การลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ด้วยการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม
DEFECT REDUCTION IN PROCESS FOR SHAMPOO A DESIGN OF ENGINEERING

ธีรวัฒน์ เทพชู[1] ศักดิ์ชาย รักการ[1], พจนีย์ ศรีวิเชียร[1] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[2]
[1]วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2]อุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ
แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Thirawat Thepchu and Sakchai Rakkran[1], Podchanee Sriwichian[1], Jeerawat Plongmai[2]
[1]Master of Engineering Program in Engineering Management, Graduate School
[2]Bachelor of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering
Kasem Bundit University, Pattanakran Campus 1761 Pattanakran Rd.,
Suanluang Bangkok 10250, Thailand
E-Mail rotphuket@icloud.com[1]

วันที่รับบทความ 13 ธันวาคม 2564
วันแก้ไขบทความ 19 เมษายน 2565
วันตอบรับบทความ 31 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ซึ่งพบของเสียที่มีสูงถึง 15.0 เปอร์เซ็นต์ต่อการผลิตหนึ่งครั้ง จากข้อมูลจำนวนของเสียรวมภายในเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบปัญหาของเสียในการผลิตแชมพูสูตร A ได้แก่ 1. เป็นเม็ด/ลิ้ม 2. เป็นก้อน 3. ระเหยจากการฮีต 4. เป็นเนื้อฟอง ซึ่งได้วิเคราะห์สาเหตุที่เกิดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ที่มีสาเหตุมาจากเครื่องจักรที่มีรอบใบกวนไม่เหมาะสมกับการผลิตและวัตถุดิบเกิดการปะปนหรือจับตัวกันเป็นก้อนจึงทำให้เกิดของเสีย โดยการกำหนดประยุกต์ใช้วิธีในการแก้ไข ประกอบด้วย การแก้ไขด้านเครื่องจักรโดยการใช้หลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ด้วยการทดสอบแบบ 2^k full factorial และการแก้ไขทางกายภาพ โดยกำหนดปัจจัยในการทดสอบ ประกอบด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ใบกวน 1 ใบกวน 2 ชั่วโมงการทำงาน จำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 40 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่า มี 1 ปัจจัยส่งผลเชิงเดียวเท่านั้น คือ ใบกวน 1 ไม่มีปัจจัยด้านอื่นร่วมจึงทำการแก้ไขและกำหนดรอบใบกวน 1 ให้เหมาะสม ส่วนการการแก้ไขทางกายภาพ ได้ทำการออกแบบจัดทำตะแกรงที่มี Ø 40 cm. ขนาดตาข่าย Ø 0.4 cm. ใช้วัสดุ (STAINLESS 304) มาทำการคัดกรองวัตถุดิบก่อนนำไปทำการผลิต ซึ่งผลของการแก้ไขปัญหาทั้งหมดนี้ ทำให้พบว่าสามารถลดจำนวนของเสียจากปัญหาเม็ด เหลือเพียง 0.52 เปอร์เซ็นต่อเดือน

คำสำคัญ: การทดลองเชิงวิศวกรรม 2^k full factorial, การลดของเสีย, การผลิตแชมพู

ABSTRACT

This research study examines the problem of waste reduction in the production process of Formula A shampoo, which is found waste of up to 15.0 percent per production. From the total waste data from September to December 2020, the waste problems in the production of Shampoo Formula A are included: tablets/smells, clumps, evaporation from heating, and bubble texture. To analyze the cause of waste in the production process of shampoo formula A, is found that the rotation of agitator machine is not suitable for production and the raw materials are pulverized or clumped together, resulting in waste. The design of engineering experimental principles is applied by 2^k full factorial testing. By determining the test factors, consisting of 4 factors, including temperature, agitator 1, agitator 2, working hours. The total number of tests is 40 times. From the experimental results, it is found that only one effect factor was agitator 1 and there is no interaction factors involved. Therefore, the agitator 1 cycle is modified and adjusted accordingly. In additional, the physical method is also applied to design and make a sieve with dimeter size 40 centimeters, mesh of dimeter size 0.4 centimeters by using materials (STAINLESS 304) to screen raw materials before being used in production. The result of solving all these problems, it is found that the waste from the pellet problem is reduced to only 0.52 percent per month.

KEYWORD: The design of engineering 2^k full factorial, waste reduction, production shampoo

1. บทนำ

ในชีวิตประจำวันของคนเราทุกวันนี้ แชมพู หรือยาสระผม ถือเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมขั้นพื้นฐานที่ขาดไปเลยไม่ได้ เพราะนอกจากจะใช้ทำความสะอาดเส้นผมและหนังศีรษะแล้ว แชมพูส่วนใหญ่ก็ยังมีสารที่ช่วยบำรุงรักษาเส้นผมอีกด้วย ซึ่งในปัจจุบัน “แชมพูสมุนไพร” กลายเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เพราะคนส่วนใหญ่หันมาใส่ใจสุขภาพและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติกันมากขึ้น ปัจจุบันในตลาดความงามมีการแข่งขันค่อนข้างสูงในทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม ที่มีมูลค่ากว่า 3.3 หมื่นล้านบาทของ 2 แสนล้านของตลาดโลกคิดเป็น 15% ของตลาดโลก เป็นรองแค่กลุ่มสกินแคร์ ที่มี 42% ของตลาดเท่านั้น ด้วยมูลค่าที่สูงขนาดนี้ จึงเป็นอีกหนึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันกันอย่างดุเดือด จากสภาพในปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง การผลิตแชมพูได้มีของเสียซึ่งเกิดขึ้นจากขั้นตอนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตผิดพลาดเนื่องจากเป็นเม็ด เป็นฟองระหว่างการผลิต สูญเสียระหว่างผสมและติดเชื้อ ซึ่งปัจจัยหลาย ๆ อย่างในกระบวนการผลิตไม่ว่าจะเป็นด้านเครื่องจักร อุปกรณ์ วิธีการผลิต ตลอดจนบุคลากรที่ทำให้คุณภาพของสินค้าในกระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางการตลาดให้มากขึ้น ทั้งทางด้านราคาและคุณภาพของสินค้า ตลอดจนความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้น้อยลง และเพื่อเพิ่มโอกาสด้านการแข่งขันให้มากขึ้น (blockdit, 2563)

การแข่งขัน และการคาดการณ์ระดับภูมิภาคในปี 2570 ตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมมีมูลค่า 102.11 พันล้านดอลลาร์ในปี 2563 และคาดว่าจะสูงถึง 131.14 พันล้านดอลลาร์ในปี 2570 โดยมีอัตรา CAGR 3.64% ในช่วงคาดการณ์ อุตสาหกรรมการดูแลเส้นผมทั่วโลกขนาดระดับโลก แนวโน้ม การแข่งขัน การวิเคราะห์เชิงประวัติศาสตร์และการพยากรณ์ ปี 2564-2570 ความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการดูแลส่วนบุคคลที่ดีขึ้นและผู้คนที่มีแนวโน้มว่าจะผลิตภัณฑ์เสริมความงามควบคู่ไปกับกรณีหัวล้านที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญบางประการที่คาดว่าจะขับเคลื่อน การเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมทั่วโลก การดูแลเส้นผมเป็นศัพท์ทั่วไปสำหรับสุขอนามัยและความงามที่เกี่ยวข้องกับเส้นผมที่งอกจากหนังศีรษะของมนุษย์ และขนตามใบหน้า ขนตามร่างกาย และส่วนอื่นๆ ในระดับที่น้อยกว่า กิจวัตรการดูแลเส้นผมแตกต่างกันไปตามวัฒนธรรมของแต่ละคนและลักษณะทางกายภาพของเส้นผม ทรีตเมนต์ผมและหนังศีรษะอย่างมืออาชีพมีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ของหนังศีรษะและทำให้คุณภาพผมแย่ลง ซึ่งรวมถึงผมร่วงด้วย การรักษาเหล่านี้ทำงานโดยการแก้ปัญหาจากราก ส่งเสริมการไหลเวียนโลหิต และฟื้นฟูรูขุมขน ผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมช่วยควบคุม

คุณสมบัติและพฤติกรรมของเส้นผมให้คงอยู่ในลักษณะควบคุมและเป็นที่ต้องการ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสเปรย์ฉีดผม ครีมนวดผม ที่หนีบผมตรงและรีแล็กซ์ แชมพู น้ำยาล้างผม ดัดผมถาวร โทนิค และน้ำสลัดและปัจจัยสำคัญที่ผลักดันการเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมทั่วโลก ได้แก่ ความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการดูแลส่วนบุคคลที่ดีขึ้นและผู้คนที่มีแนวโน้มไปสู่ผลิตภัณฑ์เสริมความงามควบคู่ไปกับกรณีหัวล้านที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัย ความกังวลของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารกันบูดในผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้นำไปสู่การตรวจสอบที่เพิ่มมากขึ้นโดยหน่วยงานกำกับดูแล ตามอุตสาหกรรมสุขภาพและความงามสถิติกว่า 80% ของการสร้าง Z- ERS ซื้อผลิตภัณฑ์ดูแลผิวอินทรีย์และธรรมชาติ วัยรุ่นใช้จ่ายเงินกว่า 4 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์ความงาม จำนวนผู้บริโภคที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อผลิตภัณฑ์เสริมความงามควบคู่ไปกับกรณีหัวล้านที่เพิ่มขึ้นยังเป็นการเสริมตลาดของการเติบโตของผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม ตามรายงานของ American Hair Loss Association (AHLA) เมื่ออายุ 50 ปีผู้ชายประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์มีอาการหัวล้าน และผู้หญิงมากกว่าร้อยละ50 ประสบปัญหาหัวล้าน นอกจากนี้ ตามรายงานของหอสมุดแห่งชาติด้านการแพทย์ สัดส่วนของผู้ชายที่มีผมร่วงปานกลางถึงหนักคือ 42% สัดส่วนของผู้ชายที่มีผมร่วงปานกลางถึงมากเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 16% สำหรับผู้ชายอายุ 18-29 ปี ถึง 53% ของผู้ชายอายุ 40-49 ปี คาดว่าเอเชียแปซิฟิกจะครองตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมทั่วโลก จำนวนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเส้นผมที่เพิ่มขึ้นในผู้ชายและผู้หญิงคาดว่าจะผลักดันการเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมในภูมิภาคนี้ ดังนั้นปัญหาต่างๆ เช่น ความแห้ง ปลายหก ความมันส่วนเกิน และผมร่วง เป็นต้น ได้เพิ่มความตระหนักเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมซึ่งจะช่วยเพิ่มความต้องการ หัวล้านกำลังกลายเป็นเรื่องธรรมดามากขึ้นในประเทศจีน โดยการสำรวจใหม่แสดงให้เห็นว่าคนจีน 1 ใน 6 หรือประมาณ 250 ล้านคนกำลังมีปัญหาผมร่วง จากการสำรวจของสมาคมส่งเสริมสุขภาพและการศึกษาแห่งประเทศจีน (CAHEP) พบว่า ผู้ชายอายุ 20 ถึง 40 ปีเป็นกลุ่มหลักที่มีปัญหา ความจริงอีกประการหนึ่งก็คือผู้ชายมักจะประสบปัญหาผมร่วงมากกว่าผู้หญิง จากการสำรวจของสมาคมแพทย์ของจีนสรุปว่าอุบัติการณ์ของการสูญเสียเส้นผมในหมู่มนุษย์จีนเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ (Now26tv, 2564)

จากข้อมูลของบริษัทการผลิตเครื่องสำอางแห่งหนึ่งที่ทำการศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์แชมพูที่เปิดทำการมาแล้วประมาณ 40 ปี ใช้เครื่องจักรที่นำเข้าจากประเทศเยอรมัน ปัจจุบันเครื่องจักรมีอายุการใช้งานค่อนข้างเก่า โดยเครื่องจักรที่ใช้มีอายุการทำงาน ประมาณ 14 ปี ลักษณะกระบวนการผลิตในรูปแบบกึ่งอัตโนมัติ จึงทำให้เกิดของเสียสะสมในแต่ละเดือนเป็นจำนวนมาก จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม 2563 ระยะเก็บข้อมูล 4 เดือน พบว่า จากการผลิตทั้งหมด 38,000.00 กิโลกรัม เฉลี่ย 9,500.00 กิโลกรัมต่อเดือน มีปริมาณของเสีย 5.33% จากยอดการผลิต หรือคิดเป็นมูลค่าสูญเสีย เฉลี่ยเดือนละ 354,943 บาทต่อเดือน หรือ 1,419,772 บาทต่อปี ปัญหาที่พบมีดังต่อไปนี้ 1. เป็นเม็ด/ลิ้ม 2. เป็นก้อน 3. ระเหยจากการฮีต 4. เป็นเนื้องฟอง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตแชมพู ซึ่งมีค่าความเสียหายอยู่ที่ 1,419,772 บาทต่อปี โดยจะประยุกต์ใช้หลักการด้านการจัดการคุณภาพและงานวิศวกรรม และคาดว่าจะลดของเสียอย่างน้อย 5%

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A

2.2 เพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ให้ลดลงอย่างน้อย 5%

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (Design of Experiment: DOE) มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าปัจจัย (factors) ของกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง แล้วดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนอง (Response) ของกระบวนการนั้นๆ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่ ใส่เข้าไปในกระบวนการผลิต (Input: Xs) หรือมีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย (Interaction) ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ (Output: Ys) อย่างมีนัยสำคัญ (ฉัตรชัย ฉายะรถี, 2563) พบของเสียจากเม็ดซุบโครเมี่ยมบนผิวพลาสติก (อรรคพล ดวงสีแสน, 2555) หาความสำคัญของปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต และใช้แผนผังก้างปลา

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์สเปกตรัม 350-750 นาโนเมตร ด้วยการจำลองแรงดันไฟฟ้า 1.25-5.24 V. โดยให้ (ปาพจนี ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา, 2561) ลดอุณหภูมิในการฉีดพลาสติกของแม่พิมพ์ (พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจ่าง, 2554) มีเป้าหมาย คือ การลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นลง 80 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้ (อุดม ลพสุนทร, 2559) ควบคุมค่าความสูงของครีมโลหะบัดกรีเพื่อวิเคราะห์หาค่าความเสี่ยง (ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์, 2562) ได้ใช้เทคนิค FMEA ดำเนินการหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า (วรุตม์ สุจริตจันทร์, 2561) สามารถลดการเกิดของเสียประเภทค่าความสะอาดไม่ได้ตามมาตรฐานของลูกค้าจากเดิม 219,475 ชิ้นต่อล้านชิ้น (DPPM) ลดลงเป็น 60,315 ชิ้นต่อล้านชิ้น (DPPM) ลดลงจากเดิม 72.52% และสามารถลดมูลค่าการแก้ไขสินค้า ได้ 9,339,508.80 บาทต่อปี

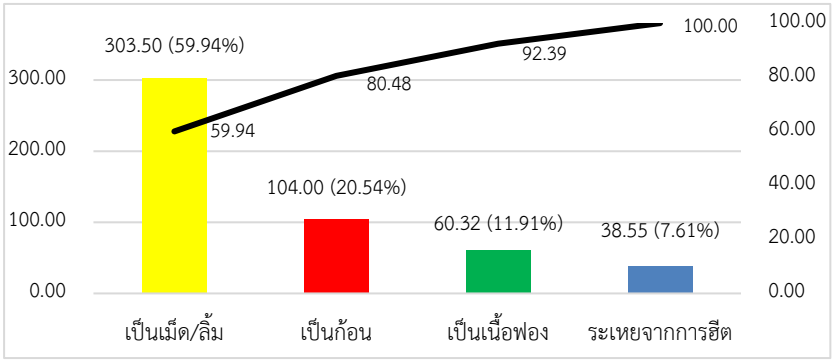
4. วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

ในการดำเนินการทำวิจัยนี้ได้เริ่มจากการเก็บข้อมูลของปัญหา ค้นคว้าข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์ปัญหาของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในการผลิตแชมพูสูตร A จึงกำหนดวิธีการในการแก้ไขปัญหาและวิเคราะห์ผล ด้วยผลลัพธ์ทางทฤษฎีและทางกายภาพตามหัวข้อต่อไปนี้

4.1.1 การศึกษาปัญหา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ปี2563 แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณการเกิดของเสียด้วยเครื่องมือพาเรโต เพื่อหาสาเหตุการเกิดของเสียในกระบวนการ โดยทำการศึกษาว่ามีของเสียประเภทใดที่เกิดจากกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A แสดงเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ประเภทของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ได้แก่ ของเสียที่เป็นเม็ดคิดเป็นของเสีย 59.94% ซึ่งเป็นประเภทของเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดดังรูปที่ 2

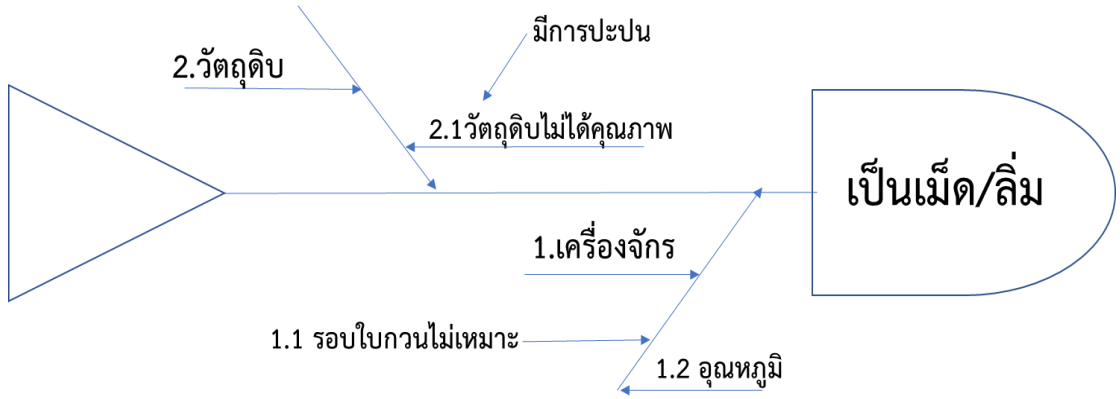
รูปที่ 1 ลักษณะปัญหาเป็นเม็ด / ลิ้ม



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยกราฟพาเรโต

4.1.2 การวิเคราะห์ปัญหา

ผู้ศึกษาได้คัดเลือกปัญหาจากหลักการ 80:20 พบว่า มีปัญหาย่อยที่ต้องนำมาดำเนินการแก้ไขก่อน คือเป็นเม็ด มีของเสียเฉลี่ย 303.50 กก./เดือน คิดเป็นของเสีย 59.94 %ต่อเดือนเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงในการลดของเสียต่อไปโดยใช้แผนผังก้างปลาดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

จากการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุของกระบวนการผลิตแชมพูสูตรAผู้ศึกษาได้วางแนวทางการแก้ไขปัญหาแล้วมากำหนดแนวทางการแก้ไขในหัวข้อที่ผู้ศึกษาได้พิจารณาไว้แล้วดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปสาเหตุของปัญหา

สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	วิธีการแก้ปัญหา	เครื่องมือที่ใช้
- เครื่องจักร	- อุณหภูมิความร้อนไม่ถึง - รอบในกวนไม่เหมาะ	- ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์อุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งานด้วยการออกแบบเชิง วิศวกรรม 2^k factorial design	- โปรแกรม MiniTab
- วัตถุดิบ	- วัตถุดิบจับตัวกันเป็นก้อนปะปนกันมา	- จัดทำตะแกรงคัดกรองตรวจสอบวัตถุดิบที่ไม่ละลายก่อนเทลงถังผสม	- จัดทำจัดทำตะแกรงคัดกรอง

4.1.3 การกำหนดแก้ไขปัญหาทางทฤษฎี

ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแชมพู สูตร A ผู้ศึกษาได้ร่วมประชุมกับฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น พบว่า ปัญหาแชมพู สูตร A เป็นเม็ด เป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการแก้ไข เมื่อแก้ไขปัญหาแชมพู สูตร A เป็นเม็ดได้ จะทำให้ของเสียในการผลิตลดลง ผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพู สูตร A เพื่อต้องการลดของเสียในกระบวนการผลิตโดยการดำเนินงานจำแนกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้การดำเนินการหลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดเม็ด/ลิ้ม พบว่า มี 4 ปัจจัยหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดของเสียจึงได้ทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลองแบบกำหนดค่าระดับต่ำและสูง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เงื่อนไขในการทดลอง

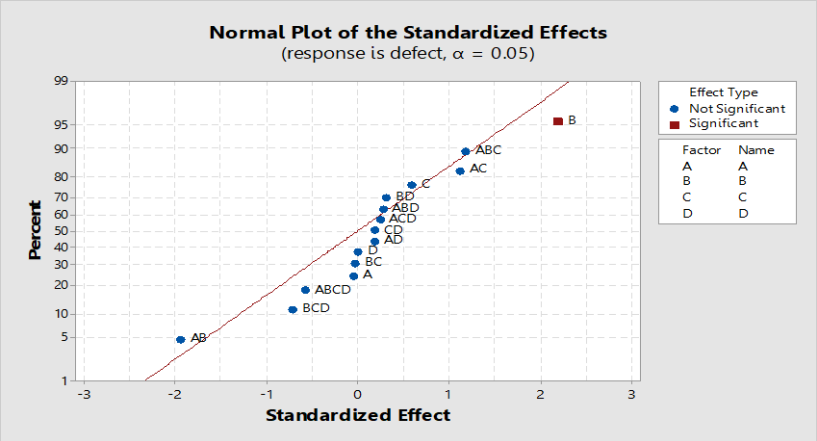
ปัจจัย	ระดับของปัจจัย			
	สัญลักษณ์	ระดับต่ำ	ระดับสูง	หน่วย
Temperature	A	75	90	องศา
ใบกวน 1	B	20	35	rpm.
ใบกวน 2	C	1500	3000	rpm.
working hours	D	7.5	9.5	ชม.

จากตารางที่ 2 การดำเนินการทดลองเบื้องต้นโดยทดสอบ 2^k factorial design กับความเชื่อมั่นที่ 95% มีนัยสำคัญของปัจจัยที่ระดับ 0.05 โดยขั้นตอนการทดสอบ ประกอบด้วย 4 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ จำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 40 ครั้ง ได้ลำดับและผลการทดลองตามข้อมูล ดังตารางที่ 3

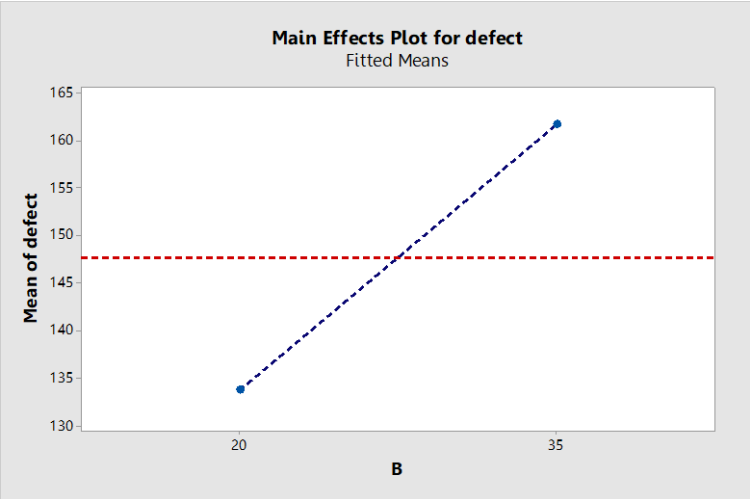
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	15	13780.4	918.69	2.31	0.032
Linear	4	2520.6	630.16	1.59	0.210
A	1	0.7	0.69	0.00	0.967
B	1	1898.8	1898.75	4.78	0.039
C	1	139.5	139.54	0.35	0.559
D	1	0.0	0.01	0.00	0.997

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวที่มีค่า P-Value น้อยกว่า = 0.05 ที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ที่ระดับมีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟ Pareto Chart แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกับของเสีย



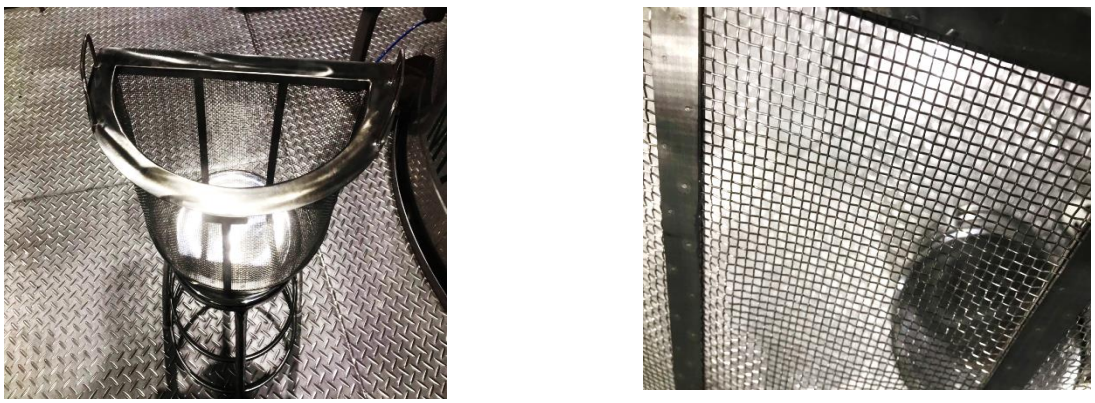
รูปที่ 5 Main Effects Plot for defect แสดงรายละเอียดปัญหาของปัจจัย ใบกวน B

จากรูปที่ 5 พบว่า จุดตัดกันสองเส้น ซึ่งเส้นที่หนึ่งมีลักษณะเป็นแนวนอน คือ ค่า defect ส่วนเส้นที่สองมีลักษณะเฉียงตัดกับเส้นที่หนึ่ง คือ เส้นรอบของใบกวน B ทำให้สันนิฐานได้ว่าถ้าใช้รอบความเร็วสูงของใบกวนที่ 35 rpm. จะทำให้เกิดค่า defect 165 แต่ถ้าใช้รอบความเร็วต่ำของใบกวนที่ 20 rpm. จะทำให้เกิดค่า defect 135 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ควรใช้ความเร็วรอบของใบกวนระดับต่ำๆ จะทำให้ลดปัญหา defect ได้มากขึ้น

4.1.4 การกำหนดแก้ไขปัญหาทางกายภาพ

ปรับวิธีการขั้นตอนการเติมวัตถุดิบ

เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตมีการปะปนของวัตถุดิบ จึงได้ทำการคิดค้นอุปกรณ์แยกส่วนวัตถุดิบที่เป็นก้อนออกจากวัตถุดิบที่เป็นผง โดยการออกแบบจัดทำตะแกรงที่มี Ø 40 cm.ขนาดตะข่าย Ø 0.4 cm. ใช้วัสดุ (STAINLESS 304) มาทำการคัดกรองวัตถุดิบก่อนนำไปทำการผลิต ใช้งบลงทุนไปทั้งสิ้น 15,000 บาท หลังจากนำตะแกรงมาใช้งานในระยะเวลา 2 เดือนแรก พบว่า สามารถคัดกรองวัตถุดิบที่จับตัวกันเป็นก้อนได้ดีและทำให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกขึ้นกว่าเดิมจากเดิมที่ต้องค่อยเปิดฝาตรวจเช็คการละลายตัวทุก 30 นาที ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตะข่ายคัดแยกวัตถุดิบที่เป็นก้อน

5. สรุปผลการดำเนินงาน

การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A จากการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ทั้งหมด ในช่วงปี 2563 เกิดของเสียเฉลี่ยในแต่ละเดือนเป็นจำนวน 506.33 กิโลกรัมต่อเดือน เป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 5.33% คิดเป็นมูลค่าของเสียโดยประมาณ 354,943 บาทต่อเดือน หลังจากทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยการใช้ Pareto ปัญหาที่พบมากเป็น อันดับหนึ่ง คือ ปัญหาเป็นเม็ด/ลิ้ม หลังจากที่ทราบถึงปัญหาของการเกิดของเสียแต่ละประเภทแล้ว ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียแต่ละประเภทที่เกิดจากกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ผู้ศึกษาได้ประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเป็นเม็ด/ลิ้ม ที่มีของเสียสูงที่สุด โดยใช้ Mind map ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์การดำเนินการหลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดเม็ด/ลิ้ม พบว่ามี 4 ปัจจัยหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดของเสีย จึงได้ทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลอง

1. การดำเนินการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE) โดยมีปัจจัยนำเข้าดังนี้

1.1 temperature	กำหนดใช้สัญลักษณ์ A
1.2 ใบกวน1	กำหนดใช้สัญลักษณ์ B
1.3 ใบกวน2	กำหนดใช้สัญลักษณ์ C
1.4 working hours	กำหนดใช้สัญลักษณ์ D

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มีเพียงหนึ่งปัจจัยที่มีค่า P-Value น้อยกว่า = 0.05 ซึ่งทำให้มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ที่มีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A พบว่า มีเพียงปัจจัย B ที่ส่งผล และไม่มีปัจจัยร่วมทั้ง 2 ทาง และ 3 ทางที่ส่งผล เนื่องจากค่า P-value มากกว่า 0.05 ที่ความเชื่อมั่น 95% จากผลลัพธ์ที่ได้นำมาทำการลดรูปแบบการทดลอง (Reduce Model) โดยนำ ปัจจัยใบกวน1 (B) มาวิเคราะห์ พบว่า ค่า P-Value ได้เท่ากับ 0.00 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทำการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ สหสัมพันธ์ พบว่า ค่า R-sq และค่า R-sq(adj) มีค่าเท่ากับ 40.65% และ 39.08% ซึ่งมีค่ามากกว่า 34.06% แสดงว่าปัจจัยกับผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กัน

2. ปรับวิธีการขั้นตอนการเติมวัตถุดิบเนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตมีการปะปนของวัตถุดิบ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการคิดค้นอุปกรณ์แยกส่วนวัตถุดิบที่เป็นก้อนออกจากวัตถุดิบที่เป็นผงโดยการออกแบบจัดทำตะแกรงที่มี Ø 40 cm. ขนาดตะข่าย Ø 0.4 cm. ใช้วัสดุ (STAINLESS 304) หลังจากได้เพิ่มอุปกรณ์ตัวนี้เข้าไปในการทำงานทำให้สามารถทำงานได้ง่ายขึ้นเนื่องจากได้ทำการคัดกรองสุ่มวัตถุดิบก่อนในไปผลิต

6. เอกสารอ้างอิง

ฉัตรชัย ฉายะรถี. (2563). การลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมี่ยมด้วย วิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์. (2562). ลดความผิดพลาดที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ปาพจนี ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา (2561).การออกแบบการทดลองเพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจ่าง. (2554). การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา บริษัท ควอลิตี้ แอสเซ็มบลี่ (ไทยแลนด์) จำกัด. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

วรุตม์ สุจริตจันทร์. (2561). การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมัน. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

อรรคพล ดวงสีแสน. (2555). การลดของเสียในการผลิตเบาะรถยนต์ด้วยการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ กรณีศึกษาโรงงานผลิตเบาะรถยนต์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

อุดม ลพสุนทร. (2559). การลดของเสียในกระบวนการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นพีซีบี. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต , สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Blockdit. (กรกฎาคม 20, 2020). ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.blockdit.com/posts/5f15112a8112ff0cd5780223. (วันสืบค้นข้อมูล: 20 กรกฎาคม 2563).

Now26tv. (กรกฎาคม 06, 2021). ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.now26.tv/hair-care-market-2021-size-share. (วันสืบค้นข้อมูล: 20 สิงหาคม 2564).