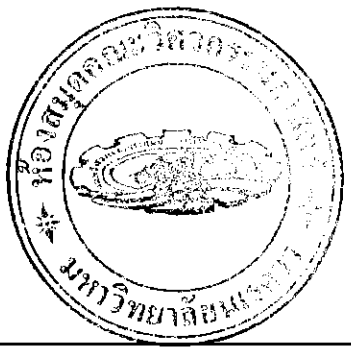


การวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานแหนมและหมูยอ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง

กรณีศึกษาโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา

PRODUCTION PLANNING FOR SUPATRA USING LINEAR PROGRAMMING : A CASE STUDY OF SUPATRA

นายจักรกฤษ เมตตา รหัส 49363144

นายนพดล ลอยคง รหัส 49363199

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 1507290 c.2
เลขเรียกหนังสือ ปร
จ2ป6ก
2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานแหนมและหมูยอ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษาโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายจักรกฤษ เมตตา	รหัส 49363144
	นายนพดล ลอยคง	รหัส 49363199
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2552	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย ฤตวิรุฬห์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิษฎา สิมารักษ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์อาภาภรณ์ จันทร์ปิรักษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานแหนมและหมูยอ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษาโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายจักรกฤษ เมตตา รหัส 49363144 นายนพดล ลอยคง รหัส 49363199
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้ เป็นการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมแหนม หมูยอ และกุนเชียง เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า เพื่อให้เกิดกำไรสูงสุดของแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตซึ่งผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันด้านวัตถุดิบ เครื่องจักร และขั้นตอนการผลิต รวมทั้งความต้องการของลูกค้า

โดยการทำโครงงานนี้ เราจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทางโรงงานโดยการสอบถามและจดบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทั้งในส่วนที่เป็นกระบวนการผลิต วัตถุดิบ แรงงาน และค่าใช้จ่ายต่างๆ โดยในการวางแผนการผลิตจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาช่วยวางแผน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด ซึ่งผลกำไรรวมที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มากกว่าผลกำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตของทางโรงงานในปัจจุบัน คิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ความไวเพื่อหาว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อผลกำไรรวมมากที่สุด โดยจากการวิเคราะห์ความไว พบว่า ในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบเนื้อหมูมีค่าความไวมากที่สุด ในส่วนของราคาขายผลิตภัณฑ์กุนเชียงขนาด 50 กรัม มีความไวมากที่สุด แสดงว่าราคาขายผลิตภัณฑ์กุนเชียงขนาด 50 กรัม ส่งผลต่อกำไรรวมมากที่สุด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลกำไรรวมให้กับทางโรงงาน โดยที่เราสามารถทำการปรับราคาขายของผลิตภัณฑ์กุนเชียง ขนาด 50 กรัม เพิ่มขึ้นได้ แต่การปรับราคาขายของสินค้านั้นจะทำได้ยาก เนื่องจากจะส่งผลระทบต่อการซื้อขายสินค้า ดังนั้น เราจึงควรลดราคาของในส่วนต้นทุนวัตถุดิบ เช่น หาซื้อวัตถุดิบจากแหล่งใหม่เพื่อให้ต้นทุนการผลิตลดลง

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบพระคุณทางโรงงานและผู้จัดการโรงงานแหนม และหมูยอสุพัตรา ที่ให้ความร่วมมือทางด้านข้อมูล วิธีการ และคำแนะนำต่างๆ ซึ่งทำให้โครงงานดำเนินงานมาได้ด้วยดี

รวมทั้งต้องขอขอบคุณอาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวทางการปฏิบัติต่างๆ ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือ ติดตามการดำเนินงานมาโดยตลอด

และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อชี้แนะที่ทำให้การดำเนินสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายนพดล ลอยคง
นายจักรกฤษ เมตตา
มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์..... ก

บทคัดย่อ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... จ

สารบัญรูป..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 หลักการและเหตุผล..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 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

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี..... 3

2.1 การวางแผนการผลิตระยะสั้น..... 3

2.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรงสำเร็จรูป..... 4

2.3 การวิเคราะห์ความไว..... 9

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย..... 13

3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 13

3.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์..... 13

3.3 การดำเนินกระบวนการของโปรแกรมและวิเคราะห์ผลที่ได้..... 13

3.4 การวิเคราะห์ความไว..... 13

3.5 สรุปผลการผลวิจัย..... 14

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์..... 15

4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 15

4.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์..... 28

4.3 การดำเนินกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป..... 45

4.4 การวิเคราะห์ผล..... 47

4.5 การวิเคราะห์ความไว..... 48

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 60

5.1 บทสรุป..... 60

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 61

เอกสารอ้างอิง..... 62

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt Chart)..... 2

2.1 การประมาณการ การให้บริการเพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้ง..... 12

4.1 วัตถุดิบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด..... 16

4.2 การแทนค่าตัวแปรของขนาดผลิตภัณฑ์แหนม..... 40

4.3 การแทนค่าตัวแปรของขนาดผลิตภัณฑ์หมูยอ..... 41

4.4 การแทนค่าตัวแปรของขนาดผลิตภัณฑ์กุนเชียง..... 41

4.5 การแทนค่าตัวแปรของวันที่ใช้ในการผลิต..... 41

4.6 การแทนค่าตัวแปรของกะที่ผลิต..... 41

4.7 การแทนค่าตัวแปรของชนิดส่วนผสม..... 42

4.8 แผนการผลิตผลิตภัณฑ์แหนม กุนเชียง และหมูยอ ใน 1 เดือน..... 45

4.9 ค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและวัตถุดิบแต่ละชนิด..... 53

4.10 ค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายแหนมแต่ละชนิด... 55

4.11 ค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายหมูยอแต่ละชนิด... 57

4.12 ค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายกุนเชียงแต่ละชนิด..... 59

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การวิเคราะห์ความไวของรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกตามการเปลี่ยนแปลงของค่าวัสดุ..... 10

2.2 การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์และจำนวนชั่วโมงในการทำงานที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม..... 11

2.3 การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์ และจำนวนชั่วโมงในการทำงาน ที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม เมื่อมีการใช้บัญชียา 1 และบัญชียา 2 ของโรงพยาบาล..... 12

4.1 ผลิตภัณฑ์แหนม..... 15

4.2 ผลิตภัณฑ์หมูยอ..... 15

4.3 ผลิตภัณฑ์กุนเชียง..... 15

4.4 แสดงการจัดสรรวัตถุดิบ (เนื้อหมูปนมัน) เพื่อผลิตแหนมหรือกุนเชียงและหมูยอ..... 17

4.5 แสดงกระบวนการผลิตแหนม..... 18

4.6 แสดงกระบวนการผลิตกุนเชียง..... 19

4.7 แสดงกระบวนการผลิตหมูยอ..... 21

4.8 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดทางด้านวัตถุดิบหลัก..... 23

4.9 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตแหนม..... 24

4.10 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตกุนเชียง..... 25

4.11 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตหมูยอ..... 27

4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนเนื้อหมู..... 48

4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนหนังหมู..... 49

4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนหนังไก่..... 49

4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนมันหมู..... 49

4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนพริกสด..... 50

4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนเกลือ..... 50

4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนน้ำตาล..... 50

4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนกระเทียม..... 51

4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนผงชูรส..... 51

สารบัญรูป (ต่อ)

4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนแป้งมัน..... 51

4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนข้าวเหนียว..... 52

4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนพริกไทย..... 52

4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนสารกันบูด..... 52

4.25 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 35 กรัม..... 54

4.26 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 70 กรัม..... 54

4.27 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 160 กรัม..... 54

4.28 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 300 กรัม..... 55

4.29 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 90 กรัม..... 56

4.30 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 140 กรัม..... 56

4.31 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 170 กรัม..... 56

4.32 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 250 กรัม..... 57

4.33 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 470 กรัม..... 57

4.34 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของกุนเชียงขนาด 50 กรัม..... 58

4.35 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของกุนเชียงขนาด 125 กรัม..... 58

4.36 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของกุนเชียงขนาด 125 กรัม..... 59

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

โรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา มีปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้า ในแต่ละวันไม่เท่ากัน หากมีการผลิตน้อยเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดต้นทุนเสียโอกาสขึ้น ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีการใช้เครื่องจักรร่วมกัน โดยในการวางแผนการผลิตของทางโรงงาน จะทำการแบ่งวัตถุดิบออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แหนมหรือกุนเชียง และส่วนที่ 2 ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หมูยอเป็นการผลิตทั้งวัน ในส่วนที่ 1 จะแบ่งการผลิตออกเป็น 4 กะ โดยที่กะที่ 1 และกะที่ 2 จะผลิตผลิตภัณฑ์แหนมเป็นหลัก ส่วนกะที่ 3 และกะที่ 4 จะเลือกผลิตว่าจะผลิตผลิตภัณฑ์แหนมหรือผลิตผลิตภัณฑ์กุนเชียง โดยดูจากความต้องการของลูกค้า เมื่อผลิตทุกผลิตภัณฑ์ตามความต้องการลูกค้าแล้ววัตถุดิบเหลือ ดังนั้น ทางโรงงานจึงเลือกที่จะผลิตผลิตภัณฑ์กุนเชียง เนื่องจากในกะที่ 4 จะผลิตผลิตกุนเชียงและผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีกำไรต่อชิ้นมากที่สุด แต่มีความต้องการน้อย โดยไม่ได้พิจารณาผลกำไรรวมที่ได้ ทำให้ผลกำไรรวมน้อยกว่าที่ควรจะเป็น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราจึงใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง เข้าไปวางแผนการผลิตให้กับโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา เพื่อให้ทางโรงงานมีกำไรสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างแผนการผลิตรายเดือนของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

แผนการผลิตรายเดือนของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

ผลกำไร โดยรวมที่ได้จากแผนการผลิตจากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมากกว่าแผนการดำเนินงานของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตราในปัจจุบัน

1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

แผนการผลิตที่สร้างขึ้นจากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง เป็นแผนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์แหนม 4 ชนิด หมูยอ 5 ชนิด และกุนเชียง 3 ชนิดของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา ซึ่งจะให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด เมื่อใช้กับโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตราเท่านั้น โดยข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในโครงงานนี้อยู่ในช่วงปี 2551

1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

1.6.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.2 โรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา จำกัด ตำบลในเมือง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

กรกฎาคม พ.ศ. 2552 – มกราคม พ.ศ. 2553

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Grant Chart)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Grant Chart)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.	รวบรวมข้อมูลและศึกษากระบวนการผลิตแหนม หมูยอ และกุนเชียง							
2.	สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการผลิต							
3.	ทดสอบและหาคำตอบจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป							
4.	ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์							
5.	นำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับการดำเนินงานของโรงงานในปัจจุบัน							

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวางแผนการผลิตระยะสั้น (Short-Term Production Planning)[6]

การวางแผนการผลิตระยะสั้น หมายถึง การวางแผนการผลิตที่มีช่วงเวลาเป็นรายสัปดาห์หรือรายวันขึ้นอยู่กับปริมาณงานและความซับซ้อนของกระบวนการผลิต เป็นการวางแผนระดับปฏิบัติการที่มีจุดประสงค์เพื่อจัดเตรียมกำหนดเวลาในการทำงานให้กับทรัพยากรการผลิตที่เกี่ยวข้อง เช่น แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ รวมทั้งช่วงเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีงานด้วย การวางแผนการผลิตระยะสั้นนี้จะมุ่งเน้นเรื่องการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) เป็นหลักซึ่งถือได้ว่าเป็นลำดับขั้นสุดท้ายของระบบการวางแผนการผลิต โดยจะต้องมีความยืดหยุ่นตัวได้ค่อนข้างสูง เพื่อให้สอดคล้องกับสถานภาพของกระบวนการผลิต

- การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling)

การจัดตารางการผลิต เป็นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตไม่ว่าจะเป็นในด้านแรงงาน เครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวก ให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งรับช่วงต่อมา จากการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) และการวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (CRP) ทั้งการจัดตารางในการผลิตจะเกี่ยวข้องกับเรื่องการทำงาน (Job Order) และการจัดลำดับงาน (Job Sequencing) ให้กับแต่ละหน่วยงาน การจัดตารางการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของการผลิตทั้งแบบต่อเนื่องและแบบกลุ่มรวมถึงแบบไม่ต่อเนื่อง เพราะจะต้องมีจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด ดังนั้นจึงต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงานคน และเครื่องจักร อุปกรณ์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จากการวิเคราะห์ของระบบการวางแผนการผลิตทั้งหมดจะพบว่า ในการวางแผนการผลิตแต่ละลำดับขั้นนั้นต้องมุ่งเน้นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดผลสูงสุด ซึ่งจะมีการติดตามตรวจสอบผลลัพธ์การผลิตจริงที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามแผนการผลิตหรือไม่ โดยจะมีการประสานงานและสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นระหว่างหน่วยงาน หากมีปัญหาใดเกิดขึ้นก็อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)[7]

เนื่องจากการดำเนินงานในธุรกิจต่างๆ เพิ่มขนาดและความสลับซับซ้อนมากขึ้น จึงทำให้เกิดตัวแปรปัญหาและความไม่แน่นอนมากขึ้นตามลำดับ ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องพยายามใช้เครื่องมือและเทคนิคใหม่ๆ มาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาและตัดสินใจ

การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นหลักการอย่างหนึ่ง ที่จะใช้ช่วยในการตัดสินใจของฝ่ายจัดการองค์การธุรกิจ ต้องเผชิญกับปัญหาการแบ่งสันปันส่วนทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทรัพยากรนี้หมายถึงเงิน วัตถุดิบ เครื่องจักร สถานที่ เวลา แรงงาน ทรัพยากร มีจำนวนเป็นขอบเขตจำกัด หรือข้อยับยั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นปฏิภาคโดยตรงและแน่นอน

2.2.1 ขั้นตอนของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

การใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ปัญหาจะกระทำได้ 2 ขั้นตอนคือ

2.2.1.1 การสร้างรูปแบบตัวปัญหา (Formulation of Linear Programming Models)

เริ่มต้นจะต้องค้นหาตัวแปรหรือข้อกำหนดตัวแปรของปัญหาก่อน (Decision Variable) แล้วสมมติเป็นสัญลักษณ์ทางพีชคณิต เช่น ในรูป x, y, z เป็นต้น เมื่อกำหนดตัวแปรแล้วขั้นต่อไปก็จะต้องสร้าง

ก. ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

หมายถึง ขนาด ระดับหรือกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นทางเลือกของปัญหาที่จะตัดสินใจ เช่น จำนวนสินค้าแต่ละชนิดที่จะผลิต, จำนวนวันที่ดำเนินการผลิต, จำนวนวัตถุดิบแต่ละชนิดที่จัดซื้อ ฯลฯ ตัวแปรเหล่านี้ต้องไม่เป็นลบ (Non – Negative Condition) จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 หมายความว่า $x_i \Rightarrow 0, i = 1, 2, \ldots, n$ จะเป็นเลขจำนวนเต็มหรือเศษส่วนก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาค่าของตัวแปร เป็นลบไม่ได้เพื่อให้ตรงกับความเป็นจริงของปัญหาทางธุรกิจ เช่น ถ้าให้ x เป็นจำนวนสินค้าชนิดหนึ่งที่จะผลิต ถ้าไม่ผลิตสินค้าชนิดนั้น x จะมีค่า = 0

ข. สมการเป้าหมาย (Objective Function)

คือ สมการที่เราต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด (Optimization) จะต้องมีสมการเป้าหมายเดียว (Single Objective) เช่น การหากำไรสูงสุดหรือต้นทุนต่ำสุด โดยเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ และผลจากการตัดสินใจ ค่าของสมการเป้าหมาย จะแสดงในรูปของตัวเงิน สิ่งของหรือหน่วยนับต่างๆ ฯลฯ จุดมุ่งหมายของผู้บริหารก็คือเลือกตัวแปรที่ทำให้ค่าสมการเป้าหมายดีที่สุด (Optimize the Value of Objective Function) ขณะเดียวกันก็ไม่ขัดกับข้อจำกัดต่างๆ ด้วย โดยทั่วไปแล้วธุรกิจมีเป้าหมายเพื่อแสวงหากำไรสูงสุดหรือต้นทุนต่ำที่สุด

ค. ข้อจำกัด (Constraints)

จะต้องค้นหาว่าปัญหานี้มีข้อจำกัดอะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ข้อจำกัดของปัญหาอาจอยู่ในรูปต่างๆ ได้ดังนี้

- อยู่ในรูปสมการ (Linear Equation) เช่น

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1 \quad (2.1)$$

- อยู่ในรูปอสมการ (Linear Inequalities) เช่น

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 => \text{หรือ} <= b_2 \quad (2.2)$$

ซึ่งการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดจะต้องไม่เป็นการละเมิดหรือฝ่าฝืนต่อข้อจำกัดที่กำหนดไว้นั้น ได้แก่ ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่จำเป็น ซึ่งเป็นสิ่งที่หาได้ยากและมีปริมาณจำกัด จะแสดงในรูปฟังชันก์ของข้อจำกัด (Constraint Function) ซึ่งอาจจะเป็นอสมการและมีลักษณะเป็นเส้นตรง กำหนดขอบเขตการใช้ทรัพยากรอย่างมากหรืออย่างน้อยกว่าหรือเท่ากับที่กำหนดไว้

2.2.1.2 การแก้ปัญหา

เมื่อสร้างรูปแบบของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแล้ว ในการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรง ทำได้ 3 วิธี คือ

ก. ใช้กราฟ (Graphical Method) สำหรับตัวแปรเพียง 2 ตัว

ข. ใช้วิธีซิมเพล็ก (Simplex Method) สำหรับตัวแปรมากกว่า 2 ตัว

ค. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เป็นวิธีซิมเพล็ก สำหรับตัวแปรมากกว่า 2 ตัว

2.2.2 ข้อสมมติเกี่ยวกับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

2.2.2.1 ความแน่นอน (Certainty) คือ ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาโปรแกรมเส้นตรงต้องเป็นข้อมูลที่แน่นอน

2.2.2.2 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมาย มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงคงที่ หมายความว่า ต้นทุนต่อหน่วยหรือกำไรต่อหน่วยถูกสมมติว่า ไม่ถูกกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนหน่วยที่ผลิตหรือขาย

2.2.2.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในข้อจำกัดมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและคงที่ หมายความว่า สัมประสิทธิ์ของข้อจำกัดจะไม่ถูกกระทบกระเทือนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิต ปริมาณ เป็นต้น

2.2.2.4 ความเป็นสัดส่วน (Proportionality) เช่น ต้องการเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 3 เท่า ก็ต้องมีการเพิ่มทรัพยากรทั้งหมดเป็น 3 เท่า

2.2.2.5 ความเป็นอิสระ (Independence) หมายความว่า กิจกรรมต่างๆ และทรัพยากรต่างๆ เป็นอิสระต่อกัน เช่น ราคาของสินค้าชนิดหนึ่งจะไม่กระทบต่อราคาของสินค้าอื่น

2.2.3 โครงสร้างของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

จากข้อ 2.2.1 เราทราบแล้วว่าปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงประกอบด้วย

- ตัวแปรตัดสินใจ
- สมการเป้าหมาย
- ข้อจำกัด

ดังนั้นโครงสร้างของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมีลักษณะดังนี้ ถ้าต้องการจะ Maximization หรือ Minimization สมการเป้าหมาย (Z) จะอยู่ในรูป

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots\ldots + c_jx_j + \ldots\ldots + c_nx_n \qquad (2.3)$$

ภายใต้ข้อจำกัด (Subject to Constrains)

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{in}x_n <= , = , => b_1$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{in}x_n <= , = , => b_1$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{mn}x_n <= , = , => b_m$$

และอยู่ภายใต้เงื่อนไข Non – Negativity Restrictions

$$Xi => 0 , i = 1 , 2 , \ldots\ldots\ldots n$$

หรือเขียนในรูป Max หรือ Min c_jx_j

$$S/T \quad a_{ij}x_j => , = , <= b_1 \text{ For } i = 1, 2, 3, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, m$$

$$x_j => 0 \text{ for } j = 1, 2, 3, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, n$$

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

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

ในกรณีของการหาค่าสูงสุด

หาค่า Max $z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx$ (2.4)

ภายใต้ข้อจำกัด

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \leq b_1$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \leq b_2$$
$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$
$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n \leq b_m$$
$$x_j \geq 0, \text{ จำนวนเต็ม}$$

โดยที่

c_j = ผลตอบแทน (Profit หรือ Return) ที่ได้จากการตัดสินใจทำกิจกรรมที่ j หนึ่งหน่วย เช่นในกรณีของการผลิตสินค้าจำหน่าย c_j จะหมายถึงกำไร ที่ได้จากการจำหน่ายสินค้าชนิดที่ j หนึ่งหน่วย $j = 1, 2, 3, \ldots, n$

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

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

ในตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มมาตรฐานนี้ เราต้องการที่จะหาค่าของตัวแปรตัดสินใจ x_j ต่าง ๆ ว่าควรจะมีค่าเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายมีค่าสูงสุด โดยที่ตัวแปรตัดสินใจเหล่านี้จะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด ในการใช้ทรัพยากรทั้ง m ข้อจำกัด คือ ใช้ทรัพยากรไม่เกินปริมาณทรัพยากรที่เรามีอยู่ ตลอดจนทั้งมีค่าไม่น้อยกว่าศูนย์และเป็นจำนวนเต็มด้วย ค่า a_{ij}, b_i, และ c_j ในตัวแบบปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มนี้ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เราทราบว่ามีค่าเป็นเท่าใด

ความแตกต่างของตัวแบบปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็ม จากตัวแบบปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงทั่วไปคือในเรื่องการจำกัดค่าของตัวแปรตัดสินใจ โดยมีข้อจำกัดระบุถึงค่าของตัวแปรตัดสินใจในปัญหาว่า นอกจากจะต้องเป็นค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์แล้ว ยังจะต้องเป็นค่าจำนวนเต็มด้วย

ในกรณีการหาค่าต่ำสุด

หาค่า Min $z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n$ (2.5)

ภายใต้ข้อจำกัด

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

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

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

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

$x_j \geq 0$, จำนวนเต็ม

นอกจากการเขียนรูปแบบมาตรฐานของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในลักษณะข้างต้นนี้แล้ว ในบางครั้งเราอาจเขียนให้อยู่ในลักษณะของเมตริกซ์ (Matrix) ได้ดังนี้

หาค่า Max $z = cx$

ภายใต้ข้อจำกัด

$Ax \leq b$

$x \geq 0$, จำนวนเต็ม

หรือ

หาค่า Min $z = cx$

ภายใต้ข้อจำกัด

$Ax \geq b$

$x \geq 0$, จำนวนเต็ม

โดยที่

- x = เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจ เป็นคอลัมน์เวกเตอร์ (Column Vector) มีขนาดเท่ากับ nx1
- c = เวกเตอร์ของผลตอบแทน (หรือค่าใช้จ่าย) ต่อหน่วยของกิจกรรมเป็นแถวเวกเตอร์ (Row Vector) ทีขนาดเท่ากับ 1xn
- A = เมตริกซ์ของการใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรม มีขนาดเท่ากับ mxn
- b = เวกเตอร์ของทรัพยากร เป็นคอลัมน์เวกเตอร์ มีขนาดเท่ากับ mx1

ตัวอย่างปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มที่พบเห็นกันโดยทั่วไปนั้น อาจเป็นปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มที่มีค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นค่าเชิงจำนวนเต็มทั้งหมด (Allinterger) หรือมีค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นทั้งค่าเชิงจำนวนเต็มและค่าต่อเนื่อง (Mixed Integer)

หรือมีค่าของตัวแปรตัดสินใจเป็นค่าทวิภาค (Binary) เป็นการอ้างถึงแบบแผนของเลขฐานสอง ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 2 ค่า สำหรับแต่ละตัวเลข คือ 0 และ 1

2.3 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)[5]

จากสมมติฐานหนึ่งของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ว่าต้องมีความแน่นอนของตัวเลข ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างตัวแปรการโปรแกรมเชิงเส้นตรง คือ ต้องทราบค่าแน่ชัด แต่ในความเป็นจริงแล้วพบว่าบ่อยครั้งเป็นการยากที่พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจะเป็นตัวเลขที่แน่นอนหรือคงที่ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงความไม่แน่นอนของข้อมูล เพื่อทำให้สามารถวิเคราะห์เบื้องต้นได้ว่าความผันแปรหรือความคลาดเคลื่อนของข้อมูลบางอย่างจะมีผลกระทบอย่างไรบ้าง โดยจะมุ่งเน้นการวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อผลลัพธ์ (ค่าตัวแปร) และผลกระทบต่อค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่คำนวณไว้หรือไม่ อย่างไรโดยไม่ต้องทำการคำนวณหาผลลัพธ์ใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้มาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้บ่อยๆ คือ

- กรณีมีการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในฟังก์ชันวัตถุประสงค์
- กรณีมีการเปลี่ยนแปลงค่าขวามือของเงื่อนไขบังคับ

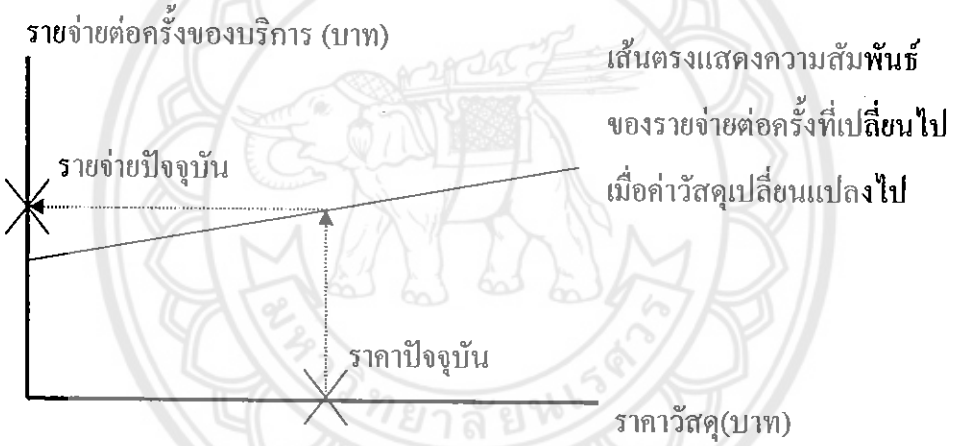
จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) คือการทดสอบความมั่นคงของข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์บนพิสัยของการประมาณค่าความน่าจะเป็น การใช้ดุลพินิจเกี่ยวกับตัวเลขต่างๆ ตลอดจนข้อสมมติพื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนั้น ทั้งนี้โดยการแทนที่ข้อสมมติ หรือตัวเลขตัวใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในระดับที่กำหนดหรือต้องการทดสอบ ลงไปแทนข้อสมมติหรือตัวเลขที่ใช้อยู่เดิมในการประมาณการงบประมาณ และทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง แล้วพิจารณาผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ว่าแตกต่างไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด หากผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากนัก หรือแตกต่างเพียงเล็กน้อยในระดับที่ไม่มีผลในทางปฏิบัติ อาจกล่าวได้ว่าวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ต้นทุนหรือประมาณการงบประมาณนั้นมีความมั่นคง ไม่อ่อนไหวได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง แต่หากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากเดิมมากจะทำให้เกิดความไม่มั่นใจในความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้มาก่อนหน้า เช่น ในการบริหารโรงพยาบาลหลายครั้งจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบปัจจัยด้านการบริหารที่ส่งผลถึงรายรับและรายจ่ายของการบริการ ทั้งโดยตรงและโดยอ้อมได้ ผู้บริหารโรงพยาบาลที่ต้องตัดสินใจโดยมีข้อมูล มักต้องการทราบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่จะเกิดต่อรายรับและรายจ่ายของการบริการได้ การจัดทำงบประมาณที่ถูกต้อง แม่นยำ เป็นการทำงานที่มีความละเอียดอ่อน ต้องอาศัยข้อมูลในเรื่องต่างๆ จากแหล่งต่างๆ เป็นจำนวนมาก ต้องมีข้อมูลในด้านโครงสร้างองค์การ หน่วยงาน ต้นทุนประเภทต่างๆ การให้บริการระหว่างกัน การจัดสรรกระจายต้นทุน ตลอดจนการประมาณการจำนวนครั้งและลักษณะของการบริการที่ให้แก่

ผู้ป่วย ข้อมูลเหล่านี้หลายกรณีเป็นข้อเท็จจริงที่สามารถวัด สังเกต หรือประเมินได้โดยตรงอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตามข้อมูลบางอย่างอาจไม่สามารถใช้ตัววัดหรือค่าตัวเลขที่แท้จริงได้ เนื่องจากวัดได้ยาก ไม่สามารถวัดได้ ใช้การประมาณค่า ซึ่งย่อมแน่นอนว่าการใช้ตัวเลขประมาณค่าตัวแทนหรือข้อสมมติที่ย่อมมีโอกาสไม่เป็นความจริง และส่งผลทำให้ผลของการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

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

2.3.1. การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียว

การวิเคราะห์ความไวแบบทางเดียวเป็นการวิเคราะห์ความไวที่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ จากการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหรือองค์ประกอบในการวิเคราะห์ทีละตัว ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เป็นต้น



รูปที่ 2.1 การวิเคราะห์ความไวของรายจ่ายต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกตามการเปลี่ยนแปลงของค่าวัสดุ

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

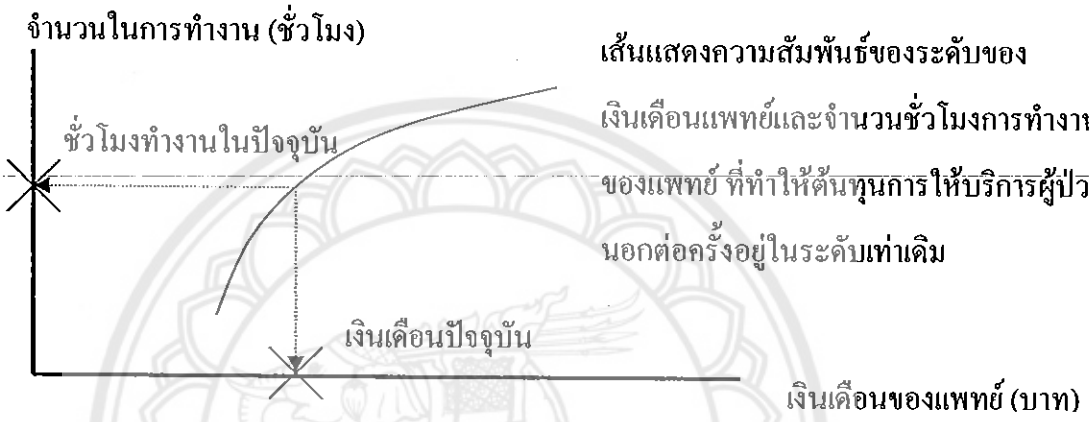
จากรูปที่ 2.1 สมมติว่าปัจจุบันราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 5 บาทต่อชิ้น ในขณะที่รายจ่ายต่อครั้งของการบริการอยู่ที่ 20 บาทต่อครั้ง ความสัมพันธ์ระหว่างรายจ่ายต่อครั้งและราคาค่าวัสดุเป็นไปตามสมการเส้นตรงต่อไปนี้

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

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

2.3.2 การวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง

การวิเคราะห์ความไวแบบสองทางเป็นการวิเคราะห์ความไว ที่มีการประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ จากการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหรือองค์ประกอบ ในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยไปพร้อมๆ กัน ซึ่งการส่วนผสมของปัจจัยทั้งสองในระดับหนึ่ง จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ ได้ตัวเลขผลลัพธ์เท่าเดิม การวิเคราะห์วิธีนี้ มักมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสมดุลของการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่สามารถบริหารหรือควบคุมได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เช่นเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นต้น



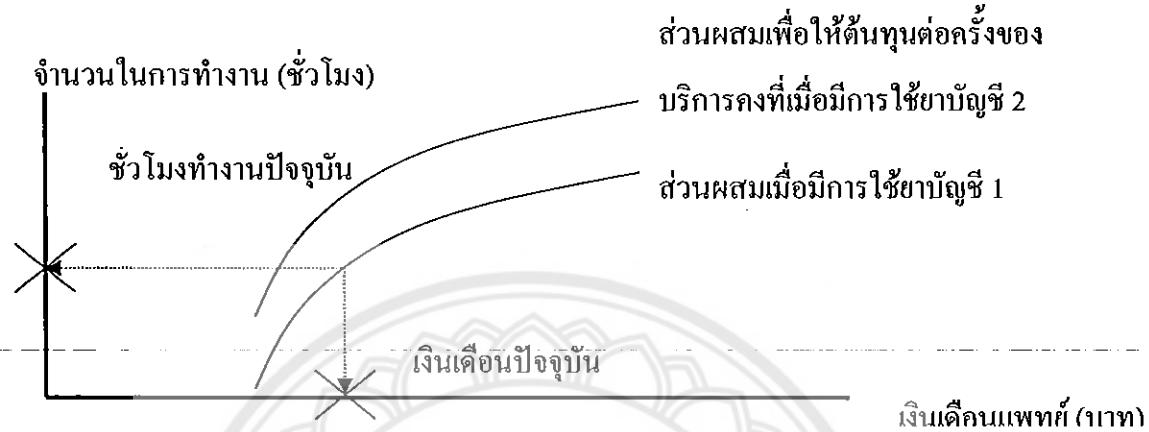
รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์และจำนวนชั่วโมงในการทำงานที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม

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

รูปที่ 2.2 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของเงินเดือนและชั่วโมงการทำงานของแพทย์ โดยให้ต้นทุนการให้บริการผู้ป่วยนอกต่อครั้งอยู่ในอัตราเท่าเดิมนั้น แสดงให้เห็นว่า ถ้าจะเพิ่มเงินเดือนให้แพทย์ จะต้องเพิ่มชั่วโมงการทำงานให้มากขึ้น และเป็นสัดส่วนกันด้วย เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อต้นทุนต่อครั้งของการบริการ เพราะเมื่อเพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงาน แพทย์จะสามารถให้บริการดูแลผู้ป่วยเป็นจำนวนมากขึ้นด้วย

2.3.3 การวิเคราะห์ไวแบบสามทาง

การวิเคราะห์ความไวแบบสามทางเป็นการวิเคราะห์โดยการทำการวิเคราะห์ความไวแบบสองทาง ซ้ำหลายๆ รอบ โดยเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรตัวที่ 3 ไปทีละค่า ตามที่ต้องการ แล้วสร้างภาพ แผนภูมิแสดงเส้นสมดุลหลายๆ เส้น ตามแต่ค่าตัวแปรตัวที่ 3 นั่นเองดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การวิเคราะห์ความไวที่แสดงส่วนผสมของเงินเดือนแพทย์และจำนวนชั่วโมงในการทำงาน ที่ทำให้ได้ต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเท่าเดิม เมื่อมีการใช้บัญชียา 1 และบัญชียา 2 ของโรงพยาบาล

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

รูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผสมผสานปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อต้นทุนต่อครั้งของบริการผู้ป่วยนอกเพื่อให้ได้ต้นทุนเท่าเดิม จะสามารถคำนวณตัวเลขที่ต้องใช้ออกมาได้ ตัวแปรที่ถูกผลกระทบ คือ การประมาณการปริมาณบริการ ซึ่งจะต้องเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้งไว้ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การประมาณการ การให้บริการเพื่อรักษาระดับของต้นทุนต่อครั้ง

ทางเลือก	เงินเดือนแพทย์ (บาท)	จำนวนออกตรวจ (ชั่วโมง/สัปดาห์)	บัญชียา	จำนวนของบริการ (ครั้ง)	ต้นทุนต่อครั้ง (บาท)
ทางเลือกที่ 1	10,000	8	1	100	300
ทางเลือกที่ 2	20,000	16	1	200	3(
ทางเลือกที่ 3	10,000	12	2	100	30(
ทางเลือกที่ 4	20,000	24	2	200	300

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

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากทางโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา เพื่อนำมาวิเคราะห์ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลในส่วนของผลิตภัณฑ์

3.1.1.1 ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต

3.1.1.2 ราคาขายและต้นทุนของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

3.1.2 ข้อมูลในส่วนของข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆ ในการผลิต

3.1.2.1 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร

3.1.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละช่วงการผลิต

3.1.2.3 ความต้องการผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในแต่ละวัน โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนกันยายน 2552

3.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นำข้อมูลที่ได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีปัญหาของสมการ คือ ต้องการหาค่าสูงสุด (Maximization) ตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็มทั้งหมด และมีคำตอบสำหรับปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer) ขอบเขตของการศึกษาตั้งแต่การรับวัตถุดิบจนถึงการเป็นผลิตภัณฑ์

3.3 การดำเนินกระบวนการของโปรแกรมและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้

ประมวลผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ผลที่ได้

3.4 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่วิเคราะห์ผลแล้ว มาปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เพื่อวิเคราะห์ความไว

3.5 สรุปผลการวิจัย

นำผลที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงเปรียบเทียบกับการดำเนินการของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตราในปัจจุบัน แล้ววิเคราะห์ผลและสรุปผล

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 ข้อมูลในส่วนของผลิตภัณฑ์

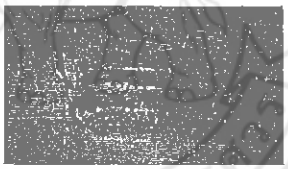
โรงงานแหนมและหมูยอสุพัตราผลิตผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ดังนี้

4.1.1.1 ผลิตภัณฑ์แหนมมีทั้งหมด 4 ขนาด คือ ขนาด 35 กรัม 70 กรัม 160 กรัม และ 300 กรัม

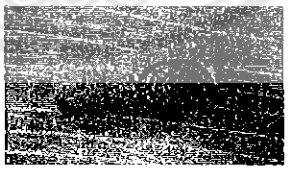
4.1.1.2 ผลิตภัณฑ์หมูยอมีทั้งหมด 5 ขนาด คือ 90 กรัม 140 กรัม 170 กรัม 250 กรัม และ 470 กรัม

4.1.1.3 ผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีทั้งหมด 3 ขนาด คือ 50 กรัม (ขายแพคละ 5 คู่) 125 กรัม (ขายแพคละ 3 คู่) และ 125 กรัม (ขายแพคละ 4 คู่)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แหนม หมูยอ และกุนเชียง แสดงในรูปที่ 4.1 รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์แหนม



รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์หมูยอ

รูปที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์กุนเชียง

4.1.1.4 ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะใช้ส่วนผสมที่แตกต่างกัน ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

วัตถุดิบ/ชนิดผลิตภัณฑ์	แหนม	กุนเชียง	หมูยอ
เนื้อหมู	/	/	/
หนังหมู	/		
หนังไก่			/
มันหมู		/	
พริกสด	/		
เกลือ	/	/	/
น้ำตาล	/	/	/
ผงชูรส	/	/	/
สารเพิ่มความเหนียว	/	/	/
สารกันบูด	/	/	/
ข้าวเหนียว	/		
กระเทียม	/		
Contex-31			/
แป้งมัน		/	/
พริกไทย			/
สารยึดเหนี่ยว		/	

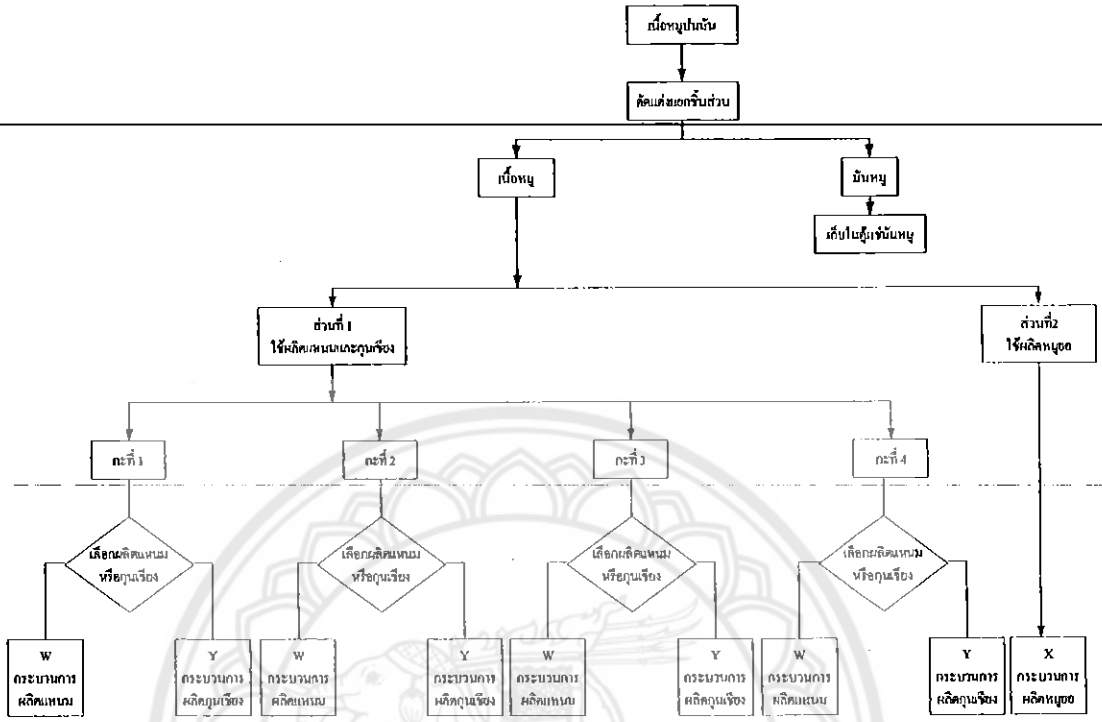
4.1.2 ข้อมูลในส่วนของกระบวนการผลิต

ในการศึกษากระบวนการผลิตแหนม หมูยอและกุนเชียง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการสอบถามและขอเอกสารจากทางโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา ในส่วนของกระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิต รวมถึงข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆ ในการผลิต เพื่อนำไปวิเคราะห์และจัดทำการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

กระบวนการผลิตของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตราแบ่งออกเป็น 2 สายการผลิต คือ

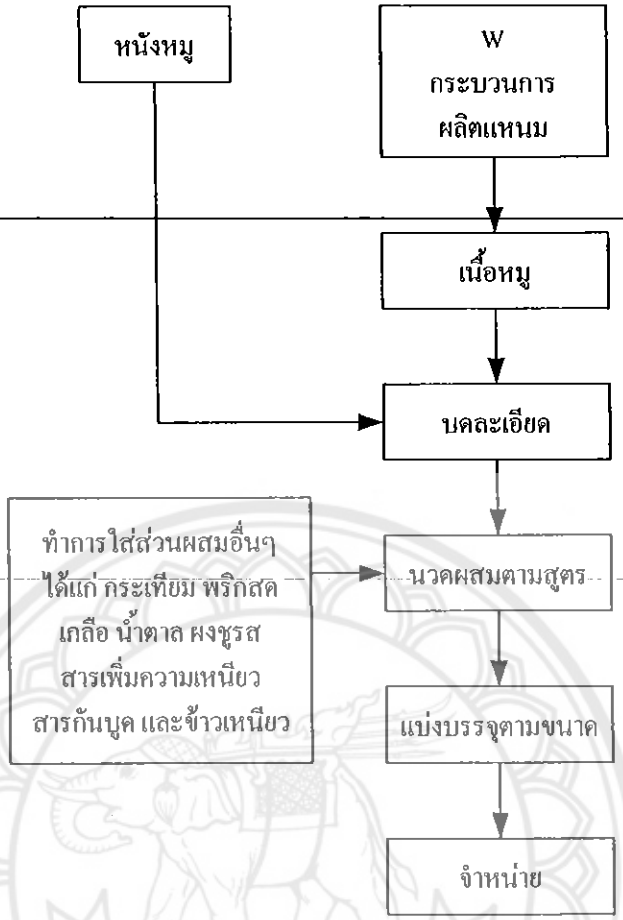
1) สายการผลิตที่ 1 จะเป็นสายการผลิตสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์แหนมหรือกุนเชียง ในสายการผลิตที่ 1 นี้ จะแบ่งการทำงานออกเป็น 4 กะ กะละ 2 ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละกะจะต้องเลือกทำการผลิตระหว่างผลิตภัณฑ์แหนมหรือกุนเชียง

2) สายการผลิตที่ 2 จะเป็นสายการผลิตสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์หมูยอ ซึ่งจะทำการผลิตเต็มเวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง



รูปที่ 4.4 แสดงการจัดสรรวัตถุดิบ (เนื้อหมูปนมัน) เพื่อผลิตแหนมหรือกุนเชียงและหมูยอ

จากรูปที่ 4.4 กระบวนการผลิตจะเริ่มจากนำวัตถุดิบ (เนื้อหมูปนมัน) จะถูกตัดแต่งแยกชิ้นส่วนออกเป็น 2 ส่วน คือ เนื้อหมูกับมันหมู ซึ่งในส่วนของมันหมูจะนำไปเก็บในตู้แช่มันหมู แต่ในส่วนของเนื้อหมูแต่ละวันจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน สำหรับสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2 เนื้อหมูในส่วนแรกจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น 4 ส่วน ตามกะการทำงาน ซึ่งแต่ละส่วนก็จะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์แหนมหรือกุนเชียง (เลือกผลิตอย่างใดอย่างหนึ่ง) เนื้อหมูในส่วนที่สอง จะถูกนำไปผลิตผลิตภัณฑ์หมูยอ ซึ่งกระบวนการผลิตแหนม หมูยอ และกุนเชียง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 แสดงกระบวนการผลิตแหนม

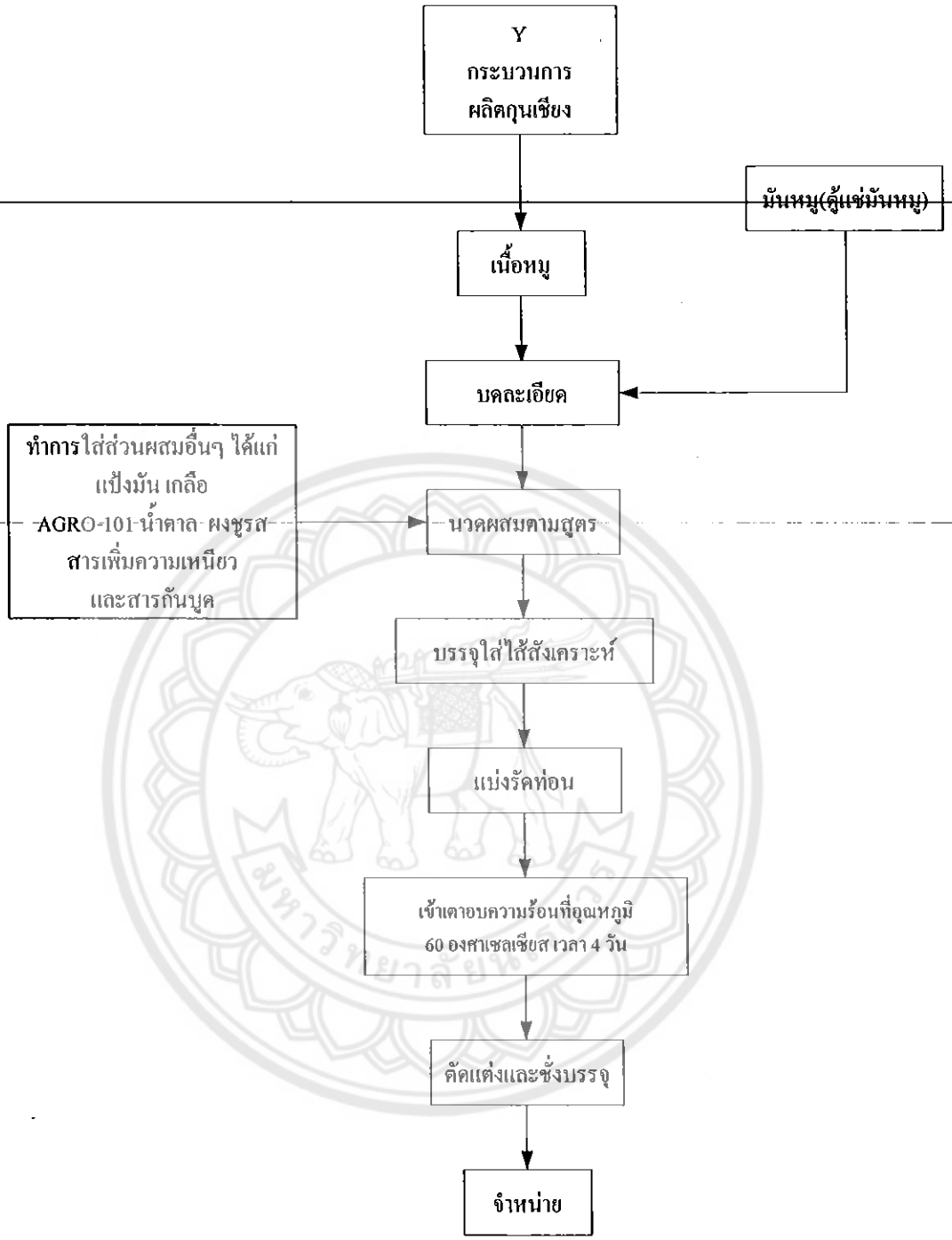
กระบวนการผลิตแหนมในรูปที่ 4.5 มีรายละเอียดดังนี้

1) นำเนื้อหมูมาทำการบดละเอียดรวมกับกับหนังหมู เป็นเวลา 5 นาที

2) นำเนื้อหมูกับหนังหมูที่ได้จากขั้นตอนการบดละเอียด มานวดผสมตามสูตรกับส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ กระเทียม พริกสด เกลือ น้ำตาล ผงชูรส STATE-172 สารกันบูด ข้าวเหนียว ดินประสิว และสารยึดเหนี่ยว เป็นเวลา 20 นาที

3) เมื่อนวดผสมเสร็จแล้วจึงนำมาแบ่งบรรจุตามขนาดซึ่งมี 4 ขนาด คือ 35 กรัม 70 กรัม 160 กรัม และ 300 กรัม ในการบรรจุแต่ละชิ้นจะใช้เวลา 2 วินาที และใช้เวลาในการมัด 7 วินาที/ชิ้น

4) นำแหนมที่ได้จากการบรรจุรอการจำหน่ายต่อไป



รูปที่ 4.6 แสดงกระบวนการผลิตกุนเชียง

กระบวนการผลิตกุนเชียงในรูปที่ 4.6 มีรายละเอียดดังนี้

1) นำเนื้อหมูมาทำการบดละเอียดรวมกับมันหมู (จากตู้แช่มันหมู)

2) นำเนื้อหมูกับมันหมูที่ได้จากการบดละเอียดมานวดผสมในเครื่องผสม รวมกับส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ แป้งมัน เกลือ น้ำตาล ผงชูรส STATE-172 สารกันบูด และArgo-101 ซึ่งเครื่องนวดผสมสามารถนวดผสมได้ครั้งละไม่เกิน 400 กิโลกรัม

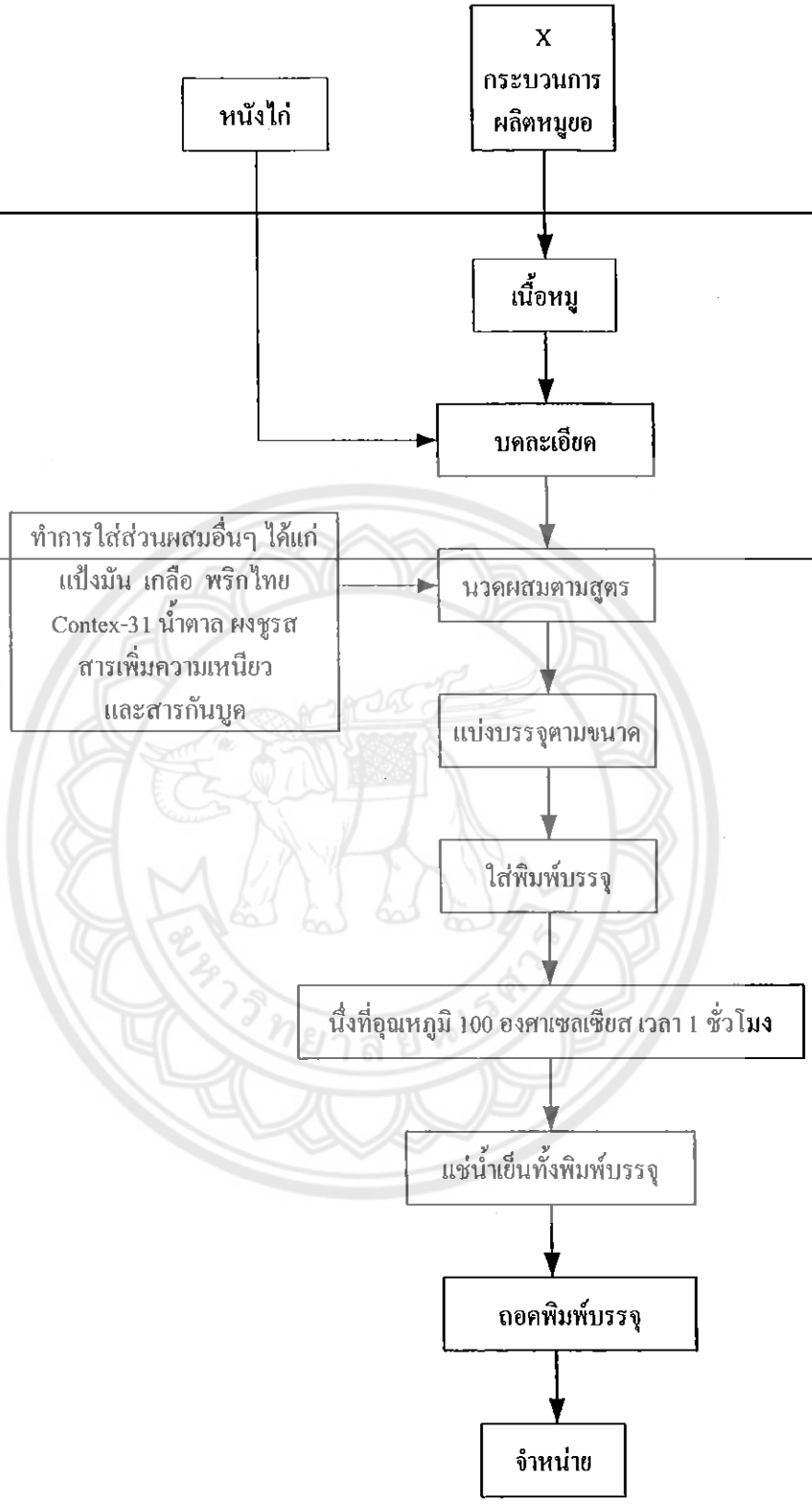
3) นำเนื้อหมูที่ผ่านการนวดผสมมาใส่ลงในไส้หลอด จากนั้นทำการรัดเป็นท่อนตามขนาดการผลิต ซึ่งผลิตภัณฑ์กุนเชียงจะมี 3 ขนาด คือ 50 กรัม 125 กรัม 125 กรัม

4) จากนั้นจึงนำเข้าเตาอบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน

5) นำกุนเชียงออกจากเตาอบมาตัดแต่ง

6) เมื่อผ่านกระบวนการตัดแต่งแล้ว จึงทำการชั่งบรรจุน้ำหนัก ทำการปิดผนึก

7) นำกุนเชียงที่ได้จากการชั่งบรรจุน้ำหนักรอการจำหน่ายต่อไป



รูปที่ 4.7 แสดงกระบวนการผลิตหมูยอ

กระบวนการผลิตหมูยอในรูปที่ 4.7 มีรายละเอียดดังนี้

1) นำเนื้อหมูที่ได้ไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน

2) นำหนังไก่ มาทำการบดละเอียดรวมกับเนื้อหมู (จากตู้แช่เย็น)

3) นำเนื้อหมูที่ได้จากการบดละเอียดมานวดผสมกับส่วนผสมอื่นๆ คือ Contex-31 แป้งมัน เกลือ น้ำตาล ผงชูรส STATE-172 สารกันบูด พริกไทย และคาราเมล เป็นเวลา 45 นาที

4) เมื่อนวดผสมเสร็จแล้วจึงนำมาบรรจุตามขนาดซึ่งมี 5 ขนาด คือ 90 กรัม 140 กรัม 170 กรัม 250 กรัม และ 470 กรัม ในการบรรจุจะใช้เวลาชิ้นละ 2 วินาที

5) นำหมูยอที่ได้จากการบรรจุมาทำการอัดใส่ทั้งพิมพ์บรรจุเป็นคู่

6) นำหมูยอ (พิมพ์บรรจุ) ใส่ลงในถังนึ่ง แล้วทำการนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาถังละ 1 ชั่วโมง ใน 1 ถังสามารถใส่หมูยอ (พิมพ์บรรจุได้) ได้ไม่เกิน 110 แท่ง (55 คู่)

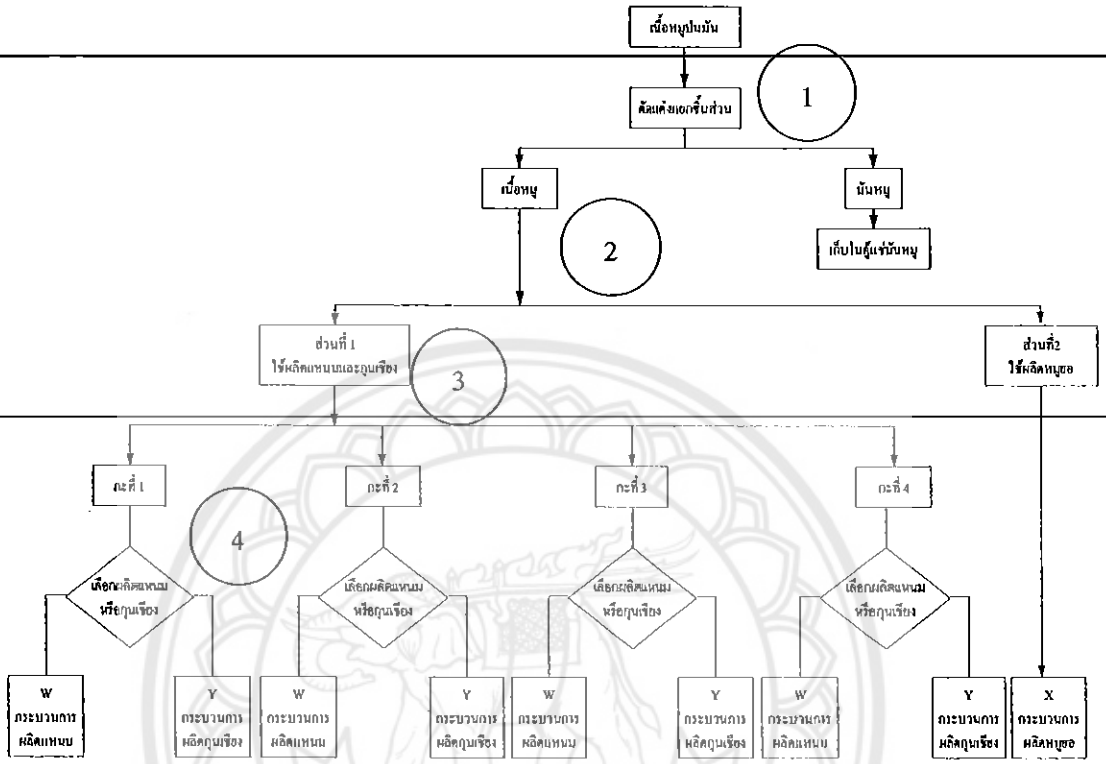
7) นำหมูยอที่ได้จากการนึ่งมาแช่ในน้ำเย็นพิมพ์บรรจุเป็นเวลา 10-15 นาที จึงนำออกจากพิมพ์บรรจุ

8) จากนั้นนำหมูยอออกจากพิมพ์บรรจุ ทำการบรรจุได้เป็นผลิตภัณฑ์

9) นำหมูยอที่ได้รอการจำหน่ายต่อไป

4.1.3 ข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆ ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

4.1.3.1 ข้อกำหนดและข้อจำกัดทางด้านวัตถุดิบหลัก



รูปที่ 4.8 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดทางด้านวัตถุดิบหลัก

จากรูปที่ 4.8 กระบวนการจัดสรรวัตถุดิบมีข้อจำกัดที่สำคัญ ดังนี้

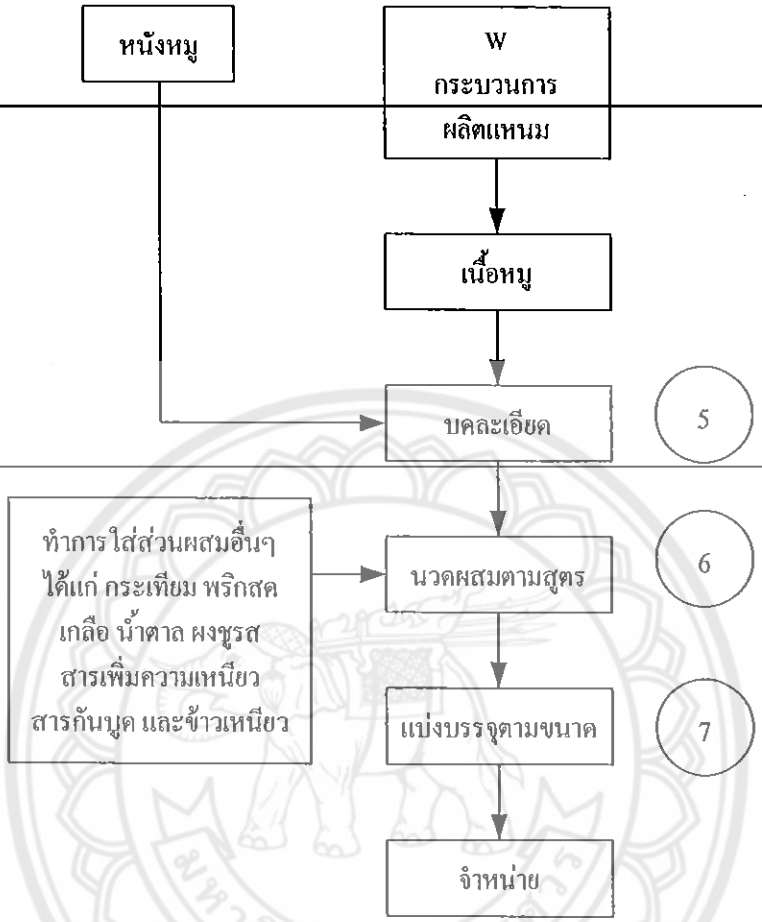
ส่วนที่ 1 ทำการตัดแต่งแยกชิ้นส่วนวัตถุดิบ (เนื้อหมูปนมัน) คือ เนื้อหมูกับมันหมู

ส่วนที่ 2 ปริมาณเนื้อหมูในแต่ละวันจะมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกัน ส่วนที่ 1 สำหรับการผลิตแหนมหรือกุนเชียง ส่วนที่ 2 สำหับการผลิตหมูยอ

ส่วนที่ 3 ปริมาณเนื้อหมูในส่วนที่ 1 จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน สำหรับ 4 กะ การทำงาน

ส่วนที่ 4 แต่ละกะทำงาน จะมีการเลือกว่าจะผลิตแหนมหรือกุนเชียง

4.1.3.2 ข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตแหนม



รูปที่ 4.9 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตแหนม

จากรูปที่ 4.9 กระบวนการผลิตแหนมมีข้อจำกัดที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่ 5 ในขั้นตอนการบดละเอียด ปริมาณเนื้อหมูรวมกับหนังหมู ที่จะนำไปบดละเอียดซึ่งจะต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องบดละเอียด

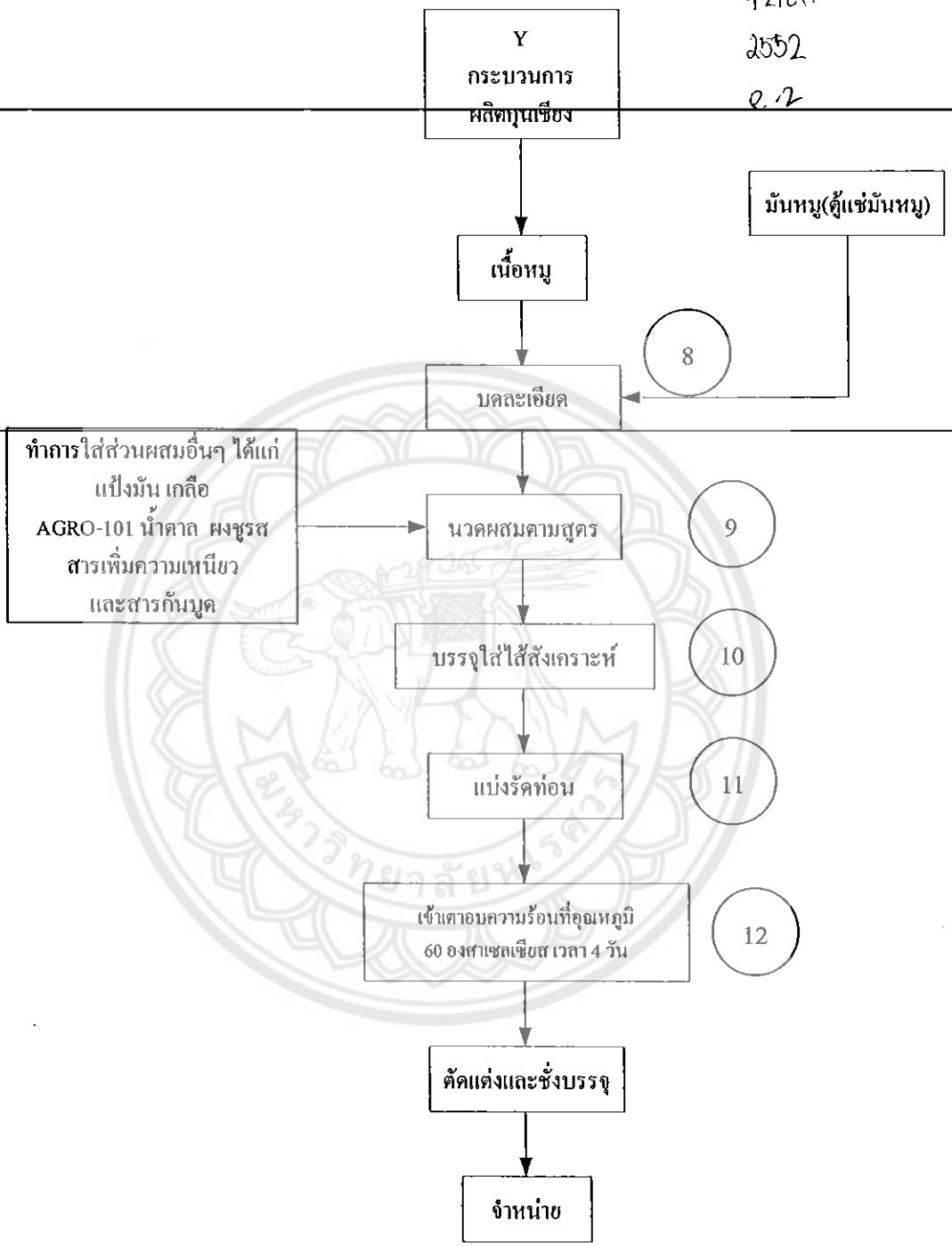
ส่วนที่ 6 ในขั้นตอนการนวดผสม เนื้อหมูกับหนังหมูจากขั้นตอนการบดละเอียดรวมกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งจะต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องนวดผสม

ส่วนที่ 7 ในปริมาณผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่จะนำมาบรรจุแต่ละครั้ง ซึ่งจะต้องไม่เกินความสามารถในการบรรจุ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

I 5072906 e.2
วร.
Q216ก
2552
e.2

4.1.3.2 ข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตกุนเชียง



รูปที่ 4.10 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตกุนเชียง

จากรูปที่ 4.10 กระบวนการผลิตกุนเชียงมีข้อจำกัดที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่ 8 ในขั้นตอนการบดละเอียด ปริมาณเนื้อหมูรวมมันหมูจากตู้แช่มันหมู ที่จะนำไปบดละเอียด ซึ่งจะต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องบดละเอียด

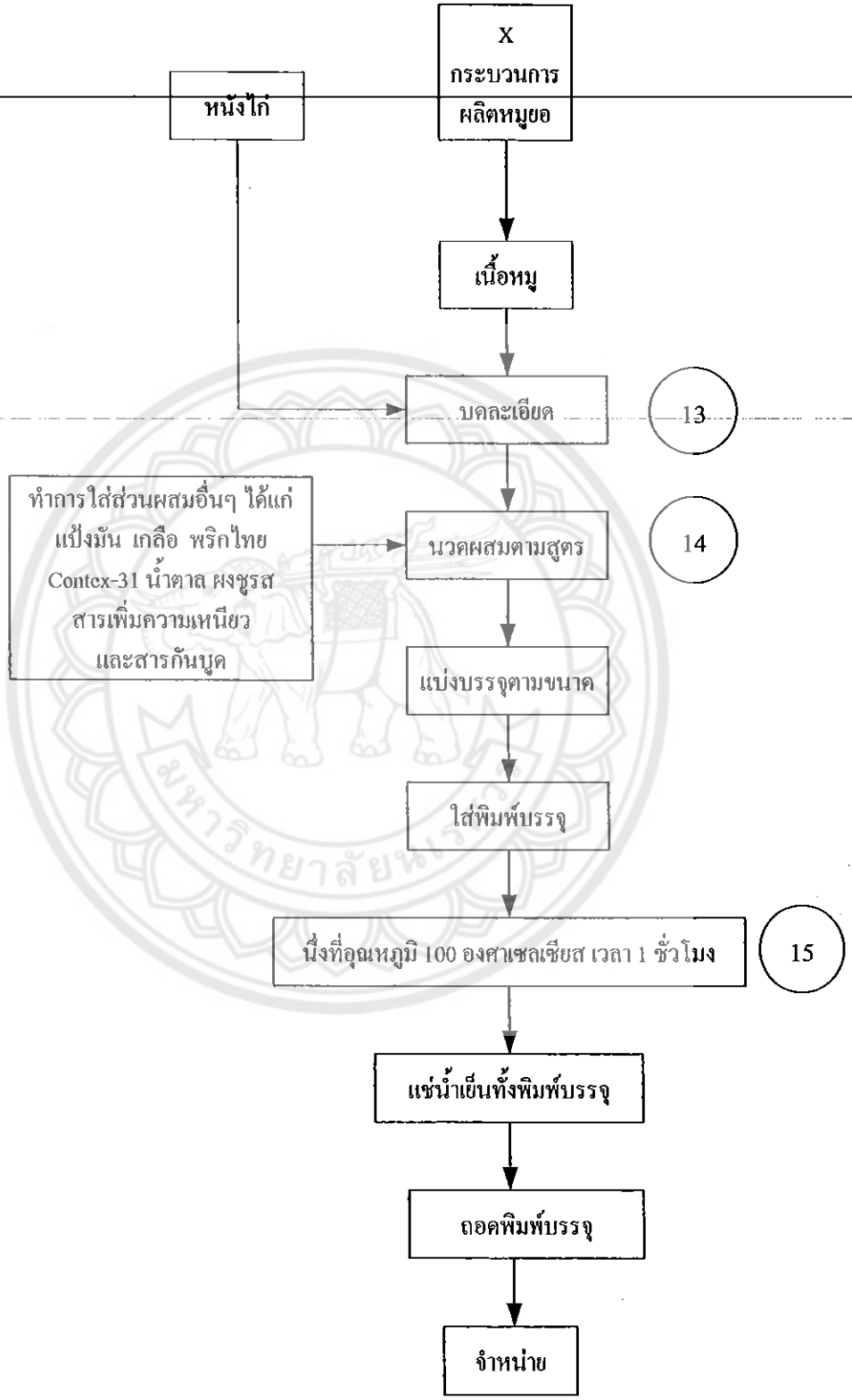
ส่วนที่ 9 ในขั้นตอนการนวดผสม เนื้อหมูกับมันหมูจากขั้นตอนการบดละเอียดรวมกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งจะต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องนวดผสม

ส่วนที่ 10 ในกระบวนการบรรจุไส้จะนำเนื้อหมูที่ผ่านกระบวนการนวดผสมมาบรรจุใส่ไส้สังเคราะห์ ซึ่งไส้สังเคราะห์แต่ละเส้นยาว 10 ฟุต

ส่วนที่ 11 เวลาในการรัดแบ่งท่อนเมื่อทำครบทุกท่อนแล้ว ซึ่งจะต้องไม่เกินเวลาที่มีอยู่สำหรับการรัดแบ่งท่อน

ส่วนที่ 12 กระบวนการอบความร้อนจะใช้เวลา 4 วัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์กุนเชียงจะได้ออกมาในอีก 4 วันข้างหน้า

4.1.3.3 ข้อกำหนดและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตหมูยอ



รูปที่ 4.11 แสดงข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆในกระบวนการผลิตหมูยอ

จากรูปที่ 4.11 กระบวนการผลิตหมูยอมีข้อจำกัดที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่ 13 นำเนื้อหมูมาบดละเอียดรวมกับหนังไก่ ซึ่งจะต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องบดละเอียด

ส่วนที่ 14 เนื้อหมูกับหนังไก่จากการบดละเอียดรวมกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งจะต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องนวดผสม

ส่วนที่ 15 กระบวนการนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ถังนึ่ง 1 ถัง สามารถบรรจุหมูยอ (พิมพ์บรรจุ) 110 แท่ง

4.2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการวางแผนการผลิตแหนมหรือกุนเชียงและหมูยอ โดยสิ่งแรกที่จะอธิบายคือกลุ่มของตัวแปร (The sets of variables) ต่อจากนั้นจะกล่าวถึงข้อจำกัด (Constraints) และสมการเป้าหมาย (Objective function)

4.2.1 ดัชนี (Indices)

ผู้วิจัยได้กำหนดดัชนีอักษร (Indices) แทนตัวแปรดังต่อไปนี้

i ขนาดของผลิตภัณฑ์แหนม

j ขนาดของผลิตภัณฑ์หมูยอ

k ขนาดของผลิตภัณฑ์กุนเชียง

d วันที่ผลิต

m ส่วนผสมของแต่ละผลิตภัณฑ์

n กะการทำงาน

4.2.3 ข้อมูลค่าคงที่ (Parameters)

ข้อมูลค่าคงที่ ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

$Sell_i^w$ ราคาขายของแหนมขนาดที่ i (บาท/แพค)

$Sell_j^x$ ราคาขายของหมูยอขนาดที่ j (บาท/ชิ้น)

$Sell_k^y$ ราคาขายของกุนเชียงขนาดที่ k (บาท/แพค)

P_{1d} ปริมาณเนื้อหมูจากกระบวนการตัดแต่งในวันที่ d (กรัม/วัน)

P_{2d} ปริมาณมันหมูจากกระบวนการตัดแต่งในวันที่ d (กรัม/วัน)

N_d^w ปริมาณหนังหมูที่มีในวันที่ d (กรัม/วัน)

P_d^{wy} ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตแหนมหรือกุนเชียงในวันที่ d (กรัม/วัน)

P_{dn}^{wy} ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตแหนมหรือกุนเชียงในวันที่ d กะที่ n (กรัม/วัน/กะ)

P_d^x ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตหมูยอในวันที่ d (กรัม/วัน)

P_{dn}^w ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตแหนมในวันที่ d กะที่ n (กรัม/วัน/กะ)

P_{dn}^y ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงในวันที่ d กะที่ n (กรัม/วัน/กะ)

r_{mi}^w ปริมาณส่วนผสมชนิดที่ m ที่ใช้ผลิตแหนมขนาดที่ i (กรัม/ชิ้น)

r_{mj}^x ปริมาณส่วนผสมชนิดที่ m ที่ใช้ผลิตหมูยอขนาดที่ j (กรัม/ชิ้น)

r_{mk}^y ปริมาณส่วนผสมชนิดที่ m ที่ใช้ผลิตกุนเชียงขนาดที่ k (กรัม/ชิ้น)

R_{md} ปริมาณส่วนผสมชนิดที่ m ที่มีอยู่ทั้งหมดที่ใช้ผลิตแหนม หมูยอ และกุนเชียง ในวันที่ d (กรัม/วัน)

v_i^w จำนวนชิ้นต่อแพคของแหนมขนาดที่ i (ชิ้น/แพค)

v_k^y จำนวนชิ้นต่อแพคของกุนเชียงขนาดที่ k (ชิ้น/แพค)

D_{id}^w ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์แหนมขนาดที่ i ในวันที่ d (แพค/วัน)

D_{jd}^x ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์หมูยอขนาดที่ j ในวันที่ d (ชิ้น/วัน)

D_{kd}^y ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์กุนเชียงขนาดที่ k ในวันที d (แพค/วัน)

Ma_1 ความสามารถของเครื่องบดละเอียดที่ 1 สำหรับผลิตแหนมหรือกุนเชียง(กรัม/ครั้ง)

Ma_2 ความสามารถของเครื่องบดละเอียดที่ 2 สำหรับผลิตหมูยอ (กรัม/ครั้ง)

Mix_1 ความสามารถของเครื่องนวดผสมที่ 1 สำหรับผลิตแหนมหรือกุนเชียง(กรัม/ครั้ง)

Mix_2 ความสามารถของเครื่องนวดผสมที่ 2 สำหรับผลิตหมูยอ (กรัม/ครั้ง)

C_d^x ปริมาณวัตถุดิบ (หนังไก่) ที่ใช้ในการผลิตหมูยอในวันที่ d (กรัม/วัน)

t_{1i}^w เวลาที่ใช้ในการบรรจุของแหนมขนาดที่ i (วินาที/ชิ้น)

t_2^w เวลาในการมัดของแหนมขนาดที่ i (วินาที/ชิ้น)

t_k^y เวลาที่ใช้ในการใส่ไส้สังเคราะห์ของกุนเชียงขนาดที่ k (นาที/ไส้)

T_1^w เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการบรรจุของแหนม (นาที)

T_2^w เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการมัดของแหนม (นาที)

T^y เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการรัดแบ่งท่อนของกุนเชียง (นาที)

Q^y ปริมาณส่วนผสมที่ใส่ไส้สังเคราะห์ของกุนเชียง (กรัม/ไส้)

A^y จำนวนไส้สังเคราะห์ของกุนเชียง (ไส้)

f_i^w ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ต่อชิ้นของแหนมขนาดที่ i (กรัม/ชิ้น)

f_j^x ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ต่อชิ้นของหมูยอขนาดที่ j (กรัม/ชิ้น)

f_k^y ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ต่อชิ้นของกุนเชียงขนาดที่ k (กรัม/ชิ้น)

b_k	ปริมาณมันหมูที่ใช้ต่อชิ้นของกุนเชียงขนาดที่ k (กรัม/ชิ้น)
h_i	ปริมาณหนังหมูที่ใช้ต่อชิ้นของแหนมขนาดที่ i (กรัม/ชิ้น)
c_j	ปริมาณหนังไก่ที่ใช้ต่อชิ้นของหมูยอขนาดที่ j (กรัม/ชิ้น)
Filler	ความสามารถของบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์แหนม (กรัม/ครั้ง)
Tank	จำนวนถังที่ใช้ในกระบวนการนึ่งหมูยอทั้งหมด (ถัง)
$Cost_{FOH}$	ค่าน้ำ ค่าไฟและค่าใช้จ่ายอื่นๆ (บาท/เดือน)
$Cost_l$	ค่าจ้างแรงงาน (บาท/เดือน)
$Cost_h$	ต้นทุนหนังหมู (บาท/กิโลกรัม)
$Cost_m$	ต้นทุนส่วนผสมแต่ละชนิด (บาท/กิโลกรัม)
$Cost_f$	ต้นทุนเนื้อหมูปนมัน (บาท/กิโลกรัม)
$Cost_c$	ต้นทุนหนังไก่ (บาท/กิโลกรัม)

4.2.4 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรเพื่อเป็นตัวแทนในการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละขนาด ในแต่ละวันที่ผลิต ของแต่ละกะเป็นดังนี้

W_{idn}	จำนวนผลิตภัณฑ์แหนมขนาดที่ i วันที่ d กะที่ n (ชิ้น/วัน/กะ)
X_{jd}	จำนวนผลิตภัณฑ์หมูยอขนาดที่ i วันที่ d (ชิ้น/วัน)
Y_{kdn}	จำนวนผลิตภัณฑ์กุนเชียงขนาดที่ i วันที่ d กะที่ n (ชิ้น/วัน/กะ)
U^w_{idn}	ปริมาณการขายแหนมขนาดที่ i วันที่ d กะที่ n (ชิ้น/วัน/กะ)
U^y_{kdn}	ปริมาณการขายกุนเชียงขนาดที่ i วันที่ d กะที่ n (ชิ้น/วัน/กะ)
Z^w_n	เป็น 1 เมื่อทำการผลิตแหนมไม่เช่นนั้นเป็น 0
Z^y_n	เป็น 1 เมื่อทำการผลิตกุนเชียงไม่เช่นนั้นเป็น 0

4.2.5 สมการเป้าหมาย (Objective function)

สมการเป้าหมาย คือ เพื่อให้มีกำไรรวมจากการดำเนินงานสูงสุด (Total profit maximization) และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด ซึ่งคำตอบที่ดีที่สุดจากการดำเนินงานสามารถหาได้จาก กำไรรวมทั้งหมดที่ขายได้ ($Sell_i^w U_{idn}^w + Sell_j^x X_{jd} + Sell_k^y U_{kdn}^y$) หักออกด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ($Cost$) ดังแสดงในสมการที่ 4.1

$$
\begin{aligned}
Max = & \sum_i \sum_d \sum_n Sell_i^w U_{idn}^w + \sum_j \sum_d Sell_j^x X_{jd} + \sum_k \sum_d \sum_n Sell_k^y U_{kdn}^y \\
& - Cost_m \left(\sum_i \sum_n \sum_d r_{mi}^w W_{idn} + \sum_k \sum_n \sum_d r_{mk}^y Y_{kdn} + \sum_j \sum_d r_{mj}^x X_{jd} \right) / 1000 \\
& - Cost_f \left(\sum_i \sum_n \sum_d f_i^w W_{idn} + \sum_k \sum_n \sum_d f_k^y Y_{kdn} + \sum_j \sum_d f_j^x X_{jd} \right) / 1000 \\
& - Cost_c \left(\sum_j \sum_d c_j X_{jd} / 1000 \right) \quad - Cost_b \left(\sum_k \sum_d \sum_n b_k Y_{kdn} / 1000 \right) \\
& - Cost_h \left(\sum_i \sum_n \sum_d h_i W_{idn} / 1000 \right) - Cost_l - Cost_{FOH}
\end{aligned}
\tag{4.1}
$$

4.2.6 ข้อจำกัด (Constraints)

กระบวนการผลิตจะเริ่มจากการนำวัตถุดิบ (เนื้อหมูปนมัน) มาทำการตัดแต่งแยกชิ้นส่วนออกเป็นเนื้อหมู (P_{1d}) กับมันหมู (P_{2d})แล้วนำในส่วนมันหมูไปเก็บในตู้แช่เย็นมันหมู ในเนื้อหมูปนมันจะมีส่วนที่เป็นเนื้อหมู 70% โดยน้ำหนัก

ปริมาณวัตถุดิบส่วนผสมที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์แหนม หมูยอ และ กุนเชียง สามารถหาได้จาก ปริมาณวัตถุดิบส่วนผสมต่อชิ้นที่ใช้ผลิต แหนม (r_{mi}^w) คูณกับจำนวนผลิตภัณฑ์แหนมทั้งหมดที่ผลิต (W_{idn}) รวมกับปริมาณวัตถุดิบต่อชิ้นที่ใช้ผลิตกุนเชียง (r_{mk}^y)คูณกับจำนวนผลิตภัณฑ์กุนเชียงทั้งที่ผลิต (Y_{jdn}) รวมกับปริมาณวัตถุดิบต่อชิ้นที่ใช้ผลิตหมูยอ (r_{mk}^x) คูณกับจำนวนผลิตภัณฑ์หมูยอทั้งหมดที่ผลิต (X_{kd}) ต้องไม่เกินปริมาณที่วัตถุดิบส่วนผสมมีอยู่ทั้งหมด (r_{mk}^y) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.2

$$
\sum_i \sum_m r_{mi}^w W_{idn} + \sum_j \sum_m r_{mj}^x X_{jdn} + \sum_k \sum_m r_{mk}^y Y_{kdn} \leq R_m \quad \forall_d \forall_n \tag{4.2}
$$

นำเนื้อหมู (P_{1d}) มาแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกแบ่งให้สำหรับการผลิตแหนมหรือกุนเชียง (P_d^{wy}) ส่วนที่ 2 แบ่งให้สำหรับการผลิตหมูยอ (P_d^x) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.3

$$P1_d = P_d^{wy} + P_d^x \qquad \forall_d \qquad (4.3)$$

ในส่วนของการผลิตแหนมหรือกุนเชียง จะแบ่งการผลิตออกเป็น 4 กะการทำงาน โดยแต่ละกะ จะต้องเลือกผลิตว่าจะผลิตแหนม (Z_n^w) หรือกุนเชียง (Z_n^y) อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยที่ปริมาณเนื้อหมูที่ผลิตรวมของทั้ง 4 กะ จะต้องเท่ากับปริมาณเนื้อหมูทั้งหมด ในส่วนที่ 1 มีอยู่ (P_{dn}^{wy}) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.4 ซึ่งในแต่ละกะจะกำหนดให้ Z_n^w และ Z_n^y เป็น Binary ถ้ามีค่าเป็น 1 จะทำการผลิต ถ้าไม่ผลิตจะมีค่าเป็น 0 และ ผลรวมของ Z_n^w กับ Z_n^y จะต้องเท่ากับหนึ่งเสมอ ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.4 - 4.6 ตามลำดับ

$$\sum_n P_{dn}^{wy} = P_d^{wy} \qquad \forall_d \qquad (4.4)$$

$$Z_n^w P_{dn}^{wy} = P_{dn}^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.5)$$

$$Z_n^y P_{dn}^{wy} = P_{dn}^y \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.6)$$

$$Z_n^w + Z_n^y = 1 \qquad \forall_n \qquad (4.7)$$

ในกรณีที่ทำการเลือกผลิตแหนม ($Z_n^w = 1$) ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตแหนมต่อชิ้น (f_i^w) คูณด้วยจำนวนชิ้นของแหนมที่ผลิต (W_{idn}) ต้องเท่ากับปริมาณเนื้อหมูที่มีอยู่ทั้งหมด (P_{dn}^w) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.8

$$\sum_i f_i^w W_{idn} = P_{dn}^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.8)$$

ปริมาณหนังหมูที่ใช้ผลิตทั้งหมด ซึ่งหาได้จากปริมาณหนังหมูที่ใช้ต่อชิ้น (h_i) คูณด้วยจำนวนชิ้นของแหนมที่ผลิต (W_{idn}) ต้องไม่เกินปริมาณหนังหมูที่มีอยู่ทั้งหมด ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.9

$$\sum_i h_i W_{idn} \leq N_d^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.9)$$

ปริมาณเนื้อหมู ($\sum_i f_i^w W_{idn}$) รวมกับหนังหมู ($\sum_i h_i W_{idn}$) ที่นำมาบดละเอียดต้องไม่เกินความสามารถของเครื่องบดละเอียด 1 ($Ma1$) ดังแสดงในสมการที่ 4.10

$$\sum_i f_i^w W_{idn} + \sum_i h_i W_{idn} \leq Ma1 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.10)$$

นำเนื้อหมู($\sum_i f_i^w W_{idn}$) กับหนังหมู ($\sum_i h_i W_{idn}$) ที่ได้จากกระบวนการบดละเอียด มาทำการนวดผสมรวมกับส่วนผสมอื่นๆ คือ กระเทียม (r_1^w) พริกสด (r_2^w) เกลือ (r_3^w) น้ำตาล (r_4^w) ผงชูรส (r_5^w) สารเพิ่มความเหนียว (r_6^w) สารกันบูด (r_7^w) ข้าวเหนียว (r_8^w) ซึ่งปริมาณทั้งหมดที่นำมานวดผสมรวมกันต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องนวดผสม 1 ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.11

$$\sum_i f_i^w W_{idn} + \sum_i h_i W_{idn} + \sum_i \sum_m r_{im}^w W_{idn} \leq Mix1 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.11)$$

การบรรจุแหนมที่ได้จากกระบวนการนวดผสมทั้งหมด 4 ขนาด คือ 35 กรัม 70 กรัม 160 กรัม และ 300 กรัม ปริมาณที่นำมาบรรจุทั้งหมดต้องไม่เกินความสามารถในการบรรจุของเครื่องบรรจุ ($Filler$) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.12

$$\sum_i f_i^w W_{idn} + \sum_i h_i W_{idn} + \sum_i \sum_m r_{im}^w W_{idn} \leq Filler \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.12)$$

เวลาที่ใช้ในการบรรจุมี 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเวลาการบรรจุแหนมใส่หลอด (t_i) แต่ละขนาดจะใช้เวลาไม่เท่ากัน ซึ่งเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการบรรจุใส่หลอดทุกชนิด ต้องไม่เกินเวลาที่มีสำหรับการบรรจุ (T_1^w) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.13 ส่วนที่ 2 เป็นเวลาในการมัด ซึ่งเวลาในการมัดแต่ละขนาดใช้เวลา (t_2^w) วินาที ซึ่งเมื่อมัดรวมทุกขนาดแล้วต้องไม่เกินเวลาสำหรับการมัดที่มีอยู่ (T_2^w) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.14

$$\sum_i t_i W_{idn} \leq T_1^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.13)$$

$$t_2^w \sum_i W_{idn} \leq T_2^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.14)$$

ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จะจำหน่ายเป็นแพคซึ่งแต่ละขนาดมีการบรรจุใส่แพคไม่เท่ากัน ดังนั้นจำนวนแพคของแต่ละขนาด (U^{w}_{idn}) จะได้จากจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (W_{idn}) หารด้วยจำนวนบรรจุต่อแพค (v^{w}_{i}) ดังแสดงในสมการที่ 4.15

$$\frac{W_{idn}}{v^{w}_{i}} = U^{w}_{idn} \qquad \forall_i \forall_d \forall_n \qquad (4.15)$$

จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องผลิตในแต่ละวัน เมื่อรวมกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากความต้องการของวันก่อนหน้า จะต้องมากกว่าความต้องการในแต่ละวัน ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.16

$$\sum_n U^{w}_{idn} + (\sum_n U^{w}_{i(d-1)n} - D^{w}_{i(d-1)}) \geq D^{w}_{id} \qquad \forall_i \forall_d \qquad (4.16)$$

ในกรณีที่ทำการเลือกผลิตกุนเชียง ($Z^{y}_{n}=1$) ปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงต่อชิ้น (f^{y}_{k}) คูณด้วยจำนวนชิ้นของกุนเชียงที่ผลิต (Y_{kdn}) ต้องเท่ากับปริมาณเนื้อหมูที่มีอยู่ทั้งหมด (P^{y}_{dn}) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.17

$$\sum_k f^{y}_{k} Y_{kdn} = P^{y}_{dn} \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.17)$$

ปริมาณมันหมู (จากตู้แช่มันหมู) ที่ใช้ผลิตทั้งหมด ซึ่งหาได้จาก ปริมาณมันหมูที่ใช้ในการผลิตกุนเชียงต่อชิ้น (b^{y}_{k}) คูณด้วยจำนวนชิ้นของกุนเชียงที่ผลิต (Y_{kdn}) ต้องไม่เกินปริมาณมันหมูที่มีอยู่ทั้งหมด ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.18

$$\sum_k b_k Y_{kdn} \leq P_{2d} \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.18)$$

ปริมาณเนื้อหมูรวมกับมันหมู ที่นำมาบดละเอียดต้องไม่เกินความสามารถของเครื่องบดละเอียด 1 ($Ma1$) ดังแสดงในสมการที่ 4.19

$$\sum_k f^{y}_{k} Y_{kdn} + \sum_k b^{y}_{k} Y_{kdn} \leq Ma1 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.19)$$

นำเนื้อหมู ($\sum_k f_k^y Y_{kdn}$) กับมันหมู ($\sum_k b_k Y_{kdn}$) ที่ได้จากกระบวนการบดละเอียด มาทำการนวดผสมรวมกับส่วนผสมอื่นๆ คือ เกลือ (r_3^w) น้ำตาล(r_4^w) ผงชูรส (r_5^w) สารเพิ่มความเหนียว (r_6^w) สารกันบูด (r_7^w) แป้งมัน (r_{10}^w) และ Agro-101 (r_{12}^w) ซึ่งปริมาณทั้งหมดที่นำมานวดผสมรวมกันต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องนวดผสม 1 ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.20

$$\sum_k f_k^y Y_{kdn} + \sum_k b_k Y_{kdn} + \sum_k \sum_m r_{mk}^y Y_{kdn} \leq Mix1 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.20)$$

นำวัตถุดิบที่ผ่านการนวดผสม มาบรรจุใส่ไส้สังเคราะห์ที่มีความยาว 10 ฟุต โดยนำปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด ($\sum_k a_k^y Y_{kdn}$) มาหารด้วยปริมาณวัตถุดิบที่สามารถบรรจุได้ต่อ 1 ไส้ (Q^y) จะเท่ากับจำนวนไส้ที่ผลิตได้ทั้งหมด (A_{dn}) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.21 และเมื่อได้จำนวนไส้ทั้งหมดแล้ว คูณด้วยเวลาในการบรรจุแต่ละไส้ (t_k^y) รวมกันต้องไม่เกินเวลาที่ใช้ในการบรรจุไส้ทั้งหมด (T^y) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.22

$$\sum_k \frac{a_k Y_{kdn}}{Q^y} = A_{dn} \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.21)$$

$$\sum_k t_k^y A_{dn} \leq T^y \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.22)$$

หลังจากบรรจุใส่ไส้ทั้งหมดแล้วนำมารัดแบ่งท่อน แล้วนำเข้าเตาอบความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นนำไปชั่งบรรจุตามน้ำหนักพร้อมปิดผนึก ซึ่งในการขายจะขายตามขนาดเป็นคู่ๆ ได้แก่ ขนาดสั้น 5 คู่ๆ ละ 100 กรัม ขนาดกลาง 3 คู่ๆ ละ 250 กรัม ขนาดใหญ่ 4 คู่ๆ ละ 250 กรัม ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.23

$$\frac{Y_{kdn}}{v_k^y} = U_{kdn}^y \qquad \forall_k \forall_d \forall_n \qquad (4.23)$$

เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียง จะต้องผ่านกระบวนการอบเป็นระยะเวลา 4 วัน ทำให้กุนเชียงที่ผลิตในแต่ละวันจะได้เป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในอีก 4 วันข้างหน้า และผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ทำการผลิตในแต่ละวันรวมกับผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เหลือจากการผลิตในวัน

ก่อนหน้า จะต้องมากกว่าความต้องการผลิตภัณฑ์กุนเชียงในอีก 4 วันข้างหน้า ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.24

$$\sum_{n} U^{y}_{kdn} + (\sum_{n} U^{y}_{k(d-1)n} - D^{y}_{k(d+3)}) \geq D^{y}_{k(d+4)} \quad \forall_k \forall_d \qquad (4.24)$$

ส่วนที่ 2 กระบวนการผลิตหมูยอจะผลิตทั้งวัน (8 ชั่วโมง) โดยไม่มีการแบ่งเป็นกะการทำงาน ซึ่งปริมาณเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตหมูยอต่อชิ้น (f^{x}_{j}) คูณด้วยจำนวนชิ้นของหมูยอที่ผลิต (X_{jd}) ต้องเท่ากับปริมาณเนื้อหมูในส่วนที่ 2 ที่มีอยู่ทั้งหมด (P^{x}_{d}) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.25

$$\sum_{j} f^{x}_{j} X_{jd} = P^{x}_{d} \quad \forall_d \qquad (4.25)$$

ปริมาณหนังไก่จากตู้แช่ ($\sum_{j} c_j X_{jd}$) ที่ใช้ผลิตทั้งหมด ต้องไม่เกินปริมาณหนังไก่ที่มีอยู่ (C^{x}_{d}) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.26

$$\sum_{j} c_j X_{jd} \leq C^{x}_{d} \quad \forall_d \qquad (4.26)$$

ปริมาณเนื้อหมู ($\sum_{j} f^{x}_{j} X_{jd}$) รวมกับหนังไก่จากตู้แช่ ($\sum_{j} c_j X_{jd}$) ที่นำมาบดละเอียดต้องไม่เกินความสามารถของเครื่องบดละเอียด 2 ($Ma2$) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.27

$$\sum_{j} f^{x}_{j} X_{jd} + \sum_{j} c_j X_{jd} \leq Ma2 \quad \forall_d \qquad (4.27)$$

นำเนื้อหมู ($\sum_{j} f^{x}_{j} X_{jd}$) กับหนังไก่ ($\sum_{j} c_j X_{jd}$) ที่ได้จากกระบวนการบดละเอียด มาทำการนวดผสมรวมกับส่วนผสมอื่น คือ เกลือ (r^{x}_{3}) น้ำตาล (r^{x}_{4}) ผงชูรส (r^{x}_{5}) สารเพิ่มความเหนียว (r^{x}_{6}) สารกันบูด (r^{x}_{7}) Contex-31(r^{x}_{9}) แป้งมัน (r^{x}_{10}) และพริกไทย (r^{y}_{11}) ในการนวดผสมนั้นเมื่อรวมกันแล้ว จะต้องไม่เกินกำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องนวดผสม ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.28

$$\sum_j f_j^x X_{jd} + \sum_j c_j X_{jd} + \sum_m \sum_j r_{mj}^x X_{jd} \leq Mix2 \qquad \forall_d \qquad (4.28)$$

ใส่พิมพ์บรรจุหมูยอแล้วทำการนึ่งหมูยอ โดยจำนวนถังทั้งหมด (H_d) ที่ทำการนึ่งสามารถหาได้จากนำจำนวนหมูยอทั้งหมด (X_{jd}) หารด้วยจำนวนชิ้นที่บรรจุได้ต่อถัง (O^x) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.29 และในการนึ่งแต่ละครั้งต้องไม่เกินจำนวนถังที่มีทั้งหมด ($Tank$) ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.30

$$\sum_j \frac{X_{jd}}{O^x} = H_d \qquad \forall_d \qquad (4.29)$$

$$H_d \leq Tank \qquad \forall_d \qquad (4.30)$$

เมื่อนึ่งเสร็จจะนำหมูยอที่ได้มาแช่ในน้ำทั้งพิมพ์บรรจุ 10-15 นาที แล้วนำออกจากพิมพ์เพื่อทำการปลดพิมพ์บรรจุและเนื่องจากผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผลิตในแต่ละวันจะได้เป็นผลิตภัณฑ์ในวันถัดไป เพราะฉะนั้น จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องผลิตในแต่ละวัน เมื่อรวมกับจำนวนผลิตภัณฑ์ของวันก่อนหน้าที่เหลือจากความต้องการของวันก่อนหน้าแล้ว จะต้องมากกว่าความต้องการของวันถัดไป ดังแสดงในข้อจำกัดที่ 4.31

$$\sum_j X_{jd}^x + (\sum_j X_{j(d-1)}^x - D_{jd}^x) \geq D_{jd}^x \qquad \forall_d \qquad (4.31)$$

ตัวแปรที่ต้องเป็นจำนวนเต็มและมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

$$W_{idn}, X_{jd}, Y_{kdn}, U_{idn}^w, U_{kdn}^y, H_d \geq 0 \text{ and Integer } \forall_i \forall_j \forall_k \forall_d \forall_n \qquad (4.32)$$

$$Z_n^w, Z_n^y \in \{0, 1\} \qquad (4.33)$$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับโรงงานแหนมและหมูยอทั่วไป

$$Max = \sum_i \sum_d \sum_n Sell_i^w U_{idn}^w + \sum_j \sum_d Sell_j^x X_{jd} + \sum_k \sum_d \sum_n Sell_k^y U_{kdn}^y$$

$$- Cost_m (\sum_i \sum_n \sum_d r_{mi}^w W_{idn} + \sum_k \sum_n \sum_d r_{mk}^y Y_{kdn} + \sum_j \sum_d r_{mj}^x X_{jd})/1000$$

$$- Cost_f (\sum_i \sum_n \sum_d f_i^w W_{idn} + \sum_k \sum_n \sum_d f_k^y Y_{kdn} + \sum_j \sum_d f_j^x X_{jd})/1000$$

$$- Cost_c (\sum_j \sum_d c_j X_{jd}/1000) - Cost_b (\sum_k \sum_d \sum_n b_k Y_{kdn}/1000)$$

$$- Cost_h (\sum_i \sum_n \sum_d h_i^w W_{idn}/1000) - Cost_l - Cost_{FOH} \quad (4.1)$$

SUBJECT TO.

$$\sum_i \sum_m r_{mi}^w W_{idn} + \sum_j \sum_m r_{mj}^x X_{jdn} + \sum_k \sum_m r_{mk}^y Y_{kdn} \leq R_m \quad \forall_d \forall_n \quad (4.2)$$

$$P1_d = P_d^{wy} + P_d^x \quad \forall_d \forall_n \quad (4.3)$$

$$\sum_n P_{dn}^{wy} = P_d^{wy} \quad \forall_d \quad (4.4)$$

$$Z_n^w P_{dn}^{wy} = P_{dn}^w \quad \forall_d \forall_n \quad (4.5)$$

$$Z_n^y P_{dn}^{wy} = P_{dn}^y \quad \forall_d \forall_n \quad (4.6)$$

$$Z_n^w + Z_n^y = 1 \quad \forall_n \quad (4.7)$$

$$\sum_i f_i^w W_{idn} = P_{dn}^w \quad \forall_d \quad (4.8)$$

$$\sum_i \sum_n h_i W_{idn} \leq N_d^w \quad \forall_d \quad (4.9)$$

$$\sum_i f_i^w W_{idn} + \sum_i h_i W_{idn} \leq Ma1 \quad \forall_d \forall_n \quad (4.10)$$

$$\sum_i f_i^w W_{idn} + \sum_i h_i W_{idn} + \sum_i \sum_m r_{mi}^w W_{idn} \leq Mix1 \quad \forall_d \forall_n \quad (4.11)$$

$$\sum_i f_i^w W_{idn} + \sum_i h_i W_{idn} + \sum_i \sum_m r_{mi}^w W_{idn} \leq Filler \quad \forall_d \forall_n \quad (4.12)$$

$$\sum_i t_i W_{idn} \leq T_1^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.13)$$

$$t_{2i}^w \sum_i W_{idn} \leq T_2^w \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.14)$$

$$\frac{W_{idn}}{v_i^w} = U_{idn}^w \qquad \forall_i \forall_d \forall_n \qquad (4.15)$$

$$\sum_n U_{idn}^w + (\sum_n U_{i(d-1)n}^w - D_{i(d-1)}^w) \geq D_{id}^w \qquad \forall_d \forall_i \qquad (4.16)$$

$$\sum_k f_k^y Y_{kdn} = P_{dn}^y \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.17)$$

$$\sum_k b_k^y Y_{kdn} \leq P_{2d} \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.18)$$

$$\sum_k f_k^y Y_{kdn} + \sum_k b_k^y Y_{kdn} \leq Ma1 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.19)$$

$$\sum_k f_k^y Y_{kdn} + \sum_k b_k^y Y_{kdn} + \sum_k \sum_m r_{mk}^y Y_{kdn} \leq Mix1 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.20)$$

$$\sum_k \frac{a_k Y_{kdn}}{Q^y} = A_{dn} \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.21)$$

$$t_k^y A_{dn} \leq T^y \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.22)$$

$$\frac{Y_{kdn}}{v_k^y} = U_{kdn}^y \qquad \forall_k \forall_d \forall_n \qquad (4.23)$$

$$\sum_n U_{kdn}^y + (\sum_n U_{k(d-1)n}^y - D_{k(d+3)}^y) \geq D_{k(d+4)}^y \qquad \forall_k \forall_d \qquad (4.24)$$

$$\sum_j f_j^x X_{jd} = P_d^x \qquad \forall_d \qquad (4.25)$$

$$\sum_j c_j X_{jd} \leq C_d^x \qquad \forall_d \qquad (4.26)$$

$$\sum_j f_j^x X_{jd} + \sum_j c_j X_{jd} \leq Ma2 \qquad \forall_d \qquad (4.27)$$

$$\sum_j f_j^x X_{jd} + \sum_j c_j X_{jd} + \sum_j \sum_m r_{mj}^x X_{jd} \leq Mix2 \qquad \forall_d \qquad (4.28)$$

$$\sum_j \frac{X_{jd}}{O^x} = H_d \qquad \forall_j \forall_d \qquad (4.29)$$

$$H_d \leq Tank \qquad \forall_d \qquad (4.30)$$

$$\sum_j U_{jd}^x - (\sum_j U_{j(d-1)}^x - D_{j(d-1)}^x) \geq D_{jd+1}^x \qquad \forall_j \forall_d \qquad (4.31)$$

$$W_{idn}, X_{jd}, Y_{kdn}, U_{idn}^w, U_{kdn}^y, H_d \geq 0 \text{ and Integer} \qquad \forall_i \forall_j \forall_k \forall_d \forall_n \qquad (4.32)$$

$$Z_n^w , Z_n^y \in \{0, 1\} \quad (4.33)$$

4.2.7 การทดสอบแบบจำลอง

ในการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ทำการแทนค่าพารามิเตอร์ และดัชนีต่างๆ ของโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา ลงไปในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อสมมติ (Assumption)

- พนักงานตัดแต่งแยกชิ้นส่วนจะทำงานก่อนเวลางาน คือ 07.00 น.
- คิดค่าแรงงานรวมพนักงาน 150,000 บาทต่อเดือน
- จำนวนหมูยอที่นำไปนึ่งแต่ละถังต้องเต็มถังทุกครั้ง
- ไม่คิดค่าวัสดุในการบรรจุทั้งหมด
- กำหนดให้ค่าน้ำ ค่าไฟคงที่ 52,500 บาทต่อเดือน
- ไม่คิดในส่วนเทศกาลที่ไม่รับประทานเนื้อหมู

2) ดัชนี (Indices)

ผู้วิจัยจะทำการแทนตัวดัชนีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการแทนค่าดัชนีของขนาดผลิตภัณฑ์แหนม

ตัวดัชนี i	ขนาดของผลิตภัณฑ์แหนม (กรัม)
1	35
2	70
3	160
4	300

ตารางที่ 4.3 แสดงการแทนค่าดัชนีของขนาดผลิตภัณฑ์หมูยอ

ดัชนี j	ขนาดของผลิตภัณฑ์หมูยอ (กรัม)
1	90
2	140
3	170
4	250
5	470

ตารางที่ 4.4 แสดงการแทนค่าดัชนีของขนาดผลิตภัณฑ์กุนเชียง

ดัชนี k	ขนาดของผลิตภัณฑ์กุนเชียง (กรัม)
1	50
2	125
3	125

ตารางที่ 4.5 แสดงการแทนค่าดัชนีของวันที่ใช้ในการผลิต

ดัชนี d	วันที่ผลิต
1	1
2	2
3	3
:	:
28	28
29	29
30	30

ตารางที่ 4.6 แสดงการแทนค่าดัชนีของกะที่ผลิต

ผลิตภัณฑ์แหนมและกุนเชียง

ตัวแปร n	กะที่
1	1
2	2
3	3
4	4

ตารางที่ 4.7 แสดงการแทนค่าดัชนีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสม

ดัชนี m	ชนิดของส่วนผสม
1	กระเทียม
2	พริกสด
3	เกลือ
4	น้ำตาล
5	ผงชูรส
6	สารเพิ่มความเหนียว
7	สารกันบูด
8	ข้าวเหนียว
9	Contex-31
10	แป้งมัน
11	พริกไทย
12	Agro-101

จากนั้นจะนำค่าตัวแปรต่างๆ มาแทนลงในสมการเป้าหมายและข้อจำกัดต่างๆ

$$Max = \sum_{i=1}^{4}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} Sell_i^w U_{idn}^w + \sum_{j=1}^{5}\sum_{d=1}^{30} Sell_j^x X_{jd} + \sum_{k=1}^{3}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} Sell_k^y U_{kdn}^y$$

$$- Cost_m\left(\sum_{i=1}^{4}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} r_{mi}^w W_{idn} + \sum_{k=1}^{3}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} r_{mk}^y Y_{kdn} + \sum_{j=1}^{5}\sum_{d=1}^{30} r_{mj}^x X_{jd}\right)/1000$$

$$- Cost_f\left(\sum_{i=1}^{4}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} f_i^w W_{idn} + \sum_{k=1}^{5}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} f_k^y Y_{kdn} + \sum_{k=1}^{3}\sum_{d=1}^{30} f_j^x X_{jd}\right)/1000$$

$$- Cost_b\left(\sum_{k=1}^{3}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} b_k Y_{kdn}/1000\right) - Cost_c\left(\sum_{j=1}^{5}\sum_{d=1}^{30} c_j X_{jd}/1000\right)$$

$$- Cost_h\left(\sum_{i=1}^{4}\sum_{d=1}^{30}\sum_{n=1}^{4} h_i^w W_{idn}/1000\right) - 150{,}000 - 52{,}500 \qquad \textbf{(4.34)}$$

SUBJECT TO.

$$\sum_{i=1}^{4}\sum_{m=1}^{12} r_{mi}^w W_{idn} + \sum_{j=1}^{5}\sum_{m=1}^{12} r_{mj}^x X_{jdn} + \sum_{k=1}^{3}\sum_{m=1}^{12} r_{mk}^y Y_{kdn} \le R_{mk} \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.35)}$$

$$P_{dn} = P_{dn}^{wy} + P_d^x \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.36)}$$

$$\sum_{n=1}^{4} P_{dn}^{wy} = P_d^{wy} \quad \forall_d \qquad \textbf{(4.37)}$$

$$Z_n^w P_{dn}^{wy} = P_{dn}^w \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.38)}$$

$$Z_n^y P_{dn}^{wy} = P_{dn}^y \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.39)}$$

$$Z_n^w + Z_n^y = 1 \quad \forall_n \qquad \textbf{(4.40)}$$

$$\sum_{i=1}^{4} f_i^w W_{idn} + \sum_{i=1}^{4} h_i W_{idn} \le 80{,}000 \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.41)}$$

$$\sum_{i=1}^{4} f_i^w W_{idn} = P_{dn}^w \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.42)}$$

$$\sum_{i=1}^{4}\sum_{n=1}^{4} h_i W_{idn} \le N_d^w \quad \forall_d \qquad \textbf{(4.43)}$$

$$\sum_{i=1}^{4} f_i^w W_{idn} + \sum_{i=1}^{4} h_i W_{idn} + \sum_{i=1}^{4}\sum_{m=1}^{12} r_{mi}^w W_{idn} \le 50{,}000 \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.44)}$$

$$\sum_{i=1}^{4} f_i^w W_{idn} + \sum_{i=1}^{4} h_i W_{idn} + \sum_{i=1}^{4}\sum_{m=1}^{12} r_{mi}^w W_{idn} \le 45{,}000 \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.45)}$$

$$\sum_{i=1}^{4} t_i W_{idn} \le 20 \quad \forall_d \forall_n \qquad \textbf{(4.46)}$$

$$7\sum_{i=1}^{4} W_{idn} \leq 30 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.47)$$

$$\frac{W_{idn}}{v_i^w} = U_{idn}^w \qquad \forall_i \forall_d \forall_n \qquad (4.48)$$

$$\sum_{n=1}^{4} U_{idn}^w - (\sum_{n=1}^{4} U_{i(d-1)n}^w - D_{i(d-1)}^w) \geq D_{id}^w \qquad \forall_d \forall_i \qquad (4.49)$$

$$\sum_{k=1}^{3} f_k^y Y_{kdn} + \sum_{k=1}^{3} b_k^y Y_{kdn} \leq 80{,}000 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.50)$$

$$\sum_{k=1}^{3} f_k^y Y_{kdn} = P_{dn}^y \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.51)$$

$$\sum_{k=1}^{3} b_k^y Y_{kdn} \leq P_{2d} \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.52)$$

$$\sum_{k=1}^{3} f_k^y Y_{kdn} + \sum_{k=1}^{3} b_k^y Y_{kdn} + \sum_{k=1}^{3}\sum_{m=1}^{12} r_{mk}^y Y_{kdn} \leq 50{,}000 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.53)$$

$$\sum_{k=1}^{3} \frac{a_k Y_{kdn}}{36{,}730} = A_{dn} \qquad \forall_k \forall_d \forall_n \qquad (4.54)$$

$$10A_{dn} \leq 30 \qquad \forall_d \forall_n \qquad (4.55)$$

$$\frac{Y_{kdn}}{v_k^y} = U_{kdn}^y \qquad \forall_k \forall_d \forall_n \qquad (4.56)$$

$$\sum_{n=1}^{4} U_{kdn}^y - (\sum_{n=1}^{4} U_{k(d-1)n}^y - D_{k(d+3)}^y) \geq D_{kd+4}^y \qquad \forall_k \forall_d \qquad (4.57)$$

$$\sum_{j=1}^{5} f_j^x X_{jd} + \sum_{j=1}^{5} c_j X_{jd} \leq 104{,}000 \qquad \forall_d \qquad (4.58)$$

$$\sum_{j=1}^{5} f_j^x X_{jd} = P_d^x \qquad \forall_d \qquad (4.59)$$

$$\sum_{j=1}^{5} c_j X_{jd} \leq C_d^x \qquad \forall_d \qquad (4.60)$$

$$\sum_{j=1}^{5} f_j^x X_{jd} + \sum_{j=1}^{5} c_j X_{jd} + \sum_{j=1}^{5}\sum_{m=1}^{11} r_{mj}^x X_{jd} \leq 340000 \qquad \forall_j \forall_d \qquad (4.61)$$

$$\sum_{j=1}^{5} \frac{X_{jd}}{110} = H_d \qquad \forall_j \forall_d \qquad (4.62)$$

$$H_d \leq 7 \qquad \forall_d \qquad (4.63)$$

$$\sum_{j=1}^{4} U_{jd}^x - (\sum_{j=1}^{4} U_{j(d-1)}^x - D_{jd}^x) \geq D_{jd+1}^x \qquad \forall_j \forall_d \qquad (4.64)$$

$$W_{idn}, X_{jd}, Y_{kdn}, U^{w}_{idn}, U^{y}_{kdn}, H_d \geq 0 \text{ and Integer } \forall_i \forall_j \forall_k \forall_d \forall_n \quad (4.65)$$

$$Z^{w}_{n}, Z^{y}_{n} \in \{0, 1\} \quad (4.66)$$

4.3 การดำเนินกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป

ในการดำเนินกระบวนการของโปรแกรม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดใส่ลงในโปรแกรม Microsoft Excel แล้วเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านี้ กับโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้ทำการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ลงไป จากนั้นทำการประมวลผลออกมา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินกระบวนการของโปรแกรม พบว่า กำไรรวมทั้งหมดใน 1 เดือน มีค่าเท่ากับ 621,179 บาท และสามารถนำไปเขียนแผนการผลิตรายเดือน ได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์แหนม กุนเชียง และหมูยอ ใน 1 เดือน

วันที่	แหนม (แพค)				กุนเชียง (แพค)			หมูยอ (ชิ้น)				
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5
1	43	50	50	50	22	23	20	125	145	145	135	110
2	43	55	55	45	23	20	20	120	150	145	135	110
3	42	50	50	50	18	20	20	130	150	145	135	100
4	36	55	45	50	20	20	20	125	150	145	135	105
5	45	50	45	42	20	25	25	125	150	140	135	110
6	64	55	40	45	25	20	20	130	145	145	130	110
7	35	50	40	40	92	20	20	125	150	150	135	100
8	42	50	50	50	18	20	20	130	145	140	135	110
9	36	55	45	50	20	20	20	125	145	145	135	110
10	42	50	50	50	18	20	20	125	145	150	140	100
11	42	50	50	50	18	20	20	110	125	120	115	80
12	36	55	45	50	20	20	20	125	145	135	140	115
13	45	50	45	42	20	25	25	130	150	140	135	105
14	35	50	40	40	92	20	20	120	145	145	140	110
15	42	50	50	50	18	20	20	115	150	145	140	110
16	36	55	45	50	20	20	20	125	145	150	135	105

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) แสดงแผนการผลิตผลิตภัณฑ์แหนม กุนเชียง และหมูยอ ใน 1 เดือน

วันที่	แหนม (แพค)				กุนเชียง (แพค)			หมูยอ (ชิ้น)				
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5
17	45	50	45	42	20	25	25	125	140	140	140	115
18	64	55	40	45	25	20	20	110	120	120	115	85
19	45	50	45	42	20	25	25	120	110	100	120	100
20	64	55	40	45	25	20	20	120	130	120	100	80
21	35	50	40	40	92	20	20	125	110	120	115	80
22	42	50	50	50	18	20	20	130	140	150	150	90
23	36	55	45	50	20	20	20	130	140	140	130	120
24	45	50	45	42	20	25	25	125	135	150	140	110
25	36	55	45	50	20	20	20	125	150	140	135	110
26	42	50	50	50	18	20	20	130	150	135	140	105
27	42	50	50	50	18	20	20	135	145	150	130	100
28	35	50	40	40	92	20	20	125	150	150	130	105
29	36	55	45	50	20	20	20	125	145	145	130	115
30	45	50	45	42	20	25	25	125	140	145	130	120

4.4 การวิเคราะห์ผล

จากการวางแผนการผลิตปัจจุบันของทางโรงงาน เมื่อนำไปใช้จะได้ผลกำไรรวม 595,728 บาท แล้วเมื่อใช้การวางแผนการผลิตที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงจะได้ผลกำไรรวม 621,179 บาท ซึ่งคิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ของกำไรรวมเดิม ซึ่งสามารถอธิบายเชิงเหตุและผลได้ดังนี้

โดยปกติทางโรงงานจะสั่งวัตถุดิบมากกว่าความต้องการและจากแผนการผลิตจะแบ่งวัตถุดิบออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ผลิตแหนมและกุนเชียงตามปริมาณความต้องการของลูกค้าที่สั่ง ส่วนที่ 2 ผลิตหมูยอตามปริมาณความต้องการของลูกค้าที่สั่งเช่นกัน ส่วนที่ 3 คือ ส่วนที่เหลือ โดยส่วนใหญ่โรงงานจะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำกำไรต่อชิ้นได้สูงสุดคือกุนเชียง โดยไม่คำนึงถึงผลรวมของกำไรที่ควรจะได้ เนื่องจากในปริมาณวัตถุดิบที่เท่ากัน จะสามารถผลิตหมูยอได้ปริมาณหรือจำนวนชิ้นสูงสุด ซึ่งอาจได้กำไรรวมมากกว่าผลิตกุนเชียง

การวางแผนการผลิตโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรงทำขึ้น จะใช้คำนวณวัตถุดิบส่วนที่ 3 ที่เหลือ เพื่อจัดทำแผนว่าควรจะผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดไหน ที่จะสามารถทำให้ผลกำไรรวมมากที่สุด ซึ่งพบว่าในปริมาณวัตถุดิบที่เท่าๆกัน การผลิตหมูยอจะสามารถผลิตจำนวนชิ้นได้มากกว่ากุนเชียง ถึงแม้ว่ากำไรต่อชิ้นจะน้อย แต่ด้วยปริมาณการผลิตที่มากกว่า ทำให้ผลรวมของกำไรมากกว่านำไปผลิตกุนเชียงเพียงอย่างเดียว

ดังนั้นการใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง ในการวางแผนการผลิตนี้ ได้ทำการประมวลผลเพื่อเลือกที่จะวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดที่สามารถสร้างกำไรโดยรวมได้สูงสุด จากปริมาณวัตถุดิบที่เหลือ โดยคำนึงถึงปริมาณและกำไรต่อชิ้นที่จะได้

4.5 การวิเคราะห์ความไว

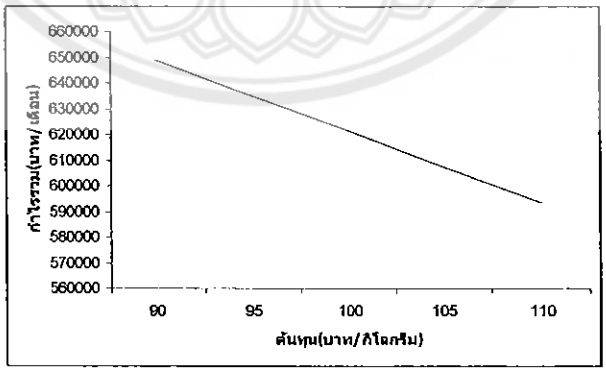
จากการดำเนินกระบวนการของโปรแกรมสำเร็จรูป ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) กำไรรวมทั้งหมดใน 1 เดือน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 621,179 บาท

เราจะวิเคราะห์ความไวโดยแยกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

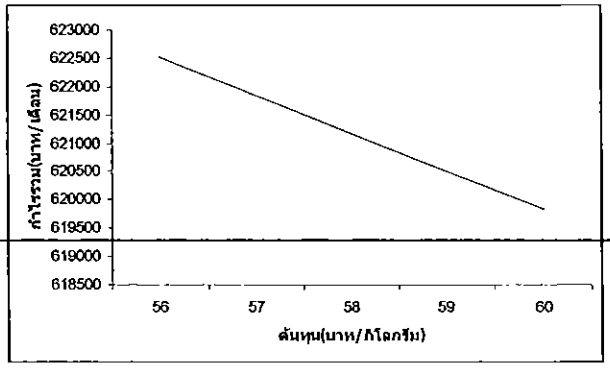
4.5.1 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและต้นทุนวัตถุดิบ เราจะทำการเพิ่มและลดค่าต้นทุนวัตถุดิบแต่ละชนิดเพื่อดูว่า เมื่อต้นทุนวัตถุดิบเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและต้นทุนวัตถุดิบเพื่อหาค่าความชันโดยเราจะกำหนดให้แกน Y เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมและให้แกน X เป็นค่าที่แสดงถึงต้นทุนของวัตถุดิบ และจากกราฟเราสามารถหาความความชันได้จากสมการที่ 4.67

$$\text{ความชัน} = \frac{\text{ค่าความต่างผลกำไร}}{\text{ค่าความต่างของต้นทุนวัตถุดิบ}} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \qquad \textbf{(4.67)}$$

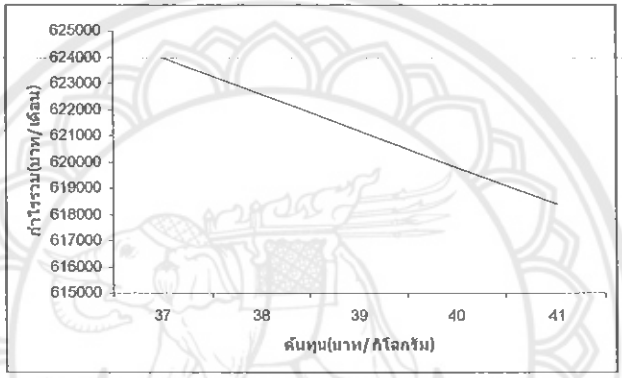
ซึ่งความชันที่ได้จากสมการจะแสดงถึงค่าความไวที่จะส่งผลกระทบต่อผลกำไรรวม เมื่อต้นทุนวัตถุดิบ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย (โดยถ้าค่าความชันมีค่ามาก ก็จะแสดงว่ามีความไวในการเปลี่ยนแปลงมาก) ค่าความชันถ้ามีค่าเป็นบวกแสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในเชิงลักษณะแปรผันตรง และในทางกลับกัน ค่าความชันถ้ามีค่าเป็นลบแสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในเชิงลักษณะแปรผกผัน ดังแสดงในรูปที่ 4.12



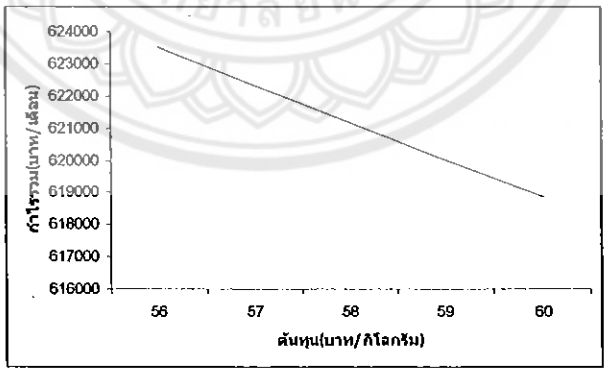
รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนเนื้อหมู



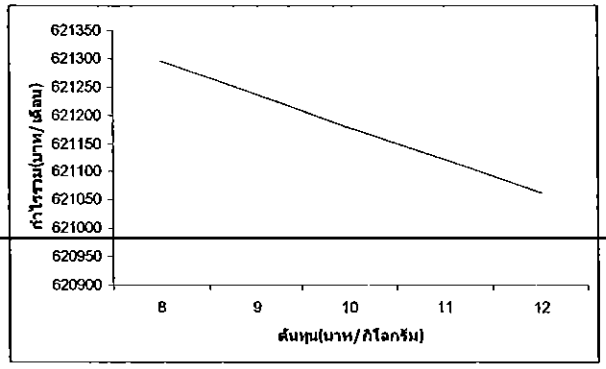
รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนหนังหมู



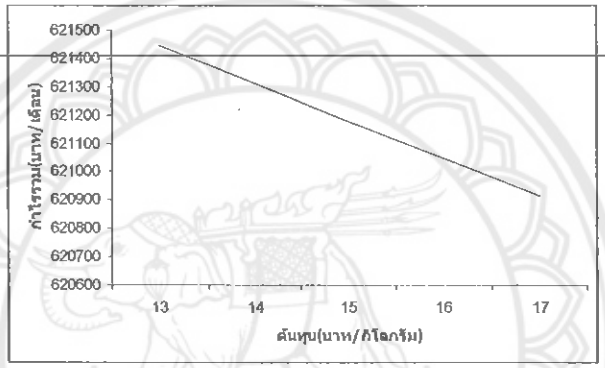
รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนหนังไก่



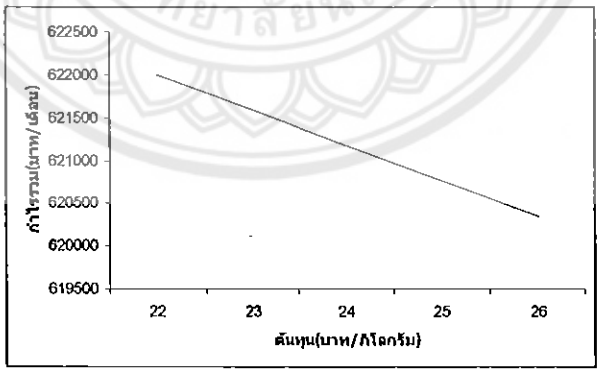
รูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กำไรรวมและต้นทุนมันหมู



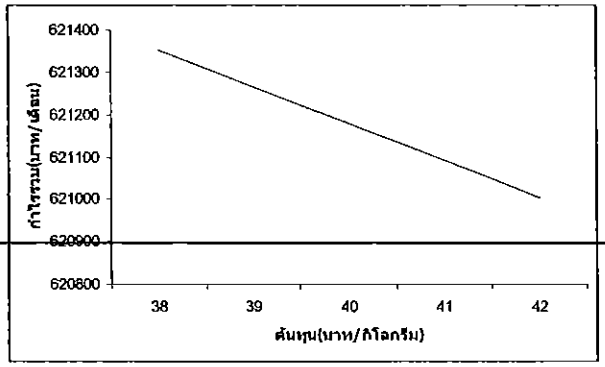
รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนพริกสด



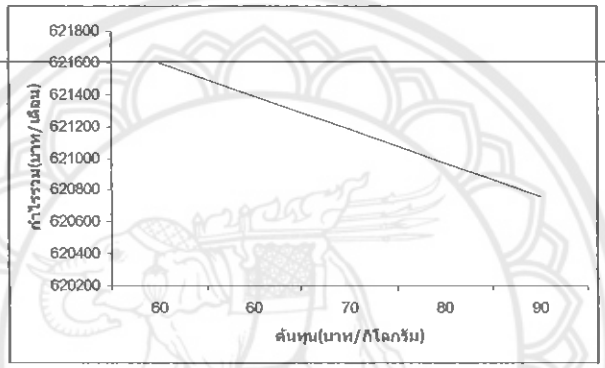
รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนเกลือ



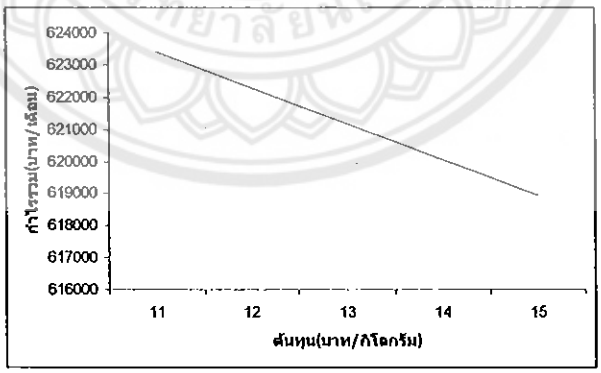
รูปที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนน้ำตาล



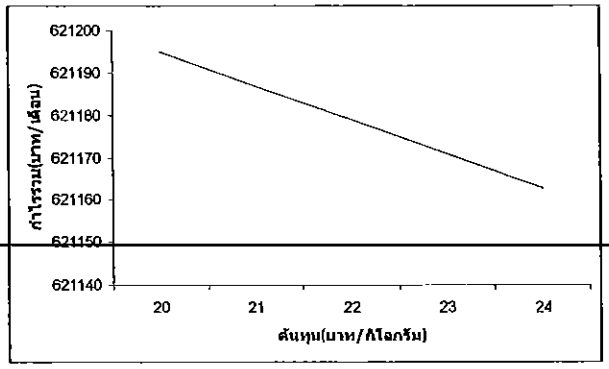
รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนกระเทียม



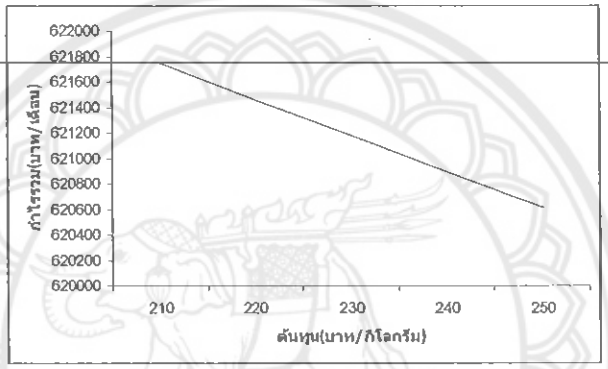
รูปที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนผงชูรส



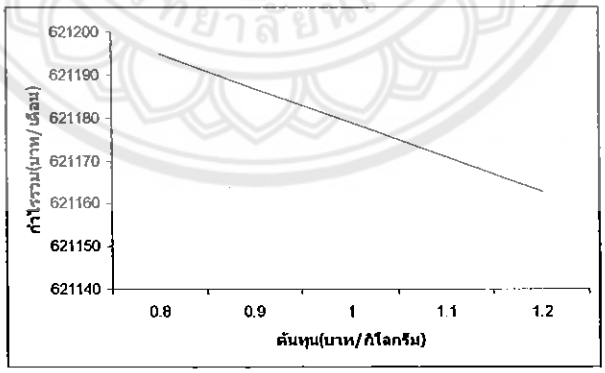
รูปที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนแป้งมัน



รูปที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนข้าวเหนียว



รูปที่ 4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนพริกไทย



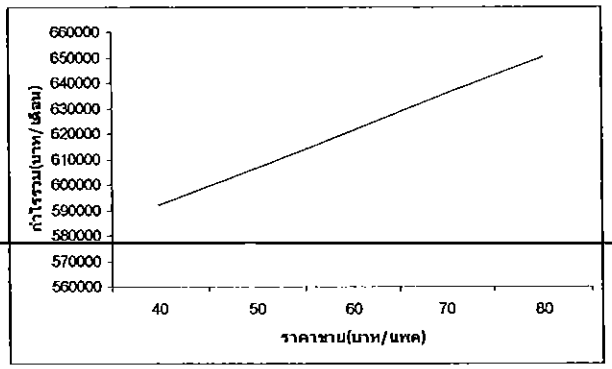
รูปที่ 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและต้นทุนสารกันบูด

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและวัตถุดิบแต่ละชนิด

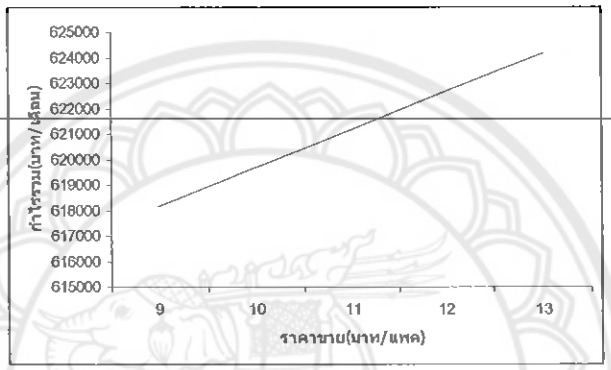
วัตถุดิบแต่ละชนิด	ความชัน
เนื้อหมู	-13,790
หนังหมู	-668
หนังไก่	-1,401
มันหมู	-1,163
พริกสด	-58
เกลือ	-133
น้ำตาล	-411
กระเทียม	-87
ผงชูรส	- 211
แป้งมัน	-1,119
ข้าวเหนียว	-8
พริกไทย	-284
สารกันบูด	-8

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและวัตถุดิบแต่ละชนิดในรูปที่ 4.12 - 4.24 สามารถนำมาสรุปความชันของแต่ละกราฟแสดงในตารางที่ 4.9 จากนั้นทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับต้นทุนเนื้อหมู ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ความชันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความชัน เท่ากับ -13,790 แสดงว่าถ้าราคาเนื้อหมูมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้กำไรรวมลดลง 13,790 บาท

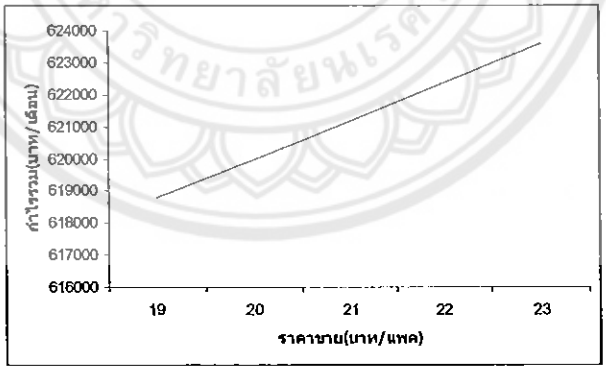
4.5.2 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและราคาขายของแหนมแต่ละขนาด เราจะทำการเพิ่มและลดค่าราคาขายของแหนมแต่ละขนาดเพื่อดูว่า เมื่อราคาแหนมเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและราคาขายของแหนมเพื่อหาความชันโดยเราจะกำหนดให้แกน Y เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมและให้แกน X เป็นค่าที่แสดงถึงราคาขายของแหนมต่อแพคและนำกราฟที่ได้มาหาความชันโดยใช้สมการที่ 4.67



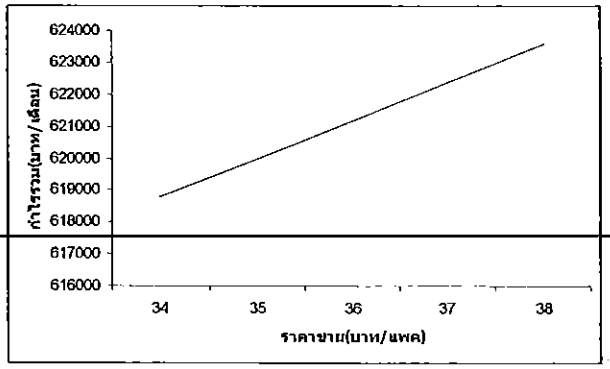
รูปที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 35 กรัม



รูปที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 70 กรัม



รูปที่ 4.27 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 160 กรัม



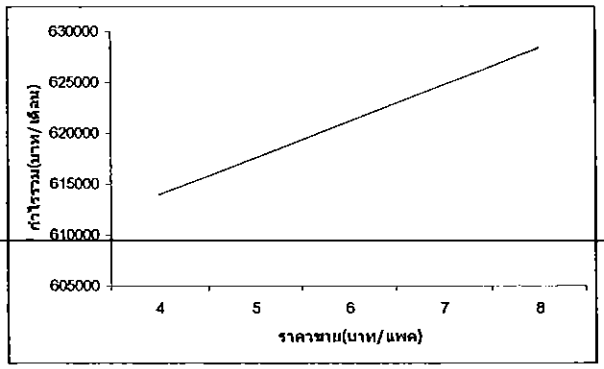
รูปที่ 4.28 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของแหนมขนาด 300 กรัม

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายแหนมแต่ละชนิด

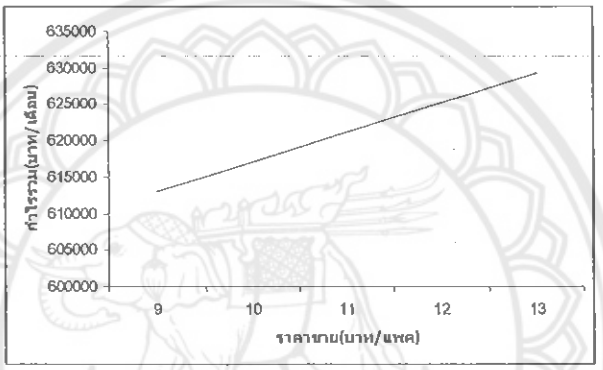
แหนมแต่ละขนาด (กรัม)	ความชัน
35 กรัม	14,491
70 กรัม	1,500
160 กรัม	1,200
300 กรัม	1,200

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายแหนมแต่ละชนิดในรูปที่ 4.25 - 4.28 สามารถนำมาสรุปความชันของแต่ละกราฟแสดงในตารางที่ 4.10 จากนั้นทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายแหนมขนาด 35 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.25 ความชันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความชัน เท่ากับ 14,491 แสดงว่าถ้าราคาขายแหนมมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้กำไรรวมเพิ่มขึ้น 14,491 บาท

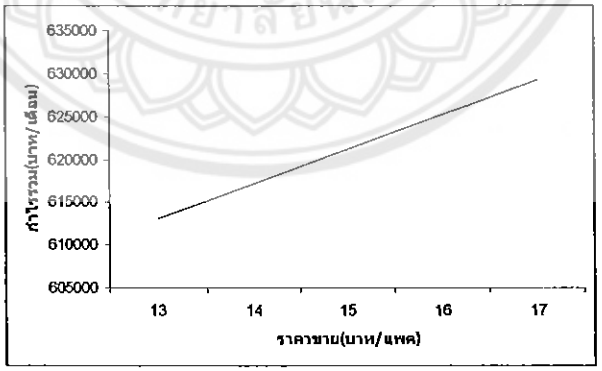
4.5.3 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและราคาขายของหมูยอแต่ละขนาด เราจะทำการเพิ่มและลดค่าราคาขายของหมูยอแต่ละขนาดเพื่อดูว่า เมื่อราคาหมูยอเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและราคาขายของหมูยอ เพื่อหาความชัน โดยเราจะกำหนดให้แกน Y เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมและให้แกน X เป็นค่าที่แสดงถึงราคาขายของหมูยอต่อชิ้นและนำกราฟที่ได้มาหาความชันโดยใช้สมการที่ 4.67



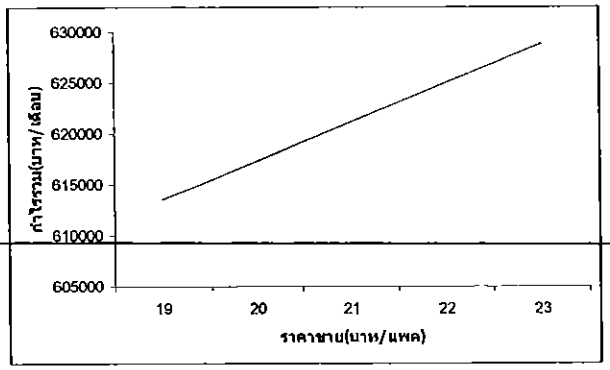
รูปที่ 4.29 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 90 กรัม



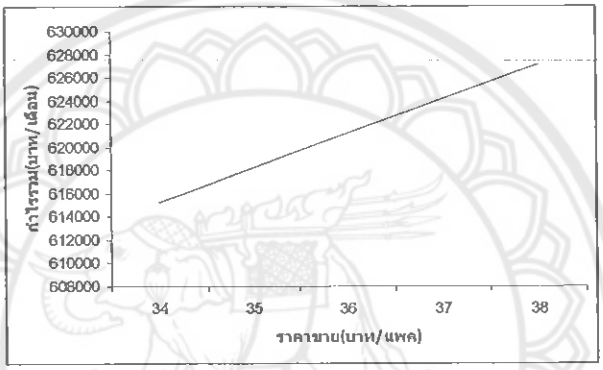
รูปที่ 4.30 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 140 กรัม



รูปที่ 4.31 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 170 กรัม



รูปที่ 4.32 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 250 กรัม



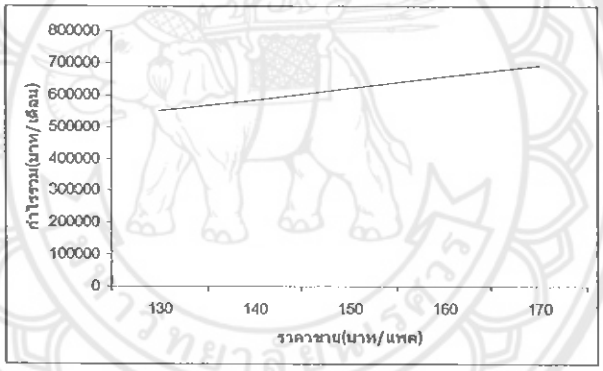
รูปที่ 4.33 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของหมูยอขนาด 470 กรัม

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายหมูยอแต่ละชนิด

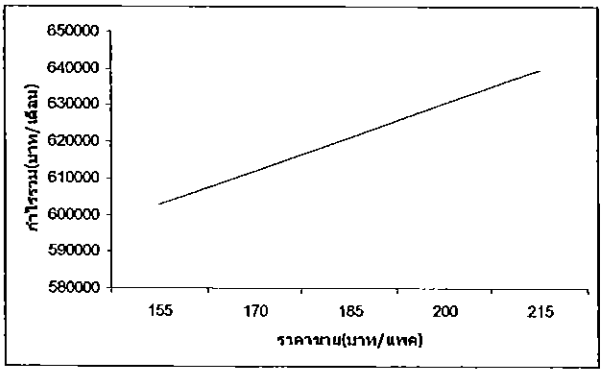
หมูยอแต่ละขนาด (กรัม)	ความชัน
90	3,585
140	4,090
170	4,040
250	3,810
470	3,975

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายหมูยอแต่ละชนิดในรูปที่ 4.29 - 4.33 สามารถนำมาสรุปความชันของแต่ละกราฟแสดงในตารางที่ 4.11 จากนั้นทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายหมูยอขนาด 140 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.30 ความชันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความชัน เท่ากับ 4,090 แสดงว่าถ้าราคาขายหมูยอมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้กำไรรวมเพิ่มขึ้น 4,090 บาท

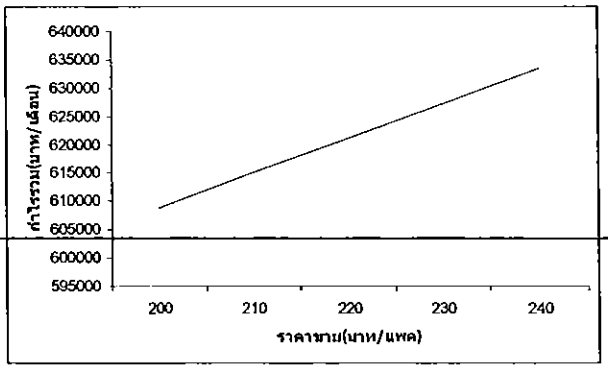
4.5.4 การวิเคราะห์ความไวในส่วนของกำไรและราคาขายของกุนเชียงแต่ละขนาด เราจะทำการเพิ่มและลดค่าราคาขายของกุนเชียงแต่ละขนาดเพื่อดูว่า เมื่อราคากุนเชียงเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้กำไรรวมทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรและราคาขายของกุนเชียงเพื่อหาความชัน โดยเราจะกำหนดให้แกน Y เป็นค่าที่แสดงถึงผลกำไรรวมและให้แกน X เป็นค่าที่แสดงถึงราคาขายของกุนเชียงต่อชิ้นและนำกราฟที่ได้มาหาความชัน โดยใช้สมการที่ 4.67



รูปที่ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของกุนเชียงขนาด 50 กรัม



รูปที่ 4.35 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของกุนเชียงขนาด 125 กรัม



รูปที่ 4.36 แสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายของกุนเชียงขนาด 125 กรัม

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความความชันของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายกุนเชียงแต่ละชนิด

กุนเชียงแต่ละขนาด (กรัม)	ความชัน
50 (ขายแพคละ10 ชิ้น)	35,775
125 (ขายแพคละ 6 ชิ้น)	9,225
125 (ขายแพคละ 8 ชิ้น)	6,150

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมและราคาขายกุนเชียงแต่ละชนิดในรูปที่ 4.34 - 4.36 สามารถนำมาสรุปความชันของแต่ละกราฟแสดงในตารางที่ 4.12 จากนั้นทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความชันที่มากที่สุด ซึ่งจะได้ว่าค่าความชันจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำไรรวมกับราคาขายกุนเชียงขนาด 50 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.34 ความชันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความชัน เท่ากับ 35,775 แสดงว่าถ้าราคาขายกุนเชียงมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้กำไรรวมเพิ่มขึ้น 35,775 บาท

จากการวิเคราะห์ความไวทั้ง 2 ส่วนข้างต้นนั้น เราจะเห็นได้ว่า ความไวของความสัมพันธ์ระหว่างกำไรรวมกับต้นทุนเนื้อหมู มีค่ามากที่สุด แสดงว่าถ้าปรับลดต้นทุนของเนื้อหมูลง จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด และในส่วนของราคาขายแหนมถ้าต้องการเพิ่มกำไรให้ได้มากขึ้นก็ควรเพิ่มราคาขายแหนมขนาด 35 กรัม มีค่ามากสุด ส่วนของราคาขายกุนเชียงถ้าต้องการเพิ่มกำไรให้ได้มากขึ้นก็ควรเพิ่มราคาขายกุนเชียงขนาด 140 กรัม มีค่ามากที่สุด ส่วนของราคาขายหมูยอถ้าต้องการเพิ่มกำไรให้ได้มากขึ้นก็ควรเพิ่มราคาขายหมูยอขนาด 90 กรัม ดังนั้นจึงควรเพิ่มราคาขายเพื่อให้ได้กำไรมากขึ้น หรือ ลดต้นทุนในการผลิตลงโดยอาจหาแหล่งวัตถุดิบเนื้อหมูราคาถูกลง เนื่องจากใช้ปริมาณเนื้อหมูในแต่ละผลิตภัณฑ์ จำนวนมากและมีราคาสูงจึงทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นด้วย

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานวิจัยโครงงาน "การวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษาโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา" สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1.1 จากการเปรียบเทียบผลกำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลกำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตปัจจุบันของทางโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา พบว่า ในปริมาณความต้องการที่เท่ากันใน 1 เดือน กำไรรวมที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 621,179 บาท และกำไรรวมแผนการผลิตปัจจุบันของทางโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา เท่ากับ 546,630 บาท ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลกำไรรวมที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มากกว่าผลกำไรรวมที่ได้จากแผนการผลิตปัจจุบันของทางโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา 74,549 บาท คิดเป็น 11.9 เปอร์เซนต์

5.1.2 จากการวิเคราะห์ความไวในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบ พบว่า ต้นทุนเนื้อหมูมีความไวมากที่สุด ดังนั้น ถ้าสามารถปรับลดต้นทุนในส่วนนี้ได้ จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด การวิเคราะห์ความไวในส่วนของราคาขายของแหนมแต่ละขนาด พบว่า ราคาขายของแหนมขนาด 35 กรัม มีความไวมากที่สุด ดังนั้น ถ้าสามารถปรับราคาขายของแหนมขนาด 35 กรัม ให้สูงขึ้นได้ จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด การวิเคราะห์ความไวในส่วนของราคาขายของหมูยอแต่ละขนาด พบว่า ราคาขายของหมูยอขนาด 140 กรัม มีความไวมากที่สุด ดังนั้น ถ้าสามารถปรับราคาขายของหมูยอขนาด 140 กรัมให้สูงขึ้นได้ จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด และการวิเคราะห์ความไวในส่วนของราคาขายของกุนเชียงแต่ละขนาด พบว่า ราคาขายของกุนเชียงขนาด 50 กรัม มีความไวมากที่สุด ดังนั้น ถ้าสามารถปรับราคาขายของกุนเชียงขนาด 50 กรัมให้สูงขึ้นได้ จะทำให้กำไรรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่ในการปรับราคาขายให้สูงขึ้นจะทำให้ความต้องการผลิตภัณฑ์ของลูกค้าลดลง เพราะฉะนั้น ถ้าต้องการเพิ่มผลกำไรรวมให้สูงขึ้น ต้องปรับลดต้นทุนวัตถุดิบเนื้อหมู โดยอาจจะหาแหล่งวัตถุดิบเนื้อหมูที่มีราคาถูกลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยโครงงาน "การวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา โรงงานแหนมและหมูยอสุพัตรา" มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 ข้อมูลด้านความต้องการของลูกค้า ที่นำมาใช้ในการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานแหนมและหมูยอ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง เป็นข้อมูลในอดีตที่ผ่านมา ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและเป็นปัจจุบันมากขึ้น ควรมีการออกแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบข้อมูลในปัจจุบันว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลในอดีตที่นำมาใช้หรือไม่ หรือทำการคำนวณค่าผิดพลาดของการพยากรณ์ เพื่อให้การวางแผนการผลิตสามารถนำมาใช้กับสภาวะปัจจุบันของทางโรงงานมากที่สุด

5.2.2 ผู้วิจัยควรศึกษาและทำความเข้าใจในโปรแกรมสำเร็จรูป ที่จะนำมาใช้ในการดำเนินกระบวนการของโปรแกรม เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปได้เหมาะสมกับแบบจำลอง

5.2.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ควรพิจารณาปัจจัยและข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ครอบคลุมมากที่สุด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) และใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] นราศรี ไววนิชกุล. **การดำเนินงานวิจัย** 1.สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร, 2538.

[2] สุทธิมา ชำนาญเวช. **การวิเคราะห์เชิงปริมาณ**. บริษัทพิมพ์ดีจำกัด : กรุงเทพมหานคร, 2541.

[3] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ.**การวิจัยดำเนินงาน**.บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) : กรุงเทพมหานคร, 2550.

[4] ประกอบ จิรกิติ.**การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม**.โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร, 2535.

[5] สืบค้นเรื่อง การวางแผนการผลิต เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2552 จาก http://apecibiz.dip.go.th/resource/8/production_chap3.pdf

[6] สืบค้นเรื่อง การวิเคราะห์ความไว เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2552 จาก http://web.schq.mi.th/~suriyon/it/29/Analysis/Sensitivity/2.doc

[7] สืบค้นเรื่อง การโปรแกรมแบบเส้นตรง เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2552 จาก http://e-book.ram.edu/e-book/m/MK402/mk402-5.pdf

[8] สืบค้นเรื่อง การโปรแกรมแบบเส้นตรง เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2552 จาก http://e-service.agri.cmu.ac.th/download/publication/2291_file.pdf

[9] สืบค้นเรื่อง การวิเคราะห์ความไว เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2552 จาก http://gotoknow.org/blog/usathailand/251763

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายจักรกฤษ เมตตา

ภูมิลำเนา 185 หมู่ที่ 6 ต. วังทอง อ. ภักดีชุมพล จ. ชัยภูมิ

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเมืองคง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: payu_metter@hotmail.com

ชื่อ นายนพดล ลอยคง

ภูมิลำเนา 160/1 หมู่ที่ 8 ต. คอรุม อ. พิชัย จ. อุตรดิตถ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรีพฤฒา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: don_ie@hotmail.com