

บทที่ 4

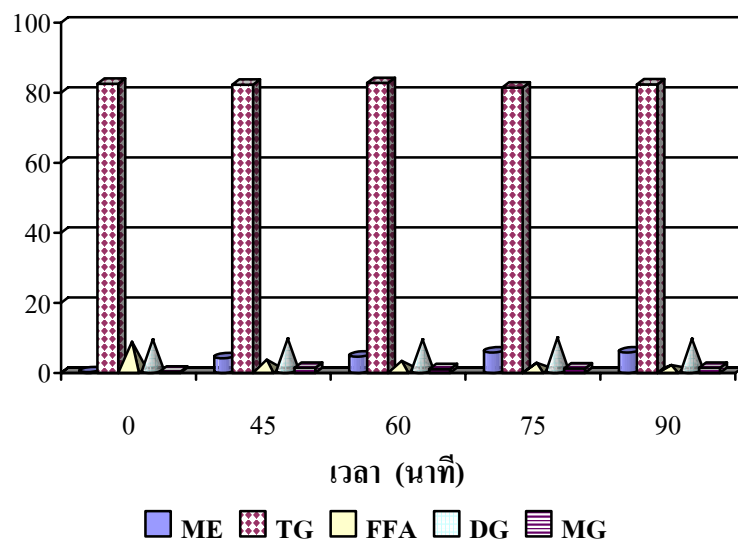
ผลการทดลอง

การผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม มีกระบวนการผลิตแบบสองกระบวนการกล่าวคือในขั้นตอนแรกจะใช้กระบวนการผลิตแบบ Esterification ที่ใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และในขั้นตอนที่สองใช้กระบวนการผลิตแบบ Transesterification โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลจากกระบวนการผลิตดังกล่าวข้างต้นเมื่อผ่านการตรวจสอบหาค่าความบริสุทธิ์ด้วย Thin Layer Chromatography พอสรุปผลที่ได้ดังนี้

4.1 ผลการทดลองการผลิตเมทิลเอสเทอร์ที่ผ่านกระบวนการ Esterification

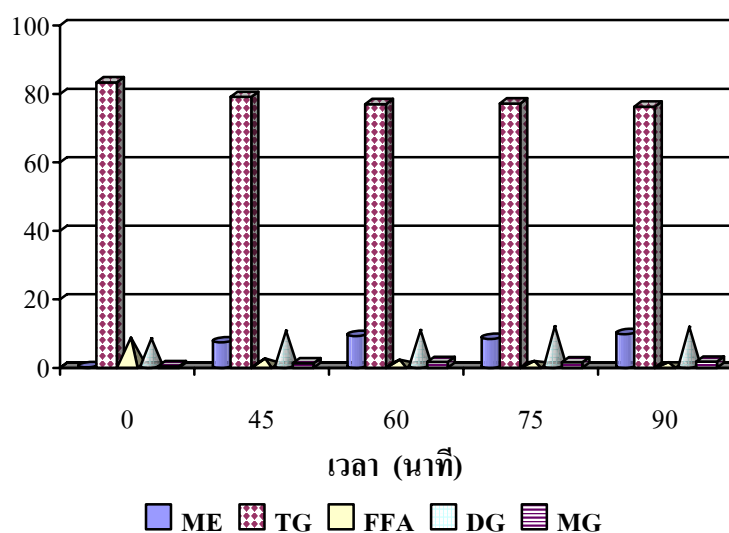
4.1.1 ผลการทดลองของกระบวนการ Esterification ในอัตราส่วนเมทานอล 8, 10 และ 12% แต่ละชุดอัตราส่วนเมทานอลจะใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่ความเข้มข้น 1, 3 และ 5% โดยใช้อุณหภูมิในการผลิตคงที่ $60^{\circ}C$ เวลาในการผลิตชั่วโมงครึ่งจะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1.1.1 กระบวนการ Esterification ปริมาณน้ำมันปาล์มหีบรวม (MCPO) ที่ใช้คือ 500 cm^3 หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 8% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้ ที่ 1% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ ดังรูปที่ 4.1



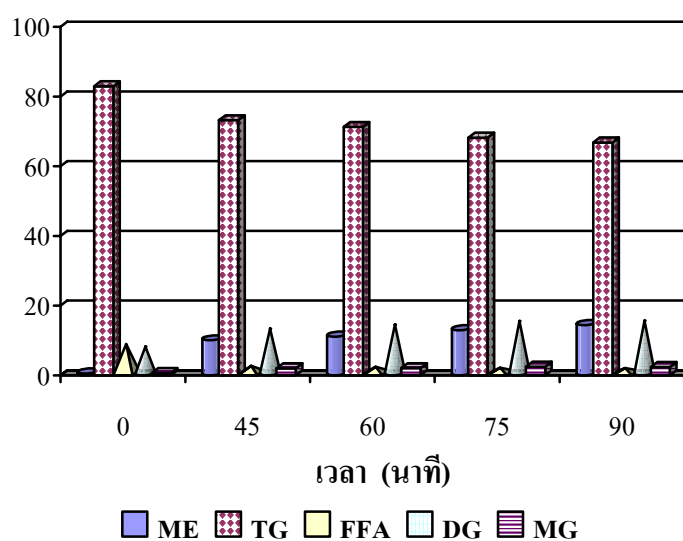
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm^3 เมทานอล 8%, กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.1.1.2 กระบวนการ Esterification ปริมาณน้ำมันปาล์มหีบรวม (MCPO) ที่ใช้คือ 500 cm^3 หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 8% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.2



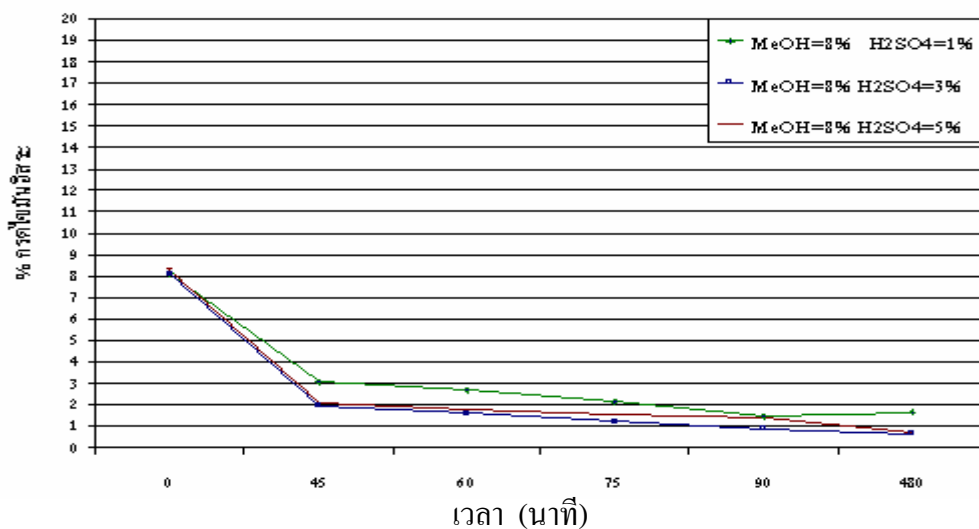
รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm^3 เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.1.1.3 กระบวนการ Esterification ปริมาณน้ำมันปาล์มหีบรวม (MCPO) ที่ใช้คือ 500 cm^3 หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 8% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่ 5% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm^3 เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

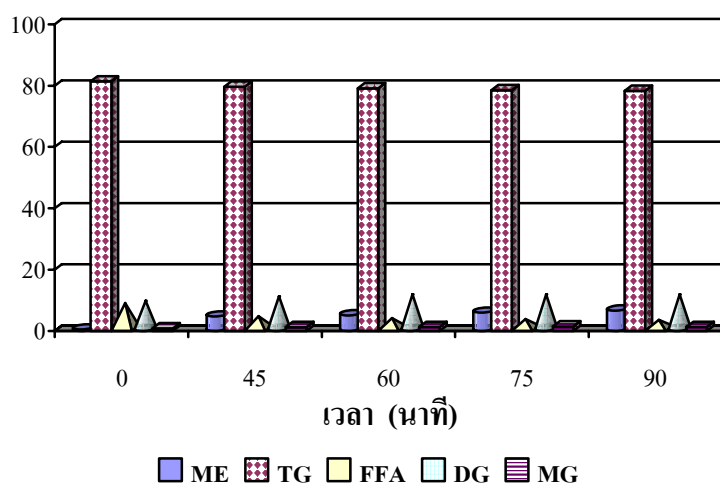
กราฟแสดงการลดกรดไขมันอิสระ



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบของตัวแปรในกระบวนการผลิตแบบ Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 1, 3, และ 5%

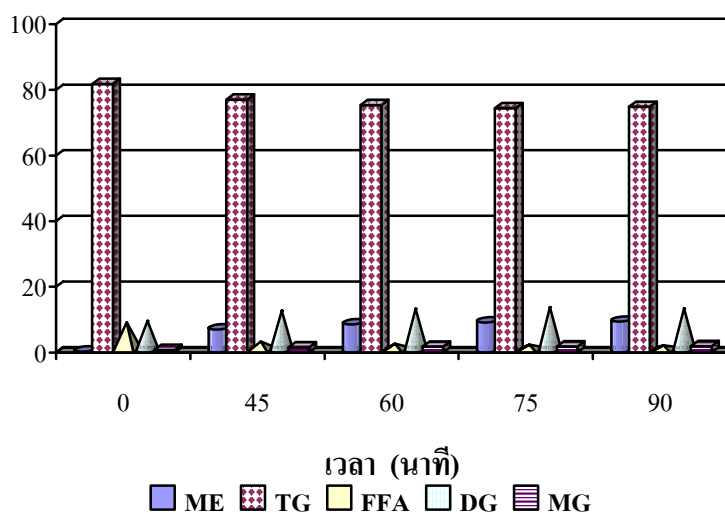
จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อกระบวนการ Esterification ในการลดกรดไขมันอิสระระหว่างเมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 1, 3, และ 5%

4.1.1.4 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ที่ใช้ 500 cm³ หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 10% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) ที่ 1% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ ดังรูปที่ 4.5



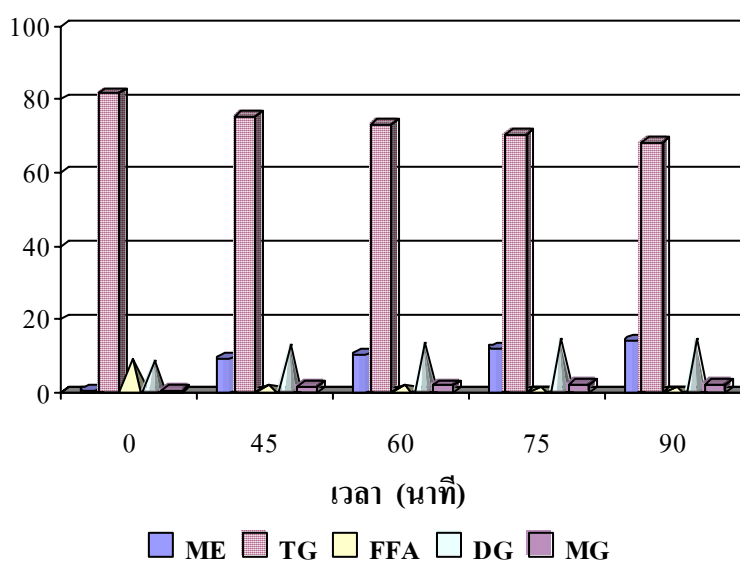
รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm³ เมทานอล 10%, กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.1.1.5 กระบวนการ Esterification ปริมาณน้ำมันปาล์มหีบรวม (MCPO) ที่ใช้คือ 500 m^3 หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 10% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.6

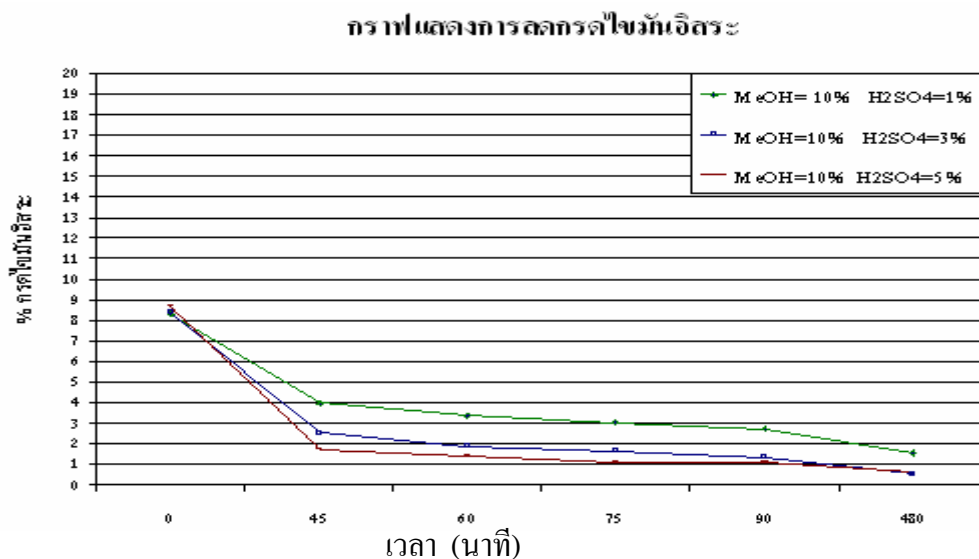


รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm^3 เมทานอล 10%, กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.1.1.6 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ที่ใช้ 500 cm^3 หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 10% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่ 5% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ ดังรูปที่ 4.7



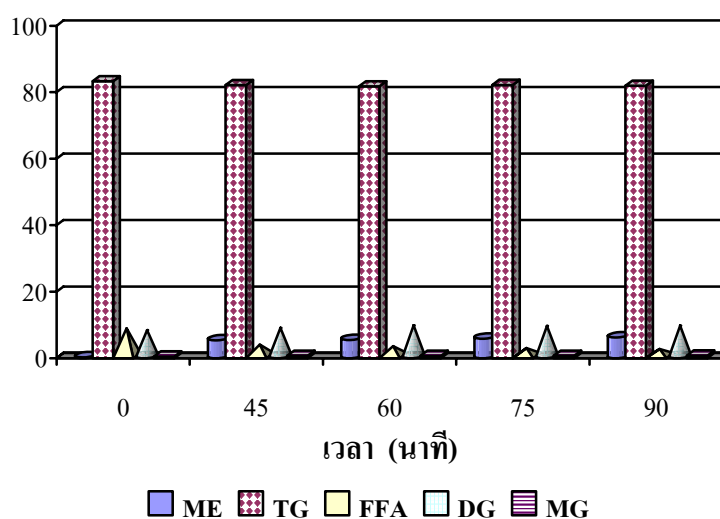
รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm^3 เมทานอล 10%, กรดซัลฟิวริกที่ 5%



รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบของตัวแปรในกระบวนการผลิตแบบ Esterification ที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 1, 3, และ 5%

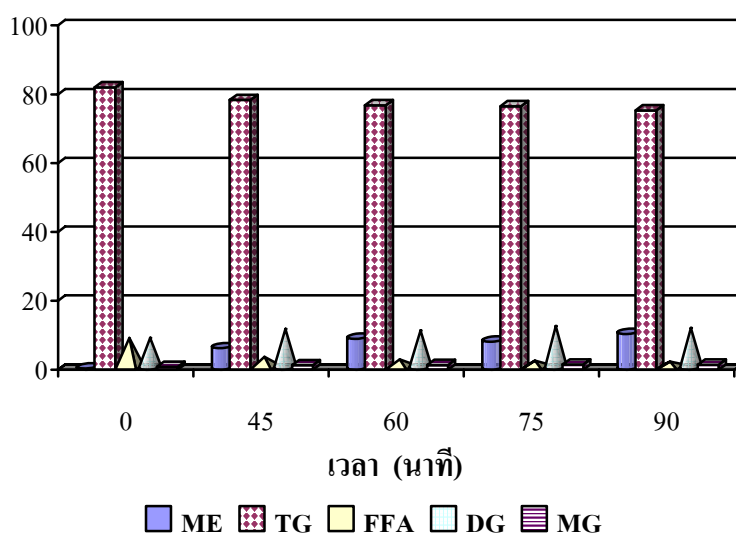
จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อกระบวนการ Esterification ในการลดกรดไขมันอิสระระหว่างเมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 1, 3, และ 5%

4.1.1.7 กระบวนการ Esterification ปริมาณน้ำมันปาล์มที่บวม (MCPO) ที่ใช้คือ 500 cm³ หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 12% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน, ใช้กรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) ที่ 1% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ ดังรูปที่ 4.9



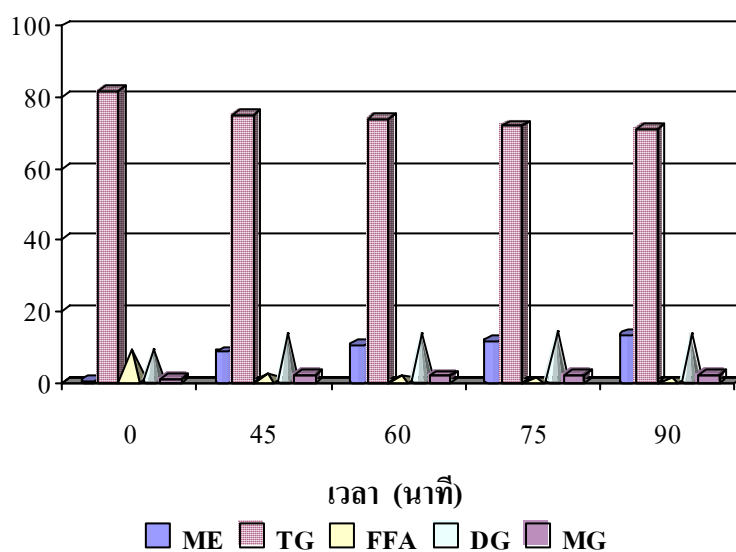
รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm³ เมทานอล 12%, กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.1.1.8 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ที่ใช้ 500 cm³ หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 12% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน , ใช้กรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.10



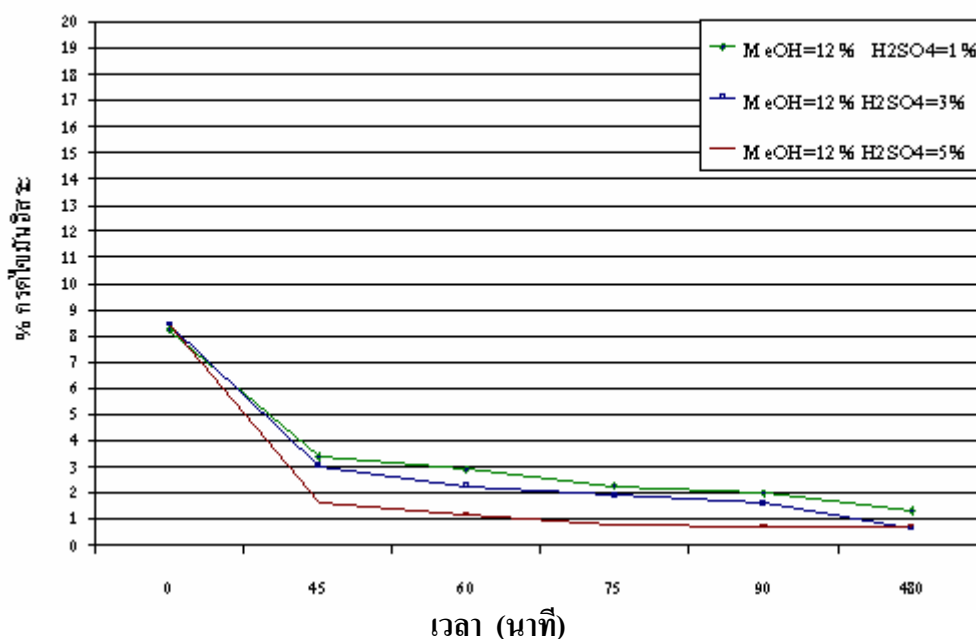
รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm³ เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.1.1.9 กระบวนการ Esterification ปริมาณน้ำมันปาล์มหีบรวม (MCPO) ที่ใช้คือ 500 cm³ หรือ มีน้ำหนักประมาณ 459 กรัม, เมทานอลที่ใช้ 12% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน , ใช้กรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) ที่ 5% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลอง : MCPO 500 cm³ เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

กราฟแสดงการลดกรดไขมันอิสระ



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบของตัวแปรในกระบวนการผลิตแบบ Esterification ที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 1, 3, และ 5%

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อกระบวนการ Esterification ในการลดกรดไขมันอิสระระหว่างเมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 1, 3, และ 5%

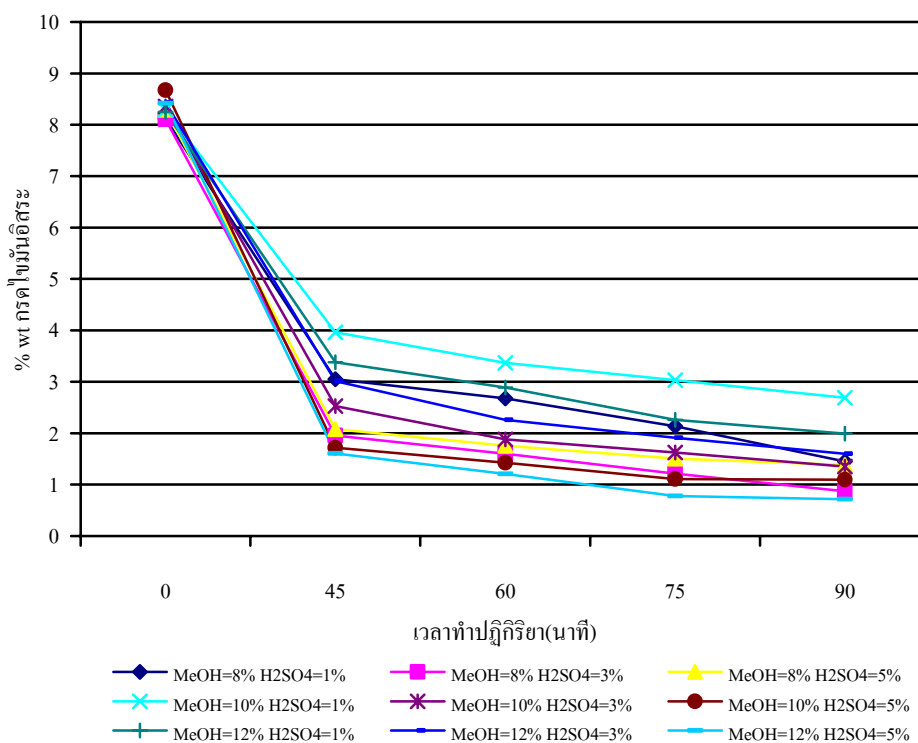
4.1.2 สรุปผลการทดลองของกระบวนการ Esterification

น้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแบบ Esterification แล้วจะเห็นได้ว่าปริมาณของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จะมีค่าน้อย แต่เนื่องจากปัจจัยหลักของกระบวนการผลิตแบบ Esterification จะทำหน้าที่ลดกรดไขมันอิสระ จากการออกแบบการทดลองได้สรุปชุดการทดลองอยู่ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการลดกรดไขมันอิสระของตัวแปรต่างๆ ของที่ผ่านกระบวนการผลิต Esterification

เมทานอล	กรดซัลฟิวริก	เวลา (นาที)				
		0	45	60	75	90
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =1%	8.118	3.049	2.676	2.133	1.448
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =3%	8.108	1.952	1.597	1.211	0.872
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =5%	8.293	2.076	1.752	1.506	1.384
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =1%	8.298	3.967	3.369	3.031	2.689
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =3%	8.356	2.528	1.877	1.622	1.351
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =5%	8.674	1.718	1.425	1.110	1.093
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =1%	8.249	3.381	2.890	2.256	1.990
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =3%	8.433	3.011	2.261	1.91	1.602
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =5%	8.417	1.608	1.208	0.777	0.714

กราฟแสดงการลดกรดไขมันอิสระ



รูปที่ 4.13 แสดงผลการลดกรดไขมันอิสระของตัวแปรต่างๆ ของที่ผ่านกระบวนการผลิต Esterification

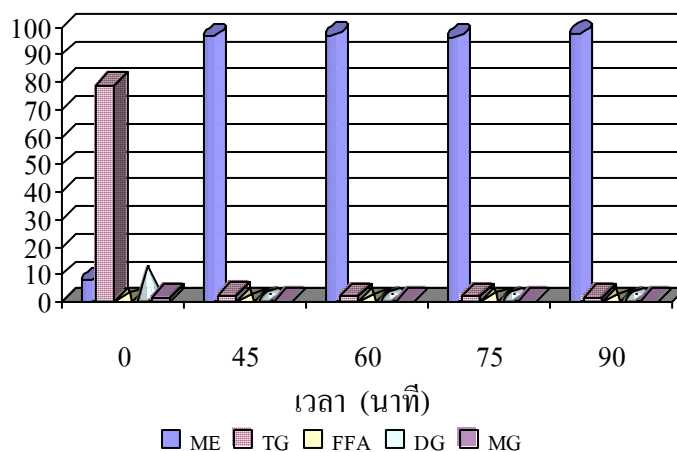
จากรูปที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าเมื่อน้ำมันปาล์มดิบผ่านกระบวนการ Esterification ผลของปฏิกิริยาดังกล่าวมีความสามารถในการลดกรดไขมันอิสระ และประสิทธิภาพในการลดกรดไขมันอิสระขึ้นอยู่กับตัวแปรของเมทานอลและกรดซัลฟิวริก

กระบวนการ Esterification ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่สูงขึ้นสามารถลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันได้ดีขึ้น และพบว่าที่ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันนั้นเพียงพอสำหรับลดกรดไขมันอิสระและให้ผลใกล้เคียงกับที่ความเข้มข้น 5%

4.2 ผลการทดลองการผลิตเมทิลเอสเทอร์ที่ผ่านกระบวนการ Transesterification

4.2.1 ผลการทดลองของกระบวนการ Transesterification ในอัตราส่วนเมทานอล 16, 20 และ 24% แต่ละชุดอัตราส่วนเมทานอลจะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2, 3 และ 4% โดยใช้อุณหภูมิในการผลิตคงที่ 60°C เวลาในการผลิตชั่วโมงครึ่งจะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

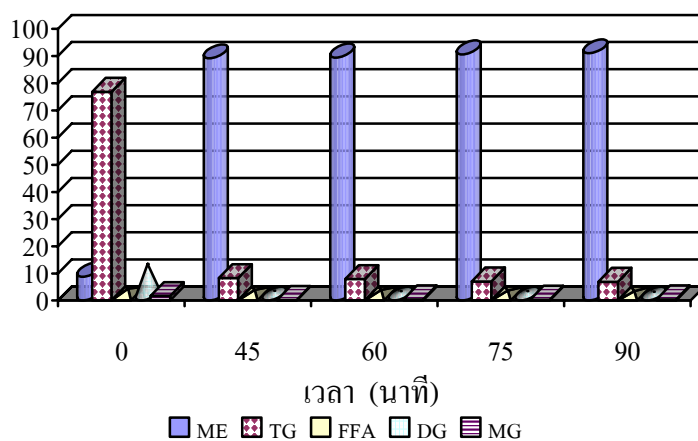
4.2.1.1 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 16% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้แสดง ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 16%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

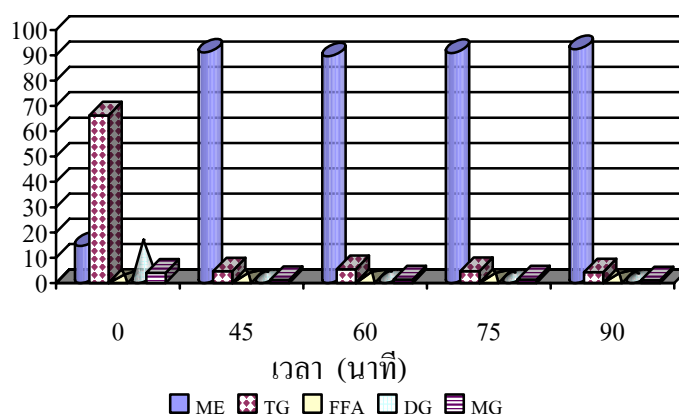
4.2.1.2 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์ม

ดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 16% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.15



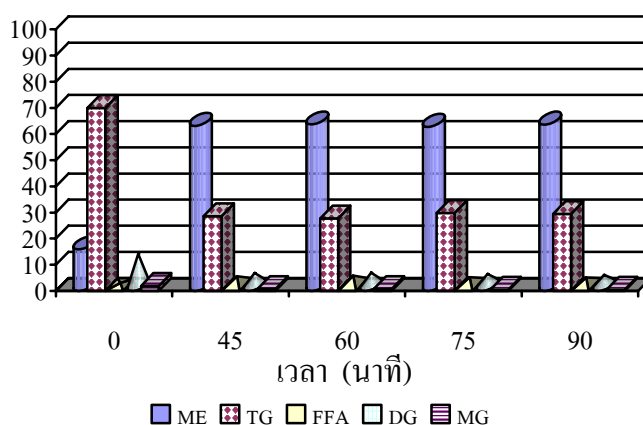
รูปที่ 4.15 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 16%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.3 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 16% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.16



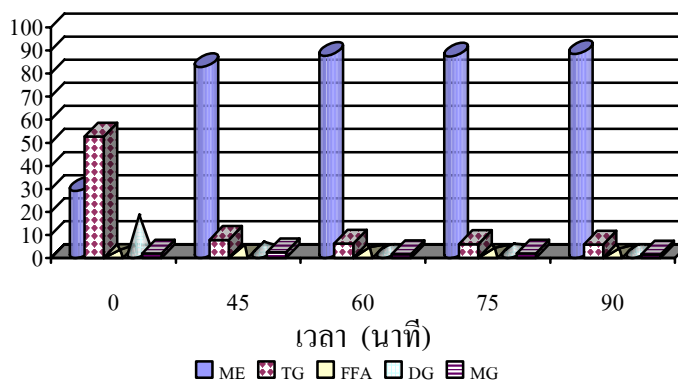
รูปที่ 4.16 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 16%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.4 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 16% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.17



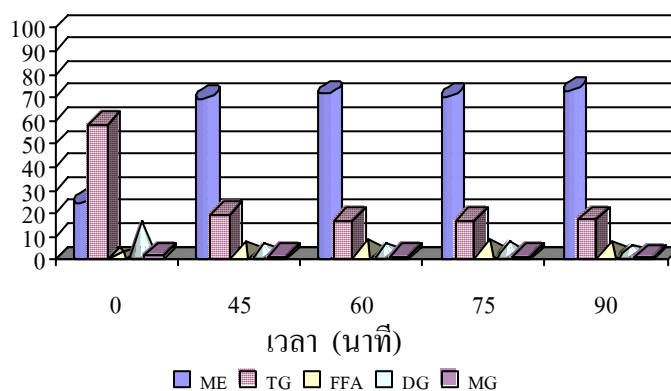
รูปที่ 4.17 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 16%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.5 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 16% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.18



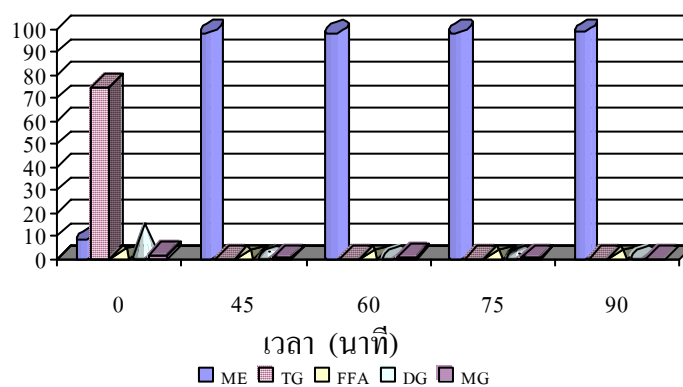
รูปที่ 4.18 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 16%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.6 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 8% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 16% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.19



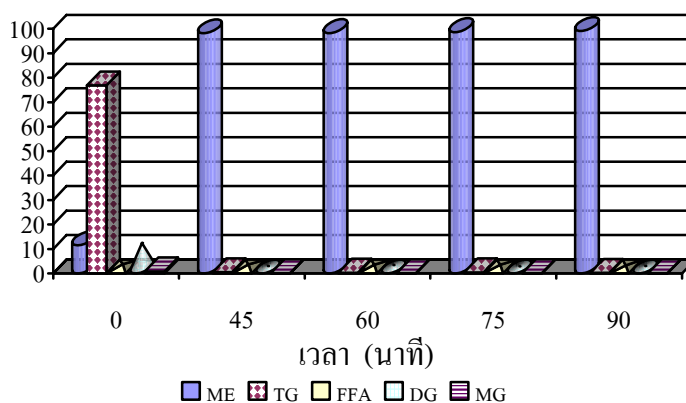
รูปที่ 4.19 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 16%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 8% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.7 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.20



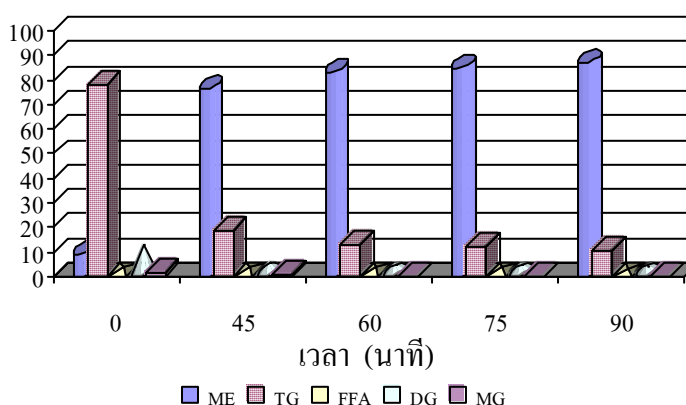
รูปที่ 4.20 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.8 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.21



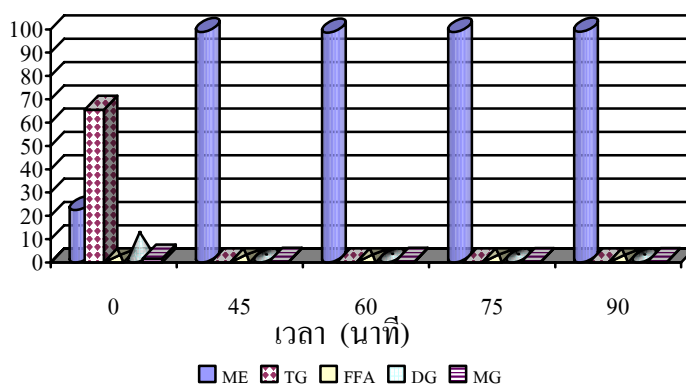
รูปที่ 4.21 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.9 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 4% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.22



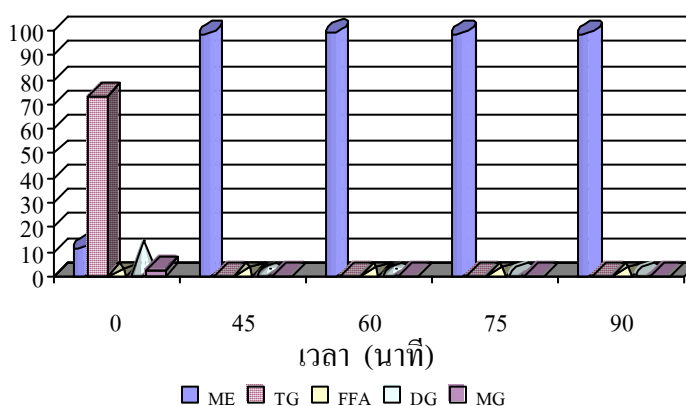
รูปที่ 4.22 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.10 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.23



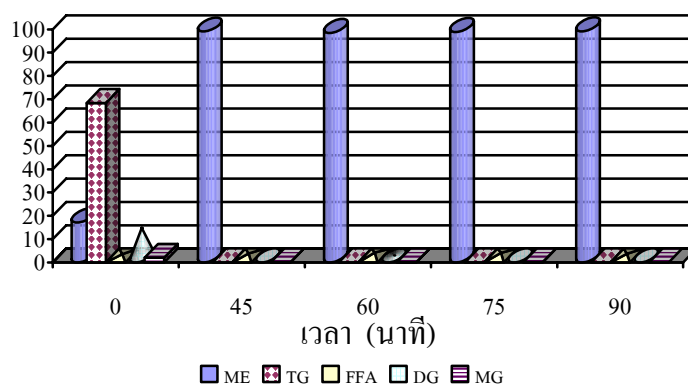
รูปที่ 4.23 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.11 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.24



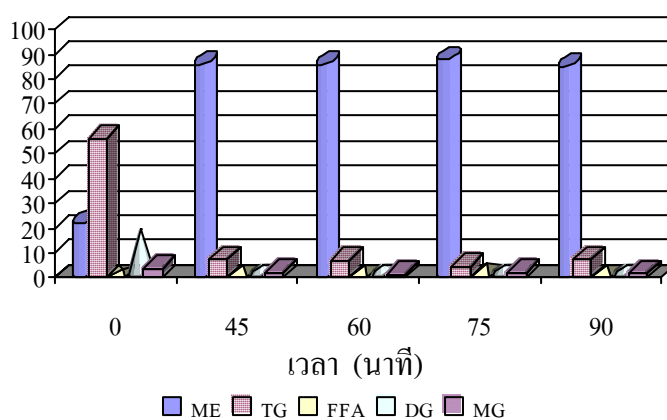
รูปที่ 4.24 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.12 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 4% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.25



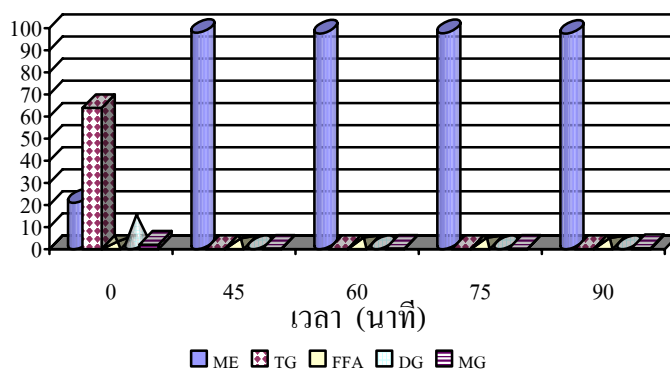
รูปที่ 4.25 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.13 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.26



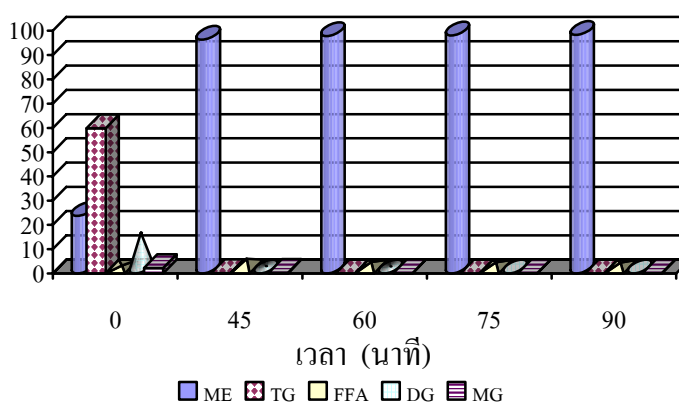
รูปที่ 4.26 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.14 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.27



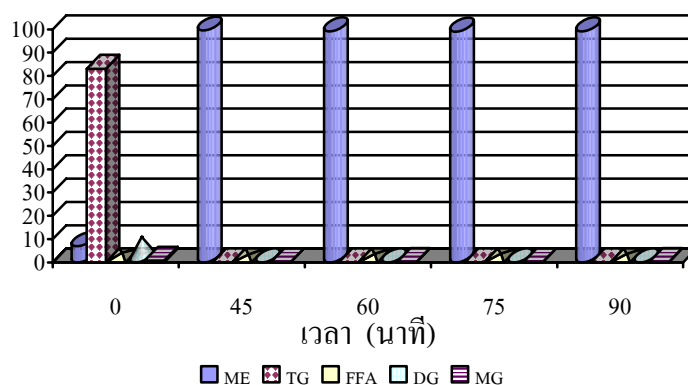
รูปที่ 4.27 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.15 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 10% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 20% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 4% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.28



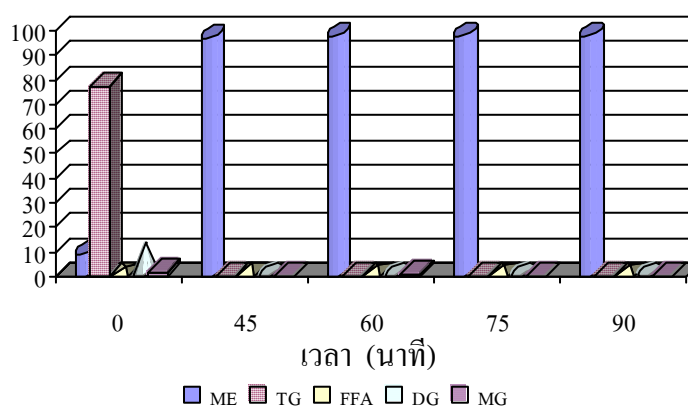
รูปที่ 4.28 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 20%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 10% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.16 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.29



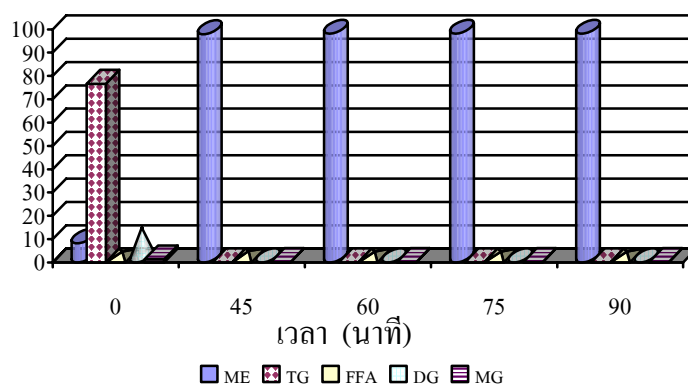
รูปที่ 4.29 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.17 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.30



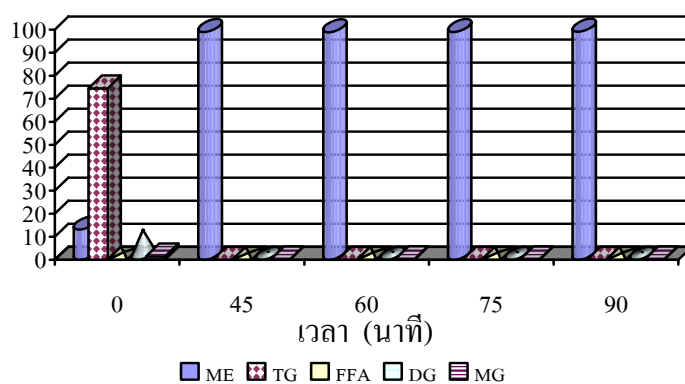
รูปที่ 4.30 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.18 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 1% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 4% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.31



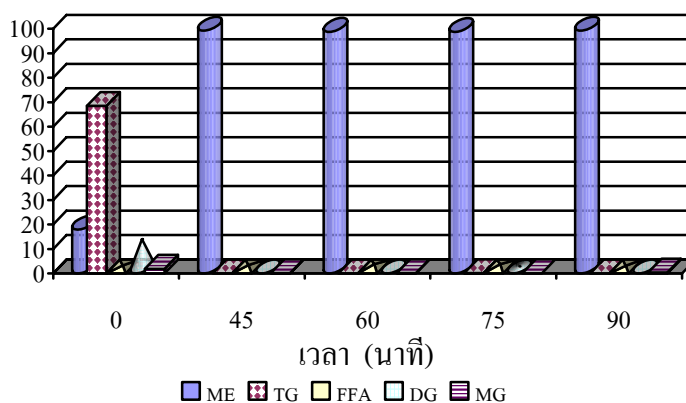
รูปที่ 4.31 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 1%

4.2.1.19 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.32



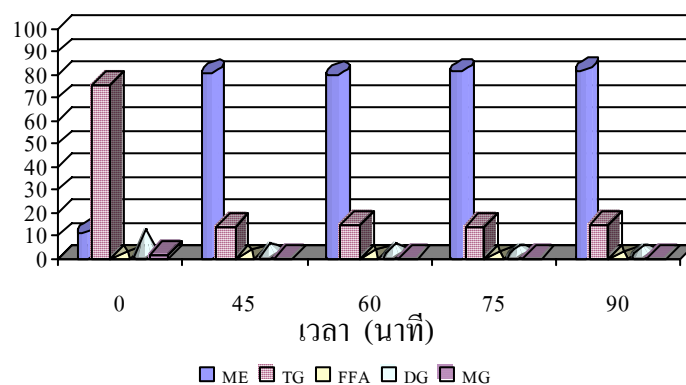
รูปที่ 4.32 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.20 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.33



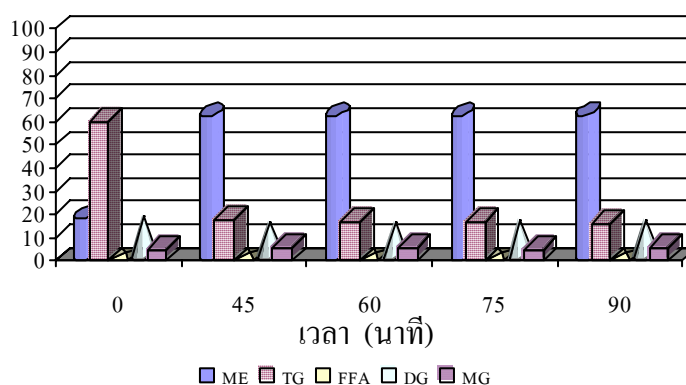
รูปที่ 4.33 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.21 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 3% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 4% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.34



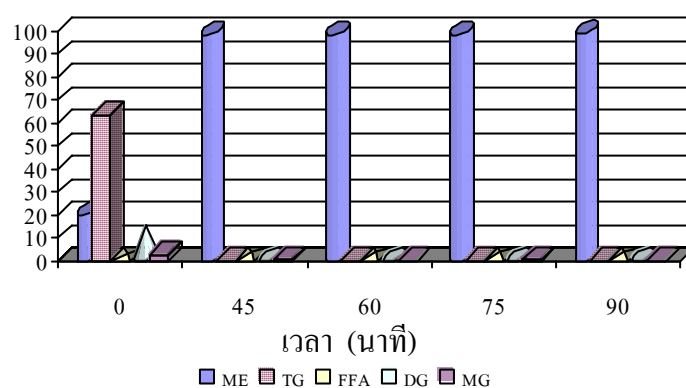
รูปที่ 4.34 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 3%

4.2.1.22 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 2% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.35



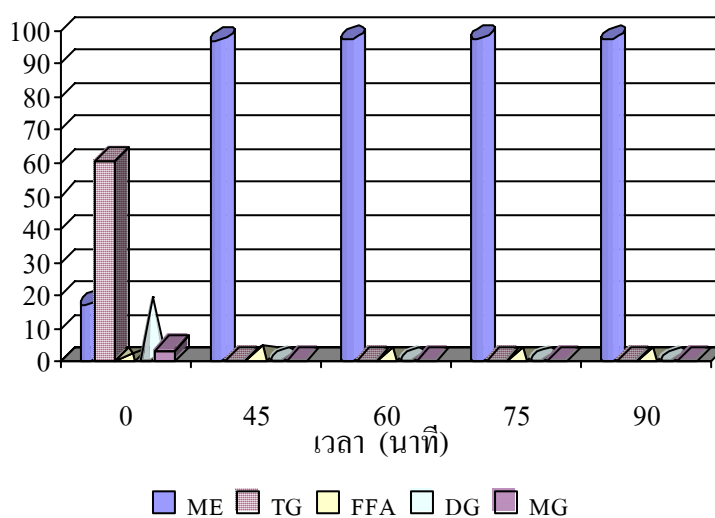
รูปที่ 4.35 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.23 เงื่อนไขในการผลิตคือ น้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterification ที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterification โดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังตารางที่ 4.36



รูปที่ 4.36 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.1.24 เงื่อนไขในการผลิต คือน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (MCPO) ต้องผ่านกระบวนการผลิต Esterificationที่ใช้เมทานอล 12% และกรดซัลฟิวริกที่ 5% นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้มาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต Transesterificationโดยใช้เมทานอล 24% เทียบโดยปริมาตรของน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 4% โดยน้ำหนักของน้ำมันผลผลิตที่ได้ดังรูปที่ 4.37



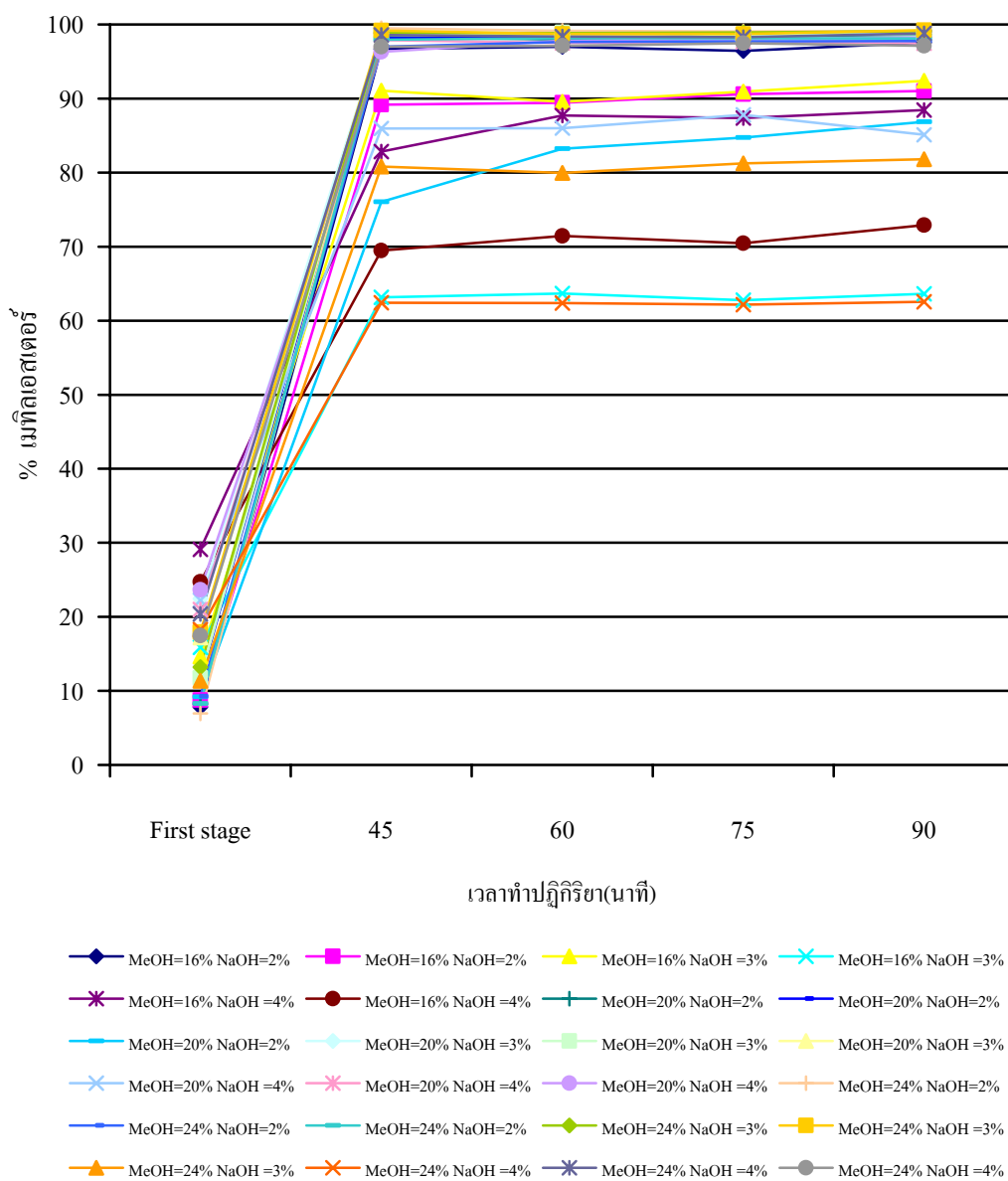
รูปที่ 4.37 ผลการทดลอง Transesterification : เมทานอล 24%, โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4% โดยผ่าน Esterification : เมทานอล 12% , กรดซัลฟิวริกที่ 5%

4.2.2 สรุปผลการทดลองของกระบวนการ Transesterification

น้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแบบ Transesterification แล้วจะเห็นได้ว่าปริมาณของเมทิลเอสเทอร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับการผลิตในช่วงแรกของกระบวนการ Esterification จากผลผลิตเมทิลเอสเทอร์ดังกล่าวข้างต้นพอสรุป ผลการผลิตเมทิลเอสเทอร์ที่ขึ้นกับตัวแปรต่างๆ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปผลผลิตเมทิลเอสเทอร์ของตัวแปรต่างๆ ของที่ผ่านกระบวนการ
Transesterification

Esterification		Transesterification		เวลา (นาที)				
เมทานอล	กรดซัลฟิวริก	เมทานอล	โซเดียมไฮดรอกไซด์	0	45	60	75	90
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=16%	NaOH=2%	7.816	96.709	97.007	96.452	97.532
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=16%	NaOH=3%	8.763	89.164	89.425	90.611	91.027
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=16%	NaOH =2%	14.632	91.068	89.558	90.931	92.396
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=16%	NaOH =3%	15.874	63.151	63.686	62.789	63.628
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=16%	NaOH =2%	29.118	82.807	87.713	87.369	88.443
MeOH=8%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=16%	NaOH =3%	24.722	69.468	71.459	70.472	72.900
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=20%	NaOH =2%	8.259	98.285	97.991	98.424	98.605
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=20%	NaOH =3%	11.547	98.133	98.184	98.574	99.064
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=20%	NaOH=4%	9.180	76.024	83.232	84.715	86.857
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=20%	NaOH =2%	22.447	98.860	98.632	98.840	99.002
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=20%	NaOH =3%	11.768	98.651	98.948	98.570	98.711
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=20%	NaOH=4%	17.198	99.073	98.493	98.859	99.169
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=20%	NaOH =2%	22.232	85.960	86.009	87.822	85.099
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=20%	NaOH =3%	21.009	97.876	97.521	97.660	97.467
MeOH=10%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=20%	NaOH=4%	23.661	96.287	97.820	98.086	98.246
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=24%	NaOH =2%	6.960	99.493	99.133	99.035	99.123
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=24%	NaOH =3%	9.258	97.003	97.648	97.727	97.752
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =1%	MeOH=24%	NaOH=4%	8.297	97.937	98.137	98.144	98.122
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=24%	NaOH =2%	13.228	98.904	98.849	98.917	99.079
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=24%	NaOH =3%	17.946	99.166	98.732	98.693	99.214
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =3%	MeOH=24%	NaOH=4%	11.369	80.819	79.931	81.252	81.795
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=24%	NaOH =2%	18.281	62.413	62.402	62.184	62.576
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=24%	NaOH =3%	20.399	98.590	98.384	98.297	98.791
MeOH=12%	H ₂ SO ₄ =5%	MeOH=24%	NaOH=4%	17.488	96.975	97.135	97.449	97.120



รูปที่ 4.38 ผลผลิตเมทิลเอสเตอ์ของตัวแปรต่างๆ ของที่ผ่านกระบวนการ
Transesterification

จากรูปที่ 4.38 จะเห็นว่าเมื่อน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมเมื่อผ่านกระบวนการผลิต Esterification ปรากฏว่ามีเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเตอ์ที่ไม่มากนัก แต่เมื่อผ่านกระบวนการผลิต Transesterification ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์เมทิลเอสเตอ์ที่ได้มีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอ์ขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ ของอัตราส่วนเมทานอลและ โซเดียมไฮดรอกไซด์