DOE SOAP COST&QUALITY2

by Jamorn Rhujittawiwat

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

WORD COUNT	23986	TIME SUBMITTED	21-MAY-2012 11:07AM
CHARACTER COUNT	71960	PAPER ID	250687878

บทที่ 1

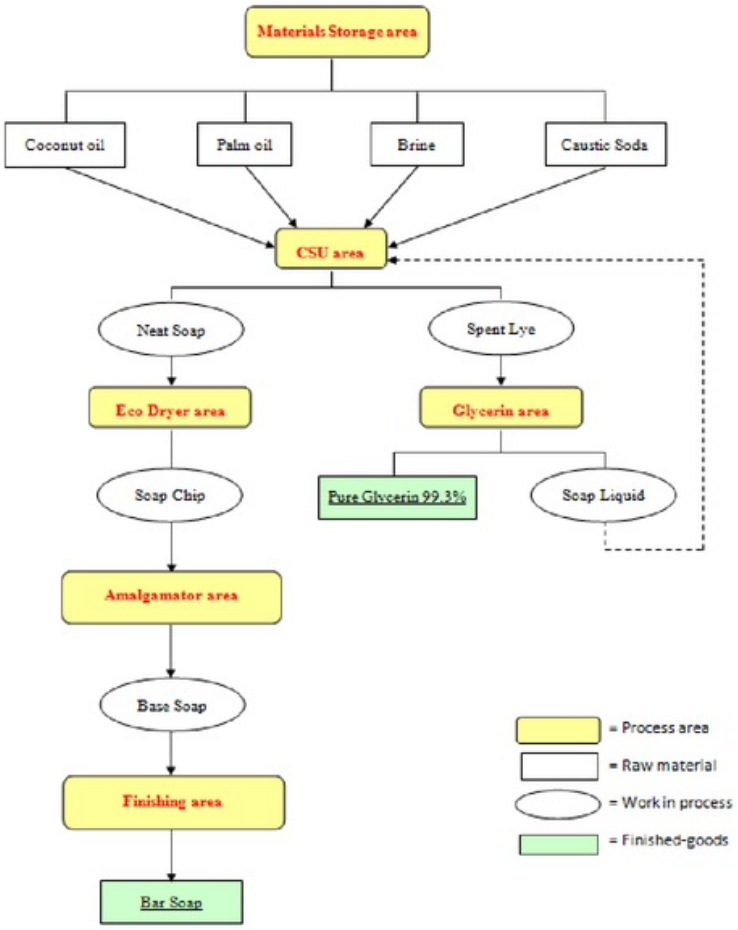
บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจการขายสินค้าของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนนั้น มีการเติบโตที่ไม่มากนัก เพราะผู้บริโภคนิยมใช้สินค้าสบู่ครีมอาบน้ำกันมากขึ้น เนื่องจากใช้ง่ายมีกลิ่น และสีสันสดใสน่าใช้ ประกอบกับธุรกิจสินค้าสบู่ก้อนมีผู้ผลิตสินค้าจำนวนมาก จึงมีการแข่งขันเพื่อชิงส่วนแบ่งทางตลาด และด้วยสภาวะต้นทุนของวัตถุดิบที่สูงขึ้นมาก โดยเฉพาะน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของการผลิตสบู่ก้อน อีกทั้งรัฐบาลไทยยังได้ควบคุมราคาสินค้าอุปโภคบริโภคไม่ให้ทำการปรับขึ้นราคาตามกลไกของตลาด ทำให้ทางผู้ผลิตในแต่ละเจ้าจึงมุ่งเน้นศึกษาหาแนวทางการลดต้นทุนการผลิตสบู่ก้อนกันหลายรูปแบบทั้งทางด้านราคาวัตถุดิบ โดยการติดต่อหารือกันกับทางผู้จัดจำหน่ายวัตถุดิบลดปริมาณสินค้าคงคลังลดระยะทางขนส่งสินค้า รวมถึงลดปริมาณของเสียในการผลิต

สำหรับงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะทำการลดต้นทุนการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตซึ่งมีผลให้ต้นทุนการผลิตสบู่ก้อนลดลง โดยไม่กระทบคุณภาพของสบู่ก้อน

1.1 ข้อมูลกระบวนการผลิตสบู่

การศึกษาในครั้งนี้เริ่มจากการศึกษาถึงข้อมูลทางด้านกระบวนการผลิตสบู่ของบริษัทกรณีศึกษาตั้งแต่วัตถุดิบเริ่มต้นที่นำมาผลิต จนถึงสบู่ก้อนบรรจุหีบห่อพร้อมขายซึ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 1-1 และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1-1: พื้นที่กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่ก้อนแบ่งออกได้เป็น 3 พื้นที่ ได้แก่

1) แผนกรับส่ง ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ, วัสดุบรรจุภัณฑ์ และเก็บรักษา(Receiving and Material Storage area)

แผนกนี้มีหน้าที่ ตรวจสอบจำนวนและควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบชนิดต่างๆและวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่สั่งซื้อจากบริษัทคู่ค้า จัดเก็บวัตถุดิบชนิดต่างๆและวัสดุบรรจุภัณฑ์อย่างเป็นระบบ ด้วยระบบที่นิยมใช้กันอย่าง First in First out (FIFO) ซึ่งเป็นระบบการจัดเก็บที่เอื้อต่อการนำวัตถุดิบ เก่าเก็บมาใช้ก่อนวัตถุดิบใหม่ที่สั่งเข้ามาอีกหน้าที่ที่สำคัญ คือ การรักษาและตรวจสภาพความพร้อมสำหรับการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้อีกหน้าที่ที่สำคัญ คือ การติดต่อประสานกับบริษัทคู่ค้าในยามที่นำเอาวัสดุบรรจุภัณฑ์หรือวัตถุดิบ

มาผลิตแล้วเกิดปัญหาขึ้น ซึ่งพื้นที่การเก็บวัตถุดิบแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ คือพื้นที่เก็บวัตถุดิบสำหรับส่งให้พื้นที่ผสมสูตร (Amalgamator)ดังรูปที่ 1-2, พื้นที่เก็บวัตถุดิบสำหรับส่งให้กระบวนการผลิตสบู่เหลว (CSU Area), กระบวนการผลิตสบู่เม็ด (Eco dryer Area) และกระบวนการผลิตกลีเซอรีน (Glycerin Area) รวมเรียกทั้งสามกระบวนการนี้ว่า Making Process ดังรูปที่ 1-3, พื้นที่เก็บวัตถุดิบสำหรับส่งให้ Finishing Linesรูปที่ 1-4

รูปที่1-2 : พื้นที่จัดเก็บสารสกัด, สี และน้ำหอมสำหรับใช้ใน Amalgamator

รูปที่ 1-3: พื้นที่จัดเก็บน้ำมัน, โซดาไฟ, เกลือ และกรดเกลือ สำหรับใช้ใน Making Prcoess

รูปที่1-4 : พื้นที่จัดเก็บบรรจุภัณฑ์สำหรับใช้ใน Finishing lines

2) พื้นที่การผลิตเนื้อสบู่ (Making Process)

พื้นที่นี้มีหน้าที่เตรียมสบู่เม็ด (Soap chip) ให้พร้อมสำหรับการส่งต่อไปยังสายการผลิตขึ้นรูปและบรรจุภัณฑ์โดยนำวัตถุดิบต่างๆ อันได้แก่ น้ำมันพืช สารละลายน้ำเกลือและโซดาไฟ มาผสมกันตามสูตรที่กำหนด จนได้สบู่เหลว (Neat soap) และผ่านกระบวนการระเหยแห้งจนได้สบู่เม็ด (Soap chip) ที่พร้อมสำหรับการขึ้นรูปสบู่ก้อนที่สายการผลิตขึ้นรูปและบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ได้คุณภาพสบู่ตามมาตรฐานจะต้องมีการควบคุมเครื่องจักรผลิตสบู่เหลว และสบู่เม็ดให้อยู่ในระดับความดันภายในเครื่องจักร อัตราการไหลของไอน้ำ อุณหภูมิน้ำร้อน น้ำเย็น ในพื้นที่ส่วนนี้ถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ ได้อีก 4 พื้นที่ใหญ่ๆแสดงรายละเอียดดังรูปที่1-5

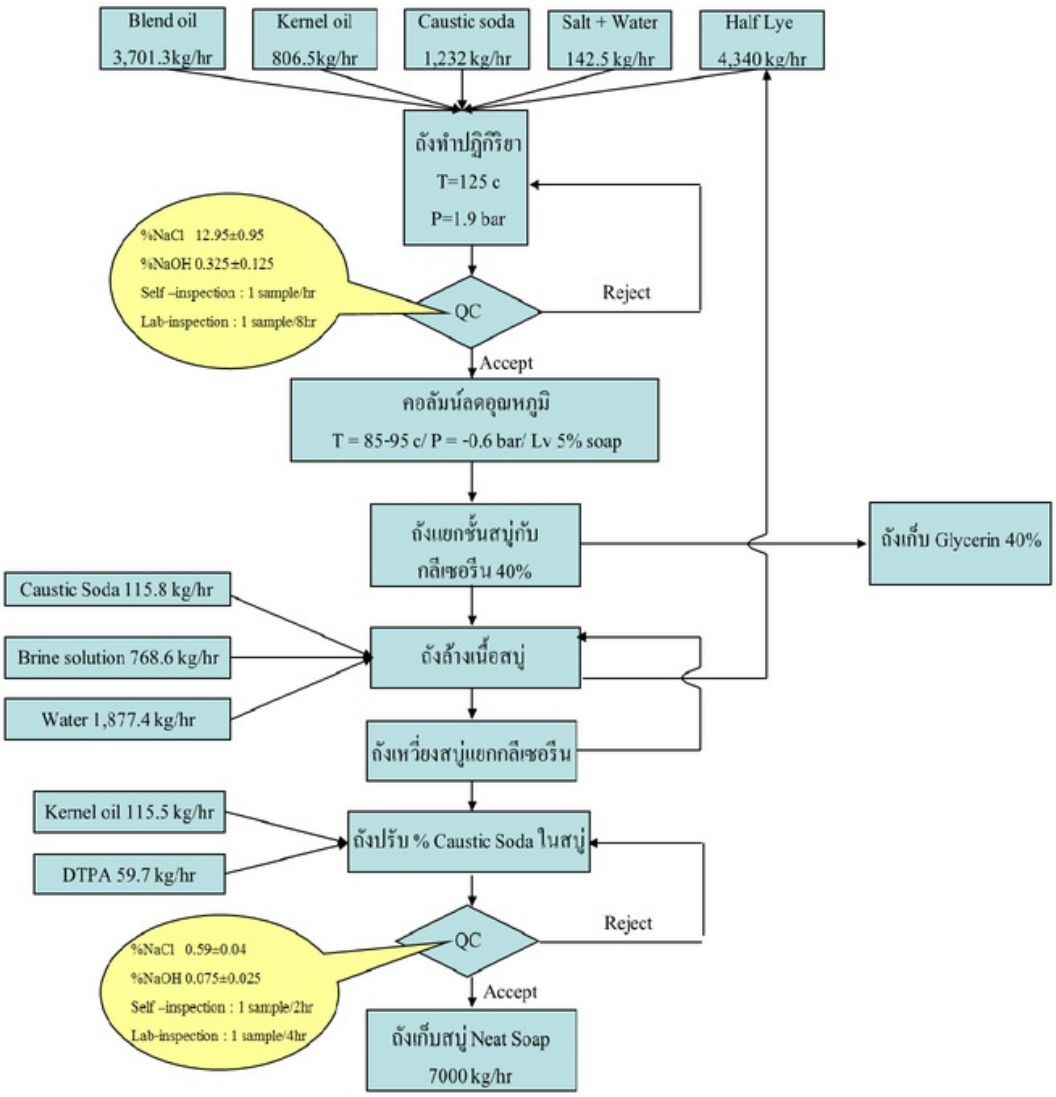
รูปที่ 1-5: พื้นที่การผลิตเนื้อสบู่Making Process

ก. พื้นที่ CSU Area มีหน้าที่ผสมวัตถุดิบทั้ง 4 ตัว อันได้แก่น้ำมัน 2 ชนิดได้แก่ น้ำมันปาล์ม: (Blend oil PO: PS)และน้ำมันปาล์มเม็ดใน: (Palm Kernel oil, PKO)ด่าง: (Causetic soda) และเกลือ เข้าด้วยกัน ได้ผลผลิตเป็นสบู่เหลว (Neat Soap) ผสมแยกชั้นอยู่กับกลีเซอรีน ซึ่งของผสมระหว่างสบู่เหลวและกลีเซอรีนนี้จะถูกเรียกว่า Spent Lye ในพื้นที่ CSUนี้จะทำการแยกเอาสบู่เหลวออกจากของผสมให้ได้มากที่สุดจากนั้นสบู่เหลวจะถูกส่งต่อไปยังพื้นที่ Eco Dryer ส่วนของผสมที่เหลือจะถูกส่งไปพื้นที่ Glycerin ดังรูปที่ 1-6

ข. พื้นที่ Eco dryerArea มีหน้าที่รับสบู่เหลวจากพื้นที่ CSU Areaนำมารีดและอบแห้ง เมื่อแห้งสบู่จะอยู่ในรูปของแข็งเป็นก้อน จากนั้นสบู่ที่แข็งตัว จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องตัดและบด เพื่อให้ได้เม็ดสบู่อบแห้ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 มิลลิเมตรสำหรับส่งให้พื้นที่ AmalgamatorAreaนำไปผสมกับน้ำหอมและแม่สี เพื่อให้พร้อมสำหรับการขึ้นรูปสบู่ก้อนและบรรจุภัณฑ์ดังรูปที่ 1-7

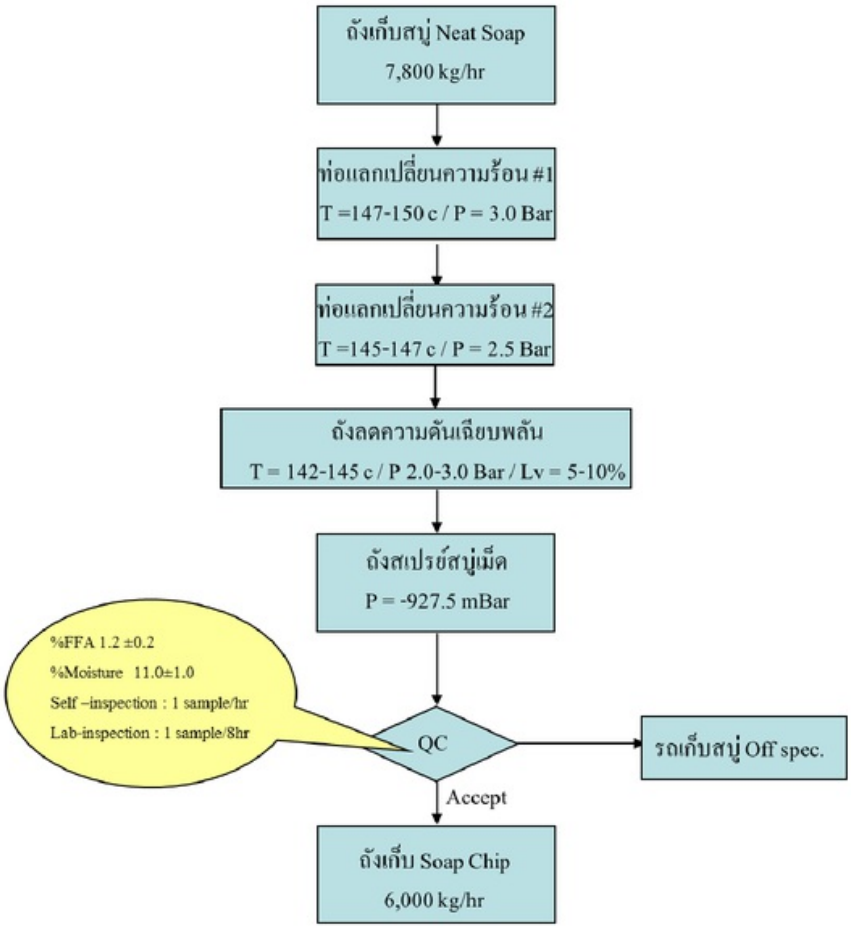
ค. พื้นที่ Amalgamator Area มีหน้าที่รับสบู่เม็ดจาก Ecodryer Areaโดยใช้รถรางสายพาน (Travelling scale) เป็นตัวรับสบู่เม็ดจากถังเก็บมาผสมกับน้ำหอม (Perfume), น้ำสี (Slurry), สารสกัด (Minor ingredient) ต่างๆ ตามสูตรที่กำหนดไว้ให้ โดยจะนำส่วนผสมเหล่านี้ผสมลงในถังกวนผสม (Mixer)ซึ่งเราจะเรียกว่า “Amalgamator” ซึ่งจะมีทั้งหมด 6 Mixer แบ่งแยกกันใช้ในแต่ละไลน์ ทั้ง 6 สายการผลิตดังรูปที่ 1-8

ง. พื้นที่ GlycerinArea มีหน้าที่รับกลีเซอรีน 45% (Spent Lye) ระหว่างสบู่เหลวและกลีเซอรีนซึ่งเป็น 1 ในผลิตภัณฑ์จากพื้นที่ CSU Area นำมาทำการกลั่นละเอียดเพื่อแยกเอากลีเซอรีน ออกจากสบู่เหลวอย่างละเอียด ให้ได้กลีเซอรีนที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.3%(Refined Glycerin) ที่ได้ภายหลังการแยกละเอียดที่พื้นที่นี้ จะถูกนำไปเก็บไว้ในถังกักเก็บเฉพาะ เพื่อรอการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยาสีฟันหรือจำหน่าย ส่วนสบู่เหลวที่ถูกแยกออกมาจะถูกส่งกลับไปยังพื้นที่ เพื่อทำการแยกอีกครั้งดังรูปที่ 1-9



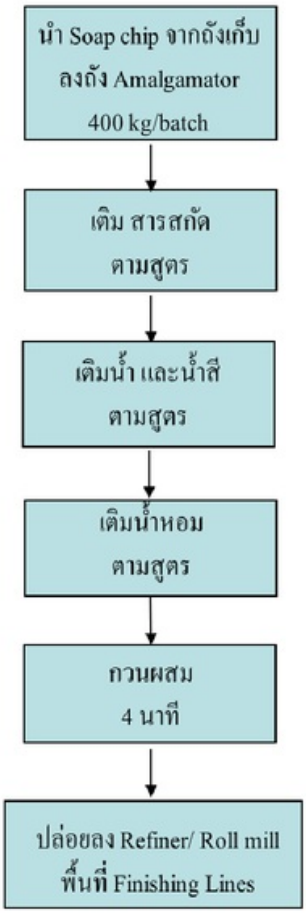
รูปที่ 1-6 : กระบวนการผลิตสบู่เหลว (CSU Area)

กระบวนการผลิตสบู่เหลว (CSU Area) ถือเป็นกระบวนการเริ่มต้นที่นำเอาน้ำมันพืช ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว (อัตราส่วน 80 : 20) ซึ่งน้ำมันทั้งสองชนิดถือเป็นวัตถุดิบหลักของกระบวนการผลิตสบู่เหลวโดยนำมาทำปฏิกิริยากับ โซดาไฟ และ น้ำเกลือ ออกมาเป็นสบู่เหลว(Neat soap)ซึ่งสบู่เหลวจะมีองค์ประกอบของน้ำมันพืชกว่า 65%, น้ำ 20-25%, กลีเซอรีนอยู่ 1%-3.5% และอื่นๆขึ้นอยู่กับสูตรสบู่ก้อนที่เดิน ถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีความน่าสนใจเพราะมีต้นทุนในการผลิตในแง่วัตถุดิบที่สูง



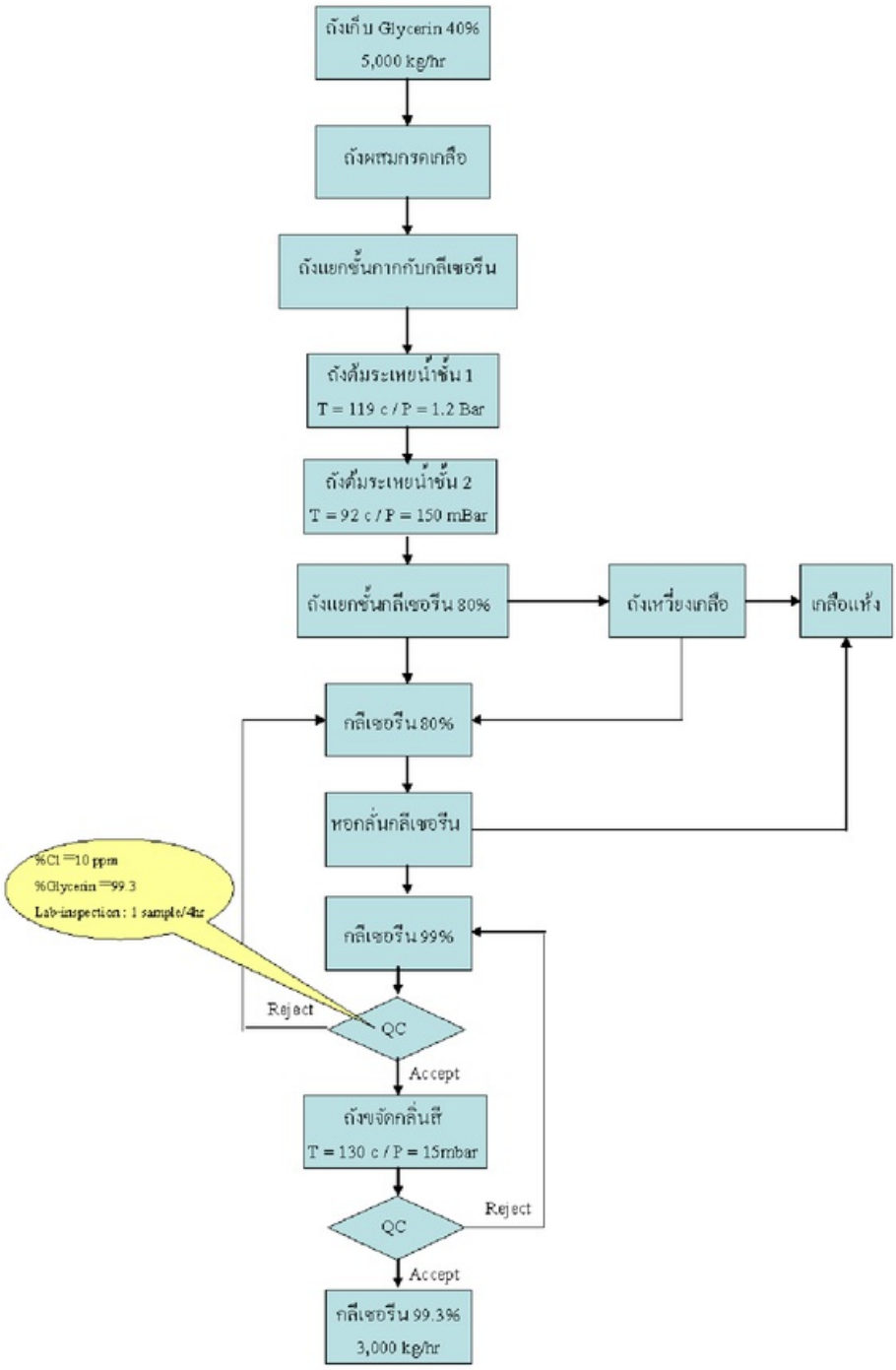
รูปที่ 1-7: กระบวนการผลิตสบู่เม็ด (Eco dryer Area)

กระบวนการผลิตสบู่เม็ด (Eco dryer Area) เป็นกระบวนการที่นำสบู่เหลว (Neat Soap) จากกระบวนการผลิตสบู่เหลว (CSU Area) มาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอน้ำ (Steam) โดยมีมิเตอร์ควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ (Steam Mass Flow)เพื่อให้น้ำในสบู่เหลวร้อนขึ้น และทำการระเหยออกโดยเข้าสู่ถังลดความดันเฉียบพลันที่มีวาล์วความคุมการระเหย (%Valve Opening) อยู่ทำให้สบู่เหลว (Neat Soap) แปรสภาพเป็น สบู่เม็ด (Soap Chip)ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบสบู่เม็ดในน้ำหนักที่เท่ากัน ถ้าสบู่เม็ดที่มาจากสบู่เหลว ที่มีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) ยิ่งมากขึ้น จะทำให้ใช้ปริมาณน้ำมันพืชน้อยลง และสามารถประหยัดพลังงานไอน้ำที่ใช้ได้อีกด้วย ซึ่งใช้เป็นแนวทางในลดต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนได้



รูปที่ 1-8 : กระบวนการกวนผสมเนื้อสบู่ตามสูตรสบู่ที่ผลิต ของพื้นที่Amalgamator

กระบวนการกวนผสมเนื้อสบู่ ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่ถูกควบคุม เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของการไม่อนุญาติให้ทำการเปลี่ยนแปลงสูตร ของบริษัทกรณีศึกษา นอกจากจะได้รับการอนุมัติจากทางบริษัทแม่ที่ประเทศอเมริกาเสียก่อนเพราะเนื่องจาก เป็นสูตรที่บริษัทกรณีศึกษาในทุกๆ ประเทศใช้เหมือนกัน (Global formula) ซึ่งรวมถึงทำการกำหนดเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่เม็ดที่ใช้กับสูตรนั้นๆ ด้วย โดยสิ่งที่ถูกกำหนด คือ เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่ที่ใช้, ปริมาณสารสกัด, น้ำ, น้ำสี, น้ำหอมและระยะเวลากวนผสม



รูปที่ 1-9 : กระบวนการผลิตกลีเซอรีนบริสุทธิ์ 99.3%(Glycerin Area), อัตราการผลิต และ จุดตรวจสอบ

กระบวนการผลิตกลีเซอรีน เป็นกระบวนการที่ไม่นำมาศึกษาในงานวิจัย เนื่องจากมีจำนวนปริมาณการผลิต และต้นทุนการผลิต รวมถึงกำไรจากการขายกลีเซอรีนต่ำ

จ. สายการผลิตเพื่อการบรรจุภัณฑ์ (Finishing Lines)มีหน้าที่ นำเอาสบู่เม็ด (Soap chip) ที่ผ่านกระบวนการกวนผสมเนื้อสบู่ตามสูตรแล้ว มาทำการผลิตโดยการตัดเนื้อสบู่แล้วปั้มขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ออกมาเป็นสบู่ก้อน และทำการเข้าเครื่องห่อบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 6 สายการผลิตซึ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ดำเนินการผลิตอยู่ เป็นดังนี้

สายการผลิตที่ 1	-	การบรรจุภัณฑ์ประเภทซองพลาสติกและห่อพลาสติก
สายการผลิตที่ 2	-	การบรรจุภัณฑ์ประเภทซองพลาสติก
สายการผลิตที่ 4	-	การบรรจุภัณฑ์ประเภทห่อพลาสติก
สายการผลิตที่ 3, 5 และ 6	-	การบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่อง

สำหรับกระบวนการผลิตนั้นแต่ละสายการผลิตจะไม่แตกต่างกันมากจะต่างกันตรงที่รูปแบบการบรรจุภัณฑ์โดยสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: เนื้อสบู่ถูกส่งต่อจาก Amalgamator ลงมาในสายการผลิตที่เครื่องกวนผสมขั้นที่สอง (Refiner)และเครื่องบดเนื้อสบู่(Roll Mill)เพื่อปรับสถานะและบดเนื้อสบู่ให้มีขนาดที่เหมาะสมแล้วส่งต่อไปยังเครื่องไล่ฟองอากาศในเนื้อสบู่ (Plodder)ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ควบคุมเนื้อสบู่ ไม่ให้มีฟองอากาศอยู่ภายในเนื้อ และควบคุมเนื้อสบู่ให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับสูตรนั้นๆ

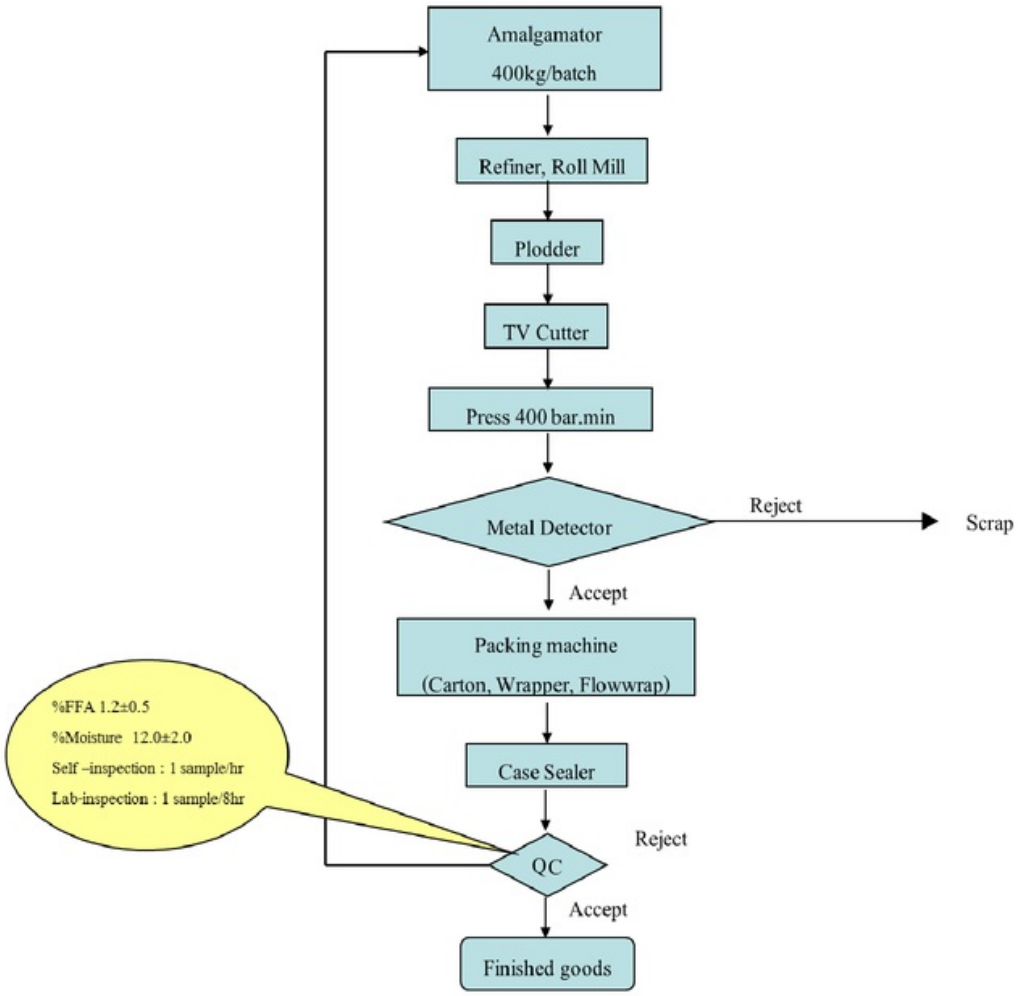
ขั้นตอนที่ 2: เนื้อสบู่ถูกฉีดออกมาเป็นทรงกระบอกยาว จะถูกตัดโดยเครื่องตัด(TV Cutter)เมื่อถูกตัดเป็นท่อนๆเป็นแท่งสบู่รูปทรงกระบอก (Slug)

ขั้นตอนที่ 3: แท่ง Slug จะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องปั้มสบู่(Press) เพื่อปั๊มขึ้นรูป โดยเครื่อง Press จะมีตัวปั๊ม 2 ด้าน ด้านหนึ่งจะอยู่นิ่งๆ เรียกว่า แบบฝั่งนิ่ง (Recipocating)และอีกฝั่งที่สามารถหมุนได้เรียกว่า ฝั่งหมุน(Rotating)เมื่อพิมพ์แล้วฝั่ง Rotating จะหมุนตัวเองเพื่อให้แขนดูด(Suction) ดูดสบู่ก้อนออกจากแบบแม่พิมพ์แล้วนำลงสู่สายพานลำเลียงต่อไป

ขั้นตอนที่ 4: สบู่จำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบโดยเครื่องตรวจสอบโลหะ (Metal Detector)เพื่อตรวจหาโลหะในเนื้อสบู่ หากตรวจพบสบู่จะถูกเป่าออกทันที โดยสายการผลิตที่ 3 และ 5 Metal Detector จะทำการตรวจ ณ ตำแหน่ง สายพานก่อนที่แท่งสลักวิ่งเข้าเครื่อง Press ส่วน สารการผลิตที่ 1, 2, 4 และ 6 จะทำการตรวจที่สายพานออกจากเครื่อง Press

ขั้นตอนที่ 5 : สบู่ก้อนจะเข้าสู่เครื่องบรรจุภัณฑ์ (Packing Machine) ของแต่ละสายการผลิตจนเป็นผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

ขั้นตอนที่ 6 : ห่อสบู่ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน ซึ่งมีเฉพาะสายการผลิตที่ สาม, ห้า และ หก จะมีเครื่องห่อสบู่ก้อน (Bundler)ซึ่งนำเอากระดาษหรือฟิล์มใสห่อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนจำนวนตามแต่แผนการผลิต



รูปที่ 1-10 : กระบวนการผลิตเพื่อการบรรจุภัณฑ์

กระบวนการผลิตนี้มีเครื่องจักรปั้มสบู่ก้อน (Press)จะมีความไวในเรื่องของค่าความแข็งของสบู่ก้อน (Hardness)ซึ่งจะถูกควบคุมคุณภาพอยู่ที่ 87.5±2.5 g/mm^{2}โดยถ้าสบู่เม็ดที่ได้จากกระบวนการผลิตสบู่เม็ด มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป จะมีผลต่อค่าความแข็งซึ่งถ้าสบู่ที่ค่าต่ำกว่า85 จะมีผลต่อต้นทุนด้านประสิทธิภาพการปั้มขึ้นรูปสบู่ก้อน อาจต้องทำการลดความเร็วในการปั้มขึ้นรูปก้อน แต่ถ้าสบู่ที่ค่าสูงกว่า 90 จะมีผลต่อต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย เนื่องจากเนื้อสบู่มีความหนาแน่นสูงทำให้ปรับน้ำหนักสบู่ลงได้ยาก โดย น้ำหนักของการปั้มสบู่ก้อน แสดงดังตารางที่ 1-2 ในหน้าที่ 15

1.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์

1.2.1 ลักษณะของการบรรจุภัณฑ์

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังรูปที่ 1-11 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) กล่อง (Carton): ผลิตจากกระดาษรีไซเคิ้ลผสมกับกาว พื้นกระดาษมีสีเทาอีกด้านเป็นพื้นสีกระดาษไม่มีการเคลือบชั้นพลาสติก จึงทำวามชื้นในสบู่ก้อนมีการระเหยตัวได้ซึ่งจะต้องระวังในเรื่องกฎหมาย เพราะมีข้อกำหนดไว้ในเรื่องการควบคุมปริมาณความชื้นที่สูญเสียไป

2) ซองพลาสติก (Flow Wrap): ผลิตจากพลาสติกชนิด โพลีโพรพิลีน (OPP) หนาเคลือบสีพิมพ์ ทำให้ความชื้นในสบู่ระเหยออกจากซองไม่ได้ ทำให้ความชื้นภายนำสูญเสียจากการระเหยน้อยมาก

3) ห่อพลาสติก (Wrapper): ผลิตจากเยื่อไผ่ และมีโพลีโพรพิลีน (OPP) แบบบางห่อหุ้มเป็นชั้นที่สอง และชั้นที่สามที่สัมผัสกับเนื้อสบู่จะเป็นกระดาษเยื่อไผ่แบบบาง (Stiffener) แต่ความชื้นภายในเนื้อสบู่ก็สามารถระเหยออกมาได้บางส่วน แต่น้อยกว่ากล่อง Carton

รูปที่ 1-11 : ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบการบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ

บรรจุภัณฑ์ทั้งสามประเภทต่างทำจากวัสดุต่างชนิดกัน ซึ่งเมื่อนำสบู่ก้อนบรรจุเข้าไป จะส่งผลต่อปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นได้ต่างกัน สำหรับงานวิจัยเล่มนี้ที่ทำการศึกษาผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตที่มีต่อต้นทุนรวม และคุณภาพของสบู่ก้อนนั้น ควรจะต้องคำนึงถึง บรรจุภัณฑ์เหล่านี้ด้วย เพราะกระทบต่อคุณภาพด้านปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการ

ระเหยของความชื้น และมีข้อบังคับของกฎหมายกระทรวงพาณิชย์ ว่าด้วยกำหนดชนิดสินค้าหีบห่อ หลักเกณฑ์ วิธีการแสดงปริมาณของสินค้า และอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550 เป็นตัวควบคุม

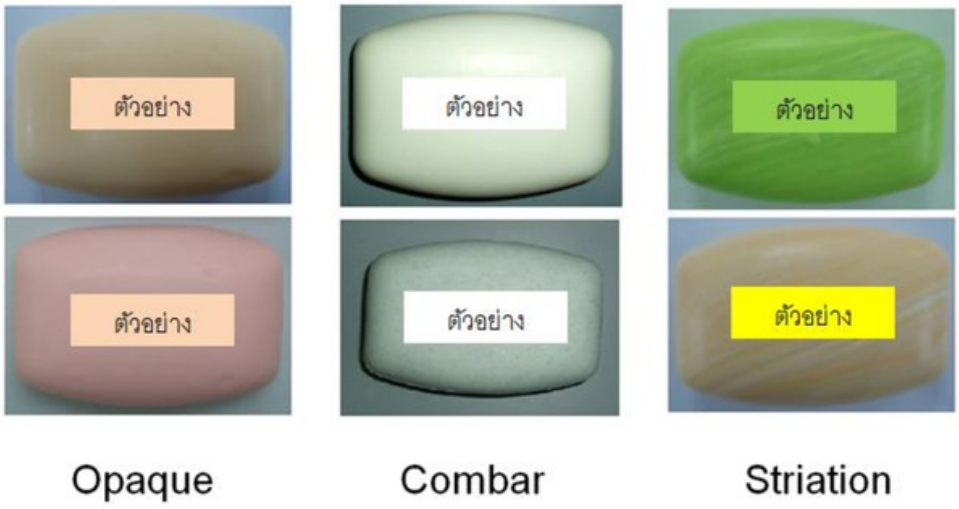
1.2.2 ลักษณะเนื้อสบู่ที่ผลิต

ในโรงงานกรณีศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังรูปที่ 1-12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก. เนื้อสี (Opaque) เป็นสบู่ที่มีสีเรียบเนียนเป็นสีเดียวกันหมด

ข. เนื้อสีมีริ้ว (Striation)เป็นสบู่ที่มีริ้วสีขาวซึ่งทำมาจาก ไททาเนี่ยมไดออกไซด์

ค. เนื้อขาวผสมสารบีเทน (Combar)เป็นสบู่ที่มีการเติมสารพิเศษบีเทนที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทำให้ผิวชุ่มชื้น และผงขัดผิว



รูปที่ 1-12: ประเภทเนื้อสบู่

1.2.3 สูตรสบู่ที่ผลิต

บริษัทกรณีศึกษามีสูตรผลิตทั้งหมด 31 สูตรดังตารางที่ 1-1 ซึ่งได้เรียงตามปริมาณน้ำในสูตรต่อ 1 รอบการผสม(400 kg/batch) เทียบกับ ปริมาณน้ำในสบู่เม็ดและสบู่ก้อน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายพร้อมขายสังเกตว่าช่วงมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความชื้น จะถูกกำหนดให้เท่ากัน ในขณะที่ปริมาณน้ำที่ใส่ในแต่ละสูตรไม่เท่ากัน ดังนั้นสูตรสบู่ที่มีความเสี่ยงต่อการผลิตเกินช่วงมาตรฐานคือ OLIVE เพื่อมีปริมาณน้ำที่เติมในสบู่มากที่สุด

ตารางที่ 1-1 : สูตรการผลิตเรียงตาม % น้ำในสูตรเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐาน

สูตรสบู่ก้อน Bar Soap formula	ประเภท Type	ปริมาณน้ำที่เติมในสูตร (kg/batch) % Water added in formula	ปริมาณน้ำในสบู่เม็ด (%) % Moisture specification of soap chip	ปริมาณน้ำในสบู่ก้อน (%) % Moisture specification of FGs
OLIVE	Opaque	20.00	10.0-12.0	10.0-14.0
PAPAYA	Striation	19.50	10.0-12.0	10.0-14.0
ROSE POTALS	Opaque	19.50	10.0-12.0	10.0-14.0
DEO	Opaque	16.00	10.0-12.0	10.0-14.0
GOLD	Opaque	15.39	10.0-12.0	10.0-14.0
BEE EXTRACT	Striation	15.30	10.0-12.0	10.0-14.0
LAVENDER	Opaque	15.05	10.0-12.0	10.0-14.0
OATS & BROWN SUGAR	Combar	15.00	10.0-12.0	10.0-14.0
MILK PROTEIN	Opaque	15.00	10.0-12.0	10.0-14.0
WHITE	Opaque	15.00	10.0-12.0	10.0-14.0
WHITE CLEARING	Opaque	14.17	10.0-12.0	10.0-14.0
SHEA BUTTER	Opaque	14.03	10.0-12.0	10.0-14.0
ALOEVERA	Opaque	13.27	10.0-12.0	10.0-14.0
FRESH	Opaque	13.04	10.0-12.0	10.0-14.0
ROYAL BEE MILK	Opaque	12.12	10.0-12.0	10.0-14.0
FRESH OCEAN	Opaque	11.67	10.0-12.0	10.0-14.0
GENTLE	Opaque	11.67	10.0-12.0	10.0-14.0
EXFOLIATING	Combar	11.67	10.0-12.0	10.0-14.0
HONEY & MILK	Opaque	11.61	10.0-12.0	10.0-14.0
CITRUS & CREAM	Opaque	11.04	10.0-12.0	10.0-14.0
CREAM	Opaque	10.20	10.0-12.0	10.0-14.0
ACTIVE	Opaque	10.13	10.0-12.0	10.0-14.0
FRESH MORNING DREW	Opaque	10.07	10.0-12.0	10.0-14.0
CLASSIC	Opaque	10.04	10.0-12.0	10.0-14.0
PINK	Opaque	10.00	10.0-12.0	10.0-14.0
WHITENING	Combar	10.00	10.0-12.0	10.0-14.0
ICY COOL	Opaque	10.00	10.0-12.0	10.0-14.0
CLEAN PURE	Opaque	9.33	10.0-12.0	10.0-14.0
SUN CARE	Opaque	7.74	10.0-12.0	10.0-14.0
HERB	Opaque	5.04	10.0-12.0	10.0-14.0
REGULAR	Combar	5.00	10.0-12.0	10.0-14.0

ดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 1.2.2 ลักษณะเนื้อสบู่ และหัวข้อ 1.2.3 สูตรสบู่ที่ผลิต ถือเป็นปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณาประกอบงานวิจัยเล่มนี้ เนื่องจาก ลักษณะเนื้อสบู่มาจากกระบวนการในการผสมที่ต่างกัน ส่วนสูตรสบู่ที่ผลิต มีปริมาณการผสมน้ำที่ไม่เท่ากัน รวมถึงสารสกัดและน้ำหอมที่ผสมเข้าไปต่างชนิดกัน ประการสุดท้ายงานวิจัยเล่มนี้มีข้อจำกัดหนึ่งที่ไม่สามารถทำได้ คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือชนิดของน้ำ, สารสกัด และน้ำหอมของแต่ละสูตรได้ เนื่องจากเป็นความลับของบริษัทในกรณีศึกษา เราสามารถทำการพิจาณาเพียงปริมาณน้ำในสบู่เม็ด หรือเปอร์เซ็นต์ความชื้น ที่พร้อมบรรจุเท่านั้น

1.2.4 น้ำหนักสบู่ก้อนสบู่

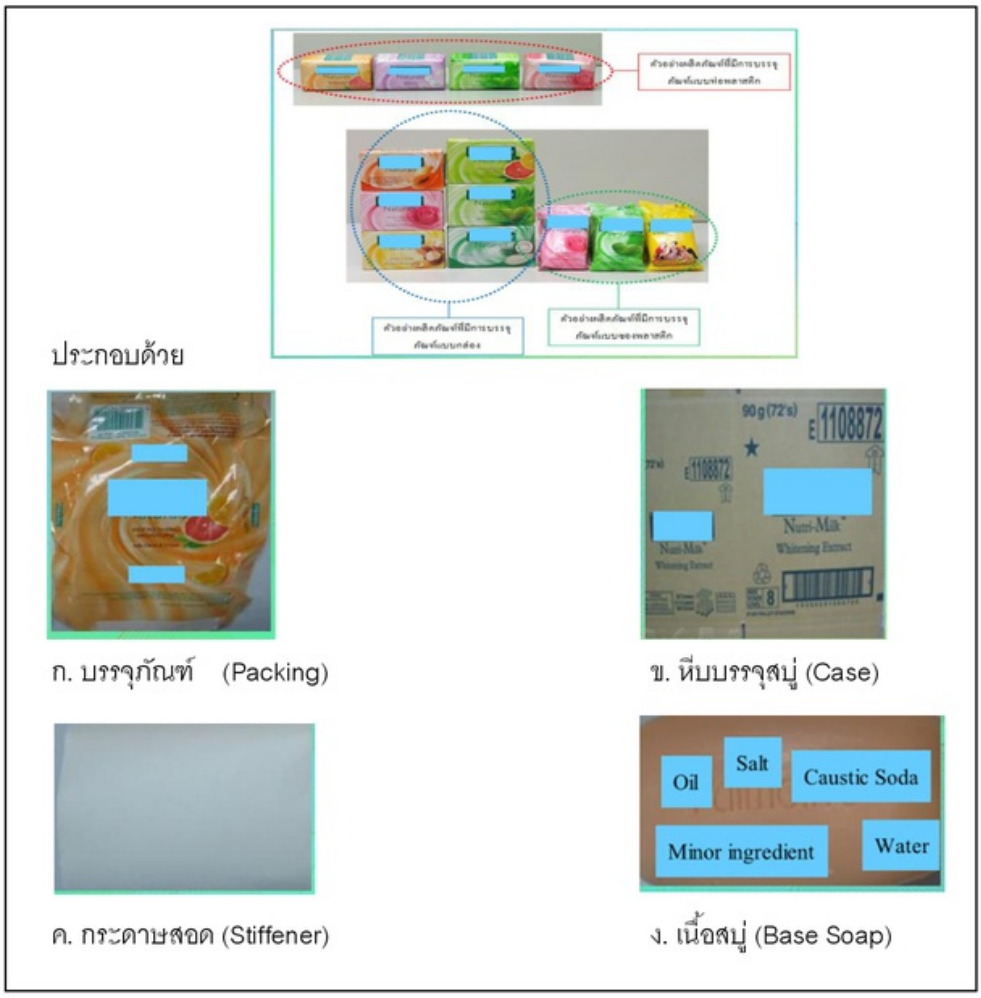
น้ำหนักสบู่ก้อนของบริษัทกรณีศึกษาผลิตทั้งหมด 6 ช่างน้ำหนักในแต่ละน้ำหนักขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา โดยในแต่ละน้ำหนักนั้นสามารถแบ่งออกตามชนิดบรรจุภัณฑ์ได้ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่1-2 : น้ำหนักสบู่ก้อน, ค่ากลาง,ค่าเผื่อ, ช่วงน้ำหนักและบรรจุภัณฑ์

น้ำหนัก (g)	ค่ากลางน้ำหนักปั้มก้อนสบู่ (g)	ค่าเผื่อ (g)	ช่วงน้ำหนักปั้มก้อนสบู่ (g)	บรรจุภัณฑ์
115	115.5	± 0.5	115.0- 116.0	Carton
100	101.5	± 0.5	101.0 - 103.0	Wrapper
90	90.5	± 0.5	90.0 - 91.0	Carton
80	80.5	± 0.2	80.3 - 80.7	Carton, Wrapper
75	75.5	± 0.5	75.0 - 76.0	Carton
55	55.5	± 0.5	55.0 - 56.0	Flowwrap

1.2.1 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน(Product Component)

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สบู่ดังรูปที่ 1-13 ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนของบริษัทกรณีศึกษาเป็นสบู่ชนิดถนอมผิว ประกอบด้วยบรรจุภัณฑ์ (Packing) ซึ่งมีผลิตอยู่สามชนิด คือ Carton Flowwrap และ Wrapper โดยน้ำหนักสบู่จะถูกระบุไว้ที่ด้านหน้าของบรรจุภัณฑ์ ส่วนรายละเอียดของวัตถุดิบที่เติม รวมถึงสารสกัดต่างๆระบุไว้ที่ฉลากด้านหลังของบรรจุภัณฑ์ รวมถึงหมายเลขการค้าที่ขึ้นทะเบียนไว้กับองค์การอาหารและยา วันที่ผลิตและวันหมดอายุสบู่ก้อนจะระบุไว้ที่ฝาด้านข้างของบรรจุภัณฑ์ หีบบรรจุสบู่ (Case) บอกรหัสสินค้า แถบบาร์โค้ด และการจัดเรียงกะบะเพื่อจัดส่งขึ้นรถบรรทุก กระดาษสอด (Stiffener) มีไว้เพื่อรองรับเนื้อสบู่ไม่ให้สัมผัสกับบรรจุภัณฑ์โดย Stiffener จะมีใช้เฉพาะบรรจุภัณฑ์ชนิด Wrapper และเนื้อสบู่ (Base Soap) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสุดท้าย ประกอบด้วยน้ำมันพืช (Oil) เกลือ (Salt) ด่าง (Caustic Soda) ส่วนผสมต่างๆ (Minor Ingredient) ตามสูตรสบู่ และน้ำ (Water)



รูปที่ 1-13 : ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

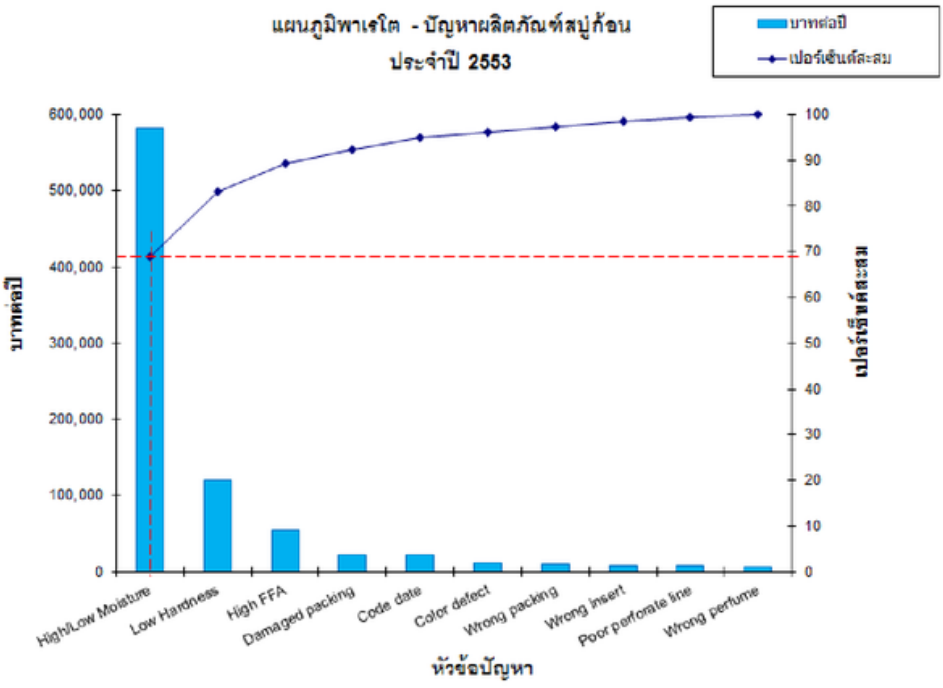
1.3 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ภายหลังจากสถานการณ์ภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก การดำเนินกิจการของบริษัทประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงมากขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบมีราคาสูงขึ้น โดยเฉพาะราคาน้ำมันปาล์มที่ได้ปรับตัวสูงขึ้นกว่า 70% ตั้งแต่ไตรมาสที่ 4 ของปี 2553 อีกทั้ง ผู้ผลิตไม่สามารถเพิ่มราคาของผลิตภัณฑ์ได้ตามต้นทุนที่เพิ่มขึ้น จากการควบคุมราคาสินค้าอุปโภคบริโภคทุกชนิดโดยรัฐบาล เพื่อให้สามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้โดยที่ผลกำไรยังคงเดิมไว้ได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตรวมของการผลิตสบู่ก้อน และทำการปรับค่าของพารามิเตอร์นั้นที่ทำให้กระบวนการผลิตมีต้นทุนต่ำลงอย่างเหมาะสม ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสบู่ก้อน

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลปัญหาผลิตภัณฑ์สบู่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน (Non-Confirming product : NC) ในปี 2553 ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1-3 : แสดงปัญหาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนที่พบทั้งหมดในปี 2553

1 ปัญหาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน	จำนวนปัญหา (ครั้ง)
High Moisture	6
Low Moisture	3
High FFA	3
Low Hardness	6
Damaged packing	2
Code date	2
Color defect	2
Wrong packing	2
Wrong insert	1
Poor perforate line	2
Wrong perfume	3
จำนวนปัญหารวม	32



จากข้อมูลที่ได้จากตาราง 1-3 นั้นทางผู้วิจัยได้นำมาจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของแผนภาพพาเรโต เพื่อเรียงลำดับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตในปี 2553

ข้อมูลที่ได้จากแผนภาพพาเรโตนั้นจะเห็นได้ว่าปัญหาที่ทำให้สูญเสียต้นทุนสูงสุดอันดับหนึ่งนั้นเป็นปัญหา High/Low Moistureจากหลักการ 80:20 ทางบริษัทจึงคิดว่าปัญหาที่ควรนำมาแก้ไขก่อนเนื่องจากส่งผลโดยตรงกับต้นทุนผลผลิตสูญเสีย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในต้นทุนการผลิตรวมของการผลิตสบู่ก้อน

ต้นทุนการผลิตรวมของการผลิตสบู่ก้อน คือค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ไปสำหรับการผลิตสบู่หนึ่งก้อน ตั้งแต่กระบวนการรับส่ง ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ วัสดุบรรจุภัณฑ์และเก็บรักษา (Receiving and Material Storage area) จนถึง กระบวนการเพื่อการบรรจุภัณฑ์ (Finishing Lines)ซึ่งแยกออกเป็นสองส่วน คือ ต้นทุนวัตถุดิบรวม และ ต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักร

1) ต้นทุนวัตถุดิบรวม คือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการซื้อวัตถุดิบ และบรรจุภัณฑ์สำหรับการผลิตสบู่ก้อน
2) ต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักร คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ไปในการผลิตสบู่ก้อน ได้แก่ ต้นทุนค่าแรง ที่จะต้องจ่ายแก่พนักงานในสายการผลิต ต้นทุนผันแปร คือค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายค่าน้ำค่าไฟ ต้นทุนคงที่ คือค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายในการเช่าโกดังในการดำเนินการผลิต และต้นทุนผลผลิตสูญเสีย คือค่าสูญเปล่าที่เสียไปโดยไม่ได้ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนออกมาซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย และต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย

สำหรับปัญหา High/Low Moisture จัดเป็นต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักรในส่วนของผลผลิตสูญเสีย ทางด้านบรรจุภัณฑ์สูญเสีย เพราะจะต้องดำเนินการกักกันสินค้า เพื่อทำการแกะทำลายบรรจุภัณฑ์เพื่อนำสบู่ก้อนกลับเข้ากระบวนการปั้มอีกครั้ง สำหรับงานวิจัยเล่มนี้ซึ่งศึกษาผลกระทบของต้นทุนการผลิตรวมของการผลิตสบู่ก้อน ที่มีการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตสบู่เม็ด คุณภาพด้าน High/Low Moistureหรือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด จัดเป็นตัววัดคุณภาพหนึ่งของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่จะต้องนำมาพิจารณา โดยมีช่วงมาตรฐานอยู่ที่ 11.0±1.0%นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่า คุณภาพด้านความแข็งสบู่ (Hardness) และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น ของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ควรจะต้องนำมาพิจารณาด้วย เนื่องจากเมื่อมีการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตสบู่เม็ด จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด ซึ่งเมื่อนำสบู่เม็ดมาผลิตยังกระบวนการผลิตสบู่ก้อนเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะส่งผลต่อคุณภาพด้านความแข็งสบู่ (Hardness)ด้วยโดยมีช่วงมาตรฐานคือ 87.5±2.5 g/mm^2ซึ่งถ้าค่าความแข็งสบู่ก้อนนั้น มีค่าต่ำช่วงมาตรฐานที่กำหนด จะมีผลต่อต้นทุนด้านประสิทธิภาพการเดินการเครื่องสูญเสีย เนื่องจากต้องทำการลดความเร็วในการปั้มขึ้นรูปก้อน แต่ถ้าสบู่ที่ค่าสูงกว่าค่าควบคุมไว้ คือมากกว่า 90 จะมีผลต่อต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสียในการผลิตสบู่ก้อน ส่วน

คุณภาพด้านปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น นั้นจำเป็นต้องพิจารณาเนื่องจากมีการควบคุมโดยกฎหมายกระทรวงพาณิชย์

จากข้อมูลกระบวนการผลิตสบู่ ซึ่งทำการพิจารณากระบวนการผลิตสบู่ก้อนในแต่ละขั้นตอนจนได้ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนทำให้ทราบว่าน้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบหลักมีผลต่อต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อน การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลีเซอรีนในสบู่เหลว (%Glycerin) จะส่งผลต่อปริมาณน้ำมันปาล์มที่ใช้ ทำให้ต้นทุนวัตถุดิบรวมทางด้านต้นทุนวัตถุดิบเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยถ้าปริมาณกลีเซอรีนในสบู่เหลวมากขึ้น จะทำให้ต้นทุนวัตถุดิบมีค่าลดลง แต่จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด ซึ่งถูกควบคุมคุณภาพให้อยู่ในช่วงมาตรฐาน 11.0±1.0% ต้องทำการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ได้แก่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow) และ เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และเมื่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดเปลี่ยนแปลง จะส่งผลต่อค่าความแข็งสบู่ก้อน ในกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ซึ่งถูกควบคุมคุณภาพให้อยู่ในช่วงมาตรฐาน 87.5±2.5 g/mm^2 และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น ควบคุมคุณภาพโดยกระทรวงพาณิชย์

นอกจากนั้นจากข้อมูลส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน(Product Component) เมื่อพิจาณาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนเปรียบเทียบกับมาตราฐานคุณภาพที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละส่วนประกอบเพื่อพิจารณาชนิดของคุณค่าของสิ่งที่ทำการตรวจสอบของแต่ละข้อกำหนดโดยสามารถแบ่งชนิดขอคุณค่าออกเป็น 3 ประเภท คือ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

1) Non Value Added (NVA)	ลูกค้าไม่ได้ต้องการ และไม่กระทบต่อต้นทุนบริษัท
2) Real Value Added(RVA)	ลูกค้าต้องการ และกระทบ/ไม่กระทบต่อต้นทุนบริษัท
3) Business Value Added(BVA)	ลูกค้าไม่ได้ต้องการ และกระทบต่อต้นทุนบริษัท

ดังแสดงตามตารางที่ 1-4 พบว่า %Moisture จัดเป็น Business Value Added(BVA) ลูกค้าไม่ได้ต้องการ แต่และกระทบต่อต้นทุนบริษัท ซึ่งคุณลักษณะนี้ เป็นสิ่งที่ทางบริษัทได้กำหนดมาตราฐานคุณภาพขึ้นมาเอง ซึ่งสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ แต่จะต้องมีการพิจาณาถึงผลกระทบทางคุณภาพด้านอื่นตามมาด้วย ซึ่งคือค่าความแข็งสบู่ก้อน และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นเมื่อต้องการที่จะเปลี่ยนช่วงมาตราฐานคุณภาพของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดจะเปลี่ยนแปลงตามค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ได้แก่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow) และ เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening)

ตารางที่ 1-4: คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน

ประเภทสินค้า	ส่วนประกอบของสินค้า	สิ่งที่กำหนดคุณภาพ	คุณลักษณะ 4 ประเภท	ชนิดของคุณค่า		
				NVA	RVA	BVA
Bar soap	Packing	งานพิมพ์	Physical		x	
		Yield (pc/kg)	Physical			x
		Dimension	Physical		x	
		Address	After Service		x	
	Case	งานพิมพ์	Physical		x	
		Glue Sealing	Physical			x
		Dimension	Physical		x	
		Address	After Service		x	
	Stiffener	งานพิมพ์	Physical			x
		Yield (pc/kg)	Physical			x
		Dimension	Physical		x	
	Base Soap	Smelling	Functional		x	
		Colorance	Physical		x	
		Dirth	Functional		x	
		Weight	Physical		x	
		Frashing	Functional	x		
		Ship	Functional		x	
		Knock	Functional		x	
		Crack	Functional		x	
		Snacking	Functional		x	
		Ice mark	Functional		x	
		Size	Functional		x	
		Sandiness	Functional		x	
		%Moisture	Functional			x
		%FFA	Functional			x
		%Glycerin	Functional			x
		%Perfume	Functional		x	
		%Titanium dioxide	Functional			x
		pH	Functional		x	
		Shelf life	Life time		x	

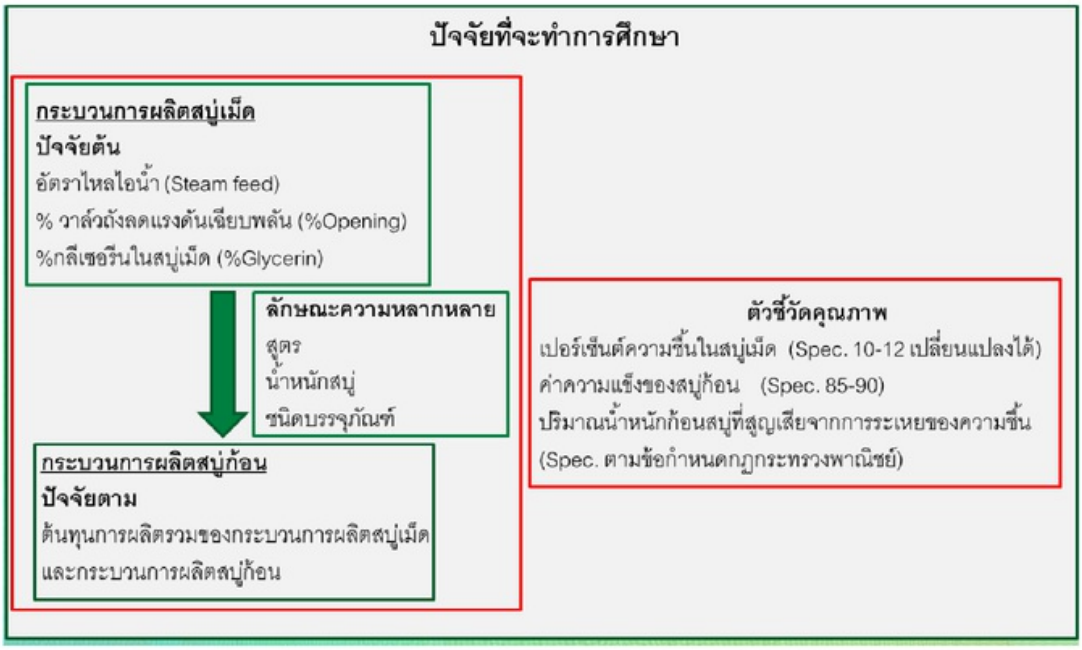
ด้วยเหตุนี้งานวิจัยได้นำความรู้ของการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม :(DOE) มาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตได้แก่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow) เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin) ที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนอย่างไร โดยตัวชี้วัดด้านคุณภาพที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด, ค่าความแข็งสบู่ก้อน และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

ดังนั้นสามารถสรุปประเด็นสำคัญสำหรับงานวิจัยนี้ได้เป็น 2 ข้อคือ

1)ศึกษาปัญหาด้านคุณภาพในอดีตพบสบู่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของ2553 พบว่าบริษัทมีปัญหาคุณภาพทางด้านHigh/Low moistureหรือเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดไม่เป็นไปตามช่วงมาตรฐาน 11.0±1.0% คิดเป็นมูลค่า 582,246 บาท คิดเป็น 70% ของต้นทุนผลผลิตสูญเสียทั้งหมดจึงควรลดต้นทุนในส่วนนี้ลง ซึ่งคุณภาพทางด้านHigh/Low moistureหรือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดพบว่าเป็น สิ่งที่ทางบริษัทได้กำหนดช่วงมาตรฐาน11.0±1.0% ขึ้นมาเองสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับเปอร์เซ็นต์ความชื้น แต่จะต้องมีการพิจารณาถึงผลกระทบที่ตามมาด้วยซึ่งคือค่าความแข็งสบู่ก้อน และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

2) นอกจากต้นทุนผลผลิตสูญเสียจากปัญหา High/Low Moisture แล้วบริษัทยังมีแนวทางในการลดต้นทุนด้านอื่นๆ ได้อีก ได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบรวม ซึ่งกระทบต่อค่าพารามิเตอร์ ได้แก่อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin) ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งทำการศึกษาผลกระทบ และปรับปรุงค่าพารามิเตอร์โดยมีเป้าหมายให้ต้นทุนการผลิตรวมสบู่ก้อนลดลงโดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพสบู่ก้อน

โดยจากข้อสรุปทั้ง 2 สามารถสรุปปัจจัยที่จะทำการศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ ดังแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 1-14 ทั้งนี้จะต้องศึกษาหาระดับและลักษณะความหลายหลายที่เลือกพิจารณาในงานวิจัยนี้ต่อไป



รูปที่ 1-14 : ปัจจัยที่ทำการศึกษาสำหรับงานวิจัย

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนลดลงอย่างเหมาะสม โดยไม่กระทบต่อคุณภาพสบู่ก้อน
2. กำหนดช่างมาตรฐานใหม่ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาวิจัยเฉพาะน้ำมันตามสูตร Palm Oil: Palm Sterin: Coconut/Palm Kernel Oil ที่อัตราส่วน 40:40:20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนอยู่ที่ 1%-3.5%
2. งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin) ที่มีต่อต้นทุนการผลิตรวม เฉพาะกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน โดยจะไม่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำที่เติมของสูตรสบู่ของกระบวนการผสมสูตรสบู่(Amalgamator)
3. ตัววัดคุณภาพของสบู่ก้อนที่จะทำการศึกษา คือค่าความแข็งสบู่ก้อน และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น
4. ต้นทุนที่ทำการพิจารณา คือต้นทุนวัตถุดิบ และต้นทุนผลผลิตสูญเสีย อันประกอบด้วย ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย และต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. กำหนดจุดประสงค์เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนลดลงอย่างเหมาะสมโดยไม่กระทบต่อคุณภาพสบู่ก้อนและช่างมาตรฐานใหม่ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์

2. กำหนดระดับของตัวแปรต้นโดยการศึกษาประวัติการเดินปรับค่ากระบวนการของอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin) ในอดีต
3. กำหนดเมทริกซ์การออกแบบโดยเลือกชนิดของการออกแบบของพื้นผิวผลตอบ เพื่อประหยัดจำนวนการทดลองได้เพื่อประหยัดต้นทุนในการทดลอง
4. กำหนดขั้นตอนการทดลอง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับทุกทุกลำดับการทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง
5. กำหนดแผนการทดลองเพื่อทราบระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง โดยปรึกษากับทีมงานฝ่ายวางแผนการผลิตของโรงงานสบู่กรณีศึกษา
6. ดำเนินการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง
7. วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin)ที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลองตามเมทริกซ์การออกแบบ
8. วิเคราะห์หาค่าปรับตั้งปัจจัยต้น ที่จะลดต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อน โดยไม่กระทบต่อคุณภาพ
9. ศึกษาโครงสร้างต้นทุน และวิธีการคำนวณต้นทุนการผลิตรวมสบู่ก้อน
10. ทำการทดลองเพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์โดยนำค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยต้นที่ได้ปรับปรุง มาทำการเดินกระบวนการจริง พร้อมทั้งช่วงมาตรฐานใหม่ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหมาะสมกับต้นทุนการผลิตรวม และวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้น
11. การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในแง่ของต้นทุนและคุณภาพสบู่ก้อน
12. สรุปผลการปรับปรุงข้อจำกัด และข้อเสนอแนะที่ได้จากผลการวิจัย
13. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.7ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	ระยะเวลาดำเนินงาน							
		ปี 2554				ปี 2555			
		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
	กำหนดขั้นตอนและการดำเนินงานวิจัย								
	1. กำหนดวัตถุประสงค์ และหาระดับของปัจจัยต้น								
	2. การทำเมทริกซ์การออกแบบ								
	3. ออกแบบขั้นตอนการทดลอง								
	4. จัดทำแผนการทดลอง และดำเนินการทดลอง								
	วิเคราะห์ผลการดำเนินงานวิจัย								
	5. วิเคราะห์ผลการทดลองที่มีต่อต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนแต่ละการทดลอง								
	6. วิเคราะห์หาค่าปรับสั่งปัจจัยต้น ที่จะลดต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อน โดยไม่กระทบต่อคุณภาพ								
	7. ศึกษาโครงสร้างต้นทุน และวิธีการคำนวณต้นทุนการผลิตรวมสบู่ก้อน								
	8. ทำการทดลองเพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์ โดยนำค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยต้นที่ได้ปรับปรุง มาทำการเดินกระบวนการจริง								
	9. การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงในแง่ของต้นทุนและคุณภาพสบู่ก้อน								
	บทสรุปวิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะงานวิจัย								
	10. สรุปผลการปรับปรุง ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะที่ได้จากผลการวิจัย								
	11. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์								

1.8ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ค่าพารามิเตอร์ปรับตั้งเครื่องจักร ได้แก่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin)
2. ช่วงมาตรฐานใหม่ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเนื้อสบู่เม็ด

1.9ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคุณภาพ และต้นทุนการผลิตรวมของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน
2. สามารถลดต้นทุนการผลิตรวมของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน
3. การวิจัยนี้สามารถนำไปมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่ต้องการออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบของปัจจัย และการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตสบู่ก้อน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยเล่มนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยต้นต่อต้นทุนการผลิตรวม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม : (DOE) เพื่อใช้ในการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต้นและปัจจัยตาม เมื่อทำการทดลองแล้วจะต้องทำการทำแผนสุ่มตัวอย่างสบู่ก้อน ตามข้อกำหนดของกฎกระทรวงพาณิชย์ ที่พิจารณาถึงปริมาณการสุ่มตัวอย่าง ที่เหมาะสมกับอัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้พื้นผิวผลตอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวม ที่ต่ำสุดโดยมีตัววัดคุณภาพเป็นตัวควบคุมตรวจสอบ และทำศึกษาความสามารถของกระบวนการ : (Process Capability) ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ใหม่ เพื่อการกำหนดช่วงมาตรฐานของคุณภาพด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสบู่เม็ด สุดท้ายมีการศึกษางานวิจัยที่เคยศึกษาผลกระทบต่อปัจจัยต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการมาก่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยของงานวิจัยเล่มนี้ ต่อไป

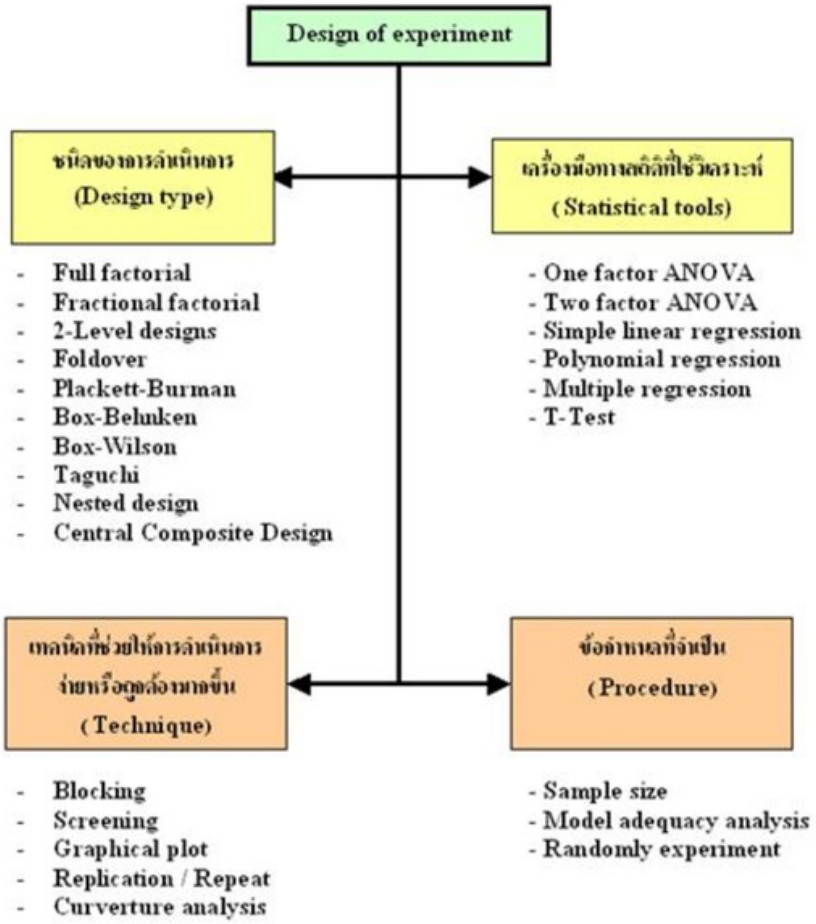
2.1 การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม: (Design of Experiment: DOE)

การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม หรือ DOE มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าปัจจัย (factors) ของกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง แล้วดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนอง (Response)ของกระบวนการนั้น โดยปกติมักใช้ตอน มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่กับกระบวนการเดิม ในกรณีของงานวิจัยนี้ ก็คือใช้ DOE เพื่อทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดและสบู่ก้อนนั่นเอง ทั้งนี้เพื่อ

1. เลือกชนิดของการดำเนินงาน : (Design type)
2. ทราบผลกระทบของปัจจัยในกระบวนการผลิตสบู่เม็ดและสบู่ก้อนโดยสามารถเขียนในรูปแบบของสมการเชิงเส้นได้ : (Regression)
3. ทราบอันตรกิริยาของปัจจัย (Interaction) ของความดันและอุณหภูมิ ที่มีต่อกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และความชื้นกับ%กลีเซอรีน ที่มีต่อกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

องค์ประกอบของ DOEสามารถแบ่งองค์ประกอบได้ 4 ส่วน ดังรูปที่ 2-1

1. ชนิดการดำเนินการ (Design type)
2. เครื่องมือทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ (Statistical tools)
3. เทคนิคที่ช่วยในการดำเนินการให้ง่ายหรือถูกต้องมากขึ้น (Techniques)
4. ข้อกำหนดที่จำเป็น (Procedure)



รูปที่ 2-1 : องค์ประกอบของการ DOE

2.1.1ชนิดของการดำเนินการ (Design type)หมายถึงรูปแบบมาตรฐานที่จะใช้ในการดำเนินการ ผู้ทำการทดลองจะต้องตัดสินใจเลือกตั้งแต่อยู่ในขั้นตอนวางแผน เพราะ Design จะนำไปสู่วิธีการดำเนินการทดลอง วิธีเก็บบันทึกข้อมูลและเครื่องมือทางสถิติที่จะใช้ในการวิเคราะห์ในที่สุด การจะตัดสินใจ

เลือก Design ใดนั้น มีองค์ประกอบคือ ผลหรือเป้าหมายที่ต้องการได้รับความซับซ้อนของการทำการทดลอง และข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆ

สำหรับงานวิจัยเล่มนี้ ได้ใช้การออกแบบการทดลอง (DOE) ใช้ในการดำเนินการทดลอง นอกจากนี้ยังนำ ทฤษฎีพื้นผิวผลตอบ: (Response Surface Methodology, RSM) เพื่อใช้หาคำตอบที่ดีที่สุดว่าปัจจัยต้นค่าได้ที่จะทำให้ได้ปัจจัยตามที่เหมาะสม เป็นไปตามเป้าหมาย และใช้จำนวนการทดลองที่ต่ำ เพื่อลดต้นทุนที่ใช้จากการทำการทดลอง งานวิจัยเล่มนี้ได้สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัย โดยอ้างอิงได้จาก (ปารเมศ ชุติมา, 2545)ซึ่งกล่าววิธีการพื้นผิวผลตอบ (Response Surface Methodology, RSM) เป็นการรวบรวมเอาเทคนิคทางคณิตศาสตร์และทางสถิติที่มีประโยชน์ต่อการสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์) ปัญหาโดยที่ผลตอบที่สนใจขึ้นอยู่กับหลายตัวแปร และวัตถุประสงค์ที่จะหาค่าที่ดีที่สุดของผลตอบนี้ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ คือ การหาค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนต่ำสุด ภายใต้คุณภาพสบู่ก้อน

การออกแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน (Box-Behnken Design) เป็นการออกแบบสำหรับฟิตพื้นผิวผลตอบ การออกแบบนี้ถูกสร้างขึ้นจากการรวมการออกแบบแฟกทอเรียล 2k กับการออกแบบบล็อกไม่บริบูรณ์ ผลของการออกแบบมีประสิทธิภาพมากในด้านจำนวนของการทดลองที่มีจำนวนการทดลองที่น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการออกแบบการทดลองแบบอื่น เช่น การออกแบบส่วนประสมกลาง (Cental composite) เป็นต้น

2.1.2 เครื่องมือทางสถิติ (Statistical tools) หมายถึงกรรมวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ที่ผู้ทำการทดลองจะต้องเลือกตั้งแต่อยู่ในขั้นตอนการวางแผนการทดลองและที่สำคัญผู้ใช้จะต้องเข้าใจเครื่องมือเหล่านี้ให้ดีพอว่า จะแปลความหมายอย่างไรมีข้อผิดพลาดจะรู้ได้อย่างไรและจะตรวจได้ที่ใดโดยงานวิจัยได้ใช้เครื่องมือทางสถิติคือ

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น(Regression)การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น จะเป็นการนำข้อมูลจากตัวแปรที่ทำการศึกษามาวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา โดยมีหลักการว่าจะต้องมีผลรวมของระยะห่างกำลังสอง จากเส้นกราฟหรือระนาบถึงทุกๆ จุดนั้นมีค่าน้อยที่สุดเรียกหลักการนี้ว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Method of Least Squares) จากนั้นใช้กระบวนการทางสถิติเพื่อหาค่าคงที่และสัมประสิทธิ์สมการ สร้างเป็นสมการสร้างเป็นแบบจำลองในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้แบบจำลองแล้วจึงทำการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลอง เพื่อดูว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่โดยสามารถอ้างอิงได้จาก (ปารเมศ ชุติมา, 2545) ซึ่งสำหรับ

งานวิจัยจะนำความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์สมการถดถอยหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความชื้นในสบู่เม็ด เพื่อให้เป็นแนวทางในการตั้งค่ามาตรฐานในการเดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ด

2.1.3 **เทคนิคหรือกลยุทธ์(Technique)**หมายถึงวิธีการที่จะทำให้การดำเนินการทดลองง่าย สะดวก และประหยัดทรัพยากรมากขึ้นโดยที่ผลการวิเคราะห์ยังเป็นที่ยอมรับได้เช่นเดียวกันผู้ทำการทดลองจะต้องกำหนดเทคนิคหรือกลยุทธ์พร้อมกับการเลือกการออกแบบ (Design) เพราะบาง Design ก็มีข้อห้ามข้อกำหนดหรือข้อยืดหยุ่นที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น กระบวนการผลิตสบู่เม็ด เนื่องจากต้องการจะหาความสัมพันธ์อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin)ใช้เป็นมาตรฐานในการปรับกระบวนการต่อไป โดยเราไม่สนใจที่จะพิจารณาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ด้านอื่น สามารถใช้เทคนิคของ Blocking ได้คือทำให้พารามิเตอร์นั้นคงที่หรือถูกควบคุม

2.1.4 **ข้อกำหนดที่จำเป็น (Fundamental procedure)** เป็นสิ่งพื้นฐานที่ผู้ทำการทดลองจะต้องคำนึงถึงอยู่เสมอหาไม่แล้วผลการวิเคราะห์และข้อสรุปที่ได้ก็อาจจะไร้ความหมายหากปราศจากสิ่งเหล่านี้ คือ การสุ่ม (Randomization) การดำเนินการใดๆกับปัจจัยจะต้องอิสระ เพื่อให้ข้อมูลแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกันนอกจากนั้นจะต้องคำนึงถึง หลักการกระจายอย่างทั่วถึงสมดุลย์ (Balance out) สำหรับปัจจัยอื่นที่เราไม่อาจควบคุมได้การทำซ้ำ (Replication) หมายถึงการดำเนินการทดลองซ้ำอีกครั้ง เพื่อจุดประสงค์เพื่อให้สามารถมองเห็นและประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองได้การดำเนินการวิเคราะห์จะนำเอาค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปประเมินว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อกระบวนการบ้างเพื่อกำจัดทิ้งความคลาดเคลื่อน (Average out) อิทธิพลที่ไม่สามารถควบคุมได้ที่มีต่อปัจจัย เปรียบดังเช่นการหาค่าเฉลี่ยนั่นเองเป็นวิธีการในการประเมินค่าอิทธิพลของปัจจัยอีกด้วยการบล็อค (Blocking) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มความแม่นยำ (Precision) ของการทดลองหรือคือเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง

2.2 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

งานวิจัยทำการดำเนินงานตามขั้นตอนการออกแบบการทดลองดังนี้ (Montgomery, 2006)

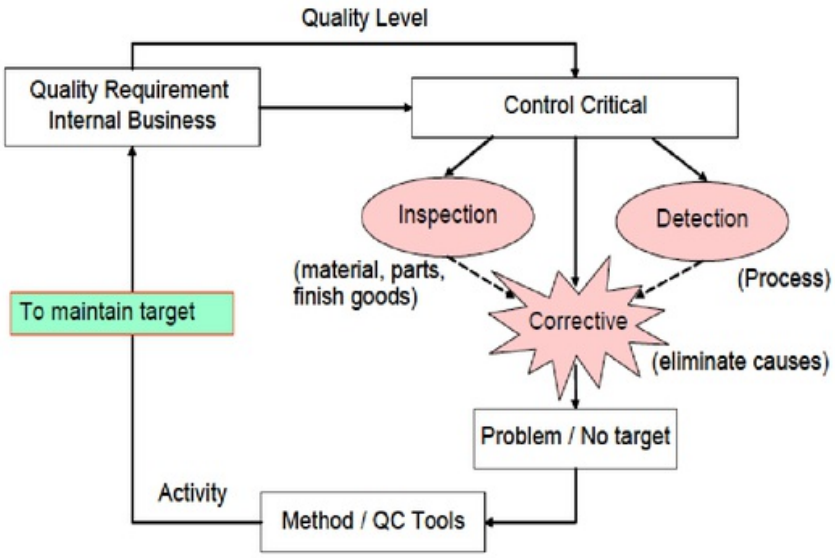
1. ระบุปัญหาและที่มา(Recognition and Statement of Problem)เราต้องทราบก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงของเราคืออะไร ต้องบอกได้ถึงปรากฏการณ์หรือสิ่งที่เราเห็น เพื่อสามารถเช็คสาเหตุย้อนไปถึงต้นตอสู่ปัญหาที่แท้จริง สามารถแก้ไขได้อย่างตรงจุด
2. การเลือกปัจจัยและระดับของปัจจัย (Choice of Factors Levels and Ranges)เป็นการใช้หลักการทางทฤษฎีและประสบการณ์จากงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนด

ระดับปัจจัย และขอบเขต ซึ่งช่วงแรกปัจจัยเรามีมาก ควรทำการคัดกรองปัจจัยก่อน โดยกำหนดระดับที่ช่วงข้อมูลน้อยก่อน เพียงทราบความสัมพันธ์ของปัจจัย จากน้อยจึงกำหนดของเขตให้แคบลงไปอีก เพื่อหาค่าตัวแปรตอบสนองที่ดีที่สุด

3. การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Choice of Response Variable)ในการเลือกตัวแปร ต้องทำการเลือกตัวแปรที่ให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ในการศึกษาและการวัดค่านั้นจะต้องมีความแม่นยำและถูกต้องด้วย (Measurement System Analysis) ซึ่งจะเป็นค่าเฉลี่ยหรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดลองหนึ่งจะมีมากกว่า 1
4. การเลือกแบบการทดลอง (Choice of Experimental Design) เมื่อกำหนด ทรีทเมนต์และตัวแปรตอบสนองแล้วต้องทำการตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดของการทดลองซึ่งหมายถึงจำนวนซ้ำของการทดลอง(Replication), การสุ่มลำดับ (Randomization), และการบล็อก(Blocking) ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ต้องนำมาเกี่ยวโยงกันในด้านความเสี่ยงและต้นทุนในการทดลองสำหรับการเลือกปัจจัย
5. ดำเนินการทดลอง (Performing the Experiment) ในระหว่างดำเนินการทดลอง ต้องศึกษาและดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันการผิดพลาดของผลการทดลอง และการวิเคราะห์ที่อาจคลาดเคลื่อนได้
6. การวิเคราะห์ข้อมูล (Statistical Analysis of Data) จะใช้ความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาวิเคราะห์และสรุปผล รวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้นโดยงานวิจัยเล่มนี้จะนำโปรแกรม Minitab ช่วยในการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อลดข้อผิดพลาดจากการคำนวณ
7. สรุปผลและข้อมูลเสนอแนะ (Conclusions and Recommendations) เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะต้องสรุปผลการวิเคราะห์ อาจแสดงในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ ฯลฯ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น

2.3การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ: (StatisticalProcess Control)

การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Control : SQC) และอีกส่วนหนึ่งนอกจากการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ และก็คือ แผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Plans) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-2 :แผนผังการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ

การควบคุมกระบวนการเชิงสถิตินั้น โดยปกติทำโดยการใช้แผนภูมิควบคุม เพื่อคอยติดตามความเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่ และเครื่องมือคุณภาพอื่นๆใน 7 QC Tools ก็สามารถนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล และแสดงสาเหตุของปัญหา เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยเล่มนี้จะนำทฤษฎีเกี่ยวกับความผันแปร : (Variation) (กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, 2548) ซึ่งอธิบายถึงความหมาย และการใช้เส้นควบคุม (Control Limit) ไว้อย่างละเอียดเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ซึ่งโดยปกติปัจจัยที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของกระบวนการนั้น คงหนีไม่พ้น 5M 1E ได้แก่ ความแปรปรวนจากคน (Man), เครื่องจักร (Machine), วัตถุดิบ (Material), วิธีการ(Method), การวัด (Measurement) และสิ่งแวดล้อม (Environment)

2.4ดัชนีความสามารถของกระบวนการ

การศึกษาความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งดัชนีความสามารถกระบวนการ (Process Capability Index : Cp) ได้จากการเปรียบเทียบสัดส่วนของความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบน และล่าง กับ 6 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ ซึ่งข้อมูลที่วิเคราะห์มีการแจกแจงแบบปกติ

ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพ (Potential Capability) แบ่งออกได้ดังนี้

- ดัชนี Cp = ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพระยะสั้น
- ดัชนี Pp = ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพระยะยาว

ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านกระบวนการเบี่ยงเบนไป (Performance Capability)

แบ่งออกได้ดังนี้

- ดัชนี Cpk = ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านกระบวนการเบี่ยงเบนระยะสั้น
- ดัชนี Ppk = ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านกระบวนการเบี่ยงเบนระยะยาว

ซึ่งสูตรการคำนวณค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการอ้างอิงจาก (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2549)

2.5 กฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550

เนื่องจากงานวิจัยเล่มนี้ได้ทำการเปลี่ยนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยการเพิ่มปริมาณความชื้นแทนที่น้ำมัน ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน ที่มีการระบุปริมาณสุทธิที่กล่องบรรจุ ซึ่งเราจำเป็นต้องศึกษาอัตราการสูญเสียของน้ำหนักสุทธิตลอดระยะเวลาอายุการใช้งานของสบู่ว่าขัดต่อกฎกระทรวงพาณิชย์หรือไม่ ทางผู้ดำเนินการวิจัยได้คัดลอกบทความบางส่วนจากพระราชบัญญัติ มาตราชั่งตวงวัด มาตรา 2542 เกี่ยวกับสินค้าหีบห่อ ดังนี้

2.5.1 คำจำกัดความ

"ปริมาณสุทธิ"หมายความว่า ปริมาณของสินค้า ซึ่งไม่รวมสิ่งที่ใช้บรรจุหรือสิ่งหุ้มห่อหรือสิ่งผูกมัด

"อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด" หมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณสินค้าในหีบห่อที่อนุญาตให้ได้

"อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อย" หมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของสินค้าในหีบห่อที่อนุญาตให้น้อยกว่าปริมาณสุทธิที่แสดง

2.5.2 พระราชบัญญัติมาตราชั่งตวงวัด มาตรา 2542 เกี่ยวกับสินค้าหีบห่อ

"กำหนดให้ชนิดของสินค้าหีบห่อ เพื่อการขายหรือจำหน่ายในราชอาณาจักรที่ผู้บรรจุต้องแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อ สินค้าหีบห่อที่มีปริมาณสุทธิน้อยกว่า 5 กรัม หรือน้อยกว่า 5 มิลลิลิตรและที่มีปริมาณสุทธิมากกว่า 50 กิโลกรัมหรือมากกว่า 50 ลิตร เว้นแต่สินค้าที่มีปริมาณสุทธิน้อยกว่า 5 กรัม หรือน้อยกว่า 5 มิลลิลิตร เป็นสินค้าชนิดเดียวกันและมีปริมาณสิทธิเท่ากัน ตั้งแต่ 2 หีบห่อขึ้นไปบรรจุรวมในหีบห่อใหญ่ให้ถือว่าเป็นสินค้าหีบห่อที่ต้องมีปริมาณของสินค้า"

กำหนดให้ผู้บรรจุสินค้าหีบห่อตามที่กำหนดในข้อ 5 ต้องแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อตามหลักเกณฑ์และวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. แสดงปริมาณสุทธิของสินค้าเป็นหน่วยของน้ำหนัก หน่วยของปริมาตร หน่วยของความจุ หรือหน่วยของความยาว ในระบบเมตริก หรือแสดงเป็นจำนวนนับ โดยใช้ตัวอักษรไทย และตัวเลขไทยหรือตัวเลขอารบิค

2. การแสดงปริมาณสุทธิของสินค้า มีข้อความประกอบด้วย "ปริมาณสุทธิ ตัวเลขแสดงปริมาณของสินค้า หน่วยที่สอดคล้องกับปริมาณ" ซึ่งคำว่า "ปริมาณสุทธิ" อาจใช้ข้อความอื่นที่มีความหมายเช่นเดียวกันก็ได้ แต่ห้ามใช้อักษรย่อ

3. ในกรณีที่สินค้าหีบห่อประกอบด้วยเนื้อสินค้าและส่วนประกอบที่เป็นของเหลว ซึ่งส่วนประกอบที่เป็นของเหลวไม่ได้ใช้เพื่อการบริโภค ต้องแสดงทั้งปริมาณสุทธิ และแสดงปริมาณของเนื้อสินค้าด้วย

การแสดงปริมาณของเนื้อสินค้า มีข้อความประกอบด้วย "ปริมาณเนื้อ ตัวเลขแสดงปริมาณของเนื้อสินค้า หน่วยของน้ำหนัก" ซึ่งคำว่า "ปริมาณเนื้อ" อาจใช้ข้อความอื่นที่มีความหมายเช่นเดียวกันก็ได้แต่ห้ามใช้อักษรย่อ

(1) การแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อรวม จะต้องแสดงดังต่อไปนี้

(1.1) ปริมาณของสินค้าหีบห่อแต่ละหีบห่อดังตารางที่ 2-1

(1.2) จำนวนหีบห่อ พร้อมลักษณะนามดังตารางที่ 2-2

(2) การแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อใหญ่จะต้องแสดงดังต่อไปนี้

(2.1) ปริมาณรวมของสินค้าในหีบห่อใหญ่ หรือปริมาณของสินค้าในแต่ละหีบห่อเล็ก

(2.2) จำนวนหีบห่อเล็ก

(3) แสดงปริมาณของสินค้า ในลักษณะที่เห็นได้ง่ายและอ่านได้ชัดเจน

(4) การแสดงปริมาณของสินค้าเป็นหน่วยน้ำหนักและหน่วยของปริมาตร ให้มีขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลขดังนี้

ตารางที่ 2-1 :การแสดงปริมาณของแต่ละหีบห่อ

ปริมาณที่แสดง (กรัม หรือ มิลลิลิตร)	ขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลข ต้องไม่น้อยกว่า (มิลลิลิตร)
ไม่เกิน 50	2
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 200	3
เกิน 200 แต่ไม่เกิน 1,000	4
เกิน 1,000	6

ตารางที่ 2-2 :การแสดงปริมาณของหีบห่อรวม

ปริมาณที่แสดง (กรัม หรือ มิลลิลิตร)	ขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลข ต้องไม่น้อยกว่า (มิลลิลิตร)
ไม่เกิน 50	3
เกิน 50	6

(5) การแสดงปริมาณของสินค้าเป็นหน่วยของความยาวและจำนวนนับให้มีขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลข ดังนี้

(5.1)การแสดงปริมาณของแต่ละหีบห่อมีขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลขไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

(5.2) การแสดงปริมาณของหีบห่อรวมมีขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลขไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร

(6) กรณีที่แสดงปริมาณไว้หลายแห่ง ต้องแสดงปริมาณของสินค้าทุกแห่งให้ตรงกัน

(7)การแสดงปริมาณของสินค้าเป็นจำนวนนับ หากบรรจุในหีบห่อใสสามารถมองเห็นและสามารถนับจำนวนสินค้าได้ง่าย จะไม่แสดงปริมาณของสินค้าก็ได้หีบห่อรวมที่สามารถมองเห็นและสามารถนับจำนวนหีบห่อได้ง่าย จะไม่แสดงจำนวนหีบห่อก็ได้

(8) ผู้บรรจุต้องแสดงปริมาณสินค้าที่หีบห่อให้ถูกต้องตรงกับปริมาณของสินค้าในหีบห่อ กรณีที่ปริมาณของสินค้าในหีบห่อไม่ตรงกับปริมาณของสินค้าที่แสดงความคลาดเคลื่อนต้องไม่เกินอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดหลักเกณฑ์และวิธีการการตรวจสอบการแสดงปริมาณของสินค้า และอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550

2.5.3 หลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด

หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบการแสดงปริมาณของสินค้า และอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด กำหนดให้อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดมี 2 ขั้น คือ

1. อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดขั้นที่ 1
2. อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดขั้นที่ 2 เป็นสองเท่าของอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดขั้นที่ 1

สำหรับสินค้าหีบห่อที่มีการแสดงปริมาณของสินค้าเป็นหน่วยของน้ำหนักและหน่วยของปริมาตร อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดขั้นที่ 1 ให้เป็นไปตามตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 :อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดขั้นที่ 1สำหรับสินค้าหีบห่อที่มีการแสดงปริมาณของสินค้า

ปริมาณที่แสดง (กรัม หรือ มิลลิลิตร)	อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อย	
	ร้อยละของปริมาณที่แสดง	กรัมหรือมิลลิลิตร
5 แต่ไม่เกิน 50	9.0	-
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 100	-	4.5
เกิน 100 แต่ไม่เกิน 200	4.5	-
เกิน 200 แต่ไม่เกิน 300	-	9.0
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	3.0	-
เกิน 500 แต่ไม่เกิน 1,000	-	15.0
เกิน 1,000 แต่ไม่เกิน 10,000	1.5	-
เกิน 10,000 แต่ไม่เกิน 15,000	-	150.0
เกิน 15,000 แต่ไม่เกิน 50,000	1.0	-

2.5.4 หลักเกณฑ์การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการแสดงปริมาณของสินค้าสำหรับสินค้า

หีบห่อที่บรรจุสินค้าชนิดเดียวกันและแสดงปริมาณสุทธิไว้เท่ากัน มีดังนี้

1. เกณฑ์การสุ่มตัวอย่างสินค้าเพื่อตรวจสอบ จำนวนหีบห่อที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนเกินอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อยขั้นที่ 1 แต่ไม่เกินอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อยขั้นที่ 2 และค่าแก้ไขให้เป็นไปตามตารางที่ 2-4
2. เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ย กำหนดให้ ค่าเฉลี่ยของปริมาณที่ตรวจสอบได้รวมกับผลคูณของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณที่ตรวจสอบได้กับค่าแก้ไขต้องไม่น้อยกว่าปริมาณสุทธิที่แสดง
3. สินค้าแต่ละหีบห่อ ต้องมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดขั้นที่ 2

ตารางที่ 2-4 :เกณฑ์การสุ่มตัวอย่างสินค้าเพื่อตรวจสอบ

จำนวนสินค้าหีบห่อ	จำนวนหีบห่อที่สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบ	จำนวนหีบห่อที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนเกินอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อยชั้นที่ 1 แต่ไม่เกินชั้นที่ 2	ค่าแก้ไข
ไม่เกิน 50 หีบห่อ	ไม่เกิน 10 หีบห่อ	-	-
มากกว่า 50 แต่ไม่เกิน 100 หีบห่อ	20 หีบห่อ	1	0.640
มากกว่า 100 แต่ไม่เกิน 500 หีบห่อ	50 หีบห่อ	3	0.379
มากกว่า 500 แต่ไม่เกิน 3,200 หีบห่อ	80 หีบห่อ	5	0.295
มากกว่า 3,200 หีบห่อ	126 หีบห่อ	7	0.234

2.6งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยเล่มนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ใช้ การออกแบบการทดลองเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต และยังช่วยลดต้นทุนให้กับบริษัท อีกด้วย โดยเริ่มต้นการดำเนินงานจะทำการศึกษากระบวนการผลิตก่อนเพื่อหาระดับการทดลองที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ช่วงมาตรฐานคุณภาพที่กำหนดไว้ในปัจจัยตาม โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเข้าไปในสบู่ ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้เกิดความผันแปรต่อกระบวนการ ดังนั้นจะทำให้ช่วงมาตรฐานคุณภาพที่กำหนดเดิม จะต้องเปลี่ยนไป โดยงานวิจัยจะใช้ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพ และดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านกระบวนการเบี่ยงเบน มาเป็นตัวติดตามความเป็นไปของกระบวนการ สร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยออกมาในรูปสมการเชิงเส้น จนประการสุดท้ายนำไปสู่การกำหนดช่วงของมาตรฐานคุณภาพใหม่ที่ก่อให้เกิดต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนที่เหมาะสมที่สุด โดยนำวิธีการพื้นผิวผลตอบ เป็นเครื่องมือในการคำนวณ งานวิจัยของ (วรพงศ์ นาวาวรกุล, 2546) ได้ศึกษาการลดความแปรปรวนของน้ำหนักกระดาษเกรด 75g/m2 โดยก่อนการปรับปรุงความแปรปรวนรวมของน้ำหนักมาตรฐานกระดาษคือ

1.98g/m2 และดัชนีสมรรถนะรวมของกระบวนการคือ 0.71 โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองปัจจัย ในวิเคราะห์หาสาเหตุของความแปรปรวนระหว่างปัจจัยด้านแนวตามขวาง และแนวตามยาวเครื่อง พบว่าทั้งสองมีผลกระทบต่อปัจจัยตามคือ น้ำหนักมาตรฐาน แต่ไม่มีอันตรกิริยาต่อกันจึงนำปสู่การวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้ก้างปลาจนทราบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของความแปรปรวนและดำเนินการแก้ไขและมีการตรวจสอบความแปรปรวนหลังปรับปรุงอีกครั้งพบว่าสามารถลดความแปรปรวนรวมของน้ำหนักมาตรฐานกระดาษเป็น 0.64 g/m2 และดัชนีสมรรถนะรวมของกระบวนการคือ 1.25ซึ่งการดำเนินงานวิจัยของ(วรพงศ์ นาวาวรกุล, 2546) ไม่มีรูปแบบในการดำเนินวิจัย แต่งานวิจัยของ (เรไร เฟื่องอาวรณ์, 2554)ได้นำรูปแบบการดำเนินงานของ ซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ โดยได้ศึกษาการลดความแปรปรวนของความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารผง โดยเป้าหมายคือการเพิ่มค่าความสามารถด้านสมรรถนะแบบระยะยาวของกระบวนการ จาก 0.94 เป็นมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33 โดยลักษณะงานวิจัยนี้มีกระบวนการระเหยน้ำออกโดยใช้ลักษณะการสเปรย์อาหารเข้าหอระเหย :(Spray dryer) ซึ่งคล้ายกับบริษัทกรณีศึกษาของงานวิจัยเล่มนี้ อีกทั้งยังใช้เครื่อง NIR :(Moisture Analyzer) เป็นตัวควบคุมความชื้นให้กับกระบวนการหอระเหย เพียงแต่เป้าหมายของงานวิจัยเล่มนี้อยู่ที่หาค่าความชื้นที่เหมาะสมโดยไม่กระทบกับค่าความแข็ง, ความชื้นสูญเสีย และต้นทุนของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสู่การลดต้นทุนผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนต่อไป ดังที่กล่าวมางานวิจัยของ (เรไร เฟื่องอาวรณ์, 2544) ใช้ซิกซ์ ซิกมา เป็นแบบแผนในการดำเนินกระบวนการ โดยเริ่มแรกงานวิจัยนี้ได้หาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อค่าความชื้น ซึ่งมีอยู่มากกว่า 30 ตัวแปร จึงได้ใช้ หลักการเหตุและผล :(Evaluation Matrix) เป็นตัวคัดกรองตัวแปรจนเหลือ 9 แล้วจึงใช้การออกแบบการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปร นำไปสู่ต้นตอของตัวแปรที่มีผลต่อค่าความชื้น และทำการควบคุมโดยใช้ความรู้ทางการควบคุมคุณภาพเชิงกระบวนการ : (Statistical Process Control) โดยมีดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะแบบระยะยาวเป็นตัววัดความสำเร็จของงานวิจัยเล่มนี้ สำหรับงานวิจัยที่ใช้ความรู้ด้านการออกแบบการทดลองนั้นมีอยู่หลายงานวิจัย โดย (มะลิ แซ่อึ้ง, 2544) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเหล็กปลายสั้น สำหรับกระบวนการหล่อเหล็กแบบต่อเนื่อง โดยวิธีการออกแบบการทดลองของทากูชิ (Taguchi Method) มาเพื่อใช้วิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า ซึ่งมีทั้งหมด 6 ปัจจัย มาทดสอบอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อค่าความหนาผิวเคลือบเฉลี่ย ซึ่งแผนการทดลองทากูชิ มีข้อดีคือเหมาะสมกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตในช่วงเวลาสั้นๆ ใช้วัสดุในการทดลองน้อย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย ข้อเสียให้ข้อมูลสารสนเทศน้อย ไม่สามารถวิเคราะห์หาผลอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยได้

ดังนั้นจึงเหมาะกับการคัดกรองปัจจัยเบื้องต้น ซึ่งต่างจากลักษณะการคัดกรองปัจจัยของ(อลงกต กาญจนคช, 2546) ที่ศึกษาการปรับปรุงความแข็งแรงของแผ่นกระดาษลูกฟูกด้วยวิธีการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้วิธีการระดมสมอง และจัดกลุ่มปัญหาด้วยแผนผังกลุ่มความคิด โดยแบ่งจำแนกตามประเภทปัจจัย ว่าเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และปัจจัยรบกวน จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล และกลั่นกรองสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต เพื่อแสดงลำดับความสำคัญ และตัดสินใจเฉพาะปัจจัยที่ส่งผลมากตามหลักการ 80:20 เท่านั้น ส่วนงานวิจัยของ(ปาริชาติ นาทะสัน, 2553) นี้ศึกษาเพื่อเพิ่มดัชนีสมรรถนะรวมของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยนำเทคนิคการออกแบบการทดลองมาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงการผลิต โดยสามารถเพิ่มดัชนีสมรรถนะได้จากระยะห่างร่องกาวของฝาบน และฝาล่างจาก 0.67 และ 0.84 เป็น 1.77 และ 1.87 ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจากระดมสมองเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดระยะห่างร่องกาว และทำการออกแบบการทดลองของทากูชิ (Taguchi Method) ซึ่งเหมือนกับงานวิจัยของ(มะลิ แซ่อึ้ง, 2544) ซึ่งเมื่อคัดกรองปัจจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออิทธิพลต่อระยะร่องกาวอย่างมีนัยสำคัญ คือ ความเร็วเครื่องจักร ระยะเบี่ยงราง และความเร็วราง และทำการทดลองเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิค 3k Factorial design ต่อเพื่อหาแนวทางปรับปรุงงานวิจัย (ชาญณรงค์ รุ่งเรือง, 2553) นี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเงื่อนไขการตัดจากการประยุกต์ใช้สารหล่อเย็น ที่มีผลต่อความสึกหลอของมีดกัดหัวบอล ความเรียบผิวชิ้นงาน และแรงตัด และศึกษาหาสภาวะการตัดที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการกัดเหล็กกล้าด้วยมีดกัดหัวบอลกับการใช้สารหล่อเย็นโดยใช้วิธีการวิเคราะห์พื้นผิวผลตอบด้วยเทคนิคบ็อก-เบห์นเคน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการตัดส่งผลต่อปัจจัยทั้งหมด และจากการวิธีการพื้นผิวผลตอบในการสร้างสมการลำดับที่สองของความเรียบผิวชิ้นงาน, ความสึกหรอของมีดกัด และสัดส่วนแรงตัด พบว่า สมการสามารถนำไปพยากรณ์ผลตอบดังกล่าวได้ โดยได้เงื่อนไขที่เหมาะสมที่ ความเร็วตัด 189 เมตรต่อนาที, 0.02 มิลลิเมตรต่อรอบ และความลึกตัด 0.3 มิลลิเมตร ซึ่งลักษณะการดำเนินการวิจัย และทฤษฎีที่นำมาใช้คล้ายคลึงกับงายวิจัยเล่มนี้ เพียงแต่กระบวนการผลิต และปัจจัยที่ทำการพิจารณาแต่ต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ โดยส่วนใหญ่จะนำการออกแบบการทดลองไปใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเคมี ตัวอย่างเช่น (Ida, I and Muhamad, Grant M. Campbell, 2004)ศึกษาผลกระทบระหว่างค่าความแข็ง และความชื้นของกระบวนการผลิตข้าวสาลี ซึ่งผลการศึกษาทำให้ทราบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณความชื้นเข้าไปในข้าวสาลีช่วง 9-17% ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้รูพรุนของข้าวสาลีมี

ขนาดใหญ่ขึ้นจาก 106-3350 ไมโครเมตร ซึ่งเมื่อรูพรุนใหญ่ขึ้นมีผลทำให้ค่าความแข็งของข้าวสาลีน้อยลง เนื่องจากข้าวจะมีความเปราะบางมากขึ้นนั่นเอง โดยงานวิจัยได้นำความรู้เกี่ยวกับสมการถดถอย มาใช้ในการคาดการข้อมูลล่วงหน้า และสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของค่าความแข็งต่อปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นเป็นสมการเชิงเส้น งานวิจัย (J.G., Baez-Gonzalez, 2004)ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมเคมี ได้ทำการศึกษาผลกระทบของค่าความชื้นที่มีต่ออุณหภูมิในกระบวนการผลิตเส้ยใยโพลิเมอร์ธรรมชาติ โดยนำหลักการทางทฤษฎีทางวิศวกรรมเคมี เป็นแนวทางในการดำเนินการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยเป็นสมการเชิงเส้น จากการวิเคราะห์ทำให้เราทราบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงของกระบวนการผลิตเส้ยใยโพลิเมอร์ธรรมชาติสูงขึ้นที่ 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นของกระบวนการจะเพิ่มขึ้นเป็นลักษณะสมการกำลังสองกับค่าพลังงานการเกิดปฏิกิริยา: (Ea) นอกจากนั้นอุตสาหรรมทางด้านการผลิตโลหะอย่าง (Ozcelik and Sustarsic, 2006) ได้นำการออกแบบการทดลองมาใช้ในการศึกษารูปแบบทางสถิติเพื่อนำมาประมาณค่าความเรียบผิวในงานกัด ภายใต้สภาวะการตัดแบบเปียก โดนการพิจารณาตัวแปรของความเร็วรอบ อัตราการป้อนตัด ความลึกตัด และความกว้างตัด แบบจำลองอันดับหนึ่งและอันดับสองถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลอง ด้วยการใช้การออกแบบส่วนประสมกลาง (CCD) ศึกษาพบว่านัยสำคัญของอันดับที่ได้ปีน ระยะเวลาทำงานรามจะมีค่าสูงสุด และตามด้วยความลึกตัด ความกว้างตัด ความเร็วรอบ ตามลำดับ โดยที่อัตรป้อนมีอันดับต่ำสุด(Bence, Nagy and Bela, Simandi, 2008) ศึกษาผลกระทบของปริมาณความชื้นที่ผสมอยู่ในปาปริก้า ที่มีต่อขนาดรูพรุน ซึ่งลักษณะการดำเนินการศึกษา คล้ายกับ ของงานวิจัย (Ida, I and Muhamad, Grant M. Campbell, 2004) เพียงแต่กระบวนการผลิตต่างกัน โดยงานวิจัยนี้เป็นกระบวนการสกัดน้ำมันในปาปริก้า จากการศึกษาทราบว่า เมื่อปริมาณความชื้นในปาปริก้ามากขึ้นจาก 7% เป็น 18% จะไม่ส่งผลต่อกระบวนการสกัดน้ำมัน แต่เมื่อมีความชื้นมากกว่า 18% จะส่งผลต่อกระบวนการทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้น้อยลง 5-10% เลยทีเดียว งานวิจัยนี้ควรจะนำความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง เพื่อให้คำตอบของปริมาณน้ำมันที่ลดลงเฉลี่ยได้ชัดเจนกว่านี้ นอกจากนั้นบางงานวิจัยได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชั้นสูงมาช่วยในการออกแบบการทดลอง (Salem, A, Ahmadlouiedarab, M and Ghasemzadeh, K., 2011) ใช้วิธีการ Computational fluid dynamics, CFD) ในการคาดการณ์ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปในกระบวนการหอสเปรย์แห้ง: (Spray chamber) ของสารละลายเกลือ เพื่อพิสูจน์หารูปแบบสมการใช้ในการคาดการณ์ค่าต่างๆ ของกระบวนการ

ผลิต ดังนี้ ความเข้มข้นเกลือ, อัตราป้อนขาเข้า, อัตราป้อมอากาศขาเข้าและอุณหภูมิ, ความชื้นขาออก และความดันขาออก ที่มีต่อปริมาณความชื้นของสารละลายเกลือที่เปลี่ยนแปลงไป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม : DOE ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างกว้างขวาง โดย(ปาริชาติ นาทะสัน, 2553)และ(ปาริชาติ นาทะสัน, 2553) นำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตกระดาษ เพื่อปรับปรุงดัชนีสมรรถนะให้มากกว่า 1.33 โดยการศึกษาวิจัยของ(วรพงศ์นาวาวรกุล, 2546) จะพิจารณาเรื่องระยะห่างร่องกระดาษ ซึ่งปัจจัยต้นที่ส่งผลประทบมีเพียง 3 ปัจจัยจึงสามารถเริ่มการออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการทากุชิ เพื่อคัดกรองหาปัจจัยที่มีผลกระทบมากจากนั้นจึงใช้การออกแบบการทดลองแบบ3k Factorial design ส่วน (อลงกต กาญจนคช, 2546) พิจารณาในเรื่องการเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษลูกฟูกซึ่ง จำนวนปัจจัยมีมาก เริ่มต้นศึกษาจึงมีการระดมสมองโดยใช้ก้างปลาในการหาสาเหตุ จากนั้นทำการพิสูจน์ และเรียงลำดับผลกระทบของสาเหตุย่อยๆ แล้วจึงเริ่มใช้วิธีการทากุชิ เพื่อคัดกรองหาปัจจัยที่มีผลหลัก อีกครั้ง นอกจากนี้ยังนำการประยุกต์ใช้กับกระบวนการหล่อเหล็ก (มะลิ แซ่อึ้ง, 2544), กระบวนการแขนจับหัวอ่าน/เขียนเพื่อเพิ่มคุณสมบัติการต้านทานซอร์ก (ชาญณรงค์ รุ่งเรือง, 2553) และกระบวนการกัดชิ้นงาน(Ozcelik and Sustarsic, 2006) ซึ่งงานวิจัยของชาญณรงค์ได้คัดกรองปัจจัยโดยใช้ทากุชิ และนำวิธีการพื้นผิวผลตอบ เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยต้นที่ทำให้ปัจจัยตาม คือ ความสึกหรอของมีดกัดหัวบอล น้อยที่สุด แต่สำหรับ(Ozcelik and Sustarsic, 2006) นำการออกแบบส่วนประสมกลาง (CCD) มาประยุกต์ใช้เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองของความเรียบผิวในงานกัด ที่เหมาะสมกับกระบวนการที่สุด ส่วนงานวิจัยต่างประเทศอื่นๆ ที่อธิบายมาข้างต้นทำให้ทราบว่า ความชื้นของวัตถุดิบขาเข้านั้น มีต่อค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตทุกตัว ซึ่งทำให้ทราบว่าควรจะต้องมีการเก็บบันทึกค่าทุกจุดเพื่อให้แน่ใจว่า ไม่มีตัวใดตัวหนึ่งหายไป โดยแต่ละงานวิจัยได้สรุปความสัมพันธ์ของปัจจัยในรูปแบบของสมการเชิงเส้น อีกทั้งทราบว่า ค่าความชื้นมีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิในกระบวนการ และชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ที่ออกมาโดยจะทำให้ค่าความแข็งลดลง เนื่องจากเมื่อความชื้นมากขึ้นจะไปขยายรูพรุนของผลิตภัณฑ์ให้ใหญ่ขึ้น โดยสามารถนำมาความรู้เกี่ยวกับใช้เครื่อง NIR :(Moisture Analyzer) เป็นตัวควบคุมความชื้นให้กับกระบวนการหอระเหย เพียงแต่เป้าหมายของงานวิจัยเล่มนี้อยู่ที่หาค่าความชื้นที่เหมาะสมโดยไม่กระทบกับค่าความแข็ง, ความชื้นสูญเสีย และต้นทุนของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสู่การศึกษาผลกระทบของปริมาณความชื้นต่อคุณภาพ และต้นทุนผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนต่อไป ดังที่กล่าวมางานวิจัยของ (เรไร เฟื่องอารณ์, 2544) และ

แนวทางของการออกแบบการทดลองของ (Ozcelik and Sustarsic, 2006) ซึ่งลักษณะการดำเนินงานคล้ายกัน แต่คนละกระบวนการผลิต ทั้งยังใช้เทคนิคพื้นผิวผลตอบ หาเหมาะสมของปัจจัยต้นที่ทำให้ปัจจัยตาม สำหรับงานวิจัยนี้ ได้หาปริมาณความชื้นที่เหมาะสม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ และต้นทุนวัตถุดิบของสบู่ก้อน

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลกระทบของปริมาณความชื้นที่มีต่อคุณภาพและต้นทุนวัตถุดิบของสบู่ก้อนนั้น ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัยจะทำการ กำหนดจุดประสงค์ก่อนเพื่อทราบเป้าหมายของงานวิจัยโดยจากบทที่ 1 งานวิจัยนี้ จะนำการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม (DOE) มาช่วยในการออกแบบ ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง ดังนั้นควรเลือกแบบการทดลองให้สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์งานวิจัย โดยการออกแบบการทดลองจะต้องระบุปัจจัยต้น ปัจจัยตาม และระดับที่จะทำการศึกษา เพื่อใช้ในการออกแบบการทดลอง หลังจากนั้นจึงสามารถเริ่มดำเนินการทดลองตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ต่อไป

3.1 การกำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง

งานวิจัยต้องการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin) ที่มีต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้นวัตถุประสงค์ต้องการศึกษาหาต้นทุนสบู่ที่เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา โดยไม่กระทบต่อคุณภาพทางด้านค่าความแข็งสบู่ในกระบวนการผลิตสบู่ก้อน และไม่ขัดต่อกฎหมายที่กำหนดของปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ส่วนคุณภาพทางด้านเปอร์เซนต์ความชื้นสบู่ก้อนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนไปอย่างเหมาะสมปัจจัยต้นและปัจจัยตามที่จะนำมาศึกษานั้นอยู่ในกระบวนการผลิตสบู่เม็ดและสบู่ก้อนซึ่งกระบวนการผลิตทั้ง 2 กระบวนการอธิบายได้ดังนี้

3.1.1 กระบวนการผลิตสบู่เม็ด

กระบวนการผลิตสบู่เม็ด สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-1 ซึ่งจะมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอยู่ 6 เครื่อง โดยในแต่ละเครื่องทำหน้าที่ต่างกันดังนี้

ก. ถังเก็บสบู่ Neat Soap : มีหน้าที่จัดเก็บสบู่ที่ระบบปิด โดยภายในจะมีการควบคุมอุณหภูมิสบู่ให้อยู่ในช่วง 71-95 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเนื้อสบู่ โดยปัจจุบัน Neat soap เดินสูตรกลีเซอรีนอยู่ในช่วง 1-3.5% ซึ่งกลีเซอรีนมีคุณสมบัติสามารถดูดความชื้นได้

ข. ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน 1 : มีหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิสบู่ให้สูงขึ้นให้อยู่ช่วง 140-144องศาเซลเซียส ความดันช่วง 2.0-2.5 บาร์ อาศัยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งอยู่ในช่วง 150-187 องศาเซลเซียส โดยจะสามารถปรับอัตราการไหลของไอน้ำขาเข้าท่อแลกเปลี่ยนความร้อน 1 ให้อยู่ที่ 973-1,644 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ค. ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน 2 : มีหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิสบู่ให้สูงขึ้นให้อยู่ช่วง 136.2-138.9องศาเซลเซียส ความดัน 1.7 บาร์ อาศัยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ซึ่งอยู่ในช่วง 150-187 องศาเซลเซียส โดยจะสามารถปรับอัตราการไหลของไอน้ำขาเข้าท่อแลกเปลี่ยนความร้อน 1 ให้อยู่ที่ 973-1,644 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

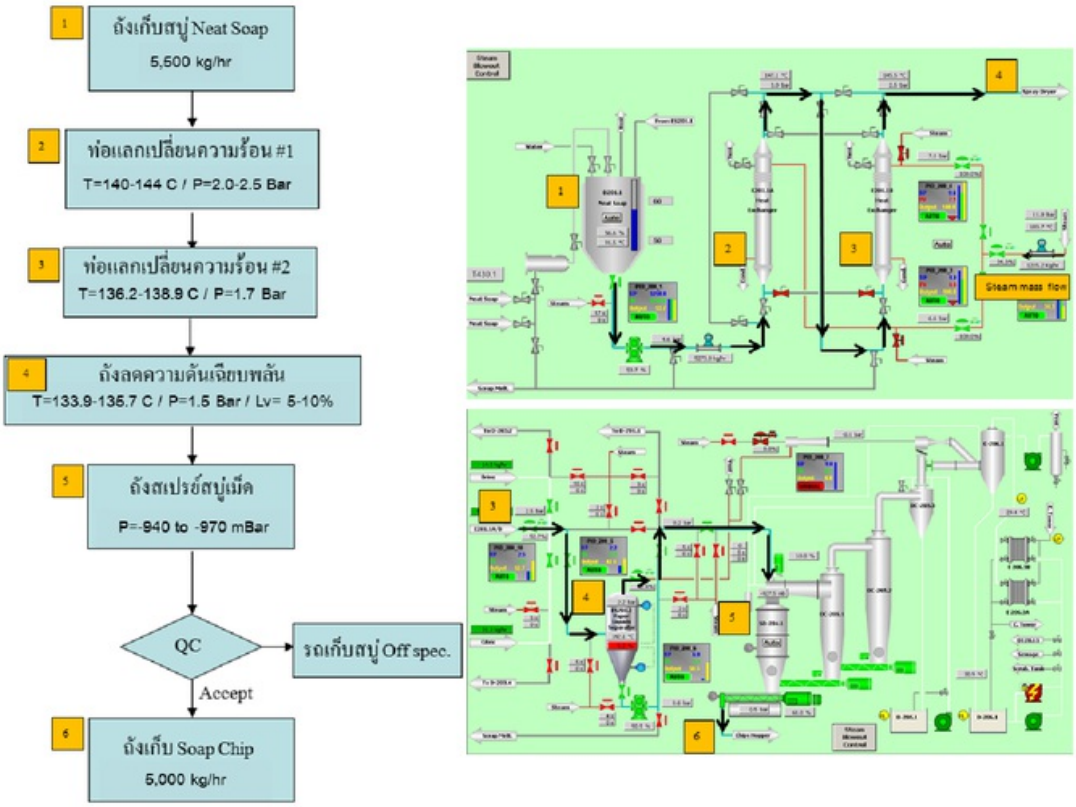
ง. ถังลดความดันเฉียบพลัน : มีหน้าที่ระเหยไอน้ำออกจากเนื้ออย่างรวดเร็ว โดยอาศัยหลักการของการขยายปริมาตรอย่างรวดเร็ว มีผลต่อความดันของสบู่ลดลง จุดเดือดของน้ำต่ำลงจนระเหยตัวออกจากเนื้อสบู่ โดยมีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 133.9-135.7 องศาเซลเซียส ความดัน 1.5บาร์ และเปอร์เซ็นต์สบู่ในถัง 5-10%โดยทั้งสามพารามิเตอร์ จะถูกควบคุมโดยเปอร์เซนต์วาล์วของวาล์วลด/เพิ่มความดันซึ่งช่วงการทำงานอยู่ที่ 43-98%

จ. ถังสเปรย์สบู่เม็ด : มีหน้าที่ระเหยไอน้ำออกจากเนื้อสบู่ โดยอาศัยหลักการของความดันลดลงเกือบเป็นสูญญากาศ ที่ให้จุดเดือดของน้ำต่ำลงอย่างมากจนน้ำในสบู่เกือบทั้งหมดระเหยตัวออกจากเนื้อสบู่ โดยมีการควบคุมความดันให้อยู่ในช่วง -940 ถึง -970 มิลลิบาร์

ฉ. ถังเก็บ Soap Chip : มีหน้าที่เก็บสบู่เม็ดโดยจะเป็นระบบที่เกือบจะเป็นระบบปิด มีปล่องเพื่อระบายให้ความร้อนและไอน้ำในสบู่ระเหยออกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำอยู่ภายในถัง

สรุปจากหน้าที่ของเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่องทำให้ทราบว่า เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 1, เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 2, ถังลดความดันเฉียบพลัน และถังสเปรย์สบู่เม็ด เป็นเครื่องที่มีผลต่อความชื้นในเนื้อสบู่เม็ด เพราะเป็นอุปกรณ์ที่กระตุ้นให้สภาวะความดัน และอุณหภูมิของเนื้อสบู่เกิดเปลี่ยนแปลง มีผลต่อความชื้นในเนื้อสบู่ โดยจะมีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 1 และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 2 เป็นอุปกรณ์ที่สามารถปรับค่าความดัน และอุณหภูมิของสบู่ได้ โดยอาศัยการปรับค่าอัตราการไหลของไอน้ำขาเข้า ในขณะที่ถังลดความดันเฉียบพลัน และถังสเปรย์สบู่เม็ดเป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถปรับความดัน และอุณหภูมิภายในได้ เพราะภายในเป็นถังโล่ง ปริมาตรคงที่ จะอาศัยวาล์วลด/เพิ่มความดัน เป็นตัวกำหนดค่าความดัน, อุณหภูมิและระดับของสบู่ในถัง นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนใน Neat Soap ก็เป็นปัจจัยต้นที่มี

ผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสบู่เม็ด ดังนั้น อัตราการไหลของไอน้ำก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 2 ตัว, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน(%Opening) และ เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนใน Neat Soap (%Glycerin) เป็นปัจจัยต้นของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่มีผลกระทบต่อคุณภาพด้านปริมาณความชื้นในสบู่เม็ด ซึ่งเมื่อปริมาณความชื้นในสบู่เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ ต้นทุนวัตถุดิบเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน พอนำมาเข้ากระบวนการปั้มสบู่ก้อนมีผลกระทบต่อคุณภาพด้านค่าความแข็ง ซึ่งมีผลต่อต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักร



รูปที่ 3-1 : กระบวนการผลิตสบู่เม็ด

3.1.2กระบวนการผลิตสบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่ก้อน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-2 ซึ่งจะมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอยู่ 8 เครื่อง โดยในแต่ละเครื่องทำหน้าที่ต่างกันดังนี้

ก. Amalgamator : มีหน้าที่นำสบู่เม็ดจากกระบวนการผลิตสบู่เม็ด มาผสมกับน้ำสี, น้ำหอม และสารสกัด ในปริมาณตามสูตรที่กำหนดไว้ดังหัวข้อที่ 1.2.3 โดยภายในจะมีใบกวนที่มีอัตราเร็วรอบ 60 รอบ/นาที ซึ่งจะใช้เวลาในการกวน 2 นาที เท่ากันทุกสูตร

ข. Refiner/Rollmill: มีหน้าที่บดรีดเนื้อสบู่เป็นแผ่นๆ เพื่อให้เนื้อสบู่มีขนาดอนุภาคเล็กลงจาก 0.5-1.0 มิลลิเมตรเป็น 0.5-1.0 ไมโครเมตร พร้อมทั้งช่วยไล่ฟองอากาศออกจากเนื้อสบู่ ภายในเครื่องจะประกอบด้วยสกูรลำเลียงเนื้อสบู่ผ่านมายังตะแกรงขนาด 10-50 เมส และใบปาดเนื้อสบู่ จากนั้นผ่านเข้าตัวลูกกลิ้งขนาดใหญ่ 5 ลูก เพื่อรีดเนื้อสบู่เป็นแผ่นทั้งหมด 5 ครั้ง

ค. Plodder: มีหน้าที่ไล่ฟองอากาศออกจากเนื้อสบู่ โดยภายในจะเป็นระบบสูญญากาศ โดยกำหนดให้มีความดันอยู่ที่ -150 มิลลิบาร์ จากนั้นจะดูดรีดเนื้อสบู่ออกมาเป็นแท่งทรงกระบอก

ง. TV Cutter : มีหน้าที่ตัดสบู่แท่งทรงกระบอกออกให้ได้ระยะ 30 เซนติเมตร

จ. Metal Detector : มีหน้าที่ตรวจจับหาสิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับเนื้อสบู่ ถ้าเจอจะทำการดีดแท่งสบู่ออกจากรางลำเลียงสบู่

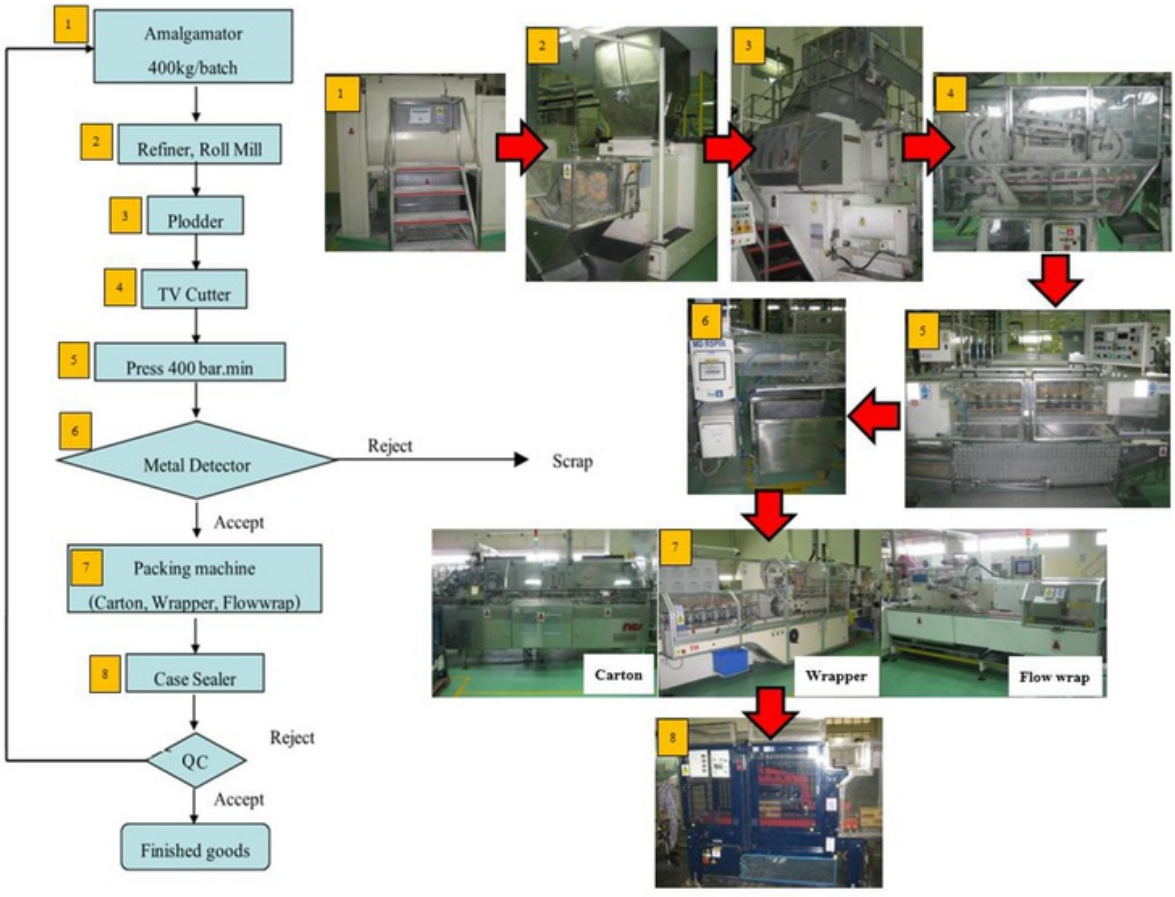
ฉ. Press : มีหน้าที่นำแท่งสบู่ทรงกระบอกตันมาปั้มขึ้นรูปก้อนสบู่ ซึ่งภายในจะมีแม่พิมพ์ก้อนสบู่และชุดสปริงที่สามารถปรับน้ำหนักสบู่ได้ตามต้องการ ดังหัวข้อที่ 1.2.4

ช. Packing machine: มีหน้าที่ห่อก้อนสบู่เข้ากับบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดสินค้าที่ขาย ดังหัวข้อที่ 1.2.1 โดยสายการผลิตของโรงงานกรณีศึกษานั้นจะมีทั้งหมด 6 สาย โดยสายการผลิตที่ 1, 2 จะมีเครื่องห่อสบู่แบบ Flowwrap, สายการผลิตที่ 1, 4 จะมีเครื่องห่อสบู่แบบ Wrapper และสายการผลิตที่ 3, 5, 6 จะมีเครื่องห่อสบู่แบบ Carton ทั้งนี้สายการผลิตที่ 1 โดยปกติจะไม่ถูกใช้งาน จะใช้ในกรณีที่ต้องการเพิ่มกำลังการผลิตเท่านั้น

ซ. Case sealer : มีหน้าที่บรรจุหีบห่อสบู่ก้อนลงในรังสบู่ โดยภายในเครื่องจะมีแขนจักรกลที่จับก้อนสบู่ดันเข้ารังสบู่ และผ่านตัวเครื่องติดเทปกาว เพื่อเป็นการปิดฝาและก้นกล่อง

สรุปจากหน้าที่ของเครื่องจักรทั้ง 8 เครื่องจะมีเครื่องปั้มสบู่ (Press) และเครื่องบรรจุภัณฑ์สบู่ (Packing machine) ที่สามารถปรับเปลี่ยนไปได้ตามชนิดสินค้าลูกค้าต้องการซึ่งมีผลต่อคุณภาพสบู่ก้อนทางด้านอัตราการสูญเสียน้ำ กล่าวคือ เครื่องปั้มสบู่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสบู่ก้อน ซึ่งพื้นที่ผิวของแต่ละน้ำหนักจะไม่เท่ากัน และเครื่องบรรจุภัณฑ์สบู่ แต่ละชนิดต่างก็ทำมาจากวัสดุที่ต่างกัน Flowwrap ทำจากพลาสติก ส่วน Carton ทำจากกระดาษ และ Wrapper ทำจากกระดาษหุ้มด้วยพลาสติคบาง ดังที่กล่าวใน

หัวข้อ 1.2 ซึ่งทั้ง 2 เครื่องมีผลต่อคุณภาพสบู่ก้อนทางด้านอัตราการสูญเสียน้ำซึ่งเป็นข้อจำกัดหนึ่งทางด้านคุณภาพที่ใช้พิจารณา สำหรับกระบวนการผลิตสบู่ก้อน การเปลี่ยนแปลงปัจจัยต้นของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด กระทบโดยตรงต่อค่าความแข็งสบู่ก้อน ซึ่งจะกระทบมากหรือน้อยจะสามารถพิจารณาได้จากต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อน โดยถ้าค่าความแข็งสบู่ก้อนแข็งไป (Hardness >90) จะทำให้ต้นทุนทางด้านน้ำหนักก้อนสูญเสียสูงขึ้น แต่ถ้าค่าความแข็งสบู่ก้อนอ่อนไป (Hardness <85) ทำให้ประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสียและบรรจุภัณฑ์สูญเสียสูงขึ้นจากการลดอัตราการผลิตของเครื่องห่อบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะกล่าวอีกครั้งเกี่ยวกับโครงสร้างต้นทุนรวมของการผลิตสบู่ก้อนในบทถัดไป



รูปที่ 3-2 : กระบวนการผลิตสบู่ก้อน

ดังนั้นจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษากระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อนในหัวข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ตามลำดับนั้น ปัจจัยต้นที่จะทำการศึกษาสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3-3 โดยการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของอัตราการไหลไอน้ำ(Steam Mass Flow), %วาล์วถังลดแรงดันเฉียบพลัน (%Opening) และ %กลีเซอรีนในสบู่เม็ด (%Glycerin) ของกระบวนการเม็ด ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตรวมของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดและสบู่ก้อนอย่างไร โดยเป้าหมายคือต้องการใช้ต้นทุนการผลิตลดลงต่ำสุดโดยภายใต้ตัวชี้วัดคุณภาพที่กำหนด ขั้นถัดไปพิจารณาระดับที่จะนำมาใช้ในการออกแบบการทดลองของแต่ละปัจจัย รวมถึงเลือกลักษณะความหลากหลายของบรรจุภัณฑ์และน้ำหนักสบู่ที่เหมาะสมมาทำการทดลอง

รูปที่ 3-3: ปัจจัยที่ทำการศึกษาของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

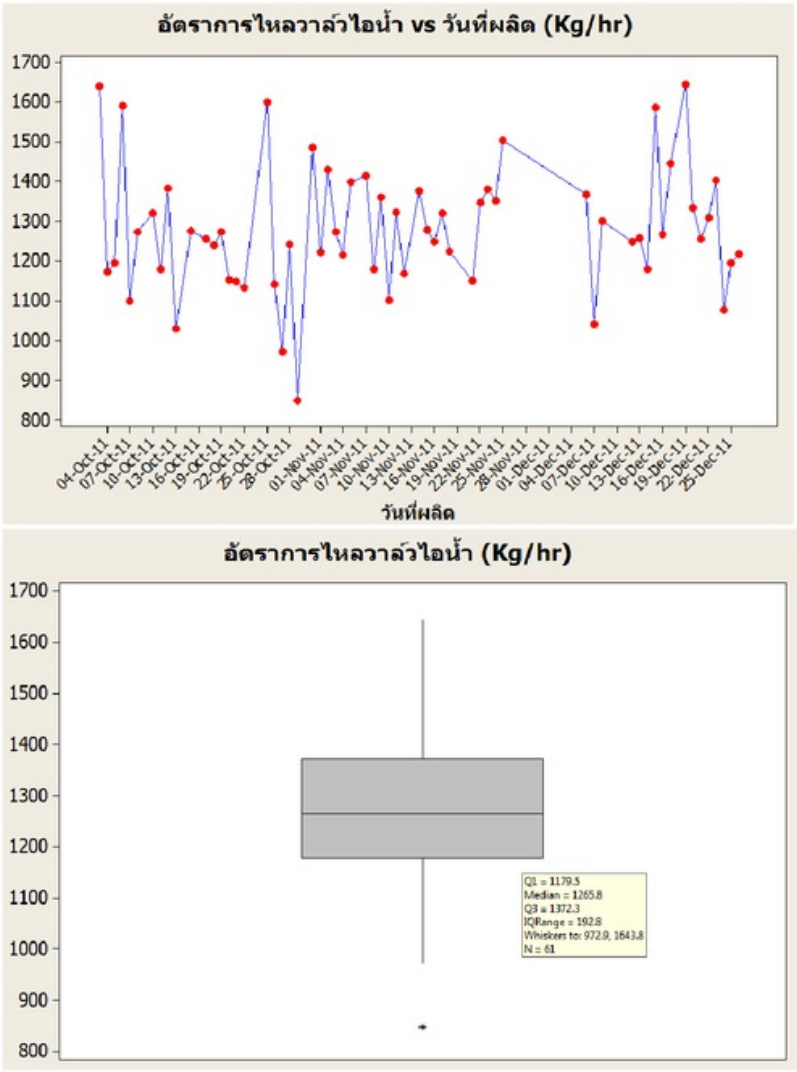
3.2 การกำหนดแบบการทดลองและระดับของตัวแปรต้นในการทดลอง

การนำการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมมาใช้ นอกจากทราบปัจจัยต้น และปัจจัยตามแล้วตามรูปที่ 3-3 จำเป็นจะต้องทราบระดับของปัจจัยที่จะทำการศึกษาด้วย ทั้งนี้งานวิจัยได้นำข้อมูลของ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow), %วาล์วถังลดแรงดันเฉียบพลัน (%Opening) และ %กลีเซอรีน

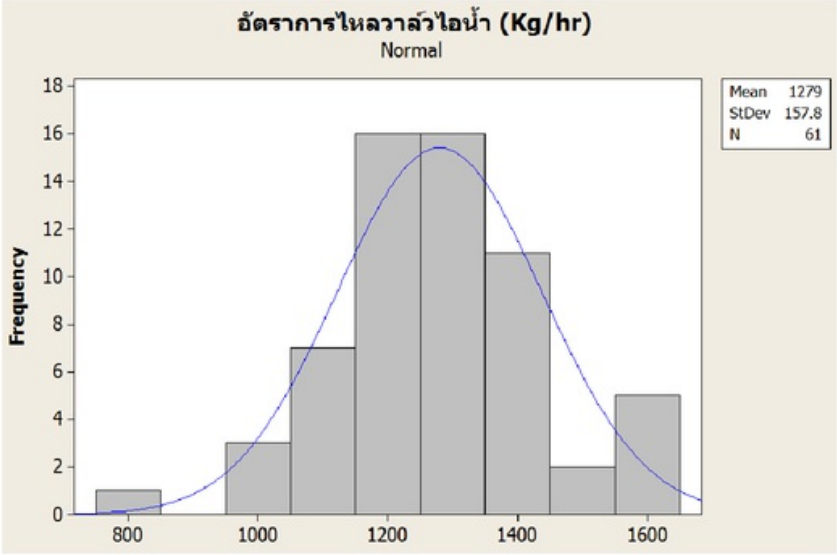
(%Glycerin)ซึ่งเป็นปัจจัยต้นของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดในช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2554 เป็นตัวกำหนดช่วงของระดับที่จะทำการศึกษา

1. **ระดับอัตราการไหลไอน้ำ** (Steam Mass Flow)

อัตราการไหลไอน้ำของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดแสดงได้ดังรูปที่3-4แสดงให้เห็นถึงช่วงสภาวะการเดินของกระบวนการอยู่ที่ 800 - 1,700 kg/hr โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1,279kg/hr โดยมีค่าปริมาณการใช้ไอน้ำสูงสุดอยู่ที่ 1644 kg/hr และต่ำสุด 973 kg/hr ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 158kg/hr



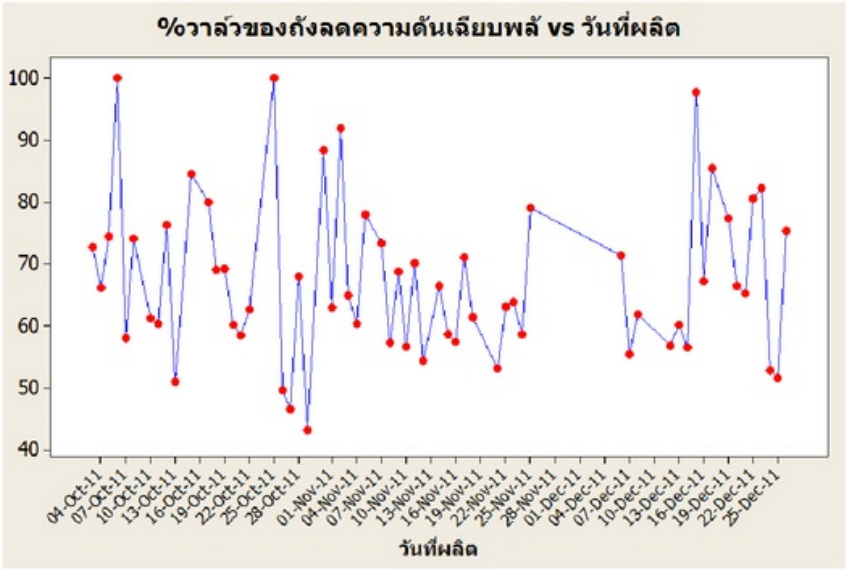
รูปที่ 3-4: อัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow) ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิตสบู่เม็ด



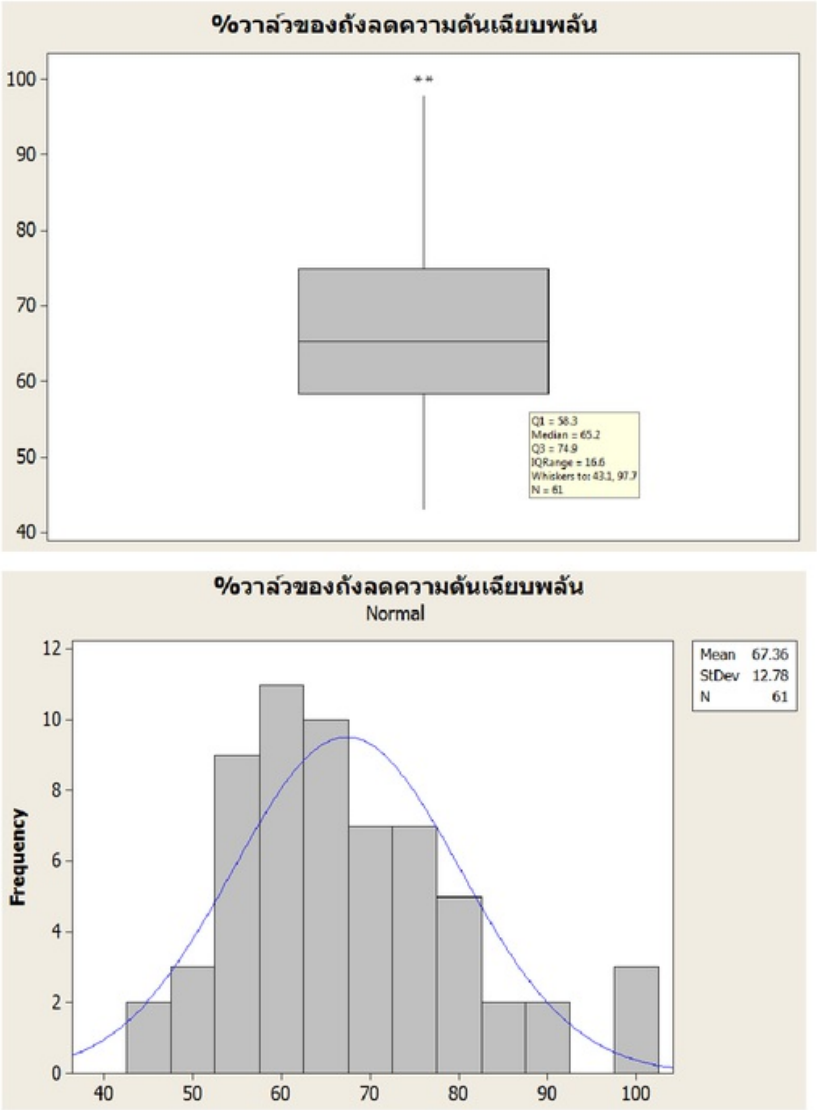
รูปที่ 3-4: อัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow) ที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิตสบู่เม็ด (ต่อ)

2. เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดแรงดันเฉียบพลัน (%Opening)

เปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดแรงดันเฉียบพลันของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดแสดงได้ดังรูปที่ 3-5แสดงให้เห็นถึงช่วงสภาวะการเดินของกระบวนการอยู่ที่ 40-100% โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 67% โดยถังลดความดันเฉียบพลันมีเปอร์เซ็นต์การเปิดวาว์ลสูงสุด 98% ต่ำสุดอยู่ที่ 43% ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13%



รูปที่ 3-5 : เปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลันของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด



รูปที่ 3-5 : เปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลันของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด (ต่อ)

3. เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่ (%Glycerin)

เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความชื้นสบู่เหลว ซึ่งปัจจุบันโรงงานจะผลิตสบู่ที่มีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนอยู่ 3 สูตร คือ 1%, 2.25% และ 3.5% ซึ่งในแต่ละสูตร จะต่างกันตรงที่ใส่ปริมาณวัตถุดิบ ได้แก่ น้ำมันปาล์ม, โซดาไฟ,เกลือและสารประกอบอื่นๆ โดยกำหนดมาจากบริษัทแม่ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่นเดียวกับสูตรสบู่ที่ได้กล่าวมาในหัวข้อ 1.2.3แต่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษา เนื่องจาก

ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อน ทางด้านต้นทุนวัตถุดิบเป็นมูลค่าสูง สามารถเสนอเปลี่ยนสูตรแก่บริษัทแม่ได้

ดังนั้นปัจจัยต้นและช่วงที่ทำการศึกษาของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดเป็นดังตารางที่ 3-1 โดยช่วงที่จะทำการศึกษาสำหรับปัจจัยอัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow) และเปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลัน นั้นจะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของปัจจัยต้นบวกลบหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนปัจจัยเรื่องเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในสบู่เหลว (%Glycerin) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์อีกตัวหนึ่ง ในด้านสูตรสบู่เม็ดที่ใช้เดินผลิตจะกำหนดค่าเป็น 1.0-3.5% เนื่องจากสูตรสบู่ที่มีอยู่ในปัจจุบันจะทำการผลิตช่วงนี้

ตารางที่ 3-1 : ปัจจัยต้นและช่วงที่ทำการศึกษาของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด

ปัจจัยต้น (Factor)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)	ค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ช่วงที่ทำการศึกษา $(\pm\sigma)$
อัตราการไหลไอน้ำ	1,644	973	1,279	158	1,121-1,437
เปอร์เซ็นต์วาล์ว	98	43	67	13	54-80
เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน	3.5	1	2.25	-	1.0-3.5

จากบทที่ 2-1 งานวิจัยนำการออกแบบการทดลองพื้นผิวผลตอบ : (Response Surface Methodology, RSM) สามารถอ้างอิงได้จาก(ปารเมศ ชุติมา, 2545) โดยเลือกใช้วิธีการออกแบบ Box-Behnken เพราะเมื่อพิจารณาดังตารางที่ 3-2 ที่ปัจจัยที่จะทำการพิจารณามี3 ปัจจัย จะมีจำนวนการทดลองที่น้อยกว่า วิธีการแบบ Central Composite คือ 15 การทดลอง

ตารางที่3-2 :เปรียบเทียบจำนวนการทดลองของการออกแบบการทดลองชนิดต่างๆ

Design		Factors								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Central Composite full	unblocked	13	20	31	52	90	152			
	blocked	14	20	30	54	90	160			
Central Composite half	unblocked				32	53	88	154		
	blocked				33	54	90	160		
Central composite quarter	unblocked							90	156	
	blocked							90	160	
Central Composite eighth	unblocked									158
	blocked									160
Box-Behnken	unblocked		15	27	46	54	62		130	170
	blocked			27	46	54	62		130	170

โดยวิธีการออกแบบ Box-Behnkenจะต้องกำหนดระดับอย่างน้อย 3 ระดับเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด โดยปัจจัยหลักของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดมี 3 ปัจจัยจะทำการศึกษาระดับดังตารางที่ 3-3
สำหรับระดับ "-" ของปัจจัยต้นมาจากค่าเฉลี่ยของปัจจัยต้นลบหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สำหรับระดับ "0" ของปัจจัยต้นมาจากค่าเฉลี่ยของปัจจัยต้น
สำหรับระดับ "+" ของปัจจัยต้นมาจากค่าเฉลี่ยของปัจจัยต้นบวกหนึ่งเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่3-3: ตารางกำหนดค่าสูง, ต่ำของปัจจัยทั้ง 3ปัจจัย

ปัจจัยต้น	ระดับ		
	-	0	+
อัตราการไหลไอน้ำ (Kg/hr)	1,121	1,279	1,437
เปอร์เซ็นต์วาล์ว (%)	54	67	80
เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%)	1.00	1.25	3.50

3.3 เมทริกซ์การออกแบบ

เมทริกซ์การออกแบบสำหรับงานวิจัยการศึกษาผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตที่มีต่อต้นทุนรวมและคุณภาพสบู่ก้อน ซึ่งเป็นไปตามแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน (Box-Behnken Design) ของ 3 ปัจจัยต้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการ 2 กระบวนการ คือกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ซึ่งเป็นปัจจัยต้น โดยปัจจัยต้นที่ทำการศึกษาได้แก่ อัตราการไหลไอน้ำ, เปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดแรงดันเฉียบพลัน และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในสบู่ ซึ่งปัจจัยตามที่ได้คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด ซึ่งสบู่เม็ด จะถูกนำการเข้ากระบวนการผลิตสบู่ก้อนต่อ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด สำหรับกระบวนการผลิตสบู่ก้อนนั้น จะแปรผันโดยตรงกับค่าความแข็งสบู่ก้อนที่ผลิตได้ และยังมีความหลากหลายอื่นๆ ที่มีอยู่ในกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งสบู่ คือ ชนิดบรรจุภัณฑ์, สูตร และน้ำหนักสบู่ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่าความแข็งสบู่ก้อน จะมีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อน สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำเมทริกซ์ออกแบบของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ดังนี้

3.3.1 เมทริกซ์การออกแบบสำหรับกระบวนการผลิตสบู่เม็ด

สำหรับเมทริกซ์ออกแบบกระบวนการผลิตสบู่เม็ด แสดงปัจจัยต้น และระดับปัจจัยดังตารางที่ 3-3 เมื่อเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป ที่ช่วยออกแบบการทดลองจะสามารถสร้างตารางการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 : เมทริกซ์การออกแบบการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด

Coded Values Type				
StdOrder	RunOrder	A	B	C
10	1	0	1	-1
5	2	-1	0	-1
7	3	-1	0	1
9	4	0	-1	-1
11	5	0	-1	1
14	6	0	0	0
1	7	-1	-1	0
8	8	1	0	1
2	9	1	-1	0
4	10	1	1	0
3	11	-1	1	0
13	12	0	0	0
15	13	0	0	0
12	14	0	1	1
6	15	1	0	-1

Uncoded Values Type				
ลำดับการทดลองมาตรฐาน	ลำดับที่	อัตราการไหลของไอน้ำ	เปอร์เซนต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน	เปอร์เซนต์กลีเซอรีน
10	1	1,279	80	1.00
5	2	1,121	67	1.00
7	3	1,121	67	3.50
9	4	1,279	54	1.00
11	5	1,279	54	3.50
14	6	1,279	67	2.25
1	7	1,121	54	2.25
8	8	1,437	67	3.50
2	9	1,437	54	2.25
4	10	1,437	80	2.25
3	11	1,121	80	2.25
13	12	1,279	67	2.25
15	13	1,279	67	2.25
12	14	1,279	80	3.50
6	15	1,437	67	1.00

การทดลองจะมีทั้งหมด 15 การทดลอง โดยทำซ้ำ 1 ครั้ง กำหนดให้ค่า 1, 0, -1 ของอัตราการไหลของไอน้ำเท่ากับ 1,121, 1,279 และ 1,437 กก./ชม., ค่า 1, 0, -1 ของเปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลันเท่ากับ 58, 69 และ 80, และ ค่า 1, 0, -1 ของเปอร์เซ็นต์ดลีเซอรีนเท่ากับ 1%, 2.25% และ 3.5% โดยปัจจัยตามสำหรับกระบวนการผลิตสบู่เม็ด คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด

3.3.2 เมทริกซ์การออกแบบสำหรับกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

สบู่เม็ดจากกระบวนการผลิตสบู่เม็ด นำเข้าสู่กระบวนการผสมสูตรสบู่ก้อน จากนั้นทำการปั้มขึ้นรูปก้อนตามน้ำหนักที่กำหนด และบรรจุหีบห่อ ตามแต่ชนิดของบรรจุภัณฑ์ เพื่อขายสู่มือผู้บริโภค ซึ่งสูตร, น้ำหนักสบู่ และชนิดบรรจุภัณฑ์ เป็นความหลากหลายที่มีในกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ดังนั้นจึงต้องศึกษาผลกระทบของปัจจัยต้นที่มีต่อปัจจัยตาม ภายใต้ความหลากหลายเหล่านี้เพื่อให้มั่นใจว่าระดับของปัจจัยต้นที่ได้ปรับปรุงจะทำให้เกิดต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุดและระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ภายใต้ความหลากหลาย ส่วนระดับของความหลากหลายของกระบวนการผลิตสบู่ก้อนมีดังนี้

ระดับของบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วย 3 แบบคือ Carton, Flowwrap, Wrapper

ระดับของน้ำหนักสบู่ก้อนประกอบด้วย 6 แบบคือ 55, 75, 80, 90, 100 และ115 กรัม

ระดับของสูตรสบู่ก้อนประกอบด้วย 31 แบบ ดังที่แสดงที่หัวข้อ 1.2.3 เนื่องจากการทำทดลองนั้นจะมีต้นทุนที่สูญเสียไปจากการทดลอง จึงจำเป็นต้องเลือกระดับที่สามารถเป็นตัวแทนของระดับที่ไม่ถูกเลือกทั้งหมด ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของคุณภาพสบู่ด้านค่าความแข็ง และอัตราการระเหยของน้ำในสบู่ด้วยเหตุนี้เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3.5

สำหรับบรรจุภัณฑ์ Carton เลือกทำการทดลองกับสูตร OLIVE และ BEE EXTRACT เนื่องจากมีปริมาณน้ำในสูตรมากที่สุดในบรรดาสูตรทั้งหมดโดยอยู่ที่ 20 kg/batch ซึ่งถือได้ว่ามีผลต่อค่าความแข็งสบู่มากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนที่เลือกสูตร BEE EXTRACT เพราะปริมาณการผลิตมากที่สุดของบรรจุภัณฑ์ Carton เสี่ยงต่อการร้องเรียนจากลูกค้าได้ และเลือกทำกับน้ำหนักสบู่ที่ 80, 90 และ 115 กรัม เพราะน้ำหนัก80 กรัม มีปริมาณการผลิตมากที่สุดเสี่ยงต่อการร้องเรียนจากลูกค้าได้ อีกทั้งสามารถเปรียบเทียบผลของตัวปัจจัยตามกับบรรจุภัณฑ์ Wrapper ได้ ส่วนสาเหตุที่เลือก 90 และ 115 กรัม เพราะต้องการพิจารณาน้ำหนักของสบู่มีผลต่ออัตราการระเหยความชื้นหรือไม่

สำหรับบรรจุภัณฑ์ Flowwrap เลือกทำการทดลองกับสูตร OLIVE และ ROSE POTALS เนื่องจาก OLIVE มีปริมาณน้ำในสูตรมากที่สุดในบรรดาสูตรทั้งหมดโดยอยู่ที่ 20 kg/batch และ ROSE POTALS มีปริมาณการผลิตมากที่สุดสำหรับบรรจุภัณฑ์ Flowwrap โดยเลือกน้ำหนักสบู่ 55 กรัม เพราะมีการผลิตเพียงน้ำหนักเดียว

สำหรับบรรจุภัณฑ์ Wrapper เลือกทำการทดลองกับสูตรOLIVE เนื่องจากมีปริมาณน้ำในสูตรมากที่สุดในบรรดาสูตรทั้งหมดโดยอยู่ที่ 20 kg/batch อีกทั้งมีปริมาณการผลิตมากที่สุด โดยเลือกน้ำหนักสบู่ที่ 80 กรัม และ 100 กรัม เพราะว่ามีเพียงสองน้ำหนักที่ขาย และต้องการดูผลกระทบของอัตราการระเหยน้ำในเนื้อสบู่ก้อนว่ามีผลต่อน้ำหนักหรือไม่ ซึ่งเสี่ยงต่อกฎหมายในเรื่องกฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550

ตารางที่ 3-5 : ปริมาณการผลิตและปริมาณน้ำในสูตร, น้ำหนักสบู่และบรรจุภัณฑ์ต่างๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ขนาด						ปริมาณการผลิต	ปริมาณน้ำในสูตร (kg/batch)
	55	75	80	90	100	115		
Carton	5,100	702,600	1,405,160	97,520	-	94,435	2,304,815	
BEE EXTRACT		187,100	271,447				458,547	15.30
ICY COOL		159,600	217,875			7,000	384,475	10.00
FRESH		105,500	171,042	5,900		7,935	290,377	13.04
CREAM	2,800	116,600	148,909				268,309	10.20
DEO		70,000	132,775	6,500			209,275	16.00
ALOE		56,000	110,679	34,100		6,600	207,379	13.27
CLASSIC	2,300		147,068			7,200	156,568	10.04
ROSE POTALS		5,200	78,492	-		45,800	129,492	19.50
OLIVE		2,600	45,412	51,020		14,300	113,332	20.00
HERBAL			81,462	-		5,600	87,062	5.04
Flowwrap	838,087						838,087	
ROSE POTALS	259,300						259,300	10.00
PAPAYA	252,900						252,900	19.50
OLIVE	99,800						99,800	20.00
CLASSIC	70,000						70,000	10.04
FRESH OCEAN	50,600						50,600	11.67
SHEA BUTTER	49,000						49,000	14.03
FRESH MORNING DEW	42,487						42,487	10.07
WHITE	14,000						14,000	15.00
Wrapper			241,181		660,428		901,609	
OLIVE			57,622		161,553		219,175	20.00
GOLD					168,718		168,718	15.39
CHAMOMILE			36,000		105,670		141,670	15.00
HONEY & MILK					108,261		108,261	11.61
SHEA BUTTER					80,166		80,166	14.03
CITRUS & CREAM			56,611				56,611	11.04
PINK			48,100				48,100	10.00
MILK PROTEIN			21,428				21,428	15.00
ROSE POTALS			21,420				21,420	19.50
ICY COOL					6,000		6,000	10.00
ACTIVE								10.13
ปริมาณการผลิต	843,187	702,600	1,646,341	97,520	660,428	94,435	4,044,511	

ด้วยเหตุนี้งานวิจัยจึงได้เลือกศึกษาลักษณะความหลากหลายของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ดัง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6: สรุปลักษณะความหลากหลายที่เลือกทำการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

บรรจุภัณฑ์	สูตร	ขนาด (กรัม)					
		55	75	80	90	100	115
Carton	OLIVE			■	■		■
	BEE EXTRACT		■	■			
Flowwrap	OLIVE	■					
	ROSE POTALS	■					
Wrapper	OLIVE			■		■	

■ = เลือกทำการทดลอง
= ไม่เลือกทำการทดลอง

เพื่อให้สามารถเห็นภาพรวมของการทดลองของทั้งกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน การลงข้อมูลผลการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดจากหัวข้อ 3.3.1 และสรุปลักษณะความหลากหลายที่เลือกทำการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่ก้อนจากหัวข้อ 3.3.2 สามารถรวมตารางสรุปผลการทดลองได้ ดังตารางที่ 3-7บันทึกผลการทดลองของปัจจัยตามของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

ทั้งนี้นอกจากการเก็บผลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และค่าความแข็งสบู่ของกระบวนการผลิตสบู่ก้อนแล้ว ยังต้องทำการเก็บตัวอย่างก้อนสบู่ เพื่อศึกษาปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น: (Weight loss) ด้วยเพื่อให้ทราบว่า การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต้นในแต่ละการทดลอง ในลำดับการทดลองไหนขัดต่อ กฎหมายในเรื่องกฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550

สรุปแล้วเมื่อได้ผลการทดลองในแต่ละลำดับการทดลองแล้ว งานวิจัยจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์หาค่าอัตราการไหลไอน้ำ, เปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลัน และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน ที่ดีที่สุดที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมลดลงต่ำสุด โดยต้นทุนการผลิตรวมมีผลกระทบมาจากเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่าความแข็งสบู่และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น โดยแสดงสมการต้นทุนในหัวข้อ บทที่ 4.2 การคำนวณต้นทุนสบู่ก้อน

ตารางที่ 3-7:ตารางบันทึกผลการทดลองของปัจจัยตามของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดและกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่เม็ด						กระบวนการผลิตสบู่ก้อน											
						การปั๊มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (g) เทียบกับมาตรฐาน									บรรจุภัณฑ์สูญเสีย (%Loss)		
						Carton					Flowwrap		Wrapper				
						OLIVE			BEE EXTRACT		OLIVE	ROSE POTALS	OLIVE		Carton	Flowwrap	Wrapper
ลำดับการทดลอง	ลำดับที่	อัตราการไหลของไอน้ำ	เปอร์เซนต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบหลัน	เปอร์เซนต์กลิเซอรัน	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	80	90	115	75	80	55	55	80	100			
10	1	1,279	80	1.0													
5	2	1,121	67	1.0													
7	3	1,121	67	3.5													
9	4	1,279	54	1.0													
11	5	1,279	54	3.5													
14	6	1,279	67	2.3													
1	7	1,121	54	2.3													
8	8	1,437	67	3.5													
2	9	1,437	54	2.3													
4	10	1,437	80	2.3													
3	11	1,121	80	2.3													
13	12	1,279	67	2.3													
15	13	1,279	67	2.3													
12	14	1,279	80	3.5													
6	15	1,437	67	1.0													

=กระบวนการผลิต
=ปัจจัยต้น
=ปัจจัยตาม
=ความหลากหลายของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

เนื่องจากตารางบันทึกผลการทดลองของงานวิจัยมีการเก็บผลการทดลองจาก 2 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน โดยกระบวนการผลิตสบู่เม็ดจะทำการเก็บเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสบู่เม็ดที่ออกมาจากกระบวนการ ส่วนกระบวนการผลิตสบู่ก้อนเก็บค่าความแข็งสบู่และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นดังนั้นสามารถแบ่งขั้นตอนการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การทดลองและเก็บตัวอย่างกระบวนการสบู่เม็ด และการทดลองและเก็บตัวอย่างกระบวนการสบู่ก้อน ดังนี้

3.4.1 การทดลองและเก็บตัวอย่างกระบวนการสบู่เม็ด

สำหรับการทดลองและเก็บตัวอย่างของสบู่เม็ดในกระบวนการผลิตสบู่เม็ดนั้นจะทำการเดินและหยุดกระบวนการตามปกติ เพียงแต่ปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ได้แก่ อัตราการไหลของไอน้ำ,เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน โดยดูค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสบู่เม็ดที่ออกมาว่ามีค่าเท่าไหร่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มเดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ด (Start up)

ก. ต้มล้างถังที่เก็บสบู่ Neat soap เพื่อไม่ให้มี Neat soap ที่มีคงค้างอยู่ภายในถัง เนื่องจากเก็บจะมีการใส่ Neat soap สูตรต่างๆทั้ง 1%, 2.25% และ 3.5% กลีเซอลีน โดยจะต้องทำการต้มล้างทุกครั้งที่มีการเดินเปลี่ยนสูตร Neat soap

รูปที่ 3-6 : ถังบรรจุสบู่ Neat soap หลังการต้มล้างถังจนว่าง

ข. เปิด Steam ไล่เนื้อ Neat soap ที่คงค้างอยู่ในระบบท่อและถังต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตสบู่เม็ดโดยจะต้องทำการต้มล้างทุกครั้งที่มีการเดินเปลี่ยนสูตร Neat soap เพื่อไม่ให้มีการปนกันของสูตร รบกวนต่อกระบวนการผลิตสบู่เม็ด โดยปริมาณ Neat soap ที่คงค้างอยู่ในกระบวนการโดยปกติจะมีประมาณ 250-300 กิโลกรัมจะถูกนำไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตสบู่เหลว Neat soap

รูปที่ 3-7 : สภาพเนื้อ Neat soap ที่ไล่ออกมาจากกระบวนการผลิตสบู่เม็ดลงสู่ถังต้มสบู่

ค. ล้างอุปกรณ์ Cooling tower, Heat exchanger plate และ Wet Scrubber เพื่อให้ทั้ง 3 อุปกรณ์สามารถแลกเปลี่ยนความร้อนให้เป็นไปตามปกติ และไม่ส่งผลต่อการทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ในครั้งนี้

ง. สอบเทียบอุปกรณ์การวัดของเครื่อง Moisture analyzer ที่ทำหน้าที่วัดเปอร์เซ็นต์กลีเซอลีนในสบู่เม็ด รวมถึงเครื่องวัดอัตราการไหลไอน้ำเพื่อให้การปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามการทดลอง จากการสอบเทียบไม่พบความผิดปกติ

จ. จัดเตรียมถุงบรรจุสบู่น้ำหนัก1 ตัน จำนวน 75+15 ถุง โดยในแต่การทดลองทั้ง 15 การทดลอง จะเก็บสบู่เม็ดจำนวน 5 ถุงและอีก 15 ถุงไว้ใช้ในช่วงที่มีการเปลี่ยนลำดับการทดลองตามตารางการทดลอง

รูปที่ 3-6 : พนักงานกำลังจัดเก็บสบู่เม็ดลงถุง 1 ตันามลำดับการทดลอง

ขั้นตอนที่ 8 : เดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ด (Eco dryer operation)

ก. เริ่มทำการเดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ดตามปกติที่อัตราการผลิตสบู่เม็ด 5,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยจะเริ่มเดินการทดลอง Neat soap สูตร 1%, 2.3% และ 3.5% เรียงตามลำดับ ตามตารางการทดลอง

ข. ทำการทดลองตามตารางการทดลอง สำหรับสูตร 1% กลีเซอรีนจะเริ่มจากลำดับการทดลองที่ 5, 10, 6 และ 9 สำหรับสูตร 2.3% กลีเซอรีนเริ่มจากลำดับการทดลองที่ 13, 4, 3, 14, 2, 15 และ 1 สำหรับสูตร 3.5% เริ่มจากลำดับการทดลองที่ 8, 12, 11 และ 7 โดยเมื่อมีการเปลี่ยนสูตร Neat soap จะต้องทำการไล่ล้างระบบ ตามขั้นตอนที่ 1 กและ 2ขโดยปริมาณเนื้อที่ไล่ออก คือ 600 กิโลกรัม หรือ 2 รอบของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการปนกันของสูตรสบู่ Neat soap

ค. ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ตามตารางการทดลอง และทำการเดินระบบต่อไปอีก 30 นาที หลังจากนั้น ทำการจัดเก็บสบู่เม็ดลงถุงเก็บ พร้อมกับทำการตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเนื้อสบู่จำนวน 3 ครั้ง เว้นระยะทุกๆ 3 นาที นำค่ามาเฉลี่ยกัน และบันทึกผลลงตารางการทดลอง

ง. จัดเก็บสบู่เม็ดหลังจากตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยเก็บจำนวน 5 ถุงหรือ 5,000 กิโลกรัมต่อ 1 ลำดับการทดลอง มัดปากถุงเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น และจัดเก็บในพื้นที่เก็บสบู่เม็ด

ขั้นตอนที่ 3 :หยุดกระบวนการผลิตสบู่เม็ด (Stop process)

ก. ทำการไล่เนื้อสบู่ออกจากระบบให้หมด เนื่องจากเป็นการทำการทดลองที่มีการปรับเปลี่ยนค่า อัตราการไหล, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน ซึ่งไม่เป็นไปตามการเดินกระบวนการปกติ

ข. สบู่เม็ดที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์จากการเปลี่ยนแปลงลำดับการทดลอง จะถูกนำการผสมกับสบู่สูตรปกติที่อัตราส่วน 1 ตันต่อ 20 ตัน ลดค่าการสูญเสียจากการนำกลับมาใช้ใหม่

3.4.2 การทดลองและเก็บตัวอย่างกระบวนการสบู่ก้อน

สำหรับการทดลองและเก็บตัวอย่างของสบู่ก้อนในกระบวนการผลิตสบู่ก้อน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือขั้นตอนการเตรียมกระบวนการ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเดินผลิตสบู่ทดลองตามสูตร น้ำหนักและชนิดบรรจุภัณฑ์ตามที่ระบุไว้ในตารางการทดลอง และการเดินกระบวนการผลิตสบู่ก้อน โดยเดินตามตารางการทดลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับแผนการผลิตที่ได้จากนักวางแผนการผลิตสบู่ โดยตารางการผลิตจะอธิบายถัดไปในหัวข้อ 3.5 แผนการผลิต

ขั้นตอนการเตรียมกระบวนการ (Making process)

ก. เคลียร์ถังบรรจุสบู่เม็ดให้ว่าง และทำการแซะทำความสะอาดถัง

ข. นำถุงสบู่เม็ดโหลดลงถังบรรจุสบู่เม็ด ตามลำดับการทดลอง จำนวน 5,000 กิโลกรัม

ค. ทำความสะอาดถังกวนผสมสบู่โดยการไล่เนื้อสบู่เม็ดเปล่าเข้าล้างระบบจำนวนเท่ากับ 1 batch การผสม หรือ 400 กิโลกรัม

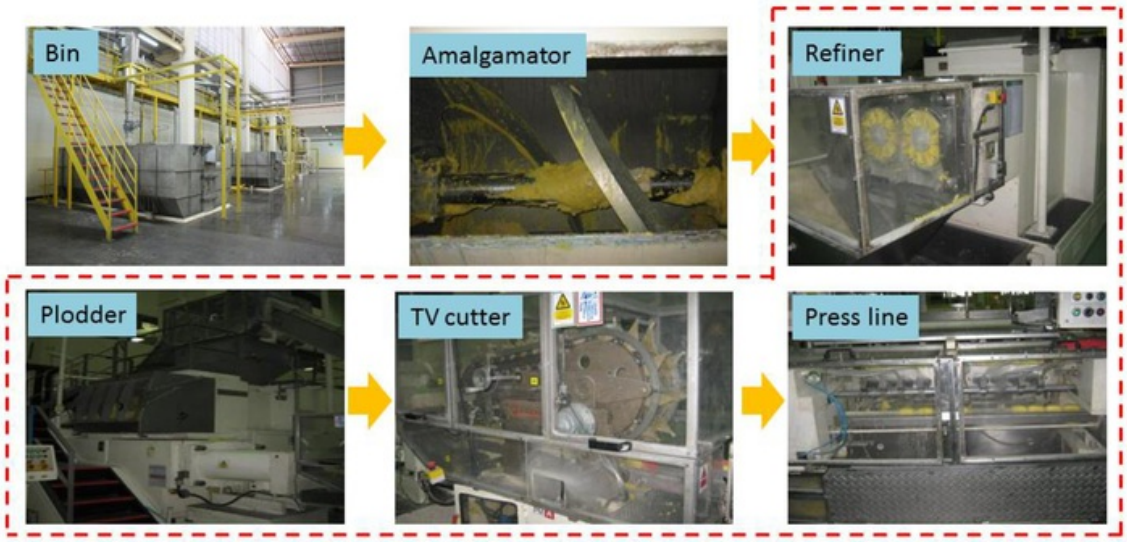
ง. ทำการผลิตสบู่เม็ดตามสูตรที่กำหนดในลำดับการทดลองครั้งละ 400 กิโลกรัม และปล่อยลงสู่สายการผลิต

ขั้นตอนการการเดินกระบวนการผลิตสบู่ก้อน (Finishing process)

ก. เปิดประตูปล่อยเนื้อสบู่ลงสายการผลิต และทำการจดค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรในสายการผลิตเพื่อควบคุมให้อยู่ในสภาวะปกติ ดังนี้ Refiner, Plodder, TV Cutter, Metal detector, Press ทุกๆชั่วโมง รวมถึงอัตราการผลิตสบู่ก้อน

ข. หลังจากเดินสายการผลิตเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำการสุ่มตัวอย่างสบู่ก้อนเพื่อทำการวัดค่าความแข็งสบู่ทุกๆชั่วโมง จำนวน 1 ก้อนและวัด 2 จุดตำแหน่งหัวและท้ายก้อน ตามแผนการสุ่มของบริษัทกรณีศึกษาเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมงต่อ 1 ลำดับการทดลอง

ค. เก็บตัวอย่างสบู่ก้อนจำนวนทั้งหมด จำนวนเท่ากับปริมาณสบู่เม็ดที่เก็บไว้คือ 5,000 กิโลกรัม ซึ่งสามารถผสมได้ประมาณ 12 batch และ Batch ละ 400 กิโลกรัม



รูปที่ 3-9 : กระบวนการผลิตสบู่ก้อนตั้งแต่สบู่เม็ดจากถังเก็บสบู่เม็ด (Bin) จนถึงเครื่องปั้มสบู่ (Press) โดยอุปกรณ์ในกรอบเส้นประ จะทำการจดค่าพารามิเตอร์ของเครื่อง

ง. จดบันทึกผลการผลิตที่ได้ และปริมาณบรรจุภัณฑ์ที่สูญเสียไปหลังจากจบลำดับการทดลอง

จ. ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักสบู่ก้อนหลังจากผ่านกระบวนการบรรจุหีบห่อแล้ว จำนวน 126 ก้อน พร้อมหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามแผนการสุ่มของ

กฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550 ดังหัวข้อที่ 2.4 ซึ่งจะนำมาใช้เปรียบเทียบตารางน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นที่บริษัทกรณีศึกษาได้ทำการศึกษาไว้

3.5 แผนการทดลอง

เนื่องจากการทดลองมีผลต่อการผลิตสบู่เม็ด และสบู่ก้อนตามแผนการผลิตปกติ จำเป็นต้องประชุมร่วมกับนักวางแผนการผลิตเพื่อจัดเวลาลงการทดลอง ทั้งนี้แผนการเดินสบู่เม็ดและสบู่ก้อนไม่จำเป็นจะต้องทำการเดินในวันเดียวกัน เนื่องจากสามารถเดินสบู่เม็ดเก็บลงถุงเก็บ 1 ตันได้ และรอช่วงการทดลองที่เหมาะสมตามแผนจากนักวางแผนการผลิต โดยแนวคิดจะทำการเดินทดลองต่อ หลังจากที่มีการเดินสูตร และน้ำหนักเดียวกันสำหรับการผลิตปกติไปแล้ว เช่น ถ้าแผนการผลิตมีการเดินสบู่ก้อนสูตร OLIVEน้ำหนัก55 กรัม ก็จะทำการเดินทดลองสูตร OLIVE น้ำหนัก55 กรัมเช่นกัน ดังตาราง 3-8 แผนการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และสบู่ก้อน รวมถึงแผนการเก็บตัวอย่างสบู่ก้อน

เมื่อทำการเดินการผลิตสบู่ก้อนตามลำดับการทดลอง และเก็บตัวอย่างสบู่ก้อนชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกผลการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นโดยรายละเอียดของการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจะอธิบายในบทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัยต่อไป

ตาราง 3-8 : แสดงแผนการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และสบู่ก้อน รวมถึงแผนการเก็บตัวอย่างสบู่ก้อน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	ระยะเวลาดำเนินงาน																																																						
		กุมภาพันธ์																	มีนาคม																											เมษายน												
		11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27	28	29	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	19
	กระบวนการผลิตสบู่เม็ด																																																									
1	ทดลองสบู่เม็ดสูตร 1.0% ตามลำดับการทดลองที่ 5, 10, 6, 9																																																									
2	ทดลองสบู่เม็ดสูตร 2.3% ตามลำดับการทดลองที่ 13, 4, 3, 14, 2, 15, 1																																																									
3	ทดลองสบู่เม็ดสูตร 3.5% ตามลำดับการทดลองที่ 8, 12, 11, 7																																																									
	กระบวนการผลิตสบู่ก้อน																																																									
4	บรรจุภัณฑ์ชนิด Carton																																																									
	สูตร Olive																																																									
	ขนาด 80 g																																																									
	ขนาด 90 g																																																									
	ขนาด 115 g																																																									
	สูตร Propolis																																																									
	ขนาด 75 g																																																									
	ขนาด 80 g																																																									
5	บรรจุภัณฑ์ชนิด Flowwrap																																																									
	สูตร Olive ขนาด 55 g																																																									
	สูตร Pink ขนาด 55 g																																																									
6	บรรจุภัณฑ์ชนิด wrapper																																																									
	สูตร Olive ขนาด 80 g																																																									
	สูตร Olive ขนาด 100 g																																																									

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการดำเนินการวิจัยของการศึกษาผลกระทบของปริมาณความชื้นที่มีต่อคุณภาพและต้นทุนวัตถุดิบของสบู่ก้อน ทำการเก็บผลของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ด และค่าความแข็งของสบู่ก้อน ซึ่งเป็นปัจจัยตอบสนองของในแต่ละกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อนตามลำดับ โดยทำการทดลองดำเนินไปตามขั้นตอนการทดลองในหัวข้อ 3.4 ที่ได้กล่าวไว้ โดยมีการประชุมร่วมกันกับนักวางแผนการผลิต เพื่อกำหนดวันเวลาในการเก็บผลการทดลอง เพื่อไม่ให้กระทบต่อแผนการผลิตปกติ ดังตารางที่ 3-8 ในหัวข้อ 3.5 จากนั้นก่อนทำการนำผลการทดลองเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าอัตราไหลไอน้ำ, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน และ เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน ที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการพื้นผิวผลตอบนั้นจะทำการแปลงค่าตัวแปรตอบสนองที่ได้ของทั้งสองกระบวนการให้อยู่ในรูปของต้นทุนที่สามารถลดลงได้ โดยมีเป้าหมาย หาค่าปัจจัยต้นที่ทำให้คุณภาพและต้นทุนของโรงงาน เหมาะสมที่สุด

4.1 ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองตามลำดับการทดลองผลของปัจจัยตาม ได้แก่ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ดของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และค่าความแข็งของสบู่ก้อนของกระบวนการผลิตสบู่ก้อนเป็นไปตามตารางที่ 4-1 ผลการทดลองของกระบวนการผลิตสบู่ จากตารางมีข้อสังเกตว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของสบู่เม็ดอยู่ในช่วง 11.1-14.8% โดยค่าความแข็งสบู่ที่ปั้มขึ้นรูปก้อนอยู่ที่ 74-95 g/mm^{2}โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสบู่ก้อนในบรรจุภัณฑ์, สูตร และน้ำหนักเดียวกัน เมื่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นยิ่งสูงขึ้น ค่าความแข็งสบู่จะลดลงในทิศทางตรงกันข้ามกัน

ประกอบกับมีเงื่อนไขในกระบวนการผลิตสบู่เม็ดว่าจะต้องกำหนดค่าอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow) เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) เป็นค่าเดียวเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสบู่ก้อนต่อไป ภายใต้ทุกความหลากหลายของกระบวนการผลิตสบู่ก้อนผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรตอบสนองที่จะใช้ในการวิเคราะห์พื้นผิวผลตอบเป็นต้นทุนของการผลิตรวมของสบู่ก้อนในแต่ละการทดลอง โดยคำนวณส่วนต่างๆจากต้นทุนมาตรฐาน ว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง จากต้นทุนมาตรฐาน ในหน่วยบาท มาใช้เป็นตัวแปรตอบสนองเพื่อกำหนดปัจจัยต้นที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนน้อยที่สุด

ตารางที่ 4-1: ผลการทดลองของปัจจัยตามของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่เม็ด						กระบวนการผลิตสบู่ก้อน								
						ค่าความแข็งสบู่								
						Carton					Flowwrap		Wrapper	
						OLIVE			BEE EXTRACT		OLIVE	ROSE POTALS	OLIVE	
ลำดับการทดลอง	ลำดับที่	อัตราการไหลของไอน้ำ	เปอร์เซนต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน	เปอร์เซนต์กลีเซอริน	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	80	90	115	75	80	55	55	80	100
10	1	1,279	80	1.0	12.6	83	83	84	83	83	81	82	83	83
5	2	1,121	67	1.0	14.4	77	77	78	77	77	75	76	77	77
7	3	1,121	67	3.5	13.2	80	80	81	80	80	78	79	80	80
9	4	1,279	54	1.0	14.3	78	78	79	78	78	76	77	78	78
11	5	1,279	54	3.5	13.3	79	79	80	79	79	77	78	79	79
14	6	1,279	67	2.3	12.8	83	83	84	83	83	81	82	83	83
1	7	1,121	54	2.3	14.8	75	75	76	75	75	74	74	75	75
8	8	1,437	67	3.5	11.4	92	93	94	93	93	90	91	92	93
2	9	1,437	54	2.3	12.7	84	84	85	84	84	82	83	84	84
4	10	1,437	80	2.3	11.1	93	94	95	94	94	91	92	93	94
3	11	1,121	80	2.3	13.2	80	80	81	80	80	78	79	80	80
13	12	1,279	67	2.3	12.6	83	83	84	83	83	81	82	83	83
15	13	1,279	67	2.3	12.8	82	82	83	82	82	80	81	82	82
12	14	1,279	80	3.5	11.6	91	92	93	92	92	89	90	91	92
6	15	1,437	67	1.0	12.2	87	87	88	87	87	85	86	87	87

= กระบวนการผลิต
= ปัจจัยต้น
= ปัจจัยตาม
= ความหลากหลายของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

4.2 การคำนวณต้นทุนสบู่ก้อน

ต้นทุนสบู่ก้อนสำหรับโรงงานกรณีศึกษาจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบ และต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักร ซึ่งในแต่ละส่วนประกอบด้วยต้นทุนย่อยๆ ดังนี้

ต้นทุนวัตถุดิบรวม =ต้นทุนวัตถุดิบ +ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ (1)

ต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักร = ต้นทุนค่าแรง+ ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

+ ต้นทุนผลผลิตสูญเสีย (2)

เนื่องจากการทดลองมีการปรับเปลี่ยนค่ากระบวนการ คือ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow) เปอร์เซ็นต์วาล์วถังแรงดันเฉียบพลัน (%Opening) และ เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในสบู่เม็ด (%Glycerin) มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ดมีการเปลี่ยนแปลง ในแต่ละการทดลองทั้ง 15 การทดลอง ทำให้ต้นทุนวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลง และเมื่อนำสบู่เม็ดเข้าสู่กระบวนการผลิตสบู่ก้อน ทำให้เกิดต้นทุนการดำเนินการเครื่องจักร ในส่วนของต้นทุนผลผลิตสูญเสียเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐาน เนื่องจากกระบวนการผลิตของสายการผลิตจะมีเครื่องจักรปั้มสบู่ก้อน (Press)จะมีความไวในเรื่องของค่าความแข็งของสบู่ก้อน (Hardness) ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นสบู่ หรือ ปริมาณน้ำในสบู่เปลี่ยนแปลง จะมีผลต่อค่าความแข็ง ถ้าสบู่แข็งนิ่มเกินไป มีผลต่อต้นทุนประสิทธิภาพการเดินปั้มขึ้นรูปสบู่ก้อน อาจต้องทำการลดความเร็วในการปั้มขึ้นรูปก้อน แต่ถ้าสบู่แข็งเกินไปมีผลต่อต้นทุนในการผลิตสบู่ เนื่องจากเนื้อสบู่มีความหนาแน่นสูงทำให้ปรับน้ำหนักสบู่ลงได้ยาก โดย

ต้นทุนผลผลิตสูญเสีย = ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย + ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

+ ต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย (3)

ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้จะพิจารณาต้นทุน 2 ส่วนในสมการที่ (1) และ (2) ซึ่งเป็นผลกระทบจากปัจจัยต้น คือต้นทุนวัตถุดิบรวม และต้นทุนผลผลิตสูญเสียโดยจะคิดต้นทุนส่วนเพิ่มหรือลดเทียบจากต้นทุนสบู่ก้อนมาตรฐาน โดยในแต่ละการทดลองทั้ง 15 การทดลอง มีการเก็บข้อมูลในส่วนของผลผลิตสูญเสียได้แก่ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง, บรรจุภัณฑ์สูญเสีย และน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย ดังตารางที่4-2 ผลการเดินผลิตสบู่ก้อน ของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

ตารางที่4-2: ผลการเดินผลิตสบู่ก้อน ของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

กระบวนการผลิตสบู่เม็ด						กระบวนการผลิตสบู่ก้อน												
						การปั๊มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (g) เทียบกับมาตรฐาน									บรรจุภัณฑ์สูญเสีย (%Loss)			ประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ย (%AU)
						Carton					Flowwrap		Wrapper					
						OLIVE			BEE EXTRACT		OLIVE	ROSE POTALS	OLIVE		Carton	Flowwrap	Wrapper	
ลำดับการทดลอง	ลำดับที่	อัตราการไหลของไอน้ำ	เปอร์เซนต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน	เปอร์เซนต์กลีเซอรีน	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	80	90	115	75	80	55	55	80	100				
10	1	1,279	80	1.0	12.6	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.9	0.8	1.1	1.5	73.0
5	2	1,121	67	1.0	14.4	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	1.0	12.0	14.1	14.0	62.2
7	3	1,121	67	3.5	13.2	0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.8	7.0	5.0	4.2	71.5
9	4	1,279	54	1.0	14.3	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	13.0	11.5	12.0	65.5
11	5	1,279	54	3.5	13.3	0.0	-0.1	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	1.1	10.0	12.0	9.0	65.8
14	6	1,279	67	2.3	12.8	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.8	4.5	2.0	3.0	72.1
1	7	1,121	54	2.3	14.8	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	1.0	14.0	15.3	14.0	58.6
8	8	1,437	67	3.5	11.4	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.9	0.6	0.6	0.3	73.5
2	9	1,437	54	2.3	12.7	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.9	3.2	2.9	3.2	72.2
4	10	1,437	80	2.3	11.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	1.0	0.3	0.5	0.5	73.6
3	11	1,121	80	2.3	13.2	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.1	0.0	1.0	6.4	7.1	5.3	66.6
13	12	1,279	67	2.3	12.6	0.0	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.9	3.5	2.0	2.7	72.4
15	13	1,279	67	2.3	12.8	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	1.0	7.2	4.0	4.4	71.7
12	14	1,279	80	3.5	11.6	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.5	0.6	0.8	73.4
6	15	1,437	67	1.0	12.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.8	0.4	1.2	0.6	73.1

= กระบวนการผลิต
= ปัจจัยต้น
= ปัจจัยตาม
= ความหลากหลายของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

2.1.1 การคำนวณต้นทุนน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย

สำหรับข้อมูลการปั้มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาดที่แสดงดังตารางที่ 4-2 ในหน่วยกรัม (g/kg ที่ผลิต) เทียบกับน้ำหนักมาตรฐานของน้ำหนักสบู่ตามตารางที่ 1-2 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4) เนื่องจากต้องการทราบต้นทุนน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสียในหน่วย : บาท สามารถคำนวณได้จากสมการ (5) แสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 4-3

น้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด(g) = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสบู่ที่ปั้ม(g)

– ค่าเป้าหมายของน้ำหนักสบู่ที่ปั้ม (g) (4)

ต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย (Baht) =น้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด(g/kg ผลิต)

x จำนวนสบู่ที่ผลิต (kg)x ต้นทุนสบู่ก้อน

(Baht/g) (5)

จากตารางที่ 4.2 การปั้มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาดเนื่องจากจำนวนสบู่ที่ผลิตของแต่ละคอลัมน์มีปริมาณไม่เท่ากันจึงต้องคิดเป็นต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสียเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามจำนวนสบู่ที่ผลิตในแต่ละคอลัมน์ (Weighted average) ก่อนแล้วค่อยนำต้นทุนของแต่ละคอลัมน์มาบวกกัน ซึ่งจำนวนสบู่ที่ผลิตของแต่ละคอลัมน์เป็นดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 : จำนวนสบู่ที่ผลิตภายใต้ความหลากหลายของน้ำหนักสบู่ และชนิดของบรรจุภัณฑ์

	การปั้มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (g) เทียบกับมาตรฐาน								
	Carton					Flowwrap		Wrapper	
	OLIVE			BEE EXTRACT		OLIVE	ROSE POTALS	OLIVE	
	80	90	115	75	80	55	55	80	100
จำนวนที่ผลิต(Kg)	400	800	800	400	400	400	400	800	800
จำนวนที่ผลิตรวม(Kg)	5200								
จำนวนก้อนที่ผลิต(Bar)	4,969	8,840	6,926	5,298	4,969	7,207	7,207	9,938	7,882
จำนวนก้อนที่ผลิตรวม(Bar	63236								

2.1.2 การคำนวณต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสียที่แสดงดังตารางที่ 4-2 แบ่งแยกตามชนิดของบรรจุภัณฑ์ ในหน่วย (%Loss) สามารถเปลี่ยนหน่วยเป็นค่าเงินบาท ได้จากสมการ (6) ซึ่งแสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 4-4

ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสียที่ –เกิน/ขาดจากมาตรฐาน(Baht) =

(บรรจุภัณฑ์สูญเสีย (%Loss)–%บรรจุภัณฑ์สูญเสียที่ทางบริษัทยอมรับได้สูญเสียได้0.5%)

x จำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตของแต่ละชนิดบรรจุภัณฑ์ (Bar) x ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ (Baht/Bar) (6)

โดยการคำนวณต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย (%Loss)ในแต่ละลำดับการทดลอง จะคำนวณจากต้นทุนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามจำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตในแต่ละคอลัมน์ (Weighted average) ก่อนแล้วค่อยนำต้นทุนของแต่ละคอลัมน์มาบวกกันโดยจำนวนก้อนที่ผลิตเป็นไปดังตารางที่ 4-3

2.1.3 การคำนวณต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

สำหรับต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ย (%AU) แสดงถึงต้นทุนที่เกิดจากค่าแรง และค่าดำเนินการเครื่องจักรที่จะทำให้ได้จำนวนสบู่ตามที่กำหนด โดยสามารถนำมาคำนวณหาต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องได้จากสมการ (7), (8) (9) และ (10)ซึ่งแสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 4-5

ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ย (Baht) =

เวลาเกิน/(เวลาน้อยลง) จากมาตรฐาน (hr)x (ค่าดำเนินการเครื่องจักร (Baht/Hr))

+ (ค่าแรง (Baht/Hr/Labor)x จำนวนพนักงานผลิตสบู่ก้อน (Labor)) (7)

เวลาเกิน/(เวลาน้อยลง) จากมาตรฐาน (hr)=

เวลาที่ใช้ในการผลิต (hr)–เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต (hr) (8)

เวลาที่ใช้ในการผลิต (hr)= จำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตได้(Bar)/อัตราการผลิตรวม(Bar/hr) (9)

อัตราการผลิตรวม(Bar/hr) = ((อัตราการผลิต Carton(Bar/hr) x ปริมาณที่ผลิต Carton(Kg))

+ (อัตราการผลิต Flowwrap(Bar/hr) x ปริมาณที่ผลิต Flowwrap(Kg))

+ (อัตราการผลิต Wrapper(Bar/hr) x ปริมาณที่ผลิต Wrapper(Kg)))

/ (ปริมาณที่ผลิต Carton(Kg) + ปริมาณที่ผลิต Flowwrap(Kg)

+ ปริมาณที่ผลิต Wrapper(Kg)) (10)

ทั้งนี้จำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตได้(Bar)คิดมาจากประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ยคูณกับอัตราการเดินของเครื่อง โดย Carton และ Flowwrap มีอัตราการเดิน 300 bar/min, Wrapper มีอัตราการเดิน 400 bar/min. แล้วนำมาคูณ 60 นาทีเพื่อทำให้เป็นหน่วยชั่วโมงจากนั้นทำการเทียบกับ ประสิทธิภาพการเดินมาตรฐาน ซึ่งอยู่ที่ 72%

2.1.4 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบ

สำหรับการคิดต้นทุนวัตถุดิบสามารถคำนวณได้จากรูปที่ 4-7ต้นทุนวัตถุดิบสบู่เม็ด จากกราฟแกน X คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่ และแกน Y คือ ต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของวัตถุดิบคิดเป็น (Baht/ton)โดยเส้นกราฟแต่ละเส้น แทนสูตรกลีเซอรีนในเนื้อสบู่ 1%, 2.25% และ 3.5% เมื่อทำการพิจารณากราฟต้นทุนวัตถุดิบ จะเห็นว่า เมื่อมีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่ และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่ มากขึ้น จะทำให้ต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของวัตถุดิบของสบู่เม็ด ต่ำลง โดยในปัจจุบัน โรงงานสบู่กรณีศึกษา เดินสบู่ก้อนที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ 11.0 % และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน อยู่ที่ 1.0% ซึ่งมีต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของวัตถุดิบ เท่ากับ 40,241 Baht/tonสำหรับลำดับการทดลองทั้ง 15 การทดลอง เมื่อทำการปรับเปลี่ยนค่าอัตราไหลไอน้ำ, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน และ เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน จะให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ไม่เท่ากัน เวลาคิดต้นทุนวัตถุดิบ สามารถคำนวณได้จากนำค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนที่ได้จากการทดลองเข้าสมการที่ (11), (12), (13)

ต้นทุนวัตถุดิบส่วนวัตถุดิบของสบู่เม็ดสูตร 1.00% (Baht/ton) = -210.71(% ความชื้น)+ 40,452 (11)

ต้นทุนวัตถุดิบส่วนวัตถุดิบของสบู่เม็ดสูตร 2.25% (Baht/ton) = -210.51(% ความชื้น)+ 39,693 (12)

ต้นทุนวัตถุดิบส่วนวัตถุดิบของสบู่เม็ดสูตร 3.50% (Baht/ton) = -210.82(% ความชื้น)+ 39,269 (13)

ตารางที่ 4-4 :ต้นทุนน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย

ลำดับการทดลอง	การปั้มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (g/Kg ที่ผลิต) เทียบกับมาตรฐาน									การปั้มน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (Baht) เทียบกับมาตรฐาน									น้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย (Baht)
	Carton					Flowwrap		Wrapper		Carton					Flowwrap		Wrapper		
	Olive			Propolis		Olive	Pink	Olive		Olive			Propolis		Olive	Pink	Olive		
	80	90	115	75	80	55	55	80	100	80	90	115	75	80	55	55	80	100	
10	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	-3.8	1.9	0.0	-3.8	0.0	34.6	28.80
5	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	1.0	0.0	-3.8	0.0	-1.9	-1.9	-3.8	0.0	-3.8	38.4	23.04
7	0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.8	1.9	-7.7	-3.8	-1.9	-1.9	0.0	1.9	-3.8	30.7	15.36
9	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	-1.9	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	3.8	38.4	38.40
11	0.0	-0.1	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	1.1	0.0	-3.8	0.0	-3.8	1.9	0.0	0.0	-3.8	42.2	32.64
14	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.8	-1.9	-3.8	-3.8	-3.8	-1.9	-1.9	1.9	0.0	30.7	15.36
1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	1.0	-1.9	0.0	0.0	1.9	1.9	0.0	1.9	3.8	38.4	46.08
8	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.9	0.0	0.0	-3.8	0.0	1.9	-1.9	1.9	0.0	34.6	32.64
2	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.9	1.9	-7.7	0.0	0.0	0.0	-3.8	0.0	-3.8	34.6	21.12
4	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	1.0	-1.9	-7.7	0.0	-1.9	-1.9	0.0	0.0	-3.8	38.4	21.12
3	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0	-3.8	-3.8	0.0	-1.9	1.9	0.0	38.4	30.72
13	0.0	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.9	0.0	-7.7	-3.8	0.0	-1.9	-1.9	-1.9	0.0	34.6	17.28
15	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	1.0	-1.9	-3.8	0.0	-3.8	0.0	-1.9	-1.9	-3.8	38.4	21.12
12	0.0	-0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	-7.7	0.0	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	42.2	38.40
6	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.8	0.0	-3.8	0.0	0.0	-1.9	0.0	0.0	-3.8	30.7	21.12
								ปริมาณที่ผลิต (Kg)		400	800	800	400	400	400	400	800	800	
								ราคาสบู่ก้อน (Baht/g)		0.048									

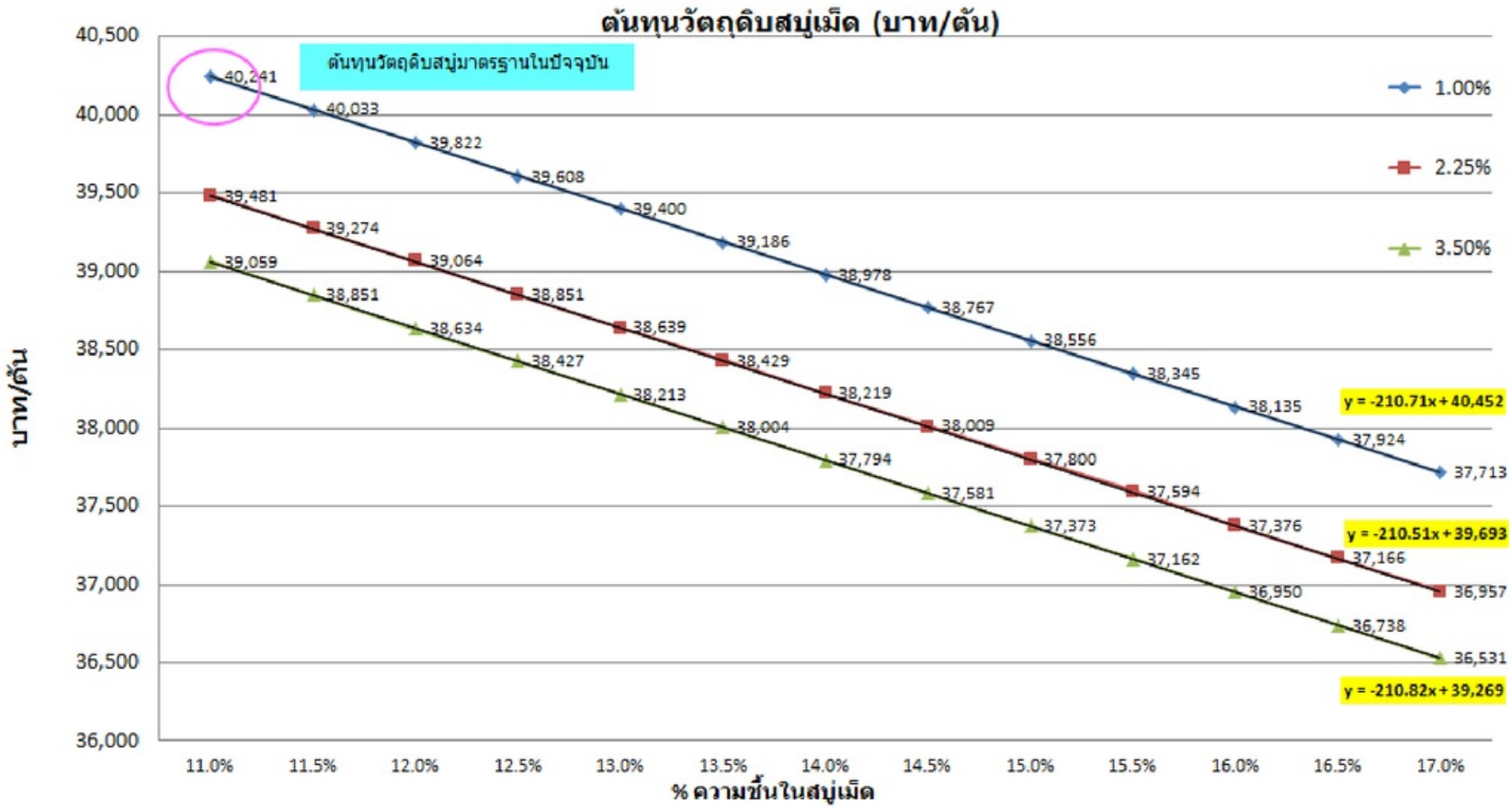
ตารางที่ 4-5 : ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

ลำดับการทดลอง	%Loss			บรรจุภัณฑ์สูญเสียที่-เกิน/ขาดจากมาตรฐาน(Bar)			บรรจุภัณฑ์สูญเสียที่-เกิน/ขาดจากมาตรฐาน(Baht)			วัตถุดิบศูนย์เสียรวม
	Carton	Flowwrap	Wrapper	Carton	Flowwrap	Wrapper	Carton	Flowwrap	Wrapper	(Baht)
10	0.8	1.1	1.5	117.85	86.49	178.20	49.50	15.57	46.33	111.40
5	12	14.1	14	3,590.08	1,960.36	2,405.65	1,507.84	352.86	625.47	2,486.17
7	7	5	4.2	2,039.98	648.65	659.33	856.79	116.76	171.43	1,144.97
9	13	11.5	12	3,900.11	1,585.59	2,049.26	1,638.04	285.41	532.81	2,456.26
11	10	12	9	2,970.04	1,657.66	1,514.67	1,247.42	298.38	393.81	1,939.61
14	4.5	2	3	1,264.93	216.22	445.49	531.27	38.92	115.83	686.02
1	14	15.3	14	4,210.13	2,133.33	2,405.65	1,768.25	384.00	625.47	2,777.72
8	0.6	0.6	0.3	55.85	14.41	(35.64)	23.46	2.59	(9.27)	16.78
2	3.2	2.9	3.2	861.90	345.95	481.13	362.00	62.27	125.09	549.36
4	0.3	0.5	0.5	(37.16)	-	-	(15.61)	-	-	(15.61)
3	6.4	7.1	5.3	1,853.97	951.35	855.34	778.67	171.24	222.39	1,172.30
13	3.5	2	2.7	954.91	216.22	392.03	401.06	38.92	101.93	541.91
15	7.2	4	4.4	2,101.98	504.50	694.97	882.83	90.81	180.69	1,154.34
12	0.5	0.6	0.8	24.84	14.41	53.46	10.43	2.59	13.90	26.93
6	0.4	1.2	0.6	(6.16)	100.90	17.82	(2.59)	18.16	4.63	20.21
จำนวนก้อนสบู่ที่ผลิต (Bar)	31,002	14,414	17,820							
ราคาบรรจุภัณฑ์ (Baht/Bar)	0.42	0.18	0.26							
ค่าสูญเสียที่ยอมรับได้ (%)	0.5									

ตารางที่ 4-6 :ต้นทุนประสิทธิภาพประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย

ลำดับการทดลอง	%AU	อัตราการผลิต (Bar/hr)			อัตราการผลิตรวม (Bar/hr)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (hr)									เวลาเกิน/(เวลาน้อยลง)จากมาตรฐาน (hr)									เวลารวม(hr)	ต้นทุนAU (Baht)
						Carton					Flowwrap		Wrapper		Carton					Flowwrap		Wrapper				
		Carton	Flowwrap	Wrapper		Olive			Propolis		Olive	Pink	Olive		Olive			Propolis		Olive	Pink	Olive				
						80	90	115	75	80	55	55	80	100	80	90	115	75	80	55	55	80	100		
10	73.0	13,140	13,140	17,520	14,487.69	0.34	0.61	0.48	0.37	0.34	0.50	0.50	0.69	0.54	(0.005)	(0.008)	(0.007)	(0.005)	(0.005)	(0.007)	(0.007)	(0.010)	(0.008)	(0.061)	(194.50)
5	62.2	11,196	11,196	14,928	12,344.31	0.40	0.72	0.56	0.43	0.40	0.58	0.58	0.81	0.64	0.055	0.097	0.076	0.058	0.055	0.079	0.079	0.110	0.087	0.697	2,237.08
7	71.5	12,870	12,870	17,160	14,190.00	0.35	0.62	0.49	0.37	0.35	0.51	0.51	0.70	0.56	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004	0.005	0.004	0.031	99.29
9	65.5	11,790	11,790	15,720	12,999.23	0.38	0.68	0.53	0.41	0.38	0.55	0.55	0.76	0.61	0.035	0.061	0.048	0.037	0.035	0.050	0.050	0.069	0.055	0.439	1,409.02
11	65.8	11,844	11,844	15,792	13,058.77	0.38	0.68	0.53	0.41	0.38	0.55	0.55	0.76	0.60	0.033	0.058	0.046	0.035	0.033	0.048	0.048	0.066	0.052	0.417	1,337.86
14	72.1	12,978	12,978	17,304	14,309.08	0.35	0.62	0.48	0.37	0.35	0.50	0.50	0.69	0.55	(0.000)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.000)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.006)	(19.69)
1	58.6	10,548	10,548	14,064	11,629.85	0.43	0.76	0.60	0.46	0.43	0.62	0.62	0.85	0.68	0.080	0.141	0.111	0.085	0.080	0.115	0.115	0.159	0.126	1.012	3,246.78
8	73.5	13,230	13,230	17,640	14,586.92	0.34	0.61	0.47	0.36	0.34	0.49	0.49	0.68	0.54	(0.007)	(0.013)	(0.010)	(0.008)	(0.007)	(0.010)	(0.010)	(0.014)	(0.011)	(0.090)	(289.77)
2	72.2	12,996	12,996	17,328	14,328.92	0.35	0.62	0.48	0.37	0.35	0.50	0.50	0.69	0.55	(0.001)	(0.002)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.012)	(39.33)
4	73.6	13,248	13,248	17,664	14,606.77	0.34	0.61	0.47	0.36	0.34	0.49	0.49	0.68	0.54	(0.008)	(0.013)	(0.011)	(0.008)	(0.008)	(0.011)	(0.011)	(0.015)	(0.012)	(0.096)	(308.66)
3	66.6	11,988	11,988	15,984	13,217.54	0.38	0.67	0.52	0.40	0.38	0.55	0.55	0.75	0.60	0.028	0.050	0.039	0.030	0.028	0.041	0.041	0.056	0.045	0.359	1,151.24
13	72.4	13,032	13,032	17,376	14,368.62	0.35	0.62	0.48	0.37	0.35	0.50	0.50	0.69	0.55	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.024)	(78.45)
15	71.7	12,906	12,906	17,208	14,229.69	0.35	0.62	0.49	0.37	0.35	0.51	0.51	0.70	0.55	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.019	59.41
12	73.4	13,212	13,212	17,616	14,567.08	0.34	0.61	0.48	0.36	0.34	0.49	0.49	0.68	0.54	(0.007)	(0.012)	(0.009)	(0.007)	(0.007)	(0.010)	(0.010)	(0.013)	(0.011)	(0.084)	(270.82)
6	73.1	13,158	13,158	17,544	14,507.54	0.34	0.61	0.48	0.37	0.34	0.50	0.50	0.69	0.54	(0.005)	(0.009)	(0.007)	(0.006)	(0.005)	(0.008)	(0.008)	(0.010)	(0.008)	(0.067)	(213.66)
ค่ามาตรฐาน	72.0	12,960	12,960	17,280	14,289.23	0.35	0.62	0.48	0.37	0.35	0.50	0.50	0.70	0.55											
จำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตได้(Bar)						4,969	8,840	6,926	5,298	4,969	7,207	7,207	9,938	7,882											
ปริมาณที่ผลิต(Kg)		2,800	800	1,600																					
ค่าดำเนินการเครื่องจักร(Baht/Hr)		1,555																							
ค่าแรง(Baht/Hr/Labor)		110																							
จำนวนพนักงานผลิตสบู่(Labor)		15																							

รูปที่ 4-7 :ต้นทุนวัตถุดิบสบู่เม็ด



ดังนั้นเมื่อทราบต้นทุนของน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย,ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย, ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย และต้นทุนวัตถุดิบ ซึ่งเป็นต้นทุนที่เทียบจากต้นทุนสบู่ก้อนมาตรฐาน ว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิมเป็นปริมาณเท่าไร ในหน่วยบาท สามารถคำนวณต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลงได้ดังสมการที่ (14)

ต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลง (Baht)= ต้นทุนน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย (Baht)

+ ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย (Baht)

+ ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย(Baht)

+ ต้นทุนวัตถุดิบ(Baht) (14)

นำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมคำนวณ โดยปัจจัยตอบสนองคือ ต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลง (Saving) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อ 4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

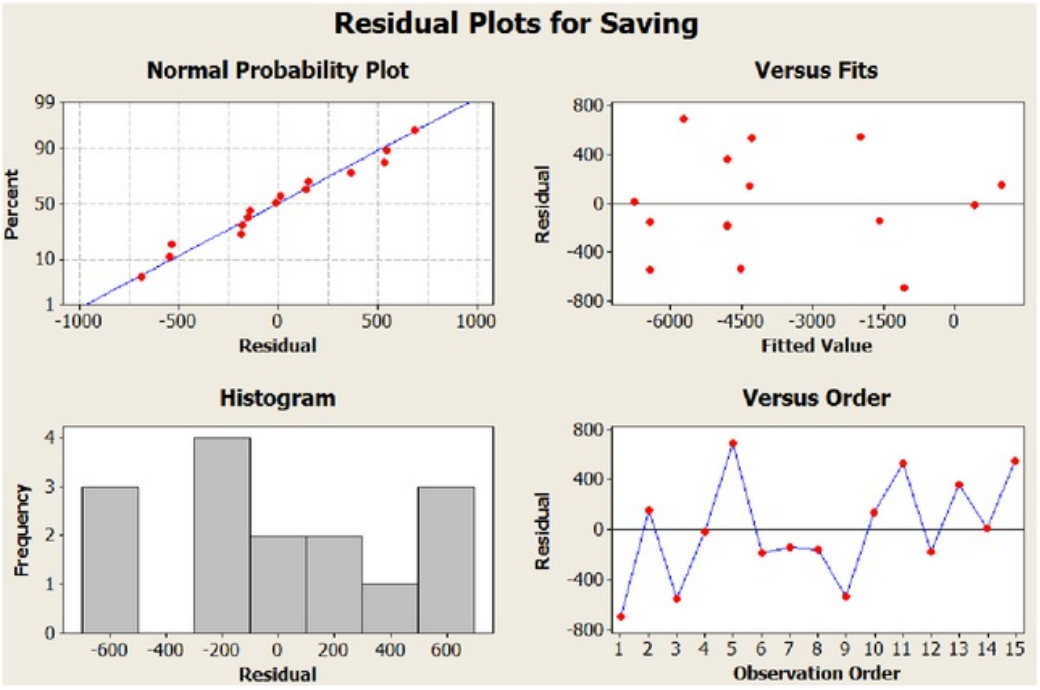
ตารางที่ 4-8 :ต้นทุนรวมของแต่ละลำดับการทดลอง

ลำดับการทดลอง	ลำดับที่	อัตราการไหลของไอน้ำ	เปอร์เซนต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน	เปอร์เซนต์กลีเซอรีน	เปอร์เซนต์ความชื้น	ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Baht)	ต้นทุนวัตถุดิบสูญเสีย(Baht)	ต้นทุนน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย (Baht)	ต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของวัตถุดิบ (Baht)	ต้นทุนรวม(Baht)
10	1	1,279	80	1.0	12.6	(194.50)	111.40	28.80	(1,685.68)	(1,739.99)
5	2	1,121	67	1.0	14.4	2,237.08	2,486.17	23.04	(3,582.07)	1,164.22
7	3	1,121	67	3.5	13.2	99.29	1,144.97	15.36	(8,240.07)	(6,980.45)
9	4	1,279	54	1.0	14.3	1,409.02	2,456.26	38.40	(3,476.72)	426.96
11	5	1,279	54	3.5	13.3	1,337.86	1,939.61	32.64	(8,345.48)	(5,035.37)
14	6	1,279	67	2.3	12.8	(19.69)	686.02	15.36	(5,678.59)	(4,996.91)
1	7	1,121	54	2.3	14.8	3,246.78	2,777.72	46.08	(7,783.69)	(1,713.11)
8	8	1,437	67	3.5	11.4	(289.77)	16.78	32.64	(6,342.69)	(6,583.03)
2	9	1,437	54	2.3	12.7	(39.33)	549.36	21.12	(5,573.34)	(5,042.18)
4	10	1,437	80	2.3	11.1	(308.66)	(15.61)	21.12	(3,889.26)	(4,192.41)
3	11	1,121	80	2.3	13.2	1,151.24	1,172.30	30.72	(6,099.61)	(3,745.35)
13	12	1,279	67	2.3	12.6	(78.45)	541.91	17.28	(5,468.08)	(4,987.34)
15	13	1,279	67	2.3	12.8	59.41	1,154.34	21.12	(5,678.59)	(4,443.73)
12	14	1,279	80	3.5	11.6	(270.82)	26.93	38.40	(6,553.51)	(6,759.00)
6	15	1,437	67	1.0	12.2	(213.66)	20.21	21.12	(1,264.26)	(1,436.59)

4.3การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.3.1 การตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ผล เริ่มจากการวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลผลการทดลองตามสมมติฐาน 3 ข้อที่จะทำให้ฟลวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองถูกต้องและเชื่อถือได้โดยพิจารณาจากกราฟส่วนตกค้าง (Resdiduals) ดังรูปที่4-1



รูปที่ 4-1 : กราฟส่วนตกค้างของต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลง (Saving)

ก. การตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot) และ (Histogram) ของค่า Residual

พิจารณาในรูปที่ 4-1กราฟ Normal Probability Plot พบว่าค่าของ Residual มีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรงทำให้ประมาณได้ว่าค่า Residual มีการกระจายตัวแบบปกติของค่า % Saving

ข. การตรวจสอบความเป็นอิสระของ Residual (Versus Order)

พิจารณาในรูปที่ 4-1กราฟ Versus Order แสดงให้เห็นว่าค่า Residual มีความเป็นอิสระต่อกันโดยการกระจายตัวของค่า Residual มีรูปแบบอิสระไม่มีรูปแบบที่แน่นอนของค่า % Savingจึงสรุปได้ว่าข้อมูลของ %Saving มีความเป็นอิสระต่อกัน

ค. การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Versus Fits)

พิจารณาในรูปที่ 4-1สามารถพิจารณาจากกราฟ Versus Fits ซึ่งเป็นแผนภูมิกระจายของค่า Residual เทียบกับ Fitted Value พบว่าค่าความแปรปรวนมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตำแหน่งและรูปแบบการกระจายตัวไม่มีลักษณะเป็นรูปแบบหรือเป็นแนวโน้มแต่อย่างใดจึงสรุปได้ว่าข้อมูลมีความเสถียรในด้านความแปรปรวนของค่า % Saving

4.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต้น และปัจจัยตาม

ขั้นตอนถัดไปทำการวิเคราะห์สมการถดถอย เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต้น คือ Steam Mass Flow, %Opening และ %Glycerin ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และปัจจัยตาม คือต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลง (Saving)จากกระบวนการผลิตรวม สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4-2

Response Surface Regression: Saving versus Steam mass flow, %Opening, %Glycerin

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Saving

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	103459	30537.1	3.388	0.020
Steam mass flow	-86	39.0	-2.198	0.079
%Opening	-1035	362.8	-2.854	0.036
%Glycerin	-10204	2869.6	-3.556	0.016
Steam mass flow*Steam mass flow	0	0.0	1.319	0.244
%Opening*%Opening	4	2.1	1.823	0.128
%Glycerin*%Glycerin	559	231.4	2.416	0.060
Steam mass flow*%Opening	0	0.2	2.074	0.093
Steam mass flow*%Glycerin	4	1.8	2.156	0.083
%Opening*%Glycerin	7	21.4	0.319	0.763

S = 694.738 PRESS = 35855440

R-Sq = 97.31% R-Sq(pred) = 60.04% R-Sq(adj) = 92.47%

Analysis of Variance for Saving

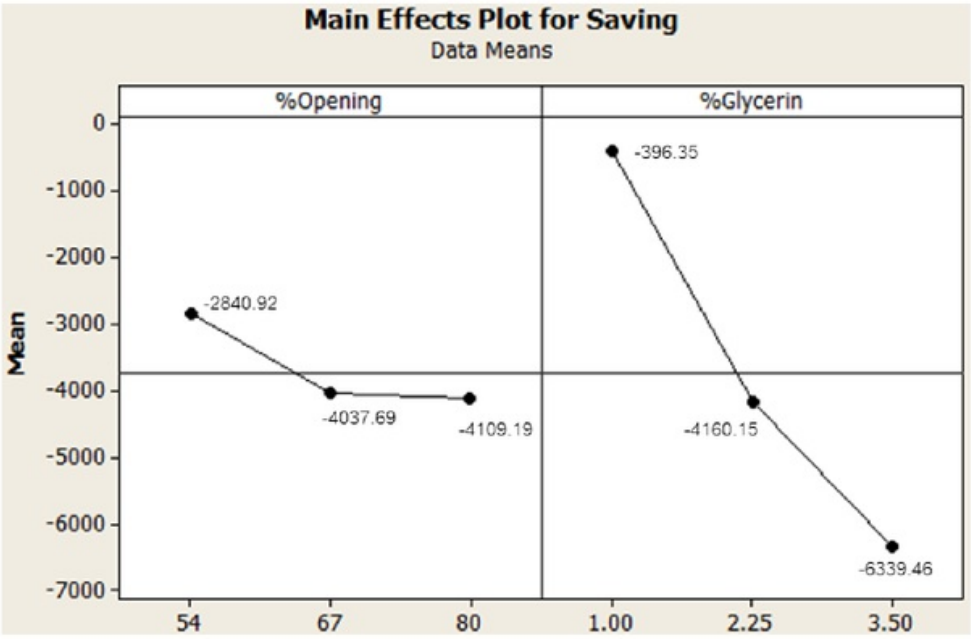
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F
Regression	9	87322513	87322513	9702501	20.10
Linear	3	78327487	10047037	3349012	6.94
Steam mass flow	1	4469333	2330813	2330813	4.83
%Opening	1	3216974	3930442	3930442	8.14
%Glycerin	1	70641180	6102536	6102536	12.64
Square	3	4622054	4622054	1540685	3.19
Steam mass flow*Steam mass flow	1	504236	840008	840008	1.74
%Opening*%Opening	1	1301300	1603924	1603924	3.32
%Glycerin*%Glycerin	1	2816519	2816519	2816519	5.84
Interaction	3	4372972	4372972	1457657	3.02
Steam mass flow*%Opening	1	2076510	2076510	2076510	4.30
Steam mass flow*%Glycerin	1	2247329	2247329	2247329	4.66
%Opening*%Glycerin	1	49133	49133	49133	0.10
Residual Error	5	2413302	2413302	482660	
Lack-of-Fit	3	2212764	2212764	737588	7.36
Pure Error	2	200538	200538	100269	
Total	14	89735815			

รูปที่ 4-2 :ผลการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปพบว่าปัจจัยหลัก (Main effect) ที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลง (Saving)อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ(α = 0.05) ได้แก่เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) โดย Steam mass flow ไม่ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตรวม ซึ่งสามารถเขียนสมการถดถอยที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนการผลิตรวมที่เปลี่ยนแปลง (Saving) ได้ดังนี้

Saving =103,459– 1,035(%Opening) –10,204(%Glycerin)

พิจารณาถึงค่า R^2 แสดงให้เห็นถึงระดับความผันแปรที่สามารถอธิบายได้โดยสมการซึ่งมีค่าเท่ากับ 97.31% ซึ่งถือว่ามีความสามารถในระดับสูงสามารถเป็นตัวแทนของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต้นและปัจจัยตาม



รูปที่ 4-3 :อิทธิพลหลักของปัจจัย %Opening และ %Glycerin

พิจารณารูปที่ 4-3 แสดงกราฟผลหลักของปัจจัยทั้งสองที่มีต่อค่า saving สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4-9 โดยอธิบายรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4-9: สรุปผลกระทบของปัจจัย %Opening และ %Glycerin ที่มีต่อ Saving

ปัจจัย	ชื่อปัจจัย	คำอธิบาย
หลัก	%Opening	เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4-3 ที่แสดงอิทธิพลหลักของปัจจัยพบว่า %Opening ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับ %Glycerin โดยกราฟจะลาดชันลงมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับปัจจัยจาก 54% เป็น 67% และลดลงเล็กน้อยเมื่อเปลี่ยนระดับจาก 67% เป็น 80% และที่ระดับ 80% จะทำให้ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุดอยู่ที่ -4,109.19 บาท
หลัก	%Glycerin	เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4-3 ที่แสดงอิทธิพลหลักของปัจจัยพบว่า %Glycerin ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตมากที่สุด โดยค่า Saving จะมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับปัจจัยของเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน และที่ระดับ 3.5% กลีเซอรีนจะทำให้ต้นทุนการผลิตรวมต่ำสุดอยู่ที่ -6,339.46 บาท

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ที่ได้จึงนำไปทำการทดลองเดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และสบู่ก้อนอีกครั้งเพื่อยืนยันผลวิเคราะห์ว่ามีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพอย่างไร ดังแสดงในหัวข้อถัดไป

4.4การตรวจสอบเพื่อยืนยันผล

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบของปัจจัยต้นที่มีต่อคุณภาพสบู่ก้อน ได้แก่ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และค่าความแข็งสบู่ ของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน และค่าต้นทุนการผลิตรวมของกระบวนการผลิตสบู่ก้อนน้อยที่สุด รวมถึงตรวจสอบปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น ยังเป็นไปตามกฎหมายในเรื่องกฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550

4.4.1 ผลการเดินกระบวนการก่อนปรับปรุง

ก่อนที่จะเป็นการประเมินผลกระทบหลังมีการปรับปรุงกระบวนการตามค่าการวิเคราะห์ที่ได้จาก Response Optimizer ควรจะต้องมีการเปรียบเทียบผลกับการเดินในกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และสบู่ก้อนในปัจจุบัน ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

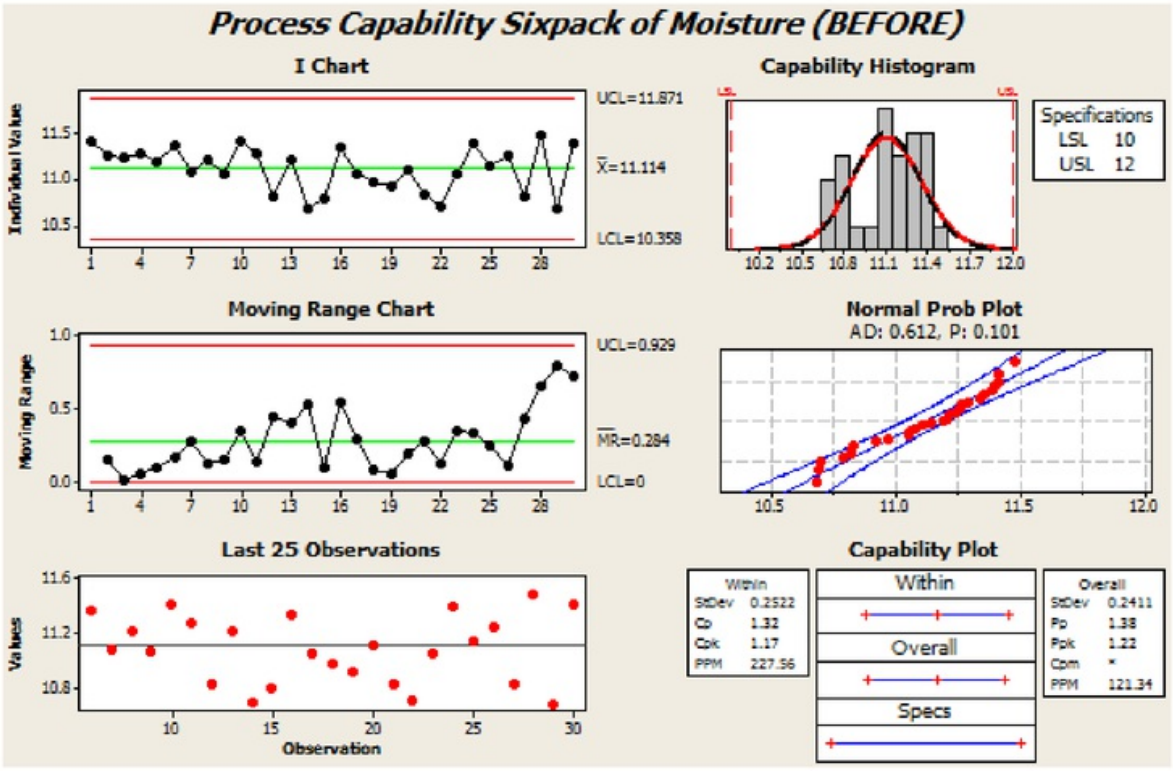
ก. กระบวนการผลิตสบู่เม็ดก่อนปรับปรุง

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยทำการเดินกระบวนการตามปกติที่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow)= 1,279 Kg/hr, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) = 67%, เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) = 1.0%เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน และทำการเก็บสบู่เม็ดมาวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นทุก 10 นาที จำนวนการผลิตอยู่ในอัตราคงที่เท่ากันหมดทุกชั่วโมงคือ 5,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เหมือนกับตอนที่มีการทดลองเดิมตามขั้นตอนการทดลองที่ 3.4.1 ซึ่งจะได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นจำนวน 30 ค่า เพื่อนำค่าเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อวิเคราะห์หาความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) โดยทำการเดินสบู่ที่มีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน 1.0% เพราะปัจจุบันโรงงานเดินเพียงสูตรเดียว

ผลการเดินของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดก่อนปรับปรุงเป็นไปตามตารางที่ 4-10ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ด ก่อนการปรับปรุงและผลวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุงเป็นไปตามรูปที่ 4-4 โดยก่อนการปรับปรุงมีการกำหนดข้อจำกัด ข้อกำหนดของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ดไว้ที่ 11.0±1.0%

ตารางที่ 4-10 : ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด

ตัวอย่างที่	ค่าเปอร์เซนต์ความชื้น	ตัวอย่างที่	ค่าเปอร์เซนต์ความชื้น
1	11.41	16	11.34
2	11.26	17	11.05
3	11.24	18	10.97
4	11.29	19	10.92
5	11.19	20	11.11
6	11.36	21	10.83
7	11.08	22	10.7
8	11.21	23	11.05
9	11.06	24	11.39
10	11.41	25	11.14
11	11.27	26	11.25
12	10.82	27	10.82
13	11.22	28	11.48
14	10.69	29	10.68
15	10.79	30	11.40



รูปที่ 4-4 : ความสามารถของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดก่อนการปรับปรุง

ความสามารถของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ดังรูปที่ 4-4มาจากการเก็บข้อมูลทั้งหมด 30ค่าจะเห็นว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) พิจารณาจาก P-Value = 0.101มากกว่า 0.05 (ที่ระดับนัยสำคัญα= 0.05) เมื่อพิจารณา Moving Range Chart ซึ่งบอกความผันแปรของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดในแต่ละช่วงเวลา จะเห็นว่าไม่มีจุดใดที่ออกนอกควบคุมและพิจารณาค่าเฉลี่ยของกระบวนการการผลิต X - bar Chart จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละ Subgroup นั้นอยู่ในควบคุมโดยมีค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด$\bar{X} = 11.114$ซึ่งสูงกว่าค่าเป้าหมายเล็กน้อยคือ 11.0

จากผลข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตสบู่เม็ดก่อนปรับปรุง มีศักยภาพที่ดีพิจารณาจาก$C_p = 1.32$ผ่านเกณฑ์ยอมรับที่ (C_p>1.00) การพิจารณา Short term potential capability ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับแสดงถึงความผันแปรของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดในแต่ละ subgroup (within) นั้นต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับความกว้างของช่วงขีดจำกัดข้อกำหนดของเปอร์เซ็นต์ความชื้น (10-12%) เมื่อพิจารณาจากรูปฮีสโทแกรมจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการเบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมายในด้านขีดจำกัดบนหรือพิจารณาจากดัชนีสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk} : Short term actual capability)=1.17ซึ่งต่ำกว่าค่าC_pแต่ผ่านเกณฑ์การยอมรับ (C_{pk}>1.00)

ข. กระบวนการผลิตสบู่ก้อนก่อนการปรับปรุง

ผู้วิจัยทำการเดินกระบวนการผลิตสบู่ก้อน โดยนำสบู่เม็ดที่ได้จากกระบวนการผลิตสบู่เม็ด จำนวน 5,000 กิโลกรัม มาทำการเดินผลิต สบู่ก้อนสูตร OLIVE น้ำหนัก115g โดยใช้บรรจุภัณฑ์ Carton การดำเนินการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนการทดลอง 3.4.2 สุ่มตัวอย่างหาค่าความแข็งสบู่ก้อนทุกชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง วัดประสิทธิภาพการผลิต, หาปริมาณบรรจุภัณฑ์สูญเสีย, น้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย และเก็บตัวอย่างก้อนสบู่เพื่อหาปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

ตารางที่ 4-11 : ผลการวัดคุณภาพและประสิทธิภาพเดินกระบวนการผลิตสบู่ก้อนก่อนปรับปรุง

ค่าความแข็งสบู่ก้อน

ชั่วโมงที่	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}}$
1	88.0	87.0	87.5	
2	87.0	86.5	86.8	87.0
3	86.5	87.0	86.8	

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (%)	73
บรรจุภัณฑ์สูญเสีย (%Loss)	0.4
น้ำหนักก้อนเฉลี่ย (g)	115.52
น้ำหนักก้อนมาตรฐาน (g)	115.50

ค. การคำนวณหาต้นทุนรวมสบู่ก้อนส่วนเพิ่ม/(ลดลงได้) จากการทดลอง

- ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย

<u>คำนวณเวลาที่ใช้ผลิตมาตรฐาน</u>

(1) หาประสิทธิภาพการเดินมาตรฐาน = %AU(%มาตรฐาน)x ความเร็ว(bar/min) x 60(min)

= 0.72x300x60 = 12,960 bar/hour

(2) หาจำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตมาตรฐาน = (ปริมาณการผลิต (kg) x 1,000)/น้ำหนักก้อนผลิต(g)

= (5,000x1000)/115.5 = 43,290 bar

(3) หาเวลาที่ใช้ผลิตมาตรฐาน = (2)/(1) = 3.34 hour

<u>คำนวณเวลาที่ใช้ผลิตจริง</u>

(4) หาประสิทธิภาพการเดินจริง = %AU(%มาตรฐาน)x ความเร็ว(bar/min) x 60 (min)

= 0.73x300x60 = 13,140 bar/hour

(5) หาจำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตจริง = (ปริมาณการผลิต (kg) x 1,000)/น้ำหนักก้อนผลิต(g)

= (5,000x1000)/115.52 = 43,282 bar

(6) หาเวลาที่ใช้ผลิตจริง = (5)/(4) = 3.29 hour

<u>คำนวณเวลาที่ผลิตเกิน/(น้อยลง)จากมาตรฐาน</u>

(7) หาเวลาที่ผลิตเกิน/(น้อยลง)จากมาตรฐาน = (6)-(3) = -0.046 hour

<u>คำนวณต้นทุนประสิทธิภาพการผลิตสูญเสีย</u>

(8) หาต้นทุนประสิทธิภาพการผลิตสูญเสีย = (7) x (ค่าดำเนินการเครื่องจักร(Baht/hr)

+ (ค่าแรง (Baht/hr/labour) x จำนวนคน))

= -0.046 x (1550.4 + (110.2 x 15))

= -147.3564 Baht

- ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

คำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ยอมให้สูญเสียได้

(9) จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ยอมให้สูญเสียได้ = (วัตถุดิบสูญเสียมาตรฐาน(%Loss) x (5))/100

= (0.5 x 43,282)/100 = 216.41 ชิ้น

คำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

(10) จำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสียจริง = (วัตถุดิบสูญเสียจริง(%Loss) x (5))/100

= (0.4 x 43,282)/100 = 173.128ชิ้น

คำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสียมาก/(น้อย)เทียบกับมาตรฐาน

(11) จำนวนวัตถุดิบสูญเสียเปรียบเทียบกับมาตรฐาน = (10) - (9)

= 173.128 - 216.41

= -43.282 ชิ้น

คำนวณหาต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสียมาก/(น้อย)เทียบกับมาตรฐาน

(12) ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสียเปรียบเทียบกับมาตรฐาน= (11) x ค่าบรรจุภัณฑ์ (Baht/pcs)

= -43.282 x 0.42 = -18.178 Baht

- ต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย

คำนวณหาน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (Baht) เทียบกับมาตรฐาน

(13) น้ำหนักสบู่ก้อนเทียบกับมาตรฐาน= ค่าเฉลี่ยน้ำหนักก้อนจริง– น้ำหนักก้อนมาตรฐาน

=115.52 – 115.50 = 0.02 g

คำนวณหาต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย

(14) ต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย = (13) x ปริมาณก้อนที่ผลิต(bar)x ต้นทุนสบู่(Baht/g)

= 0.02 x 43,282 x 0.048 = 41.55 Baht

- ต้นทุนวัตถุดิบ

สำหรับต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสามารถคำนวณได้จากตารางที่ 4-6

<u>คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบมาตรฐาน</u>

(15) ต้นทุนวัตถุดิบมาตรฐานสูตรกลีเซอรีน1% = (-210.71x (% ความชื้นมาตรฐาน) + 40,452) x ปริมาณการผลิต (Ton)

= ((-210.71 x 11.00)+40,452) x 5

= 190,670.95 Baht

<u>คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบของการผลิตจริง</u>

(16) ต้นทุนวัตถุดิบจริงสูตรกลีเซอรีน1%= (-210.71x (% ความชื้นจริง)+ 40,452) x ปริมาณการผลิต (Ton)

= ((-210.71 x 11.14)+40,452) x 5

= 190,523.45 Baht

<u>คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบที่เกิน/(ลดลง)ได้จากมาตรฐาน</u>

(17) ต้นทุนวัตถุดิบที่เกิน/(ลดลง)ได้ = (16)-(15) = -147.5 Baht

ดังนั้นต้นทุนรวมส่วนเพิ่ม/(ลดลง)เทียบกับมาตรฐาน จากการผลิตสบู่ก้อนของการทดลองครั้งนี้มีค่าดังนี้

ต้นทุนรวมส่วนเพิ่ม/(ลดลง)เทียบกับมาตรฐาน = (8)+(12)+(14)+(16)

= -147.36 - 18.178 + 41.55 -147.50

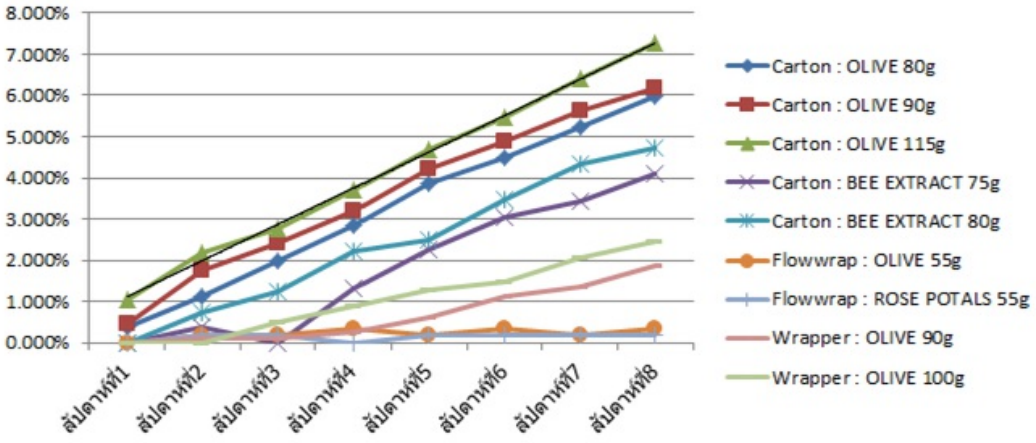
= -271.478 Baht

ง. ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

จากข้อมูลการศึกษาด้านคุณภาพเกี่ยวกับน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นของโรงงานกรณีศึกษา สำหรับที่เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสีย11.72% ของสูตร OLIVE ที่มีน้ำหนัก 115g เป็นไปตามตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 : เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นที่ความชื้นสบู่ 11.72%

	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสีย							
เปอร์เซ็นต์ความชื้น 11.72%	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่2	สัปดาห์ที่3	สัปดาห์ที่4	สัปดาห์ที่5	สัปดาห์ที่6	สัปดาห์ที่7	สัปดาห์ที่8
Carton : OLIVE 80g	0.373%	1.118%	1.988%	2.857%	3.851%	4.472%	5.217%	5.963%
Carton : OLIVE 90g	0.442%	1.768%	2.431%	3.204%	4.199%	4.862%	5.635%	6.188%
Carton : OLIVE 115g	1.039%	2.165%	2.771%	3.723%	4.675%	5.455%	6.407%	7.273%
Carton : BEE EXTRACT 75g	0.000%	0.398%	0.000%	1.328%	2.258%	3.054%	3.453%	4.117%
Carton : BEE EXTRACT 80g	0.000%	0.744%	1.241%	2.233%	2.481%	3.474%	4.342%	4.715%
Flowwrap : OLIVE 55g	0.000%	0.180%	0.180%	0.360%	0.180%	0.360%	0.180%	0.360%
Flowwrap : ROSE POTALS 55g	0.000%	0.181%	0.181%	0.000%	0.181%	0.181%	0.181%	0.181%
Wrapper : OLIVE 90g	0.000%	0.124%	0.124%	0.248%	0.621%	1.118%	1.366%	1.863%
Wrapper : OLIVE 100g	0.000%	0.000%	0.488%	0.879%	1.270%	1.465%	2.051%	2.441%



เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4-12ของ Carton : OLIVE 115g จะมีปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นอยู่ในสัปดาห์ที่ 8 อยู่ที่ 7.273% ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุดในทุกๆสูตร

จากกฎหมายในเรื่องกฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550 ที่อธิบายในหัวข้อ 2.4 ตารางที่ 2-3 สำหรับ

น้ำหนัก 115g กฎหมายยอมให้สามารถน้ำหนักก้อนสบู่น้อยกว่าน้ำหนักที่ระบุฉลากได้ไม่เกิน อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อยขั้นที่ 1 ได้ 2 เท่าหรือ 2x4.5% = 9% ของน้ำหนักที่ระบุข้างกล่องเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 4-11 แล้วเปอร์เซ็นต์7.273% ของสูตรที่สูญเสียมากที่สุดยังน้อยกว่า 9% เพราะฉะนั้นจึงถือได้ว่าไม่ขัดต่อกฎหมาย

ดังนั้นสำหรับการทดลองครั้งนี้ที่ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ดอยู่ที่ 11.14% เมื่อนำมาเดินสบู่ผลิตก้อน Carton : OLIVE 115g ถือว่าไม่ขัดต่อกฎหมายเช่นกัน เพราะมีค่าปรับตั้งใหม่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ 11.14% ซึ่งน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของ11.72% หรือหมายถึงว่า ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นของสบู่เม็ดที่ 11.14%จะมีปริมาณน้อยกว่า 11.72% ซึ่งจะไม่ขัดต่อกฎหมาย

สรุปผลก่อนปรับปรุงการเดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ดตามปกติที่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow)= 1,279 Kg/hr, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) = 67%, เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) = 1.0%เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย 11.14% จากนั้นนำสบู่เม็ดมาใช้ในกระบวนการผลิตสบู่ก้อนสูตร OLIVE น้ำหนัก115g โดยใช้บรรจุภัณฑ์ Carton เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมงต่อเนื่องกันมีค่าความแข็งสบู่ก้อนเฉลี่ย 87 โดยต้นทุนการผลิตรวมลดลงไปจากมาตรฐานเล็กน้อย 271.478 บาท โดยก้อนสบู่ที่ผลิตมีปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น น้อยกว่า 7.273% ไม่ขัดต่อกฎหมาย

4.4.2 ผลการเดินกระบวนการหลังปรับปรุง

ก่อนที่จะเป็นการประเมินผลกระทบหลังมีการปรับปรุงกระบวนการตามค่าการวิเคราะห์ที่ได้จาก Response Optimizer ควรจะต้องมีการเปรียบเทียบผลกับการเดินในกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และสบู่ก้อนในปัจจุบัน ซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังนี้

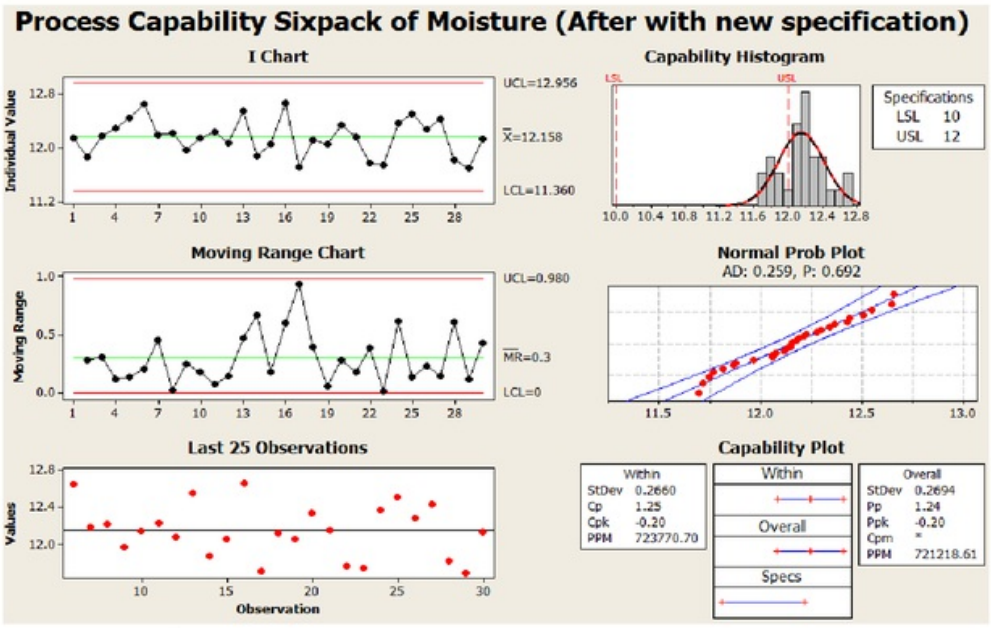
ก. กระบวนการผลิตสบู่เม็ดหลังปรับปรุง

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยทำการเดินกระบวนการตามผลวิเคราะห์ของค่าเหมาะสมของปัจจัยที่เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) = 80%, เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) = 3.5%โดยใช้ปัจจัยของอัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow)ที่ระดับ “0” หรือ 1,279 Kg/hr ใช้ในการเดิน

กระบวนการผลิตสบู่เม็ด เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน และทำการเก็บสบู่เม็ดมาวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นทุก 10 นาที จำนวนการผลิตอยู่ในอัตราคงที่เท่ากันหมดทุกชั่วโมงคือ 5,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เหมือนกับตอนที่มีการทดลองเดิมตามขั้นตอนการทดลองที่ 3.4.1 ซึ่งจะได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นจำนวน 30 ค่า เพื่อนำค่าเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อวิเคราะห์หาช่วงการเดินมาตรฐานใหม่ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด โดยข้อมูลค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ดังตารางที่ 4-13 และตามรูปที่ 4-5แสดงรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4-13 : ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดหลังการปรับ

ตัวอย่างที่	ค่าเปอร์เซนต์ความชื้น	ตัวอย่างที่	ค่าเปอร์เซนต์ความชื้น
1	12.15	16	12.66
2	11.87	17	11.72
3	12.18	18	12.12
4	12.3	19	12.06
5	12.44	20	12.34
6	12.65	21	12.16
7	12.19	22	11.77
8	12.22	23	11.75
9	11.97	24	12.37
10	12.15	25	12.51
11	12.23	26	12.28
12	12.08	27	12.43
13	12.55	28	11.82
14	11.88	29	11.7
15	12.06	30	12.13



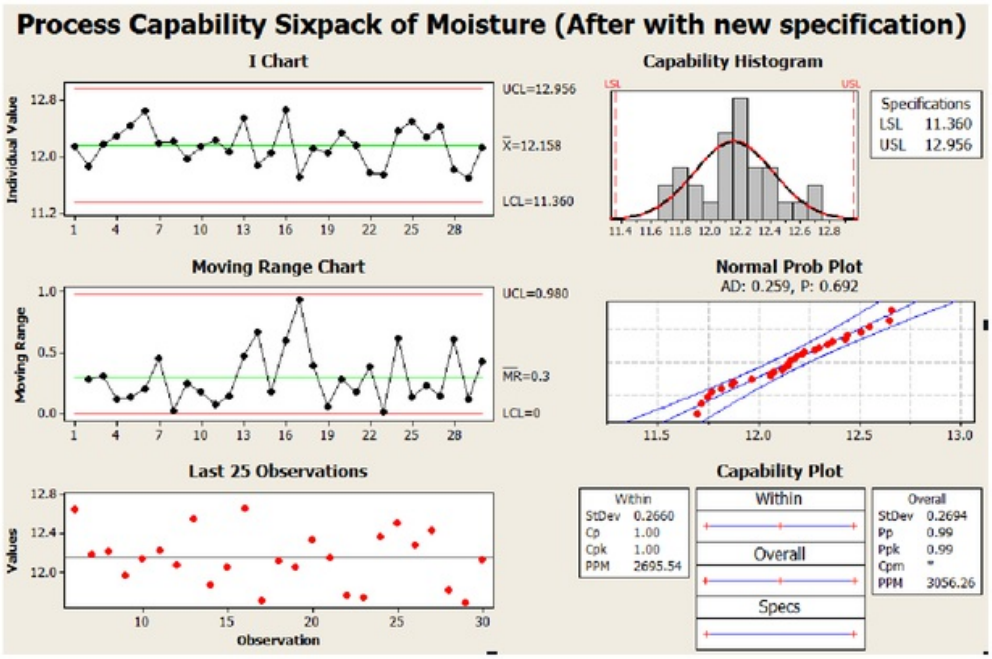
รูปที่ 4-5 : ความสามารถของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดหลังการปรับปรุง

ความสามารถของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ดังรูปที่ 4-7มาจากการเก็บข้อมูลทั้งหมด 30ค่าจะเห็นว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) พิจารณาจาก P-Value = 0.692มากกว่า 0.05 (ที่ระดับนัยสำคัญα = 0.05) เมื่อพิจารณา Moving Range Chart ซึ่งบอกความผันแปรของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดในแต่ละช่วงเวลา จะเห็นว่าไม่มีจุดใดที่ออกนอกควบคุมและพิจารณาค่าเฉลี่ยของกระบวนการการผลิต X - bar Chart จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละ Subgroup นั้นอยู่ในควบคุมโดยมีค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด $\bar{X} = 12.158$ ซึ่งไม่สามารถเทียบกับค่าเป้าหมายเดิมได้ โดยช่วงมาตรฐานใหม่จากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดควรอยู่ที่

Upper Control Limit (UCL) = Upper Specification Limit (USL) = 12.158 + 3σ = 12.956

Upper Control Limit (UCL) = Upper Specification Limit (USL) = 12.158 - 3σ = 11.360

ดังนั้นเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่า USL, LSL ใหม่ในโปรแกรมสำเร็จรูปความสามารถของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดหลังการปรับปรุงจะเป็นดังรูปที่ 4-6



รูปที่ 4-6 : ความสามารถของกระบวนการผลิตสบู่เม็ดหลังการปรับปรุงที่ช่วงมาตรฐานใหม่

สรุปคือ เมื่อมีการปรับค่าพารามิเตอร์ของอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่ (%Glycerin)ช่วง

มาตรฐานใหม่ของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสำหรับกระบวนการผลิตสบู่เม็ด คือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้น 11.36-12.96% โดยมีค่าเป้าหมายใหม่อยู่ที่ 12.16%

ข. กระบวนการผลิตสบู่ก้อนหลังการปรับปรุง

ผู้วิจัยทำการเดินกระบวนการผลิตสบู่ก้อน โดยนำสบู่เม็ดที่ได้จากกระบวนการผลิตสบู่เม็ดที่เดินด้วยค่าพารามิเตอร์ใหม่ตามผลการวิเคราะห์ของ Response Optimizer จำนวน 5,000 กิโลกรัม มาทำการเดินผลิต สบู่ก้อนสูตร OLIVE น้ำหนัก115g โดยใช้บรรจุภัณฑ์ Carton การดำเนินการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนการทดลอง 3.4.2 สุ่มตัวอย่างหาค่าความแข็งสบู่ก้อนทุกชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง วัดประสิทธิภาพการผลิต, หาปริมาณบรรจุภัณฑ์สูญเสีย, น้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย และเก็บตัวอย่างก้อนสบู่เพื่อหาปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

ตารางที่ 4-14 : ผลการวัดคุณภาพและประสิทธิภาพเดินกระบวนการผลิตสบู่ก้อนหลังปรับปรุง

ชั่วโมงที่	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}}$
1	85.4	85.5	85.5	
2	86.0	85.6	85.8	85.6
3	86.0	85.0	85.5	
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (%)			71.3	
บรรจุภัณฑ์สูญเสีย (%Loss)			0.7	
น้ำหนักก้อนเฉลี่ย (g)			115.54	
น้ำหนักก้อนมาตรฐาน (g)			115.50	

ค. การคำนวณหาต้นทุนรวมของการผลิตสบู่ก้อนส่วนเพิ่ม/(ลดลงได้) จากการทดลอง

- ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย

<u>คำนวณเวลาที่ใช้ผลิตมาตรฐาน</u>

(18) หาประสิทธิภาพการเดินมาตรฐาน= %AU(%มาตรฐาน)x ความเร็ว(bar/min) x 60(min)

= 0.72x300x60 = 12,960 bar/hour

(19) หาจำนวนก้อนสบู่ผลิตมาตรฐาน= (ปริมาณการผลิต (kg) x 1,000)/น้ำหนักก้อนผลิต(g)

= (5,000x1000)/115.5 = 43,290 bar

(20) หาเวลาที่ใช้ผลิตมาตรฐาน = (19)/(18) = 3.34 hour

คำนวณเวลาที่ใช้ผลิตจริง

(21) หาประสิทธิภาพการเดินจริง = %AU(%มาตรฐาน)x Speed (bar/min) x 60 (min)

= 0.71x300x60 = 12,834 bar/hour

(22) หาจำนวนก้อนสบู่ที่ผลิตจริง = (ปริมาณการผลิต (kg) x 1,000)/น้ำหนักก้อนผลิต(g)

= (5,000x1000)/115.54 = 43,275 bar

(23) หาเวลาที่ใช้ผลิตจริง = (22)/(21) = 3.37 hour

คำนวณเวลาที่ผลิตเกิน/(น้อยลง)จากมาตรฐาน

(24) หาเวลาที่ผลิตเกิน/(น้อยลง)จากมาตรฐาน = (23)/(20) = 0.03 hour

คำนวณต้นทุนประสิทธิภาพการผลิตสูญเสีย

(25) หาต้นทุนประสิทธิภาพการผลิตสูญเสีย = (24) x (ค่าดำเนินการเครื่องจักร(Baht/hr)

+ (ค่าแรง (Baht/hr/labour) x จำนวนคน))

= 0.03 x (1550.4 + (110.2 x 15))

= 96.102 Baht

- ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

คำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ยอมให้สูญเสียได้

(26) จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ยอมให้สูญเสียได้ = (บรรจุภัณฑ์สูญเสียมาตรฐาน(%Loss)

x (19))/100

= (0.5 x 43,290)/100 = 216.45 ชิ้น

คำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย

(27) จำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสียจริง = (บรรจุภัณฑ์สูญเสียจริง(%Loss) x (19))/100

= (0.7 x 43,290)/100 = 303.03ชิ้น

คำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสียมาก/(น้อย)เทียบกับมาตรฐาน

(28) จำนวนบรรจุภัณฑ์สูญเสียเปรียบเทียบกับมาตรฐาน = (27) - (26)

= 303.03 - 216.45

= 86.58ชิ้น

คำนวณหาต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสียมาก/(น้อย)เทียบกับมาตรฐาน

(29) ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสียเปรียบเทียบกับมาตรฐาน= (28) x ค่าบรรจุภัณฑ์ (Baht/pcs)

= 86.58x 0.42 = 36.36 Baht

- ต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย

คำนวณหาน้ำหนักสบู่ก้อน เกิน/-ขาด (Baht) เทียบกับมาตรฐาน

(30) น้ำหนักสบู่ก้อนเทียบกับมาตรฐาน= ค่าเฉลี่ยน้ำหนักก้อนจริง– น้ำหนักก้อนมาตรฐาน

=115.54 – 115.50 = 0.04 g

คำนวณหาต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย

(31) ต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย = (30) x ปริมาณก้อนที่ผลิต(bar)x ราคาสบู่(Baht/g)

= 0.04 x 43,290 x 0.048 = 82.12 Baht

- ต้นทุนวัตถุดิบ

สำหรับต้นทุนวัตถุดิบในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสามารถคำนวณได้จากตารางที่ 4-6

คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบมาตรฐาน

(32) ต้นทุนวัตถุดิบมาตรฐานสูตรกลีเซอรีน1% = (-210.71x (% ความชื้นมาตรฐาน)
+ 40,452) x ปริมาณการผลิต (Ton)

= ((-210.71 x 11.00)+40,452) x 5

= 190,670.95 Baht

คำนวณหาต้นทุนผลิตจริงของวัตถุดิบส่วนวัตถุดิบของสบู่เม็ด

(33) ต้นทุนวัตถุดิบจริงสูตรกลีเซอรีน3.5% = (-210.82x (% ความชื้นจริง)+ 39,269)
x ปริมาณการผลิต (Ton)

= ((-210.82 x 12.158) + 39,269) x 5

= 183,529.25 Baht

คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบที่เกิน/(ลดลง)ได้จากมาตรฐาน

(34) ต้นทุนวัตถุดิบที่เกิน/(ลดลง)ได้ = (33)-(32) = -7,141.7 Baht

ดังนั้นต้นทุนรวมส่วนเพิ่ม/(ลดลง)เทียบกับมาตรฐาน จากการผลิตสบู่ก้อนของการทดลองครั้งนี้มีค่าดังนี้

ต้นทุนรวมส่วนเพิ่ม/(ลดลง)เทียบกับมาตรฐาน = (25)+(29)+(31)+(34)

= 96.102 + 36.36 + 82.12 – 7,141.7

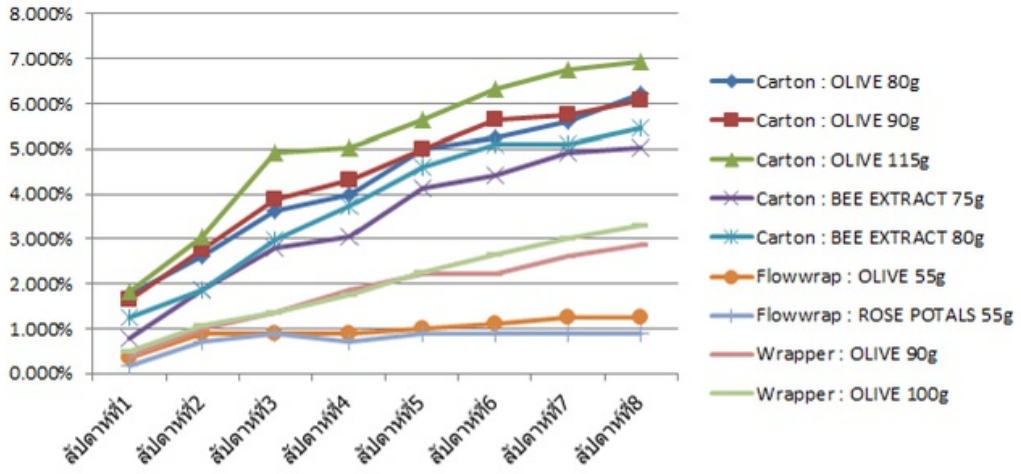
= -6,927.116 Baht

ง. ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

จากข้อมูลการศึกษาด้านคุณภาพ เกี่ยวกับน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นของโรงงานกรณีศึกษา สำหรับที่เปอร์เซ็นต์ 12.85% ของสูตร OLIVE ที่มีน้ำหนัก 115g เป็นไปตามตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 : เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นที่ความชื้นสบู่ 12.85%

	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสีย							
เปอร์เซ็นต์ความชื้น 12.85%	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่2	สัปดาห์ที่3	สัปดาห์ที่4	สัปดาห์ที่5	สัปดาห์ที่6	สัปดาห์ที่7	สัปดาห์ที่8
Carton : OLIVE 80g	1.741%	2.612%	3.607%	3.990%	4.975%	5.224%	5.597%	6.219%
Carton : OLIVE 90g	1.657%	2.762%	3.867%	4.309%	4.972%	5.635%	5.746%	6.077%
Carton : OLIVE 115g	1.818%	3.030%	4.535%	5.022%	5.628%	6.320%	6.753%	7.526%
Carton : BEE EXTRACT 75g	0.796%	1.857%	2.785%	3.050%	4.111%	4.430%	4.907%	5.040%
Carton : BEE EXTRACT 80g	1.242%	1.863%	2.981%	3.727%	4.598%	5.093%	5.093%	5.466%
Flowwrap : OLIVE 55g	0.360%	0.901%	0.900%	0.901%	1.000%	1.100%	1.261%	1.261%
Flowwrap : ROSE POTALS 55g	0.180%	0.721%	0.901%	0.721%	0.901%	0.901%	0.901%	0.901%
Wrapper : OLIVE 90g	0.372%	0.993%	1.365%	1.861%	2.233%	2.233%	2.605%	2.654%
Wrapper : OLIVE 100g	0.488%	1.073%	1.366%	1.756%	2.244%	2.634%	3.024%	3.317%



เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4-15ของ Carton : OLIVE 115g จะมีปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นอยู่ในสัปดาห์ที่ 8 อยู่ที่ 7.526% ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุดในทุกๆสูตร

จากกฎหมายในเรื่องกฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550 ที่อธิบายในหัวข้อ 2.4 ตารางที่ 2-3 สำหรับน้ำหนัก 115g กฎหมายยอมให้สามารถน้ำหนักก้อนสบู่น้อยกว่าน้ำหนักที่ระบุฉลากได้ไม่เกิน อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาดฝ่ายน้อยขั้นที่ 1 ได้ 2 เท่าหรือ 2x4.5% = 9% ของน้ำหนักที่ระบุข้างกล่องเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 4-11 แล้วเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสีย7.526% ของสูตรที่สูญเสียมากที่สุดยังน้อยกว่า 9% เพราะฉะนั้นจึงถือได้ว่า ไม่ขัดต่อกฎหมาย

ดังนั้นสำหรับการทดลองครั้งนี้ที่ได้ปรับตั้งปัจจัยต้นที่ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ดอยู่ที่ 12.158% เมื่อนำมาเดินสบู่ผลิตก้อน Carton : OLIVE 115g ถือว่าไม่ขัดต่อกฎหมายเช่นกัน เพราะที่ค่าปรับตั้งใหม่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ 12.16% น้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของ12.85% หรือหมายถึงว่าปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นของสบู่เม็ดที่ 12.16% มีปริมาณน้อยกว่า 12.85% ซึ่งจะไม่ขัดต่อกฎหมาย

สรุปผลก่อนปรับปรุงการเดินกระบวนการผลิตสบู่เม็ดตามปกติที่ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam mass flow)= 1,279 Kg/hr, เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) = 80%, เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) = 3.5%เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย 12.268% จากนั้นนำสบู่เม็ดมาใช้ในกระบวนการผลิตสบู่ก้อนสูตร OLIVE น้ำหนัก115g โดยใช้บรรจุภัณฑ์ Carton เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมงต่อเนื่องกันมีค่าความแข็งสบู่ก้อนเฉลี่ย 85.6 โดยต้นทุนการผลิตรวมลดลงไปจากมาตรฐานถึง 6,927.116บาท โดยก้อนสบู่ที่ผลิตมีปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น น้อยกว่า 7.526% ไม่ขัดต่อกฎหมาย

4.5บทวิจารณ์เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

เปรียบเทียบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังแรงดันเฉียบพลัน (%Opening) และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16: เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

ปัจจัยต้น	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow : Kg/hr)	1,279	1,279
เปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening : %)	67	80
เปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin : %)	2.25	3.50
ปัจจัยตาม		
ต้นทุนส่วนเพิ่มของการผลิตรวม (Baht)	-271.478	-6,927.116
ตัววัดด้านคุณภาพ		
เปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ด (%)	11.14	12.16
ค่าความแข็งสบู่ก้อน (g/mm^2)	87	85.6
ปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น (%)	7.273	7.526

เมื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง ปัจจัยต้นทั้ง 3 ปัจจัย ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิต แสดงให้ เมื่อทำการเพิ่มเปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลันจาก 67% เป็น 80% และเพิ่มเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่จาก 2.25% เป็น 3.50% จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 11.14% เป็น 12.16% แสดงให้เห็นว่าผลกระทบต่อการลดปริมาณไอน้ำเข้ากระบวนการผลิตสบู่เม็ด ทำให้ตัววัดคุณภาพด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่มีค่าเพิ่มขึ้นมากถึง 12.16%-11.14% = 1.02%ถึงแม้จะทำการเพิ่มเปอร์เซ็นต์วาล์วถังลดความดันเฉียบพลันเพื่อระบายความชื้นออกจากระบบ และเพิ่มเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่เพื่อแทนที่น้ำที่ต้องระเหยไปก็ตามเพราะปริมาณไอน้ำที่เข้าไปเพิ่มความร้อนเพื่อให้น้ำระเหยน้อยลง เมื่อค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากขึ้น 1.02% ทำให้ค่าความแข็งสบู่น้อยลง 1.4 g/mm^{2}แต่ยังไม่เกินช่วงมาตรฐานเดินที่ได้กำหนดค่าความแข็งไว้อยู่ที่ 85-90g/mm^{2}จึงไม่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนช่วงมาตรฐานคุณภาพทางด้านค่าความแข็งสบู่ก้อน แต่จำเป็นต้องปรับคุณภาพด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่เม็ดเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ โดยช่วงมาตรฐานเดิม 10%-12% เป็นที่ 11.36%-12.96% หรือ 12.2±0.8%

ต้นทุนส่วนเพิ่มของการผลิตรวมเพิ่มขึ้น เพราะปริมาณการใช้ไอน้ำลดลง จากการที่อัตราการไหลไอน้ำที่เข้าระบบลดลง และมีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนในเนื้อสบู่ที่สูงขึ้นทำให้สามารถลดปริมาณน้ำมันซึ่งมีต้นทุนสูงลง โดยต้นทุนส่วนเพิ่มสามารถลดลงได้ -271.478-(-6,927.116) = -6,655.638บาทต่อปริมาณที่ผลิต 25ตันดังแสดงตามตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17: แสดงต้นทุนที่สามารถลดลงได้จากก่อนและหลังการปรับปรุง

ต้นทุน	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ต้นทุนลดลง (บาท ต่อ 5 ตัน)
ต้นทุนประสิทธิภาพการผลิตสูญเสีย	-147.36	96.10	243.46
ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย	-18.18	36.36	54.54
ต้นทุนน้ำหนักก้อนสูญเสีย	41.55	82.12	40.57
ต้นทุนวัตถุดิบ	-147.50	-7,141.70	-6,994.20
ต้นทุนการผลิตรวมเปลี่ยนแปลงไป (บาท)	-271.48	-6,927.12	-6,655.63

เมื่อคิดเป็นปริมาณตันที่ผลิตต่อปีประมาณ 10,000 ตันดังนั้นสามารถลดต้นทุนการผลิตรวมได้ 13.3ล้านบาท และเมื่อทำการเก็บตัวอย่างสองเดือน หาค่าปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นของสบู่เม็ดไม่พบปัญหาด้านคุณภาพด้านนี้ที่จะทำให้ขัดต่อกฎกระทรวงพาณิชย์กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550

สำหรับช่วงมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความชื้นใหม่นั้นมาจากการทดลองเดินระยะเวลา 5 ชั่วโมงซึ่งควรที่จะต้องมีการเฝ้าสังเกตค่า และเก็บผลต่อไป เพื่อดูค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านศักยภาพระยะยาว(Pp) และ ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านกระบวนการเบี่ยงเบนระยะยาว(Ppk) ของกระบวนการในระยะยาว สามารถนำแก้ไขช่วงมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อไป

สำหรับค่าความแข็งสบู่ก้อนหลังปรับปรุง ได้มาจากการทดลองเดินสบู่ก้อนสูตร OLIVE น้ำหนัก 115g บรรจุภัณฑ์ Carton ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนของค่าความแข็งของการเดินสูตรสบู่ทั้ง 31 สูตร เพราะ OLIVE เป็นสูตรที่มีปริมาณน้ำในสูตรมากที่สุด

สำหรับน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น วัดจากสบู่สูตร OLIVE น้ำหนัก 115g ในบรรจุภัณฑ์ Carton เมื่อพิจารณาจากตาราง 4-12 สามารถเป็นตัวแทนของน้ำหนัก และชนิดบรรจุภณฑ์ได้กับการเดินทุกรูปแบบ เพราะเมื่อเปรียบเทียบ OLIVE ที่น้ำหนักต่างๆ กัน น้ำหนัก115g จะมีอัตราการการระเหยที่มากที่สุด เปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ในแต่ละประเภท Carton มีอัตราการระเหยมากที่สุดเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างหาอัตราการระเหย 2 เดือน ซึ่งเพียงพอต่อระยะเวลาที่เก็บผลตรวจสอบ เพราะโดยสินค้าที่ผลิตในโรงงานจะจัดเก็บนานไม่เกิน 1อาทิตย์ เพราะจะถูกส่งออกขายไปยังห้างร้าน และทางเจ้าหน้าที่ราชการของกระทรวงพาณิชย์ซึ่งจะมาตรวจสอบปีละ 1 ครั้งจะเข้ามาสุ่มตรวจสอบสินค้าที่วางพักไว้ในโรงงาน ที่มีการจัดเก็บนานไม่เกิน 1 อาทิตย์

เนื่องจากงานวิจัยมีวัตถุประสงค์ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด ต่อต้นทุนและคุณภาพของการผลิตสบู่ก้อน และได้พิจารณาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตรวมและคุณภาพสบู่ก้อนเพียง 3 ปัจจัย จึงไม่จำเป็นที่จะต้องใช้การออกแบบการทดลองแบบ Full Factorial เพื่อใช้ในการกรองระดับปัจจัยก่อน ดังนั้นงานวิจัยจึงใช้การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnkenซึ่งมีการพิจารณาระดับของปัจจัยต้น 3 ระดับเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด และจำนวนการทดลองสำหรับ 3 ปัจจัยมี 15 การทดลองซึ่งถือว่าเพียงพอแล้วต่อการหาค่าปรับตั้งกระบวนการผลิตที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการผลิตสบู่ก้อน

เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกลีเซอรีนในสบู่ก้อนเพิ่มขึ้นจาก 1% เป็น 3.5% เพื่อต้นทุนการผลิตรวมลดลงต่ำสุด เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าสบู่ก้อนที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม หมายเลข มอก. 29-2531 (UDC 661.187.84) ที่ระบุถึงข้อกำหนดของคุณลักษณะทางเคมีของสบู่ถูตัว ดังนั้นจึงมีการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมดังนี้

ตารางที่ 4-18: แสดงผลทางเคมีของสบู่ก้อนหลังปรับปรุงเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนด มอก.29-2531

ข้อ	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด			ผลทางเคมี
		สบู่ถูตัวทั่วไป		สบู่ถูตัวสมบัติเฉพาะ	สบู่ก้อนหลังปรับปรุง
		ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2		
1	ไขมันทั้งหมด ร้อยละโดยน้ำหนักต้องไม่น้อยกว่า	78.0	75.0	79.0	**>80.0**
2	ลอริกออยล์ (คำนวณเป็นกรดไขมัน) ร้อยละของน้ำหนักไขมันทั้งหมด ไม่น้อยกว่า	8.0	ไม่กำหนด	8.0	**n/a**
3	กรดโรซิน ร้อยละของน้ำหนักไขมัน ไม่เกิน	2.0	ไม่กำหนด	2.0	**n/a**
4	สารที่ไม่ละลายในเอทานอล ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน	1.25	3.0	1.25	**<1.25**
5	ไฮดรอกไซร์อิสระ (Free caustic alkali) (คำนวณเป็น NaO2) ร้อยละโดยน้ำหนักไม่เกิน	0.05	0.1	ต้องไม่พบ	**<0.05**
6	คลอไรด์ (คำนวณเป็นNaCl) ร้อยละโดยน้ำหนัก	1.0	1.0	1.0	**1.0**
7	กรดไขมันอิสระ (คำนวณเป็นกรดไขมัน) ร้อยละของน้ำหนักโมเลกุลสัมพัทธ์เฉลี่ย 248	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	2.0-10.0	**1.2**

หมายเหตุ : n/a หมายถึง โรงงานไม่ได้ใช้วัตถุดิบลอริกออยล์ และกรดโรซินในการผลิตสบู่ก้อน

จากตารางที่ 4.18 สรุปได้ว่าคุณสมบัติทางเคมีของสบู่ก้อนหลังปรับปรุงเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 29-2531 (UDC 661.187.84)

4.6สรุปผลการปรับปรุง

ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง สามารถลดต้นทุนส่วนเพิ่มของการผลิตลงได้ถึง 13.3ล้านบาทต่อปี โดยจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงช่วงมาตรฐานของคุณภาพด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นเป็น 12.2±0.8% โดยไม่กระทบต่อคุณภาพด้านค่าความแข็งสบู่ก้อนและคุณภาพด้านน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น ซึ่งไม่ขัดต่อกฎหมายกระทรวงพาณิชย์

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตสบู่เม็ด ที่ทำให้ต้นทุนรวมของการผลิตสบู่ก้อนลดลงอย่างเหมาะสมโดยไม่กระทบต่อคุณภาพ ซึ่งมีบทสรุป ข้อจำกัดในงานวิจัย และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 บทสรุป

เนื่องจากงานวิจัยมุ่งเน้นที่จะหาแนวทางในการลดต้นทุนบริษัทเพื่อให้สามารถแข่งขันกับตลาดการผลิตสบู่ได้ภายในต้นทุนวัตถุดิบที่สูงขึ้น จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลกระทบของเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตสบู่เม็ด คือ อัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow)เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังแรงดันเฉียบพลัน (%Opening) และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) ซึ่งทั้ง 3 พารามิเตอร์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อกระทบต้นทุนรวมการผลิตสบู่ก้อน โดยต้นทุนรวมยังเกี่ยวข้องกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ด ซึ่งมักจะเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพบ่อยครั้งในด้านความชื้นซึ่งอยู่นอกช่วงมาตรฐานที่กำหนด โดยจากข้อมูลแผนภูมิกราฟพาเรโตแสดงปัญหาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนกว่า 70% นั้นคือปัญหาด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นในสบู่เม็ดอยู่นอกช่วงมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะต้องกักกันสินค้าเพื่อนำมาแกะบรรจุภัณฑ์ทำลายซึ่งช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานกำหนดขึ้นโดยไม่คำนึงถึงต้นทุนโดยรวมของการผลิตที่เกิดขึ้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่ศึกษาหาค่าปรับตั้งที่เหมาะสมของปัจจัยทั้งสามที่ทำให้ต้นทุนการผลิตรวมของสบู่ก้อนที่ลดลงน้อยที่สุดจากต้นทุนมาตรฐาน โดยงานวิจัยทำการพิจารณาต้นทุนประสิทธิภาพการผลิตสูญเสีย ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย ต้นทุนน้ำหนักสบู่ก้อนสูญเสีย และต้นทุนวัตถุดิบสูญเสีย โดยสามารถเปลี่ยนแปลงช่วงควบคุมของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสบู่ใหม่ได้ ถายใต้ความหลายหลายของสูตร น้ำหนัก และชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตในกระบวนการผลิตสบู่ก้อน จากการศึกษาพบว่าควรจะต้องปรับตั้งค่าปอร์เซ็นต์วาล์วของถังแรงดันเฉียบพลัน (%Opening) 76% และเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีน (%Glycerin) 3.5%โดยไม่ต้องปรับค่าอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow) โดยให้อยู่ที่ค่าปรับตั้งเดิมคือ 1,279 kg/hr เจึงจะได้ต้นทุนการผลิตรวมลดลงน้อยที่สุด ซึ่งจากการเดินกระบวนการผลิตตามค่าพารามิเตอร์ใหม่สามารถลดต้นทุนการผลิตรวมได้ถึง 6.66ล้านบาทต่อปี ซึ่งจะต้องเพิ่มช่วงมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความชื้นขึ้นเป็น 12.2±0.8% โดยไม่

ก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพด้านค่าความแข็งสบู่ก้อนที่กำหนดช่วงมาตรฐานไว้ที่ 85-90 และคุณภาพด้านน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น

5.2ข้อจำกัดในงานวิจัย

1. งานวิจัยสามารถใช้ได้ในกรณีผลิตสบู่ก้อนโดยใช้น้ำมันตามสูตร Palm Oil: Palm Sterin: Coconut/Palm Kernel Oil ที่อัตราส่วน 40:40:20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรีนอยู่ที่ 1%-3.5%
2. งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลไอน้ำ (Steam Mass Flow), เปอร์เซ็นต์วาล์วของถังลดความดันเฉียบพลัน (%Opening) และ ปริมาณกลีเซอรีน (%Glycerin) ที่มีต่อต้นทุนการผลิตรวม เฉพาะกระบวนการผลิตสบู่เม็ด และกระบวนการผลิตสบู่ก้อน โดยจะไม่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำที่เติมของสูตรสบู่ของกระบวนการผสมสูตรสบู่(Amalgamator)
3. ตัววัดคุณภาพของสบู่ก้อนทำการพิจารณา ค่าความแข็งสบู่ก้อน และปริมาณน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้น เท่านั้น
4. ต้นทุนที่ทำการพิจารณา คือต้นทุนวัตถุดิบ และต้นทุนผลผลิตสูญเสีย อันประกอบด้วย ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย และต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย โดยที่ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ ต้นทุนค่าแรง ต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้สามารถลดต้นทุนรวมของการผลิตลงได้สูงสุด ควรทำการศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดความผันแปรของน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย สำหรับทุกน้ำหนัก เพราะในบรรดาต้นทุนจากผลผลิตสูญเสีย ได้แก่ ต้นทุนประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูญเสีย, ต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูญเสีย และ ต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย พบว่าต้นทุนน้ำหนักก้อนสบู่สูญเสีย จะมีมูลค่าที่มากสูญเสียที่มาก เมื่อดูจากกระบวนการผลิตสบู่ก้อนหลังปรับปรุง และสามารถลดค่าน้ำหนักเป้าหมายของสบู่ก้อนเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิตรวมได้อีกด้วย
2. ควรศึกษาเก็บข้อมูลค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่มีผลต่อน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหยของความชื้นเพิ่มเติมให้มากกว่า 2 เดือน เพื่อหาความสัมพันธ์ของอัตราการระเหยที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น ทั้งนี้เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำให้ขัดต่อกฎหมายและทำให้ทราบขอบเขตของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านน้ำหนักก้อนสบู่ที่สูญเสียจากการระเหย

DOE SOAP COST&QUALITY2

ORIGINALITY REPORT

5 %	3 %	0 %	3 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

MATCHED SOURCE

Submitted to Chulalongkorn University *Student Paper*	3%
Submitted to Chulalongkorn University *Student Paper*	3%

EXCLUDE QUOTES	OFF	EXCLUDE MATCHES	OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY	OFF		