

บทที่ 4

เคมีอินทรีย์ (ต่อ)

เคมีอินทรีย์ในบทนี้จะกล่าวถึงสารชีวโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยสารอาหารประเภท โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และลิพิด ซึ่งเป็นสาระที่อยู่ในหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม5(กระทรวงศึกษาธิการ. 2549) และเคมี เล่ม2 (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2540)

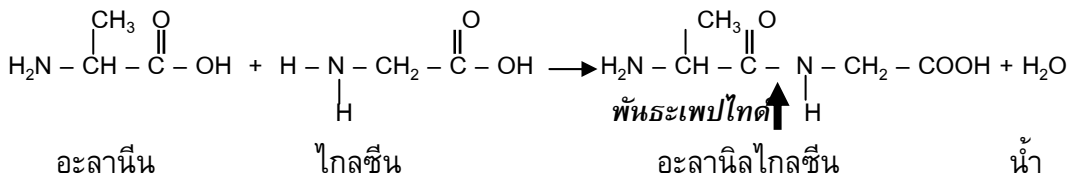
เนื่องจากอาหารแต่ละชนิดประกอบด้วยสารอาหารที่แตกต่างกัน และนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน ดังนั้นร่างกายจึงต้องได้รับสารอาหารในจำนวนที่เพียงพอและครบถ้วน สารที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในการดำรงชีวิตเรียกว่าสารชีวโมเลกุล ซึ่งมี 4 กลุ่มคือโปรตีน,กรดนิวคลีอิก, คาร์โบไฮเดรต และลิพิด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โปรตีน

ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตสามารถพบโปรตีนได้มากที่สุด คำว่าโปรตีน(ภาษากรีก) แปลว่า มีความสำคัญก่อน ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีอยู่มากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวแห้ง ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของโปรตีนมีอยู่ 4 ธาตุ คือ C , H , O, และ N นอกจากนี้ยังอาจมีธาตุอื่นๆ ร่วมอยู่ด้วยเช่น S, P, Fe, Zn และ Cu การทดสอบโปรตีนสามารถทำได้โดยการทดสอบไบยูเรต(สารละลายCuSO₄.ในเบส) ได้สารสีน้ำเงินม่วง ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างคอปเปอร์(II)ไอออน กับไนโตรเจน ในสารที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป

หมายเหตุ การทดสอบโปรตีนมีการเติมสารละลาย NaOH เพื่อให้สารละลายมีสมบัติเป็นเบส และเมื่อทำการเติมสารละลาย CuSO₄ ลงไปจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินม่วง

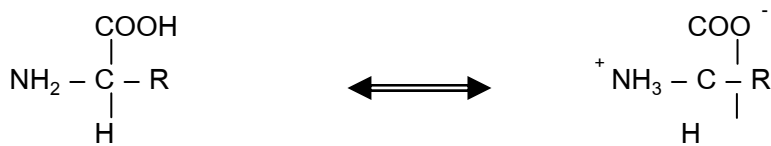
โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีมวลโมเลกุลสูง (5 × 10³ ถึง 1 × 10⁷) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากเชื่อมกันด้วยพันธะเพปไทด์ ซึ่งเป็นพันธะโควาเลนต์ชนิดหนึ่ง เช่น



โปรตีนแบ่งตามองค์ประกอบได้ 2 ชนิด คือโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนเพียงอย่างเดียว และโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนและสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เช่น

ไลโปโปรตีน เกิดจาก กรดอะมิโน และลิพิด (คอเรสเตอรอล) พบใน นม, ไข่แดง
 ไกลโคโปรตีน เกิดจาก กรดอะมิโน และคาร์โบไฮเดรต พบใน เยื่อหุ้มเซลล์
 นิวคลีโอโปรตีน เกิดจาก กรดอะมิโน และกรดนิวคลีอิก พบใน นิวเคลียสของเซลล์

กรดอะมิโน คือสารที่มีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส ในภาวะที่มีค่า pH เหมาะสมจะพบว่ากรดอะมิโนแสดงสมบัติเป็นได้ทั้งไอออนบวก และไอออนลบในโมเลกุลเดียวกัน เรียกว่า Zwitterion เพราะมีการถ่ายโอนโปรตอนระหว่างหมู่คาร์บอกซิลกับหมู่อะมิโนในโมเลกุล จึงเสมือนเกิดคาร์บอกซิเลตไอออนและแอมโมเนียมไอออนได้



นั่นคือในโมเลกุลของกรดอะมิโนจะมีหมู่อะมิโน และหมู่คาร์บอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ต่อกับคาร์บอนในตำแหน่งแอลฟา (คาร์บอนตำแหน่งที่ 2)

กรดอะมิโนชนิดแอลฟา หมายถึง กรดอะมิโนที่มีหมู่อะมิโนเกาะอยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 2 นับจากหมู่คาร์บอกซิล เช่นอะลานีน



กรดอะมิโนมีทั้งที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้ และไม่สามารถสังเคราะห์ได้ กรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้ เรียกว่า กรดอะมิโนจำเป็น

การอ่านชื่อและเขียนลำดับกรดอะมิโน : กรณีที่กรดอะมิโน 2 โมเลกุลมารวมตัวกัน เรียกว่า ไดเพปไทด์ จะอ่านชื่อกรดอะมิโนตัวแรกโดยลงท้ายเสียงเป็น -อิล และต่อด้วยชื่อของกรดอะมิโนตัวที่สอง ส่วนการเขียนลำดับให้เขียนด้วยพยัญชนะ 3 ตัวแรก

เช่น กลูตามีน + ซีรีน จะได้ กลูตามิลซีรีน เขียนลำดับได้ว่า Gln - Ser

กรณีที่เป็นไตรเพปไทด์ และพอลิเพปไทด์ จะใช้เกณฑ์เดียวกันในการอ่านชื่อโดยชื่อแรก ๆ ลง

ทำด้วย -อิล และจบด้วยชื่อกรดอะมิโนสำหรับโมเลกุลสุดท้าย การเรียงลำดับก็เช่นกัน

โครงสร้างของโปรตีน มี 4 ระดับดังนี้

1. โครงสร้างปฐมภูมิ – แสดงลำดับกรดอะมิโนในสายเพปไทด์ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวน และลำดับของกรดอะมิโนที่จำเพาะโดยปลายด้านซ้ายของสายจะเป็นหมู่อะมิโน และปลายด้านขวาจะเป็นหมู่คาร์บอกซิล การจัดลำดับของกรดอะมิโนมีค่าเท่ากับ $n!$ (n แฟคทอเรียล) เช่น $4! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ (เขียนลำดับได้ 24 ชนิด)

2. โครงสร้างทุติยภูมิ – เกิดจากการขด หรือ ม้วนตัวของโครงสร้างปฐมภูมิ และมีการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง $C = O$ ของกรดอะมิโนหนึ่งกับ $N - H$ ของกรดอะมิโนถัดไป อีก 4 หน่วยในสายพอลิเพปไทด์เดียวกัน ทำให้ได้โครงสร้างที่บิดเป็นเกลียวเรียกว่า เกลียวแอลฟา นอกจากนี้พันธะไฮโดรเจนจะเกิดในตำแหน่ง 1 และ 4 แล้วยังสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่าง $C = O$ กับ $N - H$ ในสายพอลิเพปไทด์ที่อยู่คู่กันได้ด้วย ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า แผ่นพลิทปีต้า โครงสร้างทุติยภูมิยังสามารถเกิดพันธะชนิดอื่นได้อีก เช่น พันธะไดซัลไฟด์ ($S - S$) ซึ่งจะเกิดได้ถ้ามีกรดอะมิโนชื่อซิสเทอีนเป็นองค์ประกอบ

3. โครงสร้างตติยภูมิ – คล้ายโครงสร้างทุติยภูมิ โดยเกิดจากโครงสร้างเกลียวแอลฟา และบริเวณที่ไม่ใช่เกลียวแอลฟาม้วนเข้าหากันและไขว้กันด้วยแรงยึดเหนี่ยวอ่อนๆ

4. โครงสร้างจตุรภูมิ – เป็นการรวมตัวของหน่วยย่อยชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันของโครงสร้างตติยภูมิ ลักษณะของโครงสร้างใหม่ที่ได้อันขึ้นอยู่กับโครงสร้างตติยภูมิที่เป็นหน่วยย่อย เช่นอาจเป็นก้อนกลมเหมือนโครงสร้างของฮีโมโกลบิน หรือเป็นเส้นใยเหมือนโครงสร้างของคอลลาเจน

พอลิเพปไทด์ และโปรตีนที่มีจำนวนกรดอะมิโนมากๆจะไม่อยู่เป็นสายยาวเหมือนโครงสร้างปฐมภูมิ แต่จะม้วนตัวหรือพับเข้าหากัน เพราะมีการสร้างพันธะอื่นๆนอกจากพันธะเพปไทด์ ทำให้เกิดเป็นโครงสร้าง 3 มิติ เช่นโครงสร้างทุติยภูมิ ตติยภูมิ หรือจตุรภูมิ โครงสร้างที่ต่างกันทำให้หน้าที่ของโปรตีนแตกต่างกันด้วย เมื่อพิจารณาจากโครงสร้าง 3 มิติ จะแบ่งโปรตีนได้ 2 ชนิด คือ โปรตีนก้อนกลม(มีหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการเมทาบอลิซึม) และโปรตีนเส้นใย(มีหน้าที่เป็นโครงสร้างเพราะมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง)

เอนไซม์

เอนไซม์เป็นโปรตีน มีหน้าที่เร่งปฏิกิริยาในเซลล์สิ่งมีชีวิต โดยเอนไซม์จะลดพลังงานก่อกัมมันต์ทำให้อนุภาคของสารตั้งต้นรวมกับเอนไซม์ได้เหมาะสมมากขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดได้

เร็วขึ้น การทำงานของเอนไซม์ สารตั้งต้น(สับสเตรต) เข้าจับกับเอนไซม์ในส่วนที่เป็นบริเวณ
เร่ง และเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจนสิ้นสุดปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์ และเอนไซม์ก็กลับออกมาด้วย
เอนไซม์มีหลายชนิดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยเอนไซม์ชนิดหนึ่ง ๆ สามารถทำปฏิกิริยาได้เฉพาะ
อย่างเท่านั้น แต่เอนไซม์บางชนิดก็อาจมีบริเวณเร่งมากกว่า 1 บริเวณได้

เอนไซม์มีชื่อเรียกตามสับสเตรตที่จับ โดยลงท้ายเสียงเป็น -ส เช่นซูเครส ไลเปส ฯลฯ
ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ มีดังนี้

1. อุณหภูมิ : โดยส่วนใหญ่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการทำงานจะดีขึ้น
2. ค่า pH : ถ้า pH ไม่เหมาะสมการทำงานจะลดลง

การแปลงสภาพโปรตีน เป็นการทำลายพันธะเพปไทด์ พันธะไฮโดรเจน หรือการเปลี่ยนแปลง
แปลงลำดับกรดอะมิโนในโปรตีน ซึ่งมีผลทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลงไป ปัจจัยที่มี
ผลต่อการแปลงสภาพโปรตีน ได้แก่ ความร้อน สารละลายกรด – เบส แอลกอฮอล์ และโลหะ
หนัก นอกจากนี้การเติมสารซักฟอก การฉายรังสีเอ็กซ์ การเขย่าแรงๆ ก็สามารถทำให้โปรตีน
แปลงสภาพได้

กรดนิวคลีอิก

กรดนิวคลีอิก คือสารโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน โมเลกุลของกรดนิวคลีอิกประกอบด้วย
ธาตุคาร์บอน,ไฮโดรเจน,ออกซิเจน,ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส กรดนิวคลีอิกในร่างกายสามารถ
สร้างได้จากกรดอะมิโนและคาร์โบไฮเดรต มีหน้าที่ในการเก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม
ของสิ่งมีชีวิต และควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน เพื่อไปทำหน้าที่ต่างๆในเซลล์ ในเซลล์ของ
สิ่งมีชีวิตพบกรดนิวคลีอิก 2 ชนิด คือกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก(DNA) และกรดไรโบนิวคลีอิก
(RNA)

กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก และกรดไรโบนิวคลีอิก เป็นพอลิเมอร์ที่มีมอนอเมอร์ชื่อ นิ
วคลีโอไทด์ โดยนิวคลีโอไทด์ 1 โมเลกุลประกอบด้วยส่วนย่อย 3 ส่วน ดังนี้

1. หมู่ฟอสเฟต
2. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มี C 5อะตอม หรือเรียกว่าน้ำตาลเพนโตส ซึ่งมี 2 ชนิด
คือ น้ำตาลไรโบส กับน้ำตาลดีออกซีไรโบส
3. เบสที่มีไนโตรเจนในโมเลกุล ซึ่งเบสที่พบในนิวคลีโอไทด์มีโครงสร้างแตกต่างกัน
กัน 5 ชนิด ได้แก่ อะดีนีน (A), กวานีน(G), ไซโตซีน(C), ไทมิน(T) และยูราซิล(U)

นิวคลีโอไทด์หลายโมเลกุลรวมกันจะได้พอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วย

น้ำตาลเพนโทสของนิวคลีโอไทด์โมเลกุลหนึ่ง กับหมู่ฟอสเฟตของนิวคลีโอไทด์อีกโมเลกุลหนึ่ง ในโมเลกุลของ DNA สายพอลิเมอร์จะเป็นเกลียวคู่ แต่ในโมเลกุลของ RNA จะเป็นสายเดี่ยว ใน DNA ประกอบด้วยสายพอลิเมอร์นิวคลีโอไทด์ 2 สายเชื่อมต่อกันด้วยคู่เบสที่เหมาะสมด้วยพันธะไฮโดรเจน

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารชีวโมเลกุลประกอบด้วยธาตุ C,H และO ทำหน้าที่เป็นสารสะสมพลังงาน ถ้าแบ่งโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ตามจำนวนหน่วยย่อยที่เป็นองค์ประกอบแบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

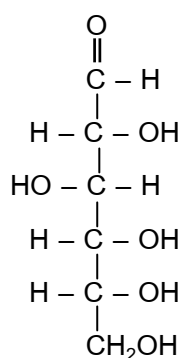
1. มอนอแซ็กคาไรด์ประกอบด้วยC 3-8อะตอมที่พบมากได้แก่เพนโทสและเฮกโซส
2. ไดแซ็กคาไรด์ เกิดจากการรวมตัวของมอนอแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุล ด้วยพันธะไกลโคซิดิก ไดแซ็กคาไรด์ที่สำคัญได้แก่ ซูโครส มอลโทส และแล็กโทส
3. พอลิแซ็กคาไรด์ เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์หลายๆโมเลกุลเชื่อมต่อกัน พอลิแซ็กคาไรด์ที่สำคัญได้แก่ แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน

มอนอแซ็กคาไรด์ สามารถแบ่งตามหมู่ฟังก์ชันได้ 2 ประเภท ดังนี้

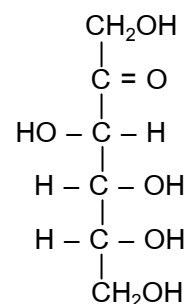
1. แอลโดส คือน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์อยู่ในโมเลกุล
2. คีโตส คือน้ำตาลที่มีหมู่คาร์บอนิลอยู่ในโมเลกุล

โครงสร้างของมอนอแซ็กคาไรด์ จะมีหมู่ฟังก์ชัน 2 แบบ คือหมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์

($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$) และหมู่คาร์บอนิล ($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$) เช่น กลูโคส และฟรักโทส



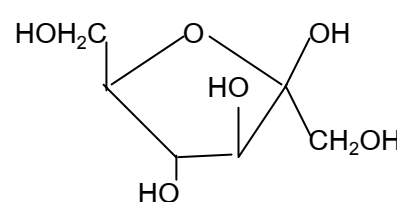
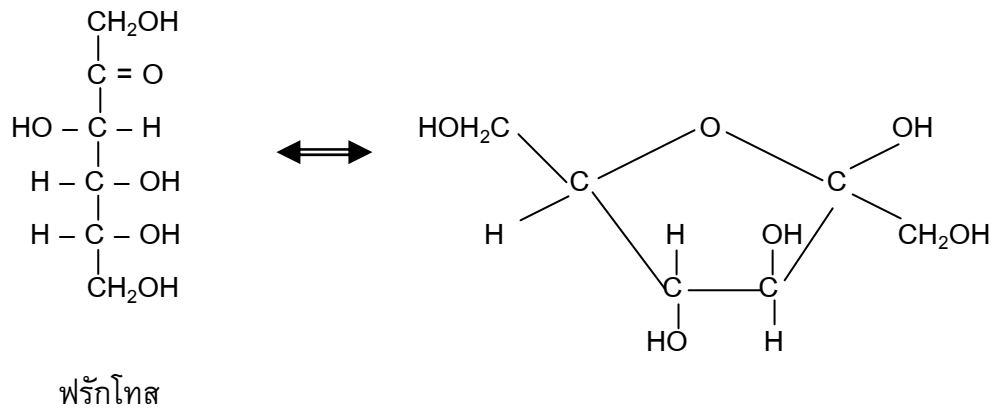
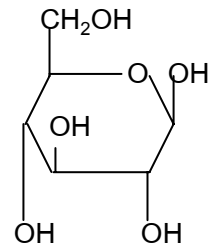
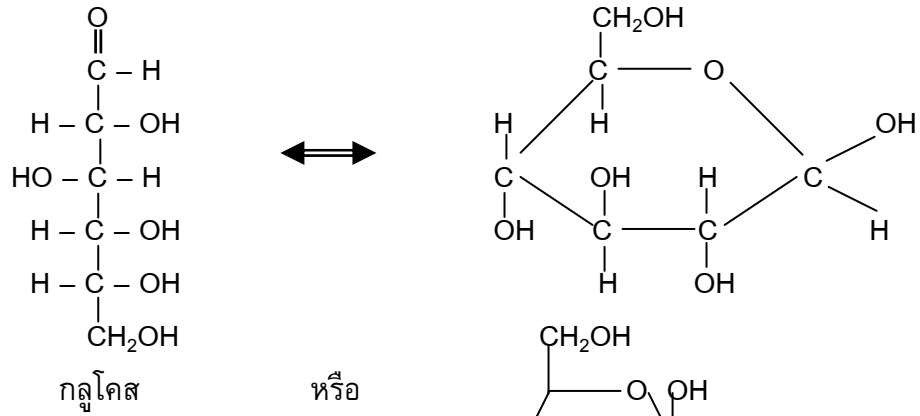
กลูโคส



ฟรักโทส

ในธรรมชาติมอนอแซ็กคาไรด์จะอยู่เป็นวง เพราะเป็นโครงสร้างที่เสถียรกว่าโครงสร้าง

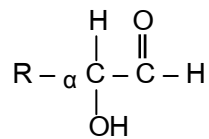
ที่เป็นโซ่เปิด โดยวงจะเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างหมู่ -C(=O)- กับหมู่ -OH ในโมเลกุลเดียวกัน
ดังนี้



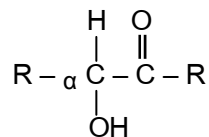
มอนอแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุลรวมตัวกันด้วยพันธะไกลโคซิดิกได้ ไดแซ็กคาไรด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของไดแซ็กคาไรด์และพอลิแซ็กคาไรด์ ถ้าเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์จะได้ มอนอแซ็กคาไรด์เป็นผลิตภัณฑ์

การทดสอบน้ำตาลจะใช้สารละลายเบเนดิกต์ และได้คอปเปอร์ (I) ออกไซด์ ซึ่งเป็น ตะกอนสีแดงอิฐเป็นผลิตภัณฑ์ สารละลายเบเนดิกต์เป็นสารละลายที่ใช้ทดสอบสารที่มีหมู่ ฟังก์ชันดังนี้

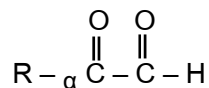
1. แอลดีไฮด์ที่มีหมู่แอลคิล $R - \overset{\overset{O}{||}}{C} - H$ (R จะเป็น H หรือหมู่แอลคิลไซเปดก็ได้)
2. แอลดีไฮด์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเกาะอยู่ที่แอลฟาคาร์บอน (แอลฟาไฮดรอกซีแอลดีไฮด์)



3. คีโตนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเกาะอยู่ที่ตำแหน่งแอลฟาคาร์บอน (แอลฟาไฮดรอกซีคีโตน)



4. แอลฟาคีโตแอลดีไฮด์



การทดสอบแป้ง ใช้สารละลายไอโอดีน และได้สารสีน้ำเงินเป็นผลิตภัณฑ์ แป้ง ประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์ 2 ชนิด ดังนี้

1. อะไมโลส เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ แบบโซ่ตรง
2. อะไมโลเพกติน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่กึ่ง

สำคัญ คือ เซลลูโลสชนิดหนึ่งประกอบด้วยกลูโคสที่ต่อกันเป็นแบบโซ่ตรง

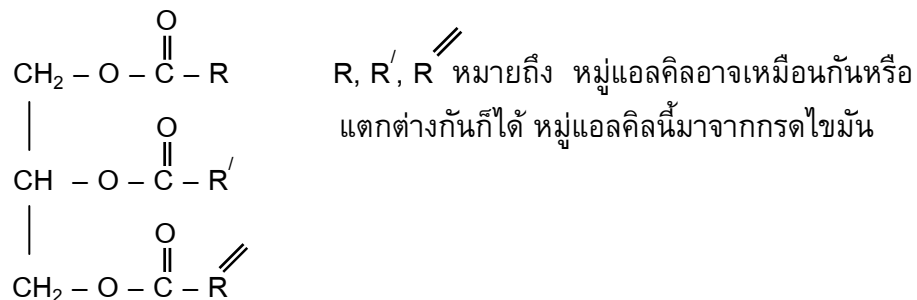
เซลลูโลส เป็น คาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของพืช หน่วยย่อยของเซลลูโลส คือ กลูโคส

ไกลโคเจน เป็น คาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในเซลล์ของสัตว์ ประกอบด้วยกลูโคสที่ต่อกัน คล้ายอะไมโลเพกตินของแป้ง แต่มีมวลโมเลกุลและมีโซ่กึ่งมากกว่า พบมากในตับและกล้ามเนื้อ

ลิพิด

ลิพิด เป็น สารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุหลัก 3 ชนิด คือ C,H และ O นอกจากนี้ อาจประกอบด้วย N และ P ลิพิดที่มีสถานะเป็นของแข็งเช่น ไขมัน ส่วนลิพิดที่มีสถานะเป็นของเหลว เช่น น้ำมัน ทั้งไขมัน และน้ำมันเป็นสารประกอบประเภทเอสเทอร์ เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่าง กลีเซอรอลกับกรดไขมัน โดยกลีเซอรอล 1 โมเลกุลจะรวมตัวกับกรดคาร์บอกซิลิกสายยาวหรือกรดไขมันจำนวน 3 โมเลกุล ไขมันส่วนใหญ่เป็นไตรเอสเทอร์ของกลีเซอรอล หรือไตรกลีเซอไรด์ หรือเรียกว่า ไตรเอซิลกลีเซอรอล

สูตรทั่วไปของไขมันหรือน้ำมัน เขียนได้ดังนี้



กรดไขมันที่อยู่ในไขมันหรือน้ำมันจะมีทั้งกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว และจะเป็นไฮโดรคาร์บอนโซ่ยาวที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นเลขคู่ (12 - 24 อะตอม) โครงสร้างส่วนใหญ่จะเป็นโซ่ตรง การพิจารณาไขมันและน้ำมันว่าเป็นประเภทอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวให้พิจารณาที่ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ ถ้าเป็นน้ำมันจากพืชมักมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว แต่ถ้าเป็นไขมันจากสัตว์มักมีกรดไขมันอิ่มตัว โดยทั่วไปกรดไขมันอิ่มตัวจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว และจุดหลอมเหลวจะเพิ่มตามจำนวนคาร์บอนอะตอมที่เพิ่มขึ้น ส่วนกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน แต่มีพันธะคู่ต่างกันยังมีพันธะคู่เพิ่มมากขึ้นเท่าไรจุดหลอมเหลวยิ่งลดลง การพิจารณาสถานะของไขมันหรือน้ำมันให้พิจารณาที่กรดไขมัน ถ้ามีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมากจะทำให้มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ถ้ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมากจะมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

ในการปรุงอาหารควรเลือกน้ำมันให้เหมาะสมกับการประกอบอาหาร ถ้าใช้ปรุงอาหารที่ต้องให้ความร้อนนานๆ เช่น การทอด ควรเลือกใช้ใช้น้ำมันแบบไม่อิ่มตัวเพราะกรดไขมันอิ่มตัวจะเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ยาก ส่วนการปรุงอาหารที่ให้ความร้อนในเวลาสั้นๆ เช่นการผัด ควรเลือกใช้น้ำมันแบบไม่อิ่มตัว การนำน้ำมันประเภทไม่อิ่มตัวไปใช้ปรุงอาหารที่ต้องให้ความร้อน

นานๆ เช่น การทอด จะทำให้เกิดอนุมูลอิสระได้มาก ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้ เพราะ พันธะคู่ในกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่ควรนำน้ำมันที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีกซ้ำหลายๆหน การบริโภคไขมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากๆ จะทำให้เกิดผลเสีย ต่อร่างกาย คือ อาจทำให้หลอดเลือดอุดตัน

การเหม็นหืนเกิดได้ 2 กรณี ดังนี้

1. การเหม็นหืนในน้ำมัน เกิดจากออกซิเจนในอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยาที่ตำแหน่ง พันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันเกิดเป็นสารเปอร์ออกไซด์และสลายตัวได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารประเภทแอลดีไฮด์ และกรดไขมันโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นหืน

2. การเหม็นหืนของไขมันหรือน้ำมัน เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิกระหว่างไขมันกับ น้ำ ปฏิกิริยานี้มีเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในอากาศเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้กรดไขมันโมเลกุลเล็กๆ ที่ระเหยง่ายและมีกลิ่นเหม็นเป็นผลิตภัณฑ์

การป้องกันการเหม็นหืนของไขมันหรือน้ำมัน ทำได้ดังนี้

1. เก็บไขมันหรือน้ำมันในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ และปิดภาชนะให้สนิทไม่ถูกแสง ไม่ให้สัมผัสกับออกซิเจนและไอน้ำในอากาศ เป็นการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

2. เติมสารเคมีบางชนิดลงไป เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันส่วนใหญ่จะ เติม BHA (Butylated Hydroxy Anisole) , BHT (Butylated Hydroxy Toluene) หรือ เติมสารป้องกันการเหม็นหืนที่มีอยู่ตามธรรมชาติอย่างเช่น วิตามินอี วิตามินซี วิตามินเอ เป็นต้น

ไขมันหรือน้ำมันเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว จึงละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์แต่ไม่ ละลายในน้ำ

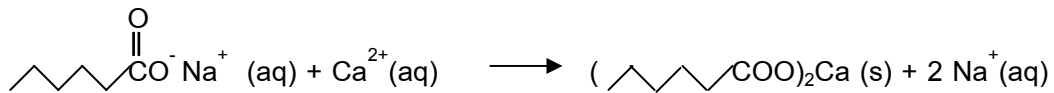
ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันเป็นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไขมันหรือน้ำมันด้วยเบส(เช่นNaOH) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสบู่หรือเกลือโซเดียมของกรดไขมัน และกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ การแยก กลีเซอรอลออกจากสบู่ ทำได้โดยการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงไป วิธีนี้เรียกว่า Salting out (ในการเตรียมสบู่จะเติมแอลกอฮอล์ลงไปเพื่อให้ไขมันกับNaOHผสมกันได้ดี)

สบู่ หรือ เกลือโซเดียมของกรดไขมัน มีสูตรทั่วไปว่า $R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - ONa$ แต่เนื่องจาก R

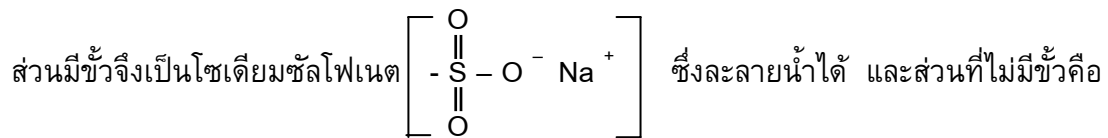
หรือหมู่แอลคิลมักเป็นโซ่ยาวจึงเขียนสัญลักษณ์ได้ว่า $\text{CCCCCCCC} \overset{\text{O}}{\parallel} \text{CO}^- \text{Na}^+$ สบู่มีทั้งส่วนที่มี ขั้วและไม่มีขั้ว ส่วนที่มีขั้วคือดำนโซเดียมคาร์บอกซิเลต($-\text{COO}^- \text{Na}^+$) และส่วนที่ไม่มีขั้วคือ R หรือ CCCC ดังนั้นสบู่จึงละลายได้ทั้งในน้ำโดยหันส่วนที่มีขั้ว($-\text{COO}^-$) เข้าหาน้ำ และทำ

ความสะอาดไขมันหรือสิ่งสกปรกโดยใช้ส่วนที่เป็น R หันเข้าล้อมรอบไขมัน ทำให้ไขมันหรือสิ่งสกปรกหลุดออกมาและแพร่กระจายอยู่ในน้ำในรูปของอิมัลชัน

น้ำที่ใช้ในแต่ละแหล่งจะมีส่วนประกอบไม่เหมือนกัน น้ำที่มีไอออนของแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบเรียกว่า น้ำกระด้าง การใช้สบู่กับน้ำกระด้างจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดลดลง เพราะจะเกิดฝ้าอยู่บนผิวน้ำซึ่งเรียกว่า ไคลสบู่ การเกิดฝ้าหรือไคลสบู่เกิดจากแคลเซียมไอออนหรือแมกนีเซียมไอออนรวมตัวกับไอออนลบของสบู่เกิดเป็นเกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมของกรดไขมัน ซึ่งไม่ละลายน้ำ เรียกว่าไคลสบู่



สารซักฟอกเป็นสารที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ทำความสะอาดแทนสบู่ โมเลกุลจึงมีทั้งส่วนที่มีขั้วและไม่มีขั้วเหมือนกัน แต่สารซักฟอกเป็นเกลือโซเดียมซัลโฟเนตของสารไฮโดรคาร์บอน



ไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีทั้งแบบโซ่ตรง, โซ่กิ่งและวงแหวน ละลายได้ในน้ำมัน สารซักฟอกจะไม่เกิดตะกอนกับไอออนของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่อยู่ในน้ำกระด้างทำให้ไม่เกิดไคลสบู่

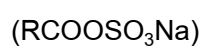
เนื่องจากสารซักฟอกมีโครงสร้างหลายแบบ โดยแตกต่างกันที่สารไฮโดรคาร์บอน ถ้าเป็นสารซักฟอกที่มีไฮโดรคาร์บอนโซ่ตรงจะถูกย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์โดยจุลินทรีย์ในน้ำ ถ้าในน้ำมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ แบบโซ่ตรงจึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด แต่ถ้าเป็นสารซักฟอกที่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุลเอโนไซม์ของจุลินทรีย์ก็ยังคงย่อยสลายได้บ้าง แต่ไม่ดีนักทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ แต่ถ้าเป็นสารซักฟอกที่มีโซ่กิ่งจะย่อยสลายไม่ได้ ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

สารซักฟอก มีส่วนประกอบดังนี้

1. สารลดแรงตึงผิว (Surfactant) คือ สารที่ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของน้ำ จึงช่วยให้สิ่งสกปรกละลายน้ำได้มากขึ้น จำแนกตามหมู่ฟังก์ชันที่มีผลต่อการลดแรงตึงผิวได้ 3 กลุ่ม

ไอออนลบ ส่วนใหญ่มาจากสารต่อไปนี้

เกลือโซเดียมซัลโฟเนตของเอสเทอร์ที่มาจากกรดอินทรีย์



เกลือโซเดียมของเอไมด์จากกรดอินทรีย์(RCONSO₃Na)

เกลือโซเดียมซัลโฟเนตของแอลกอฮอล์(ROSO₃Na)

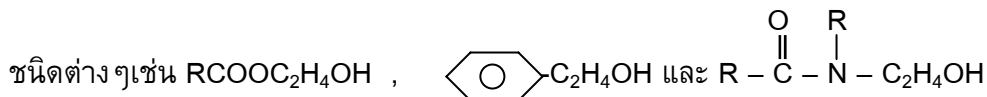
เกลือโซเดียมซัลโฟเนตของแอลคิลเบนซีน



หมายเหตุ กรดอินทรีย์จะมีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 16 – 18 อะตอม

ไอออนบวก ส่วนใหญ่เป็นเกลือของเบสที่มีสูตรทั่วไปดังนี้ R₄NCl

สารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออน ส่วนใหญ่เป็นพอลิเมอร์ของเอทิลีนออกไซด์



สารเหล่านี้จะแตกตัวหรือไม่แตกตัวเมื่อละลายน้ำ โดยหมู่ที่แสดงหมู่ฟังก์ชันเป็นไอออนชนิดต่างๆมักจะเป็นสารจำพวกเกลือ สารลดแรงตึงผิวจะมีอยู่ในสารซักฟอกประมาณ 12-30%

2. สารประกอบฟอสเฟต (Phosphate) เป็นสารที่ช่วยทำให้สารละลายเป็นเบสทำให้สารซักฟอกมีประสิทธิภาพในการซักล้างดีขึ้น และยึดสิ่งสกปรกไม่ให้กลับไปติดเนื้อผ้า ช่วยลดความกระด้างในน้ำ ตัวอย่างสารประกอบฟอสเฟต เช่น เกลือTetrasodium phosphate, Sodiumtripoly phosphate สารเหล่านี้มีในสารซักฟอกประมาณ 30-50%

3. สารประกอบซิลิเกต (Silicate) เป็นสารที่ใส่เพื่อป้องกันสนิม เช่นSodium silicate มีประมาณ 5-10%

4. โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium Carboxymethyl Cellulose) เป็นสารที่ใส่เพื่อป้องกันการตกตะกอนของสารซักฟอก ทำให้ละลายน้ำได้ดีขึ้น มีประมาณ 0.5-1.0%

5. สารเพิ่มความสดใส (Optical Brightening Agents) เป็นสารที่ดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต แล้วปล่อยแสงบางช่วงคลื่นออกมาทำให้ผ้าดูสดใส เช่น ผงฟอกนวล

6. สารช่วยเพิ่มฟอง

7. สารฟอกขาว

8. เอนไซม์ที่ช่วยย่อยโปรตีนและคราบเลือด

9. สารที่ช่วยลดความกระด้างของน้ำ เช่น โซเดียมคาร์บอเนต หรือโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

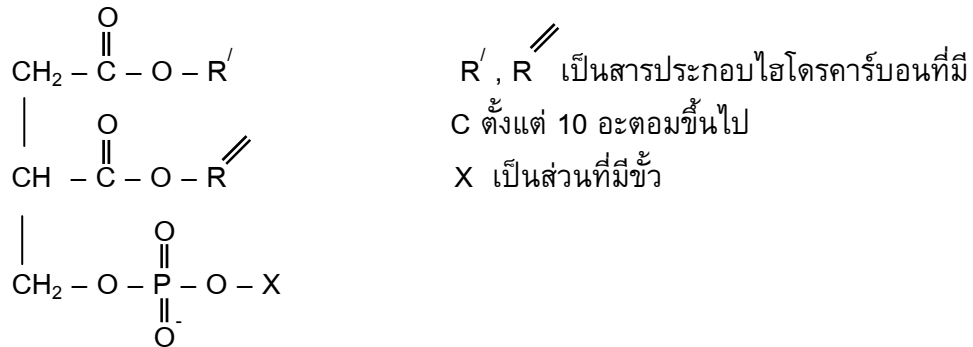
10. สารเพิ่มปริมาณสารซักฟอก เช่น โซเดียมซัลเฟต สารนี้ใส่เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ถูกลง

สารซักฟอกมี 2 ชนิด ดังนี้

1. สารซักฟอกชนิดอ่อน (Soft detergent) มีสารลดแรงตึงผิวเป็นหมู่แอลคิลที่มีโครงสร้างเป็นโซ่ตรง เรียกว่า LAS (Linear Alkylbenzene Sulfonate) ถูกย่อยสลายง่าย ปัจจุบันประเทศไทยผลิตสารซักฟอกชนิดนี้มาก

2. สารซักฟอกชนิดกระด้าง (Hard detergent) มีสารลดแรงตึงผิวเป็นหมู่แอลคิลที่มีโครงสร้างเป็นโซ่กิ่ง เรียกว่า ABS (Alkylbenzene Sulfonate) ถูกย่อยสลายยากทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ และมลพิษในดิน

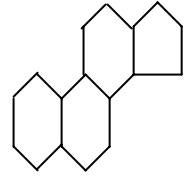
ลิพิดนอกจากไขมัน และน้ำมัน ยังมีชนิดอื่นอีก เช่น ฟอสโฟลิพิด ไช และสเตรอยด์ ฟอสโฟลิพิด เป็นลิพิดที่มีหมู่ฟอสเฟตในโมเลกุลพบได้ทั้งในเซลล์พืชและสัตว์เนื่องจากโครงสร้างฟอสโฟลิพิด 1 โมเลกุล เกิดจากกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กับกรดไขมัน 2 โมเลกุลและหมู่ฟอสเฟต 1 หมู่ จึงจัดว่าเป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอล เขียนโครงสร้างได้ดังนี้



สารนี้มีสมบัติคล้ายไอออนลบของกรดไขมัน จึงสามารถละลายน้ำได้ โดยจะหันส่วนที่มีขั้วเข้าหาน้ำและใช้ส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอนละลายไขมัน ตัวอย่างฟอสโฟลิพิด เช่น เลซิติน ซึ่งเป็นสารที่ช่วยละลายคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไขมันที่อยู่ในหลอดเลือด

ไช จัดเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน กับแอลกอฮอล์มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องมีจุดหลอมเหลวต่ำ จำนวนคาร์บอนของกรดไขมันและแอลกอฮอล์จะเป็นคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 10 อะตอมขึ้นไป ตัวอย่างเช่น ขี้ผึ้ง ไชมีหลายชนิดแต่จะแตกต่างกันตามกรดไขมันและแอลกอฮอล์ที่เป็นองค์ประกอบ แต่ทุกชนิดของไชจะไม่ละลายน้ำ ทำหน้าที่หล่อลื่นหรือป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี จึงนำมาเคลือบผิวผลไม้เพื่อยืดอายุผลไม้

สเตรอยด์ เป็นลิพิดที่มีโครงสร้างเฉพาะคือ 1 โมเลกุลประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นวงแหวนของ C 6 เหลี่ยม 3 วงกับวงแหวนของ C 5 เหลี่ยม 1 วง ต่อกันมีชื่อทางเคมีว่า เพอร์ไฮโดรไซโคลเพนทาโนฟีแนนทริน ดังรูป สเตรอยด์ไม่ละลายน้ำละลายในตัวทำละลายอินทรีย์



แบบฝึกหัดท้ายบท

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงเขียนโครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากการทดสอบไบยูเรต

.....
.....
.....

2. จงอธิบายการทำงานของแอลกอฮอล์ที่ใช้เช็ดแผลก่อนฉีดยา และการปฐมพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากโลหะหนัก เทียบกับสารละลายของเกลือ เช่น $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ซึ่งคืนสภาพโปรตีนได้

.....
.....
.....

3. จงเปรียบเทียบ DNA และ RNA

.....
.....
.....

4. จงเขียนการรวมตัวของมอนอแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุลด้วยพันธะไกลโคซิดิกตามใบงานที่ได้

.....
.....
.....

5. จงยกตัวอย่างสเตอรอยด์ที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตมา 4 ชนิด

.....
.....
.....
.....
.....