

รายงานโครงการการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย
(INDUSTRIAL TECHNOLOGY ASSISTANCE PROGRAM: ITAP)
ของ บริษัท เฟอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด

การพัฒนาความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต
“เฟอร์โรฟอร์ม 119” ผสมน้ำ

(Stability Development of Phase Separation in “Ferroform 119” Form Release Agent
and Water Emulsion)

เสนอ

บริษัท เฟอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด

และ

ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี (ศจ.)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ปี พ.ศ. 2553

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

อิมัลชัน (emulsion) เป็นคอลลอยด์ที่เกิดจากการนำของเหลว 2 ชนิดที่ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้มาผสมกัน โดยการเขย่าอย่างแรงเพื่อให้ของเหลวทั้ง 2 ชนิดแตกตัวเป็นหยดเล็ก ๆ กระจายตัวแทรกอยู่ระหว่างกันอย่างทั่วถึง และเกิดเป็นระบบสองเฟส (two-phase system) ขึ้น ของเหลวชนิดหนึ่งเรียกว่า internal phase หรือ dispersed phase มีลักษณะเป็นหยดของเหลว (droplet) ขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า external phase หรือ continuous phase โดยทั่วไปคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของอิมัลชันจะไม่มีเสถียรภาพ กล่าวคือหยดขนาดเล็กของ dispersed phase จะรวมกันเป็นหยดใหญ่ขึ้น และในที่สุดของเหลวทั้ง 2 ชนิดจะแยกออกเป็น 2 ชั้น ดังนั้นจึงต้องเติมสารอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า อิมัลซิฟายอิงเอเจนต์ (emulsifying agent) หรืออิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) ลงในอิมัลชัน เพื่อให้ส่วนประกอบของของเหลวทั้งสองมีความเสถียรภาพ (stability) เพิ่มขึ้น และอาจจะคงตัวเป็นอิมัลชันอยู่ได้เป็นเวลานานเป็นเดือนหรือเป็นปี เนื่องจากอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์มีสมบัติช่วยลดการรวมตัวของหยดขนาดเล็กของ dispersed phase ได้ และในการเกิดอิมัลชันจะต้องการทำให้อิมัลชันที่ได้มีการกระจายตัวของ dispersed phase และมีความเสถียรภาพที่ดี ซึ่งการกระจายตัวจะดีหรือไม่ขึ้น ขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้เตรียม ส่วนความเสถียรภาพขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของอิมัลชัน โดยความเสถียรภาพต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์เป็นสำคัญ การเติมอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว (surface-active agent หรือ surfactant) โดยการดูดซับของสารที่มีมวลโมเลกุลสูงที่เข้ากระทำการระหว่างผิวหน้าของเหลวนั้น สามารถเพิ่มความเสถียรภาพของอิมัลชันได้โดยการเพิ่มขึ้นของแรงตึงผิวและความหนืดบริเวณผิวหน้าของหยดที่กระจาย ซึ่งจะหน่วงอัตราเร็วของการเกาะกลุ่มของหยด และชะลอกลไกการรวมกลุ่มของหยดให้ช้าลง

ประเภทของสารลดแรงตึงผิว แบ่งตามคุณสมบัติทางเคมีและประโยชน์การใช้งาน มีดังนี้

1. สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ (anionic surfactant) สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้แตกตัวในน้ำให้ประจุลบ (anion) ใช้ประโยชน์เป็นตัวทำอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w)
2. สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุบวก (cationic surfactant) สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้แตกตัวในน้ำให้ประจุบวก (cation) ซึ่งทำหน้าที่ในการช่วยลดแรงตึงผิว ใช้เป็นตัวอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w) สารช่วยทำความสะอาด และสารช่วยทำให้เปียก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อด้วย สารประเภทนี้ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนังและตา มากกว่าชนิดประจุลบและชนิดที่ไม่มีประจุ จึงมีการใช้งานค่อนข้างจำกัด

3. สารลดแรงตึงผิวชนิดแอมโฟเทอริก (amphoteric surfactant) สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้ มีส่วนของโครงสร้างที่มีทั้งกลุ่มฟังก์ชันกรดและด่าง การแตกตัวให้ประจุบวกหรือลบ

ขึ้นกับค่าพีเอช (สภาพความเป็นกรด-ด่าง) กล่าวคือที่ค่าพีเอชสูง ๆ จะแตกตัวให้ประจุลบ และที่ค่าพีเอชต่ำจะแตกตัวให้ประจุบวก แต่ที่ค่าพีเอชมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ isoelectric point จะแสดงตัวเป็น zwitter-ionic ซึ่งมีการละลายน้ำที่ต่ำ และมีอำนาจในการทำให้เปียก การทำความสะอาด และการเกิดฟองด้วย สารกลุ่มนี้มีความระคายเคืองต่ำมาก และลดความระคายเคืองที่เกิดจากสารประจุลบ สารประจุบวก และสารไม่มีประจุ จึงนิยมใช้มากในสูตรแชมพูและอิมัลชัน

4. สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (nonionic surfactant) สารลดแรงตึงผิวประเภทนี้เป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด

ทั้งนี้บริษัท เพอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำสำหรับใช้ในงานก่อสร้างต่าง ๆ ได้มีวิสัยทัศน์ มุมมอง และความต้องการในการที่จะพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำของบริษัทให้ดีขึ้น เพื่อเป็นการตอบสนองความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า และที่สำคัญคือเพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในแข่งขันในด้านการตลาดกับบริษัทคู่แข่งอื่น ๆ ด้วย ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่าแนวทางหนึ่งที่มีความเป็นไปได้สูงเป็นอย่างมากในการวิจัยพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้คือ การทำให้ความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีต (หลังจากที่มีการผสมน้ำแล้ว) สูงมากขึ้น โดยการเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมเติมลงไปในผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำนี้ ร่วมกับการปรับปรุงในเบื้องต้นถึงประสิทธิภาพการผสมกันของส่วนผสมในน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ ในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ (premixing step)

1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของโครงการ

1. เพื่อศึกษาหาชนิดและความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมในการเพิ่มความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีต (หลังการผสมน้ำแล้ว)
2. เพื่อให้ได้แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำในการวิจัยและพัฒนา

1.3 ผลที่ได้รับจากโครงการวิจัย

1. ได้วิธีการเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำที่มีคุณภาพสอดคล้องต่อการนำไปใช้งานของลูกค้าสูงขึ้น และได้มาตรฐานเทียบเท่าหรือเหนือกว่าบริษัทคู่แข่ง
2. บริษัท เพอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ ด้วยการเติมสารลดแรงตึงผิวในกระบวนการผลิตได้
3. บริษัท เพอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด มีโอกาสที่มากขึ้นในการแข่งขันทางการตลาดกับบริษัทคู่แข่ง

1.4 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือนที่			ผู้ดำเนินการ
	1	2	3	
1. หาแนวทางวิธีการที่เหมาะสมในปรับปรุงความเสถียรภาพของน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ	↔			ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยและผู้ประกอบการ
2. สังสารเคมีและอุปกรณ์เครื่องแก้ว	↔			ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย
3. ศึกษอุปกรณ์และเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	↔			ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย
4. ทดลองศึกษาชนิดของสารลดแรงตึงผิว และความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่อการแยกชั้นระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำกับน้ำ และการผสมกันของระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตผสมน้ำกับสารลดแรงตึงผิวด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์	↔		→	ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย
5. ถ่ายทอดการวิธีการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ ให้กับสถานประกอบการ			↔	ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยและผู้ประกอบการ
6. สรุปผลและเขียนรายงาน			↔	ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย

1.5 การดำเนินงาน

มีการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนำผลการดำเนินงานไปทดลองปฏิบัติจริงในโรงงาน รวมถึงบริษัท เฟอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด ได้มีแผนการนำไปผลิตจริงในระดับอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายให้กับบริษัทลูกค้าต่อไปด้วย

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

2.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

2.1.1 เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer)
3. เครื่องวัดความหนืด (viscometer)

2.1.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ (beaker)
2. กระบอกตวง (graduated cylinder)
3. หลอดทดลอง (test tube)
4. หลอดหยด (dropper)
5. ปิเปต (measuring pipette)
6. แท่งแก้วคนสาร (glass rod)
7. ขวดน้ำกลั่น (distilled water bottle)
8. ถุงมือยาง (rubber glove)
9. หน้ากากกรองสารระเหยง่าย (respirator)
10. อะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil)
11. พาราฟิล์ม (parafilm)
12. ที่วางหลอดทดลอง (test tube rack)
13. ขาตั้งอุปกรณ์ (stand)
14. นาฬิกาจับเวลา (timer)
15. กล้องดิจิทัล

2.1.3 สารเคมี

1. น้ำยาทาแบบคอนกรีต
2. ซิงค์สเตียเรต (zinc stearate) เกรดวิเคราะห
3. โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (sodium dodecyl sulphate, SDS) เกรดวิเคราะห
4. แมกนีเซียมสเตียเรต (magnesium stearate) เกรดวิเคราะห

5. ซิงค์สเตียเรต (zinc stearate) เกรดทางการค้า
6. แคลเซียมสเตียเรต (calcium stearate) เกรดทางการค้า
7. น้ำกลั่น
8. สีสผสมอาหาร

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การเตรียมน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับสารลดแรงตึงผิว โดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ในการกวนผสมสาร

1. เตรียมน้ำยาทาแบบคอนกรีต ปริมาตร 400 ml ในปิกเกอร์ขนาด 1,000 ml
2. ชั่งน้ำหนักสารลดแรงตึงผิว ตามความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ได้คำนวณไว้ จากนั้นนำมาผสมกับน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่เตรียมไว้ในข้อ 1
3. กวนผสมสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ที่ซีตระดับความแรงของความเร็วรอบเท่ากับ 35 เป็นเวลา 3 นาที (ขั้นตอนก่อนผสมน้ำ, pre-mixing step)
4. เตรียมน้ำกลั่นที่หยดสีผสมอาหารแล้ว ปริมาตร 7 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง
5. นำสารผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตและสารลดแรงตึงผิวในข้อ 3 ปริมาตร 1 ml ใส่ในหลอดทดลองในข้อ 4 ซึ่งจะได้อัตราส่วนผสมของน้ำยาทาแบบคอนกรีตต่อน้ำ เป็น 1 ต่อ 7 โดยปริมาตร
6. ปิดฉีกปากหลอดทดลองด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟรอยด์และแผ่นพาราฟิล์ม จากนั้นจึงเขย่าสารให้เข้ากัน โดยใช้วิธีเขย่าขวด (jar test) เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้เกิดการผสมกันของน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับน้ำ (ขั้นตอนหลังผสมน้ำ, post-mixing step)
7. วัดความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นทันที หลังจากเขย่าเสร็จ
8. ตั้งหลอดทดลองทิ้งไว้ โดยเฝ้าติดตามสังเกตการแยกชั้นของอิมัลชันและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อย่างละเอียด และบันทึกความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ทุก ๆ 10 นาที ในช่วง 60 นาทีแรก พร้อมกับถ่ายรูปลักษณะการแยกชั้นอิมัลชันที่เกิดขึ้นด้วยกล้องดิจิทัล ณ เวลาต่าง ๆ ได้แก่ นาทีที่ 0, 30 และ 60
9. บันทึกความสูงของอิมัลชัน เมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 24, 25, 26, 27, 28, 29 และช่วงเวลาที่ 48 พร้อมกับถ่ายรูปลักษณะการแยกชั้นอิมัลชันที่เกิดขึ้นด้วยกล้องดิจิทัล ณ เวลาต่าง ๆ ได้แก่ ช่วงเวลาที่ 6, 24 และ 48
10. ทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง

2.2.2 การเตรียมน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับสารลดแรงตึงผิว โดยใช้วิธีเขย่ามือในการกวนผสมสาร

1. เตรียมน้ำยาทาแบบคอนกรีต ปริมาตร 1 ml ในหลอดทดลอง
2. ชั่งน้ำหนักสารลดแรงตึงผิว ตามความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ได้คำนวณไว้ จากนั้นนำมาผสมกับน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่เตรียมไว้ในข้อ 1
3. เขย่าสารในหลอดทดลองโดยใช้มือเขย่า จนกระทั่งน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับสารลดแรงตึงผิวผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (ขั้นตอนก่อนผสมน้ำ, pre-mixing step)
4. เตรียมน้ำกลั่นที่หยดสีผสมอาหารแล้ว ปริมาตร 7 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง
5. นำสารผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตและสารลดแรงตึงผิวในข้อ 3 ปริมาตร 1 ml ใส่ในหลอดทดลองในข้อ 4 ซึ่งจะได้อัตราส่วนผสมของน้ำยาทาแบบคอนกรีตต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 7 โดยปริมาตร
6. ปิดผนึกปากหลอดทดลองด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟรอยด์และแผ่นพาราฟิล์ม จากนั้นจึงเขย่าสารให้เข้ากัน โดยใช้วิธีเขย่าขวด (jar test) เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้เกิดการผสมกันของน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับน้ำ (ขั้นตอนหลังผสมน้ำ, post-mixing step)
7. วัดความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นทันที หลังจากเขย่าเสร็จ
8. ตั้งหลอดทดลองทิ้งไว้ โดยเฝ้าติดตามสังเกตการแยกชั้นของอิมัลชันและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อย่างละเอียด และบันทึกความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ทุก ๆ 10 นาที ในช่วง 60 นาทีแรก พร้อมกับถ่ายรูปลักษณะการแยกชั้นอิมัลชันที่เกิดขึ้นด้วยกล้องดิจิทัล ณ เวลาต่าง ๆ ได้แก่ นาทีที่ 0, 30 และ 60
9. บันทึกความสูงของอิมัลชัน เมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 24, 25, 26, 27, 28, 29 และช่วงเวลาที่ 48 พร้อมกับถ่ายรูปลักษณะการแยกชั้นอิมัลชันที่เกิดขึ้นด้วยกล้องดิจิทัล ณ เวลาต่าง ๆ ได้แก่ ช่วงเวลาที่ 6, 24 และ 48
10. ทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง

2.2.3 การวิเคราะห์ค่าความหนืด (viscosity) ของสารผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิวกับน้ำ ในอัตราส่วนโดยปริมาตร เท่ากับ 1 ต่อ 7 (post-mixing step)

วิธีการทดสอบ

1. เตรียมสารตัวอย่างคือ น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว ผสมกับน้ำ ในอัตราส่วน 1 ต่อ 7 โดยปริมาตร

2. ตั้งอุณหภูมิเครื่องวัดความหนืด (viscometer) ไว้ที่ 37.8°C
3. นำจุกคอรัทอุดรูด้านล่างของเครื่องวัดความหนืด
4. นำสารตัวอย่างที่ต้องการวัด ใส่ลงในเครื่องวัดความหนืด ในปริมาตร 70 ml โดยประมาณ
5. ช้อนให้ความร้อนสารตัวอย่างจนกระทั่งสารตัวอย่างมีอุณหภูมิ 37.8°C
6. วางภาชนะรองรับ (receiving flask) ไว้ข้างล่าง โดยให้ขีดระดับของภาชนะรองรับต่ำกว่าก้นของเครื่องวัดความหนืด 100-130 mm
7. ปลอยจุกคอรัท พร้อมกับเริ่มจับเวลา และหยุดจับเวลาเมื่อระดับสารตัวอย่างถึงขีดระดับของภาชนะรองรับ
8. บันทึกเวลาที่ได้

วิธีการคำนวณ

จากความสัมพันธ์
$$F = \frac{V}{t}$$

โดย F คือ ค่าแฟกเตอร์ความถูกต้อง (correction factor)

ปกติที่อุณหภูมิ 37.8°C ค่าแฟกเตอร์ความถูกต้อง มีค่าเท่ากับ 1

V คือ ค่าความหนืดเซย์โบลต์ (Saybolt viscosity) ที่แท้จริง

t คือ เวลา

ดังนั้น

ค่าความหนืดเซย์โบลต์ (V) ที่แท้จริง = เวลาที่บันทึกได้ (t) x ค่าแฟกเตอร์ความถูกต้อง (F)

บทที่ 3 ผลการดำเนินงาน

การทดลองศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีต (หลังการผสมน้ำ) ในโครงการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ โดยการทดลองส่วนแรกเป็นการศึกษาอิทธิพลของชนิดของสารลดแรงตึงผิว และความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมในการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชัน รวมถึงมีการเปรียบเทียบผลของการเติมสารลดแรงตึงผิวระหว่างแบบเกรตวีกะระห์และเกรตทางการค้าด้วย สำหรับการทดลองในส่วนที่สองนั้น เป็นการศึกษาอิทธิพลของวิธีการกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ ต่อการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชัน ในการศึกษานี้ได้กำหนดให้สภาวะการทดลองของน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ไม่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวใด ๆ ผสมน้ำ ในอัตราส่วนโดยปริมาตรเท่ากับ 1 ต่อ 7 เป็นสภาวะควบคุม (controlled condition) และเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการติดตามการแยกชั้นของอิมัลชัน เท่ากับ 48 ชั่วโมง (2 วัน)

สำหรับการทดลองในส่วนแรกซึ่งเป็นการศึกษาปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันโดยการเติมสารลดแรงตึงผิวนั้น ในขั้นตอนการกวนผสมน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับสารลดแรงตึงผิว (ขั้นตอนก่อนผสมน้ำ) ใช้วิธีการกวนผสมด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ และใช้วิธีเขย่าขวด (jar test) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 นาที ในขั้นตอนการกวนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสม/ไม่ผสมสารลดแรงตึงผิวและน้ำ (ขั้นตอนหลังผสมน้ำ) ส่วนการทดลองในส่วนที่สองซึ่งเป็นการศึกษาปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันโดยใช้วิธีการกวนผสมที่แตกต่างกันในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ มี 2 แบบด้วยกัน คือ 1) ใช้มือเขย่าสารให้เข้ากันธรรมดา และ 2) ใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ในการผสมสาร และใช้วิธีเขย่าขวดในขั้นตอนหลังผสมน้ำ

สำหรับในส่วนของการวิเคราะห์นั้น ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันที่สภาวะการทดลองต่าง ๆ โดยการเฝ้าสังเกตติดตามและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันเทียบกับเวลาในการแยกชั้น รวมถึงจากการบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัล นอกจากนี้ได้มีการนำสภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุดต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันไปวิเคราะห์หาความหนืดของอิมัลชันที่เกิดขึ้น และนำมาเปรียบเทียบกับความหนืดของอิมัลชันของน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ไม่มีการเติมสารลดแรงตึงผิว (สภาวะควบคุม)

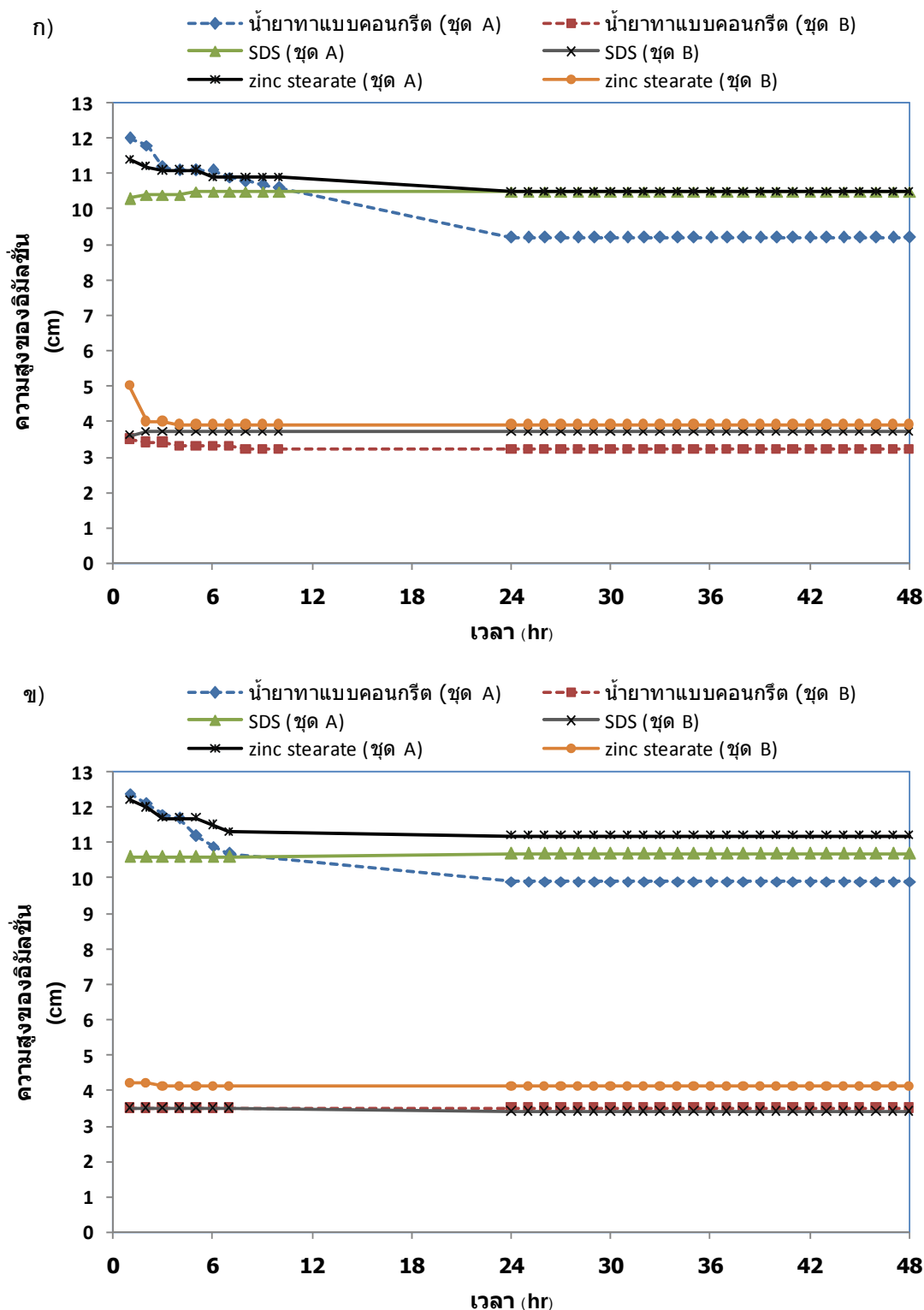
3.1 อิทธิพลของปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) และน้ำ ที่ใช้สำหรับเตรียมอิมัลชัน

การทดลองขั้นต้นนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่เติม/ไม่เติมสารลดแรงตึงผิว กับน้ำ ที่มีต่อความเสถียรภาพของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบผลของอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) ต่อ น้ำ 2 ค่า คือ 3 ต่อ 21 (ชุด A) และ 1 ต่อ 7 (ชุด B) โดยปริมาตร หรือที่ปริมาตรรวม เท่ากับ 24 ml และ 8 ml ตามลำดับ

ในรูปที่ 3.1-1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอิมัลชันที่วัดได้กับเวลาในการแยกชั้น ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าสำหรับทุกสภาวะการทดลอง ความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่เพิ่มขึ้น นั่นก็คือเกิดการแยกชั้นของอิมัลชันที่มากขึ้น หรือกล่าวอีกได้ว่าประสิทธิภาพของความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันจะลดลงเมื่อทิ้งสารไว้เป็นเวลานานขึ้น และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของปริมาตรของสารผสมต่อการแยกชั้นอิมัลชันที่เกิดขึ้น จะพบว่าปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) และน้ำ ที่ใช้เตรียมอิมัลชัน มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่สภาวะสมดุล (equilibrium state) ของสารผสม กล่าวคือที่อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) ต่อ น้ำ เป็น 3 ต่อ 21 ใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะสมดุลประมาณ 24 ชั่วโมง ขณะที่อัตราส่วนผสม เป็น 1 ต่อ 7 ใช้เวลาน้อยกว่า 10 ชั่วโมง ซึ่งแสดงว่าการใช้ปริมาตรส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) กับน้ำสำหรับเตรียมอิมัลชัน ในปริมาณที่มากกว่าจะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะสมดุลนานกว่า

นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับน้ำที่ใช้เตรียมอิมัลชัน มีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อการแยกชั้นของอิมัลชันที่เกิดขึ้น โดยที่ปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) และน้ำ มีค่ามาก (24 ml) ความสูงของอิมัลชันที่วัดได้จะมีแนวโน้มลดลงมากกว่าในกรณีที่ปริมาตรของส่วนผสมน้อย (8 ml) เนื่องจากมีปริมาณของ dispersed phase (น้ำมันในน้ำยาทาแบบคอนกรีต) ในส่วนผสมมากกว่า จึงทำให้หยดของเหลว dispersed phase ที่กระจายตัวอยู่ใน continuous phase (น้ำ) มีโอกาสรวมตัวกันเพิ่มขึ้นหรืออัตราการรวมตัวกัน (rate of coalescence) เพิ่มขึ้นเพราะค่าเอนโทรปี (entropy) ของการชนกันระหว่างหยดของเหลว dispersed phase เพิ่มขึ้นนั่นเอง จึงทำให้เกิดการแยกชั้นของอิมัลชันมากกว่า ซึ่งแสดงว่าการใช้ส่วนผสมในการเตรียมอิมัลชันในปริมาณที่มาก จะส่งผลให้เกิดการแยกชั้นของอิมัลชันที่มากกว่า กล่าวคือมีผลทำให้ประสิทธิภาพของความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชันลดลง อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาที่ได้ในขั้นต้นนี้ ได้เลือกใช้ปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) และน้ำ ที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 1 ต่อ 7 สำหรับการทดลองศึกษาอิทธิพลอื่น ๆ ต่อไป เนื่องจากที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 1 ต่อ 7 เป็นสภาวะที่ใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะสมดุลได้เร็ว ซึ่งจะส่งผลให้ได้ผลการเปรียบเทียบที่ชัดเจนใน

การหาชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมต่อไป ภายในเวลาที่กำหนดคือ 48 ชั่วโมง (เวลาทั้งหมดที่ใช้สำหรับติดตามการแยกชั้นของอิมัลชัน) เมื่อเทียบกับที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 3 ต่อ 21



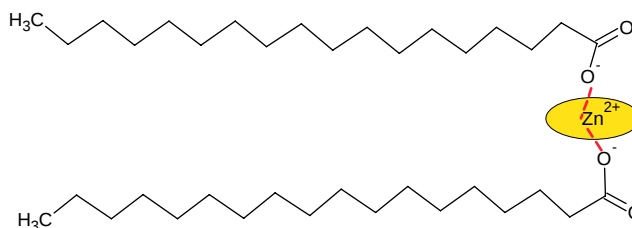
รูปที่ 3.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลา ที่อัตราส่วนผสมของน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) ต่อน้ำเป็น 21 ต่อ 3 และ 7 ต่อ 1 โดยปริมาตร
 ก) การทดลองครั้งที่ 1 และ ข) การทดลองครั้งที่ 2 (ซ้ำ)
 (ชุด A : อัตราส่วนผสมของน้ำต่อน้ำยาทาแบบคอนกรีต เท่ากับ 21 ต่อ 3 โดยปริมาตร;
 ชุด B : อัตราส่วนผสมของน้ำต่อน้ำยาทาแบบคอนกรีต เท่ากับ 7 ต่อ 1 โดยปริมาตร)

3.2 อิทธิพลของชนิดสารลดแรงตึงผิว เกรดวิเคราะห์

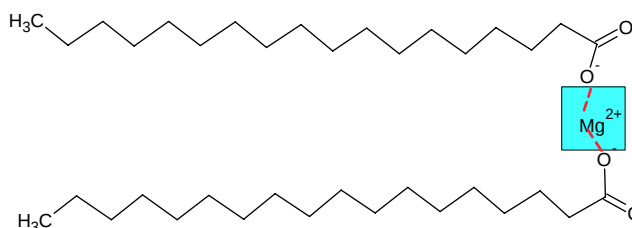
สารลดแรงตึงผิว เกรดวิเคราะห์ (AR grade) ที่ได้เลือกใช้ในการศึกษามี 3 ชนิด ได้แก่ sodium dodecyl sulfate (SDS), magnesium stearate และ zinc stearate ซึ่งสารลดแรงตึงผิวทั้งสามชนิดจัดเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุบวก (cationic surfactant) และกำหนดให้ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เติมผสมลงในน้ำยาทาแบบคอนกรีต โดยใช้เครื่องไฮโมจีในเซอร์กวนผสมในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ เท่ากับ 5%wt. โดยเทียบกับปริมาตรของน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ใช้ และอัตราส่วนผสมน้ำยาทาแบบคอนกรีตต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 7 โดยปริมาตร

ผลของการเติมสารลดแรงตึงผิว เกรดวิเคราะห์ต่อการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชัน แสดงดังรูปที่ 3.2-1 ถึง 3.2-7 จากการเปรียบเทียบผลระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ไม่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวใด ๆ กับน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวในขั้นตอนหลังผสมน้ำในรูปที่ 3.2-2 พบว่าการลดลงของความสูงอิมัลชันที่วัดได้ ณ เวลาใด ๆ ของน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่เติมสารลดแรงตึงผิวน้อยกว่ากรณีน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ไม่ได้เติมสารลดแรงตึงผิว หรือกรณีน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่เติมสารลดแรงตึงผิวเกิดการแยกชั้นของอิมัลชันน้อยกว่ากรณีที่ไม่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวนั่นเอง โดยจากรูปที่ 3.2-6 จะเห็นได้ชัดว่า น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ไม่ได้เติมสารลดแรงตึงผิวจะเกิดการแยกชั้นของอิมัลชันอย่างรวดเร็วและในปริมาณที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกรณีน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่เติมสารลดแรงตึงผิวในรูปที่ 3.2-3, 3.2-4 และ 3.2-5 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเติมผสมสารลดแรงตึงผิวลงในน้ำยาทาแบบคอนกรีตมีส่วนช่วยในการปรับปรุงความเสถียรภาพของชั้นอิมัลชันให้ดีขึ้น

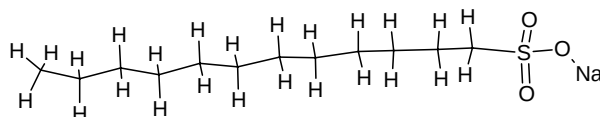
และเมื่อเปรียบเทียบผลการแยกชั้นของอิมัลชันของสารลดแรงตึงผิว เกรดวิเคราะห์ : SDS, magnesium stearate และ zinc stearate จะพบว่าน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว zinc stearate มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันเนื่องจากมีแนวโน้มการลดลงของความสูงของชั้นอิมัลชันน้อยที่สุด รองลงมาคือ magnesium stearate และ sodium dodecyl sulfate (SDS) ตามลำดับ (รูปที่ 3.2-2) โดย zinc stearate และ magnesium stearate มีประสิทธิภาพต่อความเสถียรภาพของอิมัลชันดีกว่า SDS อาจเนื่องมาจากจำนวนคาร์บอนอะตอม (carbon atom) ในโมเลกุลของ zinc stearate และ magnesium stearate มีจำนวนที่ใกล้เคียงกับน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำยาทาแบบโมเลกุลคือ $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2]_2\text{Zn}$ และ magnesium stearate ซึ่งมีสูตรโมเลกุลคือ $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2]_2\text{Mg}$ มีจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลเท่ากับ 32 ขณะที่ SDS ซึ่งมีสูตรโมเลกุลคือ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OOSOONa}$ มีจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลเท่ากับ 12 โครงสร้างโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิด แสดงดังรูปที่ 3.2-1



zinc stearate



magnesium stearate

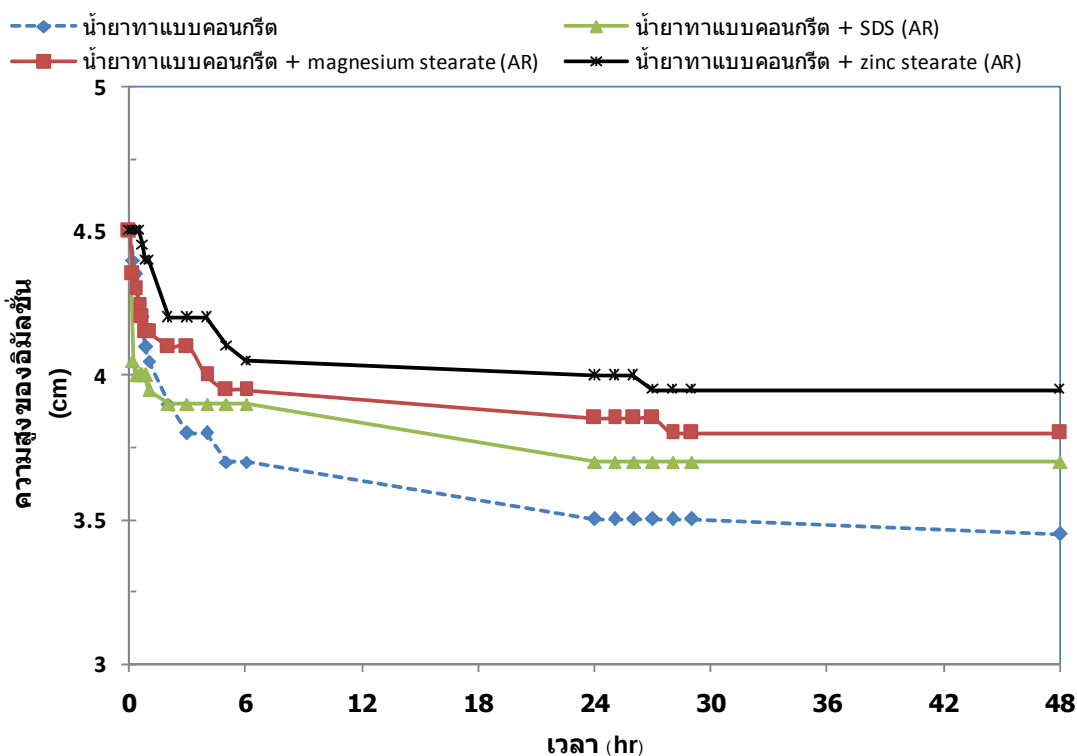


sodium dodecane-1-sulfonate

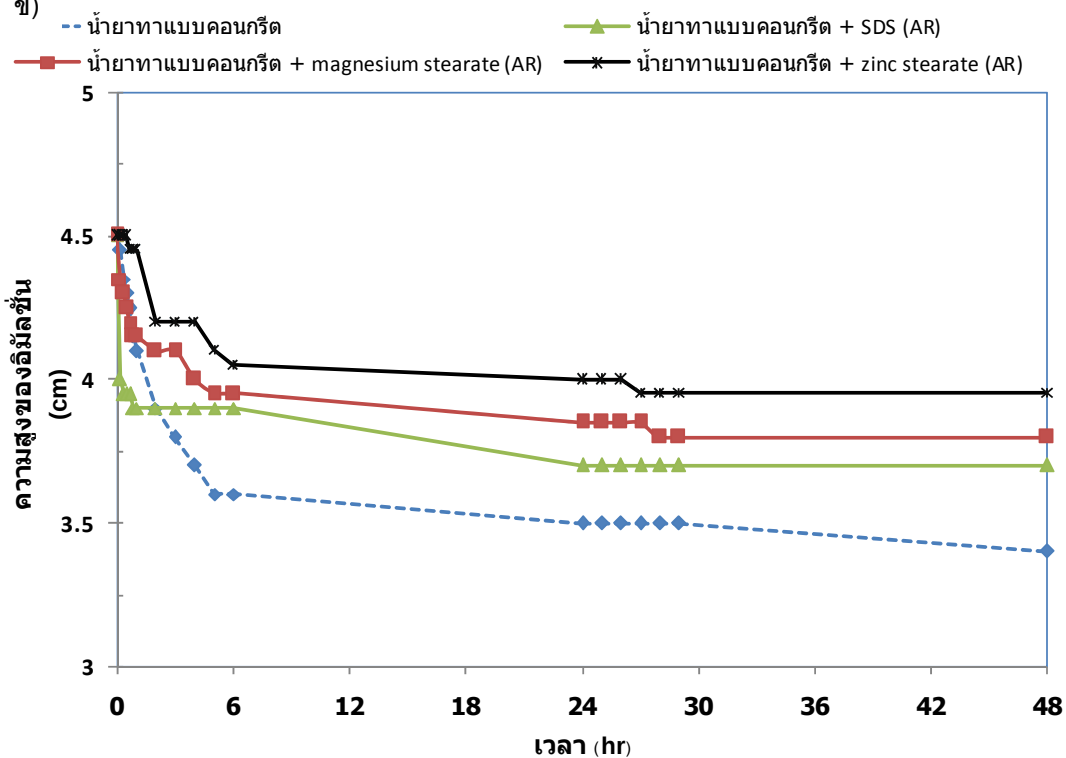
รูปที่ 3.2-1 โครงสร้างโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว เกรดวิเคราะห์ 3 ชนิด : zinc stearate, magnesium stearate และ sodium dodecyl sulfate

สำหรับผลประสิทธิภาพต่อความเสถียรภาพของอิมัลชันของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate ที่สูงกว่า magnesium stearate นั้น ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าขนาดไอออน Zn^{2+} และ Mg^{2+} มีขนาดที่ต่างกัน โดย Zn^{2+} และ Mg^{2+} มีขนาดไอออนที่มีรัศมี เท่ากับ 1.19 อังสตรอม และ 1.42 อังสตรอม ตามลำดับ จึงสามารถกล่าวได้ว่า ขนาดของไอออน Zn^{2+} มีความเหมาะสมต่อการรวมตัวกันของอิมัลชันระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับน้ำ โดยไปช่วยทำให้อิมัลชันที่เกิดขึ้นมีความเสถียรภาพ และส่งผลให้ได้ประสิทธิภาพของความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชันที่ดี

ก)

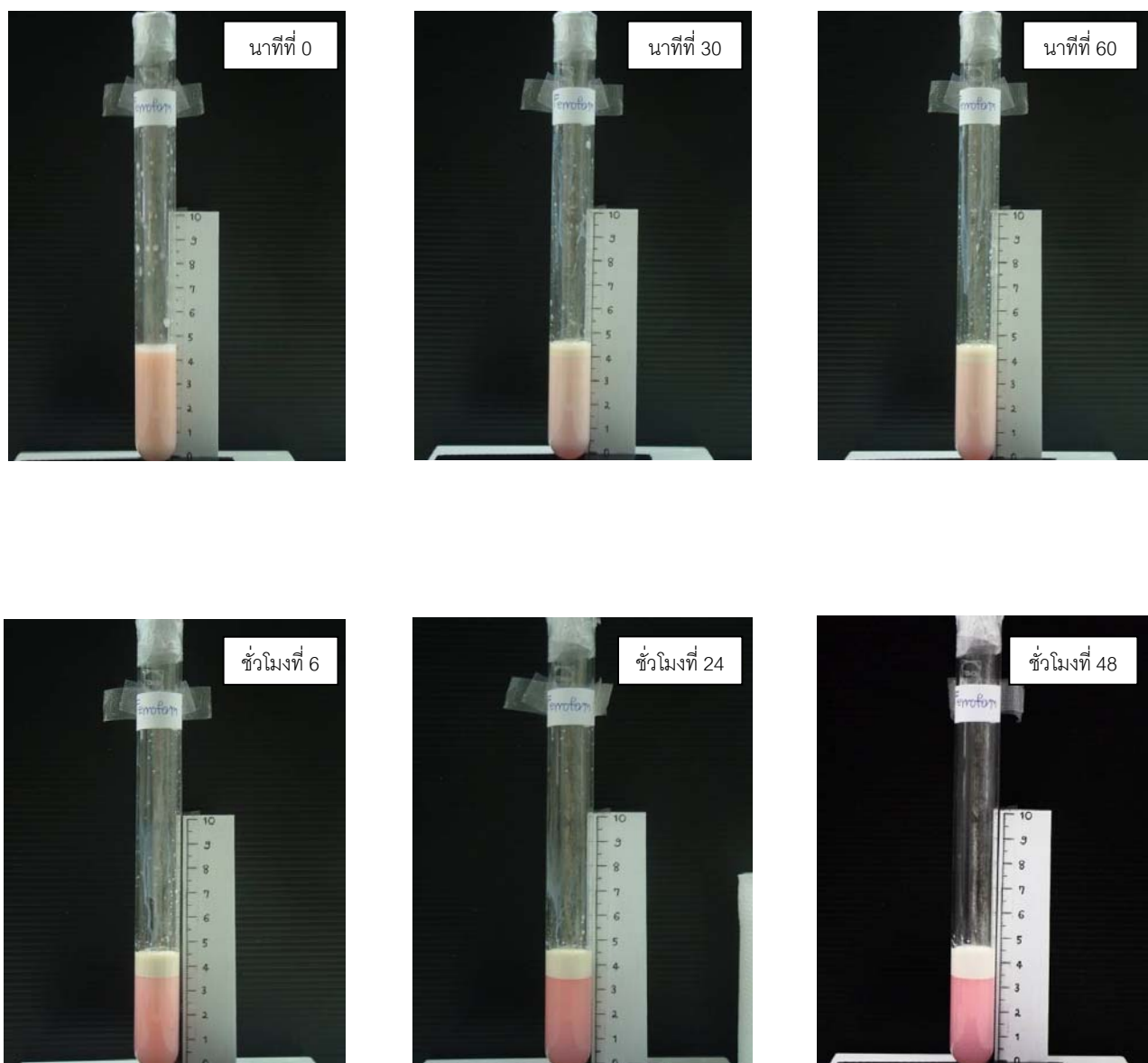


ข)

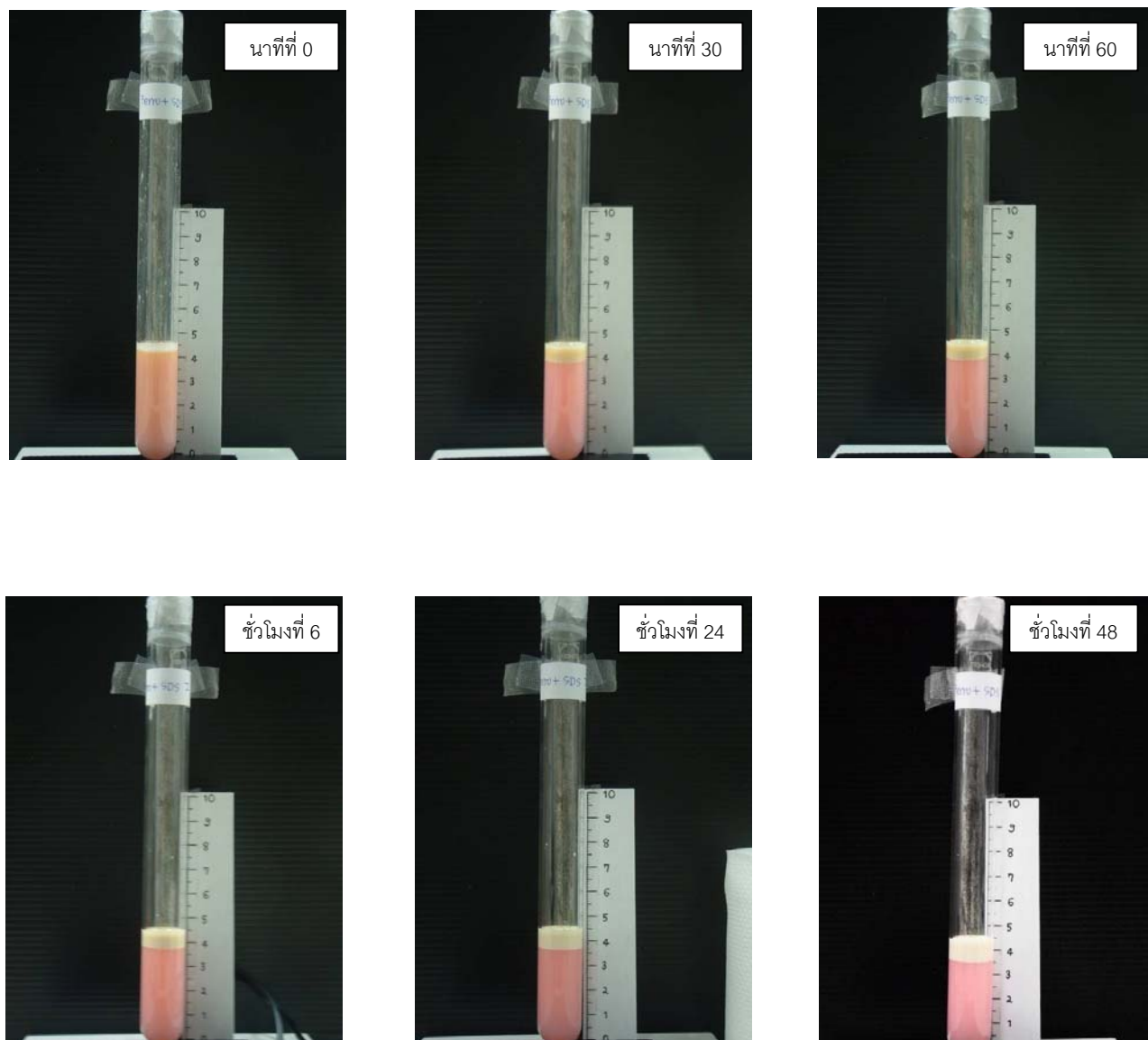


รูปที่ 3.2-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลา โดยใช้สารลดแรงตึงผิว เกรด วิเคราะห์ 3 ชนิดคือ sodium dodecyl sulfate, zinc stearate และ magnesium stearate ที่ความเข้มข้นคงที่เท่ากับ 5% wt. เติมผสมลงในน้ำยาทาแบบคอนกรีต

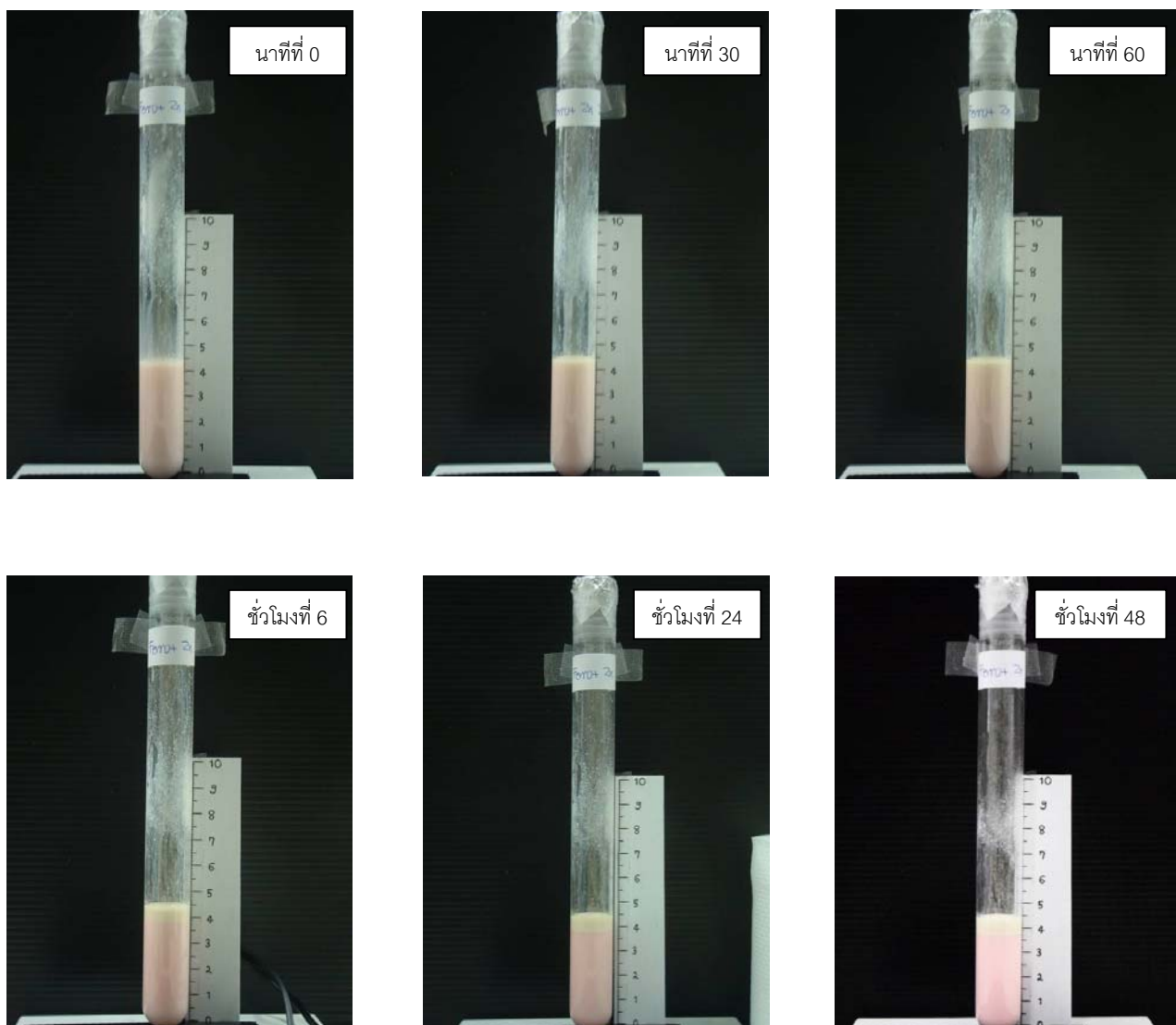
ก) การทดลองครั้งที่ 1 และ ข) การทดลองครั้งที่ 2 (ซ้ำ)



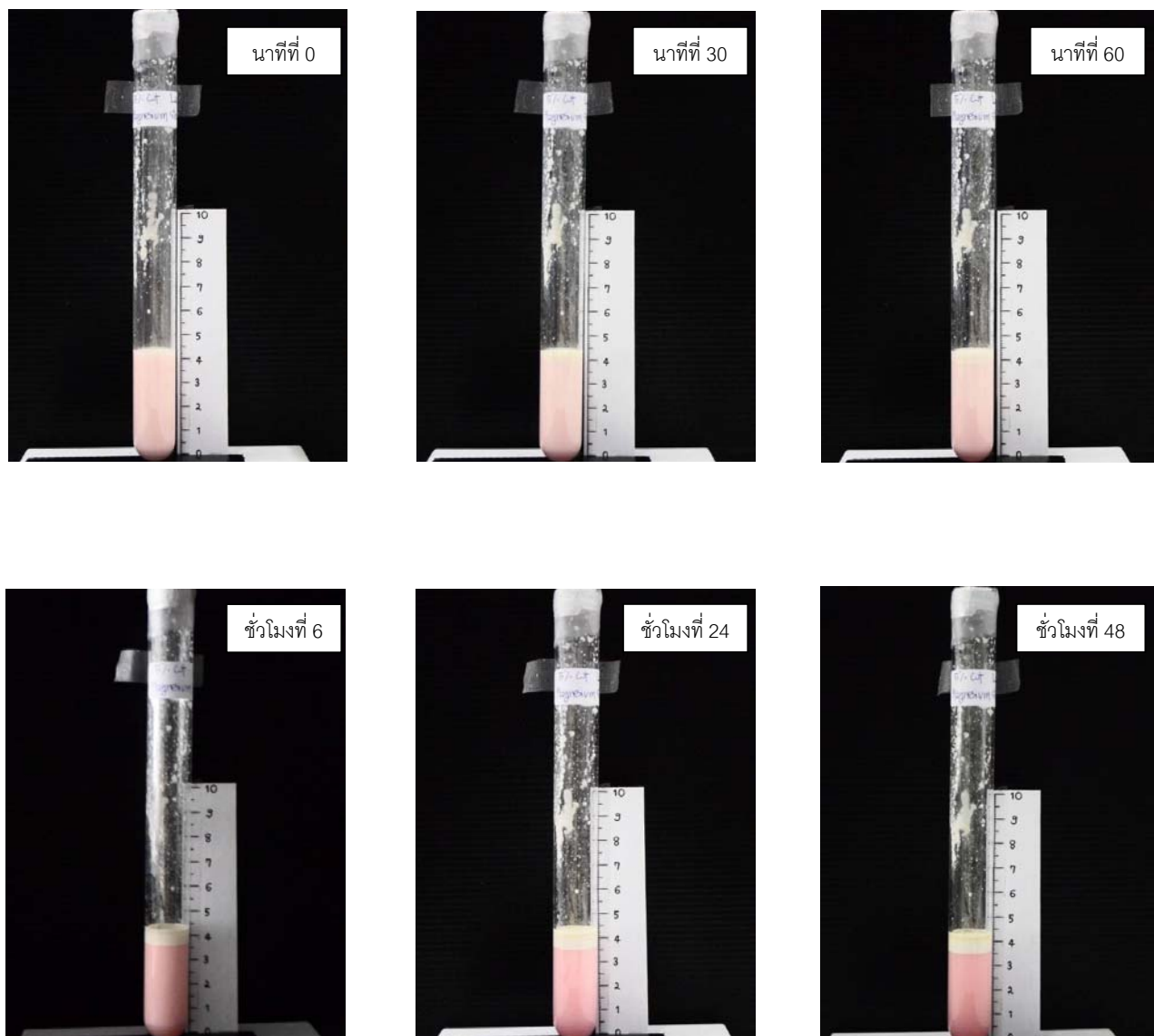
รูปที่ 3.2-3 ภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ ของส่วนผสมระหว่าง
น้ำยาทาแบบคอนกรีตอย่างเดียวก กับน้ำ



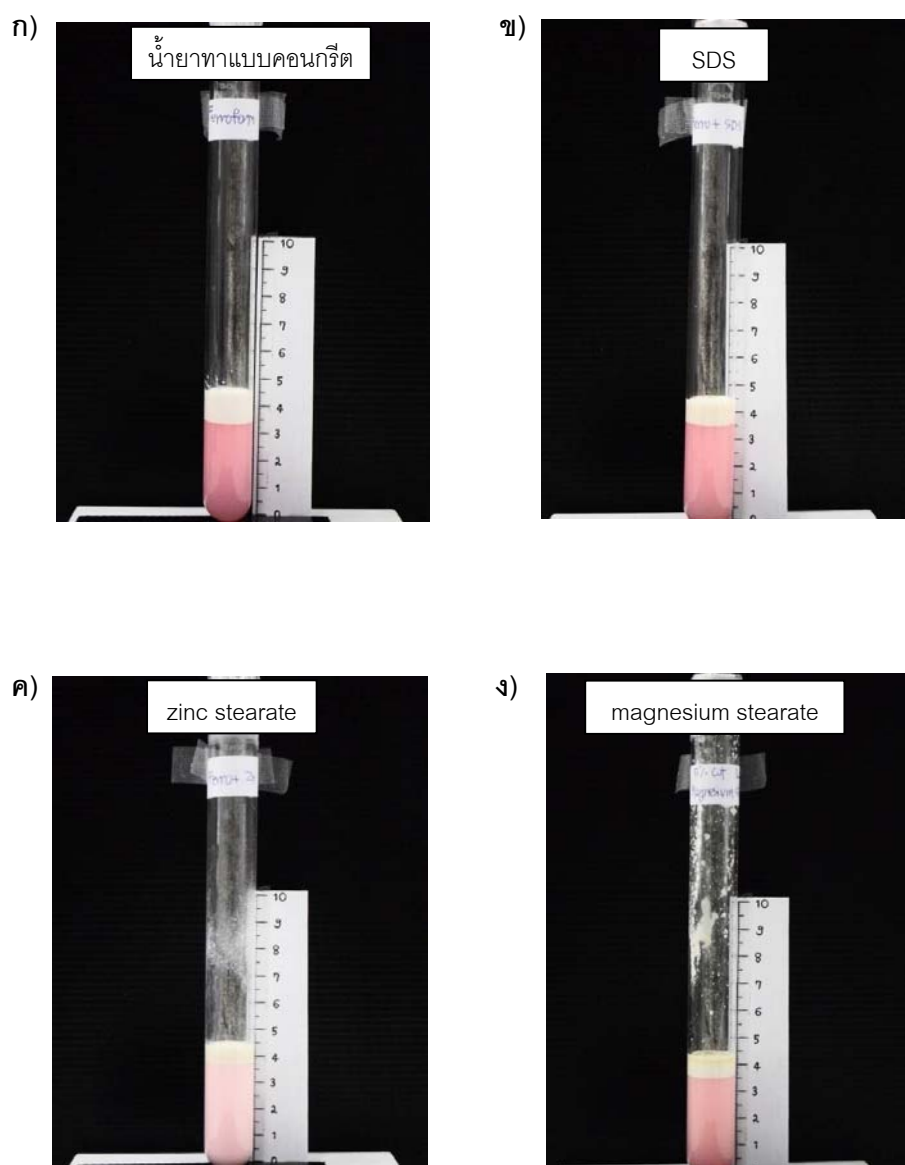
รูปที่ 3.2-4 ภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ ของส่วนผสมระหว่าง
น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว sodium dodecyl sulfate กับน้ำ



รูปที่ 3.2-5 ภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ ของส่วนผสมระหว่าง
น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว zinc stearate กับน้ำ



รูปที่ 3.2-6 ภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ ของส่วนผสมระหว่าง
 น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว magnesium stearate



รูปที่ 3.2-7 การเปรียบเทียบลักษณะของอิมัลชันที่เกิดขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 2 วัน ระหว่างอิมัลชันของ

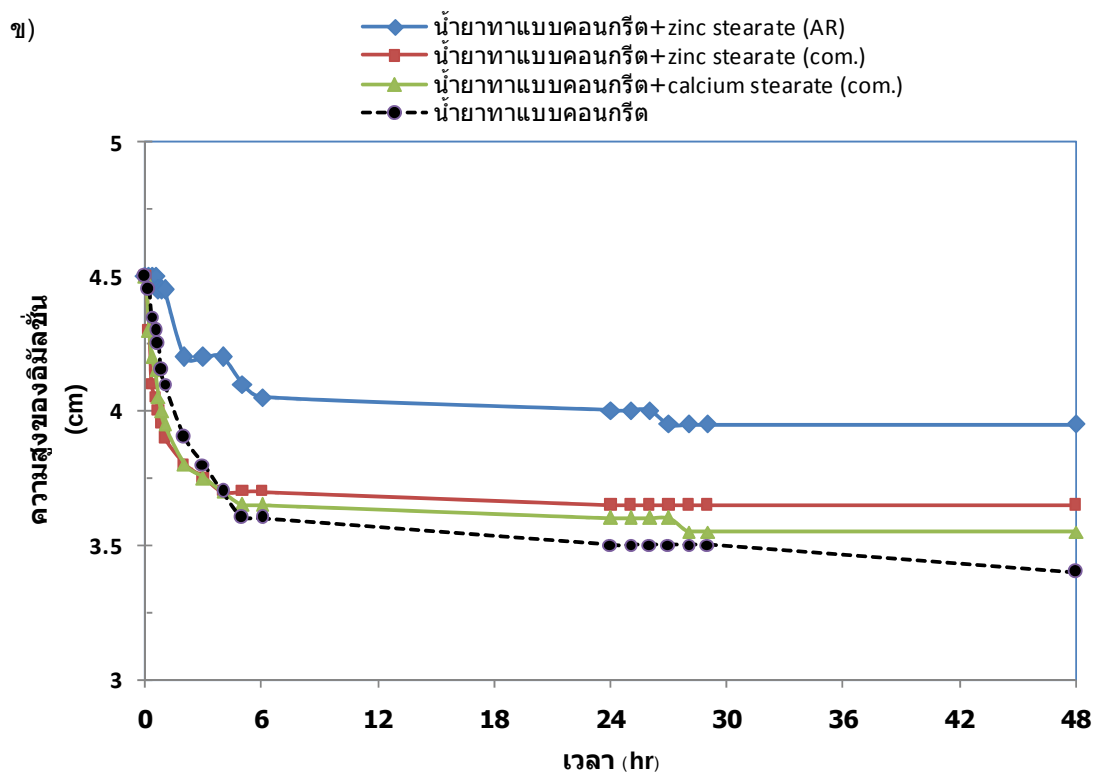
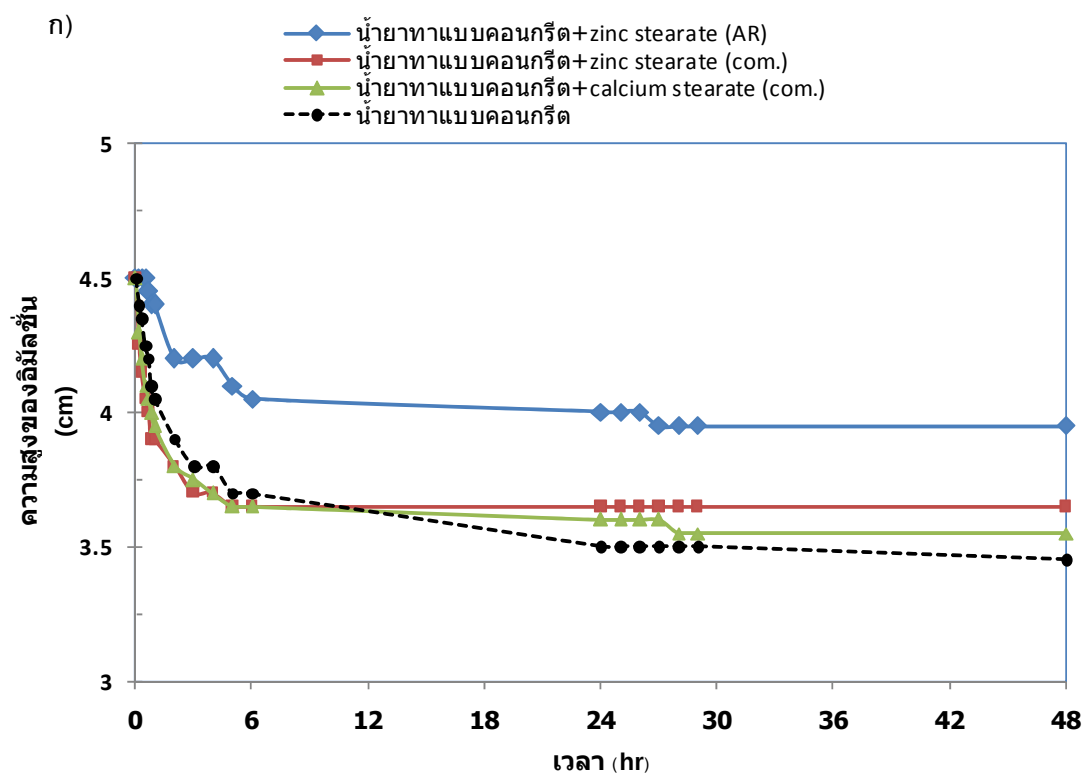
- ก) น้ำยาทาแบบคอนกรีตอย่างเดียว ข) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + SDS
 ค) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate และ
 ง) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + magnesium stearate

3.3 ผลเปรียบเทียบระหว่างการเติมผสมสารลดแรงตึงผิว เกรดทางการค้า (commercial grade) กับ เกรดวิเคราะห์ (AR grade) ในน้ำยาทาแบบคอนกรีต

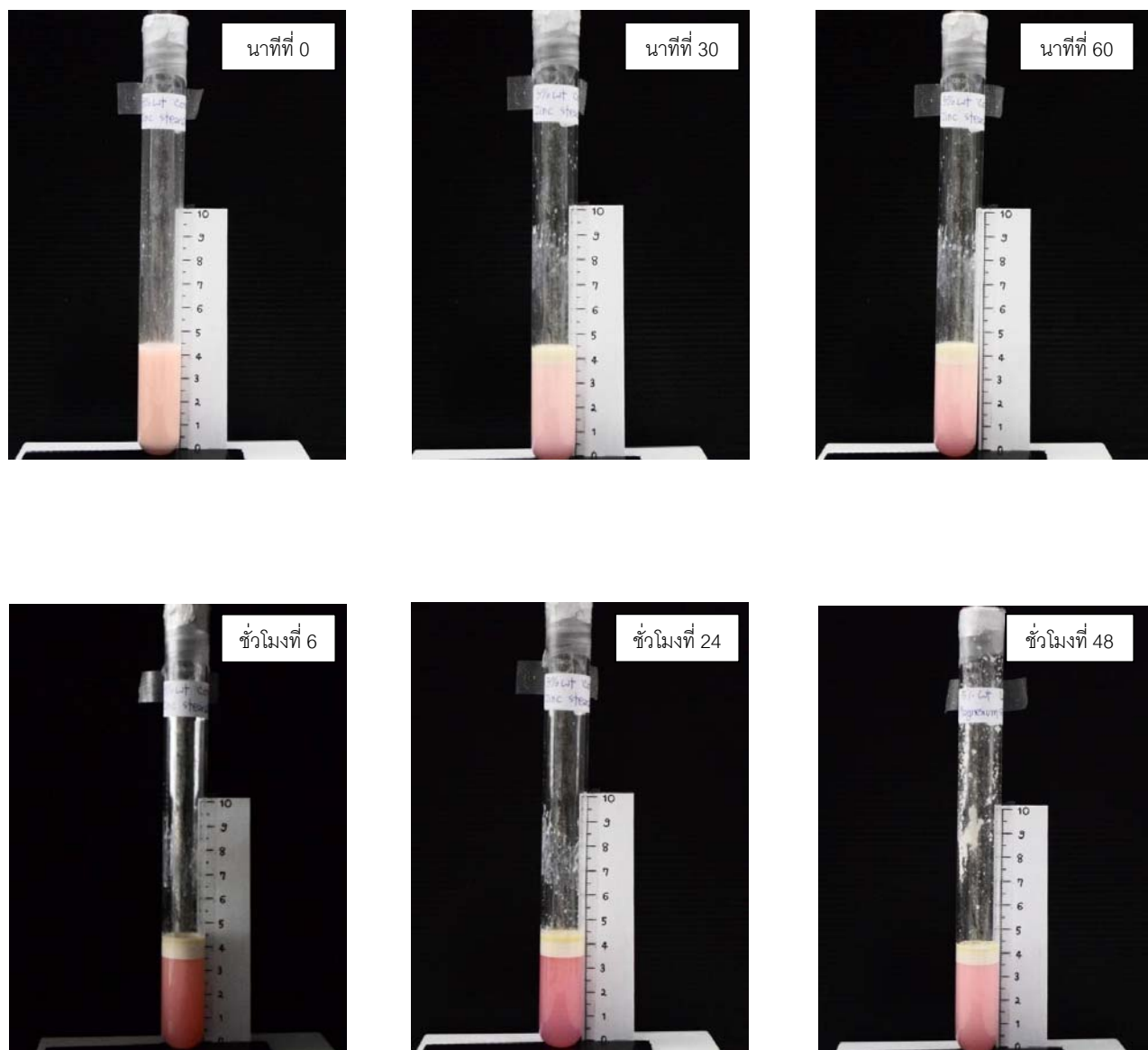
จุดประสงค์ของการทดลองนี้คือ เพื่อต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเกิดอิมัลชัน และความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชัน ระหว่างการใช้สารลดแรงตึงผิว เกรดทางการค้า (commercial grade) กับเกรดวิเคราะห์ (AR grade) เติมผสมในน้ำยาทาแบบคอนกรีต โดยได้คาดหวังในเบื้องต้นว่า zinc stearate เกรดทางการค้า จะมีประสิทธิภาพในการเกิดอิมัลชันและความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันได้ดีเทียบเท่าหรือใกล้เคียงกันกับ zinc stearate เกรดวิเคราะห์ เนื่องจากสารลดแรงตึงผิว เกรดทางการค้ามีราคาถูกกว่าเกรดวิเคราะห์ค่อนข้างมาก จึงเป็นจุดหนึ่งที่น่าสนใจและนำมาทดลองศึกษาในงานวิจัยนี้ สารลดแรงตึงผิว เกรดทางการค้าที่ใช้ในการศึกษา มี 2 ชนิดคือ zinc stearate และ calcium stearate และกำหนดให้ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เติมผสมลงในน้ำยาทาแบบคอนกรีต โดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์กวนผสมในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ เท่ากับ 5%wt. และอัตราส่วนผสมน้ำยาทาแบบคอนกรีตต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 7 โดยปริมาตร

ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.3-1 ถึง 3.3-4 เมื่อพิจารณารูปที่ 3.3-1 ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงแนวโน้มการลดลงของความสูงอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลา จะสังเกตเห็นว่าการลดลงของความสูงอิมัลชัน ที่เวลาต่าง ๆ ของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดทางการค้า น้อยกว่าสารลดแรงตึงผิว calcium stearate เกรดทางการค้า เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าขนาดไอออน Zn^{2+} (รัศมีไอออน 1.19 อังสตรอม) เล็กกว่า และ Ca^{2+} (รัศมีไอออน 1.76 อังสตรอม) แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบผลของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate ระหว่าง เกรดทางการค้า กับ เกรดวิเคราะห์ พบว่าแนวโน้มการลดลงของความสูงอิมัลชัน ที่เวลาต่าง ๆ ของ zinc stearate เกรดทางการค้า แตกต่างกับกับ เกรดวิเคราะห์ โดย zinc stearate เกรดทางการค้า แสดงแนวโน้มการลดลงของความสูงอิมัลชันที่เร็วและในปริมาณที่มากกว่าเกรดวิเคราะห์ โดยที่เวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ระดับความสูงชั้นอิมัลชันของ zinc stearate เกรดทางการค้าและเกรดวิเคราะห์ อยู่ที่ประมาณ 3.55 cm และ 3.95 cm ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่า zinc stearate เกรดวิเคราะห์มีประสิทธิภาพในการเกิดอิมัลชันและความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของอิมัลชันดีกว่าเกรดทางการค้า และที่สำคัญคืออิมัลชันที่เกิดขึ้นในรูปที่ 3.3-4 ของ zinc stearate เกรดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันและไม่ค่อยเห็นการแยกชั้นอิมัลชันที่ชัดเจน ในขณะที่ zinc stearate เกรดทางการค้า และ calcium stearate เกรดทางการค้า และน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ไม่เติมสารลดแรงตึงผิว สามารถสังเกตเห็นการแยกชั้นเกิดขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งนี้สาเหตุที่ zinc stearate เกรดทางการค้า มีประสิทธิภาพต่อความเสถียรภาพของอิมัลชันน้อยกว่าเกรดวิเคราะห์ อาจเป็นเพราะว่า zinc stearate เกรดทางการค้ามีความบริสุทธิ์ต่ำกว่าเกรดวิเคราะห์ โดยองค์ประกอบอื่นที่ปนเปื้อนใน zinc stearate ทางการค้า อาจไปรบกวน (interference) หรือขัดขวาง (inhibiting agent) การเกิดอิมัลชันของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับน้ำ ดังนั้นจากผลการทดลองนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า การ

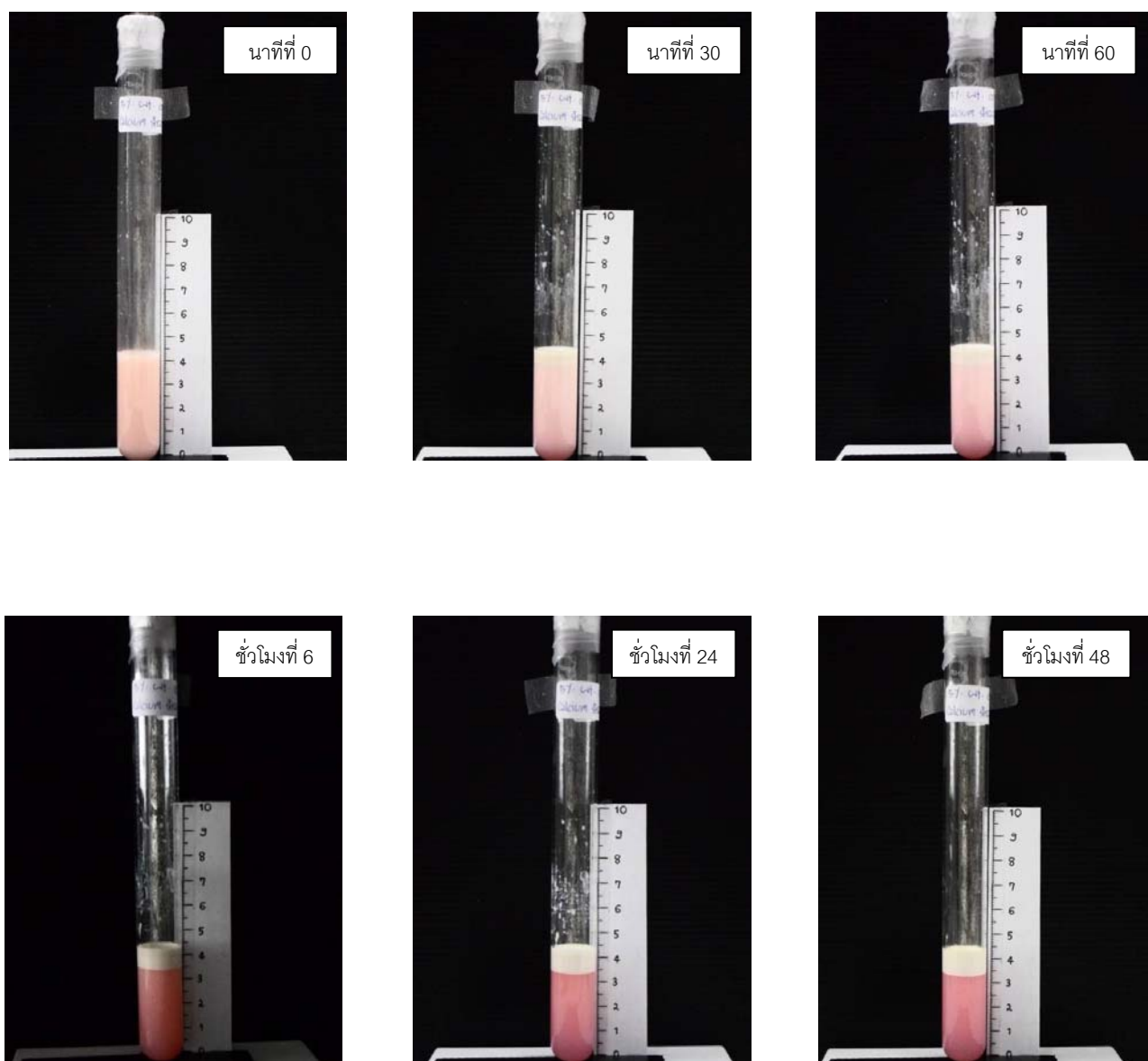
เติมผสมสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดวิเคราะห์ 1 ในน้ำยาทาแบบคอนกรีต ให้ประสิทธิภาพในการปรับปรุงเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชันดีที่สุด



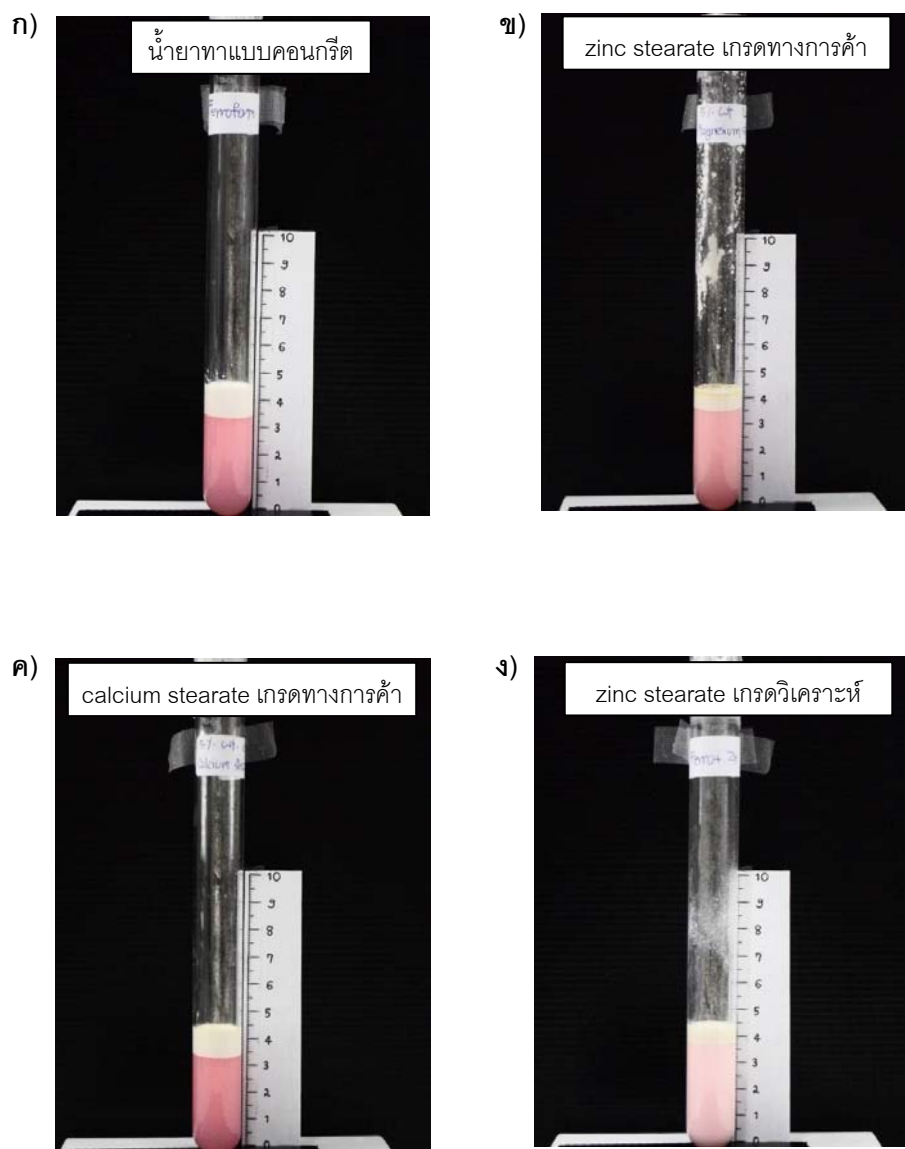
รูปที่ 3.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลา โดยใช้สารลดแรงตึงผิว เกรดทางการค้า 2 ชนิดคือ zinc stearate และ calcium stearate, และเกรดวิเคราะห์ 1 ชนิดคือ zinc stearate ที่ความเข้มข้นคงที่เท่ากับ 5% wt. เติมผสมลงในน้ำยาทาแบบคอนกรีต
 ข) การทดลองครั้งที่ 1 และ ข) การทดลองครั้งที่ 2 (ซ้ำ)



รูปที่ 3.3-2 ภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ ของส่วนผสมระหว่าง
 น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดทางการค้า กับน้ำ



รูปที่ 3.3-3 ภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ ของส่วนผสมระหว่าง น้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสมสารลดแรงตึงผิว calcium stearate เกรดทางการค้า กับน้ำ



รูปที่ 3.3-4 การเปรียบเทียบลักษณะของอิมัลชันที่เกิดขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป 2 วัน ระหว่างอิมัลชันของ

- ก) น้ำยาทาแบบคอนกรีตอย่างเดียว
- ข) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate เกรดทางการค้า
- ค) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + calcium stearate เกรดทางการค้า
- ง) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate เกรดวิเคราะห

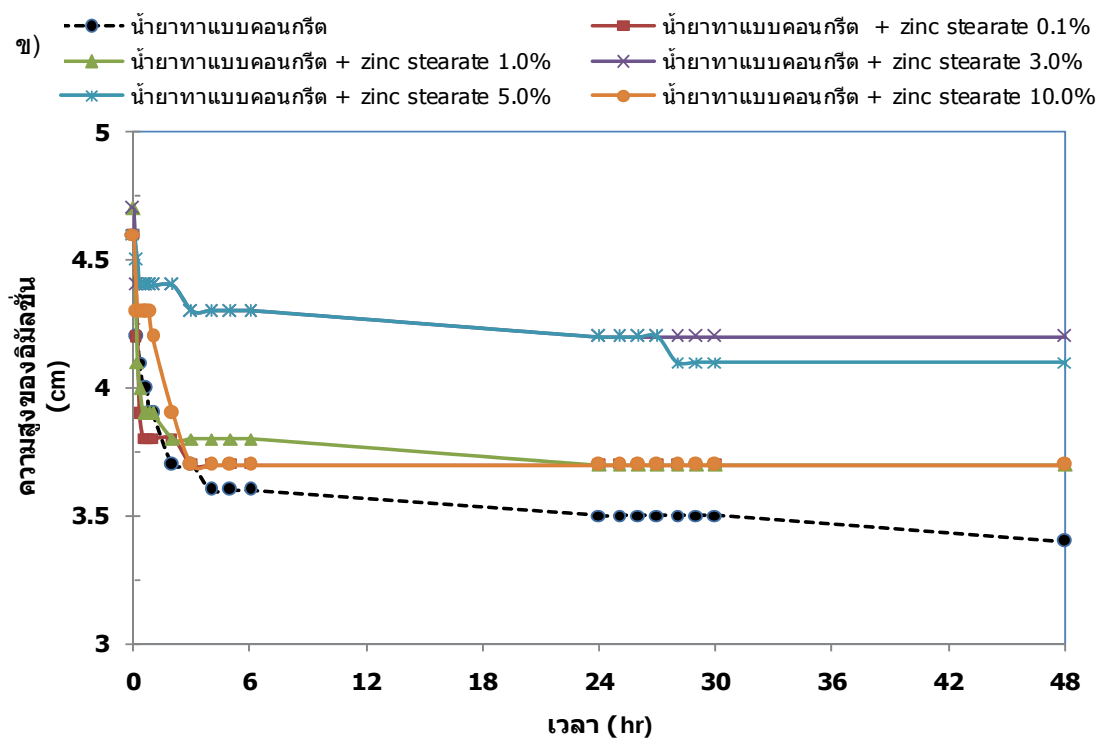
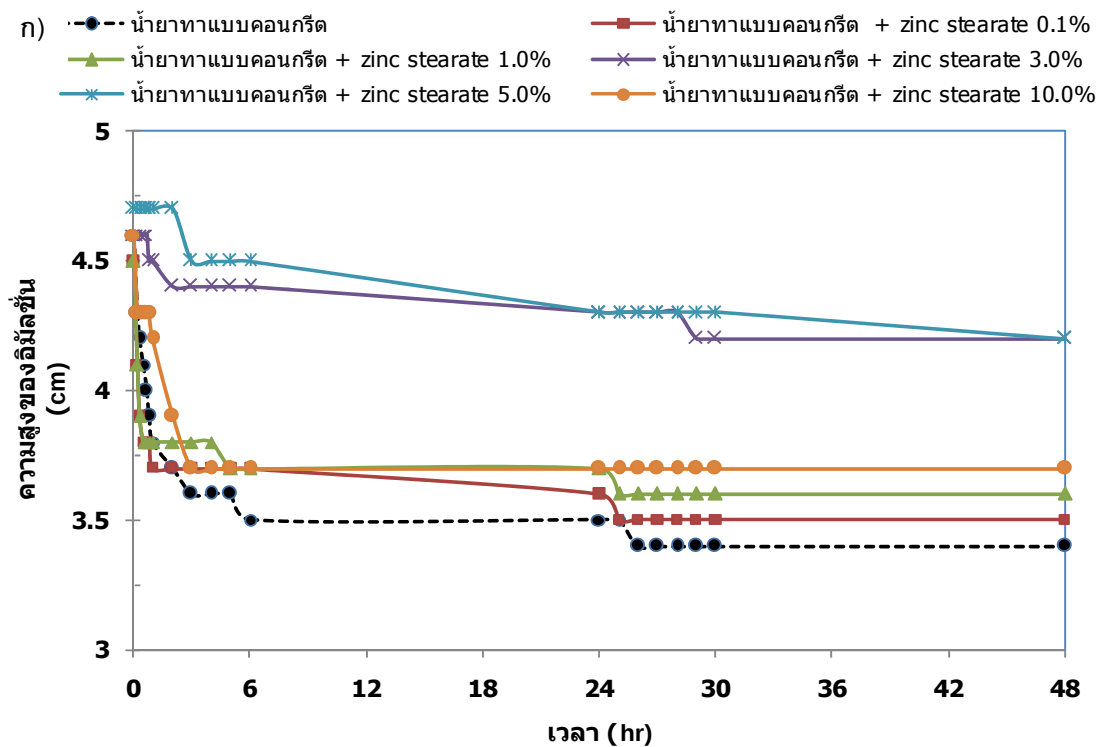
3.4 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว

อิทธิพลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่อความเสถียรภาพของอิมัลชันที่เกิดขึ้นได้ถูกนำมาศึกษา เพื่อหาสภาวะความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชันสำหรับส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตกับน้ำในอัตราส่วนโดยปริมาตรคงที่ เท่ากับ 1 ต่อ 7 โดยเลือกศึกษาชนิดสารลดแรงตึงผิวที่ให้ประสิทธิภาพของความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชันดีที่สุดจากผลการทดลองที่ได้จากก่อนหน้า (หัวข้อที่ 3.2 และ 3.3) ซึ่งก็คือ zinc stearate เกรดวิเคราะห์ ที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่าง ๆ กัน ได้แก่ 0.1, 1.0, 3.0, 5.0 และ 10.0%wt.

ผลที่ได้จากรูปที่ 3.4-1 และ 3.4-2 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่เติมผสมในน้ำยาทาแบบคอนกรีตทำให้ความสูงของชั้นอิมัลชันมีแนวโน้มการลดลงที่ช้าลงหรือเกิดการแยกชั้นของอิมัลชันน้อยกว่า ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวเป็นการเพิ่มความเสถียรภาพของอิมัลชันนั่นเอง อย่างไรก็ตามแนวโน้มความสูงของชั้นอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลาจะกลับลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 10.0%wt. โดยสามารถอธิบายได้ในเชิงทฤษฎีคือ การเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวส่งผลทำให้จำนวนโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับ (adsorbed surfactant molecules) ที่อยู่ล้อมรอบหยดของเหลว dispersed phase ตรงบริเวณชั้นฟิล์มรอยต่อระหว่างหยदन้ำมันกับน้ำ (oil/ water interfacial film) เพิ่มมากขึ้น โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate ที่ถูกดูดซับซึ่งมีประจุบวก (cationic) จะทำให้เกิด electrostatic barrier และ steric barrier ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดการรวมตัวกันของหยดของเหลว dispersed phase จึงส่งผลให้ความเสถียรภาพของอิมัลชันเพิ่มมากขึ้นด้วยแรงผลัไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic repulsion force)

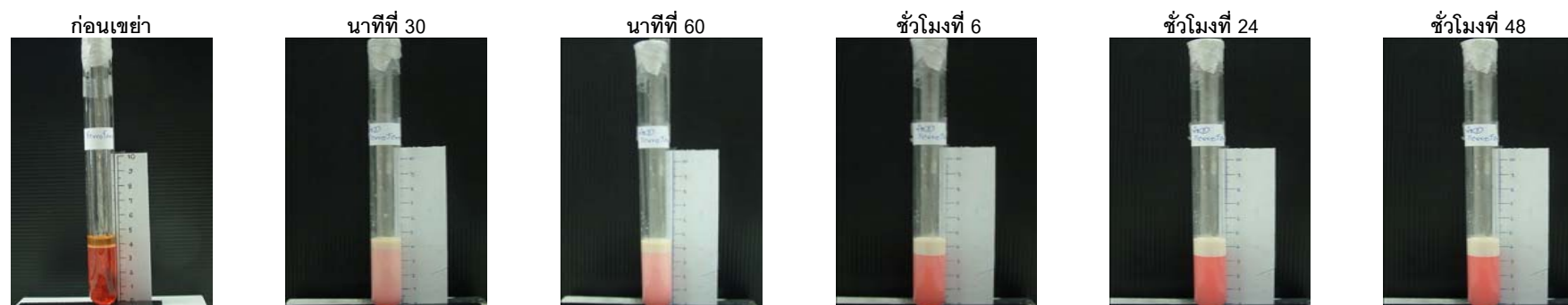
ในทางกลับกัน ถ้าความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวมากเกินไปคือที่ความเข้มข้น 10%wt. ความเสถียรภาพของอิมัลชันจะลดลง ทั้งนี้คาดว่าเป็นผลเนื่องจากที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว 10%wt. มีค่าเกินความเข้มข้นวิกฤตในการเกิด micelle (critical micelle concentration, CMC) สำหรับส่วนผสมที่ศึกษานี้ ซึ่งมีผลทำให้โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวไม่ถูกดูดซับล้อมรอบหยดของเหลว dispersed phase หรือไม่เกิด micelle ในระบบ จึงทำให้หยดของเหลว dispersed phase เกิดการรวมตัวกันและเกิดการแยกชั้นของอิมัลชัน และส่งผลให้ความเสถียรภาพของอิมัลชันลดลงในที่สุด และมากไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาภาพถ่ายการเกิดอิมัลชันจากกล้องดิจิทัลจลในรูปที่ 3.4-2 จะสังเกตเห็นว่าลักษณะของอิมัลชันที่เกิดขึ้นที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวเท่ากับ 3.0 และ 5.0%wt. มีความเป็นเนื้อเดียวกันและเกิดการแยกชั้นของอิมัลชันน้อยมากเมื่อตั้งทิ้งไว้นานเป็นเวลา 2 วัน ดังนั้นจากผลการทดลองที่ศึกษานี้จึงสรุปว่าความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดวิเคราะห์ ที่ควรเลือกใช้ในการเตรียมอิมัลชันสำหรับส่วนผสมน้ำยาทาแบบคอนกรีตและน้ำในอัตราส่วนโดยปริมาตร 1 ต่อ 7 คือ 3.0-5.0%wt. เนื่องจากเป็นสภาวะที่มีความเสถียรภาพของอิมัลชันดีที่สุด นอกจากนี้ได้มีการวิเคราะห์ค่าความหนืดของอิมัลชันจาก

ส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตที่ผสม zinc stearate 3.0 และ 5.0%wt. กับน้ำในอัตราส่วนโดยปริมาตร 1 ต่อ 7 พบว่าค่าที่ได้มีค่าประมาณ 36.5-37.5 วินาที ส่วนอิมัลชันจากน้ำยาทาแบบคอนกรีตอย่างเดียวผสมน้ำไม่สามารถค่าความหนืดที่แน่นอนได้ ทั้งนี้เนื่องจากอิมัลชันที่เกิดขึ้นจะเกิดการแยกชั้นภายในช่วงเวลาสั้น ๆ หลังจากการเขย่าด้วยมือและเกิดการอุดตันในระหว่างที่จับเวลาวัดความหนืด

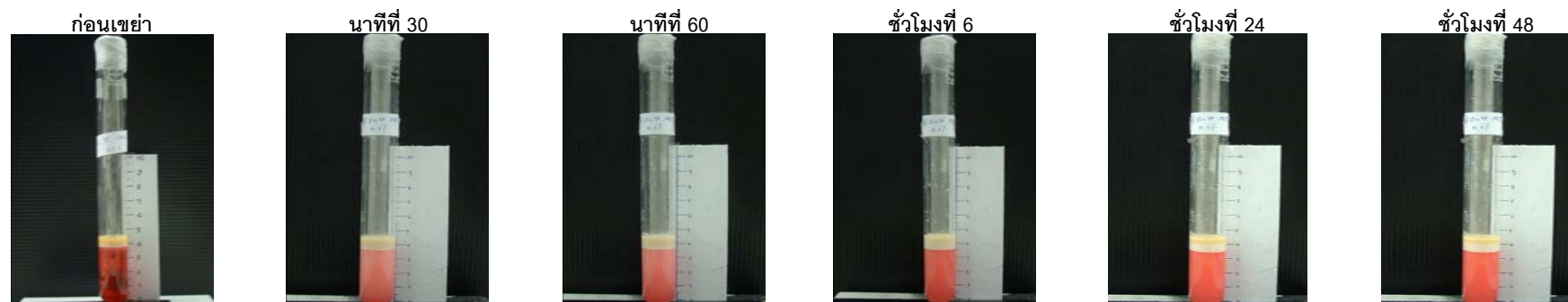


รูปที่ 3.4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลา โดยใช้วิธีกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ ด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่าง ๆ
 ก) การทดลองครั้งที่ 1 และ ข) การทดลองครั้งที่ 2 (ซ้ำ)

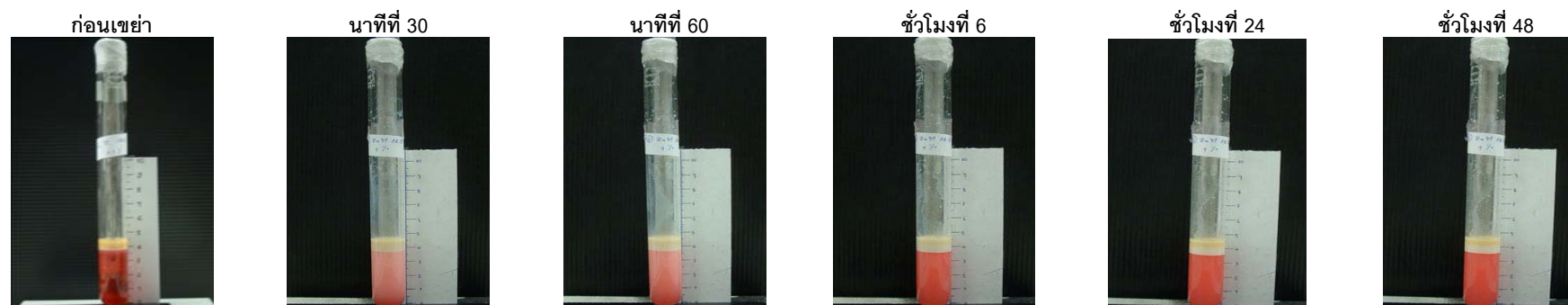
น้ำยาทาแบบคอนกรีต



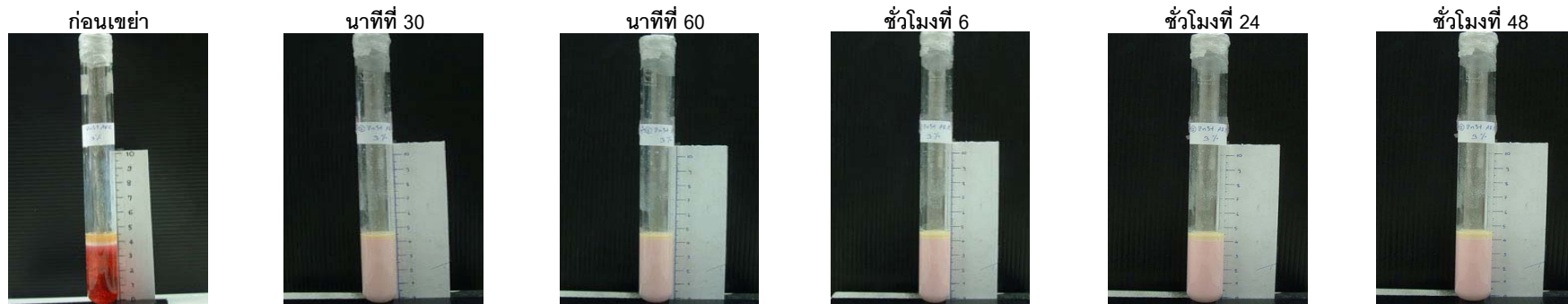
ก) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate 0.1% wt.



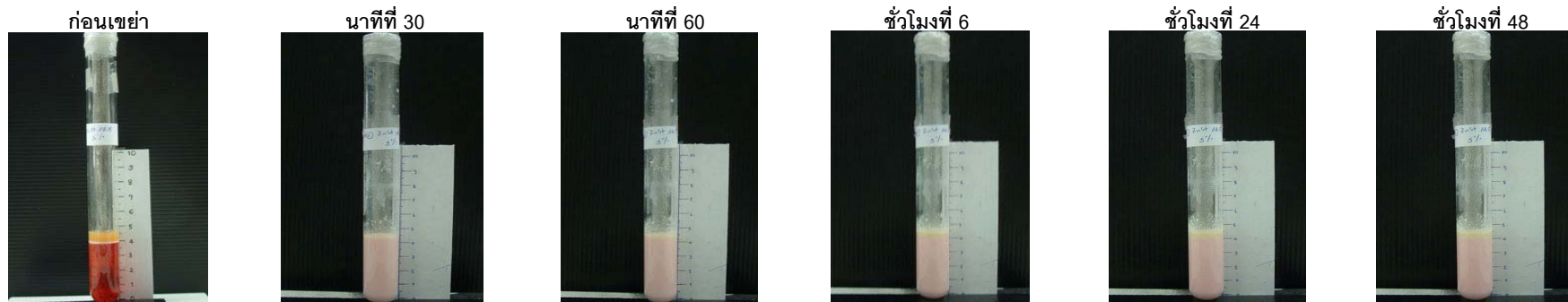
ข) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate 1.0% wt.



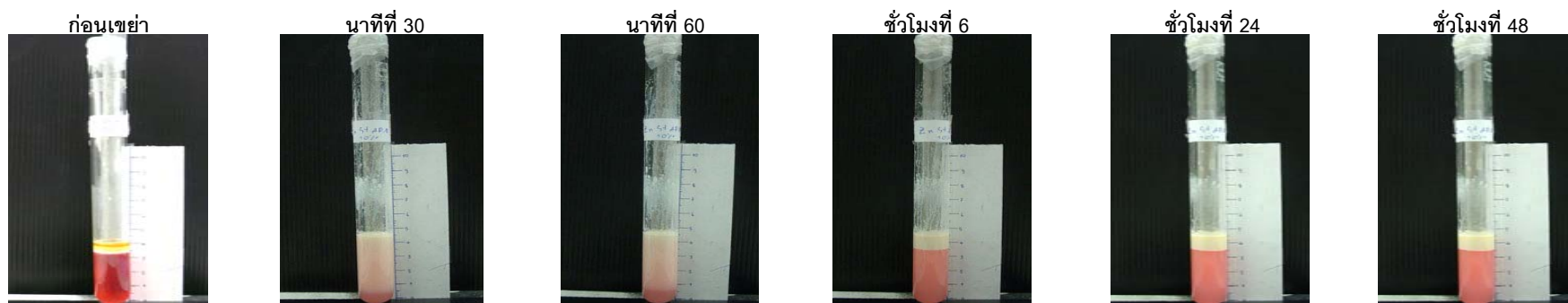
น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate 3.0% wt.



ค) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate 5.0% wt.

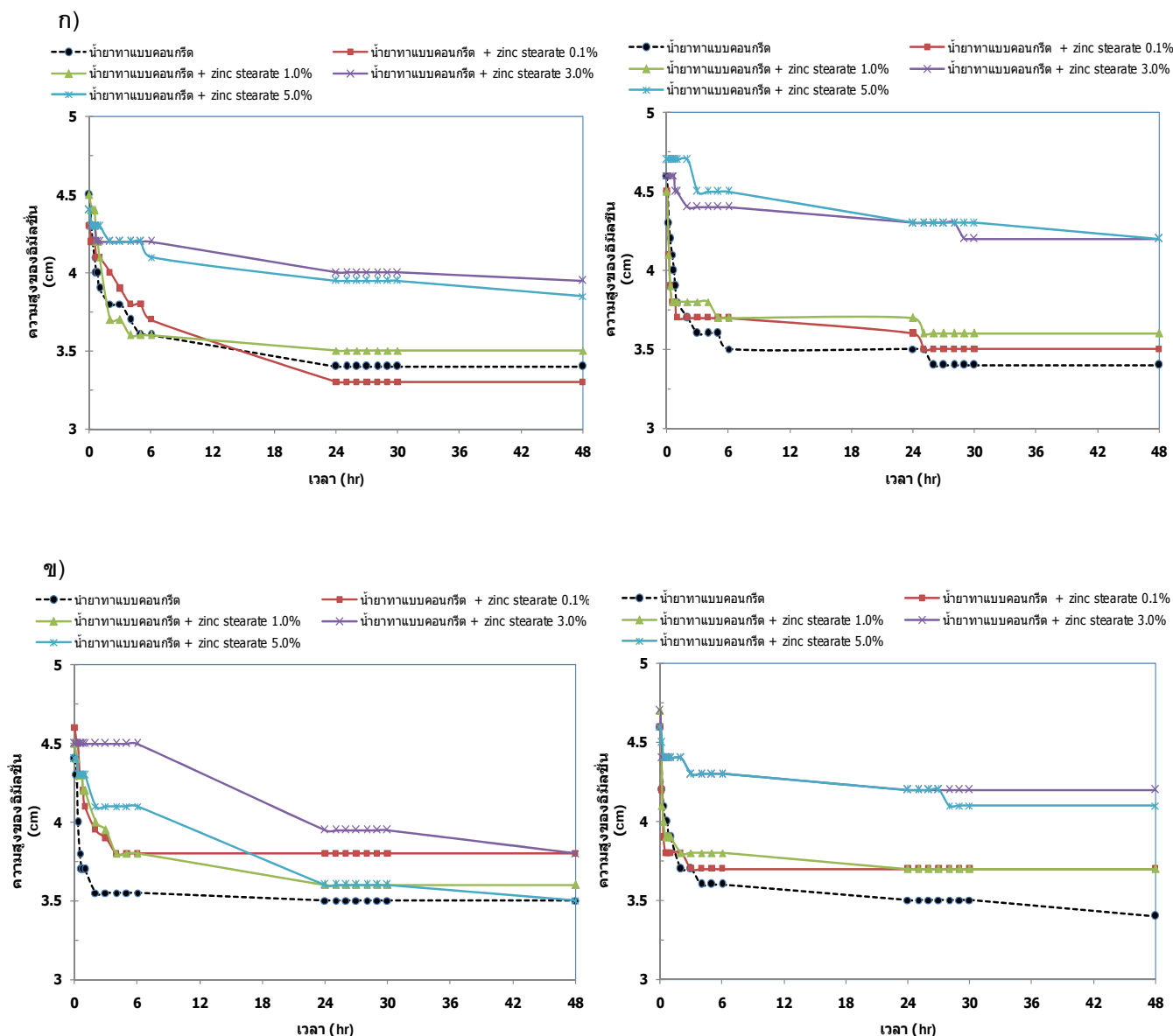


ง) น้ำยาทาแบบคอนกรีต + zinc stearate 10.0% wt.



รูปที่ 3.4-2 การเปรียบเทียบลักษณะของอิมัลชันที่เกิดขึ้น ณ เวลาใด ๆ เมื่อเติมสารลดแรงตึงผิว zinc stearate ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.1, 1.0, 3.0, 5.0 และ 10.0% wt.

3.5 อิทธิพลของวิธีการกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ : วิธีเขย่ามือ (กวนช้า) และวิธีกวนผสมด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (กวนเร็ว)



รูปที่ 3.5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของอิมัลชันที่เกิดขึ้นกับเวลา โดยใช้วิธีการกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ

1) ด้วยวิธี เขย่ามือ (ภาพซ้ายมือ) และ 2) ใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (ภาพขวามือ)

ที่ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดวิเคราะห์ 0.1, 1.0, 3.0 และ 5.0%wt. ก) การทดลองครั้งที่ 1 และ ข) การทดลองครั้งที่ 2 (ซ้ำ)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้มีการรายงานว่าการผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันในขั้นตอนการผสมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชัน ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาและจำลองวิธีการกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ 2 แบบ คือ 1) วิธีเขย่ามือ (กวนช้า) และ 2) วิธีกวนผสมด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (กวนเร็ว) โดยเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดวิเคราะห์ 5 ค่าด้วยกัน

ได้แก่ 0.1, 1.0, 3.0 และ 5.0%wt. ซึ่งผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.5-1 พบว่าสำหรับที่สภาวะความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบความสูงของอิมัลชัน ณ เวลาเดียวกันในการติดตามการแยกชั้น ความสูงของอิมัลชันที่วัดได้โดยใช้การกวนผสมด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์มีค่ามากกว่าการใช้วิธีเขย่ามือ ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าวิธีการกวนผสมสารหรือความแรงในการกวนมีผลต่อความเสถียรภาพของอิมัลชัน โดยวิธีการกวนผสมด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์มีส่วนช่วยเป็นอย่างมากในการปรับปรุงความเสถียรภาพของอิมัลชัน เนื่องจากความแรงในการกวนผสมสาร (mixing speed) หรือความเร็วรอบของเครื่องโฮโมจีไนเซอร์มีมากกว่าการใช้มือเขย่า จึงทำให้ส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตและสารลดแรงตึงผิวสามารถผสมเป็นเข้ากันได้ดี และส่งผลให้อิมัลชันที่เกิดขึ้นมีความเสถียรภาพมากขึ้น

บทที่ 4 สรุปผลการดำเนินงาน

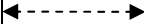
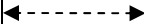
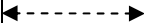
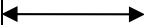
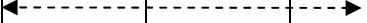
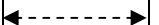
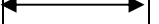
การดำเนินงานของโครงการได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นอิมัลชันของน้ำยาทาแบบคอนกรีต ซึ่งคาดหวังเป็นอย่างสูงว่าผลจากการดำเนินโครงการที่ได้จะทำให้ผู้ประกอบการได้รับประโยชน์เป็นอย่างมากในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่

1. บริษัท เฟอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ ด้วยการเติมสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมต่อการเกิดอิมัลชันในกระบวนการผลิต และแนวทางในการปรับปรุงวิธีการกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำ
2. บริษัท เฟอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด สามารถเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำที่มีคุณภาพและสอดคล้องต่อการนำไปใช้งานของลูกค้าสูงขึ้น และได้มาตรฐานเทียบเท่าหรือเหนือกว่าบริษัทคู่แข่ง
3. บริษัท เฟอร์โร คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด มีโอกาสที่มากขึ้นในการแข่งขันทางการตลาดกับบริษัทคู่แข่ง

และผลสรุปการทดลองและข้อเสนอแนะจากการดำเนินงานในโครงการ มีดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรภาพของอิมัลชันสำหรับส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตและน้ำ ได้แก่ ปริมาตรของส่วนผสมระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีต (ที่เติมสารลดแรงตึงผิว) และน้ำ ที่ใช้สำหรับเตรียมอิมัลชัน, ชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เติมผสมในน้ำยาทาแบบคอนกรีต, ความบริสุทธิ์ของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้, ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว และรูปแบบวิธีการกวนผสมสาร
2. จากการทดลองศึกษาในระดับปฏิบัติการนี้ ได้สภาวะที่เหมาะสมมากที่สุดและแนวทางสำหรับการพัฒนาปรับปรุงเสถียรภาพของอิมัลชันคือ ควรใช้ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว zinc stearate เกรดวิเคราะห์ 3.0-5.0%wt. เติมผสมในน้ำยาทาแบบคอนกรีต และควรใช้วิธีการกวนผสมสารในขั้นตอนก่อนผสมน้ำโดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ทำให้น้ำยาทาแบบคอนกรีตและส่วนผสมอื่น ๆ ที่เติมลงไป สามารถผสมเข้ากันเป็นอย่างดี เช่น การใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ในการกวนผสมสาร

สรุปรายละเอียดการดำเนินกิจกรรมตามแผนงานและการดำเนินงานจริง

กิจกรรม	เดือนที่			ผู้ดำเนินการ
	1	2	3	
1. หาแนวทางวิธีการที่เหมาะสมในปรับปรุงความเสถียรภาพของน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ	 			ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยและผู้ประกอบการ
2. ส่งสารเคมีและอุปกรณ์เครื่องแก้ว	 			ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย
3. เช็ทอุปกรณ์และเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	 			ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย
4. ทดลองศึกษาชนิดของสารลดแรงตึงผิว และความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่อการแยกชั้นระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำกับน้ำ และการผสมกันของระหว่างน้ำยาทาแบบคอนกรีตผสมน้ำกับสารลดแรงตึงผิวด้วยเครื่องโฮไมจีไนเซอร์	 			ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย
5. ถ่ายทอดการวิธีการปรับปรุงความเสถียรภาพต่อการแยกชั้นของน้ำยาทาแบบคอนกรีตชนิดผสมน้ำ ให้กับสถานประกอบการ			 	ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยและผู้ประกอบการ
6. สรุปผลและเขียนรายงาน			 	ผู้เชี่ยวชาญและผู้ช่วย

หมายเหตุ: เส้นประ (-----) คือ กิจกรรมที่ได้วางแผนไว้

เส้นทึบ (——) คือ กิจกรรมที่ดำเนินงานจริง

อุปสรรคและปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

-