

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 การจัดเครื่องมือ

ในการทดลอง อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องถูกจัดไว้ให้พอดีเพื่อความสะดวกและความถูกต้อง ของข้อมูล

1. เพาเวอร์ซัพพลายของแม่เหล็กตั้งไว้ที่ตำแหน่ง โบรตอนเรโซแนนซ์ เพื่อจ่ายต่อการหาตำแหน่งเรโซแนนซ์ เมื่อเปิดเครื่องจะปรับค่าของสนามแม่เหล็กเพียง เล็กน้อย

2. ออสซิลโลสโคป ใช้โหมดเบส 2 มิลลิวินาทีต่อช่อง และ เลือกปุ่มปรับขนาดสัญญาณที่ 0.1 วัตต์ต่อช่อง

3. เครื่องเฉลี่ยสัญญาณตั้งไว้ให้เหมือนกันทุกครั้งของการทดลอง ดังนี้

ตั้งให้เฉลี่ยสัญญาณ 100 ครั้ง (100 Times sweeps)

ตั้งเวลาลงจุดทุก 20 ไมโครวินาที (Dwell time = 20 us)

ตั้งปุ่มเลือกขนาดสัญญาณ 0.05 วัตต์ต่อช่อง (0.05 V/Div) และเฉลี่ยสัญญาณแบบธรรมดา (Normal average)

4. ใช้สัญญาณพัลส์ 90 องศา และพัลส์ 180 องศา ซ้ำทุก 500 มิลลิวินาที และพัลส์ทั้งคู่อยู่ห่างกัน 4.6 มิลลิวินาที (ยกเว้นกรณีหาค่าพอนคลายซึ่งต้องเปลี่ยนระยะห่างระหว่างพัลส์)

5. สารที่ใช้ทดลองต้องจัดให้อยู่ตรงกลางคอยล์ให้มากที่สุด

ในการทดลองหาปริมาณไขมันในนมผงนี้จะใช้ความสูงของสัญญาณเป็นตัวสำคัญในการแสดงถึงปริมาณไขมัน ในการทดลองต้องทำกราฟปรับเทียบ (Calibration curve) ขึ้นมาก่อนคือ เป็นกราฟระหว่างปริมาณไขมันกับความสูงของสัญญาณเรโซแนนซ์ ดังนั้นเมื่อเราต้องการหาปริมาณไขมันในนมผงก็นำนมผงไปวางในคอยล์แล้ววัดความสูงของสัญญาณ นำความสูงของสัญญาณที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟปรับเทียบก็จะสามารถทราบปริมาณของไขมันได้

4.2 การสกัดไขมันจากนมผง

การที่จะนำกราฟปรับเทียบจะต้องมีไขมัน ดังนั้นต้องสกัดไขมันจากนมผง ได้ทดลองสกัดโดยใช้สารละลายสองชนิดคือคลอโรฟอร์ม และปิโตรเลียม อีเทอร์

4.2.1 การสกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม

1. ใส่นมผง 2.6 กรัม ลงในขวดแก้วที่มีฝาปิด
2. เทคลอโรฟอร์ม ประมาณ 30 - 50 มิลลิลิตร ลงในขวดที่ใส่นมผง เพื่อละลายไขมันในนมผง
3. อุ่นบนเตาด้วยอุณหภูมิประมาณ 50 - 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง
4. ในระหว่างอุ่นเขย่าขวดเป็นบางครั้งเพื่อช่วยการละลาย และเปิดฝาเพื่อปล่อยให้ไอของคลอโรฟอร์มระเหยออกบางส่วน เมื่อเสร็จแล้วก็นำออกจากเตาปล่อยให้วุ้นให้เย็น
5. กรองเอาเฉพาะคลอโรฟอร์มที่มีไขมันละลายอยู่ เสร็จแล้วนำเอานมผง เดิมนั้นไปสกัดซ้ำอีกครั้ง
6. นำเอาคลอโรฟอร์มที่มีไขมันละลายอยู่ไประเหยทิ้งบนเตา จะได้ไขมันเหลืออยู่านขวด
7. ผลจากการทดลองนมผง 2.6 กรัม สกัดได้ไขมัน 0.58 กรัม คิดเป็น 22.3%

การทดลองสกัดด้วยคลอโรฟอร์มนี้ได้ทดลองสกัดด้วยวิธีเครื่องมือเท่าที่อยู่ จุดมุ่งหมายในการสกัดเพื่อให้ได้ไขมันจำนวนมากพอสำหรับนำไปทดลองทำกราฟเปรียบเทียบ ไม่ได้เน้นสกัดเพื่อหาปริมาณไขมันในนมผง

4.2.2 การสกัดไขมันโดยวิธี บีโครเลียม อีเทอร์

การสกัดด้วยบีโครเลียม อีเทอร์ ทดล้ายกับกรณีสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ข้อแตกต่างกันคือ สกัดไขมันซ้ำสามครั้ง (แทนที่จะเป็นสองครั้งอย่างกรณีสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม) โดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่า การทดลองครั้งแรกเล็กน้อยคือประมาณ 30 - 40 องศา และน้ำหนักของไขมันที่สกัดได้จะบวกด้วยน้ำหนักของกระดาษกรองที่เพิ่มขึ้น ผลการสกัดไขมันในนมผงด้วยบีโครเลียม อีเทอร์ ได้ไขมัน 0.71 กรัม จากนมผง 2.6 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประมาณ 27.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลที่ผู้ผลิตให้มาคือ 28%

4.3 การทดลองหาเวลาพ่นคลายตามขวาง (T_2)

การทราบเวลาพ่นคลายของไขมันก็มีความจำเป็น เพราะในการให้สัญญาณเอคโจะต้องเลือกช่วงเวลาของการให้สัญญาณเข้า ถ้าให้สัญญาณเข้าเร็วเกินไปจะเกิดการอิ่มตัว (Saturation) ทำให้ได้สัญญาณขนาดเล็ก โดยปกติให้เวลาในการเข้าเป็น 10 เท่าของเวลาพ่นคลาย เพื่อให้ผลเชิงเปรียบเทียบของข้อมูลดีที่สุด

การทดลองหาเวลาพ่นคลาย (T_2) ของไขมันในนมผง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั่งนมผง 2.6 กรัม, 1.3 กรัม และ 0.33 กรัม บรรจุในภาชนะแก้วที่พอดีกับคอยล์
2. นมผง 1.3 กรัม และ 0.33 กรัม ทำให้เจือจางโดยกลูโคสผง เพื่อให้มีการกระจายของนมผงเต็มภาชนะ (ได้ใช้กลูโคส 3 กรัมทดลองวัดคุณสมบัติเรโซแนนซ์ ไม่ปรากฏว่ามีสัญญาณเกิดขึ้น ดังนั้นจึงใช้กลูโคสเป็นสารผสมทำให้เจือจาง)
3. นำแต่ละตัวอย่างทำการทดลองวัดหาความสูงของสัญญาณโดยเลือกกระยะห่างระหว่างพัลส์ 90 องศา และพัลส์ 180 องศาต่าง ๆ กัน ผลที่ออกมาทางจอคอมพิวเตอร์จะบอก

ตำแหน่งที่ทำให้ค่าสัญญาณสูงสุดซึ่งเต็มจอจะมีทั้งหมด 1024 จุด จากการที่เราเลือกช่วงเวลาของการลงจุดแต่ละครั้งเป็น 20 ไมโครวินาที จึงสามารถหาช่วงห่างของเวลาจากจุดเริ่มต้นของสัญญาณพัลส์ 90 องศาถึงตำแหน่งของสัญญาณเอคโค ตำแหน่งสัญญาณ = ระยะที่บอกสัญญาณสูงสุด $\times (20 \times 10^{-6})$ วินาที ผลการทดลองสำหรับปริมาณผงต่าง ๆ กัน ได้ดังตารางที่ 4.1

ปริมาณผง (g)	ตำแหน่งสัญญาณเอคโค (ms)	ความสูงของสัญญาณ
0.33	3.96	309
	6.86	266
	9.26	240
	10.82	218
	13.90	186
	16.94	166
1.30	18.90	154
	3.94	1150
	6.84	1007
	9.24	919
	10.84	848
	13.96	739
2.60	16.90	655
	18.90	599
	2.90	1130
	5.42	1018
	9.02	875
	11.02	808
	14.02	712
	16.54	641
	19.06	564

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาเวลาผ่อนคลายตามขวาง (T_2)

4.4 กราฟปรับเทียบ (Calibration curve)

เพื่อที่จะได้ทราบว่าความสูงของสัญญาณเรโซแนนซ์ขนาดหนึ่ง ๆ เกิดจากปริมาณไขมันเท่าใด จำเป็นต้องมีกราฟปรับเทียบ การทดลองเพื่อหาปริมาณไขมันทุกครั้งควรมีการทำกราฟปรับเทียบ เพื่อให้เงื่อนไขต่าง ๆ เหมือนกันมากที่สุด

ในการทดลองได้ใช้ไขมันปริมาณ 0.54 กรัม, 0.35 กรัม, 0.24 กรัม และ 0.13 กรัม รวม 4 ข้อมูล เป็นตัวอย่างในการทดลอง ผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.2

ปริมาณไขมัน (กรัม)	ความสูงสัญญาณ
0.54	1392
0.35	982
0.24	615
0.13	347

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาความสูงสัญญาณเพื่อทำกราฟปรับเทียบชุดที่ 1

การทดลองในชุดที่สองใช้ปริมาณสารตัวอย่างเท่ากับในการทดลองครั้งแรก เพียงแต่เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl₄) เพื่อละลายไขมันให้เต็มภาชนะ เพื่อให้ฟิลลิงแฟคเตอร์ (Filling factor) มีค่าใกล้ 1 มากที่สุด การทดลองนอกเหนือจากนี้ก็กระทำเหมือนการทดลองแรก ผลการทดลองได้ตามตารางที่ 4.3

ปริมาณไขมัน (กรัม)	ความสูงสัญญาณ
0.54	1331
0.35	946
0.24	614
0.13	347

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองหาความสูงสัญญาณเพื่อทำกราฟปรับเทียบในชุดที่ 2

น้ำหนักผงปริมาณ 2.6 กรัม, 1.3 กรัม, 0.65 กรัม และ 0.33 กรัม เข้าเครื่องวัดหา
ความสูงของสัญญาณได้ผลตามตารางที่ 4.4

น้ำหนักผง (กรัม)	ความสูงสัญญาณ
2.6	1760
1.3	905
0.65	470
0.33	234

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองหาความสูงของสัญญาณเรโซแนนซ์ของผง