



การวางแผนการผลิตสำหรับร้านเบเกอรี่ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง

กรณีศึกษา ร้านดูแปงเบเกอรี่

PRODUCTION PLANNING FOR BAKERY SHOP USING

LINEAR PROGRAMMING

: A CASE STUDY OF DUPANG BAKERY SHOP

นายกฤษณชัย เข้มจันทร์ รหัส 49360020

นายปวีศ สร้อยมณี รหัส 49363243

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 14 กค 2552 .....
เลขทะเบียน..... 507 2852 .....
เลขเรียกหนังสือ..... 75 .....
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552



## ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ การวางแผนการผลิต โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง  
กรณีศึกษา ร้านดูแปงเบเกอร์

ผู้ดำเนินโครงการ นายกฤษณชัย เข้มจันทร์ รหัส 49360020  
นายปวีศ สร้อยมณี รหัส 49363243

ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์กานต์ ลีวัฒนา ยิ่งยง

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2552

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

.....ที่ปรึกษาโครงการ  
(อาจารย์กานต์ ลีวัฒนา ยิ่งยง)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชัย ฤทธิวิรุฬห์)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษญา สิมารักษ์)

.....กรรมการ  
(อาจารย์อากาศรณ์ จันทร์ปรีกษ์)

หัวข้อโครงการวิจัย : การวางแผนการผลิตสำหรับร้านคุกกี้โดยใช้การโปรแกรม  
เชิงเส้นตรงกรณีศึกษา ร้านคุกกี้เบเกอรี่

ผู้ดำเนินงานวิจัย : นายกฤษณชัย แยมจันทร์ รหัสบัณฑิต 49360020  
: นายปวีศ สร้อยมณี รหัสบัณฑิต 49363243

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์กานต์ ลีวัฒนาธิงยง

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา : 2552

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ เป็นการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการผลิตของร้านคุกกี้เบเกอรี่ ซึ่งในปัจจุบันร้านคุกกี้เบเกอรี่มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทำให้มีลูกค้าเข้ามาซื้อผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ในบางช่วงเวลาผลิตภัณฑ์บางชนิดไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้มีต้นทุนเสียโอกาสเกิดขึ้น และเนื่องจากทางร้านคุกกี้เบเกอรี่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ทุกวัน ไม่มีการจัดเก็บไว้เพื่อมาขายในวันถัดไป ทำให้ในแต่ละวันมีผลิตภัณฑ์บางชนิดเหลือทิ้ง ส่งผลให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต เพื่อทำให้เกิดกำไรรวมสูงสุด

การดำเนินงานวิจัย จะทำการเก็บข้อมูลจากทางร้านคุกกี้เบเกอรี่ในส่วนต่างๆ เช่น ข้อมูลในส่วนของการบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ข้อมูลในส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ และข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา แล้วจึงดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยจะได้แผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใน 1 สัปดาห์ว่าในแต่ละวันจะต้องผลิตผลิตภัณฑ์ใดบ้าง และในการผลิตแต่ละครั้งจะต้องผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดไหนอย่างละกี่ชิ้น จากผลลัพธ์ที่ได้จากแผนการผลิตโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง ทำให้ได้กำไรรวมสูงสุดเพิ่มขึ้น 11.36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการดำเนินงานในปัจจุบันของทางร้านคุกกี้เบเกอรี่ จากนั้นได้นำข้อมูลในส่วนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ต้นทุนในส่วนของวัสดุที่ใช้บรรจุ และราคาขายของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด มาทำการวิเคราะห์ความไวเพื่อหาว่าปัจจัยใดที่จะส่งผลต่อกำไรรวมมากที่สุด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ความไวทั้ง 3 ส่วน พบว่าต้นทุนของถุงพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์มีความไวมากที่สุด ดังนั้น ถ้าต้องการเพิ่มกำไรให้ได้มากที่สุด ควรพิจารณาลดต้นทุนในส่วนของผู้ผลิตถุงพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สามารถจัดทำขึ้นได้จนประสบความสำเร็จและลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์กานต์ ลีวัฒนายิ่งยง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ได้ให้การสนับสนุนในการทำปริญญาานิพนธ์ ให้คำปรึกษาแนะนำและชี้แนะแก้ไขงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณร้านคูเปงเบเกอร์ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนิน โครงการงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวร และอาจารย์ทุกท่าน ที่จุดประกายความรู้และให้คำปรึกษาคด้วยดีตลอดมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนด้านทุนการศึกษาและกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยในการทำโครงการจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้ดำเนิน โครงการวิศวกรรม  
นายกฤษณชัย เข้มจันทร์  
นายปวิศ สร้อยมณี

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
<b>บทที่ 1</b> บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการ.....	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....	1
1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย.....	1
1.6 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย.....	2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานวิจัย.....	2
<b>บทที่ 2</b> หลักการและทฤษฎี.....	3
2.1 การวางแผนการผลิต.....	3
2.2 การ โปรแกรมเชิงเส้นตรง.....	5
2.3 การวิเคราะห์ความไว.....	8
2.4 การ โปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม.....	13
<b>บทที่ 3</b> การดำเนินงานวิจัย.....	16
3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	16
3.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับร้านเบเกอรี่ทั่วไป.....	16
3.3 การดำเนินการกระบวนการของ โปรแกรมสำเร็จรูป.....	16
3.4 การวิเคราะห์ผลของแผนการผลิตรายสัปดาห์.....	17

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ความไว.....	17
3.6 การนำเสนอแผนการผลิตให้กับร้านคู่แข่งเบเกอรี่.....	17
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....</b>	<b>18</b>
4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	18
4.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับร้านเบเกอรี่ทั่วไป.....	29
4.3 การดำเนินกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป.....	44
4.4 การวิเคราะห์ผลของแผนการผลิตรายสัปดาห์.....	49
4.5 การวิเคราะห์ความไว.....	50
4.6 นำแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมานำเสนอกับทาง ร้านคู่แข่งเบเกอรี่.....	58
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>60</b>
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	60
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	61
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	
ภาคผนวก ก.....	63

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ (Gantt Chart)..... 2
2.1	การนำเสนอการทั้งหมดมาสร้างตารางการสร้างโปรแกรมเชิงเส้นตรง..... 6
2.2	การประมาณการปริมาณบริการเพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้ง..... 13
4.1	ตารางแสดงวัตถุดิบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ..... 20
4.2	ตารางแสดงขนาดในการป้อนกลมของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ..... 21
4.3	แสดงจำนวนร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมทางเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของร้านดูแปงเบเกอร์ี... 24
4.4	ดัชนีของผลิตภัณฑ์ สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 39
4.5	ดัชนีของรอบการผลิต สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 39
4.6	ดัชนีของวันการผลิต สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 40
4.7	ดัชนีของช่วงความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 40
4.8	ดัชนีของวัตถุดิบที่ใช้ผสม สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 40
4.9	ดัชนีของชนิดวัตถุดิบที่ใช้ขึ้นรูป สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 41
4.10	ดัชนีของชนิดวัสดุที่ใช้ในการบรรจุ สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์ี..... 41
4.11	แสดงสัดส่วนของปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นในการผลิตของว่าง..... 44
4.12	แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใน 1 สัปดาห์..... 45
4.13	แสดงค่าความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและวัตถุดิบแต่ละชนิด..... 53
4.14	แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและวัสดุแต่ละชนิด..... 54
4.15	แสดงค่าความชันของความของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด..... 57

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ความไวของรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกตามการเปลี่ยนแปลงของค่าวัสดุ.....	10
2.2	การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวนชั่วโมงในการทำงานที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม.....	11
2.3	การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวนชั่วโมงในการทำงาน ที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิมเมื่อมีการใช้บัญชียา 1 และบัญชียา 2 ของโรงพยาบาล.....	12
4.1	แสดงผลิตภัณฑ์ของทางร้านคูแปงเบเกอร์.....	18
4.2	แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์.....	22
4.3	แสดงข้อจำกัดในกระบวนการผลิต.....	28
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาแป้งสาลี.....	50
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาเนยเต็ม.....	50
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคามนมสด.....	51
4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาน้ำตาลทราย.....	51
4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาหมูหยอง.....	51
4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาลูกเกด.....	51
4.10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาแฮม.....	51
4.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาไส้กรอก.....	51
4.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาไส้กรอกชีทไปท์.....	52
4.13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาพริกเผา.....	52
4.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาชีสแผ่น.....	52
4.15	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาอีสต์.....	52
4.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาไข่ไก่.....	52
4.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาถุงพลาสติก.....	54
4.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาสติ๊กเกอร์.....	54
4.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาถุงกระดาษ.....	54
4.20	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมถัง.....	55
4.21	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมพริกเผาหมูหยอง.....	55
4.22	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังไส้หมูหยอง.....	55
4.23	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังแฮมชีส.....	55



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.24	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังหมูของแฮม.....	56
4.25	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังไส้กรอกหมูของ.....	56
4.26	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังไส้กรอกคัค.....	56
4.27	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังไส้กรอกทวิน.....	56
4.28	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังลูกเกด.....	56
4.29	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายขนมปังชีสไบท์.....	56
4.30	แสดงรูปการนำเสนอแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงกับทาง ร้านคุปเปงเบเกอร์ี.....	58



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 หลักการเหตุผล

ในปัจจุบันร้านดูแปงเบเกอร์เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง ทำให้มีลูกค้าเป็นจำนวนมาก แต่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละวันของทางร้านยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า จึงทำให้สินค้าบางชนิดไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และมีสินค้าบางชนิดผลิตออกมาเกินความต้องการของลูกค้าและเนื่องจากผลิตภัณฑ์ของร้านดูแปงเบเกอร์เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาเกินความต้องการกลายเป็นของเหลือ ส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดที่จะวางแผนการผลิตให้กับร้านดูแปงเบเกอร์ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เพื่อให้การผลิตของร้านดูแปงเบเกอร์มีความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและเกิดผลกำไรสูงสุด

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อสร้างแผนการผลิตรายสัปดาห์ของร้านดูแปงเบเกอร์ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง

### 1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

แผนการผลิตรายสัปดาห์ของร้านดูแปงเบเกอร์

### 1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 ผลกำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตโดยการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมากกว่าผลกำไรที่ได้จากการดำเนินงานของร้านในปัจจุบัน

1.4.2 แผนการผลิตโดยการโปรแกรมเชิงเส้นตรงผ่านการพิจารณาจากร้านดูแปงเบเกอร์

### 1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 เป็นแผนการผลิตสำหรับร้านดูแปงเบเกอร์

1.5.2 ข้อมูลทั้งหมดในโครงการนี้ได้จากทางร้านดูแปงเบเกอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลของปี 2551

1.5.3 เป็นแผนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีเท่านั้น

## 1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ร้านคูเปงเบเกอร์ 112/9 ถ. เอกาทศรฐ อ. เมือง จ. พิจนุโลก 65000

1.6.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

พฤษภาคม พ.ศ. 2552 – มกราคม พ.ศ. 2553

## 1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินงาน (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน (Gantt Chart)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ก.ค.	ค.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1	ศึกษาและรวบรวมข้อมูล							
2	สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์							
3	ดำเนินกระบวนการของโปรแกรม และวิเคราะห์ผลที่ได้							
4	นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความไว							
5	นำผลที่ได้ไปให้ร้านพิจารณา							
6	สรุปผลการทดลอง							

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การวางแผนการผลิต [3]

การวางแผนและควบคุมการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และให้เป็นที่พอใจแก่ความต้องการของลูกค้า ความหมายของทรัพยากรในที่นี้จะรวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต อาทิเช่น เครื่องจักร อุปกรณ์ แรงงาน และวัตถุดิบ เป็นต้น โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

##### 2.1.1 การวางแผนการผลิตระยะยาว (Long-term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะยาว หมายถึง การวางแผนการผลิตในช่วงเวลามากกว่า 1 ปี ขึ้นไป โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่าง 3-5 ปี ซึ่งเป็นการวางแผนระดับกลยุทธ์ (Strategic Level) โดยมีจุดประสงค์เพื่อการตัดสินใจในการเตรียมความพร้อมด้านกำลังการผลิตสำหรับการดำเนินการในอนาคต เช่น อาคาร สถานที่ เครื่องจักรหลัก และสาธารณูปโภคของโรงงาน เป็นต้น

##### 2.1.2 การวางแผนการผลิตระยะกลาง (Mid-term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะกลาง หมายถึง การวางแผนการผลิตในช่วงเวลาระหว่าง 1-12 เดือนข้างหน้า ซึ่งเป็นการวางแผนระดับการจัดการ (Managerial Level) มีจุดประสงค์เพื่อจัดสรรการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถเกิดผลอย่างเต็มที่ในกระบวนการผลิต คำว่าทรัพยากรในที่นี้ หมายถึง สิ่งที่เป็นปัจจัยสำหรับการผลิต เช่น วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร และเครื่องมือ เป็นต้น

##### 1) การวางแผนการผลิตรวม (Aggregate Planning)

การวางแผนการผลิตรวมเป็นลำดับขั้นแรกของการวางแผนการผลิตระยะกลาง ซึ่งแผนการผลิตรวมเป็นแผนที่สร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงความสามารถในการผลิตทั้งหมดที่มีอยู่ ให้สอดคล้องกับความต้องการในตัวสินค้าทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ทั้งนี้จะยังไม่เจาะจงรายละเอียดว่าสินค้ารุ่นใดหรือชนิดใด จะต้องมีระดับของปัจจัยการผลิตเท่าใด แต่จะเป็นการกำหนดในลักษณะการพิจารณาโดยรวมทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ในช่วงเวลาหนึ่งจะสามารถทำการผลิตเหล็กรูปพรรณได้กี่ตัน โดยไม่แยกพิจารณาว่าจะต้องใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อผลิตเป็น H-Beam เท่าใด I-Beam เท่าใด หรือ C-Beam เท่าใด การวางแผนขั้นนี้จะเป็นภาพรวมอยู่จึงเป็นสาเหตุที่ใช้ชื่อเรียกว่า การวางแผนการผลิตรวม ความสำคัญของการวางแผนในหัวข้อนี้คือ เป็นการจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตในระยะกลางให้สอดคล้องกับแผนการผลิตที่จะเกิดขึ้น ภายใต้กำลังการผลิตที่ได้กำหนดไว้ รวมทั้งมุ่งเน้นในเรื่องต้นทุนการผลิตที่จะเกิดขึ้นให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด

## 2) การจัดการตารางการผลิตหลัก (Master Production Scheduling : MPS)

การจัดการตารางการผลิตหลัก (MPS) เป็นการจัดทำแผนการผลิตที่ระบุเจาะจงลงไปว่าจะทำการผลิตชิ้นงานอะไร จำนวนเท่าใด และจะต้องเสร็จสมบูรณ์เมื่อใด โดยทั่วไปมักจะจัดทำตารางการผลิตหลักเป็นรายเดือนหรือรายสัปดาห์ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการผลิตนั้นๆ ข้อมูลในตารางการผลิตหลักจะมาจากการแปลงค่าจากการพยากรณ์ยอดขาย ซึ่งอาจจะคำนวณตามหลักทางสถิติหรือมาจากใบสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งจะบอกชนิด ปริมาณ และวันกำหนดส่งมอบอย่างชัดเจน ทั้งนี้การจัดทำตารางการผลิตหลักจะต้องมีความสอดคล้องกับแผนการผลิตรวมที่ได้กำหนดไว้แล้วด้วย

## 3) การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning : MRP)

การวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) เป็นเทคนิคในการจัดการเกี่ยวกับความต้องการวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบ และวัสดุอื่นๆ เพื่อให้สามารถรู้ถึงปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลา และสามารถจัดหาได้อย่างเพียงพอและทันเวลาตามความต้องการในทุกๆ ขั้นตอนการผลิต โดยข้อมูลจากตารางการผลิตหลัก (MPS) จะบอกถึงสิ่งที่จะต้องผลิตว่ามีจำนวนเท่าใดในเวลาใด จากนั้นจะพิจารณาถึงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตว่าประกอบด้วยวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบ และวัสดุอื่นๆ อะไรบ้าง เพื่อจะใช้ในการจัดหา และในผลิตภัณฑ์ที่มีขั้นตอนการผลิตซับซ้อน มีชิ้นส่วนประกอบต่างๆ เป็นจำนวนมากจะใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคำนวณ ซึ่งจะทำให้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น เทคนิคนี้จะประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง แต่จะไม่ประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง

## 4) การวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (Capacity Requirement Planning : CRP)

การวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (CRP) เป็นการจัดทำแผนที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดกำลังการผลิตที่จำเป็นสำหรับแต่ละสถานีงาน (Working Station) เช่น แรงงาน เครื่องจักร หรือปัจจัยการผลิตทางกายภาพอื่นๆ ว่าควรจะต้องมีปริมาณเท่าใด และต้องการในช่วงเวลาใด โดยจะรับข้อมูลความต้องการวัสดุจาก MRP มาทำการประเมินผลเกี่ยวกับภาระงาน (Work Load) ของสถานีงานต่างๆ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถมั่นใจได้ว่ากำลังการผลิตที่มีอยู่ และกำลังการผลิตที่ต้องการในช่วงเวลานั้น มีความสมดุลเพียงพอสำหรับแต่ละหน่วยงาน โดยพยายามไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่มีภาระงานมากเกินไป มีภาระงานน้อยเกินไป หรือเกิดคอขวด (Bottle Neck)

### 2.1.3 การวางแผนการผลิตระยะสั้น (Short-Term Production Planning)

การวางแผนการผลิตระยะสั้น หมายถึง การวางแผนการผลิตที่มีช่วงเวลาเป็นรายสัปดาห์ หรือรายวันขึ้นอยู่กับปริมาณงานและความซับซ้อนของกระบวนการผลิต เป็นการวางแผนระดับปฏิบัติการที่มีจุดประสงค์เพื่อจัดเตรียมกำหนดเวลาในการทำงาน ให้กับทรัพยากรการผลิตที่เกี่ยวข้อง เช่น แรงงานเครื่องจักร เครื่องมือ รวมทั้งช่วงเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีนงานด้วย การวางแผนการผลิตระยะสั้นนี้จะมุ่งเน้นเรื่องการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) เป็นหลัก ซึ่งถือเป็นลำดับขั้นสุดท้ายของระบบการวางแผนการผลิตโดยจะต้องมีความยืดหยุ่นตัวได้ค่อนข้างสูง เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของกระบวนการผลิต

## 2.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) [4]

เนื่องจากการดำเนินงานในธุรกิจต่างๆ เพิ่มขนาดและความสลับซับซ้อนขึ้น ทำให้เกิดปัญหาและความไม่แน่นอนมากขึ้นตามลำดับ ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องพยายามใช้เครื่องมือและเทคนิคใหม่ๆ มาเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจ การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ช่วยในการแก้ปัญหาและตัดสินใจ

การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นหลักการอย่างหนึ่งที่ใช้ช่วยในการตัดสินใจของฝ่ายจัดการ เพราะองค์กรต่างๆ ต้องการความแน่นอนในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ที่มีอยู่ โดยทรัพยากรในที่นี้หมายถึง เงิน วัสดุดิบ เครื่องจักร สถานที่ เวลา แรงงาน ทรัพยากร เป็นต้น

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมีโครงสร้างดังนี้

1) สมการเป้าหมาย (Objective Function) คือ สมการเส้นตรงที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ทางด้านกำไรสูงสุดหรือต้นทุนต่ำสุด

- กำไรสูงสุด

$$\text{Maximize } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (2.1)$$

โดย  $C_j$  = ต้นทุนต่อหน่วย ; 1, 2, 3, ..., n

- ต้นทุนต่ำสุด

$$\text{Minimize } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (2.2)$$

โดย  $C_j$  = ต้นทุนต่อหน่วย ; 1, 2, 3, ..., n

2) ข้อจำกัด (Constraints) คือ สมการหรือสมการเส้นตรงที่บอกให้ทราบถึงอัตราการใช้ทรัพยากรที่ธุรกิจมีอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n \leq b_1 \quad (2.3)$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n \leq b_2$$

$$A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n \leq b_m$$

และ  $X_j \geq 0 ; j=1, 2, 3, \dots, n$

ตารางที่ 2.1 การนำสมการทั้งหมดมาสร้างตารางสร้างโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ทรัพยากรชนิดที่	อัตราการใช้ทรัพยากรเพื่อผลิตสินค้าหนึ่งหน่วย			จำนวนทรัพยากรที่มีอยู่	
	สินค้าหรือกิจกรรม				
	1	2	...		n
1	$A_{11}$	$A_{12}$	...	$A_{1n}$	$B_1$
2	$A_{21}$	$A_{22}$	...	$A_{2n}$	$B_2$
...	...	...	...	...	...
3	$A_{m1}$	$A_{m2}$	...	$A_{mn}$	$B_m$
กำไรต่อหน่วย (ต้นทุนต่อหน่วย)	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$	

ที่มา : [http://mba05.50webs.com/unit2\\_1.doc](http://mba05.50webs.com/unit2_1.doc)

โดยที่

$X_j$  = ปริมาณการผลิตหรือระดับของกิจกรรม จึงเป็นตัวแปรตัดสินใจ

$Z$  = ฟังก์ชันของวัตถุประสงค์

$C_j$  = กำไรต่อหน่วย หรือต้นทุนต่อหน่วย ;  $1, 2, 3, \dots, n$

$B_i$  = ทรัพยากรที่มีอยู่ ;  $1, 2, 3, \dots, m$

$A_{ij}$  = อัตราการใช้ทรัพยากรเพื่อผลิตสินค้าแต่ละชนิดต่อหน่วย

$i = 1, 2, 3, \dots, m$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

3) ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการต่างๆ ของรูปแบบแทนระบบต้องมีลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear Form) คือตัวแปรทุกตัวในสมการเป้าหมายและสมการหรืออสมการของขอบข่ายจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นกำลังเดียวกัน (โดยมากเป็นกำลังหนึ่ง)

4) ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

จากรูปแบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงนี้ จะเห็นได้ว่าค่าวัดผลการดำเนินงาน (Measure of Effectiveness) จะได้จากสมการเป้าหมายซึ่งเราจะต้องพยายามหาค่าเป็นไปตามเป้าหมายตามเทคนิคที่มีอยู่ ตัวแปรต่างๆ จะเป็นตัวแทนจำนวนปริมาณหรือค่าของปัจจัยที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยการกำหนดข้อจำกัดในขอบข่ายของปัญหา ผลการวิเคราะห์จะได้เป็นค่าของตัวแปรที่จะนำไปตัดสินใจเพื่อดำเนินการให้ได้ตามเป้าหมาย การกำหนดข้อจำกัดด้วยสมการหรือสมการนั้นเรากำหนดขึ้นตามความเป็นจริง ซึ่งจะมีโอกาสอยู่ในแบบของอสมการมากกว่า เช่น การกำหนดให้สินค้าต้องใช้วัตถุดิบชนิดหนึ่ง ปริมาณที่มีอยู่จำกัดในจำนวน 10 ตัน จะได้สมการขอบข่ายเป็น “น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ตัน” สำหรับปริมาณวัตถุดิบที่ใช้นั้นๆ หรือกำหนดว่าปริมาณการขายสำหรับสินค้าชนิดนั้นต่ำสุดเป็น 20,000 ชิ้น ทำให้เกิดอสมการ “มากกว่าหรือเท่ากับ 20,000 ชิ้น” สำหรับปริมาณการขาย เป็นต้น

ตัวอย่างรูปแบบแทนระบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อให้หาค่าของตัวแปร เช่น  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ที่ให้ผลการดำเนินงานที่มีค่าสูงสุดตามสมการเป้าหมายดังนี้

$$\text{สมการเป้าหมาย : Max. } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (2.4)$$

$$\text{ข้อจำกัด : } a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

$$X_i \geq 0; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

โดยมี  $Z = F(X_i)$  เป็นสมการเป้าหมาย

$X_i$  เป็นค่าตัวแปรที่แทนค่าของปัจจัย

$a_{ij}, C_j$  เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าคงที่

$b_j$  เป็นปริมาณทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในแต่ละกิจการซึ่งมีค่าคงที่

ในตัวอย่างนี้เรามีตัวแปรที่จะสามารถเลือกเปลี่ยนได้อยู่  $n$  ตัว การเพิ่มค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งมีผลทำให้ตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกันลดค่าลงไปด้วยภายใต้ขอบข่ายที่กำหนดเป็นสมการหรือเป็นอสมการ โดยเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์คือ = (เท่ากับ),  $\leq$  (น้อยกว่าหรือเท่ากับ) และ  $\geq$  (มากกว่าหรือเท่ากับ)



ขั้นตอนการดำเนินงานของการ โปรแกรมเชิงเส้นตรง [2]

### 2.2.1 การจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Formulation)

ศึกษาข้อมูลองค์ประกอบของปัญหาให้เข้าใจ โดยเลือกเฉพาะองค์ประกอบที่สำคัญและมีอิทธิพลมาก แล้วจัดตั้งตัวแปรแทนส่วนประกอบของปัญหานั้นๆ ให้ถูกต้องจนสามารถจัดตั้งส่วนประกอบ ดังนี้

- 1) สมการเป้าหมาย
- 2) สมการหรืออสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรภายใต้ขอบเขตต่างๆ ที่มีอยู่
- 3) ให้แน่ใจว่าสมการหรืออสมการต่างๆ ที่ตั้งขึ้นแล้วเป็นไปในลักษณะของสมการเชิงเส้นตรงและมีค่าตัวแปรทุกตัวเป็นค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

### 2.2.2 การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Solution)

เมื่อสามารถจัดปัญหาเข้ารูปแบบของการ โปรแกรมเชิงเส้นตรงเรียบร้อยแล้ว เราจะสามารถหาผลลัพธ์จากรูปแบบแทนระบบด้วยวิธีการดังกล่าวต่างๆ ดังนี้

ในกรณีที่ปัญหาที่มีตัวแปร 2 ตัว เราอาจใช้

- 1) วิธีกำจัดขอบข่ายของคำตอบ (Direct Elimination Method)
- 2) วิธีอนุมานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Deduction Method)
- 3) วิธีกราฟ (Graphical Method)

ในกรณีที่ปัญหาที่มีตัวแปรมากกว่า 2 ตัว เราอาจใช้

- 1) วิธีทางพีชคณิตทั่วไป (General Algebraic Method)
- 2) วิธี Simplex Method

### 2.3 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) [5]

จากสมมติฐานหนึ่งของการ โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ว่า ต้องมีความแน่นอนของตัวเลขข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ โปรแกรมเชิงเส้นตรง คือ ต้องทราบค่าแน่ชัด แต่ในความเป็นจริงแล้วพบว่าบ่อยครั้งเป็นการยากที่พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างการ โปรแกรมเชิงเส้นตรงจะเป็นตัวเลขที่แน่นอนหรือคงที่ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงความไม่แน่นอนของข้อมูล เพื่อให้สามารถวิเคราะห์เบื้องต้นได้ว่าความผันแปรหรือความคลาดเคลื่อนของข้อมูลบางอย่างจะมีผลกระทบอย่างไรบ้าง โดยจะมุ่งเน้นการวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อผลลัพธ์ (ค่าตัวแปร) และผลกระทบต่อค่าสมการเป้าหมายของ โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่คำนวณไว้หรือไม่ อย่างไร โดยไม่ต้องทำการคำนวณหาผลลัพธ์ใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้มาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้บ่อยๆ คือ

- 1) กรณีมีการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ในสมการเป้าหมาย

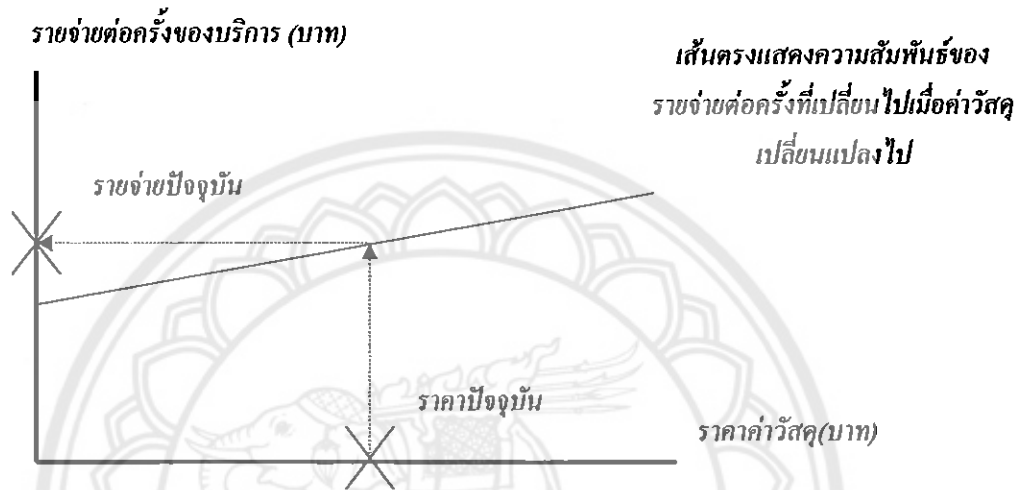
## 2) กรณีมีการเปลี่ยนแปลงค่าความไวของเงื่อนไขบังคับ

จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) คือการทดสอบความมั่นคงของข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการประมาณค่าความน่าจะเป็น การใช้ดุลพินิจเกี่ยวกับตัวเลขต่างๆ ตลอดจนข้อสมมติพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนั้น ทั้งนี้โดยการแทนที่ข้อสมมติ หรือตัวเลขตัวใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในระดับที่กำหนดหรือต้องการทดสอบ ลงไปแทนข้อสมมติหรือตัวเลขที่ใช้อยู่เดิมในการประมาณการงบประมาณ และทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง แล้วพิจารณาผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ว่า แตกต่างไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด หากผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากนัก หรือแตกต่างเพียงเล็กน้อยในระดับที่ไม่มีผลในทางปฏิบัติ อาจกล่าวได้ว่า วิธีการที่ใช้วิเคราะห์ต้นทุนหรือประมาณการงบประมาณนั้นมีความมั่นคง ไม่อ่อนไหว ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง แต่หากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากเดิมมาก จะทำให้เกิดความไม่มั่นใจในความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้มาก่อนหน้า เช่น ในการบริหารโรงพยาบาลหลายครั้งจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบปัจจัยด้านการบริหารที่ส่งผลกระทบต่อรายรับและรายจ่ายของการบริการ ทั้งโดยตรงและโดยอ้อมได้ ผู้บริหารโรงพยาบาลที่ต้องตัดสินใจโดยมีข้อมูล มักต้องการทราบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่จะเกิดต่อรายรับและรายจ่ายของการบริการได้ การจัดทำงบประมาณที่ถูกต้อง แม่นยำ เป็นการทำงานที่มีความละเอียดอ่อน ต้องอาศัยข้อมูลในเรื่องต่างๆ จากแหล่งต่างๆ เป็นจำนวนมาก ต้องมีข้อมูลในด้าน โครงสร้าง องค์การ หน่วยงาน ต้นทุนประเภทต่างๆ การให้บริการระหว่างกัน การจัดสรรกระจายต้นทุน ตลอดจนการประมาณการจำนวนครั้งและลักษณะของการบริการที่ให้แก่ผู้ป่วย ข้อมูลเหล่านี้หลายกรณีเป็นข้อเท็จจริงที่สามารถวัด สังเกต หรือประเมินได้โดยตรงอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม ข้อมูลบางอย่างอาจไม่สามารถใช้ตัววัดหรือค่าตัวเลขที่แท้จริงได้ เนื่องจากวัดได้ยาก ไม่สามารถวัดได้ หรือไม่คุ้มค่าที่จะวัด จึงจำเป็นต้องใช้ตัวแทน ใช้การประมาณค่า ดังเป็นข้อสมมติหรือกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ซึ่งข้อมั่นแน่นอนว่า การใช้ตัวเลขประมาณค่า ตัวแทน หรือข้อสมมติ ที่ข้อมั่นมีโอกาสไม่เป็นความจริง และส่งผลทำให้ผลของการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

การวิเคราะห์ความไวที่นิยมทำกันมี 3 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียว (One-way Sensitivity Analysis) การวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง (Two-way Sensitivity Analysis) และการวิเคราะห์ความไวแบบสามทาง (Three-way Sensitivity Analysis)

2.3.1 การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียว

การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียวเป็นการวิเคราะห์ความไวที่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหรือองค์ประกอบในการวิเคราะห์ที่ละตัว เช่น การวิเคราะห์ดูผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงราคาค่าวัสดุต่อรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอก ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ความไวของรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกตามการเปลี่ยนแปลงของค่าวัสดุ

ที่มา : <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc>

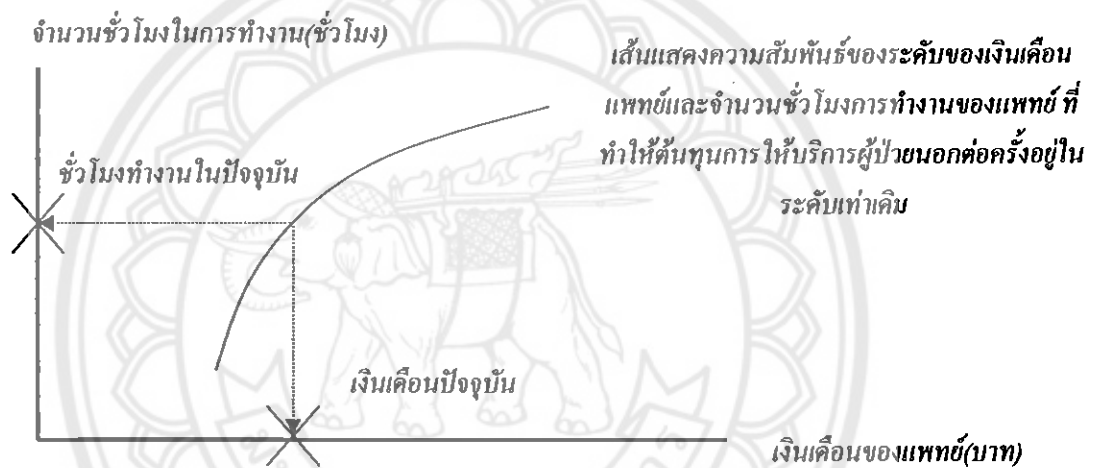
จากรูปที่ 2.1 สมมติว่าปัจจุบันราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 5 บาทต่อชิ้น ในขณะที่รายจ่ายต่อครั้งของการบริการอยู่ที่ 20 บาทต่อครั้ง ความสัมพันธ์ระหว่างรายจ่ายต่อครั้งและราคาค่าวัสดุเป็นไปตามสมการเส้นตรงต่อไปนี้

$$\text{รายจ่ายต่อครั้ง} = 10 + (2 \times \text{ราคาวัสดุต่อชิ้น}) \tag{2.5}$$

หากราคาค่าวัสดุเพิ่มเป็น 7 บาทต่อชิ้น จะทำให้วิเคราะห์ได้ว่า รายจ่ายต่อครั้งของการบริการจะเพิ่มจาก 20 ต่อครั้ง เป็น 24 บาทต่อครั้ง รายจ่ายดังกล่าวจะทำให้ตัวเลขในการจัดงบประมาณต่างๆ ต้องเปลี่ยนแปลงไป

### 2.3.2 การวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง

การวิเคราะห์ความไวแบบสองทางเป็นการวิเคราะห์ความไว ที่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหรือองค์ประกอบในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยไปพร้อมๆ กัน ซึ่งส่วนผสมของปัจจัยทั้งสองในระดับหนึ่ง จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ ได้ตัวเลขผลลัพธ์เท่าเดิม การวิเคราะห์วิธีนี้ มักมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมดุลของการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่สามารถบริหารหรือควบคุมได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เช่นเดิม เช่น การวิเคราะห์ดูผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเงินเดือนของแพทย์ และจำนวนชั่วโมงของแพทย์ในการทำงาน ที่จะทำให้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นต้น



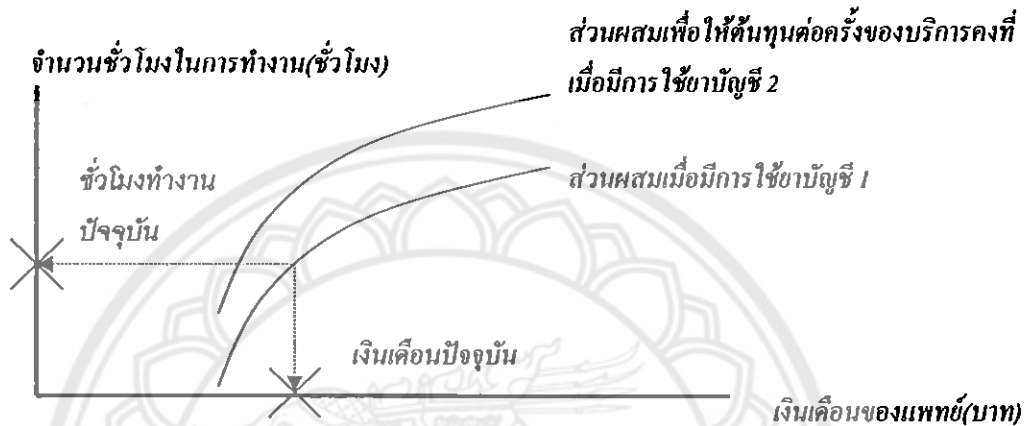
รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวนชั่วโมงในการทำงานที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม

ที่มา : <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc>

จากรูปที่ 2.2 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของเงินเดือนและชั่วโมงการทำงานของแพทย์ โดยให้ต้นทุนการให้บริการผู้ป่วยนอกต่อครั้งอยู่ในอัตราเท่าเดิมนั้น แสดงให้เห็นว่า ถ้าจะเพิ่มเงินเดือนให้แพทย์ จะต้องเพิ่มชั่วโมงการทำงานให้มากขึ้น และเป็นสัดส่วนกันด้วย เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อต้นทุนต่อครั้งของการบริการ เพราะเมื่อเพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงาน แพทย์จะสามารถให้บริการดูแลผู้ป่วยเป็นจำนวนมากขึ้นด้วย จะมีผลต่อการเพิ่มประมาณการปริมาณบริการและงบประมาณรายจ่ายในภาพรวม

### 2.3.3 การวิเคราะห์ความไวแบบสามทาง

การวิเคราะห์ความไวแบบสามทางเป็นการวิเคราะห์โดยการทำการวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง ซ้ำหลายๆ รอบ โดยเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรตัวที่ 3 ไปทีละค่า ตามที่ต้องการ แล้วสร้างภาพ แผนภูมิ แสดงเส้นสมมูลหลายๆ เส้น ตามแต่ค่าตัวแปรตัวที่ 3 นั้นเองดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนสมมติของเงินเดือนแพทย์ และจำนวน ชั่วโมงในการทำงาน ที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม เมื่อมีการใช้บัญชียา 1 และบัญชียา 2 ของโรงพยาบาล

ที่มา : <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc>

จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อสมมติฐานปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเพื่อให้ได้ต้นทุนเท่าเดิม จะสามารถคำนวณตัวเลขที่ต้องใช้ออกมาได้ ตัวแปรที่ถูกผลกระทบ คือ การประมาณการปริมาณบริการ ซึ่งจะต้องเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้งไว้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การประมาณการปริมาณบริการเพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้ง

ทางเลือก	เงินเดือน แพทย์(บาท)	จำนวนชั่วโมงออก ตรวจต่อสัปดาห์(ชม.)	บัญชียา	จำนวนครั้ง ของบริการ	ต้นทุนต่อ ครั้ง(บาท)
ทางเลือกที่ 1	10,000	8	1	100	300
ทางเลือกที่ 2	20,000	16	1	200	300
ทางเลือกที่ 3	10,000	12	2	100	300
ทางเลือกที่ 4	20,000	24	2	200	300

ที่มา : <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc>

## 2.4 การโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) [1]

ในกรณีที่เราต้องการคำตอบสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นค่าจำนวนเต็ม (Integer) หรือเป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Values) เราจะต้องมองปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงนั้น ในลักษณะของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming Problem) รูปแบบของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม จะเขียนได้ในลักษณะเดียวกันกับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงทั่วไป ต่างกันที่ในปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม จะมีการกำหนดว่าค่าของตัวแปรตัดสินใจจะเป็นค่าจำนวนเต็ม

รูปแบบมาตรฐานของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่พิจารณาอยู่นั้น เป็นปัญหาในลักษณะที่ต้องการหาค่าสูงสุด (Maximization) หรือต้องการหาค่าต่ำสุด (Minimization) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

ในกรณีของการหาค่าสูงสุด

$$\text{หาค่าสูงสุดของ } \text{Max. } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.6)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

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

$$\vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$x_j \geq 0, \text{ จำนวนเต็ม}$$

โดยที่

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

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

$a_{ij}$  = จำนวนทรัพยากรชนิดที่  $i$  ที่จะใช้ในการทำกิจกรรมที่  $j$  หนึ่งหน่วย (Resource Consumption Rate) เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  และ  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$b_i$  = จำนวนทรัพยากร ชนิดที่  $i$  ที่มีอยู่เพื่อใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, m$

ในตัวแทนการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มมาตรฐานนี้ เราต้องการที่จะหาค่าของตัวแปรตัดสินใจ  $x_j$  ต่างๆ ว่าควรจะมีค่าเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ค่าของสมการเป้าหมายมีค่าสูงสุด โดยที่ตัวแปรตัดสินใจเหล่านี้จะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด ในการใช้ทรัพยากรทั้ง  $m$  ข้อจำกัด คือ ใช้ทรัพยากร ไม่เกินปริมาณทรัพยากรที่เรามีอยู่ ตลอดจนทั้งมีค่าไม่น้อยกว่าศูนย์และเป็นจำนวนเต็ม ด้วย ค่า  $a_{ij}$ ,  $b_i$ , และ  $c_j$  ในตัวแทนปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มนี้ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เราทราบว่ามีค่าเป็นเท่าใด

ความแตกต่างของตัวแทนปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มต่างจากตัวแทนปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงทั่วไป คือ ในเรื่องการจำกัดค่าของตัวแปรตัดสินใจ โดยมีข้อจำกัดระบุถึงค่าของตัวแปรตัดสินใจในปัญหาว่า นอกจากจะต้องเป็นค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์แล้วยังจะต้องเป็นค่าจำนวนเต็มด้วย

ในกรณีการหาค่าต่ำสุด

$$\text{หาค่าต่ำสุดของ } \text{Min. } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.7)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

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

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

$$x_j \geq 0, \text{ จำนวนเต็ม}$$

นอกจากการเขียนรูปแบบมาตรฐานของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในลักษณะข้างต้นนี้แล้ว ในบางครั้งเราอาจเขียนให้อยู่ในลักษณะของเมทริกซ์ (Matrix) ได้ดังนี้

หาค่าสูงสุด  $\text{Max.} z = cx$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0, \text{ จำนวนเต็ม}$$

หรือ

หาค่าต่ำสุดของ  $\text{Min.} z = cx$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$Ax \geq b$$

$$x \geq 0, \text{ จำนวนเต็ม}$$

โดยที่

$x$  = เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจ เป็นคอลัมน์เวกเตอร์ (Column Vector) มีขนาด

เท่ากับ  $n \times 1$

$c$  = เวกเตอร์ของผลตอบแทน (หรือค่าใช้จ่าย) ต่อหน่วยของกิจกรรมเป็นแถวเวกเตอร์

(Row Vector) ที่ขนาดเท่ากับ  $1 \times n$

$A$  = เมทริกซ์ของการใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรม มีขนาดเท่ากับ  $m \times n$

$b$  = เวกเตอร์ของทรัพยากร เป็นคอลัมน์เวกเตอร์ มีขนาดเท่ากับ  $m \times 1$

ตัวอย่างปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มที่พบเห็นกัน โดยทั่วไปนั้น อาจเป็นปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มที่มีค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นค่าเชิงจำนวนเต็มทั้งหมด (Allinteger) หรือมีค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นทั้งค่าเชิงจำนวนเต็มและค่าต่อเนื่อง (Mixed Integer) หรือมีค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นค่าทวิภาค (Binary)



## บทที่ 3

### การดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลสินค้าเบื้องต้นจากร้านคูเปงเบเกอร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

##### 3.1.1 ข้อมูลในส่วนของผลิตภัณฑ์

- 1) ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต
- 2) ราคาขายของผลิตภัณฑ์และต้นทุนต่างๆ ของวัตถุดิบแต่ละชนิด
- 3) ข้อมูลในส่วนของวัตถุดิบ และขนาดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด
- 4) ความต้องการผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละวัน โดยข้อมูลทั้งหมด ได้จากทางร้านคู

เปงเบเกอร์ ซึ่งเป็นข้อมูลของปี 2551

##### 3.1.2 ข้อมูลในส่วนของกระบวนการผลิต

- 1) ความสามารถของเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด
- 2) ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละกระบวนการผลิต

##### 3.1.3 จัดทำแบบสอบถาม

ทำการสอบถามข้อมูลจากลูกค้าที่เข้ามาซื้อผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของร้านคูเปงเบเกอร์ โดยจะให้ลูกค้ากรอกแบบสอบถามที่ได้จัดทำขึ้น เนื่องจากแบบสอบถามเป็นวิธีที่สะดวกและทำให้ทราบถึง ข้อเท็จจริงทั้งหมดทั้งในอดีต ปัจจุบันและยังสามารถช่วยในการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคตได้อีกด้วย โดยแบบสอบถามทั้งหมดจะมี 200 ชุด และจะแบ่งช่วงของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามออกเป็น 2 ช่วง คือ แบบสอบถามช่วงก่อนการดำเนินงานวิจัย 100 ชุด และแบบสอบถามขณะดำเนินงานวิจัย 100 ชุด

#### 3.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับร้านเบเกอร์ทั่วไป

นำข้อมูลที่ได้ศึกษาและเก็บรวบรวมมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีปัญหาของสมการ คือ ต้องการหาค่าสูงสุด (Maximization) ตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็มทั้งหมด และมีคำตอบสำหรับการ โปรแกรมปัญหาเชิงเส้นตรง

#### 3.3 การดำเนินกระบวนการของโปรแกรม

ประมวลผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป

### 3.4 การวิเคราะห์ผลของแผนการผลิตรายสัปดาห์

นำแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับแผนการผลิตปัจจุบันของทางร้านดูแปงเบเกอร์

### 3.5 การวิเคราะห์ความไว

นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์ผลแล้ว มาปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ความไว

### 3.6 การนำเสนอแผนการผลิตให้กับร้านดูแปงเบเกอร์

นำแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงไปให้กับร้านดูแปงเบเกอร์พิจารณาความเหมาะสมในการปรับใช้งาน



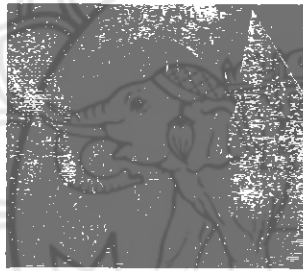
## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิเคราะห์

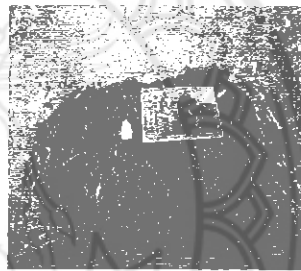
#### 4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

##### 4.1.1 ข้อมูลในส่วนของผลิตภัณฑ์

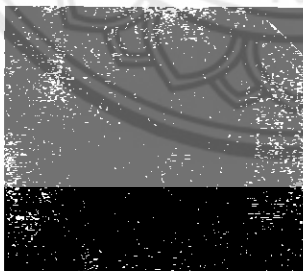
ร้านดูแปงเบเกอร์มีผลิตภัณฑ์หลายชนิด โดยแป้งที่ใช้ในการผลิตจะมี 2 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ แป้งสาลี และแป้งเค้ก แต่ในโครงการนี้จะวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีเท่านั้น ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งสาลีมีทั้งหมด 10 ชนิด ดังรูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีขนาดและส่วนผสมที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2



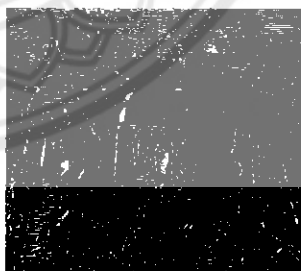
ขนมปัง



ขนมปังหมูหยองพริกเผา

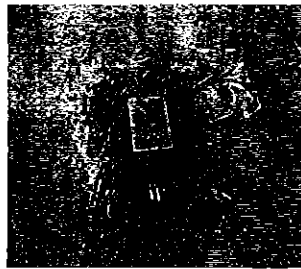


ขนมปังไส้หมูหยอง



ขนมปังแฮมชีส

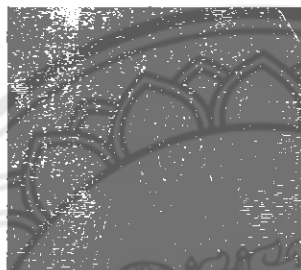
รูปที่ 4.1 แสดงผลิตภัณฑ์ของทางร้านดูแปงเบเกอร์



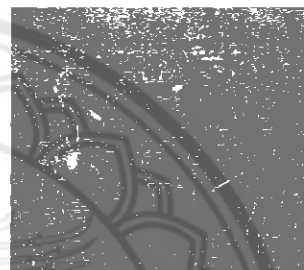
ขนมปังหมูหอมแอม



ขนมปังไส้กรอกหมูหอม



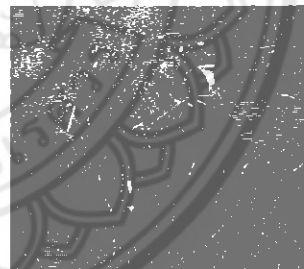
ขนมปังไส้กรอกตัด



ขนมปังไส้กรอกทวิน



ขนมปังลูกเกด



ขนมปังชีสโบท์

รูปที่ 4.1 (ต่อ) แสดงผลิตภัณฑ์ของทางร้านดูแปงเบเกอร์

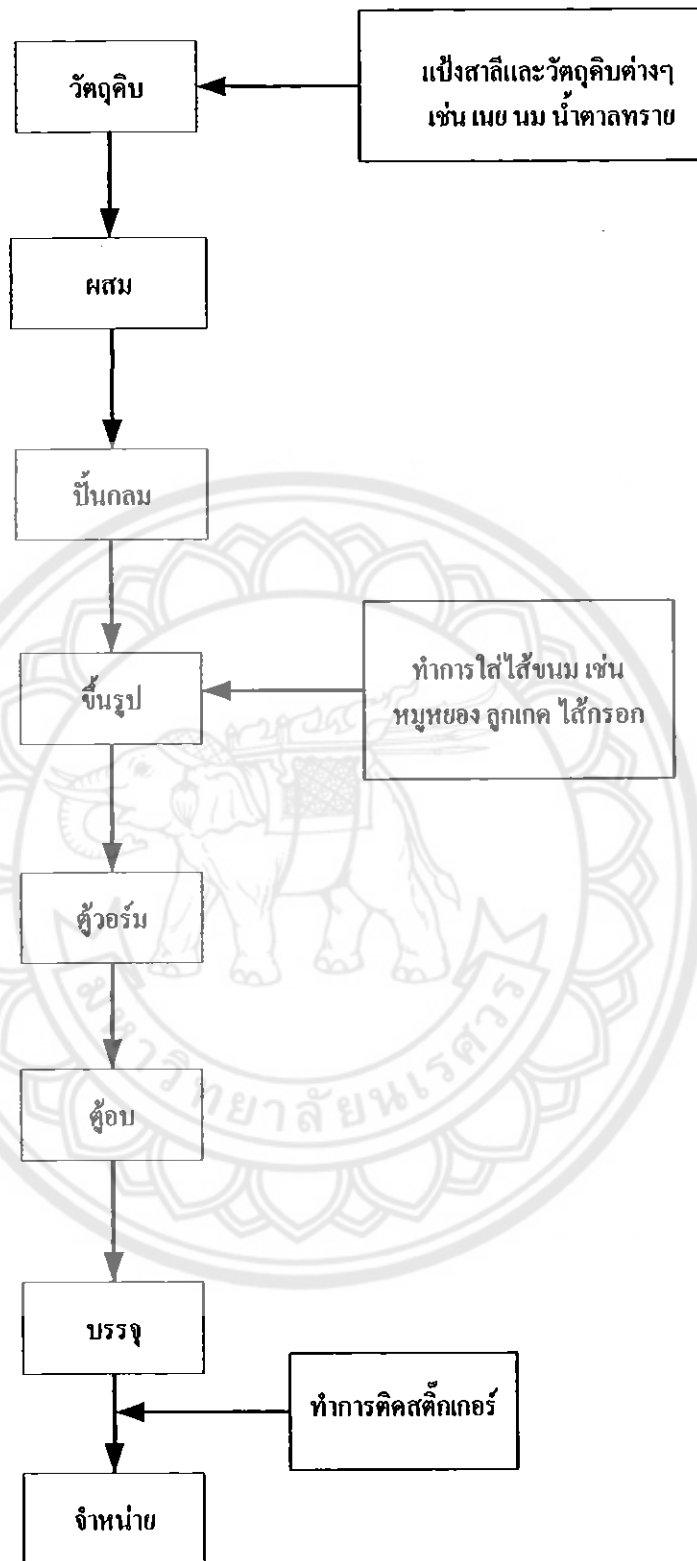


ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงขนาดในการปั้นกลมของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ

ผลิตภัณฑ์ / ขนาด (กรัม)	Size 1 (288.3)	Size 2 (41.2)	Size 3 (34.34)	Size 4 (30.9)	Size 5 (10.3)
ขนมปัง	/				
ขนมปังหมูหยองพริกเผา		/			
ขนมปังไส้หมูหยอง					/
ขนมปังแฮมชีส			/		
ขนมปังหมูหยองแฮม			/		
ขนมปังไส้กรอกหมูหยอง				/	
ขนมปังไส้กรอกคัต					/
ขนมปังไส้กรอกทวิน		/			
ขนมปังลูกเกด				/	
ขนมปังชีสไบท์			/		

#### 4.1.2 ข้อมูลในส่วนของการกระบวนการผลิต

ในการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยการ สัมภาษณ์จากทางร้านคูแปงเบเกอร์เกี่ยวกับขั้นตอนในการผลิตว่ามีกระบวนการใดบ้าง แต่ละ กระบวนการมีลักษณะอย่างไร เพื่อศึกษาหาข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆ ในการผลิต แล้วนำไป วิเคราะห์ เพื่อจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ของร้าน คูแปงเบเกอร์จะมีกระบวนการต่างๆ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในรูปที่ 4.1 มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- 1) จัดเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมได้แก่ แป้งสาลี นม เนย ยีสต์ น้ำตาลทรายและไข่ไก่ ซึ่งปริมาณส่วนผสมต่างๆ จะมีสัดส่วนแปรผันตรงตามปริมาณของแป้งสาลี
- 2) นำวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทั้งหมดที่จัดเตรียมไว้ มาผสมลงในเครื่องผสม เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้วัตถุดิบแต่ละชนิดผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3) เมื่อแป้งสาลีและวัตถุดิบต่างๆ ผสมรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว จะนำแป้งที่ได้มาใส่ลงในเครื่องปั้นกลม เพื่อทำการปั้นกลมออกเป็นก้อนขนาดต่างๆ ตามชนิดของผลิตภัณฑ์
- 4) นำก้อนแป้งขนาดต่างๆ ที่ได้จากการปั้นกลม มาทำการขึ้นรูปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยในกระบวนการนี้จะทำการแบนก้อนแป้งให้เป็นแผ่น แล้วจึงทำการบรรจุใส่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดก็จะทำการบรรจุใส่ด้วยวัตถุดิบที่แตกต่างกัน
- 5) นำก้อนแป้งที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว มาเรียงใส่ถาดตามชนิดของผลิตภัณฑ์ แล้วจึงนำถาดทั้งหมดที่บรรจุก้อนแป้งแล้วไปเข้าตู้อรมเป็นเวลา 40 นาที เพื่อให้ก้อนแป้งฟูขึ้นเป็น 2 เท่า
- 6) นำก้อนแป้งที่ฟูได้ที่แล้ว มาเข้าตู้อบ โดยจะอบที่อุณหภูมิ 375 องศาฟาเรนไฮด์ เป็นเวลา 30 นาที
- 7) เมื่อก้อนแป้งอบสุกแล้วจึงนำมาพักไว้ เพื่อรอบรรจุใส่ถุงตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการจัดจำหน่าย

#### 4.1.3 ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสอบถามจำนวน 200 ชุด เพื่อสอบถามพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของร้านคุกกี้เบเกอรี่ ซึ่งผลจากแบบสอบถาม แสดงในตารางที่ 4.3



ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมกรเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของร้านคู่แข่งเบอร์รี่

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	46	23.0
1.2 หญิง	154	77.0
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 20 ปี	16	8.0
2.2 21 - 30 ปี	97	48.5
2.3 31 - 40 ปี	65	32.5
2.4 41 ปีขึ้นไป	22	11.0
3. อาชีพ		
3.1 ราชการ/รัฐวิสาหกิจ	54	26.5
3.2 พนักงานมหาวิทยาลัย	24	11.5
3.3 พนักงานบริษัท	98	48.5
3.4 นักเรียน/นักศึกษา	14	8.5
3.5 อื่นๆ	10	5.0
4. รายได้		
4.1 ต่ำกว่า 10,000 บาท	24	12.0
4.2 10,001 - 20,000 บาท	104	52.0
4.3 20,001 - 30,000 บาท	45	22.5
4.4 30,001 - 40,000 บาท	20	10.0
4.5 มากกว่า 40,000 บาท	7	3.5
5. คุณมาซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดใดบ้าง จำนวนกี่ชิ้น		
5.1 ขนมปัง	69	34.5
5.2 ขนมปังหมูหยองพริกเผา	6	3.0
5.3 ขนมปังไส้หมูหยอง	23	11.5
5.4 ขนมปังแฮมชีส	13	6.5
5.5 ขนมปังหมูหยองแอม	15	7.5
5.6 ขนมปังไส้กรอกหมูหยอง	15	7.5

15072852

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงจำนวนร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์  
ของร้านคู่แข่งเบอร์รี่

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
5.7 ขนมปั่นไส้กรอกคัต	22	11.0
5.8 ขนมปั่นไส้กรอกทวิน	7	3.5
5.9 ขนมปั่นลูกเกด	14	7.0
5.10 ขนมปั่นชีสไบท์	16	8.0
6. คุณมาซื้อผลิตภัณฑ์ช่วงเวลาใด		
6.1 (9.00 - 13.00 น.)	34	16.5
6.2 (13.01 - 17.00 น.)	112	56.5
6.3 (17.01 - 21.00 น.)	54	27.0
7. คุณมาซื้อผลิตภัณฑ์ในวันใด		
7.1 วันจันทร์	17	8.5
7.2 วันอังคาร	27	13.5
7.3 วันพุธ	30	15.0
7.4 วันพฤหัสบดี	32	16.0
7.5 วันศุกร์	41	20.5
7.6 วันเสาร์	26	13.0
7.7 วันอาทิตย์	27	13.5
8. คุณเป็นลูกค้าประจำของทางร้านมานานแค่ไหน		
8.1 น้อยกว่า 6 เดือน	17	8.5
8.2 6 - 12 เดือน	37	18.5
8.3 1 - 2 เดือน	105	52.5
8.4 มากกว่า 2 ปี	41	20.5
9. ในกรณีที่คุณไม่สามารถซื้อผลิตภัณฑ์ที่คุณตั้งใจจะมาซื้อได้ คุณจะซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นแทนหรือไม่		
9.1 ซื้อชนิดอื่นแทน	167	83.5
9.2 ไม่ซื้อชนิดอื่นแทน	9	4.5
9.3 สอบถามทางร้านว่ามีผลิตภัณฑ์นั้นอีกที่ช่วงไหนแล้วค่อย กลับมาซื้อ	24	12.0

ร.ร.  
12817  
2552  
e.2

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงจำนวนร้อยละเกี่ยวกับพฤติกรรมกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์  
ของร้านดูแปงเบเกอร์

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
10. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของทางร้าน		
10.1 รสชาติ	69	34.5
10.2 ราคา	48	24.0
10.3 ความสะอาด	43	21.5
10.4 การบริการ	33	16.5
10.5 ความสะดวกในการรับประทาน	7	3.5
11. คุณต้องการให้ทางร้านเปิดบริการในช่วงเวลาใด		
11.1 (6.00-21.00 น.)	5	2.5
11.2 (7.00-21.00 น.)	14	7.0
11.3 (8.00-21.00 น.)	33	16.5
11.4 (9.00-21.00 น.)	93	46.5
11.5 (10.00-21.00 น.)	55	27.5
12. คุณคิดว่าราคาผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดเหมาะสมหรือไม่ (เลือกเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่คิดว่าไม่เหมาะสม เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)		
12.1 ขนมถั้ว	91	45.5
12.2 ขนมปังหมูหยองพริกเผา	0	0.0
12.3 ขนมปังไส้หมูหยอง	10	5.0
12.4 ขนมปังแฮมชีส	23	11.5
12.5 ขนมปังหมูหยองแสม	29	14.5
12.6 ขนมปังไส้กรอกหมูหยอง	0	0.0
12.7 ขนมปังไส้กรอกคัค	12	6.0
12.8 ขนมปังไส้กรอกทวิน	8	4.0
12.9 ขนมปังลูกเกด	5	2.5
12.10 ขนมปังชีสไบท์	22	11.0

จากตารางที่ 4.3 ผลสรุปแบบสอบถามข้างต้น จะเห็นว่าลูกค้าส่วนใหญ่จะซื้อขนมดังมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.5 รองลงมาคือขนมปังไส้หมูหยอง คิดเป็นร้อยละ 11.5 และลูกค้าจะมาซื้อในช่วงบ่าย (13.01 น. – 17.00 น.) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.5 รองลงมาคือ ช่วงเย็น (17.01 น. – 21.00 น.) คิดเป็นร้อยละ 27 และลูกค้าส่วนใหญ่มาซื้อผลิตภัณฑ์ในวันศุกร์คิดเป็นร้อยละ 20.5 รองลงมาคือ วันพฤหัสบดี คิดเป็นร้อยละ 16 ซึ่งหลักในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของลูกค้าคือ รสชาติ คิดเป็นร้อยละ 34.5 รองลงมาคือ ราคา คิดเป็นร้อยละ 24 โดยลูกค้าส่วนใหญ่พึงพอใจในการเปิดให้บริการในช่วงเวลาปัจจุบัน (9.00 น. - 21.00 น.)

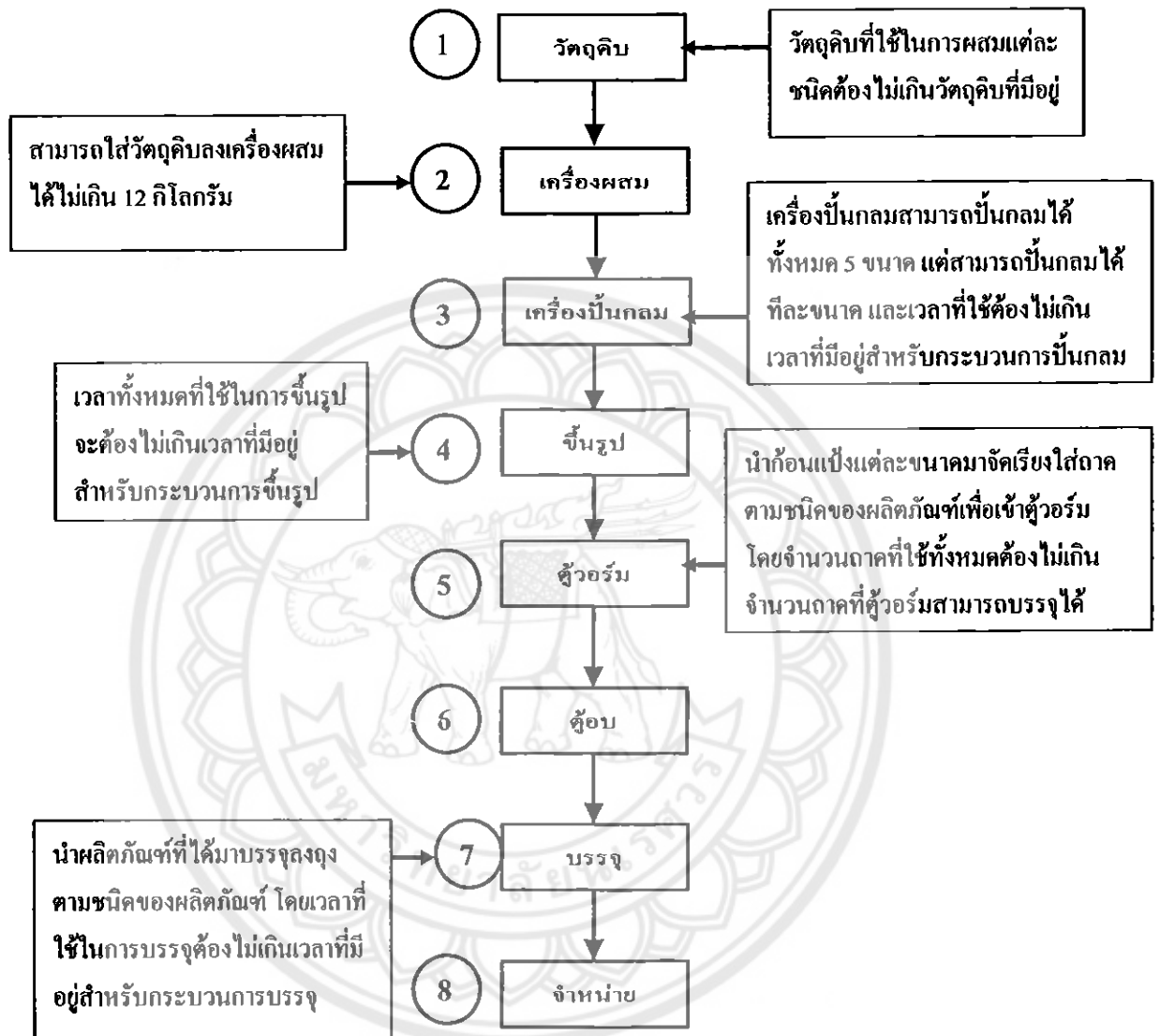
ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากแบบสอบถามจะนำไปให้กับร้านดูแลเบเกอรี่พิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงร้านให้ตรงตามความต้องการของลูกค้ามากที่สุด

จากข้อสรุปข้างต้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการสร้างแบบจำลองดังนี้

1) จากข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์ในปี 2551 ที่ได้จากร้านดูแลเบเกอรี่ พบว่าขนมดังและขนมปังไส้กรอกหมูหยอง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้ามีความต้องการมากที่สุด และลูกค้าจะซื้อผลิตภัณฑ์มากที่สุดในช่วงบ่าย จากแบบสอบถามที่ได้ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ขายดีที่สุดของทางร้านยังคงเป็นขนมดังและขนมปังไส้กรอกหมูหยอง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลความต้องการในอดีต แสดงว่าข้อมูลในส่วนของการความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังคงมีความน่าเชื่อถือ

2) จากแบบสอบถามสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อแผนการผลิตปัจจุบันของร้านดูแลเบเกอรี่ คือ ชนิดของผลิตภัณฑ์ ช่วงความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า และวันที่ลูกค้ามาซื้อผลิตภัณฑ์ เพราะจำนวนผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่สามารถขายได้ ช่วงเช้า ช่วงบ่ายและช่วงเย็น ของแต่ละวันมีจำนวนไม่เท่ากัน จึงได้นำข้อมูลในส่วนนี้มากำหนดเป็นค่าดัชนีในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

#### 4.1.4 ข้อจำกัดต่างๆ ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด



รูปที่ 4.3 แสดงข้อจำกัดต่างๆ ในกระบวนการผลิต

## 4.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับร้านเบเกอรี่ทั่วไป (Mathematical model)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการวางแผนการผลิตขนมปัง โดยสิ่งแรกที่จะอธิบายคือ กลุ่มของตัวแปร (The sets of variables) ต่อจากนั้นจะกล่าวถึงข้อจำกัด (Constraints) และสมการเป้าหมาย (Objective function)

### 4.2.1 ดัชนี (Indices)

ผู้วิจัยได้กำหนดคชัชนีอักษร (Indices) แทนตัวแปรดังต่อไปนี้

i	ชนิดของผลิตภัณฑ์
j	รอบในการผลิต
d	วันที่ผลิต
l	ช่วงความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า
b	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสม
e	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูป
m	ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการบรรจุ
n	จำนวนครั้งที่ทำการปั่นกลม
p	รอบการผลิตสุดท้ายของความต้งการผลิตภัณฑ์ในช่วงที่ 1
r	รอบการผลิตเริ่มต้นของความต้งการผลิตภัณฑ์ในช่วงที่ 2
s	รอบการผลิตสุดท้ายของความต้งการผลิตภัณฑ์ในช่วงที่ 2
u	รอบการผลิตเริ่มต้นของความต้งการผลิตภัณฑ์ในช่วงที่ 3
v	รอบการผลิตสุดท้ายของความต้งการผลิตภัณฑ์ในช่วงที่ 3

### 4.2.2 ข้อมูลค่าคงที่ (Parameters)

ข้อมูลค่าคงที่ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

$SELL_i^1$	ราคาขายของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i (บาท/ถุง)
$SELL^2$	ราคาขายของผลิตภัณฑ์ที่เป็นของว่าง (บาท/กล่อง)
$Cost_b^1$	ต้นทุนของวัตถุดิบชนิดที่ b ที่ใช้ในการผสม (บาท/กิโลกรัม)
$Cost_e^2$	ต้นทุนของวัตถุดิบชนิดที่ e ที่ใช้ในการขึ้นรูป (บาท/กิโลกรัม)
$Cost_m^3$	ต้นทุนของวัสดุชนิดที่ m ที่ใช้ในการบรรจุ (บาท/ชิ้น)
$Cost_{Juice}$	ต้นทุนน้ำผลไม้ (บาท/กล่อง)
$Cost_{Box}$	ต้นทุนกล่องบรรจุ (บาท/กล่อง)
$A_{ib}^1$	ปริมาณวัตถุดิบชนิดที่ b ที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i (กรัม/ชิ้น)

$A_{ie}^2$	ปริมาณวัตถุดิบชนิดที่ e ที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i (กรัม/ชิ้น)
$A_{im}^3$	ปริมาณวัตถุดิบชนิดที่ m ที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i (ชิ้น/ถุง)
$ALL_b^1$	ปริมาณวัตถุดิบชนิดที่ b ที่มีอยู่ทั้งหมด (กรัม)
$ALL_e^1$	ปริมาณวัตถุดิบชนิดที่ e ที่มีอยู่ทั้งหมด (กรัม)
$CAP$	ความสามารถของเครื่องผสม (กรัม/ครั้ง)
$K_i$	จำนวนชิ้นของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i ที่บรรจุในถุง (ชิ้น/ถุง)
$t_i^1$	เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด (วินาที/ชิ้น)
$t_i^2$	เวลาที่ใช้ในการบรรจุ (วินาที/ชิ้น)
$tc_1$	เวลาในการปั่นกลมต่อครั้งของขนาดที่ 1 (วินาที/ครั้ง)
$tc_2$	เวลาในการปั่นกลมต่อครั้งของขนาดที่ 2 (วินาที/ครั้ง)
$tc_3$	เวลาในการปั่นกลมต่อครั้งของขนาดที่ 3 (วินาที/ครั้ง)
$tc_4$	เวลาในการปั่นกลมต่อครั้งของขนาดที่ 4 (วินาที/ครั้ง)
$tc_5$	เวลาในการปั่นกลมต่อครั้งของขนาดที่ 5 (วินาที/ครั้ง)
$T^1$	เวลาสำหรับกระบวนการปั่นกลม (วินาที)
$T^2$	เวลาสำหรับกระบวนการขึ้นรูป (วินาที)
$T^3$	เวลาสำหรับกระบวนการบรรจุ (วินาที)
$W_i$	จำนวนชิ้นของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i ที่สามารถบรรจุลงถาดได้ (ชิ้น/ถาด)
$W1$	จำนวนชิ้นของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2 และ 11 ที่สามารถบรรจุลงถาดได้ (ชิ้น/ถาด)
$W2$	จำนวนชิ้นของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 7 และ 12 ที่สามารถบรรจุลงถาดได้ (ชิ้น/ถาด)
$D_{idl}$	ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i ของวันที่ d ในช่วงความต้องการที่ 1 (ชิ้น)
$TRAY$	จำนวนถาดที่คู่ออร์มสามารถบรรจุได้ (ถาด/รอบการผลิต)
$Dbreak_d$	ความต้องการผลิตภัณฑ์ (ของว่าง) ในวันที่ d (กล่อง)

#### 4.2.3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรเพื่อเป็นตัวแทนในการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ในแต่ละรอบการผลิต ของแต่ละวันเป็นดังนี้

$X_{ijdn}$	จำนวนผลิตภัณฑ์ (ชิ้น) ชนิดที่ i ในรอบการผลิตที่ j ของวันที่ d ถาดที่ n (ชิ้น)
$Y_{ijd}$	จำนวนผลิตภัณฑ์ (ถุง) ชนิดที่ i ในรอบการผลิตที่ j ของวันที่ d (ถุง)
$M_{ijd}$	จำนวนถาดที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ชนิดที่ i ในรอบการผลิตที่ j ของวันที่ d (ถาด)
$M1_{jd}$	จำนวนถาดที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2 และ 11 ในรอบการผลิตที่ j ของวันที่ d (ถาด)

$M2_{jd}$	จำนวนถาดที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 7 และ 12 ในรอบการผลิตที่ $j$ ของวันที่ $d$ (ถาด)
$YA1_d$	จำนวนกล่องของผลิตภัณฑ์ (ของว่าง) ที่ผลิตในวันที่ $d$ (กล่อง)
$Z1_{jdn}$	มีค่าเป็น 1 ถ้ามีการปั้นกลม size 1 ไม่เช่นนั้นเป็น 0
$Z2_{jdn}$	มีค่าเป็น 1 ถ้ามีการปั้นกลม size 2 ไม่เช่นนั้นเป็น 0
$Z3_{jdn}$	มีค่าเป็น 1 ถ้ามีการปั้นกลม size 3 ไม่เช่นนั้นเป็น 0
$Z4_{jdn}$	มีค่าเป็น 1 ถ้ามีการปั้นกลม size 4 ไม่เช่นนั้นเป็น 0
$Z5_{jdn}$	มีค่าเป็น 1 ถ้ามีการปั้นกลม size 5 ไม่เช่นนั้นเป็น 0

#### 4.2.4 สมการเป้าหมาย (Objective function)

สมการเป้าหมาย สามารถหาได้จากรายได้ทั้งหมดที่ขายได้ในวันปกติหาได้จากราคาขายต่อถุงคูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด ( $SELL^1_i Y_{ijd}$ ) รวมกับ รายได้ที่ได้จากผลิตภัณฑ์ที่เป็นของว่าง ซึ่งหาได้จากราคาขายต่อกล่องของผลิตภัณฑ์คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ของว่างทั้งหมดที่ผลิต ( $\sum_d SELL^2 YA1_d$ ) แล้วหักออกด้วยต้นทุนในส่วนของคุณทุนในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสม ซึ่งต้นทุนในส่วนนี้สามารถหาได้จาก ต้นทุนของวัตถุดิบ (บาท/กก.) คูณด้วยปริมาณวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ แล้วคูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ (ชิ้น) ที่ผลิตทั้งหมด ( $Cost^1_b A^1_{ib} X_{ijdn}$ ) ต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูป ซึ่งต้นทุนในส่วนนี้สามารถหาได้จากต้นทุนของวัตถุดิบ (บาท/กก.) คูณด้วยปริมาณวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้แล้วคูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ (ชิ้น) ที่ผลิตทั้งหมด ( $Cost^2_e A^2_{ie} X_{ijdn}$ ) และต้นทุนในส่วนของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการบรรจุ ซึ่งต้นทุนในส่วนนี้สามารถหาได้จากต้นทุนของวัสดุ (บาท/ชิ้น) คูณด้วยปริมาณวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้แล้วคูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ (ถุง) ที่ผลิตทั้งหมด ( $Cost^2_e A^2_{ie} X_{ijdn}$ ) และต้องหักต้นทุนเพิ่มในส่วนของน้ำผลไม้ ซึ่งต้นทุนในส่วนนี้หาได้จากต้นทุนน้ำผลไม้ต่อกล่อง ( $Cost_{Juice}$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ของว่างทั้งหมดที่ผลิต ( $YA1_d$ ) และหักออกด้วย ต้นทุนในส่วนของคุณทุนบรรจุภัณฑ์ ( $Cost_{Box}$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ของว่างทั้งหมดที่ผลิต ( $Cost_{Box}$ ) ดังแสดงในสมการที่ 4.1

$$\begin{aligned}
 Max = & \sum_d \sum_j \sum_i SELL^1_i Y_{ijd} + \sum_d SELL^2 YA1_d - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_b \frac{Cost^1_b A^1_{ib} X_{ijdn}}{1000} \\
 & - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_e \frac{Cost^2_e A^2_{ie} X_{ijdn}}{1000} - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_m Cost^3_m A^3_{im} Y_{ijd} \\
 & - \sum_d Cost_{Juice} YA1_d - \sum_d Cost_{Box} YA1_d
 \end{aligned} \tag{4.1}$$



#### 4.2.5 ข้อจำกัด (Constraints)

1) ในกระบวนการที่ 1 จากรูปที่ 4.3 ทำการเตรียมวัตถุดิบต่างๆ เพื่อใช้ในการผสม โดยผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีอัตราส่วนในการผสมวัตถุดิบต่างกันออกไป โดยวัตถุดิบที่ใช้ผสมทั้งหมด แต่ละชนิดสามารถหาได้จากปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมต่อชิ้น ( $A_{ib}^1$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด ( $X_{ijdn}$ ) ซึ่งจะต้องไม่เกินวัตถุดิบที่มีอยู่ทั้งหมด ( $ALL_b^1$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.2

$$\sum_n \sum_d \sum_j \sum_i A_{ib}^1 X_{ijdn} \leq ALL_b^1 \quad \forall_b \quad (4.2)$$

2) ในกระบวนการที่ 2 จากรูปที่ 4.3 นำวัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่จะใช้ผสมทั้งหมด มาใส่ลงในเครื่องผสม ซึ่งในการผสมแต่ละครั้ง ปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดที่ใส่ลงในเครื่องผสม สามารถหาได้จากปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ผสมต่อชิ้น ( $A_{ib}^1$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด ( $X_{ijdn}$ ) ซึ่งจะต้องไม่เกินประสิทธิภาพของเครื่อง (CAP) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.3

$$\sum_n \sum_i \sum_b A_{ib}^1 X_{ijdn} \leq CAP \quad \forall_j \forall_d \quad (4.3)$$

3) ในกระบวนการที่ 3 จากรูปที่ 4.3 นำแป้งที่ผ่านกระบวนการผสมแล้วมาใส่ลงในเครื่องปั่นกลม โดยดูจากตารางที่ 4.2 จะสามารถแยกชนิดของผลิตภัณฑ์ตามขนาดการปั่นกลมได้ออกเป็น 5 ขนาดด้วยกัน ดังนี้

ขนาดที่ 1 ( $Z1_{jdn}$ ) จะปั่นกลมได้ครั้งละ 1 ก้อน ใช้สำหรับผลิตขนมถัง ( $X_{1jdn}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.6

ขนาดที่ 2 ( $Z2_{jdn}$ ) จะปั่นกลมได้ครั้งละ 10 ก้อน ใช้สำหรับผลิตขนมปังหมูหยองพริกเผาเพื่อตอบสนองความต้องการในช่วงปกติ ( $X_{2jdn}$ ) ขนมปังหมูหยองพริกเผาเพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์ของว่าง ( $X_{11jdn}$ ) และขนมปังไส้กรอกทวิน ( $X_{8jdn}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.7

ขนาดที่ 3 ( $Z3_{jdn}$ ) จะปั่นกลมได้ครั้งละ 10 ก้อน ใช้สำหรับผลิตขนมปังแฮมชีส ( $X_{4jdn}$ ) ขนมปังหมูหยองแฮม ( $X_{5jdn}$ ) และขนมปังชีสไบท์ ( $X_{10jdn}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.8

ขนาดที่ 4 ( $Z4_{jdn}$ ) จะปั่นกลมได้ครั้งละ 10 ก้อน ใช้สำหรับผลิตขนมปังไส้กรอกหมูหยอง ( $X_{6jdn}$ ) และขนมปังลูกเกด ( $X_{9jdn}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.9

ขนาดที่ 5 ( $Z5_{jdn}$ ) จะปั่นกลมได้ครั้งละ 30 ก่อน ใช้สำหรับผลิตขนมปังไส้หมูของ เพื่อตอบสนองความต้องการในช่วงปกติ ( $X_{3jdn}$ ) ขนมปังไส้หมูของเพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์ของว่าง ( $X_{12jdn}$ ) และขนมปังไส้กรอกตัด ( $X_{7jdn}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.10

ในแต่ละครั้งเครื่องปั่นกลมสามารถปั่นกลมได้เพียงขนาดเดียวเท่านั้น จึงต้องกำหนดให้ตัวแปรของขนาดการปั่นกลมแต่ละขนาดเป็น Binary ซึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่อมีการปั่นกลม และเป็น 0 เมื่อไม่มีการปั่นกลม ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.4 และ 4.5 และในการปั่นกลมแต่ละขนาด จะใช้เวลาในการปั่นกลมไม่เท่ากัน ( $tc_1, tc_2, tc_3, tc_4, tc_5$ ) เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการปั่นกลม สามารถหาได้จากเวลาในการปั่นกลมแต่ละขนาดต่อครั้งคูณกับจำนวนครั้งที่ทำการปั่นกลม ซึ่งจะต้องไม่เกินเวลาที่มียู่สำหรับกระบวนการปั่นกลม ( $T^1$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.11

$$Z1_{jdn}, Z2_{jdn}, Z3_{jdn}, Z4_{jdn}, Z5_{jdn} \in \{0,1\} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.4)$$

$$Z1_{jdn} + Z2_{jdn} + Z3_{jdn} + Z4_{jdn} + Z5_{jdn} \leq 1 \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.5)$$

$$Z1_{jdn} = X_{1jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.6)$$

$$10Z2_{jdn} = X_{2jdn} + X_{8jdn} + X_{11jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.7)$$

$$10Z3_{jdn} = X_{4jdn} + X_{5jdn} + X_{10jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.8)$$

$$10Z4_{jdn} = X_{6jdn} + X_{9jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.9)$$

$$30Z5_{jdn} = X_{3jdn} + X_{7jdn} + X_{12jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.10)$$

$$\sum_n [tc_1 Z1_{jdn} + tc_2 Z2_{jdn} + tc_3 Z3_{jdn} + tc_4 Z4_{jdn} + tc_5 Z5_{jdn}] \leq T^1 \quad \forall_j \forall_d \quad (4.11)$$

4) ในกระบวนการที่ 4 จากรูปที่ 4.3 นำก้อนแป้งที่ผ่านการปั่นกลมตามชนิดผลิตภัณฑ์ แล้ว มาทำการขึ้นรูปโดยผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูปที่ต่างกัน ซึ่งปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูปทั้งหมด สามารถหาได้จากวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูปต่อชิ้น ( $A_{ie}^2$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด ( $X_{ijdn}$ ) ซึ่งจะต้องไม่เกินวัตถุดิบที่มีอยู่ทั้งหมด ( $ALL_e^2$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.12 และในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะใช้เวลาต่างกันตามชนิดของผลิตภัณฑ์ และเวลาที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด สามารถหาได้จากเวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่อชิ้น ( $t_i^1$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด ( $X_{ijdn}$ ) ซึ่งจะต้องไม่เกินเวลาที่มียู่สำหรับกระบวนการขึ้นรูป ( $T^2$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.13

$$\sum_n \sum_d \sum_j \sum_i A_{ie}^2 X_{ijdn} \leq ALL_e^2 \quad \forall e \quad (4.12)$$

$$\sum_n \sum_i f_i^1 X_{ijdn} \leq T^2 \quad \forall_j \forall_d \quad (4.13)$$

5) ในกระบวนการที่ 5 จากรูปที่ 4.3 นำก้อนแป่งที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วมาเรียงใส่ถาดโดยแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีขนาดที่ต่างกัน ทำให้จำนวนก้อนแป่งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่สามารถบรรจุใส่ถาดได้ มีจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งจำนวนถาดทั้งหมดที่ใช้ใส่ก้อนแป่งแต่ละชนิดสามารถหาได้จาก จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด ( $X_{ijdn}$ )หารด้วยจำนวนชิ้นที่สามารถบรรจุใส่ถาดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ( $W_i$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.14 ซึ่งจำนวนถาดที่ใช้บรรจุก้อนแป่งแต่ละชนิด ( $M_{ijd}$ ) จะต้องเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.18 และเนื่องจากขนมปังหมูหยองพริกเผาที่ผลิตออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการในช่วงปกติ ( $X_{2jdn}$ ) และขนมปังหมูหยองพริกเผาที่ผลิตออกมาเพื่อทำของว่าง ( $X_{11jdn}$ ) คือผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน จึงทำการบรรจุก้อนแป่งที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบลงในถาดเดียวกัน ซึ่งจำนวนถาดทั้งหมดที่ใช้บรรจุขนมปังหมูหยองพริกเผา สามารถหาได้จาก จำนวนขนมปังหมูหยองพริกเผาที่ผลิตออกมาทั้งหมด หารด้วยจำนวนชิ้นที่สามารถบรรจุใส่ถาดของขนมปังหมูหยองพริกเผา ( $W1$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.15

เนื่องจากขนมปังไส้กรอกตัดที่ผลิตออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการในช่วงปกติ ( $X_{7jdn}$ ) และขนมปังไส้กรอกตัดที่ผลิตออกมาเพื่อทำของว่าง ( $X_{12jdn}$ ) คือผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันจึงทำการบรรจุก้อนแป่งที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบลงในถาดเดียวกัน ซึ่งจำนวนถาดทั้งหมดที่ใช้บรรจุขนมปังไส้กรอกตัด สามารถหาได้จาก จำนวนขนมปังไส้กรอกตัดที่ผลิตออกมาทั้งหมดหารด้วยจำนวนชิ้นที่สามารถบรรจุใส่ถาดของขนมปังไส้กรอกตัด ( $W2$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.16

จากนั้นจึงนำถาดที่บรรจุก้อนแป่งทั้งหมดไปเข้าตู้วอร์มเพื่อให้แป่งฟูขึ้น ซึ่งจำนวนถาดทั้งหมดที่จะนำมาเข้าตู้วอร์มจะต้องไม่เกินจำนวนถาดที่ตู้วอร์มสามารถบรรจุได้ ( $TRAY$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.17 หลังจากนั้นจึงนำก้อนแป่งที่ผ่านการวอร์มแล้วไปเข้าตู้อบในกระบวนการที่ 6

$$\sum_n \frac{X_{ijdn}}{W_i} = M_{ijd}; \quad (i=1,3,4,5,6,8,9,10) \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.14)$$

$$\sum_n \frac{X_{2jdn} + X_{11jdn}}{W1} = M1_{jd} \quad \forall_j \forall_d \quad (4.15)$$

$$\sum_n \frac{X_{7jdn} + X_{12jdn}}{W2} = M2_{jd} \quad \forall_j \forall_d \quad (4.16)$$

$$\sum_i \left[ M_{ijd} + M1_{jd} + M2_{jd} \right] \leq TRAY \quad ; (i=1,3,4,5,6,8,9,10) \quad \forall_j \forall_d \quad (4.17)$$

6) ในกระบวนการที่ 7 จากรูปที่ 4.3 นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแล้วมาบรรจุลงถุง โดยจำนวนชิ้นของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่บรรจุลงถุงจะไม่เท่ากัน แตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ( $Y_{ijd}$ ) สามารถหาได้จากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ยังไม่บรรจุลงถุง ( $X_{ijdn}$ ) หารด้วยจำนวนชิ้นต่อถุงของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ( $K_i$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.18 และในการบรรจุผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะใช้เวลาในการบรรจุไม่เท่ากัน และเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสามารถหาได้จากเวลาที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ต่อถุง ( $t_i^2$ ) คูณด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ( $Y_{ijd}$ ) ซึ่งจะต้องไม่เกินเวลาที่มีอยู่สำหรับกระบวนการบรรจุ ( $T^3$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.19

เนื่องจากของว่างในแต่ละถาด จะประกอบด้วย ขนมปังหมูหยองพริกเผา ( $X_{11jdn}$ ) 1 ชิ้น ซึ่งสามารถเขียนได้ดังข้อจำกัดที่ 4.20 และขนมปังไส้กรอกตัด ( $X_{12jdn}$ ) 2 ชิ้นซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 4.21

$$Y_{ijd} = \sum_n \frac{X_{ijdn}}{K_i} \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.18)$$

$$\sum_i t_i^2 Y_{ijd} \leq T^3 \quad \forall_j \forall_d \quad (4.19)$$

$$\sum_j \sum_n X_{11jdn} = YAI_d \quad \forall_d \quad (4.20)$$

$$\sum_j \sum_n \frac{X_{12jdn}}{2} = YAI_d \quad \forall_d \quad (4.21)$$

7) ในแต่ละวัน ช่วงความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงเช้า ( $D_{id1}$ ) ช่วงบ่าย ( $D_{id2}$ ) และช่วงเย็น ( $D_{id3}$ ) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตในรอบที่ 1 จนถึงรอบที่  $p$  ( $\sum_{j=1}^p Y_{ijd}$ ) รวมกันแล้วต้องไม่น้อยกว่าความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าในช่วงเช้า ( $D_{id1}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.22 และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตในรอบที่  $r$  จนถึงรอบที่  $s$  ( $\sum_{j=r}^s Y_{ijd}$ ) รวมกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่เหลือจากความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าในช่วงเช้า ( $\sum_{j=1}^p Y_{ijd} - D_{id1}$ )

ต้องไม่น้อยกว่าความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าในช่วงบ่าย ( $D_{id2}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.23 และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตในรอบที่  $u$  จนถึงรอบที่  $v$  ( $\sum_{j=u}^v Y_{ijd}$ ) รวมกับ ผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าช่วงเช้าและช่วงบ่าย ต้องเท่ากับความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าในช่วงเย็น ( $D_{id3}$ ) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.24

$$\sum_{j=1}^p Y_{ijd} \geq D_{id1} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.22)$$

$$\sum_{j=r}^s Y_{ijd} + \sum_{j=1}^p Y_{ijd} - D_{id1} \geq D_{id2} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.23)$$

$$\sum_{j=u}^v Y_{ijd} + \sum_{j=r}^s Y_{ijd} + \sum_{j=1}^p Y_{ijd} - D_{id1} - D_{id2} = D_{id3} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.24)$$

8) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของว่างที่ผลิตออกมาทั้งหมด ( $YAI_d$ ) จะมีค่า เมื่อมีการสั่งผลิตภัณฑ์ที่เป็นของว่างจากลูกค้านั้น ( $D_{brake}_d$ ) และผลิตภัณฑ์ของว่างที่ออกมาทั้งหมดจะมีจำนวนเท่ากับความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า โดยจะกำหนดให้ความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า ( $D_{brake}_d$ ) มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการสั่งผลิตภัณฑ์ที่เป็นของว่าง ซึ่งสามารถเขียนได้ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.25

$$YAI_d = D_{brake}_d \quad \forall_d \quad (4.25)$$

9) จำนวนผลิตภัณฑ์ (ชิ้น) ( $X_{ijd}$ ) จำนวนผลิตภัณฑ์ (ถุง) ( $Y_{ijd}$ ) และจำนวนภาคที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ (ภาค) ( $M_{jd}$ ) ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์และเป็นจำนวนเต็ม ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.26

$$X_{ijd}, Y_{ijd}, M_{jd} \geq 0 \text{ and Integer} \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.26)$$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับร้านเบเกอรี่ทั่วไป

$$\begin{aligned}
 \text{Max} = & \sum_d \sum_j \sum_i \text{SELL}_i^1 Y_{ijd} + \sum_d \text{SELL}^2 Y A 1_d - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_b \frac{\text{Cost}_b^1 A_{ib} X_{ijdn}}{1000} \\
 & - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_e \frac{\text{Cost}_e^2 A_{ie} X_{ijdn}}{1000} - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_m \text{Cost}_m^3 A_{im} Y_{ijd} \\
 & - \sum_d \text{CostJuice} Y A 1_d - \sum_a \text{CostBox} Y A 1_d
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

SUBJECT TO

$$\sum_n \sum_d \sum_j \sum_i A_{ib}^1 X_{ijdn} \leq \text{ALL}_b^1 \quad \forall_b \tag{4.2}$$

$$\sum_n \sum_i \sum_b A_{ib}^1 X_{ijdn} \leq \text{CAP} \quad \forall_j \forall_d \tag{4.3}$$

$$Z1_{jdn} + Z2_{jdn} + Z3_{jdn} + Z4_{jdn} + Z5_{jdn} \leq 1 \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.5}$$

$$Z1_{jdn} = X_{1jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.6}$$

$$10Z2_{jdn} = X_{2jdn} + X_{8jdn} + X_{11jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.7}$$

$$10Z3_{jdn} = X_{4jdn} + X_{5jdn} + X_{10jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.8}$$

$$10Z4_{jdn} = X_{6jdn} + X_{9jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.9}$$

$$30Z5_{jdn} = X_{3jdn} + X_{7jdn} + X_{12jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.10}$$

$$\sum_n \left[ 5Z1_{jdn} + 15Z2_{jdn} + 15Z3_{jdn} + 15Z4_{jdn} + 15Z5_{jdn} \right] \leq T^1 \quad \forall_j \forall_d \tag{4.11}$$

$$\sum_n \sum_d \sum_j \sum_i A_{ie}^2 X_{ijdn} \leq \text{ALL}_e^2 \quad \forall_e \tag{4.12}$$

$$\sum_n \sum_i t_i^1 X_{ijdn} \leq T^2 \quad \forall_j \forall_d \tag{4.13}$$

$$\sum_n \frac{X_{ijdn}}{W_i} = M_{ijd} ; (i=1,3,4,5,6,8,9,10) \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.14}$$

$$\sum_n \frac{X_{2jdn} + X_{11jdn}}{W1} = M1_{jd} \quad \forall_j \forall_d \tag{4.15}$$

$$\sum_n \frac{X_{7jdn} + X_{12jdn}}{W2} = M2_{jd} \quad \forall_j \forall_d \tag{4.16}$$

$$\sum_i \left[ M_{ijd} + M1_{jd} + M2_{jd} \right] \leq TRAY \quad ; (i=1,3,4,5,6,8,9,10) \quad \forall_j \forall_d \quad (4.17)$$

$$Y_{ijd} = \sum_n \frac{X_{ijdn}}{K_i} \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.18)$$

$$\sum_i i^2 Y_{ijd} \leq T^3 \quad \forall_j \forall_d \quad (4.19)$$

$$\sum_j \sum_n X_{11jdn} = Y_{A1d} \quad \forall_d \quad (4.20)$$

$$\sum_j \sum_n \frac{X_{12jdn}}{2} = Y_{A1d} \quad \forall_d \quad (4.21)$$

$$\sum_{j=1}^p Y_{ijd} \geq D_{id1} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.22)$$

$$\sum_{j=r}^s Y_{ijd} + \sum_{j=1}^p Y_{ijd} - D_{id1} \geq D_{id2} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.23)$$

$$\sum_{j=u}^v Y_{ijd} + \sum_{j=r}^s Y_{ijd} + \sum_{j=1}^p Y_{ijd} - D_{id1} - D_{id2} = D_{id3} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.24)$$

$$Y_{A1d} = D_{brake_d} \quad \forall_d \quad (4.25)$$

$$Z1_{jdn}, Z2_{jdn}, Z3_{jdn}, Z4_{jdn}, Z5_{jdn} \in \{0,1\} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.4)$$

$$X_{ijd}, Y_{ijd}, M_{ijd} \geq 0 \quad \text{and Integer} \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.26)$$

#### 4.2.6 การทดสอบแบบจำลอง

นำข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลเบเกอร์มาแทนค่าลงในส่วนของดัชนี และค่าคงที่ต่างๆ ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากหัวข้อที่ 4.2 ดังต่อไปนี้

##### 4.2.6.1 ข้อสมมติของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Assumption)

- ไม่คิดค่าใช้จ่ายโซหุ้ย (ค่าน้ำ, ค่าไฟ) และไม่คิดค่าแรงคนงาน เพราะเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิตผลิตภัณฑ์ทุกชนิดของร้านคูแปงเบเกอร์ แต่เนื่องจากโครงการนี้วางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์เพียง 10 ชนิด ทำให้ไม่นำค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มาคำนวณ ดังนั้นในขั้นตอนการเปรียบเทียบกำไรที่ได้ระหว่างแผนปกติและแผนที่ได้จากแบบจำลอง จะไม่นำต้นทุนในส่วนนี้มาคำนวณ

- ในแต่ละรอบการผลิตจะเริ่มกระบวนการขึ้นรูปได้ ก็ต่อเมื่อสิ้นสุดกระบวนการปั้นกลมแล้ว

- ในกระบวนการวอร์มของแต่ละรอบการผลิต ผลิตภัณฑ์จะต้องเข้าตู้วอร์มพร้อมกันและออกจากตู้วอร์มพร้อมกัน

- ในกระบวนการของแต่ละรอบการผลิต ผลิตภัณฑ์จะต้องเข้าตู้อบพร้อมกัน และออกจากตู้อบพร้อมกัน

- ค่าความผิดพลาดการพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าเป็น 0

#### 4.2.6.2 ดัชนี (Indices)

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดค่าดัชนีต่างๆ สำหรับแบบจำลองของร้านดูแปงเบเกอร์

ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ดัชนีของชนิดผลิตภัณฑ์ สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์

ดัชนี i	ชนิดของผลิตภัณฑ์
1	ขนมปัง
2	ขนมปังหมูหยองพริกเผา
3	ขนมปังไส้หมูหยอง
4	ขนมปังแฮมชีส
5	ขนมปังหมูหยองแฮม
6	ขนมปังไส้กรอกหมูหยอง
7	ขนมปังไส้กรอกคัต
8	ขนมปังไส้กรอกทวิน
9	ขนมปังลูกเกด
10	ขนมปังชีสไบท์
11	ขนมปังหมูหยองพริกเผา (ผลิตภัณฑ์ของว่าง)
12	ขนมปังไส้กรอกคัต (ผลิตภัณฑ์ของว่าง)

ตารางที่ 4.5 ดัชนีของรอบการผลิต สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์

ดัชนี j	รอบการผลิต
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7



ตารางที่ 4.6 คำนีของวันที่ผลิต สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์

ค่านี d	วันที่ผลิต
1	วันจันทร์
2	วันอังคาร
3	วันพุธ
4	วันพฤหัสบดี
5	วันศุกร์
6	วันเสาร์
7	วันอาทิตย์

ตารางที่ 4.7 คำนีของช่วงความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์

ค่านี 1	ช่วงความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า
1	ช่วงเช้า
2	ช่วงบ่าย
3	ช่วงเย็น

ตารางที่ 4.8 คำนีของชนิดวัตถุดิบที่ใช้ผสม สำหรับร้านดูแปงเบเกอร์

ค่านี b	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผสม
1	แป้งสาลี
2	ยีสต์
3	ไข่ไก่
4	เนย
5	นม
6	น้ำตาลทราย

ตารางที่ 4.9 คำนีของชนิดวัสดุที่ใช้ขึ้นรูป สำหรับร้านดูแลเบเกอรี่

ดัชนี e	ชนิดของวัสดุที่ใช้ขึ้นรูป
1	หมุหของ
2	ลูกเกด
3	แฮม
4	ไส้กรอก
5	ชีสไบท์
6	พริกเผา
7	ชีสแผ่น

ตารางที่ 4.10 คำนีของชนิดวัสดุที่ใช้ในการบรรจุ สำหรับร้านดูแลเบเกอรี่

ดัชนี m	ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการบรรจุ
1	ถุงบรรจุขนมปัง
2	สติ๊กเกอร์
3	ถุงกระดาษบรรจุขนมปัง

#### 4.2.6.3 ค่าคงที่ (Parameters)

ค่าคงที่ที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับร้านดูแลเบเกอรี่ เช่น สัตว์สวนวัตถุคืบต่อขึ้น ต้นทุนของวัตถุดิบและวัสดุแต่ละชนิด เป็นต้น ไม่สามารถเปิดเผยได้ เนื่องจากเป็นความลับของทางร้านดูแลเบเกอรี่ จึงไม่ได้แสดงในส่วนนี้ แต่จะนำมาใช้ในส่วนของการคำนวณกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับร้านดูแลเบเกอรี่

$$\begin{aligned}
 Max = & \sum_d \sum_j \sum_i SELL_i^1 Y_{ijd} + \sum_d SELL^2 YAI_d - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_b \frac{Cost_b^1 A_{ib} X_{ijdn}}{1000} \\
 & - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_e \frac{Cost_e^2 A_{ie} X_{ijdn}}{1000} - \sum_n \sum_d \sum_j \sum_i \sum_m Cost_m^3 A_{im} Y_{ijd} \\
 & - \sum_d CostJuiceYAI_d - \sum_d CostBoxYAI_d
 \end{aligned} \tag{4.27}$$

SUBJECT TO

$$\sum_{n=1}^{42} \sum_{d=1}^7 \sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^{12} A_{ib}^1 X_{ijdn} \leq ALL_b^1 \quad \forall_b \tag{4.28}$$

$$\sum_{n=1}^{42} \sum_{i=1}^{12} \sum_{b=1}^6 A_{ib}^1 X_{ijdn} \leq 12,000 \quad \forall_j \forall_d \tag{4.29}$$

$$Z1_{jdn} + Z2_{jdn} + Z3_{jdn} + Z4_{jdn} + Z5_{jdn} \leq 1 \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.31}$$

$$Z1_{jdn} = X_{1jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.32}$$

$$10Z2_{jdn} = X_{2jdn} + X_{8jdn} + X_{11jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.33}$$

$$10Z3_{jdn} = X_{4jdn} + X_{5jdn} + X_{10jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.34}$$

$$10Z4_{jdn} = X_{6jdn} + X_{9jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.35}$$

$$30Z5_{jdn} = X_{3jdn} + X_{7jdn} + X_{12jdn} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \tag{4.36}$$

$$\sum_{n=1}^{42} \left[ 5Z1_{jdn} + 15Z2_{jdn} + 15Z3_{jdn} + 15Z4_{jdn} + 15Z5_{jdn} \right] \leq 600 \quad \forall_j \forall_d \tag{4.37}$$

$$\sum_{n=1}^{42} \sum_{d=1}^7 \sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^{12} A_{ie}^2 X_{ijdn} \leq ALL_e^2 \quad \forall_e \tag{4.38}$$

$$\sum_{n=1}^{42} \sum_{i=1}^{12} t_i^1 X_{ijdn} \leq 12,000 \quad \forall_j \forall_d \tag{4.39}$$

$$\sum_{n=1}^{42} \frac{X_{ijdn}}{W_i} = M_{ijd} ; (i=1,3,4,5,6,8,9,10) \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.40)$$

$$\sum_{n=1}^{42} \frac{X_{2jdn} + X_{11jdn}}{W_1} = M1_{jd} \quad \forall_j \forall_d \quad (4.41)$$

$$\sum_{n=1}^{42} \frac{X_{7jdn} + X_{12jdn}}{W_2} = M2_{jd} \quad \forall_j \forall_d \quad (4.42)$$

$$\sum_i \left[ M_{ijd} + M1_{jd} + M2_{jd} \right] \leq 18 ; (i=1,3,4,5,6,8,9,10) \quad \forall_j \forall_d \quad (4.43)$$

$$Y_{ijd} = \sum_{n=1}^{42} \frac{X_{ijdn}}{K_i} \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.44)$$

$$\sum_{j=1}^7 \sum_{n=1}^{42} X_{11jdn} = YA1_d \quad \forall_d \quad (4.45)$$

$$\sum_{j=1}^7 \sum_{n=1}^{42} \frac{X_{12jdn}}{2} = YA1_d \quad \forall_d \quad (4.46)$$

$$\sum_{j=1}^2 Y_{ijd} \geq D_{id1} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.47)$$

$$\sum_{j=3}^5 Y_{ijd} + \sum_{j=1}^2 Y_{ijd} - D_{id1} \geq D_{id2} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.48)$$

$$\sum_{j=6}^7 Y_{ijd} + \sum_{j=3}^5 Y_{ijd} + \sum_{j=1}^2 Y_{ijd} - D_{id1} - D_{id2} = D_{id3} \quad \forall_i \forall_d \quad (4.49)$$

$$YA1_d = D_{brake}_d \quad \forall_d \quad (4.50)$$

$$Z1_{jdn}, Z2_{jdn}, Z3_{jdn}, Z4_{jdn}, Z5_{jdn} \in \{0,1\} \quad \forall_j \forall_d \forall_n \quad (4.30)$$

$$X_{ijd}, Y_{ijd}, M_{ijd} \geq 0 \text{ and Integer} \quad \forall_i \forall_j \forall_d \quad (4.51)$$

ตารางที่ 4.11 แสดงสัดส่วนของปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นในการผลิตของว่าง

จำนวนผลิตภัณฑ์ (กล่อง)	ชนิดของวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)								
	แป้งสาลี	ยีสต์	ไข่ไก่	เนย	นม	น้ำตาล	หมูหยอง	พริกเผา	ไส้กรอก
50	1.5	0.03	0.3	0.48	0.48	0.3	0.9	0.5	0.4
100	3	0.06	0.6	0.96	0.96	0.6	1.8	1	0.8
150	4.5	0.09	0.9	1.44	1.44	0.9	2.7	1.5	1.2
200	6	0.12	1.2	1.92	1.92	1.2	3.6	2	1.6
250	7.5	0.15	1.5	2.4	2.4	1.5	4.5	2.5	2
300	9	0.18	1.8	2.88	2.88	1.8	5.4	3	2.4

#### 4.3 การดำเนินการกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป

นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากหัวข้อ 4.2 มาประมวลผลใน โปรแกรมสำเร็จรูป โดยนำข้อมูลต่างๆ เช่น ความต้องการผลิตภัณฑ์ ต้นทุนต่างๆ และราคาขายแต่ละชนิด มาใส่ลงใน โปรแกรม Microsoft Excel แล้วเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้กับโปรแกรมสำเร็จรูปแล้วประมวลผลออกมา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูปพบว่า กำไรรวมทั้งหมดที่ระยะเวลา 1 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 17,818.09 บาท และจากผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถนำไปเขียนแผนการผลิต โดยจะได้แผนการผลิตขนมปังจำนวน 10 ชนิดในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใน 1 สัปดาห์

ชนิดผลิตภัณฑ์		นมถั่ว (ตัน)	นมบั้งหมูของพริกเผา (ตัน)	นมบั้งไส้หมูของ (ตัน)	นมบั้งแฮมชีส (ตัน)	นมบั้งหมูของแฮม (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกหมูของ (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกคัต (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกทวิน (ตัน)	นมบั้งลูกกอด (ตัน)	นมบั้งชีสไบท์ (ตัน)	นมบั้งไส้หมูของ (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกคัต (ตัน)
วัน	รอบที่												
จันทร์	1	39	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	11	4	20	10	5	3	50	10	10	15	0	0
	3	7	10	0	0	15	10	125	20	5	5	0	0
	4	36	0	0	20	0	0	0	0	0	10	0	0
	5	34	0	125	0	0	0	0	10	10	0	0	0
	6	37	0	0	10	10	0	54	0	2	0	0	0
	7	17	10	100	10	8	10	46	10	10	13	0	0

ชนิดผลิตภัณฑ์		นมถั่ว (ตัน)	นมบั้งหมูของพริกเผา (ตัน)	นมบั้งไส้หมูของ (ตัน)	นมบั้งแฮมชีส (ตัน)	นมบั้งหมูของแฮม (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกหมูของ (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกคัต (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกทวิน (ตัน)	นมบั้งลูกกอด (ตัน)	นมบั้งชีสไบท์ (ตัน)	นมบั้งไส้หมูของ (ตัน)	นมบั้งไส้กรอกคัต (ตัน)
วัน	รอบที่												
อังคาร	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	29	0	75	8	5	4	60	25	8	13	0	0
	3	24	20	98	15	15	8	100	9	0	16	0	0
	4	42	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	40	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	18	5	110	20	13	10	100	60	14	14	0	0

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใน 1 สัปดาห์

ชนิดผลิตภัณฑ์		นมตั้ง (ตัน)	นมบั้งนมของพริกแดง (ตัน)	นมบั้งใส่หนุของ ((ตัน)	นมบั้งแฮมชีส (ตัน)	นมบั้งนมของแอม (ตัน)	นมบั้งใส่กรอกนมของ (ตัน)	นมบั้งใส่กรอกตัด (ตัน)	นมบั้งใส่กรอกทวิน (ตัน)	นมบั้งลูกแกด (ตัน)	นมบั้งชีสไบท์ (ตัน)	นมบั้งใส่หนุของ ((ตัน)	นมบั้งใส่กรอกตัด (ตัน)
วัน	รอบที่												
พุธ	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	28	0	50	10	10	0	74	29	10	10	0	0
	3	29	0	60	22	18	10	60	7	0	9	0	0
	4	39	9	0	0	2	0	0	0	0	8	0	0
	5	37	1	40	0	0	0	31	0	15	0	0	0
	6	40	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	3	0	124	20	15	12	125	20	12	15	0	0

ชนิดผลิตภัณฑ์		นมตั้ง (ตัน)	นมบั้งนมของพริกแดง (ตัน)	นมบั้งใส่หนุของ ((ตัน)	นมบั้งแฮมชีส (ตัน)	นมบั้งนมของแอม (ตัน)	นมบั้งใส่กรอกนมของ (ตัน)	นมบั้งใส่กรอกตัด (ตัน)	นมบั้งใส่กรอกทวิน (ตัน)	นมบั้งลูกแกด (ตัน)	นมบั้งชีสไบท์ (ตัน)	นมบั้งใส่หนุของ ((ตัน)	นมบั้งใส่กรอกตัด (ตัน)
วัน	รอบที่												
พฤหัสบดี	1	28	10	0	0	0	0	0	10	7	3	0	0
	2	35	0	50	5	8	5	60	0	0	5	0	0
	3	36	0	9	0	0	0	0	23	17	0	0	0
	4	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	19	1	141	15	16	15	130	1	3	19	0	0
	6	40	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	3	0	120	25	20	10	115	20	10	14	0	0

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใน 1 สัปดาห์

ชนิดผลิตภัณฑ์		จนถึง (ชิ้น)	จนถึงของพริกเผา (ชิ้น)	จนถึงใส่หมูของ (ชิ้น)	จนถึงแฮมชีส (ชิ้น)	จนถึงหมูของแฮม (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกหมูของ (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกตัด (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกทวิน (ชิ้น)	จนถึงลูกเกด (ชิ้น)	จนถึงชีสไปท์ (ชิ้น)	จนถึงใส่หมูของ (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกตัด (ชิ้น)
วัน	รอบที่												
ศุกร์	1	19	0	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0
	2	28	9	75	10	6	3	60	20	10	13	0	0
	3	24	1	145	20	17	15	120	0	0	15	0	0
	4	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	40	0	5	0	0	0	0	0	10	0	0	0
	6	24	10	32	0	0	0	0	18	15	0	0	0
	7	10	0	118	20	18	8	175	0	0	20	0	0

ชนิดผลิตภัณฑ์		จนถึง (ชิ้น)	จนถึงของพริกเผา (ชิ้น)	จนถึงใส่หมูของ (ชิ้น)	จนถึงแฮมชีส (ชิ้น)	จนถึงหมูของแฮม (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกหมูของ (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกตัด (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกทวิน (ชิ้น)	จนถึงลูกเกด (ชิ้น)	จนถึงชีสไปท์ (ชิ้น)	จนถึงใส่หมูของ (ชิ้น)	จนถึงไส้กรอกตัด (ชิ้น)
วัน	รอบที่												
เสาร์	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	30	0	100	10	10	0	75	0	15	10	0	0
	3	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	40	0	30	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	5	11	0	120	20	20	0	150	0	19	20	0	0
	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	33	0	50	15	10	0	50	0	10	10	0	0



ตารางที่ 4.12 (ต่อ) แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใน 1 สัปดาห์

ชนิดผลิตภัณฑ์		จนถึง (ชิ้น)	ขนมปังหมูของพริกเผา (ชิ้น)	ขนมปังไส้หมูของ (ชิ้น)	ขนมปังแฮมชีส (ชิ้น)	ขนมปังหมูของแถม (ชิ้น)	ขนมปังไส้กรอกหมูของ (ชิ้น)	ขนมปังไส้กรอกตัด (ชิ้น)	ขนมปังไส้กรอกทวิน (ชิ้น)	ขนมปังลูกกอด (ชิ้น)	ขนมปังชีสโรต (ชิ้น)	ขนมปังไส้หมูของ (ชิ้น)	ขนมปังไส้กรอกตัด (ชิ้น)
วัน	รอบที่												
อาทิตย์	1	13	0	0	0	0	0	0	10	10	12	0	0
	2	31	9	100	14	12	0	60	10	0	0	0	0
	3	37	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
	4	38	0	90	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	5	5	0	85	20	25	10	200	0	2	20	0	0
	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	30	0	75	15	8	0	100	0	10	15	0	0

#### 4.4 การวิเคราะห์ผลของแผนการผลิตรายสัปดาห์

จากแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ได้ผลกำไรรวมเท่ากับ 17,818.09 บาท และเมื่อเปรียบเทียบกับผลกำไรที่ได้จากแผนการดำเนินงานปัจจุบันของร้านคูแปงเบเกอร์ ซึ่งได้กำไรรวมอยู่ในช่วง 15,000 – 16,000 บาท จะเห็นได้ว่าผลกำไรรวมที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง มีค่ามากกว่าผลกำไรรวมจากแผนการดำเนินงานปัจจุบันของร้านคูแปงเบเกอร์ คิดเป็น 11.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถอธิบายเชิงเหตุและผล ที่ทำให้ผลกำไรที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง มากกว่าผลกำไรจากแผนการดำเนินงานปัจจุบันของร้านคูแปงเบเกอร์ ได้ดังนี้

จากแผนการผลิตปัจจุบันของทางร้านคูแปงเบเกอร์ ความต้องการผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดของลูกค้านั้นในแต่ละวันแบ่งออกเป็น 3 ช่วงด้วยกันคือ ช่วงเช้า ช่วงบ่าย และช่วงเย็น โดยในแต่ละวันจะทำการผลิตทั้งหมด 7 รอบ โดยเจ้าของร้านจะประมาณปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ในแต่ละช่วง เพื่อไม่ให้มีผลิตภัณฑ์เหลือในแต่ละวัน ซึ่งแผนการผลิตของทางร้านคูแปงเบเกอร์ ในรอบที่ 1 ถึง 5 จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้เท่ากับความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้านั้นในช่วงเช้าและบ่ายเท่านั้น ส่วนการผลิตในรอบที่ 6 และ 7 จะถูกผลิตออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้านั้นในช่วงเย็น แต่ปริมาณความต้องการของลูกค้านั้นมีจำนวนมาก ซึ่งเกินกำลังการผลิตของรอบที่ 6 และ 7 ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้านั้นในช่วงเย็นได้ทั้งหมด จึงเกิดเป็นต้นทุนเสียโอกาส

สำหรับแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง จะสามารถบอกได้ว่าในแต่ละรอบการผลิต ควรผลิตผลิตภัณฑ์ใด ปริมาณเท่าไร ที่จะสามารถตอบสนองให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้านั้นในแต่ละวัน เพราะฉะนั้นแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจะกำหนดให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์มากกว่าความต้องการของลูกค้านั้นในช่วงเช้าและบ่าย เพื่อสำรองไว้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้านั้นในช่วงเย็น ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้านั้นในแต่ละช่วงได้เป็นอย่างดี

จะเห็นได้ว่า แผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้านั้นได้ทั้งหมด ซึ่งต่างจากแผนการผลิตปัจจุบันของร้านคูแปงเบเกอร์ ที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้านั้นในช่วงเย็นได้ ทำให้สามารถขายผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น เป็นผลให้กำไรรวมที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมากกว่าแผนการผลิตปัจจุบันของร้านคูแปงเบเกอร์

## 4.5 การวิเคราะห์ความไว

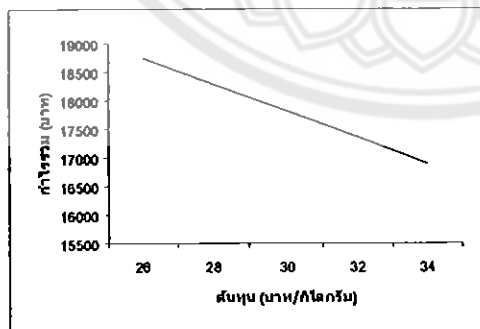
จากการดำเนินการกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) กำไรรวมทั้งหมดใน 1 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 17,818.09 บาท

เราจะวิเคราะห์ความไวโดยแยกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

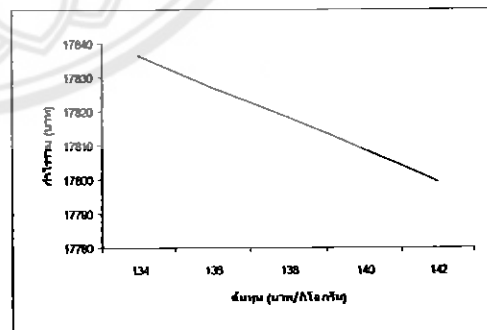
4.5.1 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและต้นทุนวัตถุดิบ เราจะทำการเพิ่มและลดค่าต้นทุนของวัตถุดิบแต่ละชนิดเพื่อดูว่า เมื่อต้นทุนวัตถุดิบเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและต้นทุนวัตถุดิบเพื่อหาค่าความชัน โดยเราจะกำหนดให้แกน  $Y$  เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมทั้งหมดและให้แกน  $X$  เป็นค่าที่แสดงถึงต้นทุนของวัตถุดิบ และจากกราฟเราสามารถหาความชันได้จากสมการที่ 4.52

$$\text{ความชัน} = \frac{\text{ค่าความต่างผลกำไร}}{\text{ค่าความต่างของต้นทุนวัตถุดิบ}} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad (4.52)$$

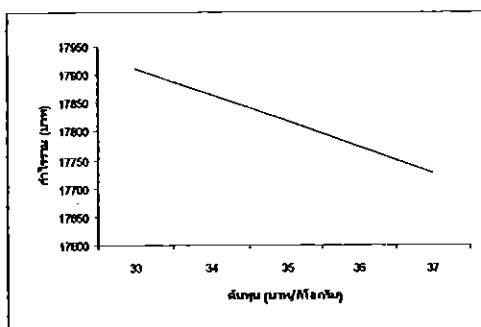
ซึ่งความชันที่ได้จากสมการจะแสดงถึงค่าความไวที่จะส่งผลกระทบต่อผลกำไรรวมทั้งหมด เมื่อต้นทุนวัตถุดิบ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย (โดยถ้าค่าความชันมีค่ามาก ก็จะแสดงว่ามีความไวในการเปลี่ยนแปลงมาก) ค่าความชันถ้ามีค่าเป็นบวกแสดงว่า  $X$  และ  $Y$  มีความสัมพันธ์กันในเชิงลักษณะแปรผันตรง และในทางกลับกัน ค่าความชันถ้ามีค่าเป็นลบแสดงว่า  $X$  และ  $Y$  มีความสัมพันธ์กันในเชิงลักษณะแปรผกผัน



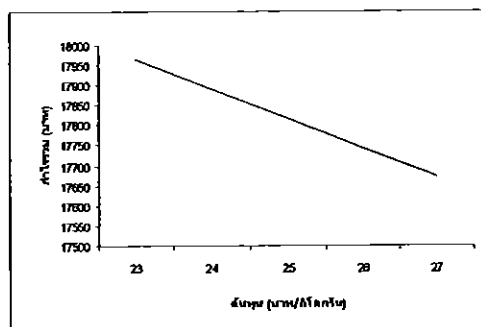
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนแป้งสาลี



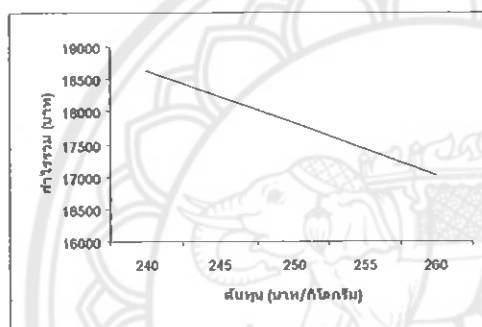
รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนเนยเต็ม



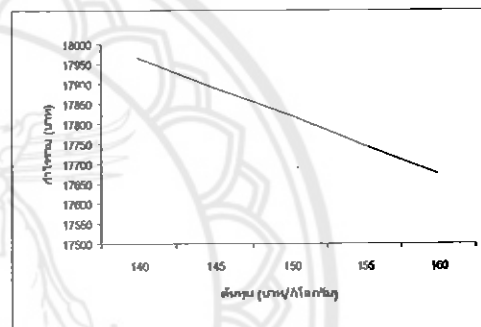
รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนนมสด



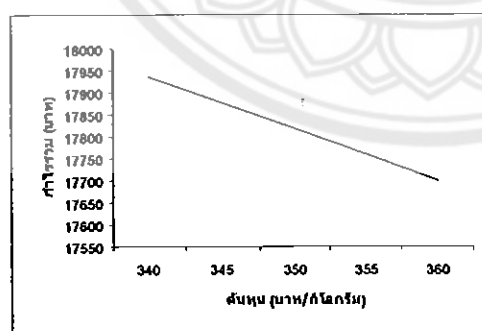
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนน้ำคาลทราย



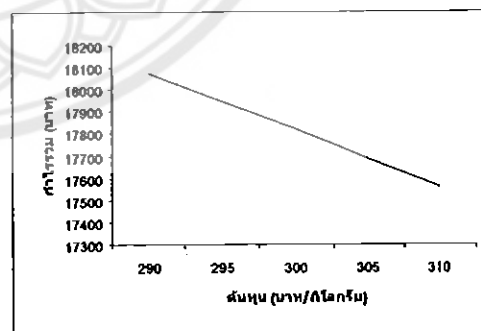
รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนหมูหยอง



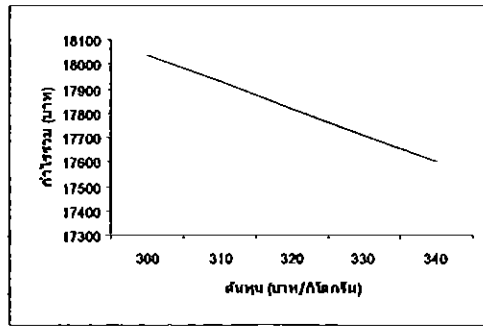
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนลูกเกิด



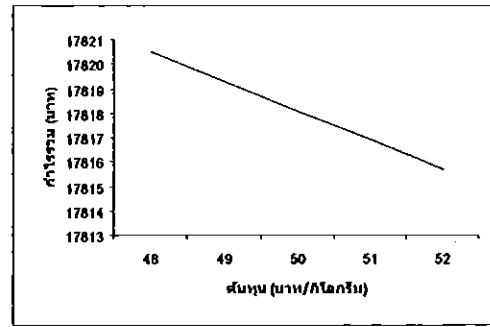
รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนแฮม



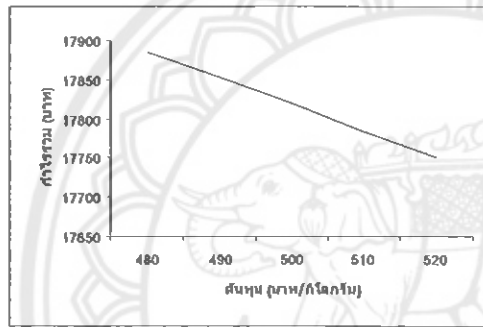
รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนไส้กรอก



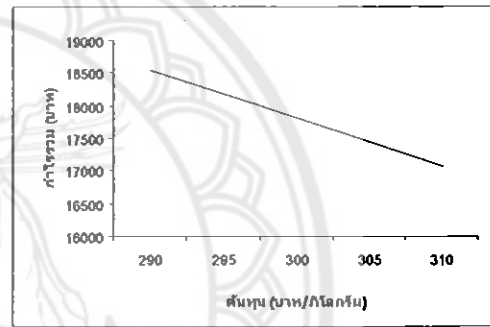
รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนใส่ปุ๋ยเคมี



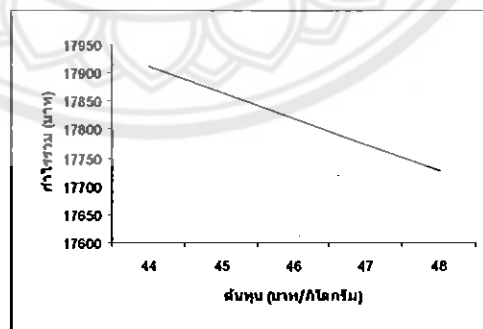
รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนปุ๋ยเคมี



รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนซีเอสพี



รูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนยีสต์



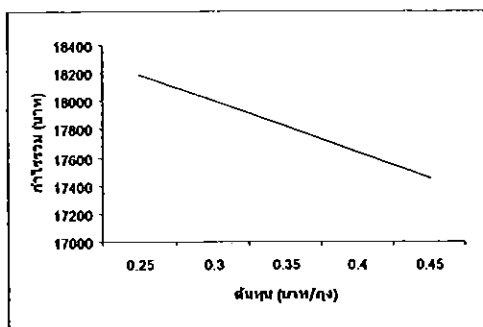
รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนไข่ไก่

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม  
และต้นทุนวัสดุคืบแต่ละชนิด

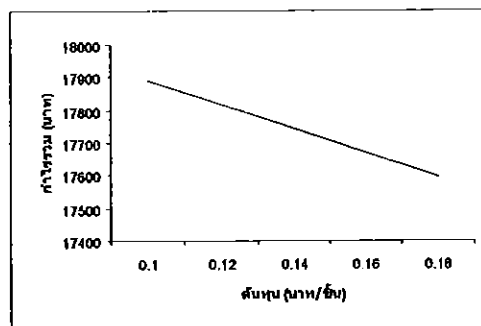
ชนิดของวัสดุคืบ	ความชัน
เป็งสาตี	-299.68
เนยเค็ม	-46.00
นมสด	-46.00
น้ำตาลทราย	-73.50
หมูหยอง	-81.00
ลูกเกด	-14.44
แฮม	-11.72
ไส้กรอก	-25.78
ไส้กรอกชีสไบท์	-10.64
พริกเผา	-1.20
ชีสแผ่น	-3.34
ยีสต์	-73.50
ไข่ไก่ขนาดกลาง	-46.00

หลังจากนั้นจึงนำค่าความชันทั้งหมดที่ได้ในแต่ละกราฟ ดังตารางที่ 4.13 มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับต้นทุนเป็งสาตี ค้างแสดงในรูปที่ 4.4 ความชันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความชัน เท่ากับ -299.68 แสดงว่าถ้าราคาเป็งสาตีมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 บาทจะส่งผลให้กำไรรวมลดลง 299.68 บาท

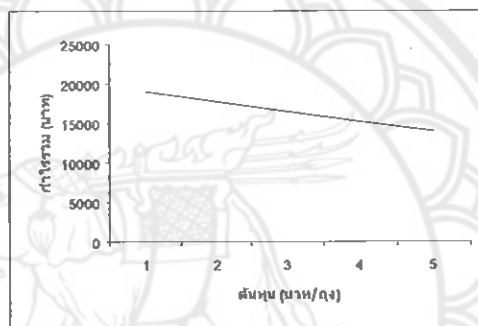
4.5.2 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและราคาวัสดุ เราจะทำการเพิ่มและลดค่าต้นทุนของวัสดุแต่ละชนิดเพื่อดูว่า เมื่อต้นทุนวัสดุเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและต้นทุนวัสดุเพื่อหาความชัน โดยเราจะกำหนดให้แกน  $Y$  เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมและให้แกน  $X$  เป็นค่าที่แสดงถึงต้นทุนของวัสดุ และนำกราฟที่ได้มาหาความชัน โดยใช้สมการที่ 4.52



รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  
กำไรรวมและต้นทุนถุงพลาสติก



รูปที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไร  
รวมและต้นทุนสติกเกอร์



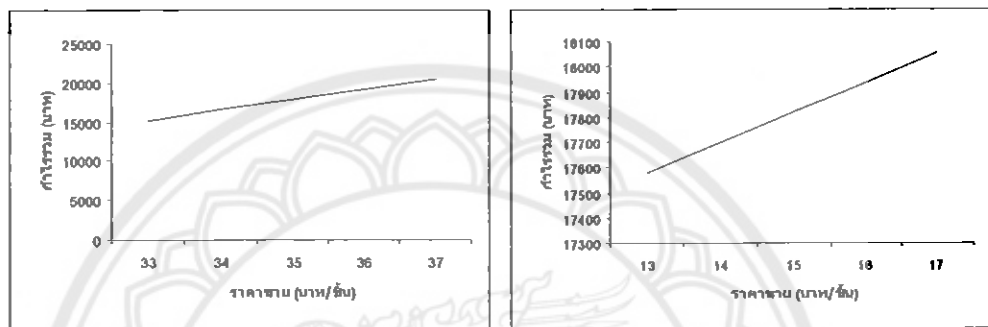
รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไร  
รวมและต้นทุนถุงกระดาษ

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม  
และต้นทุนวัสดุแต่ละชนิด

ชนิดของวัสดุ	ความชัน
ถุงพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์	-3,722
สติกเกอร์ซื้อร้าน	-3,720
ถุงกระดาษห่อขนมถั่ง	-1,277

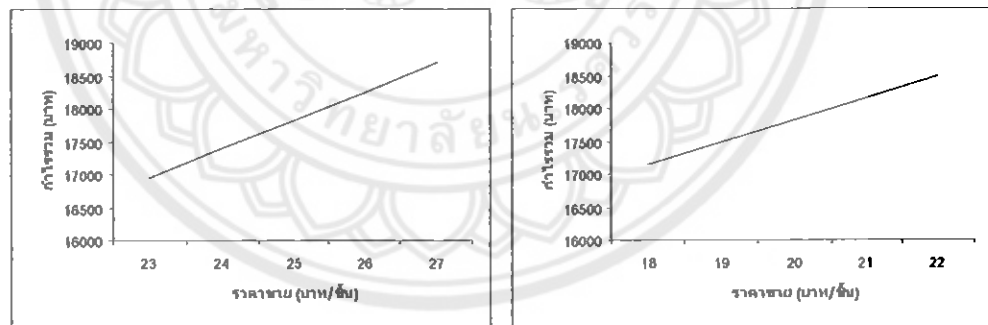
หลังจากนั้นจึงนำค่าความชันทั้งหมดที่ได้ในแต่ละกราฟดังแสดงในตารางที่ 4.14 มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับต้นทุนถุงพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.17 มีค่าความชันมากที่สุดซึ่งมีค่าความชัน เท่ากับ -3,722 แสดงว่าถ้าต้นทุนสติกเกอร์ซื้อร้านมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 บาทจะส่งผลให้กำไรรวมลดลง 3,722 บาท

4.5.3 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและราคาขายของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เราจะทำการเพิ่มและลดค่าราคาขายของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดเพื่อดูว่า เมื่อราคาขายของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและราคาขายของผลิตภัณฑ์เพื่อหาความชัน โดยเราจะกำหนดให้แกน  $Y$  เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมและให้แกน  $X$  เป็นค่าที่แสดงถึงราคาขายของผลิตภัณฑ์และนำกราฟที่ได้มาหาความชันโดยใช้สมการที่ 4.52



รูปที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปัง

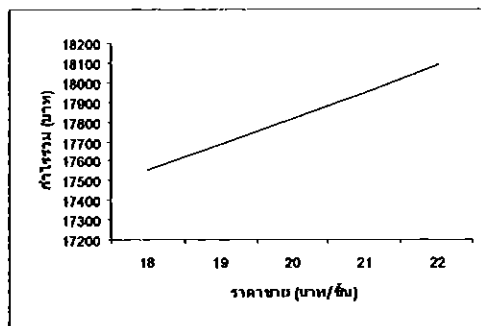
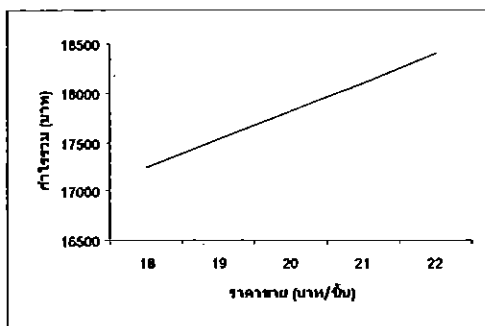
รูปที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังพริกเผาหมูหยอง



รูปที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังไส้หมูหยอง

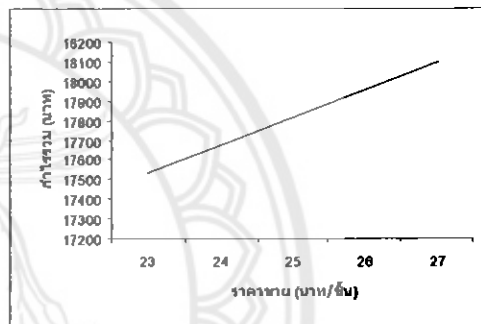
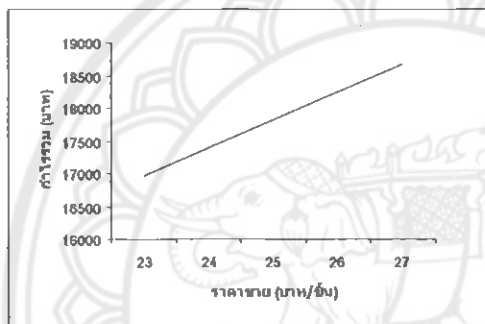
รูปที่ 4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังแฮมชีส





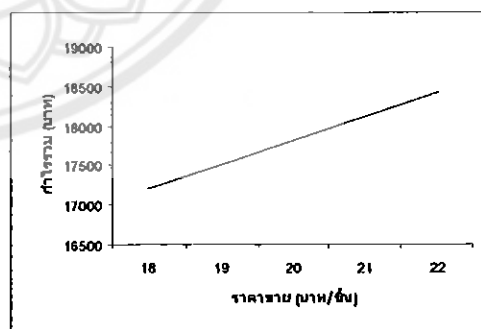
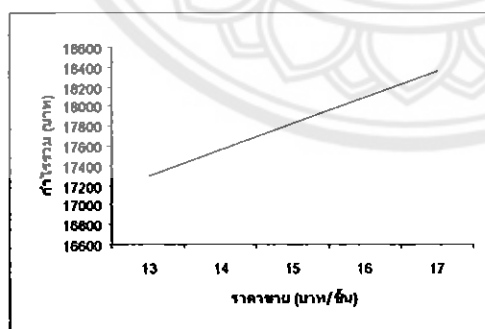
รูปที่ 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังหมูของแซม

รูปที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังไส้กรอกหมูของ



รูปที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังไส้กรอกตัด

รูปที่ 4.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังไส้กรอกทวิน



รูปที่ 4.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังลูกเกด

รูปที่ 4.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม และราคาขายขนมปังชีสไบท์

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวม  
และราคาขายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

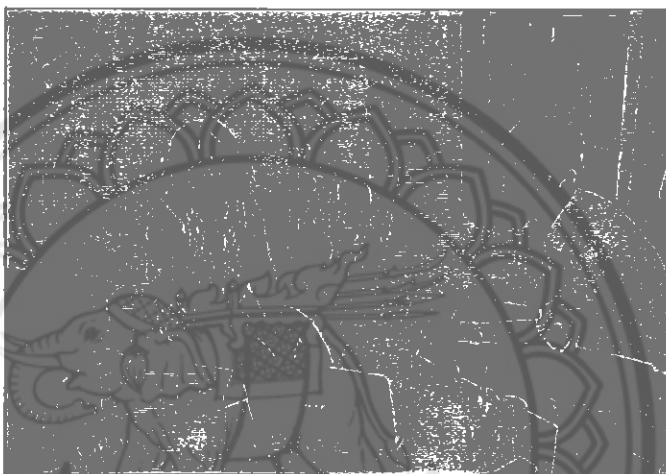
ชนิดผลิตภัณฑ์	ความชัน
ขนมถั่ง	1,277.00
ขนมปังหมูหยองพริกเผา	119.90
ขนมปังไส้หมูหยอง	437.00
ขนมปังแฮมชีส	334.00
ขนมปังหมูหยองแฮม	286.00
ขนมปังไส้กรอกหมูหยอง	133.00
ขนมปังไส้กรอกคัต	424.00
ขนมปังไส้กรอกทวิน	140.00
ขนมปังลูกเกด	267.00
ขนมปังชีสไบท์	304.00

หลังจากนั้นจึงนำค่าความชันทั้งหมดที่ได้ในแต่ละกราฟดังแสดงในตารางที่ 4.15 มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของขนมถั่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.20 มีค่าความชันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความชันเท่ากับ 1,277 แสดงว่าถ้าราคาขายขนมถั่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 บาทจะส่งผลให้กำไรรวมเพิ่มขึ้น 1,277 บาท

จากการวิเคราะห์ความไวทั้ง 3 ส่วนข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่า ความไวของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมกับต้นทุนของพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์ มีค่ามากที่สุด แสดงว่าถ้าปรับลดต้นทุนของพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์ลง จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด และในส่วนของวัตถุดิบถ้าต้องการเพิ่มกำไรให้ได้มากขึ้นก็ควรลดราคาต้นทุนของแป้งสาลีลง โดยอาจจะซื้อแป้งสาลีจากแหล่งขายที่ถูกกว่าหรือเปลี่ยนไปใช้แป้งสาลียี่ห้ออื่นที่ราคาถูกกว่า และในส่วนของราคาขายของผลิตภัณฑ์ ถ้าต้องการเพิ่มกำไรให้ได้มากขึ้นก็ควรเพิ่มราคาขายขนมถั่ง เนื่องจากขนมถั่งมีต้นทุนในการผลิตที่สูงและได้กำไรน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ดังนั้นจึงควรเพิ่มราคาขายเพื่อให้ได้กำไรมากขึ้นหรือลดต้นทุนในการผลิตลงโดยอาจลดปริมาณหมูหยองหรือลูกเกดลง เนื่องจากขนมถั่งจะใส่วัตถุดิบ 2 ชนิดนี้มากแต่หมูหยองและลูกเกดมีราคาสูงจึงทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นด้วย

#### 4.6 นำแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมานำเสนอกับทาง ร้านดูแปงเบเกอร์

นำแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงและผลการวิเคราะห์ความไวในแต่ละส่วน  
ไปนำเสนอที่ร้านดูแปงเบเกอร์เพื่อสอบถามถึงความเป็นไปได้ที่จะนำแผนการผลิตที่ได้มา  
ปรับใช้จริง และจัดทำใบรับรองเพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อแผนการผลิตที่ได้  
จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

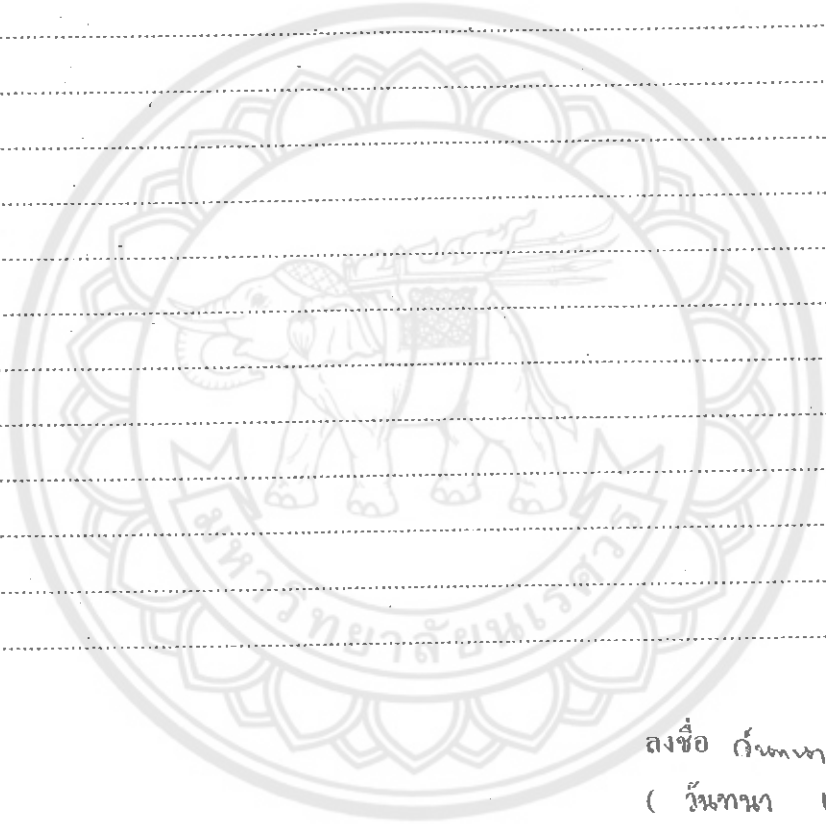


รูปที่ 4.30 แสดงรูปการนำเสนอแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงกับทาง  
ร้านดูแปงเบเกอร์

แบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากร้านดูแลแปรงเบเกอร์ ที่มีต่อแผนการ  
ผลิตที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้ไป present สินค้า น่าจะหาไปปรับใช้ได้จริง โดยในส่วนของ  
การวิเคราะห์ข้อมูลไว้ น่าสนใจมาก แต่ น่าจะหาข้อมูลเพิ่มเติมทุกข้อในส่วน



ลงชื่อ กิ่งกานา เกษมศรี  
( วันทนา นามมณี )  
ตำแหน่ง ผู้จัดการร้านดูแลแปรงเบเกอร์

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานวิจัยโครงการ “การวางแผนการผลิตสำหรับร้านเบเกอรี่ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา ร้านคูเปงเบเกอรี่” สามารถสรุปผลการดำเนินงาน ได้ดังนี้

จากการเปรียบเทียบผลกำไรรวมจากการดำเนินงานปัจจุบันของร้านคูเปงเบเกอรี่กับแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง พบว่า ในปริมาณความต้องการที่เท่ากันใน 1 สัปดาห์ กำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตปัจจุบันของร้านคูเปงเบเกอรี่อยู่ในช่วง 15,000 – 16,000 บาท และกำไรรวมของแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง เท่ากับ 17,818.09 บาท ซึ่งจะเห็นได้ว่า กำไรรวมที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมากกว่ากำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตปัจจุบันของร้านคูเปงเบเกอรี่คิดเป็น 11.36 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ความไวในส่วนของ ต้นทุนวัสดุที่ใช้บรรจุ พบว่า ความไวของต้นทุนถุงพลาสติกบรรจุผลิตภัณฑ์ มีค่ามากที่สุด ดังนั้นถ้าสามารถปรับลดต้นทุนในส่วนนี้ได้ โดยอาจซื้อถุงพลาสติกที่ต้นทุนถูกกว่าร้านปัจจุบัน จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด การวิเคราะห์ความไวในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบต่างๆ พบว่าความไวของต้นทุนของแป้งสาลี มีค่ามากที่สุด ดังนั้น ถ้าสามารถซื้อแป้งสาลีในราคาที่ถูกลงกว่าราคาแป้งสาลีที่ใช้อยู่ปัจจุบันได้ จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด และการวิเคราะห์ความไวในส่วนของราคาขายของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด พบว่า ความไวของราคาขายขนมปัง มีค่ามากที่สุด ดังนั้น ถ้าสามารถลดต้นทุนในการผลิตหรือปรับราคาขายของขนมปังให้สูงขึ้น จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด

ทั้งนี้ในการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้จริง ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านวัตถุดิบ ปริมาณความต้องการที่ไม่คงที่ของลูกค้า และจำนวนรอบการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละวันของทางร้านคูเปงเบเกอรี่

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยโครงการ “การวางแผนการผลิตสำหรับร้านเบเกอรี่ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา ร้านดูแปงเบเกอรี่” มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 ในขั้นตอนการคำนวณกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป ผู้ที่ดำเนินงานวิจัยจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อง่ายต่อการเขียนคำสั่งในโปรแกรมสำเร็จรูปและประมวลผล

5.2.2 ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ควรพิจารณาปัจจัยและข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ครอบคลุมมากที่สุด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) และใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด



## เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกอบ จิริกิติ. (2535). การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม. กรุงเทพมหานคร:  
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [2] วิจิตร ดัฒนสุทธิ, วันชัย ริจิรวนิช และศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2550). การดำเนินงานวิจัย.  
กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- [3] การวางแผนการผลิต. สืบค้นเมื่อ 29 กรกฎาคม 2552,  
จาก [http://apecibiz.dip.go.th/resource/8/production\\_chap3.pdf](http://apecibiz.dip.go.th/resource/8/production_chap3.pdf)
- [4] การโปรแกรมเชิงเส้นตรง. สืบค้นเมื่อ 29 กรกฎาคม 2552,  
จาก [http://mba05.50webs.com/unit2\\_1.doc](http://mba05.50webs.com/unit2_1.doc)
- [5] การวิเคราะห์ความไว. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2552,  
จาก <http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc>





ภาคผนวก ก

แบบสอบถามผู้บริโภคเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ร้านดูแปงเบเกอร์





8. ท่านมาซื้อผลิตภัณฑ์ระดับโลกบ้าง จำนวนกี่ชิ้น (ตอนได้มากกว่า 1 ข้อ)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ขนมปัง ..... ชิ้น                 | <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้กรอกหมูซอง ..... ชิ้น |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังหมูซองพริกขี้หนู ..... ชิ้น | <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้กรอกคัส ..... ชิ้น    |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้หมูซอง ..... ชิ้น        | <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้กรอกหวาน ..... ชิ้น   |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังแฮมชีส ..... ชิ้น           | <input type="checkbox"/> ขนมปังจุกเกล ..... ชิ้น        |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังหมูซองแฮม ..... ชิ้น        | <input type="checkbox"/> ขนมปังชีสโยเกิร์ต ..... ชิ้น   |

9. ในกรณีที่ท่านยังไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นแทนหรือไม่

- ซื้อชนิดอื่นแทน  
 ไปซื้อชนิดอื่นเลย  
 รอแผนการท่านว่าจะมีผลิตภัณฑ์นั้นอีกทีในช่วงไหนแล้วค่อยกลับมาซื้อ

10. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของท่าน (โปรดใส่หมายเลขในช่องเรียงลำดับจากที่อิทธิพลมากไปน้อย)

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> ราคา      | <input type="checkbox"/> การบริการ             |
| <input type="checkbox"/> รสชาติ    | <input type="checkbox"/> ความสะดวกในกาชำระเงิน |
| <input type="checkbox"/> ความสะอาด |  |

11. คุณซื้ออาหารให้รับประทานเป็นครั้งคราวในช่วงเวลาใด

- 6.00-21.00 น.  
 7.00-21.00 น.  
 8.00-21.00 น.  
 9.00-21.00 น.  
 10.00-21.00 น.

12. คุณคิดว่าราคาผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดเหมาะสมหรือไม่ (เลือกเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่คิดว่าไม่เหมาะสมเกิดได้มากกว่า 1 ข้อ)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> ขนมปัง                 | <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้กรอกหมูซอง |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังหมูซองพริกขี้หนู | <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้กรอกคัส    |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้หมูซอง        | <input type="checkbox"/> ขนมปังไส้กรอกหวาน   |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังแฮมชีส           | <input type="checkbox"/> ขนมปังจุกเกล        |
| <input type="checkbox"/> ขนมปังหมูซองแฮม        | <input type="checkbox"/> ขนมปังชีสโยเกิร์ต   |

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียนและผู้ช่วยผู้วิจัยทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามนี้

รูปที่ ก.1 (ต่อ) แสดงแบบสอบถามผู้บริโภคเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์  
 ร้านดูแปงเบเกอรี่

## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายกฤษณชัย แยมจันทร์

ภูมิลำเนา 27/8 หมู่ 8 ต.คลองมะพลับ อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนศรีนคร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: y.krisanachai8@hotmail.com



ชื่อ นายปวิศ สร้อยมณี

ภูมิลำเนา 36/11 หมู่ 4 ต.ขุนแก้ว อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนสามพรานวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: s.pawaris@yahoo.com