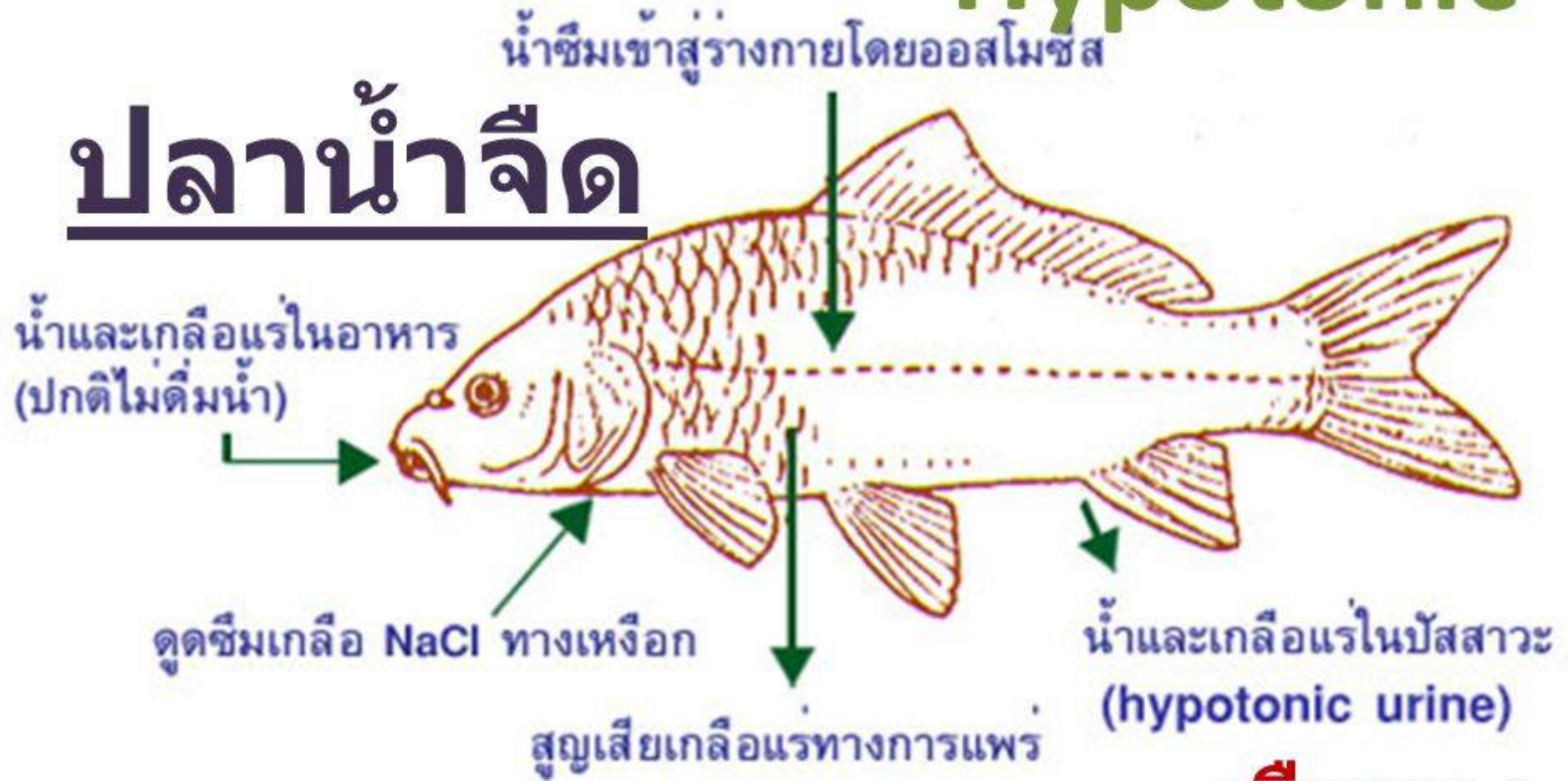
ปลาน้ำเค็ม

Hypertonic



Hypotonic

ปลาน้ำจืด



เจือจาง