คม 500 เคมีประยุกต์สมัยใหม่
หัวข้อ ชีวเคมี

ภาคการศึกษา 1/2557

ดร. อนรรฆอร ศรีไสยเพชร

ชีวเคมี (อังกฤษ: biochemistry) เป็นวิชาที่ศึกษากระบวนการเคมีในสิ่งมีชีวิต ตลอดจนการควบคุมในระดับต่าง ๆ อย่างเช่นที่เกี่ยวกับการแปรรูปสารอาหารไปเป็นพลังงาน, การสร้างและเปลี่ยนแปลงสารชีวโมเลกุลภายในเซลล์ที่เรียกว่า กระบวนการ เมแทบอลิซึม การทำงานของเอนไซม์และโคเอนไซม์, ระบบของพลังงานในสิ่งมีชีวิต, การสลายและการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลต่าง ๆ

ชีวเคมี เคมีของสิ่งมีชีวิต

สารชีวโมเลกุล

- คาร์โบไฮเดรท
- โปรตีน
- ไขมัน
- วิตามิน
- กรดนิวคลีอิก

ต้องทราบถึง

โครงสร้าง

หน้าที่

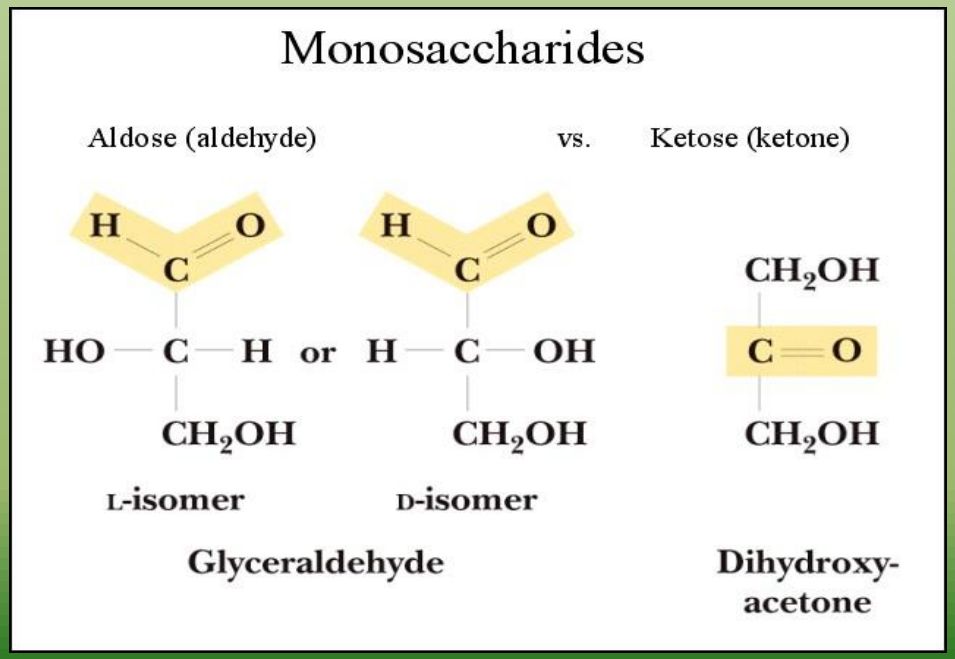
โครงสร้าง

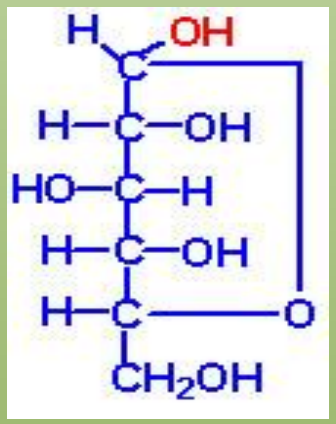
<u>เคมีแขนงต่างๆ</u>

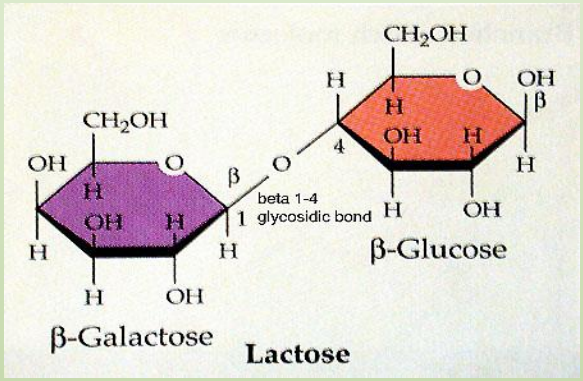
- อินทรีย์
- อนินทรีย์
- เคมีเชิงฟิสิกส์
- เคมีพอลิเมอร์

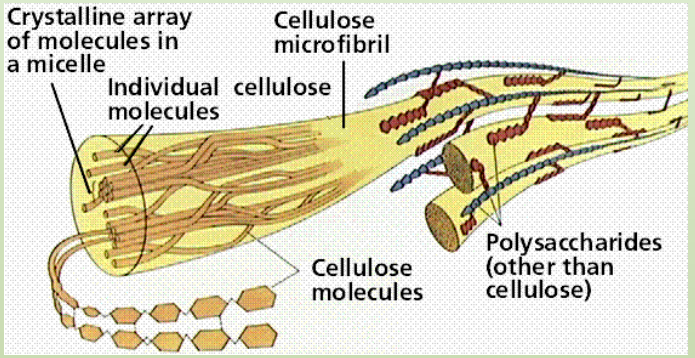
คาร์โบไฮเดรท

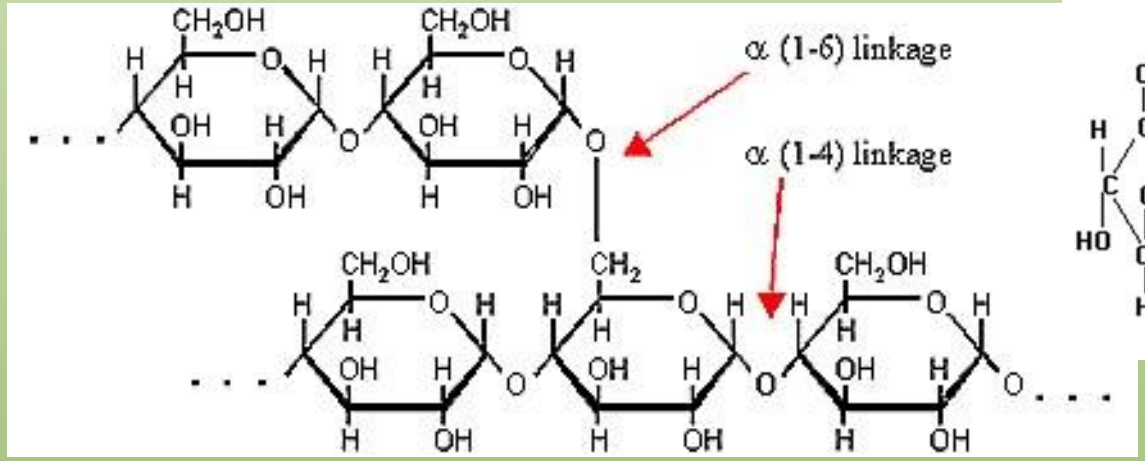
- Carbon + H_2O
- Polyhydroxy aldehydes, ketones and their derivatives, and the polymer derived from these compounds

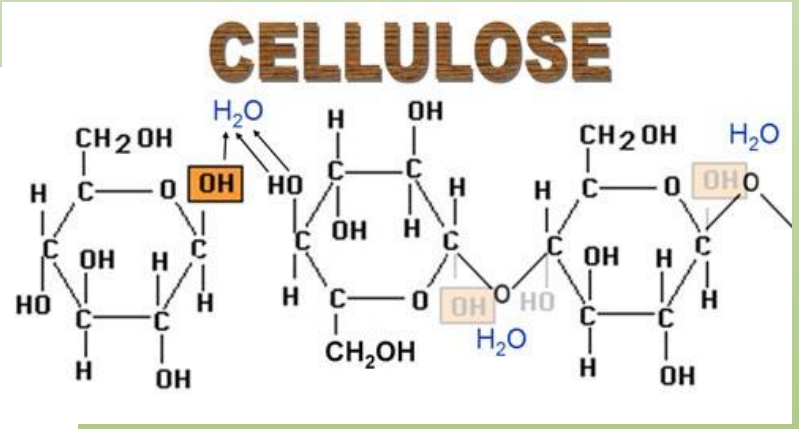






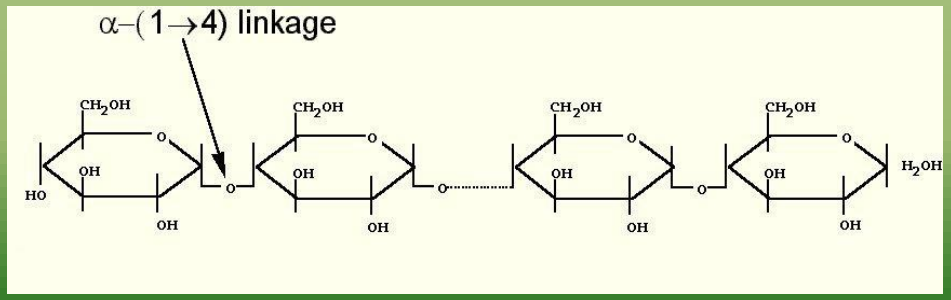


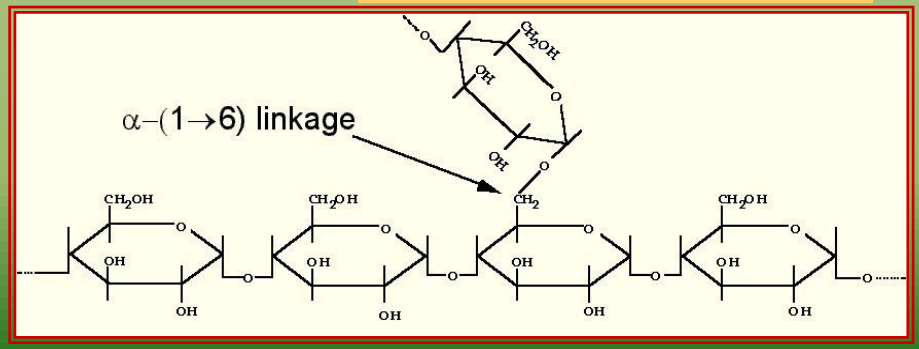




Amylose

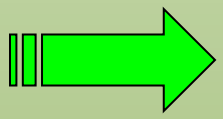
Amylopectin



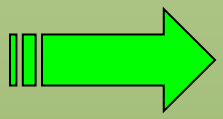


การประยุกต์ใช้แป้งในอุตสาหกรรม

ในที่นี้จะแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ



การใช้แป้งในอุตสาหกรรมอาหาร



การใช้แป้งในอุตสาหกรรมอื่น ๆ

รูปแบบการใช้แป้ง

1. ใช้แป้งบริสุทธิ์เพียงอย่างเดียว
2. ใช้แป้งดัดแปร (แป้งที่มีการผสมกับสารอื่น ซึ่งอาจเกิด หรือ ไม่เกิดพันธะเคมีระหว่างแป้งกับสารนั้น)

ใช้แป้งดัดแปรทางเคมีและกายภาพในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

1. แป้งเม็ดและแป้งฝุ่น
2. แป้งพรีเจลาติไนซ์
3. แป้งที่ดัดแปรโดยใช้กรด
4. White dextrin
5. Yellow dextrin
6. แป้งออกซิไดซ์
7. แป้งอีเทอร์และแป้งเอสเทอร์

การใช้แป้งในอุตสาหกรรมอาหาร

- เพื่อเป็นตัวเพิ่มความข้นหนืดให้กับผลิตภัณฑ์ (thickening agent)
  เช่น การใช้แป้งในซอส ซุปครีม ไส้พาย เป็นต้น
- เพื่อเพิ่มความคงตัวของคอลลอยด์ (colloid stabilizer) เช่น ในน้ำสลัด
- เพื่อรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ (moisture retention)
- เพื่อให้เกิดลักษณะที่เป็นเจล (gel-forming agent)
- เพื่อเป็นตัวเชื่อมส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ (binder)
- เพื่อเป็นสารเคลือบและให้ความเป็นมันเงา (coating & glazing agent)

การใช้แป้งในอุตสาหกรรมอื่น ๆ

- การใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ
- อุตสาหกรรมเส้นใยผ้า
- เป็นสารจับฝุ่นละอองในการผลิตถ่านหิน เซรามิก และโลหะต่างๆ
- ใช้ในผลิตภัณฑ์ผงซักฟอก
- เป็นกาวในอุตสาหกรรมทอพรม
- ใช้เคลือบกระดาษ
- การใช้แป้งในลักษณะเป็นสารย่อยสลายทางชีวภาพ
- การใช้แป้งในเครื่องสำอาง เช่น แชมพู และครีมนวดผม
- การใช้ในอุตสาหกรรมยา เช่น เป็นส่วนผสมยาเม็ด

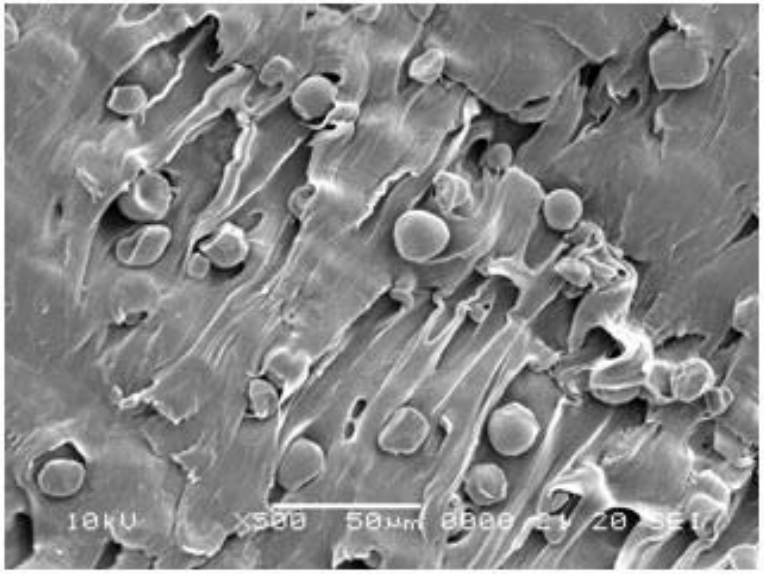
Corn

ครั้งแรก
กับบรรจุภัณฑ์ชานอ้อย
ไม่ทำร้ายคุณ ไม่ทำร้ายโลก

LIFE Cycle
ย่อยสลายได้ 100%
Amazon Bio Cup
"มาเปลี่ยนแก้ว
แล้วเปลี่ยนโลกกันนะ"
ครั้งแรก..แก้วกระดาษเคลือบพลาสติกชีวภาพ
ย่อยสลายสู่ธรรมชาติได้ 100%
อร่อย..
กับเครื่องดื่มในแก้ว
อเมซอน ไบโอ คัพ
ทิ้ง..ฝังกลบลงดิน
ย่อยสลาย..เป็นปุ๋ย
คืน..สีเขียวให้โลก

psm.en.alibaba.com

Day 1
Day 35
Day 50



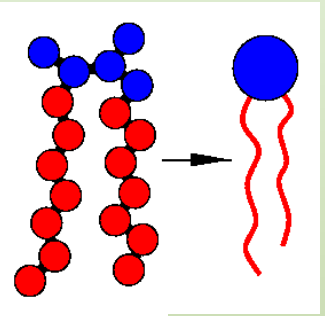
ภาพที่ 1 ลักษณะของแกรนูลแป้งที่ใช้เป็นสารตัวเติม หรือ filler ซึ่งกระจายตัวอยู่ในเนื้อพลาสติก

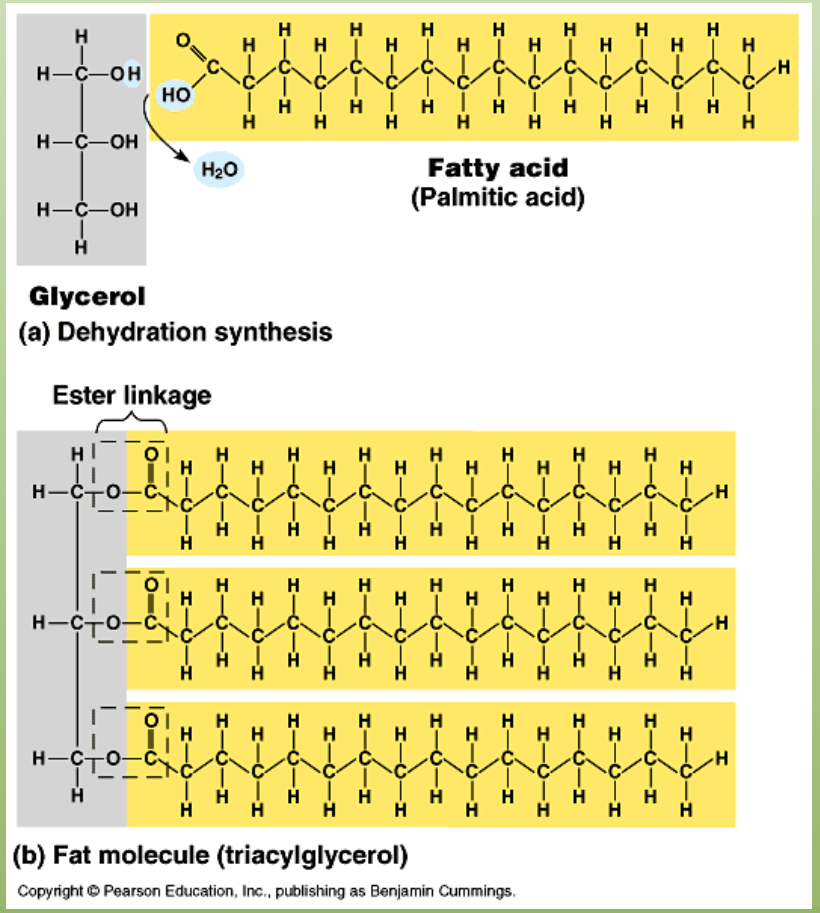
ภาพที่ 2 เม็ดพลาสติกที่ผลิตจากเทอร์โมพลาสติกสตาร์ช (thermoplastic starch หรือ TPS)

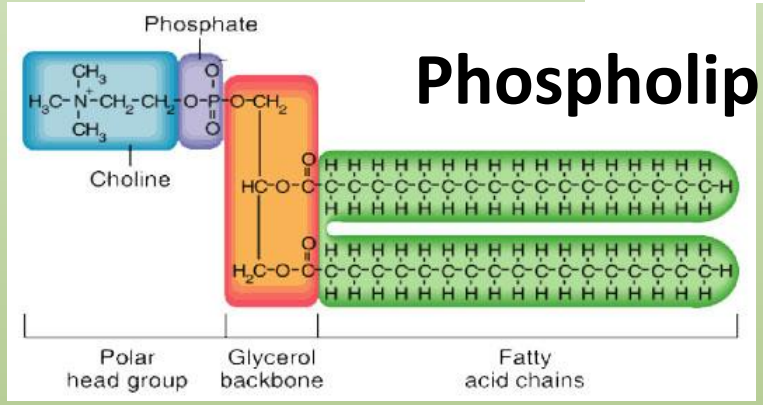
ภาพที่ 3 เม็ดโฟมกันกระแทกที่ผลิตจากแป้ง ใช้เพื่อป้องกันการแตกหักของสินค้าที่บรรจุในกล่องระหว่างการขนส่ง

ลิปิด

สมบัติเด่นคือ ไม่ละลายน้ำ
แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์

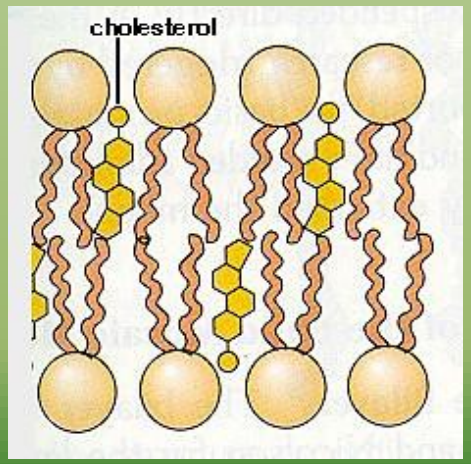


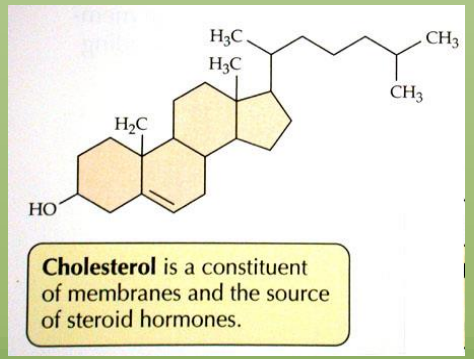




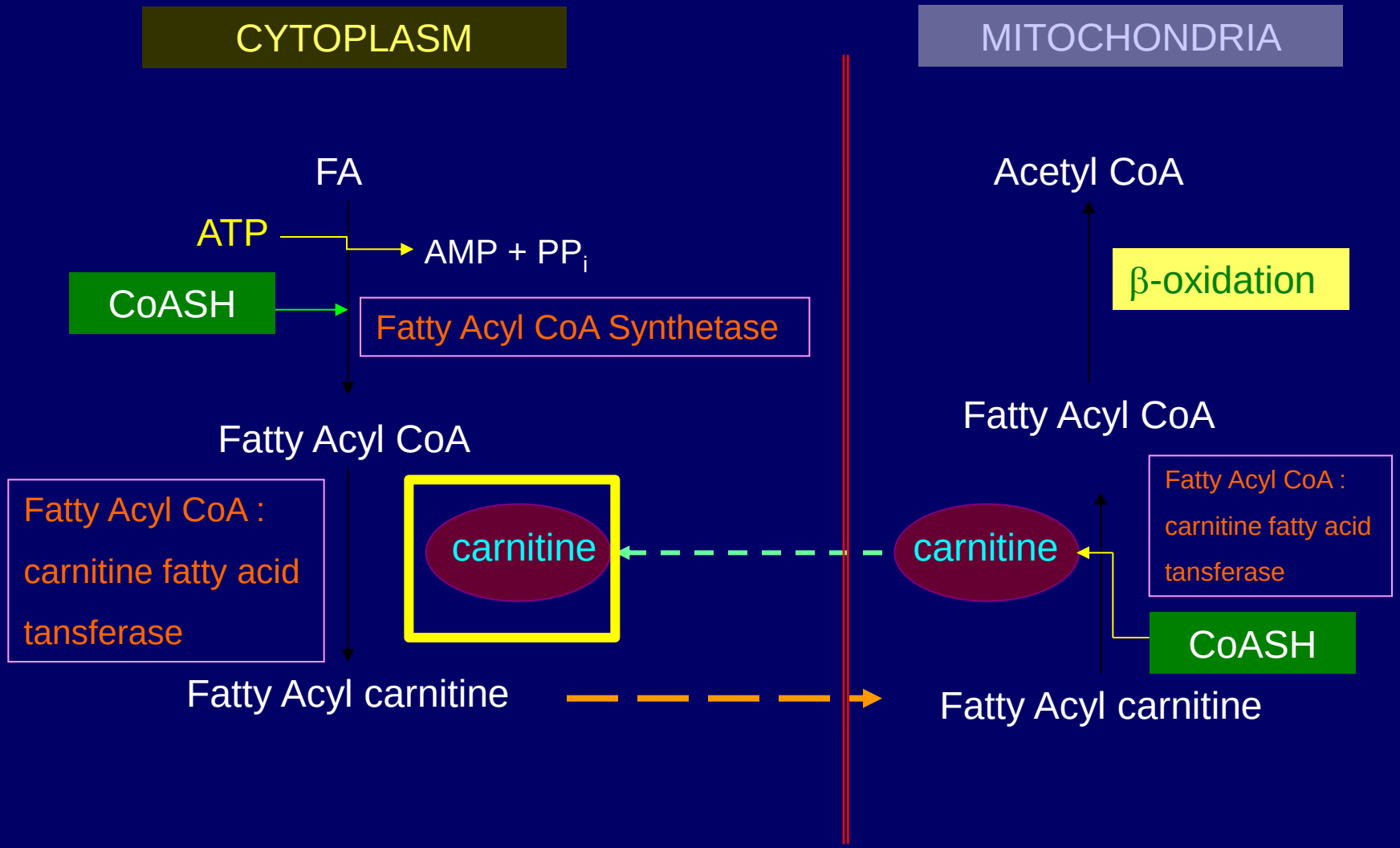
Phospholipid

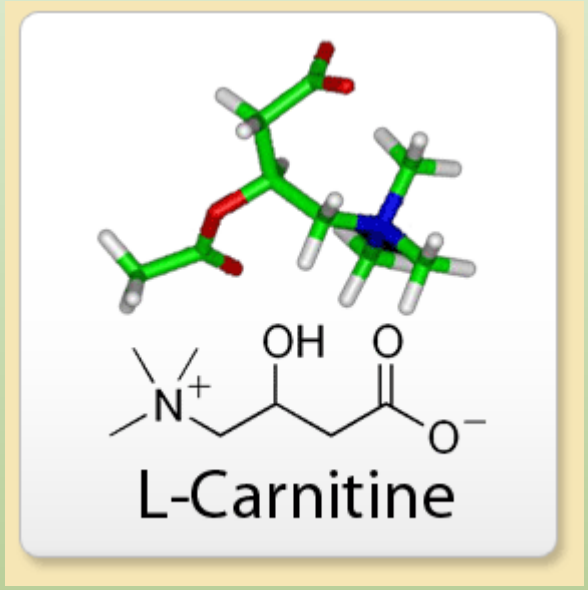
Cholesterol





การเคลื่อนย้ายกรดไขมันเข้าสู่ MITOCHONDRIA




OH
O
N+
O−
L-Carnitine

IPL- L-Carnitine Plus 1000mg
ขจัดไขมัน ล้างพิษ เร่งการเผาผลาญและสลายไขมัน
ขนาดบรรจุ 30 เม็ด
www.Taladnadonline.com
อาหารเสริม ลดน้ำหนัก แฟชั่นเกาหลี
U.S.A ADVANCE
IPL-Carnitine Plus+
Detox
U.S.A ADVANCE
Carnitine Plus+
Detox

L-Carnitine 250 mg.
BIOGANIC
พลิตภัณฑ์เสริมอาหาร แอล-คาร์นิทีน 250 มิลลิกรัม
ACTIVE INGREDIENT FROM SWITZERLAND
L-Carnitine

VISTRA
วิสทร้า
แอล-คาร์นิทีน
VISTRA
L-Carnitine

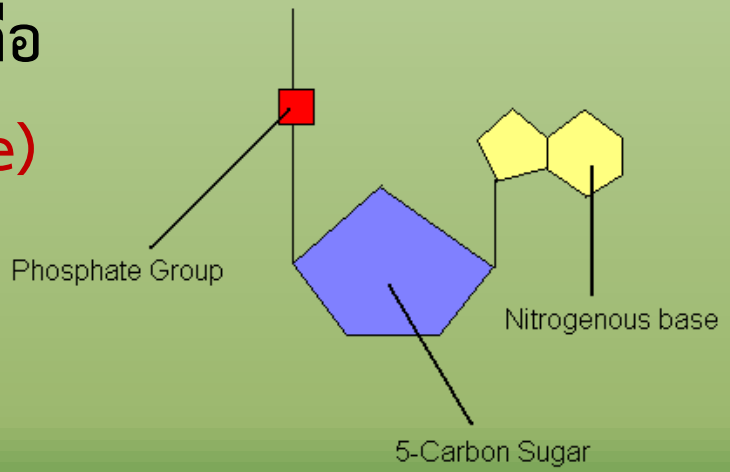
เคมีภัณฑ์จากไขมัน

การใช้ไขมันและสารไขมันในรูปของเคมีภัณฑ์ต่างๆ พอสรุปได้เป็น 4 ประการ คือ ใช้สำหรับเป็นหรือผลิต

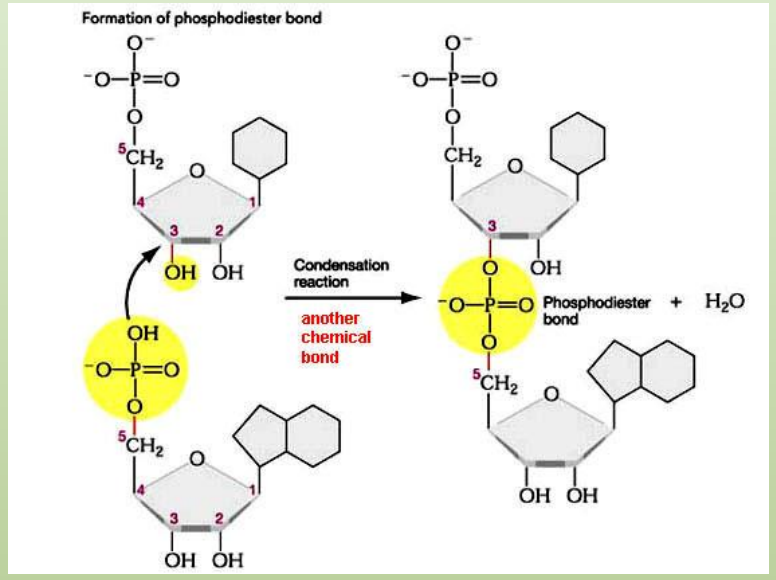
1. อาหาร
2. ตัวกระจายพื้นผิว (surfactants)
3. วัสดุเคลือบผิว (coatings)
4. ผลิตภัณฑ์เบ็ดเตล็ด
5. Fuel

กรดนิวคลีอิก

- กรดนิวคลีอีก (Nucleic acid) หรือโพลีนิวคลีโอไทด์ (Polynucleotide) ประกอบด้วยธาตุพื้นฐาน 5 ชนิดคือ C, H, O, N และ P
- เกิดจากโมโนนิวคลีโอไทด์ (mononucleotide)มาจับกันด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ (phosphodiester bond)
- โมโนนิวคลีโอไทด์ซึ่งเป็นหน่วยโครงสร้าง (building unit) ประกอบด้วยโมเลกุลพื้นฐาน 3 ชนิดคือ
  - เบสไนโตรเจน (Nitrogenous base)
  - น้ำตาลเพนโตส (Pentose)
  - หมู่ฟอสเฟต (Phosphate group)



A typical nucleotide



DNA ทำหน้าที่เก็บข้อความทางพันธุกรรมไว้ในนิวเคลียสของเซลล์ และถ่ายทอดข้อความให้แก่เซลล์ลูกด้วยขบวนการ DNA replication

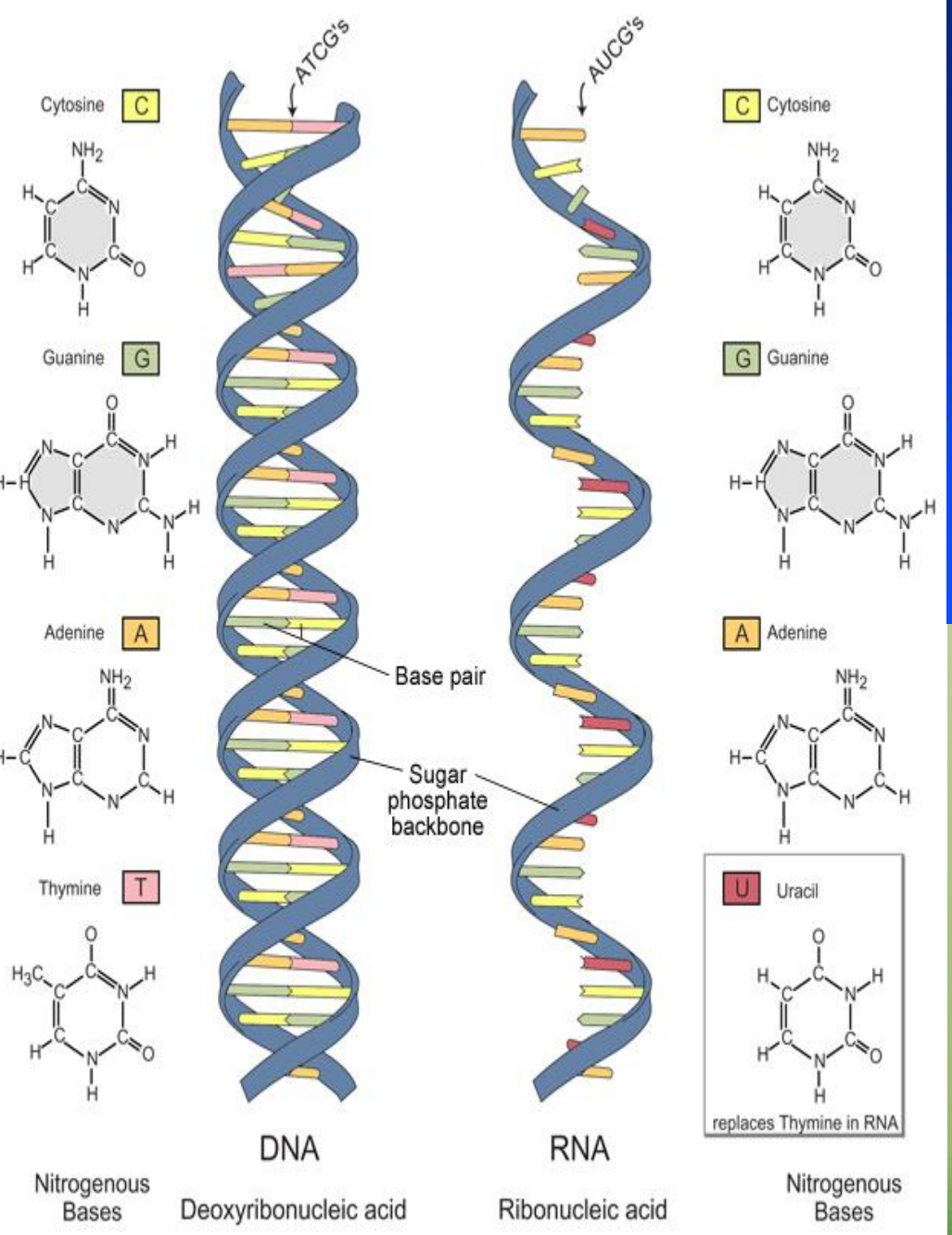
- กรดนิวคลีอิกแบ่งเป็น 2 ประเภท (ต่างกันที่น้ำตาล)

  - กรดไรโบนิวคลีอิก (ribonucleic acid)

    หรือ เรียกว่า RNA ประกอบน้ำตาล ไรโบส

  - กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic acid)

    หรือ DNA ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส (2’- deoxyribose)



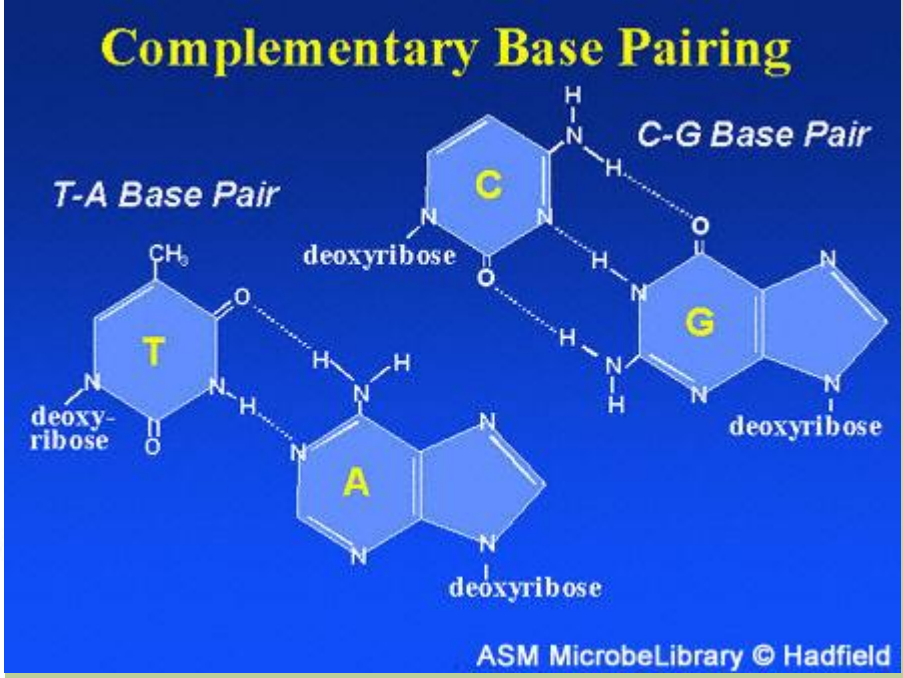
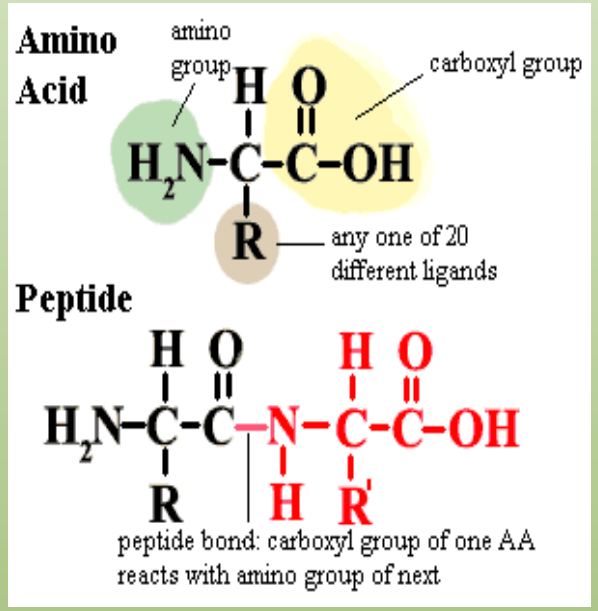


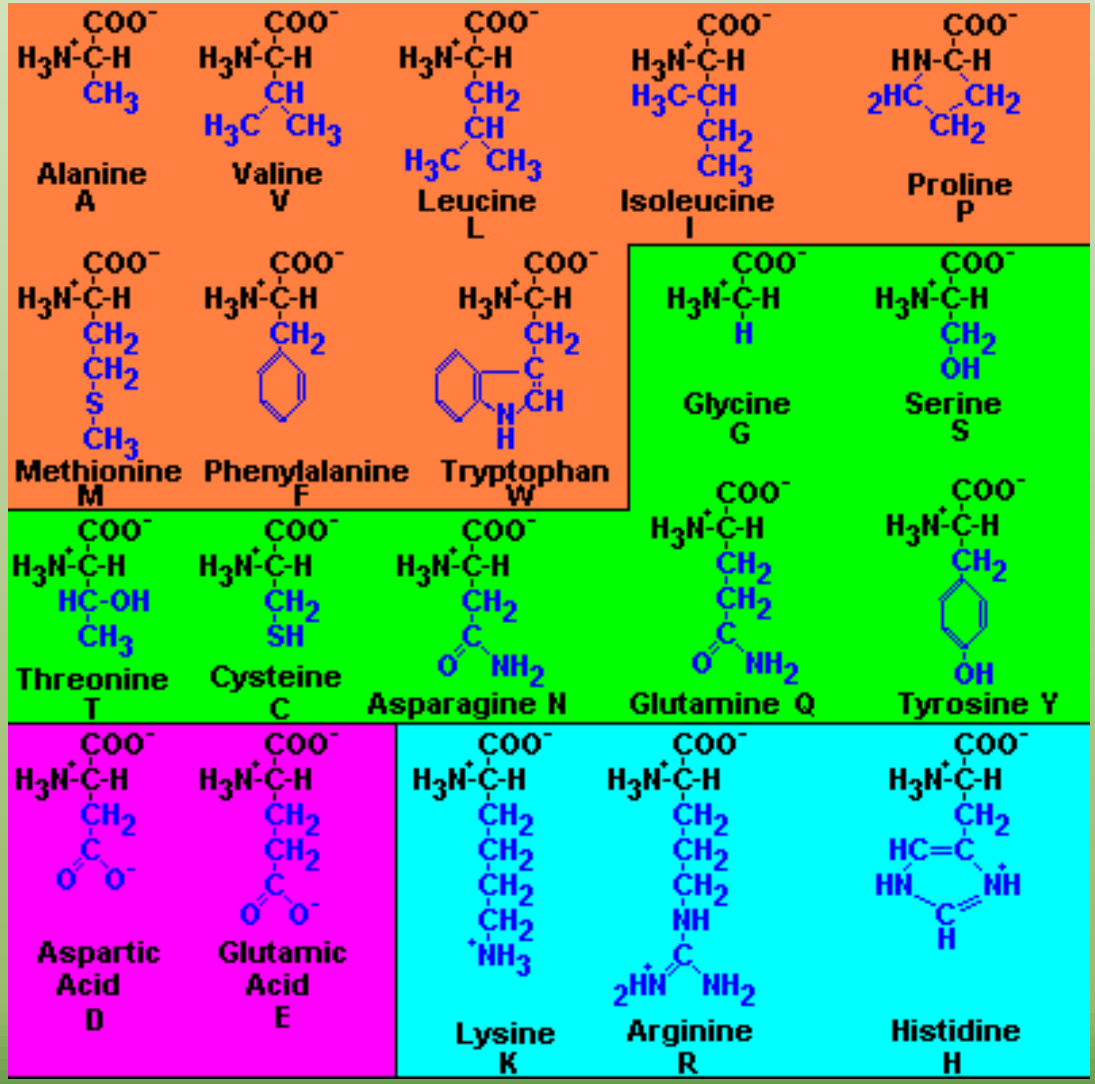
Image adapted from: National Human Genome Research Institute.

โปรตีน

โปรตีน (Protein) หรือ โพลีเปปไทด์ (Polypeptide)
ประกอบด้วยธาตุพื้นฐาน 5 ชนิด คือ C, H, O, N, S



โครงสร้างเคมีของกรดอะมิโนพื้นฐาน 20 ชนิด แบ่งกลุ่มตามคุณสมบัติของ side chain



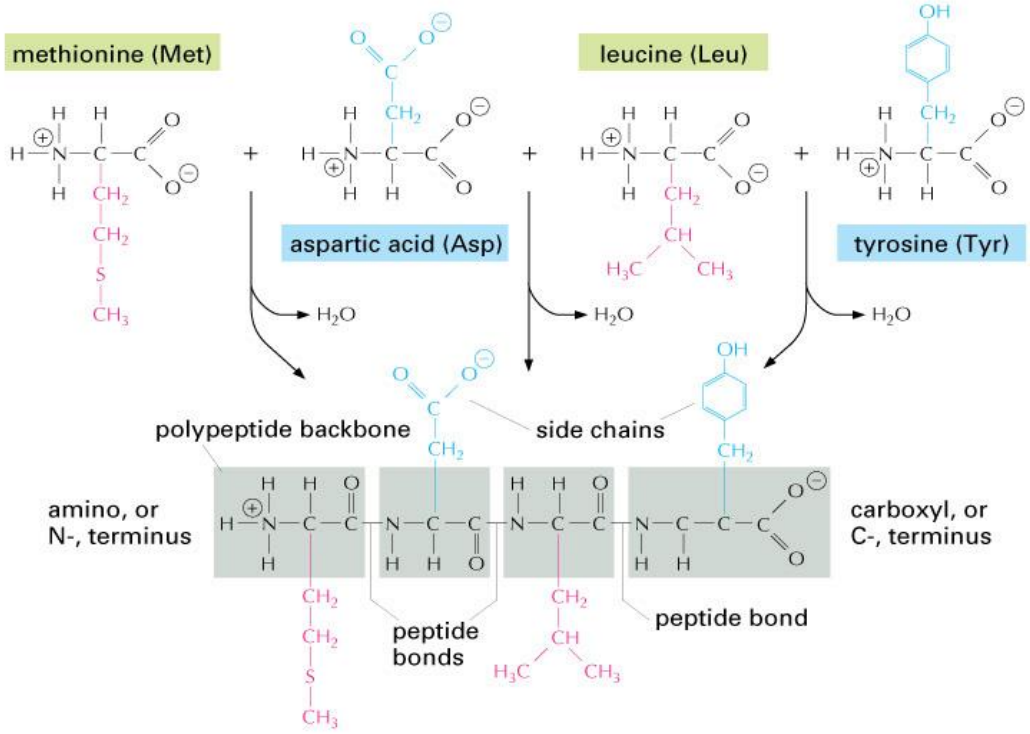
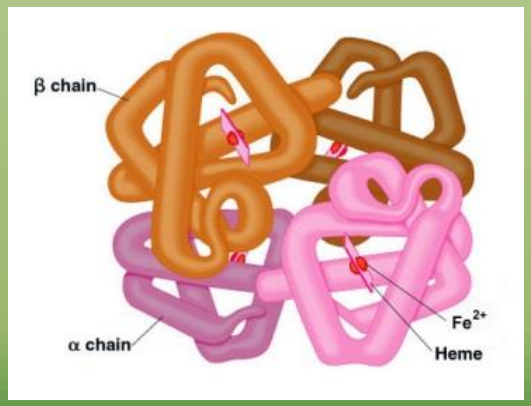
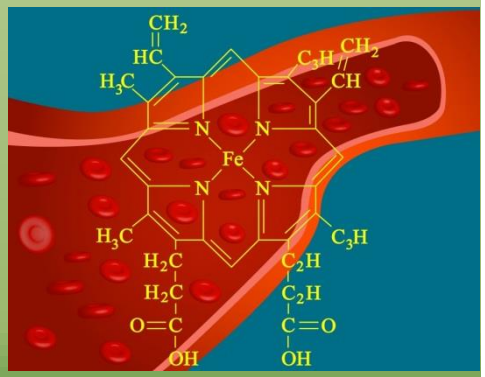
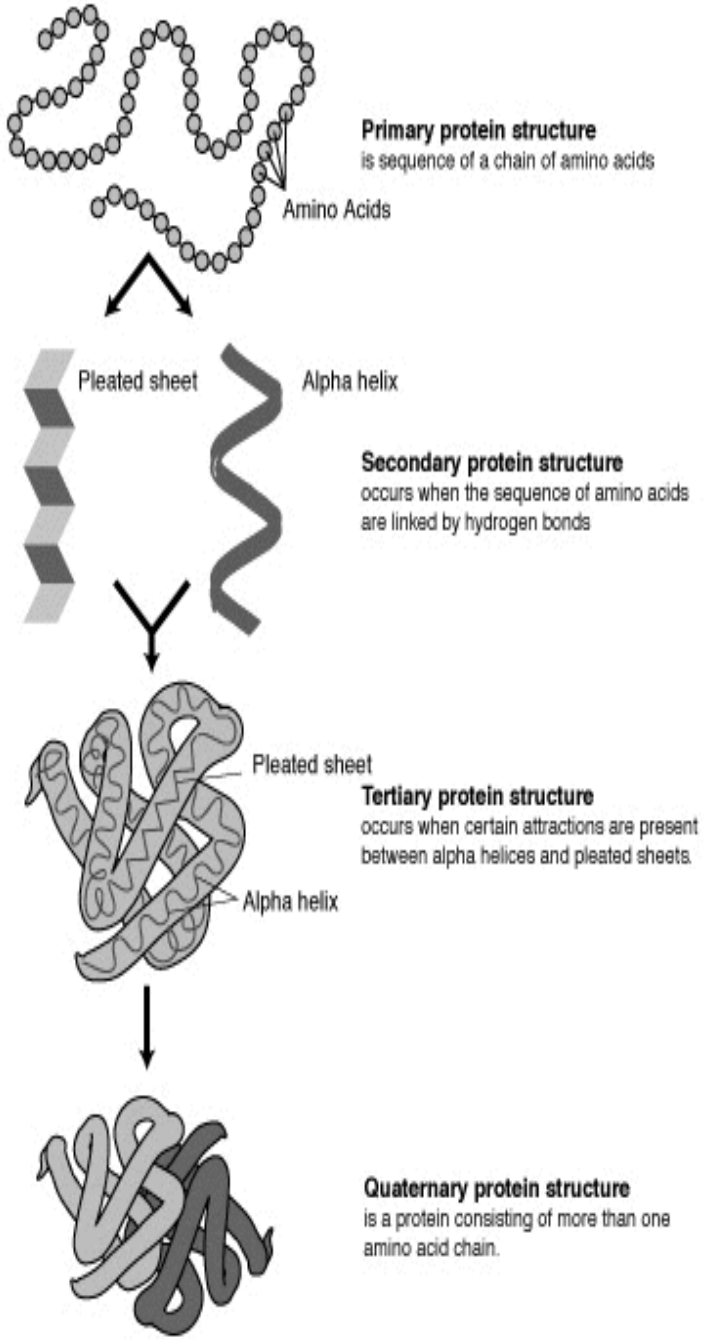


Figure 4-2 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)





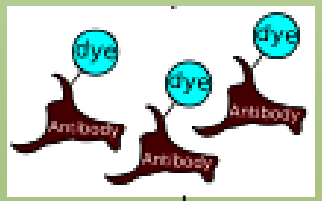


การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์

ELISA (Enzyme linked immuno sorbent assay)

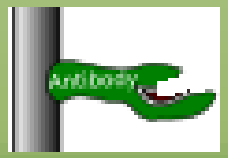
ใช้มากในทางการแพทย์ เช่น ใช้ตรวจการตั้งครรภ์ ตรวจหาไวรัสที่อาจเป็นสาเหตุของไข้หวัดนก เป็นต้น

Human chorionic gonadotrophin

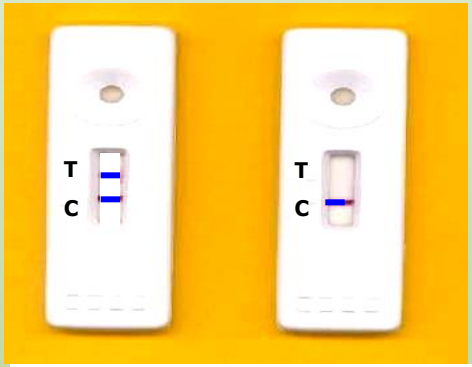


Antibody1 ที่เฉพาะต่อ hCG เชื่อมต่อกับสีย้อม

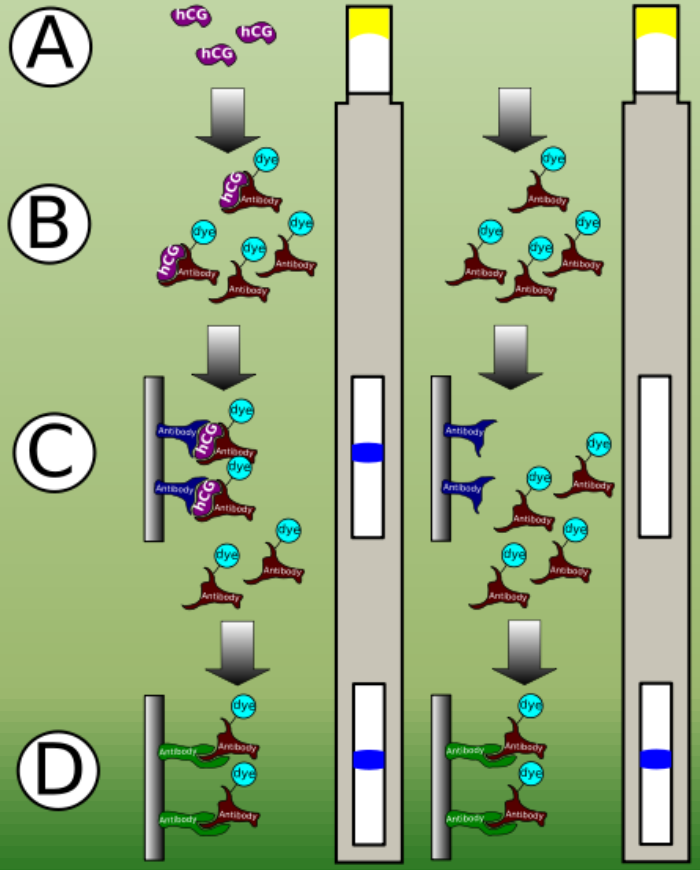
Antibody2 ที่เฉพาะต่อ hCG ถูก fix ไว้ตรงตำแหน่งแสดงผล



Antibody3 เฉพาะต่อ antibody1 ถูก fix ไว้ตรงตำแหน่งยืนยันผล



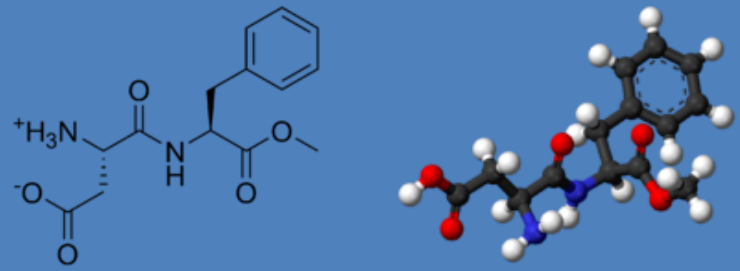
ตั้งครรภ์ **ไม่ตั้งครรภ์**



ที่มา :commons.wikimedia.org/wiki/Image:Pregnancy_te...

สารทดแทนความหวาน (Sweetener) ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันเพราะคนใส่ใจเรื่องรูปร่างมากขึ้น สารทดแทนความหวานที่สามารถใช้แทนน้ำตาลแต่ไม่ให้พลังงาน หรือให้พลังงานต่ำมีหลายชนิด แต่ที่ควรระมัดระวังในการบริโภค คือ "Aspartame"

Aspartame



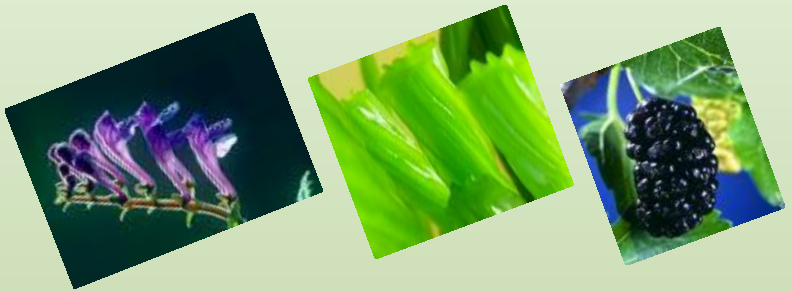
L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester

เมื่อสารนี้ถูกย่อยจะได้ aspartate, phenylalanine, และ methanol, เมื่อแตกตัวต่อไปได้ผลิตภัณฑ์หลายชนิดคือ formaldehyde, formate, และ diketopiperazine ซึ่งยังเป็นที่ถกเถียงกันถึงอันตรายจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้

ส่วน phenylalanine ที่ได้มีผลโดยตรงกับผู้ป่วย PKU ทำให้ในอเมริกาสินค้าที่ใช้สารนี้ผสมเพื่อทดแทนความหวาน ต้องระบุบนฉลากอย่างชัดเจนว่า "phenylketonurics: contains phenylalanine"

ที่มา: porpax.bio.miami.edu/.../255aminoacids.htm, http://www.food.gov.uk/safereating/chemsafe/additivesbranch/sweeteners/55174#h_5/

Amino acid catabolism



- Skin whitener (lightener) ถูกใช้อย่างแพร่หลายในช่วงหลายปีมานี้ เริ่มแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาความผิดปกติของการสร้างเม็ดสี เช่น ตกกระในหญิงตั้งครรภ์

ต่อมาเพื่อความงาม โดยผสมในเครื่องสำอางเพื่อทำให้ผิวแลดูขาวสว่างขึ้น

- สารสกัดจากธรรมชาติ หลายชนิด เช่น arbutin, vitamin C, kojic acid, licorice extract, burner root extract, scutellaria extract, และ mulberry ถูกค้นพบว่าสามารถยับยั้ง tyrosinase ซึ่งเป็นเอ็นไซม์สำคัญในการสร้างสีผิวได้ trosinase inhibitor เหล่านี้จึงใช้ผสมในเครื่องสำอางเพื่อเป็นสารทำให้ผิวขาวนั่นเอง

Research area

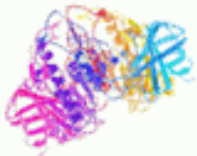
ผศ. ชุติมา คงจรูญ

Asst. Prof. Chutima Kongjaroon

ศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมพืชโดยใช้เทคนิค RAPDs

- การสกัด DNA
- การวิเคราะห์ DNA fingerprint
- พืชตระกูลพริก & แตง

การใช้ประโยชน์จากเอ็นไซม์ที่สกัดจากพืช



- การสกัดเอนไซม์และแอคติวิตี
- การทำบริสุทธิ์
- จลนศาสตร์ของเอนไซม์
- การประยุกต์ใช้งาน

การบำบัดน้ำทิ้งจากครัวเรือนโดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิ

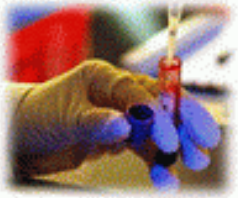
- การแยกเชื้อจุลินทรีย์
- การสกัดเอนไซม์ไลเปส
- วิเคราะห์ไลเปสแอคติวิตี
- สภาพของการบำบัดน้ำทิ้ง และคุณภาพน้ำ

Research area

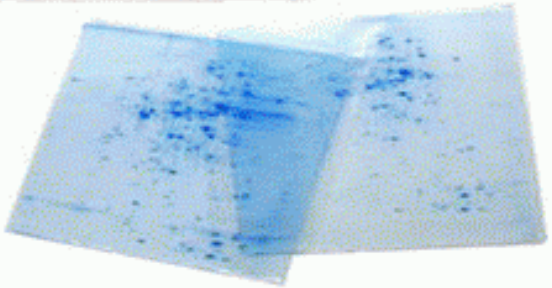
ดร. เอกวิทย์ ตรีเนตร

Dr. Ekawit Threenet

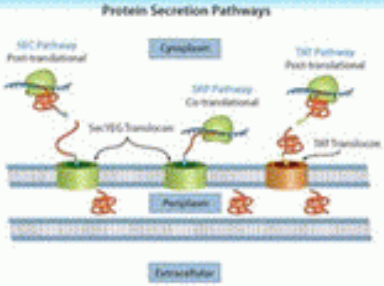
Protein analysis and proteomic studies by SDS- and 2-D electrophoresis with MALDI-TOF MS and LC-MS

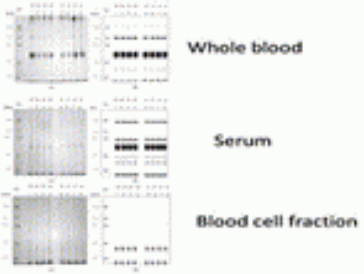


Health science (toxicology and pharmacology studies) and agriculture science (enzyme technology in animals and plants)



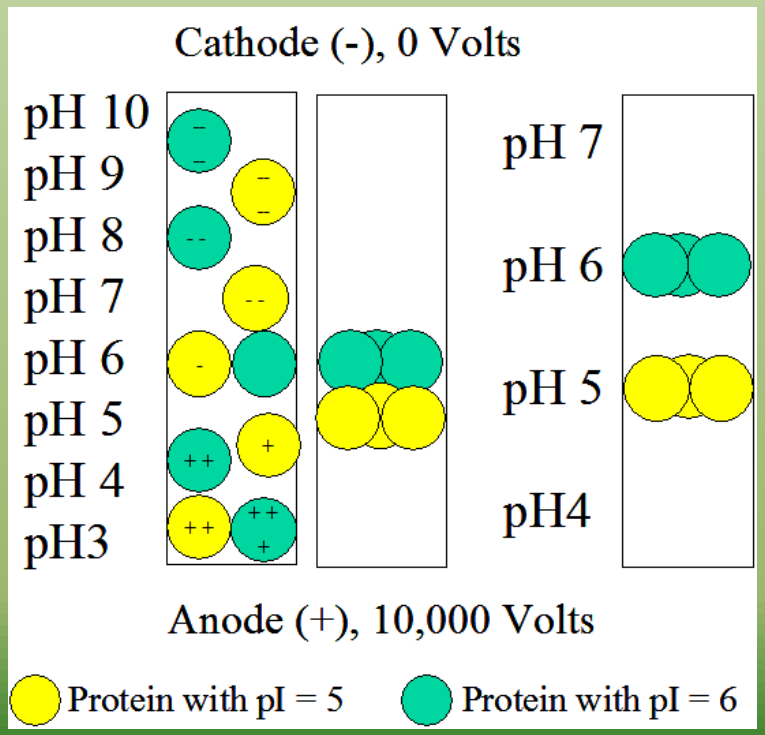
Metabolism of bioactive compounds

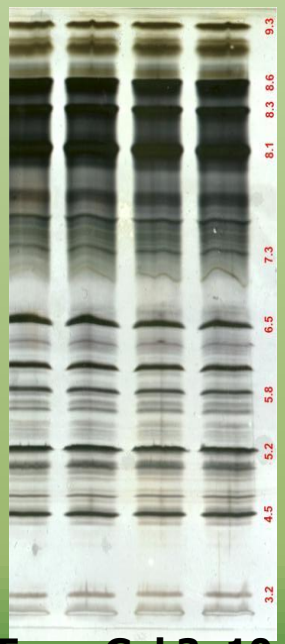




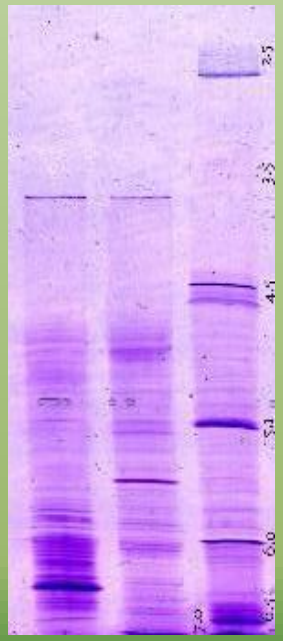
การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์

Isoelectric focusing (IEF) มีเจลสังเคราะห์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้กระแสผ่าน นอกจากนี้ยังมีลักษณะเป็น pH gradient ด้วย โปรตีนแยกจากกันตามประจุแล้วไปหยุดตรงตำแหน่งที่ pH เท่ากับ pI ของมันพอดี





FocusGel 3 - 10

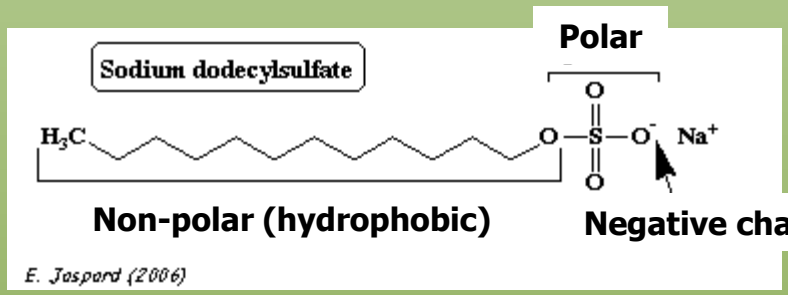


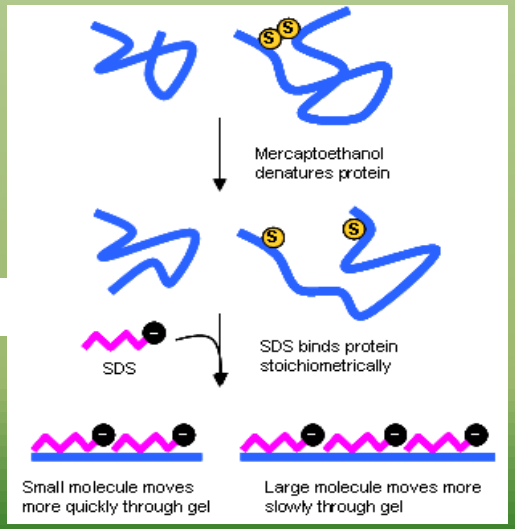
FocusGel 2 - 6

ที่มา :www.chem.wsu.edu/~ntracy/work.htm, www.etcelpho.com/html/samplespread.html

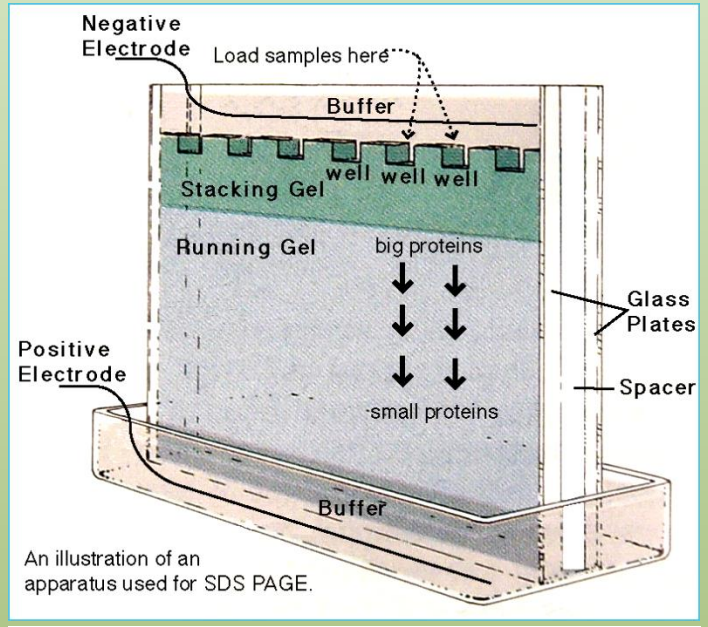
การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์

SDS-PAGE (Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis เป็นการแยกโปรตีนในสนามไฟฟ้า โดยมีพอลิเมอร์สังเคราะห์เป็นตัวกลาง ตัวอย่างโปรตีนจะต้องละลายในสารละลาย sodium dodecyl sulfate ซึ่งจะทำให้แยกโปรตีนได้ตามขนาดโมเลกุล เทคนิคนี้ใช้หามวลโมเลกุลของโปรตีนที่สนใจได้

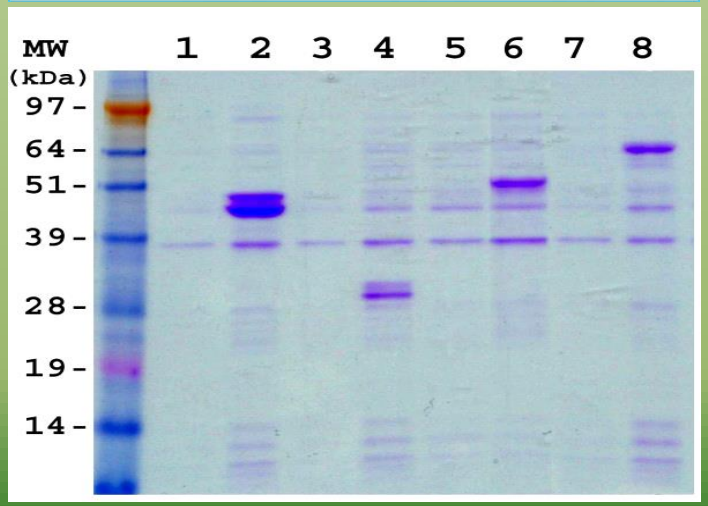


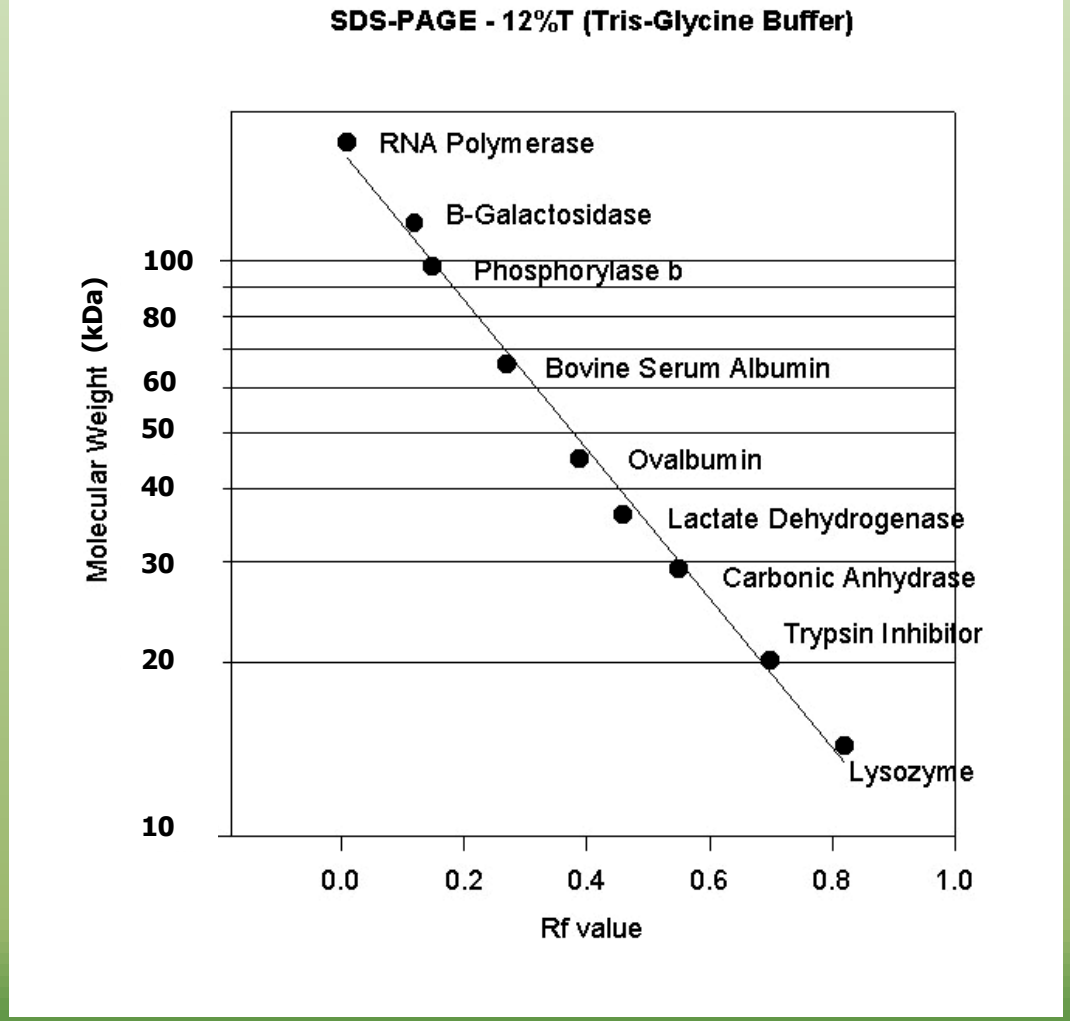


การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์



An illustration of an apparatus used for SDS PAGE.



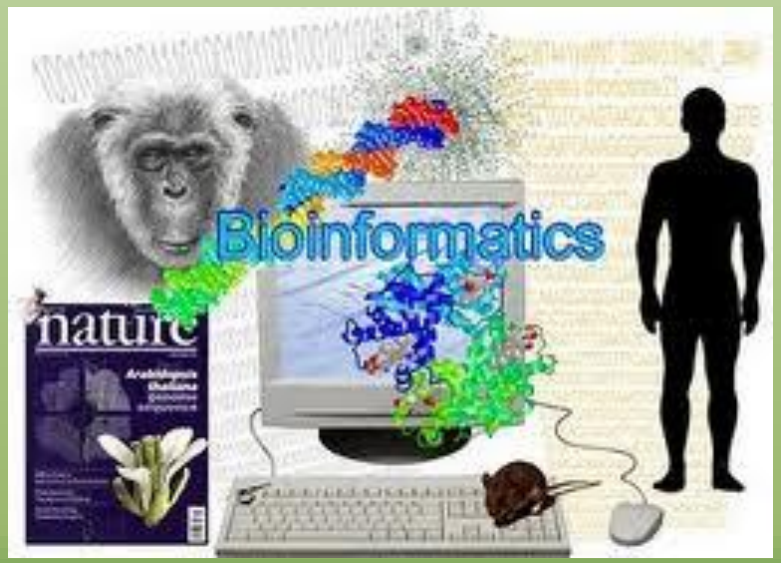


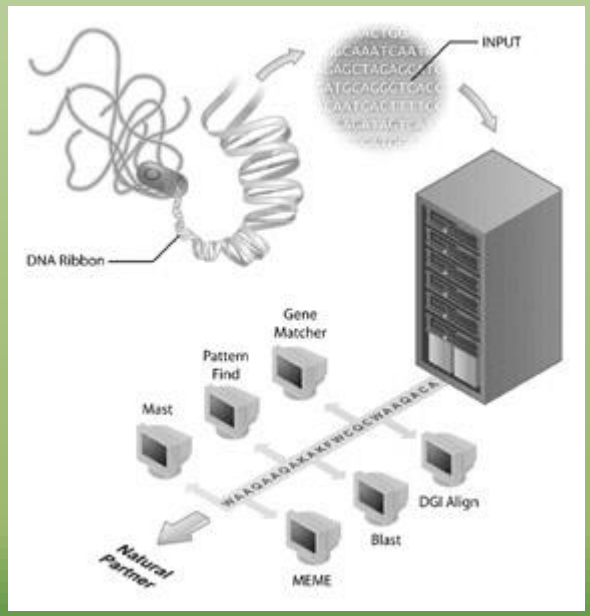
ที่มา :www.steve.gb.com/science/chromatography_elect...

ชีวสารสนเทศ คืออะไร?

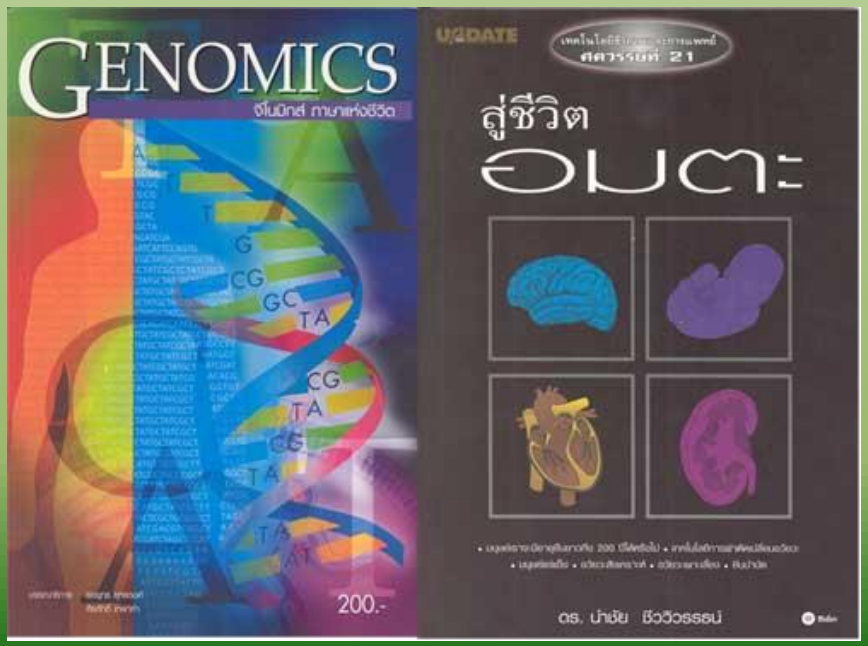
ความหมายของชีวสารสนเทศ

ชีวสารสนเทศ (bioinformatics) เป็นสาขาที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางชีววิทยาการแพทย์ โดยเน้นปัญหาการเก็บ, รวบรวม, และวิเคราะห์ข้อมูลรหัสพันธุ์กรรม. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกับวิทยาศาสตร์การคำนวณ (computational science) ช่วยให้การทำงานและวิจัยด้านนี้เป็นไปอย่างก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างงานชีวสารสนเทศ ได้แก่ โครงการถอดรหัสพันธุกรรมมนุษย์ (Human Genome Project), การถอดรหัสพันธุกรรมเชื้อโรคหรือพืชที่สำคัญ, และการผลิตยาใหม่ เป็นต้น.





งานหลักของชีวสารสนเทศคือการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลชีววิทยา (biological database) ที่บรรจุข้อมูลบรรณนุกรม, การเรียงสายของโปรตีน (protein sequence), โครงสร้างโปรตีน (protein structure), หน้าที่โปรตีน (protein function), หมวดโปรตีน (pattern/family), และรหัสพันธุกรรม (necleotide sequence) เป็นต้น ในการสืบค้นข้อมูลนี้มีความหลากหลายอย่างมาก ในวิธีการและซอฟต์แวร์ที่ใช้ อินเตอร์เน็ต (Internet) และเวิลด์วายเวป์ (World Wide Web) มีอิทธิพลอย่างมากต่อรูปแบบของการทำงานและการใช้งานซอฟต์แวร์เหล่านี้ **ผู้ทำวิจัยชีวสารสนเทศสามารถมีแค่เพียงเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ต่ออยู่กับอินเตอร์เน็ตเป็นเครื่องมือเท่านั้น**



ทฤษฎีพื้นฐาน สู่ งานวิจัย

แก๊สโครมาโตกราฟี

(Gas Chromatography; GC)

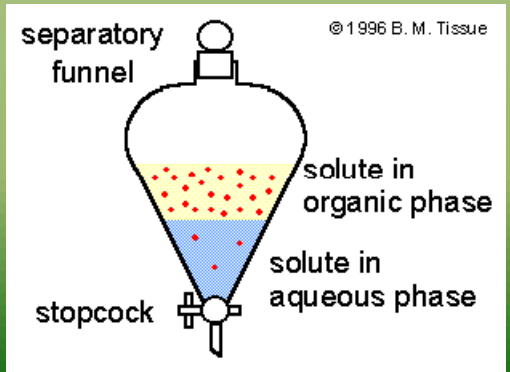
ทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายการเคลื่อนที่ของสารใน GC

- ทฤษฎีเกี่ยวกับเพลท (Plate Theory)
- ทฤษฎีเกี่ยวกับอัตราความเร็ว (Rate Theory)

Plate Theory

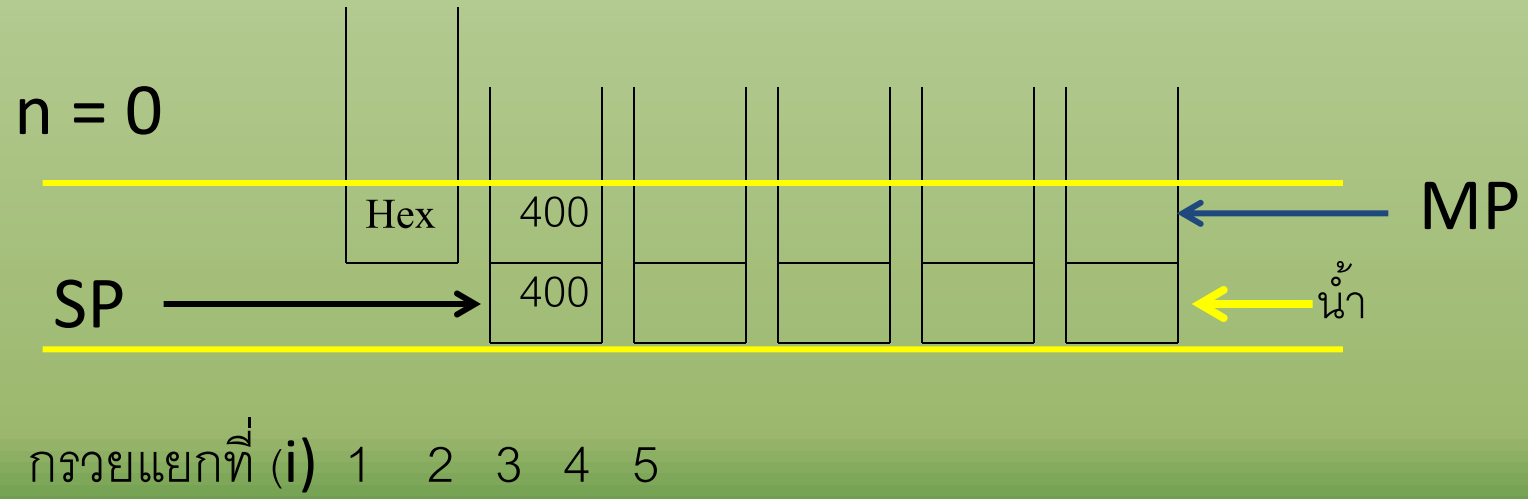
Martin และ Synge (1941) ได้นำทฤษฎีที่ใช้ในคอลัมน์ของหอกลั่น (distillation column) มาใช้อธิบายปรากฏการณ์เคลื่อนที่ของสารใน partition chromatography

การอธิบายค่อนข้างซับซ้อนและยุ่งยากแต่หากใช้กรวยแยกเป็นแบบจำลองในการแยกสารจะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (countercurrent extraction)

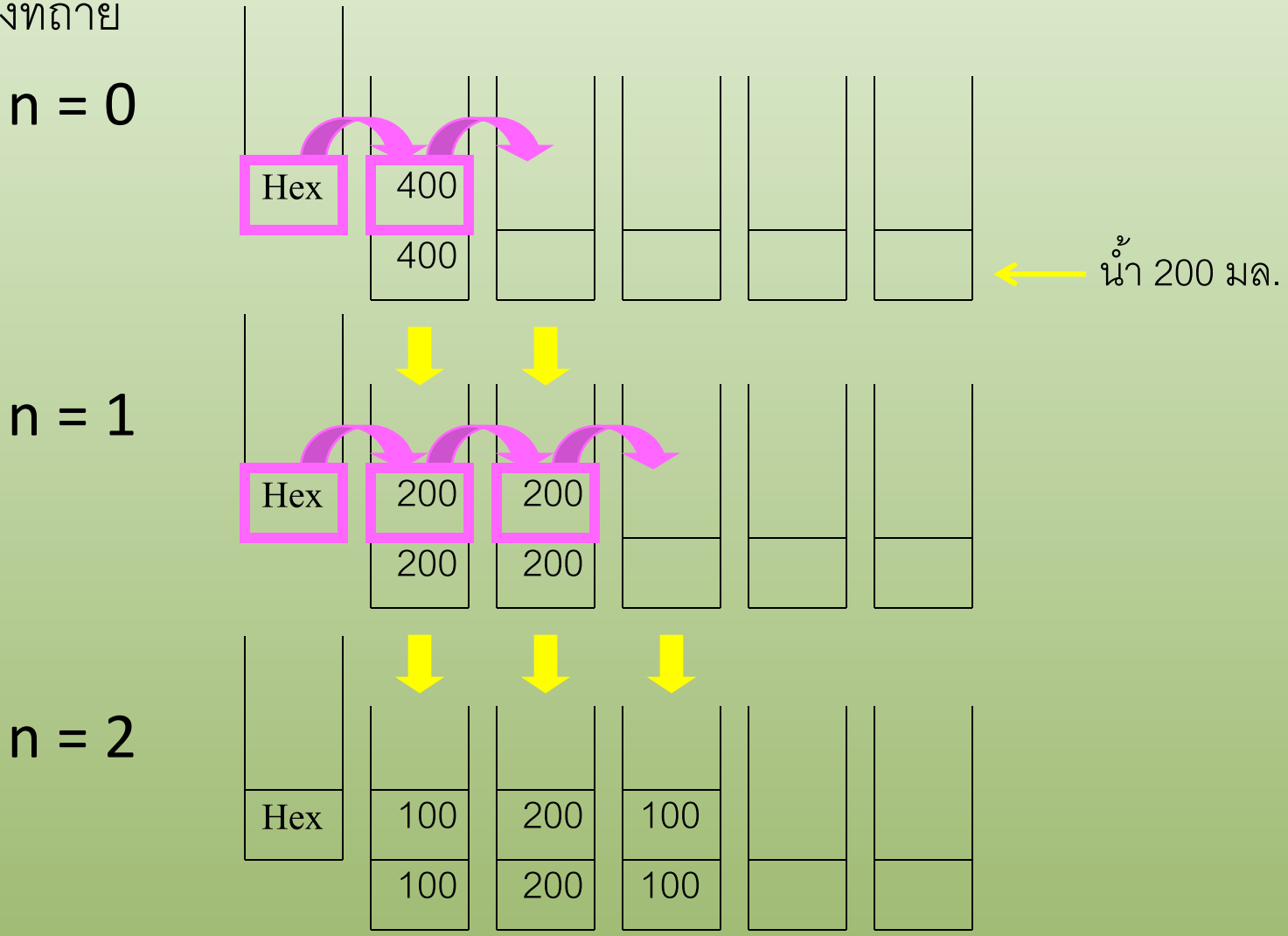


การแยกสารใน GC แบบการแบ่งละลายอาจใช้หลักการของ Counter Current Extraction ได้ดังนี้

- สารตัวอย่าง 800 mg
- ละลายในน้ำ และเฮกเซนในปริมาตรเท่ากัน (200 ml)
- สัมประสิทธิ์การแบ่งละลายของสารตัวอย่างในน้ำและ ในเฮกเซน (K) = 1 = C_S/C_M = C_W/C_H

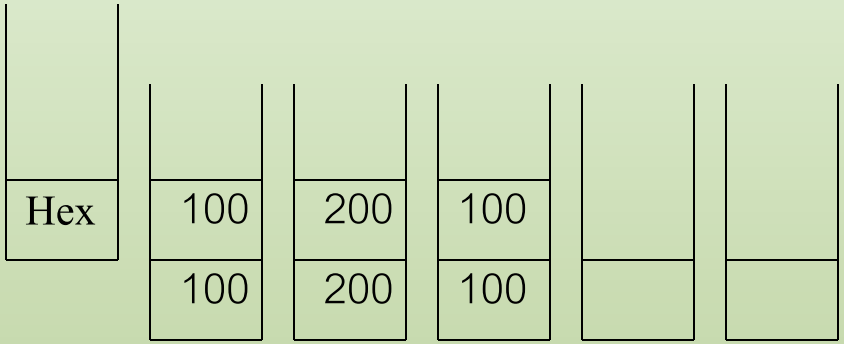


จำนวนครั้งที่ถ่าย

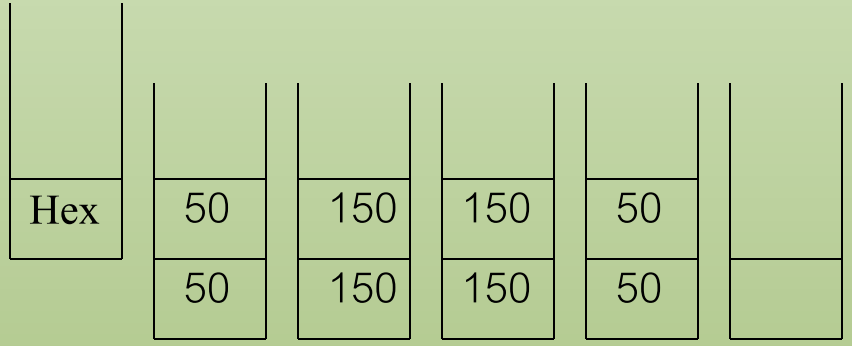


กรวยแยกที่ (i) 1 2 3 4 5

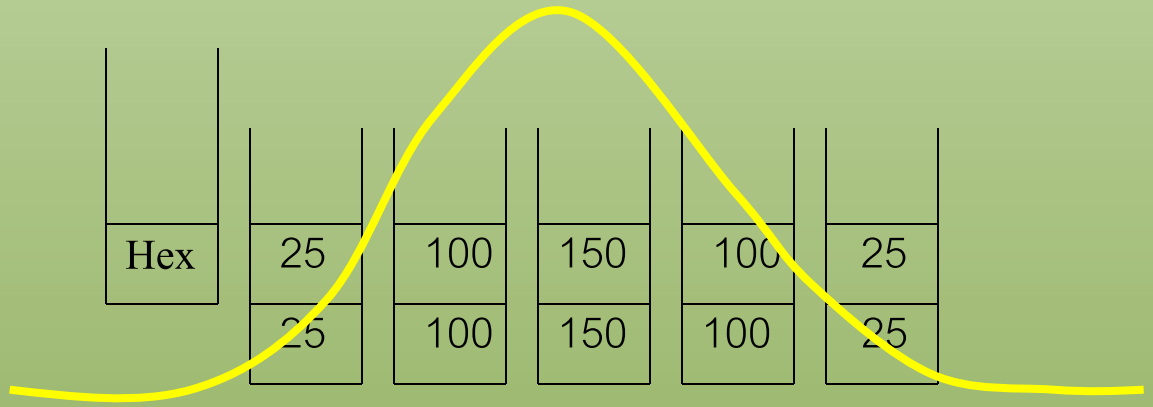
n = 2



n = 3



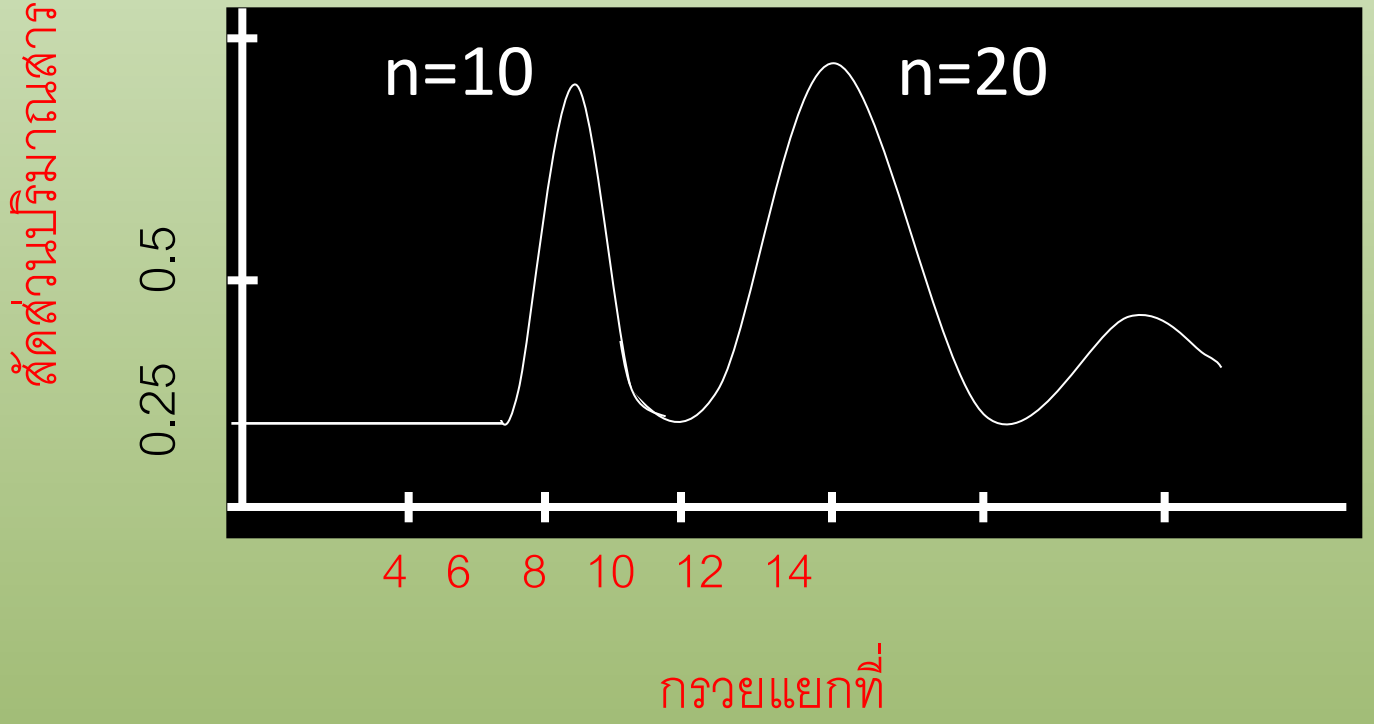
n = 4



กรวยแยกที่ (i) 1 2 3 4 5

เมื่อนำปริมาณสารในแต่ละกรวยแยกมาเขียนกราฟ

จะได้ กราฟรูประฆังคว่ำ (Gaussian curve)



จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการถ่ายสารมากขึ้นกราฟที่ได้จะอ้วนขึ้น

นั่นคือเกิดการกระจายตัวของโซน (band broadening) ขึ้น

Plate Theory

การแยกสารด้วย partition chromatography

จึงมีความคล้ายคลึงกับการสกัดสารด้วยกรวยแยก

โดยสมมุติว่าคอลัมน์ถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ (zone)

แต่ละส่วนมีความสูง/ความหนา = H/HETP

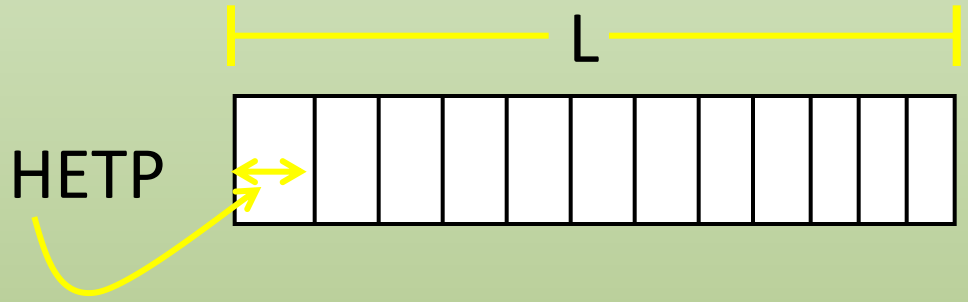
สารผสมจะแยกโดยอาศัยความแตกต่างของค่า K

และจำนวนเพลททฤษฎี (theoretical plate; N)

โดยที่ assume ว่าสารจะถึงจุดสมดุลย์ (equilibrium)

อย่างสมบูรณ์ภายในแต่ละเพลท

Plate Theory



HETP = ความสูงเทียบเท่าหนึ่งเพลททฤษฎี

(Height equivalent to a theoretical Plate)

L = ความยาวของคอลัมน์ (Length of the Column)

โดยค่า HETP สามารถหาได้จากโครมาโตแกรมโดยการคำนวนจำนวนเพลท

ในคอลัมน์ จาก

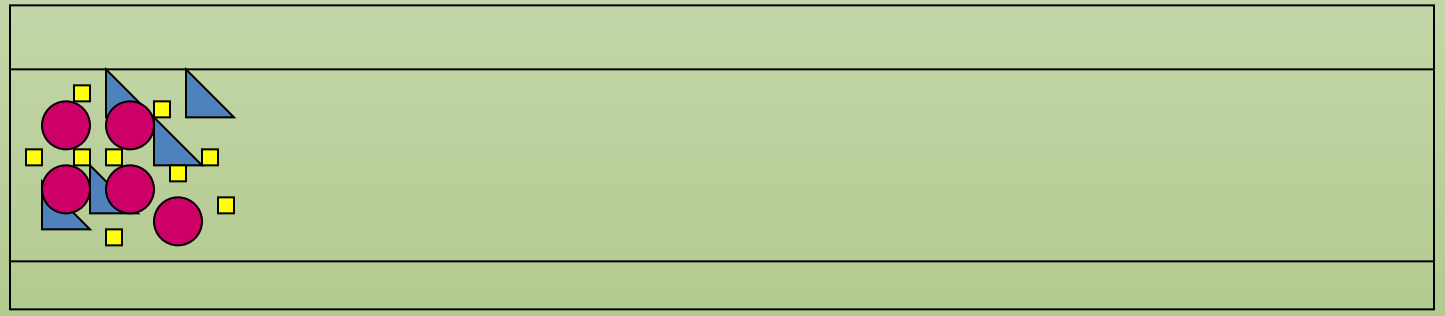
Rate Theory

เนื่องจากในโครมาโตกราฟีนั้น mobile phase จะเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังนั้น สภาวะสมดุลของการกระจายตัวของสารในทั้ง 2 เฟส จะเกิดขึ้นได้ยากมาก จึงได้อธิบายการแยกสารในโครมาโตกราฟีโดยใช้หลักทางจลนศาสตร์ (kinetics)

ทฤษฎีนี้อธิบายโดยใช้หลัก random walk model โดยมองในระดับโมเลกุลว่าแต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่อย่างไร้ระเบียบ และเคลื่อนทีไปทุกทิศทางอย่างอิสระต่อกัน

Rate Theory

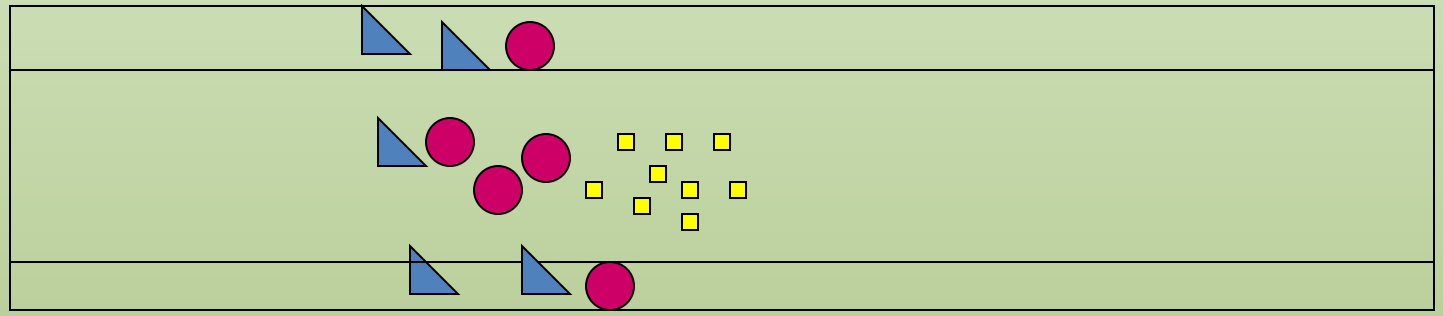
inject



สารตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยสารผสม 3 ชนิด

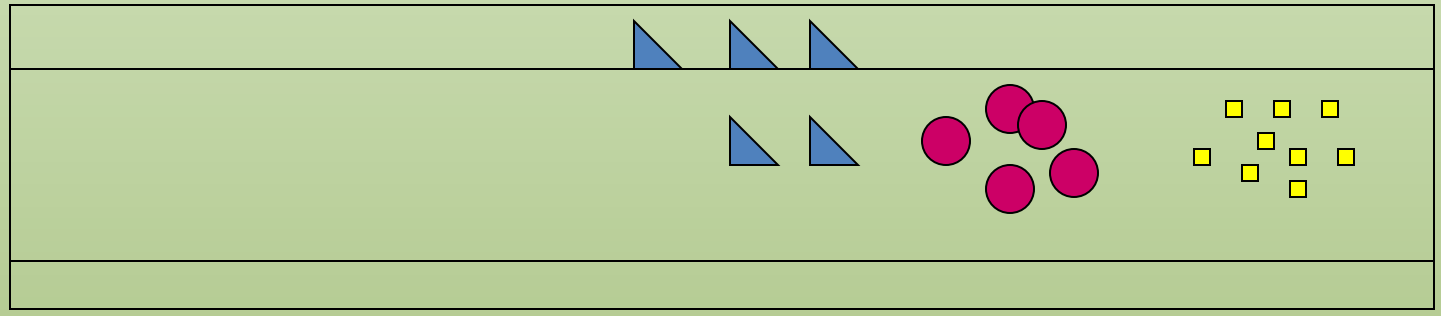
ถูกฉีดเข้าไปในคอลัมน์ และกระจายตัวอยู่ใน Mobile phase

Rate Theory



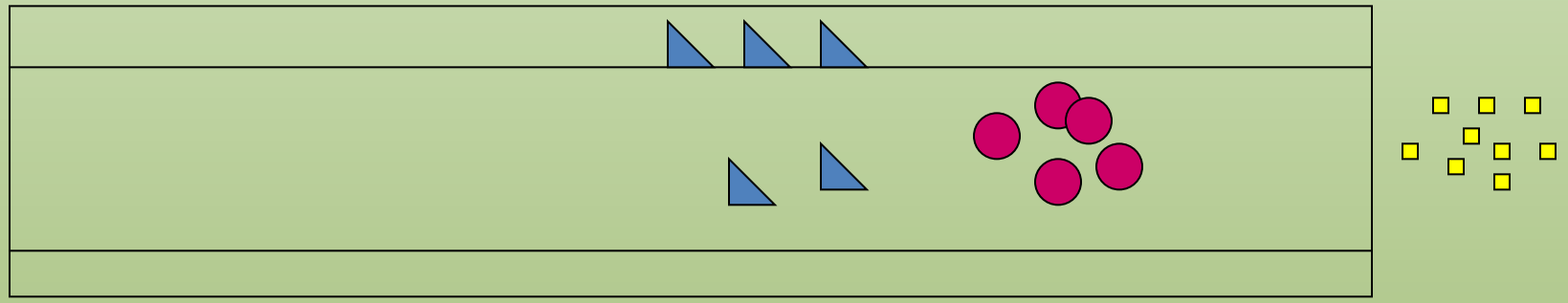
และเคลื่อนที่ไปพร้อมกับ mobile phase ในขณะหนึ่งบางโมเลกุลจะแทรกตัวเข้าไปใน stationary phase โมเลกุลนั้นจะหยุดเคลื่อนที่ชั่วขณะ โมเลกุลอื่นที่ไม่ถูกดูดซับ หรือหลุดจากการดูดซับไป ก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อมกับ mobile phase และเคลื่อนล้ำหน้าไป

Rate Theory



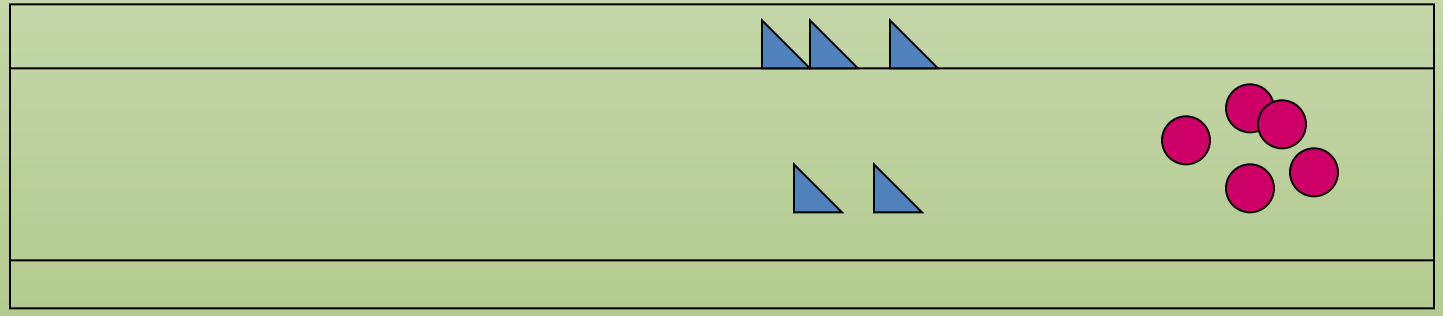
โมเลกุลที่เคลื่อนล้ำหน้าเหล่านี้เมื่อไปพบกับ วัฏภาคนิ่งใหม่ก็จะแทรกตัวเข้าไปในวัฏภาคนิ่ง และหยุดเคลื่อนที่จนกว่าจะถูกชะหลุดออกมาอยู่ใน mobile phase จึงจะเริ่มเคลื่อนที่ใหม่ได้

Rate Theory



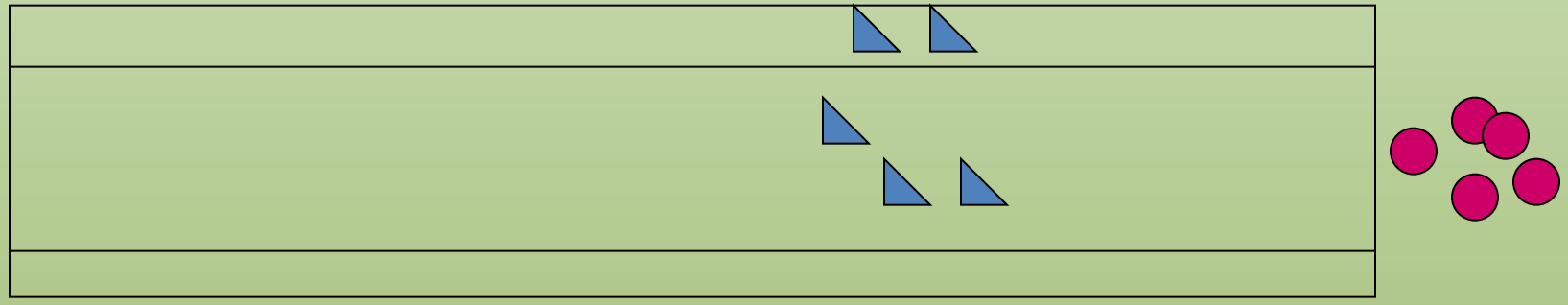
ปรากฏการเคลื่อนที่และหยุดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นซ้ำซากตลอดไป ตราบเท่าที่โมเลกุลเหล่านั้นยังอยู่ในคอลัมน์ ส่วนที่ออกมาก่อนคือสารที่ไม่มีการละลายเข้าไปใน stationary phase

Rate Theory



การแยกของสารเกิดขึ้นได้เนื่องจากความสามารถใน การแบ่งละลาย (partition) ใน stationary phase ของสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน นั่นคือสารจะใช้เวลาอยู่ในวัฏภาคนิ่ง คือไม่เคลื่อนที่แตกต่างกัน

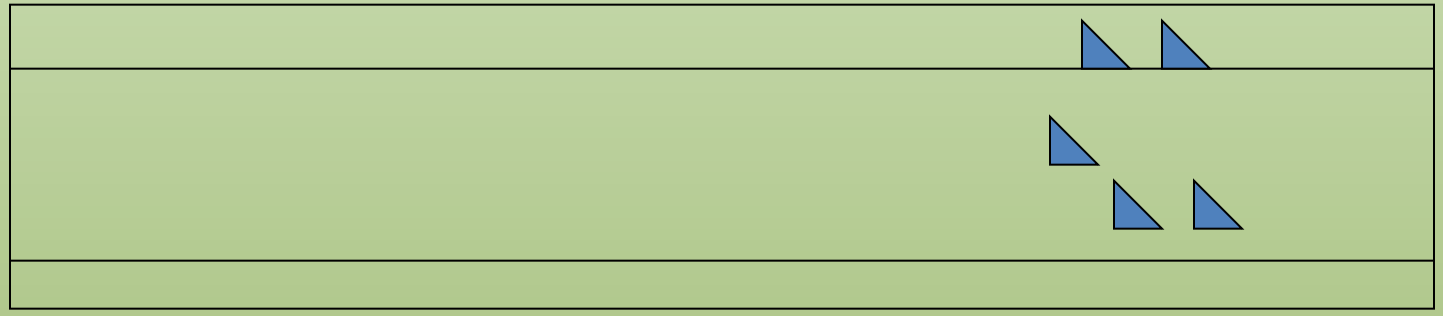
Rate Theory



สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กกว่า หรือหลุดจากการแทรกตัวอยู่ใน

stationary phase ก่อนก็จะ ถูกชะออกมาจากคอลัมน์ก่อน

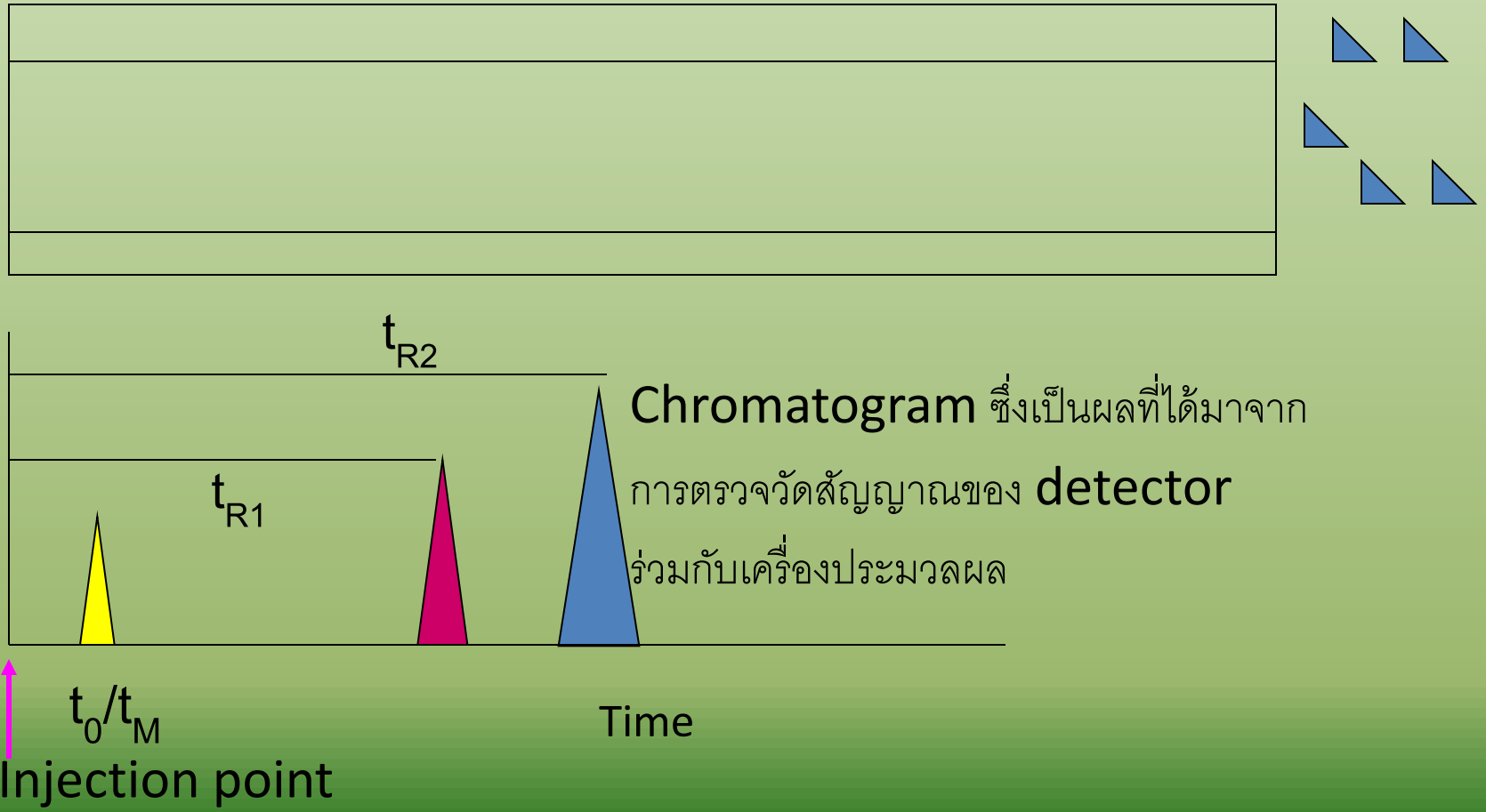
Rate Theory



ส่วนสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ หรือละลายอยู่ใน stationary phase นาน

ก็จะถูกชะออกมาทีหลัง

Rate Theory



Chromatogram ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจาก
การตรวจวัดสัญญาณของ detector
ร่วมกับเครื่องประมวลผล

Rate Theory

การที่โมเลกุลหนึ่งๆ ของสารในโครมาโตกราฟีมีการ เคลื่อนที่ และหยุดเคลื่อนที่สลับกันไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้มองเห็นลักษณะภายนอกเหมือนกับว่าสารทั้งหมดเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กันด้วยความเร็วสม่ำเสมอ

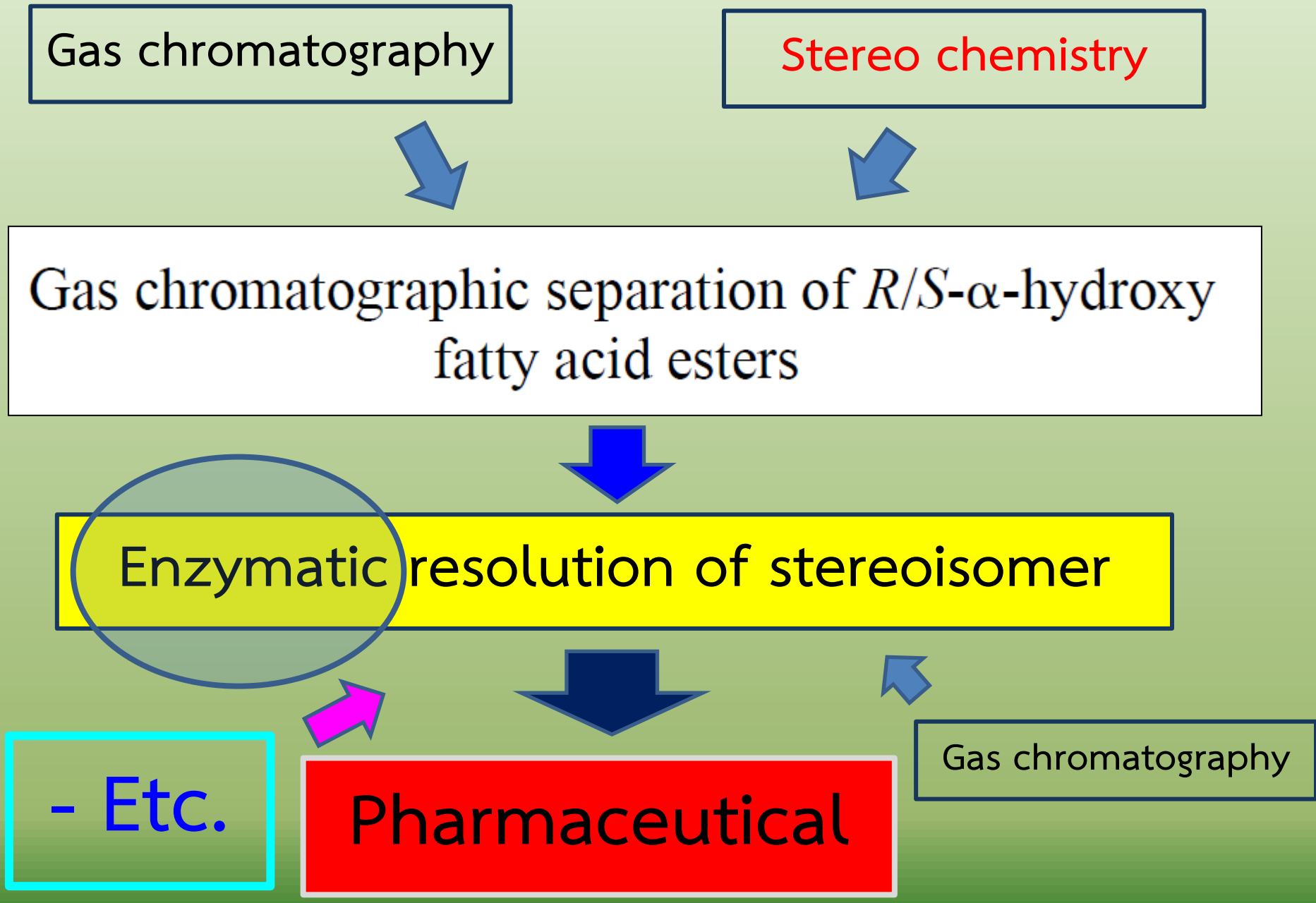
สารหนึ่งๆ จะใช้เวลาในวัฏภาคนิ่ง (ไม่เคลื่อนที่) และ ใช้เวลาในวัฏภาคเคลื่อนที่ (เคลื่อนที่ไปพร้อมกับวัฏภาคเคลื่อนที) แตกต่างกัน จึงเป็นสาเหตุให้สารต่างชนิดกันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่เท่ากัน

เพราะฉะนั้นการอธิบายการเคลื่อนที่ของสารใน

GC อาจอธิบายได้ใน 2 ลักษณะ คือ

- ในแง่จลนศาสตร์ (Kinetics)
- ในแง่อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics)

Physical chemistry


Gas chromatography
Stereo chemistry
Gas chromatographic separation of R/S-α-hydroxy fatty acid esters
Enzymatic resolution of stereoisomer
- Etc.
Pharmaceutical
Gas chromatography