แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์สำหรับศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน

MATHEMATICAL MODELLING FOR FOOD WASTE STUDY IN SUPPLY CHAINS

นางสาวจันทราพร ก้อนจันทร์เทศ รหัส 57361005

นางสาวนภัสสร แตงเกตุ รหัส 57361234

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์สำหรับศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวจันทราพร ก้อนจันทร์เทศ รหัส 57361005

นางสาวนภัสสร แตงเกตุ รหัส 5736123 4

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2560

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อภิชัย ฤตวิรุฬห์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์สำหรับศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวจันทราพร ก้อนจันทร์เทศ รหัส 57361005
	นางสาวนภัสสร แตงเกตุ รหัส 57361234
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2560

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ที่สามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้ และจัดทำแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการของสินค้าประเภทผัก 1 ชนิด ซึ่งพิจารณาวันหมดอายุของสินค้าให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และกำหนดให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มมีโอกาสในการซื้อสินค้าชนิดนั้นเท่ากัน วิธีการดำเนินโครงงาน คือ ศึกษาแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของงานวิจัยที่ผ่านมา และทำการสร้างสมการอธิบายแบบจำลองนั้นขึ้นมา เพื่อนำมาพิจารณาความไม่สมเหตุสมผล และทำการปรับปรุงให้สมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น จากนั้นจัดทำแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการในกรณีที่สามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้ แล้วนำแบบจำลองนั้นไปทดลองปรับรูปแบบของความต้องการของลูกค้า นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของร้านค้า ขนาดของการขาย และวิธีการขาย เพื่อหาวิธีการที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานลดลง ในขณะที่มีระดับความมีพร้อมของสินค้าตามที่ต้องการ

จากการดำเนินงานจะได้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) ซึ่งพบว่าในส่วนของปริมาณการซื้อสินค้าของผู้บริโภคนั้นไม่สมเหตุสมผล จึงได้จัดทำสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในรูปแบบทั่วไป ซึ่งได้แก้ไขปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภค โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ เฉลี่ยปริมาณสินค้า และสุ่มลำดับการเข้าซื้อของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งได้แบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้าของเห็ดเข็มทอง โดยมีแบบจำลอง 2 กรณีตามปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภค ซึ่งแบบจำลองสามารถกำหนดอายุสินค้าได้ และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือในระดับร้านค้า

จากการทดลอง พบว่า รูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ที่มีค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal

นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7 และขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุดในแบบจำลองทั้งสองแบบ ส่วนในการทดลองปรับวิธีการขายพบว่า กรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน วิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้าจะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยกว่าวิธีการขายเป็นแพ็ค 50 กรัม แต่ถ้ากรณีเฉลี่ยทำให้เกิดปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค วิธีการขายแบบเป็นแพ็ค 50 กรัมจะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยกว่าวิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้า

Project title	Mathematical modelling for food waste study in supply chains
Name	Miss Chanthraphon konchanthet ID. 57361005
	Miss Napatsorn Tangkate ID. 57361234
Project advisor	Asst. Prof. Dr. Po-ngarm Somkun
Major	Industrial Engineering
Department	Industrial Engineering
Academic year	2017

.....

Abstract

The objectives of this project are (1) to create a mathematical model for food waste studies including both consumer and retailer levels which allow arbritary product's life and (2) to create an updated spreadsheet model of a vegetable product. The model can set an expiry date of the product to the closest possible of the actual expiry date and all groups of consumers have equal opportunity to buy such product. Research methodology were; to study model on a spreadsheet, for the food waste study on previous research and to create a mathematical equation to explain if the model is considered valid, or how to make it more valid. Next create the model on a spreadsheet which can determine food's life. Then the model was tested and readjusted in accordance with consumer's pattern demand, retailer's inventory replenishment policy, size of the sales and sales methods to find methods that help to reduce food waste in the supply chain, while maintaining a preferred level of product availability.

The studies have a mathematical model which illustrates model on the spreadsheet for the food waste study on Thoranan and Metha (2016) is project which indicated that the quantities of product purchased by consumer is invalid. Therefore, the mathematical equations were developed as a more General Form. This was achieved by readjusting the amount of the purchase into 2 cases which were, averaged purchase amounts and random sequence purchase of each group, and have model on the spreadsheet illustrates factors that influence the quantity of food waste by consumers and food retailers which, in both cases of the amount of the purchase,

modelled can determine food's life and product shortages of Golden Needle Mushroom.

From the experiments, it was found that the pattern of consumer's demand was Mean centred AR(1) with μ = the minimum requirements of each consumer group, $\emptyset$ = 0.9 and error term is standard normal, inventory replenishment policy of retailer was Order Point, Order Quantity (ROP,Q) with CSL = 0.7 and size of the sale was 50 grams. The studies resulted in the lowest quantities of food wastes in both models. From the sales methods experiments, for the case random sequence purchase of each group, weighing the product for each sale caused less food waste than the product sold in a pack of 50 grams. For the case of averaged purchased amount of product, selling of the product in a pack of 50 grams caused less amount of food waste than the weighing for sale product.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โพธิ์งาม สมกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด และแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงการเอาใจใส่ การติดตามการดำเนินงาน ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณบิดา และมารดา ที่ให้การอบรม การดูแล และการสนับสนุนมาโดยตลอด จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้ดำเนินโครงงาน
นางสาวจันทราพร ก้อนจันทร์เทศ
นางสาวนภัสสร แตงเกตุ

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 3
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน 3
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ 3
1.5 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน 4
1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 4
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 4
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 6
2.1 โซ่อุปทาน (Supply Chain) 6
2.2 โปรแกรม Microsoft Excel 6
2.3 นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง (Inventory Replenishment) 9
2.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 12
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 16
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 17
3.2 เลือกประเภทสินค้า และสำรวจข้อมูลวิธีการขาย, ขนาดการขาย และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้า 18
3.3 จำลองเหตุการณ์บนโปรแกรม Microsoft Excel 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ทดสอบแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ โดยใช้ชุดข้อมูลคงที่ในการทดสอบเทียบกับแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559) 19
3.5 สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองบนตารางทำการ 19
3.6 ทำการทดลองเพื่อหากลไกในโซ่อุปทานที่มีผลต่อการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง 19
3.7 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 22
3.8 จัดทำรูปเล่มและนำเสนอโครงงาน 22

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 23
4.1 แบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลเบื้องต้น 23
4.2 สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของงานวิจัยที่ผ่านมา 24
4.3 สมการทางคณิตศาสตร์รูปแบบทั่วไป (General Form) อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้ง 39
4.4 การจำลองบนตารางทำการ 47
4.5 การทดลองเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง 81

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 95
5.1. สรุปผลการดำเนินโครงงาน 95
5.2 ข้อเสนอแนะ 96

เอกสารอ้างอิง 97
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 99

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 4
3.1 ความแตกต่างระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมา 17
4.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 82
4.2 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 83
4.3 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 85
4.4 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 85
4.5 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 86
4.6 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) ของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 87
4.7 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 87
4.8 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 88
4.9 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 90
4.10 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 91
4.11 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับวิธีการขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 92
4.12 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับวิธีการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 93

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 16

3.2 การบันทึกแมโคร 20

3.3 การบันทึกชื่อแมโคร 20

3.4 การหยุดบันทึกแมโคร 21

3.5 การแก้ไขแมโคร 21

3.6 การแก้ไขค่าแมโคร 22

4.1 ปริมาณความต้องการสินค้ารวมทุกกลุ่มของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 48

4.2 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 48

4.3 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 49

4.4 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 49

4.5 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 50

4.6 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 51

4.7 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 52

4.8 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 52

4.9 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 53

4.10 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 53

4.11 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ 54

4.12 ปริมาณความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 55

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
4.13 ปริมาณความต้องการสินค้าต่อคนของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 55
4.14 จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 56
4.15 ปริมาณความต้องการสินค้าของกลุ่มของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่ม ผู้บริโภคในแต่ละวัน 56
4.16 ลำดับการเข้าซื้อของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 57
4.17 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 57
4.18 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 58
4.19 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 58
4.20 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 59
4.21 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 59
4.22 ปริมาณการบริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 60
4.23 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 60
4.24 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 61
4.25 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 61
4.26 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 62
4.27 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 62
4.28 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน 63

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
4.29 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....63
4.30 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....64
4.31 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....64
4.32 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 65
4.33 ปริมาณสินค้ารับเข้าของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน....65
4.34 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....66
4.35 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....66
4.36 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....67
4.37 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....67
4.38 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....68
4.39 ปริมาณความต้องการรวมของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....68
4.40 ดึงค่าความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภค ในแต่ละวัน....69
4.41 สุ่มลำดับการเข้าซื้อของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน....69
4.42 ปริมาณการขายรวมของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน....70
4.43 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 1 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่ม ผู้บริโภคในแต่ละวัน....70
4.44 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 3 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่ม ผู้บริโภคในแต่ละวัน....71
4.45 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 3 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่ม ผู้บริโภคในแต่ละวัน 71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
4.46 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 4 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 72
4.47 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 5 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 72
4.48 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 6 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 73
4.49 ปริมาณความต้องการสินค้ารวมทุกกลุ่มของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 73
4.50 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 74
4.51 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 74
4.52 ปริมาณความต้องการสินค้าต่อคนของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 75
4.53 จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 75
4.54 ปริมาณความต้องการสินค้าของกลุ่มของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 76
4.55 สัดส่วนความต้องการของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 76
4.56 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 77
4.57 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 77
4.58 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 78
4.59 ปริมาณสินค้ารับเข้าของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 78
4.60 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 79
4.61 ปริมาณความต้องการรวมของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 79
4.62 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 80

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
4.63 ปริมาณการขายสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 80
4.64 ผลการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 82
4.65 ผลการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 83
4.66 ผลการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 86
4.67 ผลการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 88
4.68 ผลการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 90
4.69 ผลการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 91
4.70 ผลการทดลองปรับวิธีขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน 93
4.71 ผลการทดลองปรับวิธีการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค 94

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันทั่วโลกมีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (Food Waste) อยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งที่ยังมีประชากรในหลายประเทศกำลังอดอยาก ประสบภาวะการขาดแคลนอาหาร ไม่มีอาหารกิน Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017) ระบุว่าในแต่ละปีมีอาหารที่ถูกทิ้งมากถึง 1300 ล้านตัน หรือคิดเป็น 1 ใน 3 ของอาหารที่ผลิตขึ้นมา อาหารที่ถูกทิ้งมีตลอดทั้งโซ่อุปทานตั้งแต่ผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภค ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากผู้บริโภคบางส่วนซื้ออาหารในปริมาณมากทำให้บริโภคไม่หมด และอาหารบางส่วนยังไม่ได้บริโภคเลย แต่กลายเป็นอาหารที่ถูกทิ้ง เนื่องจากอาหารหมดอายุ หรือเสื่อมสภาพ จึงทำให้เกิดปัญหาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และยังมีปัญหาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับร้านค้าเนื่องจากอาหารที่ไม่ได้ขายให้ผู้บริโภคนั้นหมดอายุ หรือเสื่อมสภาพ นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่นอีกที่ทำให้เกิดปัญหาอาหารที่ถูกทิ้ง Tristram Stuart (2009) ได้กล่าวถึงปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง ในสหรัฐอเมริกามีอาหารที่ถูกทิ้งประมาณร้อยละ 50 ในอังกฤษมีอาหารที่ถูกทิ้งในแต่ละปีถึง 20 ล้านตัน ญี่ปุ่นอาหารที่ถูกทิ้งมีมูลค่าถึง 101,600 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี ทั่วทั้งโลกโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วบริโภคอาหารแบบทิ้งขว้าง โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น เกรียงศักดิ์ (2557) กล่าวว่าฮ่องกง มีปริมาณอาหารที่ทิ้งในแต่ละวันมากกว่าร้อยละ 36 ของขยะทั้งหมด ดังนั้นรัฐบาลฮ่องกงจึงตัดสินใจลดอาหารที่ถูกทิ้งลงร้อยละ 10 ในสามปีข้างหน้า เพื่อป้องกันปัญหาขยะล้นเมือง ฮ่องกงมีแนวทางในการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง คือ เริ่มต้นจากประชากรในประเทศเป็นอันดับแรก เพราะกว่าร้อยละ 75 ของอาหารที่ถูกทิ้งในฮ่องกงนั้นเกิดจากการทิ้งในครัวเรือนเป็นหลัก ประเทศเกาหลีใต้เป็นอีกหนึ่งประเทศที่ต้องเผชิญกับปัญหาอาหารที่ถูกทิ้ง โดยพบว่าอาหารที่ถูกทิ้งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 3 ต่อปี โดยเฉพาะปี 2012 ประเทศเกาหลีใต้ต้องรับมือกับปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งมากถึง 17,000 ตันต่อวัน รัฐบาลเกาหลีใต้จึงได้ดำเนินการเพื่อลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เช่น การคิดราคาอาหารที่ถูกทิ้งตามน้ำหนัก ซึ่งส่งผลให้ประชากรในประเทศตระหนักถึงปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งเพิ่มมากขึ้น ปัญหาอาหารที่ถูกทิ้งไม่ได้มีเฉพาะที่ฮ่องกงหรือเกาหลีใต้ แต่ในกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป ณ ปัจจุบันก็ให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาอาหารที่ถูกทิ้งเช่นเดียวกัน เพราะ ณ ปัจจุบัน กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปมีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งมากถึง 90 ล้านตันต่อปี ส่งผลให้สหภาพยุโรปมีเป้าหมายในการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งให้เหลือเพียงร้อยละ 50 ในปี 2025 การที่อาหารที่ถูกทิ้งมีอยู่เป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นถึงการลงทุนที่ไร้ประโยชน์ทางการผลิต แทนที่จะผลิตเพื่อให้มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นกลับมีการทิ้งอาหารอย่างไร้ประโยชน์ จึงทำให้อาหารที่ถูกทิ้งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และโซ่อุปทาน นอกจากนี้การลดอาหารที่ถูกทิ้ง ยังส่งผลให้รัฐสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะภายในประเทศ และส่งผลดีต่อ

สิ่งแวดล้อม เพราะอาหารที่ถูกทิ้งส่วนใหญ่จะถูกทำลายด้วยการฝังกลบซึ่งส่งผลทำให้เกิดก๊าซมีเทน (Methane) ที่ส่งผลให้เกิดสภาวะเรือนกระจกที่รุนแรงยิ่งกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ถึง 25 เท่า ดังนั้น หากมีการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง นอกจากจะสามารถลดปริมาณขยะและส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อม แล้วยังส่งผลดีต่อรัฐในด้านงบประมาณอีกด้วย

สำหรับประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2558) รายงานว่า ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยในปีพ.ศ. 2558 มีขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งปริมาณ 26.85 ล้านตัน ส่วนหนึ่งเกิดจากอาหารที่ถูกทิ้งจากระดับผู้บริโภคและระดับร้านค้า ในจังหวัดพิษณุโลกมีจำนวนประชากร 865,759 คน มีจำนวนการทิ้งขยะมูลฝอยถึง 338,300 ตันต่อปี โพธิ์งาม (2560) ได้ระบุว่า เขตปกครองที่มีการจัดการขยะมูลฝอยในจังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณขยะรวม 911 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งขยะที่เกิดขึ้นนั้นเป็นอาหารที่ถูกทิ้งมากถึง 372.5 กิโลกรัมต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 40.9 ของปริมาณขยะรวม

ปรินทร์ และภัณฑิรา (2558) ได้ทำโครงงาน การศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในห่วงโซ่อุปทาน โดยจำลองเหตุการณ์ในตารางทำการ จากการดำเนินโครงงานจะแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า และแสดงให้เห็นถึงกลไกในโซ่อุปทานที่ทำให้อาหารถูกทิ้งลดลง โดยรวบรวมข้อมูลปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ แล้วนำมาจำลองบนตารางทำการในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหากลไกที่ทำให้ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งลดลง โดยทำการทดลองปรับขนาดการขายสินค้า โครงงานนี้มีขอบเขตประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร และใกล้เคียง

Somkun (2017) ได้สร้าง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง โดยพิจารณาโซ่อุปทานทั้งระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า แบบจำลองอธิบายถึงความต้องการและรูปแบบการบริโภคของผู้บริโภคตลอดจนนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของร้านค้า และพิจารณาปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในแต่ละระดับ เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นด้วยแบบสอบถามเพื่อให้ได้ข้อมูลสถิติเกี่ยวกับอาหารที่ถูกทิ้ง นอกจากนี้ได้วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าสัมประสิทธิ์การบริโภค และพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองบนตารางทำการ โดยเป็นแบบจำลองสำหรับอาหารที่เสื่อมสภาพเร็ว หรือมีอายุเพียง 1 วัน พร้อมทั้งจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของแบบจำลองบนตารางทำการดังกล่าว ผู้วิจัยได้ชี้ให้เห็นโอกาสต่อยอดงานวิจัยสำหรับกรณีที่อาหารมีอายุมากกว่า 1 ช่วงเวลา ซึ่งจะสามารถประยุกต์ใช้งานจริงได้หลากหลายขึ้น ตลอดจนการปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังที่มีความสมจริงมากขึ้น

ธรนันท์ และเมธา (2559) ได้ทำโครงงาน ต่อเนื่องจากปรินทร์ และภัณฑิรา (2558) โดยขยายการเก็บข้อมูลตัวอย่างเป็นพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการจำลองบนโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำการทดลองปรับขนาดการขายสินค้า ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาเพราะกำหนดให้อายุของอาหารเท่ากับ 3 ช่วงเวลา ซึ่งทำให้การจำลองมีความซับซ้อนกว่างานที่ผ่านมามาก เนื่องจากการทำโครงงานกำหนดให้ลูกค้าแบ่งเป็น 6 กลุ่ม และให้ลูกค้ากลุ่มที่ 1 มีโอกาสในการเลือก

ซื้อสินค้าก่อนแล้วลูกค้ากลุ่มที่ 2 ถึง 6 จึงจะสามารถเลือกซื้อได้ตามลำดับซึ่งยังไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ อีกทั้งแบบจำลองบนตารางทำการนี้ยังมีความซับซ้อนและยากต่อการทำความเข้าใจ

ผู้ดำเนินโครงงานเล็งเห็นว่า ปริมาณขยะมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกปีซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาหารที่ถูกทิ้ง ส่งผลต่อการจัดการขยะไม่ว่าจะเป็นพื้นที่จัดเก็บหรือค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ อีกทั้งยังส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ผู้จัดทำโครงงานจึงต้องการทำโครงงาน แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์สำหรับศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการที่ทำให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้าให้มีความซับซ้อนลดลง มีความสมจริงในเรื่องลำดับการซื้อสินค้าของผู้บริโภค และสามารถปรับวิธีการขาย ขนาดของการขาย รูปแบบของความต้องการของผู้บริโภค และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังได้ เพื่อหาวิธีที่จะช่วยลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งได้ดีกว่าเดิม และสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ในแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการที่ทำให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้าเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปศึกษาและพัฒนาต่อได้ง่ายยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า

1.2.2 เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า โดยลดความซับซ้อน และเพิ่มความสมจริง

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Outputs)

1.3.1 สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ในกรณีที่สามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้

1.3.2 แบบจำลองบนตารางทำการเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการทิ้งอาหารในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ของสินค้าประเภทผัก 1 ชนิด ซึ่งพิจารณาวันหมดอายุของสินค้าให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และมีการกำหนดให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มมีโอกาสในการซื้อสินค้าชนิดนั้นเท่ากัน

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcomes)

แบบจำลองสามารถใช้ในการทดลองปรับวิธีการขาย ขนาดของการขาย รูปแบบของความต้องการของผู้บริโภค และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังได้ เพื่อหาวิธีการที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานลดลง ในขณะที่มีระดับความมีพร้อมของสินค้าตามที่ต้องการ

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ทำการศึกษาโซ่อุปทานในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า

1.5.2 ข้อมูลการซื้อและการบริโภคสินค้าของกลุ่มประชากร เขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จาก ธรนันท์ และเมธา (2559)

1.5.3 แบบจำลองบนตารางทำการเพื่อสินค้าประเภทผัก 1 ชนิด

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.2 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง เมษายน พ.ศ. 2561

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

	การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา															
		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.	
1.8.1	ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง																		
1.8.2	เลือกประเภทสินค้าแล้วทำการสำรวจข้อมูลวิธีการขาย, ขนาดการขาย และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้า																		
1.8.3	จำลองเหตุการณ์บนโปรแกรม Microsoft Excel																		
1.8.4	ทดสอบแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการโดยใช้ชุดข้อมูลคงที่ในการทอสอบเทียบกับแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559)																		

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

	การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา																			
		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย	
1.8.5	สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองบนตารางทำการ											■	■	■	■				
1.8.6	ทำการทดลองเพื่อหากลไกในโซ่อุปทานที่มีผลต่อการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง															■	■		
1.8.7	สรุปผลการดำเนินโครงงาน																	■	
1.8.8	จัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน																	■	■

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 โซ่อุปทาน (Supply Chain)

Mentzer (2001) กล่าวว่า โซ่อุปทาน คือ กระบวนการต่างๆ ที่ทำงานร่วมกัน โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการจัดซื้อ (Procurement) การผลิต (Manufacturing) การจัดเก็บ (Storage) และการขนส่ง (Transportation) ซึ่งใช้ในการสนับสนุนกระบวนการต่างๆ ให้สามารถดำเนินการได้อย่างคล่องตัว และประกอบไปด้วยขั้นตอนทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองความต้องการของลูกค้าทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งไม่เพียงแต่อยู่ในส่วนของผู้ผลิตเท่านั้น แต่รวมถึงส่วนของการขนส่ง พ่อค้าคนกลาง และลูกค้าอีกด้วย (วิทยา, 2545)

โครงสร้างของโซ่อุปทานมีอยู่หลายแบบ โดยส่วนมากมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งจะมีลักษณะการไหล คือ ผู้กระจายสินค้า (Distributor) ที่อยู่ทางด้านซ้าย ทิศทางย้อนไปหาแหล่งวัตถุดิบจะเรียกว่า อัปสตรีม (Upstream) และเรียกแต่ละจุดบนอัปสตรีมว่า ผู้ให้วัตถุดิบ (Supplier) ในทางกลับกัน ถ้าทิศทางมุ่งไปหาผู้บริโภค จะเรียกว่า ดาวน์สตรีม (Downstream) และเรียกแต่ละจุดบนดาวน์สตรีมว่า ผู้บริโภค (Customer)

การเรียงลำดับส่วนประกอบของโซ่อุปทานจากอัปสตรีมไปยังดาวน์สตรีมอาจจะเรียงได้ดังนี้

1. ผู้ให้วัตถุดิบหรือส่วนประกอบ
2. ผู้ผลิต
3. ผู้ค้าส่งหรือผู้กระจายสินค้า
4. ผู้ค้าปลีก
5. ผู้บริโภค

2.2 โปรแกรม Microsoft Excel

เพิ่มศักดิ์ (2552) กล่าวว่า โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมประเภท สเปรดชีต (Spreadsheet) หรือตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลในลักษณะต่างๆ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ และแสดงข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในรูปแบบของแผนภาพ หรือรายงาน โดยบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม Microsoft Excel จะบันทึกลงในช่องที่เรียกว่า เซลล์ (Cell) และสามารถคำนวณได้โดยการนำเซลล์มาอ้างอิงใส่ในสูตร และยังสามารถจัดกลุ่มข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สร้างรายงาน และสร้างแผนภูมิได้อีกด้วย

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Excel

2.2.1.1 แถบชื่อเรื่อง (Title Bar) เป็นส่วนที่แสดงชื่อโปรแกรม และชื่อไฟล์ที่เปิดใช้งาน

2.2.1.2 แถบเครื่องมือด่วน (Quick Access Toolbar) เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงคำสั่งที่ใช้งานบ่อย เช่น บันทึก เลิกทำ ทำซ้ำ และแสดงตัวอย่างก่อนพิมพ์ และหลังพิมพ์ เป็นต้น

2.2.1.3 ปุ่มควบคุม เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการเปิด หรือปิดหน้าต่างโปรแกรม

2.2.1.4 แถบริบบอน (Ribbon) เป็นส่วนที่ใช้แสดงรายการคำสั่งต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยแสดงเป็นแถบ หน้าแรก แทรก ออกแบบ เค้าโครงหน้ากระดาษ การอ้างอิง การส่งจดหมาย รีวิว และมุมมอง เป็นต้น

2.2.1.5 กล่องชื่อเซลล์ (Name Box) เป็นช่องที่ใช้แสดงชื่อเซลล์ที่ใช้งานอยู่ในขณะนั้น เช่น ถ้ามีการใช้งานข้อมูลในเซลล์ A1 รายชื่อเซลล์นี้ก็จะไปแสดงอยู่ในช่อง Name Box

2.2.1.6 Minitoolbar คือ เป็นแถบเครื่องมือขนาดเล็ก ใช้สำหรับคำสั่งที่เกี่ยวกับตัวอักษร เช่น การเปลี่ยนรูปแบบปรับขนาด เปลี่ยนสี จัดตำแหน่ง เป็นต้น ซึ่งจะปรากฏขึ้นมาในขณะที่เลือกข้อความไว้เท่านั้น

2.2.1.7 แถบสูตร (Formula Bar) เป็นช่องที่ใช้แสดงการใช้งานสูตรการคำนวณต่างๆ

2.2.1.8 เซลล์ (Cell) เป็นช่องตารางที่ใช้สำหรับบรรจุข้อมูลต่างๆ ซึ่งช่องเซลล์แต่ละช่องนั้นจะมีชื่อเรียกตามตำแหน่งแถว และคอลัมน์ที่แสดงตำแหน่งของเซลล์ เช่น เซลล์ B1 จะอยู่ในคอลัมน์ B ในแถวที่ 1 เป็นต้น

2.2.1.9 คอลัมน์ (Column) เป็นช่องเซลล์ที่เรียงกันในแนวตั้งของแผ่นงาน (Worksheet)

2.2.1.10 แถว (Row) เป็นช่องเซลล์ที่เรียงกันในแนวนอนของแผ่นงาน

2.2.1.11 คำสั่งจัดการกับไฟล์ (Office Button) คือ แถบที่ใช้แสดงคำสั่ง

2.2.1.12 แผ่นงาน (Worksheet) คือ แผ่นงานที่ใช้สาหรับบันทึกข้อมูล โดยจะมีการแสดงข้อมูลเป็นแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) แต่ช่องที่มีเส้นตัดกันเรียกว่า เซลล์ (Cell)

2.2.2 การพิมพ์สูตร บนโปรแกรม Microsoft Excel

Artzy (2013) อธิบายว่า การพิมพ์สูตร และการใช้สูตรในโปรแกรม Microsoft Excel สามารถทำการคำนวณได้ โดยเริ่มจากการใส่เครื่องหมายเท่ากับ (=) แล้วใส่ตัวเลขที่คุณต้องการ

2.2.2.1 วิธีแรก คือ การใช้เครื่องหมาย บวก (+) ลบ (-) คูณ (*) หาร (/) เข้าไป โดยตัวเลขแต่ละชุด จะต้องถูกแยกด้วยเครื่องหมายบวกลบคูณหาร ยกตัวอย่างเช่น = 25+31 แล้วกด enter โปรแกรม Microsoft Excel จะทำการคำนวณตัวเลขแล้วใส่คำตอบลงในเซลล์เดิมที่คำนวณไว้

2.2.2.2 วิธีที่สอง คือ การใช้ฟังก์ชัน โดยเริ่มจากการใส่เครื่องหมายเท่ากับ (=) ตามด้วยฟังก์ชันที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น พิมพ์ =SUM ( ) แล้วใส่ตัวเลขที่ต้องการลงในวงเล็บ โดยแยกแต่ละชุดตัวเลขด้วยเครื่องหมาย (,) ถ้าตัวเลขอยู่มีอยู่ในเซลล์งาน ให้กดที่เซลล์ๆ นั้น

2.2.2.3 วิธีที่สาม คือ การเรียกใช้สูตรฟังก์ชันบนคำสั่งริบบอนในแถบสูตร เช่น ฟังก์ชันที่ใช้ล่าสุด ฟังก์ชันการเงิน ฟังก์ชันแบบตรรกะ และฟังก์ชันอื่นๆ

2.2.3 การใช้สูตรฟังก์ชันบนโปรแกรม Microsoft Excel

ดวงพร (2557) อธิบายว่า ฟังก์ชัน (Function) คือ ชุดคำสั่งในการคำนวณอัตโนมัติเป็นฟังก์ชันสำเร็จรูป เพียงใส่ชื่อฟังก์ชัน และระบุค่าที่จะนำไปคำนวณตามรูปแบบของฟังก์ชัน

2.2.3.1 ฟังก์ชันพื้นฐาน

ฟังก์ชันพื้นฐาน คือ ฟังก์ชันที่นิยมนำมาใช้งานบ่อย

ก. ผลรวม (SUM) หาผลรวมตัวเลข

ข. ค่าเฉลี่ย (AVERAGE) หาค่าเฉลี่ย

ค. นับจำนวนเซลล์ที่เก็บค่าตัวเลขเอาไว้ (COUNT)

ง. ค่าน้อยที่สุด (MIN) หาค่าต่ำที่สุดของตัวเลขที่เลือก

จ. ค่ามากที่สุด (MAX) หาค่ามากที่สุดของตัวเลขที่เลือก

2.2.3.2 ฟังก์ชันตัวเลขและปัดเศษทศนิยม

ฟังก์ชันตัวเลขและปัดเศษทศนิยม คือ ฟังก์ชันสำหรับนำมาปัดเศษทศนิยมของตัวเลขในรูปแบบต่างๆ

ก. ฟังก์ชัน ROUND ปัดเศษทศนิยมไปหาค่าที่ใกล้เคียง มากกว่า 5 ปัดขึ้น ต่ำกว่า 5 ปัดลง และจะเลือกจำนวนหลักทศนิยมที่ต้องการได้

ข. ฟังก์ชัน ROUNDDOWN ปัดเศษทศนิยมลงไปยังค่าตัวเลขที่ต้องการ โดยจะปัดเศษทศนิยมลงเสมอ

ค. ฟังก์ชัน ROUNDUP ปัดเศษทศนิยมขึ้นออกจากค่าศูนย์ โดยปัดขึ้นไปใกล้เคียงค่าจำนวนเต็มด้านบนของตัวเลขที่มากที่สุด และจะปัดเศษขึ้นเสมอ

ง. ฟังก์ชัน TRUNC ตัดเศษของตัวเลขที่มีทศนิยมทิ้ง

2.2.3.3 ฟังก์ชันกลุ่มเปรียบเทียบ

ก. ฟังก์ชัน IF ใช้สำหรับทดสอบตรรกะที่เป็นเงื่อนไขและตัดสินใจในการทำงานตามเงื่อนไขที่เรากำหนดลงไป จะใช้กับข้อมูลที่มีทางเลือกในการตัดสินใจในหลายทาง โดยโปรแกรมจะนำเงื่อนไขไปทดสอบ แล้วส่งค่ากลับเป็นตรรกศาสตร์ว่าจริง (True) หรือเท็จ (False) แล้วจริงให้ทำอะไร เท็จให้ทำอะไร

2.2.3.4 ฟังก์ชันค้นหาและอ้างอิง

ก. ฟังก์ชัน INDEX ส่งกลับค่าของเซลล์หรือการอ้างอิง โดยมีรูปแบบการส่งกลับอยู่ 2 แบบคือ ส่งกลับค่าของเซลล์ หรืออาร์เรย์ของเซลล์ที่ระบุ และส่งกลับการอ้างอิงไปยังเซลล์ที่ระบุ สำหรับค่าที่ส่งกลับจะเป็นค่าขององค์ประกอบในตารางดัชนีหมายเลขแถวและหมายเลขคอลัมน์ที่ระบุลงไป

ข. ฟังก์ชัน MATCH จะค้นหารายการที่ระบุในช่วงของเซลล์ต่างๆ จากนั้นจะส่งกลับตำแหน่งสัมพันธ์ของรายการดังกล่าวในช่วงนั้น

ค. ฟังก์ชัน CHOOSE ในการเลือกค่าใดค่าหนึ่งจาก 254 ค่าตามหมายเลขดัชนี ใช้ index_num เพื่อส่งกลับค่าๆ หนึ่งจากรายการของอาร์กิวเมนต์ค่า

2.2.3.5 การสร้าง Macro

ใช้คำสั่ง Record Macro ในกลุ่มคำสั่ง Developer โดย Excel จะทำการบันทึกทุกอย่างที่ได้ทำในขณะใช้คำสั่ง Record Macro และจะแปลการกระทำต่างๆ เหล่านั้นเป็นภาษา VBA ไปเก็บไว้ใน Visual Basic Editor (เข้าไปดูหรือแก้ไขโค้ดได้) ซึ่งสมารถนำมาใช้ภายหลังได้ Macro ที่บันทึกเสร็จแล้วสามารถนำมาใช้งานได้ทันที การทำทุกอย่างจะเหมือนตอนที่เราสั่งบันทึก (เหมือนบันทึกวีดีโอ) ในขณะที่บันทึกถ้าผู้บันทึกใช้คำสั่งอะไรไม่ว่าจะเป็นการคลิก เลือก เลื่อน หรือกรอกอะไรจะมีการบันทึกทุกอย่างรวมถึงการทำงานที่ผิดพลาดด้วย ฉะนั้นก่อนการสร้างอาจจะต้องวางแผนขั้นตอนให้ดีว่าจะทำอะไรก่อนหรือหลัง การสร้าง Macro ด้วยวิธีนี้จะเหมาะสมกับงานที่ต้องการทำซ้ำบ่อยๆ โดยที่ผู้สร้าง Macro ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเขียนโค้ดหรือสคริปต์ภาษา VBA แต่อย่างใด

2.2.4 การจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ (Spreadsheet Modeling)

การจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ คือ แบบจำลองที่จำลองลงบนตารางทำการในคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม Microsoft Excel ที่เลียนแบบสถานการณ์จริง ซึ่งทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนกว่าแบบจำลองรูปแบบอื่น โดยที่จะสามารถทดลองปรับค่าของตัวแปรนำเข้าเพื่อสังเกตุว่าส่งผลอย่างไรกับตัวแปรที่สนใจ

การสร้างแบบการจำลองเหตุการณ์นั้นใกล้เคียงกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เริ่มต้นด้วยการกำหนดตัวแปรนำเข้าและจากนั้นจึงเลือกสูตรบนโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำให้เกิดตัวแปรตามที่เราสนใจ

2.3 นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง (Inventory Replenishment)

2.3.1 ระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง

คำนาย (2553) อธิบายว่า ระบบการเติมเต็มสินค้าคงคลังถูกออกแบบมาเพื่อลดผลกระทบจากการมีสินค้าคงคลังมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งในการตัดสินใจพื้นฐานนั้นจะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ 2 ประการคือ

1. จะสั่งซื้อสินค้าครั้งละเท่าไร
2. จะสั่งซื้อสินค้าจำนวนนี้เมื่อไร

2.3.1.1 ระบบสินค้าคงคลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous Inventory System)

ระบบนี้เป็นระบบสินค้าคงคลังที่มีวิธีการลงบัญชีทุกครั้งที่มีการรับและจ่ายสินค้าทำให้บัญชีคุมยอดแสดงยอดคงเหลือที่แท้จริงของสินค้าคงคลังอยู่เสมอ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการ

ควบคุมสินค้าคงคลังรายการที่สำคัญที่ปล่อยให้ขาดมือไม่ได้ แต่ระบบนี้เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายด้านงานเอกสารค่อนข้างสูง และต้องใช้พนักงานจำนวนมากจึงดูแลการรับจ่ายได้ทั่วถึง ในปัจจุบันการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้กับงานสำนักงานและบัญชีสามารถช่วยแก้ไขปัญหาในข้อนี้ โดยการใช้รหัสแท่ง (Bar Code)

ก. ระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อ แบบพิจารณาต่อเนื่อง (Order Point, Order Quantity - Continuous) คือ ระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่มีการควบคุมอย่างต่อเนื่อง โดยปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งเทากับ Q หน่วย ซึ่งเป็นปริมาณการสั่งซื้อที่คงที่และจะทำการสั่งซื้อเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ (ROP)

ข. ระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อถึง แบบพิจารณาต่อเนื่อง (Order Point, Order-Up-To Level - Continuous) คือ ระบบการจัดการสินคาคงคลังที่มีการควบคุมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะทำการสั่งซื้อเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ โดยปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งเทากับปริมาณ จากระดับสินคาคงคลังถึงปริมาณการสั่งซื้อถึง (Order-Up-To Level) ดังนั้น ปริมาณการสั่งซื้อ เทากับ ผลต่างระหว่างปริมาณสินคาสูงสุด กับระดับสินค้าคงคลัง ณ ขณะการสั่งซื้อสินคา

2.3.1.2 ระบบสินค้าคงคลังเมื่อสิ้นงวด (Periodic Inventory System)

ระบบนี้เป็นระบบสินค้าคงคลังที่มีวิธีการลงบัญชีเฉพาะในช่วงเวลาที่กำหนดไว้เท่านั้น เช่น ตรวจนับและลงบัญชีทุกปลายสัปดาห์หรือปลายเดือน เมื่อของถูกเบิกไปก็จะมีการสั่งซื้อเข้ามาเติมให้เต็มระดับที่ตั้งไว้ ระบบนี้จะเหมาะสมกับสินค้าที่มีการสั่งซื้อ และเบิกใช้เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน

ก. ระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อ แบบพิจารณาเป็นช่วง (Order Point,Order Quantity - Periodic) ระบบนี้จะกำหนดช่วงเวลาในการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังเป็นระยะเวลาที่มีช่วงห่างเทากัน และจะทำการสั่งซื้อโดยการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังว่าลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ หรือต่ำกว่าหรือไม่ หากระดับสินค้าคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ หรือต่ำกว่าจะทำการสั่งซื้อสินค้า แต่ถ้าระดับสินค้าคงคลังว่ายังลดลงไม่ถึงจุดสั่งซื้อใหม่ ก็จะไม่ทำการสั่งซื้อสินค้า โดยปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งเทากับ Q หน่วย ซึ่งเป็นปริมาณการสั่งซื้อที่คงที่

ข. ระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อถึง แบบพิจารณาเป็นช่วง (Order Point, Order-Up-To Level - Periodic) ระบบนี้จะกำหนดช่วงเวลาในการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังเป็นระยะเวลาที่มีช่วงห่างเทากัน และจะทำการสั่งซื้อโดยการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังว่าลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ หรือต่ำกว่าหรือไม่ หากระดับสินค้าคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ หรือต่ำกว่าจะทำการสั่งซื้อสินค้า แต่ถ้าระดับสินค้าคงคลังว่ายังลดลงไม่ถึงจุดสั่งซื้อใหม่ ก็จะไม่ทำการสั่งซื้อสินค้า โดยปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งจะสั่งซื้อเพิ่มจากระดับสินคาคงคลังถึงปริมาณการสั่งซื้อถึง ดังนั้น ปริมาณการสั่งซื้อ เทากับ ผลต่างระหว่างปริมาณสินคาสูงสุด กับระดับสินค้าคงคลัง ณ ขณะการสั่งซื้อสินคา

2.3.1.3 ระบบการจำแนกสินค้าคงคลังเป็นหมวดเอบีซี (ABC)

ระบบนี้เป็นวิธีการจำแนกสินค้าคงคลังออกเป็นประเภทโดยพิจารณาปริมาณของสินค้า และมูลค่าของสินค้าคงคลังแต่ละรายการเป็นเกณฑ์ เพื่อลดภาระในการดูแล ตรวจนับ และควบคุมสินค้าคงคลังที่มีอยู่มากมายซึ่งถ้าควบคุมทุกรายการอย่างเข้มงวดเท่าเทียมกัน จะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากเกินความจำเป็น เพราะในบรรดาสินค้าคงคลังทั้งหลายของแต่ละธุรกิจมักเป็นไปตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ก. A เป็นสินค้าคงคลังที่มีปริมาณน้อย (5-15% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด) แต่มีมูลค่ารวมค่อนข้างสูง (70-80% ของมูลค่าทั้งหมด)

ข. B เป็นสินค้าคงคลังที่มีปริมาณปานกลาง (30% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด) และมีมูลค่ารวมปานกลาง (15% ของมูลค่าทั้งหมด)

ค. C เป็นสินค้าคงคลังที่มีปริมาณมาก (50-60% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด) แต่มีมูลค่ารวมค่อนข้างต่ำ (5-10% ของมูลค่าทั้งหมด)

2.3.2 การกำหนดปริมาณในการเติมเต็มวัสดุคงคลัง

2.3.2.1 สั่งแบบ Lot for Lot

สั่งเท่าที่ต้องการจะไม่มีการเหลือเก็บเนื่องจากสั่งเท่าที่ต้องการ ใช้สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบหรือสินค้าที่ มีความต้องการที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent demand) หรือมีการผลิตแบบ Just-in-Time (JIT)

2.3.2.2 สั่งแบบ Fixed Order Quantity

สั่งซื้อเป็นปริมาณตายตัวทุกครั้งที่มีการสั่ง ซึ่งเร็วและง่าย แต่อาจจะไม่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.3.2.3 สั่งแบบปริมาณการสั่งที่ประหยัด (Economic Order Quantity)

เป็นระบบวัสดุคงคลังที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยจะใช้กับวัสดุคงคลังที่มีลักษณะของความต้องการที่เป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องต่อเนื่องกับความต้องการของวัสดุคงคลังตัวอื่นจึงต้องวางแผนพิจารณาความต้องการ และพยากรณ์อุปสงค์ของลูกค้าโดยตรง ระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดจะพิจารณาต้นทุนรวมของวัสดุคงคลังที่ต่ำสุดเป็นหลักเพื่อกาหนดระดับปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งที่เรียกว่า “ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด”

2.3.3 ระดับการมีพร้อมของสินค้า (Product Availability)

พิภพ (2552) อธิบายว่า ระดับการมีพร้อมของสินค้า เป็นการสะท้อนถึงความสามารถของร้านค้าในการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าจากระดับการมีพร้อมของสินค้าคงคลัง มีวิธีการวัดระดับการมีพร้อมของสินค้าที่สำคัญ ดังนี้

2.3.3.1 อัตราการเติมเต็มสินค้า (Product fill rate หรือ fr)

อัตราการเติมเต็มสินค้า เป็นสัดส่วนของความต้องการสินค้าที่ได้รับการตอบสนองจากสินค้าคงคลัง

2.3.3.2 อัตราเต็มเต็มใบสั่งซื้อ (Order fill rate)

อัตราการเติมเต็มใบสั่งซื้อ เป็นสัดส่วนของใบสั่งซื้อที่ได้รับการตอบสนองจากสินค้าคงคลังที่มีพร้อม โดยต้องตอบสนองได้ทุกรายการในใบสั่งซื้อ

2.3.3.3 ระดับบริการตามรอบ (Cycle service level หรือ CSL)

ระดับบริการตามรอบ เป็นสัดส่วนของการรอบการสั่งซื้อสินค้าที่ได้รับตอบสนองจากสินค้าคงคลัง

2.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลอง (Model) คือ สิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้แทนของจริง เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา สามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบจริงได้ง่ายกว่าศึกษาจากระบบจริงโดยตรง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ แบบจำลองที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในรูปของสมการอธิบายพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบ อาจประกอบด้วยความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง เช่น $Y = a+bX$ หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่เป็นเส้นโค้ง เช่น $Y_1 = Y_0+e^{kt}$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017) ระบุว่าในแต่ละปีมีอาหารที่ถูกทิ้งมากถึง 1300 ล้านตัน หรือคิดเป็น 1 ใน 3 ของอาหารที่ผลิตขึ้นมา ย่อมหมายความว่าทรัพยากรจำนวนมหาศาลที่ใช้ในการผลิตอาหารถูกใช้อย่างไร้ค่า และการผลิตอาหารที่ถูกทิ้งยังปล่อยมลพิษและปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย อาหารที่ถูกทิ้งมีตลอดทั้งโซ่อุปทานตั้งแต่ผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภค ในประเทศที่มีรายได้ปานกลางและประเทศที่มีรายได้สูง อาหารที่ถูกทิ้งส่วนมากอยู่ในขั้นตอนการบริโภคซึ่งหมายความว่าอาหารนั้นถูกทิ้งไป แม้ว่าจะยังเหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์ก็ตาม การสูญเสียที่สำคัญเกิดขึ้นในช่วงปลายของโซ่อุปทาน ในประเทศที่มีรายได้น้อยอาหารที่ถูกทิ้งส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงต้นและช่วงกลางของโซ่อุปทานอาหาร อาหารถูกทิ้งน้อยมากในระดับผู้บริโภค โดยรวมแล้วในแต่ละประเทศจะมีการปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งมากขึ้น และคาดการณ์ว่าอาหารที่ถูกทิ้งต่อคนของผู้บริโภคในยุโรป และอเมริกาเหนืออยู่ที่ 95-115 กิโลกรัมต่อปี ในขณะที่ของทะเลทรายซาฮารา เอเชียใต้ และตะวันออกเฉียงใต้เพียง 6-11 กิโลกรัมต่อปี สาเหตุของการสูญเสียอาหาร และของเสียในประเทศที่มีรายได้ต่ำส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับข้อจำกัดด้านการเงิน ข้อจำกัดด้านการจัดการ และด้านเทคนิค ทั้งด้านการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการทำความเย็นในสภาพภูมิอากาศที่ยากลำบาก เนื่องจากเกษตรกรรายย่อยในประเทศกำลังพัฒนาจำนวนมากอาศัยอยู่กับความไม่มั่นคงทางอาหาร การลดการสูญเสียอาหารอาจส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของพวกเขาในทันที

โซ่อุปทานอาหารในประเทศกำลังพัฒนาต้องได้รับการเสริมสร้างด้วยการสนับสนุนให้เกษตรกรรายย่อยจัดระเบียบและกระจายการผลิตและการตลาด นอกจากนี้จำเป็นต้องมีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ ทั้งภาครัฐ และเอกชนมีบทบาทในการบรรลุเป้าหมายนี้

สาเหตุของการเกิดอาหารที่ถูกทิ้งในประเทศที่มีรายได้ปานกลางและประเทศที่มีรายได้สูงนั้นมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมผู้บริโภค และการขาดการประสานงานระหว่างผู้มีบทบาทในโซ่อุปทาน ข้อตกลงการขายของเกษตรกรและผู้ซื้ออาจส่งผลต่อปริมาณการเพาะปลูกพืชผลที่สูญเปล่า โดยผู้ซื้อปฏิเสธอาหารที่มีรูปทรง หรือลักษณะไม่สมบูรณ์ ในระดับผู้บริโภคการซื้ออาหารจำนวนมากโดยไม่คำนึงถึงวันหมดอายุก็ก่อให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งจำนวนมาก อาหารที่ถูกทิ้งในประเทศอุตสาหกรรมสามารถลดลงได้ โดยการสร้างความตระหนักให้แก่อุตสาหกรรมอาหารผู้ค้าปลีกและผู้บริโภค ให้มีความต้องการที่จะใช้อาหารอย่างคุ้มค่า และมีประโยชน์

ความมั่นคงด้านอาหารถือเป็นปัญหาใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนา การผลิตอาหารต้องเพิ่มขึ้นอย่างมาก เพื่อตอบสนองความต้องการในอนาคตของประชากรโลกที่เพิ่มมากขึ้นและร่ำรวยขึ้น การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหนึ่งในวิธีในการต่อสู้กับความไม่สมดุลและลดความตึงเครียดระหว่างการจำเป็นในการบริโภคที่เพิ่มขึ้น และการผลิตที่เพิ่มขึ้น คือการส่งเสริมการลดอาหารที่ถูกทิ้ง

Somkun (2017) ได้สร้าง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง โดยพิจารณาโซ่อุปทานทั้งระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า แบบจำลองอธิบายถึงความต้องการและรูปแบบการบริโภคของผู้บริโภคตลอดจนนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของร้านค้า และพิจารณาปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในแต่ละระดับ เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นด้วยแบบสอบถามเพื่อให้ได้ข้อมูลสถิติเกี่ยวกับอาหารที่ถูกทิ้ง นอกจากนี้ได้วิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าสัมประสิทธิ์การบริโภค และพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองบนตารางทำการ โดยเป็นแบบจำลองสำหรับอาหารที่เสื่อมสภาพเร็ว หรือมีอายุเพียง 1 วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าขนาดของการขายมีผลกระทบต่ออาหารที่ถูกทิ้ง ซึ่งสามารถกำหนดขนาดหน่วยที่ดีที่สุดของการขายที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งลดลงได้ พร้อมทั้งจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของแบบจำลองบนตารางทำการดังกล่าว ดังนี้

กำหนดให้

G คือ จำนวนของกลุ่มผู้บริโภค

Ng คือ จำนวนประชากรของกลุ่ม

T คือ จำนวนช่วงเวลาที่กำลังศึกษาอยู่

สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$FW_t^{sc} = FW_t^r + FW_t^c \tag{2.1}$$

สมมติว่าผลิตภัณฑ์มีวันหมดอายุ จะได้สมการอาหารที่ถูกทิ้งสำหรับร้านค้าปลีกในช่วงเวลา t (FW_t^r) คือ

$$FW_t^r = O_t^r - D_t^c \quad (2.2)$$

O_t^r คือ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับที่จุดเริ่มต้นของช่วงเวลา t

D_t^c คือ ความต้องการผู้บริโภคช่วงเวลา t

อาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภคที่ช่วงเวลา t (FW_t^c) คือ

$$FW_t^c = \sum_{g=1}^{G} n_g \cdot FW_t^g \quad (2.3)$$

ค่าเฉลี่ยของอาหารที่ถูกทิ้งที่เกิดขึ้นโดยบุคคลในกลุ่ม g ในช่วงเวลา t (FW_t^g)

$$(FW_t^g) = B_t^g - C_t^g \quad (2.4)$$

จำนวนสินค้าที่ซื้อมาจากร้านค้าปลีกโดยแต่ละกลุ่ม g ในช่วงเวลา t (B_t^g)

$$B_t^g = \left\lceil \frac{\emptyset^g \cdot Min}{Size} \right\rceil \cdot Size \quad (2.5)$$

$\emptyset^g$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการซื้อของกลุ่ม

Min คือ ความต้องการขั้นต่ำตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่กำลังศึกษาอยู่ ข้อกำหนดนี้อาจแตกต่างกันระหว่างเพศ และอายุของผู้บริโภค

$Size$ คือ ขนาด (หรือน้ำหนัก) ของหน่วยการขาย

$\lceil \ \rceil$ คือ การปัดเศษขึ้นเพื่อหาจำนวนหน่วยที่ถูกขาย

จำนวนที่ซื้อ คือการคูณระหว่างจำนวนการขายและขนาดของหน่วยขาย

ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่บริโภคโดยบุคคลในกลุ่มในช่วงเวลา t (C_t^g) คือ

$$C_t^g = \delta^g \cdot Min \quad (2.6)$$

δ^g คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของพฤติกรรมการบริโภค

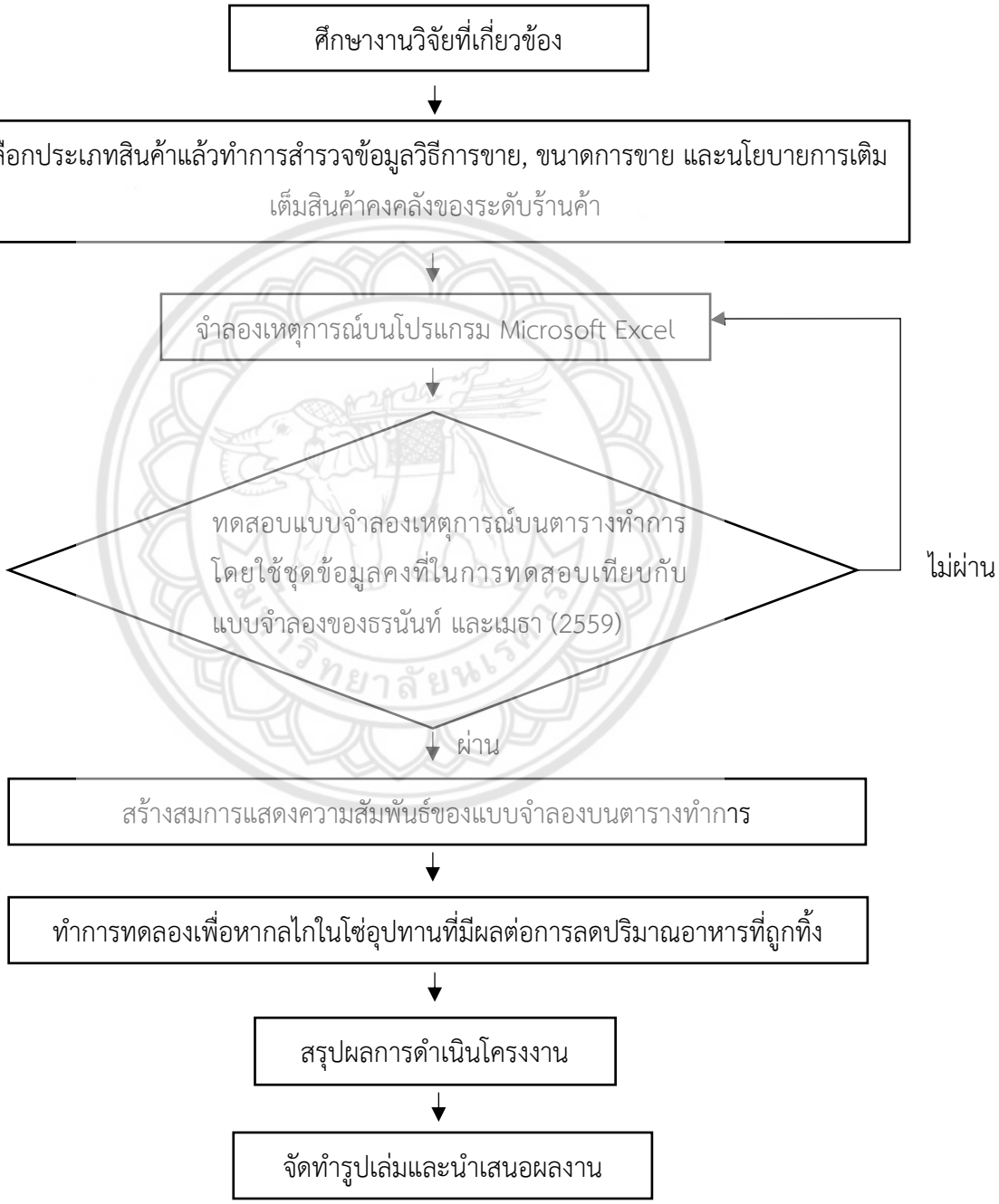
$$D_t^c = \sum_{g=1}^{G} B_t^g \quad (2.7)$$

ปรินทร์ และภัณฑิรา (2558) ได้ทำโครงงาน การศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในห่วงโซ่อุปทาน โดยจำลองเหตุการณ์ในตารางทำการ จากการดำเนินโครงงานจะแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า และแสดงให้เห็นถึงกลไกในโซ่อุปทานที่ทำให้อาหารถูกทิ้งลดลง โดยรวบรวมข้อมูลปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ แล้วนำมาจำลองบนตารางทำการในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหากลไกที่ทำให้ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งลดลง โดยทำการทดลองปรับขนาดการขายสินค้า โครงงานนี้มีขอบเขตประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ พื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร และใกล้เคียง จากการดำเนินโครงงานแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับร้านค้า คือ ศูนย์กระจายสินค้าส่งสินค้ามากกว่าความต้องการของผู้บริโภคจึงทำให้ร้านค้ามีสินค้าคงเหลือ กลไกในโซ่อุปทานที่ช่วยลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง ได้แก่ การปรับขนาดการขายลงให้พอดีกับความต้องการในการบริโภคขั้นต่ำต่อวัน

ธรนันท์ และเมธา (2559) ได้ทำโครงงาน การลดอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานโดยจำลองเหตุการณ์ในตารางทำการข้อมูลตัวอย่างจากอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จากการดำเนินโครงงานจะแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และร้านค้า แสดงให้เห็นถึงกลไกในห่วงโซ่อุปทานที่ทำให้อาหารถูกทิ้ง โดยคำนวณจากปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่ได้จากแบบสอบถามจากประชากรเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก แล้วนำมาจำลองบนตารางทำการในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหากลไกที่ทำให้ลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง โดยทำการทดลองปรับขนาดหน่วยการขายสินค้าและพิจารณาอายุของอาหารด้วย จากการดำเนินโครงงานได้ผลสรุป ดังนี้ เพศหญิงมีร้อยละการทิ้งอาหารเฉลี่ยต่อคนมากกว่าเพศชายในทุกประเภทของอาหาร อาจเป็นเพราะเพศหญิงมีพฤติกรรมในการซื้อมากกว่าเพศชาย ช่วงอายุ 31-40 ปี มีร้อยละในการทิ้งอาหารมากที่สุด อาจเป็นเพราะไม่มีเวลาทำอาหารทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ ช่วงน้ำหนัก 61-70 กิโลกรัม มีร้อยละในการทิ้งอาหารมากที่สุด อาจเป็นเพราะร้านค้ามีขนาดการขายที่ไม่เหมาะสมให้ซื้อ ช่วงรายได้ 30,000 บาทขึ้นไป มีร้อยละในการทิ้งอาหารมากที่สุด อาจเป็นเพราะซื้อมามากเกินไปบริโภคไม่ทัน และกลุ่มตัวอย่างอาชีพรับราชการมีร้อยละในการทิ้งอาหารมากที่สุด อาจเป็นเพราะไม่มีเวลาทำอาหารอาหารจึงเสื่อมคุณภาพ โดยในทุกเกณฑ์ที่กล่าวมานั้นมีการทิ้งอาหารประเภทผักมากที่สุด และขนาดการขายที่เหมาะสมที่สุดในระดับผู้บริโภคอยู่ที่ขนาด 50 กรัม ส่วนขนาดการขายที่เหมาะสมที่สุดในระดับร้านค้าอยู่ที่ขนาด 400 กรัม ในทุกประเภทของอาหาร

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์สำหรับศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน ผู้ดำเนินโครงงานได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินโครงงาน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการศึกษาศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงงานดังนี้

3.1.1 ศึกษาเกี่ยวกับโซ่อุปทาน (Supply Chain)

3.1.2 ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม Microsoft Excel

3.1.3 ศึกษาเกี่ยวกับการจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ (Spreadsheet Modelling)

3.1.4 ศึกษาเกี่ยวกับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง

3.1.5 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 3.1 ความแตกต่างระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมา

	Somkun (2017)	**ปรินทร์ และภัณฑิรา (2558)**	**ธรนันท์ และเมธา (2559)**	**งานวิจัยนี้**
กลุ่มประชากรสำหรับเก็บข้อมูล	มหาวิทยาลัยนเรศวรและพื้นที่ใกล้เคียง	มหาวิทยาลัยนเรศวรและพื้นที่ใกล้เคียง	อำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก	อำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	มี	มี	ไม่มี	มี
อายุของอาหาร	1 ช่วงเวลา	1 ช่วงเวลา	3 ช่วงเวลา	ไม่จำกัด
ลำดับการซื้อของกลุ่มลูกค้า	-	-	ตามลำดับของกลุ่ม	➢ แบบสุ่ม ➢ แบบเฉลี่ยปริมาณสินค้า
นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังระดับร้านค้า	ไม่อนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ (Shortage)	ไม่อนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ (Shortage)	ไม่อนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ (Shortage)	อนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ (Shortage) โดยพิจารณาระดับการมีพร้อมของสินค้า (Availability)
ขนาดการขายสินค้า	กำหนดขนาดการขายได้	กำหนดขนาดการขายได้	กำหนดขนาดการขายได้	กำหนดขนาดการขายได้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ความแตกต่างระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมา

	Somkun (2017)	ปรินทร์ และภัณฑิรา (2558)	ธรนันท์ และเมธา (2559)	งานวิจัยนี้
วิธีการขายสินค้า	ขายสินค้าเป็นแพ็ค	ขายสินค้าเป็นแพ็ค	ขายสินค้าเป็นแพ็ค	➢ ขายสินค้าเป็นแพ็ค ➢ ขายสินค้าตามความต้องการของลูกค้า เช่น ชั่งน้ำหนักสินค้า
การพิจารณาเชิงเฟ้นสุ่ม	สัมประสิทธิ์พฤติกรรมการซื้อ และสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการบริโภค	สัมประสิทธิ์พฤติกรรมการซื้อ และสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการบริโภค	สัมประสิทธิ์พฤติกรรมการซื้อ และสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการบริโภค	➢ สัมประสิทธิ์พฤติกรรมการซื้อและสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการบริโภค ➢ รูปแบบความต้องการสินค้า (Demand Pattern)

3.2 เลือกประเภทสินค้า และสำรวจข้อมูลวิธีการขาย, ขนาดการขาย และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้า

ทำการเลือกประเภทสินค้าที่ต้องการศึกษา และทำการสำรวจตลาด, ร้านค้าต่างๆในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เกี่ยวกับวิธีการขายสินค้า, ขนาดการขายสินค้า และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองบนตารางทำการ

3.3 จำลองเหตุการณ์บนโปรแกรม Microsoft Excel

นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบและสร้างแบบจำลองเหตุการณ์บนโปรแกรม Microsoft Excel

3.4 ทดสอบแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการโดยใช้ชุดข้อมูลคงที่ในการทดสอบเทียบกับแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559)

ป้อนข้อมูลนำเข้าลงในแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ ที่ทำการออกแบบและสร้างไว้โดยใช้ชุดข้อมูลคงที่ และป้อนข้อมูลนำเข้าชุดเดียวกันลงในแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559) จากนั้นตรวจสอบว่าปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างไว้นั้นเท่ากับปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่ได้จากแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559) หรือไม่ หากไม่เท่ากันต้องแก้ไขแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการในข้อ 3.3 ให้ถูกต้อง หากเท่ากันแล้วก็ดำเนินโครงงานในข้อถัดไป

3.5 สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองบนตารางทำการ

สร้างสมการทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ในแบบจำลองบนตารางทำการที่ทำให้เกิดอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและนำไปพัฒนาได้ง่ายยิ่งขึ้น

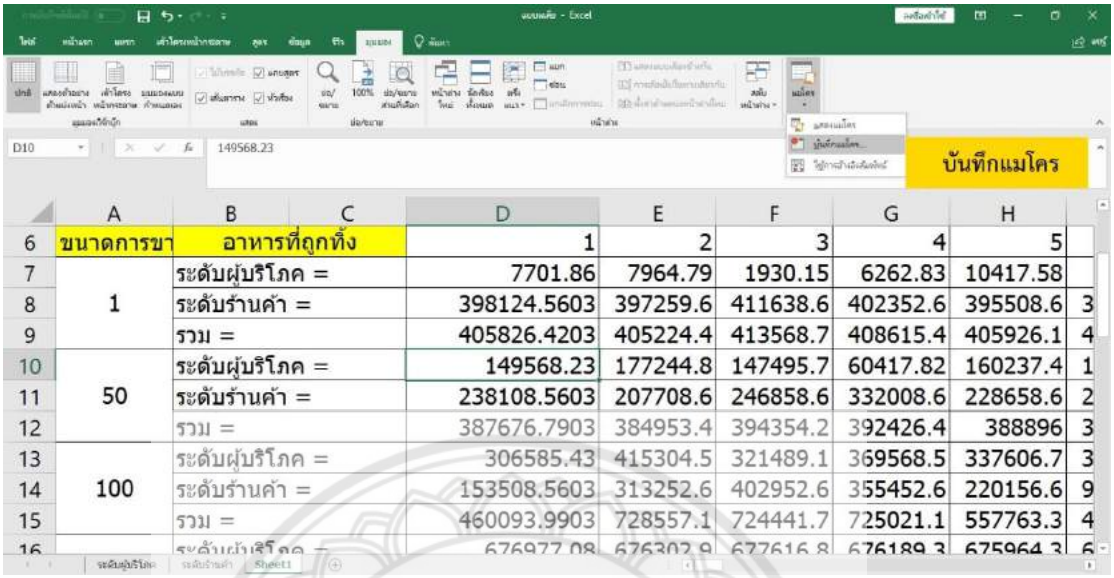
3.6 ทำการทดลองเพื่อหากลไกในโซ่อุปทานที่มีผลต่อการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง

ใช้แบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้วมาทำการทดลองหากลไกในโซ่อุปทานที่มีผลต่อการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง ได้แก่ การทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภค นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ขนาดการขาย และวิธีการขาย โดยการทดลองแต่ละกรณีนั้นจะทำการบันทึกค่าปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งจำนวน 100 ค่าโดยการใช้ Visual Basic for Application (VBA) คือ การใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียนโค้ดควบคุมบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้คำสั่ง Macro ในการบันทึก

3.6.1 การใช้ Visual Basic for Application (VBA)

คือ การใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียนโค้ดควบคุมบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้คำสั่ง Macro ในการบันทึก

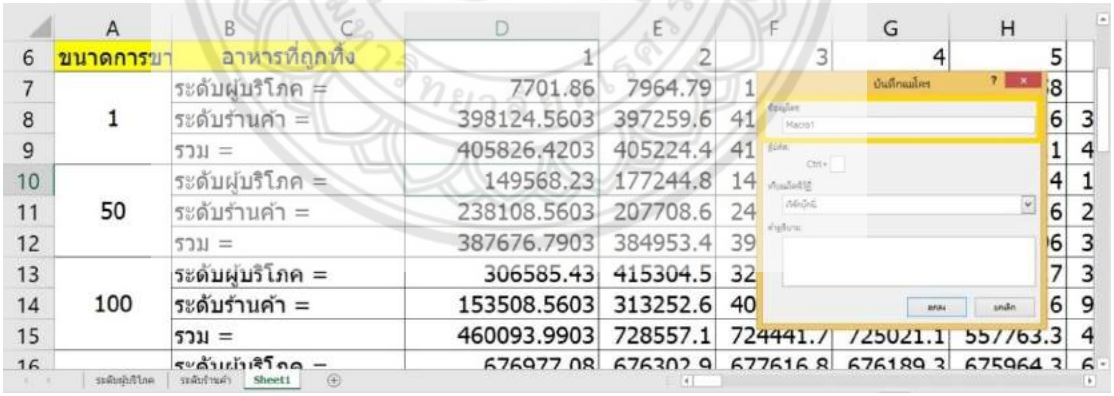
3.6.1.1 การใช้คำสั่ง Macro จะใช้ช่องว่างเซลล์ที่จะทำการใช้คำสั่ง Macro โดยการเลือกแมโคร แล้วบันทึกแมโคร



	A	B	C	D	E	F	G	H	
6	ขนาดการขา	อาหารที่ถูกทิ้ง		1	2	3	4	5	
7		ระดับผู้บริโภค =		7701.86	7964.79	1930.15	6262.83	10417.58	
8	1	ระดับร้านค้า =		398124.5603	397259.6	411638.6	402352.6	395508.6	3
9		รวม =		405826.4203	405224.4	413568.7	408615.4	405926.1	4
10		ระดับผู้บริโภค =		149568.23	177244.8	147495.7	60417.82	160237.4	1
11	50	ระดับร้านค้า =		238108.5603	207708.6	246858.6	332008.6	228658.6	2
12		รวม =		387676.7903	384953.4	394354.2	392426.4	388896	3
13		ระดับผู้บริโภค =		306585.43	415304.5	321489.1	369568.5	337606.7	3
14	100	ระดับร้านค้า =		153508.5603	313252.6	402952.6	355452.6	220156.6	9
15		รวม =		460093.9903	728557.1	724441.7	725021.1	557763.3	4
16		ระดับผู้บริโภค =		676977.08	676302.9	677616.8	676189.3	675964.3	6

รูปที่ 3.2 การบันทึกแมโคร

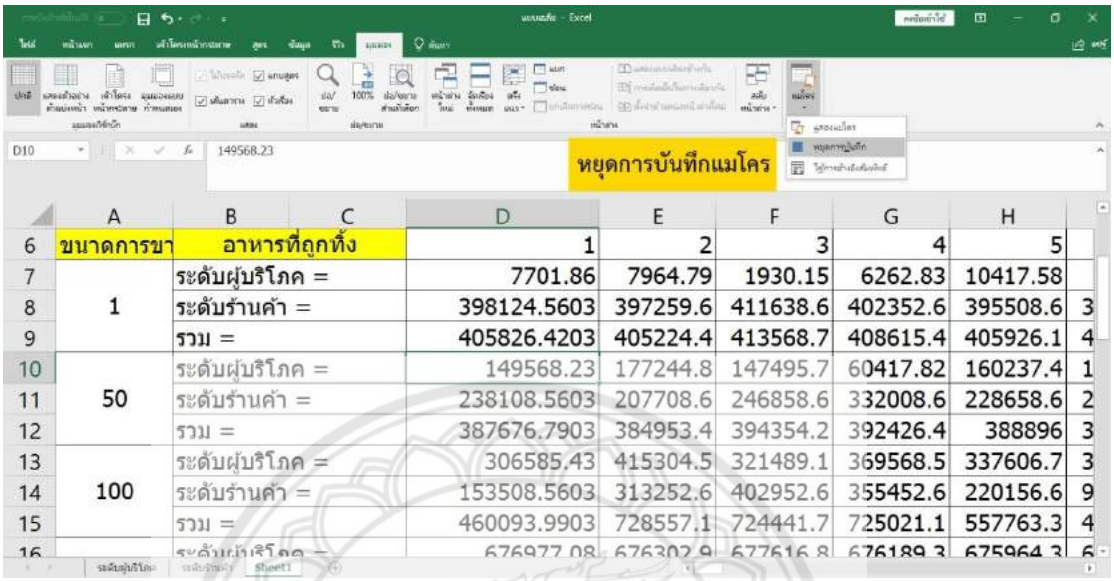
3.6.1.2 กำหนดชื่อแมโครของ แถวการจำลองขนาดการขาย 300 กรัม เพื่อไม่ให้ชื่อของ แต่ละแถวไม่ซ้ำกัน เช่น Macro6



	A	B	C	D	E	F	G	H	
6	ขนาดการขา	อาหารที่ถูกทิ้ง		1	2	3	4	5	
7		ระดับผู้บริโภค =		7701.86	7964.79	1		8	
8	1	ระดับร้านค้า =		398124.5603	397259.6	41		6	3
9		รวม =		405826.4203	405224.4	41		1	4
10		ระดับผู้บริโภค =		149568.23	177244.8	14		4	1
11	50	ระดับร้านค้า =		238108.5603	207708.6	24		6	2
12		รวม =		387676.7903	384953.4	39		6	3
13		ระดับผู้บริโภค =		306585.43	415304.5	32		7	3
14	100	ระดับร้านค้า =		153508.5603	313252.6	40		6	9
15		รวม =		460093.9903	728557.1	724441.7	725021.1	557763.3	4
16		ระดับผู้บริโภค =		676977.08	676302.9	677616.8	676189.3	675964.3	6

รูปที่ 3.3 การบันทึกชื่อแมโคร

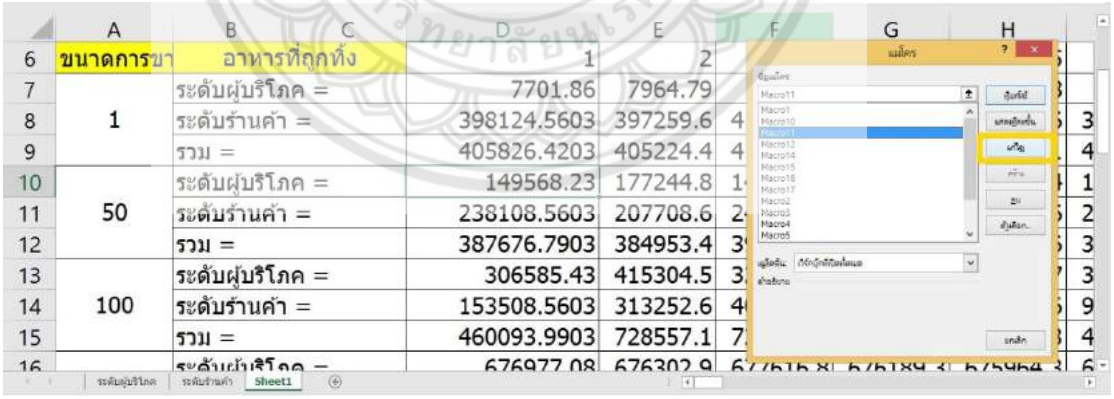
3.6.1.3 ทำการคัดลอกข้อมูลอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค อาหารที่ถูกทิ้งจากร้านค้า และอาหารที่ถูกทิ้ง (รวม) นำข้อมูลที่คัดลอกนำไปว่างตรงช่องที่เราบันทึกแมโครไว้ แล้วหยุดการบันทึก ดังรูปที่ 3.4



	A	B	C	D	E	F	G	H
6	ขนาดการขา	อาหารที่ถูกทิ้ง		1	2	3	4	5
7		ระดับผู้บริโภค =		7701.86	7964.79	1930.15	6262.83	10417.58
8	1	ระดับร้านค้า =		398124.5603	397259.6	411638.6	402352.6	395508.6
9		รวม =		405826.4203	405224.4	413568.7	408615.4	405926.1
10		ระดับผู้บริโภค =		149568.23	177244.8	147495.7	60417.82	160237.4
11	50	ระดับร้านค้า =		238108.5603	207708.6	246858.6	332008.6	228658.6
12		รวม =		387676.7903	384953.4	394354.2	392426.4	388896
13		ระดับผู้บริโภค =		306585.43	415304.5	321489.1	369568.5	337606.7
14	100	ระดับร้านค้า =		153508.5603	313252.6	402952.6	355452.6	220156.6
15		รวม =		460093.9903	728557.1	724441.7	725021.1	557763.3

รูปที่ 3.4 การหยุดบันทึกแมโคร

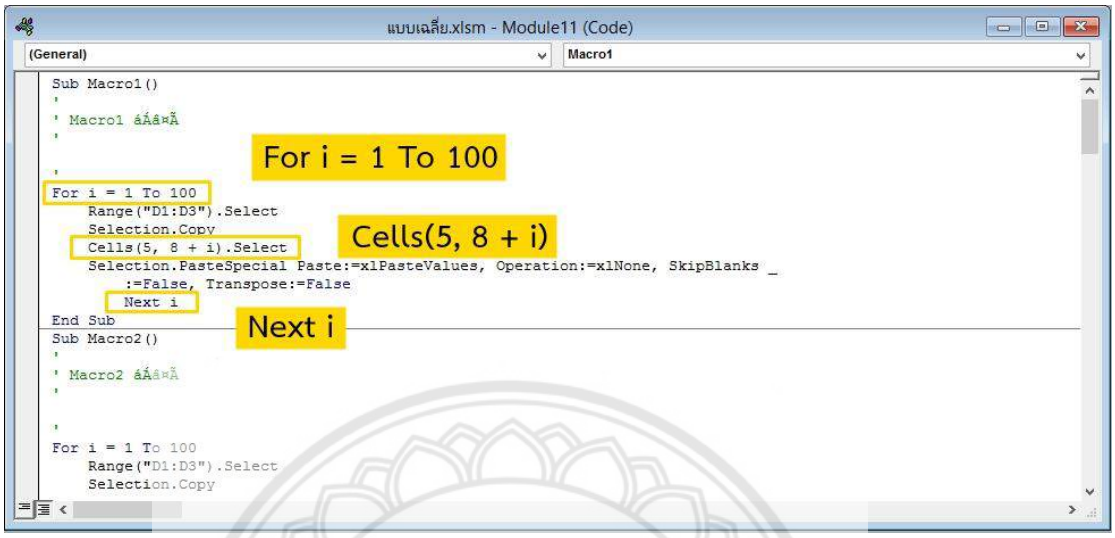
3.6.1.4 เมื่อทำการหยุดบันทึกแมโครเสร็จ ในขั้นตอนต่อไปจะทำการแก้ไขแมโคร เช่น Macro11 เพื่อให้แมโครแสดงผล ตั้งแต่ ค่าที่ 1 ถึง ค่าที่ 100



	A	B	C	D	E	F	G	H
6	ขนาดการขา	อาหารที่ถูกทิ้ง		1	2			
7		ระดับผู้บริโภค =		7701.86	7964.79			
8	1	ระดับร้านค้า =		398124.5603	397259.6	4		3
9		รวม =		405826.4203	405224.4	4		4
10		ระดับผู้บริโภค =		149568.23	177244.8	1		1
11	50	ระดับร้านค้า =		238108.5603	207708.6	2		2
12		รวม =		387676.7903	384953.4	3		3
13		ระดับผู้บริโภค =		306585.43	415304.5	3		3
14	100	ระดับร้านค้า =		153508.5603	313252.6	4		9
15		รวม =		460093.9903	728557.1	7		4

รูปที่ 3.5 การแก้ไขแมโคร

3.6.1.5 ทำการแก้ไขค่า เพื่อให้แมโครแสดงค่า ตั้งแต่ค่าที่ 1 ถึง ค่าที่ 100 ของขนาดการขายที่กำหนด โดยการพิมพ์ค่าที่ต้องการแสดงลงในแมโคร และกด RUN เพื่อคำสั่งแสดงผลออก ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การแก้ไขค่าแมโคร

3.7 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

สรุปผลที่ได้จากการทดลองหากลไกในโซ่อุปทานที่มีผลต่อการลดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งโดยจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ และสมการแสดงความสัมพันธ์ของแบบจำลองบนตารางทำการ

3.8 จัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน

นำผลสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมาเรียบเรียง เพื่อจัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน

บทที่ 4
ผลการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินโครงงานผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการศึกษาและทำความเข้าใจแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) และได้ทำการสร้างสมการอธิบายแบบจำลองนั้นขึ้นมา เพื่อนำมาพิจารณาความถูกต้องและไม่สมเหตุสมผลของแบบจำลองนั้น จากนั้นจึงทำการปรับปรุงแบบจำลองให้สมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้นและจัดทำสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ในกรณีที่สามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้ และผู้ดำเนินโครงงานได้ใช้แบบจำลองนี้ในการทดลองปรับรูปแบบของความต้องการของลูกค้า และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของร้านค้า ขนาดของการขาย และวิธีการขายได้ เพื่อหาวิธีการที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานลดลง ในขณะที่มีระดับความมีพร้อมของสินค้าตามที่ต้องการโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การสำรวจข้อมูลวิธีการขาย ขนาดการขาย และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้า

การทำโครงงานจะทำการเลือกผัก 1 ชนิดเพื่อใช้ในการทดลอง โดยผู้ดำเนินโครงงานได้เลือกเห็ดเข็มทองในการทำโครงงานนี้ จากนั้นทำการสำรวจข้อมูลวิธีการขาย ขนาดการขาย และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าโดยจะทำการสำรวจข้อมูลที่ร้านสะดวกซื้อ ร้านขายของชำ และตลาด จากการสำรวจพบว่าเห็ดเข็มทองจะมีอายุอยู่ได้เพียง 2 วันหากไม่แช่ตู้เย็น แต่ถ้าแช่ตู้เย็นจะเก็บได้นานถึง 4-5 วัน และมีวิธีการขาย, ขนาดการขาย และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังดังต่อไปนี้

4.1.1 วิธีการขาย

จากการสำรวจพบว่า ร้านสะดวกซื้อ ร้านขายของชำ และตลาดมีวิธีการขายที่เหมือนกัน คือมีวิธีการขายเป็นแพ็ค

4.1.2 ขนาดการขาย

จากการสำรวจพบว่า ร้านสะดวกซื้อมีขนาดการขาย 200 กรัม และ 500 กรัม ร้านขายของชำ และตลาดมีขนาดการขายที่ 200 กรัม

4.1.3 นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง

จากการสำรวจพบว่า ร้านสะดวกซื้อ ร้านขายของชำ และตลาด มีนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังเป็นระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อถึง แบบพิจารณาเป็นช่วง (Order Point, Order-Up-To Level - Periodic) คือ ระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่มีกำหนดช่วงเวลาในการพิจารณาระดับสินค้าคงคลังเป็นระยะเวลาที่มีช่วงห่างเท่ากัน ซึ่งจะทำการสั่งซื้อเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อใหม่ โดยปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งเท่ากับปริมาณจากระดับสินค้าคงคลังถึงปริมาณการสั่งซื้อถึง (Order-Up-To Level)

4.2 สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของงานวิจัยที่ผ่านมา

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการศึกษาและทำความเข้าใจแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) และได้ทำการสร้างสมการอธิบายแบบจำลองนั้นขึ้นมาโดยในแบบจำลองจะประกอบด้วยแบบจำลองระดับร้านค้า และแบบจำลองระดับผู้บริโภค และกำหนดให้สินค้าเป็นเห็ดเข็มทอง มีอายุ 3 วัน และมีผู้บริโภค 6 กลุ่ม โดยในหัวข้อต่อไปนี้จะแสดงสมการแบบจำลองดังกล่าว

4.2.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของโซ่อุปทาน

กำหนดตัวแปร

FW^{sc} = อาหารที่ถูกทิ้งของโซ่อุปทานในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW^{r} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับร้านค้าในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW^{c} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับผู้บริโภคในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

สมการปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของโซ่อุปทาน

$$FW^{sc} = FW^{r} + FW^{c} \tag{4.1}$$

4.2.2 ระดับร้านค้า

ดัชนี

t = ช่วงเวลา ซึ่ง t = 1, 2, ..., 30

l = อายุสินค้าที่เหลืออยู่ของร้านค้า ซึ่ง l = 1, 2, 3

กำหนดตัวแปร

FW^{r} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับร้านค้าในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW_t^{r} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับร้านค้าในช่วงเวลา t (กรัม)

I_t^{l} = สินค้าคงคลังของระดับร้านค้าที่เหลืออายุ l วันในช่วงเวลา t (กรัม)

S_t^l = ปริมาณสินค้าที่ขายไปที่เหลืออายุ l วันในช่วงเวลา t (กรัม)

O_t^r = ปริมาณสินค้ารับเข้าในช่วงเวลา t (กรัม)

D_t^c = ปริมาณสินค้าทั้งหมดที่ผู้บริโภคทุกกลุ่มต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

$OUTL$ = ระดับสินค้าคงคลังที่ต้องการ สำหรับนโยบาย Order-Up-To Level (กรัม)

U = ขนาดการขาย (กรัมต่อหน่วย)

4.2.2.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง

$$FW^r = \sum_{t=1}^{30} FW_t^r \tag{4.2}$$

$$FW_t^r = I_t^1 - S_t^1 \tag{4.3}$$

4.2.2.2 ปริมาณสินค้าคงคลัง

$$I_t^1 = I_{t-1}^2 - S_{t-1}^2 \tag{4.4}$$

$$I_t^2 = I_{t-1}^3 - S_{t-1}^3 \tag{4.5}$$

$$I_t^3 = O_t^r \tag{4.6}$$

4.2.2.3 ปริมาณสินค้ารับเข้า

$$O_t^r = (OUTL \bullet U) - I_t^2 - I_t^1 \tag{4.7}$$

4.2.2.4 ปริมาณสินค้าที่ขาย

$$S_t^1 = \begin{cases} 0 & ;(S_t^3 + S_t^2) = D_t^c \\ I_t^1 & ;(S_t^3 + S_t^2) < D_t^c \text{และ} (D_t^c - S_t^3 - S_t^2) > I_t^1 \\ D_t^c - S_t^3 - S_t^2 & ;(S_t^3 + S_t^2) < D_t^c \text{และ} (D_t^c - S_t^3 - S_t^2) \leq I_t^1 \end{cases} \tag{4.8}$$

$$S_t^2 = \begin{cases} 0 & ;S_t^3 = D_t^c \\ I_t^2 & ;S_t^3 < D_t^c \text{และ} (D_t^c - S_t^3) \geq I_t^2 \\ D_t^c - S_t^3 & ;S_t^3 < D_t^c \text{และ} (D_t^c - S_t^3) < I_t^2 \end{cases} \tag{4.9}$$

$$S_t^3 = \begin{cases} I_t^3 & ;I_t^3 < D_t^c \\ D_t^c & ;I_t^3 \geq D_t^c \end{cases} \tag{4.10}$$

4.2.3 ระดับผู้บริโภค

ดัชนี

t = ช่วงเวลา ซึ่ง t = 1, 2, ..., 30

l = อายุสินค้า ซึ่ง l = 1, 2, 3

g = กลุ่มผู้บริโภค ซึ่ง g = 1, 2, ..., 6

กำหนดตัวแปร

FW^c = อาหารที่ถูกทิ้งระดับผู้บริโภคในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW^g = อาหารที่ถูกทิ้งระดับผู้บริโภคกลุ่ม g ในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW_t^g = อาหารที่ถูกทิ้งระดับผู้บริโภคของแต่ละคนในกลุ่ม g ในช่วงเวลา t (กรัม)

n_g = จำนวนประชากรในกลุ่ม g (คน)

$P_{l,t}^g$ = ปริมาณการซื้อสินค้าที่เหลืออายุ l วัน ของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$K_{l,t}^g$ = ปริมาณการเก็บสินค้าที่เหลืออายุ l วันของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$E_{l,t}^g$ = ปริมาณการบริโภคสินค้าที่เหลืออายุ l วันของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

D_t^c = ปริมาณสินค้าทั้งหมดที่ลูกค้าทุกกลุ่มต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

D_t^g = ปริมาณสินค้าที่ลูกค้ากลุ่ม g ต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

B_t^g = ปริมาณที่ต้องการซื้อของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

b_t^g = จำนวนสินค้าที่ต้องการซื้อของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (หน่วย)

U = ขนาดการขาย (กรัมต่อหน่วย)

d_t^g = ปริมาณความต้องการของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$\emptyset_t^g$ = ค่าสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการซื้อของกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t

M_g = ค่าความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคในกลุ่ม g (กรัม)

C_t^g = ปริมาณการบริโภคของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

δ_t^g = ค่าสัมประสิทธิ์การบริโภคของกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$[\ ]$ = ปัดเศษเป็นจำนวนเต็มที่มากกว่า

4.2.3.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวม

$$FW^c = \sum_{g=1}^{6} FW^g \qquad \textbf{(4.11)}$$

4.2.3.2 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของแต่ละกลุ่ม

ก. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1

$$FW^1 = n_1 \sum_{t=1}^{30} FW_t^1 \tag{4.12}$$

$$FW_t^1 = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^1 + K_{1,t-1}^1 - E_{1,t}^1 \leq 0 \\ P_{1,t-1}^1 + K_{1,t-1}^1 - E_{1,t-1}^1 & ; P_{1,t-1}^1 + K_{1,t-1}^1 - E_{1,t}^1 > 0 \end{cases} \tag{4.13}$$

ข. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 2

$$FW^2 = n_2 \sum_{t=1}^{30} FW_t^2 \tag{4.14}$$

$$FW_t^2 = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^2 + K_{1,t-1}^2 - E_{1,t}^2 \leq 0 \\ P_{1,t-1}^2 + K_{1,t-1}^2 - E_{1,t-1}^2 & ; P_{1,t-1}^2 + K_{1,t-1}^2 - E_{1,t}^2 > 0 \end{cases} \tag{4.15}$$

ค. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 3

$$FW^3 = n_3 \sum_{t=1}^{30} FW_t^3 \tag{4.16}$$

$$FW_t^3 = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^3 + K_{1,t-1}^3 - E_{1,t}^3 \leq 0 \\ P_{1,t-1}^3 + K_{1,t-1}^3 - E_{1,t-1}^3 & ; P_{1,t-1}^3 + K_{1,t-1}^3 - E_{1,t}^3 > 0 \end{cases} \tag{4.17}$$

ง. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 4

$$FW^4 = n_4 \sum_{t=1}^{30} FW_t^4 \tag{4.18}$$

$$FW_t^4 = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^4 + K_{1,t-1}^4 - E_{1,t}^4 \leq 0 \\ P_{1,t-1}^4 + K_{1,t-1}^4 - E_{1,t-1}^4 & ; P_{1,t-1}^4 + K_{1,t-1}^4 - E_{1,t}^4 > 0 \end{cases} \tag{4.19}$$

จ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 5

$$FW^5 = n_5 \sum_{t=1}^{30} FW_t^5 \tag{4.20}$$

$$FW_t^5 = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^5 + K_{1,t-1}^5 - E_{1,t}^5 \leq 0 \\ P_{1,t-1}^5 + K_{1,t-1}^5 - E_{1,t-1}^5 & ; P_{1,t-1}^5 + K_{1,t-1}^5 - E_{1,t}^5 > 0 \end{cases} \tag{4.21}$$

ฉ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 6

$$FW^6 = n_6 \sum_{t=1}^{30} FW_t^6 \tag{4.22}$$

$$FW_t^6 = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^6 + K_{1,t-1}^6 - E_{1,t}^6 \leq 0 \\ P_{1,t-1}^6 + K_{1,t-1}^6 - E_{1,t-1}^6 & ; P_{1,t-1}^6 + K_{1,t-1}^6 - E_{1,t}^6 > 0 \end{cases} \tag{4.23}$$

4.2.3.3 ปริมาณความต้องการรวม

$$D_t^c = \sum_{g=1}^{6} D_t^g \tag{4.24}$$

4.2.3.4 ปริมาณความต้องการของแต่ละกลุ่ม

ก. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1

$$D_t^1 = n_1 \cdot B_t^1 \tag{4.25}$$

$$B_t^1 = b_t^1 \cdot U \tag{4.26}$$

$$b_t^1 = \left\lceil \frac{d_t^1}{U} \right\rceil \tag{4.27}$$

$$d_t^1 = \emptyset_t^1 \cdot M_1 \tag{4.28}$$

$$C_t^1 = \delta_t^1 \cdot M_1 \tag{4.29}$$

ข. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 2

$$D_t^2 = n_2 \cdot B_t^2 \quad (4.30)$$

$$B_t^2 = b_t^2 \cdot U \quad (4.31)$$

$$b_t^2 = \left\lceil \frac{d_t^2}{U} \right\rceil \quad (4.32)$$

$$d_t^2 = \emptyset_t^2 \cdot M_2 \quad (4.33)$$

$$C_t^2 = \delta_t^2 \cdot M_2 \quad (4.34)$$

ค. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 3

$$D_t^3 = n_3 \cdot B_t^3 \quad (4.35)$$

$$B_t^3 = b_t^3 \cdot U \quad (4.36)$$

$$b_t^3 = \left\lceil \frac{d_t^3}{U} \right\rceil \quad (4.37)$$

$$d_t^3 = \emptyset_t^3 \cdot M_3 \quad (4.38)$$

$$C_t^3 = \delta_t^3 \cdot M_3 \quad (4.39)$$

ง. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 4

$$D_t^4 = n_4 \cdot B_t^4 \quad (4.40)$$

$$B_t^4 = b_t^4 \cdot U \quad (4.41)$$

$$b_t^4 = \left\lceil \frac{d_t^4}{U} \right\rceil \quad (4.42)$$

$$d_t^4 = \emptyset_t^4 \cdot M_4 \quad (4.43)$$

$$C_t^4 = \delta_t^4 \cdot M_4 \quad (4.44)$$

จ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 5

$$D_t^5 = n_5 \cdot B_t^5 \quad (4.45)$$

$$B_t^5 = b_t^5 \cdot U \quad (4.46)$$

$$b_t^5 = \left\lceil \frac{d_t^5}{U} \right\rceil \quad (4.47)$$

$$d_t^5 = \emptyset_t^5 \cdot M_5 \quad (4.48)$$

$$C_t^5 = \delta_t^5 \cdot M_5 \quad (4.49)$$

ฉ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 6

$$D_t^6 = n_6 \cdot B_t^6 \quad (4.50)$$

$$B_t^6 = b_t^6 \cdot U \quad (4.51)$$

$$b_t^6 = \left\lceil \frac{d_t^6}{U} \right\rceil \quad (4.52)$$

$$d_t^6 = \emptyset_t^6 \cdot M_6 \quad (4.53)$$

$$C_t^6 = \delta_t^6 \cdot M_6 \quad (4.54)$$

4.2.3.5 ปริมาณการเก็บสินค้าของแต่ละกลุ่ม

ก. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1

$$K_{1,t}^1 = P_{2,t-1}^1 + K_{2,t-1}^1 - E_{2,t-1}^1 \quad (4.55)$$

$$K_{2,t}^1 = P_{3,t-1}^1 - E_{3,t-1}^1 \quad (4.56)$$

ข. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 2

$$K_{1,t}^{2} = P_{2,t-1}^{2} + K_{2,t-1}^{2} - E_{2,t-1}^{2} \quad (4.57)$$

$$K_{2,t}^{2} = P_{3,t-1}^{2} - E_{3,t-1}^{2} \quad (4.58)$$

ค. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 3

$$K_{1,t}^{3} = P_{2,t-1}^{3} + K_{2,t-1}^{3} - E_{2,t-1}^{3} \quad (4.59)$$

$$K_{2,t}^{3} = P_{3,t-1}^{3} - E_{3,t-1}^{3} \quad (4.60)$$

ง. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 4

$$K_{1,t}^{4} = P_{2,t-1}^{4} + K_{2,t-1}^{4} - E_{2,t-1}^{4} \quad (4.61)$$

$$K_{2,t}^{4} = P_{3,t-1}^{4} - E_{3,t-1}^{4} \quad (4.62)$$

จ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 5

$$K_{1,t}^{5} = P_{2,t-1}^{5} + K_{2,t-1}^{5} - E_{2,t-1}^{5} \quad (4.63)$$

$$K_{2,t}^{5} = P_{3,t-1}^{5} - E_{3,t-1}^{5} \quad (4.64)$$

ฉ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 6

$$K_{1,t}^{6} = P_{2,t-1}^{6} + K_{2,t-1}^{6} - E_{2,t-1}^{6} \quad (4.65)$$

$$K_{2,t}^{6} = P_{3,t-1}^{6} - E_{3,t-1}^{6} \quad (4.66)$$

4.2.3.6 ปริมาณการซื้อสินค้าของแต่ละกลุ่ม

ก. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1

$$P_{3,t}^{1} = \begin{cases} B_t^1 & ;_t^1 \le S_t^3 \\ "error" & ; D_t^1 > S_t^3 \end{cases} \quad (4.67)$$

$$P_{2,t}^1 = \begin{cases} 0 & ;P_{3,t}^1 = B_t^1 \\ \dfrac{D_t^1 - n_1 \cdot P_{3,t}^1}{n_1} & ;P_{3,t}^1 < B_t^1 \text{ และ } D_t^1 - n_1 \cdot P_{3,t}^1 \le S_t^2 \\ \dfrac{S_t^2}{n_1} & ;P_{3,t}^1 < B_t^1 \text{ และ } D_t^1 - n_1 \cdot P_{3,t}^1 > S_t^2 \end{cases} \quad (4.68)$$

$$P_{1,t}^1 = \begin{cases} 0 & ;P_{3,t}^1 + P_{2,t}^1 = B_t^1 \\ \dfrac{D_t^1 - n_1 \cdot P_{3,t}^1 - \ n_1 \cdot P_{2,t}^1}{n_1} & ;P_{3,t}^1 + P_{2,t}^1 < B_t^1 \text{ และ } D_t^1 - n_1 \cdot P_{3,t}^1 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \le S_t^1 \\ "error" & ;P_{3,t}^1 + P_{2,t}^1 < B_t^1 \text{ และ } D_t^1 - n_1 \cdot P_{3,t}^1 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 > S_t^1 \end{cases} \quad (4.69)$$

ข. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 2

$$P_{3,t}^2 = \begin{cases} B_t^2 & ;D_t^1 + D_t^2 \le S_t^3 \\ 0 & ;D_t^1 + D_t^2 > S_t^3 \text{ และ } S_t^3 - D_t^1 \le 0 \\ \dfrac{S_t^3 - D_t^1}{n_2} & ;D_t^1 + D_t^2 > S_t^3 \text{ และ } S_t^3 - D_t^1 > 0 \end{cases} \quad (4.70)$$

$$P_{2,t}^2 = \begin{cases} 0 & ;P_{3,t}^2 = B_t^2 \\ B_t^2 - P_{3,t}^2 & ;P_{3,t}^2 < B_t^2 \text{ และ } D_t^2 - n_2 \cdot P_{3,t}^2 \le S_t^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \\ 0 & ;P_{3,t}^2 < B_t^2 \text{ และ } D_t^2 - n_2 \cdot P_{3,t}^2 > S_t^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \text{ และ } S_t^2 - P_{2,t}^1 \le 0 \\ \dfrac{S_t^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1}{n_2} & ;P_{3,t}^2 < B_t^2 \text{ และ } D_t^2 - n_2 \cdot P_{3,t}^2 > S_t^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \text{ และ } S_t^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 > 0 \end{cases} \quad (4.71)$$

$$P_{1,t}^2 = \begin{cases} 0 & ;P_{3,t}^2 + P_{2,t}^2 = B_t^2 \\ \dfrac{D_t^2 - n_2 \cdot P_{3,t}^2 - n_2 \cdot P_{2,t}^2}{n_2} & ;P_{3,t}^2 + P_{2,t}^2 < B_t^2 \text{ และ } D_t^2 - n_2 \cdot P_{3,t}^2 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 \le S_t^1 - n_1 \cdot P_{1,t}^1 \\ \text{"error"} & ;P_{3,t}^2 + P_{2,t}^2 < B_t^2 \text{ และ } D_t^2 - n_2 \cdot P_{3,t}^2 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 > S_t^1 - n_1 \cdot P_{1,t}^1 \end{cases} \quad (4.72)$$

ค. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 3

$$P_{3,t}^{3}=\begin{cases}B_t^3 & ;D_t^3+D_t^2+D_t^1\le S_t^3\\ 0 & ;D_t^3+D_t^2+D_t^1>S_t^3 \text{ และ } S_t^3-D_t^2-D_t^1\le 0\\ \dfrac{S_t^3-D_t^2-D_t^1}{n_3} & ;D_t^3+D_t^2+D_t^1>S_t^3 \text{ และ } S_t^3-D_t^2-D_t^1>0\end{cases} \tag{4.73}$$

$$P_{2,t}^{3}=\begin{cases}0 & ;P_{3,t}^3=B_t^3\\ B_t^3-P_{3,t}^3 & ;P_{3,t}^3<B_t^3 \text{ และ } D_t^3-n_3\cdot P_{3,t}^3\le S_t^2-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1\\ 0 & ;P_{3,t}^3<B_t^3 \text{ และ } D_t^3-n_3\cdot P_{3,t}^3>S_t^2-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \text{ และ } S_t^2-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1\le 0\\ \dfrac{S_t^2-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1}{n_3} & ;P_{3,t}^3<B_t^3 \text{ และ } D_t^3-n_3\cdot P_{3,t}^3>S_t^2-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \text{ และ } S_t^2-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1>0\end{cases} \tag{4.74}$$

$$P_{1,t}^{3}=\begin{cases}0 & ;P_{3,t}^3+P_{2,t}^3=B_t^3\\ \dfrac{D_t^3-n_3\cdot P_{3,t}^3-n_3\cdot P_{2,t}^3}{n_3} & ;P_{3,t}^3+P_{2,t}^3<B_t^3 \text{ และ } D_t^3-n_3\cdot P_{3,t}^3-n_3\cdot P_{2,t}^3\le S_t^1-n_2\cdot P_{1,t}^2-n_1\cdot P_{1,t}^1\\ \text{"error"} & ;P_{3,t}^3+P_{2,t}^3<B_t^3 \text{ และ } D_t^3-n_3\cdot P_{3,t}^3-n_3\cdot P_{2,t}^3>S_t^1-n_2\cdot P_{1,t}^2-n_1\cdot P_{1,t}^1\end{cases} \tag{4.75}$$

ง. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 4

$$P_{3,t}^{4}=\begin{cases}B_t^4 & ;D_t^4+D_t^3+D_t^2+D_t^1\le S_t^3\\ 0 & ;D_t^4+D_t^3+D_t^2+D_t^1>S_t^3 \text{ และ } S_t^3-D_t^3-D_t^2-D_t^1\le 0\\ \dfrac{S_t^3-D_t^3-D_t^2-D_t^1}{n_4} & ;D_t^4+D_t^3+D_t^2+D_t^1>S_t^3 \text{ และ } S_t^3-D_t^3-D_t^2-D_t^1>0\end{cases} \tag{4.76}$$

$$P_{2,t}^4 = \begin{cases} 0 & ; P_{3,t}^4 = B_t^4 \\ B_t^4 - P_{3,t}^4 & ; P_{3,t}^4 < C_t^4 \text{ และ } D_t^4 - n_4 \cdot P_{3,t}^4 \leq S_t^2 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \\ 0 & ; P_{3,t}^4 < C_t^4 \text{ และ } D_t^4 - n_4 \cdot P_{3,t}^4 > S_t^2 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \text{และ } S_t^2 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \leq 0 \\ \dfrac{S_t^2 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1}{n_4} & ; P_{3,t}^4 < C_t^4 \text{ และ } D_t^4 - n_4 \cdot P_{3,t}^4 > S_t^2 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 \text{และ } S_t^2 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1 < 0 \end{cases} \quad (4.77)$$

$$P_{1,t}^4 = \begin{cases} 0 & ; P_{3,t}^4 + P_{2,t}^4 = B_t^4 \\ \dfrac{D_t^4 - n_4 \cdot P_{3,t}^4 - n_4 \cdot P_{2,t}^4}{n_4} & ; P_{3,t}^4 + P_{2,t}^4 < B_t^4 \text{ และ } D_t^4 - n_4 \cdot P_{3,t}^4 - n_4 \cdot P_{2,t}^4 \leq S_t^2 - n_3 \cdot P_{1,t}^3 - n_2 \cdot P_{1,t}^2 - n_1 \cdot P_{1,t}^1 \\ \text{"error"} & ; P_{3,t}^4 + P_{2,t}^4 < B_t^4 \text{ และ } D_t^4 - n_4 \cdot P_{3,t}^4 - n_4 \cdot P_{2,t}^4 > S_t^2 - n_3 \cdot P_{1,t}^3 - n_2 \cdot P_{1,t}^2 - n_1 \cdot P_{1,t}^1 \end{cases} \quad (4.78)$$

จ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 5

$$P_{3,t}^5 = \begin{cases} B_t^5 & ; D_t^5 + D_t^4 + D_t^3 + D_t^2 + D_t^1 \leq S_t^3 \\ 0 & ; D_t^5 + D_t^4 + D_t^3 + D_t^2 + D_t^1 > S_t^3 \text{ และ } S_t^3 - D_t^4 - D_t^3 - D_t^2 - D_t^1 \leq 0 \\ \dfrac{S_t^3 - D_t^4 - D_t^3 - D_t^2 - D_t^1}{n_5} & ; D_t^5 + D_t^4 + D_t^3 + D_t^2 + D_t^1 > S_t^3 \text{ และ } S_t^3 - D_t^4 - D_t^3 - D_t^2 - D_t^1 > 0 \end{cases} \quad (4.79)$$

$$P_{2,t}^5 = \begin{cases} 0 & ; P_{3,t}^5 = B_t^5 \\ B_t^5 - P_{3,t}^5 & ; P_{3,t}^5 < C_t^5 \text{ และ } D_t^5 \\ & \quad -n_5 \cdot P_{3,t}^5 \le S_t^2 \\ & \quad - n_4 \cdot P_{2,t}^4 \\ & \quad - n_3 \cdot P_{2,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{2,t}^2 \\ & \quad -n_1 \cdot P_{2,t}^1 \\ 0 & ; P_{3,t}^5 < C_t^5 \text{ และ } D_t^5 \\ & \quad -n_5 \cdot P_{3,t}^5 > S_t^2 \\ & \quad -n_4 \cdot P_{2,t}^4 \\ & \quad - n_3 \cdot P_{2,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{2,t}^2 \\ & \quad -n_1 \cdot P_{2,t}^1 \text{ และ } S_t^2 \\ & \quad -n_4 \cdot P_{2,t}^4 \\ & \quad - n_3 \cdot P_{2,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{2,t}^2 \\ & \quad -n_1 \cdot P_{2,t}^1 \le 0 \\ \dfrac{S_t^2 - n_4 \cdot P_{2,t}^4 - n_3 \cdot P_{2,t}^3 - n_2 \cdot P_{2,t}^2 - n_1 \cdot P_{2,t}^1}{n_5} & ; P_{3,t}^5 < C_t^5 \text{ และ } D_t^5 \\ & \quad -n_5 \cdot P_{3,t}^5 > S_t^2 \\ & \quad -n_4 \cdot P_{2,t}^4 \\ & \quad - n_3 \cdot P_{2,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{2,t}^2 \\ & \quad -n_1 \cdot P_{2,t}^1 \ S_t^2 \\ & \quad -n_4 \cdot P_{2,t}^4 \\ & \quad - n_3 \cdot P_{2,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{2,t}^2 \\ & \quad -n_1 \cdot P_{2,t}^1 > 0 \end{cases} \tag{4.80}$$

$$P_{1,t}^5 = \begin{cases} 0 & ; P_{3,t}^5 + P_{2,t}^5 = B_t^5 \\ \dfrac{D_t^5 - n_5 \cdot P_{3,t}^5 - n_5 \cdot P_{2,t}^5}{n_5} & ; P_{3,t}^5 + P_{2,t}^5 < B_t^5 \text{ และ } D_t^5 - n_5 \cdot P_{3,t}^5 \\ & \quad -n_5 \cdot P_{2,t}^5 \le S_t^1 - n_4 \cdot P_{1,t}^4 - n_3 \cdot P_{1,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{1,t}^2 - n_1 \cdot P_{1,t}^1 \\ \text{"error"} & ; P_{3,t}^5 + P_{2,t}^5 < B_t^5 \text{ และ } D_t^5 - n_5 \cdot P_{3,t}^5 \\ & \quad -n_5 \cdot P_{2,t}^5 > S_t^1 - n_4 \cdot P_{1,t}^4 - n_3 \cdot P_{1,t}^3 \\ & \quad -n_2 \cdot P_{1,t}^2 - n_1 \cdot P_{1,t}^1 \end{cases} \tag{4.81}$$

ฉ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 6

$$P_{3,t}^{6}=\begin{cases} B_t^6 & ;D_t^6-D_t^5+D_t^4+D_t^3+D_t^2+D_t^1 \\ & \leq S_t^3 \\ 0 & ;D_t^6-D_t^5+D_t^4+D_t^3+D_t^2+D_t^1 \\ & >S_t^3 \text{ และ } S_t^3-D_t^5-D_t^4-D_t^3 \\ & -D_t^2-D_t^1\leq 0 \\ \dfrac{S_t^3-D_t^5-D_t^4-D_t^3-D_t^2-D_t^1}{n_6} & ;D_t^6-D_t^5+D_t^4+D_t^3+D_t^2+D_t^1 \\ & >S_t^3 \text{ และ} S_t^3-D_t^5-D_t^4-D_t^3 \\ & -D_t^2-D_t^1>0 \end{cases} \quad (4.82)$$

$$P_{2,t}^{6}=\begin{cases} 0 & ;P_{3,t}^6=B_t^6 \\ B_t^6-P_{3,t}^6 & ;P_{3,t}^6<C_t^6 \text{ และ } D_t^6-n_6\cdot P_{3,t}^6 \\ & \leq S_t^2-\ n_5\cdot P_{2,t}^5-n_4\cdot P_{2,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{2,t}^3-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \\ 0 & ;P_{3,t}^5<C_t^5 \text{ และ } D_t^6-n_6\cdot P_{3,t}^6 \\ & \leq S_t^2-\ n_5\cdot P_{2,t}^5-n_4\cdot P_{2,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{2,t}^3-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \\ & \text{และ } S_t^2-\ n_5\cdot P_{2,t}^5-n_4\cdot P_{2,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{2,t}^3-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \\ & \leq 0 \\ \dfrac{S_t^2-n_5\cdot P_{2,t}^5-n_4\cdot P_{2,t}^4-n_3}{n_6}\cdot & ;P_{3,t}^5<C_t^5 \text{ และ } D_t^6-n_6\cdot P_{3,t}^6 \\ \dfrac{P_{2,t}^3-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1}{n_6} & \leq S_t^2-\ n_5\cdot P_{2,t}^5-n_4\cdot P_{2,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{2,t}^3-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \\ & \text{และ } S_t^2-\ n_5\cdot P_{2,t}^5-n_4\cdot P_{2,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{2,t}^3-n_2\cdot P_{2,t}^2-n_1\cdot P_{2,t}^1 \\ & >0 \end{cases} \quad (4.83)$$

$$P_{1,t}^{6}=\begin{cases} 0 & ;P_{3,t}^6+P_{2,t}^6=B_t^6 \\ \dfrac{D_t^6-n_6\cdot P_{3,t}^6-n_6\cdot P_{2,t}^6}{n_6} & ;P_{3,t}^6+P_{2,t}^6<B_t^6 \text{ และ } D_t^6-n_6\cdot P_{3,t}^6 \\ & -n_6\cdot P_{2,t}^6\leq S_t^1-n_5\cdot\ P_{1,t}^5-\ n_4\cdot P_{1,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{1,t}^3-n_2\cdot P_{1,t}^2-n_1\cdot P_{1,t}^1 \\ \text{"error"} & ;P_{3,t}^6+P_{2,t}^6<B_t^6 \text{ และ } D_t^6-n_6\cdot P_{3,t}^6 \\ & -n_6\cdot P_{2,t}^6\ >S_t^1-n_5\cdot\ P_{1,t}^5-\ n_4\cdot P_{1,t}^4 \\ & -n_3\cdot P_{1,t}^3-n_2\cdot P_{1,t}^2-n_1\cdot P_{1,t}^1 \end{cases} \quad (4.84)$$

4.2.3.7 ปริมาณการบริโภคสินค้าของแต่ละกลุ่ม

ก. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1

$$E_{3,t}^{1} = \begin{cases} C_t^1 & ; C_t^1 \le P_{3,t}^1 \\ P_{3,t}^1 & ; C_t^1 > P_{3,t}^1 \end{cases} \tag{4.85}$$

$$E_{2,t}^{1} = \begin{cases} 0 & ; E_{3,t}^1 = C_t^1 \\ C_t^1 - E_{3,t}^1 & ; E_{3,t}^1 < C_t^1 \text{ และ } C_t^1 - E_{3,t}^1 \le P_{2,t}^1 \\ P_{2,t}^1 & ; E_{3,t}^1 < C_t^1 \text{ และ } C_t^1 - E_{3,t}^1 > P_{2,t}^1 \end{cases} \tag{4.86}$$

$$E_{1,t}^{1} = \begin{cases} 0 & ; E_{3,t}^1 + E_{2,t}^1 = C_t^1 \\ C_t^1 - E_{3,t}^1 - E_{2,t}^1 & ; E_{3,t}^1 + E_{2,t}^1 < C_t^1 \text{ และ } C_t^1 - E_{3,t}^1 - E_{2,t}^1 \le P_{1,t}^1 \\ P_{1,t}^1 & ; E_{3,t}^1 + E_{2,t}^1 < C_t^1 \text{ และ } C_t^1 - E_{3,t}^1 - E_{2,t}^1 > P_{1,t}^1 \end{cases} \tag{4.87}$$

ข. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 2

$$E_{3,t}^{2} = \begin{cases} C_t^2 & ; C_t^2 \le P_{3,t}^2 \\ P_{3,t}^2 & ; C_t^2 > P_{3,t}^2 \end{cases} \tag{4.88}$$

$$E_{2,t}^{2} = \begin{cases} 0 & ; E_{3,t}^2 = C_t^2 \\ C_t^2 - E_{3,t}^2 & ; E_{3,t}^2 < C_t^2 \text{ และ } C_t^2 - E_{3,t}^2 \le P_{2,t}^2 \\ P_{2,t}^2 & ; E_{3,t}^2 < C_t^2 \text{ และ } C_t^2 - E_{3,t}^2 > P_{2,t}^2 \end{cases} \tag{4.89}$$

$$E_{1,t}^{2} = \begin{cases} 0 & ; E_{3,t}^2 + E_{2,t}^2 = C_t^2 \\ C_t^2 - E_{3,t}^2 - E_{2,t}^2 & ; E_{3,t}^2 + E_{2,t}^2 < C_t^2 \text{ และ } C_t^2 - E_{3,t}^2 - E_{2,t}^2 \le P_{1,t}^2 \\ P_{1,t}^2 & ; E_{3,t}^2 + E_{2,t}^2 < C_t^2 \text{ และ } C_t^2 - E_{3,t}^2 - E_{2,t}^2 > P_{1,t}^2 \end{cases} \tag{4.90}$$

ค. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 3

$$E_{3,t}^{3} = \begin{cases} C_t^3 & ; C_t^3 \le P_{3,t}^3 \\ P_{3,t}^3 & ; C_t^3 > P_{3,t}^3 \end{cases} \tag{4.91}$$

$$E_{2,t}^{3}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{3}=C_{t}^{3}\\ C_{t}^{3}-E_{3,t}^{3} & ;E_{3,t}^{3}<C_{t}^{3}\text{ และ }C_{t}^{3}-E_{3,t}^{3}\leq P_{2,t}^{3}\\ P_{2,t}^{3} & ;E_{3,t}^{3}<C_{t}^{3}\text{ และ }C_{t}^{3}-E_{3,t}^{3}>P_{2,t}^{3}\end{cases} \quad (4.92)$$

$$E_{1,t}^{3}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{3}+E_{2,t}^{3}=C_{t}^{3}\\ C_{t}^{3}-E_{3,t}^{3}-E_{2,t}^{3} & ;E_{3,t}^{3}+E_{2,t}^{3}<C_{t}^{3}\text{ และ }C_{t}^{3}-E_{3,t}^{3}-E_{2,t}^{3}\leq P_{1,t}^{3}\\ P_{1,t}^{3} & ;E_{3,t}^{3}+E_{2,t}^{3}<C_{t}^{3}\text{ และ }C_{t}^{3}-E_{3,t}^{3}-E_{2,t}^{3}>P_{1,t}^{3}\end{cases} \quad (4.93)$$

ง. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 4

$$E_{3,t}^{4}=\begin{cases}C_{t}^{4} & ;C_{t}^{4}\leq P_{3,t}^{4}\\ P_{3,t}^{4} & ;C_{t}^{4}>P_{3,t}^{4}\end{cases} \quad (4.94)$$

$$E_{2,t}^{4}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{4}=C_{t}^{4}\\ C_{t}^{4}-E_{3,t}^{4} & ;E_{3,t}^{4}<C_{t}^{4}\text{ และ }C_{t}^{4}-E_{3,t}^{4}\leq P_{2,t}^{4}\\ P_{2,t}^{4} & ;E_{3,t}^{4}<C_{t}^{4}\text{ และ }C_{t}^{4}-E_{3,t}^{4}>P_{2,t}^{4}\end{cases} \quad (4.95)$$

$$E_{1,t}^{4}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{4}+E_{2,t}^{4}=C_{t}^{4}\\ C_{t}^{4}-E_{3,t}^{4}-E_{2,t}^{4} & ;E_{3,t}^{4}+E_{2,t}^{4}<C_{t}^{4}\text{ และ }C_{t}^{4}-E_{3,t}^{4}-E_{2,t}^{4}\leq P_{1,t}^{4}\\ P_{1,t}^{4} & ;E_{3,t}^{4}+E_{2,t}^{4}<C_{t}^{4}\text{ และ }C_{t}^{4}-E_{3,t}^{4}-E_{2,t}^{4}>P_{1,t}^{4}\end{cases} \quad (4.96)$$

จ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 5

$$E_{3,t}^{5}=\begin{cases}C_{t}^{5} & ;C_{t}^{5}\leq P_{3,t}^{5}\\ P_{3,t}^{5} & ;C_{t}^{5}>P_{3,t}^{5}\end{cases} \quad (4.97)$$

$$E_{2,t}^{5}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{5}=C_{t}^{5}\\ C_{t}^{5}-E_{3,t}^{5} & ;E_{3,t}^{5}<C_{t}^{5}\text{ และ }C_{t}^{5}-E_{3,t}^{5}\leq P_{2,t}^{5}\\ P_{2,t}^{5} & ;E_{3,t}^{5}<C_{t}^{5}\text{ และ }C_{t}^{5}-E_{3,t}^{5}>P_{2,t}^{5}\end{cases} \quad (4.98)$$

$$E_{1,t}^{5}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{5}+E_{2,t}^{5}=C_t^5\\ C_t^5-E_{3,t}^{5}-E_{2,t}^{5} & ;E_{3,t}^{5}+E_{2,t}^{5}<C_t^5 \text{ และ } C_t^5-E_{3,t}^{5}-E_{2,t}^{5}\le P_{1,t}^{5}\\ P_{1,t}^{5} & ;E_{3,t}^{5}+E_{2,t}^{5}<C_t^5 \text{ และ } C_t^5-E_{3,t}^{5}-E_{2,t}^{5}>P_{1,t}^{5}\end{cases} \quad (4.99)$$

ฉ. ผู้บริโภคกลุ่มที่ 6

$$E_{3,t}^{6}=\begin{cases}C_t^6 & ;C_t^6\le P_{3,t}^{6}\\ P_{3,t}^{6} & ;C_t^6>P_{3,t}^{6}\end{cases} \quad (4.100)$$

$$E_{2,t}^{6}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{6}=C_t^6\\ C_t^6-E_{3,t}^{6} & ;E_{3,t}^{6}<C_t^6 \text{ และ } C_t^6-E_{3,t}^{6}\le P_{2,t}^{6}\\ P_{2,t}^{6} & ;E_{3,t}^{6}<C_t^6 \text{ และ } C_t^6-E_{3,t}^{6}>P_{2,t}^{6}\end{cases} \quad (4.101)$$

$$E_{1,t}^{6}=\begin{cases}0 & ;E_{3,t}^{6}+E_{2,t}^{6}=C_t^6\\ C_t^6-E_{3,t}^{6}-E_{2,t}^{6} & ;E_{3,t}^{6}+E_{2,t}^{6}<C_t^6 \text{ และ } C_t^6-E_{3,t}^{6}-E_{2,t}^{6}\le P_{1,t}^{6}\\ P_{1,t}^{6} & ;E_{3,t}^{6}+E_{2,t}^{6}<C_t^6 \text{ และ } C_t^6-E_{3,t}^{6}-E_{2,t}^{6}>P_{1,t}^{6}\end{cases} \quad (4.102)$$

จากการศึกษาและทำความเข้าใจแบบแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) และได้ทำการสร้างสมการอธิบายแบบจำลองนั้น จะเห็นว่าในส่วนของปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภคแต่ละกลุ่มนั้นมีปริมาณการซื้อสินค้า โดยนำจำนวนสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าหารด้วยจำนวนคนในกลุ่มดังที่แสดงในสมการที่ 4.70 ถึงสมการที่ 4.84 ซึ่งไม่สมเหตุสมผลเนื่องจากในแบบจำลองนี้ได้กำหนดให้มีวิธีการขายเป็นแพ็ค เช่น แพ็คละ 500 กรัม หากนำจำนวนสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าหารด้วยจำนวนคนในกลุ่ม ผลหารที่ได้นั้นจะไม่ลงตัวและไม่พอดีกับขนาดการขาย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะทำให้ไม่สามารถซื้อสินค้านั้นได้จึงทำให้แบบจำลองในส่วนนี้ไม่สมเหตุสมผล และมีการลำดับการเข้าซื้อของผู้บริโภคตามเลขลำดับของกลุ่มซึ่งไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

4.3 สมการทางคณิตศาสตร์รูปแบบทั่วไป (General Form) อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้ง

ผู้ดำเนินโครงงานได้จัดทำสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั่วไปอธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ในกรณีที่แบบจำลองสามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้ และปรับปรุงแบบจำลองในส่วนปริมาณการซื้อสินค้าของ

ระดับผู้บริโภคแต่ละกลุ่มนั้นให้สมเหตุสมผลมากขึ้น เมื่อเทียบกับแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559) ซึ่งโครงงานนี้จะปรับปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภคเป็นแบบเฉลี่ยตามความต้องการและแบบสุ่มลำดับการเข้าซื้อของแต่ละกลุ่ม โดยในหัวข้อต่อไปนี้จะแสดงสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั่วไปอธิบายแบบจำลองดังกล่าว

4.3.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของโซ่อุปทาน

กำหนดตัวแปร

FW^{sc} = อาหารที่ถูกทิ้งของโซ่อุปทานในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW^{r} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับร้านค้าในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW^{c} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับผู้บริโภคในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

สมการปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของโซ่อุปทาน

$$FW^{sc} = FW^{r} + FW^{c} \tag{4.103}$$

4.3.2 ระดับร้านค้า

ดัชนี

t = ช่วงเวลา ซึ่ง t = 1, 2, ..., m

l = อายุสินค้า ซึ่ง l = 1, 2, ..., n

g = กลุ่มผู้บริโภค ซึ่ง g = 1, 2, ..., j

กำหนดตัวแปร

FW^{r} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับร้านค้าในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW_t^{r} = อาหารที่ถูกทิ้งของระดับร้านค้าในช่วงเวลา t (กรัม)

I_t^{l} = สินค้าคงคลังของระดับร้านค้าที่เหลืออายุ l วันในช่วงเวลาt (กรัม)

S_t^{l} = ปริมาณสินค้าที่ขายไปที่เหลืออายุ l วันในช่วงเวลา t (กรัม)

O_t^{r} = ปริมาณสินค้ารับเข้าในช่วงเวลา t (กรัม)

D_t^{c} = ปริมาณสินค้าทั้งหมดที่ลูกค้าทุกกลุ่มต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

R = ปริมาณสินค้าที่เป็นจุดสั่งซื้อใหม่สำหรับนโยบาย Order Point, Order Quantity (กรัม)

Q = ปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อในแต่ละครั้ง สำหรับนโยบาย Order Point, Order Quantity (กรัม)

$OUTL$ = ระดับสินค้าคงคลังที่ต้องการ สำหรับนโยบาย Order-Up-To Level (กรัม)

$\lfloor\ \rfloor$ = ปัดเศษเป็นจำนวนเต็มที่น้อยกว่า

4.3.2.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง

$$FW^r = \sum_{t=1}^{m} FW_t^r \qquad \textbf{(4.104)}$$

$$FW_t^r = I_t^1 - S_t^1 \; ; \forall t \qquad \textbf{(4.105)}$$

4.3.2.2 ปริมาณสินค้าคงคลัง

$$I_t^l = \begin{cases} O_t^r & ; l = n \\ I_{t-1}^{l+1} - S_{t-1}^{l+1} & ; \forall l < n \, , l = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad ; \forall t \qquad \textbf{(4.106)}$$

4.3.2.3 ปริมาณสินค้ารับเข้า

ก. นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL)

$$O_t^r = OUTL - \sum_{l<n} I_t^l \quad ; \forall t \qquad \textbf{(4.107)}$$

ข. นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q)

$$O_t^r = \begin{cases} 0 & ; \sum_{l<n} I_t^l > R \\ Q & ; \sum_{l<n} I_t^l \leq R \end{cases} \quad ; \forall t \qquad \textbf{(4.108)}$$

4.3.2.4 ปริมาณสินค้าที่ขาย

ก. กรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

$$S_t^l = \begin{cases} I_t^l & ; I_t^l < D_t^c \,, l = n \\ D_t^c & ; I_t^l \geq D_t^c \,, l = n \\ 0 & ; \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i = D_t^c \,, \forall l < n \\ D_t^c - \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i & ; \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i < D_t^c \,, D_t^c - \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i \leq I_t^l \,, \forall l < n \\ I_t^l & ; \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i < D_t^c \,, D_t^c - \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i > I_t^l \,, \forall l < n \end{cases} \quad ; \forall t \qquad (4.109)$$

ข. กรณีเฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

$$S_t^l = \begin{cases} \sum_{g=1}^{j} \left\lfloor \frac{\left(\frac{D_t^g}{D_t^c}\right) \times I_t^l}{U} \right\rfloor \times U & ; I_t^l < D_t^c \,, l = n \\ D_t^c & ; I_t^l \geq D_t^c \,, l = n \\ 0 & ; \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i = D_t^c \,, \forall l < n \\ D_t^c - \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i & ; \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i < D_t^c \,, D_t^c - \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i \leq I_t^l \,, \forall l < n \\ \sum_{g=1}^{j} \left\lfloor \frac{\left(\frac{D_t^g}{D_t^c}\right) \times I_t^l}{U} \right\rfloor \times U & ; \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i < D_t^c \,, D_t^c - \sum_{i=l+1}^{n} S_t^i > I_t^l \,, \forall l < n \end{cases} \qquad (4.110)$$

4.3.3 ระดับผู้บริโภค

ดัชนี

t = ช่วงเวลา ซึ่ง t = 1, 2, ..., m

l = อายุสินค้า ซึ่ง l = 1, 2, ..., n

g = กลุ่มผู้บริโภค ซึ่ง g = 1, 2, ..., j

a = ลำดับการเข้าซื้อของผู้บริโภค ซึ่ง a = 1, 2, ..., k

กำหนดตัวแปร

FW^c = อาหารที่ถูกทิ้งระดับผู้บริโภคในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW^g = อาหารที่ถูกทิ้งระดับผู้บริโภคกลุ่ม g ในช่วงเวลาที่พิจารณา (กรัม)

FW_t^g = อาหารที่ถูกทิ้งระดับผู้บริโภคกลุ่ม g ในช่วงเวลา t (กรัม)

n_g = จำนวนประชากรในกลุ่ม g (คน)

$P_{l,t}^g$ = ปริมาณการซื้อสินค้าที่เหลืออายุ l วัน ของผู้บริโภคกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$A_{l,t}^a$ = ปริมาณการซื้อสินค้าที่เหลืออายุ l วัน ของผู้บริโภคที่เข้าซื้อลำดับที่ a ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

F_t^a = ปริมาณสินค้าที่ผู้บริโภคที่เข้าซื้อลำดับที่ a ต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

$K_{l,t}^g$ = ปริมาณการเก็บสินค้าที่เหลืออายุ l วันของผู้บริโภคกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$E_{l,t}^g$ = ปริมาณการบริโภคสินค้าที่เหลืออายุ l วันของผู้บริโภคกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

D_t^c = ปริมาณสินค้าทั้งหมดที่ผู้บริโภคทุกกลุ่มต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

D_t^g = ปริมาณสินค้าที่ผู้บริโภคกลุ่ม g ต้องการในช่วงเวลา t (กรัม)

B_t^g = ปริมาณที่ต้องการซื้อของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

U = ขนาดการขาย (กรัม/หน่วย)

d_t^g = ความต้องการต่อคนของผู้บริโภคกลุ่ม g ในช่วงเวลา t (กรัม)

b_t^g = จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการต่อคนของผู้บริโภคกลุ่ม g ในช่วงเวลา t (หน่วย)

M_g = ค่าความต้องการขั้นต่ำของกลุ่ม g (กรัม)

C_t^g = ปริมาณการบริโภคของกลุ่ม g ที่ช่วงเวลา t (กรัม)

$\lceil\ \rceil$ = ปัดเศษเป็นจำนวนเต็มที่มากกว่า

$\lfloor\ \rfloor$ = ปัดเศษเป็นจำนวนเต็มที่น้อยกว่า

4.3.3.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง

$$FW^c = \sum_{g=1}^{j} FW^g \qquad \textbf{(4.111)}$$

4.3.3.2 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของแต่ละกลุ่ม

$$FW^g = \sum_{t=1}^{m} FW_t^g \qquad \textbf{(4.112)}$$

$$FW_t^g = \begin{cases} 0 & ; P_{1,t-1}^g + K_{1,t-1}^g - E_{1,t}^g \leq 0 \\ P_{1,t-1}^g + K_{1,t-1}^g - E_{1,t}^g & ; P_{1,t-1}^g + K_{1,t-1}^g - E_{1,t}^g > 0 \end{cases} ; \forall t, g \quad (4.113)$$

4.3.3.3 ปริมาณความต้องการรวม

$$D_t^c = \sum_{g=1}^{j} D_t^g \ ; \forall t \quad (4.114)$$

4.3.3.4 ปริมาณความต้องการของแต่ละกลุ่ม

$$D_t^g = n_g \cdot B_t^g \ ; \forall t, g \quad (4.115)$$

$$B_t^g = b_t^g \cdot U \ ; \forall t, g \quad (4.116)$$

$$b_t^g = \left\lceil \frac{d_t^g}{U} \right\rceil \ ; \forall t, g \quad (4.117)$$

4.3.3.5 ปริมาณการเก็บสินค้าของแต่ละกลุ่ม

$$K_{l,t}^g = \begin{cases} P_{n,t-1}^g - E_{n,t-1}^g & ; l = n-1 \\ P_{l,t-1}^g + K_{l,t-1}^g - E_{l,t-1}^g & ; \forall l < n-1 \end{cases} ; \forall t, g \quad (4.118)$$

4.3.3.6 ปริมาณการซื้อสินค้าของแต่ละกลุ่ม

ก. กรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

$$A_{l,t}^{a} = \begin{cases} F_t^a & ; F_t^a \le I_t^l \,, l = n \text{ และ } a = 1 \\ I_t^l & ; F_t^a > I_t^l \,, l = n \text{ และ } a = 1 \\ F_t^a & ; F_t^a \le I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} \,, l = n \text{ และ } a > 1 \\ 0 & ; F_t^a > I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} \text{ และ } I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} \le 0 \,, l = n \text{ และ } a > 1 \\ I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} & ; F_t^a \le I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} \text{ และ } I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} > 0 \,, l = n \text{ และ } a > 1 \\ F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} < F_t^a \text{ และ } F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} \le I_t^l \,, l < n \text{ และ } a = 1 \\ I_t^l & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} < F_t^a \text{ และ } F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} > I_t^l \,, l < n \text{ และ } a = 1 \\ 0 & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} = F_t^a \,, l < n \text{ และ } a = 1 \\ F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} < F_t^a \text{ และ } F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} \le I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} \,, l < n \text{ และ } a > 1 \\ I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} < F_t^a \text{ และ } F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} > I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} \text{ และ } I_t^l - \sum_{i=a-1}^{1} A_{l,t}^{i} < 0 \,, l < n \text{ และ } a > 1 \\ 0 & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} < F_t^a \text{ และ } F_t^a - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} > I_t^l - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} \text{ และ } I_t^l - \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} \ge 0 \,, l < n \text{ และ } a > 1 \\ 0 & ; \sum_{i=l+1}^{n} A_{i,t}^{a} = F_t^a \,, l < n \text{ และ } a > 1 \end{cases} \quad ; \forall t \qquad (4.119)$$

ข. กรณีเฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

$$P_{l,t}^{g}=\begin{cases} D_t^g & ;D_t^c \le I_t^l \,, l=n \\ \left\lfloor \frac{\left(\frac{D_t^g}{D_t^c}\right)\times I_t^l}{U} \right\rfloor \times U & ;D_t^c > I_t^l \,, l=n \\ 0 & ;\sum_{i=l+1}^{n} P_{i,t}^{g} = D_t^g \,, l<n \\ D_t^g - \sum_{i=l+1}^{n} P_{i,t}^{g} & ;\sum_{i=l+1}^{n} P_{i,t}^{g} < D_t^g \text{ และ } D_t^g - \sum_{i=l+1}^{n} P_{i,t}^{g} \le I_t^l \,, l<n \\ \left\lfloor \frac{\left(\frac{D_t^g}{D_t^c}\right)\times I_t^l}{U} \right\rfloor \times U & ;\sum_{i=l+1}^{n} P_{i,t}^{g} < D_t^g \text{ และ } D_t^g - \sum_{i=l+1}^{n} P_{i,t}^{g} > I_t^l \,, l<n \end{cases} \quad ;\forall t,g \qquad (4.120)$$

4.3.3.7 ปริมาณการบริโภคสินค้าของแต่ละกลุ่ม

$$E_{l,t}^{g}=\begin{cases} C_t^g & ;C_t^g \le P_{l,t}^{g} \,, l=n \\ P_{l,t}^{g} & ;C_t^g > P_{l,t}^{g} \,, l=n \\ 0 & ;\sum_{i=l+1}^{n} E_{i,t}^{g} = C_t^g \,, l<n \\ C_t^g - \sum_{i=l+1}^{n} E_{i,t}^{g} & ;\sum_{i=l+1}^{n} E_{i,t}^{g} < C_t^g \text{ และ } C_t^g - \sum_{i=l+1}^{n} E_{i,t}^{g} \le P_{l,t}^{g} \,, l<n \\ P_{l,t}^{g} & ;\sum_{i=l+1}^{n} E_{i,t}^{g} < C_t^g \text{ และ } C_t^g - \sum_{i=l+1}^{n} E_{i,t}^{g} > P_{l,t}^{g} \,, l<n \end{cases} \quad ;\forall t,g \qquad (4.121)$$

4.4 การจำลองบนตารางทำการ

แบบจำลองบนตารางทำการถูกสร้างขึ้นบนโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการทิ้งอาหารในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ของสินค้าประเภทผัก 1 ชนิด คือ เห็ดเข็มทอง ซึ่งแบบจำลองสามารถกำหนดอายุสินค้า ระดับร้านค้าอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ (Shortage) และผู้บริโภคทุกกลุ่มมีโอกาสในการเลือกซื้อสินค้าเท่ากัน อีกทั้งแบบจำลองสามารถใช้ในการทดลองปรับ รูปแบบของความต้องการของผู้บริโภค นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ขนาดของการขาย และวิธีการขายได้ เพื่อหาวิธีการที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานลดลงในขณะที่มีระดับความมีพร้อมของสินค้าตามที่ต้องการ โดยจะมีแบบจำลองทั้งหมด 3 แบบ คือ แบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้าได้มากที่สุด 5 วัน และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ แบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

4.4.1 แบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการศึกษาและทำความเข้าใจแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) และได้ทำการสร้างสมการอธิบายแบบจำลองนั้นขึ้นมา เพื่อนำมาพิจารณาความถูกต้องและไม่สมเหตุสมผลของแบบจำลองนั้น จากนั้นจึงทำการปรับปรุงแบบจำลองให้สมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น แบบจำลองที่สร้างขึ้นมานี้ จำนวนประชากร ความต้องการขั้นต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์การซื้อ และค่าสัมประสิทธิ์การบริโภค ของผู้บริโภคทั้ง 6 กลุ่มจะใช้ข้อมูลเดียวกันกับแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) โดยมีการปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถกำหนดอายุสินค้าได้มากที่สุด 5 วัน และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ และแก้ไขส่วนของปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภคแต่ละกลุ่มนั้นที่มีปริมาณการซื้อสินค้า โดยนำจำนวนสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าหารด้วยจำนวนคนในกลุ่มดังที่แสดงในสมการที่ 4.70 ถึงสมการที่ 4.84 ซึ่งไม่สมเหตุสมผลเนื่องจากในแบบจำลองนี้ได้กำหนดให้มีวิธีการขายเป็นแพ็ค เช่น แพ็คละ 500 กรัม หากนำจำนวนสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าหารด้วยจำนวนคนในกลุ่ม ผลหารที่ได้นั้นจะไม่ลงตัวและไม่พอดีกับขนาดการขาย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะทำให้ไม่สามารถซื้อสินค้านั้นได้ ซึ่งแก้ไขโดยการปรับแบบจำลองจากเดิมที่คิดความต้องการของผู้บริโภคคนเดียว เป็นคิดความต้องการของผู้บริโภคทั้งกลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1.1 แบบจำลองระดับผู้บริโภค

ก. ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม) เป็นผลรวมของปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =C12+AA12+AY12+BW12+CU12+DS12 เพื่อหาค่า ดังรูปที่ 4.1

L5 =C12+AA12+AY12+BW12+CU12+DS12

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ความต้องการ (กลุ่ม)	ค่าสัมประสิทธิ์ การซื้อ	ความต้องการ	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องกา
11	0					
12	1	165000	20900	1.97	394	1
13	2	181500	20900	1.88	376	1
14	3	165000	20900	2.14	428	1
15	4	197450	20900	2.45	490	1

ระดับผู้บริโภค | ระดับร้านค้า | Sheet1

รูปที่ 4.1 ปริมาณความต้องการสินค้ารวมทุกกลุ่มของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ข. ปริมาณที่ต้องการซื้อ คือ ความต้องการซื้อของผู้บริโภคทั้งกลุ่ม หาได้จากผลคูณระหว่าง จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการ ขนาดการขาย และจำนวนคนในกลุ่ม

ค. ซื้อ 5 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,IF(G12<=ระดับร้านค้า!$I11,G12,ระดับร้านค้า!$I11)) เพื่อหาค่า ดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยการใช้คำสั่ง CHOOSE เพื่อดูว่าสินค้ามีอายุกี่วัน โดยได้กำหนดให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้ออาหารที่มีอายุเหลือมากที่สุดจนหมดก่อน จึงจะเลือกซื้ออาหารที่มีอายุน้อยลงมาตามลำดับ เพื่อตรงกับความเป็นจริง

W12 =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,IF(G12<=ระดับร้านค้า!$I11,G12,ระดับร้านค้า!$I11))

	G	H	I	J	K	L
10	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1	ปริมาณการ บริโภค
11						
12	0	0	0	15200	0	7587
13	0	0	0	7600	0	7613
14	0	0	0	15200	0	7636
15	0	0	0	15200	0	7644

ระดับผู้บริโภค | ระดับร้านค้า | Sheet1

รูปที่ 4.2 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ง. ซื้อ 4 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,IF(G12<=ระดับร้านค้า!$P11,G12,ระดับร้านค้า!$P11),IF(H12

<G12, IF(G12-H12<=ระดับร้านค้า!$P11,G12-H12,ระดับร้านค้า!$P11),0)) เพื่อหาค่า ดังแสดงในรูปที่ 4.3

	G	H	I	J	K	L
10	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค
11						
12	0	0	0	15200	0	7587
13	0	0	0	7600	0	7613
14	0	0	0	15200	0	7636
15	0	0	0	15200	0	7644

รูปที่ 4.3 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

จ. ซื้อ 3 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 3 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังกชัน =CHOOSE($E$3,0,0,IF(G12<=ระดับร้านค้า!$W11,G12,ระดับร้านค้า!$W11),IF(I12<G12,IF(G12-I12<=ระดับร้านค้า!$W11,G12-I12,ระดับร้านค้า!$W11),0),IF(H12+I12<G12,IF(G12-H12-I12<=ระดับร้านค้า!$W11,G12-H12-I12,ระดับร้านค้า!$W11),0)) เพื่อหาค่า ดังแสดงในรูปที่ 4.4

	G	H	I	J	K	L
10	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค
11						
12	0	0	0	15200	0	7587
13	0	0	0	7600	0	7613
14	0	0	0	15200	0	7636
15	0	0	0	15200	0	7644

รูปที่ 4.4 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ฉ. ซื้อ 2 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 2 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,IF(G12<=ระดับร้านค้า!$AD11,G12,ระดับร้านค้า!$AD11),IF(J12<G12,IF(G12-J12<=ระดับร้านค้า!$AD11,G12-J12,ระดับร้านค้า!$AD11),0),IF(I12+J12<G12,IF(G12-I12-J12<=ระดับร้านค้า!$AD11,G12-I12-J12,ระดับร้านค้า!$AD11),0),IF(H12+I12+J12<G12,IF(G12-H12-I12-J12<=ระดับร้านค้า!$AD11,G12-H12-I12-J12,ระดับร้านค้า!$AD11),0)) เพื่อหาค่า

	G				K	L
10	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค
11						
12	0	0	0	15200	0	7587
13	0	0	0	7600	0	7613
14	0	0	0	15200	0	7636
15	0	0	0	15200	0	7644

รูปที่ 4.5 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ช. ซื้อ 1 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 1 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,IF(G12<=ระดับร้านค้า!$AK11,G12,ระดับร้านค้า!$AK11),IF(K12<G12, IF(G12-K12<=ระดับร้านค้า!$AK11,G12-K12,ระดับร้านค้า!$AK11),0),IF(J12+K12<G12,IF(G12-J12-K12<=ระดับร้านค้า!$AK11,G12-J12-K12,ระดับร้านค้า!$AK11),0),IF(I12+J12+K12<G12, IF(G12-I12-J12-K12<=ระดับร้านค้า!$AK11,$G$12-$I$12-$J$12-$K$12,ระดับร้านค้า!$AK11),0), IF(H12+I12+J12+K12<G12,IF(G12-H12-I12-J12-K12<=ระดับร้านค้า!$AK11,G12-H12-I12-J12-K12,ระดับร้านค้า!$AK11),0)) เพื่อหาค่า

W12 =CHOOSE($E$3,IF(G12<=ระดับร้านค้าSAK11,G12,ระดับร้านค้าSAK11),IF(K12<G12,IF(G12-K12<=ระดับร้านค้าSAK11,G12-K12,ระดับร้านค้าSAK11),0),IF(J12+K12<G12,IF(G12-J12-K12<=ระดับร้านค้าSAK11,G12-J12-K12,ระดับร้านค้าSAK11),0),IF(I12+J12+K12<G12,IF(G12-I12-J12-K12<=ระดับร้านค้าSAK11,SG$12-SI$12-SJ$12-SK$12,ระดับร้านค้าSAK11),0),IF(H12+I12+J12+K12<G12,IF(G12-H12-I12-J12-K12<=ระดับร้านค้าSAK11,G12-H12-I12-J12-K12,ระดับร้านค้าSAK11),0))

	G					
10	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค
11						
12	0	0	0	15200	0	7587
13	0	0	0	7600	0	7613
14	0	0	0	15200	0	7636
15	0	0	0	15200	0	7644

ระดับผู้บริโภค ระดับร้านค้า Sheet1

รูปที่ 4.6 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ซ. ปริมาณการบริโภค นำตัวเลขที่ได้จากค่าสัมประสิทธิ์พฤติกรรมการบริโภคมาคำนวณกับค่าความต้องการ เพื่อให้รู้ว่าผู้บริโภคต้องการที่จะบริโภคผักจำนวนเท่าไหร่

ฌ. บริโภค 5 บริโภค 4 บริโภค 3 บริโภค 2 และบริโภค 1 แสดงถึงอายุของอาหารที่จะบริโภคตามลำดับ ผู้ดำเนินโครงงานได้กำหนดให้ผู้บริโภคเลือกบริโภคอาหารที่เหลืออายุมากที่สุดก่อน โดยใช้สูตรฟังก์ชัน MIN หรือค่าน้อยสุดของปริมาณการบริโภคกับซื้อ ได้ เช่น =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,MIN(H12,N12))

ญ. เก็บ 4 เก็บ 3 เก็บ 2 และเก็บ 1 ผู้บริโภคสามารถเก็บรักษาอาหารที่บริโภคไม่หมด โดยหาค่าจากสูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,H11-O11)

ฎ. ปริมาณอาหารที่เหลือทิ้ง สามารถคำนวณได้จาก ส่วนต่างของอาหารที่เก็บโดยเหลืออายุ 1 วัน (“เก็บ 1”) กับการบริโภคอาหารที่เหลืออายุ 1 วัน (“บริโภค 1”) เนื่องจากหลังค่า เก็บ 1 และบริโภค 1 อาหารจะหมดอายุหรือเสื่อมสภาพก่อนรับประทาน จึงไม่สามารถเก็บรักษาหรือรับประทานได้ จึงให้ค่าที่เหลือเป็น ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง

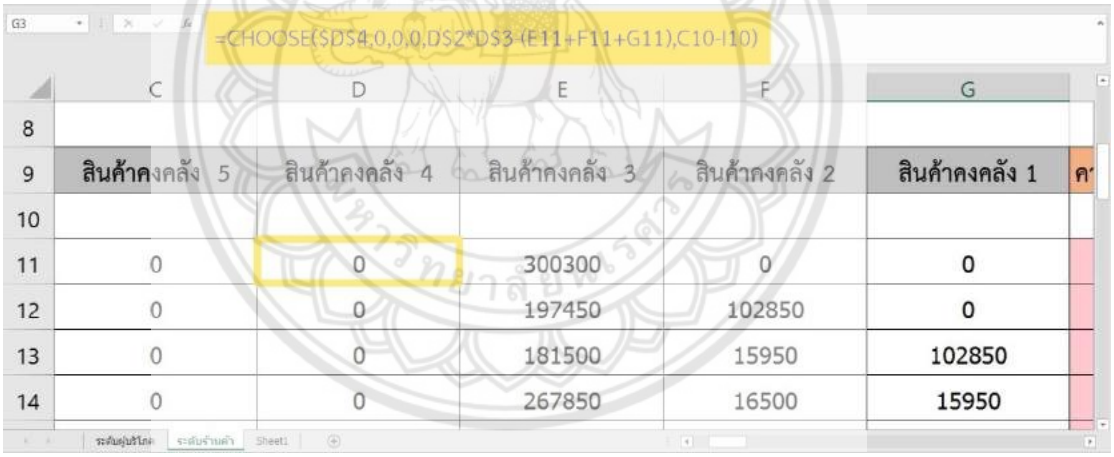
4.4.1.2 แบบจำลองระดับร้านค้า

ก. สินค้าคงคลัง 5 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 5 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,D$2*D$3-(D11+E11+F11+G11)) เพื่อหาค่า

	C	D	E	F	G
8					
9	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3	สินค้าคงคลัง 2	สินค้าคงคลัง 1
10					
11	0	0	300300	0	0
12	0	0	197450	102850	0
13	0	0	181500	15950	102850
14	0	0	267850	16500	15950

รูปที่ 4.7 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ข. สินค้าคงคลัง 4 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 4 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,D$2*D$3-(E11+F11+G11),C10-I10) เพื่อหาค่า



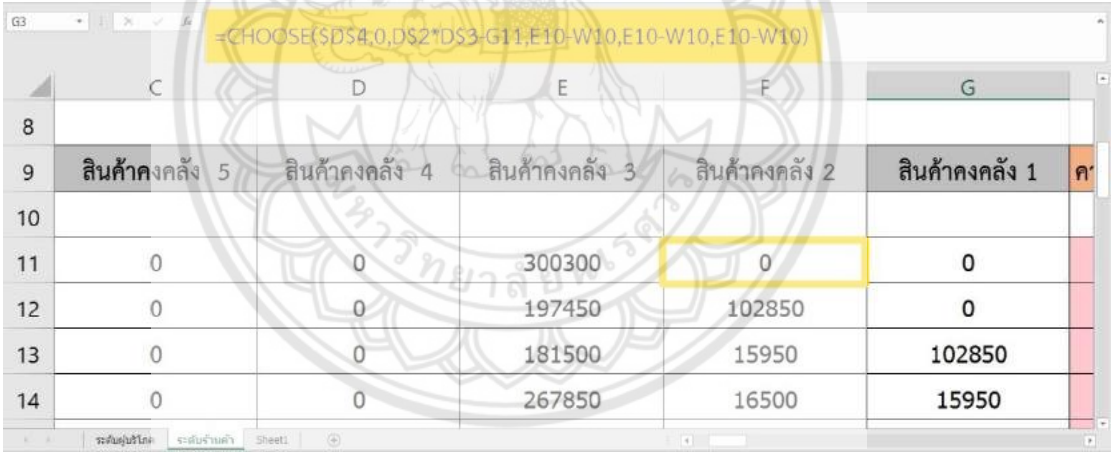
	C	D	E	F	G
8					
9	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3	สินค้าคงคลัง 2	สินค้าคงคลัง 1
10					
11	0	0	300300	0	0
12	0	0	197450	102850	0
13	0	0	181500	15950	102850
14	0	0	267850	16500	15950

รูปที่ 4.8 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ค. สินค้าคงคลัง 3 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 3 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,D$2*D$3-(F11+G11),D10-P10,D10-P10) เพื่อหาค่า

รูปที่ 4.9 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ง. สินค้าคงคลัง 2 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 2 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,D$2*D$3-G11,E10-W10,E10-W10,E10-W10) เพื่อหาค่า



รูปที่ 4.10 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

จ. สินค้าคงคลัง 1 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 1 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,D$2*D$3,F10-AD10,F10-AD10,F10-AD10,F10-AD10) เพื่อหาค่า

	C	D	E	F	G
8					
9	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3	สินค้าคงคลัง 2	สินค้าคงคลัง 1
10					
11	0	0	300300	0	0
12	0	0	197450	102850	0
13	0	0	181500	15950	102850
14	0	0	267850	16500	15950

รูปที่ 4.11 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้า และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ

ฉ. ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เท่ากับ สินค้าคงคลัง 1 - ขาย 1

4.4.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ป้อนข้อมูลนำเข้าลงในแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการ ที่ทำการออกแบบและสร้างไว้โดยใช้กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การซื้อและการบริโภคคงที่ อายุสินค้า 3 วัน และป้อนข้อมูลนำเข้าชุดเดียวกันลงในแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559) พบว่าทั้งสอบแบบจำลองมีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งเท่ากัน แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้อง จึงนำแบบจำลองนี้ไปพัฒนาให้สามารถใช้ในการทดลองปรับ รูปแบบของความต้องการของผู้บริโภค นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ขนาดของการขาย และวิธีการขายได้ และปรับปรุงให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มมีโอกาสในการเลือกซื้อสินค้าเท่ากัน

4.4.2 แบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

4.4.2.1 แบบจำลองระดับผู้บริโภค

ก. ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =E12+AA12+AW12+BS12+CO12+DK12 เพื่อหาค่า

E4 =E12+AA12+AW12+BS12+CO12+DK12

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	ลำดับการเข้าซื้อ
11	0					
12	1	111400	200.28	2	15200	6
13	2	93800	199.73	1	7600	1
14	3	97800	198.55	1	7600	2
15	4	87800	199.42	1	7600	3

รูปที่ 4.12 ปริมาณความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ข. ความต้องการ (คน) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =IF(NORM.INV(RAND(),$F$6,$H$6)<0,0,TRUNC(NORM.INV(RAND(),$F$6,$H$6),2)) เพื่อหาค่า

E4 =IF(NORM.INV(RAND(),$F$6,$H$6)<0,0,TRUNC(NORM.INV(RAND(),$F$6,$H$6),2))

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	ลำดับการเข้าซื้อ
11	0					
12	1	111400	200.28	2	15200	6
13	2	93800	199.73	1	7600	1
14	3	97800	198.55	1	7600	2
15	4	87800	199.42	1	7600	3

รูปที่ 4.13 ปริมาณความต้องการสินค้าต่อคนของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ค. จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการ เป็นจำนวนสินค้าที่บริโภคแต่ละคนในกลุ่มต้องการโดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =ROUNDUP(C12/$E$2,0) เพื่อหาค่า

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	ลำดับการเข้าซื้อ
11	0					
12	1	111400	200.28	2	15200	6
13	2	93800	199.73	1	7600	1
14	3	97800	198.55	1	7600	2
15	4	87800	199.42	1	7600	3

รูปที่ 4.14 จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ง. ความต้องการ (กลุ่ม) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคทั้งกลุ่มโดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =D12*$E$2*$I$5 เพื่อหาค่า

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	ลำดับการเข้าซื้อ
11	0					
12	1	111400	200.28	2	15200	6
13	2	93800	199.73	1	7600	1
14	3	97800	198.55	1	7600	2
15	4	87800	199.42	1	7600	3

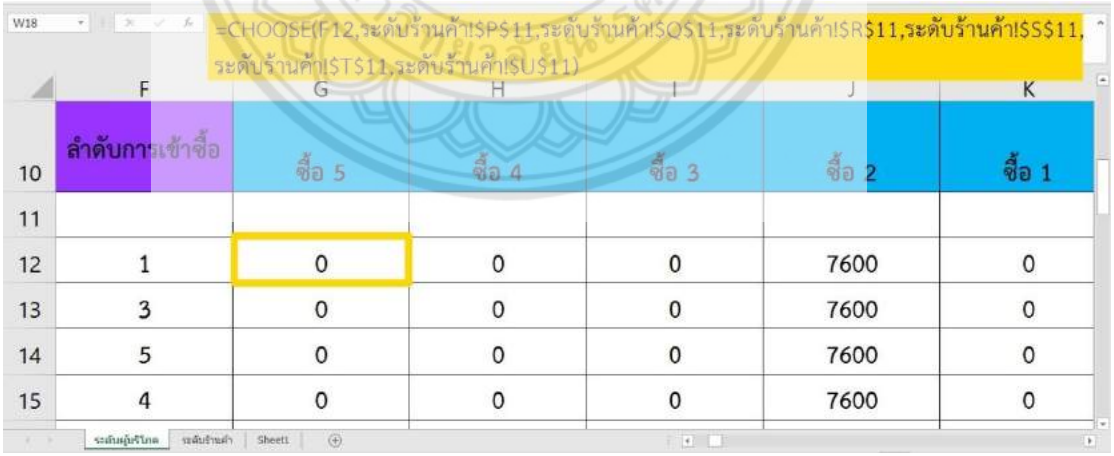
รูปที่ 4.15 ปริมาณความต้องการสินค้าของกลุ่มของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

จ. ลำดับการเข้าซื้อ เป็นการบอกลำดับการเข้าซื้อสินค้าของแต่ละกลุ่มโดยมีลำดับการเข้าซื้อตั้งแต่ลำดับ 1 ถึง 6 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =MATCH(E12,ระดับร้านค้า!$I$12:$N$12,0) เพื่อหาค่า

	F	G	H	I	J	K
10	ลำดับการเข้าซื้อ	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1
11						
12	1	0	0	0	7600	0
13	3	0	0	0	7600	0
14	5	0	0	0	7600	0
15	4	0	0	0	7600	0

รูปที่ 4.16 ลำดับการเข้าซื้อของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

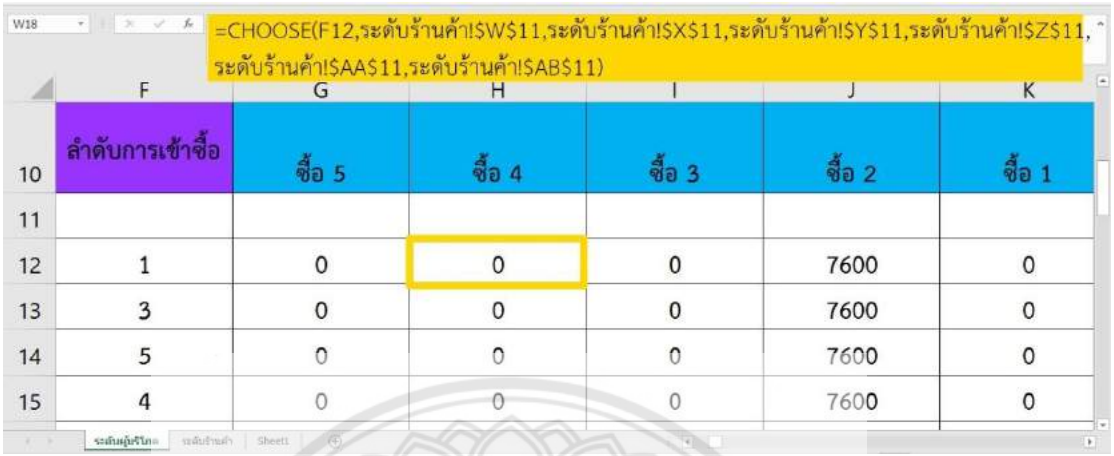
ฉ. ซื้อ 5 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE(F12,ระดับร้านค้า!$P$11,ระดับร้านค้า!$Q$11,ระดับร้านค้า!$R$11,ระดับร้านค้า!$S$11,ระดับร้านค้า!$T$11,ระดับร้านค้า!$U$11) เพื่อหาค่า



	F	G	H	I	J	K
10	ลำดับการเข้าซื้อ	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1
11						
12	1	0	0	0	7600	0
13	3	0	0	0	7600	0
14	5	0	0	0	7600	0
15	4	0	0	0	7600	0

รูปที่ 4.17 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

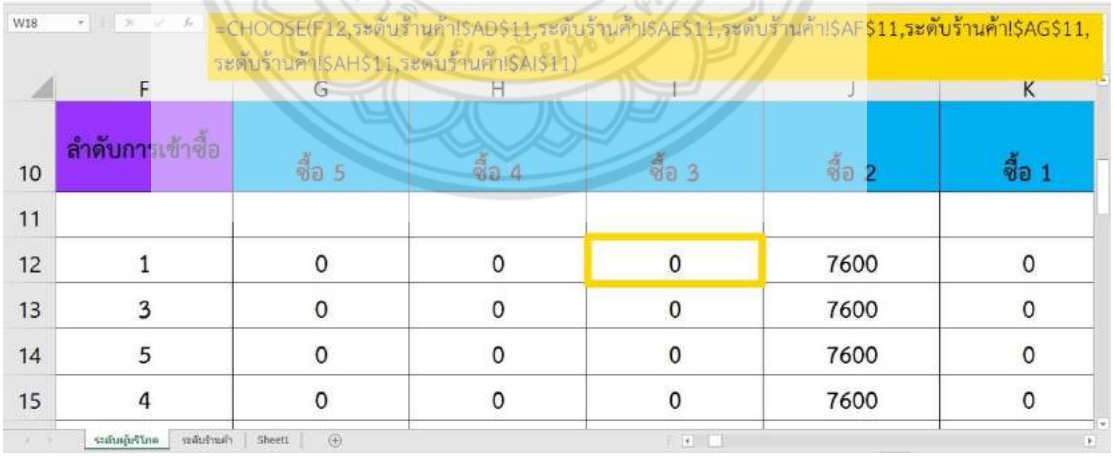
ช. ซื้อ 4 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE(F12,ระดับร้านค้า!$W$11,ระดับร้านค้า!$X$11,ระดับร้านค้า!$Y$11,ระดับร้านค้า!$Z$11,ระดับร้านค้า!$AA$11,ระดับร้านค้า!$AB$11) เพื่อหาค่า



	F	G	H	I	J	K
10	ลำดับการเข้าซื้อ	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1
11						
12	1	0	0	0	7600	0
13	3	0	0	0	7600	0
14	5	0	0	0	7600	0
15	4	0	0	0	7600	0

รูปที่ 4.18 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

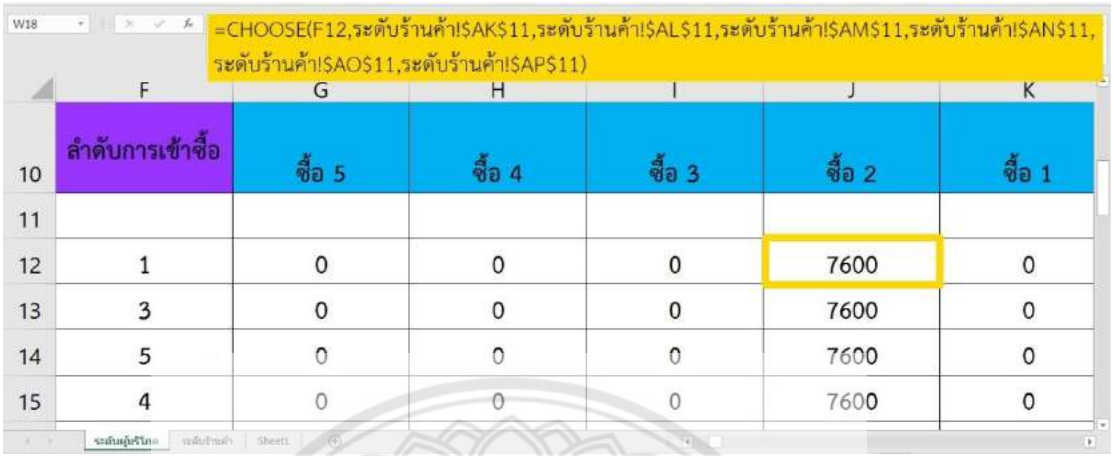
ซ. ซื้อ 3 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 3 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE(F12,ระดับร้านค้า!$AD$11,ระดับร้านค้า!$AE$11,ระดับร้านค้า!$AF$11,ระดับร้านค้า!$AG$11,ระดับร้านค้า!$AH$11,ระดับร้านค้า!$AI$11) เพื่อหาค่า



	F	G	H	I	J	K
10	ลำดับการเข้าซื้อ	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1
11						
12	1	0	0	0	7600	0
13	3	0	0	0	7600	0
14	5	0	0	0	7600	0
15	4	0	0	0	7600	0

รูปที่ 4.19 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

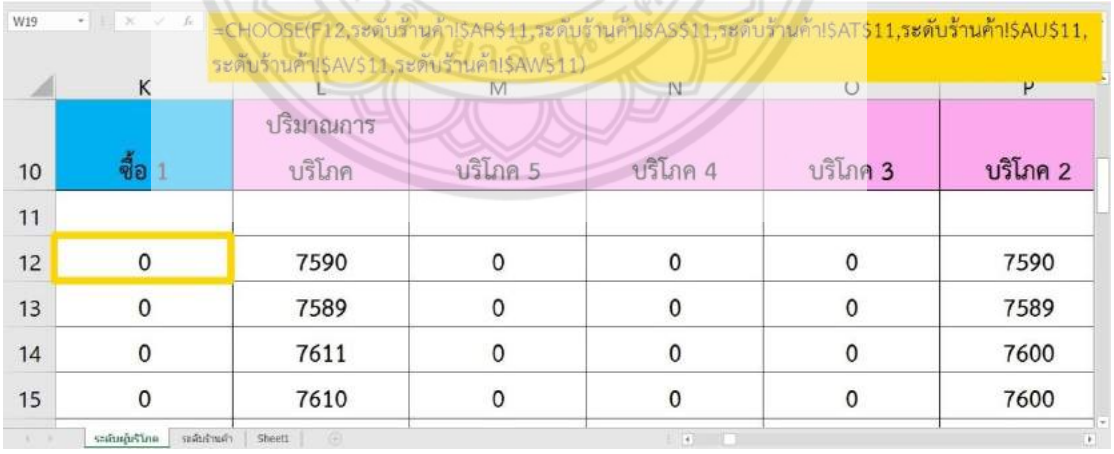
ฌ. ซื้อ 2 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 2 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE(F12,ระดับร้านค้า!$AK$11,ระดับร้านค้า!$AL$11,ระดับร้านค้า!$AM$11,ระดับร้านค้า!$AN$11,ระดับร้านค้า!$AO$11,ระดับร้านค้า!$AP$11) เพื่อหาค่า



	F	G	H	I	J	K
10	ลำดับการเข้าซื้อ	ซื้อ 5	ซื้อ 4	ซื้อ 3	ซื้อ 2	ซื้อ 1
11						
12	1	0	0	0	7600	0
13	3	0	0	0	7600	0
14	5	0	0	0	7600	0
15	4	0	0	0	7600	0

รูปที่ 4.20 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ญ. ซื้อ 1 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 1 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE(F12,ระดับร้านค้า!$AR$11,ระดับร้านค้า!$AS$11,ระดับร้านค้า!$AT$11,ระดับร้านค้า!$AU$11,ระดับร้านค้า!$AV$11,ระดับร้านค้า!$AW$11) เพื่อหาค่า



	K	L	M	N	O	P
10	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค	บริโภค 5	บริโภค 4	บริโภค 3	บริโภค 2
11						
12	0	7590	0	0	0	7590
13	0	7589	0	0	0	7589
14	0	7611	0	0	0	7600
15	0	7610	0	0	0	7600

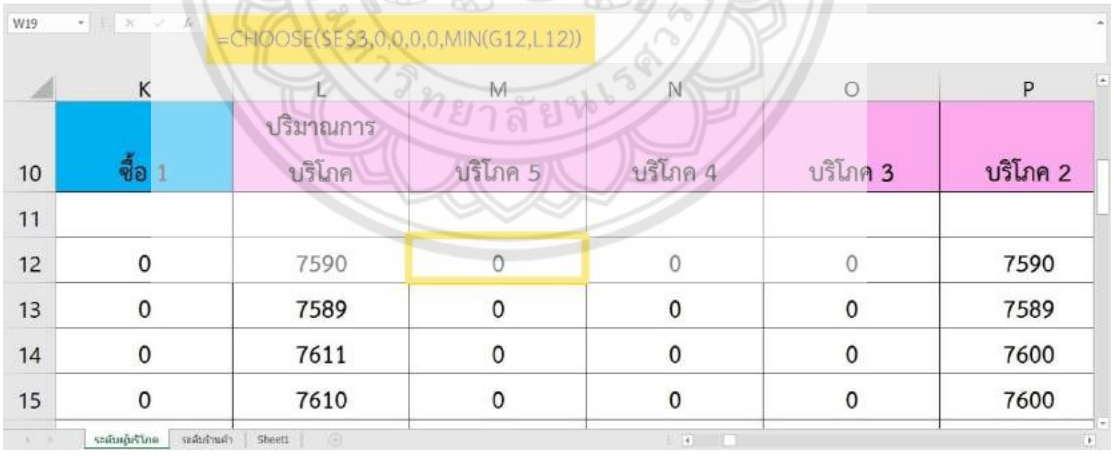
รูปที่ 4.21 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฎ. ปริมาณการบริโภค เป็นปริมาณการบริโภคสินค้ารวมของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =IF(NORM.INV(RAND(),$F$7,$H$7)<0,0,TRUNC(NORM.INV(RAND() ,$F$7, $H$7),2))*$I$5 เพื่อหาค่า

	K	L	M	N	O	P
10	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค	บริโภค 5	บริโภค 4	บริโภค 3	บริโภค 2
11						
12	0	7590	0	0	0	7590
13	0	7589	0	0	0	7589
14	0	7611	0	0	0	7600
15	0	7610	0	0	0	7600

รูปที่ 4.22 ปริมาณการบริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฏ. บริโภค 5 เป็นปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 5 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,MIN(G12,L12)) เพื่อหาค่า



	K	L	M	N	O	P
10	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค	บริโภค 5	บริโภค 4	บริโภค 3	บริโภค 2
11						
12	0	7590	0	0	0	7590
13	0	7589	0	0	0	7589
14	0	7611	0	0	0	7600
15	0	7610	0	0	0	7600

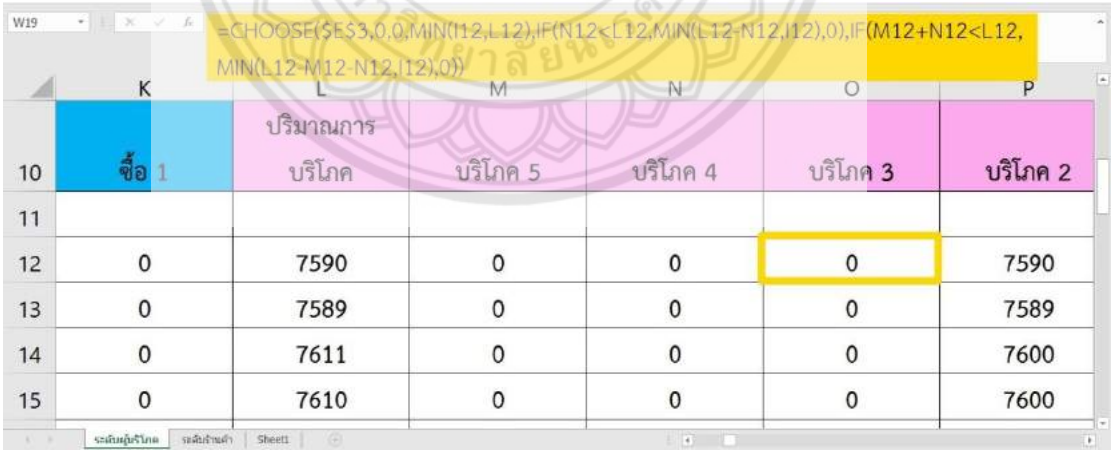
รูปที่ 4.23 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฐ. บริโภค 4 เป็นปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 4 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,MIN(H12,L12),IF(M12<L12,MIN(L12-M12,H12),0)) เพื่อหาค่า

	K	L	M	N	O	P
10	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค	บริโภค 5	บริโภค 4	บริโภค 3	บริโภค 2
11						
12	0	7590	0	0	0	7590
13	0	7589	0	0	0	7589
14	0	7611	0	0	0	7600
15	0	7610	0	0	0	7600

รูปที่ 4.24 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฑ. บริโภค 3 เป็นปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 3 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,MIN(I12,L12),IF(N12<L12,MIN(L12-N12,I12),0), IF(M12+ N12<L12,MIN(L12-M12-N12,I12),0)) เพื่อหาค่า



	K	L	M	N	O	P
10	ซื้อ 1	ปริมาณการบริโภค	บริโภค 5	บริโภค 4	บริโภค 3	บริโภค 2
11						
12	0	7590	0	0	0	7590
13	0	7589	0	0	0	7589
14	0	7611	0	0	0	7600
15	0	7610	0	0	0	7600

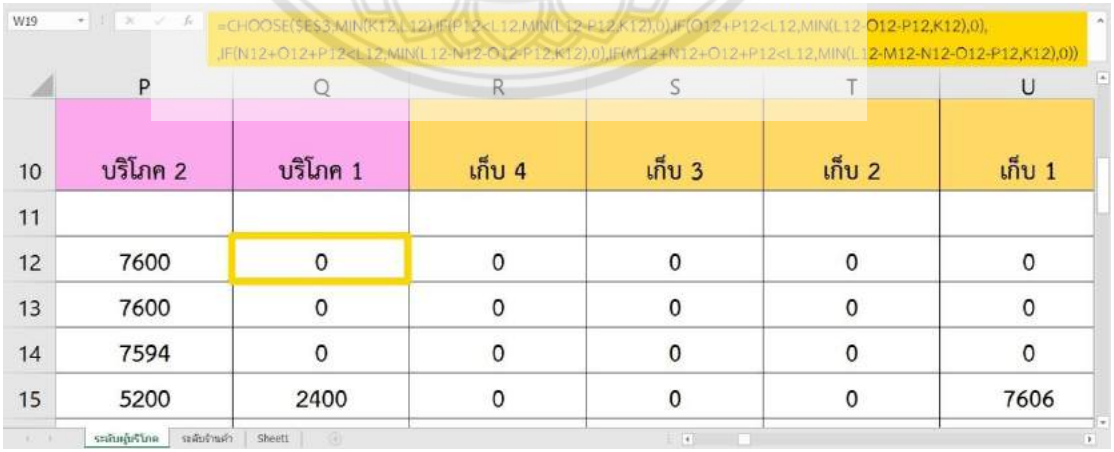
รูปที่ 4.25 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฒ. บริโภค 2 เป็นปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 2 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,MIN(J12,L12),IF(O12<L12,MIN(L12-O12,J12),0), IF(N12+ O12<L12,MIN(L12-N12-O12,J12),0),IF(M12+N12+O12<L12,MIN(L12-M12-N12-O12,J12), 0)) เพื่อหาค่า

	P	Q	R	S	T	U
10	บริโภค 2	บริโภค 1	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1
11						
12	7600	0	0	0	0	0
13	7600	0	0	0	0	0
14	7594	0	0	0	0	0
15	5200	2400	0	0	0	7606

รูปที่ 4.26 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

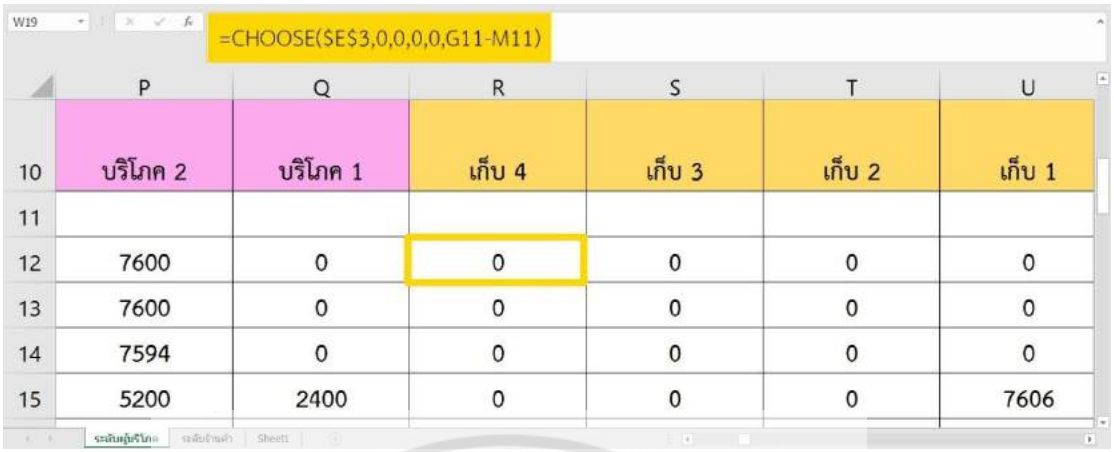
ณ. บริโภค 1 เป็นปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 1 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,MIN(K12,L12),IF(P12<L12,MIN(L12-P12,K12),0) ,IF(O12+ P12<L12,MIN(L12-O12-P12,K12),0),IF(N12+O12+P12<L12,MIN(L12-N12-O12-P12,K12), 0),IF(M12+N12+O12+P12<L12,MIN(L12-M12-N12-O12-P12,K12),0)) เพื่อหาค่า



	P	Q	R	S	T	U
10	บริโภค 2	บริโภค 1	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1
11						
12	7600	0	0	0	0	0
13	7600	0	0	0	0	0
14	7594	0	0	0	0	0
15	5200	2400	0	0	0	7606

รูปที่ 4.27 ปริมาณการบริโภคสินค้าที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

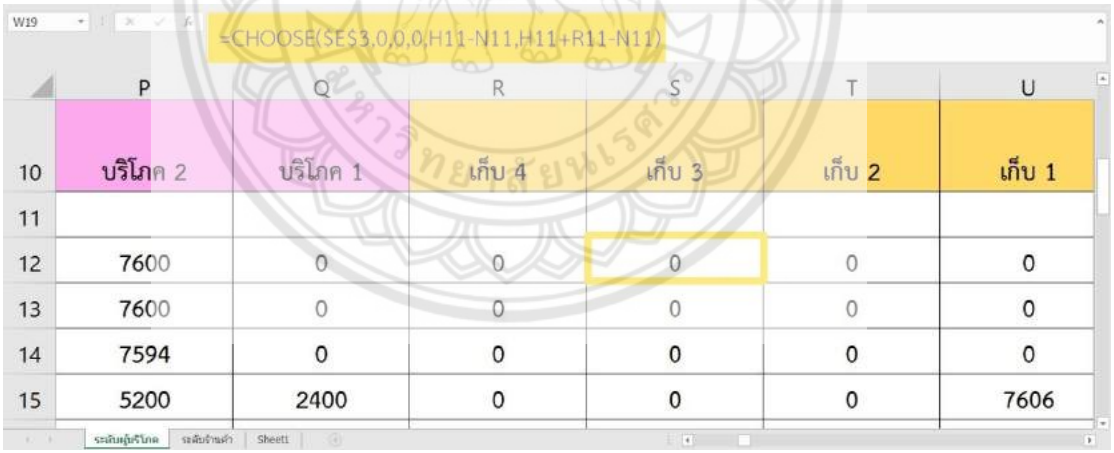
ด. เก็บ 4 เป็นปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 4 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,G11-M11) เพื่อหาค่า



	P	Q	R	S	T	U
10	บริโภค 2	บริโภค 1	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1
11						
12	7600	0	0	0	0	0
13	7600	0	0	0	0	0
14	7594	0	0	0	0	0
15	5200	2400	0	0	0	7606

รูปที่ 4.28 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

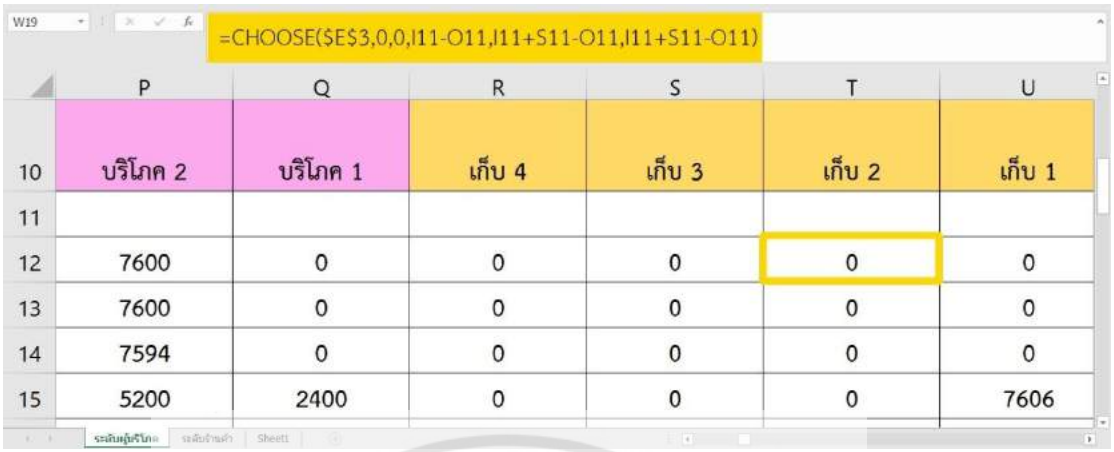
ต. เก็บ 3 เป็นปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 3 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,H11-N11,H11+R11-N11) เพื่อหาค่า



	P	Q	R	S	T	U
10	บริโภค 2	บริโภค 1	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1
11						
12	7600	0	0	0	0	0
13	7600	0	0	0	0	0
14	7594	0	0	0	0	0
15	5200	2400	0	0	0	7606

รูปที่ 4.29 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

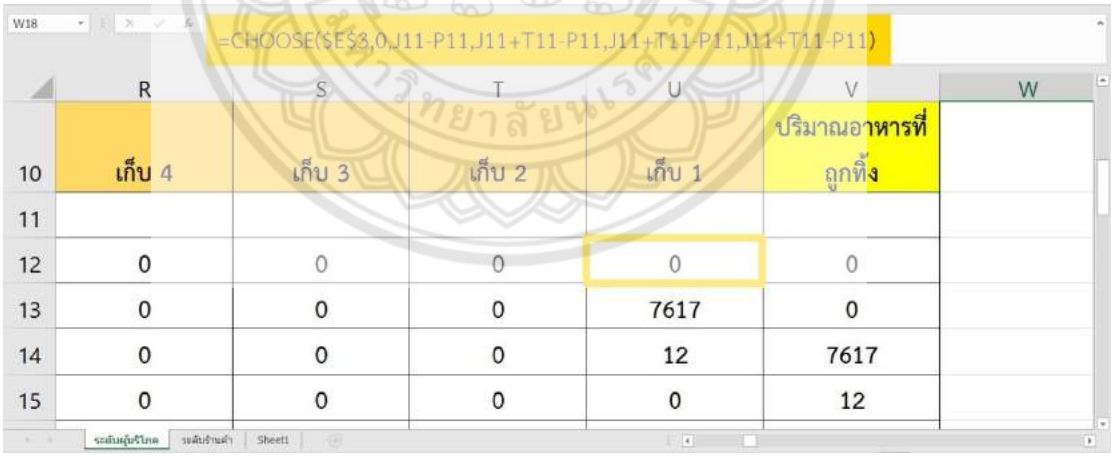
ถ. เก็บ 2 เป็นปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 2 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,I11-O11,I11+S11-O11,I11+S11-O11) เพื่อหาค่า



	P	Q	R	S	T	U
10	บริโภค 2	บริโภค 1	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1
11						
12	7600	0	0	0	0	0
13	7600	0	0	0	0	0
14	7594	0	0	0	0	0
15	5200	2400	0	0	0	7606

รูปที่ 4.30 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

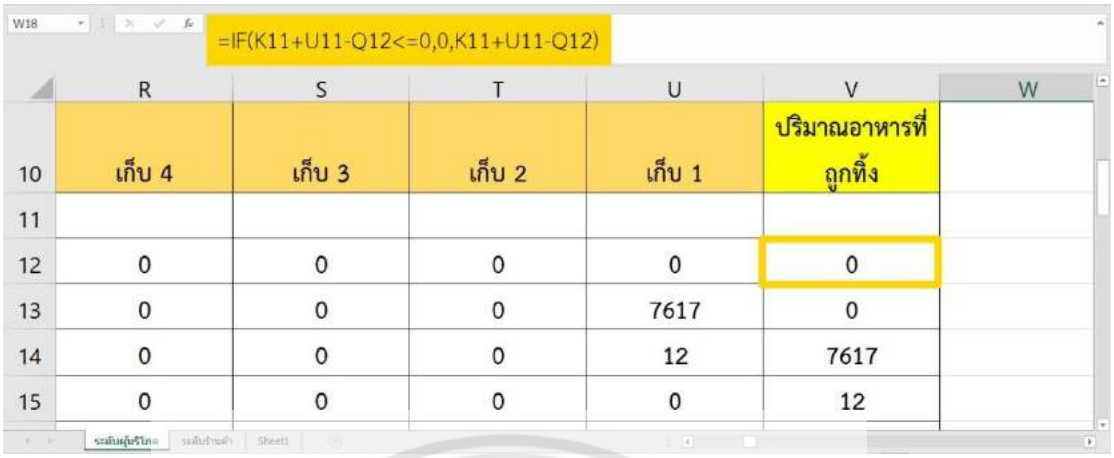
ท. เก็บ 1 เป็นปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 1 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,J11-P11,J11+T11-P11,J11+T11-P11,J11+T11-P11) เพื่อหาค่า



	R	S	T	U	V	W
10	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1	ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง	
11						
12	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	7617	0	
14	0	0	0	12	7617	
15	0	0	0	0	12	

รูปที่ 4.31 ปริมาณสินค้าที่เหลือเก็บอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ธ. ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เป็นปริมาณสินค้าที่หมดอายุของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =IF(K11+U11-Q12<=0,0,K11+U11-Q12) เพื่อหาค่า

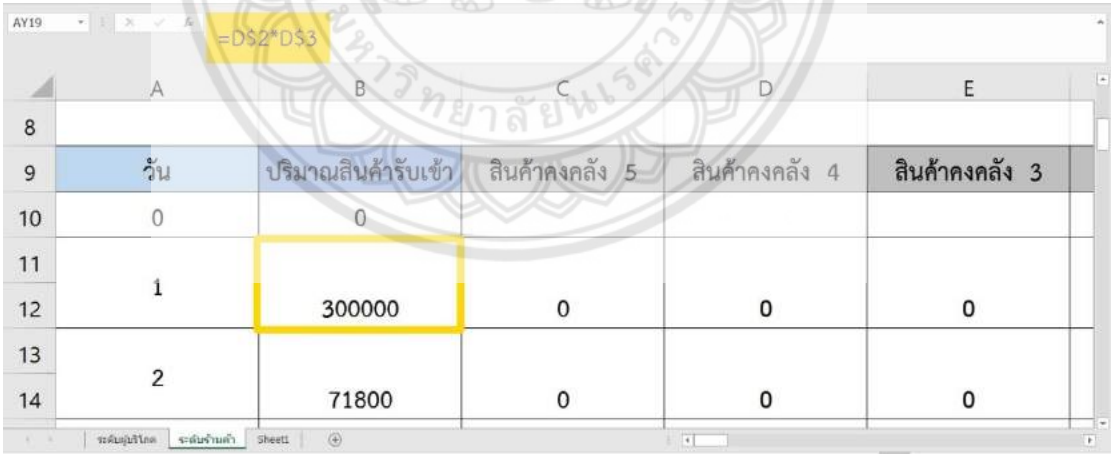


	R	S	T	U	V	W
10	เก็บ 4	เก็บ 3	เก็บ 2	เก็บ 1	ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง	
11						
12	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	7617	0	
14	0	0	0	12	7617	
15	0	0	0	0	12	

รูปที่ 4.32 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

4.4.2.2 แบบจำลองระดับร้านค้า

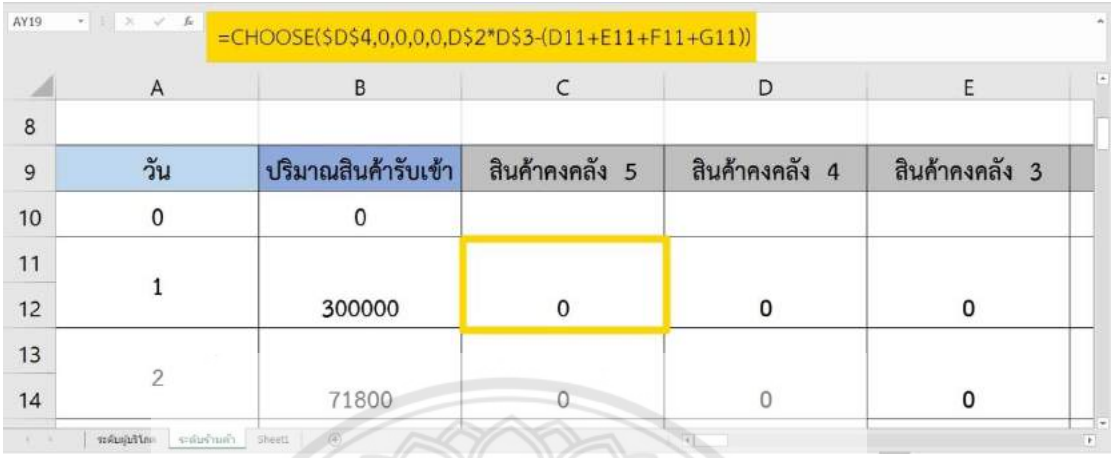
ก. ปริมาณรับเข้า เป็นปริมาณสินค้าที่รับเข้ามาตามนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =D$2*D$3 เพื่อหาค่า



	A	B	C	D	E
8					
9	วัน	ปริมาณสินค้ารับเข้า	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3
10	0	0			
11	1				
12		300000	0	0	0
13	2				
14		71800	0	0	0

รูปที่ 4.33 ปริมาณสินค้ารับเข้าของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

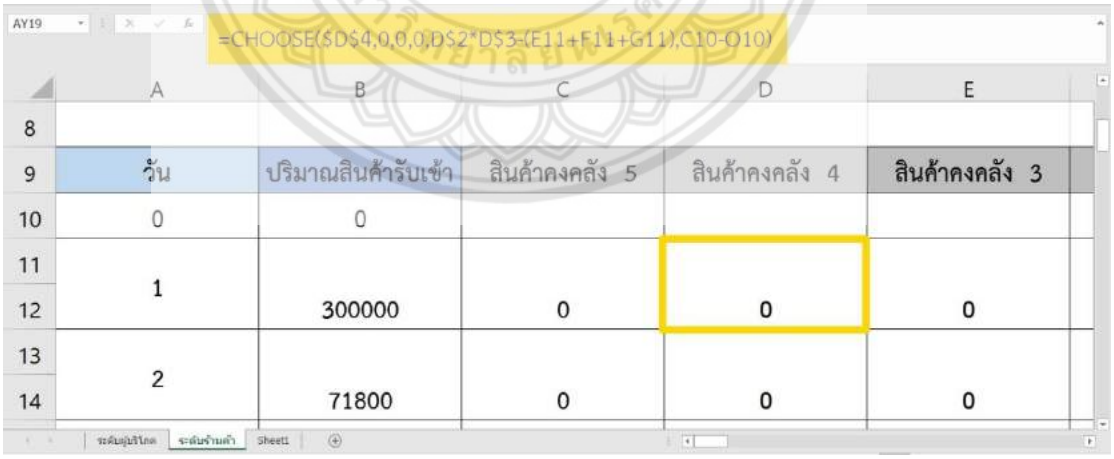
ข. สินค้าคงคลัง 5 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 5 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,D$2*D$3-(D11+E11+F11+G11)) เพื่อหาค่า



	A	B	C	D	E
8					
9	วัน	ปริมาณสินค้ารับเข้า	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3
10	0	0			
11	1				
12		300000	0	0	0
13	2				
14		71800	0	0	0

รูปที่ 4.34 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ค. สินค้าคงคลัง 4 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 4 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,D$2*D$3-(E11+F11+G11),C10-O10) เพื่อหาค่า



	A	B	C	D	E
8					
9	วัน	ปริมาณสินค้ารับเข้า	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3
10	0	0			
11	1				
12		300000	0	0	0
13	2				
14		71800	0	0	0

รูปที่ 4.35 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ง. สินค้าคงคลัง 3 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 3 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,D$2*D$3-(F11+G11),D10-V10,D10-V10) เพื่อหาค่า

	A	B	C	D	E
8					
9	วัน	ปริมาณสินค้ารับเข้า	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3
10	0	0			
11	1				
12		300000	0	0	0
13	2				
14		71800	0	0	0

รูปที่ 4.36 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 3 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

จ. สินค้าคงคลัง 2 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 2 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,D$2*D$3-G11,E10-AC10,E10-AC10, E10-AC10) เพื่อหาค่า

	F	G	H	I	J
9	สินค้าคงคลัง 2	สินค้าคงคลัง 1	ความต้องการ (รวม)	ลำดับ 1	ลำดับ 2
10					
11				7600	17200
12	300000	0	112400	17200	20000
13				7600	8600
14	112400	187600	87800	10000	32000
15				15200	8600

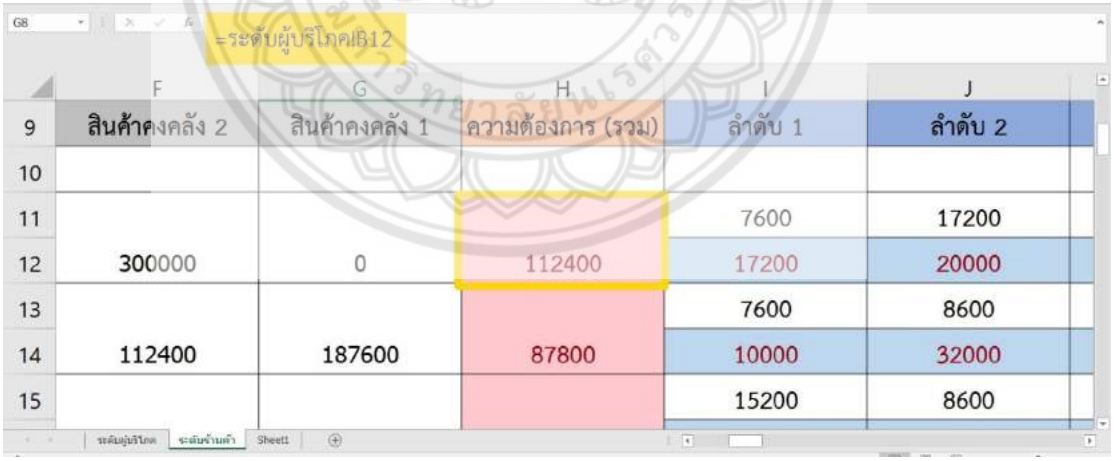
รูปที่ 4.37 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 2 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฉ. สินค้าคงคลัง 1 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 1 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,D$2*D$3,F10-AJ10,F10-AJ10,F10-AJ10,F10-AJ10) เพื่อหาค่า

	F	G	H	I	J
9	สินค้าคงคลัง 2	สินค้าคงคลัง 1	ความต้องการ (รวม)	ลำดับ 1	ลำดับ 2
10					
11				7600	17200
12	300000	0	112400	17200	20000
13				7600	8600
14	112400	187600	87800	10000	32000
15				15200	8600

รูปที่ 4.38 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 1 วันของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ช. ความต้องการ (รวม) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =ระดับผู้บริโภค!B12 เพื่อหาค่า



	F	G	H	I	J
9	สินค้าคงคลัง 2	สินค้าคงคลัง 1	ความต้องการ (รวม)	ลำดับ 1	ลำดับ 2
10					
11				7600	17200
12	300000	0	112400	17200	20000
13				7600	8600
14	112400	187600	87800	10000	32000
15				15200	8600

รูปที่ 4.39 ปริมาณความต้องการรวมของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ซ. ใช้สูตรฟังก์ชัน =ระดับผู้บริโภค!$E12 เพื่อดึงค่าความต้องการของผู้บริโภค

รูปที่ 4.40 ดึงค่าความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

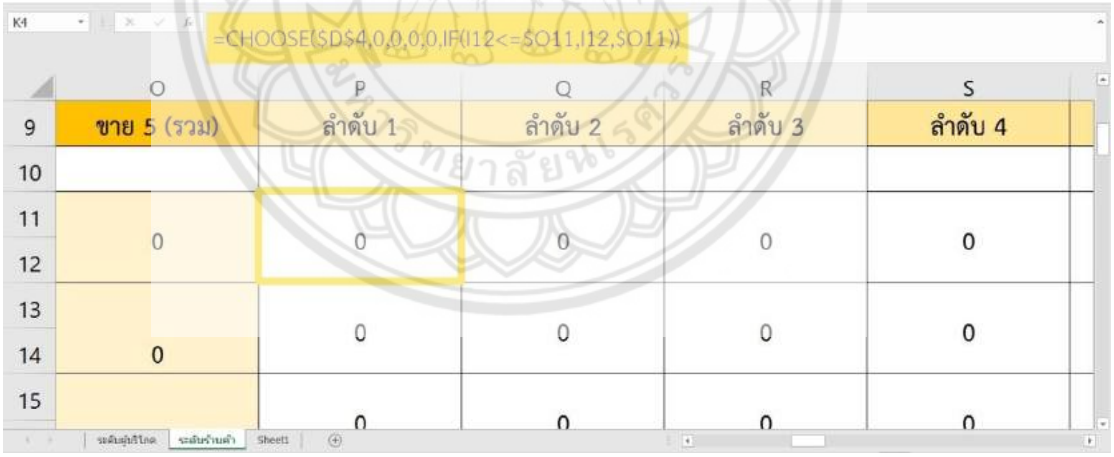
ฌ. สุ่มลำดับการเข้าซื้อ เช่น สุ่มลำดับการเข้าซื้อลำดับที่ 1 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน {=INDEX($I$11:$N$11,SMALL(IF(COUNTIF($H$11:H11,$I$11:$N$11)=0,COLUMN($I$11:$N$11)-COLUMN($I$11) +1),INT(RAND()*COLUMNS(I11:$N$11)+1)))} เพื่อหาค่า

รูปที่ 4.41 สุ่มลำดับการเข้าซื้อของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ญ. ขาย 5 เป็นปริมาณการขายสินค้าที่มีอายุ 5 วันของผู้บริโภคทั้ง 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,MIN(C11,H11)) เพื่อหาค่า

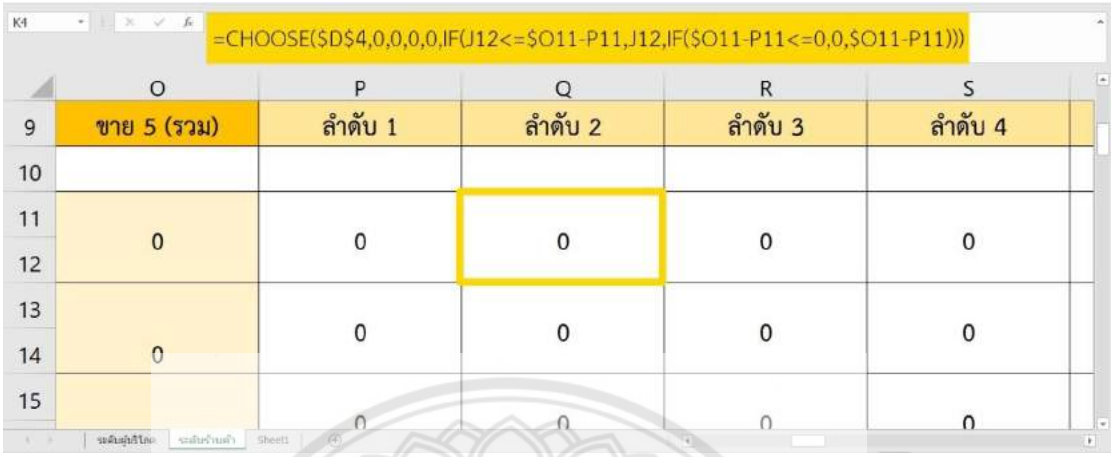
รูปที่ 4.42 ปริมาณการขายรวมของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฎ. ลำดับ 1 จะแสดงถึงบริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 1 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,IF(I12<=$O11,I12, $O11)) เพื่อหาค่า



รูปที่ 4.43 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 1 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฏ. ลำดับ 2 จะแสดงถึงบริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 2 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,IF(J12<=$O11-P11,J12,IF($O11-P11<=0,0,$O11-P11))) เพื่อหาค่า

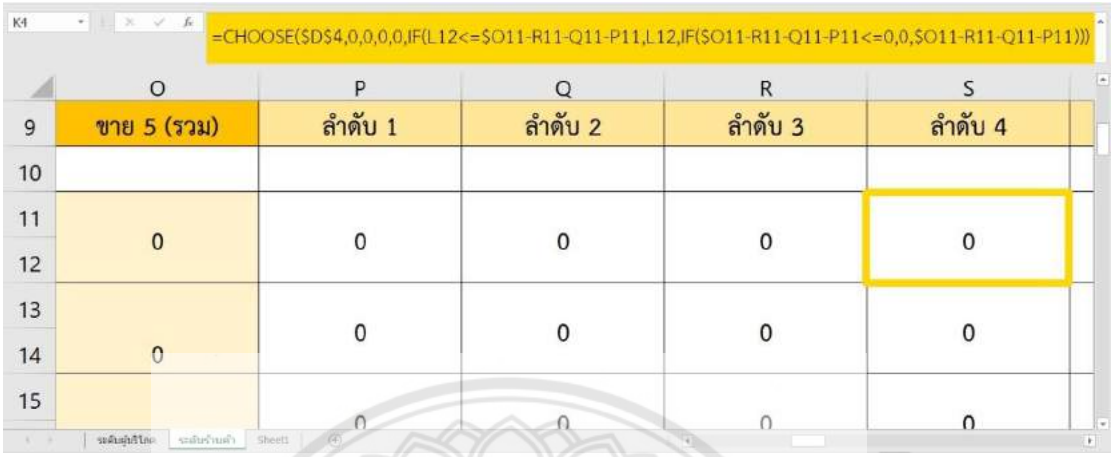


รูปที่ 4.44 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 2 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฐ. ลำดับ 3 จะแสดงถึงบริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 3 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,IF(K12<=$O11-Q11-P11,K12,IF($O11-Q11-P11<=0,0,$O11-Q11-P11))) เพื่อหาค่า

รูปที่ 4.45 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 3 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

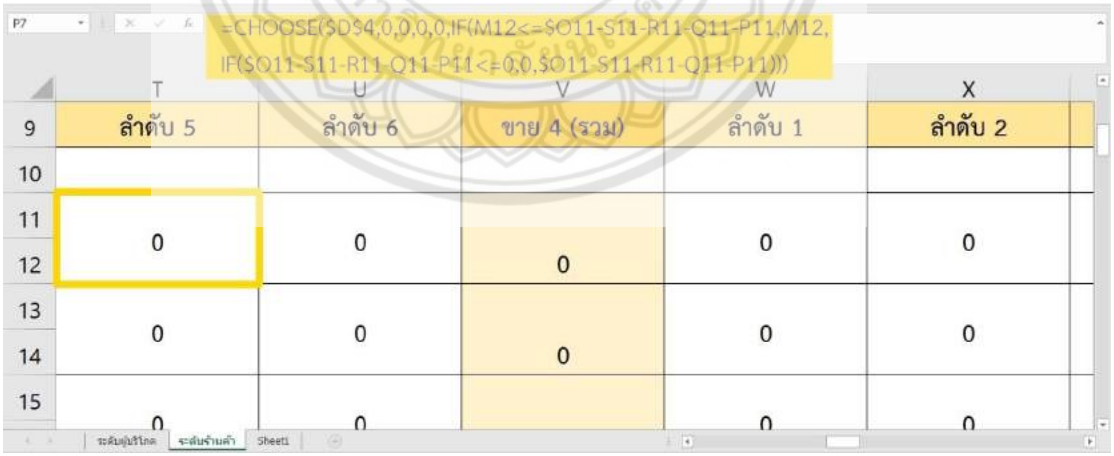
ฑ. ลำดับ 4 จะแสดงถึงบริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 4 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,IF(L12<=$O11-R11-Q11-P11,L12,IF($O11-R11-Q11-P11<=0,0,$O11-R11-Q11-P11))) เพื่อหาค่า



	O	P	Q	R	S
9	ขาย 5 (รวม)	ลำดับ 1	ลำดับ 2	ลำดับ 3	ลำดับ 4
10					
11	0	0	0	0	0
12					
13	0	0	0	0	0
14					
15		0	0	0	0

รูปที่ 4.46 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 4 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ฒ. ลำดับ 5 จะแสดงถึงบริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 5 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,IF(M12<=$O11-S11-R11-Q11-P11,M12,IF($O11-S11-R11-Q11-P11<=0,0,$O11-S11-R11-Q11-P11))) เพื่อหาค่า



	T	U	V	W	X
9	ลำดับ 5	ลำดับ 6	ขาย 4 (รวม)	ลำดับ 1	ลำดับ 2
10					
11	0	0		0	0
12			0		
13	0	0		0	0
14			0		
15	0	0		0	0

รูปที่ 4.47 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 5 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ณ.ลำดับ 6 จะแสดงถึงบริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 6 โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,IF(N12<=$O11-T11-S11-R11-Q11-P11,N12,IF($O11-T11-S11-R11-Q11-P11<=0,0,$O11-T11-S11-R11-Q11-P11))) เพื่อหาค่า

	T	U	V	W	X
9	ลำดับ 5	ลำดับ 6	ขาย 4 (รวม)	ลำดับ 1	ลำดับ 2
10					
11	0	0	0	0	0
12					
13	0	0	0	0	0
14					
15	0	0	0	0	0

รูปที่ 4.48 ปริมาณการซื้อของผู้บริโภคลำดับที่ 6 ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

4.4.3 แบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

4.4.3.1 แบบจำลองระดับผู้บริโภค

ก. ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =J12+AJ12+BJ12+CJ12+DJ12+EJ12 เพื่อหาค่า

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ต้องการ 5	ต้องการ 4	ต้องการ 3	ต้องการ 2
11	0					
12	1	90400	90400	0	0	0
13	2	111400	111400	21800	0	0
14	3	86400	86400	0	0	0
15	4	101400	101400	15600	0	0

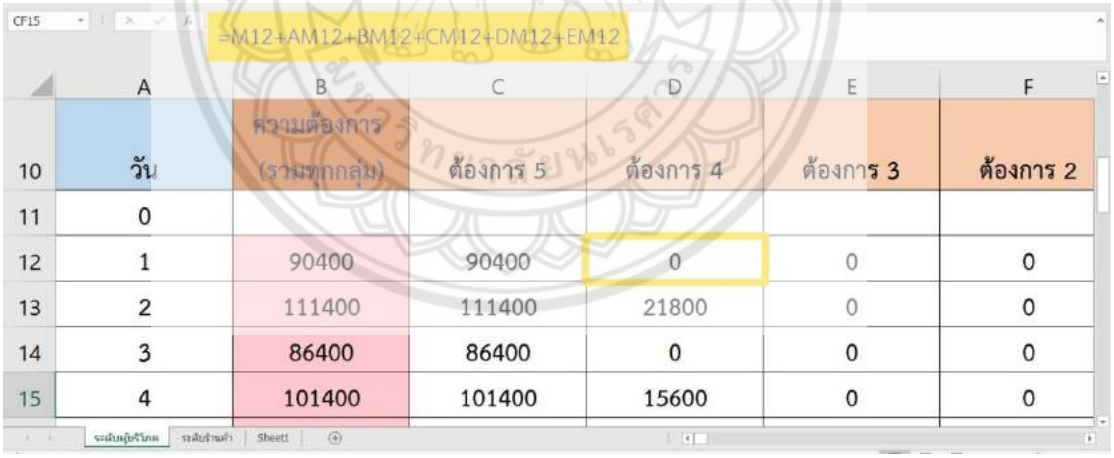
รูปที่ 4.49 ปริมาณความต้องการสินค้ารวมทุกกลุ่มของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ข. ต้องการ 5 เป็นปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 5 วัน ของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,B12) เพื่อหาค่า

	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ต้องการ 5	ต้องการ 4	ต้องการ 3	ต้องการ 2
11	0					
12	1	90400	90400	0	0	0
13	2	111400	111400	21800	0	0
14	3	86400	86400	0	0	0
15	4	101400	101400	15600	0	0

รูปที่ 4.50 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ค. ต้องการ 4 เป็นปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 4 วัน ของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =M12+AM12+BM12+CM12+DM12+EM12 เพื่อหาค่า



	A	B	C	D	E	F
10	วัน	ความต้องการ (รวมทุกกลุ่ม)	ต้องการ 5	ต้องการ 4	ต้องการ 3	ต้องการ 2
11	0					
12	1	90400	90400	0	0	0
13	2	111400	111400	21800	0	0
14	3	86400	86400	0	0	0
15	4	101400	101400	15600	0	0

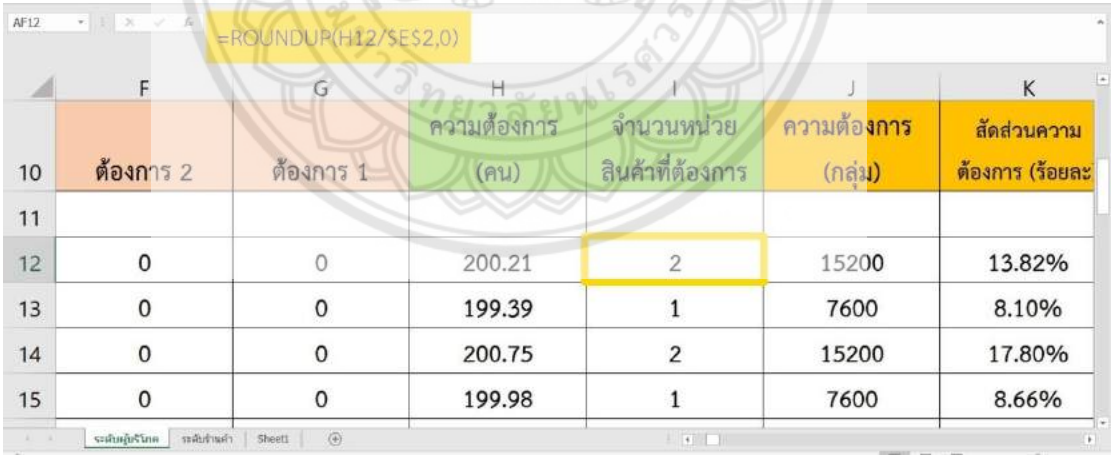
รูปที่ 4.51 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ง. ความต้องการ (คน) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคแต่ละคนในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =IF(NORM.INV(RAND(),$M$6,$O$6)<0,0,TRUNC(NORM.INV(RAND(),$M$6,$O$6),2)) เพื่อหาค่า

	F	G	H	I	J	K
10	ต้องการ 2	ต้องการ 1	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	สัดส่วนความ ต้องการ (ร้อยละ
11						
12	0	0	200.21	2	15200	13.82%
13	0	0	199.39	1	7600	8.10%
14	0	0	200.75	2	15200	17.80%
15	0	0	199.98	1	7600	8.66%

รูปที่ 4.52 ปริมาณความต้องการสินค้าต่อคนของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จ. จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการ เป็นจำนวนสินค้าที่บริโภคแต่ละคนในกลุ่มต้องการโดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =ROUNDUP(H12/$E$2,0) เพื่อหาค่า



	F	G	H	I	J	K
10	ต้องการ 2	ต้องการ 1	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	สัดส่วนความ ต้องการ (ร้อยละ
11						
12	0	0	200.21	2	15200	13.82%
13	0	0	199.39	1	7600	8.10%
14	0	0	200.75	2	15200	17.80%
15	0	0	199.98	1	7600	8.66%

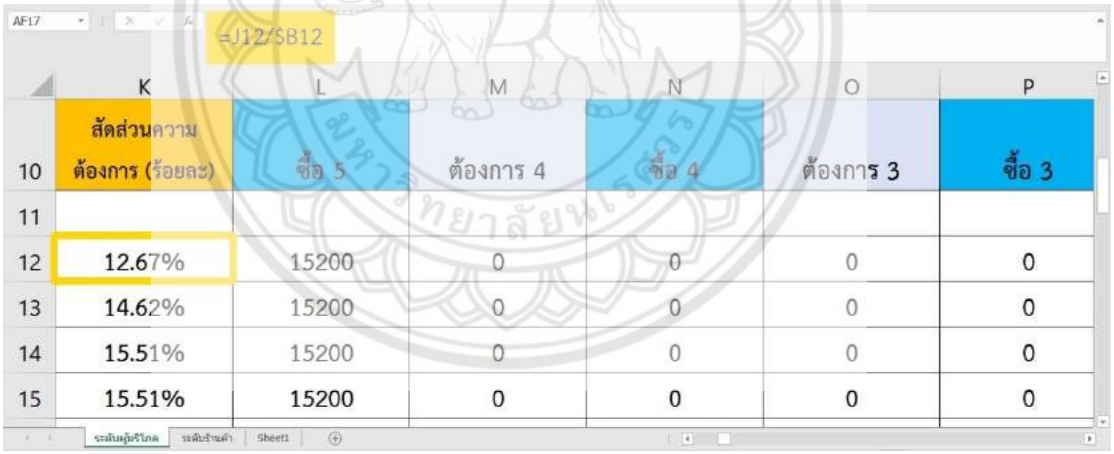
รูปที่ 4.53 จำนวนหน่วยสินค้าที่ต้องการของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ฉ. ความต้องการ (กลุ่ม) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =I12*$E$2*$P$5 เพื่อหาค่า

	F	G	H	I	J	K
10	ต้องการ 2	ต้องการ 1	ความต้องการ (คน)	จำนวนหน่วย สินค้าที่ต้องการ	ความต้องการ (กลุ่ม)	สัดส่วนความ ต้องการ (ร้อยละ
11						
12	0	0	200.21	2	15200	13.82%
13	0	0	199.39	1	7600	8.10%
14	0	0	200.75	2	15200	17.80%
15	0	0	199.98	1	7600	8.66%

รูปที่ 4.54 ปริมาณความต้องการสินค้าของกลุ่มของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ช. สัดส่วนความต้องการ โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =J12/$B12 เพื่อหาค่า



	K	L	M	N	O	P
10	สัดส่วนความ ต้องการ (ร้อยละ)	ซื้อ 5	ต้องการ 4	ซื้อ 4	ต้องการ 3	ซื้อ 3
11						
12	12.67%	15200	0	0	0	0
13	14.62%	15200	0	0	0	0
14	15.51%	15200	0	0	0	0
15	15.51%	15200	0	0	0	0

รูปที่ 4.55 สัดส่วนความต้องการของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ซ. ซื้อ 5 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,0,IF($B12<=ระดับร้านค้า!$I11,J12,ROUNDDOWN((ระดับร้านค้า!$I11*K12)/$E$2,0)*$E$2)) เพื่อหาค่า

=CHOOSE($E$3,0,0,0,0,IF($B12<=ระดับร้านค้า!$I11,J12,ROUNDDOWN((ระดับร้านค้า!$I11*K12)/$E$2,0)*$E$2))

	K	L	M	N	O	P
10	สัดส่วนความต้องการ (ร้อยละ)	ซื้อ 5	ต้องการ 4	ซื้อ 4	ต้องการ 3	ซื้อ 3
11						
12	12.67%	15200	0	0	0	0
13	14.62%	15200	0	0	0	0
14	15.51%	15200	0	0	0	0
15	15.51%	15200	0	0	0	0

รูปที่ 4.56 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ฌ. ซื้อ 4 เป็นปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,IF($B12<=ระดับร้านค้า!$Q11,J12,ROUNDDOWN((ระดับร้านค้า! $Q11*K12)/$E$2,0)*$E$2),IF(L12<J12,IF(D12<=ระดับร้านค้า!$Q11,M12, ROUNDDOWN((ระดับร้านค้า!$Q11*K12)/$E$2,0)*$E$2),0)) เพื่อหาค่า

=CHOOSE($E$3,0,0,0,IF($B12<=ระดับร้านค้า!$Q11,J12,ROUNDDOWN((ระดับร้านค้า!$Q11*K12)/$E$2,0)*$E$2),IF(L12<J12, IF(D12<=ระดับร้านค้า!$Q11,M12,ROUNDDOWN((ระดับร้านค้า!$Q11*K12)/$E$2,0)*$E$2),0))

	K	L	M	N	O	P
10	สัดส่วนความต้องการ (ร้อยละ)	ซื้อ 5	ต้องการ 4	ซื้อ 4	ต้องการ 3	ซื้อ 3
11						
12	12.67%	15200	0	0	0	0
13	14.62%	15200	0	0	0	0
14	15.51%	15200	0	0	0	0
15	15.51%	15200	0	0	0	0

รูปที่ 4.57 ปริมาณการซื้อสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

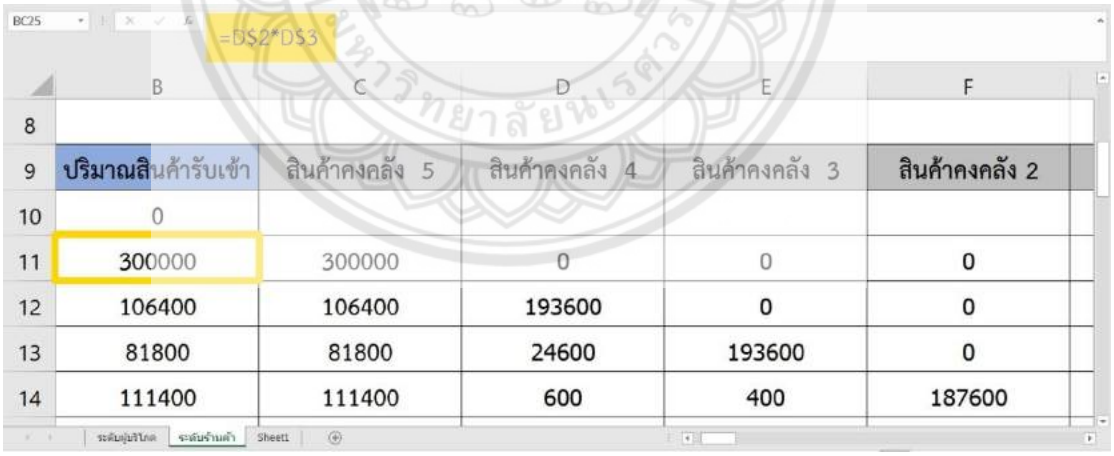
ญ. ต้องการ 4 เป็นปริมาณความมต้องการสินค้าที่มีอายุ 4 วันของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($E$3,0,0,0,J12,J12-L12) เพื่อหาค่า

	K	L	M	N	O	P
10	สัดส่วนความต้องการ (ร้อยละ)	ซื้อ 5	ต้องการ 4	ซื้อ 4	ต้องการ 3	ซื้อ 3
11						
12	12.67%	15200	0	0	0	0
13	14.62%	15200	0	0	0	0
14	15.51%	15200	0	0	0	0
15	15.51%	15200	0	0	0	0

รูปที่ 4.58 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 4 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

4.4.3.2 แบบจำลองระดับร้านค้า

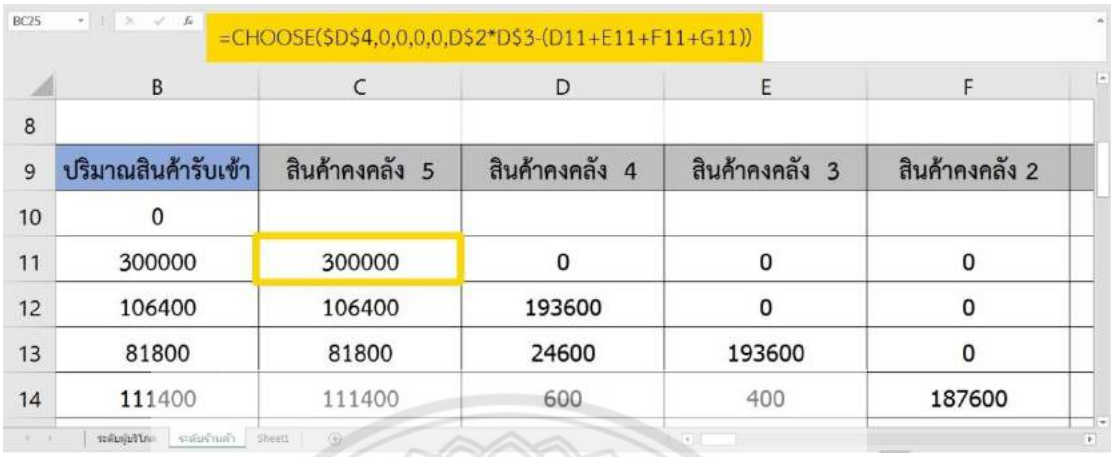
ก. ปริมาณรับเข้า เป็นปริมาณสินค้าที่รับเข้ามา โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =D$2*D$3



	B	C	D	E	F
8					
9	ปริมาณสินค้ารับเข้า	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3	สินค้าคงคลัง 2
10	0				
11	300000	300000	0	0	0
12	106400	106400	193600	0	0
13	81800	81800	24600	193600	0
14	111400	111400	600	400	187600

รูปที่ 4.59 ปริมาณสินค้ารับเข้าของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

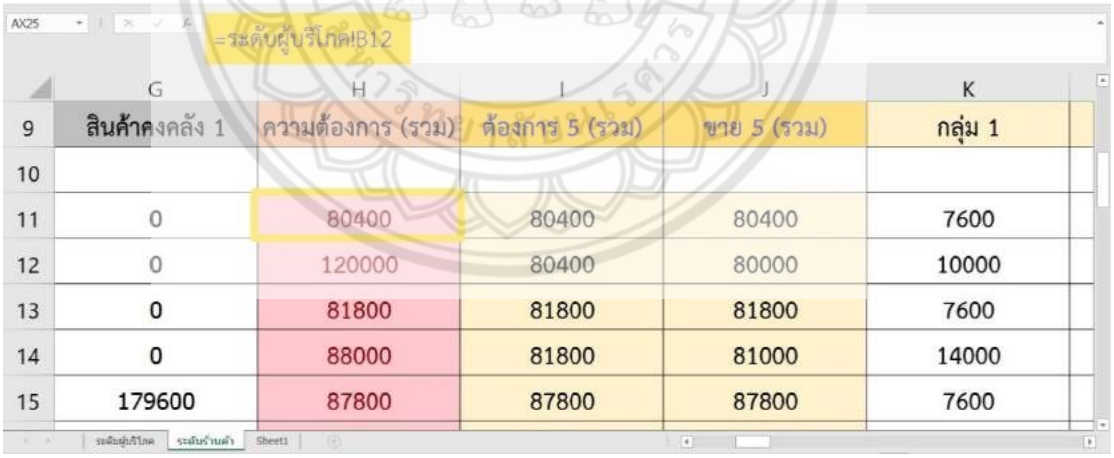
ข. สินค้าคงคลัง 5 เป็นปริมาณสินค้าที่ร้านค้ารับเข้ามาในแต่ละวันที่มีอายุคงเหลือ 5 วัน โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,D$2*D$3-(D11+E11+F11+G11)) เพื่อหาค่า



	B	C	D	E	F
8					
9	ปริมาณสินค้ารับเข้า	สินค้าคงคลัง 5	สินค้าคงคลัง 4	สินค้าคงคลัง 3	สินค้าคงคลัง 2
10	0				
11	300000	300000	0	0	0
12	106400	106400	193600	0	0
13	81800	81800	24600	193600	0
14	111400	111400	600	400	187600

รูปที่ 4.60 ปริมาณสินค้าคงคลังที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ค. ความต้องการ (รวม) เป็นปริมาณความต้องการสินค้าของผู้บริโภคทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =ระดับผู้บริโภค!B12 เพื่อหาค่า



	G	H	I	J	K
9	สินค้าคงคลัง 1	ความต้องการ (รวม)	ต้องการ 5 (รวม)	ขาย 5 (รวม)	กลุ่ม 1
10					
11	0	80400	80400	80400	7600
12	0	120000	80400	80000	10000
13	0	81800	81800	81800	7600
14	0	88000	81800	81000	14000
15	179600	87800	87800	87800	7600

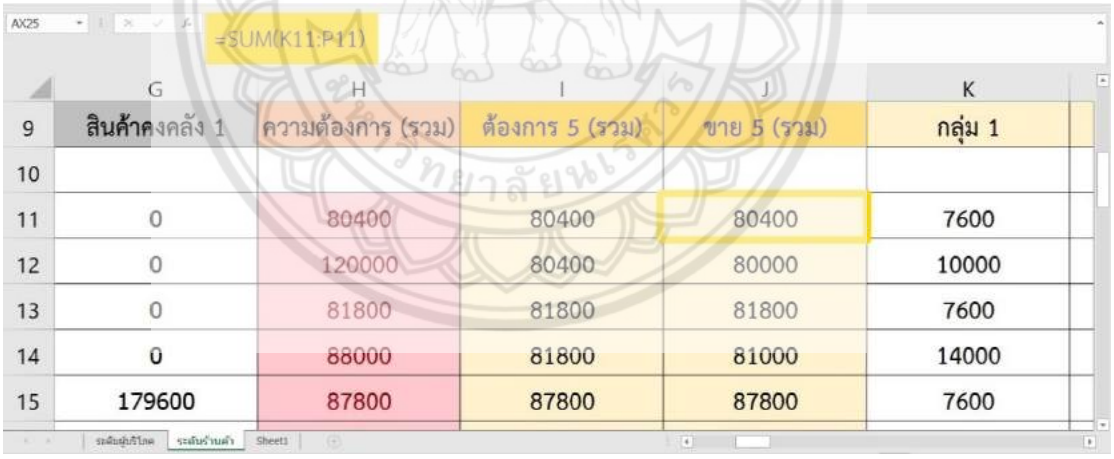
รูปที่ 4.61 ปริมาณความต้องการรวมของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ง. ต้องการ 5 เป็นปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 5 วัน ของผู้บริโภคในกลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =CHOOSE($D$4,0,0,0,0,MIN(C11,H11)) เพื่อหาค่า

	G	H	I	J	K
9	สินค้าคงคลัง 1	ความต้องการ (รวม)	ต้องการ 5 (รวม)	ขาย 5 (รวม)	กลุ่ม 1
10					
11	0	80400	80400	80400	7600
12	0	120000	80400	80000	10000
13	0	81800	81800	81800	7600
14	0	88000	81800	81000	14000
15	179600	87800	87800	87800	7600

รูปที่ 4.62 ปริมาณความต้องการสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จ. ขาย 5 เป็นปริมาณการขายสินค้าที่มีอายุ 5 วันของผู้บริโภคทั้ง 6 กลุ่ม โดยจะใช้สูตรฟังก์ชัน =SUM(K11:P11) เพื่อหาค่า



	G	H	I	J	K
9	สินค้าคงคลัง 1	ความต้องการ (รวม)	ต้องการ 5 (รวม)	ขาย 5 (รวม)	กลุ่ม 1
10					
11	0	80400	80400	80400	7600
12	0	120000	80400	80000	10000
13	0	81800	81800	81800	7600
14	0	88000	81800	81000	14000
15	179600	87800	87800	87800	7600

รูปที่ 4.63 ปริมาณการขายสินค้าที่มีอายุ 5 วันของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

4.5 การทดลองเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการสร้างแบบจำลองให้สมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้นโดยจะมีแบบจำลองทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งมีรายละเอียดดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.4 และได้นำแบบจำลองนั้นมาใช้ในการทดลองปรับรูปแบบของความต้องการของผู้บริโภค นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ขนาดของการขาย และวิธีการขาย เพื่อหาวิธีการที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานลดลง ในขณะที่มีระดับความมีพร้อมของสินค้าตามที่ต้องการ

การทดลองแต่ละกรณีนั้นจะทำการบันทึกค่าปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งจำนวน 100 ค่าโดยการใช้ Visual Basic for Application (VBA) คือ การใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียนโค้ดควบคุมบนโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้คำสั่ง Macro ในการบันทึก จากนั้นนำค่าปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่บันทึกได้มาหาค่าเฉลี่ยและทำการแปลงหน่วยจาก กรัม ให้เป็น กิโลกรัม แล้วนำมาสรุปผลโดยใช้กราฟเพื่อให้เห็นถึงปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดลอง

4.5.1 ปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภค

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคในแบบจำลองทั้ง 2 แบบ เพื่อศึกษาผลกระทบของรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง และเพื่อหาว่าความต้องการของผู้บริโภครูปแบบใดทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยที่สุด

4.5.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภค

ก. ทำการทดลองรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคทั้งหมด 3 แบบ โดยแต่ละแบบจะกำหนดให้มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบผลการทดลองกันได้ ดังนี้

ก.1 Normal distribution ที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.9

ก.2 Uniform distribution โดยกำหนดให้ผู้บริโภคกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 5 มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 190 ถึง 210 และผู้บริโภคกลุ่มที่ 6 มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 240 ถึง 260

ก.3 Mean centred Auto-regressive of the first order หรือ Mean centred AR(1) โดยกำหนดให้ค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal

ข. กำหนดรูปแบบปริมาณการบริโภค Normal distribution ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.9

ค. กำหนดขนาดการขาย เท่ากับ 200 กรัม

ง. กำหนดอายุอาหารเท่ากับ 5 วัน

จ. กำหนดนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) โดยในแบบจำลองค่า OUTL ใช้สูตรฟังก์ชั่น =ROUNDUP(1500*200/200,0)

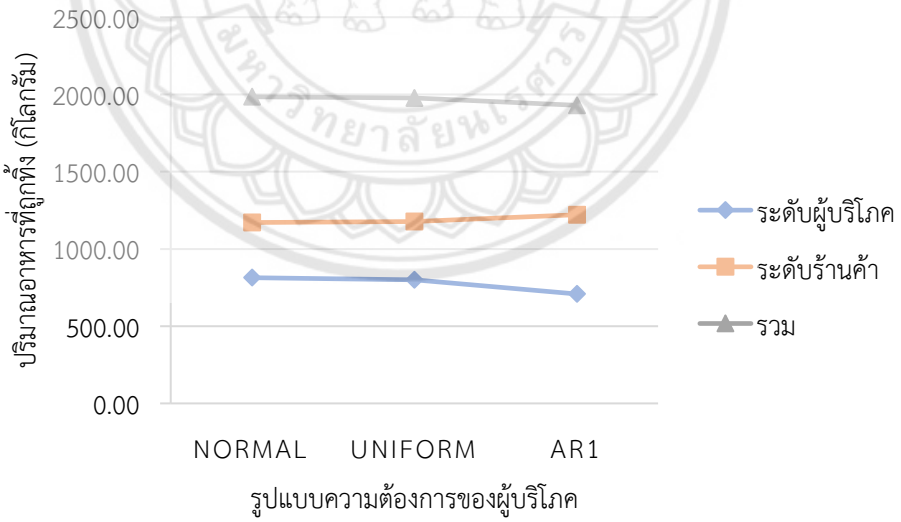
4.5.1.2 ผลที่ได้จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภค

ก. สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคในแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน พบว่า รูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Normal distribution และ Uniform distribution ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมใกล้เคียงกัน ดังกราฟที่แสดงในรูปที่ 4.64 และรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 1,929.61 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ระดับ	รูปแบบความต้องการ		
	Normal distribution	Uniform distribution	Mean centred AR(1)
ระดับผู้บริโภค	813.66	799.76	708.13
ระดับร้านค้า	1,171.03	1,176.56	1,221.48
รวม	1,984.68	1,976.32	1,929.61



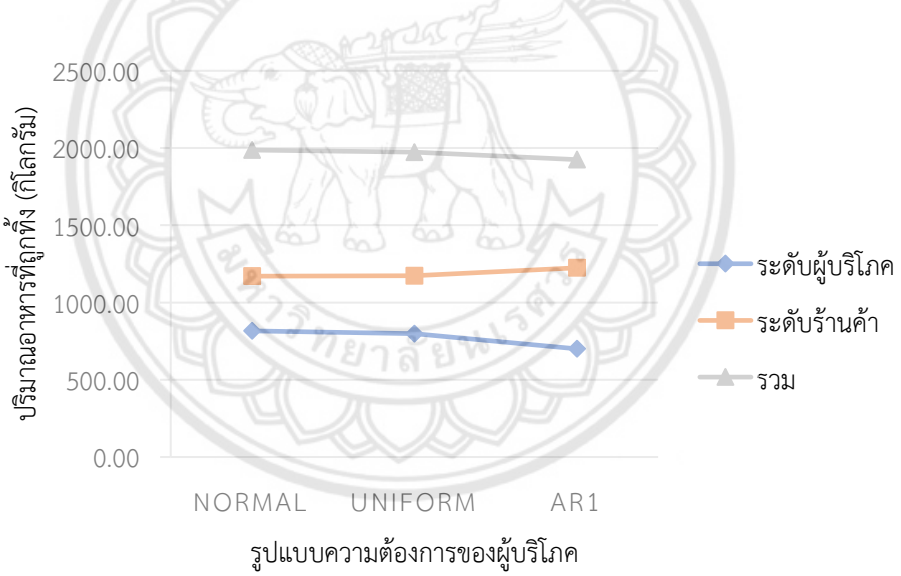
รูปที่ 4.64 ผลการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ข. เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคในแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค พบว่า รูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Normal distribution และ Uniform distribution ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมใกล้เคียงกัน ดังกราฟที่แสดงในรูปที่ 4.65 และรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยที่สุด เท่ากับ 1,924.80 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ระดับ	รูปแบบความต้องการ		
	Normal distribution	Uniform distribution	Mean centred AR(1)
ระดับผู้บริโภค	816.46	799.14	700.25
ระดับร้านค้า	1,170.50	1,173.40	1,224.56
รวม	1,986.96	1,972.54	1,924.80



รูปที่ 4.65 ผลการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภค พบว่ารูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยที่สุดในแบบจำลองทั้งสองแบบ ดังนั้นจึงจะใช้รูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ที่มีค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal ในการทดลองในหัวข้อต่อไป

จากตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่เกิดขึ้นจากทั้งกรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และกรณีเฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภคนั้นใกล้เคียงกันในทุกรูปแบบความต้องการ หรือกล่าวได้ว่า การสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และการเฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภคนั้นไม่ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งแตกต่างกัน

4.5.2 ปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าในแบบจำลองทั้ง 2 แบบ เพื่อศึกษาผลกระทบของนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าที่มีต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง และเพื่อหาว่านโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังรูปแบบใดทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยที่สุด โดยคำนึงถึงระดับความมีพร้อมของสินค้า

4.5.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง

ก. กำหนดรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ที่มีค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal

ข. กำหนดรูปแบบปริมาณการบริโภค Normal distribution ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.9

ค. กำหนดขนาดการขาย เท่ากับ 200 กรัม

ง. กำหนดอายุอาหารเท่ากับ 5 วัน

จ. ทำการทดลองนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังทั้งหมด 2 แบบ คือ นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) และนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) โดยแต่ละนโยบายจะมีระดับบริการตามรอบ (Cycle service level หรือ CSL) 3 ระดับ คือ 0.7 ,0.8 และ 0.9

ฉ. กำหนด Lead Time เท่ากับ 1 วัน

4.5.2.2 ผลที่ได้จากการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง

ก. สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

การทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าในแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน จะต้องทำการคำนวณหาปริมาณการเติมเต็มสินค้าของแต่ละนโยบาย ซึ่งในที่นี้จะได้ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

จากรูปที่ 4.66 จะเห็นว่า นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวม น้อยกว่า นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) ในทุกระดับบริการตามรอบ (CSL) เนื่องจากนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) นั้นจะมีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อจุดสั่งซื้อใหม่ ดังนั้นจะไม่มีการเติมสินค้าหากยังไม่ถึงจุดสั่งซื้อใหม่ จึงทำให้

ปริมาณสินค้าคงคลังลดลง ส่งผลให้มีปริมาณที่เหลือทิ้งน้อยลงไปด้วย และพบว่านโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7 ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 951.85 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.5 เนื่องจากค่า CSL เป็นการกำหนดระดับความมีพร้อมของสินค้า หาก CSL มีค่าน้อยจะทำให้ร้านค้าสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังได้ จึงส่งผลให้เกิดปริมาณที่เหลือทิ้งน้อยลง

ตารางที่ 4.3 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

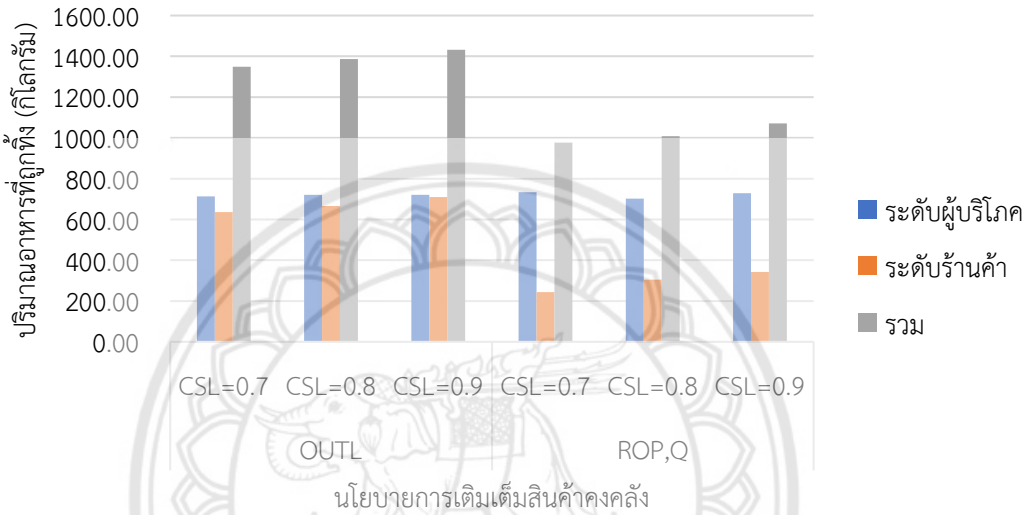
CSL =	0.7	0.8	0.9
L =	1	1	1
F^{-1}(CSL) =	0.5244	0.8416	1.2816
D =	97,000.0	97,000.0	97,000.0
s(D) =	11,533.2	11,533.2	11,533.2
D(L) =	194,000.0	194,000.0	194,000.0
S(L) =	16,310.4	16,310.4	16,310.4
OUTL =	202,553	207,727	**214,903**

ตารางที่ 4.4 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

CSL =	0.7	0.8	0.9
F^{-1}(CSL) =	0.5244	0.8416	1.2816
D =	97,000.0	97,000.0	97,000.0
s(D) =	11,533.2	11,533.2	11,533.2
Q =	**103,048.0**	**106,706.6**	**111,780.4**
L =	1	1	1
D(L) =	97,000.0	97,000.0	97,000.0
s(L) =	11,533.2	11,533.2	11,533.2
ss =	6,048.0	9,706.6	14,780.4
ROP =	**103,048.0**	**106,706.6**	**111,780.4**

ตารางที่ 4.5 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ระดับ	OUTL			ROP,Q		
	CSL=0.7	CSL=0.8	CSL=0.9	CSL=0.7	CSL=0.8	CSL=0.9
ระดับผู้บริโภค	686.38	713.73	702.91	692.70	696.41	738.60
ระดับร้านค้า	640.90	668.43	711.23	259.14	283.67	303.25
รวม	1,327.28	1,382.16	1,414.13	951.85	980.08	1,041.85



รูปที่ 4.66 ผลการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ข. เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

การทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าในแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค จะต้องทำการคำนวณหาปริมาณการเติมเต็มสินค้าของแต่ละนโยบาย ซึ่งในที่นี้จะได้ดังตารางที่ 4.6 และ 4.7

จากรูปที่ 4.67 จะเห็นว่า นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวม น้อยกว่า นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) ในทุกระดับบริการตามรอบ (CSL) เนื่องจากนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) นั้นจะมีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อจุดสั่งซื้อใหม่ ดังนั้นจะไม่มีการเติมสินค้าหากยังไม่ถึงจุดสั่งซื้อใหม่ จึงทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังลดลง ส่งผลให้มีปริมาณที่เหลือทิ้งน้อยลงไปด้วย และพบว่านโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7 ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 976.95 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.8 เนื่องจากค่า CSL เป็นการ

กำหนดระดับความมีพร้อมของสินค้า หาก CSL มีค่าน้อยจะทำให้ร้านค้าสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังได้ จึงส่งผลให้เกิดปริมาณที่เหลือทิ้งน้อยลง

ตารางที่ 4.6 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order-Up-To Level (OUTL) ของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

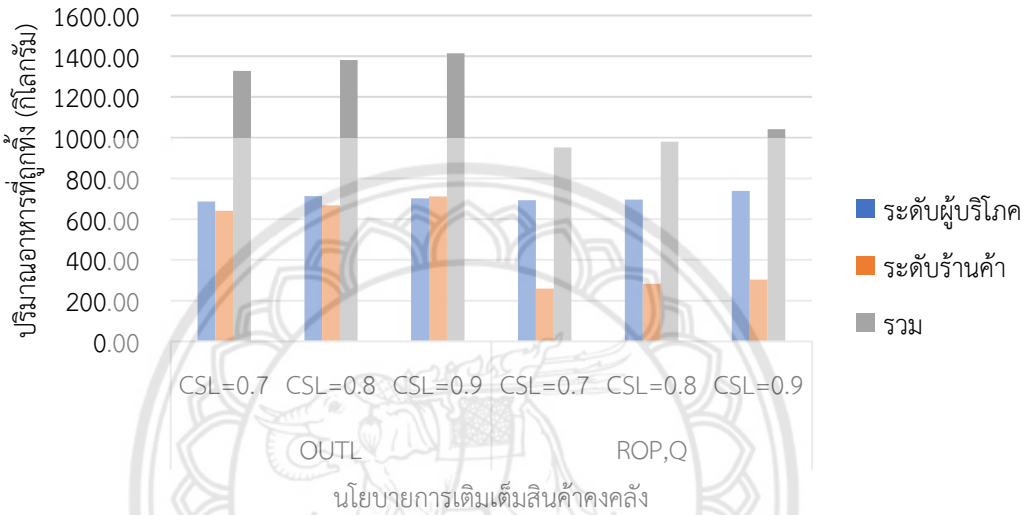
CSL =	0.7	0.8	0.9
L =	1	1	1
F^{-1}(CSL) =	0.5244	0.8416	1.2816
D =	97,000.0	97,000.0	97,000.0
s(D) =	11,533.2	11,533.2	11,533.2
D(L) =	194,000.0	194,000.0	194,000.0
S(L) =	16,310.4	16,310.4	16,310.4
OUTL =	**202,553**	**207,727**	**214,903**

ตารางที่ 4.7 การคำนวณนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

CSL =	0.7	0.8	0.9
F^{-1}(CSL) =	0.5244	0.8416	1.2816
D =	97,000.0	97,000.0	97,000.0
s(D) =	11,533.2	11,533.2	11,533.2
Q =	**103,048.0**	**106,706.6**	**111,780.4**
L =	1	1	1
D(L) =	97,000.0	97,000.0	97,000.0
s(L) =	11,533.2	11,533.2	11,533.2
ss =	6,048.0	9,706.6	14,780.4
ROP =	**103,048.0**	**106,706.6**	**111,780.4**

ตารางที่ 4.8 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ระดับ	OUTL			ROP,Q		
	CSL=0.7	CSL=0.8	CSL=0.9	CSL=0.7	CSL=0.8	CSL=0.9
ระดับผู้บริโภค	712.73	720.15	721.46	733.24	702.50	728.25
ระดับร้านค้า	635.78	666.48	709.86	243.71	305.59	342.75
รวม	1,348.51	1,386.64	1,431.32	976.95	1,008.09	1,071.00



รูปที่ 4.67 ผลการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง พบว่านโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7 ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุดในแบบจำลองทั้งสองแบบ ดังนั้นจึงจะใช้นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7 ในการทดลองในหัวข้อต่อไป

จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.8 จะเห็นว่าปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งที่เกิดขึ้นจากทั้งกรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และกรณีเฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภคนั้นสอดคล้องกันในทุกนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง หรือกล่าวได้ว่า การสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และการเฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภคนั้นไม่ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งแตกต่างกัน

4.5.3 ปรับขนาดการขาย

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดลองปรับขนาดการขายในแบบจำลองทั้ง 2 แบบ เพื่อศึกษาผลกระทบของขนาดการขายที่มีต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง และเพื่อหาว่าขนาดการขายเท่าไรทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยที่สุด

4.5.3.1 ข้อตกลงเบื้องต้นในการทดลองปรับขนาดการขาย

ก. กำหนดนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังเป็นแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7

ข. กำหนดรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ที่มีค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal

ค. กำหนดรูปแบบปริมาณการบริโภค Normal distribution ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.9

ง. กำหนดอายุอาหารเท่ากับ 5 วัน

จ. ทำการทดลองปรับขนาดการขายทั้งหมด 10 ค่า คือ 50 ,100 ,150 ,200 ,250 ,300 ,350 ,400 ,450 และ 500 กรัม

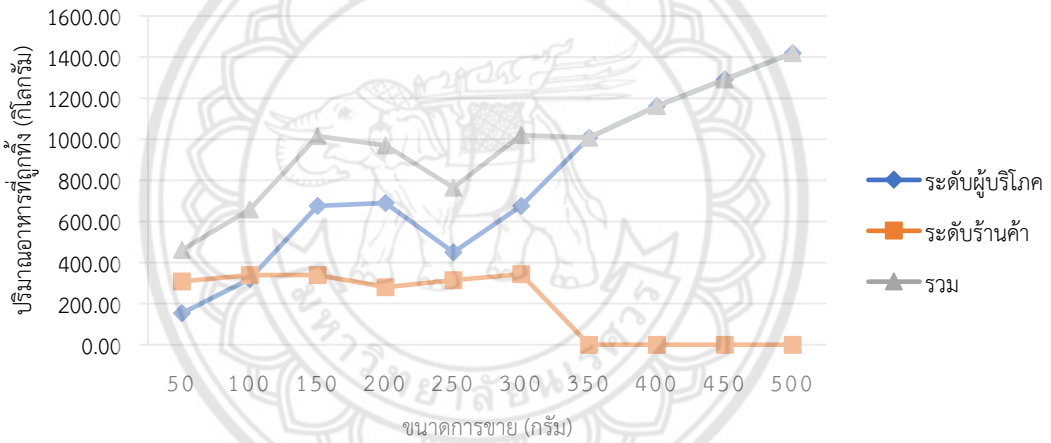
4.5.3.2 ผลที่ได้จากการทดลองปรับขนาดการขาย

ก. สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

จากการทดลองปรับขนาดการขายในแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน พบว่า ขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 461.28 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.9 เนื่องจากขนาดการขาย 50 กรัมนี้เป็นปริมาณที่น้อย ทำให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มเลือกซื้อสินค้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการของตนเองมากที่สุด จึงส่งผลให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อย อีกทั้งเมื่อร้านค้าขายสินค้าขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้ลูกค้าซื้อสินค้ามากขึ้น ส่งผลในระดับร้านค้าเกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อยลงเช่นกัน ส่วนในระดับร้านค้าที่มีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เท่ากับ 0 ในขนาดการขายที่ 350 ,400 ,450 และ 500 กรัมนั้น ดังรูปที่ 4.68 เนื่องจากขนาดการขายดังกล่าว เป็นปริมาณที่มากกว่าความต้องการของผู้บริโภคอย่างมาก ทำให้ผู้บริโภคจำเป็นต้องซื้อสินค้าในจำนวนมาก และแบบจำลองนี้อนุญาตให้ระดับร้านค้าเกิดสินค้าขาดมือได้ เมื่อผู้บริโภคต้องซื้อในปริมาณที่มากทำให้ร้านค้าเกิดสินค้าขาดมือ จึงส่งผลให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เท่ากับ 0

ตารางที่ 4.9 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ขนาดการขาย	ระดับผู้บริโภค	ระดับร้านค้า	รวม
50	153.09	308.19	461.28
100	320.60	338.80	659.40
150	676.22	339.30	1015.52
200	689.66	280.71	970.37
250	450.09	314.93	765.01
300	676.24	343.20	1019.44
350	1007.52	0.00	1007.52
400	1161.31	0.00	1161.31
450	1290.84	0.00	1290.84
500	1419.72	0.00	1419.72



รูปที่ 4.68 ผลการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

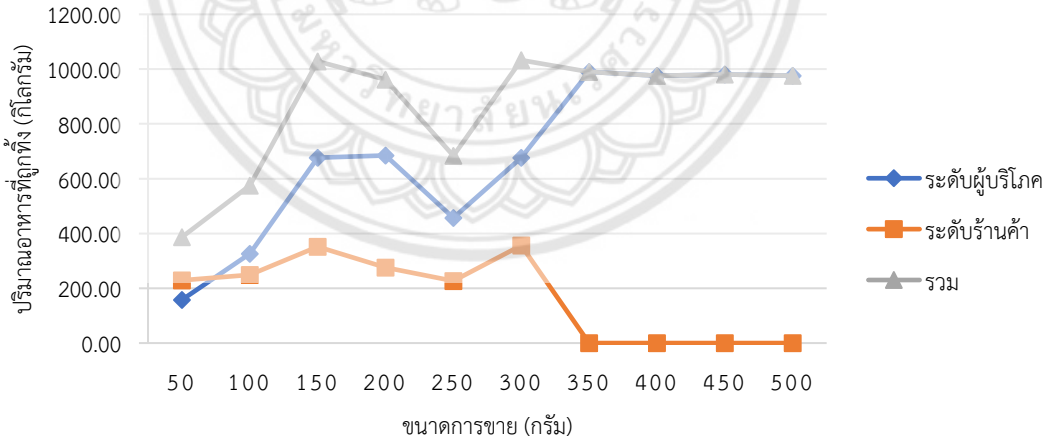
ข. เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับขนาดการขายในแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค พบว่า ขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 386.82 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.10 เนื่องจากขนาดการขาย 50 กรัมนี้เป็นปริมาณที่น้อย ทำให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มเลือกซื้อสินค้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการของตนเองมากที่สุด จึงส่งผลให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อย อีกทั้งเมื่อร้านค้าขายสินค้าขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้ลูกค้าซื้อสินค้ามากขึ้น ส่งผลในระดับร้านค้าเกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อยลงเช่นกัน ส่วนในระดับร้านค้าที่มีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เท่ากับ 0 ในขนาดการขายที่ 350 ,400 ,450 และ 500 กรัม

นั้น ดังรูปที่ 4.69 เนื่องจากขนาดการขายดังกล่าว เป็นปริมาณที่มากกว่าความต้องการของผู้บริโภคอย่างมาก ทำให้ผู้บริโภคจำเป็นต้องซื้อสินค้าในจำนวนมาก และแบบจำลองนี้อนุญาตให้ระดับร้านค้าเกิดสินค้าขาดมือได้ เมื่อผู้บริโภคต้องซื้อในปริมาณที่มากทำให้ร้านค้าเกิดสินค้าขาดมือ จึงส่งผลให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง เท่ากับ 0

ตารางที่ 4.10 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ขนาดการขาย	ระดับผู้บริโภค	ระดับร้านค้า	รวม
50	157.73	229.09	386.82
100	326.52	248.84	575.36
150	676.23	352.35	1028.58
200	685.35	276.24	961.60
250	456.47	227.12	683.59
300	676.29	356.40	1032.69
350	990.00	0.00	990.00
400	976.26	0.00	976.26
450	980.02	0.00	980.02
500	976.34	0.00	976.34



รูปที่ 4.69 ผลการทดลองปรับขนาดการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับขนาดการขาย พบว่าขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุดในแบบจำลองทั้งสองแบบ ดังนั้นจึงจะใช้ขนาดการขาย 50 กรัมนี้ในการเปรียบเทียบกับการทดลองในหัวข้อต่อไป

4.5.4 ปรับวิธีการขาย

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดลองปรับวิธีการขายในแบบจำลองทั้ง 2 แบบ เพื่อศึกษาผลกระทบของวิธีการขายที่มีต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง และเพื่อหาว่าวิธีการขายแบบใดทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยที่สุด

4.4.4.1 ข้อตกลงเบื้องต้นในการทดลองปรับวิธีการขาย

ก. วิธีการขายมี 2 แบบ คือ ชั่งน้ำหนักสินค้า โดยในโครงงานนี้จะกำหนดให้มีความละเอียดคือ 1 กรัม และการขายเป็นแพ็ค 50 กรัม

ข. กำหนดนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังเป็นแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7

ค. กำหนดรูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ที่มีค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal

ง. กำหนดรูปแบบปริมาณการบริโภค Normal distribution ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.9

จ. กำหนดอายุอาหารเท่ากับ 5 วัน

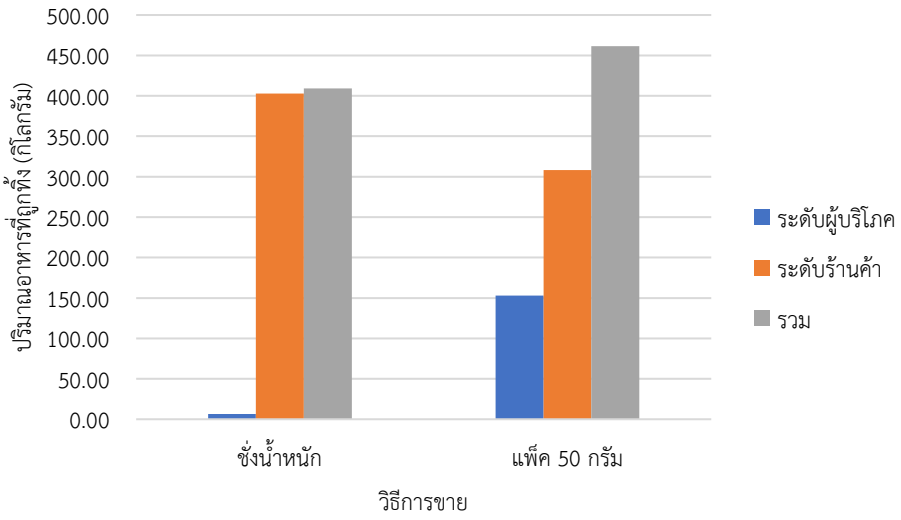
4.5.4.2 ผลที่ได้จากการทดลองปรับวิธีการขาย

ก. สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

จากการทดลองปรับวิธีการขายในแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน พบว่า วิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้า ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุด เท่ากับ 409.06 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.11 เนื่องจากวิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้านั้น ทำให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มซื้อสินค้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการของตนเองมากที่สุด จึงส่งผลให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับวิธีการขายแบบเป็นแพ็ค ดังกราฟที่แสดงในรูปที่ 4.70 ปริมาณอาหารที่เหลือทิ้งส่วนใหญ่ของวิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้าจะเกิดในระดับร้านค้า เนื่องจากผู้บริโภคซื้อเท่าที่ต้องการจึงเกิดเป็นสินค้าคงคลัง เมื่อหมดอายุจึงเป็นอาหารที่ถูกทิ้งในจำนวนมาก

ตารางที่ 4.11 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับวิธีการขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ระดับ	วิธีการขาย	
	ชั่งน้ำหนัก	แพ็ค 50 กรัม
ระดับผู้บริโภค	6.38	153.09
ระดับร้านค้า	402.68	308.19
รวม	409.06	461.28



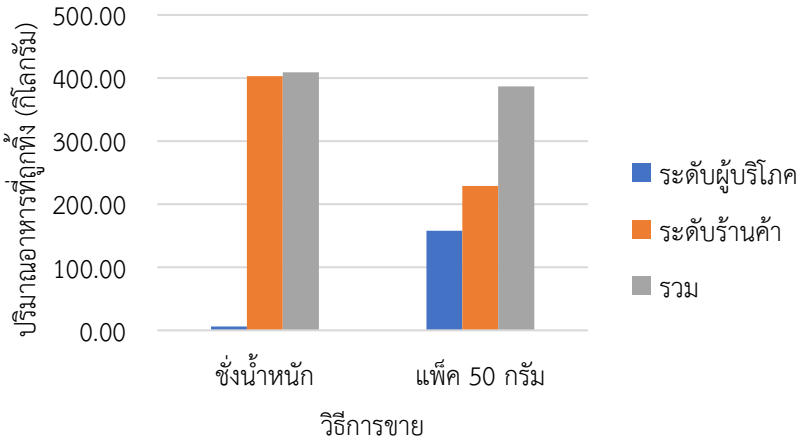
รูปที่ 4.70 ผลการทดลองปรับวิธีขายของแบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน

ข. เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับวิธีการขายในแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภคพบว่า วิธีการขายแบบแพ็ค 50 กรัม ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 386.82 กิโลกรัม ดังตารางที่ 4.12 เนื่องจากวิธีการขายแบบแพ็ค 50 กรัมนี้เป็นปริมาณที่น้อยทำให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มเลือกซื้อสินค้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการของตนเองมากที่สุด จึงส่งผลให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อย อีกทั้งเมื่อร้านค้าขายสินค้าขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้ลูกค้าซื้อสินค้ามากขึ้น ส่งผลในระดับร้านค้าเกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในปริมาณน้อยลงเช่นกัน ส่วนวิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้านั้น แม้จะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภคปริมาณน้อยมาก เนื่องจากผู้บริโภคทุกกลุ่มซื้อสินค้าได้ใกล้เคียงกับความต้องการของตนเองมากที่สุด แต่ยังเกิดปริมาณอาหารที่เหลือทิ้งจำนวนมากในระดับร้านค้า เนื่องจากผู้บริโภคซื้อเท่าที่ต้องการจึงเกิดเป็นสินค้าคงคลัง เมื่อหมดอายุจึงเป็นอาหารที่ถูกทิ้งในจำนวนมาก จึงทำให้มีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมมากกว่าวิธีการขายแบบแพ็ค 50 กรัม

ตารางที่ 4.12 ปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง (กิโลกรัม) ที่เกิดจากการทดลองปรับวิธีการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ระดับ	วิธีการขาย	
	ชั่งน้ำหนัก	แพ็ค 50 กรัม
ระดับผู้บริโภค	6.27	157.73
ระดับร้านค้า	402.82	229.09
รวม	409.09	386.82



รูปที่ 4.71 ผลการทดลองปรับวิธีการขายของแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

จากการทดลองปรับรูปแบบความต้องการของผู้บริโภค ปรับนโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง และปรับขนาดการขาย จะพบว่ากรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และกรณีเฉลี่ยทำให้เกิดปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภคนั้นในทิศทางเดียวกัน แต่ในการทดลองปรับวิธีการขาย พบว่า กรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน วิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้าจะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยกว่าวิธีการขายเป็นแพ็ค 50 กรัม แต่ถ้ากรณีเฉลี่ยทำให้เกิดปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค วิธีการขายแบบเป็นแพ็ค 50 กรัมจะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยกว่าวิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้า ซึ่งทำให้เห็นว่ากรณีทั้งสองนั้นมีผลต่อการเกิดอาหารที่ถูกทิ้ง

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานนี้ทำขึ้นเพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ในกรณีที่สามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้ และจัดทำแบบจำลองบนตารางทำการเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการทิ้งอาหารในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ของสินค้าประเภทผัก 1 ชนิด ซึ่งพิจารณาวันหมดอายุของสินค้าให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และมีการกำหนดให้ผู้บริโภคทุกกลุ่มมีโอกาสในการซื้อสินค้าชนิดนั้นเท่ากัน

5.1.1 สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางทำการสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า

ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) โดยแบบจำลองนั้นจะประกอบด้วยแบบจำลองระดับร้านค้า และแบบจำลองระดับผู้บริโภค และกำหนดให้สินค้าเป็นเห็ดเข็มทอง มีอายุ 3 วัน และมีผู้บริโภค 6 กลุ่ม ซึ่งพบว่าในส่วนของปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภคแต่ละกลุ่มนั้นมีปริมาณการซื้อสินค้า โดยนำจำนวนสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าหารด้วยจำนวนคนในกลุ่ม ซึ่งไม่สมเหตุสมผลเนื่องจากในแบบจำลองนี้ได้กำหนดให้มีวิธีการขายเป็นแพ็ค เช่น แพ็คละ 500 กรัม หากนำจำนวนสินค้าคงคลังของระดับร้านค้าหารด้วยจำนวนคนในกลุ่ม ผลหารที่ได้นั้นจะไม่ลงตัวและไม่พอดีกับขนาดการขาย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะทำให้ไม่สามารถซื้อสินค้านั้นได้ จึงทำให้แบบจำลองในส่วนนี้ไม่สมเหตุสมผล และมีการลำดับการเข้าซื้อของผู้บริโภคตามเลขลำดับของกลุ่มซึ่งไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ทางผู้ดำเนินโครงงานจึงได้จัดทำสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั่วไปอธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ในกรณีที่แบบจำลองสามารถกำหนดอายุของอาหารเท่าไรก็ได้ และแก้ไขในส่วนปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภคแต่ละกลุ่มนั้นให้สมเหตุสมผลมากขึ้น เมื่อเทียบกับแบบจำลองของธรนันท์ และเมธา (2559) โดยแก้ไขปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภคเป็นแบบเฉลี่ยตามความต้องการ และแบบสุ่มลำดับการเข้าซื้อของแต่ละกลุ่ม ดังนั้นโครงงานนี้จะได้สมการทางคณิตศาสตร์อธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งของธรนันท์ และเมธา (2559) และสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั่วไปอธิบายแบบจำลองเหตุการณ์บนตารางสำหรับการศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า โดยมีปริมาณการซื้อสินค้าของระดับผู้บริโภค 2 กรณี คือเฉลี่ยตามความต้องการ และสุ่มลำดับการเข้าซื้อของแต่ละกลุ่ม

5.1.2 แบบจำลองบนตารางทำการ

ผู้ดำเนินโครงงานได้จัดทำแบบจำลองบนตารางทำการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการทิ้งอาหารในระดับผู้บริโภค และระดับร้านค้า ของสินค้าประเภทผัก 1 ชนิด คือ เห็ดเข็มทอง ซึ่งแบบจำลองที่จัดทำขึ้นนั้นสามารถกำหนดอายุสินค้าได้ ระดับร้านค้าอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ (Shortage) และผู้บริโภคทุกกลุ่มมีโอกาสในการเลือกซื้อสินค้าเท่ากัน โดยจะได้แบบจำลองทั้งหมด 3 แบบ คือ แบบจำลองที่สามารถกำหนดอายุสินค้าได้มากที่สุด 5 วัน และอนุญาตให้เกิดสินค้าขาดมือ แบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค

ผู้ดำเนินโครงงานได้ใช้แบบจำลอง 2 แบบ คือ แบบจำลองที่สุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน และแบบจำลองที่เฉลี่ยปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค ในการทดลองปรับรูปแบบของความต้องการของผู้บริโภค นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ขนาดของการขาย และวิธีการขายได้ เพื่อหาวิธีการที่ทำให้อาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทานลดลง ในขณะที่มีระดับความมีพร้อมของสินค้าตามที่ต้องการ พบว่า รูปแบบความต้องการของผู้บริโภคแบบ Mean centred AR(1) ที่มีค่า μ = ความต้องการขั้นต่ำของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม, $\emptyset$ = 0.9 และ error term standard normal นโยบายการเติมเต็มสินค้าคงคลังแบบ Order Point, Order Quantity (ROP,Q) ที่ CSL = 0.7 และขนาดการขาย 50 กรัม ทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งรวมน้อยที่สุดในแบบจำลองทั้งสองแบบ แต่ในการทดลองปรับวิธีการขายพบว่า กรณีสุ่มลำดับการเข้าซื้อของกลุ่มผู้บริโภคในแต่ละวัน วิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้าจะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยกว่าวิธีการขายเป็นแพ็ค 50 กรัม แต่ถ้ากรณีเฉลี่ยทำให้เกิดปริมาณสินค้าให้ทุกกลุ่มผู้บริโภค วิธีการขายแบบเป็นแพ็ค 50 กรัมจะทำให้เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งน้อยกว่าวิธีการขายแบบชั่งน้ำหนักสินค้า ซึ่งทำให้เห็นว่ากรณีทั้งสองนั้นมีผลต่อปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง และจากการที่กำหนดให้แบบจำลองสามารถเกิดสินค้าขาดมือได้ ส่งผลให้มีปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งลดลงเนื่องจาก ในบางช่วงเวลาระดับร้านค้าอาจมีสินค้าน้อยกว่าความต้องการของผู้บริโภคทำให้ขายสินค้าหมด จึงไม่เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้ง ส่วนในระดับผู้บริโภคเมื่อร้านค้ามีสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้ซื้อสินค้าได้น้อยกว่าความต้องการจึงบริโภคหมด ส่งผลให้ไม่เกิดปริมาณอาหารที่ถูกทิ้งเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 แบบจำลองบนตารางทำการควรเพิ่มจำนวนอายุสินค้าให้สามารถปรับได้มากขึ้น เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสินค้าที่หลากหลาย

5.2.2 ลำดับการเข้าซื้อของลูกค้าแต่ละกลุ่ม ในโครงงานนี้กำหนดให้สุ่มลำดับโดยสุ่มเป็นกลุ่ม ควรปรับปรุงให้สุ่มเป็นรายบุคคล เพื่อความสมจริงมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2558**. ปทุมธานี: กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (12 สิงหาคม 2557). **"อาหารที่ถูกทิ้ง" (Food Waste) : ปัญหาท้าทายรัฐบาลฮ่องกง (ตอนที่1)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2560 จาก, http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/597969.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (27 สิงหาคม 2557). **"อาหารที่ถูกทิ้ง" (Food Waste) : ปัญหาท้าทายรัฐบาลเกาหลีใต้ (2)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2560 จาก http://www.kriengsak.com/Food-Waste-2.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (9 กันยายน 2557). **"อาหารที่ถูกทิ้ง" (Food Waste) : ผลกระทบของปัญหาอาหารที่ถูกทิ้ง (3)**. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2560 จาก, http://www.kriengsak.com/Food-Waste-3.

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2553). **การจัดการคลังสินค้า (Inventory Management).** กรุงเทพฯ: โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิ่ง

ดวงพร เกี๋ยงคา. (2557). **คู่มือใช้งาน Microsoft excel 2013 ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

ธรนันท์ จันทร์ชางเพ็ญ, เมธา ฉัตรศรีไพบูลย์. (2559). **การลดอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน โดยจำลองบนตารางทำการ ข้อมูลตัวอย่างจากอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก (Reduction of food waste in supply chain using spreadsheet modeling : sample data from muang district phitsanulok)**. ปริญญานิพนธ์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ปรินทร์ ทิพย์สว่าง, ภัณฑิรา ต๊อดแก้ว. (2558). **การศึกษาอาหารที่ถูกทิ้งในห่วงโซ่อุปทานโดยการจำลองเหตุการณ์ในตารางทำการ (Food waste in supply chain : spreadsheet modelling)**. ปริญญานิพนธ์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พิภพ ลลิตาภรณ์. (2552). **การบริหารพัสดุคงคลัง (Inventory Management).** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เพิ่มศักดิ์. (2552). **เรียนรู้โปรแกรม Excel** สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2560 จาก, http://www.skr.ac.th/link/web_education/web_teacher/com/ben/web_30201/website_m2/excel/html/index.html

โพธิ์งาม สมกุล. (2560). **การจำลองบนตารางทำการสำหรับการลดอาหารที่ถูกทิ้งในโซ่อุปทาน**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2011). **Global food losses and food waste Extent**. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO)

Mentzer,J. T. (2001) . **Supply chain management**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Somkun P. (2017). **Stochastic Mathematical Model for Food Waste Reduction in a Two- Level Supply Chain for Highly Perishable Products**. International Journal of Supply Chain Management 6(1): 165-171.

Tristram Stuart. (2009). **Waste : Uncovering The Global Food Scandal**. New York: W.W. Norton & Company