



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

ปริญญา

การจัดการวิศวกรรม

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การจัดการวัตถุดิบคลังของโรงงานปรับปรุงเมล็ดข้าวโพด

Material Inventory Management for Corn Processing Plant

นามผู้วิจัย นางสาวสิริลักษณ์ ปิยะไตรภูมิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์รุ่งรัตน์ กิตฺติ์เพ็ญ, D.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์พิภพ สถิตาภรณ์, วศ.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการวัตถุดิบกองคลังของโรงงานปรับปรุงเมล็ดข้าวโพด

Material Inventory Management for Corn Processing Plant

โดย

นางสาวสิริลักษณ์ ปิยะไตรภูมิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิริลักษณ์ ปิยะไตรภูมิ 2556: การจัดการวัตถุดิบคงคลังของโรงงานปรับปรุงเมล็ดข้าวโพด
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) สาขาการจัดการวิศวกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์
รุ่งรัตน์ ภิธัชเพ็ญ, D.Eng. 145 หน้า

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาระดับวัตถุดิบคงคลังของธุรกิจการจัดจำหน่ายพืชผลทางการเกษตรที่มีความต้องการแบบฤดูกาลโดยศึกษาวัตถุดิบ 3 ชนิดที่นำมาใช้เป็นส่วนผสม โดยเริ่มจากการพยากรณ์ความต้องการด้วยเทคนิคการพยากรณ์แบบถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง และวิธีปรับให้เรียบแบบไฮลท์ วินเทอร์ โดยเลือกเทคนิคการพยากรณ์ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนเบี่ยงเบนสมบูรณ์ที่มีค่าน้อยที่สุด เพื่อนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาหาปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาตามหลักการวิจัยของการดำเนินงาน ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีข้อจำกัดในด้านความสามารถในการผลิต และปริมาณของส่วนผสม จากนั้นจึงประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ เข้ามาวางแผนกระบวนการสั่งซื้อตามนโยบายที่กำหนดจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อคงที่ โดยใช้ Process analyzer ในแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางในการหาจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมภายใต้ความไม่แน่นอน โดยประเมินประสิทธิภาพการวัดของระบบพบว่า ค่าใช้จ่ายรวมของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดลดลงจากระบบปัจจุบันเฉลี่ย 55.06%

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Siriluk Piyatraiphoom 2013: Material Inventory Management for Corn Processing Plant.
Master of Engineering (Engineering Management), Major Field: Engineering
Management, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor
Roongrat Pisuchpen, D.Eng. 145 pages.

The purpose of this research was to study for finding optimum quantity of raw materials of trading in agricultural products that have seasonal demand. This study is conducted the appropriate inventory level for three raw materials of the Corn Processing Plant. First, the needs of the technical uncertainty of customer demand's forecasting, such as Simple Moving Average, Simple Exponential Smoothing, Holt's Model or Double Exponential Smoothing and Holt-Winters Smoothing, are studied. The method which gives the minimum mean absolute deviation is selected to forecast the demand of each material in one year. Next, use the technique in operations research (principles and application) by using an ability of linear constraints to determine the optimal product mix, that is, the quantities to make of each type product which will maximize profit. Then, the simulation is applied for find out reorder point and economic order quantity. The results are used to evaluate the performance of the system is the lowest total cost. The Research Process analyzer is used in the simulation to find ways in order to identify the optimal order quantity under uncertainty. The total average cost is down 55.06% from the current system.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รุ่งรัตน์ ภิสัช เพ็ญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.พิภพ ลิตาภรณ์ และรศ.ดร.พิรุณ ชาญเศรษฐิกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ในระหว่างการดำเนินการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ และขอขอบคุณ เจ้าของโรงงานโกดังตรงพานิช (คลองทรายพิชผล) นายเทอดศักดิ์ ลาภจิตกุล และนายเจตดนัย ลาภจิตกุล สำหรับความช่วยเหลือในด้านข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต และข้อมูลปริมาณความต้องการของลูกค้า สำหรับการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนตลอดมา ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือต่างๆ จนการศึกษาวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้ ขอขอบคุณ โครงการบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับให้การช่วยเหลือและการสนับสนุนเป็นอย่างดีในการดำเนินโครงการ

หากการศึกษาวิจัย วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีข้อผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

สิริลักษณ์ ปิยะไตรภูมิ

มีนาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	13
การตรวจเอกสาร	14
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	63
ผล	63
วิจารณ์	64
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก ก การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า	79
ภาคผนวก ข การหาปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม	91
ภาคผนวก ค ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองวัตถุดิบคงคลัง	104
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าด้วย Input Analyzer	121
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	145

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพด	10
2	การผสมวัตถุดิบ	10
3	ลักษณะสินค้าเกษตรที่มีผลต่อการจัดการห่วงโซ่อุปทาน	19
4	การเลือกวิธีพยากรณ์	26
5	แผนงานวิจัย	35
6	ข้อมูลปริมาณยอดขายรายเดือนตั้งแต่เดือนม.ค. 2550 - มิ.ย. 2555	38
7	เปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพด	43
8	ค่าพยากรณ์ยอดขายเมล็ดข้าวโพดระหว่างเดือนก.ค. 2555 - มิ.ย. 2556	45
9	เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบไฮลท์ วินเทอร์กับยอดขายจริงระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555	47
10	ปริมาณวัตถุดิบของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเดือน ก.ค. 2555 - มิ.ย. 2556	52
11	ค่าการคำนวณเพื่อใช้กำหนดนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบ (s, Q)	54
12	ความต้องการวัตถุดิบในแต่ละวัน	56
13	ผลการรันแบบจำลองด้วยค่าเริ่มต้น	63
14	ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S1 ด้วย Process Analyzer	64
15	ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S2 ด้วย Process Analyzer	66
16	ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S3 ด้วย Process Analyzer	68
17	จุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อตามนโยบายของโรงงานกรณีศึกษา	72
18	เปรียบเทียบระบบที่เลือกกับระบบจริงตั้งแต่เดือน ก.ค. 2555 ถึง ธ.ค. 2555	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก1 ค่าความแม่นยำในการพยากรณ์จากค่า MAD, MAPE และ MSE ของเมล็ดข้าวโพดความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 14.5% และความชื้นไม่เกิน 18%	80
ก2 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือนกับยอดขายจริง ระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555	87
ก3 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือนกับยอดขายจริง ระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555	87
ก4 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือนกับยอดขายจริง ระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555	88
ก5 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียวกับยอดขายจริง ระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555	89
ก6 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้งกับยอดขายจริง ระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555	89
ข1 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนกรกฎาคม 2555	92
ข2 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนสิงหาคม 2555	93
ข3 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนกันยายน 2555	94
ข4 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนตุลาคม 2555	95
ข5 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนพฤศจิกายน 2555	96
ข6 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนธันวาคม 2555	97
ข7 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนมกราคม 2556	98
ข8 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนกุมภาพันธ์ 2556	99
ข9 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนมีนาคม 2556	100
ข10 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนเมษายน 2556	101
ข11 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนพฤษภาคม 2556	102
ข12 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนมิถุนายน 2556	103

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค1 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S1 ด้วย Process Analyzer	118
ค2 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S2 ด้วย Process Analyzer	119
ค3 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S3 ด้วย Process Analyzer	120
ง1 ค่าพยากรณ์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5%	122
ง2 ค่าพยากรณ์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18%	123
ง3 ค่าพยากรณ์ยอดขายที่ได้จากการทำซ้ำของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5%	123
ง4 ค่าพยากรณ์ยอดขายที่ได้จากการทำซ้ำของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 18%	124
ง5 ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดที่นำไปใส่ลงในเงื่อนไขของข้อจำกัดด้านความต้องการ	124
ง6 ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบ S1, S2 และ S3 จากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น	126
ง7 ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบ S1, S2 และ S3 จากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น	132

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการรับซื้อเมล็ดข้าวโพด	2
2	ลักษณะการเก็บเมล็ดข้าวโพดโดยบรรจุในกระสอบป่าน	3
3	เครื่องวัดความชื้นรุ่น EE-KU	4
4	การจัดเก็บเมล็ดข้าวโพดตามกลุ่มความชื้น	4
5	กระป๋องเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด	5
6	เครื่องสุ่มตรวจตัวอย่าง	5
7	ลักษณะของเมล็ดข้าวโพด	6
8	กระบวนการผลิตเมล็ดข้าวโพดเพื่อจัดจำหน่าย	7
9	ตัวอย่างใบแจ้งข้อมูลราคามะลิข้าวโพดรายวัน	8
10	ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับเข้าตามกลุ่มความชื้นในปี พ.ศ. 2550-2554	11
11	ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับเข้าขึ้นความชื้น 14.5%-18% และ 19%-30% ขึ้นไปในปี พ.ศ. 2550-2554	12
12	ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับเข้า ส่งออก และสินค้าคงคลังในปี พ.ศ. 2550-2554	12
13	ต้นทุนสินค้าคงคลังในปี พ.ศ. 2550-2554	12
14	ระบบการไหลของคลังสินค้าหลายระดับ	29
15	ระบบของห่วงโซ่อุปทานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	30
16	ผังการไหลของวิธีการศึกษา	36
17	การค้นหาข้อมูลในโปรแกรม AccCorn Pro	37
18	การตรวจสอบข้อมูลในโปรแกรม AccCorn Pro	38
19	ค่าพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเดือน ก.ค. 2555-มิ.ย. 2556	46
20	แบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบ S1 ตามนโยบาย (s, Q)	58
21	แบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบ S2 ตามนโยบาย (s, Q)	59
22	แบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบ S3 ตามนโยบาย (s, Q)	60

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก1 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือน	81
ก2 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือน	81
ก3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือน	82
ก4 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือน	82
ก5 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือน	83
ก6 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือน	83
ก7 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว	84
ก8 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว	84
ก9 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง	85
ก10 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง	85
ก11 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์	86
ก12 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์	86
ค1 หน่วยข้อมูลตัวแปร	105

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ค2 Create Module ชื่อ Create order	106
ค3 Assign Module ชื่อ Demand size	107
ค4 Decide Module ชื่อ Check Inventory status	107
ค5 Assign Module ชื่อ Satisfy Order	108
ค6 Record Module ชื่อ Satisfy Order	108
ค7 Assign Module ชื่อ Check Inventory Status	109
ค8 Record Module ชื่อ Record backorder	110
ค9 Separate Module ชื่อ Separate1	110
ค10 Hold Module ชื่อ Hold for return backorder	111
ค11 Hold Module ชื่อ Hold for backorder	112
ค12 Assign Module ชื่อ Assign Order to Inventory2	113
ค13 Design Module ชื่อ Check Stock	113
ค14 Dispose Module ชื่อ Dispose 2	114
ค15 Assign Module ชื่อ Assign Order Quantity	115
ค16 Delay Module ชื่อ Delay order leadtime	115
ค17 Delay Module ชื่อ Delay order from supplier	115
ค18 Assign Module ชื่อ Assign Order to inventory1	116
ค19 Dispose Module ชื่อ Dispose 2	116
ค20 รายงานข้อมูลทางสถิติ	117
ง1 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ก.ค. 2555	133
ง2 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ส.ค. 2555	133
ง3 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ก.ย. 2555	133
ง4 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ต.ค. 2555	134
ง5 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน พ.ย. 2555	134
ง6 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ธ.ค. 2555	134
ง7 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ม.ค. 2556	135

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ง34	การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S3 เดือน เม.ย. 2556	144
ง35	การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S3 เดือน พ.ค. 2556	144
ง36	การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S3 เดือน มิ.ย. 2556	144

การจัดการวัตถุดิบคงคลังของโรงงานปรับปรุงเมล็ดข้าวโพด

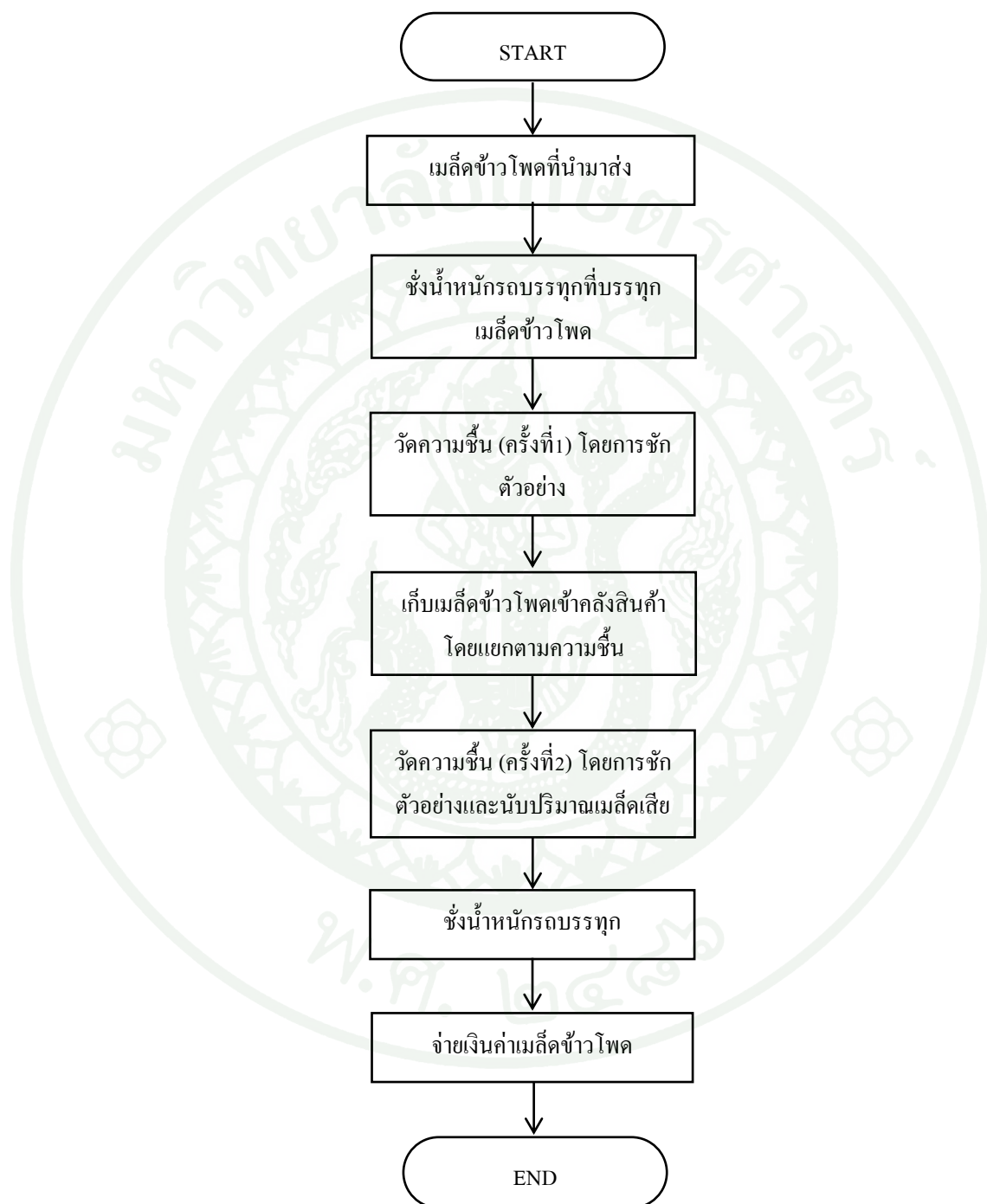
Material Inventory Management for Corn Processing Plant

คำนำ

ธุรกิจการจัดจำหน่ายพืชผลทางการเกษตร เป็นธุรกิจที่มีความเสี่ยงสูงแต่ก็มีความสามารถในการทำกำไรสูงเช่นกัน ถ้าต้องการลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นอาจต้องพิจารณาในห่วงโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตทั้งหมด ซึ่งลักษณะของห่วงโซ่อุปทานของพืชผลทางการเกษตรจะมีความสัมพันธ์กับตลาดโดยมีราคาเป็นรากฐานสำคัญในการตัดสินใจสั่งซื้อ รวมถึงฤดูกาลที่ส่งผลไปยังการบริหารการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ในทำนองเดียวกันการจำหน่ายเมล็ดข้าวโพดเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในตลาดที่มีความต้องการแตกต่างกัน จึงต้องพิจารณาถึงปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลัง โดยนำเทคนิคการพยากรณ์ความต้องการที่ไม่แน่นอนของลูกค้า และเทคนิคการสร้างแบบจำลองมาช่วยในการจัดการสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและไม่ทำให้เสียโอกาสในการจัดจำหน่าย

การประยุกต์การวางแผนการรับซื้อและจัดจำหน่ายมาใช้ในการดำเนินงาน เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น สามารถสนับสนุนคำสั่งซื้อของลูกค้า ส่งมอบสินค้าได้ตรงเวลา และลดจำนวนสินค้าคงคลังซึ่งมีอยู่จำนวนมากในปัจจุบัน ในการผลิตสินค้าที่มากเกินไปนั้นทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังมีจำนวนมากเกินความจำเป็นหรือไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้าก็ถือเป็นการสูญเสีย ทั้ง 3 กรณีนี้อาจมีผลมาจากวิธีการวางแผนการผลิต การจัดเก็บ และการจัดจำหน่าย ในส่วนของการรับซื้อในปัจจุบันเป็นขั้นตอนที่ส่งผลให้ปริมาณสินค้าคงคลังมากเกินความต้องการของลูกค้า หรือมีสินค้าไม่ตรงความต้องการ ดังกระบวนการรับซื้อในภาพที่ 1 และในส่วนของกระบวนการผลิตเพื่อจัดจำหน่ายเป็นขั้นตอนที่จะส่งผลในการคัดเลือกว่าวัตถุดิบมาผลิตซึ่งได้สินค้าไม่ตรงตามความต้องการ ดังกระบวนการส่งผลิตเพื่อจัดจำหน่ายในภาพที่ 8

กระบวนการรับซื้อเมล็ดข้าวโพด



ภาพที่ 1 กระบวนการรับซื้อเมล็ดข้าวโพด

1. เมล็ดข้าวโพดที่นำมาส่งให้กับโรงงาน ประกอบด้วยผู้ผลิต 2 กลุ่ม คือ เกษตรกร และตัวแทนเกษตรกร ในกลุ่มของเกษตรกรเมล็ดข้าวโพดส่วนใหญ่ที่นำมาส่งจะเป็นเมล็ดข้าวโพดที่ทางโรงงานนำมาเป็นวัตถุดิบเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพก่อนที่จะนำไปจำหน่าย ส่วนเมล็ดข้าวโพดของตัวแทนเกษตรกรส่วนใหญ่สามารถนำไปใช้ได้เลยหรือสามารถเก็บเข้าคลังสินค้าในกรณีที่ไม่มีความชื้นจากลูกค้า ลักษณะการเก็บเมล็ดข้าวโพดให้มีอายุยาวนานและรักษาคุณภาพไว้ต้องเก็บเมล็ดข้าวโพดที่ความชื้น 14.5% บรรจุลงในกระสอบป่านที่มีอากาศถ่ายเทได้ และเก็บกระสอบที่บรรจุเมล็ดข้าวโพดไว้ในคลังสินค้าโดยวางเรียงซ้อนกันในขณะที่อากาศถ่ายเทได้ดี แต่วิธีที่ดีที่สุดในการเก็บเมล็ดข้าวโพดคือการเก็บไว้ในไซโลซึ่งมีเครื่องเป่าอากาศ และสามารถรมสารป้องกันแมลงได้



ภาพที่ 2 ลักษณะการเก็บเมล็ดข้าวโพดโดยบรรจุในกระสอบป่าน

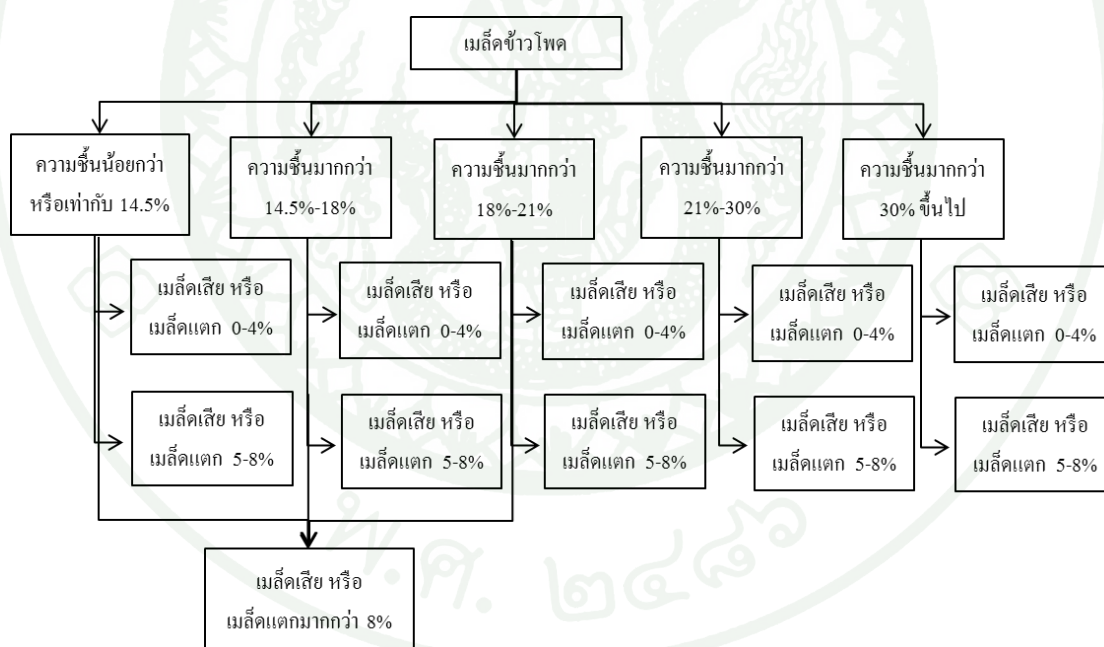
2. ชั่งน้ำหนักรถบรรทุกที่บรรจุเมล็ดข้าวโพด เพื่อหาปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่แท้จริงโดยหักลบกับน้ำหนักของรถบรรทุกที่ถูกชั่งหลังจากที่เก็บเมล็ดข้าวโพดเข้าคลังวัตถุดิบแล้ว

3. วัดความชื้นครั้งที่ 1 (วัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย) เป็นการวัดความชื้นเพื่อจัดเก็บวัตถุดิบ โดยใช้เครื่องวัดความชื้นรุ่น EE-KU ดังภาพที่ 3 เพื่อแยกกองของเมล็ดข้าวโพดที่จัดเก็บตามความชื้น และตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดโดยอาศัยการสังเกตและประสบการณ์ของพนักงาน



ภาพที่ 3 เครื่องวัดความชื้นรุ่น EE-KU

4. เก็บเมล็ดข้าวโพดเข้าคลัง ซึ่งลักษณะของการจัดเก็บเมล็ดข้าวโพดจะแยกตามความชื้นที่วัดได้ในครั้งที่ 1 ซึ่งแบ่งออกเป็นทั้งหมด 11 กลุ่มดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การจัดเก็บเมล็ดข้าวโพดตามกลุ่มความชื้น

5. วัดความชื้นครั้งที่ 2 (วัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย) เป็นการวัดความชื้นเพื่อตรวจสอบความชื้นของเมล็ดข้าวโพดด้านล่างกอง สาเหตุที่มีการตรวจสอบครั้งที่ 2 เนื่องจากในการชักตัวอย่างครั้งแรกทำได้เพียงด้านบนเท่านั้น ในโรงงานกรณีศึกษานี้จะอาศัยพนักงานโดยใช้กระป๋องดังภาพที่ 5 ในการเก็บตัวอย่างซึ่งไม่มีเครื่องมือตรวจตัวอย่างดังภาพที่ 6 เพื่อชักตัวอย่าง

ด้านล่างจึงทำให้ต้องมีการวัดความชื้นถึง 2 ครั้ง และตรวจสอบปริมาณเมล็ดเสีย ด้วยวิธีการนับเมล็ดเสียและเมล็ดแตกจากการชักตัวอย่าง 100 กรัม ซึ่งเกณฑ์ที่ยอมรับได้นั้น คือ มีเมล็ดเสียหรือเมล็ดแตกรวมกันไม่เกิน 4 กรัมใน 100 กรัม



ภาพที่ 5 กระป๋องเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวโพด



ภาพที่ 6 เครื่องสุ่มตรวจตัวอย่าง

ที่มา: บริษัท เดสโก เอ็นจิเนียริง จำกัด (2555)



เมล็ดดี

เมล็ดแตก

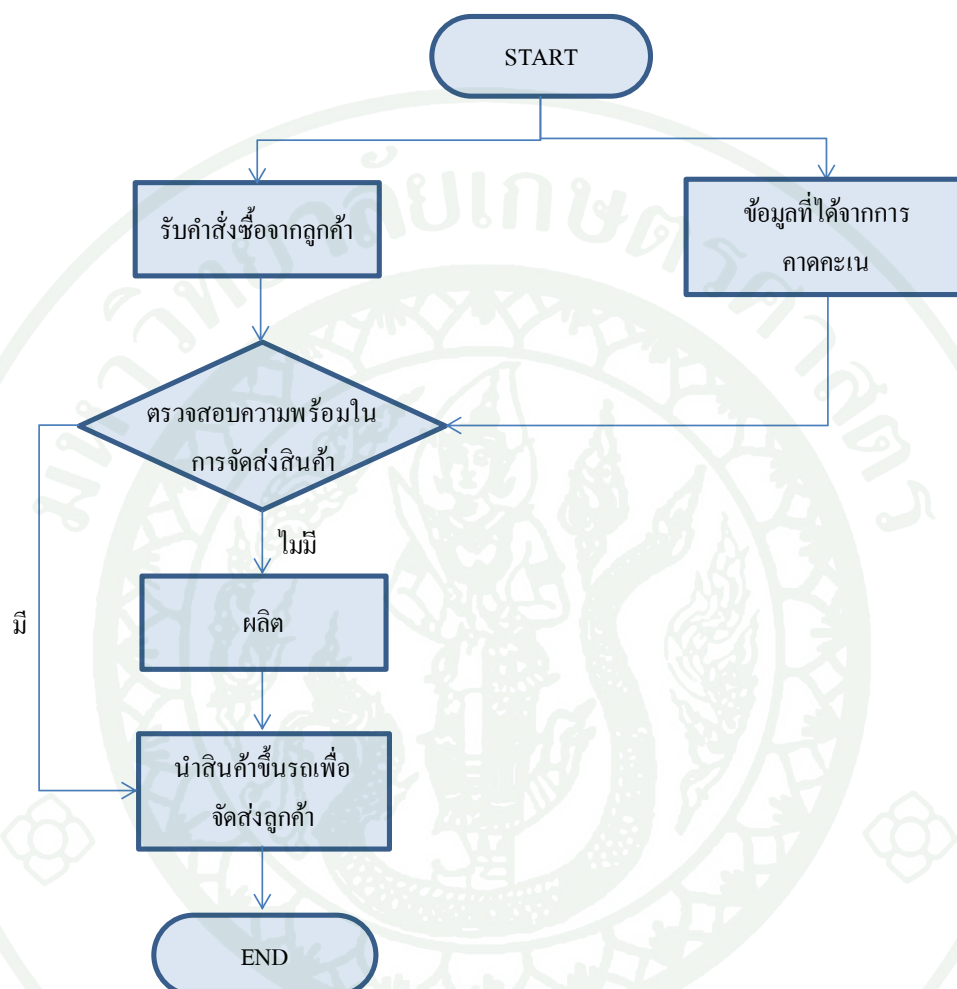
เมล็ดเสีย

ภาพที่ 7 ลักษณะของเมล็ดข้าวโพด

6. จ่ายเงินค่าเมล็ดข้าวโพด โดยตีราคาเมล็ดข้าวโพดจากความชื้นและปริมาณเมล็ดแตก และเมล็ดเสียดังภาพที่ 7

7. ชั่งน้ำหนักบรรทุกหลังจากที่นำเมล็ดข้าวโพดเข้าคลังวัตถุดิบแล้ว โดยนำค่าที่ชั่งได้ ไปหักลบกับน้ำหนักบรรทุกในตอนแรกที่ชั่งขณะที่บรรทุกเมล็ดข้าวโพด เพื่อหาปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่แท้จริง

กระบวนการผลิตเมล็ดข้าวโพดเพื่อจัดจำหน่าย



ภาพที่ 8 กระบวนการผลิตเมล็ดข้าวโพดเพื่อจัดจำหน่าย

1. รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า ซึ่งคำสั่งซื้อของลูกค้าจะระบุถึงปริมาณ และวันที่ต้องการรับเมล็ดข้าวโพด ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังส่วนของโรงงานเพื่อดำเนินการขั้นตอนต่อไป

2. ข้อมูลที่ได้จากการคาดคะเนยอดขาย เป็นกระบวนการที่โรงงานกรณีศึกษาดำเนินการเพื่อจัดส่งลูกค้า (กรณีที่ไม่มีการสั่งซื้อจากลูกค้า) โดยอาศัยประสบการณ์จากผู้จัดการโรงงานและข้อมูลของราคาที่ถูส่งมาทุกวันเพื่อใช้ในการพิจารณาว่าโรงงานไหนที่รับซื้อ รับซื้อจำนวน และราคาเท่าไร ดังภาพที่ 9 เป็นตัวอย่างรายละเอียดของข้อมูลราคา เมล็ดข้าวโพดรับเข้า เมล็ดข้าวโพดคงค้างที่รอการพิจารณาว่าผ่านเกณฑ์การรับซื้อหรือไม่ เป็นต้น ซึ่งส่งมาเป็นประจำทุกวัน โรงงาน

กรณีศึกษานี้ยังไม่มีเครื่องมือทางสถิติมาช่วยในการพยากรณ์และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดส่งไปยังลูกค้า พิจารณาเพียงโรงงานที่รับซื้อในราคาสูงสุดเท่านั้น โดยทั่วลักษณะเมล็ดข้าวโพดที่ลูกค้าต้องการแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% เบอร์ 2 เม็ดเสีย 4% เม็ดแตก 4% สิ่งเจือปน 1%

เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% เบอร์ 3 เม็ดเสีย 6% เม็ดแตก 6% สิ่งเจือปน 2%

เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% เบอร์ 4 เม็ดเสีย 8% เม็ดแตก 8% สิ่งเจือปน 2%

เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% เกรดไม่

เมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18% เบอร์ 2 เม็ดเสีย 4% เม็ดแตก 4% สิ่งเจือปน 1%

เมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18% เบอร์ 3 เม็ดเสีย 6% เม็ดแตก 6% สิ่งเจือปน 2%

ใบแจ้งข้อมูลด้านปริมาณและราคาข้าวโพดรายวัน

วันที่ 16/2/55

บริษัทผู้ซื้อ	ที่กรุงเทพฯ-ต่างจังหวัด	รถตัง	รถตัง	รถตัง	รถตัง	รถตัง
ในเครือ บริษัท บี.พี.	บ.พี.ซี	21	41	+3	618	
	ศรีราชา	16	13	+6	630	
	โคกทูม	11	31	+6	618	
	พ.ว.อี	20	25	+3	615	
	ปิยะชัย	41	12	+6	627	
	โคกกรวด โคราช	13	11	+6	627	
	พิษณุโลก			+3	597	
	ลำพูน			+3	591	
ราชบุรี	22	8	+6	624		
BP ติงกอง	36	8	+3	615		

ป.เจริญพันธุ์ ทุ่งเทพ

ป.เจริญพันธุ์ ยี่มาบึง ชมบุรี

642

27

31

+3

648/645

แพทยพงษ์ - กรุงเทพ

แพทยพงษ์ - พ.ว.อี อยุธยา

597

7

2

603/600

แพทยพงษ์ - มะเกลือใหม่ สุพรรณ

621

5

2

+6

627/624

เขื่อนไกร - กรุงเทพ

15

6

+3

615/609

เขื่อนไกร - ส.พ.อี ชบ. 12

12

29

+3

606/597

เขื่อนไกร - รังสิต บางโพ

0

4

590

สีคมนา - สระบุรี

เจริญพงษ์ บางเลน

12

6

579

CP กลุ่มอาหารสัตว์น้ำ

ราคามันเส้น

MHC มหานคร

SWT มหานคร

+3

624

บ. GM

ราคา

6.65

BB ยี่มาบึง

NK พนมยงค์

บ. ชัยยศ

ราคา

6.65

บ. TS

ราคา

6.50

สวนเกษตร ชมบุรี

ราคา

6.65

ด. ราคาข้าวโพด อีกราคา

ด. ราคาข้าวโพด อีกราคา

3	627.00	-	6.50	3	626.00	-	7.00
5	631.00	-	7.00	5	634.00	-	5.00
7	634.00	-	7.50	7	646.75	-	3.00
9	586.50	-	3.75	ด.	ราคาค่าเฉลี่ย อีกราคา		
12	559.75	-	4.50	3	1,261.00	+	6.00
				5	1,268.75	+	6.25
				7	1,277.50	+	6.35

โทร. 02-393-7379, 086-337-6532, 081-208-8090, 081-838-5083

ผู้ขาย: บริษัท บี.พี.

ภาพที่ 9 ตัวอย่างใบแจ้งข้อมูลราคามูลข้าวโพดรายวัน

3. ตรวจสอบความพร้อมในการจัดส่งสินค้า โดยเริ่มจากการนำข้อมูลคำสั่งซื้อของลูกค้า และข้อมูลจากการคาดคะเนมาตรวจสอบปริมาณสินค้าว่าเพียงพอ และตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยทำการตรวจสอบดังต่อไปนี้

3.1 ปริมาณเมล็ดข้าวโพดในคลังสินค้าตามลักษณะที่ลูกค้าต้องการ และปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่นำมาเป็นวัตถุดิบ ในกรณีที่ต้องทำการผลิต สามารถตรวจสอบได้จากบัญชีสินค้ารับเข้า (วัตถุดิบ) ส่งออก (สินค้าสำเร็จรูป) และสินค้าคงคลัง (วัตถุดิบที่ถูกปรับปรุงคุณภาพหรือลดความชื้นแล้ว) ซึ่งเป็นข้อมูลล่าสุดที่ถูกบันทึกในช่วงเย็นของวันก่อนหน้า หรือตรวจสอบจากหน้างานจริงที่อาศัยประสบการณ์และการคาดคะเนว่ามีปริมาณเมล็ดข้าวโพดจำนวนเท่าไรในแต่ละกลุ่มความชื้น

3.2 ปริมาณรถบรรทุกที่จอดรอเพื่อจัดส่งเมล็ดข้าวโพด สามารถตรวจสอบจากบัญชีสินค้าส่งออก และสมุดบันทึกเวลารถบรรทุกเข้า ออกโรงงาน ซึ่งข้อมูลจะถูกบันทึกทุกครั้งที่รถบรรทุกเข้า ออกจากโรงงาน

3.3 วันส่งสินค้า พิจารณาจากลำดับค้างส่งเมล็ดข้าวโพดในบัญชีที่บันทึกคำสั่งซื้อจากลูกค้า

หลังจากตรวจสอบข้อมูล พนักงานจะทำการบันทึกและแจ้งข้อมูลไปยังผู้จัดการโรงงาน เพื่อทำการส่งผลิต

4. การผลิต รับคำสั่งผลิตจากผู้จัดการโรงงานมาทำการผลิต ตามลำดับการผลิตประจำวัน การผลิตแบ่งออกเป็นสองส่วน คือการผลิตเพื่อได้วัตถุดิบ โดยวิธีการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นมากกว่า 21% ขึ้นไป เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสม ดังตารางที่ 1 และการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าตามที่ลูกค้าต้องการ โดยวิธีการผสมวัตถุดิบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพด

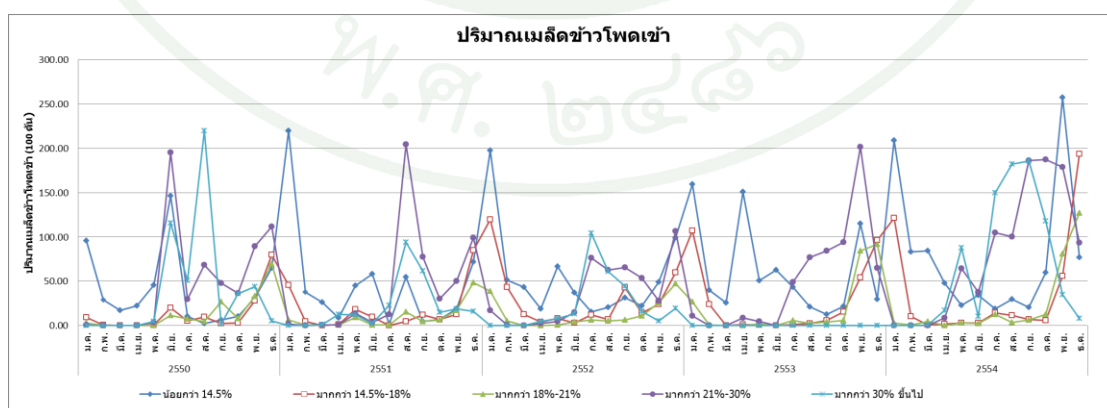
ความชื้น	วิธีการลดความชื้น		ความชื้นหลังผ่านกระบวนการ
	ตากแดด (ชม.)	อบ ที่อุณหภูมิ 120-130 องศาเซลเซียส (ชม.)	
มากกว่า 21%-30%	18	12	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (S1)
	14	8	มากกว่า 14.5% ถึง 18% (S2)
มากกว่า 30% ขึ้นไป	27	16	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (S1)
	23	10	มากกว่า 14.5% ถึง 18% (S2)
	18	8	มากกว่า 18% ถึง 21% (S3)

ตารางที่ 2 การผสมวัตถุดิบ

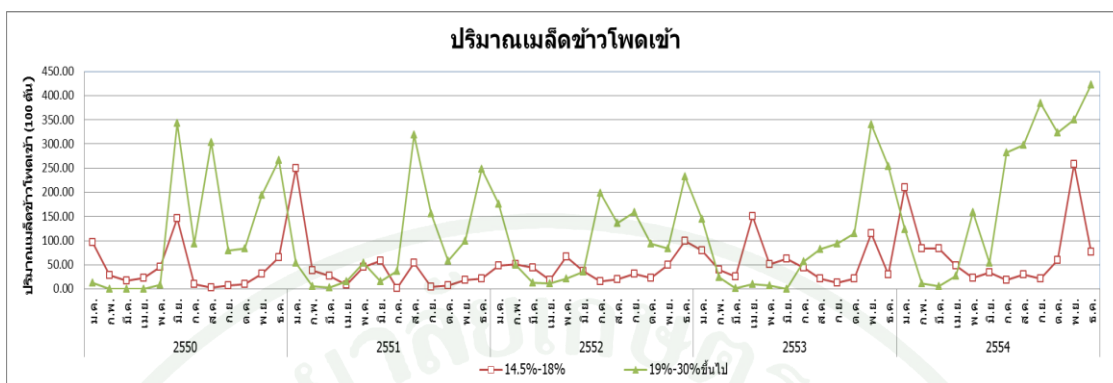
สินค้าสำเร็จรูป	ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	ส่วนผสมในการผลิต	ราคาขาย (บาทต่อกก.)
A	14.50%	S1 อย่างน้อย 50%	12
		S2 อย่างน้อย 25%	
		S3 อย่างน้อย 25%	
B	ไม่เกิน 18%	S1 อย่างน้อย 25%	11.6
		S2 อย่างน้อย 50%	
		S3 อย่างน้อย 25%	

5. การส่งสินค้า พนักงานออกเอกสารเป็นใบส่งเมล็ดข้าวโพดให้กับลูกค้า ทั้งกรณีที่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าและกรณีที่ส่งสินค้าตามการคาดคะเน โดยบันทึกแยกกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 บัญชีคือบัญชีส่งเมล็ดข้าวโพดออก (ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า) บันทึกปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่มีการจำหน่ายออกจริง และบัญชีส่งเมล็ดข้าวโพดออก (ตามการคาดคะเน) สาเหตุที่ต้องมีการแยกบันทึกเนื่องจากปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่ส่งให้ลูกค้าโดยการคาดคะเนนั้นอาจจะไม่ใช่ปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่จำหน่ายให้ลูกค้าจริงเพราะคุณภาพหรือลักษณะไม่ตรงตามที่ลูกค้าต้องการ เมล็ดข้าวโพดนั้นจะถูกส่งกลับมายังโรงงานเพื่อปรับปรุงคุณภาพใหม่ ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า

กระบวนการผลิตเมล็ดข้าวโพดเพื่อจัดจำหน่ายที่กล่าวมาข้างต้นในขั้นตอนจัดส่งลูกค้า (กรณีที่ไม่มีคำสั่งซื้อจากลูกค้า) ที่อาศัยประสบการณ์และการคาดคะเนจนถึงการวางแผนการผลิต ยังไม่มีการนำข้อมูลทางสถิติมาวิเคราะห์ อาศัยเพียงประสบการณ์ที่ว่า การมีปริมาณสินค้าจำนวนมากทำให้สามารถขายได้มากและไม่สูญเสียโอกาสทางการขายโดยไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บหรือความเสียหายของสินค้าที่มีอายุการเน่าเสีย และข้อมูลรายวันเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ดังภาพที่ 10 ที่แสดงถึงปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่รับซื้อเข้ามาตามกลุ่มความชื้นต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลาที่ไม่ความสัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้า โดยลูกค้ามีความต้องการเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 14.5% แต่ไม่เกิน 18% ซึ่งเห็นว่า ปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่ความชื้นตั้งแต่ 18% ขึ้นไปนั้น จะมีปริมาณรับเข้ามามากกว่าความชื้นที่ต้องการ ดังภาพที่ 11 ที่ไม่สามารถนำส่งลูกค้าได้เลย ต้องผ่านกระบวนการลดความชื้น และกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก่อน ในส่วนของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ ได้แก่ การร่อนผ่านตะแกรงเพื่อคัดแยกขนาดเมล็ดข้าวโพด และเข้าเครื่องเป่าเพื่อเป่าฝุ่น และสิ่งเจือปนออก ผลจากการรับซื้อเมล็ดข้าวโพดเข้ามาไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้าทำให้โรงงานต้องมีการเพิ่มมากขึ้น เช่นกระบวนการลดความชื้นที่ต้องใช้เวลา 1-3 วัน ก่อนนำไปจำหน่ายให้กับลูกค้าได้ ทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบสินค้าคงคลัง ดังภาพที่ 12 ที่มีปริมาณสินค้าคงคลังทั้งหมดในส่วนของวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปรวมกันสูงกว่าปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่ส่งออกถึง 21.75% และมีแนวโน้มของสินค้าคงคลังสูงขึ้นทุกปี และในภาพที่ 13 แสดงถึงต้นทุนสินค้าคงคลังที่มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย ดังนั้นการพยากรณ์ที่แม่นยำจะช่วยให้การวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถนำมาช่วยควบคุมปริมาณสินค้าคงคลังให้มีปริมาณที่เหมาะสมมากขึ้น โดยไม่ทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังมากเกินไป ไม่ตรงกับความต้องการ หรือทำให้เสียโอกาสทางการขาย



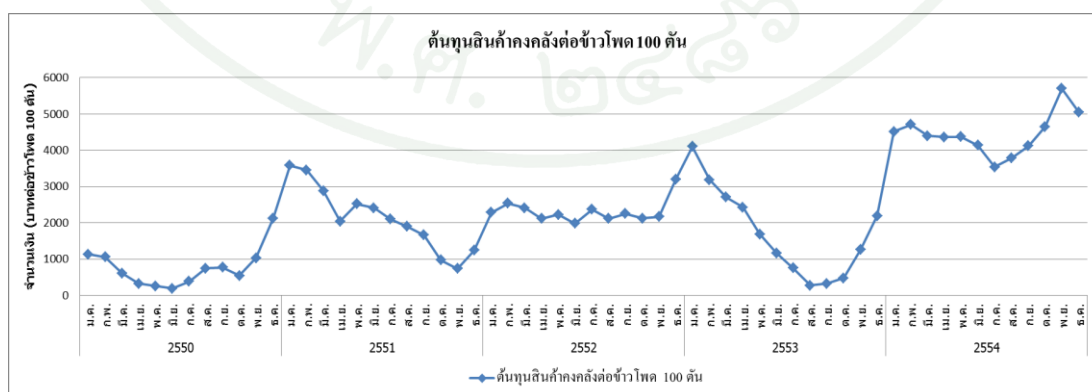
ภาพที่ 10 ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับเข้าตามกลุ่มความชื้นในปี พ.ศ. 2550-2554



ภาพที่ 11 ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับเข้าขึ้นความชื้น 14.5%-18% และ 19%-30% ขึ้นไป ในปี พ.ศ. 2550-2554



ภาพที่ 12 ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับเข้า ส่งออก และสินค้าคงคลังในปี พ.ศ. 2550-2554



ภาพที่ 13 ต้นทุนสินค้าคงคลังในปี พ.ศ. 2550-2554

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการพยากรณ์ ได้แก่ ขนาดอนุกรมเวลา ช่วงการเก็บข้อมูล ระยะเวลาการพยากรณ์ และเก็บข้อมูลในส่วนของปริมาณความต้องการของลูกค้าในอดีตมาทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาหาปริมาณการใช้วัตถุดิบที่เหมาะสม ในการผลิตเมล็ดข้าวโพดตามที่ลูกค้าต้องการเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด
3. เพื่อพิจารณากระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เหมาะสมกับความต้องการ โดยอาศัยแบบจำลองสถานการณ์สำหรับความต้องการสินค้าที่มีพฤติกรรมความต้องการแบบฤดูกาล

ขอบเขตการทำวิจัย

1. ศึกษายอดขายหน่วยเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% และความชื้นไม่เกิน 18%
2. ศึกษาการประเมินทางเลือกด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา ซึ่งวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว ได้แก่ วิธีเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว (Simple Exponential Smoothing) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของโฮลท์ (Double Exponential Smoothing) และวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Smoothing) ด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อเลือกตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่เหมาะสม
3. ศึกษาการแก้ปัญหาการหาปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม โดยประยุกต์ใช้หลักการของการวิจัยดำเนินงาน เพื่อหาแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด
4. ศึกษาเทคนิคการสร้างสถานการณ์จำลองด้วยโปรแกรม Arena สำหรับความต้องการสินค้าที่มีพฤติกรรมความต้องการแบบฤดูกาล มาพัฒนากระบวนการในการบริหารสินค้าคงคลัง

การตรวจเอกสาร

ในกรณีที่มีความรุนแรงในการแข่งขันทางการตลาดเพิ่มมากขึ้น ทำให้องค์กรหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันเพื่อตอบสนองและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ซึ่งได้แก่วิธีการลดราคาหรือการส่งเสริมการขาย ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถรักษายอดขายได้โดยอาศัยการร่วมมือกันของสมาชิกในห่วงโซ่อุปทานเพื่อจัดการกับสินค้าคงคลังภายใต้ความต้องการที่ไม่แน่นอนของลูกค้า Ding (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาความสามัคคีที่เกิดขึ้นในรูปแบบข้อตกลงในห่วงโซ่อุปทานภายใต้สองขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการออกคำสั่งซื้อ และแนวทางการออกแบบข้อตกลงของผลตอบแทนที่ถูกต้อง รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับข้อตกลงของเงินอุดหนุนที่สามารถสร้างความสามัคคีในการตัดสินใจของสมาชิกในห่วงโซ่อุปทาน

การให้ความสนใจกับโครงสร้างข้อมูล แม้ในธุรกิจขนาดเล็กและขนาดกลาง (SME) ยังคงใช้การจัดการของผู้ผลิตและลูกค้าเข้าสู่ระบบโครงสร้างข้อมูลของตน ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังเป็นหนึ่งในส่วนสำคัญของระบบข้อมูล และเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับองค์กรเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของงาน ความเร็วในการตอบสนองและการแบ่งปันข้อมูลกับองค์กรอื่นในห่วงโซ่อุปทานภายใต้ระบบสารสนเทศ องค์กรสามารถสอบถามความต้องการของลูกค้าได้ง่ายขึ้น จึงทำให้องค์กรสามารถเพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้ และในที่สุดก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันระหว่างประเทศ

1. ระบบการผลิตเมล็ดข้าวโพด

1.1 บทนิยามคำศัพท์ ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารสัตว์แห่งชาติ

ข้าวโพด หมายถึง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชในวงศ์กรามินี (gramineae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซีเมซ (Zea mays L.) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า คอรั่น (corn) หรือเมส (maize) เป็นพืชล้มลุกไม้เนื้ออ่อน มีใบเดี่ยวเกิดสลับบนลำต้น ดอกเกิดตามมุมใบ เมื่อไหม (silk) ได้รับการผสมเกสรและไขปฏิสันธิแล้ว รังไข่เจริญเป็นฝัก มีเปลือกหุ้มฝัก ฝักมีเมล็ดจำนวน 14-18 แถว แถวละ 30-50 เมล็ดแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และสิ่งแวดล้อม เมล็ดมีเปลือกหุ้ม (pericarp)

เมล็ดข้าวโพด หมายถึง เมล็ดที่ได้จากการนำข้าวโพดไปกระเทาะหรือสี ไม่รวมถึงเมล็ดที่ใช้ทำพันธุ์

เมล็ดเสีย หมายถึง เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา มีร่องรอยถูกทำลายจากศัตรูพืช มีสีและกลิ่นผิดปกติ

1.2 การรับซื้อฝักหรือเมล็ดข้าวโพด

1.2.1 การรับซื้อฝักหรือเมล็ดข้าวโพดจากเกษตรกรต้องพิจารณาถึงคุณภาพ ขณะรับซื้อ โดยผู้รับซื้อควรส่งเสริมให้เกษตรกรใช้หลักปฏิบัติที่ดีในขณะปลูกเพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนตั้งแต่ระดับเกษตรกร

1.2.2 การตรวจสอบคุณภาพขณะรับซื้อ ผู้รับควรทำการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดขณะรับซื้อโดยตรวจสอบดูเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่มีรอยทำลายของแมลงหรือโรค และเมล็ดเสียอื่นๆ รวมแล้วไม่เกินร้อยละ 10 รวมทั้งลักษณะต่างๆ ไป เช่น การปนเปื้อนจากดินหรือฝุ่นผง การมีกลิ่นหรือสีผิดปกติ การตรวจดูลักษณะการขนส่ง เช่น มีสิ่งปกคลุมขณะขนส่งหรือไม่ เพื่อช่วยให้คาดเดาถึงสภาพข้าวโพดขณะขนส่งได้ ผู้รับซื้อควรทราบแหล่งที่มาและประวัติของข้าวโพดแต่ละรุ่น หากตรวจพบว่าข้าวโพดขณะรับซื้อที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ ควรจัดข้าวโพดดังกล่าวแยกออกจากข้าวโพดที่มีคุณภาพดี ทำการวิเคราะห์คุณภาพ ซึ่งรวมถึงระดับการปนเปื้อนของเชื้อรา การตรวจเบื้องต้นอาจกระทำจากโดยสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น นำมาคัดแยกเมล็ดดีและเมล็ดเสียแล้วหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสีย หากพบเมล็ดที่มีการปนเปื้อนเชื้อราจำนวนมาก ไม่ควรนำข้าวโพดรุ่นดังกล่าวไปใช้ในการบริโภคโดยตรง

1.3 ข้อกำหนดคุณภาพเมล็ดข้าวโพด

1.3.1 เมื่อประเมินจากลักษณะปรากฏ ต้องมีเมล็ดเสียไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

1.3.2 เมื่อประเมินจากลักษณะปรากฏ ต้องมีเมล็ดแตกและเมล็ดลีบไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

1.3.3 เมื่อประเมินจากลักษณะปรากฏ มีสิ่งเจือปนได้ไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

1.3.4 ความชื้นเมล็ดไม่เกินร้อยละ 15.5 โดยน้ำหนัก

1.4 เกณฑ์คุณภาพที่ซื้อขายเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ พิจารณาจาก

1.4.1 เมื่อตรวจสอบด้วยสายตาต้องไม่พบเชื้อราบนเมล็ด

1.4.2 เมล็ดเสียบางส่วนและเมล็ดเสียมารวมกัน ต้องไม่เกินร้อยละ 6 แต่เมล็ดเสียมากต้องไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

1.4.3 เมล็ดแตกและเมล็ดลีบรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

1.4.4 สิ่งเจือปนต้องไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

1.4.5 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15.5 โดยน้ำหนัก

1.5 การจัดการเมล็ดข้าวโพดหลังการรับซื้อ

1.5.1 หากข้าวโพดที่รับซื้อไม่คุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของการรับซื้อ ควรทำการปรับปรุงสภาพข้าวโพดก่อนนำเข้าเก็บ ควรตากหรืออบโดยใช้เครื่องลดความชื้นจนเมล็ดแห้งไม่เกินร้อยละ 22

1.5.2 ลานตากและเครื่องลดความชื้นควรได้รับการดูแลเรื่องความสะอาดเช่นเดียวกับโรงเก็บ

1.5.3 การแยกเมล็ดกรวด ดิน ทราย หรือเศษซากข้าวโพดที่ติดมาด้วยเพื่อลดปัญหาการปนเปื้อน

1.6 การลดความชื้นเมล็ดข้าวโพด

1.6.1 ถ้าเมล็ดข้าวโพดยังมีความชื้นสูงให้ลดลงมาต่ำกว่าร้อยละ 18 ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง หลังกระเทาะ โดยวิธีการตาก หรืออบ ด้วยเครื่องลดความชื้น หากปล่อยไว้นานกว่านี้จะพบเชื้อรา แอสเปอร์จิลลัส ฟลาวัส ซึ่งมีสปอร์สีเหลืองปนเขียวบนกองข้าวโพดภายใน 4-5 วัน หลังการกระเทาะ การเกิดอะฟลาทอกซินอาจจะยังไม่สูงมากนัก แต่หลังจากนั้นความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

1.6.2 เมล็ดที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 18 สามารถเก็บรักษาไว้ได้ชั่วคราวแต่ความชื้นเมล็ดที่ต่ำกว่าร้อยละ 14 เป็นระดับที่ปลอดภัยในการเก็บรักษา

1.6.3 หากไม่สามารถลดความชื้นในเมล็ดที่อยู่ในช่วงร้อยละ 20- 30 ให้ลงมาอยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้ มีวิธีการชะลอการเน่าเสียและการเกิดอะฟลาทอกซินในเมล็ดที่มีความชื้นสูงเป็นชั่วคราวได้ โดยการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อเมล็ด 1 ตัน หรือดูดอากาศภายในกองออกก่อนด้วยเครื่องดูดอากาศ แล้วจึงรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อัตรา 0.3 กิโลกรัมต่อเมล็ด 1 ตัน จะสามารถรักษาคุณภาพของข้าวโพดได้น้อย 10 วัน

1.7 การเก็บรักษามะลิข้าวโพด

1.7.1 ลักษณะของโรงเก็บจะต้องมีลักษณะเป็นโรงเรือนที่แข็งแรง ผัง พื้น และหลังคาไม่มีรอยแตกร้าว บริเวณช่องเปิดจะต้องบุด้วยตะข่าย เพื่อกันนกหรือหนูเข้าในบริเวณและติดตั้งเฉพาะในบริเวณที่ฝนหรือความชื้นเข้ามาไม่ได้เท่านั้น ควรจัดให้มีระบบระบายอากาศอย่างเพียงพอเพื่อลดการสะสมความชื้น และควรออกแบบโรงเก็บให้สามารถปิดช่องเปิดทุกช่องได้ หากมีความจำเป็นต้องอบสารเคมีเพื่อทำลายศัตรูข้าวโพดในโรงเก็บ

1.7.2 การจัดเก็บในกรณีที่ต้องเก็บเมล็ดข้าวโพดเป็นเวลานานควรจัดเก็บในห้องหรือไซโลในสภาพไร้อากาศ หรือที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ เพื่อป้องกันปัญหาเมล็ดข้าวโพดดูดความชื้นกลับจากบรรยากาศและปัญหาการเข้าทำลายของเชื้อราในโรงเก็บ ระดับความชื้นที่เหมาะสม 55-65 อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นของเมล็ดในการเก็บจะต้องอยู่ระดับที่ร้อยละ 13-14 ถ้าต้องการเก็บรักษามะลิข้าวโพด 1 ปีหรือมากกว่า เมล็ดข้าวโพดต้องมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 13

1.7.3 การตรวจสอบคุณภาพระหว่างเก็บรักษา ในกรณีที่มีการเก็บรักษาข้าวโพดไว้ในโรงเก็บหรือถังเก็บเมล็ดเวลานาน ควรสังเกตเมล็ดทุกสัปดาห์ โดยสังเกตเชื้อราบนเมล็ด ความชื้นในถังเก็บเมล็ด กลิ่นเชื้อรา ถ้าพบปัญหาควรลดอุณหภูมิ ระบายอากาศ หรือนำเมล็ดเน่าเสียออกไปจะต้องดำเนินการสุ่มตรวจและวิเคราะห์คุณภาพของข้าวโพดเป็นระยะ

ในระบบการผลิตที่ไม่สมบูรณ์ของสินค้าตามฤดูกาลที่มีรูปแบบความต้องการเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างคงที่ เพื่อพัฒนาการกำหนดการผลิตและตารางการตรวจสอบ จะต้องรวมปัจจัยคุณภาพเข้าไปในระบบสินค้าคงคลังของสินค้าตามฤดูกาล ซึ่งรูปแบบเหล่านี้จะถูกพิจารณาว่าความต้องการคงที่ หรือต่อเนื่องเดียว ไม่ลด ไม่เพิ่ม ในรูปแบบของเวลาความต้องการสำหรับผลิตภัณฑ์ตาม

ฤดูกาล โดยทั่วไปจะแตกต่างกันตามฤดูกาล โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดในช่วงเริ่มต้น และคงที่ตรงตำแหน่งกลางของฤดูกาล เมื่อพิจารณาหาค่าที่เหมาะสมของเวลาในการผลิต ต้นทุน และจำนวนการสั่งซื้อของการผลิต จะต้องหาค่าต่ำสุดของต้นทุนที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของการผลิต Panda et al. (2011) ใช้รูปแบบนี้ในการสร้างนโยบายการเติมเต็มที่ดีที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์ตามฤดูกาลที่นำเข้าได้ในเวลาที่จำกัด

กลยุทธ์ที่ใช้ในการวางแผนการผลิตรวม เป็นการวางแผนโดยอาศัยข้อมูลของค่าพยากรณ์ ความต้องการสินค้าในแต่ละเดือนสำหรับอนาคตที่จะจัดทำแผนการผลิต ซึ่งความต้องการของสินค้าในแต่ละเดือนนั้นไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงต้องจัดทำแผนรวม เพื่อรองรับการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ คือ

1. การผลิตที่อัตราคงที่ และใช้สินค้าคงเหลือรองรับการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์
2. การเปลี่ยนแปลงระดับแรงงานตามปริมาณความต้องการ
3. การใช้การจ้างงานชั่วคราว หรือทำงานล่วงเวลา
4. การจ้างผู้รับเหมาช่วงเมื่อปริมาณความต้องการเพิ่มสูงขึ้น
5. การเปลี่ยนแปลงราคาปัจจัยอื่นๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อความต้องการและเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ในด้านต่างๆ เช่นการจัดซื้อวัตถุดิบให้มีต้นทุนต่ำที่สุด การป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ทันที ตรงตามความต้องการ และให้สินค้ามีคุณภาพตามที่กำหนด ซึ่งส่งผลต่อระดับความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า

การจัดทำตารางการผลิตหลัก จะทำให้ทราบปริมาณของวัตถุดิบที่ต้องการใช้ ซึ่งนำไปสู่การการจัดทำแผนความต้องการวัสดุ และการจัดทำตารางการปฏิบัติการ การจัดทำตารางการผลิตหลัก เริ่มต้นที่การคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังที่คาดการณ์ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงช่วงเวลาที่ต้องการมีการผลิตเพื่อให้ปริมาณสินค้าคงคลังเพิ่มขึ้น

กระบวนการควบคุมการปฏิบัติการ เป็นกระบวนการเพื่อสร้างความมั่นใจว่า ผลการปฏิบัติการเป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้ โดยกระบวนการควบคุมประกอบด้วย ขั้นตอนการกำหนดมาตรฐานการวัดผลการปฏิบัติ การวิเคราะห์ผลการปฏิบัติ และการแก้ไข

ห่วงโซ่อุปทานในธุรกิจการเกษตร หมายถึง เครือข่ายหรือกิจกรรมที่องค์กร จัดให้มีขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยการแสวงหาปัจจัยการผลิตป้อนเข้าสู่การปฏิบัติการขององค์กร ตลอดจนการส่งมอบสินค้าและบริการไปสู่ลูกค้า

ตารางที่ 3 ลักษณะสินค้าเกษตรที่มีผลต่อการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

ลักษณะสินค้าเกษตร	รายละเอียด	ผลต่อการจัดการห่วงโซ่อุปทาน
อายุการจัดเก็บ	มีอายุการเก็บสั้น มีองค์ประกอบของน้ำและความชื้นสูง	คลังสินค้าต้องมีความสามารถในการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ ให้เก็บผลผลิตไว้ได้นาน เช่น ไซโล
คุณภาพ	คุณภาพหลากหลายไม่สม่ำเสมอตามพื้นที่ผลิต	มีการจัดซื้อตามคุณภาพ โดยตรวจสอบคุณภาพก่อนการผลิต
มูลค่า	ปริมาณมากแต่มูลค่าต่อหน่วยต่ำ	มีการแปรรูป และลดปริมาณทำให้มูลค่าต่อหน่วยเพิ่มมากขึ้นเช่นการอบ การตากแห้ง
ความผันแปรตามฤดูกาล	ผลผลิตมากน้อยตามฤดูกาลธรรมชาติในรอบปี และในแต่ละปีมีความไม่แน่นอนของผลผลิต	คาดการณ์ปริมาณวัตถุดิบ ความต้องการในการใช้การวางแผนการจัดซื้อ การผลิต และการจำหน่าย

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550)

2. การจัดการสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลัง หรือสินค้าคงเหลือ (Inventory) เป็นสินค้าที่องค์กรเก็บไว้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ให้สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น แต่การมีสินค้าคงคลังมากเกินไปอาจเป็นปัญหากับธุรกิจ ทั้งในเรื่องต้นทุนการเก็บรักษาที่สูง สินค้าเสื่อมสภาพ หมดยุติ ล้าสมัย ถูกขโมย หรือสูญหาย จึงทำให้สูญเสียโอกาสในการนำเงินที่จมอยู่กับสินค้าคงคลังนี้ไปหาประโยชน์ในด้านอื่นๆ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าธุรกิจมีสินค้าคงคลังน้อยเกินไป ก็อาจประสบปัญหาสินค้าขาดแคลนไม่เพียงพอสูญเสียโอกาสในการขายสินค้าให้แก่ลูกค้าจึง เป็นการเปิดช่องให้แก่คู่แข่ง และก็ต้องสูญเสียลูกค้าไปในที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับที่

เหมาะสม ไม่มาก หรือน้อยจนเกินไป เพราะการลงทุนในสินค้านี้ต้องใช้เงินจำนวนมาก และอาจส่งผลกระทบต่อสภาพคล่องของธุรกิจได้

การจัดการสินค้าคงคลังมีบทบาทชี้ขาดในการเพิ่มประสิทธิภาพของประสิทธิภาพการผลิตขององค์กรในการแข่งขัน ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิต ต้องคำนึงถึงวิธีการจัดการสินค้าคงคลังเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพ เพื่อให้บรรลุศักยภาพในการแข่งขัน อย่างไรก็ตามการแพร่ขยายของวัฒนธรรมการจัดการสินค้าคงคลังในธุรกิจขนาดเล็กลงและขนาดกลาง (SMEs) ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากขาดการเริ่มต้น ความเชี่ยวชาญ และข้อจำกัดทางการเงิน ดังนั้นธุรกิจขนาดเล็กลงและขนาดกลางจะต้องศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

Sprague and Wacker (1996) กล่าวถึงการจัดการสินค้าคงคลังว่า เป็นสิ่งสำคัญเพื่อการดำรงอยู่ของบริษัท ตั้งแต่การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมที่เป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์ทางการจัดการสินค้าคงคลัง ปัจจัยจำนวนมากขององค์กรที่เกี่ยวข้อง การเพิ่มเทคโนโลยีการผลิต และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลัง

Lieberman *et al.* (1998) ได้เชื่อมโยงประสิทธิภาพทางการจัดการสินค้าคงคลังไปยัง 5 ปัจจัยหลักได้แก่ ปัจจัยทางเทคนิค (ขาดความพร้อม ความน่าเชื่อถือ และความรู้ในเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ) องค์กร (ขาดสิทธิการป้อนข้อมูลทางเทคนิค การสนับสนุนทางการเงิน และโปรแกรมที่เหมาะสม) การเงิน (ขาดกลไกทางการเงินที่ชัดเจน) การจัดการ (ขาดการฝึกอบรม และการจัดการที่ไม่เหมาะสม) และข้อมูลข่าวสาร (ขาดข้อมูลที่เหมาะสม และปัญหาการใช้ข้อมูลร่วมกัน) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลัง ประกอบด้วย 4 ปัจจัยซึ่งมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลังของธุรกิจขนาดเล็กลงและขนาดกลาง (SMEs) ได้แก่ ปัจจัยทางเทคนิค ปัจจัยทางการจัดการ ปัจจัยด้านองค์กร และปัจจัยฉุกเฉิน และ 8 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งได้แก่ การวางแผนการสต็อกเพื่อความปลอดภัย การใช้เต็มกำลังการผลิต ประสิทธิภาพในการจัดซื้อ ระดับการพยากรณ์ความต้องการ ความซับซ้อนของการจัดการสินค้าคงคลังที่นำมาปฏิบัติ การจัดการทัศนคติ การฝึกอบรมพนักงาน และการเสริมสร้างอำนาจให้กับผู้ผลิต ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยที่สนับสนุนองค์กร และเป็นตัวแปรที่สัมพันธ์กันระหว่างผู้ผลิตกับลูกค้าซึ่งถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยสนับสนุนภายนอก และยังพบว่าปัจจัยทั้งหมดนี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการสินค้าคงคลัง

Edward (1994) แบ่งสินค้าคงคลังในสภาพแวดล้อมการผลิตออกเป็น 3 ประเภทคือ 1. จำนวน stock ของวัตถุดิบ หรือ ชิ้นส่วนวัตถุดิบที่สั่งซื้อ 2.การรอที่จะเริ่มต้นกระบวนการผลิตสินค้าคงคลังที่อยู่ตรงจุดกลางต่างๆของกระบวนการผลิตสินค้า และ 3.สินค้าสำเร็จรูปที่ยังไม่ได้ส่งออกไป Edward จะเน้นว่าวัตถุดิบที่อยู่ในสินค้าคงคลังจะไม่เกี่ยวกับหลายๆกิจกรรม เช่นวัตถุดิบที่อยู่ในระหว่างการขนส่งและวัตถุดิบที่อยู่ระหว่างการทำงาน ซึ่งเป็นการแยกอย่างชัดเจนระหว่างสินค้าคงคลังและชิ้นงานที่อยู่ระหว่างการทำงาน

กฎของสินค้าคงคลังในมาตรฐานรายงานการบัญชี (SFAS) ฉบับที่ 10 เป็นหลักการทางบัญชีของสินค้าคงคลังทั่วไป ซึ่งแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนาบัญชีของตนเอง ถึงแม้ว่า มาตรฐานรายงานการบัญชี (SFAS) ฉบับที่ 10 จะจำกัดวิธีการบันทึก ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังจะมีช่องของข้อมูลที่แต่ละบริษัทจะกำหนดค่าที่ได้เปรียบมากที่สุด เช่นความแตกต่างกันที่เกิดขึ้นจากอัตราค่าเพื่อสินค้าคงคลังที่อายุแตกต่างกัน ดังรายละเอียดของมาตรฐานรายงานการบัญชี (SFAS) ฉบับที่ 10

1. การจัดหมวดหมู่ของสินค้าคงคลัง สินค้าคงคลังจะถูกบันทึกเป็นมูลค่าสุทธิตามรายการ ซึ่งไม่ควรบันทึกลงบนสินค้าคงคลังพื้นฐานของการจัดหมวดหมู่ แต่ในบางสถานการณ์อาจจะเหมาะสมกับรายการที่คล้ายกันหรือเกี่ยวข้องกัน
2. ประวัติในงบกำไรขาดทุน สินค้าคงคลังที่ถูกบันทึก ให้เป็นค่าใช้จ่ายจากการขายในช่วงระยะเวลา
3. การคำนวณต้นทุนสินค้าคงคลัง กฎของสินค้าที่เข้าที่หลังออกก่อน (LIFO) จะไม่อนุญาตให้ใช้ในการประเมินค่าเพื่อการขาดทุนจากการประเมินมูลค่าสินค้าคงคลัง
4. การวัดผลของสินค้าคงเหลือ สินค้าคงคลังต้องวัดที่ค่าใช้จ่ายที่ลดลงและมูลค่าของกำไรสุทธิ
5. การวัดสินค้าสำเร็จรูป วัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จัดขึ้นสำหรับใช้ในการผลิตของสินค้าคงเหลือจะไม่ถูกบันทึกเป็นค่าใช้จ่ายถ้าขายเท่ากับต้นทุนหรือมากกว่า แต่เมื่อต้นทุนของวัตถุดิบลดลงและบ่งชี้ได้ว่าต้นทุนของสินค้าสำเร็จรูปสูงกว่ามูลค่าสุทธิของวัตถุดิบ ซึ่งจะถูกลบทิ้งไปเป็นมูลค่าของกำไรสุทธิ

เมื่อองค์กรมีการประเมินปริมาณการผลิต ค่าใช้จ่ายตามความสามารถและประสิทธิภาพของการผลิตเพื่อคำนวณหาต้นทุนมาตรฐานของแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังนั้นต้นทุนมาตรฐาน จึงเป็นค่าการประมาณการณ่วงหน้า นอกจากนี้ บริษัทอาจพิจารณาต้นทุนมาตรฐานเพื่อนำไปเป็นเป้าหมาย

ของการผลิตและเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายจริงที่พบทวนจากประสิทธิภาพการผลิตของบริษัท ซึ่งในมุมมองดั้งเดิมของเศรษฐกิจนั้นจะถูกรวมโดยแบบจำลองเชิงเส้นกับการสุ่มตรวจ ซึ่งในกระบวนการผลิตเชื่อกันว่าสามารถสังเกตความผิดปกติได้

การบริหารสินค้าคงคลัง เป็นการเก็บวัตถุดิบไว้ใช้ในปัจจุบัน หรือในอนาคต เพื่อให้การดำเนินการของธุรกิจเป็นไปอย่างราบรื่น โดยกำหนดขนาดและประเภทสินค้าในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความสมดุลระหว่างความต้องการของตลาด ต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับสินค้าคงเหลือโดยผ่านกระบวนการหลักในการบริหารสินค้าคงคลังในด้านต่างๆดังนี้

1. การวางแผนและควบคุมสินค้าคงคลัง ให้เพียงพอกับความต้องการด้วยต้นทุนที่เหมาะสม ด้วยการกำหนดปริมาณที่จะเก็บ ปริมาณที่จะสั่งซื้อ จุดสั่งซื้อใหม่ และการจัดระดับความสำคัญของสินค้าคงคลังแต่ละรายการ
2. การควบคุมสินค้าคงคลังทางบัญชี เป็นการบันทึกสถานะของสินค้าคงคลังที่มีอยู่ ตั้งแต่การรับ การครอบครองสิทธิ์ การจ่าย สินค้าคงเหลือ การตรวจนับสินค้าคงคลัง และอาจรวมถึงการเตรียมข้อมูลเพื่อการบันทึกค่าใช้จ่ายทางบัญชี
3. การปฏิบัติการด้านสินค้าคงคลัง เกี่ยวข้องกับอาคารสถานที่เก็บ บุคลากร อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่งและเคลื่อนย้าย และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการดำเนินงานปกติ

หลักการจัดการด้านนโยบายสินค้าคงคลังที่จะพยายามลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ของธุรกิจให้ต่ำสุด จะต้องพิจารณาถึง จำนวนที่จะต้องสั่งซื้อในแต่ละครั้ง และเวลาที่เหมาะสมที่จะสั่งซื้อ ซึ่งเป็นแนวทางในการตัดสินใจได้ว่าจะสั่งซื้อเป็นจำนวนมากเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อให้ต่ำสุด หรือสั่งซื้อครั้งละน้อยๆ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลังให้ต่ำสุด แต่แนวทางที่จะทำให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั้นอาจจะไม่เกิดจากการเลือกทางใดทางหนึ่งแต่จะต้องเลือกระหว่าง 2 ทาง (ชุมพล, 2545) ดังนั้นนโยบายสินค้าคงคลังจึงเป็นการกำหนดว่าเมื่อไรจะสั่งซื้อและปริมาณที่จะสั่งซื้อมีจำนวนเท่าไร ในทางปฏิบัตินโยบายสินค้าคงคลังอาจกำหนดขึ้นมาได้หลายรูปแบบ เพื่อความสะดวกในการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังผู้ศึกษาในปัญหาสินค้าคงคลังจึงนิยมใช้สัญลักษณ์ดังนี้

- S = ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด
s = ระดับของสินค้าคงคลังที่ต้องการสั่งซื้อ

- Q = ปริมาณสินค้าคงคลังที่จะสั่งซื้อในการสั่งซื้อครั้งหนึ่งๆ
 T = ระยะเวลาระหว่างการสั่งซื้อสินค้า 2 ครั้งที่ติดกัน

รูปแบบของปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (Economic Order Quantity: EOQ) ช่วยในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อ โดยทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อกับค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่สมดุลกัน ดังนั้นการคำนวณหาขนาดของการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตที่เหมาะสมควรเป็นปริมาณสินค้าคงคลังที่ทำให้ต้นทุนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมีค่าน้อยที่สุด ในการคำนวณหาจุดหรือขนาดของสินค้าคงคลังที่ทำให้ต้นทุนของสินค้าคงคลังทั้งหมดต่ำสุดต้องตั้งอยู่ตามสมมติฐานดังนี้

1. กิจกรรมสามารถคาดคะเนความต้องการการใช้หรือขายสินค้า ในช่วงระยะเวลาหนึ่งได้แน่นอน
2. ปริมาณสินค้าคงคลังที่กิจกรรมใช้หรือขาย ในช่วงที่ทำการวิเคราะห์นั้นคงที่ตลอดเวลาไม่มีค่าใช้จ่ายในการขาดแคลนสินค้า (Stock out) เกิดขึ้น
3. ไม่พิจารณาสินค้าที่มีไว้เพื่อความปลอดภัย (Safety stock) ซึ่งหมายถึงจำนวนสินค้าคงคลังต่ำสุดที่ต้องมีไว้เพื่อป้องกันการขาดแคลนสินค้า
4. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าต่อครั้งคงที่ โดยไม่คำนึงถึงขนาดของการสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่งเท่ากับจำนวนครั้งของการสั่งซื้อคูณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อครั้งต่อไป
5. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยคงที่ ถ้างวดใดมีการสั่งซื้อเป็นจำนวนมากค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาก็จะผันแปรสูงไปด้วย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่งเท่ากับจำนวนหน่วยของสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ยในช่วงเวลาดังกล่าวคูณค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย

3. การพยากรณ์สินค้าคงคลัง

การพยากรณ์ความต้องการของวัตถุดิบในปัจจุบันและอนาคตขึ้นอยู่กับแผนการผลิตและการบริโภควัตถุดิบสำหรับหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับข้อมูลการตลาด ในการจัดการสินค้าคงคลังกับการพยากรณ์ของสินค้าคงคลังเป็นการมุ่งเน้นที่ความต้องการซึ่งเป็นระดับการจัดการสูงสุด เพื่อต้องการความเป็นมาตรฐานของการจัดการองค์กร และมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เก็บภายใต้เงื่อนไขของการบริการลูกค้าโดยควบคุมระดับสินค้าคงคลัง ลดระดับสินค้าคงคลังและมั่นใจว่าจะเป็นผู้แข่งขันในตลาด รูปแบบการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและการสั่งซื้อสินค้า เป็นตัวแปรที่

ขึ้นอยู่กับรูปแบบสินค้าคงคลังที่อยู่ในสถานะที่ไม่แน่นอน ในอดีตจะใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นและการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตเพื่อแก้ปัญหาสินค้าคงคลังภายใต้เงื่อนไขของความไม่แน่นอน แต่ในหลายกรณี เช่น วงจรชีวิตของสินค้าที่สั้นลง นวัตกรรมที่ทันสมัยขึ้น ส่งผลให้การพยากรณ์มีความยากมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้ทฤษฎีคลุมเครือ (Fuzzy) มาใช้ในสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน เพื่อแก้ปัญหาการจัดการสินค้าคงคลังที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมที่คลุมเครือ ความต้องการต่อปี ต้นทุนรักษาต้นทุนการสั่งซื้อที่ไม่แน่นอน ที่ซึ่งถูกมองข้ามไปในการจัดการสินค้าคงคลัง

เนื่องจากการดำเนินงานของบริษัทจำนวนมากขึ้นอยู่กับพยากรณ์ การขายจึงมีความสำคัญมากที่จะคาดการณ์ข้อมูลของยอดขายให้ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งข้อมูลการพยากรณ์ของฝ่ายการตลาดสามารถประมาณการณ์ยอดขายสำหรับงวดถัดไปและนำมาทำแผนการขาย ทำให้ฝ่ายวัตถุดิบสามารถควบคุมสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อบรรลุเป้าหมายในการทำสินค้าคงคลังแบบทันเวลา ส่วนฝ่ายผลิตสามารถทำตารางและจัดสรรการใช้ประโยชน์จากสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อให้ฝ่ายขนส่งสามารถจัดส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การกระทำดังกล่าวจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าเพิ่มมากขึ้น

การพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ แหล่งข้อมูลที่น่ามาใช้ในการพยากรณ์อาจจะนำมาจาก จุดขาย (Point of sales) คำสั่งซื้อ (order) ข้อมูลของการส่งสินค้า (Shipment data) นอกจากนี้การใช้ซอฟต์แวร์ในการพยากรณ์ (Forecasting software) ที่เหมาะสมรวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทางสถิติจะสามารถเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ได้เป็นอย่างดี

ปริมาณสินค้าคงคลังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแม่นยำหรือความมีประสิทธิภาพของการพยากรณ์ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววิธีการในการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพจะหมายถึงการใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว เข้าใจง่ายมีต้นทุนต่ำและมีความแม่นยำสูง การพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพสามารถลดระดับการลงทุนของสินค้าคงคลัง ลดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต ลดระดับการลงทุนในกำลังการผลิต และสามารถขนส่งสินค้าได้ทันเวลามากขึ้น การเลือกใช้เทคนิคในการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับประเภทของสินค้า ซึ่งสินค้าที่ต่างชนิดกันควรจะใช้เทคนิคของการพยากรณ์ที่แตกต่างกันโดยต้องทราบว่าเมื่อไหร่ที่จะใช้การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time series) แบบความสัมพันธ์ของตัวแปร (Associative techniques) หรือแบบวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Product life cycle) นอกจากนี้ต้องพิจารณาถึงความต้องการของสินค้าที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Seasonal product)

3.1 ประเภทของการพยากรณ์จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

3.1.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ มีอยู่หลายวิธี คือ การใช้ความคิดเห็นของคณะผู้บริหารระดับสูง การใช้ความคิดเห็นของพนักงานขาย

3.1.2 การพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นการพยากรณ์ที่ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ และสถิติ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต และทำการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต โดยทั่วไปข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์เพื่อการผลิตนายอดขายในอดีตจากฝ่ายการตลาดมาใช้ เพื่อจะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวางแผนการผลิตต่อไป สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. รูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Model) มีแนวความคิดที่ว่าพฤติกรรมในอดีตของสิ่งที่จะพยากรณ์ควรจะเพียงพอที่จะพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคตของสิ่งนั้นได้ วิธีการพยากรณ์แบบนี้ได้แก่ วิธีง่าย (Naive) วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว (Simple Exponential Smoothing) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของโฮลท์ (Holt's Linear Exponential Smoothing) วิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Smoothing) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition) และวิธีแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box's Jenkins)

2. รูปแบบเหตุและผล (Casual Model) มีแนวความคิดที่ว่าพฤติกรรมของสิ่งที่จะพยากรณ์ถูกกำหนดขึ้นโดยสิ่งอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์บางลักษณะกับสิ่งที่จะพยากรณ์ในลักษณะที่เป็นเหตุเป็นผลกัน วิธีการพยากรณ์ประเภทนี้ได้แก่ การพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย และการพยากรณ์เชิงเศรษฐกิจ

วิธีพยากรณ์มีมากมายหลายวิธี แต่ละวิธีมีคุณลักษณะ ข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันออกไป ไม่มีวิธีใดสมบูรณ์แบบที่สุด เนื่องจากแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังนั้นควรเลือกวิธีพยากรณ์ให้เหมาะสมและเชื่อถือได้มากที่สุด และควรคำนึงถึงปัจจัยในการเลือกวิธีการพยากรณ์ได้แก่ช่วงเวลาการพยากรณ์ เวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ ลักษณะของข้อมูล จำนวนของข้อมูล ความยากง่ายของวิธี และที่สำคัญที่สุดคือ ค่าใช้จ่าย และระดับความถูกต้องของการพยากรณ์ (Makridakis, Wheelwright, 1983, ทรงศิริ, 2539) การเลือกวิธีการพยากรณ์พอสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การเลือกวิธีพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์	ระยะเวลาการพยากรณ์	ลักษณะของข้อมูล	ขนาดของข้อมูลที่ต้องการ (S-ช่วงฤดูกาล)	ค่าใช้จ่าย
วิธีง่าย	ระยะใกล้	คงที่	น้อย	ต่ำ
การเฉลี่ยเคลื่อนที่	ระยะสั้น, ระยะปานกลาง	คงที่	10	ต่ำ
การแยกส่วนประกอบ	ระยะใกล้,ระยะสั้น, ระยะปานกลาง, ระยะยาว	คงที่, ฤดูกาล, วัฏจักร, แนวโน้ม	30 (S-6)	ปานกลาง
การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล	ระยะใกล้,ระยะสั้น, ระยะปานกลาง, ระยะยาว	คงที่, ฤดูกาล, แนวโน้ม	10 (S-2)	ต่ำ
บ็อก-เจนกินส์	ระยะใกล้,ระยะสั้น	คงที่, ฤดูกาล, แนวโน้ม	50 (S-6)	สูง
การวิเคราะห์การถดถอย	ระยะสั้น, ระยะปานกลาง, ระยะยาว	ฤดูกาล, วัฏจักร, แนวโน้ม	30 (S-6)	ปานกลาง
การพยากรณ์เชิงเศรษฐกิจ	ระยะสั้น, ระยะปานกลาง, ระยะยาว	ฤดูกาล, วัฏจักร, แนวโน้ม	น้อย	สูง

ที่มา: Makridakis Wheelwright (1983)

3.2 ประเภทของรูปแบบข้อมูลในอดีต มีอยู่ 4 ประเภทได้แก่

3.2.1 รูปแบบแนวนอน (Horizontal pattern) รูปแบบแนวนอนเกิดขึ้นเมื่อยอดขายในอดีตไม่มีตัวเลขที่ขึ้น ๆ ลง ๆ มากนัก ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน หมายถึง ตัวเลขยอดขายในแต่ละช่วงเวลามีความใกล้เคียงกัน การคำนวณหาค่าเฉลี่ยของยอดขายในอดีตทั้งหมดก็จะทำให้ทราบถึงยอดขายในอนาคตได้โดยไม่ผิดพลาดมากนัก

3.2.2 รูปแบบตามฤดูกาล (Seasonal pattern) รูปแบบตามฤดูกาลเกิดขึ้นเมื่อยอดขายได้รับอิทธิพลจากปัจจัยกาลเวลา ซึ่งอาจจะเป็นอาทิตย์ เดือน ฤดูกาลที่แตกต่างกัน ยอดขายของสินค้าหลายประเภทมีขยอขึ้นหรือลงตามฤดูกาล

3.2.3 รูปแบบวัฏจักร (Cyclical pattern) รูปแบบยอดขายตามวัฏจักรเกิดขึ้นเมื่อยอดขายได้รับอิทธิพลจากปัจจัยของสภาวะเศรษฐกิจในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าการเกิดยอดขายตามฤดูกาล ยอดขายของสินค้าตามวัฏจักร เช่น สินค้าประเภทรถยนต์ เหล็กกล้าหรือสินค้าประเภทอุตสาหกรรมอื่น ๆ ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างรูปแบบยอดขายตามฤดูกาล และรูปแบบวัฏจักรก็คือ ยอดขายตามฤดูกาลจะมีช่วงระยเวลานั้นซ้ำ ๆ กันในแต่ละปี แต่ยอดขายตามวัฏจักรจะเกิดในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าโดยปกติจะยาวนานกว่า 1 ปี แล้วจึงจะเกิดเหตุการณ์ยอดขายในรูปแบบเดียวกัน

3.2.4 รูปแบบแนวโน้ม (Trend pattern) รูปแบบแนวโน้มเกิดขึ้นเมื่อยอดขายมีแนวโน้มสูงขึ้น (หรือลดลง) อย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่ผ่านมา ยอดขายของธุรกิจประเภทเครื่องใช้ในการติดต่อสื่อสาร เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในบ้านหรือสำนักงานจะมีลักษณะเป็นแนวโน้มที่ต่อเนื่องเพราะตลาดยังมีอุปสงค์ในสินค้าประเภทนี้อยู่

อมรรัตน์ (2539) ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาระหว่างการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์เดี่ยว ได้แก่ วิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว, วิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบอัตราส่วน แบบใดแบบหนึ่งกับการใช้ค่าพยากรณ์ร่วม พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีขนาดกลาง ($n = 30$) และขนาดใหญ่ ($n = 50, 70$) มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด

เทคนิคการพยากรณ์ที่นิยมใช้มีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งแต่ละวิธีจะเหมาะสมกับการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตในลักษณะที่ต่างกัน การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลา ที่มีการเก็บรวบรวมตามเวลาอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง อาจจะเป็นรายปี รายไตรมาส หรือรายเดือน ซึ่งการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตที่อยู่ในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ห่างกัน ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ค่าในอนาคต

4. หลักการของการวิจัยดำเนินการ (Operation Research)

การวิจัยดำเนินงาน (operation research) คือ วิธีการอย่างมีหลักเกณฑ์ ตามหลักวิทยาศาสตร์ ในการจัดรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เป็นตัวเลข สำหรับช่วยตัดสินใจให้กับฝ่ายบริหาร โดยคำนึงว่าการทำงานนั้นต้องอยู่ภายใต้อำนาจการควบคุมได้ด้วยพัฒนาเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดำเนินการ (operation research) คือ สถิติ การหาค่าเหมาะที่สุด การสโตแคสติก (การ फैนสุ่ม) ทฤษฎีแถวคอย ทฤษฎีเกม และการจำลอง

Mingyuan and Weimin (1997) ได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาการดำเนินการผลิตและการวางแผนการกระจายสินค้าของบริษัทผู้ผลิตเหล็ก โดยมีข้อจำกัดในการจัดซื้อวัตถุดิบ สถานที่จัดเก็บสินค้า ปริมาณสินค้าที่ทำการผลิตเสร็จตลอดจนการกระจายสินค้า มาใช้ในการทดลองปัญหาและสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการผลิต โดยมีเป้าหมายในการสร้างกำไรให้กับบริษัทผู้ผลิตมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด สามารถเพิ่มกำไรให้บริษัทเพิ่มสูงขึ้น

ชัยวัฒน์ (2547) ได้นำวิธีการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรง มาแก้ปัญหการพัฒนาแบบการเพาะไม้อสำหรับการผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีทรัพยากรไม้อยู่อย่างจำกัด โดยมีเป้าหมายการจัดสรรทรัพยากรไม้ให้มีปริมาณเศษน้อยที่สุด สามารถเพาะไม้อตามรูปร่างชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ให้มีปริมาณเศษน้อยที่สุดเมื่อไม้มีหลายขนาด

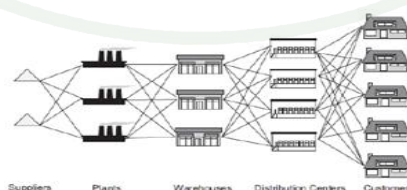
สุรัชย์ (2546) วิจัยเกี่ยวกับการวางแผนการผลิตพืชภายใต้สถานการณ์ที่แน่นอนและสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงในจังหวัดราชบุรี โดยศึกษาสภาพเศรษฐกิจทั่วไปและสภาพการผลิตทางการเกษตรตลอดจนระบบการเพาะปลูกพืชของเกษตรกรในจังหวัดราชบุรี วิเคราะห์หาแผนการผลิตพืชที่เหมาะสมของจังหวัดราชบุรีภายใต้สถานการณ์ที่แน่นอน และวิเคราะห์หาแผนการผลิตพืชที่เหมาะสมของจังหวัดราชบุรีภายใต้สถานการณ์ที่มีความเสี่ยงทางด้านรายได้ โดยใช้แบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ จำนวน 42 กิจกรรม โดยมีข้อจำกัด 40 ข้อจำกัด เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมในจังหวัดราชบุรีในระยะเวลาหนึ่งปีภายใต้ข้อกำหนดให้ ราคาผลผลิต ปัจจัยที่ดิน แรงงาน ทุน คงที่ตลอดปี จากนั้นจึงเพิ่มตัวแปรด้านรายได้เพื่อวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอน

5. การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการรวบรวมวิธีการต่างๆที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่างๆมาไว้บนคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วยเพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต (Kelton, et al., 2003) ซึ่งในการจำลองสถานการณ์ (Simulation) นั้นจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลาได้อีกทางด้วย (Maria, 1997)

การจำลองสถานการณ์ในระบบสินค้าคงคลังหลายระดับ โดยใช้แบบจำลองอาร์โน่า ที่พิจารณาจาก 3 ตัวแปร คือศูนย์กระจายสินค้า ผู้ค้าปลีกและลูกค้า โดยมุ่งเน้นที่ การปรับปรุงยอดขาย และลดการสูญเสียยอดขาย ซึ่งพบว่าในแบบจำลองที่ร้านค้าปลีกทุกร้านมีความสัมพันธ์กันอย่างเต็มที่และสามารถแบ่งปันสินค้าคงคลังซึ่งกันและกันได้ ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด และยังเพิ่มยอดขายได้อีกด้วย ในขณะที่ Yingxin and Dong (2011) ได้วิจัยเกี่ยวกับต้นทุนที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองอาร์โน่า ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองสินค้าคงคลังที่เหมาะสมของสินค้าตามฤดูกาลได้ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของสมาชิกในห่วงโซ่อุปทาน

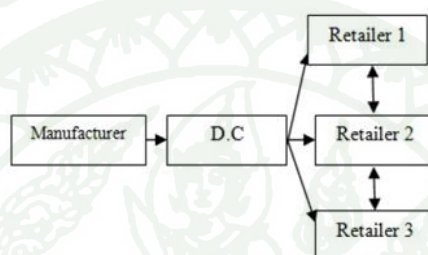
Cong and Jie (2011) สร้างแบบจำลองหลายระดับ ซึ่งประกอบด้วยผู้จัดหาวัตถุดิบ ผู้ผลิตคลังสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า และลูกค้า ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ระบบการไหลของคลังสินค้าหลายระดับ

ที่มา: Cong and Jie (2011)

ผลลัพธ์ที่ได้อยู่บนพื้นฐานของจำนวนลูกค้า ความต้องการของลูกค้า ระดับสินค้าคงคลังของแต่ละร้านค้าปลีกและจุดสั่งซื้อใหม่ ในห่วงโซ่อุปทานการจัดการสินค้าคงคลังที่ผ่านระดับชั้นหรือระดับตำแหน่ง จะมีความสำคัญและช่วยตัดสินใจในการขายของร้านค้าปลีกตำแหน่งสุดท้ายที่มีผลต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลโดยมีสินค้าไหลผ่านผู้ผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้า (DC) และจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีกทั้ง 3 ร้านดังภาพที่ 15 โดยร้านค้าปลีกมีความสัมพันธ์กันทั้งหมดและสามารถตอบสนองความต้องการได้ตามเวลานำ



ภาพที่ 15 ระบบของห่วงโซ่อุปทานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ที่มา: Cong and Jie (2011)

การสร้างแบบจำลองสินค้าคงคลังด้วยแบบจำลองสถานการณ์อริหน้า ในรูปแบบที่ร้านค้าปลีกมีความสัมพันธ์กันอย่างเต็มที่ ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเต็มที่เช่นกัน โดยอาศัยความร่วมมือจากผู้ส่งวัตถุดิบจนถึงผู้ใช้คนสุดท้ายในลักษณะของการแบ่งปันข้อมูลภายใต้ความต้องการที่ไม่แน่นอน และยังพบว่าข้อตกลงในห่วงโซ่อุปทานสามารถช่วยให้ห่วงโซ่อุปทานทั้งหมดมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งอิทธิพลในข้อตกลงนั้นจะถูกกำหนดในรูปแบบของกำไรที่คิดว่าจะได้รับทั้งหมดในห่วงโซ่อุปทานและรูปแบบที่คาดว่าจะได้รับของผู้ขาย

4.1 แนวทางการสร้างแบบจำลอง

การออกแบบและการสร้างตัวแบบจำลองต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างของระบบที่ต้องการสร้างตัวแบบจำลองรวมถึงความเข้าใจของปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนเพื่อช่วยในการพัฒนาและการสร้างตัวแบบจำลอง

4.1.1 การจำกัดความของปัญหา เป็นกระบวนการที่อาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลจากสิ่งที่เกิดขึ้น และพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบต้องระบุถึงขอบเขตของระบบ และปัจจัยอื่นๆที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

4.1.2 การพัฒนาตัวแบบจำลอง เป็นกระบวนการพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบงานโดยการรวบรวมข้อมูลและการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น จากนั้นทำการทดสอบความสมเหตุสมผลของตัวแบบจำลอง และนำผลการทดสอบมาประกอบการตัดสินใจในการบริหารจัดการ

4.1.3 การทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2542) ระบุว่า การทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองเป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้ตัวแบบจำลองว่าผลที่ได้จากตัวแบบจำลองนั้นจะเป็นผลที่ถูกต้องสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างตัวแบบจำลอง ซึ่งวิธีในการทดสอบความถูกต้อง คือ การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) และการทดสอบความถูกต้อง (Validation)

4.1.4 การสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นการนำข้อมูลผลการทดสอบของตัวแบบจำลองมาเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลหรือโปรแกรมพื้นฐาน เช่น Microsoft Office เพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในการสร้างแบบจำลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

การพยากรณ์ความต้องการและจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงระบบสินค้าคงคลังกรณีศึกษา โรงงานปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวโพด มีวัสดุอุปกรณ์และมีวิธีการในการทำงานวิจัยดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ช่วยในการทำวิจัย ซึ่งจะต้องใช้ในการเก็บข้อมูล การคำนวณประเมินผล และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ

- 1.1 คอมพิวเตอร์ (Notebook Acer Aspire 5572N WXMI Intel Core Duo processor T2300E)
- 1.2 โปรแกรม Microsoft Office 2010
- 1.3 โปรแกรม Minitab 16
- 1.4 โปรแกรม Arena

วิธีการ

1. การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณยอดขายต่อเดือนในอดีตของเมล็ดข้าวโพดจากฝ่ายบัญชีย้อนหลัง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึงมิถุนายน 2555 จากนั้นก็ปริมาณเมล็ดข้าวโพดรับซื้อส่งออกรายวัน แล้วนำมาบันทึกลงในแผ่นงานของโปรแกรม Excel เพื่อจัดเรียงข้อมูลให้ง่ายต่อการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

1.2 ประเมินทางเลือกที่นำไปใช้ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า ด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา ซึ่งประกอบด้วย (1) วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average) (2) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว (Simple Exponential Smoothing) (3) วิธีปรับให้เรียบ

แบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของโฮลท์ (Double Exponential Smoothing) (4) วิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Smoothing)

1.3 เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่าพยากรณ์เทียบกับค่าจริง หรือความแม่นยำในการพยากรณ์ ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD), ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดสัมบูรณ์เป็นเปอร์เซ็นต์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) และค่าประมาณความผิดพลาดในการพยากรณ์จากค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน (Mean Squared Error, MSE)

2. การวิจัยการดำเนินงาน

2.1 สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

สมการแสดงเป้าหมาย : หาจำนวนวัตถุดิบแต่ละชนิดที่จะผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด

ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ : ความต้องการของลูกค้า, ราคา, อัตราส่วนการผสม และความสามารถในการผลิต

สร้างสมการหรืออสมการแสดงข้อจำกัด

2.2 หาผลลัพธ์

2.3 นำผลลัพธ์ไปใช้

3. การจำลองสถานการณ์

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเมล็ดข้าวโพด ขั้นตอนการจัดเก็บ วิธีการเก็บรักษา และวิเคราะห์ถึงปัญหาในการจัดการวัตถุดิบคงคลังของเมล็ดข้าวโพดที่มีปัญหาเรื่องวัตถุดิบในคลังมีปริมาณเกินความต้องการ หรือมีสินค้าไม่ตรงตามความต้องการซึ่งอาจทำให้เกิดการเน่าเสียก่อนส่งออก และวิเคราะห์ถึงกระบวนการรับซื้อ

3.2 ตั้งปัญหาและให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem Identification and System Definition) ซึ่งในการวิจัยนี้คือ กระบวนการรับซื้อและปริมาณของเมล็ดข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกรและตัวแทนเกษตรกรให้มีปริมาณมากพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการเพื่อนำไปใช้ในการผลิต โดยจะทำการพิจารณาตั้งแต่การรับซื้อเมล็ดข้าวโพดจนถึงการนำวัตถุดิบไปใช้ในการผลิต ส่วนในระบบการตรวจสอบสินค้าคงคลังเป็นระบบที่มีระยะเวลาในการตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังทุก 1 วัน ทำให้อาจจะมองไม่เห็นความแตกต่างระหว่างระบบที่พิจารณาปริมาณในการสั่งซื้อและระบบที่พิจารณาระยะเวลาในการสั่งซื้อ ดังนั้นจะมีการกำหนดจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) ไว้ เมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาเท่ากับหรือน้อยกว่าจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) จะมีการสั่งซื้อทันที

3.3 สร้างตัวแบบจำลอง (Model Formulation) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรซึ่งสินค้าอาจมีการเน่าเสียได้ ดังนั้นตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะต้องคำนึงถึงวัตถุดิบที่มีการเน่าเสียและความต้องการใช้วัตถุดิบที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาล โดยใช้โปรแกรม ARENA ในการสร้างตัวแบบจำลอง

3.4 พิสูจน์ยืนยันความถูกต้อง (Verification) ด้วยการทดสอบผลลัพธ์ว่า มีความถูกต้องตามสมมติฐาน และแบบจำลองตรวจสอบซ้ำ (Double Check) เพื่อความแน่ใจว่าไม่มีความผิดพลาด และสามารถนำไปใช้งานได้ เนื่องจากผลลัพธ์ที่เกิดความผิดพลาดจะมีผลต่อการนำไปใช้งาน

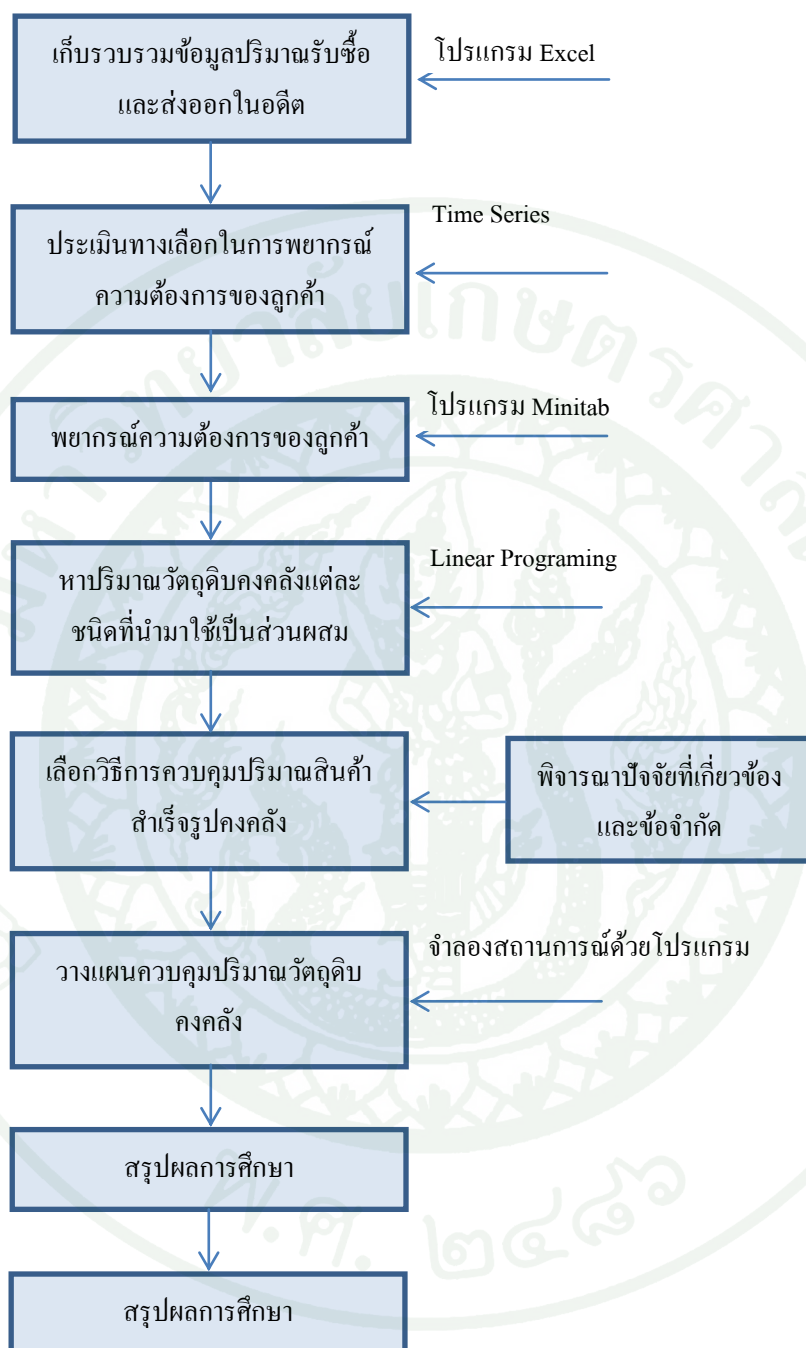
3.5 ทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Running Simulation Model) ในกรณีศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังเมล็ดข้าวโพด โดยใช้ค่าของตัวแปรที่ถูกปรับให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับกรณีศึกษาโดยปรับค่าของตัวแปรเป็นสถานการณ์ (Scenarios) ต่างๆของการจัดการปริมาณสินค้าคงคลัง

แผนงานวิจัย

การทำวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการวัตถุดิบคลัง ซึ่งทำการวิจัยตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 รวมระยะเวลาทั้งหมด 10 เดือน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แผนงานวิจัย

รายละเอียดขั้นตอนและวิธีการ	2555								2556	
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
สืบค้นและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการทำงานการผลิต	■	■								
สืบค้นและศึกษาข้อมูลทางวิชาการ บทความ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสินค้าคงคลังการดำเนินงานวิจัย และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์		■	■							
วิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการรับซื้อ ปริมาณการรับซื้อในแต่ละช่วงเวลา และการส่งออก เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข			■	■	■					
นำวิธีการจัดการสินค้าคงคลังโดยการพยากรณ์ความต้องการ และการดำเนินงานวิจัย มาใช้ปรับปรุงปริมาณการรับซื้อในแต่ละช่วงเวลาเพื่อนำไปใช้ในการผลิต				■	■	■	■			
จำลองสถานการณ์เพื่อพิจารณากระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เหมาะสมกับความต้องการ โดยกำหนดจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อ				■	■	■	■	■		
เปรียบเทียบและประเมินผลหลังการปรับปรุง							■	■	■	
สรุปผลการศึกษาวิจัย							■	■	■	
จัดทำฉบับสมบูรณ์									■	■



ภาพที่ 16 ผังการไหลของวิธีการศึกษา

สถานที่และระยะเวลาการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ คือ โกดังตรงพานิช (โรงงานปรับปรุงคุณภาพข้าวโพด กรมศีกษา) โดยทำการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 รวมระยะเวลาทั้งหมด 10 เดือน

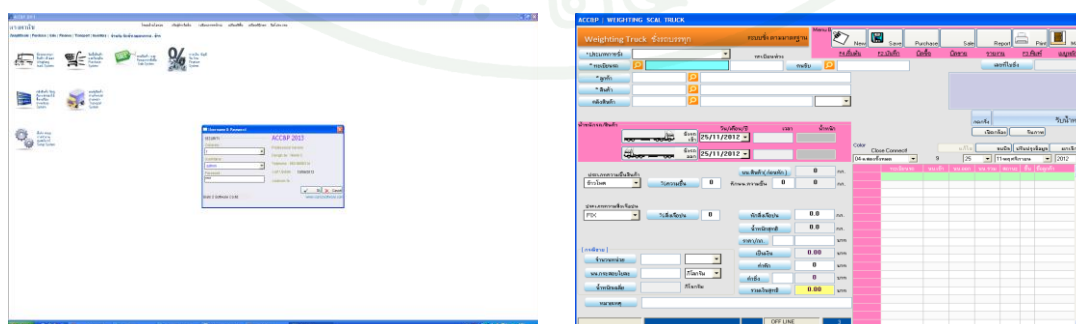
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาวิจัยนี้คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ให้กับโรงงานปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวโพด ในส่วนของการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลังในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อสนองความต้องการ ไม่สูญเสียโอกาสในการจำหน่ายสินค้าและช่วยในการตัดสินใจในการเลือกซื้อวัตถุดิบโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการสร้างสถานการณ์จำลอง อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอื่นที่มีลักษณะของสินค้าตามฤดูกาลโดยสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการจัดการสินค้าคงคลังและแนวทางในการตัดสินใจเลือกซื้อวัตถุดิบได้

ผลการดำเนินงานวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณยอดขายในอดีต

1.1. ข้อมูลปริมาณยอดขายรายเดือนจากโปรแกรม AccCorn Pro โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2550 ถึงเดือนมิถุนายน 2555



ภาพที่ 17 การค้นหาข้อมูลในโปรแกรม AccCorn Pro

The screenshot shows the AccCom Pro software interface. At the top, there's a menu bar with options like 'File', 'Edit', 'View', 'Tools', 'Help'. Below it is a toolbar with icons for various functions. The main area displays a data table with columns for 'Date', 'Time', 'Location', and several numerical columns. The table contains multiple rows of data, likely representing different measurements or events over time. The status bar at the bottom shows the current file name and some system information.

ภาพที่ 18 การตรวจสอบข้อมูลในโปรแกรม AccCom Pro

1.2. จัดเรียงข้อมูลลงในโปรแกรม Microsoft Excel ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลปริมาณยอดขายรายเดือนตั้งแต่เดือนม.ค. 2550 - มิ.ย. 2555

ช่วงเวลา	ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด		ช่วงเวลา	ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด	
ปี 2550	14.5%	ไม่เกิน18%	ปี 2551	14.5%	ไม่เกิน18%
ม.ค.	7990.4080	1997.6020	ม.ค.	15343.7920	3835.9480
ก.พ.	4832.8720	1208.2180	ก.พ.	10593.0640	2648.2660
มี.ค.	4267.6480	1066.9120	มี.ค.	8626.6640	2156.6660
เม.ย.	3773.1360	943.2840	เม.ย.	6754.4320	1688.6080
พ.ค.	4825.8900	3217.2600	พ.ค.	7255.2300	4836.8200
มิ.ย.	2590.5300	1727.0200	มิ.ย.	6258.8040	4172.5360
ก.ค.	6166.7130	2642.8770	ก.ค.	12349.1270	5292.4830
ส.ค.	10271.2260	4401.9540	ส.ค.	13089.0130	5609.5770
ก.ย.	6461.6040	4307.7360	ก.ย.	6387.1860	4258.1240
ต.ค.	9154.9640	3923.5560	ต.ค.	4149.2010	1778.2290
พ.ย.	11008.6690	4718.0010	พ.ย.	7218.4840	3093.6360
ธ.ค.	12837.8740	5501.9460	ธ.ค.	9403.3660	4030.0140

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ช่วงเวลา	ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด		ช่วงเวลา	ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด	
ปี 2552	14.5%	ไม่เกิน18%	ปี 2553	14.5%	ไม่เกิน18%
ม.ค.	10652.8480	2663.2120	ม.ค.	12793.9200	3198.4800
ก.พ.	7248.4640	1812.1160	ก.พ.	11045.2800	2761.3200
มี.ค.	8439.8480	2109.9620	มี.ค.	10383.4480	2595.8620
เม.ย.	7631.1440	1907.7860	เม.ย.	10993.0360	2748.2590
พ.ค.	7277.0640	4851.3760	พ.ค.	8528.6340	5685.7560
มิ.ย.	6804.4320	4536.2880	มิ.ย.	7582.6920	5055.1280
ก.ค.	15224.3910	6524.7390	ก.ค.	10257.0090	4395.8610
ส.ค.	10916.6470	4678.5630	ส.ค.	13741.8260	5889.3540
ก.ย.	7407.3180	4938.2120	ก.ย.	9550.5960	6367.0640
ต.ค.	6676.7540	2861.4660	ต.ค.	8795.6260	3769.5540
พ.ย.	9470.4960	4058.7840	พ.ย.	14625.0090	6267.8610
ธ.ค.	12375.5800	5303.8200	ธ.ค.	10125.1080	4339.3320
ช่วงเวลา	ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด		ช่วงเวลา	ความชื้นของเมล็ดข้าวโพด	
ปี 2554	14.5%	ไม่เกิน18%	ปี 2555	14.5%	ไม่เกิน18%
ม.ค.	8824.2640	2206.0660	ม.ค.	13421.3500	3480.6000
ก.พ.	7153.4080	1788.3520	ก.พ.	8766.6000	2260.7500
มี.ค.	10998.2000	2749.5500	มี.ค.	9395.6450	2400.5600
เม.ย.	6489.3120	1622.3280	เม.ย.	7583.4300	1986.4600
พ.ค.	6334.4400	4222.9600	พ.ค.	7245.5400	4256.6700
มิ.ย.	6527.7420	4351.8280	มิ.ย.	5872.4000	3986.3700
ก.ค.	10294.3400	4411.8600			
ส.ค.	9594.6970	4112.0130			
ก.ย.	8615.8680	5743.9120			
ต.ค.	9744.9380	4176.4020			

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความขึ้นของเมล็ดข้าวโพด		
ช่วงเวลา ปี 2554	14.5%	ไม่เกิน 18%
พ.ย.	14384.0340	6164.5860
ธ.ค.	13230.9100	5670.3900

2. ประเมินทางเลือกที่นำไปใช้พยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

2.1. การเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ พิจารณาจากสภาพปัญหาและลักษณะของกรณีศึกษา เพื่อให้ได้วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง โดยพิจารณาจาก

2.1.1. ช่วงเวลาในการนำไปใช้งาน เป็นการพยากรณ์เพื่อต้องการทราบการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อวางแผนการผลิตในการควบคุมปริมาณสินค้าสำเร็จรูปเป็นเวลา 1 ปี ค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมกับช่วงเวลาในการนำไปใช้งานเป็นค่าพยากรณ์ระยะกลาง ซึ่งมีช่วงเวลาในอนาคตที่พยากรณ์อยู่ระหว่าง 3 เดือน ถึง 2 ปี

2.1.2. ทำการพยากรณ์แบ่งย่อยได้เป็น 2 ส่วน คือ ปริมาณเมล็ดข้าวโพดความขึ้น 14.5% และปริมาณเมล็ดข้าวโพดความขึ้นไม่เกิน 18% โดยใช้ตัวแบบอนุกรมเวลา ตามความเหมาะสมในแต่ละสูตร

2.1.3. ความแม่นยำ เป็นส่วนประกอบในการเลือกวิธีการซึ่งขึ้นกับวิธีการพยากรณ์นั้นๆ ที่เลือกใช้ โดยความแม่นยำพิจารณาในช่วงที่ครอบคลุมการนำไปใช้งานจริงตามลักษณะของข้อมูลที่เป็นฤดูกาล

2.2. ประเมินทางเลือกและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

2.2.1. ทางเลือกในการพยากรณ์เลือกตัวแบบที่ใช้พยากรณ์ในแต่ละความขึ้นของเมล็ดข้าวโพดด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา ซึ่งประกอบด้วย (1) วิธีเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average), (2) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว (Simple Exponential

Smoothing), (3) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง (Double Exponential Smoothing) และ (4) วิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Smoothing) โดยคำนวณแต่ละวิธีด้วยโปรแกรม Minitab (โปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยในการคำนวณหาค่าพยากรณ์จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลา) ดังสูตรในการคำนวณต่อไปนี้ (Bowerman, O'Connell and Koehler, 2005)

1) Simple Moving Average

$$S_{t+n} = (x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t+n+1})/n$$

S_{t+n} คือ ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาถัดไป

x_t คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริงของช่วงเวลา t

n คือ จำนวนชุดของเวลาที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย

2) Simple Exponential Smoothing

$$S_{t+m} = \alpha X_t + (1-\alpha) S_{t-1}$$

เมื่อ $0 \leq \alpha \leq 1$ และ $m = 1, 2, 3, \dots$

S_{t+m} คือ ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาถัดไปที่ $t+m$

X_t คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

α คือ ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

3) Double Exponential Smoothing

$$S_{t+m} = L_t + mB_t$$

$$L_t = \alpha x_t + (1-\alpha)[L_{t-1} + B_{t-1}]$$

$$B_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1-\gamma)B_{t-1}$$

เมื่อ $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1$ และ $m = 1, 2, 3, \dots$

S_{t+m} คือ ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาถัดไปที่ $t+m$

X_t คือ ค่าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

α คือ ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

γ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม

m	คือ	จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์
L_t	คือ	ค่าประมาณระดับช่วงเวลา t
B_t	คือ	ค่าประมาณแนวโน้มที่ช่วงเวลา t

4) Holt-Winters Smoothing

S_{t+m}	=	$(L_t + mB_t)sn_{t+m-p}$
L_t	=	$\alpha(x_t/sn_{t-p}) + (1-\alpha)[L_{t-1} + B_{t-1}]$
B_t	=	$\gamma(L_t - L_{t-1}) + (1-\gamma)B_{t-1}$
sn_t	=	$\delta(x_t/L_t) + (1-\delta)sn_{t-p}$
S_{t+m}	คือ	ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาถัดไปที่ $t+m$
X_t	คือ	ค่าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t
α	คือ	ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ
γ	คือ	ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม
m	คือ	จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์
p	คือ	คาบของเวลา
L_t	คือ	ค่าประมาณระดับช่วงเวลา t
B_t	คือ	ค่าประมาณแนวโน้มที่ช่วงเวลา t
sn_t	คือ	ค่าประมาณความเป็นฤดูกาลที่ช่วงเวลา t

2.2.2. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ค่าพยากรณ์ที่ได้สามารถนำมาวิเคราะห์หาวิธีการที่เหมาะสม โดยดูจากค่าพยากรณ์เทียบกับค่าจริงหรือความแม่นยำในการพยากรณ์ซึ่งอาจใช้ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD), ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดสัมบูรณ์เป็นเปอร์เซ็นต์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) และค่าประมาณความผิดพลาดในการพยากรณ์จากค่าเฉลี่ยของความแปรปรวน (Mean Squared Error, MSE) ดังสูตรในการคำนวณต่อไปนี้ (Chopra and Meindl, 2007)

$$MAD = (1/n) \times \sum_{i=0}^n |x_i - s_i|$$

$$MAPE = (100/n) \times \sum_{i=0}^n |(x_i - s_i)/x_i|$$

$$MSE = (1/n) \times \sum_{i=0}^n (x_i - s_i)^2$$

S_i	คือ	ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลา i
x_{ti}	คือ	ค่าที่เกิดขึ้นจริงของช่วงเวลา i
n	คือ	จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและตารางเปรียบเทียบของวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ ของเมล็ดข้าวโพดที่แบ่งตามความชื้นดังแสดงในตารางที่ 7 โดยใช้ค่าคงที่การปรับเรียงดังนี้ (1) วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว และวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง ด้วยค่าที่เหมาะสมจากวิธี ARIMA ของโปรแกรม Minitab (2) วิธีปรับให้เรียบแบบโซลท์ วินเทอร์ ด้วยการปรับค่า Alpha, Gamma, Delta ตามลำดับเพื่อพิจารณาค่าคงที่การปรับเรียงที่ทำให้ได้ค่า MAD, MAPE และ MSE น้อยที่สุดจากการปรับค่าครั้งละ 0.1

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพด

ความชื้น เมล็ด ข้าวโพด	วิธีการพยากรณ์	ค่าที่ใช้ในการพยากรณ์	ค่า พยากรณ์	MAD	MAPE	MSE
14.5%	วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ แบบง่าย	ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่	3 เดือน	2590	30	9695901
		ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่	4 เดือน	2570	29	9208649
		ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่	5 เดือน	2606	30	9475041
	วิธีปรับให้เรียบ แบบ เอกโปเนน เชียลครั้งเดียว	ค่าคงที่การปรับเรียง (Alpha)	0.369	2356	28	7872465
	วิธีปรับให้เรียบ แบบเอกโปเนน เชียล 2 ครั้ง	ค่าคงที่การปรับเรียง (Alpha)	0.981	2283	26	8623311
		ค่าคงที่การปรับเรียง (Gamma)	0.02			
	วิธีปรับให้เรียบ แบบโซลท์ วิน เทอร์	ค่าคงที่การปรับเรียง (Alpha)	0.1	1903	24	6711760
		ค่าคงที่การปรับเรียง (Gamma)	0.1			
		ค่าคงที่การปรับเรียง (Delta)	0.1			

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ความชื้น เมล็ด ข้าวโพด	วิธีการพยากรณ์	ค่าที่ใช้ในการพยากรณ์	ค่า พยากรณ์	MAD	MAPE	MSE
18%	วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ แบบง่าย	ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่	3 เดือน	1270	39	2309513
		ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่	4 เดือน	1411	43	2548993
		ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่	5 เดือน	1456	45	2709847
	วิธีปรับให้เรียบแบบ เอกโปเนนเชียลครั้ง เดียว	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Alpha)	0.634	1121	34	1886884
	วิธีปรับให้เรียบแบบ เอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Alpha)	0.981	1117	32	2007612
		ค่าคงที่การปรับเรียบ (Gamma)	0.02			
	วิธีปรับให้เรียบแบบ โฮลท์ วินเทอร์	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Alpha)	0.1	996	31	1843154
		ค่าคงที่การปรับเรียบ (Gamma)	0.1			
		ค่าคงที่การปรับเรียบ (Delta)	0.1			

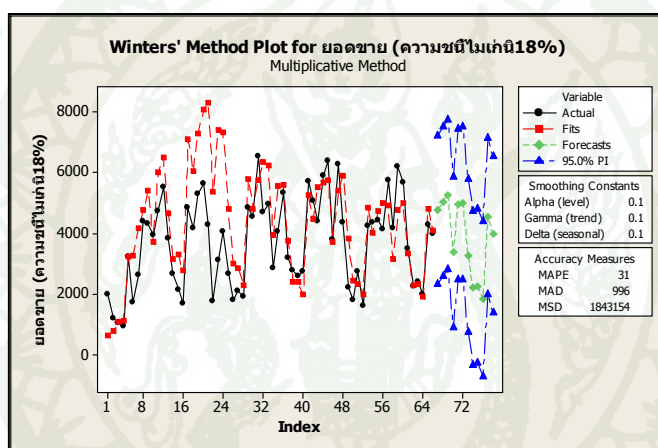
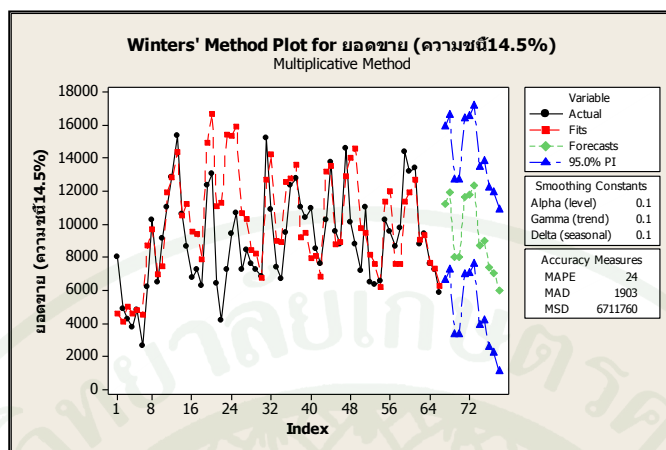
การวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ พิจารณาลักษณะของกรณีศึกษา และผลเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์จากค่า MAD ร่วมกับ MAPE และ MSE ของเมล็ดข้าวโพดทั้ง 2 ความชื้น จากตารางที่ 7 วิธีที่เลือกใช้ในการพยากรณ์คือ วิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์ เนื่องจากค่า MAD, MAPE และ MSE มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น

3. พยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์เป็นรายเดือนจำนวน 1 ปีล่วงหน้าตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและควบคุมปริมาณวัตถุดิบคงคลัง แสดงผลการพยากรณ์ดังตารางที่ 8 และภาพที่ 19

ตารางที่ 8 ค่าพยากรณ์ยอดขายเมล็ดข้าวโพดระหว่างเดือน ก.ค. 2555 - มิ.ย. 2556

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ค่าพยากรณ์	ค่าขอบเขตล่างในการพยากรณ์	ค่าขอบเขตบนในการพยากรณ์
14.50%	ก.ค.-55	11259.80	6598.53	15921.10
	ส.ค.-55	11939.00	7259.85	16618.20
	ก.ย.-55	7997.90	3299.72	12696.10
	ต.ค.-55	8013.30	3294.98	12731.60
	พ.ย.-55	11691.30	6951.79	16430.80
	ธ.ค.-55	11824.60	7062.86	16586.40
	ม.ค.-56	12387.00	7601.88	17172.10
	ก.พ.-56	8684.90	3875.42	13494.40
	มี.ค.-56	9031.50	4196.59	13866.40
	เม.ย.-56	7395.70	2534.37	12257.10
	พ.ค.-56	7055.10	2166.33	11943.90
	มิ.ย.-56	5992.30	1075.10	10909.50
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	4749.10	2309.52	7188.68
	ส.ค.-55	5030.39	2581.45	7479.34
	ก.ย.-55	5253.65	2794.75	7712.54
	ต.ค.-55	3381.27	911.84	5850.69
	พ.ย.-55	4939.55	2459.03	7420.07
	ธ.ค.-55	4983.13	2490.95	7475.32
	ม.ค.-56	3253.55	749.15	5757.95
	ก.พ.-56	2197.98	-319.19	4715.14
	มี.ค.-56	2258.51	-271.95	4788.98
	เม.ย.-56	1849.45	-694.85	4393.75
	พ.ค.-56	4541.08	1982.42	7099.73
	มิ.ย.-56	3958.97	1385.45	6532.49



ภาพที่ 19 ค่าพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเดือน ก.ค. 2555-มิ.ย. 2556

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบไฮลท์ วินเทอร์กับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ สูงสุด 26.87% ดังตารางที่ 9 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว และวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้งกับยอดขายจริงร่วมด้วย ดังภาคผนวก ก

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์กับยอดขายจริง
ระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555

ความชื้นเมล็ด ข้าวโพด	เดือน	ยอดขาย จริง	ค่าพยากรณ์ (วิธีปรับ ให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์)	ค่าความคลาด เคลื่อน	%ความคลาด เคลื่อน
14.50%	ก.ค.-55	13589.12	11259.80	2329.32	17.14%
	ส.ค.-55	12897.13	11939.00	958.13	7.43%
	ก.ย.-55	6789.00	7997.90	-1208.90	-17.81%
	ต.ค.-55	9179.70	8013.30	1166.40	12.71%
	พ.ย.-55	9834.50	11691.30	-1856.80	-18.88%
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	6493.80	4749.10	1744.70	26.87%
	ส.ค.-55	6159.50	5030.39	1129.11	18.33%
	ก.ย.-55	4987.24	5253.65	-266.41	-5.34%
	ต.ค.-55	3973.10	3381.27	591.83	14.90%
	พ.ย.-55	5279.43	4939.55	339.88	6.44%

4. พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและข้อจำกัดต่างๆในการผลิตเมล็ดข้าวโพดพร้อมส่ง

พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและข้อจำกัด เพื่อนำมาใช้วางแผนควบคุมปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่จะนำมาใช้ในการผลิตให้ได้กำไรสูงสุด และกำหนดนโยบายควบคุมสินค้าสำเร็จรูปคงคลังโดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น สำหรับกรณีศึกษานี้ประกอบด้วยส่วนหลักคือ (1) เงื่อนไขในการผลิต (2) กระบวนการและเครื่องจักรในการผลิต (3) กำลังการผลิต โดยมีเงื่อนไขในการผลิตเมล็ดข้าวโพดทั้ง 2 ความชื้นตามรายละเอียดดังนี้

4.1.1 เงื่อนไขในการผลิต

- 1) จำนวนวันที่ทำงาน 7 วันต่อสัปดาห์

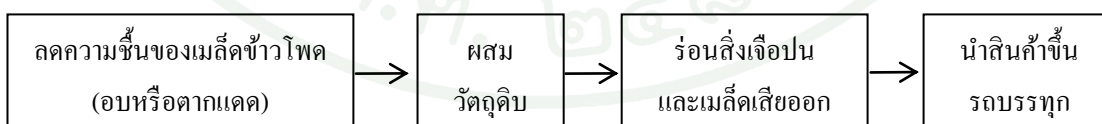
- 2) เวลาทำงาน 8 ชม.ต่อวัน
- 3) จำนวนเครื่องอบ 6 เครื่อง
- 4) กำลังการผลิตของเครื่องอบ 6.25 และ 5 ตันต่อชั่วโมง
- 5) ระยะเวลาในการตรวจสอบวัตถุดิบคงคลังทุกๆ 1 วัน
- 6) ต้นทุนวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	ต้นทุนสินค้า (บาทต่อก.ก.)
S1	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5%	10.6
S2	มากกว่า 14.5%-18%	10.2
S3	มากกว่า 18%-21%	9.7

7) เงื่อนไขการผลิต

สินค้าสำเร็จรูป	ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	ส่วนผสมในการผลิต	ราคาขาย (บาทต่อก.ก.)
A	14.50%	S1 อย่างน้อย 50%	12
		S2 อย่างน้อย 25%	
		S3 อย่างน้อย 25%	
B	ไม่เกิน 18%	S1 อย่างน้อย 25%	11.6
		S2 อย่างน้อย 50%	
		S3 อย่างน้อย 25%	

4.1.2 กระบวนการและเครื่องจักรในการผลิต



4.1.3 ปริมาณการผลิต

โรงงานกรณีสึกขามีเครื่องอบเพื่อใช้ในการผลิตวัตถุดิบทั้งหมด 6 เครื่อง โดยในการผลิตวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มีเครื่องอบที่ใช้ในการผลิตอย่างละ 2 เครื่อง โดยมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งโรงงานกรณีสึกขาสามารถผลิตวัตถุดิบได้ดังนี้

ปริมาณการผลิต (ตันต่อเดือน) = กำลังการผลิตของเครื่องอบ x ชม.การทำงาน x Yield

ปริมาณการผลิตเมล็ดข้าวโพดความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5%

$$= 6.25 \times 720 \times 2 \times 0.95 = 8,550 \text{ ตันต่อเดือน}$$

ปริมาณการผลิตเมล็ดข้าวโพดความชื้นมากกว่า 14.5%-18%

$$= 6.25 \times 720 \times 2 \times 0.95 = 8,550 \text{ ตันต่อเดือน}$$

ปริมาณการผลิตเมล็ดข้าวโพดความชื้นมากกว่า 18%-21%

$$= 5 \times 720 \times 2 \times 0.95 = 6,840 \text{ ตันต่อเดือน}$$

5. การวิจัยดำเนินงาน

พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและข้อจำกัด เพื่อหาปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ซึ่งมีขั้นตอนหลักในการวิจัยการดำเนินงานคือ (1) สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (2) หาผลลัพธ์ (3) นำผลลัพธ์ไปใช้ ตามขั้นตอนดังนี้

5.1 สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

5.1.1 ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

X_{ij} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) i ที่ผสมด้วยปริมาณเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) j

i = ความชื้นเมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) $i = A, B$ ตามลำดับ

j = ปริมาณเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) $j = 1, 2, 3$ ตามลำดับความชื้น $S1, S2, S3$

ปริมาณเมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ต้องการใช้ในแต่ละเดือน = $X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}$

โดย X_{A1} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S1

X_{A2} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S2

X_{A3} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S3

ปริมาณเมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ต้องการใช้ในแต่ละเดือน = $X_{B1} + X_{B2} + X_{B3}$

โดย X_{B1} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S1

X_{B2} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S2

X_{B3} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S3

ปริมาณเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S1 ที่ต้องการใช้ในแต่ละเดือน = $X_{A1} + X_{B1}$

โดย X_{A1} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S1

X_{B1} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S1

ปริมาณเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S2 ที่ต้องการใช้ในแต่ละเดือน = $X_{A2} + X_{B2}$

โดย X_{A2} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S2

X_{B2} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S2

ปริมาณเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S3 ที่ต้องการใช้ในแต่ละเดือน = $X_{A3} + X_{B3}$

โดย X_{A3} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) A ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S3

X_{B3} = เมล็ดข้าวโพด (สินค้าสำเร็จรูป) B ที่ผสมด้วยเมล็ดข้าวโพด (Semi Product) S3

5.1.2 สมการแสดงเป้าหมายเพื่อหาจำนวนวัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาใช้ในการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด

Max Z = กำไร = ยอดขายรายเดือน – ต้นทุนวัตถุดิบ – ค่าใช้จ่ายในการผลิต

โดย ยอดขายรายเดือน คือ $12,000 (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}) + 11,600 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3})$

ต้นทุนวัตถุดิบ คือ $10,600 (X_{A1} + X_{B1}) + 10,200 (X_{A2} + X_{B2}) + 9,700 (X_{A3} + X_{B3})$

ค่าใช้จ่ายในการผลิต คือ $300 (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}) + 300 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3})$

$$\begin{aligned}
 \text{Max } Z = \text{กำไร} &= [12,000 (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}) + 11,600 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3})] - [10,600 \\
 &\quad (X_{A1} + X_{B1}) + 10,200 (X_{A2} + X_{B2}) + 9,700 (X_{A3} + X_{B3})] - [300 \\
 &\quad (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}) + 300 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3})] \\
 &= 1,100 X_{A1} + 1,500 X_{A2} + 2,000 X_{A3} + 700 X_{B1} + 1,100 X_{B2} + 1,600 X_{B3}
 \end{aligned}$$

5.1.3 อสมการแสดงข้อจำกัด

ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพดความชื้น j (หน่วยตันต่อเดือน)

เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% (สินค้าสำเร็จรูป A)

$$X_{A1} + X_{A2} + X_{A3} \geq \text{ความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละเดือน}$$

เมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18% (สินค้าสำเร็จรูป B)

$$X_{B1} + X_{B2} + X_{B3} \geq \text{ความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์แต่ละเดือน}$$

ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต (หน่วยตันต่อเดือน)

ปริมาณการผลิตเมล็ดข้าวโพดความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (Semi Product S1)

$$X_{A1} + X_{B1} \leq 8,550 \text{ ตันต่อเดือน}$$

ปริมาณการผลิตเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5%-18% (Semi Product S2)

$$X_{A2} + X_{B2} \leq 8,550 \text{ ตันต่อเดือน}$$

ปริมาณการผลิตเมล็ดข้าวโพดความชื้น 18%-21% (Semi Product S3)

$$X_{A3} + X_{B3} \leq 6,840 \text{ ตันต่อเดือน}$$

ข้อจำกัดด้านส่วนประกอบของสินค้าสำเร็จรูป (หน่วยตัน)

เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5% (สินค้าสำเร็จรูป A)

$$X_{A1} \geq 0.50 (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3})$$

$$\begin{aligned} X_{A2} &\geq 0.25 (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}) \\ X_{A3} &\geq 0.25 (X_{A1} + X_{A2} + X_{A3}) \end{aligned}$$

เมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18% (สินค้าสำเร็จรูป B)

$$\begin{aligned} X_{B1} &\geq 0.25 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3}) \\ X_{B2} &\geq 0.50 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3}) \\ X_{B3} &\geq 0.25 (X_{B1} + X_{B2} + X_{B3}) \end{aligned}$$

5.2 หาผลลัพธ์ด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น เพื่อหาค่าไรสูงสุด

ผลการวิเคราะห์ผลลัพธ์พบว่า โรงงานกรณีศึกษาต้องผลิตเมล็ดข้าวโพดตามความชื้นทั้ง 3 แบบ เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในแต่ละเดือน ในช่วงเวลา 1 ปี ดังตารางที่ 10 เพื่อให้ได้กำไรสูงสุดในการผลิตสินค้า

ตารางที่ 10 ปริมาณวัตถุดิบของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเดือนก.ค. 2555 - มิ.ย. 2556

เดือน	ปริมาณวัตถุดิบ (ตัน)		
	เมล็ดข้าวโพดความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (S1= $X_{A1} + X_{B1}$)	เมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5%-18% (S2= $X_{A2} + X_{B2}$)	เมล็ดข้าวโพดความชื้น 18%-21% (S3= $X_{A3} + X_{B3}$)
ก.ค.-55	6,817.18	5,189.50	4,002.23
ส.ค.-55	1,854.55	2,813.67	1,556.07
ก.ย.-55	5,312.36	4,626.30	3,312.89
ต.ค.-55	4,851.97	3,693.96	2,848.64
พ.ย.-55	7,080.54	5,392.60	4,157.71
ธ.ค.-55	7,158.08	5,447.72	4,201.93
ม.ค.-56	7,006.89	4,723.53	3,910.14
ก.พ.-56	4,891.95	3,270.22	2,720.72
มี.ค.-56	5,080.38	3,387.13	2,822.50
เม.ย.-56	4,160.21	2,773.65	2,311.29
พ.ค.-56	4,662.82	4,034.32	2,899.05
มิ.ย.-56	3,986.14	3,478.06	2,488.07

5. กำหนดนโยบายควบคุมสินค้าคงคลัง

ในการเลือกนโยบายสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง โดยมีการสร้างตัวแบบจำลองที่มีการกำหนดให้มีการตรวจสอบระดับวัตถุดิบคงคลัง โดยทำการเปรียบเทียบกับจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) และความต้องการที่เกิดขึ้นทุกวัน อาจทำให้ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างระบบที่พิจารณาระยะเวลาการสั่งซื้อและระบบที่พิจารณาปริมาณสั่งซื้อ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะพิจารณาตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นระบบที่พิจารณาปริมาณการสั่งซื้อ และมีปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) ที่นำมาใช้เป็นตัวแบบสำหรับความต้องการที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time – Varying Demand Pattern) (Silver and Peterson, 1985) มีรายละเอียดดังนี้

$$EOQ = \sqrt{\left(\frac{2AD}{vr}\right)}$$

เมื่อ	A	=	ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง
	D	=	ความต้องการเฉลี่ยต่อปี
	v	=	ราคาต่อหน่วย
	r	=	ต้นทุนการเก็บรักษาต่อหน่วยเวลา

การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองร่วมกับตัวแบบการสั่งซื้อแบบประหยัด โดยกำหนดให้การสั่งซื้อวัตถุดิบนั้นไม่ได้รับวัตถุดิบทันทีที่สั่งซื้อ (Non – Zero Lead Time) และเมื่อสั่งวัตถุดิบแล้วจะได้รับวัตถุดิบทั้งหมดที่สั่งพร้อมกัน ในกรณีที่พบว่าระดับการให้บริการมีค่าน้อย อาจต้องมีการเพิ่มระดับวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ซึ่งจุดเวลาที่มีการสั่งซื้อ ระดับการให้บริการ และระดับวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัย มีค่าดังนี้

$$\text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการ (\sigma_{DL})} = \sqrt{\sigma_{DL}^2 L + \sigma_L^2 D_L^2}$$

$$\text{สินค้าคงเหลือเพื่อความปลอดภัย (SS)} = Z_L \sigma_{DL}$$

$$\text{จุดเวลาสั่งซื้อ (ROP)} = LD_L + SS$$

เมื่อ	D_L	=	ความต้องการเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา
	Z_L	=	NORMSINV (CSL)
	L	=	ระยะเวลาที่ต้องรอวัตถุดิบที่ตั้ง (Lead Time)
	σ_{DL}^2	=	ความแปรปรวนของความต้องการ
	σ_L^2	=	ความแปรปรวนของเวลานำ

ในงานวิจัยนี้ใช้การจัดการสินค้าคงคลังตามนโยบายแบบ (s, Q) ที่มีการตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังตลอดเวลา (Continuous Review) โดยกำหนดให้มีการจัดหาสินค้าเมื่อสินค้าคงคลังต่ำกว่าหรือเท่ากับระดับ s หน่วย และปริมาณการจัดหาในครั้งหนึ่งๆ มีจำนวนเท่ากับ Q หน่วย คือมีปริมาณเท่ากันทุกครั้งที่มีการสั่งซื้อ สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าการคำนวณเพื่อใช้กำหนดนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบ (s, Q)

รายละเอียด	วัตถุดิบ S1	วัตถุดิบ S2	วัตถุดิบ S3
ความต้องการเฉลี่ย (ตัน/วัน)	224.8145	173.5562	132.7902
ค่าความแปรปรวนของเวลานำ (วัน)	0.0285	0.0290	0.0085
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วัน)	57.2521	44.1524	33.6350
ระดับการให้บริการ	0.95	0.95	0.95
เวลานำเฉลี่ย (วัน)	3.30	2.74	2.38
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท/ตัน)	10,600	10,200	9,700
ต้นทุนการรักษา (ร้อยละ)	0.30	0.30	0.30
ต้นทุนการสั่งซื้อ (บาท/ตัน)	800	800	800
ต้นทุนสินค้าขาด (บาท/ตัน)	4,150	4,150	4,150
ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม	201.7947	180.7468	162.1242
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการ	132.7071	87.3698	61.1164
สินค้าคงเหลือเพื่อความปลอดภัย	217.6397	143.2865	100.2310
จุดสั่งซื้อใหม่	958.5909	619.1198	416.7144

จากตารางที่ 11 แสดงค่าปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม สินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย และจุดสั่งซื้อใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ โดยกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นในการปรับเปลี่ยนระดับที่เหมาะสมสำหรับใช้กำหนดนโยบายวัตถุดิบคงคลังต่อไป

6. สร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์

6.1. การตั้งปัญหาและให้คำจำกัดความของระบบงาน

ระบบงานในงานวิจัยนี้ เป็นกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ โดยสร้างแบบจำลองที่พิจารณาจุดสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งซื้อ ในระบบการผลิตแบบ Continuous Flow คือ มีการผลิตอย่างต่อเนื่อง

ระบบการตรวจสอบวัตถุดิบคงคลังเป็นระบบที่พิจารณาปริมาณการสั่งซื้อและกำหนดให้มีระยะเวลาในการตรวจสอบระดับวัตถุดิบคงคลังทุก 1 วัน เสมือนระบบที่พิจารณาระยะเวลาในการสั่งซื้อ เนื่องจากระยะเวลาในการตรวจสอบสั้นมาก อาจมองไม่เห็นความแตกต่างระหว่างระบบที่พิจารณาปริมาณการสั่งซื้อและระบบที่พิจารณาระยะเวลาในการสั่งซื้อ จึงต้องมีการกำหนดจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) ไว้ เมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังลดลงมาเท่ากับหรือน้อยกว่าจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) จะมีการสั่งซื้อทันที โดยส่วนหลักของระบบ คือ การตรวจสอบปริมาณสินค้าในสต็อกเทียบกับความต้องการของลูกค้า และเมื่อใดที่ลูกค้าสั่งซื้อแล้วพบว่าไม่มีสินค้าในสต็อกหรือมีไม่ครบจำนวน ลูกค้าก็จะซื้อสินค้าเท่าที่มี และทำการสั่งซื้อล่วงหน้าเท่ากับจำนวนสินค้าที่ขาดหายไป โดยจะจัดส่งให้ลูกค้าในส่วนที่ขาดทันทีที่มีสินค้า

สมมติฐาน : ปริมาณของวัตถุดิบที่สั่งซื้อจากผู้จัดหา (Supplier) มีปริมาณมากพอเสมอที่จะตอบสนองต่อความต้องการซื้อเพื่อใช้ในการผลิต

6.2. การสร้างตัวแบบจำลอง

ในงานวิจัยนี้ทำการสร้างตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา โดยกำหนดจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อ และกำหนดให้ความต้องการวัตถุดิบ (Demand) ต่อวันมีการกระจายตัวดังตารางที่ 12 ที่เกิดจากการวิเคราะห์ปริมาณการใช้วัตถุดิบด้วยโปรแกรม Input Analyzer ในโปรแกรม Arena ดังแสดงในภาคผนวก ง

ตารางที่ 12 ความต้องการวัตถุดิบในแต่ละวัน

เดือน	ปริมาณความต้องการวัตถุดิบ (ตันต่อวัน)		
	S1	S2	S3
ก.ค.-55	227+102*BETA(1.66, 1.24)	TRIA(156, 241, 261)	NORM(168, 16.6)
ส.ค.-55	227+132*BETA(0.39, 0.33)	NORM(230, 31.9)	133+80*BETA(0.70, 0.61)
ก.ย.-55	UNIF(194, 372)	TRIA(163, 178, 312)	119+109*BETA(0.89, 1.06)
ต.ย.-55	67+195*BETA(0.512, 0.42)	UNIF(64, 199)	UNIF(44, 154)
พ.ย.-55	TRIA(193, 237, 400)	TRIA(141, 187, 295)	TRIA(111, 142, 232)
ธ.ค.-55	TRIA(277, 419, 469)	NORM(312, 34.4)	TRIA(171, 248, 281)
ม.ค.-56	285+163*BETA(1.03, 1.18)	173+168*BETA(0.932, 1.17)	TRIA(153, 186, 263)
ก.พ.-56	193+179*BETA(0.751, 1.1)	TRIA(109, 123, 251)	TRIA(101, 120, 208)
มี.ค.-56	104+160*BETA(0.65, 0.57)	64+122*BETA(1.3, 1.12)	55.5+95*BETA(0.99, 0.86)
เม.ย.-56	TRIA(269, 330, 472)	NORM(264, 48.7)	TRIA(142, 206, 270)
พ.ค.-56	TRIA(74, 292, 293)	TRIA(74, 236, 236)	NORM(134, 36.1)
มิ.ย.-56	TRIA(23, 203, 272)	26+186*BETA(1.52, 1.26)	TRIA(16, 118, 161)

ตัวแบบจำลองการสั่งซื้อวัตถุดิบตามนโยบาย (s, Q) จะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณสินค้าคงคลังลดมาจนมีระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งซื้อจะเป็นการสั่งซื้อในปริมาณ Q ตันที่เท่ากันทุกครั้ง โดยมีการตั้งสมมติฐานสำหรับแบบจำลองซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมมติฐาน

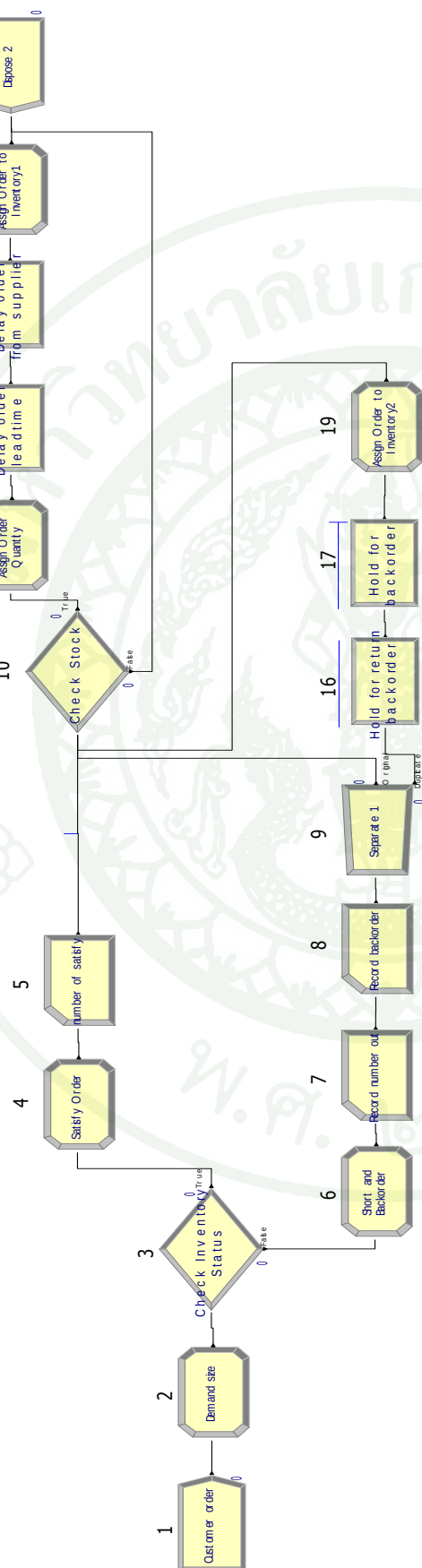
- ความต้องการวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะเป็นรายวันดังค่าในตารางที่ 12
- เมื่อความต้องการมากกว่าสินค้าในสต็อก ลูกค้าจะซื้อสินค้าเท่าที่มี และทำการสั่งซื้อล่วงหน้าเท่ากับจำนวนสินค้าที่ขาดหายไป โดยจะจัดส่งให้ลูกค้าในส่วนที่ขาดทันทีที่มีสินค้าครบ
- ในการตัดสินใจเพื่อสั่งซื้อวัตถุดิบจะกระทำ 2 ขั้นตอน คือ เปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันกับระดับจุดสั่งซื้อ หากพบว่าปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันสูงกว่าระดับจุดสั่งซื้อจะยังไม่ทำการสั่งซื้อ หากปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับจุดสั่งซื้อจะทำการสั่งซื้อทันที และเปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันกับความต้องการวัตถุดิบที่เข้ามา หากพบว่าปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันสูงกว่าปริมาณความ

ต้องการวัตถุดิบที่เข้ามาจะยังไม่ทำการสั่งซื้อ หากแต่ปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันน้อยกว่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่เข้ามา ณ ปัจจุบัน จะทำการสั่งทันที

กระบวนการดำเนินงานในตัวแบบจำลองเริ่มต้นด้วย Create Module ทำหน้าที่สร้างEntity ในที่นี้คือคำสั่งซื้อลูกค้าที่เข้ามาในระบบทุกๆ 1 วัน และขั้นตอนการตัดสินใจเพื่อสั่งซื้อวัตถุดิบได้ ใช้ Decide Module มาช่วยในการพิจารณาปริมาณของสินค้าคงคลังเทียบกับความต้องการ และจุดสั่งซื้อ ส่วน Assign Module ใช้ในการกำหนดค่าของตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบจำลอง ในแบบจำลองนี้ ใช้กำหนดความไม่แน่นอนของความต้องการ ปริมาณการสั่งซื้อ และคำนวณหาปริมาณสินค้าคงเหลือหลังจากที่มีการนำวัตถุดิบไปใช้และมีการสั่งซื้อวัตถุดิบเพิ่ม ตามแบบจำลอง ดังภาพที่ 20-22 สำหรับรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้สร้างแต่ละหน่วยย่อยในแบบจำลองสำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบตามนโยบาย (s, Q) ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

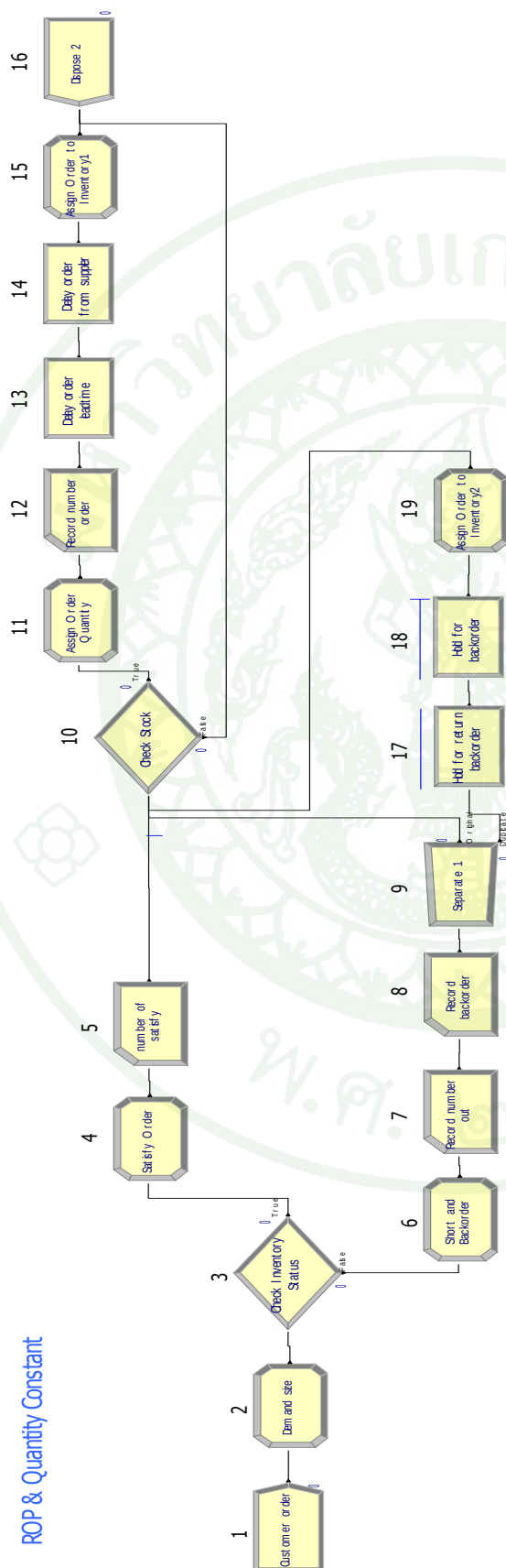
(s, Q) Inventory Policy Model with Backorder for SI

ROP & Quantity Constant



ภาพที่ 20 แบบจำลองสถานการณ์สำหรับการตั้งสต็อก (s, Q)

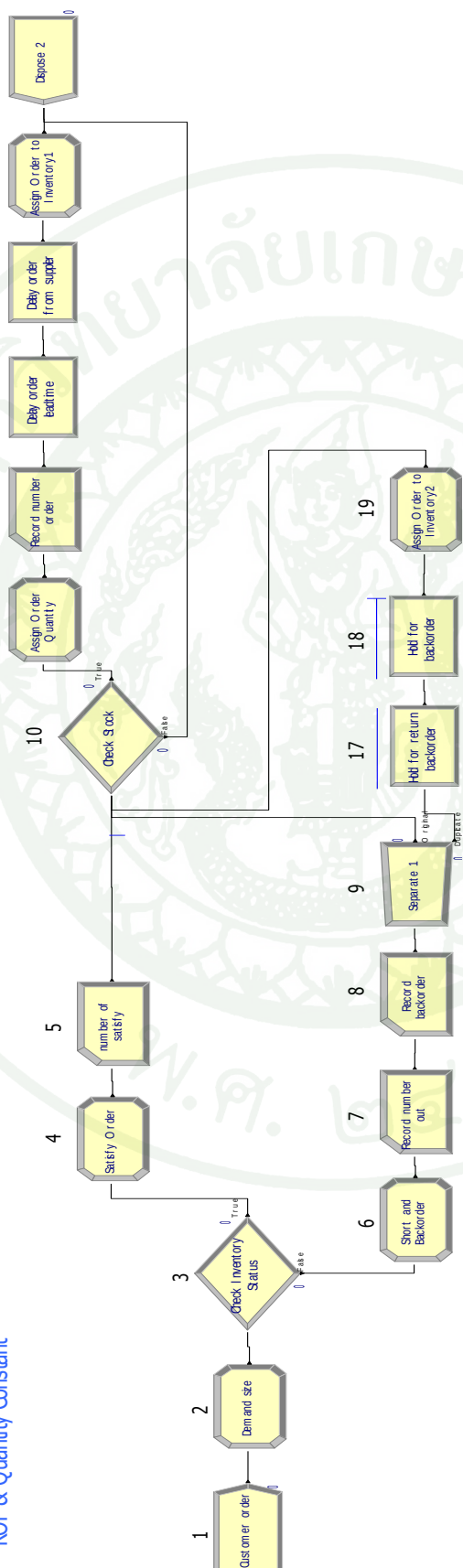
(s, Q) Inventory Policy Model with Backorder for S2
ROP & Quantity Constant



ภาพที่ 21 แบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบ S2 ตามนโยบาย (s, Q)

(s, Q) Inventory Policy Model with Backorder for S3

ROP & Quantity Constant



ภาพที่ 22 แบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบ S3 ตามนโยบาย (s, Q)

6.3. การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) ของตัวแบบจำลอง (Simulation Model)

ในงานวิจัยนี้ใช้การพิสูจน์ยืนยันด้วยการกำหนดปริมาณความต้องการ และปริมาณในการสั่งซื้อเป็นค่าคงที่ แล้วทำการรันแบบจำลองเพื่อพิจารณาวัตถุดิบคงคลังและต้นทุนต่างๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวิธีนี้จะสามารถทำให้สามารถพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแต่ละตัวว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ในตัวแบบจำลองอย่างไร ซึ่งจากการพิสูจน์ยืนยันตัวแบบจำลองพบว่าตัวแบบจำลองสามารถแสดงผลได้อย่างสมเหตุสมผล ดังแสดงในภาคผนวก ก ส่วนในการทดสอบความถูกต้อง (Validation) ของตัวแบบจำลองว่าผลลัพธ์จากตัวแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับผลลัพธ์ของระบบจริงหรือไม่ ได้อาศัยปัญหาการจัดการวัตถุดิบคงคลัง และข้อมูลความต้องการจากระบบจริง จึงไม่มีการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

6.4. การทดลองใช้ตัวแบบจำลอง (Running Simulation Model)

กรณีศึกษาของโรงงานปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวโพด โดยอ้างอิงจากสถานการณ์จริง ในด้านนโยบายการบริหารจัดการ ปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนความต้องการใช้วัตถุดิบ ส่วนข้อมูลด้านต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบ ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต็อก และต้นทุนในการสั่งซื้อเป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณในช่วงที่มีความต้องการมากที่สุด ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมเมื่อมีการนำไปใช้งานจริง โดยใช้นโยบายในการจัดการวัตถุดิบคงคลังแบบ (s,Q) เพื่อแก้ปัญหาในการสั่งซื้อวัตถุดิบให้มีปริมาณที่เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง

การทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างด้วยโปรแกรม Arena ต้องมีการคำนวณหาจำนวนซ้ำของการรันตัวแบบจำลองเพื่อลดความแปรปรวนของผลการรันตัวแบบจำลอง สามารถคำนวณได้จากสูตร Banks et al. (2002)

$$S_0 = \left(\frac{H.W. \times \sqrt{R_0}}{t_{\alpha/2, R_0-1}} \right)$$

$$R = \left(\frac{t_{\alpha/2, R_0-1} S_0}{\varepsilon} \right)^2$$

- โดยที่ R คือ จำนวนรอบการทำซ้ำที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เกินค่า ε
 S_0 คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้
กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้ เท่ากับ 0.05
H.W. คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง
 R_0 คือ จำนวนรอบการทำซ้ำเริ่มต้น

ทดลองรันตัวแบบจำลองจำนวน 20 ซ้ำ และนำผลจากการรันมาคำนวณหาจำนวนซ้ำที่เหมาะสมจากสูตรข้างต้น ซึ่งผลจากการรันตัวแบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง เท่ากับ 18.78, 5.56 และ 2.96 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการทดลอง (S_0) เท่ากับ 40.13, 11.88 และ 6.32 และคำนวณหาจำนวนซ้ำ พบว่าจำนวนซ้ำที่เหมาะสมคือ 71, 7, และ 2 ซ้ำ ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3 ซึ่ง แสดงว่าการรันตัวแบบจำลองจะต้องรันแบบจำลองของวัตถุดิบ S1 อย่างน้อย 71 ซ้ำ, วัตถุดิบ S2 อย่างน้อย 7 ซ้ำ และวัตถุดิบ S3 อย่างน้อย 2 ซ้ำ ดังนั้นในการทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์กับกรณีศึกษาจะทำการรันวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดจำนวน 100 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์

ผล

กรณีศึกษาของโรงงานปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวโพด โดยอ้างอิงจากสถานการณ์จริง ในด้านนโยบายการบริหารจัดการ ปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนความต้องการใช้วัตถุดิบ ส่วนข้อมูลด้านต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบ ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต็อก และต้นทุนในการสั่งซื้อเป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณในช่วงที่มีความต้องการมากที่สุด ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมเมื่อมีการนำไปใช้งานจริง โดยใช้นโยบายในการจัดการวัตถุดิบคงคลังแบบ (s,Q) เพื่อแก้ปัญหาในการสั่งซื้อวัตถุดิบให้มีปริมาณที่เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง โดยมีรายละเอียดของข้อมูลเริ่มต้นดังตารางที่ 11 และตารางที่ 12 แสดงความต้องการของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ได้ผลลัพธ์จากการรันโดยใช้ค่าเริ่มต้นดังรายละเอียดตามตาราง ซึ่งพบว่าค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด 782,516.82, 987,940.11 และ 778,701.11 บาท มีค่าความคาดเคลื่อนไม่เกิน 3% ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3 ดังรายละเอียดตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการรันแบบจำลองด้วยค่าเริ่มต้น

รายละเอียด	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3
สินค้าคงคลังเฉลี่ยในระบบ (ตัน)	124.70 ± 6.97	216.83 ± 2.93	170.53 ± 1.40
ค่าเฉลี่ยของสินค้าขาดมือ (ตัน)	151.14 ± 2.18	109.21 ± 2.04	93.83 ± 2.07
จำนวนวันที่ลูกค้ามาแล้วได้ของครบ (วัน)	110.63 ± 5.31	200.90 ± 2.79	276.05 ± 1.93
จำนวนวันที่ลูกค้ามาแล้วได้ของไม่ครบ (วัน)	250.37 ± 5.31	160.10 ± 2.79	84.95 ± 1.93
ค่าใช้จ่ายรวมของสินค้าคงคลัง (บาท)	782,516.82 ± 22,549.29	987,940.11 ± 7,007.63	778,701.11 ± 3,790.87

วิจารณ์

เมื่อทำการปรับปรุงระบบข้างต้นโดยการบริหารจัดการค่าของจุดสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งซื้อที่กำหนดให้เพิ่มขึ้นทีละ 5% ตามนโยบายแบบ (s,Q) โดยใช้ Process Analyzer ช่วยในการสร้างทางเลือกค่าจุดสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมให้กับระบบภายใต้ภายใต้วัตถุประสงค์ของค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 14-16

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S1 ด้วย Process Analyzer

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อ ต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ยในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของสินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (S1)	959	202	326.14	782,516.82	0.31
		212	549.74	936,143.65	0.41
		233	591.67	1,097,756.70	0.56
		268	615.11	1,188,660.58	0.64
		322	624.00	1,201,328.22	0.65
		402	664.69	1,463,426.44	0.86
		523	732.26	1,526,741.41	0.80
		706	811.52	1,851,920.05	0.93
		989	937.72	1,947,416.27	0.77
		1483	1,161.71	3,013,713.13	0.95
	1,007	202	397.53	821,751.51	0.31
		212	591.05	978,361.72	0.42
		233	641.50	1,179,228.48	0.58
		268	630.31	1,279,349.13	0.66
		322	677.72	1,485,473.83	0.83
		402	720.88	1,600,675.69	0.89
		523	764.93	1,650,955.55	0.81
		706	863.14	1,993,340.26	0.95
		989	959.57	2,418,079.00	0.95
		1483	1,283.41	3,157,665.37	0.96

ตารางที่ 14 (ต่อ)

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อ ต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ย ในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของ สินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (S1)	1,108	202	702.19	1,068,750.59	0.44
		212	690.57	1,212,824.03	0.54
		233	726.04	1,342,528.27	0.61
		268	738.15	1,534,907.60	0.79
		322	787.88	1,748,086.46	0.87
		402	811.38	1,903,431.50	0.9446
		523	902.20	2,064,455.70	0.9584
		706	951.68	2,303,284.04	0.98
		989	1,071.54	2,727,881.25	0.98
		1483	1,356.97	3,474,485.80	0.98
	1,274	202	858.75	1,246,109.35	0.48
		212	880.65	1,433,071.19	0.58
		233	885.41	1,611,211.87	0.69
		268	911.73	1,855,657.84	0.83
		322	935.87	2,196,854.49	0.91
		402	982.19	2,420,865.09	0.98
		523	1,067.67	2,578,683.19	0.98
		706	1,134.43	2,824,958.82	0.99
		989	1,242.61	3,244,119.76	0.99
		1483	1,523.64	3,988,125.65	0.99
	1,529	202	1,100.36	1,430,708.85	0.52
		212	1,141.32	1,667,877.62	0.61
		233	1,154.98	1,974,488.09	0.72
		268	1,162.79	2,359,965.21	0.86
		322	1,190.07	2,870,644.13	0.94
		402	1,232.14	3,211,115.70	0.99
		523	1,316.72	3,373,000.39	0.99
		706	1,347.79	3,627,894.41	0.99
		989	1,516.17	4,047,588.30	0.99

ตารางที่ 14 (ต่อ)

วัตถุดิบ	จุดตั้งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ยในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของสินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14.5% (S1)	1,529	1483	1,816.50	4,813,235.40	0.99
	1,911	202	1,400.01	1,626,604.51	0.54
		212	1,480.23	1,918,153.03	0.63
		233	1,518.28	2,354,387.36	0.75
		268	1,528.30	3,002,337.21	0.89
		322	1,579.45	3,857,613.44	0.96
		402	1,602.22	4,405,538.60	0.99
		523	1,695.26	4,573,456.29	0.99
		706	1,780.08	4,820,865.79	0.99
		989	1,896.10	5,239,492.22	0.99
		1483	2,125.45	6,003,931.89	0.99

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S2 ด้วย Process Analyzer

วัตถุดิบ	จุดตั้งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ยในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของสินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้นมากกว่า 14.5%-18% (S2)	619	181	337.36	987,940.11	0.56
		190	341.40	1,020,692.32	0.60
		209	353.39	1,010,252.18	0.62
		240	357.20	1,114,054.92	0.73
		288	391.56	1,172,565.27	0.78
		361	444.35	1,219,690.61	0.82
		469	484.29	1,366,270.69	0.86
		633	519.64	1,459,268.96	0.83
		886	713.66	1,939,059.48	0.92
		1,329	898.90	2,591,079.72	0.94
	650	181	356.47	1,041,094.68	0.59
		190	374.91	1,086,936.09	0.65
		209	391.04	1,168,616.86	0.74

ตารางที่ 15 (ต่อ)

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อ ต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ย ในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของ สินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้น มากกว่า 14.5%-18% (S2)	650	240	389.01	1,192,708.06	0.77
		288	412.53	1,256,512.64	0.82
		361	463.82	1,308,193.12	0.85
		469	501.42	1,457,586.44	0.89
		633	574.64	1,676,420.75	0.91
		886	744.81	2,029,259.40	0.94
		1,329	908.68	2,680,667.61	0.96
	715	181	437.32	1,151,887.12	0.64
		190	432.03	1,221,921.29	0.71
		209	466.45	1,304,888.63	0.79
		240	462.16	1,373,938.99	0.84
		288	488.34	1,445,416.84	0.89
		361	538.76	1,493,936.55	0.90
		469	549.95	1,652,049.65	0.93
		633	656.66	1,866,836.50	0.94
		886	820.33	2,219,567.10	0.96
		1,329	1,015.67	2,877,235.21	0.97
	822	181	536.15	1,393,926.99	0.75
		190	539.57	1,455,047.54	0.79
		209	560.13	1,540,173.87	0.85
		240	566.00	1,678,506.88	0.91
		288	591.34	1,763,047.68	0.95
		361	647.49	1,845,568.98	0.96
		469	680.67	1,969,155.88	0.97
		633	724.53	2,191,432.55	0.98
		886	901.24	2,548,317.67	0.98
		1,329	1,137.11	3,202,385.22	0.99
	987	181	696.62	1,650,869.64	0.78
		190	721.49	1,738,827.57	0.83

ตารางที่ 15 (ต่อ)

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อ ต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ย ในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของ สินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้น มากกว่า 14.5%-18% (S2)	987	209	353.39	1,010,252.18	0.62
		240	740.69	2,111,707.16	0.94
		288	760.80	2,236,864.65	0.98
		361	805.44	2,342,562.04	0.99
		469	839.28	2,468,861.85	0.99
		633	904.64	2,691,755.13	0.99
		886	1,070.40	3,053,192.43	0.99
		1,329	1,267.57	3,702,049.16	0.99
	1,233	181	945.53	1,887,072.07	0.79
		190	945.33	2,048,400.87	0.83
		209	976.14	2,326,775.23	0.90
		240	985.43	2,728,510.34	0.96
		288	1,003.54	2,941,131.15	0.98
		361	1,056.79	3,085,311.12	0.99
		469	1,081.92	3,217,393.23	0.99
		633	1,120.14	3,432,150.03	0.99
		886	1,318.31	3,800,730.05	0.99
		1,329	1,577.53	4,441,887.31	0.99

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S3 ด้วย Process Analyzer

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อ ต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ย ในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของ สินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้น มากกว่า 18%- 21% (S3)	417	162	299.43	778,701.11	0.76
		170	296.21	801,160.94	0.81
		187	307.68	829,194.95	0.87
		215	319.81	835,093.60	0.85
		258	365.37	896,048.91	0.94
		323	395.16	956,812.03	0.93

ตารางที่ 16 (ต่อ)

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อ ต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ย ในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของ สินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้น มากกว่า 18%- 21% (S3)	417	420	448.99	1,009,107.01	0.87
		566	519.22	1,249,219.20	0.95
		793	617.22	1,554,735.61	0.96
		1,190	826.41	2,109,663.67	0.98
	438	202	313.77	825,563.41	0.79
		212	318.76	849,241.02	0.83
		233	308.28	881,568.66	0.88
		268	342.37	919,315.22	0.94
		322	375.98	956,972.04	0.96
		402	392.90	1,017,192.68	0.95
		523	458.69	1,122,848.87	0.95
		706	518.27	1,309,734.66	0.96
		989	645.42	1,617,382.42	0.97
		1,483	827.65	2,168,481.98	0.98
	482	202	360.52	925,675.63	0.82
		212	373.32	948,873.37	0.86
		233	370.78	988,130.11	0.91
		268	382.53	1,038,346.74	0.96
		322	416.21	1,082,614.75	0.97
		402	434.59	1,141,875.34	0.98
		523	512.55	1,250,478.94	0.97
		706	597.43	1,433,972.85	0.97
		989	699.09	1,742,505.79	0.98
		1,483	855.74	2,296,618.26	0.98
	554	202	428.06	1,060,632.32	0.87
		212	435.62	1,115,796.44	0.90
		233	438.58	1,174,065.21	0.94
		268	461.95	1,234,992.39	0.98
		322	480.21	1,289,731.84	0.99

ตารางที่ 16 (ต่อ)

วัตถุดิบ	จุดสั่งซื้อ (s)	ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (Q)	สินค้าคงคลังเฉลี่ยในระบบ (ตัน)	ค่าใช้จ่ายรวมของสินค้าคงคลัง (บาท)	ระดับบริการ
เมล็ดข้าวโพด ความชื้น มากกว่า 18%- 21% (S3)	554	402	530.95	1,347,993.78	0.99
		523	581.45	1,458,565.89	0.99
		706	672.69	1,641,213.28	0.99
		989	772.87	1,949,064.31	0.99
		1,483	956.77	2,501,190.80	0.99
	665	212	549.04	1,276,620.45	0.90
		212	546.99	1,348,020.67	0.92
		233	557.65	1,437,666.06	0.95
		268	576.12	1,542,860.32	0.99
		322	592.63	1,610,784.11	0.99
		402	638.61	1,666,961.99	0.99
		523	692.11	1,781,270.21	1.00
		706	793.79	1,962,846.63	0.99
		989	886.77	2,269,160.41	0.99
		1,483	1,097.88	2,827,929.65	1.00
	831	212	719.91	1,533,779.71	0.91
		212	715.93	1,677,730.80	0.94
		233	736.93	1,832,076.01	0.96
		268	744.48	1,987,626.52	0.99
		322	757.24	2,085,853.91	1.00
		402	797.47	2,147,426.78	1.00
		523	833.54	2,255,849.81	1.00
		706	939.19	2,443,171.88	1.00
		989	1,041.81	2,755,010.01	1.00
		1,483	1,225.63	3,307,624.58	1.00

จากตารางที่ 14-16 การกำหนดค่าจุดสั่งซื้อ (s) และปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (Q) เพื่อใช้ในการทดสอบสถานการณ์ (Scenarios) ต่างๆ ในตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยใช้ค่าเริ่มต้นของจุดสั่งซื้อ (s) และปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (Q) ที่ได้จากการคำนวณหาปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมและ

จุดสั่งซื้อที่มีการกำหนดค่าสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยที่ระดับการให้บริการ 95% และกำหนดการเพิ่มของระดับจุดสั่งซื้อที่ละ 5% โดยเริ่มต้นที่ 5%-25% และเพิ่มปริมาณการสั่งซื้อที่ละ 5% โดยเริ่มต้นที่ 5%-50% เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการเพิ่มจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่มีผลต่อต้นทุนรวมและจำนวนครั้งที่ลูกค้ามาแล้วได้ของครบ

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสถานการณ์ต่างๆดังตารางที่ 14-16 พบว่าระดับวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนในด้านการจัดเก็บรักษา (Holding cost) มีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering cost) จะมีแนวโน้มลดลง ส่วนจำนวนครั้งที่ลูกค้ามาแล้วได้ของครบจำนวนซึ่งแสดงถึงระดับการให้บริการจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบคงคลังเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการที่เกิดขึ้นได้ ในส่วนรายละเอียดเพิ่มเติม พบว่าต้นทุนรวม (Total cost) จะแปรผันตามกับปริมาณในการสั่งซื้อ (Order Quantity, Q) จากค่าน้อยไปมากที่จุดสั่งซื้อ (Re-order point, ROP) คงที่ และเมื่อปริมาณในการสั่งซื้อ (Order Quantity, Q) คงที่ที่ระดับจุดสั่งซื้อ (Re-order point, ROP) ใดๆ จะพบว่าต้นทุนรวม (Total cost) มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากระดับวัตถุดิบคงคลังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และเมื่อระดับวัตถุดิบในคลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการย่อมมีมากขึ้น

จากตารางที่ 14-16 จะเห็นว่าจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อในแต่ละจุดมีต้นทุนรวมและจำนวนครั้งที่ลูกค้ามาแล้วได้ของครบแตกต่างกัน ดังนั้นในการพิจารณาว่าควรเลือกจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อให้เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับนโยบายในการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังขององค์กรว่าจะให้ความสำคัญกับต้นทุนหรือระดับบริการ ซึ่งในบางองค์กรอาจให้ความสำคัญกับทั้ง 2 กรณี ดังตัวอย่างของโรงงานกรณีศึกษา ต้องการระดับการให้บริการของวัตถุดิบคงคลังที่ 0.95 ขึ้นไป โดยมีต้นทุนรวมต่ำสุด ต้องเลือกจุด และปริมาณในการสั่งซื้อ ดังตารางที่ 17 และเมื่อทำการเปรียบเทียบระบบที่เลือกตามนโยบาย (s,Q) ของโรงงานกรณีศึกษา ที่กับระบบจริง พบว่าต้นทุนรวมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการวัตถุดิบ S1 ลดลง 51.18%, S2 ลดลง 48.83% และ S3 ลดลง 65.18% ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 17 จุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อตามนโยบายของโรงงานกรณีศึกษา

วัตถุดิบ	ระดับบริการ	จุดสั่งซื้อ (ตัน)	ปริมาณในการสั่งซื้อ (ตัน)	ต้นทุนรวม (บาท)
S1	0.95	1,108	402	1,903,431.49
S2		822	288	1,763,047.68
S3		438	322	956,972.04

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบระบบที่เลือก กับระบบจริงตั้งแต่เดือน ก.ค. 2555 ถึง ธ.ค. 2555

วัตถุดิบ	ค่าใช้จ่ายรวม		%ลดลงของค่าใช้จ่าย
S1	3,898,949.87	1,903,431.50	51.18%
S2	3,445,420.22	1,763,047.68	48.83%
S3	2,748,346.30	956,972.04	65.18%

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาระบบการทำงานของโรงงานปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวโพด พบปัญหาการจัดการปริมาณวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณมากเกินไป และมีการจัดเก็บที่ไม่ตรงกับความต้องการในการผลิตสินค้า ทำสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการจัดการสินค้าคงคลัง ในกรณีศึกษาได้ใช้เทคนิคการพยากรณ์ การวิจัยการดำเนินงาน และการจำลองสถานการณ์ เข้ามาช่วยในการจัดการวัตถุดิบคงคลังเพื่อให้ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องน้อยลง ได้ผลจากการศึกษาดังนี้

1. วิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้ คือวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์ (Holt -Winters Smoothing) ซึ่งเป็นแบบการพยากรณ์ที่ให้ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยสุด เมื่อเทียบกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (Simple Moving Average), วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว (Simple Exponential Smoothing) และวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง (Double Exponential Smoothing) โดยผลการพยากรณ์ที่ได้เป็นปริมาณยอดขายรายเดือนอีก 12 เดือนข้างหน้า ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนมิถุนายน 2556 และยังทำการทดสอบความแม่นยำโดยนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2555 เทียบกับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อน 26.87% ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่าวิธีอื่น

2. การวิจัยการดำเนินงาน ซึ่งนำผลที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์ มาใช้ในหาปริมาณวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่เหมาะสมกับความต้องการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดที่เกี่ยวกับความสามารถในการผลิต และต้นทุนต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำให้กำไรในการขายมีค่าสูงที่สุด

3. ระดับจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์พบว่า ที่ระดับการให้บริการของวัตถุดิบคงคลังที่ 0.95 ขึ้นไป และมีต้นทุนรวมต่ำสุดตามนโยบายของโรงงาน กรณีศึกษา ต้องเลือกจุดสั่งซื้อที่ 1,108, 822 และ 438 ตัน ปริมาณในการสั่งซื้อ 402, 288 และ 322 ตัน ต้นทุนรวม 1,903,431.50, 1,763,047.68 และ 956,972.04 บาท หรือต้องการระดับการให้บริการสูงสุดที่ 0.99 ต้องเลือกจุดสั่งซื้อที่ 1,274, 987 และ 554 ตัน ปริมาณในการสั่งซื้อ 706, 361 และ 322

ต้น ต้นทุนรวม 2,824,954.82, 2,342,562.04 และ 1,289,731.84 บาท ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3

4. เมื่อเปรียบเทียบระบบที่ได้จากการรันแบบจำลองสถานการณ์ตามนโยบาย (s,Q) ที่ระดับการให้บริการ 95% และมีต้นทุนรวมต่ำสุดกับระบบจริง พบว่าต้นทุนรวมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการวัตถุดิบ S1 ลดลง 51.18%, S2 ลดลง 48.83% และ S3 ลดลง 65.18%

ข้อเสนอแนะ

1. ค่าพยากรณ์ที่นำมาใช้ในแบบจำลอง เป็นการนำค่าพยากรณ์รายเดือนมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะได้เป็นค่าคงที่ในแต่ละวัน และใส่ไปในแบบจำลอง ทำให้ค่าที่ได้ในแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนจากค่าระบบจริง ดังนั้นอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของความเป็นฤดูกาลของเมล็ดข้าวโพด

2. การวิจัยการดำเนินงาน ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิตที่นำมาพิจารณาเป็นความสามารถในการผลิตเพียงวิธีเดียวเพื่อให้ได้วัตถุดิบ เพื่อความแม่นยำในการพยากรณ์ ดังนั้นอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของความสามารถในการผลิตอีกวิธีหนึ่ง โดยอาศัยวิธีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้อง

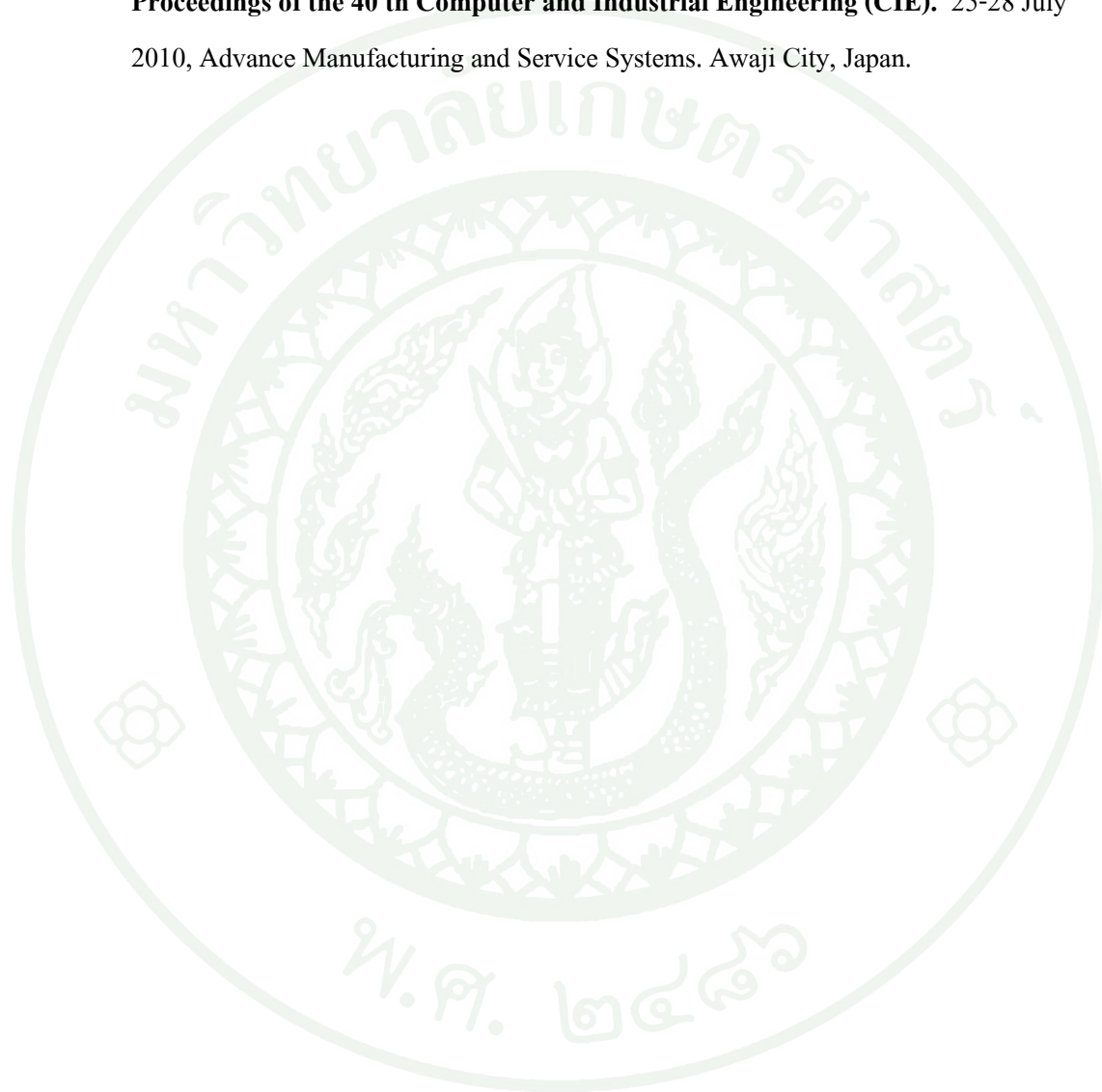
3. แบบจำลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุดิบที่มีความต้องการแบบฤดูกาล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ชุมพล ศฤงคารศิริ . 2545. การวางแผนและควบคุมการผลิต. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- นิรันดร์ เชยเกตุ . 2543. การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของราคาและการสะท้อนราคาของมันสำปะหลัง ข้าวโพด ถั่วเขียว และถั่วเหลืองของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งรัตน์ ภิธัชเพ็ญ . 2553. คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arcana. บริษัทซีเ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554. การปฏิบัติที่ดีสำหรับหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, กรุงเทพฯ.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ . 2542. การจำลองแบบปัญหา. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อมรรัตน์ ปราบมภ์ . 2539. การพยากรณ์ร่วมโดยให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Abdul, I. and A. Murata. 2011. Optimizing an Integrated Quality and Production-Inventory System with Perishable Seasonal Products, pp. 2637-2642. *In Proceedings of 2011 SICE Annual Conference (SICE)*. 13-18 September 2011, The Society of Instrument and Control Engineers (SICE). Tokyo, Japan.
- Bai, S. and Y. Li. 2008. Study of Inventory Management Based on Triangular Fuzzy Number Theory, pp. 1648–1651. *In Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Information*. 12-15 October 2008, IEEE Intelligent Transportation Systems Society, China.
- Gao, J.j., Y.j. Wang and L.j. Hu. 2006. Modeling and Simulating for A Distribution System Based on Fuzzy Systems to Forecast Demand, pp. 382-387. *In Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Information*. 21-23 June 2006, IEEE Intelligent Transportation Systems Society. Tokyo, Japan.
- Guo, W., and G. Huang. 2006. Modeling and Simulation for Supply Chain Contract Based on the Inventory Management under Uncertain Demand, pp. 770-775. *In Proceedings of 2006 International Conference on Industrial Information*. 16-18 August 2006, 2006 IEEE International Conference on Industrial Informatics. Singapore.
- Patil, K., K. Jin and H. Li. 2011. Arena Simulation Model for Multi Echelon Inventory System in Supply Chain Management, pp. 1214–1217. *In Proceedings IEEE International Conference on Industrial Engineering Conference and Engineering Management*. 6-9 December 2011, Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Singapore.
- Rajeev, N. 2008. Inventory Management Performance in Indian Machine Tool SMEs, pp. 1060–1062. *In Proceedings of IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 8-11 December 2008, Singapore.

Wu, J.Z., C.F. Chien, Y.S. Huang and H.Y. Huang. 2010. A Multi-Period Inventory Model to Incorporate with Inventory Age, Accounting Principle, and Product Structure: A Case Study in a Make-to-Stock Semiconductor Integrated Device Manufacturer, pp. 1-6. *In Proceedings of the 40 th Computer and Industrial Engineering (CIE)*. 25-28 July 2010, Advance Manufacturing and Service Systems. Awaji City, Japan.

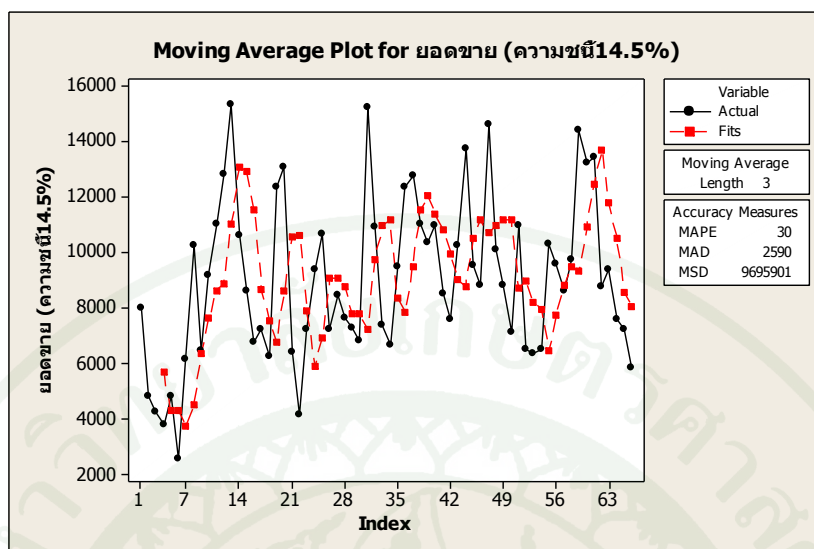




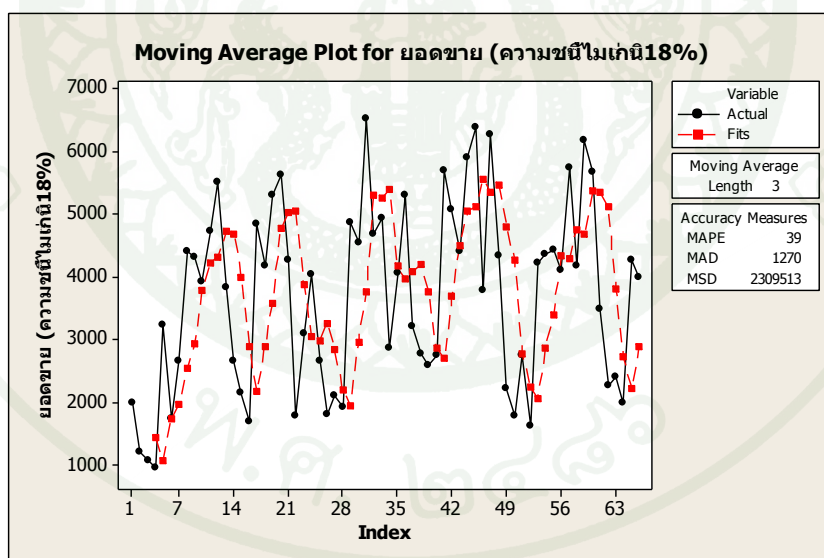


ตารางผนวกที่ ก1 ค่าความแม่นยำในการพยากรณ์จากค่า MAD, MAPE และ MSE ของเมล็ดข้าวโพดความชื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 14.5% และความชื้นไม่เกิน 18%

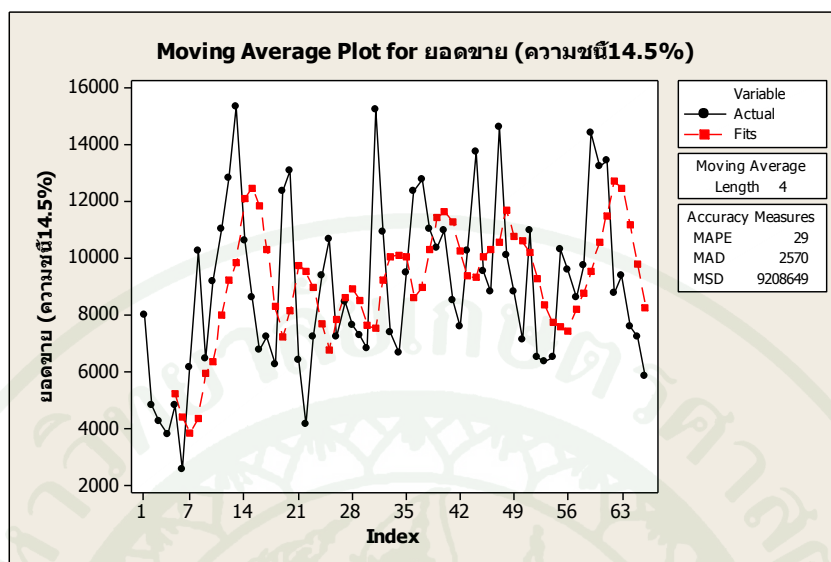
วิธีการพยากรณ์	ค่าที่ใช้ในวิธีพยากรณ์	เมล็ดข้าวโพดความชื้น มากกว่าหรือเท่ากับ 14.5%			เมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18%		
		MAD	MAPE	MSE	MAD	MAPE	MSE
วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ แบบง่าย	ค่าสังเกตในการ เคลื่อนที่ 3 เดือน	2590	30	9695901	1270	39	2309513
	ค่าสังเกตในการ เคลื่อนที่ 4 เดือน	2570	29	9208649	1411	43	2548993
	ค่าสังเกตในการ เคลื่อนที่ 5 เดือน	2606	30	9475041	1456	45	2709847
วิธีปรับให้เรียบ แบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Alpha) = 0.369	2356	28	7872465	1121	34	1886884
วิธีปรับให้เรียบ แบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Alpha) = 0.981	2283	26	8623311	1117	32	2007612
	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Gamma) = 0.02						
วิธีปรับให้เรียบ แบบไฮลท์ วินเทอร์	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Alpha) = 0.1	1903	24	6711760	996	31	1843154
	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Gamma) = 0.1						
	ค่าคงที่การปรับเรียบ (Delta) = 0.1						



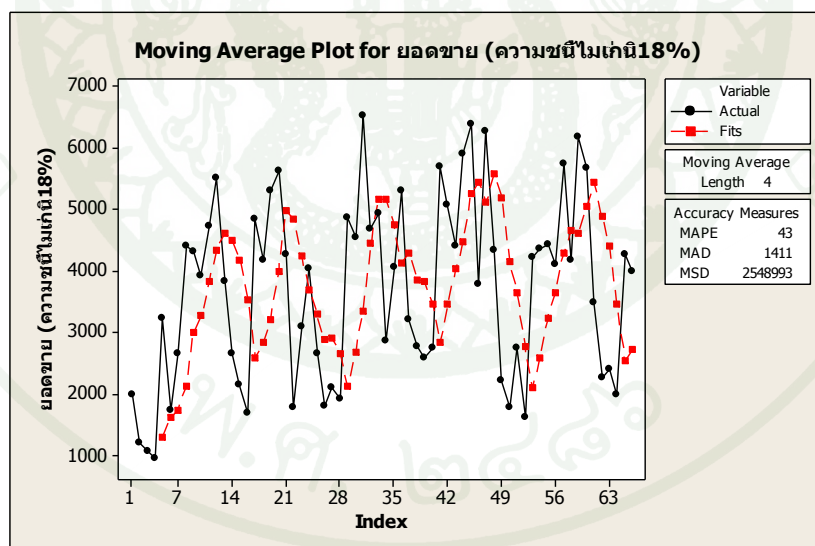
ภาพผนวกที่ ก1 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น14.5% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือน



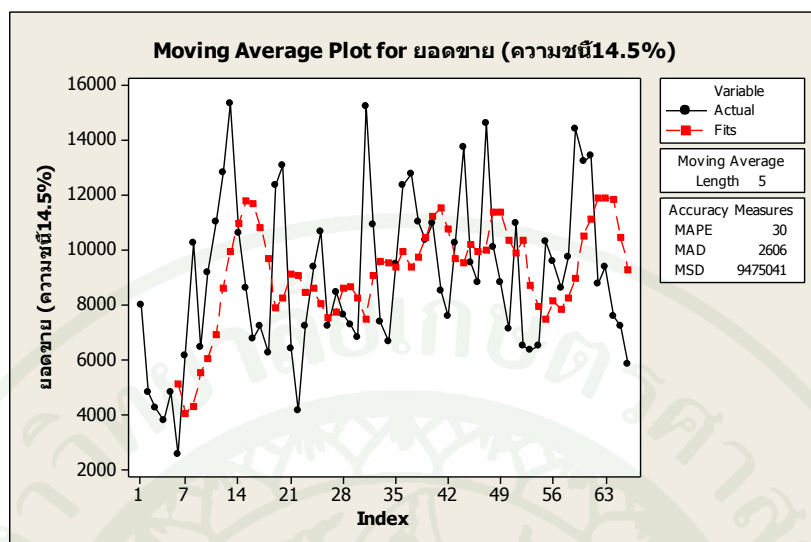
ภาพผนวกที่ ก2 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือน



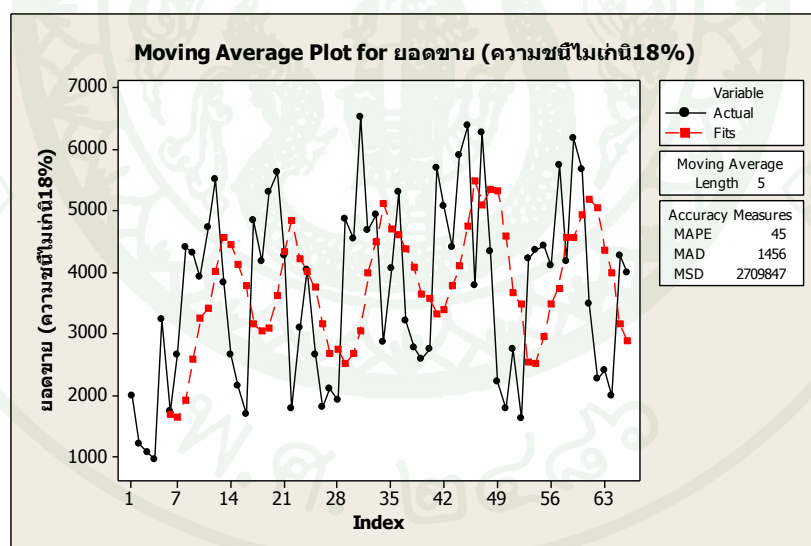
ภาพผนวกที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น14.5% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือน



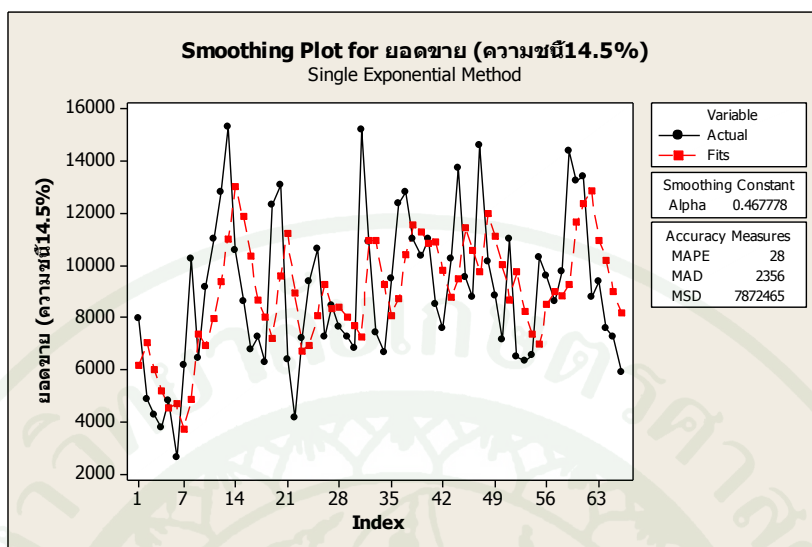
ภาพผนวกที่ 4 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือน



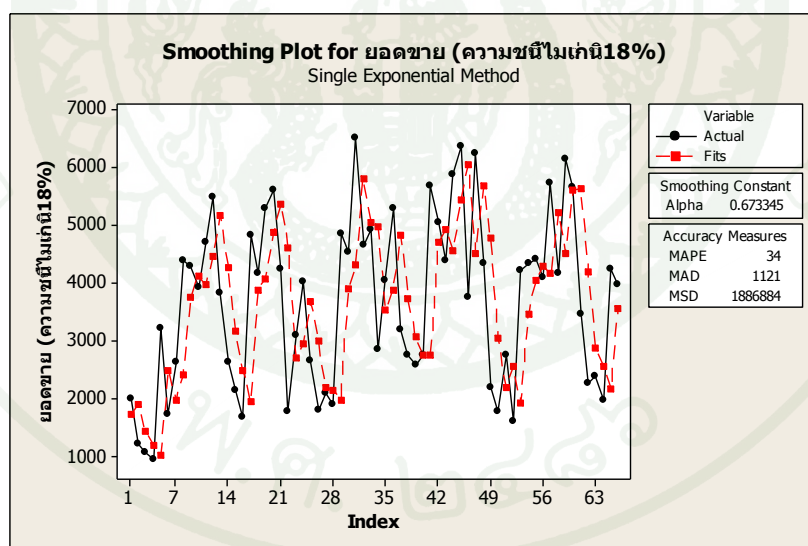
ภาพผนวกที่ ก5 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น14.5% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือน



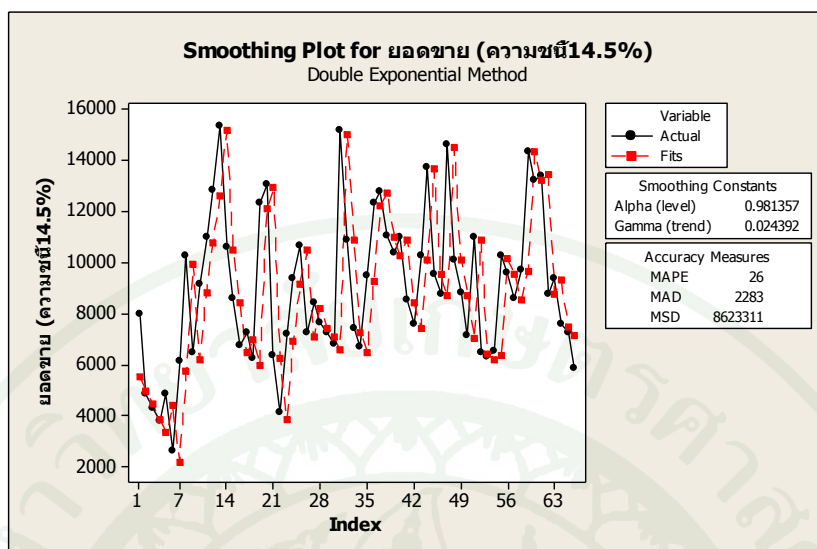
ภาพผนวกที่ ก6 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือน



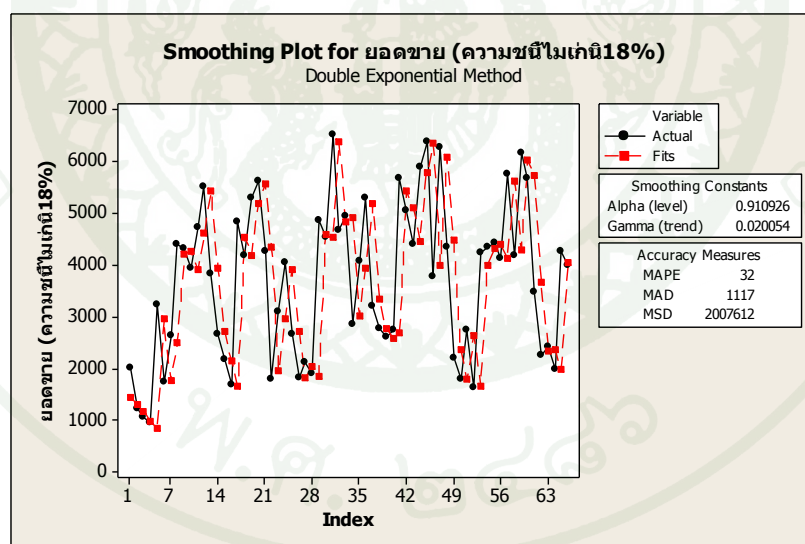
ภาพผนวกที่ ก7 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น14.5%
ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว



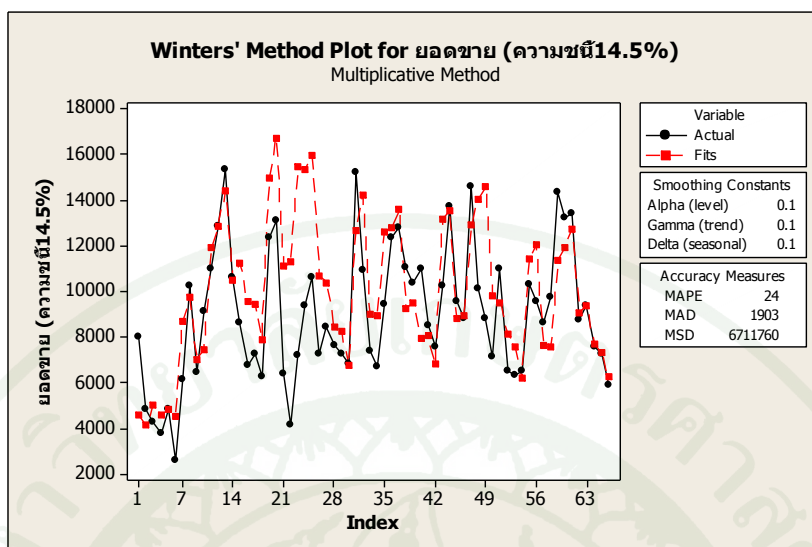
ภาพผนวกที่ ก8 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18%
ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว



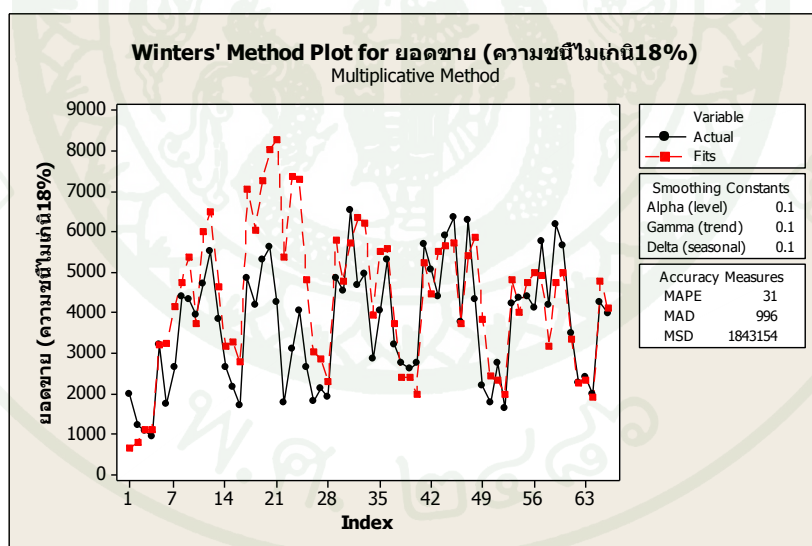
ภาพผนวกที่ ก9 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น14.5%
ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง



ภาพผนวกที่ ก10 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18%
ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง



ภาพผนวกที่ ก11 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น14.5% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์



ภาพผนวกที่ ก12 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น18% ด้วยวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์ วินเทอร์

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือนกับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงสุด 49.22% ดังตารางผนวกที่ ก2

ตารางผนวกที่ ก2 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 เดือนกับยอดขายจริงระหว่างเดือนก.ค. 2555 – พ.ย. 2555

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่ 3 เดือน)	ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
14.50%	ก.ค.-55	13589.12	6900.46	6688.66	49.22%
	ส.ค.-55	12897.13	6900.46	5996.67	46.50%
	ก.ย.-55	6789.00	6900.46	-111.46	-1.64%
	ต.ค.-55	9179.70	6900.46	2279.24	24.83%
	พ.ย.-55	9834.50	6900.46	2934.04	29.83%
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	6493.80	3409.83	3083.97	47.49%
	ส.ค.-55	6159.50	3409.83	2749.67	44.64%
	ก.ย.-55	4987.24	3409.83	1577.41	31.63%
	ต.ค.-55	3973.10	3409.83	563.27	14.18%
	พ.ย.-55	5279.43	3409.83	1869.60	35.41%

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือนกับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงสุด 54.70% ดังตารางผนวกที่ ก3

ตารางผนวกที่ ก3 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 4 เดือนกับยอดขายจริงระหว่างเดือนก.ค. 2555 – พ.ย. 2555

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่ 4 เดือน)	ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
14.50%	ก.ค.-55	13589.12	7886.03	5703.09	41.97%
	ส.ค.-55	12897.13	7886.03	5011.10	38.85%
	ก.ย.-55	6789.00	7886.03	-1097.03	-16.16%
	ต.ค.-55	9179.70	7886.03	1293.67	14.09%
	พ.ย.-55	9834.50	7886.03	1948.47	19.81%
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	6493.80	2941.81	3551.99	54.70%
	ส.ค.-55	6159.50	2941.81	3217.69	52.24%

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่ 4 เดือน)	ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
ไม่เกิน 18%	ก.ย.-55	4987.24	2941.81	2045.43	41.01%
	ต.ค.-55	3973.10	2941.81	1031.29	25.96%
	พ.ย.-55	5279.43	2941.81	2337.62	44.28%

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย ที่ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือนกับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงสุด 54.14% ดังตารางผนวกที่ ก4

ตารางผนวกที่ ก4 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่เท่ากับ 5 เดือนกับยอดขายจริงระหว่างเดือนก.ค. 2555 – พ.ย. 2555

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (ค่าสังเกตในการเคลื่อนที่ 5 เดือน)	ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
14.50%	ก.ค.-55	13589.12	7772.72	5816.40	42.80%
	ส.ค.-55	12897.13	7772.72	5124.41	39.73%
	ก.ย.-55	6789.00	7772.72	-983.72	-14.49%
	ต.ค.-55	9179.70	7772.72	1406.98	15.33%
	พ.ย.-55	9834.50	7772.72	2061.78	20.96%
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	6493.80	2978.16	3515.64	54.14%
	ส.ค.-55	6159.50	2978.16	3181.34	51.65%
	ก.ย.-55	4987.24	2978.16	2009.08	40.28%
	ต.ค.-55	3973.10	2978.16	994.94	25.04%
	พ.ย.-55	5279.43	2978.16	2301.27	43.59%

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียวกับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงสุด 47.77% ดังตารางผนวกที่ ก5

ตารางผนวกที่ ก5 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียวกับยอดขายจริงระหว่างเดือนก.ค. 2555 – พ.ย. 2555

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียลครั้งเดียว)	ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
14.50%	ก.ค.-55	13589.12	7097.06	6492.06	47.77%
	ส.ค.-55	12897.13	7097.06	5800.07	44.97%
	ก.ย.-55	6789.00	7097.06	-308.06	-4.54%
	ต.ค.-55	9179.70	7097.06	2082.64	22.69%
	พ.ย.-55	9834.50	7097.06	2737.44	27.84%
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	6493.80	3852.45	2641.35	40.67%
	ส.ค.-55	6159.50	3852.45	2307.05	37.46%
	ก.ย.-55	4987.24	3852.45	1134.79	22.75%
	ต.ค.-55	3973.10	3852.45	120.65	3.04%
	พ.ย.-55	5279.43	3852.45	1426.98	27.03%

เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง กับยอดขายจริง พบความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์สูงสุด 57.74% ดังตารางผนวกที่ ก6

ตารางผนวกที่ ก6 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้งกับยอดขายจริงระหว่างเดือน ก.ค. 2555 – พ.ย. 2555

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (วิธีปรับให้เรียบแบบเอกโปเนนเชียล 2 ครั้ง)	ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
14.50%	ก.ค.-55	13589.12	5743.27	7845.85	57.74%
	ส.ค.-55	12897.13	5590.74	7306.39	56.65%
	ก.ย.-55	6789.00	5438.21	1350.79	19.90%
	ต.ค.-55	9179.70	5285.68	3894.02	42.42%
	พ.ย.-55	9834.50	5133.14	4701.36	47.80%

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

ความชื้นเมล็ด ข้าวโพด	เดือน	ยอดขายจริง	ค่าพยากรณ์ (วิธีปรับให้ เรียบแบบเอกโปเนน เชียล 2 ครั้ง)	ค่าความคลาด เคลื่อน	%ความคลาด เคลื่อน
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	6493.80	3980.84	2512.96	38.70%
	ส.ค.-55	6159.50	3970.24	2189.26	35.54%
	ก.ย.-55	4987.24	3959.64	1027.60	20.60%
	ต.ค.-55	3973.10	3949.05	24.05	0.61%
	พ.ย.-55	5279.43	3938.45	1340.98	25.40%



การหาปริมาณวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่เหมาะสม โดยใช้คำสั่ง Solver ในโปรแกรมเอ็กเซล โดยใส่ข้อจำกัดที่เกี่ยวข้อง และค่าพยากรณ์ยอดขายรายเดือนทั้ง 12 เดือน เพื่อหาปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่เหมาะสมที่สุด และให้ได้ผลกำไรสูงสุด

ตารางผนวกที่ ข1 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนกรกฎาคม 2555

เดือนก.ค.-55	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	5,629.9	2,814.9	814.9	1,187.2	2,374.5	1,187.2	21,387,952.5	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	11,259.8	11,259.8
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	4,749.1	4,749.1
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	6,817.2	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	5,189.5	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	4,002.2	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข2 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนสิงหาคม 2555

เดือนส.ค.-55	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	596.9	298.5	298.5	1,257.6	2,515.2	1,257.6	7,360,496.25	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	1,193.9	1,193.9
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	5,030.4	5,030.4
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	1,854.5	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	2,813.7	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	1,556.1	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข3 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือน กันยายน 2555

เดือนก.ย.-55	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	3,998.9	1,999.5	1,999.5	1,313.4	2,626.8	1,313.4	17,307,363.75	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	7,997.9	7,997.9
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	5,253.7	5,253.7
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	5,312.4	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	4,626.3	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	3,312.9	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข4 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนตุลาคม 2555

เดือนต.ค.-55	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	4,006.7	2,003.3	2,003.3	8,453.2	1,690.6	845.3	15,222,881.25	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	8,013.3	8,013.3
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	3,381.3	3,381.3
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	4,851.9	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	3,693.0	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	2,848.6	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข5 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนพฤศจิกายน 2555

เดือนพ.ย.-55	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	5,845.7	2,922.8	2,922.8	1,234.8	2,469.7	1,234.8	22217096.25	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	11,691.3	11,691.3
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	4,939.6	4,939.6
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	7,080.5	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	5,392.6	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	4,157.7	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข6 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนธันวาคม 2555

เดือนธ.ค.-55	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	5,912.3	2,956.2	2,956.2	1,245.8	2,491.6	1,245.8	22,456,076.25	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	11,824.6	11,824.6
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	4,983.1	4,983.1
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	7,158.1	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	5,447.7	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	4,201.9	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข7 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือน มกราคม 2556

เดือนม.ค.-56	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	6,193.5	3,096.8	3,096.8	813.4	1,626.8	813.4	21,311,718.75	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	12,387	12,387
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	3,253.5	3,253.5
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	7,006.8	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	4,723.5	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	3,910.1	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข8 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนกุมภาพันธ์ 2556

เดือนก.พ.-56	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	4,342.5	2,171.2	2,171.2	549.5	1,098.9	549.5	14,848,710	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	8,684.9	8,684.9
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	2,197.9	2,197.9
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	4,891.9	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	3,270.2	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	2,720.7	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข9 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนมีนาคม 2556

เดือนมี.ค.-56	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	4,515.7	2,257.8	2,257.8	564.6	1,129.3	564.6	15,410,711.25	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	9,031.5	9,031.5
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	2,258.5	2,258.5
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	5,080.4	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	3,387.1	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	2,822.5	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข10 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม(หน่วยตัน) เดือนเมษายน 2556

เดือนเม.ย.-56	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	3,697.8	1,848.9	1,848.9	462.4	924.7	462.4	12,619,503.75	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	7,395.7	7,395.7
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	1,849.4	1,849.4
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	4,160.2	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	2,773.6	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	2,311.3	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข11 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนพฤษภาคม 2556

เดือนพ.ค.-56	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	3,527.5	1,763.7	1,763.7	1,135.3	2,270.5	1,135.3	15,162,232.5	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	7,055.1	7,055.1
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	4,541.1	4,541.1
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	4,662.8	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	4,034.3	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	2,899.0	6,840.0

ตารางผนวกที่ ข12 ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม (หน่วยตัน) เดือนมิถุนายน 2556

เดือนมิ.ย.-56	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ผลกำไรรวม	
จำนวนผลิต	2996.2	1498.1	1498.1	989.9	1979.9	989.9	12,619,503.75	
กำไรต่อหน่วย	1.1	1.5	2	0.7	1.1	1.6		
ปริมาณเมล็ดข้าวโพดตามความชื้น	X_{A1}	X_{A2}	X_{A3}	X_{B1}	X_{B2}	X_{B3}	ปริมาณการใช้	ปริมาณที่มีอยู่
ข้อจำกัดด้านความต้องการเมล็ดข้าวโพด								
สินค้า A	1	1	1	0	0	0	5,992.3	5,992.3
สินค้า B	0	0	0	1	1	1	3,959.9	3,959.9
ข้อจำกัดด้านส่วนผสมของวัตถุดิบ								
ปริมาณ S1 ใน A	0.5	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0
ปริมาณ S2 ใน A	-0.25	0.75	-0.25	0	0	0	0	0
ปริมาณ S3 ใน A	-0.25	-0.25	0.75	0	0	0	0	0
ปริมาณ S1 ใน B	0	0	0	0.75	-0.25	-0.25	0	0
ปริมาณ S2 ใน B	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0	0
ปริมาณ S3 ใน B	0	0	0	-0.25	-0.25	0.75	0	0
ข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิต								
วัตถุดิบ S1	1	0	0	1	0	0	3,986.1	8,550.0
วัตถุดิบ S2	0	1	0	0	1	0	3,478.1	8,550.0
วัตถุดิบ S3	0	0	1	0	0	1	2,488.1	6,840.0



ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

1. สร้าง Variable Spreadsheet Module เพื่อใส่ค่าเริ่มต้นให้กับข้อมูลตัวแปรที่จะใช้สำหรับการคำนวณในแบบจำลองของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด

Variable - Basic Process							
	Name	Rows	Columns	Data Type	Clear Option	Initial Values	Report Statistics
1	inv			Real	System	1 rows	☒
2	onorder			Real	System	0 rows	☐
3	varbackorder			Real	System	0 rows	☐
4	ordercost per time			Real	System	1 rows	☐
5	Q			Real	System	1 rows	☐
6	ROP			Real	System	1 rows	☐

ภาพผนวกที่ ค1 หน่วยข้อมูลตัวแปร

1.1 สร้างหน่วยข้อมูลตัวแปรชื่อ “inv” เพื่อกำหนดระดับสินค้าคงคลังในสต็อกโดยกำหนดให้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 325, 220 และ 330 ตัน ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3 ตามลำดับ และให้มีการบันทึกค่าของระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยในระบบ ในรายงานผลลัพธ์ส่วนของ User Specified

1.2 สร้างหน่วยข้อมูลตัวแปรชื่อ “onorder” เพื่อกำหนดจำนวนสินค้าทั้งหมดที่ส่งไปแล้วแต่ยังไม่มาถึงโรงงาน โดยกำหนดให้วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0 ตัน

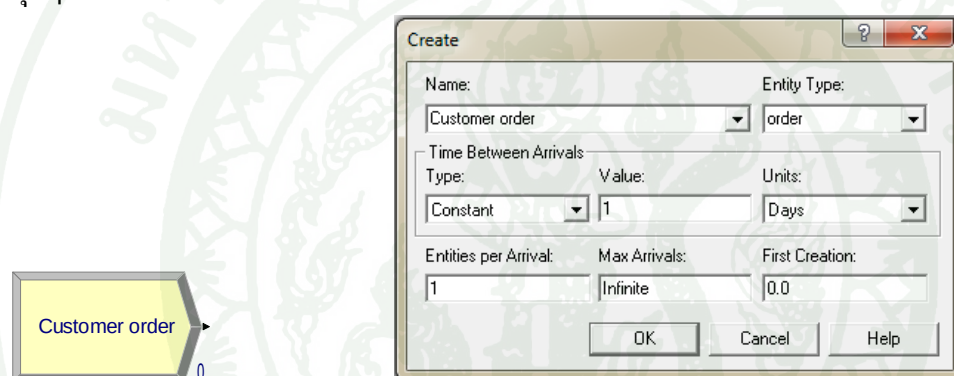
1.3 สร้างหน่วยข้อมูลตัวแปรชื่อ “varbackorder” เพื่อกำหนดจำนวนสินค้าทั้งหมดที่สั่งซื้อล่วงหน้าให้แก่ลูกค้าไปแล้วแต่ยังไม่มาถึงโรงงาน โดยกำหนดให้วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0 ตัน

1.4 สร้างหน่วยข้อมูลตัวแปรชื่อ “Q” เพื่อกำหนดปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งโดยกำหนดให้วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีเท่ากับ 202, 181 และ 162 ตัน ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3

1.5 สร้างหน่วยข้อมูลตัวแปรชื่อ “ROP” เพื่อกำหนดระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้ โดยกำหนดให้วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีเท่ากับ 959, 619 และ 417 ตัน ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3

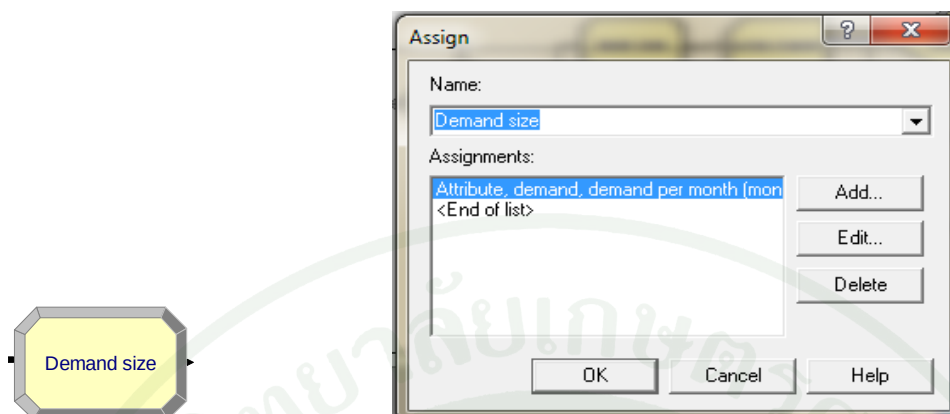
1.6 สร้างหน่วยข้อมูลตัวแปรชื่อ “ordercost per time” เพื่อกำหนดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งโดยกำหนดให้วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีค่าเท่ากับ 800 บาทต่อครั้ง

2. สร้าง Create Module ชื่อ “Create order” เพื่อสร้างวัตถุชื่อ order ให้เข้ามาในระบบทุกๆ 1 วัน



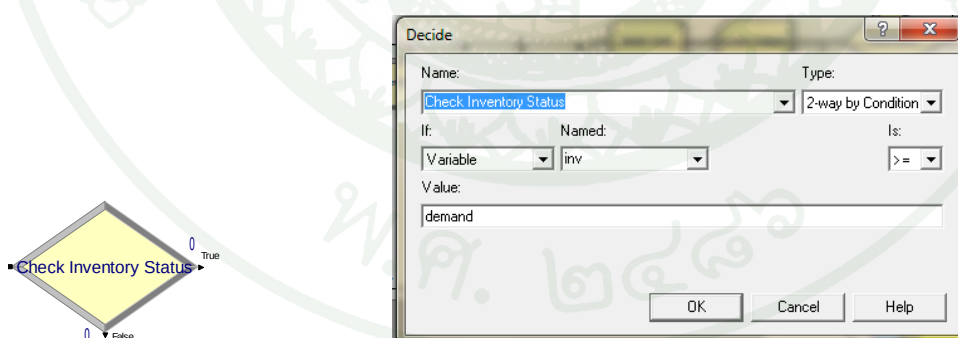
ภาพผนวกที่ ค2 Create Module ชื่อ Create order

3. สร้าง Assign Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Create order” เพื่อกำหนดปริมาณความต้องการของวัตถุดิบต่อวันให้แก่วัตถุ ใส่ข้อมูลใน Assign Module ชื่อ “Demand size” เมื่อวัตถุเข้ามาในโมดูลนี้จะถูกกำหนดคุณสมบัติ (Attribute) ชื่อ “demand” ให้ติดตัวไปด้วยค่ากระจายดังตารางที่ 12



ภาพผนวกที่ ค3 Assign Module ชื่อ Demand size

4. เมื่อได้รับคำสั่งซื้อแล้ว จากนั้นจึงตรวจสอบว่ามีปริมาณสินค้าตามความต้องการหรือไม่โดยสร้าง Decide Module ชื่อ “Check Inventory status” โดยผู้สร้างใช้เกณฑ์กำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ 2 เงื่อนไข เงื่อนไขที่ 1 : ผู้สร้างกำหนดเงื่อนไข (IF) ด้วยตัวแปร (Variable) ชื่อ “inv” ถ้า inv มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับความต้องการสินค้า “demand” ที่เข้ามาในแต่ละวัน วัตถุจะเลือกไปในเส้นทางนี้ เงื่อนไขที่ 2 : เงื่อนไขที่ทำให้เงื่อนไข 1 เป็นเท็จ (False) คือสินค้ามีไม่เพียงพอ กับความต้องการ วัตถุจะเลือกไปในเส้นทางนี้

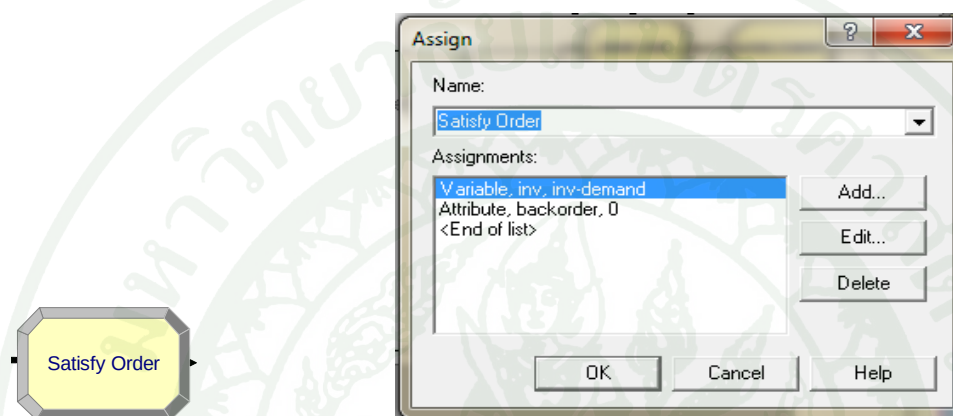


ภาพผนวกที่ ค4 Decide Module ชื่อ Check Inventory status

กรณีผลลัพธ์เป็นจริง ณ Decide Module ชื่อ Check Inventory Status

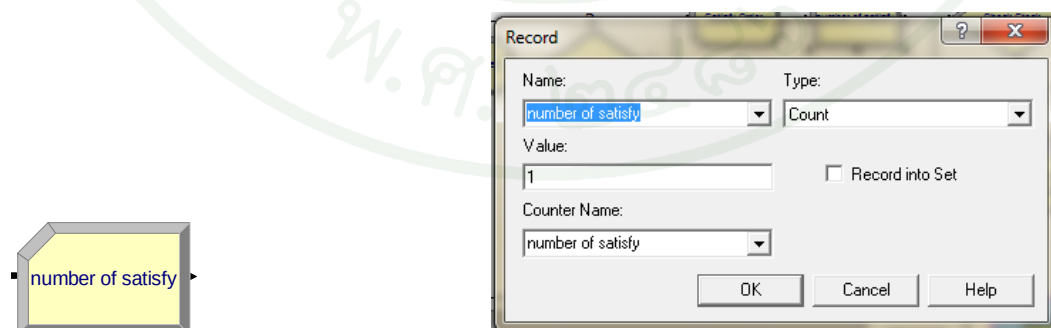
5. สร้าง Assign Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Check Inventory Status” เพื่อกำหนดค่าให้กับระดับสินค้าคงคลังใหม่ เมื่อลูกค้าได้สินค้าตามที่ต้องการแล้วปริมาณสินค้าคงคลังในระบบจะลดลง

เท่ากับปริมาณสินค้าที่มีอยู่เดิมหักด้วยจำนวนสินค้าที่ลูกค้านำออกไปใส่ข้อมูลใน Assign Module ชื่อ “Satisfy Order” เพื่อกำหนดค่าตัวแปรชื่อ “inv” ให้มีสูตรเป็น inv-demand และเมื่อมีวัตถุเข้าสู่โมดูลนี้จะมีคุณสมบัติประจำตัวชื่อ “backorder” จะมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งหมายความว่าลูกค้าไม่มีการสั่งซื้อล่วงหน้า



ภาพผนวกที่ ค5 Assign Module ชื่อ Satisfy Order

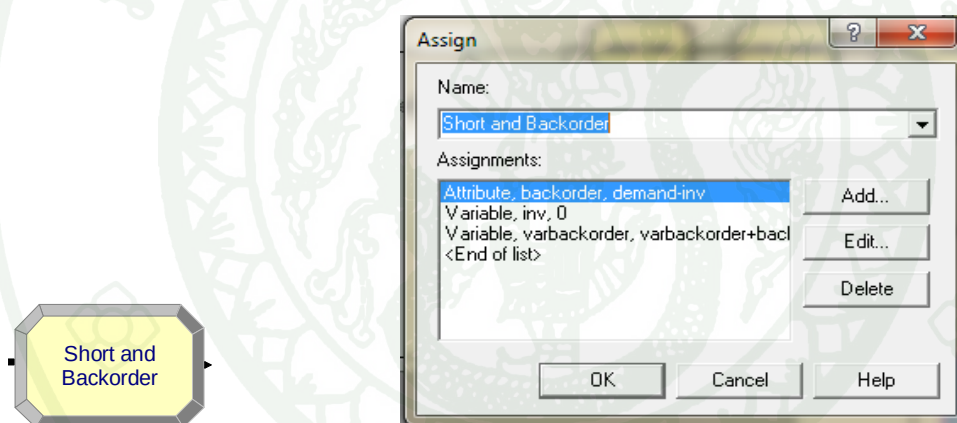
6. สร้าง Record Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Satisfy Order” เพื่อเก็บข้อมูลจำนวนครั้งที่ลูกค้าเข้ามาแล้วได้รับสินค้าทั้งหมดตามความต้องการใส่ข้อมูลใน Record Module ชื่อ “number of satisfy” เพื่อเก็บข้อมูลทางสถิติให้แบบจำลอง โดยวัตถุที่ผ่านโมดูลนี้จะถูกนับวัตถุเพิ่มทีละหนึ่ง (value) และมีการบันทึกข้อมูลไว้ในรายงานผลลัพธ์ส่วนของ User Specified



ภาพผนวกที่ ค6 Record Module ชื่อ Satisfy Order

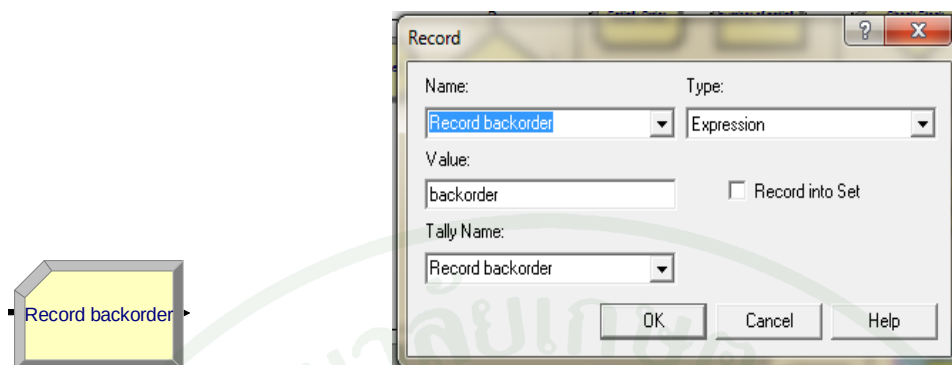
กรณีผลลัพธ์เป็นเท็จ ณ Decide Module ชื่อ Check Inventory Status

7. สร้าง Assign Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Check Inventory Status” เพื่อกำหนดค่าให้ระดับสินค้าคงคลังใหม่ เมื่อสินค้ามีไม่เพียงพอกับความต้องการ ลูกค้าจะซื้อสินค้าเท่ากับจำนวนสินค้าที่มี ทำให้สินค้าคงคลังเท่ากับ 0 (inv เป็น 0) และลูกค้ายังต้องทำการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้า (backorder) เท่ากับจำนวนสินค้าที่ขาดไป ใส่ข้อมูลใน Assign Module ชื่อ “Short and backorder” เพื่อกำหนดคุณสมบัติประจำตัวชื่อ “backorder” มีค่าเท่ากับ demand-inv ซึ่งหมายความว่ามีการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าเท่ากับปริมาณสินค้าที่ต้องการหักด้วยจำนวนสินค้าที่มี กำหนดค่าตัวแปรชื่อ “inv” ให้มีค่าเป็น 0 และกำหนดค่าตัวแปรชื่อ “varbackorder” ให้มีค่าเป็น varbackorder+backorder เพื่อให้ตัวแปรนี้คำนวณจำนวนสินค้าทั้งหมดที่สั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าใหม่



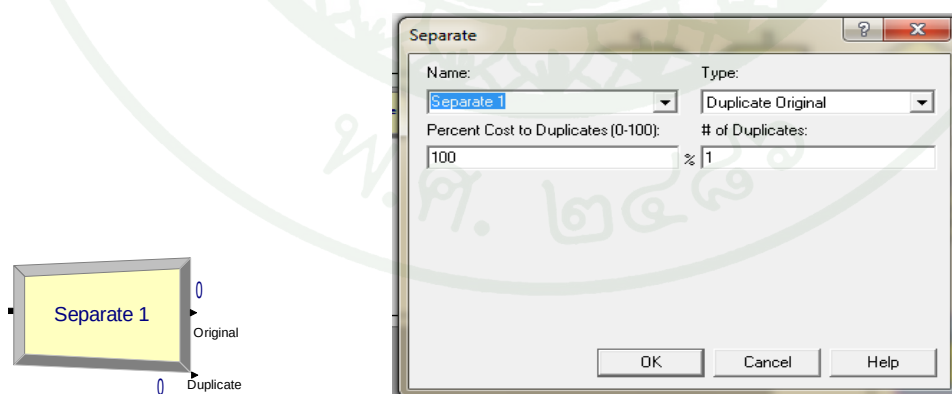
ภาพผนวกที่ ค7 Assign Module ชื่อ Check Inventory Status

8. สร้าง Record Module ชื่อ “Record backorder” เพื่อบันทึกค่าทางสถิติของค่าเฉลี่ยจำนวนสินค้าที่ขาดมือ backorder และมีการบันทึกข้อมูลไว้ในรายงานผลลัพธ์ส่วนของ User Specified



ภาพผนวกที่ ๘ Record Module ชื่อ Record backorder

9. เมื่อลูกค้ามาแล้วได้สินค้าไม่ครบ สิ่งที่ต้องทำมี 2 ส่วนที่เป็นอิสระกันคือ ส่วนแรกวัตถุดิบเข้าไปตรวจสอบว่าถึงจุดสั่งซื้อหรือยัง ถ้าถึงจุดสั่งซื้อแล้วก็สั่งสินค้า แต่ถ้ายังวัตถุดิบก็ต้องออกจากระบบไป ส่วนที่สองคือวัตถุดิบเข้าไปรอสินค้าจนกว่าสินค้าจะมาครบ แล้วจึงรับสินค้าไป ดังนั้นจึงต้องคัดลอกวัตถุดิบออกมาอีกหนึ่งตัว โดยการใช้ Separate Module ใส่ข้อมูลในโมดูลชื่อ “Separate1” โมดูลนี้จะทำหน้าที่แยกวัตถุดิบเดิมออกเป็นวัตถุดิบใหม่ ที่เหมือนวัตถุดิบเดิมทุกประการ (Duplicate Original) เท่ากับ 1 ตัว (# of Duplicate) ซึ่งวัตถุดิบที่ออก ณ ทางออกด้านขวาของโมดูล Separate1 คือวัตถุดิบที่จะไปตรวจสอบสต็อก, วัตถุดิบที่ออก ณ ทางออกด้านล่างขวาล่างของโมดูล Separate1 คือวัตถุดิบที่จะไปรอรับสินค้าในทันทีที่มีสินค้า

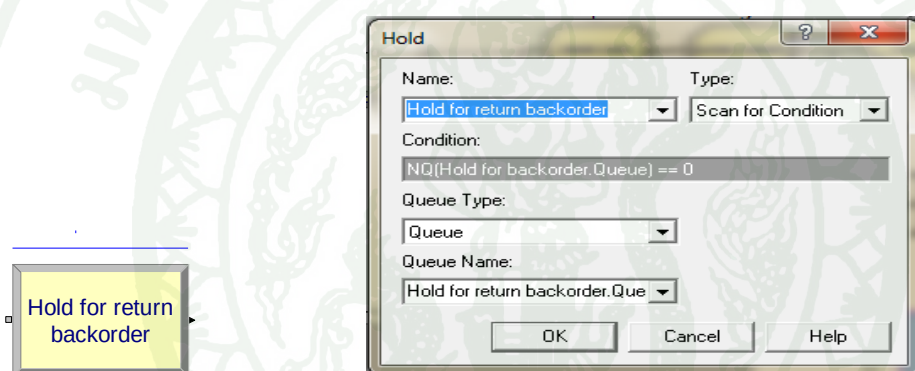


ภาพผนวกที่ ๙ Separate Module ชื่อ Separate1

10. วัตถุดิบที่ถูกคัดลอกจะออก ณ ทางออกด้านล่างขวาล่างของโมดูล Separate1 คือวัตถุดิบที่จะไปรอรับสินค้าที่ทำการสั่งซื้อล่วงหน้า จึงสร้างโมดูล Hold Module ต่อกัน 2 โมดูล โดยโมดูลที่ 1 ทำ

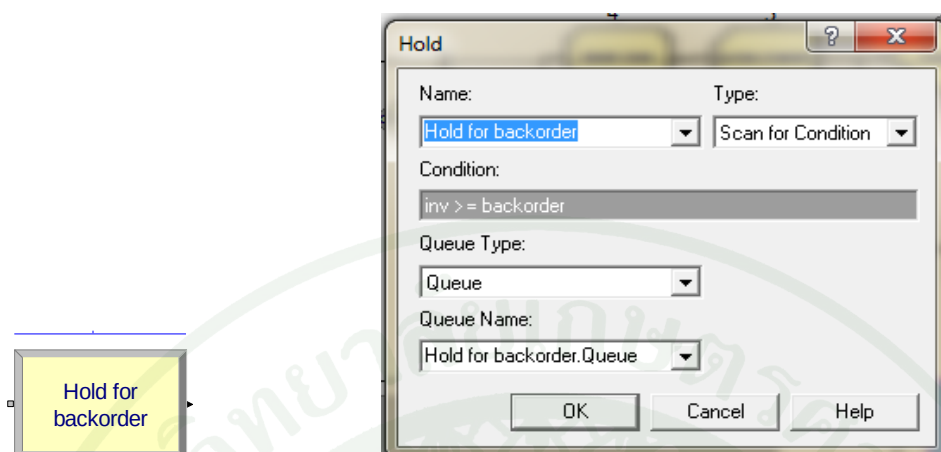
หน้าที่กักลูกค้าที่สั่งซื้อล่วงหน้าทั้งหมดไว้ในคิว และจะปล่อยลูกค้าตามลำดับการสั่งซื้อ ส่วนโมดูลตัวที่ 2 ทำหน้าที่รอคอยสินค้าที่สั่งซื้อล่วงหน้าว่ามีเพียงพอที่จะจัดส่งหรือไม่ โดยข้อมูลใน Hold Module ตัวแรกชื่อ “Hold for return backorder” และตัวที่สองชื่อ “Hold for backorder”

10.1. เมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูลชื่อ “Hold for return backorder” วัตถุจะถูกเก็บในคิวชื่อ Hold for return backorder.Queue โดยจะอยู่ในคิวแบบมีเงื่อนไข คือ เมื่อไหร่ก็ตามไม่มีวัตถุในคิวชื่อ Hold for return backorder.Queue วัตถุแรกในคิว Hold for return backorder.Queue จะถูกปล่อยจากแถวคอย



ภาพผนวกที่ ค10 Hold Module ชื่อ Hold for return backorder

10.2. เมื่อวัตถุเข้าสู่โมดูลชื่อ “Hold for backorder” วัตถุจะถูกเก็บในชื่อคิว Hold for backorder.Queue โดยจะอยู่ในคิวแบบมีเงื่อนไขคือ เมื่อไหร่ก็ตามที่จำนวนสินค้าคงคลังมีเพียงพอ กับความต้องการของลูกค้าที่สั่งซื้อล่วงหน้า วัตถุจะออกจากคิวไป เมื่อ $inv \geq backorder$

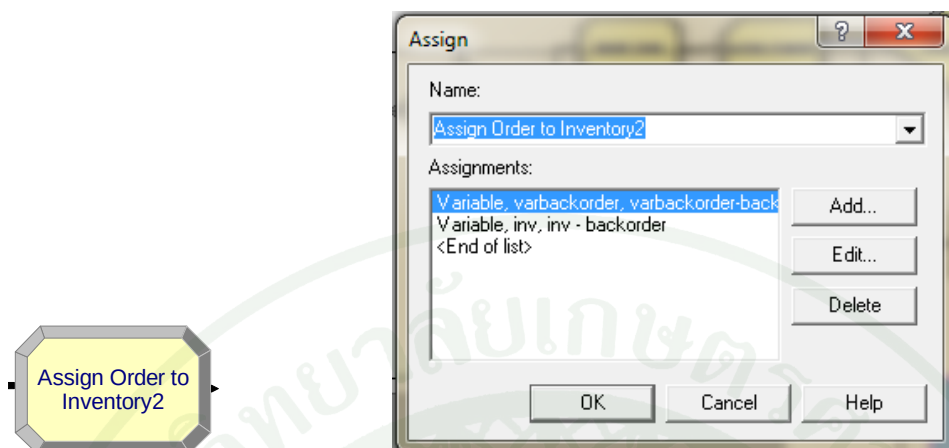


ภาพผนวกที่ ค11 Hold Module ชื่อ Hold for backorder

11. เมื่อมีการนำสินค้าที่ส่งล่วงหน้าออกไป ใส่ข้อมูลใน Assign Module ชื่อ “Assign Order to Inventory2” เพื่อทำหน้าที่กำหนดสินค้าคงคลังใหม่ ดังนี้

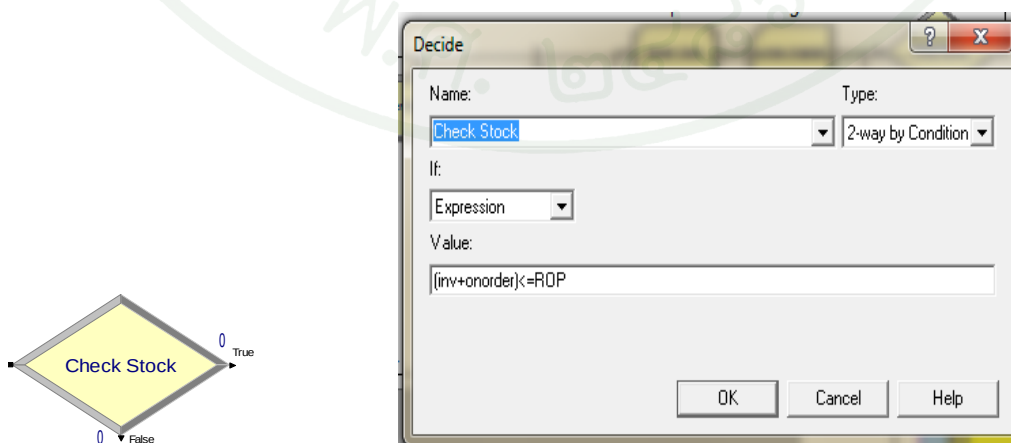
11.1 กำหนดค่าตัวแปรชื่อ “varbackorder” ให้มีค่าเป็น varbackorder-backorder เพื่อให้ตัวแปรนี้ทำหน้าที่คำนวณหาจำนวนสินค้าทั้งหมดที่สั่งซื้อล่วงหน้าใหม่

11.2 กำหนดค่าตัวแปรชื่อ “inv” ให้มีค่าสูตรเป็น inv-backorder โดยเมื่อมีวัตถุเข้าโมดูลนี้แสดงว่ามีสินค้าพร้อมส่งให้กับลูกค้าที่สั่งซื้อล่วงหน้าแล้ว โดยจัดส่งจะเป็นไปตามลำดับส่งก่อนได้ก่อน ตัวแปร inv จึงทำหน้าที่ลดจำนวนสินค้าที่มีลงไปอีก จึงสร้าง Assign Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Hold for backorder” เพื่อกำหนดค่าให้กับระดับสินค้าคงคลังใหม่โดยการนำสินค้าคงคลังเดิมหักลบกับจำนวนสินค้าที่นำออกไป



ภาพผนวกที่ 12 Assign Module ชื่อ Assign Order to Inventory2

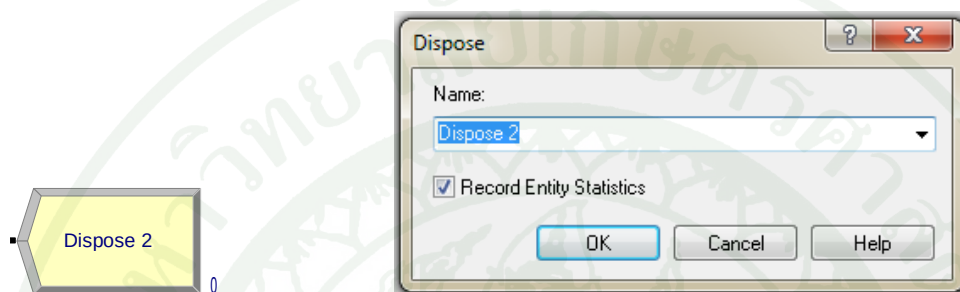
12. สร้าง Decide Module ชื่อ “Check Stock” ต่อจากโมดูลชื่อ “number of satisfy” และต่อออกจากทางออกด้านบนของโมดูลชื่อ “Separate1” และต่อจากทางออกของโมดูลชื่อ “Assign Order to Inventory2” เพื่อทำการตรวจสอบสต็อกทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับสินค้าคงคลังว่ามีสินค้าในสต็อกต่ำกว่าค่าระดับสินค้าที่ควรสั่งหรือไม่ โดยนโยบายการสั่งสินค้าคือ เมื่อใดก็ตามที่ระดับสินค้าคงคลังที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ (ROP) จะต้องมีการสั่งสินค้าใหม่ แต่ระดับสินค้าคงคลังที่มี ต้องคำนึงถึงจำนวนสินค้าทั้งหมดที่ส่งไปแล้วแต่ยังไม่มาถึงร้าน (onorder) ด้วย ดังนั้นจึงต้องกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ 2 เงื่อนไข เงื่อนไขที่ 1 : กำหนดเงื่อนไข (If) ด้วยสูตร (Expression) คือ $(inv+onorder) \leq ROP$ ถ้าเงื่อนไขเป็นจริง วัตถุจะเลือกไปในเส้นทางนี้ และเงื่อนไขที่ 2 : เมื่อเงื่อนไขที่ 1 เป็นเท็จ (false) วัตถุจะเลือกไปในเส้นทางนี้



ภาพผนวกที่ 13 Design Module ชื่อ Check Stock

กรณีผลลัพธ์เป็นเท็จ ณ Decide Module ชื่อ Check Stock

13. สร้าง Dispose Module ชื่อ “Dispose2” ต่อจากโมดูลที่ชื่อ “Check Stock” เพื่อนำวัตถุออกจากระบบกรณีผลลัพธ์เป็นเท็จ ณ Decide Module ชื่อ Check Stock



ภาพผนวกที่ ค14 Dispose Module ชื่อ Dispose2

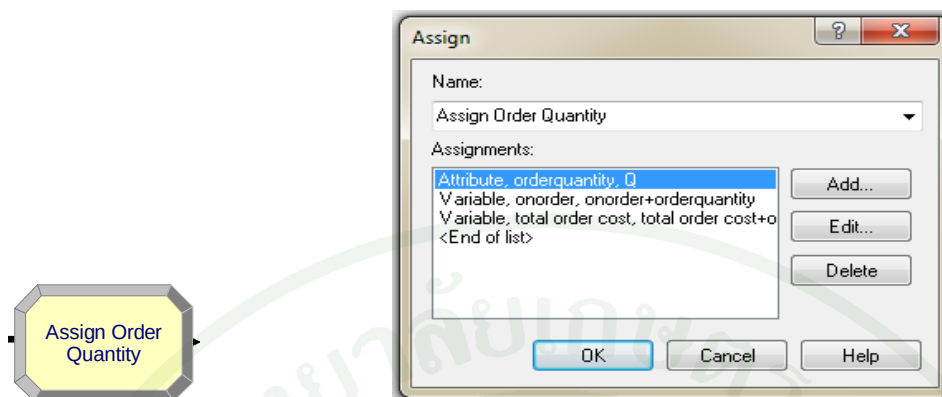
กรณีผลลัพธ์เป็นจริง ณ Decide Module ชื่อ Check Stock

14. สร้าง Assign Module ต่อจากโมดูลที่ชื่อ “Check Stock” เพื่อกำหนดค่าให้กับระดับสินค้าที่ต้องสั่งซื้อเพื่อมาเติมเต็มปริมาณสินค้าในสต็อก ใ้ข้อมูล Assign Module ชื่อ “Assign Order Quantity” เพื่อทำหน้าที่ดังนี้

14.1 กำหนดคุณสมบัติประจำตัว “Orderquantity” เป็นจำนวนสินค้าที่ต้องสั่งซื้อให้ติดตัววัตถุไป มีค่าเท่ากับ Q

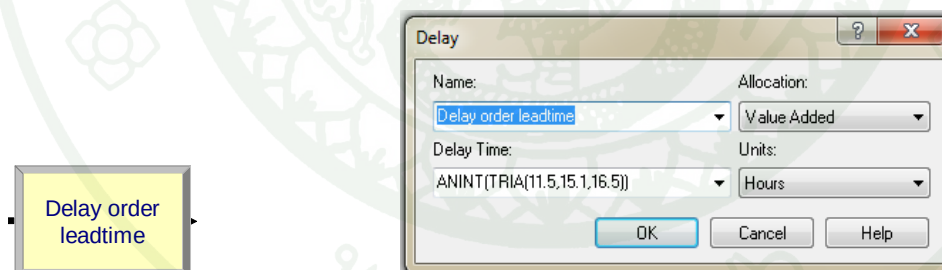
14.2 กำหนดตัวแปรชื่อ “onorder” ให้มีค่าเป็น $onorder + onorderquantity$ เพื่อให้ตัวแปรนี้ ทำหน้าที่คำนวณหาจำนวนสินค้าที่ส่งไปแล้วแต่ยังมาไม่ถึง

14.3 กำหนดตัวแปรชื่อ “total order cost” ให้มีค่าเป็น $total\ order\ cost + order\ cost\ per\ time$ เพื่อให้ตัวแปรนี้ทำหน้าที่คำนวณค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งสะสม

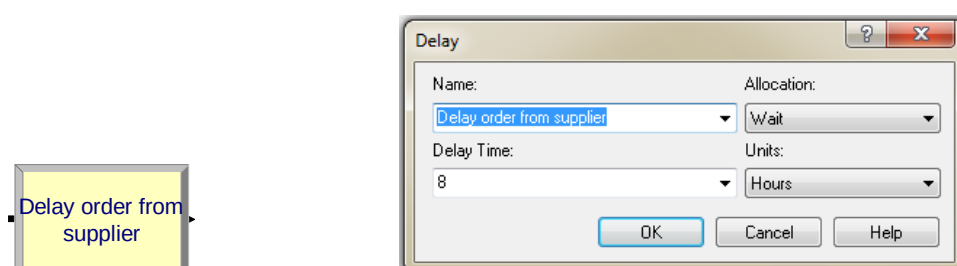


ภาพผนวกที่ ค15 Assign Module ชื่อ Assign Order Quantity

15. สร้าง Delay Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Assign Order Quantity” เพื่อแสดงเวลานำในการผลิตวัตถุดิบมีการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม เท่ากับ TRIA(11.5,15.1,16.5), TRIA(7.5,9,12.5) และ TRIA(5.5,7.2,8.5) ตามลำดับวัตถุดิบ S1, S2 และ S3 และแสดงเวลานำในการจัดส่งสินค้าจากผู้จำหน่ายสินค้าของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด เท่ากับ 8 ชั่วโมง ใส่ข้อมูลใน Delay Module ชื่อ “Delay order leadtime” และ “Delay order from supplier” เพื่อให้วัตถุดิบหน่วงเวลา



ภาพผนวกที่ ค16 Delay Module ชื่อ Delay order leadtime

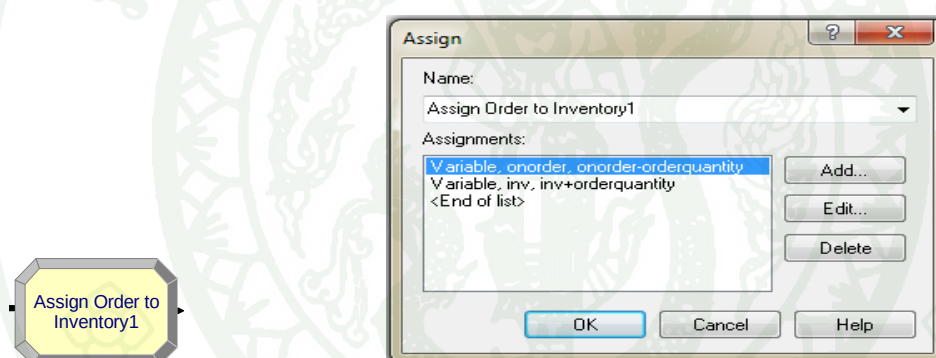


ภาพผนวกที่ ค17 Delay Module ชื่อ Delay order from supplier

16. สร้าง Assign Module ต่อจากโมดูลชื่อ “Delay order from supplier” เพื่อกำหนดค่าระดับสินค้าคงคลังใหม่ เมื่อมีสินค้ามาส่ง ใส่ข้อมูลใน Assign Module ชื่อ “Assign Order to inventory1” เพื่อทำหน้าที่ดังนี้

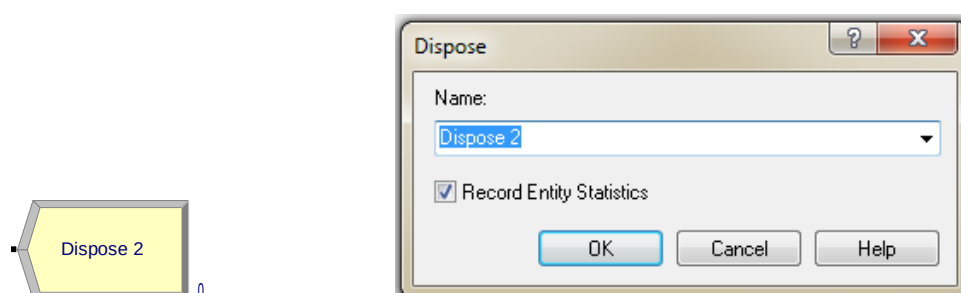
16.1 กำหนดตัวแปรชื่อ “Onorder” ให้มีค่าเป็น $onorder - onorderquantity$ เพื่อคำนวณหาจำนวนสินค้าที่ส่งไปแล้วแต่ยังไม่ถึงร้าน เพราะสินค้ามาส่งจำนวน $onorderquantity$ มาส่งแล้ว

16.2 กำหนดค่าตัวแปรชื่อ “inv” ให้มีค่าสูตรเป็น $inv + orderquantity$ เพื่อคำนวณหาจำนวนสินค้าที่นำมาส่ง



ภาพผนวกที่ ค18 Assign Module ชื่อ Assign Order to inventory1

17. สร้าง Dispose Module ชื่อ “Dispose2” ต่อจากโมดูลชื่อ Assign Order to Inventory1” เพื่อนำวัตถุดิบออกจากระบบ



ภาพผนวกที่ ค19 Dispose Module ชื่อ Dispose 2

18. สร้าง Statistic Spreadsheet Module ใช้เก็บข้อมูลทางสถิติเพิ่มเติมให้กับแบบจำลอง เพื่อบันทึกข้อมูลค่าใช้จ่าย “Statistic total cost” ซึ่งคำนวณจาก Holding cost*DAG(inv Value) + total order cost, “Statistic total” เท่ากับ total order cost และ “Statistic inv cost” เท่ากับ Holding cost*DAG(inv Value)

Statistic - Advanced Process					
	Name	Type	Expression	Report Label	Output File
1	Statistic total cost	Output	$3180 * DAG(inv Value) + total order cost$	Statistic total cost	
2	Statistic total	Output	total order cost	Statistic total	
3	Statistic inv cost	Output	$3180 * DAG(inv Value)$	Statistic inv cost	

ภาพผนวกที่ ค20 รายงานข้อมูลทางสถิติ

ตารางแสดงผลการรันแบบจำลองสถานการณ์ในระยะเวลา 360 วันของรอบประมวลผลความยาวของการรัน (ระบบทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน) และประมวลผลซ้ำ 100 รอบของวัตถุดิบ S1, S2 และ S3 ดังตารางผนวกที่ ค1-ค3

ตารางผนวกที่ ค1 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S1 ด้วย Process Analyzer

	Scenario Properties				Controls		Responses					
	S	Name	Program File	Reps	ROP	Q	inv	Record backorder	number of satisfy	Record number out	Statistic total cost	Record number order
1		Scenario 1	4 : S1 Model.	100	959.0000	202.0000	326.139	154.144	111	250	782516.821	482
2		Scenario 2	4 : S1 Model.	100	959.0000	212.0000	549.736	161.406	147	214	936143.650	466
3		Scenario 3	4 : S1 Model.	100	959.0000	233.0000	591.669	160.349	201	160	1097756.697	424
4		Scenario 4	4 : S1 Model.	100	959.0000	268.0000	615.109	174.528	231	130	1188660.581	368
5		Scenario 5	4 : S1 Model.	100	959.0000	322.0000	624.000	165.788	235	126	1201328.217	306
6		Scenario 6	4 : S1 Model.	100	959.0000	402.0000	664.693	136.015	311	50	1463426.438	246
7		Scenario 36	4 : S1 Model.	100	959.0000	523.0000	732.258	218.584	288	73	1526741.414	189
8		Scenario 7	4 : S1 Model.	100	959.0000	706.0000	811.523	115.877	337	24	1851920.053	141
9		Scenario 8	4 : S1 Model.	100	959.0000	989.0000	937.717	257.200	279	82	1947416.270	100
10		Scenario 9	4 : S1 Model.	100	959.0000	1483.0000	1161.705	149.972	344	17	3013713.128	67
11		Scenario 10	4 : S1 Model.	100	1007.0000	202.0000	397.527	155.979	113	248	821751.506	485
12		Scenario 11	4 : S1 Model.	100	1007.0000	212.0000	591.047	162.805	152	209	978361.722	465
13		Scenario 12	4 : S1 Model.	100	1007.0000	233.0000	641.504	160.977	211	150	1179228.478	424
14		Scenario 13	4 : S1 Model.	100	1007.0000	268.0000	630.309	179.397	238	123	1279349.125	369
15		Scenario 14	4 : S1 Model.	100	1007.0000	322.0000	677.717	135.994	301	60	1485473.833	307
16		Scenario 15	4 : S1 Model.	100	1007.0000	402.0000	720.881	125.823	322	39	1600675.686	246
17		Scenario 16	4 : S1 Model.	100	1007.0000	523.0000	764.930	215.150	293	68	1650955.548	189
18		Scenario 17	4 : S1 Model.	100	1007.0000	706.0000	863.144	110.054	343	18	1993340.264	141
19		Scenario 18	4 : S1 Model.	100	1007.0000	989.0000	959.569	126.991	344	17	2418079.003	101
20		Scenario 19	4 : S1 Model.	100	1007.0000	1483.0000	1283.409	150.963	348	13	3157665.365	67
21		Scenario 20	4 : S1 Model.	100	1108.0000	202.0000	702.189	158.650	158	203	1068750.591	490
22		Scenario 21	4 : S1 Model.	100	1108.0000	212.0000	690.565	159.842	196	165	1212824.030	467
23		Scenario 22	4 : S1 Model.	100	1108.0000	233.0000	726.038	163.852	221	140	1342528.266	424
24		Scenario 23	4 : S1 Model.	100	1108.0000	268.0000	738.153	134.790	286	75	1534907.596	369
25		Scenario 24	4 : S1 Model.	100	1108.0000	322.0000	787.879	132.244	314	47	1748086.458	307
26		Scenario 25	4 : S1 Model.	100	1108.0000	402.0000	811.379	126.443	341	20	1903431.495	246
27		Scenario 26	4 : S1 Model.	100	1108.0000	523.0000	902.195	155.198	346	15	2064455.698	189
28		Scenario 27	4 : S1 Model.	100	1108.0000	706.0000	951.677	135.662	353	8	2303284.042	141
29		Scenario 28	4 : S1 Model.	100	1108.0000	989.0000	1071.538	133.282	352	9	2727881.251	101
30		Scenario 29	4 : S1 Model.	100	1108.0000	1483.0000	1356.966	167.467	353	8	3474485.802	67
32		Scenario 31	4 : S1 Model.	100	1274.0000	212.0000	880.649	159.886	211	150	1433071.192	467
33		Scenario 32	4 : S1 Model.	100	1274.0000	233.0000	885.409	152.088	249	112	1611211.874	426
34		Scenario 33	4 : S1 Model.	100	1274.0000	268.0000	911.726	148.978	298	63	1855657.836	369
35		Scenario 37	4 : S1 Model.	100	1274.0000	322.0000	935.873	133.059	329	32	2196854.491	307
36		Scenario 38	4 : S1 Model.	100	1274.0000	402.0000	982.188	176.042	354	7	2420865.087	247
37		Scenario 39	4 : S1 Model.	100	1274.0000	523.0000	1067.669	169.872	353	8	2578683.190	190
38		Scenario 40	4 : S1 Model.	100	1274.0000	706.0000	1134.428	198.411	357	4	2824958.815	141
39		Scenario 41	4 : S1 Model.	100	1274.0000	989.0000	1242.606	192.949	358	3	3244119.755	101
40		Scenario 42	4 : S1 Model.	100	1274.0000	1483.0000	1523.642	207.939	357	4	3988125.652	67
41		Scenario 43	4 : S1 Model.	100	1529.0000	202.0000	1100.364	158.013	186	175	1430708.848	491
42		Scenario 44	4 : S1 Model.	100	1529.0000	212.0000	1141.316	161.026	221	140	1667877.621	468
43		Scenario 45	4 : S1 Model.	100	1529.0000	233.0000	1154.980	154.685	261	100	1974488.093	426
44		Scenario 47	4 : S1 Model.	100	1529.0000	268.0000	1162.785	153.117	310	51	2359965.213	371
45		Scenario 46	4 : S1 Model.	100	1529.0000	322.0000	1190.070	139.364	340	21	2870644.127	308
46		Scenario 48	4 : S1 Model.	100	1529.0000	402.0000	1232.144	192.301	356	5	3211115.695	247
47		Scenario 49	4 : S1 Model.	100	1529.0000	523.0000	1316.723	194.567	357	4	3373000.391	191
48		Scenario 50	4 : S1 Model.	100	1529.0000	706.0000	1347.792	200.196	358	3	3627894.405	141
49		Scenario 51	4 : S1 Model.	100	1529.0000	989.0000	1516.168	248.740	359	2	4047588.297	101
50		Scenario 52	4 : S1 Model.	100	1529.0000	1483.0000	1816.503	243.013	359	2	4813235.401	68
51		Scenario 53	4 : S1 Model.	100	1911.0000	202.0000	1400.006	160.665	196	165	1626604.513	493
52		Scenario 54	4 : S1 Model.	100	1911.0000	212.0000	1480.232	161.848	226	135	1918153.032	470
53		Scenario 55	4 : S1 Model.	100	1911.0000	233.0000	1518.279	158.226	269	92	2354387.355	427
54		Scenario 56	4 : S1 Model.	100	1911.0000	268.0000	1528.295	156.832	320	41	3002337.208	372
55		Scenario 57	4 : S1 Model.	100	1911.0000	322.0000	1579.446	144.483	346	15	3857613.438	309
56		Scenario 58	4 : S1 Model.	100	1911.0000	402.0000	1602.218	197.982	356	5	4405538.596	248
57		Scenario 59	4 : S1 Model.	100	1911.0000	523.0000	1695.264	215.059	357	4	4573456.294	191
58		Scenario 60	4 : S1 Model.	100	1911.0000	706.0000	1780.080	208.402	358	3	4820865.793	142
59		Scenario 34	4 : S1 Model.	100	1911.0000	989.0000	1896.095	248.740	359	2	5239492.221	102
60		Scenario 35	4 : S1 Model.	100	1911.0000	1483.0000	2125.451	251.183	359	2	6003931.887	68

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S2 ด้วย Process Analyzer

	Scenario Properties				Controls		Responses					
	S	Name	Program File	Reps	ROP	Q	inv	Record backorder	number of satisfy	Record number out	Statistic total cost	Record number order
1		Scenario 1	2 : S2 Model	100	619.0000	181.0000	337.362	109.210	201	160	987940.108	406
2		Scenario 2	2 : S2 Model	100	619.0000	190.0000	341.399	108.069	218	143	1020692.319	386
3		Scenario 3	2 : S2 Model	100	619.0000	209.0000	353.390	107.913	225	136	1010252.183	352
4		Scenario 4	2 : S2 Model	100	619.0000	240.0000	357.203	111.994	263	98	1114054.916	306
5		Scenario 5	2 : S2 Model	100	619.0000	288.0000	391.564	110.991	283	78	1172565.272	255
6		Scenario 6	2 : S2 Model	100	619.0000	361.0000	444.350	123.894	295	66	1219690.606	204
7		Scenario 7	2 : S2 Model	100	619.0000	469.0000	484.287	108.470	309	52	1366270.686	157
8		Scenario 8	2 : S2 Model	100	619.0000	633.0000	519.640	163.721	300	61	1459268.960	116
9		Scenario 9	2 : S2 Model	100	619.0000	886.0000	713.663	113.386	333	28	1939059.478	83
10		Scenario 10	2 : S2 Model	100	619.0000	1329.0000	898.897	116.283	341	20	2591079.716	56
11		Scenario 11	2 : S2 Model	100	650.0000	181.0000	356.468	109.386	213	148	1041094.675	406
12		Scenario 12	2 : S2 Model	100	650.0000	190.0000	374.911	110.503	233	128	1086936.094	386
13		Scenario 13	2 : S2 Model	100	650.0000	209.0000	391.035	111.802	268	93	1168616.864	351
14		Scenario 14	2 : S2 Model	100	650.0000	240.0000	389.008	115.568	278	83	1192708.059	306
15		Scenario 15	2 : S2 Model	100	650.0000	288.0000	412.527	111.268	297	64	1256512.640	255
16		Scenario 16	2 : S2 Model	100	650.0000	361.0000	463.821	118.964	308	53	1308193.120	204
17		Scenario 17	2 : S2 Model	100	650.0000	469.0000	501.417	104.944	321	40	1457586.440	157
18		Scenario 18	2 : S2 Model	100	650.0000	633.0000	574.643	107.077	330	31	1676420.745	116
19		Scenario 19	2 : S2 Model	100	650.0000	886.0000	744.806	108.365	338	23	2029259.400	83
20		Scenario 20	2 : S2 Model	100	650.0000	1329.0000	908.676	111.724	345	16	2680667.612	56
21		Scenario 21	2 : S2 Model	100	715.0000	181.0000	437.323	113.305	232	129	1151887.119	407
22		Scenario 22	2 : S2 Model	100	715.0000	190.0000	432.029	112.461	255	106	1221921.285	387
23		Scenario 23	2 : S2 Model	100	715.0000	209.0000	466.454	106.901	285	76	1304888.627	352
24		Scenario 24	2 : S2 Model	100	715.0000	240.0000	462.163	116.396	303	58	1373938.986	306
25		Scenario 25	2 : S2 Model	100	715.0000	288.0000	488.335	105.535	320	41	1445416.835	256
26		Scenario 26	2 : S2 Model	100	715.0000	361.0000	538.763	112.926	326	35	1493936.552	204
27		Scenario 27	2 : S2 Model	100	715.0000	469.0000	549.952	97.875	336	25	1652049.650	157
28		Scenario 28	2 : S2 Model	100	715.0000	633.0000	656.659	100.257	341	20	1866836.504	117
29		Scenario 29	2 : S2 Model	100	715.0000	886.0000	820.330	101.372	347	14	2219567.099	83
30		Scenario 30	2 : S2 Model	100	715.0000	1329.0000	1015.670	107.070	351	10	2877235.206	56
31		Scenario 31	2 : S2 Model	100	822.0000	181.0000	536.153	109.601	269	92	1393926.992	407
32		Scenario 32	2 : S2 Model	100	822.0000	190.0000	539.574	105.001	285	76	1455047.536	387
33		Scenario 33	2 : S2 Model	100	822.0000	209.0000	560.127	100.392	307	54	1540173.873	353
34		Scenario 34	2 : S2 Model	100	822.0000	240.0000	566.001	95.989	328	33	1678506.883	307
35		Scenario 35	2 : S2 Model	100	822.0000	288.0000	591.343	90.119	343	19	1763047.680	256
36		Scenario 36	2 : S2 Model	100	822.0000	361.0000	647.492	81.167	346	15	1845568.975	204
37		Scenario 37	2 : S2 Model	100	822.0000	469.0000	680.665	87.608	350	11	1969155.882	157
38		Scenario 38	2 : S2 Model	100	822.0000	633.0000	724.525	91.980	353	8	2191432.548	117
39		Scenario 39	2 : S2 Model	100	822.0000	886.0000	901.242	100.413	355	6	2548317.673	83
40		Scenario 40	2 : S2 Model	100	822.0000	1329.0000	1137.112	105.578	356	5	3202385.219	56
41		Scenario 41	2 : S2 Model	100	987.0000	181.0000	696.615	112.186	283	78	1650869.635	407
42		Scenario 42	2 : S2 Model	100	987.0000	190.0000	721.490	111.513	298	63	1738827.566	389
43		Scenario 43	2 : S2 Model	100	987.0000	209.0000	740.685	107.913	225	136	1010252.183	352
44		Scenario 44	2 : S2 Model	100	987.0000	240.0000	740.685	100.277	340	21	2111707.162	308
45		Scenario 45	2 : S2 Model	100	987.0000	288.0000	760.796	92.103	352	9	2236864.649	256
46		Scenario 46	2 : S2 Model	100	987.0000	361.0000	805.444	124.014	357	4	2342562.041	205
47		Scenario 47	2 : S2 Model	100	987.0000	469.0000	839.275	127.642	358	3	2468861.846	158
48		Scenario 48	2 : S2 Model	100	987.0000	633.0000	904.642	145.219	359	2	2691755.130	117
49		Scenario 49	2 : S2 Model	100	987.0000	886.0000	1070.398	146.121	359	2	3053192.425	84
50		Scenario 50	2 : S2 Model	100	987.0000	1329.0000	1267.567	157.402	359	2	3702049.163	56
51		Scenario 51	2 : S2 Model	100	1233.0000	181.0000	945.530	113.162	284	77	1887072.067	409
52		Scenario 52	2 : S2 Model	100	1233.0000	190.0000	945.325	112.367	301	60	2048400.870	390
53		Scenario 53	2 : S2 Model	100	1233.0000	209.0000	976.144	109.310	326	35	2326775.228	355
54		Scenario 54	2 : S2 Model	100	1233.0000	240.0000	985.430	105.676	346	15	2728510.341	309
55		Scenario 55	2 : S2 Model	100	1233.0000	288.0000	1003.542	110.688	355	6	2941131.152	257
56		Scenario 56	2 : S2 Model	100	1233.0000	361.0000	1056.787	135.589	358	3	3085311.115	206
57		Scenario 57	2 : S2 Model	100	1233.0000	469.0000	1081.915	134.353	358	3	3217393.225	158
58		Scenario 58	2 : S2 Model	100	1233.0000	633.0000	1120.142	154.927	359	2	3432150.027	118
59		Scenario 59	2 : S2 Model	100	1233.0000	886.0000	1318.307	156.836	359	2	3800730.052	84
60		Scenario 60	2 : S2 Model	100	1233.0000	1329.0000	1577.531	163.029	359	2	4441887.308	56

ตารางผนวกที่ ค3 ผลการวิเคราะห์กระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ S3 ด้วย Process Analyzer

	Scenario Properties				Controls		Responses					
	S	Name	Program File	Reps	ROP	Q	inv	Record backorder	number of satisfy	Record number out	Statistic total cost	Record number order
1		Scenario 1	1: S3 Model	100	417.0000	162.0000	299.425	93.832	276	85	778701.112	353
2		Scenario 2	1: S3 Model	100	417.0000	170.0000	296.210	89.680	291	70	801160.941	336
3		Scenario 3	1: S3 Model	100	417.0000	187.0000	307.681	81.792	314	47	829194.947	306
4		Scenario 4	1: S3 Model	100	417.0000	215.0000	319.805	102.509	306	55	835093.598	266
5		Scenario 5	1: S3 Model	100	417.0000	258.0000	365.370	65.766	338	23	896048.911	222
6		Scenario 6	1: S3 Model	100	417.0000	323.0000	395.155	61.166	337	24	956812.028	177
7		Scenario 7	1: S3 Model	100	417.0000	420.0000	448.988	115.874	314	47	1009107.009	137
8		Scenario 8	1: S3 Model	100	417.0000	566.0000	519.220	82.120	342	19	1249219.199	101
9		Scenario 9	1: S3 Model	100	417.0000	793.0000	617.217	80.703	347	14	1554735.606	72
10		Scenario 10	1: S3 Model	100	417.0000	1190.0000	826.412	83.737	352	9	2109663.667	48
11		Scenario 11	1: S3 Model	100	438.0000	162.0000	313.770	94.590	285	76	825563.406	353
12		Scenario 12	1: S3 Model	100	438.0000	170.0000	318.761	87.214	298	63	849241.020	336
13		Scenario 13	1: S3 Model	100	438.0000	187.0000	308.275	80.869	318	43	881568.663	306
14		Scenario 14	1: S3 Model	100	438.0000	215.0000	342.369	66.168	341	20	919315.217	267
15		Scenario 15	1: S3 Model	100	438.0000	258.0000	375.980	62.412	345	16	956972.042	222
16		Scenario 16	1: S3 Model	100	438.0000	323.0000	392.895	55.460	342	19	1017192.678	177
17		Scenario 17	1: S3 Model	100	438.0000	420.0000	458.689	72.065	342	19	1122848.872	137
18		Scenario 18	1: S3 Model	100	438.0000	566.0000	518.266	79.285	346	15	1309734.656	101
19		Scenario 19	1: S3 Model	100	438.0000	793.0000	645.416	80.908	350	11	1617382.423	72
20		Scenario 20	1: S3 Model	100	438.0000	1190.0000	827.652	81.686	353	8	2168481.983	49
21		Scenario 21	1: S3 Model	100	482.0000	162.0000	360.524	94.819	297	64	925675.628	353
22		Scenario 22	1: S3 Model	100	482.0000	170.0000	373.324	83.488	309	52	948873.372	337
23		Scenario 23	1: S3 Model	100	482.0000	187.0000	370.783	79.088	327	34	988130.113	306
24		Scenario 24	1: S3 Model	100	482.0000	215.0000	382.528	67.024	347	14	1038346.739	267
25		Scenario 25	1: S3 Model	100	482.0000	258.0000	416.213	69.702	351	10	1082614.748	222
26		Scenario 26	1: S3 Model	100	482.0000	323.0000	434.585	52.701	352	9	1141875.344	178
27		Scenario 27	1: S3 Model	100	482.0000	420.0000	512.548	64.985	349	12	1250478.938	137
28		Scenario 28	1: S3 Model	100	482.0000	566.0000	597.426	74.972	351	10	1433972.853	101
29		Scenario 29	1: S3 Model	100	482.0000	793.0000	699.092	78.578	354	7	1742505.791	73
30		Scenario 30	1: S3 Model	100	482.0000	1190.0000	855.742	74.190	355	6	2296618.260	49
31		Scenario 31	1: S3 Model	100	554.0000	162.0000	428.057	83.788	315	46	1060632.321	353
32		Scenario 32	1: S3 Model	100	554.0000	170.0000	435.623	81.528	325	36	1115796.440	337
33		Scenario 33	1: S3 Model	100	554.0000	187.0000	438.582	74.930	338	23	1174065.212	307
34		Scenario 34	1: S3 Model	100	554.0000	215.0000	461.952	69.319	352	9	1234992.387	267
35		Scenario 35	1: S3 Model	100	554.0000	258.0000	480.206	59.973	357	4	1289731.835	223
36		Scenario 36	1: S3 Model	100	554.0000	323.0000	530.952	55.620	358	3	1347993.783	178
37		Scenario 37	1: S3 Model	100	554.0000	420.0000	581.451	48.909	356	5	1458565.887	137
38		Scenario 38	1: S3 Model	100	554.0000	566.0000	672.691	63.014	356	5	1641213.284	102
39		Scenario 39	1: S3 Model	100	554.0000	793.0000	772.866	66.239	357	4	1949064.306	73
40		Scenario 40	1: S3 Model	100	554.0000	1190.0000	956.768	63.758	358	3	2501190.795	49
41		Scenario 41	1: S3 Model	100	665.0000	162.0000	549.043	84.973	324	37	1276620.450	355
42		Scenario 42	1: S3 Model	100	665.0000	170.0000	546.994	83.580	333	28	1348020.668	338
43		Scenario 43	1: S3 Model	100	665.0000	187.0000	557.650	75.152	344	17	1437666.055	307
44		Scenario 44	1: S3 Model	100	665.0000	215.0000	576.116	64.069	356	5	1542860.320	268
45		Scenario 45	1: S3 Model	100	665.0000	258.0000	592.625	52.960	359	2	1610784.111	223
46		Scenario 46	1: S3 Model	100	665.0000	323.0000	638.608	57.478	359	2	1666961.993	178
47		Scenario 47	1: S3 Model	100	665.0000	420.0000	692.113	54.318	360	1	1781270.210	137
48		Scenario 48	1: S3 Model	100	665.0000	566.0000	793.789	52.495	359	2	1962846.626	102
49		Scenario 49	1: S3 Model	100	665.0000	793.0000	886.769	62.791	359	2	2269160.414	73
50		Scenario 50	1: S3 Model	100	665.0000	1190.0000	1097.881	65.914	360	1	2827929.653	49
51		Scenario 51	1: S3 Model	100	831.0000	162.0000	719.913	83.726	329	32	1533779.707	356
52		Scenario 52	1: S3 Model	100	831.0000	170.0000	715.926	82.755	338	23	1677730.802	339
53		Scenario 53	1: S3 Model	100	831.0000	187.0000	736.931	74.607	348	13	1832076.011	308
54		Scenario 54	1: S3 Model	100	831.0000	215.0000	744.475	57.582	357	4	1987626.521	268
55		Scenario 55	1: S3 Model	100	831.0000	258.0000	757.239	57.143	360	1	2085853.905	224
56		Scenario 56	1: S3 Model	100	831.0000	323.0000	797.468	59.352	360	1	2147426.780	179
57		Scenario 57	1: S3 Model	100	831.0000	420.0000	833.536	57.557	360	1	2255849.813	137
58		Scenario 58	1: S3 Model	100	831.0000	566.0000	939.189	59.670	360	1	2443171.881	102
59		Scenario 59	1: S3 Model	100	831.0000	793.0000	1041.814	59.670	360	1	2755010.010	73
60		Scenario 60	1: S3 Model	100	831.0000	1190.0000	1225.625	69.856	360	1	3307624.581	49



ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าด้วยโปรแกรม Input Analyzer

การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าของวัดถุดิบ S1, S2 และ S3

การประมาณยอดขายของสินค้าในแต่ละเดือน ด้วยวิธีทางสถิติ โดยการทดสอบการทำซ้ำในงานวิจัยนี้ให้มีการทำซ้ำเดือนละ 5 ครั้ง เพื่อหาคำตอบที่เป็นตัวเลขที่ดีที่สุดของชุดข้อมูลทั้งหมด โดยตัวเลขที่ดีที่สุดแทนด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) ของชุดข้อมูลทั้งหมด ส่วนความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติแทนด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ฉะนั้นคำตอบที่ดีที่สุดของชุดข้อมูลที่วัดได้ เท่ากับ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และข้อมูลนั้นจะต้องมีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) ซึ่งแต่ละค่าหาได้ดังนี้

ถ้า N เป็นจำนวนครั้งของการวัด และ X_i คือข้อมูลที่ได้จากการวัดครั้งที่ i ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ของข้อมูลทั้งหมดหาได้จาก $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{N-1}}$ ซึ่งมีค่าดังตารางผนวกที่ ง1-ง2 และค่าพยากรณ์ยอดขายที่ได้จากการทำซ้ำดังตารางผนวกที่ ง3

ตารางผนวกที่ ง1 ค่าพยากรณ์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5%

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ค่าพยากรณ์ยอดขาย	ค่าขอบเขตล่างในการพยากรณ์	ค่าขอบเขตบนในการพยากรณ์	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
14.50%	ก.ค.-55	11259.80	6598.53	15921.10	2378.21
	ค.ค.-55	11939.00	7259.85	16618.20	2387.35
	ก.ย.-55	7997.90	3299.72	12696.10	2397.04
	ค.ย.-55	8013.30	3294.98	12731.60	2407.30
	พ.ย.-55	11691.30	6951.79	16430.80	2418.11
	ธ.ค.-55	11824.60	7062.86	16586.40	2429.49
	ม.ค.-56	12387.00	7601.88	17172.10	2441.38
	ก.พ.-56	8684.90	3875.42	13494.40	2453.83
	มี.ค.-56	9031.50	4196.59	13866.40	2466.79
	เม.ย.-56	7395.70	2534.37	12257.10	2480.31
	พ.ค.-56	7055.10	2166.33	11943.90	2494.29
	มิ.ย.-56	5992.30	1075.10	10909.50	2508.78

ตารางผนวกที่ ง2 ค่าพยากรณ์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเมล็ดข้าวโพดความชื้นไม่เกิน 18%

ความชื้นเมล็ดข้าวโพด	เดือน	ค่าพยากรณ์ ยอดขาย	ค่าขอบเขตล่างใน การพยากรณ์	ค่าขอบเขตบนใน การพยากรณ์	ค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	4749.10	2309.52	7188.68	1244.68
	ส.ค.-55	5030.39	2581.45	7479.34	1249.46
	ก.ย.-55	5253.65	2794.75	7712.54	1254.54
	ต.ค.-55	3381.27	911.84	5850.69	1259.91
	พ.ย.-55	4939.55	2459.03	7420.07	1265.57
	ธ.ค.-55	4983.13	2490.95	7475.32	1271.53
	ม.ค.-56	3253.55	749.15	5757.95	1277.76
	ก.พ.-56	2197.98	-319.19	4715.14	1284.27
	มี.ค.-56	2258.51	-271.95	4788.98	1291.06
	เม.ย.-56	1849.45	-694.85	4393.75	1298.11
	พ.ค.-56	4541.08	1982.42	7099.73	1305.43
	มิ.ย.-56	3958.97	1385.45	6532.49	1313.02

ตารางผนวกที่ ง3 ค่าพยากรณ์ยอดขายที่ได้จากการทำซ้ำของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 14.5%

ความชื้น เมล็ดข้าวโพด	เดือน	ค่าพยากรณ์ ยอดขาย	ค่าพยากรณ์ยอดขายจากการทำซ้ำ				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
14.50%	ก.ค.-55	11259.80	11883.78	12251.72	9927.074	11274.06	13200.35
	ส.ค.-55	11939.00	9862.76	9730.58	14628.42	14527.22	9328.07
	ก.ย.-55	7997.90	7517.80	11157.48	10856.49	5789.53	8718.10
	ต.ค.-55	8013.30	7824.90	10854.55	2300.551	10703.09	4474.92
	พ.ย.-55	11691.30	10418.22	11452.70	16868.14	10616.50	8193.75
	ธ.ค.-55	11824.60	13152.65	15042.95	8414.86	11638.31	13714.61
	ม.ค.-56	12387.00	11112.04	13648.93	13047.87	10608.54	14775.51
	ก.พ.-56	8684.90	8136.39	9297.40	10356.65	14442.61	11668.20
	มี.ค.-56	9031.50	11361.68	9579.78	5665.864	10053.98	4817.00
	เม.ย.-56	7395.70	11577.01	10089.73	13120.33	10278.24	16123.77
	พ.ค.-56	7055.10	8762.46	11642.67	11678.28	8342.53	2432.13
	มิ.ย.-56	5992.30	8025.27	5947.06	11051.99	680.73	8290.70

ตารางผนวกที่ ๔4 ค่าพยากรณ์ยอดขายที่ได้จากการทำซ้ำของเมล็ดข้าวโพดความชื้น 18%

ความชื้น เมล็ดข้าวโพด	เดือน	ค่าพยากรณ์ ยอดขาย	ค่าพยากรณ์ยอดขายจากการทำซ้ำ				
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ไม่เกิน 18%	ก.ค.-55	4749.10	5013.95	5397.09	5880.34	2817.79	6464.00
	ส.ค.-55	5030.39	6608.90	4941.05	6204.75	4006.94	6617.37
	ก.ย.-55	5253.65	5119.26	4403.00	5055.67	5382.02	8918.43
	ต.ค.-55	3381.27	2061.44	4517.97	2287.03	2476.67	3390.93
	พ.ย.-55	4939.55	2954.35	5100.71	6293.54	4632.63	4253.33
	ธ.ค.-55	4983.13	6165.98	5293.03	5629.40	6887.39	7416.48
	ม.ค.-56	3253.55	4432.82	3590.85	1620.76	6259.46	2022.13
	ก.พ.-56	2197.98	2041.75	776.34	1601.25	3834.11	747.12
	มี.ค.-56	2258.51	2742.47	2717.47	1749.09	791.09	3639.92
	เม.ย.-56	1849.45	5291.82	1305.13	5462.86	5485.91	4660.10
	พ.ค.-56	4541.08	5506.31	5948.30	2503.20	4411.54	5681.72
	มิ.ย.-56	3958.97	3684.03	5088.15	3829.67	968.96	1395.80

นำค่าพยากรณ์ยอดขายทั้งหมดของเมล็ดข้าวโพดทั้ง 2 ความชื้น ที่มาจากการทำซ้ำไปหาปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสมเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด โดยใส่ลงในเงื่อนไขของข้อจำกัดด้านความต้องการ ดังรายละเอียดตามตารางผนวกที่ ๕5 รวมทั้งสิ้น 300 เงื่อนไข ที่ทำการรันแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น และได้ผลลัพธ์จากการรันดังตารางผนวกที่ ๕6

ตารางผนวกที่ ๕5 ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดที่นำไปใส่ลงในเงื่อนไขของข้อจำกัดด้านความต้องการ

เดือน	ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น		เดือน	ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น	
	14.50%	ไม่เกิน 18%		14.50%	ไม่เกิน 18%
ก.ค.-55	11883.78	5013.95	ส.ค.-55	9862.76	6608.90
	12251.72	5397.09		9730.58	4941.05
	9927.07	5880.34		14628.42	6204.75
	11274.06	2817.79		14527.22	4006.94
	13200.35	6464.00		9328.07	6617.36

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

เดือน	ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น		เดือน	ยอดขายของเมล็ดข้าวโพดความชื้น	
	14.50%	ไม่เกิน 18%		14.50%	ไม่เกิน 18%
ก.ย.-55	7517.80	5119.26	ต.ก.-55	7824.90	2061.44
	11157.48	4403.00		10854.55	4517.97
	10856.49	5055.67		2300.55	2287.03
	5789.53	5382.02		10703.09	2476.67
	8718.10	8918.43		4474.92	3390.93
พ.ย.-55	10418.22	2954.35	ธ.ก.-55	13152.65	6165.98
	11452.70	5100.71		15042.95	5293.03
	16868.14	6293.54		8414.86	5629.40
	10616.50	4632.63		11638.31	6887.39
	8193.75	4253.33		13714.61	7416.48
ม.ค.-56	11112.04	4432.82	ก.พ.-56	8136.39	2041.75
	13648.93	3590.85		9297.40	776.34
	13047.87	1620.76		10356.65	1601.25
	10608.54	6259.46		14442.61	3834.11
	14775.51	2022.13		11668.20	747.12
มี.ค.-56	11361.68	2742.47	เม.ย.-56	11577.01	5291.82
	9579.78	2717.47		10089.73	1305.13
	5665.86	1749.09		13120.33	5462.86
	10053.98	791.09		10278.24	5485.91
	4817.00	3639.92		16123.77	4660.10
พ.ค.-56	8762.46	5506.31	มิ.ย.-56	8,025.27	3,684.03
	11642.67	5948.30		5947.06	5,088.15
	11678.28	2,503.20		11051.99	3,829.67
	8342.53	4,411.54		680.73	968.96
	2432.13	5,681.72		8290.70	1,395.80

ตารางผนวกที่ ๖ ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบ S1, S2 และ S3 จากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

เดือน	วัตถุดิบ			เดือน	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3		S1	S2	S3
ก.ค.-55	7195.378	5477.919	4224.432	ส.ค.-55	6583.606	5770.141	4117.916
	7291.165	5669.492	4320.219		6166.643	4936.215	3700.952
	7411.978	5911.118	4441.032		6482.568	5568.064	4016.877
	6646.338	4379.839	3675.393		5933.116	4469.16	3467.425
	7557.891	6202.944	4586.945		6585.722	5774.373	4120.031
	7379.346	5761.476	4316.416		6517.517	4903.17	4084.871
	7475.133	5569.903	4412.203		6100.554	5737.096	3667.908
	7595.946	6003.102	4533.016		6416.478	5535.02	3983.833
	6830.307	4471.823	3767.377		5867.026	4436.116	3434.381
	7741.859	6294.928	4678.929		6519.633	5741.328	4086.987
	6217.023	4988.741	3735.255		8966.436	6961.556	5309.331
	6312.81	5180.314	3831.041		8549.473	6127.63	4892.367
	6433.623	5421.941	3951.854		8865.398	6759.479	5208.292
	5667.983	3890.662	3186.215		8315.945	5660.575	4658.84
	6579.536	5713.767	4097.768		8968.552	6965.788	5311.446
	6890.518	5325.489	4072.002		8915.835	6936.256	5284.03
	6986.305	5517.062	4167.789		8498.872	6102.329	4867.067
	7107.118	5758.688	4288.602		8814.797	6734.179	5182.992
	6341.478	4227.409	3522.963		8265.345	5635.275	4633.54
	7253.031	6050.514	4434.515		8917.951	6940.487	5286.146
	7853.661	5807.06	4553.574		6316.262	5636.469	3984.243
	7949.448	5998.633	4649.36		5899.298	4802.542	3567.28
	8070.261	6240.26	4770.174		6215.223	5434.392	3883.205
	7304.622	4708.981	4004.534		5665.771	4335.488	3333.753
	8216.174	6532.086	4916.087		6318.377	5640.7	3986.359

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

เดือน	วัตถุดิบ			เดือน	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3		S1	S2	S3
ก.ย.-55	5038.716	4439.082	3159.266	ต.ก.-55	4427.811	2986.944	2471.585
	4859.649	4080.948	2980.199		5041.944	4215.209	3085.718
	4897.069	4155.788	3017.619		4484.210	3099.742	2527.984
	4978.017	4317.683	3098.567		4531.620	3194.563	2575.394
	5988.508	6338.666	4109.058		4760.185	3651.693	2803.959
	8477.097	5551.203	4878.456		5942.632	4972.620	3228.995
	8173.562	6158.272	4574.922		6556.765	3744.354	3843.128
	8335.450	5874.978	4736.809		5999.031	3857.153	3285.395
	8416.397	6036.873	4817.757		6046.441	3951.973	3332.805
	9293.556	7791.191	5694.916		6275.007	4409.104	3561.370
	8327.783	6083.615	4803.799		1665.635	1605.856	1090.497
	8024.249	5476.547	4500.265		2279.767	2834.121	1704.630
	8186.136	5800.321	4662.153		1722.034	1718.654	1146.896
	8267.084	5962.217	4743.100		1769.444	1813.475	1194.306
	9144.243	7716.534	5620.259		1998.009	2270.605	1422.871
	5814.204	4826.826	3547.010		5866.906	3706.491	3191.132
	5510.669	4219.757	3243.475		6481.039	4934.757	3805.265
	5672.557	4543.532	3405.363		5923.305	3819.290	3247.531
	5753.504	4705.427	3486.310		5970.715	3914.110	3294.942
	6630.663	6459.745	4363.469		6199.280	4371.240	3523.507
	7266.986	5553.217	4273.401		2752.820	2149.448	1634.089
	6963.452	4946.148	3969.867		3366.952	3377.714	2248.222
	7125.339	5269.923	4131.754		2809.219	2262.247	1690.488
	7206.287	5431.818	4212.702		2856.629	2357.067	1737.899
	8083.445	7186.136	5089.860		3085.194	2814.197	1966.464

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

เดือน	วัตถุดิบ			เดือน	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3		S1	S2	S3
พ.ย.-55	5947.700	4081.732	3343.144	ธ.ค.-55	8117.818	6371.151	4829.656
	6484.289	5154.910	3879.733		7899.581	5934.676	4611.419
	6782.497	5751.328	4177.942		7983.673	6102.860	4695.511
	6367.268	4920.870	3762.713		8298.172	6731.858	5010.010
	6272.444	4731.221	3667.888		8430.443	6996.400	5142.281
	6464.938	5413.529	3601.763		9062.971	6407.252	5302.233
	7001.527	4340.351	4138.352		8844.734	6843.727	5083.995
	7299.735	6009.947	4436.561		8928.826	6575.436	5168.087
	6884.506	5179.489	4021.332		9243.325	7204.434	5482.586
	6789.682	4989.840	3926.507		9375.596	7468.976	5614.857
	9172.659	5694.212	4955.624		5748.924	5186.703	3645.209
	9709.248	6767.390	5492.213		5530.687	4750.228	3426.972
	10007.457	7363.807	5790.421		5614.779	4918.413	3511.064
	9592.228	6533.349	5375.192		5929.278	5547.411	3825.563
	9497.403	6343.701	5280.368		6061.549	5811.953	3957.834
	6046.839	4131.302	3392.714		7360.647	5992.565	4451.071
	6583.428	5204.480	3929.303		7142.409	5556.090	4232.833
	6881.636	5800.897	4227.511		7226.501	5724.274	4316.925
	6466.408	4970.439	3812.282		7541.000	6353.272	4631.424
	6371.583	4780.791	3717.458		7673.272	6617.814	4763.695
	4835.461	3525.613	2787.025		8398.801	6511.642	4970.148
	5372.050	4598.791	3323.614		8180.564	6075.167	4751.910
	5670.259	5195.208	3621.822		8264.656	6243.351	4836.002
	5255.030	4364.750	3206.593		8579.155	6872.349	5150.501
	5160.205	4175.102	3111.769		8711.426	7136.892	5282.773

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

เดือน	วัตถุดิบ			เดือน	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3		S1	S2	S3
ม.ค.-56	6664.227	4994.422	3886.216	ก.พ.-56	4578.631	3054.971	2544.534
	6453.734	4573.435	3675.723		4262.278	2422.266	2228.181
	5961.211	3588.389	3183.200		4468.505	2834.720	2434.408
	7120.886	5907.739	4342.875		5026.722	3951.153	2992.625
	6061.554	3789.075	3283.543		4254.974	2407.657	2220.877
	7932.672	5207.657	4520.438		5159.138	2712.519	2834.787
	7722.178	5628.644	4309.945		4842.785	3345.225	2518.435
	7229.655	4222.612	3817.422		5049.012	3124.973	2724.662
	8389.330	6541.961	4977.097		5607.229	4241.407	3282.878
	7329.998	4423.298	3917.765		4835.481	2697.910	2511.130
	7632.139	5478.378	4370.172		5688.764	3610.037	3099.600
	7421.646	5057.391	4159.679		5372.411	2977.332	2783.248
	6929.123	4072.346	3667.156		5578.638	3389.786	2989.475
	8088.798	6391.695	4826.831		6136.855	4506.220	3547.691
	7029.466	4273.031	3767.499		5365.106	2962.723	2775.943
	6412.473	4868.545	3760.339		7731.740	4631.526	4121.089
	6201.980	4447.558	3549.846		7415.387	3998.820	3804.736
	5709.457	3462.512	3057.323		7621.614	4411.275	4010.963
	6869.132	5781.862	4216.998		8179.831	5527.708	4569.180
	5809.800	3663.198	3157.666		7408.083	3984.211	3797.431
	8495.959	5910.287	4802.082		6344.535	3937.923	3427.486
	8285.465	5489.301	4591.589		6028.182	3305.218	3111.133
	7792.943	4504.255	4099.066		6234.409	3717.672	3317.360
	8952.617	6823.605	5258.741		6792.626	4834.105	3875.577
	7893.285	4704.941	4199.409		6020.878	3290.609	3103.829

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

เดือน	วัตถุดิบ			เดือน	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3		S1	S2	S3
มี.ค.-56	6366.460	4211.657	3526.039	เม.ย.-56	7111.462	5540.165	4217.209
	6360.209	4199.155	3519.788		6114.789	3546.819	3220.536
	6118.114	3714.967	3277.694		7154.220	5625.681	4259.967
	5878.614	3235.966	3038.193		7159.982	5637.206	4265.729
	6590.822	4660.383	3750.402		6953.530	5224.302	4059.277
	5475.510	3753.681	3080.564		6367.820	3174.999	3845.388
	5469.259	3766.182	3074.313		5371.148	5168.344	2848.716
	5227.165	3269.492	2832.219		6410.578	5253.860	3888.146
	4987.664	2790.491	2592.718		6416.341	5265.385	3893.909
	5699.872	4214.908	3304.927		6209.889	4852.481	3687.457
	3518.550	2787.703	2102.084		7883.120	5925.994	4603.038
	3512.299	2775.201	2095.833		6886.447	3932.649	3606.365
	3270.205	2291.012	1853.739		7925.878	6011.510	4645.796
	3030.704	1812.011	1614.238		7931.640	6023.035	4651.558
	3742.913	3236.428	2326.447		7725.189	5610.131	4445.107
	5712.610	3884.732	3199.114		6462.078	5215.473	3892.517
	5706.359	3872.231	3192.863		5465.406	3222.128	2895.844
	5464.265	3388.042	2950.769		6504.836	5300.989	3935.275
	5224.764	2909.041	2711.268		6510.599	5312.514	3941.038
	5936.972	4333.458	3423.477		6304.147	4899.610	3734.586
	3094.120	2575.488	1889.869		9384.841	6676.854	5353.898
	3087.869	2562.986	1883.618		8388.168	4683.509	4357.226
	2845.775	2078.797	1641.524		9427.598	6762.370	5396.656
	2606.274	1599.796	1402.023		9433.361	6773.895	5402.419
	3318.483	3024.213	2114.232		9226.909	6360.991	5195.967

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

เดือน	วัตถุดิบ			เดือน	วัตถุดิบ		
	S1	S2	S3		S1	S2	S3
พ.ค.-56	5757.808	4943.770	3567.193	มิ.ย.-56	4933.643	3848.334	2927.325
	5868.306	5164.766	3677.691		5284.673	4550.394	3278.356
	5007.031	3442.215	2816.415		4970.053	3921.154	2963.735
	5484.116	4396.386	3293.501		4254.876	2490.799	2248.558
	5801.661	5031.476	3611.046		4361.585	2704.219	2355.268
	7197.913	5884.819	4287.245		3894.537	4030.841	2407.772
	7308.411	5663.822	4397.743		4245.567	3328.781	2758.803
	6447.136	4162.268	3536.468		3930.947	3401.600	2444.182
	6924.221	5116.439	4013.553		3215.769	1971.246	1729.005
	7241.766	5751.528	4331.098		3322.479	2184.665	1835.715
	7215.716	5672.724	4296.146		6447.002	4605.013	3684.005
	7326.214	5893.720	4406.645		6798.033	5307.074	4035.036
	6464.939	4171.169	3545.369		6483.412	4677.833	3720.415
	6942.024	5125.340	4022.455		5768.235	3247.479	3005.238
	7259.569	5760.430	4340.000		5874.945	3460.898	3111.948
	5547.840	4838.786	3462.209		1261.374	2012.199	1091.191
	5658.339	5059.782	3572.707		1612.404	2714.260	1442.221
	4797.063	3337.231	2711.432		1297.784	2085.019	1127.601
	5274.149	4291.402	3188.517		582.607	654.665	412.424
	5591.693	4926.492	3506.062		689.316	868.084	519.133
	2592.643	3361.187	1984.610		5066.359	3914.692	2993.683
	2703.141	3582.183	2095.108		5417.389	4616.752	3344.714
	1841.865	1859.633	1233.833		5102.769	3987.512	3030.093
	2318.951	2813.804	1710.918		4387.592	2557.157	2314.916
	2636.496	3448.893	2028.463		4494.301	2770.577	2421.626

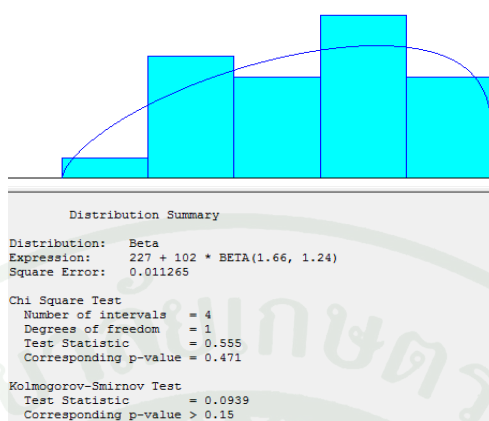
นำข้อมูลความต้องการใช้วัตถุดิบ S1,S2 และS3 ในแต่ละเดือนมาวิเคราะห์ปริมาณการใช้วัตถุดิบด้วยโปรแกรม Input Analyzer ในโปรแกรม Arena ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือน

มิถุนายน 2556 พบรูปแบบการกระจายตัวและค่าการกระจายของความต้องการใช้วัสดุดิบ ดังตาราง
ผนวกที่ 7 และภาพผนวกที่ 7-36

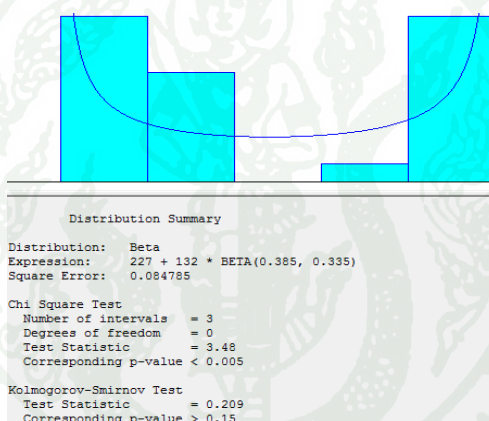
เนื่องจากข้อมูลความต้องการใช้วัสดุดิบ S1, S2 และ S3 ในแต่ละเดือนมีจำนวนน้อยกว่า 50 ข้อมูล จึงใช้วิธีการทดสอบ Kolmogorov - Smirnov Test พบว่าค่า P-Value ที่ได้จากการทดสอบมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวอิงพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณความต้องการใช้วัสดุดิบ S1, S2 และ S3 จากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น

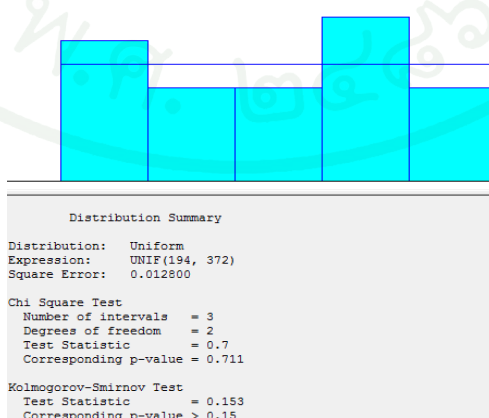
เดือน	ปริมาณความต้องการวัสดุดิบ (ตันต่อวัน)		
	S1	S2	S3
ก.ค.-55	$227+102*BETA(1.66, 1.24)$	TRIA(156, 241, 261)	NORM(168, 16.6)
ส.ค.-55	$227+132*BETA(0.39, 0.33)$	NORM(230, 31.9)	$133+80*BETA(0.70, 0.61)$
ก.ย.-55	UNIF(194, 372)	TRIA(163, 178, 312)	$119+109*BETA(0.89, 1.06)$
ต.ค.-55	$67+195*BETA(0.512, 0.42)$	UNIF(64, 199)	UNIF(44, 154)
พ.ย.-55	TRIA(193, 237, 400)	TRIA(141, 187, 295)	TRIA(111, 142, 232)
ธ.ค.-55	TRIA(277, 419, 469)	NORM(312, 34.4)	TRIA(171, 248, 281)
ม.ค.-56	$285+163*BETA(1.03, 1.18)$	$173+168*BETA(0.932, 1.17)$	TRIA(153, 186, 263)
ก.พ.-56	$193+179*BETA(0.751, 1.1)$	TRIA(109, 123, 251)	TRIA(101, 120, 208)
มี.ค.-56	$104+160*BETA(0.65, 0.57)$	$64+122*BETA(1.3, 1.12)$	$55.5+95*BETA(0.99, 0.86)$
เม.ย.-56	TRIA(269, 330, 472)	NORM(264, 48.7)	TRIA(142, 206, 270)
พ.ค.-56	TRIA(74, 292, 293)	TRIA(74, 236, 236)	NORM(134, 36.1)
มิ.ย.-56	TRIA(23, 203, 272)	$26+186*BETA(1.52, 1.26)$	TRIA(16, 118, 161)



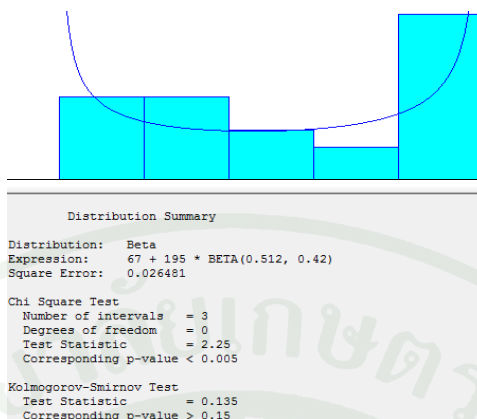
ภาพผนวกที่ ง1 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตุดิบ S1 เดือน ก.ค. 2555



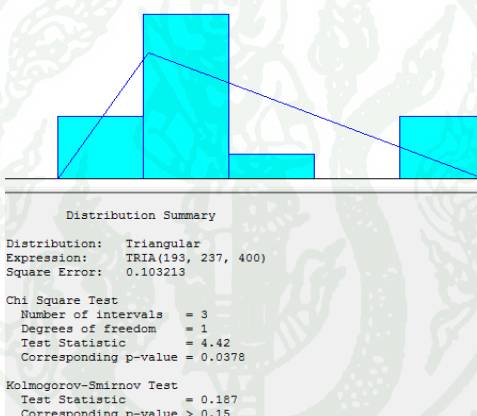
ภาพผนวกที่ ง2 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตุดิบ S1 เดือน ส.ค. 2555



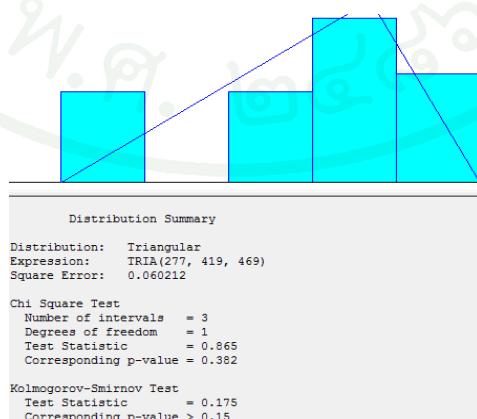
ภาพผนวกที่ ง3 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตุดิบ S1 เดือน ก.ย. 2555



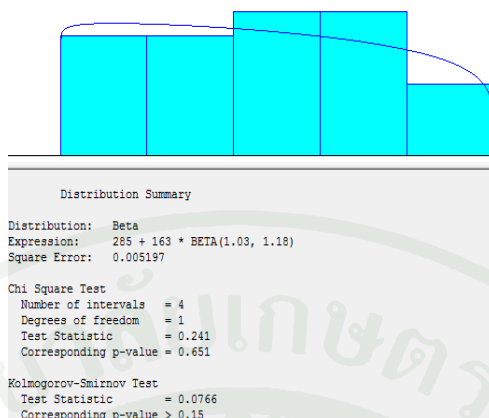
ภาพผนวกที่ ๓4 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ต.ค. 2555



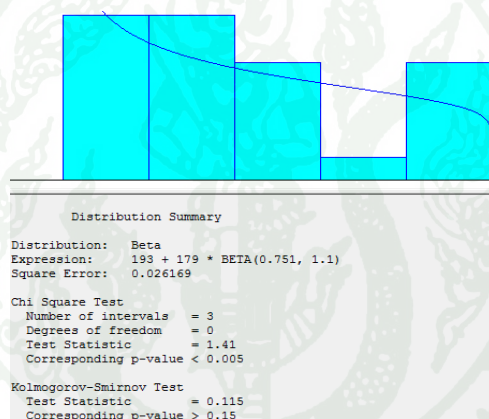
ภาพผนวกที่ ๓5 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน พ.ย. 2555



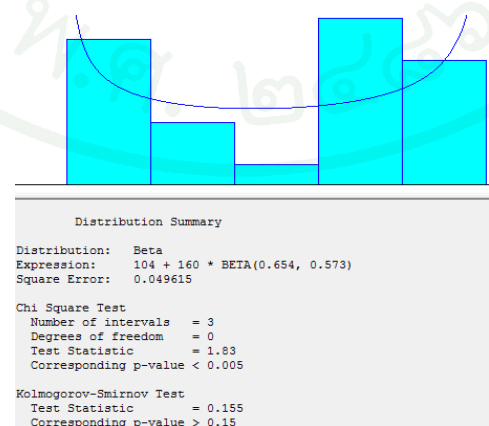
ภาพผนวกที่ ๓6 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S1 เดือน ธ.ค. 2555



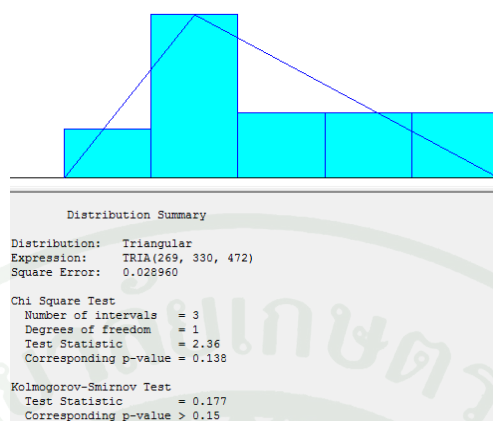
ภาพผนวกที่ ๗ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัดถุดิบบ S1 เดือน ม.ค. 2556



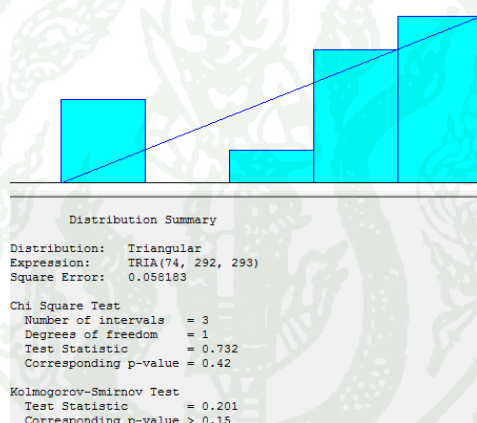
ภาพผนวกที่ ๘ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัดถุดิบบ S1 เดือน ก.พ. 2556



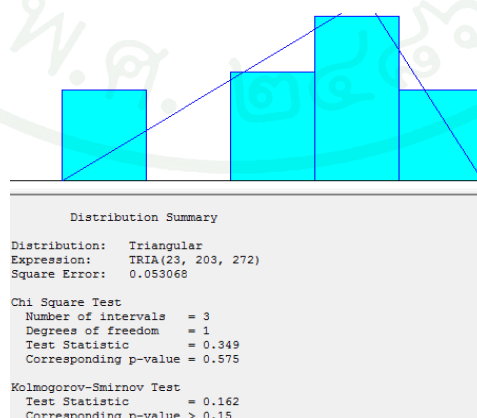
ภาพผนวกที่ ๙ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัดถุดิบบ S1 เดือน มี.ค. 2556



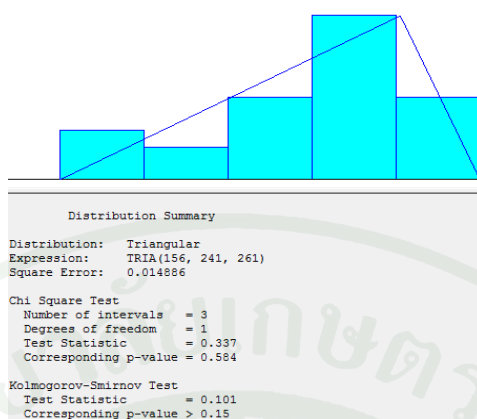
ภาพผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S1 เดือน เม.ย. 2556



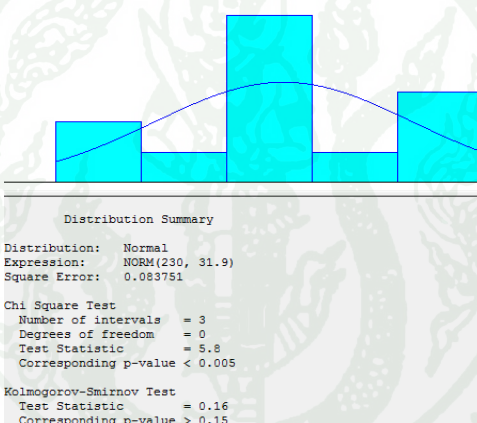
ภาพผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S1 เดือน พ.ค. 2556



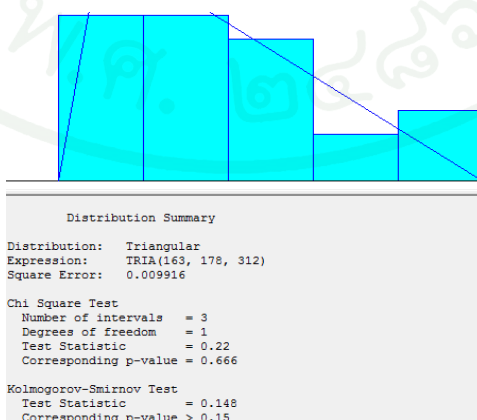
ภาพผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S1 เดือน มิ.ย. 2556



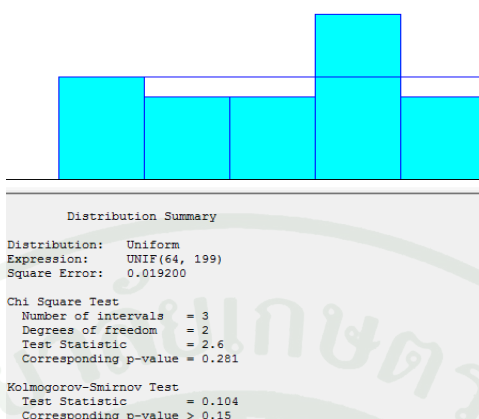
ภาพผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S2 เดือน ก.ค. 2555



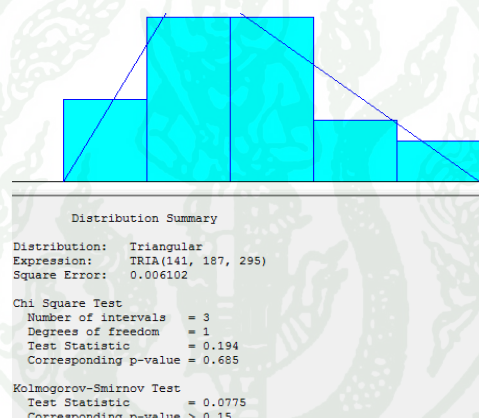
ภาพผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S2 เดือน ส.ค. 2555



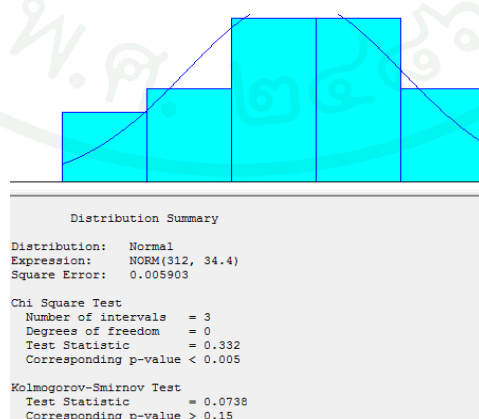
ภาพผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S2 เดือน ก.ย. 2555



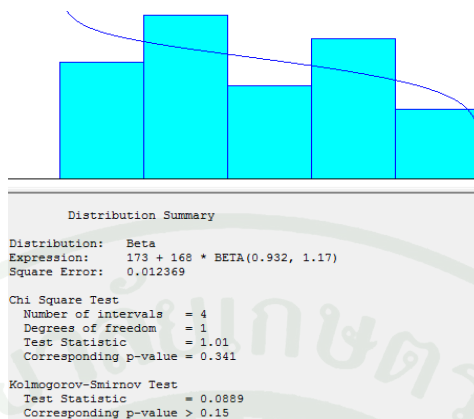
ภาพผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S2 เดือน ต.ค. 2555



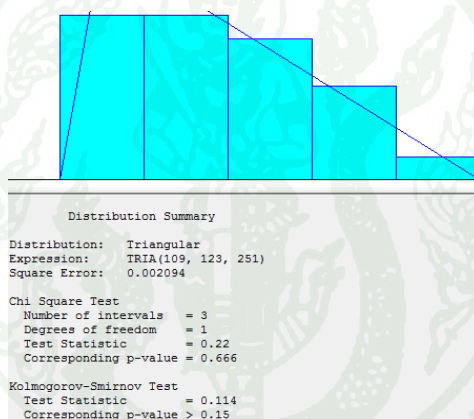
ภาพผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S2 เดือน พ.ย. 2555



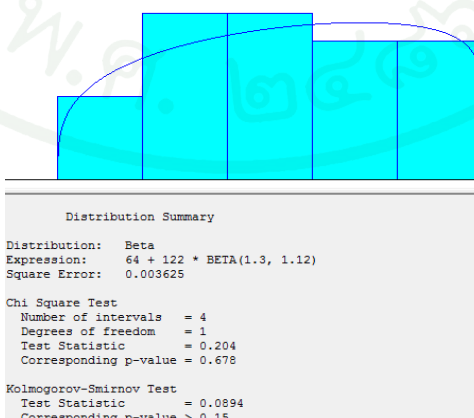
ภาพผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S2 เดือน ธ.ค. 2555



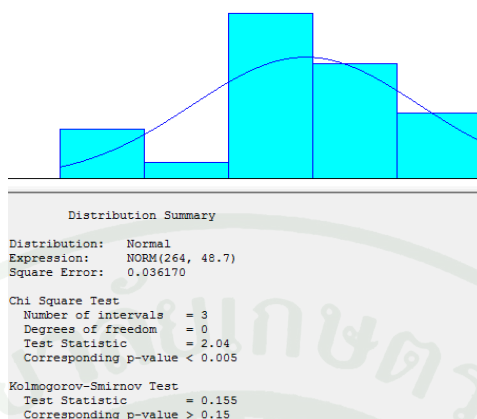
ภาพผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S2 เดือน ม.ค. 2556



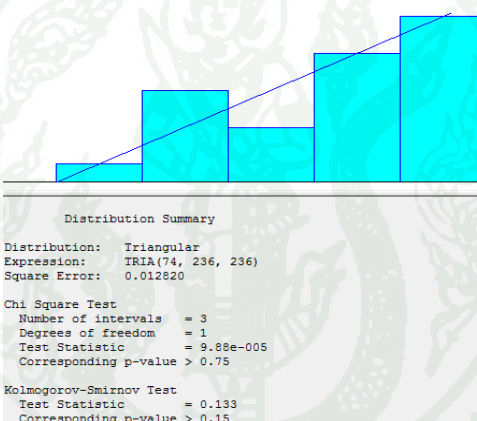
ภาพผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S2 เดือน ก.พ. 2556



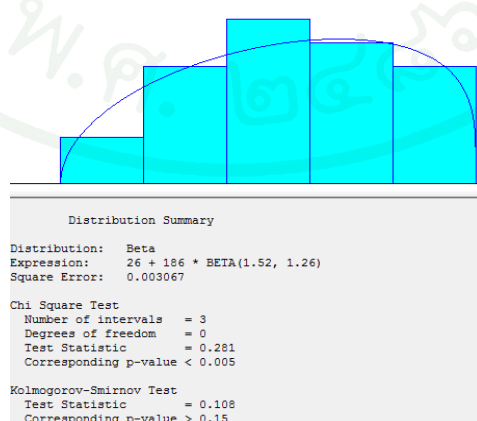
ภาพผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S2 เดือน มี.ค. 2556



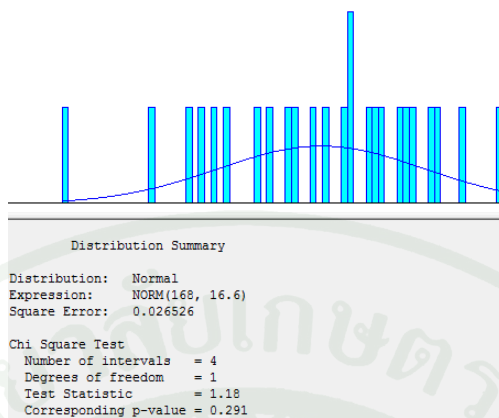
ภาพผนวกที่ ง22 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S2 เดือน เม.ย. 2556



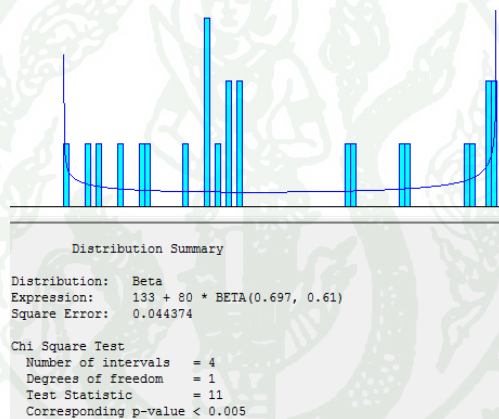
ภาพผนวกที่ ง23 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S2 เดือน พ.ค. 2556



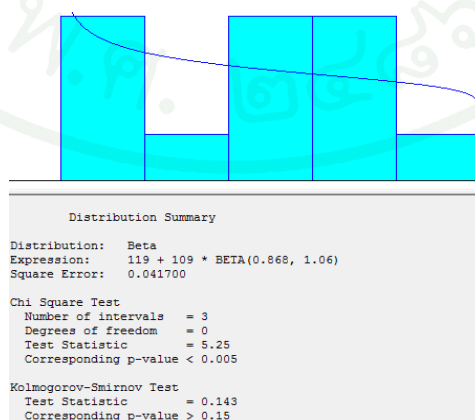
ภาพผนวกที่ ง24 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S2 เดือน มิ.ย. 2556



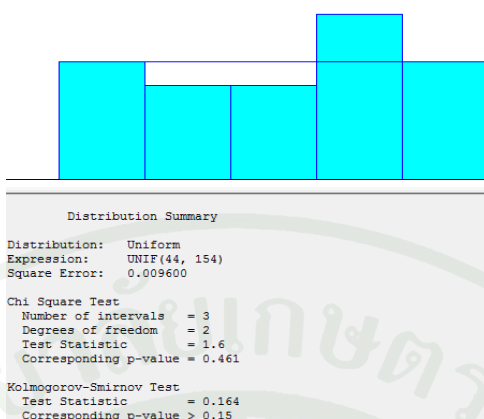
ภาพผนวกที่ ง25 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน ก.ค. 2555



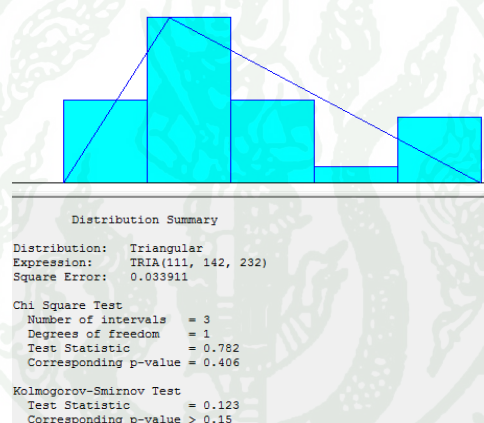
ภาพผนวกที่ ง26 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน ส.ค. 2555



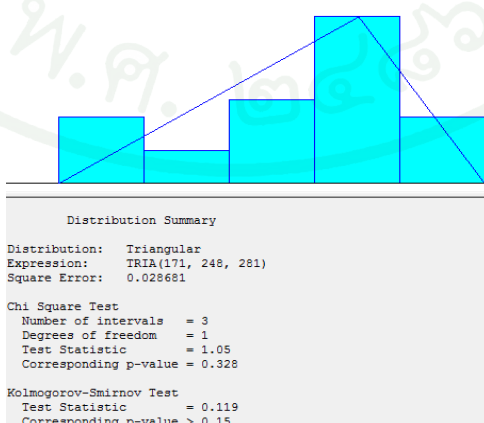
ภาพผนวกที่ ง27 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน ก.ย. 2555



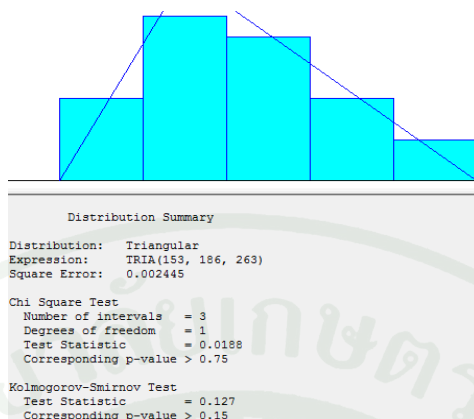
ภาพผนวกที่ ๒๒๘ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน ค.ค. ๒๕๕๕



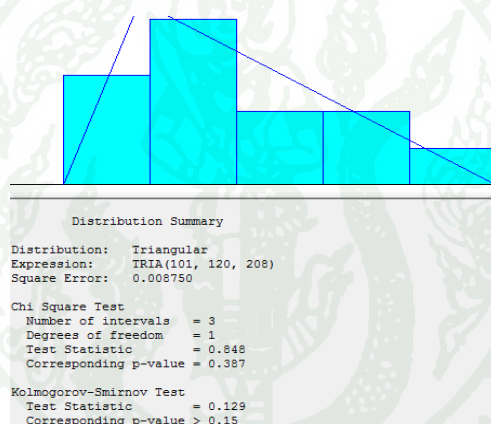
ภาพผนวกที่ ๒๒๙ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน พ.ย. ๒๕๕๕



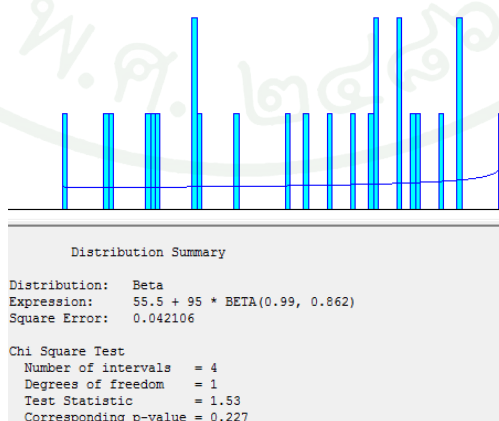
ภาพผนวกที่ ๒๓๐ การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน ธ.ค. ๒๕๕๕



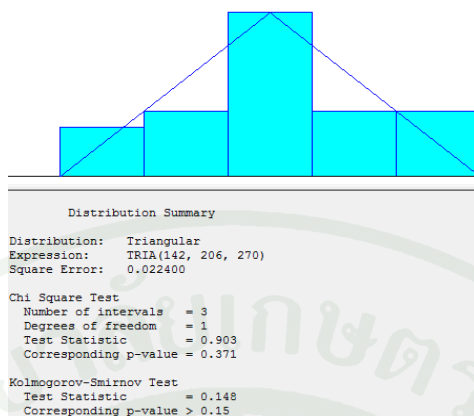
ภาพผนวกที่ ง31 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S3 เดือน ม.ค. 2556



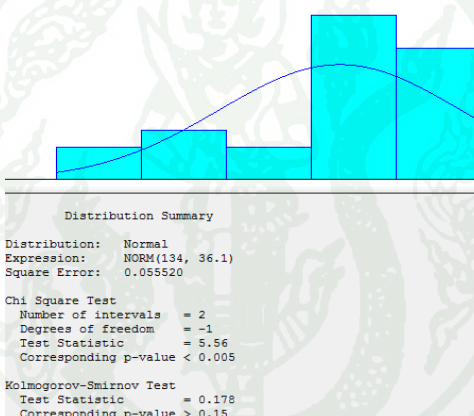
ภาพผนวกที่ ง32 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S3 เดือน ก.พ. 2556



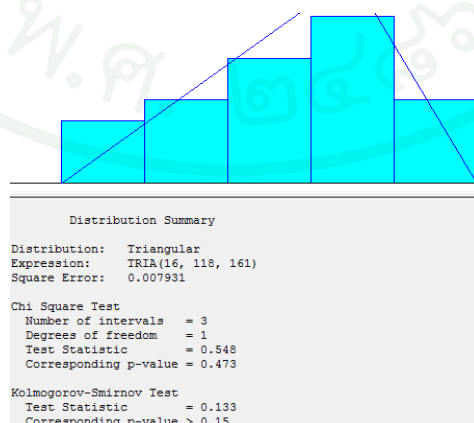
ภาพผนวกที่ ง33 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุดิบ S3 เดือน มี.ค. 2556



ภาพผนวกที่ ง34 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน เม.ย. 2556



ภาพผนวกที่ ง35 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน พ.ค. 2556



ภาพผนวกที่ ง36 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าด้วย Input Analyzer ของวัตถุคิบ S3 เดือน มิ.ย. 2556

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสิริลักษณ์ ปิยะไตรภูมิ
วัน เดือน ปีที่เกิด	13 มิถุนายน 2529
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยมหิดล

