บทที่ 4

การอภิปรายผลการวิจัย

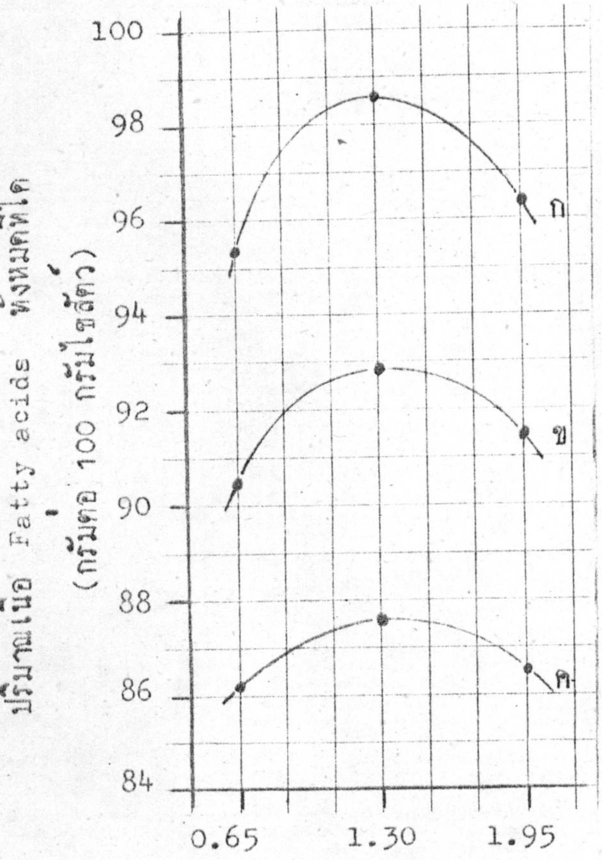
4.1 เหตุที่เลือก Twitchell Process มาทำการทดลอง

การผลิต Stearic acid ทำได้หลายวิธีตามที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.2 วิธีของ Twitchell Process และ Autoclave Process เป็นวิธีที่ทำเป็นครั้งเป็นคราว คือเป็น Batch operation เหมาะแก่การทดลองหาข้อมูล ส่วนวิธี Counter-current Process เป็นแบบทำต่อเนื่อง คือเป็น Continuous operation การหาข้อมูลลำบากต้องใช้เวลานานมากที่ไม่เลือกวิธี Autoclave Process เพราะต้องใช้ความดันสูง อุณหภูมิสูง และต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพง Twitchell Process ใช้ความดันของไอน้ำเดือดที่บรรยากาศปรกติ และอุณหภูมิต่ำ คือ ประมาณ 100° C ฉะนั้นจึงเลือก Twitchell Process มาทำการทดลอง

4.2 ผลการทดลองโดยการเปลี่ยนปริมาณ Sulphonic acid

Sulphonic acid เป็นสารเคมีที่ทำให้น้ำกับน้ำมันละลายผสมกันดีขึ้น และเนื่องจากปฏิกิริยาการแยกสลายไขมันเกิดขึ้นในชั้นของน้ำมัน เพราะฉะนั้นการเติม Sulphonic acid ลงไปในไขสัตว์ จึงเป็นผลให้ปฏิกิริยาการแยกสลายไขมันดีขึ้น ปริมาณ Sulphonic acid ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิต Stearic acid โดยวิธี Twitchell Process ประมาณ 0.5% ถึง 2% โดยน้ำหนักของไขสัตว์

ในการทดลองได้ใช้ปริมาณ Sulphonic acid ชนิดเข้มข้น 3 6 และ 9 มิลลิลิตรต่อไขสัตว์ 600 กรัม คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้ 0.65 1.30 และ 1.95 ตามลำดับ ผลจากการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 8 ซ้าย ซึ่งแสดงปริมาณเนื้อกรด fatty acids ทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งใน Stearic acid กับใน Red oil เทียบกับปริมาณ Sulphonic acid ที่ใช้ ที่ปริมาณ Sulphuric acid 3 ระดับ ซึ่งในภาพจะแสดงไว้ด้วยเส้นโค้ง 3 เส้น ผลปรากฏว่าการใช้ Sulphonic acid ประมาณ



Sulphonic acid

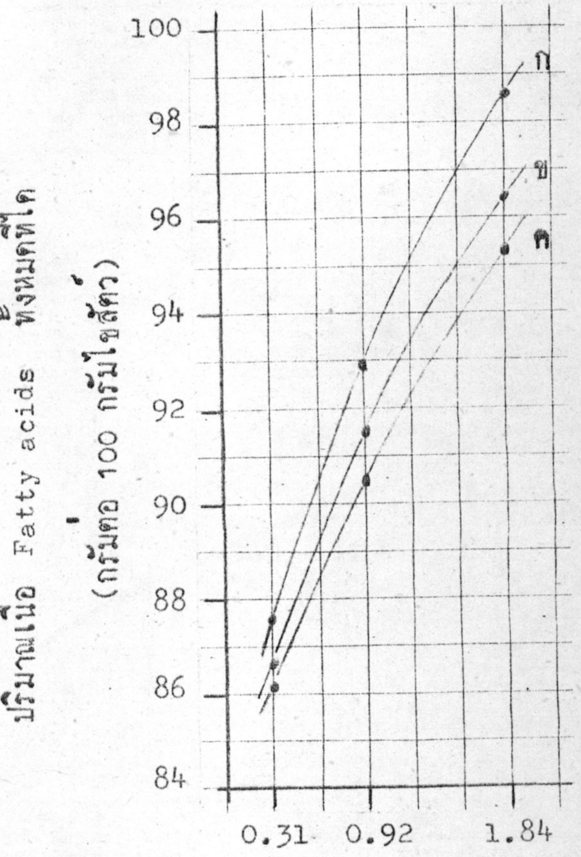
กรัมต่อ 100 กรัมไขสัตว์

ก ข ค แสดง

ปริมาณ Sulphuric acid ที่ใช้

กรัมต่อ 100 กรัมไขสัตว์

ก	1.84
ข	0.92
ค	0.31



Sulphuric acid

กรัมต่อ 100 กรัมไขสัตว์

ก ข ค แสดง

ปริมาณ Sulphonic acid ที่ใช้

กรัมต่อ 100 กรัมไขสัตว์

ก	1.30
ข	1.95
ค	0.65

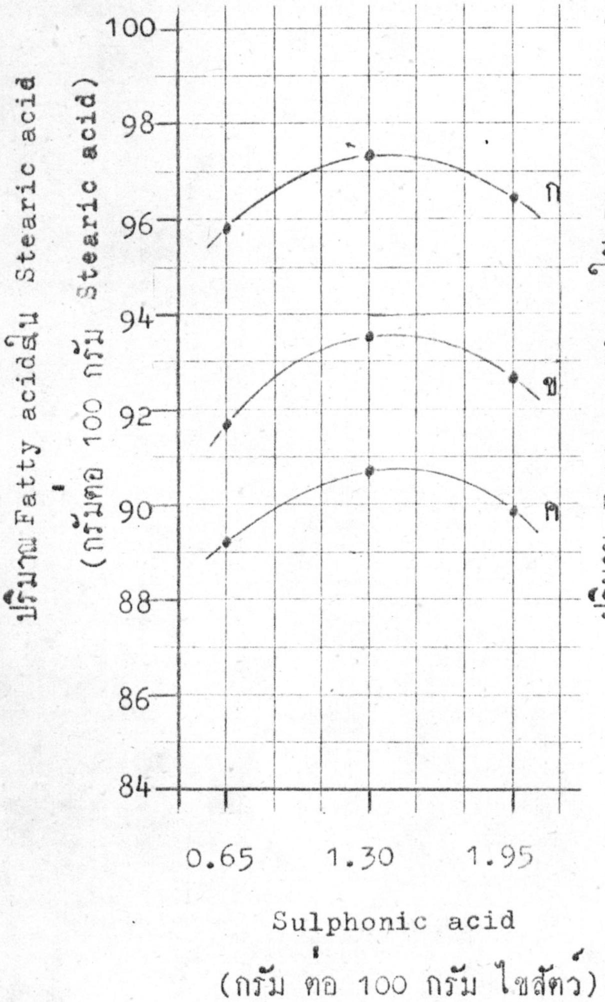
ภาพที่ 8 แสดงปริมาณเนื้อ Fatty acids ทั้งหมดที่ได้แปรตามปริมาณสารเคมีที่ใช้

1.30% ให้ผลดีที่สุด คือการแยกสลายได้ fatty acids มากที่สุด การเพิ่มปริมาณ Sulphonic acid เป็น 1.95% กลับให้ผลเลวลง ซึ่งโดยทฤษฎีแล้วควรจะดีขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ปริมาณ Sulphonic acid ที่ใส่ลงไปนั้น ทำให้การละลายผสมกันของน้ำกับน้ำมันดี ซึ่งเป็นผลดีในขั้นปฏิกิริยาเคมี แต่ในขั้นแยกชั้น Fatty acids จาก Sweet water ทำได้ยาก เพราะเกิดเป็น emulsion ทำให้แยกจากกันไม่หมด ผลก็คือ fatty acids บางส่วนปนไปกับ Sweet water และ Sweet water บางส่วนปนไปกับ fatty acids ทำให้ปริมาณ fatty acids ลดลง และคุณภาพต่ำลง ดูคุณภาพของ fatty acids ได้จากภาพที่ 9 ซ้าย และ 10 ซ้าย

4.3 ผลการทดลองโดยการเปลี่ยนปริมาณ Sulphuric acid

Sulphuric acid เป็นสารที่ช่วยให้การแยกสลายของไขมัน หรือปฏิกิริยาเคมี Hydrolysis เกิดได้ดีขึ้น โดยทางทฤษฎีแล้วกรด mineral acids อื่น ๆ ก็ช่วยให้ Hydrolysis เกิดได้ดีเช่นกัน แต่ Sulphuric acid เหมาะกว่า เพราะแยกออกจาก Sweet water ได้ง่าย โดยการทำให้เป็นกลางด้วย Slaked lime ตกตะกอนเป็น Calcium sulphate ปริมาณ Sulphuric acid ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิต Stearic acid โดยวิธี Twitchell Process ประมาณ 0.5% ถึง 1.5% โดยน้ำหนักของไขสัตว์

ในการทดลองได้ใช้ปริมาณ Sulphuric acid ชนิดเข้มข้น 66° Bé 1 3 และ 6 มิลลิลิตร ต่อไขสัตว์ 600 กรัม คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้ 0.31 0.92 และ 1.84 ตามลำดับ ผลจากการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 8 ขวา ซึ่งแสดงปริมาณกรด fatty acids ทั้งหมดที่ได้จากการแยกสลายไขมัน เทียบกับปริมาณ Sulphuric acid ที่ใช้ ที่ปริมาณ Sulphonic acid 3 ระดับ ซึ่งในภาพจะแสดงไว้ด้วยเส้น 3 เส้น แสดงให้เห็นว่าการใช้ปริมาณ Sulphuric acid มากขึ้น จะให้ปริมาณ fatty acids สูง คุณภาพจะสูงด้วย ดูคุณภาพของ

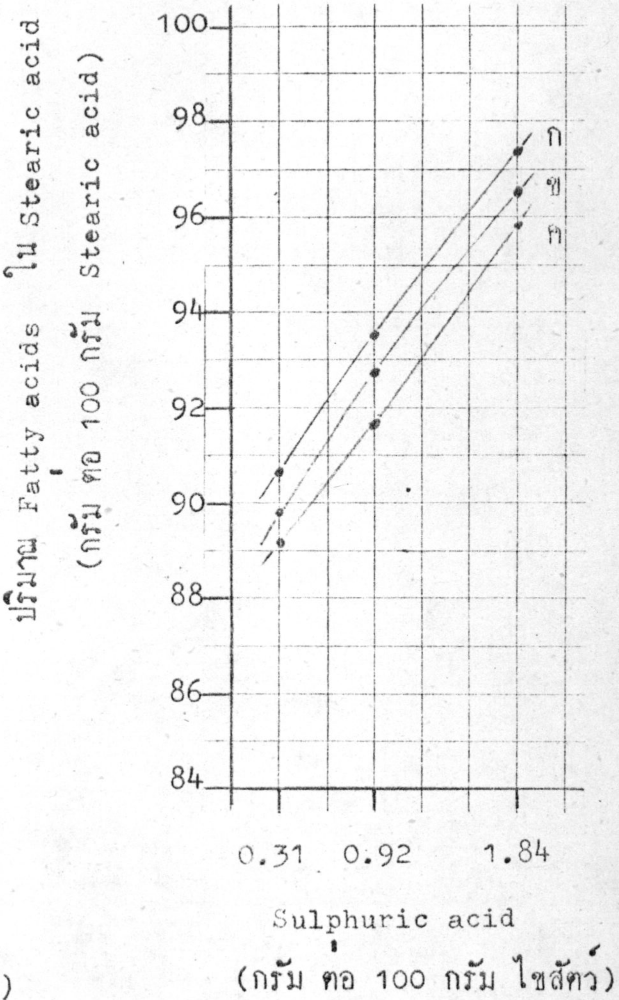


ก. 1.84

ข. 0.92

ค. 0.31

(กรัม Sulphuric acid ต่อ 100 กรัม ไขสัตว์)



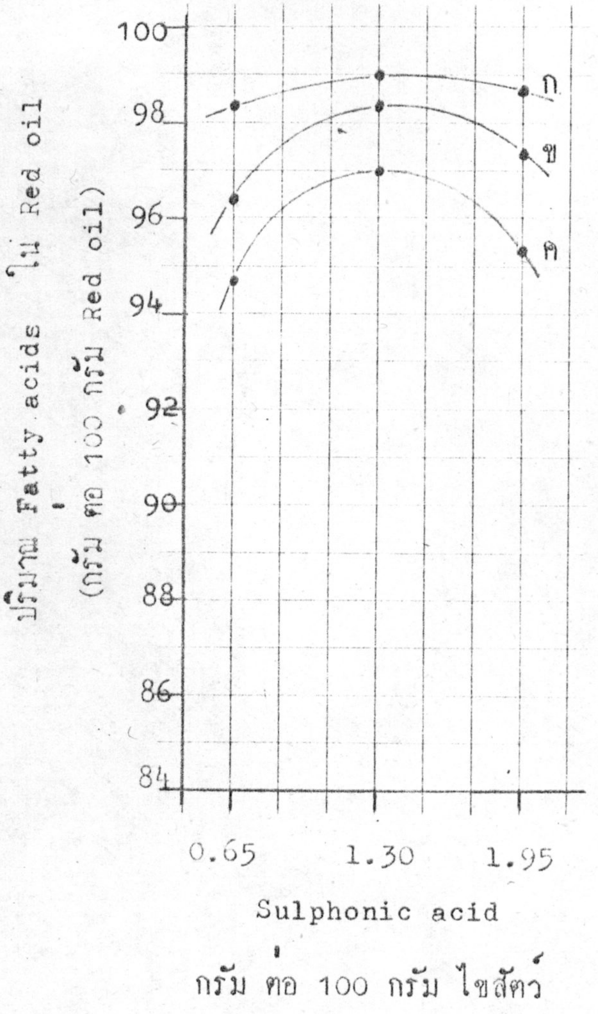
ก. 1.30

ข. 1.95

ค. 0.65

(กรัม Sulphonic acid ต่อ 100 กรัม ไขสัตว์)

ภาพที่ 9 แสดง Purity ของ Stearic acid ที่ได้แปรตามปริมาณสารเคมีที่ใช้

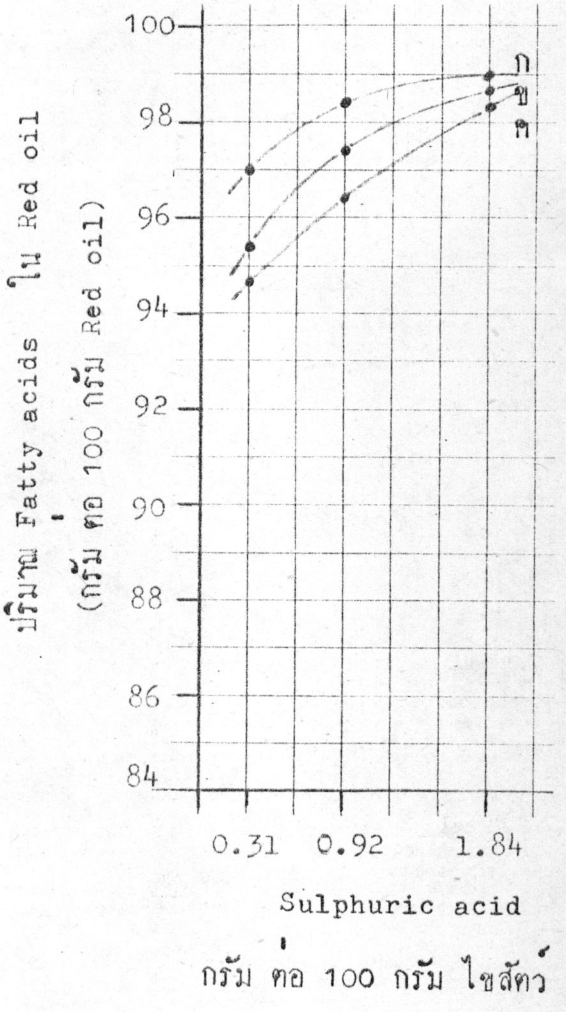


ก ข ค แสดง

ปริมาณ Sulphuric acid ที่ใช้

กรัมต่อ 100 กรัมไขสัตว์

ก	1.84
ข	0.92
ค	0.31



ก ข ค แสดง

ปริมาณ Sulphonic acid ที่ใช้

กรัมต่อ 100 กรัมไขสัตว์

ก	1.30
ข	1.95
ค	0.65

ภาพที่ 10 แสดง Purity ของ Red oil ที่ได้แปรตามปริมาณสารเคมีที่ใช้

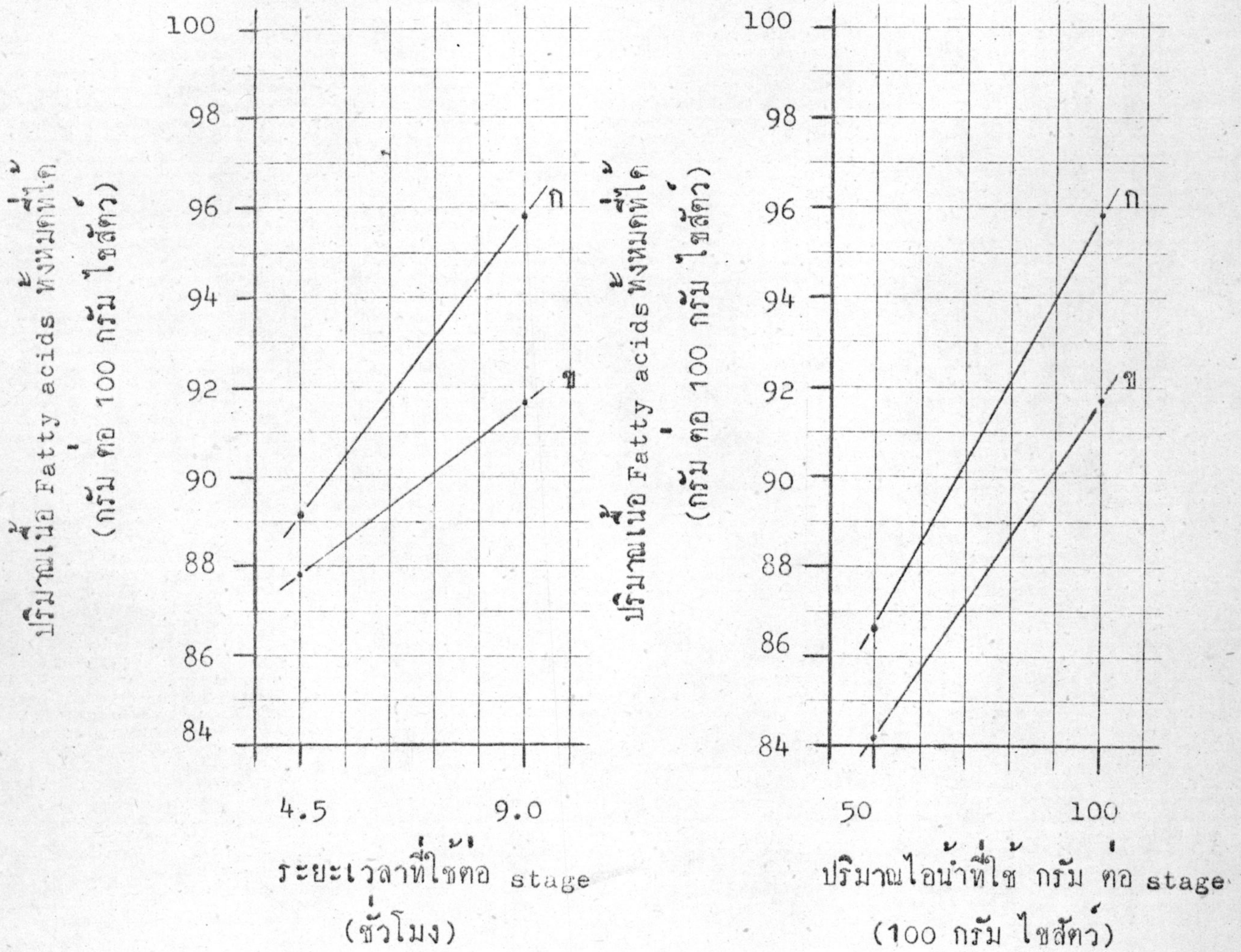
Stearic acid และ Red oil ได้จากภาพที่ 9 ขวา และ 10 ขวา การใช้ Sulphuric acid นี้ ต้องคำนึงถึงความสิ้นเปลืองของกรดที่ใช้ และ Slaked lime ที่ใช้ในการแยก Sulphuric acid จาก Sweet water อีกด้วย

4.4 ผลการทดลองโดยการเปลี่ยนช่วงเวลาที่ใช้ในปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาเคมีของการแยกสลายไขมันจะเกิดขึ้นเร็วในระยะเวลาแรก ๆ แล้วค่อย ๆ ช้าลง เนื่องจากความเข้มข้นของ glycerine ใน Sweet water ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามกฎของ Law of Mass Action ฉะนั้นปริมาณ fatty acids ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาครึ่งแรกของปฏิกิริยาเคมี ย่อมมากกว่าที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาครึ่งหลัง ในอุตสาหกรรมผลิต Stearic acid โดยวิธี Twitchell Process ใช้เวลาสำหรับปฏิกิริยาเคมี 12 ถึง 48 ชั่วโมง

ในการทดลองครั้งแรก ๆ ได้ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ใช้ไอน้ำเดือด 600 กรัม ต่อไขสัตว์ 600 กรัม จึงต้องควบคุมไอน้ำให้มีอัตราชั่วโมงละ 50 กรัม ซึ่งช้ามาก ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดฟอง bubble ใน Splitter จึงต้องเพิ่มอัตราของไอน้ำเดือดให้มากขึ้น โดยที่ต้องให้ปริมาณไอน้ำเดือดคงที่อยู่ที่ 600 กรัม จึงต้องลดเวลาที่ใช้ลง จึงเปลี่ยนเวลาที่ใช้เป็น 9 ชั่วโมง ซึ่งก็เพียงพอที่ทำให้ของเหลวใน Splitter เกิด bubbles ผสมกันได้ และให้ผลออกมาดี

จากการทดลองโดยใช้เวลา 9 ชั่วโมง กับลดลงให้เหลือครึ่งหนึ่ง คือ 4.5 ชั่วโมง ปรากฏว่าการแยกสลายไขมันให้ fatty acids น้อยลง ตามที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 11 ซ้าย ซึ่งเป็นการเปลี่ยนช่วงเวลา ที่ Sulphonic acid 3 มิลลิลิตร กับ Sulphuric acid 3 มิลลิลิตร ต่อ ไขสัตว์ 600 กรัม ตามเส้นล่างในภาพ ส่วนเส้นบนใช้ Sulphuric acid 6 มิลลิลิตร



	Sulphonic	Sulphuric
ก.	0.65	1.84
ข.	0.65	0.92

	Sulphonic	Sulphuric
ก.	0.65	1.84
ข.	0.65	0.92

<u>ภาพที่ 11</u> แสดงปริมาณเนื้อ Fatty acids ทั้งหมดที่ได้ แปรตาม เวลา และปริมาณไอน้ำที่ใช้

4.5 ผลการทดลองโดยการเปลี่ยนปริมาณไอน้ำเดือด

ไอน้ำเดือดที่ใช้ทำหน้าที่ให้ความร้อน เป็นตัวทำปฏิกิริยากับไขมันโดยตรง และเป็นตัวกวนสารละลายให้ผสมกันดียิ่งขึ้น การใช้ไอน้ำเดือดมากจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้มาก ปริมาณไอน้ำเดือดที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิต Stearic acid โดยวิธี Twitchell Process ประมาณ 50% ถึง 150% โดยน้ำหนักของไขสัตว์ ในการทดลองได้ใช้ปริมาณไอน้ำเดือด 100% ซึ่งให้ผลในการแยกสลายไขมันดี จึงได้ทดลองโดยการลดปริมาณไอน้ำเดือดลงเหลือ 50% ซึ่งมีผลทำให้การแยกสลายไขมันลดลง ผลที่ได้นี้แสดงอยู่ในภาพที่ 11 ขวา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนปริมาณไอน้ำลงเหลือ 50% โดยใช้เวลา 50% ด้วย ที่ Sulphonic acid 3 มิลลิลิตร กับ Sulphuric acid 3 มิลลิลิตร ต่อไขสัตว์ 600 กรัม ตามเส้นล่างในภาพ ส่วนเส้นบนใช้ Sulphuric acid 6 มิลลิลิตร

4.6 Emulsion ที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดการแยกสลายแล้ว

จากการสังเกต และบันทึกผลการเกิด emulsion เมื่อหยุดทำปฏิกิริยาเคมีแล้ว การเกิด emulsion จะมากน้อยต่างกัน ขึ้นกับปริมาณกรดที่เติมลงไป ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 10

ปริมาณ Emulsion ที่เกิดขึ้น

คิดเป็น % ของ Emulsion สูงสุดที่เกิดขึ้น

Sulphuric acid \ Sulphonic acid	0.65%	1.30%	1.95%
0.3%	60	80	100
0.9%	20	30	40
1.84%	20	20	30

ตารางที่ 10 แสดงผลของ Emulsion ที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดการแยกสลายแล้ว

จากตารางดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า การใช้กรด Sulphuric acid มากทำให้กรด Sulphonic acid ละลายเข้าไปในชั้นไขมันมากขึ้น เหลือ Sulphonic acid ในน้ำน้อย จึงเกิด emulsion น้อย การใช้กรด Sulphuric acid น้อย Emulsion จะเกิดขึ้นมาก และ emulsion จะเกิดมากขึ้นตามปริมาณ Sulphonic acid ที่ใช้อีกด้วย