

**แนวทางการจัดการกระบวนการผลิตยาเม็ด เพื่อเพิ่มผลผลิต
กรณีศึกษาโรงงานผลิตยา**

**APPROACH OF TABLETING PRODUCTION MANAGEMENT FOR
PRODUCTIVITY IMPROVEMENT:
A CASE STUDY OF PHARMACEUTICAL INDUSTRY**

ลักษณะ ปานนิล, ศักดิ์ชัย รักการ, อัดถกร กลั่นความดี และ ธนากร สกุลไทย
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 ประเทศไทย

Laksana Pannin, Sakchai Rakkarn, Attakorn Klungkuarmdee, Thanakom Sakulthaiand
Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management
KasemBundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการกระบวนการผลิตยาเม็ดในโรงงานผลิตยาเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต และประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มากำหนดขนาดการผลิตที่เหมาะสมให้มีต้นทุนรวมต่ำสุด โดยการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาระบวนการผลิตยา A ซึ่งเป็นยาเม็ดที่มียอดขายสูงสุดของโรงงานผลิตยาสามัญแห่งหนึ่ง และมีแนวโน้มพยากรณ์การขายปรับเปลี่ยนขึ้นจนเกินกำลังการผลิต จึงศึกษาแนวทางการย้ายสายการผลิตไปยังสายใหม่ที่มีอัตราการใช้เครื่องจักรต่ำกว่า พร้อมทั้งเพิ่มขนาดรุ่นการผลิตขึ้น 3 เท่า ให้เหมาะสมกับความจุของเครื่องผสม ส่งผลให้มีเวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิตยา A ด้วยสายผลิตใหม่ลดลงเฉลี่ย 0.036 วินาทีต่อเม็ด และมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 60% พร้อมทั้งประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาหาความเหมาะสมของจำนวนรุ่นการผลิตในแต่ละชุดการผลิต พบว่า ในขั้นตอนการผสมแกรนูลยา A ใช้เครื่องจักรร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นอีก 3 รายการ ได้แก่ ยา E ยา G และยา R และควรวางแผนให้มีการผสมยา A 18 Lot ต่อเนื่องทุก 12 วัน ยา E ควรผสม 12 Lot ต่อเนื่องทุก 16 วัน ยา G ควรผสม 6 Lot ต่อเนื่องทุก 7 วัน และยา R ควรผสม 12 Lot ต่อเนื่องทุก 10 วัน โดยมีต้นทุนรวมในการผลิตและจัดเก็บ 84,653.92 บาท/เดือน ในขณะที่ขั้นตอนการตอกอัดเม็ดยา A ใช้เครื่องจักรร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นอีก 2 รายการ ได้แก่ ยา C และยา H จึงควรวางแผนให้มีการตอกอัดเม็ดยา A 4 Lot

ต่อเนื่องทุก 20 วัน ยา C ควรตอก 5 Lot ต่อเนื่องทุก 17 วัน และยา H ควรตอก 6 Lot ต่อเนื่องทุก 17 วัน โดยมีต้นทุนรวมในการผลิตและจัดเก็บ 171,439.4 บาท/เดือน

คำสำคัญ: การจัดการกระบวนการผลิตยาเม็ด, ต้นทุนต่ำที่สุด, ขนาดรุ่นการผลิตที่เหมาะสม, เพิ่มผลผลิต, เวลามาตรฐาน, อัตราการใช้งานเครื่องจักร, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ABSTRACT

This research aims to find an approach of tableting production management in a pharmaceutical industry for increasing productivity and applying mathematical models to determine the optimal production size that gives the lowest total cost. This study investigates the production process of product A which is the top-selling tablet of a generic pharmaceutical manufactory that tends to be sold over its production capacity in the near future. Therefore, this study will focus on studying how to move current production line to new line with lower machine utilization rates and increase the lot-size of the production to three times base on the capacity of the mixer. As a result, the average standard time used in the production of product A with a new line decrease to 0.036 second per tablet, and the productivity increases significantly from the previous production lines to 60%. Moreover, when applying the mathematical models to determine the optimal number of lot in each campaign, it was found in the granulation process that product A which uses the same machine as the other three products, namely product E, product G and product R should be planed to mix 18 lots of product A continuously every 12 days, the product E should be mixed 12 lots continuously every 16 days, the product G should be mixed 6 lots continuously every 7 days, and product R should be mixed 12 lots continuously every 10 days. To sum up, the total cost of production and holding is 84,653.92 baht / month. The tableting process of product A which uses the same machine as the other two products, namely product C and product H should be planed to compress 4 lots of product A continuously every 20 days, the product C should be compressed 5 lots continuously every 17 days, and product H should be mixed 6 lots continuously every 17 days. To sum up, the total cost of production and holding is 171,439.4 baht/month.

KEYWORDS: Tableting production management, Optimal Cost and Lot size, Productivity improvement, Standard time, Machine utilization, Mathematical model

1. บทนำ

ยารักษาโรค (Medicine) เป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ [1] เนื่องจากยามีบทบาทสำคัญในการส่งเสริม ป้องกัน บำบัดรักษา และฟื้นฟูสุขภาพของมนุษย์ ปัจจุบันอุตสาหกรรมยาในประเทศไทยมีมูลค่าตลาดประมาณ 140,000 ล้านบาท แบ่งเป็นตลาดโรงพยาบาลคลินิกประมาณ 100,000 ล้านบาท และตลาดร้านขายยากว่า 40,000 ล้านบาท [2] โดยสถานการณ์การผลิตยาในประเทศในไตรมาสที่ 3 ปี 2559 มีปริมาณการผลิตรวม 10,006.04 ตัน ขยายตัวร้อยละ 8.57 จากไตรมาสก่อน สาเหตุหลักของการขยายตัวในอุตสาหกรรมการผลิตยาและเภสัชภัณฑ์เนื่องมาจากสถานการณ์เศรษฐกิจโลกและปัญหาการเมืองในประเทศได้ปรับตัวดีขึ้น ทำให้กำลังซื้อของผู้บริโภคเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับสถานการณ์การจำหน่ายยาในประเทศที่มีปริมาณการจำหน่ายรวม 9,891.94 ตัน ขยายตัวร้อยละ 8.45 จากไตรมาสก่อน โดยมีปัจจัยสนับสนุนจากโครงการหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าที่ส่งเสริมให้ใช้ยาที่ผลิตในประเทศที่มีราคาต่ำกว่ายานำเข้าเพิ่มขึ้น เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงยาและการรักษาได้ง่าย ประเทศชาติจึงจะสามารถพึ่งพาตัวเองด้านสาธารณสุขได้อย่างยั่งยืน รวมทั้งผู้ผลิตได้จัดรายการส่งเสริมการขายออกอย่างต่อเนื่อง [3, 4] ประเทศไทยได้กำหนดให้สถานที่ยาแผนปัจจุบันทุกแห่งต้องผลิตตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ซึ่งเป็นแนวทางขององค์การอนามัยโลกฉบับ พ.ศ. 2535 (WHO Technical Report Series, No.823, 1992) แต่ในปัจจุบัน PIC/S-GMP (Pharmaceutical Inspection Cooperation Scheme) กำลังเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะประเทศในสหภาพยุโรป และประเทศสมาชิกอาเซียนก็เริ่มมีการใช้ PIC/S-GMP เช่นกัน ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) จึงได้มีนโยบายที่จะนำมาตรฐาน PIC/S มาใช้กับอุตสาหกรรมในประเทศ [5, 6] ส่งผลให้อุตสาหกรรมยาไทยต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและมีการลงทุนที่สูงขึ้นเพื่อสร้างมาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับในตลาดโลก

จากสภาพปัจจุบันการเจริญทางเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และสภาพการแข่งขันทางธุรกิจมากขึ้นตามลำดับ รัฐบาลพยายามกระตุ้นเศรษฐกิจโดยมีการสนับสนุนธุรกิจขนาดกลาง หรือ SME ค่อนข้างมาก ดังนั้น อุตสาหกรรมต่างๆ จึงต้องหันมาพัฒนาการบริหารการผลิต และสร้างศักยภาพของตนเองเพื่อเพิ่มจุดแข็งให้ต้นทุนการผลิตลดลง สามารถแข่งขันทางการตลาดได้ แต่สถานการณ์ทางการเมืองและเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันยังไม่มั่นคง ทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจแต่ละแห่งต้องสร้างกลยุทธ์การแข่งขันในรูปแบบต่างๆ และเร่งหาวิธีหรือแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว สถานประกอบการต่างๆ จึงพยายามหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ซึ่งจะต้องแก้ปัญหา 3 ส่วนไปพร้อมกัน คือ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักร การปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงาน และการลดหรือป้องกันของเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งในแต่ละโรงงานจะมีเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน เพิ่มเติม

ประสิทธิภาพการทำงานให้มากขึ้น [7] การวางแผนการผลิตเป็นอีกหนึ่งเทคนิคที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งการจัดตารางการผลิตที่ดีและเหมาะสมจะสะท้อนถึงความสามารถทางการแข่งขันของอุตสาหกรรม สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตลงได้ แต่หากตารางการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ อาจก่อให้เกิดปัญหาทางธุรกิจ เช่น การส่งมอบสินค้าล่าช้า ต้นทุนด้านพัสดุคงคลังสูง การใช้เครื่องจักรไม่เต็มประสิทธิภาพ และเกิดการขาดแคลนสินค้า [8, 9]

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาสถานการณ์การผลิตยาของบริษัทยาแห่งหนึ่งที่ผลิตยาสามัญกว่า 50 ชนิด ทั้งในรูปแบบยาเม็ด ยาแคปซูล ยาผง และยาครีม ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มยอดขายขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดยาที่มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้น จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่โรงงานผลิตยาต้องเพิ่มกำลังการผลิต (Production capacity) ให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ภายใต้เงื่อนไขสำคัญคือ มีต้นทุนรวมต่ำสุด เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดมากยิ่งขึ้นโดยเลือกศึกษา ยา A (Product A) ซึ่งเป็นยาที่มีสัดส่วนการผลิตสูงสุดในปี 2559 โดยพบว่าในครึ่งปีแรก (เดือนมกราคม-มิถุนายน) มีปริมาณการผลิตและการขายยา A (Product A) เฉลี่ย 59 ล้านเม็ดต่อเดือน ใกล้เคียงกับปริมาณพยากรณ์การขาย ส่วนในครึ่งปีหลัง (เดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน) มีการปรับตัวเลขการพยากรณ์การขายให้สูงขึ้น โดยมีปริมาณการผลิตและการขายในครึ่งปีหลังเฉลี่ย 66 ล้านเม็ดต่อเดือน เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 11% แต่ก็ต่ำกว่าปริมาณพยากรณ์การขายที่มียอดเฉลี่ย 69 ล้านเม็ดต่อเดือน และไม่สามารถทำ Buffer stock ได้ เนื่องจากกำลังการผลิตโดยรวมยังไม่เพียงพอ อัตราการใช้เครื่องจักร (Machine utilization) ในการผสมยา A เฉลี่ย 10 เดือน สูงถึง 80.9% และอัตราการใช้เครื่องจักรในขั้นตอนการตอกยา A สูงถึงเฉลี่ย 79.3-91.9% ส่งผลให้ปริมาณการผลิตบางเดือนต่ำกว่าการคาดการณ์ และยังส่งผลกระทบต่อปริมาณการขายที่ต่ำกว่าการคาดการณ์ตามไปด้วย ทำให้บริษัทต้องเสียโอกาสทางการตลาดไป

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของโอกาสที่สูญเสียไป จึงศึกษาแนวทางการเพิ่มกำลังการผลิตสำหรับยา A (Product A) โดยขยายขนาดรุ่นการผลิต (Lot size) และเปลี่ยนเครื่องจักรในการผลิตให้เหมาะสมกับขนาดรุ่นการผลิต โดยเลือกศึกษาในเครื่องจักรที่มีอัตราการใช้งานน้อย เพื่อใช้งานเครื่องจักรได้อย่างคุ้มค่า และไม่กระทบต่อกำลังการผลิตยาในรายการอื่นๆ พร้อมทั้งประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาวางแผนกำหนดจำนวนรุ่นการผลิตต่อชุด (Campaign) เพื่อลดต้นทุนในการบริหารจัดการ โดยมีเป้าหมายให้ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในกระบวนการผลิตยังคงเดิม แต่ปริมาณผลผลิต (Productivity) เพิ่มสูงขึ้น และต้นทุนรวม (Total cost) ของการผลิตลดต่ำลง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

จากสถานการณ์อุตสาหกรรมการผลิตและจัดจำหน่ายยาและเภสัชภัณฑ์ต่าง ๆ มีแนวโน้มขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2549 ประกอบกับนโยบายของภาครัฐที่สนับสนุนให้มีการใช้ยาอย่างสมเหตุสมผล สนับสนุนให้มีการใช้ยาที่ผลิตภายในประเทศเพื่อทดแทนยานำเข้าจากต่างประเทศ ส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตยาภายในประเทศมีการขยายตัวมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาสถานการณ์การผลิตยาของบริษัทยาแห่งหนึ่ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1) กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยเลือกศึกษาวิจัยในกระบวนการผลิตยา A (Product A) ซึ่งเป็นยาในกลุ่มลดความดันโลหิตสูง เนื่องจากเป็นยาที่มีปริมาณการขายสูงสุด คิดเป็น 23.05% ของปริมาณการขายยาทั้งหมด

2) ศึกษากระบวนการผลิตยา A

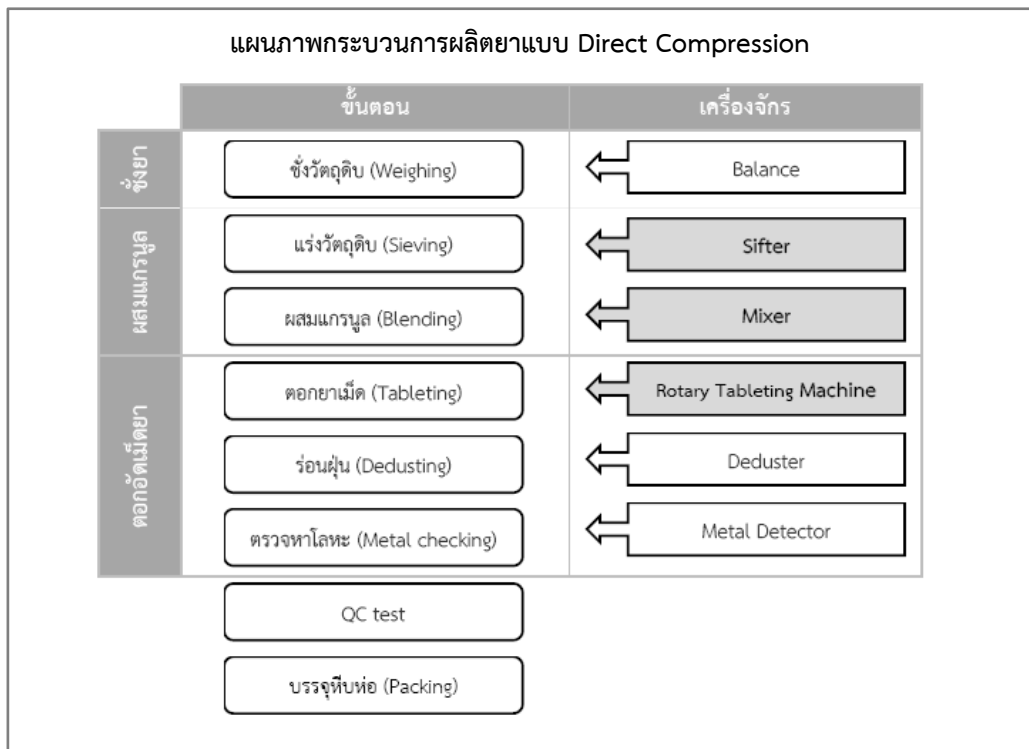
3) วิเคราะห์กำลังการผลิต และศึกษาอัตราการใช้เครื่องจักรในการผลิตยา A

4) ศึกษาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตยา A

5) วิเคราะห์การวางแผนการจัดการกระบวนการผลิตยา A โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Economic Lot Scheduling Problem: ELSP Models เพื่อหาความเหมาะสมของจำนวนรุ่นการผลิต (Lot) ในแต่ละชุดการผลิต (Campaign) เพื่อลดเวลาในการ Set up เครื่องจักร และลดเวลาในการทำความสะดวกเครื่องจักร ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนในกระบวนการผลิตต่ำสุดพร้อมทั้งประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft excel มาเป็นเครื่องมือในการประมวลผล เพื่อบริหารจัดการให้กระบวนการผลิตมีต้นทุนต่ำสุด

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตยา A

ยา A เป็นยาในกลุ่มลดความดันโลหิตสูง เป็นยาเม็ดไม่เคลือบ (Plaint Tablets) มีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ การผสมแกรนูลแห้งโดยการร่อนผ่านเครื่องร่อน (Sieving) และผสมสารให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (Mixer) จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการตอกอัดยาเม็ดด้วยเครื่องตอก Rotary Tableting Machine ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องร่อนฝุ่นและเครื่องตรวจหาโลหะ [10, 11] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพกระบวนการผลิตยาแบบ Direct Compression

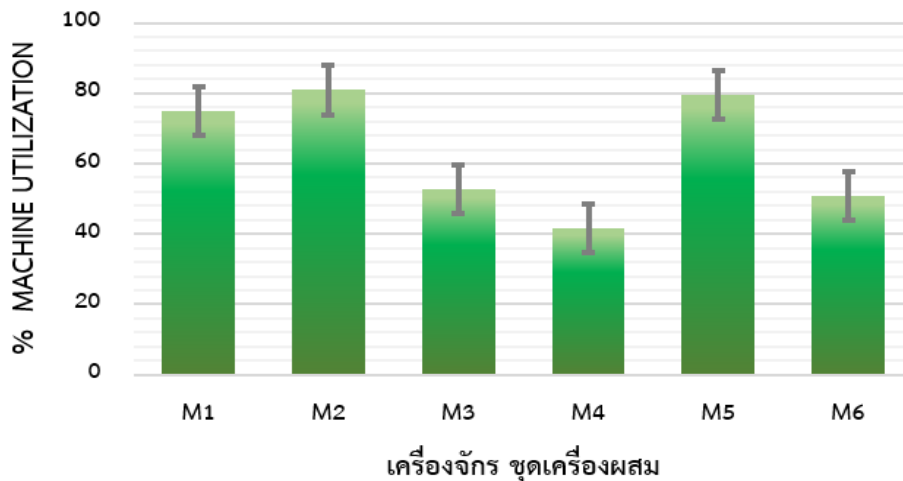
2.2 วิเคราะห์กำลังการผลิต และศึกษาอัตราการใช้เครื่องจักรในการผลิตยา A

ยา A มีกระบวนการผลิตประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ การผสมแกรนูลแห้งผ่านชุดผสม Mixing 2 (M2) และขั้นตอนการตอกอัดยาเม็ดผ่านเครื่องตอกชุดที่ 2-4 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตยา A

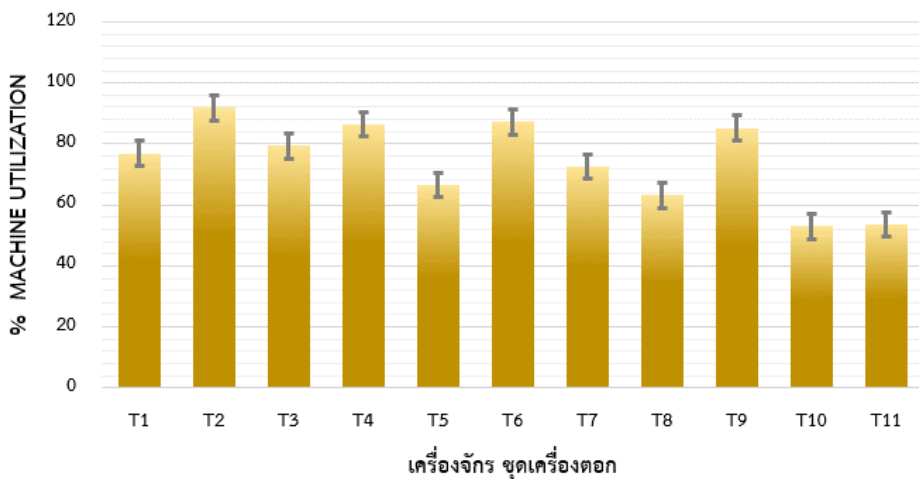
เมื่อวิเคราะห์เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผสมซึ่งมีทั้งหมด 6 ชุดพบว่า Product A ซึ่งผลิตด้วยชุดผสม M2 มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรสูงสุด เฉลี่ย 10 เดือน 80.9% ดังรูปที่ 3 เนื่องจากยา A มีปริมาณการผลิตจำนวนมากและชุดผสม M2 เป็นเครื่องจักรขนาดเล็ก ผลิตยาที่มีรุ่นการผลิต (Lot size) น้อย จึงต้องผลิตจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อปริมาณการขาย นอกจากนี้ชุดผสม M2 ยังใช้งานร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นอีกหลายรายการ จึงมีอัตราการใช้งานเครื่องจักรสูง



รูปที่ 3 เปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องจักรเฉลี่ย (Machine Utilization) ของชุดผสมแกรนูลตลอด 10 เดือนในปี 2559

ในขณะที่อัตราการใช้งานเครื่องตอกเฉลี่ยตลอด 10 เดือน ทั้งหมด 11 เครื่อง แสดงดังรูปที่ 4 พบว่ายา A ถูกตอกเม็ดด้วยเครื่องตอก Rotary Tableting Machine ซึ่งมีอยู่ 3 เครื่องคือ T2-T4 แต่มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรสูงทั้ง 3 เครื่อง เฉลี่ย 79.3-91.9% ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องตอกทั้ง 3 เครื่อง ตอกยาหลายผลิตภัณฑ์ และเป็นเครื่องจักรเก่าที่มีกำลังเครื่อง (Capacity) ตอกด้วยอัตราเร็วต่ำ กระบวนการผลิตยา A จึงมีกำลังการผลิตต่ำและไม่สามารถทำ Buffer Stock ได้

นอกจากนี้ยา A ยังเป็นยาที่มียอดขายสูงที่สุด และมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณการขายขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่กำลังการผลิตยังไม่เพียงพอ หากมุ่งเพิ่มกำลังการผลิตที่ยา A เพียงรายการเดียว อาจกระทบต่อปริมาณการผลิตรายการอื่นๆ ได้ ส่งผลให้ขาดสต็อก เสียโอกาสในการแข่งขัน ฉะนั้นการจัดการเพิ่มผลผลิต (Productivity Management) จึงเป็นแนวทางที่จะสามารถลดอุปสรรคที่โรงงานกำลังเผชิญอยู่ได้ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงนำเทคนิคทางการจัดการงานวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในการหาแนวทางเพิ่มกำลังการผลิตสำหรับยา A (Product A) ของโรงงานให้สูงขึ้น โดยมีเป้าหมายให้ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในกระบวนการ ผลิตยังคงเดิม แต่ต้นทุนรวม (Total cost) ของการผลิตลดลง

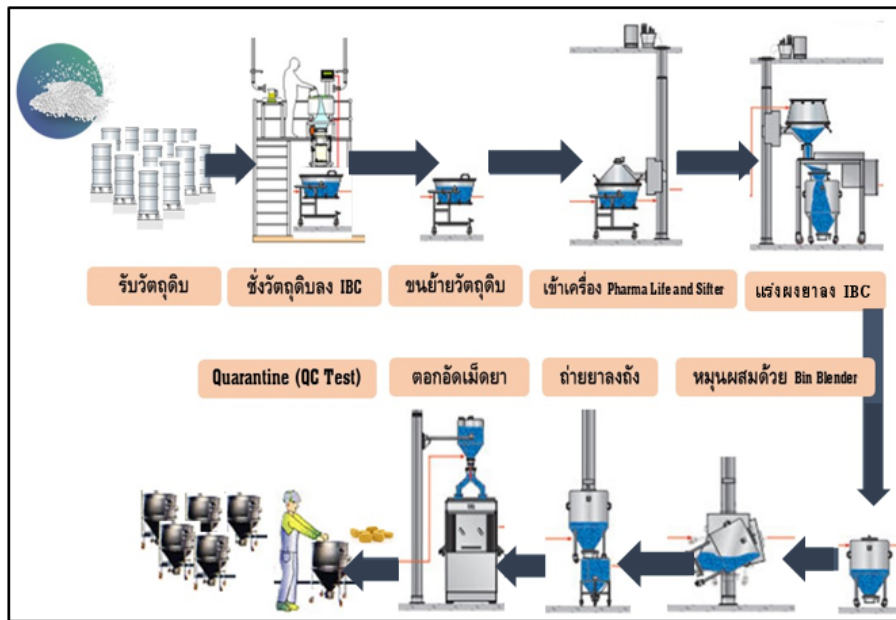


รูปที่ 4 เปอร์เซนต์การใช้งานเครื่องจักรเฉลี่ย (Machine Utilization) ของเครื่องตอกตลอด 10 เดือนในปี 2559

2.3 ศึกษาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตยา A

จากการวิเคราะห์อัตราการใช้งานเครื่องจักรในกระบวนการผลิตยา A พบว่ามีอัตราการใช้งานสูงทั้งเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมและการตอกอัดเม็ดยา ผู้วิจัยจึงศึกษาการเพิ่มกำลังการผลิตของยา A โดยย้ายไลน์การผลิตไปยังไลน์ที่มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรต่ำกว่า จากรูปที่ 3 ชุดผสม M4 มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรต่ำสุด เนื่องจากเป็นเครื่องจักรใหม่ที่ผลิตยาได้เพียงรายการเดียว แต่มีแนวโน้มที่ยาใหม่ซึ่งอยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนาจะใช้เครื่องจักรดังกล่าว ส่งผลให้แนวโน้มการใช้งานเครื่องจักรนี้มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น และเป็นเครื่องจักรเฉพาะที่ใช้สำหรับผลิตด้วยวิธี Dry granulation โดยไม่สามารถผลิตด้วยวิธี Direct compression ได้แต่ชุดผสม M3 มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรต่ำเช่นกัน โดยมีการใช้งานเครื่องจักรเฉลี่ย 10 เดือน 52.8% เนื่องจากมียาที่ผสมด้วยเครื่องจักรชุดนี้เพียง 2 รายการ มีกำลังการผลิตเหลือ จึงมีความเหมาะสมที่จะย้ายไลน์การผลิต Product A จากชุดผสม M2 ไปยังชุดผสม M3 โดยสามารถผลิตยา A ในรุ่นการผลิต (Lot size) ที่สูงขึ้นให้เหมาะสมกับความจุของเครื่องจักร คือ 345 kg เพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับยา A ได้เช่นเดียวกับอัตราการใช้งานเครื่องตอกดังแสดงในรูปที่ 4 เครื่องตอก T10 และ T11 เป็นเครื่องจักรใหม่ High Speed Rotary Tableting Machine 2 Station มีอัตราการใช้งานเครื่องจักรสูงต่ำที่สุดเฉลี่ย 52.9-53.6% ตอกด้วยความเร็วสูง และมีการควบคุมน้ำหนักยาอัดโนมิตี แต่หากตอกด้วยเครื่องจักรนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องร่อนฝุ่นและเครื่องหาโลหะ 2 ชุด ซึ่งจำนวนเครื่องร่อนฝุ่นและเครื่องหาโลหะจะมีจำนวนไม่เพียงพอ จึงมักตอกยาจำพวกยาเม็ดเคลือบที่ไม่ต้องใช้เครื่องจักรควบ แต่เครื่องตอก T8 High Speed Rotary Tableting Machine เป็นเครื่องจักรใหม่เช่นกัน มีการควบคุมน้ำหนักตอกอัดโนมิตี มี 1 Station มียาที่ตอกด้วยเครื่องนี้เพียง 2 รายการ ตอกด้วยความเร็วสูง มี

อัตราการใช้งานเครื่องจักรสูงต่ำ เฉลี่ย 63.1% จึงมีความเหมาะสมที่จะย้ายไลน์การตอก Product A จากเครื่องตอก Rotary Tableting Machine (T2, T3, T4) 27 สาก ไปยังเครื่องตอก T8 High Speed Rotary Tableting Machine 50 สาก ซึ่งจะตอกยาด้วยความเร็วที่สูงขึ้น สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตยา A ได้ดังภาพที่ 5



รูปที่ 5 กระบวนการผลิตยา A รูปแบบใหม่

2.4 วิเคราะห์การวางแผนการจัดการกระบวนการผลิตยา A

การวางแผนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมที่มีผลิตภัณฑ์หลายชนิด และมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน จำเป็นต้องมีการวางแผนที่เหมาะสม หากมีการควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิตจะส่งผลให้เกิดระยะเวลาการรอคอยก่อนการดำเนินการผลิตขั้นถัดไป จึงทำให้เกิดการกักกันผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ (Work In-Process: WIP) ส่งผลให้เกิดต้นทุนในการบริหารจัดการเพิ่มสูงขึ้น จึงประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Economic Lot Scheduling Problem: ELSP Models เพื่อหาความเหมาะสมของจำนวนรุ่นการผลิต (Lot) ในแต่ละชุดการผลิต (Campaign) ที่ทำการผลิตเพื่อลดเวลาในการ Set up เครื่องจักร และการทำความสะอาดเครื่องจักร และลดต้นทุนในกระบวนการผลิตให้ต่ำสุด จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [12-14] ดังต่อไปนี้

$$TC = \sum_{y=1..n} (SC_y + HC_y) \quad (1)$$

โดยที่

$$SC_y = \frac{[S_y + m_y(Z_y - 1)]}{T_y} \quad (2)$$

และ

$$HC_y = 1 / 2h_y \left(\frac{2d_y^2 T_y}{p_y Z_y} + \frac{2d_y^2 T_y}{r_y Z_y} + d_y T_y - \frac{d_y^2 T_y}{p_y} - (Z_y - 1)d_y b_y \right) \quad (3)$$

$$\text{Min.} \sum_{y=1 \dots n} \left[\frac{(S_y + m_y(Z_y - 1))}{T_y} + 1 / 2h_y \left(\frac{2d_y^2 T_y}{p_y Z_y} + \frac{2d_y^2 T_y}{r_y Z_y} + d_y T_y - \frac{d_y^2 T_y}{p_y} - (Z_y - 1)d_y b_y \right) \right] \quad (4)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\frac{a_y + (Z_y - 1)b_y + \left(\frac{T_y d_y}{p_y} \right)}{T_y} \leq 1 \quad \text{และ Integer for } Y = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$1 \leq Z_y \quad \text{และ Integer for } Y = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$1 \leq T_y \leq 30 \quad \text{และ Integer for } Y = 1, \dots, n \quad (7)$$

โดยที่ SC_y คือ ต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิตต่อครั้ง (Set up cost per time unit) ของผลิตภัณฑ์ Y (บาท)

S_y คือ ต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot แรกของชุดการผลิต (Major set up cost) (บาท)

m_y คือ ต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot ต่อเนื่องของชุดการผลิต (Minor set up cost) (บาท)

Z_y คือ จำนวนรุ่นการผลิต (Lot) ในแต่ละชุดของผลิตภัณฑ์ Y (Campaign Y)

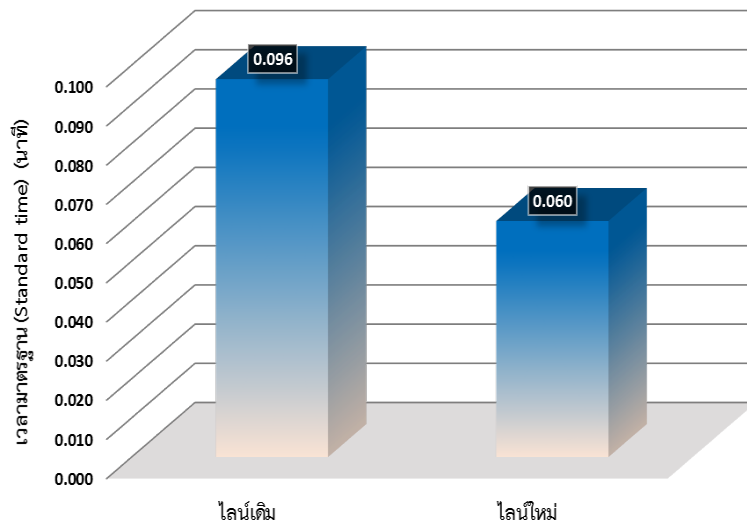
- T_y คือ ระยะเวลาระหว่างทำการผลิตแต่ละชุดของผลิตภัณฑ์ Y (Campaign Y) (วัน)
- d_y คือ ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ Y (Demand) (lot/วัน)
- h_y คือ ต้นทุนการจัดเก็บของผลิตภัณฑ์ Y (Hold time cost) (บาท)
- p_y คือ อัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์ Y (Production rate) (lot/วัน)
- r_y คือ อัตราการปล่อยผ่านยาของผลิตภัณฑ์ Y (Release rate) (lot/วัน)
- a_y คือ เวลาในการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot แรกของชุดการผลิต (Major set up time) (วัน)
- b_y คือ เวลาในการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot ต่อเนื่องของชุดการผลิต (Minor set up time) (วัน)

โดยทำการวิเคราะห์ต้นทุนในกระบวนการผลิต 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 เมื่อมีการกำหนดจำนวน Lot การผลิตด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว กรณีที่ 2 การผลิตแบบ Lot-to-Lot ซึ่งมีการ Set up ใหม่ทุกครั้งก่อนการเริ่มผลิตและกรณีที่ 3 การผลิตแบบเต็มกำลังการผลิต โดยทำการผลิตอย่างต่อเนื่องสูงสุด 3 วัน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดด้านความสะดวกของอุปกรณ์เครื่องจักร (Dirty Equipment Hold Time: DEHT) เพื่อวิเคราะห์หากระบวนการจัดการการผลิตให้มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด

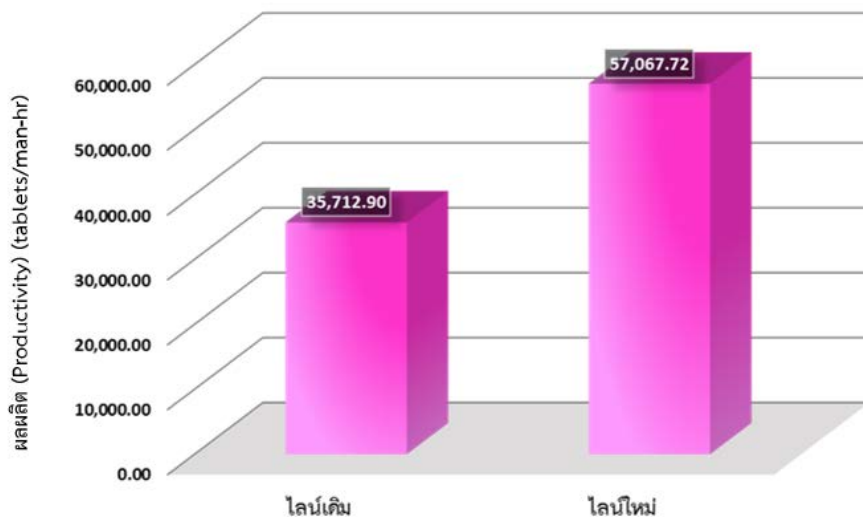
3. ผลการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการเพิ่มกำลังการผลิต โดยใช้ยา A เป็นตัวอย่างในการศึกษา เนื่องจาก Product A มีสัดส่วนการขายสูงสุด และศึกษาการย้ายไลน์การผลิตไปยังไลน์ใหม่ที่มีอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) ต่ำกว่า พบว่า เดิม Product A ผสมด้วยเครื่องจักรชุดผสม M2 ซึ่งมีอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) สูงถึง 80.9% แต่ไลน์ผลิตใหม่มีอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) ขณะนี้เพียง 52.8% พร้อมทั้งเพิ่มขนาดรุ่นการผลิต (Lot size) ให้เหมาะสมกับความจุของเครื่องผสมจากเดิม 115 กิโลกรัม เป็น 345 kg ในขณะที่อัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) ขั้นตอนตอกยาในไลน์ผลิตเดิมสูงถึง 79.3-91.9% แต่ไลน์ผลิตใหม่มีอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) ขณะนี้เพียง 63.1% อีกทั้งไลน์การผลิตนี้เป็นเครื่องจักรใหม่ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง เป็น Continuous Line และลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนเครื่องตอกมีการควบคุมน้ำหนักตอกได้อัตโนมัติ ตอกด้วยความเร็วสูง ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น ไลน์ผลิตใหม่จะใช้เวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการผลิต 1,505.5 นาที/Lot เฉลี่ย 0.060 วินาทีต่อเม็ด เร็วกว่าเวลามาตรฐานในการด้วยไลน์เดิมที่ใช้เวลา 803.3 นาที/Lot เฉลี่ย 0.096 วินาทีต่อเม็ด เวลาในการผลิตเฉลี่ยต่อเม็ดลดลง 0.036 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 6 และมีผลผลิต (Productivity) เพิ่มขึ้นอย่างมากจากไลน์ผลิตเดิมมีผลผลิตยา A (Product A)

35,712.90 tablets/man-hr ในขณะที่ผลผลิตจากไลน์ผลิตใหม่มีค่าสูงขึ้น 57,067.72 tablets/man-hr เพิ่มขึ้น 60% ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 เปรียบเทียบเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการผลิตยาA ด้วยไลน์ผลิตเดิมและไลน์ผลิตใหม่



รูปที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิต (Productivity) ในการผลิตยาA ด้วยไลน์ผลิตเดิมและไลน์ผลิตใหม่

การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Economic Lot Scheduling Problem (ELSP) Models เพื่อหาความเหมาะสมของจำนวนรุ่นการผลิต (Lot) ในแต่ละชุดการผลิต (Campaign) ที่ลดต้นทุนในกระบวนการผลิตให้ต่ำสุดโดยทำการวิเคราะห์ต้นทุนในกระบวนการผลิตด้วยวิธีการกำหนดจำนวน Lot จากแบบจำลองคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับการผลิตแบบ Lot-To-Lot ซึ่งมีการ Set up ใหม่ทุกครั้งก่อนการเริ่มผลิตและการผลิตแบบเต็มกำลังการผลิต โดยผลิตต่อเนื่อง 3 วัน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดด้านความสะอาดของอุปกรณ์เครื่องจักร (Dirty Equipment Hold Time: DEHT) โดยพบว่าในกระบวนการผสมแกรนูลยา A มีการใช้เครื่องจักรร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นอีก 3 รายการ ได้แก่ Product E, Product G และ Product R ซึ่งมีต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot แรกของชุดการผลิต (Major set up cost) ของ Product A, Product E, Product G และ Product R ประมาณ 960, 1,200, 1,200 และ 1,200 บาท/ครั้ง ตามลำดับ ต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot ต่อเนื่องของชุดการผลิต (Minor set up cost) ประมาณ 96, 120, 120 และ 120 บาท/ครั้ง ตามลำดับ ต้นทุนการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ (Hold time cost) ประมาณ 6,800, 3,868, 7,253 และ 1,032 บาท/ครั้ง ตามลำดับ มีปริมาณความต้องการ (Demand) 1.77, 1.88, 0.50 และ 0.46 lot/วัน ตามลำดับ และมีอัตราการผลิตของ (Production Rate) 6, 4, 4 และ 4 lot/วัน ตามลำดับ ในขณะที่ อัตราการปล่อยผ่านยาของผลิตภัณฑ์ (Release Rate) มีค่าเท่ากับ 1 lot/วัน ทุกรายการ เนื่องจากแกรนูลไม่ต้องรอคอยการปล่อยผ่านก่อนการตอก Release Rate จึงไม่มีผลต่อการคำนวณ

ทั้งนี้ ตัวแปรสำหรับการ Set up คือ $a_A = 3$, $a_G = a_E = a_R = 4$ และ $b_A = 0.32$, $b_G = b_E = b_R = 0.40$ โดยที่ $s_y = a_y \times 300$ และ $m_y = b_y \times 300$ และนอกจากนี้ในขั้นตอนการผลิตได้เพิ่มเงื่อนไขในการคำนวณโดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านความสะอาดของอุปกรณ์เครื่องจักร (Dirty Equipment Hold Time: DEHT) กระบวนการผลิตจะดำเนินต่อเนื่องโดยไม่ล้างเครื่องจักรได้ไม่เกิน 3 วัน ดังนั้น หากมีการผลิตต่อเนื่องรุ่นการผลิตในแต่ละชุดของ Product A, Product E, Product G และ Product R จะมีจำนวนรุ่นไม่เกิน 18, 12, 12 และ 12 รุ่น/ชุดการผลิตตามลำดับ และจำนวนรุ่นที่ผลิตทั้งหมดตลอดเดือนต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องจักร (1,248 man.hours) ทั้งนี้ Product A, Product E, Product G และ Product R ใช้กำลังการผลิต 8, 12, 12 และ 12 man.hours และได้ผลวิเคราะห์สรุปดังตารางที่ 1

เงื่อนไขเพิ่มเติม

$$Z_A \leq 18 \quad (8)$$

$$Z_E \leq 12 \quad (9)$$

$$Z_G \leq 12 \quad (10)$$

$$Z_R \leq 12 \quad (11)$$

$$8Z_A + 12Z_E + 12Z_G + 12Z_R \leq 1,248 \quad (12)$$

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนในกระบวนการผสมแกรนูล

กรณีศึกษา	ผลิตภัณฑ์	Z_y (Lot)	T_y (วัน)	ต้นทุนรวม (บาท)
กรณีที่ 1 ใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์	Product A	18	12	84,653.92
	Product E	12	16	
	Product G	6	7	
	Product R	12	10	
กรณีที่ 2 Lot-to-Lot	Product A	1	12	685,666.9
	Product E	1	16	
	Product G	1	7	
	Product R	1	10	
กรณีที่ 3 ผลิตต่อเนื่อง 3 วัน	Product A	18	12	99,082.81
	Product E	12	16	
	Product G	12	7	
	Product R	12	10	

จากตารางที่ 1 จะพบว่าการวางแผนผสมแบบกรณีที่ 1 โดยใช้การวางแผนตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีต้นทุนต่ำสุด 84,653.92 บาท/เดือน รองลงมาคือการวางแผนแบบกรณีที่ 3 คือการผลิตต่อเนื่อง 3 วัน มีต้นทุนการผลิต 99,082.81 บาท/เดือน และสุดท้ายการผลิตแบบกรณีที่ 2 Lot-to-Lot มีต้นทุนการผลิต 685,666.9 บาท/เดือน ฉะนั้นจึงควรวางแผนการผลิตแบบกรณีที่ 1 คือมีการผสม Product A 18 Lot ต่อเนื่องทุก 12 วัน Product E ควรผสม 12 Lot ต่อเนื่องทุก 16 วัน Product G ควรผสม 6 Lot ต่อเนื่องทุก 7 วัน และ Product R ควรผสม 12 Lot ต่อเนื่องทุก 10 วัน เพื่อให้มีต้นทุนรวมในการผลิตและจัดเก็บต่ำสุด

สำหรับกระบวนการตอกยาเม็ดยา A (Product A) ใช้เครื่องจักรร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นอีก 2 รายการ ได้แก่ Product C และ Product H ซึ่งมีต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot แรกของชุดการผลิต (Major set up cost) ของ Product A, Product C และ Product H ประมาณ 368.7, 324.9 และ 300 บาท/ครั้ง ตามลำดับ ต้นทุนการเตรียมความพร้อมก่อนการผลิต Lot ต่อเนื่องของชุดการผลิต (Minor set up cost) ประมาณ 218.7, 174.9 และ 150 บาท/ครั้ง ตามลำดับ ต้นทุนการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ (Hold time cost) ประมาณ 6,800, 6,120 และ 3,060 บาท/ครั้ง ตามลำดับ มีปริมาณความต้องการ (Demand) 1.50, 0.63 และ 0.74 lot/วัน ตามลำดับ และมีอัตราการผลิตของ (Production Rate) 1.66, 2.18 และ 2.67 lot/วัน ตามลำดับ ในขณะที่ อัตราการปล่อยผ่านยาของผลิตภัณฑ์ (Release Rate) มีค่าเท่ากับ 1 lot/วัน ทุกรายการ เนื่องจากยาเม็ดไม่ต้องรอคอยการปล่อยผ่านก่อนการเข้า Pack ฉะนั้น Release Rate จึงไม่มีผลต่อการคำนวณ

ทั้งนี้ ตัวแปรสำหรับการ Set up คือ $a_A = 1.229$, $a_C = 1.083$ และ $a_H = 1.000$ ในขณะที่ $b_A = 0.729$, $b_C = 0.583$ และ $b_H = 0.500$ โดยที่ $s_y = a_y \times 300$ และ $m_y = b_y \times 300$ และนอกจากนี้ในขั้นตอนการผลิตได้เพิ่มเงื่อนไขในการคำนวณโดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านความสะอาดของอุปกรณ์เครื่องจักร (Dirty Equipment Hold Time: DEHT) กระบวนการผลิตจะดำเนินต่อเนื่องโดยไม่ล้างเครื่องจักรได้ไม่เกิน 3 วัน ดังนั้นหากมีการผลิตต่อเนื่องรุ่นการผลิตในแต่ละชุดของ Product A, Product C และ Product H จะมีจำนวนรุ่นไม่เกิน 4, 5 และ 6 รุ่น/ชุดการผลิตตามลำดับ และจำนวนรุ่นที่ผลิตทั้งหมดตลอดเดือนต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องจักร (624 man.hours) ทั้งนี้ Product A, Product C และ Product H ใช้กำลังการผลิต 17.5, 14 และ 12 man.hours และได้ผลวิเคราะห์สรุปดังตารางที่ 2

เงื่อนไขเพิ่มเติม

$$Z_A \leq 4 \quad (13)$$

$$Z_C \leq 5 \quad (14)$$

$$Z_H \leq 6 \quad (15)$$

$$17.5Z_A + 14Z_C + 12Z_H \leq 624 \quad (16)$$

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนในกระบวนการตอกอัดยาเม็ด

กรณีศึกษา	ผลิตภัณฑ์	Z_y (Lot)	T_y (วัน)	ต้นทุนรวม (บาท)
กรณีที่ 1 ใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์	Product A	4	20.20	171,439.4
	Product C	5	17.32	
	Product H	6	16.62	
กรณีที่ 2 Lot-to-Lot	Product A	1	20.20	642,253.4
	Product C	1	17.32	
	Product H	1	116.62	
กรณีที่ 3 ผลิตต่อเนื่อง 3 วัน	Product A	4	20.20	171,439.4
	Product C	5	17.32	
	Product H	6	16.62	

จากตารางที่ 2 จะพบว่าการวางแผนตอกเม็ดยาแบบกรณีที่ 1 โดยใช้การวางแผนตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และกรณีที่ 3 คือการผลิตต่อเนื่อง 3 วัน จะมีต้นทุนต่ำสุด 171,439.4 บาท/เดือน แต่การวางแผนแบบกรณีที่ 2 Lot-to-Lot มีต้นทุนการผลิตสูงสุด 642,253.4 บาท/เดือน ฉะนั้นจึงควรวางแผนการตอกเม็ดยาแบบกรณีที่ 1 หรือกรณีที่ 3 คือมีการตอกยา Product A 4 Lot ต่อเนื่องทุก 20 วัน Product C ควรตอก 5 Lot ต่อเนื่องทุก 17 วัน และ Product H ควรตอก 6 Lot ต่อเนื่องทุก 17 วันเพื่อให้มีต้นทุนรวมในการผลิตและจัดเก็บต่ำสุด

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการเพิ่มกำลังการผลิต โดยใช้ยา A เป็นตัวอย่างในการศึกษา เนื่องจาก Product A มีสัดส่วนการขายสูงสุด และศึกษาการย้ายไลน์การผลิตไปยังไลน์ใหม่ที่มีอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) ต่ำกว่า พบว่า ไลน์ผลิตใหม่จะใช้เวลามาตรฐาน (Standard Time) เฉลี่ย 0.060 วินาทีต่อเม็ด เร็วกว่าเวลามาตรฐานในการด้วยไลน์เดิม 0.036 วินาที ซึ่งไลน์ผลิตเดิมใช้เวลาเฉลี่ย 0.096 วินาทีต่อเม็ด และมีผลผลิต (Productivity) เพิ่มสูงขึ้นจากไลน์ผลิตเดิม 60% นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Economic Lot Scheduling Problem (ELSP) Models เพื่อหาความเหมาะสมของจำนวนรุ่นการผลิต (Lot) ในแต่ละชุดการผลิต (Campaign) ที่ลดต้นทุนในกระบวนการผลิตให้ต่ำสุดพบว่าในขั้นตอนการผลิต

แกรนูลยา A ใช้เครื่องจักรร่วมกับยาอื่นอีก 3 รายการ ได้แก่ Product E, Product G และ Product R และควรวางแผนให้มีการผสม Product A 18 Lot ต่อเนื่องทุก 12 วัน Product E ควรผสม 12 Lot ต่อเนื่องทุก 16 วัน Product G ควรผสม 6 Lot ต่อเนื่องทุก 7 วัน และ Product R ควรผสม 12 Lot ต่อเนื่องทุก 10 วัน และมีต้นทุนรวมในการผลิตและจัดเก็บ 84,653.92 บาท/เดือน ในขณะที่ขั้นตอนการตอกอัดเม็ดยา A ใช้เครื่องจักรร่วมกับยาอื่นอีก 2 รายการ ได้แก่ Product C และ Product H จึงควรวางแผนให้มีการตอกอัดเม็ดยา Product A 4 Lot ต่อเนื่องทุก 20 วัน Product C ควรตอก 5 Lot ต่อเนื่องทุก 17 วัน และ Product H ควรตอก 6 Lot ต่อเนื่องทุก 17 วัน และมีต้นทุนรวมในการผลิตและจัดเก็บ 171,439.4 บาท/เดือนซึ่งเป็นการวางแผนการผลิตยา A ที่ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำสุด

5. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Economic Lot Scheduling Problem (ELSP) Models เพื่อหาความเหมาะสมของจำนวนรุ่นการผลิต (Lot) ในแต่ละชุดการผลิต (Campaign) ให้มีต้นทุนในกระบวนการผลิตต่ำสุด แต่แบบจำลองดังกล่าวได้รวมตัวแปรความต้องการ (Demand) ที่แน่นอนในแต่ละวัน ซึ่งในความเป็นจริงแล้วตัวแปรความต้องการ (Demand) จะไม่แน่นอนในแต่ละเดือน จึงควรทำการศึกษาผลของตัวแปรความต้องการ (Demand) เพิ่มเติม นอกจากนี้ยังมีการคำนวณต้นทุนการผลิตจากต้นทุนแรงงานและต้นทุนการจัดเก็บ (Holding cost) เป็นหลัก โดยไม่ได้คิดรวมต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนความเสื่อมของเครื่องจักร และ Overhead อื่นๆ เนื่องจากเป็นข้อมูลบริษัทที่เปิดเผยไม่ได้ จึงไม่อาจสะท้อนต้นทุนในกระบวนการผลิตที่แท้จริง แต่หากนำทฤษฎีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้จริง ควรจะรวมต้นทุนของกระบวนการผลิตทั้งหมด เพื่อให้สะท้อนทางเลือกในการบริหารจัดการที่ให้ต้นทุนต่ำสุดที่แท้จริง และควรประยุกต์เพิ่มเติมยังหน่วยงานอื่นๆ เช่น งานบรรจุหีบห่อ งานควบคุมคุณภาพ เพื่อสะท้อนต้นทุนที่ลดลงตลอดทั้ง Supply chain

References

- [1] Vacharanukul P. Potential of the modern pharmaceutical manufacturers in Thailand to perform pharmaceutical inspection cooperation scheme (PIC/s) [Master of pharmacy]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2008. (In Thai)
- [2] Tang-On C. Industry monitor pharmaceutical industry. SCB research 2017. (In Thai)
- [3] Office of industrial economics. Pharmaceutical industry. In: Industrial economic status report 3rd quarter 2016 (July-September 2016); 2016 November; Bangkok, Thailand. (in thai)

- [4] Institute of Small and Medium Enterprises Manufacturing (SMI). Report on the Analysis of Accessibility to the ASEAN Economic Community (AEC). Program to strengthen SMEs in the manufacturing sector to support the ASEAN Economic Community (AEC) 2011: Pharmaceutical Industry. n.p.: 2011. (in thai)
- [5] Vacharanukul P. Potential of the modern pharmaceutical manufacturers in Thailand to perform pharmaceutical inspection cooperation scheme (PIC/s). Veridian E-Journal, Silpakorn University. 2008;1:93. (In Thai)
- [6] Sunthorncharoenon N, Paonin W, Prathantharak S, Sunthorncharoenon W. Creating and managing knowledge: the future of the Thai pharmaceutical industry and herbal medicine. Health Systems Research Institute (HSRI); 2006. (In Thai)
- [7] Thagonnuwamongklon P. Increase production efficiency for mosquito coils process of samples factory [Master of engineering]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2007. (In Thai)
- [8] Chatavithee P, Pathumnakul S. A mathematical model for production scheduling in a hard disk drive component industry. KKU Engineering Journal 2011;38:155-63. (In Thai)
- [9] Mee-Pan N, Wasusri T. Economic production quantity model under volume flexibility with varying set up cost: a case study in Thai canned tuna manufacturer. In: Proceeding of Operations Research Network of Thailand conference 2010; 2010 Sep 2-3; Bangkok, Thailand. p.247-55. (in thai)
- [10] Kaur H. Processing technologies for pharmaceutical tablets: a review. International research journal of pharmacy 2012;3:20-3.
- [11] Verma V, Nautiyal U, Kumar MS, Kant C. Process validation of tablet: an overview. Asian Pacific Journal of Health Sciences 2014;1:31-8.
- [12] Ruiz-Torres AJ, Santiago PI, Chung W. The campaign and lot size scheduling problem: a modification of the economic lot scheduling problem for the pharmaceutical industry. Int. J. Logistics Systems and Management 2010;7:184-97.
- [13] Heydari M, Karimi B, Torebi SA. The Economic Lot Scheduling Problem in Flow Lines with Sequence-Dependent Setups. International Journal of Industrial Engineering & Production Research 2009;20:1-10.
- [14] Rao VD, Subbaiah KV, Raju VR. Fuzzy genetic approach to economic lot-size scheduling problem. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering 2009;3:9-16.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ลักษณา ปานนิล ปัจจุบันดำรงตำแหน่งเภสัชกรควบคุมการผลิต บริษัท เบอร์ลิน ฟาร์มาซูติคัล อินดัสตรี จำกัด หมายเลขโทรศัพท์ 083-7199323 E-mail: laksana.pannin@gmail.com จบการศึกษาระดับเภสัชศาสตรบัณฑิต สาขาเภสัชศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับ 1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต



ศักดิ์ชาย รักษการ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต หมายเลขโทรศัพท์ 094-945-9988 E-Mail: sakchai.rak@kbu.ac.th จบการศึกษา วศ.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 1) วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และ วศ.ม. สาขา วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ Ph.D. Systems and Control, Case Western Reserve University, Ohio, U.S.A.



อรรถกร กลั่นความดี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งที่ปรึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จบการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) เกียรตินิยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย M.S. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A. และ Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A.



ธนาคม สุกุทัย ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จบการศึกษา วศ.บ. (อุตสาหกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย B.Sc. (Industrial Engineering) University of Utah U.S.A., M.M (Management) สถาบันศินท์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ Ph.D. (Fuels Engineering) University of Utah U.S.A.