สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

นางสาวธนาภรณ์ จานสิบสี
นางสาวธิดารัตน์ อำนวยศิลป์
นางสาวนงคราญ หอมแก่นจันทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119505
วัน,เดือน,ปี - 8 ธ.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REDUCTION OF FINE BASE POWDER IN STANDARD LAUNDRY POWDER DETERGENT MAKING PROCESS

THANAPORN CHANSIBSEE
THIDARAT AMNUAYSIN
NONGKRAN HOMKANCHAN

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานในกระบวนการผลิตผงชักฟอกสูตรมาตรฐาน

โดย นางสาวธนาภรณ์ จานสิบสี
นางสาวธิดารัตน์ อำนวยศิลป์
นางสาวนงคราญ หอมแก่นจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ

ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

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

.....กรรมการ
(อ.บุญชัย โชติวิริยวาณิชย์)

.....กรรมการ
(อ.ศิริพันธ์ มุรธาธัญลักษณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน
โดย	นางสาวธนาภรณ์ จานสิบสี
	นางสาวธิดารัตน์ อำนวยศิลป์
	นางสาวนงคราญ หอมแก่นจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาเกิดความสูญเปล่าจากรีเวิร์คประมาณ 28.3 ตัน/ปี เนื่องจากการเชื่อมปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อนไม่ติดเพราะมีผงซักฟอกขนาดเล็กบริเวณรอบปากถุงบรรจุภัณฑ์จำนวนมาก จึงต้องนำผงซักฟอกกลับไปบรรจุใหม่ทำให้เสียเวลาการผลิต มีต้นทุนด้านพลังงานและบรรจุภัณฑ์สูงขึ้น รวมทั้งเสียโอกาสนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย จากทฤษฎีถ้าภายในโครงสร้างของผงพื้นฐานที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยและยังไม่ผ่านการเติมสารเติมแต่งมีรูพรุนมาก ผงพื้นฐานจะไม่แข็งแรงและแตกหักง่าย ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร จัดได้ว่าเป็นผงที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท และต้องมีปริมาณก่อนเติมสารเติมแต่งไม่เกิน 20 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน โครงงานนี้จึงวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทด้วยแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis และการระดมสมอง ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ การแตกหักของผงพื้นฐานหลังการผ่านตะแกรงร่อน ปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ (0, 2.5 และ 5.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่) ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต (65, 70 และ 75 รอบต่อนาที) ปริมาณน้ำ (31.0, 31.25, 31.5, 31.75 และ 32.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่) และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ (850, 880 และ 910 วินาที) พบว่าผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทหลังผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 1 มีปริมาณมากกว่าสายการผลิตที่ 2 เพราะในสายการผลิตที่ 1 ผงพื้นฐานเสียดสีกับตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ซึ่งเมื่อถอด Auto clean ออก ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 % จากค่าเฉลี่ยก่อนการดำเนินงาน 19.7 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน สำหรับกรณีของการผสมสเลอรี่โดยใช้ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที ปริมาณน้ำ 31.25 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ และเวลา 850 วินาที พบว่าหลังการอบ Auto clean และไม่เติมรีเวิร์ค ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลงจากค่าเฉลี่ย 16 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐานเป็น 11.1 % และเมื่อเติมรีเวิร์ค 5 % แล้วทดสอบภายใต้ภาวะปฏิบัติการเดียวกัน ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลงเป็น 12.2 % อย่างไรก็ตามควรแก้ไขโดยการเติมรีเวิร์ค เพราะปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานไม่แตกต่างกันมาก แต่สามารถลดต้นทุนจากการใช้ประโยชน์ของรีเวิร์คได้ คิดเป็นมูลค่าของต้นทุนเสียโอกาสประมาณ 560,000 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title	Reduction of Fine Base Powder in a Standard Laundry Powder Detergent Making Process
By	Miss Thanaporn Chansibsee
	Miss Thidarat Amnuaysin
	Miss Nongkran Homkanchan
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2010
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

ABSTRACT

Rework of about 28.3 ton per year in standard detergent manufacturing process was observed from very fine detergent at the packaging resulting in rework and undesired production costs in terms of longer production time, over-consumed energy, wasteful packaging and opportunity cost. According to theoretical study, the powder after passing the spray drying or so-call "base powder" is breakable if its structure is too porous. Base powder less than 180 μm is determined as off-spec fine base powder, which is smaller than the company's standard and must not exceed 20 wt%. This work, the tree diagram or why-why analysis and brain storming were used to analyze the parameters causing fine base powder below the company's standard. The off-spec fine base powder was estimated from the following parameters: breakage after passing the screen, amount of rework in slurry (0, 2.5 and 5.0 wt% slurry), stirrer speed for sodium carbonate in slurry mixing (65, 70 and 75 rpm), amount of water in slurry (31.0, 31.25, 31.5, 31.75 and 32.0 wt% slurry) and slurry mixing time (850, 880 and 910 s). The results showed that after passing the screen, the off-spec fine base powder in the first production line was higher than that in the second line because of auto-clean screening. After disconnecting the auto-clean screening from the first production line, the off-spec fine base powder of 3.7 wt% was reduced from the average value of 19.7 wt% before this work. However, without using rework in the slurry mixing process and no auto-clean screening, by using stirrer speed for sodium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

carbonate in slurry mixing of 65 rpm, amount of water in slurry of 31.25 wt%, and slurry mixing time of 850 sec, the off-spec fine base powder reduced from 16 wt% to 11.1 wt%. With the same conditions but using rework of 5 wt%, the off-spec fine base powder reduced to 12.2 wt %. In conclusion, to control the off-spec fine detergent for cost saving in this standard laundry powder detergent process it is recommended to use the rework in slurry mixing process. The equivalent opportunity cost is about 560,000 Baht/year

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหารของบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ที่ให้โอกาสทำโครงงานกับบริษัท และขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงานของบริษัทที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาทำโครงงาน

คุณประชา โภคฐิติยุกต์ ผู้อำนวยการฝ่ายผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือนและเครื่องใช้ส่วนบุคคล

คุณไพบูลย์ ชูโชติรส ผู้จัดการแผนกผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

คุณพรศักดิ์ ยางสูง หัวหน้าฝ่ายผลิต

คุณอเนก ทรัพย์จำนงค์ หัวหน้าฝ่ายผลิตด้านคุณภาพและความปลอดภัย

พนักงานห้องปฏิบัติการควบคุมการผลิต และพนักงานตรวจสอบคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการทำงาน และตรวจแก้ไขรายงาน ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่านที่อบรม สั่งสอน ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจตลอดมา หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะทำงานขอน้อมรับและขออภัยไว้ ณ ที่นี้

ธนาภรณ์ จานสิบสี

ธิดารัตน์ อำนวยศิลป์

นงคราญ หอมแก่นจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด 1

1.2 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.3 วัตถุประสงค์ 2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 สารซักฟอก 4

2.2 ผงซักฟอก 4

2.3 กระบวนการผลิตผงซักฟอก 7

2.4 แผนผังกระบวนการ 12

2.5 แผนผังต้นไม้ 13

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน....16

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานเพื่อหาสาเหตุของการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท....16

3.2 วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทจากทฤษฎีและการระดมสมอง....16

3.3 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทด้วยแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis และการระดมสมอง....17

3.4 หาแนวทางลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานด้วยการทดสอบปัจจัยในกระบวนการผลิต....17

3.5 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน....17

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผล....18

4.1 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน....18

4.2 ค่าเฉลี่ยของผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนการดำเนินงาน....22

4.3 สาเหตุที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท....22

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท....25

4.5 ผลการทดสอบการถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ในสายการผลิตที่ 1....28

4.6 ผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท....29

4.7 ลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานหลังการดำเนินงานในกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่....35

4.8 ค่าเฉลี่ยของผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนและหลังการดำเนินงาน....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อสังเกต 38

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 38

5.2 ข้อสังเกต 38

เอกสารอ้างอิง 39

ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานด้วย Unilever Method Analysis 40

ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบ 44

ภาคผนวก ค การคำนวณความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

2.1 สัญลักษณ์ของแผนผังกระบวนการ 12

4.1 ภาวะปฏิบัติการและผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐาน ที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท 29

ข.1 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 1 45

ข.2 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 2 46

ข.3 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1และ 2 47

ข.4 ปริมาณผงพื้นฐานหลังผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนและหลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean 47

ข.5 ผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท 48

ข.6 ผลการทดสอบปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท 50

ข.7 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทและลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานหลังการดำเนินงานในกรณีเติมและไม่เติมรีเวิร์ค 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

2.1 สูตรทั่วไปของผงซักฟอก 5

2.2 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน 8

2.3 ใบกวนแบบ Lightnin A320 9

2.4 ผงพื้นฐานที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 10

2.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis 14

4.1 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานของบริษัท 19

4.2 Process mapping ของการผสมสเลอรี่ 21

4.3 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 และ 2 ก่อนการดำเนินงาน 22

4.4 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 1 23

4.5 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 2 23

4.6 เปรียบเทียบปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทระหว่างสายการผลิตที่ 1 และ 2 24

4.7 แผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis แสดงปัจจัยที่มีผลต่อเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท 25

4.8 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 ก่อนและหลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท
กับปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 30

4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท
กับความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 31

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท
กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 32

4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท
กับเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 33

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท
กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่อย่างละเอียด 34

4.14 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 %
โดยน้ำหนักของสเลอรี่ 34

4. 15 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐานของบริษัทกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 %
โดยน้ำหนักของสเลอรี่ 35

4.16 ประสิทธิภาพการซักล้างของผงพื้นฐานกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ 36

4.17 ความชื้นของผงพื้นฐานกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ 36

4.18 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนและหลังการดำเนินงาน 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด [1]

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เป็นบริษัทในเครือยูนิลีเวอร์ สำนักงานใหญ่อยู่ที่ประเทศอังกฤษและเนเธอร์แลนด์ ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2475 มีกิจการในประเทศต่างๆ กว่า 150 ประเทศทั่วโลก ในประเทศไทยถือว่า บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เป็นผู้ผลิตสินค้าอุปโภคและบริโภคชั้นนำที่มีผลิตภัณฑ์หลายชนิดเป็นที่นิยมของคนไทยมาเกือบ 80 ปี และมีความเชี่ยวชาญด้านการตลาด เป็นแบบอย่างขององค์กรที่มีศักยภาพการดำเนินงานที่เป็นสากล บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เป็นบริษัทรายแรกในเอเชียที่ได้รับรางวัลระดับโลกในการควบคุมและจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตองค์กรโดยรวม หรือ TPM (Total productive management) ระดับสี่ บริษัทมีเจตนารมณ์และวิสัยทัศน์ในการดำเนินธุรกิจเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคด้วยผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและบริการใหม่ๆ มีความรับผิดชอบต่อสังคมด้วยการมุ่งส่งเสริมและพัฒนาสังคม คุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง ในด้านการผลิตบริษัทไม่หยุดนิ่งที่จะคิดค้นวิธีการและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดการใช้พลังงานและรักษาสภาพแวดล้อมตามหลักการ Green Chemistry เช่น การคิดค้นผงซักฟอกสูตรเข้มข้นที่ประหยัดน้ำและพลังงานในกระบวนการผลิต การคิดค้นบรรจุภัณฑ์ที่ลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสามารถนำไปแปรสภาพกลับมาใช้ใหม่

1.2 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ผลิตผงซักฟอก 2 สูตร ได้แก่ ผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน และผงซักฟอกสูตรเข้มข้น ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานได้จากการผสมวัตถุดิบให้เป็นสเลอรี่และส่งเข้าขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอย ผงที่ออกจากขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอย เรียกว่า “ผงพื้นฐาน” ส่วนผงซักฟอกสูตรเข้มข้นได้จากการผสมวัตถุดิบที่เป็นของแข็งโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการผสมสเลอรี่และขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอย กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานแบ่งงานเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนการผลิตผงพื้นฐาน ส่วนการเติมสารเติมแต่งในผงพื้นฐานให้ได้ผงซักฟอก และส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี พ.ศ. 2553 พบว่ากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานเกิดรีเวิร์คเทียบเท่า 28.3 ตัน/ปี เนื่องจากมีผงซักฟอกขนาดเล็กติดบริเวณปากถุงบรรจุภัณฑ์จำนวนมาก ทำให้เชื่อมปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อนไม่ติด และต้องนำผงซักฟอกกลับไปบรรจุใหม่ จึงเสียเวลาการผลิต เกิดต้นทุนด้านพลังงานและบรรจุภัณฑ์สูงขึ้น รวมทั้งเสียโอกาสจากการนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย ผงซักฟอกขนาดเล็กนี้เกิดจากผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนด (ขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร) โดยปกติปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน หลังผ่านตะแกรงร่อนและก่อนเติมสารเติมแต่งต้องไม่เกิน 20 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 หาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

1.3.2 ลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

1.4.3 วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทจากทฤษฎีและการระดมสมอง

1.4.4 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทด้วยแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis และการระดมสมอง

1.4.5 หาแนวทางลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานด้วยการทดสอบปัจจัยในกระบวนการผลิต ปฏิบัติการแก้ไข เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินงาน

1.4.6 วิเคราะห์ สรุปผลการดำเนินงาน และเขียนรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทราบและสามารถควบคุมปัจจัยในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 สามารถลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในกระบวนการผงซักฟอกสูตรมาตรฐานได้

1.5.3 สามารถลดต้นทุนและทรัพยากรการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สารซักฟอก [2]

สารซักฟอก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผง (Powder) หรือของเหลว (Liquid) มีส่วนประกอบสำคัญ คือ สารลดแรงตึงผิว สารลดความกระด้างของน้ำ และสารประกอบอื่นๆ มากกว่า 20 ชนิด ในที่นี้สารซักฟอกครอบคลุมผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้

2.1.1 สารซักฟอกชนิดผง ได้แก่

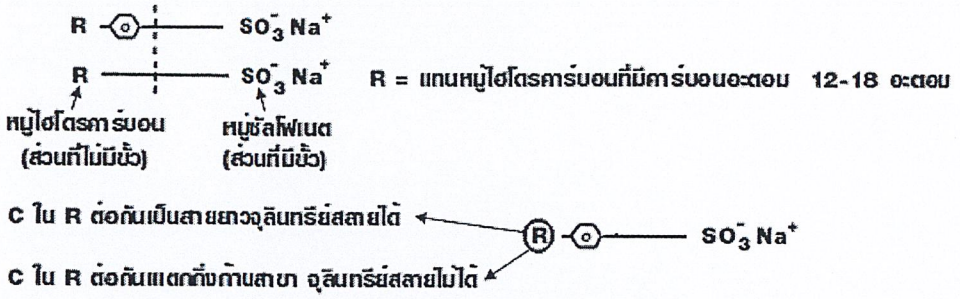
1) ผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน (Standard laundry powder detergent) ได้แก่
   - ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานชนิดซักฟอกด้วยมือ
   - ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า
   - ผงซักฟอกสูตรมาตรฐานชนิดซักฟอกด้วยมือและเครื่องซักผ้า
2) ผงซักฟอกสูตรเข้มข้น (Concentrated laundry powder detergent) ได้แก่
   - ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยมือ
   - ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า
   - ผงซักฟอกสูตรเข้มข้นชนิดซักฟอกด้วยมือและเครื่องซักผ้า

2.1.2 สารซักฟอกชนิดน้ำ ได้แก่ น้ำยาซักฟอก

2.2 ผงซักฟอก [2-4]

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผงซักฟอก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ และ/หรือ ชนิดธรรมชาติ มีส่วนประกอบหลักเป็นเกลือของกรดซัลโฟนิก มีสมบัติชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายได้เช่นเดียวกับสบู่ สำหรับใช้ซักผ้า ครอบคลุมถึงผงซักฟอกที่มีลักษณะเป็นผงเม็ดเล็กๆ หรือเกล็ด อัดขึ้นรูป กึ่งแข็งกึ่งเหลว แท่ง หรือลักษณะอื่น แต่ไม่ครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ซักผ้าชนิดเหลว ผงซักฟอกมีส่วนประกอบ 2 ชนิด คือ ส่วนประกอบหลักที่จำเป็นต้องมีอยู่ในส่วนผสม และส่วนประกอบรองซึ่งอาจมีหรือไม่มีก็ได้ สูตรทั่วไปของผงซักฟอกแสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 สูตรทั่วไปของผงซักฟอก [4]

2.2.1 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ สารลดแรงตึงผิว สารลดความกระด้างของน้ำ สารรักษาระดับความเป็นด่าง สารกันคราบสกปรกกลับคืน หรือสารป้องกันการตกตะกอน และสารเพิ่มความสดใส

- **สารลดแรงตึงผิว** เป็นพวกสารอินทรีย์ ทำหน้าที่เป็นตัวละลายไขมัน ช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำ ทำให้น้ำสามารถเข้าไปสัมผัสกับสิ่งสกปรกต่างๆ ได้ จึงชำระล้างสิ่งสกปรกออกมาได้ทั้งในน้ำกระด้างและน้ำธรรมดา สารนี้เป็นสารเคมีประเภทมีประจุลบ (Anionic) ประจุบวก (Cationic) หรือไม่มีประจุ (Nonionic) ประเภทใดประเภทหนึ่งหรือผสมกัน ผู้ผลิตส่วนใหญ่นิยมใช้ลิเนียร์แอลคิลเบนซีนซัลโฟเนต (Linear alkylbenzensulfonate หรือ LAS) ซึ่งมีประจุลบเป็นสารลดแรงตึงผิว

- **สารลดความกระด้างของน้ำ** เช่น โซเดียมไตรพอลิฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate หรือ STPP) โซเดียมไพโรฟอสเฟต (Sodium pyrophosphate) เกลือของกรดไนทริโลไตรแอซีติก (Nitrilotriacetic acid หรือ NTA) เกลือของกรดเอทิลีนไดเอมีนเททระแอซีติก (Ethylenediaminetetraacetic acid หรือ EDTA) กรดซิตริกและอนุพันธ์ของกรดซิตริก (Citric acid and derivatives) ซีโอไลต์ (Zeolite) สารใดสารหนึ่งหรือผสมกัน สารพวกนี้ไม่ช่วยให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากเสื้อผ้าหรือจากของใช้โดยตรง แต่ทำหน้าที่เสริมประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิว สารลดความกระด้าง จะช่วยแก้ความกระด้างของน้ำทำให้น้ำเป็นด่างเหมาะแก่การปฏิบัติงานของสารซักฟอก เนื่องจากความกระด้างของน้ำจะรบกวนการทำงานของสารลดแรงตึงผิวที่จะดึงสิ่งสกปรกออกจากผ้า นอกจากนี้สารลดความกระด้างยังช่วยควบคุมสมดุลของค่าความเป็นกรด-เบสให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะและคงที่

- **สารรักษาระดับความเป็นด่าง (Alkaline builder)** เป็นสารที่รักษาระดับความเป็นด่างให้คงที่ตลอดช่วงการใช้งาน ได้แก่ โซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) โซเดียมเซสควิคาร์บอเนต (Sodium sesquicarbonate) สารใดสารหนึ่งหรือผสมกัน ช่วยให้สารซักฟอกไม่กัดภาชนะที่ใช้ซัก กันสนิมชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ เช่น กระดุม และเสริมสร้างประสิทธิภาพของสารลดแรงตึงผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สารกันคราบสกปรกกลับคืน หรือสารป้องกันการตกตะกอน (Anti soil redeposition agent)** เป็นสารที่ทำให้สิ่งสกปรกและเนื้อผ้ามีขั้วชนิดเดียวกัน คราบสกปรกจึงไม่สามารถกลับมาเกาะบนผ้าได้อีก สารประเภทนี้ เช่น โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethylcellulose หรือ SCMC)

- **สารเพิ่มความสดใส (Optical brightening agent or optical brightener)** เป็นสารที่มีสมบัติดูดแสงอัลตราไวโอเลต เช่น Stibene derivative ทำให้เกิดการเรืองแสงสะท้อนเข้าตา เสื้อผ้าจึงแลดูขาวสดใส

2.2.2 ส่วนประกอบที่อาจมีได้ ประกอบด้วย

- **โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate)** เติมลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณ เพราะโดยปกติเป็นสารที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์และเป็นสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของผงซักฟอก

- **สารเพิ่มฟอง (Suds booster)** เมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะทำให้ฟองมากขึ้น ใช้เติมในผงซักฟอกชนิดซักฟอกด้วยมือ

- **สารลดฟอง (Suds depressor)** เมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะทำให้ฟองลดลง ใช้เติมลงในผงซักฟอกชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า

- **สารฟอก (Oxygen bleach)** หมายถึง สารที่อาศัยปฏิกิริยาของแนสแซนต์ออกซิเจน (Nascent oxygen) ในการฟอก Bleach precursor เป็นสารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วจะเกิดสารฟอกขึ้น ในกรณีที่มีสารคงสภาพ (Stabilizer) ถูกผสมกับ Bleach precursor จะทำให้ Bleach precursor สลายตัวช้าลง สารฟอกทำหน้าที่ออกซิไดส์สารประกอบบางชนิด ซึ่งลดการสะท้อนกลับของแสง ดังนั้นจึงทำให้ผ้าดูขาวและสดใสขึ้น

- **สารช่วยการละลาย (Hydrotrope)** ทำให้สารซักฟอกแบบชนิดผงละลายน้ำได้ดีขึ้น

- **สารกันหมอง (Anti-tarnishing agent)** ช่วยให้ส่วนที่เป็นโลหะของเสื้อผ้าไม่หมองคล้ำ

- **ตัวต้านออกซิเดชัน หรือแอนติออกซิแดนต์ (Anti-oxidant)** เป็นสารที่ทำให้ส่วนประกอบของผงซักฟอก เช่น สารลดแรงตึงผิว และเอนไซม์ ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนช้าลง

- **เอนไซม์ (Enzyme)** เป็นสารอินทรีย์ที่มีสมบัติช่วยย่อยโมเลกุลของโปรตีนหรือแป้งหรือไขมันให้เป็นหน่วยย่อยๆ ได้ ปัจจุบันนิยมใช้แพร่หลายมากขึ้น เพราะมีประสิทธิภาพในการชำระล้าง สามารถย่อยโปรตีนของเหงื่อไคล คราบโลหิต ปกติใช้ Proteases และ Amylases เพราะไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- **น้ำหอม (Perfume)** เพื่อให้สารซักฟอกมีกลิ่นหอมน่าใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สารช่วยขับสิ่งสกปรก (Soil releasing agent)** เป็นสารที่ช่วยให้สิ่งสกปรกที่ติดเนื้อผ้าหลุดออกง่ายขึ้น

- **สารต้านจุลินทรีย์ (Anti-microbial compound)** เป็นสารที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

- **สารช่วยคงสภาพผิวหนัง (Mildness additive)** ช่วยให้ผงซักฟอกไม่ทำอันตรายผิวหนัง

- **สารคงสภาพการเก็บรักษา (Storage stabilizer)** เป็นสารที่ช่วยให้เก็บผงซักฟอกไว้ได้นานโดยไม่เสื่อมสภาพ

- **สารช่วยให้ผ้านุ่ม (Fabric softening agent)** เป็นสารที่ช่วยให้ผ้านุ่มขึ้นหลังจากการซัก

- **สารต้านไฟฟ้าสถิต (Anti-static agent)** ช่วยลดประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นบนเสื้อผ้า

- **สารต้านการกัดกร่อน (Anti-corrosion)** เป็นสารที่ช่วยลดการกัดกร่อนส่วนที่เป็นโลหะของเสื้อผ้า ช่วยป้องกันการสึกหรอของส่วนประกอบเครื่องซักผ้า

- **สารป้องกันสิ่งสกปรกกลับเข้ามาเกาะ (Anti-soil redeposition agent)** เป็นสารที่ช่วยป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกกลับเข้าไปเกาะกับเนื้อผ้าที่สะอาดแล้ว เช่น โซเดียมคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethyl cellulose)

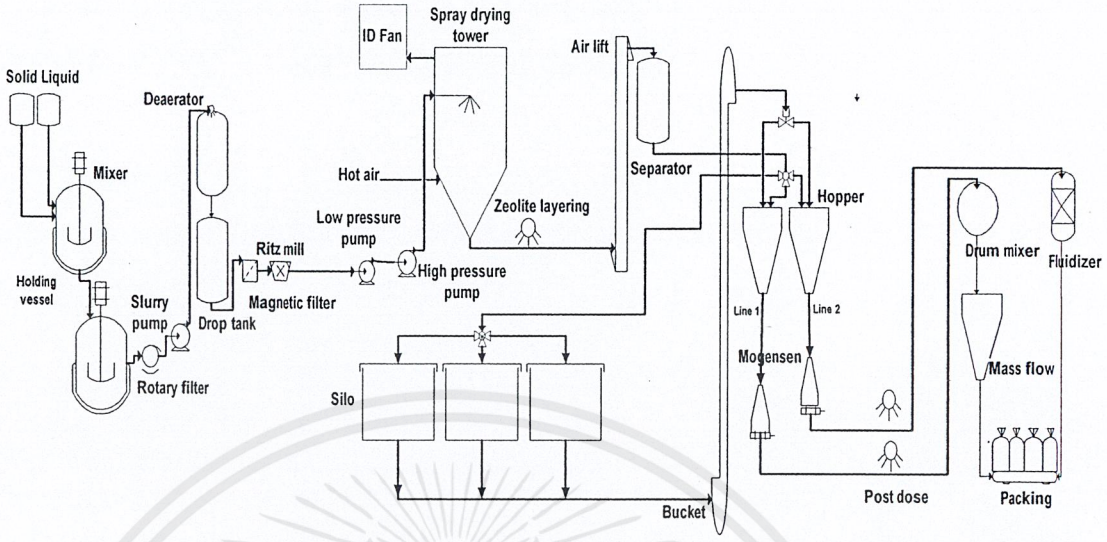
- **สารประกอบอื่นๆ ที่อาจมีได้ และสามารถทดสอบได้** เช่น โซเดียมไฮโดรฟอสเฟต (Sodium hydrophosphate) โซเดียมออร์โทฟอสเฟต (Sodium orthophosphate) หรือ โซเดียมเมทาฟอสเฟต (Sodium metaphosphate) ที่มีสมบัติเหมือน STPP ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์

2.3 กระบวนการผลิตผงซักฟอก [5-6]

2.3.1 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

การผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานใช้การอบแห้งแบบพ่นฝอย ทำให้สเลอรี่เป็นละอองสัมผัสกับอากาศร้อนที่ไหลสวนทางกัน กระบวนการผลิตประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการผลิตผงพื้นฐาน ส่วนการเติมสารเติมแต่ง และส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน [6]

ก) ส่วนการผลิตผงพื้นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการผสมสเลอรี่ ขั้นตอนการเพิ่มความดัน ขั้นตอนการเกิดละออง ขั้นตอนการอบแห้ง และขั้นตอนการทำให้เย็นและคัดขนาด

1) ขั้นตอนการผสมสเลอรี่ (Slurry making) วัตถุดิบจะถูกผสมให้เป็นสเลอรี่และก่อตัวเป็นผลึก มีการดึงอากาศออกที่เครื่องดูดอากาศ เพื่อลดช่องว่างระหว่างผลึก และส่งไปที่เครื่องบดละเอียด เพื่อทำให้สเลอรี่เป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ช่วยป้องกันการอุดตันที่หัวฉีดในเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผสมสเลอรี่

ปฏิกิริยาสะเทิน (LAS neutralization)

$$HLas + NaOH \longrightarrow NaLas + H_2O \qquad (2.1)$$

การเกิดผลึก Burkeite (Burkeite formation)

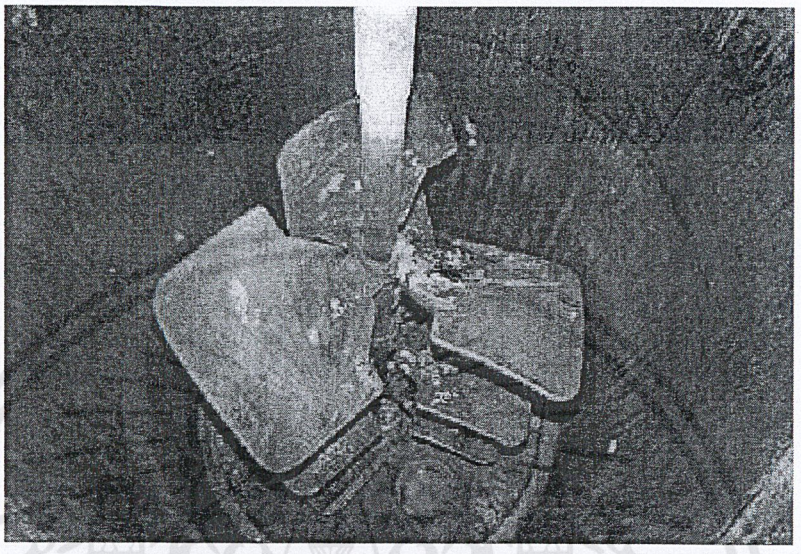
$$Na_2SO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 \cdot (Na_2SO_4)_2 \qquad (2.2)$$

(Burkeite)

จากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมซัลเฟต เมื่อเติมโซเดียมซัลเฟตก่อนโซเดียมคาร์บอเนตจะทำให้ได้ผลึกของ Burkeite มากกว่าการเติมโซเดียมคาร์บอเนตก่อน โดยอัตราการเกิดผลึกจะเพิ่มขึ้นเมื่อสเลอรี่มีความอิ่มตัวมาก แต่อาจลดลงได้หากเกิดแรงเฉือนจากใบกวน การชนกับผนังของถังผสม และการชนกันเองระหว่างผลึก ดังนั้นจึงต้องเลือกภาวะปฏิบัติการที่เหมาะสม ได้แก่ ลักษณะของใบกวน ความเร็วรอบของใบกวน และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ บริษัทใช้ใบกวน Lightnin A320 ซึ่งมีใบกวน 3 ชั้น แสดงดังรูปที่ 2.3 เป็นใบกวนแบบ Hydrofoil ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมของไหลที่มีความหนืดสูงได้ดี เกิดการผสมในแนวแกนและมีแรงเฉือนต่ำ ทำให้สามารถลดความเสียหายของผลึกจากการปั่นกวนได้



รูปที่ 2.3 ใบกวนแบบ Lightnin A320 [6]

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ต้องเพียงพอในการละลายวัตถุดิบที่เป็นของแข็งเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาแต่ต้องไม่ทำให้สเลอรี่มีความชื้นสูงเกิน เพราะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง หรือทำให้ได้ผงพื้นฐานที่มีความชื้นสูง นอกจากนี้ปริมาณน้ำยังมีผลต่อความหนืดของสเลอรี่ ถ้าปริมาณน้ำมากจะทำให้ความหนืดของสเลอรี่ต่ำ เมื่อนำไปฉีดให้เป็นละอองจะได้ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็ก แต่ถ้าความหนืดสูงเกินไปจะทำให้สเลอรี่ที่ฉีดออกมามีลักษณะคล้ายเส้นด้าย

2) ขั้นตอนการเพิ่มความดัน (Pumping) การฉีดสเลอรี่ให้เป็นละอองต้องใช้ความดันค่อนข้างสูง จึงใช้ปั๊มเพิ่มความดันให้กับสเลอรี่ โดยความดันที่ใช้อยู่ในช่วง 40-50 บาร์ ทั้งนี้ขึ้นกับความหนืดของสเลอรี่

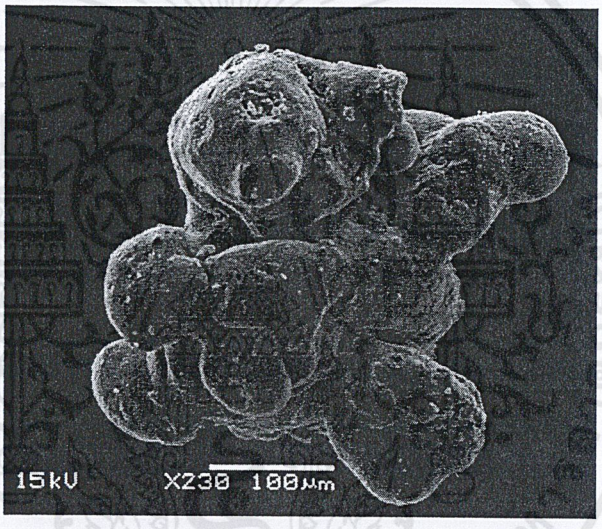
3) ขั้นตอนการเกิดละออง (Atomization) สเลอรี่จะถูกฉีดให้เป็นละอองและกระจายแบบปั่นป่วนภายในเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ละอองที่ยังมีความเปียกอยู่อาจรวมตัวกับละอองข้างเคียงก่อนที่จะถูกอบด้วยอากาศร้อนจนแห้ง ขนาดของละอองที่ได้ไม่เท่ากันขึ้นกับขนาดของหัวฉีด

4) ขั้นตอนการอบแห้ง (Spray drying) บริษัทใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหออบแห้ง 7 เมตร โดยมีลมร้อนไหลเข้าด้านล่างของเครื่องอบแห้งสวนทางกับละอองของสเลอรี่ได้ผงพื้นฐาน ดังรูปที่ 2.4 และนำไปผสมกับสารเติมแต่งจะได้ผงซักฟอก (อากาศร้อนที่ไหลเข้าเครื่องอบแห้งตามแนวรัศมีหรือหมุนวนเข้าไปจะมีความเสถียรมากกว่า และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถลดการสูญเสียความร้อน) อุณหภูมิของอากาศร้อนขาเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยประมาณ 400-500 องศาเซลเซียส ควรใช้อุณหภูมิและอัตราการไหลของอากาศร้อนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผงพื้นฐานไหม้เป็นสีน้ำตาล การควบคุมภาวะปฏิบัติการที่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีความสำคัญต่ออัตราการผลิตและคุณภาพของผงซักฟอก เช่น ถ้าความชื้นของผงพื้นฐานสูงเกินไป จะทำให้ผงเหนียวติดกันและมีขนาดใหญ่ แต่ถ้าผงพื้นฐานได้รับอากาศร้อนมากจะแห้งเกินไปจนเป็นสีน้ำตาล

การทำอากาศร้อนใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนกับอากาศ อากาศร้อนที่ใช้จะถูกดูดออกที่ด้านบนของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย และมีผงพื้นฐานขนาดเล็กติดออกไปด้วย จึงต้องแยกผงพื้นฐานออกโดยใช้ผ้ากรอง (Bag filter) หรือเครื่องดักฝุ่นไฟฟ้าสถิต (Electrostatic precipitator) บริษัทใช้ไซโคลน (Cyclones) ในการดักผงพื้นฐานขนาดเล็ก



รูปที่ 2.4 ผงพื้นฐานที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย [5]

5) ขั้นตอนการทำให้เย็นและคัดขนาด (Cooling and particle sizing) ผงพื้นฐานที่ออกมาจากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยังคงมีอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส จึงต้องทำให้อุณหภูมิต่ำลงก่อนจะนำไปเติมสารเติมแต่งโดยใช้ Airlift ผงพื้นฐานจะถูกดูดขึ้นสู่ด้านบนด้วยอากาศ และเกิดการคัดขนาดของอนุภาค อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะไม่สามารถเคลื่อนย้ายด้วย Airlift จึงตกอยู่ด้านล่างของเครื่อง ในขณะที่ผงพื้นฐานขนาดเล็กจะยังไม่ตกตามแรงโน้มถ่วงโลก จากนั้นจึงแยกอากาศออกด้วยแรงโน้มถ่วง และส่งเข้าตะแกรงร่อน เพื่อป้องกันการเกาะตัวของผงพื้นฐาน

การขนส่งด้วย Airlift ทำให้ผงพื้นฐานมีขนาดเล็กลงประมาณ 25 % และเมื่อถูกขนส่งผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สายพาน ฮอปเปอร์ สกรู เป็นต้น ผงพื้นฐานจะมีขนาดเล็กลงประมาณ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ส่วนการเติมสารเติมแต่ง ผงพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนการอบแห้งแบบพ่นฝอยจะถูกเติมสารเติมแต่งต่างๆ เช่น น้ำหอม สารเพิ่มความสดใส เม็ดสี สารฟอกขาว เป็นต้น การเติมสารเติมแต่งขึ้นกับชนิดของผงซักฟอกที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน จากนั้นทำให้ผงพื้นฐานและสารเติมแต่งผสมเข้ากันด้วยเครื่องผสม

ค) ส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์ ผงซักฟอกจะถูกชั่งน้ำหนักตามขนาดบรรจุภัณฑ์ จากนั้นบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ เชื่อมปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อน และส่งออกจำหน่าย

ข้อกำหนดลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานและผงซักฟอกตามมาตรฐานของบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ดังนี้

1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานและผงซักฟอกอยู่ในช่วง 180 - 1,400 ไมโครเมตร (ค่าเฉลี่ย 300-500 ไมโครเมตร)
2) ผงที่มีขนาดเล็กกว่า 180 μm เป็นผงที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน
3) ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน (Coarse base powder) ต้องไม่เกิน 5 % โดยน้ำหนัก
4) ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน (Fine base powder) ต้องไม่เกิน 20 % โดยน้ำหนัก
5) ปริมาณผงซักฟอกที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน (Fine powder detergent) ต้องไม่เกิน 25 % โดยน้ำหนัก
6) ประสิทธิภาพการซักล้างของผงพื้นฐาน (Washing efficiency) ในรูปของ % AD ต้องอยู่ในช่วง 24.6-28.6 %
7) ความชื้นของผงพื้นฐาน (% Moisture) ต้องอยู่ในช่วง 2.0- 4.5 % โดยน้ำหนัก

2.3.2 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้น

การผลิตผงซักฟอกสูตรเข้มข้นทำโดยผสมวัตถุดิบที่เป็นของแข็งในเครื่องผสมและเติมตัวประสาน (Binder) ที่เป็นของเหลวให้กระจายและสัมผัสกับวัตถุดิบมากที่สุด ดังนั้นหากตัวประสานมีความหนืดสูงจะกระจายตัวยากและเกิดการผสมไม่ดี จึงใช้เครื่องผสมแบบใบพัดที่มีความเร็วรอบสูงในการผสม วัตถุดิบจะทำปฏิกิริยาและสร้างพันธะกับตัวประสานเกิดการเพิ่มขนาดเป็นเม็ดผงซักฟอก การควบคุมเวลาในการเกิดอนุภาคที่เหมาะสมจะได้ผงซักฟอกขนาดที่ต้องการและมีค่าการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แผนผังกระบวนการ [7]

การทำแผนผังกระบวนการเป็นการเริ่มต้นศึกษากระบวนการจากการทำงานจริงหรือสอบถามจากผู้ที่มีประสบการณ์ เพื่อให้เข้าใจขั้นตอนการทำงานของกระบวนการทั้งหมด จากนั้นนำความรู้ที่ได้มาเรียบเรียงให้อยู่ในรูปของแผนผังการไหล (Flow chart) พร้อมทั้งลงรายละเอียดของข้อมูลที่จำเป็นในแต่ละกระบวนการอย่างชัดเจน

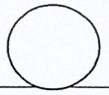
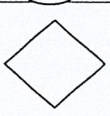
วัตถุประสงค์ของการทำแผนผังกระบวนการ

1) เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบการทำงานของกระบวนการทั้งหมด

2) ใช้เป็นมาตรฐานในการทำงาน รวมถึงการควบคุมปัจจัยต่างๆ และประสิทธิภาพของกระบวนการ และสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ และแก้ไขได้อย่างตรงจุด

การทำแผนผังกระบวนการมีการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ของแผนผังกระบวนการ [7]

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	ปฏิบัติการ (Operation)	ขั้นตอนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
	เคลื่อนย้าย (Transportation)	เคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยไม่เปลี่ยนสภาพ
	เก็บรักษา (Storage)	ขั้นตอนที่อยู่กับที่ชั่วขณะหรือเก็บรักษา
	รอคอย (Delay)	ขั้นตอนที่หยุดรอคอยขั้นตอนอื่นๆ
	ตรวจสอบ (Inspection)	ขั้นตอนที่ตรวจสอบเพื่อให้ได้คุณภาพ ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของปฏิบัติการ
	ตัดสินใจ (Decision)	ขั้นตอนการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แผนผังต้นไม้ [8]

แผนผังต้นไม้ เป็นแผนผังที่ใช้ในการค้นหาสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหา หรือใช้หาแนวทางการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปได้

2.5.1 ชนิดของแผนผังต้นไม้

โดยทั่วไปแผนผังต้นไม้มีหลายรูปแบบ บางรูปแบบอาจใช้สำหรับแทนภาพ เพื่ออธิบายโครงสร้างขององค์กร หรือสิ่งอื่นๆ แต่สำหรับแผนผังต้นไม้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1) Why-why analysis ใช้เมื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ยอดต้นไม้แสดง “ปัญหา” ที่เกิดขึ้น

2) How-how analysis ใช้เมื่อต้องการหาแนวทางการแก้ไขก่อนนำไปสร้างเป็นแผนปฏิบัติ ยอดต้นไม้จะแสดงถึง “เป้าหมาย” ที่ต้องการจะไปถึง

2.5.2 การใช้แผนผังต้นไม้

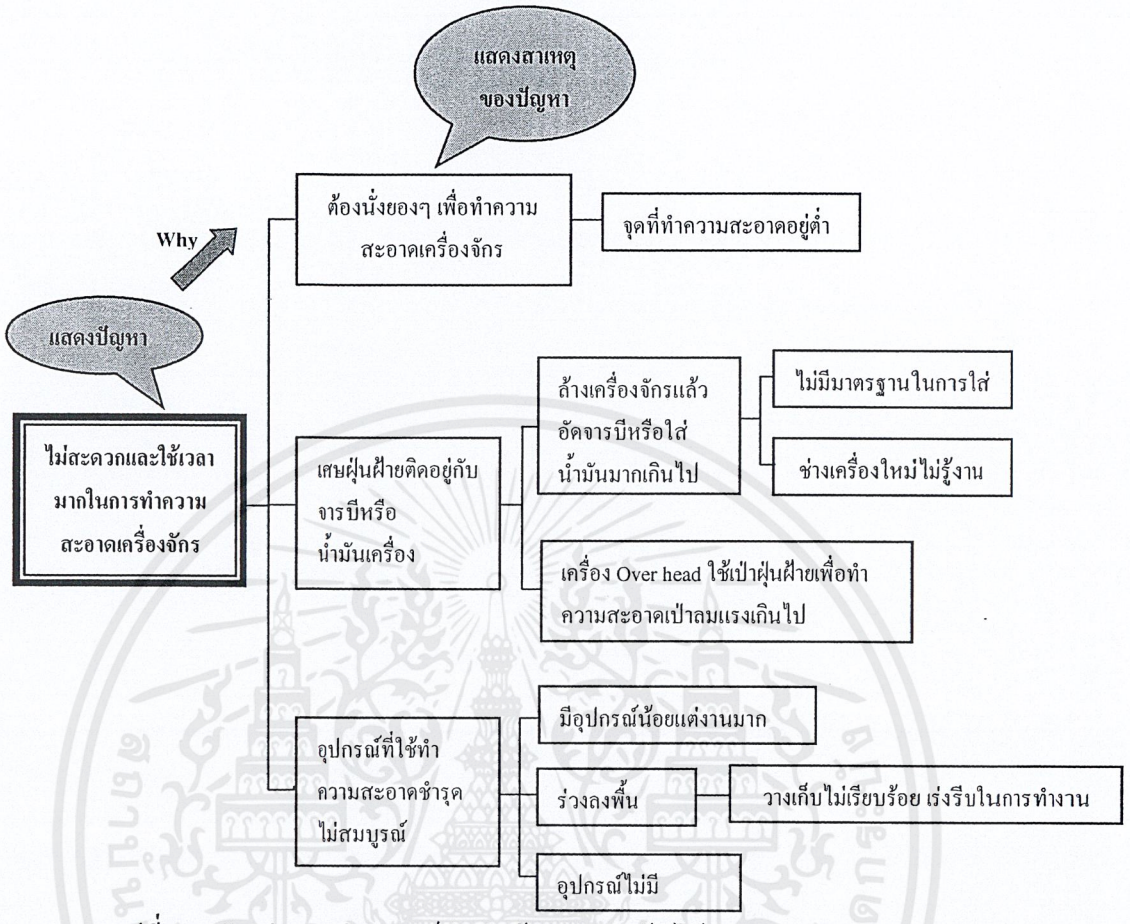
1) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (ใช้ Why-why analysis)

2) หาแนวทางการแก้ไขปัญหา (ใช้ How-how analysis)

3) ต้องการให้สมาชิกกลุ่มมีมติที่สอดคล้องกัน

4) ต้องการแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับสาเหตุ หรือเป้าหมายกับมาตรการการแก้ไขในรูปของแผนผังซึ่งทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis [8]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [9-10]

P. Meenan, K.J. Roberts, K.R. Yuregir และ P.C. Knight ศึกษาความเป็นรูพรุนของผลึก Burkeite ที่เป็นฟังก์ชันกับ Residence time โดยผสมสเลอรี่ที่ประกอบด้วยโซเดียมซัลเฟตและโซเดียมคาร์บอเนตในเครื่องตกผลึกแบบกะ ปั่นกวนโดยใช้ Multi- stage pitched-blade impeller เก็บตัวอย่างออกจากเครื่องตกผลึกที่เวลา 5, 15, 30, 60, 120 และ 240 นาที ล้างและเก็บในภาชนะที่บรรจุสารเฮกเซน (Normal hexane) หลังจากนั้นบดสเลอรี่และเก็บตัวอย่างเช่นเดิม สเลอรี่อีกส่วนหนึ่งหลังถูกบดจะถูกส่งเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย นำผงตัวอย่างที่ได้อบให้แห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าการเกิดผลึก Burkeite เป็นฟังก์ชันกับ Residence time โดยสัดส่วนของผลึก Burkeite จะเพิ่มขึ้นเมื่อ Residence time เพิ่มขึ้น จนเกิดผลึกอย่างสมบูรณ์ที่ Residence time 60 นาที และที่ Residence time มากกว่า 120 นาที จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของความเป็นรูพรุน นั่นคือ ไม่เกิด Ostwald ripening เพราะหากเกิด Ostwald ripening ผลึกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ผลึกขนาดเล็กจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลาย ทำให้เกิดการกระจายตัวของขนาดรูพรุน การเพิ่มความเป็นรูพรุนทำได้ด้วยการบด ซึ่งจะทำให้อนุภาคแตกและมีพื้นผิวสัมผัสกับของเหลวมากขึ้น แต่สำหรับการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีแนวโน้มตรงข้าม คือ อนุภาคจะมีความเป็นรูพรุนลดลง อาจเนื่องมาจากการอุดตันที่ผิวของอนุภาคเนื่องจากการตกผลึกซ้ำ

P. Meenan, K.J. Roberts, P.C. Knight และ K. Yuregir ศึกษาผลของภาวะปฏิบัติการที่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีต่อผลึก Burkeite การทดสอบหาขนาดของอนุภาคและรูพรุนภายในผงซักฟอกใช้ X-ray diffraction และ Energy dispersive elemental analysis พบว่ามีเพียงผลึก Burkeite เท่านั้นที่รวมตัวเป็นผลึกขึ้น โครงสร้างรูพรุนภายในอนุภาควิเคราะห์โดยใช้ Mercury intrusion รูพรุนมีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมโครเมตร และขนาดของรูพรุนไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนขนาดหัวฉีด แต่ขึ้นกับอัตราการอบแห้ง และปริมาตรของรูพรุนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการอบแห้งลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานเพื่อหาสาเหตุของการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

ศึกษาขั้นตอนในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานเพื่อทำแผนผังกระบวนการ จากนั้นศึกษาลักษณะหน้าที่ และกลไกการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ถังผสมสเลอรี่ เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย สายพานลำเลียง และตะแกรงร่อน เพื่อหาสาเหตุและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท (ขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร) ขั้นตอนที่ศึกษา ได้แก่ การผสมสเลอรี่ การอบแห้งแบบพ่นฝอย การลำเลียงขนส่งผงพื้นฐานและผงซักฟอก การผ่านตะแกรงร่อน

3.2 วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทจากทฤษฎีและการระดมสมอง

เก็บข้อมูลการกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานที่ตำแหน่งต่างๆ ในส่วนการผลิตผงพื้นฐาน และสังเกตแนวโน้มของผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทที่ตำแหน่งดังกล่าว โดยกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างและเวลาในการเก็บตัวอย่าง เพื่อให้การสุ่มได้ตัวอย่างกลุ่มเดียวกันและมีความคลาดเคลื่อนน้อย เก็บตัวอย่างที่แต่ละตำแหน่ง 2 ครั้ง ของการผลิตผงพื้นฐาน 2 แบทช์ (ห่างกันประมาณ 1 ชั่วโมง) ดังนี้

1) M 460 คือ ที่สายพานที่ออกจากด้านล่างของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 460 ไป M 502 ประมาณ 10 นาที)

2) M 502 คือ ที่สายพานลำเลียงผงพื้นฐานหลังออกจากเครื่องลำเลียงผงพื้นฐานด้วยอากาศ (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 502 ไป M 581 และ M 6403 ประมาณ 18 นาที)

3) M 581 คือ ก่อนผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 1 (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 581 ไป M 523 ประมาณ 5 นาที)

4) M 6403 คือ ก่อนผ่านตะแกรงในของสายการผลิตที่ 2 (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 6403 ไป M 6000 ประมาณ 5 นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

5) M 523 คือ หลังผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 1

6) M 6000 คือ หลังผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 2

3.3 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทด้วยแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis และการระดมสมอง

3.3.1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทโดยใช้แผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถหารากเหง้าของปัญหา และการระดมสมอง

3.3.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่สามารถปรับปรุงได้ด้านการปฏิบัติ และความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์กับทีมงานของบริษัทเพื่อหาแนวทางดำเนินการแก้ไข

3.4 หาแนวทางลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานด้วยการทดสอบปัจจัยในกระบวนการผลิต

3.4.1 เปรียบเทียบปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทระหว่างสายการผลิตที่ 1 และ 2

3.4.2 ออกแบบและทดสอบผลของปัจจัยต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

3.4.3 เปรียบเทียบปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทหลังการดำเนินงานกับก่อนการดำเนินงาน

3.4.4 เสนอแนวทางปฏิบัติการแก้ไข และดำเนินการแก้ไข โดยคำนึงถึงข้อกำหนดลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานที่บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ควบคุม ได้แก่ ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐานของบริษัท (% Coarse) ประสิทธิภาพการซักล้าง (Washing efficiency) ในรูปของ % AD และความชื้น (% Moisture) ซึ่งทดสอบด้วยมาตรฐาน UMA (Unilever Method Analysis)

3.5 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

กำหนดภาวะปฏิบัติการ/วิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน (Standard operating procedures) สำหรับลดปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

119505

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผล

4.1 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานของบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด ดังรูปที่ 4.1 ประกอบด้วยส่วนการผลิตผงพื้นฐาน ส่วนการเติมสารเติมแต่ง และส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ส่วนการผลิตผงพื้นฐาน

1) ผสมวัตถุดิบต่างๆ ลงในถังผสมสเลอรี่ ขั้นตอนการผสมแสดงดังรูปที่ 4.2 จากนั้นสเลอรี่จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ถังพักสเลอรี่ (Holding tank)

2) ผ่านสเลอรี่ที่ได้ไปยังเครื่องกรอง (Rotary filter) เพื่อกรองอนุภาคที่ไม่ละลายออก

3) ปั๊มสเลอรี่ไปยังเครื่องดูดอากาศ (Deaerator) ได้สเลอรี่ที่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

4) ผ่านสเลอรี่ไปยังเครื่องตรวจจับโลหะเพื่อดูดเศษโลหะออกก่อนเข้าเครื่องบด (Rietz mill)

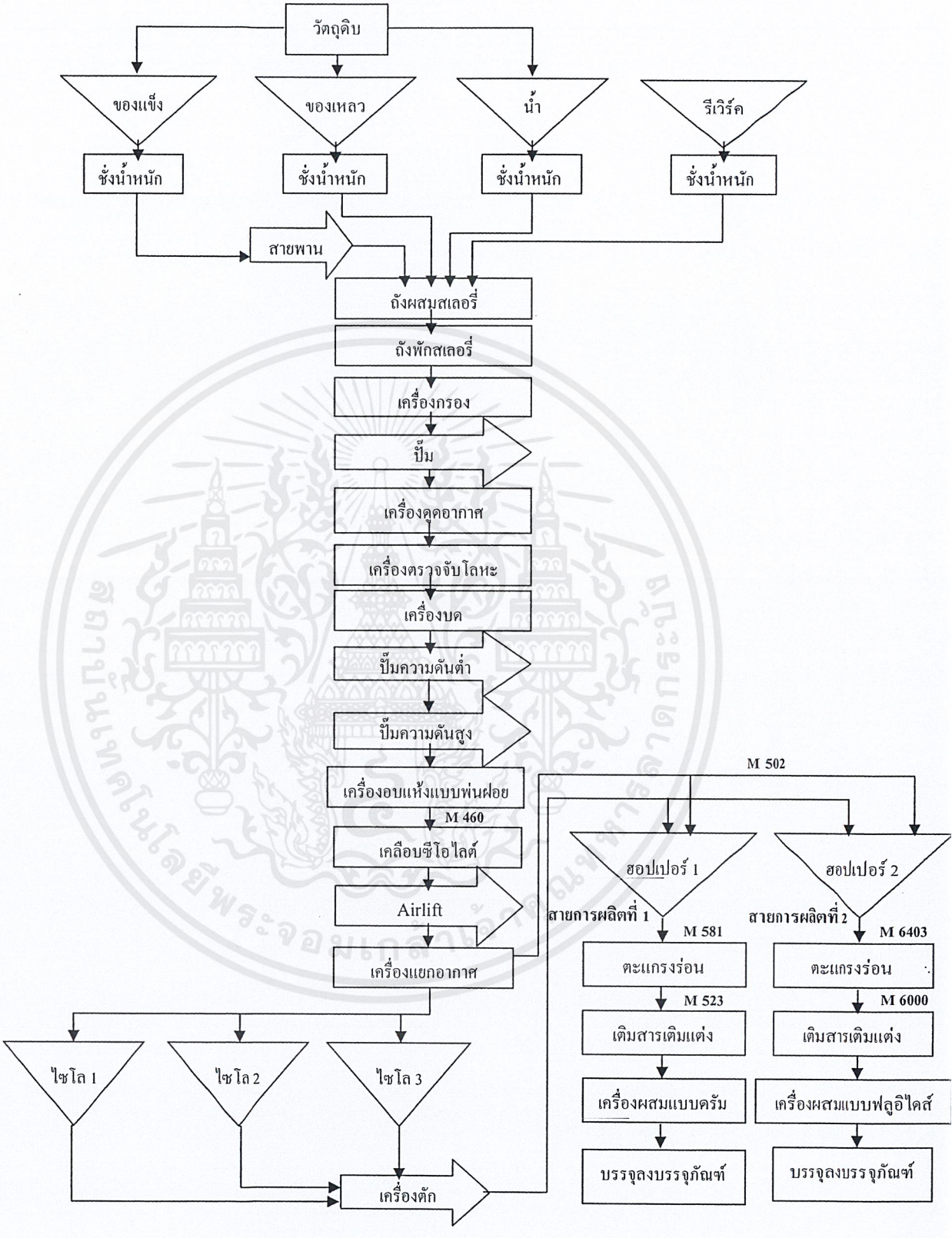
5) สเลอรี่เข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยซึ่งภายในจะถูกทำให้เป็นสุญญากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ 6 ตัว ช่วยให้การอบแห้งมีประสิทธิภาพขึ้น สเลอรี่ที่ถูกฉีดเป็นละอองจะไหลสวนทางกับอากาศร้อนอุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส ที่ได้จากการเผาไหม้แก๊สธรรมชาติ เพื่อระเหยน้ำออกจากสเลอรี่ ได้ผงพื้นฐานตกลงด้านล่างของเครื่องอบแห้ง แล้วเคลือบด้วยซีโอไลต์เพื่อป้องกันผงพื้นฐานเกาะกันเป็นก้อน และทำให้ผงพื้นฐานมีอุณหภูมิต่ำลงโดยใช้ Airlift แล้วจึงส่งผงพื้นฐานไปยังเครื่องแยกอากาศ (Air separator)

6) ผงพื้นฐานถูกส่งไปฮอปเปอร์ ซึ่งจะแบ่งไปตามสายการผลิต 2 สาย จากนั้นผ่านตะแกรงร่อน (Mogensen) เพื่อคัดขนาด ในกรณีที่อัตราการฉีดผงพื้นฐานสูงกว่าอัตราการบรรจุ จะส่งผงพื้นฐานไปเก็บในไซโลแล้วจึงใช้เครื่องตัก (Bucket) ตักผงพื้นฐานไปยังฮอปเปอร์ในภายหลัง

4.1.2 ส่วนการเติมสารเติมแต่ง การเติมสารเติมแต่งขึ้นกับชนิดของผงซักฟอกที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน ใช้เครื่องผสมทำให้ผงพื้นฐานและสารเติมแต่งผสมเข้ากัน โดยในสายการผลิตที่ 1 ใช้เครื่องผสมแบบดรัม ส่วนสายการผลิตที่ 2 ใช้เครื่องผสมแบบฟลูอิไดส์

4.1.3 ส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์ ผงซักฟอกจะถูกชั่งน้ำหนักตามขนาดบรรจุภัณฑ์ จากนั้นบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ เชื่อมปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อน และส่งออกจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง

1) M 460 คือ ที่สายพานที่ออกจากด้านล่างของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 460 ไป M 502 ประมาณ 10 นาที)

2) M 502 คือ ที่สายพานลำเลียงผงพื้นฐานหลังออกจากเครื่องลำเลียงผงพื้นฐานด้วยอากาศ (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 502 ไป M 581 และ M 6403 ประมาณ 18 นาที)

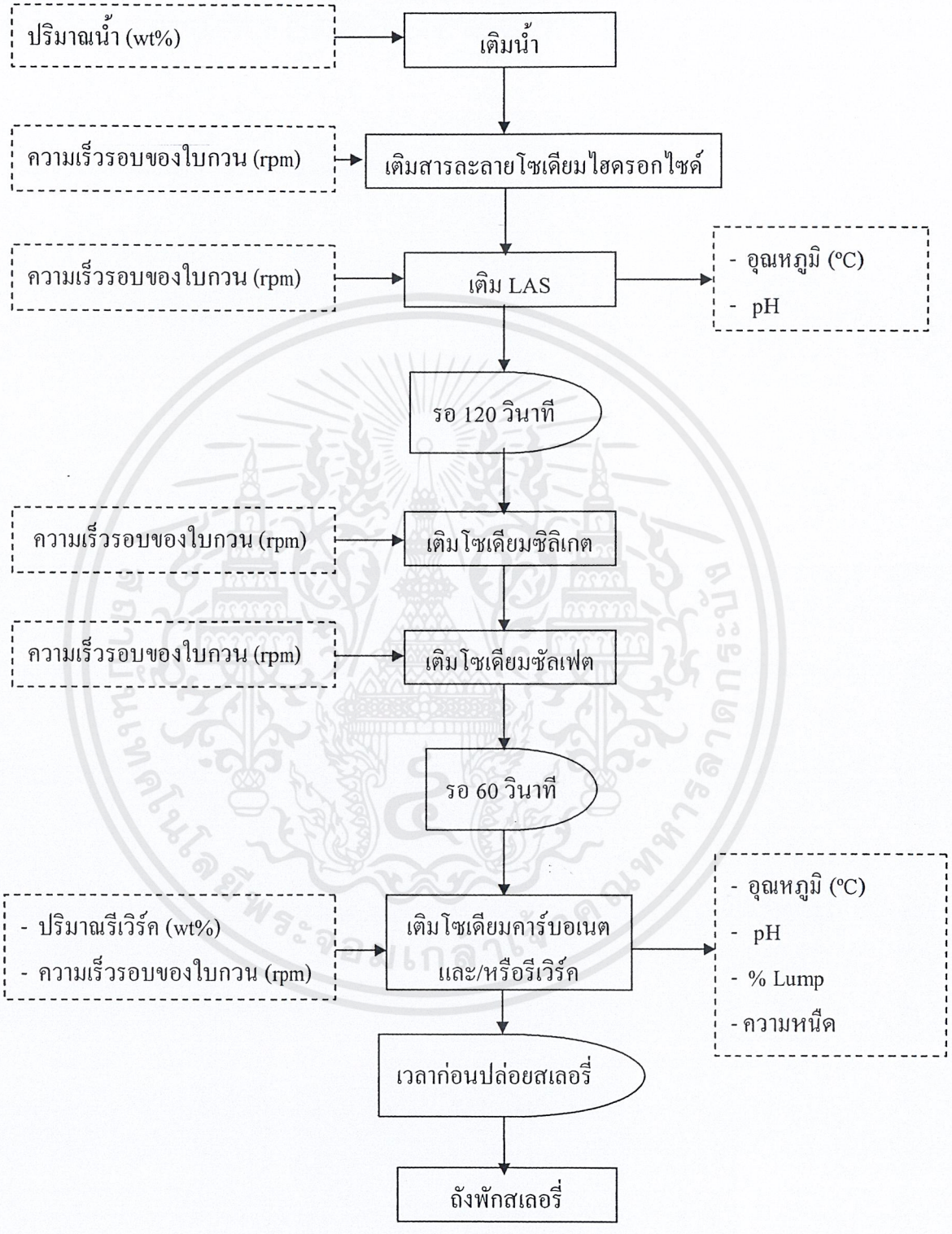
3) M 581 คือ ก่อนผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 1 (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 581 ไป M 523 ประมาณ 5 นาที)

4) M 6403 คือ ก่อนผ่านตะแกรงในของสายการผลิตที่ 2 (เวลาลำเลียงผงพื้นฐานจาก M 6403 ไป M 6000 ประมาณ 5 นาที)

5) M 523 คือ หลังผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 1

6) M 6000 คือ หลังผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

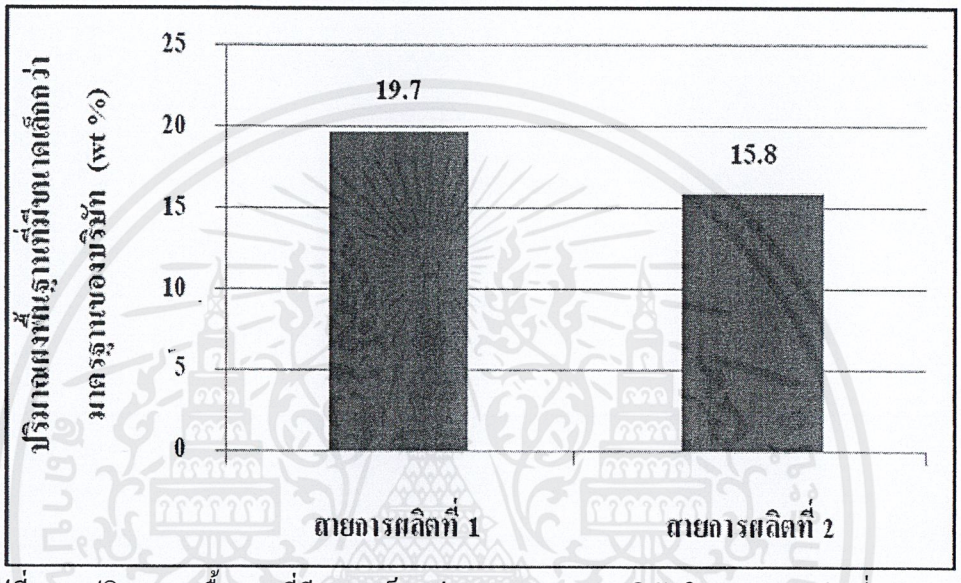


รูปที่ 4.2 Process mapping ของการผสมสเลอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ค่าเฉลี่ยของผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนการดำเนินงาน

ค่าเฉลี่ยของผงพื้นฐานหลังผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 และ 2 ก่อนการดำเนินงานเท่ากับ 19.7 % และ 15.8 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 และ 2 ก่อนการดำเนินงาน

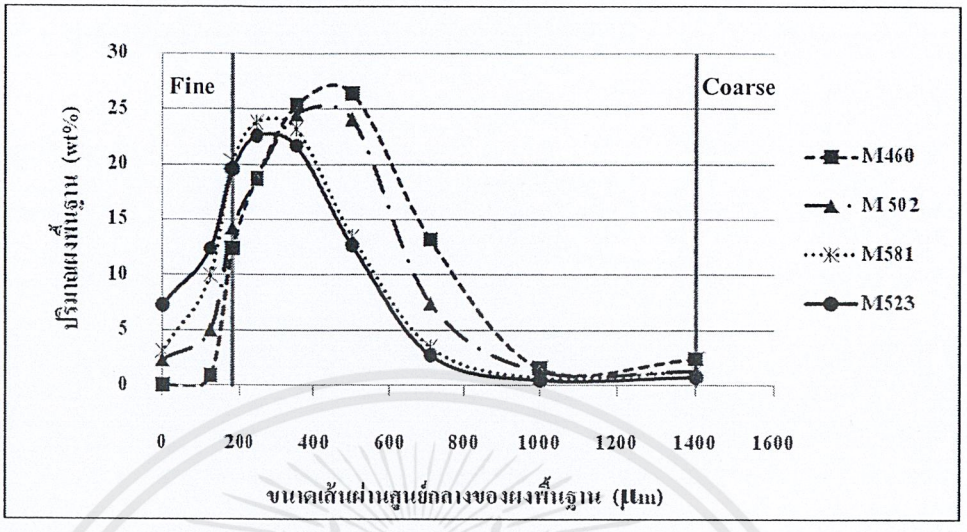
4.3 สาเหตุที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

4.3.1 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานที่ตำแหน่งต่างๆ ในกระบวนการผลิต

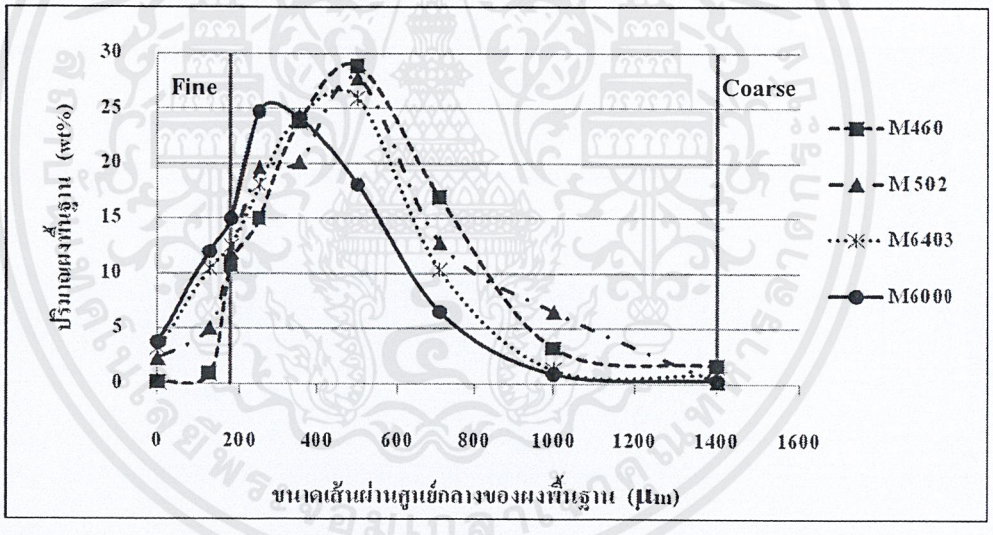
ผงพื้นฐานและผงซักฟอกตามข้อกำหนดลักษณะเฉพาะของทั้งผงพื้นฐานและผงซักฟอกของบริษัท คือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 180 - 1,400 ไมโครเมตร ผงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร จัดว่าเป็นผงที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน และปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานหลังผ่านตะแกรงร่อนและก่อนเติมสารเติมแต่งต้องไม่เกิน 20 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน และหลังการเติมสารเติมแต่งแล้วต้องไม่เกิน 25 % โดยน้ำหนักของผงซักฟอก

รูปที่ 4.4 และ 4.5 ได้จากการเก็บตัวอย่างที่แต่ละตำแหน่ง 2 ครั้ง ของการผลิตผงพื้นฐาน 2 แบทช์ (ห่างกันประมาณ 1 ชม.) พบว่าขนาดของผงพื้นฐานที่ออกจากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง M 460) มีขนาดตามมาตรฐานของบริษัท แต่หลังผ่านขั้นตอนต่างๆ ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 1

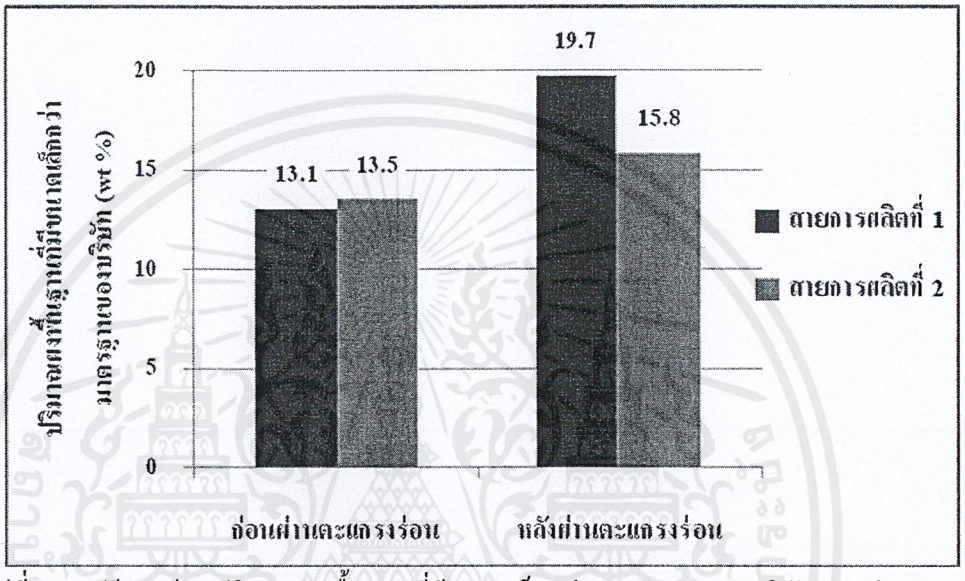


รูปที่ 4.5 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 เปรียบเทียบปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2

ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทหลังผ่านตะแกรงร่อนในสายการผลิตที่ 1 มีปริมาณมากกว่าสายการผลิตที่ 2 ดังรูปที่ 4.6 เพราะผงพื้นฐานเสียดสีกับตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ที่ติดตั้งไว้ในสายการผลิตที่ 1

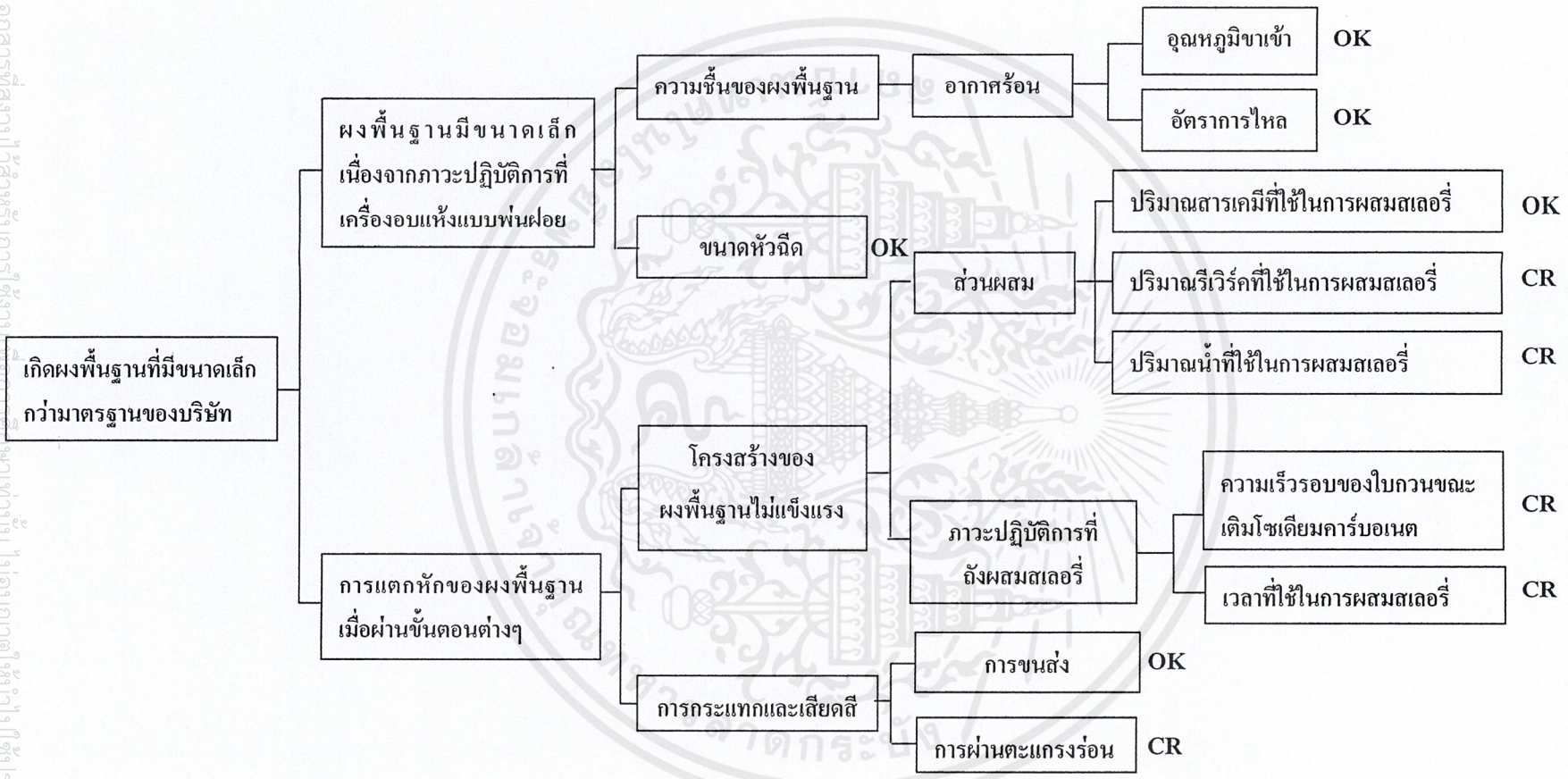


รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทระหว่างสายการผลิตที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

จากแผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis และการระดมสมอง ได้ผลดังรูปที่ 4.7 และอธิบายผลการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย ดังนี้

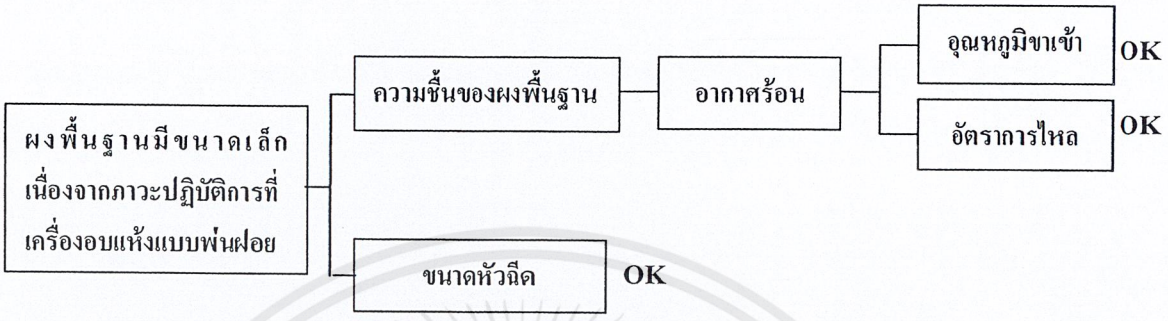


รูปที่ 4.7 แผนผังต้นไม้แบบ Why-why analysis แสดงปัจจัยที่มีผลต่อเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

หมายเหตุ OK = ไม่พิจารณา CR = พิจารณา

จากรูปที่ 4.7 พบปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท และอธิบายแต่ละปัจจัย ดังนี้

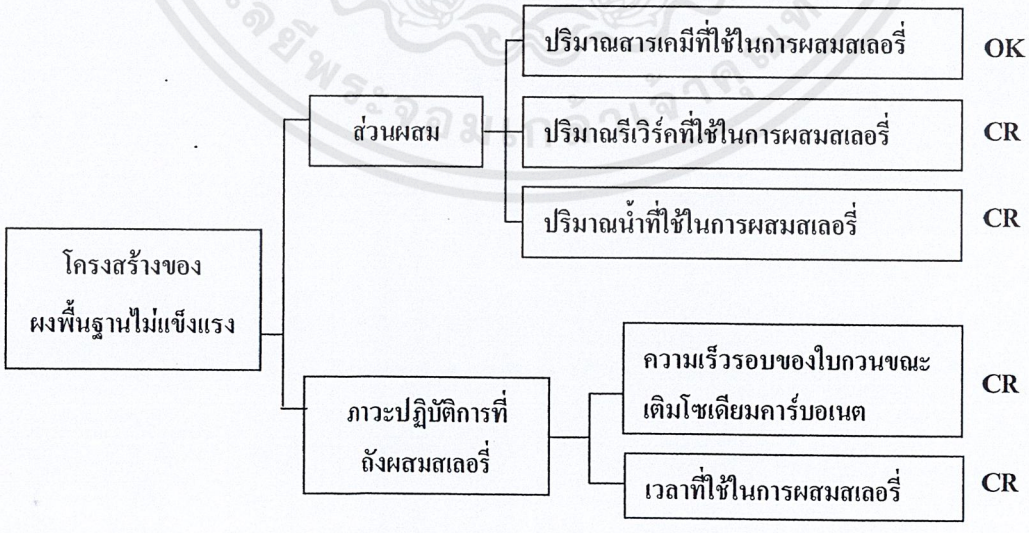
4.4.1 ผงพื้นฐานมีขนาดเล็กเนื่องจากภาวะปฏิบัติการที่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย



1) อุณหภูมิขาเข้าและอัตราการไหลของอากาศร้อนที่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย อาจทำให้ผงพื้นฐานแห้งเกินไปและเปราะแตกหักง่าย แต่เนื่องจากบริษัทควบคุมความชื้นของผงพื้นฐานที่ออกจากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยระหว่าง 2.0-4.5 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน ด้วยการควบคุมอุณหภูมิขาเข้าและอัตราการ ไหลของอากาศร้อนให้สัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของสเลอรี่ ได้แก่ ความชื้นและ ความหนืด ดังนั้นจึงไม่พิจารณาอุณหภูมิขาเข้าและอัตราการ ไหลของอากาศร้อนที่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

2) ขนาดของหัวฉีด การใช้หัวฉีดที่มีขนาดเล็กทำให้ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทเกิดมากกว่าการใช้หัวฉีดที่มีขนาดใหญ่ แต่ปัจจัยนี้บริษัทได้ดำเนินการแล้วโดยในปัจจุบันได้เลือกใช้หัวฉีดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด จึงไม่พิจารณาปัจจัยขนาดของหัวฉีด

4.4.2 โครงสร้างของผงพื้นฐานไม่แข็งแรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าภายในโครงสร้างของผงพื้นฐานมีรูพรุนมาก ผงพื้นฐานที่ได้จะไม่แข็งแรงและแตกหักง่าย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ แต่ปัจจัยนี้ถูกกำหนดด้วยสูตรของบริษัทจึงไม่พิจารณา

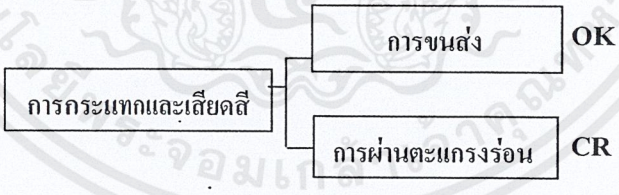
2) ปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ สมบัติ ปริมาณรีเวิร์ค และน้ำในรีเวิร์คอาจส่งผลต่อสมบัติของสเลอรี่ และขนาดของผงพื้นฐาน

3) ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ ต้องเพียงพอสำหรับการละลายวัตถุดิบที่เป็นของแข็งเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา นอกจากนี้ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ยังมีผลต่อความหนืดของสเลอรี่ ถ้าปริมาณน้ำมากจะทำให้ความหนืดของสเลอรี่ต่ำ เมื่อนำไปฉีดที่เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยจะได้ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็ก

4) ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนตในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ เพราะหลังเติมโซเดียมคาร์บอเนตจะเกิดผลึก Burkeite จากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมซัลเฟต [6] ดังนั้นการปั่นกวนของใบกวนหลังการเกิดผลึกอาจมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างและขนาดของผงพื้นฐาน

5) เวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ จากทฤษฎีการเกิดผลึก Burkeite เป็นฟังก์ชันกับ Residence time โดยสัดส่วนของผลึก Burkeite จะเพิ่มขึ้นเมื่อ Residence time เพิ่มขึ้น [8] ดังนั้นจะพิจารณาเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่

4.4.3 การกระแทกและเสียดสี



1) การขนส่ง ผงพื้นฐานต้องถูกขนส่งผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สายพาน เครื่องตัก ทำให้เกิดการกระแทกและเสียดสี แต่เนื่องจากถูกจำกัดด้วยพื้นที่และกระบวนการจึงไม่ได้พิจารณาปัจจัยนี้

2) การผ่านตะแกรงร่อน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายการผลิตที่ 1 และ 2 ที่ตำแหน่งเก็บตัวอย่างหลังผ่านตะแกรงร่อน พบว่าปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 สูงกว่าสายการผลิตที่ 2 เพราะในสายการผลิตที่ 1 มีตะแกรงที่ใช้ทำความสะอาดแบบ Auto clean ซึ่งเสียดสีกับผงพื้นฐานได้

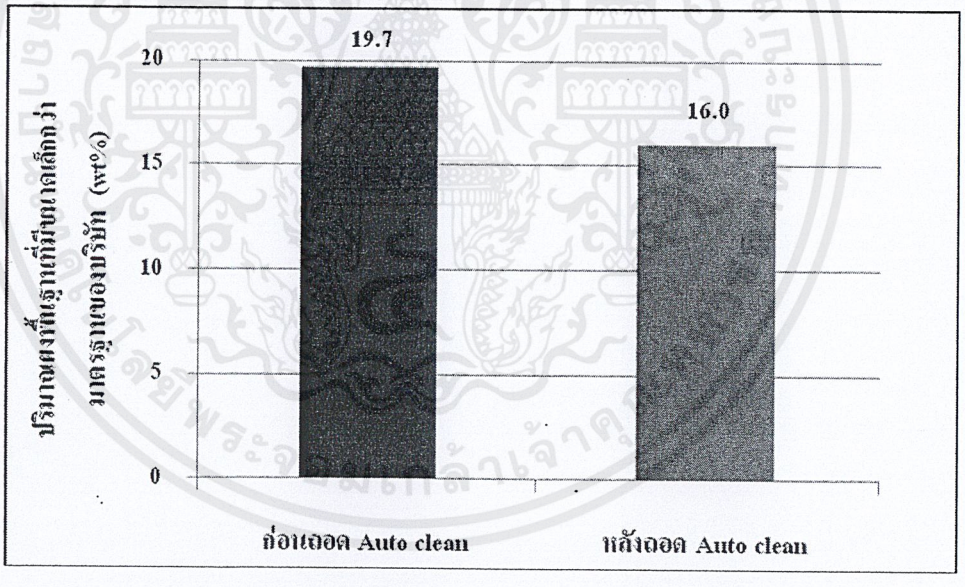
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ปัจจัยที่สามารถปรับปรุงได้ทั้งด้านการปฏิบัติและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่

1) การแตกหักของผงพื้นฐานหลังการผ่านตะแกรงร่อน
2) ปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่
3) ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต
4) ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่
5) เวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่

4.5 ผลการทดสอบการถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ในสายการผลิตที่ 1

หลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ในสายการผลิตที่ 1 ออก พบว่าปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลง 3.7 % จาก 19.7 %โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 ก่อนและหลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

หลังการถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ในสายการผลิตที่ 1 ออก ทดสอบทีละปัจจัยที่ได้วิเคราะห์จาก Why-why analysis โดยเริ่มจากปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต ปริมาณน้ำ และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ ภาวะปฏิบัติการที่ใช้ทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ภาวะปฏิบัติการและผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

ภาวะ	ปริมาณรีเวิร์ค (wt%)	ความเร็วรอบของใบกวน (rpm)	ปริมาณน้ำ (wt%)	เวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ (s)	ค่าเฉลี่ยของปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท (wt%)
1	0	65	31.5	850	12.5
2	2.5	65	31.5	850	15.7
3	5	65	31.5	850	16.6
4	0	65	31.5	850	12.5
5	0	70	31.5	850	16.2
6	0	75	31.5	850	18.8
7	0	65	31	850	14.5
8	0	65	31.5	850	12.5
9	0	65	32	850	18.3
10	0	65	31.5	850	12.5
11	0	65	31.5	880	15.6
12	0	65	31.5	910	15.4

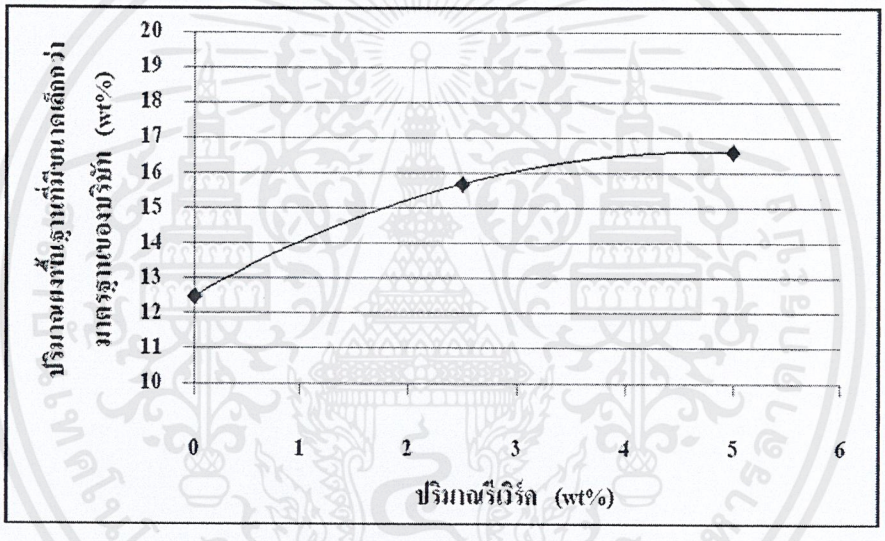
แต่ละภาวะทดสอบ 2 แบทช์ (เก็บตัวอย่างแบทช์ละ 1 ครั้ง ที่ตำแหน่ง M 523)

ตัวอย่างเช่น ภาวะที่ 1 คือ ไม่เติมรีเวิร์คในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 31.5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 ผลการทดสอบปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ต่อปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

ทดสอบปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 0, 2.5 และ 5.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ ใช้ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที ปริมาณน้ำ 31.5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.9 พบว่าเมื่อไม่เติมรีเวิร์ค ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทต่ำสุดคือ 12.5 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน แนวโน้มของปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทที่ได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อการเติมรีเวิร์คเพิ่มขึ้น สันนิษฐานได้ว่าอาจเป็นเพราะปริมาณน้ำที่อยู่ในรีเวิร์คทำให้โครงสร้างของผงพื้นฐานไม่แข็งแรง



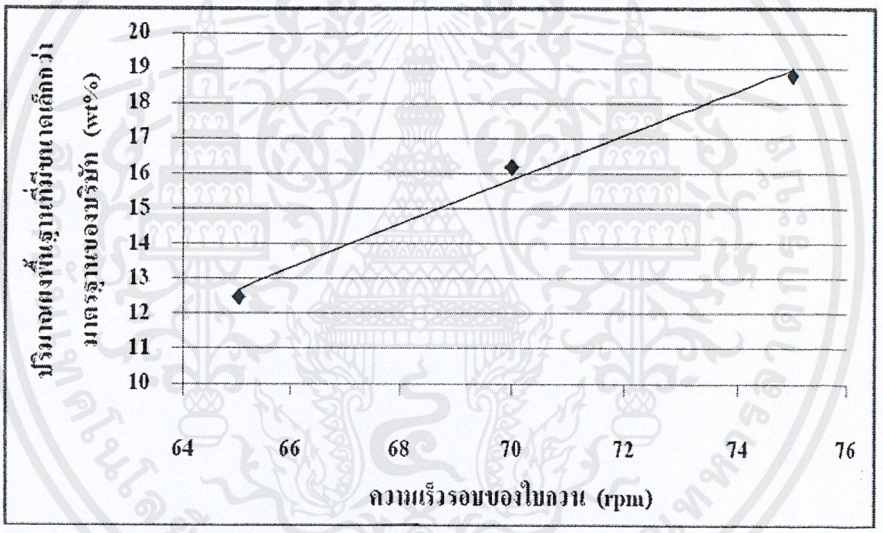
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทกับปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่

สำหรับการทดสอบปัจจัยอื่นๆ จะไม่เติมรีเวิร์ค เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบเนื่องจากรีเวิร์คที่ใช้แต่ละครั้งอาจมีสมบัติต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ผลการทดสอบความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนตต่อปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

การทดสอบความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65, 70 และ 75 รอบต่อนาที โดยไม่เติมรีเวิร์ค ปริมาณน้ำ 31.5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.10 พบว่าปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทต่ำสุด คือ 12.5 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน ที่ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที และสังเกตได้ว่าปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทที่ได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของใบกวนเพิ่มขึ้น เพราะปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมซัลเฟตจะเกิดผลึก Burkeite และแรงเฉือนที่เกิดจากใบกวน การชนกับผนังของถังผสม และการชนกันเองระหว่างผลึก อาจมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างและขนาดของผงพื้นฐานแข็งแรง [6]



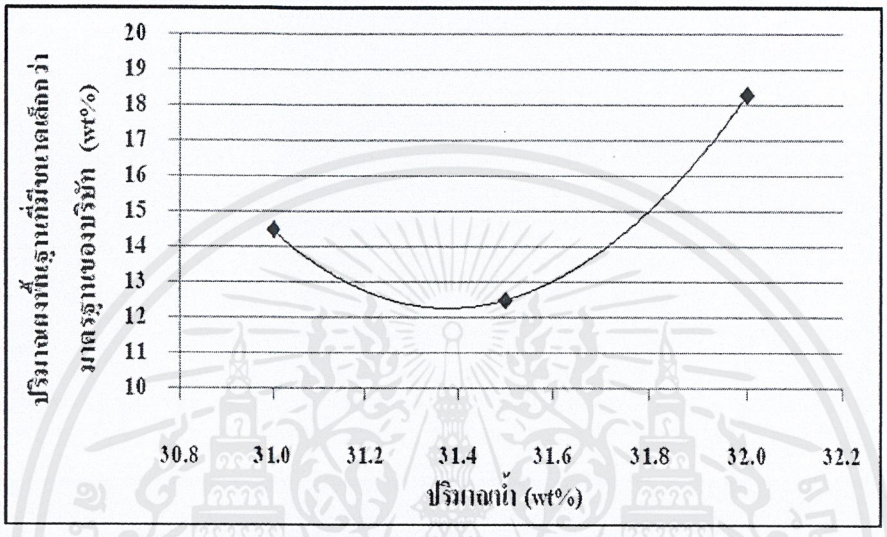
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทกับความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต

4.6.3 ผลการทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ต่อปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

รูปที่ 4.11 แสดงผลทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 31.0, 31.5 และ 32.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ โดยไม่เติมรีเวิร์ค ใช้ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที พบว่ากราฟมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง มีจุดต่ำสุดในช่วง 31.25-31.5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าปริมาณน้ำค่าใดที่ทำให้ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทต่ำสุดเพราะการทดสอบน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงต้องทดสอบเพิ่มเติมเพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้ 31.0, 31.25, 31.5, 31.75 และ 32.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ ส่วนปัจจัยอื่นจะใช้ค่าที่ทำให้ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทต่ำสุด คือ ไม่เติมรีเวิร์ค ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที สำหรับเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ต้องหาค่าที่เหมาะสมก่อนในหัวข้อ 4.6.4

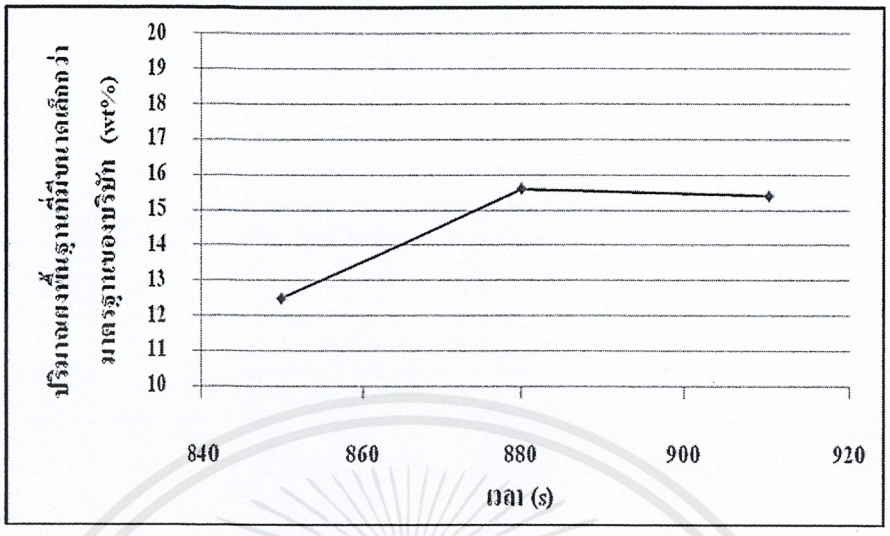


รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่

4.6.4 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ต่อปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

ทดสอบเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850, 880 และ 910 วินาที ไม่เติมรีเวิร์ค ใช้ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที และปริมาณน้ำ 31.5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ จากรูปที่ 4.12 พบว่าเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที ทำให้ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทต่ำสุด 12.5 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กจะเพิ่มขึ้นถึงเมื่อเวลา 880 วินาที หลังจากนั้นจะค่อนข้างคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

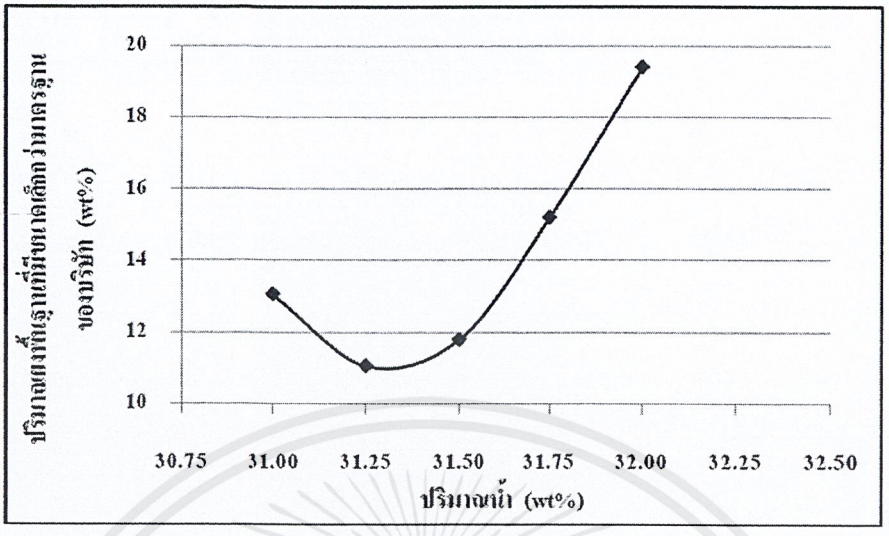


รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท กับเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่

4.6.5 ผลการทดสอบปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

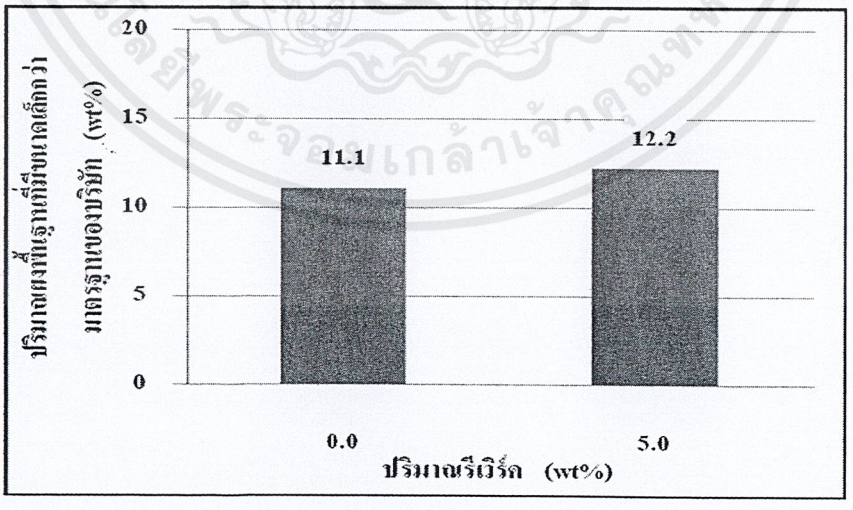
รูปที่ 4.12 แสดงผลทดสอบปริมาณน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ 31.0, 31.25, 31.5, 31.75 และ 32.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ โดยไม่เติมรีเวิร์ค ใช้ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที พบว่าปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทมีค่าต่ำสุด 11.1 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน เมื่อเติมน้ำ 31.25 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ จากค่าเฉลี่ย 16 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐานหลังจากถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean (ในรูปที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่อย่างละเอียด

เมื่อทดสอบโดยใช้ภาวะปฏิบัติการเดียวกันตามที่กล่าวมาแล้ว แต่ใช้รีเวิร์คในการผสมสเลอรี่ 5.0 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่บริษัทยอมรับได้เพื่อลดต้นทุนการผลิต พบว่าเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท 12.2 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน ดังแสดงในรูปที่ 4.14 ดังนั้นเนื่องจากปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทเมื่อเติมและไม่เติมรีเวิร์คในขั้นตอนการผสมสเลอรี่แทบไม่แตกต่างกัน และผงซักฟอกที่ได้จากนี้ทั้งสองกรณีสามารถบรรจุลงผลิตภัณฑ์และเชื่อมปิดปากถุงผลิตภัณฑ์ได้ จึงควรเติมรีเวิร์ค

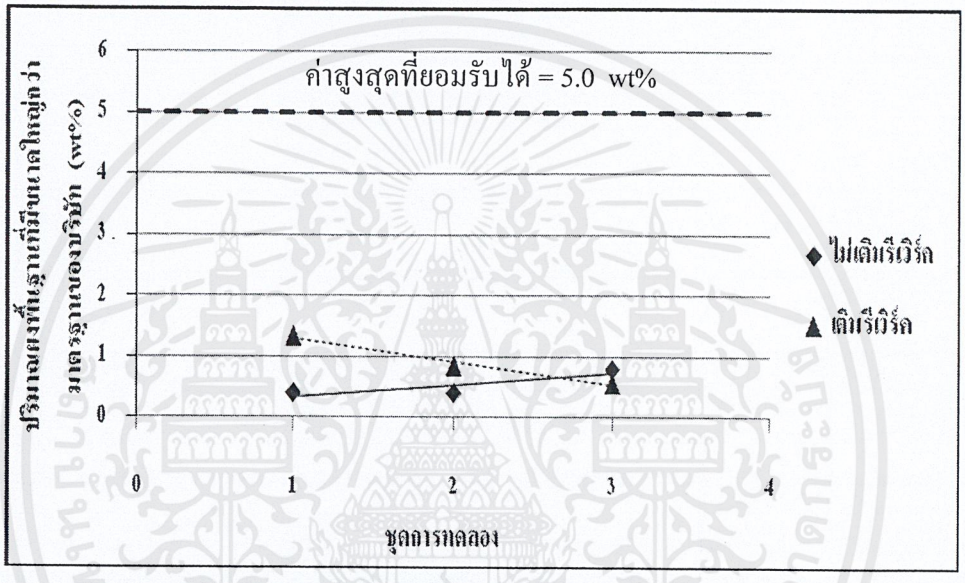


รูปที่ 4.14 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

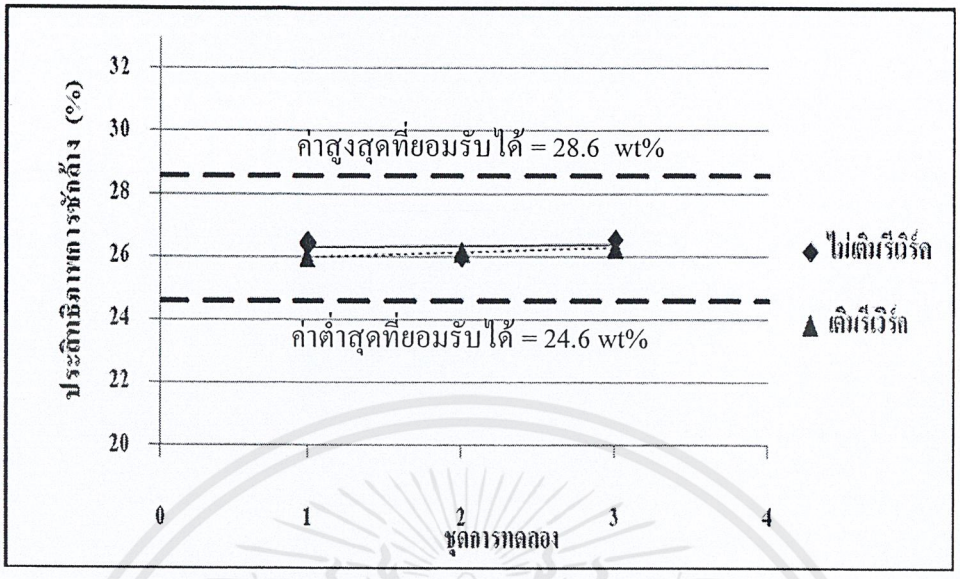
4.7 ลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานหลังการดำเนินงานในกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่

พบว่าลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานของบริษัท ได้แก่ ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐานของบริษัท ประสิทธิภาพการซักล้างในรูปของ % AD และความชื้น ในกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค ดังรูปที่ 4.15-4.17 อยู่ในค่าควบคุมของบริษัท

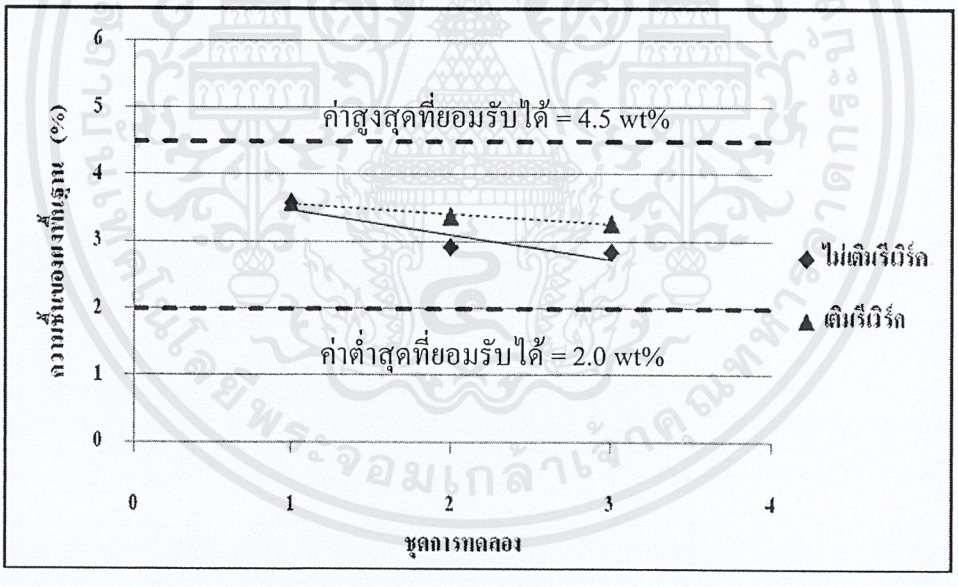


รูปที่ 4.15 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐานของบริษัทกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ประสิทธิภาพการซักล้างของผงพื้นฐานกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่



รูปที่ 4.17 ความชื้นของผงพื้นฐานกรณีไม่เติมและเติมรีเวิร์ค 5 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

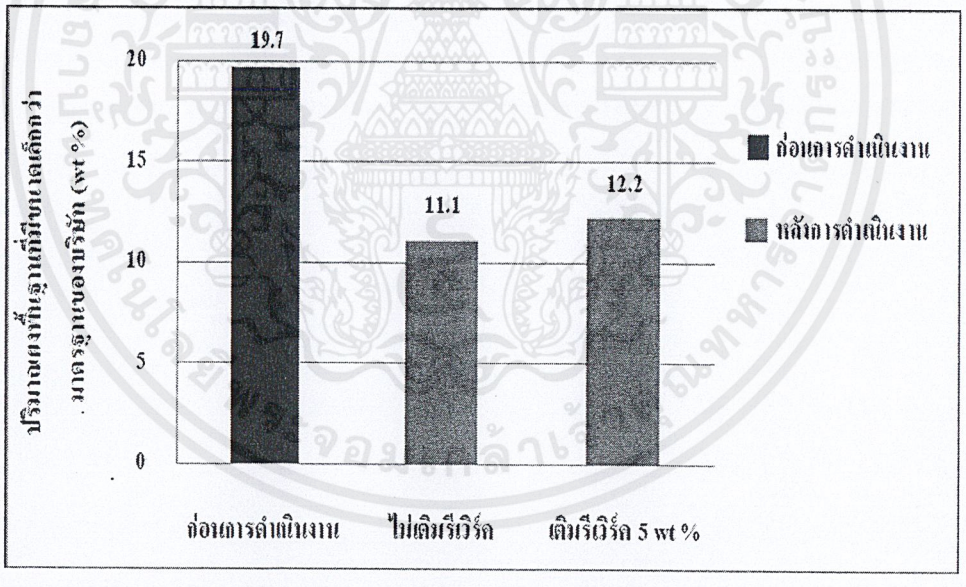
4.8 ค่าเฉลี่ยของผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนและหลังการดำเนินงาน

ก่อนการดำเนินงานปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทเท่ากับ 19.7 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน แต่หลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ออก ค่าเฉลี่ยของปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน เท่ากับ 16 % ดังรูปที่ 4.8

ภาวะปฏิบัติการในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ หลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ออก ดังนี้

- ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที
- ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 31.25 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่
- เวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ 850 วินาที

ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทเมื่อเติมและไม่เติมรีเวิร์คในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.18 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทก่อนและหลังการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อสังเกต

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานด้านการปฏิบัติได้และมีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ การแตกหักของผงพื้นฐานหลังการผ่านตะแกรงร่อน ปริมาณรีเวิร์คที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต ปริมาณน้ำ และเวลาที่ใช้ในการผสมสเลอรี่ สรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1.1 หลังการถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean ในสายการผลิตที่ 1 ออก พบว่าปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลงจากค่าเฉลี่ย 19.7 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน เป็น 16 %

5.1.2 กรณีของการผสมสเลอรี่โดยใช้ความเร็วรอบของใบกวนขณะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 65 รอบต่อนาที ปริมาณน้ำ 31.25 % โดยน้ำหนักของสเลอรี่ และเวลา 850 วินาที พบว่าหลังการถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean และไม่เติมรีเวิร์ค ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลงจากค่าเฉลี่ย 16 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน เป็น 11.1 %

5.1.3 เมื่อเติมรีเวิร์ค 5 % แล้วทดสอบภายใต้ภาวะปฏิบัติการเดียวกัน ผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทลดลงจากค่าเฉลี่ย 16 % โดยน้ำหนักของผงพื้นฐาน เป็น 12.2 %

ดังนั้น ควรแก้ไขโดยการเติมรีเวิร์ค เพราะปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทระหว่างการเติมและไม่เติมรีเวิร์คไม่แตกต่างกันมาก แต่สามารถลดต้นทุนจากการใช้ประโยชน์ของรีเวิร์คได้ คิดเป็นมูลค่าของต้นทุนเสียโอกาสประมาณ 560,000 บาท/ปี

5.2 ข้อสังเกต

ปริมาณน้ำในรีเวิร์คที่ใช้ทดสอบอยู่ในช่วง 60-70 % โดยน้ำหนักของรีเวิร์ค ดังนั้นควรระวังถ้าหากปริมาณน้ำในรีเวิร์คเปลี่ยนแปลง อาจส่งผลต่อปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **ยูนิลีเวอร์ในประเทศไทย.**
Available: http://www.unilever.co.th/aboutus/ourhistory/unileverinthailand/ (20/09/2553)

[2] โครงการฉลากเขียว. **ข้อกำหนดของสารซักฟอก (Detergent).** สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว.สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2540

[3] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผงซักฟอก.**
Available:http://www.tisi.go.th/notices/pdf/a78-2549.pdf. (10/08/2553)

[4] **ผงซักฟอก.** http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic8/powder.html (10/08/2553)

[5] Zoller Uri. **Handbook of Detergents Part F:Production.** Boca Raton.Taylor & Francis Group, 2009.

[6] เอกสารบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด. **กระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน**

[7] เอกสารบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด. **แผนผังกระบวนการ**

[8] Lever Brothers Company. **Process for preparing needle-shaped crystal growth modified burkeite detergent additive**. U.S. Patent no. 4,900,466, Feb. 1990.

[9] P. Meenan, K.J. Roberts, K.R. Yuregir, P.C. Knight, **The influence of batch processing on the particulate properties of burkeite ($Na_2CO_3(Na_2SO_4)_2$),** Journal of Materials Science 30 (1995) 3115-3122.

[10] วันรัตน์ จันทกิจ. 17 เครื่องมือนักคิด (Problem Solving Devices). พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2549

[11] P. Meenan, K.J. Roberts, P.C. Knight, K. Yuregir, **The influence of spray drying conditions on the particle properties of recrystallized burkeite ($Na_2CO_3(Na_2SO_4)_2$),** Powder Technology 90 (1997) 125-130.

[12] เอกสารบริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด. **Unilever Method Analysis**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐาน

ด้วย Unilever Method Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 วิธีวิเคราะห์ Particle size distribution โดยการร่อน [12]

หลักการ

การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานจัดว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลกระทบต่อความแปรปรวนของกระบวนการผลิต ผงตัวอย่างจะถูกร่อนด้วยเครื่องร่อน ผ่านชุดของตะแกรง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องร่อนด้วยตะแกรง (Sieving machine)

2. ชุดตะแกรงร่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน ISO 2591 (BS 410) โดยตะแกรงร่อนจะเข้าชุดด้วยกันทั้งชุด และมีตัวรองรับด้านล่างพร้อมฝาปิด

วิธีการหา Particle size distribution

1. เตรียมชิ้นส่วนต่างๆ ของตะแกรงร่อน โดยเรียงลำดับตามขนาดช่องตะแกรงร่อน ดังนี้ 1,400, 1,000, 710, 500, 355, 250, 180, 125 และ 0 ไมโครเมตร

2. ชั่งตัวอย่างผงพื้นฐาน 100 กรัม

3. เทตัวอย่างผงพื้นฐานลงบนตะแกรงร่อน วางฝาปิดลงด้านบนสุดของตะแกรง และวางส่วนประกอบของตะแกรงร่อนทั้งหมด ลงบนเครื่องร่อน

4. ตั้งเวลาของเครื่องให้เป็น 10 นาที และเปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง

5. เมื่อครบ 10 นาทีแล้วให้ยกส่วนประกอบของตะแกรงร่อนออกและเปิดฝาออก จากนั้นให้ยกตะแกรงร่อนด้านบนออก

6. เทส่วนที่ค้างบนตะแกรงร่อนดังกล่าวลงบนแผ่นกระดาษเรียบ โดยคว่ำตะแกรงร่อนบนกระดาษและเอาส่วนต่างๆ ที่ติดอยู่ในช่องของตะแกรงร่อนออกให้หมด โดยใช้แปรงไนลอน หรือแปรงขน

7. ชั่งน้ำหนักส่วนดังกล่าวนี้พร้อมจดบันทึก

8. ทำซ้ำใหม่ตั้งแต่ขั้นที่ 5-7 ต่อไป ในแต่ละชั้นของตะแกรงร่อนรวมถึงส่วนสุดท้ายด้วย

9. หลังจากที่วิเคราะห์ด้วยตะแกรงร่อน 5 ครั้ง ควรทำความสะอาดชุดตะแกรงร่อนด้วยน้ำร้อนและแปรง หลังจากทำความสะอาดแล้ว ควรนำชุดตะแกรงร่อนไปไว้ในตู้อบ เพื่อทำให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 วิธีวิเคราะห์ประสิทธิภาพการซักล้าง (Washing efficiency) ในรูปของ % AD [12]

หลักการ

ไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานแคตไอออนนิกแอคทีฟ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องแก้วมาตรฐาน
2. ขวดแก้วที่ใช้ในการไทเทรต

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 25 ± 0.01 กรัม ในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนักที่ได้ เติมน้ำกลั่นร้อน 100-150 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคน ต้มบน hot plate ประมาณ 5 นาที คนตัวอย่างเป็นระยะๆ จนกระทั่งตัวอย่างละลาย

2. ถ่ายสารละลายขณะร้อนลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร ล้างบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่นให้สารละลายรวมอยู่ในขวดวัดปริมาตร ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องหรือแช่ขวดในน้ำเย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก 3-5 นาที

3. ปิเปตสารละลายที่ได้ 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นปิเปตสารละลาย 5 มิลลิลิตร ใส่ขวดที่จะไทเทรต เพื่อให้สามารถสังเกตสีของสารละลายได้ง่ายขึ้นอาจเจือจางด้วยน้ำกลั่นประมาณ 20 มิลลิลิตร

4. เติมสารละลาย Acid indicator 10 มิลลิลิตร และคลอโรฟอร์ม 15 มิลลิลิตร ลงไป เขย่าให้กัน

5. เขย่าขวดโดยปิดด้วยจุกยาง และไทเทรตด้วยสารละลาย Hyamine 1622 ไทเทรตทีละ 0.5-1.0 มิลลิลิตร เขย่าแต่ละครั้งหลังการเติมสารละลาย Hyamine 1622 เมื่อใกล้ถึงจุดยุติให้เติมลงไปครั้งละ 1 หยด จนกระทั่งสารละลายในชั้นคลอโรฟอร์มเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเทาฟ้า

6. บันทึกปริมาตรของ Hyamine 1622 ที่ใช้ในการไทเทรต (CC)

การคำนวณ

$$\text{Total Active Detergent (\% AD)} = \frac{CC. \times M \times MMW \times 500 \times 100 \times 100}{1000 \times W \times V \times 20}$$

$$\text{หรือเท่ากับ} \quad = \frac{CC. \times M \times MMW \times 50}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของตัวอย่างผงพื้นฐาน (กรัม)

M = Molarity of Hyamine 1622

MMW = น้ำหนักโมเลกุลของ Anionic active detergent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ = 5 มิลลิลิตร

CC = ปริมาตรของ Hyamine 1622 ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

ก.3 วิธีวิเคราะห์ความชื้น (% Moisture) [12]

การใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture analyzer)

วิธีการ

1. เปิดสวิทช์ ON ที่ด้านหลังเครื่อง
2. กด Tare (T) ให้หน้าปัดแสดงตัวเลขเป็น 0.000 กรัม
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างผง 3±0.1 กรัม ลงในถาดใส่ตัวอย่าง แล้วปิดฝาครอบ
4. เครื่องจะทำงาน (ไฟจะสว่าง) แล้วบันทึก เปอร์เซ็นต์ความชื้นเมื่อเครื่องทำงานเสร็จ

หมายเหตุ โปรแกรมการทำงาน ให้ตั้งตาม Conditions ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

วิธีตั้งโปรแกรมการทำงาน

1. กดปุ่ม CF เพื่อออกจากโปรแกรมเดิม
2. กดปุ่ม Program หน้าจอขึ้น - - 1 - -
3. กดปุ่ม Time (สำหรับตั้งเวลา) หน้าจอขึ้น 1- AUTO
4. กด Enter เพื่อตั้งเวลาโดยใช้ลูกศร ↓ หรือ↑ (ให้ตั้งเวลาที่ 5 นาที) หน้าจอจะปรากฏ 1.1-5.0
5. กดปุ่ม CF เพื่อออกจากการทำงานเดิม หน้าจอขึ้น 1- - - - - %
6. กดปุ่ม Program หน้าจอขึ้น - - 1 - -
7. กดปุ่ม HEAT (สำหรับตั้งอุณหภูมิ) หน้าจอขึ้น 1 – TEMP
8. กด Enter เพื่อตั้งอุณหภูมิ โดยใช้ลูกศร ↓ หรือ↑ (ให้ตั้งอุณหภูมิที่ 130 °C) หน้าจอปรากฏ 1.1 – 130
9. กด CF เพื่อออกจากการทำงานเดิม หน้าจอขึ้น 1 - - % แสดงว่าเครื่องพร้อมจะวิเคราะห์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 1

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐาน (μm) / ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง	ปริมาณผงพื้นฐาน (wt%)								
	1,401 ขึ้นไป	**1,001-1,400**	**711-1,000**	**501-710**	**356-500**	**251-355**	**181-250**	**126-180**	**0-125**
M 460	2.4520	1.5414	12.8284	24.7560	25.0320	18.2774	13.4736	1.5814	0.0578
	2.4212	1.6722	13.5830	28.0602	25.6484	19.1650	11.2716	0.2700	0.0000
เฉลี่ย	2.4366	1.6068	13.2057	26.4081	25.3402	18.7212	12.3726	0.9257	0.0289
M 502	1.3602	1.2936	7.3224	24.8756	24.2174	18.7560	14.6822	5.0165	2.5451
	1.3468	1.3168	7.5866	23.2400	24.8428	18.5640	13.8224	5.1432	2.1560
เฉลี่ย	1.3535	1.3052	7.4545	24.0578	24.5301	18.6600	14.2523	5.0799	2.3506
M 581	1.0460	0.6400	3.0282	13.5844	23.3836	23.5286	20.7164	9.9866	3.1253
	1.6448	0.7966	3.9408	13.4084	23.0810	24.1678	19.8918	9.9700	3.0957
เฉลี่ย	1.3454	0.7183	3.4845	13.4964	23.2323	23.8482	20.3041	9.9783	3.1105
M 523	0.7778	0.4656	2.4960	11.8422	21.4318	22.6312	20.0330	12.4448	8.3024
	0.8612	0.5984	3.0832	13.5652	21.9364	22.6150	19.0858	12.3794	6.3590
เฉลี่ย	0.8195	0.5320	2.7896	12.7037	21.6841	22.6231	19.5594	12.4121	7.3307

ตารางที่ ข.2 การกระจายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐานในสายการผลิตที่ 2

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงพื้นฐาน (µm) / ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง	ปริมาณผงพื้นฐาน (wt%)								
	1,401 ขึ้นไป	1,001-1,400	711-1,000	501-710	356-500	251-355	181-250	126-180	0-125
M 460	1.5796	3.1732	16.0454	28.6668	24.5584	14.7948	10.4260	0.8430	0.1156
	1.5972	3.2464	17.7352	29.0192	23.0136	15.1948	11.0224	0.9230	0.0950
เฉลี่ย	1.5884	3.2098	16.8903	28.8430	23.7860	14.9948	10.7242	0.8830	0.1053
M 502	0.2056	7.0018	12.2836	27.5604	20.0308	19.7650	11.7856	5.0996	2.4040
	0.1976	6.0974	13.3152	27.9816	20.2210	19.5282	12.0108	4.9996	2.2118
เฉลี่ย	0.2016	6.5496	12.7994	27.7710	20.1259	19.6466	11.8982	5.0496	2.3079
M 6304	0.8504	1.3168	10.7788	26.0710	23.7806	18.0184	12.0466	10.0178	3.1262
	0.8042	1.2006	9.7942	25.7780	24.8502	18.0256	12.8662	10.8022	3.1458
เฉลี่ย	0.8273	1.2587	10.2865	25.9245	24.3154	18.0220	12.4564	10.4100	3.1360
M 6000	0.3160	1.0046	6.0308	17.8174	24.3004	24.8498	15.3654	12.0802	3.8980
	0.2760	0.8004	7.0708	18.4174	23.9960	24.7080	14.7006	11.9704	3.7144
เฉลี่ย	0.2960	0.9025	6.5508	18.1174	24.1482	24.7789	15.0330	12.0253	3.8062

ตารางที่ ข.3 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทในสายการผลิตที่ 1 และ 2

ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง		Fine (wt%)	
สายการผลิตที่ 1	**สายการผลิตที่ 2**	**สายการผลิตที่ 1**	**สายการผลิตที่ 2**
M 460		1.0	1.0
M 502		7.4	7.4
M 581	M 6304	13.1	13.5
M 523	M 6000	19.7	15.8

ตารางที่ ข.4 ปริมาณผงพื้นฐานหลังผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท ก่อนและหลังถอดตะแกรงทำความสะอาดแบบ Auto clean

ครั้งที่	**สายการผลิตที่ 1**		**สายการผลิตที่ 2**
	ก่อนถอด Auto clean	หลังถอด Auto clean	
1		15.9	16.5
2		16.1	16.7
3		16.0	16.3
4		16.1	16.2
เฉลี่ย	19.7	16.0	16.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

ภาวะ	ปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่				Fine (wt%)
	Rework (wt%)	Speed (rpm)	Water (wt%)	Time (s)	
1	0	65	31.5	850	12.4
					12.6
				เฉลี่ย	12.5
2	2.5	65	31.5	850	15.8
					15.6
				เฉลี่ย	15.7
3	5	65	31.5	850	16.8
					16.4
				เฉลี่ย	16.6
4	0	65	31.5	850	12.4
					12.6
				เฉลี่ย	12.5
5	0	70	31.5	850	16.0
					16.4
				เฉลี่ย	16.2
6	0	75	31.5	850	18.6
					19.0
				เฉลี่ย	18.8
7	0	65	31	850	14.4
					14.6
				เฉลี่ย	14.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท (ต่อ)

ภาวะ	ปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่				Fine (wt%)
	Rework (wt%)	Speed (rpm)	Water (wt%)	Time (s)	
8	0	65	31.5	850	12.4
					12.6
				เฉลี่ย	12.5
9	0	65	32	850	18
					18.6
				เฉลี่ย	18.3
10	0	65	31.5	850	12.4
					12.6
				เฉลี่ย	12.5
11	0	65	31.5	880	15.4
					15.8
				เฉลี่ย	15.6
12	0	65	31.5	910	15.2
					15.6
				เฉลี่ย	15.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการผสมสเลอรี่ต่อการเกิดผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท

ภาวะ	ปัจจัยในขั้นตอนการผสมสเลอรี่				Fine (wt%)
	Water (%wt)	Rework (wt%)	Speed (rpm)	Time (s)	
1	31.00	0	65	850	14.0
					13.2
					12.0
				เฉลี่ย	13.1
2	31.25	0	65	850	10.0
					11.2
					12.0
				เฉลี่ย	11.1
3	31.50	0	65	850	12.2
					11.2
					12.0
				เฉลี่ย	11.8
4	31.75	0	65	850	15.6
					14.8
					15.2
				เฉลี่ย	15.2
5	32.00	0	65	850	19.2
					19.0
					20.0
				เฉลี่ย	19.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ปริมาณผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัทและลักษณะเฉพาะของผงพื้นฐานหลังการดำเนินงานในกรณีเติมและไม่เติมรีเวิร์ค

Rework (wt%)	ลำดับ	Fine (wt %)	Coarse (wt %)	% AD (%)	% Moisture (wt%)
0	1	10.0	0.4	26.5	3.6
	2	11.2	0.4	26.0	2.9
	3	12.0	0.8	26.6	2.8
	เฉลี่ย	11.1	0.5	26.4	3.1
5.0	1	11.9	1.3	26.0	3.6
	2	12.4	0.9	26.1	3.4
	3	12.3	0.6	26.3	3.3
	เฉลี่ย	12.2	0.9	26.1	3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การคำนวณความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

ปริมาณการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน	7,000 กิโลกรัม/ครั้ง
จำนวนวันที่ดำเนินการผลิต	330 วัน/ปี
ราคาขายผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน	X บาท/ตัน
ปริมาณรีเวิร์คจากผงพื้นฐานที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานของบริษัท	600 กิโลกรัม/สัปดาห์ (28.3 ตัน/ปี)
ต้นทุนการผลิตเพิ่มเนื่องจากนำรีเวิร์คกลับสู่กระบวนการประมาณ	Y บาท/ตัน

คิดมูลค่าเสียโอกาสในการขายผงซักฟอกสูตรมาตรฐาน

[(600 กิโลกรัม/ครั้ง) × (1 ตัน/1,000 กิโลกรัม)]× (1 ครั้ง/สัปดาห์) × (X บาท/ตัน)
= Z บาท/สัปดาห์

จากการใช้ภาวะปฏิบัติการในขั้นตอนการผสมสเลอรี่ตามผลที่ได้ บนสมมติฐานว่าไม่เกิดรีเวิร์คจากการเชื่อมปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์ด้วยความร้อนไม่ติด คิดเป็นต้นทุนที่รวมค่าเสียโอกาส

[(Z บาท/สัปดาห์) × (330 วัน/ปี) × (1 สัปดาห์/7 วัน)] + [(28.3 ตัน/ปี) × (Y บาท/ตัน)]
= 565,742.9 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้