

การศึกษาห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมผลิตสารสกัด  
กรณีศึกษา องค์การเภสัชกรรม



นางสาวยิ่งลักษณ์ แซ่หรือ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A STUDY OF SUPPLY CHAIN IN HERBAL EXTRACT INDUSTRY, CASE  
STUDY OF THAI GOVERNMENT PHARMACAUTICAL ORGANIZATION**



**Miss Yingluk Saerue**

**สถาบันวิทยบริการ**  
**จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering**

**Department of Industrial Engineering**

**Faculty of Engineering**

**Chulalongkorn University**

**Academic Year 2007**

**Copyright of Chulalongkorn University**





## 4870692621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING



KEY WORD : SUPPLY CHAIN PLANNING, DEMAND FORECASTING

YINGLUK SAERUE : A STUDY OF SUPPLY CHAIN IN HERBAL  
EXTRACT INDUSTRY: CASE STUDY OF THAI GOVERNMENT  
PHARMACAUTICAL ORGANIZATION.THESIS ADVISOR : ASSISTANT  
PROFESSOR SUTHAS RATANAKUAKANGWAN, 227 pp.

This research project primary objective is to study how to plan supply-chain management of the two herbal extracts production of Government Pharmaceutical Organization (GPO): Crude Capsicum and Crude Xantrophill. The efficient and harmonious supply-chain system will greatly give competitive advantages to the organization in the ever-changing and complex market.

The study begins from up-stream, agricultural level, to down-stream industries, the high technology factory and delivery processes to customers. The research comprises these important aspects: demand forecasting, material procurement, inventory control, production planning simulations and product distribution. Demands are forecasted in order to calculate the amount of material needed to procure for production along with planning the input inventories. The simulation was done to address a step where bottle-neck problem exists by choosing the scenario in which the total cost is lowest while the production capacity is not less than forecasted demand. Also, the simulation compares the suitability between employing current staff to produce and outsourcing ones from reliable places.

The results of this research are, firstly, the demand forecasted result has less than 12% errors. For material procurement, it is found that buying is better than producing by oneself, that is more suitable according to the Making or Buying Decision criteria. Finally, in the production simulation, it is less arguable that employing more staff on site to produce is better than outsourcing on top of the fact that the cost is also lower 2,027,494 Baht per year.

Department	Industrial Engineering	Student's signature	
Field of study	Industrial Engineering	Advisor's signature	
Academic year	2007		

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆที่  
เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา รองศาสตราจารย์ สมชาย พวง  
เพิกศึก และ รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เภยประเสริฐวงศ์ ประธานกรรมการ และกรรมการสอบ  
วิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสนอแนะประเด็น เพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ในองค์การเภสัชกรรมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการ  
ทำวิจัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ต

### บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การจัดการห่วงโซ่อุปทาน.....	6
2.2 การจัดซื้อ.....	8
2.3 การจัดการสินค้าคงคลัง.....	11
2.4 การจัดการผลิต.....	15
2.5 การกระจายสินค้า.....	18
2.6 มุมมองเชิงกระบวนการห่วงโซ่อุปทาน.....	19
2.7 การวางแผนความต้องการด้วยการพยากรณ์.....	20
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25

3. สภาพปัจจุบันขององค์การเกษตรกรรม.....	29
3.1 ผลผลิตขององค์การเกษตรกรรม.....	29
3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน.....	30
3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์สารสกัด 2 ชนิด.....	31
3.4 อัตราการผลิต.....	44
4. การพยากรณ์.....	46
4.1 วัตถุประสงค์การพยากรณ์.....	47
4.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	47
4.3 การทดสอบเพื่อเลือกแบบจำลองในการพยากรณ์.....	50
4.4 คำนวณพยากรณ์อุปสงค์.....	57
4.5 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์.....	62
5. การจัดซื้อวัตถุดิบ.....	67
5.1 ศึกษารายละเอียดวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในการผลิต.....	68
5.2 กรณีศึกษาการผลิตเอง.....	66
5.3 กรณีศึกษาการซื้อ.....	88
5.4 วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกรณีผลิตเองและกรณีการซื้อ.....	101
6. การบริหารสินค้าคงคลัง.....	105
6.1 ต้นทุนสินค้าคงคลัง.....	106
6.2 ระบบบริหารสินค้าคงคลัง.....	108
6.2.1 การบริหารสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดสด.....	109
6.2.2 การบริหารสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดแห้ง.....	119
7. แบบจำลองการวางแผนการผลิต.....	129
7.1 ขั้นตอนการผลิตสารสกัดสมุนไพร.....	130
7.2 ตัวแปรตัดสินใจของแบบจำลอง.....	137
7.3 สมการเป้าหมายของแบบจำลอง.....	142
7.4 ข้อจำกัดของแบบจำลอง.....	145



7.5 ผลการทดลองของแบบจำลอง.....	149
8 แบบจำลองการกระจายสินค้า.....	164
8.1 ข้อมูลพื้นฐานของและลูกค้าเป้าหมายของแบบจำลอง.....	165
8.2 การจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่ง.....	169
8.2.1 เครือข่ายการขนส่งแบบตรง.....	169
8.2.2 เครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบ(Milk Run).....	176
9 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	190
9.1 สรุปผลงานวิจัย.....	191
9.2 ข้อเสนอแนะ.....	201
รายการอ้างอิง.....	202
ภาคผนวก.....	204
ภาคผนวก ก การกำหนดน้ำหนักบรรทุก.....	205
ภาคผนวก ข แผนที่เส้นทางการเดินรถที่สั้นที่สุด.....	209
ภาคผนวก ค รหัสแสดงที่ตั้งทางหลวง.....	215
ภาคผนวก ง ตารางเดินรถไฟ ICD-ท่าเรือแหลมฉบัง.....	219
ภาคผนวก จ ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า.....	221
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	227

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	หลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่าจะผลิตหรือซื้อ .....	9
ตารางที่ 2.2	ตัวอย่างของปัจจัยนำเข้า (Input), กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) และผลผลิต (Output) .....	17
ตารางที่ 4.1	แสดงมูลค่าการส่งออกพริกในตระกูลแคปซิกัม, พิเมนตา (แห้ง/ป่น) .....	48
ตารางที่ 4.2	มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ดอกดาวเรืองแห้งป่นไปยังต่างประเทศ .....	49
ตารางที่ 4.3	แสดงการปริมาณสารแซนโทฟิลในปี พ.ศ. 2544-2546 .....	50
ตารางที่ 4.4	แสดงมูลค่าอุปสงค์ของพริกที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง .....	52
ตารางที่ 4.5	แสดงอุปสงค์ของสารแซนโทฟิลที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง .....	56
ตารางที่ 4.6	แสดงค่า ระดับเริ่มต้น (L) และค่าแนวโน้ม (T) ของแคปซิกัม .....	57
ตารางที่ 4.7	แสดงข้อมูลการพยากรณ์อุปสงค์ของแคปซิกัม ในค.ศ 2009-2013 .....	59
ตารางที่ 4.8	แสดงค่า ระดับเริ่มต้น(L) และค่าแนวโน้ม (T) ของแซนโทฟิล .....	60
ตารางที่ 4.9	แสดงมูลค่าการพยากรณ์อุปสงค์ของแซนโทฟิลในปีค.ศ. 2009-2013 .....	61
ตารางที่ 4.10	แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์แคปซิกัม .....	63
ตารางที่ 4.11	แสดงความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์แซนโทฟิล .....	65
ตารางที่ 5.1	ตารางแสดงพื้นที่ปลูกและผลผลิตรวมของพริกระหว่างปี 2540/41 - 2543/44 .....	71
ตารางที่ 5.2	ตารางแสดงเนื้อที่ ผลิตผลผลิตต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตพริกใหญ่ตามราคาที่เกษตรกร ขายได้ ปี 2538-2547 .....	72
ตารางที่ 5.3	ตารางแสดงปริมาณผลผลิตทางวิชาการและผลผลิตของเกษตรกร .....	72
ตารางที่ 5.4	ตารางแสดงผลการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพริกขี้หนู .....	74
ตารางที่ 5.5	ตารางแสดงสรรพคุณจากการนำไปใช้ทางยาสมุนไพรจากพริกขี้หนู .....	75
ตารางที่ 5.6	ตารางแสดงสารเคมีที่ได้จากการศึกษาพืชสมุนไพรพริกขี้หนู .....	75
ตารางที่ 5.7	ตารางแสดงสรรพคุณจากการนำดาวเรืองไปใช้ทางยาสมุนไพร .....	76
ตารางที่ 5.8	ตารางแสดงสารเคมีที่ได้จากการศึกษาดาวเรือง .....	78
ตารางที่ 5.9	การประมาณการค่าใช้จ่ายในการปลูกพริกเฉลี่ย (บาท/ไร่) จำแนกตามพันธุ์พริก .....	78
ตารางที่ 5.10	ผลผลิตของดาวเรือง และต้นทุนต่อพื้นที่เพาะปลูก .....	81
ตารางที่ 5.11	สถิติการปลูกพริกของประเทศไทย .....	84
ตารางที่ 5.12	ปริมาณผลผลิตพริก (ตัน) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง .....	88
ตารางที่ 5.13	ตารางแสดงรายละเอียดผู้จัดส่งพริก .....	94

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 5.14 ตารางแสดงราคาเฉลี่ยพริกสด .....	95
ตารางที่ 5.15 ข้อมูลจุดที่มีการรับซื้อคอกดาวเรือง .....	97
ตารางที่ 5.16 ตารางแสดงรายชื่อผู้ขายดาวเรืองส่ง .....	99
ตารางที่ 5.17 ตารางสรุปข้อพิจารณาในการเลือกการซื้อสินค้า (Buy Considerations).....	100
ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงต้นทุนในการเก็บรักษา .....	106
ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงต้นทุนในการส่งพริกสด .....	107
ตารางที่ 6.3 ตารางแสดงต้นทุนในการส่งดาวเรืองสด .....	108
ตารางที่ 6.4 แสดงปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุน สินค้าคงคลังโดยรวม .....	111
ตารางที่ 6.5 แสดงจุดสั่งซื้อใหม่และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของพริกสด .....	113
ตารางที่ 6.6 ตารางสรุปข้อมูลการจัดการสินค้าคงคลังของพริกสด .....	114
ตารางที่ 6.7 แสดงปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุน สินค้าคงคลังโดยรวม ของดาวเรือง .....	116
ตารางที่ 6.8 แสดงจุดสั่งซื้อใหม่และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของดาวเรืองสด .....	117
ตารางที่ 6.9 ตารางสรุปข้อมูลการจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองสด .....	118
ตารางที่ 6.10 แสดงปริมาณการผลิต(Q) กับต้นทุนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด และต้นทุนการเก็บ รักษา .....	120
ตารางที่ 6.11 ข้อมูลสรุปการจัดการสินค้าคงคลังของพริกแห้งอัดเม็ด .....	123
ตารางที่ 6.12 แสดงปริมาณการผลิต(Q) กับต้นทุนการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ด ต้นทุนการเก็บ รักษา และต้นทุนรวม .....	124
ตารางที่ 6.13 ข้อมูลสรุปการจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองแห้งอัดเม็ด .....	127
ตารางที่ 7.1 ชนิดของตัวทำละลายที่อนุญาตให้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา .....	132
ตารางที่ 7.2 ตารางแสดงข้อมูลอุปสงค์ของพริกสดที่ต้องการเตรียมระหว่าง ปี ค.ศ.2009-2013 .....	139
ตารางที่ 7.3 ตารางสรุปข้อมูลต้นทุนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด .....	139
ตารางที่ 7.4 ตารางข้อมูลอุปสงค์ของดาวเรืองสดที่ต้องการเตรียมระหว่างปี ค.ศ.2009-2013 ..	141
ตารางที่ 7.5 ตารางสรุปข้อมูลต้นทุนการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ด .....	141
ตารางที่ 7.6 ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด (Aggregate Plan Decision Variable) .....	151

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 7.7	ตารางแสดงต้นทุนจากตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองการวางแผนการเตรียมพริก แห่งอัดเม็ด (Aggregate plan cost) .....	151
ตารางที่ 7.8	ตารางสรุปผลการคำนวณสมการเป้าหมายของแผนการเตรียมพริกแห่งอัดเม็ด....	152
ตารางที่ 7.9	ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมดาวเรืองแห่งอัดเม็ด (Aggregate Plan Decision Variable) .....	154
ตารางที่ 7.10	ตารางแสดงต้นทุนจากตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองการวางแผนการเตรียม ดาวเรืองแห่งอัดเม็ด (Aggregate plan cost).....	154
ตารางที่ 7.11	ตารางสรุปผลการคำนวณสมการเป้าหมายของแผนการเตรียมพริกแห่งอัดเม็ด....	155
ตารางที่ 7.12	ตารางแสดงการเปรียบเทียบตัวแปรตัดสินใจกรณีพนักงานประจำและพนักงาน ภายนอก .....	156
ตารางที่ 7.13	ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมพริกแห่งอัดเม็ดกรณีนัก ภายนอก .....	156
ตารางที่ 7.14	ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมดาวเรืองแห่งอัดเม็ดกรณี พนักงานนอก .....	159
ตารางที่ 7.15	ตารางรายละเอียดต้นทุนของการเตรียมพริกแห่งกรณีจ้างพนักงานจากภายนอก .	160
ตารางที่ 7.16	ตารางแสดงรายละเอียดต้นทุนของการเตรียมดาวเรืองแห่งกรณีจ้างพนักงานจาก ภายนอก .....	160
ตารางที่ 7.17	ตารางแสดงข้อแตกต่างของการจ้างพนักงานประจำและการจ้างพนักงานจาก ภายนอกในการเตรียมการผลิตวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด .....	161
ตารางที่ 7.18	ตารางแสดงสัดส่วนต้นทุนจากการเตรียมพริกและดาวเรืองแห่งอัดเม็ด .....	161
ตารางที่ 8.1	ตารางแสดงข้อมูลรถบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลอง .....	166
ตารางที่ 8.2	ตารางแสดงรายละเอียดลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย .....	168
ตารางที่ 8.3	ตารางแสดงความต้องการสินค้าและระยะทางสั้นที่สุด .....	170
ตารางที่ 8.4	ตารางการคำนวณทางเลือกในการจัดรถบรรทุกและปริมาณการขนส่งสำหรับลูกค้า 1 และลูกค้า 2 .....	172
ตารางที่ 8.5	ตารางการคำนวณทางเลือกในการจัดรถบรรทุกและปริมาณการขนส่งสำหรับลูกค้า 3 และลูกค้า 4 .....	173

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 8.6	ตารางแสดงรายละเอียดทางเลือกการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดกรณี เครือข่ายแบบตรง.....	175
ตารางที่ 8.7	ตารางบ่งชี้ระยะทางที่สั้นที่สุด(Distance Matrix) .....	177
ตารางที่ 8.8	ตารางเมตริกซ์การประหยัดต้นทุนกรณีศึกษา.....	179
ตารางที่ 8.9	ตารางเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทางใหม่ .....	179
ตารางที่ 8.10	ตารางการจัดเส้นทางให้ลูกค้าจากเมตริกซ์การประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทาง ใหม่.....	180
ตารางที่ 8.11	ตารางแสดงรายละเอียดทางเลือกการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดกรณีเครือข่ายแบบวง รอบโดยเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนโดยการจัดเส้นทางใหม่.....	182
ตารางที่ 8.12	ตารางแสดงเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทางใหม่ทำซ้ำครั้งที่ 2 .....	183
ตารางที่ 8.13	ตารางแสดงระยะทางรวมจากลำดับการขนส่ง.....	184
ตารางที่ 8.14	ตารางการจัดเส้นทางให้ลูกค้าจากเมตริกซ์การประหยัด ต้นทุนของการจัดเส้นทาง ใหม่ครั้งที่ 2 .....	186
ตารางที่ 8.15	ตารางแสดงรายละเอียดทางเลือกการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดกรณีเครือข่ายแบบวง รอบโดยเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนโดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 2 .....	186
ตารางที่ 8.16	แบบจำลองการจัดเส้นทางและกำหนดการขนส่ง.....	189

## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	โครงข่ายของโซ่อุปทาน .....	5
รูปที่ 2.2	โครงข่ายห่วงโซ่อุปทาน .....	6
รูปที่ 2.3	แสดงองค์ประกอบในห่วงโซ่อุปทาน .....	7
รูปที่ 2.4	แผนภาพขนาดการสั่งซื้อ .....	13
รูปที่ 2.5	จุดสั่งซื้อใหม่ในอัตราความต้องการสินค้าแปรผันและเวลารอคอยแปรผัน .....	15
รูปที่ 2.6	หน้าที่หลักขององค์การธุรกิจ.....	16
รูปที่ 2.7	หน้าที่หลักของ 3 ฝ่ายขององค์กรธุรกิจที่สัมพันธ์กัน .....	16
รูปที่ 2.8	IDEFO Block และลูกศรการทิศทาง.....	23
รูปที่ 2.9	สมการเส้นตรง.....	24
รูปที่ 3.1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขององค์การเกษตรกรรม.....	29
รูปที่ 3.2	ผังโครงสร้างองค์กรขององค์การเกษตรกรรม .....	30
รูปที่ 3.3	แผนผังกระบวนการเตรียมพริกอัดเม็ด .....	32
รูปที่ 3.4	แผนภาพแสดงเทคโนโลยีในกระบวนการการผลิต Capsicum oleoresin .....	36
รูปที่ 3.5	กระบวนการภายในเครื่องสกัด LM Extractor .....	37
รูปที่ 3.6	ภาพตัดขวางของ LM extractor.....	37
รูปที่ 3.7	ผังกระบวนการเตรียมดาวเรืองอัดเม็ด .....	43
รูปที่ 3.8	แผนภาพแสดงเทคโนโลยีการผลิต .....	43
รูปที่ 3.9	ผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปซิกัม.....	44
รูปที่ 3.10	ผลิตภัณฑ์สารสกัดแซนโทฟิล .....	44
รูปที่ 3.11	แผนผังการทำงาน โรงผลิตสารสกัด.....	45
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงมูลค่าการส่งออกพริกตระกูลแคปซิกัมปี พ.ศ. 2546-2548 .....	51
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงปริมาณการส่งออกพริกแคปซิกัมที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง.....	53
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงปริมาณความต้องการสารแซนโทฟิลระหว่าง พ.ศ. 2544-2546.....	54
รูปที่ 4.4	กราฟแสดงปริมาณการส่งออกสารแซนโทฟิลที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง.....	57
รูปที่ 4.5	กราฟแสดงการพยากรณ์การส่งออกแคปซิกัมในปี ค.ศ. 2009-2013.....	59
รูปที่ 4.6	กราฟแสดงการพยากรณ์การส่งออกแซนโทฟิลในปี ค.ศ. 2009-2013.....	62
รูปที่ 5.1	รูปภาพแสดงพริกชี้ฟ้า .....	69
รูปที่ 5.2	รูปพริกชี้หนู.....	73
รูปที่ 5.3	รูปดาวเรือง .....	77

## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 6.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณพริกที่สั่งซื้อ.....	112
รูปที่ 6.2	รูปวงจรถอรรถการใช้การสั่งซื้อและสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของพริก.....	114
รูปที่ 6.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณดาวเรืองที่สั่งซื้อ.....	117
รูปที่ 6.4	รูปแสดงวงจรถอรรถการใช้ การสั่งซื้อ และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของดาวเรือง .....	118
รูปที่ 6.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณการส่งพริกแห้งอัดเม็ด.....	121
รูปที่ 6.6	รูปแสดงความสัมพันธ์ของอัตรการใช้พริกแห้งอัดเม็ดและอัตรากำไรส่งพริกแห้งอัดเม็ด .....	122
รูปที่ 6.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณการส่งดาวเรืองแห้งอัดเม็ด.....	125
รูปที่ 6.8	กราฟแสดงอัตรการใช้และอัตรากำไรเตรียมพริกอัดเม็ด .....	126
รูปที่ 7.1	ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการผลิตสารสกัด .....	131
รูปที่ 7.2	แผนผังกระบวนการเตรียมพริกอัดเม็ด .....	134
รูปที่ 7.3	ผังกระบวนการเตรียมดาวเรืองอัดเม็ด .....	136
รูปที่ 8.1	รูปแสดงเครือข่ายการส่งแบบตรงกรณีศึกษา.....	169
รูปที่ 8.2	รูปแบบการขนส่งเครือข่ายแบบวงรอบในกรณีศึกษา.....	176

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

ปัจจุบัน กระแสการบริโภคสมุนไพรไทยชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นยาไทย เครื่องดื่มสมุนไพร หรือแม้แต่เครื่องสำอางสมุนไพรกำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมาก ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ผลผลิตสมุนไพรทางการเกษตร ต้นทุนที่มาจากทรัพย์สินในดินสินในน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ตามสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นมีความหลากหลายทางพืชพันธุ์ ัญญาหาร ล้วนเป็นต้นกำเนิดผู้ประกอบการรายสาขาด้านอาหารและ ผลิตภัณฑ์การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศ แต่อย่างไร้ให้ภาคอุตสาหกรรมสมุนไพร ที่มีต้นทุนในประเทศไม่ใช่เพียงแค่แรงงาน ได้รับการส่งเสริมให้มีขีดความสามารถ ทั้งด้านการลงทุน การผลิตและการตลาด ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อมุ่งสู่มาตรการการค้าโลกอย่างรู้เท่าทันเหตุการณ์

หากมองด้านช่องทางจำหน่ายที่รองรับ ยังคงเป็นตลาดในประเทศที่มีการแข่งขันจากผู้ผลิตด้วยกันและสินค้านำเข้าที่มีต้นทุนต่ำกว่า เมื่อช่องทางจำหน่ายมีจำกัด การขยายโอกาสทางธุรกิจจึงถูกจำกัดด้วยเงินทุนขนาดเล็กตามศักยภาพที่มี ดังนั้นเมื่อสิ่งที่มีวัตถุดิบภายในประเทศไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ การขาดความเข้มแข็งด้านกำลังเงิน กำลังการผลิตและแปรรูป ให้มีคุณภาพ ทำให้กระบวนการผลิตไม่ถึงที่สุด เป็นเพียงแค่ผู้ผลิตวัตถุดิบ (Raw Material) ไปพบว่าสมุนไพรขายดีที่สุดในปัจจุบัน คือ กวาวเครือ โดยมีการแปรรูปวัตถุดิบเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลาย ซึ่งเราจะทำหน้าที่เพียงส่งสินค้าในรูปแบบสมุนไพรแห้ง

เมื่อมองทางด้านบริการที่สามารถต่อยอดจากผลผลิตด้านการเกษตร ตามกระแสความนิยมของโลกขณะนี้หันมาดูแลสุขภาพด้วยวิถีธรรมชาติ จึงทำให้สปาและการนวดของไทยติดอันดับโลก จำนวนผู้ใช้บริการกว่าร้อยละ 80 เป็นชาวต่างชาติ แต่ขณะเดียวกันพบว่า เครื่องหอม น้ำมันหอมระเหยที่ใช้ในการนวดบำบัดเกือบทั้งหมด ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มูลค่าการใช้ประมาณ 7,000 ล้านบาทต่อปี ซึ่งร้อยละ 60 เป็นสารสังเคราะห์ไม่ใช่สารสกัดจากธรรมชาติ

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงความต้องการทางการตลาดที่มีปริมาณสูง ตลาดเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติซึ่งรวมทั้งสารสกัดจากสมุนไพรมีแนวโน้มที่จะขยายตัวในอนาคต จากที่ประเทศไทยอุดมสมบูรณ์ด้วยสมุนไพรนานาชนิด หากเรามีความพร้อมในการแข่งขัน ศักยภาพของสมุนไพรไทยที่จะก้าวกระโดดต่อไปในอนาคตเป็นไปได้อย่างไม่น่าสงสัย



## 1.1 ความเป็นมา หลักการ และเหตุผลในการศึกษาวิจัย

อุตสาหกรรมยาเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นปัจจัยจำเป็นต่อชีวิตและสุขภาพของประชาชน ซึ่งนับได้ว่ามีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติอย่างชัดเจน แต่ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมยาในประเทศจำเป็นต้องนำเข้าตัวยาสำคัญและวัตถุดิบจากต่างประเทศเพื่อนำมาผลิตเป็นยาสำเร็จรูป หรืออีกนัยหนึ่งอาจเรียกว่าเป็นอุตสาหกรรมผลิตยาสำเร็จรูป ทั้งที่อุตสาหกรรมยาสมุนไพรและผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยมีข้อได้เปรียบและศักยภาพในการแข่งขัน อันเนื่องจากประเทศไทยเราเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นซึ่งมีสภาพภูมิศาสตร์และภูมิอากาศที่เอื้อต่อความหลากหลายและอุดมสมบูรณ์ของพืชพันธุ์และสมุนไพรต่าง เป็นที่น่าเสียดายที่ประเทศเราไม่ได้ใช้ความได้เปรียบนี้ให้เป็นประโยชน์มากเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้จึงเกิดโครงการตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ในโครงการศึกษาจัดตั้งโรงงานสารสกัดขององค์การเภสัชกรรมอันได้แก่สมุนไพร เปล้าน้อย คาวเรือง ฟ้าทะลายโจร และพริก เป็นต้น

สภาพปัญหาในปัจจุบัน

1. ปัจจุบัน โรงงานผลิตสารสกัดสมุนไพรจะอยู่ในรูปแบบครัวเรือนผลิตตามภูมิปัญญาพื้นบ้าน มีขนาดเล็กกระจัดกระจาย ขบวนการในการผลิตที่ไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง ในรูปแบบเช่น ลูกกลอน ยาน้ำ ยาผง ซึ่งยังคงพบปัญหาปริมาณยาไม่คงที่ ขนาดเม็ดไม่สม่ำเสมอ เม็ดยาไม่ละลายน้ำ เป็นต้น ทำให้ผู้บริโภคหันไปพึ่งพาหาแผนปัจจุบัน ยาน้ำเข้า เสียส่วนใหญ่
2. ปัญหาเรื่องวัตถุดิบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ใช้วัตถุดิบจากพืชพันธุ์ธรรมชาติ ดังนั้นจึงเกิดปัญหาความเสถียรของวัตถุดิบในแต่ละฤดูกาล ทั้งในเรื่องของคุณภาพวัตถุดิบ ราคาที่เหมาะสม และปัญหาการมีวัตถุดิบไม่เพียงพอในแต่ละฤดูกาลของการผลิต
3. ปัญหาการแข่งขันด้านราคาที่ไม่สามารถสู้คู่แข่งได้ อันเนื่องมาจากการแบกรับภาระขององค์กรด้านต้นทุนการค้าเนินการ เช่น สวัสดิการ ค่าใช้จ่าย เบี้ยเลี้ยง ทำให้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต

จากสภาพปัญหาและมูลเหตุจูงใจ จึงต้องมีการนำหลักการจัดการห่วงโซ่อุปทานมาใช้เพื่อช่วยให้ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และตรงตามความต้องการของมนุษย์ โดยการจัดการห่วงโซ่อุปทานจะต่างจากการจัดการแบบเก่าที่ให้ความสำคัญเฉพาะภายในองค์กรของตนเอง แต่จะเปรียบได้ว่าทุกองค์กรที่เกี่ยวข้องภายในห่วงโซ่อุปทานกลายเป็นองค์กรเดียวกัน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความร่วมมือกันในการเพิ่มคุณค่าของตัวผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบรอบด้าน รวมทั้งปรับปรุงขบวนการต่างๆที่อาจจะเป็สิ่งที่ลดคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือการทำงานที่สูญเสียเปล่าต่อระบบการค้าเนินงานของห่วงโซ่อุปทาน เพื่อสนองตอบสนองความต้องการมากที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการนำฐานข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการการผลิตสารสกัดทั้ง 2 ชนิด
2. สร้างรูปแบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานสารสกัดทั้ง 2 ชนิด โครงสร้างฐานการเชื่อมโยงจากต้นน้ำถึงปลายน้ำคือ จากการเพาะปลูก จัดซื้อ จัดเก็บ จัดจำหน่าย

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการไหลของวัตถุดิบจากต้นน้ำถึงปลายน้ำ และสามารถจัดทำบริการสายธารการผลิตตั้งแต่ต้นสาย (Upstream) จนถึงปลายสาย (Down stream)
2. จัดทำระบบการจัดการการผลิตโดยมีการพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting) มีระบบการจัดซื้อ (Purchase) การบริหารคงคลัง (Inventory management) การจัดตารางเวลาการผลิต (Scheduling) การกระจายสินค้า (Distribution) และการส่งมอบจากต้นน้ำถึงปลายน้ำเป็นองค์ประกอบ
3. เสนอและรับฟังข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาสภาพปัจจุบัน และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ (จากแหล่งเพาะปลูกถึงลูกค้า)
3. จัดทำผังกระบวนการจำลองโดยใช้ IDEF0 MODEL
4. ตรวจสอบความถูกต้องของผังกระบวนการแบบจำลองกับสภาพในปัจจุบัน
5. จัดทำระบบการจัดการการผลิต และดำเนินงาน โดยเริ่มจากการวางแผน (Planning) การพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting) การจัดซื้อ (Purchasing) การบริหารคงคลัง (Inventory management) การจัดตารางเวลาการผลิต (Scheduling) การกระจายสินค้า (Distribution) และการส่งมอบจากต้นน้ำถึงปลายน้ำ
6. นำเสนอระบบการจัดการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องพร้อมรับข้อแสดงความคิดเห็นและปรับปรุงแก้ไข
7. สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ได้ระบบการบริหารจัดการกิจกรรมทั้งหมดในห่วงโซ่ตั้งแต่ต้นสาย (Upstream) จนถึงปลายสาย (Downstream) โดยมีเวลาน้อยที่สุดที่ทำได้ในแต่ละกิจกรรม รวมถึงการกำจัดความสูญเสียดังกล่าว (Waste) ที่ไม่ก่อมูลค่าเพิ่ม และเสนอการตอบสนองที่เกิดคุณค่ามากที่สุด
2. สามารถเพิ่มจำนวนธุรกิจรายย่อย (Out sourcing)
3. สร้างมูลค่าเพิ่ม (Value added) ให้อุตสาหกรรมสารสกัดสมุนไพรไทย
4. เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสารสกัดสมุนไพรไทย

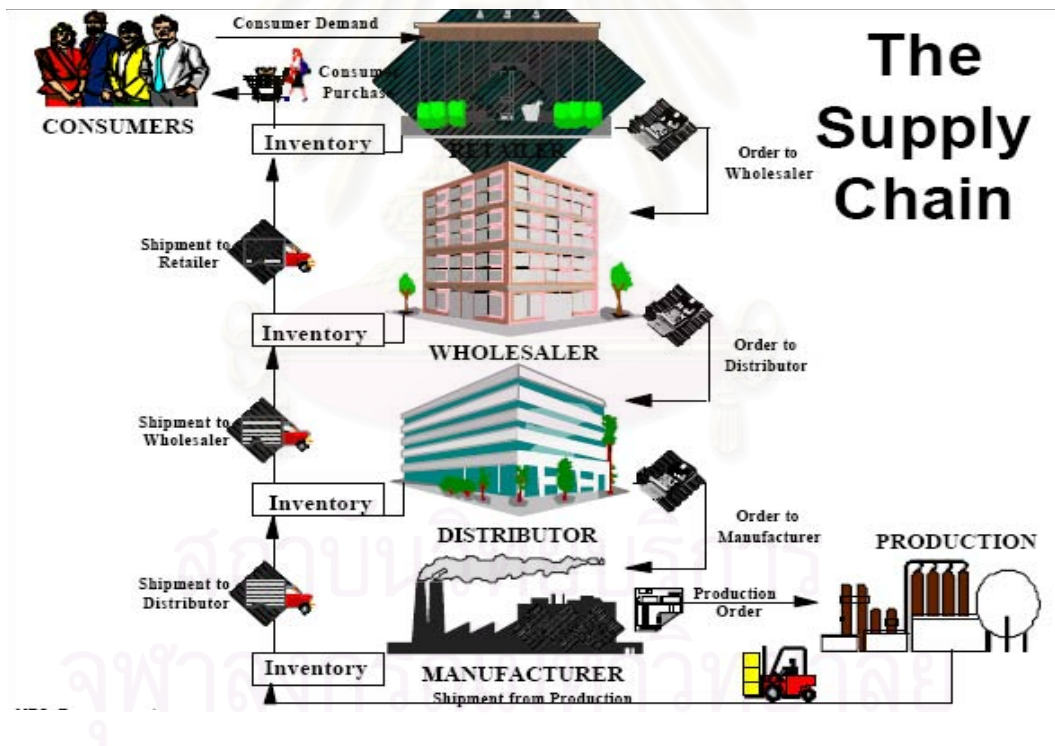


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply-Chain Management)

Supply Chain Management คือ ระบบที่จัดการการบริหารและเชื่อมโยงเครือข่ายตั้งแต่ suppliers, manufacturers, distributors เพื่อส่งมอบสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้า โดยมีการเชื่อมโยงระบบข้อมูล วัสดุ ดิบ สินค้าและบริการ รวมถึงการส่งมอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้การส่งมอบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถส่งมอบได้ตรงตามเวลาและความต้องการ ซึ่งต้องอาศัยการบริหารจัดการที่ดีจึงจะสามารถทำได้ แต่ถ้าหากการบริหารจัดการในส่วนใดเกิดปัญหาหรือมีการจัดการไม่ดี ก็จะทำให้เกิดปัญหาติดต่อกันไปเป็นลูกโซ่



รูปที่ 2.1 โครงข่ายของโซ่อุปทาน

ที่มา : Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 618.

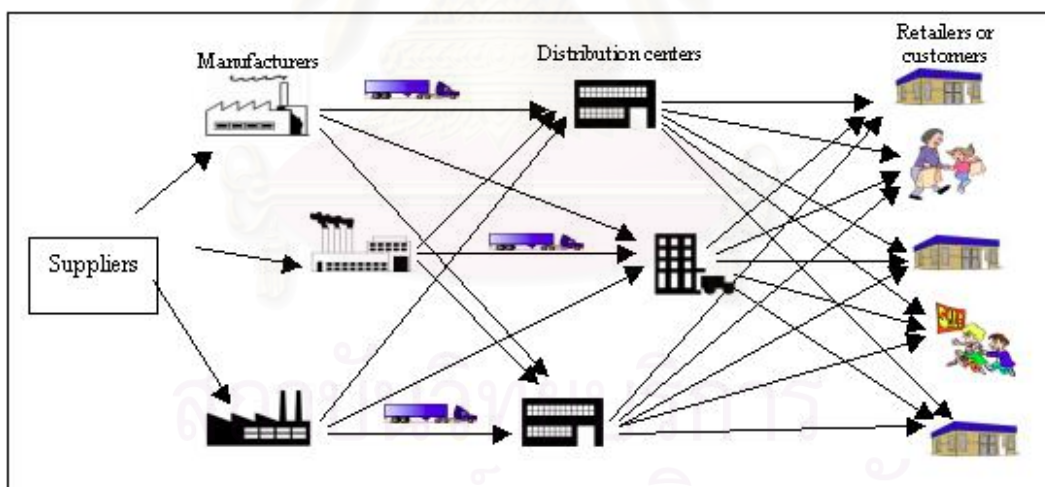
ห่วงโซ่อุปทานหมายถึงการเชื่อมต่อของหน่วยหรือจุดต่างๆในการผลิตสินค้าหรือบริการ ที่เริ่มต้นจากวัตถุดิบไปยังจุดสุดท้ายคือลูกค้า โดยทั่วไปแล้วห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วยจุดที่สำคัญคือ (ดังแสดงในรูปที่ 2.1)

**ผู้ส่งมอบ (Suppliers)** หมายถึงผู้ที่ส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานหรือหน่วยบริการ เช่น เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังหรือปาล์ม โดยที่เกษตรกรเหล่านี้จะนำหัวมันไปส่งโรงงานทำแป้งมันหรือโรงงานทำกลูโคส หรือนำผลปาล์มไปส่งที่โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม เป็นต้น

**โรงงานผู้ผลิต (Manufacturers)** หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการแปรรูปวัตถุดิบที่ได้รับจากผู้ส่งมอบ ให้มีคุณค่าสูงขึ้น

**ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Centers)** หมายถึงจุดที่ทำหน้าที่ในการกระจายสินค้าไปให้ถึงมือผู้บริโภคหรือลูกค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าหนึ่งๆ อาจจะมีสินค้าที่มาจากหลายโรงงานการผลิต เช่น ศูนย์กระจายสินค้าของซูเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ จะมีสินค้ามาจากโรงงานที่ต่างหากกัน เช่น โรงงานผลิตยาสระผม, โรงฆ่าสัตว์, เบเกอรี่ เป็นต้น

**ร้านค้าย่อยและลูกค้าหรือผู้บริโภค (Retailers or Customers)** คือจุดปลายทางของห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นจุดที่สินค้าหรือบริการต่างๆจะต้องถูกใช้จนหมดมูลค่าและโดยที่ไม่มีการเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าหรือบริการนั้นๆ สามารถแสดงโครงข่ายห่วงโซ่อุปทานได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงข่ายห่วงโซ่อุปทาน

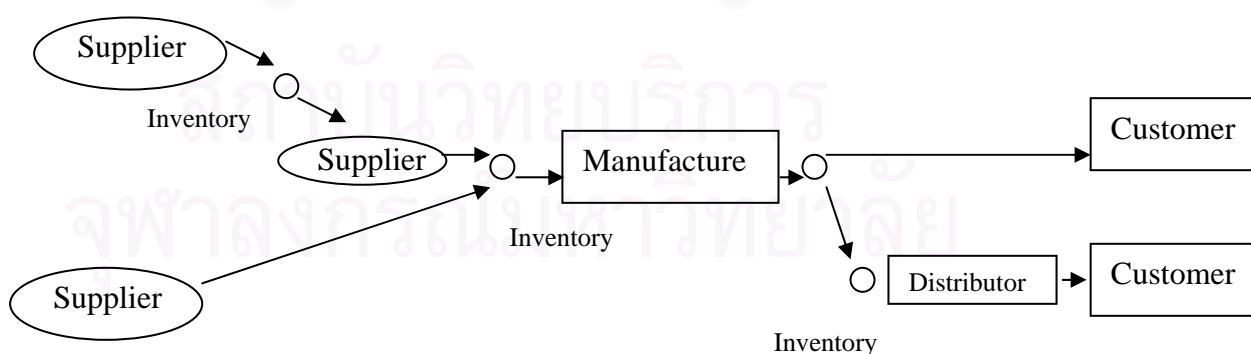
ที่มา : Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 605.

### 2.1.1 ความสำคัญของห่วงโซ่อุปทาน

สินค้าหรือบริการต่างๆ ที่ผลิตออกสู่ตลาดจะต้องผ่านทุกจุดหรือหน่วยต่างๆ ตลอดทั้งสายของห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นคุณภาพของสินค้าและบริการนั้น จะขึ้นอยู่กับทุกหน่วยมิใช่หน่วยใดหน่วยหนึ่งโดยเฉพาะ ด้วยเหตุผลนี้เองจึงทำให้มีแนวความคิดในการบูรณาการทุกๆ หน่วยเพื่อให้เกิดการผลิตสินค้าหรือบริการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพตามที่ลูกค้าคาดหวัง ดังเช่น น้ำมันปาล์มประกอบอาหาร ในสายของห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วยผู้ส่งมอบซึ่งมักจะเป็นเกษตรกรผู้นำผลปาล์มมาส่งให้กับโรงงานหีบเพื่อนำน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์ม ในขั้นตอนต่อไปน้ำมันปาล์มดิบก็จะถูกส่งต่อไปให้โรงงานผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้ประกอบอาหาร น้ำมันปาล์มประกอบอาหารนี้ก็จะถูกบรรจุในลังกระดาษและถูกส่งออกจากโรงงานและส่งต่อไปยังผู้ประกอบการรายต่อไป เช่น ผู้ดำเนินการซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีกย่อย เพื่อที่จะนำไปวางขายบนชั้นวางของตามซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีกย่อยเพื่อให้ผู้บริโภคได้มาทำการเลือกซื้อสินค้า จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่า ทุกๆ จุดในสายของห่วงโซ่อุปทานมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันปาล์มประกอบอาหารซึ่งเป็นหนึ่งในหัวใจหลักของการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าที่กำลังเลือกซื้อสินค้า

### 2.1.2 องค์ประกอบในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

องค์ประกอบในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน จะประกอบด้วยตัวแทนจำหน่าย(Supplier) ที่จะทำหน้าที่จัดส่งวัตถุดิบไปให้ฝ่ายผลิต ฝ่ายผลิตเมื่อผลิตแล้วจะส่งมอบถึงลูกค้าด้วยการกระจายสินค้าถึงมือลูกค้า สามารถแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบในห่วงโซ่อุปทาน

ที่มา : William, J. Stevenson, *Operations Management*, 2002: 550.

## 2.2 การจัดซื้อ (Purchasing)

การจัดซื้อเป็นส่วนที่เชื่อมต่อการปฏิบัติงานกันระหว่างผู้จัดส่งวัตถุดิบ และขั้นตอนการดำเนินงานของระบบการผลิตที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับองค์กร การจัดซื้อจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดการปฏิบัติงานที่สอดคล้องกันต่อเป้าหมาย และกลยุทธ์ในการดำเนินงานโดยรวมขององค์กร นอกจากนี้การจัดซื้อยังเป็นช่องทางที่องค์กรจะได้รู้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ เช่น แหล่งวัตถุดิบ ผู้จัดส่งวัตถุดิบ แนวโน้มตลาด เป็นต้น

### 2.2.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการจัดซื้อ

จะพิจารณาถึงเป้าหมายของการจัดซื้อในด้านวัตถุดิบหรือบริการซึ่งสามารถเป็นประเด็นได้ 7 ประการดังนี้ วัตถุดิบตรงตามต้องการในปริมาณที่ถูกต้อง ณ.เวลาที่เหมาะสม จัดส่งไปยังสถานที่ตามต้องการ จากแหล่งจัดส่งที่ถูกต้องเหมาะสม ด้วยบริการที่ถูกต้อง ด้วยราคาการจัดซื้อที่ถูกต้องเหมาะสม การเปรียบเทียบระหว่างการผลิตหรือการจัดซื้อแสดงดังตารางที่ 2.1

### 2.2.2 เทคนิคในการจัดซื้อ

- ลดการขนส่งและการบรรจุหีบห่อ (Drop shipping and special packaging)
- สั่งสินค้าหลายอย่างในเวลาเดียวกัน (Blanket order)
- จัดซื้อที่มีใบรายการน้อยที่สุด (Invoice less purposing)
- สั่งสินค้า และการเคลื่อนย้ายทุนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic ordering and funds transfer)
- ใช้การแลกเปลี่ยนข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic data interchange: EDI)
- จัดซื้อโดยเก็บสำรองสินค้าให้น้อยที่สุด (Stockless purchasing)
- จัดให้มีมาตรฐานในการจัดซื้อ (Standardization)

ตารางที่ 2.1 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่าจะผลิต หรือซื้อสินค้า (Make/Buy Considerations)

เหตุผลในการผลิตสินค้าเอง(Making)	เหตุผลในการซื้อสินค้า (Buying)
ต้นทุนการผลิตต่ำกว่า(lower production cost)	ต้นทุนในการจัดหาต่ำกว่า(lower acquisition cost)
ไม่มีผู้ขายปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม(unsuitable suppliers)	มีความสัมพันธ์กับผู้ขายปัจจัยการผลิต(Preserve supplier commitment)
ประกันว่ามีปัจจัยการผลิตอย่างเพียงพอ(assure adequate supply)	ได้รับเทคนิคหรือความสามารถในการจัดการ(obtain technical or management ability)
มีการนำแรงงานมาใช้มากขึ้นและทำให้เกิดการจ้างงานมากขึ้น (utilize surplus labor and make a marginal contribution)	กำลังการผลิตไม่เพียงพอ(inadequate capacity)
ได้รับสินค้าตามปริมาณที่ต้องการ(obtain desired quantity)	ลดต้นทุนสินค้าคงคลัง(reduce inventory costs)
ลดปัญหาผู้ขายปัจจัยการผลิตมีการสมรู้ร่วมคิด เช่น เพื่อการต่อรองราคา (remove supplier collusion)	มีความยืดหยุ่นและมีทางเลือกในการเลือกผู้จัดจำหน่าย (ensure flexibility and alternate source of supply)
ได้รับรายการเฉพาะอย่างจากการตกลงพิเศษกับผู้ขายปัจจัยการผลิต (obtain a unique item that would entail a prohibitive commitment from the supplier)	เกิดการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน(reciprocity)
รักษาความเชี่ยวชาญในการผลิตขององค์กร (maintain organizational talent)	รายการมีการปกป้องจากสิทธิบัตรและความลับทางการค้า (item is protected by patent or trade secret)
ปกป้องสิทธิในการออกแบบและคุณภาพ (protect proprietary or quality)	มีการจัดการอย่างเสรีที่เกี่ยวกับหลักในการดำเนินธุรกิจ (frees management to deal with its primary business)
เพิ่ม/รักษขนาดของบริษัท (increase/maintain size of company)	



### 2.2.3 กลยุทธ์ในการจัดซื้อ

- **Many Supplies** เป็นกลยุทธ์ ในการเลือกผู้ขายปัจจัยการผลิต โดยการต่อรองราคาต่ำที่สุด จากหลายๆ ราย ส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อกครั้งแรก
- **Few Supplies** เป็นกลยุทธ์ ในการติดต่อกผู้ขายปัจจัยการผลิต เฉพาะรายที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว เป็นการติดต่อกในระยะที่ 2 เนื่องจากทราบข้อมูลของผู้ขายปัจจัยการผลิตมาก่อนแล้ว
- **Vertical Integration** กลยุทธ์การรวมในแนวดิ่ง เป็นการเลือกผู้ขายปัจจัยการผลิต ที่จะร่วมเป็นพันธมิตร หรือควบรวมกิจการทางการค้า หรืออาจตั้งเป็นเจ้าประจำก็ได้
- **Keiretsu Network** เป็นการชวนผู้ขายปัจจัยการผลิต มาเป็นพันธมิตรทางการค้าร่วมกัน เช่น แลกหุ้นส่วน แต่อย่าให้มากเกินไป 5%
- **Virtual Companies** เป็นกลยุทธ์ โดยการใช้ภาพเสมือนทางการค้า ได้แก่ การค้าทาง อิเล็กทรอนิกส์ เช่น การประมูลงานทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-option) , การพาณิชย์ อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce)

### 2.2.4 การเลือกผู้ขาย (Vendor Selection)

#### ขั้นตอนในการคัดเลือกผู้ขาย

1. การประเมินผู้ขาย **Vendor Evaluation** เป็นกลยุทธ์ โดยใช้วิธีการประเมินผู้ขายปัจจัยการผลิต เช่น เงินทุน ความมั่นคง เพื่อให้แน่ใจว่า เขาสามารถส่งสินค้าได้ตามจำนวน และตรงเวลา เพื่อช่วยในการระบุ หรือเลือกผู้ขายปัจจัยการผลิต
2. การพัฒนาผู้ขาย **Vendor Development** พัฒนาผู้ขายปัจจัยการผลิต ให้สามารถผลิต วัตถุดิบที่มีคุณภาพ หรือใช้เครื่องมือที่ทันสมัย เช่น ใช้การแลกเปลี่ยนข้อมูลทาง อิเล็กทรอนิกส์
3. การเจรจาต่อรอง **Negotiations** การต่อรองราคาของวัตถุดิบ ให้ได้ราคาต่ำ แต่มีคุณภาพ เช่น ใช้การซื้อจำนวนมาก เพื่อให้สามารถต่อรองราคาให้ต่ำลงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.3 การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory management)

สินค้าคงคลัง (Inventory) เป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานของธุรกิจ โดยนับเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด นอกจากนั้นการมีสินค้าคงคลังที่เพียงพอยังเป็นการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้ทันเวลา จึงเห็นได้ว่าสินค้าคงคลังมีความสำคัญต่อกิจกรรมหลักของธุรกิจเป็นอย่างมาก การบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลกระทบต่อผลกำไรจากการประกอบการโดยตรงและในปัจจุบันนี้มีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาจัดการข้อมูลสินค้าคงคลัง เพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ และทันเวลามากยิ่งขึ้น

การจัดซื้อสินค้าคงคลังมาในคุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการ ปริมาณเพียงพอ ราคาเหมาะสม ทันเวลาที่ต้องการ โดยซื้อจากผู้ขายที่ไว้วางใจได้ และนำส่งยังสถานที่ที่ถูกต้องตามหลักการการจัดซื้อที่ดีที่สุด (Best Buy) เป็นจุดเริ่มต้นของการบริหารสินค้าคงคลัง

### 2.3.1 วัตถุประสงค์ของการบริหารสินค้าคงคลัง (Purpose of Inventory Management)

1. สามารถมีสินค้าคงคลังบริการลูกค้าในปริมาณที่เพียงพอ และทันต่อความต้องการของลูกค้าเสมอ เพื่อสร้างยอดขายและรักษาระดับของส่วนแบ่งตลาดไว้
2. สามารถลดระดับการลงทุนในสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงด้วย

### 2.3.2 ประโยชน์ของสินค้าคงคลัง (Benefit of Inventory)

- ตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ประมาณการไว้ในแต่ละช่วงเวลา ทั้งในและนอกฤดูกาล โดยธุรกิจต้องเก็บสินค้าคงคลังไว้ในคลังสินค้า
- รักษาการผลิตให้มีอัตราคงที่สม่ำเสมอ เพื่อรักษาระดับการว่าจ้างแรงงาน การเดินเครื่องจักร ฯลฯ ให้สม่ำเสมอได้ โดยจะเก็บสินค้าที่ขายไม่หมดในช่วงขายไม่ดีไว้ขายตอนช่วงขายดีซึ่งช่วงนั้นอาจจะผลิตไม่ทันขาย
- ทำให้ธุรกิจได้ส่วนลดปริมาณจากการจัดซื้อครั้งละมากๆ
- ป้องกันการเปลี่ยนแปลงราคาและผลกระทบจากเงินเฟ้อ เมื่อสินค้าในตลาดราคาสูงขึ้น
- ป้องกันของขาดมือด้วยสินค้าเพื่อขาดมือ (Safety Stock) เมื่อเวลารอคอยล่าช้าหรือบังเอิญได้คำสั่งซื้อเพิ่มขึ้นกะทันหัน
- ทำให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการต่อเนื่องอย่างราบรื่น ไม่มีการหยุดชะงัก เพราะของขาดมือจนเกิดความเสียหายแก่กระบวนการผลิตซึ่งจะทำให้คนงานว่างงาน เครื่องจักรถูกปิด ผลิตไม่ทันคำสั่งของลูกค้า

### 2.3.3 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง (Inventory Costs)

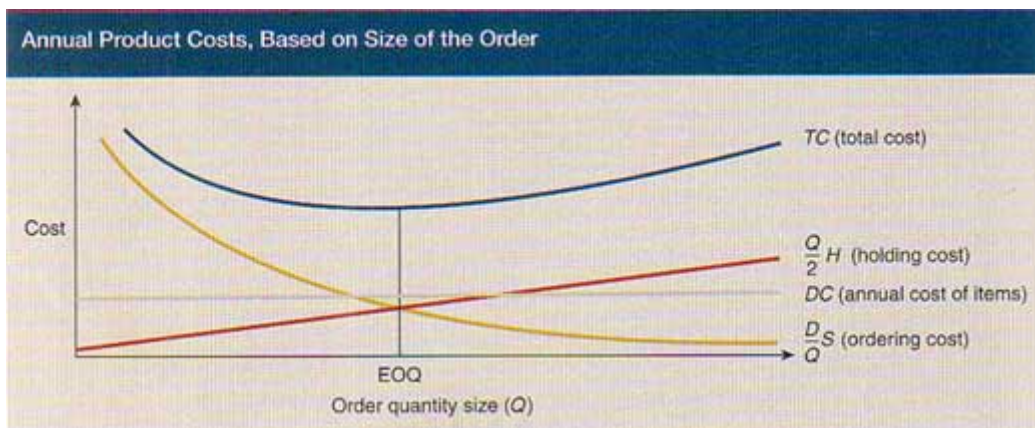
1. ต้นทุนการสั่งซื้อหรือติดตั้ง (Ordering or Setup Costs) ต้นทุนการสั่งซื้อจะเกี่ยวข้องกับ การจัดหาวัตถุดิบ และพัสดุจากภายนอกองค์การขณะที่ต้นทุนการติดตั้ง
2. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Inventory Carrying or Holding Costs) จะมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ต้นทุนของเงิน (Capital Costs), ต้นทุนการจัดเก็บ (Storage Costs) และต้นทุนความเสี่ยง (Risk Costs)
3. ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน (Shortage Cost or Stock out Cost) เป็นวัสดุคงคลังที่ขาดมือ เมื่อเกิดความต้องการ ซึ่งจะทำให้ธุรกิจเสียจังหวะในการดำเนินงาน หรือโอกาสในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า
4. ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Costs) เกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยน (Trade-off) ระหว่างการตัดสินใจเลือกที่จะดำเนินการอย่างหนึ่ง กับทางเลือกอย่างอื่น
5. ต้นทุนสินค้า (Cost of Goods) ในการจัดเก็บเพื่อรอการสั่งซื้อและจัดส่ง

### 2.3.4 ระบบการบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management System)

สินค้าคงคลัง (Inventory) เป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานของธุรกิจ โดยนับเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด นอกจากนั้นการมีสินค้าคงคลังที่เพียงพอยังเป็นการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้ทันเวลา จึงเห็นได้ว่าสินค้าคงคลังมีความสำคัญต่อกิจกรรมหลักของธุรกิจเป็นอย่างมาก การบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลกระทบต่อผลกำไรจากการประกอบการโดยตรงและในปัจจุบันนี้มีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาจัดการข้อมูลสินค้าคงคลัง เพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำ และทันเวลามากยิ่งขึ้น ระบบการจัดการสินค้าคงคลังประกอบด้วยปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity หรือ EOQ) จะเหมาะสำหรับการประยุกต์กับสินค้าคงคลังที่สั่งซื้อเป็นครั้งๆ โดยไม่ได้ดำเนินงานหรือจัดส่งอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเราจะพิจารณาการเปรียบเทียบต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการเก็บรักษา

#### ระบบการสั่งซื้อที่ประหยัด

ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity หรือ EOQ) จะเหมาะสำหรับการประยุกต์กับสินค้าคงคลังที่สั่งซื้อเป็นครั้งๆ โดยไม่ได้ดำเนินงานหรือจัดส่งอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเราจะพิจารณาการเปรียบเทียบต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการเก็บรักษา



รูปที่ 2.4 แผนภาพขนาดการสั่งซื้อ

ที่มา : Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 610.

การใช้ระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดมีทั้งหมด 4 สภาวะการณ์ แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์มาจากวัตถุดิบที่มีลักษณะตามสภาวะการณ์คือ เมื่อซื้อของจำนวนมากฝ่ายจัดซื้อมักจะต่อรองให้ราคาสินค้าต่อหน่วยลดลงซึ่งได้มีสมมติฐาน ยิ่งจำนวนที่ซื้อเยอะเท่าไร ราคาต่อหน่วยของสินค้ายิ่งลดลงเท่านั้น นอกจากนั้นปริมาณการสั่งซื้อที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลทำให้ต้นทุนการเก็บรักษาเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น วิธีการที่จะคำนวณให้ได้ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดจึงต้องพิจารณาต้นทุนของสินค้าที่ราคาต่างกันด้วย ขั้นตอนของการคิดมีดังต่อไปนี้จึงใช้ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดตาม “ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดภายใต้สภาวะการณ์ที่มีส่วนลดปริมาณ”

#### จุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point)

ในการจัดซื้อสินค้าคงคลัง เวลาที่เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งตัวหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าระบบการควบคุมสินค้าคงคลังของกิจการเป็นแบบต่อเนื่อง จะสามารถกำหนดเวลาที่จะสั่งซื้อใหม่ได้เมื่อพบว่าสินค้าคงคลังลดเหลือระดับหนึ่งก็จะสั่งซื้อของมาใหม่ในปริมาณคงที่ เท่าปริมาณการสั่งซื้อที่กำหนดไว้ ซึ่งเรียกว่า Fixed order Quantity System

จุดสั่งซื้อใหม่นั้นมีความสัมพันธ์แปรตามตัวแปร 2 ตัว คือ อัตราความต้องการใช้สินค้าคงคลัง และเวลารอคอย (Lead Time) ดังต่อไปนี้

จุดสั่งซื้อใหม่ในอัตราความต้องการสินค้าแปรผันและเวลารอคอยแปรผัน โดยที่ทั้งอัตราความต้องการสินค้าและเวลารอคอยมีลักษณะการกระจายของข้อมูลแบบปกติทั้งสองตัวแปร

$$\text{จุดสั่งซื้อใหม่} = (\bar{d} \times \overline{LT}) + Z \sqrt{\overline{LT} \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \sigma_{LT}^2}$$

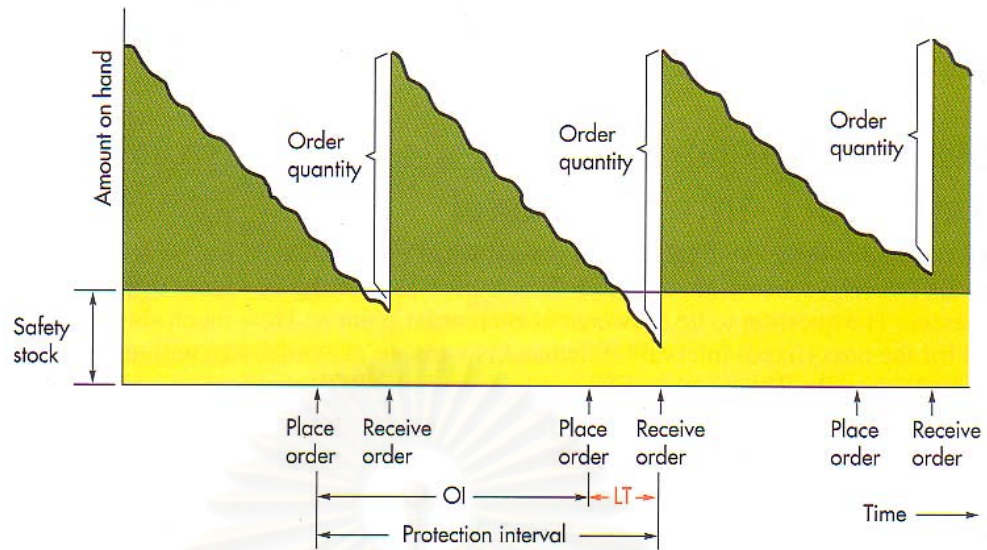
โดยที่  $\bar{d}$  = อัตราความต้องการสินค้าคงคลังซึ่งคงที่  
 $\overline{LT}$  = เวลารอคอยโดยเฉลี่ย  
 $Z$  = ค่าระดับความเชื่อมั่นว่าจะมีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ (ใช้ตารางในภาคผนวก ข)  
 $\sigma_{LT}$  = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลารอคอย

ส่วนการพิจารณาจุดสั่งซื้อใหม่ในกรณีที่การตรวจสอบสินค้าคงคลังเป็นแบบสิ้นงวดเวลาที่กำหนดไว้ (Fixed Time Period System) จะแตกต่างกับการตรวจสอบสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องตรงที่ปริมาณการสั่งซื้อแต่ละครั้งจะไม่คงที่ และขึ้นอยู่กับว่าสินค้าพร้อมลงไปเท่าใดก็ซื้อเติมให้เต็มระดับเดิมแสดงได้ดังรูปที่ 2.5

ปริมาณการสั่งซื้อ = ความต้องการที่คาดหวังไว้ระหว่างช่วงป้องกันของขาคมือ (Protection Interval) + สินค้าคงคลังเพื่อขาคมือ - สินค้าคงคลังที่เหลือในมือ ณ จุดสั่งซื้อใหม่

$$= \bar{d}(T + LT) + Z\sigma_d \sqrt{T + LT} - I$$

โดยที่  $T$  = ช่วงเวลาที่ห่างกันในการสั่งซื้อแต่ละครั้ง  
 $I$  = ระดับสินค้าคงคลังในปัจจุบัน (รวมทั้งของที่กำลังสั่งซื้อด้วย)

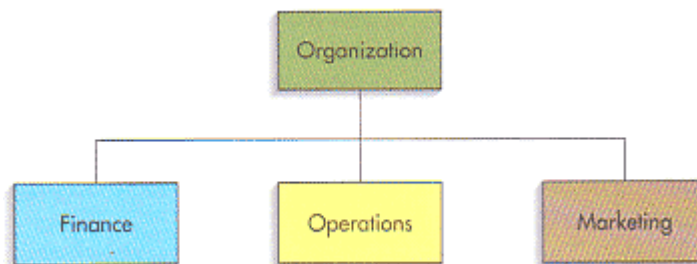


รูปที่ 2.5 จุดสั่งซื้อใหม่ในอัตราความต้องการสินค้าแปรผันและเวลารอคอยแปรผัน

ที่มา: William, J. Stevenson, *Operations Management*, 2002: 572.

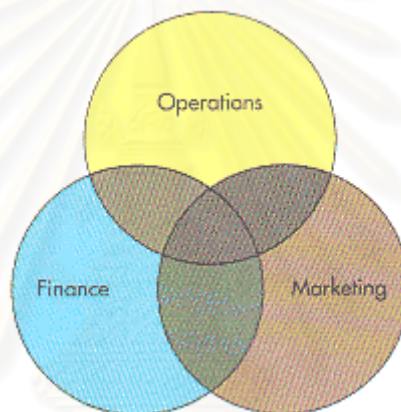
## 2.4 การจัดการผลิต (Manufacturing)

การผลิตเป็นการสร้างสรรค์สินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการมนุษย์ ผู้ซึ่งมีความต้องการอย่างไม่สิ้นสุด แต่เนื่องจากการมีทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้น จึงได้เข้ามาเป็นตัวกำหนดบทบาทในกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงทำให้เกิดการบริหารการผลิต เพื่อช่วยให้ผลผลิตที่ออกมามีคุณภาพ และตรงตามความต้องการของมนุษย์ อีกประการหนึ่งยังเป็นการช่วยให้เรานำเอาทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้น มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย โดยการผลิตมีการแปรรูปปัจจัยนำเข้าต่างๆ ผ่านกระบวนการที่ทำให้ผลผลิตที่ได้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าปัจจัยนำเข้า ดังนั้นการผลิตจึงเป็นหนึ่งในหน้าที่หลักของการบริหารธุรกิจที่มีผลโดยตรงต่อความอยู่รอดขององค์กร และต้องสัมพันธ์เกี่ยวกับหน้าที่อื่น อาทิเช่น ความสัมพันธ์ในหน้าที่ของฝ่ายการตลาด ฝ่ายการเงิน และฝ่ายการผลิต ภายในองค์กรธุรกิจใดๆ ซึ่งเริ่มจากฝ่ายการตลาดมีหน้าที่ค้นหา และเสนอสิ่งที่ลูกค้าต้องการ และฝ่ายการเงินจัดสรรเงินทุนทรัพยากรมาให้ฝ่ายการผลิตใช้สร้างสิ่งที่ลูกค้าต้องการให้เป็นรูปธรรมขึ้นมา ซึ่งการดำเนินงานของทั้งสามหน้าที่หลักนี้ ต้องมีประสิทธิภาพพร้อมทั้งต้องประสานงานกันอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้องค์กรธุรกิจบรรลุเป้าหมายสูงสุด นั่นก็คือกำไรจากการดำเนินธุรกิจ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 หน้าที่หลักขององค์กรธุรกิจ

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 7.



รูปที่ 2.7 หน้าที่หลักของ 3 ฝ่ายขององค์กรธุรกิจที่สัมพันธ์กัน

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 7.

#### 2.4.1 ความหมายของการบริหารการผลิต

การผลิต (Production/Operations) เป็นการสร้างสินค้าและบริการโดยใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยที่ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิตต้องมีรรถประโยชน์ในด้านหน้าที่ใช้สอยที่เกิดประโยชน์ มีรูปร่างลักษณะที่สวยงาม ผลิตในปริมาณที่เพียงพอกับความ ต้องการ ได้ผลผลิตทันเวลาและอยู่ ณ สถานที่ที่ถูกต้อง

กระบวนการผลิตมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ อันได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input), กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) และผลผลิต (Output) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยนำเข้า (Input) คือ ทรัพยากรขององค์กรที่ใช้ผลิตทั้งที่เป็นสินทรัพย์ที่มีตัวตน (Tangible Assets) เช่น วัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ และสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible Assets) เช่น แรงงาน ระบบการจัดการ ข่าวสาร ทรัพยากรที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติและประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสม และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ เพื่อให้สินค้าสำเร็จรูปสามารถแข่งขันทางด้านราคาได้ในท้องตลาด

2. กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ปัจจัยนำเข้าที่ผ่านเข้ามามีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ได้แก่ รูปลักษณ์ (Physical) สถานที่ (Location) การแลกเปลี่ยน (Exchange) การให้ข้อมูล (Informational) จิตวิทยา (Psychological)

3. ผลผลิต (Output) เป็นผลได้จากกระบวนการผลิตที่มีมูลค่าสูงกว่าปัจจัยนำเข้าที่รวมกันอันเนื่องมาจากที่ได้ผ่านกระบวนการแปลงสภาพ ผลผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ สินค้า (Goods) และบริการ (Service) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันหลายประการตามตารางที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

### ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างของปัจจัยนำเข้า (Input), กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) และผลผลิต (Output)

Inputs	Transformation	Outputs
Land	Processes	Goods
Human	Cutting, drilling	Houses
Physical	Transporting	Automobiles
Intellectual	Teaching	Clothing
Raw materials	Farming	Computers
Energy	Mixing	Machines
Water	Packing	Televisions
Chemicals	Canning	Food products
Metals	Consulting	Textbooks
Wood	Copying, faxing	Magazines
Equipment		Shoes
Machines		CD players
Computers		Services
Trucks		Health care
Tools		Entertainment
Facilities		Car repair
Hospitals		Delivery
Factories		Gift wrapping
Offices		Legal
Retail stores		Banking
Other		Communication
Information		
Time		

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 9.



## 2.4.2 วัตถุประสงค์ในการบริหารการผลิต

ผลิตภาพเป็นเกณฑ์วัดประสิทธิภาพของระบบการผลิต และเป็นเกณฑ์วัดระดับมาตรฐานการครองชีพของประเทศเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้น (GNP) ด้วยการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพเป็นสิ่งที่ผู้บริหารการผลิตให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะจะสามารถทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยทั้งในด้านค่าแรงหรือค่าใช้จ่ายในการบริหารงานลดลง อันจะช่วยให้การแข่งขันด้านราคากับคู่แข่งอื่นทำได้ง่ายขึ้น หรือทำให้ผลกำไรขององค์กรสูงขึ้น

การเพิ่มผลิตภาพทำได้หลายวิธีคือ

1. Efficient คือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นในขณะที่ปัจจัยนำเข้าเท่าเดิม หรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
2. Downsize คือ ผลผลิตเท่าเดิมแต่ใช้ปัจจัยนำเข้าลดลง
3. Expand คือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นเร็วกว่า การเพิ่มขึ้นของปัจจัยนำเข้า
4. Retrench คือ ผลผลิตลดลงแต่ช้ากว่าการลดลงของปัจจัยนำเข้า
5. Breakthroughs คือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นในขณะที่ใช้ปัจจัยนำเข้าลดลง

การวางแผนการผลิตจะมีประสิทธิภาพได้ต้องมีองค์ประกอบด้วยการวางแผนวัตถุดิบ (Material planning) การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity planning) การวางแผนการส่งมอบ (Delivery planning)

ปัจจัยวัดผลของการผลิตเชิงการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ประกอบด้วย 4 ปัจจัยหลัก คือ รอบเวลาการผลิตของกระบวนการ (Process cycle time) สัดส่วนของผลผลิตของกระบวนการ (Process yield) เป็นการวัดผลการผลิตจริงที่ได้เปรียบเทียบกับปริมาณของการผลิตที่วางแผนไว้ ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ (Manufacturing cost) และผลการปฏิบัติงานการจัดการส่งมอบ (Delivery performance) ระยะเวลาการส่งมอบที่ตรงเวลาจะเป็นปัจจัยหนึ่ง que แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการดำเนินการของระบบการผลิต การส่งมอบที่รวดเร็วจะถือเป็นความได้เปรียบที่สำคัญ

## 2.5 การกระจายสินค้า (Distribution)

การเป็นกิจกรรมที่ช่วยกระจายสินค้าจากจุดจัดเก็บส่งต่อไปยังร้านค้าปลีกหรือซูเปอร์มาร์เก็ต การจัดการกระจายสินค้าต้องพิจารณาภาพรวมของห่วงโซ่อุปทาน คือต้องกำหนดคลังสินค้าให้สามารถเชื่อมโยงการปฏิบัติงานเข้า

ด้วยกันได้อย่างมีระบบ เพื่อตอบสนองเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีปัจจัยในการประเมินผลกระจายสินค้านี้ ระยะเวลาและความรวดเร็วในการกระจายสินค้า ปริมาณการขนส่งต้องส่งมอบได้ครบถ้วนตามปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้นในแหล่งต่างๆ ต้นทุนในการปฏิบัติงาน และความครอบคลุมในด้านช่องทางกระจายสินค้า

## 2.6 มุมมองเชิงกระบวนการของโซ่อุปทาน

สินค้าหรือบริการต่างๆ ที่ผลิตออกสู่ตลาดจะต้องผ่านทุกจุดหรือหน่วยต่างๆ ตลอดทั้งสายของห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นคุณภาพของสินค้าและบริการนั้น จะขึ้นอยู่กับทุกหน่วยมิใช่หน่วยใดหน่วยหนึ่งโดยเฉพาะ ด้วยเหตุผลนี้เองจึงทำให้มีแนวความคิดในการบูรณาการทุกๆ หน่วยเพื่อให้เกิดการผลิตสินค้าหรือบริการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพตามที่ลูกค้าคาดหวัง ดังเช่น น้ำมันปาล์มประกอบอาหาร ในสายของห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วยผู้ส่งมอบซึ่งมักจะเป็นเกษตรกรผู้นำผลปาล์มมาส่งให้กับโรงงานหีบเพื่อนำน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์ม ในขั้นตอนต่อไปน้ำมันปาล์มดิบก็จะถูกส่งต่อไปให้โรงงานผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้ประกอบอาหาร น้ำมันปาล์มประกอบอาหารนี้ก็จะถูกบรรจุในลังกระดาษและถูกส่งออกจากโรงงานและส่งต่อไปยังผู้ประกอบการรายต่อไป เช่น ผู้ดำเนินการซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีกย่อย เพื่อที่จะนำไปวางขายบนชั้นวางของตามซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีกย่อยเพื่อให้ผู้บริโภคได้มาทำการเลือกซื้อสินค้า จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่า ทุกๆ จุดในสายของห่วงโซ่อุปทานมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันปาล์มประกอบอาหารซึ่งเป็นหนึ่งในหัวใจหลักของการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าที่กำลังเลือกซื้อสินค้า

### 2.6.1 มุมมองเชิงวัฏจักรของของโซ่อุปทาน (Cycle view)

กระบวนการในโซ่อุปทานจะถูกแบ่งออกเป็นลำดับของวัฏจักร โดยแต่ละส่วนนั้นเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่เชื่อมต่อกันระหว่างขั้นตอน 2 ขั้นตอนในโซ่อุปทาน ซึ่งมุมมองเชิงวัฏจักรนั้นจะทำให้เราสามารถกำหนดกระบวนการต่างๆ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ได้อย่างชัดเจน ซึ่งมุมมองนี้จะช่วยในการตัดสินใจในระดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน เนื่องจากจะทำให้เราสามารถระบุบทบาทความรับผิดชอบของแต่ละสมาชิกในโซ่อุปทาน และสิ่งที่เราต้องการจากแต่ละกระบวนการทั้งหมดในโซ่อุปทานจะสามารถแบ่งได้ 4 วัฏจักรดังนี้

- วัฏจักรการสั่งซื้อจากลูกค้า(Customer Order Cycle)
- วัฏจักรเติมเต็มสินค้า( Replenishment Cycle )
- วัฏจักรการผลิต( Manufacturing Cycle)
- วัฏจักรการจัดซื้อจัดหา(Procurement Cycle )

### 2.6.2 มุมมองแบบการผลัก/ดึง(Push/pull view)กระบวนการต่างๆในโซ่อุปทาน

มุมมองการผลัก/ดึง ถูกแบ่งเป็น 2 ประเภท โดยแบ่งตามการตอบสนองความต้องการของลูกค้าหรือตามการคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า โดยกระบวนการดึง(Pull) จะเกิดขึ้นจากการสั่งซื้อของลูกค้า ส่วนกระบวนการผลัก (Push) จะเริ่มต้นและปฏิบัติการจากการพยากรณ์ความ

ต้องการลูกค้า เวลาในการปฏิบัติของกระบวนการดิ่งนั้นจะต้องทราบความต้องการของลูกค้าที่แน่นอนแล้ว ส่วนของกระบวนการผลกนั้นจะยังไม่ทราบความต้องการของลูกค้าอย่างชัดเจน โดยความต้องการเกิดจากการพยากรณ์ กระบวนการดิ่งจะสามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า กระบวนการได้กลับ (React) เนื่องจากกระบวนการนี้จะได้กลับเมื่อมีความต้องการจากลูกค้าเข้ามา แต่กระบวนการผลกนั้นอาจจะเรียกได้อีกอย่างว่ากระบวนการพยากรณ์ เนื่องจากเป็นผลการตอบสนองต่อการพยากรณ์มากกว่ายอดความต้องการจริง และขอบเขตในโซ่อุปทานจะทำการแยกกระบวนการผลกกับกระบวนการดิ่งออกจากกันอย่างชัดเจน มุมมองแบบการผลกดิ่งของโซ่อุปทานจะมีประโยชน์อย่างมากในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบโซ่อุปทาน โดยมุมมองนี้จะช่วยให้เห็นถึงข้อพิจารณาต่างๆ ทั้งหมดของกระบวนการในโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อจากลูกค้า

## 2.7 การวางแผนความต้องการด้วยการพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในอนาคต และนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ เพื่อการตัดสินใจใดๆ โดยทั่วไปแล้วพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลักๆที่เกี่ยวข้องดังนี้ ในด้านการเงินและการบัญชี (Finance): อุปสงค์ที่ประมาณการจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำงบประมาณการขาย ซึ่งจะเป็จุดเริ่มต้นในการทำงานงบประมาณการเงิน เพื่อจัดสรรทรัพยากรให้ทุกส่วนขององค์กรอย่างทั่วถึงและเหมาะสม ในด้านการตลาด (Marketing): อุปสงค์ที่ประมาณการไว้จะถูกใช้กำหนดโควตาการขายของพนักงาน หรือถูกนำไปสร้างเป็นยอดขายเป้าหมายของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการควบคุมกิจกรรมของฝ่ายขายและฝ่ายการตลาด

### 2.7.1 ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์ (Defining Forecasting)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในอนาคต และนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ เพื่อการตัดสินใจใดๆ โดยทั่วไปแล้วพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลักๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

ในด้านการเงินและการบัญชี (Finance): อุปสงค์ที่ประมาณการจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำงบประมาณการขาย ซึ่งจะเป็จุดเริ่มต้นในการทำงานงบประมาณการเงิน เพื่อจัดสรรทรัพยากรให้ทุกส่วนขององค์กรอย่างทั่วถึงและเหมาะสม

### 2.7.2 องค์ประกอบของการพยากรณ์ที่ดี (Elements of a Good Forecast)

วิธีการที่จะพยากรณ์ได้ผลที่แม่นยำ ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง มีดังต่อไปนี้

- ระบุวัตถุประสงค์ในการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และช่วงเวลาที่การพยากรณ์จะครอบคลุมถึง เพื่อจะเลือกใช้วิธีการในการพยากรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม
- รวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ ถูกต้องตามความเป็นจริง เพราะคุณภาพของข้อมูลมีผลอย่างยิ่งต่อการพยากรณ์
- เมื่อมีสินค้าหลายชนิดในองค์กร ควรจำแนกประเภทของสินค้าที่มีลักษณะของอุปสงค์คล้ายกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน พยากรณ์สำหรับกลุ่ม แล้วจึงแยกกันพยากรณ์สำหรับแต่ละสินค้าในกลุ่มอีกครั้ง โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มและแต่ละสินค้า
- ควรบอกข้อจำกัดและสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการพยากรณ์นั้นเพื่อผู้นำผลการพยากรณ์ไปใช้ จะทราบถึงเงื่อนไขข้อจำกัดที่มีผลต่อค่าพยากรณ์
- หมั่นตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของค่าพยากรณ์ได้กับค่าจริงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ เพื่อปรับวิธีการ ค่าคงที่ หรือสมการที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

### 2.7.3 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์ (Selecting an appropriate forecasting Method)

ก่อนที่จะทำการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ใดๆ ควรจะพิจารณาถึงลักษณะของสถานที่กำลังตัดสินใจว่ามีความสอดคล้องกับลักษณะของวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ที่ต้องการจะเลือกใช้สำหรับการพยากรณ์โดยทั่วไป มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

1. **วิธีการใช้วิจารณญาณ (Judgment Method)** เป็นวิธีการที่ใช้เมื่อไม่มีข้อมูลในอดีตเพียงพอที่จะใช้พยากรณ์ เช่น ต้องการพยากรณ์ยอดขายของสินค้าใหม่ หรือเมื่อมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกิดขึ้น การพยากรณ์แบบนี้มี 4 วิธี ด้วยกันคือ

- การประมาณการของพนักงานขาย (Sales Force Estimates) ใช้การประมาณการของพนักงานขายซึ่งเป็นผู้ที่ได้สัมผัสกับสภาพของตลาดมากที่สุด ใกล้ชิดกับลูกค้ามากที่สุด พนักงานขายจะพยากรณ์โดยรวบรวมยอดขายแต่ละเขตพื้นที่ซึ่งตนรับผิดชอบเท่านั้น แล้วส่งมายังสำนักงานใหญ่ แต่วิธีนี้ก็มิใช่ข้อผิดพลาดได้เนื่องจากพนักงานขายบางคนเป็นผู้มองโลกแง่ดีเกินไป หรือพนักงานขายมักจะรู้ว่ายอดขายของการพยากรณ์จะถูกใช้ในการกำหนดโควตาการขายจึงประมาทการไว้ต่ำเพื่อเอายอดขายเกินเป้าได้

- ความคิดเห็นของผู้บริหาร (Executive Opinion) ใช้พยากรณ์ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่ออกสู่ท้องตลาดมาก่อน จึงใช้ความคิดเห็นของผู้บริหารที่มีประสบการณ์คนหนึ่งหรือหลายคนมาช่วยพยากรณ์และกำหนดกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น การนำผลิตภัณฑ์สู่ตลาด

ต่างประเทศ ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ มักใช้เวลาของกลุ่มผู้บริหารในการประชุมสรุปการพยากรณ์มาก จึงเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูงและไม่ควรใช้ผู้บริหารฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งพยากรณ์ตามลำพัง โดยไม่ได้สรุปร่วมกับผู้บริหารฝ่ายอื่น เพราะผลของการพยากรณ์กระทบทุกฝ่ายขององค์กร

- การวิจัยตลาด (Market Research) เป็นวิธีที่ต้องกระทำอย่างมีระบบ โดยสร้างสมมติฐานแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้บริโภคเพื่อทำการพยากรณ์ การวิจัยตลาดต้องประกอบด้วย การออกแบบสอบถาม กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล สุ่มตัวอย่างมาสัมภาษณ์ รวบรวมข้อมูลมาประมวลผลและเคราะห์ตามลำดับ วิธีนี้ใช้กับการพยากรณ์ในระยะสั้น ระยะปานกลางและระยะยาวได้ แต่เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายสูงและต้องพิถีพิถันในการปฏิบัติหลายขั้นตอน

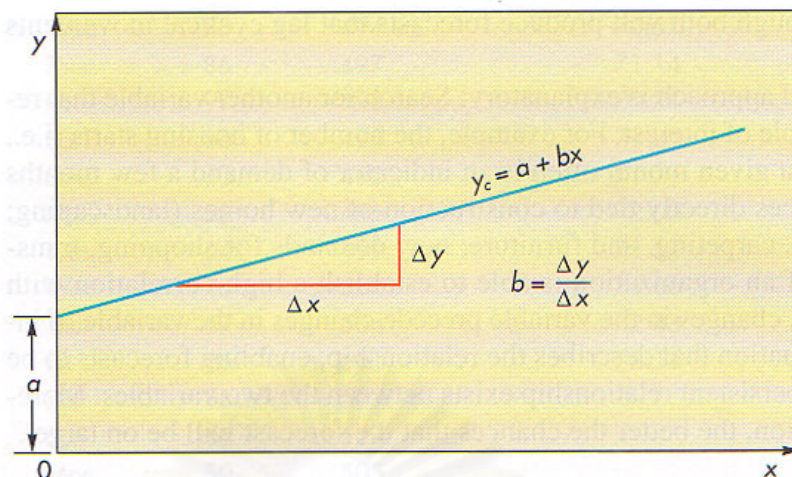
- วิธีเดลฟาย (Delphi Method) เป็นวิธีที่ประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางที่มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นั้น วิธีนี้จะใช้ได้ดีเมื่อมีข้อมูลใจจะใช้พยากรณ์ได้และผู้บริหารขององค์กรไม่มีประสบการณ์ในผลิตภัณฑ์นั้นเพียงพอ วิธีนี้จะเริ่มจากการส่งคำถามเวียนไปยังผู้เชี่ยวชาญหลายคนให้ตอบกลับมาแล้วทำเป็นรายงานส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทุกคนได้อ่านข้อคิดเห็นของคน เพื่อให้ทุกคนปรับปรุงแนวความคิดใหม่ แล้วส่งกลับมาอีกทำซ้ำๆ หลายรอบจนได้ข้อสรุปยุติจากทุกคน ข้อเสียของวิธีนี้คือเสียเวลานานมาก (อาจเป็นปี) ผู้เชี่ยวชาญบางคนอาจยึดมั่นในความคิดของตนจนไม่สรุปกับข้อคิดเห็นของคนอื่น คำถามหรือแบบสอบถามที่มีดีทำให้สรุปยาก จึงใช้วิธีนี้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นได้

**2. วิธีการพยากรณ์สาเหตุ (Causal Method)** เป็นวิธีการที่ใช้เมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งกับยอคขาย ซึ่งตัวแปรนั้นจะเป็นปัจจัยภายในองค์กร เช่น ต้นทุนขาย หรือปัจจัยภายนอกองค์กร เช่น ค่าโฆษณาของกลุ่มแข่งก็ได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นสมการเส้นตรง (Linear Regression) โดยมีตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับอีกตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) สัมพันธ์กันในลักษณะที่เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงแล้ว จะส่งผลให้ตัวแปรตามเปลี่ยนด้วย

$$Y_c = a + bx - \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$a = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2} \quad \text{or} \quad \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

- เมื่อ
- a = ค่าที่แกน Y ซึ่งสมการเส้นตรงตัด
  - b = ความลาดชันของเส้นตรง
  - n = จำนวนข้อมูลที่ใช้หาสมการ
  - Y = ยอดขายพยากรณ์
  - x = ตัวแปรอิสระ



The line intersects the y axis where  $y = a$ . The slope of the line  $= b$ .

รูปที่ 2.8 สมการเส้นตรง

ที่มา : William, J. Stevenson, *Operations Management*, 2002: 92.

#### 1. การวัดค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปร

อนึ่ง สมการเส้นตรง  $Y_c = a + bx$  ควรถูกตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่าง  $x$  และ  $y$  ให้มั่นใจแน่นอนว่าตัวแปรทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างแท้จริง เหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ได้ โดยใช้

-สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation) ใช้วัดทิศทางและระดับของความสัมพัทธ์ระหว่าง  $x$  และ  $y$

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

ค่าของ  $r$  จะอยู่ระหว่าง  $-1.00$  ถึง  $+1.00$  ถ้าค่าของ  $r$  เป็นบวกแสดงว่า  $x$  และ  $y$  มีความสัมพันธ์แปรตามกัน ถ้าค่าของ  $r$  เป็นลบ แสดงว่า  $x$  และ  $y$  มีความสัมพันธ์แบบผกผัน คือ ถ้า  $x$  เพิ่มขึ้น  $y$  จะลดลง และถ้า  $x$  ลดลง  $y$  จะเพิ่มขึ้น ถ้าค่าของ  $r$  น้อยมากหรือเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า  $x$  และ  $y$  ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

2. สัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination) ใช้วัดอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อยอดขายพยากรณ์ โดยนำค่า  $r$  มายกกำลังสอง

$$r^2 = \frac{a \sum Y + b \sum XY - n\bar{Y}^2}{\sum Y^2 - b\bar{Y}^2}$$

หรือ

ค่าของ  $r^2$  อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สมการความสัมพันธ์ที่คำนวณค่า  $r^2$  ได้ใกล้เคียง 1.0 จะแสดงว่าตัวแปรอิสระ (x) ที่ใช้มีอิทธิพลต่อยอดขายที่พยากรณ์ได้มาก

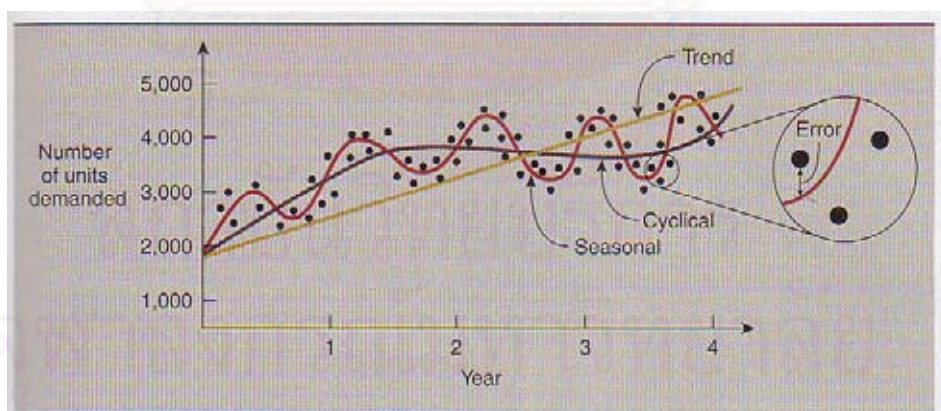
#### ข้อดีของวิธีการพยากรณ์สาเหตุ

- ได้ค่าพยากรณ์เป็นช่วงที่จะนำไปใช้งานได้อย่างมีความยืดหยุ่นมากกว่าค่าพยากรณ์เดี่ยว
- สามารถพยากรณ์ยอดขายได้จากปัจจัยภายในและภายนอกองค์การที่เกี่ยวข้อง จึงคาดหมายผลการดำเนินงาน (ยอดขายและกำไร) จากการปฏิบัติงาน (ต้นทุนและค่าใช้จ่าย) ได้

#### ข้อจำกัดของวิธีพยากรณ์สาเหตุ

- ต้องการข้อมูลจำนวนมากพอเพียงที่จะสรุปเป็นสมการได้ จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง
- การคำนวณค่อนข้างยุ่งยาก ไม่เหมาะกับการพยากรณ์สำหรับธุรกิจที่มีสินค้าหลายชนิด

3. วิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา ( Time Series Method ) เป็นวิธีการที่ใช้พยากรณ์ยอดขายในอนาคต โดยคาดว่าจะมีลักษณะเช่นเดียวกับยอดขายในปัจจุบันหรืออนาคตยอดขายหรืออุปสงค์ในความเป็นจริงได้รับอิทธิพลจากแนวโน้ม ( Trend ) ฤดูกาล ( Seasonal ) วัฏจักร ( Cycle ) และเหตุการณ์ผิดปกติ ( Irregular Variation ) กราฟการแสดงยอดขายของผลิตภัณฑ์ที่แปรตามเวลาแสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 กราฟแสดงยอดขายของผลิตภัณฑ์ที่แปรตามเวลา

ที่มา : Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, *Fundamentals of Operations Management*, 2003: 355.

การพยากรณ์แบบค่าเคลื่อนที่ต้องรอเก็บข้อมูลอย่างน้อย 3 ช่วงเวลา ดังนั้นค่าพยากรณ์ที่ได้แรกคือของช่วงที่ 4 เช่น ถ้าเริ่มเก็บข้อมูลยอดเดือนมกราคม ในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคมก็ยังไม่สามารถพยากรณ์ได้ จะเริ่มพยากรณ์ได้เมื่อสิ้นเดือนมีนาคมโดยคำนวณค่าพยากรณ์ของเดือนเมษายนและค่านี้ทำการพยากรณ์เดือนพฤษภาคม โดยตัดยอดขายจริงของเดือนมกราคมที่อยู่ไกลออกไปเอายอดขายจริงของเดือนเมษายนเข้าแทนที่แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ซึ่งเป็นค่าพยากรณ์ของเดือนพฤษภาคมต่อไป

จำนวนข้อมูลที่ใช้อาจเป็นจำนวนที่หรือคู่ก็ได้ ถ้ายอดขายมีลักษณะค่อนข้างคงที่ (Stability) ก็ควรใช้ข้อมูลจำนวนมากหาค่าเฉลี่ยจึงจะได้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า แต่ถ้ายอดขายมีความเปลี่ยนแปลงในช่วงสั้นๆ (Responsiveness) จะควรใช้ข้อมูลจำนวนน้อยหาค่าเฉลี่ยจึงจะให้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า และถ้าหาค่าเฉลี่ย 12 เดือนจะขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกไปได้

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ เป็นการศึกษา ค้นคว้า เพื่อหาข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

### อัครวัฒน์ พงษ์พะยอม ., 2546

งานวิจัยนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดทำผังกระบวนการธุรกิจในห่วงโซ่อุปทาน โดยเลือกกรณีศึกษา อุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้ให้ความสำคัญกับความหลากหลายของสินค้า ระยะเวลาสั้น ราคาที่สมเหตุสมผลว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อความอยู่รอดในตลาด โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดการจัดการห่วงโซ่อุปทานในกระบวนการพัฒนาตัวอย่างและราคา โดยอาศัยหลักการจัดทำผังทางธุรกิจด้วย IDEF0 Model และผังกระบวนการไหลของธุรกิจ โดยได้มีการวัดประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการธุรกิจในปัจจุบันและที่ปรับปรุงด้วยการจำลอง และผลการจำลองที่ได้คือ เวลารับของลูกค้าเป้าหมาย และลูกค้าอื่นๆลดลง และปริมาณงานระหว่างทำก็ลดลง ในขณะที่วัดจุดบระหว่างกระบวนการคงคลังเพิ่มขึ้น ทำให้เวลารับลดลงและสามารถรับความต้องการจากลูกค้าได้มากขึ้น โดยในงานนี้ได้แนะนำให้มีการเพิ่มทรัพยากรซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเพิ่มโอกาสทางธุรกิจ ลดเวลานำ ลดการแทรกแซงการผลิตและมีแผนการผลิตที่ดีขึ้น

### สิทธิพร ฉันทเฉลิมพร ., 2548

งานวิจัยนี้เกี่ยวกับการปรับปรุงสมรรถภาพของการวางแผนการส่งออกในห่วงโซ่อุปทานภายในอุตสาหกรรมผลิตไก่สุกแช่แข็งส่งออก เนื่องมาจากการที่บริษัทที่ศึกษาประสบกับปัญหาการส่งมอบสินค้าที่ล่าช้า การวิเคราะห์ปัญหาทำโดยประยุกต์ใช้หลักการของแบบจำลองอ้างอิงการ



ดำเนินงานในโซ่อุปทานเป็นการจำลองลักษณะการดำเนินงานทางธุรกิจของอุตสาหกรรมการผลิตไก่สุกแช่แข็งส่งออก และขอบเขตการวิจัยที่การวางแผนการส่งออก โดยมีการดำเนินงานออกเป็น 4 ระดับซึ่งใช้ IDEF0 และแผนภาพการไหลของกระบวนการ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขโดยนำหลัก Critical path method วิเคราะห์การดำเนินงาน และใช้ 5w-1H ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา และผลลัพธ์ก็สามารถกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าได้ทำให้สามารถลดเวลานำได้รวมทั้งสามารถสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว

### สยามพล หรั้งกิจ ., 2548

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและลดต้นทุนลอจิสติกส์ของการจัดการลอจิสติกส์ ในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยมีกรณีศึกษา บริษัท เอทีเอ็ม ออโตโมบิล จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทกาแหล่งผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จัดซื้อและส่งมอบชิ้นส่วนยานยนต์ ให้แก่โรงงานประกอบรถยนต์บริษัท สยาม-นิสสัน ออโตโมบิล เนื่องจากระบบผลิตได้เปลี่ยนจากแบบหนึ่งรุ่นต่อล้อการผลิตเป็นการผลิตแบบผสมรุ่นต่อล้อการผลิตแทน ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงการขนส่งชิ้นส่วนที่สนับสนุนระบบการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วผู้ผลิตชิ้นส่วนขั้นที่ 1 (Tier1) เป็นผู้รับผิดชอบการขนส่งชิ้นส่วนด้วยตนเองโดยเงื่อนไข CIF ต้นทุนการจัดด้านลอจิสติกส์ถูกรวมเข้ากับราคาของชิ้นส่วนสำเร็จรูปสำหรับการผลิตแบบผสมรุ่นนี้บริษัทต้องการลดต้นทุนลอจิสติกส์ โดยพิจารณาใช้การจัดซื้อแบบเงื่อนไข EX-work โดยไม่รวมต้นทุนทางลอจิสติกส์เข้ากับราคาชิ้นส่วน ในส่วนการวิเคราะห์การลดต้นทุนของระบบลอจิสติกส์ในกรณีศึกษานี้ ได้วิเคราะห์การจ้างผู้รับเหมาให้มาดำเนินการขนส่งชิ้นส่วนจากโรงงานผู้ผลิตมายัง โรงงานประกอบยนต์ การขนส่งใช้การขนส่งโดยตรง และการขนส่งแบบวนรับ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณที่ต้องการทำการขนส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละราย ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การประมาณการลดต้นทุนการขนส่ง ในกระบวนการลอจิสติกส์ของการขนส่งสินค้าชิ้นส่วนยานยนต์ในส่วนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถลดได้ 640,171 บาท หรือ ร้อยละ 21 และ 912,197 บาท หรือร้อยละ 19 สำหรับรถบรรทุก 1 ตันโดยประมาณ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการขนส่งภายใต้เงื่อนไข EX-work ช่วยลดต้นทุนในการขนส่งและบรรทุกเต็มระวางสินค้าได้ดีกว่าการขนส่งภายใต้เงื่อนไขเดิม

### นายบุญชัย จันทร์กระจ่างเลิศ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดการห่วงโซ่อุปทานและการวางแผนความต้องการของผลิตภัณฑ์อาหารพาสเจอร์ไรส์ของบริษัท เนสท์เล่ (ไทย) จำกัด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินการในโซ่อุปทาน มาสร้างเป็นแบบจำลองลักษณะกระบวนการทำงานและกระบวนการทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์อาหารพาสเจอร์ไรส์ และการนำเอาหลักการวางแผนความต้องการขั้นสูงมาใช้กับการวางแผนความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารพาสเจอร์ไรส์ กำหนดขอบเขตใน

การศึกษาโครงการที่กระบวนการ Plan Make ใน SCOR-Model ซึ่งเป็นในส่วนของวางแผนความต้องการ และการวางแผนเพื่อตอบสนองแผนความต้องการ ในการจัดทำแบบจำลองอ้างอิง การดำเนินงานในโซ่อุปทานได้แบ่งการทำงานเป็น 4 ระดับ โดยมีการใช้ IDEF0 และแผนภาพการไหลของกระบวนการในระดับสุดท้ายของ SCOR-Model จากนั้นทำการวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงงานด้านการวางแผนความต้องการ โดยนำเอาหลักการวางแผนความต้องการขั้นสูงมาประยุกต์ใช้ ผลคือสามารถปรับปรุงความเที่ยงตรงในการวางแผนความต้องการจากเดิมที่สามารถทำได้ที่ระดับความเที่ยงตรงร้อยละ 80 ถึง 85 เป็นสามารถทำได้ถึงร้อยละ 90 ถึง 93 รวมถึงยังสามารถจัดปัญหาความเบี่ยงเบนของข้อมูลในส่วนการวางแผนความต้องการระหว่างฝ่ายขายและฝ่ายวางแผนความต้องการในห่วงโซ่อุปทานออกไปได้อีกด้วย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### บทที่ 3

#### สภาพปัจจุบันขององค์การเภสัชกรรม

ในบทนี้จะเป็นการสำรวจสภาพทั่วไปขององค์การเภสัชกรรม ได้แก่ ประวัติความเป็นมาขององค์กร ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์สารสกัด 2 ชนิด และอัตราการผลิต เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการห่วงโซ่อุปทานต่อไป โดยองค์การเภสัชกรรมเป็นรัฐวิสาหกิจประเภทสนองนโยบายรัฐด้านสาธารณสุข จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษของรัฐ อยู่ในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ถือกำเนิดขึ้น เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2509 ตามพระราชบัญญัติองค์การเภสัชกรรม พ.ศ. 2509 โดยการรวมกิจการของกองโอสถศาลา (ก่อตั้ง พ.ศ. 2444) และโรงงานเภสัชกรรม (ก่อตั้ง พ.ศ. 2482) เข้าด้วยกัน ทำหน้าที่ผลิตยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ เพื่อสนองความต้องการของประเทศจัดทำยาและเวชภัณฑ์ และจำหน่ายให้กับประชาชนในราคาที่เหมาะสม ในปัจจุบันองค์การเภสัชกรรมได้แบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มยาโรค กลุ่มยา ARVs กลุ่มยาป้องกันโรค กลุ่มเคมีภัณฑ์ Testkit และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ซึ่งกลุ่มหลังนี้ ได้มอบให้เป็นภารกิจของฝ่ายเภสัชเคมีภัณฑ์ นอกจากนี้ยังได้รับมอบหมายให้ฝ่ายเภสัชเคมีภัณฑ์เป็นผู้พิจารณาวางแผนและจัดทำโครงการ เพื่อพัฒนาและใช้ประโยชน์ที่ดินขององค์การเภสัชกรรมที่อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี จำนวนประมาณ 1,500 ไร่

ตลาดเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติซึ่งรวมทั้งสารสกัดจากสมุนไพรมีแนวโน้มที่จะขยายตัวในอนาคต องค์การเภสัชกรรมมีแผนที่จะจัดตั้งโรงงานสารสกัดเพื่อพัฒนาธุรกิจการผลิตสารสกัดจากสมุนไพร โดยพิจารณาผลิตภัณฑ์นำร่องซึ่งประกอบด้วยสารสกัดจากสมุนไพร เช่น พริก และดอกดาวเรือง เป็นต้น ซึ่งรวมถึงการใช้เพื่อผลิตยาและใช้ในโรงงานสารสกัดขององค์การเภสัชกรรมเองและจำหน่ายจ่ายแจกให้กับสถานพยาบาลต่าง ๆ ทั่วประเทศด้วย

#### 3.1 ผลิตภัณฑ์ขององค์การเภสัชกรรม

องค์การเภสัชกรรมผลิตยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ ออกจำหน่ายประมาณ 230 รายการ แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. ยาจากชีววัตถุ ได้แก่ วัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบและบาดทะยัก (dT Toxoid), วัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบบาดทะยัก และไอกรน (DTP Vaccine), วัคซีนป้องกันโรคไข้มองอักเสบ (J.E. Vaccine), วัคซีนป้องกันโรคหัด, วัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า (PCEC Rabies Vaccine), วัคซีน

ป้องกันโรคตับอักเสบบี, เตตานัสแอนติท็อกซิน, เตตานัสท็อกซอยด์, เซรุ่มแก้พิษงูกะปะ, เซรุ่มแก้พิษงูเห่า และเซรุ่มแก้พิษงูแมวเซา

2. ยารักษาโรคทั่วไป ผลิตในทุกรูปแบบของยา ประกอบด้วย ประเภทแคปซูล, ยาฉีด, มิกซ์เจอร์, ขี้ผึ้งและครีม, โขลู่ชั้น, ซัสเพนชัน, อิมัลชัน, ซัรป, อีติกเซอร์ และยาเม็ด ครอบคลุมทุกกลุ่มอาการ

3. ยาสามัญประจำบ้าน หรือ "ยาตำราหลวง" สำหรับรักษาอาการเจ็บป่วยเล็กๆ น้อยๆ ประชาชนสามารถหาซื้อไว้ใช้เอง ได้อย่างปลอดภัย

4. ยาต้านไวรัสเอดส์และยาสำหรับโรคติดเชื้อฉวยโอกาส องค์การเภสัชกรรมดำเนินการวิจัยตัวยาและพัฒนาสูตรยาต้านไวรัสเอดส์ มาตั้งแต่ปี 2535 ปัจจุบันผลิตยาต้านไวรัสเอดส์ออกจำหน่ายแล้ว 5 ตัวยา 11 รายการ

5. ยาจากสมุนไพร ผลิตจำหน่ายโดยบริษัท ผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทย จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทในเครือองค์การเภสัชกรรม ภายใต้การวิจัยและพัฒนาสูตรตำรับโดยองค์การเภสัชกรรม

6. เคมีภัณฑ์ สำหรับใช้ในทางการแพทย์และเภสัชกรรม อาทิ อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์เจล สำหรับทำยารักษาโรคกระเพาะ อาหาร กลีโอบริสุทธิ์สำหรับผลิตน้ำเกลือ เป็นต้น

7. ชุดสารตรวจสอบ (Test Kit) อาทิ ชุดตรวจสอบยาบ้าในปัสสาวะ

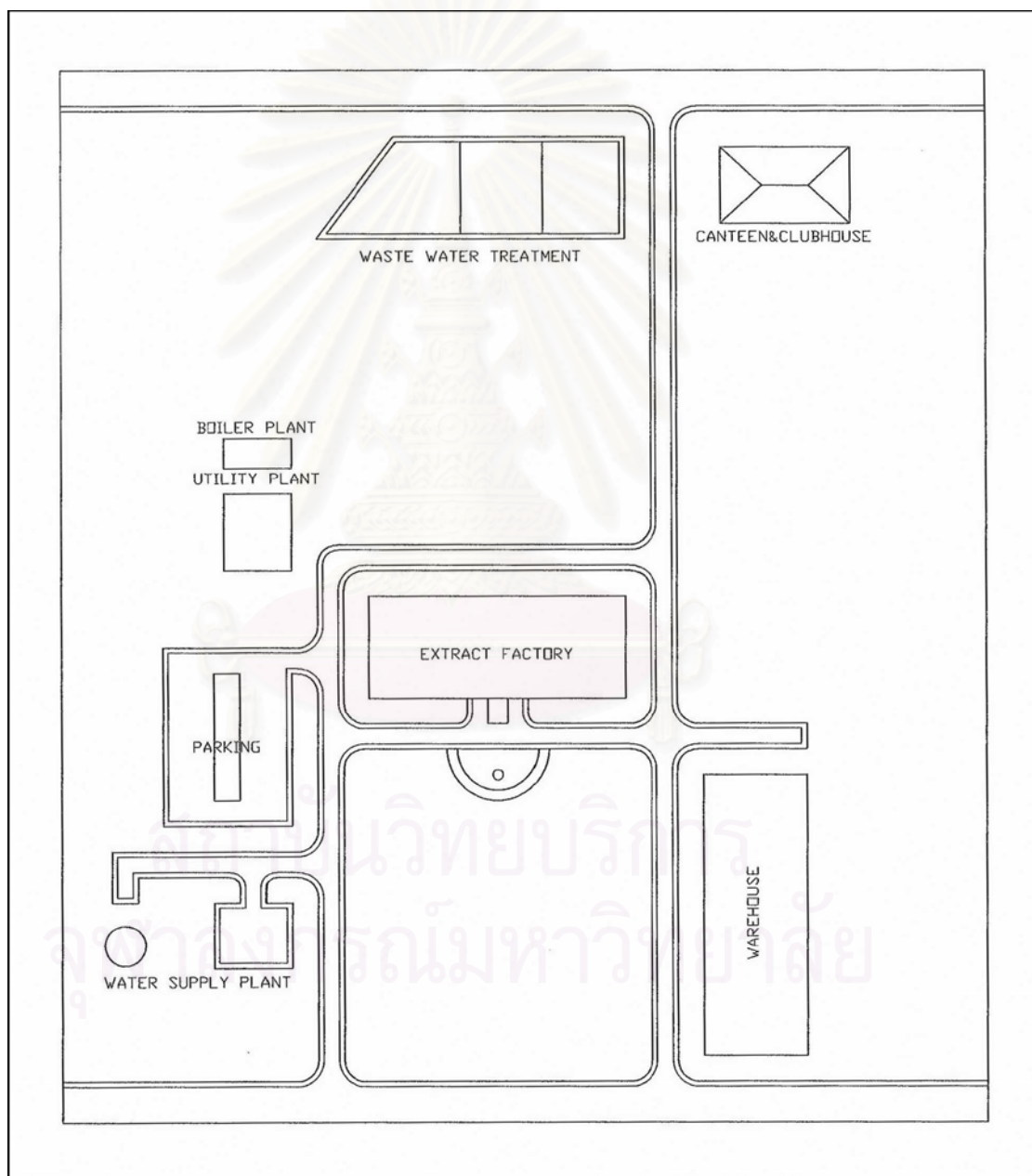
8. เวชภัณฑ์อื่นๆ เช่น พลาสเตอร์ยา, พลาสเตอร์ม้วน, น้ำยาฆ่าเชื้อโรค, ถูมมือต่างๆ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขององค์การเภสัชกรรมแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขององค์การเภสัชกรรม

### 3.2 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงาน

ฝ่ายเกษตรเคมีภัณฑ์เป็นผู้พิจารณาวางแผนและจัดทำโครงการ เพื่อพัฒนาและใช้ประโยชน์ที่ดินขององค์การเกษตรกรรมที่อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี จำนวนประมาณ 1,500 ไร่ ตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของถนน รพช.สายเนินโมก-หนองใหญ่ ห่างจากตัวจังหวัดชลบุรี 53 กิโลเมตร สามารถแสดงแผนผังโรงงานผลิตสารสกัดสมุนไพรได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังภายนอกของโรงงานสารสกัดสมุนไพร

### 3.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์สารสกัด 2 ชนิด

#### 3.3.1 พริก

Capsicum Oleoresin เป็นสารสกัดที่มีคุณสมบัติทางด้านความเผ็ด รูปแบบของผลิตภัณฑ์ จะทำการผลิตในรูปของสารสกัดแบบ Oleoresin เพื่อขายให้อุตสาหกรรมต่าง ๆ นำไปผลิต เช่น ผสมในอาหารสัตว์ สารปรุงแต่งรสเผ็ดแบบซอง (ในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป) แผ่นพลาสติกบรรเทาอาการปวด และ ยาแก้ท้องผูก (ในที่นี้คือ ยาเวอร่าโคเลต (Veracolate) การสกัดที่จะกล่าวถึงเป็น กระบวนการสกัดเพื่อให้ได้สารสกัดตามข้อกำหนดขององค์การเภสัชกรรม โดยข้อกำหนดของสาร สกัดจากพริก คือ Capsicum Oleoresin ที่มีปริมาณสาร Capsaicin 3% ของน้ำหนัก Oleoresin

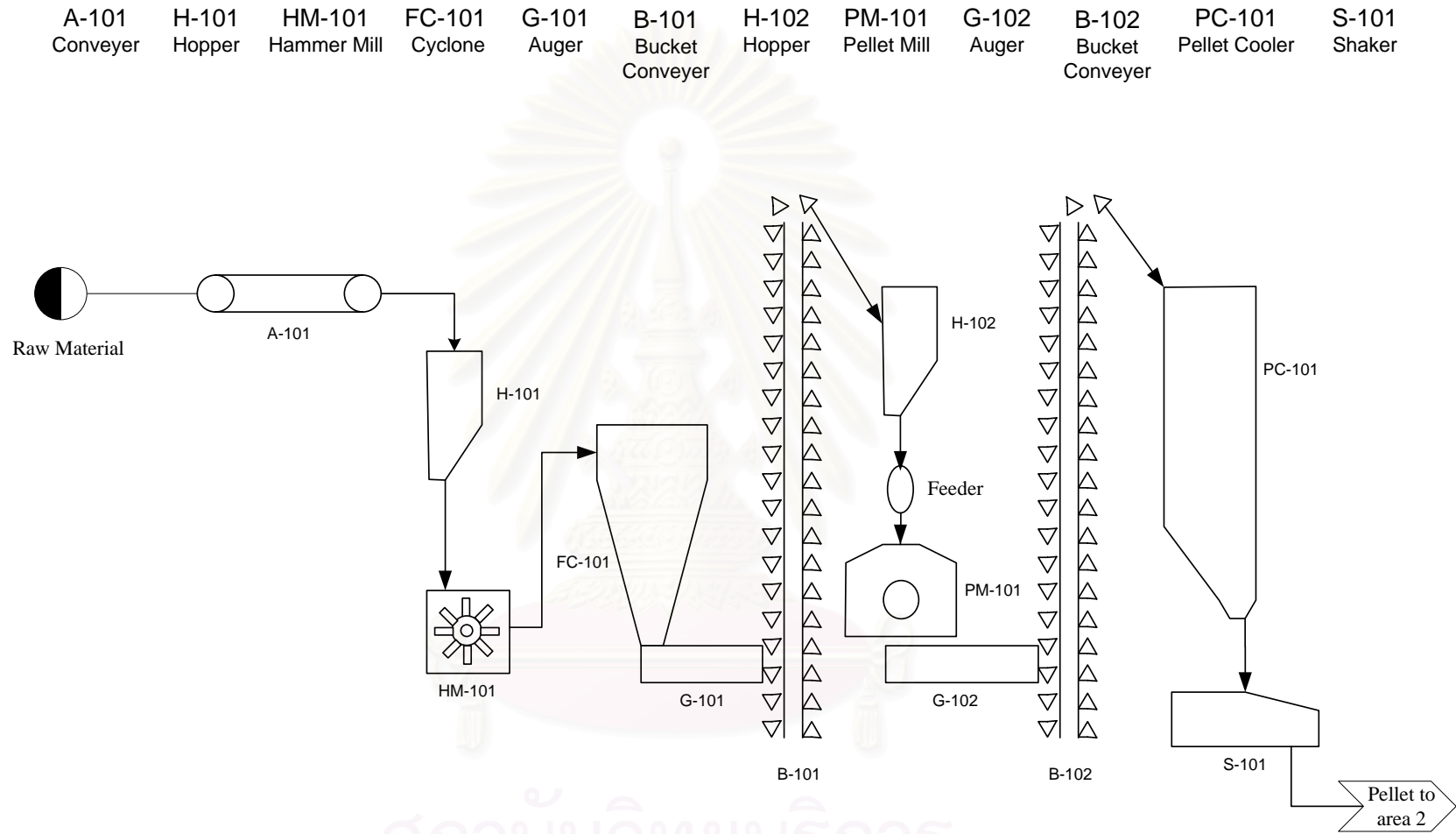
#### เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสารสกัดจากพริก

##### 1. การเตรียมวัตถุดิบ

เนื่องจากการเก็บรักษาวัตถุดิบในสภาพเดียวกันกับที่เก็บเกี่ยวได้ โดยรักษาให้สารที่ ต้องการสกัดยังคงอยู่จนกระทั่งถึงกระบวนการผลิตนั้นทำได้ยาก จึงต้องแปรรูปวัตถุดิบก่อน โดย ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะประกอบด้วยทำการอบแห้งและการบด จากนั้นจึงทำพริกแห้งที่บด แล้วให้เป็นเม็ด แผนภาพแสดงกระบวนการเตรียมวัตถุดิบพริกแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

พริกที่เป็นวัตถุดิบที่จะเข้าภายใน โรงงานนั้นเป็นพริกแห้งดังนั้นจึงต้องนำไปบดและทำให้ เป็นเม็ด โดย พริกจะถูกลำเลียงผ่าน conveyer (A-101) เข้าสู่ hopper (H-101) เพื่อนำไปบดละเอียด ด้วย Hammer mill (HM-101) จากนั้นจะผ่าน cyclone (FC-102) และ สกรู auger (G-102) ขนส่งเข้า hopper (H-102) โดยใช้ Bucket conveyer (B-101) เพื่อเข้าเครื่อง Pellet mill (PM-101) ทำให้ได้พริก เป็นเม็ดออกมา การทำให้เป็นเม็ดจะเกิดความร้อนขึ้นจึงต้องนำไปผ่าน Pellet cooler (PC-101) เพื่อ ลดอุณหภูมิของเม็ดพริก และเข้าเครื่อง shaker (S-101) ก่อนรอทำการสกัดในขั้นต่อไป

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 แผนผังกระบวนการเตรียมพริกอัดเม็ด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2. กระบวนการสกัด

โดยทั่วไปการสกัด Capsicum oleoresin ทำได้โดยการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม ได้แก่ เอทานอล (95 wt%) อะซิโตน และเฮกเซน จากการทดลองเบื้องต้นขององค์การเกษตรกรรม พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของพริกกับตัวทำละลาย คือ 1 กิโลกรัม พริกแห้งต่อตัวทำละลาย 5.5 ลิตร (จากผลการทดลองการสกัดด้วยเอทานอล 95% ขององค์การเกษตรกรรม) สำหรับตัวทำละลายเฮกเซน พบว่ามีรายงานการใช้เฮกเซนในการสกัด oleoresin จากพริกแห้ง (ref 1) และเป็นตัวทำละลายที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย (บ.Desmet, ประเทศเบลเยียม และ บ. Mitsubishi, ประเทศญี่ปุ่น) อย่างไรก็ตามเฮกเซนจะนิยมใช้เพื่อการสกัดสารสีจากพริกมากกว่าการใช้ในการสกัดสาร capsaicin แต่ข้อเสียของการใช้เอทานอลในการสกัดก็คือ จะพบปัญหาในการนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ในสารตั้งต้นพริกแห้งจะถูกละลายปนมาในเอทานอล ทำให้เกิดสารผสมระหว่างเอทานอลและน้ำเกิด ซึ่งจะเกิด azeotrope ขึ้น ทำให้ประสบปัญหาในการแยกน้ำและเอทานอลเพื่อให้ได้ความบริสุทธิ์ ซึ่งในที่นี้ค่าความเข้มข้นของเอทานอลที่สามารถจะแยกได้ด้วยกระบวนการกลั่นจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 95% เท่านั้น สำหรับในกรณีที่ใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย น้ำจะละลายปนมาในอะซิโตนและต้องแยกโดยการกลั่นเช่นกัน แต่สารละลายอะซิโตนกับน้ำไม่เกิด azeotrop จึงไม่เกิดปัญหาเช่นเดียวกับเอทานอลจึงสามารถแยกด้วยหอกลั่นได้โดยง่าย ส่วนในกรณีที่ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากเฮกเซนไม่ละลายในน้ำและแยกชั้นกับน้ำ เฮกเซนจึงสามารถถูกแยกออกจากน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยง่าย

## 3. การนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่

ตัวทำละลายที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ แบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนที่หนึ่งคือจากสารละลายสารสกัด ซึ่งจะแยกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Vacuum evaporator) และส่วนที่สองคือส่วนกาก (meal) ที่เจือปนด้วยตัวทำละลายซึ่งจะถูกแยกออกด้วย Toaster (Desolventizer) ตัวทำละลายที่แยกได้จะถูกนำมาควบแน่นและเข้าไปเก็บในถังแยกตัวทำละลาย-น้ำ (solvent-water separator tank) ในกรณีของเฮกเซนที่มีน้ำจากพริกตั้งต้นเจือปนอยู่ ตัวทำละลายเฮกเซนจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ คือ  $0.655 \text{ g/cm}^3$  ขณะที่น้ำมีความหนาแน่น  $1 \text{ g/cm}^3$  (ที่สภาวะปกติ) และตัวทำละลายไม่สามารถละลายในน้ำได้ ดังนั้นเฮกเซนจึงแยกชั้นอยู่ทางด้านบน ขณะที่น้ำที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะแยกชั้นมาอยู่ด้านล่าง ทำให้สามารถนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่ได้โดยง่าย

ในกรณีของเอทานอลและอะซิโตน เนื่องจากน้ำที่ปนเปื้อนไม่สามารถแยกชั้นได้เหมือนกับในกรณีของเฮกเซน ดังนั้นจึงต้องอาศัยหอกลั่นในการแยกตัวทำละลายออกจากน้ำ ซึ่งจะสิ้นเปลืองค่าอุปกรณ์หอกลั่นและพลังงานที่ใช้ในการกลั่นแยกมากกว่าในกรณีของเฮกเซน สำหรับ



เอทานอลนั้นเมื่อละลายกับน้ำเกิด azeotrope ฉะนั้นการแยกเอทานอลจะมีความซับซ้อนมากกว่า การแยกอะซิโตน และการกลั่นเอทานอลจะได้รับความบริสุทธิ์สูงสุดเพียง 95wt% เท่านั้น

#### 4. เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสารสกัด Capsicum oleoresin

กระบวนการสกัดและการนำกลับของตัวทำละลาย ใช้เทคโนโลยีการสกัดด้วยเครื่องสกัด ต่อเนื่องแบบสายพาน(LM extraction system) เป็นเทคโนโลยีของบริษัท Desmet (ประเทศเบลเยียม) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้

พริกแห้งอัดเม็ดจะเข้าสู่เครื่องสกัดต่อเนื่อง LM Extractor (R-201) ผ่านทางสายพาน Conveyer (A-201) และ hopper (H-201) โดยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการสกัดจะถูกนำส่งจากถังเก็บ (T-201) ผ่าน plate heat exchanger (E-201) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของตัวทำละลายให้เหมาะสม ก่อนที่จะเข้าสู่เครื่องสกัดต่อเนื่องแบบสายพาน โดยไหลสวนทางกันกับการเคลื่อนที่ของพริกแห้ง ในขณะที่ทำการสกัด

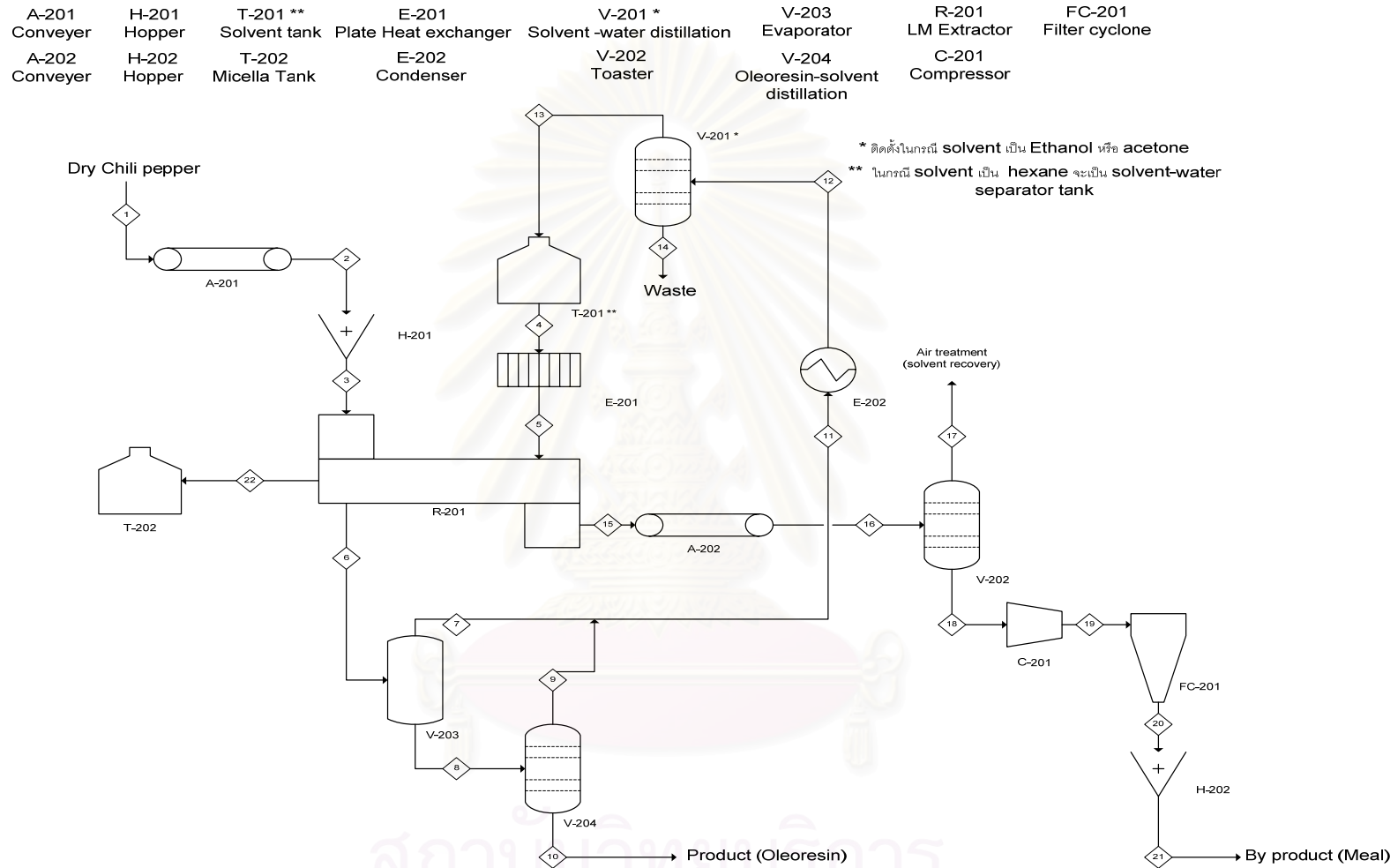
สารละลายสารสกัดที่ได้จากเครื่องสกัด (R-201) จะถูกนำไปผ่านเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ (Vacuum evaporator) (V-203) เพื่อระเหยตัวทำละลายกลับไปใช้ใหม่ สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นอาจจะต้องผ่านหอกลั่น (Distillation) (V-204) อีกครั้งเพื่อระเหยตัวทำละลายออกให้ได้มากที่สุดอีกครั้งให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นสารสกัด Capsicum oleoresin ที่มี %ของ Capsaicinoid ตามต้องการ

ส่วนกากของพริก (meal) ที่ผ่านการสกัดแล้วจะถูกส่งไปยัง toaster (V-202) โดยผ่านทาง Conveyer แบบสายพานอีกตัวหนึ่ง (A-202) เพื่อระเหยตัวทำละลายที่ติดปนมากับกาก ส่วนไอระเหยจะถูกส่งไปบำบัดก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ หรือควบแน่นเพื่อนำสารละลายกลับไปใช้ใหม่ (ขึ้นกับปริมาณและชนิดของตัวทำละลาย) กากที่ได้หลังจากระเหยตัวทำละลายออกโดย Toaster (V-202) แล้วจะถูกลำเลียงโดยลมด้วย compressor (C-201) และผ่าน Filter cyclone (FC-201) เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนอีกชั้นหนึ่ง หลังจากนั้นกากจะเข้าสู่ Hopper (H-202) เพื่อเตรียมบรรจุภาชนะ เพื่อเป็นอาหารสัตว์หรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไป

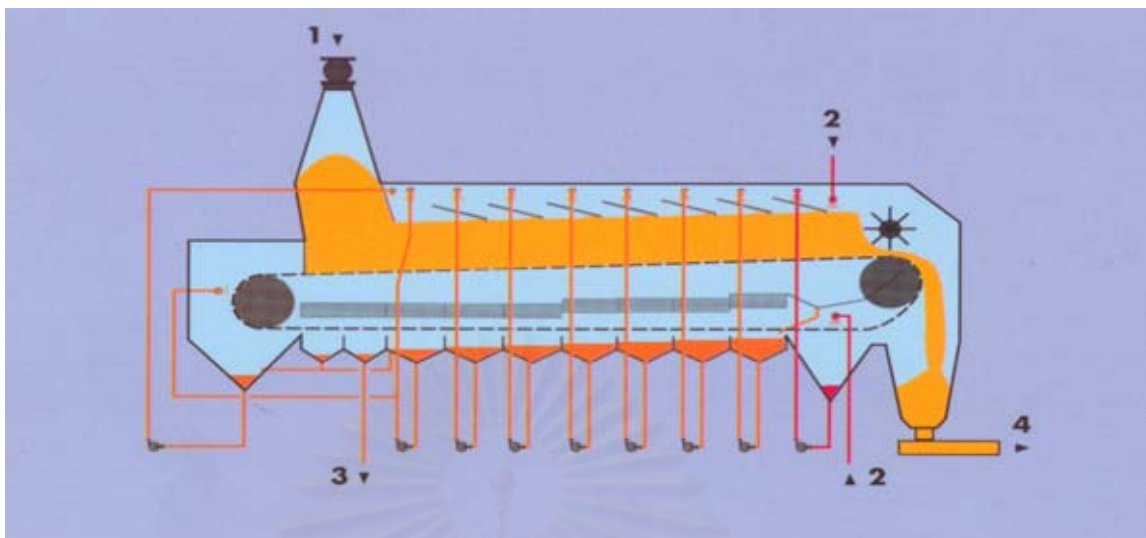
ภายในเครื่องสกัด R-201 จะแบ่งออกเป็นส่วนสกัดย่อยๆ (chamber) ที่ต่อกันอย่างอนุกรม โดยพริกแห้งจะถูกลำเลียงเข้าเครื่องสกัดที่บริเวณจุดที่ 1 และลำเลียงโดยสายพานภายในเครื่องสกัด ผ่านการสกัดก่อนถูกลำเลียงออกจากเครื่องสกัดที่บริเวณจุดที่ 4 โดยในการสกัด ตัวทำละลายจะถูกฉีดเป็นละอองตลอดความกว้างของเครื่องสกัดที่จุดที่ 2 ทางด้านบนของพริกแห้งเพื่อทำการสกัด พริกแห้ง และไหลลงมาเก็บสะสมอยู่ใน hopper เล็กๆ ทางด้านล่างของส่วนสกัดอันแรก (ทางขวามือของรูปที่ 3.5) และจะถูกบีบเพื่อนำไปฉีดเป็นละอองในส่วนสกัดถัดไปเช่นนี้ตลอดทั้งเครื่องสกัด โดยสารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นของ capsaicinoid เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และออกจากเครื่องสกัด

ที่จุดที่ 3 กระบวนการสกัดผ่านเครื่องสกัด LM Extractor ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง และในกรณี  
ฉุกเฉินที่เกิดการ overflow ของตัวทำละลายขึ้น โดยสารละลายที่ได้เกิด overflow จะถูกนำไปเก็บ  
ยังถังเก็บสารละลาย (miscella tank) (T-202) สำหรับรูปที่ 3.6 แสดงหน้าตัดตามขวางของเครื่องสกัด  
LM Extractor และทิศทางการไหลของตัวทำละลายขณะที่เกิดกระบวนการสกัด

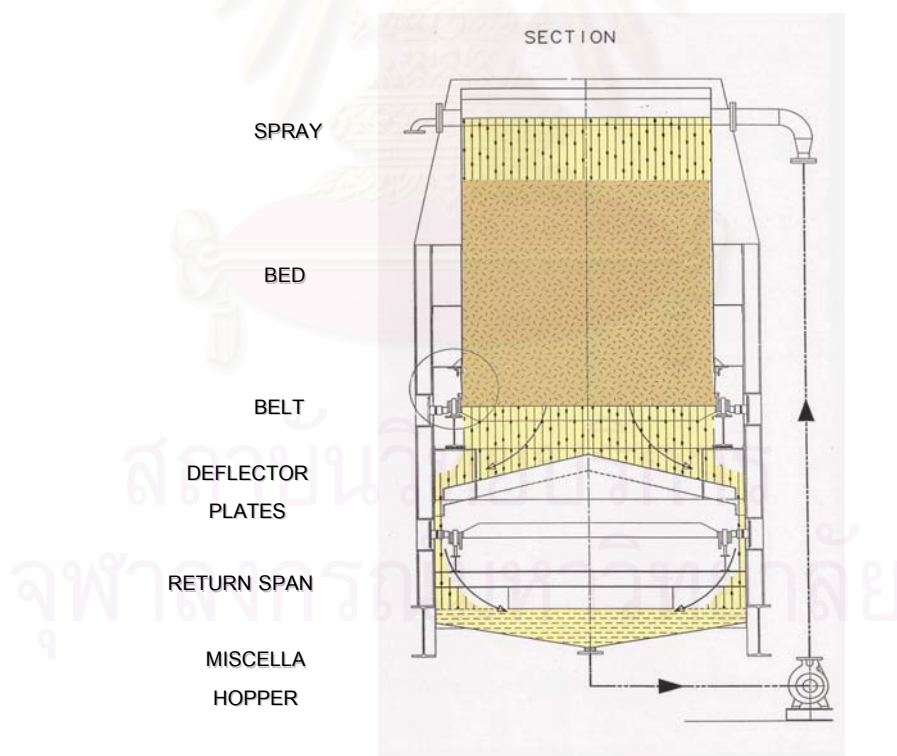
สำหรับตัวทำละลายที่ระเหยออกจาก Vacuum evaporator และ distillation จะถูกนำไปรวม  
กับตัวทำละลายที่ระเหยจาก toaster และจะถูกควบแน่นให้กลับเป็นของเหลวโดย Condenser (E-  
202) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ถ้าตัวทำละลายเป็นเอทานอลหรืออะซิโตนจะต้องนำไปกลั่นแยกน้ำออก  
เพื่อให้ได้ความบริสุทธิ์ตามต้องการ (V-201) ก่อนกลับเข้าสู่ถังเก็บตัวทำละลาย (Solvent tank) (T-  
201) ขณะที่ถ้าตัวทำละลายเป็นเฮกเซน จะไม่มีการใช้หอกลั่นเพราะว่าน้ำและตัวทำละลายสามารถ  
แยกชั้นได้อย่างชัดเจน โดยจะใช้ถังแยกตัวทำละลาย – น้ำ (water-solvent separator) (T-201) แทน  
ถังเก็บตัวทำละลาย ซึ่งน้ำที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะแยกชั้นอยู่ด้านล่างและถูกปล่อยออกเพื่อ  
นำไปบำบัด และตัวทำละลายที่ต้องการจะอยู่ทางด้านบนพร้อมนำกลับไปใช้ใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.4 แผนภาพแสดงเทคโนโลยีในกระบวนการการผลิต Capsicum oleoresin (บ. Desmet, ประเทศเบลเยียม)



รูปที่ 3.5 กระบวนการภายในเครื่องสกัด LM Extractor



รูปที่ 3.6 ภาพตัดขวางของ LM extractor

### 3.3.2 ดาวเรือง

สารสกัดจากดาวเรืองที่เป็นที่ต้องการของตลาด คือ สารแซนโทฟิล (Xanthophylls) เป็นกลุ่มอนุพันธ์ของเม็ดสีประเภทแคโรทีนอยด์ (Arytenoids) ซึ่งมีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองถึงสีแดง ในแซนโทฟิลมีสาระสำคัญ คือ ลูทีน (Lutein) และซีแซนทีน (Zeaxanthin) แซนโทฟิลมีโครงสร้างแบบเดียวกันกับ carotene อนุพันธ์หนึ่งของแคโรทีนอยด์ ประกอบด้วย คาร์บอน 40 อะตอม หรือมี 8 isoprene units ต่อเข้าด้วยกัน ต่างกันตรงที่โครงสร้างของอนุพันธ์แซนโทฟิลจะมีหมู่แทนที่ประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่เหลืออยู่ หมู่แทนที่ดังกล่าว เช่น หมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyls-), หมู่อีพอกซี (epoxy-), หมู่คาร์บอกซิล (carboxyl-) หรือหมู่คีโตน (ketene-) [Ref.20] จากการสำรวจพบว่าในประเทศไทยมีบริษัทแห่งหนึ่ง คือ บริษัท ไชอะกร้า จำกัด ซึ่งทำการผลิตสินค้าในรูปแบบเป็นดอกดาวเรืองอบแห้งป่นอัดเม็ดเพื่อส่งขายไปยังต่างประเทศที่ต้องการสกัดออกมาเป็นสารสกัดที่บริสุทธิ์ตามที่ต้องการ ซึ่งต่างประเทศมีความต้องการอย่างมากในการนำสารสกัดดังกล่าวไปใช้ในธุรกิจอาหารสัตว์ และธุรกิจประเภทเครื่องสำอาง องค์การเกษตรกรรมฯ มีเป้าหมายของการสกัดดาวเรืองเพื่อจำหน่ายให้กับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ เนื่องจากดาวเรืองเป็นพืชที่มีสารแซนโทฟิล (Xanthophylls) สูง จึงสามารถนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ได้ดี โดยเฉพาะอาหารของไก่ไข่ จะทำให้ไข่แดงมีสีแดงสดใสน่ากินยิ่งขึ้น

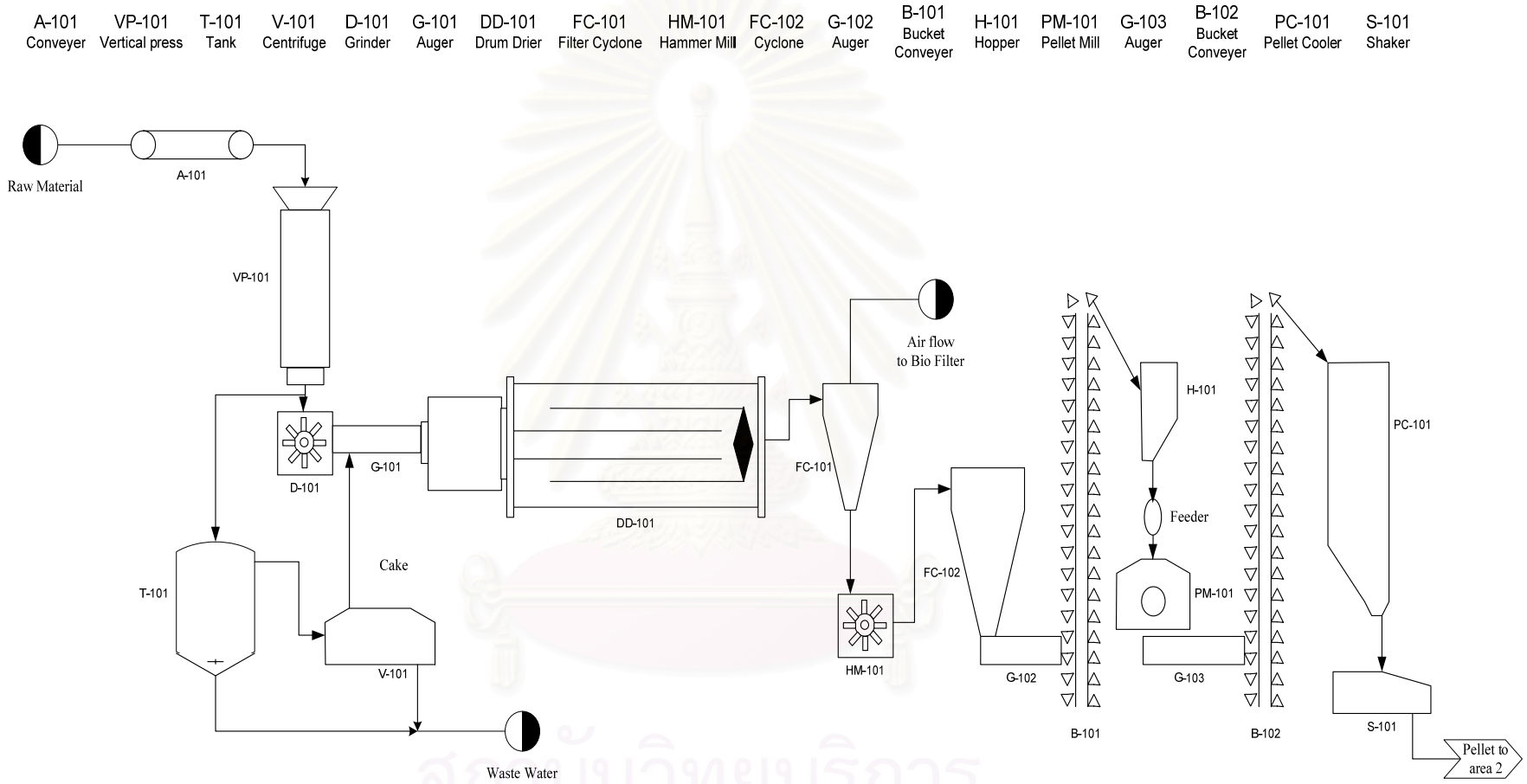
#### 1. การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบดอกดาวเรืองเพื่อการสกัด Marigold oleoresin นั้นประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ สองส่วนคือ กระบวนการหมักและเตรียมดาวเรืองอัดเม็ด การหมักดอกดาวเรืองนั้น ทำเพื่อนำน้ำออกจากดอกดาวเรืองขั้นหนึ่งก่อน โดยไม่ใช้ความร้อนเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและป้องกันการสูญเสียของสารแคโรทีนอยด์ภายในสารสกัด ส่วนการเตรียมดาวเรืองอัดเม็คนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการสกัด เทคโนโลยีการเตรียมวัตถุดิบข้างต้นเป็นกระบวนการผลิตของ บ. ไชอะกร้า ประเทศไทย

ผังกระบวนการเตรียมดาวเรืองอัดเม็ดแสดงดังรูปที่ 3.7 โดยดาวเรืองที่ผ่านการหมักซึ่งมีความชื้นประมาณ 60-65% จะถูกลำเลียงโดย conveyer (A-101) เข้าเครื่อง vertical press (VP-101) เพื่อบีบน้ำส่วนใหญ่ออกจากดอกดาวเรือง น้ำที่บีบออกมาได้จะถูกเก็บไว้ในถังเก็บ (tank) (T-101) จากนั้นจะไปผ่านเครื่อง centrifuge (V-101) เพื่อนำเศษดอกดาวเรืองที่ติดไปกับน้ำในถังเก็บกลับมาดอกดาวเรืองซึ่งผ่านการบีบน้ำออกแล้วจะนำมาบดโดยเครื่อง grinder (D-101) และจะลำเลียงผ่านสกรู โดย auger (G-101) เศษดอกดาวเรืองจากเครื่อง centrifuge จะถูกนำมารวมระหว่างลำเลียงดอกดาวเรืองไปสู่เครื่องอบแห้ง (Drum dryer) (DD-101) โดยที่ดอกดาวเรืองจะเข้าเครื่องอบแห้งจาก

ด้านที่มีอุณหภูมิสูงถึง 310°C เพื่อระเหยน้ำส่วนใหญ่ออกไป และจะออกจากเครื่องอบแห้งด้านที่มีอุณหภูมิต่ำคือ 60°C โดยกระบวนการอบจะใช้เวลาเพียง 3 นาที

หลังจากที่ผ่านการอบ ดอกดาวเรืองหมักจะมีอุณหภูมิสูง จึงต้องลดอุณหภูมิโดยผ่าน filter cyclone (FC-101) เพื่อลดอุณหภูมิ การผ่าน filter cyclone จะมีอากาศเสียออกมาซึ่งจะต้องนำไปบำบัดโดย bio filter ต่อไป เมื่อลดอุณหภูมิลงแล้วจะนำดอกดาวเรืองไปบดละเอียดด้วยเครื่อง hammer mill (HM-101) ดอกดาวเรืองที่ออกจากเครื่องบดควรมีความชื้นประมาณ 15% ถ้าแห้งเกินไปจะไม่สามารถอัดเป็นเม็ดได้ ซึ่งจะต้องแก้โดยการเติมน้ำลงไป จากนั้นจะไปผ่าน cyclone (FC-102) เพื่อนำเศษดอกดาวเรืองที่เล็กเกินไปออก ดอกดาวเรืองที่เหลือจะถูกลำเลียงโดยสกรู auger (G-102) และ bucket conveyer (B-101) เพื่อไปผ่าน hopper (H-101) เข้าเครื่อง pellet mill (PM-101) เพื่อขึ้นรูปและตัดให้กลายเป็นเม็ดดอกดาวเรือง และเข้าเครื่อง pellet cooler (PC-101) เพื่อลดอุณหภูมิของเม็ดดอกดาวเรือง เมื่อออกจาก pellet cooler ดอกดาวเรืองควรมีความชื้นประมาณ 10-12% จากนั้นจะผ่าน shaker (S-101) ได้ดาวเรืองอัดเม็ด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 มิลลิเมตร และยาว 10-15 มิลลิเมตร ทำการเก็บเพื่อรอการสกัดต่อไป



รูปที่ 3.7 ผังกระบวนการเตรียมดาวเรืองอัตโนมัติ

## 2. กระบวนการสกัด

การผลิตสารสกัด Marigold oleoresin จะใช้เฮกเซนในการสกัดในอัตราส่วนดอกดาวเรืองแห้ง 1 กิโลกรัม / เฮกเซน 5 ลิตร โดยเป็นการแนะนำจากบริษัท Desmet Ballestra Co.,ltd ประเทศเบลเยียม โดยทางบริษัทมีอัตราส่วนและสภาวะที่เหมาะสมจากโรงงานต้นแบบแล้ว กระบวนการที่ใช้จะเหมือนกับการสกัดสารสกัดพริกด้วยเฮกเซนและใช้เครื่องสกัดต่อเนื่องแบบสายพาน (LM extractor) เช่นเดียวกัน โดยเนื่องจากการใช้ Ultrasonic solvent extractor อาจจะไปทำลายสารสำคัญในดอกดาวเรืองได้จึงต้องมีการศึกษากันต่อไป

## 3. การนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่

การนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่จะใช้วิธีการเดียวกับการสกัดพริกด้วยเฮกเซน โดยนำเฮกเซนกลับมาใช้ใหม่ได้จากสองส่วนโดยส่วนของสารละลายของสารสกัด จะแยกด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศ (Vacuum evaporator) ขณะที่อีกส่วนคือกาก (meal) ที่มีเฮกเซนเจือปนอยู่ จะแยกด้วย Toaster (Desolventizer) ตัวทำละลายที่แยกได้จะถูกนำมาควบแน่นและเข้าไปเก็บในถังแยกตัวทำละลาย-น้ำ (solvent-water separator tank) โดยเฮกเซนมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ คือ 0.655 และ  $1 \text{ g/cm}^3$  ตามลำดับและไม่สามารถละลายในน้ำได้ เฮกเซนจึงแยกเฟสกับน้ำอยู่ทางด้านบน ขณะที่น้ำที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะแยกชั้นมาอยู่ทางด้านล่าง ทำให้สามารถนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่ได้โดยง่าย

## 4. เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสารสกัด Marigold oleoresin

เทคโนโลยีในการสกัดและนำตัวทำละลายมาใช้ใหม่เป็นกระบวนการเช่นเดียวกับการสกัดพริก โดยแผนภาพระบบการผลิตสารสกัด Marigold oleoresin แสดงดังรูปที่ 3.8 ในที่นี้ดอกดาวเรืองแห้งอัดเม็ด จะเข้าสู่เครื่องสกัด LM Extractor (R-201) ผ่านทาง Conveyer แบบสายพาน (A-201) และ hopper (H-201) และจะถูกลำเลียงผ่านเครื่องสกัด จากนั้นดอกดาวเรืองแห้งอัดเม็ดที่ถูกสกัดแล้วจะถูกนำส่งไปยัง Toaster (V-202) โดยผ่านทาง Conveyer แบบสายพานอีกตัวหนึ่ง (A-202) เพื่อระเหยเฮกเซนที่ติดปนมากับกากเพื่อนำไปบำบัดหรือนำกลับไปใช้ใหม่ (ขึ้นกับปริมาณของเฮกเซน)

ตัวทำละลายเฮกเซนจะเข้าสู่เครื่องสกัดต่อเนื่องแบบสายพาน (R-201) จากถังเก็บตัวทำละลาย (T-201) ผ่านทาง plate heat exchanger (E-201) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของเฮกเซนให้เหมาะสม และจะเข้าสู่เครื่องสกัดต่อเนื่องแบบสายพานเช่นเดียวกับพริก สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นของ marigold oleoresin เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในระหว่างการสกัด เช่นเกิดการ



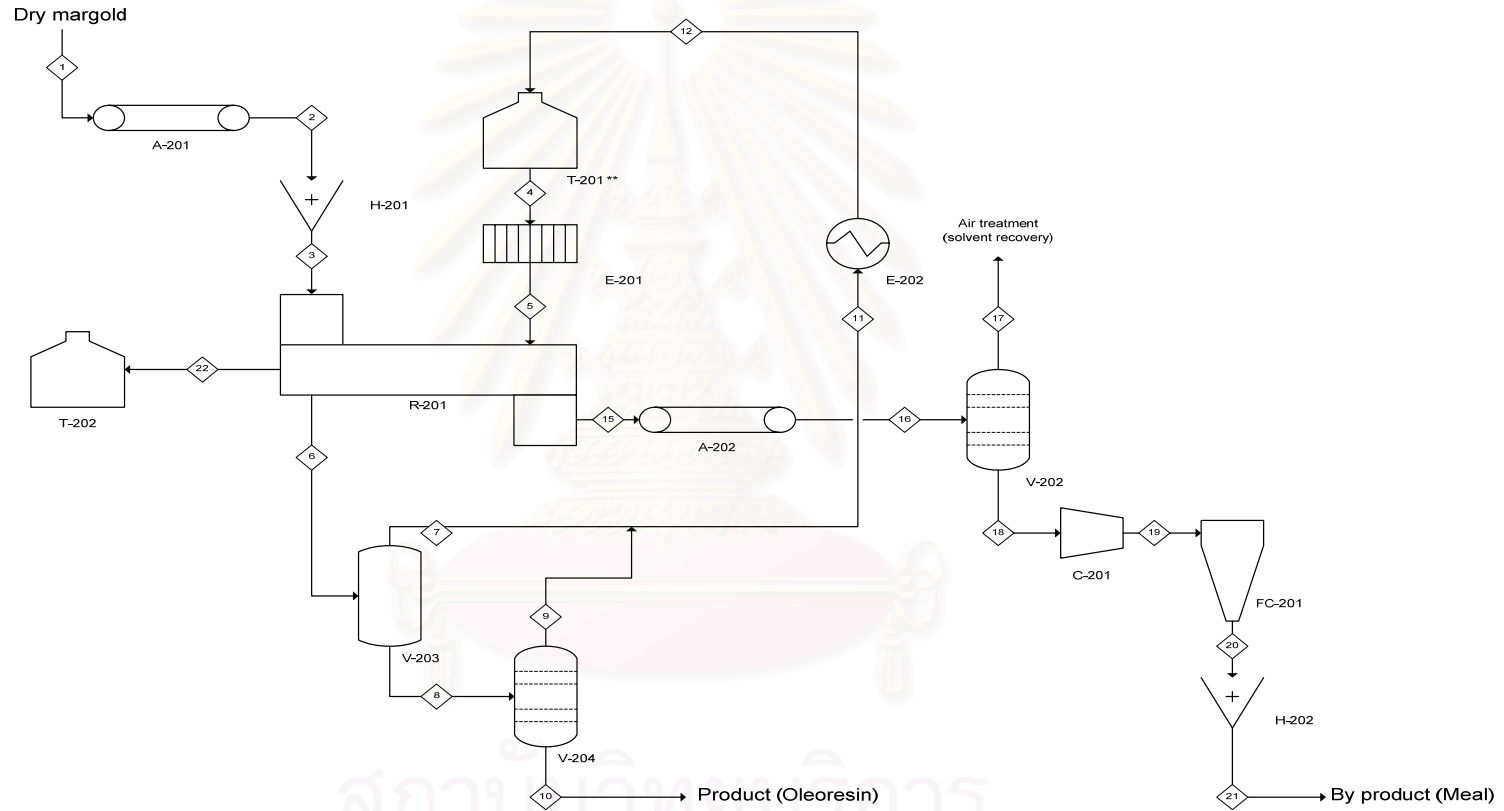
overflow ขึ้นตัวทำละลายจะถูกนำไปเก็บยังถังเก็บสารละลาย (miscella tank) (T-202) ในส่วนของกระบวนการสกัดเฉพาะที่ผ่านเครื่องสกัด จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

สารละลายของสารสกัดที่ได้จากเครื่องสกัด (R-201) จะถูกนำไปผ่านเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Vacuum evaporator) (V-203) เพื่อระเหยตัวทำละลายกลับไปใช้ใหม่ สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นอาจจะจำเป็นต้องผ่าน Distillation (V-204) อีกครั้งเพื่อระเหยเฮกเซนออกให้ได้มากที่สุด และได้ผลิตภัณฑ์เป็น Marigold oleoresin

กากที่ได้หลังจากระเหยเฮกเซนออกโดย toaster (V-202) แล้วจะถูกลำเลียงโดยลมด้วย compressor (C-201) และผ่าน Filter cyclone (FC-201) เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนอีกชั้นหลังจากนั้นกากจะเข้าสู่ Hopper (H-202) เพื่อเตรียมบรรจุภาชนะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป โดยเฮกเซนที่ระเหยได้จะถูกนำไปบำบัดหรือนำกลับไปใช้ใหม่

เฮกเซนที่ระเหยออกจาก Vacuum evaporator และ distillation unit จะถูกส่งไปรวมกับส่วนของเฮกเซนที่ระเหยจาก toaster และจะถูกควบแน่นให้กลับเป็นของเหลว โดย Condenser (E-202) เฮกเซนและน้ำที่ปนเปื้อนมาสามารถแยกชั้นได้อย่างชัดเจน โดยจะใช้ถังแยกตัวทำละลาย - น้ำ (water-solvent separator) (T-201) ซึ่งน้ำที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะแยกชั้นอยู่ด้านล่างและถูกปล่อยออกเพื่อนำไปบำบัด และเฮกเซนจะอยู่ทางด้านบนพร้อมนำกลับไปใช้ใหม่

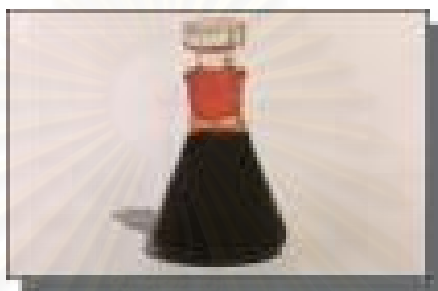
A-201 Conveyer	H-201 Hopper	T-201 Solvent-water separator tank	E-201 Plate Heat exchanger	V-202 Toaster	V-204 Oleoresin-solvent distillation	R-201 LM Extractor	FC-201 Filter cyclone
A-202 Conveyer	H-202 Hopper	T-202 Micella Tank	E-202 Condenser	V-203 Evaporator		C-201 Compressor	



รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงเทคโนโลยีในกระบวนการการผลิต Marigold oleoresin

### 3.4 อัตราการผลิต

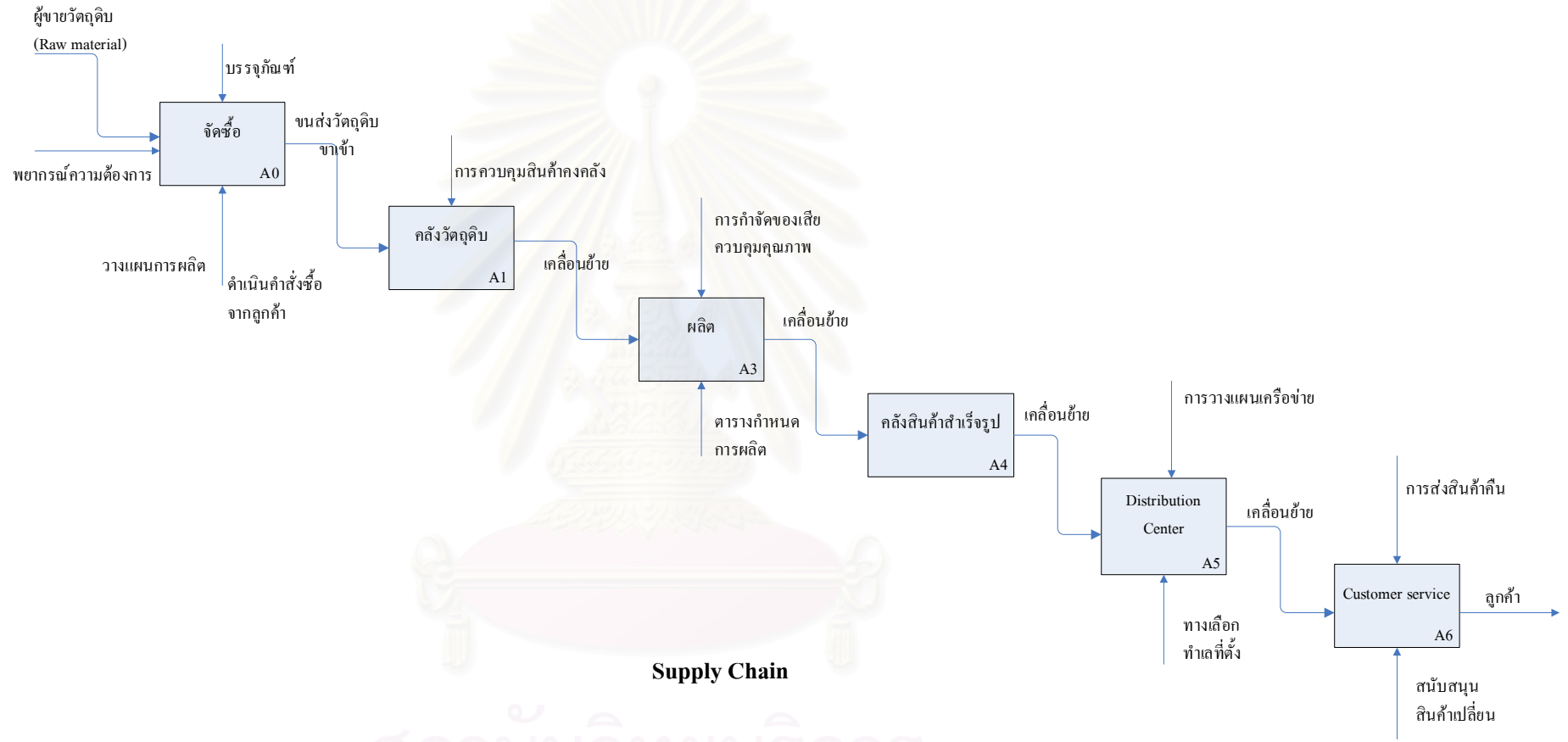
โครงการจัดตั้งโรงงานสารสกัดสมุนไพรองค์การเภสัชฯ ได้จัดวางแผนการผลิตสารสกัดด้วยกำลังผลิต 10 ตันแห้ง/วัน โดยจะแบ่งเป็นการสกัดสารจากพืชสมุนไพร 2 ชนิด คือพริก และดาวเรือง ผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปซูลี่กัมแสดงดังรูปที่ 3.9 และผลิตภัณฑ์สารสกัดแซนโทฟิลแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 ผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปซูลี่กัม



รูปที่ 3.10 ผลิตภัณฑ์สารสกัดแซนโทฟิล



Supply Chain

รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของโรงผลิตสารสกัดสมุนไพร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### การพยากรณ์ (Forecasting)

ห่วงโซ่อุปทานของสารสกัดพริกและดาวเรือง การพยากรณ์เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการ โดยการพยากรณ์ (Forecasting) เป็นการใช้วิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อคาดคะเนอุปสงค์ของสินค้าในอนาคตของลูกค้านับตั้งแต่ช่วงระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว และยังช่วยในการวางแผนและการตัดสินใจของหลายฝ่ายในองค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝ่ายการผลิต ค่าการพยากรณ์อุปสงค์จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการต่างๆ ในฝ่ายการผลิต เช่น ในส่วนของการบริหารสินค้าคงคลังและการจัดซื้อ การพยากรณ์ช่วยให้มีวัตถุดิบพอเพียงในการผลิต และมีสินค้าสำเร็จรูปพอเพียงต่อการขาย ภายใต้ต้นทุนสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสม

ในส่วนของการผลิตจะช่วยในการวางแผนผังกระบวนการผลิตและการจัดตารางการผลิต เพื่อจัดกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณสินค้าที่ต้องผลิต และกำหนดเวลาการผลิตให้สอดคล้องกับช่วงของอุปสงค์ หรือการจัดแรงงานให้สอดคล้องกับปริมาณงานการผลิตที่พยากรณ์ไว้แต่ละช่วงเวลา

ลักษณะการพยากรณ์ของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดนี้จะพยากรณ์โดยขึ้นกับกรอบเวลา และพฤติกรรมอุปสงค์ โดยจะพยากรณ์ระยะยาวในช่วงเวลา 5 ปี เพื่อใช้พยากรณ์อุปสงค์ขององค์กรฯ ในการ วางแผนกำลังการผลิต และการจัดการกระบวนการผลิตในระยะยาว การพยากรณ์ระยะยาวใช้ในการวางแผนระยะยาว โดยจำแนกตามผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด

ในการพยากรณ์ในห่วงโซ่อุปทานของงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงานของกระบวนการพยากรณ์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุวัตถุประสงค์ในการพยากรณ์
2. การรวบรวมข้อมูล ลงบันทึกข้อมูล
3. เลือกแบบจำลองในการพยากรณ์
4. พัฒนาและคำนวณการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่ต้องการ
5. ตรวจสอบความแม่นยำ พิจารณาระดับความแม่นยำอยู่ในค่าที่ยอมรับได้หรือไม่

#### 4.1 ระบุวัตถุประสงค์ในการพยากรณ์

ในการพยากรณ์ดาวเรืองและพริกมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทราบความต้องการทางการตลาด นำไปใช้ในการวางแผนการผลิต การจัดการสินค้าคงคลังและการจัดซื้อ โดยช่วยให้การจัดซื้อมีวัตถุประสงค์ที่เพียงพอต่อความต้องการของฝ่ายผลิต และมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในปริมาณที่น้อยที่สุดแต่เพียงพอต่อความต้องการ

#### 4.2 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

##### 4.2.1 พริก

ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดที่ได้จากพริกจะอยู่ในรูปสารสกัดของแคปไซซิน แนวโน้มทางการตลาดของพริกในปัจจุบัน มีการนำสารสกัดจากพริกไปใช้ในผลิตภัณฑ์เสริมความงาม เนื่องจาก มีสารเคมีสำคัญในพริก คือ Capsaicin ซึ่งมีฤทธิ์ช่วยในการสลายไขมัน จึงมีบริษัทนำไปผลิตเพื่อการค้าในรูปแบบของเจลละลายไขมัน อีกทั้งยังใช้ในรูปแบบของการรักษาโรครูมาตอยด์ และไขข้ออักเสบ นอกจากนี้ยังมีการวิจัยในเรื่องของยารักษาอาการผมหงอกและโรคหัวล้าน

ข้อมูลการส่งออกพริกในตระกูลแคปไซซิน, พิเมนตา(แห้ง/ปั่น) เป็นข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงตลาดความต้องการในต่างประเทศ ซึ่งทางองค์การเกษตรกรรมมีนโยบายในการผลิตเพื่อจำหน่ายต่างประเทศ ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกพริกในตระกูลแคปไซซิน มาใช้เป็นตัวแทนข้อมูลอุปสงค์ของดาวเรืองในการพยากรณ์อุปสงค์ได้ดังตารางที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงมูลค่าการส่งออกพริกในตระกูลแคปซีกัม, พิเมินตา(แห้ง/ป่น)

ปี/เดือน	มูลค่าการส่งออกพริกในตระกูลแคปซีกัม, พิเมินตา(แห้ง/ป่น)(ล้านบาท)		
	2546	2547	2548
ม.ค.	4.03	6.47	6.51
ก.พ.	4.87	6.39	7.02
มี.ค.	5.92	10.41	13.26
เม.ย.	7.89	7.58	11.76
พ.ค.	4.54	6.29	4.9
มิ.ย.	6.82	5.92	6.99
ก.ค.	4.28	6.41	8.9
ส.ค.	2.38	4.15	4.69
ก.ย.	3.85	4.89	5.75
ต.ค.	3.17	4.08	4.63
พ.ย.	4.3	5.31	5.32
ธ.ค.	5.47	5.48	6.46

ที่มา : กรมศุลกากร

#### 4.2.2 ดาวเรือง

ผลิตภัณฑ์จากดาวเรืองคือสารสกัดแซนโทฟิล จากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องไม่พบสถิติการจำหน่ายสารสกัดแซนโทฟิล เนื่องจากเป็นข้อมูลทางการตลาดไม่สามารถเปิดเผยได้ ดังนั้นจึงมีการใช้ข้อมูลเทียบเคียง โดยพบข้อมูลการส่งออกดาวเรืองแห้งป่นอัดเม็ดไปยังต่างประเทศเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารสกัดแซนโทฟิล

จากการสำรวจภายในประเทศพบว่า มีบริษัทที่ทำการส่งออกผลิตภัณฑ์ในรูปดอกดาวเรืองแห้งป่นไปยังประเทศอเมริกา โดยบริษัทผู้ต้องการรับซื้อดอกดาวเรืองอบแห้ง คือ บริษัท Kemin Industries, Inc. USA และบริษัท Viva Herba Pvt. Ltd. India ข้อมูลสถิติการส่งออกดาวเรืองแห้งป่นอัดเม็ด ปี พ.ศ. 2544-2546 มีรายละเอียดดังแสดงตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ดอกดาวเรืองแห้งป่น ที่มีการส่งออกไปยังต่างประเทศ

month/year	2544	2545	2546
Jan	28,286,829	31,115,512	34,227,063
Feb	25,557,727	28,113,499	30,924,849
Mar	44,173,765	48,591,141	53,450,255
Apr	34,125,659	37,538,225	41,292,048
May	36,244,829	39,869,311	43,856,243
Jun	25,365,250	25,365,250	30,691,953
Jul	21,117,212	21,117,212	25,551,827
Aug	29,258,040	32,183,844	35,402,229
Sep	23,387,595	25,408,978	27,949,875
Oct	23,387,595	25,726,354	28,298,989
Nov	21,289,961	23,418,957	25,760,853
Dec	11,116,324	12,227,959	13,450,754
Jan - Dec	<b>323,310,786</b>	<b>350,676,242</b>	<b>390,856,938</b>

ที่มา: ต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุนของผลิตผลจากดอกดาวเรืองเพื่อการส่งออก :

กรณีศึกษา บริษัทไชอะกรา จำกัด, กนกวลี ชั้นดี 2545

สามารถนำข้อมูลการส่งออกดาวเรืองแห้งที่บริษัท Kemin Industries, Inc. USA และบริษัท Viva Herba Pvt. Ltd. India รับซื้อจากประเทศไทย มาใช้ในการประมาณการณ์ปริมาณความต้องการसानแซนโทฟิลได้ เนื่องจากทั้ง 2 บริษัทฯ รับซื้อดาวเรืองแห้งทั้งหมดไปเพื่อการสกัดสารแซนโทฟิล เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับนโยบายของทางองค์การเกษตรกรรมที่ต้องการจำหน่ายสารแซนโทฟิลที่สกัดจากดอกดาวเรืองให้แก่ต่างประเทศ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลตัวเลขมูลค่าการส่งออกดาวเรืองแห้งมาใช้ในการประมาณการณ์อุปสงค์

ข้อมูลการส่งออกดาวเรืองแห้ง ได้จากสถิติของต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุนของผลิตผลจากดอกดาวเรืองเพื่อการส่งออก : กรณีศึกษา บริษัทไชอะกรา จำกัด, กนกวลี ชั้นดี 2545 ระหว่าง พ.ศ. 2544-2546 มูลค่าการส่งออกเป็นรายเดือน มีหน่วยเป็นบาท สามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปเปลี่ยนเป็นปริมาณสารแซนโทฟิลได้ดังตารางที่ 4.3



ตารางที่ 4.3 แสดงการปริมาณสารแซนโทฟิลในปี พ.ศ. 2544-2546

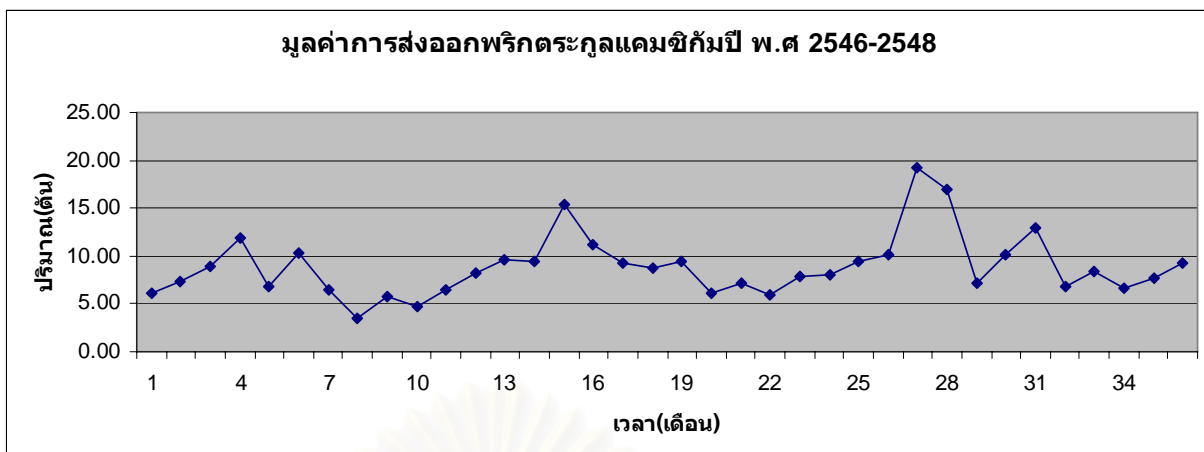
month/year	2544	2545	2546
Jan	3.28	3.61	3.97
Feb	2.97	3.26	3.59
Mar	5.12	5.64	6.20
Apr	3.96	4.36	4.79
May	4.20	4.63	5.09
Jun	2.94	2.94	3.56
Jul	2.45	2.45	2.96
Aug	3.39	3.73	4.11
Sep	2.71	2.95	3.24
Oct	2.71	2.98	3.28
Nov	2.47	2.72	2.99
Dec	1.29	1.42	1.56
Jan - Dec	<b>37.51</b>	<b>40.68</b>	<b>45.35</b>

\*หมายเหตุ ดาวเรืองแห้ง 1 กิโลกรัมคิดเป็นสารแซนโทฟิล 14.85 กรัม  
(ข้อมูลสำหรับสายพันธุ์ของบริษัท ไชอะกรา ซึ่งมีสารแซนโทฟิลสูง)

#### 4.3 การทดสอบเพื่อเลือกแบบจำลองในการพยากรณ์

##### 4.3.1 ฟริก

ข้อมูลมูลค่าการส่งออกฟริกตระกูลแคปซิกัม ได้จากสถิติของกรมส่งเสริมการส่งออก มูลค่าการส่งออกในระหว่าง พ.ศ. 2546-2548 มูลค่าการส่งออกเป็นรายเดือน มีหน่วยเป็นล้านบาท สามารถนำข้อมูลที่ได้มาพร้อมกราฟได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงมูลค่าการส่งออกพริกตระกูลแคปซิกัมปี พ.ศ. 2546-2548

สังเกตได้ว่ามูลค่าการส่งออกพริกตระกูลแคปซิกัมปี พ.ศ. 2546-2548 มีลักษณะเป็นฤดูกาล คือมูลค่าการส่งออกจะเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนที่ 1 ของทุกปี และไปเพิ่มสูงสุดในเดือนที่ 3-4 ของทุกปี และในช่วงปลายปีจะมีมูลค่าที่ต่ำที่สุด โดยรูปแบบจะมีลักษณะวนซ้ำกันในทุกปี แล้วมีแนวโน้มว่ามูลค่าการส่งออกจะเพิ่มขึ้นด้วย จึงต้องทำการประมาณแนวโน้ม (Trend)

ก่อนการประมาณแนวโน้ม (Trend) จะต้องทำการลดความเป็นฤดูกาลของอุปสงค์ของพริก โดยมูลค่าการส่งออกพริกซึ่งถูกทำการลดความเป็นฤดูกาลนี้จะแสดงให้เห็นถึงอุปสงค์ส่งออกที่ควรจะได้รับการสังเกตเมื่อไม่มีการขึ้นลงเนื่องจากความเป็นฤดูกาล โดยจำนวนของช่วงเวลาหลังจากที่วงจรฤดูกาลหมุนวนกลับมาอีกครั้ง โดยรูปแบบของวงจรซ้ำกันทุกๆปี ซึ่งจะได้ค่าคาบเวลาสำหรับการส่งออกพริกคือ  $p=12$

เพื่อให้แน่ใจว่าฤดูกาลแต่ละฤดูกาลจะได้รับการให้น้ำหนักที่เท่ากันเมื่อทำการลดความเป็นฤดูกาลของอุปสงค์ลง เราจะใช้ค่าเฉลี่ย  $P$  ในช่วงเวลาที่ติดต่อกันของมูลค่าการส่งออก ค่าเฉลี่ยของการส่งออกที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงสามารถคำนวณค่าอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงสำหรับช่วงเวลา  $D_t$  ได้ตามสูตรดังนี้

$$D_t = [D_{t-(p/2)} + D_{t+(p/2)} + \sum 2D_i] / 2p$$

โดย  $p=12$  และ  $t=7$  จะได้อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงตามสูตรการคำนวณได้สมการดังนี้

$$D_3 = [D_7 + D_{13} + \sum 2D_i] / 2(12)$$

เมื่อกำหนดตามสูตรแล้วจะได้อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงดังตารางที่ 4.4

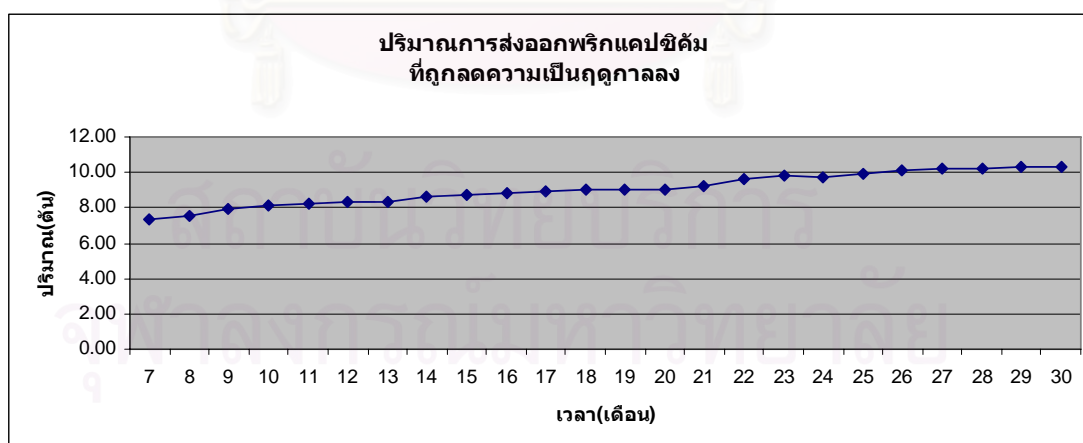
ตารางที่ 4.4 แสดงมูลค่าอุปสงค์ของพริกที่ถูกลดความเป็นฤดูกาล

ปี พ.ศ.	เดือน	อุปสงค์ (ตัน)	อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาล (ตัน)
2546	1	6.06	
	2	7.32	
	3	8.90	
	4	11.86	
	5	6.83	
	6	10.25	
	7	6.43	7.35
	8	3.58	7.58
	9	5.79	7.94
	10	4.77	8.18
	11	6.46	8.25
	12	8.22	8.29
2547	13	9.54	8.35
	14	9.42	8.58
	15	15.34	8.75
	16	11.17	8.86
	17	9.27	8.97
	18	8.73	9.02
	19	9.45	9.01
	20	6.12	9.03
	21	7.21	9.22
	22	6.01	9.62
	23	7.83	9.77
	24	8.08	9.74

ตารางที่ 4.4 แสดงมูลค่าอุปสงค์ของพริกที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เดือน	อุปสงค์ (ตัน)	อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง (ตัน)
2548	25	9.41	9.94
	26	10.14	10.11
	27	19.16	10.18
	28	16.99	10.26
	29	7.08	10.28
	30	10.10	10.33
	31	12.86	
	32	6.78	
	33	8.31	
	34	6.69	
	35	7.69	
	36	9.33	

เมื่ออุปสงค์ถูกลดความเป็นฤดูกาลแล้วอุปสงค์ก็จะไม่เติบโต และไม่ลดในอัตราที่คงที่ จึงได้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลและเวลาจากข้อมูลที่ได้สามารถนำมาวาดกราฟได้ดังรูปที่ 4.2

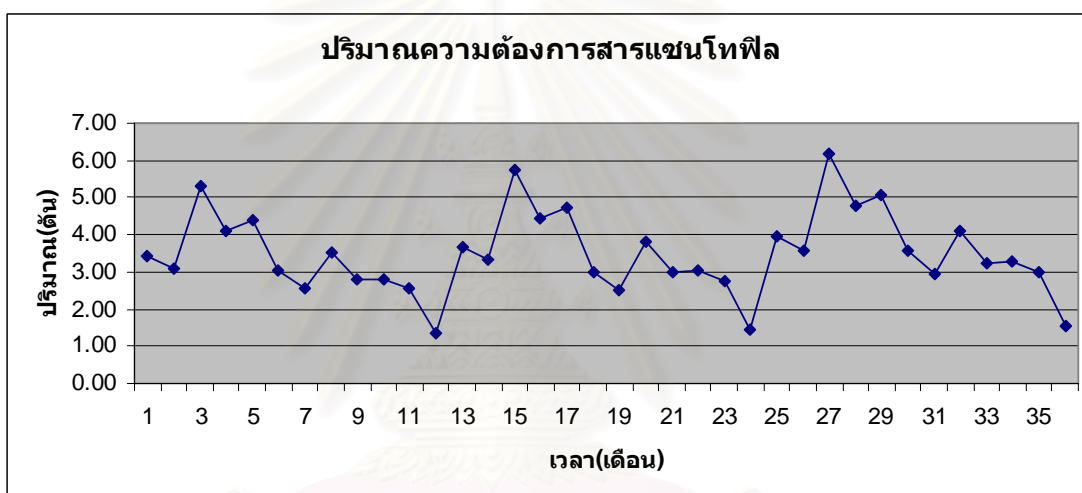


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณการส่งออกพริกแคปซิคัมที่ถูกลดความเป็นฤดูกาล

จะพบว่ากราฟมีลักษณะที่มีแนวโน้ม (Trend) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หมายถึงอุปสงค์ในอนาคตจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองของวินเทอร์ จะเหมาะกับข้อมูลอุปสงค์ที่แสดงลักษณะที่มีแนวโน้มและขึ้นกับฤดูกาล

#### 4.3.2 ดาวเรือง

จากตัวเลขสถิติของมูลค่าการส่งออกดาวเรืองแห่งประเทศไทยในปี พ.ศ. 2546-2548 สามารถประมาณการณเป็นมูลค่าอุปสงค์ของสารแซนโทฟิลได้ โดยดาวเรืองแห้ง 1 กิโลกรัมคิดเป็นสารแซนโทฟิล 14.85 กรัม(ข้อมูลสำหรับสายพันธุ์ของบริษัท ไชอะกรา ซึ่งมีสารแซนโทฟิลสูง) และสามารถสร้างกราฟปริมาณความต้องการสารแซนโทฟิลได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณความต้องการสารแซนโทฟิลระหว่าง พ.ศ. 2544-2546

สังเกตได้ว่าตัวเลขความต้องการสารแซนโทฟิล พ.ศ. 2544-2546 มีลักษณะเป็นฤดูกาล คือมูลค่าการส่งออกจะเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนที่ 1 ของทุกปี จนสูงสุดที่เดือนที่ 3 และในช่วงปลายปีจะมีมูลค่าที่ต่ำลงและต่ำสุดที่เดือนธันวาคมของทุกปีโดยรูปแบบจะมีลักษณะวนซ้ำกันในทุกปี แล้วมีแนวโน้มว่ามูลค่าการส่งออกจะเพิ่มขึ้นด้วย จึงต้องทำการประมาณแนวโน้ม (Trend)

ก่อนการประมาณแนวโน้ม(Trend) จะต้องทำการลดความเป็นฤดูกาลของอุปสงค์ของแซนโทฟิลโดยมูลค่าการส่งออกแซนโทฟิลซึ่งถูกทำการลดความเป็นฤดูกาลนี้จะแสดงให้เห็นถึงอุปสงค์ส่งออกที่ควรจะได้รับการสังเกตเมื่อไม่มีการขึ้นลงเนื่องจากความเป็นฤดูกาล โดยจำนวนของช่วงเวลาหลังจากที่วงจรฤดูกาลหมุนวนกลับมาอีกครั้ง โดยรูปแบบของวงจรซ้ำกันทุกๆปี ซึ่งจะได้ค่าคาบเวลาสำหรับการส่งออกพริกคือ  $p=12$

เพื่อให้แน่ใจว่าฤดูกาลแต่ละฤดูกาลจะได้รับการให้น้ำหนักที่เท่ากันเมื่อทำการลดความเป็นฤดูกาลของอุปสงค์ลง เราจะใช้ค่าเฉลี่ย  $P$  ในช่วงเวลาที่ติดต่อกันของมูลค่าการส่งออก ค่าเฉลี่ยของ

การส่งออกที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงสามารถคำนวณค่าอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงสำหรับช่วงเวลา  $D_t$  ได้ตามสูตรดังนี้

$$D_t = [D_t - (p/2) + D_t + (p/2) + \sum 2D_t] / 2p$$

โดย  $p=12$  และ  $t=7$  จะได้อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงตามสูตรการคำนวณได้สมการดังนี้

$$D_3 = [D_7 + D_{13} + \sum 2D_t] / 2(12)$$

เมื่อกำหนดตามสูตรแล้วจะได้อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงดังตารางที่ 4.5

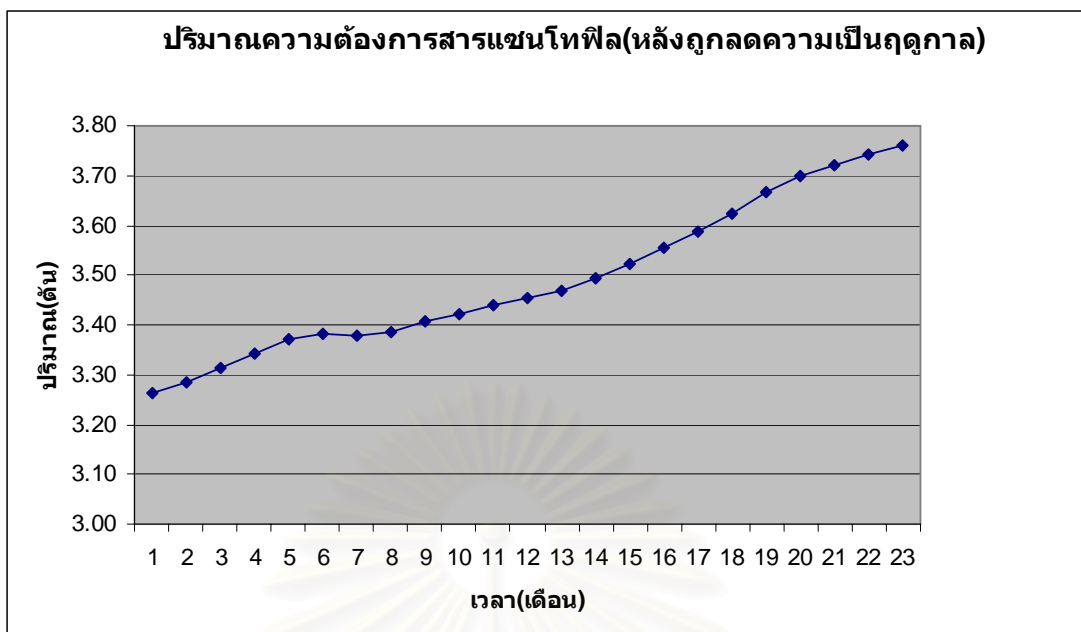
ตารางที่ 4.5 แสดงอุปสงค์ของสารแซนโทฟิลที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง

ปี	เดือน	อุปสงค์ (ตัน)	อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาล (ตัน)
2544	13	3.41	
	14	3.08	
	15	5.33	
	16	4.12	
	17	4.37	
	18	3.06	
	19	2.55	3.26
	20	3.53	3.28
	21	2.82	3.31
	22	2.82	3.34
	23	2.57	3.37
	24	1.34	3.38

ตารางที่ 4.5 แสดงอุปสงค์ของสารแซนโทฟิลที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง (ต่อ)

ปี	เดือน	อุปสงค์ (ตัน)	อุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาล (ตัน)
2545	13	3.68	3.38
	14	3.33	3.39
	15	5.75	3.41
	16	4.44	3.42
	17	4.72	3.44
	18	3.00	3.45
	19	2.50	3.47
	20	3.81	3.49
	21	3.01	3.52
	22	3.04	3.56
	23	2.77	3.59
	24	1.45	3.62
2546	25	3.97	3.67
	26	3.59	3.70
	27	6.20	3.72
	28	4.79	3.74
	29	5.09	3.76
	30	3.56	3.77
	31	2.96	
	32	4.11	
	33	3.24	
	34	3.28	
	35	2.99	
	36	1.56	

เมื่ออุปสงค์ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงแล้วอุปสงค์ก็จะไม่เติบโต และไม่ลดในอัตราที่คงที่ จึงได้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลและเวลาจากข้อมูลที่ได้สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังรูปที่ 4.4



**รูปที่ 4.4** กราฟแสดงปริมาณการส่งออกสารแซนโทฟิลที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลง

จากกราฟจะพบว่ากราฟมีลักษณะที่มีแนวโน้ม (Trend) คือเส้นกราฟที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มอย่างต่อเนื่อง เป็นลักษณะการเป็นไปของอุปสงค์ในอนาคตซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองของวินเทอร์ ซึ่งเหมาะกับข้อมูลอุปสงค์ที่แสดงลักษณะที่มีแนวโน้มและขึ้นกับฤดูกาล เช่นเดียวกับการพยากรณ์แคปซิกัม

#### 4.4 การคำนวณและพยากรณ์อุปสงค์

ในการพยากรณ์อุปสงค์จะพยากรณ์ในระยะยาว คือ พยากรณ์ในอีก 5 ปี เริ่มจากปี ค.ศ 2009-2013

##### 4.4.1 พริก

สำหรับอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงแล้วจะมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรงระหว่างอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลและเวลา ซึ่งมีสมการ  $D_t = L + tT$  เป็นตัวแทนของสมการอุปสงค์ใหม่ โดยจะหาค่า  $L$  และค่า  $T$  โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) ในที่นี้จะใช้โปรแกรม Excel ช่วยในการคำนวณจะได้ค่าดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** แสดงค่า ระดับเริ่มต้น( $L$ ) และค่าแนวโน้ม( $T$ )

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>
Intercept	7.986437889	0.433387292
X Variable 1	0.119966203	0.044636158



จากตารางแสดงผลได้ค่าประมาณของระดับเริ่มต้น  $L = 7.98$  และค่าแนวโน้ม  $T = 0.119$

เนื่องจากอุปสงค์แคปซูลกัมมีทั้งความเป็นแนวโน้มและความเป็นฤดูกาลในองค์ประกอบที่เป็นระบบ ดังนั้นจึงเลือกใช้แบบจำลองของวินเทอร์ ที่จะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

ค่าของ  $\beta$  และค่า  $\alpha$  จะต้องเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ด้วยการลองพยากรณ์ด้วยค่า  $\beta$  หลายๆ ค่าแล้วเลือกค่าที่พยากรณ์ได้แม่นยำที่สุด ซึ่งพบว่าถ้าค่า  $\beta$  สูง จะใช้ได้ดีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มในช่วงสั้นๆ ถ้า  $\beta$  ต่ำจะให้ค่าพยากรณ์ของแนวโน้มออกมาในลักษณะเฉลี่ยมากกว่า จากการลองใช้ค่า  $\beta$  และค่า  $\alpha$  ต่างๆ พบว่าค่าที่ให้การพยากรณ์แม่นยำที่สุดคือ ใช้  $\alpha = 0.05$   $\beta = 0.1$   $\gamma = 0.1$  นำมาพยากรณ์โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \text{ และ } F_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n}$$

ทำการปรับปรุงระดับโดยใช้สมการ

$$L_{t+1} = \alpha(D_{t+1}/S_{t+1}) + (1-\alpha)(L_t + T_t)$$

ทำการปรับแนวโน้มโดยใช้สมการ

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1-\beta)T_t$$

และปรับปรุงความเป็นฤดูกาลโดยใช้สมการ

$$S_{t+p+1} = \gamma(D_{t+1}/L_{t+1}) + (1-\gamma)S_{t+1}$$

เมื่อ  $F_t$  = ค่าเฉลี่ยเอ็กซ์โปเนนเชียลของยอดขายในช่วงเวลา  $t$

$T_t$  = ค่าเฉลี่ยเอ็กซ์โปเนนเชียลของแนวโน้มในช่วงเวลา  $t$

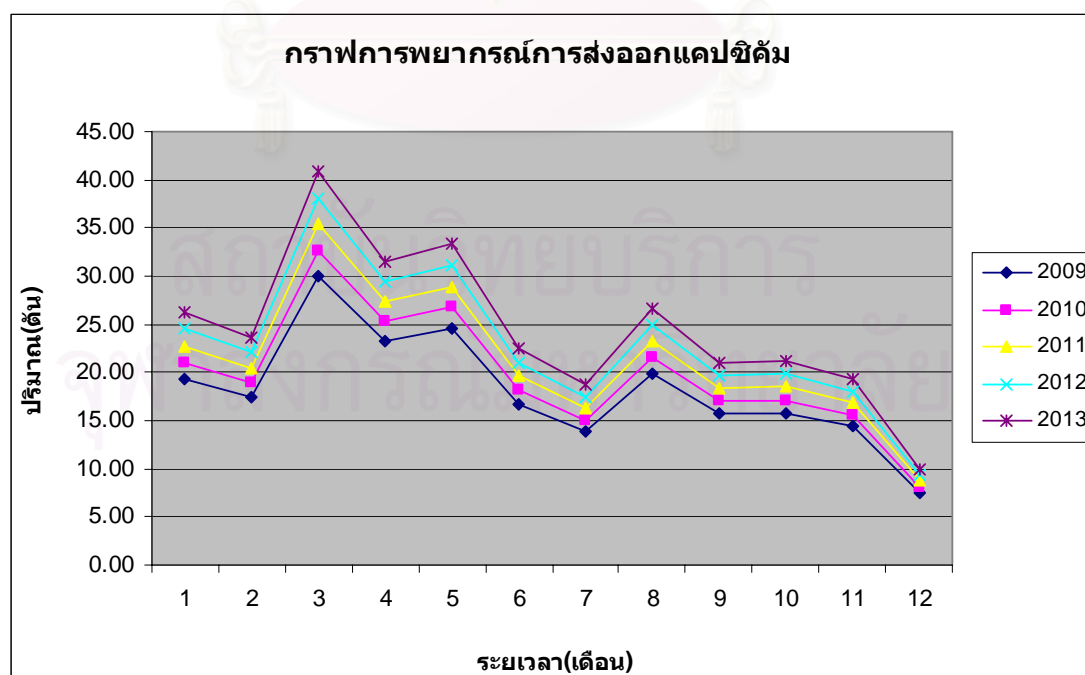
$\alpha$  = สัมประสิทธิ์เชิงเรียบของค่าเฉลี่ย

$\beta$  = สัมประสิทธิ์เชิงเรียบของ

จากสมการสามารถปรับข้อมูลจากระดับ แนวโน้มและความเป็นฤดูกาล ได้อุปสงค์ของแคปซูลกัมใหม่ดังตารางที่ 4.7 และจากข้อมูลอุปสงค์ที่ได้จากการพยากรณ์สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลการพยากรณ์อุปสงค์ของแคปซีกัม ในค.ศ 2009-2013 ได้ดังนี้

year	Forecast,Ft (ตัน)				
month	2009	2010	2011	2012	2013
1	19.24	21.00	22.77	24.53	26.29
2	17.37	18.95	20.53	22.10	23.68
3	30.00	32.71	35.41	38.11	40.82
4	23.16	25.23	27.30	29.37	31.44
5	24.58	26.76	28.94	31.12	33.31
6	16.67	18.14	19.61	21.07	22.54
7	13.87	15.08	16.29	17.50	18.72
8	19.80	21.51	23.23	24.95	26.67
9	15.68	17.03	18.39	19.74	21.09
10	15.80	17.15	18.51	19.86	21.21
11	14.37	15.59	16.82	18.04	19.26
12	7.50	8.13	8.77	9.40	10.03
Total	218.05	237.30	256.55	275.80	295.05



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการพยากรณ์การส่งออกแคปซีกัมในปี ค.ศ. 2009-2013

#### 4.4.2 ดาวเรือง

สำหรับอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลลงแล้วจะมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรงระหว่างอุปสงค์ที่ถูกลดความเป็นฤดูกาลและเวลา ซึ่งมีสมการ  $D_t = L + tT$  เป็นตัวแทนของสมการอุปสงค์ใหม่ โดยจะหาค่า  $L$  และค่า  $T$  โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) ในที่นี่จะใช้โปรแกรม Excel ช่วยในการคำนวณจะได้ค่าดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่า ระดับเริ่มต้น ( $L$ ) และค่าแนวโน้ม ( $T$ )

	Coefficients	Standard Error
Intercept	3.332730131	0.097958513
X Variable 1	0.048329268	0.026439803

จากตารางแสดงผลได้ค่าประมาณของระดับเริ่มต้น  $L = 3.33$  และค่าแนวโน้ม  $T = 0.048$

เนื่องจากอุปสงค์แคชชีกัมมีทั้งความเป็นแนวโน้มและความเป็นฤดูกาลในองค์ประกอบที่เป็นระบบ ดังนั้นจึงเลือกใช้แบบจำลองของวินเทอร์ ที่จะให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

ค่าของ  $\beta$  และค่า  $\alpha$  จะต้องเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ด้วยการลองพยากรณ์ด้วยค่า  $\beta$  หลายๆ ค่าแล้วเลือกค่าที่พยากรณ์ได้แม่นยำที่สุด ซึ่งพบว่าถ้าค่า  $\beta$  สูง จะใช้ได้ดีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มในช่วงสั้นๆ ถ้า  $\beta$  ต่ำจะให้ค่าพยากรณ์ของแนวโน้มออกมาในลักษณะเฉลี่ยมากกว่า จากการลองใช้ค่า  $\beta$  และค่า  $\alpha$  ต่างๆ พบว่าค่าที่ให้การพยากรณ์แม่นยำที่สุดคือ ใช้  $\alpha = 0.05$   $\beta = 0.1$   $\gamma = 0.1$  นำมาพยากรณ์โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \text{ และ } F_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n}$$

ทำการปรับปรุงระดับโดยใช้สมการ

$$L_{t+1} = \alpha(D_{t+1}/S_{t+1}) + (1-\alpha)(L_t + T_t)$$

ทำการปรับแนวโน้มโดยใช้สมการ

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1-\beta)T_t$$

และปรับปรุงความเป็นฤดูกาลโดยใช้สมการ

$$S_{t+p+t} = \gamma(D_{t+1}/L_{t+1}) + (1-\gamma)S_{t+1}$$

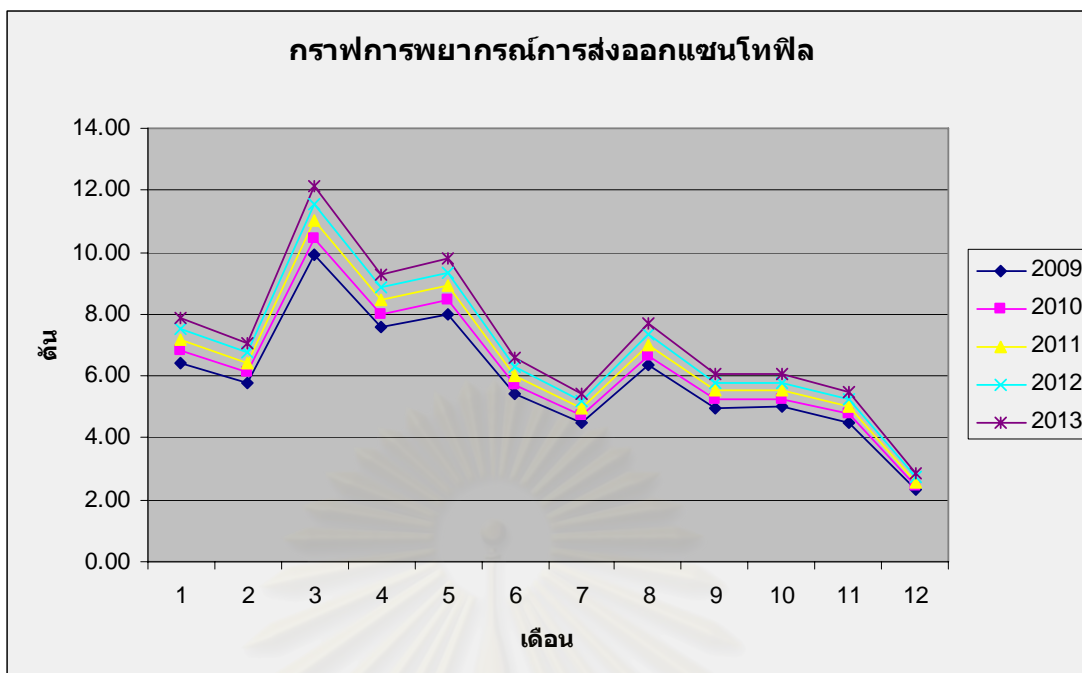
- เมื่อ  $F_t$  = ค่าเฉลี่ยเอ็กซ์โปเนนเชียลของยอดขายในช่วงเวลา  $t$   
 $T_t$  = ค่าเฉลี่ยเอ็กซ์โปเนนเชียลของแนวโน้มในช่วงเวลา  $t$   
 $\alpha$  = สัมประสิทธิ์เชิงเรียบของค่าเฉลี่ย  
 $\beta$  = สัมประสิทธิ์เชิงเรียบของ

จากสมการสามารถปรับข้อมูลจากระดับ แนวโน้มและความเป็นฤดูกาล ได้อุปสงค์ของ  
 แชนโทฟิลใหม่ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงมูลค่าการพยากรณ์อุปสงค์แคปซีกัมในปีค.ศ. 2009-2013

year	Forecast ,Ft (Tons)				
month	2009	2010	2011	2012	2013
1	6.44	6.81	7.17	7.53	7.89
2	5.78	6.10	6.42	6.75	7.07
3	9.91	10.46	11.01	11.57	12.12
4	7.60	8.02	8.44	8.86	9.29
5	8.01	8.45	8.90	9.34	9.78
6	5.40	5.70	5.99	6.29	6.59
7	4.46	4.71	4.95	5.20	5.44
8	6.33	6.68	7.02	7.37	7.71
9	4.99	5.26	5.53	5.80	6.07
10	4.99	5.26	5.53	5.80	6.07
11	4.51	4.76	5.00	5.24	5.49
12	2.34	2.47	2.59	2.72	2.84
Total	70.76	74.66	78.56	82.46	86.36

จากข้อมูลการพยากรณ์ที่ได้สามารถพล็อตกราฟความสัมพัทธ์ได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการพยากรณ์การส่งออกแซนโทฟิลในปี ค.ศ. 2009-2013

#### 4.5 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

จากการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพริกและดอกดาวเรือง การวัดความคลาดเคลื่อนของค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ หรือจำนวนข้อมูลต่างๆ จะพิจารณาจากการที่ค่าจริงที่ใกล้เคียงค่าพยากรณ์ที่สุด หรือทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ย่อมเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้พยากรณ์ให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ การวัดความคลาดเคลื่อนสามารถวัดได้ดังต่อไปนี้

$$1. \text{Mean Absolute Deviation (MAD)} = \frac{\sum | \text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์} |}{n}$$

ค่า MAD ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

$$2. \text{Mean Squared Error (MSE)} = \frac{\sum (\text{ค่าจริง} - \text{ค่าพยากรณ์})^2}{n}$$

ค่า MSE ยิ่งน้อย หมายถึง การพยากรณ์ยิ่งแม่นยำ

เมื่อนำข้อมูลของพริกและดาวเรืองมาพยากรณ์ สามารถวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ได้ โดยการหาค่า Mean Absolute Deviation (MAD) และ Mean Squared Error (MSE) ตามสูตรการคำนวณที่กล่าวถึงและสามารถหาค่าคลาดเคลื่อนได้ดังนี้

#### 4.5.1 พริก

การวัดความผิดพลาดของการพยากรณ์พริก สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณได้ ตามสูตรการคำนวณที่กล่าวถึง

การพยากรณ์ผลิตภัณฑ์จากพริก มีค่า Mean Absolute Deviation (MAD) เฉลี่ยที่ 1.02 และมีค่า %Error ที่ 10.62% ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์แคปซีกัม

Year	month	demand	Level Lt	Tread Tt	Seaasonal Factor St	Forecast Ft	Mean squared Error MSEt	MADt	%Error
			7.99	0.12					
2003	1	6.06	8.05	0.11	0.87	7.03	0.95	0.97	16.08
	2	7.32	8.15	0.11	0.93	7.56	0.50	0.61	3.26
	3	8.90	8.16	0.10	1.45	11.96	3.46	1.42	34.38
	4	11.86	8.29	0.11	1.34	11.09	2.74	1.26	6.51
	5	6.83	8.41	0.11	0.78	6.54	2.21	1.07	4.17
	6	10.25	8.62	0.12	0.97	8.26	2.50	1.22	19.40
	7	6.43	8.66	0.11	0.92	8.01	2.50	1.27	24.44
	8	3.58	8.67	0.10	0.52	4.56	2.31	1.23	27.53
	9	5.79	8.76	0.10	0.67	5.90	2.05	1.11	2.01
	10	4.77	8.85	0.10	0.55	4.84	1.85	1.01	1.57
	11	6.46	8.97	0.10	0.68	6.13	1.69	0.95	5.22
	12	8.22	9.14	0.11	0.79	7.18	1.64	0.95	12.66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์แคปซิกัม (ต่อ)

Year	month	demand	Level Lt	Tread Tt	Seasonal Factor St	Forecast Ft	Mean squared Error MSEt	MADt	%Error
2004	13	9.54	9.33	0.12	0.87	8.02	1.69	1.00	15.87
	14	9.42	9.49	0.12	0.93	8.75	1.60	0.97	7.09
	15	15.34	9.66	0.12	1.45	13.90	1.63	1.00	9.41
	16	11.17	9.71	0.12	1.34	13.13	1.77	1.06	17.49
	17	9.27	9.93	0.13	0.78	7.65	1.82	1.10	17.45
	18	8.73	10.00	0.12	0.97	9.75	1.78	1.09	11.76
	19	9.45	10.13	0.12	0.92	9.27	1.68	1.04	1.84
	20	6.12	10.33	0.13	0.52	5.34	1.63	1.03	12.69
	21	7.21	10.47	0.13	0.67	7.04	1.55	0.99	2.26
	22	6.01	10.63	0.13	0.55	5.79	1.49	0.95	3.63
	23	7.83	10.79	0.14	0.68	7.37	1.43	0.93	5.88
	24	8.08	10.89	0.13	0.79	8.65	1.38	0.92	7.10
2005	25	9.41	11.02	0.13	0.87	9.57	1.33	0.89	1.69
	26	10.14	11.14	0.13	0.93	10.32	1.28	0.86	1.78
	27	19.16	11.37	0.14	1.45	16.31	1.53	0.93	14.87
	28	16.99	11.57	0.15	1.34	15.45	1.56	0.96	9.07
	29	7.08	11.58	0.13	0.78	9.13	1.65	0.99	28.91
	30	10.10	11.65	0.13	0.97	11.37	1.65	1.00	12.52
	31	12.86	11.89	0.14	0.92	10.79	1.74	1.04	16.09
	32	6.78	12.08	0.14	0.52	6.26	1.69	1.02	7.56
	33	8.31	12.23	0.14	0.67	8.23	1.64	0.99	0.92
	34	6.69	12.37	0.14	0.55	6.76	1.59	0.96	1.07
	35	7.69	12.45	0.14	0.68	8.57	1.57	0.96	11.43
	36	9.33	12.55	0.13	0.79	9.96	1.54	0.95	6.71

#### 4.5.2 ดาวเรือง

การวัดความผิดพลาดของการพยากรณ์ดาวเรือง สามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณได้ ตามสูตรการคำนวณที่กล่าวถึง

ส่วนการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์จากดาวเรืองพบว่ามีความค่า Mean Absolute Deviation (MAD) เฉลี่ยที่ 0.2 และมีค่า%Error ที่ 5.04% โดยประมาณ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์แซนโทฟิล

Year	month	demand	Level Lt	Tread Tt	Seaasonal Factor St	Forecast Ft	Mean squared Error MSET	MADt	%Error
			3.332730	0.048329					
2001	1	3.41	3.3940	0.0496	0.94	3.17	0.06	0.24	7.12
	2	3.08	3.4557	0.0508	0.84	2.88	0.05	0.22	6.56
	3	5.33	3.5178	0.0520	1.43	5.01	0.07	0.26	6.01
	4	4.12	3.5801	0.0530	1.09	3.89	0.06	0.25	5.47
	5	4.37	3.6425	0.0539	1.14	4.16	0.06	0.24	4.93
	6	3.06	3.7109	0.0554	0.77	2.84	0.06	0.24	7.28
	7	2.55	3.7797	0.0567	0.63	2.38	0.05	0.23	6.62
	8	3.53	3.8424	0.0573	0.89	3.42	0.05	0.21	3.06
	9	2.82	3.9065	0.0580	0.70	2.73	0.04	0.20	3.35
	10	2.82	3.9687	0.0584	0.70	2.76	0.04	0.19	2.06
	11	2.57	4.0304	0.0587	0.63	2.53	0.04	0.17	1.62
	12	1.34	4.0916	0.0590	0.32	1.33	0.03	0.16	1.19



ตารางที่ 4.11 แสดงความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์เซนโทฟิล (ต่อ)

Year	month	demand	Level Lt	Tread Tt	Seasonal Factor St	Forecast Ft	Mean squared Error MSEt	MADt	%Error
2002	13	3.68	4.1394	0.0579	0.94	3.89	0.03	0.16	5.73
	14	3.33	4.1861	0.0568	0.84	3.51	0.03	0.17	5.60
	15	5.75	4.2319	0.0557	1.43	6.06	0.04	0.18	5.45
	16	4.44	4.2768	0.0546	1.09	4.68	0.04	0.18	5.28
	17	4.72	4.3209	0.0535	1.14	4.96	0.04	0.18	5.10
	18	3.00	4.3511	0.0512	0.77	3.36	0.05	0.19	11.92
	19	2.50	4.3799	0.0490	0.63	2.78	0.05	0.20	11.33
	20	3.81	4.4208	0.0482	0.89	3.95	0.05	0.19	3.77
	21	3.01	4.4604	0.0473	0.70	3.13	0.04	0.19	3.99
	22	3.04	4.5006	0.0466	0.70	3.14	0.04	0.19	3.26
	23	2.77	4.5406	0.0459	0.63	2.85	0.04	0.18	3.01
	24	1.45	4.5803	0.0453	0.32	1.49	0.04	0.18	2.76
2003	25	3.97	4.6060	0.0433	0.94	4.34	0.04	0.18	9.26
	26	3.59	4.6312	0.0415	0.84	3.89	0.05	0.19	8.47
	27	6.20	4.6561	0.0399	1.43	6.68	0.05	0.20	7.69
	28	4.79	4.6807	0.0383	1.09	5.12	0.05	0.20	6.93
	29	5.09	4.7053	0.0370	1.14	5.40	0.06	0.21	6.18
	30	3.56	4.7370	0.0364	0.77	3.64	0.05	0.20	2.28
	31	2.96	4.7694	0.0360	0.63	3.02	0.05	0.20	1.76
	32	4.11	4.7952	0.0350	0.89	4.29	0.05	0.20	4.41
	33	3.24	4.8205	0.0340	0.70	3.38	0.05	0.20	4.22
	34	3.28	4.8472	0.0333	0.70	3.39	0.05	0.19	3.11
	35	2.99	4.8745	0.0327	0.63	3.06	0.05	0.19	2.52
	36	1.56	4.9025	0.0322	0.32	1.59	0.05	0.19	1.95

การพยากรณ์อุปสงค์มีความจำเป็นในการจัดการซัพพลายเชน เพราะเป็นการใช้วิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อคาดคะเนอุปสงค์ของสินค้าและบริการในอนาคตของลูกค้านอนาคต จากปริมาณมูลค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในอนาคตของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดพบว่า ทางองค์การเภสัชฯมีการวางแผนกำลังการผลิตสารสกัดจากพริกไว้ 120 ตันต่อปี หรือ 10 ตันต่อเดือน และกำลังการผลิตสารสกัดดาวเรืองที่ 17.82 ตันต่อปี หรือประมาณ 1.5 ตันต่อเดือน

จากการพยากรณ์ในอีก 5 ปีจากตารางที่ 4.7 พบว่าพริกอุปสงค์เฉลี่ยที่ 260 ตันต่อปี ซึ่งมากกว่ากำลังการผลิตขององค์การเภสัชฯถึง 116% ในการสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวแทนผู้ผลิตอาหารสัตว์ กล่าวว่าได้มีการนำเข้าสารสกัดแคปซูลัมเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ เป็นปริมาณมาก และราคาค่อนข้างสูง หากไทยสามารถผลิตได้และจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม จะสามารถแทนที่การนำเข้าจากต่างประเทศ พบว่ากำลังการผลิตพริกในปัจจุบันขององค์การเภสัชฯคิดเป็น 46.15% ของอุปสงค์ในตลาดที่พยากรณ์

และจากตารางที่ 4.9 ดาวเรืองมีอุปสงค์เฉลี่ยที่ 78.56 ตันต่อปี ซึ่งมากกว่ากำลังการผลิตขององค์การเภสัชฯถึง 340% จากการสัมภาษณ์กับฝ่ายจัดซื้อของทางบริษัท Kemin Industries, Inc. USA และบริษัท Viva Herba Pvt. Ltd. India ซึ่งเป็นบริษัทที่รับซื้อจากประเทศไทย มีความต้องการสารแซนโทฟิลไปใช้ในการผลิตสารลูทีนอย่างมาก หากองค์การเภสัชฯสามารถผลิตได้คุณภาพตามมาตรฐานสากลและราคาที่แข่งขันได้ทั้ง 2 บริษัทฯยินดีรับซื้ออย่างไม่จำกัด เนื่องจากสารสกัดลูทีนมีความต้องการสูงมากในตลาดโลก

จากปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์สารสกัดทั้ง 2 อย่างมาก ดังนั้นการพยากรณ์จึงเปรียบเสมือนเป็นข้อมูลแนวโน้มความต้องการในแต่ละเดือนเท่านั้น ซึ่งไม่ใช่ความต้องการของตลาดทั้งหมด ข้อมูลจากการพยากรณ์ที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นขององค์การเภสัชฯ ในการวางแผนดำเนินงาน การจัดการผลิต การจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### การบริหารงานจัดซื้อ

การจัดการโซ่อุปทาน(Supply chain) เป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการทางธุรกิจตั้งแต่ผู้ใช้นั้นสุดท้ายไปจนถึงผู้จัดส่งวัตถุดิบ ซึ่งกระบวนการขั้นหนึ่งได้แก่การจัดหาสินค้า บริการ และสารสนเทศที่สามารถเพิ่มให้กับองค์กรได้ ปัญหาทางด้านวัตถุดิบและการขาดแคลนเป็นเรื่องสำคัญที่อาจส่งผลกระทบต่อการผลิตในปัจจุบันหรือในอนาคต เมื่อคาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพของวัตถุดิบราคาของวัตถุดิบอาจเพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลง และอาจต้องมีการซื้อสินค้าล่วงหน้าในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องจัดทำแผนเพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะไม่มีปัญหาในด้านกระบวนการไหลของวัตถุดิบ

ในการบริหารงานจัดซื้อมุ่งเน้นในการให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการเพื่อส่งไปยังสถานที่และเวลาที่ถูกต้อง ในปริมาณ เงื่อนไขหรือคุณภาพที่กำหนด รวมถึงสามารถแสวงหาผู้จัดส่งวัตถุดิบให้ได้ราคาที่ถูกต้องและเหมาะสม การจัดการสมัยใหม่ในยุคนี้ กล่าวว่า "แหล่งวัตถุดิบและแหล่งแรงงานที่ใดถูก ต้องรู้จักระดมนำมาใช้ และอะไรที่ตนเองไม่มีความถนัดให้ใช้วิธีการจ้างแรงงานจากภายนอก (Outsourcing)" ทั้งนี้ ก็เนื่องมาจากภาวะทางการแข่งขันของธุรกิจ ทวีความรุนแรงขึ้น ทำให้การเพิ่มราคาขายตามต้นทุนที่เพิ่มขึ้นไม่สามารถทำได้ จึงจำเป็นต้องหาทางลดต้นทุน ซึ่งทางเลือกหนึ่งที่องค์กรสมัยใหม่นิยมใช้คือ Outsourcing

การจะพิจารณาว่ากิจกรรมใดสามารถที่จะจ้างเหมาได้นั้นจะต้องมีการพิจารณาในปัจจัย 4 ข้อเหล่านี้ได้แก่

1. ต้องแยกให้ชัดเจนว่า กิจกรรมส่วนใดเป็นกิจกรรมหลักขององค์กร และกิจกรรมส่วนใดเป็นกิจกรรมเสริม กิจกรรมหลักขององค์กรไม่เหมาะในการจ้างเหมา เนื่องจากจะเป็นผลโดยตรงต่อเงื่อนไขการต่อรองในอนาคต กลายเป็นลักษณะการต่อรองได้
  2. ต้องวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการผลิตเองกับการจ้างเหมา
  3. การเลือกบริษัทที่จะจ้าง ต้องเป็นบริษัทที่น่าเชื่อถือ และเคยมีผลงานปรากฏเด่นชัด
- ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อกระบวนการสายโซ่แห่งคุณค่า (Value Chain) ขององค์กรในการส่งมอบคุณค่าแก่ลูกค้า

ในกระบวนการจัดซื้อสำหรับในกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ในการทำวิจัยเพื่อนำกิจกรรมการจัดซื้อมาช่วยในการตัดสินใจว่าจะผลิตเอง หรือซื้อ นอกจากนั้นยังสามารถระบุแหล่ง

ผลิตหรือผู้ขายปัจจัยการผลิตได้ รวมทั้งช่วยในการเลือกผู้ขายตามเงื่อนไขคุณสมบัติของผู้ขาย โดยจะแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้ดำเนินงานเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในการผลิต
2. การศึกษาข้อมูลด้านการผลิตเอง
3. การศึกษาข้อมูลด้านการจ้างเหมา(Contact Farm)
4. สรุปผลเปรียบเทียบการจัดซื้อกับการผลิตเอง

## 5.1 ศึกษารายละเอียดวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในการผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบได้จากพืช 2 ชนิด ได้แก่ พริก และดาวเรือง ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดพริกคือ สารสกัด Capsicum Oleoresin และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสารสกัดจากดาวเรืองคือสารสกัดแซนโทฟิล

**ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1** Capsicum Oleoresin ซึ่งจะเป็นสารสกัดที่มีคุณสมบัติทางด้านความเผ็ด โดยในส่วนนี้ลักษณะรูปแบบของผลิตภัณฑ์จะทำการผลิตในรูปแบบของสารสกัดแบบ Oleoresin เพื่อขายให้อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น นำไปผลิตเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ ให้กับผู้ผลิตอาหารสัตว์ สารปรุงแต่งรสเผ็ดแบบซอง (ในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป) แผ่นพลาสติกบรรจุอาหารปวด และ ยาแก้ท้องผูก เป็นต้น

**ผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2** สารสกัดจากดาวเรืองที่เป็นที่ต้องการของตลาด คือ สารแซนโทฟิล (Xanthophylls) เป็นกลุ่มอนุพันธ์ของเม็ดสีประเภทแคโรทีนอยด์ (Arytenoids) ซึ่งมีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองถึงสีแดง ในแซนโทฟิลมีสารสำคัญ คือ ลูทีน (Lutein) และซีแซนทีน (Zeaxanthin) แซนโทฟิลมีโครงสร้างแบบเดียวกับ carotene อนุพันธ์หนึ่งของแคโรทีนอยด์ ประกอบด้วย คาร์บอน 40 อะตอม หรือมี 8 isoprene units ต่อเข้าด้วยกัน ต่างกันตรงที่โครงสร้างของอนุพันธ์แซนโทฟิลจะมีหมู่แทนที่ประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่เหลืองอยู่ หมู่แทนที่ดังกล่าว เช่น หมู่ไฮดรอกซี (hydroxyls-), หมู่อีพอกซี (epoxy-), หมู่คาร์บอกซี (carboxyl-) หรือ หมู่คีโตน (ketene-) [Ref.20] จากการสำรวจพบว่าในประเทศไทยมีบริษัทแห่งหนึ่ง คือ บริษัท ไชอะกร้า จำกัด ซึ่งทำการผลิตสินค้าในรูปแบบเป็นดอกดาวเรืองอบแห้งป่นอัดเม็ดเพื่อส่งขายไปยังต่างประเทศที่ต้องการสกัดออกมาเป็นสารสกัดที่บริสุทธิ์ตามที่ต้องการ ซึ่งต่างประเทศมีความต้องการอย่างมากในการนำสารสกัดดังกล่าวไปใช้ในธุรกิจอาหารสัตว์ และธุรกิจประเภทเครื่องสำอาง องค์การเกษตรกรรมฯ มีเป้าหมายของการสกัดดาวเรืองเพื่อจำหน่ายให้กับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ เนื่องจากดาวเรืองเป็นพืชที่มีสารแซนโทฟิล (Xanthophylls) สูง จึงสามารถนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ได้ดี โดยเฉพาะอาหารของไก่ไข่ จะทำให้ไข่แดงมีสีแดงสดใสน่ากินยิ่งขึ้น

ดังนั้นการศึกษาถึงสภาพและลักษณะพื้นฐานของวัตถุดิบ จะเน้นที่ข้อมูลในด้านลักษณะพฤกษศาสตร์ ความสำคัญของพืช ปัญหาของพืชทั้งข้อจำกัดและโอกาส และยังมีการศึกษาถึงเรื่องการเพาะปลูก สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเพาะปลูก ในการศึกษาถึงองค์ประกอบเหล่านี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลของพื้นฐาน โดยธรรมชาติของวัตถุดิบเบื้องต้นในการจัดซื้อวัตถุดิบหรือสำหรับการเพาะปลูก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 5.1.1 พริก (Capsicum)

#### 5.1.1.1. พริกชี้ฟ้า *Solanaceae Capsicum annum Linn. cv. Group cuminatum*

##### (Goat Pepper)

- ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พริกชี้ฟ้า เป็นไม้ล้มลุก สูง 30 – 100 ซม. ใบเดี่ยว เรียงสลับรูปร่างรีหรือรูปใบหอก กว้าง 3 – 5 ซม. ยาว 6 – 8 ซม. โคนและปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ดอกเดี่ยวออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาวเชื่อมติดกันเป็นหลอดสั้น ๆ ปลายแยกเป็นรูปปากแตรมี 5 แฉก ผลสดรูปทรงกระบอก ยาว 6 – 12 ซม. เมื่อสุกสีแดงหรือเหลืองส้ม เมล็ดกลมแบน สีขาวนวลมีจำนวนมาก



รูปที่ 5.1 รูปภาพแสดงพริกชี้ฟ้า

ที่มา : [www.aphonda.co.th](http://www.aphonda.co.th)

- ความสำคัญ

พริก เป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหาร มีประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากมีวิตามินซีสูง สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งบริโภคสดและแปรรูป ใช้ในการปรุงแต่งรสและ ใช้สีในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น พริกแห้ง พริกป่น ซอสพริก เครื่องแกง ในพริกมีสารแคปไซซิน ที่มีรสเผ็ดซึ่ง

สามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์รักษาโรคได้ เช่น นมเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร ช่วยการดูดซึมอาหาร ครีมคลายกล้ามเนื้อ ลดอาการเจ็บปวด และยังใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์เพื่อป้องกันหนูกัดสายไฟ ปัจจุบันมีแนวโน้มความต้องการใช้พริกมากขึ้น

- **แหล่งปลูก**

ปี 2544/45 ในประเทศไทยพื้นที่ปลูกพริกรวมทั้งสิ้น 584,564 ไร่ ผลผลิตรวม 558,808 ตัน พริกที่สำคัญมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คือ พริกชี้หนูใหญ่ มีพื้นที่ปลูก 345,275 ไร่ ผลผลิตรวม 310,042 ตัน แหล่งผลิตสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ เลย ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี พริกชี้ฟ้าเป็นพริกที่มีพื้นที่ปลูกรองลงมาจากพริกชี้หนูใหญ่ และลดหลั่นไปตามลำดับ ได้แก่ พริกชี้หนูสวน พริกหยวก พริกยักษ์ ผลผลิตพริกตามรายงานวิจัยจะสูงกว่าพันธุ์ของเกษตรกร เนื่องจากเป็นพันธุ์คัด และเป็นค่าเฉลี่ยจากแปลงทดลอง ส่วนของเกษตรกรค่าเฉลี่ยจะต่ำ เพราะเป็นค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศ และเฉลี่ยทั้งปี ผลผลิตพริกแสดงดังตารางที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงพื้นที่ปลูกและผลผลิตรวมของพริกระหว่างปี 2540/41 - 2543/44

ชนิดพริก	ปีเพาะปลูก 2540/41		ปีเพาะปลูก 2541/42		ปีเพาะปลูก 2542/43		ปีเพาะปลูก 2543/44		ปีเพาะปลูก 2544/45	
	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต รวม(ตัน)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต รวม(ตัน)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต รวม(ตัน)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิต รวม(ตัน)
พริกขี้หนูใหญ่	320,720	236,056	481,026	331,867	354,926	323,555	331,983	273,677	345,275	310,042
พริกขี้หนูสวน	200,216	199,526	142,292	138,173	75,953	121,003	103,701	116,898	101,199	94,946
พริกชี้ฟ้า	91,586	72,651	156,864	153,301	103,442	144,090	118,332	139,101	127,860	137,316
พริกยักษ์	1,663	3,122	3,392	4,606	2,902	8,780	1,900	2,016	3,328	6,305
พริกหยวก	3,386	3,079	6,267	4,429	3,861	5,002	5,541	6,435	6,902	10,199
รวม	617,571	514,434	789,841	632,196	541,084	602,430	561,457	538,127	584, 564	558, 808

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงเนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ราคา และมูลค่าของผลผลิตพริกใหญ่ตามราคาที่เกษตรกร ขายได้ปี 2538-2547

ปี	เนื้อที่ เพาะปลูก (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตต่อ ไร่ (กก.)	ราคาที่เกษตรกร ขายได้ (บาท/กก.)	มูลค่าของผลผลิต ตามราคาที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)
2538	138	32	234	46.80	1,510
2539	139	33	236	43.39	1,423
2540	138	33	239	37.01	1,224
2541	144	38	262	52.50	1,986
2542	145	40	275	63.99	2,554
2543	141	37	261	68.00	2,506
2544	145	37	257	67.56	2,519
2545	146	38	261	64.66	2,472
2546	147	39	267	64.24	2,530
2547	148	41	278	60.00	2,471

ที่มา : \*ข้อมูลงานคั่นคว่ำวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงปริมาณผลผลิตทางวิชาการและผลผลิตของเกษตรกร

ชนิดพืช/พื้นที่ ปลูก ปี 2545	พันธุ์	ผลผลิตทาง วิชาการ* (กก./ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ยของ เกษตรกร** (กก./ไร่)	แหล่งปลูก
พริกชี้ใหญ่ใหญ่	จินดาหัวเรือ	1,800	897	นครราชสีมา ชัยภูมิ เลข ศรี สะเกษ อุบลราชธานี
พริกชี้ฟ้า		1700-4500 (สด)	1073	เชียงใหม่ นครสวรรค์ ลำพูน นครราชสีมา ราชบุรี อุดรดิตถ์
พริกชี้หูสวน		1000-2500	938	นครปฐม เชียงใหม่ กาญจนบุรี ศรีสะเกษ นครราชสีมา

ที่มา : \*ข้อมูลงานคั่นคว่ำวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร



- **ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา**

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการรวบรวมผลในการออกฤทธิ์ทางเภสัชของพืชสมุนไพรชนิดนี้คือกระตุ้นการขับเคลื่อนของลำไส้

### 5.1.1.2 พริกขี้หนู *Solanaceae Capsicum frutescens* Linn. (หรือชื่อเรียกทางอุตสาหกรรมว่า Bird Chilli)

- **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์**

พริกขี้หนู เป็นไม้ล้มลุก สูง 30–90 ซม. ใบเดี่ยว เรียงสลับรูปไข่หรือรูปวงรี กว้าง 2–4 ซม. ยาว 3–8 ซม. โคนใบเฉียง ดอกช่อออกที่ซอกใบช่อละ 2–3 ดอก กลีบดอกสีขาวหรือเขียวอ่อน ผลเป็นผลสด สีเขียว เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง



รูปที่ 5.2 รูปพริกขี้หนู

ที่มา : [www.aphonda.co.th](http://www.aphonda.co.th)

- **ความสำคัญ**

พริก (chilli) เป็นพืชผักที่สำคัญอยู่ในตระกูล Solanaceae สำหรับพริกที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 กลุ่ม ได้แก่

- 1) พริกหวาน พริกหยวก พริกขี้ฟ้า ที่อยู่ในกลุ่ม *C. annuum*
- 2) พริกเผ็ดได้แก่ พริกขี้หนูสวน พริกขี้หนูใหญ่ ที่อยู่ในกลุ่ม *C. frutescens*

พริก เป็นส่วนประกอบอาหารประจำของคนไทยมาช้านาน คนหลาย ๆ ชาติใช้พริกเป็นส่วนประกอบอาหารซึ่งแสดงให้เห็นว่า พริกเป็นส่วนประกอบอาหารของคนเกือบทุกชนิด มีรายงาน ว่า

คนอินเดียบริโภคพริก 2.5 กรัม/คน/วัน

คนไทยบริโภคพริก 5 กรัม/คน/วัน

คนเม็กซิโกบริโภคพริก 20 กรัม/คน/วัน

คนอเมริกันบริโภคพริก 1.5 มิลลิกรัม/คน/วัน

- **ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา**

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการรวบรวมผลในการออกฤทธิ์ทางเภสัชของพืชสมุนไพรของพริกชนิดนี้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงผลการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพริกขี้หนู

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขับปัสสาวะ</li> <li>- ทำให้เกิดอาการแพ้ของผิวหนัง</li> <li>- ยับยั้งเอนไซม์ <math>\alpha</math> - amylase</li> <li>- ฆ่าไส้เดือน</li> <li>- ก่อการกลายพันธุ์</li> <li>- ต้านเชื้อแบคทีเรีย</li> <li>- กระตุ้นการผลิตน้ำดี</li> <li>- ลดคอเลสเตอรอล</li> <li>- ยับยั้งอนุมูลอิสระ</li> <li>- เป็นพิษต่อตา</li> <li>- เป็นพิษต่อหนูขาว</li> <li>- เสริมฤทธิ์ barbiturate</li> <li>- ยับยั้งการสร้าง antigens ของเชื้อ Epstein-Barr virus</li> <li>- ต้านการก่อนการกลายพันธุ์</li> <li>- ระวังปวด</li> <li>- ยับยั้งเชื้อ Mycobacterium</li> <li>- ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อปอด</li> <li>- ยับยั้งการอักเสบของเนื้อเยื่อปอด</li> <li>- ยับยั้งกระบวนการ lipid precondition</li> <li>- กระตุ้นการแตกของเม็ดเลือดแดง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำให้เซลล์เกาะกลุ่ม</li> <li>- ผลต่อระบบประสาทส่วนกลางทำให้เกิดการหดเกร็งของลำไส้</li> <li>- ฆ่าหอย</li> <li>- ต้านเชื้อไวรัส</li> <li>- ต้านเชื้อรา</li> <li>- บีบมดลูก</li> <li>- กระตุ้นการอักเสบ</li> <li>- กระตุ้นการผสมพันธุ์ของแมลง</li> <li>- กระตุ้นการกินอาหารของแมลง</li> <li>- ลดน้ำตาลในเลือด</li> <li>- ยับยั้งการดูดซึมน้ำตาลในทางเดินอาหาร</li> <li>- ฆ่าไรทะเล</li> <li>- เพิ่มความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร</li> <li>- ฆ่าแมลง</li> <li>- ลดปริมาณไขมันในตับ</li> <li>- ระคายเคืองจมูก</li> <li>- กระตุ้นให้เกิดนิ่วในถุงน้ำดี</li> <li>- ทำให้หนังเซลล์ฉีกขาด</li> <li>- ยับยั้งการฉีกขาดของผนังเซลล์</li> </ul>

ที่มา : \*ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

- การนำไปใช้ในทางยาสมุนไพร

พริกขี้หนูมีข้อมูลการนำไปใช้ในทางยาสมุนไพรดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงสรรพคุณจากการนำไปใช้ทางยาสมุนไพรจากพริกขี้หนู

ส่วนที่สกัด	สรรพคุณ
ใบ	แก้อาการคันที่เกิดจากมดคันไฟ
ผล	ขับลม ช่วยเจริญอาหาร รักษาโรคเกาต์
ส่วนอื่น ๆ	แก้พิษสัตว์กัดต่อย ขับลมในไส้ แก้ไอ แก้เสมหะ แก้ปวด แก้เจ็บคอ เสี่ยงแหบ แก้อาหารไม่ย่อย แก้เบื่ออาหาร บำรุงธาตุเป็นยากระตุ้น ลดอาการไขข้ออักเสบ

ที่มา : \*ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

- การสกัดสารเคมี

มีงานวิจัยจำนวนมาก ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพืชสมุนไพรชนิดนี้ ซึ่งพบว่าพืชชนิดนี้ประกอบได้สารเคมีต่าง ๆ แสดงดังตาราง 5.6

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงสารเคมีที่ได้จากการศึกษาพืชสมุนไพรพริกขี้หนู

ชื่อสารเคมี	
- Acetic acid	- cinnamic acid
- alanine,phenyl:	- ferulic acid
- ascorbic acid	- hexanoic acid,iso:
- butyric acid	- lauric acid
- cafferic acid	- mevalonic acid
- caproic acid	- novivamide
- capsaicin	- palmitic acid
- capsaicin I,homodihydro:	- p-coumaric acid
- capsaicin, dihydro:	- protein(fraction I) (Capsicum frutescenes)
- capsaicin, dihydro: nor:	- pyrazine,2-iso-butyl-3-methoxy:
- capsaicin, homo:	- valeric acid
- capsaicin, homo: dihydro:	- valeric acid,iso:
- capsaicin, nor:	- vanillyl amine
- chlorogenic acid	- zucapsaicin

ที่มา : \*ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

- สารเคมีที่สำคัญ

Capsaicin มีฤทธิ์กระตุ้นและทำลายเซลล์ประสาทได้ (neurotoxin) มีผลลดความรู้สึกรวดใน neurogenic pain

- ปริมาณสารแคปไซซินในพริก

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสกัดคือ Capsicum Oleoresin ซึ่งจะเป็นสารสกัดที่มีคุณสมบัติทางด้านความเผ็ด โดยจะสกัดมาจากแคปไซซิน ในพริกบริเวณที่พบสารแคปไซซินภายในผลพริกนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณเยื่อแกนกลางสีขาว หรือเรียกว่า "รก" (placenta) ส่วนของเนื้อผลพริก เปลือกผล และเมล็ดจะมีสารแคปไซซินอยู่น้อยมาก ซึ่งคนทั่วไปมักคิดว่าเมล็ดคือส่วนของพริกที่เผ็ดที่สุด ปริมาณของสารแคปไซซินจะมีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดและสายพันธุ์ของพริก กล่าวคือ ปริมาณของสารแคปไซซิน มากน้อยเรียงตามลำดับ ดังนี้คือ พริกชี้หนู 18.2 ppm. (ส่วนในล้านส่วน), พริกเหลือง 16.7 ppm., พริกชี้ฟ้า 4.5 ppm., พริกหยวก 3.8 ppm., พริกหวาน (พริกยักษ์) 1.6 ppm. พริกที่เผ็ดมากจะมีปริมาณแคปไซซินสูงกว่าพริกที่เผ็ดน้อย สามารถสรุปปริมาณแคปไซซินได้ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงความเผ็ดของพริกชี้หนู

ลำดับความเผ็ด	พันธุ์พริก	ปริมาณแคปไซซิน (หน่วย : ppm)
1	พริกชี้หนู	18.2
2	พริกเหลือง	16.7
3	พริกชี้ฟ้า	4.5
4	พริกหยวก	3.8
5	พริกหวาน (พริกยักษ์)	1.6

ที่มา \* ชวนพิศ อรุณรังสิกุล, งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ม.เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จ.นครปฐม

จากตารางแสดงระดับปริมาณแคปไซซินพบว่า พริกชี้หนูมีปริมาณแคปไซซินสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพริกที่สามารถปลูกในประเทศไทยได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้พริกชี้หนูเป็นวัตถุดิบในการสกัดเพื่อผลิตสารสกัดแคปไซซิน

### 5.1.2 ดาวเรือง

- **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์**

ดาวเรือง เป็นไม้ดอกล้มลุก เป็นไม้เนื้ออ่อนแตกกิ่งก้านสาขา ต้นสูง 25 - 60 ซม. ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ขอบใบเป็นหยักคล้ายฟันเลื่อย ลักษณะรูปไข่สีเขียว ใบกว้างประมาณ 0.5 ซม. ยาวประมาณ 3 – 6 ซม. ดอกเป็นช่อกระจุกเดี่ยวที่ปลายยอด ดอกวงนอกกลีบดอกเป็นรูปร่างน้ำ โคนเป็นหลอดเล็กปลายแผ่ดอกวงใน กลีบดอกเป็นหลอด มีหลายสี เช่น สีส้ม เหลืองทอง ขาว และสองสีในดอกเดียวกัน และมีทั้งดอกชั้นเดียวและดอกซ้อน ดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 – 8 ซม. เมล็ด ลักษณะยาวรีสีดำ ประมาณ 1 ซม.



รูปที่ 5.3 ดาวเรือง

ที่มา : [www.oknation.net](http://www.oknation.net)

- **แหล่งปลูก**

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกโดยเฉลี่ยประมาณปีละหนึ่งถึงสองหมื่นไร่ เพราะประเทศไทยมีภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ตลอดจนทรัพยากรนันทนาการครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถปลูกดาวเรืองได้ตลอดทั้งปีทั่วประเทศที่สำคัญ ปี 2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ ประมาณ 58,800 ไร่ โดยเพิ่มจาก ปี 2543 ประมาณ 8,000 ไร่ คิดเป็นอัตราเพิ่มในระยะ 5 ปี ที่ผ่านมา (2543-2547) เฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี ปี 2548 คาดว่าพื้นที่ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ จะเพิ่มขึ้นเป็น 78,600 ไร่ ชนิดของไม้ดอกที่สำคัญ คือ กล้วยไม้ตัดดอก คาดว่าปี 2548 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 20,500 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ นครปฐม สมุทรสาคร และกรุงเทพมหานคร ไม้ดอกอีกชนิดหนึ่งที่มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างมาก คือ ดาวเรือง ปี 2548 มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 19,500 ไร่ นอกจากมีการผลิตดาวเรืองเพื่อตัดดอกจำหน่ายแล้วยังมีความต้องการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมด้วย แหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ลำพูน และเชียงใหม่ พืชที่มีการขยายการผลิตอีกชนิด ได้แก่ ไม้ประดับ คาดว่าปี 2548 จะมีพื้นที่ปลูกประมาณ 12,600 ไร่ แหล่งผลิตไม้ประดับแยกตามชนิด ได้ดังนี้

1. ไม้ประดับยืนต้น มีแหล่งผลิตที่ เชียงใหม่ กำแพงเพชร อุทัยธานี ชัยนาท ปราจีนบุรี สระบุรี
2. ไม้กระถางและไม้ชำถุง มีแหล่งผลิตที่นนทบุรี เลย์ นครนายก เชียงใหม่ เชียงราย นครราชสีมา อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี นครปฐม สมุทรสาคร ระยอง

- การนำไปใช้ในทางยาสมุนไพร

ดาวเรืองมีข้อมูลการนำไปใช้ในทางยาสมุนไพรดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงสรรพคุณจากการนำดาวเรืองไปใช้ทางยาสมุนไพร

ส่วนที่สกัด	สรรพคุณ
ต้น	ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้อง แก้จุกเสียด
ใบ	แก้ฟืนอง อาการบวมไม่รู้สาเหตุ ฝีหัวขาด และ โรคเกี่ยวกับเลือดลม
ดอก	แก้ไอกรน แก้ปวดฟัน แก้ตาเจ็บ บำรุงตับ ขับร้อน ขับลม ละลายเสมหะ แก้เวียนหัว แก้ตาแดง ตาเจ็บเนื่องจากลมและไฟ แก้ไอหืด ต่อมน้ำนมอักเสบ แก้แผลมีหนอง ขับของเสีย
ส่วนอื่น ๆ	ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้อง แก้แน่นท้อง แก้ฟืดลม แก้จุกเสียด

ที่มา : \*ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

- การสกัดสารเคมี

มีงานวิจัยจำนวนมาก ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพืชสมุนไพรชนิดนี้ ซึ่งพบสารเคมีต่าง ๆ แสดงดังตาราง 5.9

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงสารเคมีที่ได้จากการศึกษาดาวเรือง

ชื่อสารเคมี	
- $\alpha$ -pinene	- jasmolin I
- ascorbic acid	- jasmolin II
- $\alpha$ -terthienyl	- kaempferitrin
- benzoic acid, 3-5-dihydroxy-4-methoxy: methylester	- kaempferol,6-hydroxy: 7-O- $\beta$ -D-glucoside
- bithienyl,2-2': 1'-ethynyl-5-(prop-1-enyl):	- kaempferol-7-O-rhamnoside
	- limonene
	- linalool

ที่มา : \*ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงสารเคมีที่ได้จากการศึกษาดาวเรือง (ต่อ)

ชื่อสารเคมี	
- bithienyl,2-2': 5'-(3-buten-1-yl):	- linalool acetate
- bithienyl,2-2': 5'-(3-buten-1-ynyl):	- lutein
- bithienyl,2-2': 5'-(4-acetoxy-1-butenyl):	- lutein dimyristate
- bithienyl,2-2': 5'-(4-hydroxy-1-butenyl):	- menthol n-decane
- bithienyl,2-2': 5'-(but-1-ol-3-ynyl):	- nonan-1-al
- bithienyl,2-2': 5'-ethynyl-5-(prop-1-ynyl):	- n-tridecane
- bithienyl,2-2': 5'-vinyl-5-(prop-1-ynyl):	- n-undecane
- $\beta$ -phellandrene	- ocimene
- $\beta$ -pinene	- patuletin
- cenerin II	- pectin
- cinerin I	- pyrethrin I
- cisocimene	- pyrethrin II
- dipentene	- pyrethrins
- D-limonene	- quercetagenin
- gallic acid ethylester	- terpinene
- geraniol	- trans-ocimene
- quercetin	- xanthophyll dimyristate
- syringic acid	- xanthophyll dipalmitate
- Tagetes flavonoid A	- xanthophyll distearate
- Tagetes flavonoid B	- xanthophyll myristate palmitate
- Tagetes flavonoid C	- xanthophyll palmitate stearate
- Tagetiin	
- Tagetone	

ที่มา : \*ข้อมูลงานค้นคว้าวิจัย สถาบันวิจัยพืชสวน \*\* ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร

สารเคมีที่สำคัญในดาวเรือง คือ Xanthophyll มีฤทธิ์เพิ่มความเข้มของสีในไข่แดง  
**สำหรับพันธุ์ดาวเรืองที่ปลูกในประเทศไทยมี 5 ชนิด ได้แก่**

1. ดาวเรืองอเมริกัน (Tagetes erecta) เป็นดาวเรืองชนิดต้นสูง ดอกใหญ่ ปลูกได้ตลอดปี ถ้าปลูกช่วงฤดูหนาวจะใช้เวลาเพียง 60 - 65 วัน แต่ถ้าปลูกในช่วงฤดูร้อนจะออกดอกช้าลง 10 - 15 วัน
2. ดาวเรืองฝรั่งเศส (Tagetes patula) เป็นดาวเรือง ชนิดต้นเตี้ย ดอกเล็ก ปลูกได้เฉพาะฤดูหนาว และออกดอกดกมาก แต่ถ้าปลูกในฤดูร้อนจะเหี่ยว ใบไม่ออกดอก
3. ดาวเรืองนักเก็ต (Triploid Marigold) หรือ ดาวเรืองลูกผสม (Nugget Marigolds) เป็นดาวเรืองที่เกิดจากดาวเรืองอเมริกัน กับดาวเรืองฝรั่งเศส ลูกผสมที่ได้มีโครโมโซม 3 ชุด ออกดอกเร็ว และดอกบานทน ทั้งนี้เพราะดอกเป็นหมัน
4. ดาวเรืองซิกเน็ต (Signet Marigold) เป็นดาวเรืองชนิดต้นเตี้ย ดอกจิ๋ว นิยมปลูกมากในยุโรป มีพุ่มใหญ่ ออกดอกดก ขนาดดอกเล็กมาก เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1 นิ้ว กลีบดอกชั้นเดียว
5. ดาวเรืองใบ (Foliage Marigold) เป็นดาวเรืองที่มีใบสวยงามมาก ใบสวยเด่นกว่าดอก พุ่มต้นแน่น เหมาะสำหรับปลูกตามขอบแปลงสี เนื่องจากโครงการวิจัยเรื่อง "Research on Cultivated Crops and Wild Plant for Dye Production in the Highlands of Northern Thailand" ระหว่างปี พ.ศ. 2519 - 2522 ซึ่งได้รับทุนจาก ARS, USAID ผ่านโครงการเกษตรที่สูง ได้ศึกษาทั้งพืชป่าและพืชปลูกหลายชนิดเพื่อนำมาใช้เป็นสีผสมอาหาร ทั้งอาหารคน และอาหารสัตว์ จากการวิเคราะห์ปริมาณแซนโทฟิล และแคโรทีน ในกลีบดอกดาวเรืองสดและแห้งหลายสายพันธุ์ 4 กลุ่มคือ กลุ่มดอกสีเหลือง สีเหลืองอมส้ม สีส้มและสีแดง พบว่ากลุ่มดอกสีส้มเหมาะสำหรับปลูกเป็นพืชสีมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์ทอริคอร์, ออเรนจ์เลดี้, บัมกิ้นครีซ และอะพอลโล โดยมีปริมาณแซนโทฟิล 15,249.54, 13,751.34, 13,376.79 และ 13,323.32 ppm. ตามลำดับ นอกจากนี้จะนำไปใช้ประโยชน์เป็นสีผสมอาหารสำหรับมนุษย์แล้ว ผลงานวิจัยนี้ยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอาหารไก่ เพื่อเพิ่มความเข้มสีของไข่แดง และผิวหนังไก่ ขณะนี้มีการปลูกดาวเรืองเพื่อผลิตดอกดาวเรืองแห้ง เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารไก่อย่างกว้างขวาง มีพื้นที่ปลูกโดยเฉลี่ยประมาณปีละหนึ่งถึงสองหมื่นไร่ ทั้งนี้เพราะประเทศไทยมีภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ตลอดจนทรัพยากรน่านปีการครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถปลูกดาวเรืองได้ตลอดทั้งปีทั่วประเทศ ที่สำคัญคือผลพลอยได้จากธุรกิจนี้ กล่าวคือ หลังจากเก็บเกี่ยวดอกดาวเรืองหมดต้นแล้ว เกษตรกรจะได้ประโยชน์จากต้นและรากของดาวเรืองซึ่งสามารถผลิตสารแอลฟาเทอร์ทริเอนิล (α - terthienyl) ได้จำนวนหนึ่ง สามารถป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยในดิน โดยการไถกลบทั้งต้นและราก



ลงในแปลงปลูกพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ที่มีปัญหาจากไส้เดือนฝอยในดิน อาทิ ยาสูบ มะเขือเทศ สตรอเบอร์รี่ และเขือบีร่า เป็นต้น

จากความต้องการจำหน่ายสารสกัดแซนโทฟิล การคัดเลือกดาวเรืองเป็นวัตถุดิบให้ได้สารแซนโทฟิลมาก จะต้องคัดเลือกมาจากแซนโทฟิลที่มีปริมาณสารแซนโทฟิลสูง รายละเอียดของสารแซนโทฟิลของดอกดาวเรืองแสดงได้ดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงรายละเอียดปริมาณสารแซนโทฟิลในดอกดาวเรือง

พันธุ์ดาวเรือง	ปริมาณแซนโทฟิล(PPM)
พันธุ์ทอริดอร์	15,249.54
ออเรนจ์เลดี้	13,751.34
ปัมกิ้นครีซ	13,376.79
อะพอลโล	13,323.32

ที่มา : เอกสารเผยแพร่เรื่อง ดาวเรือง ของ ศ.สมเพียร เกษมทรัพย์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยกรมส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติสำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

จากปริมาณแซนโทฟิลในกลุ่มของดาวเรืองที่มีปริมาณแซนโทฟิลสูง ดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแซนโทฟิลสูงสุด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์เป็นวัตถุดิบ

## 5.2 กรณีศึกษาการผลิตเอง (ปลูกพริกและดาวเรืองเอง)

การศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิตเองของวัตถุดิบ จะต้องมีการศึกษาถึงต้นทุนในการเพาะปลูก คุณภาพของการเพาะปลูกที่สามารถทำได้ รวมถึงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตให้ได้ตามที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจในการผลิต

ในการศึกษารายละเอียดวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตพบว่าพริกชี้หนู พริกเหลือง เป็นพริกที่มีปริมาณแคปไซซินสูง สามารถที่สกัดได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นมากกว่าพริกชนิดอื่น และผลิตภัณฑ์อีกชนิดคือ สารสกัดแซนโทฟิลจากดอกดาวเรือง จากการศึกษารายละเอียดวัตถุดิบพื้นฐาน สารแซนโทฟิลจะพบมากในกลุ่มดอกสีส้มเหมาะสำหรับปลูกเป็นพืชสีมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์ทอริดอร์, ออเรนจ์เลดี้, ปัมกิ้นครีซ และอะพอลโล ดังนั้นจึงเป็นวัตถุดิบเป้าหมายของการผลิตสารสกัดทั้ง 2 ชนิด ในกรณีศึกษาการปลูกพริกและดาวเรืองจะศึกษารายละเอียดเฉพาะพันธุ์เป้าหมายที่กล่าวถึง

### 5.2.1 พริก

การเลือกพันธุ์ที่จะปลูกต้องเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณสารแคปซิกัมสูง การเพาะปลูกให้ผลผลิตสูง และเจริญเติบโตดี พริกขี้หนูพันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ห้วยสีทน (ศรีสะเกษ) พันธุ์หัวเรือ พันธุ์จินดา และพันธุ์ยอดสน และพริกขี้ฟ้า พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ลูกผสมเปิด พันธุ์บางช้าง พันธุ์พิจิตร 1 พิจิตร 07 พิจิตร 05 พันธุ์ลูกผสมเอกชน เช่น พันธุ์แทงโก้ และพันธุ์ลองชิลี ใน การศึกษารายละเอียดวัตถุประสงค์พื้นฐานของพริกพบว่าพริกขี้หนูเป็นพริกที่ให้ปริมาณแคปซิกัมสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพริกขี้ฟ้า ดังนั้นจะศึกษารายละเอียดเฉพาะพริกขี้หนู

- การขยายพันธุ์พริก

- การเตรียมดินปลูก

ไถดินลึก 30 - 40 เซนติเมตร 2 - 3 ครั้ง แต่ละครั้งตากดินทิ้งไว้ 2 - 3 สัปดาห์ เก็บ วัชพืชออก ถ้าดินมี pH ต่ำให้ปรับสภาพของดินโดยใช้ปูนขาว ตามคำแนะนำของการวิเคราะห์ดิน โดยทั่ว ๆ ไปไม่เกินครั้งละ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้ 1 - 2 สัปดาห์

- การเพาะกล้า

เพาะกล้าตั้งแต่ต้นเดือนตุลาคม ใช้แปลงเพาะกว้าง 1 เมตร ยาว 5 - 10 เมตร ขุดพลิก ดินตากดินไว้ 2 - 3 สัปดาห์ ช่อยดิน ใส่ปุ๋ยคอกและแกลบเผาอย่างละ 10 - 20 กิโลกรัมต่อแปลง คลุกเคล้าให้เข้ากันจนร่วนซุย เกี่ยดินให้เรียบแล้วเพาะเมล็ดในอัตรา 50 กรัม ต่อพื้นที่ปลูกพริก 1 ไร่ โดยโรยเมล็ดเป็นแถวตามความกว้างของแปลงลึก 0.5 เซนติเมตร แต่ละแถวห่างกัน 10 เซนติเมตร กลบดินบาง ๆ เสมอพื้นดินผิวดินเดิมแล้วใช้ฟางข้าวคลุมแปลงบาง ๆ รดน้ำ ราดตาม ด้วยสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลง เช่น คาร์บาริล เพื่อป้องกันมดมากัดกินเมล็ด เมื่อกำลังออกขึ้นมาเหนือพื้นดินแล้ว ค่อย ๆ ดึงฟางออกให้บางลง เพื่อกล้าจะเจริญเติบโต การโรยเมล็ดถ้าเป็นการ ปลูกโดยการย้ายกล้าจากแปลงเพาะไปปลูกในแปลงโดยตรงโดยไม่ย้ายกล้าลงถุง พลาสติก ควร โรย เมล็ดให้มีระยะห่างเพิ่มขึ้น แต่ละเมล็ดควรห่างกัน 0.50 เซนติเมตร เมื่อกล้าโตมีใบจริง 4 - 5 ใบ ควรพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

- ระยะปลูก

ถ้าเป็นการปลูกแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ถ้าปลูกเป็นแถวคู่ ใช้ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถวคู่ 120 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 80 เซนติเมตร

- วิธีการปลูก

ยกแปลงให้สูงขึ้น 10 เซนติเมตร ขุดหลุมตามระยะปลูกลึก 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกที่แห้ง แล้วประมาณ 500 กรัม ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (1 ช้อนชาต่อหลุม) ผสม คลุกเคล้าให้เข้ากับดิน นำกล้าที่มีอายุประมาณ 1 เดือน มาปลูก รดน้ำให้ชุ่มทันทีหลังจากปลูก ควร

ทำร่องระบายน้ำทุก 15 แถว แถวพริกไม่ควรยาวเกิน 15 เมตร เพื่อสะดวกในการดูแลรักษา กล้าที่ใช้ปลูกควรเลือกต้นกล้าที่มีลักษณะดี ปราศจากโรคและแมลง

#### ▪ การเก็บเกี่ยว

เริ่มเก็บเกี่ยวครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 100-120 วัน โดยเก็บเกี่ยวผลที่ห้ามไปถึงสุก ผลผลิตที่เก็บได้ควรเอาไว้ในที่ร่มและไม่ควรกองสุมกัน เพราะจะทำให้เกิดการเน่าเสียได้

#### ▪ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูก

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูก สำหรับดินที่เหมาะสมเป็นดินร่วน เนื่องจากมีการระบายน้ำดี มีอินทรีย์วัตถุปานกลางถึงสูง และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ประมาณ 6.0-6.8

### ● ค่าใช้จ่ายการผลิตพริก

การปลูกพริกสามารถจำแนกค่าใช้จ่ายหลัก ๆ ออกเป็น 3 ส่วนคือ ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการเตรียมแปลงปลูก มีการเตรียมแปลง คือ การไถคราดและการยกร่อง
- ค่าเมล็ดพันธุ์พริก
- ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานปลูกพริก โดยค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานปลูกพริกของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกวิธีการจ้างแรงงาน 2 วิธี คือ การใช้แรงงานในครอบครัว (เกษตรกรไม่เสียค่าใช้จ่าย) และการจ้างแรงงานในพื้นที่ ซึ่งมีการคิดอัตราค่าจ้างออกเป็น 2 แบบ คือ อัตราค่าจ้างคิดเป็นรายวัน และอัตราค่าจ้างคิดเป็นบาทต่อต้น (หลุม)

### ● ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา ประกอบด้วย

- ค่าปุ๋ย
- ค่าใช้จ่ายในการกำจัดศัตรูพืช
- ค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช
- ค่าน้ำ

### ● ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

- ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว

ประกอบด้วยต้นทุนด้านแรงงานในการเก็บเกี่ยวซึ่ง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท การใช้แรงงานในครอบครัว (เกษตรกรไม่เสียค่าใช้จ่าย) แต่จะมีค่าใช้จ่ายด้านสวัสดิการ เช่น ค่าอาหาร ค่าเครื่องคัม เป็นต้น ค่าจ้างแรงงานในพื้นที่ที่มีการคิดอัตราค่าจ้างดังนี้ อัตราค่าจ้างคิดเป็นรายวัน และอัตราค่าจ้างคิดเป็นบาท/กิโลกรัม แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการปลูกตามตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 การประมาณการค่าใช้จ่ายในการปลูกพริกเฉลี่ย (บาท/ไร่) จำแนกตามพันธุ์พริก

พันธุ์	กิจกรรม	รายการ	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/ไร่)
พริกขี้หนูจินดา	ค่าใช้จ่ายในการปลูก	เตรียมแปลง	1,204.80
		เมล็ดพันธุ์	-
		แรงงานปลูก	565.63
	ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา		1,554.31
	ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว		3,860.48
<b>รวม</b>			<b>7,185.22</b>
พริกขี้หนูเม็ดใหญ่	ค่าใช้จ่ายในการปลูก	เตรียมแปลง	582.08
		เมล็ดพันธุ์	715.15
		แรงงานปลูก	545.87
	ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา		4,346.80
	ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว		3,167.19
<b>รวม</b>			<b>9,357.09</b>
พริกหยวก	ค่าใช้จ่ายในการปลูก	เตรียมแปลง	582.08
		เมล็ดพันธุ์	750
		แรงงานปลูก	545.87
	ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา		4,346.80
	ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว		3,167.19
<b>รวม</b>			<b>9,391.94</b>
พริกพื้นเมือง	ค่าใช้จ่ายในการปลูก	เตรียมแปลง	582.08
		เมล็ดพันธุ์	-
		แรงงานปลูก	545.87
	ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา		4,346.80
	ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว		3,167.19
<b>รวม</b>			<b>8,641.94</b>

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร 2543 คู่มือพืชสวนเศรษฐกิจ กองส่งเสริมพืชสวน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- ปัญหาของพืช ข้อจำกัดและโอกาสมีดังนี้
  1. ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ
  2. ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำโดยเฉพาะการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานสากลและปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง
  3. ยังขาดความรู้และวิธีการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้ผลผลิตไม่มีคุณภาพและมีความเสียหายมาก
  4. ปริมาณและคุณภาพของพริกที่ผลิตได้ไม่สอดคล้องหรือสม่ำเสมอกับความต้องการใช้ของผู้แปรรูป
  5. เกษตรกรยังไม่มีความรู้เรื่องการปลูกพริกที่ดีพอ เมื่อพริกเกิดโรคระบาดจึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้
  6. ในเขตพื้นที่ปลูกมีแหล่งน้ำน้อยทำให้พริกไม่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่
  7. ราคาปุ๋ยในปัจจุบันสูงมากซึ่งทำให้ต้นทุนรวมของการปลูกพริกสูงและราคารับซื้อไม่เป็นที่พอใจทำให้เกษตรกรลดปริมาณการปลูกพริกลง

## 5.2.2 ดาวเรือง

### การขยายพันธุ์ดาวเรือง

- การเพาะเมล็ด เป็นวิธีการที่นิยมปฏิบัติกันและผลผลิตดีกว่าวิธีอื่น โดยนำเมล็ดดาวเรืองมาเพาะในกระบะหรือแปลงเพาะ
  - การเพาะเมล็ดในกระบะ กระบะที่จะใช้เพาะอาจเป็นกระบะไม้หรือกระบะพลาสติกก็ได้ วัสดุเพาะประกอบด้วยขุยมะพร้าว ทราย ขี้เถ้าแกลบ ปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:1:1:1
  - การเพาะเมล็ดในแปลง แปลงที่จะใช้เพาะเมล็ดดาวเรือง ควรเป็นดินร่วนซุยและค่อนข้างละเอียด ขุดแปลงกลับหน้าดินตากไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อฆ่าเชื้อโรคและแมลง จากนั้นนำปุ๋ยคอก (มูลโค มูลเป็ด มูลไก่ เป็นต้น) มาผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน ข่อยดินให้ละเอียดแล้วปรับหน้าแปลงให้เรียบ โดยการเพาะเมล็ดทั้งการเพาะในกระบะและในแปลง มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

ทำร่องบนวัสดุเพาะในกระบะหรือบนแปลงให้ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร และให้แต่ละร่องห่างกันประมาณ 5 ซม. หยอดเมล็ดดาวเรืองในร่อง ห่างกันประมาณ 3-5 ซม. แล้วกลบร่องเพื่อกลบเมล็ดดาวเรือง ให้ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ เศษฟาง หรือหญ้าแห้ง คลุมกระบะเพาะ เพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากฝนชะแต่ถ้าเป็นฤดูหนาวก็ควรคลุมพลาสติกเช่นกัน เพื่อเพิ่มความ

ร้อนให้กับกระบะหรือแปลงเพาะจะทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้น หลังจากเพาะได้ประมาณ 3 - 5 วัน เมล็ดจะงอก และอีกประมาณ 10 - 12 วัน จึงย้ายต้นกล้าไปปลูกได้

#### ● การปักชำ

เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง แต่ไม่ค่อยนิยมมากนัก เนื่องจากได้จำนวนน้อยและให้ผลผลิตต่ำกว่า ดอกมีขนาดเล็กกว่า สาเหตุที่ทำกันเพาะเป็นผลพลอยได้จากการเด็ดยอดทิ้ง ยอดที่เด็ดทิ้งจะมีความยาว 1 - 2 นิ้ว แล้วนำไปปักชำที่ใช้คือจี๊ด้าเกลบเพราะเก็บความชื้นได้ดีหลังจากเตรียมแปลงหรือถุงหักชำแล้ว นำยอดดาวเรืองมาปักชำ หากควบคุมความชื้นได้ดี ยอดดาวเรืองจะออกรากภายใน 3 - 4 วัน และถ้ามีการใช้ฮอร์โมนเร่งรากจะทำให้ดาวเรืองออกรากได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนำไปไว้ในถุงแดดอีกประมาณ 3 - 4 วัน จึงสามารถย้ายไปปลูกยังแปลงปลูกได้

#### ● การปลูกดาวเรือง

การปลูกดาวเรือง เป็นขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมแปลงปลูก การย้ายกล้ามาปลูกในแปลง รวมถึงการปฏิบัติดูแล ขั้นตอนในการปฏิบัติดูแลมีดังนี้

##### 1) การเตรียมแปลงปลูก

ดินที่จะใช้ปลูกดาวเรืองควรเป็นดินที่ระบายน้ำได้ดี เก็บรักษาความชื้นได้สูง และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5 - 7.5 ในขณะที่เตรียมดินนั้น ควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักลงไปด้วย เพื่อเพิ่มธาตุอาหารและปรับโครงสร้างให้ดินโปร่ง ควรขุดพลิกหน้าดินไว้ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ เพื่อทำลายเชื้อโรคและแมลงศัตรูพืช แปลงควรมีขนาดกว้างประมาณ 1 เมตร ความยาวตามความเหมาะสมของพื้นที่ จากนั้นจึงย่อยดินให้ละเอียดและปรับหน้าแปลงให้เรียบ แล้วจึงปลูกดาวเรืองโดยให้แต่ละแถวห่างกัน 30 ซม. และระยะระหว่างต้นห่างกัน 30 ซม. เช่นกัน ถ้าพื้นที่ปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ ให้เว้นทางเดินระหว่างแปลงประมาณ 80 ซม. แต่ถ้าเป็นที่ลุ่มและยกร่องปลูกก็ไม่ต้องเว้นทางเดินไว้ เพียงแต่เว้นขอบแปลงริมร่องน้ำไว้เล็กน้อยเพื่อใช้เป็นทางเดิน

##### 2) วิธีการ

- การเตรียมหลุมปลูก ขุดหลุมในแปลงโดยให้หลุมห่างกัน 30 ซม. และแต่ละแถวห่างกัน 30 ซม. รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตหรือปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 อัตราหลุมละ 1 ช้อนชา แล้วเกลี่ยดินกลบปุ๋ยเพื่อป้องกันไม่ให้รากดาวเรืองสัมผัสปุ๋ยโดยตรง

- การย้ายกล้า ควรย้ายกล้าดาวเรืองในตอนเย็น ก่อนย้ายกล้ารดน้ำล่วงหน้า 1 วัน หรือรดน้ำตอนเช้าแล้วย้ายกล้าตอนเย็น และควรใช้ช้อนปลูกขุดต้นกล้า เพื่อให้ดินติดรากต้นกล้ามาด้วย ต้นกล้าจะได้ไม่โทรมและตั้งตัวได้เร็ว

- การปลูกดาวเรือง ปลูกดาวเรืองหลุมละต้น โดยฝังต้นกล้าลงในหลุมให้โคนต้นอยู่ระดับปากหลุมและกลบดินให้เสมอบนเล็กน้อย จากนั้นจึงรีบรดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา

### 3) การปฏิบัติดูแลรักษา

- **การรดน้ำ** ในช่วงแรกคือตั้งแต่เริ่มปลูกถึงอายุ 7 วัน ควรรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น หลังจากนั้นรดน้ำวันละครั้งในตอนเช้าก็พอ และในช่วงที่ดอกเริ่มบานจะต้องระวังอย่าให้น้ำถูกดอกดาวเรือง เพราะจะทำให้ดอกเสียหายและถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย

- **การใส่ปุ๋ย** เมื่อดาวเรืองมีอายุ 15 และ 25 วัน ควรใส่ปุ๋ย สูตร 15 - 15 - 15 อัตรา 1 ช้อนชาต่อหลุม และเมื่อดาวเรืองมีอายุ 35 และ 45 วัน ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15 - 24 - 12 อัตรา 1 ช้อนชาต่อหลุม เช่นกัน การใส่ปุ๋ยควรใส่ให้ห่างโคนต้นประมาณ 6 นิ้ว โดยฝังลงในดินประมาณครึ่งนิ้ว จากนั้นควรพรวนดินรอบ ๆ โคนต้นและกลบโคนต้นไว้ การใส่ปุ๋ยทุกครั้งจะต้องรดน้ำให้โชกเสมอ

- **การปลิดยอด** นิยมเรียกว่า การเด็ดตุ้ม หรือการแต่งตุ้ม ทำเพื่อให้ดาวเรืองแตกพุ่มและจะทำให้ดอกดาวเรืองมีขนาดใหญ่ การปลิดยอดนี้ควรทำเมื่อดาวเรืองมีอายุ 21 - 25 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ดาวเรืองมีใบจริงขนาดใหญ่ประมาณ 4 คู่ และส่วนยอดมีใบเล็ก ๆ ประมาณ 1 - 2 คู่ วิธีการปลิดยอดทำได้โดยใช้มือซ้ายจับใบคู่บนสุดที่ต้องการเหลือไว้แล้วใช้มือขวาดึงส่วนยอดลงทางด้านข้าง เพื่อให้ยอดหลุดออกมา ไม่ควรเด็ดยอด เพราะจะทำให้ส่วนตาของยอดเหลือติดอยู่ ซึ่งจะเจริญเป็นดอกในภายหลัง ทำให้ดอกไม่เป็นไปตามกำหนด คือ ดอกบานไม่พร้อมกันและมีขนาดเล็ก ปกติดาวเรืองต้นหนึ่งควรไว้ดอกประมาณ 8 ดอก จึงจะได้ดอกที่มีคุณภาพ

- **การปลิดตาข้าง** หลังจากการปลิดตายอดประมาณ 1 สัปดาห์ ตาข้างจะเริ่มแตกขึ้นใหม่นั้น มียอดที่ยอดและมีตาข้างเจริญออกมาหรือยัง เมื่อดอก ที่ยอดและมีตาข้างเจริญออกมาหรือยัง เมื่อดอกที่ที่ยอดมีขนาดประมาณเท่าเมล็ดข้าวโพด ให้ปลิดตาข้างออกให้หมด เพื่อให้ตาข้างเจริญเป็นดอกต่อไป ซึ่งจะทำให้ดอกที่ที่ยอดมีขนาดใหญ่ ก้านดอกยาว และมีขนาดสม่ำเสมอ

### 4) การตัดดอก

ก่อนตัดดอกดาวเรืองเพื่อนำไปจำหน่ายประมาณ 2 - 3 วัน ควรใช้น้ำตาลทรายจำนวน 15 ลิตร ผสมกับดาวเรืองทั้งด้านบนและด้านล่าง จะทำให้ก้านดอกแข็งแรงขึ้น จากนั้นจึงทยอยตัดดอก อายุของดาวเรืองที่สามารถตัดดอกขายได้คือประมาณ 55 - 65 วัน หรือให้สังเกตจากดอกที่ยังมีกลีบดอกตรงกลางเป็นสีเขียวอยู่ได้นานกว่าดอกที่บานทั้งหมด ในการตัดดอกนั้นควรตัดให้ชิดโคนกิ่งให้มากที่สุด จะทำให้ก้านดอกที่ติดมามีขนาดยาว

- **ต้นทุนการผลิต ผลตอบแทนและการตลาด**

ต้นทุนการผลิต ผลตอบแทน และการตลาดมีดังต่อไปนี้

- **ต้นทุนการผลิต** การปลูกดาวเรืองในแปลงปลูกโดยทั่วไปต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่ประกอบด้วยค่าเมล็ดพันธุ์ (เมล็ดละประมาณ 60 สตางค์ 1 บาท) ปุ๋ย สารเคมี และแรงงาน

โดยเฉลี่ยต้นทุนในการผลิตดาวเรืองประมาณไร่ละ 13,120 บาท โดยเฉลี่ยแล้วต้นทุนการปลูก 12-15 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าเป็นการปลูกดาวเรืองในถุงพลาสติกหรือปลูกในกระถาง ต้นทุนจะแตกต่างกันไปตามวัสดุที่ใช้ปลูก โดยเฉลี่ยแล้วต้นทุนการผลิตประมาณกระถางละ 5-8 บาท

▪ ผลตอบแทนและราคาจำหน่าย การปลูกดาวเรืองในแปลง พื้นที่ 1 ไร่ จะเก็บผลผลิตได้ประมาณ 67,258 ดอกหรือ 1035 กิโลกรัมราคาโดยเฉลี่ยประมาณ 20-25 บาทต่อกิโลกรัม รายละเอียดของราคาดาวเรืองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 ผลผลิตของดาวเรือง และต้นทุนต่อพื้นที่เพาะปลูก

พื้นที่ (ไร่)		เกษตรกร			
ปลูก	เก็บเกี่ยว	แหล่งปลูก	ผลผลิต (กก./ไร่)	ฤดูปลูก	ต้นทุน
19,500	-	ทั่วประเทศ	1,035	ทุกฤดู	5-8 บาท/กระถาง
					13,120 บาท/ไร่

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร 2543 คู่มือพืชสวนเศรษฐกิจ กองส่งเสริมพืชสวน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- **ข้อจำกัดและโอกาส**
  - ต้นทุนการผลิตต่ำ ปลูกง่าย เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว
  - ให้ผลตอบแทนเร็ว ใช้เวลาในการผลิตสั้น
  - สามารถกำหนดวันตัดดอกจำหน่ายได้ตามความต้องการของตลาด
  - ซื้อขายคล่อง
  - ปลูกได้ในทุกภาคของไทยและปลูกได้ตลอดปี
  - ปัญหาเชื้อราในดอกดาวเรืองช่วงฤดูฝน
  - ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวนาน 4-5 เดือน

### 5.3 กรณีการจ้างเหมา

การจัดการสมัยใหม่ในยุคนี้ กล่าวว่า "แหล่งวัตถุดิบและแหล่งแรงงานที่ใดถูก ต้องรู้จักระดมนำมาใช้ และอะไรที่ตนเองไม่มีความถนัดให้ใช้วิธีการจ้างแรงงานจากภายนอก (Outsourcing)" ทั้งนี้ ก็เนื่องมาจากภาวะทางการแข่งขันของธุรกิจ ทวีความรุนแรงขึ้น ทำให้การเพิ่มราคาขายตามต้นทุนที่เพิ่มขึ้นไม่สามารถทำได้ จึงจำเป็นต้องหาทางลดต้นทุน ซึ่งทางเลือกหนึ่งที่ยอมรับกันมากขึ้นคือ Outsourcing

การจัดหาวัตถุดิบจะเป็นลักษณะของระบบการเกษตรแบบมีสัญญาผูกพัน (Contract Farming: CF) คือ ระบบการผลิตทางการเกษตรที่มีการจัดการร่วมกันระหว่างผู้ประกอบการหรือเจ้า



ของโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรกับผู้ผลิตได้แก่เกษตรกรที่มีปัจจัยการผลิตบางประเภทอยู่ในครอบครอง เช่น ที่ดิน แรงงาน และทุนอีกฝ่ายหนึ่ง โดยทั้งสองฝ่ายได้ตกลงทำสัญญาระหว่างกันไว้ ล่วงหน้าถึงปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่เกษตรกรจะป้อนให้ ส่วนผู้ประกอบการจะให้การประกันราคาผลผลิตพร้อมทั้งให้การสนับสนุนทุน พันธุ์พืช และเทคโนโลยีที่ทันสมัยโดยที่ผู้ประกอบการเหล่านั้น ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของหน่วยการผลิตเสียเอง ขณะเดียวกันเกษตรกรผู้เข้า ร่วมโครงการยังคงเป็นอิสระในการเป็นเจ้าของหน่วยการผลิตของตนอยู่ (สาคร สำนักป๋านโคก, 2543) ในระบบ CONTRACT FARMING จะประกอบด้วย 4 กิจกรรมดังนี้คือ (1) การประกันราคาผลผลิตล่วงหน้า: pre-agreed priced (2) คุณภาพของผลผลิต: quality (3) ปริมาณของผลผลิต: quantity และ (4) เวลาในการส่งมอบผลผลิต: time

การทำ Contract Farm ผ่านตัวกลาง และเป็นรูปแบบที่จัดทำกันมากในประเทศไทย โดยผู้ผลิตจะไม่ซื้อวัตถุดิบจากเกษตรกรโดยตรง แต่จะผ่านตัวกลางหรือผู้รวบรวม (Collectors) หรือผ่านกลุ่มเกษตรกร หรือสหกรณ์ ตัวกลางจะทำข้อตกลงกับเกษตรกรผู้ปลูกหรือผู้เพาะเลี้ยงเอง ซึ่งส่วนมากจะเป็นสัญญาหรือข้อตกลงอย่างไม่เป็นทางการ ตัวกลางหรือผู้รวบรวมจะทำการควบคุมดูแลตั้งแต่การเพาะปลูกไปจนกระทั่งการเก็บเกี่ยว ซึ่งตัวกลางหรือผู้รวบรวมจะได้ผลประโยชน์ในรูปค่าตอบแทนตามปริมาณผลผลิตที่เกษตรกรที่ตนดูแลและผลิตได้ แต่ผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดแผนการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว รวมทั้งช่วยดูแลในด้านองค์ความรู้ เทคนิคและเทคโนโลยีต่างๆ

การ Contact Farm ผ่านตัวกลางเข้ามารับผิดชอบในการจัดส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานสารสกัดสมุนไพรในกรณีศึกษาเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการบริหารงานจัดซื้อด้านวัตถุดิบ โดย จะต้องมีการศึกษาข้อดีและข้อเสียของระบบการจัดซื้อแบบ Contact Farm จะมีการศึกษาผู้จัดส่งวัตถุดิบที่เป็นไปได้ เพื่อพิจารณาแหล่งจัดส่งวัตถุดิบที่มีในประเทศหรือต่างประเทศที่มีกำลังการผลิตสามารถจัดส่งวัตถุดิบให้ได้ทั้งคุณภาพ ราคา และการส่งมอบที่ตรงตามกำหนด

### 5.3.1 กำหนดผู้จัดส่งที่เป็นไปได้

การศึกษาผู้จัดส่งที่เป็นไปได้ จะเป็นการศึกษาถึงการเพาะปลูกที่มีในประเทศไทย พื้นที่ในการเพาะปลูก ผลผลิตที่สามารถส่งมอบได้ จากสถิติการปลูกพริกของประเทศไทย ในปี 2547/2548 พื้นที่ปลูกพริกของประเทศไทยมีทั้งสิ้น 564,523 ไร่ ผลผลิต 659,132 ตัน พริกที่มีการปลูกมากที่สุดคือ พริกชี้หนูผลใหญ่หรือพริกชี้หนูจินดา ซึ่งเป็นวัตถุดิบเป้าหมายของการผลิตสารสกัดรองลงมาคือ พริกใหญ่ พริกชี้หนูผลเล็กและพริกชนิดอื่น ๆ สำหรับพริกในแหล่งปลูกต่างๆ สามารถแบ่งออกตามขนาดเป็น 2 ประเภท คือ พริกใหญ่และพริกเล็กโดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญ ดังนี้

**พริกใหญ่** แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ เชียงใหม่ นครสวรรค์ ลำพูน อุตรดิตถ์ ชัยภูมินครราชสีมา และราชบุรี

**พริกเล็ก** แหล่งปลูกที่สำคัญ คือ เชียงใหม่ นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา มุกดาหาร อุบลราชธานี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี

### การปลูกพริกในกลุ่มภาคเหนือตอนล่าง

ปัจจุบันทางองค์การเกษตรมีการติดต่อกับกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่างมีการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน ให้เกษตรกรปลูกพริกมากขึ้น ซึ่งจังหวัดที่มีการปลูกพริกมากที่สุด คือ จังหวัดตาก รองลงมาคือจังหวัดเพชรบูรณ์ พันธุ์พริกที่นิยมปลูกในพื้นที่ ได้แก่ พริกจินดา พริกเม็ดใหญ่ พริกย่า พริกพิชัย พริกจี๋หนู พริกหยวก พริกแดงสด เป็นต้น โดยปริมาณผลผลิตส่วนใหญ่จะส่งโรงงานเพื่อแปรรูปเป็นซอสพริก เกษตรกรบางรายได้รับการส่งเสริมจากโรงงานโดยมีเจ้าหน้าที่ของโรงงาน มาแนะนำหรือนำพันธุ์พริกมาให้ปลูกเพื่อส่งโรงงาน จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นพบว่ากลุ่มภาคเหนือตอนล่างมีปริมาณผลผลิตพริก ดังนี้

#### จังหวัดอุดรดิตถ์ อำเภอที่ปลูกพริกเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

**อำเภอลับแล** เกษตรกรปลูกพริกจี๋หนู โดยใช้พันธุ์จินดาและพันธุ์พริกใหญ่ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่โรงงานนำมาส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปลูก ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกประมาณ 40-50 ไร่ มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 1.5-2.0 ตัน/ไร่ แต่ในบางครั้งมีปริมาณพริกไม่สมบูรณ์หรือเป็นโรคต่าง ๆ ก็จะสามารถเก็บผลผลิตได้น้อยลง โดยอำเภอลับแลมีพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในตำบลชัยชุมพล ผลผลิตส่วนใหญ่ส่งโรงงานแปรรูปซอสพริกที่มาทำการส่งเสริม

**อำเภอพิชัย** เกษตรกรมีการปลูกพริกเป็นจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่ปลูกพริกพันธุ์พิชัย พันธุ์จินดา ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,750 ไร่ มีปริมาณผลผลิตพริกพันธุ์พิชัยเฉลี่ย 0.8 ตัน/ไร่ และพริกพันธุ์จินดา 1.2-1.5 ตัน/ไร่ การจำหน่ายพริกส่วนใหญ่จำหน่ายพริกสดโดยมีพ่อค้าต่างถิ่นมารับซื้อ ในบางฤดูกาลที่มีปริมาณผลผลิตพริกมากจนล้นตลาด จะมีหน่วยงานราชการเข้ามาช่วยในการจัดหาช่องทางจำหน่ายอีกทั้งยังมีการส่งเสริมเรื่องทุนให้กลุ่มเกษตรกรสามารถกู้ยืมเพื่อปลูกพริกได้อีกด้วย

#### จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอที่ปลูกพริกเพื่อจำหน่ายมี 3 อำเภอ ดังนี้

**อำเภอเขาค้อ** เกษตรกรนิยมปลูกพริกพันธุ์พริกย่า ซึ่งมีลักษณะคล้ายพริกชี้ฟ้า รสไม่เผ็ดมาก ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,784 ไร่ การปลูก 1 ครั้งสามารถเก็บเกี่ยวได้เป็นระยะเวลา 6 เดือน ทำให้มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 8-9 ตัน/ไร่ ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดก็คือ ตำบลหนองแม่นา ผลผลิตที่ได้มีการจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางเพื่อส่งตลาดไทหรือจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางที่ซื้อเพื่อไปจำหน่ายที่อำเภอหล่มสักต่อไป

**อำเภอหล่มสัก** เกษตรกรนิยมปลูกพริกชี้หนูพันธุ์จินดา โดยฤดูฝนจะมีพื้นที่ปลูกทั้งอำเภอประมาณ 1,600 ไร่ ถ้าปลูกหน้าแล้งจะมีพื้นที่ปลูกประมาณ 3,000 ไร่ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 1.2 ตัน/ไร่ ช่องทางการจำหน่ายโดยผ่านพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อในพื้นที่

**อำเภอบึงสามพัน** เกษตรกรนิยมปลูกพริกชี้หนูพันธุ์จินดา และพริกพันธุ์ไส้ปลาไหล

**จังหวัดตาก** อำเภอที่ปลูกพริกเพื่อจำหน่ายมี 3 อำเภอ ดังนี้

**อำเภอเมือง** เกษตรกรนิยมปลูกพริกชี้หนูเม็ดเล็ก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 12,700 ไร่ ให้ปริมาณผลผลิต 13,500 ตัน/ปี ผลผลิตส่วนใหญ่ส่งโรงงานหรือบริษัทที่มาส่งเสริมให้มีการปลูกพริกให้เกษตรกรเพื่อนำไปแปรรูปเป็นซอสพริก

**อำเภอสามเภา** เกษตรกรนิยมปลูกพริกชี้หนูพันธุ์จินดา โดยในปี 2548 มีพื้นที่เพาะปลูก 781 ไร่ และในปี 2549 มีพื้นที่เพาะปลูก 800 ไร่ ให้ปริมาณผลผลิตประมาณ 600 - 700 ตัน/ปี ช่องทางการจำหน่ายโดยผ่านพ่อค้าคนกลางซึ่งมีจุดรับซื้อที่หมู่บ้านแล้วถ่ายเทลงที่จังหวัดนครสวรรค์ก่อนที่จะทำการส่งต่อที่ตลาดไทต่อไป

**อำเภอพบพระ** เกษตรกรในพื้นที่ปลูกพริก ทั้งหมด 3 พันธุ์ คือ พริกชี้หนู พริกชี้ฟ้า พริกหยวก โดยพริกชี้หนูและพริกชี้ฟ้ามีพื้นที่เพาะปลูก 2,750 ไร่ มีปริมาณผลผลิตพริกชี้หนู 1,363.60 ตัน/ปี ผลผลิตพริกชี้ฟ้า 4,000-5,000 ตัน/ปี โดยเกษตรกรมีการจำหน่ายทั้งพริกสดและพริกแห้ง ส่วนพริกหยวกมีพื้นที่ปลูก 1,467 ไร่ ปริมาณผลผลิต 1,014.20 ตัน/ปี โดยมีการจำหน่ายทั้งในตลาดสดและจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลางเพื่อส่งไปยังตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง และโรงงานแปรรูปพริก

**จังหวัดสุโขทัย** อำเภอที่ปลูกพริกเพื่อจำหน่ายมี 2 อำเภอ ดังนี้

**อำเภอกีรีมาศ** เกษตรกรนิยมปลูกพริกสดส่งโรงงานเป็นพริกชี้ฟ้า มีพื้นที่ปลูก 30-40 ไร่ โดยผลผลิตเฉลี่ย 0.8-1.2 ตัน/ไร่ ซึ่งโรงงานแปรรูปส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่จังหวัดลำพูน และจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นโรงงานแปรรูปซอสพริก โรงงานเหล่านี้จะออกมาส่งเสริมให้ความรู้เกษตรกรและประกันราคาซื้อพริกเอง

**อำเภอศรีนคร** เกษตรกรนิยมปลูกพริกพันธุ์จินดา 70-80 % และส่วนที่เหลือปลูกพริกพิจัย โดยมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 7,000 ไร่ ซึ่งมีปริมาณผลผลิตทั้งหมด 6,860 ตัน/ปี

### จังหวัดพิษณุโลก อำเภอที่ปลูกพริกเพื่อจำหน่ายมี 3 อำเภอ ดังนี้

**อำเภอนครไทย** พริกที่เกษตรกรนิยมปลูก คือ พริกชี้หูสวน ซึ่งมีจำนวนเกษตรกรที่ปลูกประมาณ 100 ราย มีพื้นที่ปลูกพริกทั้งหมด 700 - 800 ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 0.3-0.4 ตัน/ไร่ การจำหน่ายมี 2 ลักษณะคือ การจำหน่ายให้พ่อค้าคนกลาง และการรวบรวมผลผลิตของเกษตรกรเองไปจำหน่ายที่อำเภอฉัตรแก้ว จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดเพชรบูรณ์ ปัญหาที่ผลผลิตต่อไร่ต่ำเนื่องจากเกษตรกรมีวิธีการปรับเปลี่ยนปลูกและการดูแลที่ยังไม่ดีพอ ดังนั้นคาดว่าต่อไปจะมีปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากหน่วยงานราชการให้การส่งเสริมและแนะนำวิธีการปลูกที่ถูกต้อง

**อำเภอชาติตระการ** พริกที่เกษตรกรนิยมปลูก คือ พริกแดง โดยมีพื้นที่ปลูกในปัจจุบันประมาณ 300 ไร่ และให้ผลผลิตโดยเฉลี่ย 6 ตัน/ไร่ มีการจำหน่ายโดยส่งโรงงานแปรรูปซอสพริก

**อำเภอบางกระทุ่ม** พริกที่เกษตรกรนิยมปลูก คือ พริกแดง ส่งโรงงานเพื่อแปรรูปเป็นซอสพริก โดยส่งโรงงานที่จังหวัดนครสวรรค์ และกรุงเทพมหานคร โดยมีเกษตรกรอำเภอเป็นผู้ช่วยประสานงานระหว่างเกษตรกรปลูกพริกและโรงงาน โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 50 ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 5 ตัน/ไร่ มีเกษตรกรที่ปลูกพริกในปัจจุบัน 20-30 ราย

พื้นที่ปลูกดาวเรืองโดยเฉลี่ยประมาณปีละหนึ่งถึงสองหมื่นไร่ เพราะประเทศไทยมีภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ตลอดจนทรัพยากรนันทนาการครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถปลูกดาวเรืองได้ตลอดทั้งปีทั่วทั้งประเทศที่สำคัญ ปี 2547 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ ประมาณ 58,800 ไร่ โดยเพิ่มจาก ปี 2543 ประมาณ 8,000 ไร่ คิดเป็นอัตราเพิ่มในระยะ 5 ปี ที่ผ่านมา (2543-2547) เฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี ปี 2548 ไม้ดอกชนิดหนึ่งที่มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างมาก คือ ดาวเรืองปี 2548 มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 19,500 ไร่แหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ลำพูน และเชียงใหม่

ในการศึกษารายละเอียดของวัตถุดิบพื้นฐาน พบว่าประเทศไทยเป็นแหล่งเพาะปลูกด้านการเกษตร ไม่มีปัญหาในเรื่องการจัดหาวัตถุดิบ การกำหนดผู้จัดส่งคือการหาผู้ผลิตวัตถุดิบที่สามารถผลิตและจัดส่งวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตสารสกัดสมุนไพรได้จะแยกเป็นผู้จัดส่งพริก และดาวเรืองดังนี้

### 5.3.1.1 ผู้จัดส่งพริกที่เป็นไปได้

การผลิตสารแคปซิกัม โดยมีกำลังการผลิตพริก 10 ตันแห้งต่อวัน ผลิตระยะเวลา 6 เดือนต่อปี เฉลี่ยแล้วจะผลิตได้ 1200 ตันแห้งต่อปี จะต้องใช้พริกสดในการผลิตเตรียมพริกแห้งประมาณ 4000 ตันต่อปี จากเงื่อนไปของพริกสดประมาณ 3 กิโลกรัมจะได้พริกแห้ง 1 กิโลกรัม [Ref1] ข้อมูลของผู้จัดส่งพริกที่เป็นไปได้จะเป็นลักษณะตัวแทนหรือสหกรณ์ในการ กลุ่มสหกรณ์จะเป็นตัวแทนการจัดหาวัตถุดิบ โดยสหกรณ์จะทำหน้าที่เหมือนตัวแทนของเกษตรกร โดยจะเป็นศูนย์รวมผลผลิตของเกษตรกร เมื่อมีความต้องการวัตถุดิบ ตัวแทนสหกรณ์จะทำหน้าที่จัดสรรปันส่วนผลผลิตของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกมาจัดส่งให้กับลูกค้าและรับผิดชอบในการจัดส่งให้ตรงต่อเวลา จะทำให้งิจกรรมด้านการจัดซื้อสะดวกขึ้น รายละเอียดของผู้จัดส่งพริกแสดงดังตารางที่ ราคาเฉลี่ยในการจำหน่ายพริกดังแสดงตารางที่ 5.13



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 ปริมาณผลผลิตพริก (ตัน) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	ผลผลิต	พันธุ์	จำนวนพื้นที่	ผลผลิตเฉลี่ย	ปริมาณ	การแปรรูป	การจำหน่าย
					ปลูกทั้งปี (ไร่)	(ตัน/ไร่)	ผลผลิต (ตัน)		
อุตรดิตถ์	ลับแล	ชัยชุมพล	พริก	จินดา	50	1.75	78.75	พริกแห้ง	จำหน่ายเองในตลาดท้องถิ่น
				ใหญ่				ซอสพริก	โรงงานซอสพริกที่พิษณุโลก
	พิชัย	ท่าสัก	พริก	จินดา	500	1.02	510	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		บ้านดง	พริก	จินดา	200	0.8	160	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		ไร่ฮ้อย	พริก	จินดา	200	0.8	160	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		ในเมือง	พริก	จินดา	100	0.8	80	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		คอรุ่ม	พริก	จินดา	400	0.8	320	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		บ้านหม้อ	พริก	จินดา	100	0.8	80	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		ท่ามะเนอ	พริก	จินดา	100	0.8	80	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		พยอมเขม่น	พริก	จินดา	50	0.8	40	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
		บ้านโคก	พริก	จินดา	100	0.8	80	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
รวม					1,800.00		1,588.75		
เพชรบูรณ์	หล่มสัก	-	พริก	จินดา	4,600.00	1.2	5,520.00	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง
									หรือตลาดรับซื้อกลาง
	เขาค้อ	หนองแม่นา	พริก	ย่า	1,784.00	8.5	15,164.00	พริกสด	จำหน่ายให้พ่อค้าคนกลาง ส่งตลาดไท
รวม					6,384.00		20,684.00		

ที่มา : <http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp>

ตารางที่ 5.13 ปริมาณผลผลิตพริก (ตัน) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง (ต่อ)

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	ผลผลิต	พันธุ์	จำนวนพื้นที่	ผลผลิตเฉลี่ย	ปริมาณ	การแปรรูป	การจำหน่าย					
					ปลูกทั้งปี(ไร่)	(ตัน/ไร่)	ผลผลิต(ตัน)							
ตาก	เมือง	-	พริก	ชี้หนูเล็ก	12,700.00	1.06	13,500.00	พริกสด	จำหน่ายให้กับโรงงาน และในท้องถิ่น					
					พบพระ	-	พริก	ชี้หนู	2,750.00	0.5	1,363.90	พริกสด	จำหน่ายพ่อค้าคนกลาง โรงงาน ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง	
									ชี้ฟ้า	3000	1.5	4,500.00	พริกแห้ง	จำหน่ายพ่อค้าคนกลาง โรงงาน ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง
										หยวก	1,467.00	0.69	1,014.20	พริกสด
	รวม					17,717.00		21,028.10						
สุโขทัย	คีรีมาศ	-	พริก	แดงสด	40	1	35	พริกสด	จำหน่ายให้กับโรงงานซอสพริกต่าง ๆ ลำพูน เชียงใหม่					
					ศรีนคร	-	พริก	จินดา	7,000.00	0.98	6,860.00	พริกสด	จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง เพื่อส่งตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไท	
	พิชัย								พริกแห้ง	จำหน่ายในท้องถิ่น				
รวม					7,040.00		6,895.00							
พิษณุโลก	ชาติตระการ	-	พริก	แดงสด	300	6	1800	พริกสด	ส่งโรงงานแปรรูปเป็นซอสพริก					
	บางกระพุ่ม	-	พริก	แดงสด	50	5	250	พริกสด	ส่งจังหวัดนครสวรรค์และกรุงเทพฯ					
รวม					350		2,050.00							

ที่มา : <http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp>

ตารางที่ 5.14 ตารางแสดงรายละเอียดผู้จัดส่งพริก

รายชื่อ Supplier	พื้นที่	รายละเอียด	เบอร์ติดต่อ
ชมรมปลูกพริกบ้านกุศปลาตุก	550	ขายส่งกิโลกรัมละ 80 บาท กำลังการผลิต 550,000 kg./ปี	ตำบลกุศปลาตุก กิ่งอำเภอชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม
กลุ่มเกษตรอินทรีย์ตำบลประคู้	400	ขายส่ง kg.ละ 30 บาท	ตำบลประคู้ อำเภอตำบองทาบ จังหวัดสุรินทร์ ติดต่อ : นางใบ อรุณวรรณ โทร. 044-569256
กลุ่มปลูกพริกตำบลตระเปียงเตีย	50-80	พริกสด พริกแห้ง พริกป่น บรรจุถุง ราคาตามฤดูกาล	หมู่ 2 บ้านหนองเกาะ ตำบลตระเปียงเตีย อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ติดต่อ : นายวิเชียร อินทร์โสภา โทร : 044-511438 e-mail : cddsurin@thaimail.com
กลุ่มสตรีปลูกพริกบ้านทุ่งมั่ง	20-50	พริกสด พริกแห้ง พริก	บ้านทุ่งมั่ง หมู่ 2,4 ต.อีปาด อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ ติดต่อ : นางประดับ สมนึก โทร :045-651265
กลุ่มปลูกผักปลอดสารพิษบ้านฝาง	550-600	จำหน่ายตลอดทุกฤดูกาล	334 หมู่ 1 บ้านฝาง ต.บ้านฝาง อ.กระนวน จ.ขอนแก่น 40270 ติดต่อ : นายสุวธรรม หงษ์ทอง โทร : 043 252019 (นางสาวเยาวรส)
กลุ่มอาชีพปลูกพริกบ้านทุ่ง	80-120	พริกสด พริกแห้ง พริก	บ้านทุ่ง หมู่ที่ 5 ตำบลวังหิน อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ ติดต่อ : นายบุญมี บุญปลูก โทร :045-674540
กลุ่มปลูกพืชผักสวนครัวบ้านหนองโอน	50-60	ผลิตภัณฑ์ผักปลอดสารพิษ ที่กลุ่มพืชผักสวนครัวปลูกตลอดปี เป็นสินค้าออกสู่ตลาดของหมู่บ้าน	บ้านหนองโอน หมู่ที่ 7 ตำบลเชียงพิณ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000 ติดต่อ : นางบุญเรือง กองพิละ โทร : 01 8732984 (อบต.เชียงพิณ)
สหกรณ์ปลูกพริกอำเภอวังหิน	550-600	พริกแห้ง	หมู่ที่ 1 ต.บ่อแก้ว อ.วังหิน จ.ศรีสะเกษ ติดต่อ : นางวิชุดา สักดิ์เทวินทร์ โทร :045-606121
กลุ่มปลูกพริก	400-420	พริกสด	บ้านระงำ หมู่ที่ 5 ต.ศรีสำราญ อ.วังหิน จ.ศรีสะเกษ ติดต่อ : นายเทพพิชัย คำเลิศ โทร :045-606121
กลุ่มปลูกพริก	300	พริกสด และพริกแห้ง	บ้านชีวิ๊ก หมู่1 ต.ชีวิ๊ก อ.ขามสะแกแสง จ.นครราชสีมา 30290 ติดต่อ : นายถาวร หวังหุ่นกลาง โทร :01 266-0154
กลุ่มสหกรณ์โครงการธนาคารอาหารชุมชนบ้านแม่ปาง จำกัด	200-230	พริกกะเหรี่ยง(Coop)	55 หมู่ 1 บ้านแม่ปาง ตำบลสันติคีรี อำเภอแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน 58120 ติดต่อ : นายวินิจ กุศลศิริ โทร : 053 619030
กลุ่มพริกกะเหรี่ยงตำบลไล่โว่	100	พริกกะเหรี่ยงไล่โว่	25 หมู่3 บ้านเกาะสะเดิง ตำบลไล่โว่ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี 71240 ติดต่อ: นางสุวรรณ เจริญโชคดี โทร :01 943-5023
กลุ่มเกษตรกรทำสวนมาบแค	300	พริกขี้หนู	เลขที่ 16/5 หมู่ที่10 ตำบลมาบแค อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม ติดต่อ: นายเมี้ยน เปียโสม โทร :034-203360 e-mail : cddnakomphathom@thai.com
กลุ่มออมทรัพย์เพื่อการผลิต	500-540	พริกขี้หนู	25/2 หมู่ที่ 3 บ้านคลองเมือง ต.นาบินหลา อ.เมือง จ.ตรัง ติดต่อ : นายชะเอม คำจตุ โทร :09-7237675
กลุ่มอาชีพปลูกพริก	650	พริกจินดาสด เม็ดโตมารับประทาน	หมู่6 บ้านต้นมะพร้าว ต.แม่กระบุง อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี 71250 ติดต่อ : นายบรรจง พุ่มพุกย์ โทร :09 808-6709



ตารางที่ 5.15 ตารางแสดงราคาเฉลี่ยพริกสด

ชนิดพริก	ปี พ.ศ.											
	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550
พริกสดชี้ฟ้า (กก.)	17.29	17.97	25.53	18.67	18.29	20.54	20.38	20.59	20.73	22.55	25.65	25.48
พริกชี้หนูแห้ง อย่างดี (กก.)	75.83	93.55	72.15	53.43	90.23	97.31	75.79	76.32	87.56	71.64	90.80	148.33
พริกชี้หนูแห้ง อย่างรอง (กก.)	67.62	79.97	46.93	81.15	79.57	63.26	64.44	71.20	54.33	74.05	90.90	
พริกชี้หนูจินดา (กก.)	19.89	19.69	24.48	16.00	24.21	20.57	22.48	20.09	19.88	22.92	27.29	25.48

ที่มา : กรมการค้าภายใน <http://www.dit.go.th/>

### 5.3.1.2 ผู้จัดส่งดาวเรืองที่เป็นไปได้

จากความต้องการในการผลิตสารแซนโทฟิล โดยมีการผลิต ดาวเรืองอัดเม็ด 10 ตันต่อวัน ผลิตในระยะเวลา 6 เดือนต่อปี โดยเฉลี่ยแล้วต้องใช้ 1200 ตันต่อปีของดาวเรืองอัดเม็ด จะต้องใช้ดาวเรืองสดในการผลิตประมาณ 16800 ตันต่อปี เนื่องจากดาวเรืองสดประมาณ 13.57 กิโลกรัมจะได้ดาวเรืองอัดเม็ด 1 กิโลกรัม [Ref2] ข้อมูลของผู้จัดส่งดาวเรืองที่เป็นไปได้ จะเป็นลักษณะตัวแทนหรือสหกรณ์ในการ กลุ่มสหกรณ์จะเป็นตัวแทนการจัดหาวัตถุดิบ เช่นเดียวกับกรณีการจัดซื้อพริกสด เมื่อมีความต้องการวัตถุดิบ ตัวแทนสหกรณ์จะทำหน้าที่จัดสรรปันส่วนผลผลิตของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกมาจัดส่งให้กับลูกค้าและรับผิดชอบในการจัดส่งให้ตรงต่อเวลา จะทำให้ช่วยลดภาระของกิจกรรมด้านการจัดซื้อ

แหล่งที่มีการเพาะปลูกดาวเรืองส่งให้กับโรงงานผลิต เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตดอกดาวเรืองแห้งป่นส่งออกไปยังต่างประเทศ ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศ ข้อมูลแสดงจุดรับซื้อ และพื้นที่เพาะปลูกที่มีการนำส่งโรงงานดังตารางที่ 3.6

จากการเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์ตัวแทนจำหน่ายดาวเรือง ดาวเรืองที่จำหน่ายในตลาดจะมีหลายราคา แล้วแต่ฤดูกาลในช่วงฤดูฝนจะมีราคาสูง เนื่องจากดาวเรืองมีเชื้อรา ส่วนในช่วงฤดูร้อนจะมีปริมาณเก็บเกี่ยวมาก ราคาถูกมีราคาจำหน่ายเพียงราคา 15-25 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรสามารถปลูกดาวเรืองได้ตลอดทั้งปี

ตารางที่ 5.16 ข้อมูลจุดที่มีการรับซื้อดอกดาวเรือง

ลำดับ	จุดรับซื้อ	พื้นที่เพาะปลูก
1	โรงงานแม่ใจ เชียงใหม่	เขตเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา และลำปาง
2	อ.บ้านโฮ้ง ลำพูน	เขตลำพูน และเชียงใหม่โซนใต้บางส่วน
3	อ.แม่สะเรียง แม่ฮ่องสอน	เขตเชียงใหม่โซนใต้บางส่วน และแม่ฮ่องสอน
4	อ.น่าน้อย น่าน	เขต อ.น่าน้อย
5	อ.ท่าวังผา น่าน	เขต อ.ท่าวังผา ปัว และเวียงสา
6	อ.บ้านหลวง น่าน	เขต อ.บ้านหลวง
7	อ.เมืองแพร่	เขตแพร่
8	อ.แม่พริก ลำปาง	เขตลำปาง
9	อ.แม่ทะ ลำปาง	เขต อ.แม่ทะ
10	อ.วัดโบสถ์ พิจิตรโลก	เขตภาคเหนือตอนล่าง
11	กาญจนบุรี	เขตกาญจนบุรี
12	ชลบุรี	เขตชลบุรี
13	ขอนแก่น	เขตโซนภาคอีสานตอนล่าง
14	ยโสธร	เขตโซนภาคอีสานตอนบน
15	สกลนคร	เขตโซนภาคอีสานตอนบน
16	หนองคาย	เขตโซนภาคอีสานตอนบน

ที่มา : รายงานการวิจัย [กนกวลี ขันดี, 2545]

ตารางที่ 5.17 ตารางแสดงรายชื่อผู้ขายดาวเรืองส่ง

Supplier ในประเทศไทย	รายละเอียด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	เบอร์/E-mail ที่ติดต่อ
เบญจา	ขายส่งดอกกุหลาบ,ดอกดาวเรือง	15	0-5942-3196
คุณวิไล	ขายส่งดอกดาวเรือง ตัดดอก ปลูกอยู่นครนายก	8	01-2685265
คุณ ธนาศักดิ์	ปลูกอยู่ที่จังหวัดศรีสะเกษ	14-20	thanas444@yahoo.com
เล็ก	ปลูกอยู่ปทุมธานี ถ้าสั่งมากจะส่งฟรี	20-30	087-505-4629
ชัยภูมิ พุ่มดอกกระเจียว อช.ไทรทอง	ขายส่งดอกดาวเรือง	ประมาณ 50 ไร่	<a href="http://www.bloggang.com/viewdiary.php">http://www.bloggang.com/viewdiary.php</a>
สวนดอกไม้ภูเรือไลฟ์	ขายส่งดอกดาวเรือง ถึงที่ โดยเฉพาะหน่วยงานราชการ	40-60 (แล้วแต่ฤดูกาล)	<a href="http://www.phurualife.com/">http://www.phurualife.com/</a>
บ้านดอกไม้	ดอกละ 40 สตางค์	20	<a href="http://www.baandokmai.com/">http://www.baandokmai.com/</a>
kedkanok	สวนอยู่ที่ บ้านสาวะถี ต.สาวะถี อ.เมือง จ.ขอนแก่น	35-40	086-2422383
คุณ เสริมสิน	สังกัดชมรมดาวเรืองแห่งประเทศไทย	ศูนย์รวบรวมและกระจาย วัตถุดิบ 300-500 ไร่	081-6083868 happy_biss@hotmail.com
ชมรมดาวเรืองโคราช	ขายส่งดอกดาวเรืองสังกัดชมรมดาวเรืองแห่งประเทศไทย	80-100	marigold09@sanook.com
คุณรัก	ขายส่งดอกดาวเรืองปลูกอยู่ที่จังหวัดปทุมธานี	30-40	rukcareu@yahoo.com
ไชยยา	ปลูกแบบไม่ปลอดสารพิษ	50	chaiyabam@chaiyo.com

#### 5.4 สรุปผลเปรียบเทียบกรณีจัดซื้อกับการผลิตเอง

ในการตัดสินใจเรื่องการจัดซื้อในห่วงโซ่อุปทานมีความสำคัญมาก เนื่องจากการจัดซื้อถือเป็นต้นทุนหลักของกิจการและยังมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตของสินค้าและผลิตภัณฑ์ขององค์กร กิจกรรมของงานจัดซื้อในห่วงโซ่อุปทานคือการจัดหาสินค้าและบริการ กิจกรรมจัดซื้อยังช่วยในการระบุแหล่งผลิตหรือผู้ขายปัจจัยการผลิตได้ ช่วยในการเลือกผู้ขายปัจจัยการผลิต หรือ การเจรจา ทำสัญญา และยังช่วยควบคุมการปฏิบัติของผู้ขายปัจจัยการผลิต จนถึงการช่วยในการตัดสินใจว่าจะผลิตเองหรือซื้อ

ในงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาถึงข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตเองในเรื่องของต้นทุนในการเพาะปลูก ปัญหาอุปสรรคของการเพาะปลูก ระยะเวลาในการเพาะปลูก สำหรับการจ้างเหมา ได้มีการศึกษาถึงผู้จัดส่งวัตถุดิบที่เป็นไปได้ เกรณในการคัดเลือกผู้จัดส่งวัตถุดิบ ต้นทุนในการรับซื้อเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบในการตัดสินใจว่าจะผลิตเองหรือซื้อ โดยมีหลักการในการเปรียบเทียบการผลิตกับการจ้างเหมา การตัดสินใจโดยใช้การวัดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางธุรกิจอาจกำหนดแนวความคิดเบื้องต้นในการตัดสินใจดำเนินงานสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ ดังนี้

1. ต้นทุนประกอบด้วย ต้นทุนจม เป็นต้นทุนที่เกี่ยวกับเงินลงทุน ต้นทุนของโอกาสที่เสียไป เป็นต้นทุนที่เข้ามามีบทบาทในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการดำเนินงาน เนื่องจากแต่ละทางเลือกมีต้นทุนของโอกาสที่เสียไปไม่เหมือนกัน
2. กำลังความสามารถในการผลิต ปริมาณแรงงาน เครื่องจักร
3. คุณภาพของผลผลิตที่สามารถทำได้
4. ระยะเวลาการจัดส่ง การส่งมอบ
5. การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง ความไม่แน่นอน

โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจจะต้องมีลักษณะดังนี้ คือ

1. เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อช่วยให้ตัดสินใจในปัญหานั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง และเป็นข้อมูลที่มีความหมายต่อทางเลือกของปัญหานั้น ๆ
2. เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจ จะต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจต้องมีการคาดคะเนหรือกะประมาณขึ้น ซึ่งจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตและสถานการณ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันเป็นแนวทางในการกะประมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้หรือใกล้เคียงความจริงที่จะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ

3. เป็นข้อมูลอนาคต การตัดสินใจเป็นสิ่งที่ต้องกระทำในปัจจุบัน แต่ผลของการตัดสินใจเป็นเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้น ข้อมูลที่จะนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนหรือรายได้ก็ตาม จะต้องเป็นข้อมูลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตเมื่อได้มีการกระทำตามการตัดสินใจนั้น เช่น ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้
4. เป็นต้นทุนที่แตกต่างกันในแต่ละทางเลือก ในการตัดสินใจมักใช้ต้นทุนส่วนต่างเป็นหลักในการตัดสินใจเลือกทางเลือก

จากการศึกษาข้อมูลทางเลือกในการผลิตเองกับการจ้างเหมา Contact Farm พบว่าการจ้างเหมา Contact Farm จะให้ประโยชน์และเหมาะสมกับกรณีศึกษาโรงงานผลิตสารสกัดมากที่สุดด้วยเหตุผลดังนี้

1. ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายขององค์กร ทำให้กระแสเงินสดหมุนเวียนในองค์กรมีสภาพคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันขององค์กรให้มากขึ้น เนื่องจากการดำเนินการต่างๆ จะเกิดความสะดวกรวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูง ถึงแม้ว่าต้นทุนการเพาะปลูกพริกเพียง 5-7 บาทต่อกิโลกรัมและดาวเรืองเพียง 12-13 บาทต่อกิโลกรัม เทียบกับราคาจำหน่ายพริก 20-25 บาทต่อกิโลกรัม และดาวเรือง 15-25 บาทต่อกิโลกรัมแต่เมื่อเปรียบเทียบกับภาระค่าใช้จ่ายขององค์กร พื้นที่เพาะปลูกแล้ว การจ้างเหมาจะถูกกว่ามาก
2. สามารถควบคุมต้นทุนการดำเนินงานให้ต่ำลง และขจัดต้นทุนที่จะก่อให้เกิดความล้มเหลวในเบื้องต้นได้ เนื่องจากองค์การเกษตรกรรมมีเชี่ยวชาญด้านการผลิตยาและเวชภัณฑ์หากต้องเริ่มเพาะปลูกวัตถุดิบเองก็จะมีความรู้และความชำนาญที่ดียิ่งกว่าเกษตรกรซึ่งมีการปฏิบัติกันมานาน
3. องค์กรสามารถขยายธุรกิจด้วยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ก่อให้เกิด Business Line เพิ่มขึ้น และสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ขององค์กร ไม่สิ้นเปลืองบุคคลากรในการเริ่มต้นค้นคว้าทดลองผลิตองุ่นใหม่
4. ช่วยองค์กรสามารถลดภาระการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ ให้กับบริษัทว่าจ้างได้ เช่น ที่ดิน กำลังแรงงานในการเพาะปลูก
5. การจ้างเหมา(outsourcing) วัตถุดิบมีประสิทธิภาพในการทำงานที่คงที่กว่า เนื่องจากจะมีการทำงานมานาน ทำให้เกิดทักษะความชำนาญต่อเนื่องในระบบการดำเนินงาน และเป็นลักษณะการจ้าง Contact Farm ทำให้มีความรับผิดชอบต่องค์กรมากกว่าการจ้างรับซื้อส่ง เนื่องจากลักษณะงานเป็นการทำสัญญาว่าจ้าง ทำให้มีผู้รับผิดชอบในการจัดส่งวัตถุดิบให้ได้ตามข้อตกลงสัญญาที่วางไว้

6. ลดต้นทุนของสินค้าคงคลังเนื่องจากการเพาะปลูกเองจะทำให้ได้ต้องมีผลผลิตในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ การเก็บเกี่ยววัตถุดิบจะเก็บเกี่ยวเป็นช่วงได้ปริมาณมากในแต่ละช่วง จำเป็นต้องมีพื้นที่ในการเก็บวัตถุดิบมาก วัตถุดิบต้องเก็บในที่แห้งทำให้ต้องมีการลงทุนโกดังเก็บสินค้าขนาดใหญ่
7. กำลังการผลิตไม่เพียงพอ เนื่องจากปริมาณความต้องการวัตถุดิบมีปริมาณมากต้องใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกสูงถึง 20,000 ไร่ จากข้อมูลผลผลิตพริก 897-1800 กก./ไร่ และดาวเรือง 1,035 กก./ไร่ ปริมาณความต้องการพริก 4,000 ตันต่อปีและดาวเรือง 16,800 ตันต่อปี
8. มีความยืดหยุ่นในการเลือกวัตถุดิบ สามารถเลือกวัตถุดิบได้จากประวัติข้อมูลเกษตรกรที่มีคุณสมบัติ ความสามารถได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการ

สามารถสรุปเหตุผลการเลือกซื้อ(Buying) แทนการผลิตเอง (Making) ตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวถึงได้ดังตารางที่

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.18 ตารางสรุปข้อพิจารณาในการเลือกการซื้อสินค้า(Buy Considerations)

ข้อ	หลักการ	เหตุผลในการผลิตสินค้าเอง(Making)	เหตุผลในการซื้อสินค้า (Buying)
1	ต้นทุนรวม	ต้นทุนการผลิตรวมต่ำกว่า (lower production cost)	ต้นทุนในการจัดหาต่ำกว่า (lower acquisition cost)
2.	ความสัมพันธ์กับผู้ขายวัตถุดิบหรือผู้ผลิต	องค์การเกษตรฯ ไม่มีแรงงานสำหรับการเพาะปลูก จึงต้องมีการจ้างเกษตรกรใหม่ทั้งหมด	มีความสัมพันธ์กับผู้ขายวัตถุดิบในการผลิตเป็นพิเศษ เนื่องจากองค์การเกษตรฯมีการทำธุรกิจเกี่ยวกับวัตถุดิบในด้านสมุนไพรมานาน
3.	ปริมาณวัตถุดิบที่สามารถผลิตได้	หากดินฟ้าอากาศไม่เอื้ออำนวยจะทำให้มีปริมาณที่ผลิตได้ไม่แน่นอน	สามารถหาวัตถุดิบได้ยืดหยุ่นกว่า เนื่องจากมีตัวแทนเกษตรกรที่สามารถจัดหาผลผลิตทางการเกษตรจากเกษตรกรหลายพื้นที่ เช่น มีบางพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากภูมิอากาศ
4.	กำลังการผลิต	แรงงานและที่ดินไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก ต้องมีการลงทุนด้านที่ดิน แรงงานจำนวนมาก	มีตัวแทนเกษตรกรที่สามารถรับผิดชอบจัดหาผลผลิตจัดส่งให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการ ในลักษณะการจัดส่งเป็นสัญญารายปี
5.	สินค้าคงคลัง	องค์การเกษตรฯต้องใช้วัตถุดิบทางการเกษตรปริมาณมากในแต่ละปี จึงต้องมีพื้นที่จัดเก็บสินค้าคงคลังปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอกับปริมาณที่ต้องการผลิต	ลดต้นทุนสินค้าคงคลัง มีการจัดส่งวัตถุดิบตามปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ช่วยลดต้นทุนด้านการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (reduce inventory costs)
6.	ความรู้ ความสามารถในการผลิต	มีความเชี่ยวชาญด้านการเพาะปลูกน้อย ทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรต่อพื้นที่ต่ำ หรือต้นทุนสูงกว่า	มีความเชี่ยวชาญด้านการเพาะปลูกมากกว่า เนื่องจากเป็นเกษตรกรที่ทำอาชีพเพาะปลูกโดยตรง
7.	การสูญเสียความลับและเทคนิคขององค์กร		เนื่องจากสินค้าที่ซื้อเป็นสินค้าเกษตรกรซึ่งเป็นสินค้าที่ไม่ต้องมีองค์ความรู้หรือเทคนิคเฉพาะทางที่เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะ
8.	คุณภาพของวัตถุดิบที่ผลิตได้	เนื่องจากมีประสบการณ์ในการเพาะปลูกน้อยกว่าเกษตร	วัตถุดิบที่รับซื้อจากตัวแทนเกษตรกรจะมีมาตรฐานคุณภาพที่แน่นอนกว่า เนื่องจากมีจะมีการรับซื้อเฉพาะวัตถุดิบที่ได้ตามระบุในสัญญา สำหรับวัตถุดิบที่รับซื้อจากเกษตรกรโดยตรง มีการตรวจสอบก่อนที่จะรับซื้อวัตถุดิบจากเกษตรกร



## บทที่ 6

### การบริหารสินค้าคงคลัง

การควบคุมสินค้าคงคลังเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญต่อระบบการผลิตและการซื้อขายสินค้า สินค้าคงคลังหากมีน้อยเกินไปธุรกิจก็ต้องหยุดชะงัก หรือมีสินค้าคงคลังมากเกินไปธุรกิจก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก จึงต้องควบคุมสินค้าคงคลังไว้ในจำนวนที่เหมาะสม เพื่อให้ธุรกิจดำเนินการต่อไปได้และได้รับกำไรสูงสุด ดังนั้นจึงต้องทราบขนาดของการสั่งซื้อหรือผลิตที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อเพิ่ม

การบริหารสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดจากพริกและดาวเรืองขององค์การเภสัชฯ จะอยู่ในรูปของวัตถุดิบประกอบด้วย พริกสด ดาวเรืองสด และวัตถุดิบที่ถูกเตรียมแล้วก่อนการผลิตคือ พริกอัดเม็ดและดาวเรืองอัดเม็ด (Pallet)

การจัดการสินค้าคงคลังจะเริ่มจากการรับวัตถุดิบเป็นพริกสดและดาวเรืองสดจากตัวแทนจำหน่ายหรือเกษตรกร เพื่อนำมาเก็บไว้ในคลังเก็บวัตถุดิบสด และจากนั้นจะนำไปสู่การเตรียมวัตถุดิบ ซึ่งจะเตรียมวัตถุดิบเพื่อให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนเข้าเครื่องสกัด ได้แก่ การกำจัดสิ่งปนเปื้อน การตัดวัตถุดิบออกเป็นชิ้นให้มีขนาดที่เหมาะสม และการบด ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของการสกัด นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการทำวัตถุดิบให้แห้งเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา และการอัดวัตถุดิบที่บดแล้วให้เป็นเม็ด (pallet) เพื่อให้ง่ายต่อการสกัด หลังจากผ่านการเตรียมวัตถุดิบแล้วก็จะถูกนำไปเก็บไว้ในคลังเก็บสินค้าแห้ง รอการสกัดในขั้นต่อไป

ทางองค์การเภสัชฯจะมีสินค้าคงคลัง 2 ชนิดที่เป็นวัตถุดิบสด และวัตถุดิบแห้งอัดเม็ด การควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดและเข้มงวด ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลามาก ดังนั้นจึงต้องหาวิธีที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการควบคุมสินค้าคงคลัง สำหรับการบริหารสินค้าคงคลังในกรณีศึกษาจะประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอนคือ

- 6.1 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง
- 6.2 ระบบการบริหารสินค้าคงคลัง
- 6.3 จุดสั่งซื้อใหม่
- 6.4 ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย

วัตถุประสงค์ของการจัดการสินค้าคงคลังคือรักษาการผลิตให้มีอัตราคงที่สม่ำเสมอ เพื่อรักษาระดับการว่าจ้างแรงงาน การเดินเครื่องจักร ฯลฯ ให้สม่ำเสมอ และป้องกันของขาดมือด้วยสินค้าเพื่อขาดมือ (Safety Stock) เมื่อเวลารอคอยล่าช้าหรือบังเอิญได้คำสั่งซื้อเพิ่มขึ้นกะทันหัน เพื่อให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการต่อเนื่องอย่างราบรื่น ไม่มีการหยุดชะงักเพราะของขาด

เมื่อจนเกิดความเสียหายแก่กระบวนการผลิตซึ่งจะทำให้คนงานว่างงาน เครื่องจักรถูกปิด ผลิตไม่ทัน คำสั่งของลูกค้า

## 6.1 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง (Inventory Costs)

### 6.1.1 ต้นทุนในการจัดเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying or Holding Costs)

ต้นทุนการถือหรือเก็บสินค้าคงคลัง ในการเก็บสินค้าคงคลังไว้มาก ๆ หรือเก็บไว้เป็นระยะเวลาที่ยาว การเก็บรักษา จะมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ต้นทุนของเงินทุน (Capital Costs), ต้นทุนการจัดเก็บ (Storage Costs) และต้นทุนความเสี่ยง (Risk Costs) เช่น ค่าสถานที่ ดอกเบี้ย ค่าประกัน ภาษี ค่าเสื่อมราคา เป็นต้นค่าใช้จ่ายใน

ในการจัดเก็บสินค้าคงคลังของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด จะมีต้นทุนในการเก็บพริกและดาวเรืองที่เท่ากัน คือจะมีต้นทุนในการเก็บรักษารวม 2,000 บาทต่อตัน โดยจะมาจากต้นทุนในการใช้สถานที่ 1,000 บาท ต้นทุนของค่าเสื่อมราคา 500 บาท ต้นทุนค่าประกันภัยหรือต้นทุนความเสี่ยง 200 บาท ดอกเบี้ย 300 บาท แสดงรายละเอียดตามตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ตารางแสดงต้นทุนในการเก็บรักษา

	ต้นทุนการเก็บรักษา (H)	จำนวนเงิน (บาท/ตัน)
1	ดอกเบี้ย	300.00
2	ค่าประกันภัย	200.00
3	ค่าภาษี	-
4	ค่าเสื่อมราคา	500.00
5	ต้นทุนสถานที่เก็บรักษา (ค่าเช่า, ค่ารักษาความปลอดภัย, ค่าพลังงาน)	1,000.00
	<b>รวม</b>	<b>2,000.00</b>

### 6.1.2 ต้นทุนในการสั่งซื้อ

ต้นทุนในการสั่งซื้อจะเกี่ยวข้องกับต้นทุนการจัดหาวัตถุดิบ การดำเนินงานภายในระบบขณะที่ต้นทุนการติดตั้ง หรือดำเนินงานซึ่งจะเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายที่เป็นเงิน และเวลา เพื่อให้ระบบการผลิตดำเนินงาน และพัสดุจากภายนอกองค์กร ได้แก่ ต้นทุนการติดต่อ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเตรียมใบส่งของ ต้นทุนการตรวจสอบทั้งปริมาณและคุณภาพ ต้นทุนการเคลื่อนย้าย

สินค้าไปยังสถานที่เก็บ เป็นต้น โดยจะแบ่งต้นทุนการสั่งซื้อเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มต้นทุนการจัดซื้อพริกสด และต้นทุนการจัดซื้อดาวเรืองสด

#### 6.1.2.1 ต้นทุนการจัดซื้อพริกสด

ต้นทุนสำหรับการจัดซื้อพริกสด จะเป็นต้นทุนรวมในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วยรถบรรทุก 4,000 บาทต่อเที่ยว รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้เฉลี่ย 40 ตันต่อคัน และมีต้นทุนในการเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่เก็บ 10,000 บาท ดังนั้นจะต้นทุนการขนส่งทั้งสิ้น 70,000 บาท มีต้นทุนในการดำเนินการ 20,000 บาท โดยจะมีต้นทุนในการเตรียมใบส่งของ ต้นทุนการติดต่อ และต้นทุนการตรวจสอบทั้งปริมาณและคุณภาพ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงต้นทุนในการสั่งพริกสด

	ต้นทุนการสั่งซื้อ (S)	จำนวนเงิน (บาท)
1	ต้นทุนการติดต่อ	10,000.00
2	ต้นทุนการขนส่ง	60,000.00
3	ต้นทุนการเตรียมใบส่งของ	4,000.00
4	ต้นทุนการตรวจสอบทั้งปริมาณและคุณภาพ	6,000.00
5	ต้นทุนการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังสถานที่เก็บ	10,000.00
	<b>รวม</b>	<b>90,000.00</b>

#### 6.1.2.2 ต้นทุนการจัดซื้อดาวเรืองสด

ต้นทุนสำหรับการจัดซื้อดาวเรืองสด จะเป็นต้นทุนรวมในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วยรถบรรทุก 4,000 บาทต่อคัน รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้เฉลี่ย 40 ตันต่อคัน และมีต้นทุนในการเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่เก็บ 10,000 บาท ดังนั้นจะต้นทุนการขนส่งทั้งสิ้น 210,000 บาท มีต้นทุนในการดำเนินการ 28,000 บาท โดยจะมีรายละเอียดเช่นเดียวกับต้นทุนการดำเนินงานของพริกสด มีต้นทุนในการเตรียมใบส่งของ ต้นทุนการติดต่อ และต้นทุนการตรวจสอบทั้งปริมาณและคุณภาพ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ตารางแสดงต้นทุนในการสั่งดาวเรืองสด

	ต้นทุนการสั่งซื้อ (S)	จำนวนเงิน (บาท)
1	ต้นทุนการติดต่อ	20,000.00
2	ต้นทุนการขนส่ง	200,000.00
3	ต้นทุนการเตรียมใบส่งของ	2,000.00
4	ต้นทุนการตรวจสอบทั้งปริมาณและคุณภาพ	6,000.00
5	ต้นทุนการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังสถานที่เก็บ	10,000.00
	รวม	<b>238,000.00</b>

### 6.1.2.3 ต้นทุนในการเตรียมการผลิต (Setup Cost / Order Cost)

การเตรียมวัตถุดิบ คือการทำให้วัตถุดิบอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนเข้าเครื่องสกัด ได้แก่ การกำจัดสิ่งปนเปื้อน การตัดวัตถุดิบออกเป็นชิ้นให้มีขนาดที่เหมาะสม และการบด ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของการสกัด นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการทำวัตถุดิบให้แห้งเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา และการอัดวัตถุดิบที่บดแล้วให้เป็นเม็ด (pellet) เพื่อให้ง่ายต่อการสกัด กระบวนการทำงานเหล่านี้ทำให้เกิดต้นทุน เช่น ต้นทุนในการเตรียมเครื่องจักร , กระบวนการผลิต ต้นทุนในการชำระล้างทำความสะอาด ต้นทุนแรงงานในการเตรียมวัตถุดิบ ต้นทุนในการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดรวม 6,250 บาทต่อครั้งและดาวเรืองแห้งอัดเม็ดรวม 7,800 บาทต่อครั้งรายละเอียดต้นทุนในการเตรียมโดยละเอียดจะกล่าวในบทที่ 7 การวางแผนการผลิต

## 6.2 ระบบการบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management System)

ผลิตภัณฑ์สารสกัดที่ศึกษาคือสารสกัดจากแซนโทฟิล และสารสกัดแคปไซซิน สารสกัดทั้ง 2 มาจากวัตถุดิบ 2 ชนิดคือ จากดาวเรืองสด และพริกสดตามลำดับ

พริกสดเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสารสกัดแคปไซซิน โดยจะรับพริกสดจากตัวแทนจำหน่ายทางองค์การเกษตรฯ มีนโยบายในการผลิตสารสกัดแคปไซซินเพื่อจำหน่าย 120 ตันต่อปี ส่วนดาวเรืองสดเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสารแซนโทฟิล โดยจะผลิตประมาณ 18 ตันต่อปี ในการผลิตสารสกัดทั้ง 2 จะแบ่งกระบวนการผลิตเป็น 2 ช่วงคือ ในช่วง 6 เดือนจะผลิตสารสกัดจากพริก และอีก 6 เดือน จะผลิตสารสกัดจากดาวเรือง และสลับกัน

ระบบการบริหารสินค้าคงคลังที่ใช้จะเป็นการจัดการวัตถุดิบ 2 ส่วน คือ วัตถุดิบสด และวัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูป

ในการจัดการสินค้าคงคลังทั้ง 2 ส่วนจะแตกต่างกัน เนื่องจากการจัดเก็บสินค้าคงคลังของวัตถุดิบสจะเกิดจากการเก็บตามปริมาณที่สั่งซื้อ ในการสั่งซื้อแต่ละครั้งจะดำเนินการจัดส่งอย่างต่อเนื่อง แต่สำหรับการจัดเก็บสินค้าคงคลังของวัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปแล้วจะเป็นลักษณะที่บริษัทเป็นผู้ผลิตและผู้ใช้สินค้าเอง เมื่อเวลาผ่านสินค้าคงคลังจะค่อยๆเพิ่มขึ้น แทนที่จะเพิ่มขึ้นทีเดียว ดังนั้นในการจัดเก็บสินค้าคงคลังของวัตถุดิบและการจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปแล้วจะแบ่งได้เป็น 2 วิธีการ ดังนี้

## 6.2.1 การบริหารสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดสด

### 6.2.1.1 ฟริกสด

จากความต้องการในการผลิตสารแคปซูล โดยมีกำลังการผลิต ฟริก 10 ตันแห้งต่อวัน ผลิตระยะเวลา 6 เดือนต่อปี เฉลี่ยแล้วจะผลิตได้ 1,200 ตันแห้งต่อปี จะต้องใช้ฟริกสดในการผลิตเตรียมฟริกแห้งประมาณ 4,000 ตันต่อปี จากเงื่อนไขของฟริกสดประมาณ 3 กิโลกรัมจะได้ฟริกแห้ง 1 กิโลกรัม [Ref1]

จากสถานการณ์ของอุปสงค์คงที่ เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลอุปสงค์ที่แท้จริง แต่จากการพยากรณ์ที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 เรื่องการพยากรณ์พบว่า ความต้องการผลิตสารสกัดแคปซูลของทางองค์การเภสัชฯมีกำลังในการผลิตเพียงส่วนหนึ่งของปริมาณความต้องการ ดังนั้นปริมาณอุปสงค์จึงเปรียบเสมือนว่า เท่ากับกำลังการผลิตของทางองค์การเภสัชฯ ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 แล้ว โดยมีสมมติฐานเป็นขอบเขตจำกัดไว้ว่า ทราบปริมาณอุปสงค์อย่างชัดเจนและอุปสงค์คงที่ วัตถุดิบฟริกสดจะรับซื้อโดยตรงจากตัวแทนจำหน่ายในลักษณะของการประมูลราคาตามที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 5 เรื่องการบริหารงานจัดซื้อ ดังนั้นสมมติฐานของวัตถุดิบคือ ราคาวัตถุดิบที่สั่งซื้อคงที่ ไม่มีสภาวะของขาดมือเลยของวัตถุดิบที่สั่งซื้อพร้อมกันทั้งหมด และเวลารอคอย (Lead time) ซึ่งเป็นช่วงเวลาตั้งแต่สั่งซื้อจนได้รับสินค้าคงที่และถูกระบุอย่างชัดเจน ตามเงื่อนไขของสัญญาการซื้อขายเป็นรายปี ดังนั้นจึงมีผลให้ต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบและต้นทุนการสั่งซื้อคงที่

จากสถานการณ์ของวัตถุดิบที่กล่าวมาจึงตรงกับเงื่อนไขของการจัดการสินค้าคงคลังโดยใช้วิธีการหาขนาดการสั่งซื้อประหยัด (EOQ) และหาต้นทุนรวม (TC) ได้จากสูตรในการคำนวณต่อไปนี้

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$TC = \left[\frac{D}{Q}\right]S + \left[\frac{Q}{2}\right]H$$

โดยที่ EOQ = ขนาดของการสั่งซื้อต่อครั้งที่ประหยัด ( $Q^*$ )

D = อุปสงค์หรือความต้องการสินค้าต่อปี (หน่วย)

S = ต้นทุนการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)

H = ต้นทุนการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (บาท)

Q = ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)

TC = ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม (บาท)

$$\text{ต้นทุนการสั่งซื้อต่อปี} = \left[\frac{D}{Q}\right]S$$

$$\text{ต้นทุนการเก็บรักษาต่อปี} = \left[\frac{Q}{2}\right]H$$

$$\text{จำนวนการสั่งซื้อต่อปี} = \frac{D}{Q^*}$$

$$\text{รอบเวลาการสั่งซื้อ} = \frac{Q^*}{D}$$

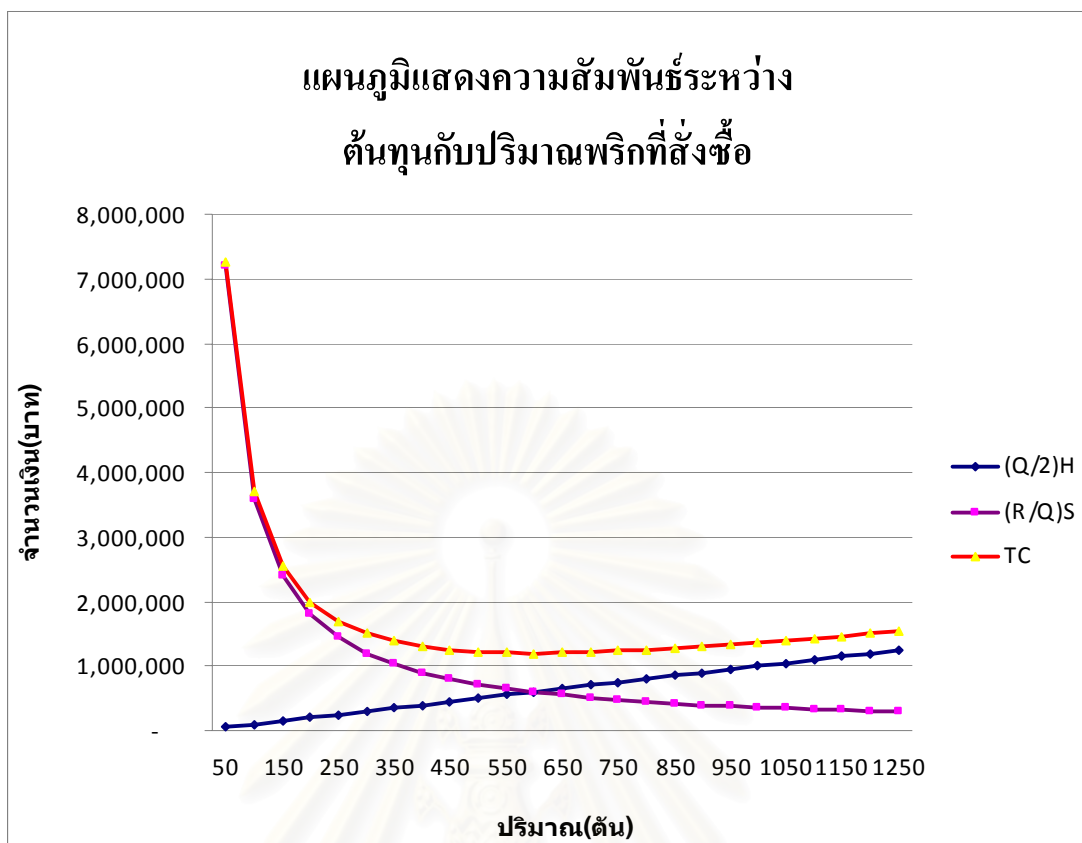
จากสูตรการคำนวณสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากกราฟของต้นทุนการเก็บรักษา ต้นสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากการทดลองสุ่มค่า Q เพื่อหาปริมาณ (Q) ที่ทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากันเพื่อให้ได้ค่า  $Q^*$  ดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 แสดงปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม

Q	(Q/2)H	(R/Q)S	TC
50	50,000	7,200,000	7,250,000
100	100,000	3,600,000	3,700,000
150	150,000	2,400,000	2,550,000
200	200,000	1,800,000	2,000,000
250	250,000	1,440,000	1,690,000
300	300,000	1,200,000	1,500,000
350	350,000	1,028,571	1,378,571
400	400,000	900,000	1,300,000
450	450,000	800,000	1,250,000
500	500,000	720,000	1,220,000
550	550,000	654,545	1,204,545
600	600,000	600,000	1,200,000
650	650,000	553,846	1,203,846
700	700,000	514,286	1,214,286
750	750,000	480,000	1,230,000
800	800,000	450,000	1,250,000

จากข้อมูลของปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม สามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 6.1

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณพริกที่สั่งซื้อ

จากจุดประสงค์การบริหารวัตถุดิบคงคลังในห่วงโซ่อุปทานคือ ความต้องการให้ต้นทุนรวมที่ต่ำสุด ดังนั้นจำนวนการสั่งซื้อต่อปี หรือรอบเวลาการสั่งซื้อที่จะสามารถประหยัดได้มากที่สุด จะต้องแทน  $Q$  ด้วย EOQ หรือ  $Q^*$  ที่คำนวณได้

พบว่ากราฟความสัมพันธ์ตัดกันที่ปริมาณการสั่งซื้อพริกสดประมาณ 600 ตัน ซึ่งเป็นจุดที่ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากัน ดังนั้น  $Q^*$  ที่ได้คือ 600 ตันต่อครั้ง และสามารถหาจุดสั่งซื้อใหม่ได้ดังนี้

#### จุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point)

ในการจัดซื้อสินค้าคงคลัง เวลาถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากระบบการควบคุมสินค้าคงคลังขององค์กรหลายๆเป็นแบบต่อเนื่อง จะสามารถกำหนดเวลาที่จะสั่งซื้อใหม่ได้เมื่อพบว่าสินค้าคงคลังลดเหลือระดับหนึ่งก็จะสั่งซื้อของมาใหม่ในปริมาณคงที่ เท่าปริมาณการสั่งซื้อที่กำหนดไว้ ซึ่งเรียกว่า Fixed order Quantity System

จุดสั่งซื้อใหม่นั้นมีความสัมพันธ์แปรตามตัวแปร 2 ตัว คือ อัตราความต้องการใช้สินค้าคงคลัง และเวลารอคอย (Lead Time) จากการศึกษาระบบการจัดการสินค้าคงคลังขององค์กรหลายๆ ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะการณ์ ที่อัตราความต้องการสินค้าคงคลังคงที่และเวลารอคอยคงที่ เป็นสภาวะที่



ไม่เสี่ยงที่จะเกิดของขาดมือเลย เพราะทุกสิ่งทุกอย่างแน่นอน สามารถคำนวณหาจุดสั่งซื้อใหม่ได้ตามสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{จุดสั่งซื้อใหม่} = \bar{d} \times LT$$

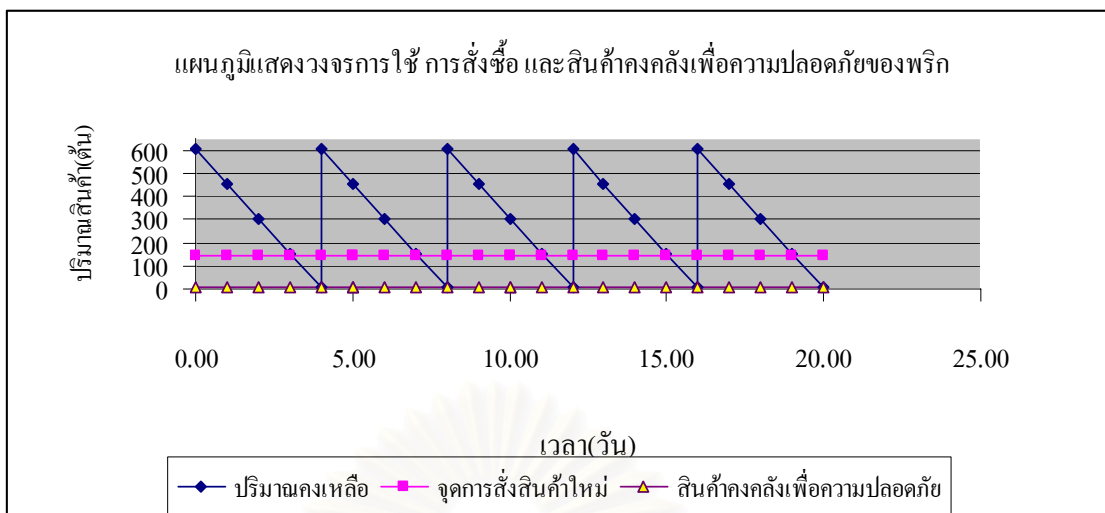
โดยที่  $\bar{d}$  คือ อัตราความต้องการสินค้าคงคลัง  
 LT คือ เวลารอคอย

ความต้องการพริกสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตคือ 34 ตันต่อวัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ที่ได้จากการคำนวณในบทที่ 4 เรื่องการพยากรณ์คือ 0.78 และจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม พบว่าพริกมีระยะเวลาเฉลี่ยสำหรับการหาสั่งซื้อและได้รับสินค้าที่ 4 วัน สามารถคำนวณหาจุดสั่งซื้อใหม่ (ROP) และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (SS) ได้ดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 แสดงจุดสั่งซื้อใหม่และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของพริกสด

อุปสงค์เฉลี่ยต่อวัน R	34	ตันต่อวัน
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์รายเดือน	0.78	
ช่วงเวลานำเฉลี่ยสำหรับการหาสินค้ามาเติม L	4	วัน
จุดสั่งซื้อใหม่ ROP(ประมาณ)	140	ตัน
ขนาดล็อตเฉลี่ย Q	600	ตัน
สินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย SS	4	ตัน

และสามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ของวงจรการใช้วัตถุดิบ จุดสั่งซื้อใหม่และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยได้ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 รูปแสดงวงจรอัตราการใช้ การสั่งซื้อ และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของฟริก

จากข้อมูลสามารถสรุปการบริหารจัดการสินค้าคงคลังสำหรับฟริกสดได้ โดยพบว่าฟริกมีขนาดการสั่งที่เหมาะสมที่ 600 ตัน มีจำนวนการสั่งในระยะเวลา 6 เดือนที่ 7 ครั้ง มีเวลาในการไหลเฉลี่ยที่ 0.08 เดือนหรือประมาณ 3 วัน และมีต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังต่อปีที่ 1,200,000 บาท ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 ตารางสรุปข้อมูลการจัดการสินค้าคงคลังของฟริกสด

อุปสงค์ในรอบปี R	4,000	ตัน
ต้นทุนการสั่งในแต่ละครั้ง S	90,000	บาท/ครั้ง
ต้นทุนการจัดเก็บ H	2,000	บาท/ตัน
ขนาดที่เหมาะสม	600	ตัน
สินค้าคงคลังหมุนเวียน	300	ตัน
จำนวนการสั่งต่อปี (ประมาณ)	7	ครั้ง
ต้นทุนการสั่งและต้นทุนการจัดเก็บในรอบปี	1,200,000	บาท
เวลาการไหลเฉลี่ย	0.08	เดือน

### 6.2.1.2 ดาวเรืองสด

จากความต้องการในการผลิตสารแซนโทฟิล โดยมีกำลังการผลิต ดาวเรืองอัดเม็ด 10 ตันต่อวัน ผลิตในระยะเวลา 6 เดือนต่อปี โดยเฉลี่ยแล้วต้องใช้ 1,200 ตันต่อปีของดาวเรืองอัดเม็ด จะต้องใช้ดาวเรืองสดในการผลิตประมาณ 16,800 ตันต่อปี เนื่องจากดาวเรืองสดประมาณ 13.57 กิโลกรัมจะได้ดาวเรืองอัดเม็ด 1 กิโลกรัม [Ref2]

เช่นเดียวกับกรณีของพริกที่ สถานการณ์ของอุปสงค์คงที่ เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลอุปสงค์ที่แท้จริง แต่จากการพยากรณ์ที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 เรื่องการพยากรณ์พบว่า ความต้องการผลิตสารสกัดแซนโทฟิลของทางองค์การเภสัชฯมีกำลังในการผลิตเพียงแค่ 20% ของปริมาณความต้องการในตลาดโดยประมาณ ดังนั้นอุปสงค์จึงเปรียบเสมือนว่า เท่ากับกำลังการผลิตของทางองค์การเภสัชฯ ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 แล้ว และไม่มีการขาดมือของสินค้าคงคลังเลย โดยมีสมมติฐานเป็นขอบเขตจำกัดไว้ว่า

ทราบปริมาณอุปสงค์อย่างชัดเจนและอุปสงค์คงที่ วัตถุดิบพริกสดจะรับซื้อโดยตรงจากตัวแทนจำหน่ายในลักษณะของการประมูลราคาตั้งที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 5 เรื่องการบริหารงานจัดซื้อ ดังนั้นวัตถุดิบจึงเป็นลักษณะคือ ราคาวัตถุดิบที่สั่งซื้อคงที่ ไม่มีสภาวะของขาดมือเลยของวัตถุดิบที่สั่งซื้อพร้อมกันทั้งหมด และเวลารอคอย (Lead time) ซึ่งเป็นช่วงเวลาตั้งแต่สั่งซื้อจนได้รับสินค้าคงที่และถูกระบุอย่างชัดเจน ตามเงื่อนไขของสัญญาการซื้อขายเป็นรายปี ดังนั้นจึงมีผลให้ต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบและต้นทุนการสั่งซื้อคงที่

จากสถานการณ์ของวัตถุดิบที่กล่าวมาจึงตรงกับเงื่อนไขของการจัดการสินค้าคงคลังโดยใช้วิธีการหาขนาดการสั่งซื้อประหยัด (EOQ) และหาต้นทุนรวม (TC) ได้จากสูตรในการคำนวณเช่นเดียวกับการคำนวณพริก

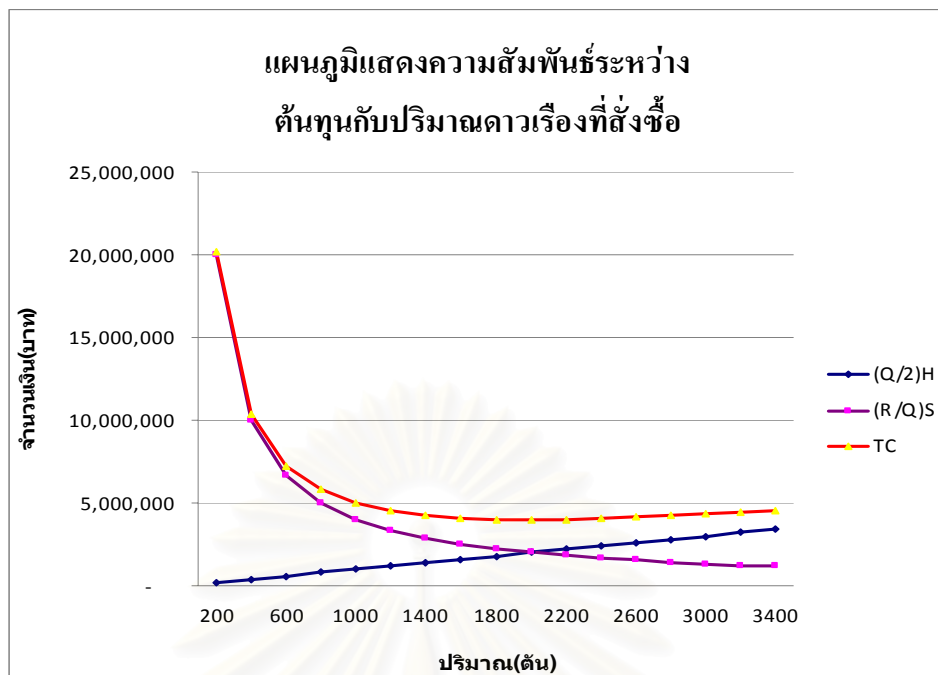
จากสูตรการคำนวณสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากกราฟของต้นทุนการเก็บรักษา ต้นสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากการทดลองสุ่มค่า  $Q$  เพื่อหาปริมาณ ( $Q$ ) ที่ทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากันเพื่อให้ได้ค่า  $Q^*$  ดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 แสดงปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม ของดาวเรือง

Q	(Q/2)H	(R/Q)S	TC
200	200,000	19,992,000	20,192,000
400	400,000	9,996,000	10,396,000
600	600,000	6,664,000	7,264,000
800	800,000	4,998,000	5,798,000
1000	1,000,000	3,998,400	4,998,400
1200	1,200,000	3,332,000	4,532,000
1400	1,400,000	2,856,000	4,256,000
1600	1,600,000	2,499,000	4,099,000
1800	1,800,000	2,221,333	4,021,333
2000	2,000,000	1,999,200	3,999,200
2200	2,200,000	1,817,455	4,017,455
2400	2,400,000	1,666,000	4,066,000
2600	2,600,000	1,537,846	4,137,846
2800	2,800,000	1,428,000	4,228,000
3000	3,000,000	1,332,800	4,332,800

จากข้อมูลของปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม สามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 6.3

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณดาวเรืองที่สั่งซื้อ

จากจุดประสงค์การบริหารวัตถุดิบคงคลังในห่วงโซ่อุปทานคือ ความต้องการให้ต้นทุนรวมที่ต่ำสุด ดังนั้นจำนวนการสั่งซื้อต่อปี หรือรอบเวลาการสั่งซื้อที่จะสามารถประหยัดได้มากที่สุด จะต้องแทน  $Q$  ด้วย EOQ หรือ  $Q^*$  ที่คำนวณได้

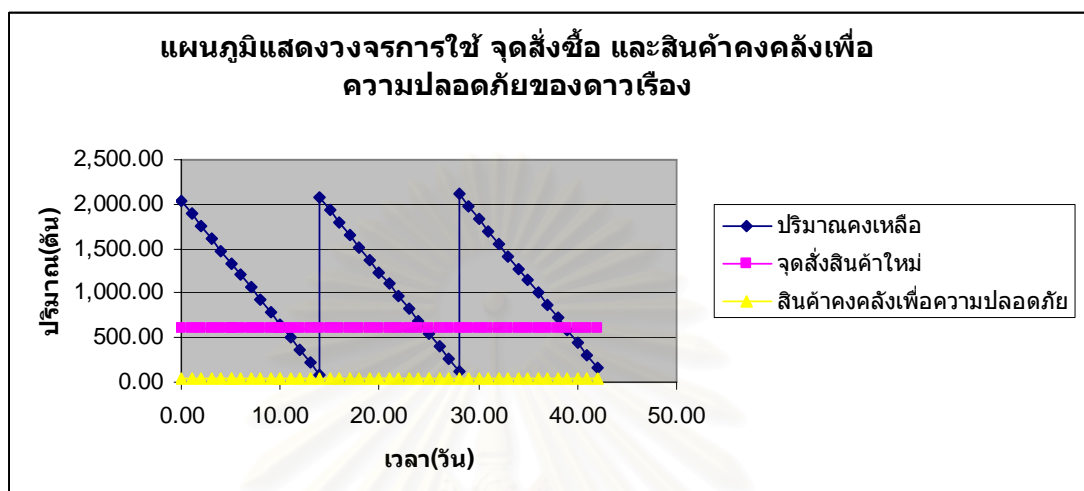
พบว่ากราฟความสัมพันธ์ตัดกันที่ปริมาณการสั่งซื้อดาวเรืองสดประมาณ 2,000 ตัน ซึ่งเป็นจุดที่ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากัน ดังนั้น  $Q^*$  ที่ได้คือ 2,000 ตันต่อครั้ง และสามารถหาจุดสั่งซื้อใหม่ได้ตามสูตรการคำนวณเดียวกับการคำนวณพริก

ความต้องการดาวเรืองสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตคือ 140 ตันต่อวัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ที่ได้จากการคำนวณในบทที่ 4 เรื่องการพยากรณ์คือ 0.152 และจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม พบว่าพริกมีระยะเวลาเฉลี่ยสำหรับการหาสั่งซื้อและได้รับสินค้าที่ 4 วัน สามารถคำนวณหาจุดสั่งซื้อใหม่ (ROP) และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (SS) ได้ดังตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 แสดงจุดสั่งซื้อใหม่และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของดาวเรืองสด

อุปสงค์เฉลี่ยต่อวัน R	140	ตันต่อวัน
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์รายเดือน	0.152	
ช่วงเวลานาเฉลี่ยสำหรับการหาสินค้ามาเติม L	4	วัน
จุดสั่งซื้อใหม่ ROP(ประมาณ)	600	ตัน
ขนาดล็อตเฉลี่ย Q	2,000	ตัน
สินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย SS	40	ตัน

และสามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ของวงจรการใช้วัตถุดิบ จุดสั่งซื้อใหม่และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยได้ดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 รูปแสดงวงจรอัตราการใช้ การสั่งซื้อ และสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของดาวเรือง

จากข้อมูลสามารถสรุปการบริหารจัดการสินค้าคงคลังสำหรับดาวเรืองสดได้ โดยพบว่า ดาวเรืองสดมีขนาดการสั่งที่เหมาะสมที่ 2,000 ตัน มีจำนวนการสั่งในระยะเวลาครึ่งปี 8 ครั้ง มีเวลาในการไหลเฉลี่ยที่ 0.06 เดือนหรือประมาณ 2 วัน และมีต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังต่อปีที่ 3,999,200 บาท ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 6.9

ตารางที่ 6.9 ตารางสรุปข้อมูลการจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองสด

อุปสงค์ในรอบปี R	16,800	ตัน
ต้นทุนการสั่งในแต่ละครั้ง S	238,000	บาท/ครั้ง
ต้นทุนการจัดเก็บ H	2,000	บาท/ตัน
ขนาดที่เหมาะสม	2,000	ตัน
สินค้าคงคลังหมุนเวียน	1,000	ตัน
จำนวนการสั่งต่อปี (ประมาณ)	8	ครั้ง
ต้นทุนการสั่งและต้นทุนการจัดเก็บในรอบปี	3,999,200	บาท
เวลาการไหลเฉลี่ย	0.06	เดือน

## 6.2.2 การบริหารจัดการสินค้าคงคลังวัตถุดิบชนิดหนึ่ง

### 6.2.2.1 ฟริกอัดเม็ด

การจัดการสินค้าคงคลังของฟริกอัดเม็ด จากการที่องค์การเกษตรจะเป็นผู้ผลิตและผู้ใช้ วัตถุดิบนี้เอง และอัตราการผลิตกับอัตราการใช้จะต่างกัน คืออัตราการผลิตจะได้มากกว่าอัตราการใช้ ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป สินค้าคงคลังก็จะค่อยๆเพิ่มขึ้นแทนการเพิ่มขึ้นครั้งเดียวเป็นช่วง

จากการที่อัตราการใช้ฟริกอัดเม็ดต่ำกว่าอัตราการผลิต อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลังจะเท่ากับส่วนต่างระหว่างอัตราการผลิตกับอัตราการใช้ โดยจะมีอัตราการผลิตที่ 15 ตันต่อวัน แต่อัตราการใช้ฟริกอัดเม็ดที่ 10 ตันต่อวัน ดังนั้นจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลัง 5 ตันต่อวัน

จากสถานการณ์ที่กล่าวถึง จะเป็นลักษณะของขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดภายใต้สถานการณ์ที่ทยอยรับทยอยใช้สินค้า การหาขนาดสั่งซื้อที่ประหยัดและต้นทุนรวมสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณดังนี้

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \sqrt{\frac{P}{P-U}}$$

$$TC = \left[\frac{D}{Q}\right]S + \frac{Q}{2}\left[1 - \frac{U}{P}\right]H$$

โดยที่	P	= อัตราการผลิต
	U	= อัตราการใช้
	S	= ต้นทุนการเตรียม
	H	= ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง

$$\text{ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด} = \frac{Q^*}{2} \left[1 - \frac{U}{P}\right]$$

$$\text{ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย} = \frac{Q^*}{2} \left[1 - \frac{U}{P}\right]$$

$$\text{ระยะเวลาที่ทยอยซื้อทยอยใช้ (T<sub>p</sub>)} = \frac{Q^*}{P}$$

$$\text{ระยะเวลาที่ใช้สินค้าเพียงอย่างเดียว (T_d)} = \frac{Q^*}{U} \left[ 1 - \frac{U}{P} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{รอบเวลาของสินค้าคงคลัง (T)} &= T_p + T_d \\ &= \frac{Q^*}{P} + \frac{Q^*}{U} \left[ 1 - \frac{U}{P} \right] = \frac{Q^*}{U} \end{aligned}$$

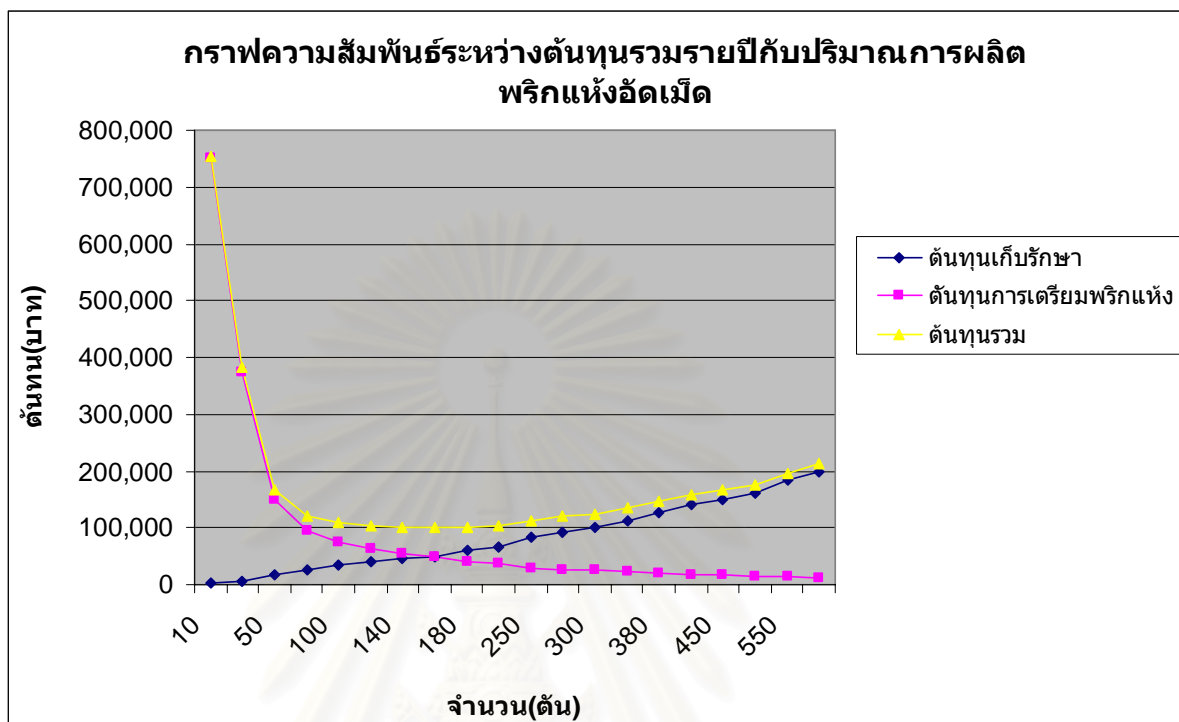
จากสูตรการคำนวณสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากกราฟของต้นทุนการเก็บรักษา โดยสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากการทดลองสุ่มค่า  $Q$  เพื่อหาปริมาณ ( $Q$ ) ที่ทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากันเพื่อให้ได้ค่า  $Q^*$  ดังตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 ปริมาณการผลิต( $Q$ ) กับต้นทุนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด และต้นทุนการเก็บรักษา

$Q^*$	ต้นทุนเก็บรักษา	ต้นทุนการเตรียมพริกแห้ง	ต้นทุนรวม
10	3,333	750,000	753,333
20	6,667	375,000	381,667
50	16,667	150,000	166,667
80	26,667	93,750	120,417
100	33,333	75,000	108,333
120	40,000	62,500	102,500
140	46,667	53,571	100,238
150	50,000	50,000	100,000
180	60,000	41,667	101,667
200	66,667	37,500	104,167
250	83,333	30,000	113,333
280	93,333	26,786	120,119
300	100,000	25,000	125,000
340	113,333	22,059	135,392
380	126,667	19,737	146,403
420	140,000	17,857	157,857
450	150,000	16,667	166,667
480	160,000	15,625	175,625
550	183,333	13,636	196,970
600	200,000	12,500	212,500



จากข้อมูลของปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการเตรียม ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม สามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 6.5

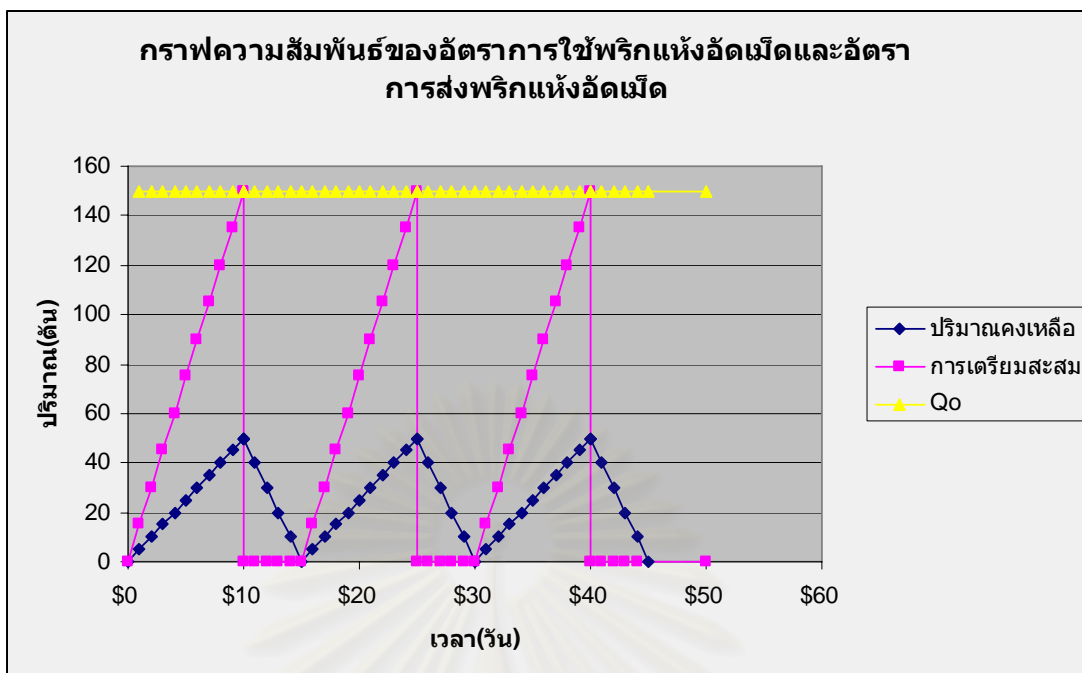


รูปที่ 6.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณการส่งพริกแห้งอัดเม็ด

จากจุดประสงค์การบริหารวัตถุดิบคงคลังในห่วงโซ่อุปทานคือ ความต้องการให้ต้นทุนรวมที่ต่ำสุด ดังนั้นขนาดการผลิตที่ประหยัด จะสามารถประหยัดได้มากที่สุด จะต้องแทน Q ด้วย  $Q^*$  ที่คำนวณได้

จากความต้องการพริกแห้งอัดเม็ดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในขั้นตอนการสกัดสารแคปไซซิน 10 ตันต่อวัน พบว่ากราฟความสัมพันธ์ตัดกันที่ปริมาณการสั่งซื้อพริกสดประมาณ 150 ตัน ซึ่งเป็นจุดที่ต้นทุนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากัน ที่สภาพการณ์นี้จะทำให้ต้นทุนรวมในการเก็บรักษาต่ำที่สุด จะสามารถหาปริมาณ ( $Q^*$ ) ที่ได้คือ 150 ตันต่อครั้ง

สามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ของวงจรการใช้พริกแห้งอัดเม็ด การสะสมพริกแห้งอัดเม็ด และปริมาณการส่งพริกแห้งอัดเม็ดด้วยปริมาณที่ประหยัดได้ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการใช้พริกแห้งอัดเม็ดและอัตราการส่งพริกแห้งอัดเม็ด

จากสถานการณ์ที่กล่าวถึง ที่เป็นลักษณะของขนาดการเตรียมที่ประหยัดภายใต้สถานการณ์ที่ทยอยรับทยอยใช้สินค้า การหาขนาดการเตรียมที่ประหยัดและต้นทุนรวมสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณ EOQ with incremental replenishment ความต้องการพริกแห้งอัดเม็ด 1,200 ตันต่อปี มีต้นทุนในการเตรียม 6,250 บาทต่อครั้ง ต้นทุนการเก็บรักษา 2,000 บาทต่อตันมีอัตราการเตรียม 15 ตันต่อวัน แต่มีอัตราการใช้ 10 ตันต่อวัน จะมีการเก็บสะสมมากขึ้นวันละ 5 ตัน เมื่อคำนวณหาปริมาณการผลิตที่ประหยัด  $Q_o$  ได้ 150 ตันต่อครั้ง ระยะเวลาสำหรับการผลิตคือ 15 วัน ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด 50 ตันและมีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย 25 ตันสามารถหาต้นทุนรวมการจัดเก็บต่อปีจากปริมาณการเตรียมที่ประหยัดได้ 100,000 บาทซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 6.11

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.11 ข้อมูลสรุปการจัดการสินค้าคงคลังของพริกแห้งอัดเม็ด

ปริมาณพริก D	1,200	ตันต่อปี
ต้นทุนการเตรียม S	6,250	บาทต่อครั้ง
ต้นทุนการเก็บรักษา H	2,000	บาทต่อตัน
อัตราการเตรียม(อัตราการส่ง) P	15	ตันต่อวัน
อัตราการใช้ u	10	ตันต่อวัน
ขนาดการผลิตที่ประหยัด(ประมาณ)	150	ตัน
ระยะเวลาการระหว่างการผลิต	15	วัน
ระยะเวลาสำหรับการผลิตในขนาดที่ประหยัด	10	วัน
ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด (Imax)	50	ตัน
ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย	25	ตัน
ต้นทุนรวมสำหรับการจัดเก็บต่อปี	100,000	บาท

### 6.2.2.2 ดาวเรืองอัดเม็ด

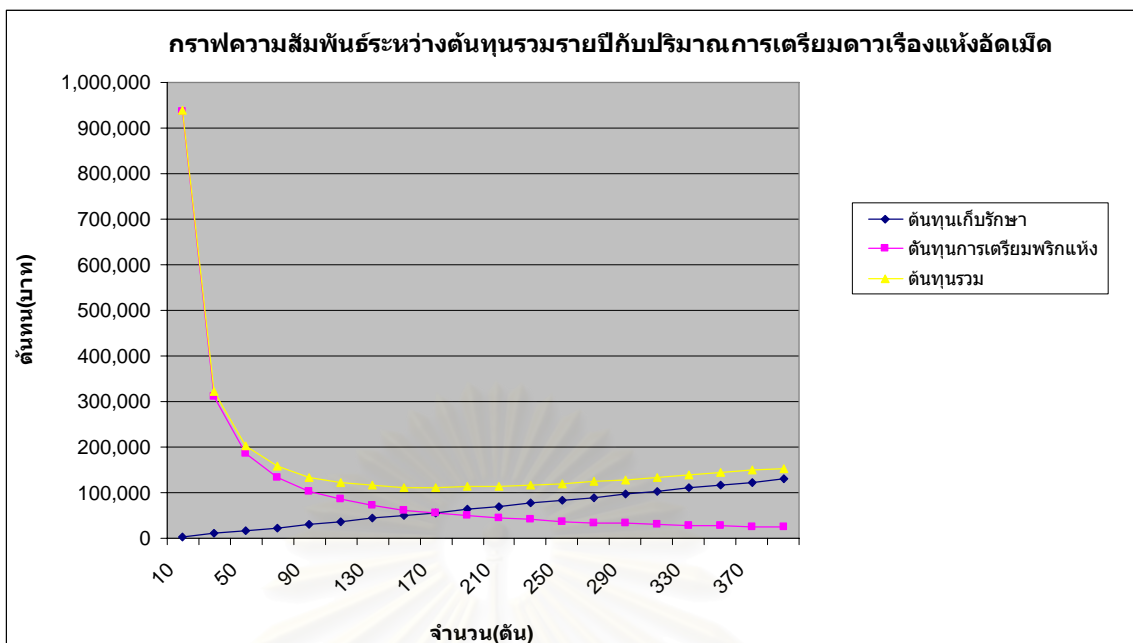
การจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองแห้งอัดเม็ด จากการที่องค์การเกษตรกรจะเป็นผู้ผลิตและผู้ใช้วัตถุดิบนี้เอง และอัตราการผลิตกับอัตราการใช้จะต่างกัน คืออัตราการผลิตจะได้มากกว่าอัตราการใช้ ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป สินค้าคงคลังก็จะค่อยๆเพิ่มขึ้นแทนการเพิ่มขึ้นครั้งเดียวเป็นช่วงซึ่งจะเป็นลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการสินค้าคงคลังของพริกแห้งอัดเม็ด จากการที่อัตราการใช้ดาวเรืองแห้งอัดเม็ดต่ำกว่าอัตราการผลิต อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลังจะเท่ากับส่วนต่างระหว่างอัตราการผลิตกับอัตราการใช้ โดยจะมีอัตราการผลิตที่ 15 ตันต่อวันแต่อัตราการใช้ดาวเรืองแห้งอัดเม็ดที่ 10 ตันต่อวันดังนั้นจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลัง 5 ตันต่อวัน

จากสถานการณ์ที่กล่าวถึง จะเป็นลักษณะของขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดภายใต้สถานการณ์ที่ท ขอยรับทยอยใช้สินค้า การหาขนาดสั่งซื้อที่ประหยัดและต้นทุนรวมสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณเช่นเดียวกับพริกแห้งอัดเม็ด จากสูตรการคำนวณสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากกราฟของต้นทุนการเก็บรักษา โดยสามารถหาค่า  $Q^*$  ได้จากการทดลองสุ่มค่า  $Q$  เพื่อหาปริมาณ ( $Q$ ) ที่ทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากันเพื่อให้ได้ค่า  $Q^*$  ดังตารางที่ 6.12

ตารางที่ 6.12 แสดงปริมาณการผลิต(Q) กับต้นทุนการเตรียมดาวเรืองแห่งอ๊ดเม็ต ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนรวม

Q*	ต้นทุนเก็บรักษา	ต้นทุนการเตรียมพริกแห้ง	ต้นทุนรวม
10	3,333	936,000	939,333
30	10,000	312,000	322,000
50	16,667	187,200	203,867
70	23,333	133,714	157,048
90	30,000	104,000	134,000
110	36,667	85,091	121,758
130	43,333	72,000	115,333
150	50,000	62,400	112,400
170	56,667	55,059	111,725
190	63,333	49,263	112,596
210	70,000	44,571	114,571
230	76,667	40,696	117,362
250	83,333	37,440	120,773
270	90,000	34,667	124,667
310	103,333	30,194	133,527
330	110,000	28,364	138,364
350	116,667	26,743	143,410

จากข้อมูลของปริมาณการสั่งซื้อ(Q) กับต้นทุนการเตรียม ต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังของดาวเรืองแห่งอ๊ดเม็ต โดยรวม สามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 6.7

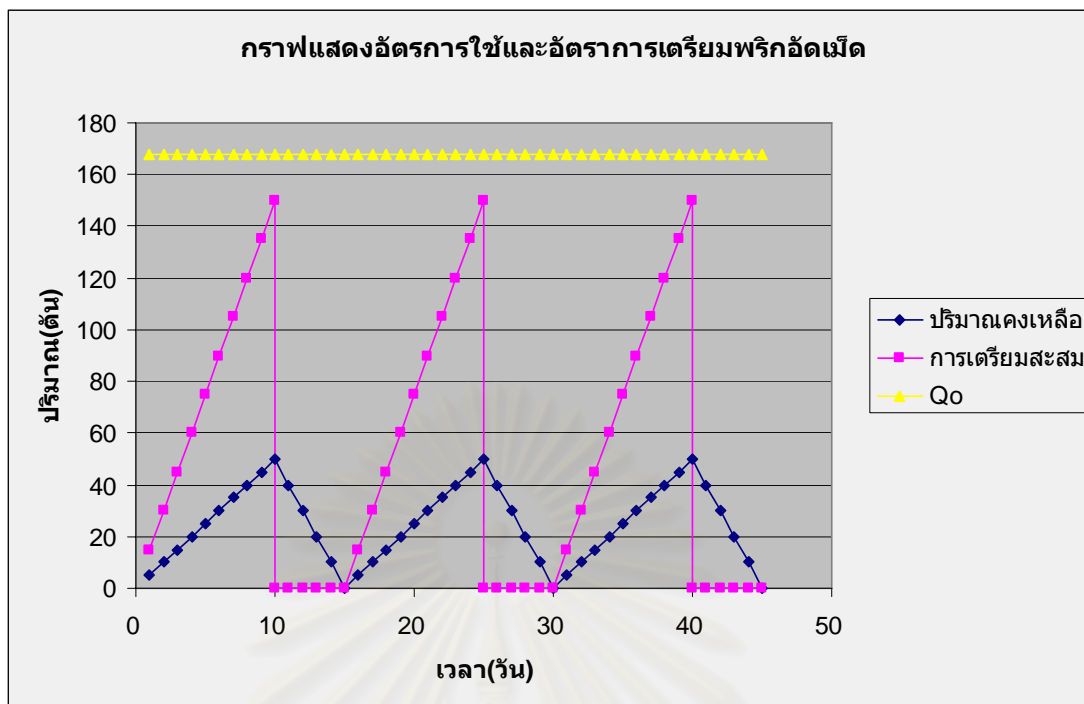


รูปที่ 6.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนกับปริมาณการส่งดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

จากความต้องการดาวเรืองแห้งอัดเม็ดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในขั้นตอนการสกัดสารแซนโทฟิล 10 ตันต่อวัน พบว่ากราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวที่ปริมาณการสั่งซื้อดาวเรืองแห้งสดประมาณ 167.57 ตัน หรือประมาณ 170 ตัน ซึ่งเป็นจุดที่ต้นทุนการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ดและต้นทุนการเก็บรักษาเท่ากัน ที่สภาพการณ์นี้จะทำให้ต้นทุนรวมในการเก็บรักษาต่ำที่สุด จะสามารถหาปริมาณ ( $Q^*$ ) ที่ได้คือ 170 ตันต่อครั้ง

สามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ของวงจรการใช้ดาวเรืองแห้งอัดเม็ด การสะสมดาวเรืองแห้งอัดเม็ด และปริมาณการส่งดาวเรืองแห้งอัดเม็ดด้วยปริมาณที่ประหยัดได้ดังรูปที่ 6.8

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.8 กราฟแสดงอัตราการใช้และอัตราการเตรียมพริกอัดเม็ด

จากข้อมูลสามารถสรุปการบริหารจัดการสินค้าคงคลังสำหรับดาวเรืองแห้งอัดเม็ดได้ ความต้องการดาวเรืองแห้งอัดเม็ดที่ 1,200 ตันต่อปี ซึ่งมีต้นทุนในการเตรียมที่ 7,800 บาทต่อครั้ง โดยจะมีการเตรียมครั้งละ 15 ตัน ต้นทุนการเก็บรักษาเช่นเดียวกับดาวเรืองแห้งคือประมาณ 2,000 บาทต่อตัน จะมีอัตราการเตรียมที่ 15 ตันต่อวัน และมีอัตราการใช้ดาวเรืองแห้งอัดเม็ดที่ 10 ตันต่อวัน จากการคำนวณด้วยสภาพการณ์ที่ว่า องค์กรเกษตรฯเป็นผู้ใช้และผู้เตรียมเอง ดังนั้นจะมีปริมาณการเตรียมที่อาจจะมากกว่าปริมาณการใช้ และก็จะทำให้มีปริมาณการเก็บสะสมที่มากขึ้นไปเรื่อยๆ แทนที่จะเพิ่มขึ้นเพียงครั้งเดียว โดยพบว่าดาวเรืองแห้งอัดเม็ดมีขนาดการส่งที่เหมาะสมที่ 170 ตันระยะเวลาสำหรับการผลิตคือ 17 วัน ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุดคือ 57 ตันโดยจะมีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยที่ 28 ตัน

และมีต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังต่อปีที่ 120,733 บาท/ปี ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 6.13

ตารางที่ 6.13 ข้อมูลสรุปการจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองแห่งอีดเม็ด

ปริมาณพริก D	1,200	ตันต่อปี
ต้นทุนการเตรียม S	7,800	บาทต่อครั้ง
ต้นทุนการเก็บรักษา H	2,000	บาทต่อตัน
อัตราการเตรียม(อัตราการส่ง) P	15	ตันต่อวัน
อัตราการใช้ u	10	ตันต่อวัน
ขนาดการผลิตที่ประหยัด(ประมาณ)	170	ตัน
ระยะเวลาการระหว่างการผลิต	17	วัน
ระยะเวลาสำหรับการผลิตในขนาดที่ประหยัด	11	วัน
ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด (Imax)	57	ตัน
ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย	28	ตัน
ต้นทุนรวมสำหรับการจัดเก็บต่อปี	120,773	บาท

การจัดการสินค้าคงคลังมีขั้นตอนการทำงานคือ รับวัตถุดิบเป็นพริกสดและดาวเรืองสดจากเกษตรกรในลักษณะสัญญา Contact Farm (จากบทสรุปเรื่องการจัดการวัตถุดิบในบทที่ 5) นำเก็บไว้ในคลังเก็บวัตถุดิบสด ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ซึ่งจะเตรียมวัตถุดิบให้อยู่ในรูปพริกแห้งอีดเม็ดและดาวเรืองแห้งอีดเม็ดเพื่อให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนเข้าเครื่องสกัด วัตถุดิบอีดเม็ดจะถูกนำไปเก็บไว้ในคลังเก็บสินค้าแห้ง ดังนั้นในการจัดการสินค้าคงคลังจะมีการเก็บวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ คลังเก็บวัตถุดิบชนิดสด และคลังเก็บวัตถุดิบชนิดแห้ง

การจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดสดของสินค้าคงคลังหมุนเวียนเกิดขึ้นเนื่องจากการซื้อปริมาณมากในโซ่อุปทานเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการประหยัดโดยการเพิ่มขนาดซึ่งมีต้นทุนคงที่ที่เกิดจากการสั่งซื้อและการขนส่ง ในการจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดสดจะอยู่ในสภาวะการณ์ของมีสินค้าเพียงชนิดเดียวในการสั่งแต่ละครั้งคือจะมีพริกชนิดเดียวในครึ่งปีแรกและดาวเรืองชนิดเดียวในครึ่งปีหลัง ทราบปริมาณอุปสงค์ต่อปีโดยอุปสงค์มีการกระจายตลอดปี (จากการพยากรณ์ในบทที่ 4) ระยะเวลารอคอยไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการจัดซื้อลักษณะเหมาซื้อตลอดปีจากบทสรุปการจัดการซื้อในบทที่ 3 จะไม่มีการลดราคาตามขนาดการสั่งซื้อ ในสภาวะการณ์เหล่านี้จึงเลือกใช้แบบจำลอง Basic Economic Quantity (EOQ) ตามแบบจำลอง EOQ เมื่อสร้างกราฟต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษากับจำนวนที่สั่งซื้อ ที่จุดตัดของต้นทุนทั้ง 2 จะเป็นของปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดซึ่งทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด จะได้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดของพริกสด 600 ตัน จะได้ต้นทุนรวมในการเก็บรักษา 1,200,000 บาท มีการสั่งพริกสด 7 ครั้งต่อปี และ

การสั่งซื้อที่ประหยัดของดาวเรืองสด 2,000 ต้น มีต้นทุนรวมในการเก็บรักษา 3,999,200 บาท และมีการสั่ง 8 ครั้งต่อปี

จากการที่องค์การเกษตรจะเป็นผู้ผลิตและผู้ใช้วัตถุดิบนี้เอง และอัตราการผลิตกับอัตราการใช้จะต่างกัน คืออัตราการผลิตจะได้มากกว่าอัตราการใช้ ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป สินค้าคงคลังก็จะค่อยๆเพิ่มขึ้นแทนการเพิ่มขึ้นครั้งเดียวเป็นช่วง การจัดการสินค้าคงคลังของฟริกแห่งอัดเม็ดและดาวเรืองแห่งอัดเม็ดจะเป็นลักษณะของการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อเมื่อปริมาณการส่งมอบเพิ่มขึ้น (EOQ with Incremental Replenishment) ฟริกแห่งอัดเม็ดและดาวเรืองแห่งอัดเม็ดมีอัตราการใช้เท่ากัน 10 ต้นต่อวัน จากอัตราการใช้ฟริกแห่งอัดเม็ดและดาวเรืองแห่งอัดเม็ดต่ำกว่าอัตราการผลิต อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลังจะเท่ากับส่วนต่างระหว่างอัตราการผลิตกับอัตราการใช้ โดยจะมีอัตราการผลิตที่ 15 ต้นต่อวันแต่อัตราการใช้ดาวเรืองแห่งอัดเม็ดที่ 10 ต้นต่อวันดังนั้นจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลัง 5 ต้นต่อวัน

การจัดการสินค้าคงคลังของฟริกแห่งอัดเม็ด ลักษณะของขนาดการเตรียมที่ประหยัดภายใต้สถานการณ์ที่ทยอยรับทยอยใช้สินค้า การหาขนาดเตรียมที่ประหยัดและต้นทุนรวมสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณ EOQ with incremental replenishment การจัดการสินค้าคงคลังของฟริกแห่งอัดเม็ดได้ความต้องการฟริกแห่งอัดเม็ด 1,200 ต้นต่อปี มีต้นทุนในการเตรียม 6,250 บาทต่อครั้ง ต้นทุนการเก็บรักษา 2,000 บาทต่อต้นมีอัตราการเตรียม 15 ต้นต่อวัน แต่มีอัตราการใช้ 10 ต้นต่อวัน จะมีการเก็บสะสมมากขึ้นวันละ 5 ต้น เมื่อคำนวณหาปริมาณการผลิตที่ประหยัด  $Q_0$  ได้ 150 ต้นต่อครั้ง ระยะเวลารอสำหรับการผลิตคือ 15 วัน ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด 50 ต้นและมีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย 25 ต้นสามารถหาต้นทุนรวมการจัดเก็บต่อปีจากปริมาณการเตรียมที่ประหยัดได้ 100,000 บาท

การจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองแห่งอัดเม็ดมีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการฟริกแห่งอัดเม็ด ความต้องการดาวเรืองแห่งอัดเม็ด 1,200 ต้นต่อปี มีต้นทุนในการเตรียม 7,800 บาทต่อครั้ง ต้นทุนการเก็บรักษา 2,000 บาทต่อต้นมีอัตราการเตรียม 15 ต้นต่อวัน แต่มีอัตราการใช้ 10 ต้นต่อวัน จะมีการเก็บสะสมมากขึ้นวันละ 5 ต้น เมื่อคำนวณหาปริมาณการผลิตที่ประหยัด  $Q_0$  ได้ 170 ต้นต่อครั้ง ระยะเวลารอสำหรับการผลิตคือ 17 วัน ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด 57 ต้นและมีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย 28 ต้นสามารถหาต้นทุนรวมการจัดเก็บต่อปีจากปริมาณการเตรียมที่ประหยัดได้ 120,733 บาท



## บทที่ 7

### แบบจำลองแผนการผลิต

การวางแผนการผลิตรวมเป็นกระบวนการที่องค์กรใช้ในการหาระดับกำลังการผลิต ผู้รับเหมาช่วง วัสดุคงคลัง และการขาดสต็อก บนช่วงที่กำหนด เป้าหมายของการวางแผนการผลิตรวมของการจัดการห่วงโซ่อุปทานในกรณีศึกษานี้คือการสามารถตอบสนองต่ออุปสงค์โดยให้มีกำไรสูงสุด การวางแผนการผลิตรวมจะเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้การตัดสินใจรวมมากกว่าที่จะเป็นการตัดสินใจในระดับหน่วยวัสดุคงคลัง

ในแบบจำลองการวางแผนการผลิตจะหาระดับการผลิตโดยรวมของแต่ละเดือนในโรงงานใช้ในการตัดสินใจ เพื่อให้ทราบว่าธุรกิจจะดำเนินการอย่างไร ควรใช้ประโยชน์อย่างไรให้ดีที่สุดจากปัจจัยการผลิตที่มีอยู่แล้ว ในแบบจำลองนี้จะมีวัตถุประสงค์หลักของการวางแผนการผลิตรวมหรือกำหนดตัวแปรการทำงานทั้งหลายดังต่อไปนี้บนช่วงเวลาที่กำหนดไว้

- อัตราการผลิต จำนวนวัสดุที่เตรียมได้ต่อช่วงเวลา
- กำลังคน จำนวนคนงานต่อหน่วยของกำลังการผลิตที่จำเป็นสำหรับการผลิต
- การทำงานล่วงเวลา จำนวนการทำงานล่วงเวลา
- การจ้างเหมาช่วง
- วัสดุคงคลังที่เก็บไว้ วัสดุคงคลังตามแผนงานที่ถูกจัดเก็บไว้ตลอดช่วงแผน
- ระดับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน

ในการวางแผนการผลิตรวมของแบบจำลองนี้ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเสมือนเป็นพิมพ์เขียวที่ใช้ในโรงงาน สำหรับการดำเนินงานและเป็นตัวแปรในการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตระยะสั้น การวางแผนการผลิตรวมนำไปใช้กับห่วงโซ่อุปทานให้มีการปรับการจัดสรรกำลังการผลิตและเปลี่ยนแปลงข้อตกลงสัญญาในการซื้อขายที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 การจัดซื้อจัดหา ห่วงโซ่อุปทานจะเป็นการร่วมมือกันในกระบวนการวางแผน โดยจะมีความร่วมมือกันของผู้จัดส่ง ผู้ขนส่ง และคลังสินค้าตามแผนของแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นนี้ จะมีการนำข้อมูลเรื่องต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (จากบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) มาใช้ มีการนำข้อมูลเรื่องอุปสงค์ที่ได้จากการพยากรณ์ไว้แล้ว (จากบทที่ 4 การพยากรณ์) มาใช้เป็นแนวโน้มความต้องการอุปสงค์เบื้องต้น เพื่อนำไปปรับแผนงานของทุกส่วนให้เกิดผลดีที่สุด ในทุกส่วนของห่วงโซ่อุปทานจะมีการทำงานร่วมกับแผนการผลิตรวมเพื่อให้ห่วงโซ่อุปทานมีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด หากแต่ละส่วนจัดทำแผนโดยไม่ได้มีความสอดคล้องกันจะทำให้เกิดการขาดแคลนหรือการสิ้นของสิ่งต่างๆในห่วงโซ่อุปทานขึ้นได้

วัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการวางแผนการผลิตรวมในห่วงโซ่อุปทานของการผลิตสารสกัดสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดนี้ เพื่อให้การวางแผนงานตอบสนองต่ออุปสงค์โดยที่เกิดกำไรสูงสุดสำหรับธุรกิจหรือหมายถึงการเกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยแบบจำลองจะประกอบด้วยการพยากรณ์อุปสงค์สำหรับแต่ละช่วงเวลาที่อยู่ในแบบจำลอง หาระดับการผลิตระดับสินค้าคงคลัง และระดับกำลังการผลิตสำหรับในช่วงเวลา 6 เดือน โดยให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุดตลอดช่วงแผนนั้น

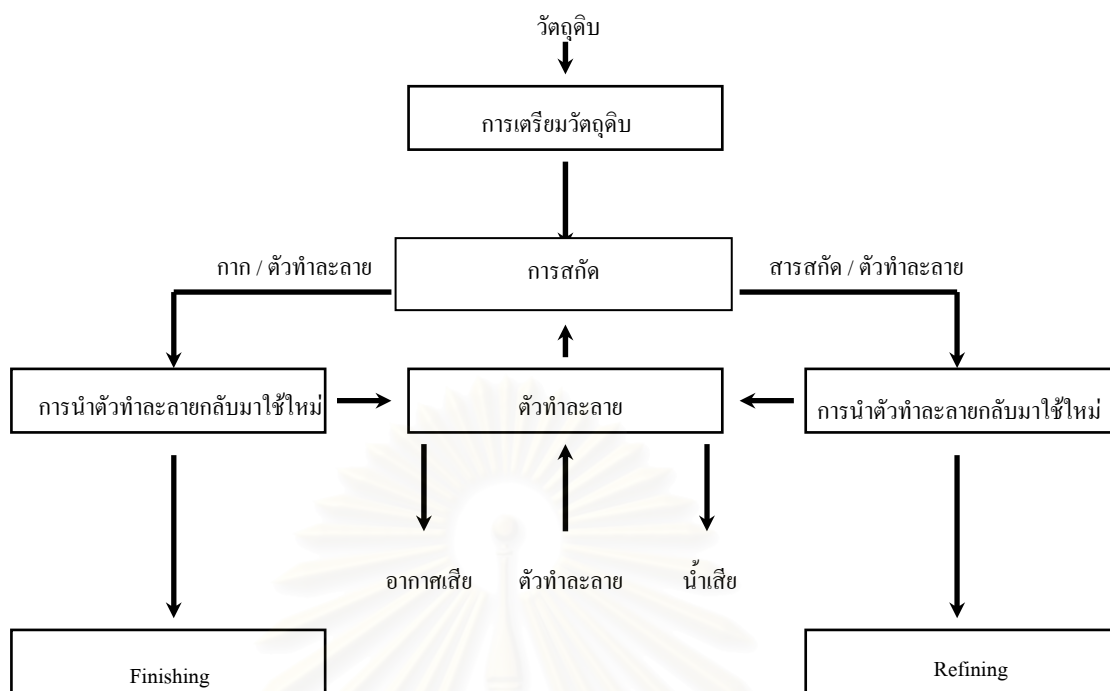
ในการวางแผนการผลิตรวมของกรณีศึกษานี้จะกำหนดช่วงแผนสำหรับที่จะจัดทำไว้ 6 เดือน โดยจะกำหนดเวลาในแต่ละช่วงที่แน่นอนเป็นรายเดือน สำหรับแบบจำลองที่ใช้จะเป็นแบบจำลองที่ยืดหยุ่นที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีข้อมูลหรือตัวเลขที่เปลี่ยนไป โดยในการวางแผนการผลิตของแบบจำลองนี้ จะเป็นในส่วนของวางแผนของขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด ในการสร้างแบบจำลองของการวางแผนการผลิตสารสกัดสมุนไพรจะประกอบไปด้วย

- การศึกษาขั้นตอนการผลิตสารสกัดสมุนไพร
- ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลอง
- สมการเป้าหมายของแบบจำลอง
- ข้อจำกัดของแบบจำลอง
- ผลแบบจำลอง
- สรุปผลและวิเคราะห์แบบจำลองการผลิตรวม

## 7.1 การศึกษาขั้นตอนการผลิตสารสกัดสมุนไพร

### ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการผลิตสารสกัด

กระบวนการผลิตสารสกัดจากพืชสมุนไพร โดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ซึ่งได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม และการแยกนำตัวทำละลายจากสารสกัดและจากกากวัตถุดิบ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนสารสกัดที่นำตัวทำละลายออกแล้วเรียกว่า crude extract หรือ oleoresin จะเข้าสู่กระบวนการแยกเพื่อทำให้บริสุทธิ์ (Refining) ส่วนกากของพืชสมุนไพรที่ถูกสกัดแล้วอาจนำไปจำหน่ายเพื่อทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ โดยในกระบวนการสกัดนั้น ยังจำเป็นต้องมีระบบควบคุมมลภาวะทางอากาศและน้ำทิ้งจากโรงงานอีกด้วย ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้สรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 ขั้นตอนทั่วไปของกระบวนการผลิตสารสกัด

ที่มา : Kumar T.K., Sunil (Argamally,IN,US), P.Abdnlkahdir,Sherena (Argamally,IN,US), Sebastian, Sajoy (Argamally,IN,US), Publication date 06/01/2004, Application number 283027

คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ โดยสังเขปประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

### 1 การเตรียมวัตถุดิบ

เป็นการเตรียมวัตถุดิบให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมก่อนเข้าเครื่องสกัด ได้แก่ การกำจัดสิ่งปนเปื้อน การตัดวัตถุดิบออกเป็นชิ้นให้มีขนาดที่เหมาะสม และการบด ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของการสกัด นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการทำวัตถุดิบให้แห้งเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา และการอัดวัตถุดิบที่บดแล้วให้เป็นเม็ด (pellet) เพื่อให้ง่ายต่อการสกัด

### 2 การสกัด

เป็นการสกัดสารที่ต้องการในวัตถุดิบโดยใช้ตัวทำละลายและสถานะของการสกัดที่เหมาะสม เพื่อให้สารที่ดองสกัดละลายเข้าสู่ตัวทำละลาย ซึ่งการสกัดในอุตสาหกรรมนั้นโดยทั่วไปจะใช้เครื่องสกัดแบบต่อเนื่อง ส่วนชนิดของตัวทำละลายและสถานะการสกัดที่เหมาะสมสามารถหาได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเลือกตัวทำละลายนั้น ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของตัวทำละลาย โดยข้อกำหนดของมาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) ระบุชนิดของ

ตัวทำละลายที่อนุญาตให้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา ดังแสดงในตารางที่ 1.1 โดยมีเงื่อนไขว่า จะต้องมีการแยกตัวทำละลายออกจากผลิตภัณฑ์ให้ได้ในระดับที่กำหนดโดยมาตรฐาน

ตารางที่ 7.1 ชนิดของตัวทำละลายที่อนุญาตให้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา

Dichloromethane	Methyl acetate
Dichloroethane	Ethyl acetate
Trichloroethane	Butyl acetate
Propane	Acetone
Butane	Ethyl methyl ketone
Isobutane	Diethyl ether
Hexane	Butan-1-ol
Cyclohexane	Butan-2-ol
Methanol	2-propanol
Ethanol	Methyl propan-1-ol
CO <sub>2</sub>	Nitrous oxide

ที่มา : Kumar T.K., Sunil (Argamally,IN,US), P.Abdnlkahdir,Sherena (Argamally,IN,US),, Sebastian, Sajoy (Argamally,IN,US), Publication date 06/01/2004, Application number 283027

### 3 การนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่

เป็นการระเหยตัวทำละลายจากสารสกัด และจากกากของวัตถุดิบที่มีตัวทำละลายปนอยู่เพื่อกลับมาใช้ในการสกัดอีกครั้ง โดยตัวทำละลายที่ปนไปกับกาก (ของแข็ง) จะระเหยด้วย Toaster (Desolventizer) และตัวทำละลายที่ปนไปกับสารสกัด (ของเหลว) จะระเหยด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Vacuum Evaporator)

### 4 Finishing

เป็นกระบวนการสำหรับจัดการกับกากที่ได้เป็น by product โดยจะประกอบด้วย การลำเลียงกากด้วยลม เข้าบรรจุในหีบห่อเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

## 5 Refining

เป็นกระบวนการสำหรับทำสารสกัดที่ได้ให้บริสุทธิ์ตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งกระบวนการ Refining อาจประกอบด้วยวิธีการกลั่นแยก การผ่านเข้าคอลัมน์โครมาโทกราฟี และการตกผลึก เป็นต้น

กระบวนการข้างต้นเป็นกระบวนการทั่วไปสำหรับการสกัดสารจากพืชสมุนไพร ซึ่งการสกัดสารแต่ละชนิดนั้น จะมีขั้นตอนและสภาวะการสกัดที่แตกต่างกันไป

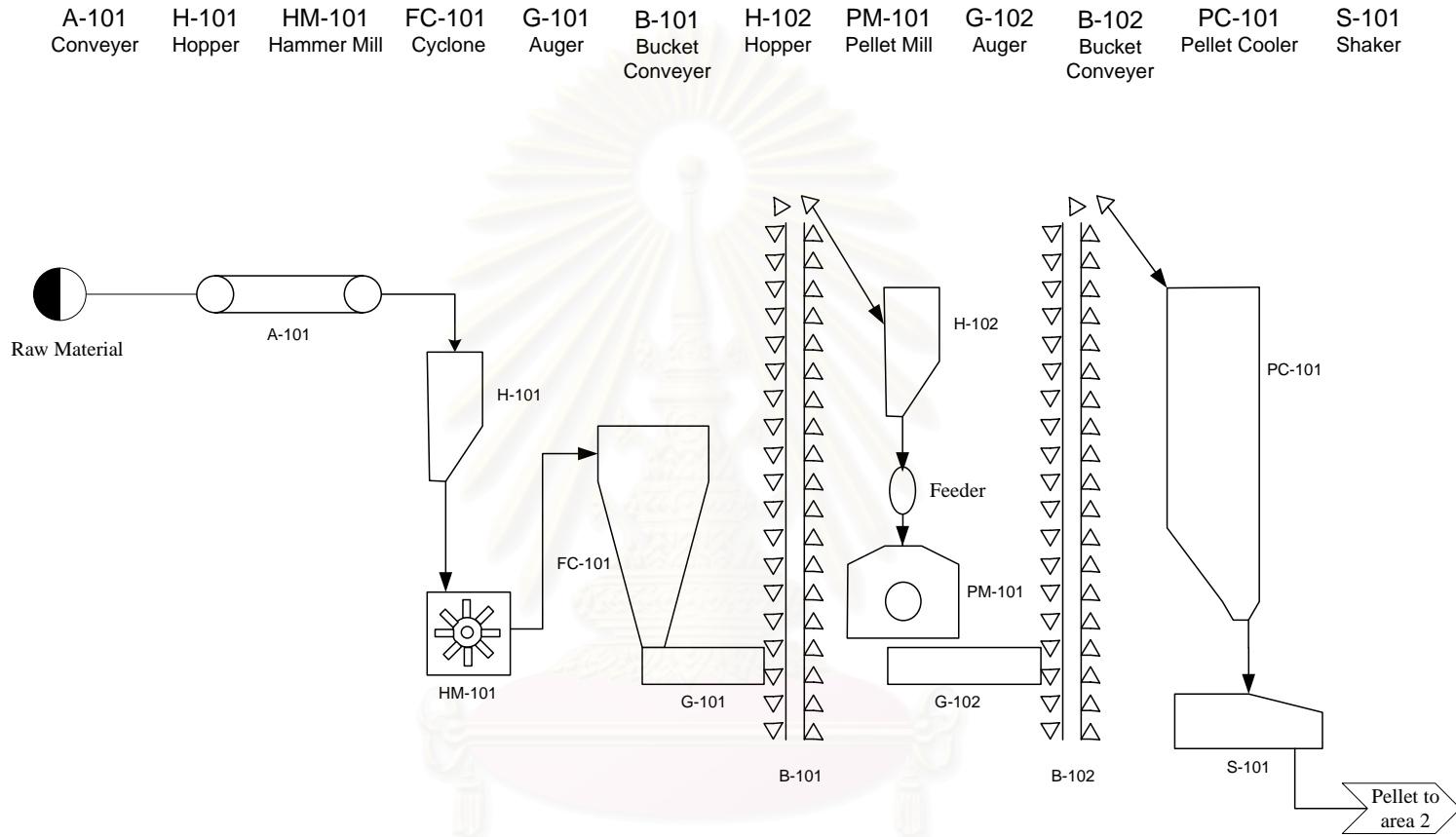
สำหรับกระบวนการผลิตสารสกัดสมุนไพรของพริก และดาวเรือง คอขวดจะเป็นในขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบที่จะป้อนเข้าสู่กระบวนการสกัด โดยที่ตั้งแต่กระบวนการสกัดในขั้นตอนที่ 2 เป็นต้นมาจนถึงขั้นตอนที่ 5 Refining จะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous) ซึ่งจะไม่สามารถเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนอัตราการผลิตได้แล้ว โดยจะมีอัตราการผลิตที่ขึ้นกับกำลังการผลิตสูงสุดที่ทำได้ของเครื่องจักร ในการศึกษาวิจัยในนี้จึงเลือกขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบของพริกและดาวเรืองมาสร้างเป็นแบบจำลอง โดยในการเตรียมพริกและดาวเรืองจะกล่าวละเอียดได้ดังนี้

### 7.1.1. กระบวนการเตรียมพริกอัดเม็ด

กระบวนการสกัดที่จะกล่าวถึงเป็นกระบวนการสกัดเพื่อให้ได้สารสกัดโดยทั่ว โดยผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตข้อกำหนดของสารสกัดจากพริก คือ Capsicum Oleoresin ที่มีปริมาณสาร Capsaicin 3% ของน้ำหนัก Oleoresin ประกอบด้วยวิธีการเตรียมวัตถุดิบพริกดังนี้

เนื่องจากการเก็บรักษาวัตถุดิบให้สารที่ต้องการสกัดยังคงอยู่จนกระทั่งถึงกระบวนการผลิตนั้นทำได้ยาก จึงต้องแปรรูปวัตถุดิบก่อนเพื่อรอทำการสกัด โดยขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะประกอบด้วยทำการอบแห้งและการบด จากนั้นจึงทำพริกแห้งที่บดแล้วให้เป็นเม็ด แผนภาพแสดงกระบวนการเตรียมวัตถุดิบพริกแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

พริกที่เป็นวัตถุดิบที่จะเข้าภายในโรงงานนั้นเป็นพริกแห้งดังนั้นจึงต้องนำไปบดและทำให้เป็นเม็ด โดย พริกจะถูกกลิ้งผ่าน conveyer (A-101) เข้าสู่ hopper (H-101) เพื่อนำไปบดละเอียดด้วย Hammer mill (HM-101) จากนั้นจะผ่าน cyclone (FC-102) และ สกรู auger (G-102) ขนส่งเข้า hopper (H-102) โดยใช้ Bucket conveyer (B-101) เพื่อเข้าเครื่อง Pellet mill (PM-101) ทำให้ได้พริกเป็นเม็ดออกมา การทำให้เป็นเม็ดจะเกิดความร้อนขึ้นจึงต้องนำไปผ่าน Pellet cooler (PC-101) เพื่อลดอุณหภูมิของเม็ดพริก และเข้าเครื่อง shaker (S-101) ก่อนรอทำการสกัดในขั้นต่อไปแสดงขั้นตอนได้ตามแผนผังกระบวนการเตรียมพริกอัดเม็ดดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 แผนผังกระบวนการเตรียมฟริกอัดเม็ด

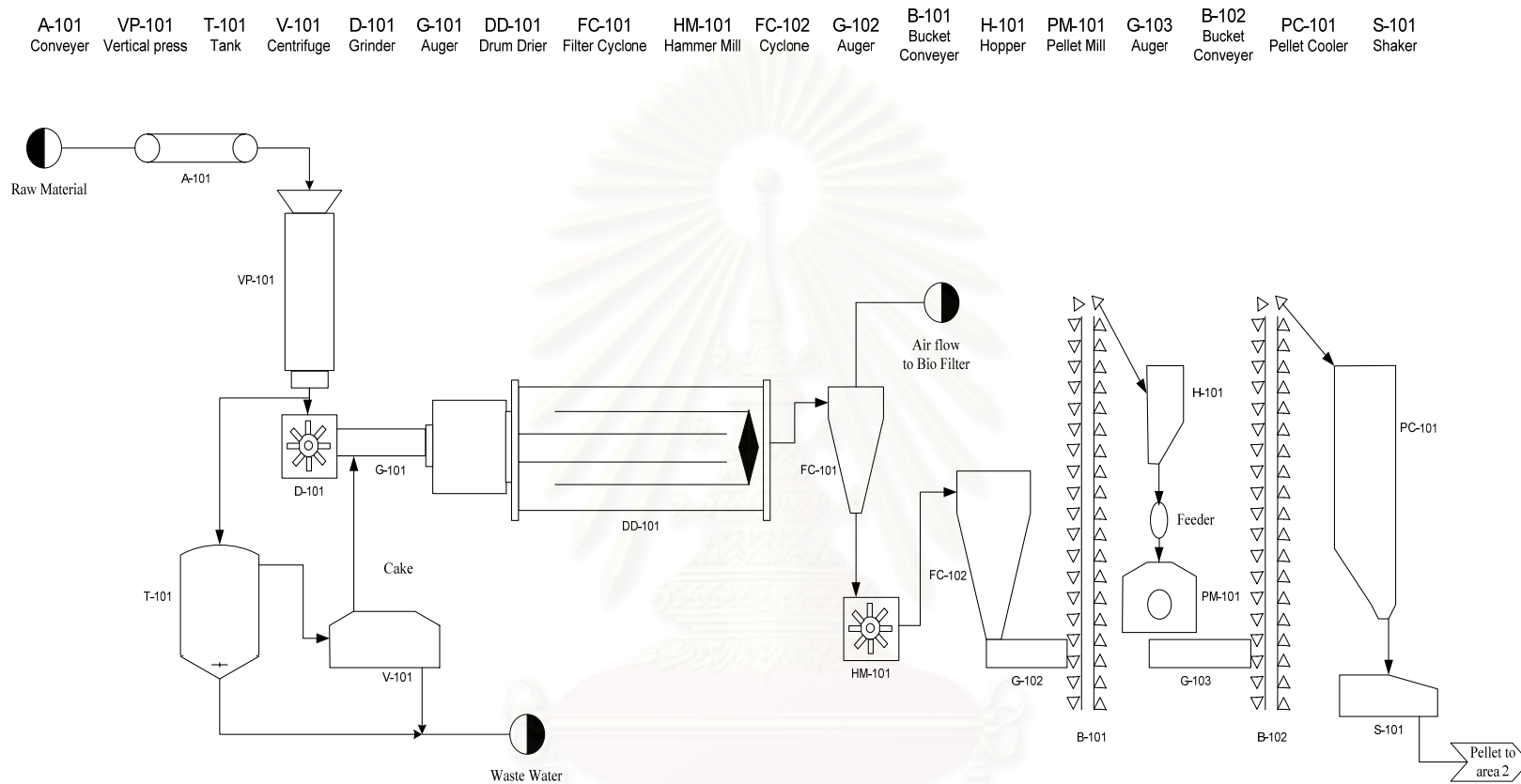
ที่มา Kumar T.K., Sunil (Argamally,IN,US), P.Abdnlkahdir,Sherena (Argamally,IN,US), Sebastian, Sajoy (Argamally,IN,US), Publication date 06/01/2004, Application number 283027

### 7.1.2. การเตรียมดาวเรืองอัดเม็ด

การเตรียมวัตถุดิบดอกดาวเรืองเพื่อการสกัด Marigold oleoresin นั้นประกอบด้วยขั้นตอนของการนำดอกดาวเรืองแยกฐานรองดอกออก จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการอบ บด และอัดเม็ดโดยตรง

ดาวเรืองจะถูกนำมารวมระหว่างลำเลียงดอกดาวเรืองไปสู่เครื่องอบแห้ง (Drum dryer) (DD-101) โดยที่ดอกดาวเรืองจะเข้าเครื่องอบแห้งเพื่อระเหยน้ำส่วนใหญ่ออกไป และจะออกจากเครื่องอบแห้งด้านที่มีอุณหภูมิต่ำโดยกระบวนการอบจะใช้เวลาเพียง 3 นาที

หลังจากที่ผ่านการอบ ดอกดาวเรืองจะมีอุณหภูมิต่ำ จึงต้องลดอุณหภูมิโดยผ่าน filter cyclone (FC-101) เพื่อลดอุณหภูมิ การผ่าน filter cyclone จะมีอากาศเสียออกมาซึ่งจะต้องนำไปบำบัดโดย bio filter ต่อไป เมื่อลดอุณหภูมิลงแล้วจะนำดอกดาวเรืองไปบดละเอียดด้วยเครื่อง hammer mill (HM-101) ดอกดาวเรืองที่ออกจากเครื่องบดควรมีความชื้นประมาณ 15% ถ้าแห้งเกินไปจะไม่สามารถอัดเป็นเม็ดได้ ซึ่งจะต้องแก้ไขโดยการเติมน้ำลงไป จากนั้นจะผ่าน cyclone (FC-102) เพื่อนำเศษดอกดาวเรืองที่เล็กเกินไปออก ดอกดาวเรืองที่เหลือจะถูกลำเลียงโดยสกรู auger (G-102) และ bucket conveyer (B-101) เพื่อไปผ่าน hopper (H-101) เข้าเครื่อง pellet mill (PM-101) เพื่อขึ้นรูปและตัดให้กลายเป็นเม็ดดอกดาวเรือง และเข้าเครื่อง pellet cooler (PC-101) เพื่อลดอุณหภูมิของเม็ดดอกดาวเรือง เมื่อออกจาก pellet cooler ดอกดาวเรืองควรมีความชื้นประมาณ 10-12% จากนั้นจะผ่าน shaker (S-101) ได้ดาวเรืองอัดเม็ด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.8 มิลลิเมตร และยาว 10-15 มิลลิเมตร ทำการเก็บเพื่อรอทำการสกัดต่อไปดังรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 ฟังก์ชันการเตรียมดาวเรืองอัดเม็ด

ที่มา Kumar T.K., Sunil (Argamally,IN,US), P.Abdnlkahdir,Sherena (Argamally,IN,US),, Sebastian, Sajoy (Argamally,IN,US), Publication date 06/01/2004, Application number 283027

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 7.2 ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลอง

ในการจัดทำแบบจำลองการวางแผนการผลิตรวม จะมีกลุ่มตัวแปรในการตัดสินใจ โดยจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองนี้เป็นข้อมูลจากการสำรวจตัวเลขจริงและบางส่วนมาจากการคำนวณในบทที่กล่าวมาแล้วเช่นในเรื่องต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง เป็นต้น

ตัวแปรตัดสินใจถูกกำหนดสำหรับแบบจำลองการวางแผนการผลิตรวมประกอบด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้

$W_t$  = จำนวนคนงานสำหรับเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$H_t$  = จำนวนคนงานที่รับเข้าที่ต้นเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$L_t$  = จำนวนคนงานที่ให้ออกที่ต้นเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$P_t$  = จำนวนวัตถุดิบที่เตรียมได้ในเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$I_t$  = จำนวนสินค้าคงคลังที่ปลายเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$S_t$  = จำนวนการขาดวัตถุดิบที่เตรียมเสร็จที่ปลายเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$C_t$  = จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการเตรียมที่ได้การจ้างเหมาสำหรับเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

$O_t$  = จำนวนชั่วโมงล่วงเวลาที่ทำในเดือน  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots, 6$

**ข้อมูลที่ต้องใช้เป็นตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองประกอบไปด้วย**

1. ค่าพยากรณ์อุปสงค์( $F_t$ ) สำหรับแต่ละช่วงเวลา  $t$  ในช่วงแผน
2. ต้นทุนการผลิต
  - 2.1. ต้นทุนแรงงานในเวลาปกติ
  - 2.2. ต้นทุนการผลิตโดยจ้างเหมาช่วง
  - 2.3. ต้นทุนในการเปลี่ยนกำลังการผลิต ได้แก่ ต้นทุนการรับคนเข้าทำงาน ต้นทุนการให้ออกจากงาน และต้นทุนในการเพิ่มหรือลดอัตราการผลิตเครื่องจักร
3. ชั่วโมงการทำงานของแรงงานต่อกิโลกรัม
4. ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง
5. ต้นทุนการขาดสต็อกหรือมีคำสั่งซื้อค้างส่ง

### 7.2.1 ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองการผลิตรวมของพริกแห้งอัดเม็ด

การผลิตสารสกัดแคปซูลจะมาจากการสกัดพริกสดที่เป็นวัตถุดิบสำหรับป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ปริมาณความต้องการใช้พริกได้จากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการอุปสงค์ของแคปซูลในตลาด และกำลังการผลิตขององค์การเกษตรกรรมที่สามารถทำได้ โดยองค์การเกษตรกรรมมีอัตราการผลิตที่ 10 ตันแห้งต่อวัน โดยเฉลี่ยแล้วจะผลิตได้ 1200 ตันต่อปีของพริกแห้ง จะต้องใช้พริกสดในการผลิตเป็นพริกแห้งประมาณ 4000 ตันต่อปี จากเงื่อนงำของพริกสดประมาณ 3 กิโลกรัมจะได้พริกแห้ง 1 กิโลกรัม [Ref1] สามารถพยากรณ์อุปสงค์บนพื้นฐานของการผลิตที่ 4000 ตันต่อปีในปี ค.ศ. 2009 ได้ดังตารางที่ 7.2

ในกระบวนการสกัดสารสกัดแคปซูลได้จากการนำพริกสดเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาด เด็ดก้าน บด อบและอัดเม็ด ในกระบวนการทำงานจะต้องใช้พนักงานในการทำความสะอาด และเด็ดก้านออก โดยพนักงาน 1 คน จะสามารถเตรียมได้ 10 กิโลกรัมในเวลา 1 ชั่วโมง พนักงานจะเริ่มงานในเวลา 8.00 น.และเลิกงาน 17.00 น. แต่หากพนักงานทำล่วงเวลาจะสามารถเริ่มต่อได้ในเวลา 18.00 น.และเลิกงานล่วงเวลาในเวลา 22.00 น. โดยจะกำหนดให้พนักงานแต่ละคนสามารถทำงานล่วงเวลาได้ไม่เกิน 4 ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากจะต้องมีการทำความสะอาดและปิดพื้นที่อีก ในสมมติฐานพนักงานแต่ละคนจะได้รับค่าจ้างในอัตรา 240 บาทต่อวัน หรือ 30 บาทต่อชั่วโมง และในช่วงล่วงเวลาจะได้รับในอัตรา 1.5 เท่าของอัตราค่าจ้างแรงงานปกติหรือ 45 บาทต่อชั่วโมง มีสมมติฐานของการรับพนักงานใหม่เข้าคือจะมีค่าใช้จ่ายในการรับเข้าทั้งในเรื่องของการจัดการเอกสาร หรือประสบการณ์ในการทำงานที่ต้องใช้เวลาในการฝึกฝนจนได้อัตราการทำงานที่ใกล้เคียงกับพนักงานเก่าประมาณ 1.5 เดือน ซึ่งคิดเป็น 7200 บาทต่อคนในการรับเข้า แต่หากมีพนักงานมากเกินไปจำเป็นต้องให้พนักงานออกโดยที่พนักงานไม่ได้มีความผิดก็จะมีการจ่ายให้ 3 เท่าของเงินเดือนปกติหรือ 14400 บาท

ต้นทุนในการซื้อพริกสดจะเป็นลักษณะการซื้อเป็นสัญญารายปีโดยจะมีการส่งพริกในปริมาณตามจำนวนการสั่งที่ประหยัดที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง มีราคา 25 บาทต่อกิโลกรัมส่งในระยะเวลา 6 เดือน เป็นพริกสดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดหรือเด็ดก้านออก หากในช่วงใดที่ไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการจะต้องมีต้นทุนเสียโอกาสโดยสมมติฐานไว้ที่ราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม และจะมีการรับซื้อเป็นลักษณะพริกที่เด็ดก้านแล้วพร้อมเข้าเครื่องอบและอัดเม็ดในราคา กิโลกรัมละ 31 บาท

ต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังในลักษณะของพริกแห้งอัดเม็ด 2 บาทต่อกิโลกรัม ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง สามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.2 ตารางแสดงข้อมูลอุปสงค์ของพริกสดที่ต้องการเตรียมระหว่างปี ค.ศ.2009-2013

year	Forcast Raw materialพริกสด,Ft (ตัน)				
month	2009	2010	2011	2012	2013
1	353.04	385.33	417.62	449.91	482.19
2	318.71	347.64	376.57	405.50	434.43
3	550.41	599.99	649.58	699.16	748.75
4	424.87	462.86	500.85	538.84	576.83
5	450.89	490.91	530.93	570.95	610.97
6	305.78	332.72	359.66	386.60	413.54
7	254.37	276.62	298.87	321.12	343.37
8	363.14	394.67	426.21	457.74	489.27
9	287.68	312.48	337.28	362.08	386.88
10	289.86	314.66	339.47	364.28	389.09
11	263.67	286.08	308.48	330.89	353.30
12	137.58	149.18	160.79	172.40	184.01
รวม	4,000.00	4,353.16	4,706.32	5,059.48	5,412.63

ตารางที่ 7.3 ตารางสรุปข้อมูลต้นทุนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด

รายการ	ต้นทุน	หน่วย
ต้นทุนวัตถุดิบ	25	บาทต่อกิโลกรัม
ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง	2	บาทต่อกิโลกรัมต่อเดือน
ต้นทุนจากผลต่างของการขาดสต็อกและการมีคำสั่งค้างส่ง	100	บาทต่อหน่วยต่อเดือน
ต้นทุนการรับคนงานเข้าและการสอนงาน	7200	บาทต่อคน
ต้นทุนการให้ออก	14400	บาทต่อคน
ชั่วโมงแรงงานที่ต้องใช้	0.1	ชั่วโมง.คนต่อกิโลกรัม
ต้นทุนการทำงานในเวลาปกติ	30	บาทต่อชั่วโมง
ต้นทุนการทำงานล่วงเวลา	45	บาทต่อชั่วโมง
ต้นทุนการจ้างเหมาช่วง	6	บาทต่อกิโลกรัม
ทำงานปกติ	160	ชั่วโมงต่อคนต่อเดือน
อัตราการทำงาน	10	กิโลกรัมต่อชั่วโมง

### 7.2.2 ตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองการผลิตรวมของดาวเรืองแห่งอัครเม็ค

การผลิตสารสกัดแซนโทฟิลจะมาจากดาวเรืองสดที่เป็นวัตถุดิบสำหรับป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ปริมาณความต้องการใช้ดาวเรืองสดได้จากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการอุปสงค์ของปริมาณการส่งออกดาวเรืองอบแห้งไปต่างประเทศที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 การพยากรณ์และกำลังการผลิตขององค์การเกษตรกรรมที่สามารถทำได้โดยองค์การเกษตรกรรมมีอัตราการผลิตที่ 10 ตันแห้งต่อวัน โดยเฉลี่ยแล้วจะผลิตได้ 1200 ตันต่อปีของดาวเรืองแห้ง จะต้องใช้ดาวเรืองสดในการผลิตเป็นดาวเรืองแห้งประมาณ 16,200 ตันต่อปี จากเงื่อนไขของดาวเรืองสดประมาณ 13.57 กิโลกรัมจะได้ดาวเรืองแห้ง 1 กิโลกรัม [Ref2] สามารถพยากรณ์อุปสงค์บนพื้นฐานของการผลิตที่ 16200 ตันต่อปีในปี ค.ศ. 2009 ได้ดังตารางที่ 7.4

ในกระบวนการสกัดสารสกัดแซนโทฟิลจะมีลักษณะการเตรียมเช่นเดียวกับการเตรียมพริกแห้งอัครเม็คในการผลิตแคปซูลคือจะนำดาวเรืองสดเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาด ตัดก้าน บดอบและอัดเม็ด ในกระบวนการทำงานจะใช้พนักงานชุดเดียวกับการเตรียมพริก แต่พนักงานจะมีการเตรียมพริกในครึ่งปีแรก และอีกครั้งปีหลังจะเตรียมดาวเรืองแห้ง ดังนั้นสมมติฐานเรื่องพนักงานจะมีค่าเท่ากันคือ พนักงานจะเริ่มงานในเวลา 8.00 น.และเลิกงาน 17.00 น. ล่วงเวลาเริ่มต่อได้ในเวลา 18.00 น.และเลิกงานล่วงเวลาในเวลา 22.00 น.พนักงานสามารถทำงานล่วงเวลาได้ไม่เกิน 4 ชั่วโมงต่อวัน ได้รับค่าจ้างในอัตรา 240 บาทต่อวัน หรือ 30 บาทต่อชั่วโมง และในช่วงล่วงเวลาได้ 45 บาทต่อชั่วโมง การรับพนักงานใหม่เข้า 7200 บาทต่อคนในการรับเข้า ให้พนักงานออกพนักงานได้รับ 14400 บาท สำหรับการเตรียมดาวเรืองแห้งอัครเม็คจะต่างจากการเตรียมพริกแห้งอัครเม็ค พนักงานจะมีอัตราการทำงาน คือพนักงาน 1 คน จะสามารถเตรียมได้ 20 กิโลกรัมในเวลา 1 ชั่วโมง

ต้นทุนในการซื้อดาวเรืองสดจะเป็นลักษณะการซื้อเป็นสัญญารายปีเช่นเดียวกับพริก โดยจะมีการส่งดาวเรืองในปริมาณตามจำนวนการสั่งที่ประหยัด(ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) มีราคา 15 บาทต่อกิโลกรัมส่งในระยะเวลา 6 เดือน เป็นดาวเรืองสดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดหรือตัดก้านออก หากในช่วงใดที่ไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการจะต้นทุนเสียโอกาสโดยสมมติฐานไว้ที่ราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม และจะมีการรับซื้อเป็นลักษณะดาวเรืองสดที่ตัดก้านแล้วพร้อมเข้าเครื่องอบและอัดเม็ดในราคา กิโลกรัมละ 19 บาท ต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังในลักษณะของดาวเรืองแห้งอัครเม็ค 2 บาทต่อกิโลกรัม(ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง)สามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.4 ตารางแสดงข้อมูลอุปสงค์ของดาวเรืองสดที่ต้องการเตรียมระหว่างปี ค.ศ.2009-2013

year	Forecast ,Ft (Tons)				
month	2009	2010	2011	2012	2013
1	1,474,919	1,557,981	1,641,043	1,724,106	1,807,168
2	1,322,388	1,396,513	1,470,637	1,544,762	1,618,886
3	2,268,363	2,394,921	2,521,480	2,648,038	2,774,596
4	1,739,390	1,835,986	1,932,583	2,029,179	2,125,776
5	1,833,938	1,935,316	2,036,694	2,138,072	2,239,450
6	1,235,934	1,303,941	1,371,949	1,439,957	1,507,964
7	1,021,687	1,077,649	1,133,612	1,189,574	1,245,536
8	1,449,331	1,528,356	1,607,381	1,686,407	1,765,432
9	1,141,463	1,203,420	1,265,377	1,327,335	1,389,292
10	1,142,911	1,204,668	1,266,424	1,328,180	1,389,937
11	1,033,534	1,089,130	1,144,726	1,200,322	1,255,918
12	536,142	564,854	593,565	622,276	650,988
รวม	16,200,000	17,092,736	17,985,472	18,878,207	19,770,943

ตารางที่ 7.5 ตารางสรุปข้อมูลต้นทุนการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

รายการ	ต้นทุน	หน่วย
ต้นทุนวัตถุดิบ	15	บาทต่อกิโลกรัม
ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง	2	บาทต่อกิโลกรัมต่อเดือน
ต้นทุนจากผลต่างของการขาดสต็อกและการมีคำสั่งค้างส่ง	100	บาทต่อหน่วยต่อเดือน
ต้นทุนการรับคนงานเข้าและการสอนงาน	7200	บาทต่อคน
ต้นทุนการให้ออก	14400	บาทต่อคน
ชั่วโมงแรงงานที่ต้องใช้	0.05	ชั่วโมง.คนต่อกิโลกรัม
ต้นทุนการทำงานในเวลาปกติ	30	บาทต่อชั่วโมง
ต้นทุนการทำงานล่วงเวลา	45	บาทต่อชั่วโมง
ต้นทุนการจ้างเหมาช่วง	4	บาทต่อกิโลกรัม
ทำงานปกติ	160	ชั่วโมงต่อคนต่อเดือน
อัตราการทำงาน	20	กิโลกรัมต่อชั่วโมง

### 7.3 สมการเป้าหมายของแบบจำลอง

การวางแผนการผลิตรวมของแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดคือแผนที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดตลอดช่วงแผน 6 เดือน โดยจะต้องมีการผลิตที่เพียงพอต่ออุปสงค์ทั้งหมดที่ได้จากการพยากรณ์ โดยจะมีสมมติฐานว่าราคาในการจำหน่ายตลอดช่วงแผนการผลิตรวมของแบบจำลองมีราคาขายคงที่ ดังนั้นการลดต้นทุนให้ต่ำที่สุดตลอดช่วงแผนเปรียบได้กับการทำให้เกิดกำไรสูงสุด

ในสมการเป้าหมายของแบบจำลองคือสมการของต้นทุนรวมในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ โดยมีเป้าหมายให้ได้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดตลอดช่วงแผน ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นเป็นต้นทุนที่เกิดจากส่วนประกอบต่างๆดังนี้

1. ต้นทุนแรงงานในเวลาปกติ
2. ต้นทุนแรงงานในการทำงานล่วงเวลา
3. ต้นทุนในการรับเข้าและให้คนออก
4. ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง
5. ต้นทุนการขาดสต็อก
6. ต้นทุนการจ้างเหมาช่วง
7. ต้นทุนวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนเข้าเครื่องสกัด ทั้งในเรื่องการกำจัดสิ่งปนเปื้อน หรือการบดเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของการสกัด นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการทำวัตถุดิบให้แห้งเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา และการอัดวัตถุดิบที่บดแล้วให้เป็นเม็ด (pellet) เพื่อให้ง่ายต่อการสกัด

วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดไม่มีปัญหาในเรื่องฤดูกาลการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยว จะมีการแบ่งแผนการผลิตของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดเป็นชนิดละ 6 เดือนก็จะมีการผลิตสารสกัดจากดาวเรืองอัดเม็ดในครึ่งปีแรกและผลิตสารสกัดจากพริกแห้งอัดเม็ดในครึ่งปีหลัง สำหรับการเตรียมวัตถุดิบของพริกและดาวเรือง แสดงสมการเป้าหมายของแผนการผลิตแสดงได้ดังนี้

#### 7.3.1 สมการเป้าหมายของพริกแห้งอัดเม็ด

จากข้อมูลจากฝ่ายส่งเสริมการเกษตรสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่าการปลูกพริกในประเทศไทยสามารถปลูกได้ตลอดปี ถ้ามีน้ำอุดมสมบูรณ์ หรือปลูกในฤดูฝนก็ได้ พริกสามารถปลูกได้ทุกภาคทุกจังหวัด ทั้งนี้เนื่องจากพริกมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกาและมีการแพร่กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของโลกดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในเรื่องของการจัดแผนการผลิตให้มีการเตรียมวัตถุดิบเฉพาะใน 6 เดือนหลัง

สมการเป้าหมายของแผนการผลิตพริกแห้งอัดเม็ด คือ ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงแผนการผลิตโดยลดต้นทุนรวมให้ต่ำที่สุดโดยประกอบด้วยต้นทุนที่จากสมมติฐานดังนี้

- ต้นทุนแรงงานในการทำงานเวลาปกติ คนงานได้รับค่าจ้างในเวลาทำงานปกติที่ 240 บาทต่อวัน หรือประมาณ 30 บาทต่อชั่วโมง โดยทำงานเดือนละ 20 วัน คนงานจะได้รับค่าจ้างเฉลี่ย 4800 บาทต่อเดือน ดังนั้นจะได้ต้นทุนแรงงานการทำงานในเวลาปกติคือ

$$\text{ต้นทุนแรงงานการทำงานในเวลาปกติ} = \sum_{t=1}^6 4800Wt$$

- ต้นทุนแรงงานการทำงานล่วงเวลา ต้นทุนแรงงานในการทำงานล่วงหน้าเท่ากับ 45 บาทต่อชั่วโมงและ  $O_t$  แทนจำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาในช่วงเวลา  $t$  ต้นทุนทำงานตลอดช่วงแผนมีค่าดังนี้

$$\text{ต้นทุนการทำงานล่วงเวลา} = \sum_{t=1}^6 45O_t$$

- ต้นทุนการรับเข้าและให้ออกของคนงาน ต้นทุนในการรับคนงานเข้าเท่ากับ 7200 บาทต่อคน และต้นทุนการให้คนออกเท่ากับ 14400 บาทต่อคน โดย  $H_t$  และ  $L_t$  แทนจำนวนคนที่รับเข้าและให้ออกในช่วงเวลา  $t$  ดังนั้นต้นทุนในการรับเข้าและให้ออกเท่ากับ

$$\text{ต้นทุนการรับเข้าและให้ออก} = \sum_{t=1}^6 7200H_t + \sum_{t=1}^6 14400L_t$$

- ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลังและการขาดสต็อก ต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังได้จากบาทที่ 6 เรื่องการจัดการสินค้าคงคลัง มีต้นทุนการจัดเก็บที่ 2 บาทต่อกิโลกรัมต่อเดือน และต้นทุนการขาดสต็อกที่ 10 บาทต่อกิโลกรัมต่อเดือน  $I_t$  และ  $S_t$  แทนจำนวนหน่วยในการเก็บสินค้าคงคลังและจำนวนหน่วยในการขาดสต็อกในเวลา  $t$  ดังนั้นต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังและการขาดสต็อกมีค่าเท่ากับ

$$\text{ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลังและการขาดสต็อก} = \sum_{t=1}^6 2I_t + \sum_{t=1}^6 10S_t$$

- ต้นทุนวัตถุดิบและการจ้างเหมาช่วง ต้นทุนพริกสดราคา 25 บาทต่อกิโลกรัม และต้นทุนการจ้างเหมาเท่ากับ 6 บาทต่อกิโลกรัม  $P_t$  แทนปริมาณที่ผลิตและ  $C_t$  แทนปริมาณที่จ้างเหมาช่วงในช่วงเวลา  $t$  ดังนั้นต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการจ้างเหมาช่วงมีดังนี้

$$\text{ต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการจ้างเหมาช่วง} = \sum_{t=1}^6 25P_t + \sum_{t=1}^6 6C_t$$

จะได้สมการเป้าหมายของแผนการผลิตพริกแห้งอัดเม็ด จะต้องได้สมการเป้าหมายมีค่าต่ำที่สุด นั่นคือต้นทุนรวมในการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดที่ต่ำที่สุด จากต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงแผนการผลิตทั้งหมดดังนี้

$$\sum_{t=1}^6 4800Wt + \sum_{t=1}^6 45Ot + \sum_{t=1}^6 7200Ht + \sum_{t=1}^6 14400Lt + \sum_{t=1}^6 2It + \sum_{t=1}^6 10St + \sum_{t=1}^6 25Pt + \sum_{t=1}^6 6Ct$$

### 7.3.2 สมการเป้าหมายของดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

ดาวเรืองพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว คงทนต่อสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ ดาวเรืองยังเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 60-70 วัน ก็สามารถตัดจำหน่ายได้ รวมทั้งดาวเรืองยังเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีทุกสภาพพื้นที่และทุกฤดูกาลของประเทศ ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในเรื่องการของวัตถุดิบในแต่ละฤดูกาล ในแผนการผลิตของแบบจำลองที่สร้างขึ้น มีการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ดในช่วงครึ่งปีแรก

สมการเป้าหมายของแผนการผลิตดาวเรืองแห้งอัดเม็ด คือ ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงแผนการผลิตโดยลดต้นทุนรวมให้ต่ำที่สุดโดยประกอบด้วยต้นทุนที่จากสมมติฐานดังนี้

- ต้นทุนแรงงานในการทำงานเวลาปกติ ต้นทุนแรงงานการทำงานล่วงเวลา ต้นทุนการรับเข้าและให้ออกของคนงาน ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลังและการขาดสต็อกจะมีค่าเท่ากรณีของพริกแห้งอัดเม็ดคือ

$$\text{ต้นทุนแรงงานการทำงานในเวลาปกติ} = \sum_{t=1}^6 4800Wt$$

$$\text{ต้นทุนการทำงานล่วงเวลา} = \sum_{t=1}^6 45Ot$$

$$\text{ต้นทุนการรับเข้าและให้ออก} = \sum_{t=1}^6 7200Ht + \sum_{t=1}^6 14400Lt$$

$$\text{ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลังและการขาดสต็อก} = \sum_{t=1}^6 2It + \sum_{t=1}^6 10St$$

- ต้นทุนวัตถุดิบและการจ้างเหมาช่วง ต้นทุนพริกสดราคา 15 บาทต่อกิโลกรัม และ ต้นทุนการจ้างเหมาเท่ากับ 4 บาทต่อกิโลกรัม Pt แทนปริมาณที่ผลิตและ Ct แทนปริมาณที่จ้างเหมาช่วงในช่วงเวลา t ดังนั้นต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการจ้างเหมาช่วงมีดังนี้

$$\text{ต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการจ้างเหมาช่วง} = \sum_{t=1}^6 15Pt + \sum_{t=1}^6 4Ct$$



จะได้สมการเป้าหมายของแผนการผลิตดาวเรืองแห่งอัครเมธิด จะต้องได้สมการเป้าหมายที่มีค่าต่ำที่สุดนั่นคือต้นทุนรวมต่ำที่สุด ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงแผนการผลิตทั้งหมดดังนี้

$$\sum_{t=1}^6 4800W_t + \sum_{t=1}^6 450t + \sum_{t=1}^6 7200H_t + \sum_{t=1}^6 14400L_t + \sum_{t=1}^6 2It + \sum_{t=1}^6 10St + \sum_{t=1}^6 15Pt + \sum_{t=1}^6 4Ct$$

#### 7.4 ข้อจำกัดของแบบจำลอง

ค่าของตัวแปรตัดสินใจจะต้องเป็นไปตามข้อจำกัด ในการวางแผนการผลิตของการจัดเตรียมวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดจะประกอบด้วยข้อจำกัดดังนี้

- ข้อจำกัดด้านกำลังคน การรับเข้า และการให้ออก จำนวนคน  $W_t$  ในช่วงเวลา  $t$  จะสัมพันธ์กับจำนวนคน  $W_{t-1}$  ในช่วงเวลา  $t-1$  จำนวนรับเข้า  $H_t$  ในช่วงเวลา  $t$  และจำนวนให้ออก  $L_t$  ในช่วงเวลา  $t$  ดังต่อไปนี้
- ข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ในแต่ละช่วงเวลาจำนวนของวัตถุดิบที่เตรียมได้ไม่สามารถเกินข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตที่เป็นไปได้ ข้อจำกัดกลุ่มนี้จำกัดการผลิตโดยรวมด้วยกำลังการผลิตภายในโดยรวม จากการทำงานในชั่วโมงแรงงานในเวลาปกติและล่วงเวลา โดยจะรวมเฉพาะการเตรียมที่ได้จากภายในโรงงานเท่านั้น แต่จะไม่รวมกับการจ้างเหมาช่วง

$$P_t \leq \text{ปริมาณจากชั่วโมงแรงงานปกติ} + \text{ปริมาณจากชั่วโมงล่วงเวลา}$$

- ข้อจำกัดด้านสมดุลสินค้าคงคลัง ข้อจำกัดที่ทำให้วัตถุดิบคงคลังสมดุลทุกๆ ปลายช่วงเวลาอุปสงค์สุทธิสำหรับช่วงเวลา  $t$  หากจากผลรวมของอุปสงค์ปัจจุบัน  $D_t$  คำสั่งซื้อคำสั่งส่งก่อนหน้า  $S_{t-1}$  วัตถุดิบคงคลังในเดือนปัจจุบันและหักด้วยวัตถุดิบที่คำสั่งส่งในเดือนปัจจุบัน จะต้องเท่ากับ จำนวนวัตถุดิบคงคลังที่เดือนที่แล้ว รวมกับจำนวนวัตถุดิบที่เตรียมได้ในเดือนปัจจุบันและจำนวนวัตถุดิบที่ต้องจ้างเหมา แสดงได้ดังนี้

$$I_{t-1} + P_t + C_t = D_t + S_{t-1} + I_t - S_t \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านการทำงานล่วงเวลา เป็นข้อจำกัดที่กำหนดว่าในแต่ละเดือนคนงานแต่ละคนจะสามารถทำงานล่วงเวลาได้ไม่เกินกี่ชั่วโมง
- ข้อจำกัดด้านกำลังคน เป็นความสามารถที่โรงงานจะรองรับจำนวนคนงานได้ อันเนื่องมาจากพื้นที่ในโรงงานที่จำกัด หรืออาจจะในค่าใช้จ่ายในการบริหารงาน

- ข้อจำกัดด้านจำนวนคนงาน คนงานในเดือนที่ 1 ของแผนการผลิตพริกแห้งอัดเม็ด จะเท่ากับจำนวนคนงานในปลายเดือนที่ 6 ของแผนการผลิตดาวเรืองแห้งอัดเม็ด และจำนวนคนงานในเดือนที่ 6 ของการผลิตพริกแห้งอัดเม็ดจะเท่ากับจำนวนคนงานในเดือนที่ 1 ของการผลิตดาวเรืองแห้งอัดเม็ด
- ข้อจำกัดด้านตัวเลข จำนวนคนงานไม่สามารถเป็นทศนิยมได้ จะต้องมีการกำหนดให้เป็นจำนวนเต็ม(Integer) เช่น จำนวนคนงานรับเข้า(Ht) จำนวนคนงานให้ออก(Lt) จำนวนคนงานในเดือน t(Wt)

$$Ht, Lt, Wt = \text{Integer}$$

- ข้อจำกัดจำนวนเต็มลบ ตัวแปรในการตัดสินใจทุกค่าไม่สามารถเป็นจำนวนที่ติดลบได้เนื่องจากเป็นลักษณะของข้อมูลที่เป็นปริมาณ ต้องกำหนดให้ค่าของตัวแปรทุกตัวมีค่ามากกว่าศูนย์

#### 7.4.1 ข้อจำกัดในการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด

ในแบบจำลองการผลิตของการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดจะมีข้อจำกัดดังนี้

- ข้อจำกัดด้านกำลังคน การรับเข้า และการให้ออก จำนวนคน  $W_t$  ในช่วงเวลา  $t$  จะสัมพันธ์กับจำนวนคน  $W_{t-1}$  ในช่วงเวลา  $t-1$  จำนวนรับเข้า  $H_t$  ในช่วงเวลา  $t$  และจำนวนให้ออก  $L_t$  ในช่วงเวลา  $t$  ดังต่อไปนี้

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t$$

- ข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ในแต่ละช่วงเวลาจำนวนของวัตถุดิบที่เตรียมได้ไม่สามารถเกินข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตที่เป็นไปได้ ข้อจำกัดกลุ่มนี้จำกัดการผลิตโดยรวมด้วยกำลังการผลิตภายในโดยรวม จากการทำงานในชั่วโมงแรงงานในเวลาปกติและล่วงเวลา โดยจะรวมเฉพาะการเตรียมที่ได้จากภายในโรงงานเท่านั้น แต่จะไม่รวมกับการจ้างเหมาช่วง ในเวลาการทำงานปกติจะสามารถเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดได้เดือนละ 1600 กิโลกรัมต่อคน และใน 0.05 ชั่วโมงจะสามารถเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดได้ 1 กิโลกรัม

$$P_t \leq 1600W_t + O_t/0.05 \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านสมดุลสินค้าคงคลัง ข้อจำกัดที่ทำให้วัตถุดิบคงคลังสมดุลทุกๆ ปลายช่วงเวลาอุปสงค์สุทธิสำหรับช่วงเวลา  $t$  หากจากผลรวมของอุปสงค์ปัจจุบัน  $D_t$  คำสั่งซื้อค้างส่งก่อนหน้า  $S_{t-1}$  วัตถุดิบคงคลังในเดือนปัจจุบันและหักด้วยวัตถุดิบที่ค้างส่ง

ในเดือนปัจจุบัน จะต้องเท่ากับ จำนวนวัตถุดิบคงคลังที่เดือนที่แล้ว รวมกับจำนวนวัตถุดิบที่เตรียมได้ในเดือนปัจจุบันและจำนวนวัตถุดิบที่ต้องจ้างเหมา แสดงได้ดังนี้

$$I_{t-1} + P_t + C_t = D_t + S_{t-1} + I_t - S_t \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านการทำงานล่วงเวลา คนงานต้องไม่ทำงานล่วงเวลาเกินวันละ 4 ชั่วโมง หรือเดือนละ 80 ชั่วโมง

$$O_t \leq 80W_t$$

- ข้อจำกัดด้านกำลังคน เป็นความสามารถที่โรงงานจะรองรับจำนวนคนงานได้ อันเนื่องมาจากพื้นที่ในโรงงานที่จำกัด โดยกำหนดไว้ให้ว่ามีจำนวนคนงานสูงสุดไว้ไม่เกิน 400 คน

$$W_t \leq 400 \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านจำนวนคนงาน คนงานในเดือนที่ 0 ของแผนการผลิตพริกแห้งอัดเม็ด จะเท่ากับจำนวนคนงานในปลายเดือนที่ 6 ของแผนการผลิตดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

$$W_0, \text{พริกแห้งอัดเม็ด} = W_6, \text{ดาวเรืองแห้งอัดเม็ด}$$

- ข้อจำกัดสินค้าคงคลัง ปริมาณสินค้าคงคลังจะต้องมีมากกว่าหรือเท่ากับ 0

$$I_t \geq 0 \text{ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านตัวเลข จะมีการกำหนดให้เป็นจำนวนเต็ม(Integer) เช่น จำนวนคนงานรับเข้า(Ht) จำนวนคนงานให้ออก(Lt) จำนวนคนงานในเดือน t(Wt)

$$H_t, L_t, W_t = \text{Integer}$$

- ข้อจำกัดจำนวนเต็มลบ กำหนดให้ค่าของตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าศูนย์
- ปริมาณการเตรียมทั้งหมด ปริมาณการเตรียมทั้งหมดในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 จะต้องมีมากกว่าอุปสงค์ที่กำหนดไว้

$$P_t + C_t + O_t \geq D_t \quad t = 1, \dots, 6$$

#### 7.4.2 ข้อจำกัดในการเตรียมดาวเรืองแห่งอ็ดเม็ค

ในแบบจำลองการผลิตของการเตรียมดาวเรืองแห่งอ็ดเม็คจะมีข้อจำกัดดังนี้

- ข้อจำกัดด้านกำลังคน การรับเข้า และการให้ออก จำนวนคน  $W_t$  ในช่วงเวลา  $t$  จะสัมพันธ์กับจำนวนคน  $W_{t-1}$  ในช่วงเวลา  $t-1$  จำนวนรับเข้า  $H_t$  ในช่วงเวลา  $t$  และจำนวนให้ออก  $L_t$  ในช่วงเวลา  $t$  ดังต่อไปนี้

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t$$

- ข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ในแต่ละช่วงเวลาจำนวนของวัตถุดิบที่เตรียมได้ไม่สามารถเกินข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตที่เป็นไปได้ ข้อจำกัดกลุ่มนี้จำกัดการผลิตโดยรวมด้วยกำลังการผลิตภายในโดยรวม จากการทำงานในชั่วโมงแรงงานในเวลาปกติและล่วงเวลา โดยจะรวมเฉพาะการเตรียมที่ได้จากภายในโรงงานเท่านั้น แต่จะไม่รวมกับการจ้างเหมาช่วง ในเวลาการทำงานปกติจะสามารถเตรียมดาวเรืองแห่งอ็ดเม็คได้เดือนละ 3200 กิโลกรัมต่อคน และใน 0.05 ชั่วโมงจะสามารถเตรียมดาวเรืองแห่งอ็ดเม็คได้ 1 กิโลกรัม

$$P_t \leq 3200W_t + O_t / 0.1 \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านสมดุลสินค้าคงคลัง ข้อจำกัดที่ทำให้วัตถุดิบคงคลังสมดุลทุกๆปลายช่วงเวลาอุปสงค์สุทธิสำหรับช่วงเวลา  $t$  หากจากผลรวมของอุปสงค์ปัจจุบัน  $D_t$  คำสั่งซื้อค้างส่งก่อนหน้า  $S_{t-1}$  วัตถุดิบคงคลังในเดือนปัจจุบันและหักด้วยวัตถุดิบที่ค้างส่งในเดือนปัจจุบัน จะต้องเท่ากับ จำนวนวัตถุดิบคงคลังที่เดือนที่แล้ว รวมกับจำนวนวัตถุดิบที่เตรียมได้ในเดือนปัจจุบันและจำนวนวัตถุดิบที่ต้องจ้างเหมา แสดงได้ดังนี้

$$I_{t-1} + P_t + C_t = D_t + S_{t-1} + I_t - S_t \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านการทำงานล่วงเวลา คนงานต้องไม่ทำงานล่วงเวลาเกินวันละ 4 ชั่วโมง หรือเดือนละ 80 ชั่วโมง

$$O_t \leq 80W_t$$

- ข้อจำกัดด้านกำลังคน เป็นความสามารถที่โรงงานจะรองรับจำนวนคนงานได้ อันเนื่องมาจากพื้นที่ในโรงงานที่จำกัด โดยกำหนดไว้ว่ามีจำนวนคนงานสูงสุดไว้ไม่เกิน 400 คน

$$W_t \leq 400 \text{ สำหรับ } t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านจำนวนคนงาน คนงานในเดือนที่ 0 ของแผนการผลิตพริกแห้งอัดเม็ด จะเท่ากับจำนวนคนงานในปลายเดือนที่ 6 ของแผนการผลิตดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

$$W_0, \text{ ดาวเรืองแห้งอัดเม็ด} = W_6, \text{ พริกแห้งอัดเม็ด}$$

- ข้อจำกัดสินค้าคงคลัง ปริมาณสินค้าคงคลังจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

$$I_t \geq 0 \quad t = 1, \dots, 6$$

- ข้อจำกัดด้านตัวเลข จะมีการกำหนดให้เป็นจำนวนเต็ม(Integer) เช่น จำนวนคนงานรับเข้า(Ht) จำนวนคนงานให้ออก(Lt) จำนวนคนงานในเดือน t(Wt)

$$H_t, L_t, W_t = \text{Integer}$$

- ข้อจำกัดจำนวนเต็มลบ กำหนดให้ค่าของตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าศูนย์
- ปริมาณการเตรียมทั้งหมด ปริมาณการเตรียมทั้งหมดในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 จะต้องมียมากกว่าอุปสงค์ที่กำหนดไว้

$$P_t + C_t + O_t \geq D_t \quad t = 1, \dots, 6$$

## 7.5 ผลการทดลองแบบจำลอง

### 7.5.1 ผลการทดลองแบบจำลองพริกแห้งอัดเม็ด

แบบจำลองถูกกำหนดให้สมการเป้าหมายมีค่าต่ำสุด โดยมีเงื่อนไขตามข้อจำกัดที่ระบุในโปรแกรม Excel ช่วยคำนวณหาค่า optimum solution จะได้ ช่วงเวลาแบ่งเป็น 6 ช่วง คือเดือนที่ 1 ถึงเดือน 6 โปรแกรม Solver ช่วยในการคำนวณ ปริมาณอุปสงค์จะมีตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 12 แต่ในคาบเวลา(Period)ที่ 1 ของแบบจำลองจะต้องเตรียมเป็นปริมาณที่เท่ากับอุปสงค์รวมของเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 ในคาบเวลาที่ 2 ของแบบจำลองจะต้องเตรียมเป็นปริมาณที่เท่ากับอุปสงค์รวมของเดือนที่ 3 และเดือนที่ 4 โดยการเตรียมรวมที่ได้จากเวลาปกติ ช่วงล่วงเวลาและจ้างเหมาจะมากกว่าอุปสงค์ในแต่ละเดือน ได้ปริมาณคนงานเริ่มต้น 400 คนจากจำนวนคนงานในสิ้นเดือนที่ 6 ของการผลิตดาวเรืองแห้ง มีพนักงานจำนวน 400 คนในทุกคาบเวลาของการผลิต คาบเวลาที่ 1, 2 และ 3 มีการทำล่วงเวลาเนื่องจากปริมาณที่เตรียมได้ไม่เพียงพอกับอุปสงค์ที่คาดการณ์ไว้ ในคาบเวลาที่ 2 พนักงานทุกคนต้องทำล่วงเวลา แต่ยังไม่เพียงพอกับอุปสงค์ที่คาดการณ์ไว้ จึงมีการจ้างเหมาวัตถุดิบสำเร็จรูปเพิ่มตามแสดงในตารางที่ 7.6

ไม่มีพนักงานออกและรับพนักงานเข้า ถึงแม้ว่าบางเดือนจะมีจำนวนพนักงานที่เกินความต้องการกับปริมาณความต้องการในกระบวนการเตรียม สังเกตได้จากคาบเวลาที่ 4, 5 และ 6 มี

จำนวนพนักงานเท่ากันที่ 400 คนแต่ปริมาณที่ผลิตกลับแตกต่างกัน หากแต่ต้องให้พนักงานบางส่วนออกในบางคาบเวลา จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการให้พนักงานออก ตามสมการเป้าหมายให้มีต้นทุนต่ำที่สุดแล้วพบว่า การให้พนักงานออกมีต้นทุนมากกว่าการให้พนักงานทั้ง 400 คนทำงานตลอดทุกคาบเวลา ถึงแม้ว่าอาจจะทำงานไม่คุ้มกับในบางคาบเวลา

เช่นเดียวกับกรณีสินค้าคงคลัง เมื่อพบว่าคาบเวลาที่ 4, 5 และ 6 พนักงานสามารถผลิตได้มากกว่าในแบบจำลอง แต่พนักงานก็ผลิตเพียงจำนวนที่จำกัดตามความต้องการในแต่ละคาบเวลา เพื่อสอดคล้องกับการประหยัดต้นทุนในเรื่องการจัดการสินค้าคงคลัง ดังแสดงในตารางที่ 7.7



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.6 ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด (Aggregate Plan Decision Variable)

ช่วงเวลา	รับคนเข้า (คน)	ให้คนออก (คน)	จำนวนคนงาน (คน)	ล่วงเวลา (กิโลกรัม)	สินค้าคงคลัง (กิโลกรัม)	ขาดสต็อก	จ้างเหมาช่วง (กิโลกรัม)	เวลาปกติ (กิโลกรัม)	
Period	Ht	Lt	Wt	Ot	It	St	Ct	Pt	Demand
0.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
1.00	0.00	0.00	400.00	3,174.95	0.00	0.00	0.00	671,749.55	671,750
2.00	0.00	0.00	400.00	32,000.00	0.00	0.00	15,276.02	960,000.00	975,276
3.00	0.00	0.00	400.00	11,667.47	0.00	0.00	0.00	756,674.66	756,675
4.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	617,518.32	617,518
5.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	577,537.18	577,537
6.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	401,244.34	401,244

ตารางที่ 7.7 ตารางแสดงต้นทุนจากตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองการวางแผนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด (Aggregate plan cost)

Period t	Hiring Cost	Layoff Cost	Regular time	Over time	Inventory	Stock out	Subcontract	Material
1.00	0.00	0.00	2,015,248.65	14,287.30	0.00	0.00	0.00	16,873,112.61
2.00	0.00	0.00	2,880,000.00	144,000.00	0.00	0.00	106,932.14	25,181,900.49
3.00	0.00	0.00	2,270,023.97	52,503.60	0.00	0.00	0.00	19,208,553.06
4.00	0.00	0.00	1,852,554.95	0.00	0.00	0.00	0.00	15,437,957.89
5.00	0.00	0.00	1,732,611.55	0.00	0.00	0.00	0.00	14,438,429.60
6.00	0.00	0.00	1,203,733.01	0.00	0.00	0.00	0.00	10,031,108.40

ด้วยการหาจุดเหมาะสมที่สุดตามสมการเป้าหมาย ใช้โปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver ช่วยคำนวณได้ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผนของการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดต่ำที่สุด 113,442,957 บาทต่อปี มีปริมาณการผลิตรวม 4,046,842 กิโลกรัม ตามแสดงในตารางที่ 7.8

ตารางที่ 7.8 ตารางสรุปผลการคำนวณสมการเป้าหมายของแผนการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด

ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผน	113,442,957	บาท
ปริมาณการผลิตรวม	4,046,842	กิโลกรัม

### 7.5.2 ผลการทดลองดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

แบบจำลองถูกกำหนดให้สมการเป้าหมายมีค่าต่ำสุด โดยมีเงื่อนไขตามข้อจำกัดที่ระบุไว้ ใช้โปรแกรม Excel ช่วยในการคำนวณหาค่า optimum solution แบ่งเป็น 6 ช่วง คือคาบเวลาที่ 1 – 6 โปรแกรม Solver ช่วยในการคำนวณ ปริมาณอุปสงค์จะเริ่มตั้งแต่เดือนที่ 1 – 12 โดยการผลิตรวมที่ได้จากเวลาปกติรวมกับช่วงล่วงเวลาและรวมกับการจ้างเหมาจะมากกว่าหรือเท่ากับอุปสงค์ในแต่ละคาบเวลา และปริมาณวัตถุดิบที่เตรียมได้ในแต่ละเดือนจะต้องมากเพียงพอต่อการผลิตสำหรับ 2 เดือน เช่น ปริมาณวัตถุดิบที่เตรียมได้ในคาบเวลาที่ 1 จะส่งไปสกัดสำหรับปริมาณอุปสงค์ที่ต้องการในเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 และคาบเวลาที่ 2 ของแบบจำลองการเตรียมจะถูกส่งไปสกัดเพื่อจำหน่ายสำหรับอุปสงค์ในเดือนที่ 3 และ 4 โดยจะมีการเตรียมเพียง 6 เดือนแต่จะมีการส่งไปสกัดเพื่อจำหน่ายตลอดทั้งปี ได้ปริมาณคนงานเริ่มต้น 400 คนจากจำนวนคนงานที่ต้องการสูงสุดที่โรงงานสามารถรองรับได้ ในแต่ละคาบเวลาไม่มีการรับพนักงานเพิ่มหรือให้พนักงานออก ในแบบจำลองที่แสดงพบว่าตั้งแต่คาบเวลาที่ 1-5 จำนวนพนักงานไม่เพียงพอกับความต้องการ ต้องมีการทำล่วงเวลา พนักงานทุกคนต้องทำล่วงเวลา และยังต้องมีการจ้างเหมาเป็นดาวเรืองสำเร็จรูปผ่านการเด็ดก้านถึงจะพอต่อการผลิต แต่สำหรับในคาบเวลาที่ 6 พนักงาน 400 คนเป็นจำนวนพนักงานที่เพียงพอและมีบางส่วนเท่านั้นที่ทำล่วงเวลา และไม่มีการรับเหมาเกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 7.9

ไม่มีพนักงานออกหรือรับพนักงานเข้า ถึงแม้ว่าบางเดือนจะมีจำนวนพนักงานที่เกินความต้องการกับปริมาณความต้องการในกระบวนการเตรียม เช่นเดียวกับกรณีการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด แต่ต่างจากพริกแห้งอัดเม็ดที่พนักงานในสายการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ดทั้งหมด 400 คนในคาบเวลาที่ 1-5 มีการทำงานเต็มเวลาทั้งเวลาปกติและล่วงเวลา กับกรณีพริกแห้งอัดเม็ดมีพนักงานบางส่วนว่างงานแต่ก็ไม่ให้พนักงานออก เนื่องจากจะเสียค่าใช้จ่ายในการให้พนักงานออกมากกว่า

กรณีสินค้าคงคลัง พบว่าในจำนวนพนักงาน 400 คนพนักงานทำงานเต็มเวลาทั้งเวลาปกติและล่วงเวลา แต่ยังไม่เพียงพอต้องมีการจ้างเหมาจากภายนอกเพิ่ม จึงไม่มีสินค้าคงคลังเกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 7.7



ต้นทุนในการรับพนักงานเข้าใหม่เกิดเฉพาะในคาบเวลาที่ 1 ซึ่งเป็นคาบเวลาเดียวที่มีการรับพนักงานเข้า มีต้นทุนในการทำงานที่เวลาปกติและล่วงเวลาในคาบเวลาที่ 1-5 เท่ากัน ในคาบเวลาที่ 6 จะมีต้นทุนในการทำงานล่วงเวลาข้าง เนื่องจากพนักงานแค่เพียงบางส่วนในการทำล่วงเวลาก็เพียงพอกับความต้องการของอุปสงค์ในคาบเวลาที่ 6 แสดงในตารางที่ 7.10



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.9 ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองเตรียมดาวเรียงแห่งอัดเม็ด(Aggregate Plan Decision Variable)

ช่วงเวลา	รับคนเข้า (คน)	ให้คน ออก(คน)	จำนวน คนงาน(คน)	ล่วงเวลา (กิโลกรัม)	สินค้าคงคลัง (กิโลกรัม)	ขาดสต็อก	จ้างเหมาช่วง (กิโลกรัม)	เวลาปกติ (กิโลกรัม)	
Period	Ht	Lt	Wt	Ot	It	St	Ct	Pt	Demand
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
1.00	400.00	0.00	400.00	32,000.00	0.00	0.00	877,306.91	1,920,000.00	2,797,306.91
2.00	0.00	0.00	400.00	32,000.00	0.00	0.00	2,087,752.39	1,920,000.00	4,007,752.39
3.00	0.00	0.00	400.00	32,000.00	0.00	0.00	1,149,871.91	1,920,000.00	3,069,871.91
4.00	0.00	0.00	400.00	32,000.00	0.00	0.00	551,018.26	1,920,000.00	2,471,018.26
5.00	0.00	0.00	400.00	32,000.00	0.00	0.00	364,371.58	1,920,000.00	2,284,374.35
6.00	0.00	0.00	400.00	14,483.81	0.00	0.00	0.00	1,569,676.19	1,569,676.19

ตารางที่ 7.10 ตารางแสดงต้นทุนจากตัวแปรตัดสินใจในแบบจำลองการวางแผนการเตรียมดาวเรียงแห่งอัดเม็ด (Aggregate plan cost)

Period t	Hiring Cost	Layoff Cost	Regular time	Over time	Inventory	Stockout	Subcontract	Material
1.00	2,880,000.00	0.00	2,880,000.00	72,000.00	0.00	0.00	3,509,227.62	42,439,603.58
2.00	0.00	0.00	2,880,000.00	72,000.00	0.00	0.00	8,351,009.55	60,596,285.82
3.00	0.00	0.00	2,880,000.00	72,000.00	0.00	0.00	4,599,487.65	46,528,078.70
4.00	0.00	0.00	2,880,000.00	72,000.00	0.00	0.00	2,204,073.03	37,545,273.87
5.00	0.00	0.00	2,880,000.00	72,000.00	0.00	0.00	1,457,486.30	34,745,573.63
6.00	0.00	0.00	2,354,514.28	32,588.57	0.00	0.00	0.00	23,762,399.94

ด้วยการหาจุดเหมาะสมที่สุดตามสมการเป้าหมาย ใช้โปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver ช่วยคำนวณได้ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผนของการเตรียมดาวเรืองแห่งอัครเมธิดำที่ 285,765,603 บาท ต่อปี มีปริมาณการผลิตรวม 16,374,481 กิโลกรัม ตามแสดงในตารางที่ 7.11

ตารางที่ 7.11 ตารางสรุปผลการคำนวณสมการเป้าหมายของแผนการผลิตพริกแห่งอัครเมธิด

ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผน	285,765,603	บาท
ปริมาณการผลิตการผลิตรวม	16,374,481	กิโลกรัม

### วิเคราะห์แบบจำลอง

ในแบบจำลองที่แสดงพบว่า สำหรับการผลิตพริกแห่งอัครเมธิดำมีค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานมากเกินไปในบางช่วงเวลา ถึงแม้ว่าจะเป็นจุดที่ประหยัดที่สุดเมื่อเทียบกับการให้พนักงานออกในบางคาบเวลา และให้พนักงานเข้าใหม่ในคาบเวลาที่ต้องการ ถ้าสามารถจ้างพนักงานได้ตามความต้องการจริงจะเป็นการใช้ทรัพยากรได้คุ้มค่าที่สุด หากในทางปฏิบัติพนักงานในองค์กรไม่สามารถจะรับและให้ออกได้ นอกจากการจ้างพนักงานจากภายนอก (out source) ที่จะสามารถจัดพนักงานมาตามจำนวนที่วางแผนไว้

#### 7.5.3 การทดลองเปรียบเทียบกับพนักงานภายนอก

จากที่มีการเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานประจำบางส่วนเก็บไว้โดยทำงานไม่เต็มที ผู้วิจัยจึงได้สมมุติแบบจำลองขึ้น โดยจะเป็นการจ้างพนักงานจากภายนอก แต่สมการเป้าหมายคือต้นทุนรวมในการผลิตต่ำสุดเช่นกัน แต่จะมีอัตราจ้างรายวันที่มากกว่าวันละ 40 บาทคือจะจ้างที่ 280 บาทต่อคน จำนวนคนงานที่คาบเวลาสุดท้ายของการผลิตดาวเรืองไม่จำเป็นต้องเป็นคนงานเริ่มต้นของคาบเวลาที่ 1 ของการผลิตพริก ต้นทุนในการให้คนออกและรับคนเข้าก็จะไม่มี ส่วนต้นทุนอื่นในเรื่องของ ต้นทุนวัตถุดิบ อัตราการทำงาน ระยะเวลาทำงาน จะมีค่าเท่ากับกรณีจ้างพนักงานเป็นพนักงานขององค์กร รายละเอียดข้อแตกต่างของตัวแปรในการตัดสินใจที่กล่าวถึงดังแสดงตารางที่

7.12

ตารางที่ 7.12 ตารางแสดงการเปรียบเทียบตัวแปรตัดสินใจกรณีพนักงานประจำและพนักงานภายนอก

รายการ	พริกแห้งอัดเม็ด		ดาวเรืองอัดเม็ด		หน่วย
	พนักงาน ประจำ	พนักงาน ภายนอก	พนักงาน ประจำ	พนักงาน ภายนอก	
ต้นทุนวัตถุดิบ	25	25	15	15	บาทต่อกิโลกรัม
ต้นทุนการเก็บสินค้าคงคลัง	2	2	2	2	บาทต่อกิโลกรัมต่อเดือน
ต้นทุนจากผลต่างของการขาดสต็อกและการมีคำสั่งค้างส่ง	100	100	100	100	บาทต่อหน่วยต่อเดือน
ต้นทุนการรับคนงานเข้าและการสอนงาน	7200	0	7200	0	บาทต่อคน
ต้นทุนการให้ออก	14400	0	14400	0	บาทต่อคน
ชั่วโมงแรงงานที่ต้องใช้	0.1	0.1	0.05	0.05	ชั่วโมง.คนต่อกิโลกรัม
ต้นทุนการทำงานในเวลาปกติ	30	35	30	35	บาทต่อชั่วโมง
ต้นทุนการทำงานล่วงเวลา	45	52.5	45	52.5	บาทต่อชั่วโมง
ต้นทุนการจ้างเหมาช่วง	7	7	4	4	บาทต่อกิโลกรัม
ทำงานปกติ	160	160	160	160	ชั่วโมงต่อคนต่อเดือน
อัตราการทำงาน	10	10	20	20	กิโลกรัมต่อชั่วโมง

สมการเป้าหมายในแบบจำลองการจ้างพนักงานภายนอกของการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ด และดาวเรืองแห้งอัดเม็ดจะใช้สมการเดียวกัน แต่สำหรับข้อจำกัดของแบบจำลองจะแตกต่างกันเช่น จำนวนพนักงานจากภายนอกจะมีอิสระจากกันไม่จำเป็นต้องเป็นจำนวนพนักงานต่อเนื่องจากเดือนก่อน ไม่มีการให้พนักงานออก มีแต่จำนวนพนักงานที่ต้องการสำหรับแต่ละคาบเวลา ในช่วงเวลาที่ต้องเร่งการผลิตพนักงานแต่ละคนยังคงสามารถทำงานล่วงเวลาได้สูงสุด 4 ชั่วโมงต่อวัน เช่นเดียวกับกรณีพนักงานประจำ

โปรแกรม Solver ช่วยในการประมวลผลตัวแปรตัดสินใจและข้อจำกัด ได้จำนวนพนักงานที่ต้องการ และชั่วโมงล่วงเวลา พบว่าพริกการเตรียมพริกแห้งมีความต้องการพนักงานในคาบเวลาที่ 1-3 มากกว่า 400 คน เพราะมีการทำล่วงเวลาเพิ่ม แต่ข้อจำกัดที่ตั้งไว้ว่าทางโรงงานมีพื้นที่ในการรองรับคนงานสูงสุด 400 คน และในคาบเวลาที่ 4-6 มีความต้องการพนักงาน 386,361 และ 251 คน ตามลำดับ สำหรับในกรณีการเตรียมดาวเรืองแห้งจำเป็นต้องใช้พนักงานจำนวนมากกว่าพริกเพราะต้องใช้วัตถุดิบในการเปลี่ยนเป็นดาวเรืองแห้งมากกว่า มีพนักงาน 400 คนทุกคาบเวลา และยังไม่พอกับความต้องการ สังเกตได้จากมีการทำล่วงเวลา ตั้งแต่คาบเวลาที่ 1-6 โดยเฉพาะในคาบเวลาที่ 1-5 พนักงานทั้งหมด 400 คนต้องทำล่วงเวลา หากแต่ยังไม่พอยังคงต้องการจ้างเหมาเป็นวัตถุดิบสำเร็จรูปอีก หมายความว่าถ้าโรงงานสามารถรองรับพนักงานที่มากขึ้น ในการจ้างเหมาพนักงานจากภายนอกจะมีมากขึ้น และจะเกิดข้อแตกต่างระหว่างการเตรียมพริกและดาวเรือง จากที่ดาวเรืองมีความต้องการพนักงานมากกว่าพริกมาก

ไม่มีการขาดสต็อกเนื่องจากการกำหนดข้อจำกัดว่าจะไม่มีการขาดสต็อกในทุกคาบเวลา และการเก็บสินค้าคงคลังก็ไม่มีความจำเป็นสำหรับการจ้างเหมาพนักงานจากภายนอก ดังแสดงในตารางที่ 7.13 และตารางที่ 7.14

ในการจ้างพนักงานจากภายนอกจะไม่มีต้นทุนในการรับพนักงานเข้า และการให้พนักงานออก และรายละเอียดของต้นทุนอื่นที่ได้จากการคำนวณเช่น ต้นทุนการจ้างพนักงานในเวลาปกติ การจ้างพนักงานสำหรับช่วงล่วงเวลา การจ้างเหมาช่วง สำหรับพริกแห้งจะแสดงดังตารางที่ 7.14 และสำหรับดาวเรืองแห้งจะแสดงดังตารางที่ 7.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.13 ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดกรณีพนักงานนอก

ช่วงเวลา	รับคนเข้า (คน)	ให้คนออก (คน)	จำนวนคนงาน (คน)	ล่วงเวลา (กิโลกรัม)	สินค้าคงคลัง (กิโลกรัม)	ขาดสต็อก (กิโลกรัม)	จ้างเหมาช่วง (กิโลกรัม)	เวลาปกติ (กิโลกรัม)	อุปสงค์ (กิโลกรัม)
Period	Ht	Lt	Wt	Ot	It	St	Ct	Pt	Demand
0	0	0	0	0	0	0	0		
1	400	0	400	3,175	0	0	0	671,750	671,750
2	0	0	400	32,000	0	0	15,276	960,000	975,276
3	0	0	400	11,667	0	0	0	756,675	756,675
4	0	14	386	0	0	0	0	617,518	617,518
5	0	25	361	0	0	0	0	577,537	577,537
6	0	110	251	0	0	0	0	401,244	401,244

ตารางที่ 7.14 ตารางแสดงตัวแปรตัดสินใจที่ใช้ในแบบจำลองการเตรียมดาวเรืองแห่งอัครเมธีกรณีพนักงานนอก

ช่วงเวลา	รับคนเข้า (คน)	ให้คนออก (คน)	จำนวนคนงาน (คน)	ล่วงเวลา (กิโลกรัม)	สินค้าคงคลัง (กิโลกรัม)	ขาดสต็อก (กิโลกรัม)	จ้างเหมาช่วง (กิโลกรัม)	เวลาปกติ (กิโลกรัม)	อุปสงค์ (กิโลกรัม)
Period	Ht	Lt	Wt	Ot	It	St	Ct	Pt	Demand
0	0	0	0	0	0	0	0		
1	400	0	400	32,000	0	0	877,307	1,920,000	2,797,307
2	0	0	400	32,000	0	0	2,087,752	1,920,000	4,007,752
3	0	0	400	32,000	0	0	1,149,872	1,920,000	3,069,872
4	0	0	400	32,000	0	0	551,018	1,920,000	2,471,018
5	0	0	400	32,000	0	0	364,374	1,920,000	2,284,374
6	0	0	400	14,484	0	0	0	1,569,676	1,569,676

ตารางที่ 7.15 ตารางแสดงรายละเอียดต้นทุนของการเตรียมพริกแห้งกรณีจ้างพนักงานจากภายนอก

Period t	Hiring Cost	Layoff Cost	Regular time	Over time	Inventory	Stock out	Subcontract	Material
1.00	0.00	0.00	2,351,123.42	16,668.51	0.00	0.00	0.00	16,873,112.61
2.00	0.00	0.00	3,360,000.00	168,000.00	0.00	0.00	106,932.14	25,181,900.49
3.00	0.00	0.00	2,648,361.30	61,254.19	0.00	0.00	0.00	19,208,553.06
4.00	0.00	0.00	2,161,314.10	0.00	0.00	0.00	0.00	15,437,957.89
5.00	0.00	0.00	2,021,380.14	0.00	0.00	0.00	0.00	14,438,429.60
6.00	0.00	0.00	1,404,355.18	0.00	0.00	0.00	0.00	10,031,108.40

ตารางที่ 7.16 ตารางแสดงรายละเอียดต้นทุนของการเตรียมดาวเรืองแห้งกรณีจ้างพนักงานจากภายนอก

Period t	Hiring Cost	Layoff Cost	Regular time	Over time	Inventory	Stock out	Subcontract	Material
1.00	0.00	0.00	3,360,000.00	84,000.00	0.00	0.00	3,509,227.62	42,439,603.58
2.00	0.00	0.00	3,360,000.00	84,000.00	0.00	0.00	8,351,009.55	60,596,285.82
3.00	0.00	0.00	3,360,000.00	84,000.00	0.00	0.00	4,599,487.65	46,528,078.70
4.00	0.00	0.00	3,360,000.00	84,000.00	0.00	0.00	2,204,073.03	37,545,273.87
5.00	0.00	0.00	3,360,000.00	84,000.00	0.00	0.00	1,457,497.40	34,745,615.25
6.00	0.00	0.00	2,746,933.33	38,020.00	0.00	0.00	0.00	23,762,399.94



จากตารางที่ 7.15 และตารางที่ 7.16 แสดงรายละเอียดของต้นทุนที่ได้จากพนักงานภายนอก ทั้งของการเตรียมพริกแห้งและการเตรียมดาวเรืองแห้ง มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น การจ้างพนักงานจากภายนอกจะประหยัดต้นทุนในเรื่องการให้พนักงานออกและรับพนักงานเข้า แต่จะมีข้อเสียที่มีอัตราค่าจ้างที่สูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามสมการเป้าหมายคือ การให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

การเตรียมดาวเรืองแห้งด้วยพนักงานประจำจะมีต้นทุนสูงกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก 22,097 บาท เนื่องจากต้นทุนส่วนหนึ่งมาจากการรับพนักงานเข้าใหม่ 400 คน ซึ่งจะเกิดเฉพาะปีแรกของการเริ่มต้นกิจการ ในปีต่อไปจะมีต้นทุนในส่วนนี้น้อยลงเนื่องจากสมมุติฐานเปรียบเสมือนว่าเริ่มกิจการมีพนักงานเริ่มต้น 0 คน จะต้องรับและฝึกหัดใหม่หมด จึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการฝึกหัดและการดำเนินงาน จากการคำนวณจะมีต้นทุน 2,880,000 บาท(จากตารางที่ 7.10 ) เมื่อหักต้นทุนในส่วนนี้ออก จะทำให้การเตรียมดาวเรืองโดยการจ้างพนักงานจากภายนอกมีต้นทุนรวมลดลงเป็น 282,885,603 บาท ซึ่งจะทำให้การจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก และสำหรับการเตรียมพริกแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำจะมีต้นทุนรวมต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก 2,027,494 บาท เมื่อคำนวณส่วนต่างรวมแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ในการเตรียมพริกแห้งและดาวเรืองแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนรวมต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก ตามเงื่อนไขของสมมุติฐานและข้อจำกัดที่กำหนด รายละเอียดข้อแตกต่างแสดงในตารางที่ 7.17

ตารางที่ 7.17 ตารางแสดงข้อแตกต่างของการจ้างพนักงานประจำและการจ้างพนักงานจากภายนอก ในการเตรียมการผลิตวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด

พนักงาน	ต้นทุน(บาท)		
	ดาวเรือง	พริก	รวม
พนักงานประจำ	285,765,603.00	113,442,957.00	399,208,560.00
พนักงานจากภายนอก(out source)	285,743,506.00	115,470,451.00	401,213,957.00
ส่วนแตกต่าง	22,097.00	(2,027,494.00)	(2,005,397.00)

ตารางที่ 7.18 ตารางแสดงสัดส่วนของต้นทุนการเตรียมพริกแห้งและดาวเรืองแห้งอัดเม็ด

ต้นทุน	ดาวเรือง		พริก	
	ค่าวัตถุดิบ	ค่าแรงงาน	ค่าวัตถุดิบ	ค่าแรงงาน
ค่าวัตถุดิบ	245,617,215.52	86%	101,171,062.05	89%
ค่าแรงงาน	20,121,284.16	7%	12,164,963.02	11%
การจ้างเหมาจากภายนอก	20,027,102.85	7%	106,932.14	0%

แบบจำลองการวางแผนการผลิตของการจ้างพนักงานประจำจะมีจำนวนพนักงานที่มากเกินไป ความจำเป็นบ้างในบางคาบเวลา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนรวมแล้วก็ยังต่ำกว่าการรับพนักงานจากภายนอกมาใช้ในการผลิต นอกจากนี้ในเรื่องของต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าแล้ว การจ้างพนักงานประจำยังมีความน่าเชื่อถือมากกว่า รวมทั้งหัวหน้าสายการผลิตสามารถปฏิบัติหน้าที่ควบคุมระดับพนักงานในสายการผลิตได้ง่ายกว่า การรับพนักงานจากภายนอกมาทำงาน ดังนั้นตามสมมุติฐานข้อจำกัด ตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลองสามารถสรุปได้ว่า การเตรียมพริกแห้งและดาวเรืองแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนรวมที่ต่ำกว่า

สำหรับแบบจำลองการเตรียมพริกแห้งด้วยพนักงานประจำ มีสมมุติฐานคือ ต้นทุนในการซื้อพริกสดจะเป็นลักษณะการซื้อเป็นสัญญารายปีโดยจะมีการส่งพริกในปริมาณตามจำนวนการสั่งที่ประหยัด(ที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) มีราคา 25 บาทต่อกิโลกรัมส่งในระยะเวลา 6 เดือน เป็นพริกสดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดหรือเด็ดก้านออก หากในช่วงใดที่ไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการจะมีต้นทุนเสียโอกาส 100 บาทต่อกิโลกรัม และจะมีการรับซื้อเป็นลักษณะพริกที่เด็ดก้านแล้วพร้อมเข้าเครื่องอบและอัดเม็ดในราคา กิโลกรัมละ 31 บาท มีต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังในลักษณะของพริกแห้งอัดเม็ด 2 บาทต่อกิโลกรัม (ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) ด้วยการหาจุดเหมาะสมที่สุดตามสมการเป้าหมาย ใช้โปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver ช่วยคำนวณได้ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผนของการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดต่ำที่สุด 113,442,957 บาทต่อปี มีปริมาณการผลิตรวม 4,046,842 กิโลกรัม

สำหรับแบบจำลองการเตรียมดาวเรืองด้วยพนักงานประจำ ต้นทุนในการซื้อดาวเรืองสดจะเป็นลักษณะการซื้อเป็นสัญญารายปีเช่นเดียวกับพริก โดยจะมีการส่งดาวเรืองในปริมาณตามจำนวนการสั่งที่ประหยัด(ที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) มีราคา 15 บาทต่อกิโลกรัมส่งในระยะเวลา 6 เดือน เป็นดาวเรืองสดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดหรือเด็ดก้านออก หากในช่วงใดที่ไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการจะมีต้นทุนเสียโอกาส 100 บาทต่อกิโลกรัม และจะมีการรับซื้อเป็นลักษณะดาวเรืองสดที่เด็ดก้านแล้วพร้อมเข้าเครื่องอบและอัดเม็ดในราคา กิโลกรัมละ 19 บาท ต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังในลักษณะของดาวเรืองแห้งอัดเม็ด 2 บาทต่อกิโลกรัม (ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) ด้วยการหาจุดเหมาะสมที่สุดตามสมการเป้าหมาย ใช้โปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver ช่วยคำนวณได้ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผนของการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ดต่ำที่สุด 285,765,603 บาทต่อปี มีปริมาณการผลิตรวม 16,374,481 กิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการจ้างเหมาพนักงานจากภายนอกการเตรียมดาวเรืองแห้งด้วยพนักงานประจำจะมีต้นทุนสูงกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก 22,097 บาท เนื่องจากต้นทุนส่วนหนึ่งมาจากการรับพนักงานเข้าใหม่ 400 คนซึ่งจะเกิดเฉพาะปีแรกของการเริ่มต้นกิจการ ในปีต่อไปจะมีต้นทุนในส่วนนี้น้อยลงเนื่องจากสมมุติฐานเปรียบเสมือนว่าเริ่มกิจการมีพนักงานเริ่มต้น 0 คน จะต้องรับและฝึกหัดใหม่หมด จึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการฝึกหัดและการดำเนินงาน จากการ

คำนวณจะมีต้นทุน 2,880,000 บาท(จากตารางที่ 7.10 ) เมื่อหักต้นทุนในส่วนนี้ออก จะทำให้การเตรียมดาวเรืองโดยการจ้างพนักงานจากภายนอกมีต้นทุนรวมลดลงเป็น 282,885,603 บาท ซึ่งจะทำให้การจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก และสำหรับการเตรียมพริกแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำจะมีต้นทุนรวมต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก 2,027,494 บาท เมื่อคำนวณส่วนต่างรวมแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ในการเตรียมพริกแห้งและดาวเรืองแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนรวมต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก

ต้นทุนรวมในการเตรียม ต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากต้นทุนค่าวัตถุดิบ โดยเป็นต้นทุนเกือบ 90% ของต้นทุนทั้งหมด รองมาคือต้นทุนด้านแรงงานเป็นต้นทุนประมาณ 7-10% ของต้นทุนทั้งหมด และต้นทุนที่ต่ำที่สุดคือต้นทุนจากการจ้างเหมา ดาวเรืองมีต้นทุนในการจ้างเหมา 7% แต่พริกมีต้นทุนจากการจ้างเหมาจากภายนอกเพียงไม่ถึง 1% เนื่องจากการเตรียมพริกแห้งอัดเม็ดสามารถเตรียมได้จากแรงงานได้ที่มีอยู่ได้เกือบหมด จึงมีการจ้างจากภายนอกเพียงเล็กน้อย แสดงดังตารางที่ 7.18 ตารางแสดงสัดส่วนของต้นทุนการเตรียมพริกแห้งและดาวเรืองแห้งอัดเม็ด ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนรวมมากที่สุดคือต้นทุนจากวัตถุดิบ หากมีราคาวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวม โดยตรงต่อต้นทุนรวม เช่นหากดาวเรืองและพริกมีราคาเพิ่มขึ้นเพียง 1 บาท/กก. จะทำให้ต้นทุนรวมของพริกเพิ่มขึ้นถึง 4% และดาวเรืองเพิ่มขึ้น 7%

ในการสร้างแบบจำลองนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บข้อมูลจากการสอบถามผู้เกี่ยวข้องตามรายละเอียดในเอกสารอ้างอิง โดยข้อมูลในที่เกิดขึ้นในการทำงานจริงอาจเปลี่ยนแปลงได้ สังเกตได้ว่าในแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงตัวเลขได้อย่างง่ายตามสมมติฐานที่กำหนด หากมีเงื่อนไขข้อจำกัดเรื่องการรับซื้อจากผู้จ้างเหมา หรือจำนวนคนงานสูงสุดที่สามารถรับได้อาจเปลี่ยนแปลงจำนวนคนงานสูงสุดที่สามารถรับเข้าหรือให้ออก ข้อจำกัดอื่นๆบางอย่างเช่น คำสั่งซื้อค้างส่ง การเก็บวัสดุคงคลังก็สามารถถูกเพิ่มเข้ามาได้อีกด้วยเช่นกัน และในการทำแบบจำลองนี้ได้มีการกำหนดให้จำนวนคนเป็นลักษณะของจำนวนเต็ม ในการทำงานจริงอาจไม่จำเป็นต้องใส่เงื่อนไขในเรื่องจำนวนเต็มเพื่อให้การประมวลผลของคอมพิวเตอร์เร็วขึ้น สำหรับแบบจำลองเชิงเส้นตรง

## บทที่ 8

### แบบจำลองแผนการกระจายสินค้า

ในปัจจุบัน บริษัทหลายแห่งได้หันมาให้ความสำคัญกับความต้องการของลูกค้าของตนเองมากขึ้นกว่าเดิม และพยายามสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขณะเดียวกันก็พยายามที่จะรักษาต้นทุนให้ต่ำมากที่สุด การกระจายสินค้าให้กับลูกค้าเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารโซ่อุปทาน การจัดการกระจายสินค้าที่ดีมีส่วนในการลดค่าใช้จ่ายและต้นทุนขององค์กรที่เป็นเป้าหมายหลักส่วนหนึ่งขององค์กร โดยการกระจายสินค้าจะเกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความพอใจให้กับลูกค้า ในด้านเวลาที่ลูกค้าต้องการ สถานที่เป้าหมายถูกต้อง ต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุด

กิจกรรมหลักของการกระจายสินค้าคือ การขนส่งซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายสินค้าจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งการขนส่งจะทำให้เกิดการสร้างเส้นทางจากจุดเริ่มต้นของโซ่อุปทานป้อนมือลูกค้า การขนส่งยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในโซ่อุปทาน หากมีการขนส่งที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลง เป้าหมายของการขนส่งคือการตัดสินใจด้านการลงทุนและการตั้งนโยบายในการปฏิบัติการที่ทำให้เกิดผลประโยชน์จากการลงทุนบนสินทรัพย์ต่างๆหากมีความเหมาะสมในการลงทุน

การออกแบบการขนส่งมีผลต่อการปฏิบัติการของโซ่อุปทานโดยทำให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานภายในซึ่งทำการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดตารางและเส้นทางขนส่ง เครือข่ายของการขนส่งที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะทำให้โซ่อุปทานประสบความสำเร็จในระดับของการตอบสนองที่ต้องการ โดยมีต้นทุนต่ำ เมื่อทำการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง ปัจจัยที่ควรพิจารณาจะขึ้นกับผู้ส่ง โดยมีเป้าหมายให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมในการปฏิบัติต่ำสุด มีปัจจัยในการพิจารณาคือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

ในการออกแบบทางเลือกของการกระจายสินค้าจะมีการเปรียบเทียบถึงผลดีและผลเสียของแต่ละวิธีการ ในวิธีการที่มีต้นทุนต่ำที่สุดในเชิงปริมาณอาจจะไม่ได้แปรว่าเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ในการวางแผนการกระจายสินค้าของแบบจำลองนี้ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเป็นแผนที่ใช้ในโรงงาน สำหรับจัดตารางการขนส่งและกระจายสินค้า วัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองการกระจายสินค้าในห่วงโซ่อุปทานของการผลิตสารสกัดสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดนี้ เพื่อให้การส่งมอบสามารถตอบสนองต่ออุปสงค์ของลูกค้าโดยที่เกิดกำไรสูงสุดสำหรับธุรกิจหรือหมายถึงการเกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยแบบจำลองจะประกอบด้วย ความต้องการอุปสงค์ของลูกค้าเป้าหมายที่ได้จากการศึกษาด้านการตลาดในแต่ละปี

ในแบบจำลองการกระจายสินค้า จะมีการจัดการด้านการขนส่ง โดยการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ นั่นหมายถึงการประหยัดต้นทุนในด้านค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้มากขึ้น แบบจำลองการกระจายสินค้าจะกำหนดช่วงเวลาการจัดการ 1 ปี สำหรับแบบจำลองที่ใช้จะเป็นแบบจำลองที่ยืดหยุ่นที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีข้อมูลหรือตัวเลขที่เปลี่ยนไป โดยในแบบจำลองการกระจายสินค้าจะเป็นขั้นตอนของการกระจายผลิตภัณฑ์สารสกัดสมุนไพร จากวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดคือพริกและดาวเรือง ในการสร้างแบบจำลองของการกระจายสินค้าจะประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลพื้นฐานของและลูกค้าเป้าหมายของแบบจำลอง
2. การจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่ง
  - 2.1 เครือข่ายการขนส่งแบบตรง
  - 2.2 เครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบ(Milk Run)

### 8.1 ข้อมูลพื้นฐานและลูกค้าเป้าหมายของแบบจำลอง

การจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่งคือ การใช้เครือข่ายการขนส่งและรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากลักษณะของลูกค้าและลักษณะของสินค้า การสร้างแบบจำลองการกระจายสินค้าจะมีการออกแบบทางเลือกของการขนส่งโดยมีพื้นฐานของข้อมูลและข้อจำกัดในการขนส่งคือ มีการใช้ภาชนะในการบรรจุทุก 3 ชนิดคือ รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ โดยจะสามารถบรรทุกได้ 3 ตัน 4 ตัน และ 7 ตัน ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในจ้างรถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ มีค่าเช่าวันละ 2,500 บาท 4,000 บาท และ 4,500 บาท ตามลำดับ และมีค่าน้ำมัน 5.45 บาท/กิโลเมตร 7.50 บาท/กิโลเมตร และ 10 บาท/กิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีสมมติฐานของราคาน้ำมันดีเซลที่ราคา 30 บาท/ลิตร สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.1 สมมติฐานของการส่งคือ จะมีความถี่สูงสุดในการส่ง 12 ครั้ง/ปี และมีความถี่ในการจัดส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี ระยะเวลาการทำงานของรถบรรทุก 8.00 – 17.00 พักกลางวัน 1 ชั่วโมง 8 ชั่วโมงต่อวัน ในการจัดส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน รถบรรทุกสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 65 กม./ชม.

ตารางที่ 8.1 ตารางแสดงข้อมูลรถบรรทุกที่ใช้ในแบบจำลอง

No.	*Type of Trucks	น้ำหนักรวม ไม่เกิน(ตัน)	ค่าใช้จ่าย	
			ค่าเช่า (บาท/วัน)	ค่าน้ำมัน ( บาท/กิโลเมตร )
1.	รถ 4 ล้อ (รถบรรทุก 2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น)	3	2500	5.45
2	รถ 6 ล้อกลาง (รถบรรทุก 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 8 เส้น)	4	4000	7.5
3.	รถ 6 ล้อใหญ่ (รถบรรทุก 3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น)	7	4500	10

ที่มา : ภาคผนวก ก

ผลิตภัณฑ์ที่ทางองค์การเกษตรจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าคือ ผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปซูลจาก การสกัดพริก และผลิตภัณฑ์สารสกัดแซนโทฟิลจากการสกัดดาวเรือง ปริมาณความต้องการ ผลิตภัณฑ์ของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายได้จาก ข้อมูลด้านการตลาดขององค์การเกษตรโดยสามารถจำแนก ได้ตามผลิตภัณฑ์คือ

### 8.1.1 สารสกัดแคปซูล

ลูกค้าที่ต้องการสารสกัดแคปซูล คือ บริษัท อดินพ จำกัด บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ อาหารสัตว์ จำกัด และ บริษัท ITS Thailand Co., Ltd. การจัดส่งผลิตภัณฑ์สารสกัดแคปซูลจะ จัดส่งให้กับลูกค้าโดยตรง โดยปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ได้จากข้อมูลตัวเลขทางการตลาด โดย บริษัท อดินพ จำกัด มีปริมาณ 24 ตัน/ปี บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด มี ปริมาณ 60 ตัน/ปี และ บริษัท ITS Thailand Co., Ltd. มีปริมาณ 36 ตันต่อปี

### 8.1.2 สารสกัดแซนโทฟิล

ลูกค้ากลุ่มที่ต้องการสารสกัดแซนโทฟิล คือ บริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา สารสกัดแซนโทฟิล จำหน่ายให้บริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา เส้นทางขนส่ง ผลิตภัณฑ์ คือ มีการขนส่งจากโรงงานที่ อ.หนองใหญ่ ICD ซึ่งเป็นสถานที่ดำเนินการกิจกรรมทุก อย่างเกี่ยวกับสินค้าออกและสินค้าเข้าแทนท่าเรือบค คือสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องหรือ Inland Container Depot (ICD) เพื่ออำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้บริการแก่ผู้ส่งออกโดยจะดำเนินการ ภายใต้อารักขาของศุลกากรก่อนนำสินค้าส่งออกไปยังประเทศอื่น สถานีบรรจุและแยกสินค้า

กล่อง(ICD) ได้สามารถรองรับคอนเทนเนอร์ได้ปีละประมาณ 400,000-1,000,000 ที่อียู(นับเป็นหน่วยคอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต)

จากตารางที่ 4.9 ในบทที่ 4 ดาวเรืองมีอุปสงค์เฉลี่ยที่ 78.56 ตันต่อปี ซึ่งมากกว่ากำลังการผลิตขององค์กรเกษตรฯที่สามารถผลิตได้ปีละ 17.82 ตัน ถึง 340% จากการสัมภาษณ์กับฝ่ายจัดซื้อของทางบริษัท Kemin Industries, Inc. USA ซึ่งเป็นบริษัทฯที่รับซื้อจากประเทศไทย มีความต้องการสารแซนโทฟิลไปใช้ในการผลิตสารลูทีนอย่างมาก หากองค์กรเกษตรฯสามารถผลิตได้คุณภาพตามมาตรฐานสากลและราคาที่แข่งขันได้ทั้ง 2 บริษัทฯยินดีรับซื้ออย่างไม่จำกัด เนื่องจากสารสกัดลูทีนมีความต้องการสูงมากในตลาดโลก ดังนั้นในการศึกษาด้านการตลาดของการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แซนโทฟิลจึงมีลูกค้าเป้าหมายคือ บริษัท Kemin Industries, Inc. USA ปริมาณความต้องการและรายละเอียดสถานที่จัดส่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.2



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.2 ตารางแสดงรายละเอียดลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย

รหัส	ลูกค้า	ปลายทาง	*ระยะทาง (กม.)	ปริมาณสินค้า (กก./เดือน)
1	บริษัท อคินพ จำกัด	24/3 หมู่ 5 ซอยร่มไทร ถนนเพชรเกษม แขวงหลักสอง เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160	144.6	4400
2	บริษัท เครื่องเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด	250 หมู่ 6 ถนนทางหลวงหมายเลข 24 ต.ตะคุ อ.ปึกธงชัย จ.นครราชสีมา	241.11	11000
3	ITS Thailand Co., Ltd.	ห้อง 909 2170 ถนนเพชรบุรี บางกะปิ ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320	128.44	6500
4	บริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา	สถานีบรรจุน้ำและแยกสินค้ากล่อง 33/4 หมู่ 1 ถนนเจ้าคุณทหาร เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ	104.24	7000

หมายเหตุ : ระยะทางคือระยะทางระหว่างโรงงานผลิตสารสกัด อ.หนองใหญ่ – ลูกค้า

ที่มา : <http://map-server.doh.go.th/>

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

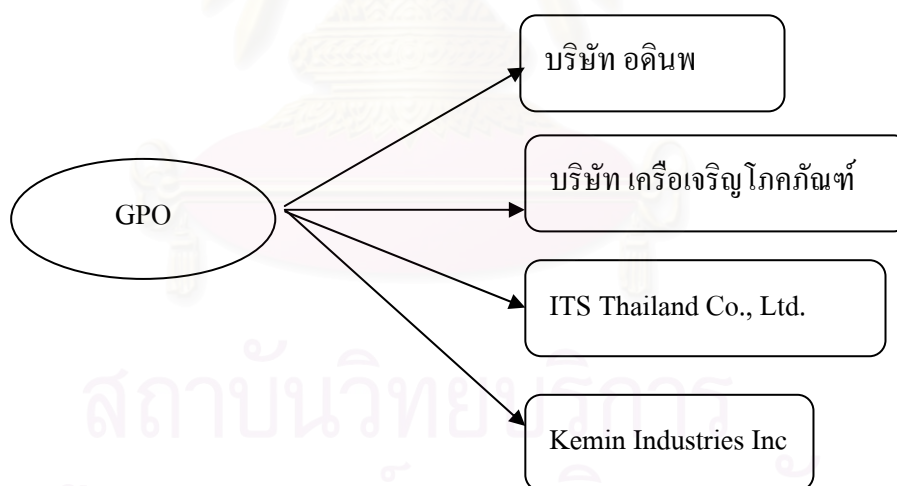


## 8.2 การจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่ง

การออกแบบการขนส่งมีผลต่อการปฏิบัติการของโซ่อุปทาน ดดยทำให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานภายในซึ่งทำการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดตารางและเส้นทางของการขนส่ง เครื่องข่ายที่ออกแบบเป็นอย่างดีจะทำให้โซ่อุปทานประสบความสำเร็จในระดับของการตอบสนองที่ต้องการ โดยมีต้นทุนต่ำ ทางเลือกในการออกแบบเครือข่ายของการขนส่งในกรณีศึกษาจะประกอบด้วย 2 ทางเลือก คือ เครือข่ายการขนส่งแบบตรง และเครือข่ายการขนส่งแบบวงรอบซึ่งจะมีจุดแข็งและจุดอ่อนต่างกันไป สำหรับการสร้างแบบจำลองการกระจายสินค้าในกรณีศึกษาขององค์กรเภสัชกรรม จะมีการทดลองเปรียบเทียบผลลัพธ์ของข้อดีและข้อเสียระหว่างต้นทุนการขนส่งของแต่ละทางเลือกได้ดังนี้

### 8.2.1 เครือข่ายการขนส่งแบบตรง

ทางเลือกเครือข่ายการขนส่งแบบตรงจะเป็นลักษณะการส่งสินค้าโดยตรงจากโรงงานผลิตสารสกัดสมุนไพรที่ อ.หนองใหญ่ ถึงมือลูกค้าโดยเส้นทางของการขนส่งของแต่ละเส้นทางจะต้องเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดจากอ.หนองใหญ่ถึงลูกค้า รูปแบบเครือข่ายการขนส่งโดยตรงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 รูปแสดงเครือข่ายการส่งแบบตรงกรณีศึกษา

การตัดสินใจเกี่ยวกับการขนส่งจะเป็นการตัดสินใจเพียงแก่พื้นที่ในการขนส่งเท่านั้น คือ การตัดสินใจให้ระยะทางในการขนส่งแต่ละระหว่างแต่ละพื้นที่สั้นที่สุด และการตัดสินใจแต่ละพื้นที่จะไม่ผลต่อการขนส่งอื่น เวลาในการขนส่งจากองค์กรเภสัชฯ ไปลูกค้าแต่ละรายจะสั้นที่สุด เนื่องจากการเดินทางโดยตรง ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่าง องค์กรเภสัชฯและลูกค้าแต่ละราย

แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.3 เส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดเป็นเส้นทางที่ได้จากโปรแกรมแผนที่ของกรมทางหลวง โดยจะแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข แผนที่เส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุด

ตารางที่ 8.3 ตารางแสดงความต้องการสินค้าและระยะทางสั้นที่สุด

รหัส	ลูกค้า	*ระยะทาง (กม.)	ปริมาณสินค้า (ตัน/ปี)
1	บริษัท อคินพ จำกัด	144.6	24
2	บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด	241.11	60
3	ITS Thailand Co., Ltd.	128.44	36
4	บริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา	104.24	17.82

ที่มา : <http://map-server.doh.go.th/>

#### เลือกพาหนะและปริมาณการขนส่งให้กับลูกค้า

การเลือกพาหนะและปริมาณการขนส่งให้กับลูกค้า คือ การเลือกพาหนะและปริมาณการขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยจะเป็นการเปรียบเทียบความถี่ในการขนส่งโดยขนส่งทุก 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือนและสูงสุด 4 เดือนครั้ง และเปรียบเทียบการเลือกใช้รถบรรทุก โดยเลือก รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ ทางเลือกที่ดีที่สุดคือ ทางเลือกที่ทำให้เกิดต้นทุนในการขนส่ง/ตัน ต่ำที่สุด

สามารถหาทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุดได้จากตารางการคำนวณ โดยสมมติฐานของแบบจำลองการส่งสินค้าคือ จะมีความถี่สูงสุดในการส่ง 12 ครั้ง/ปี และมีความถี่ในการจัดส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี ระยะเวลาการทำงานของรถบรรทุก 8.00 – 17.00 พักกลางวัน 1 ชั่วโมง ในการจัดส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน รถบรรทุกสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 65 กม./ชม. มีเงื่อนไขการคำนวณคือ

- มีรถบรรทุกให้เลือกในการบรรทุก 3 ชนิดคือ เล็ก กลาง และใหญ่ สามารถบรรทุกได้ 3 ตัน 4 ตัน และ 7 ตัน ตามลำดับ
- มีการขนส่งทุกๆ 1,2,3 และ 4 เดือนตามลำดับ
- ความถี่ในการส่งสูงสุด 12 ครั้ง/ปี (ส่งทุกเดือน เดือนละครั้ง)
- ความถี่ในการส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี (ส่ง 4 เดือนครั้ง)
- รถบรรทุกสามารถวิ่งได้ไม่เกิน 520 กิโลเมตร/วัน

จากเงื่อนไขการคำนวณ สำหรับลูกค้า 1 ต้องส่งสินค้าให้ลูกค้าปริมาณ 2000 กิโลกรัม/เดือน โดยมีระยะทางไปและกลับที่สั้นที่สุดระหว่างกองค้การเกษตรและลูกค้า 1 289.2 กิโลเมตร

จากตารางการคำนวณพบว่า การเลือกรถชนิดใหญ่บรรทุกทุก 3 เดือน โดยส่งครั้งละ 6000 กิโลกรัม ใช้รถบรรทุกจำนวน 1 คัน จะมีต้นทุนการขนส่ง/ตันรถที่สุด คือมีต้นทุนการขนส่ง 1,232 บาท/ตัน

เช่นเดียวกันกับการคำนวณลูกค้า 1 สำหรับลูกค้า 2 ต้องส่งสินค้าให้ลูกค้าปริมาณ 5000 กิโลกรัม/เดือน โดยมีระยะทางไปและกลับที่สั้นที่สุดระหว่างกองกิจการเกษตรและลูกค้า 2 482.22 กิโลเมตร จากตารางการคำนวณพบว่า การเลือกรถชนิดใหญ่บรรทุกทุก 4 เดือน โดยส่งครั้งละ 20,000 กิโลกรัม ใช้รถบรรทุกจำนวน 3 คัน จะมีต้นทุนการขนส่ง/ตันรถที่สุด คือมีต้นทุนการขนส่ง 1,398.3 บาท/ตัน ดังตารางที่ 8.4

สำหรับลูกค้า 3 มีการคำนวณเช่นเดียวกับลูกค้า 1 และลูกค้า 2 คือ ต้องส่งสินค้าให้ลูกค้า ปริมาณ 3000 กิโลกรัม/เดือน โดยมีระยะทางไปและกลับที่สั้นที่สุดระหว่างกองกิจการเกษตรและ ลูกค้า 2 256.88 กิโลเมตร จากตารางการคำนวณพบว่า การเลือกรถชนิดใหญ่บรรทุกทุก 2 เดือน โดย ส่งครั้งละ 6,000 กิโลกรัม ใช้รถบรรทุกจำนวน 1 คัน จะมีต้นทุนการขนส่ง/ตันรถที่สุด คือมีต้นทุน การขนส่ง 1,178.8 บาท/ตัน สำหรับลูกค้า 4 มีการคำนวณเช่นเดียวกันสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังตารางที่ 8.5



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.4 ตารางการคำนวณทางเลือกในการจัดรถบรรทุกและปริมาณการขนส่งสำหรับ ลูกค้า 1 และลูกค้า 2

Customer	Truck Capacity			unit		Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg			Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg			Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg			Large	7000		kg	
1						2					
	Monthly Demand	2000		kg			Monthly Demand	5000		kg	
	Distance	289.2		km			Distance	482.22		km	
<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	2000	4000	6000	8000		Load Size	5000	10000	15000	20000
	No of Trucks (Small)	1	2	2	3		No of Trucks (Small)	2	4	5	7
	Cost per ton (Small)	2038.1	2038.1	1358.7	1528.6		Cost per ton (Small)	2051.2	2051.2	1709.4	1794.8
	No of Trucks (Medium)	1	1	2	2		No of Trucks (Medium)	2	3	4	5
	Cost per ton (medium)	3084.5	1542.3	2056.3	1542.3		Cost per ton (medium)	3046.7	2285.0	2031.1	1904.2
	No of Trucks (Large)	1	1	1	2		No of Trucks (Large)	1	2	3	3
	Cost per ton (Large)	3696.0	1848.0	1232.0	1848.0		Cost per ton (Large)	1864.4	1864.4	1864.4	1398.3

ตารางที่ 8.5 ตารางการคำนวณทางเลือกในการจัดรถบรรทุกและปริมาณการขนส่งสำหรับ ลูกค้า 3 และลูกค้า 4

Customer	Truck Capacity			unit		Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg			Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg			Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg			Large	7000		kg	
3						4					
	Monthly Demand	3000		kg			Monthly Demand	1485		kg	
	Distance	256.88		km			Distance	208.48		km	
	<b>Replenishment Interval</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>Replenishment Interval</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	3000	6000	9000	12000		Load Size	1485	2970	4455	5940
	No of Trucks (Small)	1	2	3	4		No of Trucks (Small)	1	1	2	2
	Cost per ton (Small)	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0		Cost per ton (Small)	2448.6	1224.3	1632.4	1224.3
	No of Trucks (Medium)	1	2	3	3		No of Trucks (Medium)	1	1	2	2
	Cost per ton (medium)	1975.5	1975.5	1975.5	1481.7		Cost per ton (medium)	3746.5	1873.3	2497.7	1873.3
	No of Trucks (Large)	1	1	2	2		No of Trucks (Large)	1	1	1	1
	Cost per ton (Large)	2356.3	1178.1	1570.8	1178.1		Cost per ton (Large)	4434.2	2217.1	1478.1	1108.6

จากตารางคำนวณตารางที่ 8.4 และตารางที่ 8.5 สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองการขนส่งด้วยเรือขายการส่งตรงมีต้นทุนการขนส่งที่ประหยัดที่สุด โดยจัดเลือกการขนส่งดังนี้ ลูกค้า 1 คือ บริษัท อติณพ จำกัด มีระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท อติณพ จำกัด คือ 289.20 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซีกัม 24 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 1 คัน โดยมีปริมาณการจัดส่ง 6 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 4 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 7,392 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 29,568 บาท/ปี

ลูกค้า 2 คือ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด คือ 482.22 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซีกัม 60 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 3 คัน โดยมีปริมาณการจัดส่ง 20 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 3 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 27,967 บาท/ครั้ง และค่าขนส่งทั้งสิ้น 83,900 บาท/ปี

ลูกค้า 3 คือ บริษัท ITS Thailand Co., Ltd. เขตห้วยขวาง ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท ITS Thailand Co., Ltd. คือ 256.88 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซีกัม 36 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 1 คัน โดยมีปริมาณการจัดส่ง 6 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 6 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 7,069 บาท/ครั้ง และค่าขนส่งทั้งสิ้น 42,413 บาท/ปี

ลูกค้า 4 คือ บริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา แต่จะมีการจัดส่งที่สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องหรือ Inland Container Deport (ICD) ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ Inland Container Deport (ICD) คือ 208.48 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแซนโทฟิล 17.82 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 1 คัน โดยมีปริมาณการจัดส่ง 5.94 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 3 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 6,585 บาท/ครั้ง และค่าขนส่งทั้งสิ้น 19,754 บาท/ปี และในแบบจำลองการขนส่งของลูกค้าทั้ง 4 ขององค์การเภสัชฯ มีต้นทุนรวมในการขนส่ง 175,635 บาท/ปี สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.6

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.6 ตารางแสดงรายละเอียดทางเลือกการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดกรณีเครือข่ายแบบตรง

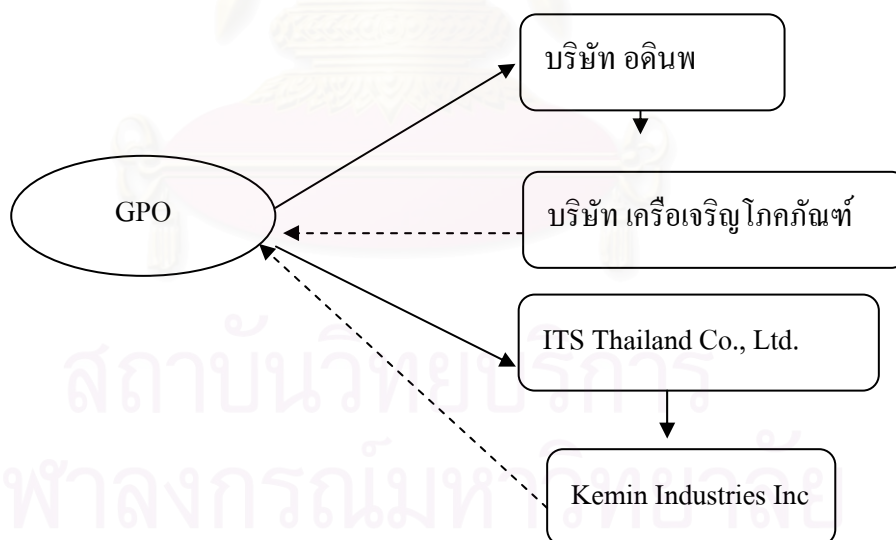
ลูกค้า	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ปริมาณต้องการ (ตัน/ปี)	รถบรรทุก		ปริมาณการขนส่ง (ตัน/ครั้ง)	ความถี่ในการขนส่ง (ครั้ง/ปี)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	
			ชนิด	จำนวน (คัน/ครั้ง)			(บาท/ครั้ง)	(บาท/ปี)
1	289.2	24	6 ล้อใหญ่	1	6	4	7,392	29,568
2	482.22	60	6 ล้อใหญ่	3	20	3	27,967	83,900
3	256.88	36	6 ล้อใหญ่	1	6	6	7,069	42,413
4	208.48	17.82	6 ล้อใหญ่	1	5.94	3	6,585	19,754
							รวม (บาท)	175,635

ที่มา : ภาคผนวก จ ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า

จากผลของแบบจำลองเครือข่ายการขนส่งแบบตรงพบว่า เครือข่ายการขนส่งแบบตรงช่วยในการลดคลังสินค้าชั้นกลางและทำให้การดำเนินงานและการประสานงานมีความง่ายขึ้น พบว่าค่าใช้จ่ายในการขนส่งจะประหยัดขึ้นเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้ามีขนาดใกล้เคียงกับขนาดบรรทุกของรถบรรทุก ปริมาณการจัดส่งที่ประหยัดที่สุดคือ การขนส่งปริมาณมากด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่สุด นั่นคือขนาด 6 ล้อใหญ่ มีความถี่ในการขนส่งต่อปีต่ำ การขนส่งปริมาณมากต่อครั้ง สำหรับข้อเสียแบบจำลองเครือข่ายการขนส่งแบบตรงในแบบจำลองของการกระจายสินค้าพบว่า การขนส่งครั้งละปริมาณมาก จำเป็นต้องให้ลูกค้ามีโกดังเก็บสินค้ามาก อาจจะทำให้ลูกค้าต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลังมาก รวมทั้งองค์การเก็สดังกล่าวต้องมีการค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าคงคลังปริมาณด้วย

### 8.2.2 เครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบ(Milk Run)

แบบจำลองการขนส่งแบบวิ่งรอบจะเป็นการขนส่งที่รถบรรทุกสินค้า จากผู้จัดส่งสินค้าหนึ่งไปยังลูกค้าหลายราย จะมีการรวมสินค้าจากลูกค้าหลายรายเข้ากับรถบรรทุกคันเดียวกันและมีการส่งไปยังลูกค้าแต่ละราย ในแบบจำลองการกระจายสินค้าด้วยเครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบของห่วงโซ่อุปทานนี้ จะเป็นแบบจำลองที่ต้องตัดสินใจเลือกเกี่ยวกับเส้นทางของแต่ละการขนส่งแบบวิ่งรอบ สามารถแสดงรูปตัวอย่างรูปแบบการขนส่งแบบวิ่งรอบในกรณีศึกษาได้ดังรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 รูปแบบการขนส่งเครือข่ายแบบวิ่งรอบในกรณีศึกษา

การจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่งแบบวิ่งรอบของกรณีศึกษาคือ การตัดสินใจเกี่ยวกับเส้นทางและตารางการขนส่ง โดยจะมีการกำหนดลูกค้ารายใดกับพาหนะชนิดใด และจัดลำดับพาหนะที่จะใช้ ต้องมีการตัดสินใจเกี่ยวกับเส้นทางของพาหนะแต่ละคัน ในแบบจำลองจะ



เลือกใช้กระบวนการคำนวณด้วยวิธี Savings matrix คือ วิธีการประหยัดจากการรวมลูกค้าสองราย ในรถบรรทุกเดียวกัน หรืออาจมากกว่าสองรายในรถบรรทุกเดียวกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดด้านการขนส่ง ระยะเวลาการขนส่ง ขั้นตอนวิธี Savings matrix ประกอบด้วย

1. บ่งชี้ระยะทางที่สั้นที่สุด(Distance matrix)
2. บ่งชี้การประหยัดที่เกิดจากการรวมลูกค้า 2 ราย(Saving Matrix)
3. กำหนดลูกค้าให้กับเส้นทาง
4. กำหนดพาหนะให้ลูกค้า

### 1. บ่งชี้ระยะทางที่สั้นที่สุด

เป็นการบ่งชี้ระยะทางระหว่างทุกคู่ของสถานีจัดส่งสินค้า ระยะทางที่สั้นที่สุด ระหว่างโกดังเก็บสินค้าที่องค์การเกษตรกับลูกค้า ระหว่างลูกค้ากับลูกค้า ต้องเป็นระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละจุด สามารถหาระยะทางที่สั้นที่สุดได้จากโปรแกรมแผนที่ของกรมทางหลวง ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 1 มีระยะทางสั้นที่สุด 144.6 กม. ระหว่างลูกค้า 1 กับลูกค้า 2 มีระยะทางสั้นที่สุด 263.97 กม. ระหว่าง ลูกค้า 1 – ลูกค้า 3 มีระยะทางสั้นที่สุด 22.88 กม. เป็นต้น ดังตารางที่ 8.7 แสดงรายละเอียดเส้นทางของการขนส่งของระยะทางที่สั้นที่สุดในระหว่างจุดใน ภาคผนวก ข แผนที่เส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุด

ตารางที่ 8.7 ตารางบ่งชี้ระยะทางที่สั้นที่สุด(Distance Matrix)

	*ระยะทาง (เมตร)	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	ลูกค้า 3	ลูกค้า 4
ลูกค้า 1	144.6	0			
ลูกค้า 2	241.11	263.97	0		
ลูกค้า 3	128.44	22.88	255.43	0	
ลูกค้า 4	104.24	47.08	247.38	24.2	0

ที่มา : <http://map-server.doh.go.th/>

### 2. บ่งชี้การประหยัดที่เกิดจากการรวมลูกค้า 2 ราย (Saving Matrix)

การแทนค่าการประหยัดที่เกิดจากการรวมลูกค้า 2 รายในรถบรรทุกเดียวกัน การประหยัดจะอยู่ในรูปของระยะทาง เนื่องจากการเดินทางที่ยิ่งสั้นก็หมายถึงการประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งยิ่งมาก จากที่ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเกิดจากค่าใช้จ่ายตายตัว(Fix Cost)คือ การเช่ารถ และค่าใช้จ่ายแปรผัน(Variable Cost) คือ การเติมน้ำมันซึ่งขึ้นกับระยะทาง

การประหยัด(S) คือ ระยะทางที่ประหยัดได้ที่เกิดจากการรวมลูกค้า 2 ราย สามารถหาได้จากสูตรการคำนวณดังนี้

$$S(X, Y) = \text{Dist}(DC, X) + \text{Dist}(DC, Y) - \text{Dist}(X, Y)$$

โดย

X	คือ	ลูกค้า X
Y	คือ	ลูกค้า Y
DC	คือ	ศูนย์กระจายสินค้า หรือ โกดังเก็บสินค้า
S(X, Y)	คือ	การประหยัดจากการรวมลูกค้า X และ ลูกค้า Y ( เมตร )
Dist(DC, X)	คือ	ระยะทางระหว่าง โกดังเก็บสินค้า และ ลูกค้า X
Dist(DC, Y)	คือ	ระยะทางระหว่าง โกดังเก็บสินค้า และ ลูกค้า Y
Dist(X, Y)	คือ	ระยะทางระหว่างลูกค้า X และ ลูกค้า Y

จากตารางที่ 8.7 ตารางบ่งชี้ระยะทางที่ประหยัดที่สุด สามารถหาการประหยัดระหว่างการรวมลูกค้า 1 และลูกค้า 2  $S(1,2)$  สามารถหาได้จาก ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 1 รวมกับ ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 2 ลบด้วยระยะทางระหว่างลูกค้า 1 และลูกค้า 2 คือ  $144.6 + 241.11 - 263.97 = 121.74$  เมตร

การประหยัดระหว่างการรวมลูกค้า 1 และลูกค้า 3  $S(1,3)$  สามารถหาได้จาก ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 1 รวมกับ ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 3 ลบด้วย ระยะทางระหว่างลูกค้า 1 และลูกค้า 3 คือ  $144.6 + 128.44 - 22.88 = 17.61$  เมตร

การประหยัดระหว่างการรวมลูกค้า 1 และลูกค้า 4  $S(1,4)$  สามารถหาได้จาก ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 1 รวมกับ ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 4 ลบด้วย ระยะทางระหว่างลูกค้า 1 และลูกค้า 4 คือ  $144.6 + 104.24 - 47.08 = 201.76$  เมตร

การประหยัดระหว่างการรวมลูกค้า 2 และลูกค้า 3  $S(2,3)$  สามารถหาได้จาก ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 2 รวมกับ ระยะทางระหว่างโกดังเก็บสินค้ากับลูกค้า 3 ลบด้วย ระยะทางระหว่างลูกค้า 2 และลูกค้า 3 คือ  $241.11 + 128.44 - 255.43 = 17.61$  เมตร

สำหรับการคำนวณหาการประหยัดระหว่างลูกค้าแต่ละรายสามารถคำนวณได้เช่นเดียวกัน การคำนวณการประหยัดจากการรวมลูกค้าสองในกรณีศึกษาแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.8

ตารางที่ 8.8 ตารางเมตริกซ์การประหยัดต้นทุนกรณีศึกษา

	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	ลูกค้า 3	ลูกค้า 4
ลูกค้า 1	0			
ลูกค้า 2	121.74	0		
ลูกค้า 3	250.16	17.61	0	
ลูกค้า 4	201.76	1.46	224.64	0

### 3. การกำหนดลูกค้าให้กับเส้นทาง

การกำหนดลูกค้าให้กับเส้นทางมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการประหยัดมากที่สุด จากที่ลูกค้าแต่ละรายมีเส้นทางเดินต่างกัน ลูกค้า 1 ไปเส้นทาง 1 ลูกค้า 2 ไปเส้นทาง 2 แต่การกำหนดลูกค้าให้กับเส้นทางจะเป็นการรวม 2 เส้นทางเข้าด้วยกันเป็นเส้นทางเดียวเท่าที่จะทำได้ โดยจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของการทำงาน

ข้อกำหนดของการทำงานของรถบรรทุก คือ ผู้ขับรถบรรทุกจะทำงานสูงสุดโดยประมาณ 8 ชั่วโมง โดยรถวิ่งด้วยอัตราเร็วประมาณ 65 กิโลเมตร/ชั่วโมง หรือระยะทางวิ่งสูงสุดไม่เกิน 520 กิโลเมตรต่อวัน นั่นคือสามารถรวมลูกค้าได้มากที่สุด โดยระยะทางในการขนส่งต้องไม่เกิน 520 กิโลเมตรต่อวัน

ในการกำหนดลูกค้าให้เส้นทางจะต้องเลือกการรวมระยะทางจากระยะที่ประหยัดมากที่สุดก่อน จากตารางที่ 8.6 พบว่าระยะทางที่ประหยัดมากที่สุดคือการรวมลูกค้า 1 และ 3 เข้าเป็นเส้นทางเดียวกัน โดยรวมลูกค้า 3 เข้าเป็นกับเส้นทางที่ 1 (Route 1) ของลูกค้า 1 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.9

ตารางที่ 8.9 ตารางเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทางใหม่

	Route	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	ลูกค้า 3	ลูกค้า 4
ลูกค้า 1	1	0			
ลูกค้า 2	2	121.47	0		
ลูกค้า 3	1	250.16	17.61	0	
ลูกค้า 4	4	201.76	1.46	224.64	0

จากการจัดเส้นทางใหม่จะได้เส้นทางรวมทั้งสิ้นเหลือ 3 เส้นทาง คือ สามารถรวม ลูกค้า 3 เข้ากับ ลูกค้า 1 ด้วยเส้นทางเดียวกันเป็นเส้นทาง 1 จะมีระยะทางในการขนส่งรวม 295.80 กิโลเมตร มีปริมาณการขนส่ง 60 ตันต่อปี เส้นทาง 2 คือเส้นทางเดิมในการขนส่งให้ลูกค้า 2 และเส้นทาง 4 คือเส้นทางเดิมในการขนส่งให้ลูกค้า 4 ดังแสดงในตารางที่ 8.10

ตารางที่ 8.10 ตารางการจัดเส้นทางให้ลูกค้าจากเมตริกซ์การประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทางใหม่

เส้นทาง	ลูกค้า	ปริมาณ (ตัน/ปี)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	1 + 3	60	295.8
2	2	60	208.48
4	4	17.82	482.22

สมมติฐานของแบบจำลองการส่งสินค้าคือ จะมีความถี่สูงสุดในการส่ง 12 ครั้ง/ปี และมีความถี่ในการจัดส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี ระยะเวลาการทำงานของรถบรรทุก 8.00 – 17.00 พักกลางวัน 1 ชั่วโมง ในการจัดส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน รถบรรทุกสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 65 กม./ชม. มีการกระจายสินค้าเป็นเครือข่ายแบบวงรอบ

เส้นทาง 1 คือ บริษัท อคินพ จำกัด และบริษัท ITS Thailand Co., Ltd. เขตห้วยขวาง ระยะทางที่ของการวิ่งรอบจากองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท อคินพ จำกัด และบริษัท ITS Thailand Co., Ltd. คือ 295.84 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซีกัม 60 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 3 คันโดยมีปริมาณการจัดส่ง 20 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 3 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 22,375 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 67,126 บาท/ปี

ลูกค้า 2 คือ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด คือ 482.22 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซีกัม 60 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 3 คันโดยมีปริมาณการจัดส่ง 20 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 3 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 27,967 บาท/ครั้ง และค่าขนส่งทั้งสิ้น 83,900 บาท/ปี

ลูกค้า 4 คือ บริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา แต่จะมีการจัดส่งที่สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องหรือ Inland Container Depot (ICD) ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ Inland Container Depot (ICD) คือ 208.48 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแซนโทฟิล 17.82 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 1 คันโดยมีปริมาณการจัดส่ง 5.94 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 3 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 6,585 บาท/ครั้ง และค่าขนส่งทั้งสิ้น 19,754 บาท/ปี และ

ในแบบจำลองการขนส่งของลูกค้าทั้ง 4 ขององค์การเภสัชฯ มีต้นทุนรวมในการขนส่ง 170,780 บาท/ปี สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.11



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.11 ตารางแสดงรายละเอียดทางเลือกการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดกรณีเครือข่ายแบบวงรอบโดยเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนโดยการจัดเส้นทางใหม่

เส้นทาง	ลูกค้า	ระยะทาง ( กิโลเมตร )	ปริมาณต้องการ ( ต้น/ปี )	รถบรรทุก		ปริมาณ การขนส่ง ( ต้น/ครั้ง )	ความถี่ ในการขนส่ง ( ครั้ง/ปี )	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	
				ชนิด	จำนวน (คัน/ครั้ง)			(บาท/ครั้ง)	(บาท/ปี)
1	1 + 3	295.84	60	6 ล้อใหญ่	3	20	3	22,375	67,126
2	2	482.22	60	6 ล้อใหญ่	3	20	3	27,967	83,900
4	4	208.48	17.82	6 ล้อใหญ่	1	5.94	3	6,585	19,754
								รวม (บาท)	170,780

ที่มา : ภาคผนวก จ ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า

จะพบว่าเส้นทาง 1 มีระยะทางในการวิ่งรอบเพียง 295.84 กิโลเมตร เส้นทาง 2 มีระยะทางในการวิ่งรอบ 482.22 กิโลเมตร และเส้นทาง 4 มีระยะทางการวิ่งรอบ 208.48 กิโลเมตร จากข้อจำกัดของระยะทางการขนส่งคือ 520 กิโลเมตรต่อวัน แสดงว่ายังสามารถรวมลูกค้าเข้ากับทั้ง 3 เส้นทางได้อีกหากไม่เกินข้อจำกัดของระยะทางการขนส่ง

ในการกำหนดลูกค้าให้เส้นทางในการจัดเส้นทางใหม่ทำซ้ำรอบ 2 จะต้องเลือกการรวมระยะทางจากระยะที่ประหยัดมากที่สุดรองมา จากตารางที่ 8.6 พบว่าระยะทางที่ประหยัดมากที่สุดรองมาคือการรวมเส้นทางของลูกค้า 4 เข้ากับเส้นทางของลูกค้า 3 ซึ่งลูกค้า 3 อยู่ในเส้นทาง 1 แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.12

ตารางที่ 8.12 ตารางแสดงเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทางใหม่ทำซ้ำครั้งที่ 2

	Route	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	ลูกค้า 3	ลูกค้า 4
ลูกค้า 1	1	0			
ลูกค้า 2	2	121.47	0		
ลูกค้า 3	1	250.16	17.61	0	
ลูกค้า 4	1	201.76	1.46	224.64	0

#### การพัฒนาเส้นทาง

จากการจัดเส้นทางใหม่จะได้เส้นทางรวมทั้งสิ้นเหลือ 2 เส้นทาง คือ สามารถรวม ลูกค้า 4 เข้ากับ ลูกค้า 1 และ ลูกค้า 3 ด้วยเส้นทางเดียวกันเป็นเส้นทาง 1 ทำให้เกิดการเลือกลำดับของการขนส่งจำเป็นต้องมีการจัดลำดับเพื่อพัฒนาเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ลำดับ 1+3+4 คือการรวมลูกค้าทั้ง 3 เข้าเส้นทางเดียวกัน จะได้การวิ่งรอบของเส้นทาง จากโกดังเก็บสินค้าไปลูกค้า 1 ลูกค้า 3 ลูกค้า 4 และกลับมาที่โกดัง โดยมีระยะทางรวม 295.84 กิโลเมตร เช่นเดียวกัน ลำดับ 1+4+3 จะได้การวิ่งรอบของเส้นทาง จากโกดังเก็บสินค้าไปลูกค้า 1 ลูกค้า 4 ลูกค้า 3 และกลับมาที่โกดัง โดยมีระยะทางรวม 344.32 กิโลเมตร พบว่า การพัฒนาเส้นทางที่ดีที่สุดคือการจัดลำดับ 1+3+4 หรือ 4+3+1 เนื่องจากมีระยะทางสั้นที่สุด แสดงในตารางที่ 8.13

ตารางที่ 8.13 ตารางแสดงระยะทางรวมจากลำดับการขนส่ง

ลำดับลูกค้านบนเส้นทาง 1	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)
1+3+4	295.84
1+4+3	344.32
3+4+1	344.32
3+1+4	302.64
4+1+3	302.64
4+3+1	295.84

การพัฒนาเส้นทางที่ดีที่สุดคือการจัดลำดับการขนส่ง 1+3+4 หรือ 4+3+1 เนื่องจากมีระยะทาง 295.84 กิโลเมตร มีปริมาณการขนส่ง 101.82 ตันต่อปี เส้นทาง 2 คือเส้นทางเดิมในการขนส่งให้ลูกค้า 2 ดังแสดงในตารางที่ 8.14

ตารางที่ 8.14 ตารางการจัดเส้นทางให้ลูกค้าจากเมตริกซ์การประหยัดต้นทุนของการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 2

เส้นทาง	ลูกค้า	ปริมาณ (ตัน/ปี)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	1 + 3 + 4	101.82	295.8
2	2	60	482.22

สมมติฐานของแบบจำลองการส่งสินค้าคือ จะมีความถี่สูงสุดในการส่ง 12 ครั้ง/ปี และมีความถี่ในการจัดส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี ระยะเวลาการทำงานของรถบรรทุก 8.00 – 17.00 พักกลางวัน 1 ชั่วโมง ในการจัดส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน รถบรรทุกสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 65 กม./ชม. มีการกระจายสินค้าเป็นเครือข่ายแบบวงรี

การขนส่งแบบวงรีของเส้นทาง 1 คือ บริษัท อคินพ จำกัด บริษัท ITS Thailand Co., Ltd. เขตห้วยขวาง และบริษัท Kemin Industries Inc. ประเทศอเมริกา โดยมีระยะทางที่ของการวิ่งรอบจากองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท อคินพ จำกัด และบริษัท ITS Thailand Co., Ltd. และ บริษัท Kemin Industries Inc กลับมาที่โกดังเก็บสินค้าขององค์การเภสัชฯ คือ 295.84 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซูล 101.82 ตัน/ปี เลือกเช่ารถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 1 คัน โดยมีปริมาณการจัดส่ง 6.485 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 12 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 7,458 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 89,501 บาท/ปี



และเส้นทางที่ 2 คือ ลูกค้า 2 บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา มีการจัดการเช่นเดิม ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างองค์การเภสัชฯ กับ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด คือ 482.22 กิโลเมตร มีความต้องการสารสกัดแคปซูล 60 ตัน/ปี เลือกรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ในการขนส่ง 3 คัน โดยมีปริมาณการจัดส่ง 20 ตัน/ครั้ง มีการส่ง 3 ครั้ง/ปี มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 27,967 บาท/ครั้ง และค่าขนส่งทั้งสิ้น 83,900 บาท/ปีและในแบบจำลองการขนส่งของการประหยัดต้นทุนครั้งที่ 2 ด้วยเครือข่ายแบบวงรอบของลูกค้าทั้ง 4 ขององค์การเภสัชฯ มีต้นทุนรวมในการขนส่ง 173,401 บาท/ปี สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.15



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.15 ตารางแสดงรายละเอียดทางเลือกการขนส่งที่ต้นทุนต่ำที่สุดกรณีเครือข่ายแบบวงรอบโดยเมตริกซ์ประหยัดต้นทุนโดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 2

เส้นทาง	ลูกค้า	ระยะทาง ( กิโลเมตร )	ปริมาณต้องการ ( ต้น/ปี )	รถบรรทุก		ปริมาณ การขนส่ง ( ต้น/ครั้ง )	ความถี่ ในการขนส่ง ( ครั้ง/ปี )	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง	
				ชนิด	จำนวน (คัน/ครั้ง)			(บาท/ครั้ง)	(บาท/ปี)
1	1 + 3 + 4	295.84	101.82	6 ล้อใหญ่	1	6.485	12	7,458	89,501
2	2	482.22	60	6 ล้อใหญ่	3	20	3	27,967	83,900
								รวม (บาท)	173,401

ที่มา : ภาคผนวก จ ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า

ในแบบจำลองการกระจายสินค้า คือการจัดการด้านการขนส่งโดยการเลือกเส้นทางที่สั้น เพื่อการประหยัดต้นทุนในด้านค่าใช้จ่ายในการขนส่ง แบบจำลองการกระจายสินค้าจะกำหนดช่วงเวลาการจัดการ 1 ปี สำหรับแบบจำลองที่ใช้จะเป็นแบบจำลองที่ยืดหยุ่นที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีข้อมูลหรือตัวเลขที่เปลี่ยนไป ในแบบจำลองการกระจายสินค้าสำหรับกรณีศึกษาจะเป็นขั้นตอนของการกระจายผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดคือแคปซูลช็อกโกแลตและแซนโทฟิล ในการสร้างแบบจำลองของการกระจายสินค้าจะมีการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่ง 2 แบบคือ แบบเครือข่ายการขนส่งแบบตรง และเครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบ(Milk Run) ในเครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบจะ 2 แบบจำลอง ดังนั้นจึงมีแบบจำลองทั้งสิ้น 3 แบบ เพื่อการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีศึกษาการกระจายสินค้า โรงงานผลิตสารสกัดสมุนไพรแคปซูลช็อกโกแลตและแซนโทฟิล ในแบบจำลองมีข้อมูลพื้นฐานและสมมติฐานคือ

การสร้างแบบจำลองการกระจายสินค้าจะมีการออกแบบทางเลือกของการขนส่งโดยมีพื้นฐานของข้อมูลและข้อจำกัดในการขนส่งคือ มีการใช้ภาชนะในการบรรจุทุก 3 ชนิดคือ รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ โดยจะสามารถบรรทุกได้ 3 ตัน 4 ตัน และ 7 ตัน ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในจ้างรถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ มีค่าเช่าวันละ 2,500 บาท 4,000 บาท และ 4,500 บาท ตามลำดับ และมีค่าน้ำมัน 5.45 บาท/กิโลเมตร 7.50 บาท/กิโลเมตร และ 10 บาท/กิโลเมตร ตามลำดับโดยมีสมมติฐานของราคาน้ำมันดีเซลที่ราคา 30 บาท/ลิตร สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.1 สมมติฐานของการส่งคือ จะมีความถี่สูงสุดในการส่ง 12 ครั้ง/ปี และมีความถี่ในการจัดส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี ระยะเวลาการทำงานของรถบรรทุก 8.00 – 17.00 พักกลางวัน 1 ชั่วโมง 8 ชั่วโมงต่อวัน ในการจัดส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน รถบรรทุกสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 65 กม./ชม. ดังนั้นจะมีเงื่อนไขการคำนวณคือ

- มีรถบรรทุกให้เลือกในการบรรจุทุก 3 ชนิดคือ เล็ก กลาง และใหญ่ สามารถบรรทุกได้ 3 ตัน 4 ตัน และ 7 ตัน ตามลำดับ
- มีการขนส่งทุกๆ 1,2,3 และ 4 เดือนตามลำดับ
- ความถี่ในการส่งสูงสุด 12 ครั้ง/ปี (ส่งทุกเดือน เดือนละครั้ง)
- ความถี่ในการส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี (ส่ง 4 เดือนครั้ง)
- รถบรรทุกสามารถวิ่งได้ไม่เกิน 520 กิโลเมตร/วัน

จากสมมติฐานและเงื่อนไข สามารถหาทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุดได้ โดยแสดงในตารางการคำนวณตารางที่ 8.4 ตารางที่ 8.5 และในภาคผนวก จ ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า พบว่าแบบจำลองการกระจายสินค้าที่มีต้นทุนต่ำที่สุดคือ กรณีที่ 2 แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบวิ่งรอบโดยใช้วิธีประหยัดต้นทุน(Savings matrix) โดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนในการขนส่ง 170,780 บาทต่อปี เป็นแบบจำลองที่มีการจัดส่งลักษณะวิ่งรอบ มี

การรวมสินค้าของลูกค้า 1 และ ลูกค้า 3 ให้ไปด้วยรถบรรทุกคันเดียวกัน ในการรวมการส่งสินค้าให้ลูกค้า 1 และลูกค้า 3 เข้าเป็นเส้นทางเดียวกันจะทำให้ประหยัดระยะทาง 250.16 กิโลเมตรดังตารางที่ 8.9 ด้วยวิธีการประหยัดต้นทุน (Savings matrix) และพบลำดับของการจัดส่งไม่ทำให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่ทำให้ระยะทางรวมในการจัดส่งเพิ่มขึ้น

แบบจำลองการกระจายสินค้าด้วยการจัดเส้นทางและกำหนดการขนส่งมีต้นทุนในการขนส่งตำราคือ กรณี 3 แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบวงรอบโดยใช้วิธีประหยัดต้นทุนโดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 2 มีต้นทุนในการขนส่ง 173,401 บาท/ปี เป็นแบบจำลองที่มีการจัดส่งลักษณะวงรอบเช่นกัน มีการรวมสินค้าของลูกค้า 1 ลูกค้า 3 และ ลูกค้า 4 ไปด้วยรถบรรทุกคันเดียวกัน ในการรวมส่งสินค้าเข้าเป็นเส้นทางเดียวกันจะทำให้ประหยัดระยะทาง 224.64 กิโลเมตรดังตารางที่ 8.12 ด้วยวิธีการประหยัดต้นทุน (Savings matrix) และพบลำดับของการจัดส่งทำให้ต้นทุนในการขนส่งต่างกัน เนื่องจากทำให้ระยะทางรวมในการจัดสั้นลงหากจัดลำดับในการส่งที่ดีด้วยระยะทางสั้นที่สุดพบว่า ลำดับ 1+3+4 หรือ 4+3+1 มีระยะทางสั้นที่สุดดังตารางที่ 8.13

และแบบจำลองการกระจายสินค้าที่มีต้นทุนสูงสุดคือ กรณีที่ 1 แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งโดยตรง มีต้นทุนในการขนส่ง 175,635 บาทต่อปี เป็นแบบจำลองที่มีการจัดส่งลักษณะวงตรงการจัดส่งลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระจากกัน การส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายไม่มีผลกระทบกับลูกค้าอื่น ต่างไปด้วยรถบรรทุกทุกคัน และไม่มีลำดับของการจัดส่งดังแสดงในตารางที่ 8.16

ตารางที่ 8.16 แบบจำลองการจัดเส้นทางและกำหนดการขนส่ง

กรณี 1 : แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบส่งตรง				
เส้นทาง	ลูกค้า	ปริมาณการขนส่ง (ตัน/ครั้ง)	ความถี่ในการขนส่ง (ครั้ง/ปี)	ต้นทุนการขนส่ง (บาท/ปี)
1	1	6	4	29,568
2	2	20	3	83,900
3	3	6	6	42,413
4	4	6	3	19,754
รวม (บาท)				175,635
กรณี 2 : แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบวิ่งรอบโดยใช้วิธีประหยัดต้นทุน(Savings matrix) โดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 1				
เส้นทาง	ลูกค้า	ปริมาณการขนส่ง (ตัน/ครั้ง)	ความถี่ในการขนส่ง (ครั้ง/ปี)	ต้นทุนการขนส่ง (บาท/ปี)
1	1 + 3	20	3	67,126
2	2	20	3	83,900
4	4	6	3	19,754
รวม (บาท)				170,780
กรณี 3 : แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบวิ่งรอบโดยใช้วิธีประหยัดต้นทุน(Savings matrix) โดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 2				
เส้นทาง	ลูกค้า	ปริมาณการขนส่ง (ตัน/ครั้ง)	ความถี่ในการขนส่ง (ครั้ง/ปี)	ต้นทุนการขนส่ง (บาท/ปี)
1	1 + 3 + 4	6	12	89,501
2	2	20	3	83,900
รวม (บาท)				173,401

## บทที่ 9

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาการนำฐานข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการผลิตภัณฑ์สารสกัดสมุนไพร 2 ชนิด ได้แก่ สารสกัดแคปซูลจากพริกสด และสารสกัดแซนโทฟิล จากดาวเรือง การศึกษาเริ่มจากต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ คือวัตถุดิบจากเกษตรกรแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดไปจนถึงมือลูกค้า

โดยจะมีการศึกษาจากการพยากรณ์ปริมาณอุปสงค์ที่มีอยู่ในตลาด เมื่อได้ปริมาณอุปสงค์ที่ต้องการจะนำไปสู่การจัดซื้อวัตถุดิบ ในการจัดซื้อวัตถุดิบจะมีการเปรียบเทียบเพื่อเลือกการผลิตเอง (Making) หรือซื้อ (Buying) ได้ปริมาณวัตถุดิบแล้วจะนำไปสู่การจัดการสินค้าคงคลัง ในการจัดการสินค้าคงคลังจะมีการจัดเก็บวัตถุดิบ 2 ชนิด คือการจัดเก็บวัตถุดิบสด และการจัดเก็บวัตถุดิบชนิดแห้ง มีการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด การคำนวณต้นทุนการถือ (Holding Cost) ต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนรวมในการจัดเก็บ

การผลิตสารสกัดสมุนไพรจะมีกระบวนการทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนเตรียมวัตถุดิบสดให้เป็นอัดเม็ด(Pallet) และส่วนการสกัด(Extraction) ในขั้นตอนการสกัดจะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous) คอขวด(Bottom neck)ของการผลิตสารสกัดสมุนไพรคือขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสดให้เป็นแห้ง จึงเลือกสร้างแบบจำลองของการเตรียมวัตถุดิบสดให้เป็นอัดเม็ด ในแบบจำลองจะประกอบไปด้วยแผนการรับพนักงานในแต่ละเดือน ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน และการจ้างเหมาจากภายนอกในกรณีที่กำลังการผลิตภายในไม่เพียงพอ ในแบบจำลองการวางแผนการผลิตจะคำนวณโดยมีวัตถุประสงค์ให้ต้นทุนรวมในการเตรียมต่ำสุด แต่ต้องสามารถเตรียมได้ปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการในการผลิตสารสกัดในแต่ละเดือน โดยคำนวณได้จากบทที่ 4 เรื่องการพยากรณ์ และในแบบจำลองยังมีการเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างกรณีการบรรจุพนักงานประจำในการผลิตกับกรณีการจ้างพนักงานจากภายนอก (Out source) ทั้งหมดมาใช้ในการเตรียมวัตถุดิบสด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บข้อมูลจากการสอบถามผู้เกี่ยวข้องตามรายละเอียดในเอกสารอ้างอิง โดยข้อมูลในที่เกิดขึ้นในการทำงานจริงอาจเปลี่ยนแปลงได้ สังเกตได้ว่าในแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงตัวเลขได้อย่างง่ายตามสมมติฐานใหม่ที่กำหนด

ในส่วนสุดท้ายของงานวิจัยนี้คือการศึกษถึงการกระจายสินค้าให้ถึงมือผู้ซื้อ ด้วยการสร้างความสามารถในการขนส่งได้หลายวิธี โครงสร้างพื้นฐานที่มีต้นทุนต่ำสุด ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

## 9.1 สรุปผลงานวิจัย

### 9.1.1 การพยากรณ์

การพยากรณ์อุปสงค์มีความจำเป็นในการจัดการซัพพลายเชน เพราะเป็นการใช้วิธีการเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อคาดคะเนอุปสงค์ของสินค้าและบริการในอนาคตของลูกค้าในอนาคต จากปริมาณมูลค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในอนาคตของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดพบว่า ทางองค์การเภสัชฯ มีการวางแผนกำลังการผลิตสารสกัดจากพริกไว้ 120 ตันต่อปี หรือ 10 ตันต่อเดือน และกำลังการผลิตสารสกัดดาวเรืองที่ 17.82 ตันต่อปี หรือประมาณ 1.5 ตันต่อเดือน

จากการพยากรณ์ในอีก 5 ปีพบว่าพริกอุปสงค์เฉลี่ยที่ 260 ตันต่อปี ซึ่งมากกว่ากำลังการผลิตขององค์การเภสัชฯถึง 116% ในการสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวแทนผู้ผลิตอาหารสัตว์ กล่าวว่าได้มีการนำเข้าสารสกัดแคปซูลเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ เป็นปริมาณมากและราคาค่อนข้างสูง หากไทยสามารถผลิตได้และจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม จะสามารถแทนที่การนำเข้าจากต่างประเทศ พบว่ากำลังการผลิตพริกในปัจจุบันขององค์การเภสัชฯคิดเป็น 46.15%ของอุปสงค์ในตลาดที่พยากรณ์

และดาวเรืองมีอุปสงค์เฉลี่ยที่ 78.56 ตันต่อปี ซึ่งมากกว่ากำลังการผลิตขององค์การเภสัชฯถึง 340% จากการสัมภาษณ์กับฝ่ายจัดซื้อของทางบริษัท Kemin Industries, Inc. USA และบริษัท Viva Herba Pvt. Ltd. India ซึ่งเป็นบริษัทฯที่รับซื้อจากประเทศไทย มีความต้องการสารแซนโทฟิลไปใช้ในการผลิตสารลูทีนอย่างมาก หากไทยสามารถผลิตมาตรฐานทั้งคุณภาพและราคา ทั้ง 2 บริษัทยินดีรับซื้ออย่างไม่จำกัด เนื่องจากสารสกัดลูทีนมีความต้องการสูงมากในตลาดโลก

จากปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์สารสกัดทั้ง 2 อย่างมาก ดังนั้นการพยากรณ์จึงเปรียบเสมือนเป็นข้อมูลแนวโน้มความต้องการในแต่ละเดือนเท่านั้น จึงไม่ใช่ความต้องการของตลาดทั้งหมด ข้อมูลจากการพยากรณ์ที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นขององค์การเภสัชฯ ในการวางแผนดำเนินงาน การจัดการผลิต การจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น

### 9.1.2 การจัดซื้อวัตถุดิบ

ในการตัดสินใจเรื่องการจัดซื้อในห่วงโซ่อุปทานมีความสำคัญมาก เนื่องจากการจัดซื้อถือเป็นต้นทุนหลักของกิจการและยังมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตของสินค้าและผลิตภัณฑ์ขององค์กร กิจกรรมของงานจัดซื้อในห่วงโซ่อุปทานคือการจัดหาสินค้าและบริการ กิจกรรมจัดซื้อยังช่วยในการระบุแหล่งผลิตหรือผู้ขายปัจจัยการผลิตได้ ช่วยในการเลือกผู้ขายปัจจัยการผลิต หรือ การเจรจา ทำสัญญา และยังช่วยควบคุมการปฏิบัติของผู้ขายปัจจัยการผลิต จนถึงช่วยในการตัดสินใจว่าจะผลิตเองหรือซื้อ

ในงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาถึงข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตเองในเรื่องของต้นทุนในการเพาะปลูก ปัญหาอุปสรรคของการเพาะปลูก ระยะเวลาในการเพาะปลูก สำหรับการจ้างเหมา ได้มีการศึกษาถึงผู้จัดส่งวัตถุดิบที่เป็นไปได้ เกรณในการคัดเลือกผู้จัดส่งวัตถุดิบ ต้นทุนในการรับซื้อ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบในการตัดสินใจว่าจะผลิตเองหรือซื้อ โดยมีหลักเกณฑ์ในการเปรียบเทียบการผลิตกับการจ้างเหมา การตัดสินใจโดยใช้การวัดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางธุรกิจอาจกำหนดแนวความคิดเบื้องต้นในการตัดสินใจดำเนินงานสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ ดังนี้

1. ต้นทุนประกอบด้วย ต้นทุนจม เป็นต้นทุนที่เกี่ยวกับเงินลงทุน ต้นทุนของโอกาสที่เสียไป เป็นต้นทุนที่เข้ามามีบทบาทในการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการดำเนินงานเนื่องจากแต่ละทางเลือกมีต้นทุนของโอกาสที่เสียไปไม่เหมือนกัน
2. กำลังความสามารถในการผลิต ปริมาณแรงงาน เครื่องจักร
3. คุณภาพของผลผลิตที่สามารถทำได้
4. ระยะเวลาการจัดส่ง การส่งมอบ
5. การตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง ความไม่แน่นอน

โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจจะต้องมีลักษณะดังนี้ คือ

1. เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อช่วยให้ตัดสินใจในปัญหานั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง และเป็นข้อมูลที่มีความหมายต่อทางเลือกของปัญหานั้นๆ
2. เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจ จะต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจต้องมีการคาดคะเนหรือกะประมาณขึ้น ซึ่งจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตและสภาวะการณ์ต่างๆ ในปัจจุบันเป็นแนวทางในการกะประมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้หรือใกล้เคียงความจริงที่จะนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ
3. เป็นข้อมูลอนาคต การตัดสินใจเป็นสิ่งที่ต้องกระทำในปัจจุบัน แต่ผลของการตัดสินใจเป็นเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้น ข้อมูลที่จะนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนหรือรายได้ก็ตาม จะต้องเป็นข้อมูลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตเมื่อได้มีการกระทำตามการตัดสินใจนั้น เช่น ปริมาณที่คาดว่าจะขายได้
4. เป็นต้นทุนที่แตกต่างกันในแต่ละทางเลือก ในการตัดสินใจมักใช้ต้นทุนส่วนต่างเป็นหลักในการตัดสินใจเลือกทางเลือก



จากการศึกษาข้อมูลทางเลือกในการผลิตเองกับการจ้างเหมา Contact Farm พบว่าการจ้างเหมา Contact Farm จะให้ประโยชน์และเหมาะสมกับกรณีศึกษาโรงงานผลิตสารสกัดมากที่สุดด้วยเหตุผลดังนี้

1. ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายขององค์กร ทำให้กระแสเงินหมุนเวียนในองค์กรมีสภาพคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันขององค์กรให้มากขึ้น เนื่องจากการดำเนินการต่างๆ จะเกิดความสะดวกรวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูง ถึงแม้ว่าต้นทุนการเพาะปลูกพริกเพียง 5-7 บาทต่อกิโลกรัมและดาวเรืองเพียง 12-13 บาทต่อกิโลกรัม เทียบกับราคาจำหน่ายพริก 20-25 บาทต่อกิโลกรัม และดาวเรือง 15-25 บาทต่อกิโลกรัมแต่เมื่อเปรียบเทียบกับภาระค่าใช้จ่ายขององค์กร พื้นที่เพาะปลูกแล้ว การจ้างเหมาจะถูกกว่ามาก
2. สามารถควบคุมต้นทุนการดำเนินงานให้ต่ำลง และขจัดต้นทุนที่จะก่อให้เกิดความล้มเหลวในเบื้องต้นได้ เนื่องจากองค์การเกษตรกรรมมีเชี่ยวชาญด้านการผลิตและเวชภัณฑ์หากต้องเริ่มเพาะปลูกวัตถุดิบเองก็จะมีความรู้และความชำนาญที่ดียกกว่าเกษตรกรซึ่งมีการปฏิบัติกันมานาน
3. องค์กรสามารถขยายธุรกิจด้วยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ก่อให้เกิด Business Line เพิ่มขึ้น และสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ขององค์กร ไม่สิ้นเปลืองบุคคลากรในการเริ่มต้นค้นคว้าทดลองปลูกใหม่
4. ช่วยองค์กรสามารถผลักภาระการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ ให้กับบริษัทว่าจ้างได้ เช่นที่ดิน กำลังแรงงานในการเพาะปลูก
5. การจ้างเหมา(outsourcing) วัตถุดิบมีประสิทธิภาพในการทำงานที่คงที่กว่า เนื่องจากจะมีการทำงานมานาน ทำให้เกิดทักษะความชำนาญต่อเนื่องในระบบการดำเนินงาน และเป็นลักษณะการจ้าง Contact Farm ทำให้มีความรับผิดชอบต่อองค์กรมากกว่าการจ้างรับซื้อส่ง เนื่องจากลักษณะงานเป็นการทำสัญญาว่าจ้าง ทำให้มีผู้รับผิดชอบในการจัดส่งวัตถุดิบให้ได้ตามข้อตกลงสัญญาที่วางไว้
6. ลดต้นทุนของสินค้าคงคลังเนื่องจากการเพาะปลูกเองจะทำให้ได้ต้องมีผลผลิตในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ การเก็บเกี่ยววัตถุดิบจะเก็บเกี่ยวเป็นช่วงได้ปริมาณมากในแต่ละช่วง จำเป็นต้องมีพื้นที่ในการเก็บวัตถุดิบมาก วัตถุดิบต้องเก็บในที่แห้งทำให้ต้องมีการลงทุนโกดังเก็บสินค้าขนาดใหญ่
7. กำลังการผลิตไม่เพียงพอ เนื่องจากปริมาณความต้องการวัตถุดิบมีปริมาณมากต้องใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกสูงถึง 20,000 ไร่ จากข้อมูลผลผลิตพริก 897-1800 กก./ไร่ และ

ดาวเรือง 1,035 กก./ไร่ ปริมาณความต้องการพริก 4,000 ตันต่อปีและดาวเรือง 16,800 ตันต่อปี

8. มีความยืดหยุ่นในการเลือกวัตถุดิบ สามารถเลือกวัตถุดิบได้จากประวัติข้อมูลเกษตรกรที่มีคุณสมบัติ ความสามารถได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการ

สามารถสรุปเหตุผลการเลือกซื้อ(Buying) แทนการผลิตเอง (Making) ตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวถึงได้ดังตารางที่ 9.1



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.1 ตารางสรุปข้อพิจารณาในการเลือกการซื้อสินค้า (Buy Considerations)

ข้อ	หลักเกณฑ์	เหตุผลในการผลิตสินค้าเอง (Making)	เหตุผลในการซื้อสินค้า (Buying)
1.	ต้นทุนรวม	ต้นทุนการผลิตรวมสูงกว่า (lower production cost)	ต้นทุนในการจัดหาต่ำกว่า (lower acquisition cost)
2.	ความสัมพันธ์กับผู้ขายวัตถุดิบหรือผู้ผลิต	องค์การเกษตรฯ ไม่มีแรงงานสำหรับการเพาะปลูก จึงต้องมีการจ้างเกษตรกรใหม่ทั้งหมด	มีความสัมพันธ์กับผู้ขายวัตถุดิบในการผลิตเป็นพิเศษ เนื่องจากองค์การเกษตรฯ มีการทำธุรกิจเกี่ยวกับวัตถุดิบในด้านการเกษตรมาช้านาน
3.	ปริมาณวัตถุดิบที่สามารถผลิตได้	อาจมีปริมาณวัตถุดิบมากในช่วงปีที่มีผลผลิตดี มีภูมิอากาศเอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูก	สามารถหาวัตถุดิบได้ซึ่ดหยุ่นกว่า เนื่องจากมีตัวแทนเกษตรกรที่สามารถจัดหาผลผลิตทางการเกษตรจากเกษตรกรหลายพื้นที่ เช่น อาจมีบางพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากภูมิอากาศ
4.	กำลังการผลิต	แรงงานและที่ดินไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก ต้องมีการลงทุนด้านที่ดิน แรงงานจำนวนมาก	มีตัวแทนเกษตรกรที่สามารถรับผิดชอบจัดหาผลผลิตจัดส่งให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการในลักษณะการจัดส่งเป็นสัญญารายปี
5.	สินค้าคงคลัง	องค์การเกษตรฯ ต้องใช้วัตถุดิบทางการเกษตรปริมาณมากในแต่ละปี จึงต้องมีพื้นที่จัดเก็บสินค้าคงคลังปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอกับปริมาณที่ต้องการผลิต	ลดต้นทุนสินค้าคงคลัง มีการจัดส่งวัตถุดิบตามปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ช่วยลดต้นทุนด้านการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (reduce inventory costs)

ตารางที่ 9.1 ตารางสรุปข้อพิจารณาในการเลือกการซื้อสินค้า (Buy Considerations) (ต่อ)

ข้อ	ลักษณะ	เหตุผลในการผลิตสินค้าเอง (Making)	เหตุผลในการซื้อสินค้า (Buying)
6.	ความเสี่ยง ความไม่แน่นอน	ต้องมีการพิจารณาคัดเลือกตัวแทนจำหน่ายวัตถุดิบมากเป็นพิเศษ เพื่อลดปัญหาผู้ขายวัตถุดิบการผลิตมีการสมรู้ร่วมคิด เช่น เพื่อการต่อรองราคา (remove supplier collusion)	มีความยืดหยุ่นและมีทางเลือกในการเลือกผู้จัดขายวัตถุดิบในการผลิต
7.	การส่งมอบ	ไม่มีปัญหาด้านการส่งมอบ เนื่องจากมีการเพาะปลูกในพื้นที่เอง	มีปัญหาด้านการส่งมอบ หากมีการเลือกตัวแทนจำหน่ายวัตถุดิบไม่ดี
8.	ความรู้ ความสามารถในการผลิต	มีความเชี่ยวชาญด้านการเพาะปลูกน้อย อาจทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรต่อพื้นที่ต่ำ หรือต้นทุนสูงกว่า	มีความเชี่ยวชาญด้านการเพาะปลูกมากกว่า เนื่องจากเป็นเกษตรกรที่ทำอาชีพเพาะปลูกโดยตรง
9.	การสูญเสียความลับและเทคนิคขององค์กร	อาจมีการสูญเสียเทคนิคด้านการเพาะปลูก	เนื่องจากสินค้าที่ซื้อเป็นสินค้าเกษตรกรซึ่งเป็นสินค้าที่ไม่ต้องมีการความรู้หรือเทคนิคเฉพาะทางที่เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะ
10.	คุณภาพของวัตถุดิบที่ผลิตได้	อาจมีคุณภาพได้มาตรฐานที่ไม่แน่นอน	วัตถุดิบที่รับซื้อจากตัวแทนเกษตรกรจะมีมาตรฐานคุณภาพที่แน่นอนกว่า เนื่องจากจะมีการรับซื้อเฉพาะวัตถุดิบที่ได้ตามระบุในสัญญา สำหรับวัตถุดิบที่รับซื้อจากเกษตรกรโดยตรง มีการตรวจสอบก่อนที่จะรับซื้อวัตถุดิบจากเกษตรกร

### 9.1.3 การจัดการสินค้าคงคลัง

การจัดการสินค้าคงคลังมีขั้นตอนการทำงานคือ รับวัตถุดิบเป็นพริกสดและดาวเรืองสดจากเกษตรกรในลักษณะสัญญา Contact Farm (จากบทสรุปเรื่องการจัดการวัตถุดิบในบทที่ 5) นำเก็บไว้ในคลังเก็บวัตถุดิบสด ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ซึ่งจะเตรียมวัตถุดิบให้อยู่ในรูปพริกแห้งอัดเม็ดและดาวเรืองแห้งอัดเม็ดเพื่อให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนเข้าเครื่องสกัด วัตถุดิบอัดเม็ดจะถูกนำไปเก็บไว้ในคลังเก็บสินค้าแห้ง ดังนั้นในการจัดการสินค้าคงคลังจะมีการเก็บวัตถุดิบ 2 ชนิด คือ คลังเก็บวัตถุดิบชนิดสด และคลังเก็บวัตถุดิบชนิดแห้ง

การจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดสดของสินค้าคงคลังหมุนเวียนเกิดขึ้นเนื่องจากการซื้อปริมาณมากในโซ่อุปทานเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการประหยัดโดยการเพิ่มขนาดซึ่งมีต้นทุนคงที่ที่เกิดจากการสั่งซื้อและการขนส่ง ในการจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบชนิดสดจะอยู่ในสภาวะการณ์ของมีสินค้าเพียงชนิดเดียวในการสั่งแต่ละครั้งก็จะมีพริกชนิดเดียวในครั้งปีแรกและดาวเรืองชนิดเดียวในครั้งปีหลัง ทราบปริมาณอุปสงค์ต่อปีโดยอุปสงค์มีการกระจายตลอดปี (จากการพยากรณ์ในบทที่ 4) ระยะเวลาการคอยไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการจัดซื้อลักษณะเหมาซื้อตลอดปีจากบทสรุปการจัดการซื้อในบทที่ 3 จะไม่มีการลดราคาตามขนาดการสั่งซื้อ ในสภาวะการณ์เหล่านี้จึงเลือกใช้แบบจำลอง Basic Economic Quantity (EOQ) ตามแบบจำลอง EOQ เมื่อสร้างกราฟต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษากับจำนวนที่สั่งซื้อ ที่จุดตัดของต้นทุนทั้ง 2 จะเป็นของปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดซึ่งทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด จะได้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดของพริกสด 600 ตัน จะได้ต้นทุนรวมในการเก็บรักษา 1,200,000 บาท มีการสั่งพริกสด 7 ครั้งต่อปี และการสั่งซื้อที่ประหยัดของดาวเรืองสด 2000 ตัน มีต้นทุนรวมในการเก็บรักษา 3,999,200 บาท และมีการสั่ง 8 ครั้งต่อปี

จากการที่องค์กรเกษตรจะเป็นผู้ผลิตและผู้ใช้วัตถุดิบนี้เอง และอัตราการผลิตกับอัตราการใช้จะต่างกัน คืออัตราการผลิตจะได้มากกว่าอัตราการใช้ ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป สินค้าคงคลังก็จะค่อยๆเพิ่มขึ้นแทนการเพิ่มขึ้นครั้งเดียวเป็นช่วง การจัดการสินค้าคงคลังของพริกแห้งอัดเม็ดและดาวเรืองแห้งอัดเม็ดจะเป็นลักษณะของการจัดการสินค้าคงคลังแบบการสั่งซื้อเมื่อปริมาณการงมอพบเพิ่มขึ้น (EOQ with Incremental Replenishment) พริกแห้งอัดเม็ดและดาวเรืองแห้งอัดเม็ดมีอัตราการใช้เท่ากัน 10 ตันต่อวัน จากอัตราการใช้พริกแห้งอัดเม็ดและดาวเรืองแห้งอัดเม็ดต่ำกว่าอัตราการผลิต อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลังจะเท่ากับส่วนต่างระหว่างอัตราการผลิตกับอัตราการใช้ โดยจะมีอัตราการผลิตที่ 15 ตันต่อวันแต่อัตราการใช้ดาวเรืองแห้งอัดเม็ดที่ 10 ตันต่อวัน ดังนั้นจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้าคงคลัง 5 ตันต่อวัน

การจัดการสินค้าคงคลังของพริกแห้งอัดเม็ด ลักษณะของขนาดการเตรียมที่ประหยัดภายใต้สภาวะการณ์ที่ทยอยรับทยอยใช้สินค้า การหาขนาดเตรียมที่ประหยัดและต้นทุนรวมสามารถคำนวณได้ตามสูตรการคำนวณ EOQ with incremental replenishment การจัดการสินค้าคงคลังของพริก

แห่งอีดมีดได้ความต้องการพริกแห่งอีดมีด 1200 ตันต่อปี มีต้นทุนในการเตรียม 6250 บาทต่อครั้ง ต้นทุนการเก็บรักษา 2000 บาทต่อตันมีอัตราการเตรียม 15 ตันต่อวัน แต่มีอัตราการใช้ 10 ตันต่อวัน จะมีการเก็บสะสมมากขึ้นวันละ 5 ตัน เมื่อคำนวณหาปริมาณการผลิตที่ประหยัด  $Q_0$  ได้ 150 ตันต่อครั้ง ระยะเวลาสำหรับการผลิตคือ 15 วัน ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด 50 ตันและมีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย 25 ตันสามารถหาต้นทุนรวมการจัดเก็บต่อปีจากปริมาณการเตรียมที่ประหยัดได้ 100,00 บาท

การจัดการสินค้าคงคลังของดาวเรืองแห่งอีดมีดมีลักษณะเช่นเดียวกับการจัดการพริกแห่งอีดมีด ความต้องการดาวเรืองแห่งอีดมีด 1200 ตันต่อปี มีต้นทุนในการเตรียม 7800 บาทต่อครั้ง ต้นทุนการเก็บรักษา 2000 บาทต่อตันมีอัตราการเตรียม 15 ตันต่อวัน แต่มีอัตราการใช้ 10 ตันต่อวัน จะมีการเก็บสะสมมากขึ้นวันละ 5 ตัน เมื่อคำนวณหาปริมาณการผลิตที่ประหยัด  $Q_0$  ได้ 170 ตันต่อครั้ง ระยะเวลาสำหรับการผลิตคือ 17 วัน ระดับของสินค้าคงคลังสูงสุด 57 ตันและมีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย 28 ตันสามารถหาต้นทุนรวมการจัดเก็บต่อปีจากปริมาณการเตรียมที่ประหยัดได้ 120,733 บาท

#### 9.1.4 แบบจำลองการวางแผนการผลิต

แบบจำลองการวางแผนการผลิตของการจ้างพนักงานประจำจะมีจำนวนพนักงานที่มากเกินไป ความจำเป็นบ้างในบางคาบเวลา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนรวมแล้วก็ยังต่ำกว่าการรับพนักงานจากภายนอกมาใช้ในการผลิต นอกจากนี้ในเรื่องของต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าแล้ว การจ้างพนักงานประจำยังมีความน่าเชื่อถือมากกว่า รวมทั้งหัวหน้าสายการผลิตสามารถปฏิบัติหน้าที่ควบคุมระดับพนักงานในสายการผลิตได้ง่ายกว่า การรับพนักงานจากภายนอกมาทำงาน ดังนั้นตามสมมุติฐานข้อจำกัด ตัวแปรในการตัดสินใจของแบบจำลองสามารถสรุปได้ว่า การเตรียมพริกแห่งและดาวเรืองแห่งด้วยการจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าโดย

สำหรับแบบจำลองการเตรียมพริกแห่งด้วยพนักงานประจำ มีสมมุติฐานคือ ต้นทุนในการซื้อพริกสดจะเป็นลักษณะการซื้อเป็นสัญญารายปีโดยจะมีการส่งพริกในปริมาณตามจำนวนการสั่งที่ประหยัด(ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) มีราคา 25 บาทต่อกิโลกรัมส่งในระยะเวลา 6 เดือน เป็นพริกสดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดหรือเด็ดก้านออก หากในช่วงใดที่ไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการจะต้องมีการปรับโดยสมมุติฐานไว้ที่ราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม และจะมีการรับซื้อเป็นลักษณะพริกที่เด็ดก้านแล้วพร้อมเข้าเครื่องอบและอีดมีดในราคา กิโลกรัมละ 31 บาท มีต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังในลักษณะของพริกแห่งอีดมีด 2 บาทต่อกิโลกรัม (ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) ด้วยการหาจุดเหมาะสมที่สุดตามสมการเป้าหมาย ใช้โปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver ช่วยคำนวณได้ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผนของการเตรียมพริกแห่งอีดมีดต่ำที่สุด 113,442,957 บาทต่อปี มีปริมาณการผลิตรวม 4,046,842 กิโลกรัม

สำหรับแบบจำลองการเตรียมดาวเรืองด้วยพนักงานประจำ ต้นทุนในการซื้อดาวเรืองสดจะเป็นลักษณะการซื้อเป็นสัญญารายปีเช่นเดียวกับพริก โดยจะมีการส่งดาวเรืองในปริมาณตามจำนวนการสั่งที่ประหยัด(ที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) มีราคา 15 บาทต่อกิโลกรัมส่งในระยะเวลา 6 เดือน เป็นดาวเรืองสดที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดหรือเด็ดก้านออก หากในช่วงใดที่ไม่สามารถผลิตได้ทันกับความต้องการจะต้องมีการปรับโดยสมมติฐานไว้ที่ราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม และจะมีการรับซื้อเป็นลักษณะดาวเรืองสดที่เด็ดก้านแล้วพร้อมเข้าเครื่องอบและอัดเม็ดในราคา กิโลกรัมละ 19 บาท ต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังในลักษณะของดาวเรืองแห้งอัดเม็ด 2 บาทต่อกิโลกรัม (ที่กล่าวไว้ในบทที่ 6 การจัดการสินค้าคงคลัง) ด้วยการหาจุดเหมาะสมที่สุดตามสมการเป้าหมาย ใช้โปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver ช่วยคำนวณ ได้ต้นทุนรวมตลอดช่วงแผนของการเตรียมดาวเรืองแห้งอัดเม็ดต่ำที่สุด 285,765,603 บาทต่อปี มีปริมาณการผลิตรวม 16,374,481 กิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการจ้างเหมาพนักงานจากภายนอกการเตรียมดาวเรืองแห้งด้วยพนักงานประจำจะมีต้นทุนสูงกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก 22,097 บาท เนื่องจากต้นทุนส่วนหนึ่งมาจากการรับพนักงานเข้าใหม่ 400 คนซึ่งจะเกิดเฉพาะปีแรกของการเริ่มต้นกิจการ ในปีต่อไปจะมีต้นทุนในส่วนนี้น้อยลงเนื่องจากสมมติฐานเปรียบเสมือนว่าเริ่มกิจการมีพนักงานเริ่มต้น 0 คนจะต้องรับและฝึกหัดใหม่หมด จึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการฝึกหัดและการดำเนินงาน จากการคำนวณจะมีต้นทุน 2,880,000 บาท(จากตารางที่ 7.10 ) เมื่อหักต้นทุนในส่วนนี้ออก จะทำให้การเตรียมดาวเรืองโดยการจ้างพนักงานจากภายนอกมีต้นทุนรวมลดลงเป็น 282,885,603 บาท ซึ่งจะทำให้การจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก และสำหรับการเตรียมพริกแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำจะมีต้นทุนรวมต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก 2,027,494 บาท เมื่อคำนวณส่วนต่างรวมแล้ว สามารถสรุปได้ว่า ในการเตรียมพริกแห้งและดาวเรืองแห้งด้วยการจ้างพนักงานประจำมีต้นทุนรวมต่ำกว่าการจ้างพนักงานจากภายนอก

### 9.1.5 แบบจำลองการวางแผนการผลิต

ในแบบจำลองการกระจายสินค้า คือการจัดการด้านการขนส่งโดยการเลือกเส้นทางที่สั้นเพื่อการประหยัดต้นทุนในด้านค่าใช้จ่ายในการขนส่ง แบบจำลองการกระจายสินค้าจะกำหนดช่วงเวลาการจัดการ 1 ปี สำหรับแบบจำลองที่ใช้จะเป็นแบบจำลองที่ยืดหยุ่นที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีข้อมูลหรือตัวเลขที่เปลี่ยนไป ในแบบจำลองการกระจายสินค้าสำหรับกรณีศึกษาจะเป็นขั้นตอนของการกระจายผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดคือแคปซูลและแซนโทฟิล ในการสร้างแบบจำลองของการกระจายสินค้าจะมีการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางและกำหนดตารางการขนส่ง 2 แบบคือ แบบเครือข่ายการขนส่งแบบตรง และเครือข่ายการขนส่งแบบวิ่งรอบ(Milk Run) ในเครือข่ายการขนส่ง

แบบวงรอบจะ 2 แบบจำลอง ดังนั้นจึงมีแบบจำลองทั้งสิ้น 3 แบบ เพื่อการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกรณีศึกษาการกระจายสินค้าโรงงานผลิตสารสกัดสมุนไพรแคปซูลและแท็บเล็ต ในแบบจำลองมีข้อมูลพื้นฐานและสมมติฐานคือ

การสร้างแบบจำลองการกระจายสินค้าจะมีการออกแบบทางเลือกของการขนส่งโดยมีพื้นฐานของข้อมูลและข้อจำกัดในการขนส่งคือ มีการใช้กำหนดในการบรรทุก 3 ชนิดคือ รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ โดยจะสามารถบรรทุกได้ 3 ตัน 4 ตัน และ 7 ตัน ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในจ้างรถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อกลาง และรถบรรทุก 6 ล้อใหญ่ มีค่าเช่าวันละ 2,500 บาท 4,000 บาท และ 4,500 บาท ตามลำดับ และมีค่าน้ำมัน 5.45 บาท/กิโลเมตร 7.50 บาท/กิโลเมตร และ 10 บาท/กิโลเมตร ตามลำดับโดยมีสมมติฐานของราคาน้ำมันดีเซลที่ราคา 30 บาท/ลิตร สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 8.1 สมมติฐานของการส่งคือ จะมีความถี่สูงสุดในการส่ง 12 ครั้ง/ปี และมีความถี่ในการจัดส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี ระยะเวลาการทำงานของรถบรรทุก 8.00 – 17.00 พักกลางวัน 1 ชั่วโมง 8 ชั่วโมงต่อวัน ในการจัดส่งแต่ละครั้งจะต้องมีการส่งเสร็จสิ้นภายใน 1 วัน รถบรรทุกสามารถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 65 กม./ชม. ดังนั้นจะมีเงื่อนไขการคำนวณคือ

- มีรถบรรทุกให้เลือกในการบรรทุก 3 ชนิดคือ เล็ก กลาง และใหญ่ สามารถบรรทุกได้ 3 ตัน 4 ตัน และ 7 ตัน ตามลำดับ
- มีการขนส่งทุกๆ 1,2,3 และ 4 เดือนตามลำดับ
- ความถี่ในการส่งสูงสุด 12 ครั้ง/ปี (ส่งทุกเดือน เดือนละครั้ง)
- ความถี่ในการส่งต่ำสุด 3 ครั้ง/ปี (ส่ง 4 เดือนครั้ง)
- รถบรรทุกสามารถวิ่งได้ไม่เกิน 520 กิโลเมตร/วัน

จากสมมติฐานและเงื่อนไข สามารถหาทางเลือกที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุดได้ โดยแสดงในตารางการคำนวณตารางที่ 8.4 ตารางที่ 8.5 และในภาคผนวก จ ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า พบว่าแบบจำลองการกระจายสินค้าที่มีต้นทุนต่ำที่สุดคือ กรณีที่ 2 แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบวงรอบโดยใช้วิธีประหยัดต้นทุน(Savings matrix) โดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 1 ซึ่งมีต้นทุนในการขนส่ง 170,780 บาทต่อปี เป็นแบบจำลองที่มีการจัดส่งลักษณะวงรอบ มีการรวมสินค้าของลูกค้า 1 และ ลูกค้า 3 ให้ไปด้วยรถบรรทุกคันเดียวกัน ในการรวมการส่งสินค้าให้ลูกค้า 1 และลูกค้า 3 เข้าเป็นเส้นทางเดียวกันจะทำให้ประหยัดระยะทาง 250.16 กิโลเมตรดังตารางที่ 8.9 ด้วยวิธีการประหยัดต้นทุน (Savings matrix) และพบลำดับของการจัดส่งไม่ทำให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่ทำให้ระยะทางรวมในการจัดส่งเพิ่มขึ้น

แบบจำลองการกระจายสินค้าด้วยการจัดเส้นทางและกำหนดการขนส่งมีต้นทุนในการขนส่งต่ำรองมาคือ กรณี 3 แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งแบบวงรอบโดยใช้วิธีประหยัดต้นทุนโดยการจัดเส้นทางใหม่ครั้งที่ 2 มีต้นทุนในการขนส่ง 173,401 บาท/ปี เป็นแบบจำลองที่มีการจัดส่ง



ลักษณะวิ่งรอบเช่นกัน มีการรวมสินค้าของลูกค้า 1 ลูกค้า 3 และ ลูกค้า 4 ไปด้วยรถบรรทุกคันเดียวกัน ในการรวมส่งสินค้าเข้าเป็นเส้นทางเดียวกันจะทำให้ประหยัดระยะทาง 224.64 กิโลเมตร ดังตารางที่ 8.12 ด้วยวิธีการประหยัดต้นทุน (Savings matrix) และพบลำดับของการจัดส่งทำให้ต้นทุนในการขนส่งต่างกัน เนื่องจากทำให้ระยะทางรวมในการจัดสั่งลงหากจัดลำดับในการส่งที่ดีด้วยระยะทางสั้นที่สุดพบว่า ลำดับ 1+3+4 หรือ 4+3+1 มีระยะทางสั้นที่สุดดังตารางที่ 8.13

และแบบจำลองการกระจายสินค้าที่มีต้นทุนสูงสุดคือ กรณีที่ 1 แบบจำลองเครือข่ายการจัดส่งโดยตรง มีต้นทุนในการขนส่ง 175,635 บาทต่อปี เป็นแบบจำลองที่มีการจัดส่งลักษณะวิ่งตรงการจัดส่งลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระจากกัน การส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายไม่มีผลกระทบต่อลูกค้าอื่น ต่างไปด้วยรถบรรทุกทุกคัน และไม่มีลำดับของการจัดส่งดังแสดงในตารางที่ 8.16

## 9.2 ข้อเสนอแนะ

ในการสร้างแบบจำลองนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บข้อมูลจากการสอบถามผู้เกี่ยวข้องตามรายละเอียดในเอกสารอ้างอิง โดยข้อมูลในที่เกิดขึ้นอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป สังเกตได้ว่าในแบบจำลองสามารถเปลี่ยนแปลงตัวเลขได้อย่างง่ายตามสมมติฐานที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ในแบบจำลองการผลิต หากมีเงื่อนไขข้อจำกัดเรื่องการรับซื้อจากผู้จ้างเหมา หรือจำนวนคนงานสูงสุดที่สามารถรับได้ อาจเปลี่ยนแปลง จำนวนคนงานสูงสุดที่สามารถรับเข้าหรือให้ออก ข้อจำกัดอื่นๆ บางอย่างเช่น คำสั่งซื้อค้างส่ง การเก็บวัสดุคงคลังก็สามารถถูกเพิ่มเข้ามาได้อีกด้วยเช่นกัน และในการทำแบบจำลองนี้ได้มีการกำหนดให้จำนวนคนเป็นลักษณะของจำนวนเต็ม ในการทำงานจริงอาจไม่จำเป็นต้องใส่เงื่อนไขในเรื่องจำนวนเต็มเพื่อให้การประมวลผลของคอมพิวเตอร์ สำหรับแบบจำลองเชิงเส้นตรง เร็วขึ้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- พัลลภา ปิติสันต์. การบริหารจัดการองค์กรและทรัพยากรมนุษย์. โครงการบัณฑิตเศรษฐี, 2550
- วิทยา สุหฤตดำรง. การบริหารห่วงโซ่อุปทาน(Supply Chain Management). คลินิกอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 54, ปี 2542, หน้า 74-77.
- กัตัญญู หิรัญญูสมบุญ. การบริหารอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542. ง.
- พิภพ สถิตินาถ. ระบบการควบคุมการผลิตระดับโรงงาน. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 1, 2542.
- ประสงค์ ปราณิตพลกรัง และคณะ. การบริหารการผลิตและการปฏิบัติการ. Dimond in Business World, ธนรัชการพิมพ์, 2543.
- สุทัศน์ รัตนเกื้อก้งวาน. การบริหารการผลิตและการดำเนินงาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540
- วิโรจน์ พุทธิวิถิ. การจัดการโลจิสติกส์(Logistics Management). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ โอเอซิส ปรีนติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด, 2547
- สุนา อยู่โพธิ์. การจัดซื้อและบริหารพัสดุ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540
- สาธิต พะเนียบทอง. การจัดการโซ่อุปทานเชิงกลยุทธ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอ็ม เอ เอช พรินติ้ง, 2548
- อดุลย์ จาตุรงค์กุล. การจัดซื้อ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2540

### ภาษาอังกฤษ

- Supply Chain Council ,2000, Supply Chain Operation Reference-Model (SCOR version4), Supply Chain Council.
- Supply-Chain Council ,2001, Supply Chain Operation Reference-Model (SCOR version5), Supply Chain Council.
- Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 610.
- William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 572
- William, J. Stevenson, Operations Management, 2002: 92.

Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 355.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ภาคผนวก**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

การกำหนดนำหน้ารถบรรทุก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# การกำหนดน้ำหนักบรรทุก

## หมวด 1 (ส่วนที่ 1)

น้ำหนักบรรทุกที่อนุมัติให้วิ่งบนทางหลวง (ทางหลวงสัมปทานและทางยกระดับ)				
ข้อ..... (ตามประกาศฯ)	ชนิดของรถ (Vehicle Class)		น้ำหนักของเพลาท้าย หรือเพลาคู่ท้ายไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม ไม่เกิน ( ตัน )
1		2 เพลา 4 ล้อ ยาง 4 เส้น	6.8	8.5
2		2 เพลา 4 ล้อ ยาง 6 เส้น บนส่งผู้โดยสาร	9.1	—
		2 เพลา 4 ล้อ ยาง 6 เส้น	9.1	12
3		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 6 เส้น บนส่งผู้โดยสาร	12.2	—
		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 6 เส้น	12.2	15.3
4		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 8 เส้น บนส่งผู้โดยสาร	14.3	—
		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 8 เส้น	14.3	18.3
5		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 10 เส้น	16.4	21
6		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 8 เส้น บนส่งผู้โดยสาร	9.1	—
		3 เพลา 6 ล้อ ยาง 8 เส้น	9.1	14
7		4 เพลา 8 ล้อ ยาง 8 เส้น	12.2	18.8
8		4 เพลา 8 ล้อ ยาง 12 เส้น	16.4	25.2



ฉบับสมบูรณ์

### หมวด 1 (ส่วนที่ 2)

#### น้ำหนักบรรทุกที่อนุมัติให้วิ่งบนทางหลวง (ทางหลวงสัมปทานและทางยกระดับ)

ปี (ตามประกาศ)	ชนิดรถกึ่งพ่วง (SEMI TRAILER)	น้ำหนักกองเพลานี้เกิน (ตัน)
9	(1)	เพลาดียว 1 ขางเดียว 6.8
	(2)	เพลาดียว 1 ขางคู่ 9.1
	(3)	เพลาคู่ 1 ขางเดียว 12.2
	(4)	เพลาคู่ 1 ขางคู่ 16.4
	(5)	3 เพลาคู่ 19.5

หมายเหตุ: ระยะห่างระหว่างสติกพ่วงกับศูนย์กลางของเพลาคู่ 1 ของรถกึ่งพ่วงต้องไม่น้อยกว่า 8 เมตร

หมายเหตุ: ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 1-8 ( ส่วนที่ 1 ) เมื่อประกอบกับตัวรถกึ่งพ่วง (SEMI-TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักกองเพลานี้หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

### หมวด 1 (ส่วนที่ 3)

ปี (ตามประกาศ)	ชนิดรถพ่วง (FULL TRAILER)	น้ำหนักกองเพลานี้เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม (ตัน)
10	(1)	เพลานำและเพลาท้าย เป็นเพลาดียว 1 ขางเดียว 6.8	13.6
	(2)	เพลานำและเพลาท้าย เป็นเพลาดียว 1 ขางคู่ 9.1	18.2

หมายเหตุ: ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 1-8 ( ส่วนที่ 1 ) เมื่อประกอบกับตัวรถพ่วง (FULL TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักกองเพลานี้หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

### หมวด 2 (ส่วนที่ 2)

น้ำหนักบรรทุกทุกก่อนมิติหัวจับบนทางหลวง (ทางหลวงพิเศษและทางหลวงแผ่นดิน)			
ประเภทรถ	ชนิดรถกึ่งพ่วง (SEMI TRAILER)	น้ำหนักของเพลาไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม (ตัน)
19	(1)	เพลาเดียว รางเดี่ยว	7
	(2)	เพลาเดียว รางคู่	11
	(3)	เพลาคู่ รางเดี่ยว	13
	(4)	เพลาคู่ รางคู่	20
	(5)	3 เพลา รางคู่	25.5

หมายเหตุ ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 11-18 ( ส่วนที่ 1 ) เมื่อประกอบกับตัวรถกึ่งพ่วง (SEMI-TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักของเพลาหรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

### หมวด 2 (ส่วนที่ 3)

ประเภทรถ	ชนิดรถพ่วง (FULL TRAILER)	น้ำหนักของเพลาไม่เกิน (ตัน)	น้ำหนักรวม (ตัน)	
20	(1)	เพลาหน้าและเพลาท้าย เป็นเพลาเดี่ยวใช้รางเดี่ยว	7	14
	(2)	เพลาหน้าและเพลาท้าย เป็นเพลาเดี่ยวใช้รางคู่	11	22

หมายเหตุ ตัวรถลากจูงแต่ละประเภทในข้อ 11-18 ( ส่วนที่ 1 ) เมื่อประกอบกับตัวรถพ่วง (FULL TRAILER) แล้วต้องมีน้ำหนักของเพลาหรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้

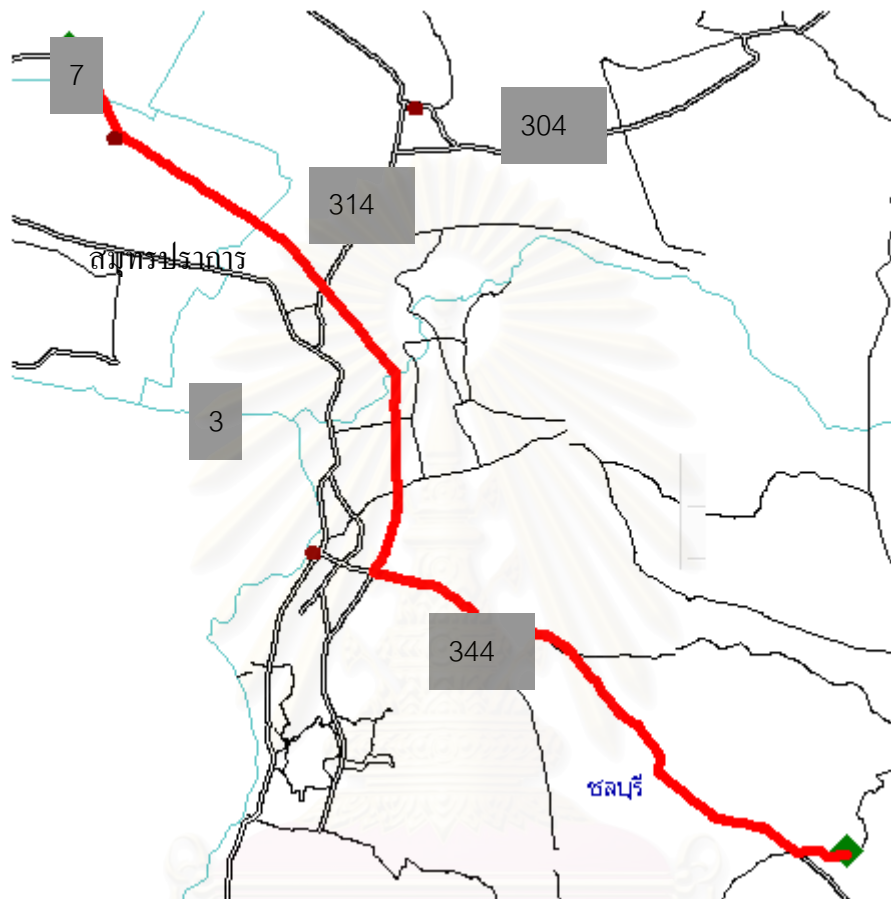


ภาคผนวก ข

แผนที่เส้นทางการเดินรถที่สั้นที่สุด



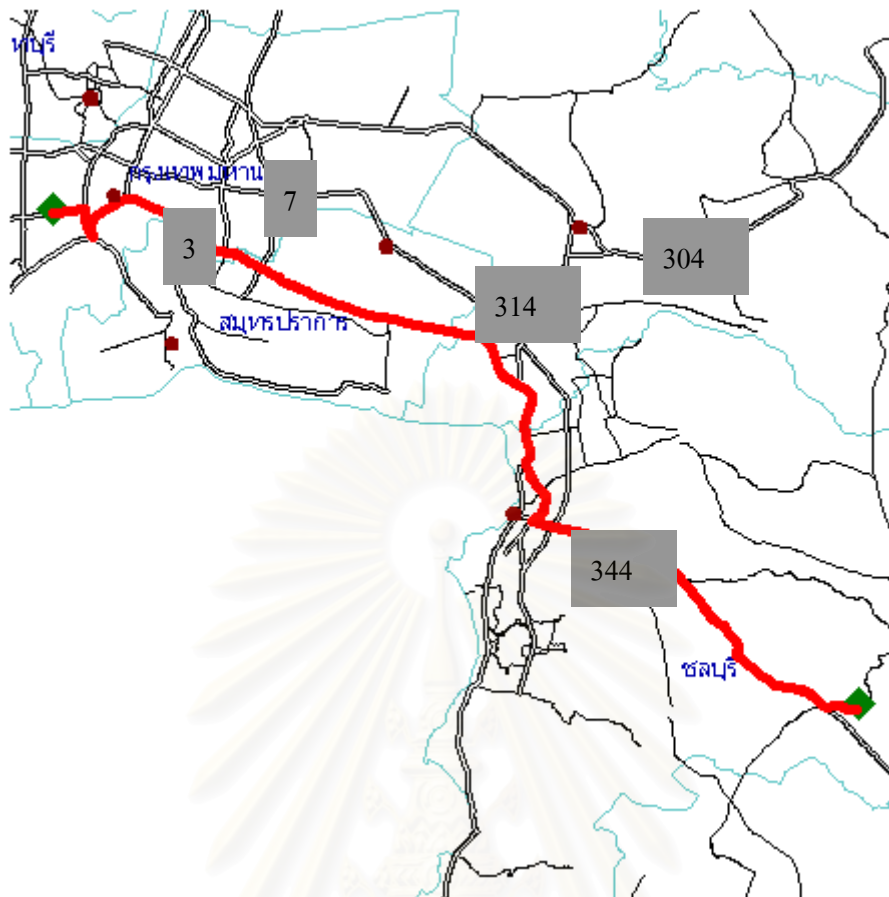
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างอ.หนองใหญ่-เขตลาดกระบัง(104.24km)

ที่มา : <http://map-server.doh.go.th/NTWDir.Asp>

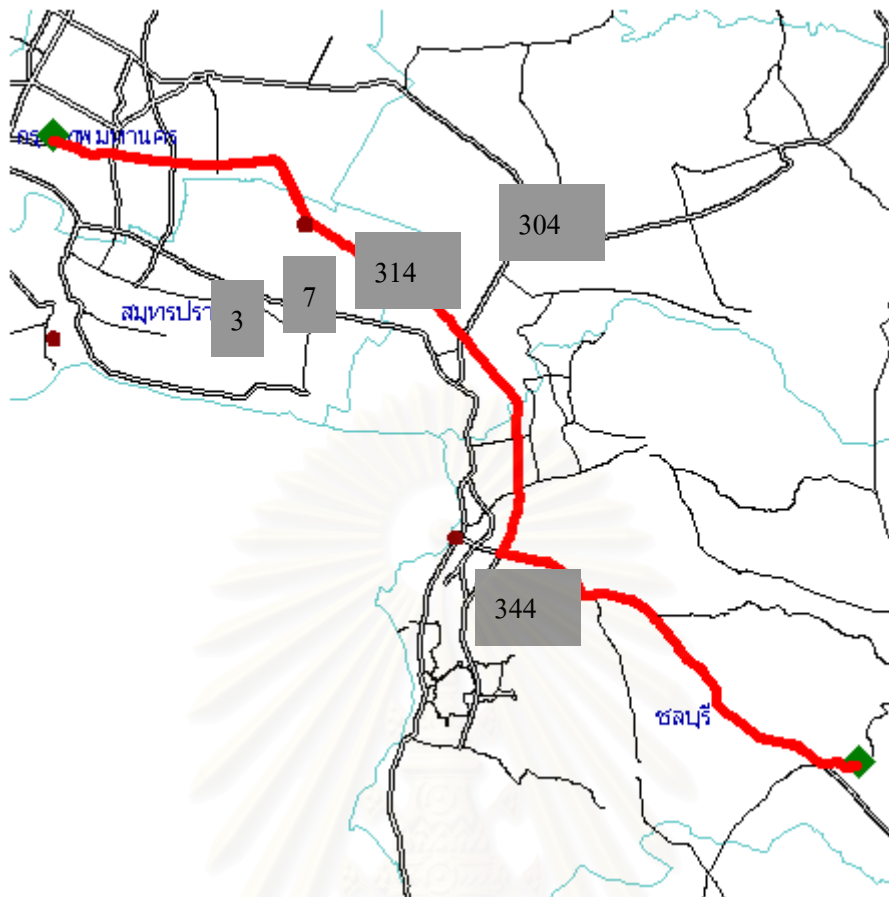
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แสดงเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างอ.หนองใหญ่-เขตบางแค(144.km)

ที่มา : <http://map-server.doh.go.th/NTWDir.Asp>

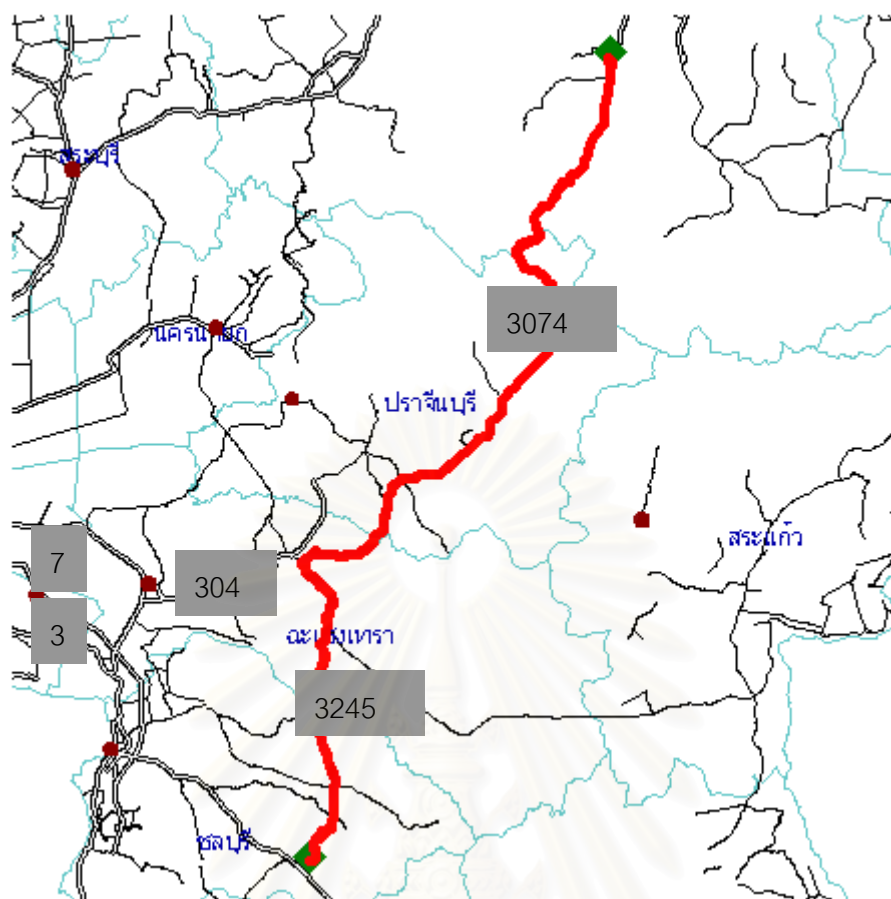
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างอ.หนองใหญ่-เขตห้วยขวาง(128.44km)

ที่มา : <http://map-server.doh.go.th/NTWDir.Asp>

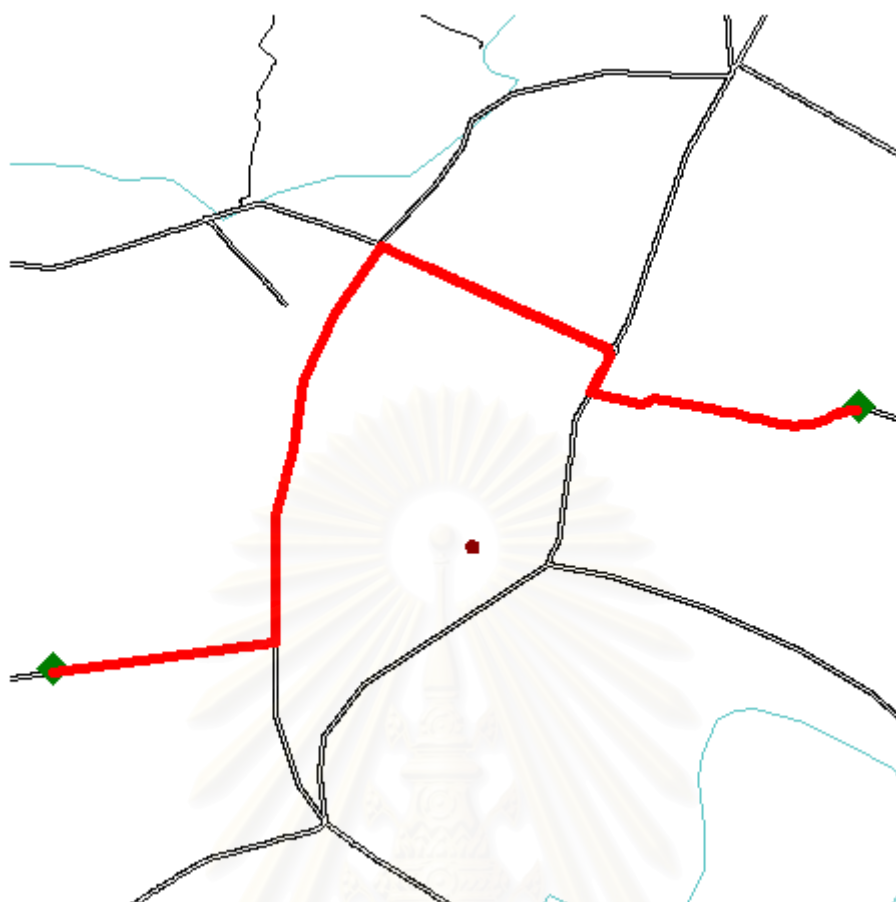
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่าง อ.หนองใหญ่-อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา(241.11Km)

<http://map-server.doh.go.th/NTWDir.Asp>

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แสดงระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างเขตห้วยขวาง-บางแค( 22.88 km)

<http://map-server.doh.go.th/NTWDir.Asp>

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค  
รหัสแสดงที่ตั้งทางหลวง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 1. แสดงที่ตั้งของทางหลวง

- 1.1 ทางหลวงสายที่ขึ้นต้นด้วยหมายเลข 1 แสดงว่าทางสายนั้นอยู่ในภาคเหนือ
- 1.2 ทางหลวงสายที่ขึ้นต้นด้วยหมายเลข 2 แสดงว่าทางสายนั้นอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 1.3 ทางหลวงสายที่ขึ้นต้นด้วยหมายเลข 3 แสดงว่าทางสายนั้นอยู่ในภาคกลาง ตะวันออก และภาคใต้ตอนบน
- 1.4 ทางหลวงสายที่ขึ้นต้นด้วยหมายเลข 4 แสดงว่าทางสายนั้นอยู่ในภาคใต้ แต่อาจจะมีการคาบเกี่ยวกันระหว่างภาคบ้าง เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีการแบ่งจังหวัดในแต่ละภาคต่างกันบ้างเล็กน้อย

## 2. การจำแนกระบบหมายเลขทางหลวง

2.1 ทางหลวงที่มีหมายเลขตัวเดียว หมายถึง ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน เชื่อมการจราจรระหว่างภาคต่อภาค

ในปัจจุบันมีอยู่ 4 สาย คือ

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) จากกรุงเทพฯ-เชียงราย

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ) จากสระบุรี-หนองคาย

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท) จากกรุงเทพฯ-ตราด

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) จากกรุงเทพฯ-อ.สะเดา จ.

สงขลา

2.2 ทางหลวงที่มีหมายเลขสองตัว หมายถึง ทางหลวงแผ่นดินสายประธานตามภาคต่าง ๆ เช่นทางหลวงแผ่นดินสายประธานหมายเลข 22 เป็นทางหลวงแผ่นดินสายประธานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สายอุดรธานี-นครพนม เป็นต้น

2.3 ทางหลวงที่มีหมายเลขสามตัว หมายถึง ทางหลวงแผ่นดินสายรอง เช่น ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 202

เป็นทางหลวงแผ่นดินสายรอง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สายชัยภูมิ-เขมราฐ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 314

เป็นทางหลวงแผ่นดิน สายรองในภาคกลาง สายบางปะกง- ฉะเชิงเทรา เป็นต้น



2.4 ทางหลวงที่มีหมายเลขสี่ตัว หมายถึง ทางหลวงแผ่นดินที่เชื่อมระหว่างจังหวัด กับอำเภอ หรือสถานที่สำคัญ ของจังหวัดนั้น เช่น ทางหลวงหมายเลข 1001 เป็นทางหลวงในภาคเหนือ สายแยกทางหลวง หมายเลข 11-อ.พร้าว ทางหลวงหมายเลข 4006 เป็นทางหลวงในภาคใต้ สายแยก ทางหลวง หมายเลข 4 (ราชกรูด)-หลังสวน เป็นต้น

ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง กรมทางหลวงได้พิจารณากำหนดระบบหมายเลขทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ให้เป็นระบบหมายเลขทางหลวงใหม่ โดยมีหลักเกณฑ์ในการจัดทำระบบหมายเลขทางหลวงเป็น 2 ประเภท ดังนี้.-

### 1. ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายหลัก

ทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายหลักเชื่อมระหว่างกรุงเทพมหานคร ไปยังแต่ละภาคของประเทศ มีจำนวนทั้งสิ้น 5 สายทาง มีหลักเกณฑ์การจัดเข้าไว้ในระบบหมายเลขทางหลวง ดังนี้

- 1.1 จากกรุงเทพมหานครไปยังภาคเหนือ เป็นชื่อ "ทางหลวงหมายเลข 5"
- 1.2 จากกรุงเทพมหานครไปยังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นชื่อ "ทางหลวงหมายเลข 6"
- 1.3 จากกรุงเทพมหานครไปยังภาคตะวันออก เป็นชื่อ "ทางหลวงหมายเลข 7"
- 1.4 จากกรุงเทพมหานครไปยังภาคใต้ เป็นชื่อ "ทางหลวงหมายเลข 8"
- 1.5 ถนนวงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานคร เป็นชื่อ "ทางหลวงหมายเลข 9"

### 2. ทางเชื่อมโยงจากทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายหลัก

ทางเชื่อมโยงจากทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองสายหลักไปสู่เส้นทางที่มีการจราจรสูงและเส้นทางที่เข้าพื้นที่สำคัญในภาคนั้น ๆ มีหลักเกณฑ์การจัดเข้าไว้ในระบบหมายเลขทางหลวง เป็นตัวเลขจำนวน 2 หลัก โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนด คือ ตัวเลขหลักแรก เป็นหมายเลขของสายทางหลักนั้น ๆ และตัวเลขหลักที่สอง เป็นลำดับหมายเลขสายทางที่แยกจาก ทางสายหลักดังกล่าว

สำหรับทางหลวงสัมปทานเป็นทางหลวงที่รัฐให้สัมปทานกับเอกชนเข้าดำเนินการ จะมีระบบหมายเลขทางหลวง เหมือนกับทางหลวงแผ่นดิน หรือทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามลักษณะของทางหลวงสัมปทานนั้น ว่ามีลักษณะเป็นทางหลวงแผ่นดินหรือทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ภาคผนวก ง**  
**ตารางเดินรถไฟ ICD-ทำเรือแหลมฉบัง**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางเดินรถไฟ ICD - ท่าเรือแหลมฉบัง

เที่ยวไป ICD ---- ท่าเรือแหลมฉบัง				เที่ยวกลับ ท่าเรือแหลมฉบัง ---- ICD			
ขบวน	ไอซีดี	ฉบ	ทลฉ	ขบวน	ทลฉ	ฉบ	ไอซีดี
	ออก	ถึง	ถึง		ออก	ออก	ถึง
861	23.55	2.5	3.05	862	4.1	7.2	7.3
863	0.04	3.3	3.45	864	6	9.22	9.32
865	2.2	5.5	5.2	866	6.4	10.2	10.3
867	4	7.3	7.45	868	8.15	13.27	13.37
869	4.55	8.25	8.4	870	10	14.55	15.05
871	9.37	12.25	12.4	872	13.1	15.45	15.55
873	11.35	14.55	15.1	874	16.3	21.1	21.2
875	13.2	15.5	16.05	876	18.2	21.47	21.57
877	16.05	19.15	19.3	878	20.2 5	23.37	23.47
879	18.18	21.25	21.4	880	22.3	1.2	1.3
881	19.1	21.55	22.1	882	22.55	1.57	2.07
883	22.05	0.55	1.1	884	2.4	5.35	5.45

หมายเหตุ

1. ฉบ = สถานีแหลมฉบัง  
ทลฉ = ท่าเรือแหลมฉบัง
2. ขบวน 865/866 เดินเฉพาะวันเสาร์และวันอาทิตย์ (วันศุกร์)
3. 1 ขบวน มีรถพ่วง 30 บทด. (โบกี้บรรทุกตู้สินค้า) สามารถบรรทุกตู้สินค้า ( container) ได้จำนวน 60 ทีอียู หรือ 60 ตู้สินค้า ( container ) ขนาด 20 ฟุต



**ภาคผนวก จ**

**ตารางการคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้า**

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

## 1. ตารางคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้ากรณี 1

Customer	Truck Capacity			unit		Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg			Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg			Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg			Large	7000		kg	
1						2					
	Daily Demand	2000		kg			Daily Demand	5000		kg	
	Distance	289.2		km			Distance	482.22		km	
<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	2000	4000	6000	8000		Load Size	5000	10000	15000	20000
	No of Trucks (Small)	1	2	2	3		No of Trucks (Small)	2	4	5	7
	Cost per ton (Small)	2038.1	2038.1	1358.7	1528.6		Cost per ton (Small)	2051.2	2051.2	1709.4	1794.8
	No of Trucks (Medium)	1	1	2	2		No of Trucks (Medium)	2	3	4	5
	Cost per ton (medium)	3084.5	1542.3	2056.3	1542.3		Cost per ton (medium)	3046.7	2285.0	2031.1	1904.2
	No of Trucks (Large)	1	1	1	2		No of Trucks (Large)	1	2	3	3
	Cost per ton (Large)	3696.0	1848.0	1232.0	1848.0		Cost per ton (Large)	1864.4	1864.4	1864.4	1398.3

Customer	Truck Capacity			unit		Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg			Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg			Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg			Large	7000		kg	
3						4					
	Daily Demand	3000		kg			Daily Demand	1485		kg	
	Distance	256.88		km			Distance	208.48		km	
<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	3000	6000	9000	12000		Load Size	1485	2970	4455	5940
	No of Trucks (Small)	1	2	3	4		No of Trucks (Small)	1	1	2	2
	Cost per ton (Small)	1300.0	1300.0	1300.0	1300.0		Cost per ton (Small)	2448.6	1224.3	1632.4	1224.3
	No of Trucks (Medium)	1	2	3	3		No of Trucks (Medium)	1	1	2	2
	Cost per ton (medium)	1975.5	1975.5	1975.5	1481.7		Cost per ton (medium)	3746.5	1873.3	2497.7	1873.3
	No of Trucks (Large)	1	1	2	2		No of Trucks (Large)	1	1	1	1
	Cost per ton (Large)	2356.3	1178.1	1570.8	1178.1		Cost per ton (Large)	4434.2	2217.1	1478.1	1108.6

## 2. ตารางคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้ากรณี 2

Customer	Truck Capacity			unit		Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg			Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg			Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg			Large	7000		kg	
1+3						2					
	Daily Demand	5000		kg			Daily Demand	5000		kg	
	Distance	295.84		km			Distance	482.22		km	
<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	5000	10000	15000	20000		Load Size	5000	10000	15000	20000
	No of Trucks (Small)	2	4	5	7		No of Trucks (Small)	2	4	5	7
	Cost per ton (Small)	1644.9	1644.9	1370.8	1439.3		Cost per ton (Small)	2051.2	2051.2	1709.4	1794.8
	No of Trucks (Medium)	2	3	4	5		No of Trucks (Medium)	2	3	4	5
	Cost per ton (medium)	2487.5	1865.6	1658.3	1554.7		Cost per ton (medium)	3046.7	2285.0	2031.1	1904.2
	No of Trucks (Large)	1	2	3	3		No of Trucks (Large)	1	2	3	3
	Cost per ton (Large)	1491.7	1491.7	1491.7	1118.8		Cost per ton (Large)	1864.4	1864.4	1864.4	1398.3



Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg	
4					
	Daily Demand	1485		kg	
	Distance	208.48		km	
<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	1485	2970	4455	5940
	No of Trucks (Small)	1	1	2	2
	Cost per ton (Small)	2448.6	1224.3	1632.4	1224.3
	No of Trucks (Medium)	1	1	2	2
	Cost per ton (medium)	3746.5	1873.3	2497.7	1873.3
	No of Trucks (Large)	1	1	1	1
	Cost per ton (Large)	4434.2	2217.1	1478.1	1108.6

## 3. ตารางคำนวณแบบจำลองการกระจายสินค้ากรณี 2

Customer	Truck Capacity			unit		Customer	Truck Capacity			unit	
	Small	3000		kg			Small	3000		kg	
	Medium	4000		kg			Medium	4000		kg	
	Large	7000		kg			Large	7000		kg	
1+3+4						2					
	Daily Demand	6485		kg			Daily Demand	5000		kg	
	Distance	295.84		km			Distance	482.22		km	
<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Replenishment Interval</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Load Size	6485	12970	19455	25940		Load Size	5000	10000	15000	20000
	No of Trucks (Small)	3	5	7	9		No of Trucks (Small)	2	4	5	7
	Cost per ton (Small)	1902.4	1585.3	1479.6	1426.8		Cost per ton (Small)	2051.2	2051.2	1709.4	1794.8
	No of Trucks (Medium)	2	4	5	7		No of Trucks (Medium)	2	3	4	5
	Cost per ton (medium)	1917.9	1917.9	1598.3	1678.2		Cost per ton (medium)	3046.7	2285.0	2031.1	1904.2
	No of Trucks (Large)	1	2	3	4		No of Trucks (Large)	1	2	3	3
	Cost per ton (Large)	1150.1	1150.1	1150.1	1150.1		Cost per ton (Large)	1864.4	1864.4	1864.4	1398.3

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวยิ่งลักษณ์ แซ่หรือ เกิดเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย