

ชื่อ..... รหัส.....

สาขาวิชา..... ชั้นปี..... หมู่.....

อาจารย์ผู้สอน : อาจารย์ นฤมล ประครองรักษ์

บทปฏิบัติการที่ 2

สารโมเลกุลของชีวิต

สารชีวโมเลกุล (biomolecules) เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก และธาตุอื่นๆ เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย สารชีวโมเลกุลมีขนาดโมเลกุลขนาดใหญ่ (macromolecules) ซึ่งแต่ละชนิดจะมีโครงสร้าง สมบัติและการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน

1. คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ มอโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) โอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) และพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide)

พอลิแซ็กคาไรด์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีคุณสมบัติที่จะสร้างพันธะกับสารละลายไอโอดีน รวมเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีต่างกันตามชนิดของพอลิแซ็กคาไรด์นั้น การตรวจสอบนิยมใช้สารละลายไอโอดีนที่ละลายในสารละลายโพแทสเซียมไอโอดด์ (I_2 ใน KI) พอลิแซ็กคาไรด์พวกอะไมโลส เมื่อมีพันธะกับไอโอดีนได้สารละลายสีน้ำเงิน พวกอะไมโลเพกทินได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม แต่ถ้าเป็นพวกไกลโคเจนจะได้อาหารละลายสีน้ำตาลแดง สำหรับน้ำตาลที่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน มีโมเลกุลขนาดเล็ก จึงได้สารละลายไม่มีสี เพราะไอโอดีนไม่สามารถเข้ามาแทรกได้

ปกติสารพอลิแซ็กคาไรด์ยึดเกาะกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic bond) พันธะนั้นถูกทำลายได้โดยเอนไซม์ กรด และความร้อน ในบทปฏิบัติการนี้จะศึกษาการถูกย่อยสลายโดยการทำงานของกรดและความร้อน กลไกหลักของปฏิกิริยา คือ ความร้อนจะทำให้โมเลกุลของน้ำตาลเกิดการสั่นสะเทือน ส่งผลให้พันธะไกลโคซิดิกแตก จึงมีพันธะว่างที่จะมาจับกับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่เกิดมาจากการแตกตัวของกรด ทำให้พอลิแซ็กคาไรด์ถูกย่อยสลายเป็นมอโนแซ็กคาไรด์ได้

มอโนแซ็กคาไรด์ที่ได้นี้สามารถนำมาตรวจสอบได้ด้วยสารละลายเบนดิคต์ (Benedict solution) ซึ่งประกอบด้วยคอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulphate) โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) และโซเดียมซิเตรท (sodium citrate) กลไกการทำงาน คือ น้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ที่มีหมู่ -OH หมู่ดังกล่าว ณ ตำแหน่งที่ 1 สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับ Cu^{2+} ทำให้ Cu ถูกเปลี่ยนมาเป็น cuprous oxide (Cu_2O) หรือเป็น copper oxide (CuO) ซึ่งจะตกเป็นตะกอนสีแดงอิฐระยะเวลาของการเกิดตะกอนสีแดงนี้จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปริมาณของหมู่ -OH ตำแหน่งที่ 1 ในสารละลายนั้น น้ำตาลที่มีคุณสมบัติเกิดตะกอนสีแดงอิฐนี้เรียกว่า Reducing sugar

2. โปรตีน

โปรตีนเป็นสารที่เกิดจากกรดอะมิโนที่มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide bond) โดยโปรตีนจะอยู่ในรูปของเอนไซม์ และในเซลล์ หรือในของเหลวของสิ่งมีชีวิต โปรตีนบางชนิดอยู่ในรูปของเหลวหรือสภาพอื่น โดยทำหน้าที่หลากหลายที่สัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่นของสิ่งมีชีวิต

สารเคมี เช่น กรด เบส และแอลกอฮอล์ รวมทั้งปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความร้อน มีผลทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ (denaturation) ตกตะกอน หรือจับเป็นก้อน โดยเกิดจากการคุดน้ำออกจากโมเลกุล หรือมีสารอื่นที่ละลายน้ำได้ดีกว่าโปรตีนมาคุดน้ำออกจากโมเลกุลของโปรตีนเข้ามาอยู่ในโมเลกุลของสารนั้น

พันธะเพปไทด์ทำหน้าที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์กัน จนได้เป็นโมเลกุลใหญ่ของพอลิเพปไทด์ (โปรตีน) ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไบยูเรต (biuret) สาร CuSO_4 ที่มีอยู่ในสารละลายไบยูเรต เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นด่างจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง (violet) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ปฏิกิริยาไบยูเรต (biuret reaction)

3. ลิพิด

ลิพิด คือ สารประกอบที่เกิดจากการรวมกันของกรดไขมันและแอลกอฮอล์ เป็นสารชีวโมเลกุลที่ไม่ละลายในน้ำ (water-insoluble) มีหลายชนิด หรือสารประกอบไม่มีขั้ว (nonpolar) ละลายน้ำน้อยตลอดจนละลายน้ำมาก พวกที่ละลายน้ำได้มากจะเป็นสารประกอบจำพวกมีขั้ว (polar)

ลิพิดละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เบนซีน อะซิโตน เอทานอล ลิพิดไม่ละลายน้ำ แต่อาจกระจายอยู่กับน้ำได้ในสภาพแขวนลอยเป็นหยดน้ำมันขนาดเล็กที่เรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) การทำให้สถานะอิมัลชันคงอยู่นานโดยไม่มีการรวมตัวกลับมาเป็นลิพิดอีก จำเป็นต้องมีการเติมสารบางชนิดลงไป สารดังกล่าวเรียกว่า emulsifying agent หรือ stabilizing agent ได้แก่ สารพวกเกลือ นอกจากนี้ยังมีสารชนิดอื่นที่ช่วยให้ลิพิดละลายน้ำได้ เช่น สารซักฟอก สบู่ ที่ทำให้เกิดลักษณะ micell เนื่องจากสารพวกนี้จะมีส่วนที่เป็น polar และ nonpolar อยู่ภายในโมเลกุล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติบางประการของสารประกอบบางชนิดที่จำเป็นต่อชีวิต
2. เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์เบื้องต้นของสารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน
3. เพื่อนำความรู้พื้นฐานของสารชีวโมเลกุลดังกล่าวมาอธิบายกลไกการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติบางประการของคาร์โบไฮเดรต

การทดลองที่ 1.1 การตรวจสอบชนิดของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) โดยใช้สารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ (I_2 ใน KI)

วิธีการทดลอง

- นำหลอดทดลองมา 5 หลอด แล้วเติมสารละลายตัวอย่าง ได้แก่ น้ำ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรักโทส น้ำตาลซูโครส และสารละลายแป้ง หลอดละ 2 มิลลิลิตร
- เติมสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ หลอดละ 3 หยด
- สังเกตสีที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 1.2 การตรวจสอบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว โดยใช้สารละลายเบนเนดิกต์ (Benedict solution)

วิธีการทดลอง

- นำหลอดทดลองมา 5 หลอด แล้วเติมสารละลายตัวอย่าง ได้แก่ น้ำ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรักโทส น้ำตาลซูโครส และสารละลายแป้ง หลอดละ 2 มิลลิลิตร
- เติมสารละลายเบนเนดิกต์ หลอดละ 3-5 หยด
- นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 1-3 นาที
- สังเกตสีที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

การทดสอบ	สีของสารละลาย				
	หลอดที่ 1 น้ำ	หลอดที่ 2 กลูโคส	หลอดที่ 3 ฟรักโทส	หลอดที่ 4 ซูโครส	หลอดที่ 5 แป้ง
ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ (I_2 ใน KI)					
ทดสอบด้วยสารละลายเบนเนดิกต์ (Benedict solution)					

การทดลองที่ 2 การตรวจสอบโปรตีน

วิธีการทดลอง

1. นำหลอดทดลองมา 6 หลอด แล้วเติมสารละลายตัวอย่าง ได้แก่ น้ำ ไข่ขาว ไข่แดง นมถั่วเหลือง น้ำมันพืช และสารละลายแป้ง หลอดละ 2 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย 2.5 M NaOH หลอดละ 1 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลาย 0.1 M CuSO₄ หลอดละ 5 หยด
4. สังเกตสีที่เกิดขึ้นและบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

การทดสอบ	สีของสารละลาย					
	หลอดที่ 1 น้ำ	หลอดที่ 2 ไข่ขาว	หลอดที่ 3 ไข่แดง	หลอดที่ 4 นมถั่วเหลือง	หลอดที่ 5 น้ำมันพืช	หลอดที่ 6 แป้ง
ทดสอบด้วย สารละลาย 0.1 M CuSO ₄						

คำถามท้ายบท

1. หลังจากรับประทานอาหารพวกพอลิแซ็กคาไรด์เข้าไป สารพวกนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยกระบวนการใด

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใด เมื่อนำสารอาหารประเภทโปรตีนมาทดสอบไบยูเรต (Biuret test) จึงเกิดเป็นสีม่วง หรือน้ำเงิน

.....

.....

.....

3. เมื่อนำน้ำมันพืชมาผสมกับน้ำ แล้วเติมน้ำปลาลงไป จะเกิดอิมัลชัน (emulsion) หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....