สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

การสอนเสริมครั้งที่ 3
หน่วยที่ 11 - 15

เอกสารโสตทัศน์ชุดวิชา

50101

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

Integrated Basic Sciences

สงวนลิขสิทธิ์

เอกสารโสตทัศน์ชุดวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน การสอนเสริมครั้งที่ 3
จัดทำขึ้นเพื่อเป็นบริการแก่นักศึกษาในการสอนเสริม

จัดทำต้นฉบับ : คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา

บรรณาธิการ/ออกแบบ : หน่วยผลิตสื่อสอนเสริม ศูนย์โสตทัศนศึกษา
สำนักเทคโนโลยีการศึกษา

จัดพิมพ์ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พิมพ์ครั้งที่ 1 ภาค 1/2557 ปรับปรุง

แบบประเมินผลตนเองของนักศึกษาก่อนรับการสอนเสริม
ครั้งที่ 3

ชุดวิชา 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

คำชี้แจง เขียนวงกลมรอบอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เฮเทอโรอะตอมใดที่เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ แต่ไม่เกิดพันธะสาม
   ก. F
   ข. Cl
   ค. Br
   ง. O
   จ. N

2. ข้อใดจัดเป็นสารอะโรมาติก
   ก.
   ข.
   ค.
   ง.
   จ.

3. ออร์แกเนลล์ใดที่พบทั้งในเซลล์ยูคาริโอตและเซลล์โปรคาริโอต
   ก. เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม
   ข. กอลไจคอมเพล็กซ์
   ค. ไมโทคอนเดรีย
   ง. ไรโบโซม
   จ. ไลโซโซม

4. การเกิดเนื้อตายของเนื้อเยื่อไขมันที่เกิดจากเอนไซม์ย่อยไขมันพบในโรคใด
    ก. วัณโรค
    ข. โรคซิฟิลิส
    ค. บาดทะยัก
    ง. หัวใจขาดเลือด
    จ. โรคตับอ่อนอักเสบ

5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการจับคู่ของเบสในดีเอ็นเอ (DNA)
    ก. อะดีนีนกับยูราซิล
    ข. อะดีนีนกับไทมีน
    ค. อะดีนีนกับกวานีน
    ง. ไซโตซีนกับยูราซิล
    จ. ไซโตซีนกับไทมีน

6. สารชีวโมเลกุลใดที่มักใช้เป็นเครื่องหมายของเซลล์
    ก. คาร์โบไฮเดรต
    ข. โปรตีน
    ค. ลิพิด
    ง. กรดนิวคลีอิก
    จ. กลีเซอรอล

7. วัฏจักรเครบส์ เป็นกระบวนการใดในร่างกาย
    ก. กระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต
    ข. กระบวนการสลายคาร์โบไฮเดรต
    ค. กระบวนการสร้างโปรตีน
    ง. กระบวนการสลายโปรตีน
    จ. กระบวนการสร้างลิพิด

8. โรคเก้าท์เกิดจากการได้รับอาหารที่มีสารใดสูง
    ก. อะดีนีนและยูราซิล
    ข. อะดีนีนและไทมีน
    ค. อะดีนีนและกวานีน
    ง. ไซโตซีนและยูราซิล
    จ. ไซโตซีนและไทมีน

9. ข้อใดจัดเป็น “ขั้นตอนปลายน้ำ” ของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในกระบวนการผลิต

ก. การเร่งทางชีวภาพ

ข. การใช้พันธุวิศวกรรม

ค. การแยกผลผลิตให้บริสุทธิ์

ง. การเติมและกระจายแก๊ส

จ. การควบคุมสภาวะที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

10. เทคนิคทรานฟอร์เมชัน เป็นการใช้หลักการทางพันธุวิศวกรรมในขั้นตอนใด

ก. การสร้างดีเอ็นเอลูกผสม

ข. การเร่งทางชีวภาพ

ค. การสังเคราะห์ดีเอ็นเอโดยวิธีทางเคมี

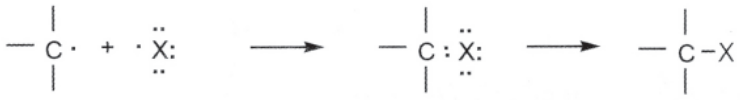
ง. การนำดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน

จ. การเลือกเฟ้นหาเซลล์เจ้าบ้าน

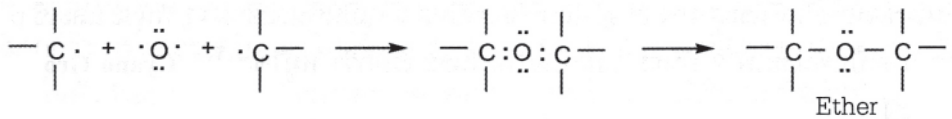
โสตทัศน์ # 11.1 เฮเทโรอะตอม

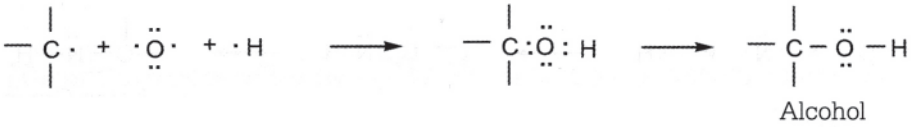
เฮเทโรอะตอม หมายถึง อะตอมนอกเหนือจากไฮโดรเจนและคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในสารนัน–ไฮโดรคาร์บอน เฮเทโรอะตอมที่สำคัญ ได้แก่

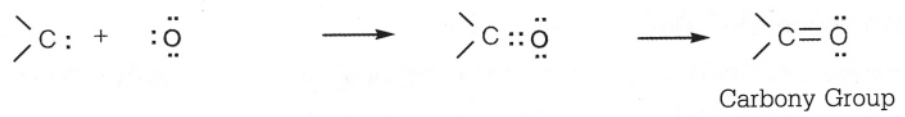
● **ฮาโลเจน** ได้แก่ ฟลูออรีน (F) คลอรีน (Cl) โบรมีน (Br) และไอโอดีน (I) ซึ่งมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 7 ตัว อิเล็กตรอนที่เข้าคู่กันมีได้ 3 คู่ และเหลือ 1 ตัวที่ไม่มีคู่ จึงสร้างพันธะโคเวเลนต์กับคาร์บอนด้วยพันธะซิกมาโดยเกิดเป็นพันธะเดี่ยวเท่านั้น



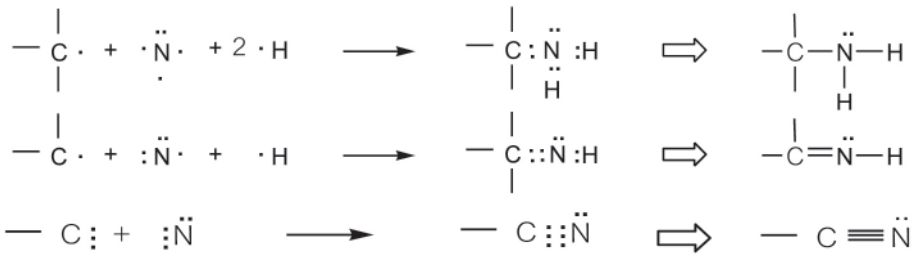
● **ออกซิเจน** มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 6 ตัว มีอิเล็กตรอนที่เข้าคู่กัน 2 คู่ และเหลืออิเล็กตรอนเดี่ยว 2 ตัว จึงสร้างพันธะโคเวเลนต์ได้ 2 พันธะ พันธะที่เกิดขึ้นอาจเป็นได้ทั้งพันธะเดี่ยว 2 พันธะ หรือเป็นพันธะคู่ 1 พันธะ







● ไนโตรเจน มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว มีอิเล็กตรอนที่เข้าคู่กัน 1 คู่ และมีอิเล็กตรอนเดี่ยว 3 ตัว จึงสร้างพันธะโคเวเลนต์ได้ 3 พันธะ พันธะที่เกิดขึ้นอาจเป็นพันธะเดี่ยว 3 พันธะ หรือเป็นพันธะคู่ 1 พันธะ และพันธะเดี่ยว 1 พันธะ หรือเป็นพันธะสาม 1 พันธะ



<u>สรุป</u>

- เฮเทโรอะตอมที่เกิดได้เฉพาะพันธะเดี่ยว คือ ฮาโลเจน ซึ่งได้แก่ F, Cl, Br และ I
- เฮเทโรอะตอมที่เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว และพันธะคู่ แต่ไม่เกิดพันธะสาม คือ ออกซิเจน O
- เฮเทโรอะตอมที่เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม คือ ไนโตรเจน N

โสตทัศน์ # 11.2 สมบัติของสารประกอบนัน–ไฮโดรคาร์บอน

จุดเดือดและจุดหลอมเหลว

สารที่มีขั้วจะมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรงกว่าสารที่ไม่มีขั้ว จุดเดือดและจุดหลอมเหลว จึงมีค่าสูงกว่าสารที่มีขั้วต่ำกว่า สารที่มีพันธะไฮโดรเจนยิ่งมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสูงขึ้นอีก จุดเดือดและจุดหลอมเหลวจึงสูงขึ้นตามไปด้วย

$CH_3CH_2CH_3$ < CH_3OCH_3 < CH_3CH_2OH

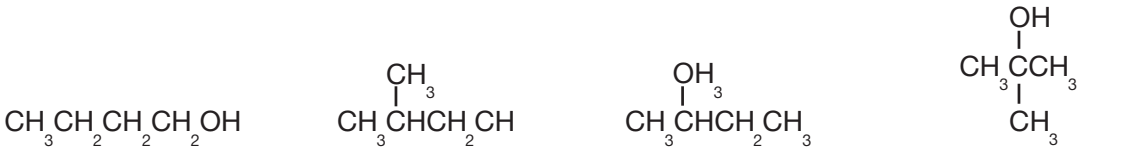
propane (–42.1 °C) methyl ether (–25 °C) ethanol (78.5 °C)

สภาพการละลาย

สารที่ไม่มีขั้วละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เพราะมีแรงดึงดูดแบบวันเดอร์วาลส์ สารที่มีขั้วจะละลายด้วยกันได้ดีเพราะมีแรงดึงดูดแบบไดโพล–ไดโพลหรือมีพันธะไฮโดรเจน ในขณะที่สารที่มีแรงดึงดูดต่างกันจะไม่ละลายด้วยกัน สารที่เกิดพันธะไฮโดรเจนด้วยกันได้จะละลายด้วยกันได้ดีด้วย

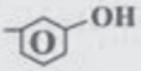
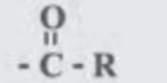
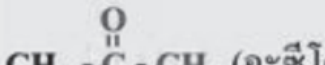
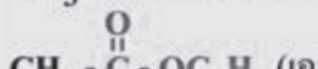
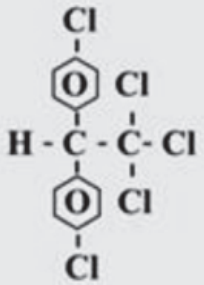
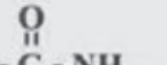
สารที่มีหมู่ฟังก์ชันชนิดเดียวกันโมเลกุลของสารโซ่ตรงมักละลายได้น้อยกว่าสารที่มีกิ่งสาขา

การละลายในน้ำ :



n–butyl alcohol < isobutyl alcohol < *sec*–butyl alcohol < *tert*–butyl alcohol

โสตทัศน์ # 11.3 ประเภทของสารประกอบนัน–ไฮโดรคาร์บอน

ประเภท	หมู่ฟังก์ชันนัล	ตัวอย่าง
แอลกอฮอล์	- OH	CH_3 - OH (เมทิลแอลกอฮอล์)
ฟีนอล		
อีเทอร์	- OR	CH_3 - O - CH_3 (ไดเมทิลอีเทอร์)
อัลดีไฮด์		(ฟอร์มาลดีไฮด์)
คีโตน		 (อะซีโตน)
กรดคาร์บอกซิลิก		CH_3 - COOH (กรดอะซีติก)
เอสเทอร์		
อัลคิลเฮไลด์	- F, Cl, Br, I	ฟรีออน
		 ดีดีที
อะมีน	- NH_2	CH_3 - NH_2 เมทิลอะมีน
เอไมด์		อะเซตาไมด์

ภาพประเภทของสารประกอบนัน–ไฮโดรคาร์บอน

โสตทัศน์ # 11.4 การเรียกชื่อสารประกอบนัน–ไฮโดรคาร์บอน

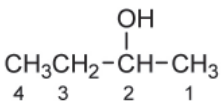
หลักการเรียกชื่อ

1. เลือกโซ่หลักที่มีจำนวนคาร์บอนมากที่สุดและโซ่หลักนั้นต้องมีหมู่ฟังก์ชันหลักอยู่ด้วย
2. นับตำแหน่งของคาร์บอนในโซ่หลักต้องให้คาร์บอนที่หมู่ที่เกาะกับโซ่หลักมีตัวเลขน้อยที่สุด และระบุตำแหน่งและชนิดของหมู่ฟังก์ชันโดยใช้คำลงท้ายของหมู่ฟังก์ชันหลักนั้นๆ

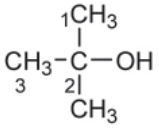
ชนิดของสาร หมู่ฟังก์ชัน การเรียกคำลงท้าย และคำนำหน้า

ชนิด	หมู่ฟังก์ชัน	คำลงท้าย	คำนำหน้า
กรดคาร์บอกซิลิก	–COOH	–oic acid	carboxy–
แอซิดแอนไฮไดรด์	–CO–O–CO–	–oic anhydride	–
เอสเทอร์	–CO–O–	alkyl –oate	carboalkoxy–
แอซิดเฮไลด์	–CO–X	–oyl halide	haloalkanoyl, haloformyl
เอไมด์	–CO–NH_2	–amide	amido–
ไนไตรล์	≡N	–nitrile	–
	–C≡N	–carbonitrile	cyano–
อัลดีไฮด์	–CO–H	–al	oxo– หรือ formyl
คีโตน	–CO–	–one	oxo–
แอลกอฮอล์	–OH	–ol	hydroxy–
อะมีน	–N<	–amine	amino
อีเทอร์	–O–	–ether	oxa–, –oxy–
อัลคีน	–C=C–	–ene	alkenyl–
อัลไคน์	–C≡C–	–yne	alkynyl–
ฮาโลเจน	–X	–	halo–
ไนโตร	–NO_2	–	nitro–
อัลเคน	>C–	–ane	alkyl

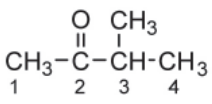
ตัวอย่างการเรียกชื่อ



2–butanol



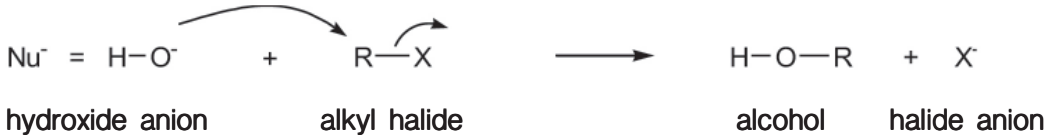
2–methyl–2–propanol



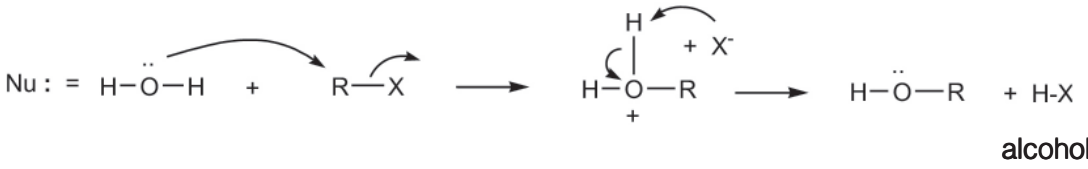
3–methyl–2–butanone

โสตทัศน์ # 11.5 ชนิดของตัวทำปฏิกิริยา

1. **นิวคลีโอไฟล์** เป็นสารที่ใช้ทำปฏิกิริยาซึ่งเป็นได้ทั้งโมเลกุลที่เป็นกลางที่ให้อิเล็กตรอนคู่ได้ หรืออะตอมหรือหมู่อะตอมที่มีประจุเป็นลบ ได้แก่ HO^-, RO^-, R^- และ CN^- มักเขียนแทนด้วย Nu^-

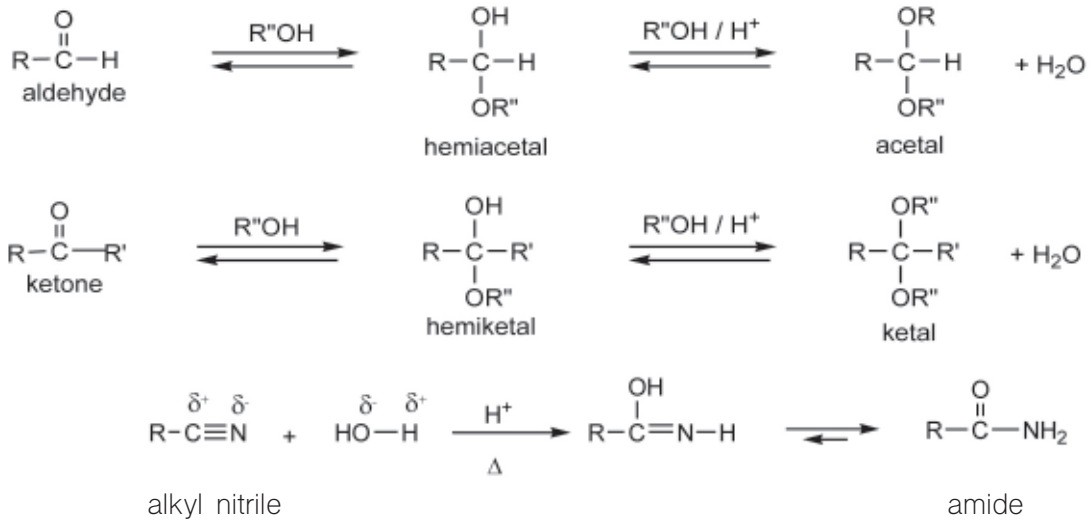


สำหรับนิวคลีโอไฟล์ที่เป็นกลางเช่น H_2O, ROH และ NH_3 ซึ่งเขียนแทนด้วย Nu:



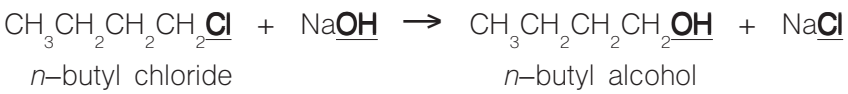
2. **อิเล็กโทรไฟล์** เป็นสารที่ใช้ทำปฏิกิริยาซึ่งเป็นได้ทั้งโมเลกุลที่เป็นกลาง หรือเป็นอะตอมหรือหมู่อะตอมที่มีประจุบวก อิเล็กโทรไฟล์ที่เป็นกลางเขียนแทนด้วย E เช่น SO_3 ส่วนอิเล็กโทรไฟล์ที่เป็นบวกเขียนแทนด้วย E^+ ได้แก่ แคทไอออนต่างๆ เช่น H^+ และ R^+

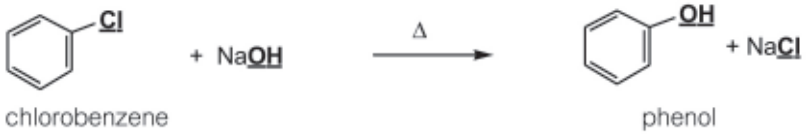
โสตทัศน์ # 11.6 ปฏิกิริยาการเติม



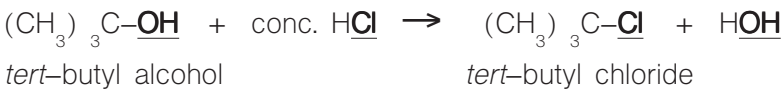
โสตทัศน์ # 11.7 ปฏิกิริยาการแทนที่

ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารเฮไลด์

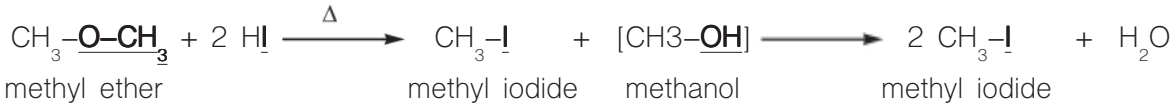




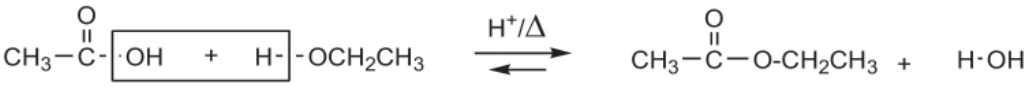
ปฏิกิริยาการแทนที่ของแอลกอฮอล์

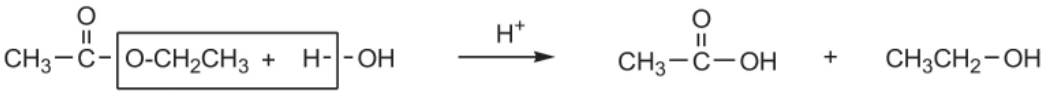


ปฏิกิริยาการแทนที่ของอีเทอร์



ปฏิกิริยาการแทนที่ของสารประกอบคาร์บอนิล





โสตทัศน์ # 11.8 ปฏิกิริยาการขจัด

ปฏิกิริยาดีไฮโดรฮาโลจิเนชัน (dehydroalogenation)

$$\underset{\text{bromoethane}}{CH_3CH_2{-}Br} + \text{alc. KOH} \longrightarrow \underset{\text{ethene (ethylene)}}{H_2C{=}CH_2} + KBr + HOH$$

ปฏิกิริยาดีฮาโลจิเนชัน (dehalogenation)

$$\underset{\text{bromoethane}}{Br{-}CH_2CH_2{-}Br} + Zn \longrightarrow \underset{\text{ethene (ethylene)}}{H_2C{=}CH_2} + ZnBr_2$$

ปฏิกิริยาดีไฮเดรชัน (dehydration)

$$\underset{\text{ethanol}}{CH_3CH_2{-}OH} + \text{conc. } H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{ethene}}{CH_2{=}CH_2} + HOH$$

โสตทัศน์ # 11.9 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอลกอฮอล์

$R–CH_2–OH + KMnO_4 + \Delta \rightarrow R–CHO + MnO_2$
1° alcohol — aldehyde

$R_2CH–OH + KMnO_4 + \Delta \rightarrow R–CO–R + MnO_2$
2° alcohol — ketone

$R_3C–OH + KMnO_4 + \Delta \rightarrow$ ไม่เกิดปฏิกิริยา
3° alcohol

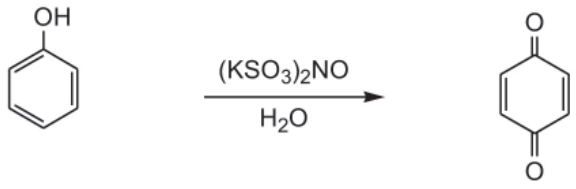
ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอัลดีไฮด์

$R–CHO + KMnO_4 \rightarrow R–COOH$
aldehyde — carboxylic acid

$R–CO–R + KMnO_4 + \Delta \rightarrow$ ไม่เกิดปฏิกิริยา
Ketone

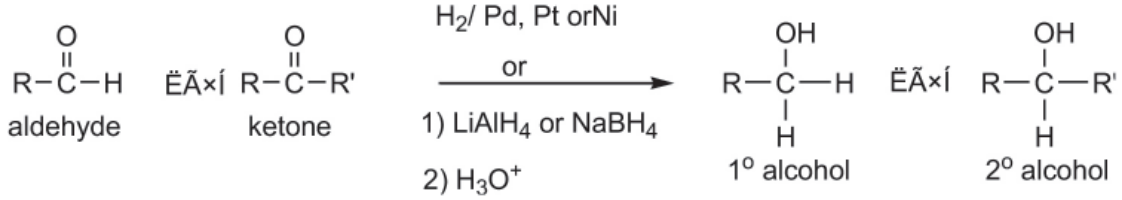
ปฏิกิริยาออกซิเดชันนี้ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างอัลดีไฮด์และคีโตนโดยใช้สารทอลเล็นส์ (Tollens' Reagent) สารละลายเบเนดิกซ์ (Benedicts' solution)

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของฟีนอล



phenol — benzoquinone 80 %

โสตทัศน์ # 11.10 ปฏิกิริยารีดักชัน



โสตทัศน์ # 12.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

1. ดำรงชีวิตอยู่ได้ตามลำพัง
2. สามารถใช้สารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ทั้งสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ในการสังเคราะห์สารประกอบที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของเซลล์ และได้พลังงานมาใช้ในการทำงาน
3. มีการแบ่งเซลล์เพื่อให้ได้เซลล์ที่เหมือนตนเอง
4. ต้องทำงานให้ได้ครบทุกอย่างตามลักษณะของสิ่งมีชีวิต ส่วนประกอบหรือออร์แกเนลล์ต่างๆ จะแบ่งกันทำหน้าที่อย่างมีระเบียบและเป็นเอกเทศ

สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

1. เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงหลังจากที่ไข่ได้รับการผสมพันธุ์
2. การเปลี่ยนแปลงหลังจากไข่ได้รับการผสมพันธุ์นี้ทำให้เซลล์มีการแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลักษณะให้เหมาะสมต่อการทำงาน
3. เซลล์ชนิดเดียวกันรวมเป็นเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อรวมกันกลายเป็นอวัยวะ และหลายอวัยวะรวมกันกลายเป็นระบบ ระบบต่างๆ มีการทำงานประสานกัน ทั้งนี้เพื่อให้ระบบกลไกของสิ่งมีชีวิตนั้นอยู่ในสภาพที่สมดุลและคงที่อยู่ตลอดเวลา

โสตทัศน์ # 12.2 เซลล์ของสิ่งมีชีวิตออโตโทรปและเฮเทอโรโทรป

สิ่งมีชีวิตออโตโทรป (Autotroph) หมายถึง สิ่งมีชีวิตประเภทที่สามารถสร้างอาหารได้เอง

สิ่งมีชีวิตเฮเทอโรโทรป (Heterotroph) หมายถึง สิ่งมีชีวิตประเภทที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซลล์ของสิ่งมีชีวิตพวกออโตโทรป และเฮเทอโรโทรป

ความแตกต่างด้าน	เซลล์ของสิ่งมีชีวิตออโตโทรป	เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเฮเทอโรโทรป	
		สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์
สารอาหาร	แสงแดด น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย	พอลิแซ็กคาไรด์ ไขมัน โปรตีน	ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตและอื่นๆ
วิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์	ดูดซึมแบบธรรมดา	เซลล์จะปล่อยเอนไซม์ออกไปย่อยอาหารที่อยู่รอบๆ เซลล์ให้เป็นน้ำตาล กรดไขมัน กรดอะมิโน แล้วนำเข้าสู่ภายในเซลล์	นำเข้าสู่เซลล์โดยวิธีกินหรือดูดซึมเข้าไป

โสตทัศน์ # 12.3 เยื่อหุ้มเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์

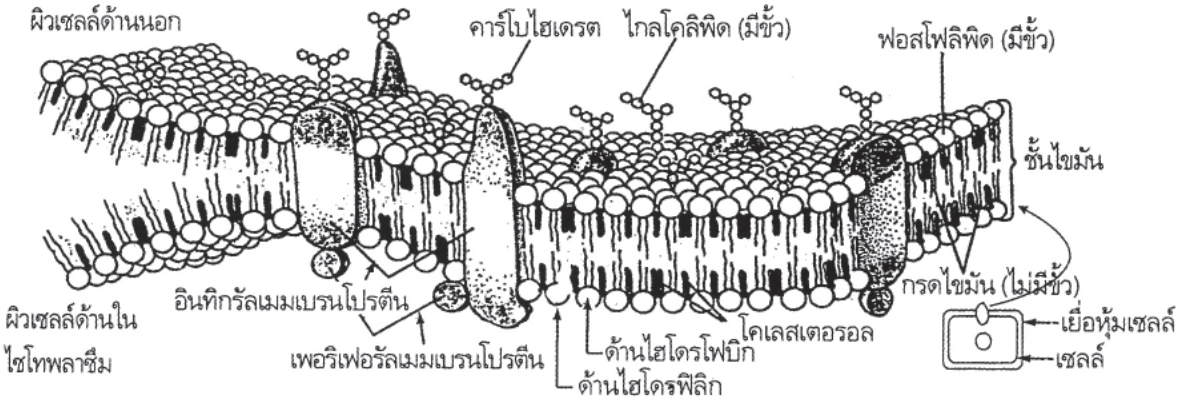
1. เยื่อหุ้มเซลล์เป็นเยื่อบางๆ ที่มีความหนา 7–9 นาโมเมตร แต่ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะพบว่ามีลักษณะเป็นเส้นบางๆ 2 เส้นอยู่ข้างเคียงกัน

2. เยื่อหุ้มเซลล์ที่อยู่ชิดกับผนังเซลล์ เรียกว่า มีโซโซม มีหน้าที่ควบคุมการเข้าออกของน้ำ สารอาหาร และไอออนโลหะต่างๆ เป็นตัวแสดงขอบเขตของเซลล์

3. เยื่อหุ้มเซลล์มีไขมันชนิดฟอสโฟลิพิด 2 ชั้น มีโปรตีนแทรกอยู่ทั่วไปในระหว่างชั้นของฟอสโฟลิพิดทั้งสอง ฟอสโฟลิพิดจะเรียงตัวโดยเอาด้านไฮโดรโฟบิก หรือด้านที่ไม่มีขั้วของกรดไขมันหันเข้าด้านใน และเอาด้านไฮโดรฟิลิก หรือด้านที่มีขั้วของหมู่ฟอสเฟตที่ติดกับกลีเซอรอลหันออกด้านนอก

4. ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์มีโซ่คาร์โบไฮเดรตอย่างสั้นเชื่อมติดกับโปรตีนที่ยื่นออกมารวมกันเกิดเป็นไกลโคโปรตีน คาร์โบไฮเดรตมีบทบาทในการเกาะติดของเซลล์ซึ่งกันและกัน มีบทบาทในการเป็นตัวรับ หรือจับกับโมเลกุลของฮอร์โมน แอนติบอดี และไวรัส

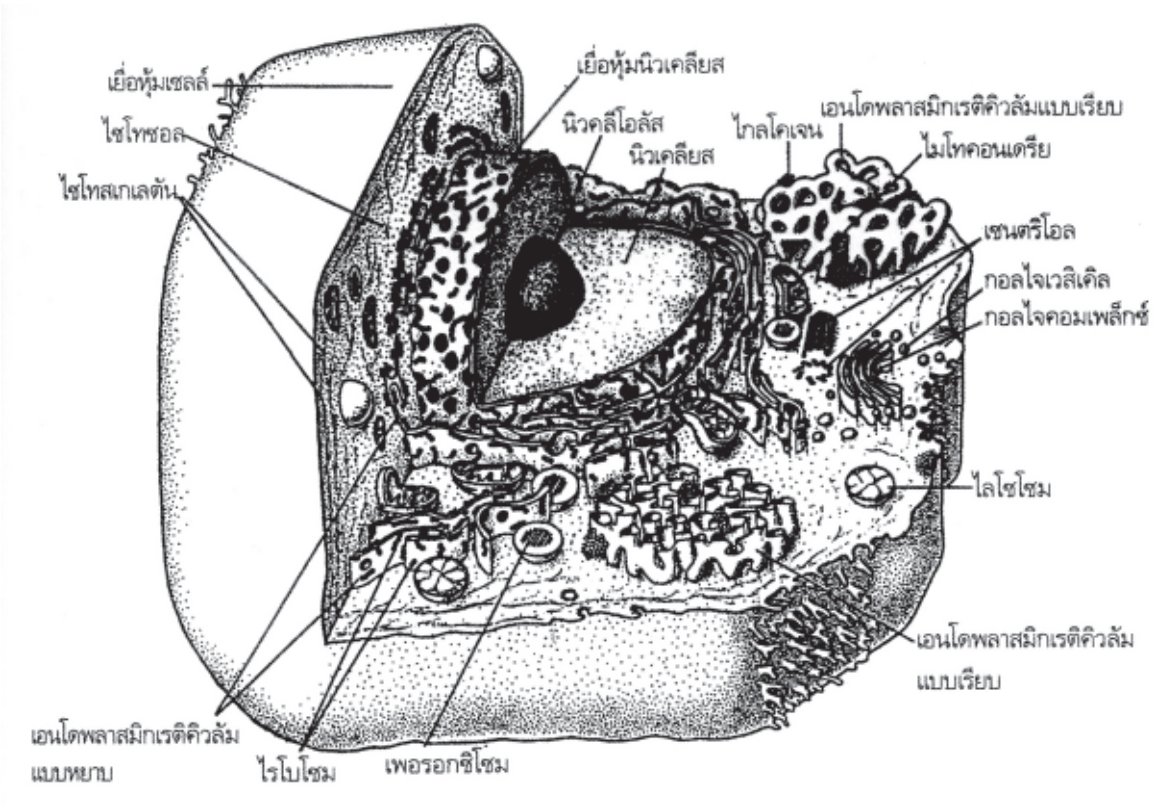
5. เยื่อหุ้มเซลล์มีรูเล็กๆ อยู่มากมายที่ให้อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 – 2 นาโนเมตร แพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารบางชนิดระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมทั้งทำให้เกิดการกระจายประจุไฟฟ้า ซึ่งทำให้ภายในและภายนอกเซลล์มีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้น



ภาพโครงสร้างพื้นฐานของเยื่อหุ้มเซลล์

โสตทัศน์ # 12.4 องค์ประกอบของเซลล์สัตว์

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่า เซลล์มีขนาด รูปร่าง และหน้าที่ต่างกัน แต่มีองค์ประกอบพื้นฐานภายในที่เรียกว่า ออร์แกเนลล์ (Organells) คล้ายคลึงกันทำให้เซลล์ดำรงชีวิตอยู่ได้



ภาพแบบจำลองส่วนประกอบของนิวเคลียสและออร์แกเนลล์อื่นๆ ในเซลล์

โสตทัศน์ # 12.5 หน้าที่ของออร์แกเนลล์ในเซลล์

หน้าที่ของออร์แกเนลล์ในเซลล์

ออร์แกเนลล์	หน้าที่
เยื่อหุ้มเซลล์	ห่อหุ้มและปกคลุมออร์แกเนลล์ของเซลล์และและเปลี่ยนสารกับสิ่ง แวดล้อม
ผนังเซลล์	รักษารูปร่างภายนอกและปกป้องเซลล์พืช
นิวเคลียส	ห่อหุ้มโครโมโซมไว้ในไซโทพลาซึม
ไซโทพลาซึม	ส่วนของเหลวภายในเซลล์ที่มีเอนไซม์และโมเลกุลอื่นในเซลล์ เป็นที่อยู่ของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ในเซลล์เพื่อเกิดกระบวนการต่าง ๆ ทำให้เซลล์ดำรงอยู่ได้
เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม	อยู่ในไซโทพลาซึม ขนส่งโปรตีนขับออก
ไรโบโซม	สังเคราะห์โปรตีน
กอลไจคอมเพล็กซ์	เปลี่ยนแปลงและรวบรวมผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในเซลล์
ไมโทคอนเดรีย	หายใจเพื่อให้ได้พลังงาน
พลาสติด	เก็บอาหาร ถ้าเป็นคลอโรพลาสต์ใช้สังเคราะห์แสง
ไลโซโซม	ย่อยอาหารและส่วนประกอบของเซลล์ที่ไม่ต้องการ
เพอรอกซิโซม	ทำลายสารที่เป็นอันตรายต่อเซลล์
ไซโทสเกเลตัน	รักษารูปร่างของเซลล์ และการเคลื่อนไหว
ไมโครทิวบูล	รักษารูปร่างของเซลล์ พบในใยสปินเดิลเพื่อใช้แยกโครโมโซมระหว่างการแบ่งเซลล์
ซิเลีย แฟลกเจลลา	การเคลื่อนไหวของเซลล์หรือของเหลวที่ผ่านเซลล์
เซนตริโอล	ช่วยจัดเรียงตัวของไมโครทิวบูล และควบคุมการเคลื่อนที่ของโครโมโซมในขณะที่เซลล์แบ่งตัว
แวคิวโอล	เก็บของเหลว อาหาร รงควัตถุในเซลล์

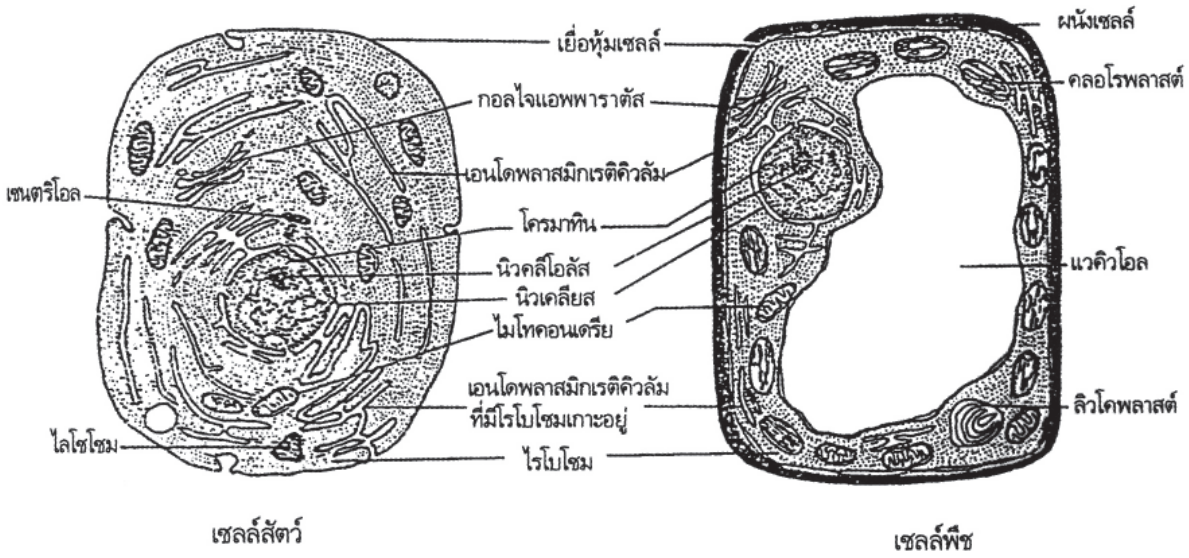
โสตทัศน์ # 12.6 ลักษณะและออร์แกเนลล์ของเซลล์โปรคาริโอตและยูคาริโอต

เซลล์โปรคาริโอต เป็นเซลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีโครงสร้างง่ายๆ ไม่ซับซ้อน มีเพียงเยื่อหุ้มเซลล์และผนังหุ้มเซลล์ กับส่วนที่เป็นไซโทพลาซึมเท่านั้น

เซลล์ยูคาริโอต เป็นเซลล์ที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้นิวเคลียสกับไซโทพลาซึมแยกกัน มีลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่าเซลล์โปรคาริโอต มีออร์แกเนลล์ในไซโทพลาซึม

ลักษณะและออร์แกเนลล์	เซลล์โปรคาริโอต	เซลล์ยูคาริโอต
ขนาด	0.2–500 ไมครอน (ส่วนใหญ่ 1–10 ไมครอน)	10–20 ไมครอน (เซลล์สัตว์) 30–50 ไมครอน (เซลล์พืช)
ผนังเซลล์	มี แต่เซลล์ต่างกันจะมีส่วน ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน	มีในเซลล์พืชและโปรติสต์บางชนิดแต่ไม่มีในเซลล์สัตว์
เยื่อหุ้มเซลล์	มี	มี
นิวเคลียส	มีบริเวณนิวเคลียสแต่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส	ล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส 2 ชั้น
โครโมโซม	รูปวงกลม	รูปยาว
ไรโบโซม	มี แต่มีขนาดและส่วนประกอบแตกต่างกัน	มี
เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม	ไม่มี	มี
กอลไจคอมเพล็กซ์	ไม่มี	มี
ไลโซโซม	ไม่มี	มีในหลายเซลล์
ไมโทคอนเดรีย	ไม่มี	มี
แวคิวโอล	ไม่มี	มีในเซลล์พืชส่วนใหญ่และเซล์บางชนิด
เซนตริโอล ซิเลียและแฟลกเจลลา	เซลล์แบคทีเรียบางชนิดมีแฟลกเจลลา	มีในทุกเซลล์ ยกเว้นในเซลล์พืชชั้นสูง

โสตทัศน์ # 12.7 โครงสร้างของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช



ภาพโครงสร้างของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช

การเปรียบเทียบความแตกต่างที่สำคัญระหว่างเซลล์พืช และเซลล์สัตว์

เซลล์พืช	เซลล์สัตว์
1. เซลล์พืชมีรูปร่างเป็นเหลี่ยม	1. เซลล์สัตว์มีรูปร่างกลมหรือรี
2. มีผนังเซลล์อยู่ด้านนอก	2. ไม่มีผนังเซลล์ แต่มีสารเคลือบเซลล์อยู่ด้านนอก
3. มีคลอโรพลาสต์ภายในเซลล์	3. ไม่มีคลอโรพลาสต์
4. ไม่มีเซนตริโอล	4. มีเซนตริโอลใช้ในการแบ่งเซลล์
5. แวคิวโอลมีขนาดใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจน	5. แวคิวโอลมีขนาดเล็ก มองเห็นได้ไม่ชัดเจน
6. ไม่มีไลโซโซม	6. มีไลโซโซม

โสตทัศน์ # 12.8 เซลล์จุลินทรีย์

เซลล์จุลินทรีย์

1. **แบคทีเรีย** เป็นเซลล์โปรคาริโอตเซลล์เดียว ซึ่งเป็นรูปแบบเซลล์ที่ไม่ซับซ้อนและภายในเซลล์ไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริง มีเพียงบริเวณที่สารพันธุกรรมไปรวมกันอยู่หนาแน่น แต่ไม่มีส่วนห่อหุ้มที่ชัดเจน เรียกว่า นิวคลีออยด์
2. **ยีสต์** เป็นเซลล์ยูคาริโอตเซลล์เดียว หรือจัดเป็นเชื้อราที่มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวรูปร่างและโครงสร้างของยีสต์จะแตกต่างไปตามชนิดหรือสปีชีส์
3. **เชื้อรา** เป็น เซลล์ยูคาริโอตเซลล์เดียว ที่แยกจากเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส และเชื้อปรสิต ทั้งขนาดและรูปร่าง
4. **โปรโตซัวเป็นเซลล์ยูคาริโอตเซลล์เดียว** ผิวของเซลล์จึงสัมผัสอยู่กับสิ่งแวดล้อม ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำรอบๆ เซลล์ สามารถผ่านเข้าไปโดยการเผยแพร่และเคลื่อนเข้าสู่ออร์แกเนลล์
5. **สาหร่าย**เป็นเซลล์ยูคาริโอตเช่นเดียวกับพวกเห็ดรา มีออร์แกเนลที่ซับซ้อน และมีนิวเคลียสและเยื่อหุ้มนิวเคลียสชัดเจน มีทั้งเซลล์เดี่ยว และพวกที่เซลล์เจริญรวมกันแบบหลายเซลล์
6. **ไวรัส** เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอีกพวกหนึ่งต่างหาก เพราะโครงสร้างยังไม่ครบถ้วนเป็นเซลล์ อาศัยเซลล์ที่มีชีวิตอื่นเพื่อให้มีชีวิต และเพิ่มจำนวนตัวเอง ไวรัสจึงคล้ายๆ พยาธิที่คอยเกาะกินเซลล์มีชีวิต
7. **คลามิเดีย** เป็นสิ่งมีชีวิตก่อโรคขนาดเล็กที่มีโครงสร้างเหมือนไวรัส หรือเป็นแบคทีเรียที่ต้องอยู่ในเซลล์ เนื่องจากมีนิวเคลียสประกอบด้วย DNA และ RNA มีไรโบโซม จึงสามารถสังเคราะห์โปรตีนและกรดนิวคลีอิกได้เอง
8. **ริกเก็ตเซีย** เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จัดเป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่ง มีรูปร่างหลายแบบ เจริญเติบโตและอาศัยอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น

โสตทัศน์ # 12.9 วัฏจักรของเซลล์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์

วัฏจักรของเซลล์

วัฏจักรของเซลล์โดยทั่วไปมี 2 ระยะคือ ระยะอินเตอร์เฟส และระยะดีวิชัน ระยะอินเตอร์เฟสเป็นระยะที่ยาวที่สุดในวัฏจักรของเซลล์ เซลล์จะเจริญและทำหน้าที่เมแทบอลิซึมตามปกติ มีการเตรียมพร้อมของเซลล์เพื่อการแบ่งตัว

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์

1) อัตราส่วนระหว่างนิวเคลียสและไซโทพลาซึมต้องมีความพอดีกัน
2) การสร้างดีเอ็นเอขึ้นมาใหม่โดยการจำลองสาย DNA
3) ปริมาณสารอาหารภายในเซลล์ ถ้ามีมากก็แบ่งได้เร็วกว่าเซลล์ที่มีอาหารน้อย
4) ความจำเพาะของเซลล์
5) เซลล์หลายชนิดมีการแบ่งตัวเมื่อมีการเติบโตแล้วมีการเพิ่มปริมาตรเป็น 2 เท่าของเซลล์เดิมและเพื่อรักษาปริมาตรของเซลล์ให้คงเดิม
6) สารเคมีหลายชนิด

โสตทัศน์ # 12.10 การแบ่งเซลล์

การแบ่งเซลล์

การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ ดังนี้

1) การแบ่งเซลล์แบบไม่มีเพศ พบในเซลล์ยูคาริโอต ไม่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ เมื่อเซลล์เพิ่มขนาดจนเต็มที่แล้วจะแบ่งตัวโดยเข้าสู่ระยะเตรียมตัวที่เรียกว่า ระยะอินเตอร์เฟส มี 3 ระยะ ดังนี้

- **ระยะ G1 (G1, Gap)** ช่วงที่เซลล์เติบโตโดยยังไม่แบ่งเซลล์ ออร์แกเนลล์ต่าง ๆ จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเป็น 2 เท่า
- **ระยะ S (S, Synthesis)** ระยะนี้เซลล์จะสังเคราะห์สารที่ต้องการใช้ในการแบ่งเซลล์มากขึ้น มีการเพิ่มจำนวนโครโมโซมหรือ DNA เป็น 2 เท่า
- **ระยะ G2** โปรตีนของไมโครทิวบูลถูกสังเคราะห์เพิ่มมากขึ้น สปินเดิลแอพพาราตัสและโครมาตินเริ่มขดเป็นวงทำให้เห็นโครโมโซมได้ชัดเจน

ระยะดีวิชัน ที่เรียกว่า ไมโทซิส ประกอบด้วยการแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโทพลาซึม

2) การแบ่งเซลล์แบบมีเพศ พบในเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง โดยมีการลดจำนวนของโครโมโซมลง ทำให้นิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งเดียวของเซลล์แม่ ต่อจากนั้นเซลล์ที่มีโครโมโซมเพียงครึ่งเดียวจะเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 เพศ

โสตทัศน์ # 12.11 ไมโทซิส

ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์แบบไม่มีเพศของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและเป็นการแบ่งเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ของร่างกายในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ทำให้ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์เดิม แบ่งเป็น 5 ระยะ ดังนี้

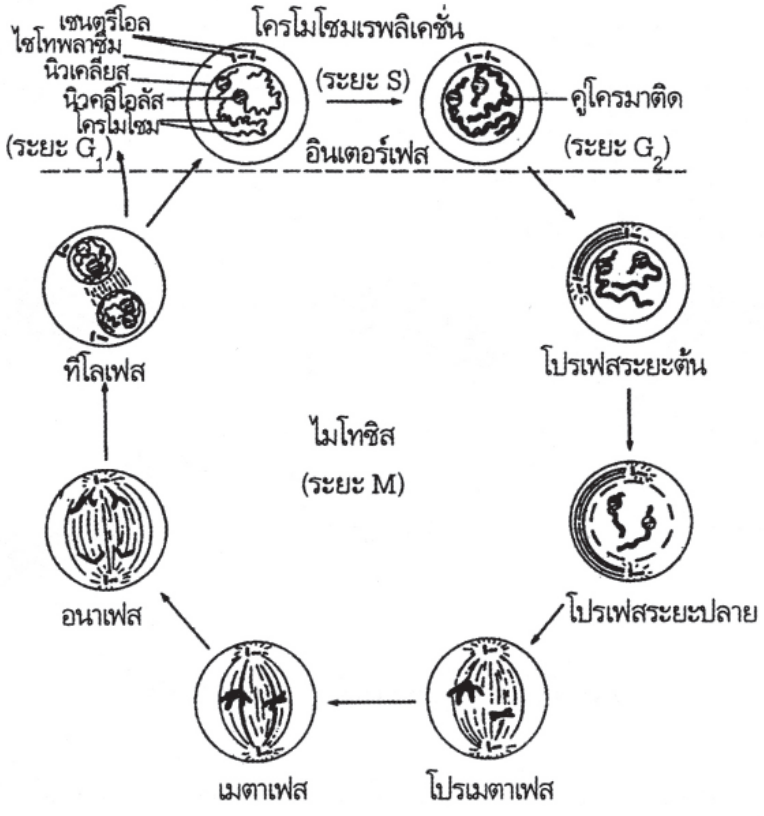
1) โปรเฟส เป็นระยะที่โครโมโซมหดตัวสั้นลงจึงมีความหนาแน่นมากขึ้น ทำให้ได้แท่งสั้นๆ ของโครมาติดยึดติดกันด้วยเซนโทรเมียร์ คนมีโครโมโซม 46 อันที่จับกันเป็นคู่ เรียกว่า จำนวนดิพลอยด์ หรือ 2n โครโมโซมที่มีลักษณะเหมือนกันและมาจับเป็นคู่นี้เรียกว่า โฮโมโลกัสโครโมโซม ในระยะปลายของโปรเฟสในเซลล์คนจึงมีโครมาติด 92 เส้นพร้อมที่จะแยกจากกัน

2) โปรเมตาเฟส ระยะนี้นิวคลีโอลัสจะหายไป ในเซลล์สัตว์มีเซนตริโอลที่อยู่เป็นคู่จะแบ่งตัวออกเป็น 2 คู่ แต่ละคู่ของเซนตริโอลจะมีสารอื่น ๆ มาล้อมรอบ เซนตริโอลเตรียมจะแยกออกจากกันไปอยู่คนละข้างของนิวเคลียส โดยมีใยสปินเดิลยึดเซนโตรเมียร์ของแต่ละคู่ของโครมาติดไว้ ในพืชที่ไม่มีเซนตริโอลจะเกิดใยสปินเดิลยึดอยู่เช่นกัน

3) เมตาเฟส โครโมโซมจะอยู่ตรงกลางเซลล์โดยมีเซนโทรเมียร์ของแต่ละคู่ของโครมาติดลูกเรียงตัวอยู่ตรงกลางเซลล์ ใยสปินเดิลที่จับกับเซนโทรเมียร์แต่ละอันจะเคลื่อนแยกโครมาติดลูกไปยังขั้วตรงกันข้ามของเซลล์ ทำให้ได้นิวเคลียสใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 เท่าของนิวเคลียสเดิม

4) อนาเฟส โครมาติดลูกของแต่ละโครโมโซมถูกดึงไปยังขั้วตรงกันข้ามของเซลล์ กลายเป็นโครโมโซมใหม่ โดยมีเซนโทรเมียร์จับกับใยสปินเดิลซึ่งจะหดสั้นเข้าเมื่ออยู่ใกล้ขั้วของเซลล์

5) ทีโลเฟส โครโมโซม 2 ชุดรวมกันเป็นนิวเคลียสของเซลล์ใหม่ 2 อันที่แยกกันแล้วเกิดเยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบ เกิดนิวเคลียสใหม่ และใยสปินเดิลจะค่อย ๆ หายไปโดยโครโมโซมจะยืดยาวออกไปเหมือนในระยะอินเตอร์เฟส การแบ่งโมโทซิสจะสิ้นสุดและเริ่มระยะโปรเฟสใหม่หมุนเวียนไปหลังจากการแบ่งนิวเคลียสจะมีการแบ่งไซโทพลาซึมตามมา เกิดเป็นเซลล์ใหม่ขึ้นมา

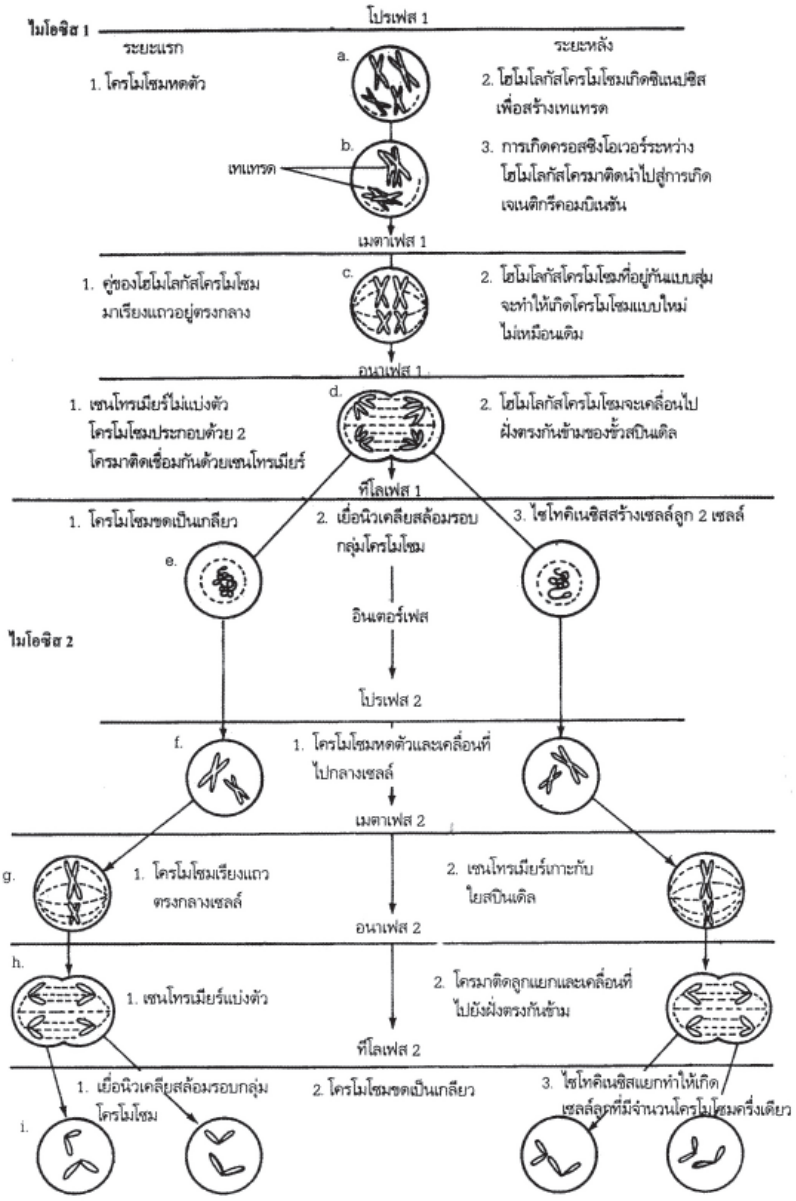


ภาพระยะต่างๆ ของวัฏจักรเซลล์

โสตทัศน์ # 12.12 ไมโอซิส

ไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์แบบมีเพศของเซลล์สืบพันธุ์ทำให้ได้เซลล์ลูก 4 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์พ่อ–แม่ มีระยะต่างๆ ะเหมือนไมโทซิส แต่ให้เซลล์มีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่จะลดลงจาก 2n เป็น n ไมโอซิสเป็นกระบวนการแบ่งเซลล์ติดต่อกัน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นคือ ไมโอซิส 1 (Meiosis I) และไมโอซิส 2 (Meiosis II) ทั้งไมโอซิส 1 และ 2 ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเหมือนไมโทซิสคือ ระยะอินเตอร์เฟสแยกระหว่างไมโอซิส 1 และ 2 ซึ่งใช้เวลาสั้นไม่เหมือนกับอินเตอร์เฟสที่เกิดก่อนไมโอซิส 1 และไมโทซิสธรรมดา แต่ระยะอินเตอร์เฟส ระหว่างไมโอซิส 1 และ 2 นี้ไม่มีการสังเคราะห์โครโมโซม

ก่อนที่ระยะโปรเฟส 1 จะเริ่มต้น โครโมโซมจะเพิ่มจำนวนเป็น 2 ชุดทำให้ได้โครมาติด 2 อัน มาเชื่อมกันด้วยเซนโทรเมียร์ โฮโมโลกัสโครโมโซมจะจับคู่กันเรียกว่า ซิแนปซิส โดยที่แต่ละโฮโมโลกัสโครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาติด แต่ละซิแนปซิสจึงประกอบด้วย 4 โครมาติด เรียกว่า เทแทรด โฮโมโลกัสโครโมโซมจะแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนซึ่งกันและกัน เรียกว่า ครอสซิงโอเวอร์ โครมาติด 1 อันของโฮโมโลกัสโครโมโซมจะทับกับโครมาติดของอีกโฮโมโลกัสโครโมโซมหนึ่งเกิดเป็นไคแอสมาตา ทำให้เกิดยีนใหม่ที่แตกต่างกัน



ภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่ประกอบด้วยไมโอซิส 1 และ 2

โสตทัศน์ # 12.13 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเซลล์

ปัจจัยต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมที่เข้ามามีบทบาทร่วมและมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ ทั้งการเจริญเติบโตและการมีชีวิตของเซลล์ ได้แก่ 1) อาหารและน้ำ 2) อุณหภูมิ 3) สภาวะความเป็นกรดและด่าง 4) ปริมาณของออกซิเจน และ 5) รังสีต่าง ๆ

โสตทัศน์ # 12.14 การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์

การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์พบว่า มี 2 รูปแบบได้แก่ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าหรือออกจากเซลล์ซึ่งไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง

1. การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

1.1 การลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงาน (Passive Transport) เป็นการลำเลียงหรือการเคลื่อนที่ของสารจากด้านที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่ด้านที่มีความเข้มข้นต่ำโดยไม่ต้องใช้พลังงาน การเคลื่อนที่แบบนี้จะเกิดอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการอิ่มตัวจนกว่าความเข้มข้นของสารพิษที่อยู่ทั้ง 2 ด้านเท่ากัน การลำเลียงแบบนี้แบ่งเป็น การแพร่กระจายแบบธรรมดา ออสโมซิส และการแพร่แบบฟาซิลิเทต

1.2 การลำเลียงแบบใช้พลังงาน (Active Transport) เป็นการเคลื่อนที่ของสารโดยใช้พลังงานเข้าช่วย เกิดขึ้นเฉพาะในเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่เท่านั้น เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อยไปสู่ความเข้มข้นมาก การขนส่งนี้เซลล์ต้องนำพลังงานที่ได้จากการสลายสารอาหารมาใช้

2. การลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าหรือออกจากเซลล์ซึ่งไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง

2.1 เอกโซไซโทซิส (Exocytosis) เป็นการลำเลียงสารโมเลกุลขนาดใหญ่ออกจากเซลล์ สารที่จะถูกส่งออกไปนอกเซลล์บรรจุอยู่ในเวสิเคิล เมื่อเวสิเคิลรวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์ สารที่อยู่ภายในเวสิเคิลจะถูกปล่อยออกไปนอกเซลล์

2.2 เอนโดไซโทซิส (Endocytosis) เป็นการลำเลียงสารตรงกันข้ามกับเอกโซไซโทซิสคือ เป็นการลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์ แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

2.2.1 ฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ที่พบได้ในเซลล์จำพวกอะมีบาและเซลล์เม็ดเลือดขาว โดยเซลล์สามารถยื่นไซโทพลาซึมออกมาล้อมอนุภาคของสารที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นของแข็ง ก่อนที่จะนำเข้าสู่เซลล์ในรูปของเวสิเคิล

2.2.2 พิโนไซโทซิส (Pincocytosis) เป็นการนำอนุภาคของสารที่อยู่ในรูปของสารละลายเข้าสู่เซลล์ โดยการทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เว้าเข้าไปในไซโทพลาซึมทีละน้อยจนกลายเป็นถุงเล็กๆ เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ปิดสนิทถุงนี้จะหลุดเข้าไปกลายเป็นเวสิเคิลอยู่ในไซโทพลาซึม

2.2.3 การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (Receptor–Mediated Endocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ที่เกิดขึ้นโดยมีโปรตีนตัวรับบนเยื่อหุ้มเซลล์ สารที่ถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีนี้จะต้องมีความจำเพาะในการจับกับโปรตีนตัวรับที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์จึงจะสามารถนำเข้าสู่เซลล์ได้ หลังจากนั้น เยื่อหุ้มเซลล์จึงเว้าเป็นเวสิเคิลหลุดเข้าสู่ภายในเซลล์

โสตทัศน์ # 12.15 ประเภทของอันตรายที่เกิดกับเซลล์

สาเหตุที่ทำลายเซลล์แบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. การขาดออกซิเจน สาเหตุสำคัญและพบได้บ่อยที่สุดคือ การขาดเลือด

2. สิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความร้อนจัด เย็นจัด การได้รับรังสีที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ การได้รับอุบัติเหตุจากแรงกด แรงกระแทกต่างๆ สารเคมี น้ำเกลือเข้มข้น น้ำตาลเข้มข้น เป็นต้น

3. สารอนุมูลอิสระประเภทอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ซึ่งพบได้ทั่วไปจากกระบวนการทำงานของร่างกาย ที่พบมากที่สุดคือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

4. เชื้อโรค เช่น แบคทีเรีย ไวรัส เป็นต้น นอกจากตัวของเชื้อโรคเองแล้วระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเมื่อเกิดการทำลายเชื้อโรคแล้ว ยังมีผลกระทบต่อเซลล์ปกติด้วย

5. ปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันของร่างกาย ในบุคคลที่มีความผิดปกติทางภูมิคุ้มกันอย่างมากจะเกิดโรคภูมิแพ้ต่างๆ หรือเกิดการต่อต้านเนื้อเยื่อของตนเอง

6. ความไม่สมดุลของสารอาหาร การรับประทานอาหารที่มากจนเกินไป หรือการรับประทานอาหารที่ปรุงแต่งสี กลิ่น หรืออาหารรมควัน อาหารหมักดองอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ปกติจนกลายไปเป็นเซลล์มะเร็งได้

โสตทัศน์ # 12.16 กลไกการเกิดอันตรายต่อเซลล

กลไกการเกิดอันตรายต่อเซลล์ที่พบมากที่สุดมี 3 รูปแบบ ดังนี้

1) การขาดออกซิเจน จากการขาดเลือดเนื่องจากการอุดตันของหลอดเลือดหรือเกิดจากความผิดปกติของเม็ดเลือดแดง

2) อันตรายจากอนุมูลอิสระเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย สามารถทำลายเซลล์ปกติของร่างกายได้

(1) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย สามารถเกิดขึ้นได้ภายในเซลล์ที่นิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย กอลไจแอพปาราตัส ไรโบโซม

(2) อนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย เกิดจากหลายสาเหตุนอกร่างกาย เช่น สารเคมี แสงแดดที่มีรังสีอัลตราไวโอเล็ต เอ และรังสีอัลตราไวโอเล็ต บี) มลพิษจากควันการเผาไหม้เครื่องยนต์ ควันบุหรี่ สุรา และยาฆ่าแมลง เป็นต้น

3) สารเคมีที่มีฤทธิ์ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ให้มีการซึมผ่าน ทำให้เซลล์เกิดการบวม

โสตทัศน์ # 12.17 การตายของเซลล์

การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่ได้รับอันตรายนั้น อาจจะสามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้ หรืออาจจะเกิดการตายของเซลล์ไปเลยก็ได้ แล้วแต่ความรุนแรงของอันตรายที่ได้รับและความ สามารถในการปรับตัวของเซลล์นั้นๆ รูปแบบของการเกิดการตายของเซลล์มีอยู่ 2 รูปแบบหลักๆ ได้แก่ เนโครซิส (Necrosis) และ อะพอพโทสิส (Apoptosis)

เนโครซิสหรือเนื้อตายเป็นการตายของเซลล์ที่มีสาเหตุมาจากการขาดเลือดมาเลี้ยงเซลล์เป็นหลักหรือการได้รับสารเคมีที่ทำให้เซลล์ขาดเลือดไปเลี้ยงจนเกิดพยาธิสภาพขึ้น

อะพอพโทสิสมีสาเหตุเกิดจากภายในเซลล์ที่เหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์ขึ้น (Suicide Program) ซึ่งกระบวนการเกิดอะพอพโทสิสนี้สามารถพบได้ในภาวะปกติของร่างกายด้วย ทั้งนี้เพื่อกำจัดเซลล์ที่ไม่ต้องการออกไป

โสตทัศน์ # 12.18 เนโครซิส

เนโครซิสเกิดจาก

1) การเกิดเนื้อตายจากการที่เซลล์ขาดเลือดไปเลี้ยงอย่างเฉียบพลัน
2) การเกิดเนื้อตายที่มีการย่อยสลายจากเอนไซม์
3) การเกิดเนื้อตายของเนื้อเยื่อไขมันที่เกิดจากเอนไซม์ย่อยไขมัน
4) การเกิดเนื้อตายจากการที่เซลล์ขาดเลือดไปเลี้ยงอย่างเฉียบพลันและการย่อยสลายจากเอนไซม์ เป็นเนื้อตายที่มีลักษณะของการขาดเลือดและเป็นโพรงหนองเข้าด้วยกันโดยจะพบในผู้ที่ติดเชื้อวัณโรค
5) การเกิดเนื้อตายจากเชื้อโรคบางชนิด
6) การเกิดเนื้อตายของกล้ามเนื้อจากการได้รับอันตรายต่างๆ ลักษณะที่พบคือ โครงสร้างของกล้ามเนื้อลายยังคงอยู่ แต่ลายของกล้ามเนื้อหายไป
7) การเกิดเนื้อตายที่เกิดจากการขาดเลือดร่วมกับแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการบูดเน่า
8) การเกิดเนื้อตายของกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและผนังหลอดเลือด

โสตทัศน์ # 12.20 อะพอพโทสิส

อะพอพโทสิส หรือแบบแผนการตายของเซลล์

- เป็นการควบคุมสมดุลระหว่างการแบ่งตัวของเซลล์และการตายของเซลล์ที่จำเป็นสำหรับพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์
- เป็นกระบวนการทางชีวภาพที่ถูกควบคุมโดยยีน
- สามารถถูกกระตุ้นจากปัจจัยภายนอกเซลล์ได้จากสาเหตุต่างๆ
- มีบทบาทสาคัญต่อการควบคุมจำนวนเซลล์ในการพัฒนาการเจริญทางสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต
- มีการหดของเซลล์ การแตกเสียหายของดีเอ็นเอ การหดตัวของโครมาติน ซึ่งทำให้เกิดการแยกสลายของเซลล์เป็นรูปแบบที่เรียกว่า อะพอพโทสิสบอดี ซึ่งจะถูกเก็บกินและย่อยสลายอย่างรวดเร็วโดยเซลล์แมกโครฟาจ หรือเซลล์ข้างเคียง
- มีลักษณะแสดงคือ มีการสูญเสียปริมาตรของเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์หดแฟบ นิวเคลียสรวมตัวกันแน่น การเกาะกลุ่มกันของโครมาติน และมีการย่อย DNA ออกเป็นชิ้นส่วน การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่ตายแล้ว
- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะอาศัย 2 กระบวนการหลัก ๆ คือ การเชื่อมโยงสัญญาณภายในเซลล์ และเอนไซม์คาสเปสเป็นตัวกลางภายใต้การควบคุมของโปรตีนที่ทำให้เกิดการตาย และโปรตีนที่ยับยั้งการเกิดการตาย ซึ่งโปรตีนทั้งสองนี้สามารถถูกเหนี่ยวนำภายในเซลล์

โสตทัศน์ # 12.21 การปรับสภาพหลังการตายของเซลล์

ภายหลังการตายของเซลล์หรือเนื้อเยื่อในอวัยวะต่างๆ จะมีการปรับสภาพหลังการตายของเซลล์หลายแบบดังนี้

1) การแทนที่ด้วยเซลล์ชนิดเดียวกันอย่างสมบูรณ์
2) การแทนที่เซลล์ที่ตายด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
3) การเปลี่ยนแปลงเป็นถุง
4) การตกตะกอนของเกลือแคลเซียม
5) การเกิดกระดูกขึ้นหลังการตายของเซลล์
6) การติดเชื้อ
7) การเกิดหย่อมเนื้อตาย

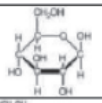
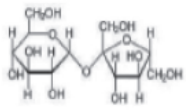
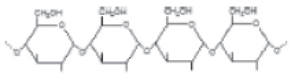
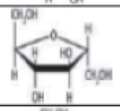
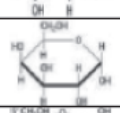
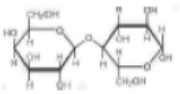
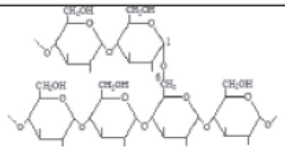
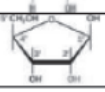
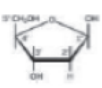
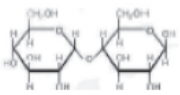
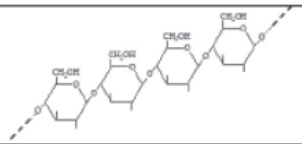
โสตทัศน์ # 13.1 สารชีวโมเลกุล

สิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีโครงสร้างที่ประกอบขึ้นด้วยชีวโมเลกุลที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งมีความหลากหลาย ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต
2. โปรตีน
3. ลิพิด
4. กรดนิวคลิอิก

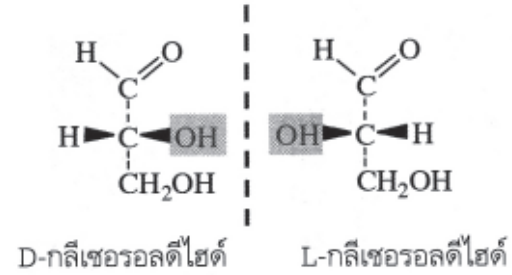
โสตทัศน์ # 13.2 ตัวอย่างน้ำตาลชนิดต่างๆ จำแนกกลุ่มตามขนาดโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตมีสูตรทางเคมีคือ $(CH_2O)_n$ โดย n มีจำนวนเท่ากับ 3–7 ยกเว้นคาร์โบไฮเดรตบางชนิด เช่น ดีออกซีไรโบสซึ่งเป็นน้ำตาลที่พบได้ในโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก จะมีสูตรทางเคมีคือ $C5H_{10}O_4$ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตชนิดนี้เสียออกซิเจนไป 1 อะตอม

มอโนแซ็กคาไรด์		ไดแซ็กคาไรด์		พอลิแซ็กคาไรด์	
ชื่อ	โครงสร้างโมเลกุล	ชื่อ	โครงสร้างโมเลกุล	ชื่อ	โครงสร้างโมเลกุล
กลูโคส		ซูโครส		แป้ง	
ฟรุกโทส					
กาแลกโทส		แลกโทส		ไกลโคเจน	
ไรโบส					
ดีออกซีไรโบส		มอลโทส		เซลลูโลส	

โสตทัศน์ # 13.3 ไครัลคาร์บอน

ไครัลคาร์บอน (Chiral Carbon) หมายถึง โมโนแซ็กคาไรด์มีคาร์บอนอย่างน้อย 1 อะตอมที่มีพันธะทั้งสี่ของอะตอมจับกับหมู่ที่ไม่เหมือนกัน มีผลให้โมเลกุลอสมมาตร (Asymmetric Molecule) ในกรณีโครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอรัลดีไฮด์ หากมีหมู่ –OH อยู่ด้านขวาของไครัลคาร์บอนให้เรียกว่าโครงสร้างแบบ D หากมีหมู่ –OH อยู่ด้านซ้ายของไครัลคาร์บอนให้เรียกว่าโครงสร้างแบบ L

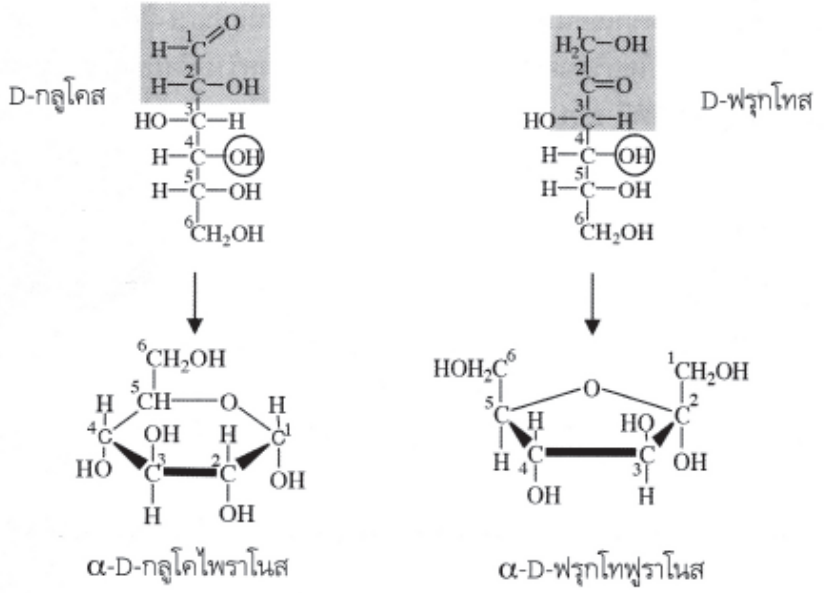


ภาพโครงสร้าง 3 มิติ โปรเจกชันแบบฟิชเชอร์ของกลีเซอรอลดีไฮด์ที่เป็นเสมือนเงาในกระจก

โสตทัศน์ # 13.4 อะโนเมอริกคาร์บอน

สูตรโครงสร้างทางเคมีของโมโนแซ็กคาไรด์ที่เป็นอัลโดเฮกโซสและคีโทเฮกโซส มักเขียนโครง สร้างเป็นแบบสายโซ่ตรงของคาร์บอน แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วโมโนแซ็กคาไรด์เหล่านี้เมื่ออยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะละลายอยู่ในน้ำ ร้อยละ 99 ของโมเลกุลเหล่านี้ จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นภายในโมเลกุลเอง สำหรับกลูโคสมีหมู่อัลดีไฮด์ของคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 (บริเวณแรเงา) จะทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิล (–OH) ของคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 บนโมเลกุลของกลูโคส (บริเวณวงกลม) เป็นผลให้เกิดโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นวง

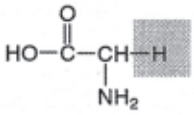
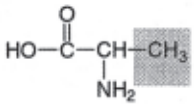
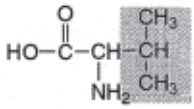
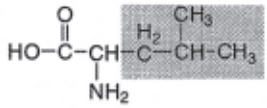
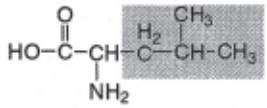
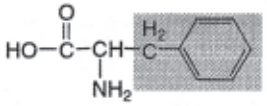
เมื่อเกิดโครงสร้างที่เป็นวงขึ้นนี้ ทำให้เมื่อนำมาเขียนโครงสร้างแบบฮาเวิทโปรเจ็กชัน (Harwoth projection) จะได้โครงสร้างที่มีหมู่ –OH ของคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ใน 2 รูปแบบ แบบหนึ่งจะมีหมู่ –OH (บริเวณแรเงา) จะชี้ต่ำกว่าระนาบของโมเลกุล เรียกว่า “อัลฟา (α)” อีกแบบหนึ่งชี้สูงกว่าระนาบของโมเลกุล เรียกว่า “บีตา (β)”



ภาพโครงสร้างของกลูโคสและฟรุกโทสในแบบโซ่ตรงและวง

โสตทัศน์ # 13.5 กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ที่เป็นหน่วยย่อยของโปรตีน

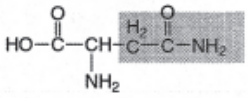
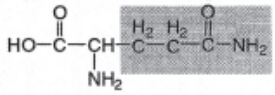
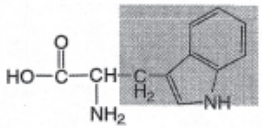
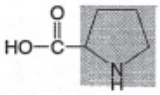
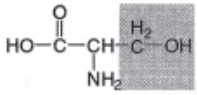
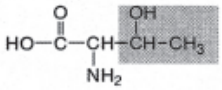
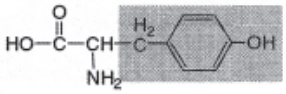
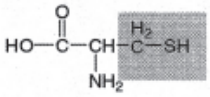
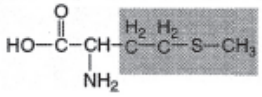
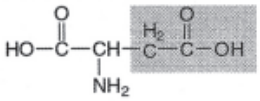
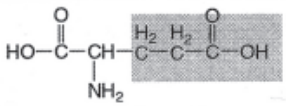
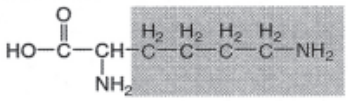
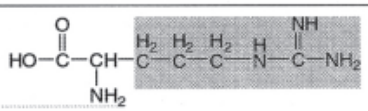
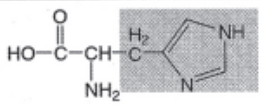
โปรตีนประกอบขึ้นจากกรดอะมิโน ซึ่งแต่ละโมเลกุลที่มีหมู่คาร์บอกซี่ หมู่อะมิโน และโซ่ข้างติดอยู่กับคาร์บอนในตำแหน่งอัลฟา (α–Carbon) กรดอะมิโนแต่ละโมเลกุลต่อเชื่อมกันด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide Bond) ที่เกิดขึ้นระหว่างหมู่คาร์บอกซี่ของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่งกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนอีกโมเลกุลหนึ่ง ทำให้ได้สายโซ่ที่มีกรดอะมิโนเรียงตัวกันเป็นเส้นยาวเป็นชีวโมเลกุลขนาดใหญ่

สมบัติของหมู่ R	กรดอะมิโน		ชื่อย่อ	ชื่อย่อ
	โครงสร้าง	ชื่อ		
หมู่ R มีสมบัติเป็นกลาง		ไกลซีน	Gly	G
		อะลานีน	Ala	A
		วาลีน *	Val	V
		ลิวซีน *	Leu	L
		ไอโซลิวซีน *	Ile	I
		ฟีนิลอะลานีน *	Phe	F

* กรดอะมิโนจำเป็น ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายของมนุษย์สร้างขึ้นเองไม่ได้

สูตรแสดงไว้เพื่อประกอบความเข้าใจเท่านั้น

โสตทัศน์ # 13.5 กรดอะมิโนชนิดต่างๆ ที่เป็นหน่วยย่อยของโปรตีน (ต่อ)

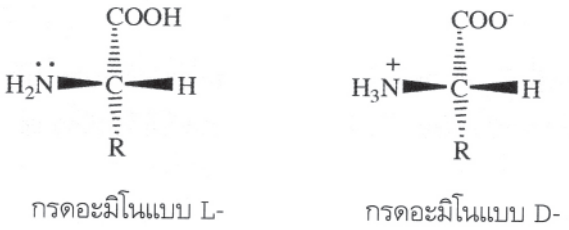
สมบัติของหมู่ R	กรดอะมิโน		ชื่อย่อ	ชื่อย่อ
	โครงสร้าง	ชื่อ		
หมู่ R มีสมบัติเป็นกลาง		แอสปาราจีน	Asn	N
		กลูตามีน	Gln	Q
		ทริปโตเฟน *	Trp	W
		โปรลีน	Pro	P
หมู่ R มีสมบัติเป็นกลางและมีขั้ว		เซอรีน	Ser	S
		ทรีโอนีน *	Thr	T
		ไทโรซีน	Tyr	Y
หมู่ R ประกอบด้วยซัลเฟอร์		ซีสเทอีน	Cys	C
		เมไทโอนีน *	Met	M
หมู่ R มีสมบัติเป็นกรด		กรดแอสปาร์ติก	Asp	D
		กรดกลูตามิก	Glu	E
หมู่ R มีสมบัติเป็นเบส		ไลซีน *	Lys	K
		อาร์จีนีน #	Arg	R
		ฮิสติดีน *	His	H

* กรดอะมิโนจำเป็น ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายของมนุษย์สร้างขึ้นเองไม่ได้

สูตรแสดงไว้เพื่อประกอบความเข้าใจเท่านั้น

โสตทัศน์ # 13.6 โครงสร้างของกรดอะมิโน

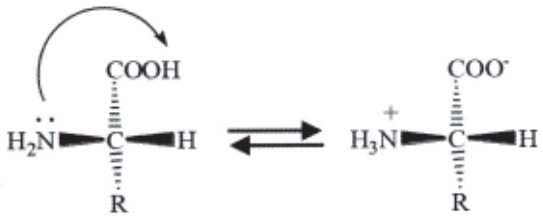
กรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิด ที่พบในโปรตีนของพืชและสัตว์ เป็นกรดอะมิโนชนิด α คือมีหมู่ $-NH_2$ เกาะอยู่ที่ α–คาร์บอน หรือคาร์บอนในตำแหน่งที่ 2 นับจากหมู่ –COOH



กรดอะมิโนแบบ L- กรดอะมิโนแบบ D-

ภาพโครงสร้างของกรดอะมิโนที่มีคอนฟิกุเรชันแบบ L– และ D–

กรดอะมิโนมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหมู่ $-NH_2$ และ –COOH อย่างน้อยโมเลกุลละ 1 หมู่ ที่สามารถเกิดปฏิกริยากรด–เบสได้ ทำให้ในโมเลกุลเกิดเป็นขั้วทางประจุไฟฟ้าได้สองขั้วหรือเรียกว่า เป็นไดโพลาร์ไอออน (Dipolar Ion) ซึ่งจะมีประจุตรงข้ามกันทำให้โมเลกุลเป็นกลางทางไฟฟ้า (Neutral Net charge) กรดอะมิโนจึงละลายน้ำและละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วได้ (Polar Solvent) เช่น แอลกอฮอล์ แต่จะไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว (Non–Polar Solvent) เช่น ไดเอทิลอีเทอร์ หรือ เบนซีน เป็นต้น



ภาพความเป็นขั้วที่อยู่บนโมเลกุลของกรดอะมิโน

โสตทัศน์ # 13.7 ชนิดของลิพิด

ลิพิดที่พบในธรรมชาติแบ่งออกตามลักษณะของสูตรโครงสร้างได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

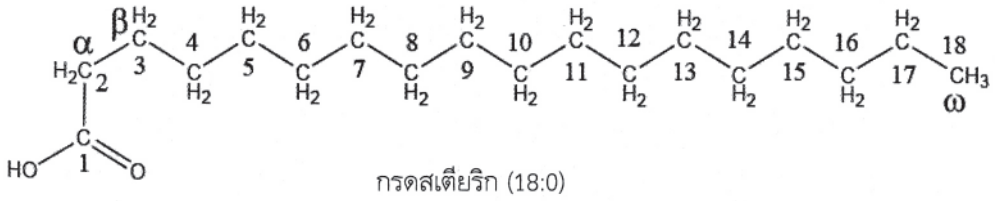
1) ***เอสเตอร์ของกลีเซอรอล (Glycerol Ester)*** เป็นเอสเตอร์ของกรดไขมันและกลีเซอรอล เช่น เอซิลกลีเซอรอล (Acylglycerols) ฟอสโฟเอซิลกลีเซอรอล (Phosphoacylglycerols) เป็นต้น
2) ***เอสเตอร์ของแอลกอฮอล์อื่น*** เป็นเอสเตอร์ของกรดไขมันและแอลกอฮอล์อื่นที่ไม่ใช่กลีเซอรอล เช่น ขี้ผึ้ง (Wax) เป็นต้น
3) ***สฟิงโกลิพิด (Sphingolipid)*** เป็นอนุพันธ์ของสารสฟิงโกซีน (Sphingosine)
4) ***อนุพันธ์ของสเตอรอล (Strerol Derivative)*** ได้แก่ลิพิดที่มีโครงสร้างหลักเป็น เปอร์ไฮโดรไซโคเพนทาโนฟีแนนทรีน (Perhydrocyclopentanophenanthrene) เช่น โคเลสเตอรอล (Cholesterol) ฮอร์โมนชนิดต่างๆ ในกลุ่ม สเตอรอยด์ (Steroid Hormone) และไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) ซึ่งเป็นสเตอรอยด์ที่มาจากพืช เป็นต้น
5) ***อนุพันธ์ของเทอร์ปีน (Terpene Derivative)*** เป็นลิพิดที่มีหน่วยโครงสร้างหลักเป็นเทอร์ปีน เช่น β–คาร์โรทีน (β –Carotene) และวิตามินเอ เป็นต้น

โสตทัศน์ # 13.8 โครงสร้างของลิพิด

ลิพิด (Lipids) เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีลักษณะหลากหลาย แต่จะมีสมบัติทางกายภาพเหมือนกันคือ ไม่ละลายน้ำหรือละลายได้เพียงเล็กน้อย ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Solvents)

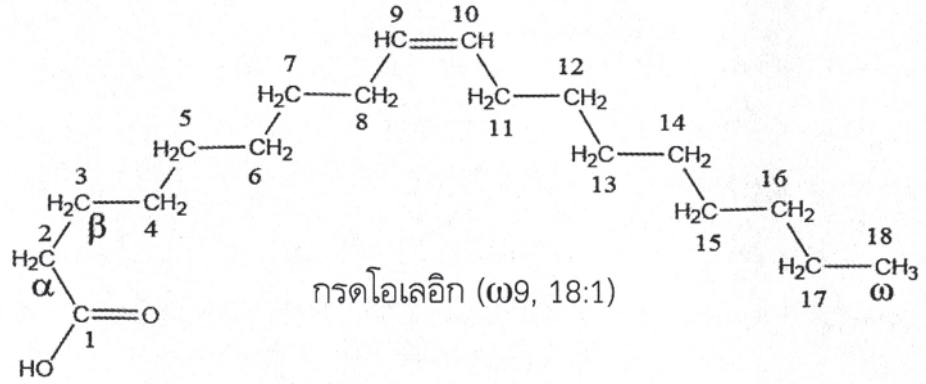
กรดไขมัน (Fatty Acid) เป็นองค์ประกอบสำคัญในโมเลกุลของลิพิด มีส่วนของโมเลกุลเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นสายโซ่ยาว โดยปลายด้านหนึ่งเป็นหมู่เมทิล (Methyl Group; –CH3) ที่เรียกว่า "โอเมกาคาร์บอน (ω–Carbon)" และหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl Group; –COOH)

พันธะที่ต่อระหว่างอะตอมของคาร์บอนมีทั้งที่เป็นพันธะเดี่ยว (Single Bond) และพันธะคู่ (Double Bond) กรดไขมันชนิดที่มีเฉพาะพันธะเดี่ยวเรียกว่า "กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid)"



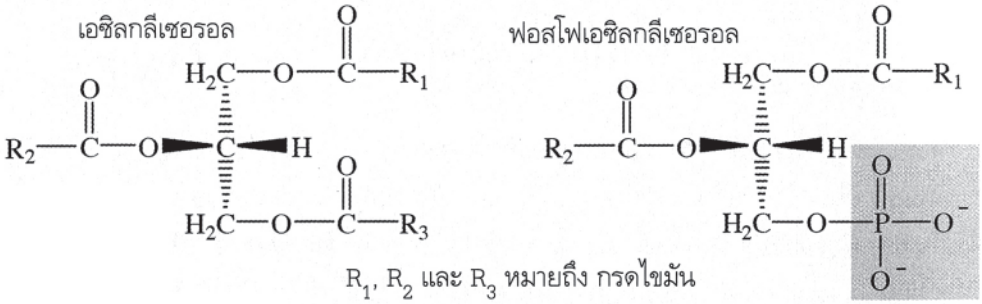
กรดสเตียริก (18:0)

ส่วนชนิดที่มีพันธะคู่ปนอยู่ด้วยเรียกว่า "กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid)"



กรดโอเลอิก (ω9, 18:1)

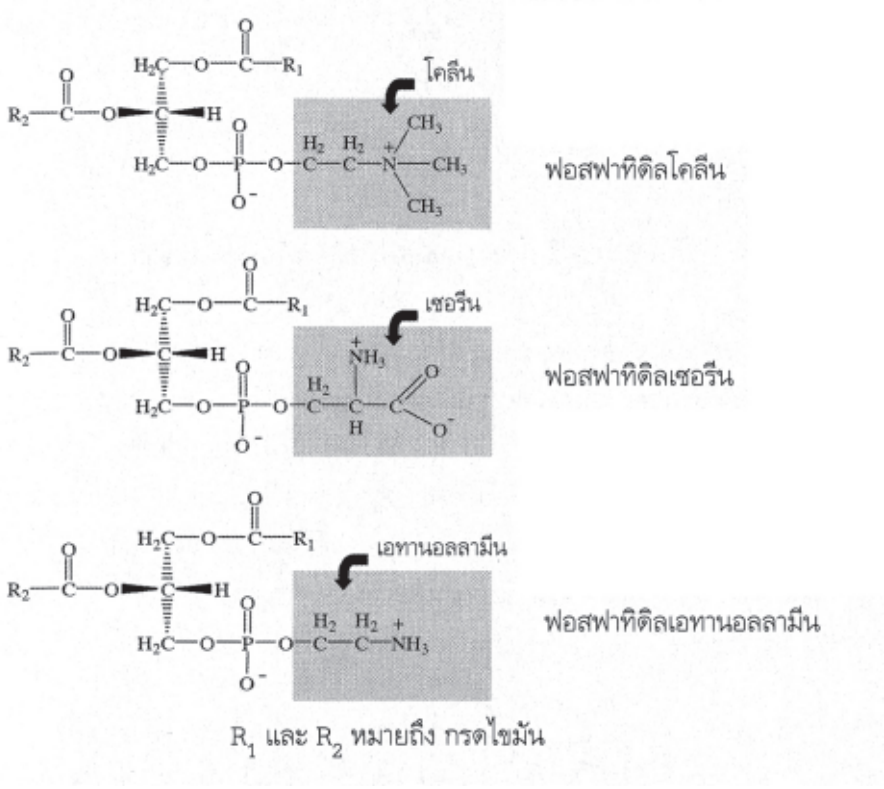
เอสเตอร์ของกรดไขมันกับพอลิแอลกอฮอล์ โดยหมู่ไฮดรอกซี (OH Group) ทั้ง 3 ของกลีเซอรอลสามารถทำปฏิกิริยากับกรดไขมันได้ 1–3 โมเลกุล ทำให้ได้ผลิตผลเป็นโมโนเอซิลกลีเซอรอล (Monoacyl Glycerol) หรือโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) ไดเอซิลกลีเซอรอล (Diacylglycerol) หรือไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) และไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol) หรือไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ตามลำดับ



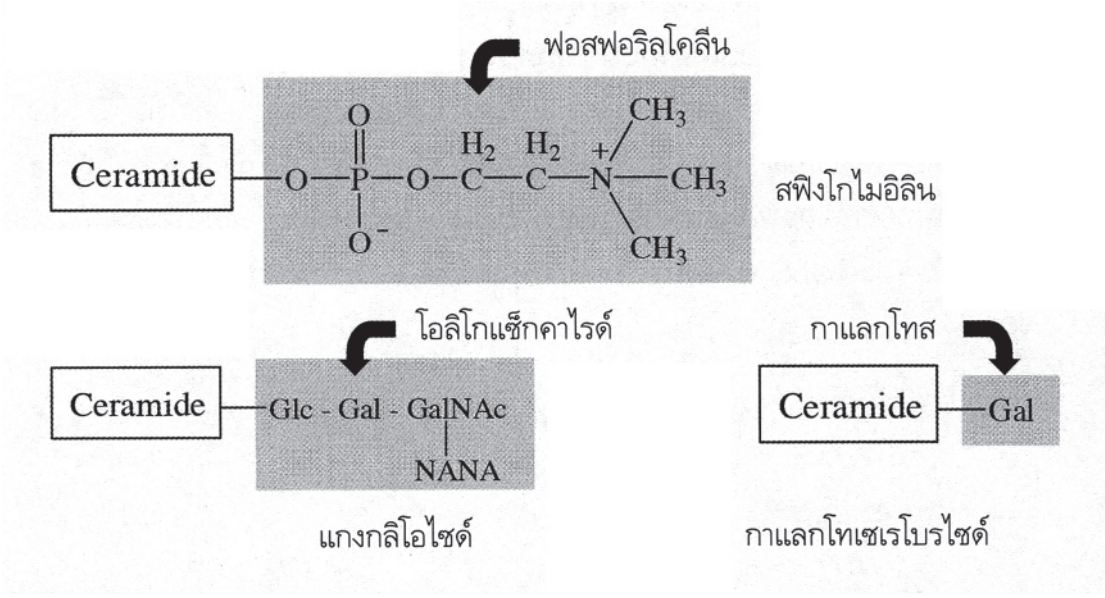
สูตรแสดงไว้เพื่อประกอบความเข้าใจเท่านั้น

โสตทัศน์ # 13.8 โครงสร้างของลิพิด (ต่อ)

ฟอสโฟเอซิลกลีเซอรอล หรือฟอสโฟกลีเซอไรด์ เป็นฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) ที่มีโครงสร้างโดยทั่วไปคล้ายไดกลีเซอไรด์ โดยประกอบด้วยกลีเซอรอลที่มีกรดไขมัน 2 ชนิด เชื่อมต่อด้วยพันธะเอสเตอร์ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 และ 2 ส่วนหมู่ –OH บนคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 จะมีพันธะเอสเตอร์กับกรดฟอสฟอริก



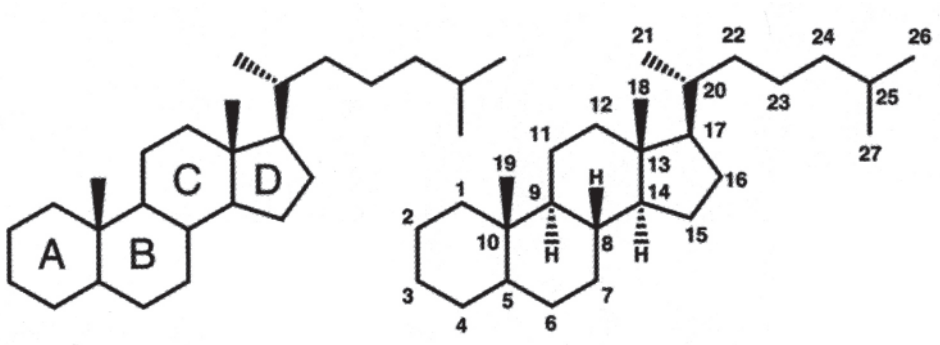
สฟิงโกลิพิด มีโครงสร้างประกอบด้วย กรดไขมัน 1 โมเลกุล สฟิงโกซีน (Sphingosine) หรืออนุพันธ์ของสฟิงโกซีน 1 โมเลกุล และโมเลกุลที่มีขั้วอีก 1 โมเลกุล



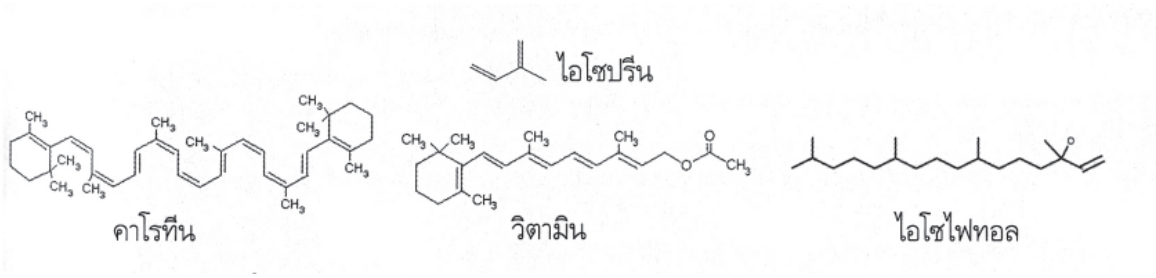
สูตรแสดงไว้เพื่อประกอบความเข้าใจเท่านั้น

โสตทัศน์ # 13.8 โครงสร้างของลิพิด (ต่อ)

สเตอรอยด์ มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยวงไฮโดรคาร์บอนชนิดไซโคลอัลเคน (Cycloalkane Rings) จำนวน 4 วงเรียงติดกัน โดยเป็นชนิด 6 คาร์บอนอะตอม (Cyclohexane Rings) จำนวน 3 วง (A, B และ C) และชนิด 5 คาร์บอนอะตอม (Cyclopentane Ring) จำนวน 1 วง (D)



เทอร์ปีน เป็นพอลิเมอร์ของไอโซปรีน (Isoprene) เทอร์ปีน (Terpene) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของไอโซปรีน (Isoprene)



สูตรแสดงไว้เพื่อประกอบความเข้าใจเท่านั้น

โสตทัศน์ # 13.9 ชนิดของกรดนิวคลิอิก

กรดนิวคลิอิกในสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมี 2 ชนิด คือ

- กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก หรือ “ดีเอ็นเอ” (Deoxyribonucleic Acid: DNA) ดีเอ็นเอทำหน้าที่หลักในการเก็บรักษาและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

- กรดไรโบนิวคลิอิก หรือ “อาร์เอ็นเอ” (Ribonucleic Acid: RNA) ทำหน้าที่หลักในการถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมจากดีเอ็นเอไปเป็นโปรตีน

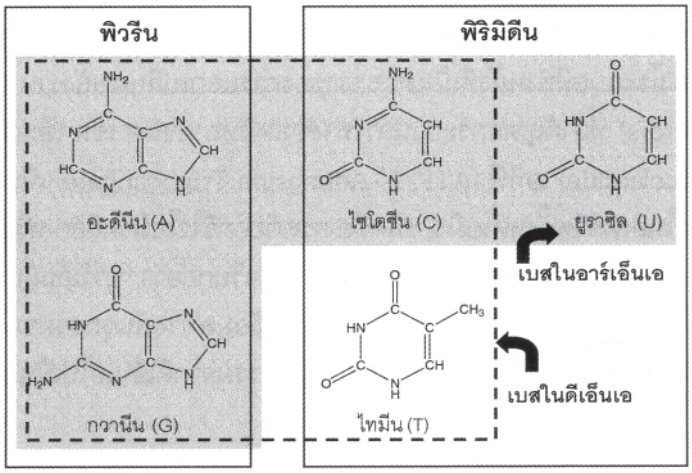
โสตทัศน์ # 13.10 โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์

นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) เป็นโครงสร้างพื้นฐานของทั้ง DNA และ RNA ประกอบด้วย เบสที่มีไนโตรเจน (Nitrogenous Base) น้ำตาลเพนโตส และหมู่ฟอสเฟต (Phosphate Group)

เบสที่มีไนโตรเจน แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ พิวรีน (Purine) และพิริมิดีน (Pyrimidine)

1. พิวรีน มี 2 ชนิดคือ อะดีนีน (Adenine; A) และกวานีน (Guanine; G) เบสทั้งสองชนิดนี้พบทั้ง DNA และ RNA

2. พิริมิดีน มี 3 ชนิดคือ ยูราซิล (Uracil; U) ไทมีน (Thymine; T) และไซโตซีน (Cytosine: C) ทั้ง DNA และ RNA จะมีไซโตซีน (C) ขณะที่พิริมิดีนอีกหนึ่งชนิดนั้นจะมีการใช้พิริมิดีนต่างกันคือ DNA ใช้ไทมีน (T) ขณะที่ RNAใช้ยูราซิล (U) (T และ U ต่างกันที่หมู่เมทิล)



น้ำตาลเพนโตส เป็นน้ำตาลชนิดที่มีคาร์บอน 5 อะตอม น้ำตาลเพนโตสในดีเอ็นเอคือ 2–ดีออกซี–D–ไรโบส (2–deoxy–D–ribose) ส่วนน้ำตาลในอาร์เอ็นเอคือ D–ไรโบส (D–ribose)

หมู่ฟอสเฟต ต่อกับน้ำตาลเพนโทสที่คาร์บอนในตำแหน่งที่ 5’ ขณะที่เบสต่อกับน้ำตาลเพนโทสที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1’ โดยใช้พันธะ β–N–ไกลโคไซด์ (β–N–glycoside)

“นิวคลิโอไซด์ (Nucleoside)” เป็นนิวคลิโอไทด์ที่ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทสและเบสเท่านั้นไม่มีหมู่ฟอสเฟต

โสตทัศน์ # 13.11 บทบาทของชีวโมเลกุล

คาร์โบไฮเดรต

- ใช้เป็นเป็นแหล่งพลังงานหลักของสิ่งมีชีวิต
- สามารถใช้เป็นสารต้นตอที่ให้โครงคาร์บอนเพื่อการสังเคราะห์สังเคราะห์สารหลายชนิดที่จำเป็น
- เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเนื้อเยื่อและเป็นส่วนประกอบของเยื่อเซลล์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทางโครงสร้าง และสามารถใช้เป็นเครื่องหมายเฉพาะของเซลล์ได้

โปรตีน

- เป็นเอนไซม์ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์
- ทำหน้าที่ในการขนส่งสารต่าง ๆ ให้กับเซลล์
- เป็นองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดการยืดและหดตัวซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอวัยวะต่างๆ
- ทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันต่อสิ่งแปลกปลอมที่เรียกว่า แอนติบอดี
- ทำหน้าที่รับส่งข่าวสารสื่อสารระหว่างเซลล์โดยใช้โปรตีนที่จับอย่างจำเพาะกับโมเลกุลที่เกี่ยวข้องที่ผิวเซลล์

ลิพิด

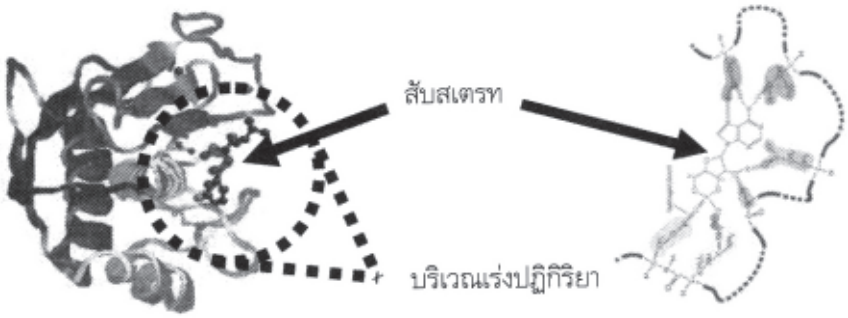
- เป็นโมเลกุลที่เป็นแหล่งพลังงาน
- เป็นโครงสร้างหลักของเยื่อเซลล์
- เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น วิตามิน สเตอรอยด์ เป็นต้น
- ลิพิดที่สะสมอยู่ในเซลล์ทำหน้าที่เป็นนวมป้องกันอวัยวะภายในและเป็นฉนวนป้องกันได้ดี

กรดนิวคลิอิก

- มีบทบาทในกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เป็นโมเลกุลในรูปของนิวคลิโอไทด์
- ดีเอ็นเอที่อยู่ในนิวเคลียส ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาส ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรมในการถ่ายทอดคุณลักษณะของสิ่งมีชีวิตไปสู่ลูกหลาน
- อาร์เอ็นเอที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดคุณลักษณะทางพันธุกรรมให้แสดงออกทางสรีรวิทยา

โสตทัศน์ # 13.12 โครงสร้างของเอนไซม์

เอนไซม์ส่วนใหญ่มีรูปร่างลักษณะเป็นก้อนทรงกลม (Globular Structure) โดยบริเวณด้านนอกบางส่วนของโมเลกุลเป็นส่วนที่เรียกว่า “บริเวณเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Site)” ซึ่งจะจับอย่างจำเพาะกับสารตั้งต้นของปฏิกิริยาที่เรียกว่า “สับสเตรท (Substrate)”

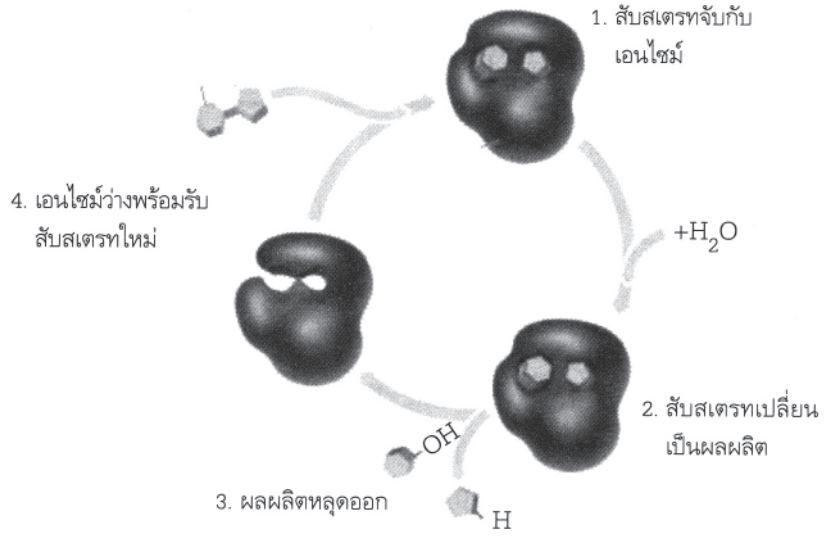


ภาพโครงสร้างของเอนไซม์แสดงการจับของสับสเตรทที่บริเวณเร่งปฏิกิริยา

โสตทัศน์ # 13.13 การทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาชีวเคมี

เอนไซม์

- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชีวภาพ (Biocatalytic Activity) โดยใช้ปริมาณเอนไซม์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น
- เมื่อเอนไซม์ทำงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมจะมีปริมาณและโครงสร้างของเอนไซม์ก่อนและหลังการเร่งปฏิกิริยาจะคงเดิม
- เอนไซม์ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมีอย่างจำเพาะและมีความจำเพาะต่อสับสเตรท



ภาพการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาชีวเคมี

โสตทัศน์ # 13.14 ชนิดปฏิกิริยาของเอนไซม์

ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางชีวภาพที่ใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในสิ่งมีชีวิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) ออกซิโดรีดักเตส (Oxidoreductase) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน
2) ทรานส์เฟอเรส (Transferase) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการโยกย้ายหมู่ต่างๆ ในโมเลกุลของสารหนึ่งไปยังอีกสารหนึ่ง
3) ไฮโดรเลส (Hydrolase) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการสลายสับสเตรทด้วยน้ำที่เรียกว่า "ไฮโดรไลซีส (hydrolysis)"
4) ไลเอส (Lyase) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่ (group) ใดๆ ที่ตำแหน่งที่มีพันธะคู่ (double bond) หรือปฏิกิริยาการดึงหมู่ใดๆ ออกจากโมเลกุลของสารทำให้เกิดพันธะคู่ขึ้น การเร่งปฏิกิริยาแบบนี้จะไม่อาศัยวิธีการในแบบไฮโดรไลซีส (hydrolysis)
5) ไอโซเมอเรส (Isomerase) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงไอโซเมอร์
6) ไลเกส หรือซินทีเตส (Ligase or Synthetase) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการรวมตัวของโมเลกุล 2 โมเลกุลเข้าด้วยกันโดยอาศัยสารพลังงานสูงเอทีพี

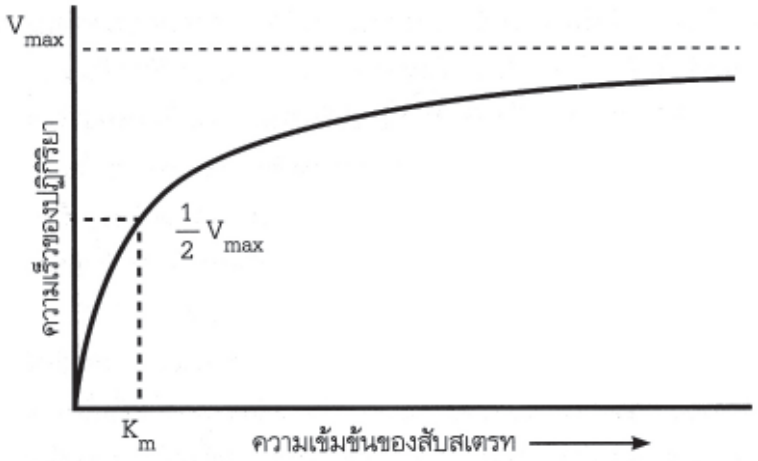
โสตทัศน์ # 13.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสับสเตรท

ค่าความเข้มข้นของสับสเตรทที่มีผลให้ความเร็วของปฏิกิริยาเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วสูงสุดที่ปฏิกิริยานั้น ($V_{max}/2$) เรียกว่า "ค่าคงที่ไมเคิลลิส–เมนเทน (Michaelis–Menten constant; K_m)"

ค่า K_m นี้มีประโยชน์อย่างมากในการกำหนดความเข้มข้นของส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ความเข้มข้นของสับสเตรทที่ใช้ต้องมากกว่าความเข้มข้นที่ค่า K_m ของเอนไซม์นั้น

โดยทั่วไปมักใช้มากกว่า 5–10 เท่าของค่า K_m ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์ในตัวอย่างเลือดเพื่อบอกความผิดปกติของอวัยวะในร่างกายได้



ภาพความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสับสเตรท

โสตทัศน์ # 13.16 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ประกอบด้วย

1) โครงรูปของเอนไซม์

- สภาพความเป็นกรด–เบสของสารละลายเอนไซม์ เอนไซม์ทำงานดีที่สุด (optimum pH) ของเอนไซม์แต่ละชนิดจะมีระดับที่แตกต่างกันไป
- อุณหภูมิของสารละลายมีผลกระทบต่อโครงรูปของเอนไซม์ ทำให้กระทบต่อการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์

2) ความเข้มข้นของเอนไซม์และสับสเตรท

ความเร็วของปฏิกิริยาเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อความเข้มข้นของเอนไซม์ ขณะที่ความเข้มข้นของสับสเตรทเกี่ยวข้องโดยตรงกับความเร็วของปฏิกิริยา

3) โคแฟกเตอร์และสารยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์

"โคแฟกเตอร์" มีผลกระทบต่อการเร่งปฏิกิริยา มี 2 ชนิดคือ ชนิดที่เป็นไอออนอนินทรีย์ เช่น ไอออนของโลหะได้แก่ Mg^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+} เป็นต้น และชนิดที่เรียกว่า "โคเอนไซม์" เช่น FMN, FAD, NAD เป็นต้น

"สารยับยั้งปฏิกิริยา" เป็นสารบางอย่างที่มีผลกระทบต่อความเร็วของปฏิกิริยาในทางที่ทำให้ปฏิกิริยาช้าลงหรือเกิดขึ้นไม่ได้

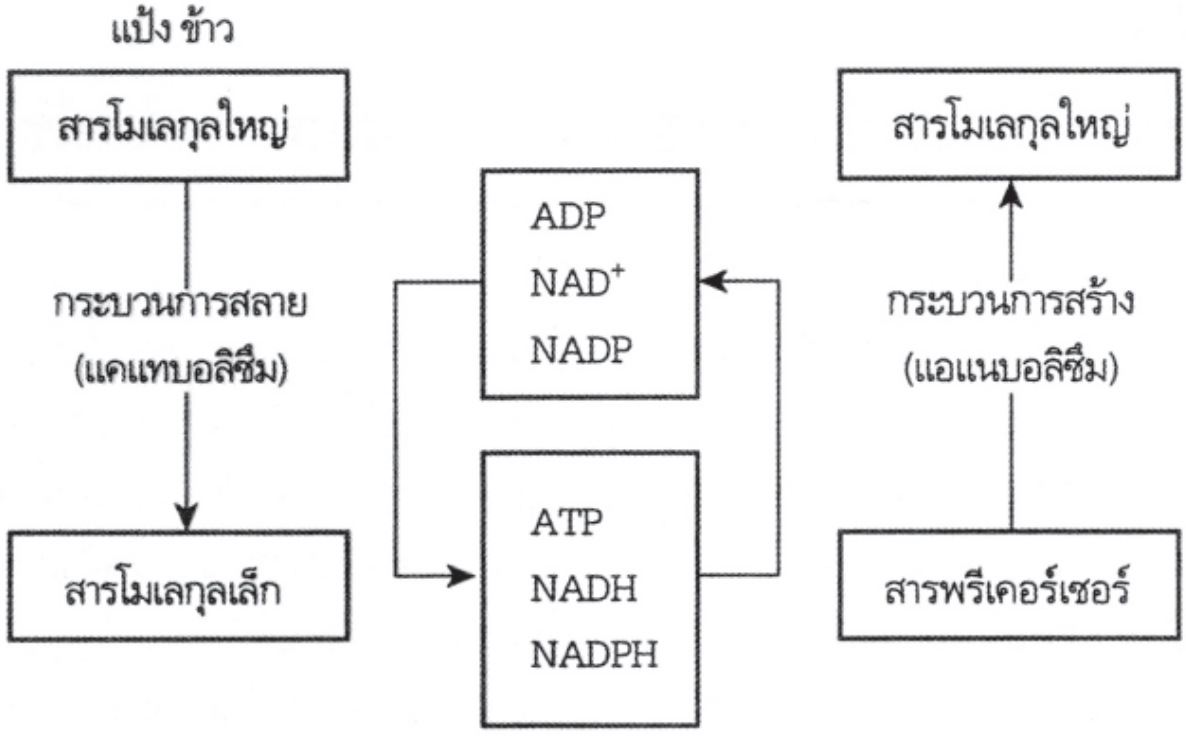
โสตทัศน์ # 14.1 ความสัมพันธ์ของกระบวนการสลายและกระบวนการสร้างสารชีวโมเลกุลในสิ่งที่มีชีวิต

กระบวนการแปรรูปสาร ประกอบด้วย ปฏิกิริยาเคมีและสารตัวกลาง (Metabolic Intermediate) หรือเมตาบอไลต์ (Metabolite) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งประกอบกันเป็นวิถีเมแทบอลิซึม (Metabolic Pathway) โดยการใช้ระบบเอนไซม์ที่จำเพาะเจาะจง

กระบวนการแปรรูปสารในเซลล์แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการใหญ่ๆ ได้แก่ กระบวนการสลายหรือแคแทบอลิซึม (Catabolism) และกระบวนการสร้างหรือแอแนบอลิซึม (Anabolism)

กระบวนการสลาย ประกอบด้วย ปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงสารโมเลกุลใหญ่ ให้กลายเป็นโมเลกุลเล็กๆ ที่มีสูตรโครงสร้างแบบง่ายๆ ปฏิกิริยาการสลายมักเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้พลังอิสระที่อยู่ในสารโมเลกุลใหญ่ถูกปล่อยออกมา เกิดสารที่มีพลังงานที่เรียกว่า เอทีพี และโคเอนไซม์ ที่เป็นตัวพาอิเล็กตรอนที่อยู่ในรูปเอ็นเอดีพีเอช (NADPH) เอ็นเอดีเอช (NADH) และเอฟเอดีพีเอช (FADPH2)

กระบวนการสร้าง ประกอบด้วยปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นหรือพรีเคอร์เซอร์ให้กลายเป็นสารโมเลกุลใหญ่ปฏิกิริยาการสร้างมักเป็นปฏิกิริยารีดักชัน ซึ่งต้องมีการใช้พลังงานที่ได้จาก ATP และมีการใช้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนในรูป NADPH NADH และ $FADH_2$ ที่ได้มาจากกระบวนการสลาย เปลี่ยนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในรูปเอดีพี (ADP) เอ็นเอดี (NAD+) และเอ็นเอดีพี (NADP) เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสลายหมุนเวียนกันไป



ภาพความสัมพันธ์ของกระบวนการสลายและกระบวนการสร้างสารชีวโมเลกุลในสิ่งที่มีชีวิต

โสตทัศน์ # 14.2 การควบคุมการแปรรูปสาร

การควบคุมการแปรรูปสารที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

1) **การควบคุมการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์** สารจะเข้าสู่เซลล์ขึ้นอยู่กับ

(1) **คุณสมบัติของสาร** สารจะผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้มากหรือน้อยขึ้นกับสมบัติในการละลายในไขมัน ประจุ ขนาดและปริมาณของสาร

(2) **โปรตีนขนส่งที่เยื่อหุ้มเซลล์** สารบางชนิดที่ไม่ละลายในไขมันจะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ หากมีโปรตีนขนส่งที่จำเพาะกับสารนั้นแทรกอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์

(3) **พลังงานที่ใช้ในการขนส่งสารสู่เซลล์** การขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์บางชนิดต้องอาศัยพลังงานในรูป ATP ทำให้มีการขนส่งสารจากที่มีความเข้มข้นต่ำไปสู่ที่มีความเข้มข้นสูงได้

2) **การควบคุมเอนไซม์ที่ใช้ในการแปรรูปสาร**

(1) **การควบคุมปริมาณของเอนไซม์** ปริมาณของเอนไซม์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วของปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นไปด้วย เซลล์สร้างเอนไซม์เพิ่มขึ้นได้ อัตราการสร้างเอนไซม์เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีน โดยอาศัยสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอ (RNA)

(2) **การควบคุมการทำงานของเอนไซม์** ความเร็วของปฏิกิริยาในการแปรรูปสารขึ้นกับปริมาณเอนไซม์ ปริมาณสับเตรต (Substrate) หรือสารที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ ปริมาณโคเอนไซม์ ตัวกระตุ้น (Activator) หรือตัวยับยั้ง (Inhibitor)

(3) **การควบคุมให้เอนไซม์อยู่เป็นสัดส่วนในเซลล์** การที่เอนไซม์อยู่เป็นสัดส่วนนี้ทำให้การทำงานของเอนไซม์ในการควบคุมกระบวนการการแปรรูปสารเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม ไม่กระจัดกระจายจนยุ่งยากแก่การควบคุม และการศึกษาปฏิกิริยาต่างๆ

โสตทัศน์ # 14.3 การเกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์

สารต่างๆ มีพลังงานเคมีอยู่ในตัวและมีปริมาณแตกต่างกัน เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้สารหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปเป็นอีกสารหนึ่ง จะมีการเปลี่ยนแปลงและคายพลังงานออกมา เรียกว่า พลังงานอิสระ กิบบส์ (Gibbs Free Energy; G) หน่วยเป็นกิโลแคลอรี (Kcal)

ถ้าทราบพลังงานของสารตั้งต้น (G1) และสารที่เป็นผลิตภัณฑ์ (G_2) จะทำให้ทราบทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้ คือ $G_2 - G_1 = \Delta G$ ซึ่งโดยปกติพลังงานก่อนและหลังปฏิกิริยาจะต้องเท่ากัน

ถ้าพลังงานของสารตั้งต้นมากกว่าสารผลิตภัณฑ์ แสดงว่า ปฏิกิริยานั้นมีการคายพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยาเอกเซอร์โกนิก (Exergonic Reaction)

A + B ⟶	C + D	Δ G = 60 – 100
สารตั้งต้น	สารผลิตภัณฑ์	= – 40 กิโลแคลอรี/โมล
G_1 = 100 กิโลแคลอรี/โมล	G_2 = 60 กิโลแคลอรี/โมล	

A + B ⟶	C + D	Δ G = 100 – 60
สารตั้งต้น	สารผลิตภัณฑ์	= + 40 กิโลแคลอรี/โมล
G_1 = 60 กิโลแคลอรี/โมล	G_2 = 100 กิโลแคลอรี/โมล	

ปฏิกิริยานี้จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง เพราะมีพลังงานไม่เพียงพอต้องมีการดูดพลังงานเข้าไป เรียกว่า ปฏิกิริยาเอนเดอร์โกนิก (Endergonic Reaction)

ปฏิกิริยาทั้ง 2 นี้จะเกิดขึ้นได้ในเซลล์ พลังงานที่ปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาเอกเซอร์โกนิกอาจใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเอนเดอร์โกนิกให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยาควบคู่ (Coupling Reaction) ในสิ่งมีชีวิตจะมีกลไกการถ่ายเทพลังงานจากปฏิกิริยาหนึ่งไปสู่อีกปฏิกิริยาได้ โดยมีเอนไซม์ต่างๆ เป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดปฏิกิริยานี้

A + B ⟷	C + D	Δ G = 0 กิโลแคลอรี/โมล
สารตั้งต้น	สารผลิตภัณฑ์	
G_1 = 60 กิโลแคลอรี่/โมล	G_2 = 60 กิโลแคลอรี/โมล	

ปฏิกิริยานี้จะอยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) เมื่อพลังงานอิสระระหว่างปฏิกิริยาตั้งต้นเท่ากับปฏิกิริยาผันกลับ ปฏิกิริยาจึงเกิดขึ้นได้ทั้ง 2 ทิศทางและมีความเร็วเท่ากัน

พลังงานอิสระกิบส์จะขึ้นกับความดัน อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา ถ้ากำหนดพลังงานอิสระกิบส์ที่ 1 ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส pH เท่ากับ 7 ปริมาณสารแต่ละชนิดเท่ากับ 1 โมล เรียกว่า พลังงานอิสระกิบส์มาตรฐาน (G^0) ซึ่งจะใช้เทียบพลังงานของแต่ละปฏิกิริยาได้

โสตทัศน์ # 14.4 โครงสร้าง ATP และส่วนประกอบ

การสลายสารชีวโมเลกุลทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานมาสร้างเป็น ATP ซึ่ง ATP ประกอบด้วยเบสอะดีนีน น้ำตาลไรโบส และหมู่ฟอสเฟตต่อกัน 3 หมู่

หมู่ที่จับกับไรโบส เรียกว่า แอลฟาฟอสเฟต (α–Phosphate) ถัดไปเป็นบีตาฟอสเฟต (β–Phosphate) และปลายด้านนอกสุดเป็นแกมมาฟอสเฟต (γ –Phosphate)

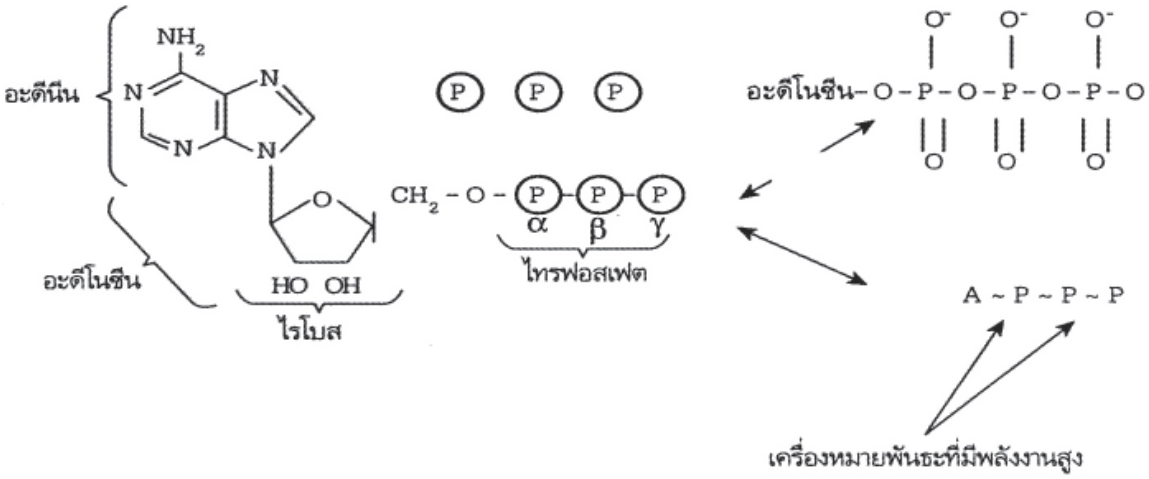
ATP จะสลายตัวแล้วคายพลังงานออกมาให้แก่เซลล์ได้ 2 วิธี ดังนี้

สลายแกมมาฟอสเฟต

$$ATP + H2_{O} \rightarrow ADP + Pi \quad \Delta G^{0} = -7 \text{ กิโลแคลอรี/โมล}$$

สลายบีตาฟอสเฟตและแกมมาฟอสเฟต

$$ATP + H2_{O} \rightarrow AMP + Ppi \quad \Delta G^{0} = -10 \text{ กิโลแคลอรี/โมล}$$



ภาพโครงสร้าง ATP และส่วนประกอบ

โสตทัศน์ # 14.5 กระบวนการสลายคาร์โบไฮเดรต

กระบวนการสลายคาร์โบไฮเดรต

1. กระบวนการสลายไกลโคเจน ไกลโคเจนเป็นโมเลกุลประกอบหรือโพลีเมอร์ของกลูโคสที่ร่างกายเก็บไว้เป็นพลังงานสำรอง ใช้ในยามฉุกเฉินเมื่อขาดกลูโคส ไกลโคเจนมีมากในตับและกล้ามเนื้อ ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะสลายเป็นพลังงานของกล้ามเนื้อ ส่วนไกลโคเจนในตับจะสลายเป็นน้ำตาลให้แก่เลือดและใช้เอง ปริมาณไกลโคเจนในตับเปลี่ยนแปลงไปตามอาหารที่กิน

2. กระบวนการไกลโคไลซิส เมื่อเซลล์ได้รับกลูโคสจะเปลี่ยนแปลงโดยการเติมฟอสเฟตด้วยเอนไซม์เฮกโซไคเนส ได้ G–6–P ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิกหรือไพรูเวต แล้วให้ 1 NADH และ 2 ATP

เมื่อมีออกซิเจน ไพรูเวตที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนเป็นอะเซทิลโคเอ ให้ 1 NADH และ CO_2 อะเซทิลโคเอและ NADH ที่เกิดขึ้นจะสลายตัวต่อไปในไมโทคอนเดรีย

สรุป 1 กลูโคส ⟶ 2 อะเซทิลโคเอ + 2ATP + 4 NADH + 2 CO_2 (รวม 14 ATP)

ในกรณีขาดออกซิเจน ไพรูเวตจะเปลี่ยนเป็นกรดแลกติกหรือแลกเตต (Lactate) หรือเอทานอล (Ethanol) แล้วแต่ชนิดของเซลล์ซึ่งมีการใช้ 1 NADH

สรุป 1 กลูโคส ⟶ 2 แลกเตตหรือเอทานอล + 2 ATP (รวม 2 ATP)

3. วัฏจักรเครบส์ เป็นวงจรการเปลี่ยนแปลงสารประกอบที่มีคาร์บอนหลายตัวให้กลายเป็นพลังงานในรูปของ ATP และ CO_2 และเป็นทางติดต่อเชื่อมโยงของคาร์โบไฮเดรตกับสารอาหารอื่น ทั้งเพื่อการสร้างน้ำตาลกลูโคสเมื่อร่างกายขาดแคลนกลูโคส และเพื่อผลิต ATP

เมื่อเซลล์ต้องการนำสาร ATP ไปใช้กระบวนการต่างๆ สารตัวกลางทุกชนิดของวัฏจักรเครบส์สามารถนำกลับไปใช้สร้างกลูโคสได้ นอกจากนี้สารตัวกลางของวัฏจักรเครบส์ยังนำไปใช้สร้างกรดอะมิโนได้ด้วย

โดยสรุป กลูโคส 1 โมเลกุล จะให้ 38 ATP โดย 1 กลูโคสให้ 14 ATP จากกระบวนการไกลโคไลซิส และ 24 ATP จากวัฏจักรเครบส์ 2 รอบที่เกิดจากการใช้ 2 อะเซทิลโคเอ

4. วิถีเพนโทสฟอสเฟต เป็นการออกซิไดส์กลูโคสโดยไม่ได้มีจุดประสงค์จะสร้าง ATP แต่เพื่อสร้าง NADPH ซึ่งเป็นโคเอนไซม์ที่สำคัญในการสร้างสารอื่นๆ

เนื้อเยื่อที่มีวิถีนี้มาก เช่น ตับ ต่อมน้ำนม เนื้อเยื่อไขมัน ต่อมหมวกไตส่วนคอร์เท็กซ์ (Adrenal Cortex) เม็ดเลือดแดง และอัณฑะ เป็นต้น แต่ไม่พบในกล้ามเนื้อ

5. วิถีกรดยูโรนิก กลูโคสจะถูกออกซิไดส์และได้สารสำคัญ 2 ชนิดคือ กรดกลูคูโรนิก และวิตามินซี ซึ่งมีความสำคัญในการกำจัดสารพิษออกจากร่างกายโดยการลดความเป็นพิษและทำให้ละลายน้ำได้ดีเพื่อขับออกจากร่างกายได้ง่าย

โสตทัศน์ # 14.6 กระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต

กระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต

1. กระบวนการสร้างไกลโคเจน เกิดจากการเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกลูโคส–6–ฟอสเฟตก่อน แล้วนำไปต่อกับโมเลกุลไกลโคเจนที่มีอยู่แล้วในอวัยวะนั้นโดยเอนไซม์ไกลโคเจนซีนเทส และเอนไซม์ดีบรานชิง

ถ้ามีกลูโคสมากทำให้อินสุลินหลั่งออกมา มีผลทำให้เอนไซม์ไกลโคเจนซีนเทสทำงานมากขึ้น ทำให้มีการสร้างไกลโคเจนมากขึ้น

2. กระบวนการสร้างกลูโคส กลูโคสเป็นสารจำเป็นในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเม็ดเลือดแดงและสมอง ระหว่างมื้ออาหารระดับกลูโคสในเลือดถูกปรับให้ลดลงโดยอินสุลิน

หากระดับน้ำตาลลดลงมากจะมีการสร้างกลูโคสในเลือดชดเชยไม่ให้ต่ำโดยฮอร์โมนกลูคากอนจากเซลล์แอลฟาของตับอ่อน

กลูคากอนช่วยสลายไกลโคเจนของตับออกมาเป็นกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด

กลูคากอนยังเพิ่มการสร้างเอนไซม์ของกระบวนการสร้างกลูโคสจากสารอื่นเพื่อเพิ่มระดับกลูโคสในเลือดอีกด้วย

3. กระบวนการสร้างกลูโคสจากสารอื่น กลูโคสอาจสร้างจากสารที่ได้จากการสลายของกลูโคสเองหรือสารที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต

กระบวนการนี้อาจเกิดขึ้นโดยการใช้พลังงานด้วย โดยใช้ปฏิกิริยาของกระบวนการไกลโคไลซิสบางส่วนที่ย้อนกลับได้ ปฏิกิริยาที่ต่างจากไกลโคไลซิส และปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์

การเกิดกระบวนการนี้เฉพาะในเนื้อเยื่อที่มีเอนไซม์พิเศษนี้เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่เกิดที่ตับ

4. กระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรตอื่นด้วยกลูโคส น้ำตาลและอนุพันธ์น้ำตาลหลายชนิดสร้างมาจากกลูโคส สารเหล่านี้ถูกนำไปสร้างคาร์โบไฮเดรตอื่นและคาร์โบไฮเดรตร่วมกับสารอื่น

กลูโคสอาจเปลี่ยนเป็นฟรุตโทสโดยผ่านซอร์บิทอล ซึ่งเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ในถุงอสุจิ กระบวนการนี้ว่าวิถีโพลิออล

การเกิดน้ำตาลแอลกอฮอล์คั่งในเซลล์โดยเฉพาะเลนส์ของตาจะดึงน้ำเข้าสู่เซลล์นั้น ทำให้เกิดต้อกระจกได้ ซึ่งมักพบเป็นภาวะแทรกซ้อนในโรคเบาหวานที่ควบคุมน้ำตาลไม่ได้ ทำให้ตามัว

5. การบวนการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนของสารอื่นกับคาร์โบไฮเดรต กลูโคสสามารถจับหมู่อะมิโนอิสระของกรดอะมิโนในโปรตีนของร่างกายด้วยพันธะโคเวเลนต์โดยไม่ต้องใช้เอนไซม์ซึ่งเรียกว่า ไกลเคชัน

ถ้าโมเลกุลของกลูโคส หรือน้ำตาลอื่นๆ จับกับหมู่ไฮดรอกซีของกรดอะมิโนโปรตีนและต้องใช้เอนไซม์เรียกว่า ไกลโคซิเลชัน สารที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้ เรียกว่า ไกลโคโปรตีน

ถ้าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโพลีแซ็กคาไรด์จับกับโปรตีนจะได้โปรตีนโอไกลแคน ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าไกลโคโปรตีนมาก ส่วนคาร์โบไฮเดรตที่จับกับลิพิด เรียกว่า ไกลโคลิพิด

โสตทัศน์ # 14.7 โรคเบาหวาน

โรคเบาหวาน

สาเหตุ เกิดจากความผิดปกติของร่างกายที่มีการผลิตฮอร์โมนอินสุลินไม่เพียงพอ อันส่งผลทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดสูง

อาการ ทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงขึ้น ทำให้ร่างกายเกิดภาวะเป็นกรดที่เรียกว่า คีโตซิส ในระยะยาวจะมีผลในการทำลายหลอดเลือด ถ้าหากไม่ได้รับการรักษาอย่างเหมาะสม อาจนำไปสู่สภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงได้

เมแทบอลิซึม ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน หรือผู้ที่มีความผิดปกติในด้านเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต หรือในภาวะที่อดอาหาร เซลล์ไม่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งของพลังงานได้ เซลล์จะใช้ลิพิดที่สะสมอยู่ ทำให้เกิดการสร้างอะเซทิลโคเอมากกว่าปกติ

ในภาวะร่างกายที่มีการสลายกรดไขมันมาก จะทำให้มีอะเซทิลโคเอ ซึ่งจะถูกนำไปสร้างคีโตนบอดีในไมโทคอนเดรียของตับ เพื่อให้พลังงานแก่เนื้อเยื่อต่าง ๆ

ถ้าหากไตและกล้ามเนื้อไม่สามารถใช้คีโตนบอดีได้ทัน จะทำให้มีคีโตนบอดีสะสมในเลือดและในร่างกายมาก และถูกขับออกทางปัสสาวะ

โสตทัศน์ # 14.8 กระบวนการสลายโปรตีน

กระบวนการสลายโปรตีน

1. กระบวนการเปลี่ยนแปลงหมู่อะมิโนของกรดอะมิโน การกำจัดหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนอาศัยปฏิกิริยาที่สำคัญ 2 ปฏิกิริยา ได้แก่ ทรานส์อะมิเนชัน และออกซิเดทีพดีอะมิเนชัน

2. กระบวนการสลายโครงสร้างคาร์บอนของกรดอะมิโน กรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิดซึ่งแตกต่างกันที่โครงสร้างคาร์บอนมักถูกสลายต่อไปกลายเป็นสารตัวกลางในวัฏจักรเครบส์ ทำให้เกิดพลังงาน ได้ประมาณร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมดในร่างกาย สารตัวกลางเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนต่อไปในวัฏจักรเครบส์จนได้ CO_2 น้ำ และ ATP

3. กระบวนการเปลี่ยนกรดอะมิโนไปเป็นกลูโคสและคีโตนบอดี กรดอะมิโนหลายชนิดที่เปลี่ยนเป็นอะเซทิลโคเอแล้วสามารถเปลี่ยนต่อไปเป็นอะซิโตอะเซทิลโคเอ และคีโตนบอดีได้ที่ตับ

4. วัฏจักรยูเรีย เป็นวิธีสำคัญในการกำจัดแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อเซลล์ เซลล์ตับเป็นแหล่งสำคัญในการสร้างยูเรียที่เรียกว่า ร่างกายขับยูเรียออกจากร่างกายทางปัสสาวะ

โสตทัศน์ # 14.9 กระบวนการสร้างโปรตีน

กระบวนการสร้างโปรตีน

1. กระบวนการสร้างกรดอะมิโนกรดกลูตามิก กลูตามีนและโปรลีน สารตั้งต้นในการสร้างอะมิโน เหล่านี้ได้จากสารตัวกลางในวัฏจักรเครบส์ และกระบวนการไกลโคไลซิส จากนั้น จะเติมหมู่อะมิโนเข้าไปได้ผลิตผลเป็นกรดอะมิโนโดยอาศัยเอนไซม์ที่ต้องการวิตามินบี 6 เป็นโคเอนไซม์

2. กระบวนการสร้างกรดอะมิโนอะลานีน กรดแอสปาร์ติกและแอสปาราจีน กรดอะมิโนอะลานีนและกรดแอสปาร์ติกสร้างจากไพรูเวต และ OAA ตามลำดับโดยปฏิกิริยา ทรานส์อะมิเนชัน

3. กระบวนการสร้างกรดอะมิโนไทโรซีน กรดอะมิโนไทโรซีนสร้างจากกรดอะมิโนฟีนิลอะลานีน โดยใช้ NADPH เป็นเอนไซม์

4. กระบวนการสร้างกรดอะมิโนเซอรีน กรดอะมิโนเซอรีนสร้างจาก 3 – ฟอสโฟกลีเซอเรต ซึ่งเป็นสารตัวกลางของกระบวนการไกลโคไลซิส แล้วเปลี่ยนเป็น 3 – ฟอสโฟไฮดรอกซีกลีเซอเรตก่อนโดยใช้ NAD^+ เป็นโคเอนไซม์

5. กระบวนการสร้างกรดอะมิโนซิสเทอีน กรดอะมิโนซิสเทอีนสร้างจากเมไทโอนีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นและเซอรีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนไม่จำเป็น โดยเมไทโอนีนให้อะตอมกำมะถัน (S) ในขณะที่เซอรีนให้โครงคาร์บอนของกรดอะมิโนซิสเทอีน

6. กระบวนการสร้างกรดอะมิโนไกลซีน กรดอะมิโนไกลซีนสร้างจากกรดอะมิโนเซอรีนโดยการดึงเอาหมู่เมธิลออกโดยใช้เตตระไฮโดรโฟเลตเป็นโคเอนไซม์

โสตทัศน์ # 14.10 ความบกพร่องในเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโน

ความบกพร่องในเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโน

สาเหตุ มักเกิดจากความบกพร่องในเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโน ซึ่งมีสาเหตุ 2 ประการ

1) เกิดจากความบกพร่องของเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนหรือความบกพร่องในระบบกรดอะมิโน

2) เป็นความผิดปกติจากสาเหตุอื่นแต่มีผลทำให้ เมแทบอลิซึมของกรดอะมิโนผิดไป ทำให้เกิดการทำลายของเนื้อเยื่อโดยเฉพาะตับและไต

อาการ ปริมาณของกรดอะมิโนหรือสารตัวกลางอื่นในกระแสโลหิตสูงและถูกขับออกทางปัสสาวะเรียกว่าอะมิโนแอซิดูเรีย

เมแทบอลิซึม ความบกพร่องในกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโนมักทำให้เกิดการคั่งของกรดอะมิโนหรือสารตัวกลางอื่นๆ ในวิถีเมแทบอลิซึมนั้น โรคที่เกิดจากความบกพร่องในระบบกรดอะมิโนส่วนใหญ่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรมในกระบวนการสังเคราะห์เอนไซม์ ทำให้เอนไซม์นั้นทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่สามารถทำงานได้ ทำให้มีการสะสมของสารตัวกลางทั้งหมดหรือสารตัวกลางบางชนิดในวิถีเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโนนั้นๆ

โสตทัศน์ # 14.11 กระบวนการสลายลิพิด

กระบวนการสลายลิพิด

1. วิถีบีตาออกซิเดชัน เป็นการสลายพันธะของกรดไขมันระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 (ตำแหน่งแอลฟา α) และตำแหน่งที่ 3 (ตำแหน่งบีตาม β) เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันขนาดใหญ่ให้เป็นขนาดเล็ก

วิถีนี้ประกอบด้วยปฏิกิริยา 4 ขั้นตอนได้แก่ ปฏิกิริยาการขจัดไฮโดรเจน ปฏิกิริยาการเติมน้ำ ปฏิกิริยาการขจัดไฮโดรเจนอีกครั้งและปฏิกิริยาการตัดพันธะไทโอเอสเตอร์

2. วิถีแอลฟาออกซิเดชัน เป็นวิถีที่สลายกรดไขมันซึ่งไม่สามารถถูกออกซิไดส์ได้โดยวิถีบีตาออกซิเดชันธรรมดาได้ จึงต้องสลายที่ตำแหน่งแอลฟาแทน

คนที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรมที่ขาดเอนไซม์ในวิถีนี้จะเกิดการสะสมของกรดไขมันชนิดนี้ในเลือดและเนื้อเยื่อของร่างกายทำให้เกิดความผิดปกติของการทำงานของเนื้อเยื่อของอวัยวะในร่างกายได้

3. วิถีโอเมกาออกซิเดชัน เป็นวิถีสลายกรดไขมันโดยเปลี่ยนหมู่เมทิลที่คาร์บอนตำแหน่งโอเมกา ทำให้กรดไขมันนั้นเป็นกรดไดคาร์บอกซิลิก

มักเกิดในร่างกายขณะที่มีคีโตนบอดีสูง เพราะวิถีนี้กรดไขมันไม่สลายเป็นอะเซทิลโคเอซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์คีโตนบอดีโดยตรง

แต่เมื่อร่างกายต้องการอะเซทิลโคเอมาก กรดไดคาร์บอกซิลิกจะถูกสลายตามวิถีบีตาออกซิเดชัน

โสตทัศน์ # 14.12 กระบวนการสร้างลิพิด

กระบวนการสร้างลิพิด

1. กระบวนการสร้างกรดไขมันที่คาร์บอนเท่ากับหรือน้อยกว่า 16 เริ่มโดยอะเซทิลโคเอที่มี 2 คาร์บอน เปลี่ยนเป็นมาโลนิลโคเอ โดยรวมกับ CO_2 หรือไบคาร์บอเนต ให้สาร 3 คาร์บอน แล้วเกิดปฏิกิริยา 1 รอบ จะทำให้กรดไขมันที่เริ่มจากอะเซทิลโคเอที่มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มจากเดิม 2 คาร์บอน เพิ่มเป็น 4 คาร์บอน โดยใช้พลังงานในการสร้างจาก NADPH ของวิถีเพนโทสฟอสเฟต เมื่อต้องการให้สายของกรดไขมันยาวขึ้น จะเกิดปฏิกิริยาซ้ำอีกเป็นรอบที่ 2 จึงมีการเพิ่ม 2 คาร์บอนทุกรอบที่เพิ่ม

2. กระบวนการสร้างกรดไขมันที่คาร์บอนมากกว่า 16 การเพิ่มความยาวของสายกรดไขมันเกินกว่า 16 คาร์บอน เกิดที่ไมโครโซม โดยวิถีที่ต่างจากการสร้างกรดไขมันที่กล่าวมาแล้ว มีการเพิ่ม 2 คาร์บอนเข้าไปทีละ 2 อะตอม โดยมี NADPH เป็นตัวให้พลังงาน เรียกระบบนี้ว่า การขยายสายในไมโครโซม

3. กระบวนการสร้างคีโตนบอดี ในภาวะร่างกายที่มีการสลายกรดไขมันมากจะทำให้มีอะเซทิลโคเอมากกว่าการทำงานของวัฏจักรเครบส์ อะเซทิลโคเอจะถูกนำไปสร้างคีโตนบอดีในไมโทคอนเดรียของตับ ซึ่งละลายน้ำได้จึงออกจากตับไปในกระแสเลือดเพื่อให้พลังงานแก่เนื้อเยื่อต่าง ๆ

4. กระบวนการสร้างไตรกลีเซอไรด์ เมื่อร่างกายมีคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปจะเกิดการสร้างอะเซทิลโคเอ ซึ่งจะเข้าสู่กระบวนการสร้างกรดไขมันที่ตับและเนื้อเยื่อไขมัน โดยสะสมในรูปไตรกลีเซอไรด์

ฮอร์โมนบางชนิดมีผลต่อเมแทบอลิซึมของไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมไว้ในเนื้อเยื่อไขมัน อินสุลินยับยั้งมิให้เกิดกรดไขมันอิสระในกระแสโลหิตจากเนื้อเยื่อไขมัน และกระตุ้นการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์เป็นการเพิ่มไตรกลีเซอไรด์ในกระแสโลหิตขึ้นมาแทน

5. กระบวนการสร้างฟอสโฟลิพิด ฟอสเฟตเป็นโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ต่างๆ ถูกสร้างในร่างกายด้วยอัตราคงที่และไม่มีการสะสมในร่างกาย การสร้างฟอสโฟลิพิดคล้ายกับไตรกลีเซอไรด์ โดยการนำเอากรดฟอสฟาติดิกมาเติมหมู่ต่างๆ

6. กระบวนการสร้างสฟิงโกลิพิด พบมากในเนื้อเยื่อสมองและระบบประสาท ที่สำคัญคือ สฟิงโกไมอีลินที่ประกอบด้วยสฟิงโกซีน กรดไขมัน กรดฟอสฟอริก และโคลีน โดยใช้เอนไซม์สฟิงโกไมอีลิเนสที่พบมากที่ตับ ไต สมอง

การสร้างสฟิงโกไมอีลินเริ่มด้วยการสร้างสฟิงโกซีน แล้วนำสฟิงโกซีนไปสร้างสฟิงโกไมอีลิน

7. กระบวนการสร้างคอเลสเตอรอล เกิดจากอะเซทิลโคเอ 2 โมเลกุลรวมกันได้อะซีโตอะซิทิลโคเอ แล้วไปรวมกับอะเซทิลโคเออีก 1 โมเลกุลได้เป็น 3 – ไฮดรอกซี – 3 – เมทิลกลูตาริลโคเอ (HMG CoA) ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นเมวาโลเนตโดยเอนไซม์เอชเอ็มจีโคเอรีดักเตส ซึ่งปฏิกิริยานี้เป็นจุดควบคุมอัตราเร็วของการสร้างคอเลสเตอรอลที่มี 27 คาร์บอน

ร่างกายควบคุมการสร้างคอเลสเตอรอลที่เอนไซม์เอชเอ็มจีโคเอรีดักเตส ถ้ากินอาหารมีคอเลสเตอรอลมากจะทำให้เอนไซม์นี้ทำงานน้อยลง แต่ถ้ามีคาร์โบไฮเดรตหรือไดเอซิลกลีเซอรอลในอาหารมากจะทำให้เอนไซม์ทำงานเพิ่มขึ้น

อินสุลินกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์นี้ แต่กลูตากอนและไทรอยด์ฮอร์โมนจะยับยั้ง ยาลดคอเลสเตอรอลบางชนิดมีผลยับยั้งเอนไซม์นี้เช่นเดียวกัน

8. กระบวนการสร้างพรอสตาแกลนดิน พรอสตาแกลนดินเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการบีบหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ

สารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารนี้คือ กรดอะแรชิโดนิกซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็น มี 20 คาร์บอน ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาให้ได้โครงสร้างรูปวงแหวนแล้วเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้พรอสตาแกลนดินต่างๆ กัน

โสตทัศน์ # 14.13 ไขมันสูงในเลือด

ไขมันสูงในเลือด

สาเหตุ ไขมันในเลือดที่มีความสำคัญทางการแพทย์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์

อาการ การเกิดหลอดเลือดแดงแข็งและตีบแคบ โดยเฉพาะหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจและสมอง ทำให้มีโอกาสเป็นโรคหัวใจและสมองขาดเลือด เกิดอัมพฤกษ์ อัมพาต และอาจเสียชีวิตได้

เมแทบอลิซึม การสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกายเกิดจากเอนไซม์เอชเอ็มจีโคเอรีดักเตส ซึ่งปฏิกิริยานี้เป็นจุดควบคุมอัตราเร็วของการสร้างคอเลสเตอรอล ถ้ากินอาหารมีคอเลสเตอรอลมากจะทำให้เอนไซม์นี้ทำงานน้อยลง ในผู้ป่วยบางคนอาจมีระดับคอเลสเตอรอลสูงเนื่องจากการสร้างคอเลสเตอรอลสูงได้เองแม้จะมีการจำกัดการรับประทานอาหารที่มีไขมันจากสัตว์สูงแล้วก็ตาม

ในผู้ที่มีภาวะไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง อาจเกิดจากการรับประทานคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปจะเกิดการสร้างอะเซทิลโคเอซึ่งจะเข้าสู่กระบวนการสร้างกรดไขมันที่ตับและเนื้อเยื่อไขมัน โดยสะสมในรูปไตรกลีเซอไรด์

โสตทัศน์ # 14.14 กระบวนการสลายกรดนิวคลีอิก

กระบวนการสลายกรดนิวคลีอิก

1. กระบวนการสลายน้ำตาล

น้ำตาลที่เกิดขึ้นทั้งดีออกซีไรโบสและไรโบสเป็นน้ำตาล 5 C เซลล์อาจนำไปผลิตเป็นพลังงานโดยผ่านวิถีเพนโทสฟอสเฟตก่อน ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาล 5 C ให้เป็นน้ำตาล 6 C ได้ และเข้าสู่กระบวนการไกลโคไลซิสและวัฏจักรเครบส์ต่อไป

2. กระบวนการสลายเบสไนโตรเจน

เบสไนโตรเจน 2 กลุ่ม ได้แก่ พิวรีนและพิริมิดีนมีกระบวนการสลายต่างกัน

2.1 เบสพิวรีน พิวรีนนิวคลีโอไทด์ที่มีเบสพิวรีนคือ อะดีนีนและกวานีนจะสลายตัวให้กรดยูริก ซึ่งเป็นของเสียที่ละลายน้ำได้จำกัด ถ้ามีมากในเลือดจะเกิดภาวะกรดยูริกในเลือดสูง

2.2 เบสพิริมิดีน การสลายเบสพิริมิดีนส่วนใหญ่เกิดที่ตับ ในกระบวนการนี้จะมีแอมโมเนียและ CO_2 เกิดขึ้น ซึ่งเบสอาจรวมกันเป็นยูเรียขับออกทางปัสสาวะ

โดยสรุปการสลายเบสพิริมิดีนให้ ATP แก่ร่างกายนั้นแตกต่างจากกระบวนการสลายเบสพิวรีนที่ไม่ให้พลังงาน การสลายตัวของเบสพิวรีนให้กรดยูริก และแอมโมเนีย แต่กระบวนการกำจัดแอมโมเนียต้องใช้ ATP ดังนั้น การสลายกรดนิวคลีอิกจึงให้พลังงานแก่ร่างกายคนเราน้อย

โสตทัศน์ # 14.15 กระบวนการสร้างกรดนิวคลีอิก

กระบวนการสร้างกรดนิวคลีอิก

1. กระบวนการสร้างพิวรีนไรโบนิวคลีโอไทด์โดยวิถีหลัก มนุษย์สร้างพิวรีนไรโบนิวคลีโอไทด์ที่ตับโดยใช้เอนไซม์ในไซโทพลาซึม โดยไรโบส – 5 ฟอสเฟต ทำปฏิกิริยากับ ATP ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการควบคุมวิถีการสร้างพิวรีนไรโบนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด หลังจากนั้นจะเกิดปฏิกิริยาต่อไปโดยรวมกับกรดอะมิโนไกลซีนและแอสปาร์เตตจนได้พิวรีนนิว คลีโอไทด์ในที่สุด

2. กระบวนการสร้างพิวรีนไรโบนิวคลีโอไทด์โดยวิถีกู้คืน เนื้อเยื่อมนุษย์สามารถนำเอาเบสพิวรีนอิสระและพิวรีนไรโบนิวคลีโอไซด์ ซึ่งได้จากการสลายของกรดนิวคลีอิก หรือพิวรีนนิวคลีโอไทด์เองกลับมาใช้ในการสร้างพิวรีนนิวคลีโอไทด์ขึ้นมาใหม่ได้อีก ซึ่งเป็นการประหยัดกว่าวิถีหลัก

3. กระบวนการสร้างพิริมิดีนไรโบนิวคลีโอไทด์โดยวิถีหลัก กระบวนการนี้อาศัยคาร์บาโมอิลฟอสเฟต (CAP) เป็นสารเริ่มต้น CAP ถูกสร้างจากปฏิกิริยาของกลูตามีน CO_2 และ ATP โดยเอนไซม์คามาโมอิลฟอสเฟตซีนทีเตส 2 ที่อยู่ในไซโทพลาซึม แล้วปฏิกิริยาต่อไปจนได้ยูราซิล ไซโทซีนและไทมีนในที่สุด

4. กระบวนการสร้างพิริมิดีนไรโบนิวคลีโอไทด์โดยวิถีกู้คืน เบสอิสระที่ได้จากการสลายพิริมิดีนนิวคลีโอไทด์ได้ไทมีนและยูราซิลเท่านั้น เนื่องจากไซโทซีนจะถูกเปลี่ยนเป็นยูราซิลได้ กระบวนการนี้เกิดได้น้อยในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

5. กระบวนการสร้างนิวคลีโอไซด์ไดฟอสเฟตและไตรฟอสเฟต นิวคลีโอไซด์โมโนฟอสเฟตของทั้งพิวรีนและพิรีมิดีนที่สร้างขึ้นดังกล่าวมาจะถูกเปลี่ยนเป็นนิวคลีโอไซด์ไดฟอสเฟต และนิวคลีโอไซด์ไตรฟอสเฟต โดยมี ATP เป็นตัวให้หมู่ฟอสเฟต โดยใช้เอนไซม์นิวคลีโอไซด์โมโนฟอสเฟตไคเนส และนิวคลีโอไซด์ไดฟอสเฟตไคเนสตามลำดับ

6. กระบวนการสร้างดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ ของทั้งพิวรีนและพิริมิดีน เกิดดีออกซีไรโบสจากปฏิกิริยารีดักชันของน้ำตาลไรโบส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของไรโบนิวคลีโอไทด์ที่เป็นเบสชนิดเดียวกัน โดยใช้เอนไซม์ไรโบนิวคลีโอไซด์รีดักเตส ในเซลล์ปกติจะมีปริมาณของ RNA มากกว่า DNA ประมาณ 5–10 เท่า ทำให้มีการสร้างไรโบนิวคลีโอไทด์ต่างๆ มาก แต่ในเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวจะมีการสร้างดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์มาก

โสตทัศน์ # 14.16 โรคเก๊าท์

โรคเก๊าท์

สาเหตุ

1) **เกิดจากกเบสพิวรีน** หรือนิวคลีโอโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของอาหารที่บริโภค ส่วนนี้เป็นกรดยูริกที่เกิดจากสาเหตุภายนอก

2) **เกิดจากสารพิวรีนที่ได้จากการสลายตัวของพวกเซลล์ของอวัยวะในร่างกาย** เป็นกรดยูริกที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย กรดยูริกที่เกิดจากส่วนนี้ ย่อมจะเปลี่ยนไปตามการสลายตัวของอวัยวะ

อาการ

1) **ระยะแรกมักมีอาการปวดรุนแรงอย่างทันทีทันใด** มักพบอาการปวดที่หัวแม่เท้าก่อน ผู้ป่วยมักจะมีไข้หนาวสั่น อ่อนเพลีย มีเม็ดเลือดขาวสูง อาการจะค่อยๆ ดีขึ้นใน 2–3 วัน และหายไปเองในระยะ 5–7 วัน

2) **ระยะพัก** เป็นระยะที่ไม่มีอาการแสดง แต่กรดยูริกในเลือดมักสูง และอาการอักเสบอาจเกิดขึ้นอีกจนถึงขั้นเรื้อรัง อาจมีอาการเป็นระยะๆ เนื่องจากผลึกยูเรตเป็นจำนวนมากสะสมอยู่ในข้อกระดูกเยื่ออ่อนของข้อต่อ และบริเวณเส้นเอ็น ทำให้เกิดโรคข้อกระดูกเสื่อม เมื่อเป็นมากจะมีการสะสมของผลึกนี้ที่เยื่อบุภายในปลอกหุ้มข้อ และเกิดปุ่มขึ้นที่ใต้ผิวหนัง

3) **อาการแทรกซ้อน** ผู้ป่วยอาจมีอาการข้ออักเสบเฉียบพลันจากเก๊าท์มักมีนิ่วในไตด้วย ผลึกยูเรตอาจสะสมอยู่ในส่วนต่อมหมวกไต ทำให้มีอาการเลือดออกทางปัสสาวะ ถ้ามีการสะสมในไตมากๆ จะขัดการทำงานของไตหรือทำลายเนื้อไต ทำให้เกิดภาวะไตล้มเหลว

เมแทบอลิซึม พิวรีนนิวคลีโอไทด์ที่มีเบสพิวรีนคือ อะดีนีนและกวานีนจะสลายตัวให้กรดยูริก ซึ่งเป็นของเสียที่ละลายน้ำได้จำกัด ถ้ามีมากในเลือดจะเกิดภาวะกรดยูริกในเลือดสูง แต่ถ้าขับถ่ายออกมาในปัสสาวะมากกว่าปกติจะเกิดภาวะกรดยูริกสูงในปัสสาวะ

โสตทัศน์ # 15.1 หลักการของเทคโนโลยีชีวภาพ

เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาช่วยให้การผลิต โดยใช้กระบวนการทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสูง มีผลให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูงขึ้น หรือเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์

เทคโนโลยีชีวภาพอาศัยหลักการของการเร่งทางชีวภาพ การควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึม การใช้พันธุวิศวกรรมในการตัดย่อเคลื่อนย้ายยีน การใช้ชีวเคมีจุลินทรีย์เพื่อปรับปรุง ควบคุมคุณภาพของผลผลิต

หลักการที่ใช้ในเทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่

1. การเร่งทางชีวภาพ (Biocatalysis) โดยใช้ประโยชน์จากตัวเร่งทางชีวภาพในกระบวนการผลิต ต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของวัตถุดิบไปเป็นผลผลิตที่ต้องการ ตัวเร่งทางชีวภาพที่ใช้กันคือ เอนไซม์ซึ่งอาจเตรียมขึ้นมาจากสิ่งมีชีวิตหรืออาจใช้ในรูปของเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ เช่น ยีสต์ แบคทีเรีย และเชื้อรา หรือการนำเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมมาผลิตเอนไซม์ เป็นต้น

2. การควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของเซลล์ซึ่งรวมไปถึงปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันเป็นชุดภายในเซลล์ เพื่อนำมาใช้ในการปรับสภาวะการหมักให้เกิดกระบวนการที่มีความเหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการปรับสภาวะที่เหมาะสมคือการได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจากจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่น การปรับปริมาณออกซิเจนและสารอาหารให้เกิดผลผลิตตามที่ต้องการ

3. การใช้พันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) เป็นความรู้ด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล ที่นำไปสู่การพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพยุคใหม่ ได้แก่การตัดต่อเคลื่อนย้ายยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเฉพาะพิเศษเพิ่มขึ้นจากที่มีในธรรมชาติ ซึ่งมีประโยชน์ในการอุตสาหกรรมทางการแพทย์ เช่น อินสุลิน อินเตอร์เฟรอน (Interferon) แอนติบอดีชนิดต่าง ๆ

4. การใช้จุลินทรีย์ (Microbial biochemistry) ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับชีวเคมีของจุลินทรีย์สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้แก่ การผลิตเอนไซม์ยาปฏิชีวนะหรือการผลิตเซลล์จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางการค้า การผลิตเซลล์จุลินทรีย์ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์คือ

1) จุลินทรีย์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับมนุษย์และสัตว์
2) จุลินทรีย์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในกระบวนการหมักอาหาร ได้แก่ การผลิตอาหารหมักดองหรือเครื่องปรุงรส เช่น น้ำปลา ซีอิ๊ว น้ำส้มสายชูหมัก โยเกิร์ต นมเปรี้ยว ฯลฯ

โสตทัศน์ # 15.2 กระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพในการผลิต

ในการผลิตระดับอุตสาหกรรมที่ใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ส่วนใหญ่ประกอบขึ้นด้วยขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้น คือ

1. การเตรียมผลผลิต ในการพัฒนาการผลิตในระดับอุตสาหกรรม จะเริ่มจากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการก่อน เพื่อให้ได้ข้อมูลถึงชนิดของจุลินทรีย์และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงจุลินทรีย์ให้มีการสร้างผลผลิตที่ต้องการ ในขั้นนี้มีการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ และได้ผลิตภัณฑ์ในปริมาณไม่มากนัก จากนั้นจะมีการขยายสัดส่วนการผลิต เพื่อให้ได้ปริมาณการผลิตที่คุ้มกับการลงทุนในระดับอุตสาหกรรม ภาชนะที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตนี้เรียกว่า “เครื่องปฏิกรชีวภาพ (Bioreactor)” ในกรณีที่เป็นการหมักอาจเรียกว่า “ถังหมัก (Fermentor)”

2. การแยกผลผลิตออกมาให้บริสุทธิ์ การแยกผลผลิตในขั้นสุดท้ายของกระบวนการผลิตซึ่งเรียกว่า “ขั้นตอนปลายน้ำ (Down–stream process)” เริ่มจากการแยกเซลล์จุลินทรีย์ออกจากน้ำเลี้ยงเชื้อ ในกรณีที่ผลผลิตถูกขับออกมาอยู่ในน้ำเลี้ยงเชื้อก็นำน้ำเลี้ยงนั้นเข้าสู่กระบวนการเตรียมให้บริสุทธิ์ แต่ในกรณีที่ผลผลิตยังอยู่ภายในเซลล์จุลินทรีย์จำเป็นต้องนำเซลล์จุลินทรีย์นั้นมาทำให้แตกก่อนด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่

- วิธีการทางกายภาพ วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธี เช่น การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง การแช่แข็งสลับการละลาย การใช้แรงกดดันสูง การใช้แรงดันออสโมติก
- วิธีทางเคมี เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้ดีเทอร์เจนท์ หรือ
- วิธีทางชีวภาพ เช่น การใช้เอนไซม์ย่อยผนังเซลล์ การใช้ฟาจ (Phage) คือไวรัสที่สามารถทำลายจุลินทรีย์เพื่อทำให้จุลินทรีย์แตก

หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการเพิ่มความเข้มข้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นโดยอาศัยลักษณะเฉพาะและสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นประโยชน์ เช่น ขนาดโมเลกุล ประจุ ความสามารถในการละลาย การระเหย เป็นต้น

โสตทัศน์ # 15.3 การประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพ

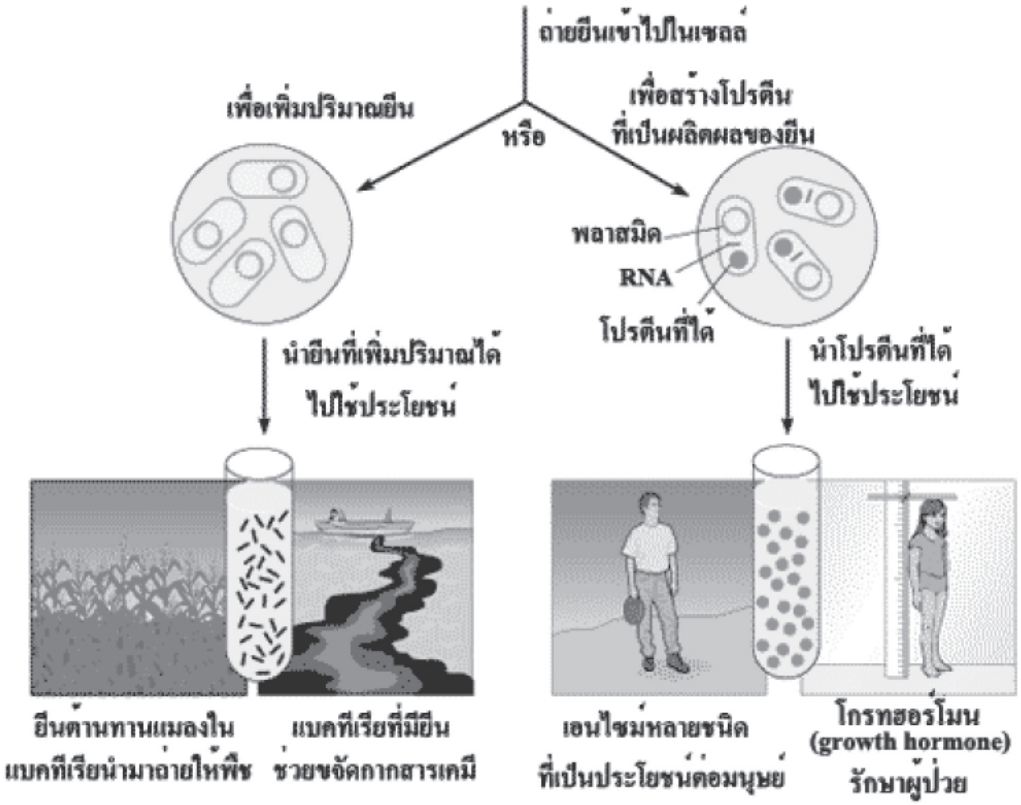
การประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพมีเป้าหมายหลัก คือ การใช้วัตถุดิบทางชีวภาพ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพของผลผลิต และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ อันเป็นการสร้างศักยภาพในเชิงการแข่งขันทางการค้า ดังนั้นจึงมีการนำเอาเทคโนโลยีชีวภาพนี้ไปประยุกต์ในกิจการต่าง ๆ ได้แก่

1. ด้านทางการแพทย์ ช่วยในการผลิตยาปฏิชีวนะ การผลิตฮอร์โมนหรือสารชีวภาพต่างๆ การผลิตวัคซีนเพื่อใช้ในการรักษา การผลิตแอนติบอดีและเอนไซม์หรือชีวโมเลกุลที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการผลิตชุดน้ำยาในการวินิจฉัยโรค

2. ด้านการเกษตร ใช้ในการปรับปรุงพืชให้มีลักษณะทนต่อสภาวะแห้งแล้ง ต้านทานศัตรูพืชได้ดี มีปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสูง การผลิตโปรตีนเซลล์เดี่ยว ใช้ในการผลิตปศุสัตว์พันธุ์ดี

3. ด้านการพลังงานและสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพมีส่วนในการใช้ผลผลิตทางการเกษตร เช่นแป้งและน้ำตาลในการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมัน รวมถึงการขจัดน้ำเสียจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรมที่มีสารอินทรีย์เจือปนสูง

4. ด้านการอุตสาหกรรม มีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น การผลิตกรดอะมิโนเพื่อใช้ในการผสมอาหารสัตว์ และใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหาร เป็นต้น



ภาพแสดงการประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อใช้ประโยชน์

ที่มา: http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=1358

โสตทัศน์ # 15.4 หลักการของพันธุวิศวกรรม

พันธุวิศวกรรมเป็นศาสตร์ที่เกิดขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานมาจากการตัดต่อหรือสลับที่กันของดีเอ็นตามธรรมชาติ การเคลื่อนย้ายยีนจากสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์หนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกสายพันธุ์หนึ่ง เพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับยีน ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีการแสดงออกในลักษณะแบบใหม่ซึ่งไม่เคยปรากฏในธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมาก่อน

โดยทั่วไปหลักการของเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมชิ้นส่วนของดีเอ็นเอที่ต้องการเพื่อการตัดต่อและขยายยีน ซึ่งสามารถเตรียมดีเอ็นดีได้ 4 วิธี คือ (1) การแยกสกัดดีเอ็นเอที่ต้องการออกจากเซลล์ (2) ดีเอ็นเอที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นโดยใช้เอ็มอาร์เอ็นเอ (3) การเตรียมดีเอ็นเอที่ต้องการจากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส และ (4) การสังเคราะห์ดีเอ็นเอโดยวิธีทางเคมี

2. การสร้างดีเอ็นเอลูกผสม (recombinant DNA) โดยจะต้องมีดีเอ็นเอพาหะหรือเวคเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่พาดีเอ็นเอหรือยีนที่ต้องการเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน และช่วยให้ดีเอ็นเอที่เข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านนั้นเพิ่มจำนวนและแสดงลักษณะเฉพาะของเซลล์ออกมา ซึ่งดีเอ็นเอพาหะนี้อาจเป็นพลาสมิด ฟาจ หรือ คอสมิด

3. การนำดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์เจ้าบ้าน และดีเอ็นเอพาหะ ซึ่งมีวิธีการสำคัญดังนี้คือเทคนิคทรานฟอร์เมชัน เทคนิคทรานสเฟกชัน เทคนิคทรานสดักชัน

4. การเลือกเฟ้นหาเซลล์เจ้าบ้านที่ได้รับดีเอ็นเอลูกผสม ซึ่งอาจอาศัยลักษณะเฉพาะทางฟีโนไทป์ที่เกี่ยวกับการดื้อยาของเซลล์เจ้าบ้าน หรือจากผลผลิตของเอนไซม์ที่เกิดจากดีเอ็นเอลูกผสม หรือหลักการของกระบวนการไฮบริไดเซชัน หรือวิธีอิมมูนโนวิทยา

โสตทัศน์ # 15.5 ชนิดของดีเอ็นเอพาหะที่สามารถนำมาใช้กับเซลล์เจ้าบ้านชนิดต่างๆ

ชนิดของดีเอ็นเอพาหะที่สามารถนำมาใช้กับเซลล์เจ้าบ้านชนิดต่างๆ

ชนิดของเซลล์เจ้าบ้าน	ชนิดของดีเอ็นเอพาหะ
แบคทีเรีย	พลาสมิด (Plasmid) ฟาจ (Phage หรือ Bacteriophage) คอสมิด (Cosmid)
เซลล์สัตว์	ไวรัส เช่น SV40
เซลล์พืช	ไวรัส เช่น ซีเอ็มไวรัส (CMV: Cauliflower Mossaic Virus) พลาสมิด เช่น พลาสมิดก่อเนื้องอก (Ti plasmid หรือ Tumor inducing plasmid)

โสตทัศน์ # 15.6 การประยุกต์พันธุวิศวกรรม

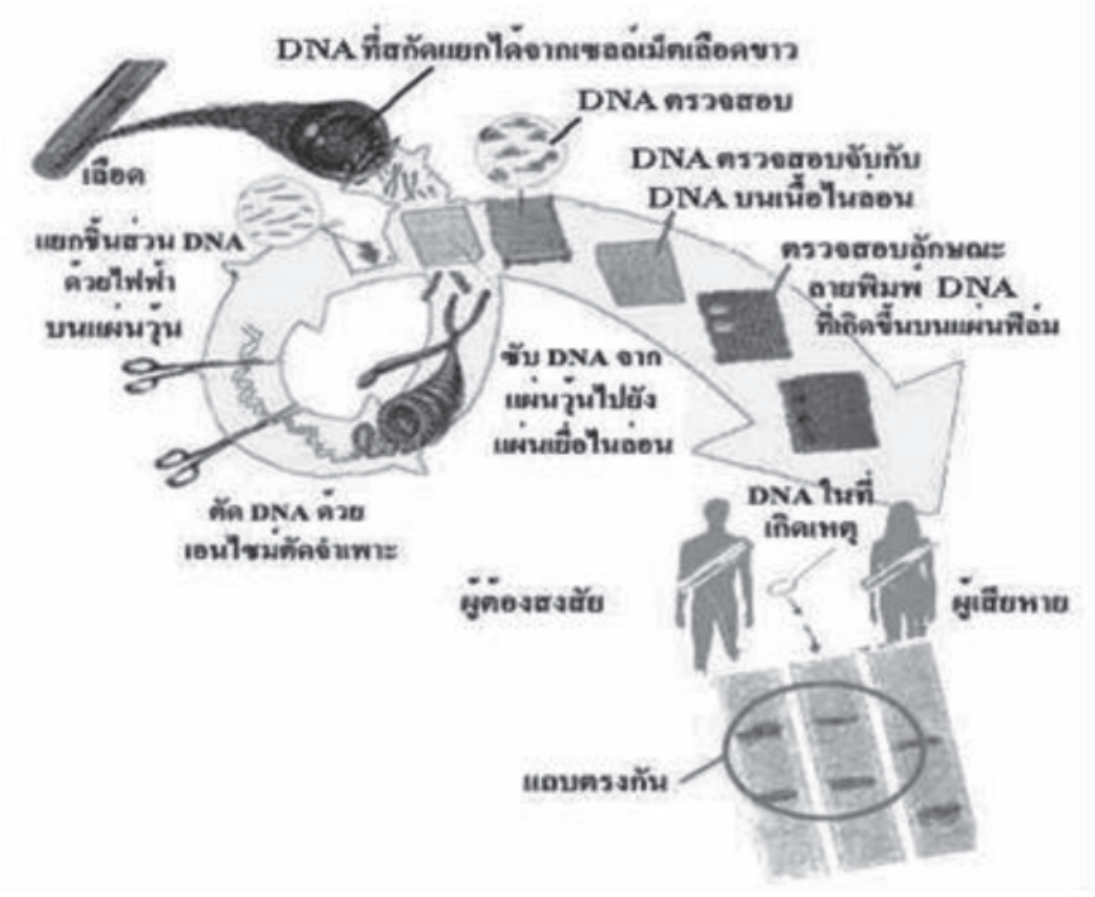
พันธุวิศวกรรมเป็นกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ที่มิได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่เป็นการนำความรู้ต่างๆ ด้านอณูชีววิทยาที่นำไปสู่การนำเทคโนโลยีทางพันธุวิศวกรรมเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการเกษตรกรรมและกสิกรรม เพื่อพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ให้มีความต้านทานต่อโรคและแมลงสูง ทนทานได้ดีต่อสภาพแวดล้อมที่รุนแรง เช่น ความแล้ง ความเค็ม ฯลฯ ทั้งยังมีการพัฒนาพันธุ์พืชที่มีผลผลิตคุณภาพดี เป็นผลให้เกิดสิ่งมีชีวิตที่มีสารพันธุกรรมดัดแปลงหรือจีเอ็มโอ เช่นการสร้างพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อให้ยืดอายุของผลิตได้ยาวนานขึ้น โดยการถ่ายฝากยีนสุกงอมช้า (Delayed ripening gene) ในมะเขือเทศ ซึ่งจะมีผลให้ผลไม้นั้นสุกงอมช้าสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น เป็นต้น

2. ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ได้แก่ การใช้ความรู้ทางพันธุวิศวกรรมเป็นเครื่องมือในการตรวจวินิจฉัยโรคที่มีต้นเหตุจากความผิดปกติทางพันธุกรรม การวินิจฉัยเชื้อก่อโรคโดยอาศัยลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การผลิตยาเพื่อใช้ในการบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ การบำบัดโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากยีนฟาร์มมิ่งเพื่อการผลิตยารักษาโรค วัคซีนและอื่น ๆ การใช้ประโยชน์จากลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อตรวจหาลักษณะจำเพาะของบุคคลแต่ละบุคคล การสืบพิสูจน์ความสัมพันธ์เป็นพ่อ–แม่–ลูกกัน การใช้ประโยชน์จากการบำบัดด้วยยีนเพื่อแก้ไขความผิดปกติของยีนในผู้ป่วยโรคทางพันธุกรรม

โสตทัศน์ # 15.7 การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

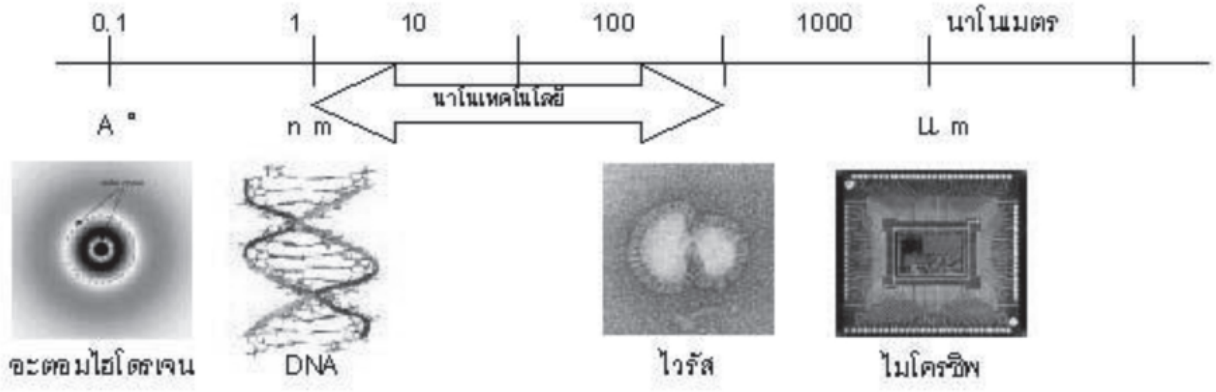
การใช้ประโยชน์จากลายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อพิสูจน์หลักฐานทางอาชญากรรม มีขั้นตอนดังนี้



ที่มา: http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=1358

โสตทัศน์ # 15.8 ความหมายและประเภทของนาโนเทคโนโลยี

นาโน ในความหมายของหน่วยวัดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เศษหนึ่งส่วนพันล้านส่วน เช่น นาโนเมตร มาจากคำว่า นาโน กับ เมตร หมายถึง เศษหนึ่งส่วนพันล้านส่วนของหนึ่งเมตร มีค่าเท่ากับ 10–9 หรือ 0.000000001 เมตร นาโนเทคโนโลยีจะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีขนาดในช่วง 1 ถึง 100 นาโนเมตร ดังภาพซึ่งแสดงให้เห็นขนาดทั่วไปของนาโนเทคโนโลยีเมื่อเทียบกับสิ่งต่าง ๆ



นาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) เป็นเทคโนโลยีที่นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ หลายสาขาไม่ว่าจะเป็นเคมี ชีววิทยา ชีวเคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ วัสดุศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงการแพทย์และเภสัชกรรมมาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการจัดการ การสร้าง การสังเคราะห์ การควบคุมในระดับอะตอม โมเลกุลหรือสิ่งที่มีขนาดเล็กมากในระดับ 1–100 นาโนเมตร เพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะพิเศษทั้งขนาดและรูปร่าง รวมถึงหน้าที่ใหม่ๆ ทำให้มีประโยชน์ต่อผู้ใช้สอยและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้

นาโนเทคโนโลยี แบ่งออกเป็นได้ 3 ประเภท คือ

1. **นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ** เช่น การพัฒนานาโนไบโอเซนเซอร์หรือหัวตรวจวัดสารชีวภาพ และสารวินิจฉัยโรคโดยใช้วัสดุชีวโมเลกุล การปรับโครงสร้างระดับโมเลกุลของยา ที่สามารถหวังผลการมุ่งทำลายชีวโมเลกุลที่เป็นเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เช่น เซลล์มะเร็ง การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในการส่งผ่านสารบำรุงเข้าชั้นใต้ผิวหนังได้ดียิ่งขึ้น

2. **นาโนอิเล็กทรอนิกส์** เช่น การพัฒนาระบบไฟฟ้าเครื่องกลซูปเบอร์จิ๋ว การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ การพัฒนานาโนชิป ทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง

3. **วัสดุนาโน** เช่น การพัฒนาฟิล์มพลาสติกนาโนคอมโพสิทที่มีความสามารถในการสกัดกั้นการผ่านของก๊าซบางชนิดและไอน้ำ เพื่อใช้ทำบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุความสดของผักและผลไม้และเพิ่มมูลค่าการส่งออก การผลิตผลอนุภาคนาโนมาใช้ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส หรือทำให้ไม่เปียกน้ำ เป็นต้น

โสตทัศน์ # 15.9 การประยุกต์นาโนเทคโนโลยี

การใช้ประโยชน์นาโนเทคโนโลยีสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่

1. ด้านการแพทย์ เช่น การบำบัดรักษาจะใช้หุ่นยนต์และกลไกที่มีขนาดจิ๋วในระดับโมเลกุลส่งเข้าไปในร่างกายเพื่อตรวจลักษณะอาการและรักษาป้องกันระบบการทำงานต่างๆ รวมถึงวิธีการตรวจวัดสารต่างๆ โดยใช้นาโนเซ็นเซอร์ในการตรวจจับสารชีวภาพทั้งทางด้านการแพทย์

2. ด้านการเกษตร ด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาต้นข้าวให้มีลักษณะดีตรงตามความต้องการทางเศรษฐกิจ โดยการเจาะรูบนผิวเซลล์ของต้นข้าวและใส่อะตอมของไนโตรเจนเพื่อให้เกิดสายพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพ การพัฒนาอนุภาคนาโนของปุ๋ย เพื่อปรับสภาวะหรือให้พืชดูดซึมได้ตามต้องการ รวมถึงการใช้นาโนเซ็นเซอร์ มาใช้ตรวจจับสารเคมีคกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม เช่น การตรวจจับสารพิษจากราในเมล็ดพืช สารเร่งเนื้อแดงในหมู โลหะหนักในอาหารทะเล เป็นต้น

3. ด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ มีหลักการสำคัญคือออกแบบให้เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ชิ้นส่วนองค์ประกอบที่เล็กมากๆ และทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าให้น้อยที่สุด รวมไปถึงการปรับสภาวะในวงจรให้มีการใช้จำนวนอิเล็กตรอนน้อยที่สุดด้วย นอกจากนี้ยังมีนาโนคอมพิวเตอร์ดีเอ็นเอ (DNA nanocomputer) อาศัยดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมและทำงานโดยผ่านกระบวนการของปฏิกิริยาเชิงไฟฟ้าทางชีวเคมี ส่งผลให้เกิดการสร้างรหัสและถอดรหัสของข้อมูล รวมทั้งนาโนคอมพิวเตอร์เชิงควอนตัม ซึ่งใช้เป็นหลักการของกลศาสตร์ควอนตัม

4. ด้านอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การนำท่อนาโนคาร์บอนที่มีสมบัติที่แข็งแกร่งกว่าเหล็กกล้า 100 เท่าและเบากว่า 6 เท่า มาเป็นวัสดุประกอบในการสร้างตัวถังหรือกันชันรถยนต์เพื่อมีความแข็งแกร่ง ทนทานต่อการกระแทก มีน้ำหนักเบาและช่วยประหยัดเชื้อเพลิง นอกจากนี้ได้มีการนำวัสดุนาโนมาเติมในส่วนผสมผลิตภัณฑ์หรือนำมาเคลือบวัสดุต่างๆ เพื่อให้วัสดุนั้นมีคุณภาพมากขึ้น การผลิตเครื่องสำอางนาโนได้แก่ ครีมกันแดด ครีมรองพื้น ครีมบำรุงผิว และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น เสื้อนาโน รองเท้ากีฬา เป็นต้น

การประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรมและนาโนเทคโนโลยีมีมากขึ้นเป็นลำดับทั้งในทางการแพทย์และการสาธารณสุข ก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญ ได้แก่

1. ผลต่อแนวทางป้องกันและรักษาโรค ความรู้ด้านดีเอ็นเอที่ผ่านมา ทำให้สามารถสืบค้นต้นเหตุความผิดปกติของโรคบางชนิดที่เกิดจากความผิดปกติของดีเอ็นเอได้ เช่น โรคฟีนิลคีโทนูเรีย (phenylketouria, PKU) เป็นต้น นอกจากนี้ การตรวจดีเอ็นเอ ทำให้เกิดการคัดเลือก ซึ่งในบางครั้งอาจหมายถึงการเลือกชีวิตให้เกิดหรือไม่ได้เกิด จึงต้องพิจารณาด้วยความถี่ถ้วนในด้านสังคมและจริยธรรมประกอบกันด้วยเสมอ ตลอดจนการนำเทคโนโลยีสเต็มเซลล์มาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ซึ่งยังมีความคิดเห็นต่อประเด็นการพัฒนาสเต็มเซลล์ แบ่งเป็น 2 ฝ่าย ทั้งฝ่ายสนับสนุน และฝ่ายคัดค้าน

2. ผลต่อการพยากรณ์สุขภาพ จากเทคโนโลยีและความรู้เกี่ยวกับตำแหน่งของยีนและกลไกการผ่าเหล่าหรือการกลายพันธุ์ในโรคพันธุกรรม ทำให้สามารถตรวจได้ว่าผู้ใดมียีนผิดปกติ อันเป็นเหตุให้เกิดโรคเหล่านั้น หรือมียีนผิดปกติแฝงอยู่ซึ่งสามารถถ่ายทอดต่อไปยังลูกหลานได้ เพื่อจะได้ให้การตรวจรักษาเสียแต่เนิ่นๆ ก่อนที่อาการของโรคจะแสดงออก ก่อให้เกิดความหวังอย่างใหม่สำหรับผู้ป่วยโรคพันธุกรรมและครอบครัวในอนาคต การวินิจฉัยป้องกันรักษาโรคพันธุกรรมรวมทั้งโรคที่พบบ่อยที่เป็นปัญหาทางการแพทย์และสาธารณสุขจะมีประสิทธิผลมากขึ้น

3. ผลต่อวิธีการบำบัดรักษาโรคในอนาคต ยีนบำบัดเป็นงานวิจัยใหม่ที่มุ่งบำบัดโรคที่เกิดจากความบกพร่องของยีนใดยีนหนึ่ง โดยการสอดแทรกยีนที่สมบูรณ์เข้าไปแทนเพื่อให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ และในระยะหลังมีการปรับแนวคิดและเทคโนโลยีในเรื่องยีนบำบัดมุ่งประยุกต์เพื่อการผลิตโปรตีนบางอย่างขึ้นภายในร่างกาย ในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายในผู้ป่วยโรคมะเร็งหรือโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง อย่างไรก็ตาม ประเด็นทางจริยธรรมที่จะมีความสำคัญในการนำพันธุศาสตร์ยุคใหม่มาใช้คือ การรักษาผลการตรวจไว้เป็นความลับ การตรวจโดยความสมัครใจ และการตัดสินใจเลือกทางเลือกด้วยตนเองภายหลังจากได้รับทราบข้อมูลที่ถูกต้องและเพียงพอ

4. ผลต่อการพัฒนายาชนิดใหม่ ข้อมูลในดีเอ็นเอจะนำไปสู่การพัฒนายารักษาโรคหรือวัคซีนได้ โรคที่ไม่เคยรักษาได้ก็อาจมียารักษาขึ้นมา หรือยาที่เคยได้ผลกับบางคนก็อาจพัฒนาให้เหมาะสมเฉพาะเจาะจงกับคนไข้แต่ละคนอย่างได้ผล

โสตทัศน์ # 15.11 ผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรมและนาโนเทคโนโลยีทางเศรษฐกิจและสังคม

การประยุกต์เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรมและนาโนเทคโนโลยี ก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญ ทางเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่

1. ผลต่อผลิตภัณฑ์ด้านการเกษตร พันธุวิศวกรรมด้านการเกษตรมีบทบาทในการสร้างพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีประโยชน์ เช่น ข้าวสีทอง และพันธุ์พืชที่มีลักษณะพิเศษ เช่น ต้านทานหนอนแมลงและยาฆ่าหญ้าได้ดี เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีข้อกังวลว่าสายพันธุ์ใหม่ที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสมดุลที่มีอยู่ดั้งเดิมในธรรมชาติหรือไม่ ประเด็นสำคัญในการทำให้พืชดัดแปลงพันธุกรรมเหล่านี้นำประโยชน์อย่างเต็มที่คือการสร้างกลไกที่เรียกว่า “ความปลอดภัยทางชีวภาพ” หมายถึง การประเมินและบริหารจัดการให้พืชเหล่านี้ไม่สร้างความเสียหายต่อระบบเกษตรกรรมและความหลากหลายของพืชพรรณที่มีอยู่เดิม และเมื่อนำมาผลิตเป็นอาหารก็ให้ความปลอดภัยเท่ากับอาหารที่มีอยู่เดิม

2. ผลต่ออุตสาหกรรมยา ดีเอ็นเอของคนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลิตยา หรือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตยา จึงกลายเป็นทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูงจนถึงขั้นนำดีเอ็นเอที่ค้นพบนั้นไปจดสิทธิบัตรครอบครองเป็นทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งในแง่หนึ่งนั้น สิทธิบัตรเป็นระบบที่ป้องกันสิทธิของผู้ที่ประดิษฐ์สร้างแรงกระตุ้นให้เกิดการวิจัยและให้รางวัลแก่ผู้ศึกษาวิจัย แต่ก็อาจมีผลเสียที่ทำให้เกิดการผูกขาดในสิทธินั้น

3. ผลต่อกระบวนการยุติธรรม ดีเอ็นเอเข้ามามีบทบาทกระทบถึงความสัมพันธ์ระหว่างคนในสังคม และมีผลต่อความมั่นคงปลอดภัยของสังคมด้วย โดยมีการประยุกต์เทคโนโลยีด้านการตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอในงานยุติธรรมตั้งแต่คดีข่มขืนกระทำชำเรา คดีฆาตกรรม คดีพิสูจน์พ่อแม่ลูก คดีพิสูจน์บุคคลสูญหาย ฯลฯ

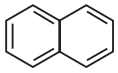
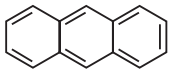
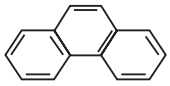
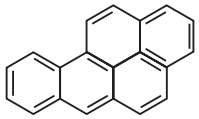
4. ผลต่อสิทธิบุคคล การตรวจพันธุกรรมมีผลกระทบนอกจากผู้ตรวจเองแล้วยังมีผลไปถึงสมาชิกในครอบครัวที่อาจมียีนตัวเดียวกันอยู่ หรือหากข้อมูลนี้ถูกเปิดเผยต่อบุคคลภายนอก ก็อาจกลายเป็นการล่วงละเมิดความเป็นส่วนตัวหรือความลับส่วนตัว และอาจนำไปสู่การกีดกันในเรื่องการทำงานและการประกันสุขภาพได้

5. ผลต่อคุณภาพของประชากร เทคโนโลยีการตรวจดีเอ็นเอที่ก้าวหน้าขึ้นมากทำให้เกิดความต้องการที่จะคัดเลือกให้ได้ลูกที่มีลักษณะดีที่สุด ซึ่งอาจสร้างความเหลื่อมล้ำทางสังคมมากขึ้น เนื่องจากผู้มีฐานะดีมีโอกาสเลือกให้บุตรหลานสมบูรณ์ที่สุด แข็งแรงหรือฉลาดกว่าคนอื่น ความเหลื่อมล้ำทางพันธุกรรมจะกลายเป็นปัญหาทางสังคมอีกอย่างหนึ่งในอนาคต

<u>แบบประเมินผลตนเองของนักศึกษาก่อนรับการสอนเสริม</u>
<u>ครั้งที่ 3</u>
<u>ชุดวิชา</u> 50101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

<u>คำชี้แจง</u> เขียนวงกลมรอบอักษรหน้าข้อความที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เฮเทอโรอะตอมใดที่เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม
   ก. F
   ข. Cl
   ค. I
   ง. O
   จ. N

2. ข้อใด**ไม่ใช่**สารอะโรมาติก
   ก.
   ข. 
   ค. 
   ง. 
   จ. 

3. ออร์แกเนลล์ใดที่พบในเซลล์ยูคาริโอตและเซลล์โปรคาริโอตว่า มีขนาดและส่วนประกอบแตกต่างกัน
   ก. เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม
   ข. กอลไจคอมเพล็กซ์
   ค. ไมโทคอนเดรีย
   ง. ไรโบโซม
   จ. ไลโซโซม

4. เนื้อตายที่มีลักษณะของการขาดเลือดและเป็นโพรงหนองพบในโรคใด
    ก. วัณโรค
    ข. โรคซิฟิลิส
    ค. โรคตับอ่อนอักเสบ
    ง. หัวใจขาดเลือด
    จ. บาดทะยัก

5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการจับคู่ของเบสในอาร์เอ็นเอ (RNA)
    ก. อะดีนีนกับยูราซิล
    ข. อะดีนีนกับไทมีน
    ค. อะดีนีนกับกวานีน
    ง. ไซโตซีนกับยูราซิล
    จ. ไซโตซีนกับไทมีน

6. แอนติบอดี (Antibody) เป็นสารชีวโมเลกุลใดที่สามารถทำลายสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกายได้
    ก. คาร์โบไฮเดรต
    ข. โปรตีน
    ค. ลิพิด
    ง. กรดนิวคลีอิก
    จ. กลีเซอรอล

7. วัฏจักรยูเรีย เป็นกระบวนการใดในร่างกาย
    ก. กระบวนการสร้างคาร์โบไฮเดรต
    ข. กระบวนการสลายคาร์โบไฮเดรต
    ค. กระบวนการสร้างโปรตีน
    ง. กระบวนการสลายโปรตีน
    จ. กระบวนการสร้างลิพิด

8. นายทองดีมีกรดยูริกในเลือดและปัสสาวะสูง ต้องงดกินอาหารที่มีสารใดสูง
    ก. อะดีนีนและยูราซิล
    ข. อะดีนีนและไทมีน
    ค. อะดีนีนและกวานีน
    ง. ไซโตซีนและยูราซิล
    จ. ไซโตซีนและไทมีน

9. การปรับสภาวะการหมักให้เกิดกระบวนการที่มีความเหมาะสมที่สุด (Optimized process) เป็นการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตตามหลักการใด
    ก. การเร่งทางชีวภาพ
    ข. การใช้พันธุวิศวกรรม
    ค. การใช้จุลินทรีย์
    ง. การควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึม
    จ. การใช้ดีเทอร์เจนท์

10. เทคนิคทรานสเฟกชัน เป็นการใช้หลักการทางพันธุวิศวกรรมในขั้นตอนใด
    ก. การสร้างดีเอ็นเอลูกผสม
    ข. การเลือกเฟ้นหาเซลล์เจ้าบ้าน
    ค. การแยกสกัดดีเอ็นเอที่ต้องการออกจากเซลล์
    ง. การเตรียมดีเอ็นเอที่ต้องการจากปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส
    จ. การนำดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน