

การหาปริมาณไขมันในนมผงโดยวิธีพัลส์เอ็นเอ็มอาร์

นายวิชาญ กกกนทา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-513-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015270

117492361

**DETERMINATION OF FAT CONTENT IN MILK POWDER
BY THE PULSED NMR METHOD**

Mr. Wicharn Kogkontha

**A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science**

**Department of Physics
Graduate School
Chulalongkorn University**

1989

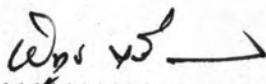
ISBN 974-576-513-9

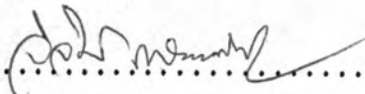
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาปริมาณไขมันในนมผงโดยวิธีฟิลส์เอ็นเอ็มอาร์
โดย นายวิชาญ กกกนทา
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งหะพันธ์

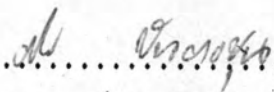
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

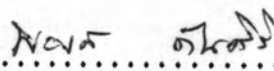

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิฑูร ศรีวิจิตรเกษม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งหะพันธ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัยโย บันยารชุน)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พยงค์ ตันศิริ)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

วิชาญ กกกนกทา : การหาปริมาณไขมันในนมผง โดยวิธีพัลส์ เอ็ม เอ็มอาร์ (DETERMINATION OF FAT CONTENT IN MILK POWDER BY THE PULSED NMR METHOD) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วิจิตร เล็งหะพันธ์, 95 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการหาปริมาณไขมันในนมผงโดยวิธีพัลส์ เอ็ม เอ็มอาร์ การวิจัยส่วนหนึ่งได้สร้างอุปกรณ์ที่เป็นตัวให้กำเนิดสัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยม ที่เรียกว่า เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์ ไปควบคุมการให้สัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อให้เกิดการเรโซแนนซ์ตามที่ต้องการ

ได้ทดลองหาค่า เวลาผ่อนคลายตามขวางของไขมันในนมผงเพื่อใช้ผลที่ได้ไปกำหนดเวลาในการทำสัญญาณเอกโค และการให้สัญญาณเข้า ผลการทดลองจากการใช้นมผงปริมาณต่าง ๆ กัน 3 ตัวอย่าง คือ 2.6 กรัม, 1.3 กรัม และ 0.65 กรัม ได้ค่าเฉลี่ยของเวลาผ่อนคลายเป็น 22.6 มิลลิวินาที

ได้สกัดไขมันในนมผงด้วยคลอโรฟอร์ม และนำไขมันที่สกัดได้ปริมาณต่าง ๆ กัน 4 ตัวอย่างคือ 0.54 กรัม, 0.35 กรัม, 0.24 กรัม และ 0.13 กรัม ไปวัดหาความสูงของสัญญาณโดยชุดทดลองพัลส์ เอ็ม เอ็มอาร์ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างความสูงของสัญญาณกับปริมาณไขมันเพื่อทำเป็นกราฟเปรียบเทียบ

นำไขมันทั้ง 4 ตัวอย่างไปละลายด้วยคาร์บอนเตตระคลอไรด์ เพื่อให้ปริมาตรของสารที่ใช้ในการทดลองเท่ากัน แล้วนำไปวัดหาความสูงของสัญญาณเหมือนในการทดลองแรก นำผลที่ได้ไปทำกราฟเปรียบเทียบชุดที่สอง

นำนมผงที่ต้องการหาปริมาณไขมัน 4 ตัวอย่างคือ 2.6 กรัม, 1.3 กรัม, 0.65 กรัม และ 0.33 กรัม ไปวัดความสูงของสัญญาณ แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟเปรียบเทียบทั้งสองชุด ผลที่ได้ทั้งสี่ข้อมูลจะถูกนำไปหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณไขมันเป็น 26.60% และ 27.58% ตามลำดับ เมื่อผู้ผลิตแจ้งปริมาณไขมันเป็น 28%

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

WICHARN KOGKONTHA : DETERMINATION OF FAT CONTENT IN MILK POWDER BY THE PULSED NMR METHOD. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF. WIJIT SENGHAPHAN. Ph.D. 95 pp.

The aim of this research is to study about the determination of fat content in milk powder by the pulsed NMR (nuclear magnetic resonance) method. An instrument called pulsed generator was built to generate square pulses used to induce the resonance.

The transverse relaxation time of fat in milk powder was measured and used to determine the suitable delay time and repetition time. The results obtained by using 2.6, 1.3 and 0.65 grammes of milk powder gave the average relaxation time as 22.6 milliseconds.

The fat in milk powder was extracted by chloroform. Four samples yielded 0.54, 0.35, 0.24 and 0.13 grammes of fat which was then put into the pulsed NMR system to measure the height of the signals which were subsequently plotted against the fat samples to serve as a calibration curve.

The four samples of fat was dissolved by carbontetrachloride to make the same volume for all samples and then measure the height of the signals again as in the first experiment then the data was plotted to obtain the second calibration curve.

The four samples of milk powder : 2.6, 1.3, 0.65 and 0.33 grammes, were then used to measure the height of the signals and the results were compared with both calibration curves, obtaining the average fat content as 26.60 and 27.58 %, respectively. While the manufacturer quote the fat content to be 28 %.

ภาควิชา ฟิลิซ

สาขาวิชา ฟิลิซ

ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต W. M.

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา (Signature)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอย่างสุดซึ้งต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร
 เล็งพะพันธ์ สำหรับคำแนะนำที่ทรงคุณค่าทั้งที่เกี่ยวกับวิทยานิพนธ์นี้และ เรื่องอื่น ๆ

ขอบคุณร้อยตรีวราจศรีวิวัฒน์ ลิทธิสรเดช ที่ช่วยทำส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ เป็นที่
 ปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนวิทยานิพนธ์ คุณไพศาล บุญเกษมสิน สำหรับคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับ
 อิเล็กทรอนิกส์ คุณชัยวัฒน์ เหล่าวัฒนากุล สำหรับความช่วยเหลือหลาย ๆ อย่าง คุณพิศศรี
 อติสุนทรกุลสำหรับคำแนะนำทางด้านการใช้ภาษา และคุณเจียมจิตต์ กนกวุฒิ ที่คอยให้กำลังใจ
 อย่างดียิ่งตลอดช่วงเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ ชุศรี อุทัยสิน พจมาน ชำนาญทัศน์ ศิริจันทร์ กุศลวงษ์
 จิรวัฒน์ ต้นตราจิม สำหรับความหวังดีและความช่วยเหลือที่ได้มาด้วยความอบอุ่น

และท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมห้องปฏิบัติการเอ็นเอ็มอาร์ทุก ๆ ท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 เอ็นเอ็มอาร์คืออะไร.....	1
1.2 การประยุกต์ใช้งานที่สำคัญของ เอ็นเอ็มอาร์.....	2
1.2.1 เอ็นเอ็มอาร์สเปกโตรสโคปี.....	2
1.2.2 การสร้างภาพด้วยเอ็นเอ็มอาร์.....	3
1.3 การหาปริมาณไขมันโดยวิธีเอ็นเอ็มอาร์.....	3
1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	4
บทที่ 2 หลักการของการวัดปริมาณไขมันโดยวิธีพัลส์เอ็นเอ็มอาร์.....	6
2.1 ทฤษฎีพื้นฐานของ เอ็นเอ็มอาร์.....	6
2.1.1 ความเป็นมาของ เอ็นเอ็มอาร์.....	6
2.1.2 ทฤษฎีพัลส์เอ็นเอ็มอาร์ของโปรตอนและสปีนเอคโค.....	6
2.1.3 การใช้สปีนเอคโคหาปริมาณไขมันในนมผง.....	10
บทที่ 3 อุปกรณ์การทดลองและการจัดการข้อมูล.....	13
3.1 ชุดทดลองพัลส์เอ็นเอ็มอาร์.....	14
3.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์.....	16
3.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของ เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์.....	18
3.2.2 การทำงานของ เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์.....	19
3.2.2.1 การทำงานโดยเลือกภาคกระตุ้นจาก ภายใน.....	19
3.2.2.1.1 การทำงานของไอซี ในช่องที่ 1.....	20

สารบัญ (ต่อ)

3.2.2.1.2	การทํานองของไอซี	
	านช่องที่ 2.....	21
3.2.2.1.2.1	เลือก	
	สวิตช์ SW3 ที่ตำแหน่ง	
	เอคโค.....	21
3.2.2.1.2.2	เลือก	
	สวิตช์ SW3 ที่ตำแหน่ง	
	คาร์-เพอร์เซลส์.....	21
3.2.2.2	การทํานองโดยเลือกภาคกระตุ้นจาก	
	ภายนอก.....	22
3.2.2.2.1	ส่วนที่มาจากสวิตช์กดปล่อย..	22
3.2.2.2.2	ส่วนที่ต้องการสัญญาณ	
	กระตุ้นที่มาจากภายนอก.....	22
3.3	วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย 6 โวลต์.....	22
3.4	การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์.....	23
3.5	การจัดการข้อมูล.....	24
3.5.1	โปรแกรมรับสัญญาณและคำนวณความสูงสัญญาณ.....	25
3.5.2	โปรแกรมคำนวณและเขียนกราฟข้อมูล.....	26
บทที่ 4	วิธีการทดลองและผลการทดลอง.....	27
4.1	การจัดเครื่องมือ.....	27
4.2	การสกัดไขมันจากนมผง.....	28
4.2.1	การสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม.....	28
4.2.2	การสกัดด้วยปิโตรเลียม อีเทอร์.....	29
4.3	การทดลองหาเวลาผ่อนคลายตามขวาง (T ₂)	29
4.4	กราฟปรับเทียบ (Calibration curve).....	31
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	33
	เอกสารอ้างอิง.....	46
	ภาคผนวก.....	48
	ประวัติผู้เขียน.....	95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงตารางการทํานานของไอซี SN74121.....	18
3.2	แสดงตารางการทํานานของไอซี SN74LS221 (แต่ละตัว).....	20
4.1	แสดงผลการทดลองหาเวลาพ่นคล้ายตามขวาง.....	30
4.2	แสดงผลการทดลองหาความสูงของสัญญาณเรโซแนนซ์เพื่อทํากราฟ เปรียบเทียบชุดที่ 1.....	31
4.3	แสดงผลการทดลองหาความสูงของสัญญาณเรโซแนนซ์เพื่อทํากราฟ เปรียบเทียบชุดที่ 2.....	31
4.4	แสดงผลการทดลองหาความสูงของสัญญาณเรโซแนนซ์ของนมผง.....	32
5.1	แสดงผลการหาปริมาณไขมันในนมผง โดยใช้กราฟเปรียบเทียบ ชุดที่ 1.....	43
5.2	แสดงผลการหาปริมาณไขมันในนมผง โดยใช้กราฟเปรียบเทียบ ชุดที่ 2.....	44
ก.1	แสดงองค์ประกอบโดยละเอียดของนมโค.....	49
ก.2	แสดงองค์ประกอบโดยละเอียดของนมโค (ต่อ).....	50
ก.3	แสดงองค์ประกอบโดยละเอียดของนมโค (ต่อ).....	51
ก.4	แสดงองค์ประกอบโดยละเอียดของนมโค (ต่อ).....	52
ก.5	แสดงประเภทและปริมาณโปรตีนต่าง ๆ ในนมโคขาดมันเนย.....	54
ก.6	แสดงกรดไขมันต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของมันเนยนมโค.....	56

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงแมกเนไทเซชันของนิวเคลียสที่เกิดเนื่องจากผลรวมของไดโพลแม่เหล็ก.....	7
2.2 แสดงการทดลองสปินเอโค.....	9
3.1 แสดงอุปกรณ์สำคัญของระบบพัลส์เอ็นเอ็มอาร์.....	14
3.2 แสดงอุปกรณ์วงจรของเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์.....	17
3.3 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณในช่องที่ 1.....	21
3.4 แสดงวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย 6 โวลต์.....	23
5.1.1 กราฟที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมฐานธรรมชาติของความสูงของสัญญาณกับตำแหน่งสูงสุดของสัญญาณเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม เป็นกราฟที่ใช้หาค่าเวลาผ่อนคลายตามขวางของไขมันในนมผง.....	37
5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมฐานธรรมชาติของความสูงของสัญญาณกับตำแหน่งสูงสุดของสัญญาณเรโซแนนซ์ของนมผง 1.3 กรัม เป็นกราฟที่ใช้หาค่าเวลาผ่อนคลายตามขวางของไขมันในนมผง.....	38
5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลอกการิทึมฐานธรรมชาติของความสูงของสัญญาณกับตำแหน่งสูงสุดของสัญญาณเรโซแนนซ์ของนมผง 2.6 กรัม เป็นกราฟที่ใช้หาค่าเวลาผ่อนคลายตามขวางของไขมันในนมผง.....	39
5.4 แสดงกราฟเปรียบเทียบชุดที่ 1.....	40
5.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบชุดที่ 2.....	41
ก.1 แสดงสูตรทั่วไปของกรดแอลฟาอะมิโน.....	53
ก.2 แสดงสูตรทั่วไปของไขมันและน้ำมัน.....	55
ข.1 ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัญญาณเรโซแนนซ์ของกลูโคส 3.0 กรัม.....	59
ข.2 ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัญญาณเรโซแนนซ์ของกลูโคส 3.0 กรัม (ขยายขนาดสัญญาณ).....	60
ค.1 ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัญญาณเรโซแนนซ์ของนมผง 2.6 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากพัลส์ 90 องศา เท่ากับ 2.90 มิลลิวินาที.....	62

สารบัญรูป (ต่อ)

จ.2	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากฟิลล์ 90 องศา เท่ากับ 6.86 มิลลิวินาที.....	79
จ.3	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากฟิลล์ 90 องศา เท่ากับ 9.26 มิลลิวินาที.....	80
จ.4	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากฟิลล์ 90 องศา เท่ากับ 10.82 มิลลิวินาที.....	81
จ.5	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากฟิลล์ 90 องศา เท่ากับ 13.90 มิลลิวินาที.....	82
จ.6	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากฟิลล์ 90 องศา เท่ากับ 16.94 มิลลิวินาที.....	83
จ.7	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของนมผง 0.33 กรัม ที่ตำแหน่งห่างจากฟิลล์ 90 องศา เท่ากับ 18.90 มิลลิวินาที.....	84
ฉ.1	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.54 กรัม.....	86
ฉ.2	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.35 กรัม.....	87
ฉ.3	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.24 กรัม.....	88
ฉ.4	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.13 กรัม.....	89
ช.1	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.54 กรัม.....	91
ช.2	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.35 กรัม.....	92
ช.3	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.24 กรัม.....	93
ช.4	ภาพแสดงข้อมูลของการวัดสัณฐานเรโซแนนซ์ของไขมัน 0.13 กรัม.....	94