



โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น
COMPUTER APPLICATION FOR PRODUCTION PLANNING
OF CONCENTRATED FRUIT JUICE

นางสาวพิกุล เปรมสวัสดิ์ รหัส 49361300
นางสาวฉันทพร อุดม รหัส 49363182

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน..... 15067285 e.2
เลขเรียกหนังสือ..... 18.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2552


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปีการศึกษา 2552




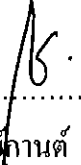
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวพิกุล เปรมสวัสดิ์ รหัส 46361300
นางสาวธัญพร อุดม รหัส 49363182
ที่ปรึกษาโครงการ ผศ.ดร. อภิชัย ฤตวิรุฬห์
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2552

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชัย ฤตวิรุฬห์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษญา สิมารักษ์)


.....กรรมการ
(อาจารย์กานต์ ลีวัฒนายิ่งยง)


.....กรรมการ
(อาจารย์อากาศกรณ จันทร์ปรีกษ์)

ชื่อหัวข้อโครงการ	โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวพิภล เปรมสวัสดิ์ รหัส 46361300
	นางสาวธันยพร อุดม รหัส 49363182
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ.ดร. อภิชัย ฤตวิรุฬห์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

โครงการศึกษาวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นของโรงงานแปรรูปผลไม้ ซึ่งปัจจุบันดำเนินการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งโดยไม่มีกระบวนการวางแผนในการผลิต จึงทำให้บางครั้งผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งมากเกินไป และบางครั้งผลิตไม่พอสอดคล้องความต้องการที่จะใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น และเนื่องจาก Order ของน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิดที่ถูกคำสั่งมาไม่คงที่ แต่โรงงานได้มีการผลิตแบบ Make to Stock ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงใช้เครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งและน้ำผลไม้เข้มข้น เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด และทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

จากการวิจัยโดยการสอบถามข้อมูลจากโรงงาน ได้ดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2 แบบจำลองคือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น จากนั้นทำการแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้งสองแบบจำลอง เป็นแบบจำลองทาง Spreadsheet และสร้างโปรแกรมช่วยในการรับ Input เพื่อป้อนเข้าสู่แบบจำลอง Spreadsheet โดยการ ใช้โปรแกรม Solver ช่วยในการ Run ผลของแบบจำลอง Spreadsheet ให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด และเขียน Visual Basic for Applications (VBA) เพื่อสร้าง VBA Macros เชื่อมต่อกับโปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-Ins Tool ใน Microsoft Excel เพื่อให้โปรแกรมมีการใช้งานที่ง่ายขึ้น

จากผลลัพธ์ที่ได้ พบว่าการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งทำให้ทราบปริมาณผลไม้นสดที่จะต้องใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านวัตถุดิบลดลงได้ ซึ่งส่งผลให้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น มีผลกำไรมากขึ้นด้วย เมื่อเทียบกับการดำเนินงานปัจจุบันของโรงงาน นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถรายงานปริมาณวัตถุดิบต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต และปริมาณวัตถุดิบที่เหลือ ทำให้พนักงานไม่ต้องเสียเวลาในการเช็คปริมาณวัตถุดิบด้วยตัวเอง

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย ฤตวิรุฬห์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ และแก้ไขข้อบกพร่อง ของการวิจัยด้วยดีตลอดมา ทำให้ปริญญาานิพนธ์มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

ของขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อาจารย์ทุกท่าน คุณพิทักษ์ จินดาทอง ผู้จัดการฝ่ายอุตสาหกรรมอาหาร และคุณรัตนา แผลมทอง หัวหน้าแผนกแปรรูปผลไม้ ที่ได้อุปถัมภ์ความรู้และให้คำปรึกษาแนะนำด้วยดีตลอดมา



คณะผู้ดำเนินงาน
นางสาวพิกุล เปรมสวัสดิ์
นางสาวธันยพร อุดม

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของ โครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ.....	1
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 ใบแสดงรายการวัสดุ (Bill of Materials)..... PPC	4
2.2 น้ำผลไม้เข้มข้น.....	5
2.3 การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)..... OR	7
2.4 ระบบการผลิต (Production System)..... PPC	10
2.5 สินค้าคงคลัง (Inventory).....	12
2.6 Visual Basic for Applications (VBA).....	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	18
3.1 เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา.....	18
3.2 นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	18
3.3 ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	18

3.4	สร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของ ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น.....	18
3.5	ทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม.....	19
3.6	ทำการปรับปรุงแก้ไข โปรแกรมให้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง.....	19
3.7	สรุปผลโครงการ.....	19
บทที่ 4	ผลการดำเนินงานวิจัย.....	20
4.1	การศึกษาและเก็บข้อมูล.....	20
4.2	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)	31
4.3	การทดสอบแบบจำลอง.....	43
4.4	การเขียนโปรแกรม.....	52
4.5	ผลการทดสอบโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น.....	71
4.6	การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)	78
4.7	ความสามารถของโปรแกรม.....	81
4.8	ข้อจำกัดของโปรแกรม.....	83
4.9	เปรียบเทียบการวางแผนที่ใช้ในปัจจุบัน และการใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผน.....	83
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	85
5.2	ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินโครงการ.....	85
5.3	แนวทางการแก้ปัญหา.....	86
5.4	ข้อเสนอแนะ.....	86
	เอกสารอ้างอิง.....	87
	ภาคผนวก ก.....	88
	ภาคผนวก ข.....	103
	ภาคผนวก ค.....	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ (Gantt Chart)	3
4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง	44
4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น	46
4.3 ผลที่ได้จากโปรแกรม Solver ในส่วนของ Part 1 (บางส่วน).....	50
4.4 ผลที่ได้จากโปรแกรม Solver (แผนการผลิต) ในส่วนของ Part 2 (บางส่วน).....	50
4.5 ผลที่ได้จากโปรแกรม Solver (ปริมาณวัตถุดิบ) ในส่วนของ Part 2 (บางส่วน).....	51
4.6 แสดงความสัมพันธ์ของสมการกับ Cell ใน Microsoft Excel ของการผลิต น้ำผลไม้แช่แข็ง (Part 1).....	60
4.7 แสดงความสัมพันธ์ของสมการกับ Cell ใน Microsoft Excel ของการผลิต น้ำผลไม้เข้มข้น (Part 2).....	60
4.8 แสดงรายการสั่งซื้อสินค้าของถูกค้า.....	72
4.9 การวิเคราะห์ความไว (Part 1)	79
4.10 การวิเคราะห์ความไว (Part 2).....	80

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดง โครงสร้างของผลิตภัณฑ์และรายการที่ประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์.....	4
2.2 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนจัดให้มีของคงคลัง.....	14
4.1 แสดงผล ไม้สดที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง.....	20
4.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น.....	21
4.3 แสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น.....	22
4.4 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง.....	25
4.5 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น.....	26
4.6 แผนผังแสดงความเชื่อมโยง ระหว่างแบบจำลองที่ 1 กับแบบจำลองที่ 2.....	29
4.7 แสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง.....	30
4.8 แสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น.....	37
4.9 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของ โปรแกรม.....	49
4.10 แสดงตัวอย่าง Interface บางส่วนของ Part 1 (น้ำผลไม้แช่แข็ง).....	52
4.11 แสดงตัวอย่าง Interface บางส่วนของ Part 2 (น้ำผลไม้เข้มข้น).....	53
4.12 แสดงตารางค่าใช้จ่ายสำหรับคำนวณค่าใช้จ่ายต่ำสุด Part 1 (น้ำผลไม้แช่แข็ง).....	53
4.13 แสดงตำแหน่งที่เซลล์ถูกอ้างอิง.....	55
4.14 แสดงตำแหน่งเซลล์ที่ถูกอ้างอิงใน โปรแกรม Solver.....	55
4.15 แสดงตำแหน่งที่เซลล์ถูกอ้างอิง.....	58
4.16 แสดงตำแหน่งที่เซลล์ถูกอ้างอิงใน โปรแกรม Solver.....	58
4.17 แสดงกล่องรับข้อมูลของ โปรแกรม Solver.....	59
4.18 แสดงกล่องรับข้อมูลสำหรับสมการเงื่อนไข.....	59
4.19 การกำหนดค่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	61
4.20 การกำหนดค่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ).....	61
4.21 แสดงข้อมูลที่กรอกเข้าไปใน โปรแกรม Solver ของการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง (Part 1).....	62
4.22 แสดงข้อมูลที่กรอกเข้าไปใน โปรแกรม Solver ของการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (Part 2).....	62
4.23 แผนผังการทำงานของ โปรแกรม.....	64
4.24 หน้าแรกของ โปรแกรม.....	65
4.25 การแจ้งข้อผิดพลาดเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ตรงตามที่ต้องการ.....	66
4.26 การแจ้งข้อผิดพลาดเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ตรงตามที่ต้องการ.....	67
4.27 แสดงแบบฟอร์มการรับค่าปริมาณความต้องการของลูกค้า.....	68

4.28 แสดงแบบฟอร์มการรับค่าการ Update ส่วนผสม.....	68
4.29 แสดงแบบฟอร์มการรับเลือกแผนการผลิตตามความต้องการ.....	69
4.30 แสดงการสร้างแบบฟอร์มใน VBA.....	70
4.31 แสดงการเขียน Code โปรแกรมใน VBA.....	71
4.32 แสดงหน้าแรกของโปรแกรม.....	72
4.33 แสดงหน้าแรกของแผนข้อมูลที่ต้องการ.....	73
4.34 แสดงการกรอกข้อมูลปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ต้องการ.....	74
4.35 แสดงกล่องข้อความยืนยันการประมวลผล.....	74
4.36 แสดงแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น.....	75
4.37 แสดงกล่องข้อความยืนยันการดูปริมาณส่วนผสมที่เหลือ.....	75
4.38 แสดงปริมาณส่วนผสมที่เหลือ.....	76
4.39 แสดงการเลือกข้อมูลที่ต้องการทราบเพื่อดูแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง.....	76
4.40 แสดงแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง.....	77
4.41 แสดงการกรอกข้อมูล เพื่อเพิ่มส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต.....	78
4.42 แสดงตัวอย่างคำอธิบายการใช้โปรแกรมในหน้ากรอกข้อมูล.....	81
4.43 แสดงตัวอย่างผลที่ได้จาก โปรแกรม.....	82
4.44 แสดงตัวอย่างการเพิ่มปริมาณส่วนผสมเข้าไปใน โปรแกรมในหน้ากรอกข้อมูล.....	82
4.45 แสดงตัวอย่างความต้องการผลไม้สด.....	83
4.46 แสดงตัวอย่างปริมาณวัตถุดิบ.....	84

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันบริษัทผลิตและแปรรูปผลไม้ ซึ่งเป็นบริษัทกรณีศึกษา มีผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของบริษัท ได้แก่ ลำไย อาหารแปรรูปต่างๆ เช่น ปลาต้ม น้ำผลไม้เข้มข้น เป็นต้น รวมไปถึงผลไม้สดอีกด้วย ทำให้มีลูกค้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นของบริษัทฯ แผนกแปรรูปผลไม้มีปัญหาในเรื่องความยุ่งยากและความซับซ้อนในการหาปริมาณวัตถุดิบ (Raw Material) สำหรับใช้ในการผลิตที่แน่นอน จึงทำให้มีปริมาณวัตถุดิบที่ไม่แน่นอน ทำให้เกิดการเน่าเสียของวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์มีมากเกินไปจนเกิดความเสียหาย ทำให้มีสินค้าคงค้างในคลังเก็บ ส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดที่จะสร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นให้กับบริษัทฯ โดยใช้การเขียน VBA Macros บน Microsoft Excel ช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิต เพื่อให้สามารถวางแผนการผลิตได้อย่างถูกต้อง โดยทำให้การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นของบริษัทฯ มีความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและเกิดผลกำไรสูงที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อสร้าง โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

- 1.3.1 โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น
- 1.3.2 คู่มือการใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

โปรแกรมผ่านการทดสอบจากหัวหน้าแผนกแปรรูปผลไม้

1.5 ขอบเขตการทำโครงการ

- 1.5.1 เป็น โปรแกรมที่ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นเท่านั้น
- 1.5.2 ข้อมูลทั้งหมดในโครงการนี้อยู่ในช่วงเดือนมกราคม 2551 – มกราคม 2553

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาข้อมูลและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

1.6.2 ศึกษาโปรแกรม VBA และการใช้งานบน Microsoft Excel

1.6.3 เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา

1.6.4 นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.6.5 ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.6.6 สร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิต และหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำ

ผลไม้เข้มข้น

1.6.7 ทดสอบ ประเมินผลการใช้โปรแกรม

1.6.8 ทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ใช้งานได้ถูกต้อง

1.6.9 สรุปผลโครงการ

1.6.10 จัดทำรูปเล่ม



1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ (Gantt chart)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.	ศึกษาข้อมูลและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์	■						
2.	ศึกษาโปรแกรม VBA และการใช้งานบน Microsoft Excel	■	■					
3.	เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา	■	■	■				
4.	นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์			■	■			
5.	ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์				■			
6.	สร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น					■	■	
7.	ทดสอบ ประเมินผลการใช้โปรแกรม						■	
8.	ทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ใช้งานได้ถูกต้อง							■
9.	สรุปผลโครงการ							■
10.	จัดทำรูปเล่ม							■

1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

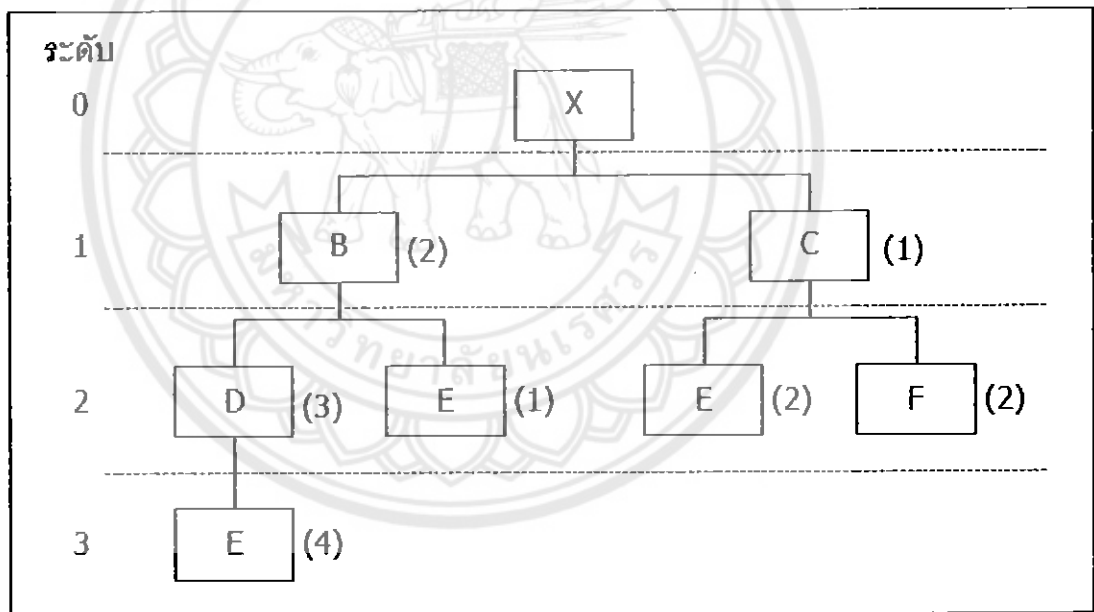
1.8.1 ค่าวัสดุและอุปกรณ์	500	บาท
1.8.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปโรงงาน	500	บาท
1.8.3 ค่าจ้างถ่ายเอกสาร	1000	บาท
รวมเป็นเงิน	2000	บาท (ขออนุมัติตัวเฉลี่ยทุกรายการ)

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ใบแสดงรายการวัสดุ (Bill of Materials)

ใบแสดงรายการวัสดุ (Bill of Materials หรือ BOM) สำหรับใช้คำนวณปริมาณความต้องการที่แสดงในตารางการผลิต โดย BOM จะแสดง โครงสร้างผลิตภัณฑ์และรายการที่ประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบตามลำดับชั้น ดังนั้น BOM จึงประกอบด้วยรายการชิ้นส่วนและปริมาณที่ต้องใช้สำหรับการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ โดยโครงสร้างระดับบนสุด (Level 0) คือ ผลิตภัณฑ์หรืออุปสงค์อิสระ ระดับที่ 1 แสดงส่วนการประกอบย่อย (Sub-Assemblies) ส่วนระดับที่ 2 คือ องค์ประกอบหรือชิ้นส่วน (Components) และระดับที่ 3 คือ วัตถุดิบที่ใช้สำหรับการประกอบเป็นชิ้นส่วน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และรายการที่ประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์

ที่มา : http://www.thaiautoparts.or.th/km/showkmdetail.php?q_id=85

สำหรับการวางแผนวัสดุ จะเริ่มจากการใช้ข้อมูลการพยากรณ์ยอดขายและประมาณการใช้วัสดุ ซึ่งแสดงถึงประเภทและปริมาณชิ้นส่วนที่จำเป็นสำหรับการผลิตในรูปแบบภูมิรายละเอียด (Explosion Chart) ดังนั้น หากเกิดความผิดพลาดขณะทำ BOM ก็จะส่งผลกระทบต่อระดับสินค้าคงคลังและค่าใช้จ่ายเนื่องจากความผิดพลาดในคำสั่งซื้อ รวมทั้งความคลาดเคลื่อนปริมาณผลิต โดย

ที่ BOM แสดงรายการชิ้นส่วนและรายละเอียดเพื่อให้ฝ่ายงานเกี่ยวข้อง ได้ใช้ข้อมูลใบรายการวัสดุ ดังเช่น

1. ฝ่ายวิศวกรรม ใช้ BOM เพื่อแสดงรายการชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบผลิตภัณฑ์
2. ฝ่ายบัญชี ใช้ข้อมูลจาก BOM เพื่อใช้คำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์
3. ฝ่ายการตลาด ใช้ข้อมูลสำหรับตั้งราคาผลิตภัณฑ์
4. ฝ่ายผลิต ใช้โครงสร้างใบรายการวัสดุ เพื่อระบุขั้นตอนการผลิตและวิธีการทำงาน รวมทั้งมาตรฐานแต่ละขั้นตอน (Thai Autoparts Manufacturers Association, 2552)

2.2 น้ำผลไม้เข้มข้น

การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นเป็นอีกหนึ่งอุตสาหกรรมการแปรรูปที่สำคัญมากของประเทศไทย เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นจะช่วยลดพื้นที่ในการเก็บ และมีอายุการเก็บรักษา (Shelf Life) ที่ยาวนาน อีกทั้งยังสะดวกต่อการขนย้าย ส่งผลให้ค่าขนส่งลดลง

กระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น นิยมใช้ความร้อนภายใต้ระบบสุญญากาศมาช่วยลดอุณหภูมิในการระเหยของน้ำผลไม้ แต่น้ำผลไม้จะยังได้รับความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นและรสชาติ รวมทั้งการสูญเสียวิตามิน และเกลือแร่ที่สำคัญของน้ำผลไม้ ในปัจจุบันได้มีความพยายามศึกษาพัฒนาการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น เพื่อให้สามารถรักษาสีกลิ่นและรสชาติ ทำให้เกิดแนวความคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นที่ระดับอุณหภูมิปกติ (25 - 30 องศาเซลเซียส)

วิธีเมมเบรน (Membrane Process) เป็นการแยกส่วนของของเหลวออก โดยการกรองด้วยเมมเบรนชนิดต่างๆ ภายใต้สภาวะแรงดันซึ่งอาศัยความแตกต่างของขนาดโมเลกุล ทำให้น้ำผลไม้มีความเข้มข้นมากขึ้น และสามารถทำได้ที่ระดับอุณหภูมิปกติ จึงไม่มีผลกระทบต่อสี กลิ่น และรสชาติตามธรรมชาติของน้ำผลไม้ รวมทั้งมีความเป็นไปได้สูงในการพัฒนานำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรม สำหรับวิธีของเมมเบรนเทคโนโลยีที่สำคัญ อาทิเช่น ไมโครฟิลเตรชัน (Micro filtration) อัลตราฟิลเตรชัน (Ultra filtration) นาโนฟิลเตรชัน (Nan filtration) รีเวิร์สออสโมซิส (Reverse osmosis) อิเล็กโตรไดอะไลซิส (Electro dialysis) การแยกส่วนของแก๊ส (Gas separation) และเมมเบรนคิสทิลเลชัน (Membrane distillation) แต่ในกรณีนี้ จะขอกกล่าวถึงเมมเบรนเทคโนโลยีที่สำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น เพียง 2 วิธีเท่านั้น ได้แก่

1) Reverse Osmosis (RO) เป็นเมมเบรนเทคโนโลยีที่นิยมมากที่สุดในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น มีการนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมนานกว่า 30 ปี และกำลังพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบ RO เป็นเมมเบรนที่ผลิตมาจากวัสดุพอลิเอไมด์ (Polyamide) หรือเซลลูโลส (Cellulose) มีขนาดของรัศมีของรูพรุนของเมมเบรนประมาณ 0.0001 - 0.001

ไมโครเมตร และมีคุณสมบัติเป็น Semi-permeable ซึ่งจะยอมให้โมเลกุลของน้ำผ่านได้เท่านั้น จึงสามารถแยกเอาน้ำออกจากน้ำผลไม้ที่ระดับอุณหภูมิต่ำ แต่มีความสามารถในการทำให้เข้มข้นที่จำกัด ที่ประมาณ 20 - 25 องศาบริกซ์เท่านั้น โดยไม่มีผลกระทบในด้านคุณภาพ เนื่องจากสารประกอบให้สี กลิ่นและรส ไม่สามารถซึมผ่านเมมเบรนชนิดนี้ได้ จึงรักษาคุณภาพของน้ำผลไม้ได้อย่างดี เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Rukhavibul และ Noomhorm นอกจากนี้ข้อควรระวังของวิธี RO ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาเนื่องจากเอนไซม์ในน้ำผลไม้และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากงานวิจัยของ A'lvarez และคณะ ในปี ค.ศ.2000 ได้ทำการศึกษาระบวนการผลิตน้ำแอปเปิ้ลเข้มข้นโดยใช้วิธี RO ในการแยกน้ำออกจากน้ำผลไม้ จนมีความเข้มข้นที่ 25 องศาบริกซ์ จากนั้นใช้การระเหยด้วยความร้อนภายใต้สภาวะสูญญากาศ มาระเหยจนน้ำแอปเปิ้ลมีความเข้มข้นที่ 60.5 องศาบริกซ์ และเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตน้ำแอปเปิ้ลเข้มข้นที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยคำนวณต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต พบว่าวิธี RO มีต้นทุนเพียง 984.9 ยูโรต่อการผลิตน้ำแอปเปิ้ลเข้มข้นหนึ่งตัน ในขณะที่การผลิตด้วยวิธีการใช้ความร้อน มีต้นทุนประมาณ 1,068.8 ยูโรต่อการผลิตน้ำแอปเปิ้ลเข้มข้นหนึ่งตัน จะเห็นได้ว่าวิธี RO มีต้นทุนที่ถูกกว่ามาก นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเมมเบรนเทคโนโลยีที่ใช้หลักการของออสโมติกในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น เพื่อใช้ขยายขีดความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ได้แก่ วิธี Direct Osmosis Concentration ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 40 - 45 องศาบริกซ์ แต่เทคโนโลยีดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าวิธี RO หลายเท่าตัว และมีอัตราการผลิตประมาณ 1.8 - 2.5 ลิตรต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าวิธี RO มาก จึงไม่เหมาะสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2) Ultra Filtration Membrane (UF) เป็นเมมเบรนที่ผลิตจากวัสดุพอลิอะคริไลนไตรล (Polyacrylonitrile) หรือพอลิซัลโฟน (Polysulfone) และมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ RO แต่มีขนาดของรูพรุนของเมมเบรนที่ใหญ่กว่า RO โดยมีรัศมีของรูเมมเบรนประมาณ 0.001 - 0.01 ไมโครเมตร ทำให้สามารถแยกสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำออกไปได้ เช่น ไอออนชนิดต่างๆ อีกทั้งใช้ความดันที่ระดับปานกลาง (ประมาณ 5 - 10 บาร์) สำหรับการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นนั้น วิธี UF อาจจะไม่เป็นที่นิยมเท่ากับวิธี RO นะ แต่วิธี UF ก็นิยมใช้ในด้านการเพิ่มคุณภาพของน้ำผลไม้ ซึ่งผลการศึกษาของ Chainchong และ Noomhorm พบว่าการใช้วิธี UF ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นสามารถเพิ่มคุณภาพของน้ำผลไม้เข้มข้นได้ เช่น ทำให้น้ำผลไม้มีความใสมากขึ้น และทำให้เอนไซม์มีความบริสุทธิ์มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีเมมเบรนอีกหลายชนิดที่แม้ว่าจะไม่นิยมใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น แต่ก็มีส่วนช่วยพัฒนาคุณภาพของน้ำผลไม้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2552)

2.3 การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

การโปรแกรมเชิงเส้น เป็นเทคนิคที่รู้จักกันแพร่หลายและเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ในหลายๆ ด้าน นักบริหาร วิศวกรหรือนักวิทยาศาสตร์ในหลายๆ หน่วยงาน ได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยหรือทรัพยากร (Allocating Resource) โดยที่ปัจจัยหรือทรัพยากรมีความหมายรวมถึงวัตถุดิบ กำลังคน เวลา สถานที่ เงินตรา หรือความรู้ความสามารถต่างๆ ปัญหาการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรเกิดขึ้น เมื่อเราต้องการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดทั้งขนาด ปริมาณ และขอบเขตของการใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

โปรแกรมเชิงเส้นเป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เป็นแบบเชิงเส้น โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด (Optimization) เช่น กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หรือแนวทางการดำเนินงานอื่นๆ ที่ให้ผลประโยชน์มากที่สุดต่อระบบนั้นๆ โดยพิจารณาเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด เช่น สภาพตลาด การขาดแคลนวัตถุดิบ กำลังคน เงินทุน สถานที่ ความรู้ ข้อจำกัดของกฎหมายและระเบียบต่างๆ ของสังคม นโยบายของฝ่ายบริหาร ขอบข่ายของธุรกิจที่ดำเนินอยู่และอื่นๆ (ระวี สุวรรณเดโชไช, 2550)

2.3.1 ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Problem)

ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น คือ ปัญหาเกี่ยวกับการใช้หรือการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ เป้าหมายจะเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปร เรียกว่า ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) กำหนดในเทอมของการหาค่าสูงสุดหรือการหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชัน โดยมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้หรือการจัดสรรทรัพยากร อันได้แก่ กำลังคน เงินทุน วัตถุดิบ เครื่องจักร ทรัพย์สินต่างๆ ฯลฯ (ศรี วรกุลสวัสดิ์, 2533)

2.3.2 รูปแบบมาตรฐานของการโปรแกรมเชิงเส้น

ซึ่งเขียนเป็นสมการหรือสมการเชิงเส้น ได้ดังนี้

ในกรณีของการหาค่าสูงสุด

$$\text{หาสูงสุดของ} \quad Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.1)$$

$$\text{ภายใต้ข้อจำกัด} \quad a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2.2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (2.3)$$

...

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (2.4)$$

$$\text{และ } x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (2.5)$$

ในกรณีของการหาค่าต่ำสุด

$$\text{หาค่าต่ำสุดของ } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$\text{ภายใต้ข้อจำกัด } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \quad (2.6)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2 \quad (2.7)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \quad (2.8)$$

$$\text{และ } x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (2.9)$$

โดยที่

x_j = ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) หรือจำนวนหน่วยของกิจกรรมที่ j ที่จะตัดสินใจทำ เช่น อาจหมายถึง จำนวนหน่วยของสินค้าที่ j ที่เราจะทำการผลิต $j = 1, 2, 3, \dots, n$

c_j = ผลตอบแทน (Profit หรือ Return) ที่ได้จากการตัดสินใจทำกิจกรรมที่ j หนึ่งหน่วย เช่น ในกรณีของการผลิตสินค้าจำนวน c_j จะหมายถึง กำไรที่ได้จากการจำหน่ายสินค้าชนิดที่ $j = 1, 2, 3, \dots, n$

a_{ij} = จำนวนทรัพยากรชนิดที่ i ที่จะใช้ในการทำกิจกรรมที่ j หนึ่งหน่วย (Resource Consumption Rate)

b_i = จำนวนทรัพยากร (Resource) ชนิดที่ i ที่มีอยู่เพื่อใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

เราต้องการที่จะหาค่าของตัวแปรตัดสินใจ x_j ต่างๆ ว่าควรจะมีค่าเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด โดยที่ตัวแปรตัดสินใจเหล่านั้น จะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด ในการใช้ทรัพยากร m ข้อจำกัดคือ ใช้ทรัพยากรไม่เกินปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่ ตลอดจนทั้งมีค่าไม่น้อยกว่าศูนย์ด้วย โดยค่า a_{ij} , b_i และ c_j เป็นค่าที่เราทราบ

จะเห็นว่า โครงสร้างของตัวแบบปัญหาการ โปรแกรมเชิงเส้นประกอบด้วย

1) ฟังก์ชันเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ (Objective Function) ซึ่งวางไว้อย่างชัดเจนและกำหนดค่าของเป้าหมายชัดเจนเป็นปริมาณ

2) สมการข้อจำกัดของปัญหา (Functional Constraints) ซึ่งอยู่ในรูปของสมการ (\leq หรือ \geq) หรือรูปของสมการ ($=$) ก็ได้ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปร และเป็นขอบเขตที่กำหนดว่า จะมีโอกาสใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างไร

3) สมการข้อจำกัดของตัวแปรตัดสินใจ กำหนดไว้ว่า ตัวแปร (Variable) ทุกตัวจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 เสมอ จะเป็นลบไม่ได้

คำตอบของตัวแปรตัดสินใจที่ได้จากการแก้ปัญหาคงโปรแกรมเชิงเส้นมาตรฐานนี้ เรียกว่า คำตอบ (Solution) ซึ่งจะแบ่งคำตอบออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1) คำตอบทั่วไป (Solution) หมายถึง ค่าของตัวแปรตัดสินใจที่สอดคล้องกับข้อจำกัดของปัญหา (Functional Constraints) เท่านั้น โดยไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับข้อจำกัดที่ตัวแปรตัดสินใจที่ตัวแปรตัดสินใจจะต้องมีค่าไม่ติดลบ

2) คำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ได้แก่ คำตอบทั่วไปที่สอดคล้องกับข้อจำกัดที่ตัวแปรตัดสินใจจะต้องมีค่าไม่ติดลบ

3) คำตอบที่เป็นไปไม่ได้ (Infeasible Solution) ได้แก่ คำตอบทั่วไปที่มีค่าของตัวแปรตัดสินใจไม่เป็นไปตามข้อจำกัดที่ว่า ค่าของตัวแปรตัดสินใจจะต้องมีค่าไม่ติดลบ

4) คำตอบพื้นฐาน (Basic Solution) ในปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นที่มีตัวแปรตัดสินใจ n ตัวแปร และสมการข้อจำกัดของปัญหาอยู่ m สมการ โดยมีจำนวนตัวแปรมากกว่าจำนวนสมการ ($n > m$) เราจะทำการกำหนดค่าของตัวแปรตัดสินใจ ($n-m$) ตัวแปร เท่ากับ 0 จะทำให้เหลือตัวแปรตัดสินใจที่ไม่ทราบค่าเพียง m ตัวแปร หรือมีจำนวนตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่าเท่ากับจำนวนสมการ เมื่อเราทำการหาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหลือ m ตัวแปรนี้ คำตอบที่ได้จะเรียกว่า เป็นคำตอบพื้นฐาน

5) คำตอบพื้นฐานที่เป็นไปได้ (Basic Feasible Solution) ได้แก่ คำตอบพื้นฐานที่สอดคล้องกับข้อจำกัดของตัวแปรตัดสินใจที่จะต้องมีค่าไม่ติดลบ

6) คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) ได้แก่ คำตอบทั่วไปที่เป็นไปได้ ที่ให้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายที่ดีที่สุด คือ สูงที่สุดหรือต่ำที่สุด ตามความต้องการของปัญหา

7) คำตอบที่ไม่มีขอบเขต (Unbounded Solution) ได้แก่ คำตอบทั่วไปที่ให้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายเป็น $+\infty$ (หรือ $-\infty$) ในกรณีของการหาค่าสูงสุด (หรือหาค่าต่ำสุด)

2.3.3 การหาคำตอบของปัญหาคงโปรแกรมเชิงเส้น

การหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาคงโปรแกรมเชิงเส้นอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.3.3.1 วิธีกราฟ (Graphical Method) การหาคำตอบที่ดีที่สุด ด้วยวิธีกราฟนั้น จะต้องใช้ในปัญหาที่มีตัวแปรตัดสินใจเพียง 2 ตัวแปร โดยเราจะพิจารณาคำตอบที่ดีที่สุดได้จากการพิจารณารูปกราฟที่สร้างขึ้น

2.3.3.2 วิธีพีชคณิต (Algebraic Method) เป็นวิธีการแก้ปัญหที่เข้าใจได้ง่าย หากปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นมีคำตอบที่ดีที่สุด วิธีพีชคณิตจะช่วยให้หาคำตอบได้ภายในจำนวนรอบการคำนวณที่จำกัด (Finite Number of Iterations) และหากปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นไม่มีคำตอบที่ดีที่สุด คือไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้ (Infeasible Solution) หรือเป็นปัญหาที่ให้ค่าฟังก์ชันเป้าหมายที่ไม่มีขอบเขต (Unbounded Solution) วิธีพีชคณิตก็จะบอกให้ทราบเช่นกัน

3.3.3.3 วิธีการซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) วิธีนี้มีการพัฒนาจากวิธีทางพีชคณิตที่อาศัยทฤษฎีของเมทริกซ์ เข้าร่วมจัดรูปแบบปัญหาให้มีระบบยิ่งขึ้น ช่วยให้สังเกตความเปลี่ยนแปลงตัวแปรได้ง่าย และสามารถเข้าใจแนวทางที่ตัวแปรแต่ละตัวจะเปลี่ยนไปอย่างมีเหตุผล วิธีดังกล่าวจะเริ่มดำเนินการเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ ให้มีผลต่อสมการกำหนดเป้าหมายโดยมีผลแนวโน้มนำสู่เป้าหมายในทางที่เร็วที่สุด การจัดรูปสมการเข้าเป็นตารางแล้วดำเนินการตามขั้นตอนที่ถูกต้องจะต้องทำให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดอาจจะมีได้หลายๆ คำตอบ

ขั้นตอนของวิธีการ Simplex Method สามารถสรุปง่ายๆ ได้ดังนี้

- 1) ขั้นตอนเริ่มต้น เริ่มจากการหาคำตอบเริ่มต้นนั้น คือ คำตอบที่อยู่ในพื้นที่ที่เป็นคำตอบของสมการแสดงขอบข่ายคำนวณหาค่าของสมการกำหนดเป้าหมาย
- 2) ขั้นตอนทำซ้ำ เลื่อนไปสู่จุดยอดที่อยู่ติดกันบนพื้นที่ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดทั้งหมด ถ้าค่าของสมการกำหนดเป้าหมายให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า (ทำซ้ำข้อ 2 จนกว่าเงื่อนไขข้อ 3 จะเป็นจริง)
- 3) ขั้นตอนการตรวจสอบค่าที่ดีที่สุด จุดยอดที่ได้จะเป็นคำตอบถ้าไม่มีจุดยอดใดๆ ที่ติดกันบนพื้นที่ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดทั้งหมดที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า (ประกอบ จิริกิติ, 2535)

2.4 ระบบการผลิต (Production System)

การผลิต (Production) หมายถึง กระบวนการกระทำให้เกิดการแปรสภาพปัจจัยการผลิตจนได้ผลผลิตออกมา ซึ่งอาจเป็นสินค้าหรือบริการก็ได้

การวางแผน (Planning) คือการกำหนดแผนงานไว้ล่วงหน้าเพื่อผลสำเร็จที่ต้องการ โดยเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจล่วงหน้าเกี่ยวกับงานที่จะทำในอนาคต เป็นการศึกษาวิเคราะห์และตัดสินใจให้ได้สิ่งที่ดีที่สุดก่อนทำ เป็นการมุ่งแก้ปัญหาล่วงหน้าและเป็นวิธีการมุ่งอนาคตและมุ่งผลสำเร็จ

2.4.1 ประเภทของการวางแผนงาน

2.4.1.1 การวางแผนระยะยาว (Long-range Planning) จะมีช่วงระยะเวลาในการวางแผนตั้งแต่ 5 - 10 ปี

2.4.1.2 การวางแผนระยะปานกลาง (Intermediate Planning) จะมีช่วงระยะเวลาในการวางแผนตั้งแต่ 2 - 5 ปี

2.4.1.3 การวางแผนระยะสั้น (Short-range Planning) จะมีช่วงระยะเวลาในการวางแผนตั้งแต่ 3 เดือนถึง 2 ปี

2.4.2 การวางแผนการผลิต (Production Planning)

การวางแผนการผลิต คือ การจัดการวางแผนในหน่วยงานต่างๆ เครื่องมือ เครื่องจักรและระบบวิธีการในการผลิต เพื่อทำการผลิตสินค้าหรือบริการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่าย ระยะเวลาและความสะดวกเป็นขั้นพื้นฐาน

2.4.2.1 ลักษณะของการวางแผนการผลิตสินค้า

1) การวางแผนการผลิตและแปรสภาพ คือ การกำหนดแผนงานต่างๆ ที่สามารถทำให้การผลิตสำเร็จ ซึ่งรายละเอียดที่ต้องคำนึงถึงคือ

- 1.1) การวางแผนกำลังการผลิต
- 1.2) การวางแผนเลือกที่ตั้งโรงงาน
- 1.3) การวางแผนระบบการผลิต
- 1.4) การวางแผนผลิตภัณฑ์โดยการวิจัยและพัฒนา

2) การวางแผนการใช้ระบบการผลิตและแปรสภาพ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเพื่อใช้ระบบการผลิต กิจกรรมดังกล่าว เช่น

- 2.1) การพยากรณ์การผลิตรวม
- 2.2) การวางแผนกิจกรรมการผลิตรวม
- 2.3) การจัดลำดับการผลิต
- 2.4) การควบคุมการผลิต
- 2.5) การวางแผนกำลังคน

2.4.3 หน้าที่การวางแผนและควบคุมการผลิต

วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการวางแผนและควบคุมการผลิต คือ การวางแผนและควบคุมการไหลวัสดุที่เข้ามา ผ่านเข้าไป และออกมาจากโรงงาน โดยทำให้องค์การมีกำไรสูงสุด ดังนั้น การควบคุมการผลิตจึงต้องจัดหาวิธีการคาดคะเนความต้องการของลูกค้า ทุน ความสามารถในการผลิต กำลังคน เป็นต้น ได้อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง การคาดคะเนนี้ไม่เพียงแต่พิจารณาปัจจัยในปัจจุบันเท่านั้น แต่พิจารณาถึงอนาคตด้วย

ขั้นตอนการวางแผนและควบคุมการผลิต มีดังนี้

- 1) คาดคะเนความต้องการของสินค้า

2) ตรวจสอบความต้องการสินค้าจริงเปรียบเทียบกับความต้องการที่คาดคะเนไว้ และแก้ผลของการคาดคะเนถ้าจำเป็น

3) การจัดหาขนาดของรุ่นที่ประหยัด (Economic Lot Size) ในการจัดซื้อและการผลิตสินค้า

4) การจัดการระบบพัสดุคงคลังที่ประหยัด (Economic Inventory System)

5) จัดการผลิตให้สินค้ามีปริมาณตามต้องการ และจัดหาวัสดุคงคลังให้ได้ระดับตามที่ต้องการ ณ เวลาที่กำหนด

6) ตรวจสอบระดับวัสดุคงคลัง เปรียบเทียบกับที่ได้วางแผนไว้และแก้ไขแผนการผลิตถ้าจำเป็น

7) จัดทำรายละเอียดกำหนดการผลิต (Production Schedules) เช่น Job Assignments และ Machine Loading เป็นต้น

8) ทำแผนโครงการโดยใช้ CPM หรือ PERT เป็นต้น

2.5 สินค้าคงคลัง (Inventory)

สินค้าคงคลัง คือ สินค้าและวัสดุต่างๆ ที่สถานประกอบการจะต้องมีไว้เพื่อบำเนินการผลิตให้อยู่ในสภาวะปกติ

2.5.1 ประเภทของสินค้าคงคลัง

2.5.1.1 การแบ่งลักษณะของสินค้าคงคลังตามลักษณะหน้าที่ (Function)

- 1) สินค้าคงคลังเพื่อป้องกันการขาดแคลน (Fluctuation Inventories)
- 2) สินค้าคงคลังประเภทมีเผื่อไว้เพื่อการขายในคราวต่อไป (Anticipation Inventories)
- 3) สินค้าคงคลังประเภทสินค้าที่สั่งเข้ามาคราวละจำนวนมากๆ (Lot-size Inventories)
- 4) สินค้าคงเหลือประเภทสินค้าระหว่างทาง (Transportation Inventories)

2.5.1.2 การแบ่งสินค้าคงคลังตามสภาพการผลิต (Processing)

- 1) วัตถุดิบ (Material)
- 2) ตัวชิ้นส่วน (Spare Parts)
- 3) วัตถุดิบสิ้นเปลือง (Supplies)
- 4) ด้งานที่ยังทำอยู่ (Work In-Process)
- 5) ด้สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods)

2.5.2 ต้นทุนของคงคลัง

2.5.2.1 ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Costs) เป็นต้นทุนที่จ่ายไปเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ต้นทุนประเภทนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งซื้อ

2.5.2.2 ต้นทุนในการสั่งผลิต (Setup Costs) คือ บริษัทจะต้องจ่ายต้นทุนในการสั่งผลิตจำนวนหนึ่งทุกครั้ง que เริ่มสั่งให้มีการผลิตใหม่ ต้นทุนชนิดนี้ประกอบด้วย ต้นทุนในการจัดวางสายการผลิต หรือติดตั้งเครื่องจักรเมื่อมีการเริ่มงานใหม่ ต้นทุนในการจัดเตรียมเอกสารเกี่ยวกับคำสั่งงาน การอนุมัติการผลิตและต้นทุนในการสั่งซื้อ ของคงคลังบางชนิดที่ใช้ในการผลิต ต้นทุนค่าล่วงเวลา ค่าจ้างคนงาน การฝึกหัด การปลดคนงานออก ตลอดจนค่าแรงงานในการผลิตขั้นทดลอง

2.5.2.3 ต้นทุนในการจัดให้มีของคงคลัง (Holding Costs) คือ ต้นทุนที่เกิดจากบริษัทจัดหาของคงคลังเข้ามาเก็บไว้จำนวนหนึ่ง

2.5.2.4 ต้นทุนที่เกิดจากของขาดแคลน (Shortage Costs) เมื่อมีสินค้าไม่พอขาย หรือมีวัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนประกอบไม่เพียงพอแก่การผลิต จะเกิดค่าใช้จ่ายที่ยากต่อการประเมินค่าได้ว่า จะเกิดค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง และเป็นจำนวนเท่าไร เช่นกรณีที่สินค้าไม่พอจ่าย ก็จะทำให้ขาดรายได้ที่ควรจะได้จากการขายสินค้านั้น และอาจทำให้ขาดความน่าเชื่อถือจากลูกค้าจนทำให้เสียลูกค้าให้กับคู่แข่งได้

2.5.3 ระบบการควบคุมของคงคลัง

การจัดการของสินค้าคงคลัง มีวิธีให้เลือกอยู่ 2 วิธี คือ

1) วิธีพิจารณาจุดสั่งซื้อหรือจุดสั่งผลิต (Order Point System) ซึ่งจะเป็นวิธีการสั่งของคงคลังเข้ามาแทนที่ เมื่อรายการของคงคลังลดค่าลงถึงจุดที่กำหนด ซึ่งจะเรียกจุดนี้ว่าจุดสั่งซื้อหรือสั่งผลิต

2) วิธีการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP - Material Requirements Planning)

การที่ต้องมีการควบคุมสินค้าคงคลัง มีจุดประสงค์ดังนี้

1) เพื่อต้องการรู้ว่าจะซื้อสินค้าเมื่อใด (When) และควรจะซื้อมาปริมาณเท่าไร (How much) จึงจะผลิตสินค้าให้พอกับการขายทั้งเพื่อการประหยัดต้นทุน

2) เพื่อป้องกันการขาดแคลนสินค้า (Stock - out)

3) เพื่อลดความสูญเสียหรือเสียโอกาสในการทำกำไร เนื่องจากสินค้าคงคลังขาดหรือไม่ มีขายยอมทำให้เสียลูกค้า

4) เพื่อลดการดูแลและค่าใช้จ่ายกับการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่มีปริมาณมากเกินความจำเป็น

5) เพื่อการควบคุมระดับปริมาณของสินค้าคงเหลือให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

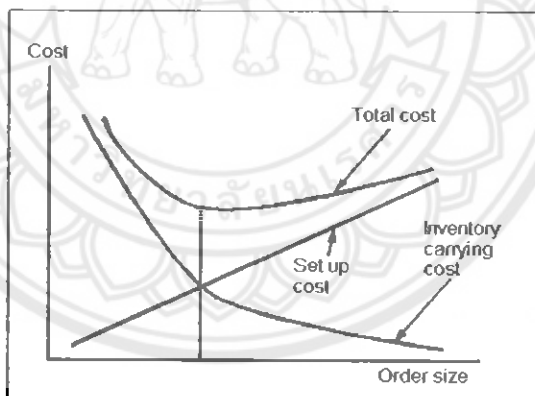
2.5.4 การตัดสินใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับของคงคลัง (Basic Inventory Decisions)

การแก้ปัญหาของคงคลังไม่ใช่การทำให้ของคงคลังเหลือน้อยที่สุด แต่จะต้องหาระดับที่เหมาะสมที่สุดที่ควรจะมีของคงคลังเก็บรักษาไว้ เพื่อให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการจัดให้มีของคงคลังต่ำที่สุด ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ 2 ประการ คือ

- 1) จะสั่งซื้อครั้งละเท่าไร
- 2) จะสั่งซื้อจำนวนนี้เมื่อใด

ในการตัดสินใจ ฝ่ายควบคุมของคงคลังจะเกิดความรู้สึกที่ขัดแย้งกัน คือ ถ้าจะให้ต้นทุนในการสั่งซื้ออยู่ในระดับต่ำ จะต้องสั่งซื้อครั้งละมากๆ แต่ถ้าจะให้ต้นทุนในการจัดให้มีของคงคลังอยู่ในระดับต่ำที่สุด ก็ควรจะสั่งซื้อแต่ละครั้งให้มีจำนวนน้อยที่สุด ดังนั้นฝ่ายควบคุมของคงคลังจะต้องพยายามประสานระหว่างสองทางเลือกเข้าด้วยกัน เพื่อให้ต้นทุนรวมทั้งสิ้นในการดำเนินการให้มีของคงคลังต่ำที่สุด โดยอาศัยเครื่องมือขั้นพื้นฐานในการวิจัยดำเนินงานบางประการ และข้อสมมุติฐานที่จำเป็นบางประการ ก็จะสามารถหาต้นแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดของการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดได้ (Economic Order Quantity)

เพื่อให้มองเห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการจัดให้มีของคงคลัง จึงเขียนความสัมพันธ์ได้ดังรูป



รูปที่ 2.2 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนจัดให้มีของคงคลัง
ที่มา : เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล และ ชีรวิวัฒน์ สมศิริกาญจนคุณ, การวางแผนและการควบคุมการผลิต, 2527.

2.5.5 ประโยชน์ของสินค้าคงคลัง

2.5.5.1 ทำให้การผลิตดำเนินต่อไปได้ ในการดำเนินการผลิตหากไม่มีสินค้าคงเหลือไว้
เลขการผลิตก็อาจจะหยุดชะงักได้

2.5.5.2 ช่วยป้องกันความผิดพลาด ที่อาจจะเกิดจากการพยากรณ์การผลิต ที่มีความต้องการของสินค้ามากกว่าที่พยากรณ์ไว้

2.5.5.3 ช่วยการผลิตที่ยืดหยุ่น การมีสินค้าคงเหลือไว้ ช่วยช่วยในการวางแผนการผลิต ได้อย่างสม่ำเสมอ ทำให้คนงานและเครื่องจักรดำเนินงานต่างๆ ติดต่อกันได้ ช่วยทำให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

2.5.5.4 ช่วยป้องกันการขาดแคลนวัตถุดิบ บางครั้งการสั่งซื้อและการจัดส่งอาจจะล่าช้า มาสาเหตุหลายประการ ดังนั้นการมีสินค้าคงเหลือสำรองไว้ (Safety Stock) จะช่วยแก้ปัญหาและมีเวลาพอที่จะจัดหาซื้อสินค้ามาทดแทนได้

2.5.5.5 เพื่อประโยชน์ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้าที่ประหยัด (Economic Lot-Size Order)

2.5.6 ความจำเป็นในการมีสินค้าคงคลัง

2.5.6.1 Achieving Economies of Scale การประหยัดจากขนาด การถือครองสินค้าคงคลัง ยังมีความจำเป็นสำหรับธุรกิจที่มีการจัดการ โดยใช้ยุทธศาสตร์ประหยัดจากขนาด

2.5.6.2 Suppliers balancing การจัดการความสัมพันธ์ของ Supplier ความแตกต่างเกี่ยวกับระบบโลจิสติกส์ของ Supplier ในโซ่อุปทาน ส่งผลต่อความจำเป็นที่บริษัทฯ ยังคงต้องมีสินค้าคงคลังในปริมาณที่เหมาะสม

2.5.6.3 Seasonal Stock สินค้าตามฤดูกาล สินค้าที่ต้องมีการผลิตตามฤดูกาล หรือมีการผลิตในช่วงหนึ่งช่วงใดของรอบปี หรือเป็นการผลิตและเก็บสต็อกไว้เพื่อขายเฉพาะในช่วงเทศกาลบางอย่าง

2.5.6.4 Speculative Stock สินค้าที่เก็บเพื่อการเก็งกำไร สินค้าคงคลังที่เกิดจากการเก็งกำไรเกี่ยวข้องกับพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

2.5.6.5 Buffer Stock สินค้าส่วนเกินเผื่อขาด เป็นปริมาณของสินค้าคงคลังที่เกิดจากความตั้งใจของฝ่ายจัดการ ที่มีไว้ป้องกันความไม่แน่นอน ทั้งจากความต้องการของลูกค้าที่มีการแปรปรวน

2.5.6.6 Stock for Stable Production การเก็บสินค้าเพื่อให้การผลิตไม่หยุดชะงัก สินค้าคงคลังซึ่งเกิดจากความตั้งใจของฝ่ายจัดการในการผลิตที่สม่ำเสมอ ส่งผลต่อสภาพการจ้างงานที่ต่อเนื่อง จะก่อให้เกิดการประหยัดต่อทักษะของแรงงาน (Economy of Skill Labor)

2.5.7 ลักษณะสินค้าที่เก็บในคลัง (Junk Inventory)

2.5.7.1 Reject Cargoes	สินค้าคืนจากลูกค้า
2.5.7.2 Damage Cargoes	สินค้าเสียหาย
2.5.7.3 Out of date Goods	สินค้าล้าสมัย
2.5.7.4 Slow move Cargoes	สินค้าซื้อมากแต่ใช้น้อย
2.5.7.5 Sleepy Cargoes	สินค้าไม่เคลื่อนไหว
2.5.7.6 Scrap & Waste Cargoes	เศษซาก/ของเสีย
2.5.7.7 Cargoes on Paper	สินค้านี้มีแต่ในบัญชีแต่สินค้าจริงไม่มี
2.5.7.8 Non Value Cargoes	สินค้าไม่มีราคา (แต่ทางบัญชียังคงมีมูลค่า)

การจะลดต้นทุนจากสินค้าคงคลังอย่างมีประสิทธิภาพ จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดการความสัมพันธ์และความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของระยะทางกับระยะเวลาการรับสินค้า (Distance & Lead Time Utility) (วิชัย เทวานเพชร, 2543)

2.6 Visual Basic for Applications (VBA)

VBA ย่อมาจาก Visual Basic for Applications หรือ Macros เป็นเครื่องมือที่อยู่ใน Microsoft Office โดยผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน Microsoft Office ได้ตามต้องการ นอกจากนั้นผู้ใช้ ยังสามารถสร้างโปรแกรมต่างๆ เพิ่มเติม บน Microsoft Office ทั้งบน Microsoft Excel, Word และ PowerPoint

โดยจุดเด่นของ Microsoft Excel ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล การคำนวณที่ซับซ้อน ทำให้การเขียนโปรแกรม VBA ใน Microsoft Excel สามารถดึงเครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่ Microsoft Excel มาใช้งานต่อได้เลย เช่น Statistical Functions, Financial Functions, Mathematical Functions หรือ Engineering Functions และทำให้สามารถสร้างหรือพัฒนาโปรแกรมบน Microsoft Excel ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว

ประโยชน์ของ VBA

1. การสร้างระบบบัญชี ระบบสินค้าคงคลัง ระบบการวางแผนการผลิต รูปแบบสรุปผลรายงาน ยอดขายให้เหมาะสมกับรูปแบบธุรกิจ

2. งานทางด้านการเงิน เช่น การสร้าง Financial Modeling, Simulation in Finance, Computational Finance หรือ การสร้างรายงานงบการเงินให้แสดงผลอย่างอัตโนมัติ

3. การเขียน VBA จะทำให้สามารถ สร้าง Function สำหรับการคำนวณต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ลดเวลาการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมาก เหมาะสำหรับนักลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ หรือ พันธมิตร ที่ใช้ Microsoft Excel วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ สำหรับการตัดสินใจ

4. สามารถสร้างแบบจำลองต่างๆ ให้สามารถช่วยตัดสินใจได้รวดเร็วยิ่งขึ้น สำหรับงาน ทางด้าน Management Science หรือ Operations Research

5. ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น Six Sigma และ Statistical Quality Control

6. งานทางด้านการวางแผนการผลิต, MRP, Operations Management และ Logistics (Microsoft Excel VBA Programming Training Course, 2552)



บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงการ

3.1 เก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา

ติดต่อประสานงานกับแผนกแปรรูปผลไม้ ของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อทำการศึกษาและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ซึ่งข้อมูลดังกล่าว ได้แก่

- 3.1.1 ต้นทุนของสินค้าที่จะทำการศึกษา
- 3.1.2 ความต้องการสินค้าแต่ละชนิดของลูกค้า
- 3.1.3 ชนิดและข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต
- 3.1.4 ปริมาณการจำหน่ายของผลิตภัณฑ์
- 3.1.5 ต้นทุนในการเก็บรักษา

โดยเป็นแนวทางในการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการผลิต และหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

3.2 นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ซึ่งจะนำข้อมูลดังกล่าวมาเพื่อวิเคราะห์ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ข้อมูลในการนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการผลิต และหาปริมาณวัตถุดิบที่ใช้สำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์

3.3 ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาทดสอบความถูกต้อง โดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

3.4 สร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น

สร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น โดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Applications (VBA) มาเป็นตัวช่วยในการเขียน Macros และเรียกใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in Tool บน Microsoft Excel

3.5 ทดสอบและประเมินผลการใช้โปรแกรม

ทำการทดสอบและประมวลผลการใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น โดยคำนึงถึงความถูกต้อง เพื่อศึกษาข้อผิดพลาด

3.6 ทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้ใช้งานได้ถูกต้อง

นำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น ให้สามารถใช้งานได้ถูกต้อง

3.7 สรุปผลโครงการ

สรุปผลที่ได้ทั้งหมดจากการดำเนินงาน พร้อมระบุข้อเสนออื่นๆ



บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล

4.1.1 เก็บข้อมูลปฐมภูมิ

เพื่อที่จะศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น จึงได้เก็บข้อมูล โดยการสัมภาษณ์จากเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลไม้แปรรูป ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบและดูแลเรื่องการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น เช่น ขั้นตอนในการผลิต เพื่อหาปัญหาต่างๆ ในการผลิต แล้วนำไปวิเคราะห์และจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4.1.2 เก็บข้อมูลทุติยภูมิ

เก็บข้อมูลจากโรงงาน ในแผนกผลไม้แปรรูป ซึ่งได้จัดทำข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผลไม้เข้มข้น เช่น ความต้องการของลูกค้า ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ข้อมูลส่วนผสมในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิด เป็นต้น

4.1.3 ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น

4.1.3.1 วัตถุดิบสำหรับทำน้ำผลไม้เข้มข้น

1) น้ำผลไม้เข้มข้น

น้ำผลไม้เข้มข้นเกิดจากการนำผลไม้สดมาผ่านกรรมวิธีต่างๆ จนได้เป็นน้ำผลไม้ซึ่งถูกนำไปจัดเก็บในห้องแช่แข็ง เพื่อที่จะใช้ในการนำไปเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ผลไม้สดที่ใช้ คือ สละ ส้มเขียว ส้มโชกุน และหม่อน ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงผลไม้สดที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

โดยการรับผลไม้สดนั้น ส่วนใหญ่รับมาจากไร่ของบริษัท ซึ่งจะรับผลไม้สดแต่ละชนิดในช่วงเวลาที่ต่างกันคือ

- สละสด สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ซึ่งสละสด สามารถอยู่ได้ 1 อาทิตย์โดยไม่เน่า
- หม่อนสด สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ซึ่งหม่อนสด สามารถอยู่ได้ 1 วันโดยไม่เน่า
- ส้มเขียวสดและส้มโชกุนสด สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ซึ่งส้มเขียวสด สามารถอยู่ได้ 1 อาทิตย์โดยไม่เน่า

2) ส่วนผสมอื่นๆ

นอกจากน้ำผลไม้แช่แข็งแล้ว ยังมีส่วนผสมอื่นๆ ที่ใช้ในการทำน้ำผลไม้เข้มข้น ได้แก่ ฟรุคโตสไซรัป น้ำตาลทราย แชนแทนกัม สารขุ่น ผงขุ่น เกลือ สีมแดง สีส้ม สีเหลือง กลิ่นส้มโชกุน กลิ่นสละ กลิ่นส้มเขียว กลิ่นเลมอน กลิ่นราสเบอร์รี่ กลิ่นแบ็คคอรี่ เบนโซเอต อีดีทีเอ สารให้ความหวาน กรดซิตริก วิตามินซี

ซึ่งส่วนผสมเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

4.1.3.2 สินค้าที่จำหน่าย

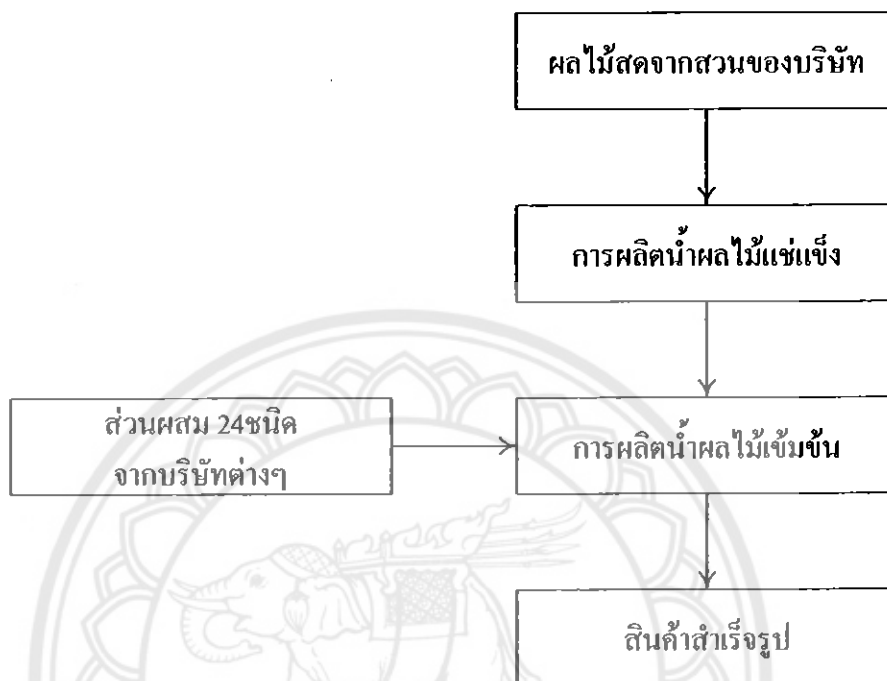
จากการศึกษาและเก็บข้อมูลจากโรงงาน ทำให้ทราบว่า มีผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นจำหน่ายอยู่ 5 ชนิด คือ น้ำสละเข้มข้น น้ำส้มเขียวเข้มข้น น้ำส้มโชกุนเข้มข้น น้ำหม่อนเข้มข้น และน้ำพืชน้ำผลไม้รวม แต่ละชนิดมี 2 ขนาด คือ ขนาด 320 มิลลิลิตร และขนาด 700 มิลลิลิตร ส่วนใหญ่จะวางจำหน่ายในร้านค้าของบริษัทและส่งจำหน่ายภายในประเทศ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น

4.1.4 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ประกอบด้วยกระบวนการหลักดังรูปที่ 4.3 คือ กระบวนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง และกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น



รูปที่ 4.3 แสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

4.1.4.1 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง มีขั้นตอนในการผลิต ดังรูปที่ 4.4 คือ

- 1) โรงงานรับซื้อผลไม้อสดจากสวน
 - น้ำสละเข้มข้น ใช้สละสด
 - น้ำหม่อนเข้มข้น ใช้หม่อนสด
 - น้ำส้มเขียวเข้มเข้มข้น ใช้ส้มเขียวสด
 - น้ำส้มโชกุนเข้มข้น ใช้ส้มโชกุนสด
 - น้ำพีชเข้มข้น ใช้สละและหม่อนสด
- 2) พนักงานคลังวัตถุดิบรับผลไม้อสดที่ส่งมาจากสวนและตรวจนับจำนวนและพนักงานควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตรวจสอบสารฆ่าแมลงที่ตกค้างในผลไม้อสด
- 3) พนักงานคลังวัตถุดิบนำผลไม้อสดไปจัดเก็บยังสถานที่จัดเก็บผลไม้อสดเพื่อรอส่งเข้าขั้นตอนในการผลิตต่อไป
- 4) พนักงานเตรียมวัตถุดิบเบิกผลไม้อสด จากเจ้าหน้าที่คลังวัตถุดิบเพื่อนำผลไม้อสดมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 รอบ ส่วนสละสดต้องทำการปอกเปลือกและแยกแกรดของเมล็ดสละเป็น

2 เกรด คือ A และ B โดยที่ เม็ดสละเกรด A จะถูกส่งเข้ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นต่อไป ส่วน เม็ดสละเกรด B จะถูกนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อผลิตเป็นน้ำสละแช่แข็ง

5) พนักงานเตรียมวัตถุดิบนำผลไม้สดที่ล้างเรียบร้อยแล้วมาทำการคั้นเนื้อและคั้นน้ำโดยที่

- สละสด ใช้เครื่องคั้นเนื้อเพื่อแยกเม็คออกและนำไปคั้นน้ำ
- ส้มโชกุนและส้มเซ้ง นำมาผ่าครึ่งซีกแล้วคั้นเอาแต่น้ำ
- ผลหม่อนคั้นเอาแต่น้ำ

6) พนักงานเตรียมวัตถุดิบนำน้ำสละ น้ำส้มโชกุน น้ำส้มเซ้ง และน้ำหม่อน บรรจุลงในถุงไนลอนและชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กิโลกรัมต่อถุง

7) พนักงานเตรียมวัตถุดิบนำน้ำผลไม้บรรจุลงในถุงไนลอนไปจัดเก็บที่ห้องแช่แข็ง

4.1.4.2 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น มีขั้นตอนในการผลิต ดังรูปที่ 4.5 คือ

กระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น มีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

- 1) พนักงานนำน้ำผลไม้แช่แข็งที่ได้แต่ละชนิด มาผสมน้ำในปริมาณที่ต่างกัน
 - น้ำสละเข้มข้น ใช้น้ำสละ 1 กิโลกรัมต่อน้ำเปล่า 6 กิโลกรัม
 - น้ำส้มโชกุนเข้มข้น ใช้น้ำส้มโชกุน 1 กิโลกรัมต่อน้ำเปล่า 3 กิโลกรัม
 - น้ำส้มเซ้งเข้มข้น ใช้น้ำส้มเซ้ง 1 กิโลกรัมต่อน้ำเปล่า 4 กิโลกรัม
 - น้ำพืชน์เข้มข้น ใช้น้ำสละ 1 กิโลกรัมต่อน้ำเปล่า 2.5 กิโลกรัมและใช้น้ำหม่อน 1 กิโลกรัมต่อน้ำเปล่า 4 กิโลกรัม
 - น้ำหม่อนเข้มข้น ใช้น้ำหม่อน 1 กิโลกรัมต่อน้ำเปล่า 4 กิโลกรัม
- 2) ทำการคั้นน้ำผลไม้และน้ำเปล่าที่ผสมได้ เป็นเวลา 15 นาที โดยใช้อุณหภูมิในช่วง 80 - 90 องศาเซลเซียส
- 3) นำน้ำผลไม้ที่แยกได้ไปกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำน้ำผลไม้ที่กรองได้ ไปกรองละเอียด โดยใช้เครื่องกรองขนาด 100 mesh
- 4) ปั่นน้ำผลไม้ที่กรองได้ใส่หม้อต้ม เพื่อทำการต้มคักหน้า โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 80 - 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และเมื่อคักหน้าผลไม้ทั้งหมดแล้ว ให้ส่งตัวอย่างน้ำผลไม้ให้พนักงานควบคุมคุณภาพ เพื่อทำการตรวจสอบตามเอกสารคู่มือคุณภาพ
- 5) ทำการเติมฟรุคโตส ลงไปในน้ำผลไม้ที่ได้
- 6) ทำการปรับปริภัสโดยใช้ Hand refract meter ให้ได้ 59 - 61 องศาปริภัส (น้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด) หลังจากนั้นทำการวัดปริภัส และเมื่อได้ค่าตามที่กำหนดข้างต้นให้พนักงาน

ควบคุมคุณภาพ กำหนดสูตรการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดและนำไปให้พนักงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการซึ่งส่วนผสม

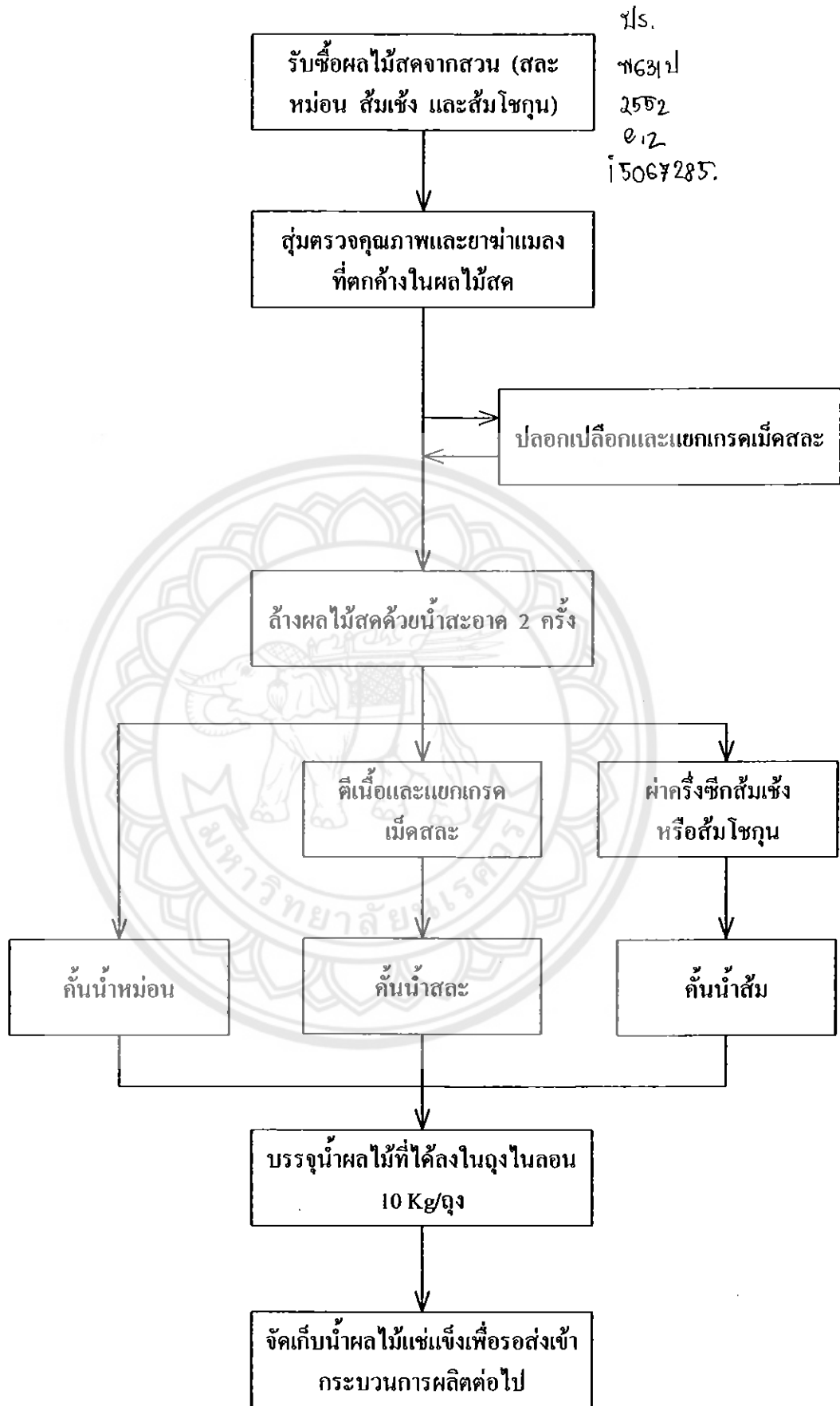
7) พนักงานผลิตนำส่วนผสมที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้วเทใส่หม้อน้ำผลไม้ที่ผ่านการปรับปริกส์เรียบร้อยแล้ว และเมื่อส่วนผสมต่างๆ เข้ากันดีแล้วพนักงานผลิตทำการส่งตัวอย่างของน้ำเข้มข้นให้พนักงานควบคุมคุณภาพ ทำการตรวจสอบคุณภาพ และถ้าได้ผลวิเคราะห์ตรงตามค่า มาตรฐานผลิตภัณฑ์แล้ว ให้แจ้งฝ่ายผลิตว่าผลการตรวจผ่านแล้วดำเนินการขั้นต่อไปได้

8) ทำการบรรจุน้ำเข้มข้นลงขวดแก้ว โดยต้องควบคุมอุณหภูมิก่อนการบรรจุให้ได้ 55 - 58 องศาเซลเซียส และพนักงานควบคุมคุณภาพทำการตรวจสอบอุณหภูมิก่อนการบรรจุอีกครั้ง โดยใช้ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ และบันทึกผลลงในบันทึกอุณหภูมิการไล่อากาศและการบรรจุแล้วทำการปิดฝาขวดน้ำเข้มข้นที่ได้

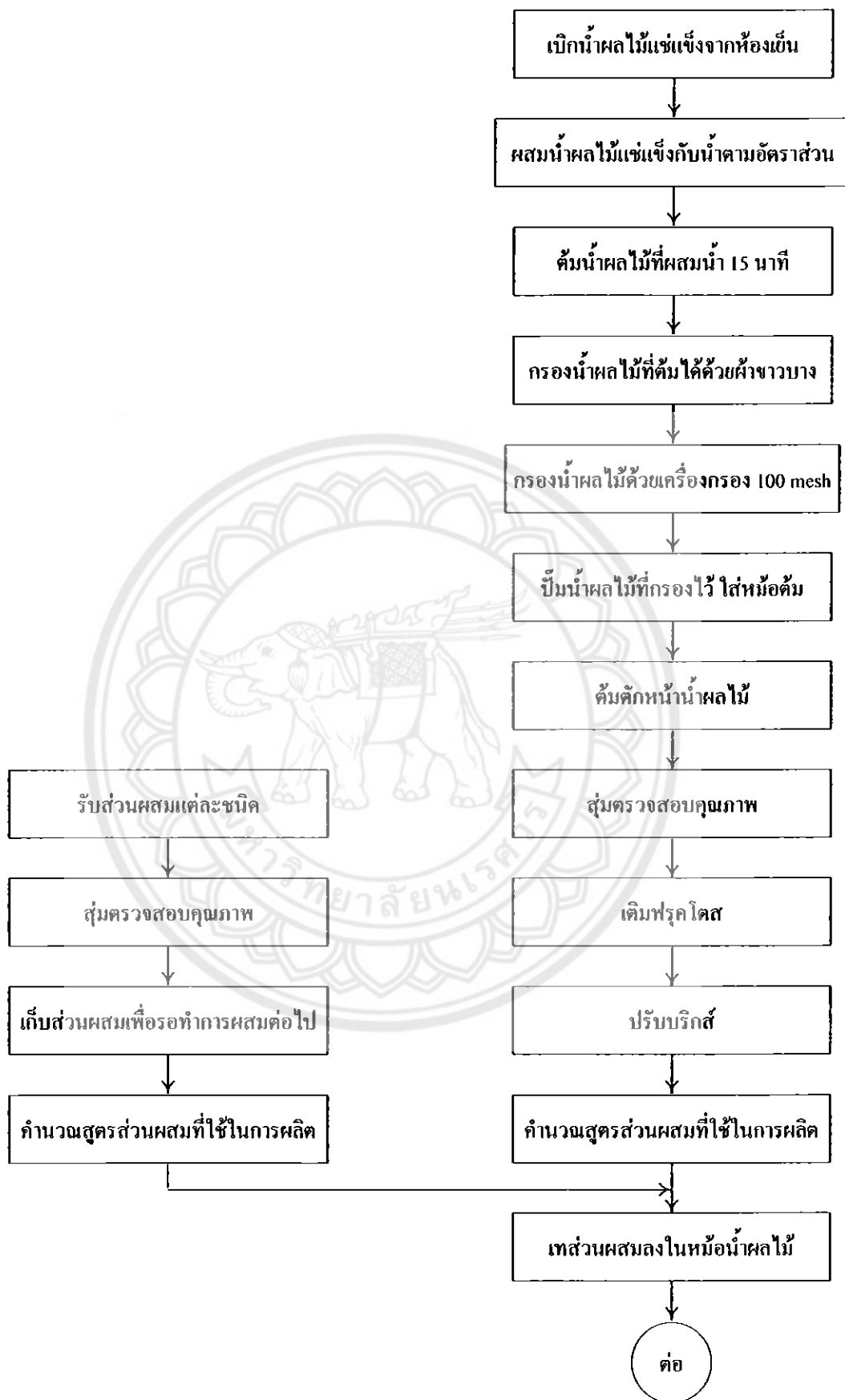
9) ทำการหล่อเย็นน้ำเข้มข้นที่ทำการปิดฝาขวดเรียบร้อยแล้ว โดยใช้ Cooling tunnel

10) นำน้ำเข้มข้นที่ทำการหล่อเย็นเสร็จแล้ว ไปเรียงบนพาเลท และนำไปเก็บไว้ที่ห้อง Post retort และพนักงานควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพ

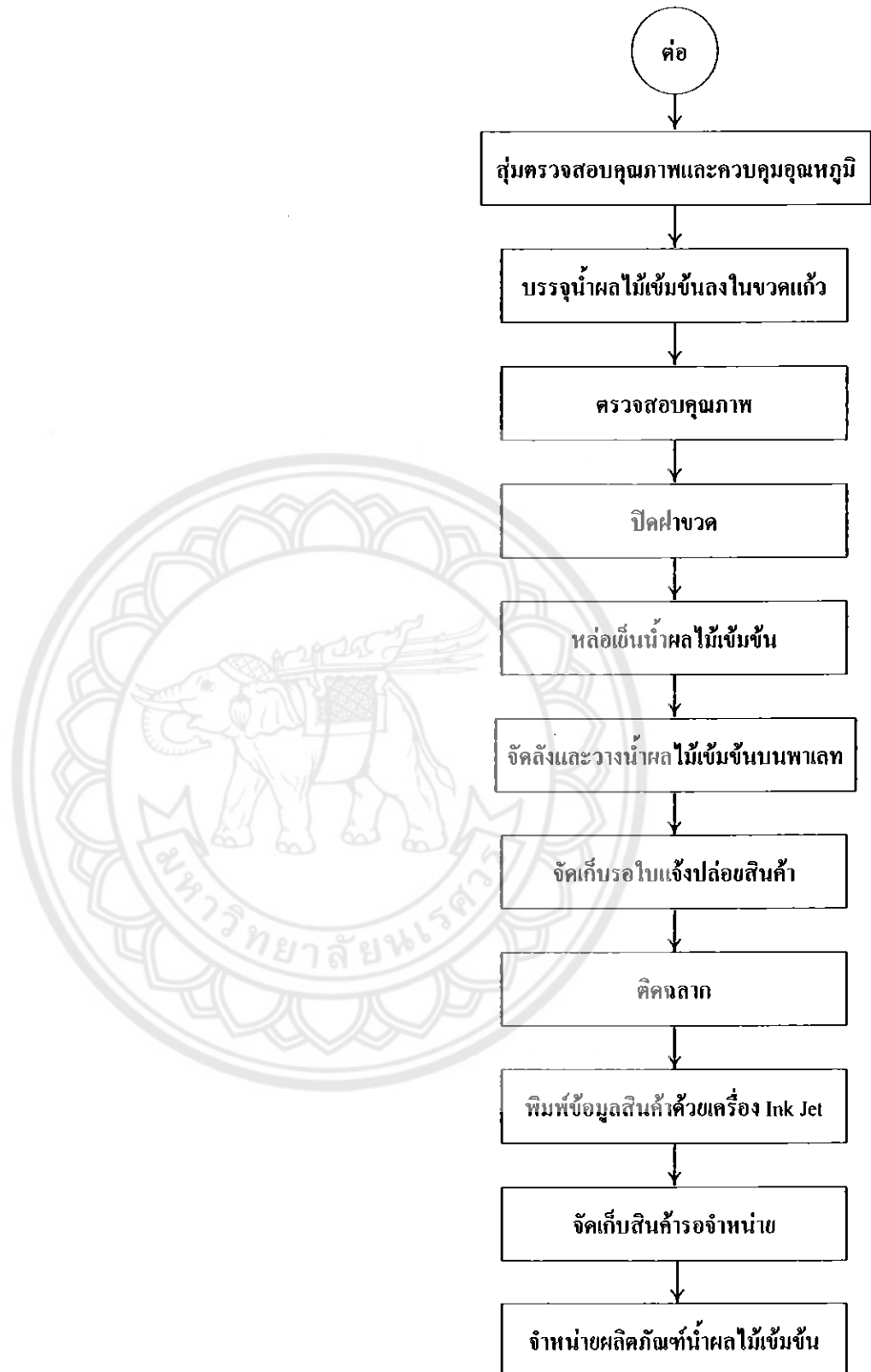
11) นำน้ำเข้มข้นที่อยู่ในห้อง Posts Retort เช็คทำความสะอาดและติดฉลาก และพิมพ์วันเดือนปีที่ผลิต (MFG) วันเดือนปีที่หมดอายุ (EXP) และ LOT การผลิต ด้วยเครื่อง Ink Jet แล้วนำไปเก็บไว้ยังสถานที่เก็บอย่างเป็นระเบียบ



รูปที่ 4.4 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น



รูปที่ 4.5 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น



รูปที่ 4.5 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (ต่อ)

4.1.5 ปัญหาที่ต้องใช้ Math Model ในการหาคำตอบ .

Part 1

เนื่องจากทางโรงงานไม่มีการวางแผนในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งที่แน่นอน โดยทั่วไป การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง จะผลิตเมื่อมีผลไม้นอกจากสวนของทาง โรงงานเข้ามาส่งให้กับแผนกแปรรูปผลไม้เพื่อผลิตเป็นน้ำผลไม้แช่แข็งเก็บไว้เพื่อผลิตเป็นน้ำผลไม้เข้มข้นต่อไป ซึ่งผลไม้นี้ดังกล่าวจะถูกส่งเข้ามาใน โรงงานตามช่วงฤดูกาลซึ่งจะมีผลไม้นั้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ทาง โรงงานผลิตน้ำผลไม้สดมาผลิตเป็นน้ำผลไม้แช่แข็งไม่ทัน ทำให้ผลไม้นั้นบางส่วนเกิดการเน่าเสีย โดยไม่เกิดประโยชน์ และส่งผลให้ค่าจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็งที่ผลิตตามผลไม้นั้น สูงมากยิ่งขึ้น และถ้าในกรณีที่น้ำผลไม้แช่แข็งที่ใช้ผลิตเป็นน้ำผลไม้เข้มข้นมีไม่เพียงพอต่อการผลิต ทาง โรงงาน จำเป็นต้องซื้อผลไม้นอกจากผู้ปลูกผลไม้นอก โรงงาน มาผลิตเป็นน้ำผลไม้แช่แข็งแทนทำให้ต้นทุน ในการซื้อผลไม้นั้นสูงขึ้น

Part 2

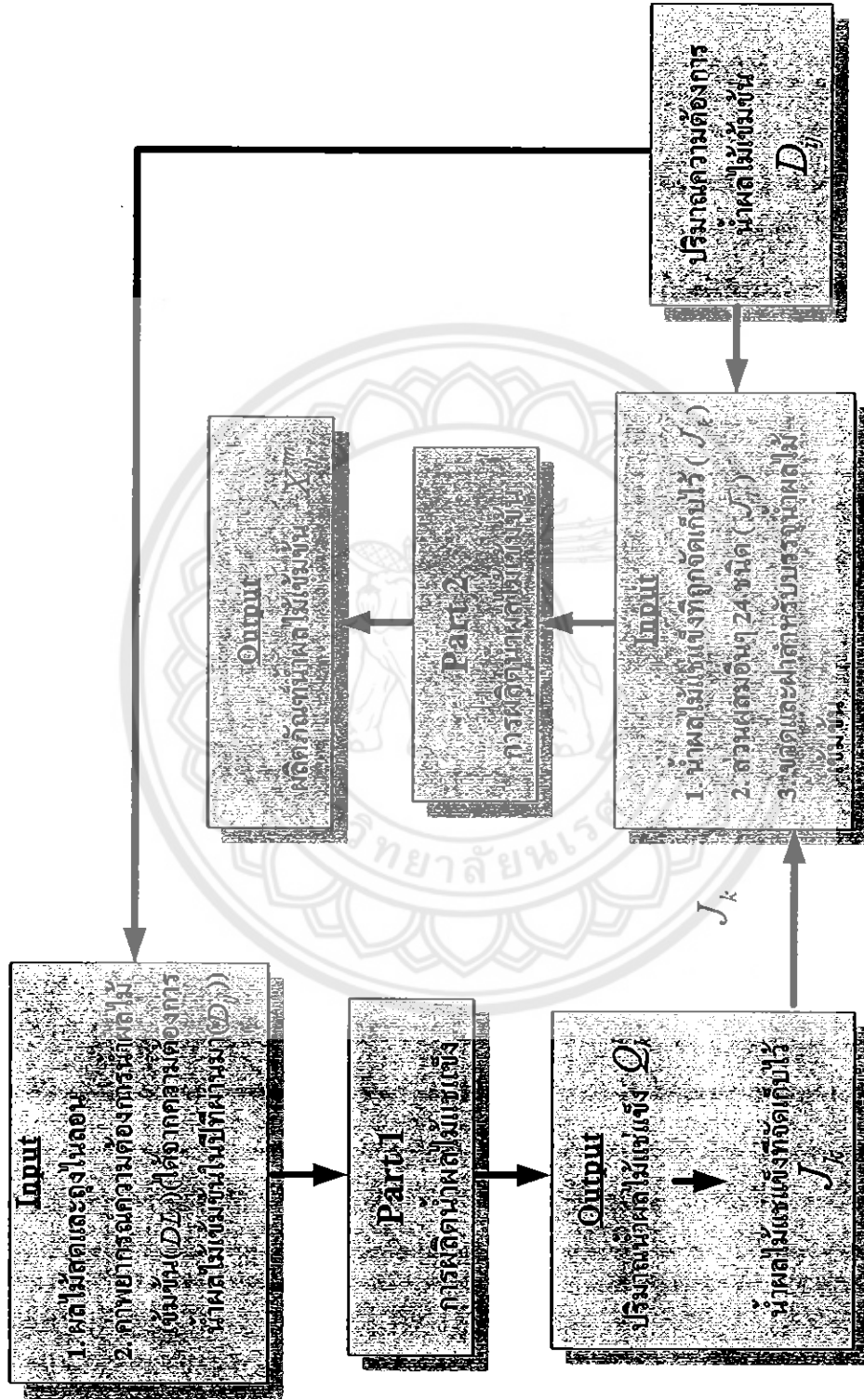
เนื่องจาก Order ของน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิด ที่ลูกค้าสั่งมาไม่คงที่ แต่โรงงานได้มีการผลิตแบบ Make to Stock ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูงและทาง โรงงานยัง ต้องสั่งวัตถุดิบในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ซึ่งทำให้เสียค่าจัดเก็บเช่นกัน

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำนวนเต็มเชิงเส้น (Integer Linear Programing) ขึ้นมาเพื่อทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด โดยที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในเป้าหมายและเงื่อนไขของปัญหาจะอยู่ในรูปสมการเชิงเส้นตรง

ความเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 1 และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 2

ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นนั้น จะแบ่งเป็นการผลิตเป็น 2 Part คือ การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง (Part 1) และการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (Part 2) ซึ่งผลจากแบบจำลองของ Part 1 จะได้ผลลัพธ์คือ ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k (Q_k') ซึ่งจะถูกทำการผลิตไว้ภายในช่วงเวลา S เดือน เพื่อใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นทั้งปี โดยพยากรณ์ปริมาณการผลิต จากยอดขายพยากรณ์ความต้องการของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (DL_{ij}) ส่วนปริมาณที่ผลิตได้ (Q_k') จะถูกจัดเก็บในห้องแช่แข็งไว้ (J_k) เพื่อใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น และปริมาณ J_k จะถูกนำไปเป็นพารามิเตอร์ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านวัตถุดิบของการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นในแบบจำลองของ Part 2 ต่อไป

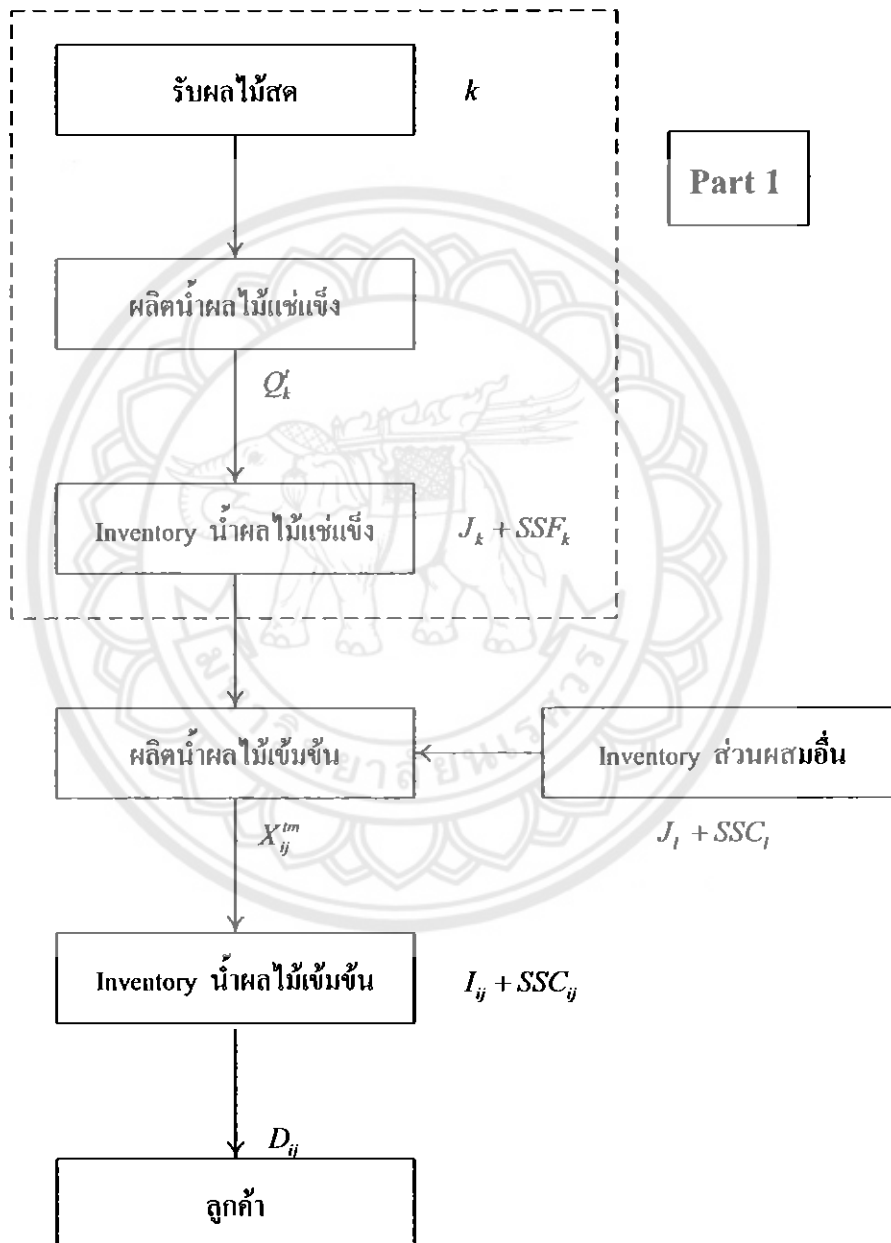
จากแบบจำลองของ Part 2 ผลลัพธ์ที่ได้คือผลรวมของจำนวนผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตในวันที่ t ช่วงเวลา m (X_{ij}^m) ซึ่ง X_{ij}^m จะถูกผลิตตามปริมาณความต้องการของ ลูกค้า (D_{ij}) และ D_{ij} จะถูกเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ตลอดทั้งปี และจะถูกนำกลับไปแทนค่าเป็น ค่าพยากรณ์ความต้องการของน้ำผลไม้เข้มข้น (DL_{ij}) ใน Part 1 อีกครั้ง เพื่อใช้พยากรณ์ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ต้องผลิตในครั้งถัดไป ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนผังแสดงความเชื่อมโยง ระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 1 กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ 2

Part 1: การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

Part 1 เป็นการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งแต่ละชนิด (Q_k^f) ภายใต้ข้อจำกัดของผลไม้สดที่รับเข้ามาเพื่อทำน้ำผลไม้แช่แข็ง ซึ่งต้องผลิตตามฤดูกาลของผลไม้แต่ละชนิด และต้องผลิตให้เพียงพอสำหรับการใช้ผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นทั้งปี โดยค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับค่าจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็ง การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง มีขอบเขตและตัวแปร ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

4.2.1 ข้อกำหนด

- 1) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็ง 8.8 บาทต่อถุงต่อสัปดาห์
- 2) น้ำผลไม้แช่แข็ง บรรจุถุงละ 10 กิโลกรัม
- 3) ค่าถุงไนลอนสำหรับบรรจุน้ำผลไม้แช่แข็ง ราคาถุงละ 1 บาท
- 4) ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง แสดงดังต่อไปนี้
 - น้ำสละแช่แข็ง เท่ากับ 22,080 บาทต่อครั้ง
 - น้ำหม่อนแช่แข็ง เท่ากับ 19,080 บาทต่อครั้ง
 - น้ำส้มแช่แข็ง เท่ากับ 18,080 บาทต่อครั้ง
 - น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง เท่ากับ 16,080 บาทต่อครั้ง

4.2.2 ข้อสมมติ (Assumptions)

- 1) ปริมาณผลไม้อุดที่ จะใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งทุกชนิด แต่ละครั้งต้องใช้ผลไม้อุด 1,000 กิโลกรัม
- 2) การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง จะผลิตตามฤดูกาลเท่านั้น แต่สามารถนำไปใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นได้ตลอดทั้งปี
 - ส้มเขียวและส้ม โชกุน สามารถเก็บผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม
 - สลัดและผลหม่อน สามารถเก็บผลผลิตในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม
- 3) ไม่มีการรับซื้อผลไม้อุดจากแหล่งภายนอกโรงงาน
- 4) ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็ง สามารถผลิตได้ดังนี้
 - น้ำสละแช่แข็ง ผลิตได้ครั้งละ 45 ถุง (450 กิโลกรัม)
 - น้ำส้มเขียวแช่แข็งและน้ำส้ม โชกุนแช่แข็ง ผลิตได้ครั้งละ 40 ถุง (400 กิโลกรัม)
 - น้ำหม่อนแช่แข็ง ผลิตได้ครั้งละ 62 ถุง (620 กิโลกรัม)
- 5) ไม่คิดค่าใช้จ่าย โสหุ่ย (ค่าน้ำ ค่าไฟ)
- 6) การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งแต่ละครั้ง ต้องเสร็จภายในวันนั้น

4.2.3 Notations

Indices

- I = ชนิดของน้ำผลไม้เข้มข้น
- j = บรรจุภัณฑ์ของน้ำผลไม้เข้มข้น
- k = ชนิดของน้ำผลไม้แช่แข็ง
- m = ช่วงเวลาที่ผลิต
- l = วันที่ผลิต

Parameters

C_k = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k (บาทต่อถุง)

H_{ijk} = ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ใช้ทำน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (กรัมต่อขวด)

UF = ค่าถุงไนลอน สำหรับบรรจุน้ำผลไม้แช่แข็ง (บาทต่อถุง)

TF_k = เวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k (ชั่วโมงต่อถุง)

CF_k = ค่าใช้จ่ายคงที่ ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k แต่ละครั้ง (บาทต่อครั้ง)

K_k = ความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k แต่ละครั้ง (ถุง)

G = จำนวนชั่วโมงการทำงานทั้งหมดที่จะสามารถทำการผลิตได้ (ชั่วโมง)

DL_{ij} = ยอดพยากรณ์ความต้องการของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (ขวด)

JL_k = ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ถูกจัดเก็บเคมีที่มีอยู่ในห้องแช่แข็ง (ถุง)

SSF_k = Safety Stock ของน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k (ถุง)

X_{ij}^{lm} = ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตได้ (Output จาก Part 2) (ขวด)

M = 10 (กิโลกรัมต่อน้ำผลไม้แช่แข็ง 1 ถุง)

Decision Variables

J_k = ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ถูกจัดเก็บในห้องแช่แข็ง (ถุง)

Q_k^t = ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ผลิตได้ในวันที่ t (ถุง)

YF_k^t = 1 ถ้าผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด k ในวันที่ t
0 ถ้าไม่ผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด k ในวันที่ t

4.2.4 Verbal Model

สมการเป้าหมายเป็นการวางแผนในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง เพื่อช่วยลดปัญหาการรับผลไม้สดมาเป็นจำนวนมากเกินไป จนเกิดการเน่าเสียและเพื่อให้มีน้ำผลไม้แช่แข็งสำหรับผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นได้ตลอดทั้งปี โดยให้เกิดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็ง และค่าถุงไนลอนสำหรับบรรจุน้ำผลไม้แช่แข็งที่ต่ำที่สุด

Minimize:

ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็ง + ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง + ค่าใช้จ่ายในการบรรจุน้ำผลไม้แช่แข็ง

Subject to:

ข้อจำกัดด้านชั่วโมงการทำงานทั้งหมดที่จะสามารถผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งแต่ละชนิดได้

ข้อจำกัดเกี่ยวกับความต้องการน้ำผลไม้แช่แข็ง เพื่อนำไปทำเป็นน้ำผลไม้เข้มข้น
ข้อจำกัดของฤดูกาลของผลไม้สดที่จะใช้ในการทำน้ำผลไม้แช่แข็ง

4.2.5 Objective Function

ค่าใช้จ่ายในการทำน้ำผลไม้แช่แข็งมี 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็ง โดยคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ถูกจัดเก็บ คูณกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็งในห้องแช่แข็ง (บาท)

$$= \sum_k C_k J_k$$

2) ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งแต่ละครั้ง โดยคำนวณได้จากผลรวมของน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ซึ่งผลิตในวันที่ t คูณกับค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งแต่ละครั้ง (บาท)

$$= \sum_k \sum_t CF_k YF_k^t$$

3) ค่าใช้จ่ายในการบรรจุน้ำผลไม้แช่แข็ง โดยคำนวณได้จากผลรวมของน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ผลิตได้ในวันที่ t คูณกับค่าใช้จ่ายของถุงในลอน สำหรับบรรจุน้ำผลไม้แช่แข็ง (บาท)

$$= \sum_k \sum_t UFQ_k^t$$

เพื่อหาปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งในแต่ละวัน ที่จะต้องใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้ง 3 ส่วนต่ำที่สุด (บาท) โดยการสร้างแบบจำลองโปรแกรมจำนวนเต็มเส้นตรง (Integer Linear Programming model) ประกอบไปด้วย สมการเป้าหมาย (Objective Function) ดังแสดงในสมการที่ 4.1 และสมการเงื่อนไขต่างๆ (Constraints) ดังแสดงในสมการ 4.2 – 4.8

$$\text{Min} \sum_k C_k J_k + \sum_k \sum_t CF_k YF_k^t + \sum_k \sum_t UFQ_k^t \quad (4.1)$$

4.2.6 Constraints

1) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ผลรวมเวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ต้องไม่เกินเวลาทั้งหมดที่จะสามารถทำการผลิตได้ เขียนเป็นรูปสมการ ได้ดังนี้

$$\sum_k TF_k Q_k^t \leq G \quad \forall t \quad (4.2)$$

2) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งที่ผลิตได้ ต้องมากกว่า ผลรวมของยอดพยากรณ์ความต้องการของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j กับ Safety Stock แล้วลบด้วยปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งที่ถูกจัดเก็บไว้ในห้องแช่แข็งเดิมที่มีอยู่ เขียนเป็นรูปสมการ ได้ดังนี้

$$\sum_i Q'_k \geq \sum_i \sum_j \left(\frac{H_{ijk} DL_{ij}}{1000M} \right) + SSF_k - JL_k \quad \forall_k \quad (4.3)$$

3) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ปริมาณ Inventory น้ำผลไม้แช่แข็ง ต้องเท่ากับ ผลรวมของ ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งเดิมที่มีอยู่กับปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งที่ผลิตได้ใหม่ ลบออกด้วยปริมาณน้ำ แช่แข็งที่ถูกใช้ไป เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$J_k = JL_k + \sum_i Q'_k - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t \left(\frac{H_{ijk} X_{ij}^{im}}{1000M} \right) \quad \forall_k \quad (4.4)$$

4) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ผลรวมของน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ที่ผลิตได้ในวันที่ t ต้องไม่เกินความสามารถของการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_k Q'_k \leq \sum_k K_k YF'_k \quad \forall_t \quad (4.5)$$

5) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ในวันที่ t จะมีการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด k ไม่เกิน 1 ชนิด เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_k YF'_k \leq 1 \quad \forall_t \quad (4.6)$$

6) เงื่อนไขของตัวแปรตัดสินใจมีดังต่อไปนี้

6.1) ตัวแปร Binary

$$YF'_k \in \{0,1\} \quad \forall_{k,t} \quad (4.7)$$

6.2) ตัวแปรที่ต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์และเป็นจำนวนเต็ม

$$J_k, Q'_k \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{k,t} \quad (4.8)$$

4.2.7 Mathematical Model

$$\text{Min} \sum_k C_k J_k + \sum_k \sum_t CF_k YF'_k + \sum_k \sum_t UFQ'_k \quad (4.1)$$

Subject to

$$\sum_k TF_k Q'_k \leq G \quad \forall_t \quad (4.2)$$

$$\sum_i Q'_k \geq \sum_i \sum_j \left(\frac{H_{ijk} DL_{ij}}{1000M} \right) + SSF_k - JL_k \quad \forall_k \quad (4.3)$$

$$J_k = JL_k + \sum_i Q'_k - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t \left(\frac{H_{ijk} X_{ij}^{tm}}{1000M} \right) \quad \forall_k \quad (4.4)$$

$$\sum_k Q'_k \leq \sum_k K_k YF'_k \quad \forall_i \quad (4.5)$$

$$\sum_k YF'_k \leq 1 \quad \forall_i \quad (4.6)$$

$$YF'_k \in \{0,1\} \quad \forall_{k,i} \quad (4.7)$$

$$J_k, Q'_k \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{k,i} \quad (4.8)$$

Part 2: การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

ในส่วนของ Part 2 นี้ เป็นการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น โดยใช้ น้ำผลไม้เข้มข้นที่ถูกลดและจัดเก็บไว้ (J_k) จาก Part 1 และส่วนผสมอื่นๆ (J_i) ที่จัดเก็บไว้ ซึ่งได้มาจากการพยากรณ์จากความต้องการของลูกค้าเมื่อปีที่ผ่านมา โดยจะมีการเลือกผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิดในปริมาณเท่าใด วันไหนและช่วงเวลาไหน (X_{ij}^{tm}) เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า (D_{ij}) และเพื่อหาปริมาณส่วนผสมต่างๆ ที่จะต้องใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ตัวแปรและขอบเขตของ Part 2 แสดงดังรูปที่ 4.8

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

4.2.1 ข้อกำหนด

- 1) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น 0.05 บาทต่อขวด
- 2) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บส่วนผสมต่างๆที่ใช้ผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น 0.1 บาทต่อกิโลกรัม
- 3) ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น ที่ผลิต มี 2 ขนาดคือ ขนาด 320 มิลลิลิตร และขนาด 700

มิลลิลิตร

- 4) ค่าขวดและฝา ที่ใช้บรรจุน้ำผลไม้เข้มข้น มีราคาค้างนี้

- ขนาด 320 มิลลิลิตร ราคา 5.46 บาทต่อฝาและขวด 1 ชุด
- ขนาด 700 มิลลิลิตร ราคา 6.21 บาทต่อฝาและขวด 1 ชุด

5) ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น มีดังนี้

5.1) น้ำสละเข้มข้น

- ขนาด 320 มิลลิลิตร เท่ากับ 19,639 บาทต่อครั้ง
- ขนาด 700 มิลลิลิตร เท่ากับ 28,603 บาทต่อครั้ง

5.2) น้ำหม่อนเข้มข้น

- ขนาด 320 มิลลิลิตร เท่ากับ 21,461 บาทต่อครั้ง
- ขนาด 700 มิลลิลิตร เท่ากับ 31,260 บาทต่อครั้ง

5.3) น้ำส้มเชิงเข้มข้น

- ขนาด 320 มิลลิลิตร เท่ากับ 19,902 บาทต่อครั้ง
- ขนาด 700 มิลลิลิตร เท่ากับ 28,987 บาทต่อครั้ง

5.4) น้ำส้มโชกุนเข้มข้น

- ขนาด 320 มิลลิลิตร เท่ากับ 18,658 บาทต่อครั้ง
- ขนาด 700 มิลลิลิตร เท่ากับ 27,173 บาทต่อครั้ง

5.1) น้ำพืชน์เข้มข้น

- ขนาด 320 มิลลิลิตร เท่ากับ 24,008 บาทต่อครั้ง
- ขนาด 700 มิลลิลิตร เท่ากับ 34,975 บาทต่อครั้ง

6) การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อการผลิต 1 ครั้ง

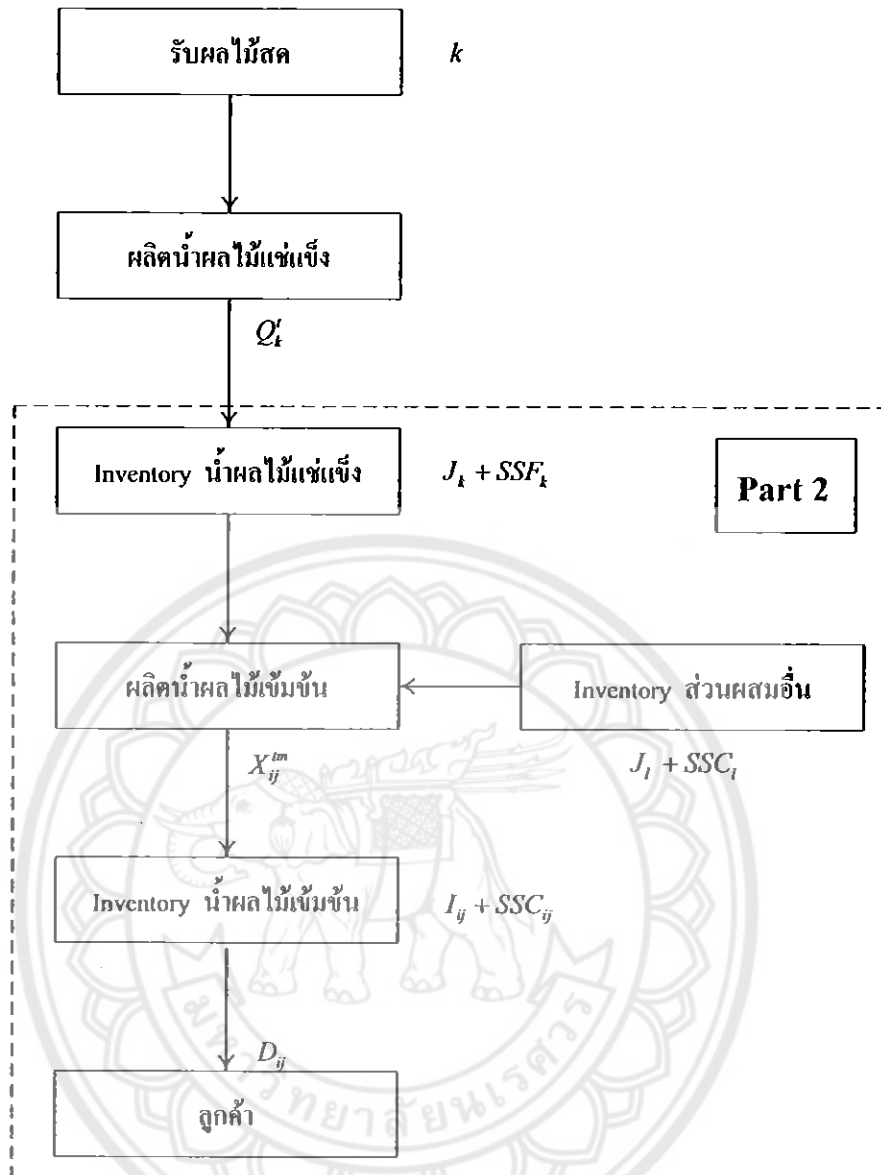
4.2.2 ข้อสมมติ (Assumptions)

1) ในเวลา 1 เดือน โรงงานเปิดทำงาน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 7 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็น 224 ชั่วโมงต่อเดือน

2) ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้น สามารถผลิตได้ดังนี้

- ขนาด 320 มิลลิลิตร สามารถผลิตได้ 3,000 ขวดต่อการผลิต 1 ครั้ง
- ขนาด 700 มิลลิลิตร สามารถผลิตได้ 2,000 ขวดต่อการผลิต 1 ครั้ง

3) ไม่คิดค่าใช้จ่ายโฆษณา (ค่าน้ำค่าไฟ)



รูปที่ 4.8 แสดงกระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

4.2.3 Notations

Indices

- i = ชนิดของน้ำผลไม้เข้มข้น
- j = ขนาดของน้ำผลไม้เข้มข้น
- k = ชนิดของน้ำผลไม้แช่แข็ง
- l = ชนิดของส่วนผสมต่างๆ
- t = วันที่ผลิต
- m = ช่วงเวลาที่ผลิต

Parameters

- R_{ij} = ราคาขายของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (บาทต่อขวด)
- E = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น (บาทต่อขวด)
- H_{ijk} = ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด k ที่ใช้ทำน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (กรัมต่อขวด)
- H_{ijl} = ปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่ใช้ทำน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (กรัมต่อขวด)
- UC_j = ค่าขวดและฝา สำหรับบรรจุน้ำผลไม้เข้มข้นขนาด j (บาทต่อขวด)
- U_l = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บส่วนผสมต่างๆ (บาทต่อกิโลกรัม)
- TC_{ij} = เวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (ชั่วโมงต่อขวด)
- CC_{ij} = ค่าใช้จ่าย ในการเลือกผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j แต่ละครั้ง (บาทต่อครั้ง)
- IL_{ij} = จำนวนผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่จัดเก็บเค็มที่มีอยู่ (ขวด)
- JL_l = ปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่ถูกจัดเก็บเค็มที่มีอยู่ (กิโลกรัม)
- K_j = ความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ขนาด j แต่ละครั้ง (ขวด)
- G = จำนวนชั่วโมงการทำงานทั้งหมดที่จะสามารถทำการผลิตได้ (ชั่วโมง)
- D_{ij} = ความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้น (Demand) (ขวด)
- SSC_{ij} = Safety Stock ของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (ขวดต่อสัปดาห์)
- V_l = ปริมาณส่วนผสม l ที่รับเข้ามา (กิโลกรัม)
- M = 10 (กิโลกรัมต่อน้ำผลไม้เข้มข้น 1 ถัง)

Decision Variables

- X_{ij}^{tm} = จำนวนผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ซึ่งผลิตในวันที่ t ช่วงเวลา m (ขวด)
- I_{ij} = จำนวนผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ถูกจัดเก็บไว้ (ขวด)
- J_l = ปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่ถูกจัดเก็บไว้ (กิโลกรัม)
- YC_{ij}^{tm} = 1 ถ้ามีการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ในวันที่ t ช่วงเวลา m
0 ถ้าไม่เป็นเช่นนั้น

4.2.4 Verbal model

สมการเป้าหมายเป็นการวางแผนในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น โดยการเลือกผลิตน้ำผลไม้แต่ละชนิดในแต่ละวัน เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างครบถ้วน โดยมี การคำนึง Inventory ด้วย เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และให้การผลิตเป็นไปตามข้อกำหนด

Maximize:

ราคาขายน้ำผลไม้เข้มข้น - (ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้เข้มข้น + ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น + ค่าใช้จ่ายในการบรรจุน้ำผลไม้เข้มข้น + ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บส่วนผสม)

Subject to:

ข้อจำกัดด้านชั่วโมงการทำงานทั้งหมดที่จะสามารถผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิดได้

ข้อจำกัดเกี่ยวกับความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้น

ข้อจำกัดของปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นและส่วนผสมที่มีอยู่

4.2.5 Objective Function

ราคาขายผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น (บาท) โดยคำนวณได้จากผลรวมของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตได้ในวันที่ t ช่วงเวลา m ลบด้วยปริมาณ Safety Stock ของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j แล้วนำมาคูณกับราคาขายของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (บาท) =

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t R_{ij} (X_{ij}^m - SSC_{ij})$$

ค่าใช้จ่ายในการทำน้ำผลไม้เข้มข้น (บาท) มี 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้เข้มข้น โดยคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ถูกจัดเก็บ คูณกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้เข้มข้น (บาท) = $\sum_i \sum_j EI_{ij}$

2) ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น โดยคำนวณได้จากผลรวมของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตในวันที่ t ช่วงเวลา m คูณกับค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละครั้ง (บาท) = $\sum_i \sum_j \sum_t \sum_m CC_{ij} YC_{ij}^m$

3) ค่าใช้จ่ายในการบรรจุน้ำผลไม้เข้มข้น โดยคำนวณได้จากผลรวมของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตได้ในวันที่ t ช่วงเวลา m คูณกับค่าใช้จ่ายของฝาและขวด สำหรับบรรจุน้ำผลไม้เข้มข้น (บาท) = $\sum_i \sum_j \sum_t \sum_m UC_j X_{ij}^m$

4) ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บส่วนผสม โดยคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณส่วนผสมที่ถูกจัดเก็บ คูณกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บส่วนผสม (บาท) = $\sum_t \sum_i U_i J_i$

เพื่อหาปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นในแต่ละวัน ที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้ง 4 ส่วนต่ำที่สุด (บาท) โดยการสร้างแบบจำลองโปรแกรมจำนวนเต็มเส้นตรง (Integer Linear Programming Model) ประกอบไปด้วย สมการเป้าหมาย (Objective Function) ดังแสดงในสมการที่ 4.9 และสมการเงื่อนไขต่างๆ (Constraints) ดังแสดงในสมการที่ 4.10 – 4.21

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i \sum_j \sum_m \sum_l R_{ij} (X_{ij}^{lm} - SSC_{ij}) - (\sum_i \sum_j EI_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_l \sum_m CCYC_{ij}^{lm} \\ & + \sum_i \sum_j \sum_l \sum_m UC_j X_{ij}^{lm} + \sum_l U_l J_l) \end{aligned} \quad (4.9)$$

4.2.6 Constraints

1) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ผลรวมเวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ในวันที่ l ช่วงเวลา m ต้องไม่เกินเวลาทั้งหมดที่จะสามารถทำการผลิตได้ เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_i \sum_j TC_{ij} X_{ij}^{lm} \leq G \quad \forall_{m,l} \quad (4.10)$$

2) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ผลิตได้ ต้องไม่น้อยกว่า ผลรวมของความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j กับ Safety Stock แล้วลบด้วยปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ถูกจัดเก็บไว้เดิมที่มีอยู่ เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_l \sum_m X_{ij}^{lm} \geq D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.11)$$

3) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ผลิตได้ ต้องไม่เกิน ผลรวมของความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j กับ Safety Stock แล้วลบด้วยปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ถูกจัดเก็บเดิมที่มีอยู่ หากด้วยความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ขนาด j ปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม และคูณด้วยความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ขนาด j เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_l \sum_m X_{ij}^{lm} \leq \left\lceil \frac{D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}}{K_j} \right\rceil K_j \quad \forall_{i,j} \quad (4.12)$$

4) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ปริมาณ Inventory ของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ต้องเท่ากับ ผลรวมของปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j เดิมที่มีอยู่กับปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตได้ใหม่ ลบออกด้วยความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$I_{ij} = IL_{ij} + \sum_l \sum_m X_{ij}^{lm} - D_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.13)$$

5) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ปริมาณ Inventory ของส่วนผสมชนิด l ต้องเท่ากับ ผลรวมของปริมาณส่วนผสมชนิด l เดิมที่มีอยู่กับปริมาณส่วนผสม ชนิด l ที่รับมาเพิ่ม ลบออกด้วยปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่ถูกใช้ไป เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$J_l = JL_l + V_l - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_l H_{ij} X_{ij}^{lm} \quad \forall_l \quad (4.14)$$

6) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ผลรวมปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด k ที่ใช้ไป ต้องไม่เกิน ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่มีอยู่ เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_l H_{ijk} X_{ij}^{lm} \leq 1000 J_k M \quad \forall_k \quad (4.15)$$

7) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ผลรวมปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่ใช้ไป ต้องไม่เกิน ปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่มีอยู่ เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_l H_{ijl} X_{ij}^{lm} \leq 1000 J_l \quad \forall_l \quad (4.16)$$

8) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ผลรวมของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ที่ผลิตได้ในวันที่ e ช่วงเวลา m ต้องไม่เกินความสามารถของการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นขนาด j เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_i \sum_j X_{ij}^{lm} \leq \sum_i \sum_j K_j YC_{ij}^{lm} \quad \forall_{m,e} \quad (4.17)$$

9) สมการเงื่อนไขเกี่ยวกับ ในช่วงเวลา m ของวันที่ e จะมีการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j ไม่เกิน 1 ชนิด เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$\sum_i \sum_j YC_{ij}^{lm} \leq 1 \quad \forall_{m,e} \quad (4.18)$$

10) เงื่อนไขของตัวแปรตัดสินใจมีดังต่อไปนี้

10.1) ตัวแปร Binary เขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$YC_{ij}^{lm} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j,m,e} \quad (4.19)$$

10.2) ตัวแปรที่ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์และ/หรือจำนวนเต็ม

$$J_l \geq 0 \quad \forall_l \quad (4.20)$$

$$X_{ij}^{lm}, I_{ij} \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{i,j,m,e} \quad (4.21)$$

4.2.7 Mathematical Model

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t R_{ij} (X_{ij}^{tm} - SSC_{ij}) - (\sum_i \sum_j EI_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_t \sum_m CCYC_{ij}^{tm} \\ & + \sum_i \sum_j \sum_t \sum_m UC_j X_{ij}^{tm} + \sum_t U_t J_t) \end{aligned} \quad (4.9)$$

Subject to:

$$\sum_i \sum_j TC_{ij} X_{ij}^{tm} \leq G \quad \forall_{m,t} \quad (4.10)$$

$$\sum_t \sum_m X_{ij}^{tm} \geq D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.11)$$

$$\sum_t \sum_m X_{ij}^{tm} \leq \left[\frac{D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}}{K_j} \right] K_j \quad \forall_{i,j} \quad (4.12)$$

$$I_{ij} = IL_{ij} + \sum_t \sum_m X_{ij}^{tm} - D_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.13)$$

$$J_t = JL_t + V_t - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ij} X_{ij}^{tm} \quad \forall_t \quad (4.14)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijk} X_{ij}^{tm} \leq 1000 J_k M \quad \forall_k \quad (4.15)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijt} X_{ij}^{tm} \leq 1000 J_t \quad \forall_t \quad (4.16)$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij}^{tm} \leq \sum_i \sum_j K_j YC_{ij}^{tm} \quad \forall_{m,t} \quad (4.17)$$

$$\sum_i \sum_j YC_{ij}^{tm} \leq 1 \quad \forall_{m,t} \quad (4.18)$$

$$YC_{ij}^{tm} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j,m,t} \quad (4.19)$$

$$J_i \geq 0 \quad \forall_i \quad (4.20)$$

$$X_{ij}^m, I_{ij} \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{i,j,m,t} \quad (4.21)$$

4.3 การทดสอบแบบจำลอง

การปรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัท

เนื่องจากบริษัทมีนโยบายให้มีการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งและน้ำผลไม้เข้มข้นอย่างเต็มความสามารถในการผลิต ดังต่อไปนี้

1) ความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

1.1) น้ำสละแช่แข็ง สามารถผลิตได้ 45 ถูต่อการผลิต 1 ครั้ง

1.2) น้ำหม่อนแช่แข็ง สามารถผลิตได้ 60 ถูต่อการผลิต 1 ครั้ง

1.3) น้ำส้มเซ็งและน้ำส้มโชกุนแช่แข็ง สามารถผลิตได้ 40 ถูต่อการผลิต 1 ครั้ง

2) ความสามารถในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น แบ่งความสามารถในการผลิตตามขนาดบรรจุ (สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด) ดังนี้

2.1) ขนาด 320 มิลลิลิตร สามารถผลิตได้ 3,000 ขวดต่อการผลิต 1 ครั้ง

2.2) ขนาด 700 มิลลิลิตร สามารถผลิตได้ 2,000 ขวดต่อการผลิต 1 ครั้ง

เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัท จึงต้องปรับเปลี่ยนสมการบางสมการ เพื่อสร้างโปรแกรมวางแผนการผลิต ดังต่อไปนี้

1) จาก Part 1 การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง สมการที่ 4.5

$$\sum_k Q'_k \leq \sum_k K_k YF'_k \text{ คือ ผลรวมของน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด } k \text{ ที่ผลิตได้ในวันที่ } t \text{ ต้องไม่เกิน}$$

ความสามารถของการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งชนิด } k

แต่เนื่องจากนโยบายของบริษัทที่ต้องผลิตอย่างเต็มความสามารถของการผลิตของน้ำผลไม้แช่แข็งแต่ละชนิด ดังนั้นในการนำไปใช้ในโปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel นั้น สมการที่ 4.5 จึงต้องปรับเปลี่ยนเป็น $\sum_k Q'_k = \sum_k K_k YF'_k$ ซึ่งจะส่งผลให้ตัวแปร Q'_k ไม่ใช่ตัวแปรตัดสินใจ

(Decision Variable) ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Part 1

2) จาก Part 2 การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง สมการที่ 4.17

$$\sum_i \sum_j X_{ij}^m \leq \sum_i \sum_j K_j YC_{ij}^m \text{ คือ ผลรวมของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด } i \text{ ขนาด } j \text{ ที่ผลิตได้ใน}$$

วันที่ } t \text{ ช่วงเวลา } m \text{ ต้องไม่เกินความสามารถของการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นขนาด } j

แต่เนื่องจากนโยบายของบริษัทที่ต้องผลิตอย่างเต็มความสามารถของการผลิตของน้ำผลไม้เข้มข้นแต่ละชนิด ดังนั้นในการนำไปใช้ในโปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel นั้น สมการที่

4.17 จึงต้องปรับเปลี่ยนเป็น $\sum_i \sum_j X_{ij}^m = \sum_i \sum_j K_j Y C_{ij}^m$ ซึ่งจะส่งผลให้ตัวแปร X_{ij}^m ไม่ใช่ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Part 2

Part 1 การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

4.3.1 Indices

i = ชนิดของน้ำผลไม้เข้มข้น ($i = 1$: น้ำสละเข้มข้น, 2: น้ำหม่อนเข้มข้น, 3: น้ำส้มเข้มข้น, 4: น้ำส้มโชกุนเข้มข้น, 5: น้ำพีชเข้มข้น)

j = บรรจุภัณฑ์ของน้ำผลไม้เข้มข้น ($j = 1$: ขนาด 320 มิลลิลิตร, 2: ขนาด 700 มิลลิลิตร)

k = ชนิดของน้ำผลไม้แช่แข็ง ($k = 1$: น้ำสละแช่แข็ง, 2: น้ำหม่อนแช่แข็ง, 3: น้ำส้มเข้มข้นแช่แข็ง, 4: น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง)

m = ช่วงเวลาที่ผลิต ($m = 1$: 8.00 - 12.00, 2: 13.00 - 17.00)

t = วันที่ผลิต ($t = 1, 2, 3, \dots, 7$)

4.3.2 Parameters

ค่าพารามิเตอร์ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

No.	Parameters	Value
1	C_k	8.8 บาทต่อถุง (สำหรับน้ำผลไม้แช่แข็งทุกชนิด)
2	H_{111}	19.86 กรัมต่อขวด
3	H_{121}	43.45 กรัมต่อขวด
4	H_{212}	55.35 กรัมต่อขวด
5	H_{222}	121.10 กรัมต่อขวด
6	H_{313}	20.31 กรัมต่อขวด
7	H_{323}	44.43 กรัมต่อขวด
8	H_{414}	25.75 กรัมต่อขวด
9	H_{424}	56.33 กรัมต่อขวด
10	H_{511}	14.00 กรัมต่อขวด
11	H_{512}	2.798 กรัมต่อขวด
12	H_{521}	30.62 กรัมต่อขวด

13	H_{522}	6.12 กรัมต่อขวด
14	UF	1 บาทต่อถุง
15	TF_1	0.18 ชั่วโมงต่อถุง
16	TF_2	0.13 ชั่วโมงต่อถุง
17	TF_3	0.20 ชั่วโมงต่อถุง
18	TF_4	0.20 ชั่วโมงต่อถุง
19	CF_1	22,080 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
20	CF_2	19,080 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
21	CF_3	18,080 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
22	CF_4	15,080 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
23	K_1	45 ถุงต่อครั้ง
24	K_2	62 ถุงต่อครั้ง
25	K_3	40 ถุงต่อครั้ง
26	K_4	40 ถุงต่อครั้ง
27	G	8 ชั่วโมง (1 วัน)
28	M	10 (กิโลกรัมต่อน้ำผลไม้แช่แข็ง 1 ถุง)

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถแทนค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Min} \sum_k 8.8J_k + \sum_i (22080YF_1^i + 19080YF_2^i + 18080YF_3^i + 15080YF_4^i) + \sum_k \sum_i Q_k^i \quad (4.1)$$

Subject to

$$(0.18Q_1^i + 0.13Q_2^i + 0.20Q_3^i + 0.20Q_4^i) \leq 8 \quad (4.2)$$

$$\sum_i Q_k^i \geq \sum_i \sum_j \left(\frac{H_{ijk} DL_{ij}}{10000} \right) + SSF_k - JL_k \quad \forall_k \quad (4.3)$$

$$J_k = JL_k + \sum_i Q_k^i - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t \left(\frac{H_{ijk} X_{ij}^m}{1000M} \right) \quad \forall_k \quad (4.4)$$

$$\sum_k Q_k^i = (45YF_1^i + 62YF_2^i + 40YF_3^i + 40YF_4^i) \quad \forall_i \quad (4.5)$$

$$\sum_k YF'_k \leq 1 \quad \forall_i \quad (4.6)$$

$$YF'_k \in \{0,1\} \quad \forall_{k,i} \quad (4.7)$$

$$J_k, Q'_k \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{k,i} \quad (4.8)$$

Part 2 การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

4.3.1 Indices

i = ชนิดของน้ำผลไม้เข้มข้น ($i = 1$: น้ำสละเข้มข้น, 2: น้ำหม่อนเข้มข้น, 3: น้ำส้มเซ็งเข้มข้น, 4: น้ำส้มโชกุนเข้มข้น, 5: น้ำพืชน์เข้มข้น)

j = บรรทัดฐานของน้ำผลไม้เข้มข้น ($j = 1$: ขนาด 320 มิลลิลิตร, 2: ขนาด 700 มิลลิลิตร)

k = ชนิดของน้ำผลไม้แช่แข็ง ($k = 1$: น้ำสละแช่แข็ง, 2: น้ำหม่อนแช่แข็ง, 3: น้ำส้มเซ็งแช่แข็ง, 4: น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง)

l = ชนิดของส่วนผสมต่างๆที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

m = ช่วงเวลาที่ผลิต ($m = 1$: 8.00 - 12.00, 2: 13.00 - 17.00)

t = วันที่ผลิต ($t = 1, 2, 3, \dots, 7$)

4.3.2 Parameters

ค่าพารามิเตอร์ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

No.	Parameters	Value
1	R_{i1}	35 บาทต่อขวด (สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด)
2	R_{i2}	60 บาทต่อขวด (สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด)
3	E	0.05 บาทต่อขวด (สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด)
2	H_{111}	19.86 กรัมต่อขวด
3	H_{121}	43.45 กรัมต่อขวด
4	H_{212}	55.35 กรัมต่อขวด
5	H_{222}	121.10 กรัมต่อขวด
6	H_{313}	20.31 กรัมต่อขวด

7	H_{323}	44.43 กรัมต่อขวด
8	H_{414}	25.75 กรัมต่อขวด
9	H_{424}	56.33 กรัมต่อขวด
10	H_{511}	14.00 กรัมต่อขวด
11	H_{512}	2.798 กรัมต่อขวด
12	H_{521}	30.62 กรัมต่อขวด
13	H_{522}	6.12 กรัมต่อขวด
14	UC_1	5.46 บาทต่อชุด (ทั้งค่าฝาและขวด)
15	UC_2	6.21 บาทต่อชุด (ทั้งค่าฝาและขวด)
16	U_1	0.1 บาทต่อกิโลกรัม (สำหรับส่วนผสมทุกชนิด)
17	TC_{11}	0.001 ชั่วโมงต่อขวด (สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด)
18	TC_{12}	0.002 ชั่วโมงต่อขวด (สำหรับน้ำผลไม้เข้มข้นทุกชนิด)
19	TF_4	0.20 ชั่วโมงต่อถุง
20	CC_{11}	19,639 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
21	CC_{12}	28,603 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
22	CC_{21}	21,461 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
23	CC_{22}	31,260 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
24	CC_{31}	19,902 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
25	CC_{32}	28,987 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
26	CC_{41}	18,658 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
27	CC_{42}	27,173 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
28	CC_{51}	24,008 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
29	CC_{52}	34,975 บาทต่อการผลิต 1 ครั้ง
30	K_1	3,000 ขวดต่อครั้ง
31	K_2	2,000 ขวดต่อครั้ง
32	G	4 ชั่วโมง (1 ช่วงเวลาที่ผลิต)
33	D_{ij}	ได้รับการกรอกข้อมูลจริงจากผู้ใช้โปรแกรม
34	V_i	ได้รับการกรอกข้อมูลจริงจากผู้ใช้โปรแกรม
35	M	10 (กิโลกรัมต่อน้ำผลไม้เข้มข้น 1 ถุง)

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถแทนค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i \sum_m \sum_t ((35X_{i1}^{tm} - SSC_{i1}) + (60X_{i2}^{tm} - SSC_{i2})) - \left\{ \sum_i \sum_j 0.05I_{ij} + \right. \\ & \sum_m \sum_t (19,639YC_{11}^{tm} + 28,603YC_{12}^{tm} + 21,461YC_{21}^{tm} + 31,260YC_{22}^{tm} + 19,902YC_{31}^{tm} \\ & + 28,987YC_{32}^{tm} + 18,658YC_{41}^{tm} + 27,173YC_{42}^{tm} + 24,008YC_{51}^{tm} + 34,975YC_{52}^{tm}) + \\ & \left. \sum_i \sum_m \sum_t (5.46X_{i1}^{tm} + 6.21X_{i2}^{tm}) + \sum_t 0.1J_t \right\} \end{aligned} \quad (4.9)$$

Subject to:

$$\sum_i \sum_j (0.001X_{i1}^{tm} + 0.002X_{i2}^{tm}) \leq 4 \quad \forall_{m,t} \quad (4.10)$$

$$\sum_i \sum_m X_{ij}^{tm} \geq D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.11)$$

$$\sum_i \sum_m X_{ij}^{tm} \leq \left\lfloor \frac{D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}}{K_j} \right\rfloor K_j \quad \forall_{i,j} \quad (4.12)$$

$$I_{ij} = IL_{ij} + \sum_t \sum_m X_{ij}^{tm} - D_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.13)$$

$$J_t = JL_t + V_t - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ij} X_{ij}^{tm} \quad \forall_t \quad (4.14)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijk} X_{ij}^{tm} \leq 10000J_k \quad \forall_k \quad (4.15)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijt} X_{ij}^{tm} \leq 1000J_t \quad \forall_t \quad (4.16)$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij}^{tm} = \sum_i \sum_j K_j YC_{ij}^{tm} \quad \forall_{m,t} \quad (4.17)$$

$$\sum_i \sum_j YC_{ij}^{tm} \leq 1 \quad \forall_{m,t} \quad (4.18)$$

$$YC_{ij}^{tm} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j,m,t} \quad (4.19)$$

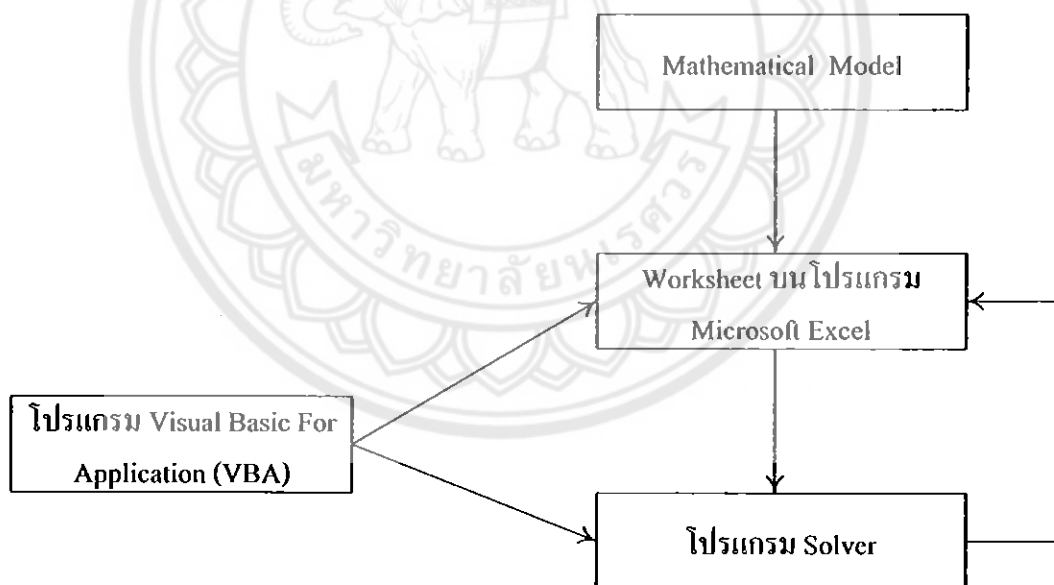
$$J_i \geq 0 \quad \forall_i \quad (4.20)$$

$$X_{ij}^{lm}, I_{ij} \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{i,j,m,l} \quad (4.21)$$

หาคำตอบโดยใช้โปรแกรม Solver ที่มีให้ Add-Ins ในโปรแกรม Microsoft Excel 2003 ช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของ Math Model

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากการสร้าง Math Model ให้ครอบคลุมมากที่สุด จากนั้นนำ Math Model มาใส่ลงใน Worksheet บนโปรแกรม Microsoft Excel 2003 แล้วทำการกรอกค่าลงในโปรแกรม Solver หลังจากนั้นจึงสร้างโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น โดยใช้โปรแกรม Visual Basic For Application (VBA) เพื่อให้ช่วยในการทำงานของโปรแกรมได้ง่ายยิ่งขึ้น เมื่อได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดแล้ว โปรแกรมก็จะเชื่อมโยงคำตอบมาที่ Worksheet บนโปรแกรม Microsoft Excel ดังรูปที่ 4.9

จากการใช้โปรแกรม Solver ช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของ Math Model ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.9 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของโปรแกรม

ตารางที่ 4.3 ผลที่ได้จากโปรแกรม Solver ในส่วนของ Part 1 (บางส่วน)

จำนวนผลไม้สดที่ต้องการ (กิโลกรัม)				
วัน/เดือน	สละ	หม่อน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
1/พ.ย.	0	0	0	0
2/พ.ย.	0	0	0	1000
3/พ.ย.	0	0	0	1000
4/พ.ย.	0	0	1000	0
5/พ.ย.	0	0	0	0
6/พ.ย.	0	0	0	0
7/พ.ย.	0	0	1000	0
จำนวนน้ำผลไม้แช่แข็ง (ถุง)				
สรุปผลการผลิต	น้ำสละแช่แข็ง	น้ำหม่อนแช่แข็ง	น้ำส้มเขียวแช่แข็ง	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง
น้ำแช่แข็งที่ผลิตได้	0	0	80	80
น้ำแช่แข็งที่ใช้ไป	0	0	0	0
น้ำแช่แข็งที่เหลือ	1200	1000	1080	1080

ตารางที่ 4.4 ผลที่ได้จากโปรแกรม Solver (แผนการผลิต) ในส่วนของ Part 2 (บางส่วน)

ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น (ขวด)											
วันที่ ผลิต	เวลาการทำงาน	น้ำสละเข้มข้น		น้ำหม่อนเข้มข้น		น้ำส้มเขียวเข้มข้น		น้ำส้มโชกุนเข้มข้น		น้ำพืชน์เข้มข้น	
		ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด
		320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml
1	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	0
2	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	3000	0	0	0	0	0
3	8.00-12.00	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0
4	8.00-12.00	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	2000	0	0
5	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0
6	8.00-12.00	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0

	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น (ขวด)											
สรุปผลการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น	น้ำสละเข้มข้น		น้ำหม่อนเข้มข้น		น้ำส้มเซ็งเข้มข้น		น้ำส้มโชกุนเข้มข้น		น้ำพีชเข้มข้น		
	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด	ขนาด
	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml	700 ml	320 ml
จำนวนที่ผลิตได้รวม	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000	2000
จำนวนที่โครงการ	700	900	750	1000	550	680	580	850	600	790	790
Inventory	2800	1600	2750	1500	2950	1820	2920	1650	2900	1710	1710

ตารางที่ 4.5 ผลที่ได้จากโปรแกรม Solver (ปริมาณวัตถุดิบ) ในส่วนของ Part 2 (บางส่วน)

ชนิดของส่วนผสมที่ใช้	วัตถุดิบ			
	ปริมาณที่มีอยู่เดิม (กรัม)	ปริมาณที่ต้องใช้ (กรัม)	ปริมาณส่วนผสมที่ขาด (กรัม)	ปริมาณส่วนผสมที่เหลือ (กรัม)
1. น้ำสละเซ็งเซ็ง	1,200,000	249,720	0	950,280
2. น้ำหม่อนเซ็งเซ็ง	1,000,000	428,884	0	571,116
3. น้ำส้มเซ็งเซ็ง	1,080,000	149,790	0	930,210
4. น้ำส้มโชกุนเซ็งเซ็ง	1,080,000	189,910	0	890,090
5. ฟรุคโตไซรัป	3,250,000,000	11,283,800	0	3,238,716,200
6. น้ำตาลทราย	1,500,000,000	326,353	0	1,499,673,647
7. แชนแทนกัม	25,000,000	16,284	0	24,983,716
8. สารขุ่น	50,000,000	9,504	0	49,990,496
9. ผงขุ่น	25,000,000	2,628	0	24,997,372
10. เกลือ	480,000	9,370	0	470,630

4.4 การเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งโดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) ซึ่ง Run บน โปรแกรม Microsoft Excel 2003

4.4.1 ส่วนของการสร้างโปรแกรม

การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้กับโปรแกรมการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำผลไม้เข้มข้นนั้น จะทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเป็นอันดับแรก หลังจากได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว เราจะใช้โปรแกรม Solver ซึ่งมีให้ Add-Ins Tool ในโปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดออกมาโดย

1) สร้าง Interface สำหรับรองรับข้อมูลของตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) แต่ละตัวทั้งหมด โดยที่ Part 1 มีตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 2 ตัว คือ J_k และ YF'_k ดังรูปที่ 4.10 และ Part 2 มีตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 3 ตัว คือ I_{ij} , J_i และ YC_{ij}^{lm} ดังรูปที่ 4.11

	A	B	C	D	E
3	จำนวนผลไม้สดที่ต้องการ เดือน พฤศจิกายน สัปดาห์ที่ 1 (กิโลกรัม)				
4	วัน/เดือน	สละ	หมอน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
5	2-Nov	0	0	0	0
6	3-Nov	0	0	0	1000
7	4-Nov	0	0	0	1000
8	5-Nov	0	0	1000	0
9	6-Nov	0	0	0	0
10	7-Nov	0	0	0	0
11	9-Nov	0	0	1000	0
12					
13					
16	จำนวนน้ำแช่แข็ง (ถุง)				
17	สรุปผลการผลิต	น้ำสละแช่แข็ง	น้ำหมอนแช่แข็ง	น้ำส้มเขียวแช่แข็ง	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง
18	น้ำแช่แข็งที่ผลิตได้	0	0	50	80
19	น้ำแช่แข็งที่ใช้ไป	0	0	0	0
20	น้ำแช่แข็งที่เหลือ	100	100	180	180

รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่าง Interface บางส่วนของ Part 1 (น้ำผลไม้แช่แข็ง)

ผลิตภัณฑ์นมผลไม้เข้มข้น (ขวด)											
เวลาการทำงาน	น้ำสละเข้มข้น		น้ำหม่อนเข้มข้น		น้ำส้มเข้มข้น		น้ำส้มโชกุนเข้มข้น		น้ำพืชมะเขือเทศเข้มข้น		
	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	
1	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
2	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0
3	8.00-12.00	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0
4	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	2000	0	0
5	8.00-12.00	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	13.00-17.00	0	0	0	0	3000	0	0	0	0	0
7	8.00-12.00	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0
8	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	0
9	8.00-12.00	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0
10	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	13.00-17.00	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0
17	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19											
20											
ผลิตภัณฑ์นมผลไม้เข้มข้น (ขวด)											
สรุปผลการผลิตนมผลไม้เข้มข้น	น้ำสละเข้มข้น		น้ำหม่อนเข้มข้น		น้ำส้มเข้มข้น		น้ำส้มโชกุนเข้มข้น		น้ำพืชมะเขือเทศเข้มข้น		
จำนวนที่ผลิตได้รวม	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000	
จำนวนที่ต้องการ	555	555	555	555	555	555	555	555	555	555	
Inventory	2945	1945	2945	1945	2945	1945	2945	1945	2945	1945	

รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่าง Interface บางส่วนของ Part 2 (น้ำผลไม้เข้มข้น)

2) สำหรับค่าพารามิเตอร์ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องนำมาคิดค่าใช้จ่าย ซึ่งจะถูกลำมาคูณกับตัวแปรตัดสินใจ ก็จะถูกนำมาเตรียมไว้สำหรับนำไปคำนวณเพื่อหาค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดด้วย ตัวอย่างตารางค่าใช้จ่ายสำหรับคำนวณค่าใช้จ่ายต่ำสุด ดังรูป 4.12

	B	C	D	E	F
6	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง	8.8	80	1	0.2
9	Fixed cost (CF)				
10	ค่าใช้จ่ายในการผลิต/ครึ่ง				
11	วัน/เดือน	สละ	หม่อน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
12	1-ท.ย.				
13	2-ท.ย.				
14	3-ท.ย.				
15	4-ท.ย.				
16	5-ท.ย.				
17	6-ท.ย.				
18	7-ท.ย.				
19					
20	ค่าจัดเก็บ (บาท/ถุง)(C)	น้ำสละแช่แข็ง	น้ำหม่อนแช่แข็ง	น้ำส้มเขียวแช่แข็ง	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง
21					
22					
23	ค่าถุงไนลอน (UF)	น้ำสละแช่แข็ง	น้ำหม่อนแช่แข็ง	น้ำส้มเขียวแช่แข็ง	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง
24					

รูปที่ 4.12 แสดงตารางค่าใช้จ่ายสำหรับคำนวณค่าใช้จ่ายต่ำสุด Part 1 (น้ำผลไม้แช่แข็ง)

3) จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ ดังต่อไปนี้

Part 1 การผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

$$\text{Min} \sum_k C_k J_k + \sum_k \sum_i CF_k YF'_k + \sum_k \sum_i UFQ'_k \quad (4.1)$$

Subject to

$$\sum_k TF_k Q'_k \leq G \quad \forall_i \quad (4.2)$$

$$\sum_i Q'_k \geq \sum_i \sum_j \left(\frac{H_{ijk} DL_{ij}}{1000M} \right) + SSF_k - JL_k \quad \forall_k \quad (4.3)$$

$$J_k = JL_k + \sum_i Q'_k - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t \left(\frac{H_{ijk} X_{ij}^{tm}}{1000M} \right) \quad \forall_k \quad (4.4)$$

$$\sum_k Q'_k = \sum_k K_k YF'_k \quad \forall_i \quad (4.5)$$

$$\sum_k YF'_k \leq 1 \quad \forall_i \quad (4.6)$$

$$YF'_k \in \{0,1\} \quad \forall_{k,i} \quad (4.7)$$

$$J_k, Q'_k \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{k,i} \quad (4.8)$$

ในการกรอกสมการเข้าไปในโปรแกรม Solver มีบางสมการที่ไม่สามารถกรอกข้อมูลได้เลยโดยตรง คือ สมการที่ 4.2, 4.3 และ 4.4 เพื่อให้สามารถนำสมการเหล่านี้กรอกลงในโปรแกรม Solver ได้ จึงต้องมีการเปิดช่องสำหรับเพิ่มสูตรลงในตาราง Worksheet ของ Microsoft Excel คือ

- เวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง (TF_k) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านซ้ายของสมการที่ 4.2 ก่อน คือ $\sum_k TF_k Q'_k$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น =SUMPRODUCT (B18:E18,'data part 1 '! C27:F27) เป็นต้น

- ปริมาณผลไม้น้ำผลไม้แช่แข็งที่ต้องผลิต (Q'_k) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านขวาของสมการที่ 4.3 ก่อน คือ $\sum_i \sum_j \left(\frac{H_{ijk} DL_{ij}}{1000M} \right) + SSF_k - JL_k$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น = C45+B21-'data part 1 '! C31 เป็นต้น

- ปริมาณน้ำผลไม้แช่แข็งที่ถูกจัดเก็บ (J_k) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านขวาของสมการที่ 4.4 ก่อน คือ $JL_k + \sum_i Q_k - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t \left(\frac{H_{ijk} X_{ij}^{im}}{1000M} \right)$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น =B18-B19+'data part 1'! C31 เป็นต้น

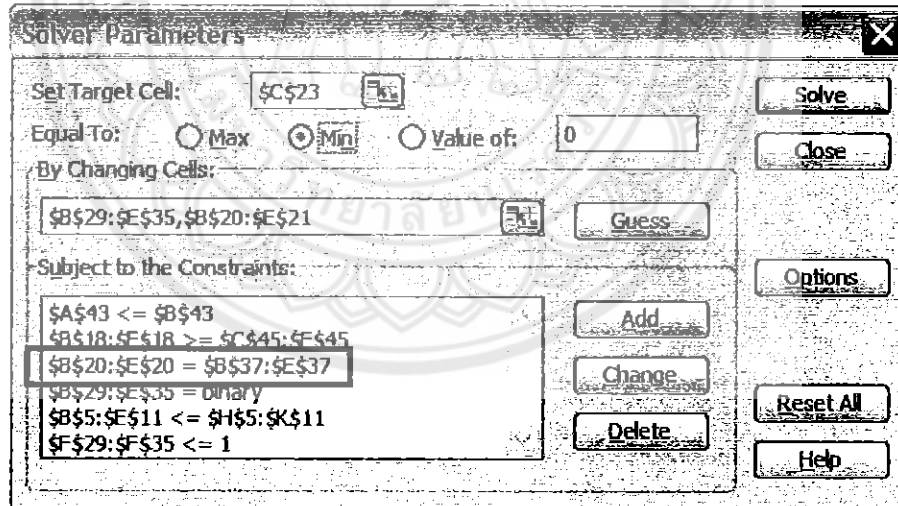
ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์ในโปรแกรม Solver โดยมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรทางขวามือ สำหรับสมการที่ 4 แสดงได้ดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14

19	น้ำแช่แข็งที่ใช้ไป	0	0	0	0
20	น้ำแช่แข็งที่เหลือ	100	100	180	180
22					

=

36					
37	น้ำแช่แข็งที่เหลือ	100	100	180	180
38					

รูปที่ 4.13 แสดงตำแหน่งที่เซลล์ถูกอ้างอิง



รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งเซลล์ที่ถูกอ้างอิงในโปรแกรม Solver

Part 2 การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t R_{ij} (X_{ij}^{tm} - SSC_{ij}) - (\sum_i \sum_j EI_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_t \sum_m CCYC_{ij}^{tm}) \\ & + \sum_i \sum_j \sum_t \sum_m UC_j X_{ij}^{tm} + \sum_t U_t J_t \end{aligned} \quad (4.9)$$

Subject to:

$$\sum_i \sum_j TC_{ij} X_{ij}^{tm} \leq G \quad \forall_{m,t} \quad (4.10)$$

$$\sum_i \sum_m X_{ij}^{tm} \geq D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.11)$$

$$\sum_i \sum_m X_{ij}^{tm} \leq \left\lfloor \frac{D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}}{K_j} \right\rfloor K_j \quad \forall_{i,j} \quad (4.12)$$

$$I_{ij} = IL_{ij} + \sum_t \sum_m X_{ij}^{tm} - D_{ij} \quad \forall_{i,j} \quad (4.13)$$

$$J_t = JL_t + V_t - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ij} X_{ij}^{tm} \quad \forall_t \quad (4.14)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijk} X_{ij}^{tm} \leq 1000 J_k M \quad \forall_k \quad (4.15)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijt} X_{ij}^{tm} \leq 1000 J_t \quad \forall_t \quad (4.16)$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij}^{tm} \leq \sum_i \sum_j K_j YC_{ij}^{tm} \quad \forall_{m,t} \quad (4.17)$$

$$\sum_i \sum_j YC_{ij}^{tm} \leq 1 \quad \forall_{m,t} \quad (4.18)$$

$$YC_{ij}^{tm} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j,m,t} \quad (4.19)$$

$$J_i \geq 0 \quad \forall_i \quad (4.20)$$

$$X_{ij}^{lm}, I_{ij} \geq 0 \text{ and integer} \quad \forall_{i,j,m,l} \quad (4.21)$$

ในการกรอกสมการเข้าไปในโปรแกรม Solver มีบางสมการที่ไม่สามารถกรอกข้อมูลได้โดยตรง คือ สมการที่ 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 และ 4.16 เพื่อให้สามารถนำสมการเหล่านี้กรอกลงในโปรแกรม Solver ได้ จึงต้องมีการเปิดช่องสำหรับเพิ่มสูตรลงในตาราง คือ

- เวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (TC_{ij}) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านซ้ายของสมการที่ 4.10 ก่อน คือ $\sum_i \sum_j TC_{ij} X_{ij}^{lm}$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปรดังกล่าว เช่น =SUMPRODUCT (D25:M25,'data part 2'! B6:K6) เป็นต้น

- ปริมาณผลไม้เข้มข้นที่ผลิตได้ (X_{ij}^{lm}) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านขวาของสมการที่ 4.11 และ 4.12 ก่อน คือ $D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}$ และ $\left[\frac{D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}}{K_j} \right] K_j$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น =D26+D28-'data part 2'! B7 และ =ROUNDUP ((D63/3000), 0)*3000 เมื่อ D63 =IF (D62<=0,"0", D62) เป็นต้น

- ปริมาณ Inventory ของน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด i ขนาด j (I_{ij}) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านขวาของสมการที่ 4.13 ก่อน คือ $IL_{ij} + \sum_m \sum_l X_{ij}^{lm} - D_{ij}$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น =D25-D26+'data part 2'! B7 เป็นต้น

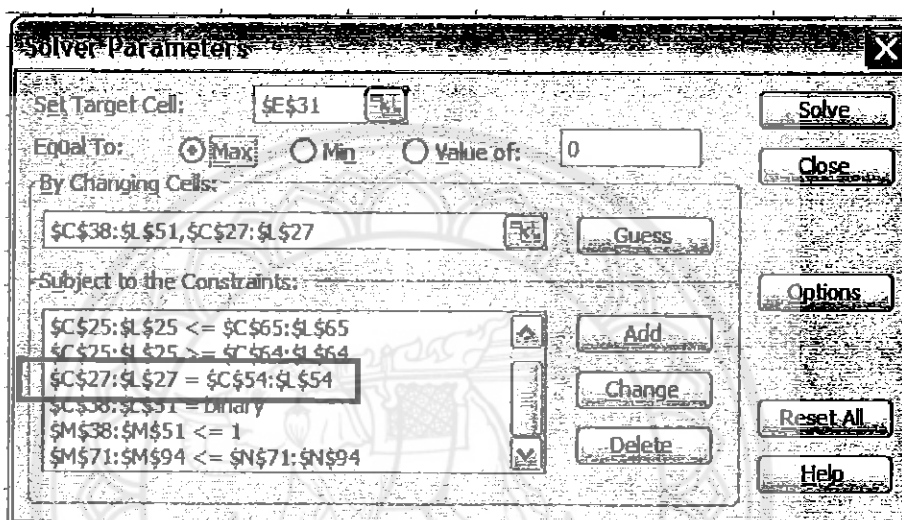
- ปริมาณ Inventory ของส่วนผสมชนิด l (J_l) โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรด้านขวาของสมการที่ 4.14 ก่อน คือ $JL_l + V_l - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_l H_{ijl} X_{ij}^{lm}$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น = O70 - N70 เมื่อ O70 ='Ad1'! L6 =H6+K6 เป็นต้น

- ผลรวมปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นชนิด k และผลรวมปริมาณส่วนผสมชนิด l ที่ใช้ไป โดยจะมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรทั้งสองด้านของสมการที่ 4.15 และสมการที่ 4.16 ก่อน คือ $\sum_i \sum_j \sum_m \sum_l H_{ijk} X_{ij}^{lm}$, $1000J_k M$ และ $1000J_l$ ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์เพื่อคำนวณตัวแปร ดังกล่าว เช่น =SUMPRODUCT(D70:M70,D25:M25) เป็นต้น

ตัวอย่างการอ้างอิงเซลล์ในโปรแกรม Solver โดยมีการเปิดช่องสำหรับการคำนวณค่าตัวแปรทางขวามือ สำหรับสมการที่ 5 แสดงได้ดังรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16

26											
27	Inventory (I _y)										
28											
53											
54	Inventory (I _g)	3000	2000	2200	1700	200	200	200	200	2200	1310
55											
56											

รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งที่เซลล์ถูกอ้างอิง

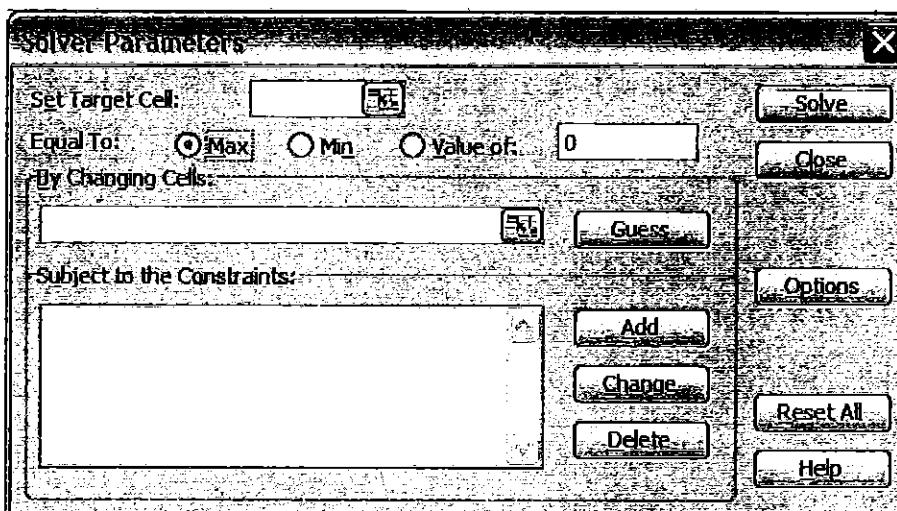


รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งที่เซลล์ถูกอ้างอิงในโปรแกรม Solver

4) การนำเข้าข้อมูลในโปรแกรม Solver เพื่อให้โปรแกรมหาแผนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด มีขั้นตอนดังนี้

4.1) ทำการ Add-Ins โปรแกรม Solver จาก Microsoft Excel 2003 โดยเลือกที่ Tools > Add-Ins > Solver Add-in > ok

4.2) เรียก Solver ขึ้นมาใช้โดยเลือกที่ Tools > Solver จะได้กล่องขึ้นมาดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงกล่องรับข้อมูลของโปรแกรม Solver

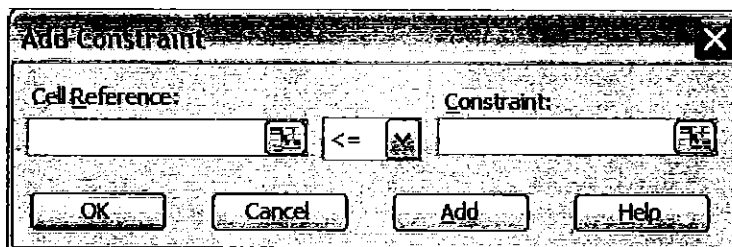
4.3) กรอก Cell ของส่วนต่างๆ ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ลงในโปรแกรม Solver ดังต่อไปนี้

1. นำ Cell ที่เป็นสมการเป้าหมาย (Objective Function) กรอกในช่อง Set Target Cell คือ สมการ

2. คลิกเลือกลักษณะของปัญหา Max หรือ Min

3. นำ Cell ที่เป็นตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) กรอกในช่อง By Changing Cell

4. นำ Cell ที่เป็นสมการเงื่อนไข (Constraints) กรอกลงในช่อง Subject to the Constraints โดยคลิกที่ปุ่ม Add แล้วนำ Cell ที่เป็นสมการเงื่อนไขต่างๆ กรอกลงในกล่องรับข้อมูล Add Constraint ที่ปรากฏขึ้นตามเงื่อนไขของสมการนั้นๆ ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงกล่องรับข้อมูลสำหรับสมการเงื่อนไข

สมการเงื่อนไขที่จะกรอก มีดังตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

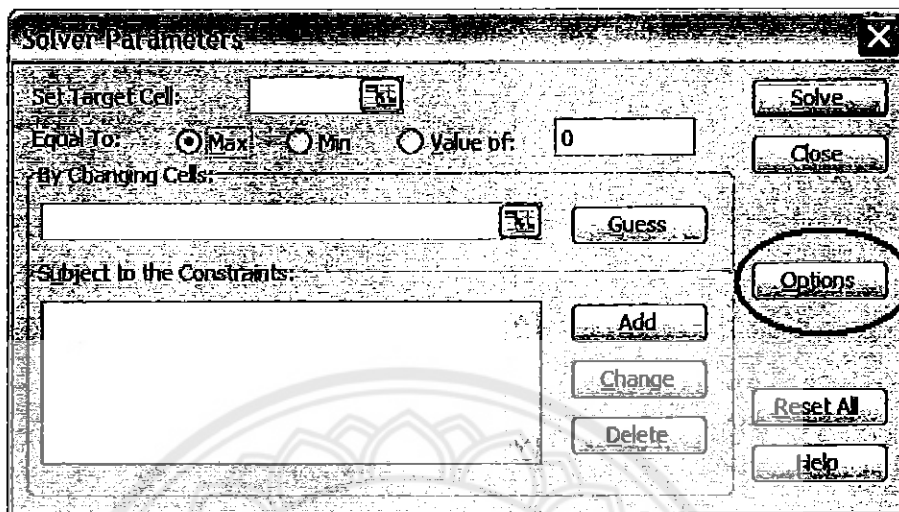
ตารางที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของสมการกับ Cell ใน Microsoft Excel ของการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง (Part 1)

ลำดับ	สมการ	Cell	Worksheet
1	$\sum_k TF_k Q_k' \leq G$	A43 ≤ B43	SoWeek1 – SoWeek20
2	$\sum_i Q_k' \geq \sum_i \sum_j \left(\frac{H_{ijk} DL_{ij}}{1000M} \right) + SSF_k - JL_k$	B18:E18 ≥ C45:F45	SoWeek1 – SoWeek20
3	$J_k = JL_k + \sum_i Q_k' - \sum_i \sum_j \sum_m \sum_t \left(\frac{H_{ijk} X_{ij}^{tm}}{1000M} \right)$	B20:E20 = B37:E37	SoWeek1 – SoWeek20
4	$\sum_k Q_k' = \sum_k K_k YF_k$	B5:E11 = H5:K11	SoWeek1 – SoWeek20
5	$YF_k' \in \{0,1\}$	B29:E35 = binary	SoWeek1 – SoWeek20
6	$\sum_k YF_k' \leq 1$	F29:F35 ≤ 1	SoWeek1 – SoWeek20

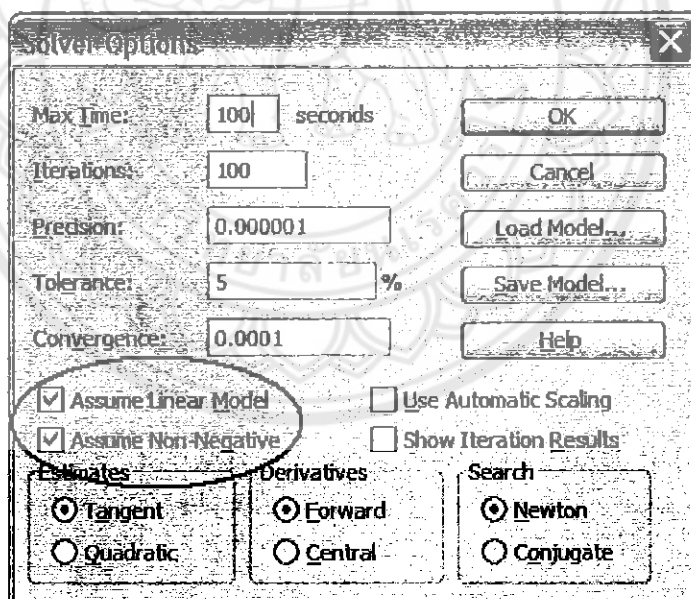
ตารางที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ของสมการกับ Cell ใน Microsoft Excel ของการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (Part 2)

ลำดับ	สมการ	Cell	Worksheet
1	$\sum_i \sum_j TC_{ij} X_{ij}^{tm} \leq G$	B60 ≤ C60	so2W1 – so2W48
2	$\sum_i \sum_m X_{ij}^{tm} \geq D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}$	D25:M25 ≥ D63:M63	so2W1 – so2W48
3	$\sum_i \sum_m X_{ij}^{tm} \leq \left\lfloor \frac{D_{ij} + SSC_{ij} - IL_{ij}}{K_j} \right\rfloor K_j$	D25:M25 ≤ D64:M64	so2W1 – so2W48
4	$I_{ij} = IL_{ij} + \sum_m \sum_t X_{ij}^{tm} - D_{ij}$	D27:M27 = D53:M53	so2W1 – so2W48
5	$\sum_i \sum_j \sum_m \sum_t H_{ijk} X_{ij}^{tm} \leq 1000J_k M$ และ $\sum_i \sum_j \sum_m H_{ijl} X_{ij}^{tm} \leq 1000J_l$	N70:N93 ≤ O70:O93	so2W1 – so2W48
6	$\sum_i \sum_j X_{ij}^{tm} = \sum_i \sum_j K_j YC_{ij}^{tm}$	D5:M18 = P5:Y18	so2W1 – so2W48
7	$YC_{ij}^{tm} \in \{0,1\}$	D38:M51 = binary	so2W1 – so2W48
8	$\sum_i \sum_j YC_{ij}^{tm} \leq 1$	N38:N51 ≤ 1	so2W1 – so2W48

5. คลิกรูป Options เพื่อเป็นการกำหนดให้ตัวแปรทุกตัวในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ และกำหนดให้เป็นแบบจำลองเชิงเส้นตรง ดังรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20

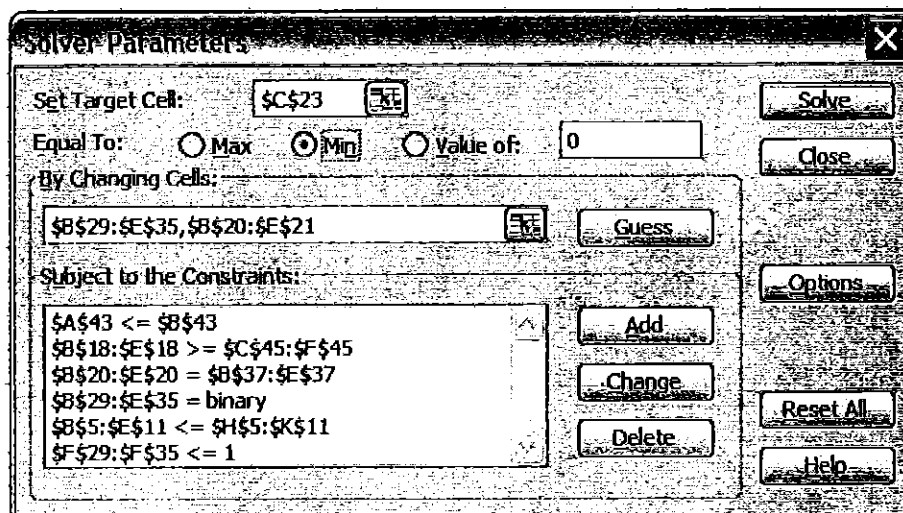


รูปที่ 4.19 การกำหนดค่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

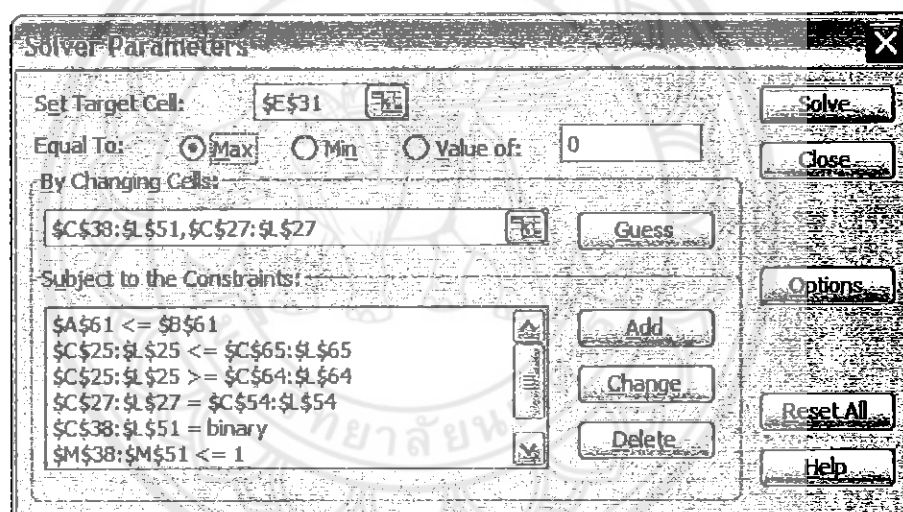


รูปที่ 4.20 การกำหนดค่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจะได้กล่องข้อมูลที่มีสมการที่ได้กรอกเข้าไปในโปรแกรม Solver โดยอ้างอิงจาก Cell บน Microsoft Excel 2003 ดังรูปที่ 4.21 และรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.21 แสดงข้อมูลที่กรอกเข้าไปในโปรแกรม Solver ของ การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (Part 1)



รูปที่ 4.22 แสดงข้อมูลที่กรอกเข้าไปในโปรแกรม Solver ของ การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (Part 2)

4.4) หลังจากกรอกข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว คลิกปุ่ม Solve แล้ว โปรแกรมจะประมวลผลหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้

หลังจากการสร้าง Interface เสร็จสมบูรณ์ จึงจะทำการสร้างโปรแกรมที่สมบูรณ์ขึ้น โดยมีผังการทำงาน ของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.23 เริ่มจากการเริ่มต้นของโปรแกรม โดยการคลิกปุ่ม Start จะมีแบบฟอร์มให้เลือกแผนข้อมูล 3 แบบฟอร์ม คือ

1. แบบฟอร์มของแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น จะมีกล่องให้กรอกข้อมูล แล้วทำการกรอกข้อมูลให้เรียบร้อย จากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่กรอก ถ้ากรอกข้อมูลไม่ถูกต้องโปรแกรมจะตอบโต้แล้วให้ทำการกรอกข้อมูลใหม่

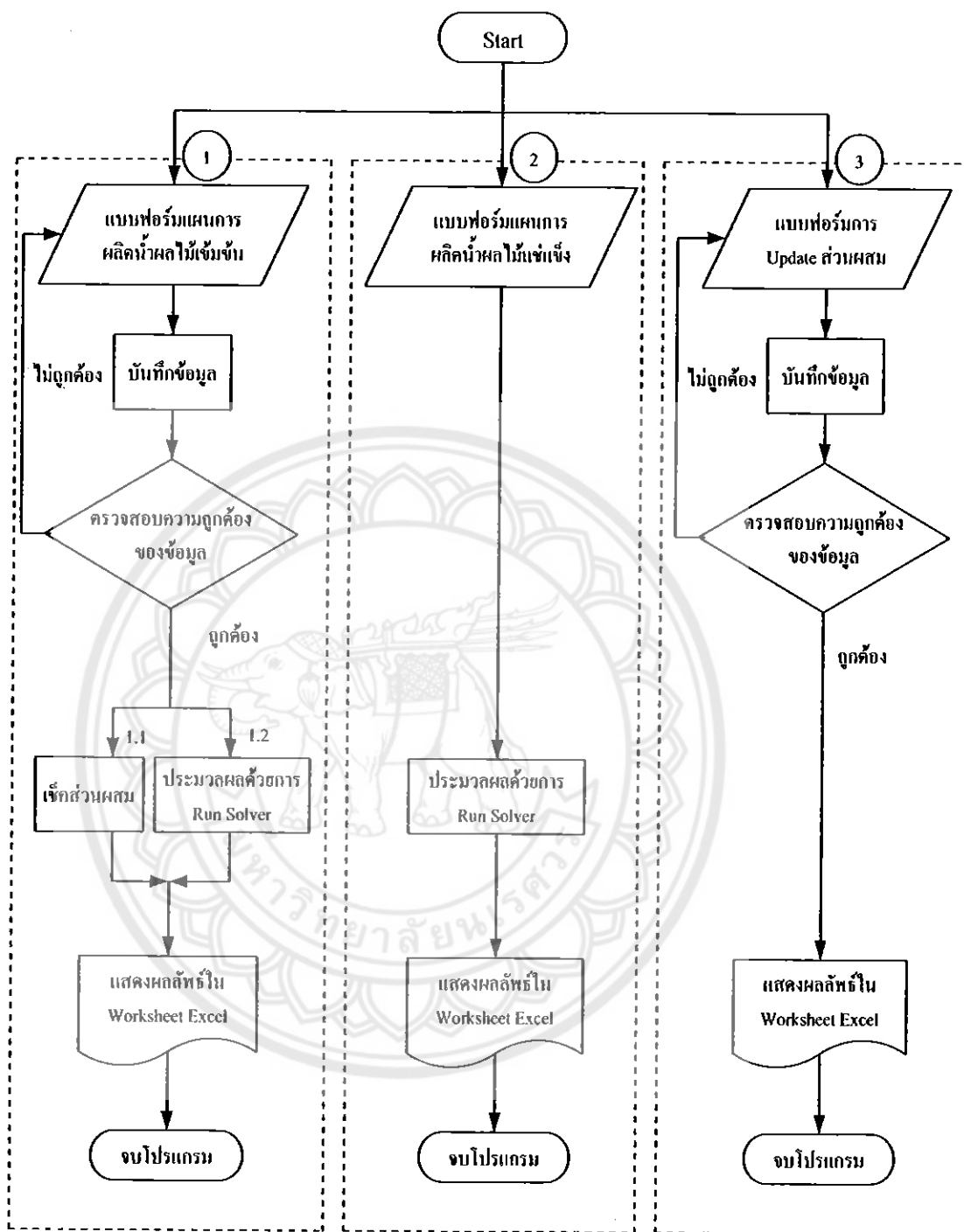
เมื่อกรอกข้อมูลถูกต้องแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม Add จะมีแบบฟอร์มให้เลือก 2 แบบฟอร์ม คือ

1.1 แบบฟอร์มเลือกเช็คส่วนผสมที่ต้องใช้ เมื่อคลิกเข้าไปจะแสดง Preview Worksheet สรุปจำนวนส่วนผสมทั้งหมด

1.2 แบบฟอร์มเลือก Solver เมื่อคลิกปุ่ม Solver โปรแกรมจะช่วยหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด หลังจาก Run โปรแกรม Solver เสร็จสิ้น ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงใน Worksheet สรุปใน Microsoft Excel แล้วจบการทำงานงานของโปรแกรม

2. แบบฟอร์มของแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง จะมีแบบฟอร์มให้คลิกเพื่อเลือกข้อมูล เมื่อคลิกเลือกข้อมูลที่ต้องการทราบเสร็จเรียบร้อยให้กดปุ่ม Solver โปรแกรมจะช่วยหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดหลังจาก Run โปรแกรม Solver เสร็จสิ้น ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงใน Worksheet สรุปใน Microsoft Excel แล้วจบการทำงานงานของโปรแกรม

3. แบบฟอร์มของการ Update ส่วนผสมที่เพิ่มเข้าไป จะมีกล่องให้กรอกข้อมูลแล้วทำการกรอกข้อมูลให้เรียบร้อย จากนั้น โปรแกรมจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่กรอก ถ้ากรอกข้อมูลไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะได้ตอบแล้วให้ทำการกรอกข้อมูลใหม่ เมื่อกรอกข้อมูลถูกต้องแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม Add หลังจากกดปุ่ม Add จะมี แสดง Preview Worksheet สรุป ใน Microsoft Excel แล้วจบการทำงานงานของโปรแกรม



รูปที่ 4.23 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

4.4.2 ส่วนของ User Interface

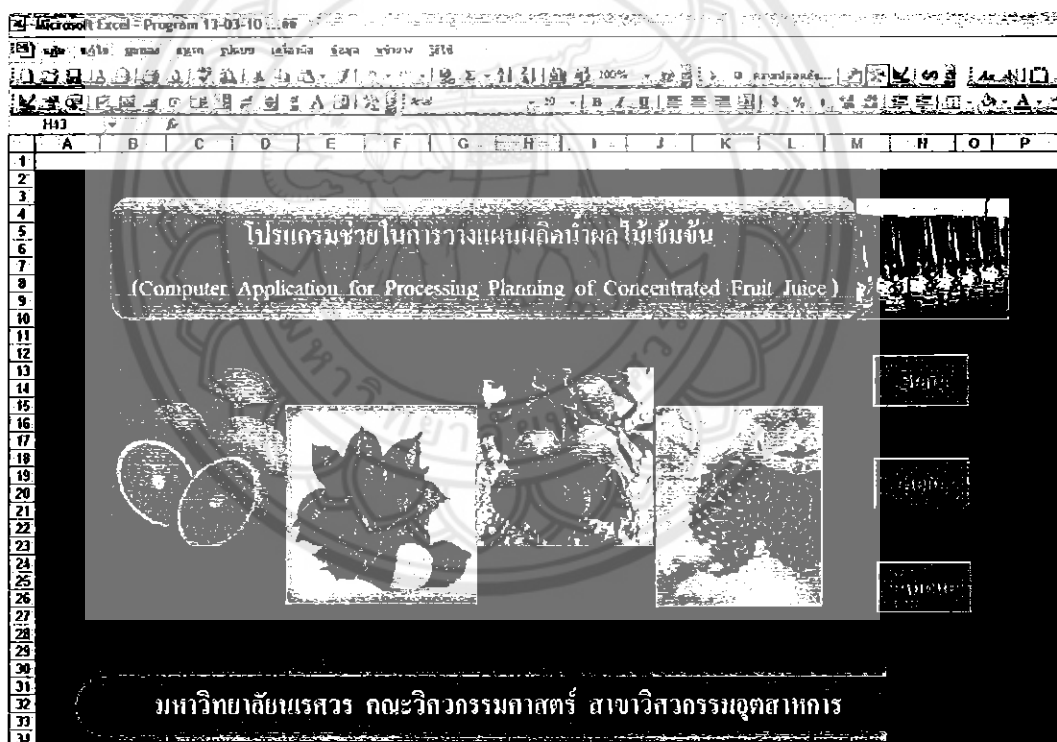
4.4.2.1 หน้าแรกของโปรแกรม

1) การสร้างปุ่มกดเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถทำได้โดยคลิกขวาที่แถบ Taskbar เลือกที่ Control Toolbar และ Visual Basic จะปรากฏแถบเครื่องมือ แล้วเลือกที่ Command Button ลากเมาส์ตามขนาดที่ต้องการ

2) การบันทึกแมโคร ทำได้โดยเลือกเมนู Tool > Macro > Record New Macro จากนั้นตั้งชื่อ แมโคร ลงในช่อง Macro Name และคลิก OK เพื่อเริ่มบันทึกแมโคร เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนต่างๆ แล้วให้คลิกปุ่ม Stop Recording

3) การใช้แมโคร ทำได้โดยคลิกขวาที่ปุ่ม เลือก Assign Macro เลือกแมโครที่ต้องการ แล้วกด OK

เมื่อสร้างเสร็จแล้ว จะได้ดังรูปที่ 4.24 และสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่ ภาคผนวก ก

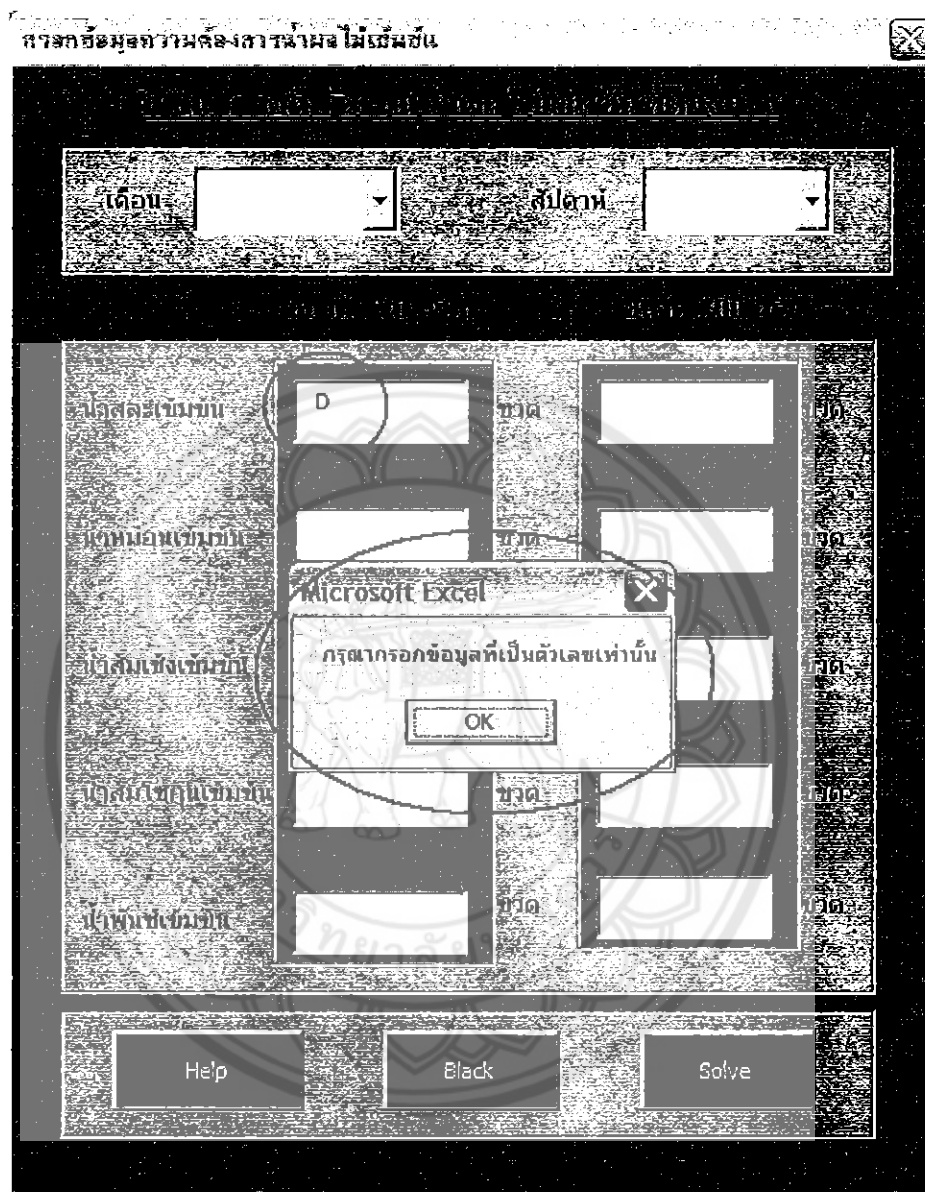


รูปที่ 4.24 หน้าแรกของโปรแกรม

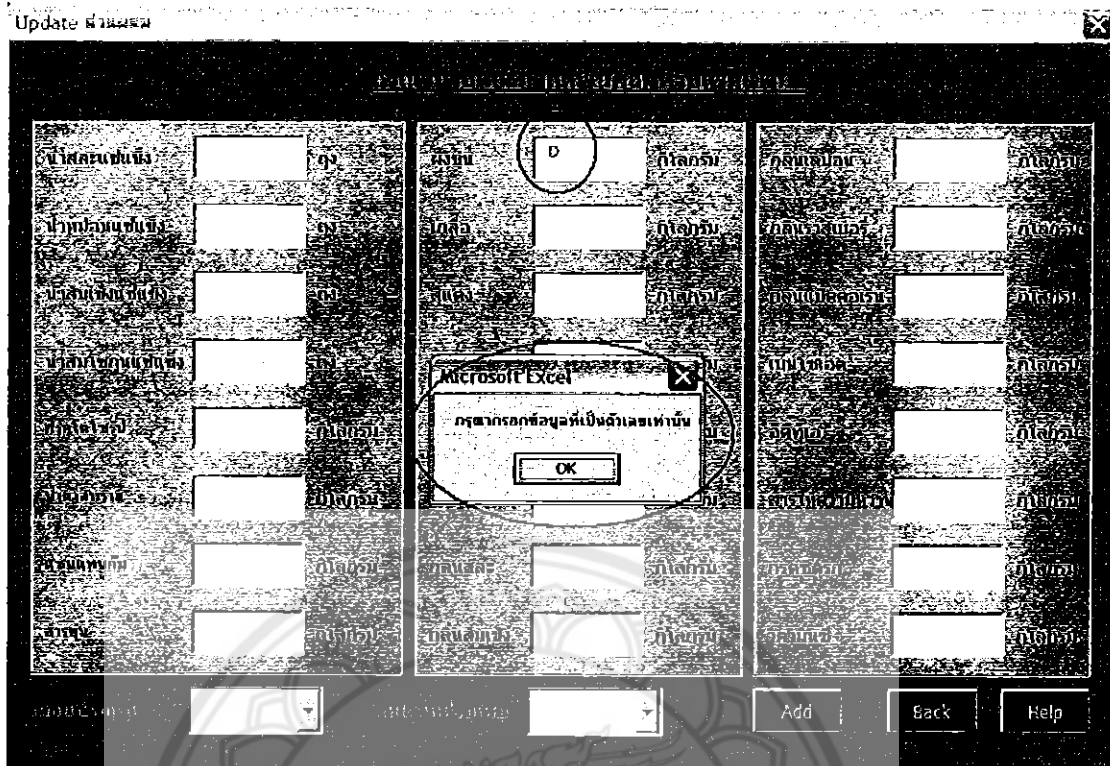
4.4.2.2 ลักษณะการแจ้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการใช้โปรแกรม

หากเกิดความผิดพลาดในการใช้โปรแกรม เนื่องจากการกรอกข้อมูลผิด จะมีการแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่า ข้อมูลที่กรอกลงไปไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เช่น ในการกรอกข้อมูลของปริมาณความต้องการของลูกค้า (Demand) ต้องกรอกข้อมูลเป็นตัวเลข ถ้ากรอกข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลข

ลงไป โปรแกรมจะมีการแจ้งเตือนรายละเอียดเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไข แล้วกดปุ่ม OK เพื่อกรอกข้อมูลใหม่ให้ถูกต้องดังรูปที่ 4.25 และรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.25 การแจ้งข้อผิดพลาดเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ตรงตามที่ต้องการ

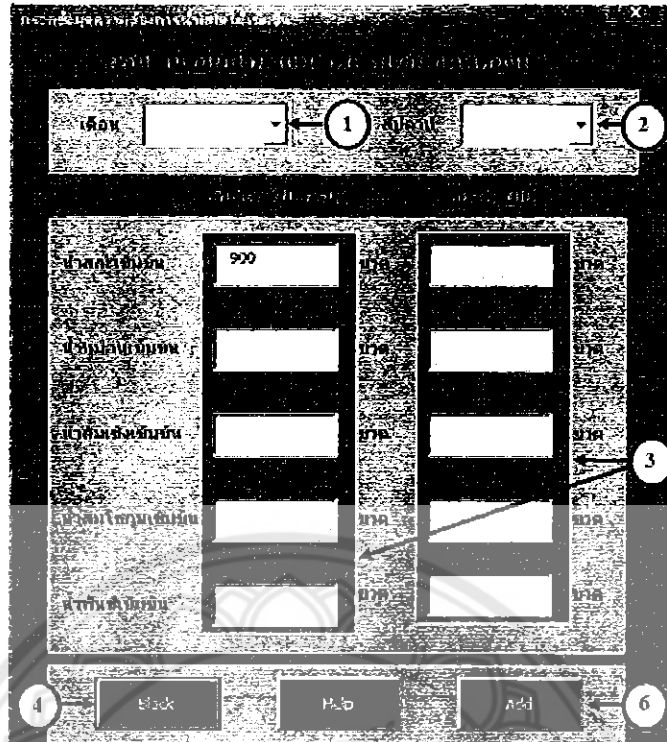


รูปที่ 4.26 การแจ้งข้อผิดพลาดเมื่อผู้กรอกข้อมูลไม่ตรงตามที่ต้องการ

4.4.2.3 การระบุพารามิเตอร์ต่างๆ ในหน้าของการกรอกข้อมูลปริมาณความต้องการของ
ลูกค้า ดังรูปที่ 4.27

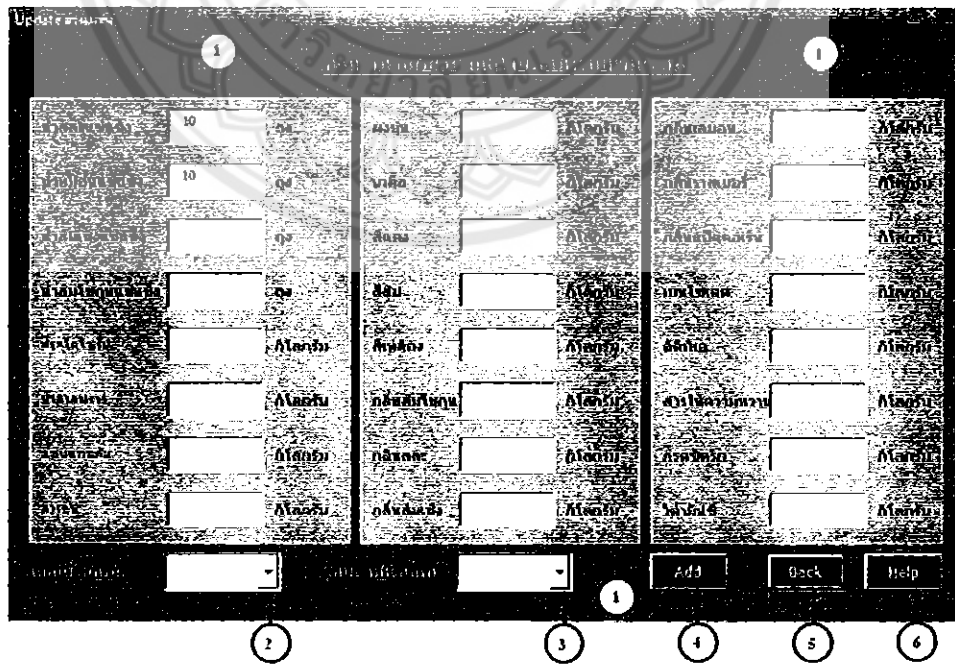
ส่วนรายละเอียดของส่วนต่างๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดการกรอก
ค่าพารามิเตอร์ จะถูกแสดงตามหมายเลขต่างๆดังต่อไปนี้

- หมายเลข 1 เลือกเดือนที่ต้องการกรอกปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ต้องการ
- หมายเลข 2 เลือกสัปดาห์ที่ต้องการกรอกปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ต้องการ
- หมายเลข 3 กรอกปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ต้องการ
- หมายเลข 4 ปุ่ม Back กลับไปยังหน้าก่อนหน้า
- หมายเลข 5 ปุ่ม Help บอกขั้นตอนในการกรอกข้อมูล
- หมายเลข 6 ปุ่ม Add ข้อมูลลงใน Microsoft Excel



รูปที่ 4.27 แสดงแบบฟอร์มการรับค่าปริมาณความต้องการของลูกค้า

4.4.2.4 การระบุพารามิเตอร์ในหน้าของการ Update ส่วนผสม ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 แสดงแบบฟอร์มการรับค่าการ Update ส่วนผสม

ส่วนรายละเอียดของส่วนต่างๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดการกรอกค่าพารามิเตอร์ จะถูกแสดงตามหมายเลขต่างๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 กรอกรัปริมาณส่วนผสมที่รับเข้ามาแต่ละชนิด

หมายเลข 2 เลือกเดือนที่รับปริมาณส่วนผสมเข้ามาเพิ่ม

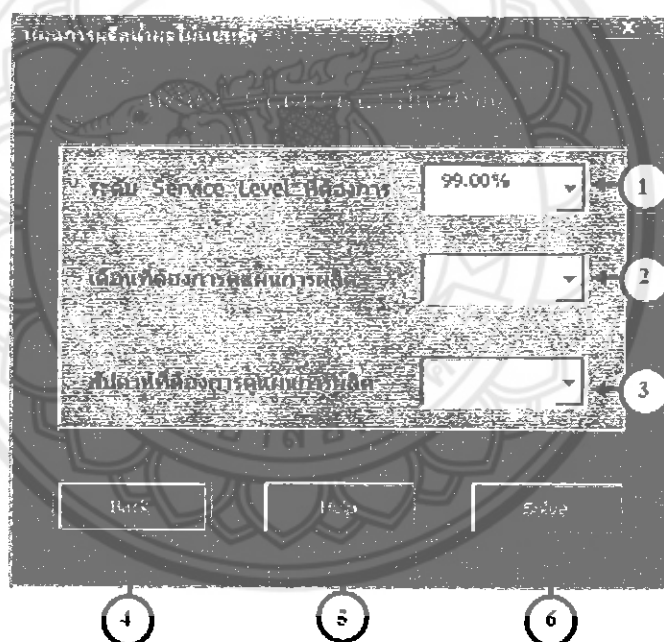
หมายเลข 3 เลือกสัปดาห์ที่รับปริมาณส่วนผสมเข้ามาเพิ่ม

หมายเลข 4 ปุ่ม Add ข้อมูลลงใน Microsoft Excel

หมายเลข 5 ปุ่ม Back กลับไปยังหน้าก่อนหน้า

หมายเลข 6 ปุ่ม Help บอกรุ่นคอนในการกรอกข้อมูล

4.4.2.5 การระบุพารามิเตอร์ในหน้าจอการ เลือกข้อมูลดูแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง
 ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 แสดงแบบฟอร์มการรับเลือกดูแผนการผลิตตามความต้องการ

ส่วนรายละเอียดของส่วนต่างๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดการกรอกค่าพารามิเตอร์ จะถูกแสดงตามหมายเลขต่างๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 เลือกระดับ Service Level ที่ต้องการ

หมายเลข 2 เลือกเดือนที่ที่ต้องการดูแผนการผลิต

หมายเลข 3 เลือกสัปดาห์ที่ที่ต้องการดูแผนการผลิต

หมายเลข 4 ปุ่ม Back กลับไปยังหน้าก่อนหน้า

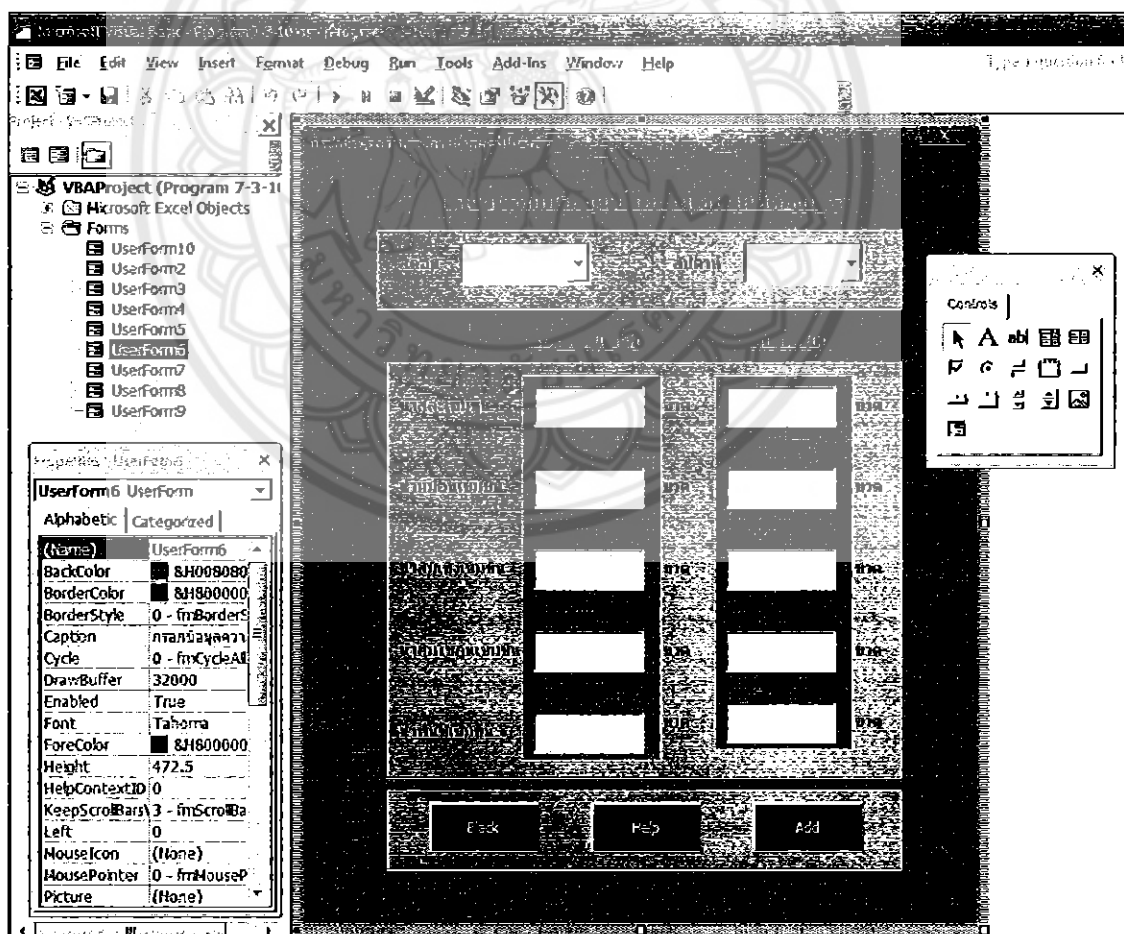
หมายเลข 5 ปุ่ม Help บอกขั้นตอนในการกรอกข้อมูล

หมายเลข 6 ปุ่ม Solve ประมวลผลเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ได้ใน Worksheet บน Microsoft Excel

4.4.3 ส่วนของ Source Code Program

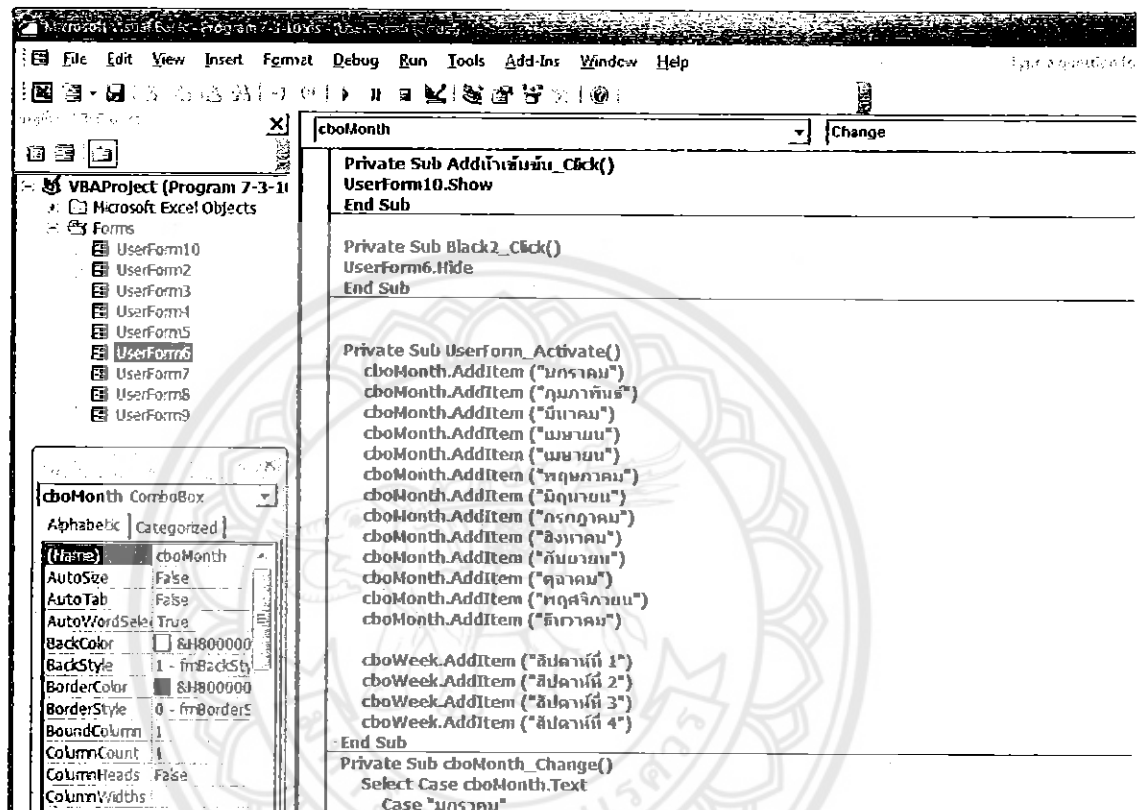
ในส่วนของการเขียนโปรแกรมจะใช้ VBA ที่อยู่ในโปรแกรม Microsoft Excel ในการสร้างแบบฟอร์มต่างๆ โดยเริ่มจากการคลิกไปที่ Tools > Macro > Visual Basic Editor ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1) การเลือกแบบฟอร์ม ให้คลิกขวา แล้วเลือก New Form แล้วทำการตั้งชื่อ Form จากนั้นจะปรากฏ Tools Box ซึ่งมีไอคอนต่างๆ ให้เลือกใช้ แล้วทำการสร้างปุ่มและแถบเครื่องมือต่างๆ โดยเครื่องมือที่ใช้ คือ Textbox, Label, Frame, Command Button และ Scrollbar ซึ่งจะได้แบบฟอร์ม ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 แสดงการสร้างแบบฟอร์มใน VBA

2) การลง Code โปรแกรม (คำสั่งในการทำงานของโปรแกรม) ให้กับปุ่มต่างๆ ในแบบฟอร์ม โดยดับเบิลคลิกที่ปุ่มหรือแถบเครื่องมืออื่นๆ แล้วทำการเขียน Code โปรแกรมลงไป ดังรูปที่ 4.31 และเมื่อเขียน Code เสร็จแล้ว ให้ไปที่ Run > Run Sub เพื่อตรวจสอบ Code ที่ได้เขียนลงไปและ Run โปรแกรม สามารถอ่าน Code เพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ข



รูปที่ 4.31 แสดงการเขียน Code โปรแกรมใน VBA

4.5 ผลการทดสอบโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

การทดสอบการวางแผนการผลิต

1) รับใบรายการสั่งสินค้าจากลูกค้าสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.9 โดยกำหนดระยะเวลาในการผลิต 1 สัปดาห์

ตารางที่ 4.8 แสดงรายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า

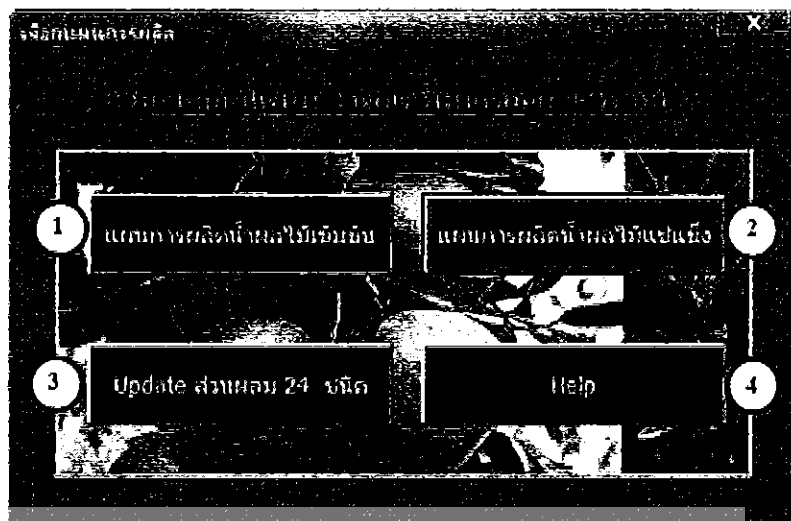
ชื่อสินค้า	ปริมาณที่ต้องการ (ขวด)	
	ขนาด 320 ml	ขนาด 700 ml
น้ำสละเข้มข้น	700	900
น้ำหม่อนเข้มข้น	750	1000
น้ำส้มเซ็งเข้มข้น	550	680
น้ำส้มโชกุนเข้มข้น	580	850
น้ำพื้ชเข้มข้น	600	790

2) เปิดโปรแกรมจากแฟ้มใน Microsoft Excel จะขึ้นหน้าแรกของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 แสดงหน้าแรกของโปรแกรม

คลิกที่ปุ่ม Start ในรูปที่ 4.32 เพื่อเข้าสู่โปรแกรม แล้วจะพบหน้าแรกของการเลือกแผนข้อมูลที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 แสดงหน้าแรกของแผนข้อมูลที่ต้องการ

3) ในส่วนของการเลือกแผนการผลิต (รูปที่ 4.33) สามารถอธิบายการทำงานได้ดังต่อไปนี้

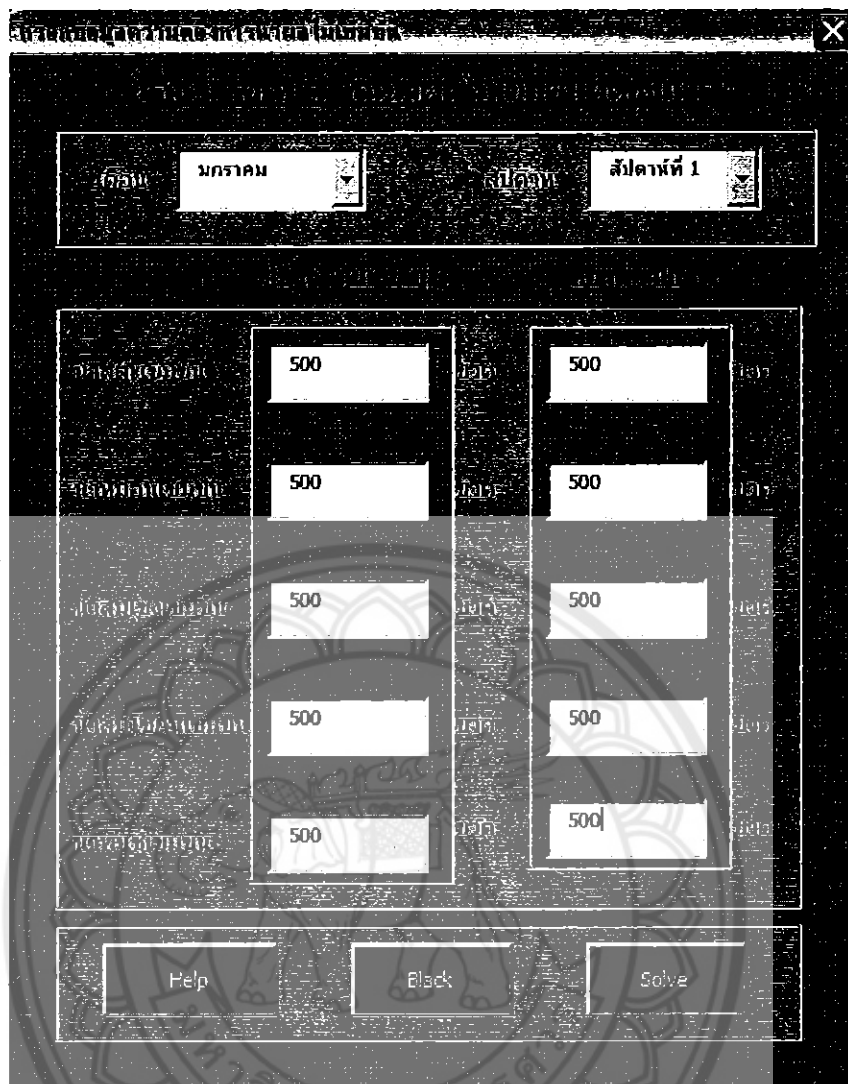
3.1) แผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น(หมายเลข 1 ในรูปที่ 4.33) จะมีช่องให้กรอกข้อมูลแล้วทำการกรอกข้อมูลตามใบรายการสั่งซื้อสินค้าดังรูปที่ 4.32

3.3.1) เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Solve ในรูปที่ 4.34 แล้วจะมีกล่องข้อความขึ้นมา ดังรูปที่ 4.35

3.3.2) หลังจากนั้นกดปุ่ม OK ในรูปที่ 4.35 จะปรากฏเป็นแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ในหน้าของ Print Preview ดังรูปที่ 4.36

3.3.3) เมื่อเปิดหน้า Print Preview ในรูป 4.36 แล้วจะมีกล่องข้อความโต้ตอบเพื่อดูปริมาณส่วนผสมที่เหลือ ดังรูปที่ 4.37

3.3.4) เมื่อกดปุ่ม OK ในรูป 4.37 แล้วจะปรากฏเป็นปริมาณส่วนผสมที่เหลือ ดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.34 แสดงการกรอกข้อมูลปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ต้องการ



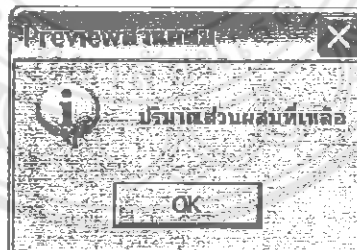
รูปที่ 4.35 แสดงกล่องข้อความยืนยันการประมวลผล

ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น (ขวด)										
เวลาการทำงาน	น้ำสตรเบอร์รี่		น้ำแอปเปิ้ล		น้ำส้มเขียวหวาน		น้ำส้มโชกุน		น้ำทับทิม	
	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700
1	8.00-12.00	0	0	0	0	0	3000	0	0	0
	13.00-17.00	3000	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8.00-12.00	0	0	0	0	0	2000	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	3000	0	0
3	8.00-12.00	0	0	0	2000	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	2000	0	0	0	0	0	0	0
4	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
5	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	2000	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	3000	0
6	8.00-12.00	0	0	3000	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น (ขวด)										
สรุปผลการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น	น้ำสตรเบอร์รี่		น้ำแอปเปิ้ล		น้ำส้มเขียวหวาน		น้ำส้มโชกุน		น้ำทับทิม	
	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700
จำนวนที่ผลิตได้รวม	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000
จำนวนที่คงเหลือ	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Inventory	2500	1500	2500	1500	2500	1500	2500	1500	2500	1500

Max = 725084

รูปที่ 4.36 แสดงแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

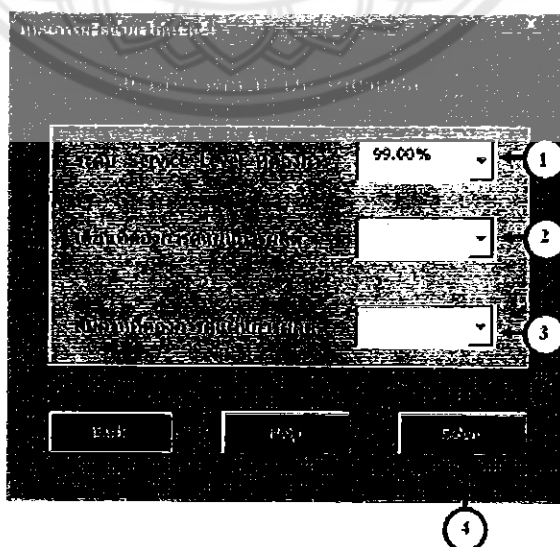


รูปที่ 4.37 แสดงกล่องข้อความยืนยันการดูปริมาณส่วนผสมที่เหลือ

ส่วนขยายปีในการผลิตผลไม้ชิ้นอื่น ของเดือน มกราคม ธันวาคม ปี									
ลำดับ	รหัสวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ปริมาณที่สั่งซื้อ (ก)	ปริมาณที่สั่งซื้อ (ก)	ปริมาณที่สั่งซื้อ (ก)	ปริมาณที่ใช้ (ก)	ปริมาณที่เหลือ (ก)	ปริมาณที่ขาดเกิน	หน่วย
1	5010100	น้ำตาล 100%	4600000	249720	4360280	10000	4610000	1	ก
2	50100301	น้ำตาลอื่น 100%	5960000	126884	5541116	10000	5970000	1	ก
3	50100301	น้ำตาลอื่น 100%	4600000	149750	4460250	10000	4610000	1	ก
4	5010101	น้ำตาลอื่น 100%	4600000	189910	4420090	10000	4610000	1	ก
5	5360005	ผลไม้สด	3250000000	11283000	3238717200	1000	3250001000	1	กิโลกรัม
6	5360003	น้ำตาลทราย	1500000000	326353	1499674647	1000	1500001000	1	กิโลกรัม
7	5360004	น้ำตาลทราย	250000000	16284	24984716	1000	25001000	1	กิโลกรัม
8	5200050	สารส้ม	50000000	9504	49991496	1000	50001000	1	กิโลกรัม
9	5200050	สารส้ม	25000000	2628	24998372	1000	25001000	1	กิโลกรัม
10	5310010	เกลือ	480000	9370	471630	1000	481000	1	กิโลกรัม
11	5200018	สีผสม	50000	673	50327	1000	51000	1	กิโลกรัม
12	5300010	สีผสม	1000000	4352	996648	1000	1001000	1	กิโลกรัม
13	5200020	สีผสม	1000000	4181	996819	1000	1001000	1	กิโลกรัม
14	5100010	กลิ่นอื่น	20000000	4921	19996079	1000	20001000	1	กิโลกรัม
15	5100050	กลิ่นอื่น	40000000	9877	39991123	1000	40001000	1	กิโลกรัม
16	5100040	กลิ่นอื่น	20000000	12313	19988087	1000	20001000	1	กิโลกรัม
17	5100050	กลิ่นอื่น	20000000	235	20000764	1000	20001000	1	กิโลกรัม
18	5100070	กลิ่นอื่น	20000000	4720	19996280	1000	20001000	1	กิโลกรัม
19	5100060	กลิ่นอื่น	20000000	4283	19996717	1000	20001000	1	กิโลกรัม
20	5400010	นม	25000000	17901	24983099	1000	25001000	1	กิโลกรัม
21	5400030	นม	2500000000	2854	249998136	1000	250001000	1	กิโลกรัม
22	5300006	สารให้ความหวาน	12500000	9678	12491322	1000	12501000	1	กิโลกรัม
23	5900002	กรดซิตริก	200000000	259061	199741939	1000	200001000	1	กิโลกรัม
24	5400050	ไขมัน	6250000	6530	6244462	1000	6251000	1	กิโลกรัม

รูปที่ 4.38 แสดงปริมาณส่วนผสมที่เหลือ

3.2) แผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (หมายเลข 2 ในรูปที่ 4.33) จะพบช่องให้เลือกข้อมูลต่างๆ ดังรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.39 แสดงการเลือกข้อมูลที่ต้องการทราบเพื่อดูแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น

ส่วนรายละเอียดของส่วนต่างๆ ของแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง จะถูกแสดงตาม หมายเลขต่างๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 เลือกระดับ Service Level ที่ต้องการ

หมายเลข 2 เลือกเดือนที่ต้องการดูแผนการผลิต

หมายเลข 3 เลือกสัปดาห์ที่ต้องการดูแผนการผลิต

หมายเลข 4 ปุ่ม Solve ประมวลผลเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ได้ใน Worksheet บน Microsoft Excel

เมื่อกดปุ่ม Solve โปรแกรมจะทำการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้เมื่อสิ้นสุดการคำนวณ โปรแกรมจะส่งไปที่หน้าแสดงผลและผลที่ได้จากโปรแกรมแสดง ดังรูปที่ 4.40

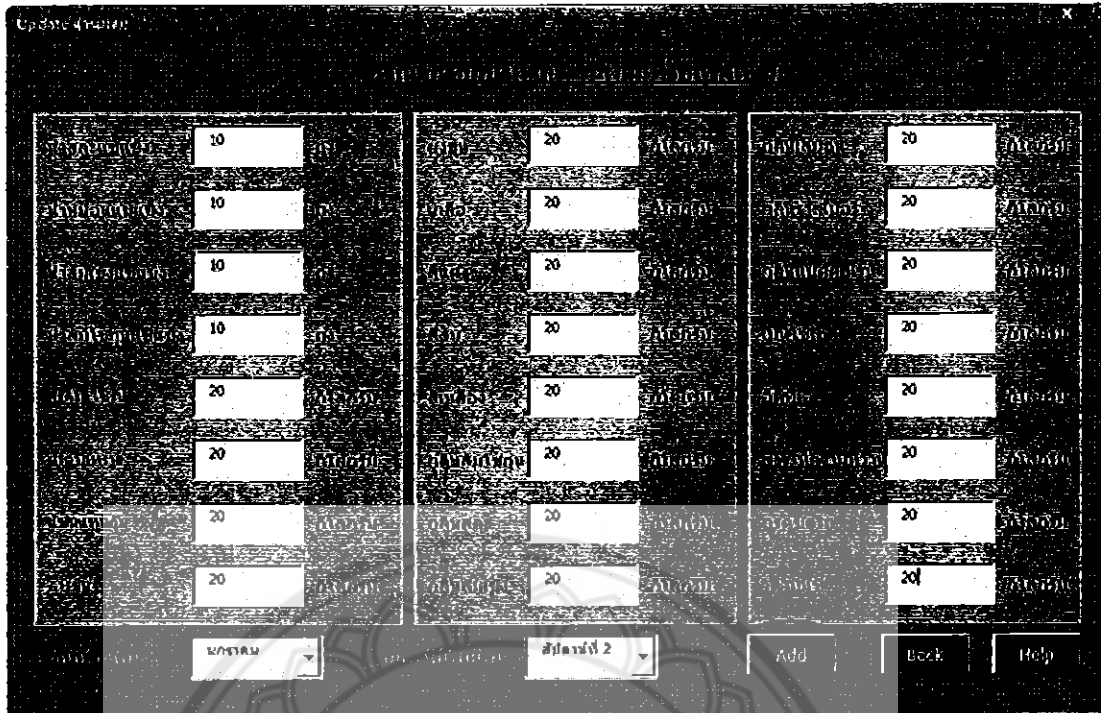
จำนวนผลไม้อุดมที่ต้องการ เดือน พฤศจิกายน สัปดาห์ที่ 1 (กิโลกรัม)				
วัน/เดือน	สละ	หม่อน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
2-Nov	0	0	0	0
3-Nov	0	0	0	1000
4-Nov	0	0	0	1000
5-Nov	0	0	1000	0
6-Nov	0	0	0	0
7-Nov	0	0	0	0
9-Nov	0	0	1000	0

จำนวนน้ำแช่แข็ง (ถุง)				
สรุปผลการผลิต	นำสละแช่แข็ง	นำหม่อนแช่แข็ง	นำส้มเขียวแช่แข็ง	นำส้มโชกุนแช่แข็ง
นำแช่แข็งที่ผลิตได้	0	0	80	80
นำแช่แข็งที่นำไป	0	0	0	0
นำแช่แข็งที่เหลือ	100	-100	180	180

Min = 69888

รูปที่ 4.40 แสดงแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

3.3) Update ส่วนผสม 24 ชนิด (หมายเลข 3 ในรูปที่ 4.33) จะพบช่องให้กรอกข้อมูล ส่วนผสมต่างๆ ที่มีการรับเพิ่ม ดังรูปที่ 4.41 จากนั้นกดปุ่ม Add ข้อมูลที่เพิ่มเข้าไปจะถูกนำไปรวมเป็นจำนวนวัตถุดิบที่มีอยู่



รูปที่ 4.41 แสดงการกรอกข้อมูล เพื่อเพิ่มส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต

4.6 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis)

เพื่อทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลังจากการคำนวณจนได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดแล้ว เนื่องจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่เราหาได้นั้น เป็นคำตอบที่เกิดจากการที่เราสมมุติค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดคงที่ ซึ่งในชีวิตจริงค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้เสมอ

จากการประมวลผลโดยใช้ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดดังนี้

Part 1

ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 139,048.80 บาท และเมื่อเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย (Objective Function) ซึ่งส่งผลให้สมการเป้าหมายมีค่าที่เปลี่ยนไป จึงทำการปรับค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตแต่ละครั้ง (ค่าล้างเครื่อง+ค่าผลไม้สด) ให้เพิ่มขึ้น 10 % จากการประมวลผลพบว่า ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 152,604.80 บาท หลังจากนั้นทำการปรับค่าค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตแต่ละครั้งให้ลดลง 10 % จากการประมวลผลพบว่า ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 125,492.80 บาท ซึ่งจะเห็นว่า ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตแต่ละครั้ง แปรผันตรงต่อค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความไว (Part 1)

ผลิตภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาทต่อครั้ง)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
สละ	ลดลง 10%	19,872.00
หม่อน		17,172.00
ส้มเขียว		16,272.00
ส้มโชกุน		14,472.00
สละ	ไม่เปลี่ยนแปลง	22,080.00
หม่อน		19,080.00
ส้มเขียว		18,080.00
ส้มโชกุน		16,080.00
สละ	เพิ่มขึ้น 10%	24,288.00
หม่อน		20,988.00
ส้มเขียว		19,888.00
ส้มโชกุน		17,688.00

Part 2

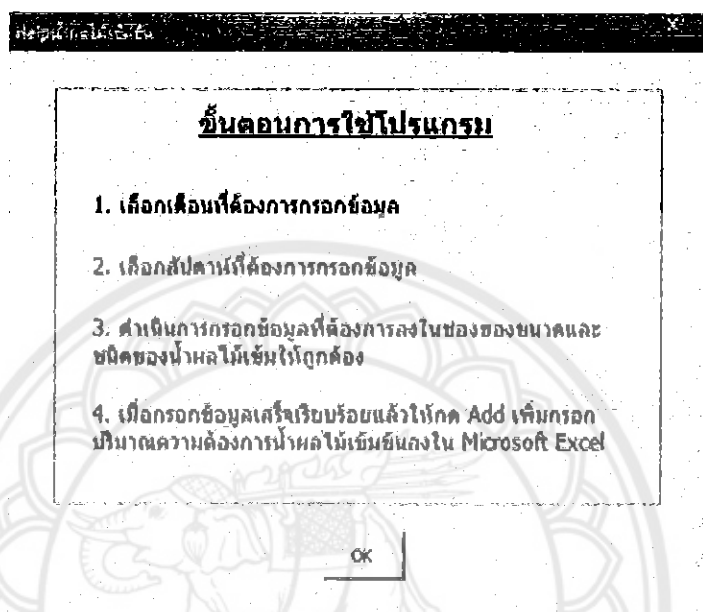
ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 725,084 บาท และเมื่อเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย (Objective Function) ซึ่งส่งผลให้สมการเป้าหมายมีค่าที่เปลี่ยนไป จึงทำการปรับค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตแต่ละครั้ง (ค่าล้างเครื่อง+ค่าวัตถุดิบ) ให้เพิ่มขึ้น 10% จากการประมวลผลพบว่า ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 699,617 บาท หลังจากนั้นทำการปรับค่าค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตแต่ละครั้งให้ลดลง 10% จากการประมวลผลพบว่า ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 750,550 บาท ซึ่งจะเห็นว่า ค่าใช้จ่ายคงที่ในการผลิตแต่ละครั้งแปรผกผันต่อค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความไว (Part 2)

ขนาดผลิตภัณฑ์		ราคาต่อหน่วย (บาทต่อลิตร)		ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
ขนาด 320 ml	สละ	ลดลง 10%	17,675.00	750,550.00
	หม่อน		19,315.00	
	ส้มเขียว		17,912.00	
	ส้มโชกุน		16,792.00	
ขนาด 700 ml	สละ	ลดลง 10%	21,607.00	
	หม่อน		25,743.00	
	ส้มเขียว		28,134.00	
	ส้มโชกุน		26,088.00	
ขนาด 320 ml	สละ	ไม่เปลี่ยนแปลง	24,456.00	725,084.00
	หม่อน		19,639.00	
	ส้มเขียว		21,461.00	
	ส้มโชกุน		19,902.00	
ขนาด 700 ml	สละ	ไม่เปลี่ยนแปลง	18,658.00	
	หม่อน		24,008.00	
	ส้มเขียว		28,603.00	
	ส้มโชกุน		31,260.00	
ขนาด 320 ml	สละ	เพิ่มขึ้น 10%	28,987.00	699,617.00
	หม่อน		27,173.00	
	ส้มเขียว		20,524.00	
	ส้มโชกุน		21,892.00	
ขนาด 700 ml	สละ	เพิ่มขึ้น 10%	26,409.00	
	หม่อน		31,463.00	
	ส้มเขียว		34,386.00	
	ส้มโชกุน		31,886.00	
ขนาด 320 ml	สละ	เพิ่มขึ้น 10%	29,890.00	699,617.00
	หม่อน		38,473.00	
	ส้มเขียว		20,524.00	
	ส้มโชกุน		21,892.00	
ขนาด 700 ml	สละ	เพิ่มขึ้น 10%	26,409.00	
	หม่อน		31,463.00	
	ส้มเขียว		34,386.00	
	ส้มโชกุน		31,886.00	

4.7 ความสามารถของโปรแกรม

4.7.1 ในการใช้โปรแกรมแต่ละหน้าจะมีการอธิบายการใช้งานอย่างชัดเจนทุกหน้า โดยที่ทุกหน้าของโปรแกรมจะมีปุ่ม Help ถ้าไม่เข้าใจการใช้ของโปรแกรมขั้นตอนใดให้คลิกดูที่ปุ่ม Help ซึ่งจะมีการอธิบายไว้อย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 แสดงตัวอย่างคำอธิบายการใช้โปรแกรมในหน้ากรอกข้อมูล

4.7.2 โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น สามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตในปัจจุบัน

4.7.3 เมื่อโปรแกรมทำการวางแผนเรียบร้อยแล้วสามารถทำการ Print แผนการผลิตออกมาได้ ดังรูปที่ 4.43



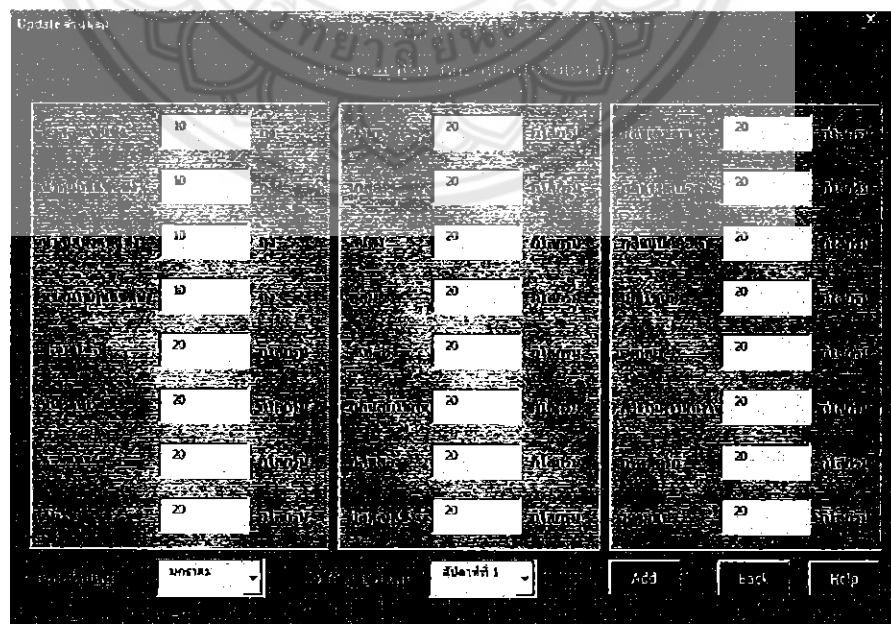
จำนวนผลไม้สดที่ต้องการ				
วัน/เดือน	สละ	หม่อน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
1-ท.ธ.	0	0	0	0
2-ท.ธ.	0	0	0	1000
3-ท.ธ.	0	0	0	1000
4-ท.ธ.	0	0	1000	0
5-ท.ธ.	0	0	0	0
6-ท.ธ.	0	0	0	0
7-ท.ธ.	0	0	1000	0

จำนวนน้ำแช่แข็ง				
สรุปผลการผลิต	น้ำสละแช่แข็ง	น้ำหม่อนแช่แข็ง	น้ำส้มเขียวแช่แข็ง	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง
น้ำแช่แข็งที่ผลิตได้	0	0	80	80
น้ำแช่แข็งที่ใช้ไป	0	0	0	0
น้ำแช่แข็งที่เหลือ	1200	1000	1080	1080

Min =

รูปที่ 4.43 แสดงตัวอย่างผลที่ได้จากโปรแกรม

4.7.4 โปรแกรมสามารถเพิ่มปริมาณส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นได้ โดยการกรอกข้อมูลในหน้าของ Update ส่วนผสม ดังรูปที่ 4.44



รูปที่ 4.44 แสดงตัวอย่างการเพิ่มปริมาณส่วนผสมเข้าไปในโปรแกรมในหน้ากรอกข้อมูล

4.8 ข้อจำกัดของโปรแกรม

4.8.1 โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นสามารถรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าได้ สูงสุด 5 ชนิดและชนิดละ 2 ขนาดเท่านั้น

4.8.2 โปรแกรมนี้ใช้สำหรับช่วยวางแผนการผลิตได้เพียง 1 ปี เท่านั้น หากจะใช้โปรแกรมในการวางแผนการผลิตในปีถัดไป จะต้องกรอกข้อมูลความต้องการของลูกค้าเข้าไปเอง ซึ่งมี Worksheet สำหรับกรอกข้อมูลความต้องการไว้แล้ว คือ Worksheet “demand part 1”

4.9 เปรียบเทียบการวางแผนที่ใช้ในปัจจุบัน และการใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผน

4.9.1 ส่วนของการผลิตและการรับวัตถุดิบในขั้นตอนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง

โดยปกติแล้ว ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งและน้ำผลไม้เข้มข้นของโรงงาน จะมีการรับวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตอย่างไม่จำกัด เช่น การซื้อผลไม้สดจากสวนของบริษัทมาเพื่อการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง จะซื้อทั้งหมดเท่าที่สวนของบริษัทจะนำมาส่งขายให้ ทำให้ต้องเร่งผลิตให้หมดและในบางครั้งไม่สามารถใช้ผลไม้สดที่มี ไปทำการผลิตได้ทั้งหมด ทำให้ผลไม้สดนั้นเน่าเสียไป ทำให้ต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบนั้นสูงขึ้น

และในแผนการผลิตสำหรับการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง ซึ่งเป็นการผลิตตามจำนวนผลไม้สดที่มีอยู่ ดังนั้นหากมีผลไม้สดมาก ก็ผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งมาก ทำให้เกิดเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บน้ำผลไม้แช่แข็ง และจำนวนน้ำผลไม้แช่แข็งนั้น จะมีมากขึ้นไปสำหรับการผลิต และในทางกลับกัน จำนวนน้ำผลไม้แช่แข็งนั้น อาจไม่เพียงพอต่อการนำไปผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นด้วย

จากการใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตแล้ว พบว่า โปรแกรมจะช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งจากค่าพยากรณ์ความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้น ซึ่งจะทำได้สามารถคาดคะเนจำนวนผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งที่จะต้องใช้ในการผลิตน้ำผลไม้ในปีถัดไปได้ และแผนการผลิตที่ได้นั้น สามารถบอกได้ว่า จะต้องใช้ปริมาณผลไม้สดในวันใดบ้างในสัปดาห์นั้นๆ ซึ่งในส่วนนี้ จะช่วยให้โรงงานไม่ต้องซื้อผลไม้สดมากเกินไปปริมาณที่จำเป็นต้องใช้ ดังรูปที่ 4.45

จำนวนผลไม้สดที่ต้องการ				
วัน/เดือน	สละ	หม่อน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
1-พ.ย.	0	0	0	0
2-พ.ย.	0	0	0	1000
3-พ.ย.	0	0	0	1000
4-พ.ย.	0	0	1000	0
5-พ.ย.	0	0	0	0
6-พ.ย.	0	0	0	0
7-พ.ย.	0	0	1000	0

รูปที่ 4.45 แสดงตัวอย่างความต้องการผลไม้สด

4.9.2 ส่วนของการตรวจสอบปริมาณวัตถุดิบต่างๆ ที่ต้องใช้ในการผลิตไม้แปรรูปไม้เข้มนั้น

จากเดิม หลังจากการผลิตไม้แปรรูปไม้เข้มนั้น โรงงานต้องเช็คปริมาณวัตถุดิบที่เหลือเอง ซึ่งจะทำให้มีความยุ่งยากและเสียเวลาในการคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่เหลืออยู่

จากการใช้โปรแกรมนี้ จะช่วยให้สามารถเช็คปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ไปในการผลิตครั้งนั้นและวัตถุดิบที่เหลืออยู่ได้ ดังรูปที่ 4.46 โดยไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่เหลือด้วยตัวเอง

ส่วนสมมติ ที่ในการผลิตไม้แปรรูปไม้เข้มน มกรคม อัปโหลดที่ 1									
อันดับ	รหัสวัตถุดิบ	ชื่อวัตถุดิบ	ปริมาณที่มีอยู่เดิม (๒)	ปริมาณที่จะคงให้(๒)	ปริมาณที่เหลืออยู่(๒)	ปริมาณที่รับได้ (๒)	ปริมาณรวมที่มีอยู่ (๒)	ปริมาณที่คงเหลือ	หน่วย
1	5010100	ไม้สละ 100%	4600000	249720	4360280	10000	4610000	1	กบ
2	60100301	ไม้พยอม 100%	5960000	428884	6541116	10000	5970000	1	กบ
3	60100301	ไม้สักแห้ง 100%	4600000	149790	4460210	10000	4610000	1	กบ
4	5010101	ไม้สักโรตุน 100%	4600000	189910	4420090	10000	4610000	1	กบ
5	5300005	ฟรุคโคโรป	3250000000	11283800	3238717200	1000	3250001000	1	กิโลกรัม
6	5300003	น้ำตาลทราย	1500000000	326353	1499674647	1000	1500001000	1	กิโลกรัม
7	5500004	แอมโมเนียม	25000000	16284	24984716	1000	25001000	1	กิโลกรัม
8	5200050	สารส้ม	50000000	9504	49991496	1000	50001000	1	กิโลกรัม
9	5200050	ผงปูน	25000000	2628	24998372	1000	25001000	1	กิโลกรัม
10	3310010	เกลือ	480000	9370	471630	1000	481000	1	กิโลกรัม
11	5200010	สีแดง	50000	673	50327	1000	51000	1	กิโลกรัม
12	5200010	สีส้ม	1000000	4382	996618	1000	1001000	1	กิโลกรัม
13	5200020	สีเหลือง	1000000	4181	996819	1000	1001000	1	กิโลกรัม
14	5100010	กลั่นมันโรตุน	20000000	4921	19996079	1000	20001000	1	กิโลกรัม
15	5100030	กลั่นสละ	40000000	9877	39991123	1000	40001000	1	กิโลกรัม
16	5100040	กลั่นมันฝรั่ง	20000000	12913	19988087	1000	20001000	1	กิโลกรัม
17	5100050	กลั่นมันหอม	20000000	236	20000764	1000	20001000	1	กิโลกรัม
18	5100070	กลั่นร อบอร์รี่	20000000	4720	19996280	1000	20001000	1	กิโลกรัม
19	5100080	กลั่นเบคคอสัน	20000000	4283	19996717	1000	20001000	1	กิโลกรัม
20	5400010	เนนโซด	25000000	17901	24983099	1000	25001000	1	กิโลกรัม
21	5400020	อีดีทีเอ	2500000000	2664	2499998136	1000	2500001000	1	กิโลกรัม
22	5300006	สารให้ความหวาน	12500000	9678	12491322	1000	12501000	1	กิโลกรัม
23	3900002	กรดซิตริก	200000000	259051	199741939	1000	200001000	1	กิโลกรัม
24	5400050	วิตามินซี	6250000	6538	6244462	1000	6251000	1	กิโลกรัม

รูปที่ 4.46 แสดงตัวอย่างปริมาณวัตถุดิบ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น มีจุดประสงค์เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตและหาปริมาณวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้น โดยจะแบ่งเป็น 2 Part คือ Part แรกจะเป็นการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง โดยทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำที่สุด และ Part 2 จะเป็นการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น โดยทำให้มีกำไรจากการผลิตมากที่สุด และเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นและกระบวนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-Ins Tool ที่อยู่ใน Microsoft Excel 2003 ในการในการแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้หาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นจึงทำการเขียนโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิต โดยใช้ Visual Basic For Applications (VBA) เพื่อสร้างแบบฟอร์ม คำสั่ง และปุ่มใช้งานต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น

จากการใช้โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ทำให้ทราบถึงวันที่จะต้องใช้ผลไม้สดในการผลิตและปริมาณผลไม้สดที่ต้องใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง ซึ่งทำให้แผนกแปรรูปผลไม้ไม่ต้องซื้อผลไม้สดทั้งหมดที่สวนของบริษัทนำมาส่งขายให้ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็งต่ำลง ซึ่งเป็นการลดต้นทุนของวัตถุดิบในการใช้ผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ส่งผลให้ได้กำไรเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ โปรแกรมยังสามารถรายงานปริมาณวัตถุดิบต่างๆ ให้ผู้ใช้โปรแกรมทราบถึงปริมาณวัตถุดิบที่ถูกใช้ไป ปริมาณวัตถุดิบที่เหลืออยู่ ทำให้พนักงานไม่ต้องเช็คปริมาณวัตถุดิบด้วยตัวเอง

โปรแกรมยังมีข้อจำกัดจากการใช้งาน คือ โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นสามารถรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าได้สูงสุด 5 ชนิดและชนิดละ 2 ขนาดเท่านั้น และโปรแกรมนี้ใช้สำหรับช่วยวางแผนการผลิตได้เพียง 1 ปี เท่านั้น หากจะใช้โปรแกรมในการวางแผนการผลิตในปีถัดไป จะต้องกรอกข้อมูลความต้องการของลูกค้าเข้าไปเอง ซึ่งมี Worksheet สำหรับกรอกข้อมูลความต้องการไว้แล้ว คือ Worksheet "demand part 1"

5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินโครงการและแนวทางในการแก้ปัญหา

โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel มีข้อจำกัดทางด้านตัวแปร ทำให้ต้องใช้เวลามากพอสมควรในการออกแบบและจัด Cell ใน Worksheets เพื่อให้สะดวกและสามารถ ใช้ โปรแกรม Solver ในการประมวลผลได้

การแก้ปัญหาในเรื่องของข้อจำกัดด้านตัวแปรของโปรแกรม Solver นั้น ทำได้โดยการออกแบบ Cell ใน Worksheet ให้เหมาะสม เช่น การแบ่งประมวลผลเป็นสัปดาห์ เพื่อลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลง และเพื่อให้โปรแกรม Solver สามารถประมวลผลได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 เนื่องจากในโปรแกรมมีเพียงลำดับของวัน ในเวลา 1 สัปดาห์ แต่ยังไม่ได้ระบุเป็นวันที่ที่ชัดเจน ควรเพิ่มความสามารถของโปรแกรมในการระบุวันที่ผลิตให้ชัดเจน

5.4.2 เนื่องจากโปรแกรมที่มีอยู่ ยังต้องอาศัยพนักงานในการกรอกค่าพยากรณ์ความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยตนเอง จึงควรเพิ่มความสามารถของโปรแกรม ให้โปรแกรมสามารถเก็บค่าความต้องการของลูกค้าที่กรอกลงไปทั้งหมด 1 ปีไว้ เพื่อนำไปเป็นค่าพยากรณ์ความต้องการน้ำผลไม้เข้มข้นที่ใช้สำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำผลไม้เข้มข้นที่ต้องผลิตในปีถัดไป โดยที่ผู้ใช้โปรแกรมไม่ต้องกรอกข้อมูลความต้องการของลูกค้าลงไปเอง



หนังสืออ้างอิง

- เกษม พิพัฒน์ปัญญาคุณ และ ชีรวัฒน์ สมศิริกาญจนคุณ. (2527). การวางแผนและการควบคุมการผลิต. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ประกอบเมไคโร.
- ประกอบ จิรจิตติ. (2535). การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming). (พิมพ์ครั้งที่ 1). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ : สำนักพิมพ์สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- วิชัย แหวนเพชร. (2543). การวางแผนและการควบคุมการผลิต. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร : ธรรมมลการพิมพ์.
- พิภพ เต้าประจง และ มานพ ศรีตุลยโชติ. (2534). การบริหารของคลังและการวางแผนความต้องการวัสดุ. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร : เอเชียเพรส.
- ศรี วรกุลสวัสดิ์. (2533). การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming). (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาวิทยาลัยรามคำแหง: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (5 พฤษภาคม 2552). การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2552. จาก:
http://www.tistrfoodprocess.net/Newsletter_2009/may_09/newsletter_th.htm
- Thai Autoparts Manufacturers Association. (16 มกราคม 2552). ใบแสดงรายการวัสดุ. สืบค้นเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2552. จาก:
http://www.thaiautoparts.or.th/km/showkmdetail.php?q_id=85
- ระวี สุวรรณเคโซไซ. (20 พฤศจิกายน 2550). Linear Programming. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2552. จาก: <http://www.vcharkam.com/vlesson/6>
- Microsoft Excel VBA Programming Training Course. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2552. จาก:
<http://www.vba-excel.com/>



ภาคผนวก ก.

คู่มือการใช้โปรแกรม

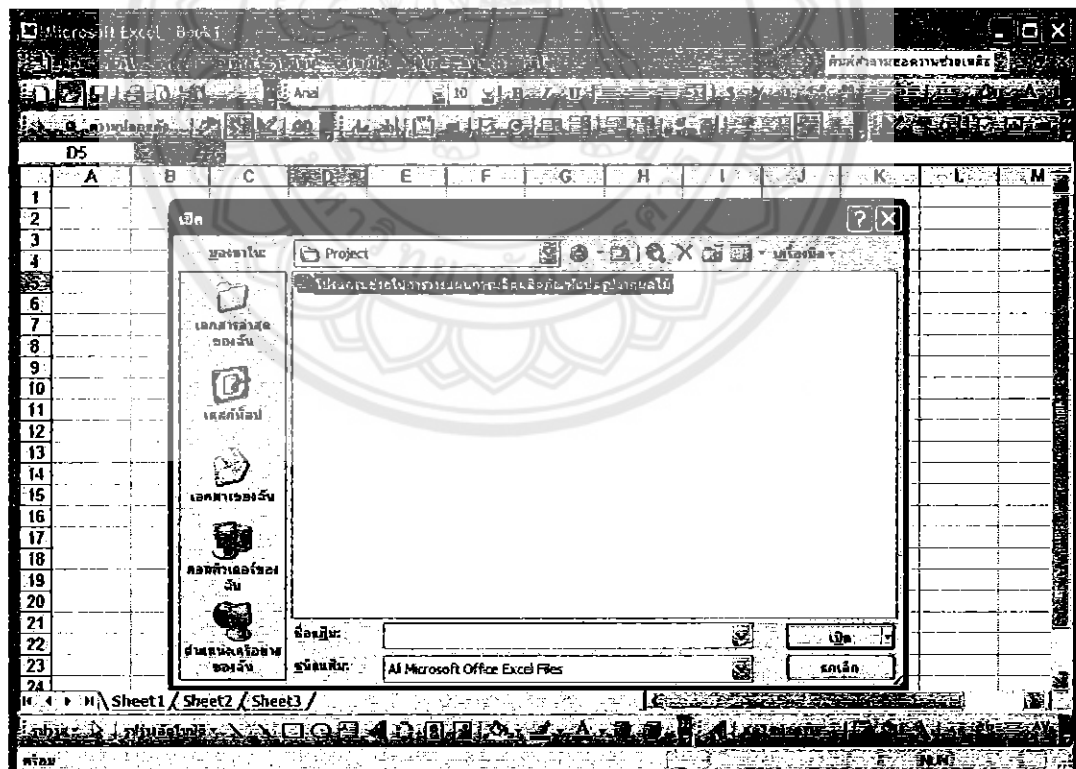
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบของโปรแกรมและสิ่งที่คุณควรรู้ในการใช้โปรแกรม เช่น การเข้าใช้โปรแกรม หน้าที่แต่ละปุ่มกด การกรอกข้อมูลเพื่อการคำนวณ และรายละเอียดต่างๆ ก็จะกล่าวในเนื้อหาส่วนนี้

1. การเริ่มเข้าสู่โปรแกรม

การเริ่มเข้าสู่โปรแกรมนั้นผู้ใช้ต้องเข้าโปรแกรม Microsoft Excel เป็นอันดับแรกก่อน จากนั้นเปิดไฟล์เพื่อเชื่อมต่อกับแมโคร ดังนี้

1.1 การเข้าสู่โปรแกรม

การเข้าสู่โปรแกรมให้เปิดไฟล์ที่ชื่อ โปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ ขึ้นมาดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 แสดงการเปิดไฟล์

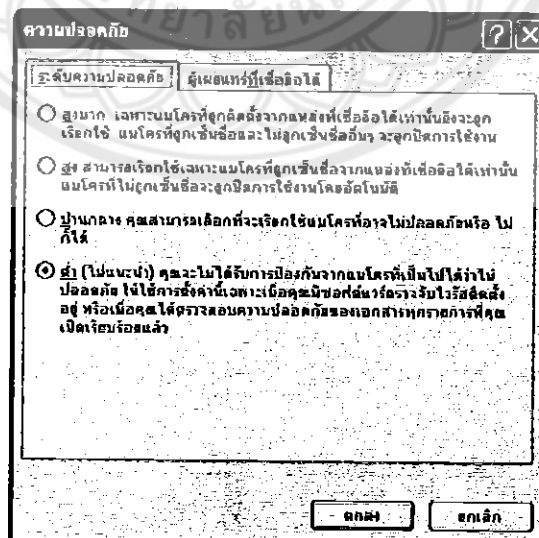
1.2 การเปิดใช้งานแมโคร

ในการเปิดการใช้งานโปรแกรมนั้น ในครั้งแรกของการใช้งานนั้น ระบบจะมีการรักษาความปลอดภัย (Macro Security) ที่สูง เนื่องจากแมโครเป็นโปรแกรม ดังนั้นมันก็สามารถ Run อัดโนมิตได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้เขียนโปรแกรม ซึ่งระยะหลังก็มีคนประสงค์ร้ายเขียนโปรแกรมแมโครแทรกมาในไฟล์ Excel ที่มีนามสกุล .xls เสมอ ดังนั้นจึงไม่สามารถเปิดใช้งานโปรแกรมช่วยในการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ได้ และจะมีกล่องโต้ตอบปรากฏขึ้นมาเตือนผู้ใช้งาน ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 แสดงกรอบโต้ตอบรักษาความปลอดภัยที่สูงของแมโคร

ดังนั้นก่อน Run Macro ก็จะต้องอนุญาตให้ Microsoft Excel ขอม Run Macro ให้ได้เสียก่อน โดยให้ทำการลดระดับการรักษาความปลอดภัยลงมาที่ระดับต่ำสุด ทำได้โดยไปเลือกที่ เครื่องมือ > แมโคร > ความปลอดภัย จากนั้นเลือกระดับความปลอดภัยต่ำที่สุด แล้วกดตกลง แสดงดังรูป ก.3 แล้วทำการปิดและเปิดโปรแกรมขึ้นมาใหม่



รูปที่ ก.3 แสดงตัวอย่างการเลือกระดับการรักษาความปลอดภัยของแมโคร

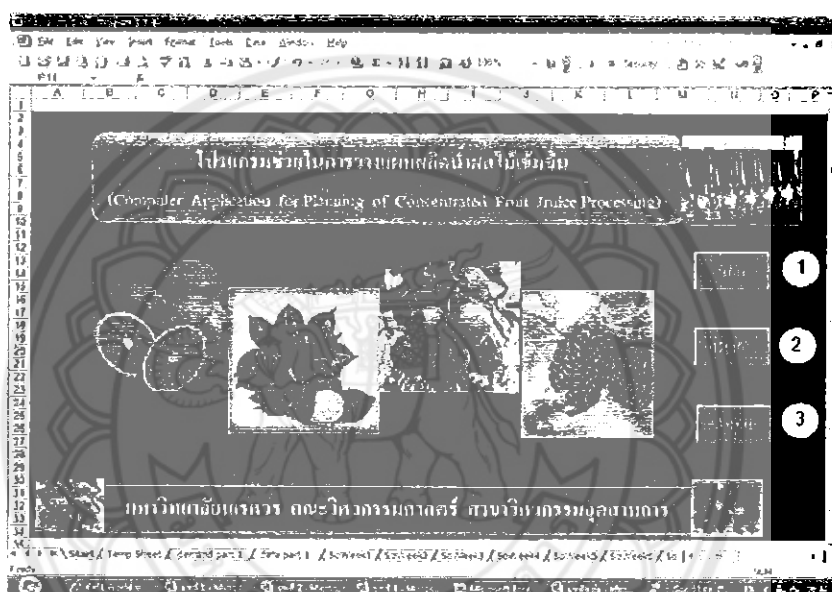
1.3 การใช้งานโปรแกรม

เมื่อเปิดการใช้งานแมโครแล้วก็จะเข้าสู่หน้าจอแรกของโปรแกรม ซึ่งจะมีอยู่ 4 ปุ่มกด แสดงดังรูปที่ ก.4 คือ

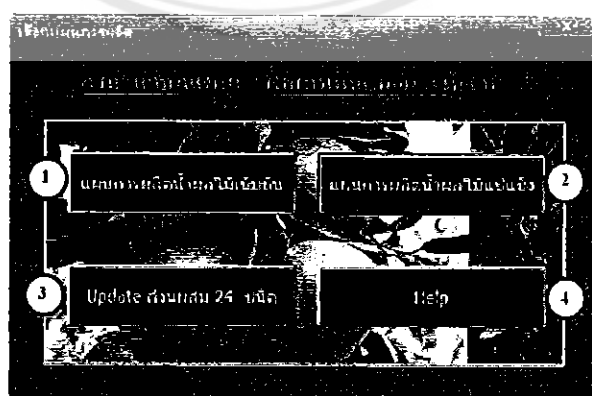
หมายเลข 1 คือ ปุ่ม Start คลิกเข้าสู่หน้าจอการเลือกป้อนข้อมูลต่อไปดังรูปที่ ก.5

หมายเลข 2 คือ ปุ่ม Help คลิกเพื่อบอกการทำงานของแต่ละปุ่ม

หมายเลข 3 คือ ปุ่ม About คลิกเพื่อดูรายละเอียดของผู้จัดทำ



รูปที่ ก.4 แสดงตัวอย่างหน้าจอแรกของโปรแกรม



รูปที่ ก.5 แสดงตัวอย่างหน้าจอแรกของแผนข้อมูลที่ต้องการ

1.3.1 เมื่อคลิกเข้าสู่หน้าให้เลือกดูแผนข้อมูล ดังรูป ก.5 จะมีแผนข้อมูลให้เลือก 3 แผนข้อมูล และจะมีปุ่ม Help บอกขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม แผนข้อมูลให้เลือกทั้ง 3 แผน ประกอบด้วย

1.3.1.1 แผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น (หมายเลข 1 ในรูป ก.5)

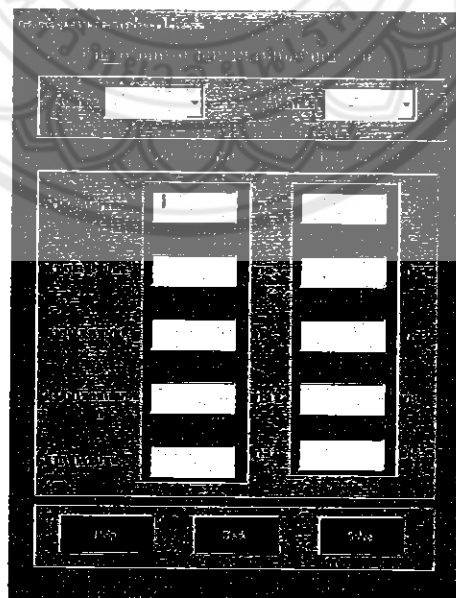
1.3.1.2 แผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง (หมายเลข 2 ในรูป ก.5)

1.3.1.3 Update ส่วนผสม 24 ชนิด (หมายเลข 3 ในรูป ก.5)

เมื่อคลิกเลือกปุ่มหมายเลข 1 (แผนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น) จะมีช่องให้กรอกข้อมูล ดังรูปที่ ก.6 แล้วทำการกรอกข้อมูลตามใบรายการสั่งซื้อสินค้า ดังรูปที่ ก.7

เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Solve ในรูปที่ ก.7 เมื่อสิ้นสุดการคำนวณจะมีกล่องข้อความขึ้นขึ้นการประมวลผลได้ตอบขึ้นมาบอกว่า การประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ ก.8 เมื่อคลิกปุ่ม OK ขึ้นขึ้นกล่องตอบโต้ก็จะแสดง Preview Worksheet คำตอบที่เหมาะสมของการประมวลผลด้วย Solver มาให้ ดังรูปที่ ก.9

เมื่อเปิดหน้า แสดง Preview Worksheet คำตอบที่เหมาะสมของการประมวลผลด้วย Solver ก็จะมีกล่องโต้ตอบให้ดูปริมาณส่วนผสม ดังรูปที่ ก.10 เมื่อคลิก Ok ก็จะได้แสดง Preview Worksheet หน้าปริมาณส่วนผสมแจ้งให้ทราบ ดังรูปที่ ก.11 และถ้าคลิกปุ่ม Help ก็จะได้แสดงขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมในส่วนนี้ ดังรูปที่ ก.12 แต่ถ้าคลิกปุ่ม Back ก็จะได้กลับไปยังหน้าเลือกแผนการผลิต ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.6 แสดงช่องให้กรอกข้อมูล

ประเภท	ชนิด
700	900
750	1000
550	680
580	850
600	790

Buttons: ลบ, เพิ่ม, รวม

รูปที่ ก.7 แสดงการกรอกข้อมูลตามใบรายการสั่งซื้อสินค้า



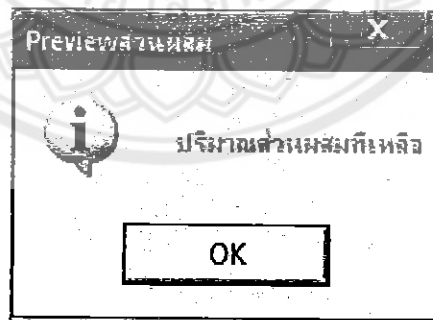
รูปที่ ก.8 แสดงกล่องข้อความโต้ตอบเมื่อการหาคำตอบที่เหมาะสมเสร็จสิ้น

เวลาการทำงาน	ผลผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น										
	น้ำสละเข้มข้น		น้ำพื้เข้มข้น		น้ำส้มเขียวเข้มเข้มข้น		น้ำส้มโชกุนเข้มข้น		น้ำทับทิมเข้มข้น		
	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	
1	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	0
2	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
	13.00-17.00	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8.00-12.00	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	3000	0	0	0	0	0
4	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	2000	0	0
5	8.00-12.00	0	0	3000	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0
6	8.00-12.00	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8.00-12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สรุปผลการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น	ผลผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น									
	น้ำสละเข้มข้น		น้ำพื้เข้มข้น		น้ำส้มเขียวเข้มเข้มข้น		น้ำส้มโชกุนเข้มข้น		น้ำทับทิมเข้มข้น	
	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700	ขนาด 320	ขนาด 700
จำนวนที่ผลิตได้รวม	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000	3000	2000
จำนวนที่ต้องการ	700	900	750	1000	550	630	580	850	600	790
Inventory	2800	1600	2750	1500	2950	1820	2920	1650	2900	1710

Max = 725084

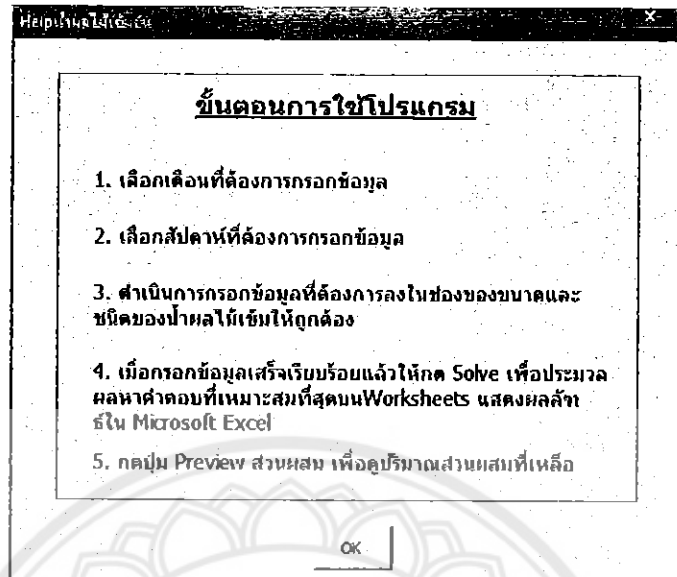
รูปที่ ก.9 แสดงผลค่าตอบของโปรแกรม



รูปที่ ก.10 แสดงกล่องข้อความแจ้งให้ดูปริมาณส่วนผสม

ส่วนผลการดำเนินงานการผลิตป่าผลัดใบเพิ่มขึ้น ของเดือน มกราคม อปค.ที่ 1									
ลำดับ	รหัสวัสดุ	ชื่อวัสดุ	ปริมาณที่ซื้อคืน (๑)	ปริมาณที่จะก่อให้เกิด (๒)	ปริมาณที่เหลืออยู่ (๓)	ปริมาณที่รับห้ (๔)	ปริมาณรวมที่มีอยู่ (๕)	ปริมาณที่ ครอบห้ (๖)	หน่วย
1	9010100	ป่าผลัด 100%	4600000	249720	4360280	10000	4610000	1	ลูก
2	60100301	ไม้ท่อน 100%	5960000	428884	5541116	10000	5970000	1	ลูก
3	60100301	ไม้ฉาก 100%	4600000	149790	4460210	10000	4610000	1	ลูก
4	5010101	ไม้ค้ำโครง 100%	4600000	189910	4420090	10000	4610000	1	ลูก
5	5300005	ฟรุกโตโซรป	3250000000	11283800	3238717200	1000	3250001000	1	กิโลกรัม
6	5300003	น้ำตาลทราย	1500000000	328353	1499671647	1000	1500001000	1	กิโลกรัม
7	5500004	เบรอนแทนกัน	25000000	16284	24984716	1000	25001000	1	กิโลกรัม
8	5200050	ผงขุ่น	50000000	9504	49991496	1000	50001000	1	กิโลกรัม
9	5200050	ผงขุ่น	25000000	2628	24998372	1000	25001000	1	กิโลกรัม
10	5310010	เกลือ	480000	9370	471630	1000	481000	1	กิโลกรัม
11	5200010	สีแดง	50000	673	50327	1000	51000	1	กิโลกรัม
12	5200010	สีส้ม	1000000	4382	996618	1000	1001000	1	กิโลกรัม
13	5200020	สีเหลือง	1000000	4181	996819	1000	1001000	1	กิโลกรัม
14	5100010	กลิ่นส้มโชกุน	20000000	4921	19996079	1000	20001000	1	กิโลกรัม
15	5100030	กลิ่นสละ	40000000	9877	39991123	1000	40001000	1	กิโลกรัม
16	5100040	กลิ่นส้มกั้ง	20000000	12913	19988087	1000	20001000	1	กิโลกรัม
17	5100050	กลิ่นอมอบ	20000000	236	20000764	1000	20001000	1	กิโลกรัม
18	5100070	กลิ่นราชนครินทร์	20000000	4720	19996280	1000	20001000	1	กิโลกรัม
19	5100080	กลิ่นเบญจก้าน	20000000	4283	19996717	1000	20001000	1	กิโลกรัม
20	5400010	เบนโซอิค	25000000	17901	24983099	1000	25001000	1	กิโลกรัม
21	5400020	อีซีทีโอ	250000000	2864	249998136	1000	250001000	1	กิโลกรัม
22	5300006	สารให้ความหวาน	12500000	9678	12491322	1000	12501000	1	กิโลกรัม
23	3900002	กรดซิตริก	20000000	25906.1	199741939	1000	200001000	1	กิโลกรัม
24	5400050	วิตามินซี	6250000	6538	6244462	1000	6251000	1	กิโลกรัม

รูปที่ ก.11 แสดงตัวอย่างปริมาณส่วนผสม



รูปที่ ก.12 แสดงตัวอย่างขั้นตอนการใช้งานของ โปรแกรม

เมื่อคลิกปิดหน้าต่างแสดงปริมาณส่วนผสมดังรูปที่ ก.11 หน้าเลือกแผนข้อมูลดังรูปที่ ก.5 ก็
จะปรากฏขึ้น

1.3.2 เมื่อเลือกกดปุ่ม หมายเลข 2 (แผนการผลิตน้ำผลไม้แช่แข็ง) ก็จะมีกล่องข้อมูลให้เลือก
ดูตามความต้องการดังรูป ที่ ก.13 จะมีช่องให้เลือกข้อมูลอยู่ 3 ช่อง คือ

1.3.2.1 ช่องให้เลือกระดับ Service Level

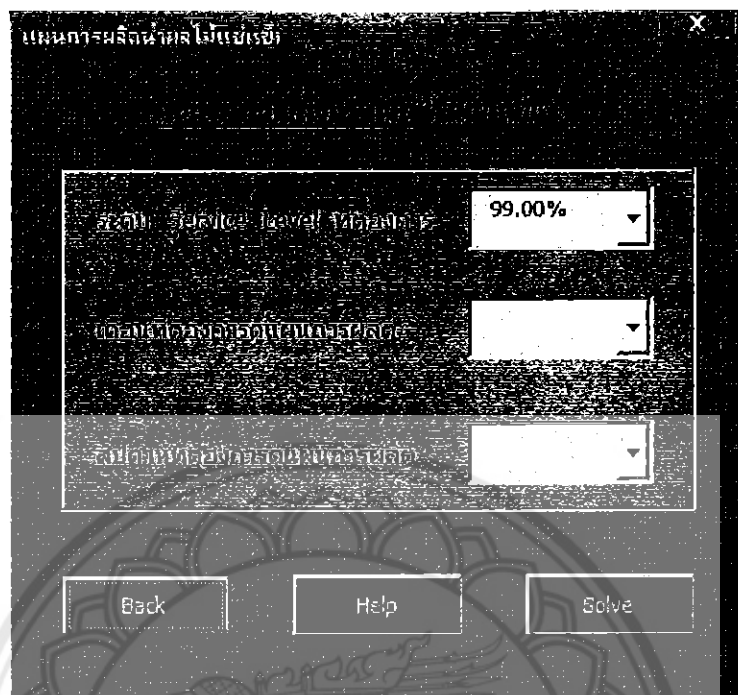
1.3.2.1 ช่องให้เลือกเดือนที่ต้องการดูแลการผลิต

1.3.2.1 ช่องให้เลือกสัปดาห์ที่ต้องการดูแลการผลิต

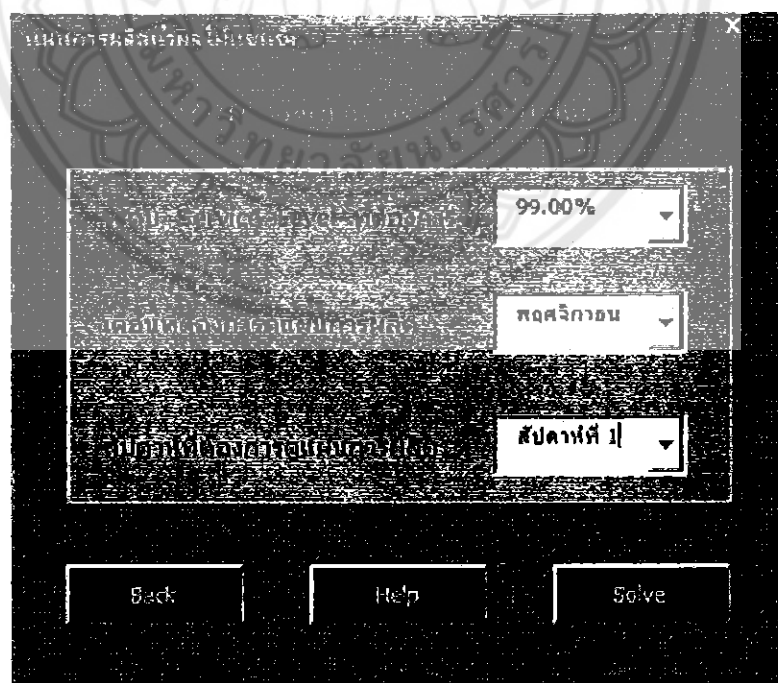
เมื่อเลือกข้อมูลที่ตรงการทราบเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม Solve ดังรูปที่ ก.14 เมื่อสิ้นสุด
การคำนวณจะมีกล่องข้อความยืนยันการประมวลผลได้ตอบขึ้นมาบอกว่า การประมวลผลเสร็จสมบูรณ์
ดังรูปที่ ก.15

เมื่อกดปุ่ม OK ยืนยันกล่องได้ตอบก็จะแสดง Preview Worksheet คำตอบที่เหมาะสม
ของการประมวลผลด้วย Solver มาให้ ดังรูปที่ ก.16 เมื่อปิดหน้าต่าง แสดง Preview Worksheet คำตอบที่
เหมาะสมของการประมวลผลด้วย Solver ก็จะกลับไปยังหน้าเลือกแผนการผลิต ดังรูปที่ ก.5

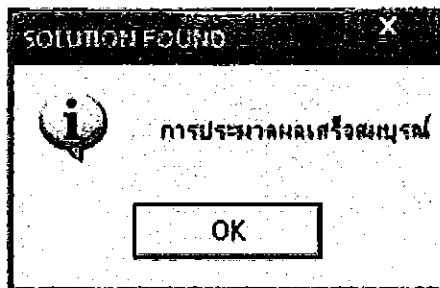
และถ้ากดปุ่ม Help ก็จะแสดงขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมในส่วนนี้ ดังรูปที่ ก.17
แต่ถ้ากดปุ่ม Back ก็จะกลับไปยังหน้าเลือกแผนการผลิต ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.13 แสดงตัวอย่างช่องให้เลือกข้อมูล



รูปที่ ก.14 แสดงตัวอย่างการเลือกข้อมูล



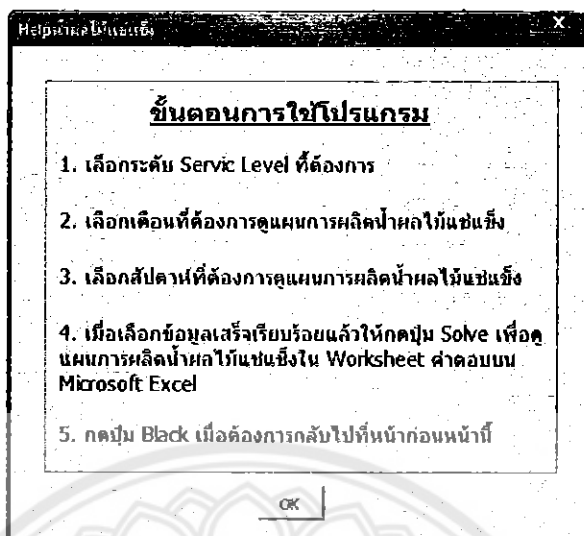
รูปที่ ก.15 แสดงกล่องข้อความโต้ตอบเมื่อการหาคำตอบที่เหมาะสมเสร็จสิ้น

จำนวนผลไม้สดที่ต้องการ เดือน พฤศจิกายน สัปดาห์ที่ 1				
วัน/เดือน	สละ	หมอน	ส้มเขียว	ส้มโชกุน
2-พ.ย.	0	0	0	0
3-พ.ย.	0	0	0	1000
4-พ.ย.	0	0	0	1000
5-พ.ย.	0	0	1000	0
6-พ.ย.	0	0	0	0
7-พ.ย.	0	0	0	0
9-พ.ย.	0	0	1000	0

จำนวนน้ำแช่แข็ง				
สรุปผลการผลิต	น้ำสละแช่แข็ง	น้ำหมอนแช่แข็ง	น้ำส้มเขียวแช่แข็ง	น้ำส้มโชกุนแช่แข็ง
น้ำแช่แข็งที่ผลิตได้	0	0	80	80
น้ำแช่แข็งที่ใช้ไป	0	0	0	0
น้ำแช่แข็งที่เหลือ	100	100	180	180

Min =

รูปที่ ก.16 แสดงผลคำตอบของ โปรแกรม



รูปที่ ก.17 แสดงตัวอย่างขั้นตอนการใช้งานของ โปรแกรม

1.3.3 เมื่อกดปุ่มหมายเลข 3 (Update ส่วนผสม 24 ชนิด) หน้าเลือกแผนการผลิต ดังรูปที่ ก.5 จะมีช่องให้กรอกข้อมูลดังรูปที่ ก.18 แล้วทำการกรอกข้อมูลปริมาณส่วนผสมที่ต้องการเพิ่ม ดังรูปที่ ก.19 เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Add ในรูปที่ ก.19 จะมีกล่องข้อความโต้ตอบขึ้นมาบอกว่า Add ข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ ก.20

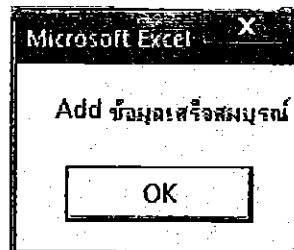
เมื่อกดปุ่ม OK ยืนยันกล่องโต้ตอบก็จะแสดง Preview Worksheet ปริมาณส่วนผสมดังรูปที่ ก.21 แต่ถ้ากดปุ่ม Help ในรูปที่ ก.19 ก็จะแสดงขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรม ดังรูปที่ ก.22 แต่ถ้ากดปุ่ม Back ก็จะกลับไปยังหน้าเลือกแผนข้อมูล ดังรูปที่ ก.5

The screenshot shows a software window titled 'Update ข้อมูล' (Update Data). It contains a grid of data entry fields arranged in three columns and six rows. Each cell in the grid has a small text label on the left and a text input field on the right. At the bottom of the window, there are two dropdown menus and three buttons labeled 'Add', 'Back', and 'Help'.

รูปที่ ก.18 แสดงช่องให้กรอกข้อมูล

This screenshot is similar to Figure 18, showing a software window titled 'Update ข้อมูล' (Update Data). It features a grid of data entry fields in three columns and six rows. The labels and input fields are present, but the content within them is different from the first screenshot. At the bottom, there are two dropdown menus and three buttons labeled 'Add', 'Back', and 'Help'.

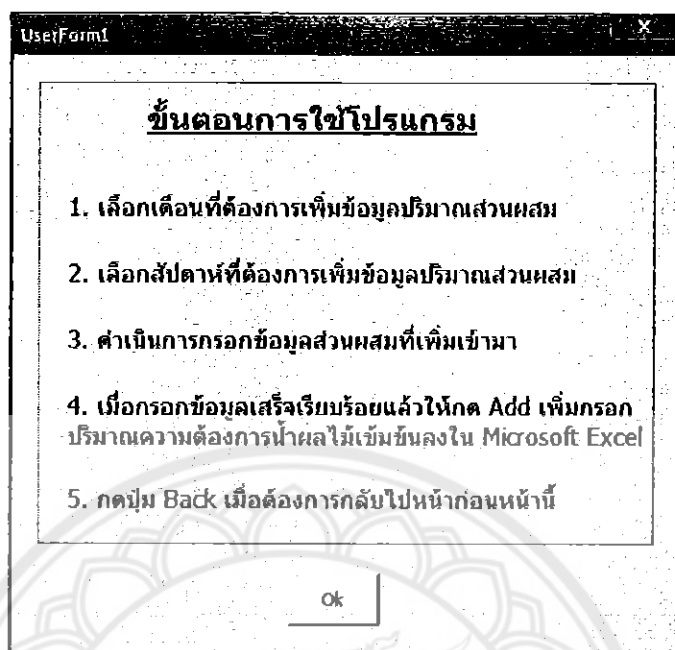
รูปที่ ก.19 แสดงการกรอกข้อมูลตามใบรายการสั่งซื้อสินค้า



รูปที่ ก.20 แสดงกล่องข้อความโต้ตอบเมื่อ Add ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

ส่วนผสมที่ใช้ในกรณีหมักหมมไม่เข้มข้น ของเดือน มกราคม ปี ๒๕๖๓									
ลำดับ	รหัสวัตถุดิบ	ชื่อวัตถุดิบ	ปริมาณที่ซื้อ (ก)	ปริมาณที่จะดึงไป (ก)	ปริมาณที่เหลืออยู่ (ก)	ปริมาณที่รับเข้า (ก)	ปริมาณรวมที่มีอยู่ (ก)	ปริมาณที่คงเหลือ	หน่วย
1	5010100	น้ำสะอาด 100%	4600000	249720	4360280	10000	4610000	1	กิโลกรัม
2	60100301	น้ำหมักอ่อน 100%	5960000	428884	5541116	10000	5970000	1	กิโลกรัม
3	60100301	น้ำหมักแข็ง 100%	4600000	149790	4460210	10000	4610000	1	กิโลกรัม
4	5010101	น้ำจืด 100%	4600000	189910	4420090	10000	4610000	1	กิโลกรัม
5	3300005	ฟอสฟอรัส	3250000000	11283800	3238717200	1000	3250001000	1	กิโลกรัม
6	3300003	น้ำตาลทราย	1500000000	326353	1499674647	1000	1500001000	1	กิโลกรัม
7	3500004	แอมโมเนียม	25000000	16284	24984716	1000	25000000	1	กิโลกรัม
8	3200050	สารฟอส	50000000	9504	49991496	1000	50000000	1	กิโลกรัม
9	3200050	ผงฟู	25000000	2628	24998372	1000	25000000	1	กิโลกรัม
10	5310010	เกลือ	480000	9370	471630	1000	481000	1	กิโลกรัม
11	5200010	สีแดง	50000	673	50327	1000	51000	1	กิโลกรัม
12	5200010	สีส้ม	1000000	4382	996618	1000	1000000	1	กิโลกรัม
13	5200020	สีเหลือง	1000000	4181	996819	1000	1000000	1	กิโลกรัม
14	5100010	กลีเซอรีน	20000000	4921	19996079	1000	20000000	1	กิโลกรัม
15	5100030	กลีเซอรีน	40000000	9877	39991123	1000	40000000	1	กิโลกรัม
16	5100040	กลีเซอรีน	20000000	12913	19988087	1000	20000000	1	กิโลกรัม
17	5100050	กลีเซอรีน	20000000	236	20000764	1000	20000000	1	กิโลกรัม
18	5100070	กลีเซอรีน	20000000	4720	19996280	1000	20000000	1	กิโลกรัม
19	5100080	กลีเซอรีน	20000000	4283	19996717	1000	20000000	1	กิโลกรัม
20	5400010	ผงฟู	25000000	17901	24983099	1000	25000000	1	กิโลกรัม
21	5400020	สีฟ้า	2500000000	2864	2499998136	1000	2500000000	1	กิโลกรัม
22	5300006	สารให้ความหวาน	12500000	9678	12491322	1000	12500000	1	กิโลกรัม
23	5900002	กรดซิตริก	20000000	259061	199741939	1000	20000000	1	กิโลกรัม
24	5400050	วิตามินซี	6250000	6538	6244462	1000	6250000	1	กิโลกรัม

รูปที่ ก.21 แสดงผลคำตอบของโปรแกรม



รูปที่ ก.22 แสดงตัวอย่างขั้นตอนการใช้งานของ โปรแกรม



ภาคผนวก ข.

โค้ดที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม VBA

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ข.
โค้ดที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม VBA

โค้ดสั่งให้กรอกได้เฉพาะตัวเลขเท่านั้น

```
Private Sub tb11_Change()
    If Len(tb11) > 0 Then
        If IsNumeric(tb11) = False Then
            MsgBox "กรุณากรอกข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้น", vbOKOnly
            tb11 = Left(tb11, Len(tb11) - 1)
            tb11.SetFocus
            Exit Sub
        End If
    End If
End Sub
```

โค้ดสั่งให้เลือกเดือนก่อน

```
Private Sub cmdUpdateDemandToDemandPart1_Click()
    If cboMonth.Text = "" Then
        MsgBox "กรุณาเลือกเดือนก่อนvbOKOnly
        Exit Sub
    End If
    Call putDemandToDemandPart1(GbR, GbR2)
End Sub
```

โค้ดสั่งให้ Solver ทำงาน

```

Sub Macro3()
    ' Macro3 Macro
    ' Macro recorded 12/3/2010 by DanCe XP

    SolverOk SetCell:="$C$23", MaxMinVal:=2, ValueOf:="0", ByChange:= _
        "$B$29:$E$35,$B$20:$E$21"
    SolverSolve
End Sub

```

โค้ดกำหนดให้เมื่อเลือกระดับ Service Levier แล้วให้อาค่าที่เลือกมาแทนใน Excel

```

Private Sub cboSL_Change()
    For i = 39 To 69
        If cboSL.Text = Worksheets("demand part 1").Cells(i, "N") Then
            Worksheets("demand part 1").Cells(79, "E") = Worksheets("demand part 1").Cells(i, "N")
            Worksheets("demand part 1").Cells(79, "F") = Worksheets("demand part 1").Cells(i, "O")
        End If
    Next i
End Sub

```

โค้ดกำหนดให้เลือกเดือนสัปดาห์และระดับ Service Levier ในกล่อง Combo box

```

Private Sub UserForm_Activate()
cboMonth.AddItem ("%ÄÈ'Ò;ÒÁ")
cboMonth.AddItem (" ,Ñ'ÇÒᄂÁ")
cboMonth.AddItem ("Á;ÄÒᄂÁ")
cboMonth.AddItem (" ;ØÁÀÒ%Ñ' ,")
cboMonth.AddItem ("ÁÕ'ÒᄂÁ")
cboWeek.AddItem ("ÈÑ»'ÒÈi-Õè 1")
cboWeek.AddItem ("ÈÑ»'ÒÈi-Õè 2")
cboWeek.AddItem ("ÈÑ»'ÒÈi-Õè 3")
cboWeek.AddItem ("ÈÑ»'ÒÈi-Õè 4")
cboSL.AddItem ("50.00%")
cboSL.AddItem ("55.00%")
cboSL.AddItem ("60.00%")
cboSL.AddItem ("65.00%")
cboSL.AddItem ("70.00%")
cboSL.AddItem ("75.00%")
Dim i As Double
For i = 80# To 99#
cboSL.AddItem (i & "%")
Next i
cboSL.AddItem ("99.50%")
cboSL.AddItem ("99.60%")
cboSL.AddItem ("99.70%")
cboSL.AddItem ("99.80%")
cboSL.AddItem ("99.90%")
cboSL.Text = "99.00%"
End Sub

```

โค้ดสั่งให้ Prview หน้าคำตอบของ Worksheets ใน Microsoft Excel

```
Private Sub UserForm_Activate()
    UserForm7.Hide
    UserForm2.Hide
    Worksheets(sheetStr).PrintPreview
    UserForm2.Show
End Sub
```

โค้ดกำหนด Case เลือกเดือนและสัปดาห์ ที่ต้องการ Solve เพื่อดูคำตอบที่เหมาะสมใน Worksheets

```
Private Sub Solve7_Click()
    Dim Result As Integer
    Dim col(5) As String
    Dim col2(10) As String
    Dim sheetStr As String
    If Result = 0 Then
        Select Case cboMonth.Text
            Case "จันุอาน"
                Select Case cboWeek.Text
                    Case "เ็น»เเิ-เè 1"
                        sheetStr = "soWeek9"
                    Case "เ็น»เเิ-เè 2"
                        sheetStr = "soWeek10"
                    Case "เ็น»เเิ-เè 3"
                        sheetStr = "soWeek11"
                    Case "เ็น»เเิ-เè 4"
                        sheetStr = "soWeek12"
                End Select
        End Select
    End Select
```

```

Case "¿ÀÁÂÃÄÅ"
Select Case cboWeek.Text
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 1"
sheetStr = "soWeek13"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 2"
sheetStr = "soWeek14"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 3"
sheetStr = "soWeek15"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 4"
sheetStr = "soWeek16"
End Select
Case "ÁÕ'ÒàÁ"
Select Case cboWeek.Text
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 1"
sheetStr = "soWeek17"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 2"
sheetStr = "soWeek18"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 3"
sheetStr = "soWeek19"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 4"
sheetStr = "soWeek20"
End Select
Case "¼ÄÈ"Ò¿ÒÁ"
Select Case cboWeek.Text
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 1"
sheetStr = "soWeek1"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 2"
sheetStr = "soWeek2"
Case "ÈÑ»'ÒËÌ·Õè 3"

```

```

        sheetStr = "soWeek3"
    Case "ÊÑ»'ÒË·Õè 4"
        sheetStr = "soWeek4"
    End Select
    Case ",Ñ'ÇÒᵂÁ"
    Select Case cboWeek.Text
    Case "ÊÑ»'ÒË·Õè 1"
        sheetStr = "soWeek5"
    Case "ÊÑ»'ÒË·Õè 2"
        sheetStr = "soWeek6"
    Case "ÊÑ»'ÒË·Õè 3"
        sheetStr = "soWeek7"
    Case "ÊÑ»'ÒË·Õè 4"
        sheetStr = "soWeek8"
    End Select
    End Select
    Worksheets(sheetStr).Activate
    Result = Application.Run("SolverSolve", True)
    Worksheets(sheetStr).Visible = True
    col(1) = "B"
    col(2) = "C"
    col(3) = "D"
    col(4) = "E"
    col(5) = "F"
    col2(1) = "D"
    col2(2) = "E"
    col2(3) = "F"
    col2(4) = "G"
    col2(5) = "H"

```

```
col2(6) = "I"
```

```
col2(7) = "J"
```

```
col2(8) = "K"
```

```
col2(9) = "L"
```

```
col2(10) = "M"
```

```
MsgBox "¡ÒÃ»ÄDÁÇÀ¼ÁàÊÄç"ÉÁ°ÜÃ³", vbInformation, "SOLUTION FOUND"
```

```
Else
```

```
MsgBox Err.Number & " " & Err.Description, vbOKOnly
```

```
End If
```

```
End Sub
```





ภาคผนวก ค

การประเมินผลโปรแกรม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

แบบประเมินความสามารถการใช้งานของโปรแกรม

ชื่อผู้ประเมิน ฉัตร วิเศษ

ตำแหน่ง อ. วิชาคณิตศาสตร์ วันที่ 15.02.57

ส่วนของการใช้งาน	เกณฑ์การให้คะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายในการใช้งานและการกรอกข้อมูล		/			
2. ความสามารถที่จะเข้าใจในข้อมูลที่กรอก		/			
3. ความสามารถในการเพิ่มและแก้ไข			/		
4. ความสวยงามของโปรแกรม		/			
5. ความถูกต้องและชัดเจนของภาษาที่ใช้		/			
ส่วนของข้อมูลและการคำนวณ					
6. ความเรียบร้อยในการจัดเรียงข้อมูล		/			
7. ความถูกต้องของผลการคำนวณ		/			
8. ความพึงพอใจในผลลัพธ์ที่ได้		/			
9. ความรวดเร็วในการคำนวณ		/			
10. ความเหมาะสมและเพียงพอของข้อมูล		/			

หมายเหตุ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = น้อย 1 = น้อยมาก

ข้อเสนอแนะ

- อาจเพิ่มเรื่องของการพิมพ์เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จ
ให้แจ้งเตือนด้วย

ลงชื่อ

(ฉัตร วิเศษ)

แบบประเมินความสามารถการใช้งานของโปรแกรม

ชื่อผู้ประเมิน..... สุวิษา เสนอทอง
 ตำแหน่ง..... ผู้อำนวยการแผนกศิลปกรรมศิลป์ วันที่..... 10/03/10

ส่วนของการใช้งาน	เกณฑ์การให้คะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายในการใช้งานและการกรอกข้อมูล		/			
2. ความสามารถที่จะเข้าใจในข้อมูลที่กรอก		/			
3. ความสามารถในการเพิ่มและแก้ไข		/			
4. ความสวยงามของ โปรแกรม		/			
5. ความถูกต้องและชัดเจนของภาษาที่ใช้		/			
ส่วนของข้อมูลและการคำนวณ					
6. ความเรียบร้อยในการจัดเรียงข้อมูล			/		
7. ความถูกต้องของผลการคำนวณ		/			
8. ความพึงพอใจในผลลัพธ์ที่ได้			/		
9. ความรวดเร็วในการคำนวณ		/			
10. ความเหมาะสมและเพียงพอของข้อมูล			/		

หมายเหตุ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = น้อย 1 = น้อยมาก

ข้อเสนอแนะ

- คมมาก ให้ใส่ Mr ทวีศักดิ์ แทน ตา เด.อ.ป. แบบของเดิม
 9. ให้หัดข sheet ลอ ฝึก ให้ ทวีศักดิ์ ให้ Mr Delet รับผิดชอบ

ลงชื่อ..... สุวิษา เสนอทอง

()