

การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต



นายสุริยะ เปี้ยอยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

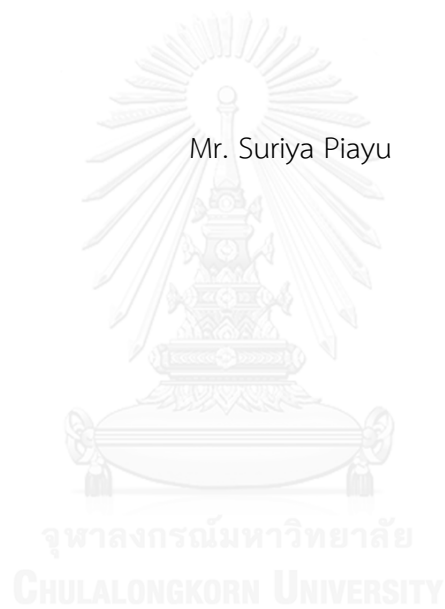
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Design of a production planning system in yoghurt manufacturing.



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต
โดย	นายสุริยะ เปียอยู่
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรียวเดชะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณธ์ พุ่มชูศรี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สิริวิชญ์ สว่างนพ)

สุริยะ เปี้ยอยู่ : การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต (Design of a production planning system in yoghurt manufacturing.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลัก: รศ. ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์, 117 หน้า.

การวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อการออกแบบระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดระยะเวลาการสร้างแผนผลิตที่มีข้อจำกัดการผลิตที่ซับซ้อน ทั้งในเรื่องกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการ การใช้อุปกรณ์ร่วมกัน รวมถึงข้อกำหนดด้านการทำความสะอาดเครื่องจักร ซึ่งปัจจุบันพบว่าผู้ทำหน้าที่วางแผนผลิตใช้ระยะเวลาในการสร้างแผนและปรับแผนนาน เนื่องจากต้องพิจารณาข้อกำหนดต่างๆ ของกระบวนการผลิต แต่พบว่ายังไม่สามารถพิจารณาได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง ส่งผลให้เกิด 1) การรอคอยของเครื่องบรรจุที่เพิ่มความเสี่ยงด้านการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า 2) เนื้อโยเกิร์ตมีระยะเวลาการบรรจุานกว่าที่กำหนด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพสินค้าที่จะมีรสชาติเปรี้ยวมากกว่ามาตรฐาน รวมถึงเพิ่มโอกาสในการแยกชั้นของเนื้อโยเกิร์ต ระหว่างการจัดเก็บ

จากการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตในรูปแบบปัจจุบัน พบว่าหลักการวางแผนที่ใช้เป็นแบบ Forward scheduling ซึ่งไม่เหมาะกับการผลิตโยเกิร์ตที่มีข้อกำหนดเรื่องระยะเวลาการรอคอยการบรรจุ รวมถึงการวางแผนยังเป็นแบบแมนนวลโดยพนักงานเพียงคนเดียว ทำให้ใช้เวลานานและมีความเสี่ยงในด้านการขาดบุคลากรในการทำงาน โดยงานวิจัยนี้ได้เสนอการปรับปรุงการวางแผนการผลิต โดยการประยุกต์ใช้หลักการจ่ายงานแบบ EDD และวางแผนการผลิตแบบ Backward scheduling นอกจากนี้ได้ใช้ VBA ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อช่วยในการจัดการข้อกำหนดของการผลิตและช่วยลดระยะเวลาในการสร้างแผน รวมถึงการปรับปรุงแผนระหว่างสัปดาห์ พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการวางแผนผลิตลงได้ 90% ไม่พบการรอคอยของเครื่องบรรจุและระยะเวลาที่โยเกิร์ตอยู่ในถังก่อนการบรรจุไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ยังสามารถจัดการเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ครบถ้วน ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อกำหนดที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร

5670983321 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: PRODUCTION PLANNING / YOGHURT / BACKWARD SCHEDULING

SURIYA PIAYU: Design of a production planning system in yoghurt manufacturing..

ADVISOR: ASSOC. PROF.PAVEENA CHAOVALITWONGSE, Ph.D., 117 pp.

This research aims to design the planning system for yoghurt production. The purpose is to reduce time for production planning that has to support the complex constraints of production. The complex constraints of production are production capacity in each processing, sharing equipment in the different product and cleaning requirement of each machine. Currently, it found that production planner takes a long time in order to create and adjust the plan due to considering the complex constraints of production. Nevertheless, the production planner is not able to consider the constraints of production completely and correctly. The problems of this current planning procedure are 1) Risk of delivery product to customer has delay because filling machine is waiting for yoghurt to be filled and 2) Storage time is longer than standard time defined by company that affects product's quality. It is possible to be sourer than standard level and also has risk of separation in yoghurt's texture during storage time.

The analysis of the current planning procedure found that the principle of forward scheduling is not suitable for the yoghurt manufacturing due to the constraint of storage time before filling. Also, planning procedure by manual with a staff causes long planning time and possibility for lack of skillful staff. This research proposes the improvement for production planning procedure by applying the principle of EDD and backward scheduling. This research applies VBA in Microsoft Excel for managing the constraints of production, reducing the time for making production plan, and also reducing the time for adjusting during a week. The result shows that by using new proposed methodology, it can reduce the planning period of time to 90%, eliminate waiting period at filling machine, and storage time before filling yoghurt align with standard. The proposed method can also handle time for the cleaning process of each machine completely which is one of the key requirements in food industry.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รศ.ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์ ที่ได้ให้คำแนะนำรวมถึงแนวคิดต่างๆ ในการนำความรู้เชิงวิชาการไปประยุกต์ใช้กับวิจัย นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณบริษัทที่ได้ให้ความสนับสนุนตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาและวิจัยในระดับปริญญาโท

สุดท้ายนี้ ผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณครอบครัว รวมถึงเพื่อนที่ช่วยสนับสนุนและให้กำลังใจด้วยดี เสมอมา



สารบัญ

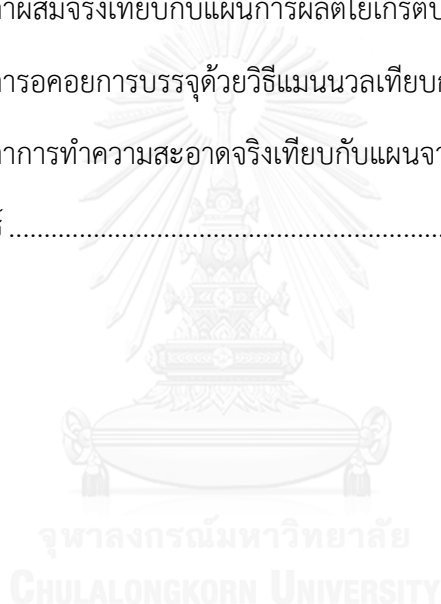
หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
1. บทนำ.....	1
1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา	1
1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	6
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 การจัดตารางงาน	11
2.2 ลักษณะสมบัติและข้อจำกัดของกระบวนการ	13
2.3 แผนภูมิแกนต์.....	15
2.4 ประเภทของกฎการจ่ายงาน.....	16
2.5 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทผลิตภัณฑ์นม	18
2.6 ขั้นตอนในการผลิตโยเกิร์ต	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3. การศึกษาสภาพและวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา	27

3.1. ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต	27
3.1.1 การผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	27
3.1.2 การผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด.....	28
3.2 ข้อจำกัดในการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต.....	29
3.2.1 ข้อจำกัดการใช้งานเครื่องจักรของกระบวนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย	31
3.2.2 ข้อจำกัดการใช้งานเครื่องจักรของกระบวนการผลิตของโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด	33
3.3 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน.....	36
3.4 กำลังการผลิตสูงสุดของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน	40
3.5 สภาพปัญหาในปัจจุบัน	42
3.6 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....	44
3.7 แนวทางแก้ไขปัญหา	46
4. การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต.....	47
4.1 ภาพรวมของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต	47
4.2 การทดสอบหลักการวางแผนการผลิตแบบย้อนกลับ และการจ่ายงานแบบ EDD	49
4.3 หลักการทำงานของฟังก์ชันในระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต.....	59
4.3.1 ขั้นตอนการรับเข้าแผนการบรรจุ	59
4.3.2 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ	60
4.3.3 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาผสม	61
4.3.4 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ.....	61
4.3.5 ฟังก์ชันการเลื่อนแผนผสมกรณีใช้เวลาซ้อนทับกัน	62
4.3.6 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ	62
4.3.7 ฟังก์ชันการเลือกใช้ถังหมักและถังรอบรรจุ.....	63
4.3.8 ฟังก์ชันการรวมแผนการผลิตระหว่างโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด	64

4.3.9 ฟังก์ชันการแสดงผล.....	65
4.4 การรวมระบบการวางแผนการผลิตโยเกอร์ิต	66
4.5 การสร้างระบบการวางแผนการผลิตโดยใช้ VBA ใน Microsoft Excel.....	67
4.6 การประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนการผลิตโยเกอร์ิตกับการผลิตจริง	72
5. ผลการทดลอง.....	74
5.1 ระยะเวลาในการสร้างแผนการผลิต.....	74
5.2 ระยะเวลาการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุ.....	74
5.3 เวลาเริ่มผสมตามแผนกับเวลาในการผสมจริง.....	75
5.4 เวลารอคอยที่ได้จากการใช้ระบบการวางแผนการผลิต	75
5.5 เวลาในการทำความสะอาดตามแผนและเวลาในการทำความสะอาดจริงของแต่ละ เครื่องจักร.....	77
5.6 การทดลองใช้ระบบการวางแผนผลิตโดยผู้ที่มีความรู้เบื้องต้น	78
6. สรุปและวิจารณ์งานวิจัย	80
6.1 สรุปผลการทดลอง	80
6.1.1 สรุปผลด้านการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตโยเกอร์ิต.....	80
6.1.2 สรุปผลด้านประสิทธิภาพของแผนการผลิต	80
6.2 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	81
6.3 ข้อเสนอแนะ	82
รายการอ้างอิง	84
ภาคผนวก ก.....	86
1. การคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกอร์ิตบรรจุถ้วย	87
2. การคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกอร์ิตบรรจุขวด	92
ภาคผนวก ข.....	99

1. การใช้ระบบการผลิตในการวางแผนผลิตสำหรับโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	100
2. การใช้ระบบการผลิตในการวางแผนผลิตสำหรับโยเกิร์ตบรรจุขวด	104
ภาคผนวก ค.....	107
1. ระยะเวลารอคอยของเครื่องบรรจุทั้งชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวดก่อนการปรับปรุง	108
2. ระยะเวลาที่โยเกิร์ตรอการบรรจุของทั้งชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวดก่อนการปรับปรุง .	109
3. การเปรียบเทียบเวลาสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	110
4. การเปรียบเทียบเวลาสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด	111
5. การเปรียบเทียบเวลารอคอยการบรรจุด้วยวิธีแมนนวลเทียบกับระบบการวางแผนผลิต	113
6. การเปรียบเทียบเวลาการทำความสะอาดจริงเทียบกับแผนจากระบบวางแผนการผลิต	115
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	117



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	8
ตารางที่ 2	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมวัว.....	21
ตารางที่ 3	ข้อจำกัดของขั้นตอนรับนมดิบ.....	31
ตารางที่ 4	ข้อจำกัดของขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วย.....	31
ตารางที่ 5	ข้อจำกัดการดำเนินงานของขั้นตอนการบรรจุโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วย.....	33
ตารางที่ 6	ข้อจำกัดด้านการดำเนินงานของขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด.....	33
ตารางที่ 7	ข้อจำกัดการดำเนินงานของขั้นตอนการบรรจุโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด.....	35
ตารางที่ 8	ค่าความหนาแน่นผลิตภัณฑ์ของนมเปรี้ยว.....	37
ตารางที่ 9	ลักษณะผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	38
ตารางที่ 10	กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	41
ตารางที่ 11	กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรรจุขวด.....	41
ตารางที่ 12	กำลังการผลิตรวม.....	42
ตารางที่ 13	การรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุ.....	43
ตารางที่ 14	การรอคอยการบรรจุ.....	43
ตารางที่ 15	เวลาในการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยแต่ละชนิด.....	49
ตารางที่ 16	เวลาในการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดแต่ละชนิด.....	50
ตารางที่ 17	ข้อกำหนดในการทำความสะอาดเครื่องจักร.....	50
ตารางที่ 18	ผลการใช้หลักการวางแผนผลิตกับโยเกิร์ตบรรจุขวด.....	58
ตารางที่ 19	ผลการใช้หลักการวางแผนผลิตกับโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	59
ตารางที่ 20	ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการรอคอยการบรรจุก่อนและหลังปรับปรุง.....	74
ตารางที่ 21	ส่วนต่างเวลาในการผสมจริงเมื่อเทียบกับแผนการผลิต.....	75
ตารางที่ 22	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรอคอยการบรรจุด้วยการวางแผนแบบต่างๆ.....	76

ตารางที่ 23 ส่วนต่างของเวลาในการทำความเข้าใจระหว่างแผนกับการทำงานจริง 77

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูล..... 78

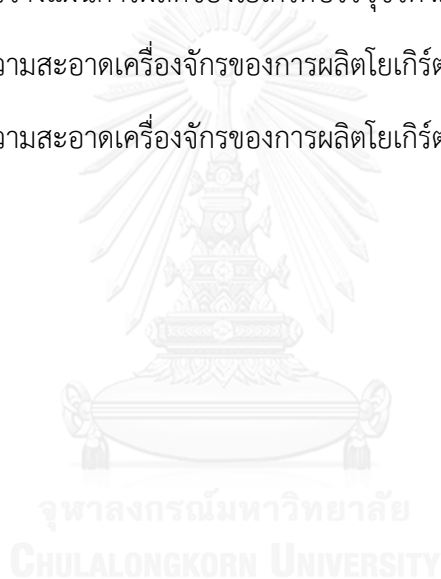
ตารางที่ 25 ผลการใช้งานระบบการวางแผนโดยผู้มีความรู้พื้นฐาน..... 79



สารบัญภาพ

รูปที่ 1 แผนการผลิตในปัจจุบัน	4
รูปที่ 2 โครงสร้างการทำงานของระบบสนับสนุนการวางแผนการผลิต	7
รูปที่ 3 ประเภทของปัญหาการจัดตาราง	11
รูปที่ 4 แผนภูมิแกนต์แสดงตารางสำหรับ 2 เครื่องจักร 3 งาน โดยที่เครื่องจักรอยู่ในแกนต์ตั้ง.....	16
รูปที่ 5 แผนภูมิแกนต์แสดงตารางสำหรับ 2 เครื่องจักร 3 งาน โดยที่งานอยู่ในแกนต์ตั้ง.....	16
รูปที่ 6 เครื่องไฮโมจิในเซอร์ความดันสูงแบบ 2 ชั้นตอน	22
รูปที่ 7 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วย.....	27
รูปที่ 8 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด.....	28
รูปที่ 9 ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต.....	30
รูปที่ 10 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน	36
รูปที่ 11 หลักการทำงานโดยรวมของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต	47
รูปที่ 12 ตัวอย่างการใช้หลัก EDD และ Backward scheduling.....	48
รูปที่ 13 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยเพียงอย่างเดียว	51
รูปที่ 14 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดเพียงอย่างเดียว	54
รูปที่ 15 แผนภาพแสดงการวางแผนโยเกิร์ตบรรจุขวด	56
รูปที่ 16 แผนภาพแสดงการวางแผนโยเกิร์ตบรรจุขวด	56
รูปที่ 17 การวางแผนการผลิตรวม.....	57
รูปที่ 18 ขั้นตอนการรับแผนการบรรจุ.....	60
รูปที่ 19 ขั้นตอนการพิจารณาการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ	60
รูปที่ 20 ขั้นตอนการพิจารณาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ.....	62
รูปที่ 21 ขั้นตอนการพิจารณาการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ	63
รูปที่ 22 ขั้นตอนการพิจารณาการรวมแผนผลิต	64

รูปที่ 23 ตัวอย่างการจัดการแผน กรณีเวลาผสมซ้อนทับกัน.....	65
รูปที่ 24 การทำงานของฟังก์ชันการแสดงผล.....	65
รูปที่ 25 ขั้นตอนการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต.....	66
รูปที่ 26 หน้ารับข้อมูลของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	68
รูปที่ 27 ตัวอย่างการแบ่ง Batch การผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	68
รูปที่ 28 หน้ารับข้อมูลของโยเกิร์ตบรรจุขวด.....	69
รูปที่ 29 หน้าแสดงผลการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	70
รูปที่ 30 หน้าแสดงผลการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวด.....	70
รูปที่ 31 เวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย.....	71
รูปที่ 32 เวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด.....	72



1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตโยเกิร์ตของไทยในปัจจุบันมีมูลค่ารวมกว่า 14,500 ล้านบาท โดยแบ่งเป็นตลาดโยเกิร์ตบรรจุถ้วย 5,000 ล้านบาท (มาร์เก็ตเธียร์, 2559) และตลาดโยเกิร์ตบรรจุขวด หรือที่เรียกว่านมเปรี้ยวอีก 9,500 ล้านบาท เมื่อพิจารณาถึงอัตราการบริโภคโยเกิร์ตของคนไทยแล้ว พบว่ายังอยู่ในปริมาณที่น้อยคือ 16 กิโลกรัม/ปี เมื่อเทียบกับประเทศญี่ปุ่น 90 กิโลกรัม/ปี และประเทศในโซนยุโรปที่ 200 กิโลกรัม/ปี (ณัดกิจ จันกิเสน, 2559) สำหรับทัศนคติคนไทยยังมองว่าการบริโภค โยเกิร์ตเหมือนการทานเป็นของทานเล่น ซึ่งยังแตกต่างกับประเทศทางแถบอเมริกา หรือโซนยุโรปที่ทานโยเกิร์ตเป็นอาหารเช้าหรือทานเพื่อจุดประสงค์ในด้านการปรับปรุงระบบขับถ่าย

ด้วยตลาดของประเทศไทยยังมีขนาดที่เล็กประกอบกับทัศนคติของผู้บริโภคมองว่าโยเกิร์ตเป็นอาหารทานเล่น ทำให้ความต้องการของผู้บริโภคมีลักษณะที่ค่อนข้างแปรปรวน เนื่องจากมีตัวเลือกที่หลากหลายทั้งในกลุ่มของโยเกิร์ตเองหรือในกลุ่มของอาหารทานเล่นอื่นๆ ดังนั้นผู้ผลิตจึงมีความจำเป็นที่ต้องปรับตัวให้ทันกับความต้องการของผู้บริโภคที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ซึ่งถ้าผู้ผลิตไม่สามารถปรับการผลิตได้ทันตามความต้องการนั้น อาจก่อให้เกิดค่าปรับจากการส่งมอบที่ล่าช้ารวมถึงส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ด้านความน่าเชื่อถือขององค์กร ซึ่งเป็นมูลค่าที่ไม่สามารถประเมินได้

ดังนั้นหัวข้องานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การแก้ไขปัญหาในกระบวนการวางแผนผลิต เนื่องจากพบว่าในปัจจุบันการส่งมอบสินค้าที่ล่าช้ากว่าแผนที่กำหนด ด้วยสาเหตุจากความซับซ้อนของกระบวนการผลิต, ข้อจำกัดในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงยังขาดตรรกะและเครื่องมือเพื่อช่วยในการวางแผน สำหรับขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตนั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การผลิตเนื้อโยเกิร์ตและการบรรจุ โดยในการทำวิจัยนี้จะทำการปรับปรุงในส่วนของการวางแผนผลิตเนื้อโยเกิร์ต เนื่องจากพบว่าการทำงานลักษณะปัจจุบันก่อให้เกิดการรอคอยที่เครื่องบรรจุ และบางครั้งโยเกิร์ตที่ผลิตเสร็จแล้วมีการรอบรรจุที่นานกว่ามาตรฐานที่กำหนด อันอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตโยเกิร์ตทั้งในแบบบรรจุถ้วยและแบบบรรจุขวดหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่านมเปรี้ยวพร้อมดื่มโดยลักษณะการผลิตจะเป็นแบบเพื่อรอจำหน่าย (Make to Stock) กล่าวคือ ฝ่ายขายจะทำการประมาณการขายแล้วส่งข้อมูลให้แผนกวางแผนเพื่อทำการจัดตารางการผลิต โดยสร้างเป็นแผนการบรรจุพร้อมทั้งทำการสั่งซื้อวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ที่ต้องใช้ จากนั้นแผน

บรรจุดังกล่าวจะถูกส่งมอบให้กับแผนกผลิตเพื่อทำการผลิตสินค้าตามลำดับ ด้วยจำนวนและกำหนดส่งมอบที่ได้วางไว้ โดยลูกค้าจะมีรอบการสั่งซื้อสินค้าที่แตกต่างกันในแต่ละราย

สินค้าที่ผลิตในปัจจุบันนี้มีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิด ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกันทั้งในเรื่องชนิดของเนื้อโยเกิร์ต, ขนาดการบรรจุและปริมาณเนื้อผลไม้ โดยสามารถจำแนกได้เป็นกลุ่มดังนี้

1. โยเกิร์ตบรรจุถ้วย

- โยเกิร์ตสูตรปกติ (Type 1- Cup) ขนาดบรรจุ 105 กรัม/ถ้วย
- โยเกิร์ตสูตรน้ำตาลน้อย (Type 2- Light) ขนาดบรรจุ 105 กรัม/ถ้วย
- โยเกิร์ตสูตรพร้อมดื่ม (Type 3- Liquid) ขนาดบรรจุ 107 กรัม/ถ้วย

2. โยเกิร์ตบรรจุขวดหรือนมเปรี้ยว

- นมเปรี้ยวสูตรไขมัน 0% ขนาดบรรจุ 140 มล.และ 340 มล.
- นมเปรี้ยวสูตรน้ำตาลน้อย ขนาดบรรจุ 140 มล.และ 340 มล.

ซึ่งในแต่ละชนิดของโยเกิร์ตนั้นก็จะมีรสชาติที่แตกต่างกันไปอีก ทั้งนี้เพื่อให้รองรับกับความต้องการที่หลากหลายของลูกค้า ดังนั้นผู้ผลิตจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการประมาณการขายอย่างถูกต้องและแม่นยำ รวมทั้งต้องสามารถปรับตัวอย่างได้รวดเร็ว เพื่อจะได้อยู่รอดและสามารถเป็นผู้นำทางธุรกิจในตลาดที่มีการแข่งขันรุนแรงอย่างในปัจจุบันนี้ได้

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในการวางแผนการผลิต ทางแผนกผลิตจะรับคำสั่งการผลิตมาจากแผนกวางแผนประมาณ 2 ถึง 3 วันล่วงหน้าก่อนการผลิตในสัปดาห์ถัดไป โดยข้อมูลที่ได้รับเข้ามาใช้ประกอบการวางแผนผลิตคือจำนวนยอดการผลิตที่ต้องการของแต่ละผลิตภัณฑ์และกำหนดวันเริ่มต้นการบรรจุ จากนั้นทางแผนกผลิตจะทำการคำนวณจากแผนการบรรจุ เพื่อหาขนาดการผลิตของเนื้อโยเกิร์ตแต่ละชนิด และเวลาที่ต้องเตรียมการผสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทันตามเวลาการบรรจุ ไม่ก่อให้เกิดการรอคอยที่เครื่องบรรจุและไม่ทำให้โยเกิร์ตที่ผสมเสร็จแล้วอยู่ในถังรอบรรจุนานเกินเวลาที่กำหนด ซึ่งอาจส่งให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของสินค้าได้

เนื่องจากในปัจจุบันเนื้อโยเกิร์ตที่ผลิตมีอยู่หลายสูตร ซึ่งแต่ละสูตรมีระยะเวลาในการผลิตที่ไม่เท่ากัน เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตต่างๆมีอยู่อย่างจำกัด แต่ละขั้นตอนการผลิตก็มีกำลังการผลิตรวมถึงมีข้อกำหนดในการทำความสะอาดที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังมีการใช้จุดผสมเดียวกันของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด จึงทำให้การวางแผนมีความซับซ้อน

อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การวางแผนมีความยุ่งยากคือ เนื่องจากการวางแผนบรรจุใช้ค่าจากการประมาณการขายซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ทำให้ในระหว่างการผลิตอาจจะมีการปรับเปลี่ยนแผนการบรรจุ ส่งผลให้ต้องมีการปรับแผนการผลิตตาม จากเหตุผลดังกล่าวทำให้การวางแผนการผลิต มีความซับซ้อนและยุ่งยากมากขึ้นในการที่จะบริหารให้ได้ปริมาณสินค้าตรงตามความต้องการ ภายในระยะเวลาและคุณภาพตามที่ได้กำหนดไว้

สำหรับขั้นตอนวางแผนการผลิตนี้จะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของแผนกวางแผน โดยจะต้องผลิตสินค้าให้ได้ไม่ต่ำกว่าแผนที่ได้ถูกวางไว้ รวมถึงต้องไม่ได้สินค้าเกินจากแผนมากเกินไป เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อ

1) กรณีผลิตน้อยกว่าแผนที่ถูกวางไว้ จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสินค้าไม่เพียงพอในการจัดส่งให้ลูกค้า สูญเสียโอกาสในการขาย และสำหรับลูกค้าบางรายจะมีค่าปรับเกิดขึ้น ซึ่งจะกระทบต่อต้นทุนของบริษัท รวมถึงยังทำให้บริษัทขาดความน่าเชื่อถือกรณีที่ไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ตามเวลาที่กำหนด

2) กรณีผลิตสินค้ามากกว่าที่วางแผนไว้ จะก่อให้เกิดความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์หมดอายุก่อนจะสามารถขายได้หมด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีอายุการจัดเก็บที่สั้น ต้องเสียค่าเช่าพื้นที่ห้องเย็นในการจัดเก็บซึ่งมีราคาที่สูง ดังนั้นการบริหารจัดการสต็อกสินค้าจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งของการวางแผนการผลิตคือ จะต้องไม่ก่อให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุ เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อ การส่งมอบสินค้าและส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือขององค์กร รวมถึงบริษัทมีการวัดประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยยึดความสามารถของเครื่องบรรจุเป็นเกณฑ์ กรณีที่เครื่องบรรจุต้องรอโยเกิร์ตเพื่อบรรจุนั้น เวลาในการรอคอยทั้งหมดจะถูกมาคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องจักร ซึ่งหมายถึงว่าโรงงานมีการจัดการแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้การผลิตไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้โยเกิร์ตที่ผลิตเตรียมไว้สำหรับรอการบรรจุ จะต้องไม่อยู่ในถังบรรจุนานเกินกว่าที่กำหนด เพราะจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือรสชาติจะมีความเปรี้ยวที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น รวมถึงจะเป็นการเพิ่มโอกาสที่เนื้อโยเกิร์ต จะเกิดการแยกชั้นระหว่างส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตกับโปรตีนเหลว เนื่องจากค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงเกินไป

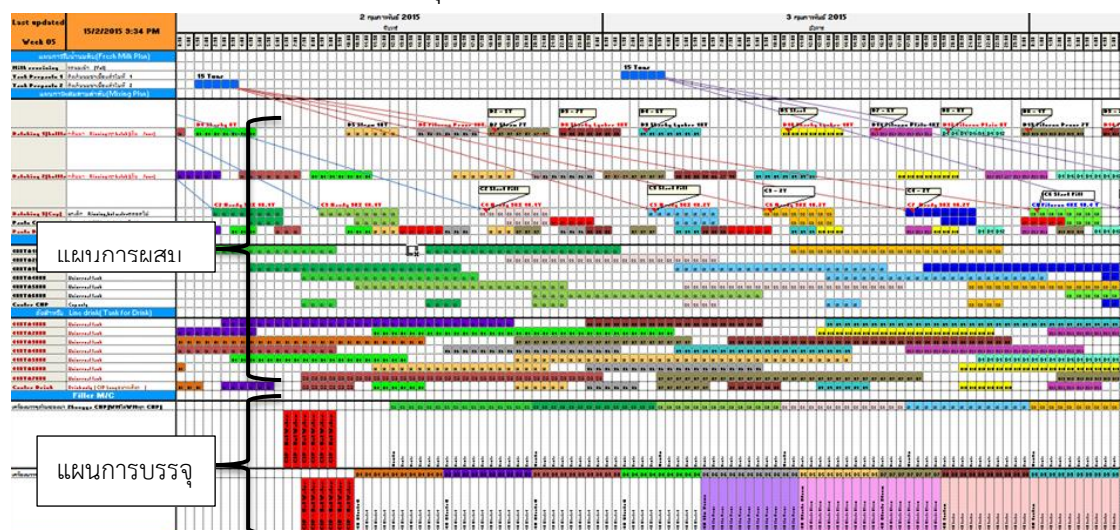
ในการวางแผนในปัจจุบันนั้นยังอาศัยการวางแผนการผลิตโดยใช้บุคคลเพียงคนเดียวเป็นหลัก ซึ่งเป็นผู้ที่รู้กำลังการผลิตและข้อจำกัดต่างๆ ของกระบวนการเป็นอย่างดี เนื่องจากขั้นตอนการผลิตค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นจึงยังไม่สามารถให้บุคคลที่ไม่ทราบรายละเอียดของการผลิตมาทำหน้าที่ตรงนี้ได้ ซึ่งก่อให้เกิดข้อเสียคือกรณีที่คนที่ทำหน้าที่นี้ไม่มาหรือมีการเปลี่ยนงานในอนาคต จะส่งผลกระทบต่อ การวางแผนการผลิต นอกจากนี้ยังไม่มีบุคคลไปทวนสอบประสิทธิภาพในการวางแผน ว่าแผนในปัจจุบันถูกต้องหรือไม่ เนื่องจากมีผู้วางแผนหลักเพียงคนเดียว

ทางบริษัทไม่ได้มีโปรแกรมสำหรับวางแผนการผลิตโดยเฉพาะ จึงใช้โปรแกรมเอกซ์เซล (Microsoft Excel) ในการวางแผนและเป็นการวางแผนด้วยมือ (Manual) ซึ่งใช้เวลาในการทำงานค่อนข้างนานประมาณ 4-5 ชั่วโมงในการจัดการแผนด้วยข้อจำกัดต่างๆ เพื่อให้ทันเวลาในการบรรจุและได้ตามปริมาณที่กำหนด ในการผลิตจริงนั้นจะพบว่าระหว่างสัปดาห์จะมีการปรับแผนบรรจุเป็นระยะๆ เพื่อให้ได้สินค้าสอดคล้องกับคำสั่งซื้อที่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นทางแผนกผลิตจึงต้องมีการปรับแผนตาม โดยในการแก้ไขแผนการผลิตนั้นจะมีความซับซ้อนมากกว่าตอนวางแผนผลิตในครั้งแรก เนื่องจากต้องพิจารณาถึงกำลังการผลิตคงเหลือ ณ ขณะนั้น ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับแผนที่ได้วางไว้ก่อนหน้า ถ้าพิจารณาไม่รอบคอบอาจจะก่อให้เกิดการอบบรรจุของเครื่องบรรจุได้ หรืออาจทำให้เวลาในการผสมของโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยกับนมเปรี้ยวบรรจุขวดเป็นเวลาเดียวกัน ทำให้ผู้ทำงานต้องตัดสินใจเองว่าจะทำการผสมสินค้าตัวใดก่อน

วางแผนการผลิตในปัจจุบันมีความซับซ้อนเนื่องจากมีเงื่อนไขในการผลิตหลายประการ เช่น

- ข้อจำกัดของผู้จัดหามาติดทั้งในเรื่องปริมาณและเวลาในการขนส่ง
- ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีระยะเวลาการผลิตที่ไม่เท่ากัน
- กำลังการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการที่ไม่เท่ากัน
- ข้อกำหนดเรื่องการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่แตกต่างกัน
- มีอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกันระหว่างโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและนมเปรี้ยวบรรจุขวด

นอกจากนี้ยังพบว่าในการวางแผนในปัจจุบันยังขาดตรรกะและเครื่องมือที่เหมาะสมในการทำงานจึงทำให้การจัดการเรื่องการวางแผนการผลิตยังใช้เวลาค่อนข้างนาน และยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งถ้าจัดการอย่างไม่เหมาะสมหรือเกิดการล่าช้าอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้



รูปที่ 1 แผนการผลิตในปัจจุบัน

รูปที่ 1 เป็นการแสดงแผนการผลิตที่ใช้ในปัจจุบัน โดยแบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่แสดงการกำหนดเวลาการผลิต

จะแสดงเวลาการผลิตของแต่ละ Batch การผลิต นอกจากนี้จะเป็นการแสดงระยะเวลาการใช้เครื่องจักรแต่ละตัว เพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะของเครื่องจักรว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ หรือต้องรอให้งานก่อนหน้าทำงานเสร็จก่อน โดยในปัจจุบันยังไม่สามารถระบุเวลาในการทำการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ เนื่องจากผู้ทำการวางแผนยังไม่สามารถพิจารณาข้อกำหนดที่มีอยู่อย่างหลากหลายได้อย่างครอบคลุม

2. ส่วนที่แสดงเวลาการบรรจุ

เป็นการแสดงเวลาที่ทำการบรรจุของแต่ละ Batch รวมถึงแสดงเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องบรรจุที่ใช้ โดยแต่ละช่องจะเป็นตัวแทนของระยะเวลา 30 นาที และสีแต่ละสีเป็นตัวแทนของแต่ละ Batch ที่ทำการผลิต

จะเห็นได้ว่าแผนการผลิตที่ใช้ในปัจจุบันนั้นมีการแสดงข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งส่วนมากใช้กับผู้ที่ทำการวางแผนการผลิต เนื่องจากต้องใช้ในการพิจารณาการใช้ทรัพยากรในแต่ละช่วงเวลา สำหรับผู้ใช้งานที่เป็นพนักงานนั้นจะพบว่ามีการแสดงผลที่มากเกินไป เพราะสิ่งที่พนักงานต้องการทราบมีเพียงต้องผลิตสินค้าอะไร ขนาด Batch size อะไรและจะต้องทำการผสมเมื่อไร เท่านั้น

ปัญหาของการทำงานในปัจจุบัน

การสร้างแผนผลิตโดยการใช้หลักการและวิธีทำงานในปัจจุบันนั้น พบว่ายังมีปัญหาในการทำงานดังนี้

1. ใช้ระยะเวลาในการสร้างแผนการผลิตนาน กล่าวคือใช้เวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมงในการสร้างแผนการผลิต เนื่องจากต้องพิจารณาข้อจำกัดในกระบวนการผลิตที่มีอยู่อย่างหลากหลาย

2. ในบางครั้งเครื่องบรรจุเกิดการรอกอย อันเนื่องมาจากขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตไม่สามารถเตรียมโยเกิร์ตได้ทันกับความต้องการ โดยพบว่าสาเหตุเกิดจากการจัดการแผนการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตไม่เหมาะสม

3. ระยะเวลาที่โยเกิร์ตอยู่ในถังรอบรรจุ บางครั้งพบว่ามียุทธะเวลาดำเนินการที่นานกว่าที่กำหนด ทำให้มีความเสี่ยงต่อคุณภาพของสินค้า โดยจะทำให้สินค้ามีรสชาติที่เปรี้ยวมากกว่าที่กำหนดและเพิ่มความเสี่ยงที่เนื้อโยเกิร์ตจะเกิดการแยกชั้น

4. แผนผลิตที่ได้ในปัจจุบัน ยังไม่สามารถระบุเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ทั้งหมด โดยมีการระบุเฉพาะเครื่องบรรจุเท่านั้น ทำให้พนักงานต้องตัดสินใจการทำความสะอาดของเครื่องจักรอื่นๆเอง ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดจากการตัดสินใจที่ไม่เหมาะสม จนทำให้กระทบต่อระยะเวลาในการส่งมอบและคุณภาพของสินค้าได้

5. ในการสร้างแผนการผลิตนั้น ยังอาศัยเพียงพนักงานเพียงคนเดียวในการทำหน้าทีนี้ เนื่องจากต้องพิจารณาข้อจำกัดการผลิตที่มีอย่างละเอียดและรอบคอบ ซึ่งต้องใช้ผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจกระบวนการผลิตและข้อกำหนดเป็นอย่างดี

จากปัญหาดังกล่าวพบว่าโดยรวมแล้วการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตในปัจจุบันยังขาดตรรกะและเครื่องมือมาช่วยในการจัดการกับข้อจำกัดในการผลิตที่มีความซับซ้อนได้ จึงเป็นแนวคิดในการที่จะพัฒนาและปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

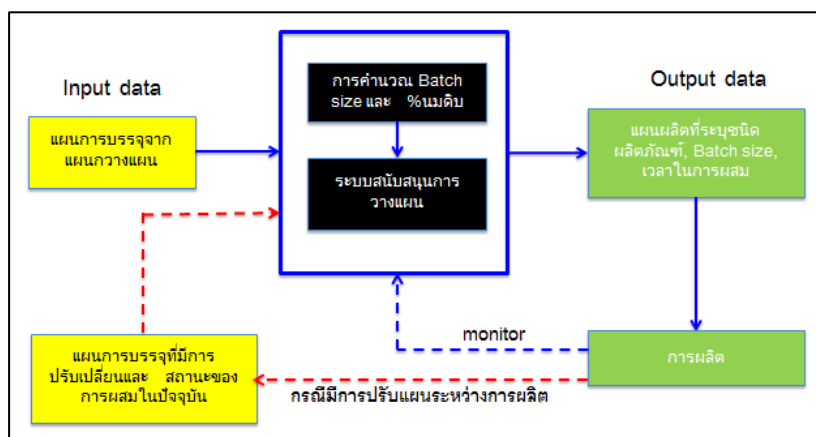
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบการวางแผนการผลิต ที่ช่วยลดระยะเวลาในการสร้างแผนผลิต ช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการปรับแผนกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างสัปดาห์ และลดปัญหาคุณภาพโดยการลดระยะเวลาการรอคอยของโยเกิร์ตก่อนการบรรจุ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในการวางแผนการผลิตคือ แผนการบรรจุโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวดของบริษัทที่ทำการศึกษา ซึ่งจะประกอบด้วยชนิดและจำนวนของสินค้าที่ต้องการ รวมถึงวันที่เริ่มทำการบรรจุของแต่ละสัปดาห์
2. การวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นภายใต้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระบวนการผลิตที่มีอยู่ โดยครอบคลุมตั้งแต่การคำนวณขนาดการผลิต การประยุกต์ใช้หลักการจัดการแผนการผลิต จนเป็นโยเกิร์ตเพื่อรอการบรรจุ ซึ่งการผลิตจะเป็นกระบวนการแบบต่อเนื่อง และมีการผสมเป็น Batch การผลิต
3. การวางแผนการผลิตจะจัดทำขึ้นภายใต้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
4. ปัญหาคุณภาพที่ทำการปรับปรุงคือ ความเปรี้ยวของโยเกิร์ตที่มากกว่ามาตรฐานอันมีสาเหตุมาจากการรอคอยการบรรจุนานกว่าเวลาที่กำหนดไว้
5. การวิจัยนี้จะวัดความสำเร็จของงานวิจัยจาก หัวข้อต่อไปนี้
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการวางแผนการผลิต โดยจะวัดประสิทธิภาพการวางแผนจากการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง
 - ระยะเวลาการรอคอยของโยเกิร์ตก่อนการบรรจุ โดยวัดประสิทธิภาพการวางแผนโดยเปรียบเทียบระยะเวลาการรอคอยของโยเกิร์ตก่อนการบรรจุ ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง สำหรับมาตรฐานการรอคอยก่อนการบรรจุของบริษัทคือ น้อยกว่า 5 ชั่วโมง

6. โครงสร้างของระบบการวางแผนการผลิตเป็นดังรูปที่ 2 โดยผลลัพธ์ของการใช้ระบบคือแผนการผลิตของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ที่มีการระบุชนิดของสินค้า, ขนาด Batch size และเวลาที่ต้องเริ่มการผลิต รวมถึงแสดงเวลาในการทำความสะอาด ของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต



รูปที่ 2 โครงสร้างการทำงานของระบบสนับสนุนการวางแผนการผลิต

สิ่งที่อยู่ในขอบเขตการทำงานของระบบการวางแผนประกอบด้วย

- การคำนวณเวลาผสมของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
- การคำนวณเวลาในการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
- การคำนวณเวลาในการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
- การคำนวณเวลาในการทำความสะอาดเครื่องบรรจุของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
- การทำงานของระบบวางแผนการผลิต จะทำตามข้อกำหนดที่ถูกใส่ให้กับระบบทั้งในเรื่องอัตราการทำงาน, จำนวนเครื่องจักรที่มี, ข้อกำหนดการทำความสะอาด ซึ่งเมื่อข้อกำหนดมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ผลการคำนวณของระบบการวางแผน เปลี่ยนแปลงไปด้วย

7. ระบบการวางแผนการผลิตนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กรณีที่แผนการผลิตไม่มากกว่ากำลังการผลิตของเครื่องจักรที่มีอยู่ในปัจจุบัน

8. ในการประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตนี้ จะนำไปใช้ในการไปใช้กับการผลิตโยเกิร์ตที่แต่ละ Batch การผลิตมีสินค้าขนาดเดียว เช่นบรรจุ 140 มล. เพียงอย่างเดียวหรือบรรจุ 340 มล. เพียงอย่างเดียว โดยไม่รวมถึงการผลิตสินค้า 2 ขนาดบรรจุใน 1 batch

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการทำวิจัยดังตารางที่ 1 โดยจะแสดงวิธีการดำเนินงานและผลลัพธ์ที่จะได้จากแต่ละขั้นตอนการวิจัย

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน		วิธีการดำเนินงาน	ผลลัพธ์
1. การศึกษา กระบวนการปัจจุบัน	-ศึกษากระบวนการ วางแผนในปัจจุบัน	-ศึกษาขั้นตอนการวางแผน ในปัจจุบัน -เก็บข้อมูลเวลาในแต่ละ ขั้นตอนการผลิต	- ทราบถึงกระบวนการ ทำงานในปัจจุบัน - ทราบถึงเวลาที่ต้องใช้ในแต่ ละกระบวนการ
	-วิเคราะห์การ ดำเนินการวางแผน ในปัจจุบัน	-วิเคราะห์กระบวนการ วางแผนในปัจจุบัน -วิเคราะห์สาเหตุของ ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการ วางแผนในปัจจุบัน	- ทราบถึงวิธีการวางแผนการ ผลิต ในแต่ละขั้นตอน - ทราบถึงสาเหตุของปัญหา ในการวางแผนในด้าน ต่างๆ เช่นเวลาในการส่งมอบ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และ ข้อจำกัดเรื่องทรัพยากรใน การผลิต เป็นต้น
2. การศึกษา ผลงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่ เกี่ยวข้อง	- ศึกษาทฤษฎีที่ เกี่ยวข้อง	- ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ การวางแผนการผลิต การจัด ตารางงาน หลักการผลิตโย เกิร์ต	- ทราบถึงแนวคิดพื้นฐานใน การวางแผนการผลิต การ จ่ายงานให้กับทรัพยากรการ ผลิต และหลักในการผลิตโย เกิร์ต
	- ศึกษางานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง	- ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการวางแผนการผลิต การ จัดตารางงาน	- ทราบถึงแนวทางการ ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ การวางแผนการผลิต ใน ปัญหาลักษณะต่างๆ

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน		วิธีการดำเนินงาน	ผลลัพธ์
3. สร้างแนวคิดในการปรับปรุงการวางแผนการผลิต	- กำหนดแนวคิดในการพัฒนาวิธีการวางแผนการผลิต	- วิเคราะห์หลักในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิตจากงานวิจัยที่ผ่านมา - กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ของโรงงานที่ทำการศึกษา	- ทราบแนวทางในการแก้ไขปัญหาในลักษณะต่างๆ - แนวคิดในการแก้ไขปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา
	- กำหนดแนวคิดในการลดระยะเวลาในการวางแผนการผลิต	- ศึกษาวิธีการสร้างระบบการวางแผนการผลิต	- ทราบแนวทางการพัฒนาระบบการวางแผนการผลิต
4. การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต	- ออกแบบการวางแผนการผลิตโดยใช้หลักการใหม่	- การใช้วิธีวางแผนแบบย้อนกลับ และการลด Flow time ของผลิตภัณฑ์	-วิธีการวางแผนการผลิตที่ช่วยลดระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุและเพิ่มความสามารถในการส่งมอบได้ทันเวลา
	- ออกแบบระบบการวางแผนการผลิต	- การพัฒนาระบบการวางแผนการผลิต	- ระบบการวางแผนการผลิตที่ช่วยลดระยะเวลาการทำงานและช่วยปรับแผนการผลิตกรณีที่มีแผนมีการเปลี่ยนแปลง
5. สรุปงานวิจัย	- สรุปผลงานวิจัยอภิปรายข้อเสนอแนะและข้อจำกัดต่างๆ	- จัดทำรายงานการวิจัยและนำเสนอ	- รายงานการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การปรับปรุงการจัดตารางการผลิตนี้ คาดว่าจะมีประโยชน์ดังนี้

1. ลดระยะเวลาในการวางแผนการผลิตที่เป็นการทำแบบแมนนวลลง
2. ไม่ก่อให้เกิดการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุ
3. ลดระยะเวลาที่โยเกิร์ตรอการบรรจุให้สั้นลง
4. การวางแผนการผลิตไม่จำเป็นต้องขึ้นกับพนักงานเพียงคนเดียวคนหนึ่ง พนักงานที่มีความ

ชำนาญเบื้องต้นก็สามารถวางแผนการผลิตได้

5. สามารถปรับปรุงแผนการผลิตระหว่างสัปดาห์ อันเนื่องมาจากความต้องการของตลาดเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วขึ้น



2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกับกระบวนการผลิตโยเกิร์ต การวางแผนกระบวนการผลิต แนวคิดและเทคนิคในการปรับปรุงการผลิต ดังนี้

2.1 การจัดตารางงาน (ปารเมศ ชูติมา, 2555)

การจัดตาราง หมายถึง การจัดสรรทรัพยากรอันมีอยู่อย่างจำกัด ให้กับงานที่กำหนดให้จำนวนหนึ่ง ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด เพื่อให้องค์กรสามารถบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ได้วางเอาไว้ สำหรับตัวอย่างของทรัพยากร เช่น พนักงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ สถานที่หรือสิ่งอื่นที่มีจำนวนอยู่อย่างจำกัด ซึ่งสามารถนำไปใช้ให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องการได้

งาน จะประกอบด้วยภารกิจจำนวนหนึ่ง ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันในด้านลำดับการทำงาน ในบางครั้งจะเรียกงานว่า “การดำเนินงาน” ตัวอย่างเช่น ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ขั้นตอนการถอดชิ้นงาน ขั้นตอนการผสม เป็นต้น

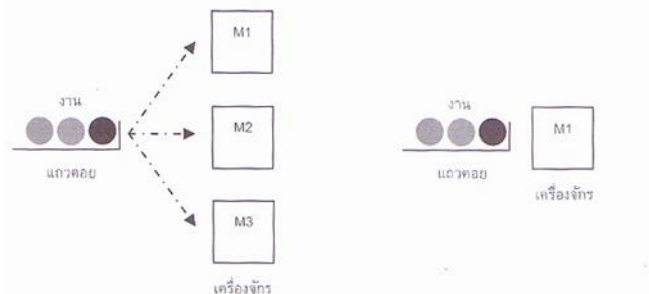
ข้อจำกัดพื้นฐานของงาน ที่มีกพบได้เสมอ คือ

1. ข้อจำกัดด้านทรัพยากร (Resource Constraint) เกี่ยวข้องกับการที่ทรัพยากรที่มีอยู่ สามารถทำงานได้อย่างจำกัดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น ในเวลาใดๆ เครื่องจักรสามารถทำงานได้เพียงชิ้นเดียว ไม่สามารถทำงานพร้อมกัน 2 ชิ้นในเวลาเดียวกันได้

2. ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี (Technological Constraint) เกี่ยวข้องกับลำดับก่อนหลังในการทำงาน เช่นต้องทำงานขั้นที่หนึ่งให้เสร็จก่อน จึงจะเริ่มขั้นที่สองได้

ดังนั้นเพื่อให้ตารางงานเป็นไปได้จริงภายใต้ 2 ข้อจำกัดข้างต้น จึงต้องมีการตัดสินใจใน 2 รูปแบบคือ

1.) การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากร (Allocation) หรืออาจเรียกว่าการไหลลงงานดังรูปที่ 3a และ 2.) การตัดสินใจเรื่องลำดับงาน ดังรูปที่ 3b



a. การจัดสรรทรัพยากร (เลือกเครื่องจักรที่จะทำงาน)

b. การจัดลำดับและจัดตารางให้กับงานบนแกวคอบ

รูปที่ 3 ประเภทของปัญหาการจัดตาราง

แนวทางในการจัดตาราง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ การจัดตารางกิจกรรมแบบไปข้างหน้า (Forward scheduling) และการจัดตารางแบบถอยหลัง (Backward scheduling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดตารางแบบไปข้างหน้า จะเริ่มจัดตารางทันทีหลังจากที่ทราบได้รับงานและทราบเกี่ยวกับลักษณะงานที่ต้องทำ มักใช้กับสินค้าที่ผลิตเพื่อเก็บเข้าคลังพัสดุ (Make to stock) โดยไม่ได้มุ่งเน้นเป้าหมายไปที่การส่งมอบการตรงตามกำหนดเวลา แต่จะเน้นไปที่การใช้ทรัพยากรที่มีให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

สำหรับขั้นตอนในการวางแผนลักษณะนี้ จะเริ่มจากการวางแผนงานบนตารางจากซ้ายไปขวาบนแผนภูมิแกนต์ เพื่อให้งานที่ต้องทำเสร็จภายในระยะเวลาที่เร็วที่สุด กรณีที่งานประกอบด้วยหลายกิจกรรมย่อย จะวางกิจกรรมตามลำดับงานก่อนหลัง โดยเริ่มจากวางแผนงานแรกลงในแผนภูมิแกนต์ก่อน จากนั้นก็วางแผนงานที่สองทางด้านขวาของงานแรกโดยจะต้องไม่ขัดกับลำดับก่อนหลังและข้อจำกัดของทรัพยากร ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งวางแผนงานในขั้นตอนสุดท้ายเสร็จ การวางแผนงานในลักษณะนี้ถึงจะไม่ขัดเรื่องข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตของเครื่องจักร แต่อาจจะทำให้ปริมาณของงานระหว่างกระบวนการผลิตและงานที่เสร็จแล้วในคลังสินค้ามากเกินไป หรืออาจจะทำให้งานส่งมอบช้ากว่ากำหนดได้

2. การจัดตารางแบบถอยหลัง วิธีในการจัดแบบนี้มักจะให้ความสำคัญกับเวลาในการส่งมอบงาน ซึ่งจะจัดตารางงานจากงานลำดับสุดท้ายก่อนหรืองานที่ต้องส่งมอบช้าสุดก่อน แล้วย้อนมาหางานแรก โดยจะต้องพยายามวางแผนงานให้เสร็จสิ้นก่อนวันกำหนดส่งมอบของงานนั้นๆ และต้องไม่ขัดกับข้อจำกัดของทรัพยากร หรือไม่มีงานมากกว่า 1 งานต้องทำบนเครื่องจักรตัวเดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน ถ้าไม่สามารถเป็นไปได้ให้ทำการเลื่อนงานให้เริ่มเร็วขึ้นจนไม่มีงานที่ต้องทำพร้อมกัน การที่จะทราบเวลาเริ่มต้นได้นั้น จะต้องนำเวลาที่เสร็จของงานสุดท้ายผลรวมของแต่ละกิจกรรมมารวมกันแล้ว

การจัดตารางงานด้วยเทคนิคนี้ มักใช้กับการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) ที่มีเป้าหมายในการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าได้ทันเวลาที่ได้กำหนดไว้ แต่ตารางงานที่ออกมา นั้นอาจจะไม่เป็นจริงก็ได้ เนื่องจากอาจมีบางงานละเมิดข้อจำกัดด้านการผลิต เช่นต้องเริ่มงานที่เวลา $t < 0$ ซึ่งไม่สามารถทำได้

วัตถุประสงค์ของการจัดลำดับงาน (บรรพหาญ ลีลา, 2553)

การจัดลำดับงานเป็นการวางแผน แรงงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ โดยมีเป้าหมายซึ่งสรุปได้ดังนี้

- สามารถส่งงานได้ทันตามกำหนด
- มีงานที่ส่งไม่ทัน และ/หรือส่งไม่ทันน้อยที่สุด
- กำหนดเวลาในการตอบสนองต่อลูกค้าได้เร็วที่สุด
- เวลาในการดำเนินงานสั้นที่สุด
- ลดการทำงานล่วงเวลา
- สามารถใช้ประโยชน์จาก แรงงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ได้สูงที่สุด
- ลดเวลาว่างของ แรงงาน เครื่องจักร อุปกรณ์
- ลดงานที่อยู่ระหว่างผลิต

2.2 ลักษณะสมบัติและข้อจำกัดของกระบวนการ

ระบบผลิตแต่ละระบบจะมีความแตกต่างกัน และมีลักษณะสมบัติเฉพาะตัว เราสามารถนำเอาความแตกต่าง ข้อจำกัดและลักษณะเฉพาะของแต่ละระบบมาพิจารณา เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับการจัดตารางต่อไปได้

เวลาปรับตั้งเครื่องขึ้นกับงานลำดับก่อนหน้า (Sequence-Dependent Setup time) ในการดำเนินงานตามปกตินั้นต้องมีขั้นตอนในการปรับตั้งหรือทำความสะอาดเครื่องจักรเมื่อมีการเปลี่ยนงาน เราเรียกกระบวนการนี้ว่า “การปรับตั้งเครื่องจักร (Set up)” โดยมีข้อจำกัดคือ ถ้าระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องขึ้นกับงานก่อนหน้าและงานที่กำลังจะเริ่มทำแล้ว กระบวนการนี้เป็นการปรับตั้งเครื่องแบบที่ขึ้นกับลำดับงานก่อนหน้า ในทางตรงกันข้าม ถ้าในกระบวนการใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องน้อยมาก เมื่อเทียบกับเวลาในการดำเนินงาน กระบวนการนี้เป็นการปรับตั้งเครื่องที่ไม่ขึ้นกับลำดับงานก่อนหน้า (Sequence-Independent Setup) โดยในกรณีนี้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจะถูกนำไปรวมในเวลาในการดำเนินงาน

ข้อจำกัดด้านลำดับก่อนหลัง (Precedence Constraint) คือการทำงานหนึ่งจะเริ่มดำเนินการได้ก็ต่อเมื่องานลำดับก่อนหน้าได้ทำเสร็จสิ้นแล้วเท่านั้น ข้อจำกัดนี้มีได้หลายรูปแบบ 1) ลูกโซ่ (Chain) หมายถึง หนึ่งการดำเนินงานก่อนหน้า และอีกหน้างานดำเนินงานตามหลัง 2) ต้นไม้แบบลู่อื่น (In-Tree) หมายถึง หลายการดำเนินงานก่อนหน้า แต่หนึ่งการดำเนินงานตามหลัง 3) ต้นไม้แบบบานออก (Out-Tree) หมายถึง หนึ่งการดำเนินงานก่อนหน้า แต่หลายการดำเนินงานตามหลัง

ข้อจำกัดด้านเครื่องมือและทรัพยากร (Tooling and Resource Constraint) ในกระบวนการดำเนินงานบนเครื่องจักรอาจมีการใช้เครื่องมือบางชนิดร่วมด้วย ขึ้นกับคุณลักษณะของงานแต่ละชนิด เมื่อเครื่องจักรจำเป็นต้องใช้เครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งมีจำกัด เราจะเรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า “ทรัพยากร (Resource)” จึงต้องมีการจัดตารางงานโดยคำนึงถึงความพร้อมใช้งานของทั้งเครื่องจักรและเครื่องมือ (ทรัพยากร) ด้วย

การผลิตสต็อกและการผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to Stock and Make to Order) โดยทั่วไปการผลิตสต็อกและการผลิตตามคำสั่งซื้อจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผลิตภัณฑ์ ถ้าความต้องการของผลิตภัณฑ์มีค่าคงที่และไม่มีความเสี่ยงในเรื่องของการเสื่อมหรือความนิยม จะเลือกใช้นโยบายการผลิตแบบสต็อกสินค้า แต่ในทางกลับกัน ถ้าจำนวนและกำหนดส่งมอบถูกกำหนดโดยลูกค้า จะเป็นการผลิตแบบตามคำสั่งซื้อ โดยส่วนมากสินค้าประเภทนี้จะเป็นสินค้าตามความนิยมในช่วงหนึ่ง และมีความต้องการที่ไม่แน่นอน

การแทรกงาน (Preemption) หมายถึง มีเหตุการณ์บางอย่างเกิดขึ้นทำให้เราต้องหยุดงานที่กำลังดำเนินการอยู่เพื่อไปเริ่มต้นทำงานใหม่แทน โดยงานที่ถูกหยุดเพื่อทำงานใหม่แทน เราเรียกงานประเภทนี้ว่า “งานที่ถูกแทรก (Preempted Job)” สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ “การแทรกงานแบบต่องานค้างได้ (Preempt Resume)” คือเมื่อเราหยุดงานที่ทำอยู่เพื่อเริ่มงานใหม่ เมื่อเสร็จสิ้นงานที่แทรก เราสามารถกลับมาดำเนินงานที่ถูกแทรกได้โดยไม่มีการสูญเสีย รูปแบบที่สองคือ “การแทรกงานแบบเริ่มต้นใหม่หมด (Preempt Repeat)” คือในกรณีที่เราต้องเริ่มต้นทำงานที่ถูกแทรกใหม่ทั้งหมดทุกครั้งที่เกิดการแทรกงาน และงานที่ถูกแทรกนี้สูญหายไปทั้งหมด

การบล็อก (Blocking) หมายถึง เหตุการณ์ที่ขณะใดขณะหนึ่งบัฟเฟอร์ของเครื่องจักรที่เป็นผู้รับชิ้นงานเกิดเต็มขึ้น อาจเกิดจากอัตราการผลิตที่ช้ากว่าหรือเครื่องจักรเสีย ทำให้เครื่องจักรที่เป็นผู้ส่งชิ้นงานไม่สามารถถ่ายชิ้นงานส่งให้ลำดับถัดไปได้ ส่งผลให้เครื่องจักรนี้ไม่สามารถทำงานชิ้นถัดไปได้ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “การบังคับให้เสีย (Forced down)” ซึ่งเหมือนกับว่าเป็นการบังคับให้เครื่องหยุดการทำงาน การบล็อกมีโอกาสสูงที่จะเกิดกับงานที่มีบัฟเฟอร์จำนวนน้อยหรือเท่ากับศูนย์ หรือมีการทำงานที่ขาดความสอดคล้องกัน (Synchronize)

คอขวด (Bottleneck) คือการที่กำลังการผลิตรวมของระบบถูกจำกัดโดยทรัพยากรตัวใดตัวหนึ่ง เนื่องมาจากทรัพยากรตัวนั้นไม่สามารถตอบสนองต่อกำลังการผลิตที่ระบบต้องการได้ ทำให้เกิดการติดขัดของกระบวนการ ซึ่งเปรียบเสมือนการที่น้ำจำนวนมากออกจากปากขวด แต่เนื่องจากปากขวดไม่กว้างพอ จึงทำให้น้ำไม่สามารถไหลออกได้อย่างสะดวก โดยทั่วไปแล้วคอขวดจะเป็นตัวจำกัดผลผลิตของกระบวนการผลิต และมักจะเกิดจากการที่ขาดความสมดุลของสายการทำงาน ทำให้ภาระงานตกมาที่ทรัพยากรตัวนั้นๆ มากเกินไป นอกจากนี้ปรากฏการณ์คอขวด อาจเกิดกับสายการผลิตที่สมดุลในก่อนหน้าก็ได้ แต่มีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน เปลี่ยนชนิดของ

ผลิตภัณฑ์หรือการเพิ่มของปริมาณการผลิต ก็อาจจะส่งผลให้มีคอขวดใหม่ๆ เกิดขึ้น รวมถึงอาจมีการย้ายคอขวดก็ได้ ในทางปฏิบัติมีแนวทางในการจัดการคอขวดดังนี้

1. การเพิ่มกำลังการผลิตให้กับเครื่องจักรที่เป็นคอขวด เช่นการสั่งซื้อ/เช่า เครื่องจักรเพิ่มหรือจำนวนคน ซึ่งแนวทางนี้จำเป็นต้องศึกษาให้รอบคอบก่อนตัดสินใจ เพราะมีผลกระทบต่อต้นทุนในการลงทุน

2. การฝึกอบรมพนักงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและทักษะในการทำงาน ให้กับพนักงานที่ทำงานบริเวณจุดคอขวด หรือใช้เฉพาะพนักงานที่ผ่านการฝึกอบรมมาเป็นอย่างดีเท่านั้น เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3. พัฒนาทางเลือกใหม่ เช่นเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานใหม่ หรือว่าอาจจะพิจารณาหาผู้รับเหมาที่มีความชำนาญเข้ามาทำงานแทน

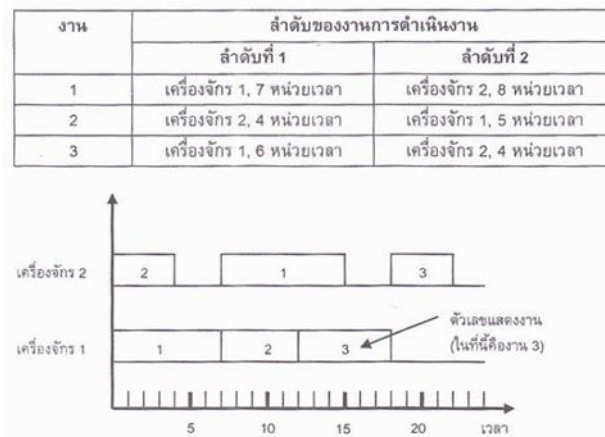
4. สลับเอาขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบไปอยู่ก่อนหน้าเครื่องจักรที่เป็นคอขวดของกระบวนการ เพื่อลดปัญหาเวลาสูญเสียไปอันเกิดจากการที่เครื่องจักรผลิตงานไม่ได้คุณภาพ

5. จัดตารางการผลิตให้สอดคล้องกับกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่เป็นคอขวด เช่นการลดการจ่ายงานให้กับคอขวด วิธีนี้เป็นการลดความสับสนของพนักงานและลดปริมาณงานระหว่างการผลิตที่จะมารออยู่หน้าเครื่องจักรคอขวด แต่ไม่ได้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยตรง

2.3 แผนภูมิแกนต์

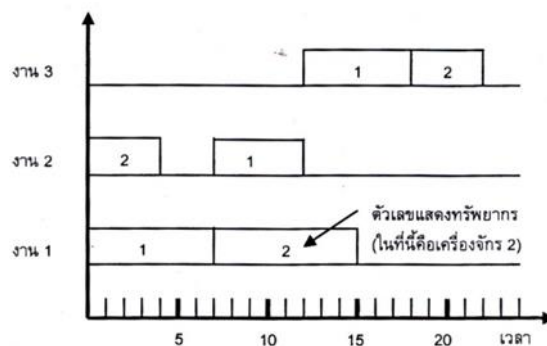
จากพจนานุกรม American Heritage กล่าวไว้ว่า แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) คือแผนภูมิที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงานกับเวลา นิยมใช้ในการวางแผนงานและการติดตามความคืบหน้าของโครงการ แผนภูมินี้ได้ถูกคิดค้นขึ้นโดย Henry L.Gantt ผู้ซึ่งเป็นวิศวกรและนักประดิษฐ์ชาวอเมริกัน ในปี ค.ศ. 1917 โดย Gantt มีความสนใจอย่างมากในเรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพของพนักงานรวมถึงของอุตสาหกรรม จึงได้คิดค้นระบบประเมินพนักงาน โดยจะพิจารณาจากแผนภูมิที่เรียกว่า แผนภูมิแกนต์

แผนภูมิแกนต์ช่วยให้ผู้ตัดสินใจมีความเข้าใจในเรื่องลำดับของงาน สถานะของงานรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ ของตารางงาน โดยการแสดงผลของแผนภูมิแกนต์จะเป็นกราฟที่มีทรัพยากรอยู่ในแนวแกนต์ตั้ง (แกน Y) ถ้ามีทรัพยากรมากกว่า 1 ชนิด ก็จะวางเรียงซ้อนกันขึ้นไปในแนวแกนต์ตั้ง ส่วนแกนต์นอน (แกน X) จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับเวลา โดยสเกลที่ใช้สามารถเป็นได้ทั้งหน่วย นาที ชั่วโมง วัน เดือน หรืออื่นๆ แล้วแต่ความเหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิแกนต์แสดงตารางสำหรับ 2 เครื่องจักร 3 งาน โดยที่เครื่องจักรอยู่ในแกนต์ตั้ง

นอกจากนี้แผนภูมิแกนต์ยังสามารถแสดงในอีกรูปแบบหนึ่งก็ได้ ดังรูปที่ 5 กล่าวคือให้แกนต์ตั้งแสดงงาน และแกนต์นอนแสดงเวลา ซึ่งการเขียนในลักษณะนี้มีข้อคือ ทำให้ทราบว่าที่เวลาหนึ่งๆ ชิ้นงานจะอยู่ที่ทรัพยากรใด นอกจากนี้ยังให้ทราบเวลารอคอยของงาน เวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของแต่ละงานอีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้การควบคุมและติดตามงาน ทำได้สะดวกและแม่นยำมากขึ้น



รูปที่ 5 แผนภูมิแกนต์แสดงตารางสำหรับ 2 เครื่องจักร 3 งาน โดยที่งานอยู่ในแกนต์ตั้ง

2.4 ประเภทของกฎการจ่ายงาน

กฎในการจ่ายงานจ่ายงานจะถูกนำมาใช้ สำหรับการแก้ไขกรณีที่มีงานตั้งแต่ 2 งานขึ้นไปรอการทำงานบนเครื่องจักร (ทรัพยากร) เดียวกัน ทำให้ต้องเกิดการตัดสินใจว่าจะให้งานใดทำก่อน ซึ่งจะพบว่าการใช้กฎการจ่ายงานที่เหมาะสมจะลดความแออัดของระบบลง และทำให้สามารถส่งสินค้าทันตามความต้องการของลูกค้าได้ ตัวอย่างกฎการจ่ายงานที่ถูกนำมาใช้บ่อยครั้งในการจัดตารางการผลิต ได้แก่

- 2.4.1 FASFS (First Arrive at the Shop First Served) จะให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่เข้ามาในระบบก่อน
- 2.4.2 TWORK (Total Work) ลำดับความสำคัญสูงสุดอยู่ที่งานที่มีเวลารวมในการทั้งหมดจากการดำเนินการดำเนินงานน้อยที่สุด
- 2.4.3 EDD (Earliest Due Date) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีระยะเวลาส่งมอบภาระขั้นที่สุดก่อน
- 2.4.4 FCFS (First Come First Served) ลำดับความสำคัญจะให้กับงานที่มาถึงแถวคอยเป็นอันดับแรก
- 2.4.5 MST (Minimum Slack Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดดับงานที่มีเวลาหย่อน (Slack time) น้อยที่สุด
- 2.4.6 WINQ (Work in Next Queue) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีการทำงานในลำดับถัดไปที่ต้องทำบนเครื่องจักรที่มีภาระงานในขณะนั้นน้อยที่สุด
- 2.4.7 SPT (Shortest Processing Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดอยู่ที่งานที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นสั้นที่สุด
- 2.4.8 LWKR (Least Work Remaining) ลำดับความสำคัญสูงสุด ให้กับงานที่มีเวลาดำเนินงานเหลือน้อยที่สุดบนเครื่องจักรนั้น

หนึ่งในวิธีการจัดตารางงานที่มีจุดประสงค์เพื่อให้สามารถส่งมอบได้ทันเวลาคือใช้กฎ EDD หรือการจัดลำดับของงานตามค่าวัดความเร่งด่วน กล่าวคือเวลาที่เหลือก่อนจะถึงกำหนดส่งมอบ โดยการจัดลำดับของงานด้วยวิธี “กำหนดส่งมอบเร็วที่สุด (Earlier Due Date: EDD)” จะส่งผลให้เวลาสายมากที่สุดของงานมีค่าน้อยที่สุด ดังนั้น การทำให้เวลาสายมากที่สุดมีค่าน้อยที่สุด ก็จะหมายถึงการทำให้งานเสร็จตรงตามกำหนดเวลามากที่สุด ($L_{max} \rightarrow 0$)

ทฤษฎี

เวลาสายของงานมากที่สุด (Maximum Job Lateness: L_{max}) และเวลาล่าช้าของงานมากที่สุด (Maximum Job Tardness: T_{max}) จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้กฎการจัดลำดับ EDD ซึ่งเรียงลำดับของงานโดย “กำหนดส่งมอบ (Due Date: $d[n]$) $d[1] \leq d[2] \leq \dots \leq d[n]$ (ปารเมศ ชุติมา, 2555)

2.5 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทผลิตภัณฑ์นม (เกียรติคุณและนิธิยา, 2557)

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่มีส่วนประกอบมาจากนม เป็นสินค้าอีกหนึ่งจำพวกที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยมีกลุ่มประเทศที่บริโภคมากที่สุดได้แก่ ประเทศในแถบยุโรป ตะวันออกกลาง อเมริกาเหนือและอเมริกาใต้เป็นต้น ส่วนกลุ่มประเทศในแถบเอเชียจะมีอัตราการบริโภคที่ต่ำกว่า

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนมหมักที่มีผู้บริโภคมกที่สุดได้แก่ เนยแข็ง ซึ่งมีผู้บริโภคทั่วโลกประมาณ 12 ล้านตันต่อปี แล้วยังมีอัตราการเติบโตเพิ่มอีกปีละ 3-4% โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ไขมันและโปรตีน กรรมวิธีในการผลิตจะเป็นการใช้การตกตะกอนของนมหรือเคซีนในนม แล้วใช้เอนไซม์โปรติโอไลติก ที่ได้จากกระเพาะของลูกวัวหรือลูกแกะ อาจมีการเติมครีม นมธรรมดาหรือนมพร่องมันเนยลงไป สำหรับจุลินทรีย์ที่ช่วยสร้างกรดในกระบวนการผลิตเนยแข็งได้แก่ กรดแล็กติกแบคทีเรีย ในการบริโภคนั้นสามารถรับประทานสดหรือนำมาบ่มก่อนก็ได้ ในบางครั้งการบ่มนั้นอาจใช้เชื้อรามาช่วยในการบ่มด้วย เพื่อให้เนยแข็งที่ผลิตได้มีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสตามที่ต้องการ ซึ่งในปัจจุบันมีเนยแข็งทั่วโลกอยู่ประมาณ 900 ชนิด

ผลิตภัณฑ์นมหมักอีกประเภทหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคกันมาก คือผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวและโยเกิร์ตซึ่งเป็นสินค้าที่อาศัยกรดแล็กติกที่สร้างมาจากแล็กติกแบคทีเรีย โดยส่วนมากจะใช้ *Lactobacillus bulgaricus* กับ *Streptococcus thermophiles* สำหรับในประเทศแถบตะวันออกกลางและรัสเซียอาจจะมีนมเปรี้ยวที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ด้วย ที่เรียกว่า Kefir และ Kumiss ใน Kefir นั้นอาจจะใช้นมวัว นมควายหรือนมแพะเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการหมัก ในขณะที่ Kumiss จะใช้นมลานนมม้าหรือนมอูฐแทน

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนม โดยชนิดของโยเกิร์ตสามารถแบ่งได้หลายประเภท เช่นถ้าแบ่งตามลักษณะด้านกายภาพ จะสามารถแบ่งได้เป็น 1) โยเกิร์ตแบบเหลวหรือแบบข้นหนืด 2) โยเกิร์ตแบบเข้มข้น 3) โยเกิร์ตแช่แข็ง 4) โยเกิร์ตแบบแห้ง (ชนิดผง) หรือจะแบ่งตามการใส่ผลไม้กับไม่ใส่ผลไม้ก็ได้ (Kanning et al., 2012) แต่อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วจะแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก อันได้แก่ แบบ Stirred โยเกิร์ตและแบบ Set โยเกิร์ต ซึ่ง 2 ชนิดนี้จะแบ่งโดยใช้ลักษณะกระบวนการผลิตและเนื้อสัมผัสเป็นเกณฑ์ (Kopanos, Puigjaner, & Georgiadis, 2010)

นมเปรี้ยว (Fermented milk) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 353 (2556) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมของสัตว์ รวมถึงส่วนประกอบของน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิด จากนั้นหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค ทำให้ค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์มีค่าที่สูงขึ้น อาจจะมีการปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหารชนิดอื่นๆ

สารอาหาร หรือส่วนประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่นมด้วยก็ได้ โดยจะรวมถึงนมเปรี้ยวที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อ การแช่แข็งหรือการทำให้แห้งด้วย

สามารถแบ่งนมเปรี้ยวตามชนิดของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการหมักได้ดังนี้

- 1) โยเกิร์ต (Yoghurt) คือนมเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักนมด้วยเชื้อแบคทีเรียสเตรปโทค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophiles*) และแล็กโทบาซิลลัส เดลบริคคิโอ ซับสปีชีส์ บัลแกริกัส (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) หรือแล็กโทบาซิลลัส ซับสปีชีส์ อื่น
- 2) นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส (*Acidophilus Milk*) คือ นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักนมด้วยแบคทีเรียแล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*)
- 3) นมเปรี้ยวเคเฟอร์ (Kefir) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียและยีสต์ อันได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เคฟีโร (*Lactobacillus kefir*) หรือแล็กโทค็อกคัส (*Lactococcus*) และแอซิโทแบคเตอร์ (*Acetobacter*) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (*Kluyveromyces marxianus*) และแซ็กคาโรไมซีส ยูนิสปอรัส (*Saccharomyces unisporus*) หรือแซ็กคาโรไมซีส เซรีวิซิอี (*Saccharomyces cerevisiae*) หรือแซ็กคาโรไมซีส แอซิกูอัส (*Saccharomyces exiguus*)
- 4) นมเปรี้ยวคูมิส (Kumys) คือนมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักนมด้วยแบคทีเรียและยีสต์ เช่น แล็กโทบาซิลลัส เดลบริคคิโอ ซับสปีชีส์ บัลแกริกัส (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (*Kluyveromyces marxianus*)
- 5) นมเปรี้ยวชนิดอื่นอันได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในข้อ 1) ถึงข้อ 4) เช่น แล็กโทบาซิลลัส คาเซอี ซับสปีชีส์ ชิโรต้า (*Lactobacillus casei subsp. shirota*) บิฟิโดแบคทีเรียม (*Bifidobacterium*) นมเปรี้ยวตามข้อ 1) ถึง 4) อาจใส่จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักชนิดอื่นเพิ่มเติมจากที่กำหนดได้

คุณสมบัติของนมเปรี้ยว ต้องได้มาตรฐานดังนี้

- 1) มีกลิ่นรสตามนมเปรี้ยวชนิดนั้น
- 2) มีโปรตีนอยู่ในนมเปรี้ยวไม่น้อยกว่า 2.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวชนิด โยเกิร์ต, นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส, นมเปรี้ยวเคเฟอร์และนมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือที่ได้กำหนดไว้
- 3) มีมันเนย ดังนี้
 - 3.1) น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวชนิด โยเกิร์ตและนมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส
 - 3.2) น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวชนิด นมเปรี้ยวเคเฟอร์, นมเปรี้ยวคูมิสและนมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือจากที่กำหนด

- 4) มีค่าความเป็นกรด โดยคำนวณจากกรดแลคติก ดังนี้
 - 4.1) ไม่น้อยกว่า 0.6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวชนิดโยเกิร์ต, นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัสและนมเปรี้ยวเคเฟอร์
 - 4.2) ไม่น้อยกว่า 0.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวคูมิส
 - 4.3) ไม่น้อยกว่า 0.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับนมเปรี้ยวที่จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือจากที่กำหนดไว้
- 5) มีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักคงเหลือในนมเปรี้ยวที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ดังนี้
 - 5.1) ต้องมีแบคทีเรียไม่น้อยกว่า 10,000,000 โคโลนี
 - 5.2) มียีสต์ไม่น้อยกว่า 10,000 โคโลนี
- 6) ไม่มีการใช้วัตถุกันเสีย
- 7) จำนวนและชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- 8) จำนวนแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มมีน้อยกว่า 3 ต่อนมเปรี้ยว 1 กรัม วิเคราะห์โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)
- 9) จำนวนเชื้อราไม่เกิน 100 โคโลนี ในนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม
- 10) จำนวนยีสต์ไม่เกิน 100 โคโลนี ในนมเปรี้ยวที่ไม่ได้ใช้ยีสต์ในกระบวนการหมัก และไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม
- 11) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราไม่เกิน 10 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังกระบวนการหมัก 1 กรัม

โยเกิร์ต คือนมที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์แล้วเติมแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดแล็กติกลงไป ทำให้ค่าพีเอชของนมลดลง โปรตีนในนมจึงเกิดการตกตะกอน โดยแบคทีเรียที่ใช้จะเป็นกลุ่ม thermophilic lactic acid bacteria ได้แก่ สเตรพโตคอคคัสเทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophiles*) แล็กโทแบซิลลัสบัลแกริคัส (*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*) ซึ่งอัตราส่วนของทั้งสองชนิดควรจะเท่าๆ กัน เนื่องจากจะช่วยให้ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตซึ่งกันและกัน แล้วทำให้เกิดกรดแล็กติกอันเป็นรสชาติเฉพาะของโยเกิร์ต (เกียรติคุณและนิธิยา, 2557)

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันวัว

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันวัวจะแปรผันตามปัจจัยหลายๆ อย่างเช่น ชนิดของพันธุ์, สัตว์แต่ละตัว อาหาร ฤดูกาล สภาวะแวดล้อม อายุของสัตว์ ระยะการให้นมและสภาวะของเต้านม ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันวัวได้แสดงดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันวัว

องค์ประกอบ	ร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)
น้ำ	83.5 – 88.7%
ของแข็งทั้งหมด	10.5 – 14.5%
ของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมัน	7.9 – 10.0%
ไขมันนม	2.5 – 5.5%
โปรตีน	2.3 – 4.4%
เถ้า	0.6 - 0.8%

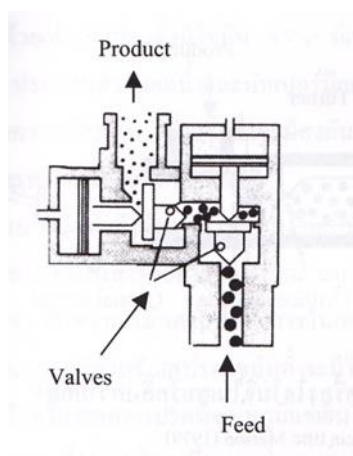
2.6 ขั้นตอนในการผลิตโยเกิร์ต

2.6.1 การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตคือนมดิบ ซึ่งคุณภาพของนมดิบที่ใช้จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่างๆ ต่ำ ไม่พบเอนไซม์ สารเคมีและยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังต้องควบคุมให้มีปริมาณไขมัน โปรตีนอยู่ในช่วงที่กำหนด เพราะเมื่อนำมาผลิตเป็นโยเกิร์ตแล้วจะพบว่านมดิบที่มีคุณภาพแตกต่างกัน จะส่งผลถึงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันด้วย ในขั้นตอนการผสมนี้ จะมีการเติมสารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว รวมถึงมีการเติมนมผง เพื่อปรับปรุงด้านคุณค่าทางอาหารและช่วยให้เนื้อโยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดที่สูงขึ้น

2.6.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

ขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้โยเกิร์ตที่ผลิตได้มีเนื้อเนียนและลดโอกาสการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ โดยจะนำนมผ่านเข้าไปยังเครื่องไฮโมจีไนเซอร์ ซึ่งเป็นการอัดด้วยแรงดันสูงที่ 10,000 – 70,000 kPa ผ่านช่องแคบ ทำให้ไขมันในนมมีขนาดเล็กลงและกระจายตัวได้ดี (วิลโล รังสาทอง, 2547)



รูปที่ 6 เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ความดันสูงแบบ 2 ขั้นตอน

2.6.3 การให้ความร้อน

กระบวนการฆ่าเชื้อในนมหรือการพาสเจอร์ไรซ์นม เป็นขั้นตอนที่จำเป็นและสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค เนื่องจากมีเชื้อโรคอยู่หลายชนิดที่สามารถติดต่อทางน้ำนม โดยทั่วไปแล้วจุดประสงค์ของการทำพาสเจอร์ไรซ์คือ เพื่อกำจัดเชื้อยีสต์ รา และแบคทีเรียในน้ำนม จะคงเหลือเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อน สำหรับอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ที่เหมาะสมกับการผลิตโยเกิร์ตจะอยู่ในช่วง $90-95^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 3-10 นาที (ฐิตาภรณ์ รัตริน, 2554)

2.6.4 กระบวนการหมัก (Fermentation)

หลังจากที่นมได้ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว และลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ $40 - 45^{\circ}\text{C}$ จึงจะเติมเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus thermophiles* และ *Lactobacillus sp.* แล้วทำการบ่มจนได้ค่า pH อยู่ที่ประมาณ 4.6 ในขั้นตอนการหมักนี้ เชื้อทั้ง 2 ชนิดมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพา กล่าวคือ ในช่วงแรก *Streptococcus thermophiles* จะเจริญเติบโตก่อน แล้วมีการใช้ออกซิเจนในนม จนเมื่อออกซิเจนมีค่าต่ำลง ก็จะไปกระตุ้นให้ *Lactobacillus sp.* เกิดการเจริญเติบโต ซึ่งในระหว่างการหมักนี้แบคทีเรียจะสร้างสารประกอบทำให้เกิดกลิ่นรสของโยเกิร์ตขึ้น และผลของการหมักทำให้เนื้อโยเกิร์ตมีลักษณะที่ข้นหนืดขึ้นด้วย

2.6.5 การทำความเย็น

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อชะลอกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตลง โดยจะทำการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10°C (ฐิตาภรณ์ รัตริน, 2554) และจะเริ่มกระบวนการทำความเย็นตั้งแต่ตอนที่โยเกิร์ตมีค่า pH อยู่ในช่วงที่ต้องการคือ 4.0- 4.6

2.6.6 การเก็บรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

เนื่องจากในโยเกิร์ตนั้นจะประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่สูง ถ้าเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิในช่วง 25-30 °C จะสามารถเก็บได้เพียง 1 วันเท่านั้น และถ้าหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 7 °C จะสามารถเก็บได้ประมาณ 4-5 วัน (นรากร ศรีสุข, 2550) ถ้ามากกว่านั้นอาจจะพบว่าโยเกิร์ตมีการแยกชั้นที่มากขึ้น รวมถึงมีรสชาติที่เปรี้ยวมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงควรเก็บผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตในบรรจุภัณฑ์ที่และอุณหภูมิที่เหมาะสมด้วย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวางแผนการผลิตนั้นสิ่งพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือเรื่องของการจัดส่งสินค้าให้ทันตามกำหนดที่ได้ตกลงกับลูกค้าไว้ ซึ่งหมายความว่าจะต้องมีความถูกต้องและแม่นยำตั้งแต่การมีวัตถุดิบสำหรับการผลิตอย่างเพียงพอในราคาและปริมาณที่เหมาะสม โดยณัฐณี (2550) ได้ศึกษาแนวทางเพื่อปรับปรุงแนวทางการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม ด้วยการปรับปรุงแผนการจัดการวัตถุดิบรวมถึงได้ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานในการวางแผน เพื่อให้สามารถส่งมอบสินค้าได้ทันกำหนดที่ได้วางไว้ ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้มีการนำการกำหนดจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อแต่ละครั้งมาใช้ในการปรับปรุงการทำงาน เพื่อลดโอกาสของการที่ไม่มีของส่งมอบ พบว่าสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการบรรจุภัณฑ์คงคลังได้ดีขึ้นกว่าเดิม 9.57% และยังได้ทำการลดขั้นตอนการวางแผนจาก 81 ขั้นตอน เหลือเพียง 56 ขั้นตอน

นอกจากนี้ภาคภูมิ รุ่งชวลนนท์ (2553) ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตกระดาษทิชชู ด้วยการประยุกต์ใช้พารามิเตอร์ (r, Q) ในกระบวนการตัดสินใจการวางแผน โดยบริหารกระบวนการจัดหาวัตถุดิบด้วยแนวคิด base stock ทำให้สามารถลดระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยได้ 11% สามารถลดค่าปรับจากการไม่สามารถส่งสินค้าได้ทันเวลา 98% และทำให้ต้นทุนคงคลังลดลงได้ 55%

รมย์ยุพา นาคะวีรี (2554) ได้ทำการปรับปรุงระบบควบคุมการผลิตยางรถยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณการจัดเก็บงานระหว่างการผลิตลง เนื่องจากพบว่าปริมาณการผลิตต่อวันที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20,000 เส้นต่อวัน ในขณะที่มีความต้องการเฉลี่ยที่ 10,000 เส้นต่อวัน จึงก่อให้เกิดปัญหาในการปริมาณการจัดเก็บสินค้า จึงใช้ระบบก้ำบังมาเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงควบคุมการผลิต หลังจากวิจัยเสร็จจะสามารถลดปริมาณการจัดเก็บงานที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตจาก 23.1 ถึง 38.7 ชั่วโมง เหลือ 22.9 ถึง 23.6 ชั่วโมงต่อวัน จากงานวิจัยทั้ง 3 งานพบว่าการใช้การปรับปรุงกระบวนการสั่งซื้อและการควบคุมสต็อกสินค้าสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงและลดโอกาสการส่งมอบล่าช้าได้อีกด้วย

สำหรับการปรับปรุงการวางแผนการผลิตนั้นได้มีผู้วิจัยหลายท่านได้นำหลักการต่างๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการวางแผนการผลิตให้มีต้นทุนในการดำเนินงานต่ำสุดและลดโอกาสการส่งมอบล่าช้า เช่น Philip Doganis และ Haralambos Sarimveis (2007) ได้ทำการศึกษาการวางแผนการบรรจุของการผลิตโยเกิร์ต โดยอาศัย Mixed Integer Linear Programming (MILP) ด้วยโปรแกรม CPLEX เพื่อหาแผนการบรรจุที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาพิจารณาได้แก่ ข้อจำกัดของเครื่องจักร, เวลาในการเปลี่ยนสูตร, เวลาในการทำความสะอาดเครื่องในแต่ละวัน, ข้อจำกัดของคนในด้านชั่วโมงการทำงาน ปริมาณสินค้าคงคลัง และรวมถึงเวลาในการส่งมอบ พบว่าการใช้ MILP สามารถช่วยในการวางแผนการผลิตได้ แต่ในที่นี้ได้ทดสอบบนเครื่องจักรเดียว ยังไม่ได้ขยายผลไปยังเครื่องจักรหลายๆ เครื่อง อีกท่านหนึ่งคือ ศิริวรรณ ทำการแก้ปัญหาด้านเศษตัดริมของม้วนกระดาษ จากการลดขนาดม้วนกระดาษจากม้วนใหญ่เป็นม้วนเล็ก รวมถึงศึกษากระบวนการในการส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่อยู่ต่างประเทศ เพื่อลดระยะเวลาในการดำเนินงาน และสามารถส่งสินค้าไปปลายทางได้ทันตามกำหนด โดยใช้เทคนิคระเบียบวิธีวิถีวิกฤติ (CPM) จากนั้นจึงใช้เทคนิค ECRS เพื่อปรับปรุงกระบวนการ จากผลการดำเนินงานพบว่าสามารถลดเศษริมกระดาษได้ 22% ลดปริมาณสินค้าคงคลังได้ 58% และสามารถลดความถี่ในการจัดส่งสินค้าล่าช้าจากเดิมที่ 21% เหลือ 0%

หลักการ CPM นั้นถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเพื่อช่วยหาเส้นทางวิกฤตของกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น สิทธิพร ฉันทฉลิมพร(2548) ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาการส่งมอบไก่สุกแช่แข็งส่งออกล่าช้า โดยพบว่าสาเหตุหลักคือฝ่ายวางแผนได้รับข้อมูลสินค้าคงคลังจากฝ่ายคลังสินค้าล่าช้า และมีการรอคอยระหว่างขั้นตอนการดำเนินงาน จึงได้ใช้หลักการ CPM (Critical Path Method) เพื่อหาเส้นทางวิกฤตของกระบวนการวางแผนการส่งออก และใช้หลัก Process Activity Mapping เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า พบว่าสามารถกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าและลดเวลานำในการวางแผนการส่งออกจาก 6,670 นาที เป็น 5,065 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 24.06

บุญชัย จันทร์กระจ่างเลิศ (2546) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในห่วงโซ่อุปทาน มาสร้างแบบจำลองกระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์อาหารพาสเจอร์ไรส์ ได้ทำการวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงงานด้านการวางแผนความต้องการโดยนำเอาหลักงานวางแผนความต้องการขั้นสูงมาประยุกต์ใช้ มีขอบเขตอยู่ที่กระบวนการ Plan Make ใน SCOR-Model พบว่าสามารถช่วยปรับปรุงความเที่ยงตรงในการวางแผนความต้องการจากระดับ 80-85% เป็น 90-93% นอกจากนี้ยังกำจัดปัญหาความเบี่ยงเบนของข้อมูลในส่วนของกระบวนการวางแผนความต้องการระหว่างแผนกขายและแผนกวางแผนความต้องการได้อีกด้วย

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้ว ยังพบว่ายังมีนักวิจัยบางท่านทำการปรับปรุงกระบวนการวางแผนโดยใช้หลักการ EDD โดยจะพิจารณาวันที่มีกำหนดส่งก่อนเป็นอันดับแรก เช่น ประพัฒน์ รัตนานนท์

(2551) ได้ทำการปรับปรุงระบบการวางตารางการผลิตของโรงพ่นสีพลาสติกชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ โดยนำเทคนิคของการจัดตารางการผลิต รวมถึงการนำเอาโปรแกรมออนไลน์มาใช้ในการติดตามความคืบหน้าของงาน สามารถลดจำนวนงานล่าช้าของการพ่นสีลงได้ 63.53 เปอร์เซ็นต์ และลดจำนวนงานล่าช้าจากการติดกราฟฟิคได้ 62.29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในการจัดตารางการผลิตนั้นจะใช้กฎของฮิวริสติกแบบ EDD เป็นวิธีการจัดตารางหลักและใช้ SPT เป็นการจัดตารางรอง ในส่วนของโปรแกรมนี้เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรม .Net เวอร์ชัน 2003 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามความคืบหน้าและลำดับการผลิตของงาน และยศธนา เสน่หา (2549) ทำการปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต เนื่องจากพบว่ามีปัญหาสินค้าคงคลังที่มากเกินไปจนถึงการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าล่าช้า ในอุตสาหกรรมทอผ้า โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมกรรมอุตสาหกรรมและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการผลิต ทำให้เวลาไหลเฉลี่ยของงานที่เป็นกลุ่มผ้าเช็ดหน้า มีค่าลดลง 33.8% และมีงานล่าช้าเฉลี่ยลดลง 41.2% สำหรับงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม MS Excel และใช้การจัดตารางโดยวิธี EDD (Earliest Due Date)

ในบางครั้งการปรับปรุงแผนผลิตนอกจากจะทำการพัฒนาในเรื่องหลักการวางแผนการทำงานแล้ว ยังสามารถปรับปรุงลักษณะการทำงานให้สามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ด้วยการนำโปรแกรมสำเร็จรูป, การพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเองหรือการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์อื่นๆใช้ เช่น ปิยะพงษ์ ปานแก้ว (2552) ทำการออกแบบระบบการวางแผนการผลิตและจัดตารางการผลิตแบบจำกัด โดยพัฒนาซอฟต์แวร์ตารางการทำงาน เพื่อระบบการวางแผนการผลิตที่ดีและลดการเปลี่ยนแผนการผลิตรวมถึงการจัดส่งสินค้าล่าช้า โดย 1) จัดทำข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวางแผนการผลิต และลำดับความสำคัญของลูกค้า 2) วิธีการคัดแยกคำสั่งซื้อ รับคำสั่งซื้อ และจัดลำดับงานตามความสำคัญ 3) การเสนอรูปแบบเอกสารและรายการการผลิต 4) สร้างกระบวนการดำเนินงานการวางแผนการผลิต และ 5) พัฒนาซอฟต์แวร์ตารางการทำงานเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต จากผลการศึกษาและวิจัยพบว่า การวางแผนและจัดตารางการผลิตมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น สามารถส่งมอบทันเวลาเพิ่มขึ้นจาก 59.35% เป็น 85.51% และเพิ่มความสามารถในการผลิตจาก 63.67% เป็น 90.05%

ปัญญดา ฤกษ์มังกร (2551) ทำการศึกษาและพัฒนากระบวนการทำงานสำหรับส่วนงานธุรกิจของโรงงานเครื่องหนังโดยศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการดำเนินงาน จากการเก็บข้อมูลจากโรงงานตัวอย่าง และออกแบบซอฟต์แวร์เพื่อรองรับขั้นตอนการดำเนินงาน โดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow diagram) และนำไปสู่การออกแบบหน้าจอการทำงาน (User interface design) ครอบคลุมการดำเนินงาน 6 ส่วนงาน คือ 1) การจัดการคำสั่งซื้อ 2) การวางแผนการผลิต 3) การจัดซื้อ 4) การควบคุมคุณภาพ 5) การจัดการสินค้าคงคลัง และ 6) การจัดส่งสินค้า จากผลการทดสอบพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 87.48 ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆได้ในทันทีและ

ช่วยในการจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบมากขึ้น นอกจากนี้คันศนีย เปลียนสงค์ (2553) ทำการศึกษาการวางแผนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตอาหารเสริม โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของการส่งมอบสินค้าล่าช้าโดยใช้แผนภาพพารेट (Pareto Chart) โดยพบว่าสาเหตุของปัญหาคือการประเมินกำลังการผลิตผิดพลาด และมีการแทรกงานให้กับลูกค้าที่ต้องการสินค้าเร่งด่วน ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการจัดตารางการผลิตเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการผลิต และนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมไมโครซอฟต์โปรเจค (Microsoft Project) โดยพบว่าสามารถช่วยผู้วางแผนการผลิตในการตัดสินใจในการแทรกงานได้ โดยจำนวนการผลิตครบตามจำนวนใบสั่งเพิ่มขึ้น จาก 66 % เป็น 80% และจำนวนครั้งในการส่งมอบล่าช้าลดลงจาก 34% เหลือ 20%

นิธิมา ศรีพานิช (2549) ได้จัดทำมาตรฐานการทำงาน และทำการหาเวลามาตรฐานของการผลิตสินค้าที่เป็นเครื่องประดับ เนื่องจากพบว่าการส่งมอบสินค้ามีความล่าช้า เพราะผู้ทำการวางแผนไม่ทราบเวลาการทำงานและกำลังการผลิตที่แท้จริง นอกจากนี้ยังไม่มีเครื่องมือมาช่วยในการวางแผนผลิต จึงใช้ประสบการณ์ของผู้ทำงานเป็นหลัก หลังจากที่ได้หลักการที่เหมาะสมแล้วได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์โปรเจคเพื่อช่วยในการวางแผนและจัดตารางงาน พบว่าทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 33.5% เป็น 80.85% และลดการส่งมอบล่าช้าจาก 28 งานเหลือเพียง 23 งาน

3. การศึกษาสภาพและวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

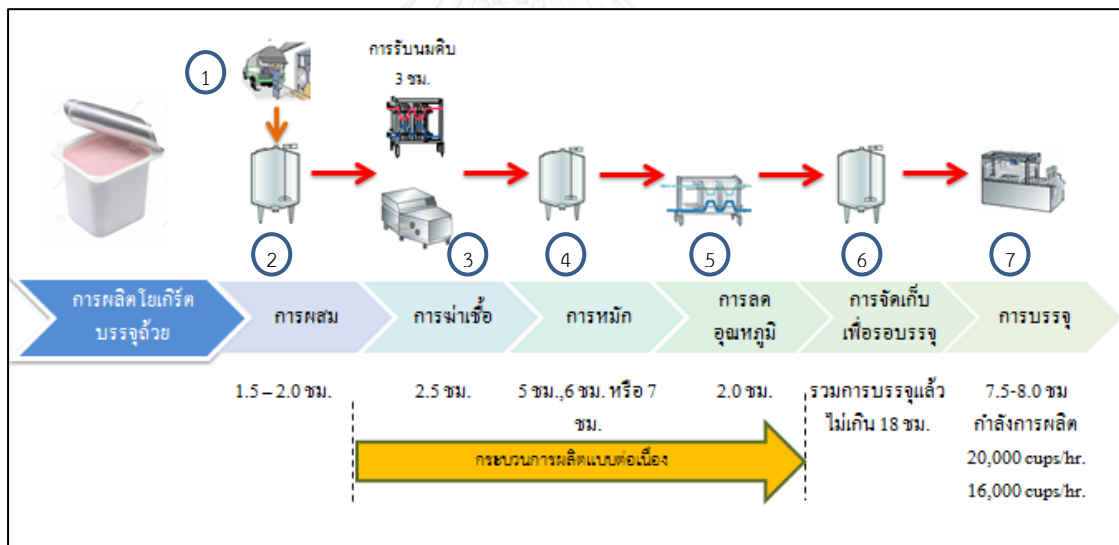
ในบทนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการวางแผนในปีปัจจุบัน จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ไขเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตต่อไป

3.1. ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต

ในที่นี้จะแบ่งอธิบายเป็นการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท

3.1.1 การผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยนั้น จะมีขั้นตอนการผลิตโดยรวมดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 7 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วย

1. รับนมวัวหรือที่เรียกว่านมดิบแล้วทำการฆ่าเชื้อเบื้องต้น เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ในนมดิบ
2. ผสมส่วนผสมตามสูตรที่กำหนด ในขั้นตอนนี้จะมีการผสมนมดิบ สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว รวมถึงมีการเติมนมผง เพื่อปรับค่าองค์ประกอบให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนด
3. ทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบโดยใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน เพื่อป้องกันไม่ให้มีเชื้อชนิดอื่นที่ไม่ต้องการมารบกวนเชื้อที่ใช้ในการหมัก จากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการ ซึ่งอุณหภูมิจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่ใช้ กรณีของบริษัทที่ทำการศึกษาค่าทำการหมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

4. เติมเชื้อจุลินทรีย์เพื่อทำการหมัก จากนั้นทำการหมักจนได้ค่าความเป็นกรด (pH) และค่าความเปรี้ยว (Acidity) ตามที่กำหนด โดยระยะเวลาการหมักนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละ batch เนื่องจากระยะเวลาจะขึ้นกับการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละครั้ง ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้

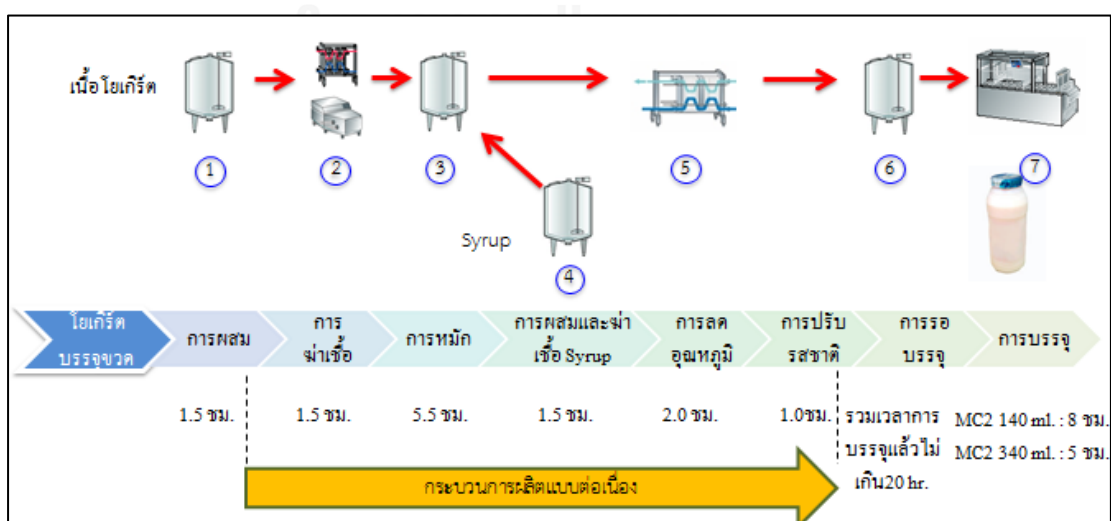
5. ลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตที่หมักเสร็จแล้วลง เพื่อชะลอการทำงานของจุลินทรีย์ รวมทั้งปรับสภาพเนื้อสัมผัสให้เนียนและละเอียด โดยจะลดอุณหภูมิลงมาที่ 16 องศาเซลเซียส

6. จัดเก็บในถังเพื่อรอการบรรจุ โดยไม่ควรมีระยะเวลารอก่อนการบรรจุนานเกิน 5 ชั่วโมง ตามมาตรฐานการทำงานของบริษัท เนื่องจากอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของสินค้าได้

7. ทำการบรรจุตามขนาดที่กำหนด นอกจากนี้อาจมีการเติมเนื้อผลไม้, สีและกลิ่นเข้าไปด้วย โดยอัตราการบรรจุจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในบริษัทที่ได้ทำการศึกษามีชนิดของโยเกิร์ตแบบถ้วยอยู่ 3 ประเภทคือ C-Type 1 (Cup) และ C-Type 2 (Light) จะมีอัตราการบรรจุอยู่ที่ 20,000 ถ้วยต่อชั่วโมง ในขณะที่ C-Type 3 (Liquid) มีอัตราการบรรจุสูงสุดอยู่ที่ 16,000 ถ้วยต่อชั่วโมง

3.1.2 การผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

ในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดหรือที่เรียกว่านมเปรี้ยว นั้น มีกระบวนการผลิตโดยรวมดังแสดงในรูปที่ 8 โดยมีรายละเอียดดังนี้



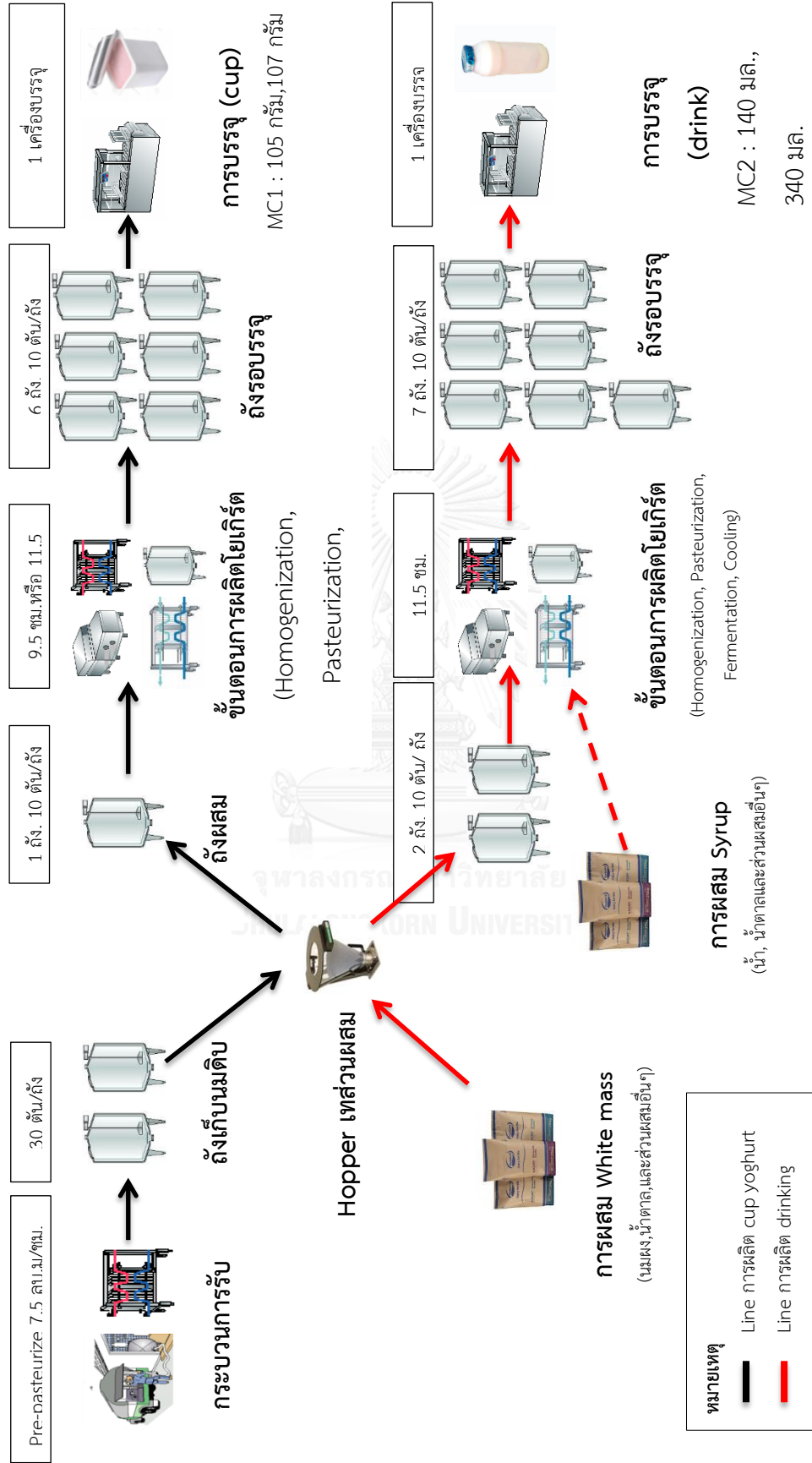
รูปที่ 8 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด

1. ผสมส่วนผสมตามสูตรที่กำหนด โดยในการผลิตจะมีการแบ่งผสมเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนแรกจะเป็นการผสมส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ต ส่วนที่สองจะเป็นน้ำเชื่อม โดยอัตราส่วนระหว่างส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตและน้ำเชื่อม เป็น 50:50
2. ทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบโดยใช้กระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อชนิดอื่นที่ไม่ต้องการมารบกวนเชื้อที่ใช้ในการหมัก จากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ โดยในที่นี้จะทำการหมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส
3. เติมน้ำเชื้อจุลินทรีย์เพื่อทำการหมัก แล้วหมักจนได้ค่าความเป็นกรด และค่าความเปรี้ยวตามที่กำหนด ซึ่งระยะเวลานั้นจะแตกต่างกันบ้างเนื่องจากขึ้นอยู่กับการทำงานของเชื้อใน Batch นั้นๆ ไม่สามารถควบคุมให้เท่ากันในแต่ละ Batch ได้
4. เมื่อการหมักสมบูรณ์แล้ว จะทำการฆ่าเชื้อส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมเข้ามาในถังหมัก
5. ทำการลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตที่หมักเสร็จแล้วลง เพื่อชะลอการทำงานของจุลินทรีย์ โดยจะลดอุณหภูมิมายังประมาณ 6-8 องศาเซลเซียส
6. ทำการปรับรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับแผนการบรรจุ
7. บรรจุตามขนาดและจำนวนที่กำหนด โดยปัจจุบันเครื่องบรรจุสามารถทำการบรรจุได้ 2 ขนาดคือ ขนาด 140 มล. และ 340 มล. โดยอัตราการบรรจุสูงสุดอยู่ที่ 10,000 ขวดต่อชั่วโมง และ 8,500 ขวดต่อชั่วโมง ตามลำดับ

3.2 ข้อจำกัดในการใช้งานอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต

เนื่องจากโยเกิร์ตถือเป็นสินค้าในกลุ่มอาหาร ดังนั้นจึงมีข้อกำหนดในด้านการทำความสะอาดอย่างเข้มงวดในทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อที่จะสามารถมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ผู้บริโภคนั้นมีความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการใช้งานของเครื่องจักรอันมาจากการออกแบบกระบวนการผลิตและกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนอีกด้วย

สำหรับการผลิตโดยรวมของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้น แสดงดังรูปที่ 9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตโยเกิร์ตทั้ง 2 ประเภทนั้น มีการใช้ทรัพยากรการผลิตร่วมกันอยู่ที่ 1 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการผสมที่ต้องใช้จุดผสมร่วมกัน ดังนั้นในการวางแผนการผลิต จึงจำเป็นต้องพิจารณาในจุดนี้อย่างรอบคอบ ซึ่งกรณีที่พบว่าเวลาในการใช้จุดผสมเป็นช่วงเวลาเดียวกันของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ จะทำให้ผู้ที่ทำงานต้องตัดสินใจเลือกว่าจะทำการผสมผลิตภัณฑ์ใดก่อน ถ้าการตัดสินใจนั้นไม่เหมาะสมอาจนำมาซึ่งการรอคอยของเครื่องบรรจุและทำให้การส่งมอบสินค้าล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ได้



รูปที่ 9 ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต

3.2.1 ข้อจำกัดการใช้งานเครื่องจักรของกระบวนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย
ตารางที่ 3 ข้อจำกัดของขั้นตอนรับนมดิบ

รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลาทำงาน	ข้อจำกัดด้านการใช้งาน	ความถี่ในการทำ ความสะอาด	ระยะเวลาทำ ความสะอาด
Pre-pasteurized PHE	1 ชุด	7.5 ลูกบาศก์ เมตร/ชั่วโมง	2.0 ชั่วโมง (คำนวณที่ 15 ตัน นมดิบ)	- นำนมดิบจะมาคั้นละ 10 ตัน หรือ 15 ตัน ต่อคั้น - ถ้ามีนมดิบมาส่ง 1 คั้นต่อสัปดาห์ จะต้องส่งขั้นต่ำ 15 ตัน - ในหนึ่งสัปดาห์ที่ผู้ขาย สามารถมาส่งได้ไม่เกิน 60 ตัน	ทุกครั้งที่รับนมดิบ	2.5 ชั่วโมง
ถังเก็บนมดิบ	2 ถัง	30 ตัน/ ถัง	เก็บไว้ไม่เกิน 48 ชั่วโมง	- การเก็บนมดิบไม่ควรเก็บใส่ถัง Pre-pasteurized เดียวกัน - นมดิบไม่สามารถเก็บในถัง Pre-pasteurized ได้เกิน 48 ชั่วโมง	ทุกครั้งที่นมดิบ หมดถัง	1.5 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 ข้อจำกัดของขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วย

รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลาทำงาน	ข้อจำกัดด้านการใช้งาน	ความถี่ในการทำ ความสะอาด	ระยะเวลาทำ ความสะอาด
ถังผสม (ถัง Batching)	1 ถัง	10 ตัน/ ถัง	อยู่ระหว่าง 4-5 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับ ผลิตภัณฑ์	- จุดที่ใช้ส่วนผสม จะใช้ร่วมกันระหว่างโยเกิร์ตบรรจุถ้วย และนมเปรี้ยว - ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาด ทุกการผสม 4 Batch หรือทุก 24 ชั่วโมง - Batch size ต่ำสุดที่ทำได้ของโยเกิร์ตคือ 4 ตัน แต่โดย ปกติจะทำการผสมที่ 10 ตัน - Batch size สูงสุดที่ทำได้ คือ 10.5 ตัน	ทุกการผลิต 4 batch หรือภายใน 24 ชั่วโมงหลังจาก CIP ครั้งก่อน	1.5 ชั่วโมง

รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลาทำงาน	ข้อจำกัดด้านการใช้งาน	ความถี่ในการทำความสะอาด	ระยะเวลาทำความสะอาด
ไฮโดรซีเนเซอร์ (Homogenizer)	1 เครื่อง	4.2 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	2.4 ชั่วโมง	- ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง	ทุก 24 ชั่วโมง	3.5 ชั่วโมง
พาสเจอร์ไรเซอร์ (Pasteurizer)	1 เครื่อง	4.2 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง		- ระยะเวลาในการหมัก จะไม่เท่ากันในแต่ละ Batch โดยจะขึ้นอยู่กับค่า pH ของนมที่อยู่ในถังหมัก โดยระยะเวลาเฉลี่ยคือ 5 ,6 หรือ 7 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์)	ทุก 24 ชั่วโมง	
ถังหมัก (Fermentation tank)	6 ถัง	10 ตัน/ถัง	6 ชั่วโมง หรือ 7 ชั่วโมง	- ต้องทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาด ทุกครั้งที่มีการหมักเสร็จ	ทุกครั้งที่หมักแต่ละ batch เสร็จ	2.0 ชั่วโมง
ชุดทำเย็นผลิตภัณฑ์ (Cooler)	1 ชุด	6.5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	1.54 ชั่วโมง	- ถึงที่ใช้ในการหมักและถึงที่ใช้ในการบรรจุจะเป็นชุดเดียวกัน โดยมีทั้งหมด 6 ถัง	ทุก 24 ชั่วโมง	1.50 ชั่วโมง
ถังรอบรรจุ (ถัง Storage)	6 ถัง	10 ตัน/ถัง	ชั่วโมงเก็บโยเกิร์ตในถังเก็บ 18 ชั่วโมง	- ต้องทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาดทุกครั้งที่บรรจุเสร็จ	ทุกครั้งที่บรรจุเสร็จ	2.0 ชั่วโมง
				- ระยะเวลาในการเก็บโยเกิร์ตจนบรรจุเสร็จไม่ควรเกิน 18 ชั่วโมง		

ตารางที่ 5 ข้อจำกัดการดำเนินงานของขั้นตอนการบรรจุเยื่อรีดชนิดบรรจุถ้วย

รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลาทำงาน	ข้อจำกัดด้านการใช้งาน	ความถี่ในการทำ ความสะอาด	ระยะเวลาทำ ความสะอาด
เครื่องบรรจุ (MC1)	1 เครื่อง	16,000 ถ้วย/ ชั่วโมง หรือ 20,000 ถ้วย/ ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับ ผลิตภัณฑ์)	7.0-8.5 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับ ผลิตภัณฑ์)	- ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรม ทำความสะอาด (CIP) ทุก 24 ชั่วโมง - โยเกิร์ตที่อยู่ในถังบรรจุ ต้องบรรจุให้ หมด ถึงแม้จะเกินแผนการผลิตแล้วก็ตาม	ทุก 24 ชั่วโมง	5.5 ชั่วโมง

3.2.2 ข้อจำกัดการใช้งานเครื่องจักรของกระบวนการผลิตของเยื่อรีดชนิดบรรจุขวด
ตารางที่ 6 ข้อจำกัดการใช้งานของขั้นตอนการผลิตเยื่อรีดชนิดบรรจุขวด

รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลา ทำงาน	ข้อจำกัดด้านการใช้งาน	ความถี่ในการทำ ความสะอาด	ระยะเวลาทำ ความสะอาด
ถังผสม (ถัง Batching)	2 ถัง	10 ตัน/ ถึง	1.50 ชั่วโมง	- จุดที่ใช้ผสม จะใช้ร่วมกันระหว่าง โยเกิร์ตบรรจุถ้วย และนมเปรี้ยว - ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาด สะอาด ทุกการผสม 3 Batch หรือทุก 24 ชั่วโมง - Batch size ต่ำสุดที่ได้ของโยเกิร์ตคือ 3.5 ตัน แต่ โดยปกติจะทำการผสมที่ 5 ตัน - ขนาดผลิตที่ใหญ่สุดที่สามารถผสมได้ คือที่ 5.3 ตัน	ทุกการผลิต 4 batch หรือ ภายใน 24 ชั่วโมงหลังจาก CIP ครั้งก่อน	1.5 ชั่วโมง
โฮโมจีไนเซอร์ (Homogenizer)	1 เครื่อง	4.2 ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง	1.30 ชั่วโมง	- ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาด สะอาดทุก 24 ชั่วโมง	ทุก 24 ชั่วโมง	3.5 ชั่วโมง

รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลาทำงาน	ข้อจำกัดด้านการใช้งาน	ความถี่ในการทำ	ระยะเวลาทำ
พาสเจอร์ไรเซอร์ (Pasteurizer)	1 เครื่อง	4.2 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	1.30 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง - ระยะเวลาในการหมักจะไม่เท่ากันในแต่ละ Batch การผลิตโดยขึ้นอยู่กับ pH ของนมที่อยู่ในถังหมัก โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยที่ 5.5 ชั่วโมง 	ทุก 24 ชั่วโมง	3.5 ชั่วโมง
ถังหมัก (Fermentation tank)	7 ถัง	10 ตัน/ ถัง	5.5 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาดทุกครั้งที่การหมักเสร็จ - ถังที่ใช้ในการหมักและถังที่ใช้ในการเก็บเพื่อรอบรรจุจะเป็นชุดเดียวกัน โดยมีทั้งหมด 7 ถัง 	ทุกครั้งที่หมักแต่ละ batch เสร็จ	2.0 ชั่วโมง
ชุดทำเย็นผลิตถัณฑ์ (Cooler)	1 ชุด	6.5 ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง	1.50 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง 	ทุก 24 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง
ถังรอบรรจุ (ถัง Storage)	7 ถัง	10 ตัน/ ถัง	ไม่ควรถักโยเกิร์ตในถังเกิน 20 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ถังที่ใช้ในการหมักและถังที่ใช้ในการเก็บ เพื่อรอการบรรจุจะเป็น ชุดเดียวกัน โดยมีทั้งหมด 7 ถัง - ต้องทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำความสะอาดทุกครั้งที่บรรจุเสร็จ - ระยะเวลาในการ Storage จนบรรจุเสร็จไม่ควรเกิน 20 ชั่วโมง 	ทุกครั้งที่บรรจุเสร็จ	2.0 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 ข้อจำกัดการใช้งานของขั้นตอนการบรรจุเยกิร์ตชนิดบรรจุขวด

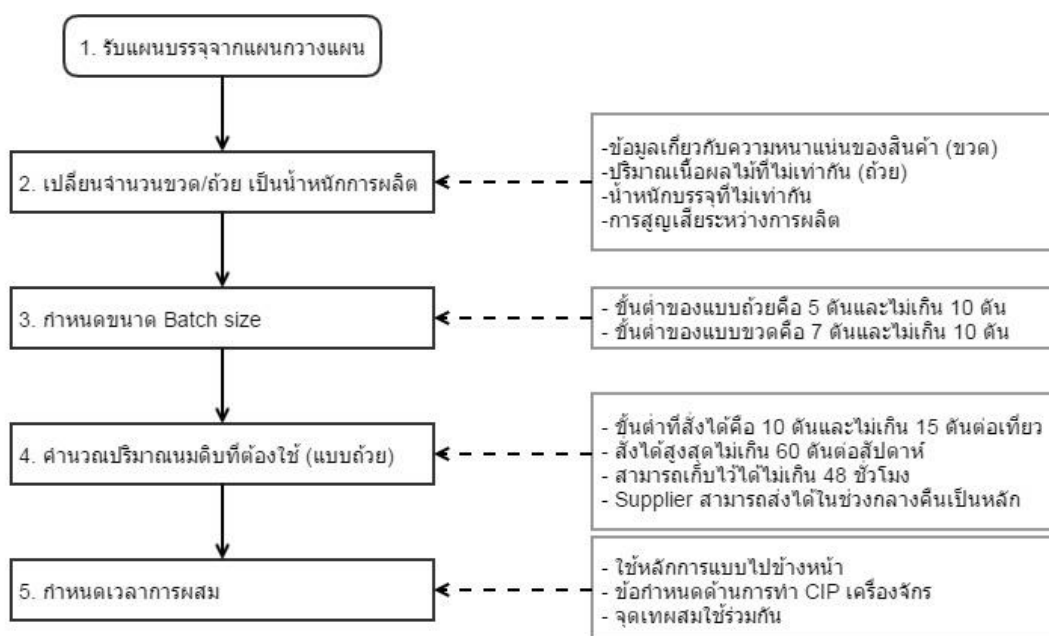
รายการเครื่องจักร	จำนวน	กำลังการผลิต	ระยะเวลาทำงาน	ข้อจำกัดการใช้งาน	ความถี่ในการทำ ความสะอาด	ระยะเวลาทำ ความสะอาด
เครื่องบรรจุ (MC2)	1 เครื่อง	1) 10,000 ขวด/ ชั่วโมง (140 มล.) 2) 8,500 ขวด/ ชั่วโมง (340 มล.)	1) ขนาดบรรจุ 140 มล. ใช้เวลา 7 ชั่วโมง 2) ขนาดบรรจุ 340 มล. ใช้เวลา 5 ชั่วโมง	- ต้องทำการทำความสะอาดด้วยโปรแกรมทำ ความสะอาดทุก 48 ชั่วโมง - นมเปรี้ยวที่อยู่ในถังรอบรรจุแล้วต้องบรรจุให้ หมด ถึงแม้จะเกินแผนการผลิตแล้วก็ตาม	ทุก 48 ชั่วโมง	4.0 ชั่วโมง



จากตารางข้อจำกัดด้านการใช้งานของเครื่องจักร ทั้งการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดจะเห็นได้ว่าการวางแผนการผลิตนั้นจะมีความซับซ้อน จากทั้งในส่วนขั้นตอนการผลิตเอง ข้อกำหนดด้านการทำความสะอาดของเครื่องจักร รวมถึงข้อจำกัดด้านการใช้งานอันมาจากกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอน ดังนั้นแผนที่ดีจึงควรจะต้องพิจารณาข้อกำหนดต่างๆ อย่างครบถ้วนและสามารถปรับแผนการผลิตได้อย่างรวดเร็วเมื่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป ซึ่งจะพบว่าผู้ที่จะสามารถทำหน้าที่วางแผนได้นั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจกระบวนการผลิตและข้อจำกัดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

3.3 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน

ในปัจจุบันทางบริษัทมีผู้ที่รับหน้าที่ในการวางแผนการผลิตหลักเพียงคนเดียว ซึ่งจะทำการวางแผนแยกระหว่างการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด โดยใช้หลักการวางแผนแบบไปข้างหน้า (Forward scheduling) มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตโยเกิร์ตสำหรับรอการบรรจุให้ทันกับการบรรจุ ซึ่งยังไม่สามารถพิจารณาข้อจำกัดการผลิตได้อย่างครบถ้วน และไม่ได้พิจารณาการใช้งานร่วมกันที่จุดเหมาะสม ทำให้พนักงานที่ทำงานในส่วนนี้ ต้องตัดสินใจเองในกรณีที่เวลาผสมของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดอยู่ในช่วงคาบเกี่ยวกัน นอกจากนี้ด้วยหลักการวางแผนแบบไปข้างหน้ายังทำให้ระยะเวลารอคอยการบรรจุมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 5 ชั่วโมง เนื่องจากด้วยหลักการนี้จะเหมาะกับการผลิตเพื่อทำสต็อกสินค้า ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับสินค้าโยเกิร์ตที่มีข้อกำหนดเรื่องระยะเวลารอคอยการบรรจุ สำหรับขั้นตอนการวางแผนในปัจจุบันเป็นดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน

ขั้นตอนการวางแผนผลิตในปัจจุบัน

1. แผนกวางแผนทำการส่งแผนการบรรจุให้แผนกผลิต ทั้งสินค้าที่เป็นโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและนมเปรี้ยวบรรจุขวด โดยจะระบุจำนวนที่ต้องการในแต่ละผลิตภัณฑ์และวันที่เริ่มการบรรจุของเครื่องบรรจุ

2. แผนกผลิตทำการคำนวณโยเกิร์ตที่ต้องเตรียม โดยทำการแปลงค่าจำนวนการบรรจุจากจำนวนถ้วยหรือจำนวนขวดเป็นกิโลกรัมของเนื้อโยเกิร์ต

กรณีนมเปรี้ยวพร้อมดื่มบรรจุขวด เนื่องจากในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์อยู่ 2 สูตรคือนมเปรี้ยวสูตรปกติและนมเปรี้ยวสูตรน้ำตาลน้อย โดยทั้ง 2 สูตรมีขนาดบรรจุ 2 ขนาดคือ 340 มิลลิลิตร และ 140 มิลลิลิตร ซึ่งในการเตรียมนมเปรี้ยวเพื่อรอการบรรจุนั้นจะต้องทำการเปลี่ยนจำนวนขวดเป็นกิโลกรัมของนมเปรี้ยว ดังนั้นจึงต้องใช้ค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ แต่ละชนิดมาใช้ในการคำนวณ ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าความหนาแน่นผลิตภัณฑ์ของนมเปรี้ยว

ชนิด	ขนาดบรรจุ	ความหนาแน่นผลิตภัณฑ์
นมเปรี้ยวสูตรปกติ	140 มล.	1.033 กรัม/มิลลิลิตร
	340 มล.	1.033 กรัม/มิลลิลิตร
นมเปรี้ยวสูตรน้ำตาลน้อย	140 มล.	1.023 กรัม/มิลลิลิตร
	340 มล.	1.023 กรัม/มิลลิลิตร

ปริมาณนมเปรี้ยวแต่ละชนิดที่ต้องเตรียมเพื่อรอการบรรจุ

= จำนวนขวดที่ต้องการผลิต x ขนาดบรรจุ x ความหนาแน่นผลิตภัณฑ์ x ค่าเผื่อสำหรับการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (loss)

กรณีโยเกิร์ตบรรจุถ้วย ปัจจุบันมีสูตรการผลิตอยู่ 3 สูตรคือสูตรปกติ, สูตรไขมันและน้ำตาลน้อย, สูตรโยเกิร์ตพร้อมดื่ม ซึ่งในเตรียมเนื้อโยเกิร์ตสำหรับรอการบรรจุนั้นต้องคำนึงถึงปริมาณเนื้อผลไม้ที่มีไม่เท่ากันในแต่ละรสชาติดังแสดงในตารางที่ 9 รวมถึงการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิตด้วย เนื่องจากโยเกิร์ต บรรจุถ้วยใช้นมดิบหรือที่เรียกว่านมวัวเป็นส่วนผสม และต้องทำการส่งคำสั่งซื้อก่อนการผลิตจริงประมาณ 3 วัน ซึ่งนมดิบจะถูกวางแผนให้ใช้กับแต่ละรอบการผลิต (Batch) ตามปริมาณที่ได้คำนวณไว้ ดังนั้นกรณีมีการสูญเสียจากการผลิตที่มากกว่าที่ได้คาดการณ์ไว้ จะทำให้ไม่สามารถผลิตขึ้นมาทดแทนได้ เนื่องจากข้อจำกัดของการสั่งซื้อนมดิบจะมีขั้นต่ำอยู่ที่จำนวน 10 ตันต่อรอบการจัดส่ง

ตารางที่ 9 ลักษณะผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ชนิดโยเกิร์ต	รสชาติ	รูปแบบการบรรจุ	ขนาดบรรจุ	เนื้อผลไม้
โยเกิร์ตบรรจุถ้วยสูตรปกติ (Type1- Cup)	NT	ถ้วยเดี่ยว	105 กรัม	มี
		แพ็ค 4	420 กรัม	มี
	ST	ถ้วยเดี่ยว	105 กรัม	มี
		แพ็ค 4	420 กรัม	มี
โยเกิร์ตบรรจุถ้วยสูตรไขมันและ น้ำตาลน้อย (Type2- Light)	PL	ถ้วยเดี่ยว	105 กรัม	ไม่มี
		แพ็ค 4	420 กรัม	ไม่มี
	ST	ถ้วยเดี่ยว	105 กรัม	มี
		แพ็ค 4	420 กรัม	มี
โยเกิร์ตบรรจุถ้วยพร้อมดื่ม (Type3- Liquid)	PL	ถ้วยเดี่ยว	107 กรัม	ไม่มี
		แพ็ค 4	428 กรัม	ไม่มี
	ST	ถ้วยเดี่ยว	107 กรัม	ไม่มี
		แพ็ค 4	428 กรัม	ไม่มี
	PA	ถ้วยเดี่ยว	107 กรัม	ไม่มี
		แพ็ค 4	420 กรัม	ไม่มี

จากตารางที่ 9 สามารถคำนวณปริมาณโยเกิร์ตที่ต้องเตรียมเพื่อรอการบรรจุได้ดังนี้

ปริมาณโยเกิร์ตแต่ละชนิดที่ต้องเตรียมเพื่อรอการบรรจุ

= จำนวนถ้วยที่ต้องการผลิตของแต่ละรสชาติ x ขนาดบรรจุ x อัตราส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ต
ในถ้วยโดยหักเนื้อผลไม้ออก x ค่าเผื่อสำหรับการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (loss)

3. หลังจากที่ได้น้ำหนักของโยเกิร์ตและนมเปรี้ยวที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดขนาดการผลิต (Batch size) ในแต่ละรอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้
กรณีนมเปรี้ยวพร้อมดื่มบรรจุขวด

ในขั้นตอนนี้ต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดของกระบวนการผลิตเช่น สามารถผลิตนมเปรี้ยวต่อรอบการผลิตได้ขั้นต่ำ 7 ตันและไม่เกิน 10 ตันต่อถัง เนื่องจากการผลิตนมเปรี้ยวนั้นจะเป็นการผสมระหว่างส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตและส่วนที่เป็นน้ำเชื่อม ในอัตราส่วน 50:50 นั่นคือ ในขั้นตอนการผสมขนาดการผลิตจะเป็นขั้นต่ำ 3.5 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการผลิตจนถึงขั้นตอนนี้รอการบรรจุแล้วจะมีขนาด

นมเปรี้ยวพร้อมดื่มที่ 7 ตัน โดยมาจากส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ต 3.5 ตันและส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมอีก 3.5 ตัน เป็นต้น

กรณีโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

จากข้อกำหนดด้านรูปแบบและการทำงานของถังในกระบวนการผลิต จึงสามารถผลิตเนื้อโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยได้ที่น้อยที่สุดครั้งละ 5 ตันและมากที่สุดคือไม่เกิน 10 ตัน

4. ขั้นตอนการกำหนดนมดิบที่ต้องใช้ (กรณีที่เป็นโยเกิร์ตบรรจุถ้วยเท่านั้น)

เมื่อทราบปริมาณเนื้อโยเกิร์ตบรรจุถ้วยที่ต้องเตรียมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดเปอร์เซ็นต์นมดิบที่ต้องใช้ในแต่ละรอบการผลิต โดยข้อกำหนดของขั้นตอนนี้คือ

1. ผู้ขายน้ำนมดิบสามารถส่งได้ครั้งละ 10 ตัน หรือ 15 ตันต่อรอบการจัดส่ง
2. ถ้ามีนมดิบมาส่ง 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จะต้องส่งขั้นต่ำ 15 ตัน
3. ในหนึ่งสัปดาห์ ผู้ขายสามารถส่งนมดิบได้ไม่เกิน 60 ตัน
4. การเก็บนมดิบในแต่ละรอบการส่ง ไม่ควรเก็บใส่ถังเก็บนมเดียวกัน
5. นมดิบไม่สามารถเก็บในถัง Pre-pasteurized ได้เกิน 48 ชั่วโมง เนื่องจากข้อกำหนดด้านคุณภาพ
6. นมดิบจะสามารถมาส่งได้ในช่วงกลางวันเป็นหลัก คือประมาณ 22:00 น. – 03:00 น. ถ้านอกช่วงเวลานี้ต้องปรึกษาแผนกวางแผนเพื่อตรงกับผู้ขายเป็นกรณีๆไป
7. ในแต่ละรอบการผลิตจะมีนมดิบเป็นส่วนผสมในสูตรอัตราส่วนร้อยละ 30 ถึง ร้อยละ 65 ของขนาดการผสม

จากนั้นจึงกำหนดแผนการรับนมดิบโดยคำนึงถึงข้อกำหนดดังกล่าว แล้วส่งให้แผนกวางแผนเพื่อประสานงานกับซัพพลายเออร์ต่อไป

5. การกำหนดเวลาการผสม

เนื่องจากปัจจุบันแผนกวางแผนจะเป็นผู้กำหนดเวลาเริ่มการบรรจุของแต่ละสายการผลิต ดังนั้นทางแผนกผลิตจึงมีหน้าที่เตรียมโยเกิร์ตหรือนมเปรี้ยวให้พร้อมและเพียงพอกับแผนการบรรจุที่ได้ถูกวางไว้ โดยจะต้องทำให้เครื่องบรรจุสามารถบรรจุได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีการรอคอยโยเกิร์ตที่จะใช้ในการบรรจุ รวมถึงโยเกิร์ตหรือนมเปรี้ยวที่ผลิตเตรียมไว้ไม่ควรอยู่ในถังรอบรรจุนานเกินกว่าที่กำหนด เนื่องจากจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

การวางแผนการผสมในปัจจุบันจะเป็นการวางแผนแบบไปข้างหน้า กล่าวคือจะกำหนดเวลาผสมแล้วทำการวางแผนด้วยระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อคำนวณหาเวลาที่โยเกิร์ตพร้อมสำหรับการบรรจุ โดยขั้นตอนการวางแผนการผสมนี้ จะต้องมีการระบุถึงที่จะต้องใช้ในการแต่ละขั้นตอน เช่น ขั้นตอนการหมัก ขั้นตอนการรอบรรจุ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการใช้ถังเดียวกันใน

ช่วงเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีการระบุเวลาในการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ แต่ยังไม่สามารถระบุเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องฆ่าเชื้อและเครื่องลดอุณหภูมิได้ เนื่องจากข้อกำหนดที่ต้องพิจารณามีอยู่มาก ทำให้พนักงานผู้วางแผนไม่สามารถพิจารณาได้อย่างครอบคลุม

ข้อควรพิจารณาประการหนึ่งของการวางแผนการผลิตคือ เวลาที่ใช้ในการผสมเนื่องจากปัจจุบันโรงงานมีจุดเทวัตถุดิบเพียงจุดเดียว โดยจะเป็นการใช้ร่วมกันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เป็นนมเปรี้ยวพร้อมดื่มและโยเกิร์ตบรรจุถ้วย ซึ่งถ้าวางแผนการผลิตไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดเวลาในการผสมของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์เป็นเวลาเดียวกัน หรืออาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในถังรอบรรจุนานเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ และส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามมาได้

สิ่งที่ต้องกำหนดในการวางแผนการผลิตคือ

1. ชนิดของเนื้อโยเกิร์ตที่จะทำการผสม
2. ขนาดการผลิต
3. เปอร์เซ็นต์น้ำมันดิบที่ต้องใช้ในแต่ละรอบการผลิต (สำหรับโยเกิร์ตบรรจุถ้วย)
4. เวลาที่เริ่มการผลิตของแต่ละรอบการผลิต

จากขั้นตอนการวางแผนที่กล่าวมาทั้งหมดจะพบว่า การวางแผนการผลิตนั้นเนื่องจากปัจจุบันทางโรงงานไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปในการวางแผนโดยเฉพาะ จึงต้องใช้พนักงานที่มีความรู้และความชำนาญด้านกระบวนการผลิตเป็นผู้จัดทำ แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าในการจัดทำแผนการผลิตใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน เพราะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของกระบวนการทั้งหมดที่มี เช่นจำนวนถังที่สามารถใช้ได้ ระยะเวลาในการทำสะอาดแต่ละเครื่องจักร ระยะเวลาในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ในถัง รวมถึงต้องจัดการเวลาที่จุดผสมให้เป็นอย่างดี เนื่องจากใช้ร่วมกันระหว่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ทั้งนี้ยังไม่นับรวมกรณีที่มีการแก้แผนผลิตระหว่างสัปดาห์หรือเครื่องบรรจุมีปัญหา อันจะนำมาสู่ความซับซ้อนในการวางแผนการผลิตของแผนการผลิต

3.4 กำลังการผลิตสูงสุดของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

ในหัวข้อนี้จะทำการคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวด เพื่อจะได้ทราบกำลังการผลิตโดยรวมในปัจจุบัน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับแผนการผลิตด้วยกำลังการผลิตที่มี สามารถรองรับกับความต้องการสินค้าในปัจจุบันได้หรือไม่

สำหรับการคำนวณกำลังการผลิตของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยนั้นจะคำนวณบนพื้นฐานของการผลิตสินค้า 3 ชนิดคือ C-Type 1 (cup), C-Type 2 (light) และ C-Type 3 (liquid) โดยการคำนวณจะแยกเป็นกำลังการผลิตของแต่ละเครื่องจักร แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาเรื่องการใช้เครื่องจักร

ร่วมกันระหว่างขั้นตอนการผลิตด้วย การคำนวณจะใช้ข้อมูลการทำงานที่ขนาดการผลิต 10 ตันเพื่อใช้เปรียบเทียบกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอน โดยกำลังการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยแสดงดังตารางที่ 10 สำหรับการคำนวณเพื่อกำกำลังการผลิตนั้นสามารถดูได้จาก ภาคผนวก ก.

ตารางที่ 10 กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ชื่ออุปกรณ์	ตันการผลิตต่อวัน	หมายเหตุ
จุดเทส่วนผสม	78.8	
ถังผสม	51.4	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด
เครื่องฆ่าเชื้อ	86.1	
ถังหมัก	53.8	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด
เครื่องลดอุณหภูมิ	139.5	
ถังรอการบรรจุ	46.5	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด
เครื่องบรรจุโยเกิร์ตถ้วย	24.6	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด

ในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้น ปัจจุบันทางบริษัทที่ทำการศึกษา มีสินค้าอยู่ 2 ลักษณะคือนมเปรี้ยวสูตรปกติและนมเปรี้ยวสูตรหวานน้อย ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้มีขั้นตอนการผลิตที่เหมือนกันเพียงแต่มีส่วนผสมที่แตกต่างกันเท่านั้น สำหรับหลักการคำนวณเพื่อกำกำลังการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดหรือนมเปรี้ยวนั้นจะทำเช่นเดียวกับการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย แต่ขนาดการผลิตในขั้นตอนการผสมนั้นจะคำนวณที่ 5 ตัน เนื่องจากในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้นจะมีส่วนผสมหลักๆ 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตหรือที่เรียกว่า White mass กับส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมหรือ Syrup ในอัตราส่วน 50:50 โดยกำลังการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรรจุขวด

ชื่ออุปกรณ์	ตันการผลิตต่อวัน	หมายเหตุ
จุดเทส่วนผสม	146.25	
ถังผสม	83.63	
เครื่องฆ่าเชื้อ	86.10	
ถังหมัก	60.60	
เครื่องลดอุณหภูมิ	139.50	
ถังรอการบรรจุ	72.34	
เครื่องบรรจุโยเกิร์ตขวด	39.05	สัดส่วนการผลิต 140 มล.:340 มล. = 30:70

จากผลการคำนวณกำลังการผลิตของโรงงานที่ทำการศึกษา สามารถสรุปเป็นกำลังการผลิตรวมของทั้ง 2 สายการผลิตได้ดังตารางที่ 12 โดยเมื่อเปรียบเทียบกำลังการผลิตสูงสุดของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดกับแผนการผลิตในปัจจุบันพบว่า กำลังการผลิตที่มีอยู่ยังสามารถรองรับปริมาณความต้องการสินค้าได้อีก โดยที่ไม่ก่อให้เกิดการรอคอยสินค้าเนื่องจากกำลังการผลิตไม่เพียงพอ

ตารางที่ 12 กำลังการผลิตรวม

กำลังการผลิต	โยเกิร์ตบรรจุถ้วย (ตัน)	โยเกิร์ตบรรจุขวด (ตัน)
กำลังการผลิตต่อวัน	24.6	39.05
กำลังการผลิตต่อสัปดาห์	172.2	273.35
กำลังการผลิตต่อเดือน	738.0	1,171.5
กำลังการผลิตต่อปี	8,979.0	14,417.5

3.5 สภาพปัญหาในปัจจุบัน

จากการทำงานด้วยวิธีการวางแผนการผลิตแบบปัจจุบันนั้นพบว่ายังมีปัญหาด้านการส่งมอบสินค้า ระยะเวลาในการจัดทำแผน รวมถึงบางครั้งส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านระยะเวลาในการสร้างแผนการผลิต พบว่าในปัจจุบันผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิตใช้เวลาในการสร้างแผนประมาณ 4-5 ชั่วโมง เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีข้อจำกัดที่หลากหลาย รวมถึงการทำงานยังเป็นแบบแมนนวล กล่าวคือวางแผนการผลิตบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยสร้างเป็นแผนภูมิแกนต์เพื่อดูการใช้งานเครื่องจักรแต่ละตัว ว่ามีการทับซ้อนกันหรือไม่

2. ด้านการรอคอยของเครื่องบรรจุ สำหรับกรณีนี้ถือว่าเป็นจุดสำคัญในการวางแผนการผลิต เนื่องจากเป็นตัวกำหนดการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า และยังเป็นตัววัดประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของโรงงาน จากบันทึกการทำงานที่ผ่านมา พบว่ายังมีการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุทั้ง 2 สายงานผลิต โดยมีสาเหตุหลักมาจากการจัดการเรื่องเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งในการวางแผนในปัจจุบันนั้น ไม่ได้นำข้อจำกัดนี้มาประกอบการวางแผน เนื่องจากผู้ทำการวางแผนไม่สามารถพิจารณาข้อกำหนดของเครื่องจักรในการผลิตได้ทั้งหมด

ตารางที่ 14 แสดงข้อมูลการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุทั้งชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวดโดยทำการเก็บข้อมูลในสัปดาห์ที่ 30 ถึงสัปดาห์ที่ 52 ของปี 2558

ตารางที่ 13 การรอกอยการบรรจุของเครื่องบรรจุ

การรอกอย	โยเกิร์ตบรรจุถ้วย	โยเกิร์ตบรรจุขวด
จำนวนครั้งที่เกิดการรอกอย (ครั้ง)	3	8
ระยะเวลาที่เกิดการรอกอย (นาทิต)	193	1,391
ระยะเวลาการรอกอยเฉลี่ยต่อครั้ง (นาทิต)	64	174
ความถี่ที่เกิดการรอกอย (สัปดาห์/ ครั้ง)	7.7	2.9

จากตารางที่ 13 พบว่าการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย ในระยะเวลาการผลิต 23 สัปดาห์มีการรอกอยของเครื่องบรรจุอยู่ 3 ครั้ง สำหรับการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้นมีความถี่ที่มากกว่าคือ 8 ครั้ง นอกจากนี้พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วเครื่องบรรจุชนิดถ้วยจะเกิดการรอกอยทุกๆ 7.7 สัปดาห์และมีระยะเวลารอกอยต่อครั้งประมาณ 64 นาทิต ในขณะที่เครื่องบรรจุชนิดขวดจะเกิดการรอกอยทุกๆ 2.9 สัปดาห์และมีเวลารอกอยต่อครั้งประมาณ 174 นาทิต

3. ด้านข้อกำหนดการรอกอยของโยเกิร์ตก่อนการบรรจุ ปัจจุบันทางบริษัทกำหนดให้โยเกิร์ตควรรออยู่ในถังรอการบรรจุไม่เกิน 5 ชั่วโมงก่อนที่จะเริ่มการบรรจุ เนื่องจากเหตุผลด้านคุณภาพ กล่าวคือเมื่อโยเกิร์ตอยู่ในถังรอบรรจุที่มีอุณหภูมิประมาณ 16 ถึง 18 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน การหมักก็จะยังคงดำเนินการอยู่ ซึ่งจะส่งผลให้โยเกิร์ตมีรสชาติที่เปรี้ยว รวมถึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงที่จะพบการแยกชั้นของเนื้อโยเกิร์ตอันเนื่องมาจากความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น ดังนั้นการควบคุมระยะเวลาที่โยเกิร์ตอยู่ในถัง จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ต้องควบคุม

จากข้อมูลที่บริษัทได้เก็บข้อมูลไว้พบว่า สินค้าบาง Batch การผลิตมีระยะเวลารอกอยการบรรจุที่นานกว่าข้อกำหนดของบริษัท ดังตารางที่ 14 สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จากภาคผนวก ค.

ตารางที่ 14 การรอกอยการบรรจุ

รายการ	โยเกิร์ตบรรจุถ้วย	โยเกิร์ตบรรจุขวด
จำนวน Batch ที่ผสม	13 Batch	13 Batch
จำนวน Batch ที่รอบรรจุมากกว่า 5 ชั่วโมง	6 Batch	11 Batch
จำนวน Batch ที่เกินมาตรฐาน	46.15%	84.6%
ระยะเวลารอบรรจุเฉลี่ย	5.0	7.1

จากตารางพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยมีระยะเวลาการรอคอยการบรรจุอยู่ที่ 5 ชั่วโมงตามข้อกำหนดของบริษัท แต่ก็ยังมีจำนวน 6 Batch จาก 13 Batch ที่ทำการผลิต มีระยะเวลาการรอคอยมากกว่า 5 ชั่วโมง คิดเป็น 46.15% ในขณะที่โยเกิร์ตบรรจุขวดมีระยะเวลาการรอคอยการบรรจุเฉลี่ยที่ 7.1 ชั่วโมงซึ่งมากกว่ามาตรฐานของบริษัท และพบว่ามีจำนวนมากถึง 11 Batch ที่มีระยะเวลาการรอคอยมากกว่า 5 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 84.6% ของจำนวน Batch ที่ทำการผลิต

4. ปัจจุบันพนักงานที่สามารถทำการวางแผนการผลิตได้ มีอยู่เพียงคนเดียว อันเนื่องจากผู้ที่จะสามารถทำการวางแผนการผลิตได้นั้น จำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อจำกัดในการผลิตรวมถึงข้อกำหนดด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงเป็นความเสี่ยงขององค์กรอีกอย่างหนึ่ง ในด้านทรัพยากรบุคคล กรณีที่พนักงานคนนี้ได้มาทำงานหรือลาออกจากบริษัท จะทำให้กระทบต่อแผนการผลิตได้

5. แผนการผลิตในปัจจุบันไม่ได้ระบุเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรทุกตัว ซึ่งการทำความสะอาดเครื่องจักรหรือการทำความสะอาดนั้นถือเป็นข้อกำหนดที่สำคัญด้านความปลอดภัยของอาหาร เนื่องจากอาจเกิดความเสี่ยงด้านการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์กรณีที่ใช้งานเครื่องจักรนานกว่าที่ได้กำหนดไว้ โดยพบว่าในปัจจุบันมีเพียงเครื่องบรรจุของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวดเท่านั้น ที่มีการระบุเวลาการทำความสะอาดในขณะที่เครื่องฆ่าเชื้อและเครื่องลดอุณหภูมิไม่ได้ทำการระบุ ดังนั้นพนักงานที่เป็นผู้ปฏิบัติงานจึงเป็นผู้ตัดสินใจในการทำความสะอาดของเครื่องจักรดังกล่าว กรณีที่การตัดสินใจนั้นไม่เหมาะสมอาจจะก่อให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุได้ เนื่องจากอาจจะทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องจักรได้ในเวลาที่ต้องการ

3.6 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากปัญหาที่พบ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ในการวางแผนก่อนเริ่มการปรับปรุงนั้นจะใช้หลักการวางแผนไปข้างหน้า เนื่องจากเป็นการจัดตารางที่ง่ายในการทำงาน โดยผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนผลิตจะมีจุดประสงค์หลักคือทำให้เครื่องบรรจุสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยที่ไม่เกิดการรอคอย ซึ่งยังไม่ได้คำนึงถึงเรื่องข้อกำหนดในด้านการทำความสะอาดของเครื่องจักรแต่ละตัว รวมถึงการใช้งานร่วมกันของอุปกรณ์การผลิตระหว่างโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิด

หลักการวางแผนแบบไปข้างหน้านั้นเหมาะกับการผลิตสินค้าเพื่อเก็บไว้เป็นสต็อก แต่เนื่องด้วยสินค้าจำพวกโยเกิร์ตนั้นมีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาการรอคอยบรรจุ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อ

คุณภาพของสินค้า ดังนั้นเมื่อใช้หลักการวางแผนแบบไปข้างหน้าอาจส่งผลให้ระยะเวลารอคอยการบรรจุอาจมีค่ามากกว่ามาตรฐานที่กำหนดได้

2. ปัจจุบันการวางแผนทำบนโปรแกรม Excel โดยการใช้ช่องตารางของโปรแกรมเป็นระยะเวลาทุก 30 นาที จากนั้นจึงทำการวางแผนการผลิตสินค้าแต่ละตัวตั้งแต่ขั้นตอนการผสม การหมักจนเป็นเนื้อโยเกิร์ต และสิ้นสุดที่กระบวนการบรรจุ ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะทำแบบแมนนวลด้วยพนักงานเพียงคนเดียว เนื่องจากการใช้ช่วงเวลาในการผลิตเป็นทุกๆ 30 นาทีจึงทำให้มีช่องว่างของการทำงานค่อนข้างมากและการวางแผนการผลิตไม่สอดคล้องกับการทำงานจริง นอกจากนี้ยังเป็น การเพิ่มโอกาสในการใช้จุดเทส่วนผสมพร้อมกันมากขึ้น อันส่งผลให้พนักงานต้องตัดสินใจเองว่า จะต้องผลิตสินค้าชนิดใดก่อน ระหว่างโยเกิร์ตบรรจุถ้วยหรือโยเกิร์ตบรรจุขวด กรณีที่การตัดสินใจนั้น ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุได้

3. พนักงานต้องตัดสินใจเวลาในการทำความสะดวกเครื่องจักรเอง เนื่องจากเครื่องจักร แต่ละตัวมีรอบการทำงานความสะดวกที่ไม่เท่ากัน และแต่ละรอบก็มีเวลาเริ่มนับที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความซับซ้อนและยุ่งยากในการจัดการแผนการทำงานสะดวกกับเครื่องจักรทุกตัวที่ใช้ในการผลิต กรณีที่มีการความสะดวกหรือที่เรียกว่าการความสะดวกด้วยความถี่ที่มากกว่ากำหนดจะเป็นการสิ้นเปลืองสารเคมีที่และพลังงานที่ใช้ในการความสะดวกระบบทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ส่วน ถ้ามีการความสะดวกในความถี่ที่น้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ จะทำให้สินค้าที่ผลิตมีความเสี่ยงในด้านการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากสินค้าเป็นอาหาร โดยสาเหตุที่พนักงานต้องตัดสินใจเองนั้น เนื่องจากการวางแผนไม่ได้ระบุเวลาการความสะดวกไว้ในแผนการผลิต เพราะในการวางแผน ยังขาดเครื่องมือที่ช่วยจัดการข้อจำกัดในการผลิต ที่แตกต่างกันในแต่ละเครื่องจักร ทำให้การจัดการ ด้วยวิธีแมนนวลนั้นยังไม่สามารถพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

4. ในด้านการใช้เวลาในการสร้างแผนการผลิตนาน รวมถึงการที่พนักงานที่ทำหน้าที่วางแผน มีเพียงคนเดียวนั้น เนื่องจากว่าในกระบวนการผลิตมีข้อจำกัดที่หลากหลาย ทั้งในด้านกำลังการผลิตของเครื่องจักร รวมถึงข้อกำหนดด้านการความสะดวกของเครื่องจักร ทำให้ผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิตได้นั้น จำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจกระบวนการผลิตเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการที่มีข้อกำหนดเยอะประกอบกับเป็นการสร้างแผนด้วยวิธีแมนนวล จึงใช้เวลาในการทำงานนาน

5. เนื่องจากพบว่ามี การรอคอยของเครื่องจักร ผู้ทำการวิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบกำลังการผลิตของทั้งสายการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและสายการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด พบว่ากำลังการผลิตของบริษัทยังสามารถรองรับกับความต้องการของตลาดในปัจจุบันได้ ดังนั้นสาเหตุของการรอคอยจึงมาจากการจัดการแผนการผลิต โดยไม่ได้มีสาเหตุมาจากกำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอ

3.7 แนวทางแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่า สาเหตุหลักๆ ที่ทำให้การวางแผนกระบวนการผลิตใช้ระยะเวลานาน เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุรวมถึงการที่โยเกิร์ตอยู่ในถังรอบรรจุมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดนั้น เนื่องจาก ข้อจำกัดในการผลิตที่มีความซับซ้อนและในการวางแผนยังขาดหลักการที่เหมาะสมรวมถึงเครื่องมือที่จะมาช่วยในการทำงาน ดังนั้นสิ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาในการวางแผนการผลิตนี้ คือระบบการวางแผนการผลิต ที่ช่วยสามารถจัดการกับข้อจำกัดที่มีได้ โดยที่คุณภาพของสินค้ายังอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

สำหรับปัญหาของการที่โยเกิร์ตอยู่ในถังบรรจุนานกว่ามาตรฐานที่กำหนดนั้นพบว่าในปัจจุบันใช้หลักการวางแผนแบบไปข้างหน้าซึ่งเหมาะกับการผลิตเพื่อทำเป็นสต็อกสินค้า แต่ไม่เหมาะกับการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตที่มีข้อกำหนดเรื่องระยะเวลาการรอคอยการบรรจุ ดังนั้นควรเปลี่ยนหลักการวางแผนการผลิตเป็นแบบย้อนกลับประกอบกับการประยุกต์ใช้หลักการจ่ายงานแบบ EDD เพื่อช่วยในการเรียงลำดับงานเนื่องจากในการผลิตมีระยะเวลาการทำงานมากกว่าเวลาการรอคอยและมีกำหนดส่งมอบงานที่เป็นลำดับชัดเจน

ในด้านการจ่ายจัดการกับข้อจำกัดในการผลิตนั้น เนื่องจากปัจจุบันทำด้วยพนักงานเพียงคนเดียว ประกอบกับข้อจำกัดที่มีอย่างหลากหลายทั้งในด้านการใช้งานเครื่องจักรและข้อกำหนดเรื่องการทำความสะดวก ซึ่งจะพบว่าสิ่งที่มาช่วยในการจัดการกับข้อกำหนดเหล่านี้ คือระบบที่สามารถช่วยในการพิจารณาข้อกำหนดต่างๆ แล้วแสดงผลออกมาเป็นตารางการผสม และตารางการทำความสะดวกของเครื่องจักรต่างๆ

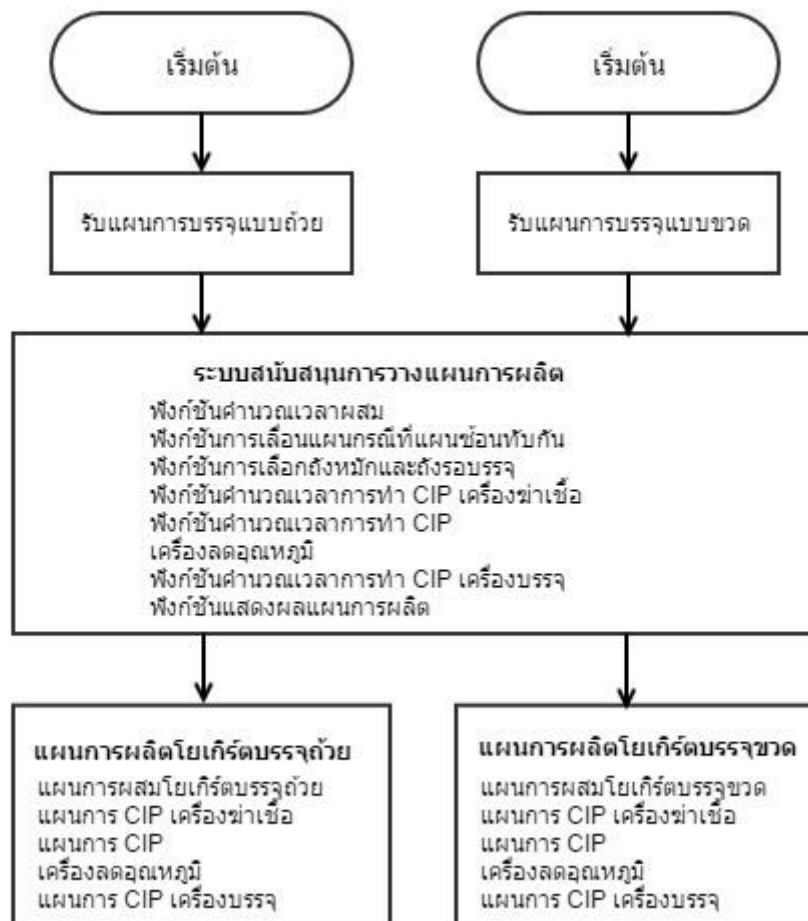
ดังนั้นแนวทางแก้ไขปัญหของกระบวนการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตครั้งนี้ การประยุกต์ใช้หลักการวางแผนแบบย้อนกลับกับหลักการจ่ายงานแบบ EDD โดยสร้างมาเป็นระบบการวางแผนการผลิต

4. การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิต

ในบทนี้จะทำการปรับปรุงหลักการวางแผนการผลิตใหม่ โดยนำหลักการวางแผนการผลิตแบบย้อนกลับ (Backward scheduling) และหลักการจ่ายงานแบบ EDD มาทดสอบการใช้งานและประยุกต์ใช้ เพื่อนำไปสร้างระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

4.1 ภาพรวมของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

เมื่อได้หลักการที่คาดว่าจะนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิตแล้ว จากนั้นจึงทำการออกแบบภาพรวมของระบบการวางแผนเพื่อจะได้ทราบองค์ประกอบว่าจะต้องมีฟังก์ชันการทำงานเป็นอย่างไร และผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการวางแผนจะประกอบไปด้วยข้อมูลอะไรบ้าง

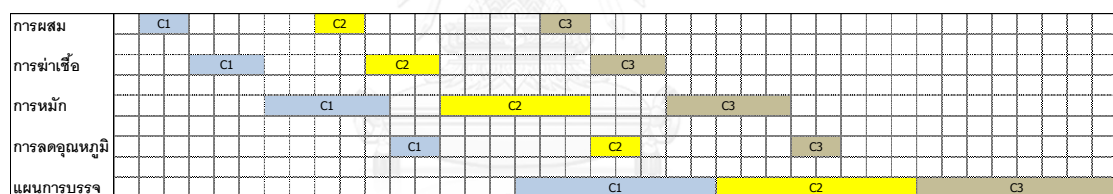


รูปที่ 11 หลักการทำงานโดยรวมของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

จากรูปที่ 11 ทำให้ทราบว่า ในการใช้งานระบบวางแผนการผลิตโยเกิร์ตนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูล 2 อย่างคือแผนการบรรจุของโยเกิร์ตชนิดถ้วยและแผนการบรรจุโยเกิร์ตชนิดขวด จากนั้นระบบการวางแผนซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานย่อยๆ เช่น การคำนวณเวลาผสม, การคำนวณเวลาการทำความสะอาด ของเครื่องจักรต่างๆ เป็นต้น จะทำการประมาณผลการคำนวณด้วยหลักเกณฑ์ที่ถูกกำหนด แล้วแสดงออกมาในรูปของแผนการผลิต ซึ่งแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการผสมและแผนการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ถูกใช้งาน

จะเห็นได้ว่าในการสร้างระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตนั้น จะเป็นการประกอบขึ้นจากฟังก์ชันต่างๆ เพื่อให้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยฟังก์ชันดังกล่าวจะถูกคำนวณภายใต้หลักการการทำงานของ Backward scheduling และการจ่ายงานแบบ EDD ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตในงานวิจัยนี้

หลักการจ่ายงานแบบ EDD ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยครั้งนี้ คือการเรียงลำดับของงานตามเวลาการส่งมอบ โดยจะทำการผลิตสินค้าที่ต้องทำการบรรจุก่อน ซึ่งจะใช้ข้อมูลจากแผนการบรรจุเป็นฐานข้อมูลในการพิจารณา จากนั้นจึงทำการวางแผนย้อนกลับจากเวลาบรรจุเพื่อคำนวณหาเวลาที่ต้องทำการผสม ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ตัวอย่างการใช้หลัก EDD และ Backward scheduling

จากรูปที่ 12 เป็นตัวอย่างการทำงานของหลักการ EDD และ Backward scheduling ที่ใช้ในการทำงาน โดยสีแต่ละสีแสดงถึง Batch ที่ใช้ในการผลิต เริ่มต้นจากการเรียงลำดับงานตามเวลาส่งมอบโดยจะพบว่าสินค้า C1 จะทำการบรรจุก่อน จากนั้นตามด้วยสินค้า C2 และ C3 ตามลำดับ

เมื่อได้เวลาในการบรรจุของแต่ละ Batch แล้วขั้นตอนต่อไปคือการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาเวลาการเริ่มผสม โดยจะทำการคำนวณย้อนขึ้นไปทีละขั้นตอนการผลิตเช่น เมื่อทราบเวลาการบรรจุจึงคำนวณหาเวลาการลดอุณหภูมิ แล้วหาเวลาในการหมัก ฆ่าเชื้อ จนทราบเวลาการผสม เป็นต้น ซึ่ง จะทำการคำนวณกับทุก Batch ที่ทำการผลิต ทั้งที่เป็นโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด

ทั้งนี้การทำงานด้วยระบบการวางแผนการผลิตนี้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความต้องการผลิตมีค่าน้อยกว่ากำลังการผลิตสูงสุดของกระบวนการ

4.2 การทดสอบหลักการวางแผนการผลิตแบบย้อนกลับ และการจ่ายงานแบบ EDD

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการวางแผนการผลิตแล้ว พบว่าหลักการที่คาดว่าจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาคือการประยุกต์ใช้หลักการวางแผนการผลิตแบบย้อนกลับและการจ่ายงานแบบ EDD ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบหลักการวางแผนการผลิตดังกล่าว ซึ่งถือว่าเป็นหลักการสำคัญที่จะใช้ในการสร้างระบบการวางแผนการผลิต

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดลองประยุกต์ใช้หลักการวางแผนด้วยวิธีแบบแมนนวล ซึ่งจะทำให้การวางแผนผลิตด้วยโปรแกรม Microsoft Excel และวางแผนการผลิตแยกเป็น 3 ขั้นตอนย่อยคือการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยเพียงอย่างเดียว การวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดเพียงอย่างเดียว และขั้นตอนสุดท้ายคือการรวมแผนของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวดเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการจัดการเครื่องจักรที่เป็นจุดรวม ซึ่งก็คือจุดเทผสมที่มีเพียงชุดเดียว

ปัจจุบันบริษัทที่ทำการวิจัยมีประเภทโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยอยู่ 3 ชนิดคือ C-Type 1 (Cup), C-Type 2 (Light) และ C-Type 3 (Liquid) ซึ่งแต่ละชนิดนั้นจะใช้ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนที่ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 15 จะพบว่าโดยรวมแล้วระยะเวลาที่ใช้จะแตกต่างกันในขั้นตอนการผสม การหมักและขั้นตอนการบรรจุ อันเนื่องมาจากความแตกต่างของสูตรที่ใช้ สำหรับข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 15 นั้น จะคำนวณที่ขนาด Batch size 10 ต้นการผลิต

ตารางที่ 15 เวลาในการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยแต่ละชนิด

ชนิดผลิตภัณฑ์	การผสม (ชม.)	การฆ่าเชื้อ (ต้น/ชม.)	เวลาการหมัก (ชม.)	การลดอุณหภูมิ (ต้น/ชม.)	การบรรจุ (ต้น/ชม.)
C-Type 1 (Cup)	2:00	4.2	7:00	6.2	1.25
C-Type 2 (Light)	1:30	4.2	6:00	6.2	1.25
C-Type 3 (Liquid)	1:30	4.2	5:00	6.2	1.33

สำหรับในการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวดนั้น มีชนิดของโยเกิร์ตอยู่ 2 ลักษณะคือ นมเปรี้ยวสูตรปกติและนมเปรี้ยวสูตรน้ำตาลน้อย ซึ่งทั้ง 2 ประเภทนี้มีระยะเวลาในการผลิตที่เท่ากัน เพียงแต่แตกต่างกันในเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ในส่วนของขนาดการบรรจุนั้น ปัจจุบันมีการบรรจุที่ 140 มล. และ 340 มล. โดยใช้เครื่องบรรจุเครื่องเดียวกัน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เวลาในการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดแต่ละชนิด

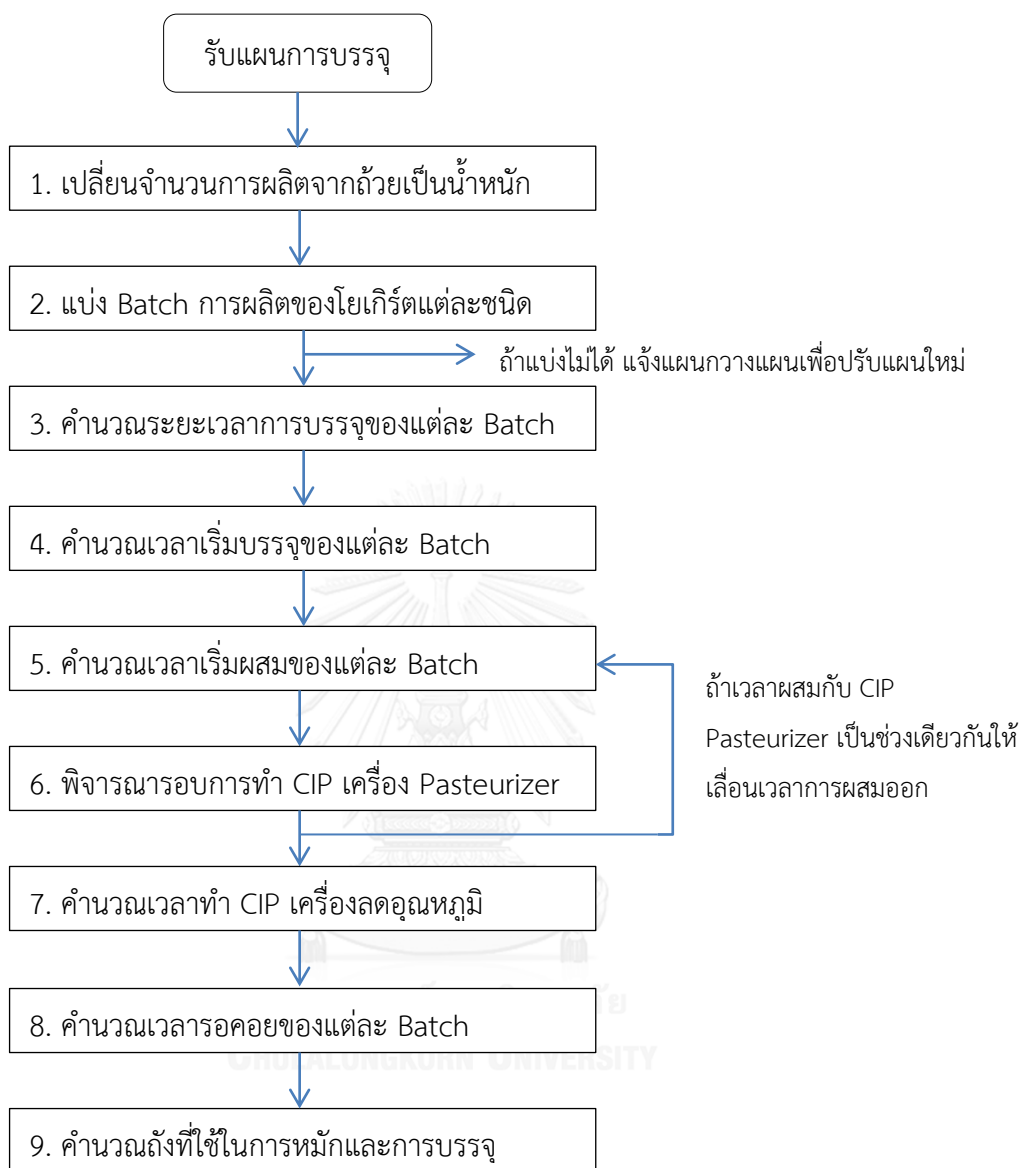
ชนิดผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาผสม (ชม.)	อัตราการฆ่าเชื้อ (ตัน/ชม.)	ระยะเวลาการหมัก (ชม.)	การลดอุณหภูมิ (ตัน/ชม.)	การปรับรสชาติ (ชม.)	การบรรจุ (ตัน/ชม.)
สูตรปกติและสูตรน้ำตาลน้อย 140 มล.	1:30	4.2	5:30	6.2	1:00	1.25
สูตรปกติและสูตรน้ำตาลน้อย 340 มล.	1:30	4.2	5:30	6.2	1:00	2.00

สำหรับข้อกำหนดเรื่องการทำความสะอาดของแต่ละเครื่องจักรนั้น แสดงดังตารางที่ 17 ตารางที่ 17 ข้อกำหนดในการทำความสะอาดเครื่องจักร

เครื่องจักร	ความถี่ในการทำความสะอาด	ระยะเวลาการทำความสะอาด
ถังผสม	ทุก 24 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง
ชุดฆ่าเชื้อ	ทุก 24 ชั่วโมง	3.5 ชั่วโมง
ถังหมัก	ทุกครั้งที่ใช้งาน	2.0 ชั่วโมง
ชุดทำความเย็น	ทุก 24 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง
ถังบรรจุ	ทุกครั้งที่ใช้งาน	2.0 ชั่วโมง
เครื่องบรรจุถ้วย	ทุก 24 ชั่วโมง	5.5 ชั่วโมง
เครื่องบรรจุขวด	ทุก 48 ชั่วโมง	4.0 ชั่วโมง

หลังจากที่ทราบข้อกำหนดในการผลิตของสินค้าทั้ง 2 ประเภทและข้อจำกัดในเรื่องการทำความสะอาดเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงในการวางแผนการผลิตเพิ่มเติมคือ อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันระหว่างการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้พบว่าจุดผสมเป็นจุดที่ใช้ร่วมกันของทั้งสองผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการวางแผนการผลิตจึงพิจารณาอย่างถี่ถ้วนในเรื่องของเวลาการผสม เพื่อป้องกันเวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ทับซ้อนกัน เมื่อทราบข้อจำกัดต่างๆ ที่ต้องพิจารณาในการวางแผนการผลิตแล้ว จึงทำการวางแผน

4.2.1 การวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยเพียงอย่างเดียว โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 13 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยเพียงอย่างเดียว

1. เปลี่ยนจำนวนการผลิตจากถ้วยเป็นน้ำหนักรผลิต โดยพิจารณาขนาดบรรจุ ปริมาณเนื้อผลไม้ รวมถึงการสูญเสียระหว่างการผลิต ตัวอย่างการคำนวณเช่น โยเกิร์ตบรรจุถ้วยรสชาติสตอเบอร์รี่สูตรปกติ น้ำหนักบรรจุ 105 กรัม มีเนื้อผลไม้ 15% และมีการสูญเสียระหว่างการผลิตที่ 4.5% จะมีเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องเตรียมสำหรับการวางแผนผสมคือ

$$\begin{aligned} \text{เนื้อโยเกิร์ตที่ต้องเตรียม} &= 105 \text{ ก.} \times 85\% \text{ (เนื้อโยเกิร์ตในถ้วย)} \times 1.045 \text{ (การสูญเสีย)} \\ &= 93.27 \text{ ก.} \end{aligned}$$

คำนวณลักษณะดังกล่าวในทุกรสชาติแล้วรวมเป็นเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องทำการเตรียมในแต่ละประเภทของเนื้อโยเกิร์ต คือ C-Type 1 (Cup), C-Type 2 (light) และ C-Type 3 (liquid)

2. แบ่งจำนวนการผลิตที่เป็นน้ำหนักร เป็น Batch การผลิตโดยขั้นต่ำคือ 5 ตันและไม่เกิน 10 ตัน อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของกระบวนการผลิต โดยพิจารณาแยกเป็นแต่ละประเภทของเนื้อโยเกิร์ต กรณีที่เนื้อโยเกิร์ตที่ต้องเตรียมมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณขั้นต่ำที่สามารถทำได้หรือน้อยกว่า 5 ตัน ให้ทำการแจ้งแผนวางแผน เพื่อทำการปรับแผนการผลิตใหม่
3. คำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการบรรจุแต่ละ Batch โดยพิจารณาชนิดของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอัตราการบรรจุสินค้าแต่ละชนิดไม่เท่ากันเช่น C-Type 1 (Cup) และ C-Type 2 (Light) จะทำการบรรจุที่อัตรา 1.25 ตันต่อชั่วโมง ในขณะที่ C-Type 3 (Liquid) จะทำการบรรจุที่ 1.33 ตันต่อชั่วโมง
4. จัดลำดับงานแบบ EDD โดยพิจารณาจากแผนการบรรจุและคำนวณเวลาเริ่มบรรจุของแต่ละ Batch โดยพิจารณาระยะเวลาในการบรรจุของแต่ละ Batch และเงื่อนไขของการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ ซึ่งสำหรับเครื่องบรรจุของโยเกิร์ตชนิดถ้วยจะทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง และใช้เวลาครั้งละ 5.5 ชั่วโมง
 - ในการนับระยะเวลาที่ต้องทำการทำความสะอาด จะนับตั้งแต่เริ่มการบรรจุจนระยะเวลาการบรรจุรวมถึง 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะทำความสะอาดด้วยเวลา 5.5 ชั่วโมง
 - เมื่อเสร็จการทำความสะอาดแล้วถึงจะสามารถเริ่มการผลิตต่อได้ แล้วนับเวลาไปอีก 24 ชั่วโมงจึงทำการทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่ง
 - ในการวางแผนการบรรจุนั้นจะเริ่มวางแผนจาก Batch แรกที่เริ่มทำการบรรจุ จากนั้น Bath ถัดไปจะทำการบรรจุหลังจาก Batch แรกบรรจุเสร็จแล้ว
 เวลาเริ่มบรรจุของ $Batch_n = \text{เวลาเริ่มบรรจุของ } Batch_{n-1} + \text{ระยะเวลาการบรรจุของ } Batch_{n-1}$
5. หลังจากที่ได้เวลาเริ่มบรรจุของแต่ละ Batch แล้ว ทำการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาเวลาเริ่มผสมของแต่ละ Batch โดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิตโยเกิร์ตแต่ละชนิด, ขนาดของ Batch size รวมถึงเวลาเพื่อที่ให้โยเกิร์ตพร้อมสำหรับการบรรจุก่อนเวลาบรรจุจริงประมาณ 3.5 ชั่วโมง
 เวลาเริ่มผสมของ $Batch_n = \text{เวลาเริ่มบรรจุของ } Batch_n - \text{ระยะเวลาการผลิตของ } Batch_n - \text{ระยะเวลาเพื่อ (ในที่นี้คือ 3.5 ชั่วโมง)}$
6. ทำการตรวจสอบระยะเวลาการทำงานของเครื่อง Pasteurizer ซึ่งเครื่องจะถูกใช้งานหลังจากทำการผสมเสร็จ โดยระยะเวลาที่สามารถใช้งานเครื่อง Pasteurizer ได้คือภายใน

- 24 ชั่วโมงนับจากที่ทำความสะอาดครั้งก่อนหน้า กรณีที่เวลาผสมกับเวลาในการทำความสะอาดเครื่อง Pasteurizer อยู่ในช่วงเดียวกัน จะทำการเลื่อนเวลาการผสมออกไปจนกว่าการทำความสะอาดจะแล้วเสร็จ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะใช้เวลา 3.5 ชั่วโมง
7. คำนวณเวลาทำการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ โดยเครื่องจักรจะต้องทำความสะอาดทุกรอบการใช้งานเมื่อครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละครั้งจะใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง
8. คำนวณ เวลารอคอยของการผลิตในแต่ละ Batch

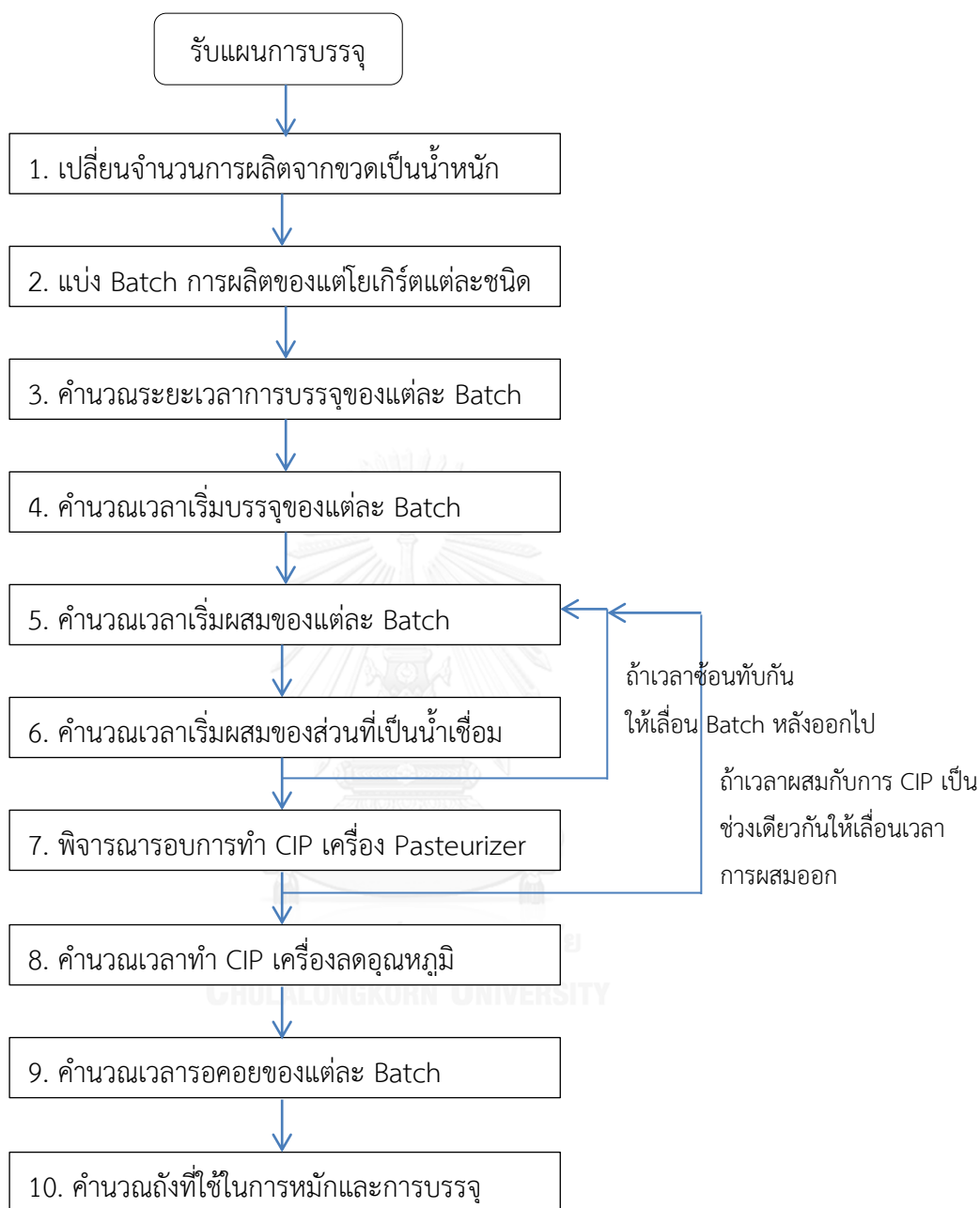
$$\text{เวลารอคอย} = d_j - p_j$$

โดย d_j คือกำหนดส่งมอบของงาน j (ในที่นี้คือเวลาเริ่มการบรรจุ)

p_j คือเวลาพร้อมบรรจุของ Batch j (ในที่นี้คือเวลารอกการบรรจุ)

9. คำนวณถังที่ใช้ในการหมักและการบรรจุ โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ถึงในแต่ละขั้นตอน ระยะเวลาในการทำความสะอาดหลังจากใช้งานเสร็จ ในปัจจุบันถึงสำหรับการหมักและการบรรจุของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย มีทั้งหมด 6 ถัง ซึ่งแต่ละถังเมื่อใช้แต่ละขั้นตอนเสร็จแล้วจะต้องมีการทำความสะอาด โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จึงจะสามารถใช้ถังนั้นๆ สำหรับ Batch ถัดไปได้

4.2.2 การวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 14 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดเพียงอย่างเดียว

โดยรวมแล้วการวางแผนจะคล้ายกับของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย เพียงแต่จะต่างตรงที่การผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้นประกอบด้วยส่วนผสมหลัก 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องทำการหมักและอีกส่วนหนึ่งคือน้ำเชื่อม ในอัตราส่วนอย่างละ 50:50 ซึ่งเวลาในการผสมจะไม่พร้อมกัน โดยส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมจะเริ่มทำการผสมเมื่อส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตอยู่ในขั้นตอนการหมักแล้วได้ค่าความเปรี้ยว

และ pH ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือเข้าสู่การหมักแล้วประมาณ 4 ชั่วโมง สำหรับขั้นตอนการวางแผน โยเกิร์ตบรรจุขวดเป็นดังนี้

1. เปลี่ยนคำสั่งผลิตจากจำนวนขวดที่ต้องการเป็นน้ำหนักโยเกิร์ตที่ต้องเตรียม โดยต้องคำนึงถึงขนาดการบรรจุ ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์และการสูญเสียระหว่างการผลิต ตัวอย่างการคำนวณเช่น นมเปรี้ยวสูตรปกติ ขนาดบรรจุ 340 มล. ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ 1.033 ก./มล. และมีการสูญเสียระหว่างการผลิต 2.5% ปริมาณเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องเตรียมสำหรับขวดนี้คือ

$$\begin{aligned}\text{เนื้อโยเกิร์ตที่ต้องเตรียม} &= 340 \text{ มล.} \times 1.033 \text{ ก./มล.} \times 1.025 \text{ (การสูญเสีย)} \\ &= 360 \text{ กรัมต่อขวด}\end{aligned}$$

2. แบ่งเป็น Batch การผลิตโดยแยกระหว่างนมเปรี้ยวสูตรปกติและสูตรน้ำตาลน้อย สำหรับขนาดการผลิตขั้นต่ำคือ 7 ตันและสูงสุดไม่เกิน 10 ตัน อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของกระบวนการผลิต
3. คำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการบรรจุของแต่ละ Batch โดยพิจารณาจากขนาดการบรรจุ เนื่องจากอัตราการบรรจุของแต่ละขนาดของผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน สำหรับอัตราการบรรจุของขวดขนาด 140 มล. คือ 1.25 ตันต่อชั่วโมงและของขนาดบรรจุ 340 มล. คือ 2 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากันทั้งนมเปรี้ยวสูตรปกติและสูตรหวานน้อย
4. จัดลำดับงานแบบ EDD และคำนวณหาเวลาที่เริ่มการบรรจุของแต่ละ Batch โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการบรรจุ รวมถึงข้อกำหนดในการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ ซึ่งสำหรับการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด จะทำความสะอาดเครื่องบรรจุทุก 48 ชั่วโมง และระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้งคือ 4 ชั่วโมง

$$\text{เวลาเริ่มบรรจุของ Batch}_n = \text{เวลาเริ่มบรรจุของ Batch}_{n-1} + \text{ระยะเวลาการบรรจุของ Batch}_{n-1}$$

5. เมื่อได้เวลาในการเริ่มบรรจุของแต่ละ Batch แล้ว ทำการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาเวลาการผสมของแต่ละ Batch โดยพิจารณาจากขนาด Batch size ที่ทำการผลิต รวมถึงระยะเวลาเพื่อที่โยเกิร์ตมีพร้อมสำหรับการบรรจุก่อนที่จะทำการบรรจุจริงประมาณ 3.5 ชั่วโมง

$$\text{เวลาเริ่มผสมของ Batch}_n = \text{เวลาเริ่มบรรจุของ Batch}_n - \text{ระยะเวลาการผลิตของ Batch}_n - \text{ระยะเวลาเพื่อ (ในที่นี้คือ 3.5 ชั่วโมง)}$$

6. เนื่องจากในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด การผสมจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตกับส่วนที่เป็นน้ำเชื่อม ดังนั้นต้องทำการคำนวณเวลาเริ่มผสมส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมด้วย โดยจะ

ทำหลังจากที่ส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตเข้าสู่ขั้นตอนการหมักไปแล้ว 4 ชั่วโมง ถ้าเพิ่มเวลาการผสมส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมของทุก Batch แล้วทำให้ขั้นตอนการผสมมีบาง Batch ที่มีเวลาซ้อนทับกัน ให้ขยับเวลาผสมของ Batch ที่เริ่มผสมหลังออกไป โดยจะทำการผสมเมื่อ Batch ก่อนหน้าผสมเสร็จแล้ว จากนั้นคำนวณระยะเวลาพร้อมบรรจุของแต่ละ Batch ใหม่

$$\text{เวลาในการผสมส่วนที่เป็นน้ำเชื่อม} = \text{เวลาเริ่มหมักส่วนเนื้อโยเกิร์ต} + 4 \text{ ชั่วโมง}$$

7. พิจารณาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ โดยเครื่องจักรสามารถใช้งานได้ ภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากเริ่มใช้งานครั้งแรก จากนั้นต้องทำการทำความสะอาดซึ่งจะใช้ระยะเวลา 3.5 ชั่วโมง

- กรณีที่เวลาในการผสมกับการทำความสะอาดอยู่ในช่วงเดียวกัน ให้ทำการเลื่อนเวลาการผสมออกไป จนกว่าการทำความสะอาดจะแล้วเสร็จ

8. คำนวณระยะเวลาในการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ ซึ่งเครื่องจักรสามารถใช้งานได้ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากเริ่มใช้งานครั้งแรก สำหรับระยะเวลาในการทำความสะอาดแต่ละครั้งคือ 1.5 ชั่วโมง

9. คำนวณ เวลารอคอยของการผลิตในแต่ละ Batch

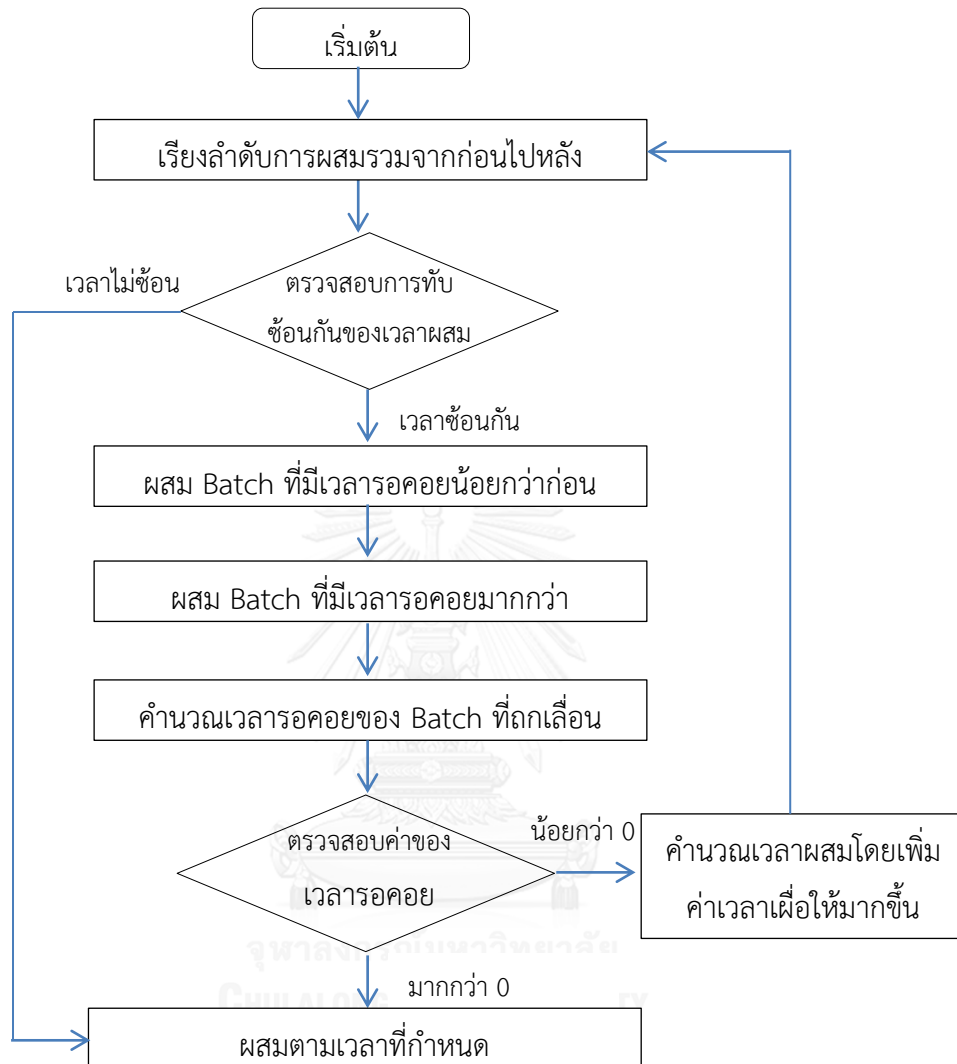
$$\text{เวลารอคอย} = dj - pj$$

โดย dj คือกำหนดส่งมอบของงาน j (ในที่นี้คือเวลาเริ่มการบรรจุ)

pj คือเวลาพร้อมบรรจุของ Batch j (ในที่นี้คือเวลารอการบรรจุ)

10. คำนวณการเลือกใช้ถัง ของขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการบรรจุของทุก Batch ซึ่งถึงที่สามารถใช้ได้ทั้งหมด 7 ถังและหลังจากใช้งานในแต่ละขั้นตอนแล้ว ต้องทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงก่อนถึงจะสามารถใช้ถังนี้ในขั้นตอนต่อไปได้

4.2.3 การรวมแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวดเข้าด้วยกัน หลังจากเมื่อได้เวลาในการผสมของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาการใช้ทรัพยากรในการผลิตร่วมกันคือ จุดเทพสม (hopper) ซึ่งปัจจุบันมีเพียงจุดเดียว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาลำดับการใช้งานอย่างรอบคอบ เพราะถ้ามีการจัดลำดับการผลิตที่ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้เกิดการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุได้ โดยขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การวางแผนการผลิตรวม

1. เรียงลำดับการผสมของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด จากเวลาเริ่มผสมเร็วสุดไปช้าสุด
2. กรณีที่พบว่าเวลาการผสมมีการทับซ้อนกันกับ Batch อื่นๆ จะทำการเปรียบเทียบเวลารอคอยโดยจะทำการผลิต Batch ที่มีเวลารอคอยน้อยกว่าก่อนแล้วจึงทำการผสม Batch ที่มีเวลารอคอยมากกว่า
3. คำนวณเวลารอคอยใหม่เพื่อตรวจสอบว่าเมื่อมีการเลื่อนเวลาการผสมออกไปแล้ว ยังสามารถเตรียมเนื้อโยเกิร์ตสำหรับการบรรจุได้ทันหรือไม่ รวมถึงเป็นการตรวจสอบระยะเวลาการรอคอยการบรรจุไม่ให้นานกว่ามาตรฐานที่ได้กำหนด ซึ่งในปัจจุบันกำหนดไว้ไม่เกิน 5 ชั่วโมง

4. กรณีที่พบว่าเวลารอคอยใน Batch นั้นๆมีค่าน้อยกว่า 0 หมายความว่าเครื่องบรรจุจะเกิดการรอคอย อันเนื่องมาจากไม่มีโยเกิร์ตพร้อมสำหรับบรอการบรรจุ ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ลักษณะดังกล่าว จะทำการแก้ไขโดยเพิ่มเวลาเผื่อของ Batch นั้นๆ ให้มากขึ้น จากเดิมที่กำหนดไว้ที่ 3.5 ชั่วโมง ให้เป็นค่าอื่นที่มีค่ามากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เวลาเริ่มผสมเร็วขึ้นและได้โยเกิร์ตสำหรับการบรรจุเร็วขึ้น จากนั้นทำการตรวจสอบ เวลารอคอย ซ้ำ

หลังจากได้หลักการวางแผนการผลิตแล้ว จากนั้นจึงทำการทดสอบหลักการดังกล่าว โดยได้ทดลองกับการผลิตจริง และมีผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการใช้หลักการวางแผนผลิตกับโยเกิร์ตบรรจุขวด

ชื่อผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเริ่มการผสม	เวลารอคอย (ชม:นท)
D1 Drink 0% Original - WM	4.1	20/03/2016 19:43	2:05
D2 Drink 0% Strawberry -WM	4.1	20/03/2016 23:49	3:44
D3 Drink 0% Lychee -WM	4.1	21/03/2016 3:55	4:08
D4 Drink 0% Original -WM	5	21/03/2016 8:13	*5:38
D5 Drink 0% Strawberry -WM	4.1	21/03/2016 16:26	3:37
D6 Drink light Original -WM	4.6	21/3/2016 22:20	3:49
D7 Drink 0% Lychee -WM	4.1	22/03/2016 23:03	3:30
D8 Drink Llight Original -WM	3.6	23/03/2016 7:02	4:54
D9 Drink Llight Original -WM	3.5	23/03/2016 11:12	3:35
D10 Drink 0% Original -WM	4.1	23/3/2016 13:52	3:36
D11 Drink 0% Strawberry -WM	4.1	23/03/2016 17:31	4:18
D12 Drink 0% Lychee - WM	4.1	23/03/2016 20:55	4:29

เวลารอคอย เฉลี่ย

3:57

จากผลการทดลองใช้หลักการวางแผนแบบย้อนกลับและหลักการจ่ายงานแบบ EDD บนการวางแผนของโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวดนั้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยอยู่ที่ 3:57 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง สำหรับค่าเวลารอคอยของ D4 Drink 0% Original ที่มีค่าอยู่ที่ 5:38 ชั่วโมงนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องบรรจุเสีย ทำให้เวลาเวลารอคอยเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งในที่นี้จะไม่ถือว่าเป็นเกิดจากการหลักการวางแผนที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 19 ผลการใช้หลักการวางแผนผลิตกับโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ชื่อผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเริ่มการผสม	เวลารอคอย
C1 C-Type 3 (Liquid)	10	20/03/2016 22:00	2:50
C2 C-Type 3 (Liquid)	7	21/03/2016 7:48	2:20
C3 C-Type 3 (Liquid)	6.8	21/03/2016 12:03	4:00
C4 C-Type 1 (Cup)	7.4	21/03/2016 15:26	4:41
C5 C-Type 2 (Light)	10	22/03/2016 2:19	3:42
C6 C-Type 3 (Liquid)	8	22/03/2016 12:07	3:37
เวลารอคอยเฉลี่ย			3:31

จากตารางที่ 19 พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด คือน้อยกว่า 5 ชั่วโมงในทุก Batch ที่ทำการผลิต

ผลการทดลองวางแผนด้วยขั้นตอนใหม่ที่พัฒนาขึ้น พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยที่ได้ของทั้งการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดมีค่าที่ไม่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดคือไม่มากกว่า 5 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังไม่พบการรอคอยของเครื่องบรรจุซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการวางแผน จึงสรุปได้ว่าหลักการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง จากนั้นได้นำหลักการวางแผนไปพัฒนาเป็นระบบการวางแผนการผลิต โดยใช้ VBA ในโปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากพบว่าการวางแผนด้วยวิธีแมนนวลนั้นใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน อันเนื่องมาจากความซับซ้อนของข้อจำกัดที่ต้องทำการวิเคราะห์และพิจารณา

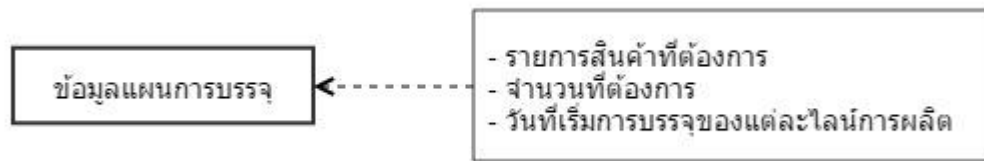
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 หลักการทำงานของฟังก์ชันในระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

หลังจากที่ได้ทดสอบหลักการวางแผนที่ใช้หลักการวางแผนแบบย้อนกลับและการจ่ายงานแบบ EDD ไปแล้ว พบว่าหลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตได้ ดังนั้นในขั้นตอนต่อไป คือการจัดทำระบบการวางแผนเพื่อช่วยในการทำงานดังกล่าว ซึ่งฟังก์ชันในการทำงานโดยรวม ได้กล่าวไว้แล้วดังในรูปที่ 11 ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายหลักการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ที่ประกอบจนเป็นระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตขึ้นมา

4.3.1 ขั้นตอนการรับเข้าแผนการบรรจุ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการรับข้อมูลที่จะนำมาประมวลผล ซึ่งข้อมูลหลักที่ทางแผนการผลิตได้รับจากแผนกวางแผนคือ แผนการบรรจุที่มีการระบุรายการสินค้า, จำนวนสินค้าที่ต้องการในแต่ละรายการ รวมถึงวันที่เริ่มบรรจุของแต่ละสายการผลิต ซึ่งแบ่งเป็นโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด ดังแสดงในรูปที่ 18



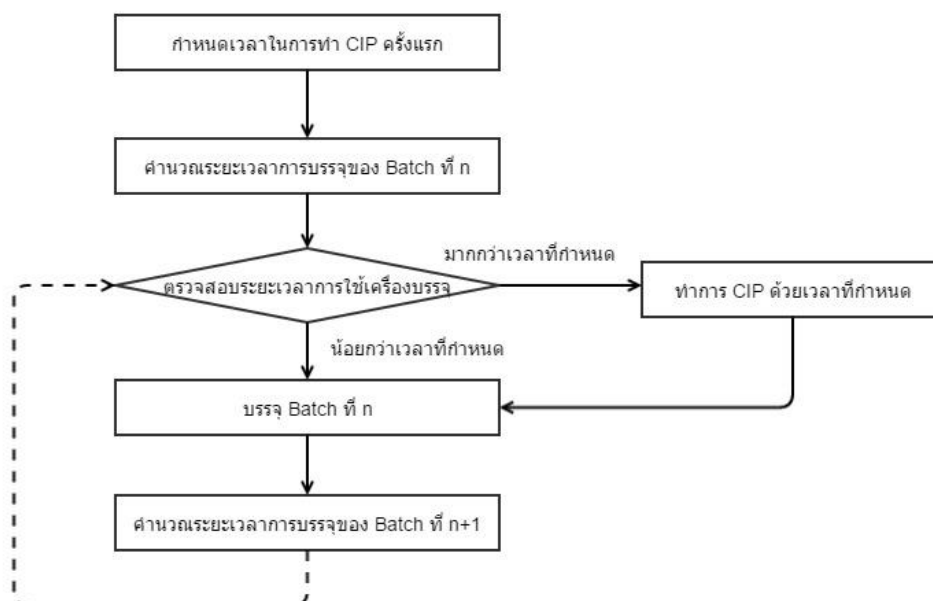
รูปที่ 18 ขั้นตอนการรับแผนการบรรจุ

หลังจากที่ข้อมูลนำเข้าที่เป็นแผนการบรรจุ ได้รับจากแผนกวางแผนแล้ว ระบบการวางแผนการผลิตจะคำนวณเป็นปริมาณเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องการผสมให้ โดยได้เพื่อการสูญเสียจากการผลิต และหักปริมาณเนื้อผลไม้ (ถ้ามี) ตามที่ได้ถูกกำหนดไว้ แต่ระบบไม่ได้ทำการแบ่งเป็น Batch การผลิตให้ เนื่องจากขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิต ดังนั้นขั้นตอนการแบ่งเป็น Batch การผลิตจึงยังเป็นหน้าที่ของผู้ทำการวางแผนอยู่

4.3.2 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ

เนื่องจากการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตนี้ใช้การวางแผนแบบย้อนกลับเพื่อต้องการควบคุมระยะเวลาบรรจุของโยเกิร์ต ดังนั้นจุดเริ่มต้นในการคำนวณเรื่องเวลา จะเริ่มที่ขั้นตอนการบรรจุ แล้วจึงคำนวณย้อนกลับมาเพื่อหาเวลาการผสม โดยระยะเวลาบรรจุที่เครื่องบรรจุชนิดถ้วยสามารถใช้งานได้คือ 24 ชั่วโมงจากนั้นต้องทำการทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 5.5 ชั่วโมง ส่วนเครื่องบรรจุชนิดบรรจุขวดนั้นจะสามารถใช้งานได้ 48 ชั่วโมง จากนั้นต้องทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง

สำหรับขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชันนี้จะเป็นคำนวณแบบวน loop ดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 ขั้นตอนการพิจารณาการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ

จากรูปที่ 19 จะพบว่าในการกำหนดเวลาทำการความสะอาดนั้น จะพิจารณาระยะเวลาการใช้งานสะสมแล้วไปเทียบกับมาตรฐานการใช้งานที่กำหนดไว้ ถ้าพบว่าระยะเวลาการใช้งานสะสมมากกว่าค่าที่กำหนด ระบบจะให้ทำความสะอาดก่อนที่จะเริ่มบรรจุ Batch นั้นๆ แล้วคำนวณลักษณะเดียวกันจนถึง Batch สุดท้ายของการผลิต ซึ่งผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้จะป็นระยะเวลาการทำความสะอาดของเครื่องบรรจุทั้งโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวด รวมถึงเวลาเริ่มบรรจุของแต่ละ Batch

4.3.3 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาผสม

หลังจากที่ได้ระยะเวลาเริ่มบรรจุของแต่ละ Batch แล้วขั้นตอนต่อไปคือการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาเวลาการผสมเบื้องต้นของแต่ละไลน์การผลิต ที่แยกเป็นโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ซึ่งในที่นี่จะมีการเผื่อเวลาให้โยเกิร์ตพร้อมสำหรับการบรรจุล่วงหน้าประมาณ 3.5 ชั่วโมง เพื่อรองรับกรณีที่เครื่องบรรจุผลิตได้เร็วกว่าที่ประมาณการไว้ โดยเวลาเผื่อที่กำหนดไว้ 3.5 ชั่วโมงยังไม่เกินมาตรฐานที่บริษัทกำหนดไว้ที่ 5 ชั่วโมง

เวลาการผสมของ Batch ที่ $n =$ เวลาเริ่มบรรจุของ $Batch_n -$ ระยะเวลาการผลิตของ $Batch_n -$ ระยะเวลาเผื่อ (ในที่นี้คือ 3.5 ชั่วโมง)

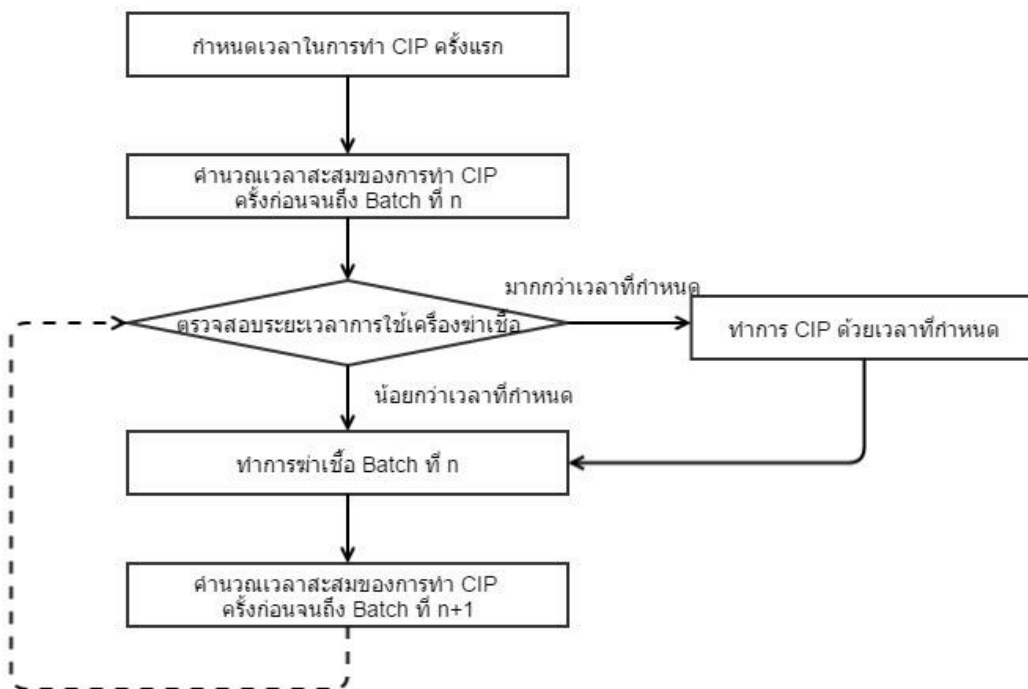
สำหรับผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้คือเวลาการผสมเบื้องต้นของแต่ละ Batch โดยที่พิจารณาแยกระหว่างการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด

4.3.4 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ

เมื่อทราบเวลาทำการผสมของแต่ละ Batch ระหว่างการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคำนวณเพื่อหาเวลาในการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งถือเป็นสถานีนานลำดับถัดไปจากขั้นตอนการผสม จากข้อมูลในอดีตพบว่าสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุ เนื่องมาจากระยะเวลาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งยังไม่ถูกระบุไว้ในแผนการผลิต

สำหรับข้อกำหนดของการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อคือ สามารถใช้งานได้ภายใน 24 ชั่วโมง จากนั้นต้องทำการทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 3.5 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการพิจารณาดังรูปที่ 19 ซึ่งจะมีลักษณะการพิจารณาล้ายกับขั้นตอนการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ เพียงแต่เป็นการคำนวณระยะเวลาสะสมของงานที่เข้าเทียบกับเวลาการทำความสะอาดครั้งล่าสุด

ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้คือเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องฆ่าเชื้อของทั้งสายการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด



รูปที่ 20 ขั้นตอนการพิจารณาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ

4.3.5 ฟังก์ชันการเลื่อนแผนผสมกรณีใช้เวลาซ้อนทับกัน

สำหรับฟังก์ชันนี้จะช่วยในด้านการขยับเวลาผสม กรณีที่พบว่าเวลาผสมนั้นอยู่ในช่วงเวลาเดียวกับการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งจะมีปัญหาในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด เนื่องจากในกระบวนการผลิตจะมีการผสม 2 รอบสำหรับการผลิตสินค้า 1 Batch คือจะทำการผสมส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตก่อน จากนั้นจึงทำการผสมส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมหลังจากส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตทำการหมักไปแล้ว 4 ชั่วโมง

ในการผลิตจะให้ความสำคัญกับเวลาการทำความสะอาดก่อน เนื่องจากมีผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้นกรณีที่เวลาผสมอยู่ในช่วงเวลาเดียวกับการทำความสะอาดจะทำการเลื่อนเวลาผสมออกไปจนกว่าจะทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อเสร็จ

ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้คือ เวลาการผสมที่ไม่ซ้อนทับกับการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ

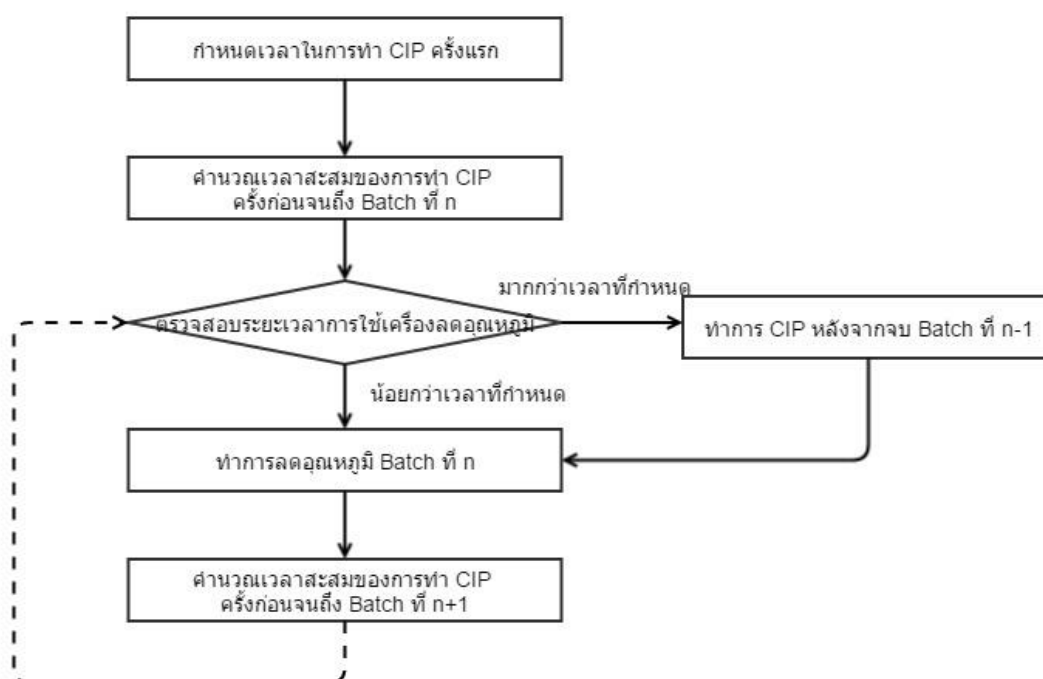
4.3.6 ฟังก์ชันการคำนวณเวลาการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ

หลังจากที่ได้เวลาการผสมที่ไม่ซ้อนทับกับการทำความสะอาดของเครื่องฆ่าเชื้อทั้งในการผลิตโยเกิร์ต บรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคำนวณเวลาในการทำความสะอาด

สะอาดของเครื่องลดอุณหภูมิ โดยข้อกำหนดการใช้งานของเครื่องลดอุณหภูมินั้น จะสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องภายใน 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงทำความสะอาดด้วยระยะเวลาประมาณ 1.5 ชั่วโมง

สำหรับหลักการพิจารณาการทำความสะอาดของเครื่องลดอุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 21 ซึ่งจะเป็นการคำนวณระยะเวลาการใช้งานสะสมของเครื่องจักร กรณีที่พบว่าระยะเวลาสะสมในการใช้งาน Batch ถัดไป (Batch ที่ n) จะมากกว่ามาตรฐานที่กำหนด ระบบจะให้ทำความสะอาดหลังจากจบการใช้เครื่องจักรใน Batch ก่อนหน้า (Batch ที่ n-1) และจะทำการพิจารณาในลักษณะนี้จนจบการผลิต

ผลลัพธ์ของการทำงานในขั้นตอนนี้คือ ระยะเวลาการทำความสะอาดของเครื่องลดอุณหภูมิของทั้งการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด



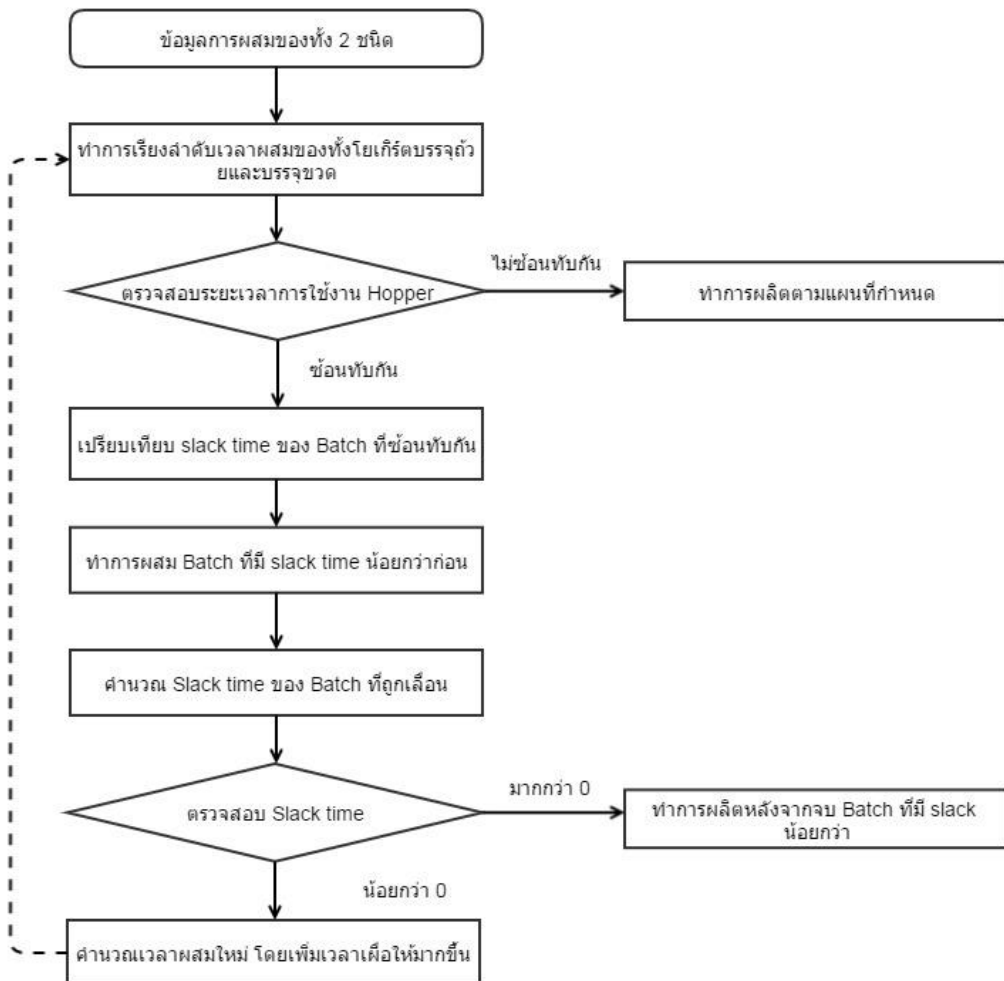
รูปที่ 21 ขั้นตอนการพิจารณาการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ

4.3.7 ฟังก์ชันการเลือกใช้ถังหมักและถังรอบบรรจุ

ขั้นตอนนี้จะเป็นการให้ระบบทำการเลือกถังสำหรับขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการรอบบรรจุ โดยถังสำหรับการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยจะมีทั้งหมด 6 ถัง และถังสำหรับโยเกิร์ตบรรจุขวดมีทั้งหมด 7 ถัง โดยระบบจะทำการเลือกถังในการใช้งานให้

4.3.8 ฟังก์ชันการรวมแผนการผลิตระหว่างโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด

เมื่อได้ระยะเวลาการผสมของทั้งโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดแล้ว ในขั้นตอนต่อไป จะเป็นการรวมแผนการผลิตของทั้ง 2 ชนิดเข้าด้วยกัน เพื่อทำการพิจารณาการใช้งานจุดเหมาะสม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกันในกระบวนการผลิต โดยหลักการทำงานของฟังก์ชันนี้แสดงดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 ขั้นตอนการพิจารณาการรวมแผนผลิต

จากรูปที่ 22 จะพบว่าขั้นตอนการรวมแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้น จะใช้หลักการพิจารณาค่าเวลารอคอยของ Batch การผลิตที่มีเวลาผสมซ้อนทับกัน โดยจะทำการผสม Batch ที่มีค่าเวลารอคอยน้อยกว่าก่อน จากนั้นจึงทำการคำนวณเวลารอคอยของ Batch ที่ถูกเลื่อนออก เพื่อตรวจสอบว่าการผลิต Batch นั้นๆ ว่าทันกับเวลาการบรรจุหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่ทัน จะทำการคำนวณเวลาผสมใหม่ โดยผู้วางแผนจะต้องเพิ่มเวลาเพื่อในการผลิต Batch นั้นให้มากขึ้น

กว่าเดิม แล้วระบบจะทำการคำนวณให้อีกครั้ง ซึ่งผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้คือ เวลาการผสมที่ไม่ซ้อนทับกันของทั้งการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ต บรรจุขวด

สำหรับตัวอย่างหลักการพิจารณาการเลื่อนเวลาผสมกรณีที่มีช่วงผสมซ้อนทับกัน แสดงดังรูปที่ 23 โดยจะพบว่าเวลาในการผสมของ C1 และ D2 มีเวลาผสมพร้อมกัน และทั้ง 2 batch มีระยะเวลาในการผลิตที่เท่ากัน ทำให้เข้าสู่กระบวนการรอการบรรจุที่ใกล้เคียงกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ C1 นั้นจะทำการบรรจุช้ากว่า C2 ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบเวลารอคอยของทั้ง 2 Batch แล้วจะพบว่า D2 นั้นมีระยะเวลารอคอยการบรรจุที่สั้นกว่า C1 จึงทำการผลิต D2 ก่อนแล้วจึงค่อยตามด้วย C1

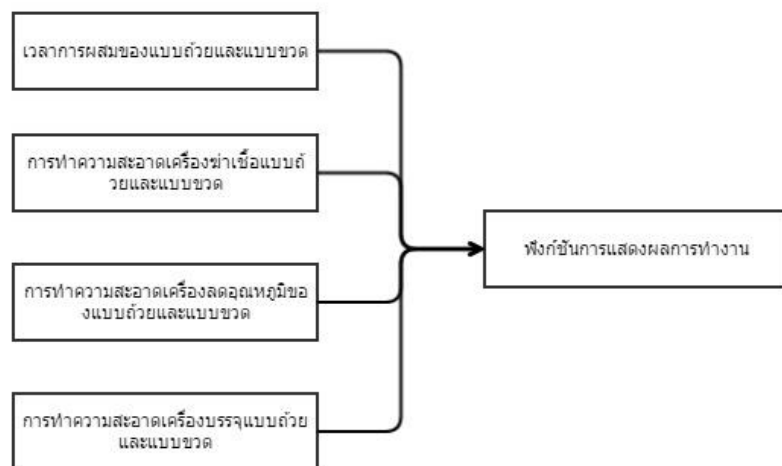
โดยผลของการจัดตารางงานลักษณะนี้จะช่วยทำให้ทั้ง C1 และ D2 ไม่เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุ อันเป็นหัวใจสำคัญของการวางแผนการผลิต

การผสม Cup	C1 (ผสม)		C1 (รอบรรจุ)	← รอคอย 1 →	C1 (บรรจุ)		
การผสม Drink	D2 (ผสม)		D2 (รอบรรจุ)	← รอคอย 2 →	D2 (บรรจุ)		
การผสมรวม	D2 (ผสม)	C1 (ผสม)	D2 (รอบรรจุ)	C1 (รอบรรจุ)			

รูปที่ 23 ตัวอย่างการจัดการแผน กรณีเวลาผสมซ้อนทับกัน

4.3.9 ฟังก์ชันการแสดงผล

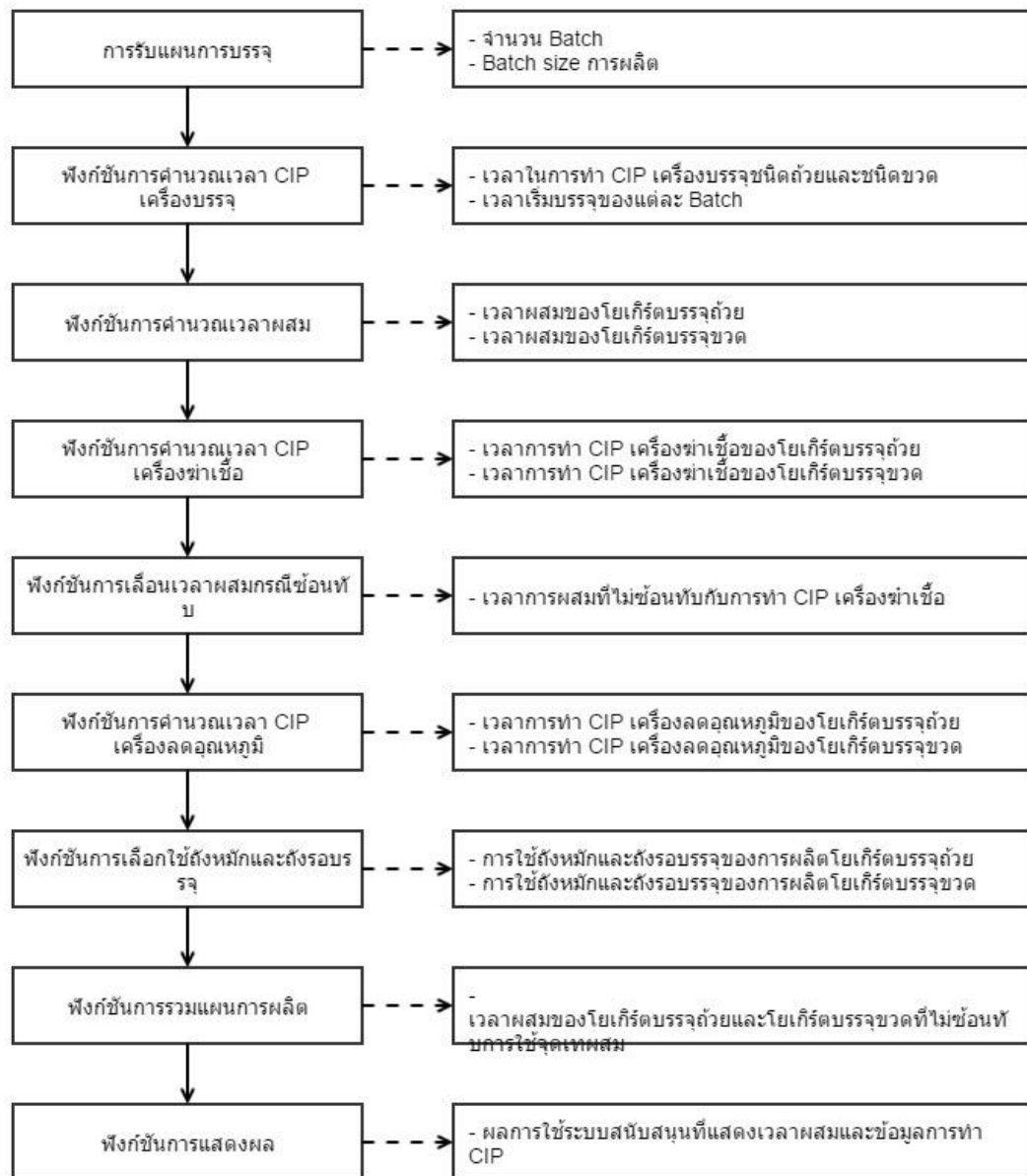
ขั้นตอนนี้จะเป็นการดึงข้อมูลที่ระบบการวางแผนการผลิตได้ทำการคำนวณไว้ แล้วแสดงออกมาในรูปแบบของตารางสำหรับใช้งาน โดยจะแสดงสินค้าที่ต้องทำการผลิต, ขนาด Batch size, เวลาทำการผสม รวมถึงข้อมูลการทำความสะอาดของเครื่องบรรจุ, เครื่องฆ่าเชื้อและเครื่องลดอุณหภูมิ



รูปที่ 24 การทำงานของฟังก์ชันการแสดงผล

4.4 การรวมระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

หลังจากที่ได้พัฒนาฟังก์ชันการทำงานย่อยๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการรวมเป็นระบบการวางแผนการผลิต โดยจะพบว่าขั้นตอนการไหลของข้อมูลเป็นดังรูปที่ 25



รูปที่ 25 ขั้นตอนการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

4.5 การสร้างระบบการวางแผนการผลิตโดยใช้ VBA ใน Microsoft Excel

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ใช้การเขียนฟังก์ชันการทำงาน VBA ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อช่วยในการจัดการข้อจำกัดต่างๆ ของการผลิต เช่นเวลาในการทำความสะอาดของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงการจัดการเวลาผสมที่จุดเวสต์ดิบซึ่งใช้ร่วมกันในการผลิตของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องใส่ในระบบสนับสนุนการวางแผนการผลิตคือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน และจำนวนชั่วโมงที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้ก่อนจะทำความสะอาด รวมถึงระยะเวลาที่ต้องใช้ในการทำความสะอาดแต่ละครั้ง ซึ่งจะเป็นข้อมูลชุดเดียวกับกับข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนก่อนหน้านี้ สำหรับฟังก์ชันที่ใช้ VBA ในการช่วยวางแผนการผลิตประกอบด้วย

1. การจัดการตารางเวลาทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
2. การเลือกใช้ถังหมักและถังบรรจุของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
3. การจัดการตารางเวลาทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
4. การจัดการตารางเวลาทำความสะอาดเครื่องบรรจุของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด
5. การจัดลำดับการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและบรรจุขวด รวมถึงการช่วยจัดการกรณีที่เวลาในการผสมของโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิดซ้อนทับกัน

หลักการการทำงานของ VBA ในโปรแกรม Microsoft Excel นั้นจะนำมาจากหลักการที่ได้ทำการทดสอบมาแล้วก่อนหน้ามาเขียน ในส่วนการใช้งานนั้นงานนั้น ผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิตจำเป็นต้องใส่ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตเช่น

- เวลาที่ต้องการเริ่มบรรจุ
- ชื่อผลิตภัณฑ์, จำนวนที่ต้องการ, หน่วยของผลิตภัณฑ์เช่นเป็นถ้วยเดียวหรือเป็นแพ็ค 4
- ในส่วนหัวข้อ เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี) จะใช้ในกรณีที่พบว่าการผลิตจริงกับแผนมีค่าแตกต่างกันมากกว่า 2 ชั่วโมง ซึ่งจะใส่ใน Batch ที่ยังไม่ได้ทำการผลิต โดยคำนวณหาเวลาเริ่มบรรจุของของ Batch นั้นๆ กรณีที่ไม่ได้ใส่ค่าใดๆ ไว้เวลาในการผลิตระบบจะคำนวณต่อเนื่องจากเวลาเริ่มการบรรจุ

- จำนวนรวมโยเกิร์ต ในช่องนี้โปรแกรมจะคำนวณจำนวนรวมของเนื้อโยเกิร์ตแต่ละชนิดที่ต้องทำการผสม โดยจะแบ่งเป็น C-Type 1 (Cup), C-Type 2 (Light) และ C-Type 3 (Liquid)
- Batch โยเกิร์ตที่ใช้ ผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิต ต้องระบุว่าเป็นสินค้านั้นๆ จะใช้เนื้อโยเกิร์ตของ Batch ไตในการบรรจุ โดยจะอ้างอิงข้อมูลการแบ่ง Batch การผลิตตามรูปที่ 26

Production Plan Cup yoghurt							
เวลาเริ่มบรรจุ	21/3/2016 9:30						
ลำดับการผลิต	ชื่อผลิตภัณฑ์	รูปแบบ	จำนวน	หน่วยการผลิต	เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)	จำนวนรวมโยเกิร์ต	Bath โยเกิร์ตที่ใช้
1	Cup POP&GO Original 105g.	x4	7,680	pack 4		3.41	C1
2	Cup POP&GO Pineapple 105g.	x4	5,760	pack 4		5.97	C1
3	Cup POP&GO Pineapple 105g.	x1	37,800	cup		10.16	C2
4	Cup POP&GO Original 105g.	x1	54,000	cup		16.15	C3
5	Cup POP&GO Strawberry 105g.	x4	5,760	pack 4		18.71	C3
6	Cup POP&GO Strawberry 105g.	x1	40,500	cup		23.20	C3
7	Cup Nata de coco 105g.	x4	6,300	pack 4		2.35	C4
8	Cup Nata de coco 105g.	x1	24,300	cup		4.62	C4
9	Cup Strawberry 105g.	x1	12,150	cup		5.82	C4
10	Cup Strawberry 105g.	x4	2,700	pack 4		6.88	C4
11	Cup Light Strawberry 105g.	x4	6,750	pack 4		2.61	C5
12	Cup Light Strawberry 105g.	x1	20,250	cup		4.56	C5
13	Cup Light Original 105g.	x1	20,250	cup		6.78	C5
14	Cup Light Original 105g.	x4	6,300	pack 4		9.55	C5

รูปที่ 26 หน้ารับข้อมูลของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

คำนวณแผนการผลิต

Batch การผลิต	ชนิดโยเกิร์ต	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเพื่อ (ถ้ามี)
C1	C-Type 3 (Liquid)	10.00	
C2	C-Type 3 (Liquid)	7.00	
C3	C-Type 3 (Liquid)	6.20	
C4	C-Type 1 (Cup)	6.90	
C5	C-Type 2 (Light)	9.60	
C6	C-Type 3 (Liquid)	7.40	
C7			
C8			
C9			
C10			
C11			

รูปที่ 27 ตัวอย่างการแบ่ง Batch การผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

- ชนิดโยเกิร์ต ผู้วางแผนต้องระบุชนิดของเนื้อโยเกิร์ตรวมถึง Batch size ที่จะทำการผสม โดยพิจารณาจากจำนวนรวมโยเกิร์ต ดังภาพก่อนหน้า

- เวลาเพื่อ (ถ้ามี) จะถูกใช้ในกรณีที่เมื่อใช้ระบบการวางแผนการผลิตแล้วพบว่าบาง Batch ที่เวลารอคอยมีค่าเป็นศูนย์ หรือหมายความว่า Batch นั้นๆ จะทำให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุ เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมเนื้อโยเกิร์ตนั้น ไม่ทันกับเวลาในการบรรจุของผลิตภัณฑ์ โดยถ้าไม่มีการระบุค่าเวลาใดๆ ในช่องนี้ ระบบจะคำนวณว่าโยเกิร์ตจะเสร็จก่อนเวลาเริ่มบรรจุที่ 3.5 ชั่วโมง

สำหรับการใส่ข้อมูลของโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้นก็คล้ายกับโยเกิร์ตบรรจุถ้วย โดยจะต้องมีการระบุข้อมูลดังต่อไปนี้

- เวลาที่ต้องการเริ่มการบรรจุ
- ชื่อผลิตภัณฑ์และขนาดการบรรจุ
- เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี) และเวลาเพื่อ จะใช้หลักการเดียวกับการวางแผนของโยเกิร์ต

บรรจุถ้วย

Production Plan Drinking yoghurt

เวลาเริ่มบรรจุ

21/3/2016 9:30



คำนวณแผนการผลิต

Batch การผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	ขนาดบรรจุ	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)	เวลาเพื่อ (ปรับแยก)
D1	Drink 0% Original	340 ml.	8		
D2	Drink 0% Strawberry	340 ml.	8		
D3	Drink 0% Lychee	340 ml.	8		
D4	Drink 0% Original	140 ml.	10		
D5	Drink 0% Strawberry	140 ml.	8		
D6	Drink Light Original	140 ml.	9		
D7	Drink 0% Lychee	140 ml.	8		
D8	Drink Light Original	340 ml.	7		
D9	Drink Light Original	340 ml.	7		
D10	Drink 0% Original	340 ml.	8		
D11	Drink 0% Strawberry	340 ml.	8		
D12	Drink 0% Lychee	340 ml.	8		

รูปที่ 28 หน้ารับข้อมูลของโยเกิร์ตบรรจุขวด

เมื่อทำการสั่งให้ระบบทำงานโดยการคลิกที่ คำนวณแผนการผลิตแล้ว ระบบการวางแผนการผลิตจะทำการคำนวณเวลาการผสมจนถึงเวลาที่ต้องทำความสะอาดเครื่องจักรแต่ละตัวให้ โดยข้อมูลที่แสดงให้ผู้ใช้งานทราบ ประกอบด้วย

- ชนิดโยเกิร์ตและขนาดของ Batch ที่จะทำการผสม

- เวลาเริ่มผสม
- ถังที่ใช้ในการหมักและการบรรจุ
- เวลาเริ่มผสม, เวลาเริ่มการบรรจุ
- เวลารอคอยเพื่อใช้ในการพิจารณากรณีที่แผนการผสมมีการใช้จุดผสมพร้อมๆ กัน

ระหว่างการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด

- เวลาทำความสะอาดเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

แผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย			ภาพรวมการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย					
Batch การผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ลิตร)	การผสม			การบรรจุ		
			เริ่ม	ถึงที่ใช้หมัก	ถึงสำหรับรอการบรรจุ	เวลาที่พร้อมบรรจุ	เวลาบรรจุ	Slack time (ชม.)
1	C1 C-Type 3 (Liquid)	10.0	20/3/2016 19:30	1	2	21/3/2016 6:00	21/3/2016 9:30	3:30
2	C2 C-Type 3 (Liquid)	7.0	21/3/2016 4:13	3	5	21/3/2016 13:31	21/3/2016 17:01	3:30
3	C3 C-Type 3 (Liquid)	6.2	21/3/2016 9:48	4	6	21/3/2016 18:46	21/3/2016 22:16	3:30
4	C4 C-Type 1 (Cup)	6.9	21/3/2016 11:41	1	3	21/3/2016 23:26	22/3/2016 2:56	3:30
5	C5 C-Type 2 (Light)	9.6	21/3/2016 23:07	2	4	22/3/2016 10:27	22/3/2016 13:57	3:30
6	C6 C-Type 3 (Liquid)	7.4	22/3/2016 8:41	5	1	22/3/2016 18:08	22/3/2016 21:38	3:30

รูปที่ 29 หน้าแสดงผลการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

แผนการผลิตนมเปรี้ยวบรรจุขวด			ภาพรวมการผลิตนมเปรี้ยวบรรจุขวด					
Batch การผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ลิตร)	การผสม			การบรรจุ		
			เริ่ม	ถึงที่ใช้หมัก	ถึงสำหรับรอการบรรจุ	เวลาที่พร้อมบรรจุ	เวลาบรรจุ	Slack time (ชม.)
1	D1 Drink 0% Original WM	4.1	20/3/2016 18:43	1	3	21/3/2016 6:00	21/3/2016 9:30	3:30
2	D2 Drink 0% Strawberry WM	4.1	20/3/2016 22:49	2	5	21/3/2016 10:06	21/3/2016 13:36	3:30
3	D1 Drink 0% Original SY	4.1	21/3/2016 1:12	1	3			
4	D3 Drink 0% Lychee WM	4.1	21/3/2016 2:55	4	7	21/3/2016 14:12	21/3/2016 17:42	3:30
5	D2 Drink 0% Strawberry SY	4.1	21/3/2016 5:43	2	5			
6	D4 Drink 0% Original WM	5.1	21/3/2016 6:16	6	2	21/3/2016 18:21	21/3/2016 21:48	3:26
7	D3 Drink 0% Lychee SY	4.1	21/3/2016 9:24	4	7			
8	D4 Drink 0% Original SY	5.1	21/3/2016 13:41	6	2			
9	D5 Drink 0% Strawberry WM	4.1	21/3/2016 15:11	1	3	22/3/2016 2:27	22/3/2016 5:57	3:30
10	D6 Drink Light Original WM	4.6	21/3/2016 21:20	4	6	22/3/2016 9:01	22/3/2016 12:31	3:30
11	D5 Drink 0% Strawberry SY	4.1	21/3/2016 22:26	1	3			
12	D6 Drink Light Original SY	4.6	22/3/2016 3:56	4	6			
13	D7 Drink 0% Lychee WM	4.1	22/3/2016 5:06	5	1	22/3/2016 16:22	22/3/2016 19:52	3:30
14	D7 Drink 0% Lychee SY	4.1	22/3/2016 11:34	5	1			
15	D8 Drink Light Original WM	3.6	22/3/2016 12:33	7	4	22/3/2016 23:25	23/3/2016 2:26	3:00

รูปที่ 30 หน้าแสดงผลการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวด

เวลาการ CIP เครื่องฆ่าเชื้อ

ครั้งที่	เวลาเริ่ม CIP	เวลา CIP เสร็จ	ทำการ CIP เมื่อ
ครั้งที่ 1	20/3/2016 15:00	20/3/2016 18:30	ก่อนเริ่มการผลิต
ครั้งที่ 2	21/3/2016 15:19	21/3/2016 18:49	หลังจบ C4
ครั้งที่ 3	22/3/2016 12:34	22/3/2016 16:04	หลังจบ C6
ครั้งที่ 4			
ครั้งที่ 5			
ครั้งที่ 6			
ครั้งที่ 7			

เวลาการ CIP เครื่องลดความเย็น

ครั้งที่	เวลาเริ่ม CIP	เวลา CIP เสร็จ	ทำการ CIP หลังจบ
ครั้งที่ 1	21/3/2016 0:23	21/3/2016 1:53	ก่อนเริ่มการผลิต
ครั้งที่ 2	21/3/2016 23:26	22/3/2016 0:56	หลังจบ C4
ครั้งที่ 3	22/3/2016 18:33	22/3/2016 20:03	หลังจบ C6
ครั้งที่ 4			
ครั้งที่ 5			
ครั้งที่ 6			
ครั้งที่ 7			

รูปที่ 31 เวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย



เวลาการ CIP เครื่องฆ่าเชื้อ

ครั้งที่	เวลาเริ่ม CIP	เวลา CIP เสร็จ	ทำการ CIP หลังจบ
ครั้งที่ 1	20/3/2016 14:13	20/3/2016 18:03	ก่อนเริ่มการผลิต
ครั้งที่ 2	21/3/2016 17:39	21/3/2016 21:29	D5 Drink 0% Strawberry WM
ครั้งที่ 3	22/3/2016 20:46	23/3/2016 0:36	D8 Drink Light Original SY
ครั้งที่ 4	23/3/2016 15:55	23/3/2016 19:45	D12 Drink 0% Lychee SY
ครั้งที่ 5			
ครั้งที่ 6			
ครั้งที่ 7			

เวลาการ CIP เครื่องลดความชื้น

ครั้งที่	เวลาเริ่ม CIP	เวลา CIP เสร็จ	ทำการ CIP เมื่อ
ครั้งที่ 1	20/3/2016 23:40	21/3/2016 1:30	ก่อนเริ่มการผลิต
ครั้งที่ 2	22/3/2016 1:27	22/3/2016 3:17	D5 Drink 0% Strawberry
ครั้งที่ 3	22/3/2016 22:25	23/3/2016 0:15	D8 Drink Light Original
ครั้งที่ 4	23/3/2016 17:14	23/3/2016 19:04	D12 Drink 0% Lychee
ครั้งที่ 5			
ครั้งที่ 6			
ครั้งที่ 7			

รูปที่ 32 เวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

4.6 การประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตกับการผลิตจริง

เมื่อได้ระบบการวางแผนการผลิตโดยการใช้ VBA ในโปรแกรม Microsoft Excel แล้ว จากนั้นจึงทำการทดลองนำระบบการวางแผนที่ได้ ไปทดลองใช้กับแผนการผลิตจริง โดยจะทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบในหัวข้อต่อไปนี้

1. ระยะเวลาในการสร้างแผนผลิต
2. ระยะเวลาการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุ
3. เวลาการผสมตามแผนกับเวลาในการทำงานจริง
4. เวลาการรอคอยที่ได้จากการใช้ระบบการวางแผนการผลิต
5. เวลาในการทำความสะอาดของแต่ละเครื่องจักร โดยเทียบระหว่างเวลาตามแผนและเวลาทำความสะอาดจริง
6. การใช้งานระบบการวางแผนผลิตโดยผู้มีความรู้เบื้องต้น

ในการใช้งานระบบการวางแผนการผลิตนั้น จะต้องมีการอัปเดตข้อมูลการผลิตอยู่เป็นระยะๆ เพื่อให้เวลาสำหรับการผสมนั้นมีค่าใกล้เคียงกับการทำงานจริง เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อเวลาผสมวัตถุดิบนั้นคือเวลาในการบรรจุ เพราะทางบริษัทกำหนดมาตรฐานในการทำงานไว้ว่า ระยะเวลาที่โยเกิร์ตอยู่ในถังเพื่อรอการบรรจุนั้น ไม่ควรมีระยะเวลามากกว่า 5 ชั่วโมง ดังนั้นในการใช้งานจึงกำหนดความถี่ในการตรวจสอบแผนการผลิตอยู่ที่วันละ 4 ครั้ง โดยระยะห่างของแต่ละครั้งคือ 3 ชั่วโมง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เวลา 8.30 น.

ครั้งที่ 2 เวลา 11.30 น.

ครั้งที่ 3 เวลา 14.30 น.

ครั้งที่ 4 เวลา 17:30 น.

กรณีที่พบว่าการบรรจุจริงนั้นมีการทำงานที่เร็วหรือช้ากว่าที่ได้วางแผนไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง จะทำการปรับแผนของ Batch ถัดไปที่ยังไม่ได้เริ่มการผสม โดยทำการใส่ค่าเวลาเริ่มบรรจุของ Batch ถัดไปที่ไม่ได้ผสม ในช่อง “เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)” จากนั้นให้ระบบทำการคำนวณเวลาเริ่มผสมใหม่อีกครั้ง

กรณีที่แผนการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างที่เริ่มทำการผสมไปแล้วบางส่วน จะทำการคำนวณปริมาณเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องการใหม่และแบ่งเป็น Batch size ที่ต้องการผลิต จากนั้นทำการคำนวณเวลาเริ่มบรรจุของ Batch ที่ยังไม่ได้ทำการผสม แล้วนำเวลาที่ได้ไปใส่ในช่อง “เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)” เพื่อให้ระบบทำการคำนวณเวลาในการผสมอีกครั้งหนึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตนั้นจะเกิดขึ้นจาก 2 กรณีคือ

1. จากการตรวจสอบแผนการผลิต แล้วพบว่าการทำงานจริงนั้นมีความล่าช้าหรือเร็วกว่าแผนที่ได้กำหนดไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องปรับเปลี่ยนเพื่อให้เวลาในการผสมนั้นมีความถูกต้องและแม่นยำ สำหรับเวลา 2 ชั่วโมงนั้นมาจากในการสร้างแผนได้กำหนดให้โยเกิร์ตพร้อมสำหรับการบรรจุล่วงหน้าประมาณ 3.5 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อมีการล่าช้ากว่าแผนที่ได้กำหนดไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง ก็จะไม่ก่อให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุ

2. เมื่อมีข้อมูลการบรรจุใหม่ เนื่องจากความต้องการของสินค้ามีการเปลี่ยนแปลง ทำให้ต้องมีการปรับเพื่อแผนการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าว

กรณีที่ต้องมีการปรับแผนการผลิตระหว่างการทำงานนั้น สิ่งที่ต้องพิจารณานั้น ประกอบด้วย การใช้ทรัพยากรในการผลิตขณะนั้นๆ รวมถึงข้อมูลการผลิตของสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเช่น เวลาในการผลิต ขนาดการผลิต เพื่อใช้ในการคำนวณเวลาการผสมใหม่

5. ผลการทดลอง

ในการทดลองใช้ระบบการวางแผนการผลิตนี้ ได้ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบการวางแผนการผลิตโดยการเปรียบเทียบในหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 ระยะเวลาในการสร้างแผนการผลิต

จากการเก็บข้อมูลพบว่ากรณีการจัดทำแผนการผลิตด้วยวิธีแมนนวลและใช้ผู้ที่มีความเข้าใจกระบวนการผลิตเป็นอย่างดี จะใช้เวลาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4 ชั่วโมง ส่วนการวางแผนด้วยวิธีใช้ระบบการวางแผนการผลิต จะใช้ระยะเวลาประมาณ 25 นาที สาเหตุที่วิธีการวางแผนแบบแมนนวลใช้เวลาค่อนข้างนานนั้น เนื่องจากความซับซ้อนของข้อจำกัดในการผลิต เช่นเครื่องจักรมีหลายตัว แต่ละตัวมีระยะเวลาในการทำงานและข้อกำหนดในด้านการทำความสะอาดไม่เท่ากัน นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าแต่ละชนิดก็ไม่เท่ากันอีกด้วย

กรณีใช้ผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ด้านการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตมาก่อน จะใช้เวลามากกว่า 8 ชั่วโมง ในการสร้างแผน เนื่องจากยังไม่เข้าใจกระบวนการผลิตรวมถึงข้อจำกัดต่างๆ

5.2 ระยะเวลาการรอคอยการบรรจุของเครื่องบรรจุ

ในการทำวิจัยนี้ได้ทดลองใช้ระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตกับการผลิตจริงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยไม่พบการรอคอยของเครื่องบรรจุทั้งของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ซึ่งจากข้อมูลในอดีตพบว่าสาเหตุจากการที่เครื่องบรรจุรอคอย เนื่องมาจากการติดการทำความสะอาดที่เครื่องฆ่าเชื้อของสายการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดเป็นหลัก จากนั้นทำให้เวลาในการผสมของโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิดมีคลาดเคลื่อนไปจากเวลาที่ได้กำหนดไว้เดิม อันเนื่องมาจากการมีจุดเทม สมเพียงจุดเดียวจากผลการทดลองพบว่าการวางแผนการผลิตด้วยวิธีเดิมจะพบการรอคอยของเครื่องบรรจุชนิดถ้วยในทุก 7.7 สัปดาห์ ในขณะที่ของเครื่องบรรจุชนิดขวดจะพบทุก 2.9 สัปดาห์ โดยที่ไม่พบการรอคอยเลยเมื่อใช้ระบบการวางแผนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการรอคอยการบรรจุก่อนและหลังปรับปรุง

หัวข้อที่เปรียบเทียบ	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
	โยเกิร์ตถ้วย	โยเกิร์ตขวด	โยเกิร์ตถ้วย	โยเกิร์ตขวด
ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยต่อครั้ง (นาที)	64	174	ไม่พบ	ไม่พบ
ความถี่ที่เกิดการรอคอย (สัปดาห์/ ครั้ง)	7.7	2.9	0	0
% ที่เครื่องจักรรอคอย	13.4%	34.8%	ไม่พบ	ไม่พบ

5.3 เวลาเริ่มผสมตามแผนกับเวลาในการผสมจริง

ในการทดสอบการใช้งานระบบการวางแผนการผลิตนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบเวลาที่ทำการผสมจริงกับแผนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อตรวจสอบว่าแผนที่ได้ออกแบบมานั้นสามารถประยุกต์เข้ากับการทำงานจริงได้มากน้อยเพียงใด โดยผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาการผสมเทียบกับเวลาที่ระบุไว้ในแผนการผลิต สำหรับโยเกิร์ตชนิดบรรจุถ้วยจำนวน 23 ข้อมูลและโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวดจำนวน 18 ข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ส่วนต่างเวลาในการผสมจริงเมื่อเทียบกับแผนการผลิต

ชนิดสินค้า	ระยะเวลาส่วนต่าง (นาที)
โยเกิร์ตบรรจุถ้วย	37 นาที
โยเกิร์ตบรรจุขวด	35 นาที

จากผลการทดลองพบว่าเวลาผสมที่ได้จากการใช้ระบบการวางแผนการผลิต มีค่าที่แตกต่างกับเวลาผสมจริงอยู่เล็กน้อย โดยจากข้อมูลพบในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยมีค่าเฉลี่ยของเวลาผสมที่แตกต่างกันอยู่ที่ 37 นาที ส่วนโยเกิร์ตบรรจุขวดมีค่าเฉลี่ยเวลาแตกต่างที่ 35 นาที ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้เวลาของจริงกับแผนไม่ตรงกันนั้น มาจากระยะเวลาในการเตรียมวัตถุดิบก่อนการผสมที่ไม่เท่ากัน รวมถึงบาง Batch จะมีการเติมวัตถุดิบเพิ่ม เมื่อพบว่าผลการตรวจวัดคุณภาพของนมที่ผสมแล้วมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ทำให้ต้องเสียเวลาในการผสมเพิ่ม จึงเกิดความล่าช้าของ Batch ที่จะทำการผสมในลำดับถัดไป

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาส่วนต่างที่เกิดขึ้นกับเวลาของกระบวนการผลิตทั้งหมด ซึ่งมีค่าอยู่ที่ประมาณ 800 นาที จะพบว่าเวลาที่ล่าช้าจากแผนผลิตนั้นมีค่าเพียง 4.4% ของเวลาในการผลิต โดยบริษัทพิจารณาว่าอยู่ในกรอบที่ยอมรับได้

5.4 เวลารอคอยที่ได้จากการใช้ระบบการวางแผนการผลิต

สำหรับการตรวจสอบเวลารอคอยนั้นเพื่อให้ทราบว่ามีการรอคอยของเครื่องบรรจุหรือไม่ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่สำคัญของการผลิต ที่ต้องไม่เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุเพราะอาจจะส่งผลให้การส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนดเวลาได้ นอกจากนี้ทางบริษัทยังมีข้อกำหนดเรื่องระยะเวลาที่โยเกิร์ต รอคอยการบรรจุก่อนที่จะทำการบรรจุจริงที่ไม่ควรเกิน 5 ชั่วโมง เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า เช่นโยเกิร์ตมีรสชาติที่เปรี้ยวเกินไป หรือพบน้ำที่ผิวหน้าของโยเกิร์ต อันเป็นผลมาจากการที่อุณหภูมิในถังบรรจุมีค่าประมาณ 18-20 องศาเซลเซียสนั้น จุลินทรีย์ยังสามารถก่อให้เกิดการหมักได้อย่างช้าๆ ดังนั้นถ้าไม่ทำการบรรจุภายในเวลาที่กำหนดแล้วส่งเข้าคลังสินค้าที่มี

อุณหภูมิการจัดเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส จะทำให้การหมักเกิดขึ้นนานกว่าที่กำหนดแล้วส่งผลกระทบต่อสินค้าในลักษณะดังกล่าว

ในการเปรียบเทียบเวลารอคอยการบรรจุนี้ จะทำการเปรียบเทียบ 3 ลักษณะ อันได้แก่

1. วิธีเดิมที่เป็นการวางแผนแบบ Forward scheduling
 2. วิธีปรับปรุงใหม่เป็นแบบ Backwards scheduling ด้วยวิธีแบบแมนนวล
 3. วิธีปรับปรุงใหม่เป็นแบบ Backwards scheduling ด้วยใช้ระบบการวางแผนการผลิต
- โดยมีผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรอคอยการบรรจุด้วยการวางแผนแบบต่างๆ

ชนิดสินค้า	วิธี Forward	วิธี Backward แบบแมนนวล	วิธี Backward ด้วยระบบการวางแผนการผลิต
โยเกิร์ตบรรจุถ้วย	5:00	4:09	3:36
โยเกิร์ตบรรจุขวด	7:06	4:15	4:35

จากตารางพบว่าสำหรับการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตชนิดบรรจุขวดด้วยวิธีเดิมที่เป็นแบบ Forward scheduling นั้นจะมีระยะเวลารอคอยการบรรจุเฉลี่ยมากกว่ามาตรฐาน ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 ชั่วโมง โดยพบว่ามีระยะเวลารอคอยอยู่ที่ 7 ชั่วโมง 6 นาที ส่วนระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยอยู่ที่ 5 ชั่วโมงเท่ากับมาตรฐานที่กำหนด แต่ในรายละเอียดจะพบว่ามีบาง Batch ที่มีระยะเวลารอคอยมากกว่า 5 ชั่วโมงดังแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค. 1 ระยะเวลาที่โยเกิร์ตรอการบรรจุด้วยวิธีวางแผนแบบ forward

สำหรับการวางแผนการผลิตด้วยหลักการ EDD และ Backward scheduling นั้นพบว่าทั้งการวางแผนแบบแมนนวลและด้วยระบบการวางแผนการผลิตมีระยะเวลารอคอยการบรรจุอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด โดยพบว่าทั้ง 2 วิธีมีค่าเฉลี่ยการรอคอยบรรจุที่ใกล้เคียงกัน

จากตารางที่ 22 จะพบว่า ค่าเฉลี่ยการรอคอยบรรจุด้วยวิธี Backward แบบแมนนวลนั้นมีค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่าการใช้ระบบการวางแผนผลิตอยู่เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากการคำนวณระยะเวลารอคอยในที่นี้ จะเป็นการเปรียบเทียบเวลาที่โยเกิร์ตเริ่มรอคอยการบรรจุ จนถึงเวลาที่เริ่มการบรรจุจริง ดังนั้นจะมีปัจจัยของอัตราการบรรจุเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งกรณีที่เครื่องบรรจุสามารถผลิตสินค้าได้เร็วกว่าหรือช้ากว่าอัตราที่ใช้ในการคำนวณการวางแผน ก็จะทำให้เวลารอคอยการบรรจุเปลี่ยนแปลงได้ อย่างไรก็ตามด้วยเวลาที่แตกต่างกันดังกล่าว ทางบริษัทพิจารณาว่ามีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5.5 เวลาในการทำความสะอาดตามแผนและเวลาในการทำความสะอาดจริงของแต่ละเครื่องจักร

ในระบบการผลิตที่สินค้าเป็นอาหาร การทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องจักรจัดว่าเป็นสิ่งที่สำคัญในลำดับต้นๆ เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค แต่ในกระบวนการผลิตพบว่าเครื่องจักรแต่ละตัวนั้นจะมีข้อกำหนดในด้านการทำความสะอาดที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านความถี่และระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้

ในอดีตพนักงานที่เป็นคนควบคุมเครื่องจักรจะเป็นผู้ตัดสินใจช่วงเวลาที่ทำการทำความสะอาดเอง โดยพิจารณาจากรอบชั่วโมงการทำความสะอาดเป็นหลัก โดยไม่ได้พิจารณาเรื่องเวลาการผลิตประกอบด้วย ทำให้บางครั้งไม่สามารถทำการผสมวัตถุดิบได้รวมถึงไม่สามารถทำการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ได้ตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากเครื่องจักรกำลังอยู่ในขั้นตอนการทำความสะอาดและอาจนำไปสู่การทำให้เครื่องบรรจุเกิดการรอกอได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการจัดการการทำความสะอาดเครื่องจักร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบการวางแผนการผลิตเข้ามาช่วย เพื่อจะได้พิจารณาข้อจำกัดต่างๆ แล้วแสดงเวลาเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบ เป็นการป้องกันความผิดพลาดจากการตัดสินใจของพนักงานที่ไม่ทราบแผนการผลิตโดยรวมได้อีกทางหนึ่ง

ในการประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนการผลิตนี้ได้ทำการเปรียบเทียบเวลาทำความสะอาดจริงกับเวลาที่ระบุไว้ในแผน เพื่อเป็นการวัดความแม่นยำของแผน โดยส่วนต่างของเวลาดังกล่าวได้แสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ส่วนต่างของเวลาในการทำความสะอาดระหว่างแผนกับการทำงานจริง

สายการผลิต	เครื่องฆ่าเชื้อ (นาที)	เครื่องลดอุณหภูมิ (นาที)	เครื่องบรรจุ (นาที)
โยเกิร์ตบรรจุถ้วย	0:45	0:33	0:43
โยเกิร์ตบรรจุขวด	0:31	0:38	0:54

จากผลการทดลองพบว่าเวลาในการเริ่มทำความสะอาดจริงกับแผนที่ได้ถูกวางไว้ มีค่าที่แตกต่างกันเล็กน้อย โดยมีเวลาที่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 31 นาทีถึง 54 นาที ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เวลาเริ่มทำความสะอาดต่างจากที่วางแผนไว้นั้น มาจากระยะเวลาการทำงานของขั้นตอนก่อนหน้ามีค่าที่แตกต่างกับระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณ เช่น การทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิจะทำหลังจากเสร็จกระบวนการหมัก ซึ่งขั้นตอนการหมักนั้นไม่ได้ควบคุมด้วยระยะเวลา แต่ใช้ค่าความเป็นกรดที่เกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการคำนวณจึงเป็นค่าเฉลี่ยเท่านั้น นอกจากนี้ใน

บางขั้นตอนยังขึ้นกับระยะเวลาการทำงานของพนักงานด้วยเช่นขั้นตอนการผสม ขั้นตอนการตรวจสอบ เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตามทางบริษัทพิจารณาว่า ระยะเวลาที่แตกต่างจากแผนไม่เกิน 2 ชั่วโมงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากยังไม่ก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่เครื่องบรรจุเกิดการรอกอຍ และเหตุการณ์ดังกล่าวถือเป็นความแปรปรวนที่สามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างการผลิต

5.6 การทดลองใช้ระบบการวางแผนผลิตโดยผู้ที่มีความรู้เบื้องต้น

ในการทดลองนี้ ได้ให้พนักงานที่มีความรู้พื้นฐานของการผลิตโยเกิร์ตทั้งชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวดจำนวน 2 คน ทดลองใช้ระบบการวางแผนการผลิตที่ได้จัดทำขึ้น โดยขั้นตอนการทำงานจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การเตรียมข้อมูลก่อนที่จะนำมาใช้กับระบบสนับสนุน ซึ่งเป็นการคำนวณน้ำหนักและแบ่ง batch size การผลิต อีกส่วนหนึ่งคือการทดลองใช้ระบบวางแผนการผลิตเพื่อคำนวณหาเวลาเริ่มผสม รวมถึงเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต

1. การเตรียมข้อมูลสำหรับการใช้ระบบการวางแผนการผลิต

ในส่วนนี้เป็นส่วนการคำนวณด้วยโปรแกรม Excel เพื่อแปลงจำนวนถ้วยหรือจำนวนขวดที่ต้องการบรรจุเป็นน้ำหนักการผลิต แล้วทำการแบ่งเป็น Batch size ที่ต้องทำการผสม ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน โดยมีผลการทดลองตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูล

การเปรียบเทียบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2	ผู้ที่ทำหน้าที่วางแผน
ระยะเวลาที่ใช้ (นาที)	30	40	20

จากผลการทดลองพบว่า การเตรียมข้อมูลสำหรับการใช้ระบบการวางแผนผลิตนั้น พนักงานทั้ง 2 คนใช้ระยะเวลาที่มากกว่าพนักงานที่ทำหน้าที่วางแผนเป็นประจำ โดยใช้เวลาอยู่ที่ 30 และ 35 นาที ตามลำดับ ซึ่งเวลานี้นานกว่านั้นเนื่องจากความไม่คุ้นเคยกับการใช้งาน แต่เมื่อพิจารณาถึงความถูกต้องของการเตรียมข้อมูลพบว่า ข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มีความถูกต้อง

2. การใช้ระบบการวางแผนการผลิต

หลังจากที่ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวน Batch และขนาดของ Batch size แล้วขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลที่ได้ให้ระบบการวางแผนการผลิตทำการประมวลผล เพื่อหาเวลาการผสมรวมถึงเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรต่างๆ โดยในหัวข้อนี้จะเป็นการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานระบบการวางแผนในหัวข้อต่างๆ สำหรับคะแนนที่ใช้ในการประเมินกำหนดดังนี้

1. ไม่พอใจมาก 2. ค่อนข้างไม่พอใจ 3. พอใจ 4. ค่อนข้างพอใจ 5. พอใจเป็นอย่างมาก

โดยเกณฑ์ที่กำหนดว่าระบบการวางแผนผ่านการทดสอบคือ คะแนน 3

ตารางที่ 25 ผลการใช้งานระบบการวางแผนโดยผู้มีความรู้พื้นฐาน

หัวข้อ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 1
ความสะดวกในการใช้งาน	3	4
ความเร็วในการทำงาน	4	5
ความพึงพอใจต่อผลลัพธ์ที่ได้	5	4
ความพึงพอใจโดยรวม	4	4
คะแนนเฉลี่ย	4.0	4.25

จากผลประเมินในตารางที่ 25 นั้นพบว่าพนักงานทั้ง 2 คนที่ทดลองใช้งานระบบการวางแผนการผลิตมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ “ค่อนข้างพอใจ” ซึ่งถือว่าระบบการวางแผนการผลิตผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดของการใช้ระบบการวางแผนการผลิตคือความถูกต้องที่จะนำไปใช้งานจริง ซึ่งจากการใช้การวางแผนการผลิตด้วยระบบนี้ พบว่าสามารถนำไปใช้งานได้จริง เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ ได้ถูกนำไปพิจารณาไว้อย่างครบถ้วน

6. สรุปและวิจารณ์งานวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต ที่ช่วยลดระยะเวลาในการสร้างแผนผลิต ลดระยะเวลาที่ใช้ในการปรับแผน รวมถึงช่วยลดปัญหาคุณภาพของสินค้าที่เกิดจากการรอคอยการบรรจุที่เกินมาตรฐาน โดยการประยุกต์ใช้หลักการจ่ายงานแบบ EDD และการวางแผนผลิตแบบ Backward scheduling มีข้อสรุปการทำวิจัยดังนี้

6.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการวิจัยของการใช้ระบบการวางแผนการผลิตโดยใช้หลักการวางแผนการผลิตแบบถอยหลัง (Backward scheduling) และกฎการจ่ายงานแบบ EDD สำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต บรรจุถ้วย และโยเกิร์ตบรรจุขวด สามารถสรุปผลการใช้งานได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

6.1.1 สรุปผลด้านการทำงานของระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ต

1. สามารถลดระยะเวลาในการวางแผนการผลิต โดยพบว่าช่วยลดระยะเวลาในการวางแผนการผลิตจากเดิมที่เป็นแบบแมนนวลซึ่งใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมงเหลือเพียง 25 นาที หรือสามารถลดเวลาลงได้ 90% ทำให้ผู้ที่รับผิดชอบด้านการวางแผน สามารถใช้เวลาส่วนที่เหลือสำหรับการติดตามแผนการผลิต และปรับแผนได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าอายุสั้นและลักษณะความต้องการของตลาดมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการที่สามารถปรับเปลี่ยนแผนได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ

2. ด้วยการใช้ระบบการวางแผนการผลิต พนักงานที่มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตเบื้องต้น สามารถทำหน้าที่วางแผนการผลิตได้ ซึ่งจากเดิมผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนต้องมีความรู้และเข้าใจกระบวนการผลิตเป็นอย่างดี เพื่อที่จะได้พิจารณาข้อจำกัดต่างๆ ได้อย่างครอบคลุม นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยป้องกันความเสี่ยงในด้านการขาดบุคลากรในอนาคตได้อีกด้วย

6.1.2 สรุปผลด้านประสิทธิภาพของแผนการผลิต

1. ระยะเวลาผสมที่ได้จากระบบการวางแผนการผลิต สามารถนำไปใช้ในการผลิตได้จริง โดยพบว่าการใช้เวลาผสมที่ได้จากระบบการวางแผนการผลิต ไม่ก่อให้เกิดการรอคอยของเครื่องบรรจุ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการวางแผน เนื่องจากทางบริษัทมีการวัดประสิทธิภาพการทำงานขององค์กรที่เครื่องบรรจุเป็นหลัก

2. ในการทดลองใช้ระบบการวางแผนการผลิตเพื่อช่วยในการจัดการข้อจำกัดต่างๆ ของกระบวนการผลิตนั้น พบว่าเวลารอคอยที่ได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดคือ ไม่เกิน 5 ชั่วโมงทั้งในการผลิต โยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ในขณะที่การใช้หลักการวางแผนแบบเดิมนั้นจะมีบางครั้งที่เวลารอคอยมีค่ามากกว่า 5 ชั่วโมงซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเสี่ยงในด้านคุณภาพที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการที่มีเวลารอคอยที่มากขึ้นนั้น หมายความว่าโยเกิร์ตในถังรอการบรรจุจะยังมีกระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้สินค้ามีรสชาติที่เปรี้ยวมากขึ้น รวมถึงเสี่ยงต่อการเกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าการใช้ระบบการผลิตสามารถลดเวลารอคอยลงได้ 17.28% ในโยเกิร์ตบรรจุถ้วย และ 15.76% ในโยเกิร์ตบรรจุขวด

3. การใช้ระบบการวางแผนการผลิต สามารถระบุเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ และมีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการวางแผนวิธีเดิมที่ใช้พนักงานวางแผนแบบแมนนวลนั้น ไม่สามารถที่จะพิจารณาขั้นตอนการทำความสะอาดของทุกเครื่องจักรได้ เนื่องจากกระบวนการผลิตมีข้อจำกัดที่ซับซ้อนและมีข้อกำหนดการใช้เครื่องจักรก่อนการทำความสะอาดที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถพิจารณาการวางแผนได้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ การที่แผนผลิตสามารถระบุเวลาการทำความสะอาดได้นั้น ทำให้พนักงานระดับปฏิบัติการไม่ต้องทำการตัดสินใจด้านการทำความสะอาดเอง จึงช่วยลดโอกาสที่เครื่องบรรจุเกิดการรอคอยเนื่องจากไม่มีโยเกิร์ตสำหรับการบรรจุ

6.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการพัฒนามุ่งถึงการนำระบบการวางแผนการผลิตไปใช้งาน ดังนี้

1. เนื่องจากการใช้ระบบการวางแผนการผลิตนี้ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบแผนการผลิตอยู่เป็นระยะ เพื่อให้แผนการผลิตเป็นปัจจุบัน ดังนั้นความถี่ที่ใช้ในการตรวจสอบแผนจึงมีความสำคัญกรณีที่ไม่ได้ติดตามแผนการผลิตด้วยความถี่ที่เหมาะสม อาจทำให้เวลาในการผสมเกิดความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้การเกิด break down ของเครื่องจักรที่นอกเหนือจากการประมาณการณ์ของแผน ก็ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของแผนการผลิตได้

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตของจริงนั้น อาจจะไม่แตกต่างกับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ เนื่องจากสินค้าเป็นโยเกิร์ต ซึ่งใช้จุลินทรีย์ในขั้นตอนการหมัก ไม่สามารถควบคุมระยะเวลาที่แน่ชัดได้ เพราะในขั้นตอนนี้จะควบคุมด้วยค่า pH และค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ โดยที่ไม่ได้ใช้ชั่วโมงในการหมักเป็นเกณฑ์ สำหรับการวางแผนการผลิตนี้ใช้ค่าเฉลี่ยของการหมักในการคำนวณ ดังนั้นในบาง Batch อาจมีเวลาในขั้นตอนการหมักที่สั้นกว่าหรือยาวกว่าแผนได้

3. เวลาในการทำความสะอาดเป็นเวลาที่ถูุกกำหนดจากระบบการวางแผนการผลิต โดยจะยึดเวลาในการใช้งานของเครื่องจักรเป็นหลัก โดยไม่ได้พิจารณาปัจจัยอื่นประกอบ เช่น อาจจะทำให้การผลิตสินค้า 1 รสชาติ ต้องมีการผลิต 2 รอบ กรณีที่ระยะเวลาในการทำงานของเครื่องบรรจุถึงรอบในการทำ ความสะอาด เช่นอาจต้องมีการแบ่งการผลิตระหว่างแบบถ้วยเดียวกับแบบแพ็ค 4 ซึ่งการทำงานลักษณะนี้จะก่อให้เกิดการสูญเสียที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้องมีการ set up เครื่องจักร 2 ครั้งในการผลิตสินค้าที่มีรสชาติเดียวกัน

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการสร้างระบบการวางแผนการผลิตครั้งนี้ แผนการผลิตที่ได้จะถูกใช้ในแผนการผลิตเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้มีการสื่อสารไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น แผนกวางแผน แผนกคลังสินค้า แผนกควบคุมคุณภาพ แผนกซ่อมบำรุง เป็นต้น ทำให้หน่วยงานดังกล่าวไม่ทราบแผนการผลิตรวมถึงไม่ทราบสถานะของการผลิต กรณีที่สามารถทำให้ระบบนี้สื่อสารไปยังแผนกอื่นๆ ได้ จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของธุรกิจได้

2. แผนการผลิตที่ได้จะเป็นการคำนวณบนสมมติฐานการผลิตที่ได้กำหนดไว้ โดยผลลัพธ์จะแผนการผลิตเดียวที่ไม่มีตัวเลือกให้กับผู้ใช้ ดังนั้นเพื่อให้ระบบการวางแผนการผลิตสามารถปรับแผนการผลิตได้อย่างเหมาะสมและยืดหยุ่นกับผู้ใช้งาน อาจจะมีการปรับปรุงเพื่อให้ระบบการวางแผนการผลิตสามารถเสนอแผนการผลิตรูปแบบอื่นให้ผู้ใช้งานเลือกใช้เช่น เวลาในการทำความสะอาดเครื่องบรรจุเพื่อไม่ให้เกิดการทำ ความสะอาดระหว่างการผลิตสินค้ารสชาติเดียวกัน แต่มีรูปแบบการแพ็คเกจที่ต่างกัน นอกจากนี้แผนการผลิตที่ได้ยังไม่ได้มีการคำนวณต้นทุนการผลิตให้ผู้ใช้งานทราบจึงยังเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตนี้

3. การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างระบบการวางแผนการผลิตของสินค้าโยเกิร์ตชนิด Stirred yoghurt ที่เป็นการหมักนมให้เป็นโยเกิร์ตภายในถัง ก่อนที่จะทำการบรรจุ โดยใช้หลักการจ่ายงานแบบ EDD และการวางแผนแบบย้อนกลับ แล้วนำแนวคิดดังกล่าวไปพัฒนาระบบการวางแผนการผลิตด้วยการใช้ VBA เป็นเครื่องมือในการช่วยลดระยะเวลาในการวางแผนรวมถึงช่วยจัดการความซับซ้อนของกระบวนการผลิต ด้วยหลักการทำงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นที่มีลักษณะการผลิตคล้ายคลึงกัน กล่าวคือเป็นการผลิตที่มีรูปแบบการผลิตเป็นแบบกระบวนการต่อเนื่อง (Continuous process) และมีข้อจำกัดด้านการทำความสะอาดเครื่องจักร

- การผลิตโยเกิร์ตชนิด Set yoghurt หรือโยเกิร์ตที่เป็นการหมักเชื้อจุลินทรีย์ในถ้วยหลังจากการผลิต ซึ่งแตกต่างจากการผลิต Stirred yoghurt ที่เป็นการหมักนมก่อนการบรรจุ

- อุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ ที่มีข้อจำกัดด้านการทำความสะอาดของเครื่องจักรและขั้นตอนการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง เช่นการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ การผลิตเครื่องดื่ม การผลิตขนมขบเคี้ยว เป็นต้น



รายการอ้างอิง

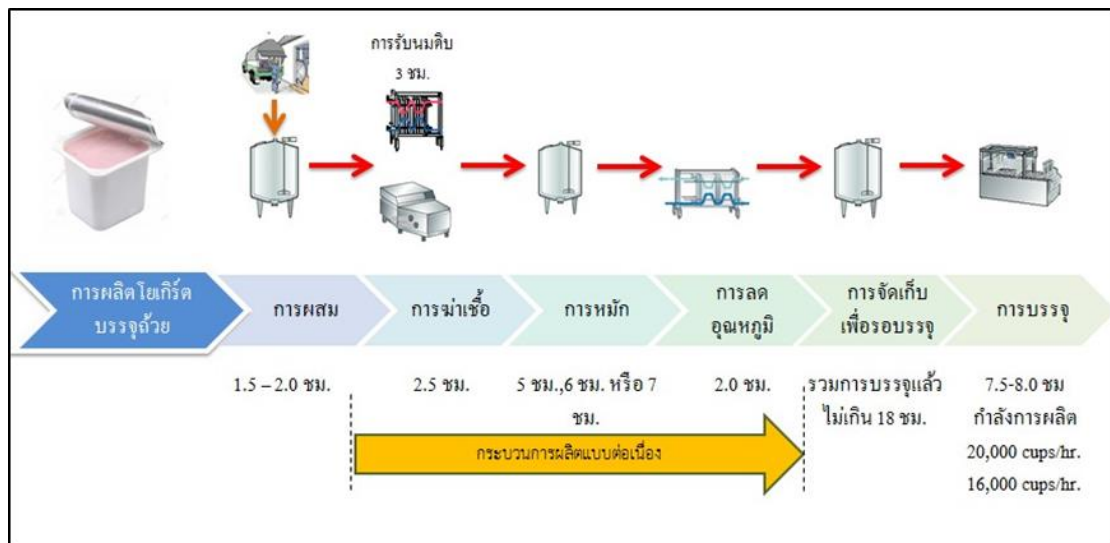
- Doganis, P., & Sarimveis, H. (2007). Optimal scheduling in a yogurt production line based on mixed integer linear programming. *Journal of Food Engineering*, 80, 445-453.
- Kanning, M. W., van de Velde, F., Alting, A. C., Mulleners, L., Sein, A., van den Akker-Bleumink, B., & Buwalda, P. (2012). Improved creaminess in stirred yoghurt through amylomaltase-treated starch domains. *International Dairy Journal*, 27(1-2), 86-91.
- Kopanos, G. M., Puigjaner, L., & Georgiadis, M. C. (2010). Optimal Production Scheduling and Lot-sizing In Yoghurt Production Lines. In S. Pierucci & G. B. Ferraris (Eds.), *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. Volume 28, pp. 1153-1158): Elsevier.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). นมเปรี้ยว ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 343.
- เกียรติคุณและนิธิยา. (2557). เคมีนมและผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส. พรีเมียมติ้ง เฮ้าส์.
- ฐิตาภรณ์ รัตริน. (2554). การผลิตโยเกิร์ตนมแพะโดยการทำแห้งแบบพ่น. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐณี เทียนน้อย. (2550). การปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงนม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัดกิจ จันกิเสน. (2559). ตลาดโยเกิร์ตพร้อมดื่มและนมเปรี้ยว. *Marketeer*, พฤษภาคม, 104.
- นรากร ศรีสุข. (2550). การผลิตโยเกิร์ตผงโดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิธิมา ศรีพานิช. (2549). การวางแผนและจัดตารางการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้ากรณีศึกษา : โรงงานเครื่องประดับ. (ศูนย์ตีตวิทยาลัย), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บรรหาญ ลิลา. (2553). การวางแผนกระบวนการควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท็อป.
- บุญชัย จันทรกระจ่างเลิศ. (2546). การเพิ่มสมรรถภาพการวางแผนความต้องการของโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมผลิตอาหารพาสเจอร์ไรส์. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ประพัฒน์ รัตนยานนท์. (2551). การจัดตารางการผลิตโรงพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกจักรยานยนต์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปัญญา ฤกษ์มังกร. (2551). การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับสนับสนุนกระบวนการทางธุรกิจ ใน
โรงงานเครื่องหนัง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปารเมศ ชุตินา. (2555). เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะพงษ์ ปานแก้ว. (2552). การออกแบบระบบการวางแผนการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานบรรจุภัณฑ์
พลาสติก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภาคภูมิ รุ่งชวาลนนท์. (2553). การปรับปรุงการวางแผนการแปรรูปกระดาษทิชชู. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- มาร์เก็ตเชียร์. (2559). มูลค่าตลาดโยเกิร์ตแบบถ้วย. *Marketeer*, มกราคม, 121.
- ยศธนา เสน่หา. (2549). การจัดตารางการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมทอผ้า: ผ้าขนหนู. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- รมย์ยุพา นาคะวี. (2554). การปรับปรุงกระบวนการผลิตยางรถยนต์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิไล รังสาดทอง. (2547). เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร (Vol. พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: บริษัท
เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- ศันศินีย์ เปลี่ยนสงค์. (2553). การวางแผนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตอาหารเสริม.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สิทธิพร ฉันทฉลิมพร. (2548). การปรับปรุงสมรรถภาพของการวางแผนการส่งออกในโซ่อุปทาน
ภายในอุตสาหกรรมการผลิตไก่สุกแช่แข็งส่งออก. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต),
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.



1. การคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

สำหรับการคำนวณกำลังการผลิตของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยนั้นจะคำนวณบนพื้นฐานของการผลิตสินค้า 3 ชนิดคือ C-Type 1 (cup), C-Type 2 (light) และ C-Type 3 (liquid) โดยการคำนวณจะแยกเป็นกำลังการผลิตของแต่ละเครื่องจักร แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาเรื่องการใช้เครื่องจักรร่วมกันระหว่างขั้นตอนการผลิตด้วย และการคำนวณจะใช้ข้อมูลการทำงานที่ขนาดการผลิต 10 ตัน เพื่อใช้เปรียบเทียบกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ ก. 1 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

1. ขั้นตอนการผสม

จุดที่ใช้ส่วนผสมจะเป็นจุดที่ใช้ร่วมกันระหว่างการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด ซึ่งในการคำนวณจะต้องคำนึงถึงอัตราส่วนการใช้งานระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด โดยในปัจจุบันปริมาณการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย : โยเกิร์ตบรรจุขวดเป็น 35:65 ในส่วนของถังผสมนั้น จะถูกใช้ขั้นตอนการเทวัตถุดิบจนถึงขั้นตอนการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เสร็จ

2. ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ

เครื่องฆ่าเชื้อจะทำงานที่กำลังการผลิต 4.2 ตัน/ชั่วโมง

3. ขั้นตอนการหมัก

ถังที่สามารถใช้ได้ในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย มีจำนวนทั้งหมด 6 ถัง โดยแต่ละถังสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งที่ใช้ในการหมักและถังสำหรับการรอบรรจุ โดยในการทำงานจริงนั้นถังที่ใช้ในการหมักจะต้องมีจำนวนอย่างมากเท่ากับถังที่ใช้ในการรอบรรจุ ไม่สามารถมีจำนวนมากกว่าได้ เพื่อ

ป้องกันไม่ให้โยเกิร์ตที่หมักเสร็จเกิดการตันของกระบวนการผลิต ดังนั้นหมายความว่าถังที่ใช้ในการหมักจะมีอยู่ 3 ถัง

ถังที่ใช้หมักนี้จะถูกใช้งานตั้งแต่ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ ขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์

4. ขั้นตอนการลดอุณหภูมิ

เครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในการลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตที่ผ่านขั้นตอนการหมักแล้วนั้น จะมีลักษณะเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านเพลท (Plate heat exchanger) โดยมีอัตราการทำงานที่ 6.2 ตันต่อชั่วโมง

5. ขั้นตอนการอบบรรจุ

ถังที่ใช้ในขั้นตอนการอบบรรจุนี้จะเป็นชุดเดียวกับถังที่ใช้ในการหมัก และมีหลักการใช้งานเดียวกัน ซึ่งหมายความว่าถังที่ใช้ในการอบบรรจุจะมีทั้งหมด 3 ถัง ในการผลิตทางบริษัทมีข้อเสนอแนะให้โยเกิร์ตอยู่ในถังรอการบรรจุก่อนการบรรจุจริงไม่เกิน 5 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้สินค้ามีรสชาติที่เปรี้ยวเกินไป สำหรับการทำการวิจัยครั้งนี้จะทำการวางแผนโดยให้มีระยะเวลารอคอยก่อนการบรรจุไม่เกิน 3.5 ชั่วโมง

6. ขั้นตอนการบรรจุ

เครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุนี้จะมีการคำนวณโดยอยู่บนข้อมูลการผลิตดังนี้

1. บรรจุสินค้าที่น้ำหนัก 105 กรัม และเครื่องจักรมีอัตราการผลิตสูงสุดที่ 20,000 ถ้วย/ชม.
2. ประสิทธิภาพการทำงานที่ 70%
3. เครื่องจักรสามารถทำงานต่อเนื่องได้ 24 ชั่วโมง จากนั้นจะทำการทำความสะอาดโดยมีระยะเวลาที่ 5.5 ชั่วโมง

ตารางที่ ก. 1 ระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ระยะเวลาการผลิต (นาที)	C-Type 1 (cup)	C-Type 2 (light)	C-Type 3 (liquid)	หมายเหตุ
ขั้นตอนการผสม - การเทวัตถุดิบ	60	60	30	คำนวณที่ขนาดการผลิต 10 ตัน
ขั้นตอนการผสม - การให้วัตถุดิบผสมน้ำ	60	60	60	เป็นขั้นตอนที่ทำให้วัตถุดิบผสมกันได้ดีขึ้น
การฆ่าเชื้อ (Pasteurization)	143	143	143	คำนวณที่อัตราการทำงาน 4.2 ตัน/ชั่วโมง

ระยะเวลาการผลิต (นาฬิกา)	C-Type 1 (cup)	C-Type 2 (light)	C-Type 3 (liquid)	หมายเหตุ
การหมัก (Fermentation)	420	360	300	คำนวณเวลาการหมัก 7,6 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ
การลดอุณหภูมิ (Cooling)	120	120	120	คำนวณที่อัตราการทำงาน 6.2 ตัน/ชั่วโมง
การรอบบรรจุ (Storage)	210	210	210	ในการทำงานครั้งนี้กำหนดไว้ที่ 3.5 ชั่วโมง

เมื่อทราบระยะเวลาในการผลิตของสินค้าแต่ละชนิด รวมถึงระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนแล้ว จากนั้นจึงทำการคำนวณกำลังการผลิตสูงในแต่ละเครื่องจักร

ตารางที่ ก. 2 กำลังการผลิตของจุดเทวดุติบ

จุดเทวดุติบของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวด		
ทำการทำความสะอาดทุก	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	1.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	22.5	ชั่วโมง
อัตราส่วนการผลิตโยเกิร์ตถ้วยต่อการผลิตทั้งหมด	35%	
อัตราส่วนการผลิตโยเกิร์ตขวดต่อการผลิตทั้งหมด	65%	
ระยะเวลาในการใช้จุดเทของโยเกิร์ตถ้วย	1.0	ชั่วโมง (ใช้เฉพาะช่วงการเทวดุติบของการผลิต 10 ตัน)
ระยะเวลาในการใช้จุดเทของโยเกิร์ตขวด	0.5	ชั่วโมง (ใช้เฉพาะช่วงการเทวดุติบของการผลิต 5 ตัน)
กำลังผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกิร์ตถ้วยใน 1 วัน	78.8	ตัน
กำลังผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกิร์ตขวดใน 1 วัน	146.3	ตัน

ตารางที่ ก. 3 กำลังการผลิตของถังผสม

ถังผสมโยเกิร์ตบรรจุถ้วย		
ทำความสะอาดทุก	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	1.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	22.5	ชั่วโมง
เวลาในการผลิต C-Type 1 (cup) 10 ต้น	4.4	ชั่วโมง (รวมการผสมและการฆ่าเชื้อ)
เวลาในการผลิต C-Type 2 (light) 10 ต้น	4.4	ชั่วโมง (รวมการผสมและการฆ่าเชื้อ)
เวลาในการผลิต C-Type 3 (liquid) 10 ต้น	3.9	ชั่วโมง (รวมการผสมและการฆ่าเชื้อ)
กำลังผลิตสูงสุดของ C-Type 1 (cup) ใน 1 วัน	51.4	ต้น
กำลังผลิตสูงสุดของ C-Type 2 (light) ใน 1 วัน	51.4	ต้น
กำลังผลิตสูงสุดของ C-Type 3 (liquid) ใน 1 วัน	58.0	ต้น

ตารางที่ ก. 4 กำลังการผลิตของเครื่องฆ่าเชื้อโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

เครื่องฆ่าเชื้อโยเกิร์ตบรรจุถ้วย		
ทำความสะอาดทุก	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	3.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	20.5	ชั่วโมง
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตได้ใน 1 วัน	86.1	ต้น (อัตราการผลิต 4.2 ต้น/ชั่วโมง)

ตารางที่ ก. 5 กำลังการผลิตของถังหมักโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ถังหมักโยเกิร์ตบรรจุถ้วย		
ทำความสะอาดทุก Batch		
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	2	ชั่วโมง
จำนวนถังหมัก	3	ถัง
ระยะเวลาการใช้ถังหมักของ C-Type 1 (cup)	13.4	ชั่วโมง (รวมฆ่าเชื้อ,หมัก,ลดอุณหภูมิ)
ระยะเวลาการใช้ถังหมักของ C-Type 2 (light)	12.4	ชั่วโมง (รวมฆ่าเชื้อ,หมัก,ลดอุณหภูมิ)
ระยะเวลาการใช้ถังหมักของ C-Type 3 (liquid)	11.4	ชั่วโมง (รวมฆ่าเชื้อ,หมัก,ลดอุณหภูมิ)
กำลังผลิตสูงสุด C-Type 1 (cup) ใน 1 วัน	53.8	ต้น
กำลังผลิตสูงสุด C-Type 2 (light) ใน 1 วัน	58.2	ต้น
กำลังผลิตสูงสุด C-Type 3 (liquid) ใน 1 วัน	63.3	ต้น

ตารางที่ ก. 6 กำลังการผลิตของเครื่องลดอุณหภูมิโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

เครื่องลดอุณหภูมิโยเกิร์ตบรรจุถ้วย		
ทำความสะอาดทุก Batch	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	1.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	22.5	ชั่วโมง
กำลังผลิตสูงสุดใน 1 วัน	139.5	ตัน (อัตราการผลิตที่ 6.2 ตัน/ชั่วโมง)

ตารางที่ ก. 7 กำลังการผลิตของถังบรรจุโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ถังบรรจุโยเกิร์ตบรรจุถ้วย		
ทำความสะอาดทุก Batch		
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	2	ชั่วโมง
จำนวนถังบรรจุ	3	tank
ระยะเวลาการใช้ถังบรรจุของ C-Type 1 (cup)	15.5	ชั่วโมง (รวมการลดอุณหภูมิ, การบรรจุ)
ระยะเวลาการใช้ถังบรรจุของ C-Type 2 (light)	15.5	ชั่วโมง (รวมการลดอุณหภูมิ, การบรรจุ)
ระยะเวลาการใช้ถังบรรจุของ C-Type 3 (liquid)	15.0	ชั่วโมง (รวมการลดอุณหภูมิ, การบรรจุ)
กำลังผลิตสูงสุด C-Type 1 (cup) ใน 1 วัน	46.5	ตัน
กำลังผลิตสูงสุด C-Type 2 (light) ใน 1 วัน	46.5	ตัน
กำลังผลิตสูงสุด C-Type 3 (liquid) ใน 1 วัน	47.9	ตัน

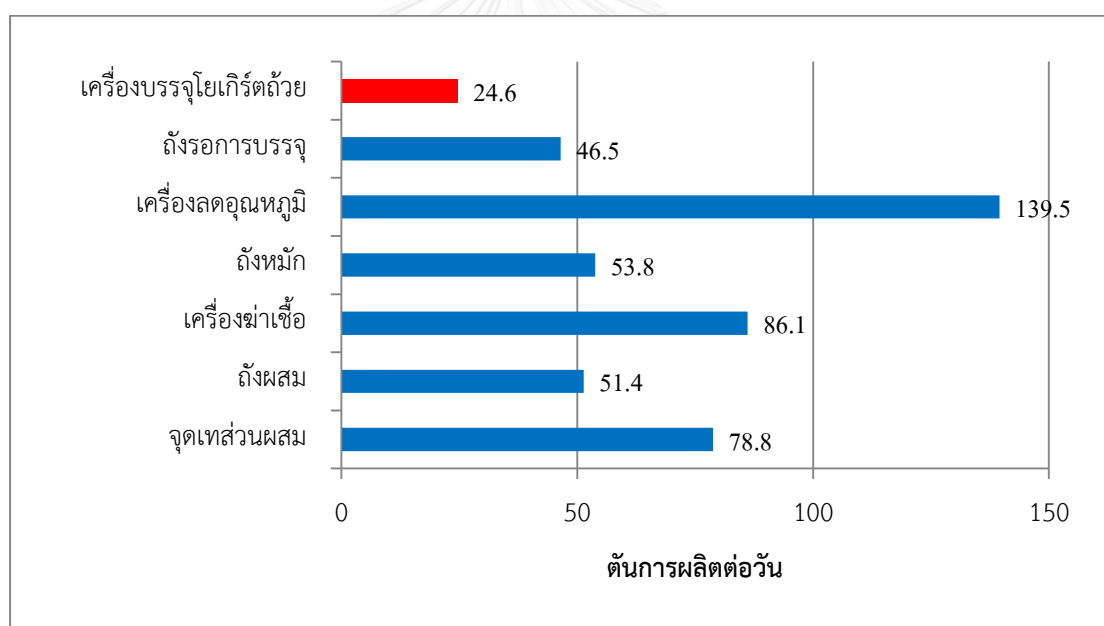
ตารางที่ ก. 8 กำลังการผลิตของเครื่องบรรจุโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

เครื่องบรรจุโยเกิร์ตถ้วย (MC1)		
ทำความสะอาดทุก	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	5.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	18.5	ชั่วโมง
กำลังการผลิตต่อชั่วโมงของ C-Type 1 (cup)	1.25	ตัน/ชั่วโมง
กำลังการผลิตต่อชั่วโมงของ C-Type 2 (light)	1.25	ตัน/ชั่วโมง
กำลังการผลิตต่อชั่วโมงของ C-Type 3 (liquid)	1.33	ตัน/ชั่วโมง
กำลังผลิตสูงสุดของ C-Type 1 (cup) ได้ใน 1 วัน	23.13	ตัน
กำลังผลิตสูงสุดของ C-Type 2 (light) ได้ใน 1 วัน	23.13	ตัน
กำลังผลิตสูงสุดของ C-Type 3 (liquid) ได้ใน 1 วัน	24.61	ตัน

โดยเมื่อได้ทำการคำนวณกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยทั้งหมดแล้ว จึงได้สรุปลงในตารางด้านล่าง เนื่องจากกำลังการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยทั้ง 3 ชนิดมีค่าไม่เท่ากันในบางขั้นตอน ในที่นี้ได้ทำการเลือกกำลังการผลิตต่ำสุดเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อหาขีดของกระบวนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ตารางที่ ก. 9 กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ชื่ออุปกรณ์	ตันการผลิตต่อวัน	หมายเหตุ
จุดเทส่วนผสม	78.8	
ถังผสม	51.4	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด
เครื่องฆ่าเชื้อ	86.1	
ถังหมัก	53.8	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด
เครื่องลดอุณหภูมิ	139.5	
ถังรอการบรรจุ	46.5	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด
เครื่องบรรจุโยเกิร์ตถ้วย	24.6	ใช้ของ C-Type 1 (cup) เนื่องจากมีค่าน้อยสุด



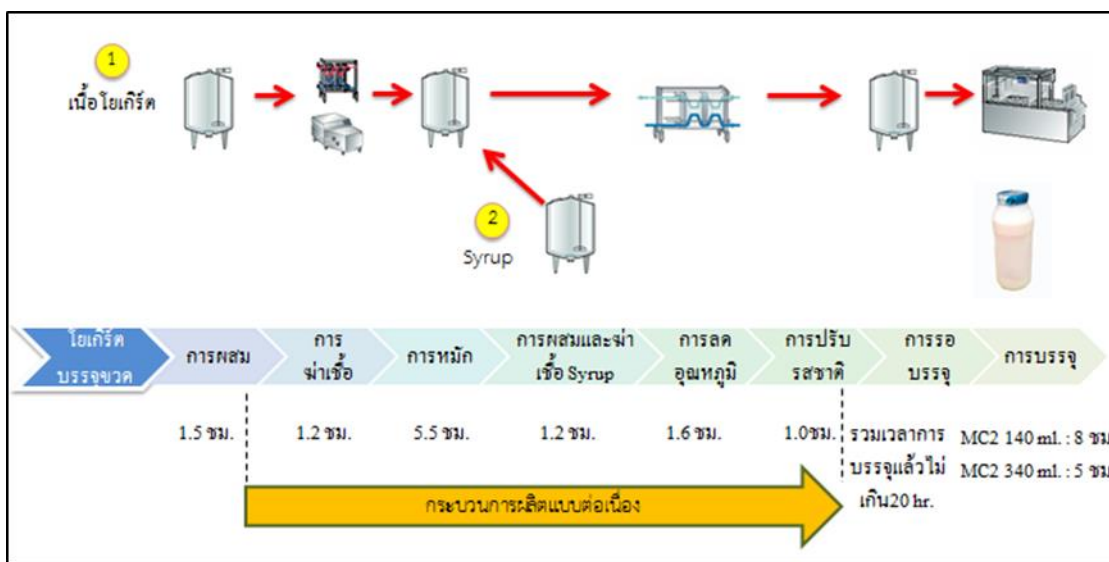
รูปที่ ก. 2 กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

จากตารางพบว่าเครื่องบรรจุโยเกิร์ตบรรจุถ้วยเป็นคอขวดของกระบวนการผลิต เนื่องจากมีกำลังการผลิตน้อยที่สุด โดยมีกำลังการผลิตที่ 24.6 ตันต่อวัน, 172.2 ตันต่อสัปดาห์ หรือ 740 ตันต่อเดือน

2. การคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

ในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้น ปัจจุบันทางบริษัทที่ทำการศึกษามีสินค้าอยู่ 2 ลักษณะคือนมเปรี้ยวสูตรปกติและนมเปรี้ยวสูตรหวานน้อย ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้มีขั้นตอนการผลิตที่เหมือนกัน เพียงแต่มี

ส่วนผสมที่แตกต่างกันเท่านั้น สำหรับหลักการคำนวณเพื่อหาค่าลังการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดหรือนมเปรี้ยวนั้นจะทำเช่นเดียวกับการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย แต่ขนาดการผลิตในขั้นตอนการผสมนั้นจะคำนวณที่ 5 ตัน เนื่องจากในการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้นจะมีส่วนผสมหลักๆ 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตหรือที่เรียกว่า White mass กับส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมหรือ Syrup ในอัตราส่วน 50:50



รูปที่ ก. 3 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

1. ขั้นตอนการผสม

ในการผสมจะเป็นการผสมแยกระหว่างส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตกับส่วนที่เป็นน้ำเชื่อม กรณีที่ต้องการนมเปรี้ยวสำหรับบรรจุ 10 ตัน จะต้องเตรียมส่วนผสมสำหรับเนื้อโยเกิร์ต 5 ตันและส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมอีก 5 ตัน สำหรับถังผสมนี้จะถูกใช้งานตั้งแต่เริ่มเทส่วนผสมจนสิ้นสุดกระบวนการฆ่าเชื้อ White mass

2. ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ White mass

อัตราการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้ออยู่ที่ 4.2 ตันต่อชั่วโมง

3. ขั้นตอนการหมัก

ในขั้นตอนการหมักนี้จะมีถังที่สามารถใช้ได้อยู่ทั้งหมด 7 ถัง ซึ่งจะเป็นคนละชุดกับการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย โดยถังทั้ง 7 ถังสามารถใช้เป็นถังหมักหรือถังรอบรรจุก็ได้ แต่ในการทำงานจริงแล้วเพื่อป้องกันไม่ให้โยเกิร์ตที่หมักเสร็จแล้วไม่มีถังสำหรับรอการบรรจุ ดังนั้นจำนวนถังที่สามารถใช้หมักได้มากที่สุดคือ 3 ถัง โดย 4 ถังที่เหลือจะทำหน้าที่เป็นถังสำหรับใช้รอการบรรจุ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการหมักคือ 5.5 ชั่วโมง

สำหรับถังหมักจะถูกใช้งานตั้งแต่ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ White mass, การหมัก, การฆ่าเชื้อ Syrup และขั้นตอนการลดอุณหภูมิ

4. ขั้นตอนการผสมและฆ่าเชื้อ Syrup

ขนาดการผสมของส่วนที่เป็น Syrup จะเท่ากับขนาดการผสมของส่วนที่เป็น White mass โดย Syrup จะเริ่มทำการฆ่าเชื้อเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักของส่วนที่เป็น White mass ที่อัตราการทำงาน 4.2 ตันต่อชั่วโมง

5. ขั้นตอนการลดอุณหภูมิ

เมื่อส่วนที่เป็นเนื้อโยเกิร์ตผสมกับส่วนที่เป็น Syrup แล้ว จะเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ เพื่อชะลอกิจกรรมของการหมักลง โดยอัตราการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิคือ 6.2 ตันต่อชั่วโมง

6. ขั้นตอนการอบบรรจุ

ถังที่ใช้ในการอบบรรจุจะเป็นชุดเดียวกับถังที่ใช้ในการหมัก จากเหตุผลเรื่องการจัดการถังในทั้ง 2 ขั้นตอน ทำให้ในการอบบรรจุนั้นจะมีถังที่สามารถใช้ได้ทั้งหมด จำนวน 4 ถัง โดยระยะเวลาที่โยเกิร์ตรอการบรรจุ นั้น ทางบริษัทได้แนะนำให้ระยะเวลาไม่ควรเกิน 5 ชั่วโมง เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่จะมีรสชาติเปรี้ยวขึ้น สำหรับถังที่ใช้ในขั้นตอนอบบรรจุนี้จะเริ่มถูกใช้งานเมื่อเข้าสู่การลดอุณหภูมิ, การปรับรสชาติและการบรรจุ

7. ขั้นตอนการบรรจุ

เครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุนั้น สามารถบรรจุได้ 2 ปริมาตรบรรจุคือที่ขนาดขวด 140 มล. จะสามารถบรรจุได้ด้วยอัตราการทำงาน 10,000 ขวดต่อชั่วโมง ส่วนที่ขนาด 340 มล. นั้น จะมีอัตราการบรรจุได้ 8,500 ขวดต่อชั่วโมง โดยจะคำนวณที่

- ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องจักรที่ 70%
- สามารถทำการบรรจุได้ 48 ชั่วโมง จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาดอีก 4 ชั่วโมง
- สัดส่วนการผลิต 140 มล.:340 มล. = 30:70

ตารางที่ ก. 10 ระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวด

ระยะเวลาการผลิต	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
ขั้นตอนการผสม - การเทวัตถุดิบ	30	จำนวนที่ขนาดการผลิต 5 ตัน
ขั้นตอนการผสม - การให้วัตถุดิบผสม น้ำ	60	เป็นขั้นตอนที่ทำให้วัตถุดิบผสมกันได้ดีขึ้น
การฆ่าเชื้อ White mass (Pasteurization)	71.4	จำนวนที่อัตราการทำงาน 4.2 ตัน/ชั่วโมง
การหมัก (Fermentation)	330	จำนวนเวลาการหมักที่ 5.5 ชั่วโมง
การฆ่าเชื้อ Syrup (Pasteurization)	71.4	จำนวนที่อัตราการทำงาน 4.2 ตัน/ชั่วโมง
การลดอุณหภูมิ (Cooling)	120	จำนวนที่อัตราการทำงาน 6.2 ตัน/ชั่วโมง
การปรับรสชาติ	60	ปรับรสชาติให้ได้ตามที่กำหนด
การรอบรรจุ (Storage)	210	ในการทำงานครั้งนี้กำหนดไว้ที่ 3.5 ชั่วโมง

เมื่อทราบระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนแล้ว จากนั้นจึงทำการคำนวณกำลังการผลิต
สูงในแต่ละเครื่องจักร

ตารางที่ ก. 11 กำลังการผลิตของถังผสมโยเกิร์ตบรรจุขวด

ถังผสมโยเกิร์ตบรรจุขวด		
ทำความสะอาดทุก	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	1.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	22.5	ชั่วโมง
จำนวนถังผสม	2	ถัง
เวลาในการใช้ถังผสมในการผลิตนมเปรี้ยว 10 ตัน	5.38	ชั่วโมง (รวมการผสม White mass, Syrup และการฆ่าเชื้อ)
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตได้ใน 1 วัน	83.63	ตัน

ตารางที่ ก. 12 กำลังการผลิตของเครื่องฆ่าเชื้อโยเกิร์ตบรรจุขวด

เครื่องฆ่าเชื้อโยเกิร์ตบรรจุขวด		
ทำความสะอาดทุก	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	3.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	20.5	ชั่วโมง
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตนมเปรี้ยวได้ใน 1 วัน	86.1	ตัน (รวมการฆ่าเชื้อ White mass และ Syrup)

ตารางที่ ก. 13 กำลังการผลิตของถังหมักโยเกิร์ตบรรจุขวด

ถังหมักโยเกิร์ตบรรจุขวด		
ทำความสะอาดทุก Batch		
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	2	ชั่วโมง
จำนวนถังหมัก	3	ถัง
		ชั่วโมง (รวมการฆ่าเชื้อ, การหมัก, การลด
ระยะเวลาที่ถังหมักถูกใช้ในการผลิตนมเปรี้ยว	11.9	อุณหภูมิ)
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตนมเปรี้ยวได้ใน 1 วัน	60.6	ตัน

ตารางที่ ก. 14 กำลังการผลิตของเครื่องลดอุณหภูมิโยเกิร์ตบรรจุขวด

เครื่องลดอุณหภูมิโยเกิร์ตบรรจุขวด		
ทำความสะอาดทุก Batch	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	1.5	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	22.5	ชั่วโมง
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตนมเปรี้ยวได้ใน 1 วัน	139.5	ตัน (อัตราการผลิตที่ 6.2 ตัน/ชั่วโมง)

ตารางที่ ก. 15 กำลังการผลิตของถังบรรจุโยเกิร์ตบรรจุขวด

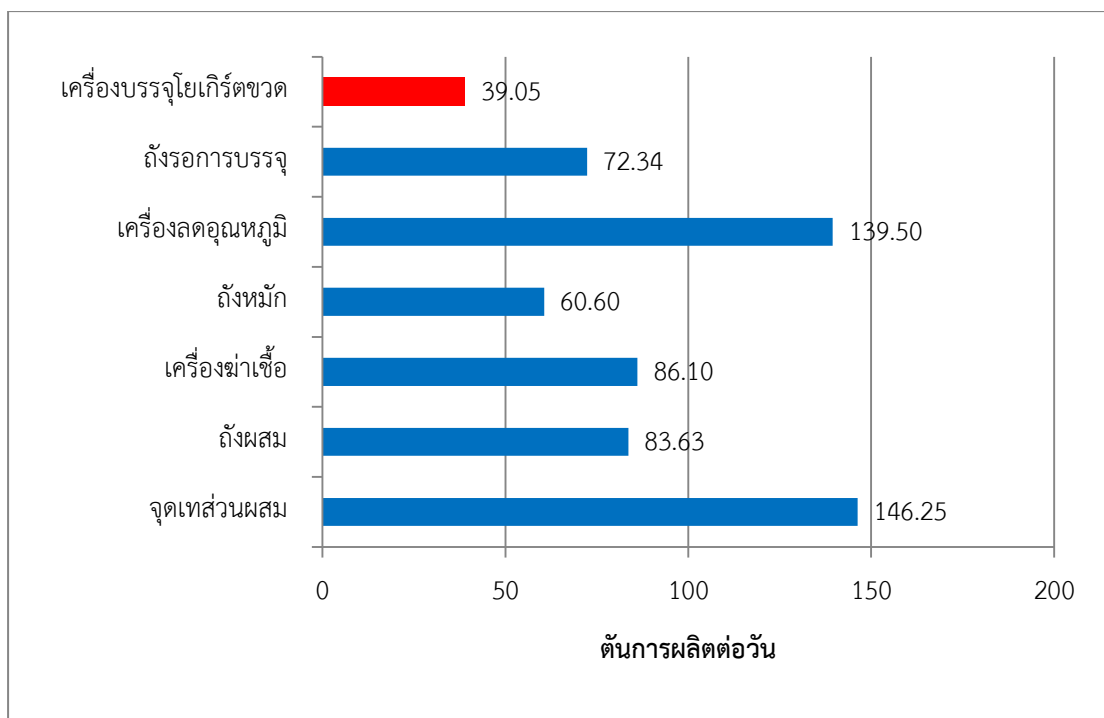
ถังบรรจุโยเกิร์ตบรรจุขวด		
ทำการทำความสะอาดทุก Batch		
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	2	ชั่วโมง
จำนวนถังบรรจุ	4	ถัง
อัตราส่วนการผลิตขนาด 140 มล.	30%	
อัตราส่วนการผลิตขนาด 340 มล.	70%	
อัตราเร็วในการบรรจุขนาด 140 มล.	1.25	ตันต่อชั่วโมง
อัตราเร็วในการบรรจุขนาด 340 มล.	2.00	ตันต่อชั่วโมง
ระยะเวลาการใช้ถังบรรจุของนมเปรี้ยว 140 มล.	15.5	ชั่วโมง (รวมการลดอุณหภูมิ, การบรรจุ)
ระยะเวลาการใช้ถังบรรจุของนมเปรี้ยว 340 มล.	12.5	ชั่วโมง (รวมการลดอุณหภูมิ, การบรรจุ)
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตนมเปรี้ยวได้ใน 1 วัน	72.34	ตัน (คำนวณเทียบกับอัตราส่วนการผลิต)

ตารางที่ ก. 16 กำลังการผลิตของเครื่องบรรจุโยเกิร์ตชนิดขวด

เครื่องบรรจุโยเกิร์ตขวด (MC2)		
ทำความสะอาดทุก	48	ชั่วโมง
ระยะเวลาในการทำความสะอาด	4	ชั่วโมง
คงเหลือระยะเวลาสำหรับการผลิต	44	hr.
กำลังการผลิต ขนาดบรรจุ 140 มล.	1.25	ตัน/ชั่วโมง
กำลังการผลิต ขนาดบรรจุ 340 มล.	2.00	ตัน/ชั่วโมง
กำลังผลิตสูงสุดของนมเปรี้ยว 140 มล.ใน 1 วัน	27.5	ตัน
กำลังผลิตสูงสุดของนมเปรี้ยว 340 มล.ใน 1 วัน	44.0	ตัน
กำลังผลิตสูงสุดที่จะสามารถผลิตนมเปรี้ยวได้ใน 1 วัน	39.1	ตัน (คำนวณเทียบกับอัตราส่วนการผลิต)

ตารางที่ ก. 17 กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนของโยเกิร์ตบรรจุขวด

ชื่ออุปกรณ์	ตันการผลิตต่อวัน	หมายเหตุ
จุดเทส่วนผสม	146.25	
ถังผสม	83.63	
เครื่องฆ่าเชื้อ	86.10	
ถังหมัก	60.60	
เครื่องลดอุณหภูมิ	139.50	
ถังรอการบรรจุ	72.34	
เครื่องบรรจุโยเกิร์ตขวด	39.05	สัดส่วนการผลิต 140 มล.:340 มล. = 30:70



รูปที่ ก. 4 กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรจุขวด

จากตารางพบว่าเครื่องบรจุเป็นคอขวดของกระบวนการผลิตโยเกิร์ตบรจุขวด เนื่องจากมีกำลังการผลิตน้อยที่สุด โดยมีกำลังการผลิตที่ 39.05 ตันต่อวัน, 273.35 ตันต่อสัปดาห์ หรือ 1,171.5 ตันต่อเดือน

ตารางที่ ก. 18 กำลังการผลิตสูงสุดของโยเกิร์ตบรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรจุขวด

กำลังการผลิต	โยเกิร์ตบรจุถ้วย (ตัน)	โยเกิร์ตบรจุขวด (ตัน)
กำลังการผลิตต่อวัน	24.6	39.05
กำลังการผลิตต่อสัปดาห์	172.2	273.35
กำลังการผลิตต่อเดือน	738.0	1,171.5
กำลังการผลิตต่อปี	8,979.0	14,417.5

เมื่อเปรียบเทียบกำลังการผลิตสูงสุดของทั้งโยเกิร์ตบรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรจุขวดกับแผนการผลิตในปัจจุบันพบว่า กำลังการผลิตที่มีอยู่ยังสามารถรองรับปริมาณความต้องการสินค้าได้ โดยที่ไม่ก่อให้เกิดการรอคอยสินค้าเนื่องจากกำลังการผลิตไม่เพียงพอ



ภาคผนวก ข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การใช้ระบบการผลิตในการวางแผนการผลิตสำหรับโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ในการใช้งานระบบการวางแผนการผลิตนั้น หลังจากที่ได้รับแผนการผลิตจากแผนกวางแผนแล้วจะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.1 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยกรณีไม่มีการปรับแผน

1. คลิกที่ Sheet “Input Cup”
2. ใส่แผนผลิตที่ได้จากแผนกวางแผนในช่อง ชื่อผลิตภัณฑ์, รูปแบบ, จำนวนและหน่วยการผลิต
3. จากนั้นไฟล์จะทำการคำนวณปริมาณเนื้อโยเกิร์ตรวมที่ต้องการของแต่ละชนิด โดยจะเป็นการรวมปริมาณเนื้อโยเกิร์ตชนิดเดียวกันที่ผลิตในครั้งนั้นๆ เข้าด้วยกัน
4. หลังจากทราบปริมาณเนื้อโยเกิร์ตแต่ละชนิดที่ต้องเตรียมแล้ว ผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนการผลิต แบ่งเป็นจำนวน Batch ที่ต้องเตรียมโดยแยกเป็นชนิดของโยเกิร์ตและขนาดของ Batch size ขั้นต่ำคือ 5 ตัน สูงสุดไม่เกิน 10 ตัน ในที่นี้ โรงงานที่เป็นกรณีศึกษามีชนิดของโยเกิร์ตแบบบรรจุถ้วยอยู่ 3 ชนิดคือ C1-Type 1 (Cup), C2-Type 2 (Light) และ C3-Type 3 (Liquid)
5. เมื่อได้จำนวน Batch และขนาดของ Batch size ในโยเกิร์ตแต่ละชนิดแล้ว ผู้วางแผนการผลิตทำการระบุสินค้าแต่ละชนิดว่าจะต้องใช้เนื้อโยเกิร์ตจาก Batch ไດ
6. ระบุวันและเวลาที่ต้องการเริ่มการบรรจุ
7. กรณีที่พบว่าการผลิตไม่เป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้ กล่าวคือเร็วหรือช้ากว่าแผนจะทำการปรับแผนการผสมใหม่ โดยจะทำการคำนวณเวลาบรรจุของ Batch ถัดไปที่ยังไม่ได้เริ่มการผสม จากนั้นใส่ค่าเวลาลงในช่อง “เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)” แล้วคลิก “คำนวณแผนการผลิต” เพื่อคำนวณแผนการผลิตใหม่

Production Plan Cup yoghurt													
เวลาเริ่มบรรจุ	21/3/2016 9:30							คำนวณแผนการผลิต					
ลำดับการผลิต	ชื่อผลิตภัณฑ์	รูปแบบ	จำนวน	หน่วยการผลิต	เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)	จำนวนรวม(โยเกิร์ต)	Batch โยเกิร์ตที่ใช้	Batch การผลิต	ชนิดโยเกิร์ต	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเฉย (ถ้ามี)		
1	Cup POP&GO Original 105g.	x4	7,680	pack 4		3.41	C1	C1	C-Type 3 (Liquid)	10.00			
2	Cup POP&GO Pineapple 105g.	x4	5,760	pack 4		5.97	C1	C2	C-Type 3 (Liquid)	7.00			
3	Cup POP&GO Pineapple 105g.	x1	37,800	cup		10.16	C2	C3	C-Type 3 (Liquid)	6.20			
4	Cup POP&GO Original 105g.	x1	54,000	cup		16.15	C3	C4	C-Type 1 (Cup)	6.90			
5	Cup POP&GO Strawberry 105g.	x4	5,760	pack 4		18.71	C3	C5	C-Type 2 (Light)	9.60			
6	Cup POP&GO Strawberry 105g.	x1	40,500	cup		23.20	C3	C6	C-Type 3 (Liquid)	7.40			
7	Cup Nata de coco 105g.	x4	6,300	pack 4		2.35	C4	C7					
8	Cup Nata de coco 105g.	x1	24,300	cup		4.62	C4	C8					
9	Cup Strawberry 105g.	x1	12,150	cup		5.82	C4	C9					
10	Cup Strawberry 105g.	x4	2,700	pack 4		6.88	C4	C10					
11	Cup Light Strawberry 105g.	x4	6,750	pack 4		2.61	C5	C11					
12	Cup Light Strawberry 105g.	x1	20,250	cup		4.66	C5	C12					
13	Cup Light Original 105g.	x1	20,250	cup		6.78	C5	C13					
14	Cup Light Original 105g.	x4	6,300	pack 4		9.65	C5	C14					

รูปที่ ข. 1 หน้ารับข้อมูลการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยกรณีไม่มีการปรับแผน

1.2 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยกรณีที่มีการปรับแผน

กรณีที่แผนผลิตมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความต้องการของสินค้าเปลี่ยนไปนั้น ทางแผนกวางแผนจะส่งแผนฉบับแก้ไขมาให้ จากนั้นแผนก Production ทำการคำนวณเพื่อปรับแผนการผลิตใหม่ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ใส่แผนผลิตฉบับแก้ไขที่ได้จากแผนกวางแผนในช่อง ชื่อผลิตภัณฑ์, รูปแบบ, จำนวนและหน่วยการผลิต
2. จากนั้นไฟล์จะทำการคำนวณปริมาณเนื้อโยเกิร์ตรวมที่ต้องการของแต่ละชนิด โดยจะเป็นการรวมปริมาณเนื้อโยเกิร์ตชนิดเดียวกันที่ผลิตในครั้งนั้นๆ เข้าด้วยกัน
3. ทำการแบ่งเป็นจำนวน Batch และขนาด Batch size โดยพิจารณา Batch size ที่ได้วางแผนไว้ก่อนที่จะมีการปรับประกอบด้วย
 - กรณีที่เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่าขนาดของ Batch size ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดอย่างน้อย 5 ตันและอย่างมากไม่เกิน 10 ตันต่อ Batch ให้แจ้งแผนกวางแผนเพื่อทำการปรับแผนใหม่
 - กรณีที่ขนาดของ Batch size สอดคล้องกับข้อกำหนด จึงทำการแก้ไขขนาด Bath size และชนิดของเนื้อโยเกิร์ต
4. หลังจากที่ได้ขนาดของ Batch size แล้วผู้ทำการวางแผนกำหนดว่าสินค้าแต่ละรายการจะใช้เนื้อโยเกิร์ตจาก Batch ไต
5. ทำการคำนวณเวลาบรรจุของ Batch ถัดไปที่ยังไม่ได้ทำการผสมในช่อง “เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)”
6. คลิกที่ “คำนวณแผนการผลิต” เพื่อทำการคำนวณเวลาในการผสมใหม่

Production Plan Cup yoghurt													
เวลาเริ่มบรรจุ	21/3/2016 9:30										คำนวณแผนการผลิต		
ลำดับการผลิต	ชื่อผลิตภัณฑ์	รูปแบบ	จำนวน	หน่วยการผลิต	เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)	จำนวนรวมโยเกิร์ต	Batch โยเกิร์ตที่ใช้	Batch การผลิต	ชนิดโยเกิร์ต	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเชื้อ (ถ้ามี)		
1	Cup POP&GO Original 105g.	pack 4	980	pack 4		3.41	C1	C1	C-Type 3 (Liquid)	10.00			
2	Cup POP&GO Pineapple 105g.	pack 4	760	pack 4		5.97	C1	C2	C-Type 3 (Liquid)	7.00			
3	Cup POP&GO Pineapple 105g.	cup	37,800	cup		10.16	C2	C3	C-Type 3 (Liquid)	6.20			
4	Cup POP&GO Original 105g.	x1	64,000	cup		16.15	C3	C4	C-Type 1 (Cup)	6.90			
5	Cup POP&GO Strawberry 105g.	x4	6,760	pack 4		18.71	C3	C5	C-Type 3 (Liquid)	9.60			
6	Cup POP&GO Strawberry 105g.	x1	40,500	cup		23.20	C3	C6	C-Type 3 (Liquid)	7.40			
7	Cup Nata de coco 105g.	x4	6,300	pack 4		2.35	C4	C7					
8	Cup Nata de coco 105g.	x1	24,300	cup		4.62	C4	C8					
9	Cup Strawberry 105g.	x1	12,150	cup		5.82	C4	C9					
10	Cup Strawberry 105g.	x4	2,700	pack 4		6.88	C4	C10					
11	Cup Light Strawberry 105g.	x4	6,750	pack 4		2.61	C5	C11					
12	Cup Light Strawberry 105g.	x1	20,250	cup			C5	C12					
13	Cup Light Original 105g.	x1	20,250	cup			C5	C13					
14	Cup Light Original 105g.	x4	6,300	pack 4		9.85	C5	C14					

รูปที่ ข. 2 หน้ารับข้อมูลการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วยกรณีที่มีการปรับแผน

1.3 การแสดงผลการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ผลของการใช้ระบบการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยนั้นจะประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก

- ส่วนที่ 1 เป็นการแสดงเวลาเริ่มผสมของแต่ละ Batch
- ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงเวลาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ
- ส่วนที่ 3 เป็นการแสดงเวลาการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ
- ส่วนที่ 4 เป็นการแสดงเวลาการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ

แผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

Batch	การผสม	การหมัก	การลดอุณหภูมิ	ภาพรวมการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย				
				การเริ่มการหมัก	เวลาบรรจุ	Back time (ชม.)		
1	01 O-Type 3 (Lowfat)	10.0	3/20/2016 19:30	1	2	3/21/2016 8:00	3/21/2016 9:30	3:30
2	02 O-Type 3 (Lowfat)	7.0	3/21/2016 4:13	3	8	3/21/2016 19:31	3/21/2016 17:01	3:30
3	03 O-Type 3 (Lowfat)	6.2	3/21/2016 9:48	4	6	3/21/2016 18:46	3/21/2016 22:16	3:30
4	04 O-Type 1 (Cust)	6.9	3/21/2016 11:41	1	3	3/21/2016 23:26	3/22/2016 2:56	3:30
5	05 O-Type 2 (Lowfat)	9.6	3/21/2016 23:07	2	4	3/22/2016 10:27	3/22/2016 13:57	3:30
6	06 O-Type 2 (Lowfat)	7.4	3/22/2016 8:41	8	1	3/22/2016 18:08	3/22/2016 21:38	3:30
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

ลำดับ	เวลาเริ่ม DIP	เวลา DIP เสร็จ	ท่าทาง DIP เสร็จ
ลำดับ 1	3/20/2016 16:00	3/20/2016 16:30	คนเริ่มการผลิต
ลำดับ 2	3/21/2016 16:19	3/21/2016 16:49	หลังรับ 04
ลำดับ 3	3/22/2016 12:34	3/22/2016 16:04	หลังรับ 06
ลำดับ 4			
ลำดับ 5			
ลำดับ 6			
ลำดับ 7			

ลำดับ	เวลาเริ่ม DIP	เวลา DIP เสร็จ	ท่าทาง DIP หลังรับ
ลำดับ 1	3/21/2016 0:23	3/21/2016 1:53	คนเริ่มการผลิต
ลำดับ 2	3/21/2016 23:26	3/22/2016 0:56	หลังรับ 04
ลำดับ 3	3/22/2016 16:33	3/22/2016 20:03	หลังรับ 06
ลำดับ 4			
ลำดับ 5			
ลำดับ 6			
ลำดับ 7			

ลำดับ	เวลาเริ่ม DIP	เวลา DIP เสร็จ	ท่าทาง DIP เสร็จ
ลำดับ 1	3/21/2016 2:30	3/21/2016 8:00	คนเริ่มการผลิต
ลำดับ 2	3/22/2016 7:36	3/22/2016 13:06	DIP หลังรับ O-Type 1 (Cust) Cust Straw
ลำดับ 3	3/23/2016 9:08	3/23/2016 14:38	DIP หลังรับ O-Type 3 (Lowfat) Lowfat Pressed
ลำดับ 4			

รูปที่ ข. 3 การแสดงผลการวางแผนผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย (รวม)

สำหรับส่วนที่ 1 นั้นซึ่งเป็นข้อมูลที่แสดงเวลาในการผสมจะแสดงข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบ เช่นชนิดโยเกิร์ตที่จะทำการผสม, ขนาดของ Batch size, ถึงที่ต้องใช้ในการหมักและการอบบรรจุ, เวลาบรรจุจากการคำนวณ รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับเวลารอคอยของ Batch นั้นๆ ซึ่งข้อมูลของเวลารอคอยจะช่วยให้ผู้วางแผนผลิตมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจ กรณีที่พบว่าเวลาในการผสมของ โยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดซ้อนทับกัน สามารถพิจารณาจากการเปรียบเทียบเวลารอคอยของ ทั้ง 2 Batch ได้ โดยจะผสมโยเกิร์ตที่มีเวลารอคอยน้อยกว่าก่อน จากนั้นจึงทำการผสม Batch ที่มีเวลารอคอยมากกว่า เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงที่เครื่องบรรจุจะเกิดการคอก

แผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

Batch การผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ตัน)	การผลิต			ภาพรวมการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย		
			เริ่ม	ถึงที่ใช้หมัก	ถึงสำหรับรอการบรรจุ	เวลาที่พร้อมรอบรรจุ	เวลาบรรจุ	Slack time (ชม.)
1	C1 C-Type 3 (Liquid)	10.0	3/20/2016 19:30	1	2	3/21/2016 6:00	3/21/2016 9:30	3:30
2	C2 C-Type 3 (Liquid)	7.0	3/21/2016 4:13	3	5	3/21/2016 13:31	3/21/2016 17:01	3:30
3	C3 C-Type 3 (Liquid)	6.2	3/21/2016 9:48	4	6	3/21/2016 18:46	3/21/2016 22:16	3:30
4	C4 C-Type 1 (Cup)	6.9	3/21/2016 11:41	1	3	3/21/2016 23:26	3/22/2016 2:56	3:30
5	C5 C-Type 2 (Light)	9.6	3/21/2016 23:07	2	4	3/22/2016 10:27	3/22/2016 13:57	3:30
6	C6 C-Type 3 (Liquid)	7.4	3/22/2016 8:41	5	1	3/22/2016 18:08	3/22/2016 21:38	3:30
7								

รูปที่ ข. 4 ข้อมูลที่แสดงในตารางการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย



2. การใช้ระบบการผลิตในการวางแผนการผลิตสำหรับโยเกิร์ตบรรจุขวด

ขั้นตอนในการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดกรณีไม่มีการปรับแผน

1. คลิกที่ Sheet “Input Drink”
2. ใส่แผนผลิตโดยทำการระบุ ประเภทผลิตภัณฑ์, ขนาดบรรจุ, ขนาดการผลิต โดยจะต้องทำการคำนวณเพื่อเปลี่ยนจำนวนขวดเป็นจำนวนต้นการผลิตก่อน
3. ระบุวันและเวลาที่ต้องการเริ่มการบรรจุ
4. คลิกที่ “คำนวณแผนการผลิต” เพื่อคำนวณเวลาเริ่มผสมของแต่ละ Batch
7. กรณีที่พบว่าการผลิตไม่เป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้ กล่าวคือเร็วหรือช้ากว่าแผนจะทำการปรับแผนการผลิตใหม่ โดยจะทำการคำนวณเวลาบรรจุของ Batch ถัดไปที่ยังไม่ได้เริ่มการผสม จากนั้นใส่ค่าเวลาลงในช่อง “เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)” แล้วคลิก “คำนวณแผนการผลิต” เพื่อคำนวณแผนการผลิตใหม่

Batch การผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ลิตร)	ขนาดการผลิต (ลิตร)	เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)	เวลาเมื่อ (ปรับแยก)
D1	Drink 0% Original	340 ml.	8		
D2	Drink 0% Strawberry	340 ml.	8		
D3	Drink 0% Lychee	340 ml.	8		
D4	Drink 0% Original	140 ml.	10		
D5	Drink 0% Strawberry	140 ml.	8		
D6	Drink Light Original	140 ml.	9		
D7	Drink 0% Lychee	140 ml.	8		
D8	Drink Light Original	340 ml.	7		
D9	Drink Light Original	340 ml.	7		
D10	Drink 0% Original	340 ml.	8		
D11	Drink 0% Strawberry	340 ml.	8		
D12	Drink 0% Lychee	340 ml.	8		

รูปที่ ข. 5 หน้ารับข้อมูลการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดกรณีไม่มีการปรับแผน

2.2 การวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดกรณีมีการปรับแผน

กรณีที่แผนการผลิตมีการส่งแผนฉบับแก้ไขมาให้ อันเนื่องจากการต้องการสินค้าเปลี่ยนแปลงนั้น ขั้นตอนการทำงานจะเป็นดังนี้


1. คำนวณปริมาณเนื้อโยเกิร์ตที่ต้องเตรียมของแต่ละ Batch
 2. ตรวจสอบว่าเนื้อโยเกิร์ต Batch ที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้น ได้ทำการผสมไปแล้วหรือไม่
- กรณีที่ทำการผสมไปแล้ว ให้แจ้งแผนการผลิตเพื่อปรับแผนใหม่ เนื่องจากไม่สามารถแก้ไขได้ ส่วน

กรณีที่ Batch ที่มีการแก้ไขหรือเพิ่มเติมนั้น ยังไม่ได้ทำการผลิต ให้ใส่ประเภทผลิตภัณฑ์และขนาดบรรจุลงในช่องที่กำหนด

3. คำนวณเวลาเริ่มบรรจุของ Batch ถัดไปที่ยังไม่ได้ทำการผสมลงในช่อง “เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)”

4. คลิกที่ “คำนวณแผนการผลิต” เพื่อทำการคำนวณเวลาเริ่มผสมใหม่

Production Plan Drinking yoghurt

เวลาเริ่มบรรจุ 3/21/2016 9:30  4 คำนวณแผนการผลิต

Batch การผลิต	ประเภทผลิตภัณฑ์	ขนาดบรรจุ	ขนาดการผลิต (คัน)	เวลาเริ่มบรรจุใหม่ (ถ้ามี)	เวลาเพื่อ (ปรับแยก)
D1	Drink 0% Original	340 ml.	8		
D2	Drink 0% Strawberry	340 ml.	8		
D3	Drink 0% Lychee	340 ml.	8		
D4	Drink 0% Original	140 ml.	10		
D5	Drink 0% Strawberry	140 ml.	8		
D6	Drink Light Original	140 ml.	9		
D7	Drink 0% Lychee	140 ml.	8		
D8	Drink Light Original	340 ml.	7		
D9	Drink Light Original	340 ml.	7		
D10	Drink 0% Original	340 ml.	8		
D11	Drink 0% Strawberry	340 ml.	8		
D12	Drink 0% Lychee	340 ml.	8		

▶ Input Cup Input Drink Out Put-Cup Out Put-Drink Print

รูปที่ ข. 6 หน้ารับข้อมูลการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวดกรณีมีการปรับเปลี่ยน

2.3 การแสดงผลการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวด

ผลของการใช้ระบบการวางแผนการผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวดนั้นจะประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ซึ่งคล้ายกับการแสดงผลของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยคือ

- ส่วนที่ 1 เป็นการแสดงเวลาเริ่มผสมของแต่ละ Batch
- ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงเวลาการทำความสะอาดเครื่องฆ่าเชื้อ
- ส่วนที่ 3 เป็นการแสดงเวลาการทำความสะอาดเครื่องลดอุณหภูมิ
- ส่วนที่ 4 เป็นการแสดงเวลาการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ

แผนการผลิตนมเบรียวบรรจุขวด									
stch	กรรม	ประเภทผลิตภัณฑ์	การผลิต	การผลิต	การเริ่ม	การเริ่ม	การลดอุณหภูมิ	ภาพรวมการผลิตนมเบรียวบรรจุขวด	
				เริ่ม	ใช้หมัก	การบรรจุ	ที่พร้อมรอบ	เวลาบรรจุ	lock time (ชม.)
1	D1	Drink 0% Original WM	4.1	3/20/2016 18:43	1	3	3/21/2016 6:00	3/21/2016 9:30	3:30
2	D2	Drink 0% Strawberry WM	4.1	3/20/2016 22:49	2	5	3/21/2016 10:06	3/21/2016 13:36	3:30
3	D1	Drink 0% Original SY	4.1	3/21/2016 1:12	1	3			
4	D3	Drink 0% Lychee WM	4.1	3/21/2016 2:55	4	7	3/21/2016 14:12	3/21/2016 17:42	3:30
5	D2	Drink 0% Strawberry SY	4.1	3/21/2016 5:43	2	5			
6	D4	Drink 0% Original WM	5.1	3/21/2016 6:16	6	2	3/21/2016 18:21	3/21/2016 21:48	3:26
7	D3	Drink 0% Lychee SY	4.1	3/21/2016 9:24	4	7			
8	D4	Drink 0% Original SY	5.1	3/21/2016 13:41	6	2			
9	D5	Drink 0% Strawberry WM	4.1	3/21/2016 15:11	1	3	3/22/2016 2:27	3/22/2016 5:57	3:30
10	D6	Drink Light Original WM	4.6	3/21/2016 21:20	4	6	3/22/2016 9:01	3/22/2016 12:31	3:30
11	D5	Drink 0% Strawberry SY	4.1	3/21/2016 22:26	1	3			
12	D6	Drink Light Original SY	4.6	3/22/2016 3:56	4	6			
13	D7	Drink 0% Lychee WM	4.1	3/22/2016 5:06	1	1	3/22/2016 16:22	3/22/2016 19:52	3:30
14	D7	Drink 0% Lychee SY	4.1	3/22/2016 11:34	1	1			
15	D8	Drink Light Original WM	3.6	3/22/2016 12:33	7	4	3/22/2016 23:25	3/23/2016 2:26	3:00
16	D8	Drink Light Original SY	3.6	3/22/2016 18:25	7	4			
17	D9	Drink Light Original WM	3.5	3/22/2016 23:06	2	3	3/23/2016 9:54	3/23/2016 10:02	0:07
18	D10	Drink 0% Original WM	4.1	3/22/2016 23:56	6	7	3/23/2016 11:13	3/23/2016 13:32	2:19
19	D9	Drink Light Original SY	3.5	3/23/2016 2:04	2	3			
20	D11	Drink 0% Strawberry WM	4.1	3/23/2016 2:54	5	2	3/23/2016 14:11	3/23/2016 17:38	3:27
21	D10	Drink 0% Original SY	4.1	3/23/2016 5:14	6	7			
22	D12	Drink 0% Lychee WM	4.1	3/23/2016 6:57	1	6	3/23/2016 16:14	3/23/2016 21:44	3:30
23	D11	Drink 0% Strawberry SY	4.1	3/23/2016 9:20	5	2			
24	D12	Drink 0% Lychee SY	4.1	3/23/2016 13:26	1	6			
25									
26									

เวลากัก CIP เครื่องฆ่าเชื้อ			
ลำดับ	เวลาดำเนิน CIP	เวลา CIP เติจ	ทำการ CIP หลังจบ
ลำดับที่ 1	3/20/2016 14:13	3/20/2016 18:03	ก่อนเริ่มการผลิต
ลำดับที่ 2	3/21/2016 17:39	3/21/2016 21:29	D5 Drink 0% Strawberry WM
ลำดับที่ 3	3/22/2016 20:46	3/23/2016 0:36	D6 Drink Light Original SY
ลำดับที่ 4	3/23/2016 16:55	3/23/2016 19:46	D12 Drink 0% Lychee SY
ลำดับที่ 5			
ลำดับที่ 6			
ลำดับที่ 7			

เวลากัก CIP เครื่องลดความชื้น			
ลำดับ	เวลาดำเนิน CIP	เวลา CIP เติจ	ทำการ CIP เติจ
ลำดับที่ 1	3/20/2016 23:40	3/21/2016 1:30	ก่อนเริ่มการผลิต
ลำดับที่ 2	3/22/2016 1:27	3/22/2016 3:17	D5 Drink 0% Strawberry
ลำดับที่ 3	3/22/2016 22:25	3/23/2016 0:15	D6 Drink Light Original
ลำดับที่ 4	3/23/2016 17:14	3/23/2016 19:04	D12 Drink 0% Lychee
ลำดับที่ 5			
ลำดับที่ 6			
ลำดับที่ 7			

เวลากัก CIP เครื่องบรรจุ			
ลำดับ	เวลาดำเนิน CIP	เวลา CIP เติจ	ทำการ CIP หลังจบ
ลำดับที่ 1	3/21/2016 2:30	3/21/2016 6:30	ก่อนเริ่มการผลิต
ลำดับที่ 2	3/23/2016 6:02	3/23/2016 10:02	D6-Drink Light Original
ลำดับที่ 3	3/24/2016 1:50	3/24/2016 5:50	D12-Drink 0% Lychee
ลำดับที่ 4			
ลำดับที่ 5			

รูปที่ ข. 7 การแสดงผลการวางแผนผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด (รวม)

ในส่วนของการแสดงผลในเรื่องเวลาผสมนั้นก็จะให้ข้อมูลที่คล้ายกับของโยเกิร์ตบรรจุถ้วย โดยจะแสดงเวลาผสม, เวลาที่ต้องบรรจุ รวมถึงเวลารอคอยเพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจ กรณีที่เวลาผสมของโยเกิร์ตบรรจุถ้วยและโยเกิร์ตบรรจุขวดซ้อนทับกัน



ภาคผนวก ค.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ระยะเวลารอคอยของเครื่องบรรจุทั้งชนิดบรรจุถั่วและชนิดบรรจุขวดก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ ค. 2 ระยะเวลารอคอยของเครื่องบรรจุด้วยวิธีวางแผนแบบ forward

แผนการผลิต	ระยะเวลาที่เครื่องบรรจุรอคอย (นาที)	
	โยเกิร์ตบรรจุถั่ว	โยเกิร์ตบรรจุขวด
สัปดาห์ที่ 30		60
สัปดาห์ที่ 35		244
สัปดาห์ที่ 38		39
สัปดาห์ที่ 39	143	121
สัปดาห์ที่ 40		40
สัปดาห์ที่ 44	40	
สัปดาห์ที่ 45		397
สัปดาห์ที่ 46		272
สัปดาห์ที่ 48	10	
สัปดาห์ที่ 50		218
จำนวนครั้งที่เกิดการรอคอย	3	8
ระยะเวลาที่เกิดการรอคอย (นาที)	193	1,391
ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยต่อครั้ง (นาที)	64	174
ความถี่ที่เกิดการรอคอย (สัปดาห์/ ครั้ง)	7.7	2.9

2. ระยะเวลาที่โยเกิร์ตรอการบรรจุของทั้งชนิดบรรจุถ้วยและชนิดบรรจุขวดก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ ค. 3 ระยะเวลาที่โยเกิร์ตรอการบรรจุด้วยวิธีวางแผนแบบ forward

การผสมครั้งที่ (Batch number)	ระยะเวลารอการบรรจุ (ชั่วโมง)	
	โยเกิร์ตบรรจุถ้วย	โยเกิร์ตบรรจุขวด
1.	5.5	3.0
2.	4.0	3.0
3.	4.5	9.0
4.	6.0	6.0
5.	4.5	9.0
6.	3.5	11.0
7.	4.5	5.5
8.	6.0	8.5
9.	6.5	8.5
10.	6.5	7.5
11.	4.0	8.5
12.	6.0	7.0
13.	3.0	6.0
เวลาเฉลี่ย (ชม.)	5.0	7.1

3. การเปรียบเทียบเวลาผสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

โดยเป็นการเก็บข้อมูลเวลาที่ทำการผสมจริง เทียบกับเวลาที่ระบุโดยระบบการวางแผนการผลิต

ตารางที่ ค. 4 การเปรียบเทียบเวลาผสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

ชนิดผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเริ่มการผสม		
		ระบบการวางแผน	เวลาผสมจริง	ส่วนต่าง
C1 C-Type 1 (Cup)	7	27/03/2016 18:42	27/03/2016 19:43	1:01
C2 C-Type 1 (Cup)	5	28/03/2016 1:06	28/03/2016 1:35	0:29
C3 C-Type 2 (Light)	8	28/03/2016 5:24	28/03/2016 6:10	0:46
C4 C-Type 2 (Light)	5.3	28/03/2016 12:53	28/03/2016 13:10	0:17
C5 C-Type 3 (Liquid)	10	28/03/2016 17:09	28/03/2016 16:45	0:24
C6 C-Type 3 (Liquid)	5	29/03/2016 8:19	29/03/2016 8:50	0:31
C7 C-Type 3 (Liquid)	10.0	24/04/2016 20:13	24/04/2016 19:15	0:58
C8 C-Type 3 (Liquid)	9.9	25/04/2016 4:25	25/04/2016 4:05	0:20
C9 C-Type 1 (Cup)	9.8	25/04/2016 8:36	25/04/2016 9:30	0:54
C10 C-Type 2 (Light)	10.0	25/04/2016 22:41	25/04/2016 23:03	0:22
C11 C-Type 3 (Liquid)	10.0	26/04/2016 13:00	26/04/2016 12:08	0:52
C12 C-Type 3 (Liquid)	10.0	26/04/2016 19:15	26/04/2016 19:43	0:28
C13 C-Type 1 (Cup)	9.0	27/04/2016 8:51	27/04/2016 9:30	0:39
C14 C-Type 1 (Cup)	5.2	27/04/2016 17:34	27/04/2016 17:20	0:14
C15 C-Type 2 (Light)	10.0	28/04/2016 1:28	28/04/2016 1:45	0:17
C16 C-Type 2 (Light)	7.0	28/04/2016 11:40	28/04/2016 11:00	0:40
C17 C-Type 3 (Liquid)	6	08/05/2016 20:06	08/05/2016 19:20	0:46
C18 C-Type 3 (Liquid)	5	09/05/2016 2:00	09/05/2016 1:15	0:45
C19 C-Type 2 (Light)	10	09/05/2016 3:50	09/05/2016 5:05	1:15
C20 C-Type 2 (Light)	7.3	09/05/2016 11:51	09/05/2016 11:37	0:14
C21 C-Type 1 (Cup)	6	09/05/2016 22:12	09/05/2016 22:46	0:34
C22 C-Type 1 (Cup)	6	10/05/2016 3:00	10/05/2016 2:20	0:40
C23 C-Type 3 (Liquid)	5.8	10/05/2016 10:23	10/05/2016 9:59	0:24

เฉลี่ย

0:37

4. การเปรียบเทียบเวลาผสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

โดยเป็นการเก็บข้อมูลเวลาที่ทำการผสมจริง เทียบกับเวลาที่ระบุโดยระบบการวางแผนการผลิต

ตารางที่ ค. 5 การเปรียบเทียบเวลาผสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

ชนิดผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเริ่มการผสม		
		ระบบการวางแผน	เวลาผสมจริง	ส่วนต่าง
D1 Drink 0% Original WM	4.2	27/03/2016 14:45	27/03/2016 14:30	0:15
D1 Drink 0% Original SY	4.2	27/03/2016 21:06	27/03/2016 21:50	0:43
D2 Drink 0% Strawberry WM	4.7	28/03/2016 1:30	28/03/2016 3:06	1:36
D2 Drink 0% Strawberry SY	4.7	28/03/2016 8:05	28/03/2016 9:15	1:10
D3 Drink Light Original WM	4.6	28/03/2016 9:35	28/03/2016 9:20	0:15
D3 Drink Light Original SY	4.6	28/03/2016 15:01	28/03/2016 15:35	0:34
D4 Drink 0% Lychee WM	5.2	28/03/2016 21:45	28/03/2016 22:51	1:06
D4 Drink 0% Lychee SY	5.2	29/03/2016 15:35	29/03/2016 16:10	0:34
D5 Drink Light Original WM	3.6	29/03/2016 7:05	29/03/2016 6:15	0:50
D5 Drink Light Original SY	3.6	29/03/2016 22:41	29/03/2016 23:31	0:50
D6 Drink 0% Original WM	5.1	29/3/2016 8:45	29/3/2016 8:21	0:24
D6 Drink 0% Original SY	5.1	29/03/2016 15:26	29/03/2016 15:01	0:25
D7 Drink 0% Strawberry WM	4.1	29/03/2016 18:37	29/03/2016 18:45	0:08
D7 Drink 0% Strawberry SY	4.1	30/03/2016 1:06	30/03/2016 1:45	0:39
D8 Drink 0% Original WM	4.1	24/04/2016 14:13	24/04/2016 13:54	0:19
D9 Drink 0% Lychee WM	4.1	24/04/2016 17:49	24/04/2016 17:33	0:16
D8 Drink 0% Original SY	4.1	24/04/2016 21:12	24/04/2016 20:45	0:27
D10 Drink 0% Strawberry WM	4.1	25/04/2016 0:55	25/04/2016 0:40	0:15
D9 Drink 0% Lychee SY	4.1	25/04/2016 0:18	24/04/2016 23:40	0:37
D11 Drink Light Original WM	4.1	25/04/2016 7:02	25/04/2016 7:20	0:18
D10 Drink 0% Strawberry SY	3.6	25/04/2016 9:25	25/04/2016 9:30	0:05
D12 Drink Light Original WM	4	25/04/2016 12:33	25/04/2016 12:30	0:03
D13 Drink 0% Strawberry SY	3.6	25/04/2016 15:20	25/04/2016 15:00	0:20
D11 Drink Light Original SY	3.6	25/4/2016 16:50	25/04/2016 16:00	0:50
D14 Drink 0% Original WM	5	25/04/2016 1:48	25/04/2016 1:00	0:47
D12 Drink Light Original SY	5	25/04/2016 8:02	25/04/2016 7:27	0:35
D15 Drink 0% Lychee WM	4.1	26/04/2016 12:38	26/04/2016 13:55	1:16

ตารางที่ ค. 6 การเปรียบเทียบเวลาผสมจริงเทียบกับแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด (ต่อ)

ชนิดผลิตภัณฑ์	ขนาดการผลิต (ตัน)	เวลาเริ่มการผสม		
		ระบบการวางแผน	เวลาผสมจริง	ส่วนต่าง
D14 Drink 0% Original SY	4.1	27/04/2016 22:08	27/04/2016 21:35	0:33
D15 Drink 0% Lychee SY	5	27/04/2016 3:21	27/04/2016 3:46	0:25
D16 Drink 0% Lychee WM	5.0	27/04/2016 9:36	27/04/2016 8:20	1:16
D17 Drink Light Original WM	4.2	27/4/2016 13:47	27/04/2016 13:30	0:17
D16 Drink 0% Lychee SY	5.0	27/04/2016 16:58	27/04/2016 16:00	0:58
D18 Drink 0% Strawberry WM	4.0	27/04/2016 20:13	27/04/2016 20:55	0:42
D17 Drink Light Original SY	4.2	27/04/2016 20:23	27/04/2016 20:00	0:23
D18 Drink 0% Strawberry SY	4.0	28/04/2016 3:19	28/04/2016 3:50	0:31
			เฉลี่ย	0:35

5. การเปรียบเทียบเวลารอคอยการบรรจุด้วยวิธีแมนนวลเทียบกับระบบการวางแผนผลิต

ในการทดสอบว่าระบบการวางแผนการผลิตที่ได้ทำขึ้นมานั้น สามารถนำไปใช้จริงได้หรือไม่ จึงมีการเปรียบเทียบระยะเวลาการบรรจุโดยการใช้อยู่หลัก EDD และ Backward scheduling ซึ่งจะเปรียบเทียบระหว่างการวางแผนด้วยวิธีแบบแมนนวลเทียบกับการใช้ระบบการวางแผนผลิต

ตารางที่ ค. 7 เวลารอคอยระหว่างการใช้อยู่วิธีแมนนวลและระบบการวางแผนการผลิตโยเกิร์ตบรรจุถ้วย

Batch ที่	เวลารอคอย (ชั่วโมง: นาที)	
	ใช้ Backward แบบแมนนวล	ใช้ระบบการวางแผนผลิต
1	3:30	3:05
2	2:47	4:09
3	3:56	4:10
4	4:06	4:14
5	2:52	2:15
6	3:14	3:58
7	3:38	2:21
8	6:25	4:37
9	5:35	3:55
10	1:01	3:29
11	5:59	2:42
12	3:54	3:15
13	4:39	3:04
14	3:56	2:37
15	1:42	2:19
16	6:15	4:38
17	5:27	3:12
18	5:32	3:47
19	2:32	3:46
20	2:33	2:21
21	3:50	3:09
22	6:40	3:30
23	5:32	4:39
ค่าเฉลี่ย	4:09	3:26

ตารางที่ ค. 8 เวลารอคอยระหว่างการใช้วิธีแมนนวลและระบบการวางแผนผลิตของโยเกิร์ตบรรจุขวด

Batch ที่	เวลารอคอย	
	ใช้วิธีปัจจุบัน	ใช้ระบบการวางแผนผลิต
1	4:19	1:16
2	3:44	2:43
3	3:18	4:17
4	8:58	4:53
5	3:58	2:16
6	4:53	4:20
7	3:47	3:23
8	4:09	3:23
9	6:16	3:10
10	3:53	2:53
11	4:30	4:12
12	5:20	4:37
13	3:28	3:56
14	4:21	1:45
15	5:31	4:32
16	2:29	4:23
17	0:45	2:33
18	4:20	3:40
19	5:27	3:12
20	5:32	3:47
21	2:32	3:46
22	2:33	2:21
23	3:50	3:09
ค่าเฉลี่ย	4:15	3:35

6. การเปรียบเทียบเวลาการทำความสะอาดจริงเทียบกับแผนจากระบบวางแผนการผลิต

ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการวางแผนการผลิตด้วยระบบที่จัดทำขึ้นนั้น ได้มีการเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรจริงเทียบกับแผนที่ได้วางไว้ โดยมีผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ ค.9 และตารางที่ ค.10

ตารางที่ ค. 9 เวลาที่แตกต่างของการทำความสะอาดการผลิตโยเกอร์ตบรจุถ้วย

ครั้งที่	เวลาที่แตกต่าง (ชั่วโมง: นาที)		
	เครื่องฆ่าเชื้อ	เครื่องลดอุณหภูมิ	เครื่องบรรจุถ้วย
1	0:16	0:47	0:35
2	0:25	1:15	0:33
3	1:54	0:28	1:12
4	0:39	0:37	0:48
5	0:12	0:15	0:17
6	0:25	0:19	0:38
7	1:08	0:35	0:44
8	1:16	0:14	0:35
9	0:43	0:23	1:06
10	0:38	0:41	0:44
เฉลี่ย	0:45	0:33	0:43

ตารางที่ ค. 10 เวลาที่แตกต่างของการทำความสะอาดของการผลิตโยเกิร์ตบรรจุขวด

ครั้งที่	เวลาที่แตกต่าง (ชั่วโมง: นาที)		
	เครื่องฆ่าเชื้อ	เครื่องลดอุณหภูมิ	เครื่องบรรจุขวด
1	0:50	0:40	0:25
2	0:38	0:55	0:51
3	0:37	0:42	2:00
4	0:34	0:14	0:20
5	0:29	0:32	0:49
6	0:09	0:25	0:36
7	0:30	0:55	0:48
8	0:11	0:44	0:37
9	0:34	0:58	1:15
10	0:47	0:23	1:22
เฉลี่ย	0:31	0:38	0:54

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุริยะ เปี้ยอยู่ เกิดวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2548 จากนั้นสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2558

