ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

การพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารเพื่อใช้ในฟาร์มปศุสัตว์

The Development of Feed Formulation Program for Livestock Production

โดย

นายชานนท์ วัฒนพานิช

รหัส 40067226

H002665

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ประจวบ วานิชชัชวาล

วัน เดือน ปี 26 ก.พ. 2550
เลขทะเบียน 02665
เลขเรียกหนังสือ วพ. ช521ก 2541
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษากรณีพิเศษ
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	การพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารเพื่อใช้ในฟาร์มปศุสัตว์
นักศึกษา	นายชานนท์ วัฒนพานิช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ประจวบ วานิชชัชวาล
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2541

บทคัดย่อ

ต้นทุนการผลิต ของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ และการได้มาของอาหารสัตว์ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ทาง คือ จากการซื้ออาหารสำเร็จที่ผลิตโดยโรงงานอาหารสัตว์ และจากการที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิตขึ้นมาเอง ซึ่งวิธีที่สองนี้ เป็นวิธีที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ดีกว่าวิธีแรก แต่จะต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ เนื่องจากมีความซับซ้อนมาก เพราะใช้หลักการของ Linear Programming เพื่อทำให้ได้อาหารที่มีราคาต่อกิโลกรัมถูกที่สุด และได้สารอาหารครบตามความต้องการของสัตว์ โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นของต่างประเทศ มีราคาแพง ไม่เหมาะกับการใช้งานของเกษตรกรในประเทศไทย เพราะถูกออกแบบมาสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์เท่านั้น ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารครั้งนี้ จึงเน้นในเรื่องของการออกแบบโปรแกรมให้ใช้งานง่าย เป็นภาษาไทย ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มีคุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ครบตามที่โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารควรจะมี และจะต้องเหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกรในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Development of Feed Formulation Program for Livestock Production.
Student	Mr. Chanon Wattanapanich
Advisor	Prachuab Vanitchatchavan, Ph.D.
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Technology Management
Academic Year	1998

ABSTRACT

In farming industry, the largest portion of production capital is the feed cost. Farmers can get feed from both feedmills and mix it themselves that the latter is the best way to reduce production cost but they have to use computer program produced abroad to calculate the feed formula. This feed should have the lowest capital per kilogram and still have the nutrition sufficient quality. Today, the formula calculating program is produced abroad which is very expensive and may not be appropriate to use in small farm since it is designed only for feedmills. Thus, the objective of the feed formulation program development emphasize in how to find the easiest way to develop this program working more accurately in Thai language with the completion of its necessary features and appropriate to use in small farm in Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการศึกษากรณีพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความรู้ คำแนะนำแนวทางในการจัดทำ คำปรึกษาต่าง ๆ ตลอดจนการตรวจ แก้ไขข้อบกพร่องของโครงการฯ จากอาจารย์ประจวบ วานิชชัชวาล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการฯนี้ ผู้จัดทำฯ ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ขอขอบคุณ น.สพ.ดร.ปรียพันธุ์ อุดมประเสริฐ อาจารย์ประจำภาควิชาสูติศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พนักงานของ บริษัท ไลฟ์ อินโฟร์เมติคส์ จำกัด และเกษตรกรทุกท่าน (ซึ่งไม่ประสงค์จะเปิดเผยนาม) ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำสูตรอาหาร และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ รวมถึงสิ่งที่ต้องการให้มีในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้

ผู้จัดทำฯ
ชานนท์ วัฒนพานิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VII

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 2

1.4 แผนการดำเนินงาน 3

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. การศึกษาความเป็นไปได้ 4

2.1 Linear Programming คืออะไร 4

2.2 ประวัติความเป็นมา 5

2.3 นิยามของ Linear Programming 6

2.4 การนำเอา Linear Programming มาประยุกต์ใช้ 9

2.5 การสร้างรูปแบบของตัวปัญหา 9

2.6 การแก้ปัญหาของ Linear Programming 11

2.6.1 การแก้ปัญหาโดยใช้กราฟ 11

2.6.2 การแก้ปัญหาโดยวิธี Simplex 15

2.6.2.1 เทคนิคของวิธี Simplex 17

2.6.2.2 การหาผลเฉลยโดยใช้ตาราง Simplex 19

2.6.3 ตัวอย่างการคำนวณสูตรอาหารอย่างง่ายโดยวิธี Simplex 26

2.6.4 การวิเคราะห์หลังได้ผลเฉลยที่เหมาะสม 33

2.6.4.1 ราคาเงา (Shadow Price) 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.4.2 การเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของตัวแปร 38
2.6.4.3 การวิเคราะห์ Reduced Cost 40
3. การวิเคราะห์ระบบ 42
4. การออกแบบระบบ 44
4.1 สัญลักษณ์ต่าง ๆ 45
4.2 Context Diagram 46
4.3 Data Flow Diagram 47
4.4 การออกแบบฐานข้อมูล 61
4.5 Data Store และ Data Item ต่าง ๆ ใน DFD 62
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง 85
4.7 การออกแบบโครงสร้างโปรแกรม 85
4.8 การออกแบบจอภาพ ส่วนรับและแสดงผล 87
4.9 การออกแบบรายงาน 94
5. การพัฒนาโปรแกรม 98
5.1 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา 98
5.2 ระบบจัดการฐานข้อมูล 99
5.3 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างรายงาน 99
6. การทดสอบและติดตั้งระบบ 100
6.1 การทดสอบ 100
6.2 การติดตั้งระบบ 101
7. การบำรุงรักษาระบบ 102
7.1 การตรวจสอบแฟ้มข้อมูลที่โปรแกรมจำเป็นต้องใช้ 102
7.2 การตรวจสอบฐานข้อมูลขณะเปิดใช้งาน 102
7.3 การทำสำรองข้อมูล 103
7.4 การนำข้อมูลที่สำรองไว้กับมาใช้ 104
7.5 การสร้างแฟ้มดัชนีใหม่ 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

8. สรุปผลการจัดทำโครงการ 105
8.1 สรุปผล 105
8.2 ข้อคิดเห็น 105
8.3 ข้อเสนอแนะ 106
บรรณานุกรม 107
ประวัติผู้เขียน 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1-1 กราฟแสดงขอบเขตที่เป็นไปได้ของสมการ $8X_1 + 20X_2 = 480$ 12

1-2 กราฟแสดงขอบเขตที่เป็นไปได้ของสมการ $4X_1 + 5X_2 = 200$ 12

1-3 กราฟแสดงขอบเขตที่เป็นไปได้ของปัญหา LP 13

1-4 กราฟแสดงผลเฉลยของปัญหา LP 14

4-1 แสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ใน Context Diagram และ DFD 45

4-2 Context Diagram ของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร 46

4-3 Data Flow Diagram ที่ Level 0 ของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร 47

4-4 Data Flow Diagram ที่ Level 1 ของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร 48

4-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางต่าง ๆ ในโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร 85

4-6 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร 86

4-7 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มกลุ่มวัตถุดิบ 87

4-8 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มโภชนะ 87

4-9 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มวัตถุดิบ 88

4-10 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มชื่อสูตรอาหาร 89

4-11 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มเงื่อนไขโภชนะ 89

4-12 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มเงื่อนไขวัตถุดิบ 90

4-13 แสดงจอภาพส่วนผลการคำนวณสูตรอาหาร 90

4-14 แสดงจอภาพส่วนการปรับสูตรอาหาร 91

4-15 แสดงจอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลวัตถุดิบที่ใช้ในสูตร 91

4-16 แสดงจอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลโภชนะในสูตร 92

4-17 แสดงจอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลวัตถุดิบที่ไม่ใช้ในสูตร 92

4-18 แสดงจอภาพส่วนการแสดงภาพก่อนพิมพ์ 93

4-19 แสดงตัวอย่างรายงานสูตรอาหาร 94

4-20 แสดงตัวอย่างรายงานเงื่อนไขโภชนะ 95

4-21 แสดงตัวอย่างรายงานเงื่อนไขวัตถุดิบ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

4-22 แสดงตัวอย่างรายงานชื่อกลุ่มวัตถุดิบ 96
4-23 แสดงตัวอย่างรายงานรายละเอียดโภชนะ 96
4-24 แสดงตัวอย่างรายงานรายละเอียดวัตถุดิบ 97
4-25 แสดงตัวอย่างรายงานชื่อสูตรอาหาร 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นการค้าหรืออุตสาหกรรมในปัจจุบันของประเทศไทยนั้น ได้มีการปรับปรุงให้มีความทันสมัยมากขึ้น มีการนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมากมายเข้ามาประยุกต์ใช้ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของสายพันธุ์ การจัดการ สูตรอาหาร เครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่สิ่งที่เกษตรกรทุกคนตระหนักถึงเป็นอย่างดีก็คือ ต้นทุนในการผลิต ทำอย่างไรจึงจะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำสุด เพื่อที่จะให้ได้กำไรสูงสุดนั่นเอง มีผู้ประมาณการไว้ว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสัตว์นั้น เป็นเรื่องของค่าอาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ ซึ่งรูปแบบการได้มาของอาหารสัตว์ที่ใช้ในระดับฟาร์มมีอยู่ด้วยกัน 2 ทาง คือ จากการซื้ออาหารสำเร็จที่ผลิตโดยโรงงานอาหารสัตว์ และจากการที่เกษตรกรผลิตขึ้นมาเอง คงเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า การซื้ออาหารสำเร็จมาใช้นั้นย่อมทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าการผลิตขึ้นมาเองเป็นอย่างแน่ อีกทั้งไม่สามารถควบคุมคุณภาพของอาหารให้เป็นไปตามความต้องการได้ ดังนั้นถ้าต้องการที่จะลดต้นทุนและควบคุมคุณภาพของอาหารสัตว์ให้เป็นไปตามความต้องการ เกษตรกรควรจะต้องผลิตอาหารสัตว์ขึ้นมาใช้เอง แต่การที่จะผลิตอาหารสัตว์ขึ้นมาใช้เองนั้นก็ไม่ใช่เรื่องง่ายนัก เพราะมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ขนาดของฟาร์มใหญ่พอที่จะผสมอาหารเองได้หรือไม่ เพราะถ้าเป็นฟาร์มขนาดเล็กการลงทุนในเรื่องเครื่องมือต่าง ๆ ก็จะไม่คุ้มค่า เกษตรกรสามารถตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบแต่ละตัวที่จะนำมาประกอบเป็นสูตรอาหารได้ดีเพียงไร นอกจากนี้เกษตรกรจะต้องมีความรู้ทางด้านโภชนศาสตร์เป็นอย่างดี และที่สำคัญคือ จะต้องมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการคำนวณสูตรอาหารนั้น ในกรณีที่สูตรอาหารมีวัตถุดิบเป็นส่วนประกอบไม่มาก การคำนวณด้วยมือก็จะเป็นวิธีที่ช่วยแก้ปัญหาได้ แต่ถ้าสูตรอาหารนั้นมีส่วนประกอบของวัตถุดิบมาก การคำนวณด้วยมือจะไม่สะดวกเท่าที่ควร ใช้เวลานาน และมีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดสูง ดังนั้นจึงได้มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาแก้ไขในเรื่องนี้ แต่ปัจจุบัน โปรแกรมที่ใช้สำหรับคำนวณสูตรอาหารส่วนใหญ่จะเป็นของต่างประเทศ ซึ่งเกษตรกรในระดับฟาร์มจะพบอุปสรรคทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านภาษาของโปรแกรม ตลอดจนโปรแกรมเหล่านี้มีราคาแพง และไม่เหมาะกับการใช้งานภายในฟาร์ม เนื่องจากได้ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในโรงงานอาหารสัตว์เป็นส่วนใหญ่

โครงการพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารครั้งนี้ จะเน้นในเรื่องของการออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย เป็นภาษาไทย ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ภาษาไทย ทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากใช้หลักการของ Linear Programming เช่นเดียวกับโปรแกรมจากต่างประเทศ ซึ่งจะทำให้ได้สูตรอาหารที่มีราคาถูกที่สุด โดยได้โภชนะครบถ้วนตามความต้องการ เป็นโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่มีคุณสมบัติที่สำคัญที่โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่ดีควรจะมี และที่สำคัญคือ เหมาะสมกับการใช้งานระดับฟาร์มของเกษตรกรในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่เป็นภาษาไทย ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows เวอร์ชั่น 3.11, 95, 98 Thai Edition
2. โปรแกรมที่พัฒนาเสร็จแล้ว ต้องทำงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ไม่ต่างจากโปรแกรมต่างประเทศ ใช้งานง่ายเหมาะกับเกษตรกรในประเทศไทย
3. เพื่อเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย ให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

เพื่อให้การดำเนินงานในครั้งนี้เป็นไปตามแนวทางที่ถูกต้อง จึงจะต้องมีขอบเขตของการดำเนินงาน ซึ่งจะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเรื่อง Linear Programming เพราะเป็นหลักการสำคัญของการพัฒนาโปรแกรมนี้
2. ศึกษาเรื่องความต้องการของผู้ใช้ เพื่อที่จะได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้วางขอบเขตการดำเนินงานแล้ว ผู้ศึกษาจะต้องวางแผนการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ศึกษาและนำความเข้าใจเรื่อง Linear Programming อย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะได้นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
2. สำรวจความต้องการขั้นพื้นฐานของผู้ใช้ ที่ต้องการให้มีในโปรแกรม
3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ
4. เลือกตัวแปรภาษา (Compiler) และระบบฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
5. พัฒนาโปรแกรม
6. ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรม
7. สรุปผลที่ได้และข้อเสนอแนะ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงขั้นตอนและวิธีการในการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้จริง
2. สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ ไปใช้งานได้แทนโปรแกรมจากต่างประเทศ
3. เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ลงได้ โดยเฉพาะในส่วนของราคาอาหารสัตว์
4. เป็นการกระตุ้นให้ภาคการเกษตร หันมาสนใจ และเล็งเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศมากขึ้น
5. เป็นการลดการสูญเสียรายได้ให้กับต่างประเทศ โดยไม่ต้องนำเข้า Software จากต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาความเป็นไปได้

2.1 Linear Programming คืออะไร

จุดหลักสำคัญของการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ก็คือ Linear Programming โดยจะต้องทำการศึกษาก่อนว่า Linear Programming คืออะไร สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนี้ได้อย่างไร ซึ่งจากการศึกษาพบว่า Linear Programming เป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือก เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ภายใต้เงื่อนไขที่จำกัด และได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในด้านอุตสาหกรรม ธุรกิจการเงิน การเกษตร เศรษฐกิจและการขนส่ง หรือความหมายอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้แก่กิจกรรมต่าง ๆ ที่แข่งขันกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างปัญหาที่นำหลักการนี้ไปใช้ได้แก่ ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในการผลิตสินค้าหลายชนิดของโรงงาน เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด หรือมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด ปัญหาการใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบในการผสมอาหารสัตว์ให้ได้คุณค่าทางโภชนะครบตามความต้องการของสัตว์ โดยให้มีค่าใช้จ่ายของต้นทุนอาหารสัตว์ต่ำสุด ปัญหาการขนส่งทางบก หรือทางน้ำ หรือทางอากาศ เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด ปัญหาการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกพืชหลาย ๆ ชนิด เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ปัญหาการจัดสรรการลงทุนในกิจการต่าง ๆ เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด เป็นต้น

ความสำเร็จจากการนำหลักการของ Linear Programming มาประยุกต์ใช้ในรอบ 40 กว่าปีที่ผ่านมานั้น สามารถประหยัดเงินให้กับวงการอุตสาหกรรมและธุรกิจได้เป็นจำนวนมาก และถือว่าเป็นความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่สำคัญที่สุดก้าวหนึ่ง ที่เกิดขึ้นในช่วงกลางคริสต-ศตวรรษที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ประวัติความเป็นมา

Linear Programming ซึ่งต่อไปจะขอเรียกย่อ ๆ ว่า LP มีการพัฒนาและนำมาประยุกต์ใช้อย่างเข้มข้น (Intensive) ขึ้นครั้งแรกเมื่อเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 1947 โดยมีหัวหน้าคณะทำงาน คือ ยอร์ช บี แดนท์ซิก (George B. Dantzig) และ มาร์แชล วูด (Marshall Wood) พร้อมทั้งทีมผู้ร่วมงานในกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา ในช่วงนั้นคณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประยุกต์คณิตศาสตร์ และเทคนิคที่เกี่ยวข้องต่อปัญหาการวางแผนและการวางโปรแกรมทางทหาร ภารกิจที่ได้รับมอบหมายนั้นทำให้ แดนท์ซิก ได้เสนอวิธีการดังนี้ "ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กรขนาดใหญ่เป็นตัวแบบของ LP ทำให้บรรลุเป้าหมายสูงสุด โดยทำให้ฟังก์ชั่นเชิงเส้นเป้าหมายมีค่าต่ำสุด" เพื่อพัฒนาความคิดของแดนท์ซิก ต่อมาในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1948 กองทัพอากาศสหรัฐฯ ได้จัดตั้งคณะวิจัยคณะหนึ่งภายใต้ชื่อโครงการ สคูป (SCOOP: Scientific Computation of Optimum Program) ซึ่งโครงการนี้ เป็นโครงการที่มีส่วนสำคัญยิ่งในการพัฒนา และประยุกต์ตัวแบบของ LP อย่างเป็นทางการ ในช่วงต้น LP ส่วนใหญ่นำไปประยุกต์ในวงการทหาร และทางเศรษฐศาสตร์ในตัวแบบ อินพุท-เอ้าท์พุท (Input-Output) ของ ลีอองทิฟ (Leontief) และปัญหาเกมส์ ต่อจากนั้นก็แพร่หลายในปัญหาทางด้านอุตสาหกรรม ด้านสังคม และปัญหาที่อยู่อาศัย

ในปี ค.ศ. 1947 ผู้เริ่มต้นสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหา LP คือ แดนท์ซิก พร้อมกันนั้นยังได้เสนอวิธีการที่เป็นระบบในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น เรียกว่า **วิธีซิมเพล็กซ์** (Simplex Method) แต่ก่อนหน้านั้นในปี ค.ศ. 1939 นักคณิตศาสตร์ชาวรัสเซียชื่อ แอล วี แคนโตโรวิช (L.V. Kantorovich) ได้เสนอตัวแบบและการแก้ปัญหา LP เกี่ยวกับปัญหาขององค์กร และปัญหาการวางแผนการผลิต ในปี ค.ศ. 1941 ฮิทช์ค็อค (Hitchcock) ก็ได้เสนอตัวอย่างการแก้ปัญหาทางด้านปัญหาการขนส่ง ในปี ค.ศ. 1947 คูปแมน (Koopmans) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเดียวกัน และในปี ค.ศ. 1945 สติกเลอร์ (Stigler) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาทางโภชนาการ

การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหา LP ได้ประสบผลสำเร็จครั้งแรกที่องค์กร National Bureau of Standards ของสหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนมกราคม ค.ศ. 1952 ตั้งแต่นั้นการแก้ปัญหา LP โดยวิธีการซิมเพล็กซ์ ได้พัฒนาเป็นโปรแกรม (Computer Program หรือ Software) ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ จนกระทั่งปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูป (Software Package) ที่สามารถนำไปใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer หรือ Microcomputer) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ. 1984 ได้เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญอีกก้าวหนึ่ง ของวงวิชาการ LP เมื่อ นาเรนดรา คาร์มาร์คาร์ (Narendra Karmarkar) ได้เสนอผลงานวิจัยใหม่ทางด้านทฤษฎี ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา LP เรื่อง "A New Polynomial-time Algorithm for Linear Programming" (ในวารสาร Combinatorica 4 หน้า 373-395 ค.ศ. 1984) วิธีการของ เอ็น คาร์มาร์คาร์ (N. Karmarkar's Algorithm) สามารถนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ของปัญหา LP ขนาดใหญ่ได้ผลดี ในมหาวิทยาลัยบางแห่งได้เริ่มบรรจุเป็นเนื้อหาหลักสูตรในการสอนนักศึกษา แต่ยังไม่บรรลุผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากความยากในการสอน และสมาคมการวิจัยดำเนินงานแห่งสหรัฐอเมริกา ได้จัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการในวิธีของ คาร์มาร์คาร์ (Karmarkar Algorithm) เมื่อเดือนตุลาคม ค.ศ. 1987 ผลของการประชุมปฏิบัติการครั้งนั้น ได้อภิปรายถึงวิธีการของคาร์มาร์คาร์ที่ยากในการสอน ว่าเป็นเพราะเป็นวิธีการพิสูจน์ที่ยุ่งยากและซับซ้อนมาก และเป็นวิธีการที่แตกต่างไปจากวิธีซิมเพล็กซ์เป็นอย่างมาก นอกจากนั้นถ้าจะสร้างความเข้าใจในรูปเรขาคณิตต้องเขียนรูป 3 มิติ ไม่สามารถเขียนรูปเป็น 2 มิติได้ และ ถ้าเป็นปัญหาขนาดเล็กจะเสียเวลามากในการคำนวณ ต่างจากวิธีการซิมเพล็กซ์ที่คำนวณหาผลลัพท์ด้วยมือได้ แต่ถ้าเป็นปัญหาขนาดใหญ่ วิธีของคาร์มาร์คาร์สามารถคำนวณหาผลลัพธ์ได้ผลดี

2.3 นิยามของ Linear Programming

LP เป็น Model คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ฟังก์ชั่นเชิงเส้น (Linear Function) ที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ฟังก์ชั่นเป้าหมาย (Objective Function) และฟังก์ชั่นเงื่อนไข (Constraint Function) ซึ่งฟังก์ชั่นเป้าหมายจะถูกจัดให้อยู่ในรูปของ สมการเป้าหมาย โดยเป็นการหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุด เช่น

- หาค่าสูงสุดของ $Z = X_1 + X_2 + 3X_3 - X_4$
- หาค่าต่ำสุดของ $P = 2X_1 - 3X_2 + 5X_4 + 7X_5$
- หาค่าต่ำสุดของ $C = 2X_1 - 5X_3 - 7X_4 - 6X_5$

ส่วนฟังก์ชั่นเงื่อนไขจะอยู่ในรูป สมการ หรือ อสมการ ซึ่งใช้กำหนดเงื่อนไขบังคับของตัวแปรแต่ละตัว เช่น

- เงื่อนไขสมการ $2X_1 + X_2 = 5$
- เงื่อนไขอสมการ $X_1 - X_2 + 2X_3 \geq 10$
- เงื่อนไขอสมการ $X_2 + 2X_3 \leq 9$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากฟังก์ชั่นเชิงเส้นทั้ง 2 แบบนั้น เมื่อนำมาเขียนเป็นนิยามทางคณิตศาสตร์จะได้ว่า LP คือ ปัญหาที่มีรูปแบบดังต่อไปนี้

- สมการเป้าหมาย ให้หาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชั่น

$$Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j$$

- เงื่อนไขบังคับ เมื่อ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \quad \{\leq, =, \geq\} \quad b_j \qquad (i = 1,2,...,m)$$

$$\text{และ} \quad x_j \geq 0 \qquad (j = 1,2,...,n)$$

หมายเหตุ $\{\leq, =, \geq\}$ เป็นเซ็ตของความสัมพันธ์ ที่จะให้เลือกใช้ความสัมพันธ์ใดสัมพันธ์หนึ่ง จากนิยามด้ามบน สามารถเขียนเป็น Model ของ LP ได้ดังนี้ (สมมติเลือกความสัมพันธ์ $\leq$ เป็นเงื่อนไขบังคับ)

สมการเป้าหมาย ให้หาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชั่น

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots + C_nX_n$$

เงื่อนไขบังคับ คือ

$$\begin{aligned}
a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\
a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \ldots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\
a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \ldots + a_{3n}x_n &\leq b_3 \\
a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \ldots + a_{mn}x_n &\leq b_m \\
\text{และ } x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n &\geq 0
\end{aligned}$$

จากนิยามจะเห็นว่าสมการเป้าหมายประกอบด้วยตัวแปร n ตัว เงื่อนไขบังคับสำหรับตัวแปรเหล่านี้ เป็นไปตามอสมการ และยังกำหนดอีกว่าตัวแปรแต่ละตัวมีค่าเป็นบวกหรือศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างปัญหาที่เป็น LP

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าสูงสุดของ $Z = X_1 + 2X_2$

เมื่อเงื่อนไขบังคับคือ $2X_1 + 3X_2 \leq 12$

$5X_1 + 2X_2 \leq 15$

และ $X_1, X_2 \geq 0$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าต่ำสุดของ $Z = 4X_1 + 5X_2$

เมื่อเงื่อนไขบังคับคือ $2X_1 + 5X_2 \geq 10$

$3X_1 + X_2 \geq 6$

และ $X_1, X_2 \geq 0$

ตัวอย่างปัญหาที่ไม่ตรงกับ Model ของ LP

ตัวอย่างที่ 3 จงหาค่าต่ำสุดของ $Z = 2X_1 + X_2 + 3X_3$

เมื่อเงื่อนไขบังคับคือ $X_1 + X_2 + X_3 \leq 10$ ---------- (1)

$2X_1 . X_2 \leq 15$ ---------- (2)

และ $X_1, X_2, X_3 \geq 0$

- ไม่ตรงกับ Model ของ LP เพราะในอสมการเงื่อนไขที่ 2 มีการคูณกันของตัวแปร

ตัวอย่างที่ 4. จงหาค่าสูงสุดของ $Z = 3X_1 - 2X_2 + X_3$

เมื่อเงื่อนไขบังคับเมื่อ $5X_1 + 7X_2 + 3X_3 + X_4 \leq 50$ ----------(1)

$2X_1 + X_3 = 30$ ----------(2)

$X_2 \geq 5$ ----------(3)

- ไม่ตรงกับ Model ของ LP คือ ในอสมการเงื่อนไขที่ 1 มีตัวแปร X_4 ซึ่งไม่ได้ถูกระบุอยู่ในสมการเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การนำเอา Linear Programming มาประยุกต์ใช้

ในการนำเอา LP มาประยุกต์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ไม่ว่าจะเป็นในด้านอุตสาหกรรม การขนส่ง ธุรกิจการเงิน เศรษฐกิจ หรือแม้แต่การเกษตร จะแบ่งขั้นตอนการทำงานได้ 2 ขั้นตอน คือ

- การสร้างรูปแบบของตัวปัญหา
- การแก้ปัญหา LP

2.5 การสร้างรูปแบบของตัวปัญหา

ก่อนอื่นเราจะต้องทราบก่อนว่า ขณะนี้ปัญหาของเราคืออะไร เช่น มีสินค้าอยู่ 2 ชนิด จะต้องผลิตสินค้าอย่างละเท่าไรให้ได้กำไรสูงสุด เป็นต้น เมื่อทราบปัญหาแล้ว ก็ต้องพยายามรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นให้ได้มากที่สุด กำหนดขอบเขตของปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน แล้วค้นหาตัวแปร หรือกำหนดตัวแปรของปัญหาก่อน แล้วตั้งเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ในรูปอักษร $X_1, X_2, \ldots, X_n$ จากนั้นให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

- สร้างสมการเป้าหมาย (Objective Function) โดยมีเป้าหมายที่ต้องการหาค่าที่เหมาะสม เพียงเป้าหมายเดียว ซึ่งจะเป็นค่าสูงสุดหรือต่ำสุดก็ได้ เช่น กำไรสูงสุด หรือ ต้นทุนต่ำสุด
- สร้างข้อจำกัด นั่นคือ ต้องหาว่า จากเป้าหมายที่กำหนดไว้ (เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด หรือต้นทุนต่ำสุดนั้น) มีข้อจำกัดอะไรบ้าง นำข้อจำกัดเหล่านั้นมาสร้างให้อยู่ในรูปของ สมการเส้นตรง หรือ อสมการเส้นตรง

<u>ตัวอย่างการสร้างรูปแบบของตัวปัญหา</u>

ในการผลิตสินค้า 2 ชนิด ชนิดที่หนึ่งได้กำไร 200 บาทต่อชิ้น ชนิดที่ 2 ได้กำไร 350 บาทต่อชิ้น สินค้าชนิดที่หนึ่ง ต้องใช้เวลาในการผลิต 8 นาที และใช้วัตถุดิบ 4 หน่วย ชนิดที่สองใช้เวลาในการผลิต 20 นาที และใช้วัตถุดิบ 5 หน่วย สมมติว่าโรงงานมีเครื่องจักรที่จำกัด จะผลิตสินค้าทั้งสองชนิดพร้อม ๆ กันไม่ได้ และทำการผลิตเพียงวันละ 8 ชม. มีวัตถุดิบเพียงพอที่จะผลิตได้เพียงวันละ 200 หน่วย ถ้าต้องการผลิตให้ได้กำไรมากที่สุดในแต่ละวัน จะต้องผลิตสินค้าชนิดละเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโจทย์ สามารถแสดงข้อมูลในการผลิตสินค้าแต่ละวัน ได้ดังตารางต่อไปนี้

	สินค้าชนิดที่หนึ่ง	สินค้าชนิดที่สอง	ข้อจำกัด
เวลาที่ใช้ในการผลิต	8 นาที / ชิ้น	20 นาที / ชิ้น	วันละไม่เกิน 8 ชม.
วัตถุดิบ	4 หน่วย	5 หน่วย	มีไม่เกิน 200 หน่วย / วัน
กำไร	200 บาท / ชิ้น	350 บาท / ชิ้น	

การสร้างรูปแบบของตัวปัญหาจะเริ่มจาก กำหนดสัญลักษณ์ให้กับตัวแปรของปัญหาก่อน คือ

ให้ X_1 เป็นจำนวนสินค้าชนิดที่หนึ่งที่จะผลิต

X_2 เป็นจำนวนสินค้าชนิดที่สองที่จะผลิต

- สร้างสมการเป้าหมาย โดยเป็นการหาค่าสูงสุด (กำไรสูงสุด) แทนด้วยสัญลักษณ์ P ซึ่งเกิดจากการผลิตสินค้าสองชนิด คือ

  หาค่าสูงสุดของ $P = 200X_1 + 350X_2$

- สร้างข้อจำกัด จากตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ

  ข้อจำกัดเรื่องเวลา $8X_1 + 20X_2 \leq 480$

  ข้อจำกัดเรื่องวัตถุดิบ $4X_1 + 5X_2 \leq 200$

  และ $X_1, X_2 \geq 0$

ดังนั้น Model ของ LP ที่ได้คือ

หาค่าสูงสุดของ $P = 200X_1 + 350X_2$ (กำไร)

เมื่อ $8X_1 + 20X_2 \leq 480$ (เวลา)

$4X_1 + 5X_2 \leq 200$ (วัตถุดิบ)

และ $X_1, X_2 \geq 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การแก้ปัญหาของ Linear Programming

เมื่อสร้างรูปแบบของปัญหาได้แล้วขั้นต่อมาคือ การหาผลลัพธ์ของปัญหา หรือการหาค่าของ ตัวแปรที่สร้างขึ้นมา ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- การแก้ปัญหาโดยใช้กราฟ
- การแก้ปัญหาโดยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex)

2.6.1 การแก้ปัญหาโดยใช้กราฟ

วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้แก้ปัญหาที่มีตัวแปรที่ต้องการทราบค่าเพียง 2 ตัว เพราะสะดวกในการเขียนกราฟ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- สร้างกราฟของสมการ หรืออสมการที่เป็นเงื่อนไขบังคับทั้งหมดที่มีอยู่
- พิจารณาหาคำตอบที่ดีที่สุด

2.6.1.1 การสร้างกราฟของสมการ หรืออสมการที่เป็นเงื่อนไขบังคับ

จากตัวอย่างที่ผ่านมาเราสามารถสร้าง Model ของ LP ที่แสดงถึงวัตถุประสงค์และเงื่อนไขของปัญหาต่าง ๆ ได้แล้ว คือ

หาค่าสูงสุดของ $P = 200X_1 + 350X_2$

เมื่อ $8X_1 + 20X_2 \geq 480$ ----------(1)

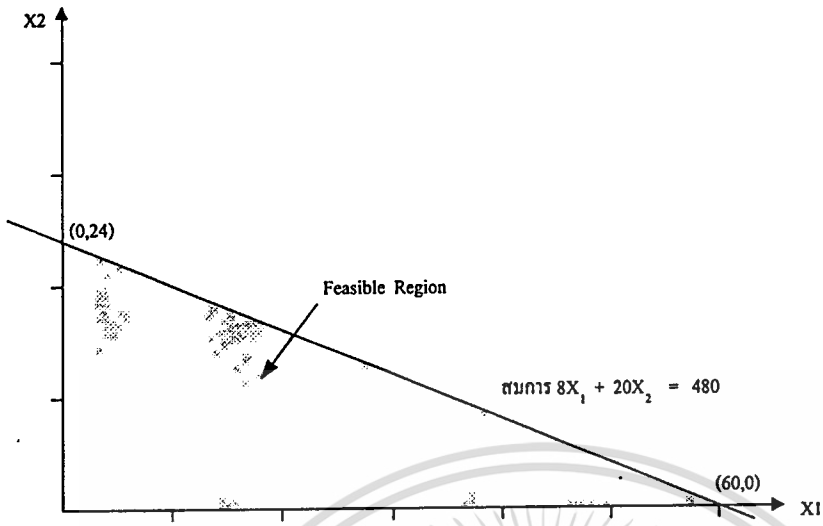
$4X_1 + 5X_2 \leq 200$ ----------(2)

และ $X_1, X_2 \geq 0$

ขั้นตอนต่อไปที่จะต้องทำก็คือ สร้างกราฟของสมการหรืออสมการ ที่เป็นเงื่อนไขนั้น ถ้าเงื่อนไขเป็นอสมการที่มีเครื่องหมาย $\leq$ หรือ $\geq$ ให้เปลี่ยนเป็นสมการแล้วสร้างกราฟของสมการนั้น

จากอสมการที่ 1 เมื่อแปลงให้อยู่ในรูปสมการแล้วจะได้ $8X_1 + 20X_2 = 480$ โดย $X_1, X_2 \geq 0$ แสดงว่าผลลัพธ์ต้องอยู่ใน Quadrant ที่ 1 ซึ่งจะได้กราฟรูปที่ 1-1 ดังนี้

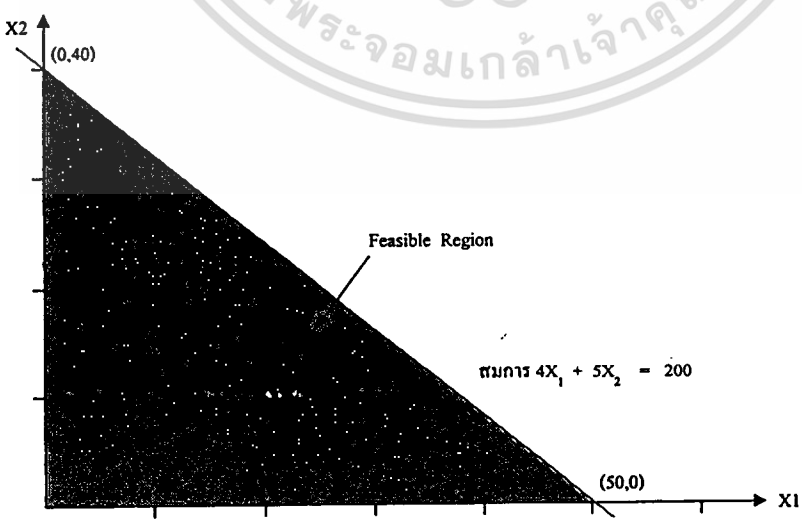
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1-1 กราฟแสดงขอบเขตที่เป็นไปได้ของสมการ $8X_1 + 20X_2 = 480$

พื้นที่ที่แรเงาในกราฟรูปที่ 1-1 นี้จะเรียกว่า ขอบเขตที่เป็นไปได้ (Feasible Region) ของตัวแปร X_1 และ X_2 ภายใต้เงื่อนไขของอสมการที่ 1 ซึ่ง Co-ordinate ทุกจุดที่อยู่ในขอบเขตนี้จะทำให้อสมการที่ 1 เป็นจริง

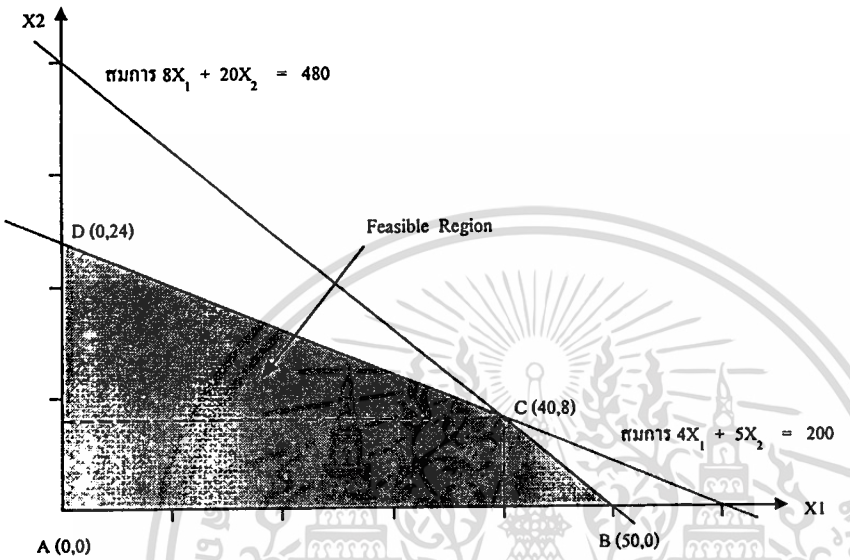
จากอสมการที่ 2 เมื่อแปลงให้อยู่ในรูปของสมการแล้วจะได้ $4X_1 + 5X_2 = 200$ โดย X_1 และ $X_2 \geq 0$ เมื่อนำมาสร้างกราฟ จะได้กราฟรูปที่ 1-2 ดังนี้



รูปที่ 1-2 กราฟแสดงขอบเขตที่เป็นไปได้ของสมการ $4X_1 + 5X_2 = 200$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นเดียวกับกราฟรูปที่ 1-1 พื้นที่ที่แรเงาก็คือ ขอบเขตที่เป็นไปได้ของตัวแปร X_1 และ X_2 ภายใต้เงื่อนไขในอสมการที่ 2 และเมื่อนำกราฟทั้ง 2 รูปมารวมกัน จะได้กราฟรูปที่ 1-3 ซึ่งแสดงเงื่อนไขทั้งหมดของปัญหา



รูปที่ 1-3 กราฟแสดงขอบเขตที่เป็นไปได้ของปัญหา LP

ขอบเขตที่เป็นไปได้จะถูกจำกัดพื้นที่ลง เนื่องจากมีเงื่อนไขบังคับ 2 สมการ โดยปกติแล้ว Co-ordinate ทุก ๆ จุด ที่อยู่ในขอบเขตที่เป็นไปได้ จะทำให้เงื่อนไขบังคับในอสมการต่าง ๆ เป็นจริง แต่จะมีเพียงจุดเดียวที่จะทำให้ฟังก์ชั่นเป้าหมายได้ค่าสูงสุด ซึ่งจุดนี้จะอยู่บนมุมใดมุมหนึ่งของพื้นที่ของขอบเขตที่เป็นไปได้ โดยมุมต่าง ๆ เหล่านี้เรียกว่า มุมที่เป็นไปได้ (Feasible Corners)

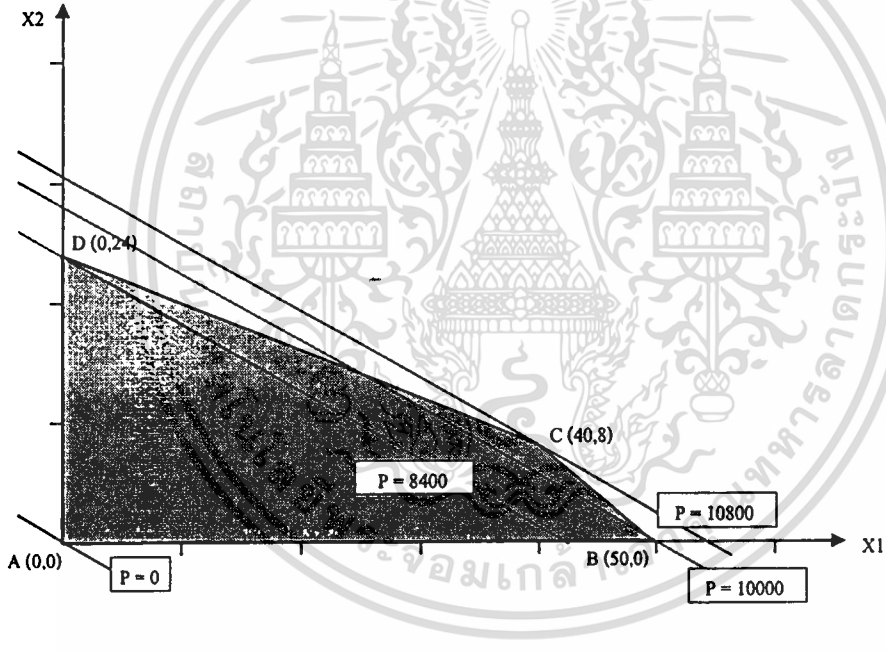
2.6.1.2 พิจารณาหาคำตอบที่ดีที่สุด

จากกราฟ ณ จุด A B C D คือ จุดของมุมที่เป็นไปได้ ขอบเขตที่เป็นไปได้ คือพื้นที่ส่วนที่แรเงา ซึ่งสอดคล้องกับอสมการเงื่อนไข ให้พิจารณามุมที่เป็นไปได้ โดยแทนค่าลงในสมการเป้าหมาย $P = 200X_1 + 350X_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมที่เป็นไปได้	ค่าของ $P = 200X_1 + 350X_2$
A (0, 0)	0
B (50, 0)	10,000
C (40, 8)	10,800
D (0, 24)	8,400

ณ จุด B จะให้ค่า P = 10,000 ค่าที่ได้นี้จะไม่ใช่ที่จุด B เท่านั้น แต่หมายถึง จุดทุกจุดบนเส้นตรง $200X_1 + 350X_2 = 10,000$ ที่อยู่ในขอบเขตที่เป็นไปได้ และเมื่อนำสมการเป้าหมายที่ถูกแทนค่าด้วยมุมที่เป็นไปได้ทั้ง 4 มาสร้างเป็นกราฟจะได้กราฟรูปที่ 1-4



รูปที่ 1-4 กราฟแสดงผลเฉลยของปัญหา LP

จะพบว่า จุด C เป็นจุดที่ทำให้เกิดกำไรมากที่สุด ซึ่ง ณ จุดนี้จะเป็นผลเฉลยของปัญหา (Optimal Solution) และถ้าพิจารณาจากกราฟจะพบว่า เป็นจุดที่อยู่ห่างจากจุดกำเนิด (0, 0) มากที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โรงงานนี้ควรจะผลิตสินค้าชนิดที่หนึ่ง 40 ชิ้น และชนิดที่สอง 8 ชิ้นในหนึ่งวัน จะทำให้เกิดกำไรต่อวันสูงสุดเท่ากับ 10,800 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การแก้ปัญหาโดยวิธี Simplex

ในกรณีที่ปัญหาของ LP มีตัวแปรมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป การแก้ปัญหาโดยวิธีกราฟ จะทำไม่ได้ เพราะไม่สามารถสร้างแกนข้อมูลของตัวแปรทุกตัวได้ ดังนั้น จึงต้องหันมาใช้วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณอย่างมีระบบเป็นการคำนวณซ้ำ ๆ กัน จนกว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมาก เพราะมีประสิทธิภาพและเข้าใจง่าย เมื่อเทียบกับวิธีกราฟ ซึ่งช้าและยุ่งยาก เทคนิคของวิธีนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1947 โดย ยอร์ช บี แดนท์ซิก สามารถคำนวณได้ด้วยมือในกรณีที่ปัญหามีขนาดเล็ก และสามารถนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณได้ กับปัญหาทุกขนาด ซึ่งโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่จะพัฒนาขึ้นนี้ จะใช้เทคนิคของวิธี Simplex ในการแก้ปัญหาที่ต้องการ

ก่อนที่จะทำการศึกษาเทคนิคของวิธี Simplex จะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การใช้ตารางผลเฉลยของระบบสมการการเชิงเส้นก่อน เนื่องจากในการหาคำตอบของวิธี Simplex นี้ จะอาศัยการใช้ตารางผลเฉลย ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งในการหาค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่าในระบบสมการเชิงเส้นเข้ามาช่วย โดยจะนำเอาสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัว และค่าคงที่ของสมการมาจัดให้อยู่ในรูปตาราง แล้วพยายามปรับค่าของสัมประสิทธิ์เหล่านั้นให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์เอกลักษณ์ ก็จะทำให้ทราบค่าของตัวแปรที่ต้องการได้ ตัวอย่างเช่น

พิจารณาระบบสมการ $3X + Y = 7$

$2X - Y = 3$

ให้เขียนระบบของสมการชุดนี้ลงในตารางผลเฉลย โดยแถวแรกให้เขียนชื่อตัวแปรแต่ละตัวลงทางด้านซ้ายของตาราง และด้านขวาให้กำหนดชื่อเป็น RHS (Right Hand Side) ซึ่งหมายถึงค่าคงที่ด้านขวามือของสมการ จากนั้นจัดสัมประสิทธิ์ของตัวแปรและค่าคงที่ของสมการต่าง ๆ ลงในแถวถัดไป ดังตารางผลเฉลยที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางผลเฉลยที่ 1

แถว: 0	X	Y	RHS
แถว: 1	3	1	7
แถว: 2	2	-1	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นให้ปรับสัมประสิทธิ์ที่อยู่ทางฝั่งซ้ายมือ ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์เอกลักษณ์ โดยนำแถวที่ 1 ตั้งแล้วบวกด้วยแถวที่ 2 จะได้ ตารางผลเฉลยที่ 2 ดังนี้

ตารางผลเฉลยที่ 2

แถว: 0	X	Y	RHS
แถว: 1	5	0	10
แถว: 2	2	-1	3

จากตารางผลเฉลยที่ 2 เอา 1/5 คูณแถวที่ 1 ตลอด จะได้

ตารางผลเฉลยที่ 3

แถว: 0	X	Y	RHS
แถว: 1	1	0	2
แถว: 2	2	-1	3

จากตารางผลเฉลยที่ 3 เอา -2 คูณแถวที่ 1 แล้วนำไปบวกกับแถวที่ 2 จะได้

ตารางผลเฉลยที่ 4

แถว: 0	X	Y	RHS
แถว: 1	1	0	2
แถว: 2	0	-1	-1

จากตารางผลเฉลยที่ 4 เอา -1 คูณแถวที่ 2 จะได้

ตารางผลเฉลยที่ 5

แถว: 0	X	Y	RHS
แถว: 1	1	0	2
แถว: 2	0	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลเฉลยที่ 5 สามารถจัดอยู่ในรูปของเมตริกซ์เอกลักษณ์ได้แล้ว เพราะฉะนั้นให้นำค่าที่อยู่ในตารางกลับมาทำเป็นระบบสมการ จะได้

$$X + 0Y = 2$$
$$0X + Y = 1$$

นั่นคือ จะได้ผลเฉลยของระบบสมการนี้คือ $X = 2$ และ $Y = 1$

2.6.2.1 เทคนิคของวิธี Simplex

ในการแก้ปัญหาของวิธี Simplex นั้น มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ที่จะนำเสนอจะเป็นวิธีที่เรียกว่า การหาผลเฉลยโดยใช้ตาราง Simplex ซึ่งเป็นการนำเอาตารางผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้ แต่จะต้องมีการจัดรูปแบบของ อสมการ หรือ สมการ ที่เป็นเงื่อนไขบังคับของปัญหา LP ก่อน โดยการเติมตัวแปรพิเศษที่ยังคงทำให้เงื่อนไขเป็นจริง ลงใน อสมการ หรือ สมการเหล่านี้ ลักษณะของตัวแปรพิเศษนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ ตัวแปรเพิ่ม (Slack Variable) ตัวแปรลด (Surplus Variable) และตัวแปรเทียม (Artificial Variable) วิธีการเติมตัวแปรเหล่านี้ลงไปจะแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของเครื่องหมายที่อยู่ในอสมการ หรือ สมการ เงื่อนไข ดังนี้

- ถ้าเป็นเครื่องหมาย $\leq$ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ) จะต้องเติม Slack Variable
- ถ้าเป็นเครื่องหมาย $\geq$ (มากกว่าหรือเท่ากับ) จะต้องเติม Surplus Variable และ Artificial Variable
- ถ้าเป็นเครื่องหมาย $=$ (เท่ากับ) จะต้องเติม Artificial Variable เพียงอย่างเดียว

<u>การเติม Slack Variable</u>

จะทำในกรณีที่อสมการเงื่อนไขมีเครื่องหมาย $\leq$ ซึ่ง Slack Variable นั้นจะหมายถึง ตัวแปรที่เติมเข้าไป เพื่อทำให้ค่าทางซ้ายมือเพิ่มมากขึ้นเท่ากับค่าทางขวามือ ให้พิจารณาปัญหาของ LP ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จงหาค่าสูงสุดของ $P = 5X_1 + 6X_2$ ----------(0)

เมื่อ $3X_1 + X_2 \leq 48$ ----------(1)

$3X_1 + 4X_2 \leq 120$ ----------(2)

และ $X_1, X_2 \geq 0$

ในการแปลงอสมการที่ 1 และ 2 โดยการเติม Slack Variable ลงไปเพื่อทำให้ค่าทางซ้ายมือเท่ากับค่าทางขวามือนั้น จะต้องเติม Slack Variable นี้ ลงในสมการที่ 0 ด้วย (สมการเป้าหมาย) แต่จะให้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นศูนย์ ดังนั้นเมื่อจัดรูปของปัญหา LP นี้ใหม่จะได้

จงหาค่าสูงสุดของ $P = 5X_1 + 6X_2 + 0Sl_1 + 0Sl_2$ ----------(0)

เมื่อ $3X_1 + X_2 + Sl_1 = 48$ ----------(1)

$3X_1 + 4X_2 + Sl_2 = 120$ ----------(2)

และ $X_1, X_2, Sl_1, Sl_2 \geq 0$

- Sl_1 และ Sl_2 คือ Slack Variable ที่เติมลงไป

<u>การเติม Surplus Variable และ Artificial Variable</u>

จะทำในกรณีที่อสมการเงื่อนไขบังคับมีเครื่องหมาย $\geq$ ซึ่ง Surplus Variable นั้นจะหมายถึง ตัวแปรที่นำไปหักออกจากค่าทางด้านซ้ายมือ เพื่อทำให้ค่าทั้ง 2 ด้านเท่ากัน ให้พิจารณาจากปัญหา LP ดังต่อไปนี้

จงหาค่าสูงสุดของ $P = 5X_1 + 6X_2$ ----------(0)

เมื่อ $3X_1 + X_2 \geq 48$ ----------(1)

$3X_1 + 4X_2 \geq 120$ ----------(2)

และ $X_1, X_2 \geq 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเติม Surplus Variable ลงไปแล้ว และจัดรูปสมการใหม่ จะได้

$$P = 5X_1 + 6X_2 - 0Su_1 - Su_2 \quad \text{----------(0)}$$

$$3X_1 + X_2 - Su_1 = 5 \quad \text{----------(1)}$$

$$3X_1 + 4X_2 - Su_2 = 6 \quad \text{----------(2)}$$

ถ้าสมมติให้ $X_1 = 0$ และ $X_2 = 0$ จะได้ว่า $-Su_1 = 5$ และ $-Su_2 = 6$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องเติม Artificial Variable ลงไปทางด้านซ้ายมือ เพื่อทำให้สมการเป็นจริง แล้วจัดรูปของสมการใหม่ จะได้

จงหาค่าสูงสุดของ $P = 5X_1 + 6X_2 - 0Su_1 - Su_2 + A_1 + A_2$

เมื่อ $3X_1 + X_2 - Su_1 + A_1 = 5$

$3X_1 + 4X_2 - Su_2 + A_2 = 6$

และ $X_1, X_2, Su_1, Su_2, A_1, A_2 \geq 0$

<u>การเติม Artificial Variable เพียงอย่างเดียว</u>

ในกรณีที่เงื่อนไขบังคับเป็นสมการ คือมีเครื่องหมาย = อยู่แล้ว ก็ให้เพิ่ม Artificial Variable ลงไปทางด้านซ้ายของสมการเพียงตัวเดียว

2.6.2.2 การหาผลเฉลยโดยใช้ตาราง Simplex

เมื่อจัดรูปของปัญหา LP ให้เป็นสมการตามแบบของวิธี Simplex แล้ว ขั้นตอนต่อไปที่ต้องทำก็คือ การหาผลเฉลยของปัญหานั้น ซึ่งคำตอบของผลเฉลยที่ได้จะมี 2 ลักษณะคือ ได้ผลเฉลยที่เหมาะสม (Optimal Solution) และไม่สามารถหาผลเฉลยได้ (Infeasible Solution)

จากตัวอย่างการหาผลเฉลยโดยวิธีกราฟที่ผ่านมา จะเป็นการหาค่าสูงสุดของปัญหา แต่ในการพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารในครั้งนี้ จะเป็นการหาค่าต่ำสุดของปัญหา นั่นคือ การหาราคาอาหารต่อกิโลกรัมที่ถูกที่สุด ดังนั้นในตัวอย่างต่อ ๆ ไป จึงขอเสนอเฉพาะการหาผลเฉลยของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา ที่เป็นการหาค่าต่ำสุดเท่านั้น (การหาค่าสูงสุดก็จะใช้หลักการเดียวกัน แต่จะทำในลักษณะตรงข้าม) ตัวอย่างการหาผลเฉลยของการหาค่าต่ำสุด คือ

จงหาค่าต่ำสุดของ $C = 3X_1 + 2X_2$

เมื่อ $4X_1 + 4X_2 \leq 28$

$3X_1 + 4X_2 \geq 34$

$-X_1 + X_2 = 5$

และ $X_1, X_2 \geq 0$

ถ้าจัดให้อยู่ในรูปของสมการ Simplex แล้วจะได้

$$C = 3X_1 + 2X_2 + 0Sl_1 - 0Su_1 + 0A_1 + 0A_2$$

$$4X_1 + X_2 + Sl_1 = 28$$

$$3X_1 + 4X_2 - Su_1 + A_1 = 34$$

$$-X_1 + X_2 + A_1 = 5$$

$$X_1, X_2, Sl_1, Su_1, A_1, A_2 \geq 0$$

สำหรับขั้นตอนการหาผลเฉลยโดยใช้ตาราง Simplex นั้น จะถูกแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

- การเขียนสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของสมการต่าง ๆ ลงในตาราง Simplex
- การทดสอบว่าปัญหา LP นั้น มีคำตอบหรือไม่
- ในกรณีที่มีคำตอบ ก็จะหาคำตอบที่เหมาะสมของปัญหานั้น

1. การเขียนสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ของสมการต่าง ๆ ลงในตาราง Simplex

การหาผลเฉลยของปัญหา LP โดยใช้ตาราง Simplex นั้น จะนำเอาวิธีการหาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่าในระบบสมการเชิงเส้น โดยการใช้ตารางผลเฉลยมาประยุกต์ใช้ แต่จะแตกต่างกันบ้าง คือ ตัวแปรของปัญหา LP จะมีจำนวนมากกว่าจำนวนของสมการ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้ตัวแปรที่เกินจำนวนสมการบางตัวมีค่าเป็นศูนย์ จึงจะสามารถหาผลเฉลยของตัวแปรอื่น ๆ ได้ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 = b_1$$
$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 = b_2$$

เราต้องสมมติค่าให้ตัวแปรบางตัวที่เกินจำนวนสมการมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งในที่นี้จะกำหนดให้ $X_3 = 0$ เราจึงจะสามารถหาค่าของ X_1 และ X_2 ได้ X_3 ที่เรากำหนดให้เป็นศูนย์นั้น จะเรียกว่าตัวแปรอมูลฐาน (Non-basic Variable) ส่วนตัวแปร X_1 และ X_2 เราเรียกว่า ตัวแปรมูลฐาน (Basic Variable) และค่าของ X_1 และ X_2 ที่หาได้ เมื่อสมมติให้ $X_3 = 0$ จะเรียกว่า ผลเฉลยมูลฐาน (Basic Solution)

ในทำนองเดียวกัน ถ้ากำหนดให้ $X_2 = 0$ เพื่อหาผลเฉลยของ X_1 และ X_3 ก็จะได้ว่า X_2 คือ Non-basic Variable ส่วน X_1 และ X_3 คือ Basic Variable และผลเฉลยของ X_1 และ X_3 เมื่อ $X_2 = 0$ จะเรียกว่า Basic Solution และ Basic Solution ใดที่สอดคล้องกับเงื่อนไขใน LP จะถูกเรียกว่า ผลเฉลยที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) และ Feasible Solution ใด ๆ ที่ทำให้สมการเป้าหมายมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดตามที่ต้องการแล้ว เราจะเรียกผลเฉลยนั้นว่า ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution)

วิธีการเขียนค่าต่าง ๆ ลงในตารางผลเฉลย ที่จะคล้ายกับวิธีของระบบสมการเชิงเส้น แต่จะมีการเพิ่มเติมแถวสุดท้ายลงไป โดยเป็นการสมมติให้สัมประสิทธิ์ของ Artificial Variable เท่ากับ 1 โดยที่ค่าของตัวอื่น ๆ และค่าของ RHS เท่ากับ 0 สาเหตุที่ต้องเพิ่มแถวนี้ลงไป ก็เพื่อจะใช้ทดสอบว่า ปัญหา LP ที่เรากำลังพิจารณาอยู่นั้นมีคำตอบหรือไม่ ผู้เขียนจะไม่ขอกล่าวถึงว่า ทำไมต้องกำหนดแถวนี้ขึ้นมา ทำไมต้องกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของ Artificial Variable ให้เป็น 1 เนื่องจากรายละเอียดต่าง ๆ จะต้องอาศัยการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เขียนคิดว่าเกินขอบเขตของการทำโครงการในครั้งนี้ ดังนั้น จะขอกล่าวถึงเฉพาะการนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริงเท่านั้น สำหรับวิธีการในการเขียนค่าต่าง ๆ ลงในตาราง แสดงได้ดังนี้ (ใช้สัมประสิทธิ์ของตัวแปรจากสมการที่เปลี่ยนรูปแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยเบื้องต้น

	คอลัมน์ 0	1	2	3	4	5	6	7
แถว: 0	Basic Variable	X_1	X_2	Sl_1	Su_1	A_1	A_2	RHS
แถว: 1	Obj: Minimum	3	2	0	0	0	0	0
แถว: 2	Sl_1	4	1	1	0	0	0	28
แถว: 3	A_1	3	4	0	-1	1	0	34
แถว: 4	A_2	-1	1	0	0	0	1	5
แถว: 5		0	0	0	0	1	1	0

ตารางแรกที่ได้นี้เราจะเรียกว่า ตารางผลเฉลยเบื้องต้น โดยแต่ละแถว และคอลัมน์ต่าง ๆ มีความหมายดังนี้

แถวที่ 0: ชื่อตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการหาค่า

แถวที่ 1: สัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่าง ๆ และค่าคงที่ ในสมการเป้าหมาย

แถวที่ 2-4: สัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่าง ๆ และค่าคงที่ ในสมการเงื่อนไข

แถวที่ 5: แถวพิเศษที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบว่าปัญหา LP มีคำตอบหรือไม่ โดยการกำหนดให้ สัมประสิทธิ์ของ Artificial Variable เท่ากับ 1 และให้ตัวอื่น ๆ เท่ากับ 0

คอลัมน์ 0: Basic Variable ที่เลือกไว้

เมื่อจัดค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่าง ๆ และค่าคงที่ลงตารางผลเฉลยเบื้องต้นได้แล้ว ขั้นต่อไปที่ต้องทำคือ ทดสอบว่าปัญหา LP ที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นมีคำตอบหรือไม่

2. การทดสอบว่าปัญหา LP มีคำตอบหรือไม่

จากตารางผลเฉลยเบื้องต้น จะทำการปรับให้สัมประสิทธิ์ของ Artificial Variable ทุกตัวในแถวที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0 โดยการเอาแถวที่ 5 ตั้ง แล้วลบด้วยแถวของสมการเงื่อนไขที่มี Artificial Variable อยู่ ในตารางนี้ (ก็คือแถวที่ 3 และแถวที่ 4) จะได้ ตารางผลเฉลยที่ 1 ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยที่ 1

	Basic Variable	X_1	X_2	Sl_1	Su_1	A_1	A_2	RHS
แถว: 0								
แถว: 1	Obj: Minimum	3	2	0	0	0	**0**	0
แถว: 2	Sl_1	4	1	1	0	0	**0**	28
แถว: 3	A_1	3	4	0	-1	1	**0**	34
แถว: 4	A_2	-1	1	0	0	0	1	5
แถว: 5		-2	-5	0	1	0	0	-39

จากนั้นให้พิจารณาในแถวที่ 5 โดยดูเฉพาะ ค่าลบ ว่าคอลัมน์ ใด ติดลบมากที่สุด (ดูเฉพาะคอลัมน์ ที่ไม่ใช่ของ Artificial Variable ในตารางนี้คือ คอลัมน์ ที่ 1-4) และเรียก คอลัมน์ ที่ติดลบมากที่สุดนี้ว่า Pivot Column ในกรณีที่มี Pivot Column มากกว่า 1 คอลัมน์ จะมีวิธีที่ใช้เลือกออกมาอีก แต่จะไม่ขอกล่าวในที่นี้ สำหรับ Pivot Column ในตารางที่ 1 คือ คอลัมน์ ที่ 2 จากนั้นให้พิจารณาที่แถวของสมการเงื่อนไข (2-4) ว่าแถวใดทำให้เกิดค่าจากการหารระหว่าง RHS กับ Pivot Column ที่เป็นค่าบวก มีค่าน้อยที่สุด เลือกแถวนั้นเป็น Pivot Row ซึ่งจากตารางผลเฉลยที่ 1 ก็คือแถวที่ 4 ค่าที่อยู่ใน Pivot Row และ Pivot Column เราจะเรียกว่า Pivot Number นั่นก็คือเลข 1 และ Basic Variable ที่จะต้องถูกเลือกออกไปคือ A_2 ส่วน Non-basic Variable ที่จะถูกเลือกเข้ามาก็คือตัวแปรในแถวที่ 0 ที่อยู่บน Pivot Column ซึ่งก็คือ X_2

เมื่อสามารถหา Pivot Number, Basic Variable ตัวใหม่ได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ จะต้องทำการจัดตารางใหม่ให้ Pivot Number มีค่าเท่ากับ 1 โดยการหารสัมประสิทธิ์ทุกตัวที่อยู่บน Pivot Row ด้วย Pivot Number และทำให้สัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวที่อยู่ใน Pivot Column ที่ไม่ได้เป็น Pivot Row มีค่าเท่ากับ 0 (ทำเฉพาะแถวที่ 2-5 ก่อน แถวที่ 1 ยังไม่ต้องทำ) ซึ่งวิธีการหาค่าของทั้ง 2 กรณีมีดังนี้

1. ค่าใหม่ของ Pivot Row $= \dfrac{\text{ค่าเดิมของแต่ละตัวใน Pivot Row}}{\text{Pivot Number}}$

2. ค่าในแถวที่ไม่ใช่ Pivot Row $=$ ค่าเดิม-[$\dfrac{\text{ค่าใน Pivot Column แถวนั้น}}{\text{Pivot Number}}$ x ค่าของ Pivot Rowใน Column นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อทำการคำนวณใหม่แล้ว จะได้ตารางเฉลยที่ 2 ดังรูป

ตารางผลเฉลยที่ 2

แถว: 0	Basic Variable	X_1	X_2	Sl_1	Su_1	A_1	A_2	RHS
แถว: 1	Obj: Minimum	3	2	0	0	0	0	0
แถว: 2	Sl_1	5	0	1	0	0	-1	23
แถว: 3	A_1	7	0	0	-1	1	-1	14
แถว: 4	X_2	-1	1	0	0	0	1	5
แถว: 5		-7	0	0	1	0	5	-14

จากตารางผลเฉลยที่ 2

Pivot Column คือ คอลัมน์ที่ 1

Pivot Row คือ แถวที่ 3

Pivot Number คือ 7

Basic Variable ที่เอาออกคือ A_1 ที่เอาเข้าคือ X_1

ดำเนินการเปลี่ยนรูปตารางจะได้ ตารางผลเฉลยที่ 3

ตารางผลเฉลยที่ 3

แถว: 0	Basic Variable	X_1	X_2	Sl_1	Su_1	A_1	A_2	RHS
แถว: 1	Obj: Minimum	3	2	0	0	0	0	0
แถว: 2	Sl_1	0	0	1	0.714	-0.714	1.857	13
แถว: 3	X_1	1	0	0	-0.143	0.143	-0.571	2
แถว: 4	X_2	0	1	0	-0.143	0.143	0.429	7
แถว: 5		0	0	0	0	0	1	0

จากตารางผลเฉลยที่ 3 จะพบว่า สัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในแถวที่ 5 ที่เราใช้เป็นเงื่อนไขในการพิจารณาทุกตัว มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์แล้ว นั่นก็คือไม่ต้องทำการหา Pivot Column

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pivot Row อีกต่อไป สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อ คือ ค่าของ RHS ในแถวที่ 5 ซึ่งถือว่าเป็นเงื่อนไขในการดูว่าปัญหา LP นั้นมีคำตอบหรือไม่ โดยลักษณะของเงื่อนไข จะเป็นดังนี้

- ถ้าค่า RHS ในแถวที่ 5 นี้ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าปัญหา LP นั้น มีผลเฉลยที่เหมาะสมอยู่ ซึ่งก็ต้องทำการหาต่อไป
- ถ้าค่าของ RHS ในแถวที่ 5 มีค่าไม่เท่ากับ 0 แสดงว่าปัญหา LP นั้น ไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้ ไม่จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนรูปตารางต่อ

จะพบว่าค่า RHS ของแถวที่ 5 ในตารางผลเฉลยที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าปัญหา LP นี้ มีผลเฉลยที่เหมาะสมอยู่ ดังนั้น จะต้องทำการเปลี่ยนรูปตารางเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมต่อไป

3. การหาผลเฉลยที่เหมาะสมของปัญหา

การหาค่าของผลเฉลยที่เหมาะสม จะใช้วิธีการคล้าย ๆ กับการหาว่าปัญหา LP นั้นมีคำตอบหรือไม่ ในหัวข้อที่ผ่านมา แต่แถวที่จะนำมาเป็นหลักเกณฑ์ในการหา Pivot Column คือ แถวของสมการเป้าหมาย ซึ่งในตัวอย่างนี้ก็คือ แถวที่ 1 กฎเกณฑ์ในการพิจารณาก็เหมือนกัน ซึ่งจากตารางผลเฉลยที่ 3 ก่อนที่จะทำการเลือก Pivot Column ต้องปรับแถวที่ 1 ให้สัมประสิทธิ์ในคอลัมน์ที่เคยถูกเลือกให้เป็น Pivot Column มาก่อน ให้เป็น 0

ตารางผลเฉลยที่ 4 เกิดจากปรับคอลัมน์ 1 ของแถวที่ 1 ในตารางผลเฉลยที่ 3 ให้เป็น 0

ตารางผลเฉลยที่ 4

	Basic Variable	X_1	X_2	Sl_1	Su_1	A_1	A_2	RHS
แถว: 0	Obj: Minimum	0	2	0	0.429	-0.429	1.714	-6
แถว: 1	Sl_1	0	0	1	0.714	-0.714	1.857	13
แถว: 2	X_1	1	0	0	-0.143	0.143	-0.571	2
แถว: 3	X_2	0	1	0	-0.143	0.143	0.429	7
แถว: 4		0	0	0	0	1	1	0
แถว: 5								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยที่ 5 เกิดจากปรับคอลัมน์ 2 ของแถวที่ 1 ในตารางผลเฉลยที่ 4 ให้เป็น 0

ตารางผลเฉลยที่ 5

	Basic Variable	X_1	X_2	Sl_1	Su_1	A_1	A_2	RHS
แถว: 0	Obj: Minimum	0	0	0	0.714	-0.714	0.857	-20
แถว: 1	Sl_1	0	0	1	0.714	-0.714	1.857	13
แถว: 2	X_1	1	0	0	-0.143	0.143	-0.571	2
แถว: 3	X_2	0	1	0	-0.143	0.143	0.429	7
แถว: 4		0	0	0	0	1	1	0
แถว: 5								

จากตารางผลเฉลยที่ 5 เราจะพบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายทุกตัว ที่เราใช้พิจารณาหา Pivot Column นั้น มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ แล้ว ณ จุดนี้จะทำให้ได้ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดของปัญหา นั่นก็คือ ค่า RHS ของสมการเป้าหมาย คือ ค่าต่ำสุดของปัญหานี้ แต่จะต้องคูณด้วย -1 เพราะต้องกลับด้านสมการให้ถูกต้อง ส่วนค่าของตัวแปรต่าง ๆ ก็ให้ดูจาก Basic Variable เทียบกับค่า RHS ซึ่ง $X_1 = 2$ และ $X_2 = 7$

สรุปคำตอบของปัญหานี้คือ

ค่าต่ำสุด = 20

โดย X1 = 2

X2 = 7

2.6.3 ตัวอย่างการคำนวณสูตรอาหารอย่างง่ายโดยวิธี Simplex

สุกรขุนมีความต้องการสารอาหารต่อวันในปริมาณดังนี้ คือ ต้องการพลังงานอยู่ระหว่าง 3,050 – 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และ ต้องการโปรตีนไม่ต่ำกว่า 14 % ต่อกิโลกรัมอาหาร ถ้าต้องการประกอบสูตรอาหารจำนวน 500 กิโลกรัม ให้มีราคาถูกที่สุด โดยให้ได้สารอาหารครบตามความต้องการของสุกรขุน จะต้องใช้วัตถุดิบที่กำหนดมาให้นี้อย่างละเท่าไร และสูตรอาหารที่ได้มีราคากิโลกรัมละเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบที่กำหนดมาให้

วัตถุดิบ	ราคาต่อกก. (บาท)	คุณค่าสารอาหาร		เปอร์เซ็นต์ที่ให้มีในสูตร
		พลังงาน (Kcal.)	โปรตีน (%)	
ปลายข้าว	6.00	3,500	7.6	ไม่จำกัด
ข้าวโพด	4.00	3,300	8.0	ไม่จำกัด
กากถั่วเหลือง	10.00	2,825	44.0	ไม่ต่ำกว่า 20
กากปาล์ม	3.25	2,620	13.5	ไม่จำกัด

ในขั้นตอนแรกต้องจัดค่าต่าง ๆ ที่โจทย์ให้มาให้อยู่ในรูปแบบของสมการ LP เสียก่อน โดย

- กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ให้ใช้แทนวัตถุดิบแต่ละตัว

  X_1 แทน ปลายข้าว

  X_2 แทน ข้าวโพด

  X_3 แทน กากถั่วเหลือง

  X_4 แทน กากปาล์ม

- สร้างสมการเป้าหมาย ซึ่งเป็นการหาค่าต่ำสุด (ถูกที่สุด)

  สูตรอาหารถูกที่สุด = ผลรวม ของมูลค่าของวัตถุดิบแต่ละตัวที่ใช้ในสูตร

  $C = 6X_1 + 4X_2 + 10X_3 + 3.25X_4$ ----------(0)

- สร้างสมการเงื่อนไขต่าง ๆ

ในการหาคำตอบของปัญหานี้ จะเป็นการหาว่าสูตรอาหารที่ต้องการมีจำนวนวัตถุดิบแต่ละตัวผสมอยู่เท่าไร ซึ่งจะต้องสร้างสมการที่ระบุว่าวัตถุดิบทุกตัวรวมกันได้ 100 ส่วน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของแต่ละตัวในสูตรก่อน) ดังนั้นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทุกตัวต้องหารด้วย 100 ก่อน สมการต่าง ๆ ที่จะต้องสร้างขึ้นมีดังนี้

สมการเงื่อนไขที่ 1 => จำนวนวัตถุดิบทุกตัวรวมกันได้ 100 ส่วน

สมการเงื่อนไขที่ 2 => พลังงานของวัตถุดิบทุกตัวรวมกันไม่เกิน 3,200 Kcal./kg.

สมการเงื่อนไขที่ 3 => พลังงานของวัตถุดิบทุกตัวรวมกันไม่ต่ำกว่า 3,050 Kcal./kg.

สมการเงื่อนไขที่ 4 => โปรตีนของวัตถุดิบทุกตัวรวมกันไม่ต่ำกว่า 14 %

สมการเงื่อนไขที่ 5 => กากถั่วเหลืองจะต้องมีไม่ต่ำกว่า 20 % ในสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 100 \quad \text{----------(1)}$$

$$35X_1 + 33X_2 + 28.25X_3 + 26.20\,X_4 \leq 3{,}200 \quad \text{----------(2)}$$

$$35X_1 + 33X_2 + 28.25X_3 + 26.20\,X_4 \geq 3{,}050 \quad \text{----------(3)}$$

$$0.076X_1 + 0.08X_2 + 0.44X_3 + 0.135\,X_4 \geq 14 \quad \text{----------(4)}$$

$$X3 \geq 20 \quad \text{----------(5)}$$

- **จัดให้อยู่ในรูปของสมการ Simplex**

$$C = 6X_1+4X_2+10X_3+3.25X_4+0Sl_1-0Su_1-0Su_2-0Su_3+0A_1+0A_2+0A_3+0A_4 \quad \text{----------(0)}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + A_1 = 100 \quad \text{----------(1)}$$

$$35X_1 + 33X_2 + 28.25X_3 + 26.20\,X_4 + Sl_1 \leq 3{,}200 \quad \text{----------(2)}$$

$$35X_1 + 33X_2 + 28.25X_3 + 26.20\,X_4 - Su_1 + A_2 \geq 3{,}050 \quad \text{----------(3)}$$

$$0.076X_1 + 0.08X_2 + 0.44X_3 + 0.135\,X_4 - Su_2 + A_3 \geq 14 \quad \text{----------(4)}$$

$$X3 - Su_3 + A_4 \geq 20 \quad \text{----------(5)}$$

จัดให้อยู่ในรูปของตาราง Simplex เพื่อหาผลเฉลยของคำตอบ ได้ดังนี้

ตารางผลเฉลยเบื้องต้น

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obj	6.00	4.00	1.00	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	100.00
S1	35.00	33.00	28.25	26.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3200.00
A2	35.00	33.00	28.25	26.20	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3050.00
A3	0.08	0.08	0.44	0.14	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	14.00
A4	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

- **ทำการทดสอบว่าปัญหาที่ต้องการมีคำตอบหรือไม่ โดยวิธีการตามที่ได้กล่าวไปแล้ว**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยที่ 1

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obj	6.00	4.00	1.00	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A_1	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	100.00
S_1	35.00	33.00	28.25	26.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3200.00
A_2	35.00	33.00	28.25	26.20	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3050.00
A_3	0.08	0.08	0.44	0.14	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	14.00
A_4	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
	-36.08	-34.08	-30.69	-27.34	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3184.00

- ในตารางผลเฉลยที่ 1 Pivot Number คือ 35
- และเพื่อให้รวดเร็วจะทำการปรับสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายไปพร้อม ๆ กันเลย

ตารางผลเฉลยที่ 2

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	0.00	-2.66	5.16	-1.24	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00	-522.86
A_1	0.00	0.06	0.19	0.25	0.00	0.03	0.00	0.00	1.00	-0.03	0.00	0.00	12.86
S_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_1	1.00	0.94	0.81	0.75	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	87.14
A_3	0.00	0.01	0.38	0.08	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	7.38
A_4	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
	0.00	-0.07	-1.57	-0.33	0.00	-0.03	1.00	1.00	0.00	1.03	0.00	0.00	-40.23

- ในตารางผลเฉลยที่ 2 Pivot Number คือ 0.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยที่ 3

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	0.00	-2.77	0.00	-2.31	0.00	0.14	13.62	0.00	0.00	-0.14	-13.62	0.00	-623.33
A_1	0.00	0.05	0.00	0.21	0.00	0.03	0.51	0.00	1.00	-0.03	-0.51	0.00	9.10
S_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_1	1.00	0.93	0.00	0.58	0.00	-0.03	2.13	0.00	0.00	0.03	-2.13	0.00	71.42
X_3	0.00	0.02	1.00	0.21	0.00	0.01	-2.64	0.00	0.00	-0.01	2.64	0.00	19.48
A_2	0.00	-0.02	0.00	0.21	0.00	-0.01	2.64	-1.00	0.00	0.01	-2.64	1.00	0.52
	0.00	-0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.02	-3.15	1.00	0.00	1.02	4.15	0.00	-9.62

- ในตารางผลเฉลยที่ 3 Pivot Number คือ 2.64

ตารางผลเฉลยที่ 4

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	0.00	-2.66	0.00	-1.24	0.00	0.17	0.00	5.16	0.00	-0.17	0.00	-5.16	-626.00
A_1	0.00	0.06	0.00	0.25	0.00	0.03	-0.00	0.19	1.00	-0.03	0.00	-0.19	9.00
S_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_1	1.00	0.94	0.00	0.75	0.00	-0.03	0.00	0.81	0.00	0.03	0.00	-0.81	71.00
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	0.00	-0.01	0.00	-0.08	0.00	0.00	1.00	-0.38	0.00	0.00	-1.00	0.38	0.20
	0.00	-0.06	0.00	-0.25	0.00	-0.03	0.00	-0.19	0.00	1.03	1.00	1.19	-9.00

- ในตารางผลเฉลยที่ 4 Pivot Number คือ 0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยที่ 5

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obj	0.00	-2.38	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	6.11	4.94	-0.31	0.00	-6.11	-581.56
X_4	0.00	0.23	0.00	1.00	0.00	0.11	0.00	0.77	3.98	-0.11	0.00	-0.77	35.80
S_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_1	1.00	0.77	0.00	0.00	0.00	-0.11	0.00	-0.23	2.98	0.11	0.00	-0.23	44.20
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00	-0.32	0.31	-0.01	-1.00	0.32	2.99
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

จากตารางผลเฉลยที่ 5 พบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแถวสุดท้ายที่ใช้ในการพิจารณาหา Pivot Column มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์แล้ว และค่า RHS ในแถวสุดท้ายเท่ากับ 0 แสดงว่าปัญหานี้มีคำตอบ ซึ่งก็ต้องดำเนินการหาคำตอบที่เหมาะสมต่อไป แต่จะใช้แถวของสมการเป้าหมายในการหา Pivot Column แทน ซึ่งได้ผลการพิจารณาสัมประสิทธิ์ของสมการเป้าหมาย ดังนี้

Pivot Column คือ คอลัมน์ที่ 2

Pivot Row คือ แถวที่ 4

Pivot Number คือ 0.77

- หาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหา

ตารางผลเฉลยที่ 6

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obj	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	6.83	-4.21	0.04	0.00	-6.83	-445.70
X_4	-0.29	0.00	0.00	1.00	0.00	0.15	0.00	0.70	4.85	-0.15	0.00	-0.70	22.79
S_1	-0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_2	1.29	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.30	-3.85	0.15	0.00	-0.30	57.21
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00	-0.32	0.35	-0.01	-1.00	0.32	2.45
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในตารางผลเฉลยที่ 6 Pivot Number คือ 1.00

ตารางผลเฉลยที่ 7

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	3.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.83	-4.21	0.00	0.00	-6.83	-440.18
X_4	-0.29	0.00	0.00	1.00	-0.15	0.00	0.00	0.70	4.85	0.00	0.00	-0.70	0.74
Su_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_2	1.29	1.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.30	-3.85	0.00	0.00	-0.30	79.26
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	1.00	-0.32	0.35	0.00	-1.00	0.32	1.24
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

จากตารางผลเฉลยที่ 7 พบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณาหา Pivot Column ในแถวสมการเป้าหมายมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์แล้ว แสดงว่าปัญหานี้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด นั่นคือ

ใช้ X4 (กากปาล์ม) = 0.74 %

X2 (ข้าวโพด) = 79.26 %

X3 (กากถั่วเหลือง) = 20.00 %

สูตรอาหารมีราคา = 440.18 ต่อ 100 ส่วนอาหาร

ดังนั้นถ้าผสมอาหาร 500 กก.จะต้องใช้วัตถุดิบแต่ละตัวดังนี้

กากปาล์ม	=	(0.74 /100) * 500	=	3.70	กก.
ข้าวโพด	=	(79.26/100) * 500	=	396.30	กก.
กากถั่วเหลือง	=	(20/100) * 500	=	100.00	กก.
ราคาต่อ 500 กก.	=	(440.18/100) * 500	=	2200.90	บาท
ราคาต่อ 1 กก.	=	2200.90/500	=	4.40	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ - วัตถุดิบตัวที่ไม่ถูกเลือกใช้ คือ ปลายข้าว ซึ่งเนื่องมาจากเป็นวัตถุดิบที่ให้สารอาหารประเภทให้พลังงานเหมือนกับข้าวโพดแต่มีราคาแพงกว่า ดังนั้น ในการคำนวณจึงใช้ข้าวโพดแทนทั้งหมดได้

- กากถั่วเหลือง และกากปาล์ม เป็นแหล่งของสารอาหารประเภทให้โปรตีน แต่ทั้ง 2 ตัวมีราคาต่างกันมาก เนื่องจาก %โปรตีนต่างกันโดยกากปาล์มจะมีราคาถูกกว่า แต่ในการคำนวณกากปาล์มไม่ได้ถูกเลือกใช้ทั้งหมด เพราะมีการบังคับให้ใช้ กากถั่วเหลืองอย่างน้อยที่สุด 20 % ซึ่งถ้าไม่กำหนดค่าตัวนี้ไว้ กากถั่วเหลืองอาจจะไม่ถูกเลือกใช้เลยก็ได้ หรืออาจจะถูกเลือกใช้ แต่จะมีจำนวนน้อยกากปาล์มเพราะมีราคาแพงกว่า

2.6.4 การวิเคราะห์หลังได้ผลเฉลยที่เหมาะสม

ในการประยุกต์เอา LP ไปใช้กับปัญหาจริง ประการแรกเราจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับปัญหาจริงนั้นก่อน เพื่อจะสร้างเป็น Model คณิตศาสตร์ของ LP และเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ใน Model จากนั้นจึงนำไปคำนวณโดยวิธี Simplex เพื่อหาผลเฉลยที่เหมาะสม เมื่อได้รับคำตอบที่เหมาะสมแล้ว ในทางปฏิบัติบ่อยครั้งที่เราจะต้องทบทวน Model ของ LP ที่ได้สร้างในครั้งแรก ว่ามีจุดบกพร่องใดบ้าง หรือดูว่าจะต้องปรับปรุงส่วนใดให้ตัว Model มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการทำ Sensitivity Analysis ซึ่งจะเกี่ยวกับ ราคาเงา (Shadow Price) การเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของตัวแปร และ Reduced Cost ในการหาค่าต่าง ๆ เหล่านี้ ผู้พัฒนาจะไม่อธิบายถึงการพิสูจน์สูตรทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้ได้ค่าเหล่านี้มา เพราะเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเกินไป แต่จะขออธิบายเฉพาะวิธีการที่ทำให้ได้ค่าเหล่านี้มาเท่านั้น ถ้าผู้ใดสนใจเกี่ยวกับการพิสูจน์สูตร ก็สามารถหารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก หนังสือในส่วนเอกสารอ้างอิง

2.6.4.1 ราคาเงา (Shadow Price)

หลังจากที่สามารถหาผลเฉลยสุดท้ายได้แล้ว เราอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อให้ผลลัพธ์สุดท้ายของปัญหา LP ดียิ่งๆ ขึ้น เช่น อาจจะทำให้ได้กำไรสูงสุดมากขึ้นกว่าเดิม หรืออาจจะทำให้ได้ต้นทุนถูกลงมากกว่าเดิมก็ได้ ในการที่จะพิจารณาว่าจะต้องปรับเปลี่ยนเงื่อนไขแต่ละข้อ (ค่า RHS) อย่างไรนั้น จะอาศัย ราคาเงา (Shadow Price) เป็นตัวช่วยในการตัดสินใจ และการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขดังกล่าวก็ต้องอยู่ในช่วงขีดจำกัดของการเปลี่ยนแปลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การหาราคาเงา**

สำหรับการหาราคาเงานั้น จะสามารถหาได้จาก สมการเป้าหมาย ในตารางผลเฉลยสุดท้าย ของวิธี Simplex ซึ่งจะขอยกตัวอย่าง โดยนำเอาตารางผลเฉลยที่ 7 ในเรื่องการคำนวณสูตรอาหารอย่างง่ายโดยวิธี Simplex มาเป็นตัวอย่าง

สมการเป้าหมาย ของตารางผลเฉลยสุดท้าย

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	3.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.83	-4.21	0.00	0.00	-6.83	-440.18

ราคาเงานั้นจะพิจารณาจาก สัมประสิทธิ์ ของตัวแปรจำพวก Slack หรือ Artificial ในสมการเป้าหมาย แล้วนำไปเปรียบเทียบว่า ตัวแปรพวกนี้เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นจากเงื่อนไขใด ก็จะทำให้รู้ว่าเงื่อนไขเหล่านั้นมีราคาเงาเป็นอย่างไร. จากตัวอย่างด้านบนปรับค่าราคาเงาให้เป็นบวกทั้งหมด แล้วพิจารณาจากเครื่องหมาย ทำให้ได้ราคาเงาดังนี้

ตัวแปร	เกิดจากสมการเงื่อนไข	เครื่องหมายในสมการ	ราคาเงา
Sl_1	สมการเงื่อนไขที่ 2	$\leq$	0.04
A_1	สมการเงื่อนไขที่ 1	=	4.21
A_2	สมการเงื่อนไขที่ 3	$\geq$	0.00
A_3	สมการเงื่อนไขที่ 4	$\geq$	0.00
A_4	สมการเงื่อนไขที่ 5	$\geq$	6.83

การตีความหมาย

- ถ้าเป็นเครื่องหมาย $\leq$

  ถ้าลด RHS ลง 1 หน่วยจะทำให้ ผลลัพธ์ใหม่เพิ่มขึ้นเท่ากับ ราคาเงา

  ถ้าเพิ่ม RHS ขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ ผลลัพธ์ใหม่ลดลงเท่ากับ ราคาเงา

- ถ้าเป็นเครื่องหมาย = หรือ $\geq$

  ถ้าลด RHS ลง 1 หน่วยจะทำให้ ผลลัพธ์ใหม่ลดลงเท่ากับ ราคาเงา

  ถ้าเพิ่ม RHS ขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ ผลลัพธ์ใหม่เพิ่มขึ้นเท่ากับ ราคาเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นความหมายของการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในสมการต่าง ๆ คือ

- สมการเงื่อนไขที่ 2: "พลังงานของวัตถุดิบทุกตัวรวมกันไม่เกิน 3,200 Kcal./kg."
  ถ้ามีการลดการใช้พลังงานลง 1 หน่วย จะทำให้ราคาอาหารแพงขึ้น 0.04 บาท/100 กก.
  ถ้ามีการเพิ่มการใช้พลังงานขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ ราคาอาหารถูกลง 0.04 บาท/100 กก.

- สมการเงื่อนไขที่ 1: "จำนวนวัตถุดิบทุกตัวรวมกันได้ 100 ส่วน"
  ไม่ต้องพิจารณา เพราะต้องกำหนดให้เป็น 100 ส่วนอยู่แล้ว

- สมการเงื่อนไขที่ 3: "พลังงานของวัตถุดิบทุกตัวรวมกันไม่ต่ำกว่า 3,050 Kcal./kg."
  ไม่ต้องพิจารณาเพราะ ราคาเงาเท่ากับ 0

- สมการเงื่อนไขที่ 4: "โปรตีนของวัตถุดิบทุกตัวรวมกันไม่ต่ำกว่า 14 %"
  ไม่ต้องพิจารณาเพราะ ราคาเงาเท่ากับ 0

- สมการเงื่อนไขที่ 5: "กากถั่วเหลืองจะต้องมีไม่ต่ำกว่า 20 % ในสูตร"
  ถ้าลดการใช้กากถั่วเหลือง 1 % ราคาอาหารจะถูกลง 6.83 บาท/100 กก.
  ถ้าเพิ่มการใช้การถั่วเหลือง 1 % ก็จะทำให้อาหารแพงขึ้น 6.83 บาท/100 กก.

จากการพิจารณาค่าของราคาเงาที่ได้ เราพบว่า ถ้ามีการปรับเปลี่ยนค่า RHS ของสมการเงื่อนไขที่ 2 และ 5 (พลังงานและกากถั่วเหลือง) จะทำให้สูตรอาหารมีการเปลี่ยนแปลงราคา ซึ่งอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ แต่ค่าของ RHS ที่จะทำการปรับเปลี่ยนนั้น จะต้องอยู่ในช่วงๆ หนึ่ง จึงจะทำให้ราคาของสูตรมีการเปลี่ยนแปลงไปจริง เท่ากับราคาเงา โดยค่าดังกล่าวเราเรียกว่า ขีดจำกัดในการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีทั้งขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบน

- **ขีดจำกัดในการเปลี่ยนแปลง**

ในการหาขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบนของ RHS ในสมการที่สนใจนั้น จะหาได้จาก สัมประสิทธิ์ในแนวตั้งของ RHS และ สัมประสิทธิ์ในแนวตั้งของตัวแปร Slack หรือ Artificial ของสมการที่เรากำลังพิจารณา ในตารางผลเฉลยสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของสมการที่ 2 ค่าที่เราสนใจในตาราง คือ ค่าต่าง ๆ ที่ได้แรเงาไว้ในตารางด้านล่างนี้ ซึ่งสมการที่ 2 มีการใช้ตัวแปร Slack ก็คือ Sl_1

ตารางผลเฉลยสุดท้าย

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	3.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.83	-4.21	0.00	0.00	-6.83	-440.18
X_4	-0.29	0.00	0.00	1.00	-0.15	0.00	0.00	0.70	4.85	0.00	0.00	-0.70	0.74
Su_1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_2	1.29	1.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.30	-3.85	0.00	0.00	-0.30	79.26
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	1.00	-0.32	0.35	0.00	-1.00	0.32	1.24
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

นำ (-1) คูณค่าของ Sl_1 ทุกตัว แล้วเอาไปหารค่า RHS ในแถวของตัวเองจะได้

0.74 / (-1 * -0.15) = 4.93 *

150.00 / (-1 * 1.00) = -150.00 *

79.26 / (-1* 0.15) = 528.40

20.00 / (-1 * 0.00) = ไม่สามารถหารได้

1.24 / (-1 * -0.01) = 124.00

- ขีดจำกัดล่างของ RHS ในสมการที่ 2 = RHS เดิม + ค่าลบน้อยสุดที่เกิดจากการหารด้านบน (ตัวตั้งต้องไม่เป็นศูนย์)

  = 3200.00 + (-150.00)

  = 3050.00

- ขีดจำกัดบนของ RHS ในสมการที่ 2 = RHS เดิม + ค่าบวกน้อยสุดที่เกิดจากการหารด้านบน (ตัวตั้งต้องไม่เป็นศูนย์)

  = 3200.00 + 4.93

  = 3204.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของสมการที่ 5 ค่าที่เราสนใจในตาราง คือ ค่าต่าง ๆ ที่ได้แรเงาไว้ในตารางด้านล่างนี้ ซึ่งสมการที่ 5 มีการใช้ตัวแปร Artificial ก็คือ A_4

ตารางผลเฉลยสุดท้าย

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	3.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.83	-4.21	0.00	0.00	-6.83	-440.18
X_4	-0.29	0.00	0.00	1.00	-0.15	0.00	0.00	0.70	4.85	0.00	0.00	-0.70	0.74
Su_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_2	1.29	1.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.30	-3.85	0.00	0.00	-0.30	79.26
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	1.00	-0.32	0.35	0.00	-1.00	0.32	1.24
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

นำ (-1) คูณค่าของ A_4 ทุกตัว แล้วเอาไปหารค่า RHS ในแถวของตัวเองจะได้

0.74 / (-1 * -0.70) = 1.06 *

150.00 / (-1 * 0.00) = ไม่สามารถหารได้

79.26 / (-1* -0.30) = 264.20

20.00 / (-1 * 1.00) = -20.00

1.24 / (-1 * 0.32) = -3.88 *

- ขีดจำกัดล่างของ RHS ในสมการที่ 5 = RHS เดิม + ค่าลบน้อยสุดที่เกิดจากการหารด้านบน (ตัวตั้งต้องไม่เป็นศูนย์)

  = 20.00 + (-3.88)

  = 16.12

- ขีดจำกัดบนของ RHS ในสมการที่ 2 = RHS เดิม - ค่าบวกน้อยสุดที่เกิดจากการหารด้านบน (ตัวตั้งต้องไม่เป็นศูนย์)

  = 20.00 - 1.06

  = 21.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสามารถสรุปเกี่ยวกับเรื่องราคาเงาได้ดังนี้

ในสมการที่ 2 เป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับพลังงาน ที่กำหนดไว้ว่าสูตรอาหารนี้ต้องมีพลังงานไม่เกิน 3,200.00 Kcal./kg. จากการคำนวณราคาเงาพบว่า โดยที่

- ถ้ามีการลดการใช้พลังงานลง 1 หน่วย จะทำให้ราคาอาหารแพงขึ้น 0.04 บาท/100 กก.
- ถ้ามีการเพิ่มการใช้พลังงานขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ ราคาอาหารถูกลง 0.04 บาท/100 กก.
- ค่าของพลังงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จะต้องอยู่ระหว่างขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบนซึ่ง คือ 3,050.00-3,204.93 Kcal./kg.

ในสมการที่ 5 เป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับการใช้กากถั่วเหลือง ที่กำหนดไว้ว่าสูตรอาหารนี้ต้องมีถั่วเหลืองอย่างน้อย 20.00 % ในสูตร จากการคำนวณราคาเงาพบว่า

- ถ้าลดการใช้กากถั่วเหลือง 1 % ราคาอาหารจะถูกลง 6.83 บาท/100 กก.
- ถ้าเพิ่มการใช้การถั่วเหลือง 1 % ก็จะทำให้อาหารแพงขึ้น 6.83 บาท/100 กก.
- ค่าของการใช้ถั่วเหลืองที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จะอยู่ระหว่างขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบนซึ่งก็คือ 16.12-21.06 %

2.6.4.2 การเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

เป็นการวิเคราะห์ว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้เท่าไร โดยทำให้ผลการเลือกใช้ตัวแปรนั้นในสูตรยังคงเดิม เช่น จากตัวอย่างการคำนวณสูตรอาหารอย่างง่าย จะทำการวิเคราะห์ว่า ราคาของปลายข้าวสามารถเพิ่มขึ้น หรือลดลง ได้เท่าไร โดยทำให้ผลการคำนวณสูตรอาหารยังคงมีการเลือกใช้ปลายข้าวเป็นจำนวนเท่าเดิม ซึ่งก็ต้องมีราคาสูงสุดและต่ำสุดเช่นกัน

จากตารางผลเฉลยสุดท้าย สมการที่เราจะนำมาพิจารณาคือ แถวของสมการเงื่อนไข และแถวของสมการตัวแปร Basic Variable ที่เราสนใจ และจะพิจารณาจากคอลัมน์ที่ไม่ใช่ ค่า RHS และคอลัมน์ของตัวแปรแบบ Artificial เช่น ถ้าเราจะหาช่วงที่สามารถเปลี่ยนแปลงราคาได้ของกากปาล์ม (X_4) จะได้แถวของสมการและคอลัมน์ สำหรับการพิจารณาตามตารางที่ได้แรเงาไว้ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลเฉลยสุดท้าย

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	3.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.83	-4.21	0.00	0.00	-6.83	-440.18
X_4	-0.29	0.00	0.00	1.00	-0.15	0.00	0.00	0.70	4.85	0.00	0.00	-0.70	0.74
Su_1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	150.00
X_2	1.29	1.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.30	-3.85	0.00	0.00	-0.30	79.26
X_3	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	20.00
Su_2	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	1.00	-0.32	0.35	0.00	-1.00	0.32	1.24
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

จากนั้นนำค่าในสมการ Objective เป็นตัวตั้ง แล้วหารด้วยค่าต่าง ๆ ในสมการ X_4 ของคอลัมน์เดียวกัน จะได้

3.07 / -0.29 = -10.57
0.00 / 0.00 = ไม่สามารถหารได้
0.00 / 0.00 = ไม่สามารถหารได้
0.00 / 1.00 = 0.00
0.04 / -0.15 = -0.27 *
0.00 / 0.00 = ไม่สามารถหารได้
0.00 / 0.00 = ไม่สามารถหารได้
6.83 / 0.70 = 9.76 *

- ราคาต่ำสุดของกากปาล์ม = ราคาเดิม + ค่าลบน้อยสุดที่เกิดจากการหารด้านบน (ที่ตัวตั้งไม่เป็นศูนย์)
  = 3.25 - 0.27
  = 2.98
- ราคาสูงสุดของกากปาล์ม = ราคาเดิม + ค่าบวกน้อยสุดที่เกิดจากการหารด้านบน (ที่ตัวตั้งไม่เป็นศูนย์)
  = 3.25 + 9.76
  = 13.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงราคากากปาล์มอยู่ในช่วงระหว่าง 2.98-13.01 บาท สูตรอาหารก็ยังคงมีการเลือกใช้กากปาล์ม ในอัตราส่วนเท่าเดิม (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่าเดิม แต่ราคาต่อกิโลกรัมของสูตรอาหารจะเปลี่ยนไป เพราะกากปาล์มมีการเปลี่ยนแปลงราคา)

2.6.4.3 การวิเคราะห์ Reduced Cost

Reduced Cost จะเป็นการวิเคราะห์ถึง ตัวแปรที่ไม่ได้ถูกเลือกใช้ ซึ่งจะทำให้เราทราบส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน ด้วยกัน คือ

- ถ้ามีการบังคับใช้ตัวแปรนั้น ผลลัพธ์ของปัญหา LP จะเพิ่มขึ้นเท่าไร ต่อการใช้ 1 หน่วย
- ยังบอกให้เราทราบอีกว่า ค่าของสัมประสิทธิ์ในตัวแปรนั้นควรจะเป็นเท่าไร ถึงจะทำให้ตัวแปรนั้นถูกเลือกใช้

การหา Reduced Cost ให้พิจารณาจาก สมการเป้าหมาย ในตารางผลเฉลยสุดท้าย โดยดูที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวในสมการเป้าหมาย

	X_1	X_2	X_3	X_4	Sl_1	Su_1	Su_2	Su_3	A_1	A_2	A_3	A_4	RHS
Obi	3.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	6.83	-4.21	0.00	0.00	-6.83	-440.18

ตัวแปร	วัตถุดิบ	Reduced Cost
X_1	ปลายข้าว	3.07
X_2	ข้าวโพด	0.00
X_3	กากถั่วเหลือง	0.00
X_4	กากปาล์ม	0.00

ลองสังเกตดูว่าตัวแปร หรือวัตถุดิบที่ถูกเลือกใช้ในสูตรอาหาร จะมีค่า Reduced Cost เท่ากับ ศูนย์ (ในที่นี้คือ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง กากปาล์ม) ซึ่งไม่จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ ส่วนตัวที่ไม่ได้ถูกเลือกใช้ คือ ปลายข้าว จะมีค่า Reduced Cost เท่ากับ 3.07 จะมีความหมายดังนี้

- ถ้ามีการกำหนดเงื่อนไขให้ใช้ปลายข้าวในสูตรนี้ 1 หน่วย จะทำให้สูตรอาหารแพงขึ้น 3.07 บาท ต่อ 100 กก. ถ้า 500 กก. เท่ากับ (3.07/100) x 500 = 15.35 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- และสูตรอาหารนี้จะเลือกใช้ปลายข้าวก็ต่อเมื่อ

  ราคาปลายข้าว เท่ากับ ราคาเดิม – Reduced Cost

  นั่นคือ 6.00 - 3.07 = 2.93 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์ระบบ

ในการวิเคราะห์ระบบนั้น จำเป็นจะต้องสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานก่อน รวมถึงสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการประกอบสูตรอาหารด้วย เพราะลำพังการสำรวจความต้องการของผู้ใช้เพียงอย่างเดียว อาจจะทำให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารควรจะมีไม่ครบถ้วน ซึ่งจากการสำรวจและวิเคราะห์ถึงความจำเป็นของความต้องการเหล่านี้ พบว่าสิ่งที่โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่พัฒนาในครั้งนี้ ควรจะมี คือ

1. ต้องแสดงผลเป็นภาษาไทย เพื่อสะดวกแก่การใช้ และเข้าใจง่าย
2. ต้องทำงานได้ภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS Windows เวอร์ชั่น 3.11, 95, 98 Thai Edition
3. ต้องกำหนดชื่อโภชนะได้อย่างน้อย ไม่ต่ำกว่า 30 ชื่อ
4. ต้องกำหนดชื่อวัตถุดิบได้อย่างน้อย ไม่ต่ำกว่า 300 ชื่อ
5. ต้องกำหนดชื่อสูตรอาหารได้อย่างน้อย ไม่ต่ำกว่า 200 ชื่อ
6. ต้องกำหนดกลุ่มของวัตถุดิบได้ เช่น เป็นวัตถุดิบสำหรับผสมอาหารสัตว์ กลุ่มยารักษาโรค กลุ่มสารผสมล่วงหน้า
7. ต้องกำหนดเงื่อนไขในการเลือกโภชนะและวัตถุดิบรวมกันได้ ไม่ต่ำกว่า 50 เงื่อนไข
8. ในการกำหนดเงื่อนไขการเลือกโภชนะ และวัตถุดิบต้องทำได้โดยง่าย
9. ต้องทำการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบได้โดยง่าย เนื่องจากราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
10. สามารถปรับจำนวนที่จะผสมได้ (Batch Size) ตั้งแต่ 1-10,000 กก.
11. ในการแสดงผลของสูตรที่ผ่านการคำนวณแล้ว จะต้องแสดง % ต่อ Dry Matter % As Fed จำนวนที่ใช้ในสูตร มูลค่า และคุณค่าทางโภชนะของสูตรนี้
12. สูตรอาหารที่คำนวณได้ จะต้องสามารถปรับจำนวนของวัตถุดิบแต่ละตัวได้ เพราะจำนวนที่ได้จากการคำนวณนั้น มักจะเป็นจุดทศนิยม ซึ่งไม่สะดวกในการนำไปใช้งานจริง รวมทั้งสามารถเพิ่ม ลดวัตถุดิบได้ โดยจะต้องมีการคำนวณคุณค่าทางโภชนะใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. การแสดงผลของคุณค่างทางโภชนะของสูตรที่ได้จากการคำนวณ จะต้องแสดงควบคู่กับค่าที่กำหนดไว้ในเงื่อนไข เพื่อให้ทราบว่าสูตรอาหารนั้น มีคุณค่าทางโภชนะอยู่ในเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่
14. จะต้องมีการวิเคราะห์สูตรที่คำนวณออกมาได้ โดยต้องบอกถึงค่าต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น Shadow Price, Reduced Cost ของวัตถุดิบและโภชนะแต่ละตัว

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความต้องการนี้ จะถูกนำเอาไปใช้ในการออกแบบระบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบระบบ

ก่อนที่จะทำการออกแบบระบบ ขออธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานจริงของผู้ใช้โปรแกรม รวมถึงข้อมูลสำคัญๆ ที่ผู้ใช้จะต้องทราบก่อนการใช้โปรแกรม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดว่าจะคำนวณสูตรอาหารสำหรับสัตว์ชนิดใด เช่น ไก่ไข่ ไก่เนื้อ สุกร หรือ โคนม เป็นต้น และเป็นสูตรอาหารชนิดใด เช่น สูตรอาหารสำหรับไก่ไข่ในระยะ 0-8 สัปดาห์ หรือสูตรอาหารสุกรอุ้มท้อง หรือสูตรอาหารสำหรับสุกรขุน เป็นต้น
2. ผู้ใช้จะต้องกำหนดว่า จะคำนวณสูตรอาหารในครั้งนี้เป็นจำนวนเท่าไร เช่น 500 กก. หรือ 1,000 กก. เป็นต้น
3. ผู้ใช้ต้องทราบว่าสัตว์เหล่านั้น มีความต้องการโภชนะเป็นอย่างไร คำว่าโภชนะในที่นี้หมายถึง สารอาหารต่าง ๆ ที่สัตว์ต้องการใน 1 กก. ของอาหาร เช่น สุกรขุนต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ อยู่ในช่วงระหว่าง 3,000 - 3,200 กิโลแคลอรี ต่อ กิโลกรัมอาหาร ต้องการโปรตีนอยู่ระหว่าง 14-17% ในอาหาร 1 กก. เป็นต้น
4. ผู้ใช้ต้องทราบว่าวัตถุดิบแต่ละตัวที่จะนำมาประกอบเป็นสูตรอาหารนั้น ให้โภชนะหรือสารอาหารแต่ละชนิดเป็นเท่าไร
5. ผู้ใช้ต้องทราบราคาของวัตถุดิบแต่ละตัว ที่จะนำมาเป็นตัวเลือกในการคำนวณสูตรอาหาร และราคาที่ทราบนี้ต้องเป็นราคา ณ วันปัจจุบัน ซึ่งสำคัญมาก ราคาที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยก็อาจจะส่งผลกระทบถึงการเลือกใช้วัตถุดิบตัวนั้นในสูตรได้ เนื่องจากเราใช้หลักการคำนวณของ LP เพื่อทำให้ราคาอาหารต่อกิโลกรัมถูกที่สุด ดังนั้น วัตถุดิบตัวที่ราคาถูกและให้คุณค่าทางโภชนะตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ จะถูกเลือกใช้ก่อนตัวที่มีราคาแพงกว่า
6. เมื่อทราบข้อมูลต่าง ๆ ครบถ้วนแล้ว ก็จะทำการคำนวณสูตรอาหารที่ต้องการ

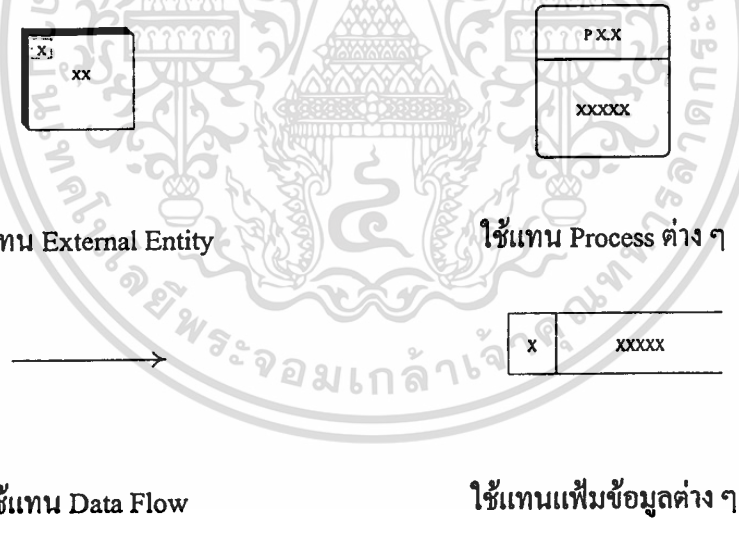
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สูตรอาหารที่ได้จากการคำนวณ อาจจะต้องมีการปรับจำนวนของวัตถุดิบแต่ละตัว ให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง โดยจะต้องไม่ทำให้คุณค่าทางโภชนะของสูตรนั้น ต่างไปจากขอบเขตของเงื่อนไข ที่ได้ตั้งไว้

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ความต้องการต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ จะนำความต้องการเหล่านั้น มาทำการออกแบบโปรแกรมที่จะพัฒนา โดยในขั้นตอนนี้จะแสดงให้ทราบว่า มีข้อมูล (Data) อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลเหล่านั้นถูกใช้โดยใคร จะต้องผ่านขบวนการใดบ้าง และถูกนำไปจัดเก็บไว้ที่แฟ้มไหน โดยจะใช้ Context Diagram และ Data Flow Diagram อธิบายรายละเอียดเหล่านี้

4.1 สัญลักษณ์ต่าง ๆ

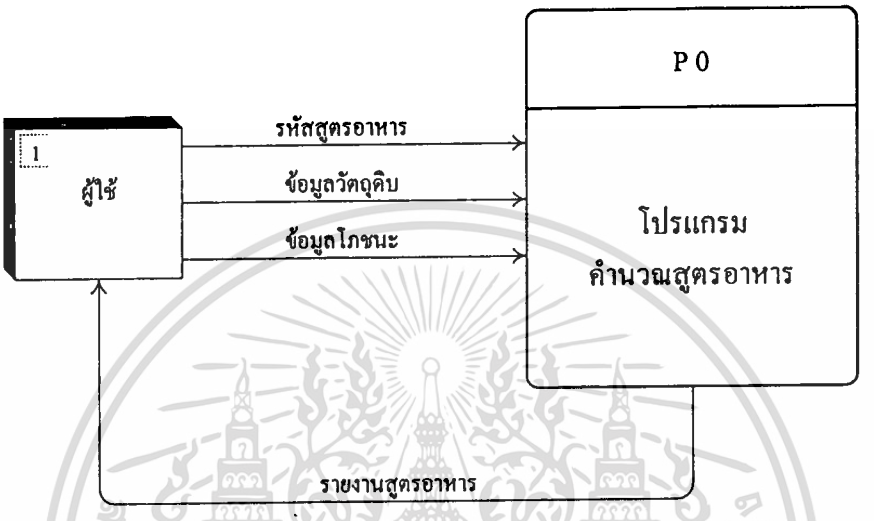
สัญลักษณ์ที่ใช้นี้ จะยึดตามแบบของ Gane-Sarson DFD ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัว คือ



รูปที่ 4-1 แสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ใน Context Diagram และ DFD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 Context Diagram

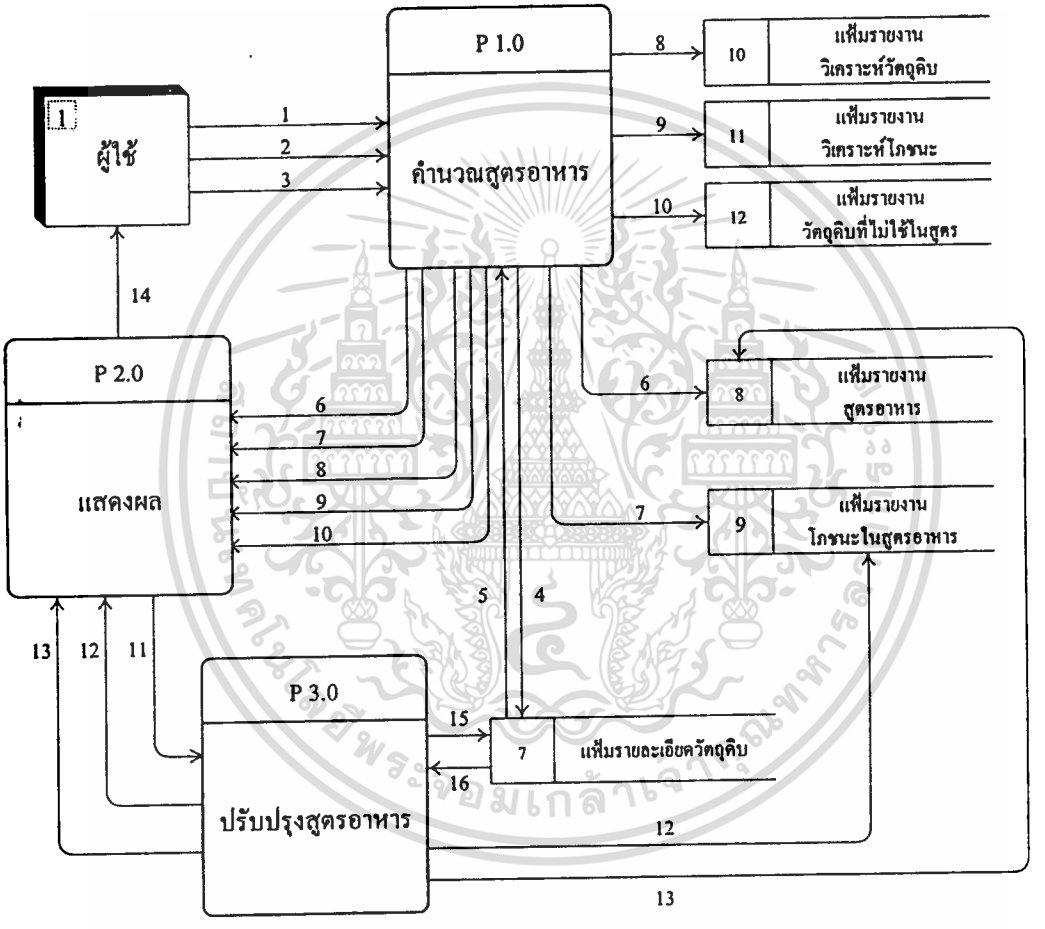


รูปที่ 4-2 Context Diagram ของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 Data Flow Diagram

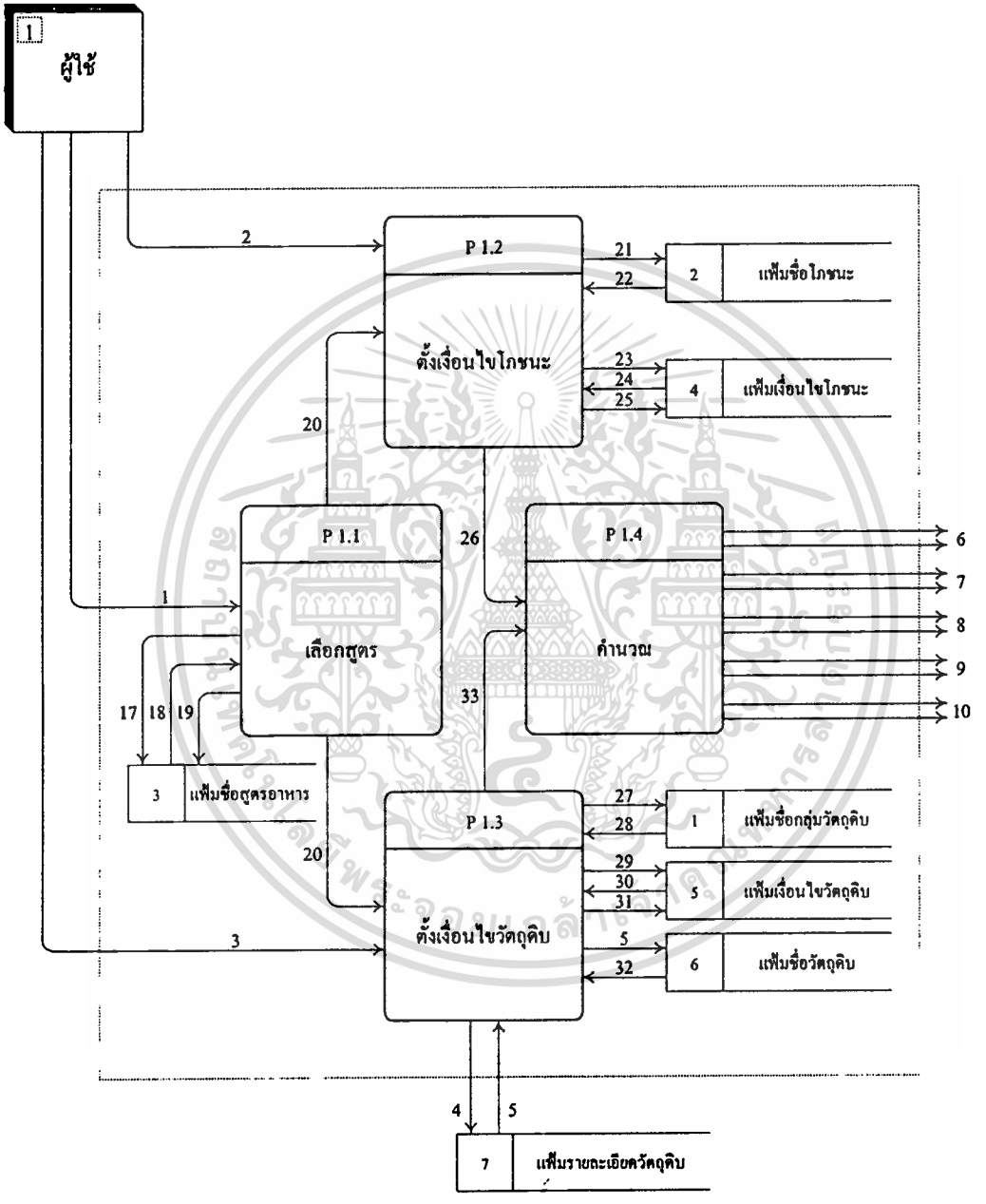
DFD Level 0



รูปที่ 4-3 Data Flow Diagram ที่ Level 0 ของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFD Level 1



รูปที่ 4-4 Data Flow Diagram ที่ Level 1 ของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ความหมายของแต่ละ Process

PROCESS 1.0 คำนวณสูตรอาหาร

NAME: การคำนวณสูตรอาหาร

FOR EACH: เมื่อต้องการคำนวณสูตรอาหารใหม่

WHEN:

INPUT: รหัสสูตรอาหาร[1] ข้อมูลโภชนะ[2] ข้อมูลวัตถุดิบ[3] รายละเอียดวัตถุดิบ[4]

OUTPUT: รหัสวัตถุดิบ[5] ข้อมูลผลการคำนวณวัตถุดิบ[6] ข้อมูลผลการคำนวณโภชนะ[7]
ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบ[8] ข้อมูลวิเคราะห์โภชนะ[9] ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบที่ไม่ใช้ [10]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL: ราคาของวัตถุดิบที่นำมาคำนวณ ต้องเป็นราคา ณ ปัจจุบัน

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - ผู้ใช้เลือกสูตรอาหารที่ต้องการคำนวณ
- กำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับโภชนะ
- กำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับวัตถุดิบ
- คำนวณสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS 2.0 แสดงผล

NAME: การแสดงผลการคำนวณสูตรอาหาร

FOR EACH: เมื่อคำนวณสูตรอาหาร เมื่อมีการแก้ไขสูตรที่คำนวณแล้ว

WHEN:

INPUT: ข้อมูลผลการคำนวณวัตถุดิบ[6] ข้อมูลผลการคำนวณโภชนะ[7]
ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบ[8] ข้อมูลวิเคราะห์โภชนะ[9] ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบที่ไม่ใช้[10]
ข้อมูลโภชนะที่ปรับปรุงแล้ว[12] ข้อมูลวัตถุดิบที่ปรับปรุงแล้ว[13]

QUTPUT: ข้อมูลวัตถุดิบที่ต้องการปรับปรุง[11] รายงานสูตรอาหาร[14]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL:

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - ผู้ใช้พิจารณาดูว่าสูตรอาหารที่คำนวณได้นั้นเป็นที่พอใจหรือไม่
- ถ้าไม่เป็นที่พอใจ ก็ให้ปรับปรุงสูตรอาหารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS 3.0 ปรับปรุงสูตรอาหาร

NAME: การปรับปรุงสูตรอาหารที่คำนวณแล้ว

FOR EACH: เมื่อต้องการปรับปรุงสูตรอาหารที่ผ่านการคำนวณแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่พอใจ

WHEN:

INPUT: ข้อมูลวัตถุดิบที่ต้องการปรับปรุง[11] ข้อมูลรายละเอียดวัตถุดิบ[16]

OUTPUT: ข้อมูลโภชนะที่ปรับปรุงแล้ว[12] ข้อมูลวัตถุดิบที่ปรับปรุงแล้ว[13] รหัสวัตถุดิบ[15]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL: เมื่อทำการปรับปรุงสูตรอาหาร ควรระวังในเรื่องจำนวนวัตถุดิบ และคุณค่าทางโภชนะของสูตรที่ปรับปรุงแล้ว ไม่ให้เกินขอบเขตของเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - ผู้ใช้ เลือก หรือ เพิ่ม หรือ ลบ วัตถุดิบที่ต้องการปรับปรุง
- ป้อนจำนวนวัตถุดิบใหม่ หรือ ถ้าเป็นการเพิ่มก็ต้องใส่ราคาของวัตถุดิบตัวใหม่
- โปรแกรมจะคำนวณสัดส่วนของวัตถุดิบแต่ละตัว และคุณค่าทางโภชนะใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS 1.1 เลือกสูตร

NAME: การเลือกสูตรอาหารที่ต้องการคำนวณ

FOR EACH: เมื่อต้องการคำนวณสูตรอาหารใหม่ เมื่อต้องการดูการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ของโภชนะและวัตถุดิบ

WHEN:

INPUT: รหัสสูตรอาหาร[1] ข้อมูลสูตรอาหารเดิม[18]

OUTPUT: รหัสสูตรอาหาร[17] ข้อมูลสูตรอาหารใหม่[19] รายละเอียดสูตรอาหาร[20]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL:

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - ผู้ใช้เลือกสูตรอาหารที่ต้องการคำนวณ
- ถ้าไม่มีสูตรที่ต้องการก็ต้องเพิ่มสูตรอาหารนั้นก่อน
- จากนั้นให้ไปกำหนดเงื่อนไขโภชนะ และวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS 1.2 ตั้งเงื่อนไขโภชนะ

NAME: การกำหนดเงื่อนไขโภชนะ

FOR EACH: เมื่อต้องการกำหนดเงื่อนไขของโภชนะ สำหรับการคำนวณสูตรอาหาร

WHEN:

INPUT: ข้อมูลโภชนะ[2] รายละเอียดสูตรอาหาร[20] ชื่อโภชนะ[22] ข้อมูลเงื่อนไขโภชนะเดิม[24]

OUTPUT: รหัสโภชนะ[21] รหัสเงื่อนไขโภชนะ[23] ข้อมูลเงื่อนไขโภชนะใหม่[25]
รายละเอียดเงื่อนไขโภชนะ[26]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL: รหัสเงื่อนไขโภชนะจะซ้ำกันไม่ได้

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขสูงสุด หรือต่ำสุด ที่ต้องการให้มีในสูตรอาหาร ของโภชนะแต่ละตัว
- ในกรณีที่ ไม่พบโภชนะตัวที่ต้องการกำหนดเงื่อนไข ก็ให้เพิ่มโภชนะตัวนั้นลงไป แล้วจึงกำหนดเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS 1.3 ตั้งเงื่อนไขวัตถุดิบ

NAME: การตั้งเงื่อนไขวัตถุดิบ

FOR EACH: เมื่อต้องการกำหนดเงื่อนไขของวัตถุดิบ สำหรับการคำนวณสูตรอาหาร

WHEN:

INPUT: ข้อมูลวัตถุดิบ[3] รายละเอียดวัตถุดิบ[4] รายละเอียดสูตรอาหาร[16] รายละเอียดสูตรอาหาร[20] ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ[28] ข้อมูลเงื่อนไขวัตถุดิบเดิม[30] ชื่อวัตถุดิบ[32]

OUTPUT: รหัสวัตถุดิบ[5] รหัสกลุ่มวัตถุดิบ[27] รหัสเงื่อนไขวัตถุดิบ[29] ข้อมูลเงื่อนไขวัตถุดิบใหม่[31] รายละเอียดเงื่อนไขวัตถุดิบ[33]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL: รหัสเงื่อนไขวัตถุดิบจะซ้ำกันไม่ได้

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขสูงสุด หรือต่ำสุด ที่ต้องการให้มีในสูตรอาหาร รวมถึงราคาต่อกิโลกรัม ของวัตถุดิบแต่ละตัว

- ในกรณีที่ ไม่พบวัตถุดิบตัวที่ต้องการกำหนดเงื่อนไข ก็ให้เพิ่มวัตถุดิบตัวนั้นลงไป แล้วจึงกำหนดเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS 1.4 คำนวณ

NAME: การคำนวณแบบ Least Cost

FOR EACH: เมื่อต้องการคำนวณสูตรอาหารใหม่

WHEN:

INPUT: รายละเอียดเงื่อนไขโภชนะ[26] รายละเอียดเงื่อนไขวัตถุดิบ[33]

OUTPUT: ข้อมูลผลการคำนวณวัตถุดิบ[6] ข้อมูลผลการคำนวณโภชนะ[7]
ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบ[8] ข้อมูลวิเคราะห์โภชนะ[9] ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบที่ไม่ใช้ [10]

LOCATION:

RESOURCES USED: คอมพิวเตอร์

RECENT/LIKELY CHANGES:

PERFORMANCE MEASURES:

CONTROL:

DISCRETION:

INFORMAL I/O:

NOTES:

PROCEDURE: - จัดรูปแบบของเงื่อนโภชนะและวัตถุดิบ ให้อยู่ในรูปของปัญหา LP
- ทำการแก้ปัญหานั้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมี 2 ลักษณะ คือ หาคำตอบได้ หรือ หาคำตอบไม่ได้ ถ้าผลลัพธ์เป็นแบบที่สอง ก็ต้องกลับไปกำหนดเงื่อนไขโภชนะ หรือวัตถุดิบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ความหมายของ Data Flow แต่ละตัว

No.	Data Flow Name	From	To	Data Content
1	รหัสสูตรอาหาร	Entity 1	P 1.1	รหัสสูตรอาหาร วันที่ทำสูตรอาหาร จำนวนอาหารที่จะผสม
2	ข้อมูลโภชนะ	Entity 1	P 1.2	รหัสโภชนะ เงื่อนไขต่ำสุดในสูตร เงื่อนไขสูงสุดในสูตร
3	ข้อมูลวัตถุดิบ	Entity 1	P 1.3	รหัสวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบ เงื่อนไขต่ำสุดในสูตร เงื่อนไขสูงสุดในสูตร
4	รหัสวัตถุดิบ	P 1.3	File 7	รหัสวัตถุดิบ
5	รายละเอียดวัตถุดิบ	File 7	P 1.3	ค่าโภชนะแต่ละตัวของวัตถุดิบ
6	ข้อมูลผลการคำนวณวัตถุดิบ	P 1.4	P 2.0, File 8	รหัสวัตถุดิบ ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ % Dry Matter วัตถุดิบแต่ละตัว % วัตถุดิบแต่ละตัวในสูตร จำนวนวัตถุดิบในสูตร ราคาวัตถุดิบแต่ละตัว มูลค่าของวัตถุดิบแต่ละตัว
7	ข้อมูลผลการคำนวณโภชนะ	P 1.4	P 2.0, File 9	รหัสโภชนะ ค่าที่คำนวณได้ในสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Data Flow Name	From	To	Data Content
8	ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบ	P 1.4	P 2.0, File 10	รหัสวัตถุดิบ % Dry Matter วัตถุดิบแต่ละตัวในสูตร % วัตถุดิบแต่ละตัวในสูตร ราคาเงา ขีดจำกัดล่างการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด ขีดจำกัดบนการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด ราคาต่ำสุดที่เปลี่ยนแปลงได้ ราคาสูงสุดที่เปลี่ยนแปลงได้
9	ข้อมูลวิเคราะห์โภชนะ	P 1.4	P 2.0, File 11	รหัสโภชนะ ค่าที่คำนวณได้ในสูตร ราคาเงา ขีดจำกัดล่างการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด ขีดจำกัดบนการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด
10	ข้อมูลวิเคราะห์วัตถุดิบที่ไม่ใช้	P 1.4	P 2.0, File 12	รหัสวัตถุดิบ ราคาที่จะเลือกใช้
11	ข้อมูลวัตถุดิบที่ต้องการปรับปรุง	P 2.0	P 3.0	รหัสวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบเดิม จำนวนในสูตรเดิม
12	ข้อมูลโภชนะที่ปรับปรุงแล้ว	P 3.0	P 2.0, File 9	รหัสโภชนะ ค่าที่คำนวณได้ในสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Data Flow Name	From	To	Data Content
13	ข้อมูลวัตถุดิบที่ปรับปรุงแล้ว	P 3.0	P 2.0, File 8	รหัสวัตถุดิบ % Dry Matter วัตถุดิบแต่ละตัว ในสูตร % วัตถุดิบแต่ละตัวในสูตร จำนวนวัตถุดิบในสูตร ราคาวัตถุดิบแต่ละตัว มูลค่าของวัตถุดิบแต่ละตัว
14	รายงานสูตรอาหาร	P 2.0	Entity 1	รหัสวัตถุดิบ ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ % Dry Matter วัตถุดิบแต่ละตัว ในสูตร % วัตถุดิบแต่ละตัวในสูตร จำนวนวัตถุดิบในสูตร ราคาวัตถุดิบแต่ละตัว มูลค่าของวัตถุดิบแต่ละตัว รหัสโภชนะ ค่าของโภชนะแต่ละตัวในสูตร
15	รหัสวัตถุดิบ	P 3.0	File 7	รหัสวัตถุดิบ
16	ข้อมูลรายละเอียดวัตถุดิบ	File 7	P 3.0	ค่าโภชนะแต่ละตัวของวัตถุดิบ
17	รหัสสูตรอาหาร	P 1.1	File 3	รหัสสูตรอาหาร
18	ข้อมูลสูตรอาหารเดิม	File 3	P 1.1	วันที่ที่เคยคำนวณแล้ว เดิม จำนวนที่เคยคำนวณแล้ว เดิม
19	ข้อมูลสูตรอาหารใหม่	P 1.1	File 3	รหัสสูตรอาหาร วันที่คำนวณสูตรใหม่ จำนวนที่คำนวณสูตรใหม่
20	รายละเอียดสูตรอาหาร	P 1.1	P 1.2 P 1.3	รหัสสูตรอาหาร จำนวนที่จะคำนวณ
21	รหัสโภชนะ	P 1.2	File 2	รหัสโภชนะ
22	ชื่อโภชนะ	File 2	P 1.2	ชื่อโภชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Data Flow Name	From	To	Data Content
23	รหัสเงื่อนไขโภชนะ	P 1.2	File 4	รหัสสูตรอาหาร รหัสโภชนะ
24	ข้อมูลเงื่อนไขโภชนะเดิม	File 4	P 1.2	เงื่อนไขต่ำสุดในสูตรเดิม เงื่อนไขสูงสุดในสูตรเดิม
25	ข้อมูลเงื่อนไขโภชนะใหม่	P 1.2	File 4	รหัสสูตรอาหาร รหัสโภชนะ เงื่อนไขต่ำสุดในสูตรใหม่ เงื่อนไขสูงสุดในสูตรใหม่
26	รายละเอียดเงื่อนไขโภชนะ	P 1.2	P 1.4	รหัสโภชนะ เงื่อนไขต่ำสุดในสูตร เงื่อนไขสูงสุดในสูตร
27	รหัสกลุ่มวัตถุดิบ	P 1.3	File 1	รหัสกลุ่มวัตถุดิบ
28	ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ	File 1	P 1.3	ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ
29	รหัสเงื่อนไขวัตถุดิบ	P 1.3	File 5	รหัสสูตรอาหาร รหัสวัตถุดิบ
30	ข้อมูลเงื่อนไขวัตถุดิบเดิม	File 5	P 1.3	ราคาวัตถุดิบเดิม เงื่อนไขต่ำสุดในสูตรเดิม เงื่อนไขสูงสุดในสูตรเดิม
31	ข้อมูลเงื่อนไขวัตถุดิบใหม่	P 1.3	File 5	รหัสสูตรอาหาร รหัสวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบใหม่ เงื่อนไขต่ำสุดในสูตรใหม่ เงื่อนไขสูงสุดในสูตรใหม่
32	ชื่อวัตถุดิบ	File 6	P 1.3	ชื่อวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Data Flow Name	From	To	Data Content
33	รายละเอียดเงื่อนไขวัตถุดิบ	P 1.3	P 1.4	รหัสสูตรอาหาร วันที่ทำสูตร จำนวนที่จะคำนวณ รหัสวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบ เงื่อนไขต่ำสุดในสูตร เงื่อนไขสูงสุดในสูตร

ตารางที่ 4-1 แสดงรายละเอียดของ Data Flow แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การออกแบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมนี้ จะใช้โครงสร้างฐานข้อมูลแบบที่เรียกว่า ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database System) ซึ่งเป็นการจัดหมวดหมู่ให้กับข้อมูลแต่ละตัวที่ต้องการเก็บ แล้วนำเสนอออกมาในรูปของตาราง (Table) โดยถ้าตารางแต่ละตารางมีความเกี่ยวข้องกัน ก็จะใช้ความสัมพันธ์ในการบอกถึงความเกี่ยวข้องกับของ 2 ตารางนั้น การออกแบบฐานข้อมูลของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารนี้ จะต้องมีความสอดคล้องกับระบบที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้ว และจะต้องลดความซ้ำซ้อนของการจัดเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่มีขนาดกระชับ ทำงานได้รวดเร็ว นอกจากนี้ยังทำให้การแก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ทำได้โดยง่าย สะดวกรวดเร็ว

ชนิดของข้อมูล

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมครั้งนี้ ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลของ Paradox for Windows เวอร์ชั่น 5.0 ซึ่งก็มีรูปแบบการเรียกชนิดของข้อมูลตามแบบเฉพาะของ Paradox ดังนั้นจะขออธิบายความหมายของชนิดข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในฐานข้อมูลก่อน คือ

ชนิดข้อมูล	ความหมาย
Alpha	เก็บข้อความที่เป็น Strings ต่าง ๆ ต้องระบุขนาดของ Strings ด้วย
Number	เก็บตัวเลขมีค่าอยู่ระหว่าง $1x10^{-307}$ ถึง $1x10^{308}$
Money	เก็บตัวเลขที่เป็นจำนวนเงิน
Short	เก็บเลขจำนวนเต็มมีค่าอยู่ระหว่าง -32,767 ถึง 32,767
Long Integer	เก็บเลขจำนวนเต็ม มีค่าอยู่ระหว่าง –2,147,483,648 ถึง 2,147,483,647
Date	เก็บวันที่
Logical	เก็บค่าที่เป็น True หรือ False

ตารางที่ 4-2 แสดงรายละเอียดชนิดของข้อมูลใน Paradox for Windows เวอร์ชั่น 5.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 Data Store และ Data Item ต่าง ๆ ใน DFD

Data Store

NAME: GrpName **NUMBER: 1**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

USAGE: เก็บรหัส และชื่อของกลุ่มวัตถุดิบ

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: GCode

Index key: GCode

VOLUMES: ไม่เกิน 99 รายการ

UPDATING: เมื่อมีการ เพิ่ม แก้ไข ลบ รหัส หรือ ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

CONTENT:

Field Name	Type	Size
GCode	Short	
GName	Alpha	25

Data Item ของ GrpName File

NAME: GCode

DEFINITION: รหัสกลุ่มวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ซ้ำไม่ได้

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 99

USAGE: ให้เก็บข้อมูลรหัสกลุ่มของวัตถุดิบ

NAME: GName

DEFINITION: ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ข้อความขนาดไม่เกิน 25 ตัวอักษร

VALUES AND MEANINGS:

USAGE: ใช้เก็บชื่อกลุ่มของวัตถุดิบ เช่น กลุ่มวัตถุดิบผสมอาหาร กลุ่มยาปฏิชีวนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: NutrName **NUMBER: 2**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มชื่อโภชนะ

USAGE: เก็บรหัสและชื่อของโภชนะ ที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบแต่ละตัว

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: NCode

Index key: NCode

VOLUMES: ไม่เกิน 50 รายการ

UPDATING: เมื่อมีการ เพิ่ม แก้ไข ลบ รหัส หรือ ชื่อโภชนะ

CONTENT:

Field Name	Type	Size
NCode	Short	
NName	Alpha	25
NUnit	Alpha	25
NShow	Logical	

Data Item ของ NutrName File

NAME: NCode

DEFINITION: รหัสโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ซ้ำไม่ได้

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 50

USAGE: ใช้เก็บรหัสของโภชนะ (สารอาหาร) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: NName

DEFINITION: ชื่อโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ข้อความขนาดไม่เกิน 25 ตัวอักษร

VALUES AND MEANINGS:

USAGE: ใช้เก็บชื่อโภชนะ (สารอาหาร) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: **NUnit**

DEFINITION: ชื่อหน่วยของโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ข้อความขนาดไม่เกิน 25 ตัวอักษร

VALUES AND MEANINGS:

USAGE: ใช้เก็บหน่วยของโภชนะ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: **NShow**

DEFINITION: สถานะของโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า True หรือ False เท่านั้น

VALUES AND MEANINGS:

USAGE: ใช้เก็บสถานะของโภชนะ ว่าต้องการให้แสดงในรายงานคุณค่าทางโภชนะหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: IngdName **NUMBER: 3**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มชื่อวัตถุดิบ

USAGE: เก็บหัวประวัติของวัตถุดิบแต่ละตัว เช่น ชื่อ กลุ่ม ราคาต่อกิโลกรัม เป็นต้น

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: ICode

Index key: ICode, IName

VOLUMES: ไม่เกิน 999 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อมีการเพิ่ม หรือ ลบวัตถุดิบ

2. มีการแก้ไขหัวประวัติวัตถุดิบ

3. มีการเปลี่ยนแปลงราคาวัตถุดิบ

CONTENT:

Field Name	Type	Size
ICode	Short	
IName	Alpha	25
IGroup	Short	
IPrice	Money	
IVol	Number	

Data Item ของ IngdName File

NAME: ICode

DEFINITION: รหัสวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ซ้ำไม่ได้

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของวัตถุดิบแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: IName

DEFINITION: ชื่อวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ข้อความขนาดไม่เกิน 25 ตัวอักษร

VALUES AND MEANINGS:

USAGE: ใช้เก็บชื่อของวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: IGroup

DEFINITION: ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ จะต้องเป็นค่าที่มีอยู่ Field: GCode ของแฟ้ม GrpName

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 99

USAGE: ใช้เก็บค่าของวัตถุดิบตัวนั้นว่า สังกัดอยู่ในกลุ่มวัตถุดิบอะไร

NAME: IPrice

DEFINITION: ราคาของวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บราคาต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ

NAME: IVol

DEFINITION: ปริมาณวัตถุแห้ง

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่า 0

VALUES AND MEANINGS: XXX.XX

XXX.XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 – 100.00

USAGE: ใช้เก็บปริมาณวัตถุแห้ง ที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: NutrSpec **NUMBER: 4**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มกำหนดเงื่อนไขโภชนะ

USAGE: ใช้เก็บเงื่อนไขการกำหนดโภชนะของสูตรอาหาร

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: RCode + NCode

Index key: RCode + NCode

VOLUMES: ประมาณ 300 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อมีการเพิ่ม แก้ไข ลบ เงื่อนไขการกำหนดโภชนะ

2. เมื่อมีการแก้ไข ลบ โภชนะตัวที่เกี่ยวข้องในเงื่อนไข

CONTENT:

Field Name	Type	Size
RCode	Short	
NCode	Short	
NMin	Number	
NMax	Number	

Data Item ของ NutrSpec File

NAME: RCode

DEFINITION: รหัสสูตรอาหาร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: RCode ของแฟ้ม ReciName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของสูตรอาหารแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: NCode

DEFINITION: รหัสโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: NCode ของแฟ้ม NutrName

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 50

USAGE: ใช้เก็บรหัสของโภชนะ

NAME: NMin

DEFINITION: ปริมาณต่ำสุดของโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00- 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บเงื่อนไขปริมาณโภชนะต่ำสุด ที่ต้องการให้มีในสูตรอาหาร

NAME: NMax

DEFINITION: ปริมาณสูงสุดของโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บเงื่อนไขปริมาณโภชนะสูงสุด ที่ต้องการให้มีในสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: IngdSpec **NUMBER: 5**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มกำหนดเงื่อนไขวัตถุดิบ

USAGE: ใช้เก็บเงื่อนไขการใช้วัตถุดิบของสูตรอาหาร

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: RCode + ICode

Index key: RCode + ICode

VOLUMES: ประมาณ 300 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อมีการเพิ่ม แก้ไข ลบ เงื่อนไขการใช้วัตถุดิบ

2. เมื่อมีการแก้ไข ลบ วัตถุดิบตัวที่เกี่ยวข้องในเงื่อนไข

CONTENT:

Field Name	Type	Size
RCode	Short	
ICode	Short	
IPrice	Money	
IMin	Number	
IMax	Number	

Data Item ของ IngdSpec File

NAME: RCode

DEFINITION: รหัสสูตรอาหาร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: RCode ของแฟ้ม ReciName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของสูตรอาหารแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: ICode

DEFINITION: รหัสวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: ICode ของแฟ้ม IngdName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของวัตถุดิบ

NAME: IPrice

DEFINITION: ราคาของวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บราคาต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ

NAME: IMin

DEFINITION: เปอร์เซ็นต์ต่ำสุดของวัตถุดิบที่ต้องการให้มีในสูตร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XXX.XX

XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 100.00

USAGE: ใช้เก็บเงื่อนไขเปอร์เซ็นต์ต่ำสุดของวัตถุดิบ ที่ต้องการให้มีในสูตรอาหาร

NAME: IMax

DEFINITION: เปอร์เซ็นต์สูงสุดของวัตถุดิบที่ต้องการให้มีในสูตร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XXX.XX

XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 100.00

USAGE: ใช้เก็บเงื่อนไขเปอร์เซ็นต์สูงสุดของวัตถุดิบ ที่ต้องการให้มีในสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: ReciName **NUMBER: 6**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มชื่อสูตรอาหาร

USAGE: เก็บรหัส ชื่อสูตรอาหาร และวันที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: RCode

Index key: RCode

VOLUMES: ไม่เกิน 999 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อสามารถหาคำตอบของการคำนวณสูตรได้

2. เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนวันที่ ที่ต้องการบันทึกสูตร

3. เมื่อมีการเพิ่ม หรือลบ รหัส และชื่อสูตรอาหาร

CONTENT:

Field Name	Type	Size
RCode	Short	
RName	Alpha	25
RDate	Date	

Data Item ของ ReciName File

NAME: RCode

DEFINITION: รหัสสูตรอาหาร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ซ้ำไม่ได้

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของสูตรอาหารแต่ละชนิด

NAME: RName

DEFINITION: รหัสโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ข้อความขนาดไม่เกิน 25 อักษร

VALUES AND MEANINGS:

USAGE: ใช้เก็บชื่อของสูตรอาหารแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: **RDate**

DEFINITION: วันที่

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้

VALUES AND MEANINGS: DD/MM/YYYY

DD	หมายถึง	วันที่
MM	หมายถึง	เดือน
YYYY	หมายถึง	ปี ค.ศ.

USAGE: ใช้เก็บวันที่ของสูตร ที่มีการเปลี่ยนแปลงล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: IngdData **NUMBER: 7**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มรายละเอียดวัตถุดิบ

USAGE: เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนะ ของวัตถุดิบแต่ละตัว

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: ICode + NCode

Index key: ICode+NCode, NCode

VOLUMES: ประมาณ 3,000 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อมีการเพิ่ม โภชนะ หรือ วัตถุดิบตัวใหม่

2. เมื่อมีการแก้ไขคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบแต่ละตัว

3. เมื่อมีการลบโภชนะ หรือวัตถุดิบบางตัวออกไป

CONTENT:

Field Name	Type	Size
ICode	Short	
NCode	Short	
Value	Number	

Data Item ของ IngdData File

NAME: ICode

DEFINITION: รหัสวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: ICode ของแฟ้ม IngdName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของวัตถุดิบแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: NCode

DEFINITION: รหัสโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: NCode ของแฟ้ม NutrName

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 50

USAGE: ใช้เก็บรหัสโภชนะของวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: Value

DEFINITION: คุณค่าทางโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0 - 99999.99

USAGE: ใช้เก็บคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: Rep001 **NUMBER: 8**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มรายงานวัตถุดิบในสูตรอาหาร

USAGE: เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับสูตรอาหารที่คำนวณได้

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: ICode

Index key: ICode, IPrice, IVal

VOLUMES: ประมาณ 15 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อมีการคำนวณสูตรอาหารใหม่

2. เมื่อต้องการปรับเปลี่ยนสัดส่วนของวัตถุดิบในสูตรอาหารที่คำนวณได้แล้ว

CONTENT:

Field Name	Type	Size
ICode	Short	
IDry	Number	
IAsFed	Number	
IQuan	Number	
IPrice	Money	
IVal	Money	

Data Item ของ Rep001 File

NAME: ICode

DEFINITION: รหัสวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: ICode ของแฟ้ม IngdName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: IDry

DEFINITION: เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบต่อวัตถุแห้ง

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่า 0

VALUES AND MEANINGS: XXX.XX

XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 - 100.00

USAGE: ใช้เก็บเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบในสูตร เมื่อคิดเทียบกับจำนวนวัตถุแห้งของสูตร

NAME: IAsFed

DEFINITION: เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบต่อจำนวนอาหาร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XXX.XX

XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 100.00

USAGE: ใช้เก็บเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบในสูตร เมื่อคิดเทียบกับจำนวนอาหารทั้งหมด

NAME: IQuan

DEFINITION: จำนวนวัตถุดิบในสูตรอาหาร

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บจำนวนของวัตถุดิบในสูตร

NAME: IPrice

DEFINITION: ราคาของวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บราคาต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: IVal

DEFINITION: มูลค่าของวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บมูลค่าของวัตถุดิบในสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: Rep002 **NUMBER: 9**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มรายงานคุณค่าทางโภชนะ

USAGE: เก็บคุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหาร เพื่อทำการเปรียบเทียบกับเงื่อนไขของโภชนะ

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: NCode

Index key: NCode

VOLUMES: ประมาณ 10 รายการ

UPDATING: 1. เมื่อมีการคำนวณสูตรอาหารใหม่

2. เมื่อมีการปรับเปลี่ยนสัดส่วนของวัตถุดิบในสูตรอาหารที่คำนวณได้แล้ว

CONTENT:

Field Name	Type	Size
NCode	Short	
NCal	Number	

Data Item ของ Rep002 File

NAME: NCode

DEFINITION: รหัสโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: NCode ของแฟ้ม NutrName

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 50

USAGE: ใช้เก็บรหัสโภชนะของวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: NCal

DEFINITION: คุณค่าทางโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บคุณค่าทางโภชนะแต่ละตัว ของสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: Rep003 **NUMBER: 10**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มรายงานวิเคราะห์วัตถุดิบที่ใช้ในสูตร

USAGE: เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์วัตถุดิบตัวที่ถูกเลือกใช้ จากการคำนวณสูตรอาหาร

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: ICode

Index key: ICode

VOLUMES: ประมาณ 10 รายการ

UPDATING: เมื่อมีการคำนวณสูตรอาหารใหม่

CONTENT:

Field Name	Type	Size
ICode	Short	
ICost	Number	
IValidF	Number	
IValidT	Number	
ILPrice	Money	
IUPrice	Money	

Data Item ของ Rep003 File

NAME: ICode

DEFINITION: รหัสวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: ICode ของแฟ้ม IngdName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: ICost

DEFINITION: ราคาเงาของวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX.XX

X,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บราคาเงาของวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: IValidF

DEFINITION: จำนวนต่ำสุดของวัตถุดิบ ที่ทำให้ราคาเงาของวัตถุดิบคงเดิม

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บขีดจำกัดล่างของจำนวนวัตถุดิบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

NAME: IValidT

DEFINITION: จำนวนสูงสุดของวัตถุดิบ ที่ทำให้ราคาเงาของวัตถุดิบคงเดิม

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บขีดจำกัดบนของจำนวนวัตถุดิบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

NAME: ILPrice

DEFINITION: ราคาต่ำสุดของวัตถุดิบ ที่ทำให้จำนวนการใช้วัตถุดิบคงเดิม

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บราคาต่ำสุดของวัตถุดิบ ที่ทำให้จำนวนการใช้วัตถุดิบคงเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: IUPrice

DEFINITION: ราคาสูงสุดของวัตถุดิบ ที่ทำให้จำนวนการใช้วัตถุดิบคงเดิม

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บราคาสูงสุดของวัตถุดิบ ที่ทำให้จำนวนการใช้วัตถุดิบคงเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: Rep004 **NUMBER: 11**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มรายงานวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ

USAGE: เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์โภชนะ ในสูตรอาหารที่คำนวณได้

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: NCode

Index key: NCode

VOLUMES: ประมาณ 10 รายการ

UPDATING: เมื่อมีการคำนวณสูตรอาหารใหม่

CONTENT:

Field Name	Type	Size
NCode	Short	
NCost	Number	
NValidF	Number	
NValidT	Number	

Data Item ของ Rep004 File

NAME: NCode

DEFINITION: รหัสโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: NCode ของแฟ้ม NutrName

VALUES AND MEANINGS: XX

XX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 50

USAGE: ใช้เก็บรหัสโภชนะของวัตถุดิบแต่ละตัว

NAME: NCost

DEFINITION: ราคาเงาของโภชนะ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บราคาเงาของโภชนะแต่ละตัวในสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NAME: NValidF

DEFINITION: จำนวนต่ำสุดของโภชนะ ที่ทำให้ราคาเงาของโภชนะคงเดิม

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บขีดจำกัดล่างของจำนวนโภชนะที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

NAME: NValidT

DEFINITION: จำนวนสูงสุดของโภชนะ ที่ทำให้ราคาเงาของโภชนะคงเดิม

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

VALUES AND MEANINGS: XX,XXX.XX

XX,XXX.XX หมายถึง ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.00 - 10,000.00

USAGE: ใช้เก็บขีดจำกัดบนของจำนวนโภชนะที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Store

NAME: Rep005 **NUMBER: 12**

DIAGRAM REFERENCES: Level 0

DESCRIPTION: แฟ้มรายงานวิเคราะห์วัตถุดิบที่ไม่ใช้ในสูตร

USAGE: เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับการตัวที่ไม่ถูกเลือกใช้ จากการคำนวณสูตรอาหาร

ORGANIZATION/STRUCTURE/ACCESS METHODS:

Primary key: ICode

Index key: ICode

VOLUMES: ประมาณ 0-5 รายการ

UPDATING: เมื่อมีการคำนวณสูตรอาหารใหม่

CONTENT:

Field Name	Type	Size
ICode	Short	
IReduce	Number	

Data Item ของ Rep005 File

NAME: ICode

DEFINITION: รหัสวัตถุดิบ

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องเป็นค่าที่มีอยู่ใน Field: ICode ของแฟ้ม IngdName

VALUES AND MEANINGS: XXX

XXX หมายถึง รหัส ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 999

USAGE: ใช้เก็บรหัสของวัตถุดิบที่ไม่ได้ถูกเลือกใช้ในสูตร

NAME: IReduce

DEFINITION: ราคาที่จะใช้

VALIDATION: เป็นค่า Null ไม่ได้ ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

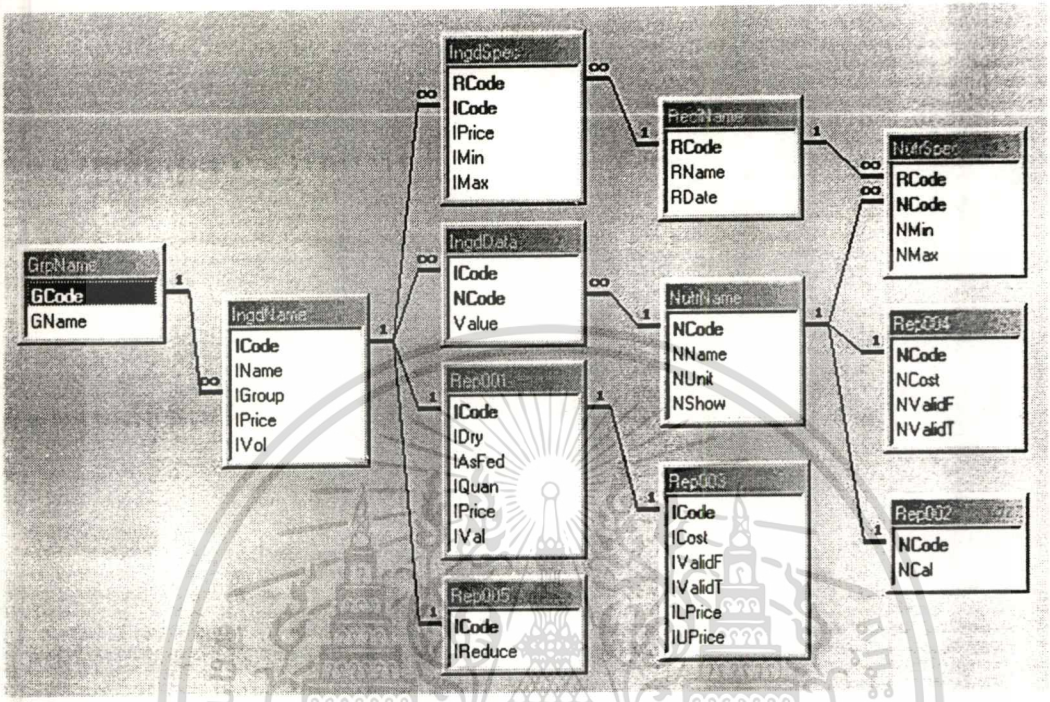
VALUES AND MEANINGS: X,XXX,XXX.XX

X,XXX,XXX.XX หมายถึง จำนวนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 9,999,999.99

USAGE: ใช้เก็บราคาของวัตถุดิบที่จะถูกเลือกใช้ ของวัตถุดิบตัวที่ไม่ถูกเลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

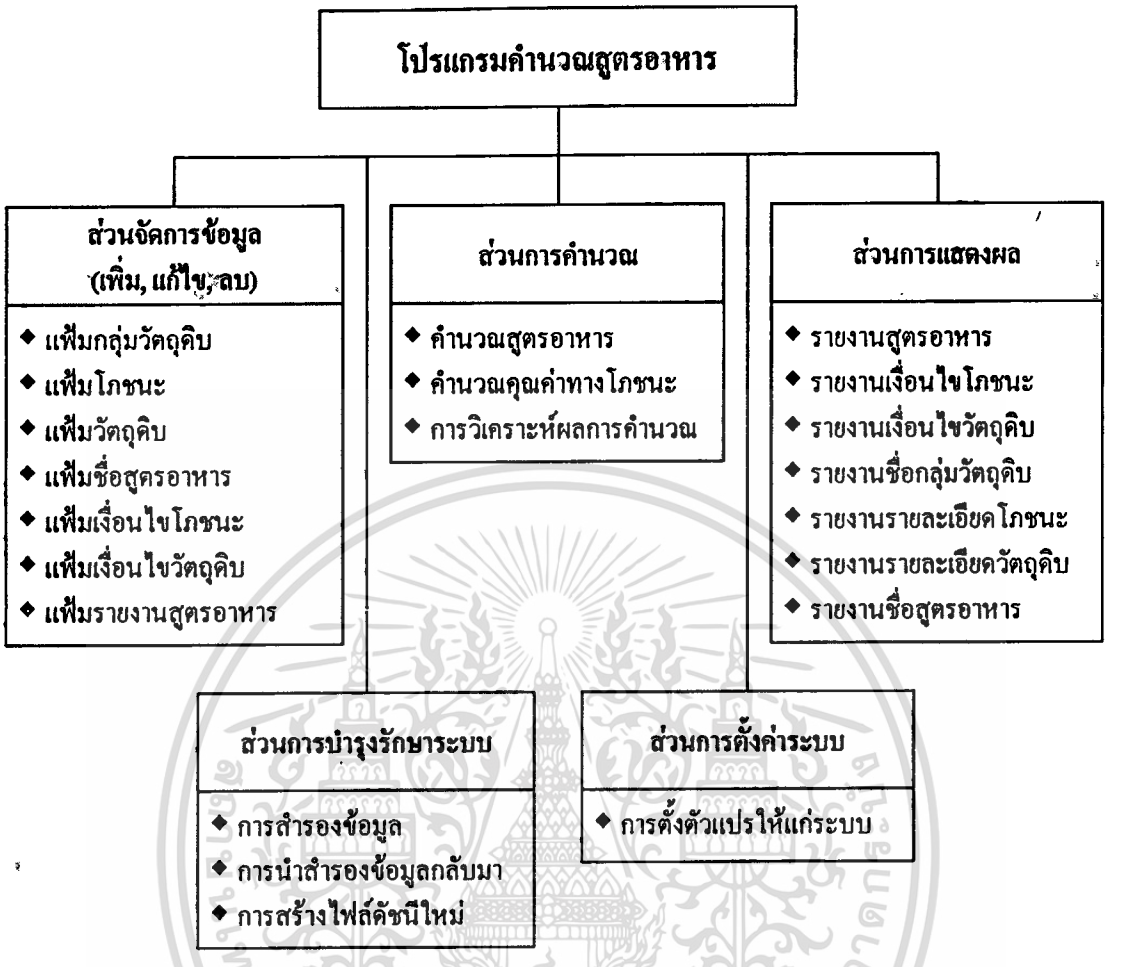


รูปที่ 4-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางต่าง ๆ ในโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร

4.7 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม (Structured Design)

การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม จะใช้วิธีการออกแบบที่เรียกว่า Top-down Design ซึ่งเป็นการแบ่งโปรแกรมใหญ่ออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยให้แต่ละส่วนทำงานเฉพาะอย่าง ทำให้จัดการทำงานได้ง่ายขึ้น เมื่อโปรแกรมย่อยๆ แต่ละส่วนถูกทดสอบจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว จึงจะนำมาประกอบเป็นโปรแกรมใหญ่อีกที สำหรับโครงสร้างของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่พัฒนาขึ้นนี้ จะแสดงในรูป 4-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

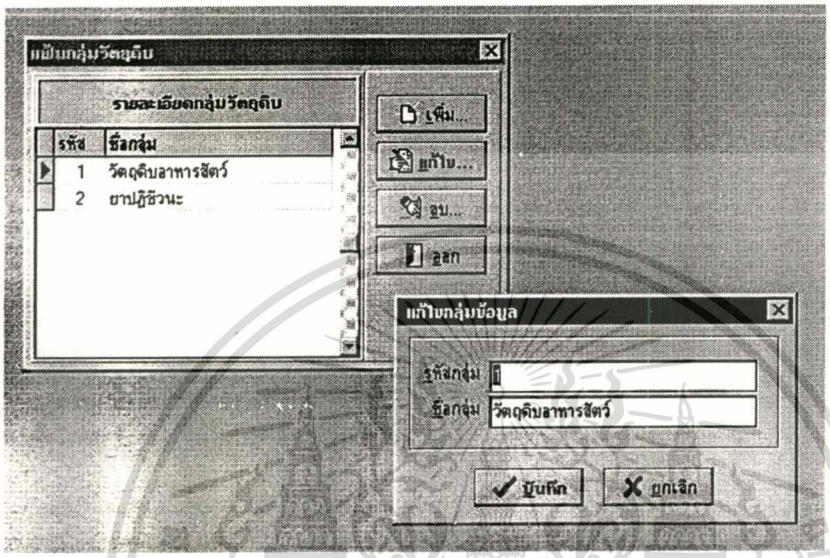


รูปที่ 4-6 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

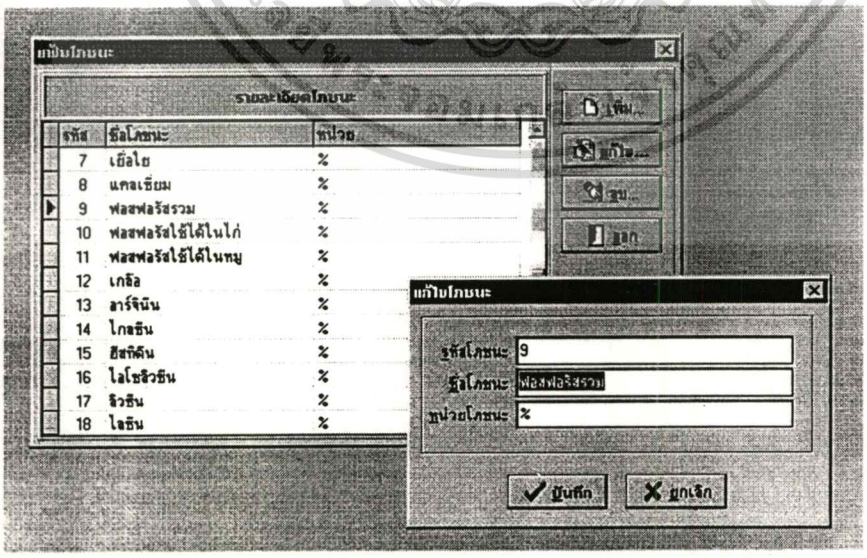
4.8 การออกแบบจอภาพ ส่วนรับและแสดงผล

4.8.1 จอภาพส่วนจัดการแฟ้มกลุ่มวัตถุดิบ



รูปที่ 4-7 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มกลุ่มวัตถุดิบ

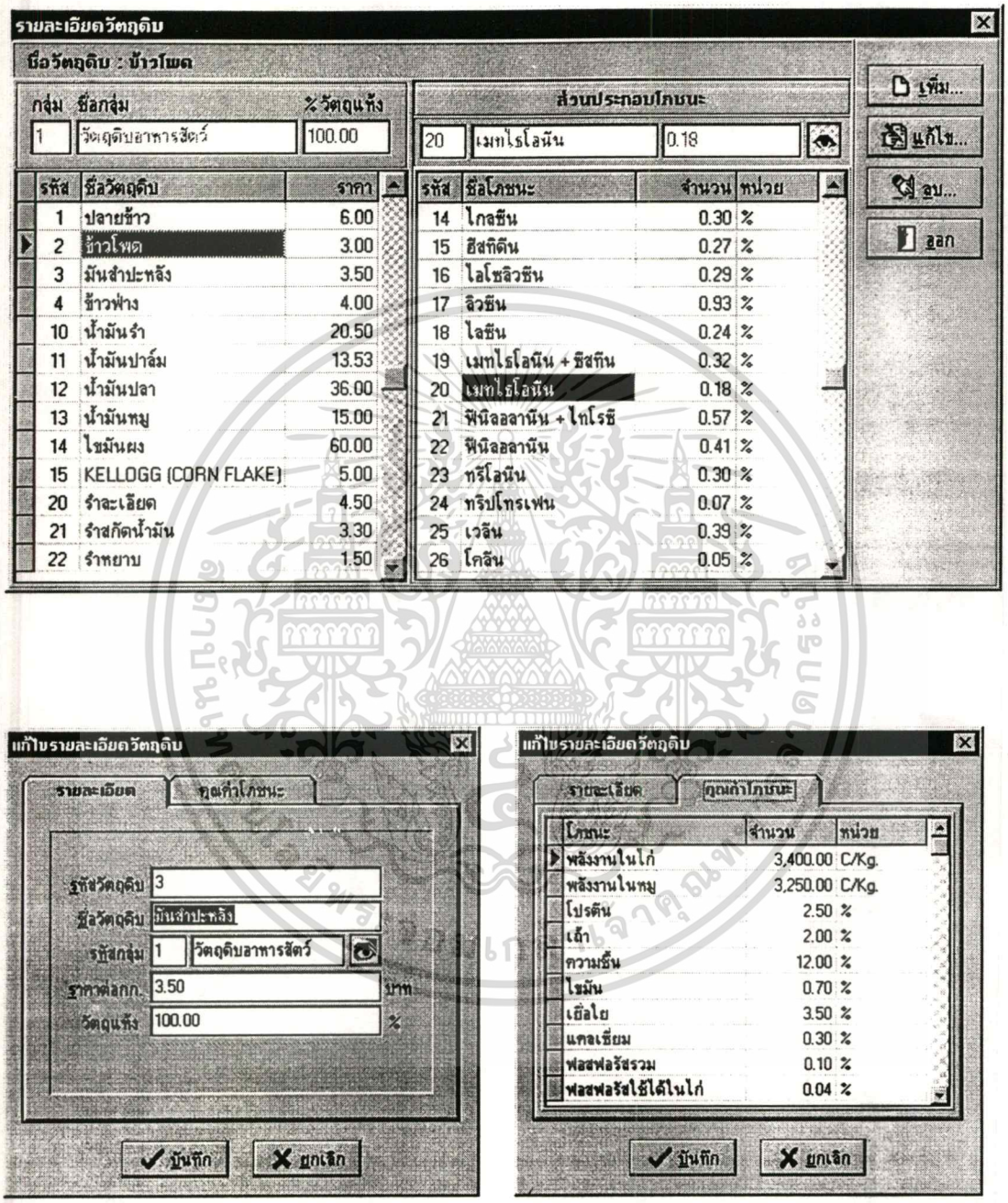
4.8.2 จอภาพส่วนจัดการแฟ้มโภชนะ



รูปที่ 4-8 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มโภชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

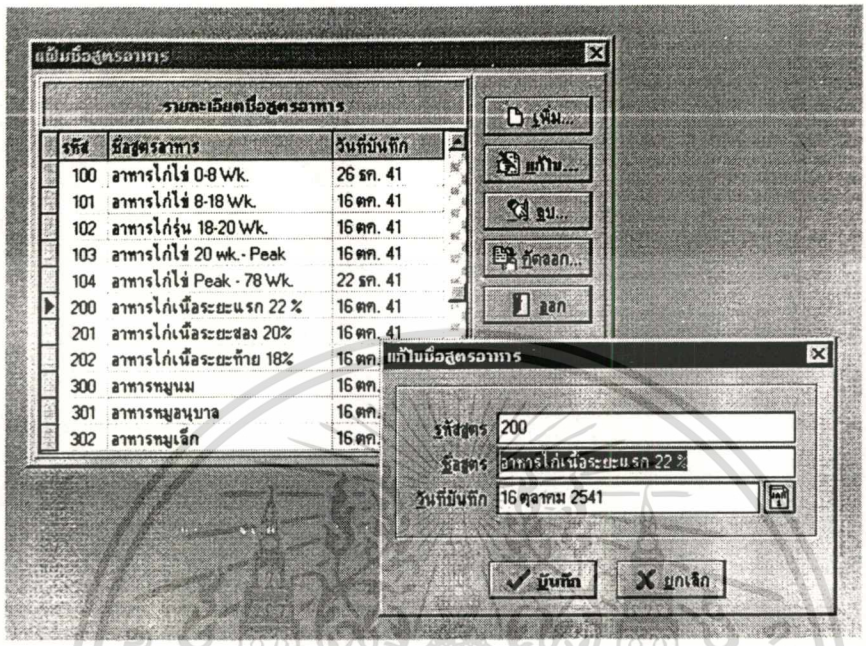
4.8.3 จอภาพส่วนจัดการแฟ้มวัตถุดิบ



รูปที่ 4-9 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มวัตถุดิบ

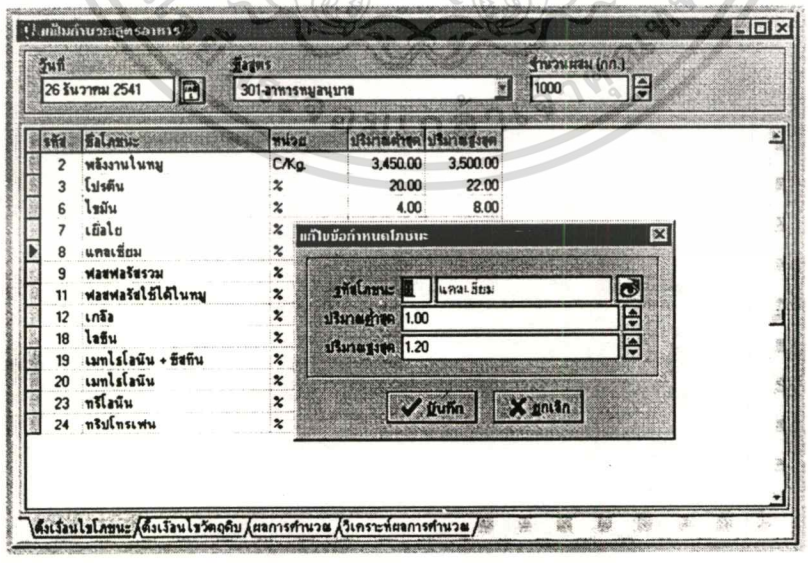
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.4 จอภาพส่วนจัดการแฟ้มชื่อสูตรอาหาร



รูปที่ 4-10 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มชื่อสูตรอาหาร

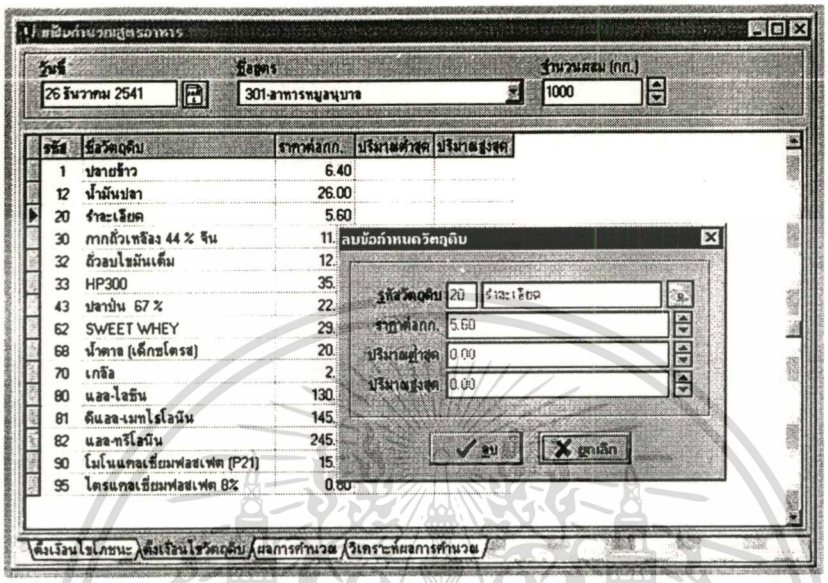
4.8.5 จอภาพส่วนจัดการแฟ้มเงื่อนไขโภชนะ



รูปที่ 4-11 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มเงื่อนไขโภชนะ

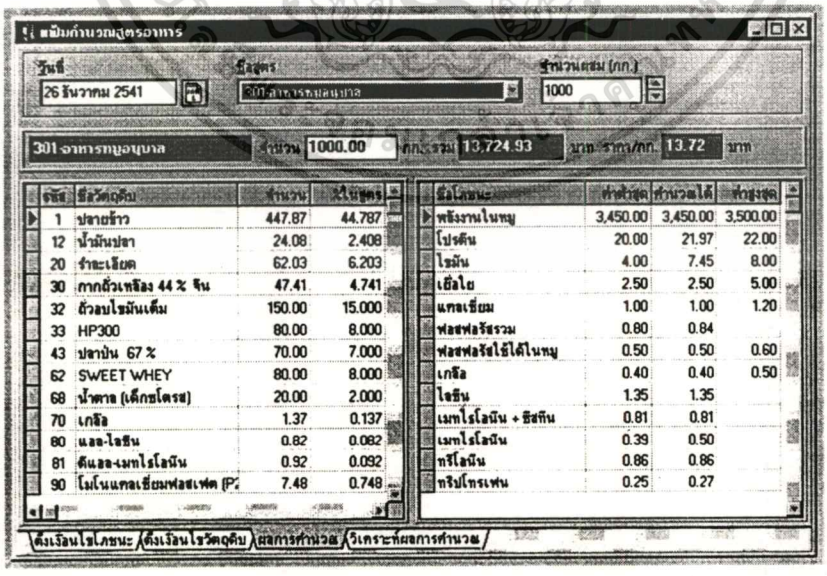
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.6 จอภาพส่วนจัดการแฟ้มเงื่อนไขวัตถุดิบ



รูปที่ 4-12 แสดงจอภาพส่วนจัดการแฟ้มเงื่อนไขวัตถุดิบ

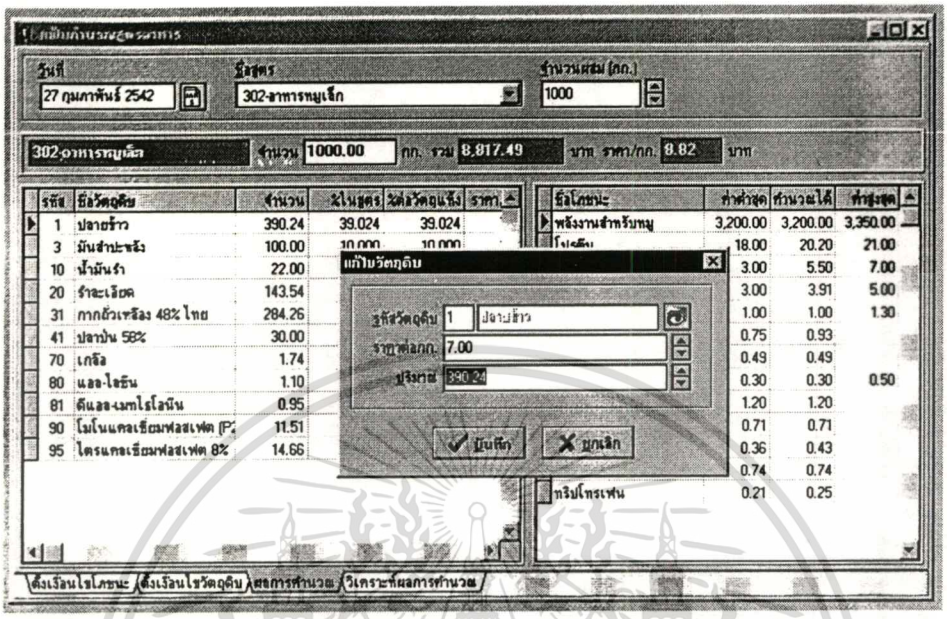
4.8.7 จอภาพส่วนการแสดงผลการคำนวณสูตรอาหาร



รูปที่ 4-13 แสดงจอภาพส่วนผลการคำนวณสูตรอาหาร

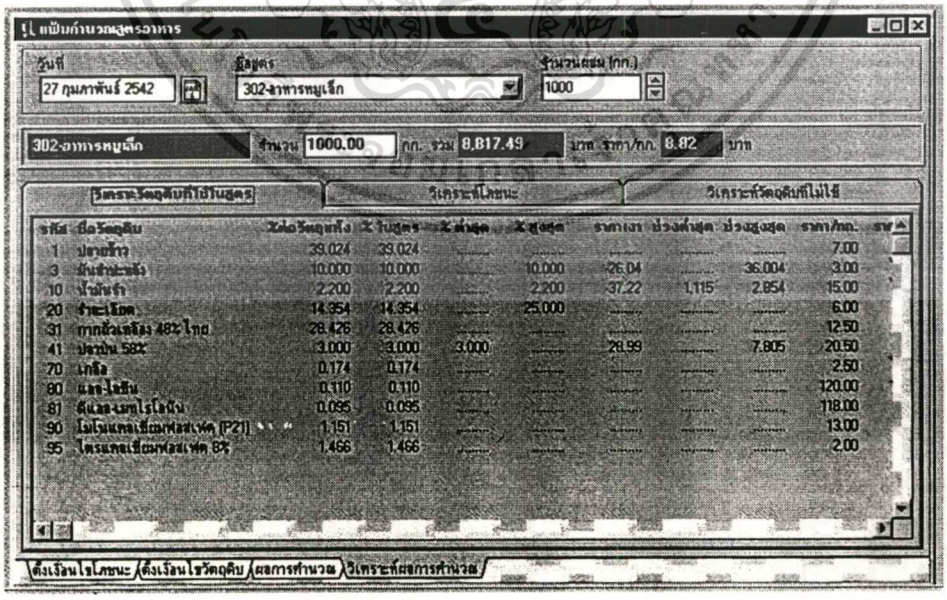
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.8 จอภาพส่วนการปรับสูตรอาหารสูตรอาหาร



รูปที่ 4-14 แสดงจอภาพส่วนการปรับสูตรอาหาร

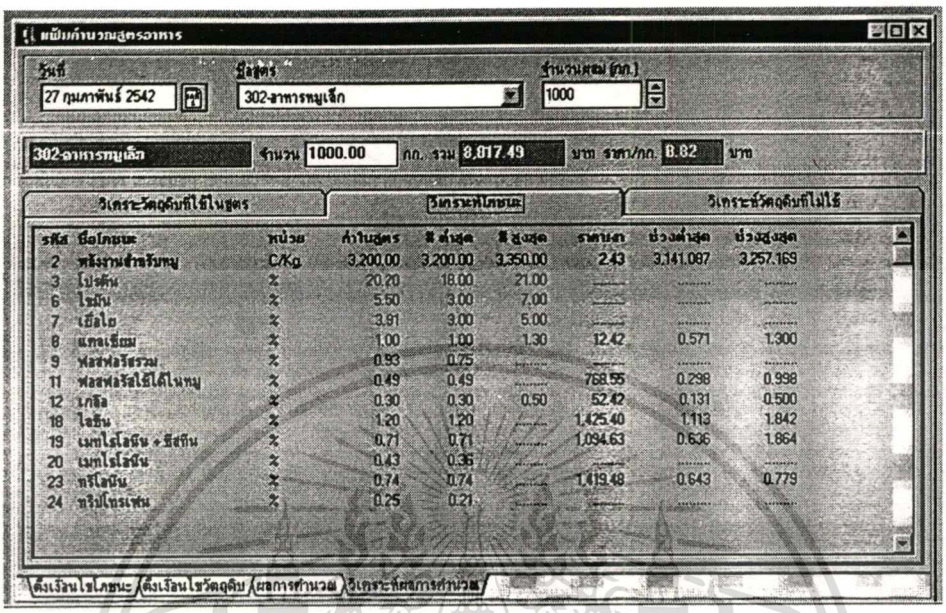
4.8.9 จอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลวัตถุดิบที่ใช้ในสูตร



รูปที่ 4-15 แสดงจอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลวัตถุดิบที่ใช้ในสูตร

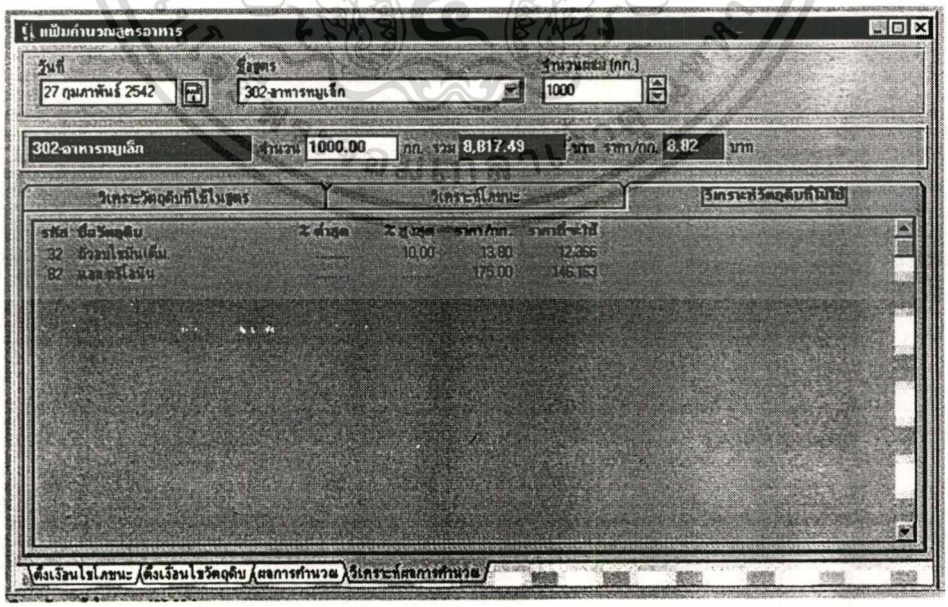
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.10 จอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลโภชนะในสูตร



รูปที่ 4-16 แสดงจอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลโภชนะในสูตร

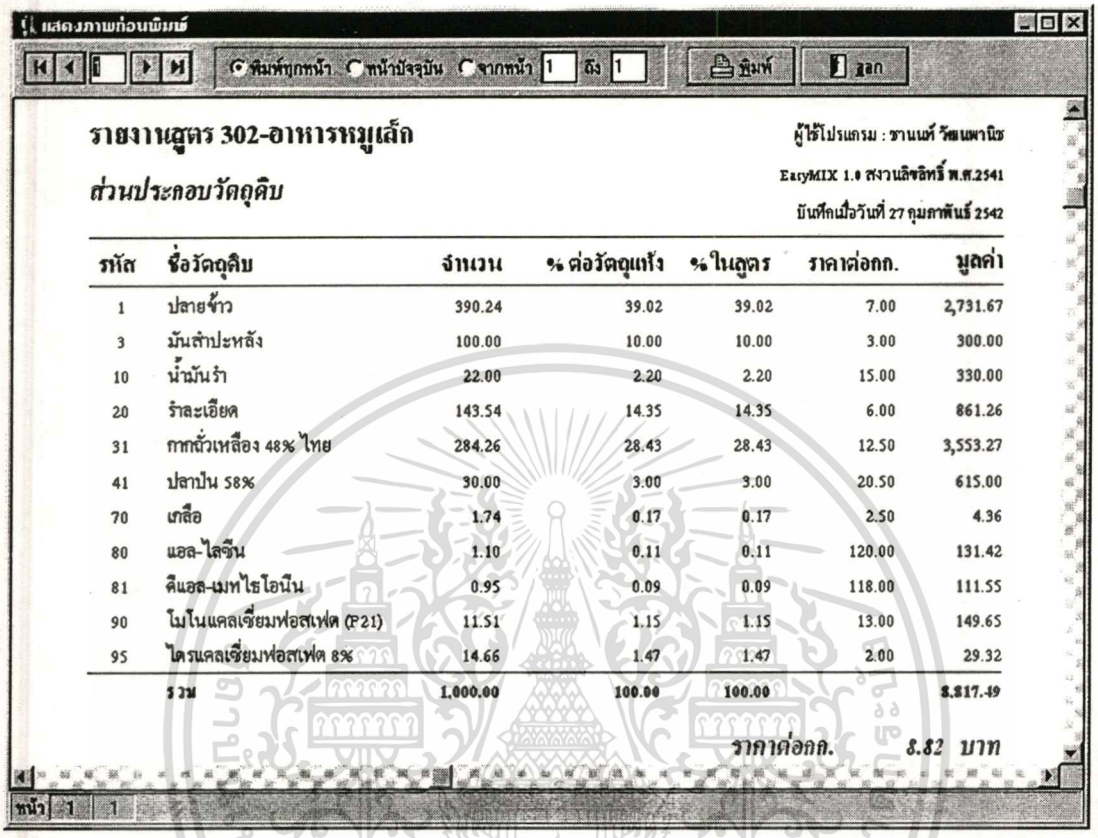
4.8.11 จอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลวัตถุดิบที่ไม่ใช้ในสูตร



รูปที่ 4-17 แสดงจอภาพส่วนการวิเคราะห์ผลวัตถุดิบที่ไม่ใช้ในสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.12 จอภาพส่วนการแสดงภาพก่อนพิมพ์



รูปที่ 4-18 แสดงจอภาพส่วนการแสดงภาพก่อนพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การออกแบบรายงาน

4.9.1 ตัวอย่างรายงานสูตรอาหาร

รายงานสูตรอาหาร รหัส-ชื่อสูตรอาหาร **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

ส่วนประกอบวัตถุดิบ บันทึกเมื่อวันที่ XX-XX-XX

รหัส	ชื่อวัตถุดิบ	จำนวน	%วัตถุแห้ง	%ในสูตร	ราคา	มูลค่า
XXX	XXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX	X,XXX.XX	XX,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX	X,XXX.XX	XX,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX	X,XXX.XX	XX,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX	X,XXX.XX	XX,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX	X,XXX.XX	XX,XXX.XX
	รวม	XX,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX		XXX,XXX.XX

ราคาต่อกก. XXX.XX บาท

คุณค่าทางโภชนะ

รหัส	ชื่อโภชนะ	หน่วย	ค่าที่คำนวณได้	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
XX	XXXXXXXXXXX	XXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XX	XXXXXXXXXXX	XXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XX	XXXXXXXXXXX	XXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XX	XXXXXXXXXXX	XXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XX	XXXXXXXXXXX	XXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX

รูปที่ 4-19 แสดงตัวอย่างรายงานสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.2 ตัวอย่างรายงานเงื่อนไขโภชนะ

รายงานเงื่อนไขโภชนะ **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

รหัสสูตร-ชื่อสูตรอาหาร EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

บันทึกเมื่อวันที่ XX-XX-XX

รหัส	ชื่อโภชนะ	ราคาต่อกก.	ปริมาณต่ำสุด	ปริมาณสูงสุด
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	X,XXX.XX	X,XXX.XX

รูปที่ 4-20 แสดงตัวอย่างรายงานเงื่อนไขโภชนะ

4.9.3 ตัวอย่างรายงานเงื่อนไขวัตถุดิบ

รายงานเงื่อนไขวัตถุดิบ **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

รหัสสูตร-ชื่อสูตรอาหาร EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

บันทึกเมื่อวันที่ XX-XX-XX

รหัส	ชื่อวัตถุดิบ	ราคาต่อกก.	ปริมาณต่ำสุด	ปริมาณสูงสุด
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXXX	X,XXX.XX	XXX.XX	XXX.XX

รูปที่ 4-21 แสดงตัวอย่างรายงานเงื่อนไขวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.4 ตัวอย่างรายงานชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

รายงานชื่อกลุ่มวัตถุดิบ **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

รหัส	ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX

รูปที่ 4-22 แสดงตัวอย่างรายงานชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

4.9.5 ตัวอย่างรายงานรายละเอียดโภชนะ

รายงานรายละเอียดโภชนะ **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

รหัส	ชื่อโภชนะ	หน่วย
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX
XX	XXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXX

รูปที่ 4-23 แสดงตัวอย่างรายงานรายละเอียดโภชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.6 ตัวอย่างรายงานรายละเอียดวัตถุดิบ

รายงานรายละเอียดวัตถุดิบ **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

รหัสวัตถุดิบ - ชื่อวัตถุดิบ

รหัสกลุ่ม – ชื่อกลุ่มวัตถุดิบ

ราคาต่อกก. X,XXX.XX บาท

ชื่อโภชนะ	จำนวน	หน่วย
XXXXXXX	X,XXX.XX	XXXXX
XXXXXXX	X,XXX.XX	XXXXX
XXXXXXX	X,XXX.XX	XXXXX
XXXXXXX	X,XXX.XX	XXXXX
XXXXXXX	X,XXX.XX	XXXXX

รูปที่ 4-24 แสดงตัวอย่างรายงานรายละเอียดวัตถุดิบ

4.9.7 ตัวอย่างรายงานชื่อสูตรอาหาร

รายงานชื่อสูตรอาหาร **ผู้ใช้โปรแกรม: XXXXX**

EasyMIX 1.0 สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ.2541

รหัสสูตร	ชื่อสูตร	วันที่บันทึก
XXX	XXXXXXXXXXXXXXX	XX-XX-XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXX	XX-XX-XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXX	XX-XX-XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXX	XX-XX-XX
XXX	XXXXXXXXXXXXXXX	XX-XX-XX

รูปที่ 4-25 แสดงตัวอย่างรายงานชื่อสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การพัฒนาโปรแกรม

5.1 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารในครั้งนี้ จะเลือกใช้ Delphi เวอร์ชั่น 1.0 ของ Inprise Co.,Ltd. (เดิมเป็นของ Borland Co.,Ltd.) เป็นโปรแกรมในการพัฒนา เนื่องจากตัวผู้เขียนเองมีความรู้ทางด้านภาษา Pascal อยู่บ้าง และได้ทำการศึกษา Delphi มาพอสมควร ประกอบกับพิจารณาดูแล้วว่า Delphi มีความยืดหยุ่นค่อนข้างสูง สามารถพัฒนา Application ได้อย่างรวดเร็ว และ Application ที่ได้ทำงานได้ค่อนข้างเร็ว อาจจะมีคำถามว่าทำไมถึงเลือกใช้ เวอร์ชั่น 1.0 ซึ่งเป็นแบบ 16-bit ทั้งๆ ที่ในปัจจุบัน Delphi พัฒนาไปถึงเวอร์ชั่น 4 แล้ว คำตอบก็คือ จากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้ พบว่า ประมาณ 50% ของผู้ใช้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU 80486 และใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 3.11 ซึ่งถ้าใช้ Delphi ตั้งแต่เวอร์ชั่น 2.0 เป็นต้นไปในการพัฒนา จะทำให้ได้โปรแกรมแบบ 32-bit ที่ทำงานได้ในระบบปฏิบัติการ Windows 95 และ 98 เท่านั้น ในส่วนตัวของผู้พัฒนาคิดว่า การพัฒนาโปรแกรมใด ๆ ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้ยอมรับ ควรจะเริ่มจากการทำให้เข้ากับสิ่งที่ผู้ใช้มีอยู่แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เกษตรกรในเมืองไทยยังคงมีความรู้ทางด้าน IT น้อยมาก คอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ก็ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เท่าที่ควร แต่ที่หลาย ๆ ฟาร์มมีคอมพิวเตอร์ เพราะเนื่องจากว่าเมื่อ 2-3 ปีก่อน มีการแข่งขันกันทางด้านการตลาดของพวกที่ค้าขายกับฟาร์มของเกษตรกรสูง มีการจัดรายการส่งเสริมการขายกันอย่างมาก โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อทางฟาร์มได้รับไปแล้ว ก็ไม่ได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร ดังนั้นถ้าพัฒนาโปรแกรมแบบ 32-bit ขึ้นมา ผู้ใช้ที่ใช้ Windows 3.11 ก็ต้องซื้อเครื่องใหม่ ซึ่งผู้พัฒนาคิดว่าคงไม่ได้รับการตอบสนองเป็นอย่างแน่ เนื่องจากเกษตรกรยังคงฝังใจกับประสบการณ์เก่า ๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ แล้วไม่ได้ใช้ แต่ถ้าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่เขามีอยู่แล้ว ก็น่าจะได้การยอมรับที่ดีกว่า และเมื่อได้รับการยอมรับแล้ว การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโปรแกรมให้เหมาะกับระบบปฏิบัติการในอนาคต ก็ไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูลที่เลือกใช้คือ Paradox 5.0 for Windows ของ Inprise Co.,Ltd. เช่นกัน และแถมมาในชุดของ Delphi ระบบฐานข้อมูลของ Paradox 5.0 for Windows มีโครงสร้างเป็นแบบ Relational Database ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการทางด้านฐานข้อมูลของโปรแกรมที่จะพัฒนานี้เป็นอย่างดี และนอกเหนือจากเหตุผลข้างต้นแล้ว ผู้พัฒนาคิดว่าการเลือกใช้โปรแกรมฐานข้อมูลที่มาจากแหล่งเดียวกับโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา จะทำให้เกิดความสอดคล้อง ความเข้ากันได้มากกว่าการเลือกใช้โปรแกรมฐานข้อมูลที่มาจากแหล่งอื่น

5.3 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างรายงาน

โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างรายงานนั้น เป็น Tool ประเภท Add-on จาก Third Party ที่ชื่อว่า Quick Report ของบริษัท QuSoft AS เวอร์ชั่น 2.0i สำหรับ Delphi 1.0 สาเหตุที่เลือก Quick Report เพราะทำงานได้รวดเร็ว และใช้งานได้ง่ายกว่า Report Smith ที่เป็น Tool ในการสร้างรายงานของ Delphi เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดสอบและติดตั้งระบบ

6.1 การทดสอบ

การทดสอบการทำงานภายในโปรแกรม พบว่าราบรื่นดี ไม่มีปัญหา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการการป้อนข้อมูล เพราะมีการควบคุม Input ที่เข้ามา การคำนวณ หรือแม้แต่การออกรายงาน ส่วนการเปรียบเทียบกับระบบอื่น จะใช้วิธีทดสอบโดยเปรียบเทียบกับโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารจากต่างประเทศ 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม MIXIT-2 และโปรแกรม BESTMIX ซึ่งทั้ง 2 โปรแกรมนี้ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Dos โดยจะทำการเปรียบเทียบใน 3 ประเด็น คือ ความยากง่ายในการใช้งาน ความถูกต้องในการคำนวณ และความเร็วในการทำงาน เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทดสอบ คือ เครื่องที่มี CPU 80486 มี RAM ขนาด 16 MB. ผลการทดสอบมีดังนี้

- **ความยากง่ายในการใช้งาน**

พบว่าโปรแกรมที่พัฒนาในครั้งนี้ มีความง่ายในการใช้งานกว่าโปรแกรมจากต่างประเทศทั้ง 2 โปรแกรมเป็นอย่างมาก ซึ่งสาเหตุเกิดจาก การที่โปรแกรมเป็นภาษาไทยและออกแบบให้มีการทำงานเป็นขั้นเป็นตอน สร้างความเข้าใจในการทำงานได้มากกว่า ประกอบกับเป็นโปรแกรมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งทำให้ผู้ใช้เรียนรู้ได้เร็วกว่าระบบที่ทำงานบน Dos

- **ความถูกต้องในการคำนวณ**

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ให้ผลการคำนวณที่เหมือนกับโปรแกรมจากต่างประเทศทั้ง 2 โปรแกรม แตกต่างกันบ้างเล็กน้อยในเรื่องของจุดทศนิยม ซึ่งแต่ละโปรแกรมกำหนดให้มีการแสดงจุดทศนิยมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการปัดเศษทศนิยมอาจจะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ แต่ไม่ถือว่าเป็นจุดที่สำคัญ เพราะในการนำผลการคำนวณไปประกอบสูตรออาหารจริงข้อผิดพลาดที่เกิดจากการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ มีมากกว่าข้อแตกต่างกันในเรื่องจุดทศนิยมหลายเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ความเร็วในการทำงาน**

พบว่าในเรื่องความเร็วในการทำงานยังเป็นรองโปรแกรมจากต่างประเทศพอสมควร ซึ่งเป็นเรื่องธรรมดาอยู่แล้ว เพราะโปรแกรมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows จะต้องใช้ทรัพยากรมากกว่าโปรแกรมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Dos

6.2 การติดตั้งระบบ

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการติดตั้งโปรแกรมคำนวณสูตรอาหารที่พัฒนาขึ้น จะต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำ ดังนี้

- CPU 80486
- RAM อย่างน้อย 4 MB.
- เนื้อที่ว่างใน Hard Disk อย่างน้อย 5 MB.
- เครื่องพิมพ์ชนิดใดก็ได้ ที่สามารถทำงานได้ภายใต้ Windows
- Mouse (ไม่มีก็ได้ แต่ถ้ามีจะช่วยให้ทำงานได้สะดวกขึ้น)

ในการติดตั้งโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร จะต้องประกอบไปด้วยโปรแกรมที่สำคัญ 2 โปรแกรม คือ

- โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร
- โปรแกรม Borland Database Engine (BDE) ซึ่งเป็น Middle Ware ที่ใช้สำหรับให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นด้วย Compiler จาก Inprise Co.,LTD. ติดต่อกับฐานข้อมูลของ Paradox ตัว BDE นี้จะทำหน้าที่คล้ายกับ ODBC ของ Microsoft

Tool ที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรมคือ InstallShield เวอร์ชั่น 3.0 แบบ 16-bit สำหรับใช้ติดตั้งโปรแกรมบน Windows 3.xx และยังสามารถใช้ติดตั้งบน Windows 95, 98 ได้อีกด้วย การทำงานของ InstallShield จะเริ่มจากการคัดลอกแฟ้มที่เราได้กำหนดไว้ จากแผ่นไปยัง Hard Disk ในเครื่อง จากนั้นก็จะทำการสร้างกรุ๊ปไอคอนสำหรับโปรแกรม แล้วสร้างไอคอนเพื่อใช้สำหรับเรียกโปรแกรมขึ้นมาทำงาน และจะสร้างไอคอนสำหรับการถอนโปรแกรมออกจาก Windows ให้ด้วย สาเหตุที่เลือกใช้ InstallShield เพราะเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพดี สำหรับการติดตั้ง Application ต่าง ๆ บน Windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การบำรุงรักษาระบบ

การบำรุงรักษาระบบนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะระบบที่ต้องยุ่งเกี่ยวกับฐานข้อมูล จุดประสงค์ของการบำรุงรักษาระบบก็เพื่อทำให้ระบบสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับฐานข้อมูล ระบบที่ดีนั้นต้องมีส่วนที่สามารถกู้คืนข้อมูลกลับมาได้ ในกรณีที่เกิดความเสียหายขึ้นไม่ว่าจะมาจากสาเหตุใดก็ตาม และมีส่วนที่สามารถแก้ไขความผิดพลาดเบื้องต้นเกี่ยวกับแฟ้มฐานข้อมูลได้ สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาในครั้งนี้ ได้จัดเตรียมส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาระบบไว้ 5 ส่วนด้วยกัน คือ

- การตรวจสอบแฟ้มข้อมูลที่โปรแกรมจำเป็นต้องใช้
- การตรวจสอบฐานข้อมูลขณะเปิดใช้งาน
- การทำสำรองข้อมูล
- การนำข้อมูลที่สำรองไว้กับมาใช้
- การสร้างแฟ้มดัชนีใหม่

7.1 การตรวจสอบแฟ้มข้อมูลที่โปรแกรมจำเป็นต้องใช้

การทำงานในขั้นตอนนี้ จะเริ่มต้นเมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารเกิดขึ้น โดยที่โปรแกรมจะทำการตรวจสอบแฟ้มข้อมูลที่จำเป็นจะต้องใช้ และถ้าพบว่าแฟ้มข้อมูลหายไปก็จะรายงานให้กับผู้ใช้ทราบ เพื่อให้ทำการแก้ไขต่อไป ถ้าแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ อยู่ครบก็จะเริ่มเข้าสู่การทำงานของโปรแกรม

7.2 การตรวจสอบฐานข้อมูลขณะเปิดใช้งาน

ในขณะที่เริ่มเปิดใช้งานแฟ้มฐานข้อมูล โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าแฟ้มที่เปิดขึ้นมานั้นว่ามีความผิดปกติใด ๆ หรือไม่ ถ้าไม่ผิดปกติก็จะทำงานต่อไป แต่ถ้าพบความผิดปกติ ก็จะรายงานให้ผู้ใช้ทราบ และแนะนำวิธีการแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 การทำสำรองข้อมูล

การจัดทำสำรองข้อมูลถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพราะไม่มีหลักประกันอะไรที่บอกแน่นอนว่าข้อมูลที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะไม่เสียหาย ความเสียหายที่เกิดขึ้น อาจจะเนื่องมาจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น ลบแฟ้มข้อมูลที่ต้องใช้ออกไปเพราะไม่รู้ว่าเป็นแฟ้มของอะไร Format Hard Disk โดยไม่ตั้งใจ หรือ อาจจะมีพวกชอบลองวิชา คือ พวกที่เพิ่งหัดเล่นคอมพิวเตอร์ใหม่ ๆ เลยทดลองคำสั่ง Delete นอกจากนี้ระบบกระแสไฟฟ้าก็อาจจะทำให้ข้อมูลสูญเสียได้ รวมถึงตัว Hard Disk เองเมื่อใช้ไปถึงระยะเวลาหนึ่งก็อาจจะมีปัญหาได้ ไวรัสคอมพิวเตอร์ก็เป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งเช่นกัน จะเห็นว่ามีความเสี่ยงมากมายที่จะทำให้สูญเสียข้อมูลที่มีค่าไป โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจึงได้จัดเตรียมส่วนที่ใช้สำรับการทำสำรองข้อมูลไว้ 2 ส่วนด้วยกัน คือ

- **การทำสำรองข้อมูลโดยผู้ใช้**

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะต้องเป็นคนดำเนินการสำรองข้อมูลเอง โดยข้อมูลที่สำรองนี้จะนำไปเก็บไว้ที่ไหนก็ได้ อาจจะเป็นในแผ่น Disk หรืออาจจะเก็บเป็น Directory ไว้ใน Hard Disk ก็ได้ แต่ทางที่ดีควรจะเก็บไว้ในแผ่น Disk ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่า ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์เสีย หรือ Hard Disk พัง ก็ยังมีข้อมูลที่สำคัญเก็บไว้

- **การสำรองข้อมูลอัตโนมัติโดยระบบ**

การทำงานในส่วนนี้จะเริ่มต้นเมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนว่าตรงกับวันที่ 1 หรือวันที่ 15 ของแต่ละเดือนหรือไม่ ถ้าตรงก็จะทำการสำรองข้อมูลโดยอัตโนมัติทันที แต่ถ้าไม่ตรง เช่น วันเรียกใช้โปรแกรมเป็นวันที่ 7 มกราคม 2542 โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบว่าตั้งแต่วันที่ 1–6 มกราคม 2542 นั้นมีการทำสำรองข้อมูลไปแล้วหรือยัง ถ้ายังก็จะทำการสำรองข้อมูลให้ ในทำนองเดียวกันถ้าวันเรียกใช้โปรแกรมเป็นวันที่ 26 มกราคม 2542 โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบก่อนว่าตั้งแต่วันที่ 15-25 มกราคม 2542 นั้นทำสำรองข้อมูลไปแล้วหรือยัง ถ้ายังก็จะทำการสำรองข้อมูลให้ทันที

สำหรับข้อมูลที่ทำการสำรองนั้น จะทำไว้ทั้งหมด 3 ชุด เก็บไว้ใน Sub Directory ที่อยู่ใน Directory ของโปรแกรม มีชื่อว่า "Backup1" "Backup2" และ "Backup3" การทำสำรองข้อมูลโดยอัตโนมัตินั้นไม่ได้ทำพร้อมกันทีเดียวทั้ง 3 ชุด แต่จะทำทีละชุด โดยหมุนเวียน Sub Directory ที่ใช้เก็บข้อมูลไปเรื่อย ๆ ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ทำสำรองข้อมูล	Sub Directory ที่ใช้เก็บข้อมูล
1 มกราคม 2542	Backup1
15 มกราคม 2542	Backup2
1 กุมภาพันธ์ 2542	Backup3
15 กุมภาพันธ์ 2542	Backup1
1 มีนาคม 2542	Backup2

จะเห็นว่าการทำสำรองข้อมูลลักษณะนี้จะทำให้มีชุดข้อมูลที่แตกต่างกันถึง 3 ชุด โดยแต่ละชุดจะแตกต่างกันประมาณ 15 วัน ดังนั้นจึงมั่นใจได้ว่าแม้ผู้ใช้จะไม่ได้ทำสำรองข้อมูลไว้ แต่เราก็ยังมีข้อมูลที่โปรแกรมสำรองไว้ให้ถึง 3 ชุด การทำสำรองข้อมูลโดยโปรแกรมนี้จะไม่เกิดประโยชน์เลยถ้า Hard Disk ไม่สามารถใช้งานได้ เพราะข้อมูลก็ยังคงเก็บไว้ใน Hard Disk ดังนั้นทางที่ดี ผู้ใช้ควรจะทำการสำรองข้อมูลเองควบคู่ไปด้วย โดยนำไปเก็บไว้ที่แผ่น Disk แต่อาจจะใช้หลักการเดียวกันกับการสำรองข้อมูลโดยอัตโนมัติของระบบก็ได้

7.4 การนำข้อมูลที่สำรองไว้กับมาใช้

เมื่อมีการทำสำรองข้อมูล ก็ต้องมีส่วนที่ใช้สำหรับใช้นำข้อมูลกลับมา ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้จะเลือกได้ว่า จะนำข้อมูลที่ได้สำรองไว้จากการที่ทำด้วยตัวเอง หรือจากการที่โปรแกรมทำให้ ถ้าเป็นข้อมูลที่โปรแกรมสำรองไว้ก็จะให้ผู้ใช้เลือกได้ว่า ต้องการนำข้อมูลชุดไหนกลับมา โดยมีรายงานเกี่ยวกับวันที่ทำสำรองข้อมูลไว้ให้ผู้ใช้ดู

7.5 การสร้างแฟ้มดัชนีใหม่

การทำงานในส่วนนี้จะจัดเตรียมไว้ให้สำหรับผู้ใช้ สร้างแฟ้มดัชนีใหม่ ในกรณีที่แฟ้มดัชนีเดิมมีปัญหา โดยโปรแกรมจะรายงานให้ทราบว่าควรจะต้องมีการสร้างแฟ้มดัชนีใหม่เมื่อใด สาเหตุที่ทำให้แฟ้มดัชนีเสียหาย ส่วนใหญ่แล้วจะเกิดจาก การออกจากโปรแกรมอย่างไม่ถูกต้องไม่ว่าจะจงใจหรือไม่ก็ตาม เช่น ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ในขณะที่โปรแกรมยังทำงานอยู่ หรือไฟฟ้าดับ ทำให้การ Update แฟ้มดัชนีผิดพลาด นอกจากนี้อาจจะเกิดจาก ไฟฟ้าตก ไฟฟ้ากระชาก ก็เป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

สรุปผลการจัดทำโครงการ

8.1 สรุป

การจัดทำโครงการในครั้งนี้ ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ทุกประการ คือ สามารถสร้างโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณสูตรอาหารสำหรับสัตว์ได้ โดยทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 3.11, 95, 98 Thai Edition และเป็นโปรแกรมที่ทำงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ไม่แตกต่างจากโปรแกรมของต่างประเทศ เพราะใช้หลักการในการคำนวณแบบเดียวกันที่เรียกว่า Linear Programming แต่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสะดวกในการใช้งานมากกว่า ง่ายต่อการเข้าใจและเรียนรู้ได้เร็ว เนื่องจากเป็นภาษาไทย นอกจากนี้ถ้าได้นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปให้เกษตรกรได้ใช้งานจริง จะเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิต ที่เกิดขึ้นจากค่าอาหารได้เป็นจำนวนมาก และยังช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้า Software จากต่างประเทศได้อีกทางหนึ่ง

8.2 ข้อคิดเห็น

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้แม้ว่าจะเป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้จริงและถูกต้อง แต่ในการนำไปใช้งานนั้น ผู้ที่จะใช้โปรแกรมจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ มีความเข้าใจในเรื่องของโภชนศาสตร์สำหรับสัตว์เป็นอย่างดี ไม่ใช่ว่าใคร ๆ ก็สามารถใช้ได้ ยกตัวอย่างเช่น สูตรอาหารที่โปรแกรมคำนวณออกมาให้นั้นมีราคาต่ำสุดก็จริง แต่อาจจะมีความน่ากิน (Palatability) ต่ำ ก็จะส่งผลให้สัตว์กินอาหารได้น้อยกลับกลายเป็นผลเสียมากกว่าผลดี ดังนั้นในโปรแกรมจึงต้องจัดเตรียมส่วนที่ใช้สำหรับในการปรับสัดส่วนของวัตถุดิบในสูตรก่อนที่จะได้นำไปใช้งานจริงไว้ให้ ซึ่งก็จะทำให้สูตรอาหารหลังจากการปรับสัดส่วนแล้วมีราคาแพงขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย แต่จะมีความน่ากินมากกว่า ลักษณะเหตุการณ์เช่นนี้เกิดการการคำนวณสูตรอาหารทุกครั้ง ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมจากที่ใดก็ตาม เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มีทางรู้เลยว่า ส่วนผสม ณ จุด ไหนจะทำให้เกิดความน่ากินมากที่สุด ต้องอาศัยคนเป็นผู้ปรับแต่งอีกที ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมเป็นเพียงเครื่องมืออย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง ที่ช่วยให้ทำงานได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้นกว่าเดิม แต่การที่จะใช้ให้ได้มีประสิทธิภาพหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเป็นหลัก

8.3 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นถือว่าเป็นโปรแกรมต้นแบบ แม้ว่าจะมีส่วนการทำงานที่สำคัญ ๆ ครบ ตามลักษณะของโปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร แต่ถ้าต้องการให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นควรจะมีส่วนต่าง ๆ เพิ่มเติมดังต่อไปนี้

- ส่วนการจัดทำ Inventory สำหรับวัตถุดิบแต่ละตัว และสูตรอาหารแต่ละสูตร เนื่องจากมีข้อมูลเกี่ยวกับสูตรอาหารอยู่แล้ว เพียงแต่ดึงข้อมูลจากส่วนการคำนวณไปบันทึกลงระบบ Inventory ก็สามารถใช้งานได้ทันที
- ส่วนการตรวจสอบสูตรอาหารว่ามีคุณค่าทางโภชนะเท่าใด ซึ่งจะใช้ในกรณีที่มีสูตรอาหารอยู่แล้ว ทราบว่าใช้วัตถุดิบแต่ละตัวเท่าไร แต่ไม่ทราบว่าสูตรนี้มีคุณค่าทางโภชนะเท่าใด
- ส่วนการวิเคราะห์สูตรที่ไม่สามารถคำนวณได้ เพื่อบอกรายละเอียดว่าเหตุใดจึงไม่สามารถคำนวณหาผลลัพธ์ได้
- ส่วนระบบช่วยเหลือผู้ใช้ (Help System)
- คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จรณิต แก้วกังวาล. การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538.

ชะเอม สายทอง. คณิตศาสตร์สำหรับคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, 2538.

นิกร วัฒนพนม. การโปรแกรมเชิงเส้นเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2535.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และ เพทาย พงษ์เพียจันทร์. การจัดการฟาร์มด้วยลิเนียโปรแกรมมิ่ง. ม.ป.ท., ม.ป.ป.

อุทัย คันโธ. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกร และสัตว์ปีก. ม.ป.ท., 2529.

Ignizio, James P. and Tom M. Cavalier. Linear Programming. New Jersey: Prentice-Hall, n.d.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล

- นายชานนท์ วัฒนพานิช

ประวัติการศึกษา

- ปัจจุบัน (2542) กำลังศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

- ส.ค. 40 - ปัจจุบัน: บริษัท ไลฟ์ อินโฟร์เมติคส์ จำกัด
  ตำแหน่ง: นักพัฒนาระบบ
- ก.พ. 35 – ก.ค. 40: บริษัท เบ็ทเทอร์ฟาร์ม่า จำกัด
  ตำแหน่ง: นักวิชาการ
- ต.ค. 33 – ก.ค. 34: บริษัท เจริญโภคภัณฑ์ อีสาน จำกัด สาขาขอนแก่น
  ตำแหน่ง: สัตวบาลส่งเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้