ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร — **สาขา**

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร — **ภาควิชา**

เรื่อง การปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทาน: กรณีศึกษาผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม

The Improvement of Supply Chain Management: A Case Study of an Aromatic Coconut Manufacturer

นามผู้วิจัย นางสาวศิวิไลซ์ กาญจนรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรธิภา องค์คุณารักษ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารถนา ปรารถนาดี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทาน: กรณีศึกษาผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม

The Improvement of Supply Chain Management: A Case Study of an Aromatic Coconut Manufacturer

โดย

นางสาวศิวิไลซ์ กาญจนรัตน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิวิไลซ์ กาญจนรัตน์ 2557: การปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทาน: กรณีศึกษาผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร) สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรธิภา องค์คุณารักษ์, Ph.D. 86 หน้า

มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีรสชาติหอมอร่อยจึงนิยมดื่มเพื่อเพิ่มความสดชื่น อีกทั้งยังมีคุณประโยชน์มากมาย ทำให้มะพร้าวน้ำหอมมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและยังเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศด้วย จากการศึกษาโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมแปรรูปตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) พบปัญหาในการจัดการโซ่อุปทานที่สามารถแก้ไขได้ 2 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ โดยในปัจจุบันขาดการวางแผนในการเก็บเกี่ยวมะพร้าวที่เหมาะสม ทำให้มีวัตถุดิบไม่เพียงพอ บางครั้งต้องเก็บเกี่ยวก่อนหรือหลังเวลาที่เหมาะสม ทำให้คุณภาพไม่เป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการ และเกิดความยุ่งยากในการจัดรถบรรทุกไปรับวัตถุดิบ จึงได้สร้างแบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและจำนวนเพียงพอต่อความต้องการสอดคล้องกับกำลังการผลิตของโรงงาน และสามารถลดต้นทุนในการขนส่งขาเข้าได้ โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดเล็กได้ดี ส่วนปัญหาอีกด้านหนึ่งคือ ประสิทธิภาพสายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มต่ำ ดังนั้นจึงศึกษางานและเวลาในแต่ละขั้นตอนกระบวนการผลิตและใช้อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าเป็นเป้าหมายในการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามที่ลูกค้ากำหนด พบว่า สามารถลดพนักงานลงได้ 32 คน โดยขั้นตอนการผลิตช่วงต้นตั้งแต่การปอกเปลือกถึงขั้นตอนการตัดแต่ง และขั้นตอนการผลิตช่วงท้ายตั้งแต่การเตรียมต้มถึงขั้นตอนการบรรจุ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเป็น 98.30 เปอร์เซ็นต์ และ 88.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่อมาได้ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของจุดต้มซึ่งเป็นจุดคอขวดถัดมาโดยการแปรผันขนาดของหม้อต้มและเวลาที่ใช้ในการต้ม พบว่า การต้มมะพร้าวครั้งละ 450 ผล ในเวลา 10 นาที จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของการผลิตช่วงท้ายเป็น 94.15 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อแก้ปัญหาทั้งสองด้านแล้ว ทำให้โซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าและมีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Civilize Kanjanarat 2014: The Improvement of Supply Chain Management: A Case Study of an Aromatic Coconut Manufacturer. Master of Science (Agro-Industrial Technology Management), Major Field: Agro-Industrial Technology Management, Department of Agro-Industrial Technology. Thesis Advisor: Assistant Professor Pornthipa Ongkunaruk, Ph.D. 86 pages

An aromatic coconut (AC) is one of high potential agricultural commodities of Thailand. Currently, the AC export quantity has an increasing trend and it is also required for domestic consumption because it is tasty, refreshing and nutritious. Then, this study explores the problem of a case study company which produces and exports AC using SCOR Model. We founded 2 major problems that can be solved. First, at present the company does not have a harvest plan. Hence, raw material quality does not comply with the customer requirement and there is a difficulty of pickup truck allocation. Hence, an integer programming optimization model is proposed such that the transportation cost was minimized while meets the demand, harvest optimum age and production capacity constraints. The result showed that the model could be used as a decision support tool to solve AC harvesting and vehicle allocation problem for micro- and small-sized manufacturers. Second, the productivity of boiled AC production line is low. Then, we recorded the task time of each process and calculated the takt time to identify the bottleneck operation for line balancing. The results showed that the proposed method can reduce 32 operators and increase the efficiency line to 98.30% in the initial stage including peeling coconut husk, removing the fiber, grinding and trimming and 88.75% in the final stage including preparation, boiling, transferring and packaging. Moreover, we analyzed how to increase the efficiency of final stage or the boiler. We founded the efficiency of the final stage can be increased to 94.15% when the boiler contained 450 fruits in 10 minutes. After solving the problems, AC supply chain could satisfy customer demands and had more effective management.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเอาใจใส่ของผู้ช่วยศาสตราจารย์พรธิภา องค์คุณารักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้ความรู้ ประสบการณ์ คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการค้นคว้าวิจัย และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ทั้งด้านคุณธรรมและจริยธรรม และให้ประสบการณ์จากการเป็นส่วนหนึ่งในโครงการวิจัยต่างๆ ที่ทำให้ได้รับความรู้จากนอกห้องเรียนมากมาย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หลักสูตรที่อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานในทุกๆ ด้าน

ขอกราบขอบพระคุณสำนักโลจิสติกส์ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรมที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาโซ่คุณค่าอุตสาหกรรมอาหารด้วยระบบโซ่ความเย็นและบรรจุภัณฑ์

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมถึงทุกคนในครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา ขอบคุณคิมสำหรับกำลังใจและแรงผลักดันในการเรียนปริญญาโท ขอบคุณน้องโอที่คอยช่วยเหลือกันในทุกๆ ด้าน อีกทั้งขอบคุณมิตรภาพที่ดีจากพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนในภาควิชา

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ข้อมูลและความสะดวกในระหว่างการศึกษาข้อมูล รวมถึงสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่และโปรแกรม IBM ILOG CPLEX รุ่น 12.4 ในการทำงานวิจัยนี้ หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศิวิไลซ์ กาญจนรัตน์

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	33
อุปกรณ์	33
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	35
ผล	35
วิจารณ์	78
สรุปและข้อเสนอแนะ	80
สรุป	80
ข้อเสนอแนะ	81
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	82
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณและมูลค่าส่งออกของมะพร้าวน้ำหอมในรูปมะพร้าวอ่อน ปี 2551 - 2555	7
2	กิจกรรมหลักในโซ่อุปทานของ SCOR Model	13
3	ระดับของ SCOR Model	16
4	ค่าตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่นที่นิยมใช้	22
5	ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1)	48
6	แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) ของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1)	49
7	ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2)	50
8	แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) ของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2)	52
9	กระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มของบริษัทกรณีศึกษา	53
10	การคำนวณอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า	56
11	การคำนวณอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าหลังปรับด้วยค่าเผื่อเวลา	56
12	การคำนวณจำนวนที่เหมาะสมในการจับเวลา	57
13	การคำนวณเวลามาตรฐาน และรอบการทำงานของงานปัจจุบันต่อการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้ม 1 ผล	59
14	ประสิทธิภาพของสายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบัน	60
15	รายละเอียดการทำงานในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้ม	61
16	สัดส่วนเวลาว่างก่อนจัดสมดุลสายการผลิต	62
17	กำลังการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มก่อนการจัดสมดุลสายการผลิต	62
18	การคำนวณหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในสายการผลิต	63
19	ผลการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยการปรับจำนวนพนักงาน	64
20	สัดส่วนเวลาว่างหลังปรับจำนวนพนักงานตามค่าที่คำนวณได้	65
21	สัดส่วนเวลาว่างหลังปรับจำนวนพนักงานที่ปรับตามการปฏิบัติงานจริง	65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

22	ประสิทธิภาพของสายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มหลังจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1	66
23	ผลการคำนวณประสิทธิภาพการผลิตเมื่อปรับปรุงขั้นตอนการต้ม	67
24	สัดส่วนเวลาว่างหลังปรับจำนวนพนักงานหลังเพิ่มกำลังการผลิตที่จุดต้ม	69
25	เปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการผลิต	69
26	ดัชนีและเซตในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	71
27	ผลลัพธ์จากการทดสอบคำนวณโดยโปรแกรม CPLEX	75
28	ตัวอย่างแผนการเก็บเกี่ยวและการมอบหมายงานรถบรรทุกในวันที่ 1 (t=1)	76
29	สถานการณ์จำลองสำหรับทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่สร้างขึ้น	77

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มะพร้าวน้ำหอมทรงควั่นในรูปแบบต่างๆ	10
2	มะพร้าวน้ำหอมทรงเจียในรูปแบบต่างๆ	10
3	แนวคิดของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการ	12
4	ขอบเขตของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน	12
5	กระบวนการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์มะพร้าวต้ม	36
6	ภาพรวมของโซ่อุปทานในการผลิตมะพร้าวแปรรูปภายในประเทศไทย	37
7	แผนภาพทางภูมิศาสตร์ของโซ่อุปทานมะพร้าวต้มบริษัทกรณีศึกษา	40
8	แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมต้มระดับที่ 2 ในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา	41
9	แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมต้มระดับที่ 2 หลังการปรับปรุงของบริษัทกรณีศึกษา	45
10	กระบวนการมาตรฐานในการจัดหาเพื่อการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Source Make to Order Product: S2)	47
11	ปัจจัยขาเข้าและปัจจัยขาออกของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1)	48
12	กระบวนการมาตรฐานในการส่งเสริมการผลิต (Enable Make: EM)	51
13	ปัจจัยขาเข้าและปัจจัยขาออกของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2)	52
14	แผนการทำงานของการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบัน	54
15	เวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการในการผลิตมะพร้าวต้ม	55
16	รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตในปัจจุบันเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า	60
17	แบบจำลองเครือข่ายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบัน	61
18	รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตหลังการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1 เปรียบเทียบกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า	66
19	รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตหลังการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 2 เปรียบเทียบกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	ตัวอย่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น	74
21	ประสิทธิภาพด้านเวลาในการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น	77
22	ประสิทธิภาพด้านค่าความเผื่อในการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น	78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทาน: กรณีศึกษาผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม

The Improvement of Supply Chain Management: A Case Study of an Aromatic Coconut Manufacturer

คำนำ

มะพร้าวน้ำหอม จัดเป็นพืชทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นมะพร้าวที่กลายพันธุ์มาจากพันธุ์หมูสีเขียว ลักษณะเป็นต้นเตี้ย เริ่มให้ผลเมื่ออายุ 3-4 ปีหลังจากลงปลูก และสามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดทั้งปี อีกทั้งยังดูแลรักษาได้ง่ายเนื่องจากไม่มีโรคและแมลงศัตรูพืชมาก จึงเป็นพืชที่สร้างรายได้อย่างสม่ำเสมอและปลอดภัยจากสารเคมี (ณรงค์, 2530; คนอง, 2538; สุภาวดี และคณะ, 2543) มะพร้าวน้ำหอมปลูกมากในภาคกลาง เช่น นครปฐม สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ราชบุรีและเขตใกล้เคียง (สุพจน์, 2543) โดยมีพื้นที่การปลูกมะพร้าวทั้งประเทศประมาณ 1.3 ล้านไร่ และภาคกลางมีพื้นที่การปลูกมากเป็นอันดับที่ 2 ของประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 0.6 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556ก)

ผู้บริโภคนิยมดื่มน้ำมะพร้าวน้ำหอมเพื่อเพิ่มความสดชื่น (Refreshing Drink) กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก ส่งผลให้มีการแปรรูปในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มมากขึ้น (สุภาวดี และคณะ, 2543; Banzon *et al*., 1990) นอกจากทำให้สดชื่นแล้วน้ำมะพร้าวยังให้ความรู้สึกกระปรี้กระเปร่า พร้อมรสชาติหอมอร่อยและเต็มไปด้วยคุณประโยชน์มากมาย (Fife, 2008) โดยน้ำมะพร้าวถือเป็นน้ำบริสุทธิ์ที่ช่วยในการรักษาอาการเจ็บป่วยและมีคุณสมบัติเป็นธาตุเย็น ช่วยล้างพิษ ดูดซับและขับของเสียออกจากร่างกาย ในขณะที่เนื้อมะพร้าวอ่อนและแก่ ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจได้ (พนิตตา, 2556) นอกจากนี้มะพร้าวน้ำหอมของประเทศไทยมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยน้ำมะพร้าวมีความหอมหวานและกลิ่นเหมือนใบเตย ทำให้ผู้บริโภคนิยมบริโภคผลอ่อน จากการจำหน่ายผลอ่อนของมะพร้าวน้ำหอมในต่างประเทศนั้นสามารถนำชื่อเสียงมาสู่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก ทำให้รัฐบาลไทยต้องออกกฎควบคุมให้มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชสงวน โดยห้ามส่งพันธุ์หรือผลแก่ออกนอกประเทศ เพื่อสงวนพันธุ์ไว้ในประเทศไทย (ณรงค์, 2530; สุพจน์ 2544) สำหรับปริมาณการส่งออกมะพร้าวของประเทศไทยนั้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่สามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดต่างประเทศ (พาณิชย์, 2544) ในช่วงปี พ.ศ. 2553-2555 มีมูลค่าการส่งออกมะพร้าวผลสด ประมาณ 412, 521 และ 761 ล้านบาทตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556ข) โดยส่งขายให้กับประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ฮ่องกง และไต้หวัน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาโซ่อุปทานของมะพร้าวน้ำหอม โดยศึกษากระบวนการผลิตและวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผู้ผลิตและ จำหน่ายมะพร้าวน้ำหอมแปรรูปทั้งในและต่างประเทศ พบว่าโรงงานมีปัญหาด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบที่มีความยุ่งยาก เนื่องจากโรงงานมีเครือข่ายเกษตรกรผู้ส่งมอบวัตถุดิบเป็นจำนวนมากโดยแต่ละรายมีความสามารถในการส่งมอบวัตถุดิบแตกต่างกันไปขึ้นกับขนาดพื้นที่และวิธีการจัดการของเกษตรกร ซึ่งโรงงานรับผิดชอบในการวางแผนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกร โดยต้องคำนึงถึงอายุของผลมะพร้าวเป็นสำคัญ เนื่องจากส่งผลต่อคุณภาพและรสชาติของสินค้า จึงต้องมีการกำหนดรอบการเก็บเกี่ยวที่ดี เพื่อป้องกันปัญหาคุณภาพของวัตถุดิบที่ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้โรงงานยังต้องจัดรถบรรทุกเพื่อไปขนถ่ายวัตถุดิบเข้าสู่โรงงาน ซึ่งรถบรรทุกของทางโรงงานมี 2 ขนาด คือ รถกระบะ และรถบรรทุกหกล้อ โดยการเลือกใช้รถบรรทุกขนาดที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งขาเข้าลงได้ด้วย นอกจากนี้ยังพบปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิต โดยโรงงานมีการใช้เครื่องจักรร่วมกับแรงงานคน พบว่าบางขั้นตอนการผลิตงานมีรองานเกิดขึ้น ทำให้บางครั้งปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ไม่เป็นไปตามแผน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดการโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอม โดยสร้างแบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ เพียงต่อความต้องการและสอดคล้องกับกำลังการผลิตของโรงงาน สามารถลดต้นทุนในการขนส่งขาเข้าได้ รวมถึงการจัดทำสมดุลสายการผลิตขึ้น เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและปรับปรุงตารางการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการโซ่อุปทานที่เกิดขึ้นในองค์กรตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนถึงการส่งมอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุงให้องค์กรสามารถดำเนินงานได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model)

2. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานโดยการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

3. เพื่อศึกษาแนวทางในวางแผนการจัดหาวัตถุดิบโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้รวบรวมทฤษฎี และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลและความสำคัญของมะพร้าวน้ำหอม แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) หลักการในการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. มะพร้าวน้ำหอม

ในอดีตมะพร้าวน้ำหอม เป็นพืชปลูกแซมในไม้ผลชนิดอื่นๆ จึงถูกมองเป็นผลไม้ที่ไม่มีราคามาโดยตลอด อีกทั้งยังมีน้ำหนักมากทำให้ขนส่งไม่สะดวก จึงไม่นิยมปลูกกันมากนัก แต่ในปัจจุบันมีการปลูกมะพร้าวน้ำหอมมากขึ้น เนื่องจากตลาดทั้งในและต่างประเทศมีความต้องการมาก อีกทั้งราคาจำหน่ายอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและขยับตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่ปลูกและดูแลรักษาได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคเหมือนผลไม้อื่นๆ (สุพจน์, 2543; พาณิชย์, 2544) จึงกล่าวได้ว่ามะพร้าวน้ำหอมนี้เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และวิถีชีวิตของคนไทยเป็นอย่างมาก

1.1 ความสำคัญของมะพร้าวน้ำหอม

เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย อีกทั้งคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว และยังเป็นพืชสงวนที่เป็นสมบัติของชาติไทย โดยสุพจน์ (2543) ได้จำแนกความสำคัญของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1.1.1 ด้านการผลิต มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชที่ได้เปรียบพืชอื่น ๆ ในด้านการผลิตหลายประการ ได้แก่

- สามารถปลูกได้ง่าย เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง ถึงแม้ในหลายประเทศจะอยู่ในเขตร้อนชื้นเหมือนประเทศไทยและสามารถผลิตมะพร้าวอ่อนและจำหน่ายในลักษณะของผลไม้สดได้ แต่เป็นมะพร้าวคนละสายพันธุ์กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- เป็นไม้ผลที่ดูแลรักษาได้ง่าย โดยมะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชที่ทนต่อสภาพแห้งแล้งและน้ำท่วมขังได้ดี อีกทั้งมีปัญหาเกี่ยวกับโรค และแมลงศัตรูพืชน้อย สามารถให้ปุ๋ยและน้ำบ้างตามความเหมาะสม จึงมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาต่ำ ทำให้เกษตรกรมีผลกำไรมากขึ้น

- เจริญเติบโตและให้ผลผลิตเร็ว มะพร้าวน้ำหอมจะเริ่มให้ผลผลิตภายในระยะเวลาประมาณ 3 ปีหลังลงปลูก ทำให้เกษตรกรมีรายได้และสามารถคืนทุนได้เร็ว

- ให้ผลผลิตนานหลายปี เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมมีอายุยาวนานประมาณ 35 ถึง 40 ปี การลงทุนปลูกในครั้งแรกสูง แต่ต่อมาการลงทุนจะน้อยลงเรื่อยๆ หรือต้นทุนต่อไร่ต่ำลง ในขณะที่ยังคงมีรายได้อย่างต่อเนื่อง

- มีผลผลิตค่อนข้างแน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาด้วย หากมีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ มะพร้าวน้ำหอมจะให้ผลผลิตสม่ำเสมอและออกผลตลอดทั้งปี

- ผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมเก็บรักษาไว้ได้นาน ซึ่งสามารถเก็บรักษาผลสดได้นาน 1 ถึง 2 สัปดาห์ในสภาวะอุณหภูมิห้อง โดยรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ต้นทุนการเก็บรักษาต่ำและมีระยะเวลาในการจำหน่ายนาน

- เป็นผลไม้ที่มีเปลือกหนา ทำให้สามารถคงความสดได้นาน และป้องกันการกระทบกระเทือนต่อภายในผลมะพร้าว ทำให้สามารถขนส่งไปจำหน่ายในระยะที่ไกลได้

- เป็นพืชที่ทนทานต่อน้ำกร่อยและน้ำเค็ม โดยส่วนใหญ่ไม้ผลชนิดอื่นๆ จะไม่สามารถทนได้ จึงสามารถปลูกในเขตพื้นที่ดินที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มได้

- ในสวนมะพร้าวสามารถปลูกพืชชนิดอื่นๆ แซมได้ เช่น การปลูกผัก ธัญพืช หรือผลไม้อื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังเหมาะแก่การเลี้ยงผึ้ง ซึ่งผึ้งจะช่วยผสมเกสรให้กับมะพร้าวได้ด้วย

1.1.2 ด้านเศรษฐกิจ มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยมีความต้องการจากผู้บริโภคตลอดทั้งปี และมีข้อได้เปรียบทางด้านการผลิตที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้มีการปลูกในเชิงการค้ามากขึ้น นอกจากการปลูกเพื่อจำหน่ายและการบริโภคแล้ว ยังมีการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวอีกด้วย เช่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลูกมะพร้าวน้ำหอมสำหรับเป็นจุดขายให้กับนักท่องเที่ยว เป็นต้น ซึ่งรายได้สำคัญจากมะพร้าวน้ำหอมมาจากการจำหน่ายในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

- มะพร้าวอ่อน นิยมใช้บริโภค 3 ลักษณะ ได้แก่ ผลสด มะพร้าวต้มและมะพร้าวต้ม โดยเป็นผลไม้ที่ตลาดรองรับค่อนข้างแน่นอนและสามารถจำหน่ายได้ดีทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งมะพร้าวน้ำหอมเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคอย่างมากโดยเฉพาะชาวต่างชาติ ส่งผลให้มะพร้าวน้ำหอมมีความสำคัญในเชิงการค้ามากขึ้นเรื่อยๆ

- ต้นพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม เกษตรกรบางรายขยายพันธุ์มะพร้าวจากต้นที่เป็นพันธุ์ที่ดี โดยนำผลแก่มาเพาะเป็นต้นพันธุ์ เพื่อนำไปปลูกหรือจำหน่าย ซึ่งมีผู้สนใจซื้อพันธุ์ไปปลูกเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้การจำหน่ายพันธุ์สามารถทำรายได้ได้ดีกว่าการจำหน่ายผลสดอีกด้วย

- น้ำตาลจากต้นมะพร้าว เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมเป็นพันธุ์ต้นเตี้ยและออกจั่นเร็ว เกษตรกรจึงนิยมปลูกเพื่อผลิตน้ำตาลสด หรือน้ำตาลใส โดยนำมาใช้บริโภคเป็นเครื่องดื่ม หรือผลิตเป็นน้ำตาลปี๊บ น้ำส้มสายชู และทำวุ้น เป็นต้น สามารถทำรายได้ให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

1.1.3 ด้านการใช้ประโยชน์จากผลมะพร้าวน้ำหอม โดยใช้ประโยชน์จากน้ำและเนื้อมะพร้าวเพื่อการบริโภคเป็นหลัก ซึ่งสามารถบริโภคผลสด ประกอบอาหาร รวมถึงนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ แต่จะไม่นิยมเก็บเกี่ยวผลแก่เพื่อคั้นกะทิหรือหีบน้ำมัน ซึ่งน้ำมะพร้าวยังมีคุณประโยชน์อื่นๆ อีกมากมาย เช่น มีสรรพคุณบำรุงร่างกายสามารถชดเชยน้ำตาลและแร่ธาตุที่ร่างกายสูญเสียไป ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเพาะเมล็ดหรือเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น สำหรับเนื้อมะพร้าวนั้นนิยมใช้ประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน

1.1.4 ด้านผลพลอยได้จากมะพร้าวน้ำหอม ถึงแม้จะเป็นพันธุ์ต้นเตี้ย แต่มะพร้าวน้ำหอมก็สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ได้ไม่แตกต่างจากมะพร้าวพันธุ์ต้นสูง เช่น กากมะพร้าวใช้เป็นปุ๋ยหรือส่วนผสมในอาหารสัตว์ น้ำมันมะพร้าวใช้รักษาโรคผิวหนัง และเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวนำมาใช้ทำเชือกหรือพรมเช็ดเท้า เป็นต้น

1.2 มูลค่าการส่งออกของมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศเป็นอย่างมากและในปัจจุบันยังไม่สามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการ โดยประเทศไทยส่งออกมะพร้าวน้ำหอมในรูปของมะพร้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อ่อน ซึ่งจากตารางที่ 1 เห็นได้ว่า ในปี 2555 ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มที่ดี สามารถทำรายได้ให้กับประเทศเพิ่มขึ้นทุกปี โดยมีการส่งออกไปยังประเทศต่างๆ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ฮ่องกง และไต้หวัน ซึ่งมีคู่แข่งที่สำคัญในการส่งออก ได้แก่ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และเวียดนาม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556ข)

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าส่งออกของมะพร้าวน้ำหอมในรูปมะพร้าวอ่อน ปี พ.ศ. 2551-2555

ปี พ.ศ.	ปริมาณส่งออก (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
2551	31,400	401
2552	30,263	364
2553	33,250	412
2554	31,667	521
2555	46,801	761

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556ข)

1.3 คุณภาพของมะพร้าวน้ำหอม

ดังที่กล่าวมาข้างต้นว่ามะพร้าวนิยมบริโภคในรูปของผลสด การที่จะได้มาซึ่งคุณภาพมะพร้าวน้ำหอมที่ดีและเป็นที่ยอมรับของบริโภคนั้น นอกจากจะต้องมีการดูแลรักษาในระหว่างการปลูกอย่างสม่ำเสมอแล้ว ยังมีปัจจัยด้านการวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วย ซึ่งทำให้ได้ผลมะพร้าวที่มีอายุเหมาะสมต่อการบริโภค โดยสามารถพิจารณาความอ่อนแก่ของมะพร้าวได้จากเนื้อในผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (สุพจน์, 2543; พาณิชย์ 2544)

- เนื้อชั้นเดียว ผลมะพร้าวเริ่มมีเนื้อบางๆ หรือมีเนื้อประมาณครึ่งผล โดยเนื้อจะมีลักษณะเป็นวุ้นเกิดที่บริเวณก้นผลก่อน แล้วจะค่อยๆ หนาขึ้นเรื่อยๆ จนเต็มทั้งผล มีอายุหลังจากจั่นบานประมาณ 170 วัน น้ำมะพร้าวที่ได้จะมีค่าประมาณ 5-5.6 องศาบริกซ์ ซึ่งถือว่ามะพร้าวยังอ่อนเกินไป มีรสอมเปรี้ยวจึงไม่เหมาะในการบริโภค

- เนื้อชั้นครึ่ง เนื้อมะพร้าวมีมากขึ้นจนเกือบเต็มกะลา แต่บริเวณส่วนหัวของผลจะยังเป็นวุ้นอยู่บ้าง มีอายุหลังจากจั่นเปิด 180-185 วัน น้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอมและมีค่าความหวาน 6.0 - 6.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องศาบริกซ์ จึงสามารถรับประทานได้ นิยมใช้น้ำและเนื้อบรรจุถุงจำหน่าย แต่ยังไม่เหมาะที่จะส่งไปจำหน่ายทั้งผล

- เนื้อสองชั้น เป็นผลที่เนื้อเต็มผลพอดี โดยอายุประมาณ 200-210 วัน ซึ่งเนื้อจะหนาอ่อนนุ่มพอเหมาะ น้ำจะหวาน 6.6-7.0 องศาบริกซ์ และมีกลิ่นหอม ผลมะพร้าวในระยะนี้เหมาะแก่การจำหน่ายในรูปของมะพร้าวอ่อน

- อื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีการจำแนกมะพร้าวที่มีอายุมากขึ้นไปอีก ได้แก่ มะพร้าวเนื้อสามชั้น และสี่ชั้น ซึ่งเนื้อสามชั้นจะมีอายุผลประมาณ 220-240 วัน น้ำมีรสหวานหอม โดยมีค่าความหวานมากกว่า 8 องศาบริกซ์ แต่เนื้อจะหนาเกินไป จึงเหมาะกับการทำมะพร้าวต้ม และหากมะพร้าวมีอายุตั้งแต่ 9 เดือนขึ้น จะเป็นเนื้อสี่ชั้น ผลจะเจริญเต็มที่ น้ำมีรสหวานแต่มีรสซ่าปน และความหวานจะค่อยๆ ลดลง

ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว คือ มะพร้าวที่มีเนื้อประมาณชั้นครึ่งถึงสองชั้น โดยเกษตรกรแต่ละรายจะอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญ รวมถึงหมั่นสังเกตการเปลี่ยนแปลงของมะพร้าวเพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตตามอายุที่เหมาะสม ซึ่งมีหลากหลายวิธี ได้แก่ การนับอายุจั่นมะพร้าว การนับทะลายผล การสังเกตที่หางหนูหรือแขนงช่อดอกของมะพร้าว การสังเกตจั่นและทะลายที่อยู่เหนือทะลายที่ต้องการเก็บเกี่ยว เกษตรกรบางรายอาศัยวิธีการสังเกตอื่นๆ เช่น การดีดและฟังเสียงจากผล การขูดเปลือกบริเวณกลีบเลี้ยง และการสังเกตสีของผล เป็นต้น นอกจากนี้วิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาอาจคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อม โดยในฤดูร้อน มะพร้าวจะแก่เร็วกว่าฤดูหนาวหรือฤดูฝน ทำให้ต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วกว่าเดิม ซึ่งส่วนใหญ่จะเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้ เช่น เพื่อรับประทานผลสด เพื่อผลิตมะพร้าวเผา และผลิตน้ำมะพร้าวบรรจุกระป๋อง จึงต้องมีการเก็บเกี่ยวมะพร้าว ทุก 20, 25 และ 30 วันต่อรอบต่อต้นตามลำดับ นอกจากการกำหนดรอบการเก็บเกี่ยวแล้ว คุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมยังขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บเกี่ยวผลด้วย เนื่องจากเก็บเกี่ยวในขณะที่เป็นผลอ่อน หากขาดความระมัดระวังจะทำให้เกิดรอยช้ำที่เปลือกได้ และถ้ารุนแรงจนกะลาร้าวจะทำให้น้ำมะพร้าวมีกลิ่นหมัก และเนื้อเน่าเสียได้ (สุพจน์, 2543)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 การแปรรูปมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมสามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลายรูปแบบ เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต อีกทั้งสามารถเก็บรักษาผลผลิตได้ยาวนานขึ้น โดยมะพร้าวน้ำหอมแปรรูปที่จำหน่ายภายในประเทศมี 3 รูปแบบ ดังนี้ (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2531; สุพจน์, 2543)

1.4.1 มะพร้าวผ่าแยกน้ำและเนื้อมะพร้าว นิยมจำหน่ายทั้งน้ำและเนื้อมะพร้าวพร้อมกันโดยบรรจุในถุงหรือแก้วพลาสติก เพื่อเพิ่มความสะดวกในการรับประทานโดยไม่ต้องผ่าผลมะพร้าว แต่มีข้อเสียคืออายุของผลิตภัณฑ์จะค่อนข้างสั้น โดยสามารถยืดอายุผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้นได้ด้วยการผ่านกระบวนการผลิตที่มีการฆ่าเชื้อแล้วบรรจุลงกระป๋องหรือกล่อง เช่น น้ำมะพร้าวบรรจุกระป๋อง และเนื้อมะพร้าวอ่อนบรรจุกระป๋อง เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พบตามท้องตลาดมีการแปรรูปดังนี้ (สุภาวดี และคณะ, ม.ป.ป.)

1) การแช่แข็ง (Frozen) แปรรูปโดยการขูดเนื้อมะพร้าวและเก็บน้ำมะพร้าวไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ทำให้เก็บรักษาได้นาน 2-3 วัน

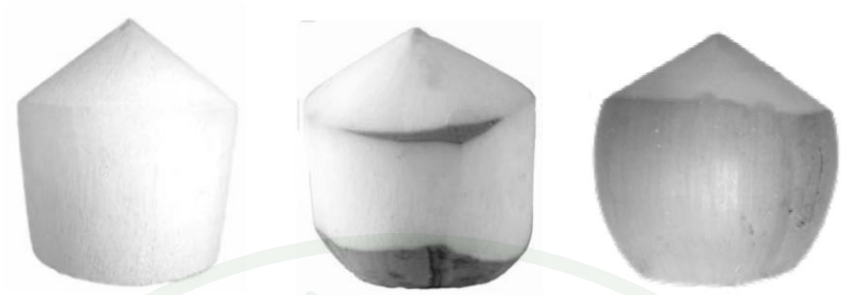
2) การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) ผลิตโดยนำเนื้อมะพร้าวและน้ำมะพร้าวไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ในเวลาไม่เกิน 15 นาที โดยสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 7 วัน

3) การสเตอริไลซ์ (Sterilization) ผลิตโดยนำเนื้อมะพร้าวและน้ำมะพร้าวไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิสูง 121 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า ในเวลาสั้นๆ โดยสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานถึง 2 ปี

4) การแปรรูปด้วยน้ำตาลและอบแห้ง เป็นการเก็บรักษาในรูปแบบของการเชื่อมเนื้อมะพร้าวด้วยน้ำตาลแล้วจึงนำไปอบแห้งเป็นมะพร้าวแก้วหรือมะพร้าวแช่ในน้ำเชื่อม

1.4.2 มะพร้าวทั้งผล เป็นรูปแบบที่มีการจำหน่ายกันมากที่สุดทั้งในและต่างประเทศ โดยมะพร้าวจะผ่านการตัดแต่งเพื่อให้มีความสวยงามและสะดวกต่อการบริโภค เพราะสามารถวางตั้งได้ ซึ่งรูปแบบที่นิยมตัดแต่งกัน มี 2 แบบ คือ มะพร้าวควั่น และมะพร้าวเจีย ดังภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยสามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้มากกว่ามะพร้าวที่มีเปลือกสีเขียวทั้งผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 มะพร้าวน้ำหอมทรงควั่นในรูปแบบต่างๆ

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2550)

ภาพที่ 2 มะพร้าวน้ำหอมทรงเจียในรูปแบบต่างๆ

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2550)

1.4.3 มะพร้าวเผาและมะพร้าวต้ม เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ผู้บริโภคนิยม โดยมีรสของน้ำมะพร้าวที่หวานมากกว่ามะพร้าวปกติและยังคงให้ความหอมเหมือนเดิม ทำโดยการต้มมะพร้าวทั้งผลที่ยังไม่ได้ปอกเปลือก ในปัจจุบันได้มีการทำมะพร้าวต้มเทียม ซึ่งใช้วิธีการนำมะพร้าวที่ปอกเปลือกเรียบร้อยแล้วไปต้มจนกระทั่งสุก ซึ่งรสชาติที่ได้จะด้อยกว่ามะพร้าวต้มมาก แต่วิธีการผลิตจะสามารถทำได้ง่ายกว่า

2. แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (Supply Chain Operation Reference Model: SCOR Model)

การจัดการโซ่อุปทาน คือ การบูรณาการของกระบวนการจากหลายองค์กรเข้าด้วยกัน เช่น ผู้ส่งมอบ ผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย และผู้ค้าปลีก โดยทำงานร่วมกันเพื่อดำเนินการเปลี่ยนวัตถุดิบให้อยู่ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

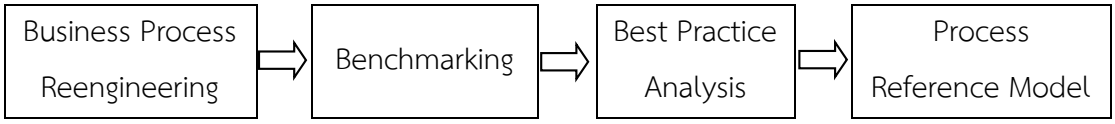
รูปผลิตภัณฑ์สุดท้าย และจัดจำหน่ายไปยังลูกค้าต่อไป โดยมีปริมาณ สถานที่และเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถลดต้นทุนให้ต่ำที่สุด และยังสามารถรักษาระดับการให้บริการลูกค้าได้ (พรธิภา, 2554; Beamon, 1998) สำหรับการจัดการโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมเกษตรนั้น มีรูปแบบการจัดการเฉพาะตัว เนื่องจากวัตถุดิบเป็นพืชผลทางการเกษตรที่มีลักษณะแตกต่างจากวัตถุดิบอื่น เช่น มีปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่มีความไม่แน่นอนสูง อาจเก็บเกี่ยวได้เฉพาะฤดูกาล บางชนิดมีอายุสั้น เสื่อมเสียได้ง่าย บางชนิดต้องมีขั้นตอนการคัดเกรดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต รวมถึงการเคลื่อนย้าย การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์จนถึงมือผู้บริโภค เป็นต้น

การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของกิจกรรมระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนั้น เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันทั้งระหว่างหน่วยงานและระหว่างบริษัท เพื่อนำไปสู่การพัฒนาโซ่อุปทาน โดยแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน เป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อนำมาวิเคราะห์โซ่อุปทาน และใช้เป็นภาษากลางในการพัฒนาความร่วมมือตลอดโซ่อุปทาน ซึ่งได้นำเสนอกรอบการทำงานที่โดดเด่น โดยเชื่อมขั้นตอนการทำงาน (Business Process) ดัชนีการวัดประสิทธิภาพกระบวนการ (Metrics) แนวทางปฏิบัติงานสู่ความเป็นเลิศ (Best Practice) และเทคโนโลยีที่สนใจด้วยโครงสร้างที่ง่ายต่อการสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน และเพื่อประสิทธิผลในการบริหารและพัฒนากิจกรรมในโซ่อุปทาน ซึ่งเนื้อหาของแบบจำลองนั้นมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (พรธิภา, 2554)

2.1 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการ (Operation Reference Model)

แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการเป็นการรวบรวมและบูรณาการแนวคิดในการพัฒนาธุรกิจ 3 ส่วนเข้าด้วยกัน ได้แก่ การปรับกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Reengineering) การเทียบสมรรถนะ (Benchmarking) และการวิเคราะห์แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practice Analysis) โดยผนวกกันเข้าสู่การทำงานแบบข้ามสายงาน (Cross Function) ดังแสดงในภาพที่ 3 ทำให้ผู้บริหารสามารถวิเคราะห์ เทียบเคียง และนำปัจจัยสำคัญทั้งด้านการบริหารและเทคโนโลยีมาปรับใช้เพื่อพัฒนาองค์กรได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งในแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการ จะประกอบด้วย คำอธิบายกระบวนการมาตรฐาน ความสัมพันธ์ของกระบวนการมาตรฐาน การวัดประสิทธิภาพและแนวทางปฏิบัติที่นำไปสู่ความเป็นผู้นำในธุรกิจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 แนวคิดของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการ

ที่มา: พรธิภา (2554)

2.2 ขอบเขตและโครงสร้างของแบบจำลอง

แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน มีการระบุขอบเขตของแบบจำลองไว้อย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งครอบคลุมการทำงานส่วนใหญ่ในองค์กรโดยเน้นที่กระบวนการผลิตและงานที่เกี่ยวข้อง โดยครอบคลุมกิจกรรมอื่นๆ ด้วย ได้แก่ การติดต่อลูกค้าทุกประเภทตั้งแต่การสั่งซื้อจนถึงชำระเงิน การดำเนินการที่เกี่ยวกับสินค้า รวมทั้งการบริการตั้งแต่ ผู้ขายของผู้ขาย (Supplier's Supplier) จนถึง ลูกค้าของลูกค้า (Customer's Customer) และกิจกรรมการตลาดตั้งแต่การเข้าใจความต้องการของผู้บริโภครวมไปจนถึงการเติมเต็มคำสั่งซื้อ

ภาพที่ 4 ขอบเขตของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน

ที่มา: ไพรินทร์ (2552)

แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานได้อธิบายกิจกรรมบนพื้นฐานของกิจกรรมหลักในโซ่อุปทาน 5 ประการ ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะครอบคลุมกิจกรรมย่อยต่าง ๆ ดังตารางที่ 2 โดยแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน ไม่ได้อธิบายถึงกิจกรรมหรือกระบวนการบางอย่าง เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การขายและการตลาด การวิจัยและพัฒนาสินค้าใหม่ การบริการหลังการขาย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีบางกิจกรรมที่แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานได้กล่าวถึง แต่ไม่มีการอธิบายเชิงลึก เช่น การอบรม กิจกรรมด้านคุณภาพ และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตารางที่ 2 กิจกรรมหลักในโซ่อุปทานของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน

กิจกรรม	รายละเอียด
การวางแผนและการจัดการอุปสงค์/อุปทาน	- การทำให้ปัจจัยการผลิตและความต้องการในการผลิตสมดุลและการพัฒนาแผนงานและการสื่อสารในโซ่อุปทาน โดยครอบคลุมตั้งแต่การวางแผนในการจัดหา การผลิต การจัดส่ง และการคืนผลิตภัณฑ์ - การบริหารในด้านต่างๆ ได้แก่ กฎเกณฑ์ทางธุรกิจ ศักยภาพของโซ่อุปทาน การเก็บข้อมูล สินค้าคงคลัง สินทรัพย์ การขนส่ง ระบบการวางแผน ระเบียบและข้อยกเว้น และความเสี่ยงของโซ่อุปทาน - การทำให้แผนงานในแต่ละหน่วยงานกับแผนด้านการเงินมีความสอดคล้องกัน
การจัดหา	- การกำหนดการรับผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบ และส่งมอบวัตถุดิบ รวมถึงการอนุมัติชำระเงิน - การระบุและเลือกแหล่งในการจัดหา เมื่อไม่ได้มีการระบุไว้ก่อนสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทออกแบบผลิตตามคำสั่ง (Engineer to Order) - การบริหารกฎทางธุรกิจ การประเมินสมรรถนะของผู้ส่งมอบวัตถุดิบ และการดูแลข้อมูล - การบริหารวัตถุดิบคงคลัง สินทรัพย์ สินค้าขาเข้า เครือข่ายผู้ส่งมอบวัตถุดิบ ความต้องการในการนำเข้า/ส่งออก ข้อตกลงกับกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบ และการบริหารความเสี่ยงในการจัดหาของโซ่อุปทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียด
การจัดหา	- การกำหนดการรับผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบ และส่งมอบวัตถุดิบ รวมถึงการอนุมัติชำระเงิน - การระบุและเลือกแหล่งในการจัดหา เมื่อไม่ได้มีการระบุไว้ก่อนสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทออกแบบผลิตตามคำสั่ง (Engineer to Order) - การบริหารกฎทางธุรกิจ การประเมินสมรรถนะของผู้ส่งมอบวัตถุดิบและการดูแลข้อมูล - การบริหารวัตถุดิบคงคลัง สินทรัพย์ สินค้าขาเข้า เครือข่ายผู้ส่งมอบวัตถุดิบ ความต้องการในการนำเข้า/ส่งออก ข้อตกลงกับกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบ และการบริหารความเสี่ยงในการจัดหาของโซ่อุปทาน
การผลิต	- การกำหนดตารางการผลิต การสั่งผลิต การทดสอบ การเก็บ/ปล่อยผลิตภัณฑ์รวมถึงเรื่องสิ่งแวดล้อม การทิ้งของเสียจากการผลิต - การสรุปรูปแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทออกแบบผลิตตามคำสั่ง - การบริหารเกณฑ์ ประสิทธิภาพการผลิต ข้อมูล สินค้าระหว่างผลิต อุปกรณ์ และเครื่องมือ การขนส่ง เครือข่ายการผลิต กฎระเบียบในการผลิตและ ความเสี่ยงในการผลิตของโซ่อุปทาน
การบริหารคำสั่งซื้อและคลังสินค้า การขนส่ง และ การบริหารสินค้าคงคลัง	- การบริหารคำสั่งซื้อตั้งแต่การสอบถามจากลูกค้า การเสนอเส้นทางการส่งมอบ และการเลือกพาหนะขนส่ง - การบริหารคลังสินค้าตั้งแต่รับสินค้า ไปถึงการส่งสินค้าออก - การรับ และ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่หน้างานลูกค้า รวมถึงการติดตั้ง - การบริหารในด้านต่างๆ ได้แก่ กฎเกณฑ์ในการส่งมอบ ประสิทธิภาพ ข้อมูลสินค้าคงคลัง เงินทุน การขนส่ง วงจรอายุผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle) ความต้องการด้านการนำเข้า/ส่งออก ความเสี่ยงด้านการขนส่งในโซ่อุปทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียด
การคืนวัตถุดิบ และการรับคืนสินค้าสำเร็จรูป	- การคืนสินค้าที่มีตำหนิทุกขั้นตอน แบ่งเป็น กิจกรรมของผู้ขอคืน ได้แก่ การระบุสภาพของผลิตภัณฑ์ การจัดการผลิตภัณฑ์มีตำหนิ การขออนุญาตคืนผลิตภัณฑ์ กำหนดการส่งคืน และการส่งคืนผลิตภัณฑ์ กิจกรรมของผู้รับคืน ได้แก่ การอนุมัติการคืนผลิตภัณฑ์ กำหนดการรับคืน และการจัดการผลิตภัณฑ์รับคืน - กิจกรรมการซ่อมแซม ยกเครื่องผลิตภัณฑ์ (Overhaul) ทั้งจากผู้ขอคืน และผู้รับคืน - กิจกรรมการคืนวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ส่วนเกิน - การบริหารกฎการคืนผลิตภัณฑ์ ประสิทธิภาพ ข้อมูล คลังสินค้าคืน สินทรัพย์ การขนส่ง เครือข่าย ความต้องการด้านกฎระเบียบต่างๆ และความเสี่ยงในการคืนของโซ่อุปทาน

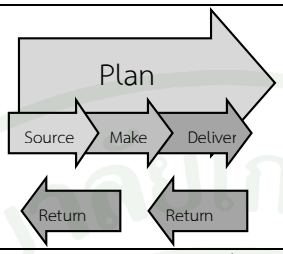
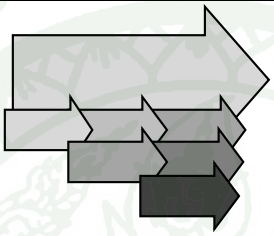
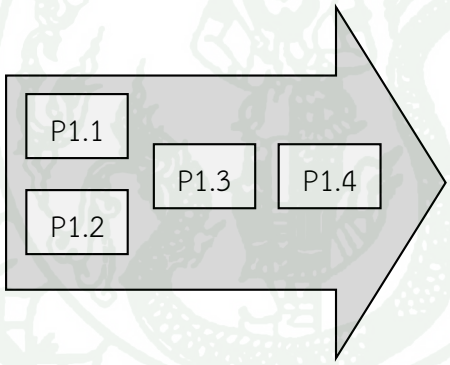
ที่มา: พรธิภา (2554)

2.3 ระดับของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน

การนำแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานมาใช้นั้น เริ่มจากการวิเคราะห์จากภาพรวมขององค์กร เพื่อวางขอบเขตและเป้าหมาย แล้วนำเป้าหมายมาวางโครงร่างและลงรายละเอียดเจาะลึกในระดับกระบวนการ เมื่อได้แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการแล้วจึงนำไปออกแบบกิจกรรมย่อย ซึ่งแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานได้มีการทำมาตรฐานไว้จนถึงระดับกระบวนการ และยังได้กำหนดระดับในการวิเคราะห์ไว้ 4 ระดับ ซึ่งหากต้องการลงรายละเอียดมากขึ้นสามารถแยกย่อยกระบวนการ ลงในระดับที่ลึกต่อไปได้ แต่มีการทำมาตรฐานไว้เพียง 3 ระดับเท่านั้นได้แก่ระดับบน (Top Level) ระดับโครงร่าง (Configuration Level) และระดับองค์ประกอบกระบวนการ (Process Element Level) ดังแสดงในตารางที่ 3

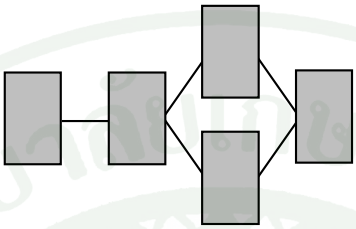
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ระดับของแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน

ระดับ	แผนผัง (Schematic)	รายละเอียด
ระดับที่ 1 ระดับบน (Top Level) (ชนิดกระบวนการ)		ระบุขอบเขตและเนื้อหาของโซ่อุปทาน ในขั้นนี้จะระบุเป้าหมายของบทบาทในการแข่งขันด้วย
ระดับที่ 2 ระดับโครงร่าง (Configuration Level)		หน่วยงานสามารถกำหนดโครงร่างที่ต้องการได้ในระดับที่ 2 โดยประยุกต์กลยุทธ์กระบวนการผ่านโครงร่างที่ได้กำหนดขึ้น
ระดับที่ 3 ระดับองค์ประกอบกระบวนการ (Process Element Level)		ระบุความสามารถในการแข่งขันที่หน่วยงานเลือก ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายองค์ประกอบของกระบวนการ - Input/Output ของกระบวนการ - ดัชนีการวัดประสิทธิภาพกระบวนการ (Metrics) - แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practice) - ความต้องการสมรรถนะของระบบเพื่อนำไปสู่แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ - ระบบและเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ระดับ	แผนผัง (Schematic)	รายละเอียด
ระดับที่ 4 ระดับการประยุกต์ใช้ (Implementation Level)		ในระดับนี้ หน่วยงานประยุกต์ใช้การบริหารโซ่อุปทานเฉพาะ และมีการกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อบรรลุความได้เปรียบในการแข่งขันและเพื่อปรับตัวเมื่อเงื่อนไขทางธุรกิจเปลี่ยนแปลง

ที่มา: พรธิภา (2554)

2.4 การแบ่งประเภทกระบวนการ

แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานมีจุดเด่นที่สำคัญ คือ การแบ่งประเภทกระบวนการอย่างละเอียด โดยจะมีการแบ่งกระบวนการใน 3 มิติ ได้แก่ มิติกิจกรรมหลัก (SCOR Process) มิติประเภทกระบวนการ (Process Type) และมิติประเภทการผลิต (Process Category) ดังภาพที่ 3 และ 4 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 มิติกิจกรรมหลัก ได้แก่ การวางแผน (Plan: P) การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ (Source: S) การผลิต (Make: M) การจัดส่ง (Deliver: D) และรับ/ส่งของคืน (Return: R) การระบุขอบเขตและรายละเอียดของกิจกรรมตามมิตินี้เรียกว่า แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานระดับที่ 1

2.4.2 มิติประเภทกระบวนการ ประกอบด้วยการวางแผน (Planning: P) การปฏิบัติ (Execution) และงานสนับสนุน (Enable: E)

2.4.3 มิติประเภทการผลิต ประกอบด้วยประเภทตามลักษณะการผลิต 3 หมวดหลัก ได้แก่ สินค้าผลิตเพื่อเก็บ (Make to Stock: S1, M1, D1) สินค้าผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to Order: S2, M2, D2) และ สินค้าออกแบบผลิตตามคำสั่ง (Engineer to Order: S3, M3, D3) เมื่อได้โครงร่างทั้ง 3 ส่วน จึงจะได้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานระดับที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	SCOR Process				
	Plan	Source	Make	Deliver	Return
Process Type	Planning	P1	P2	P3	P4	P5	Process Category
	Execution		S1-S3	M1-M3	D1-D4	S/DR1-S/DR3	
	Enable	EP	ES	EM	ED	ER	

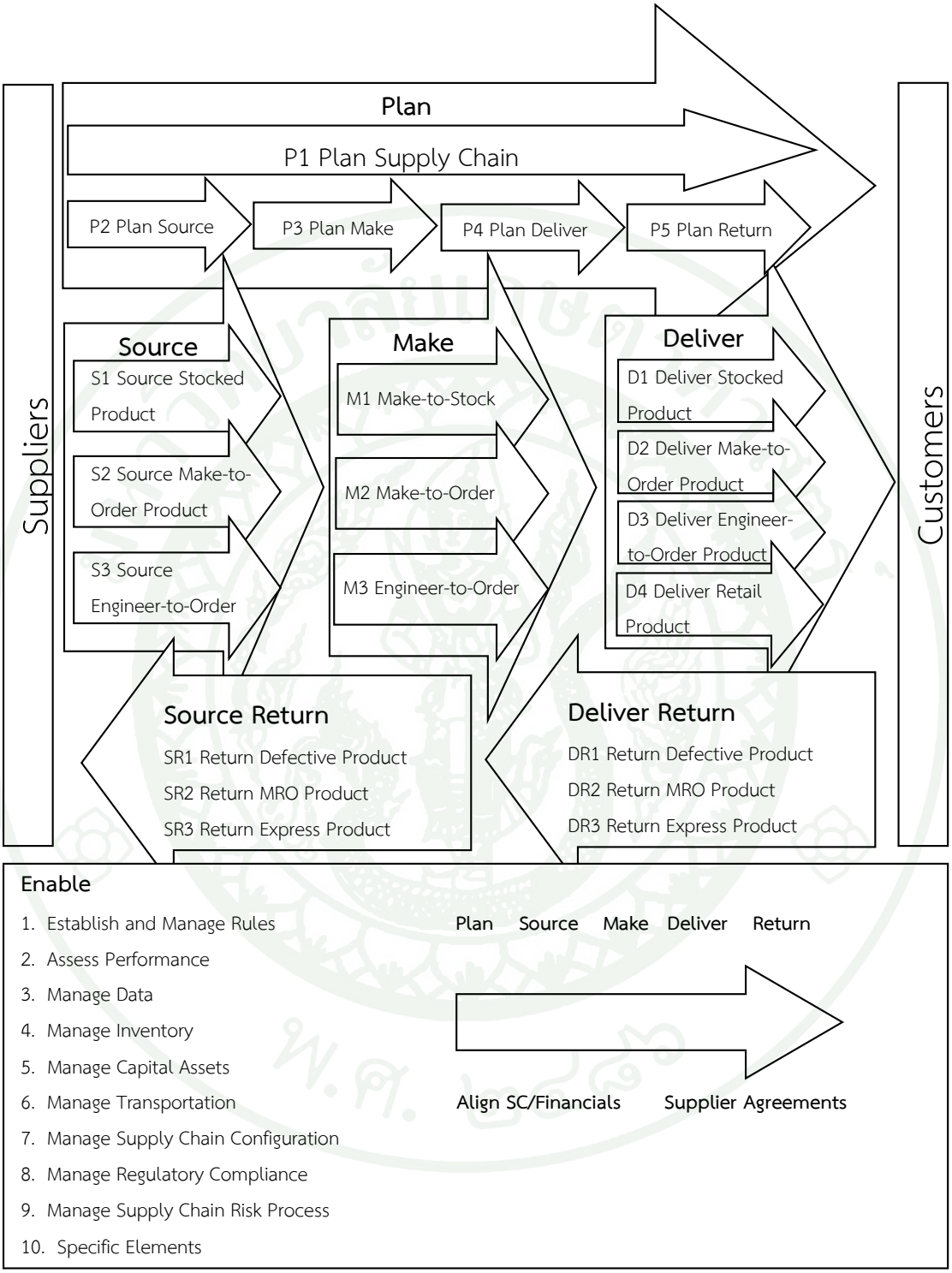
ภาพที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการร่างแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน

ที่มา: พรธิภา (2554)

หลังจากที่ได้ร่างโซ่อุปทานตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานในระดับที่ 2 จะทำให้ทราบว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมหลัก และสามารถนำกิจกรรมหลักแต่ละกิจกรรมมาวิเคราะห์ในเชิงลึกตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานในระดับที่ 3 ซึ่งแบบจำลองจะมีรายละเอียดของดัชนีการวัดประสิทธิภาพกระบวนการ และแนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practice) ที่เป็นสากลเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา พร้อมทั้งตัวแบบกิจกรรมย่อยที่มีปัจจัยเข้าและออกที่กำหนดในคู่มือ โดยในการวัดผลตามแบบจำลองมีการแบ่งมิติของการวัดประสิทธิภาพเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของโซ่อุปทาน (Reliability) การตอบสนองของโซ่อุปทาน (Responsiveness) ความคล่องตัวของโซ่อุปทาน (Agility) ต้นทุนของโซ่อุปทาน (Cost) และการบริหารสินทรัพย์ของโซ่อุปทาน (Asset Management)

ส่วนแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานระดับที่ 4 นี้ไม่ได้กำหนดไว้ในคู่มือ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จะต้องกำหนดกิจกรรมย่อยในกระบวนการธุรกิจของแต่ละผลิตภัณฑ์หรืออุตสาหกรรม โดยมีการเชื่อมโยงกับแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานระดับที่ 3 ซึ่งมีการคัดเลือกนโยบายหรือกิจกรรมที่เหมาะสมที่จะนำมาปรับปรุงจากผลการวิเคราะห์ในระดับที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 SCOR Model ระดับที่ 2

ที่มา: พรธิภา (2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

การจัดสมดุลสายการผลิตนั้นเป็นกำหนดแต่ละงานของสายงานผลิตลงในแต่ละสถานีงานต่างๆ เพื่อที่จะให้เกิดประโยชน์สูงสุด ถ้าสายงานผลิตสมดุลอย่างสมบูรณ์แบบ แต่ละสถานีงานจะใช้เวลาในการทำงานเท่าๆ กัน ทำให้การไหลของชิ้นงานราบรื่น ไม่มีเวลาสูญเปล่า หรือเกิดการรองานของสถานีใดสถานีหนึ่ง โดยวัตถุประสงค์ของการจัดการผลิตให้สมดุลนั้น เพื่อที่จะจัดงานลงในสถานีงานต่างๆ และรวมงานย่อยที่สามารถรวมไว้ที่สถานีทำงานเดียวกันได้ แล้วคำนวณเวลาประมาณการของสถานีทำงานต่างๆ โดยพยายามลดเวลาสูญเปล่าในสายการผลิตที่เกิดจากการทำงานในแต่ละสถานีด้วยอัตราเร็วและเวลาที่ไม่เท่ากัน หรือปรับอัตราการผลิตให้เหมาะสมตามปริมาณที่ตลาดต้องการสินค้า ตลอดจนลดจำนวนพนักงานที่เกินความจำเป็นและยังช่วยให้พนักงานในสายการผลิตทำงานในปริมาณที่เท่าเทียมกัน (สุมน, 2552; ศุภชัย, 2555)

3.1 ขั้นตอนการจัดสมดุลสายการผลิต ประกอบด้วย 9 ขั้นตอนต่อไปนี้

3.1.1 กำหนดงานย่อยต่าง ๆ (Task) ที่จำเป็นต่อการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วย

3.1.2 กำหนดลำดับก่อนหลังความสัมพันธ์ของงานย่อยต่าง ๆ

3.1.3 เขียนแผนภาพความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลังของงานย่อย

3.1.4 การศึกษาการทำงาน (Work Study) และเวลา (Time Study)

3.1.5 การคำนวณรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) วิเคราะห์หาจุดคอขวดของการผลิต (Bottle Neck)

3.1.6 คำนวณอัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time) หรือ เวลามากที่สุดที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นเพื่อตอบสนองความต้องการลูกค้า

3.1.7 คำนวณจำนวนพนักงาน (Number of Operator)

3.1.8 กำหนดงานย่อยให้กับแต่ละสถานีงานเพื่อให้สายการผลิตสมดุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.9 คำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต

3.2 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น และเกิดความสูญเปล่า การหาวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพที่สุด รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานการทำงานและการสร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน โดยเป็นการศึกษาวิธีการทำงานและการวัดผลงาน ซึ่งใช้วิธีการศึกษาการทำงานนั้นอย่างมีแบบแผน และมีการเก็บบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ (วัชรินทร์, 2547; คมสัน, 2553)

3.3 การศึกษาเวลา (Time Study)

คือ การหาเวลามาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ เพื่อหาเวลาในการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสมซึ่งทำงานในอัตราปกติ โดยผลของการศึกษาเวลาจะได้เวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยการหาเวลามาตรฐานสามารถหาได้จากการนำเวลาปกติบวกเพิ่มเวลาเผื่อไป โดยมีสูตรดังนี้ (วันชัย, 2548)

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} \times (1 + \text{ค่าเวลาเผื่อ}) \qquad (1)$$

3.4 การคำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการจับเวลา

ในกระบวนการเก็บตัวอย่างทางสถิติ (Sampling Process) ยิ่งจำนวนครั้งในการจับเวลามาก ความน่าเชื่อถือก็จะมากขึ้น หากเวลาของงานย่อยมีความผันแปรมาก (Variance) จะต้องจับเวลาหลายครั้ง เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น ในการทำงานแต่ละงานย่อยของคนงานจะใช้เวลาไม่เท่ากัน ในการทำงานมากครั้งจะถือว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยจำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลา คำนวณจากสมการต่อไปนี้ (นิวิท, 2547)

$$N = \left[\frac{k/s \sqrt{n \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} X_i} \right]^2 \qquad (2)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ N คือ จำนวนครั้งที่ต้องใช้ในการจับเวลา

k คือ ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

s คือ ความคลาดเคลื่อน

n คือ จำนวนครั้งในการจับเวลาเบื้องต้น

X_i คือ ค่าเวลาที่จับได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นครั้งที่ i (วินาที)

การกำหนดขนาดตัวอย่าง กรณีศึกษาเลือกกำหนดที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) 95 เปอร์เซ็นต์ (ความคลาดเคลื่อน ± 5) ซึ่งมีค่าตัวประกอบของระดับความเชื่อมันเท่ากับ 2 จากข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่นที่นิยมใช้

ระดับความเชื่อมั่น (เปอร์เซ็นต์)	ค่า k
68.3	1
95.5	2
99.7	3

3.5 รอบเวลาการทำงาน (Work Cycle Time)

รอบเวลาการทำงาน คือ เวลาสูงสุดที่มีให้แก่สถานีงานหนึ่งๆ ก่อนที่จะเคลื่อนไปยังสถานีงานถัดไป หรือ การทำงานตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการสำหรับการทำงานหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยสถานีย่อยหลายสถานี เมื่อทำงานครบรอบ จะได้งานอย่างน้อย 1 งาน ซึ่งในแต่ละสถานีงานจะมีรอบเวลาการทำงานของตัวเอง นอกจากนี้รอบเวลาการทำงานยังเป็นเวลาที่ใช้ในการกำหนดอัตราผลผลิต (Output Rate) ที่ได้จากสายงานผลิตนั้นๆ ด้วย (ศุภชัย, 2555)

3.6 การประเมินอัตราความเร็ว (Determining Rating Factor)

ค่าปรับอัตราความเร็ว (Rating Factor) คือ ความเร็วของพนักงานที่ทำงานภายใต้การศึกษาโดยนาฬิกาจับเวลา ในกรณีที่ความเร็วของพนักงานมีผลต่ออัตราการทำงานและผลผลิต หรือพนักงานผู้นั้นไม่ได้ทำงานด้วยอัตราความเร็วมาตรฐาน จำเป็นต้องคูณเวลาตัวแทนที่ได้ด้วยค่าปรับอัตราเร็วเพื่อให้เวลาที่ได้นั้นเป็นค่าเวลาปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินอัตราความเร็วในการทำงาน (Rating) คือ กระบวนการซึ่งผู้ทำการศึกษาเวลาใช้เปรียบเทียบการทำงานของพนักงานที่กำลังศึกษาเวลากับการทำงานปกติ การให้ค่าอัตราความเร็วของงานประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ เกณฑ์ระดับความเร็วปกติ (Normal Pace) และการประเมินการทำงานว่าอยู่ที่ระดับเท่าใดเมื่อเทียบกับระดับความเร็วปกติ (Rating) (จันทร์ศิริ, 2552)

3.7 เวลาเผื่อ (Allowances)

คือ เวลาที่เผื่อเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เนื่องจากระหว่างการทำงานจะต้องมีการเสียเวลาบ้างเล็กน้อย เวลาเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ (วันชัย, 2548)

3.7.1 เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay Allowances) แบ่งเป็นแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น เครื่องจักรเสีย วัสดุเสื่อมสภาพ และแบบหลีกเลี่ยงได้ เช่น การปรับเครื่องจักร การทำความสะอาดหรือเปลี่ยนเครื่องมือ ซึ่งมักเกิดน้อยมาก

3.7.2 เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowances) เกิดจากความต้องการของพนักงาน เช่น การหยุดพัก การเข้าห้องน้ำ ดื่มน้ำ โดยทั่วไปคิดเป็น 2-5 เปอร์เซ็นต์ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง

3.7.3 เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowances) เมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความร้อนสูง ความชื้น ฝุ่นละออง เสียงดัง จะส่งผลให้เกิดความเครียดร่างกาย เกิดความเมื่อยล้า เวลาลดหย่อนประเภทนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความแข็งแรงของพนักงาน ระยะเวลาในการทำงานและสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปคิดเป็น 2-5 เปอร์เซ็นต์ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง

3.8 อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าหรือความเร็วในการผลิต เช่น ผลิตผลิตภัณฑ์ได้ 1 ชิ้น ในทุกๆ 20 วินาที หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งก็คือผลิตให้ทันต่อความต้องการของ ซึ่งเราใช้อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า มาใช้เพื่อกำหนดจังหวะการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อชิ้นให้เป็นไปตามจังหวะที่ลูกค้าต้องการนั่นคือพนักงานทุกคนต้องควบคุมจังหวะการผลิตสิ่งของในหนึ่งสถานีการผลิตให้นานไม่เกินเวลา ซึ่งคำนวณได้จาก

อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า = เวลาการผลิต / ปริมาณคำสั่งซื้อ (3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.9 ประสิทธิภาพสายการผลิต

การคำนวณประสิทธิภาพสายการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่า เวลารอคอยในระบบเมื่อเทียบกับจุดคอขวด (Bottle Neck) มีมากน้อยเพียงใด กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพดีหรือไม่ สามารถคำนวณได้ดังนี้

ประสิทธิภาพ =100 x [ผลรวมรอบเวลาทุกสถานี / (จำนวนสถานี x รอบเวลาของจุดคอขวด)] (4)

4. กำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs: IP)

4.1 ลักษณะของกำหนดการจำนวนเต็ม

กำหนดการจำนวนเต็ม หมายถึง ระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยตัวแปรที่กำหนดจะเป็นจำนวนเต็มบางตัวหรือทุกตัว ซึ่งเรียกว่า กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear Programs) หรือกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs) ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่อยู่ในรูปสมการเส้นตรง และเงื่อนไขบังคับต่างๆ ที่อยู่ในรูปสมการหรืออสมการเส้นตรงก็ได้ โดยกำหนดการจำนวนเต็มสามารถแบ่งเป็น 4 ประเภท พิจารณาตามค่าของตัวแปรติดสินใจ ดังนี้ (อภิชัย, 2555; Murty, 1995)

4.1.1 กำหนดการจำนวนเต็ม (Pure Integer Programs: IP) มีทุกตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็ม (Integer Value)

4.1.2 กำหนดการจำนวนเต็มทวิภาค (Binary Integer Programs: BIP หรือ 0-1 Pure Integer Programs) จะมีตัวแปรตัดสินใจทุกตัวเป็นตัวแปรทวิภาค (Binary Variables หรือ 0-1 Variables)

4.1.3 กำหนดการจำนวนเต็มผสม (Mixed-Integer Programs: MIP) มีบางตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็ม (Integer Value) และตัวแปรที่เหลือมีค่าไม่เป็นจำนวนเต็ม (Noninteger Value)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.4 กำหนดการจำนวนเต็มผสมทวิภาค (0-1 Mixed-Integer Linear Programs) จะมีตัดแปรสินใจทุกตัวเป็นตัวแปรทวิภาคบนกำหนดการจำนวนเต็มผสม

การพัฒนาโซ่อุปทานสามารถทำได้หลากหลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการนำรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยในการพิจารณาวิเคราะห์งานก่อนที่จะนำไปใช้งานกับระบบจริง และหาแนวทางในการพัฒนาการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (พรธิภา, 2554) โดยทำให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรในทางธุรกิจต่างๆ เช่น ช่วยลดต้นทุนที่จะเกิดขึ้น เพราะองค์กรจะได้รับข้อมูลด้านความน่าจะเป็นที่จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวในโครงการต่างๆ จึงสามารถวิเคราะห์ต่อไปได้ควรดำเนินการต่อไปหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและทันเหตุการณ์ นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบผลกระทบจากสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในธุรกิจจริงพร้อมกับเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจและสามารถลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับองค์กรได้ (นภดล, 2554)

4.2 การจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling)

การจำลองเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนอธิบายความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ โดยการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาและอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้สร้างแบบจำลองเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาและช่วยให้การตัดสินใจแก้ปัญหาทำได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการตัดสินใจในการวางแผนนั้นมีความยุ่งยาก โดยส่วนมากการวางแผนเกิดจากการใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจ ทำให้ไม่แน่ใจในความถูกต้องและความเหมาะสมของวิธีการทำงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะสามารถช่วยแก้ไขความยุ่งยากนี้ไปได้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ 6 ขั้น ดังนี้ (อภิชัย, 2555)

4.2.1 การศึกษาและเก็บรวมรวมข้อมูล

ในงานวิจัยควรมีการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิที่จะได้จากการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องและข้อมูลทุติยภูมิได้จากการรวบรวมข้อมูลในอดีตมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งข้อมูลสำคัญที่ควรเก็บรวบรวมไว้ มี 2 ส่วน ได้แก่

1) ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ประกอบด้วย
   - ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Specification)
   - แหล่งวัตถุดิบและผู้ส่งมอบวัตถุดิบที่ป้อนวัตถุดิบให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- รูปแบบกระบวนการผลิต
- ปัจจัยการผลิต เช่น แรงงาน เครื่องจักร เป็นต้น
- ขีดความสามารถและข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต
- นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลัง เช่น ปริมาณการสั่งซื้อ และจุดสั่งซื้อ
- นโยบายการผลิตของฝ่ายผลิต เช่น การเพิ่มหรือลดกำลังการผลิต โดยให้ทำงานล่วงเวลาหรือลดชั่วโมงการทำงาน การยอมให้เกิดสินค้าขาดมือ และการจ้างผู้รับเหมาแบบช่วง (Subcontractor)

2) ข้อมูลด้านโซ่อุปทานของธุรกิจ โดยข้อมูลนี้จะใช้ศึกษาส่วนประกอบภายในของโซ่อุปทาน เริ่มตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบที่เป็นต้นน้ำจนถึงผู้บริโภคที่เป็นปลายน้ำ โดยรวบรวมข้อมูลการวางแผนและการจัดการของทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบ การผลิตหรือแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ กิจกรรมของการจัดการโลจิสติกส์ รวมถึงความร่วมมือในการทำงานร่วมกันกับพันธมิตรในโซ่อุปทาน

นอกจากนี้ยังมีข้อมูลทุติภูมิที่ควรศึกษา ได้แก่ ปริมาณความต้องการสินค้า ปริมาณการผลิตและยอดจำหน่าย และค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิต เช่น ค่าจ้างแรงงาน และค่าขนส่ง เป็นต้น

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์การไหลของวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วนภายในโซ่อุปทาน เริ่มตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบไปยังผู้บริโภค โดยเครื่องมือในการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย ปัจจัยขาเข้า (Input) กระบวนการของแต่ละส่วนงาน ปัจจัยขาออกหรือผลลัพธ์ (Output) และเส้นทางการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบหรือผลิตภัณฑ์

2) กำหนดปัญหาและขอบเขตที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน เพื่อให้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น

3) เขียนแผนภาพรายละเอียดของแต่ละกระบวนการในแต่ละส่วนของโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงเงื่อนไขข้อจำกัดของปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากรต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) คือ การกำหนดตัวแปรเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้พัฒนาแบบจำลองต้องกำหนดขึ้น เพื่อให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยตัวแปรตัดสินใจนิยมเขียนโดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษและกำกับด้วยดัชนี (Index)

2) กำหนดลักษณะของค่าตัวแปรตัดสินใจให้สอดคล้องกับคำตอบที่ต้องการทราบ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ ค่าจำนวนเต็ม (Integer Value) และค่าที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม (Noninteger Value)

3) การเลือกแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เช่น แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม

4) กำหนดต้นทุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่สัมพันธ์กับตัวแปรตัดสินใจ เพื่อสร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) โดยต้นทุนมี 2 ประเภท คือ ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) และต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

5) กำหนดข้อสมมติฐาน (Assumption) คือ การกำหนดความสัมพันธ์หรือสิ่งที่ปรากฏในแบบจำลองที่แตกต่างจากความเป็นจริง โดยกำหนดเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาและการสร้างแบบจำลอง ซึ่งต้องกำหนดให้ครอบคลุมในทุกประเด็นที่แตกต่างจากความเป็นจริงในขอบเขตของปัญหาที่ศึกษา

6) กำหนดเซต (Set) หรือดัชนี (Index) เพื่อให้ผู้พัฒนาแบบจำลองสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ ตัวแปรตัดสินใจ และเงื่อนไขบังคับที่มีจำนวนมากในปัญหาขนาดใหญ่และซับซ้อน ให้สามารถเขียนได้สั้น กระชับและอ่านเข้าใจได้รวดเร็วขึ้น

7) กำหนดพารามิเตอร์ คือ การกำหนดตัวแปรป้อนเข้าที่ทราบค่าจากการคำนวณหรือค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูล การประมาณค่า หรือหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลสำหรับการป้อนเข้าไปในแบบจำลอง โดยพารามิเตอร์ที่ปรากฏในแบบจำลอง ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ สัมประสิทธิ์สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function Coefficients) สัมประสิทธิ์เงื่อนไข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บังคับ (Constraint Coefficients) และค่าด้านขวาของเงื่อนไขบังคับ (Right-Hand-Side, Value for a Constraint)

8) กำหนดสมการวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ได้แก่ เป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าที่สูงที่สุด (Maximize) เช่น กำไรสูงสุด และเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าที่ต่ำที่สุด (Minimize) เช่น ต้นทุนต่ำที่สุด

9) สร้างเงื่อนไขบังคับสำหรับเงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ เช่น จำนวนและขีดความสามารถของทรัพยากรที่มีอยู่ (ได้แก่ ความสามารถในการผลิตของพนักงาน จำนวนชั่วโมงการทำงานของพนักงานต่อวัน จำนวนและอัตราการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละสายการผลิต) นโยบายของผู้บริหารในองค์กร และเงื่อนไขบังคับสำหรับตัวแปรตัดสินใจทุกตัวมีค่าไม่เป็นลบ (Nonnegativity) หรือตัวแปรตัดสินใจทุกตัวมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นเงื่อนไขบังคับที่ต้องมีในแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นทุกแบบจำลอง

4.2.4 การหาคำตอบและทดสอบแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

ทำได้โดยเลือกใช้โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับประเภทและขนาดของแบบจำลอง ซึ่งผู้สร้างแบบจำลองสามารถใช้ซอฟต์แวร์ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่กำลังพัฒนาขึ้น โดยเริ่มต้นจากการนำปัญหาขนาดเล็กมาทดสอบก่อน

4.2.5 การวิเคราะห์คำตอบ

การวิเคราะห์คำตอบเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อให้คำตอบที่ได้สามารถนำไปช่วยในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันให้ได้มากที่สุด โดยเครื่องมือที่นิยมใช้ในขั้นตอนนี้ คือ การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงระดับความเหมาะสมของทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัดที่เวลาปัจจุบัน เพื่อที่จะได้จัดหาทรัพยากรการผลิตเพิ่มเติมหรือปรับลดให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร รวมทั้งยังช่วยให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่ควรปรับเปลี่ยนให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.6 การนำไปปฏิบัติ

หลังจากผ่านขั้นตอนการทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความถูกต้อง และสามารถวิเคราะห์คำตอบเพื่อให้คำตอบที่ได้ใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบันของปัญหาที่ทำการศึกษามากที่สุด โดยผู้พัฒนาแบบจำลองจะนำคำตอบที่ได้ส่งมอบให้กับผู้ที่นำไปใช้งานได้ทดลองใช้งานจริง ซึ่งในช่วงแรกที่นำคำตอบไปใช้อาจพบข้อบกพร่อง ทำให้สามารถเข้าไปดำเนินการแก้ไขให้เกิดความถูกต้องก่อนนำไปใช้งานต่อไป

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การนำแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) มาประยุกต์ใช้ การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และการสร้างแบบกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs) มาใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

โซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าด้วยต้นทุนที่ต่ำ ช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างผลกำไร และทำให้เกิดคุณค่าโดยรวมสูงสุด โดยการวัดประสิทธิภาพของโซ่อุปทานนั้น จะช่วยพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจ หากขาดการวัดประสิทธิภาพจะทำให้ขาดแรงกระตุ้นในการดำเนินธุรกิจ ทำให้มีการนำแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) มาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโซ่อุปทานมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงอุตสาหกรรมเกษตรด้วย โดยบุญอนันต์ (2548) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมของผู้ผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าเกษตรสำหรับผลิตอาหารสัตว์ โดยใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) พบว่าแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงประสิทธิภาพโซ่อุปทานในบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อมได้ แต่ต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมเครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็นในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยฉบับนี้พบว่าปัจจัยที่ภาคธุรกิจควรให้ความสำคัญ เช่น ปัญหาจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน และอุปสรรคของการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพในภาพรวม เป็นต้น

ต่อมาณัฐวุฒิ (2553) ได้ศึกษาการจัดการโซ่อุปทานปาล์มน้ำมัน โดยใช้หลักการตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม ทำให้พบว่าการดูแลสวนปาล์มที่ไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการเก็บเกี่ยวและการกระจายผลผลิต จึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนะนำให้มีการปรับปรุง เช่น การจัดการพื้นที่ปลูก การปลูก การจัดหาแหล่งวัตถุดิบที่จำหน่ายกล้าปาล์มที่มีคุณภาพเพื่อลดการสูญเสียผลผลิตในระยะยาว และการนำเทคโนโลยีการผลิตเข้ามาใช้ เป็นต้น นอกจากนี้การวางแผนการผลิตร่วมกันทั้งโซ่อุปทานจะช่วยลดความผันผวนของราคาตามฤดูกาลของราคาน้ำมันปาล์ม อีกทั้งการรวมกลุ่มเกษตรกรจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลได้ดีขึ้น ซึ่งจะทำให้การจัดการโซ่อุปทานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานได้ถูกนำมาใช้และนำเสนอการในด้านการปรับปรุงสายการผลิต อาทิ พรธิภาและมาลินี (2555) ได้เข้าไปศึกษาบริษัทกรณีศึกษาที่เป็นผู้ผลิตและส่งออกตะไคร้ดองและขิงดอง โดยมีปัญหาที่ไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ทันและมีค่าล่วงเวลาในการทำงานสูง จึงวิเคราะห์ปัญหาในโซ่อุปทานโดยใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กร รวมถึงการลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นในการบริหารจัดการ โดยเลือกการจัดสมดุลสายการผลิตการบรรจุตะไคร้ดอง ภายใต้หลักการ ECRS ประกอบกับนำเทคนิค Why-Why Analysis เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง และปรับปรุงการจัดตารางการทำงาน ผลการศึกษาพบว่าวิธีที่ดีที่สุดในการจัดสมดุลสายการผลิต คือ การรวมสถานีงาน และการจัดแบ่งพนักงานในแต่ละสถานีใหม่ ร่วมกับการปรับอัตราเร็วสายพานลำเลียงซึ่งเป็นจุดคอขวดของกระบวนการเพิ่มขึ้น 1.64 เท่า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น 15.72 เปอร์เซ็นต์ การทำงานล่วงเวลาลดลง 3.43 ชั่วโมง และค่าใช้จ่ายลดลง 123,840 บาทต่อปี ถัดมาบริษัทไก่แปรรูปแช่แข็งได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูปแช่แข็งและเลือกการจัดทำสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ในกระบวนการเตรียมปรุงสุกโดยอาศัยหลักการ ECRS เพื่อทำให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้น โดยวิธีการจัดสมดุลใหม่ที่ดีที่สุดคือการรวมงานที่สถานีตักไก่และสถานีชั่งน้ำหนักไก่ รวมงานของสถานีชั่งน้ำแป้งและสถานีคลุกน้ำแป้ง และปรับปรุงวิธีการขนส่งโดยใช้รถเข็นในการลำเลียงสินค้า ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตเป็น 94.20 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มจากการจัดสายการผลิตในปัจจุบัน 9.12 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดพนักงานได้มากที่สุด 14 คน และลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานลงได้ 356,160 บาทต่อปี (Ongkunaruk and Wongsatit, 2013)

นอกจากนี้การลดเวลาสูญเปล่าในการจัดสมดุลสายการผลิตสามารถลดปัญหาที่ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้าได้ ดังเช่น โรงงานงานผลิตแยมแห่งหนึ่งผลิตแยมได้น้อยกว่า 9 รุ่นผลิต หรือคิดเป็น 14.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโรงงานจะผลิตแยมชนิดบรรจุขวดเพียง 3 วันต่อสัปดาห์เท่านั้น จึงจำเป็นต้องลดเวลาสูญเปล่าและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อใช้สามารถผลิตแยมได้ตามความต้องการของลูกค้า โดยวัชราวุธ (2554) มีแนวคิดเริ่มจากการลดรอบเวลาการทำงานให้น้อยกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า โดยจังหวะความต้องการของลูกค้า จะเท่ากับเวลาการผลิตที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มี (Available Time) หารด้วยปริมาณความต้องการของลูกค้า ซึ่งกำหนดให้เป็นเป้าหมายของโรงงาน ต่อมาเลือกพิจารณาลดกระบวนการประเภทล่าช้าและประเภทเคลื่อนย้าย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่สูญเปล่า และขั้นสุดท้ายได้ทำสมดุลสายการผลิตให้เหมาะสมและปรับเปลี่ยนแผนผังการผลิตใหม่ ทำให้รอบเวลาการทำงานลดลงจาก 8.8 ชั่วโมง เหลือเพียง 4.03 ชั่วโมง และมีกำลังผลิตเพิ่มขึ้นจาก 4 รุ่นผลิตต่อวัน เป็น 15 รุ่นผลิต ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การพัฒนาโซ่อุปทานยังสามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาในธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตร โดยวางแผนตั้งแต่เริ่มการเพาะปลูกจนกระทั่งการเก็บเกี่ยว เพื่อให้การวางแผนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Schuster and Allen (1998) สร้างแบบจำลอง MILP สำหรับโรงงานผลิตไวน์องุ่นที่ประสบปัญหาการจัดการการส่งวัตถุดิบน้ำองุ่นจากโรงงานหนึ่งไปยังอีกโรงงานหนึ่ง โดยเริ่มวางแผนตั้งแต่การเพาะปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งทางโรงงานนำแบบจำลองไปใช้ในการตัดสินใจในการวางแผนในแต่ละวัน ทำให้สามารถลดต้นทุนทั้งหมดในระบบได้ถึงประมาณ 130,000-170,000 เหรียญสหรัฐได้ภายในปีแรกที่เริ่มใช้แบบจำลอง ต่อมา Blanco *et al.* (2005) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้กับโรงงานบรรจุผลไม้สดในประเทศอาร์เจนตินา เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการจากลูกค้าได้ในอนาคตตามนโยบายของบริษัท รวมทั้งแก้ปัญหาการเก็บเกี่ยวผลไม้แต่ละชนิดที่มีช่วงเวลาการเก็บที่ไม่เท่ากันให้และสามารถขนส่งเข้าโรงงานทันทีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดความสูญเสียของผลไม้แต่ละชนิด โดยแบบจำลองครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจากสวน จนเข้าสู่กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความต้องการด้านทรัพยากรต่างๆ สำหรับการผลิตได้ เช่น แรงงาน สถานที่จัดเก็บ และพลังงาน เป็นต้น นอกจากนี้ Grunown *et al.* (2007) ได้แก้ปัญหาการวางแผนการปลูกอ้อยเพื่อสู่โรงงานผลิตน้ำตาล โดยโรงงานไม่สามารถเก็บอ้อยเป็นสินค้าคงคลังได้ เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยจะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมานั้นครอบคลุมการวางแผนตั้งแต่การปลูกอ้อยที่มีความยุ่งยากจากปัจจัยของสภาพภูมิอากาศ การเก็บเกี่ยว และการจัดสรรแรงงานและอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองนี้กำหนดให้มีค่าความเผื่อ (Gap Tolerance) ไม่เกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์

สำหรับประเทศไทยนั้น มีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรเช่นเดียวกับต่างประเทศ โดยชัยมงคล และอภิชัย (2553) ที่ได้เข้าไปแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมการแปรรูปผักกาดหัว โดยพบว่า ขาดการวางแผนตั้งแต่เริ่มการปลูก การเก็บเกี่ยว การหมัก และการแปรรูป อีกทั้งยังมีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ สามารถเพาะปลูกได้ในระยะเวลาเพียง 4 เดือน แต่ต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้านานถึง 6 เดือน โดยพบว่าปัญหาหลัก คือ พื้นที่การผลิตไม่เพียงพอ และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุดิบเกิดความเสียหาย จึงแก้ปัญหาโดยสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็มผสม (MILP) มาใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการเพาะปลูก โดยสามารถลดต้นทุนการผลิตและแปรรูปได้ถึง 38.69 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนใช้แบบจำลอง และต่อมาชัยมงคล และคณะ (2555) ได้ศึกษาโรงงานแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมส่งออกแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร พบว่า มีปัญหาเกี่ยวกับการจัดหาวัตถุดิบ และด้านการขนส่งวัตถุดิบ ซึ่งเกิดจากขาดการวางแผนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ และยังมีปัญหาจากการเลือกใช้รถบรรทุกที่มีถึง 3 ขนาด จึงแก้ปัญหาโดยสร้างแบบจำลอง MILP มาใช้ ซึ่งครอบคลุมการไหลของวัตถุดิบเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงการแปรรูป โดยพบว่าสามารถช่วยลดต้นทุนการดำเนินการได้ 5.20 เปอร์เซ็นต์ จากการไม่มีสินค้าค้างในโกดัง และสามารถเลือกรถขนส่งที่เหมาะกับการขนถ่ายมะพร้าวเข้าสู่โรงงานอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. โปรแกรม IBM ILOG CPLEX รุ่น 12.4
2. คอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Professional หน่วยประมวล Intel® Core i5-2500 (3.30 GHz) หน่วยความจำ 4 GB
3. คู่มือ Supply Chain Operations Reference Model รุ่น 9.0
4. โปรแกรม Microsoft Office Excel
5. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

1. ศึกษารูปแบบของโซ่อุปทานโดยการใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) ในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการโซ่อุปทานของบริษัท

1.1 ศึกษากระบวนการเพิ่มคุณค่าผลิตภัณฑ์ (Value Added Process) ทิศทางการไหลของวัสดุและโซ่อุปทานในการแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมของบริษัทกรณีศึกษาโดยละเอียด

1.2 ประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ระดับที่ 1 (Top Level) ชนิดกระบวนการ โดยระบุขอบเขตและเนื้อหาของโซ่อุปทานรายละเอียดของทุกกิจกรรม

1.3 ประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ระดับที่ 2 ระดับโครงร่าง (Configuration Level) เพื่อกำหนดโครงร่างที่ต้องการได้ โดยการวิเคราะห์โครงสร้างหลักของโซ่อุปทาน

1.4 ประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ระดับที่ 3 ระดับองค์ประกอบกระบวนการ (Process Element Level) เพื่อคัดเลือกกิจกรรมที่ควรนำมาปรับปรุงจาก SCOR Model ระดับที่ 2 รวมทั้งระบุดัชนีการวัดประสิทธิภาพกระบวนการ (Metrics) แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practice)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ระดับที่ 4 ระดับการประยุกต์ใช้ (Implementation Level) เพื่อคัดเลือกนโยบายหรือกิจกรรมในการปรับปรุงที่เหมาะสมจาก SCOR Model ในระดับที่ 3 มาประยุกต์ใช้ในโซ่อุปทาน

2. การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ผลิตภัณฑ์มะพร้าวต้ม

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลการผลิต และคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่องและมีปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิตมาทำการศึกษา

2.2 วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิต คัดเลือกกระบวนการที่เป็นคอขวดของการผลิต (Bottle Neck) กำหนดงานย่อยต่างๆ (Tasks) ที่จำเป็นต่อการผลิต และคำนวณหาอัตราความต้องการของลูกค้า (Takt Time)

2.3 ศึกษาการหาเวลามาตรฐานการทำงานและประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบันเปรียบเทียบกับการจัดสมดุลสายการผลิต

3. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.1 ศึกษาวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาที่โรงงานพบ และรวบรวมข้อมูล

3.2 สร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้งสมการเป้าหมาย สมการข้อจำกัด ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น

3.4 ใช้แบบจำลองในการแก้ไขปัญหาโดยใช้โปรแกรม CPLEX

3.5 ศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลอง และวิเคราะห์ผลจากการใช้แบบจำลองเปรียบเทียบกับการทำงานในปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

ผลการศึกษาของงานวิจัยฉบับนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ การนำแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการโซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษา และส่วนที่เหลือ คือ ปัญหาที่เหมาะสมที่จะนำไปศึกษา ซึ่งมี 2 แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน ได้แก่ การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และการสร้างแบบกำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programs) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษารูปแบบของโซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษาโดยการใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) ในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการโซ่อุปทาน

บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมเพื่อการส่งออก โดยรับซื้อมะพร้าวน้ำหอมจากเกษตรกรคู่สัญญาในชุมชนใกล้เคียงกับโรงงาน ซึ่งมีเนื้อที่เพาะปลูกมะพร้าวน้ำหอมรวมทั้งหมดประมาณ 5,000 ไร่ และบริษัทกรณีศึกษามีกำลังการผลิตประมาณ 40,000–50,000 ผลต่อวัน ซึ่งนำมาตัดแต่งเป็น 2 รูปทรง ได้แก่ ทรงควั่น และทรงเจีย โดยทรงควั่นจะจำหน่ายในลักษณะของผลสดเท่านั้น ส่วนมะพร้าวทรงเจียจะจำหน่ายในรูปแบบผลสดและต้ม ซึ่งแบบผลสดจะมี 2 รูปทรง คือ ทรงถ้วยและทรงหยดน้ำ ส่วนมะพร้าวเจียแบบต้มจะมีจำหน่ายเฉพาะทรงหยดน้ำเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีการผลิตวุ้นในน้ำมะพร้าวอีกด้วย โดยผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะส่งออกไปต่างประเทศ อาทิ สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย และฮ่องกง เป็นต้น

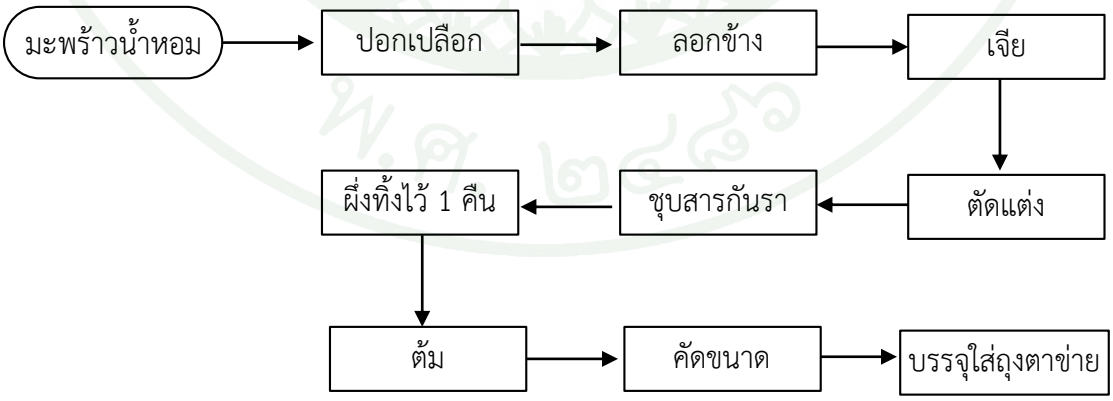
ผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกมาศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ มะพร้าวต้มทรงหยดน้ำ หรือเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อ มะพร้าวเผา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มมะพร้าวทรงเจียที่ผ่านการปอกเปลือก และเจียให้ได้ทรงหยดน้ำที่สวยงาม โดยมะพร้าวต้มนี้ เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งการดำเนินการสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากไม่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บและการขนส่ง รวมถึงมีอายุผลิตภัณฑ์ที่ยาวนานกว่าผลิตภัณฑ์มะพร้าวสดอีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันโรงงานแปรรูปมะพร้าวคู่แข่งมีเพิ่มมากขึ้น หากบริษัทกรณีศึกษาไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันต่อความต้องการที่ลูกค้ากำหนดไว้ ซึ่งจะส่งกระทบต่อลูกค้าและทำให้ไม่สามารถกระจายสินค้าได้ในช่วงที่ตลาดต้องการ ลูกค้าอาจหาผู้ผลิตรายใหม่หรือสั่งซื้อสินค้าจากบริษัทคู่แข่ง ทำให้บริษัทกรณีศึกษาสูญเสียโอกาสในการจำหน่ายสินค้า และอาจเกิดความสูญเสียส่วนแบ่งทางการตลาดตามมาด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทาน เพื่อให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าภายใต้ทรัพยากรการผลิตที่มี ทั้งในด้านอัตรากำลังคน เครื่องจักร และอุปกรณ์ รวมถึงไม่ก่อให้เกิดต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น จึงได้นำใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานหรือ Supply Chain Operation Reference-Model (SCOR Model) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงหาแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการให้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันอีกทางหนึ่งด้วย

1.1 กระบวนการเพิ่มคุณค่า (Value Added Process)

กระบวนการผลิตมะพร้าวต้มทรงหยดน้ำ มีวัตถุดิบหลัก คือ มะพร้าวน้ำหอม โดยเริ่มจากมะพร้าวจะถูกส่งไปยังโรงงานแล้วเข้าสู่กระบวนการปอกเปลือก และใช้มีดตัดเส้นใยรอบข้าง โดยเรียกกระบวนการนี้ว่า การลอกข้าง ซึ่งเป็นการนำเส้นใยรอบกะลาออกไป ทำให้สามารถเจียผลมะพร้าวได้ง่ายขึ้น จากนั้นมะพร้าวจะถูกส่งไปผ่านการเจียให้เป็นผลเกลี้ยงและตัดแต่งให้อยู่ในรูปทรงหยดน้ำ ซึ่งในขั้นตอนนี้ผลมะพร้าวที่กะลามีรอยคล้ำหรือแตกจะถูกแยกออกจนเหลือเฉพาะมะพร้าวที่มีลักษณะที่ดีอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แล้วชุบในสารกันรา ซึ่งจะชุบแค่พอเปียกแล้วยกขึ้นทันที จากนั้นจะผึ่งทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อลดการแตกเสียหลังจากผ่านขั้นตอนการเจีย ถัดมามะพร้าวจะถูกนำไปต้มด้วยน้ำเดือดที่ผสมสารฟอกขาวเป็นเวลา 10 นาที เพื่อป้องกันเชื้อราและให้กะลามีสีขาวสวยงาม หลังจากนั้นจะนำมาคัดขนาดตามความต้องการของลูกค้า พร้อมกับบรรจุถุงเพื่อรอการขนส่งต่อไป โดยกระบวนการเพิ่มคุณค่า สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5

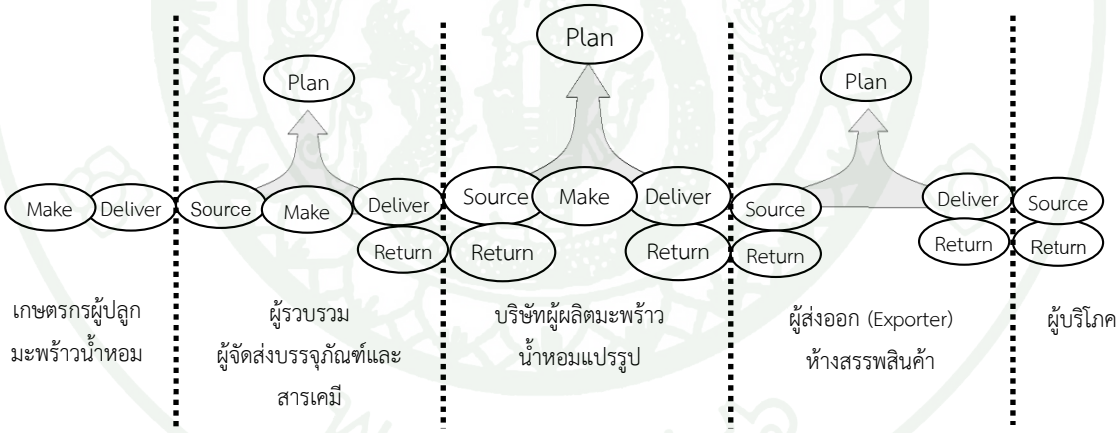


ภาพที่ 5 กระบวนการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์มะพร้าวต้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน ระดับที่ 1 (SCOR Model Level 1)

แบบจำลองกระบวนการของบริษัทแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมและขอบเขตของโซ่อุปทานอ้างอิงแบบจำลองกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 5 กิจกรรม ได้แก่ การวางแผน (Plan: P) การจัดหา (Source: S) การผลิต (Make: M) การจัดส่ง (Deliver: D) และการส่งคืนวัตถุดิบที่มีปัญหาคืนแก่ผู้จัดส่งวัตถุดิบ รวมถึงการรับคืนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานคืนจากลูกค้า (Return: R) โซ่อุปทานเริ่มตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอม ผู้รวบรวม ผู้จัดส่งบรรจุภัณฑ์และสารเคมีที่ใช้ในการผลิตนำวัตถุดิบต่างๆ เข้าสู่โรงงานแปรรูปผ่านกระบวนการผลิตจนได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย จากนั้นจึงส่งมอบให้กับลูกค้าที่เป็นผู้ส่งออกหรือห้างสรรพสินค้าภายในประเทศซึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้กระจายสินค้าไปยังผู้บริโภคต่อไป โดยผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูปมีกิจกรรมด้านการผลิตแบบตามสั่ง (Make to Order) เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าและผลิตตามปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามาตามช่วงฤดูกาลด้วยกระบวนการผลิตที่พิถีพิถันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม สะอาด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพรวมของโซ่อุปทานในการผลิตมะพร้าวแปรรูปภายในประเทศไทย

ในโซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษา มีวัตถุดิบหลักในการผลิต 2 ส่วนหลัก ได้แก่ วัตถุดิบที่เสื่อมเสียได้ ในที่นี้คือ มะพร้าวน้ำหอม ทางบริษัทกรณีศึกษาจะทำหน้าที่วางแผนการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมจากสวนของเกษตรกร และส่งคนงานไปเก็บเกี่ยวมะพร้าว แล้วนำมาส่งที่บริษัท ซึ่งเป็นการจัดหาวัตถุดิบแบบตามสั่ง (Source Make to Order) เนื่องจากความต้องการของลูกค้าสูงกว่าปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่เกษตรกรผลิตได้ ทำให้บริษัทกรณีศึกษาต้องรับซื้อมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมดที่เกษตรกรสามารถส่งมอบได้ ในขณะที่เกษตรกรมีรูปแบบการผลิตเป็นแบบสั่งผลิต (Make

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

to Order) เนื่องจากไม่มีสถานที่ที่เหมาะสมในการจัดเก็บ และสำหรับวัตถุดิบที่ไม่เสื่อมเสีย ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ และสารเคมีนั้น ผู้ขายวัตถุดิบมีรูปแบบผลิตเพื่อเก็บ (Make to Stock)

จากการรวบรวมข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา พบว่า มีกิจกรรมในการจัดการโซ่อุปทาน โดยอ้างอิงแบบจำลองกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) ทั้งหมด 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

1.2.1 กิจกรรมด้านการวางแผน (Plan) ประกอบด้วย

- การวางแผนเพื่อกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่การผลิตไปจนถึงการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า
- การวางแผนการจัดซื้อวัตถุดิบ ในกรณีของเกษตรกรจะพิจารณาจากรอบการเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวของเกษตรกรแต่ละราย
- การวางแผนผลิตล่วงหน้าโดยใช้การพยากรณ์จากปริมาณผลผลิตมะพร้าวที่เข้ามาในโรงงาน ร่วมกับคำสั่งซื้อล่วงหน้าจากลูกค้า
- การวางแผนการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

1.2.2 กิจกรรมด้านการจัดหา (Source) ประกอบด้วย

- การจัดหาวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์รวมถึงการประเมินผู้จัดส่งวัตถุดิบ
- การกำหนดมาตรฐานการตรวจนับวัตถุดิบและราคาซื้อขายกับเกษตรกร
- การจัดสรรทรัพยากรด้านรถบรรทุกเพื่อรับวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมเข้าสู่โรงงาน
- การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับชนิดของสินค้า
- การส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมจัดทำระบบมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) เพื่อยกระดับคุณภาพของวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงาน

1.2.3 กิจกรรมด้านการผลิต (Make) ประกอบด้วย

- การจัดตารางการผลิตและการปรับแผนการผลิตตามวัตถุดิบที่จัดหาได้
- การควบคุมคุณภาพการผลิตให้สอดคล้องกับแผนสินค้าคงคลังและมาตรฐานคุณภาพสินค้า โดยเฉพาะการคัดขนาดให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า
- การตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเพื่อประกันคุณภาพสินค้า
- การบรรจุสินค้าตามความต้องการของลูกค้า
- การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.4 กิจกรรมด้านการจัดส่ง (Deliver) ประกอบด้วย

- การเตรียมและตรวจนับสินค้า ณ จุดเตรียมส่ง
- การตรวจสภาพรถบรรทุกก่อนขนส่งสินค้า
- กำหนดวันในการส่งมอบสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้า
- การติดต่อประสานงานในการจัดส่งสินค้า เตรียมเอกสารและตรวจสอบผลวิเคราะห์ต่าง ๆ ตามกฎหมายกำหนด รวมถึงดำเนินการด้านเอกสารขออนุมัติการส่งสินค้าออกต่างประเทศ

1.2.5 กิจกรรมการส่งและรับคืนสินค้า (Return) ประกอบด้วย

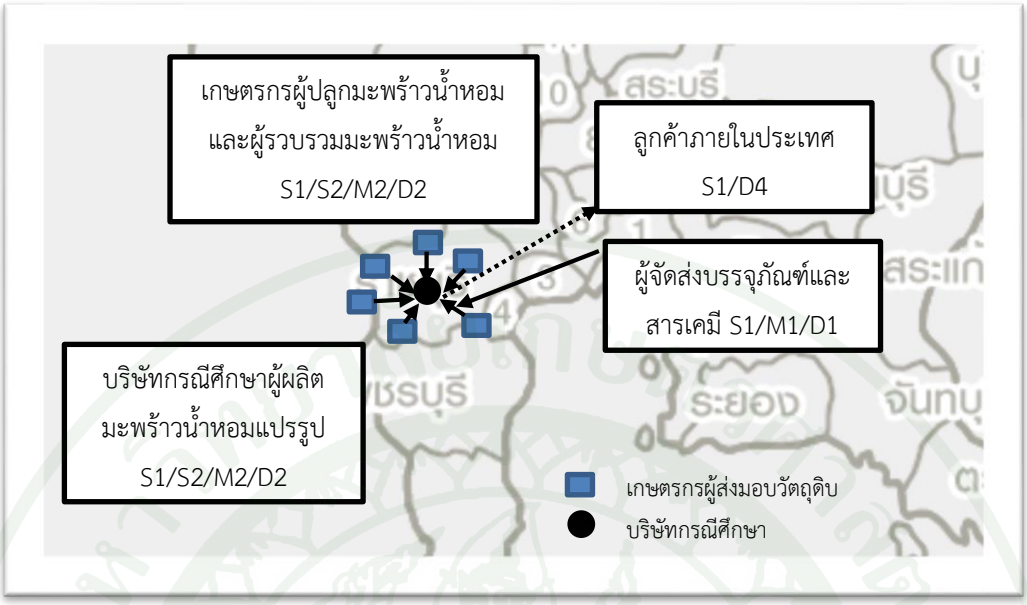
- การรับคืนสินค้าที่ส่งคืนจากลูกค้า
- การคืนวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพแก่ผู้จัดส่งวัตถุดิบ
- การตรวจนับจำนวนสินค้าที่ส่งคืนหรือรับคืนสินค้า

1.3 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน ระดับที่ 2 (SCOR Model Level 2)

1.3.1 การพิจารณาตามแผนภาพทางภูมิศาสตร์

จากการวิเคราะห์กระบวนการต่างๆ ในโซ่อุปทาน ระดับที่ 1 ที่เป็นการวิเคราะห์กระบวนการระหว่างองค์กรในเบื้องต้น โดยมีการกำหนดและแบ่งขั้นตอนของกระบวนการตามมาตรฐานของการวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการ ต่อมาจึงวิเคราะห์กระบวนการของโซ่อุปทานระดับที่ 2 โดยพิจารณาตามแผนภาพทางภูมิศาสตร์ ได้ดังภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่า บริษัทมีการจัดหาวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมจากแหล่งผลิตภายในประเทศ โดยมีเกษตรกรคู่สัญญา มีรูปแบบการจัดหาตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Source Make to Order: S2) ซึ่งมีเวลานำ 1-2 วัน เนื่องจากแหล่งผลิตมะพร้าวน้ำหอมอยู่ใกล้โรงงาน และโรงงานเป็นผู้รับผิดชอบในการกำหนดวันเก็บเกี่ยวผลผลิตและจัดสรรรถบรรทุกไปรับวัตถุดิบเข้ามาสู่โรงงาน จึงไม่มีปัญหาในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายวัตถุดิบมายังโรงงาน ส่วนผู้รวบรวมมะพร้าวน้ำหอมมีรูปแบบการจัดหาตามคำสั่งซื้อของลูกค้าเช่นเดียวกันเกษตรกร สำหรับวัตถุดิบอื่นๆ เช่น สารเคมี และบรรจุภัณฑ์ จะสั่งจากผู้จำหน่ายที่กรุงเทพมหานคร มีเวลานำประมาณ 1 สัปดาห์ ซึ่งไม่มีปัญหาในการรับเข้าและทางโรงงานมีการจัดเก็บวัตถุดิบสำรองไว้อยู่อย่างพอเพียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



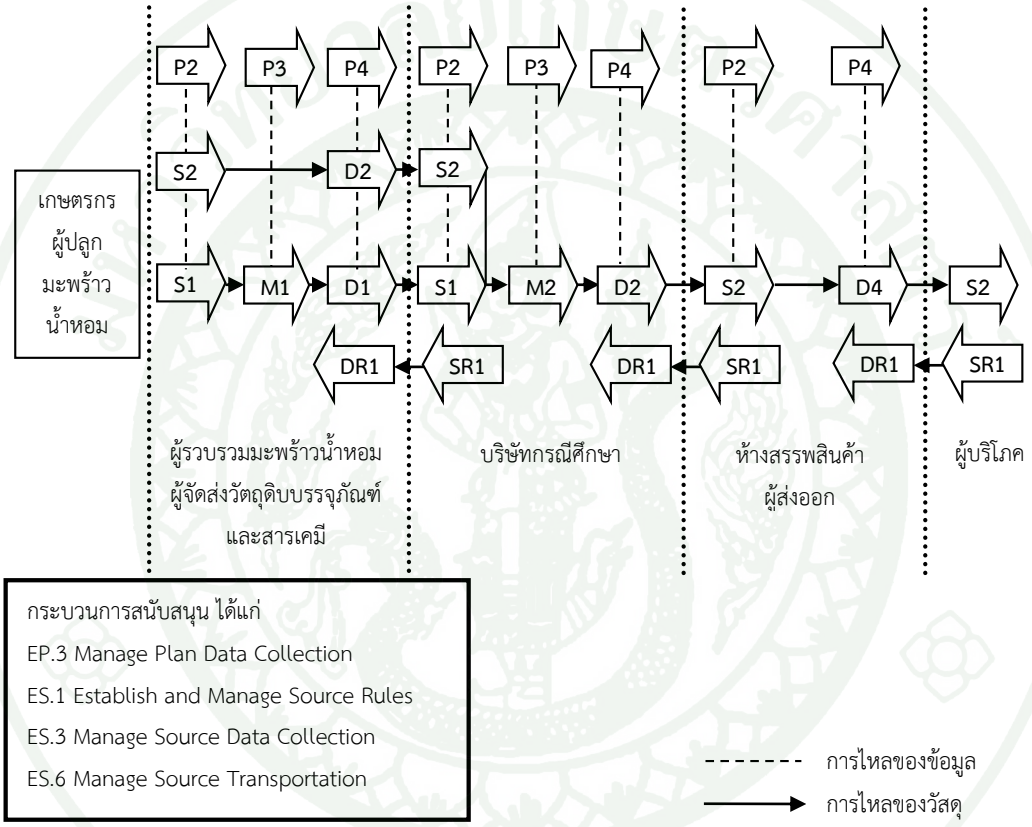
ภาพที่ 7 แผนภาพทางภูมิศาสตร์ของโซ่อุปทานมะพร้าวต้มบริษัทกรณีศึกษา

1.3.2 การพิจารณากระบวนการของโซ่อุปทานระดับที่ 2 ในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

นอกจากการพิจารณาตามแผนภาพทางภูมิศาสตร์แล้ว ได้วิเคราะห์หลักการในการหากระบวนการย่อยในองค์กรในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา (As – Is) โดยกำหนดกระบวนการจากกิจกรรมหลักทั้ง 5 กิจกรรม และพิจารณารูปแบบของการผลิต การจัดซื้อ และการจัดส่งสินค้า ซึ่งสามารถแสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบจนถึงสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมต้ม ได้ดังภาพที่ 8 เริ่มตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอม ผู้รวบรวมมะพร้าวน้ำหอม และผู้จัดส่งวัตถุดิบอื่นๆ โดยรูปแบบการจัดหาของบริษัทมี 2 รูปแบบ ได้แก่ การจัดหาวัตถุดิบเก็บไว้รอผลิต (Source Stocked Product: S1) เช่น ฉลาก บรรจุภัณฑ์ และสารเคมี เป็นต้น ซึ่งวัตถุดิบในกลุ่มแรกนี้มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างนาน และสามารถหาซื้อได้จากผู้ส่งวัตถุดิบหลายราย ทำให้ไม่พบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในกลุ่มนี้ ส่วนการจัดหาวัตถุดิบเพื่อผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Source Make to Order Product: S2) นั้นหมายถึงมะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่เสื่อมเสียได้ง่าย ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวจะต้องนำมาผ่านกระบวนการการผลิตภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน เพื่อลดการเน่าเสียของผลมะพร้าวอ่อน โดยบริษัทมีรูปแบบการแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมต้มแบบผลิตสินค้าตามคำสั่ง (Make to Order) และเมื่อผลิตจนได้เป็นมะพร้าวน้ำหอมต้มที่พร้อมจำหน่ายแล้ว จะมีอายุของผลิตภัณฑ์ที่ยาวนานขึ้นเป็น 1 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ ในกรณีที่โรงงานกรณีศึกษาพบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดในขั้นตอนการรับวัตถุดิบ จะมีการส่งคืนผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Source Return Defective Product: SR1) และในส่วนของการจัดส่งสินค้านั้นจะจัดส่งไปยังผู้ส่งออก ร้านค้า และห้างสรรพสินค้าตามเวลาที่กำหนด หากลูกค้าพบปัญหาหรือข้อบกพร่องในตัวสินค้าจะสามารถส่งคืนมายังโรงงานผลิตได้ (Deliver Return Defective Product: DR1) และลูกค้าของโรงงานจะเป็นผู้กระจายสินค้าไปยังลูกค้าอีกทอดหนึ่ง



ภาพที่ 8 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมต้มระดับที่ 2 ในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

1.3.3 การพิจารณาจากการวิเคราะห์ใน 3 มิติ

จากโครงสร้างของโซ่อุปทานระดับที่ 2 สามารถแยกรูปแบบการวิเคราะห์ใน 3 มิติ ประกอบด้วยองค์ประกอบการวางแผน องค์ประกอบการปฏิบัติการ และองค์ประกอบส่วนสนับสนุน โดยสามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบการวางแผน (Planning)

สำหรับกิจกรรมการวางแผนของบริษัทแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมในปัจจุบัน ประกอบไปด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ การวางแผนด้านการจัดหา การวางแผนด้านการผลิต และการวางแผนด้านการส่งมอบ เริ่มต้นจากการวางแผนด้านการผลิต โดยฝ่ายการตลาดรับคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า ซึ่งสั่งสินค้าล่วงหน้าประมาณ 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงเริ่มวางแผนด้านการจัดหา เพื่อเตรียมวัตถุดิบให้เพียงพอต่อการผลิต ซึ่งโรงงานจะทำหน้าที่วางแผนการเก็บเกี่ยวให้สอดคล้องกับการผลิตและคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยมะพร้าวมีปริมาณผลผลิตที่เป็นไปตามฤดูกาล ทำให้แต่ละช่วงเวลามีปริมาณวัตถุดิบมากน้อยแตกต่างกันไป ในช่วงที่มีวัตถุดิบจำนวนมาก บริษัทจำเป็นต้องรับวัตถุดิบในปริมาณที่เกษตรกรคู่สัญญาสามารถส่งมอบได้ทั้งหมด เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกษตรกรที่มีคุณภาพดีส่งวัตถุดิบให้กับผู้ผลิตรายอื่น ซึ่งอาจส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถส่งมอบวัตถุดิบให้กับโรงงานได้เต็มที่ ในช่วงที่มีผลผลิตมะพร้าวลดลง และในช่วงที่มะพร้าวมีปริมาณน้อย โรงงานอาจมีการสั่งวัตถุดิบมะพร้าวจากผู้รวบรวมรายใหญ่ด้วย ซึ่งต้องสั่งล่วงหน้า 1 สัปดาห์ เพื่อให้มีปริมาณวัตถุดิบเพียงพอกับปริมาณความต้องการของลูกค้า โดยในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีการวางแผนผลิตล่วงหน้าโดยพยากรณ์จากปริมาณผลผลิตมะพร้าวที่เข้ามาในโรงงานโดยใช้โปรแกรม Minitab ด้วย เพื่อวางแผนผลิตให้เหมาะสมกับช่วงฤดูกาล แต่พบว่าในช่วงที่มีปริมาณวัตถุดิบเข้ามาเป็นจำนวนมาก จะส่งผลให้การบริหารคลังสินค้าสำเร็จรูปทำได้ยากขึ้น เนื่องจากพื้นที่การจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปมีจำกัด นอกจากนี้การจัดหาวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมนั้นยังพบว่าการวางแผนเก็บเกี่ยวนั้นยังไม่มีการนำเครื่องมือที่มีความแม่นยำมาใช้ เนื่องจากการกำหนดวันตัดมะพร้าวนั้นเป็นหน้าที่ของโรงงาน โดยสวนของเกษตรกรแต่ละรายมีช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวที่ไม่เท่ากัน ในขณะที่คุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมนั้นขึ้นอยู่กับอายุของวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงานเป็นสำคัญ อีกทั้งเกษตรกรมีปริมาณผลผลิตที่แตกต่างกันไป ทำให้เกิดความยุ่งยากการจัดสรรรถบรรทุกที่จะขนถ่ายวัตถุดิบมายังโรงงานอีกด้วย จึงควรมีการวางแผนที่มีประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีตรงตามความต้องการของลูกค้าและสามารถลดต้นทุนจากการขนส่งได้อีกด้วย และในการวางแผนส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้านั้น ทางบริษัทมีหน้าที่เตรียมสินค้าเพื่อรอการส่งมอบเท่านั้น เนื่องจากลูกค้าจะรับผิดชอบในการรับและขนส่งสินค้าเอง

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบการปฏิบัติการ (Execution)

เริ่มจากการวิเคราะห์จากปลายทางในที่นี้ คือ ลูกค้าที่ทำหน้าที่กระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค ได้แก่ ผู้ส่งออก ร้านค้า และห้างสรรพสินค้า ซึ่งพบว่า ผลิตภัณฑ์มะพร้าวต้มนี้ เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์ที่ตลาดภายในประเทศ เริ่มให้การยอมรับมากขึ้นนอกเหนือจากมะพร้าวในรูปแบบสด ทำให้มีปริมาณความต้องการสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีความผันผวนตามฤดูกาลของมะพร้าว โดยบริษัทกรณีศึกษาใช้ระบบการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และจัดเตรียมสินค้าเพื่อรอการส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งโดยปกติแล้วหลังจากผลิตสินค้าเสร็จในแต่ละวัน จะมีรถมารับสินค้าออกไปทันที เนื่องจากปริมาณสินค้าที่ผลิตได้นั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้ไม่มีการเก็บสินค้าคงคลังไว้หรือมีเก็บเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยปัจจุบันการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มยังจำเป็นต้องอาศัยพนักงานที่มีทักษะและความชำนาญในการผลิตสูง ทำให้เกิดการรอคอยงานในบางขั้นตอน จึงควรปรับปรุงระบบการผลิตเพื่อให้สามารถลดค่าแรงล่วงเวลา และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานให้สูงขึ้นด้วย

3) การวิเคราะห์องค์ประกอบส่วนสนับสนุน (Enable)

องค์ประกอบในการสนับสนุนในโซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษา ได้แก่ การเก็บข้อมูลการวางแผนงาน (EP.3 Manage Plan Data Collection) การกำหนดและจัดกฎระเบียบในการจัดหา (ES.1 Establish and Manage Source Rules) การเก็บข้อมูลด้านการจัดหา (ES.3 Manage Source Data Collection) และการจัดการขนส่งสำหรับการจัดหา (ES.6 Manage Source Transportation)

1.3.4 แนวทางในการปรับปรุงโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานระดับที่ 2

จากการพิจารณาโครงสร้างโซ่อุปทานในระดับที่ 2 ทำให้สามารถสรุปประเด็นในการพัฒนาบริษัทกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้ และแสดงกิจกรรมที่ควรมีการปรับปรุง ดังภาพที่ 9

1) การวางแผนโซ่อุปทาน (P1) เนื่องจากในปัจจุบันมะพร้าวน้ำหอมเป็นที่นิยมมากขึ้น แต่ยังพบว่าการพยากรณ์คำสั่งซื้อจากลูกค้ามีความคลาดเคลื่อน จึงควรมีการวางแผนเชิงบูรณาการตั้งแต่เกษตรกร ผู้รวบรวม ผู้ผลิต และลูกค้า เพื่อให้สามารถพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าและนำข้อมูลมาปรับปรุงการวางแผนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ การผลิต และการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าได้

2) การจัดหาวัตถุดิบ (S2) เนื่องจากอายุของมะพร้าวน้ำหอมนั้นมีความสำคัญต่อรสชาติและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้สามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงานได้ โดยการวางแผนเก็บเกี่ยวนี้ ควรทำควบคู่กับการจัดสรรรถบรรทุกให้ไปรับวัตถุดิบได้อย่างเหมาะสมด้วย เพื่อให้การขนส่งมีต้นทุนต่ำ

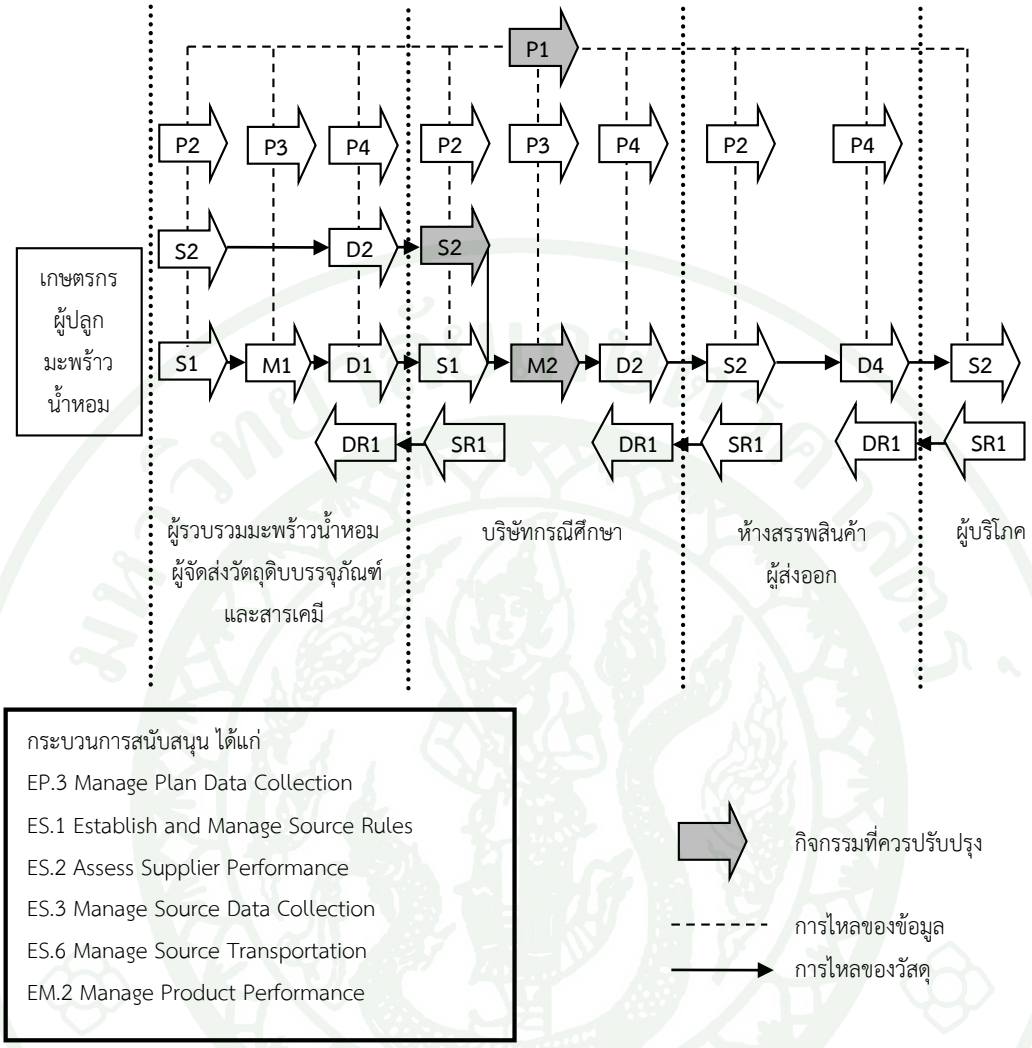
3) การผลิต (M2) ควรมีการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต โดยการวิเคราะห์หาจุดคอขวด แก้ปัญหาการรองาน และลดต้นทุนการผลิตที่สูงเกินไป อีกทั้งยังทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วตามปริมาณและเวลาที่กำหนดได้

4) การประเมินประสิทธิภาพในการส่งมอบวัตถุดิบของเกษตรกร (ES.2) ในปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีการประเมินประสิทธิภาพของเกษตรกร ทั้งในด้านคุณภาพ และปริมาณที่สามารถส่งมอบให้กับโรงงานได้ เพื่อให้โรงงานเล็งเห็นถึงปัญหาของกลุ่มเกษตรกร ทำให้สามารถเข้าไปสนับสนุนและช่วยเหลือการผลิตของเกษตรกร โดยจะเป็นผลดีต่อคุณภาพวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงานนั่นเอง

5) การจัดการการขนส่งวัตถุดิบจากเกษตรกรมายังโรงงาน (ES.6) ในการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมนั้น ทางโรงงานเป็นผู้ว่าจ้างคนตัดมะพร้าวและใช้รถบรรทุกของโรงงานไปขนถ่ายวัตถุดิบมายังโรงงาน ซึ่งขนาดของรถบรรทุกที่ใช้มี 2 ขนาด ดังนั้น การเลือกรถบรรทุกที่มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณวัตถุดิบที่จะเข้าไปรับนั้นมีความสำคัญ เพื่อให้สามารถขนส่งได้เพียงพอและส่งผลให้ต้นทุนในการขนส่งนั้นต่ำลงไปด้วย

6) การประเมินประสิทธิภาพในการผลิต (EM.2) ในปัจจุบันยังพบว่าพนักงานที่จ้างเป็นรายวันกับพนักงานที่จ่ายแบบเหมามีสัดส่วนที่ไม่สอดคล้องกัน อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการยังเป็นแบบดั้งเดิม อาจทำให้เกิดการรองานในบางครั้ง จึงควรจัดทำสมดุลสายการผลิตเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาที่จุดคอขวดของกระบวนการได้ เพื่อให้สามารถผลิตได้ตามแผนที่กำหนดไว้และมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมต้มระดับที่ 2 หลังการปรับปรุงของบริษัทกรณีศึกษา

1.4 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน ระดับที่ 3 (SCOR Model Level 3)

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานในระดับที่ 2 พบว่ามีกิจกรรมหลักที่ควรดำเนินการปรับปรุง 3 กิจกรรม ได้แก่ การวางแผนโซ่อุปทาน (P1) การจัดหาเพื่อผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (S2) และการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (M2) นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมสนับสนุนอีก 3 กิจกรรม ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพในการส่งมอบวัตถุดิบของเกษตรกร (ES.2) การจัดการการขนส่งวัตถุดิบจากเกษตรกรมายังโรงงาน (ES.6) และการประเมินประสิทธิภาพในการผลิต (EM.2) ซึ่งตามแบบจำลองในระดับที่ 3 นี้จะมีการระบุดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการและแนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

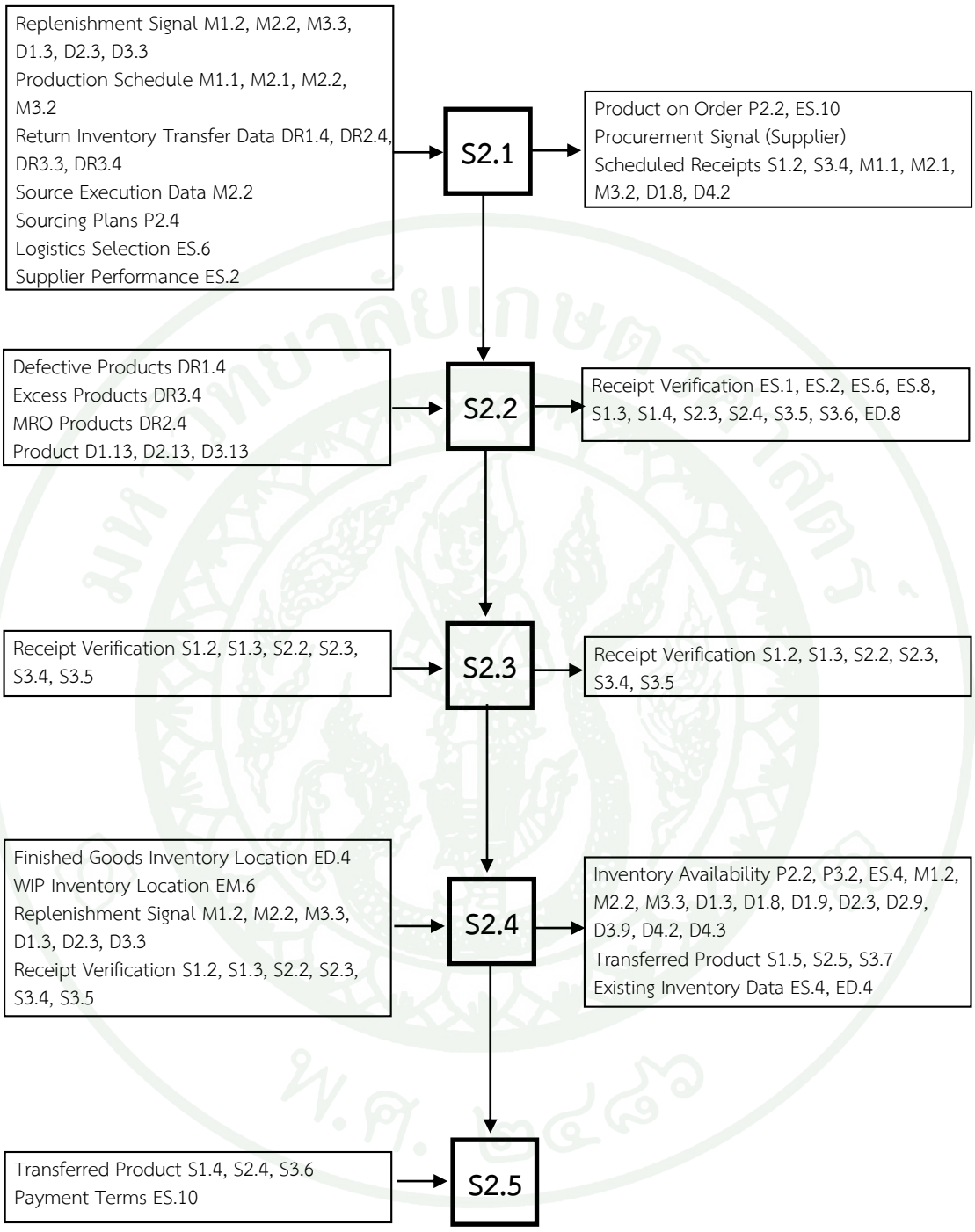
โดยในที่นี้ขอยกตัวอย่างการศึกษาในการพัฒนากระบวนการจัดหาเพื่อผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และกระบวนการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต ดังนี้

1.4.1 การพัฒนากระบวนการจัดหาเพื่อผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Source Make to Order Product: S2)

เนื่องจากการจัดหาของบริษัทกรณีศึกษามีความยุ่งยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และการจัดสรรทรัพยากรรถบรรทุกขนาดเหมาะสมกับปริมาณวัตถุดิบที่เก็บเกี่ยวนั้นสามารถช่วยให้ต้นทุนการขนส่งต่ำลงได้ จากกระบวนการจัดหาเพื่อการผลิตตามคำสั่งของลูกค้า (S2) เมื่อพิจารณาตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานระดับที่ 3 นั้น มีกระบวนการย่อย 5 กิจกรรม ได้แก่ การจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1) การรับวัตถุดิบ (Receive Product: S2.2) การตรวจสอบวัตถุดิบ (Verify Product: S2.3) การขนถ่ายวัตถุดิบ (Transfer Product: S2.4) และการชำระเงินให้กับผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Authorize Supplier Payment: S2.5) ซึ่งในแต่ละกระบวนการย่อยจะมีปัจจัยขาเข้า และปัจจัยขาออกอ้างอิงตามแบบจำลอง ดังภาพที่ 11

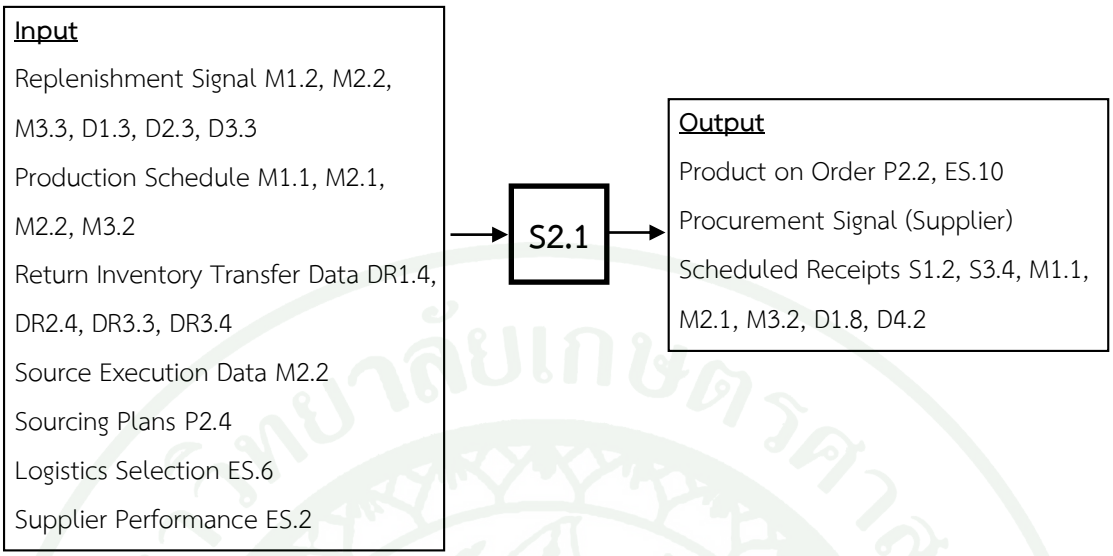
จากกระบวนการจัดหาในภาพที่ 10 ประเด็นปัญหาที่สนใจศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทาน คือ การจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1) เนื่องจากการจัดหาของบริษัทกรณีศึกษานั้น พิจารณาจากข้อมูลการเก็บเกี่ยวในอดีต โดยการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมนั้นจะเก็บเกี่ยวประมาณ 15 วัน ต่อรอบการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ขนาดของผลและคุณภาพตามต้องการ ซึ่งในการกำหนดวันเก็บเกี่ยวนั้นต้องทำไปพร้อมกับการจัดสรรรถบรรทุกสำหรับขนถ่ายวัตถุดิบมายังโรงงานด้วย ซึ่งตามแบบจำลองสามารถแสดงปัจจัยขาเข้าและปัจจัยขาออก ดังในภาพที่ 11 จากปัจจัยขาเข้าของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1) พบว่า บริษัทกรณีศึกษาควรดำเนินการปรับปรุง 2 กิจกรรม ได้แก่ การวางแผนการจัดหา (Sourcing Plans) และการเลือกทรัพยากรในด้านโลจิสติกส์ (Logistics Selection) โดยสามารถวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1) ด้วยดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพที่ประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของโซ่อุปทาน (Supply Chain Reliability) การตอบสนองของโซ่อุปทาน (Supply Chain Responsiveness) ความคล่องตัวของโซ่อุปทาน (Supply Chain Agility) ต้นทุนของโซ่อุปทาน (Supply Chain Costs) และการบริหารสินทรัพย์ของโซ่อุปทาน (Supply Chain Asset Management) ดังตารางที่ 5 และแนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) ที่ปรับให้เข้ากับสถานการณ์ของบริษัทกรณีศึกษา ดังตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 กระบวนการมาตรฐานในการจัดหาเพื่อการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Source Make to Order Product: S2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ปัจจัยขาเข้าและปัจจัยขาออกของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1)

ตารางที่ 5 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1)

มิติในการวัดประสิทธิภาพ	ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ
ความน่าเชื่อถือของโซ่อุปทาน (Supply Chain Reliability)	- สัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงตารางการจัดส่งวัตถุดิบในช่วงเวลานำของผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (%) - สัดส่วนของวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพที่เกิดจากการจัดตารางการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม (%)
การตอบสนองของโซ่อุปทาน (Supply Chain Responsiveness)	รอบเวลาการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบที่สอดคล้องกับการเก็บเกี่ยวในแต่ละฤดูกาล
ความคล่องตัวของโซ่อุปทาน (Supply Chain Agility)	เวลานำในการจัดส่งวัตถุดิบเข้าสู่โรงงานผลิต
ต้นทุนของโซ่อุปทาน (Supply Chain Costs)	- ต้นทุนในการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ - ปริมาณการส่งวัตถุดิบต่อครั้ง
การบริหารสินทรัพย์ของโซ่อุปทาน (Supply Chain Asset Management)	- ประสิทธิภาพในการจัดรถบรรทุกที่เหมาะสมในการขนถ่ายวัตถุดิบมายังโรงงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) ของการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1)

แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ	รายละเอียด
การประเมินความสามารถในการส่งมอบวัตถุดิบ	กำหนดมาตรฐานของวัตถุดิบที่ต้องการและถ่ายทอดไปยังผู้ส่งมอบวัตถุดิบหรือเกษตรกรให้รับทราบ โดยบริษัทควรเข้าไปตรวจประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การส่งมอบวัตถุดิบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
การส่งมอบวัตถุดิบที่แม่นยำ	มีจำนวนการขนส่งที่น้อยที่สุด เมื่อสามารถระบุความต้องการสินค้าอย่างแม่นยำ
การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวางแผน	เก็บรวบรวมข้อมูลของโซ่อุปทาน ออกแบบและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น และเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสมกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นในการหาผลลัพธ์ของปัญหาจะช่วยลดเวลาในการวางแผนได้

1.4.2 การพัฒนากระบวนการส่งเสริมการผลิต (Enable Make: EM)

กระบวนการส่งเสริมการผลิต (Enable Make: EM) เมื่อพิจารณาตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการของโซ่อุปทานระดับที่ 3 นั้น มีกระบวนการย่อย 9 กิจกรรม ได้แก่ การจัดการกฎระเบียบการผลิต (Manage Production Rules: EM.1) การประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2) การจัดการข้อมูลการผลิต (Manage Make Information: EM.3) การจัดการผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในระหว่างกระบวนการผลิต (Manage In-Process Products (WIP): EM.4) การจัดการอุปกรณ์และเครื่องจักรในการผลิต (Manage Make Equipment and Facilities: EM.5) การจัดการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ (Manage Transportation (WIP): EM.6) การจัดการเครือข่ายการผลิต (Manage Production Network: EM.7) การจัดการการสิ่งแวดล้อมในการผลิตตามข้อบังคับของกฎหมาย (Manage Make Regulatory Environment: EM.8) และการจัดการความเสี่ยงการผลิตในโซ่อุปทาน (Manage Supply Chain Make Risk: EM.9) ซึ่งในแต่ละกระบวนการย่อยจะมีปัจจัยขาเข้า และปัจจัยขาออกอ้างอิงตามแบบจำลอง ดังภาพที่ 12

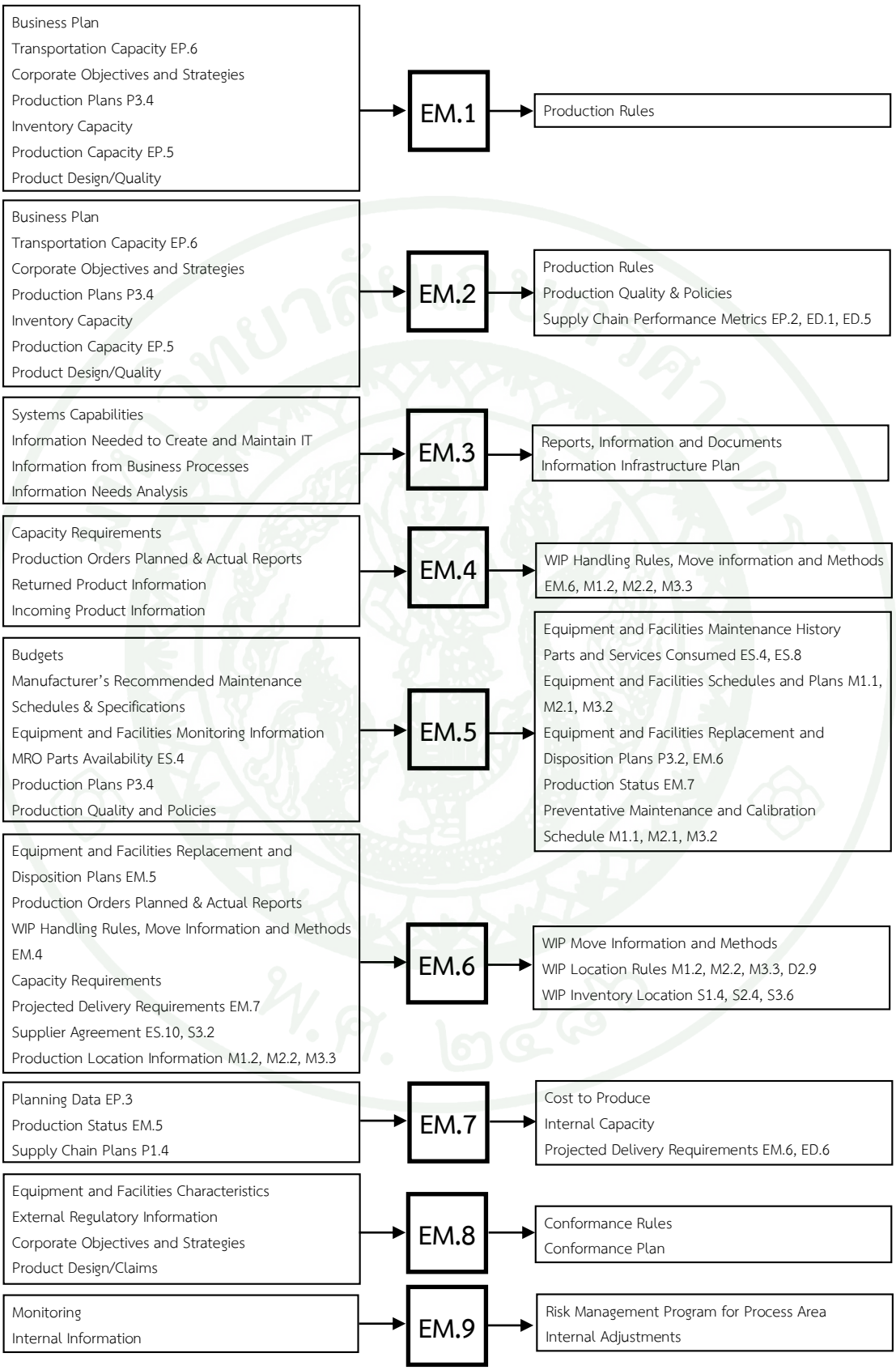
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในด้านการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2) ควรหาแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานได้ ซึ่งในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีการรองานในระหว่างการผลิต เนื่องจากระบบการผลิตไม่สมดุล ซึ่งตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานในระดับที่ 3 สามารถแสดงปัจจัยขาเข้าและปัจจัยขาออกของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต ดังในภาพที่ 13 และเมื่อพิจารณาปัจจัยขาเข้าในการประเมินประสิทธิภาพการผลิต พบว่า บริษัทกรณีศึกษาสามารถปรับปรุงในเรื่องของกำลังการผลิต (Production Capacity: EP.5) ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต นอกจากนี้สามารถวัดประสิทธิภาพของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2) ด้วยดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพที่ประกอบด้วย 5 มิติ ดังตารางที่ 7 และแนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2)

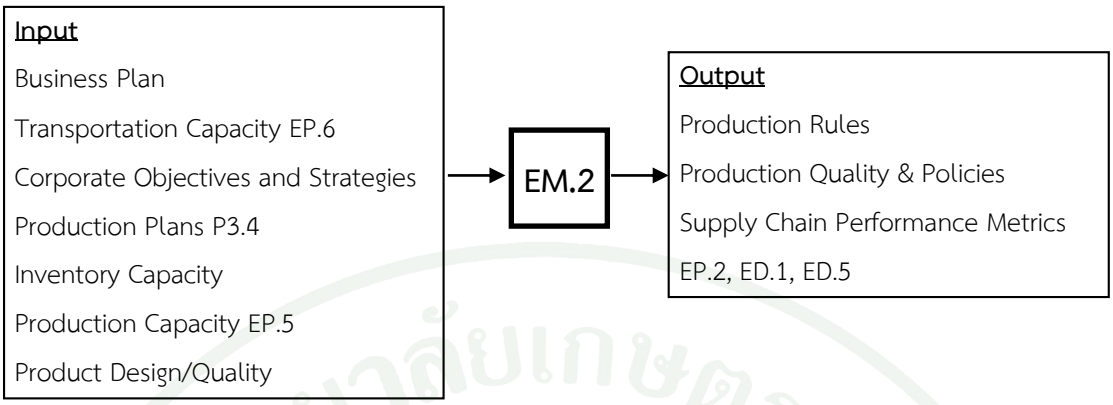
มิติในการวัดประสิทธิภาพ	ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ
ความน่าเชื่อถือของโซ่อุปทาน (Supply Chain Reliability)	- สัดส่วนในการผลิตสินค้าตรงตามแผนการผลิต (%) - สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (%)
การตอบสนองของโซ่อุปทาน (Supply Chain Responsiveness)	รอบเวลาในการบริหารประสิทธิภาพการผลิต
ความคล่องตัวของโซ่อุปทาน (Supply Chain Agility)	- เวลานำในการผลิตสินค้า - สัดส่วนในการผลิตสินค้าได้ทันตามที่ลูกค้ากำหนด (%)
ต้นทุนของโซ่อุปทาน (Supply Chain Costs)	ต้นทุนในการบริหารประสิทธิภาพการผลิต
การบริหารสินทรัพย์ของโซ่อุปทาน (Supply Chain Asset Management)	ประสิทธิภาพการทำงานของสายการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 กระบวนการมาตรฐานในการส่งเสริมการผลิต (Enable Make: EM)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 ปัจจัยขาเข้าและปัจจัยขาออกของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2)

ตารางที่ 8 แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ (Best Practices) ของการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2)

แนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศ	รายละเอียด
ระบบการรายงานผลการจับประสิทธิภาพแบบทันที	ระบบการเก็บข้อมูลการผลิตแบบทันที ซึ่งเริ่มต้นอาจใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ เพื่อจัดทำรายงานตามความต้องการโดยผู้ปฏิบัติงาน และติดตามความคืบหน้าโดยเทียบกับตารางเวลาและมาตรฐานที่กำหนดไว้
ทบทวนมาตรฐานเป็นระยะ	จัดตั้งและดำเนินการทบทวนตารางเวลาการผลิตอย่างต่อเนื่อง
มาตรฐานและการประเมินประสิทธิภาพเป็นไปในทิศทางเดียวกันเพื่อให้ประสิทธิภาพโซ่อุปทานสูงที่สุด	การเปรียบเทียบมาตรฐานของอุตสาหกรรมทั้งภายในและภายนอกองค์กร แนวทางข้อตกลงของลูกค้าและผู้ส่งมอบวัตถุดิบ รวมถึงการแสดงผลของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน ระดับที่ 4 (SCOR Model Level 4)

ในการวิเคราะห์บริษัทกรณีศึกษาตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน ระดับที่ 4 จะคัดเลือกกิจกรรมการปรับปรุงที่เหมาะสมจากแบบจำลองในระดับที่ 3 มาศึกษาในเชิงลึกเพื่อพัฒนาโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมต่อไป ในที่นี้เลือกนำปัญหาในการจัดหามะพร้าวน้ำหอมตามกิจกรรมการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ (Schedule Product Deliveries: S2.1) โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดการโซ่อุปทาน และแก้ไขปัญหาในกิจกรรมการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2) โดยใช้หลักการสมดุลสายการผลิต

2. การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลการผลิตในปัจจุบัน

จากแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานระดับที่ 4 นั้น ทำให้งานวิจัยเลือกที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อลดปัญหาประสิทธิภาพการผลิตที่ถูกจำกัดจากการทำงานของเครื่องจักรและขั้นตอนการผลิตที่ไม่เหมาะสม โดยเริ่มจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในปัจจุบันของผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมต้มของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีรูปแบบการผลิตแบบเป็นชุด (Batch Flow Process) ดังรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 กระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มของบริษัทกรณีศึกษา

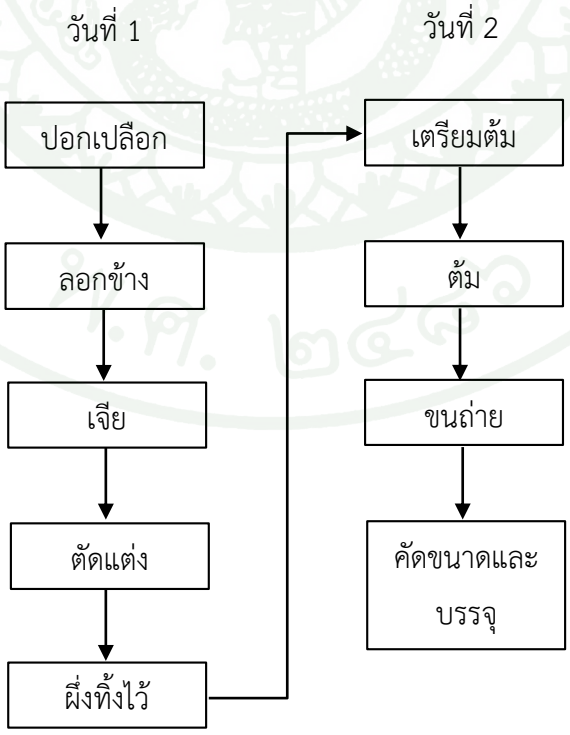
กระบวนการ	รายละเอียดกระบวนการ
1. ปอกเปลือก	มะพร้าวน้ำหอมที่เข้าสู่โรงงาน เริ่มจากการตัดจุกของผลมะพร้าวและปอกเปลือกสีเขียวด้านนอกออกด้วยมีดใบโพธิ์
2. ลอกข้าง	ใช้มีดตัดเส้นใยมะพร้าวที่ติดกับกะลาออกให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานขั้นต่อไป
3. เจีย	พนักงานแผนกเจียใช้เครื่องเจียผลมะพร้าวจนได้เป็นผลเกลี้ยง เหลือเส้นใยมะพร้าวอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
4. ตัดแต่ง	พนักงานใช้มีดเหลาส่วนหัวของผลมะพร้าวให้เป็นทรงแหลมตามความต้องการของลูกค้า พร้อมทั้งชุบสารกันรา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กระบวนการ	รายละเอียดกระบวนการ
5. พัก 1 คืน	ผึ่งมะพร้าวทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อลดความร้อนจากการเจียและช่วยลดการแตกของมะพร้าวในระหว่างการต้ม
6. เตรียมต้ม	เตรียมสารเคมีเพื่อใส่ในน้ำต้ม และถ่ายมะพร้าวใส่ตะแกรงต้มขนาดใหญ่รอการต้มต่อไป
7. ต้ม	ต้มผลมะพร้าวในน้ำที่มีส่วนผสมของสารฟอกขาวและสารกันรา
8. ขนถ่าย	ยกหม้อต้มขึ้น ทิ้งให้คลายเย็นสักครู่ แยกมะพร้าวที่แตกออก แล้วขนถ่ายไปยังจุดบรรจุ
9. คัดขนาดและบรรจุถุง	พนักงานคัดขนาดตามที่ลูกค้าต้องการโดยทำพร้อมกับการบรรจุใส่ถุง

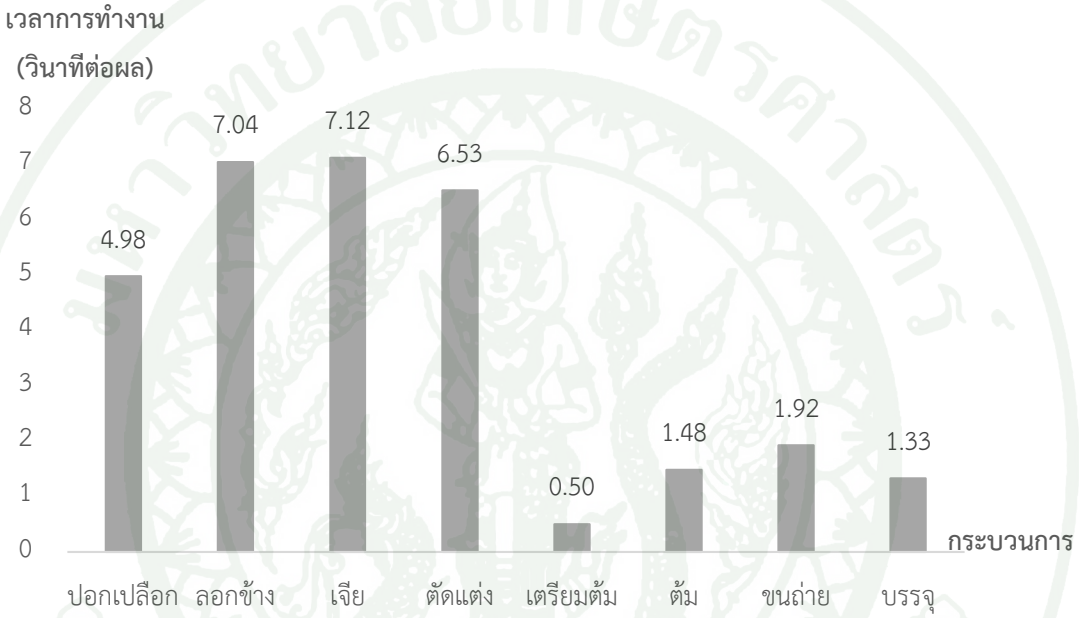
จากตารางที่ 9 กระบวนการผลิตแบ่งออก 9 กระบวนการย่อย ซึ่งในขั้นตอนที่ 5 นั้นมีจำเป็นต้องมีการทิ้งมะพร้าวหลังจากการเจียเป็นระยะเวลานาน 1 คืน เนื่องบริษัทกรณีศึกษาพบว่าจะช่วยลดปริมาณของเสียจากการต้มลงไปได้ ในการผลิตจริงจะมีการกำหนดวันทำงานที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการรอคอยซึ่งกันและกัน โดยสามารถเขียนแผนผังการผลิตในปัจจุบันได้ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แผนการทำงานของการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้ สมมติให้กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่องโดยไม่พิจารณาการรอคอยที่เกิดจากการผึ่งมะพร้าวทิ้งไว้ 1 คืน เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงมีการทำงานที่ต่อเนื่อง โดยนำมะพร้าวที่ผึ่งไว้ของเมื่อวานมาผลิต เพื่อให้สะดวกในการพิจารณาการจัดสมดุลสายการผลิต โดยศึกษารอบการทำงาน (Cycle Time) ของแต่ละกระบวนการและได้ค่าเฉลี่ยเป็นรอบการทำงานในแต่ละกระบวนการ ดังภาพที่ 15 โดยมีเวลาการทำงานในปัจจุบันรวม 30.91 วินาทีต่อผล



ภาพที่ 15 เวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการในการผลิตมะพร้าวต้ม

ในการพิจารณาว่าเวลาในการผลิตสินค้านั้นเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าหรือไม่นั้น สามารถพิจารณาได้จากอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ซึ่งเป็นเวลาที่ได้จากการคำนวณและเป็นตัวกำหนดการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ปริมาณตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งบริษัทกรณีศึกษานั้นมีปริมาณการสั่งซื้อสินค้ามะพร้าวน้ำหอมต้ม อยู่ที่ 18,000 ผลต่อวัน ในขณะที่กระบวนการผลิตตั้งแต่ปอกเปลือกจนถึงตัดแต่งนั้น มีการผลิตมะพร้าวเจียส่งไปผลิตเป็นสินค้าชนิดอื่นด้วย ทำให้ปริมาณการผลิตในช่วงก่อนการต้มนี้อยู่ที่ 35,000 ผลต่อวัน โดยลูกค้าจะสั่งซื้อสินค้าเพียง 2-3 วัน ดังนั้นจึงสมมติให้มีเวลาในการผลิตสินค้า 1 วัน ซึ่งมีเวลาในการผลิต 8 ชั่วโมง สำหรับกระบวนการปอกเปลือก ลอกข้าง เจีย และตัดแต่ง และเวลาผลิต 9 ชั่วโมง สำหรับกระบวนการเตรียมต้ม ต้ม ขนถ่ายและบรรจุ ซึ่งไม่รวมช่วงพักตอนเที่ยง ทำให้สามารถคำนวณอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า ได้ดังตารางที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มนั้น มีเป้าหมายคือ กระบวนการผลิตช่วงแรก (ปอกเปลือกจนถึงตัดแต่ง) และช่วงท้าย (เตรียมต้มจนถึงบรรจุ) ต้องผลิตให้ได้ 0.82 และ 1.60 วินาทีต่อผล ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ทันต่อความต้องการของลูกค้านั้น จำเป็นต้องเผื่อเวลาสำหรับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด (Break Down) 5 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถคำนวณอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าหลังปรับค่าเผื่อเวลา ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 การคำนวณอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า

กระบวนการ	อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า
ปอกเปลือก ลอกข้าง เจีย ตัดแต่ง	= (8 ชั่วโมงต่อวัน x 3,600 วินาทีต่อชั่วโมง) / 35,000 ผลต่อวัน = 0.82 วินาทีต่อผล
เตรียมต้ม ต้ม ขนถ่าย บรรจุ	= (9 ชั่วโมงต่อวัน x 3,600 วินาทีต่อชั่วโมง) / 18,000 ผลต่อวัน = 1.80 วินาทีต่อผล

ตารางที่ 11 การคำนวณอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าหลังปรับด้วยค่าเผื่อเวลา

กระบวนการ	อัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า
ปอกเปลือก ลอกข้าง เจีย ตัดแต่ง	= 0.82 วินาทีต่อผล x (1-0.05) = 0.73 วินาทีต่อผล
เตรียมต้ม ต้ม ขนถ่าย บรรจุ	= 1.80 วินาทีต่อผล x (1-0.05) = 1.71 วินาทีต่อผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การหาเวลามาตรฐานการทำงาน

การหาเวลามาตรฐานของการทำงานในปัจจุบันนั้น ทำได้โดยนำข้อมูลการจับเวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการมาศึกษาเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 คำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลาของแต่ละกระบวนการที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ดังตารางที่ 12 ตัวอย่างเช่น ในขั้นตอนการปอกเปลือกนั้นสามารถคำนวณรอบที่เหมาะสมในการจับเวลาที่น้อยที่สุดได้ 36 ครั้ง ซึ่งจำนวนการจับเวลากระบวนการปอกเปลือกที่ใช้จริง 60 ครั้ง ดังนั้น การจับเวลาที่กระบวนการปอกเปลือกนั้นมีรอบการจับเวลาที่เหมาะสมต่อการศึกษาเวลามาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 การคำนวณจำนวนที่เหมาะสมในการจับเวลา

กระบวนการ	จำนวนรอบการจับเวลา (ครั้ง)	
	คำนวณ	จับเวลาจริง
ปอกเปลือก	36	60
ลอกข้าง	30	40
เจีย	12	50
ตัดแต่ง	16	50
เตรียมต้ม	6	15
ต้ม	1	15
ขนถ่าย	11	15
บรรจุ	2	15

2.2.2 คำนวณหาค่าเวลาตัวแทน (Representative Time) ในแต่ละกระบวนการผลิต เนื่องจากเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนไม่เท่ากัน จึงเลือกใช้ค่าเวลาตัวแทนเพียงค่าเดียวโดยการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้จากการจับเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.3 คำนวณหาค่าเวลาปกติ (Normal Time) คำนวณได้จากการนำค่าเวลาตัวแทนของแต่ละกระบวนการมาคูณกับค่าปรับอัตราเร็ว (Rating Factor) ซึ่งได้จากการสังเกตในระหว่างการเก็บข้อมูล โดยพบว่ากระบวนการผลิตมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ทุกจุดจึงมีการค่าปรับอัตราเร็วที่ 1.00

2.2.4 กำหนดค่าเผื่อ (Determining Allowances) สำหรับการทำงานในกระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้ม ได้กำหนดค่าเผื่อไว้สำหรับทุกจุดของกระบวนการผลิต เท่ากับ 7 เปอร์เซ็นต์ โดยพิจารณาจากประเภทของเวลาเผื่อ ดังนี้

1) เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowances) คิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง สำหรับการพักเข้าห้องน้ำ และดื่มน้ำ

2) เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowances) คิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมแปรรูปนั้น จำเป็นต้องใช้ทักษะของแรงงานเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีการเผื่อเวลาด้านความเมื่อยล้าให้กับพนักงานด้วย

2.2.5 คำนวณค่าเวลามาตรฐาน คำนวณจากการนำเวลาปกติมาคิดรวมกับค่าเผื่อที่ได้จากข้อ 2.2.4 โดยค่าเวลาที่ได้มีหน่วยเป็นวินาทีต่อผล

2.2.6 คำนวณรอบการทำงานต่อพนักงาน 1 คน และพิจารณาจุดคอขวดจากรอบการทำงานต่อพนักงาน 1 คนที่มีค่ามากที่สุด

จากข้อ 2.2.2 – 2.2.6 สามารถสรุปข้อมูลการคำนวณต่างๆ ได้ดังตารางที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 การคำนวณเวลามาตรฐาน และรอบการทำงานของงานปัจจุบันต่อการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้ม 1 ผล

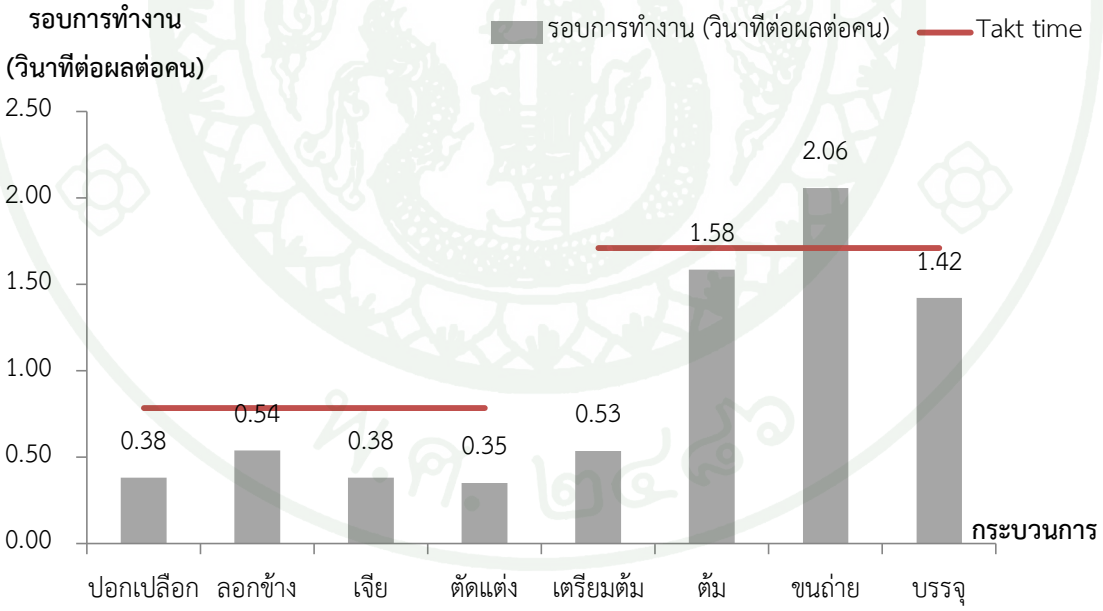
กระบวนการ	จำนวนพนักงาน (คน) (1)	เวลาเฉลี่ย (วินาทีต่อผล) (2)	ค่าปรับอัตราเร็ว (3)	เวลาปกติ (วินาทีต่อผล) (4) = (2)*(3)	เวลามาตรฐาน (วินาทีต่อผล) (5) = (4)*1.07	รอบเวลาการทำงาน (วินาทีต่อผลต่อคน) (6) = (5)/(1)
ปอกเปลือก	14	4.98	1.00	4.98	5.32	0.38
ลอกข้าง	14	7.04	1.00	7.04	7.54	0.54
เจีย	20	7.12	1.00	7.12	7.62	0.38
ตัดแต่ง	20	6.53	1.00	6.53	6.99	0.35
เตรียมต้ม	1	0.50	1.00	0.50	0.53	0.53
ต้ม	-	1.48	1.00	1.48	1.58	1.58
ขนถ่าย	1	1.72	1.00	1.72	1.84	1.84
บรรจุ	1	1.33	1.00	1.33	1.43	1.42
รวม	71					7.24

นอกจากนี้สามารถเปรียบเทียบรอบการทำงานต่อชิ้นผลิตภัณฑ์ต่อพนักงาน 1 คนกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าได้ดังภาพที่ 16 โดยจะเห็นได้ว่าจุดคอขวดอยู่ที่กระบวนการขนถ่ายมีรอบเวลาเท่ากับ 2.06 วินาทีต่อผลต่อคน ซึ่งรอบการทำงานที่สูงเกินกว่าอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า นั่นคือ กระบวนการขนถ่ายผลิตได้ไม่ทันภายในระยะเวลา 9 ชั่วโมง จึงควรเข้ามาปรับปรุงสายการผลิตที่กระบวนการที่เป็นคอขวดก่อน โดยการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบันนั้นมีรอบเวลาการทำงานรวม 7.24 วินาทีต่อผลต่อคน สามารถแบ่งเป็นรอบการทำงานของกระบวนการปอกเปลือกถึงตัดแต่ง 1.65 วินาทีต่อผลต่อคน ที่มีขั้นตอนการลอกข้างเป็นจุดคอขวด และกระบวนการเตรียมต้มถึงบรรจุมีรอบการทำงานรวม 5.59 วินาทีต่อผลต่อคน ที่มีขั้นตอนการขนถ่ายเป็นจุดคอขวด โดยสามารถคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิตออกเป็น 2 ส่วน ดังตารางที่ 14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของสายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบัน

กระบวนการ	รอบการทำงาน (วินาทีต่อผลต่อคน)		ประสิทธิภาพของสายการผลิต
	รวม	จุดคอขวด	
ปอกเปลือก ลอกข้าง เจีย ตัดแต่ง	1.65	0.54 (ลอกข้าง)	= 100 x [1.65 / (4 x 0.54)] = 76.59 เปอร์เซ็นต์
เตรียมต้ม ต้ม ขนถ่าย บรรจุ	5.59	2.06 (ขนถ่าย)	= 100 x [5.59 / (4 x 2.06)] = 68.01 เปอร์เซ็นต์



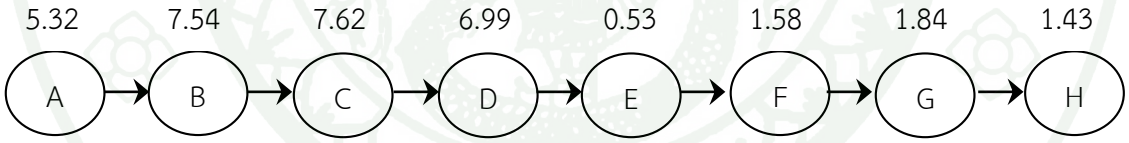
ภาพที่ 16 รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตในปัจจุบันเปรียบเทียบกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากกระบวนการผลิตทั้ง 8 ขั้นตอน สามารถกำหนดขั้นตอนการทำงานตามตารางที่ 15 และเขียนแบบจำลองเครือข่ายของงานได้ดังภาพที่ 17 โดยจากแผนภาพจุดคอขวดของกระบวนการผลิต คือ งาน G

ตารางที่ 15 รายละเอียดการทำงานในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้ม

งาน	กระบวนการ	กระบวนการก่อนหน้า	เวลามาตรฐาน (วินาทีต่อผล)
A	ปอกเปลือก	-	5.32
B	ลอกข้าง	A	7.54
C	เจีย	B	7.62
D	ตัดแต่ง	C	6.99
E	เตรียมต้ม	D	0.53
F	ต้ม	E	1.58
G	ขนถ่าย	F	1.84
H	บรรจุ	G	1.43



ภาพที่ 17 แบบจำลองเครือข่ายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มในปัจจุบัน

เมื่อวิเคราะห์ถึงเวลาว่างที่เกิดขึ้นในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้ม ดังตารางที่ 16 พบว่า งาน G นั้น ต้องการเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นอีก 4,625 วินาที คิดเป็น 14.3 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการทำงานที่มีอยู่ นอกจากนี้ งาน A, B, C, D และ E มีสัดส่วนเวลาว่างค่อนข้างสูง จึงควรมีการปรับสมดุลสายการผลิตเพื่อให้สามารถลดเวลาว่างในการทำงานได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 สัดส่วนเวลาว่างก่อนจัดสมดุลสายการผลิต

งาน	จำนวนพนักงาน (คน)	จำนวนชั่วโมงผลิต (ชั่วโมงต่อวัน)	เวลาการทำงาน (วินาทีต่อวัน)			สัดส่วนเวลาว่าง (เปอร์เซ็นต์)
			ทั้งหมด	ต้องการใช้ผลิต	คงเหลือ	
A	14	8	403,200	186,369*	216,831	53.8%
B	14	8	403,200	263,759*	139,441	34.6%
C	20	8	576,000	266,751*	309,249	53.7%
D	20	8	576,000	244,582*	331,418	57.5%
E	1	9	32,400	9,624**	22,776	70.3%
F	-	9	32,400	28,527**	3,873	12.0%
G	1	9	32,400	37,026**	-4,626	-14.3%
H	1	9	32,400	25,546**	6,854	21.2%

หมายเหตุ *, ** เวลาที่ใช้ผลิตมะพร้าว 35,000 และ 18,000 ผล ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณกำลังการผลิตในปัจจุบันได้ดังตารางที่ 17 ซึ่งกำลังการผลิตในกระบวนการ A-B-C-D นั้น มีค่ามากกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้า ทำให้สามารถลดกำลังการผลิตได้ด้วยการปรับจำนวนพนักงาน ส่วนกำลังการผลิตของกระบวนการ E-F-G-H นั้นไม่เพียงพอ จึงควรปรับเพิ่มอุปกรณ์หรือพนักงานเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 17 กำลังการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มก่อนการจัดสมดุลสายการผลิต

กระบวนการ	เวลาในการผลิต (วินาทีต่อวันต่อคน)	รอบเวลาที่จุดคอขวด (วินาทีต่อผลต่อคน)	กำลังการผลิต
A-B-C-D	28,800 (8 ชั่วโมง)	0.54 (ลอกข้าง)	= 28,800 / 0.54 = 53,504 ผลต่อวัน
E-F-G-H	32,400 (9 ชั่วโมง)	2.06 (ขนถ่าย)	= 32,400 / 2.06 = 15,752 ผลต่อวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การจัดสมดุลสายการผลิต

2.3.1 การจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1

จากการทำงานในปัจจุบันมีจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 71 คน โดยเมื่อพิจารณาจำนวนพนักงานจากรอบเวลาการผลิตในอุดมคติ (Ideal Cycle Time) หรืออัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้ากับเวลามาตรฐานรวม สามารถคำนวณจำนวนพนักงานที่เหมาะสมได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การคำนวณหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในสายการผลิต

กระบวนการ	อัตราการผลิตตามความต้องการลูกค้า (วินาทีต่อผล)	เวลามาตรฐานรวม (วินาทีต่อผล)	จำนวนพนักงาน (คน)	
			ที่เหมาะสม	ปัจจุบัน
A-B-C-D	0.78	27.47	= 27.47 / 0.78 = 36	68
E-F-G-H	1.71	5.60	= 5.60 / 1.71 = 4	3

จากการคำนวณพบว่าจำนวนพนักงานในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มควรมี 40 คน โดยสำหรับกระบวนการ A, B, C, D 36 คน และ E, F, G, H 4 คน จะเห็นได้ว่าสามารถลดจำนวนพนักงานได้ถึง 31 คน โดยยังคงมีกำลังการผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งเมื่อจัดพนักงานลงในทั้ง 8 กระบวนการผลิต จะได้ดังตารางที่ 19

โดยในการว่าจ้างของบริษัทกรณีศึกษานั้นพนักงานที่ใช้ในการผลิตมะพร้าวต้มของบริษัทนั้น มี 2 รูปแบบ ได้แก่ การจ้างผลิตแบบเหมาจ่ายต่อกิจกรรม ซึ่งกำหนดอัตราว่าจ้างตามจำนวนผลมะพร้าวที่แต่ละขั้นตอนผลิตได้ เช่น การปอกเปลือกว่าจ้าง 0.5 บาทต่อลูก เป็นต้น และการจ้างผลิตแบบเหมาจ่ายต่อหลายกิจกรรม โดยกำหนดอัตราจ้างค่าเดียวต่อกระบวนการทำงานที่กำหนดต่อจำนวนผลมะพร้าวที่ผลิตได้ ในกรณีนี้คือ กระบวนการ E, G และ H จะกำหนดอัตราจ้างไว้ที่ค่าเดียวต่อการทำงานทั้ง 3 ขั้นตอน ดังนั้นการลดหรือเพิ่มจำนวนพนักงานเหมานั้น จะไม่ส่งผลต่อต้นทุนการผลิต โดยเมื่อพิจารณาที่งาน G พบว่า จำนวนพนักงานที่เหมาะสมนั้นควรเพิ่มพนักงานขึ้นมาอีก 1 คน เพื่อให้สามารถแยกมะพร้าวที่แตกหลังการต้มออกและขนถ่ายผลิตภัณฑ์หลังการต้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถว่าจ้างเพิ่มได้ เนื่องจากหากมีการเพิ่มจำนวนพนักงานจะส่งผลให้รายได้ต่อคนลดลง ทั้งนี้การจัดสมดุลที่นำเสนอมาสามารถช่วยให้พนักงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้บริษัทสามารถวางแผนการผลิตในกรณีที่มีมะพร้าวจำนวนมากขึ้น

ตารางที่ 19 ผลการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยการปรับจำนวนพนักงาน

กระบวนการ	รูปแบบการว่าจ้าง	จำนวนพนักงาน (คน)			
		ในปัจจุบัน	หลังจัดสมดุล	เพิ่มขึ้น	ลดลง
A	เหมาจ่ายต่อผล	14	7	0	7
B		14	10	0	4
C		20	10	0	10
D		20	9	0	11
E	เหมาจ่ายต่อผลต่อการผลิต 3 ขั้นตอน	1	1	0	0
G		1	2	1	0
H		1	1	0	0
รวม	-	71	40	1	32

ดังนั้นจึงพิจารณาเวลาที่เหลือในแต่ละกระบวนการผลิตภายหลังจากการปรับจำนวนพนักงานตามค่าที่คำนวณได้ โดยให้งาน G มีพนักงานเพิ่มขึ้นเป็น 2 คน ดังตารางที่ 20 ซึ่งจะทำให้ งาน G มีเวลาถึง 42.86 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่งาน E ยังมีเวลาว่างที่สูง ทำให้สามารถแบ่งภาระงาน G ให้กับพนักงานที่ทำงาน E ได้ โดยนำเวลาว่าง 60 เปอร์เซ็นต์ของพนักงานที่ทำงาน E ให้ไปแบ่งภาระงาน G ทำให้ไม่จำเป็นต้องจ้างพนักงานเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 สัดส่วนเวลาว่างหลังปรับจำนวนพนักงานตามค่าที่คำนวณได้

งาน	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาการทำงาน (วินาทีต่อวัน)			สัดส่วนเวลาว่าง (เปอร์เซ็นต์)
		ทั้งหมด	ต้องการใช้ผลิต	คงเหลือ	
A	7	201,600	186,369	15,231	7.6%
B	10	288,000	263,759	24,241	8.4%
C	10	288,000	266,751	21,249	7.4%
D	9	259,200	244,582	14,618	5.6%
E	1	32,400	9,624	22,776	70.3%
F	0	32,400	28,527	3,873	12.0%
G	2	64,800	37,026	27,774	42.9%
H	1	32,400	25,546	6,854	21.2%

ตารางที่ 21 สัดส่วนเวลาว่างหลังปรับจำนวนพนักงานที่ปรับตามการปฏิบัติงานจริง

งาน	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาการทำงาน (วินาที)			สัดส่วนเวลาว่าง (เปอร์เซ็นต์)
		ทั้งหมด	ต้องการใช้ผลิต	คงเหลือ	
A	7	201,600	186,369	15,231	7.6%
B	10	288,000	263,759	24,241	8.4%
C	10	288,000	266,751	21,249	7.4%
D	9	259,200	244,582	14,618	5.6%
E	1*	12,960	9,624	3,336	25.7%
F	0	32,400	28,527	3,873	12.0%
G	1	51,840	37,026	14,814	28.6%
H	1	32,400	25,546	6,854	21.2%

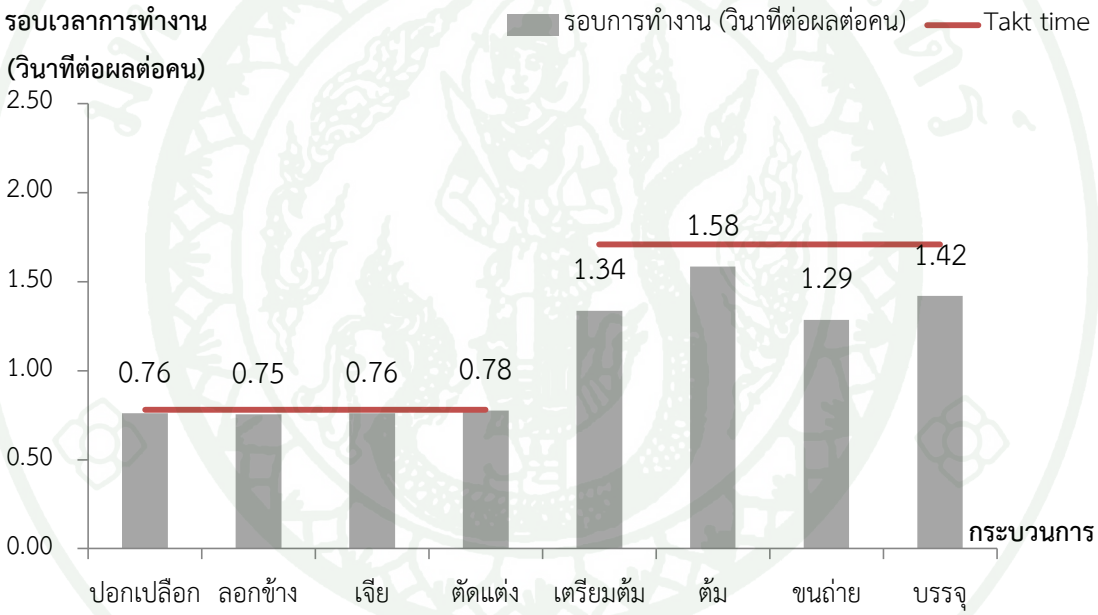
หมายเหตุ * คือ พนักงานที่ E ใช้เวลา 60 เปอร์เซ็นต์ไปช่วยงานที่ G

ในการปรับจำนวนพนักงานใหม่นี้ สามารถคำนวณรอบการทำงานต่อพนักงาน 1 คน ในแต่ละกระบวนการได้ ดังภาพที่ 18 โดยมีรอบการทำงานรวม 8.68 วินาทีต่อผลต่อคน และสามารถคำนวณประสิทธิภาพการผลิตจากการจัดสมดุลการผลิตวิธีที่ 1 ได้ดังตารางที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 ประสิทธิภาพของสายการผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มหลังจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1

กระบวนการ	รอบการทำงาน (วินาทีต่อผลต่อคน)		ประสิทธิภาพของสายการผลิต
	รวม	จุดคอขวด	
A-B-C-D	3.05	0.78 (ตัดแต่ง)	= 100 x [3.05 / (4 x 0.78)] = 98.30 เปอร์เซ็นต์
E-F-G-H	5.63	1.58 (ต้ม)	= 100 x [5.63 / (4 x 1.58)] = 88.75 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 18 รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตหลังการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1 เปรียบเทียบกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.2 การจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 2

จากการทำงานผลิตมะพร้าวน้ำหอมต้มนั้น นอกจากจะมีการใช้ทักษะจากแรงงานเป็นส่วนใหญ่แล้ว ยังมีการต้มที่เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาใช้เตาดัดแปลงโดยใช้ฟืนเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาสนใจที่จะมองหาเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับการต้มที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 2 นี้จะเหมือนกับวิธีแรก แต่จะปรับการผลิตในขั้นตอนการต้ม ซึ่งกระบวนการผลิตในปัจจุบันสามารถต้มมะพร้าวได้เฉลี่ยครั้งละ 400 ลูก และใช้เวลาประมาณ 10 นาที โดยการจัดสมดุลนี้จะศึกษาประสิทธิภาพของการผลิตตั้งแต่กระบวนการเตรียมต้มถึงบรรจุ จากการแปรผันปริมาณการต้มมะพร้าวต่อครั้ง จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ 400, 450 และ 500 ผล และเวลาที่ใช้ในการผลิต จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ 6, 8 และ 10 นาที เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปต่อยอดในการจัดหาเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อไป โดยมีรายละเอียดการศึกษาที่คำนวณได้ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการคำนวณประสิทธิภาพการผลิตเมื่อปรับปรุงขั้นตอนการต้ม

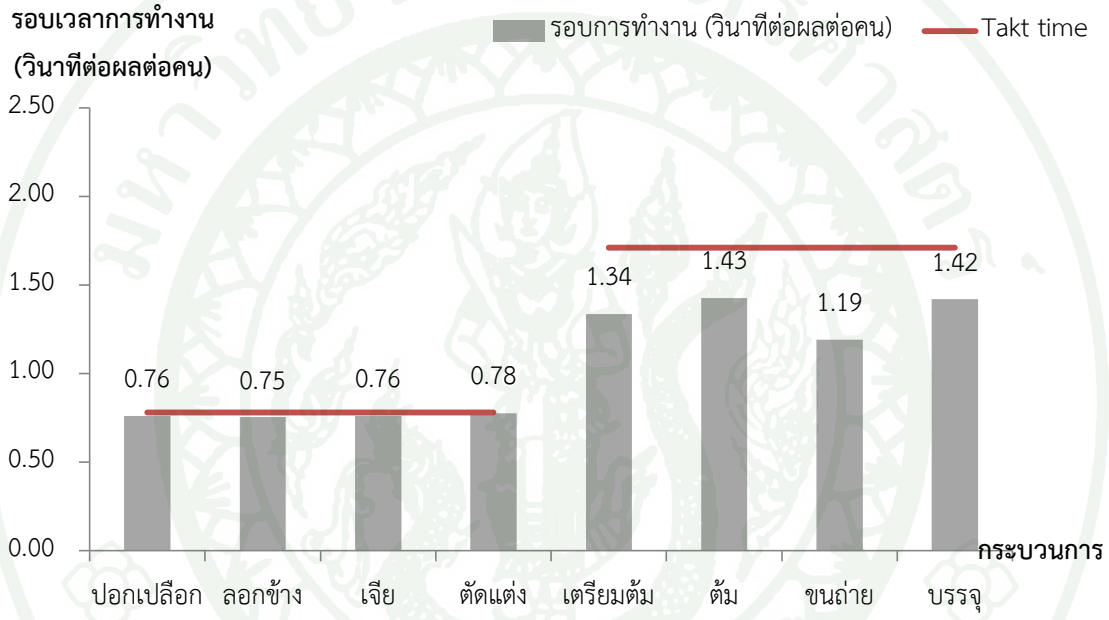
รูปแบบ	ปริมาณการต้มมะพร้าวต่อครั้ง (ผล)	เวลาที่ใช้ในการต้ม (นาทีต่อครั้ง)	จุดคอขวด	รอบการทำงานรวม (วินาทีต่อผลต่อคน)	ประสิทธิภาพการผลิต (เปอร์เซ็นต์)
1	400	6	H	7.96	86.48
2	400	8	H	8.28	92.13
3	400	10	F	8.68	88.75*
4	450	6	H	7.85	84.59
5	450	8	H	8.14	89.62
6	450	10	F	8.43	94.15**
7	500	6	H	7.77	83.08
8	500	8	H	8.03	87.61
9	500	10	H	8.28	92.13

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1

** หมายถึง ผลจากการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 2 ที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 23 พบว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงลักษณะการผลิตตามรูปแบบที่ 6 ที่เพิ่มขนาดของหม้อต้มมะพร้าวให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิมที่สามารถต้มได้ครั้งละ 400 ผลเป็นครั้งละ 450 ผล โดยระยะเวลาในการต้มเท่าเดิมที่ 10 นาที จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 1 จาก 88.75 เปอร์เซ็นต์เป็น 94.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบรอบการทำงานต่อชิ้นต่อพนักงาน 1 คนกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้าได้ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตหลังการจัดสมดุลสายการผลิตวิธีที่ 2 เปรียบเทียบกับอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า

จากภาพที่ 19 พบว่า รอบการผลิตที่จุดคอขวดนั้นน้อยกว่าอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้า แสดงว่า กระบวนการผลิตจริงสามารถผลิตได้เร็วกว่าและผลิตได้ทันตามที่ลูกค้าต้องการ นอกจากนี้ยังคงมีเวลาว่างในการทำงานเหลืออยู่ ดังตารางที่ 24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 สัดส่วนเวลาว่างหลังปรับจำนวนพนักงานหลังเพิ่มกำลังการผลิตที่จุดต้ม

งาน	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาการทำงาน (วินาทีต่อวัน)			สัดส่วนเวลาว่าง (เปอร์เซ็นต์)
		ทั้งหมด	ต้องการใช้ผลิต	คงเหลือ	
A	7	201,600	186,369	15,231	7.6%
B	10	288,000	263,759	24,241	8.4%
C	10	288,000	266,751	21,249	7.4%
D	9	259,200	244,582	14,618	5.6%
E	1*	12,960	9,624	3,336	25.7%
F	0	32,400	25,680	6,720	20.7%
G	1	51,840	34,279	17,561	33.9%
H	1	32,400	25,546	6,854	21.2%

หมายเหตุ * คือ พนักงานที่ E ใช้เวลา 60 เปอร์เซ็นต์ไปช่วยงานที่ G

หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตทั้ง 2 วิธีแล้วสามารถเปรียบเทียบผลการดำเนินการได้ในตารางที่ 25 ซึ่งพบว่าวิธีที่ 2 นั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสายการผลิตได้มากที่สุด สามารถรองรับปริมาณความต้องการในการต้มมะพร้าวได้ถึงประมาณ 22,700 ผลต่อวัน ซึ่งการเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการต้มส่งผลให้เวลามาตรฐานของการผลิตลดลง

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการผลิต

ผลการจัดสมดุล	กระบวนการ A-B-C-D			กระบวนการ E-F-G-H		
	ปัจจุบัน	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	ปัจจุบัน	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2
จำนวนพนักงาน (คน)	68	36	36	3	3	3
กำลังการผลิต (ผลต่อวัน)	53,504	37,092	37,092	15,752	20,444	22,711
เวลามาตรฐาน (วินาทีต่อผล)	27.47	27.47	27.47	5.60	5.60	5.44
รอบเวลาการทำงาน (วินาทีต่อผลต่อคน)	1.65	3.05	3.05	5.59	5.63	5.37
ประสิทธิภาพสายการผลิต (เปอร์เซ็นต์)	76.59	98.30	98.30	68.01	88.75	94.15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์โซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมตามแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทานในระดับที่ 4 นอกจากบริษัทกรณีศึกษาจะมีปัญหาในการผลิตที่ไม่สมดุลแล้ว ยังพบว่าในกระบวนการจัดหายังมีปัญหาต่างๆ ได้แก่ วัตถุดิบขาดแคลน คุณภาพของวัตถุดิบไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า และการจัดสรรรถบรรทุกเพื่อรับวัตถุดิบเข้าสู่โรงงานยังไม่มีประสิทธิภาพ โดยพบว่ามะพร้าวน้ำหอมที่มีคุณลักษณะและคุณภาพที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับอายุของผลมะพร้าวด้วย หากมะพร้าวน้ำหอมเก็บเกี่ยวเร็วกว่ากำหนดจะส่งผลให้น้ำมะพร้าวมีรสเปรี้ยวและเนื้อมะพร้าวที่บางเกินไป แต่หากมะพร้าวเก็บเกี่ยวช้าเกินไปจะทำให้เนื้อมะพร้าวมีความหนามากเกินความต้องการของลูกค้า ถึงแม้น้ำมะพร้าวจะยังคงมีรสหวานอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ทำให้จำนวนรอบการเก็บเกี่ยวน้อยลง แสดงว่าต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของเกษตรกรสูงขึ้น ซึ่งการวางแผนการเก็บเกี่ยวที่ดีนั้นจะส่งผลดีต่อทั้งเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอม โรงงานแปรรูปและลูกค้า โดยจะทำให้โรงงานได้มะพร้าวมีคุณภาพที่ดี ปริมาณพอเพียงต่อความต้องการของตลาด ลูกค้าพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ และส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นตามมา นอกจากนี้ปริมาณของเสียจากมะพร้าวที่ไม่ได้คุณภาพจะลดลงและช่วยลดเวลาในการคัดแยกได้อีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มเพื่อแก้ปัญหาในการวางแผนการจัดหามะพร้าวน้ำหอม โดยได้สร้างข้อมูลที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงขึ้นมาในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปริมาณความต้องการของลูกค้า ปริมาณมะพร้าวที่เกษตรกรผลิตได้ในแต่ละสวน กำลังการผลิตของโรงงาน และค่าใช้จ่ายคงที่ในการขนถ่ายมะพร้าวมายังโรงงาน จากนั้นจึงคำนวณผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดของแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม CPLEX รุ่น 12.4 พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ของแบบจำลอง และศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลอง โดยมีรายละเอียดของแบบจำลองที่สร้างขึ้นดังนี้

3.1 สมมติฐาน (Assumption)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีข้อสมมติฐานทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้

3.1.1 ปริมาณความต้องการของลูกค้า ปริมาณมะพร้าวที่เกษตรกรผลิตได้ในแต่ละสวน จำนวนเกษตรกรที่ส่งมอบวัตถุดิบให้โรงงาน และจำนวนรถบรรทุกที่ขนถ่ายมะพร้าวมายังโรงงานโดยกำหนดให้เป็นค่าคงที่ตลอดระยะเวลาในการวางแผน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 โรงงานจะทราบปริมาณความต้องการของลูกค้าล่วงหน้าตามรูปแบบการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

3.1.3 อายุการเก็บเกี่ยวของผลมะพร้าวจะคงที่ตลอดช่วงระยะเวลาการวางแผน เช่น บริษัทกรณีศึกษามีการกำหนดรอบการเก็บผลผลิตทุกๆ 15 วัน แต่ในความทางปฏิบัติแล้วอาจคลาดเคลื่อนไปบ้างเนื่องจากได้รับผลกระทบจากสภาวะอากาศในแต่ละฤดูกาลด้วย

3.1.4 ต้นมะพร้าวน้ำหอมของสวนใดๆ จะมีอายุที่แตกต่างกัน จึงมีการเก็บเกี่ยวที่ไม่พร้อมกันทั้งหมด

3.2 ดัชนีและเซต (Indices and Sets)

ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้ ได้กำหนดดัชนีอักษรแทนตัวแปรดังต่อไปนี้

ตารางที่ 26 ดัชนีและเซตในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ดัชนี	เซต	
i = สวนมะพร้าวน้ำหอม	I = {1.....M}	โดย M = จำนวนสวนมะพร้าวน้ำหอม
k = รถบรรทุกแต่ละขนาดของโรงงาน	K = {1.....K}	โดย K = จำนวนรถบรรทุก (คัน)
t = เวลา	T = {1.....T}	โดย T = ระยะเวลาที่วางแผน (วัน)

3.3 ค่าคงที่ (Parameters)

ค่าคงที่เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

C_k = ขนาดบรรทุกของรถคันที่ k (ผลต่อคัน)

CF = กำลังการผลิตของโรงงาน (ผลต่อวัน)

F_k = ค่าใช้จ่ายคงที่ของรถบรรทุกคันที่ k (บาทต่อคัน)

D_t = ปริมาณความต้องการของลูกค้า ณ วันที่ t (ผลต่อวัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

S_i = ปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่มีอายุเหมาะสมและสามารถเก็บเกี่ยวได้ที่สวน *i* (ผล)

r = รอบเวลาในการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอม (วันต่อรอบ)

3.4 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

ในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดตัวแปรเพื่อเป็นตัวแทนของปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่ต้องเก็บเกี่ยว และการเลือกใช้รถบรรทุกในการขนถ่ายมะพร้าวน้ำหอมมายังโรงงานโดยเป็นตัวแปรทวิภาคที่ใช้ในการตัดสินใจ (Binary Variables) ดังนี้

X_{ikt} = ปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่เก็บเกี่ยวจากสวน *i* ขนถ่ายด้วยรถบรรทุก *k* ในวันที่ *t*

Y_{kt} = $\begin{cases} 1 & \text{เมื่อรถบรรทุกคันที่ } k \text{ ถูกเลือกใช้ในการขนถ่ายในวันที่ } t \\ 0 & \text{เมื่อรถบรรทุกคันที่ } k \text{ ไม่ได้ถูกเลือกใช้ในการขนถ่ายในวันที่ } t \end{cases}$

3.5 สมการทางคณิตศาสตร์

3.5.1 สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

ในงานวิจัยฉบับนี้ต้องการคำนวณต้นทุนคงที่ของรถบรรทุกที่ต่ำที่สุด โดยมาจากการเลือกใช้รถบรรทุกที่มีขนาดเหมาะสมในการขนถ่ายมะพร้าวน้ำหอมมายังโรงงาน ดังสมการ (5)

$$\text{Minimize} \sum_{k=1}^{K}\sum_{t=1}^{T} F_k Y_{kt} \tag{5}$$

3.5.2 สมการข้อจำกัด (Constraints)

ข้อจำกัดถูกกำหนดขึ้นมาสำหรับการรับวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมในแต่ละกระบวนการ โดยสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ มีดังต่อไปนี้

$$\sum_{i=1}^{M} X_{ikt} \le C_k, \forall\, k \in K, t \in T \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^{M}\sum_{k=1}^{K} X_{ikt} \ge D_t, \forall\, t \in T \tag{7}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\sum_{i=1}^{M}\sum_{k=1}^{K} X_{ikt} \le CF, \forall\, t \in T \tag{8}$$

$$X_{ikt} \le S_i Y_{kt}, \forall\, i \in I, k \in K, t \in T \tag{9}$$

$$\sum_{k=1}^{K}\sum_{l=t}^{t+r-1} X_{ikl} \le S_i, \forall\, i \in I, t \in \{1...T-r+1\} \tag{10}$$

$$X_{ikt} \ge 0, Integer, \forall\, i \in I, k \in K, t \in T \tag{11}$$

$$Y_{kt} = Binary, \forall\, k \in K, t \in T \tag{12}$$

จากสมการข้อจำกัดข้างต้นสามารถอธิบายได้ดังนี้

สมการที่ 5 หมายถึง สมการวัตถุประสงค์ของการคำนวณต้นทุนคงที่ของรถบรรทุกที่น้อยที่สุดสำหรับการขนถ่ายมะพร้าวน้ำหอมมายังโรงงาน เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวางแผนเชิงกลยุทธ์ในระยะยาว จึงไม่ได้คำนวณต้นทุนผันแปร ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดจากการจัดเส้นทางในแต่ละวัน

สมการที่ 6 หมายถึง สมการข้อจำกัดด้านความจุของรถบรรทุก โดยผลรวมของปริมาณมะพร้าวน้ำหอมจากสวน *i* ที่ขนถ่ายด้วยรถบรรทุก *k* ของวันที่ *t* จะต้องไม่เกินความจุของรถบรรทุก

สมการที่ 7 หมายถึง สมการข้อจำกัดด้านปริมาณความต้องการของลูกค้า โดยผลรวมของปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่เก็บเกี่ยวในแต่ละวันสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

สมการที่ 8 หมายถึง สมการข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตของโรงงาน โดยผลรวมของปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่เก็บเกี่ยวในแต่ละวันจะไม่เกินกำลังการผลิตของโรงงาน

สมการที่ 9 หมายถึง สมการข้อจำกัดด้านการจัดสรรรถบรรทุก รถบรรทุกคันที่ *k* จะนำไปใช้ก็ต่อเมื่อมีการมอบหมายงานให้รถบรรทุกคันที่ *k* ในวันที่ *t* โดยสมการนี้จะเชื่อมโยงตัวแปร X และ Y เข้าด้วยกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมการที่ 10 หมายถึง สมการข้อจำกัดด้านผู้ส่งมอบวัตถุดิบ โดยผลรวมปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่เก็บเกี่ยวจากสวน *i* ที่ขนถ่ายด้วยรถบรรทุก *k* ทุกคันรวมกัน จะต้องไม่เกินปริมาณมะพร้าวที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ของสวน *i*

สมการที่ 11 และ 12 เป็นสมการบ่งชี้ว่าตัวแปรตัดสินใจ X เป็นจำนวนเต็ม และ Y เป็นตัวแปรทวิภาค (Binary Variables) โดยตัดสินใจเลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

3.6 แบบจำลองบนโปรแกรม CPLEX

เมื่อได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนการจัดหามะพร้าวน้ำหอมแล้วจึงเขียนแบบจำลองลงบนโปรแกรม CPLEX เพื่อใช้ในการหาคำตอบ และข้อมูลที่ใช้ในการหาคำตอบนั้นถูกสร้างขึ้นมาใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงบนโปรแกรม Microsoft Excel แล้วระบุตำแหน่งของข้อมูลบนโปรแกรม CPLEX ดังภาพที่ 20

a)

```
int M = ...;//number of farms
int T = ...;//number of days for season 1
int K =...;//number of vehicles
int r1 =...;//  number of days of a crop cycle for season 1
range farm_range = 1..M; // i
range vehicle_range = 1..K; // k
range time_range = 1..T; //t
int P[time_range]= ...; // price of a coconut at time t
int C[vehicle_range]= ...; // capacity of vehicle k
int CF=...; //capacity of factory
int F[vehicle_range]=...;// vehicle fixed cost
int S[farm_range] = ...; // coconut availble of tree i farm j
int D[time_range]= ...; // demand of product k at time t
dvar int+ x[farm_range][vehicle_range][time_range] ; //whether to harvest at farm i at
dvar int+ y[vehicle_range][time_range] in 0..1 ; // if there is a vehicle k to pick up
execute {
cplex.epgap = 0.0005; // mean 0.05% gap from optimal
cplex.tilim = 10000; //mean run up to 10000 seconds.
```

b)

```
M = 10;//number of farms
T =90;
r1 = 15; //crop cycle
K = 6;//number of vehicle
CF = 60000; // plant capacity
SheetConnection sheet("DataFile3.xlsx");
F from SheetRead(sheet, "150!C17:h17"); // vehicle
C from SheetRead(sheet, "150!C18:h18"); // vehicle capacity
S from SheetRead(sheet, "150!C13:l13");// coconut supply of M farms
D from SheetRead(sheet, "150!C28:c117"); //daily demand
```

ภาพที่ 20 ตัวอย่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดย a) แบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็ม b) การระบุตำแหน่งของข้อมูลเพื่อใช้ในการหาคำตอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 20 b) จะมีการระบุค่าคงที่ (Parameters) ไว้ 2 ค่า ได้แก่ กำลังการผลิตของโรงงาน (*CF*) มีค่าเท่ากับ 60,000 ผลต่อวัน และรอบเวลาในการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอม (*r*) กำหนดไว้ที่ 15 วันต่อรอบการเก็บเกี่ยว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ นอกจากนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้น จะถูกเชื่อมโยงเข้ากับค่าคงที่ (Parameters) ที่สร้างไว้บนโปรแกรม Microsoft Excel ด้วย ได้แก่ ขนาดบรรทุกของรถคันที่ k (C_k) ซึ่งจะมี 2 ขนาด คือ บรรทุกได้ 1,300 และ 4,000 ผลต่อเที่ยว ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายคงที่ของรถบรรทุก (F_k) 1,670 และ 3,020 บาทต่อเที่ยวตามลำดับ รวมไปถึงปริมาณความต้องการของลูกค้า ณ วันที่ t (D_t) และ ปริมาณมะพร้าวน้ำหอมที่มีอายุเหมาะสมและสามารถเก็บเกี่ยวได้ที่สวน i (S_i) ที่มีการระบุไว้อย่างเหมาะสม เพื่อใช้ในการหาคำตอบ

3.7 การศึกษาความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เมื่อระบุข้อมูลลงบนโปรแกรม CPLEX ได้อย่างสมบูรณ์แล้ว จึงได้ทดสอบหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง โดยขนาดของปัญหาที่ใช้ทดสอบประกอบด้วยจำนวนของสวนมะพร้าวที่ส่งมอบวัตถุดิบ 10 ราย ช่วงระยะเวลาในการวางแผน 30 วัน และจำนวนรถบรรทุกจำนวน 6 คัน โดยได้ผลลัพธ์จากโปรแกรม CPLEX ดังตารางที่ 27 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบจำลองสามารถให้ผลลัพธ์ได้ดีแสดงว่าแบบจำลองมีความถูกต้องแล้ว

ตารางที่ 27 ผลลัพธ์จากการทดสอบคำนวณโดยโปรแกรม CPLEX

รายละเอียด	ผลลัพธ์
1. ค่าใช้จ่ายของรถบรรทุกที่ต่ำที่สุด	341,100 บาท/รอบการวางแผน
2. เวลาที่ใช้ในการคำนวณ	3.15 วินาที
3. ค่าความเผื่อ (Gap Tolerance)	0.05%

นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณยังออกมาในรูปของตัวแปรตัดสินใจ X และ Y ด้วย ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแผนการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมและมอบหมายงานให้กับรถบรรทุก โดยผลการวางแผนที่ได้จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม CPLEX นั้น ได้ทำการวางแผนในระยะเวลา 10 วัน ซึ่งในที่นี้ขอยกตัวอย่างผลของการวางแผนการเก็บเกี่ยวและการมอบหมายงานให้รถบรรทุกดังตารางที่ 28 โดยเป็นแผนการเก็บเกี่ยวในวันที่ 1 ที่มีปริมาณความต้องการของลูกค้าเท่ากับ 10,000 ผล ซึ่งในวันนี้รถบรรทุกทั้ง 6 คัน จะต้องออกไปรับวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมทุกคัน โรงงานจะต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ว่าจ้างคนตัดมะพร้าวให้ไปเก็บเกี่ยวที่สวนมะพร้าวรายที่ 2, 4, 6, 9 และ 10 โดยจะส่งรถบรรทุกไปยังสวนที่ได้กำหนดไว้ เช่น รถคันที่ 1 จะไปรับมะพร้าวจำนวน 1,300 ผล จากสวนรายที่ 4 เป็นต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาที่ผลรวมของมะพร้าวที่ส่งรถบรรทุกออกไปรับ พบว่า จะได้จำนวนมะพร้าวเท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้า จึงทำให้การจัดหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 28 ตัวอย่างแผนการเก็บเกี่ยวและการมอบหมายงานรถบรรทุกในวันที่ 1 (t=1)

สวนมะพร้าวน้ำหอมที่	รถบรรทุกคันที่						จำนวนมะพร้าวรวม (ผล)
	1	2	3	4	5	6	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	1,300	-	-	1,300
3	-	-	-	-	-	-	-
4	1,300	-	-	-	-	-	1,300
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	800	-	-	-	800
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-
9	-	1,300	-	-	-	-	1,300
10	-	-	-	-	1,300	4,000	5,300
รวม	1,300	1,300	800	1,300	1,300	4,000	10,000

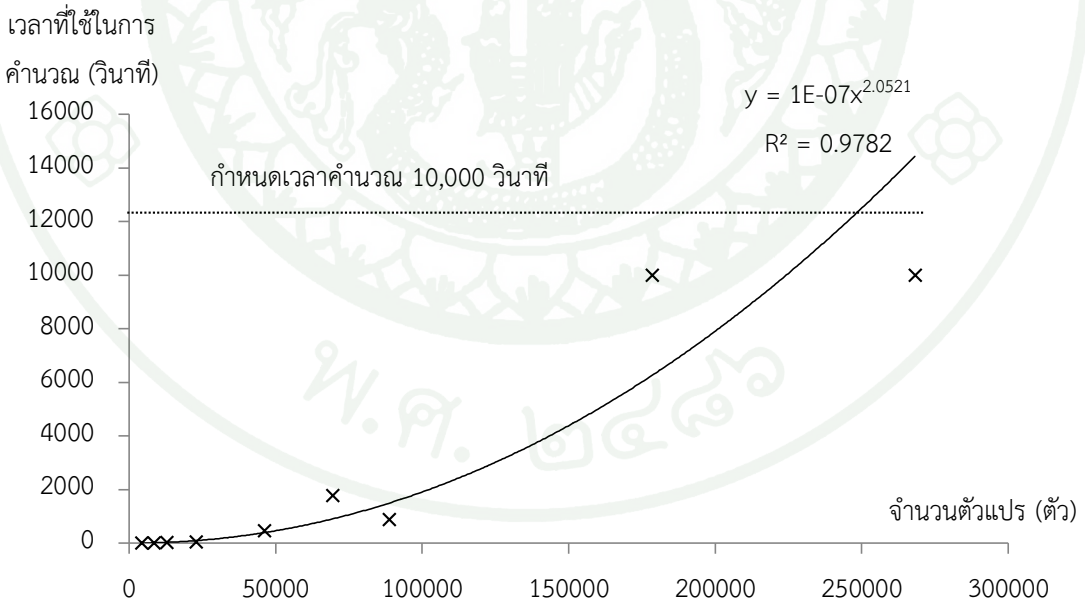
3.8 การศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดสถานการณ์โดยการแปรผันค่าต่างๆ ได้แก่ จำนวนสวนมะพร้าวน้ำหอม ระยะเวลาในการวางแผน (Planning Horizon) และจำนวนของรถบรรทุก ปัจจัยละ 3 ระดับ ดังข้อมูลในตารางที่ 29 เพื่อศึกษาเวลาในการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลอง โดยได้จำกัดเวลาในการคำนวณไว้เท่ากับ 10,000 วินาที และค่าความเผื่อที่ได้ โดยสามารถเขียนกราฟระหว่างจำนวนตัวแปรกับเวลาในการคำนวณผลลัพธ์ และกราฟระหว่างจำนวนตัวแปรกับค่าความเผื่อ (Gap Tolerance) ได้ดังภาพที่ 21 และ 22 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

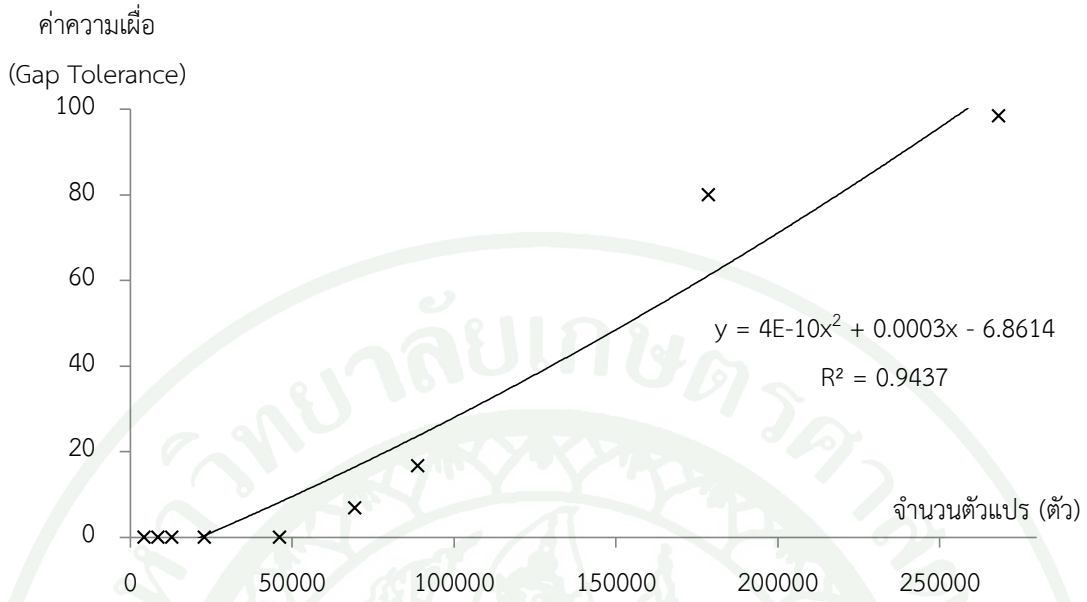
ตารางที่ 29 สถานการณ์จำลองสำหรับทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ลำดับที่	จำนวนสวนมะพร้าวน้ำหอม (ราย)	ระยะเวลาในการวางแผน (วัน)	จำนวนของรถบรรทุก (คัน)	เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (วินาที)	ค่าความเผื่อ (เปอร์เซ็นต์)
1	10	30	6	3.15	0.05
2	10	60	6	12.17	0.05
3	10	90	6	29.41	0.05
4	30	30	12	50.70	0.05
5	30	60	12	459.96	0.05
6	30	90	12	1786.56	6.85
7	60	30	24	887.33	16.67
8	60	60	24	10000.00	80.06
9	60	90	24	10000.00	98.50



ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพด้านเวลาในการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 ประสิทธิภาพด้านค่าความเผื่อในการแก้ปัญหาด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น

จากภาพที่ 21 และ 22 จะเห็นได้ว่าเวลาในการคำนวณและค่าความเผื่อเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวแปรเพิ่มขึ้น โดยมีความสัมพันธ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและแบบพหุนามกำลังสอง ตามลำดับ จึงได้กำหนดขีดจำกัดเวลาในการคำนวณสูงสุดไว้ที่ 10,000 วินาที เพื่อไม่ได้การคำนวณหาคำตอบนั้นนานจนเกินไป โดยพบว่าที่จำนวนตัวแปรน้อยกว่า 100,000 ตัว จะใช้เวลาไม่เกิน 10,000 วินาที หากเป็นการทดลองที่ตัวแปรเกินกว่า 100,000 ตัว โปรแกรมจะทำงานจนถึง 10,000 วินาทีแล้วจึงหยุดการทำงาน โดยที่ค่าความเผื่อไม่ได้เข้าใกล้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยการเพิ่มเวลาในการคำนวณเข้าไปอีกได้ นั่นคือ แบบจำลองสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและได้คำตอบที่ใกล้กับค่าที่ดีที่สุดในกรณีที่ข้อมูลมีขนาดเล็กและช่วงระยะเวลาวางแผนระยะสั้นเท่านั้น

วิจารณ์

การวิเคราะห์โซ่อุปทานด้วยแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน พบว่า สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์โซ่อุปทานของบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสม โดยอุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมที่ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษานั้นจัดเป็นธุรกิจขนาดกลางที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญอนันต์ (2548) ที่ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมของผู้ผลิตและจัดจำหน่ายสินค้าเกษตรสำหรับผลิตอาหารสัตว์ แล้วพบว่าแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นเครื่องมือในบริษัทขนาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลางและขนาดย่อมได้ แต่ต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมเครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็นในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการศึกษาโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมนั้น พบว่า ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพและแนวทางปฏิบัติสู่ความเป็นเลิศที่ระบุไว้ในคู่มือแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน รุ่น 9.0 นั้น สามารถนำมาใช้งานได้จริงเพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากในทางปฏิบัติจำเป็นต้องมีการปรับปรุงรายละเอียดให้เหมาะสมกับแต่ละบริษัท เพื่อให้สามารถชี้วัดประสิทธิภาพโซ่อุปทานและปรับปรุงโซ่อุปทานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ปัญหาที่เลือกมาปรับปรุงในงานวิจัยฉบับนี้ มี 2 ด้าน ด้านแรก คือ ปัญหาในกิจกรรมการประเมินประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งแก้ไขได้ด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำอัตราการผลิตตามความต้องการของลูกค้ามาเปรียบเทียบกับรอบเวลาการทำงานในแต่ละสถานีแล้วปรับปรุงสถานีที่เป็นจุดคอขวด เพื่อผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการที่ลูกค้ากำหนดไว้ ซึ่งในการจัดสมดุลสายการผลิตนี้ สามารถลดจำนวนพนักงานไปได้ถึง 32 คน โดยเป็นพนักงานรายเหมาทั้งหมด หากบริษัทลดจำนวนพนักงานลง จะไม่สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานให้กับบริษัทได้ แต่สามารถทดแทนแรงงานเหมาในการผลิตสินค้าชนิดอื่นๆ ในกรณีที่ต้องการแรงงานเพิ่มเติมได้ ทั้งนี้ในจุดผลิตที่มีรอบเวลาการทำงานที่ต่ำนั้น บริษัทกรณีศึกษาสามารถเพิ่มภาระงานให้กับพนักงานในจุดนี้มากขึ้น โดยอาจส่งไปช่วยงานในสถานีงานอื่นๆ เพื่อลดเวลาที่สูญเปล่าในสายการผลิต

อีกปัญหาหนึ่งคือ ปัญหาด้านการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ ซึ่งแบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็มที่สร้างขึ้นมานั้น มีข้อจำกัดและข้อสมมติที่ไม่เป็นไปตามความจริงทั้งหมด เช่น ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่ไม่คงที่ และรอบการเก็บเกี่ยวที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เป็นต้น ทำให้คำตอบที่ได้อาจเบี่ยงเบนไป ซึ่งในการวางแผนโดยใช้แบบจำลองนี้เป็นการวางแผนล่วงหน้าในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทำให้การปฏิบัติงานจริงอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนให้เข้ากับสถานการณ์ของบริษัทด้วย นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการคำนวณค่าคำตอบนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวแปร โดยบริษัทกรณีศึกษานั้นมีเกษตรกรคู่สัญญามากกว่า 100 ราย และมีการวางแผนการเก็บเกี่ยวเป็นรายปี ซึ่งมีจำนวนตัวแปรที่สูงมาก ทำให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ภายในเวลาอันสั้น และคำตอบที่ได้อาจไม่ได้ค่าที่ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในการพัฒนาโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์มะพร้าวต้มมาวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองอ้างอิงกระบวนการโซ่อุปทาน (SCOR Model) เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการโซ่อุปทานที่เกิดขึ้นภายในองค์กรตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนถึงการส่งมอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย และสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพโซ่อุปทานของมะพร้าวน้ำหอมให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับนโยบายขององค์กร จากผลการวิเคราะห์ตามแบบจำลองกระบวนการโซ่อุปทานนั้นสามารถสรุปกิจกรรมที่ควรปรับปรุงได้ 2 กิจกรรม คือ การจัดหามะพร้าวน้ำหอมตามกิจกรรมการจัดตารางการจัดส่งวัตถุดิบ ปรับปรุงโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดการโซ่อุปทาน และกิจกรรมการประเมินประสิทธิภาพการผลิต (Manage Production Performance: EM.2) ปรับปรุงโดยใช้การจัดสมดุลสายการผลิต

ผลการจัดสมดุลสายการผลิต พบว่า การผลิตมะพร้าวต้มนั้นมีจุดคอขวดอยู่ที่ขั้นตอนการขนถ่ายมะพร้าว เมื่อปรับลดจำนวนพนักงานและมอบหมายงานในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมด้วยการแบ่งภาระงานจากจุดที่ว่างงาน จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น โดยกระบวนการปอกเปลือกถึงตัดแต่ง เมื่อลดจำนวนพนักงานลงไป 32 คน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจาก 76.59 เปอร์เซ็นต์เป็น 98.30 เปอร์เซ็นต์ และกระบวนการเตรียมต้มถึงบรรจุ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพจาก 68.01 เปอร์เซ็นต์เป็น 88.75 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงสายการผลิตที่จุดคอขวดถัดมา คือ จุดต้ม ซึ่งเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการผลิตโดยการแปรผันปริมาณการต้มมะพร้าวต่อครั้งและเวลาที่ใช้ในการต้มแล้ว พบว่า การต้มมะพร้าวครั้งละ 450 ผล ใช้เวลา 10 นาที จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการเตรียมต้มถึงบรรจุได้เป็น 94.15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่จุดคอขวดยังคงอยู่ที่จุดต้มเหมือนเดิม

นอกจากนี้การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวางแผนการจัดหาในโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมนั้น พบว่า สามารถใช้ในการวางแผนการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมและสามารถจัดสรรการเลือกใช้รถบรรทุกในการขนย้ายวัตถุดิบ โดยมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด ได้ปริมาณมะพร้าวตามความต้องการของลูกค้า สอดคล้องกับกำลังการผลิตของโรงงาน และได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพจากการกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ซึ่งแบบจำลองสามารถหาคำตอบในกรณีที่ข้อมูลมีขนาดเล็กและช่วงระยะเวลาวางแผนระยะสั้น ทำให้ต้องมีการศึกษาและพัฒนาวิธีฮิวริสติกส์ต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ปรับปรุงโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมต้ม ด้วยแบบจำลองกระบวนการโซ่อุปทานนั้น จะเห็นได้ว่ามีอีกหลายกิจกรรม ทั้งที่เป็นกิจกรรมหลักและกิจกรรมส่วนสนับสนุนที่บริษัทกรณีศึกษาสามารถเลือกนำมาพิจารณาปรับปรุงเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพของบริษัท

2. ในการจัดสมดุลสายการผลิต เมื่อกำจัดจุดขนถ่ายที่เป็นจุดคอขวดแล้วทำให้จุดคอขวดเปลี่ยนไปอยู่ที่กระบวนการต้มมะพร้าวที่ใช้เตาเป็นอุปกรณ์หลัก การปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มกำลังการผลิตของหม้อต้มนั้นเป็นเพียงวิธีหนึ่งที่ทางผู้วิจัยนำเสนอขึ้นมา ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาจำเป็นจะต้องศึกษาถึงความคุ้มค่าในการลงทุน เพื่อให้สามารถลงทุนขยายกิจการได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้บริษัทสามารถหาแนวทางอื่นในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพิ่มเติม เช่น การพัฒนาทักษะการทำงาน และการศึกษาการเคลื่อนไหวแล้วจัดทำเป็นมาตรฐานการเรียนรู้งาน เป็นต้น รวมถึงใช้หลักการจัดสมดุลสายการผลิตในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าชนิดอื่นของบริษัทได้

3. การพักมะพร้าวน้ำหอมทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อลดแตกเสียของมะพร้าวในระหว่างการต้มนั้นเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานมาก จึงควรมีการศึกษาวิธีการหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต เพื่อให้สามารถลดเวลาในขั้นตอนนี้ไปได้ ซึ่งจะทำให้เวลานำในการผลิตสินค้าลดลงไปได้ด้วย

4. ปัญหาในการวางแผนการจัดหาเก็บเกี่ยวที่บริษัทกรณีศึกษาพบนั้นเป็นปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่งควรมีการนำวิธีฮิวริสติกส์มาใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต อาจทำให้สามารถหาคำตอบได้เร็วกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสร้างแบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มเกษตรสัญจร. 2531. **มะพร้าวน้ำหอม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ.

คนอง คลอดเพ็ง. 2538. พันธุ์ การปลูก และการดูแลมะพร้าวน้ำหอม. น. 6-7. ***ใน* เอกสารประกอบการสัมมนาการพัฒนามะพร้าวน้ำหอมในเชิงเศรษฐกิจเพื่อบริโภคภายในและเพื่อการส่งออก.** 21-22 มิถุนายน 2538. โรงแรมลองบีช อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

คมสัน จิระภัทรศิป. 2553. **เอกสารคำสอนวิชาการศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)**. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. 2552. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการศึกษางานทางอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)**. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2530. **เชื้อพันธุ์มะพร้าว.** ผู้แต่งจัดพิมพ์เอง, กรุงเทพฯ. 106 หน้า.

ณัฐวุฒิ ไตรศรี. 2553. **การจัดการโซ่อุปทานปาล์มน้ำมัน: กรณีศึกษาเกษตรกรปาล์มน้ำมันในตำบลโคกกลอย อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา และลานเทปาล์ม (พ่อค้าคนกลาง) ปี พ.ศ. 2552.** มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พนิตตา สวัสดี. 2556. **น้ำมะพร้าวอ่อนพระเอกในวงการแพทย์**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. แหล่งที่มา: http://ridmnrct.blogspot.com/2013/03/blog-post.html, 20 มิถุนายน 2556.

ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ, วงศ์ผกา วงศ์รัตน์, ปริญญา พัฒนวสันต์พร และ สมยศ เชิญอักษร. 2555. การจัดการโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็มผสม. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 22(3): 601-609.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____ และ อภิชัย ฤตวิรุฬห์. 2553. การวางแผนการผลิตและแปรรูปผักกาดหัวโดยประยุกต์ให้กำหนดการจำนวนเต็มผสม. **Thai VCML Journal** 3(1): 53-63.

นภดล ร่มโพธิ์. 2554. การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจทางธุรกิจ. **วารสารบริหารธุรกิจ** 34(130): 10-13.

นิวิท เจริญใจ. 2547. **การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา**. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บุญอนันต์ เบญจบุตร. 2548. **การปรับปรุงประสิทธิภาพโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม: กรณีศึกษาในบริษัทค้าส่งอาหารสัตว์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

พรธิภา องค์คุณารักษ์. 2554. **การจัดการโซ่อุปทานเชิงกลยุทธ์ในอุตสาหกรรมเกษตร**. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และ มาลินี ศิริวัฒนพันธ์. 2555. **การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ชุดตะไคร้ดองและขิงดอง.** ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พาณิชย์ ยศปัญญา. 2544. **มะพร้าว พืชสารพัดประโยชน์.** สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 176 หน้า.

ไพรินทร์ สมภพสกุล. 2552. การวัดสมรรถนะโซ่อุปทานโดยอ้างอิงแบบจำลอง. **วารสารวิชาการวไลยลงกรณ์** 4(2): 62-75.

มนูญ เจียมจรัสรังษี. 2532. **การศึกษาอนุกรมวิธานของพันธุ์มะพร้าวในไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชราวุธ ศรีสุธรรม. 2554. การลดเวลาสูญเปล่า กรณีศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตแยม. **วารสาร For Quality** 17(161): 34-38.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. 2547. **การศึกษางาน (Work Study)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 352 หน้า.

วันชัย ริจิรวนิช. 2548. **การศึกษาการทำงาน หลักการกรณีศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภชัย ปทุมนากุล. 2555. **การวางแผนและการควบคุมการผลิต: Production Planning and Control.** โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น. 290 หน้า.

สุพจน์ ตั้งจตุพร. 2543. **เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่อง มะพร้าวน้ำหอม.** วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชลบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 366 หน้า.

สุภาวดี ภัทรโกศล, นิภัทร ศิวติณฑุโก, ศุภนารถ เกตุเจริญ, พิสมัย พึ่งวิกรัย, กิตติ สระแก้ว, สมศักดิ์ วณิชชากร, ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์, สาลินี ศิริครินทร์, สมชาย วัฒนะโยธิน, เอกนิตย์ หาญศักดิ์ และ เกตุอร ทองเครือ. ม.ป.ป. **มะพร้าวและการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์มะพร้าว**. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

_____, มนต์ชัย โกฏเพชร, เอกนิตย์ หาญศักดิ์ และ ปกรณ์ ลิ้มสมุทรชัยพร. 2543. **การปลูกมะพร้าวน้ำหอมเพื่อการค้า**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สุมน มาลาสทธิ์. 2552. **การจัดการผลิตและการดำเนินงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. 672 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2550. **มะพร้าวน้ำหอม: มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 15-2550.** สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 10 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556ก. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2556ข. **สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2555.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อภิชัย ฤตวิรุฬห์. 2555. **กำหนดการเชิงเส้นและกำหนดการจำนวนเต็มและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรโสภณ. กรุงเทพฯ. 214 หน้า.

Banzon, J. A., O. N. Gonzalez and S. Y. de Leon. 1990. **Coconut as food.** Philippines Coconut Research and Development Foundation, Quezon City.

Beamon, B.M. 1998. Supply chain design and analysis: Models and Methods, **Int. J. Prod. Econ.** 55(3): 281-294.

Blanco, A.M., G. Masini, N. Petracci and J.A. Bandoni. 2005. Operations Management of a Packaging Plant in the Fruit Industry. **J. Food Eng.** 70: 299-307.

Fife, B. 2008. **Coconut Water for Health and Healing**. Piccadilly Books, Colorado Springs, Colorado.

Grunow, M., H.-O. Gunther and R. Westinner 2007. Supply Optimization for the Production of Raw Sugar. **Int. J. Prod. Econ.** 110: 224-234.

Murty, K.G. 1995. **Operation Research: Deterministic Optimization Models**. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, United State of America.

Ongkunaruk, P. and W. Wongsatit. 2013. An ECRS-Based Line Balancing Concept: A Case Study of a Frozen Chicken Producer. **Business Process Management Journal.** Artilcle In Press.

Schuster, E.W. and S. Allen. 1998. Raw Material Management at Welch's Inc. **Interfaces** 28(5): 13-24.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวศิวิไลซ์ กาญจนรัตน์

เกิดวันที่ 19 มิถุนายน 2529

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วท.บ. (เทคโนโลยีชีวภาพ) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ได้รับทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาโซ่คุณค่าอุตสาหกรรมอาหารด้วยระบบโซ่ความเย็นและบรรจุภัณฑ์ จากสำนักโลจิสติกส์ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์