

บทที่ 4

ผลการทดลอง วิเคราะห์ และวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันโลที่ดิสกิลेट

คุณสมบัติของน้ำมันโลที่ดิสกิลेटจากโรงกลั่นฝางที่ได้ศึกษามี

1. ปริมาณโอยที่ปนอยู่ (wax content) ตามวิธีของ Allen
2. ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) (ASTM D-287)
3. ความหนืด (ASTM D445-74)
4. จุดไหลเท (ASTM D97)
5. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกกับปริมาณโอยพาราฟิน
6. ความสัมพันธ์ระหว่างจุดไหลเทกับปริมาณโอยพาราฟิน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันโลที่ดิสกิลेट

คุณสมบัติ	น้ำมันโลที่ดิสกิลेट
ปริมาณโอยที่ปนอยู่ (% wt)	39.54
ความถ่วงจำเพาะ deg, API	36.35
ความหนืด cst @ 60° c	5.8
จุดไหลเท (°ข)	35.0

ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะของน้ำมันโลที่ดิสกิลेटกับจุดหลอมแสดงในรูปที่

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกของน้ำมันโลที่ดิสกิลेटกับจุดหลอมในสเกลปกติและสเกล Semi-log แสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกของน้ำมันโลที่ดิสกิลेटกับปริมาณโอยพาราฟิน และรูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดไหลเทของน้ำมันโลที่ดิสกิลेटกับปริมาณโอยพาราฟิน

วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน แสดงในภาคผนวก ก

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของไฮพาราฟิน

ไฮพาราฟินที่ไฮท์ทดสอบได้จากการตกผลึกไฮในน้ำมันโลกดีล็กเลต แล้วทำให้บริสุทธิ์
อีกครั้งจึงหาคุณสมบัติ

1. ความกว้างจำเพาะ
2. จุดหลอมเหลว (ASTM D-87)
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกกับจุดหลอม

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของไฮพาราฟิน

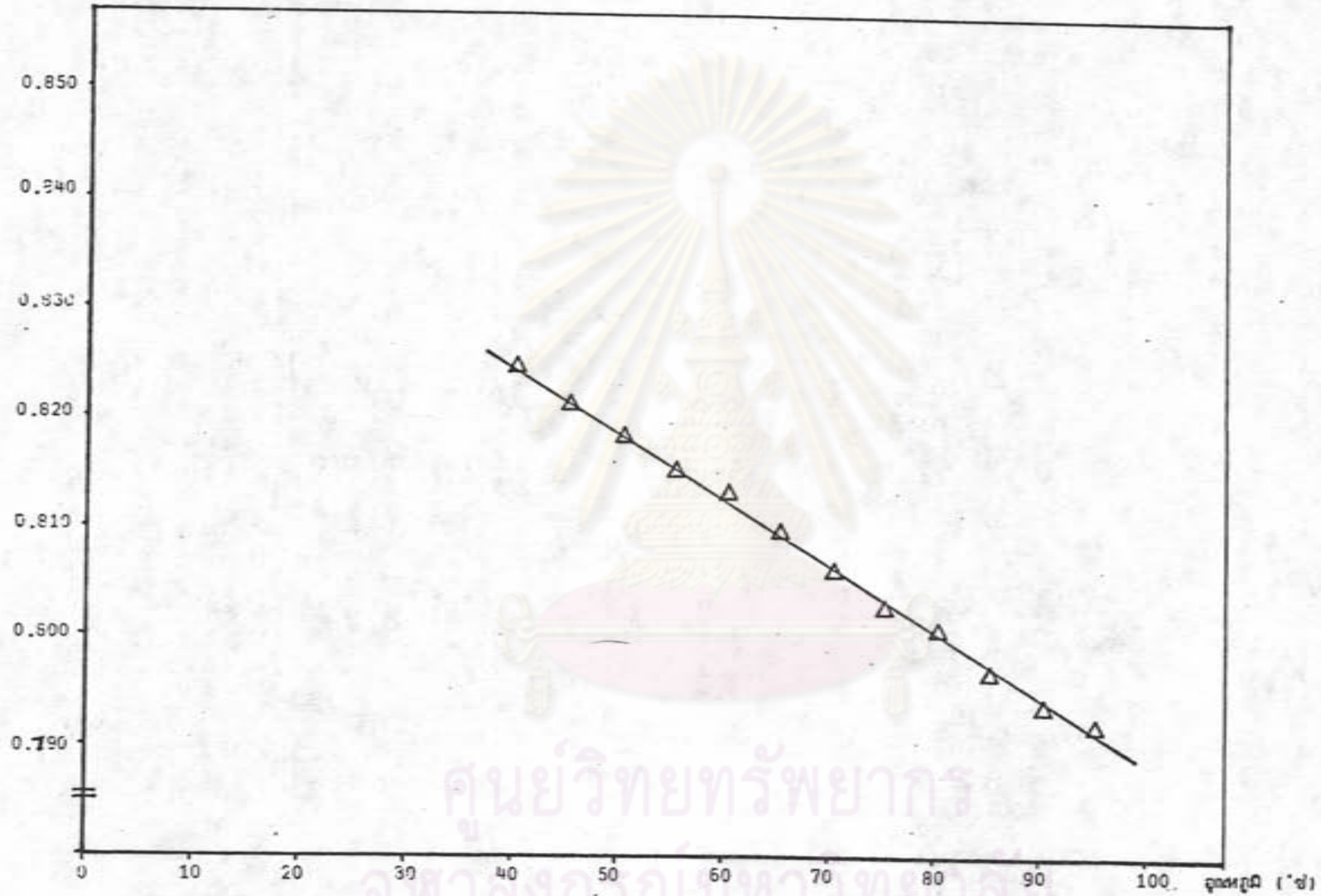
คุณสมบัติ	ไฮพาราฟิน
ความกว้างจำเพาะที่ 27/4 °ซ	0.8692
จุดหลอมเหลว (°ซ)	50.52

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกกับจุดหลอมแสดงในรูปที่ 4.6

วิธีการทดสอบตามมาตรฐานแสดงในภาคผนวก ก.

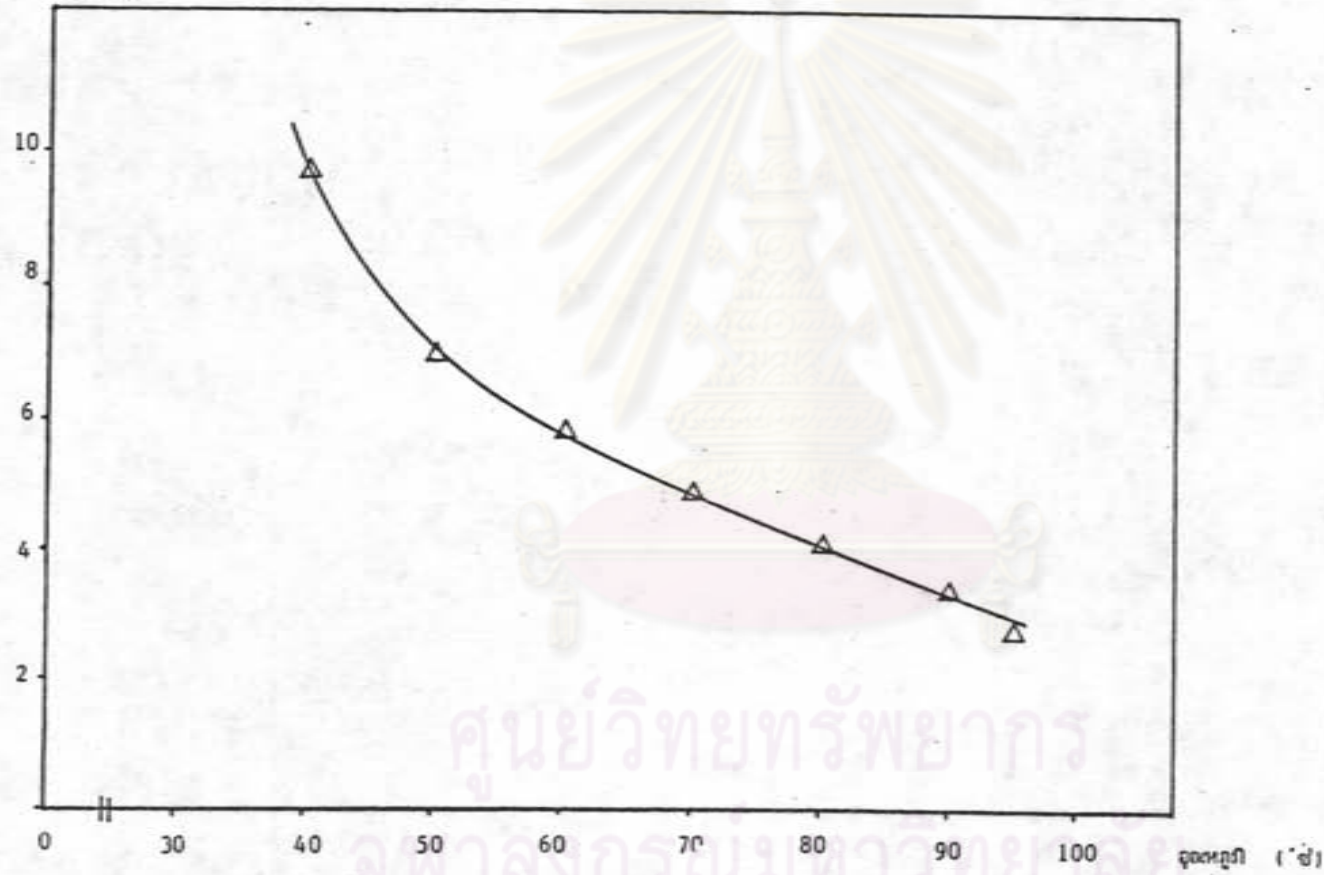
ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความต้งจำเพาะ (Sp.gr.)



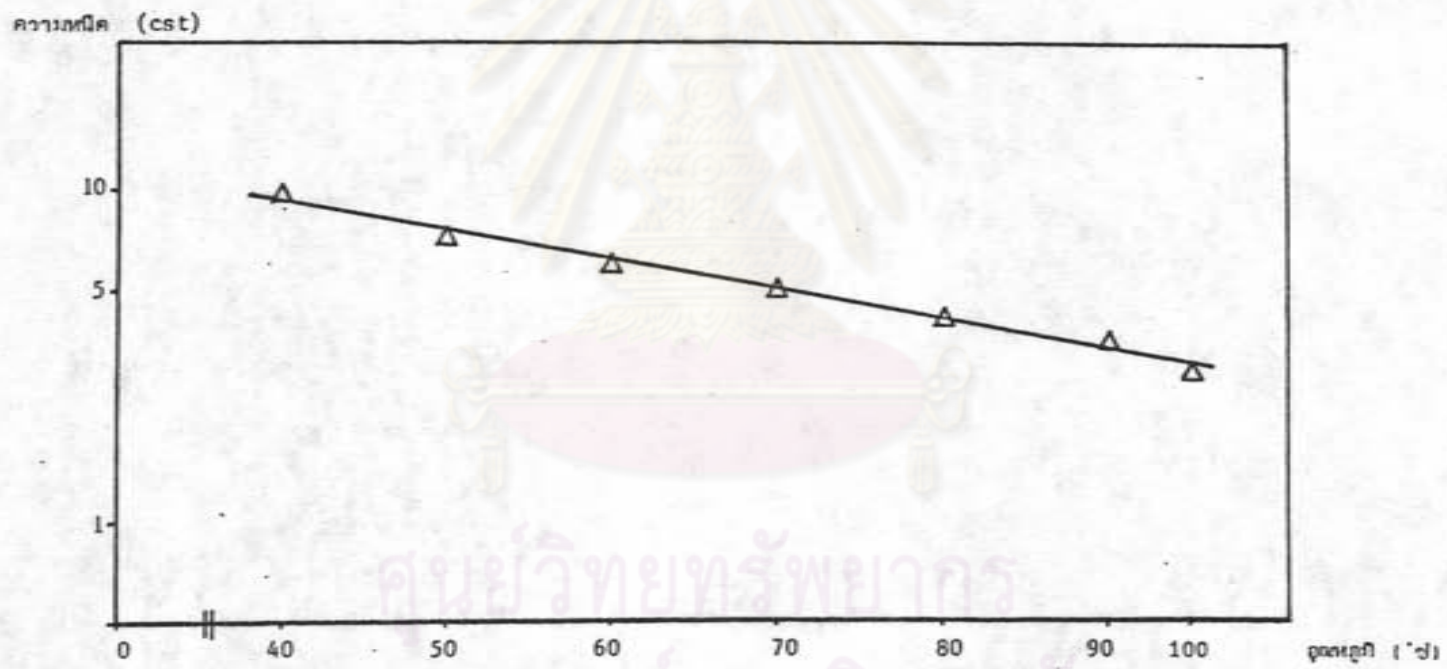
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้งจำเพาะของน้ำมันโลทิสส์กับอุณหภูมิ

ความหนืด (cst)

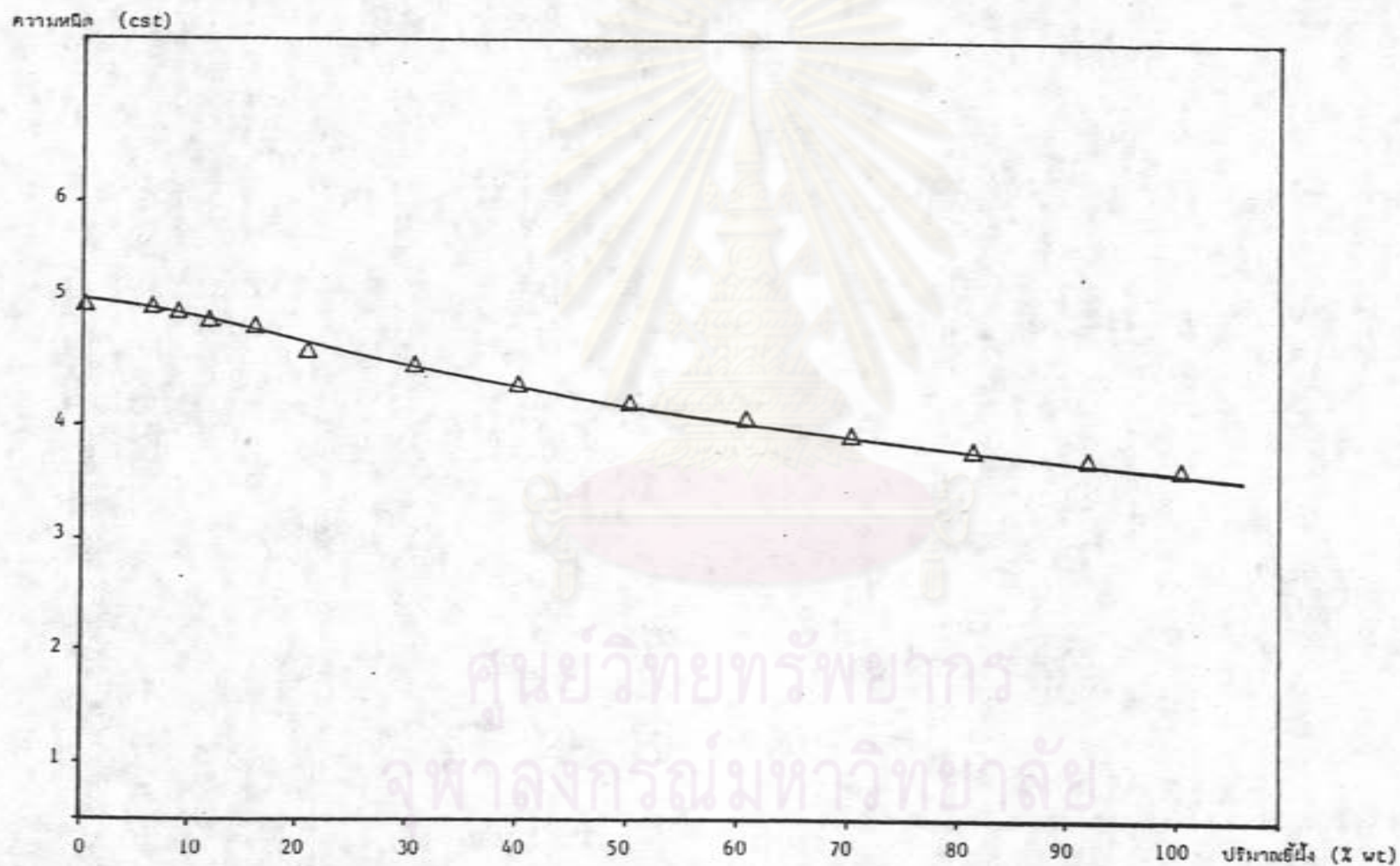


รูปที่ 4.2

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดกับอุณหภูมิของน้ำส้มโลกัสสิกสกัดกับอุณหภูมิในสเกลปกติ



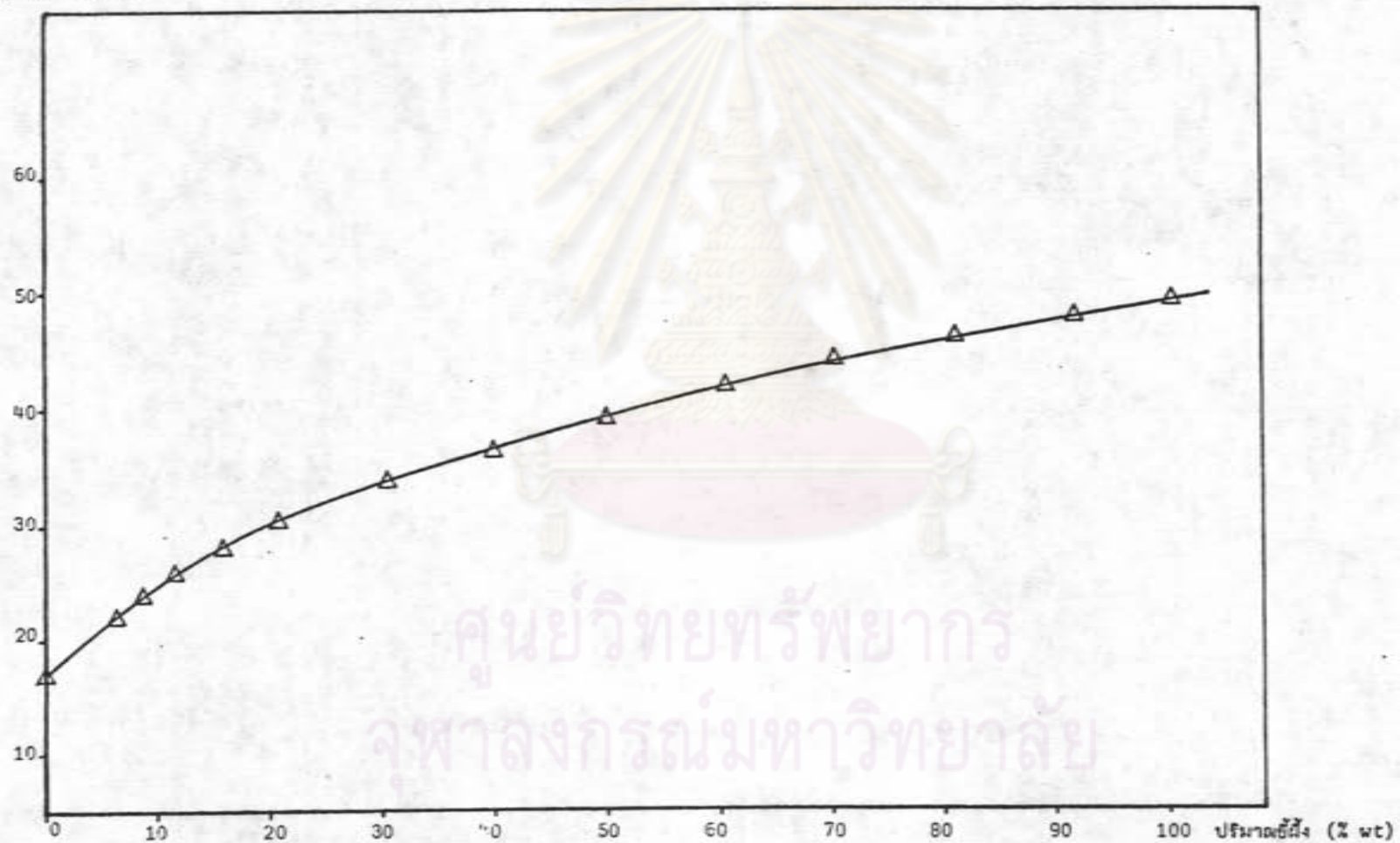
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดเนมาติกของน้ำไนโลทีดิลกลีเลตกับอุณหภูมิในสเกล semi-log



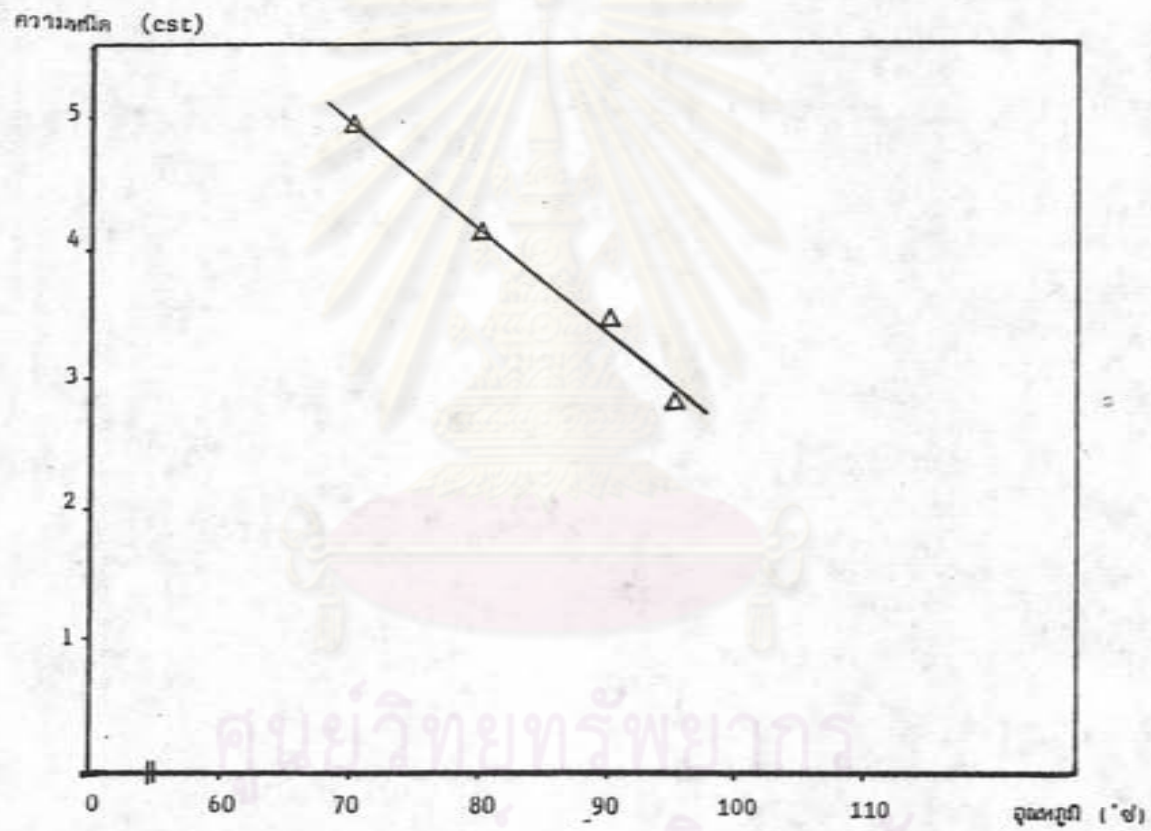
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและความหนืดของน้ำมันโกลด์ลัคเลดที่มีปริมาณซีมีงต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดไหลเท (°C)



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดไหลเทของน้ำมันโกลดีสติลกับปริมาณไซตาง ๆ



รูปที่ 4.6

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดคิเนมาติกของโซพาราฟีน (m.p 50.52°c) กับจุดตก

4.3 ผลการตกผลึกไซโนแบบจำลอง เครื่องตกผลึก

ตารางที่ 4.3 แสดงการตกผลึกไซโนแบบจำลองที่อุณหภูมิสารละลายต่าง ๆ

อุณหภูมิสารละลาย (°C)	ส่วนเกาะติดบนผิวจาน	
	น้ำหนักต่อพื้นที่ (กรัม/ซม ²)	ปริมาณไซ (%โดยน้ำหนัก)
36.5	0.421	27.0
40.0	0.295	35.1
44.0	0.245	35.2
46.0	0.238	34.5
50.0	0.174	31.8
52.5	0.170	38.5
55.0	0.130	36.1
60.0	0.090	38.1

4.4 ผลการหาลักษณะที่เหมาะสมของการตกผลึกไซโนพาราฟินในน้ำมันไลต์ดีสกีเลตด้วยเครื่องตกผลึกระดับห้องปฏิบัติการ

4.4.1 ผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสม (MEK กับ toluene 1:1 by Vol.)

ต่อน้ำมันไลต์ดีสกีเลต ต่อการตกผลึกไซโนพาราฟิน จากการทดลองใช้อัตราส่วนตัวทำละลายผสม ต่อน้ำมันในอัตรา 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 และ 6:1 ที่ความเร็วรอบจานเหล็ก 1.28 rpm. และอุณหภูมิสารละลาย 30.0°C พบว่าเมื่อสัดส่วนของตัวทำละลายผสมมากขึ้น จุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไซโนออกบางส่วนจะลดลงจาก 35.0 เหลือ 32.1°C ที่อัตราส่วน 6:1 ส่วนจุดไหลเทของไซโนที่เกาะบนผิวจานเหล็กจะเพิ่มขึ้นเป็น 38.0°C ที่อัตราส่วน 6:1

ประสิทธิภาพการแยก (separation efficiency), E (25)

$$E = \frac{W_1 - W_s}{W_1} \times 100$$

ค่า Separation efficiency ของไซในส่วนของแฉ่งที่เกาะบนผิวจานเหล็กจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนมากกว่า 3:1 และเท่ากับ 9.8% ที่ 6:1 ในอัตราส่วน 1:1 ถึง 3:1 จะไม่พบว่าเกิดการแยกของไซออกจากน้ำมัน สัดส่วนของน้ำหมักไซที่แยกได้ต่อน้ำหมักที่ป้อนเข้าจะลดลงเมื่อสัดส่วนของตัวทำละลายผสมมากขึ้น กล่าวคือลดลงจาก 0.462 เป็น 0.07 ที่ 1:1 และ 6:1 รูปที่ 4.7 และ 4.8 ที่แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมันโลหิตัสกิเลตกับจุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไซออกบางส่วน และไซที่เกาะบนผิวจานเหล็ก รูปที่ 4.9 แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมันโลหิตัสกิเลตกับ Separation efficiency และสัดส่วนของน้ำหมักไซที่แยกได้ต่อน้ำหมักไซที่ป้อนเข้า

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.7 , 4.8 และ 4.9 เลือกอัตราส่วน 5:1 เป็นสภาวะที่ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.2 ผลของความเร็วยอบจานเหล็กต่อการตกผลึกไซในน้ำมัน จากการทดลองใช้ความเร็วรอบในอัตรา 0.05, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.28 rpm จุดหลอมละลาย 30.0°ซ และอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมัน 5:1 พบว่าเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น จุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไซออกบางส่วนจะเพิ่มขึ้นจาก 31.6°ซ เป็น 33.9°ซ ที่ความเร็วรอบ 0.5 และ 1.28 rpm. ช่วงความเร็วรอบน้อยกว่า 0.5 rpm. จุดไหลเทของน้ำมันมีค่าค่อนข้างคงที่ (31.6-32.0°ซ) ดังแสดงรูปที่ 4.10 รูปที่ 4.11 แสดงผลของความเร็วยอบต่อจุดไหลเทของไซที่เกาะบนผิวจานเหล็กพบว่า เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น จุดไหลเทจะลดลงจาก 42.8 เป็น 37.0°ซ ที่ความเร็วรอบ 0.05 และ 1.28 rpm. ผลของความเร็วยอบต่อ Separation efficiency จะลดลงจาก 33.7 เป็น 3.7% แต่น้ำหมักไซที่แยกได้จะเพิ่มขึ้นจาก 0.20 เป็น 0.83 กก. ที่ 0.05 และ 1.28 rpm.

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.10 , 4.11 และ 4.12 เลือกความเร็วรอบจานเหล็ก 0.5 rpm. เป็นสภาวะที่ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ประสิทธิภาพการแยก (separation efficiency), E (25)

$$E = \frac{W_1 - W_s}{W_1} \times 100$$

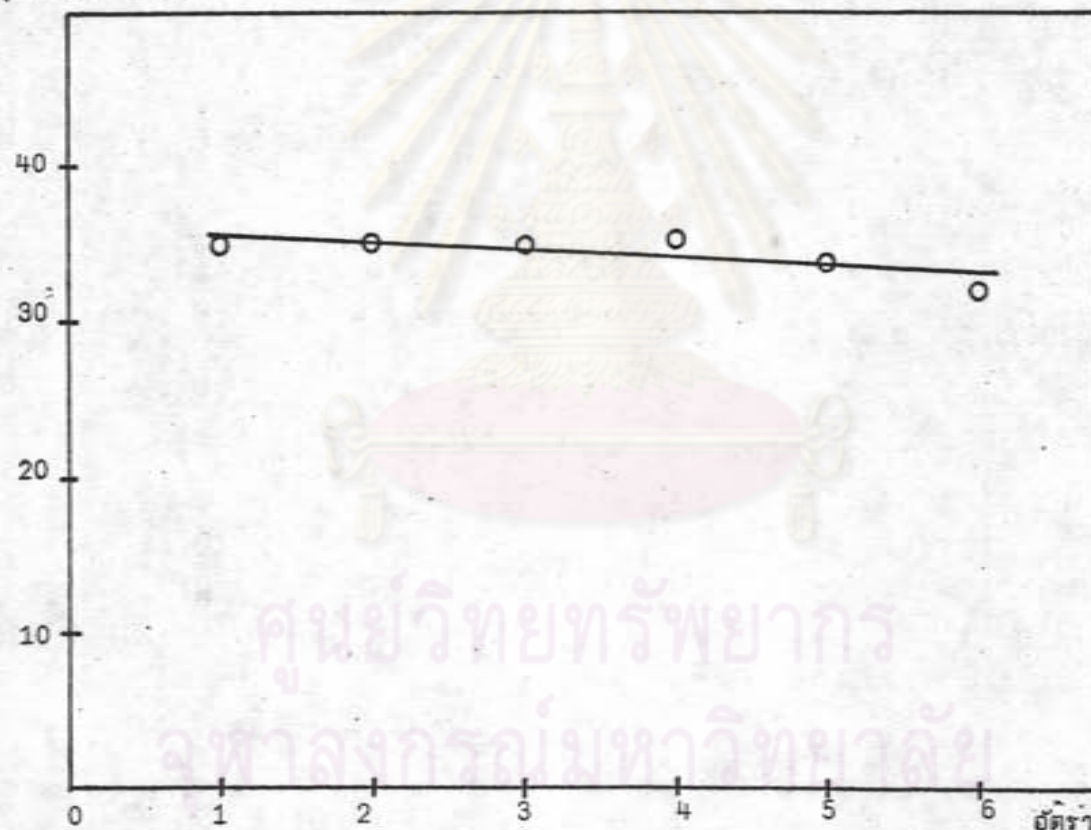
ค่า Separation efficiency ของไซในส่วนของแฉียงที่เกาะบนผิวจานเหล็กจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนมากกว่า 3:1 และเท่ากับ 9.8% ที่ 6:1 ในอัตราส่วน 1:1 ถึง 3:1 จะไม่พบว่าเกิดการแยกของไซออกจากน้ำมัน สัดส่วนของน้ำหนักไซที่แยกได้ต่อน้ำหนักที่ป้อนเข้าจะลดลงเมื่อสัดส่วนของตัวทำละลายผสมมากขึ้น กล่าวคือลดลงจาก 0.462 เป็น 0.07 ที่ 1:1 และ 6:1 รูปที่ 4.7 และ 4.8 ที่แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมันไลทิลลิกิเลตกับจุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไซออกบางส่วน และไซที่เกาะบนผิวจานเหล็ก รูปที่ 4.9 แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมันไลทิลลิกิเลตกับ Separation efficiency และสัดส่วนของน้ำหนักรวมที่แยกได้ต่อน้ำหนักที่ป้อนเข้า

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.7 , 4.8 และ 4.9 เลือกอัตราส่วน 5:1 เป็นสภาวะที่ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.2 ผลของความเร็วยรอบจานเหล็กต่อการตกผลึกไซในน้ำมัน จากการทดลองใช้ความเร็วรอบในอัตรา 0.05, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.28 rpm จุดหลอมละลาย 30.0°ซ และอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมัน 5:1 พบว่าเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น จุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไซออกบางส่วนจะเพิ่มขึ้นจาก 31.6°ซ เป็น 33.9°ซ ที่ความเร็วรอบ 0.5 และ 1.28 rpm. ช่วงความเร็วรอบน้อยกว่า 0.5 rpm. จุดไหลเทของน้ำมันมีค่าค่อนข้างคงที่ (31.6-32.0°ซ) ดังแสดงรูปที่ 4.10 รูปที่ 4.11 แสดงผลของความเร็วยรอบต่อจุดไหลเทของไซที่เกาะบนผิวจานเหล็กพบว่า เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น จุดไหลเทจะลดลงจาก 42.8 เป็น 37.0°ซ ที่ความเร็วรอบ 0.05 และ 1.28 rpm. ผลของความเร็วยรอบต่อ Separation efficiency จะลดลงจาก 33.7 เป็น 3.7% แต่น้ำหนักไซที่แยกได้จะเพิ่มขึ้นจาก 0.20 เป็น 0.83 กก. ที่ 0.05 และ 1.28 rpm.

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.10 , 4.11 และ 4.12 เลือกความเร็วรอบจานเหล็ก 0.5 rpm. เป็นสภาวะที่ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

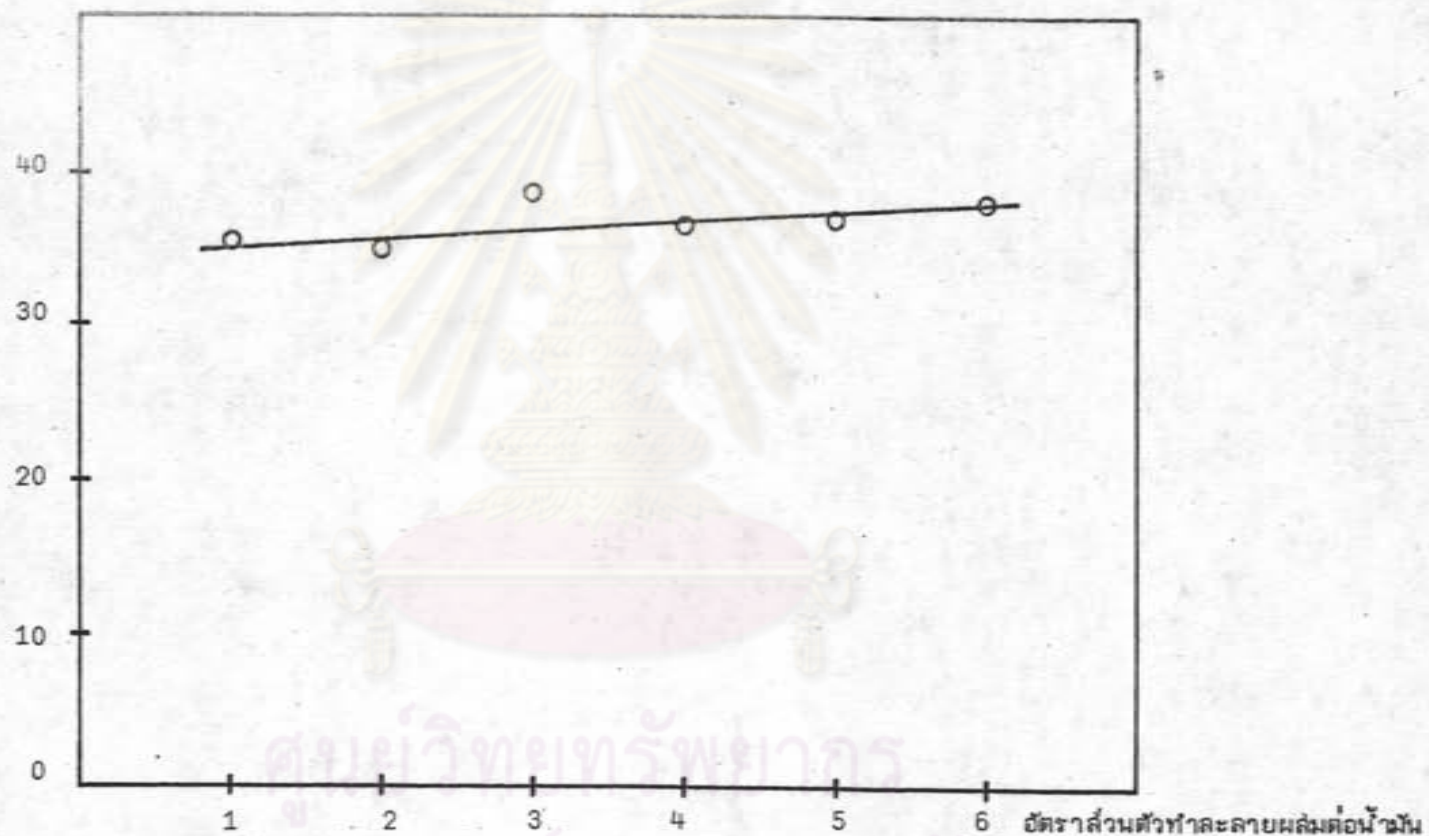
จุดโหลเท (°)



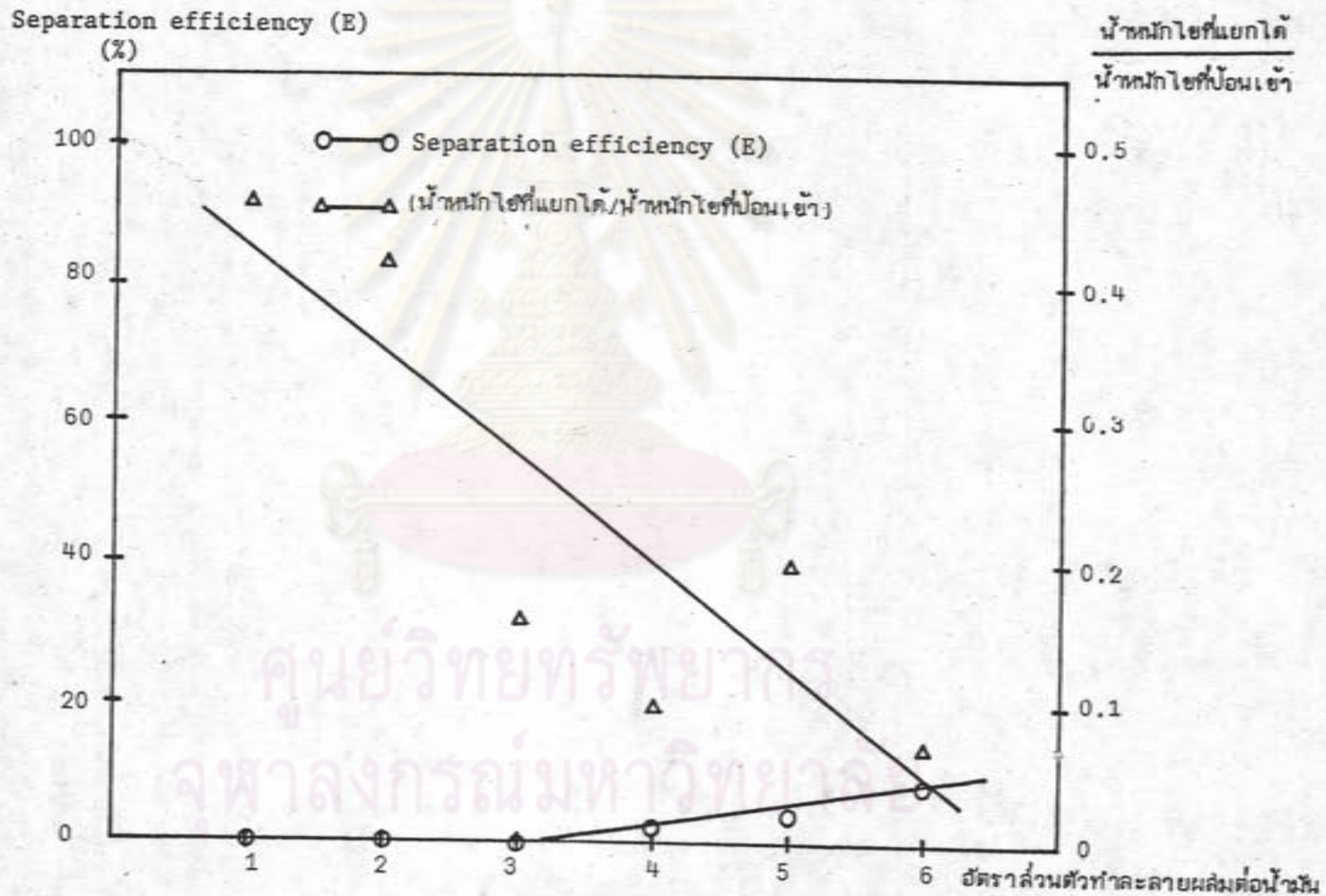
อัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำใน

รูปที่ 4.7 แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำในโลหิตสีก เลตต่อจุดโหลเทของน้ำวันที่แบกโฉบางส่วน

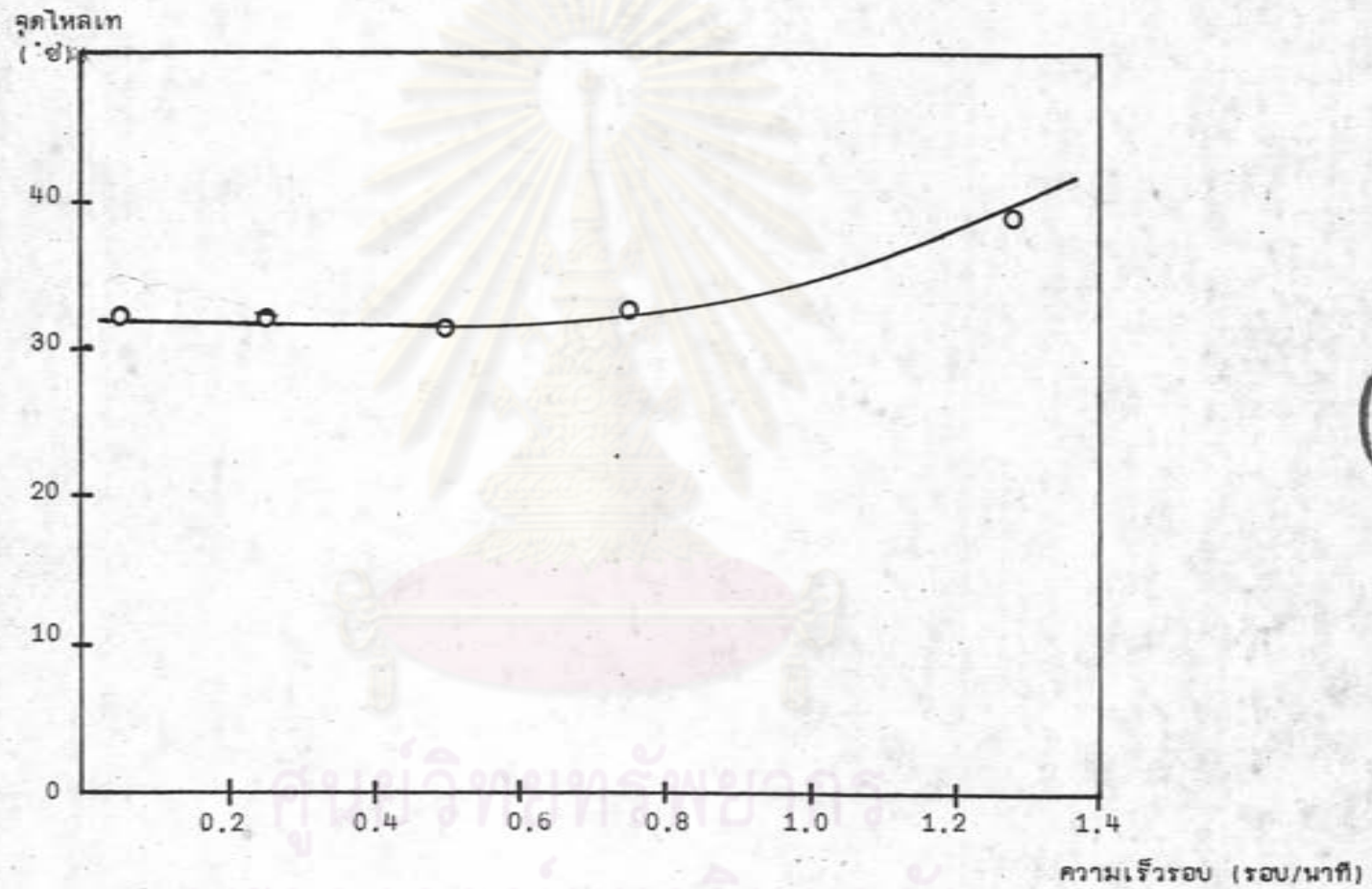
จุดไหลเท (°C)



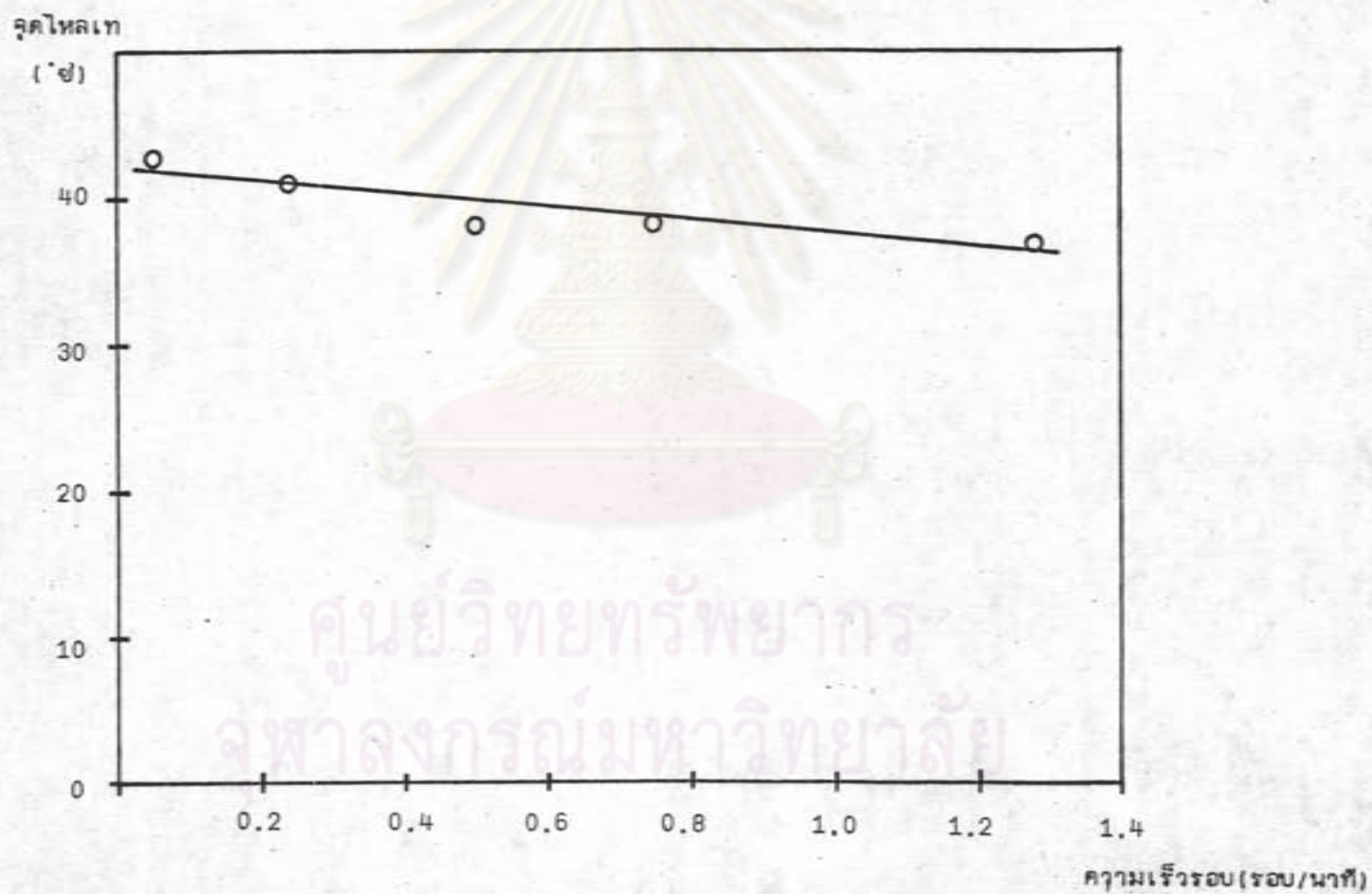
รูปที่ 4.8 แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำวันโลกิศักดิ์เลตต่อจุดไหลเทของไซโนอินของแข็งที่เกาะบนผิวจานเหล็ก



รูปที่ 4.9 แสดงผลของอัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมันโกลด์ลิกเลต ต่อ separation efficiency และสัดส่วนน้ำหมักโยที่แยกได้ต่อน้ำหมักโยที่ป้อนเข้า

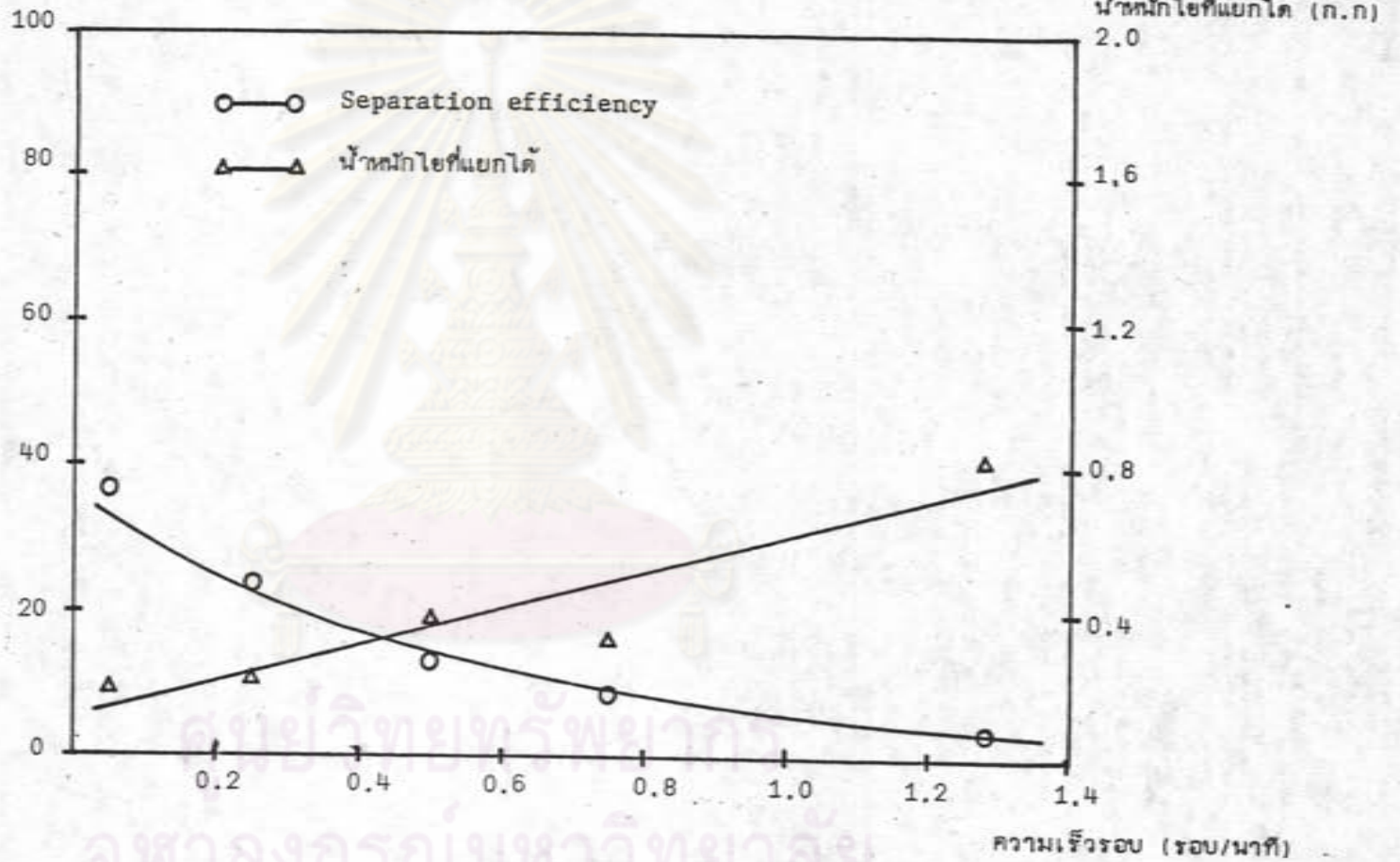


รูปที่ 4.10 แสดงผลของความเร็วรอบของจานเหล็กต่อจุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไขออกบางส่วน



รูปที่ 4.11 แสดงผลของความเร็วยรอบของจานเหล็ก ต่อจุดไหลเทของไฮนซ์ของแข็งที่เกาะบนผิวจานเหล็ก

Separation efficiency (E) (%)



รูปที่ 4.12 แสดงผลของความเร็วยรอบของจานเหวี่ยงต่อ Separation efficiency และน้ำหมักโยคีแบบโค้

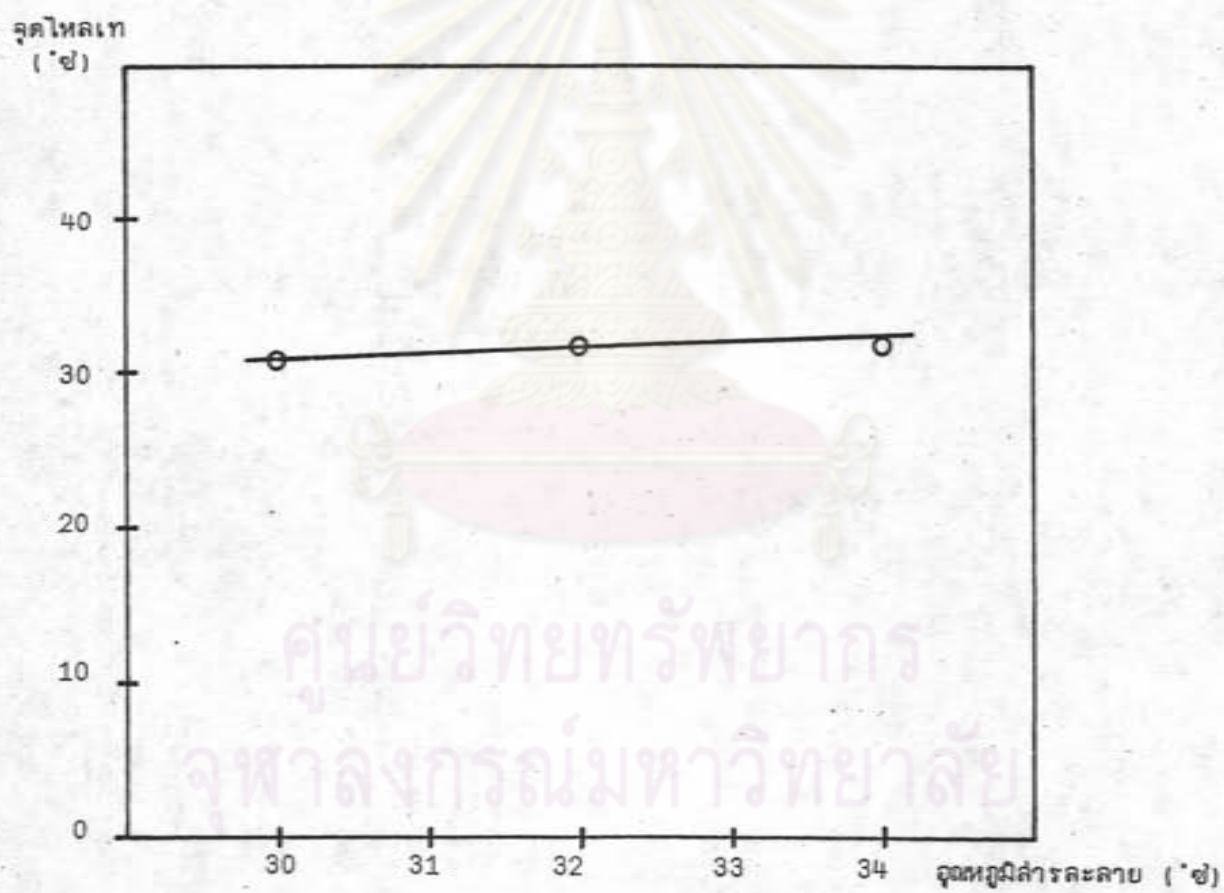
4.4.3 ผลของจุดหมุนสำหรับละลายต่อการตกผลึกไซในน้ำมัน จากการทดลองใช้ จุดหมุนสำหรับละลาย 30.0, 32.0 และ 34.0°ซ ที่อัตราส่วนตัวทำละลายผลมต่อน้ำมัน 5:1, ความเร็วรอบ 0.5 rpm. พบว่าเมื่อจุดหมุนสำหรับละลายสูงขึ้น จุดไหลเทของน้ำมันที่แยกไขออก บางส่วน และไขที่เกาะติดบนจานเหล็กจะสูงขึ้นจาก 31.6 เป็น 33.4°ซ และ 38.0 เป็น 42.1°ซ ที่ 30.0 และ 34.0°ซ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.13 และ 4.14 รูปที่ 4.15 แสดงผลของจุดหมุนสำหรับละลายต่อ Separation efficiency และน้ำหนักไขที่แยกได้ พบว่า เมื่อจุดหมุนสำหรับละลายสูงขึ้น ค่า Separation efficiency เพิ่มขึ้นจาก 13.6 เป็น 21.6% แต่น้ำหนักของไขที่แยกได้ลดลงจาก 0.38 เป็น 0.12 ก.ก ที่ 30.0 และ 34.0°ซ

จากการทดลองในรูปที่ 4.13 , 4.14 และ 4.15 เลือกจุดหมุน สำหรับละลาย 30.0°ซ เป็นสภาวะที่ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

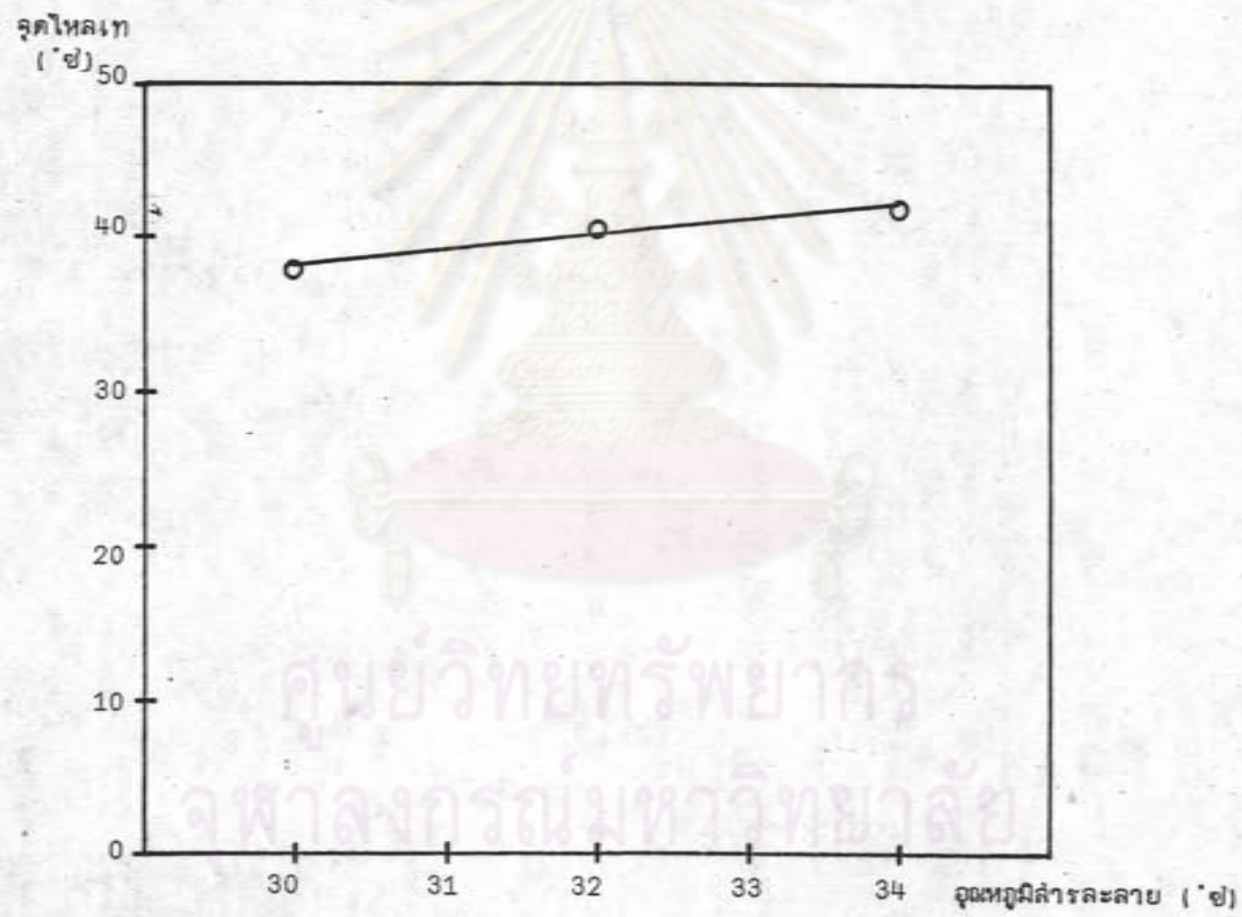
4.4.4 ผลของจำนวนครั้งที่สำหรับละลายน้ำมันไหลผ่านเครื่องตกผลึกต่อการตกผลึกไซ ในน้ำมัน จากการทดลองใช้สภาวะดังนี้ อัตราส่วนตัวทำละลายผลมต่อน้ำมัน 5:1, ความเร็ว รอบ 0.5 rpm และจุดหมุนสำหรับละลาย 30.0°ซ พบว่า เมื่อสำหรับละลายน้ำมันผ่านเครื่องตกผลึก มากครั้งมากขึ้นจุดไหลเทของน้ำมันจะลดลงจาก 35.0 เป็น 25.5°ซ เมื่อผ่าน 10 ครั้งและ จุดไหลเทลดลง 7.0°ซ จาก 35.0 เป็น 28.0°ซ เมื่อน้ำมันผ่านเครื่องตกผลึก 5 ครั้ง หลังจาก 5 ครั้ง การลดของจุดไหลเทเริ่มน้อยลงจนค่อนข้างคงที่ที่ 25.8°ซ เมื่อผ่านเครื่อง ใต้ 10 ครั้ง แสดงในรูปที่ 4.16

น้ำหนักของไขที่แยกได้ต่อพื้นที่ของจานเหล็กที่ไว้ตกผลึกในแต่ละครั้งที่น้ำมัน ผ่านเครื่องตกผลึก พบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ที่ 0.55 ก.ก ต่อตารางเมตร และลดลงเป็น 0.33 ก.ก ต่อตารางเมตรที่ครั้งที่ 10 แสดงในรูปที่ 4.16

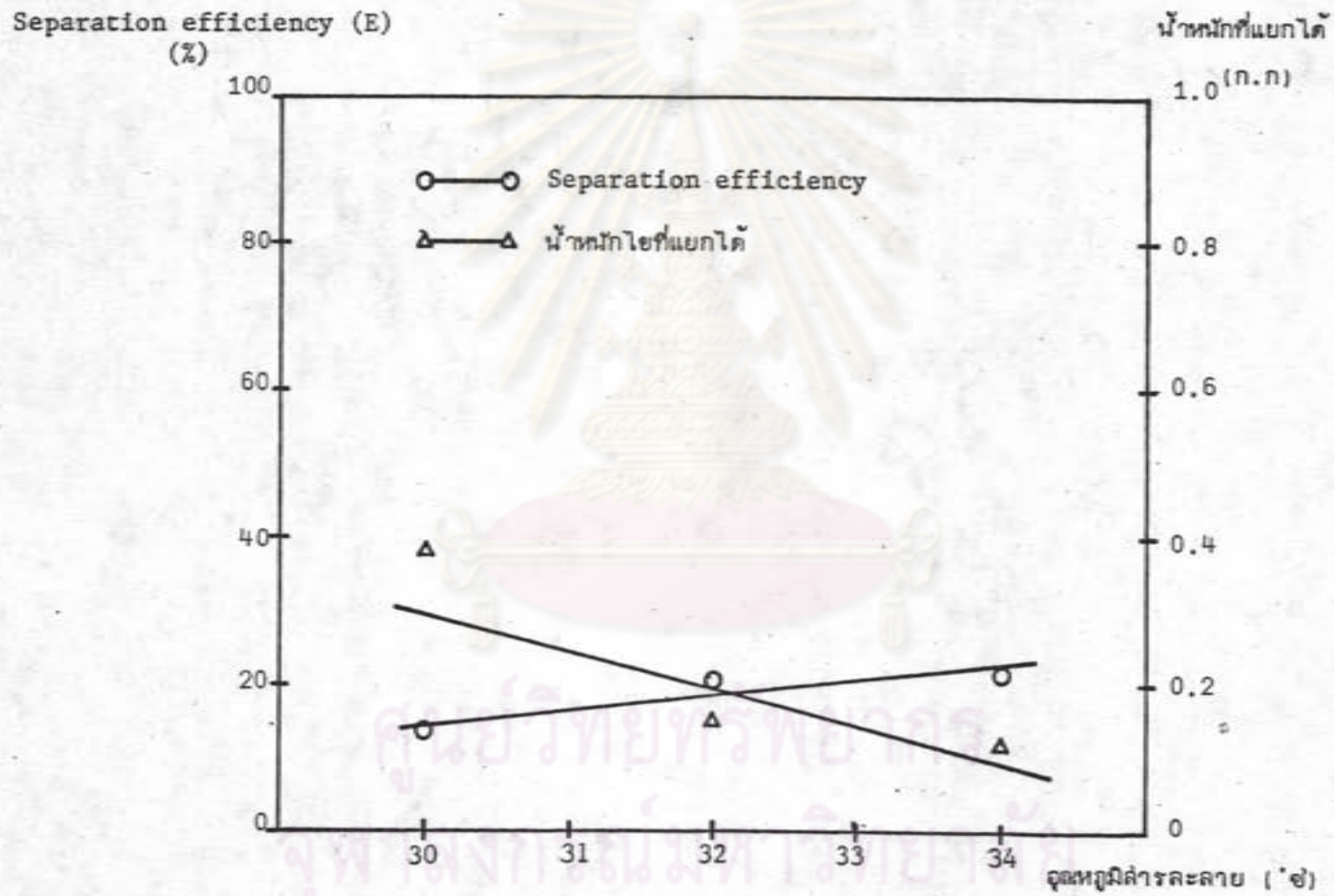
น้ำหนักของไขที่แยกได้สะสมในแต่ละครั้ง พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จาก 0 เป็น 1.8 ก.ก เมื่อผ่านเครื่อง 5 ครั้ง หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนคงที่ที่ 2.2 ก.ก ที่ครั้งที่ 10 แสดงในรูปที่ 4.16



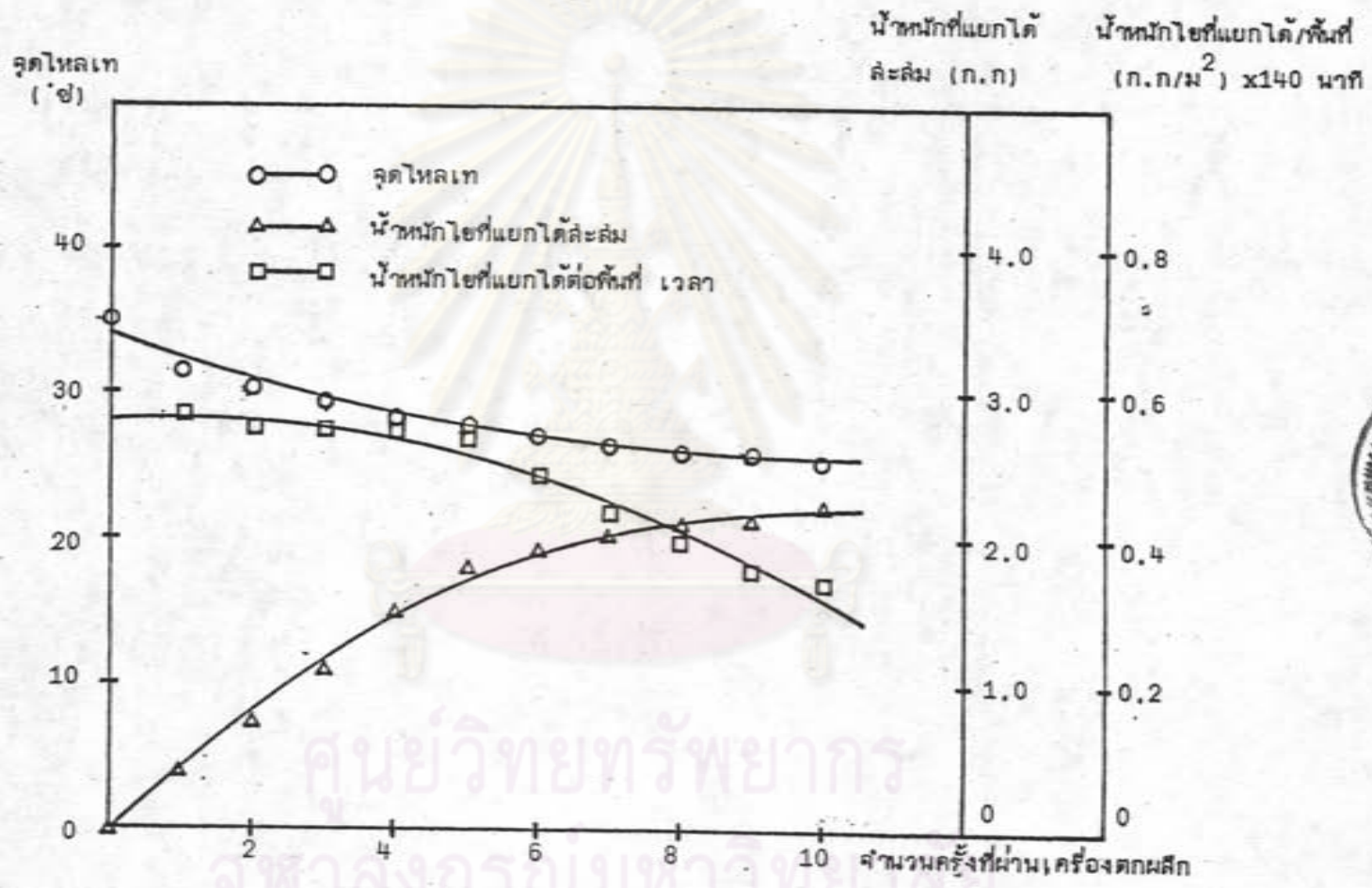
รูปที่ 4.13 แสดงผลของจุดทวิศัรละลาบต่อจุดโหลเทของน้ำในถังแยกโยออกบางส่วน



รูปที่ 4.14 แสดงผลของจุดหักเหต่อจุดโทลเททของใยในชั้นของแข็งที่เกาะบนผิวงานเหล็ก



รูปที่ 4.15 แสดงผลของจุดหลอมละลายต่อ separation efficiency และน้ำหนักโซ่แยกได้



รูปที่ 4.16 แสดงผลของจำนวนครั้งที่ลำรละลายน้ำหนักไหลผ่านเครื่องตอกหมึกต่อจุดไหลเทของน้ำหนักโยที่แยกโยออกบางส่วน, น้ำหนักโยที่แยกได้ละลิ้มและน้ำหนักโยที่แยกได้ต่อพื้นที่ เวลา

4.5 ผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของการทดลอง A1 ถึง A6

การทดลอง	A1	A2	A3	A4	A5	A6
ผล						
สัมประสิทธิ์การถ่ายเท ความร้อนรวม, U (Btu/ft ² .hr.°F)	1.81	1.83	1.89	1.96	1.96	2.00

หมายเหตุ

- สภาวะการทดลอง - อัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมัน 1/1 ถึง 6/1
- ความเร็วรอบ 1.28 rpm.
- จุดหมุนสารละลาย 30°ซ
- จุดหมุนน้ำหล่อเย็น 16°ซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของการทดลอง B1 ถึง B5

ผลการทดลอง	B1	B2	B3	B4	B5
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม, U (Btu/ft ² .hr, °F)	20.12	10.58	4.94	3.36	1.96

หมายเหตุ

- อัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมัน 5/1
- ความเร็วรอบ 0.05-1.28 rpm.
- จุดหมุนสำหรับละลาย 30°ซ
- จุดหมุนน้ำหล่อเย็น 16°ซ

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของการทดลอง C1 ถึง C3

ผลการทดลอง	C1	C2	C3
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม, U (Btu/ft ² .hr, °F)	4.94	4.98	4.94

หมายเหตุ

- อัตราส่วนตัวทำละลายผสมต่อน้ำมัน 5/1
- ความเร็วรอบ 0.5 rpm.
- จุดหมุนสำหรับละลาย 30-34°ซ
- จุดหมุนน้ำหล่อเย็น 16°ซ

การคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อน (q) สมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของชั้น
ขอบเขตด้านอุณหภูมิสูง (h_o) ความต้านทานการถ่ายเทความร้อน (heat transfer resistance)
ของชั้นสิ่งเกาะทางด้านอุณหภูมิสูง (r_h) และของผนังกัน (r_w) ที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ แสดง
ไว้ในภาคผนวก ค.2

4.6 แบบจำลองคณิตศาสตร์ของอัตราการเติบโตของไซบอนด์อุณหภูมิคงที่ ที่สภาวะการทดลองที่เหมาะสม

การทำนายความหนาของชั้นของแข็ง (ไซ) ที่เกาะติดบนผิวจานเหล็ก สามารถนำ
สมการที่ (10) อัตราการเติบโตของไซมาประยุกต์ใช้ได้

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\beta}{\sqrt{\alpha^2 + 2\beta t}} \quad (10)$$

เมื่อ β , α และ ϕ เป็นค่าคงที่

4.6.1 การหาค่าคงที่ β , α และ ϕ สภาวะการทดลองที่เลือกใช้ในการคำนวณ
คืออัตราส่วนตัวทำละลายผลมต่อน้ำมัน 5/1, ความเร็วรอบ 0.5 rpm, อุณหภูมิสารละลาย
30.0 °C และอุณหภูมิไม้หล่อเป็น 16.0 °C (การทดลอง B3)

จากสมการที่ (7)

$$\alpha = \frac{k_s \phi}{h_o (1+\phi)} \quad (7)$$

k_s = thermal conductivity ของชั้นของแข็ง (ไซ)

= 0.14 Btu/ft.hr.°F สำหรับความหนา 1 ft.

h_o = 5.18 Btu/ft².hr.°F (ภาคผนวก ค2)

แทนค่าในสมการที่ (7) ได้

$$\alpha = \frac{0.027 \phi}{(1+\phi)} \quad (22)$$

จากสมการที่ (8)

$$\beta = \frac{k_s (T_b - T_w)}{\lambda \rho_s (1+\phi)} \quad (8)$$

$$(T_b - T_w) = 25.06 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\lambda = \text{heat of crystallization}$$

$$= 72.5 \text{ Btu/lb (ภาคผนวก ค.1)}$$

$$\rho_s = \text{mass concentration ของชิ้นของแข็ง (ไย)}$$

$$= 9.54 \text{ lb/ft}^3.$$

แทนค่าในสมการที่ (8) ได้

$$\beta = \frac{0.012}{(1 + \phi)} \quad (23)$$

จากสมการที่ (9)

$$\begin{aligned} \phi &= \frac{h_o C_b}{\lambda K (\rho_b - C_b) B} \\ &= \frac{k_b N_{nu} C_b}{\lambda D N_{sh} (\rho_b - C_b) B} \end{aligned} \quad (9)$$

คำนวณหาค่าคงที่ ϕ ได้จาก trial and error โดยแทนค่า $X_{exp} = 0.36 \text{ mm}$ ที่เวลา 2.33 ชั่วโมง จากสมการที่ (10) ทำการอินทิเกรตและตัดเทอมใหม่ได้

$$X_{cal} = \frac{2\sqrt{\frac{\alpha^2}{\beta} + \frac{2}{\beta} t}}{\frac{2}{\beta}} \quad (24)$$

ให้ $X_{cal.} = X_{exp.}$ และแก้สมการที่ (24) ได้

$$\phi = -0.564$$

แทนค่า ϕ ลงในสมการที่ (22) และ (23) ได้

$$\alpha = -0.035$$

$$\beta = 0.028$$

แทนค่า ϕ , α และ β ลงในสมการที่ (10) ได้

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{\sqrt{1.563 + 71.43x}} \quad (25)$$

สมการที่ (25) แสดงความหนาของชั้นของแข็ง (ไซ) เป็นฟังก์ชันกับเวลา

4.7. การวิเคราะห์ผลการทดลองตกผลึกโพลิเอทิลีนในน้ำมันโลที่ดิลลิเลตในทางเศรษฐศาสตร์

การหาต้นทุนในการผลิตน้ำมันที่แยกไซออกบางส่วน เมื่อผ่านเครื่องตกผลึก 10 ครั้ง
จนมีจุดไหลเท 25.5°ซ และได้ไซหนัก 2.24 ก.ก

ฐานในการคำนวณ ระยะเวลา 1 ปี (300 วันทำงาน)

- ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ (operating cost) ได้แก่

$$\begin{aligned} \text{ค่าวัตถุดิบ (น้ำมันโลที่ดิลลิเลต)} &= \frac{11.67 \text{ ลิตร}}{2.33 \text{ ไซ.ม}} \times \frac{300 \times 24 \text{ ไซ.ม}}{\text{ปี}} \times \frac{4.93 \text{ บาท}}{\text{ลิตร}} \\ &= 177,784.7 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าจ้างแรงงาน} &= \frac{73 \text{ บาท}}{\text{วัน}} \times \frac{300 \text{ วัน}}{\text{ปี}} \\ &= 21,900 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้า} &= \frac{2.84 \text{ หน่วย}}{1 \text{ เครื่อง} \cdot \text{ไซ.ม}} \times 300 \times 24 \text{ ไซ.ม} \\ &= \frac{1.70 \text{ บาท}}{\text{หน่วย}} \times 10 \text{ เครื่อง} \\ &= 347,616 \text{ บาท} \end{aligned}$$

- ค่าเสื่อมราคา (10% ของเงินลงทุนทั้งหมดเริ่มแรก) = 20,000 บาท

$$\begin{aligned} \text{รายรับจากการขายโพลิเอทิลีน} &= \frac{2.24 \text{ ก.ก}}{2.33 \text{ ไซ.ม}} \times \frac{300 \times 24 \text{ ไซ.ม}}{\text{ปี}} \times \frac{18 \text{ บาท}}{\text{ก.ก}} \\ &= 124,594 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำมันที่แยกไขออกบางส่วน} &= \frac{9 \text{ ลิตร}}{2.33 \text{ ช.ม}} \times \frac{300 \times 24 \text{ ช.ม}}{1} \\ &= 27811.1 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนในการผลิตน้ำมันที่แยกไขออกบางส่วน} &= \frac{347,616 - 124,594}{27811.1} \text{ บาท} \\ &= 8.02 \text{ บาทต่อลิตร} \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย