

130

การปรับปรุงประสิทธิภาพของผงฟอกสีสำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มภายในประเทศ

นายศักดิ์ชัย พุทธิสิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-026-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20614888

EFFICENCY IMPROVEMENT OF BLEACHING EARTH FOR PALM OIL INDUSTRIES
IN THAILAND

Mr.Sakchai Puttasingsh

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-026-3

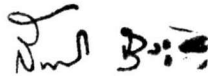
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงประสิทธิภาพของผงฟอกสีสำหรับอุตสาหกรรมผลิต
น้ำมันปาล์มภายในประเทศ

โดย นายศักดิ์ชัย พุทธิสิงห์

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชราธร มงคลศรี

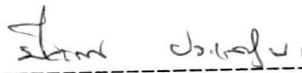
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

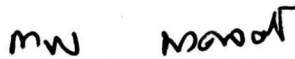
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ กงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ชราธร มงคลศรี)



กรรมการ

(ดร.มล.ศุภกนก ทองใหญ่)

๑. **ศักดิ์ชัย พุทธสิงห์** : การปรับปรุงประสิทธิภาพของผงฟอกสีสำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มภายในประเทศ (EFFICIENCY IMPROVEMENT OF BLEACHING EARTH FOR PALM OIL INDUSTRIES IN THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร.ธราธร มงคลศรี, 188 หน้า. ISBN 974-634-026-3

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของผงฟอกสี สำหรับอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มในประเทศ จากการทดลองพบว่าผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดสูงชัน (วิเคราะห์ที่เป็นเปอร์เซ็นต์กรดซัลฟูริก) จะมีประสิทธิภาพการฟอกสีสูงชัน และพบว่าผงฟอกสีที่มีปริมาณค่ากรดทั้งหมดที่เหมาะสม จะอยู่ระหว่าง 0.80 ถึง 1.10 เปอร์เซ็นต์ซัลฟูริก จากผลการทดลองดังกล่าว จึงได้ใช้กรดซัลฟูริกในการวิจัยเพิ่มประสิทธิภาพของผงฟอกสีเปรียบเทียบกับการใช้กรดฟอสฟอริกที่ใช้ทั่วไป พบว่าการใช้กรดซัลฟูริกทำให้สีแดงของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีต่ำกว่า และถ้าพิจารณาสีแดงของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีเท่ากันการใช้กรดซัลฟูริกในการฟอกสี จะสามารถลดปริมาณการใช้ผงฟอกสีได้ถึง 0.50 ถึง 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันปาล์มที่ใช้ฟอกสีทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้ แต่การใช้กรดซัลฟูริกที่มากเกินไปหรือมากกว่า 0.12 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ประสิทธิภาพการฟอกสีลดลงสังเกตได้จากสีแดงของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีจะเริ่มคมที่แล้วสูงชัน

การใช้กรดซัลฟูริกประมาณ 0.04 ถึง 0.06 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดฟอสฟอริกประมาณ 0.06 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ประสิทธิภาพการฟอกสีใกล้เคียงกันกับการใช้กรดซัลฟูริกเพียงอย่างเดียวในปริมาณการใช้กรดโดยรวมเท่ากัน การใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดสูงชันจะทำให้เสถียรภาพน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ลดต่ำลง สังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง ค่าเปอร์ออกไซด์ และค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นหลังจากเก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีผลกระทบต่ออายุการยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากอุตสาหกรรมการใช้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จะเก็บน้ำมันไว้ที่อุณหภูมิค่าประมาณ 30 องศาเซลเซียสทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวเกิดได้ช้า ซึ่งน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ปกติจะถูกบริโภคหมดก่อนภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 ถึง 6 เดือน

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต **ศักดิ์ชัย พุทธสิงห์**
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา **ดร.ธราธร**
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C416713 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
KEY WORD: BLEACHABILITES/ BLEACHING EARTH/ PALM OIL
SAKCHAI PUTTASINGH : EFFICIENCY IMPROVEMENT OF BLEACHING EARTH FOR
PALM OIL INDUSTRIES IN THAILAND. THESIS ADVISOR : Dr. THARATHON
MONGKHONSI, Ph.D. 188 PP. ISBN 974-634-026-3

This research aims to increase bleaching efficiency of bleaching earth for palm oil industry in Thailand. Experimental results reveal that bleaching earth high total acidity (analysed as percentage of sulphuric acid) has high bleaching efficiency. The proper total acidity of bleaching earth is between 0.80 - 1.10% . Addition of sulphuric acid to 0.08 - 0.12% further enhances bleaching efficiency as noticed from the lovibond red color, which can reduce the amount of bleaching earth up to 0.50 - 1.50% . However, too much sulphuric acid will decrease bleaching efficiency of bleaching earth.

Combination between sulphuric acid 0.04 - 0.06% and phosphoric acid 0.06% yields bleaching efficiency equals to using sulphuric acid 0.08 - 0.12% alone. Although addition of sulphuric acid and phosphoric acid result in decrease stability and increase peroxide value and free fatty acid, these side effects have no impact on customer's acceptance because the palm oil is always consumed before any changes become significant.

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี.....

ปีการศึกษา 2538.....

ลายมือชื่อนิสิต..... ศักดิ์ชัย พัทธสิงห์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... มพ ๖๓๐๙.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.ชราชมงคลศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะสาร ประเสริฐธรรม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.มล.ศุภกนก ทองใหญ่ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและให้ความรู้ต่างๆของการศึกษา จึงกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เนื่องด้วยการศึกษาและการวิจัยครั้งนี้ได้รับความกรุณาทุนการศึกษาบางส่วนจาก กรรมการบริษัทมรกต อินดัสตรีส์ จำกัด(มหาชน)และได้รับการสนับสนุนจากผู้บังคับบัญชาทุกท่านให้ได้มีโอกาสได้รับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ คุณสุภลักษณ์ อิศวรรณ์ กรรมการผู้จัดการ คุณสมชัย มยุระสาคร ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการและผู้จัดการโรงงาน คุณวิจิตติกลสัมพันธ์ ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน และผู้สนับสนุนที่เกี่ยวข้องทุกท่าน จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และขอบคุณครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	4
น้ำมันปาล์มและการผลิตน้ำมันปาล์ม.....	4
น้ำมันปาล์มดิบ.....	4
กรรมวิธีการแปรรูปผลปาล์มไปเป็นน้ำมันปาล์มดิบ.....	5
กรรมวิธีการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์.....	19
บทที่ 3 ทฤษฎี.....	23
ผงฟอกสี(Bleaching Earth).....	23
บทที่ 4 วิธีการทดลอง.....	41
บทที่ 5 ผลการทดลอง วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง.....	54
ผลการทดลอง และวิเคราะห์.....	54
สรุปผลการทดลอง.....	100
ความเห็นที่ได้จากการทดลอง.....	102

	หน้า
รายการอ้างอิง.....	103
ภาคผนวก ก.....	104
วิทยาศาสตร์ของไขมันและน้ำมัน.....	104
ภาคผนวก ข.....	128
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำมันปาล์ม.....	128
ภาคผนวก ค.....	145
วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมีของผงฟอกสี.....	145
วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมีของน้ำมันปาล์ม.....	149
ภาคผนวก ง.....	156
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันบริโภค.....	156
ภาคผนวก จ.....	166
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันสำหรับบริโภค.....	166
ภาคผนวก ฉ.....	177
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินกัมมันต์หรือผงฟอกสี.....	177
ประวัติผู้เขียน.....	188

สารบัญตาราง

	หน้า
<u>ตารางที่ 5.1</u>	
แสดงสรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ และ เคมีของผงฟอกสีที่สำคัญในการทดลอง	54
<u>ตารางที่ 5.2</u>	
แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์ม ดิบของผงฟอกสีชนิดต่างๆ โดยที่ปริมาณการใช้ต่างๆ กัน	
อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	55
<u>ตารางที่ 5.2.1</u>	
สรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างค่ากรดทั้งหมดและ ประสิทธิภาพการฟอกสี	
.....	56
<u>ตารางที่ 5.3</u>	
แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกมี ผลกระทบต่อ การฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบของผงฟอกสีโดยใช้ผงฟอกสี 5.0%	
อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	57
<u>ตารางที่ 5.4</u>	
แสดงผลการทดลองผลกระทบจากการใช้กรดฟอสฟอริกที่ มากเกินไปต่อการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบของผงฟอกสีโดยใช้	
ผงฟอกสี 5.0% อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	59
<u>ตารางที่ 5.5</u>	
แสดงผลการทดลองการใช้กรดซิลฟูริกมีผลกระทบต่อการ ฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบของผงฟอกสี โดยใช้ผงฟอกสี 5.0 %	
อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	61
<u>ตารางที่ 5.6</u>	
แสดงผลการทดลองผลกระทบจากการใช้กรดซิลฟูริกที่มาก เกินไปในการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบของผงฟอกสี โดยใช้ผง	
ฟอกสี 5.0% อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	62
<u>ตารางที่ 5.7</u>	
แสดงผลการทดลองผลกระทบจากการใช้กรดฟอสฟอริกและ กรดซิลฟูริกในการช่วยฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบของผงฟอกสีโดย	
ปริมาณกรดฟอสฟอริกคงที่ 0.06% ร่วมกับกรดซิลฟูริกในปริ- มาณต่างๆ ใช้ผงฟอกสี 5.0% อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส	
เวลา 30 นาที	64

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

<u>ตารางที่ 5.8</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสีชนิดต่างๆ ที่ปริมาณการใช้ต่างกันร่วมกับ กรด ฟอสฟอริก 0.10% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 66	66
<u>ตารางที่ 5.9</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสีชนิดต่างๆ ที่ปริมาณการใช้ต่างกัน ร่วมกับกรด ซิลิฟริก 0.10 % โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 67	67
<u>ตารางที่ 5.10</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี 232P ในปริมาณการใช้ต่างๆโดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 67	67
<u>ตารางที่ 5.11</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี 132PPF ในปริมาณการใช้ต่างๆ โดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 70	70
<u>ตารางที่ 5.12</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี SUPREME ในปริมาณการใช้ต่างๆ โดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 70	70
<u>ตารางที่ 5.13</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี PLUS ในปริมาณการใช้ต่างๆ โดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 71	71
<u>ตารางที่ 5.14</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี105E ในปริมาณการใช้ต่างๆ โดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 71	71
<u>ตารางที่ 5.15</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี NK309 ในปริมาณการใช้ต่างๆ โดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที 72	72

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

<u>ตารางที่ 5.16</u>	แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของซัลเฟตอิสระ (FREE SULPHATE) ในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในผงฟอกสี ก่อนและหลังการฟอกสี	76
<u>ตารางที่ 5.17</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีแต่ละชนิดมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มดิบที่ ฟอกสีแล้ว	78
<u>ตารางที่ 5.18</u>	แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกและกรดซัลฟูริก ในการกำจัดกัมและการฟอกสีมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยน แปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มดิบที่ฟอกสีแล้ว	79
<u>ตารางที่ 5.19</u>	แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	81
<u>ตารางที่ 5.20</u>	แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	82
<u>ตารางที่ 5.21</u>	แสดงผลการทดลองของเวลาของการฟอกสีที่มีผลกระทบต่อ ต่อค่าสี ค่าเปอร์ออกไซด์และค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมัน ปาล์มดิบ	84
<u>ตารางที่ 5.22</u>	แสดงผลการทดลองของอุณหภูมิของการฟอกสีที่มีผลกระทบต่อ ต่อค่าสีของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	88
<u>ตารางที่ 5.23</u>	แสดงผลการทดลองของอุณหภูมิที่ใช้ฟอกสีมีผลกระทบต่อ เสถียรภาพของค่าสีของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	90
<u>ตารางที่ 5.24</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดในปริ- มาณต่างกันมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของค่าสีน้ำมัน ปาล์มบริสุทธิ์	91
<u>ตารางที่ 5.25</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดต่าง กันมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในสภาวะกำหนด	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

<u>ตารางที่ 5.26</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดต่าง กันมีผลกระทบต่อการใช้เปลี่ยนแปลงของค่ากรดไขมันอิสระ ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในสภาวะกำหนด	94
<u>ตารางที่ 5.27</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีมีผลกระทบต่อการใช้ เปลี่ยนแปลงค่าฟอสฟอรัสในน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีแล้วโดย ใช้กรดฟอสฟอริก 0.10% และกรดซิลิฟูริก 0.10%	96
<u>ตารางที่ 5.28</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีมีผลกระทบต่อการใช้ เปลี่ยนแปลงปริมาณทองแดงในน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีโดยใช้ กรดฟอสฟอริก 0.10% และกรดซิลิฟูริก 0.10%	97
<u>ตารางที่ 5.29</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีมีผลกระทบต่อการใช้ เปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กในน้ำมันปาล์มดิบที่ฟอกสีโดยใช้ กรดฟอสฟอริก 0.10% และกรดซิลิฟูริก 0.10%	99

สารบัญรูป

หน้า

<u>รูปที่ 5.1</u>	แสดงประสิทธิภาพการฟอกสีของผงฟอกสีชนิดต่างๆ โดยใช้ อุณหภูมิตั้งที่ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที โดยใช้ ผง ฟอกสีในปริมาณต่างๆ และใช้กรดฟอสฟอริก 0.08%	56
<u>รูปที่ 5.2</u>	แสดงประสิทธิภาพการฟอกสีของผงฟอกสีชนิดต่างๆจากการ เพิ่มปริมาณกรดฟอสฟอริกจาก 0% เป็น 0.02% 0.04% 0.06% 0.08% และ 0.10% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศา เซลเซียส เวลา 30 นาที โดยใช้ผงฟอกสี 5.0%	58
<u>รูปที่ 5.3</u>	แสดงประสิทธิภาพการฟอกสีของผงฟอกสีชนิดต่างๆจากการ เพิ่มปริมาณกรดฟอสฟอริกที่มากขึ้นไปจาก 0% เป็น 0.04% 0.08% 0.12% 0.16% และ 0.20% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาทีโดยใช้ผงฟอกสี 5.0%	60
<u>รูปที่ 5.4</u>	แสดงประสิทธิภาพการฟอกสีของผงฟอกสีชนิดต่างๆจากการ เพิ่มปริมาณกรดซัลฟูริก จาก 0% เป็น 0.02% 0.04% 0.06% 0.08% และ 0.10% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศา เซลเซียส เวลา 30 นาที โดยใช้ผงฟอกสี 5.0%	61
<u>รูปที่ 5.5</u>	แสดงประสิทธิภาพการฟอกสีของผงฟอกสีชนิดต่างๆจากการ เพิ่มปริมาณกรดซัลฟูริกที่มากขึ้นไปจาก 0% เป็น 0.04% 0.08% 0.12% 0.16% และ 0.20% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาทีโดยใช้ผงฟอกสี 5.0%	63
<u>รูปที่ 5.6</u>	แสดงประสิทธิภาพการฟอกสีของผงฟอกสีชนิดต่างๆจากการ ใช้กรดฟอสฟอริก 0.06% ร่วมกับกรดซัลฟูริกโดยเริ่มตั้งแต่ 0% เป็น 0.02% 0.04% 0.06% และ 0.08% โดยใช้ อุณหภูมิตั้งที่ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ใช้ผงฟอกสี 5.0%	65

<u>รูปที่ 5.7</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสีชนิดต่างๆ ที่ปริมาณการใช้ต่างกันร่วมกับกรด ฟอสฟอริก 0.10% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ใช้ผงฟอกสี 3% 4% 5% และ 6% ตามลำดับ	68
<u>รูปที่ 5.8</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสีชนิดต่างๆ ที่ปริมาณการใช้ต่างกันร่วมกับ กรด ซัลฟูริก 0.10% โดยใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ใช้ผงฟอกสี 3% 4% 5% และ 6% ตามลำดับ	69
<u>รูปที่ 5.9</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี 232P ในปริมาณการใช้ต่างๆโดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	72
<u>รูปที่ 5.10</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี 132PPF ในปริมาณการใช้ต่างๆโดยที่ใช้อุณห- ภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	73
<u>รูปที่ 5.11</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี SUPREME ในปริมาณการใช้ต่างๆโดยที่ใช้อุณห- ภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	73
<u>รูปที่ 5.12</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี PLUS ในปริมาณการใช้ต่างๆโดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	74
<u>รูปที่ 5.13</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี 105E ในปริมาณการใช้ต่างๆโดยที่ใช้อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	74
<u>รูปที่ 5.14</u>	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบ ของผงฟอกสี NK309 ในปริมาณการใช้ต่างๆ โดยที่ใช้อุณห- ภูมิ 125 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที	75

<u>รูปที่ 5.15</u>	แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของซัลเฟตอิสระ (FREE SULPHATE) ในน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในผงฟอกสีก่อนและหลังการฟอกสี	77
<u>รูปที่ 5.16</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีแต่ละชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มดิบที่ฟอกสีแล้ว	78
<u>รูปที่ 5.17</u>	แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกและกรดซัลฟูริกในการกำจัดกัมและการฟอกสีมีผลกระทบต่อค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มดิบที่ฟอกสีแล้ว	80
<u>รูปที่ 5.18</u>	แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกที่มีผลกระทบต่อค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	81
<u>รูปที่ 5.19</u>	แสดงผลการทดลองการใช้กรดฟอสฟอริกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	83
<u>รูปที่ 5.20</u>	แสดงผลการทดลองของเวลาของการฟอกสีที่มีผลกระทบต่อค่าสีของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีแล้ว	85
<u>รูปที่ 5.21</u>	แสดงผลการทดลองของเวลาของการฟอกสีที่มีผลกระทบต่อค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีแล้ว	86
<u>รูปที่ 5.22</u>	แสดงผลการทดลองของเวลาของการฟอกสีที่มีผลกระทบต่อค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีแล้ว	87
<u>รูปที่ 5.23</u>	แสดงผลการทดลองของอุณหภูมิของการฟอกสีที่มีผลกระทบต่อค่าสีของน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีและค่าสีของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	89
<u>รูปที่ 5.24</u>	แสดงผลการทดลองของอุณหภูมิที่ใช้ฟอกสีมีผลกระทบต่อเสถียรภาพของค่าสีของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	90
<u>รูปที่ 5.25</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดในปริมาณต่างกันมีผลกระทบต่อค่าสีน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	92
<u>รูปที่ 5.26</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดต่างกันมีผลกระทบต่อค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในสภาวะกำหนด	93

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

<u>รูปที่ 5.27</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีที่มีค่ากรดทั้งหมดต่างกันมีผล กระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์ม บริษัทในสภาวะกำหนด 95
<u>รูปที่ 5.28</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง ค่าฟอสฟอรัสในน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีแล้วโดยใช้กรดฟอสฟอริก 0.10% และกรดซิลฟูริก 0.10% 96
<u>รูปที่ 5.29</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณทองแดงในน้ำมันปาล์มที่ฟอกสีโดยใช้กรดฟอสฟอริก 0.10% และกรดซิลฟูริก 0.10% 98
<u>รูปที่ 5.30</u>	แสดงผลการทดลองการใช้ผงฟอกสีมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณเหล็กในน้ำมันปาล์มดิบที่ฟอกสีโดยใช้กรดฟอสฟอริก 0.10% และกรดซิลฟูริก 0.10% 99