บทที่ 5
น้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรมฐานน้ำมันปาล์ม

ระบบไฮดรอลิคเป็นระบบที่มีใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท เช่น เครื่องเพรสขึ้นรูปโลหะ เครื่องกลึง เครื่องเจียรนัย เครื่องฉีดพลาสติก รถยก รถตัก รถเหมืองแร่ เป็นต้น ระบบไฮดรอลิคจะใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลัง หรือเปลี่ยนแปลงพลังงานของของไหลให้เป็นพลังงานกล ซึ่งของเหลวที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังก็คือน้ำมันไฮดรอลิคนั่นเอง

น้ำมันไฮดรอลิคเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในระบบไฮดรอลิค ถ้าปราศจากน้ำมันไฮดรอลิคแล้ว ระบบก็ไม่สามารถทำงานได้ หรือการเลือกใช้น้ำมันไฮดรอลิคผิดประเภท ไม่เหมาะสมกับเครื่องจักร เครื่องจักรก็จะทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ หรืออาจจะเกิดการติดขัดของระบบได้ เนื่องจากระบบไฮดรอลิคในเครื่องจักรแต่ละประเภทนั้นมีลักษณะของการใช้แรงไม่เหมือนกัน และระยะพิกัดความเผื่อของชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในระบบไม่เท่ากัน รวมทั้งอุณหภูมิใช้งานของระบบแต่ละชนิดก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นการเลือกใช้น้ำมันไฮดรอลิคแต่ละชนิดจำเป็นจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับระบบด้วย และจากการที่มีการใช้ระบบไฮดรอลิคกันอย่างกว้างขวางนั้น ในงานวิจัยฉบับนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรของไทย ซึ่งก็คือน้ำมันปาล์ม ให้มีมูลค่าเพิ่มมากกว่าในปัจจุบันนี้ และพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีมูลค่าสูงที่สุด (ในปัจจุบันเราใช้น้ำมันปาล์มเป็นผลิตภัณฑ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย เช่น เนยเทียม หรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และใช้ในการประกอบอาหารตามครัวเรือน) โดยทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรม

น้ำมันไฮดรอลิคในปัจจุบันมีให้เลือกใช้มากมายหลายชนิดขึ้นกับวิธีการทำงานของระบบไฮดรอลิคแต่ละชนิดเป็นหลัก รวมทั้งสภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบด้วย โดยทั่วไปน้ำมันไฮดรอลิคถูกจัดแบ่งตามลักษณะการผลิตและวัตถุประสงค์การใช้งานได้เป็น 3 ประเภทคือ น้ำมันไฮดรอลิคฐานน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันแร่ (Mineral Hydraulic Oils) น้ำมันไฮดรอลิคฐานน้ำมันสังเคราะห์ (Synthetic Hydraulic Oil) และน้ำมันไฮดรอลิคประเภทน้ำมันทนไฟ (Fire Resistance Hydraulic Fluids/Water Based Hydraulic Fluid) และจากแนวโน้มในเรื่องของการรักษาสิ่งแวดล้อมและการใช้งานในอุตสาหรรมอาหารในปัจจุบันทำให้น้ำมันไฮดรอลิคที่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติและน้ำมันไฮดรอลิคประเภทใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Biodegradable Hydraulic Oil and Food Grade Hydraulic Oil) เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นและเป็นน้ำมันไฮดรอลิคอีกชนิดหนึ่งที่คาดว่าจะเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมในอนาคตมากขึ้นด้วย ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำมันไฮดลอลิกที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาตินั้นมักจะใช้น้ำมันพืชหรือสัตว์ เช่น น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันละหุ่ง น้ำมันจากปลา เป็นต้น เป็นน้ำมันพื้นฐานในการผลิตเป็นน้ำมันไฮดรอลิค

น้ำมันไฮดรอลิคฐานน้ำมันแร่มีส่วนประกอบหลักคือ น้ำมันแร่จากปิโตรเลียมและสารปรุงแต่งเพิ่มคุณภาพ (Additives) แนวทางในการวิจัยของคณะวิจัยในส่วนนี้จะมุ่งเน้นไปที่การนำน้ำมันปาล์มมาเป็นน้ำมันพื้นฐาน (Palm Base Oil) ในการผลิตเป็นน้ำมันไฮดรอลิคฐานน้ำมันปาล์ม (Palm Oil Based Hydraulic) โดยที่ขั้นตอนต่อไปในการดำเนินการวิจัยจะทำการทดสอบโดยการเติมสารปรุงแต่งแบบชุดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (Commercial Additive Packages) แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐานที่น้ำมันไฮดรอลิคฐานน้ำมันแร่ทั่วไปต้องการ

ของไหลที่สามารถจะทำหน้าที่ให้กำลังในอุปกรณ์ไฮดรอลิคได้ดีได้แก่น้ำ แต่เนื่องจากน้ำไม่มีคุณสมบัติในการต่อต้านการเกิดสนิมและป้องกันการสึกหรอในอุปกรณ์ไฮดรอลิคได้ ดังนั้นของไหลที่จำนำมาใช้ในระบบไฮดรอลิคจึงควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความหนืดและค่าดัชนีความหนืดที่เหมาะสม น้ำมันไฮดรอลิคที่มีคุณภาพดีจะต้องมีค่าความหนืดคงที่แม้ว่าอุณภูมิในการทำงานจะเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิคยังมีผลต่อการหล่อลื่นระหว่างผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่าง ๆ กล่าวคือ ถ้าความหนืดมากจะป้องกันการสึกหรอได้ดี อย่างไรก็ตามหากมีความหนืดมากเกินไปก็จะไม่เป็นผลดีต่อการหล่อลื่น เนื่องจากทำให้การเคลื่อนตัวของน้ำมันไหลไปมาไม่สะดวก [จากรายงานความก้าวหน้าฉบับก่อน ๆ ได้พบว่าความหนืดของน้ำมันปาล์มอยู่ในช่วงความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิคที่ ISO VG 46 และดัชนีความหนืดของน้ำมันปาล์มมีค่าค่อนข้างสูงมากอยู่ที่ประมาณมากกว่า 200 (VI $\approx$ 200)]

2. มีจุดไหลเทต่ำ น้ำมันไฮดรอลิคควรมีจุดไหลเทต่ำกว่าอุณหภูมิที่ระบบไฮดรอลิคทำงาน และจุดไหลเทนี้จะมีปัญหาก็ต่อเมื่อระบบไฮดรอลิคต้องทำงานในบริเวณอุณหภูมิต่ำ ๆ เช่น ในโรงงานผลิตอาหารแช่แข็ง เป็นต้น จุดไหลเทของน้ำมันปาล์มค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับน้ำมันไฮดรอลิคทั่วไป ซึ่งงานวิจัยเบื้องต้นพบว่าจุดไหลเทของน้ำมันปาล์มมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเยือกแข็งของน้ำที่ 0°ซ. ซึ่งมีแนวทางในการวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติข้อนี้ในขั้นตอนถัดไปของการวิจัยคือ การทำวินเทอร์ไรเซชั่น (Winterization) และการเติมสารลดจุดไหลเท (Pour Point Depressant) อย่างไรก็ตามคุณสมบัติข้อนี้ยังไม่สำคัญมากนักในขั้นตอนปัจจุบัน เนื่องจากอุณหภูมิใช้งานของระบบไฮดรอลิคในประเทศไทยนั้นค่อนข้างสูง จึงมีโอกาสเสี่ยงน้อยต่อการแข็งตัวของน้ำมันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0°ซ.

3. ป้องกันการเกิดการสึกหรอ
4. ต้านทานการเกิดออกซิเดชั่นได้ดี
5. ป้องกันการเกิดสนิม
6. ป้องกันการกัดกร่อนโลหะ ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิคส่วนใหญ่ทำด้วยโลหะ ดังนั้นน้ำมันไฮดรอลิคจะต้องไม่มีฤทธิ์ของความเป็นกรดซึ่งมีอันตรายต่ออุปกรณ์ได้
7. สามารถเข้ากับยาง ซีล ปะเก็น และสีได้เป็นอย่างดี
8. ต้านทานต่อการเกิดฟอง
9. มีความสามารถแยกตัวจากน้ำได้ดี

10. ทนไฟ

11. มีความสามารถในการอัดตัวต่ำ คือน้ำมันไฮดรอลิคต้องไม่ยุบตัวตามความดันเมื่อถูกอัดตัว

12. ไม่จับตัวเป็นก้อนหรือยางเหนียว

จากคุณสมบัติข้างต้นของน้ำมันไฮดรอลิค และจากการวิจัยในส่วนที่ผ่านมาทำให้คณะผู้วิจัยทราบว่าน้ำมันปาล์มมีข้อดีคือ มีค่าดัชนีความหนืดที่สูงทำให้คณะผู้วิจัยเห็นว่ามีแนวโน้มที่จะพัฒนาคุณสมบัติของน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันไฮดรอลิคได้ แต่น้ำมันปาล์มก็มีข้อด้อยหลาย ๆ ข้อคือ

1. มีจุดไหลเทสูง
2. คุณสมบัติในการต้านทานการเกิดออกซิเดชั่นต่ำ
3. คุณสมบัติในการต่อต้านการเกิดสนิมต่ำ
4. คุณสมบัติในการต่อต้านการสึกหรอแบบการรับภาระแบบจุดและแบบเส้น(Counter Formal Contact) ที่ต่ำกว่าน้ำมันไฮดรอลิค ISO VG 46 แต่ในการทดสอบคุณสมบัติการต้านทานการสึกหรอแบบการรับภาระเป็นพื้นที่ (Conformal Contact) นั้นให้ผลการทดสอบที่ดีกว่า

ซึ่งข้อด้อยของน้ำมันปาล์มที่กล่าวมาข้างต้น ทางคณะผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงคุณสมบัติให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรมต่อไป และจากคุณสมบัติของน้ำมันไฮดรอลิคเบื้องต้นทำให้คณะผู้วิจัยทราบว่ามีคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันไฮดรอลิคอีกหลายข้อที่มีความสำคัญคือ

1. คุณสมบัติในการเข้ากับยาง หรือซีลได้
2. คุณสมบัติในการต่อต้านการเกิดฟอง
3. คุณสมบัติในการแยกตัวจากน้ำ

โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ดังต่อไปนี้

การทดสอบคุณสมบัติ

1. คุณสมบัติการเข้ากันได้กับซีล (Seal Compatibility)

คุณสมบัติการเข้ากันได้กับซีล (Seal Compatibility) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของน้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรม เนื่องจากระบบไฮดรอลิคมีชิ้นส่วนหลาย ๆ ส่วนที่มีการเคลื่อนที่และมีของเหลว (น้ำมันไฮดรอลิค) เป็นตัวส่งถ่ายแรงอยู่ในระบบ ดังนั้นจึงต้องมีซีลป้องกันน้ำมันไฮดรอลิครั่วออกมาจากชิ้นส่วนต่าง ๆ ของระบบ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำมันจากปิโตรเลียมมักจะทำปฏิกิริยากับยาง ซึ่งเป็นวัสดุที่นำมาผลิตเป็นซีลนั่นเอง ดังนั้นคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันไฮดรอลิคก็คือ คุณสมบัติที่ไม่ทำปฏิกิริยากับซีล ทำให้ซีลในระบบเกิดการบวม หรือเสื่อมสภาพไป บูน่า-เอ็น หรือองค์ประกอบของยางไนไตร (Buna-N or Nitrile) เป็นวัสดุที่นิยมใช้ทำซีลในระบบไฮดรอลิคมากที่สุด เพราะมีความหยาบปานกลาง ทนทาน ใช้ได้ในอุณหภูมิสูงโดยไม่เปลี่ยนสภาพ มีราคาไม่แพง และ

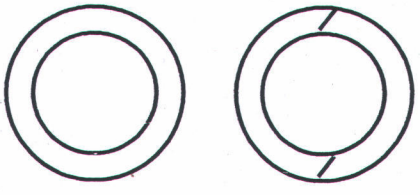
สามารถหลอมเป็นรูปร่างได้ตามต้องการ ทำงานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ –54°ซ. ถึง 135°ซ. ซึ่งซีลบูน่า-เอ็นหรือไนไตรด์เป็นวัสดุโคโพลีเมอร์ของบิวทาดีน (Butadiene) และอะไครโลไนไตรด์ (Acrylonitrile) โดยปกติแล้วบูน่า-เอ็นจะมีส่วนประกอบของอะไครโบไนไตรด์อยู่ประมาณ 18%ถึง 48% ปริมาณของไนไตรด์เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ซีลมีความสามารถทนทานต่อน้ำมันฐานปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนเพิ่มมากขึ้น แต่จะทำให้ทนอุณหภูมิต่ำลดลง

ในงานวิจัยชิ้นนี้จะทำการทดสอบความเข้ากันได้กับซีลโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM D 4289-03 Standard Test Method for Elastomer Compatibility of Lubricating Greases and Fluids มาตรฐาน IP 278/72 (1998) Determination of seal compatibility index of petroleum oils และมาตรฐาน ISO 1817-1985 (E) Rubber, vulcanized – Determination of the effect of liquids ซึ่งโดยปกติแล้วของเหลว (Liquids) ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งน้ำมันจากปิโตรเลียมจะทำปฏิกิริยากับยางได้ดังต่อไปนี้

1. ยางจะดูดซึมเอาของเหลวเอาไว้
2. ละลายสารประกอบในยางออกมา
3. ทำปฏิกิริยาเคมีกับยาง

โดยส่วนมากแล้วยางซึ่งเป็นวัสดุสำคัญที่ใช้เป็นส่วนประกอบของซีล จะดูดซึมเอาของเหลวไว้มากกว่าจะถูกของเหลวละลายเอาส่วนประกอบของยางออกมา ดังนั้นการที่ยางดูดซึมเอาของเหลวเอาไว้ก็จะทำให้ยางเกิดการบวมขึ้นมา ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติทางกลและทางเคมีของยางเปลี่ยนแปลงไป เช่น ความแข็งแรง การยืดตัว และความแข็ง ดังนั้นในสาระสำคัญของมาตรฐานต่าง ๆ ที่คณะผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการทดสอบก็คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรและน้ำหนักของยางหรือซีล

ซึ่งวิธีการทดสอบโดยย่อมีดังต่อไปนี้ ทำการทดสอบโดยการตัดแผ่นยางที่ใช้ทำซีลเป็นชิ้นแล้วชั่งน้ำหนักในอากาศและในน้ำด้วยเครื่องชั่งที่ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของสาร และนำผลที่ได้มาคำนวณปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากแช่ซีลในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46 ที่อุณหภูมิ 100°ซ. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำขึ้นมาชั่งน้ำหนักหลังการทดสอบและคำนวณปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการทดสอบจะแบ่งเป็น 2 แบบคือ แบบที่แช่ซีลทั้งวง และแบบตัดซีลออกเป็น 2 ชิ้นโดยทำมุม 45 องศา เพื่อให้มีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมันมากยิ่งขึ้น แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ซีลแบบเต็มวงและแบบตัดเป็นมุม 45 องศา

ผลการทดสอบ

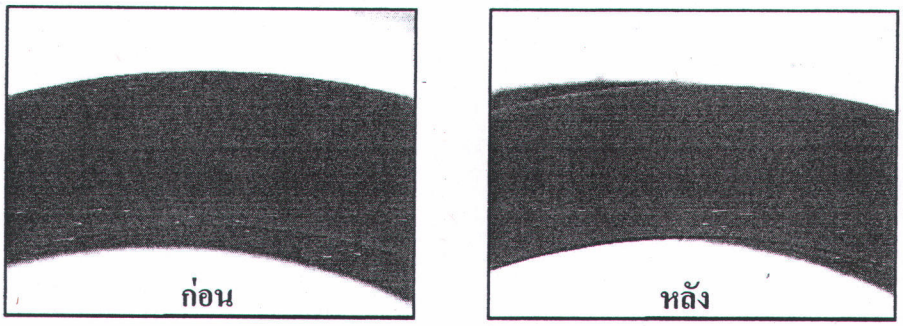
แบบที่ 1 แช่ซีลยางทั้งวง

	ชั่งในอากาศ (กรัม)		ชั่งในน้ำ (กรัม)		% ปริมาตรเปลี่ยน
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)	0.3816	0.3625	0.0792	0.075	-4.9272
น้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46	0.3982	0.3822	0.0796	0.0772	-4.2687

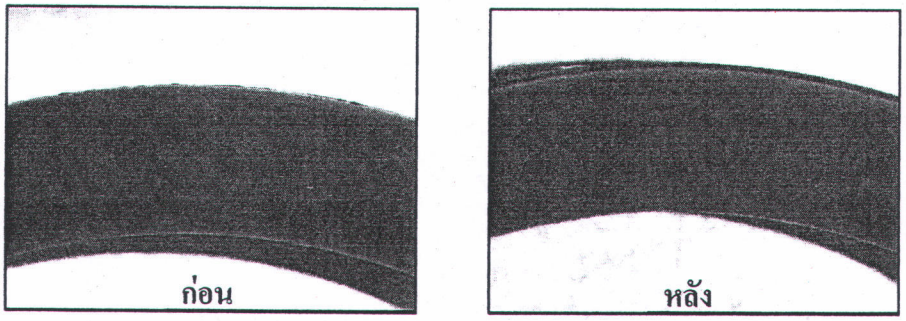
แบบที่ 2 ตัดซีลยางเป็น 2 ชิ้น โดยทำมุม 45 องศา

	ชั่งในอากาศ (กรัม)		ชั่งในน้ำ (กรัม)		% ปริมาตรเปลี่ยน
น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
ชิ้นที่ 1	0.18	0.1714	0.039	0.0389	-6.0284
ชิ้นที่ 2	0.1854	0.1761	0.0404	0.0355	-3.0345
เฉลี่ย					-4.5314
น้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
ชิ้นที่ 1	0.1975	0.1898	0.0384	0.0381	-4.6512
ชิ้นที่ 2	0.1919	0.1839	0.0373	0.0369	-4.9159
เฉลี่ย					-4.7835

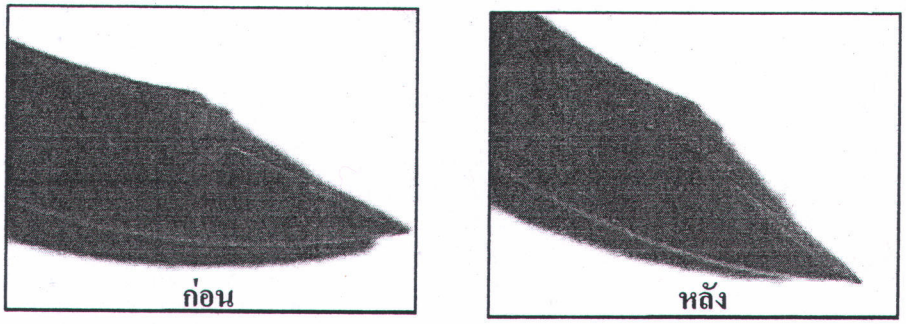
จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าปริมาตรที่เปลี่ยนไปเป็นเปอร์เซ็นต์ของซีลยางเป็นค่าลบ ทั้งในน้ำมันปาล์มและน้ำมันไฮดรอลิค ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าน้ำมันปาล์มมีแนวโน้มในการทำปฏิกิริยากับยางใกล้เคียงกับน้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรม



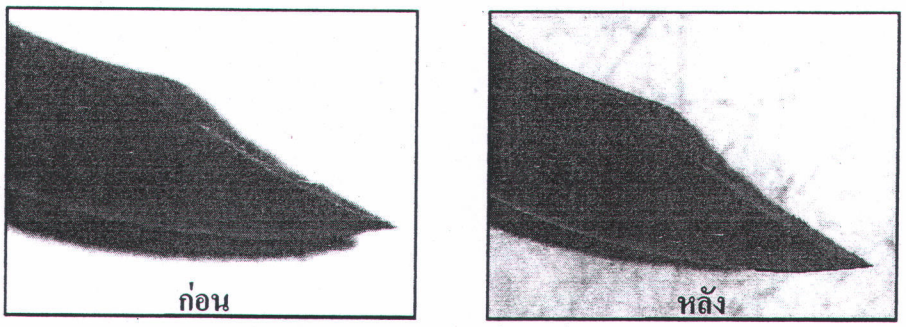
รูปที่ 2 ลักษณะของซีลก่อนและหลังการแช่ในน้ำมันไฮดรอลิคในการทดสอบแบบแช่ทั้งวง



รูปที่ 3 ลักษณะของซีลก่อนและหลังการแช่ในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) ในการทดสอบแบบแช่ทั้งวง



รูปที่ 4 ลักษณะของซีลก่อนและหลังการแช่ในน้ำมันไฮดรอลิค
ในการทดสอบแบบตัดทำมุม 45 องศา



รูปที่ 5 ลักษณะของซีลก่อนและหลังการแช่ในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)
ในการทดสอบแบบตัดทำมุม 45 องศา

2. คุณสมบัติการต่อต้านการเกิดฟอง (Anti Foam) ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิค

ฟองที่เกิดขึ้นในระบบไฮดรอลิคมีผลทำให้ระบบไฮดรอลิคสูญเสียประสิทธิภาพไป โดยธรรมชาติแล้วน้ำมันไฮดรอลิคที่มีความใสมาก ๆ จะต้านทานการเกิดฟองได้ดี ฟองในระบบไฮดรอลิคคือ ฟองที่เกิดขึ้นแล้วสะสมอยู่บนผิวหน้าของน้ำมัน ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำมันไฮดรอลิคจำเป็นที่

จะต้องเติมสารปรุงแต่งเพื่อต่อต้านการเกิดฟอง สารปรุงแต่งชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการต้านทานการเกิดฟองในน้ำมันไฮดรอลิคก็คือ ซิลิโคน (Silicone) ซึ่งปกติจะเติมลงไปในน้ำมันประมาณ 2 ถึง 3 พีพีเอ็ม (ppm: parts per million)

ในการศึกษาและพัฒนาน้ำมันปาล์มให้เป็นน้ำมันไฮดรอลิคจึงจำเป็นที่จะขาดเสียไม่ได้ที่จะต้องทดสอบคุณสมบัติการต่อต้านการเกิดฟองในน้ำมันปาล์มว่ามีคุณสมบัติขั้นต้นนั้นดีหรือด้อยกว่าน้ำมันไฮดรอลิคที่เติมสารปรุงแต่งเพิ่มคุณภาพมาแล้ว คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบการต่อต้านการเกิดฟองตามวิธีการทดสอบอย่างง่าย ตามมาตรฐาน ASTM D 3519-76

การทดสอบอย่างง่ายแบบนี้คือ นำน้ำน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) กับน้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรม เบอร์ ISO VG 46 มาใส่ในโถเครื่องปั่นน้ำผลไม้แล้วเปิดเครื่องปั่นทำงาน เพื่อทำให้น้ำมันเกิดฟองและทำการวัดความสูงของฟองที่เกิดขึ้น เพื่อใช้เปรียบเทียบคุณสมบัติในการต้านทานการเกิดฟองของน้ำมันแต่ละชนิด วิธีการทดสอบนี้อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM D 3519-76 (Standard Test Method for Foam in Aqueous Media (Blender Test)) ความสูงของฟองอากาศที่เกิดขึ้นคำนวณได้ตามสูตรดังต่อไปนี้

$$F_m = M - I \qquad (1)$$

เมื่อ F_m = ความสูงของฟอง

M = ค่าความสูงทั้งหมด (น้ำมัน + ฟอง)

I = ความสูงเดิม (น้ำมัน)

และทำการศึกษาดูว่าฟองจะเหลืออยู่เท่าใดหลังจากเวลาผ่านไป 5 นาที โดยสูตร

$$F_r = R - I \qquad (2)$$

เมื่อ F_r = ระยะฟองที่เหลือหลัง 5 นาที

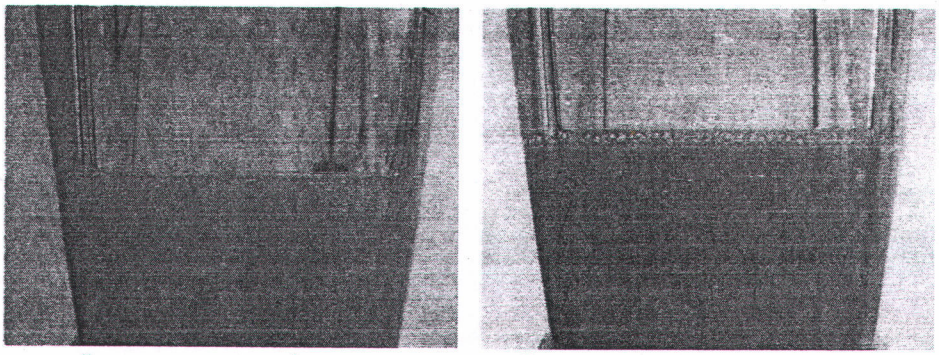
R = ค่าความสูงทั้งหมด (น้ำมัน + ฟอง) หลัง 5 นาที

I = ความสูงน้ำมันเดิม

ผลการทดสอบที่ได้เป็นดังนี้

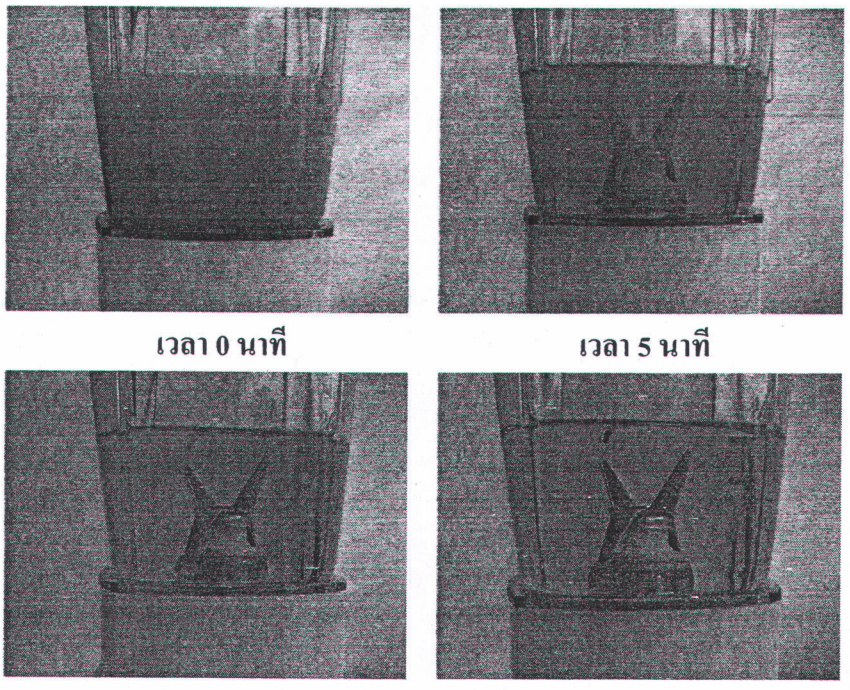
	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันไฮดรอลิคอุตสาหกรรม เบอร์ ISO VG 46
F_m	1	5
F_r	0	0

แต่จากการสังเกตผลการทดลองทำให้ทราบว่ายังมีฟองอีกแบบหนึ่งคือ ฟองขนาดเล็ก ๆ ที่กระจายอยู่ในน้ำมัน ซึ่งสังเกตได้จากภาพที่เห็นน้ำมันเป็นสีขาวขุ่นหลังจากถูกปั่นด้วยเครื่องปั่น รูปที่ 2 แสดงลักษณะฟองอากาศที่เกิดอยู่ที่ผิวหน้าของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิคเบอร์ ISO VG 46 รูปที่ 3 แสดงลักษณะการสลายตัวของฟองอากาศขนาดเล็กในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) หลังจากการปั่นในช่วงเวลา 0, 5, 10 และ 20 นาที รูปที่ 4 แสดงลักษณะการสลายตัวของฟองอากาศขนาดเล็กในน้ำมันไฮดรอลิคเบอร์ ISO VG 46 หลังจากการปั่นในช่วงเวลา 0, 5, 10 และ 20 นาที



น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) **น้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46**

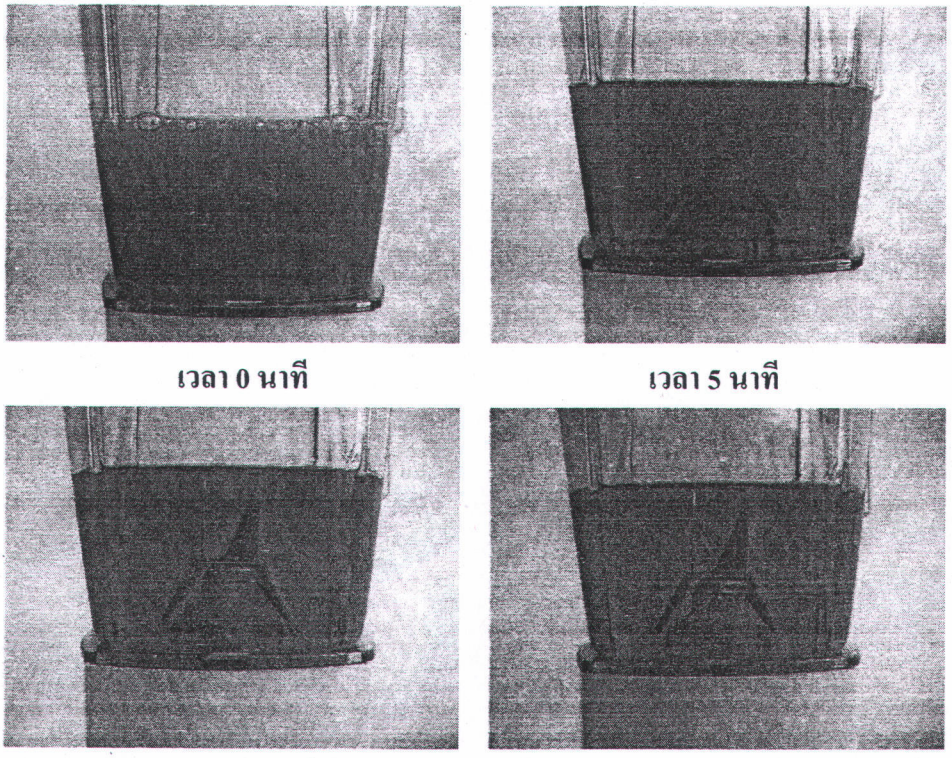
รูปที่ 6 ลักษณะของการเกิดฟองที่ผิวหน้าของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46



เวลา 0 นาที **เวลา 5 นาที**

เวลา 10 นาที **เวลา 20 นาที**

รูปที่ 7 การสลายตัวของฟองอากาศในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) หลังจากการปั่นที่เวลาต่าง ๆ



เวลา 0 นาที เวลา 5 นาที

เวลา 10 นาที เวลา 20 นาที

รูปที่ 8 การสลายตัวของฟองอากาศในน้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46 หลังจากการปั่นที่เวลาต่าง ๆ

จากการทดลองพบว่าค่า F_r ของน้ำมันทั้งสองชนิดมีค่าเป็นศูนย์เท่ากัน แต่ค่า F_m ต่างกัน คือของน้ำมันไฮดรอลิค ISO VG 46 มีค่าสูงกว่า สรุปได้เบื้องต้นว่า น้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติด้านการต่อต้านการเกิดฟองไม่ด้อยไปกว่าน้ำมันไฮดรอลิค ISO VG 46 (ภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบในครั้งนี้) และทำให้มองเห็นได้ว่าอาจจะไม่จำเป็นต้องเติมสารปรุงแต่งประเภทการต่อต้านการเกิดฟอง (Antifoam หรือ Defoamant) ให้กับน้ำมันปาล์มหากจะนำมาใช้ทดแทนน้ำมันไฮดรอลิค

3. ความสามารถในการแยกตัวออกจากน้ำ (Demulsibility) ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิค

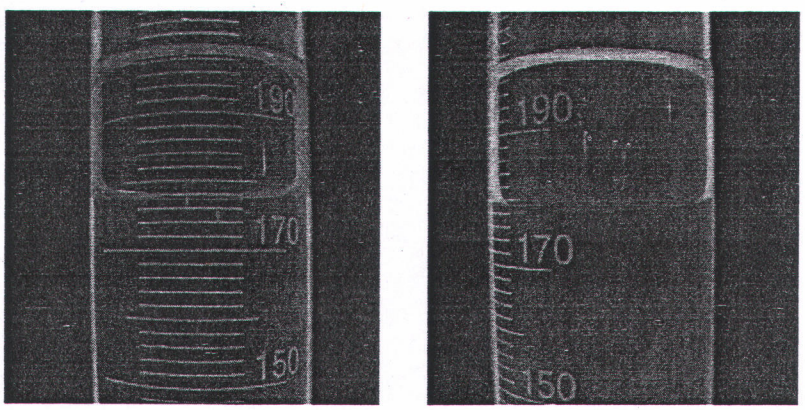
โดยปกติแล้ววัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกลก็คือเหล็ก ปัญหาที่สำคัญที่เกิดขึ้นกับเหล็กก็คือการเกิดออกซิเดชั่นหรือสนิม ซึ่งปัญหาในการเกิดออกซิเดชั่นของเหล็กมักจะต้องมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ เพราะน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชั่นหรือสนิม ทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ผลิตจากเหล็กเกิดการสึกกร่อนจากสนิม ระบบไฮดรอลิคก็เหมือนกันเป็นระบบหนึ่งที่มีชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นเหล็กประกอบอยู่มากมาย ดังนั้นคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันไฮดรอลิคที่ใช้ในระบบจึงต้องสามารถแยกน้ำออกมาจากน้ำมันได้ดีด้วย โดยปกติแล้วน้ำที่อยู่ในระบบมีอยู่ 3 สถานะ คือ น้ำที่แยกตัวออกจากน้ำมันเป็นชั้นอย่างชัดเจน น้ำที่ผสมกับน้ำมันเป็นชั้นสีขาว (Emulsion) ในน้ำมัน และน้ำที่ผสม

อยู่ในน้ำมัน ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า คุณสมบัติของน้ำมันไฮดรอลิคที่ดีจะต้องแยกน้ำออกมาจากน้ำมันได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ระบบไฮดรอลิคทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป และสารปรุงแต่งที่ผสมอยู่ในน้ำมันไฮดรอลิคควรจะไม่ละลายหรือทำปฏิกิริยารวมตัวกับน้ำ เพราะอาจจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นที่รองลื่นแบบเม็ดลูกกลิ้งและชิ้นส่วนภายในที่มีการเคลื่อนที่ของปั๊มน้ำมันไฮดรอลิค อย่างไรก็ตามในน้ำมันไฮดรอลิคที่ใช้กับยานยนต์บางชนิดก็มีสารปรุงแต่งประเภทกระจายเขม่า (Detergent - Dispersant) ผสมอยู่ด้วย ซึ่งสารปรุงแต่งประเภทนี้มักจะรวมตัวกับน้ำได้ง่าย แต่ถ้าใช้งานที่อุณหภูมิสูงเกิน 65°ซ. ก็จะทำให้น้ำที่ผสมอยู่ในน้ำมันระเหยออกไปช้า ๆ

คุณสมบัติการรวมตัวเข้ากับน้ำของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิค เป็นคุณสมบัติสำคัญในงานวิจัยนี้ที่จำเป็นจะต้องทำการทดสอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรวมตัวเข้ากับน้ำของน้ำมันปาล์มเปรียบเทียบกับพฤติกรรมการรวมตัวเข้ากับน้ำของน้ำมันไฮดรอลิคว่าในน้ำมันปาล์มมีความแตกต่างมากน้อยเท่าใด เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น ในการทดสอบคุณสมบัติการรวมตัวเข้ากับน้ำของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) และน้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46 จะใช้วิธีการทดสอบโดยนำน้ำมันผสมกับน้ำในอัตราส่วนน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Blender) เป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นนำไปเทใส่หลอดแก้ว เพื่อสังเกตุการแยกชั้นของน้ำมันออกจากน้ำที่เวลาต่าง ๆ กันที่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 60 นาที ตามลำดับ

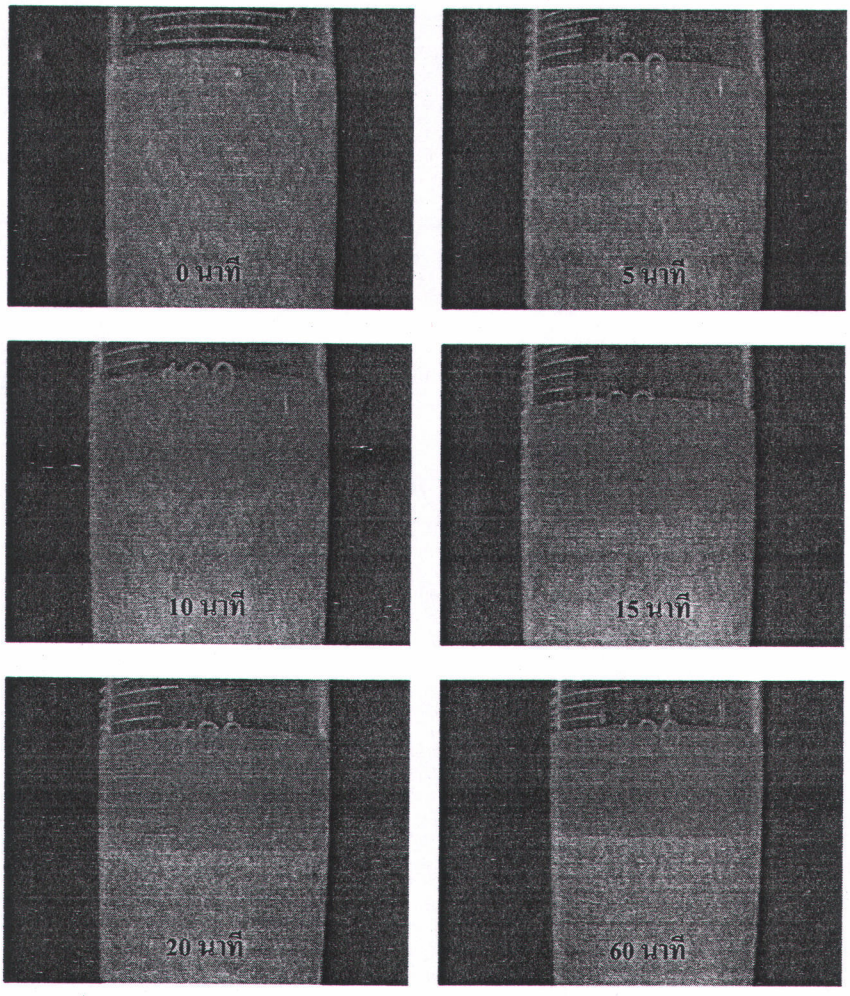
ผลการทดสอบ

1. น้ำมันไฮดรอลิค เบอร์ ISO VG 46



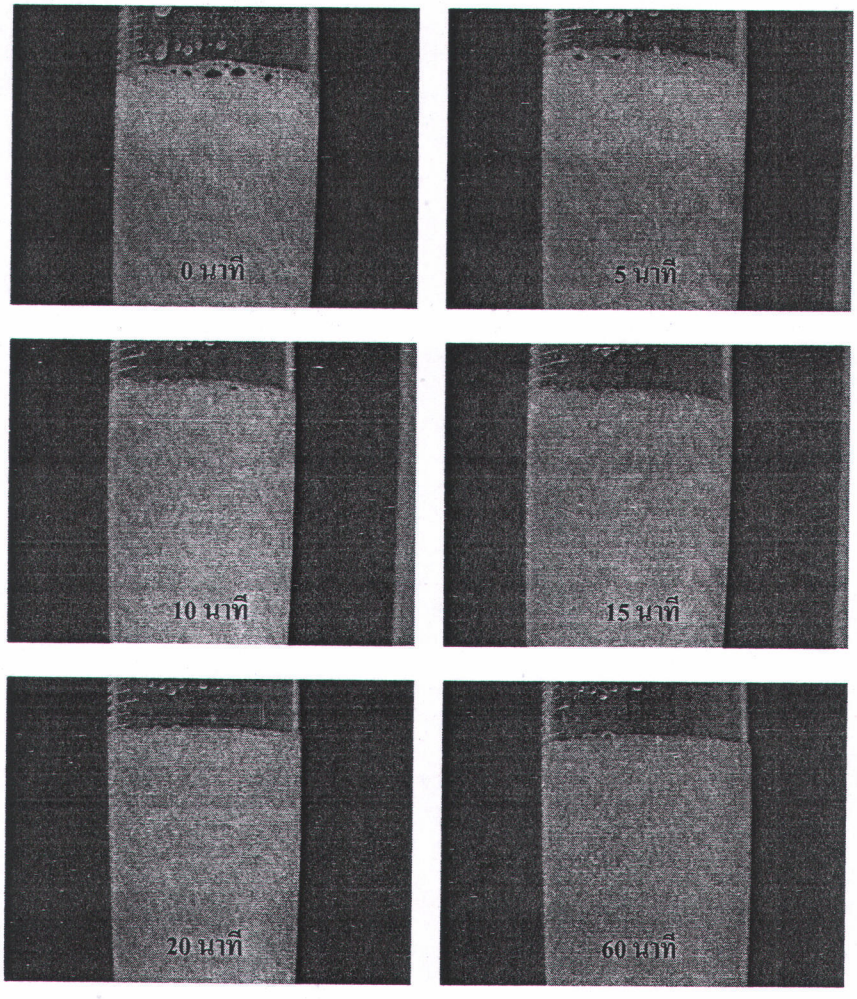
น้ำมันไฮดรอลิค **น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)**

รูปที่ 9 ลักษณะการแยกชั้นก่อนการทดลองของน้ำมันไฮดรอลิคและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)



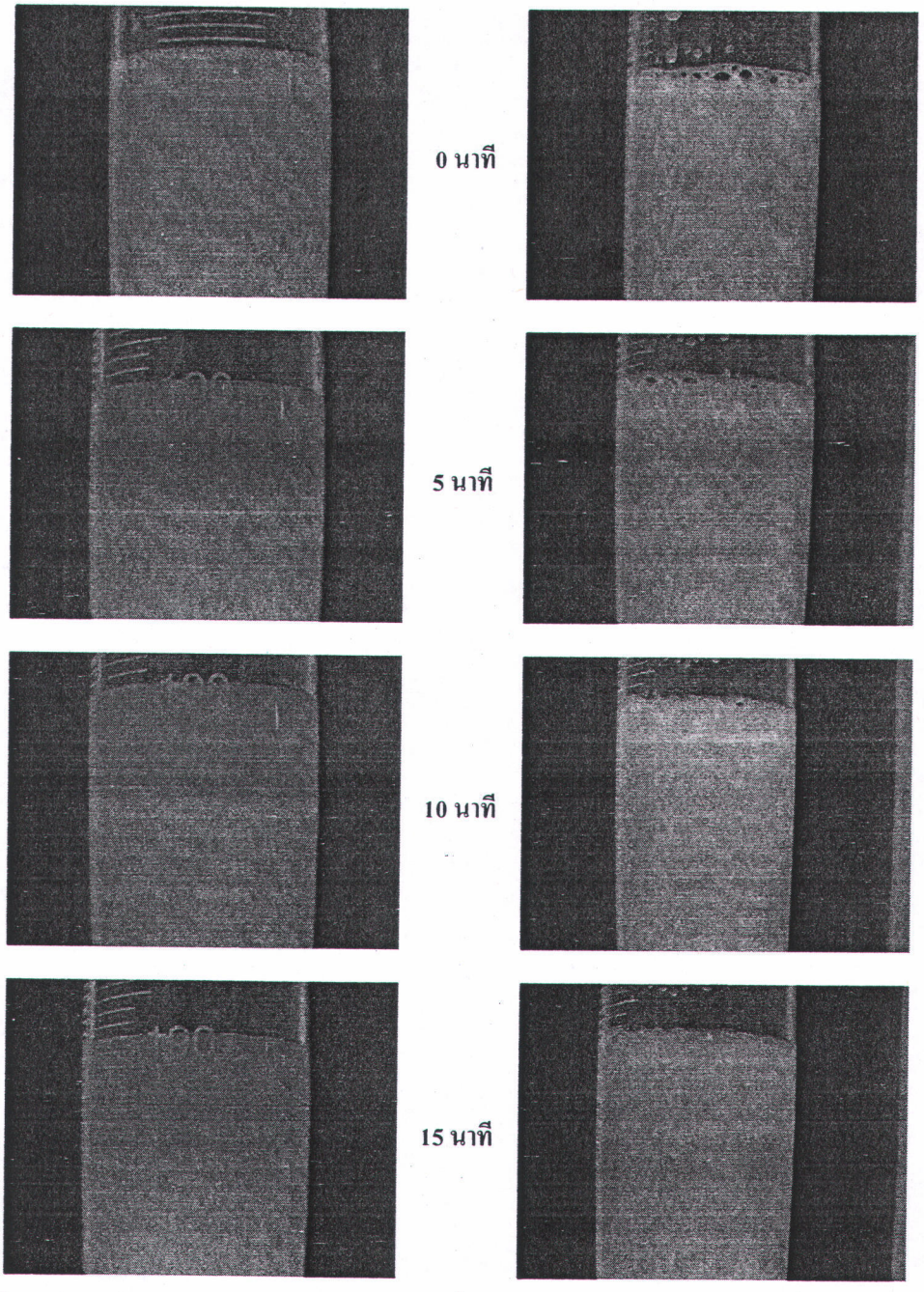
รูปที่ 10 ลักษณะการแยกตัวของน้ำมันไฮดรอลิคหลังจากการปั่นที่เวลาต่าง ๆ

2. น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO)



รูปที่ 11 ลักษณะการแยกตัวของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) หลังจากการปั่นที่เวลาต่าง ๆ

จากการทดสอบและผลที่แสดงในรูปที่ 10 และ 12 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างความสามารถในการแยกตัวออกจากน้ำของน้ำมันไฮดรอลิค ISO VG 46 และน้ำมันปาล์มทำให้เห็นได้ว่าคุณสมบัติด้านการแยกตัวออกจากน้ำของน้ำมันปาล์มไม่ได้ด้อยไปกว่าน้ำมันไฮดรอลิคอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะการแยกตัวของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RPO) กับน้ำมันไฮดรอลิค ที่เวลาต่างๆ กัน