

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเพิ่มดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิต
ผงซักฟอกสูตรเข้มข้น



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 104114
วัน,เดือน,ปี..... 30 ต.ค. 2552

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ENHANCEMENT OF PROCESS PERFORMANCE CAPABILITY INDEX OF
A CONCENTRATED LAUNDRY POWDER DETERGENT PRODUCTION PROCESS**



**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง การเพิ่มดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิต
ผงซักฟอกสูตรเข้มข้น
โดย นางสาวรัตน์กรณ์ ชินสุทธิ
นายเลอศักดิ์ เชี่ยวชาญพัฒนากร
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ
ปริญญาานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญาานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
คณะกรรมการตรวจสอบปริญญาานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ)


.....กรรมการ
(อาจารย์บุญชัย โชควิวิทย์)


.....กรรมการ
(อาจารย์ศิริพันธ์ มุรธาธัญลักษณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การเพิ่มดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิต
ผงซักฟอกสูตรเข้มข้น
โดย นางสาวรัตนกรณี ชินสุทธิ
นายเลิศศักดิ์ เชี่ยวชาญพัฒนากร
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ
ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าของบริษัทที่เป็น
กรณีศึกษา ค่าประสิทธิภาพการซักล้าง (Washing efficiency) ซึ่งพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์
Active detergent (% AD) เป็นสมบัติหนึ่งที่บริษัทใช้ควบคุมคุณภาพของผงซักฟอก ตามเกณฑ์ของ
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นต้องมี % AD ไม่น้อยกว่า
18 % โดยน้ำหนัก แต่บริษัทควบคุมค่า % AD ในช่วง 23.7-28.9 % โดยน้ำหนัก และมีค่าเป้าหมายที่
26.3 % โดยน้ำหนัก ในโครงการนี้พบว่าส่วนใหญ่ % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอก
ได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าสูตรที่เลือกเป็นต้นแบบในการศึกษาอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของ
บริษัท และเมื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการพบว่าค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะ
ของกระบวนการ (Cpk) เท่ากับ 0.64 แสดงว่าต้องปรับปรุงกระบวนการ จากการศึกษาพบว่า
สาเหตุที่ทำให้ % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท เพราะในขั้นตอนการ
ผสมวัตถุดิบใส่โซเดียมคาร์บอเนตเพื่อใช้ในการทำปฏิกิริยาเกินกว่าที่ต้องการทางทฤษฎี จากการ
ทดลองลดปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม ลง 5 % โดยน้ำหนัก จาก
ส่วนผสมของสูตรมาตรฐาน พบว่า % AD เข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัท และเมื่อทดสอบใน
กระบวนการผลิตจริงพบว่าการลดปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตลง 3 % โดยน้ำหนัก จากส่วนผสม
ของสูตรมาตรฐาน ค่า % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นต้นแบบเพิ่มขึ้นประมาณ 26 % ซึ่งเข้าใกล้
ค่าเป้าหมายของบริษัทยิ่งขึ้น สอดคล้องกับค่า Cpk ที่เพิ่มขึ้น 33 %

Report Title Enhancement of Process Performance Capability Index of a Concentrated
 Laundry Powder Detergent Production Process

By Miss Rutkorn Chinsutthi

 Mr. Leasak Cheawchangpattanagone

Advisor Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

Report for Bachelor Degree of Chemical Engineering

 Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering

 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

Washing efficiency in terms of percent active detergent (% AD) is one of the properties that the company in this case study uses to control the quality of its concentrated laundry powder detergent. Based on the Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, % AD of the concentrated laundry powder detergent is regulated no less than 18 wt%. However, the company controls % AD within 23.7-28.9 wt% of which the target is 26.3 wt%. It was found that % AD of the model formula was below the company's target, as a result the process capability in terms of the process performance capability index (Cpk) was 0.64. In this regard, the production process must be improved. From this study, lower % AD below the company's target was due to higher amount of sodium carbonate than its theoretical value in raw material mixing process. The decrease of 5-wt% sodium carbonate from the standard formula in the 15-kilogram pilot scale operation attained the desired % AD. By decreasing sodium carbonate of 3 wt% from the standard formula in the commercial scale, % AD of the concentrated laundry powder detergent increased to 26 %, which was close to the company's target corresponding to the increased Cpk of 33 %.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหารของบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด คุณประชา โภคจิตติยุกต์ ผู้อำนวยการฝ่ายผลิต กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือน ที่ให้โอกาสทำโครงการที่บริษัท และสนับสนุนเงินทุนวิจัยบางส่วน รวมทั้งวัดดูดิบและเครื่องมือตลอดการทำวิจัย ขอขอบคุณคุณทรรศศศิลา อุสุวรรณ ผู้จัดการฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น คุณจักรทิพย์ ศรีสงวน หัวหน้าฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น ทีมงานของบริษัทที่ช่วยเหลือ ให้ข้อมูลและคำปรึกษาในการทำงาน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ช่วยแนะนำการใช้เครื่องมือทดสอบต่างๆ

ขอขอบคุณ โครงการอุตสาหกรรมและวิจัยสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี (Industrial and Research Projects for Undergraduate Student: IRPUS) ประจำปี 2551 ภายใต้อุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัย รศ.ดร.อัญชติพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ แนวคิดในการแก้ปัญหาและตรวจแก้ไขรายงาน ทำให้ปริญญาโทฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อาจารย์บุญชูชัย โชติวิริยวานิชย์ อาจารย์ศิริพันธ์ มุรธาธัญลักษณ์ คณะกรรมการสอบปริญญาโท และผู้มีพระคุณอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม

คุณความดีที่พึงเกิดจากปริญญาโทฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง และผู้มีพระคุณทุกท่าน

หากมีข้อผิดพลาดประการใดในปริญญาโทเล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรับและขอภัยไว้ ณ ที่นี้

รัตน์กรณ์ ชินสุทธิ

เลิศศักดิ์ เชื้อวชาญพัฒนาการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	3
1.4 ขั้นตอนการทำโครงการ.....	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ผงซักฟอก.....	5
2.1.1 ชนิดของสารซักฟอก.....	5
2.1.2 ส่วนประกอบของผงซักฟอก.....	5
2.1.3 การทำงานของผงซักฟอก.....	7
2.2 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ.....	8
2.2.1 ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ.....	8
2.2.2 ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ.....	10
2.2.3 การแก้ไขกรณีความสามารถของกระบวนการไม่เป็นไปตามที่ต้องการ.....	11
2.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด.....	12
2.3.1 รูปแบบความผันแปร.....	13
2.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัด.....	14
2.3.3 ขั้นตอนการกำจัดความคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ระบบการวัด.....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า.....	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
บทที่ 3 การดำเนินงานและผลการดำเนินงาน.....	19
3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูล.....	19
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	19
3.3 การทดลองในระดับ Pilot scale.....	23
3.3.1 Pilot scale ปริมาณ 5 กิโลกรัม.....	23
3.3.2 Pilot scale ปริมาณ 15 กิโลกรัม.....	23
3.4 การทดลองผลิต.....	25
3.4.1 กำลังการผลิต 100 ตัน.....	25
3.4.2 กำลังการผลิต 250 ตัน.....	26
3.5 ขั้นตอน Post dosing.....	27
3.5.1 เเปอร์เซ็นต์โซเดียมซัลไฟต์.....	27
3.5.2 เเปอร์เซ็นต์โซเดียมซัลเฟต.....	27
บทที่ 4 สรุปผลการดำเนินงาน.....	28
เอกสารอ้างอิง.....	29
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ข้อมูลดิบ.....	31
ภาคผนวก ข. การคำนวณปริมาณโซดาแอชที่ใช้ในกระบวนการผลิต.....	37
ข.1 การคำนวณปริมาณโซดาแอชที่ใช้ในการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น ก่อนเริ่มดำเนินงาน.....	38
ข.2 การคำนวณปริมาณโซดาแอชที่ใช้ในการทดลองระดับ Pilot scale.....	38
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์สมบัติของผงซักฟอก.....	39
ค.1 ค่าเปอร์เซ็นต์ Active detergent (% AD).....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ค.1.1 การหาค่า % AD จากทฤษฎี.....	39
ค.1.2 การหาค่า % AD จากการทดลองและคำนวณ.....	39
ค.2 วิธีวิเคราะห์และวิธีคำนวณปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดของผงซักฟอก.....	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลำดับของความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการตามค่า C_p	9
2.2 ประเภทของความผิดพลาดในการวัด.....	12
2.3 เกณฑ์การประเมินค่าความเที่ยงตรง.....	14
2.4 เกณฑ์การประเมินค่าความแม่นยำ.....	15
3.1 ค่า % AD เมื่อลด โซดาแอสหลง 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ในการผลิต 100 ตัน.....	25
ก.1 ค่า % AD และ pH ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จก่อนเริ่มดำเนินงาน.....	31
ก.2 ค่า % AD ที่ตำแหน่งต่างๆ ในกระบวนการผลิตก่อนเริ่มดำเนินงาน.....	33
ก.3 ความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่ง โซดาแอสที่ Mixer 1.....	33
ก.4 ค่า % AD และ pH ของผงพื้นฐานและผลิตภัณฑ์สำเร็จใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม ของสูตรต้นแบบและสูตรที่ลดปริมาณ โซดาแอส.....	34
ก.5 ค่า % AD และ pH ที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อลด โซดาแอส 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบในการผลิต 100 ตัน.....	35
ก.6 ค่า % AD และ pH ที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อลด โซดาแอส 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบในการผลิต 100 ตัน.....	35
ก.7 ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จในการผลิต 250 ตัน เมื่อลด โซดาแอส 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ.....	36
ข.1 ร้อยละของปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอก ได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า.....	37

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ความสามารถของกระบวนการ (22 กันยายน ถึง 24 ตุลาคม 2551)	2
2.1 ภาพจำลองกลุ่มของ Micelles	8
2.2 การแปลความหมายของค่า C_p	10
2.3 การแปลความหมายของค่า C_{pk}	11
2.4 การวิเคราะห์แหล่งความผันแปรของระบบการวัด	13
2.5 ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ระบบการวัด	13
2.6 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า	17
3.1 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง	20
3.2 แผนผังพาเรโตแสดงการจัดลำดับผลต่างของ % AD ที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท ที่ตำแหน่งต่างๆ	21
3.3 แผนภูมิแก๊งปลาวิเคราะห์สาเหตุที่คาดว่าจะทำให้ % AD ที่ Mixers ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท	21
3.4 ค่าความเป็นกรด-เบสของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือ และเครื่องซักผ้า (22 กันยายน ถึง 24 ตุลาคม 2551)	23
3.5 เครื่องผสมของ Pilot scale ระดับ 5 กิโลกรัม	23
3.6 ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม เมื่อลดปริมาณโซดาแอช	24
3.7 ค่าความเป็นกรด-เบสของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม ของสูตรต้นแบบและสูตรที่ลดปริมาณโซดาแอช	24
3.8 ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จเมื่อลดโซดาแอช ในการผลิต 100 ตัน	25
3.9 ความสามารถของกระบวนการเมื่อลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ในการผลิต 250 ตัน	26
3.10 แผนผังพาเรโตแสดงการจัดลำดับผลต่างของ % AD ที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท ที่ตำแหน่งต่างๆ หลังลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เป็นบริษัทชั้นนำที่ผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค 3 ประเภทหลัก ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ส่วนบุคคล และกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือน จากภาวะการแข่งขันในปัจจุบันของผลิตภัณฑ์สินค้าอุปโภคบริโภค ทำให้บริษัทต้องเพิ่มศักยภาพการผลิตให้ได้ผลผลิต (Productivity) สูงที่มีคุณภาพภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสมและสามารถสนองตอบความต้องการของตลาด ด้วยการเพิ่มความสามารถของกระบวนการผลิต (Process capability) โครงการนี้เป็นหนึ่งในโครงการที่ต้องเร่งดำเนินการของสายงานผลิตผงซักฟอกเพื่อเพิ่มความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะ ประเภทสารซักฟอกที่บริษัทผลิตแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1) ชนิดผง แบบชนิดซักฟอกด้วยมือ ซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า ซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า ได้แก่ ผงซักฟอกชนิดธรรมดาหรือผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน (Standard laundry powder detergent) และผงซักฟอกสูตรเข้มข้น (Concentrated laundry powder detergent)

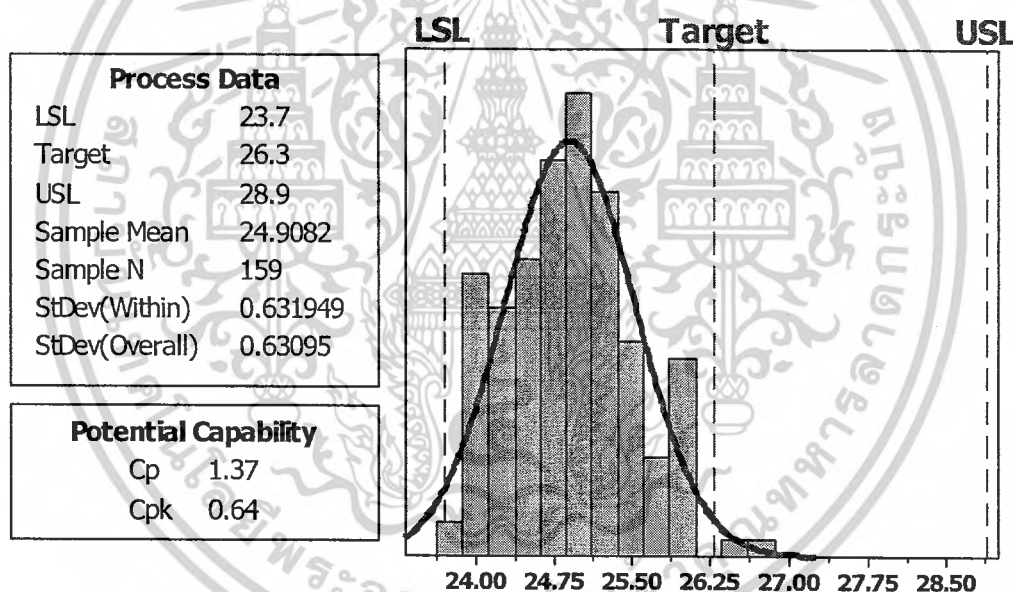
2) ชนิดน้ำ ได้แก่ น้ำยาซักฟอก (Laundry liquid detergent)

ผู้บริโภคมีความต้องการผงซักฟอกสูตรเข้มข้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเพราะใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าผงซักฟอกชนิดธรรมดาต่อการซักแต่ละครั้ง และยังมีประสิทธิภาพการซักล้างที่สูงกว่า บริษัทควบคุมคุณภาพของผงซักฟอกจากสมบัติต่างๆ เช่น ปริมาณความชื้น (% Moisture) ความหนาแน่นรวม (Bulk density หรือ BD) ปริมาณเอนไซม์ (% Enzyme) และประสิทธิภาพการซักล้างของผงซักฟอกซึ่งดูจากค่าเปอร์เซ็นต์ Active detergent (Percent active detergent: % AD) เป็นหลัก ซึ่งตามเกณฑ์ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ผงซักฟอกทั้งชนิดธรรมดาและสูตรเข้มข้นต้องมี % AD ไม่น้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ [1] ทั้งนี้บริษัทควบคุมค่า % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าในช่วง 23.7-28.9 % โดยน้ำหนัก ซึ่งสูงกว่าที่สมอ.กำหนดและกำหนดเป้าหมาย % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นเท่ากับ 26.3 % โดยน้ำหนัก

ในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการนั้น พิจารณาจากดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ (Process potential capability index: Cp) ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Process performance capability index: Cpk) ความแตกต่างของ Cp

และ C_{pk} คือ C_p จะสะท้อนเพียงว่าผลิตภัณฑ์มีการกระจายของคุณภาพเนื่องจากกระบวนการอย่างไร แต่ C_{pk} จะสะท้อนว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเข้าใกล้ค่าเป้าหมายที่กำหนดมากน้อยอย่างไร ซึ่งการที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์เบี่ยงเบนออกจากค่าเป้าหมายไปเข้าใกล้ค่าพิสัยข้อกำหนดเฉพาะ (Specification limit) ไม่ว่าจะเป็นด้านสูง (Upper specification limit: USL) หรือด้านต่ำ (Lower specification limit: LSL) เป็นสัญญาณบอกแนวโน้มว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะไม่อยู่ในขอบเขตพิสัยข้อกำหนดเฉพาะ

จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและด้วยเครื่องซักผ้าระหว่างวันที่ 22 กันยายน ถึง 24 ตุลาคม 2551 พบว่าการกระจายของ % AD อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนด (26.3 %) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.9 และค่า C_p และ C_{pk} ของ % AD ที่คำนวณด้วยโปรแกรม Minitab เท่ากับ 1.37 และ 0.64 ตามลำดับ ดังรูปที่ 1.1 ตามทฤษฎีระบุว่า ถ้า C_p และ C_{pk} มีค่าต่ำกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านศักยภาพและสมรรถนะของกระบวนการ (Process potential and performance capability) ต่ำ จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต [2]



รูปที่ 1.1 ความสามารถของกระบวนการ (22 กันยายน ถึง 24 ตุลาคม 2551) [3]

โครงการนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Process performance capability) ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า ได้แก่ คุณภาพและน้ำหนักของวัตถุดิบ ระบบการชั่งวัตถุดิบ และภาวะที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่ม % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าให้มีค่าเข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัทมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะ (C_{pk}) ของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพิ่มดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.3.2 หาและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อ % AD และ Cpk ในระดับ Pilot scale และกระบวนการผลิตจริง

1.3.3 เพิ่มดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า

1.3.4 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

1.4 ขั้นตอนการทำโครงการ

1.4.1 ศึกษากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า

1.4.2 สืบค้นงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 วิเคราะห์ระบบการวัด (Measuring system analysis: MSA)

1.4.4 เลือกสูตรต้นแบบ

1.4.5 เก็บข้อมูล % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นจาก 3 ขั้นตอนย่อยของสายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า ดังนี้ (รูปที่ 3.1)

ก) ถังผสม (Mixers)

ข) ผงพื้นฐาน (Base powder)

ค) ผลิตภัณฑ์สำเร็จ (Finished product)

1.4.6 หาปัจจัยที่มีผลต่อ % AD ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้น

1.4.7 ทดลองระดับ Pilot scale ปริมาณ 5 กิโลกรัม

1.4.8 ทดลองระดับ Pilot scale ปริมาณ 15 กิโลกรัม

1.4.9 เสนอแนวทางและปฏิบัติการแก้ไขเชิงเทคนิคตามปัจจัยที่มีนัยสำคัญในกระบวนการผลิตจริงร่วมกับทีมงานของบริษัท

1.4.10 คำนวณดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าหลังการปฏิบัติการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.11 วิเคราะห์และประเมินผล

1.4.12 สรุปผลและจัดทำรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ค่าประสิทธิภาพการชักล้างของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจาก % AD สูงขึ้น

1.5.2 เพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจของบริษัทด้วยมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น

1.5.3 ได้แนวทางในการปรับปรุงความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยมือและเครื่องซักผ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผงซักฟอก [1, 4-6]

ผงซักฟอก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์และ/หรือชนิดธรรมชาติเป็นส่วนประกอบหลัก สำหรับใช้ซักผ้า [1]

2.1.1 ชนิดของสารซักฟอก แบ่งเป็น

1. แบบชนิดผง ได้แก่

1.1 ผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน (Standard laundry powder detergent)

- ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานชนิดซักฟอกด้วยมือ
- ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า
- ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า

1.2 ผงซักฟอกสูตรเข้มข้น (Concentrated laundry powder detergent)

- ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยมือ
- ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า
- ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า

2. แบบชนิดน้ำ ได้แก่

น้ำยาซักฟอก (Laundry liquid detergent)

ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นมีปริมาณสารซักฟอกในปริมาณมากกว่าผงซักฟอกสูตรธรรมดา และเพิ่มสารเพิ่มแรงซัก (Bleaching enzyme) ลงไป ทำให้สามารถใช้ในปริมาณที่น้อยลงและลดเวลาในการซักฟอก เหมาะสำหรับเสื้อผ้าที่มีคราบสกปรกฝังแน่น ปัจจุบันได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้นเนื่องจากประหยัดเวลาในการซัก

2.1.2 ส่วนประกอบของผงซักฟอก [4]

ผงซักฟอกมีส่วนประกอบ 2 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนประกอบหลัก ประกอบด้วย

1.1 สารลดแรงตึงผิว (Surfactant) แบ่งได้ 4 ประเภท ตามลักษณะหรือประจุของส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic group) ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก (Cationic surfactant) เป็นส่วนประกอบในยาสีฟัน ครีมนวดผม และน้ำยาปรับผ้านุ่ม เป็นต้น
- สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (Anionic surfactant) เป็นส่วนประกอบในผงซักฟอกและสบู่ เป็นต้น
- สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (Nonionic surfactant) มักนำไปผสมในสบู่เหลวล้างหน้า
- สารลดแรงตึงผิวที่มีทั้งประจุบวกและลบ (Zwitterionic surfactant) เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง สารป้องกันการกัดกร่อน และสารยับยั้งแบคทีเรีย เป็นต้น

เมื่อสารลดแรงตึงผิวออกฤทธิ์จะทำให้สารทำความสะอาดผสมได้ดีกับน้ำ จึงเกิดฟองและหนืด สามารถจับตัวกับสิ่งสกปรกแล้วแยกออกจากส่วนที่เป็นน้ำ สารลดแรงตึงผิวที่ใช้กันมากมี 2 ชนิด คือ Linear alkyl benzenesulfonate (LAS) และ Sodium lauryl ether sulfate (SLES) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ

Linear alkyl benzenesulfonate เป็นของเหลวที่มีโครงสร้างเป็นเส้นตรง ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผงซักฟอกทั่วโลก สมัยก่อน LAS ยังไม่เป็นที่นิยมมาก สารลดแรงตึงผิวที่ใช้มาก คือ Alkyl benzenesulfonate (ABS) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นกิ่ง แต่สารนี้ไม่ย่อยสลายในสภาพแวดล้อม จึงไม่นิยมใช้ในปัจจุบัน

1.2 สารลดความกระด้างของน้ำ (Builder) ค่าความกระด้างของน้ำที่สำคัญขึ้นกับปริมาณไอออนของแมกนีเซียม (Mg^{2+}) และแคลเซียม (Ca^{2+}) ที่อยู่ในน้ำ สารที่นิยมนำมาผสมในผงซักฟอกเพื่อกำจัดความกระด้างของน้ำ คือ ซีโอไลต์ ชนิด 4A ซึ่งมีพื้นที่ผิวภายในสูงมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวภายนอก สารซีโอไลต์สามารถลดความกระด้างของน้ำโดยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุ โดยไอออนของแคลเซียมและแมกนีเซียมจะแลกเปลี่ยนประจุกับไอออนของโซเดียม

1.3 เอนไซม์ มี 4 ชนิดหลัก ได้แก่ โปรตีเอส (Protease) กำจัดโปรตีน ไลโปเลส (Lipolase) กำจัดไขมัน อะไมเลส (Amylase) กำจัดคาร์โบไฮเดรต และเซลลูเลส (Cellulase) ขจัดคราบบนผ้าฝ้าย

1.4 สารรักษาระดับความเป็นด่าง เช่น โซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) หรือโซดาแอช โซเดียมเซสควิคาร์บอเนต (Sodium sesquicarbonate) สารใดสารหนึ่งหรือผสมกันช่วยให้สารซักฟอกไม่กัดภาชนะที่ใช้ซัก กันสนิม และช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิว

1.5 สารกันคราบดิน (Anti-soil redeposition agent) เป็นสารที่ทำให้เนื้อผ้าและสิ่งสกปรกมีขั้วชนิดเดียวกัน จึงปลัดดันไม่ให้คราบสกปรกกลับมาเกาะบนผ้าอีก สารที่มีสมบัติดังกล่าว คือ โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose: SCMC)

1.6 สารเพิ่มความสดใส (Fluorescer) เป็นสารที่จะตกค้างอยู่บนเส้นใยผ้าหลังการซักและเมื่อผ้าถูกแสงแดดสารนี้จะสะท้อนแสงออกมาเรื่อยๆ ทำให้ผ้าดูขาวขึ้น สารเพิ่มความสดใสเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอินทรีย์ มีโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อน จะดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร และจะปลดปล่อยออกมาเป็นช่วงแสงที่สามารถเห็นได้ที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร แบ่งได้เป็น

- สารเพิ่มความขาว (Fluorescer whitening agent: FWA)
- สารเพิ่มความสว่าง (Optical brightening agent: OBA)

2. ส่วนประกอบที่อาจมีได้ เช่น

2.1 โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate) มักจะเติมลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณ เป็นสารที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์และเป็นสารป้องกันผงซักฟอกจับตัวเป็นก้อน (Processing aid)

2.2 สารเพิ่มฟอง (Suds booster) เป็นสารซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะทำให้เกิดฟองมากขึ้น ใช้เติมในผงซักฟอกชนิดซักด้วยมือ ส่วนสารลดฟอง (Suds depressor) เป็นสารซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะทำให้ฟองลดลง ใช้เติมลงในผงซักฟอกชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า

2.3 สารฟอก (Oxygen bleach) และ Bleach precursor หมายถึง สารซึ่งเมื่อละลายในน้ำจะเกิดสารฟอกขึ้น สำหรับสารคงสภาพ (Stabilizer) เป็นสารซึ่งเมื่อผสมกับ Bleach precursor แล้วทำให้ Bleach precursor สลายตัวช้าลง ทำหน้าที่ออกซิไดส์สารประกอบบางชนิด ซึ่งลดการสะท้อนกลับของแสงทำให้ผ้าดูขาวและสดใสขึ้น

2.4 สารช่วยการละลาย (Hydrotrope) เป็นสารที่ทำให้สารซักฟอกแบบชนิดผงละลายน้ำได้ดีขึ้น

2.5 สารกันหมอง (Anti-tarnishing agent) ช่วยให้สิ่งซักล้างส่วนที่เป็นโลหะไม่หมองคล้ำ

2.6 น้ำหอม เพื่อให้กลิ่นหอมน่าใช้

2.7 สี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดูสวยงาม

2.8 สารช่วยขยับสิ่งสกปรก (Soil releasing agent) เป็นสารที่ช่วยให้สิ่งสกปรกที่ติดเนื้อผ้าหลุดออกง่ายขึ้น

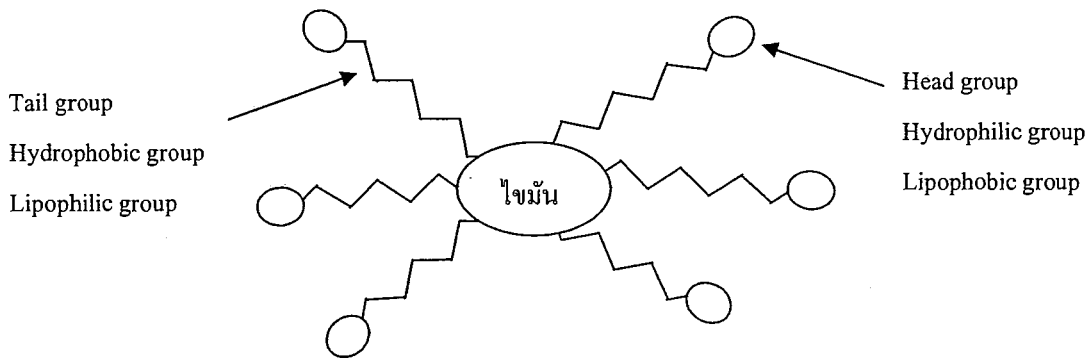
2.9 สารต้านจุลินทรีย์ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.10 สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Fabric softening agent) เป็นสารที่ช่วยทำให้ผ้านุ่มขึ้นหลังจากซัก

2.1.3 การทำงานของผงซักฟอก

โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวในผงซักฟอกจะรวมตัวกันเป็น Aggregates หรือเรียกว่า Micelles ดังแสดงในรูปที่ 2.1 Micelles ประกอบด้วยส่วนหัว (Head group) ซึ่งมีขั้วและมีสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) แต่ไม่ชอบน้ำมัน (Lipophobic) และส่วนหาง (Tail group) ซึ่งไม่มีขั้วเป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) แต่ชอบน้ำมัน (Lipophilic) ส่วนที่ไม่มีขั้วประกอบด้วยโมเลกุลของสายโซ่คาร์บอนจึงเกิดแรงผลักเมื่อเข้าใกล้โมเลกุลของน้ำ จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ผงซักฟอกสามารถขจัดคราบสกปรกและไขมันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ภาพจำลองกลุ่มของ Micelles [6]

2.2 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process capability analysis: PCA)

[7-8]

PCA เป็นเทคนิคและเครื่องมือทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมและปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตเพื่อความเชื่อถือได้ PCA เป็นตัวที่บ่งบอกว่ากระบวนการการผลิตนั้นมีความสามารถที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามข้อกำหนดหรือไม่ การวิเคราะห์ PCA ประกอบด้วยการวิเคราะห์เสถียรภาพของกระบวนการ (Stability) การวิเคราะห์ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ (Process potential capability index: Cp) การวิเคราะห์ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Process performance capability index: Cpk) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินและหาสาเหตุของปัญหาในการผลิตและปรับปรุงสมรรถนะของกระบวนการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.2.1 ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ (Process potential capability index: Cp)

ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ (Cp) เป็นค่าที่วัดความสามารถของกระบวนการในรูปของความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการผลิต ว่าความผันแปรนั้นอยู่ระหว่างพิสัยข้อกำหนดเฉพาะด้านบนและด้านล่างหรือไม่ มีการกระจายคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}_{ST}} \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

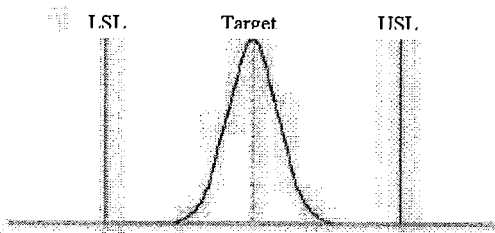
- โดย USL = พิกัดข้อกำหนดเฉพาะด้านบน (Upper specification limit)
 LSL = พิกัดข้อกำหนดเฉพาะด้านล่าง (Lower specification limit)
 $6\hat{\sigma}_{st}$ = การกระจายข้อมูลเฉลี่ยของกระบวนการแบบระยะสั้น
 (Short-term process spread)

กล่าวคือ ค่า C_p พิจารณาการกระจายข้อมูลโดยรวมของกระบวนการ เมื่อเทียบกับความกว้างของพิกัดข้อกำหนดเฉพาะเท่านั้น โดยไม่ได้พิจารณาว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการจะอยู่ที่ตำแหน่งใด ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายหรือค่ากลางของพิกัดข้อกำหนดเฉพาะหรือไม่

จากทฤษฎี กระบวนการที่มีความสามารถด้านศักยภาพดีจะต้องมีค่า $C_p > 1.33$ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 การแปลความหมายของค่า C_p แสดงดังรูปที่ 2.2 จะเห็นว่า เมื่อค่า C_p ต่ำ การกระจายคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะกว้าง

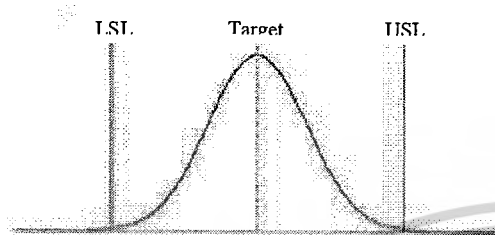
ตารางที่ 2.1 ลำดับของความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการตามค่า C_p [7]

ค่าดัชนี C_p	ลำดับของความสามารถของกระบวนการ
$2.00 \leq C_p$	ดีเหลือเชื่อ
$1.67 \leq C_p < 2.00$	ดีเลิศ
$1.33 \leq C_p < 1.67$	ดี
$1.00 \leq C_p < 1.33$	พอใช้
$0.67 \leq C_p < 1.00$	แย่
$C_p < 0.67$	แย่มาก



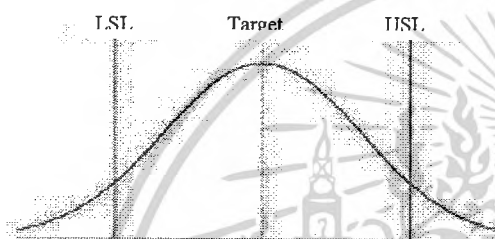
$$C_p > 2$$

กระบวนการมีความสามารถด้านศักยภาพดีมาก



$$2 > C_p > 1$$

กระบวนการมีความสามารถด้านศักยภาพดี



$$C_p < 1$$

ต้องปรับปรุงกระบวนการ

รูปที่ 2.2 การแปลความหมายของค่า C_p [7]

2.2.2 ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Process performance capability index: C_{pk})

สำหรับดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (C_{pk}) จะสะท้อนว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเข้าใกล้ค่าเป้าหมายที่กำหนดมากน้อยอย่างไร รูปที่ 2.3 แสดงการแปลความหมายของค่า C_{pk} ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการเบี่ยงเบนออกจากค่าเป้าหมายไปเข้าใกล้ค่าพิสัยข้อกำหนดเฉพาะ (Specification limit) ไม่ว่าจะเป็ด้านสูง (Upper specification limit) หรือด้านต่ำ (Lower specification limit) แสดงว่ามีแนวโน้มที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นไปตามที่กำหนด ในการคำนวณ C_{pk} นั้น จะนำการเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของกระบวนการมาพิจารณาด้วย ดังสมการ

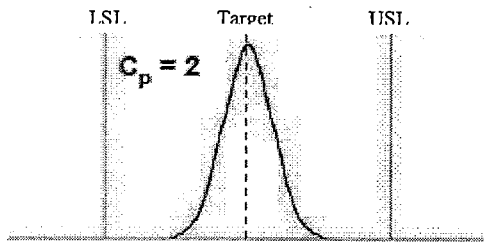
$$C_{pk} = C_p(1 - k) \quad (2.2)$$

เมื่อ

$$k = \frac{2|m - \bar{x}|}{USL - LSL} \quad (2.3)$$

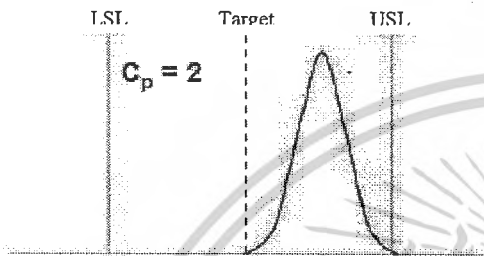
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ
$$m = \frac{USL + LSL}{2} \quad (2.4)$$



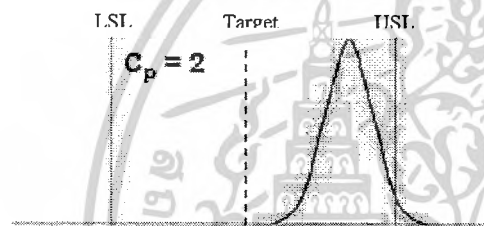
$C_{pk} > 1.5$

กระบวนการมีความสามารถด้านสมรรถนะดีมาก



$1.5 > C_{pk} > 1$

กระบวนการมีความสามารถด้านสมรรถนะดี



$C_{pk} < 1$

ต้องปรับปรุงกระบวนการ

รูปที่ 2.3 การแปลความหมายของค่า C_{pk} [7]

2.2.3 การแก้ไขกรณีความสามารถของกระบวนการไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

1. ระยะเวลาการแก้ไขสั้น ตรวจสอบนิจกระบวนการให้ละเอียด รวมทั้งความสามารถของระบบการวัด หรือการวิเคราะห์ระบบการวัด การแก้ไขงานหรือตัดงานที่เสียออกเท่าที่จำเป็น

2. พิจารณาปรับปรุงกระบวนการโดยลดความผันแปร (Deviation) ของกระบวนการลง โดยเฉพาะความผันแปรจากความผิดปกติของปัจจัยการผลิต ได้แก่ คน วัสดุดิบ วิธีการ เครื่องจักร ด้วยวิธีต่างๆ เช่น

- วิเคราะห์ด้วยแผนภาพพารโท แผนภาพแสดงสาเหตุผล
- ฝึกอบรมและควบคุมพนักงานให้ทำงานถูกต้องสม่ำเสมอ
- ปรับปรุงเครื่องจักรใหม่ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- คัดเลือกวัตถุดิบเพื่อไม่ให้เกิดความผันแปรสูงหรือไม่คงที่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทบทวนความกว้างระหว่างค่าพิสัยข้อกำหนดเฉพาะใหม่ อาจมาจากการเผื่อค่าพิสัยเกินความจำเป็น หรือกำหนดความกว้างระหว่างค่าพิสัยของข้อกำหนดเฉพาะน้อยเกินไปไม่เหมาะสมกับกระบวนการ

4. การออกแบบหรือเปลี่ยนแบบใหม่ รวมถึงการออกแบบกระบวนการผลิตใหม่ให้ผลิตภัณฑ์เกิดความมั่นคง (Robustness) มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ในกระบวนการน้อยที่สุด

2.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measuring system analysis: MSA) [9]

ในระบบการบริหารคุณภาพเพื่อการประกันคุณภาพนั้น มีความจำเป็นต้องดำเนินการภายใต้หลักการของการบริหารภายใต้ข้อเท็จจริงจากข้อมูลประกอบการตัดสินใจ โดยข้อมูลที่ดีจะต้องเป็นข้อมูลที่สามารถอธิบายถึงสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำก่อน ทั้งนี้ โดยอาศัยการศึกษาและวิเคราะห์ระบบการวัด เพื่อหาสาเหตุหรือแหล่งของความผันแปรของระบบการวัด ดังตารางที่ 2.2 แล้วจึงลดและกำจัดความผันแปรนั้น

การวิเคราะห์แหล่งความผันแปรในระบบการวัดที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดพลาด แบ่งออกเป็น

1. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Attribute MSA) ข้อมูลที่จะศึกษาเป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพ เช่น ความสวยงาม ความเรียบร้อย สี เป็นต้น
2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Variable MSA) แบ่งออกเป็นการประเมินความถูกต้อง (Accuracy) และความแม่นยำ (Precision)

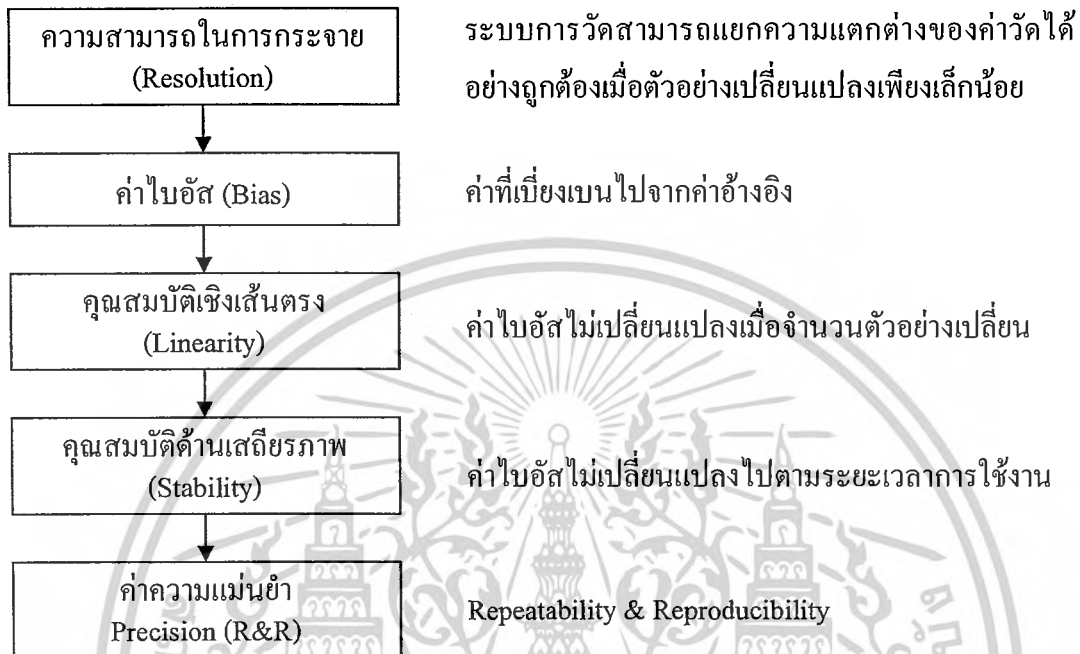
ตารางที่ 2.2 ประเภทของความผิดพลาดในการวัด [9]

ประเภทของความผิดพลาด	สาเหตุ	ตัวอย่าง
1. เครื่องมือวัด	สภาพของเครื่องมือวัด	สเกลไม่เท่ากัน ความสึกหรอ แรงกดที่ใช้ในการวัดเปลี่ยนแปลง
2. พนักงานที่ปฏิบัติการ และวิธีการวัด	วิธีการใช้งานเครื่องมือวัด ระดับการฝึกฝนและทักษะ	อ่านสเกลผิดพลาด วิธีใช้เครื่องมือวัดผิดพลาด การปฏิบัติงานข้ามขั้นตอน
3. ปัจจัยภายนอก	อุณหภูมิ แสงสว่าง	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลต่อสมบัติของสารเคมีที่ใช้

2.3.1 รูปแบบความผันแปร

ความผันแปรรวม = ความผันแปรจากกระบวนการผลิต + ความผันแปรจากเครื่องมือวัด

แหล่งความผันแปรของระบบการวัดสามารถวิเคราะห์ได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การวิเคราะห์แหล่งความผันแปรของระบบการวัด [9]

สาเหตุของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ระบบการวัดแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ระบบการวัด [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัด [9]

ก) ขั้นตอนการทดสอบความเที่ยงตรง

1. เลือกตัวอย่างอ้างอิงหรือมาตรฐาน 5 – 8 ชิ้น โดยค่าและขนาดของตัวอย่างต้องครอบคลุมกระบวนการผลิตจริง หรือเลือกตัวอย่างอ้างอิงดังต่อไปนี้

1.1 เลือกตัวอย่างจากกระบวนการผลิตหรือเตรียมขึ้นใน Lab scale

1.2 วัดค่าตัวอย่างแต่ละชิ้นซ้ำ 10 ครั้ง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นค่าอ้างอิง

2. เลือกพนักงานที่มีความชำนาญ 1 คน เพื่อวัดชิ้นงานดังกล่าวซ้ำขึ้นละ 5 – 10 ครั้ง โดยการเลือกชิ้นงานเป็นแบบสุ่มวัด

3. วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Minitab แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินค่าความเที่ยงตรงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินค่าความเที่ยงตรง [9]

	% Bias	% Linearity	% Stability
ยอมรับได้ไม่ต้องแก้ไข	< 5 %	< 5 %	< 5 %
อาจจะยอมรับได้	5 - 10 %	5 - 10 %	5 - 10 %
ไม่สามารถยอมรับได้ต้องแก้ไข	> 10 %	> 10 %	> 10 %

ข) ขั้นตอนการทดสอบความแม่นยำ

แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) หมายถึง ค่าแตกต่างของการวัดซ้ำ เมื่อใช้พนักงานคนเดียวกันและเครื่องมือชิ้นเดียวกัน

2. ความสามารถในการทำเหมือน (Reproducibility) หมายถึง ค่าแตกต่างเฉลี่ยเมื่อใช้เครื่องมือชิ้นเดียวกัน แต่พนักงานวัดคนละคน

ขั้นตอนการทดสอบความแม่นยำ

1. จัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

- ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของค่าวัดตัวอย่างจากสายการผลิตจริง

2. ฝึกอบรมพนักงานวัดให้เข้าใจวิธีการวัดและใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง

3. วางแผนการทดสอบซึ่งประกอบด้วย

- จำนวนพนักงาน หากมีพนักงานเพียงคนเดียวที่วัดแสดงว่าจะไม่เกิดความผันแปร

ในระบบการวัดจากพนักงาน

- จำนวนครั้งที่วัดซ้ำ
- จำนวนตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Minitab แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินค่าความแม่นยำดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินค่าความแม่นยำ [9]

	% Contribution	P/TV (% R&R)	P/T (% Tolerance)	Distinct categories (Resolution)
ยอมรับได้ไม่ต้องแก้ไข	< 1 %	< 10 %	< 10 %	> 4
อาจจะยอมรับได้	1 - 9 %	10 - 30 %	10 - 30 %	3 - 4
ไม่สามารถยอมรับได้ต้องแก้ไข	> 9 %	> 30 %	> 30 %	< 3

หมายเหตุ % Contribution แสดงค่าความผันแปรที่เกิดจากเครื่องมือวัด

P/TV บอกความสามารถของระบบการวัดว่าดีพอหรือไม่ที่จะประเมินกระบวนการ

P/T บอกความสามารถของระบบการวัดว่าพอจะแยกแยะของดีและของเสียตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์หรือไม่

Distinct categories บอกความสามารถในการแยกความแตกต่างของค่าวัดของระบบการวัด

2.3.3 ขั้นตอนการกำจัดความคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ระบบการวัด

1. กำหนดขั้นตอนและวิธีการวัดที่แน่นอน
2. ฝึกอบรมพนักงานวัดให้มีความรู้ที่ถูกต้องตรงกัน
3. กำหนดวิธีการบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างถูกวิธี
4. การสอบเทียบตามวิธีการและระยะเวลาที่กำหนด
5. วิเคราะห์แหล่งความผันแปร โดยใช้ MSA แล้วจึงลดหรือกำจัดแหล่งความผันแปรนั้น

2.4 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า [3]

กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยมือและเครื่องซักผ้าของบริษัทใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่เรียกว่า SCADA (Supervisory control and data acquisition) เพื่อควบคุมปริมาณการใส่วัตถุดิบในขั้นตอนต่างๆ

กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้ามีขั้นตอนและรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 ชั่งสารตั้งต้นที่เป็นของแข็งให้ได้น้ำหนักตามสูตรต้นแบบของบริษัท ได้แก่ โซดาแอช ซีโอไลต์ สารเพิ่มความสดใส สารป้องกันสิ่งสกปรกกลับเข้าไปเกาะเนื้อผ้า เป็นต้น

2.4.2 ผสมสารตั้งต้นที่เป็นของแข็งใน Mixers ซึ่งทำงานแบบกะ และฉีดสารตั้งต้นที่เป็นของเหลว คือ Linear alkyl benzenesulfonate (LAS) และสาร B ลงไปผสมเพื่อทำปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังสมการที่ 2.5 ได้เป็นผลิตภัณฑ์ คือ Sodium linear alkyl benzenesulfonate (NaLAS) ซึ่งเป็นสารที่นำมาคำนวณหาค่า % AD ของผงซักฟอก ดังสมการที่ 2.6

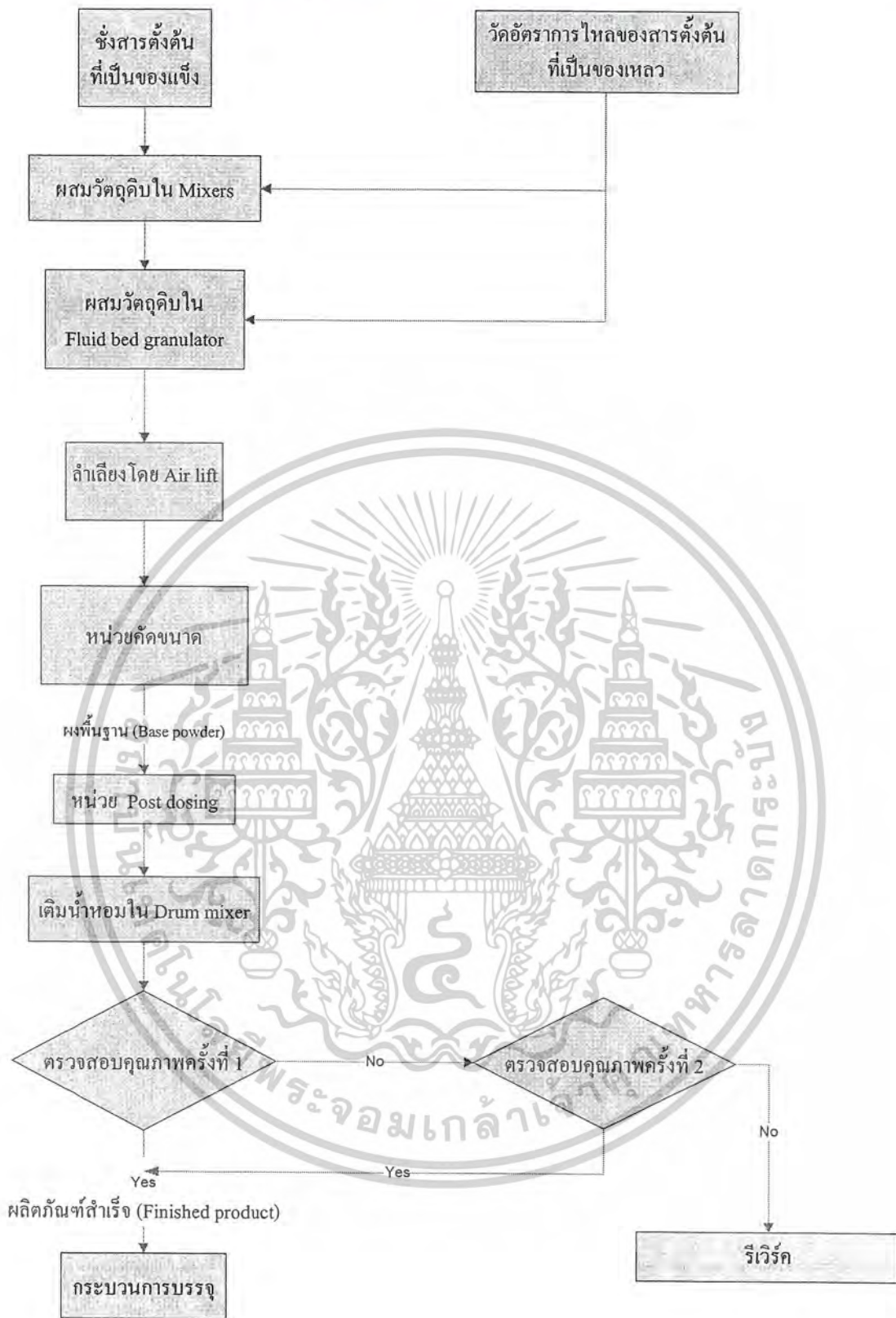


$$\% \text{ AD} = \frac{\text{ปริมาณ NaLAS ที่เกิดขึ้น}}{\text{ปริมาณสารตั้งต้นทั้งหมด}} \times 100 \quad (2.6)$$

2.4.3 ลำเลียงผงที่ได้ผ่านสายพานเข้า Fluid bed granulator ดังรูปที่ 2.6 ในขั้นนี้จะฉีด LAS ลงไปผสมอีกเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์

2.4.4 ลำเลียงผ่านสายพานไปยัง Air lift และเครื่องคัดขนาดได้เป็นผงพื้นฐาน (Base powder) จากนั้นจะส่งไปที่หน่วย Post dosing เพื่อเติมสารเติมแต่งต่างๆ เช่น กลีเซอรีน เอนไซม์ เป็นต้น แล้วส่งเข้า Drum mixer ในขั้นนี้จะผสมน้ำหอมลงไป ได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ (Finished product) และเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติต่างๆ เทียบกับมาตรฐานของบริษัทที่กำหนดไว้

2.4.5 นำผลิตภัณฑ์สำเร็จเข้าหน่วยบรรจุภัณฑ์ แล้วเตรียมจำหน่ายต่อไป



รูปที่ 2.6 กระบวนการผลิตผงซัฟฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซัฟฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซัฟฟอก [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104114

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [10-12]

รัฐสิฏฐิ นกยูงทอง ขนิษฐา คำวิสัยศักดิ์ และนริศรา อินทรจันทร์ [10] ศึกษาวิธีการเติม LAS ด้วยหัวฉีด 2 ชนิด คือ หัวฉีดแบบ Full cone spray nozzle และหัวฉีดแบบ Air atomizing spray nozzle พบว่าหัวฉีดแบบ Air atomizing spray nozzle สามารถพ่นฝอย LAS ได้กระจายทั่วถึงมากกว่า ผงซักฟอกที่ได้จึงไม่จับตัวเป็นก้อน ได้ผงซักฟอกที่ขาวน่าใช้ขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์ของผงขนาดใหญ่ (% Oversize) ลดลง ช่วยลดพลังงานในการย่อยขนาดของ Oversize และการเติม LAS เพราะใช้ความดันที่น้อยกว่าเดิม

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น [11] ศึกษาความแตกต่างระหว่าง Oversize จาก Mixer 1, 2 และ 3 ความแตกต่างของ Oversize ก่อนเข้าและออกจากเครื่อง Fluid bed granulator เพื่อกำหนดภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง Fluid bed granulator แล้วกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน ผลที่ได้คือสามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นเงิน 4,952 บาทต่อปี

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น [12] ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการลดขนาดอนุภาคผงซักฟอกสูตรเข้มข้น เพื่อลดปริมาณซีโอไลต์ที่ใช้ในการลดขนาด โดยนำเสนอภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานของ Mixers ที่ใช้ลดขนาดอนุภาคผงซักฟอกสูตรเข้มข้น เช่น อัตราการไหลของ LAS อุณหภูมิของการผสม ความเร็วรอบของใบกวน เป็นต้น จากงานวิจัยสามารถลดต้นทุนในการผลิต 18.1 ล้านบาทต่อปี

บทที่ 3

การดำเนินงานและผลการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูล

3.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังหัวข้อ 2.4

3.1.2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องมั่นใจว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความถูกต้อง ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) ก่อน ผู้วิจัยได้เข้าฝึกอบรมร่วมกับบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด และทราบว่าการวิเคราะห์ระบบการวัดตัวแปรที่สำคัญทุก 6 เดือน

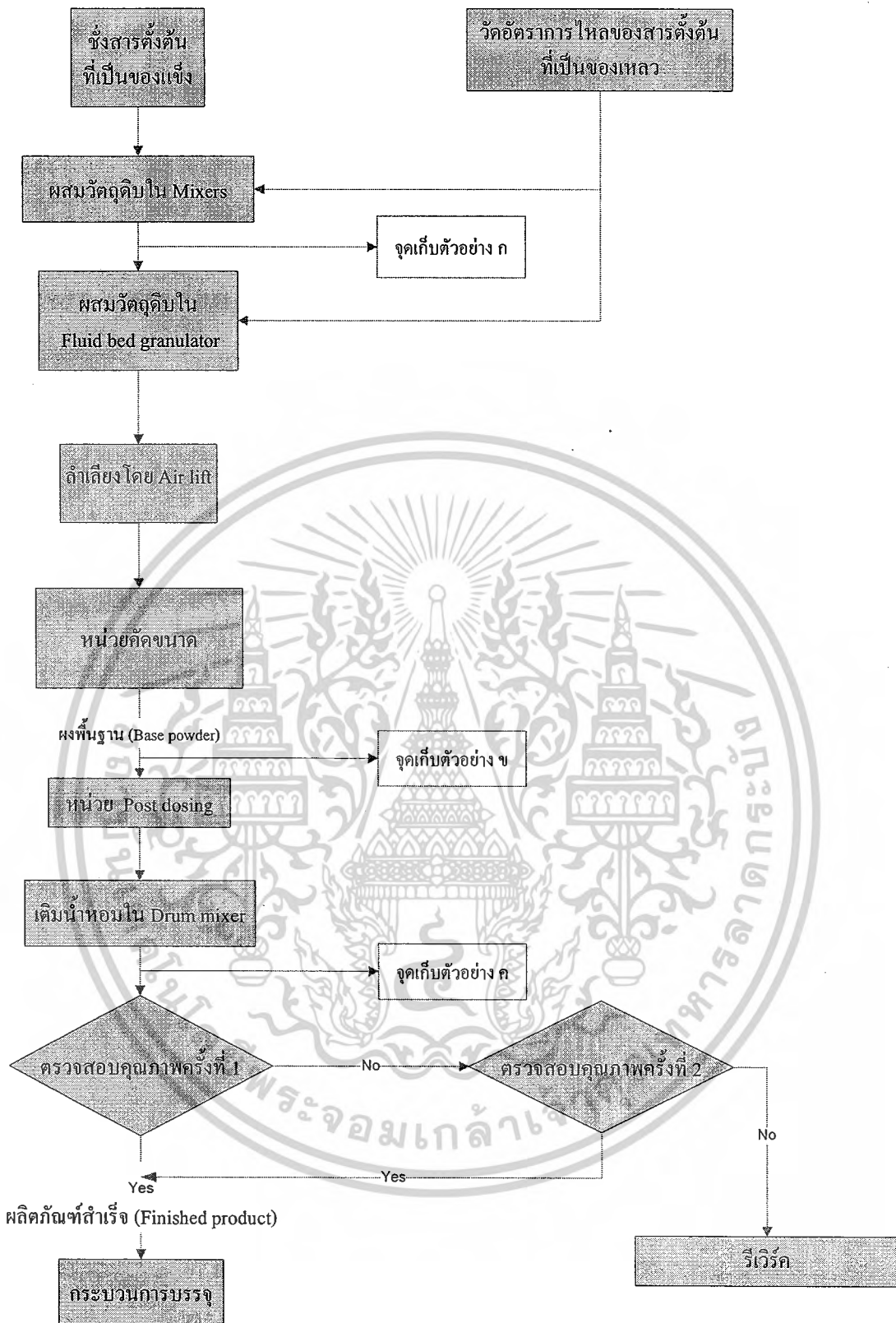
3.1.3 เก็บตัวอย่างผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้าเพื่อหา % AD จาก 3 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 3.1

- ก) Mixers
- ข) Base powder
- ค) Finished product

ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบที่ Mixers และ Fluid bed granulator เป็นขั้นตอนที่เกิดปฏิกิริยาสะเทินซึ่งมีผลต่อ % AD ส่วน Finished product ที่มาจากขั้นตอน Post dosing และ Drum mixer มีการเติมสารเติมแต่งที่มีผลต่อ % AD เช่นกัน แต่เนื่องจาก Fluid bed granulator เป็นระบบปิดทำให้การเก็บตัวอย่างลำบาก ดังนั้นจึงใช้การวัด % AD ของผงพื้นฐาน (Base powder) ที่ผ่านการคัดขนาดแล้วแทน การวิเคราะห์ % AD ของผงพื้นฐานที่มีขนาดใกล้เคียงกันจะได้ค่าถูกต้องมากขึ้น

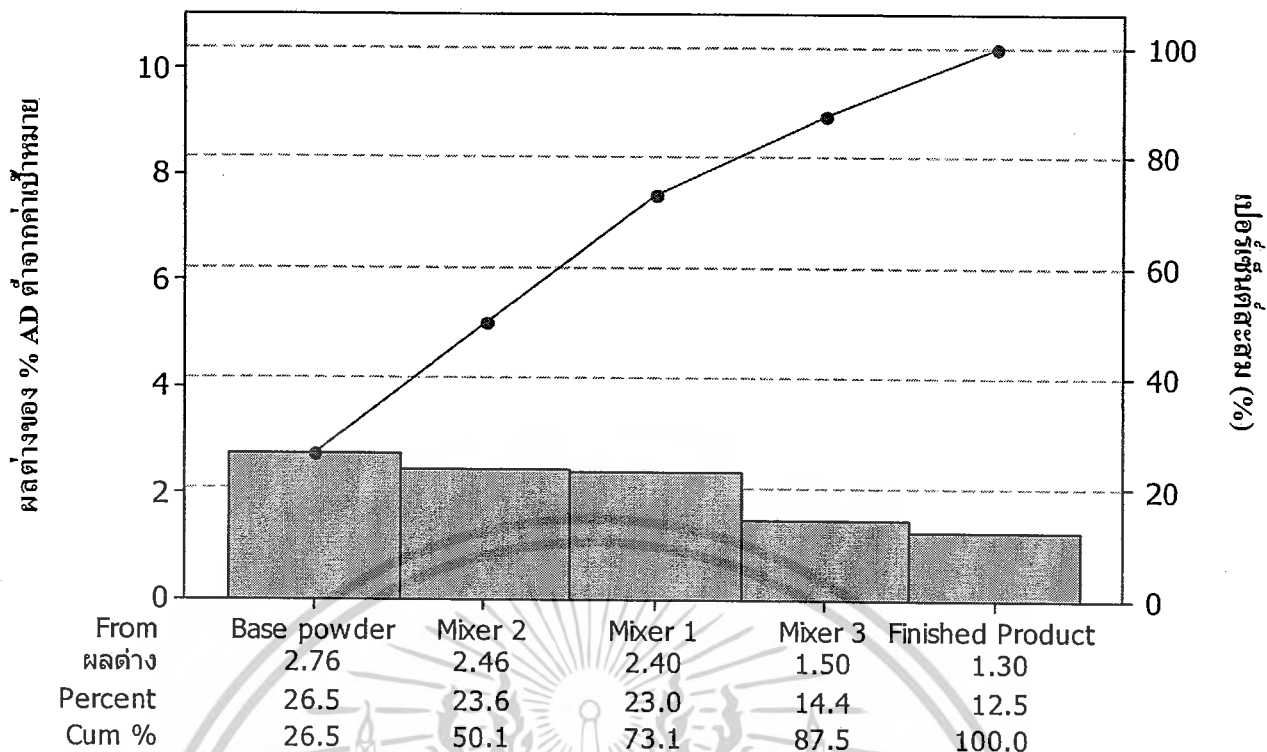
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเปรียบเทียบ % AD ของตัวอย่างที่เก็บจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตกับค่า % AD เป้าหมายที่บริษัทกำหนดของแต่ละขั้นตอน เลือกขั้นตอนที่จะต้องปรับปรุงเพื่อเพิ่มดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิต โดยวิเคราะห์ด้วยแผนผังพาเรโตดังรูปที่ 3.2 พบว่า % AD ที่ Fluid bed granulator ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัทมากที่สุด แต่ไม่ต่างจากที่ตำแหน่ง Mixers ทั้ง 3 เครื่องและ Post dosing มากนัก และเนื่องจากปฏิกิริยาเริ่มเกิดที่ Mixers ดังนั้นจึงเลือกปรับปรุงที่ขั้นตอน Mixers ก่อน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุที่คาดว่าจะทำให้ % AD ที่ Mixers มีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัทด้วยแผนภูมิแกงปลาได้ผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3.3

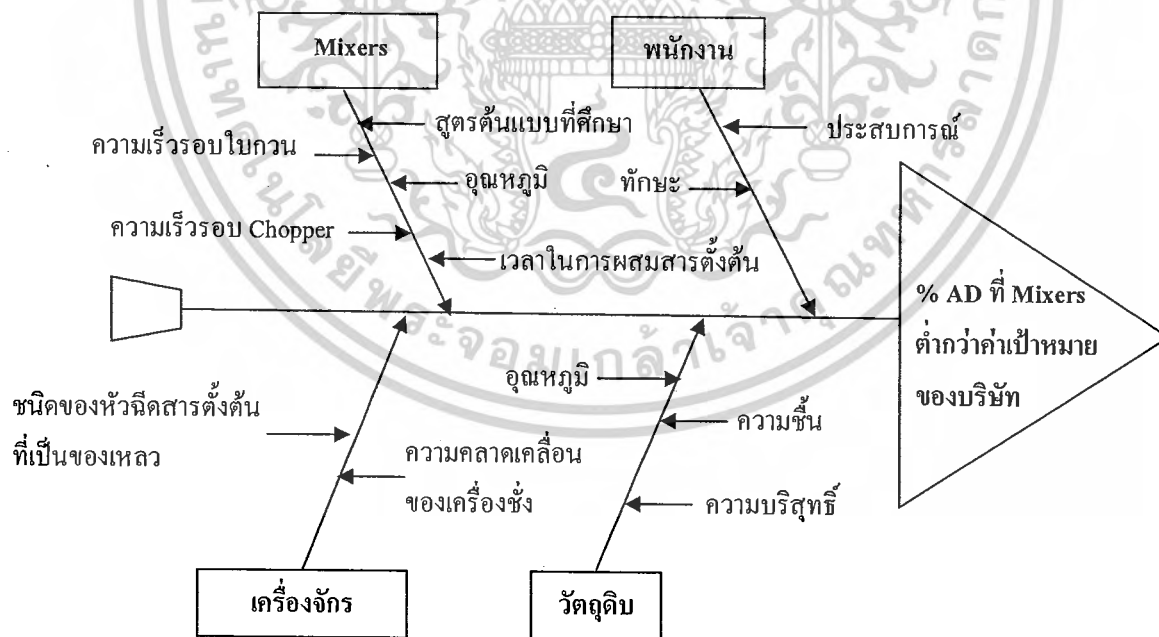


รูปที่ 3.1 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังพาเรโตแสดงการจัดลำดับผลต่างของ % AD ที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท ที่ตำแหน่งต่างๆ [3]



รูปที่ 3.3 แผนภูมิแกงปลาวิเคราะห์สาเหตุที่คาดว่าจะทำให้ % AD ที่ Mixers ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิกำลังปลาและการระดมสมองของผู้วิจัย พบว่าปัจจัยที่มีผลทำให้ % AD ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบที่ Mixers ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท ได้แก่

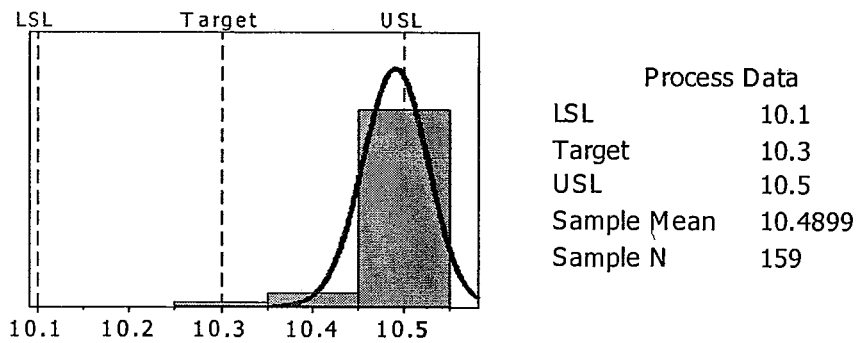
- 1) ชนิดของหัวฉีดสารตั้งต้นที่เป็นของเหลวในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบที่ Mixers
- 2) ประสิทธิภาพของเครื่องชั่งที่ใช้ชั่งโซเดียมคาร์บอเนตหรือ โซดาแอชในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบที่ Mixers
- 3) ภาวะในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ คือ สูตรของผงซักฟอกที่ผลิต อัตราการไหลของสารตั้งต้นที่เป็นของเหลว เวลาในการผสมวัตถุดิบ ความเร็วรอบของใบกวน
- 4) คุณภาพและน้ำหนักของวัตถุดิบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ รัฐสิฏญ นกยูงทอง ขนิษฐา คำวิสัยศักดิ์ และนริศรา อินทรจันทร์ [10] พบว่าหัวฉีดแบบ Air atomizing spray nozzle เหมาะสมกับการใช้ฟั่นฝอย LAS ภายใน Mixers ซึ่งทางบริษัทเปลี่ยนหัวฉีดของ Mixers เป็นหัวฉีดแบบ Air atomizing spray nozzle แล้ว ทำให้ผงซักฟอกที่ผลิตได้ไม่จับตัวเป็นก้อน และมีเปอร์เซ็นต์ของผงขนาดใหญ่ (% Oversize) ลดลง

ฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นได้ศึกษาและกำหนดภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานของ Mixers [12] เช่น อัตราการไหลของ LAS อุณหภูมิของการผสม ความเร็วรอบของใบกวนผสม เป็นต้น และภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง Fluid bed granulator [11] และกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน

เมื่อวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของเครื่องชั่งที่ใช้ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบที่ Mixers พบว่าเครื่องชั่งโซดาแอชมีความคลาดเคลื่อน โดยชั่งน้ำหนักเกินประมาณ 3 % (แม้ว่าทางบริษัทจะสอบเทียบมาตรฐานเครื่องชั่งทุก 6 เดือน) ดังนั้นจึงเสนอการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องชั่งทุก 3 เดือน

เมื่อคำนวณปริมาณโซดาแอชที่ใส่ทางทฤษฎีเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบของฝ่ายวิจัยที่กำหนดค่าไว้ในโปรแกรม SCADA (ภาคผนวก ข.1) พบว่าบริษัทใส่โซดาแอชเกินประมาณ 16 % โดยน้ำหนัก ทำให้น้ำหนักรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และ % AD ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้ เนื่องจาก % AD เป็นอัตราส่วนของปริมาณโซเดียมลิเนียร์อัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต (Sodium linear alkyl benzenesulfonate: NaLAS) ที่เกิดขึ้นเทียบกับปริมาณสารตั้งต้น ดังสมการที่ 2.6 นอกจากนี้เพราะโซดาแอชมีฤทธิ์เป็นเบสจึงทำให้ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 10.49 ซึ่งเข้าใกล้พิกัดข้อกำหนดเฉพาะด้านบนที่บริษัทกำหนด (บริษัทควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 10.1-10.5) และใกล้ข้อกำหนดของ สมอ. คือ pH ต้องไม่เกิน 10.5 [1] ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ค่าความเป็นกรด-เบสของผงซັกฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซັกฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซັกผ้า (22 กันยายน ถึง 24 ตุลาคม 2551) [3]

3.3 การทดลองในระดับ Pilot scale

3.3.1 Pilot scale ปริมาณ 5 กิโลกรัม

ทดลองผลิตผงซັกฟอกสูตรเข้มข้นใน Pilot scale ระดับ 5 กิโลกรัม ตามสูตรต้นแบบที่กำหนดโดยฝ่ายวิจัยตามโปรแกรม SCADA และแบบลดโซดาแอช 10 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ เนื่องจากต้องการเพิ่ม % AD และลดค่า pH แต่พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์ % AD ของผงพื้นฐานได้ เพราะสิ่งที่ได้มีลักษณะเป็นก้อนเหนียวเนื่องจากเครื่องผสมที่ใช้ใน Pilot scale ระดับ 5 กิโลกรัมไม่มีหัวฉีดสำหรับสารที่เป็นของเหลว (รูปที่ 3.5) จึงต้องเทวัตถุดิบที่เป็นของเหลวลงไปโดยตรง ทำให้การกวนผสมไม่ดี จึงจะทดสอบใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม เพราะมีเครื่องผสมที่มีหัวฉีดสำหรับวัตถุดิบที่เป็นของเหลว



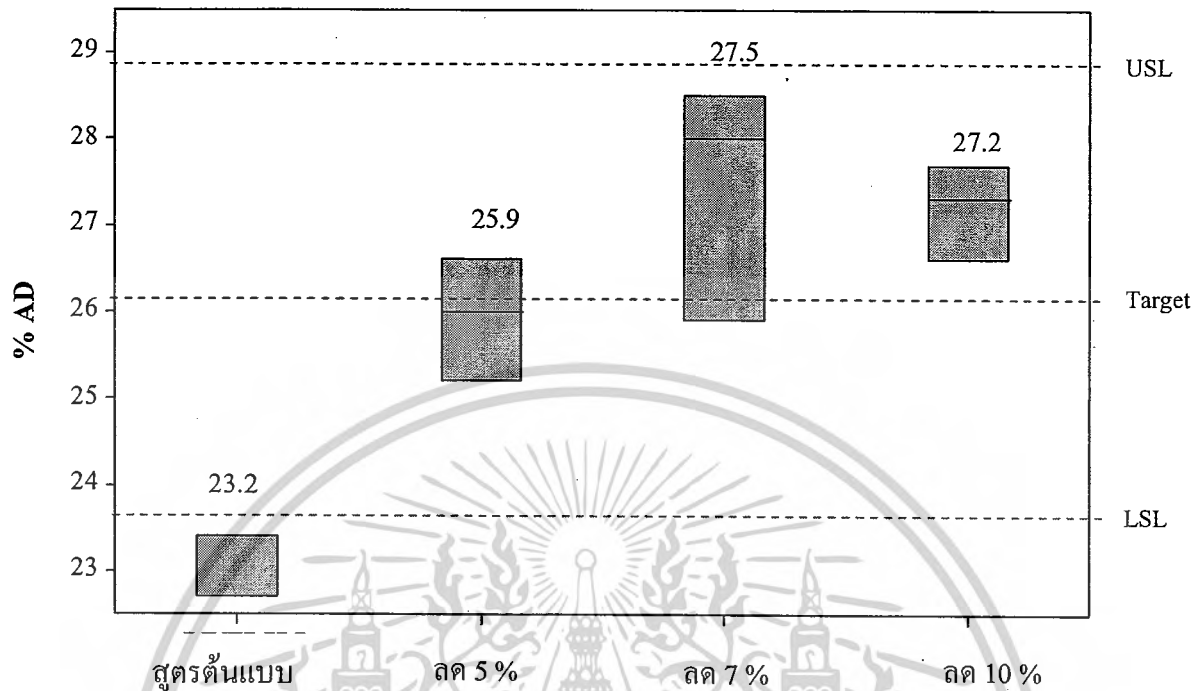
รูปที่ 3.5 เครื่องผสมของ Pilot scale ระดับ 5 กิโลกรัม [3]

3.3.2 Pilot scale ปริมาณ 15 กิโลกรัม

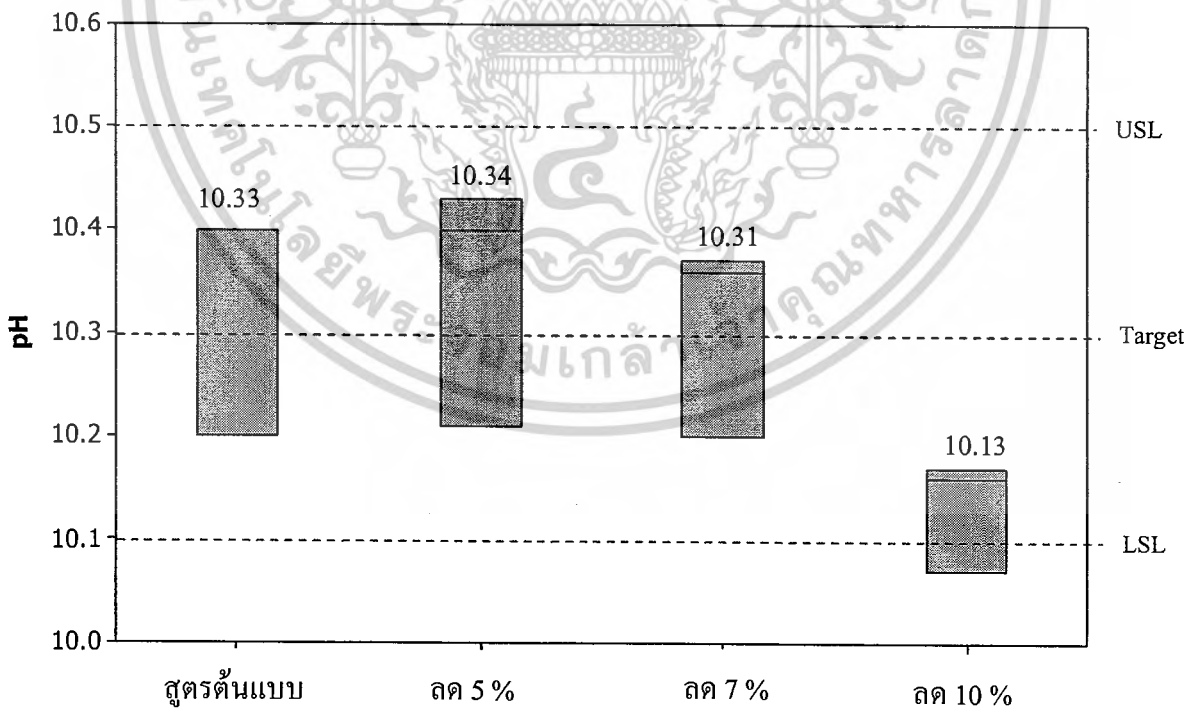
ทดลองผลิตผงซັกฟอกสูตรเข้มข้นตามสูตรต้นแบบและแบบลดปริมาณโซดาแอชลง 5 %, 7 % และ 10 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ พบว่าเมื่อลดโซดาแอชลง 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ จะทำให้ % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ (Finished product) เพิ่มขึ้นเป็น 25.9 % ซึ่งเข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัทที่ 26.3 % มากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.6 และค่า pH เท่ากับ 10.34 ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงเข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัท ดังแสดงในรูปที่ 3.7 โดยบริษัทควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 10.1-10.5 ดังนั้นจะใช้สูตรที่ลดปริมาณโซดาแอสลง 5% โดยน้ำหนัก ในการทดลองผลิตจริง



รูปที่ 3.6 ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม เมื่อลดปริมาณ โซดาแอส



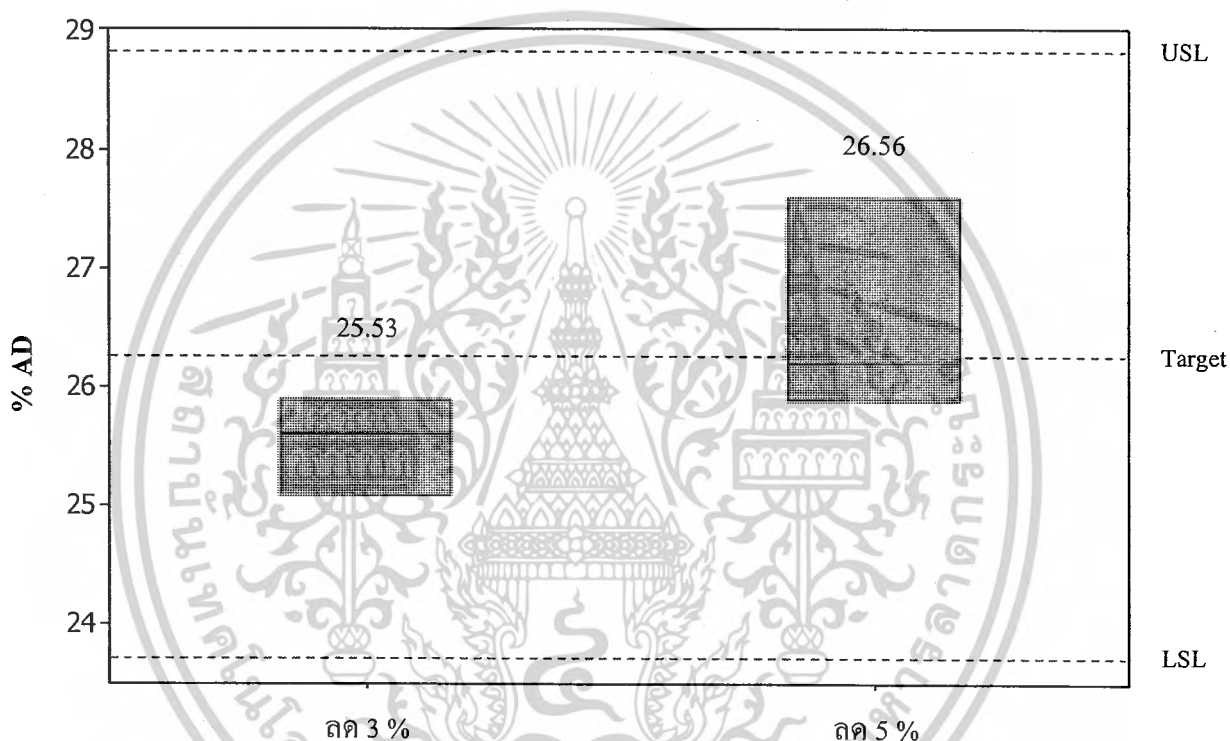
รูปที่ 3.7 ค่าความเป็นกรด-เบสของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม ของสูตรต้นแบบและสูตรที่ลดปริมาณ โซดาแอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดลองผลิต

3.4.1 กำล้างการผลิต 100 ตัน

ทดลองผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า โดยลดโซดาแอช 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ แล้วเก็บตัวอย่างจาก 3 ขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังแสดงแล้วในรูปที่ 3.1 มาวิเคราะห์ % AD พบว่าค่าเฉลี่ย % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จเท่ากับ 26.56 % ซึ่งสูงกว่าค่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนดที่ 26.3 % ดังรูปที่ 3.8 จึงลดโซดาแอชเพียง 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ได้ผลดังตารางที่ 3.1 โดยมีค่าเฉลี่ย % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จเท่ากับ 25.53 %



รูปที่ 3.8 ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จเมื่อลดโซดาแอชในการผลิต 100 ตัน

ตารางที่ 3.1 ค่า % AD เมื่อลดโซดาแอชลง 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ในการผลิต 100 ตัน

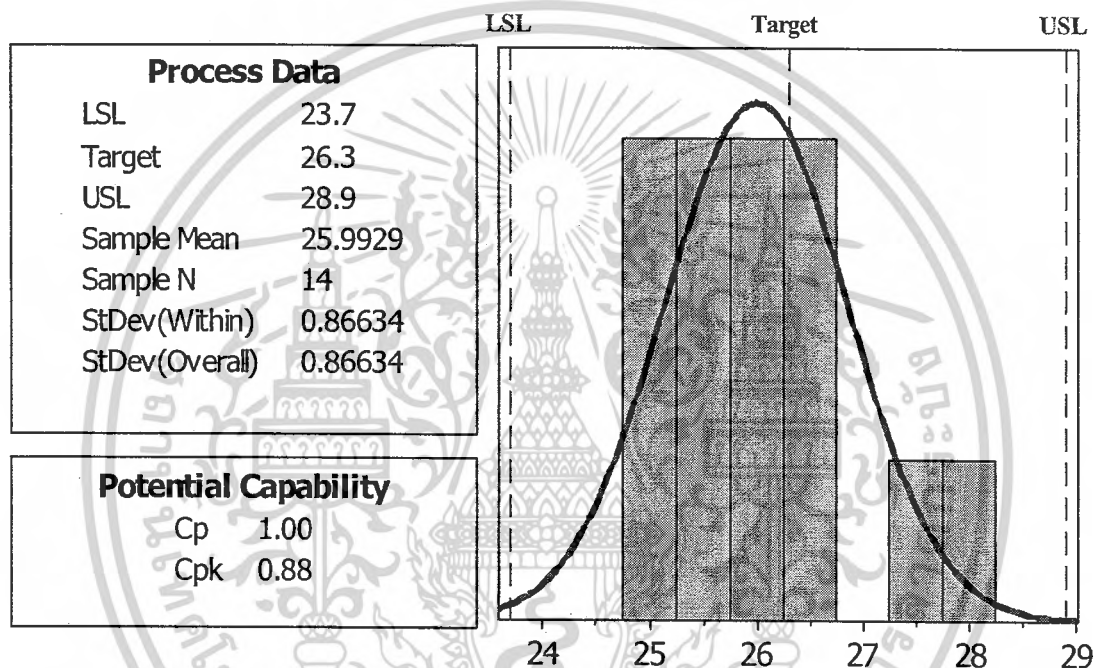
ตำแหน่ง / กรณี	Mixers	Base powder	Finished product
สูตรต้นแบบ	28.79	28.94	24.90
ลด โซดาแอช 3 %	30.56	31.33	25.53
ค่าเป้าหมาย	30.9	31.7	26.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างต้นพบว่าค่า % AD ที่ Mixers และ Base powder ของสูตรที่ลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนด ผู้วิจัยจึงเสนอให้ลดปริมาณโซดาแอชลง 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ เพื่อเพิ่มค่า % AD ที่ Mixers และ Base powder

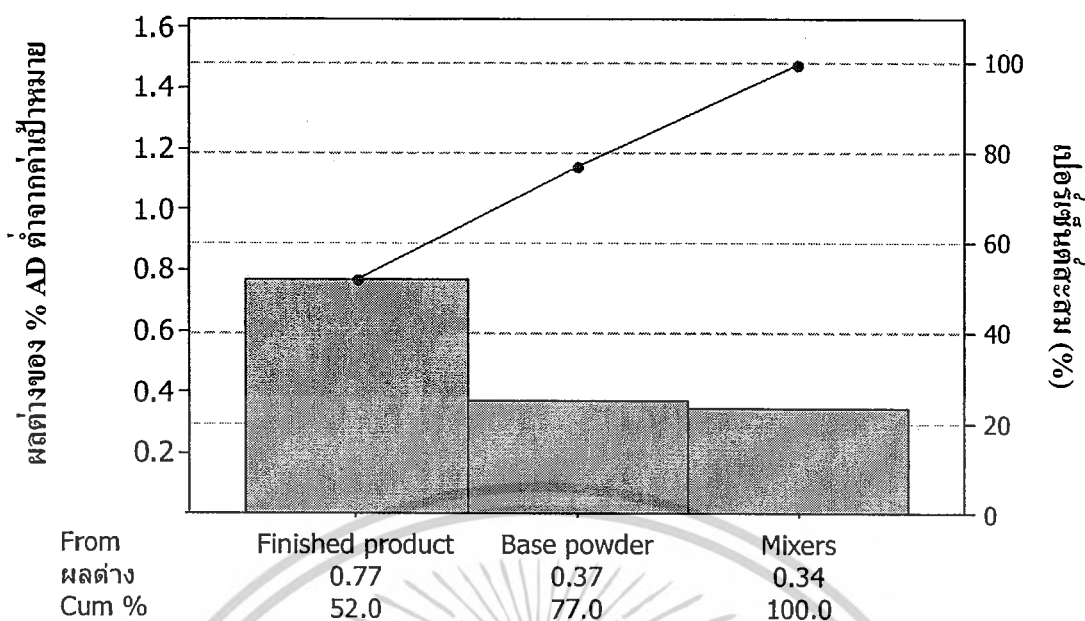
3.4.2 กำลังการผลิต 250 ตัน

เมื่อลดปริมาณโซดาแอชลง 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ พบว่าค่าเฉลี่ย % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จเท่ากับ 26 % ได้ค่า Cpk เท่ากับ 0.88 ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก 0.64 (Cpk ก่อนเริ่มดำเนินงาน) ประมาณ 33 % ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ความสามารถของกระบวนการเมื่อลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ในการผลิต 250 ตัน [3]

เมื่อใช้แผนผังพาเรโตจัดลำดับผลต่างของ % AD ที่ตำแหน่งต่างๆ ที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัทหลังลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ดังรูปที่ 3.10 พบว่าค่า % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ (Finished product) ต่างจากค่าเป้าหมายของบริษัทมากที่สุด นอกจากนี้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์สำเร็จเท่ากับ 10.4 ซึ่งยังคงสูงกว่าค่าเป้าหมายของบริษัทที่ 10.3 ดังนั้นจึงศึกษาในขั้นตอน Post dosing ในลำดับต่อไป เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้ % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัทและลดค่า pH ต่อไป



รูปที่ 3.10 แผนผังพาเรโตแสดงการจัดลำดับผลต่างของ % AD ที่ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท ที่ตำแหน่งต่างๆ หลังลดโซดาแอส 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ [3]

3.5 ขั้นตอน Post dosing

ในขั้นนี้ใส่โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) และ โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ซึ่งมีผลต่อค่า % AD และ pH ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ

3.5.1 เปรอร์เซนต์โซเดียมซัลไฟต์

เมื่อวิเคราะห์เปอร์เซนต์โซเดียมซัลไฟต์ซึ่งเป็นสารฟอกขาว พบว่าเปอร์เซนต์โซเดียมซัลไฟต์อยู่ในช่วงที่บริษัทกำหนด

3.5.2 เปรอร์เซนต์โซเดียมซัลเฟต

จากการตรวจสอบน้ำหนักการป้อนวัตถุดิบที่กระบวนการผลิตและน้ำหนักที่ปรากฏในโปรแกรม SCADA ที่ใช้ควบคุมปริมาณวัตถุดิบ พบว่าเครื่องชั่งสำหรับชั่งโซเดียมซัลเฟตไม่เที่ยงตรงคือชั่งน้ำหนักขาด ดังนั้นพนักงานถือปฏิบัติโดยตั้งน้ำหนักโซเดียมซัลเฟตเกินไว้ในโปรแกรมโดยกำหนดให้ใส่โซเดียมซัลเฟตเกินจากสูตรต้นแบบอีก 3 % และจากผลการวิเคราะห์เปอร์เซนต์โซเดียมซัลเฟตของผลิตภัณฑ์สำเร็จในห้องทดลอง พบว่ามีโซเดียมซัลเฟตประมาณ 2 % โดยน้ำหนัก เกินจากค่าที่ควบคุม คือ 9.85 % ซึ่งทำให้ค่า % AD ต่ำลงและ pH สูงขึ้นเนื่องจากโซเดียมซัลเฟตเป็นสารเพิ่มเนื้อผงและมีความเป็นเบส ผู้วิจัยจึงเสนอให้บริษัทสอบเทียบมาตรฐานเครื่องชั่งโซเดียมซัลเฟตบ่อยขึ้นจากทุก 6 เดือน เป็นทุก 3 เดือน

บทที่ 4

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานตัวอย่างสารเคมีที่มีผลต่อค่า % AD และ pH ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า ได้แก่ โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) ซึ่งเป็นสารฟอกขาวในผงซักฟอก โซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอช (Na_2CO_3) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดสารลดแรงตึงผิวและสารรักษาระดับความเป็นด่าง และโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ซึ่งเป็นสารเพิ่มเนื้อผง เมื่อตรวจสอบในขั้นตอนผสมวัตถุดิบที่ Mixers พบว่าปริมาณโซดาแอชที่เดิมในกระบวนการเกินจากอัตราส่วนปริมาณสารสัมพันธ์ (Stoichiometric ratio) และทำให้ % AD ลดลงเนื่องจากน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่ค่า pH สูงขึ้น

ผลการทดลองผลิตใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม การลดโซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอชลง 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ทำให้ % AD เพิ่มขึ้นเข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัทมากกว่าการลดโซดาแอชลง 7 % และ 10 % โดยน้ำหนัก ส่วนค่า pH ของผลิตภัณฑ์สำเร็จลดลงและเข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัท

จากการทดลองที่ขนาดการผลิต 100 ตัน พบว่าเมื่อลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ทำให้ % AD เข้าใกล้ค่าเป้าหมายของบริษัทยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับการลดโซดาแอช 5 % โดยน้ำหนัก

เมื่อลดโซดาแอช 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบในการทดลองที่ขนาดการผลิต 250 ตัน พบว่า % AD สูงขึ้นเป็น 26 % แสดงว่าประสิทธิภาพการซักล้างของผงซักฟอกเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Cpk) ที่เพิ่มขึ้น 33 %

เมื่อศึกษาข้อมูลการผลิตของกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า พบว่าเครื่องซังโซดาแอชและเครื่องซังโซเดียมซัลเฟตมีความคลาดเคลื่อน จึงเสนอให้สอบเทียบมาตรฐานเครื่องซังบ่อยขึ้นจากทุก 6 เดือน เป็นทุก 3 เดือน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการซัง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. **ผงซักฟอก**. มอก.78-2549.
- [2] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. **การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) [ประมวลผลด้วย MINITAB]**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2549.
- [3] ข้อมูลส่วนกลางของบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โซลคิงส์ จำกัด
- [4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **ข้อกำหนดของสารซักฟอก (Detergent)**. โครงการฉลากเขียว. สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2540.
- [5] กรมการค้าภายใน. **จริงหรือไม่ ผงซักฟอก ยี่ห้อไหนก็เหมือนกัน**. [Online].
Available : <http://www.dit.go.th/contentdetail.asp?typeid=11&catid=102&ID=84>.
- [6] รติบุรณ์ ชินสุทธิ. **การลดรีเวิร์คในกระบวนการผลิตผงซักฟอกชนิดธรรมดา**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546.
- [7] คมสัน จิระภัทรศิลป์. **การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ**. [Online].
Available : <http://student.ptenline.org/img-lib/staff/file/komson>.
- [8] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. **การควบคุมคุณภาพ**. [Online].
Available : www.dip.go.th/apecibiz/resource/8/production_chap5.pdf.
- [9] บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โซลคิงส์ จำกัด. **การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measuring system analysis: MSA)**. 2548.
- [10] รัฐสิฏญ์ นกขุทอง ขนิษฐา คำวิสัยศักดิ์ และนริศรา อินทรจันทร์. **การศึกษาการพัฒนาหัวฉีดในการพ่นฝอย LAS ในหม้อผสมผงซักฟอก**. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. 2546.
- [11] บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โซลคิงส์ จำกัด. **Optimization Particle Size in FBG**. ฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น. 2551.
- [12] บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โซลคิงส์ จำกัด. **Reduce Oversize-6O Project for Zeolite Loss Reduction**. ฝ่ายการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น. 2548.
- [13] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. **วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก**. มอก.578-2549.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ ก.1 ค่า % AD และ pH ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จก่อนเริ่มดำเนินงาน [3]

วันที่	% AD	pH
22/09/2008	24.7	10.5
22/09/2008	25.3	10.5
23/09/2008	24.3	10.5
23/09/2008	24.7	10.5
23/09/2008	25.2	10.3
24/09/2008	25.4	10.5
24/09/2008	25.6	10.5
25/09/2008	24.4	10.5
25/09/2008	24.6	10.5
25/09/2008	24.9	10.5
26/09/2008	24.2	10.5
26/09/2008	25.8	10.5
26/09/2008	24.0	10.5
27/09/2008	24.7	10.5
27/09/2008	24.6	10.5
27/09/2008	25.1	10.5
28/09/2008	25.0	10.5
28/09/2008	25.6	10.5
30/09/2008	24.7	10.5
30/09/2008	25.3	10.5
01/10/2008	24.9	10.5
01/10/2008	24.3	10.5
01/10/2008	25.0	10.5
02/10/2008	25.0	10.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่า % AD และ pH ของผลิตภัณฑ์ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นสำเร็จก่อนเริ่มดำเนินงาน (ต่อ)

วันที่	% AD	pH
03/10/2008	23.7	10.5
03/10/2008	23.9	10.5
03/10/2008	24.5	10.5
04/10/2008	24.2	10.5
04/10/2008	25.3	10.5
08/10/2008	23.9	10.4
08/10/2008	25.0	10.4
09/10/2008	24.5	10.5
10/10/2008	24.7	10.5
10/10/2008	24.1	10.5
14/10/2008	24.2	10.5
14/10/2008	25.3	10.5
15/10/2008	25.0	10.5
16/10/2008	25.3	10.5
17/10/2008	25.3	10.5
17/10/2008	24.4	10.5
21/10/2008	24.2	10.4
21/10/2008	25.0	10.5
22/10/2008	23.7	10.5
23/10/2008	25.3	10.5
24/10/2008	24.2	10.5
24/10/2008	25.3	10.5
ค่าเฉลี่ยข้อมูลทั้งหมด	24.9	10.5

- หมายเหตุ 1. ค่า % AD ข้างต้นเป็นเพียงข้อมูลบางส่วนจาก 159 ข้อมูล ตั้งแต่ 22 กันยายน ถึง 24 ตุลาคม 2551
2. ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ (Finished product) ของผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิด ซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า ตามเกณฑ์ของบริษัท = 26.3 % โดยน้ำหนัก สำหรับเกณฑ์ สมอ. % AD ต้องไม่น้อยกว่า 18 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่า % AD ที่ตำแหน่งต่างๆ ในกระบวนการผลิตก่อนเริ่มดำเนินงาน [3]

ตำแหน่ง ตัวอย่าง	Mixer 1	Mixer 2	Mixer 3	Base powder	Finished product
1	27.80	27.70	29.50	28.40	24.60
2	28.00	29.10	28.80	29.50	23.60
3	28.10	28.20	29.90	29.20	25.40
4	29.70	28.40	29.50	28.10	26.10
5	29.10	28.80	29.30	29.50	25.30
ค่าเฉลี่ย	28.50	28.44	29.40	28.94	25.00
ค่าเป้าหมาย	30.90	30.90	30.90	31.70	26.30

ตารางที่ ก.3 ความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่ง โซดาแอชที่ Mixer 1

น้ำหนักที่กำหนด (kg)	น้ำหนักจริง (kg)	คลาดเคลื่อน (kg)	% ความเบี่ยงเบน
252.811	260.417	7.606	3.01
252.811	260.417	7.606	3.01
252.811	262.240	9.428	3.73
252.811	262.240	9.428	3.73
252.811	263.802	10.991	4.35
252.811	258.854	6.043	2.39
252.811	264.844	12.033	4.76
252.811	265.365	12.554	4.97
255.290	266.927	11.637	4.56
255.290	263.021	7.731	3.03
255.290	261.719	6.429	2.52
255.290	267.969	12.679	4.97
255.290	267.969	12.679	4.97
247.854	257.292	9.438	3.81
247.854	258.073	10.219	4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่ง โซดาแอสที่ Mixer 1 (ต่อ)

น้ำหนักที่กำหนด (kg)	น้ำหนักจริง (kg)	คลาดเคลื่อน (kg)	% ความเบี่ยงเบน
247.854	257.031	9.177	3.70
247.854	258.073	10.219	4.12
247.854	258.594	10.740	4.33
255.290	259.375	4.085	1.60
255.290	264.063	8.773	3.44
255.290	260.938	5.648	2.21
252.811	257.292	4.481	1.77
252.811	258.333	5.522	2.18
252.811	257.552	4.741	1.88
ค่าเฉลี่ยข้อมูลทั้งหมด	253.283	7.826	3.08

หมายเหตุ เป็นข้อมูลบางส่วนจาก 293 ข้อมูล

ตารางที่ ก.4 ค่า % AD และ pH ของผงพื้นฐานและผลิตภัณฑ์สำเร็จใน Pilot scale ระดับ 15 กิโลกรัม ของสูตรต้นแบบและสูตรที่ลดปริมาณ โซดาแอส

กรณี	Base powder	Finished product	
	% AD	% AD	pH
สูตรต้นแบบ	26.73	23.17	10.33
ลดโซดาแอส 5 %	30.43	25.93	10.35
ลดโซดาแอส 7 %	31.40	27.47	10.31
ลดโซดาแอส 10 %	31.60	27.20	10.13
ค่าเป้าหมาย	31.70	26.30	10.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ค่า % AD และ pH ที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อลดโซดาแอส 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ในการผลิต 100 ตัน

ตัวอย่าง	% AD					pH
	Mixer 1	Mixer 2	Mixer 3	Base powder	Finished product	Finished product
1	31.60	31.20	31.30	29.80	27.60	10.4
2	31.90	31.50	31.90	29.10	25.90	10.4
3	31.90	31.60	32.00	30.60	26.20	10.4
ค่าเฉลี่ย	31.80	31.43	31.73	29.83	26.57	10.4

ตารางที่ ก.6 ค่า % AD และ pH ที่ตำแหน่งต่างๆ เมื่อลดโซดาแอส 3 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ ในการผลิต 100 ตัน

ตัวอย่าง	% AD					pH
	Mixer 1	Mixer 2	Mixer 3	Base powder	Finished product	Finished product
1	30.00	31.00	31.10	30.00	25.90	10.4
2	30.40	32.40	29.50	31.90	25.60	10.4
3	29.30	30.50	30.80	31.50	25.10	10.4
ค่าเฉลี่ย	29.90	31.30	30.47	31.13	25.53	10.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ค่า % AD ของผลิตภัณฑ์สำเร็จในการผลิต 250 ตัน เมื่อลดโซดาแอช 3 %
โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ

ตัวอย่าง	% AD
1	25.9
2	25.6
3	25.1
4	25.3
5	26.7
6	26.4
7	27.3
8	25
9	26.4
10	25.6
11	25
12	25.9
13	25.9
14	27.8
ค่าเฉลี่ย	25.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การคำนวณปริมาณโซดาแอชที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ ข.1 ร้อยละของปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกได้ด้วยมือและเครื่องซักผ้า

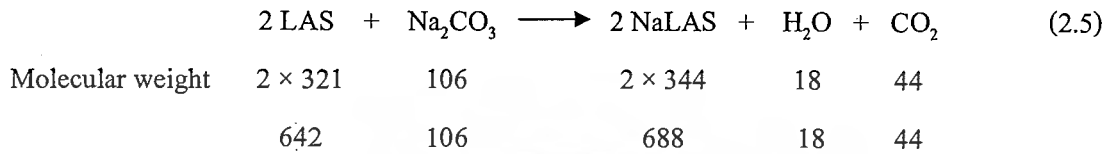
วัตถุดิบ	สูตรต้นแบบ	ลด 5 %	ลด 7 %	ลด 10 %
A	33.431	35.191	35.947	37.146
Soda ash	20.123	15.919	14.111	11.248
B	0.556	0.585	0.598	0.617
LAS	24.692	25.992	26.551	27.436
C	4.256	4.480	4.577	4.729
D	0.556	0.585	0.598	0.617
E	0.968	1.019	1.041	1.076
Sodium sulphite	1.500	1.579	1.613	1.667
Sodium sulphate	9.850	10.368	10.591	10.944
H	1.000	1.053	1.075	1.111
I	0.460	0.484	0.495	0.511
J	0.460	0.484	0.495	0.511
K	0.345	0.363	0.371	0.383
L	0.473	0.498	0.509	0.526
M	0.770	0.811	0.828	0.856
N	0.120	0.126	0.129	0.133
O	0.440	0.463	0.473	0.489
รวม	100.000	100.000	100.000	100.000

หมายเหตุ ลด 5 % หมายถึง ลด โซดาแอช 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ

ข.1 การคำนวณปริมาณโซดาแอสที่ใช้ในการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นก่อนเริ่มดำเนินงาน

Basis : 100 kg ของปริมาณสารตั้งต้นทั้งหมด และค่าเป้าหมายของ % AD เท่ากับ 26.3 %
โดยน้ำหนัก

จากสมการที่ 2.5 ดังแสดง



ปริมาณ โซดาแอสที่ต้องใช้เมื่อคำนวณตามปริมาณสารสัมพันธ์ จากสมการ

$$= \left(\frac{26.3}{688} \right) \times 106 = 4.05 \quad \text{kg}$$

ปริมาณ โซดาแอสตามสูตรต้นแบบที่ใส่ในโปรแกรม SCADA = 20.12 kg

ปริมาณ โซดาแอสที่เกิน = 20.12 - 4.05 = 16.07 kg

เปอร์เซ็นต์ปริมาณ โซดาแอสที่เกิน = 16.07 %

ข.2 การคำนวณปริมาณโซดาแอสที่ใช้ในการทดลองระดับ Pilot scale

Basis : 100 kg ของปริมาณสารตั้งต้นทั้งหมด

- ลดปริมาณ โซดาแอสลง 5 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 95 kg ใส่โซดาแอส 15.12 kg

ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 100 kg ใส่โซดาแอส = $15.12 \times \frac{100}{98} = 15.92$ kg

เพราะฉะนั้นใส่โซดาแอส 15.92 %

- ลดปริมาณ โซดาแอสลง 7 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ

โซดาแอสที่ใช้ = 20.12 - 7 = 13.12 kg ที่ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 93 kg

เพราะฉะนั้นใส่โซดาแอส = $13.12 \times \frac{100}{93} = 14.11$ %

- ลดปริมาณ โซดาแอส 10 % โดยน้ำหนัก จากสูตรต้นแบบ

โซดาแอสที่ใช้ = 20.12 - 10 = 10.12 kg ที่ผลิตภัณฑ์สำเร็จ 90 kg

เพราะฉะนั้นใส่โซดาแอส = $10.12 \times \frac{100}{90} = 11.25$ %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% AD = \frac{CC \times M \times MMW \times 500 \times 100}{1000 \times W \times V} \quad (\text{ค.1})$$

เมื่อ	W	=	น้ำหนักของสารตัวอย่าง (กรัม)
	M	=	ความเข้มข้นของสาร Hyamine (M)
	MMW	=	น้ำหนักโมเลกุลของสาร NaLAS (g/mol)
	V	=	ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง 5 ml
	CC	=	ปริมาตรของสารละลาย Hyamine ที่ใช้ไทเทรต (ml)

ค.2 วิธีวิเคราะห์และวิธีคำนวณปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดของผงซักฟอก [13]

ค.2.1 วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างผงซักฟอกประมาณ 5 กรัม แบบทราบมวลแน่นอนอันดับ 0.01 กรัม ใส่ลงในครุชเบิล แล้วเผาด้วยไฟอ่อนๆ จนไม่มีควันหรือไอออกมาอีก จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที แล้วทำให้เย็น
2. เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ระเหยจนแห้ง เติมน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นอีก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ถ่ายลงในบีกเกอร์ขนาด 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิวส์ ต้มบนแท่นให้ความร้อนให้เดือดเบาๆ เป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที ตั้งไว้ให้เย็น
4. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปรับความเป็นกรด-เบสของสารละลายเป็น 4.3
5. ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายมีค่าความเป็นกรด-เบส 8.8 บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต

ค.2.2 วิธีคำนวณ

คำนวณปริมาณฟอสเฟต ดังสมการ ค.2

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนักของฟอสเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็น } P_2O_5) = \frac{V \times c \times 7.098}{m} \quad (\text{ค.2})$$

เมื่อ	V	=	ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	c	=	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)
	m	=	มวลของตัวอย่างผงซักฟอก (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้