Concept 9-2

1. พลังงานที่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตนำมาใช้ได้มีเพียงรูปเดียว คือ พลังงานเคมี
2. พลังงานเคมีอาจเปลี่ยนมาจากพลังงานรูปอื่น และเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้
3. จำแนกปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ พลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาดูดพลังงาน (endergonic reaction)	ปฏิกิริยาคายพลังงาน (energonic reaction)
• ปฏิกิริยาเคมีที่มีการนำเอาพลังงานเข้าไปใช้ในการสลายพันธะมากกว่าคายพลังงานที่ใช้ในการสร้างพันธะใหม่ • การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า • การสังเคราะห์ด้วยแสง	• ปฏิกิริยาเคมีที่มีการดูดพลังงานเพื่อสลายพันธะน้อยกว่าพลังงานที่คายออกมา • การรวมตัวระหว่างก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซออกซิเจนในการเกิดน้ำ • ปฏิกิริยาการหายใจในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต • ปฏิกิริยาการเผาไหม้

1. ปฏิกิริยารีดอกซ์ เกิดขึ้นใน
   1.1. ขบวนการหายใจภายในเซลล์ (cellular respiration)
   1.2. ขบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis)
2. การเคลื่อนย้าย e^- จากสารที่มีเสถียรภาพต่ำ ไปยังสารที่มีเสถียรภาพสูงขึ้น จะมีการคายพลังงานออกมา $\Rightarrow$ การหายใจ, การสลายสารอาหาร
3. การเคลื่อนย้าย e^- จากสารที่มีเสถียรภาพสูงกว่า ไปยังสารที่มีเสถียรภาพต่ำลง จะมีการดูดพลังงานเข้าไป $\Rightarrow$ การสังเคราะห์ด้วยแสง
4. การหายใจ เป็นขบวนการออกซิเดชันของสารอาหารให้กลายเป็น CO_2 และ H_2O
5. พลังงานที่ได้จากการหายใจบางส่วนจะถูกเก็บไว้ในรูปของอินทรียสารที่มีพลังงานสูง และเป็นสารซึ่งพร้อมที่จะแตกตัวเพื่อปล่อยพลังงานออกมาเมื่อเซลล์ต้องการ $\Rightarrow$ สารชนิดที่สำคัญมากที่สุดดังกล่าว คือ ATP
6. ATP $\Rightarrow$ adenosine triphosphate
   6.1. พบในเซลล์ทุกชนิด
   6.2. ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไว้
   6.3. เป็นสารจำพวก nucleotide
   6.4. โครงสร้าง $\Rightarrow$ H-PiH~PiH~PiH-O-CH_2-ribose(4C)-adenine(5C)
   6.5. adenine เป็น เบสอินทรีย์ , ribose เป็นน้ำตาล , Pi คือ หมู่ ฟอสเฟต
   6.6. adenine + ribose = adenosine
   6.7. พันธะระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับหมู่ฟอสเฟตเป็น anhydride linkage

6.7.1. เมื่อ anhydride linkage ถูกไฮโดรไลซิส จะปล่อยพลังงานออกมามากถึง 7.3 kcal/mol

6.7.2. จึงถือว่าเป็นพันธะพลังงานสูง (energy rich bond)

6.8. พันธะระหว่างฟอสเฟตกับน้ำตาลไรโบสเป็น ester linkage

6.8.1. ในกรณีที่ ester linkage ถูก hydrolysis จะมีพลังงานปลดปล่อยออกมาเพียง 4.3 กิโลแคลอรีเท่านั้น จึงไม่จัดว่าเป็นพันธะพลังงานสูง

6.9. ATP + น้ำ —enzyme⟶ ADP (adenosine diphosphate) + Pi + พลังงาน 7.3 kcal/mol

P~P~P-adenosine + น้ำ —enzyme⟶ P~P-adenosine + Pi + พลังงาน 7.3 kcal/mol

6.10. ADP + น้ำ ⟶ AMP (adenosine monophosphate) + Pi + พลังงาน 7.3 kcal/mol

P~P-adenosine + น้ำ ⟶ P-adenosine + Pi + พลังงาน 7.3 kcal/mol

6.11. การที่ ADP จะสูญเสียฟอสเฟตไป 1 หมู่ จนกลายเป็น AMP นั้นน้อยมาก

- ส่วนใหญ่จึงมักมีการสลายของ ATP ไปเป็น ADP และ ADP ก็สามารถจับกับหมู่ฟอสเฟตในเซลล์ทำให้ได้ ATP อีก วนเวียนกันเป็นวัฏจักร
- ADP จะจับกับ Pi อีก ถ้าได้รับพลังงานอย่างเพียงพอ อย่างน้อยต้องไม่น้อยกว่า 7.3 kcal/mol

6.12. ปริมาณในเซลล์ ATP > ADP > AMP

7. หมู่ Pi ที่หลุดออกมาจาก ATP เมื่อรวมกับ กลูโคส, ฟรักโทส ก็จะทำให้กลูโคส, ฟรักโทส มีพลังงานสูงขึ้นกว่าเดิม และพร้อมที่จะทำปฏิกิริยาเคมีได้ง่าย

8. phosphorylation ⟹ การที่สารรวมกับหมู่ฟอสเฟต

8.1. substrate phosphorylation ⟹ ถ่ายทอดหมู่ฟอสเฟตจากสารที่มีพันธะเคมีพลังงานสูงกว่ามาให้ ADP โดยตรง

8.2. photophosphorylation ⟹ ใช้พลังงานแสงที่ได้รับมา ทำให้เกิดการรวมตัวของ ADP กับ ฟอสเฟต (จากที่อื่น) ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอด e^- ของปฏิกิริยาใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

8.3. oxidative phosphorylation ⟹ การรวมตัวของ ADP กับ ฟอสเฟต (จากที่อื่น) ในขณะที่มีการถ่ายทอด e^- ไปให้ O_2 ในกระบวนการหายใจ

9. พันธะที่ให้พลังงานสูง (high enery bond) แบ่งออกเป็น

9.1. pyrophosphate bond (P~P) ⟹ ATP

9.2. carboxyl phosphate bond (-COO~P) ⟹ 1,3-diphosphoglyceric acid , 1,3-diPGA

9.3. aminephosphate bond (-C-NH~P) ⟹ PhosPhocreatine

9.4. enolphosphate bond (CH_2=C(COOH)O~P) ⟹ Phosphoenolpyruvate (PEP)

9.5. thioester bond (-CO~S) ⟹ acetly Co A

10. สารที่ให้พลังงานสูงนับว่าเป็นสารที่มีความ สำคัญอย่างมากต่อขบวนการเมแทบอ ลิซึม ทั้งนี้เนื่อง

จากสารเหล่านี้สามารถถ่ายทอดหมู่ฟอสเฟตไปยังสารอื่น ๆ ได้

11. สารจำพวกกลูโคส หรือ ฟรุกโตสในสภาพที่เป็นน้ำตาลอิสระมักไม่ค่อยทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น ๆ แต่ถ้าอยู่ในรูปของ phosphorylated form เช่น glucose phosphate หรือ fructose phosphate แล้ว จะสามารถทำปฏิกิริยาได้ง่าย ทั้งนี้เพราะสารที่อยู่ในรูป phosphorylated form จะสามารถทำปฏิกิริยาได้ง่าย เพราะมีพลังงานสูงกว่าสารชนิดเดียวกันเมื่ออยู่แบบอิสระ