ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

นายเมธา โล่กันภัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

AN INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT VEGETABLE PRODUCTION IN A HYDROPONIC SYSTEM

Matha Lokanphai

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Information Science in Information Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2013

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล)
ประธานกรรมการ

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นันทกร บุญเกิด)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

_____

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

_____

(อาจารย์ ดร.พีรศักดิ์ สิริโยธิน)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

เมธา โล่กันภัย : ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ (AN INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT VEGETABLE PRODUCTION IN A HYDROPONIC SYSTEM) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย, 160 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการวางแผนการผลิตผัก โดยนำเทคนิคการแสดงความรู้ด้วยกฎในการประมวลผลเงื่อนไขการเพาะปลูกและการวางแผนการดำเนินงาน เพื่อช่วยลดปัญหาจากการจัดการข้อมูลที่ไม่เป็นระบบ และสนับสนุนการดำเนินงานภายในฟาร์มให้มีความสะดวก รวดเร็ว สามารถวางแผนและติดตามการดำเนินการผลิตผักได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบมากขึ้น จากนั้นจึงนำไปทดสอบใช้งาน โดยใช้หน่วยงานฟาร์มภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีหน้าที่จัดการการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ เป็นกรณีศึกษา ระบบถูกวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในด้านระยะเวลาและน้ำหนักผลผลิต สุดท้ายระบบถูกประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย

ผลการทดสอบพบว่า การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวางแผนจากระบบ และข้อมูลจากการปลูกจริงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.410) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะวันปลูกของพืชแต่ละชนิดพบว่า ทุกพืชใช้วันปลูกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.207) แต่ให้น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p-value = 0.000) ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น อาจเนื่องมาจากสภาพอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจกับความสามารถโดยรวมของระบบอยู่ในระดับมาก โดยกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจกับความสามารถด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ความสามารถด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ด้านประสิทธิผล และด้านความปลอดภัย ตามลำดับ

สรุปได้ว่า เทคนิคการแสดงความรู้ด้วยกฎเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลการผลิตผัก ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถวางแผนได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ ซึ่งความคลาดเคลื่อนจากการทำงานจริงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่มีความแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดและทุกรอบปลูก นอกจากนี้ ความพึงพอใจของผู้ใช้โดยรวมอยู่ในระดับดี ดังนั้น เทคนิคนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบวางแผนการเพาะปลูก และสามารถประยุกต์ใช้เป็นระบบต้นแบบในการปลูกพืชและ

เทคนิคในการเพาะปลูกอื่น ๆ ได้ ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถช่วยลดระยะเวลาในการวางแผน ช่วยให้ผู้ใช้มองเห็นภาพรวมในการดำเนินงาน มีแผนงานที่แน่นอน ลดเกิดความผิดพลาด ดังนั้นจึงสามารถจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นยังสามารถลดปัญหาข้อมูลซ้ำซ้อนและการสูญหายของข้อมูลที่มักจะเกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลแบบจดบันทึก ดังนั้นระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการไฮโดรโปนิกส์มีความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านการค้าในตลาดมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

MATHA LOKANPHAI : AN INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT VEGETABLE PRODUCTION IN A HYDROPONIC SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PHONGCHAI JITTAMAI, Ph.D., 160 PP.

HYDROPONIC VEGETABLE PRODUCTION/RULE-BASED REPRESENTATION

This study aims to design and develop an expert system to support planning and monitoring in vegetable production using “Rule-Based Representation” technique in processing in term of cultivation and planning operations. This system would reduce the problem of non-systematic information management and support the implementation of the farm to be able to fast track the planning and implementation of vegetable production effectively and more systematically. Then, the system is tested as case study by users at Suranaree University of Technology Farm who are responsible for managing the production of hydroponic vegetables. This system is called hydroponic vegetable production planning and monitoring system (HVPMS), which is used to monitor and verify the discrepancy in terms of planting period and plant weight estimation. Finally, the system performance was evaluated on 4 factors as well as effectiveness, efficiency of the system, functional and suitability to use, together with the security of the system.

The results indicated that, the comparison of planning estimation data from HVPMS and practical record data are not significantly different in statistic (p-value = 0.410). Moreover, average of planting period comparison for all plants are not significantly different in use (p-value = 0.207). While, means of plant weight are significantly different in each other (p-value = 0.000). The discrepancy of this test

might be affected from the temperature fluctuation, humidity and other factors that affect plant growth. The user satisfaction evaluation in all 4 fields are at good level. The most satisfied aspect is on efficiency with very good level followed by suitability, effectiveness and the satisfaction on security respectively.

In summary, utilizing the formula-based representation technique is suitable to use in processing vegetable production system. The result showed that the system could plan accurately and systematically with a few deviations compared to practical work. There was no difference in planting data in all cultivar and all cultivations. In addition, the user satisfaction to the system was generally in good level. Consequently, this rule was appropriate to apply in planning system development and could be used as a prototype for various plants and planting techniques. This system could reduce planning time and allows the user to see an overview of operations. The system could provide an accurate plan with reduced fallibility. Thus, the problem occurring in farm could be managed as quickly and effectively as possible. Moreover, HVPMS could also reduce the complexity of data storage and data loss compared to traditional manual data recording. Thus, this system could provide farmers with essential technological tool to manage information in the farm in more productive and competitive way.

School of Information Technology Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณาและดูแลเอาใจใส่อันดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้การสนับสนุนคำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งข้อคิดเห็นมุมมองต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นันทกร บุญเกิด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการพิจารณาและให้คำแนะนำในการแก้ไข ปรับปรุงวิทยานิพนธ์ เสนอความรู้และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์คณาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ อาจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล และอาจารย์ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ประสบการณ์อันมีค่าและให้ความกรุณายิ่งในการเสียสละเวลาให้คำปรึกษาที่ล้วนแต่มีประโยชน์ต่องานวิจัย ขอขอบคุณ คุณขนิษฐา กู่โบราณ คุณสุรทิน ใจดี และคุณผ่องพรรณ ทรงวัฒนา ที่กรุณาสละเวลาให้ข้อมูลและคำปรึกษาที่มีประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ บัณฑิตศึกษาทุกรุ่น ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และสร้างเสียงหัวเราะ ความทรงจำที่ดีร่วมกันอันเป็นกำลังใจสำคัญ และช่วยให้อุปสรรคทั้งหลายในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้หมดสิ้นไป

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่ดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวก รวมทั้งมอบกำลังใจอันยิ่งใหญ่ที่เป็นแรงผลักดันสำคัญให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เมธา โล่กันภัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฐ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
1.3 สมมติฐานการวิจัย 6
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 6
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
1.7 คำอธิบายศัพท์ 9
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
2.1.1 ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศกับการเกษตร 10
2.1.2 ที่มาและความสำคัญของระบบไฮโดรโปนิกส์กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 19
2.2.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 19
2.2.2 หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 20
2.2.3 การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ 21
2.2.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนจากการลงทุน 22
2.3 การวางแผนการผลิต 23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1 การแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation) 24
2.3.2 โครงสร้างของระบบการผลิต (Production System) 25
2.3.3 การอนุมาน (Inference) 26
2.4 การออกแบบระบบสารสนเทศ 28
2.4.1 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) 28
2.4.2 ความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ (System Usability) 29
3 วิธีดำเนินการวิจัย 32
3.1 รูปแบบการวิจัย 32
3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในระบบงานเดิม 32
3.1.2 การระบุปัญหาในระบบงานเดิม 32
3.1.3 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
3.1.4 ระบุปัญหา 33
3.1.5 กำหนดวิธีในการวิจัย 33
3.2 วิธีวิจัย 34
3.2.1 ส่วนการศึกษาเทคนิคการวางแผนการผลิต 34
3.2.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ 34
3.2.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 35
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 36
3.3.1 กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาระบบ 36
3.3.2 ประชากรในการประเมินระบบ 36
3.4 ตัวแปรที่ทำการวิจัย 37
3.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) 37
3.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) 37
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37
3.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 37
3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบประเมิน 39
3.6 การเก็บรวมรวมข้อมูล 39
3.6.1 ส่วนการพัฒนาระบบ 39
3.6.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ 39
3.6.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 40
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 40
3.7.1 ส่วนของการพัฒนาระบบ 40
3.7.1.1 การวิเคราะห์การไหลเวียนของข้อมูล 40
3.7.1.2 แผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) 47
3.7.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ 50
3.7.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 50
4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 52
4.1 ส่วนของการพัฒนาระบบเว็บ 53
4.1.1 ส่วนติดต่อผู้ใช้ 53
4.1.2 ส่วนวางแผนการผลิตผัก 55
4.1.3 ส่วนประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน 59
4.1.4 ส่วนรายงาน 65
4.1.5 ส่วนฐานข้อมูล 70
4.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ 76
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยวันปลูกและน้ำหนักของแต่ละพืช 76
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความคาดเคลื่อนของวันปลูกและน้ำหนักของแต่ละพืช 77
4.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 79
4.3.1 ส่วนข้อมูลทั่วไป 79
4.3.2 ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบ 80
4.3.3 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม หรือข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบประเมิน 86
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 88

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผลการวิจัย 88
5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย 90
5.2.1 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวิจัย 90
5.2.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับระบบที่พัฒนา 90
5.2.3 ข้อจำกัดด้านข้อมูล 90
5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย 90
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 91
รายการอ้างอิง 92
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก ข้อมูลระยะเวลาปลูก น้ำหนัก และค่าความคลาดเคลื่อนของพืชทดสอบ ... 100
ภาคผนวก ข แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ 108
ภาคผนวก ค การหาความตรงของเครื่องมือ (Validity) 114
ภาคผนวก ง ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก ในระบบไฮโดรโปนิกส์ 119
ภาคผนวก จ ตัวอย่างข้อมูลการผลิตที่นำมาใช้ในการประมวลผลระบบสารสนเทศ เพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ 141
ประวัติผู้เขียน 160

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 พื้นที่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศต่าง ๆ เมื่อปี พ.ศ. 2544 13
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 18
2.3 สรุปหลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน 20
4.1 ตาราง USER 72
4.2 ตาราง PLANTATION 73
4.3 ตาราง PLANTATIONDETAIL 73
4.4 ตาราง VEGETABLE 74
4.5 ตาราง SEASON 74
4.6 ตาราง SEASON_DETAIL 74
4.7 ตาราง TABLE 75
4.8 ตาราง COSTTYPE 75
4.9 ตาราง COST 75
4.10 ตาราง COSTDETAIL 75
4.11 ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตของพืชแต่ละชนิด และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างข้อมูลจากระบบและจากการปลูกจริง (ภาคผนวก ก) 77
4.12 ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนของระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตของพืชแต่ละชนิด และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างข้อมูลในแต่ละรอบปลูก (ภาคผนวก ก) 78
4.13 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ 79
4.14 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 79
4.15 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประสบการณ์ในการวางแผนการเพาะปลูกผ่านระบบคอมพิวเตอร์ 80
4.16 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านประสิทธิภาพ 81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.17 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านประสิทธิผล 81
4.18 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและ
ความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการสมัครสมาชิก และการเข้าใช้งานระบบ 82
4.19 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสม
ในการใช้งาน ในส่วนของการจัดการ และการเข้าถึงข้อมูลพื้นฐานในระบบ 83
4.20 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสม
ในการใช้งาน ในส่วนของการแสดงผล 83
4.21 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านความปลอดภัยและ
การป้องกันความผิดพลาดของระบบ 85
4.22 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อปฏิสัมพันธ์ในแต่ละด้านของระบบ 85
ก.1 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกกรีนโอ๊ค 101
ก.2 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตกรีนโอ๊ค 102
ก.3 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกเรดโอ๊ค 102
ก.4 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตเรดโอ๊ค 103
ก.5 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกบัตเตอร์เฮด 103
ก.6 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตบัตเตอร์เฮด 104
ก.7 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกบัตตาเวีย 104
ก.8 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตบัตตาเวีย 105
ก.9 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกกรีน คอส 105
ก.10 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตกรีน คอส 106
ก.11 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกเรด คอรอล 106
ก.12 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตเรด คอรอล 107
ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ต่อองค์ประกอบความสามารถในการใช้งาน
ได้ของซอฟต์แวร์ 4 ด้าน 116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต 142
จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต 151

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ตัวอย่างการเพาะปลูกไฮโดรโปนิกส์ในระบบ NFT 7
1.2 ผักตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย 8
2.1 กรอบในการทำงานของระบบการผลิต 25
2.2 ขั้นตอนการทำงานของ Interpreter 26
3.1 จำนวนผู้ร่วมทดสอบที่ส่งผลต่ออัตราการค้นพบปัญหาภายในระบบ 36
3.2 แผนภาพบริบทของระบบสารสนเทศสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ 41
3.3 แผนภาพระดับบนสุดแสดงการประมวลผลของแต่ละกระบวนการ 42
3.4 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “บันทึกข้อมูลการเพาะปลูก” 43
3.5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน” .. 44
3.6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “วางแผนการเพาะปลูก” 45
3.7 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “ดำเนินการเพาะปลูก” 46
3.8 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “พิมพ์รายงาน” 47
3.9 แผนภาพยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์การเข้าใช้ระบบ 48
3.10 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ส่วนวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน 48
3.11 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ส่วนวางแผนการเพาะปลูก 49
3.12 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ในการดำเนินงานเพาะปลูก 50
4.1 หน้าจอการลงทะเบียนผู้ใช้ 53
4.2 หน้าจอการระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ 53
4.3 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลผู้ใช้ 54
4.4 หน้าจอสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่าน 54
4.5 รายการเพาะปลูกพืช 55
4.6 หน้าจอสำหรับการวางแผน 56
4.7 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลแผนการเพาะปลูก 57
4.8 ส่วนแสดงสถานะโต๊ะปลูกแต่ละโต๊ะ 58
4.9 ส่วนอธิบายสถานะและจำนวนในการใช้โต๊ะ 58

สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.10 หน้าจอสำหรับใส่ข้อมูลในการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน 60
4.11 หน้าจอข้อมูลต้นทุน ผลผลิต และราคาจำหน่าย 60
4.12 ข้อมูลประมาณการเบื้องต้น 61
4.13 หน้าจอการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน 61
4.14 หน้าจอเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน 62
4.15 หน้าจอการวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ 63
4.16 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนในกรณีที่ราคาผักเปลี่ยนแปลงไปเมื่อราคากิโลกรัมละ 60 บาท และ 90 บาท 64
4.17 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนในกรณีที่ราคาผักเปลี่ยนแปลงไปเมื่อราคากิโลกรัมละ 60 บาท และ 90 บาท 65
4.18 แสดงตัวอย่างรายงานการดำเนินงาน 66
4.19 หน้าจอแผนการดำเนินงาน 67
4.20 รายงานผลผลิต 67
4.21 รายงานอัตราการสูญเสีย 68
4.22 รายงานการเพาะปลูกพืช 68
4.23 รายงานการเข้าใช้งานระบบ 69
4.24 กราฟรายงานเปรียบเทียบต้นทุน/ยอดขาย 69
4.25 กราฟรายงานการใช้ช่องปลูก 70
4.26 แผนภาพ ER-Diagram ของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก 71
ง.1 หน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบ 120
ง.2 หน้าจอสำหรับการลงทะเบียนในการเข้าใช้งานระบบ 120
ง.3 วิธีการเข้าสู่ระบบ 121
ง.4 หน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ 121
ง.5 ปุ่มเปลี่ยนรหัสผ่านในหน้าข้อมูลส่วนตัว 122
ง.6 หน้าจอสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ 122

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ง.7 หน้าจอด้านขวาสำหรับเพิ่มข้อมูลพนักงาน....123
ง.8 หน้าจอทางด้านซ้ายสำหรับแสดงข้อมูลพนักงาน....123
ง.9 การแจ้งเตือนของระบบ....124
ง.10 หน้าจอแสดงรายการต้นทุน....124
ง.11 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลต้นทุน....125
ง.12 หน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลต้นทุน....125
ง.13 หน้าจอรายการรายละเอียดของต้นทุน....125
ง.14 หน้าจอสำหรับการเพิ่มรายละเอียดต้นทุน....126
ง.15 หน้าจอสำหรับการแก้ไขรายละเอียดต้นทุน....126
ง.16 หน้าจอการเลือกข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน....126
ง.17 หัวข้อรายงานการวิเคราะห์....127
ง.18 หน้าจอรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน....127
ง.19 หน้าจอรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน....128
ง.20 หน้าจอการเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน ณ ราคาขาย....128
ง.21 หน้าจออัตราส่วนเปรียบเทียบ ณ ราคาขาย....129
ง.22 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนเมื่อราคาจำหน่ายผลผลิตเท่ากับ 35 บาท....130
ง.23 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนเมื่อราคาจำหน่ายผลผลิตเท่ากับ 65 บาท....130
ง.24 หน้ารายการโต๊ะปลูก....131
ง.25 แสดงหน้าจอสำหรับเพิ่มข้อมูลโต๊ะปลูก....131
ง.26 แสดงหน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลโต๊ะปลูก....132
ง.27 หน้าจอแสดงรายการเพาะปลูก....132
ง.28 หน้าสำหรับเพิ่มข้อมูลการดำเนินงาน....132
ง.29 ปุ่มเริ่มเพาะเมล็ดในหน้ารายการเพาะปลูกพืช....133
ง.30 ปุ่มย้ายกล้าในหน้ารายการเพาะปลูกพืช....133
ง.31 หน้าจอสำหรับจัดการโต๊ะปลูก....134
ง.32 รายการพืชที่มีอยู่ในโต๊ะปลูก....134

สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ง.33 รายการของรายงานต่างๆ 135
ง.34 รายการของรายงานการดำเนินงาน 135
ง.35 หน้าจอแผนการดำเนินงาน 136
ง.36 รายงานผลผลิต 136
ง.37 หน้าจอรายงานอัตราการสูญเสีย 137
ง.38 หน้าจอรายงานการเพาะปลูกพืช 138
ง.39 หน้าจอรายงานการเข้าใช้งานระบบ 138
ง.40 รายงานเปรียบเทียบต้นทุน/ยอดขาย 139
ง.41 กราฟรายงานการใช้ช่องปลูก 140

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้การดำเนินชีวิตประจำวันของคนในยุคนี้ล้วนเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง โดยเฉพาะ “ระบบสารสนเทศ (Information System: IS)” ที่องค์กรทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนธุรกิจให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการด้านการผลิตที่ช่วยสนับสนุนการดำเนินงาน ให้สามารถผลิตสินค้าได้มากขึ้น ต้นทุนต่ำและราคาถูกลง แต่ได้สินค้าที่มีคุณภาพ นอกจากนี้เทคโนโลยียังช่วยให้สินค้าและบริการต่าง ๆ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ดีขึ้น เช่น การเลือกชมสินค้าและราคา การสั่งซื้อทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศมาใช้ในองค์กร จึงเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) ที่พัฒนาเป็นระบบมาประยุกต์ใช้เพื่อนำเข้า จัดเก็บ การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งการนำไปสู่การแสดงผลในหลายรูปแบบ เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต การสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน รวมถึงการสร้างผลกำไรให้แก่องค์กรด้วยการนำความสามารถของเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อควบคุมระบบและกระบวนการทางธุรกิจให้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งองค์กรจำเป็นที่จะต้องมีความพร้อมทั้งในด้านองค์ความรู้ อุปกรณ์และบุคลากร เพราะเทคโนโลยีสารสนเทศแต่ละชนิด มีขีดความสามารถและความเหมาะสมต่อการใช้งานที่แตกต่างกัน และเสริมซึ่งกันและกันหากมีการวางแผนและการจัดกรอบงานที่ดี

อย่างไรก็ตาม ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ถูกพัฒนาขึ้น มาจากปัญหาที่เกิดขึ้นภายในองค์กร ซึ่งผู้พัฒนาระบบได้ศึกษาถึงปัญหาดังกล่าวแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีแก้ไข โดยแนวทางการแก้ปัญหาอาจทำการปรับเปลี่ยนระบบงานเดิม หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการสร้างระบบงานใหม่ให้สามารถทำงานได้ดี มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หรืออาจนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผล เรียบเรียง เปลี่ยนแปลงและจัดเก็บให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาระบบสารสนเทศในปัจจุบันจึงมีความสำคัญมากในการช่วยสนับสนุนให้องค์กรต่าง ๆ ดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

ประเทศไทยเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ที่พึ่งพาการส่งออกเป็นหลัก โดยมีมูลค่าการส่งออกคิดเป็นสองในสามของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (จีดีพี) อุตสาหกรรมและการผลิต

มีการแข่งขันที่สูง การนำเทคโนโลยีมาใช้ตั้งแต่กระบวนการจัดสรรวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การจัดการคลังสินค้า จนสินค้าถึงมือผู้บริโภค สามารถช่วยลดขั้นตอนในการดำเนินงาน เพิ่มความรวดเร็ว ลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีสามารถเข้ามาจัดการกระบวนการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกัน ในการผลิตสินค้าเกษตรของไทยในปัจจุบันมีความต้องการระบบสารสนเทศมาช่วยในการจัดการกระบวนการผลิตให้เป็นระบบ ช่วยลดปัญหาและขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาถึงปัญหาในกระบวนการดำเนินงานและพัฒนาระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ เพื่อลดขั้นตอนในการจัดการกับข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดำเนินงานที่ไม่เป็นระบบ เช่น การพัฒนาระบบสารสนเทศแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อพัฒนาวิธี เทคนิค และกระบวนการเพาะปลูกผักให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบนี้ถูกพัฒนาในรูปแบบเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา เครือข่ายการใช้งานกว้างขวาง ผู้ใช้งานมากมายสามารถเข้ามาเรียนรู้ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และช่วยกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

อย่างไรก็ตามระบบในรูปแบบนี้เป็นการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลและเผยแพร่แหล่งความรู้เท่านั้น ไม่มีส่วนจัดเก็บข้อมูล และประมวลผลการดำเนินงานภายในองค์กร ดังนั้นผู้ใช้จะได้เพียงรับข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้ใช้แต่ไม่มีการวิเคราะห์หรือวางแผนระบบการทำงานที่ดำเนินการอยู่ได้อย่างชัดเจน ทำให้ขาดการเข้าถึงปัญหาหรือวางแผนแก้ไขปัญหาภายในองค์กรได้อย่างตรงจุด และทันเหตุการณ์ ส่งผลให้การดำเนินงานยังคงซับซ้อนและไม่เป็นระบบ ซึ่งเป็นปัญหาหลักของการจัดการในฟาร์มโดยเฉพาะฟาร์มที่มีกำลังผลิตสูง ฟาร์มหลายแห่งต้องการลดปัญหานี้จึงได้พัฒนาโปรแกรม เพื่อช่วยในเรื่องการคำนวณสารละลายธาตุอาหาร ลดระยะเวลาและขั้นตอนกระบวนการทำงาน โดยพัฒนาโปรแกรมบนไมโครซอฟต์-เอ็กเซล (MS-Excel) ที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายและไฟล์มีขนาดเล็ก (อินทิสุนทร นันทกิจ, 2546) ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวเป็นการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะส่วน ที่สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งให้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้นเท่านั้น แต่การจัดการผลิตที่ดีจำเป็นต้องมีการวางแผนตั้งแต่เริ่มการผลิตไปจนถึงนำผลผลิตไปสู่ตลาด ผลผลิตต้องได้มาตรฐาน มีคุณภาพและตรงต่อเวลา ในขณะที่ระหว่างกระบวนการผลิตอาจมีการสูญเสียหรือต้นทุนที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ข้อมูลการผลิตในอดีตจนถึงปัจจุบัน ระบบต้องสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงาน ซึ่งระบบสารสนเทศที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าวได้มีความจำเป็นและเป็นที่ต้องการขององค์กร ประกอบกับผู้พัฒนาระบบมีความสนใจการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักที่ครบวงจร จากที่ได้ศึกษางานวิจัยการพัฒนาระบบเพื่อวางแผนและจัดการการผลิตด้านการเกษตร เช่น การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการและสนับสนุนการปฏิบัติงานฟาร์มสุกร ระบบนี้ประกอบด้วยข้อมูลสุกรทุกรุ่นทุกสายพันธุ์ การผสมพันธุ์ ข้อมูลที่ทันต่อ

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับสุกร การใช้วัคซีน และการรักษาการเกิดโรคในสุกร เพื่อประสิทธิภาพการรายงานข้อมูลต่าง ๆ ที่มีผลต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในการบริหารและจัดการฟาร์ม (ธนกร เคหา, 2551) การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการฟาร์มสุนัข/ปลา สำหรับจัดการข้อมูลสุนัข/ปลาและอาหารในการทำฟาร์ม เพื่อช่วยในการบริหารจัดการ มีรูปแบบการใช้งานที่ง่าย สามารถเรียกดูข้อมูลและออกรายงานต่าง ๆได้ และสามารถกำหนดสิทธิ์ได้ว่าบุคคลใดสามารถเข้าใช้งานระบบนี้ได้บ้าง มีการใช้งานรหัสผ่าน เพื่อป้องกันบุคคลภายนอกเข้ามาใช้ระบบและรักษาความปลอดภัยของข้อมูลภายในที่มากขึ้น (วรัญญา บุริมจิตต์ และชาญชัย พงศ์วิไลสุข, 2554; สกาวเดือน ทองมาเอง, 2553) และการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกแบบผสมผสาน ที่มาสามารถช่วยในการวางแผนการเพาะปลูกพืชแบบผสมผสาน ช่วยลดปัญหาโรคพืชและแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ยังสามารถแสดงทางเลือกในการเพาะปลูกแก่ผู้ใช้เพื่อให้ได้แผนที่มีความเหมาะสม และผลกำไรสูงสุด (Arreeras, 2009)

จากตัวอย่างงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ปัญหาหลักที่พบในการผลิตสินค้าด้านการเกษตรคือ ขาดการจัดการข้อมูลที่ดี กระบวนการดำเนินงานไม่เป็นระบบ ขาดการวางแผนที่ดี ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ทำให้เกิดต้นทุนและความเสี่ยงเพิ่มขึ้น (Falivene, 2005) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการจัดการลดปัญหาที่เกิดขึ้น เพิ่มความคล่องตัวในการดำเนินงาน และลดความเสี่ยงต่าง ๆ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

จากการศึกษาถึงประโยชน์ของการใช้ระบบสารสนเทศพบว่า การนำระบบสารสนเทศมาใช้ช่วยให้การจัดเก็บและการจัดการข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้บริหารสามารถเรียกดูรายงานและตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบัน รวมไปถึงสามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้เป็นไปในทางที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการดำเนินงานเดิมที่ทำอยู่ (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2553; Stockle, 1996) นอกจากนี้การคาดการณ์ผลผลิตร่วมกับการวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรที่จำเป็นต่อการผลิตโดยใช้ระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยสามารถช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากสารเคมี และลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นได้ (Matthews and Blackmore, 1997)

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรเป็นการส่งเสริมด้านเศรษฐกิจของประเทศ ทำให้ความเป็นอยู่ของเกษตรกรดีขึ้น การส่งเสริมด้านการเกษตรมีความสำคัญเนื่องจาก ประชากรไทยประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก และมีการส่งออกของสินค้าเกษตรมาก คิดเป็น 23.44% ของมูลค่าการส่งออกสินค้าทั้งหมด แบ่งเป็นผักและผลิตภัณฑ์มูลค่า 21,425 ล้านบาทจากการส่งออกสินค้าทั้งหมด 1,447,716 ล้านบาท ซึ่งมีมูลค่าที่สูงและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) โดยเฉพาะสินค้าจากพืชที่มีการควบคุมคุณภาพและสารเคมี ที่รัฐบาลได้มีการส่งเสริมการผลิตผักปลอดสารพิษเพื่อการส่งออกมาก

ขึ้น ตามแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่หันมาใส่ใจกับสุขภาพ ออกกำลังกาย และรู้จักเลือกรับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์มากขึ้น เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าประเทศไทยมีศักยภาพอย่างมากที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อเป็นครัวของโลก ประกอบกับนโยบายของภาครัฐฯ ที่สอดคล้องกับปัจจัยหลายด้าน เช่น สภาพของภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ความวิริยะอุตสาหะ ความอดทน ความได้เปรียบในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ถ้าได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องและมีเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เชื่อว่าต่อไปประเทศไทยจะเป็นแหล่งผลิตอาหารที่มีคุณภาพที่สำคัญของโลกในไม่ช้า แต่จากปัญหาความแห้งแล้ง น้ำท่วม โรคและแมลงศัตรูพืชระบาด และการใช้สารพิษกำจัดแมลงในประเทศไทย ส่งผลให้ดินและระบบนิเวศได้รับผลกระทบอย่างมาก รวมทั้งยังเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ปลูก และประชาชนผู้บริโภค ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้รับการดูแลแก้ไขน้อยมาก เนื่องจากเกษตรกรขาดความรู้ งบประมาณ และแรงจูงใจ ปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดิน หรือไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) มาประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตผักกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดจากดินและข้อจำกัดด้านสถานที่หรือสภาพแวดล้อมได้ดี จึงทำให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณมากและคุณภาพสูง (Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, 2009; กรมวิชาการเกษตร, 2545)

อย่างไรก็ตาม การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์เชิงพาณิชย์ ต้องคำนึงถึงความจำเป็นในการเลือกระบบนี้ เนื่องจากเป็นระบบที่มีต้นทุนค่อนข้างสูงในเรื่องของวัสดุและอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระยะแรก ผู้ประกอบการจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงต้นทุน ผลตอบแทน กระบวนการดำเนินงานตลอดจนการเลือกชนิดพืชปลูกที่คุ้มค่าต่อการลงทุน และสามารถคืนผลกำไรรวดเร็ว (อิทธิสุนทรนันทกิจ, 2544) จากการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ถึงกระบวนการทำงานที่ดำเนินงานอยู่ในปัจจุบันของฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ ส่วนใหญ่ยังคงเป็นระบบประมวลผลด้วยมือ แม้ว่าจะมีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลบ้างก็ตาม แต่ไม่เป็นระบบ อีกทั้งยังมีงานบางส่วนที่ซ้ำซ้อน ส่วนเรื่องการวางแผนการผลิตพบว่า เกษตรกรไม่สามารถวางแผนการดำเนินงานเพื่อตอบสนองผู้บริโภคตามระยะเวลาและปริมาณที่ต้องการได้ เนื่องจากผักแต่ละชนิดใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกและให้ผลผลิตแตกต่างกัน ดังนั้นการวางแผนจึงต้องใช้ความชำนาญและเวลามากในการตรวจสอบแผนงานเดิมที่มี เพื่อทราบถึงกำลังการผลิตและวางแผน การตอบสนองลูกค้าจึงใช้เวลามากเกินความจำเป็น นอกจากนี้ ยังมีความผิดพลาดอยู่บ่อยครั้งเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณผลผลิตและราคาขาย ระบบการดำเนินงานที่ขาดประสิทธิภาพ ขาดการจัดการข้อมูลที่ดี การดำเนินงานไม่เป็นไปตามขั้นตอนเมื่อถึงระยะเวลาเพาะปลูก ย้ายโต๊ะ หรือเก็บเกี่ยว รวมถึงรายงานทางสารสนเทศที่จัดทำขึ้น มีข้อบกพร่องอยู่มากมาย ขาดความน่าเชื่อถือ จึงไม่สามารถนำเสนอแก่ผู้บริหารและตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ร่วมกับการศึกษา เช่น การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (อารีย์ เสนานันท์สกุล, 2540; กอบกุล แต่งประกอบ, 2545; กรุณา ตรงเมธีรัตน์, 2545; นิรชา โพธิ์ประสระ, 2548) หรือการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน (ธีรีนมาศ บางชวด, 2544; ปิยะนุช วรธรรมพิบูลย์, 2547) และมีบางงานวิจัยที่นำระบบสารสนเทศมาช่วยวางแผนเพื่อสนับสนุนการเพาะปลูก (อัษฎา แก้วรัตน์, 2536; อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2546, 2548; Arreeras, 2009) จะเห็นได้ว่า ระบบสารสนเทศที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่มีระบบที่ครอบคลุม ที่สามารถวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน รวมถึงการวางแผนการเพาะปลูกได้อย่างครบวงจร ถึงแม้ว่าจะมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถแยกวิเคราะห์ หรือวางแผนการทำงานได้ แต่การทำงานโดยใช้ระบบหลากหลาย อาจทำให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ยาก เกิดความสับสน และเกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการจัดเก็บข้อมูลในหลายส่วน นอกจากนี้ การแสดงออกของข้อมูลในแต่ละระบบอาจนำเสนอในรูปแบบที่ไม่ตรงกัน ไม่ชัดเจน ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด

ในงานวิจัยนี้ จึงพัฒนาระบบที่สามารถช่วยวิเคราะห์ วางแผน และติดตามการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ตั้งแต่วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจนถึงการวางแผนและติดตามการเพาะปลูก เพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างมีระบบ รวดเร็ว และสามารถคาดการณ์ผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทนจากข้อมูลในระบบฐานความรู้ได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย สามารถลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการจัดการข้อมูลหรือจากการติดตามการดำเนินงานระหว่างการผลิต ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้น จึงมีความสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น และเพิ่มข้อได้เปรียบทางการค้า เนื่องจากต้นทุนที่ลดลงจึงช่วยสนับสนุนเศรษฐกิจด้านการเกษตร เพิ่มโอกาสให้กับเกษตรกรหันมาผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งให้ผลตอบแทนดี ผลผลิตมีคุณภาพ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ในงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนและปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ จากนั้นออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตผัก โดยใช้ฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นกรณีศึกษา โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรก เป็นการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศ มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล การแสดงผล รวมถึงการแสดงรายงานต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดปัญหาในการจัดการ การวางแผนที่ล่าช้า และลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งที่นับวันจะมีมากขึ้น ส่วนที่สอง เป็นการวิเคราะห์ เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนของระบบประมวลผล ในด้านระยะเวลาปลูกและปริมาณผลผลิต ส่วนที่สาม เป็นการประเมิน เพื่อศึกษาความพึงพอใจของ

ผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

1.2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน วางแผนและติดตามการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ให้แก่ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว

1.3.2 ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถช่วยสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ใช้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1การเก็บข้อมูลปัจจัยการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ของงานวิจัยนี้ ใช้แหล่งข้อมูลจากฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ในจังหวัดนครราชสีมา เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับประมวลผลในการวางแผนร่วมกับความต้องการผลิตจากผู้ใช้

1.4.2 เพื่อให้ระบบหรือผลลัพธ์ที่ได้เกิดความสอดคล้องและเหมาะสมกับพื้นที่ในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก ผู้ใช้ระบบสามารถปรับปรุงข้อมูลเบื้องต้นและข้อมูลแผนงานได้ เช่น ข้อมูลผัก ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย ระยะเวลาปลูกเฉลี่ย ข้อมูลโต๊ะ ต้นทุน เป็นต้น

1.4.3 ประเภทของระบบรางที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบระบบ Nutrient film Technique (NFT) เท่านั้น ถึงแม้ว่าระบบที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยจะมีทั้งแบบ NFT และ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) เนื่องจากระบบ NFT มีเหมาะสมกับผักกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างการเพาะปลูกไฮโดรโปนิกส์ในระบบ NFT

1.4.4 ปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิตได้จากการศึกษา เก็บรวบรวม และทำการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ข้อมูลผัก ระยะเวลาเพาะปลูก น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นของผักแต่ละชนิด ราคาต้นทุนและผลตอบแทนต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและระยะเวลาเพาะปลูก

1.4.5 ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถวางแผนการผลิตผักได้ 1 ชนิดต่อหนึ่งรอบปลูก

1.4.6 ปัจจัยที่ทำการควบคุม พืชจะเจริญเติบโตได้ดี จะต้องประกอบด้วยปัจจัยที่จำเป็นในการเจริญเติบโต เช่น สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ธาตุอาหารพืช น้ำ ความชื้นในดินและในอากาศ อุณหภูมิ แสงแดด ความเป็นกรดเป็นด่าง ออกซิเจน ทั้งที่รากและส่วนเหนือดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังมีจำนวนของแมลงศัตรูพืชและการระบาดของโรคพืชที่ไม่สามารถควบคุมได้ทั้งหมด ปัจจัยเหล่านี้อาจทำให้ปริมาณผลผลิตที่ต้องการมีความคลาดเคลื่อนไป แต่ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จะใช้วัสดุปลูกที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมี และไม่มีการปล่อยสารใด ๆ ให้แก่พืช โดยให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชทุกตัว และอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที มีการปรับค่าความเป็นกรดด่าง ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมด้วย ซึ่งระบบจะคำนึงถึงการจัดการปัจจัยที่จำเป็นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการการผลิตในระบบไฮโดรโปนิกส์ ภายในฟาร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยงานวิจัยนี้เลือกศึกษาผักสลัดตัวอย่าง 6 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค (Green Oak) เรดโอ๊ค (Red Oak) บัตเตอร์เฮด (Butter Head) บัตตาเวีย (Batavia) กรีน คอส (Green Cos) เรด คอรอล (Red Coral)

ภาพที่ 1.2 ผักตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

ผักสลัดทั้ง 6 สายพันธุ์นี้มีอายุเฉลี่ยประมาณ 40-45 วัน มีความทนทาน และสามารถการปรับตัวในพื้นที่ได้ดี โดยระบบจะคำนึงถึงข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลผักแต่ละชนิด น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นของผักแต่ละชนิด ระยะเวลาในการเพาะปลูก ราคาขายและต้นทุนต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยของผักแต่ละชนิด เพื่อวางแผนการจัดการการผลิตผัก โดยผู้ใช้สามารถกำหนดปริมาณผลผลิตและวันที่ที่ต้องการผลผลิตได้ การพัฒนาระบบจะเป็นการนำข้อมูลความรู้ดังที่กล่าวมาข้างต้นมาเป็นข้อมูลนำเข้าพื้นฐาน มาประกอบกับข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้ จากนั้นระบบจะประมวลผลและนำเสนอสารสนเทศเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการผลิต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ สามารถจัดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างผักและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการวางแผนการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.6.2 สามารถนำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ มาใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6.3 ผลต่อเนื่องระยะยาวจากการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์นั้นเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร เสริมสร้างความมั่นคงให้ชุมชน และพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมให้เกิดความยั่งยืน

1.6.4 ผลการวิจัยสามารถถูกใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการเพาะปลูกผักระบบไฮโดรโปนิกส์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต

1.7 คำอธิบายศัพท์

1.7.1 ผัก หมายถึง พืชที่สามารถนำส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช เช่น ผล ใบ ราก ดอก หรือลำต้น มาประกอบเป็นอาหาร ซึ่งไม่นับรวมผลไม้ ถั่ว สมุนไพร และเครื่องเทศ

1.7.2 การปลูกผักไร้ดินไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponic) หมายถึง การปลูกพืชในวัสดุปลูกอย่างอื่นที่ไม่ใช่ดิน แล้วให้รากพืชแช่อยู่ในน้ำสารละลายธาตุอาหาร เพื่อลดข้อจำกัดและปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับดินหรือพื้นที่ที่ใช้ในการปลูก โดยการสร้างและควบคุมสภาวะต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก

1.7.3 วัสดุปลูก หมายถึง วัสดุสำหรับปลูกพืชอย่างอื่นที่ไม่ใช่ดิน โดยปกติจะเป็นวัสดุ ที่ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและไม่มีการปล่อยสารใด ๆ แก่พืชซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ

1.7.3.1 วัสดุอินทรีย์สาร เช่น ชานอ้อย ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบ ขี้เถ้า เป็นต้น

1.7.3.2 วัสดุอนินทรีย์สาร เช่น ทราย กรวด เม็ดดินเผา เพอไลท์ (Perlite) เป็นต้น

1.7.3.3 วัสดุสังเคราะห์ เช่น เม็ดโฟม แผ่นฟองน้ำ เส้นใยพลาสติก เป็นต้น

1.7.4 ปัจจัย หมายถึง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และเกี่ยวข้องในการวางแผนการผลิตผัก ในงานวิจัยครั้งนี้จึงคำนึงถึงและควบคุมปัจจัยที่สำคัญและส่งผลต่อการวางแผนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ (สุมิตรา ภู่วโรดม, 2545) เพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณและวันเวลาที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้เป็นหลัก

1.7.5 ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นระบบที่นำข้อมูลความรู้ในการผลิตผักมาเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบ มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลความต้องการในการผลิตผักจากผู้ใช้ จากนั้นวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลผักและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิต เช่น ชนิดของผักที่ต้องการปลูก ปริมาณและวันที่ที่ต้องการผลผลิต จากนั้นระบบจะประมวลผลข้อมูล เพื่อเสนอสารสนเทศในรูปแบบแผนการผลิตและรายงานต่าง ๆ แก่ผู้ใช้ เพื่อให้สามารถติดตามกระบวนการดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ และได้ผลผลิตตามวันเวลาที่ต้องการ

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์นั้น ผู้วิจัยพบว่า มีแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศกับการเกษตร

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในการทำงานของบุคคลและหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน และมีบทบาทมากขึ้นในการดำเนินชีวิตของคนในสังคม เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการขับเคลื่อนให้การทำงาน และการบริหารงานต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีระเบียบ รวดเร็ว ง่ายต่อการควบคุมและตัดสินใจ ดังจะเห็นได้จากการนำเอาอุปกรณ์สื่อสาร และเครื่องมือช่วยงานสารสนเทศ เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร โทรสาร และไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการบริหารจัดการภายในองค์กร ดังนั้นอาชีพของประชากรจึงปรับเปลี่ยนมาสู่งานด้านสารสนเทศมากขึ้น ซึ่งสำนักงานเป็นแหล่งที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากที่สุด เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ทำบัญชีเงินเดือนและบัญชีรายรับรายจ่าย การติดต่อสื่อสารภายในและภายนอกโดยโทรศัพท์ และโทรสาร การจัดเตรียมเอกสารด้วยการใช้เครื่องถ่ายเอกสารและคอมพิวเตอร์ งานด้านสารสนเทศจึงมีแนวโน้มขยายตัวที่สูง เพราะเทคโนโลยีด้านนี้ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนอย่างเต็มที่ มีการวิจัยและพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ออกมาตอบสนองความต้องการของมนุษย์อยู่ตลอดเวลา

ในภาคเกษตรกรรมได้รับผลประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการดำเนินงานของภาครัฐ ในด้านของการส่งเสริมการเกษตร ซึ่งแต่เดิมการส่งเสริมการเกษตรนิยมใช้เทคโนโลยีการเกษตรมาพัฒนาศักยภาพการผลิต โดยการปรับปรุงหรือดัดแปลงเทคโนโลยีการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาเผยแพร่ให้เกษตรกรเรียนรู้และปฏิบัติตาม การวิจัยเพื่อผลิตเทคโนโลยีทางการเกษตรนี้มีสมมุติฐานว่าเกษตรกรต้องการเฉพาะผลงานวิจัยประเภทนี้เท่านั้น ก็เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาการผลิตสินค้าการเกษตรแต่ละชนิดได้ แต่ความเป็นจริงแล้ว การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ร่วมในขั้นตอนการผลิตสามารถช่วยให้การจัดการ และวางแผนดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การนำเทคโนโลยีสารสนเทศในระบบงานวิจัยด้านการเกษตรมาใช้ร่วมกับการวิจัยและ

พัฒนาการผลิตพืช โดยใช้กรณีศึกษาของสถาบันวิจัยพืชไร่กรมวิชาการเกษตร พบว่าการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางการเกษตรมีส่วนทำให้ศักยภาพในการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น (วินัย ศรวัต และก้อนทอง พวงประโคน, ออนไลน์) แต่ปัจจุบันยังมีความต้องการผลงานวิจัยในรูปแบบสารสนเทศทางเกษตรเพิ่มขึ้น เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมายังคงเป็นรูปแบบลองผิดลองถูก ซึ่งระบบที่พัฒนาเป็นระบบที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือส่งเสริมการผลิตในบางขั้นตอน ปัจจุบันระบบเหล่านี้ยังขาดการนำมาบูรณาการอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้ใช้มีเพียงผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเท่านั้น โดยยังไม่สามารถส่งเสริมให้เกษตรกรซึ่งเป็นบุคลากรสำคัญในการผลิตได้ใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีกรอบการพัฒนาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของสำหรับช่วงปี พ.ศ. 2557-2561 ว่าจะพัฒนาและประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communications Technology: ICT) เพื่อสร้างความเข้มแข็งของภาคการผลิตด้านการเกษตรของประเทศ โดยมีเป้าหมายหลักว่าจะใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านปัจจัยการผลิตให้มากขึ้น และใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านปัจจัยการผลิตให้มากขึ้น (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ออนไลน์) จะเห็นได้ว่ากระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ให้ความสำคัญในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้และรีบเร่งดำเนินการตามนโยบายของรัฐ เช่น จัดตั้งศูนย์สารสนเทศการเกษตรขึ้น เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2541 เพื่อเป็นแหล่งรวบรวม พัฒนา และบริการ ซึ่งข้อมูลงานวิจัยและพัฒนาทางการเกษตรที่จะยังประโยชน์แก่ผู้ใช้ข้อมูลทุกระดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2543)

อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีงานวิจัยสารสนเทศทางการเกษตรเกิดขึ้นจำนวนมาก โดยมีการนำเอาเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เข้ามาผสมผสานมากขึ้น ทั้งเทคโนโลยีด้านเครื่องทุ่นแรงและเครื่องจักรกล เทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งกำลังมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน และการนำเทคโนโลยีทั้งหลายมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น ควรจะให้มีการเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ เช่น

การนำเทคโนโลยีการรับรู้ข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing: RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่โลก (Global Positioning System: GPS) มาเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีแบบจำลองพืช (Crop Modeling) และระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือมีการรวบรวมองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มานำเสนอในรูปแบบเทคโนโลยีสหสื่อ (Multimedia) ซึ่งเป็นขั้นตอนการนำผลงานการวิจัยที่สามารถถ่ายทอดได้ไปสู่ผู้ใช้หรือกลุ่มคนที่เป็นเป้าหมาย ตัวอย่างเช่น ในด้านการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ชื่อว่า ALES มาใช้ในการประเมินค่าที่ดินเพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินและลุ่มน้ำบริเวณจังหวัดเพชรบูรณ์ และสามารถจัดความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกยางพาราบนดินชุดกบินทร์บุรีบางคล้า บ้านจ้อง และท่ายาง

โดยใช้โปรแกรม ALES ตามแนวทางขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO) ซึ่งการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ ALES ในการจัดความเหมาะสมของดินทางกายภาพ (Physical Suitability) สำหรับพืชเศรษฐกิจ โดยใช้แผนผังต้นไม้ (Decision Tree) สามารถทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพโดยปราศจากอคติทั้งยังใช้เป็นฐานข้อมูล (Database) ในระบบสารสนเทศ และสามารถเชื่อมโยงกับแบบจำลองการปลูกพืชได้โดยตรง (ผริดา คุณีพงษ์, 2539) ส่วนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว ที่เกิดจากเชื้อโรค 16 โรค โดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ CLIPS ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญมาทำหน้าที่ในการสร้างกฎและอนุมาน เพื่อจำแนกลักษณะอาการของโรคข้าวและนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นแผนผังต้นไม้ (Decision Tree) ซึ่งระบบสามารถวิเคราะห์และจำแนกโรคที่ทดสอบได้ตรงกับผู้เชี่ยวชาญถึง 94.6% (พัชราภรณ์ ราชประดิษฐ์, 2553) นอกจากนี้ มีการปรับใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทั้งในด้านแบบจำลองพืช โดยการพัฒนาและทดสอบแบบจำลองอ้อย ด้านการรับรู้ข้อมูลระยะไกลและระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่โลก โดยการพัฒนาวิธีการในการแปลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อผลิตแผนที่พื้นที่การปลูกอ้อย และสำรวจพื้นที่การปลูกอ้อยในเขตจังหวัดขอนแก่นและสุพรรณบุรีด้วยระบบ GPS เพื่อใช้คาดการณ์ผลผลิตอ้อย และพัฒนารูปแบบโครงสร้างของสหสื่อสารานุกรมอ้อย (CANEFOPEDIA) และ CANE2001 web-version เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ หรือการค้นคว้าทางวิชาการ โดยเป็นการรวบรวมความรู้และข้อมูลในด้านต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และพันธุ์อ้อย โรคและแมลงศัตรูอ้อย และการจัดการการเพาะปลูกอ้อยไว้อย่างเป็นระบบ ง่ายต่อการศึกษาหรือค้นคว้าความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องการ (อรรถชัย จินตะเวช และคณะ, 2540)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.1.2 ที่มาและความสำคัญของระบบไฮโดรโปนิกส์กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรส่งผลให้เกิดการนำทรัพยากรต่าง ๆ มาใช้เพื่อการดำรงชีวิตมากขึ้น รวมถึงความต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ส่งผลให้ที่ดินมีราคาสูงขึ้นจนเกินกว่าจะใช้เพื่อการเกษตรกรรม ยิ่งไปกว่านั้น น้ำสำหรับทำการเกษตรก็ถูกจำกัดเนื่องจากต้องนำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคของประชากรในเขตชุมชนเมือง รวมถึงปัญหาของสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน จึงทำให้การทำเกษตรประสบปัญหาด้านทรัพยากรดินที่เสื่อมโทรมและน้ำไม่เพียงพอที่พืชปลูกต้องการ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540) ซึ่งในการปรับปรุงพื้นที่ที่มีปัญหาเหล่านี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและต้องใช้เวลานาน ส่งผลให้ในอนาคตต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำการเกษตร การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหา สาเหตุเนื่องมาจากการเพาะปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้พื้นที่และใช้น้ำในการเพาะปลูกน้อยแต่ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

การปลูกพืชไม่ใช้ดินหรือไฮโดรโปนิกส์ หมายถึง วิธีการใดก็ตามที่ทำให้การปลูกพืชได้โดยไม่ต้องใช้ดิน แต่จะใช้วัสดุอื่น ๆ แทน เช่น การปลูกพืชให้รากลอยอยู่ในอากาศ การปลูกพืชในสารละลาย หรือการปลูกพืชในวัสดุปลูกอื่นทั้งที่เป็นอินทรีย์และอนินทรีย์ เช่น ทราย แกลบ หรือวัสดุอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นที่ยึดเกาะของระบบรากพืช และให้สารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรง ในปริมาณที่เหมาะสมแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน (FAO, 1990; ราเชนทร์ และคณะ, 2548) การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย และมีงานวิจัยด้านการผลิตด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ เพื่อผลิตเป็นผักสวนครัว (Chiancone et al., 2010) และเชิงพาณิชย์ (Jensen and Collins, 1985; Donan, 1992; Donan, 1993; Dupe, 1993) ซึ่งพืชที่นำมาปลูกด้วยระบบนี้ส่วนมากเป็นพืชกินใบ เช่น ผักสลัดต่าง ๆ (Park and Kim, 1996; Edney et al., 2005, Goins et al., 2003) นอกจากนี้ ได้มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบปลูกพืช การให้สารอาหาร และการควบคุมโรคที่เกิดกับพืช ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ด้วย เช่น มะเขือเทศ (Gualberto et al., 2002) และแตงกวา (Böhme, 1994; Böhme, 1995; Petitt et al., 1994; Zheng et al., 2009) เป็นต้น

จากการสำรวจพื้นที่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงพาณิชย์ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก พบว่า พื้นที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เพิ่มมากขึ้นจาก ปี 2535 คือประมาณ 8,386 เฮกตาร์หรือประมาณ 52,412 ไร่ เป็นประมาณ 20,000-25,000 เฮกตาร์หรือประมาณ 125,000-156,250 ไร่ เมื่อปลายปี 2544 ประเทศผู้ปลูกรายใหญ่สุด ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกถึง 10,000 เฮกตาร์ รองลงมา ได้แก่ สเปน แคนาดา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น อิสราเอล เบลเยียม เยอรมนี นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย อังกฤษ แอฟริกาใต้ อิตาลี และสหรัฐอเมริกา (Hassall & Associates Pty Ltd, 2001)

ตารางที่ 2.1 พื้นที่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศต่าง ๆ เมื่อปี พ.ศ. 2544

ประเทศ	พื้นที่ปลูก	
	(เฮกตาร์)	(ไร่)
เนเธอร์แลนด์	10,000	62,500
สเปน	4,000	25,000
แคนาดา	2,000	12,500
ฝรั่งเศส*	1,000	6,250
ญี่ปุ่น#	1,000	6,250
อิสราเอล*	650	4,063
เบลเยียม*	600	3,750
เยอรมนี*	560	3,500

ตารางที่ 2.1 พื้นที่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศต่าง ๆ เมื่อปี พ.ศ. 2544 (ต่อ)

ประเทศ	พื้นที่ปลูก	
	(เฮกตาร์)	(ไร่)
ออสเตรเลีย*	500	3,125
อังกฤษ	460	2,875
แอฟริกาใต้*	420	2,625
อิตาลี#	400	2,500
สหรัฐอเมริกา#	400	2,500
ฟินแลนด์*	370	2,313
เกาหลี*	274	1,713
เม็กซิโก#	120	750
จีน#	120	750
กรีซ#	60	375
บราซิล#	50	313
ไต้หวัน*	35	219
สิงคโปร์*	30	188
รวม	**23,599**	**147,494**

ที่มา : Hassall & Associates Pty Ltd, 2001.

หมายเหตุ : * ข้อมูลปี 2539; # ข้อมูลปี 2544

ปัจจุบันงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์มีออกมาเผยแพร่มากมาย เพื่อปรับปรุงกลวิธีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดได้ เช่น งานวิจัยที่พัฒนาเทคนิคการปลูกผักสลัดหลายชนิดในภาชนะเลี้ยงเดียวกันโดยให้ผลผลิตดีที่สุด (Edney et al., 2005; Park and Kim, 1996) หรือพัฒนารูปแบบให้เหมาะกับการปลูกบนสายการบิน (Goins et al., 2003) และการศึกษาระบบการปลูกที่เหมาะกับพืชที่ให้ผล เช่น การใช้สารละลายไหลผ่านราก (Nutrient Flow Technique: NFT) ปลูกมะเขือเทศ และปรับสูตรธาตุอาหารที่ให้ผลผลิตดี (Gualberto et al., 2002) สำหรับการเปรียบเทียบเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจในประเทศไทยได้ศึกษาโดย อารีย์ เสนานันท์สกุล (2540) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ 5 เทคนิค ควบคู่กับการศึกษารูปแบบของโรงเรือนปลูกพืช โดยใช้แคนตาลูป ผักคะน้าและผักกาดหอมเป็นพืชทดสอบ พบว่าการปลูกแคนตาลูปภายใต้โรงเรือนแบบหลังคาเพิงหมาแหงนปลูกด้วยการให้สารละลายไหลผ่านราก (Nutrient Flow Technique: NFT) ให้

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงที่สุด สำหรับการปลูกภายใต้โรงเรือนแบบหลังคาโค้งสองชั้นจะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกในวัสดุปลูก (Substrate culture) สำหรับการปลูกผักคะน้าจีนในสารละลาย (Liquid culture) แบบไม่ไหลเวียน (Non-Circulating System) และการปลูกผักกาดหอมด้วยเทคนิค NFT จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเมื่อปลูกภายใต้โรงเรือนทั้งแบบหลังคาเพิงหมาแหงนและหลังคาโค้งสองชั้น งานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ยังเป็นที่สนใจของนักวิจัยจำนวนมาก เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการในการเลือกใช้ระบบปลูกที่เหมาะกับพืชที่ต้องการปลูก

ถึงแม้ว่าระบบไฮโดรโปนิกส์จะได้รับความนิยมทั่วโลก แต่การนำระบบไฮโดร-โปนิกส์มาใช้ต้องใช้เงินลงทุนที่สูง และผู้ประกอบการต้องมีความรู้ความเข้าใจเพื่อประกอบการและการตัดสินใจในการลงทุนและการผลิต การส่งเสริมการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์เชิงพาณิชย์ ต้องคำนึงถึงความจำเป็นของการเลือกระบบนี้ เนื่องจากเป็นระบบที่มีต้นทุนค่อนข้างสูงในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้งระยะแรก ดังนั้นจุดประสงค์ของผู้ปลูก และชนิดพืชที่เลือกปลูกต้องมีความคุ้มค่าต่อต้นทุนที่เสียไป สามารถให้ผลกำไรคืนมาได้อย่างคุ้มค่าและรวดเร็ว ส่วนมากนิยมเลือกพืชผักที่มีราคาแพงเพื่อลดการนำเข้าและเพิ่มการส่งออกสินค้าสู่ต่างประเทศ ซึ่งการปลูกด้วยระบบไฮโดรโป-นิกส์นี้สามารถผลิตพืชได้ตามความต้องการ มีคุณภาพ และปริมาณที่แน่นอน แต่ผู้ประกอบการต้องมีความรู้เรื่องเทคนิค วิธีการจัดการ และการตลาดเป็นอย่างดี เพื่อให้ผลผลิตออกมาตามเป้าหมายและมีคุณภาพ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสและได้เปรียบทางการตลาดมากขึ้น (ไฮโดรฟาร์ม, 2553) ดังนั้นการศึกษา และวิเคราะห์ด้านการลงทุนของระบบไฮโดรโปนิกส์ จึงมีความสำคัญเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถตัดสินใจและปรับเปลี่ยนกลวิธีให้เหมาะกับสถานการณ์ปัจจุบัน ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ด้านการลงทุนและผลตอบแทนของการปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์มีดังนี้

การศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินโดยใช้เทคนิคทางด้านการเงิน ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านการตลาด พบว่าตลาดที่สำคัญได้แก่ กลุ่มบุคคลที่มีรายได้และมีการศึกษาค่อนข้างดีเพราะเป็นกลุ่มที่ใส่ใจดูแลสุขภาพและมีกำลังซื้อ การศึกษาด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์พบว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน และมีประโยชน์ต่อสังคม การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้านการเงินพบว่า เมื่อเพิ่มวัตถุดิบร้อยละ 30 ในการผลิต ก็ยังคุ้มค่ากับการลงทุนอยู่ แต่เมื่อเพิ่มวัตถุดิบเป็นร้อยละ 90 พบว่าไม่คุ้มค่ากับการลงทุน (อัษฎา แก้วรัตน์, 2536)

การศึกษาจุดคุ้มทุนโดย ธีรินมาศ บางชวด (2544) ได้วิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการปลูกผักระบบไฮโดรโปนิกส์ของบริษัทเฟรชไฮโดรฟาร์มและบริษัทแม่กลองพืชผักจำกัด และงานวิจัยที่วิเคราะห์เปรียบเทียบการลงทุนและผลกระทบสิ่งแวดล้อมระหว่างการปลูกผักกาดหอม

แบบใช้ดินกับแบบไม่ใช้ดินในจังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการปลูกผักกาดหอมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยจากการลงทุนในระยะเวลา 5 ปีพบว่าการปลูกแบบไม่ใช้ดินให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าโดยมีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) 1.43 เทียบกับ 1.24 และ 1.17 ของการปลูกแบบใช้ดินที่ไม่รวมต้นทุนสิ่งแวดล้อมและรวมต้นทุนสิ่งแวดล้อมตามลำดับ (กรุณา ตรงเมธีรัตน์, 2545)

อย่างไรก็ตามเทคนิคที่เลือกใช้ในระบบไฮโดรโปนิกส์แต่ละระบบมีข้อดีและเสียต่างกัน และให้ประสิทธิภาพในการปลูกพืชแต่ละชนิดต่างกันด้วย ดังนั้นการเปรียบเทียบเทคนิคที่ต่างกันร่วมกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลผลิตที่ได้จะทำให้สามารถลดต้นทุนในขณะที่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ผลตอบแทนที่สูงขึ้น เช่น งานวิจัยของกอบกุล แต่งประกอบ (2545) ได้ทำการเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮด โดยใช้ระบบรากแช่ในสารละลาย (Deep Flow Technique: DFT) และสารละลายไหลผ่านราก (Nutrient Film Technique: NFT) ผลการศึกษาโดยใช้การเช่าพื้นที่ระบบละ 1 ไร่ ใช้จำนวนรอบการผลิตเท่ากันโดยใช้ราคาผลผลิต วัสดุอุปกรณ์ในปี 2544 พบว่าหากเปรียบเทียบรายได้ ผลตอบแทนจากการผลิตผักเฉลี่ยทั้ง 2 ระบบเท่ากับ 100 บาท ค่าใช้จ่ายในส่วนของต้นทุนคงที่เฉลี่ยเท่ากับ 6.83 และ 4.67 บาท ต้นทุนผันแปรเฉลี่ยจะเท่ากับ 37.18 และ 54.69 และกำไรสุทธิเฉลี่ยเท่ากับ 55.99 และ 40.64 นั่นคือในจำนวนเงิน 100 บาทที่ขายได้จะเป็นกำไรสุทธิ 55.99 บาท และ 40.64 บาท ส่วนจุดคุ้มทุนจะเท่ากับ 12,030.68 และ 18,099.65 กิโลกรัม

เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ปิยะนุช วรธรรมพิบูลย์ (2547) ได้ทำการเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกผักปลอดสารพิษด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ระหว่างระบบรากแช่ในสารละลาย เพิ่มการไหลเวียนของอากาศ (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) กับระบบ NFT พบว่าการปลูกผักปลอดสารพิษด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ด้วยระบบ DRFT ของบริษัทศูนย์เกษตรกรรมบางไทร จำกัด และระบบ NFT ของบริษัทแม่กลองพืชผัก จำกัด เมื่อนำไปทดสอบ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยทดสอบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทั้งสองระบบปลูก ผลการทดสอบพบว่าระบบ DRFT มีต้นทุนต่ำกว่าระบบ NFT และระบบ DRFT มีอัตราผลตอบแทนสูงกว่าระบบ NFT

นอกเหนือจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการปลูก และการลงทุนในระบบไฮโดร-โปนิกส์แล้ว ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่นักวิจัยสนใจศึกษาอย่างมาก เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการทำธุรกิจและกิจกรรมทุกอย่าง โดยเพาะด้านการเกษตร เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้การจัดการและวิเคราะห์เรื่องต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ลดต้นทุนในเรื่องแรงงาน และยังเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่าย ให้ข้อมูลที่ตรงไปตรงมา ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเว็บไซต์ที่เป็นศูนย์กลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ผ่าน

ระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ความรู้ความเข้าในในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งการนำระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเผยแพร่ความรู้ช่วยให้ผู้ที่สนใจในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินสามารถเข้าถึงข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2546)

ปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ที่นำมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการ ทั้งเรื่องต้นทุน ผลตอบแทน แม้แต่การคำนวณปริมาณสารละลาย เช่น การศึกษาถึงสภาพทั่วไปทางด้านการผลิตและการตลาดในการปลูกผักด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ และทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์แต่ละชนิดต่อรุ่น นอกจากนี้ยังใช้วิธีโปรแกรมเส้นตรง (Linear Programming) ในการวิเคราะห์การวางแผนการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ให้ได้ผลกำไรมากที่สุด (นิรชา โพธิ์ประสระ, 2548)

การพัฒนาโปรแกรม NutriCal V1.6 เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ Excel เป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกษตรกรสารมารถคำนวณและผสมสารละลายธาตุอาหารพืชเพื่อใช้ปลูกพืชในระบบไม่ใช้ดินขึ้นเองได้โดยไม่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับธาตุอาหารพืชมากนัก สิ่งที่ต้องใส่ให้แก่โปรแกรมได้แก่ ค่าวิเคราะห์น้ำ (ในกรณีที่ใช้น้ำที่มีเกลือแร่ต่าง ๆ ปนอยู่) สูตรสารละลายที่ต้องการผสม ชนิดของปุ๋ยและกรดที่ใช้ในการเตรียมสารละลายตามต้องการ เมื่อป้อนข้อมูลเหล่านี้แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณปริมาณปุ๋ยและกรดที่ต้องการใช้ในการเตรียมสารละลายตามต้องการ (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2546)

การพัฒนาเว็บไซต์วางแผนการเพาะปลูกที่ใช้ความสัมพันธ์ของพืชผักที่มีผลต่อปัจจัยการเพาะปลูก เช่น พื้นที่เพาะปลูก โรคพืชและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งจะเน้นการปลูกพืชแบบผสมผสานมากกว่าการปลูกพืชแบบเชิงเดี่ยว ซึ่งระบบนี้สามารถช่วยเสนอทางเลือกในการปลูกพืชแบบผสมผสานให้แก่ผู้ใช้ ที่ให้ผลกำไรมากที่สุด และสามารถช่วยลดความเสี่ยงทางการตลาดให้เหลือน้อยที่สุดได้ ซึ่งดำเนินไปตามแนวคิดวิถีการเกษตรแบบยั่งยืน (Arreeras, 2009)

นอกจากนี้ จากการศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการเกษตรพบว่าช่วยลดต้นทุน เวลา และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ดังตัวอย่างการนำระบบอัตโนมัติเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในฟาร์มเลี้ยงไก่ของบริษัทเครือเจริญโภคภัณฑ์ (ซีพี) ที่สามารถลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการดำเนินงาน ซึ่งคนงาน 1 คนสามารถดูแลไก่ได้มากถึง 6 โรงเรือน โดยใช้ระบบทำงานแทน นอกจากนี้ระบบสามารถจำลองสภาพภายในโรงเรือนได้ ทำให้คนงานสามารถจัดการปัญหาเมื่อมีไก่ตายและแจ้งไปยังผู้เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็ว (เครือเจริญโภคภัณฑ์, 2547)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ในด้านการวางแผน และด้านต้นทุนและผลตอบแทนดังที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบโดยแบ่งตามลักษณะของการศึกษาสามารถแบ่งได้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

งานวิจัย (ปี)	วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน	วิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน	วางแผนการเพาะปลูก	พัฒนาระบบสนับสนุนการเพาะปลูก
อัษฎา แก้วรัตน์ (2536)			✓	
อารีย์ เสนานันท์สกุล (2540)	✓			
ธีรินมาศ บางชวด (2544)		✓		
กอบกุล แต่งประกอบ (2545)	✓			
กรุณา ตรงเมธีรัตน์ (2545)	✓			
อิทธิสุนทร นันทกิจ (2546)				✓
ปิยะนุช วรธรรมพิบูลย์ (2547)		✓		
นิรชา โพธิ์ประสระ (2548)	✓		✓	
Arreeras (2009)				✓
งานวิจัยนี้	✓	✓	✓	✓

จะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญในการผลิตตั้งแต่การลงทุน การผลิต จนถึงการขาย รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ทางการตลาด เพื่อให้สามารถปรับปรุงการบริหารให้เหมาะกับเหตุการณ์ในปัจจุบัน และลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นได้ ดังนั้นการวางแผนและจัดการข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศจึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้ธุรกิจการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นไปอย่างมีระบบ รวดเร็ว และลดต้นทุนในการดำเนินงาน ซึ่งสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันทางการตลาดอีกด้วย

อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการจัดการด้านเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีการเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ และครบวงจร ตั้งแต่การวิเคราะห์ด้านการลงทุน การวางแผนการผลิต และการวิเคราะห์ผลตอบแทน ซึ่งทำให้ผู้ใช้มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้การแสดงผลของข้อมูลต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และไม่เกิดการซับซ้อนต่อการใช้งาน แต่ปัจจุบันระบบเพื่อสนับสนุนการเพาะปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ในลักษณะที่กล่าวมานั้น ยังไม่มีการพัฒนาออกมาเพื่อใช้งานในประเทศไทย จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาระบบ

เพื่อสนับสนุนการเพาะปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ที่สามารถวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิต รวมถึงการวางแผนการเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้สามารถผลิตผักให้ได้ตรงความต้องการของตลาด สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการลดความเสี่ยงต่อการผิดพลาดในการดำเนินการและติดตามการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ รวมถึงวิเคราะห์และประเมินด้านการลงทุนและผลตอบแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

ในการประกอบธุรกิจโดยทั่วไป กิจการต่าง ๆ จำเป็นต้องทำรายงานสรุปข้อมูลทางบัญชีที่เกิดขึ้นในงวดบัญชีหนึ่ง ๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยงบการเงินที่สำคัญ 3 รายการด้วยกันคือ งบกำไรขาดทุน งบดุลและงบกระแสเงินสด งบการเงินที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนก็คืองบกำไรขาดทุน ซึ่งเป็นงบที่แสดงให้ทราบว่ากิจการมีรายได้ค่าใช้จ่ายและกำไร หรือขาดทุนจากการดำเนินงานในรอบบัญชีหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนเท่าใด การทราบถึงต้นทุนและผลตอบแทนนอกจากจะทำให้ทราบถึงศักยภาพในการผลิตของตนเองแล้วยังสามารถใช้ในการกำหนดราคาของผลผลิตด้วย (ดิเรก ทองอร่าม, 2547; วิวัฒน์ โชติเลอศักดิ์, 2534)

ต้นทุน พิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในส่วนของค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตจะจำแนกออกเป็น

1) ต้นทุนผันแปร หมายถึง ต้นทุนส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยตามปริมาณการผลิต หากไม่มีการผลิตเลยก็จะไม่มีต้นทุนส่วนนี้เกิดขึ้น

2) ต้นทุนคงที่ หมายถึง ต้นทุนส่วนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณผลิต ถ้าหากมีการลงทุนเกิดขึ้นแล้ว ถึงแม้จะไม่มีการผลิตเลยก็จะมีต้นทุนคงที่เกิดขึ้นจำนวนหนึ่งเสมอ

การพิจารณากำไรหรือขาดทุนทางเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาแตกต่างจากการพิจารณาทางบัญชี กล่าวคือ ในทางบัญชีจะพิจารณาเปรียบเทียบรายได้และค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนที่ได้รับหรือจ่ายเป็นตัวเงินเท่านั้นแต่ในทางเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาถึงรายได้และค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่ได้เป็นตัวเงินด้วยสำหรับค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนส่วนที่ไม่ได้จ่ายเป็นตัวเงินนี้ก็คือส่วนที่เรียกกันว่า “ค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost)” นั่นเอง ซึ่งหมายถึงค่าเสียโอกาสจากการนำปัจจัยการผลิตต่าง ๆ (คือที่ดิน แรงงาน ทุน และผู้ประกอบการ) ที่มีอยู่ มาผลิตสินค้านี้แทนที่จะไปผลิตสินค้าอื่นหรือลงทุนทำอย่างอื่น

ผลตอบแทน คือ ผลลัพธ์หรือรายได้ที่ได้จากการจำหน่ายผลผลิตหรือสินค้า หรือ

ผลตอบแทน (รายได้) = ราคา x ปริมาณผลผลิตที่จำหน่าย

ราคา คือ ค่าของสินค้าที่คิดออกมาเป็นตัวเงิน

ปริมาณผลผลิตของสินค้าที่ได้รับ เกิดจากปริมาณผลผลิตทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่ เช่น การปลูกด้วยระบบ NFT พื้นที่ 1 โต๊ะสามารถปลูกผักสลัดได้ 576 ต้น/ครั้ง ถ้าในพื้นที่ 1 ไร่ปลูกได้ 30 โต๊ะจะได้ปริมาณผลผลิต 17280 ต้น (576 x 30) ถ้าหากผักมีน้ำหนักเฉลี่ยต้นละ 20 กรัม ก็จะได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 864 กิโลกรัมต่อรอบปลูก เป็นต้นหรือ

ปริมาณผลผลิต(กก./ไร่/ปี) = จำนวนโต๊ะปลูก x จำนวนต้นต่อโต๊ะ x จำนวนครั้งที่ผลิต x น้ำหนักผัก (กรัม/ต้น)

กำไรหรือผลตอบแทนสุทธิ คือ ผลลัพธ์หรือรายได้จากการลงทุนที่หักค่าใช้จ่ายแล้ว หรือ

กำไร (ผลตอบแทนสุทธิ) = ผลตอบแทน – ต้นทุน

2.2.2 หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุนอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 สรุปหลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน

หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน
1. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน
1) การวิเคราะห์ต้นทุน
2) การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน
2. การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ (Ratio Analysis)
1) การวิเคราะห์อัตราส่วนรายได้และค่าใช้จ่าย
1.1) อัตราส่วนต้นทุนผันแปรต่อรายได้รวม
1.2) อัตราส่วนต้นทุนคงที่ต่อรายได้รวม
1.3) อัตราส่วนค่าใช้จ่ายรวม (หรือต้นทุนรวม) ต่อรายได้
1.4) อัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อรายได้รวม
2) การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนทางการเงิน
2.1) อัตราผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนรวม
2.2) อัตราส่วนกำไรส่วนเกินต่อต้นทุนรวม
3) การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis)
3.1) การวิเคราะห์ราคาคุ้มทุน
3.2) การวิเคราะห์ผลผลิตคุ้มทุน

ตารางที่ 2.3 สรุปหลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน (ต่อ)

หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน
3. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนจากการลงทุน (Sensitivity Analysis)
1) เมื่อต้นทุนการผลิตและผลผลิตต่อไรเปลี่ยนแปลงไป
2) เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป

2.2.3 การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ (Ratio Analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์อัตราส่วนต่าง ๆ คือ

- การวิเคราะห์อัตราส่วนรายได้และค่าใช้จ่าย เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่ากิจการมีรายได้เพียงพอกับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ หรือไม่ ถ้าหากรายได้เปลี่ยนแปลงไปหรือมีการปรับปรุงค่าใช้จ่ายบางส่วน จะทำให้ทราบถึงกำไรที่เปลี่ยนแปลงไป การวิเคราะห์ในส่วนนี้ประกอบด้วย

1) อัตราส่วนต้นทุนผันแปรต่อรายได้รวม อัตราส่วนนี้แสดงให้เห็นว่ากิจการมีค่าใช้จ่ายผันแปรเป็นร้อยละเท่าใดของรายได้ทั้งหมดที่ได้จากการลงทุน

อัตราส่วนต้นทุนผันแปรต่อรายได้รวม = ต้นทุนผันแปร/รายได้รวม x 100

2) อัตราส่วนต้นทุนคงที่ต่อรายได้รวม อัตราส่วนนี้แสดงให้เห็นว่ากิจการมีค่าใช้จ่ายคงที่ร้อยละเท่าใดของรายได้ทั้งหมดที่ได้จากการลงทุน

อัตราส่วนต้นทุนคงที่ต่อรายได้รวม = ต้นทุนคงที่/รายได้รวม x 100

3) อัตราส่วนค่าใช้จ่ายรวม (หรือต้นทุนรวม) ต่อรายได้รวม แสดงอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายทั้งหมด (ค่าใช้จ่ายผันแปรบวกกับค่าใช้จ่ายคงที่) กับรายได้ทั้งหมดจากการลงทุนซึ่งสามารถใช้วัดกำไรหรือขาดทุนของกิจการได้ อัตราส่วนนี้แสดงให้เห็นว่ากิจการมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นร้อยละเท่าใดของรายได้ทั้งหมด

อัตราส่วนต้นทุนรวมต่อรายได้รวม = ต้นทุนรวม/รายได้รวม x 100

4) อัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อรายได้รวม อัตราส่วนนี้แสดงให้เห็นว่ากิจการมีกำไรสุทธิร้อยละเท่าใดของรายได้ทั้งหมดที่ได้จากการลงทุน

อัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อรายได้รวม = ผลตอบแทนสุทธิ/รายได้รวม x 100

- การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนทางการเงิน เป็นการวิเคราะห์ในระยะสั้นเพื่อให้ทราบถึงผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุน การวิเคราะห์ในส่วนนี้ประกอบด้วย

1) อัตราผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนรวม เป็นอัตราส่วนที่แสดงให้เห็นว่ากิจการได้รับผลตอบแทนสุทธิร้อยละเท่าใดจากการลงทุน

อัตราผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนรวม = ผลตอบแทนสุทธิ/ต้นทุนการผลิตทั้งหมด x 100

2) อัตราส่วนกำไรส่วนเกินต่อต้นทุนรวม เป็นอัตราส่วนที่แสดงให้เห็นว่ากิจการได้รับผลตอบแทนในรูปของกำไรส่วนเกินร้อยละเท่าใดจากการลงทุน กำไรส่วนเกินในที่นี้หมายถึงส่วนต่างระหว่างรายได้จากการจำหน่ายกับต้นทุนแปรผัน

อัตราส่วนกำไรส่วนเกินต่อต้นทุนรวม = กำไรส่วนเกิน/ต้นทุนการผลิตทั้งหมด x 100

- การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis) เป็นการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างราคา ปริมาณผลิตและต้นทุนการผลิต การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในที่นี้เป็นการวิเคราะห์ราคาคุ้มทุนและผลผลิตคุ้มทุน ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงราคาและปริมาณผลิตที่ผู้ผลิตจะคุ้มทุนพอดี การวิเคราะห์ในส่วนนี้ประกอบด้วย

1) การวิเคราะห์ราคาคุ้มทุน เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงราคาที่ผู้ผลิตสามารถจำหน่ายสินค้าได้คุ้มทุนพอดีโดยไม่มีกำไรและขาดทุน นั่นคือผู้ผลิตมีรายได้ทั้งหมดเท่ากับต้นทุนทั้งหมด และสามารถคำนวณหาราคาคุ้มทุนได้ดังนี้

ราคาคุ้มทุน = ต้นทุนทั้งหมด/ปริมาณผลผลิต

2) การวิเคราะห์ผลผลิตคุ้มทุน เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงปริมาณสินค้าที่จะต้องผลิตออกจำหน่ายเพื่อกิจการจะได้คุ้มทุนพอดี นั่นคือไม่มีกำไรและขาดทุนหรือมีกำไรเท่ากับศูนย์นั่นเอง ทำนองเดียวกันกับการคำนวณราคาคุ้มทุน ผู้ผลิตจะจำหน่ายสินค้าได้คุ้มทุนก็ต่อเมื่อ

ปริมาณผลผลิตคุ้มทุน = ต้นทุนทั้งหมด/ราคาผลผลิต

2.2.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนจากการลงทุน

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนจากการลงทุน (Sensitivity Analysis) มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะได้ทราบว่ากรณีที่เกิดมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิต ราคาปัจจัยการผลิตหรือราคาผลผลิตจะส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนอย่างไร อาจจำแนกพิจารณาได้เป็น 2 กรณีคือ

- เมื่อต้นทุนการผลิตและผลผลิตต่อไร่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการผลิตพืชต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ สภาพภูมิอากาศ สภาวะแวดล้อมที่อาจควบคุมได้และที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นการใช้ปัจจัยการใช้ปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตที่ได้รับจึงไม่แน่นอนเหมือนผลผลิตในภาคอุตสาหกรรม ในกรณีนี้ผู้ผลิตต้องการทราบว่าผลตอบแทนที่ได้รับจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

- เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป ในสภาพความเป็นจริงเกษตรกรไม่สามารถกำหนดราคาผลผลิตของตนเองได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูกาลที่มีผลผลิตออกสู่ตลาดพร้อมกันด้วย แล้วราคาจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการทราบถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากราคาของผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ผู้ผลิตทราบถึงผลตอบแทนที่ตนจะได้รับ

2.3 การวางแผนการผลิต

การวางแผนและควบคุมการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และให้เป็นที่พอใจแก่ความต้องการของลูกค้า โดยความหมายของทรัพยากรในที่นี้รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต เช่น เครื่องจักรและอุปกรณ์แรงงานและวัตถุดิบ การใช้ประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เป็นหน้าที่ของผู้บริหารโรงงาน โดยผ่านหน้าที่ของฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต โดยมีหน้าที่เกี่ยวกับการพยากรณ์การวางแผน การกำหนดงาน การวิเคราะห์การควบคุมสินค้าคงคลัง และการควบคุมการดำเนินงานด้านการผลิต จะเห็นได้ว่าการวางแผนและควบคุมการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญต่อการบริหารการผลิตเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่สูงสุดในขณะที่ต้นทุนอยู่ในระดับต่ำสุด ซึ่งความสำเร็จของโครงการคือความเอาใจใส่และขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการวางแผนโครงการ และกิจกรรมอันดับแรกของการจัดการที่ผู้บริหารต้องดำเนินการคือ การวางแผน (Gerard, 2003) ผู้บริหารจึงจำเป็นต้องเข้าใจกระบวนการวางแผนตลอดจนปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การวางแผนเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม และได้ผลตามเป้าหมาย (สุปัญญา ไชยชาญ, 2548) ดังนั้นการวางแผนที่ดีจึงเป็นการจัดทำแนวทางในการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุด รวมถึงการจัดสรรกำลังการผลิตและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด เพื่อเผชิญกับความไม่แน่นอนเพื่อให้การดำเนินงานขององค์กรบรรลุเป้าหมายและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (สาคร สุขศรีวงศ์, 2554; เสนาะ ติเยาว์, 2543) ด้วยเหตุนี้ การวางแผนและการควบคุมการผลิตจึงมีความสำคัญและเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการต่าง ๆ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและการเกษตร

อย่างไรก็ตาม การวางแผนได้พัฒนาวิธีการและเครื่องมือต่าง ๆ มากมายเพื่อเข้ามาช่วยสนับสนุนให้การจัดการแผนงานเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การจัดตารางการผลิตเป็นเครื่องมือหนึ่ง ที่ช่วยในการจัดสรรทรัพยากรในการผลิต ให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยคำนึงถึงการใช้กำลังการผลิตอย่างคุ้มค่าภายใต้ข้อจำกัดใน

การผลิต ซึ่งช่วยให้ธุรกิจทราบถึงปริมาณงานผลิตในแต่ละช่วงเวลา โดยพิจารณาได้จากกำลังการผลิต ทรัพยากรการผลิต หรือกระบวนการผลิต ดังนั้นการจัดตารางการผลิต จึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญในการวางแผน เนื่องจากการจัดตารางการผลิตที่ดีย่อมเป็นหลักประกันว่ากำลังการผลิตและทรัพยากรจะถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาตามเป้าหมาย นอกจากนี้การจัดตารางการผลิตนอกจากจะทำให้ทราบวันเวลาของการเริ่มต้นและสิ้นสุดการผลิตแล้วยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมการผลิตได้อีกด้วย

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนที่กล่าวมา การนำความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการผลิตไปใช้จำเป็นที่จะต้องมีการโปรแกรมระบบควบคุมการประมวลผลความรู้ เพื่อสามารถกำกับการควบคุมขั้นตอนและกระบวนการในการประมวลผลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษารูปแบบการประมวลผล เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ดังนี้

2.3.1 การแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation)

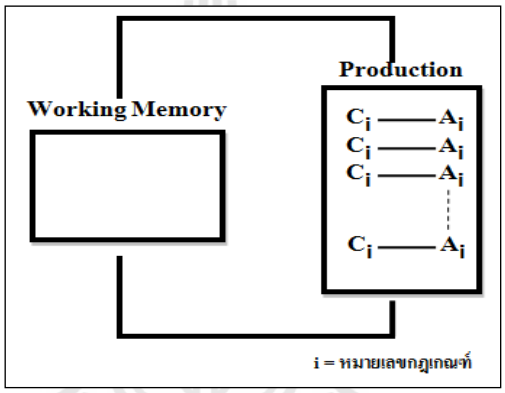
ระบบฐานกฎความรู้ (Rule-Based Systems) เป็นระบบฐานความรู้ (Knowledge-Based Systems) ที่เก็บความรู้เป็นกฎ (Rule) ซึ่งกฎในฐานกฎความรู้อาจมีจำนวนมากและบางครั้งอาจไม่มีความสามารถ (Competence) เนื่องจากขาดความกลมกลืนของกฎซึ่งกันและกัน (Consistency) เช่น การซ้ำซ้อนกันของกฎหรือการขัดแย้งกันของกฎ เป็นต้น หรืออาจไม่มีความสามารถเนื่องจากการขาดความสมบูรณ์ของส่วนประกอบของกฎในฐานกฎความรู้ (Completeness) เช่น ค่าแอททริบิวท์ (Attribute) ที่ไม่มีการอ้างถึงในกฎฐานความรู้หรือข้อสรุปของกฎไม่สามารถทำให้ค้นหาได้โดยกลไกการอนุมาน (Inference Engine) ซึ่งความรู้สามารถแบ่งได้เป็นความรู้แบบดีแคเรทีฟ (Declarative Knowledge) เป็นความรู้ที่มีแต่ความรู้เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการที่จะนำความรู้ไปใช้ จะต้องมีโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อที่จะบอกว่าความรู้นี่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร ในทางกลับกันความรู้แบบโพรซิดูรอล (Procedural Knowledge) เป็นความรู้ที่ต้องมีการกำกับควบคุมขั้นตอนการทำงานของความรู้ ดังนั้นการนำความรู้นี้ไปใช้จะต้องมีอินเทอร์พรีเทอร์ (Interpreter) ทำหน้าที่แปลคำสั่งต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในความรู้นั้น ดังนั้นความแตกต่างของความรู้ทั้ง 2 แบบคือ ระบบการควบคุมการประมวลผลความรู้ที่อยู่ในตัว (Kowalski and Burton, 2012)

การแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation) ถูกพัฒนาขึ้นโดยนีเวล (Newell) และไซมอน (Simon) ในปี 2510 และมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบการผลิต (Production System) เทคนิคนี้มีหลักเกณฑ์พื้นฐานง่าย ๆ คืออาศัยรูปประโยค If - Then ประโยคที่ตามหลัง If คือการแสดงเงื่อนไข ประโยคที่ตามหลัง Then คือแสดงผลสรุป แต่ถ้ากฎมีมากกว่าหนึ่งกฎ และ

สามารถรวมกันได้จะนำมารวมกันโดยใช้ and หรือ or การสร้างความรู้ในรูปของกฎเกณฑ์ในการแก้ไขปัญหา เรียกว่า กฎเกณฑ์ IF-THEN

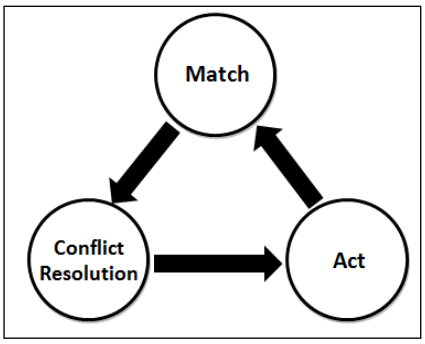
2.3.2 โครงสร้างของระบบการผลิต (Production Systems)

ระบบการผลิตจะประกอบไปด้วยส่วนการทำงาน 3 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนเงื่อนไขในการประมวลผล (Production Memory) จะทำหน้าที่เก็บฐานความรู้และมีส่วนควบคุม (Interpreter) เป็นส่วนที่นำเอากฎจากส่วนเงื่อนไขในการประมวลผล (Production Memory) มาเปรียบเทียบกับส่วนความจริงที่ได้มีการอนุมานไว้ก่อนหน้า (Working Memory) กรอบการทำงานของระบบการผลิตแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กรอบในการทำงานของระบบการผลิต

ส่วนขั้นตอนในการเปรียบเทียบ ส่วนควบคุม (Interpreter) จะมีลำดับขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน ขั้นแรกคือ ทำการเปรียบเทียบ (Pattern matching) ข้อมูลจากฐานข้อมูลในส่วนเงื่อนไขในการประมวลผล (Production Memory) กับส่วนความจริงที่ได้มีการอนุมานไว้ก่อนหน้า (Working Memory) ในกรณีนี้จะเป็นไปได้ที่มีกฎหลายข้อที่เมื่อเปรียบเทียบแล้วตรงกัน ในกรณีเช่นนี้ส่วนของการแก้ไขความขัดแย้ง (Conflict resolution) จะทำหน้าที่ในขั้นตอนที่สองคือ การเลือกกฎข้อที่ถูกต้อง ในกระบวนการเลือกกฎนี้ ระบบจะใช้กระบวนการอนุมานแบบเดินหน้าเท่านั้น ซึ่งเป็นการหาเหตุผลจากความจริงไปหาเป้าหมาย และการอนุมานแบบย้อนกลับซึ่งเป็นการหาเหตุผลจากเป้าหมายไปสู่ความจริง เมื่อได้กฎที่ต้องการแล้วจะเข้าขั้นตอนที่สามคือ ทำตามคำสั่งของกฎที่ได้เลือกมาแล้ว (Execution) (บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการทำงานของ Interpreter

เมื่อเสร็จขั้นตอนทั้งสามแล้วก็จะวนกลับไปทำในขั้นตอนแรกใหม่ และจะวนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้คำตอบที่แท้จริงซึ่งกระบวนการดังที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เรียกว่า การอนุมาน (Inference)

2.3.3 การอนุมาน (Inference)

การอนุมานเป็นกระบวนการค้นหาความจริงจากความจริงที่มีอยู่แล้ว (Know-Fact) ในคลังความรู้หรือความจริงที่สามารถหาได้จากผู้ใช้ ซึ่งในการอนุมานของระบบต้องอาศัยเครื่องอนุมาน (Inference Engine) ทำหน้าที่กำหนดทิศทางการทำงานในการค้นหาเหตุผล และการหาเหตุผลโดยมีหน่วยควบคุม (Interpreter) เป็นตัวทำหน้าที่ในการหาเหตุผลของเครื่องอนุมาน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การอนุมานแบบย้อนกลับ การอนุมานแบบย้อนกลับ เป็นการอนุมานที่เริ่มจากเป้าหมายไปหาผลของเป้าหมายนั้น ลองพิจารณาการทำงานแบบย้อนกลับของฐานความรู้ในเรื่องการถ่ายรูปต่อไปนี้

goal = advice.

1: light-condition = bright-sun.

2: ASA = 200.

3: if light-condition = bright-sun and ASA = 100 then advice = ‘Aperture = fl1 speed = 125’.

4: if light-condition = soft-shadow and ASA = 100 then advice = ‘Aperture = f8 speed = 125’.

5: if light-condition = bright-sun and ASA = 200 then advice = ‘Aperture = fl1 speed = 250’.

6: if light-condition = soft-shadow and ASA = 200 then advice = ‘Aperture = f8 speed = 250’.

ลักษณะของฐานความรู้ที่ได้แสดงไว้แล้วนั้นเป็นฐานความรู้ที่ได้แสดงในรูปของกฎสิ่งที่แสดงในบรรทัดแรกเป็นการกำหนดว่าสิ่งที่เป็นเป้าหมายในการค้นหาคือค่า advice ส่วนข้อที่ 1: และ 2: เป็นการกำหนดความจริงของฐานความรู้โดยระบุว่า ค่าความไวแสง (ASA) จะเท่ากับ 200 และสภาพแสง (light-condition) จะเท่ากับ bright-sun เสมอ ส่วนข้อ 3: ถึง 6: เป็นกฎต่าง ๆ ในฐานความรู้ที่กำหนดข้อสรุปของค่า advice ภายใต้เงื่อนไข

สำหรับการอนุมาน เครื่องอนุมานจะมองเป้าหมาย (goal = advice) เมื่อพบแล้วขั้นต่อไปคือการตรวจสอบว่าค่าความจริงจากฐานความรู้มีอะไรบ้าง (ข้อ 1: และ 2: คือความจริงในฐานความรู้) ในที่นี้กฎได้สร้างเงื่อนไขไว้ในส่วนหลังของ if คือ เครื่องอนุมานจะต้องรู้ค่าความไวแสง (ASA) และสภาพแสงก่อน (light-condition) เมื่อทราบแล้วจึงจะกลับไปสำรวจกฎข้อต่าง ๆ (3: 4: 5: 6:) ว่ากฎข้อใดมีความเหมาะสม ซึ่งในที่นี้กฎข้อ 5: คือ advice = ‘Aperture = f11 speed = 250’ จะเป็นข้อที่สอดคล้องกับความจริงที่มีอยู่ในคลังความรู้ ค่านี้จะถูกนำไปเก็บไว้ในคลังความรู้และแสดงผล

2) การอนุมานแบบเดินหน้า การอนุมานแบบเดินหน้าเป็นการอนุมานจากความจริงที่มีอยู่เพื่อที่จะหาค่าของสิ่งที่ต้องการ พิจารณาจากฐานความรู้ต่อไปนี้

1: light-condition = soft-shadow.

2: ASA = 200.

3: if light-condition = bright-sun and ASA = 100 then advice = ‘Aperture = f11 speed = 125’.

4: if light-condition = soft-shadow and ASA = 100 then advice = ‘Aperture = f8 speed = 125’.

5: if light-condition = bright-sun and ASA = 200 then advice = ‘Aperture = f11 speed = 250’.

6: if light-condition = soft-shadow and ASA = 200 then advice = ‘Aperture = f8 speed = 250’.

เมื่อเครื่องอนุมานพบความจริงในข้อ 1: และ 2: ความจริงนี้จะถูกนำเข้าไปเก็บในคลังความรู้และเครื่องอนุมานจะทำการเปรียบเทียบค่าของนิพจน์ต่าง ๆ ตามลำดับที่เรียงไว้ในฐานความรู้ ในที่นี้จะเริ่มด้วยการเปรียบเทียบนิพจน์สภาพแสง (light-condition) กับกฎข้อต่าง ๆ ใน

ที่นี้กฎข้อ 4: และ 6: จะมีค่าความจริงที่มีอยู่ เมื่อได้ค่าของสภาพแสง (light-condition) แล้วเครื่องจะเปรียบเทียบค่าความไวแสง (American Standards Association: ASA) จากความจริง (2: ASA = 200) กับกฎข้อ 4: และ 6: ตอนนี้ปรากฏว่ากฎที่ใช้ได้คือ ข้อ 6: ดังนั้นจะได้ค่าของ advice = ‘Aperture = f8 speed = 250’ ค่านี้จะถูกนำไปเก็บไว้ในคลังความรู้และแสดงผล

2.4 การออกแบบระบบสารสนเทศ

นอกจากแนวคิดและทฤษฎีในการประมวลผลที่กล่าวมา เพื่อให้ระบบสารสนเทศสามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงคำนึงถึงความเหมาะสมในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User-Interface Design) และความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ (System Usability)

2.4.1 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design)

การออกแบบส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ หรือการออกแบบส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้นั้นมีความสำคัญไม่ได้ด้อยไปกว่าการเขียนภาษาโปรแกรม เนื่องจากการออกแบบส่วนต่อประสานงานที่ดี ส่งผลให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ดี ใช้งานได้ง่าย และใช้ทักษะส่วนบุคคลในการใช้งานน้อย งานวิจัยนี้จึงศึกษาการออกแบบส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ มีหน้าที่เป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ มนุษย์เป็นผู้ใช้งานระบบ และ คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยติดต่อสื่อสารผ่านอุปกรณ์รับและแสดงผล เช่น แป้นพิมพ์ (Keyboard) หน้าจอ (Monitor) และจอสัมผัส (Touch Screen) เป็นต้น ซึ่งแนวคิดด้านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้นั้น มีความใกล้เคียงกับการศึกษาในเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction: HCI) เป็นอย่างมาก โดยมุ่งศึกษาเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้มนุษย์สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ง่าย ส่วนปฏิสัมพันธ์ (User Interface) จะเน้นการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ ผ่านการมองเห็น การได้ยิน การใช้คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานขณะที่ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้จะช่วยดึงดูดใจให้เกิดการใช้งาน (User friendly) ส่งผลให้การเรียนรู้ที่ง่าย และผู้เรียนจะจดจำข้อมูลได้เร็วขึ้น (นิศาชล จำนงศรี, 2546) นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบส่วนต่อประสานงานที่ควรคำนึงถึง ดังนี้ (ชัยมงคล เทพวงษ์, 2550)

- ความเรียบง่าย คือ ระบบควรมีรูปแบบที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อน และใช้งานได้สะดวก ไม่มีกราฟิกหรือตัวอักษรที่เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ชนิดและสีของตัวอักษรไม่มากจนเกินไปทำให้วุ่นวาย

- ความสม่ำเสมอ หมายถึง การใช้รูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเว็บไซต์ เช่น รูปแบบของหน้า รูปแบบการออกแบบกราฟิก ระบบนำทาง และโทนสี ควรให้มีความคล้ายคลึงกันตลอดทั้งเว็บไซต์

- ความเป็นเอกลักษณ์ การออกแบบเว็บไซต์ควรคำนึงถึงลักษณะของหน่วยงานหรือองค์กร เพราะรูปแบบของเว็บไซต์จะสะท้อนถึงเอกลักษณ์และลักษณะขององค์กรนั้น ๆ เช่น ถ้าเว็บไซต์ของหน่วยงานราชการจะต้องดูน่าเชื่อถือ เป็นต้น

- เนื้อหาที่มีประโยชน์ เนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของเว็บไซต์ ดังนั้นควรจัดเตรียมเนื้อหาและข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการให้ถูกต้องและสมบูรณ์ มีการปรับปรุงและเพิ่มเติมให้ทันเหตุการณ์อยู่เสมอ

- ระบบนำทาง ที่ใช้งานง่าย ต้องออกแบบให้ผู้ใช้เข้าใจง่าย และใช้งานสะดวก ใช้กราฟิกที่สื่อความหมายประกอบกับคำอธิบายให้ชัดเจน มีรูปแบบและลำดับของรายการที่สม่ำเสมอ เช่น วางไว้ตำแหน่งเดียวกันของทุกหน้า

- ลักษณะที่น่าสนใจ หน้าตาของเว็บไซต์จะต้องมีความสัมพันธ์กับคุณภาพขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น คุณภาพของกราฟิกที่จะต้องสมบูรณ์ การใช้สี การใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย สบายตา การใช้โทนสีที่เข้ากัน

- การใช้งานอย่างไม่จำกัด ผู้ใช้ส่วนใหญ่เข้าถึงได้มากที่สุด เลือกใช้บราวเซอร์ชนิดใดก็ได้ในการเข้าถึงเนื้อหา สามารถแสดงผลได้ทุกระบบปฏิบัติการ และความละเอียดหน้าจอที่มีขนาดต่างกันอย่างไม่มีปัญหา

- คุณภาพของการออกแบบ การออกแบบและเรียบเรียงเนื้อหาอย่างรอบคอบ สร้างความรู้สึกว่าระบบมีคุณภาพ ถูกต้อง และเชื่อถือได้

- ระบบการใช้งานที่ถูกต้อง การใช้แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลต้องสามารถกรอกได้จริง ใช้งานได้จริง การเชื่อมโยงต่าง ๆ จะต้องเชื่อมโยงไปหน้าที่มีอยู่จริงและถูกต้อง และระบบการทำงานในเว็บไซต์จะต้องมีความแน่นอนและทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2.4.2 ความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ (System Usability)

ความสามารถในการใช้งานได้ (Usability) ในการพัฒนาเว็บไซต์จะเกี่ยวข้องกับการสืบค้น การค้นหาข้อมูล และเกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้ใช้ในการศึกษาหาความรู้จากข้อมูลที่มีอยู่มาก การจัดวางระบบให้สามารถสืบค้นได้ง่าย รวดเร็ว ตรงตามความต้องการ นำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ใช้ หลักการทั่วไปที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบระบบที่มีการปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้ระบบมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพของงาน ที่ช่วยสร้าง

ความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ โดยสาระสำคัญของการออกแบบมีดังนี้ (Nielsen, 2000; ชุรี เตชะวุฒิ, ม.ป.ป.)

- การแสดงผลสถานะของระบบ (Visibility of System Status) ระบบต้องแสดงให้ผู้ใช้งานเห็นเสมอว่าตนกำลังทำอะไรอยู่ กำลังจะเกิดอะไรขึ้น และให้ผลป้อนกลับในเวลาที่เหมาะสม

- ความสอดคล้องระหว่างระบบกับความจริง (Match between System and the Real World) ระบบต้องสามารถพูดภาษาเดียวกันกับผู้ใช้โดยมีตรรกะการใช้งานที่เป็นธรรมชาติ ไม่ใช้ภาษาที่แปลกไปจากปรกติ

- ผู้ใช้สามารถควบคุมและใช้งานได้อย่างอิสระ (User Control and Freedom) ผู้ใช้มักจะใช้งานผิดพลาดจึงจำเป็นต้องมีทางออกให้เสมอสำหรับสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อผู้ใช้งานทำผิด สนับสนุนการลบล้าง (Undo) และทำซ้ำ (Redo)

- มีความสม่ำเสมอและเป็นมาตรฐาน (Consistency and Standards) ในทุก ๆ หน้าจอของการออกแบบ ผู้ใช้งานต้องไม่สับสนในเรื่องการจัดวางหรือขนาดของตัวหนังสือ ตัวระบบเองก็ควรจะมีชุดป้อนคำสั่งต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐาน

- การป้องกันความผิดพลาด (Error Prevention) ระบบควรจัดให้มีคำเตือนให้ระวังความผิดพลาดซึ่งเป็นสิ่งที่ดีที่จะช่วยป้องกันความผิดพลาด ระบบควรจะให้มีการตกลงใจซ้ำอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความแน่นอนของการตัดสินใจของผู้ใช้

- การรับรู้ได้ง่าย (Recognition rather than Recall) พยายามทำให้ผู้ใช้งานต้องใช้ความจำในการจดจำคำสั่งต่าง ๆ ในระบบให้น้อยที่สุด โดยการทำให้ส่วนประกอบหน้าจอ การออกคำสั่งปฏิบัติและส่วนตัวเลือกมีความชัดเจน วิธีการใช้งานต้องเข้าถึงได้ง่ายและรับรู้ได้ง่าย

- มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิผล (Flexibility and Efficiency of Use) มีความยืดหยุ่นสำหรับผู้ใช้งานหลากหลายกลุ่ม และมีประสิทธิผลในการทำงาน

- การออกแบบที่สวยงามและเรียบง่าย (Aesthetic and Minimalist Design) การนำเสนอเนื้อหาต้องไม่รวมเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือใช้อย่างน้อย ๆ เพื่อจะได้เน้นเนื้อหาที่เราต้องการสื่อสารอย่างเต็มที่

- ช่วยให้ผู้ใช้รับรู้ พิจารณาและกู้คืนข้อผิดพลาด (Help users recognize, diagnose, and recover from errors) ข้อความแสดงความผิดพลาดต้องปรากฏในแบบตัวอักษรธรรมดาไม่ใช่โค๊ดโปรแกรมที่เข้าใจยาก ระบุปัญหาและบอกวิธีแก้ไข ให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขได้เอง

- เอกสารและการช่วยเหลือ (Help and documentation) ถึงแม้จะคาดหวังไว้ว่าระบบที่ดีต้องทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยคู่มือการใช้ แต่อย่างไรก็ตามคู่มือก็ยังมีความจำเป็น ในคู่มือ

ต้องมีการแบ่งสารบัญข้อมูลที่ให้ต้องหาง่ายเจาะจงไปยังหน้าที่ต่าง ๆ มีการเรียงลำดับอย่างเป็นระบบ และไม่หนาจนเกินไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดการวิจัยอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีสารสนเทศ การวางแผนงานและการผลิตผักประกอบกัน กล่าวคือ เป็นการใช้เทคนิคการแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation) ที่เหมาะสม สามารถจำแนกและวิเคราะห์เงื่อนไขในการวางแผนและติดตาม มาประยุกต์ใช้ร่วมกับกระบวนการผลิตผัก โดยมีระบบสารสนเทศทำหน้าที่ช่วยสนับสนุนการประมวลผลกระบวนการในการผลิตต่าง ๆ การพัฒนาระบบสารสนเทศสนับสนุนการผลิตผักยึดบริบทในการดำเนินงานจริงของฟาร์มไฮโดรโปนิกส์เป็นแนวทางหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบ จากนั้นนำระบบดังกล่าวไปติดตั้งและทดสอบในหน่วยงานฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การทดสอบระบบใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตจริงและข้อมูลที่ประมวลผลจากระบบ นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของแผนการผลิตในด้านระยะเวลาปลูกและปริมาณผลผลิต นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อส่วนปฏิสัมพันธ์ของระบบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย โดยพิจารณาตามเกณฑ์และทฤษฎีอันสอดคล้องกับผลการศึกษาแบบแผนของข้อมูลในอดีตถึงปัจจุบัน

วิธีวิจัยและขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในระบบงานเดิม

การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในระบบงานเดิม ด้านกระบวนการผลิต เพื่อทราบถึงขั้นตอนการวางแผนต่าง ๆ ได้แก่ การตรวจสอบโต๊ะปลูก การเพาะปลูกผัก การตรวจสอบและเติมสารละลายธาตุอาหาร และการเก็บเกี่ยวผลผลิตของฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้วิธีการสังเกตการดำเนินงาน และสัมภาษณ์ผู้จัดการจากฟาร์มไฮโดรโปนิกส์หลาย ๆ แห่ง

3.1.2 การระบุปัญหาในระบบงานเดิม

การระบุปัญหาในระบบงานเดิม โดยทำการตีกรอบในรายละเอียดต่าง ๆ ของปัญหาให้สามารถเข้าใจและมองเห็นภาพรวม เพื่อที่จะสามารถกำหนดแนวทาง กระบวนการ และเทคนิคที่นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

โดยสามารถกำหนดขอบเขตของปัญหาโดยจำแนกเป็นข้อปัญหาได้ ดังนี้

- กระบวนการทำงานที่ดำเนินงานอยู่ในปัจจุบันของฟาร์มไฮโดรโปนิกส์พบว่า ยังบันทึกข้อมูลด้วยมือเป็นส่วนใหญ่ แม้ว่าจะมีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลบ้างก็ตาม แต่ไม่เป็นระบบ

- ไม่มีระบบจัดการข้อมูลที่ดี ข้อมูลไม่ได้ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล แต่บันทึกอยู่ในรูปแบบของไฟล์เอกสารและจัดเก็บแยกไว้หลายแฟ้มข้อมูล ทำให้ข้อมูลเกิดความซ้ำซ้อน การค้นคืนและการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ยาก

- ส่วนด้านการวางแผนผลิตผัก ผู้จัดการฟาร์มไม่สามารถวางแผนการดำเนินงานเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ทันที เนื่องจากต้องใช้เวลาในการค้นข้อมูลแผนงานเก่าที่มี ทำให้การตอบสนองลูกค้า ใช้เวลามากเกินความจำเป็น

- แผนที่ด้อยประสิทธิภาพ ส่งผลให้การปฏิบัติงานไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ทั้งในด้านคุณภาพ เวลาและปริมาณผลผลิต นอกจากนี้ยังเกิดความผิดพลาดอยู่บ่อยครั้งเกี่ยวกับการบันทึกการคำนวณน้ำหนักผลผลิต ต้นทุน และราคาขายที่ได้

- รายงานทางสารสนเทศที่จัดทำขึ้น มีข้อบกพร่องอยู่มาก ทำให้ขาดความน่าเชื่อถือและไม่สามารถนำเสนอสารสนเทศแก่ผู้บริหารได้อย่างทันท่วงที

3.1.3 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา รวมถึงทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อนำไปกำหนดกรอบทฤษฎีและแนวคิด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัยที่ถูกต้อง ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการแผนการผลิตเป็นหลัก ตลอดจนกำหนดวิธีการวิจัยที่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

3.1.4 ระบุปัญหา

ระบุปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับแนวทางการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการจัดการกับข้อมูลและสารสนเทศในการผลิต

3.1.5 กำหนดวิธีในการวิจัย

การกำหนดวิธีการวิจัยเป็นการกำหนดรูปแบบและวิธีดำเนินงานวิจัยที่สอดคล้องกับแนวทางในการแก้ไขปัญหา และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อ 3.2

3.2 วิธีวิจัย

การวิจัยถูกจำแนกออกเป็น 3 ส่วนอย่างสอดคล้อง เพื่อความชัดเจนด้านรูปแบบและวิธีดำเนินงานในแต่ละส่วน โดยทั้ง 3 ส่วนคือ ส่วนการศึกษาเทคนิคการวางแผนการผลิต ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ และส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ส่วนการศึกษาเทคนิคการวางแผนการผลิต

- ศึกษาขอบเขตและรายละเอียดของระบบการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ในปัจจุบัน รวมทั้งปัจจัยและตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดภายในระบบ
- กำหนดขอบเขตกระบวนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ แบ่งกระบวนการดำเนินงานออกเป็นส่วนย่อย โดยระบุเป็นข้อรายการเพื่อความชัดเจน
- ศึกษารายละเอียดด้านปัจจัยและตัวแปรที่มีแนวโน้มในการส่งผลให้กระบวนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ไร้ประสิทธิภาพ โดยระบุเป็นข้อรายการเพื่อความชัดเจน
- ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาในปัจจัยและตัวแปรที่ได้ระบุไว้ ตามขอบเขตด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการกระบวนการผลิตประกอบกัน
- เลือกเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาระบบตามแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการกระบวนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์อย่างสมเหตุสมผลกับสภาพความเป็นจริงในการปฏิบัติงานของฟาร์ม
- วิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบ เพื่อใช้ในการพัฒนา

3.2.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ

- ศึกษากระบวนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ในเชิงระบบและกระบวนการทำงาน เพื่อกำหนดกรอบและขอบเขตการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์
- ศึกษาขั้นตอนและวิธีการออกแบบและพัฒนาระบบที่ดี ให้ระบบมีมาตรฐาน และเกิดประสิทธิภาพมากที่สุดในการนำไปใช้
- วิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ตามขั้นตอนและกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาระบบอย่างถูกต้อง
- พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ ตามผลที่ได้จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อทดสอบความถูกต้องของระบบ

- ทดสอบการทำงานและการไหลเวียนของข้อมูล กระบวนการ และส่วนประกอบทั้งหมดในขอบเขตของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ เพื่อตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานของระบบให้เป็นไปอย่างถูกต้องตามกระบวนการ

- ทดสอบระบบในสถานการณ์จริง โดยใช้ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นกรณีศึกษา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตทั้งข้อมูลจริงและข้อมูลที่ระบบประมวลผลได้ ทั้งในด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกและปริมาณผลผลิต

- นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในสถานการณ์จริง มาวิเคราะห์ทั้งในด้านระยะเวลาเพาะปลูกและปริมาณผลผลิต เพื่อหาความคลาดเคลื่อนของระบบสารสนเทศ

- อภิปรายข้อมูลจากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน ชี้ให้เห็นถึงสาเหตุที่มาของความคลาดเคลื่อนในการประมวลผลของระบบ แนวทางการแก้ไขปัญหา และสรุปผล

3.2.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

- ศึกษาขั้นตอนและวิธีการประเมินระบบที่เกี่ยวข้องในปัจจุบันในขอบเขตของการพัฒนาระบบ

- จำแนกข้อประเด็นคำถามต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา โดยแยกเป็นข้อรายการที่ชัดเจนตามวัตถุประสงค์ เพื่อง่ายต่อการนำข้อคำถามไปวิเคราะห์

- สร้างแบบสอบถามจากประเด็นคำถามที่ได้จำแนกไว้ จากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้ไปประเมินประสิทธิภาพของแบบสอบถาม หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เพื่อหาค่าความแม่นยำของเครื่องมือ

- นำแบบสอบถามที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือ ไปเก็บข้อมูลจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง

- นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ในการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

- นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม มาปรับปรุงระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ให้เหมาะสมกับการดำเนินงาน

- อภิปรายข้อมูลจากการประเมินระบบ และสรุปผล

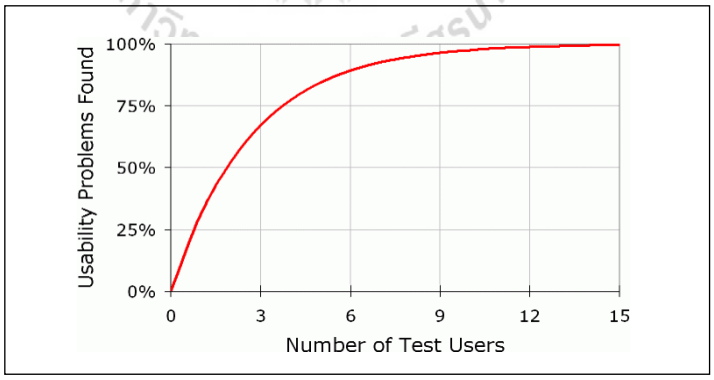
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 กลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาระบบ

ในงานวิจัยนี้แบ่งข้อมูลกลุ่มตัวอย่างในการใช้งานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับจำแนกและวิเคราะห์เงื่อนไข เพื่อใช้ในการประมวลผลของระบบ (ภาคผนวก จ) และส่วนที่สองคือ ข้อมูลที่ได้จากการนำระบบไปทดสอบแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลการเพาะปลูกเพื่อใช้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบ ข้อมูลทั้ง 2 ส่วนนี้เป็นแหล่งข้อมูลที่รวบรวมมาจากฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ต่าง ๆ ภายในจังหวัดนครราชสีมา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลผักสลัด 6 สายพันธุ์ ได้แก่ กรีนโอ๊ค (Green Oak), เรดโอ๊ค (Red Oak), บัตเตอร์เฮด (Butter Head), กรีน คอส (Green Cos), เรด คอส (Red Cos) และเรด คอรอล (Red Coral)

3.3.2 ประชากรในการประเมินระบบ

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการใช้งานได้ จากการศึกษาพบว่า จำนวนของผู้ทดสอบในการใช้งานได้เพียง 5 คน จะทดสอบประสิทธิภาพได้ 85% และถ้าผู้ทดสอบจำนวน 15 คน หรือมากกว่าจะเจอปัญหาทั้งหมดภายในระบบ แต่ปัญหาใหญ่ที่สุดจะถูกค้นพบได้ด้วยผู้ทดสอบเพียง 1-2 คน และผู้ทดสอบคนอื่น ๆ ที่เหลือจะเห็นด้วยกับปัญหาเหล่านั้นและพยายามค้นหาปัญหาอื่น ๆ ที่เล็กกว่านั้น โดยผู้ทดสอบ 2 คน จะเจอปัญหาครึ่งหนึ่งในระบบนั่นหมายความว่าการทดสอบไม่จำเป็นต้องแพร่กระจายกว้างขวางหรือว่าใช้ต้นทุนสูงถึงจะได้ผลลัพธ์ที่ดี (Nielsen, 2000)



ภาพที่ 3.1 จำนวนผู้ร่วมทดสอบที่ส่งผลต่ออัตราการค้นพบปัญหาภายในระบบ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ทดสอบระบบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตร จำนวน 4 ท่าน ทำการทดสอบระบบ รวมทั้งสิ้น 7 ท่าน โดยมีความเชื่อมั่น 90% ดังภาพที่ 3.1

3.4 ตัวแปรที่ทำการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้

3.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

คือ การนำระบบเข้ามาช่วยในการจัดการวางแผนการเพาะปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ได้แก่ ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก และฟาร์มไฮโดรโปนิกส์

3.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ประกอบด้วย 2 ตัวแปร ได้แก่

ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการวางแผนการดำเนินงาน วัดโดยการทดสอบระบบความถูกต้องของแผนงานที่ได้ โดยวิเคราะห์จากความคลาดเคลื่อนของแผนการดำเนินงาน

ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบวัดโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือเพื่อเก็บข้อมูลจากผู้ใช้ระบบ

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1) ฮาร์ดแวร์

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU Intel(R) Core(TM) 2 Duo CPU P8700 @ 2.53 GHz)
- หน่วยความจำหลัก (RAM 4.00 GB (3.00 GB Usable))
- หน่วยความจำรอง (HDD 320 GB)
- อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบไร้สาย (Wireless) เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

2) ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์วินโดว์เซเว่น (Microsoft Window 7 Professional)
- เว็บเซิร์ฟเวอร์ อาปาเช่ (Apache Web Server Version 2.2.8)
- เครื่องมือพัฒนาเว็บไซต์ อโดบี มาโครมีเดีย ดรีมเวพเวอร์ 8 (Adobe Macromedia Dreamweaver 8)
- ภาษาคอมพิวเตอร์พีเอชพี (PHP Version 2.5.10)
- ระบบฐานข้อมูลมายซีเควล (MySQL Database Version 5.0.51b)
- ระบบจัดการฐานข้อมูล พีเอชพีมายแอดมิน (phpMyAdmin Database Manager Version 2.10.3)

- โปรแกรมประยุกต์ด้านเอกสาร ไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ 2007 (Microsoft office 2007)

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

ระบบการประเมินผลโดยแบบสอบถามความพึงพอใจของส่วนติดต่อผู้ใช้โดยใช้ขั้นตอนการประเมินตามมาตรฐาน ISO/IEC 9126 ซึ่งเป็นพื้นฐานในการประเมินประกันคุณภาพซอฟต์แวร์ (ISO/IEC, 1991; Jeffries et al., 1991) มาตรฐาน ISO/IEC 9126 มีจุดมั่งหมายในการประเมินผลคุณภาพซอฟต์แวร์และกำหนดรูปแบบการประมวลผลและลักษณะงานที่มีคุณภาพ ดังนั้นแบบสอบถามเพื่อประเมินระบบมีจุดประสงค์เพื่อวัดระดับความพึงพอใจในภาพรวมของระบบในด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย ซึ่งแบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจในความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ระบบ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา อายุ ประสบการณ์การเพาะปลูก และการใช้งานระบบสารสนเทศ

- ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพของระบบ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย (Nielsen and Landauer, 1993)

- ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบ

แบบสอบถามนี้สามารถใช้ในการประเมินส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบในบางแง่มุมโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานความคิดเห็นของผู้ใช้ คำตอบของผู้ตอบแบบสอบถามจะถูกนำมาใช้ในการประเมินในระดับการตอบสนอง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าควรแบ่งระดับการวัดออกเป็น 4-7 ระดับ เพื่อตอบสนองความต่อเนื่องในการวัด (Mellenbergh, 2008) ดังนั้นในการศึกษาจึงสร้างแบบสอบถามให้มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยกำหนดเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง ไม่เหมาะสม
ระดับ 1 หมายถึง ไม่เหมาะสมมากที่สุด

เกณฑ์พิจารณาความพึงพอใจจากค่าคะแนนเฉลี่ยในแต่ละระดับชั้น ด้วยการคำนวณอันตรภาคชั้น ดังนี้

สูตรการคำนวณอันตรภาคชั้น = (คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด)/จำนวนอันตรภาคชั้น

= (5-1)/5

= 0.8

จากการคำนวณข้างต้นทำให้สามารถกำหนดระดับความพึงพอใจได้ดังนี้

ระดับ 4.21-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 3.41-4.20 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 1.81-2.60 หมายถึง ไม่เหมาะสม

ระดับ 1.00-1.80 หมายถึง ไม่เหมาะสมมากที่สุด

3.5.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบประเมิน

การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบประเมินเป็นการนำแบบสอบถามไปทดสอบหาความเที่ยงตรง (Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อยจำนวน 5 ท่านทำการประเมิน เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (ดูที่ภาคผนวก ค)

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6.1 ส่วนการพัฒนาระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบต้นแบบ ได้มาจากการศึกษาบริบทการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในระบบงานภายในกระบวนการผลิตผักไฮโดร-โปนิกส์ ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้จัดการและพนักงานและสังเกตการณ์การดำเนินงานภายในฟาร์ม และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.6.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกและน้ำหนักผลผลิตได้จากการนำระบบไปทดสอบในสถานการณ์จริงและเก็บรวบรวมข้อมูลภายในหน่วยงานฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2555 เพื่อเก็บข้อมูลการผลิตผัก 6 ชนิด ๆ

ละ 12 รอบปลูก ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค บัตตาเวีย บัตเตอร์เฮด คอส และเรดโครอล (ข้อมูลเปรียบเทียบสามารถดูได้จาก ภาคผนวก ก)

3.6.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบในงานวิจัยนี้ได้มาจากการให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบการใช้งานระบบสารสนเทศ จากนั้นประเมินความสามารถในแต่ละด้านของระบบ

3.7.การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 ส่วนของการพัฒนาระบบ

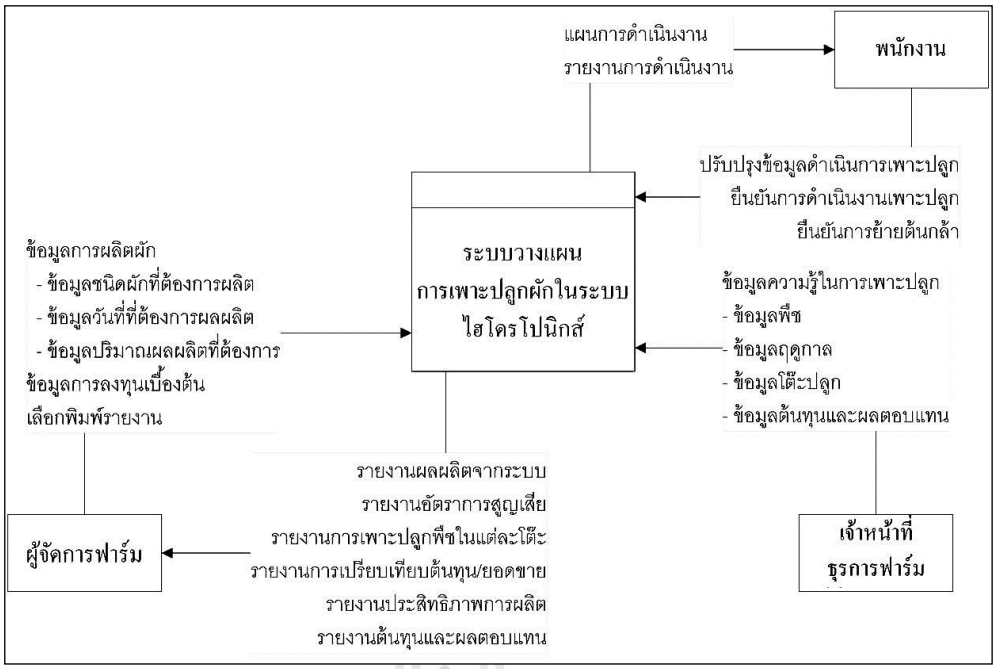
การวิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบ ใช้เทคนิคและเทคโนโลยีในการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่น ใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ในส่วนการทำงานของระบบเว็บและส่วนฐานข้อมูลใช้มายซีเควล (MySQL) ในการสร้างฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลและกฎในการทำงานต่าง ๆ สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ง่าย สะดวกต่อการจัดการข้อมูล และจัดเก็บเป็นระบบ (จรณิต แก้วกังวาล, 2536)

การวิเคราะห์ระบบงานใหม่ ในงานวิจัยนี้ตระหนักถึงการใช้งานระบบที่ใช้งานง่ายขึ้น รวดเร็ว การจัดเก็บข้อมูลต้องมีความรอบคอบรัดกุมด้านการวิเคราะห์เพื่อบริหารจัดการงานฟาร์ม โดยไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการบันทึก ซึ่งได้เน้นการจัดเก็บข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการฟาร์มไฮโดรโปนิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การประมวลผลรายงานที่มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นจะต้องดำเนินการจัดเก็บบันทึกข้อมูลที่ละเอียดเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มภาระแก่พนักงานฟาร์มในการบันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศของฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ ดังนั้นการวิเคราะห์และออกแบบระบบจึงเป็นส่วนที่สำคัญเพื่อการพัฒนาระบบและฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ สอดคล้องกับความต้องการ และง่ายต่อการใช้งาน

3.7.1.1 การวิเคราะห์การไหลเวียนของข้อมูล

โดยทำแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagrams: DFD) จากข้อมูลที่ได้รวบรวมมา เพื่อแสดงให้เห็นถึงทิศทางในการส่งผ่านข้อมูลในระบบ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องภายในระบบ

แผนภาพบริบท (Context Diagram) เป็นโครงสร้างแรกเริ่มในระบบงานที่ชี้ให้เห็นลักษณะงานและขอบเขตของระบบงาน



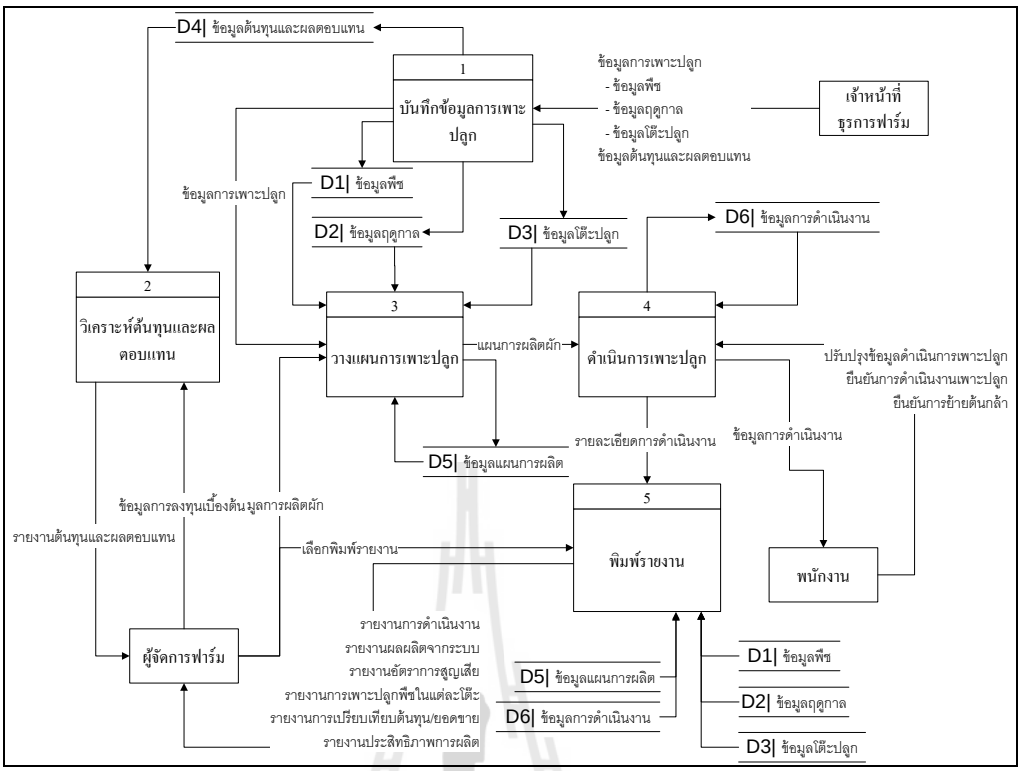
ภาพที่ 3.2 แผนภาพบริบทของระบบสารสนเทศสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์

แผนภาพบริบทของระบบสารสนเทศสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ แสดงกระบวนการต่าง ๆ ในแผนภาพกระแสข้อมูลของระบบว่า เอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นทิตี้ได้มีการนำเข้ากระแสข้อมูลอะไรเข้าไปในระบบ ในขณะเดียวกัน ระบบได้ส่งกระแสข้อมูลอะไรออกมาเพื่อส่งไปยังเอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นทิตี้ที่เกี่ยวข้อง โดยในระบบมีเอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นทิตี้ที่เกี่ยวข้องกับระบบคือ เจ้าหน้าที่ธุรการ ผู้จัดการฟาร์ม และพนักงาน ซึ่งสามารถสรุปหน้าที่และบทบาทของเอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นทิตี้ของระบบได้ ดังนี้

- เจ้าหน้าที่ธุรการฟาร์ม คือผู้จัดเก็บบันทึกข้อมูลสิทธิให้แก่ผู้ใช้ที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล และมีหน้าที่ในการบันทึกปรับปรุงข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ข้อมูลพืช ข้อมูลฤดูกาล ข้อมูลโต๊ะปลูก และข้อมูลต้นทุนต่าง ๆ

- ผู้จัดการฟาร์ม จะมีสิทธิในระดับผู้ใช้ระบบ สามารถเรียกดูรายงานข้อมูลการเพาะปลูก ได้แก่ รายงานผลผลิตจากระบบ รายงานอัตราการสูญเสีย รายงานการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะ รายงานการเปรียบเทียบต้นทุน/ยอดขาย รายงานประสิทธิภาพการผลิต รายงานต้นทุนและผลตอบแทน

- พนักงาน จะมีสิทธิในระดับผู้ใช้ระบบ โดยมีหน้าที่ในการปฏิบัติงานเพาะปลูกและอัพเดทสถานะในการปฏิบัติงานเพาะปลูกในแต่ละขั้นตอน รวมถึงการบันทึกข้อมูลสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการเพาะปลูก



ภาพที่ 3.3 แผนภาพระดับบนสุดแสดงการประมวลผลของแต่ละกระบวนการ

แผนภาพระดับบนสุด (Diagram 0) จะนำเสนอความต้องการเกี่ยวกับกระบวนการหลัก ๆ ของระบบเท่านั้น แต่ในบางครั้งยังมีความจำเป็นที่ต้องแบ่งกระบวนการย่อย ๆ ลงมาอีก เพื่อแสดงถึงขั้นตอนการประมวลผลในระดับรายละเอียด

แผนภาพที่ 1: บันทึกข้อมูลการเพาะปลูก

เป็นแผนภาพที่นำขั้นตอน “บันทึกข้อมูลการเพาะปลูก” มาแบ่งเป็นกระบวนการย่อยเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

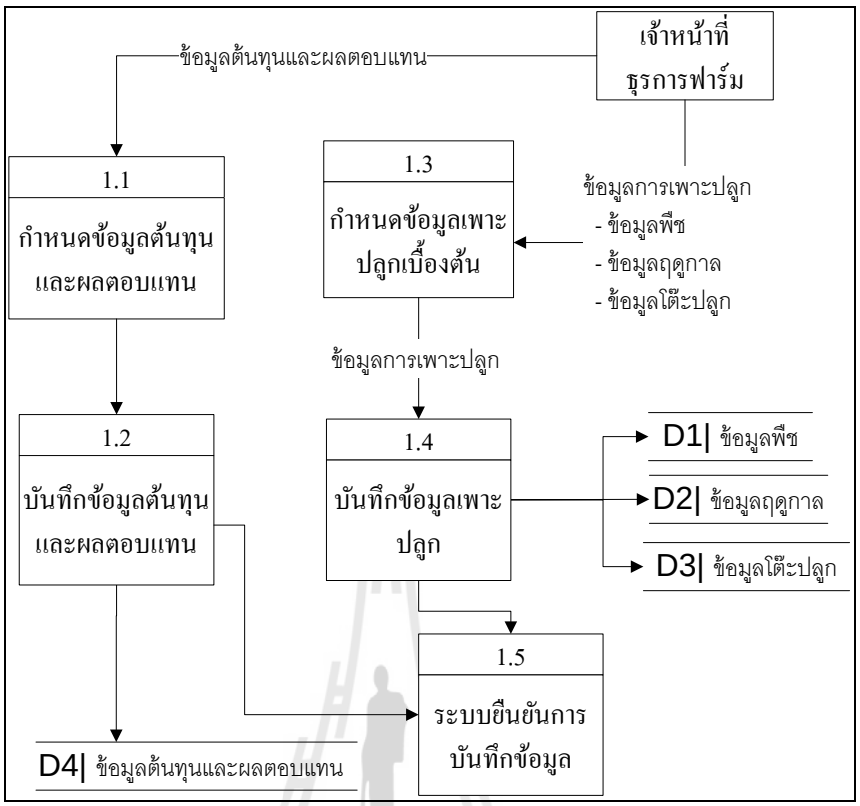
กระบวนการที่ 1.1 กำหนดข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทน

กระบวนการที่ 1.2 บันทึกข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทน

กระบวนการที่ 1.3 กำหนดข้อมูลเพาะปลูกเบื้องต้น

กระบวนการที่ 1.4 บันทึกข้อมูลเพาะปลูก

กระบวนการที่ 1.5 ระบบยืนยันการบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 3.4 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “บันทึกข้อมูลการเพาะปลูก”

กระบวนการในการบันทึกข้อมูลการเพาะปลูกที่เป็นความรู้ในระบบ มีผู้เกี่ยวข้องคือ เจ้าหน้าที่ธุรการฟาร์ม จะมีสิทธิในระดับผู้ดูแลระบบ โดยมีหน้าที่ในการรายงานเกี่ยวกับการปฏิบัติงานฟาร์ม การปลูกผัก การให้ธาตุอาหารแก่พืช ต้นทุนและรายได้ต่าง ๆ แล้วทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลเพื่อบันทึกข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล

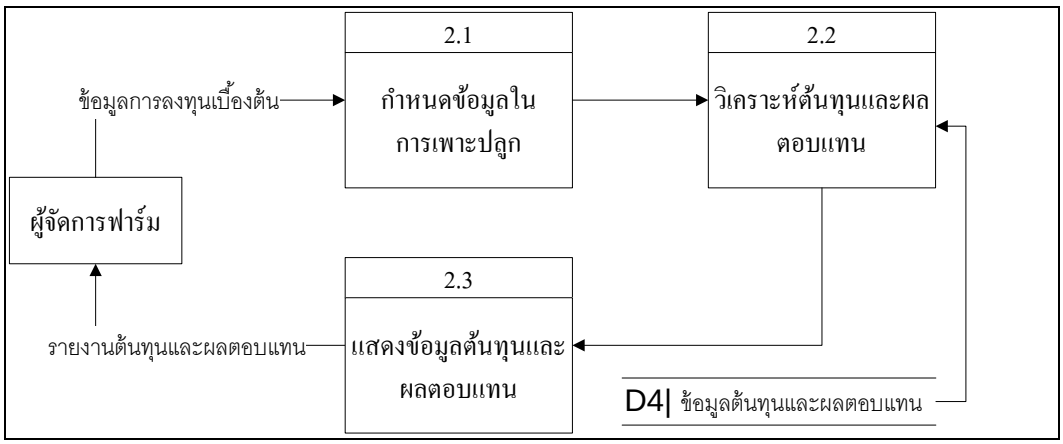
แผนภาพที่ 2 วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

เป็นแผนภาพที่นำขั้นตอน “วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน” มาแบ่งเป็นกระบวนการย่อยเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

กระบวนการที่ 2.1 กำหนดข้อมูลในการเพาะปลูก

กระบวนการที่ 2.2 วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

กระบวนการที่ 2.3 แสดงข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทน



ภาพที่ 3.5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน”

กระบวนการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเบื้องต้น มีผู้เกี่ยวข้องคือ ผู้จัดการฟาร์ม ระบบส่วนนี้มีฟังก์ชั่นคำนวณและแสดงรายงานข้อมูลต้นทุน ผลผลิต ราคาจำหน่าย การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน จุดคุ้มทุน เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน วิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน เพื่อใช้ตัดสินใจในการบริหารงานต่อไป

แผนภาพที่ 3 วางแผนการเพาะปลูก

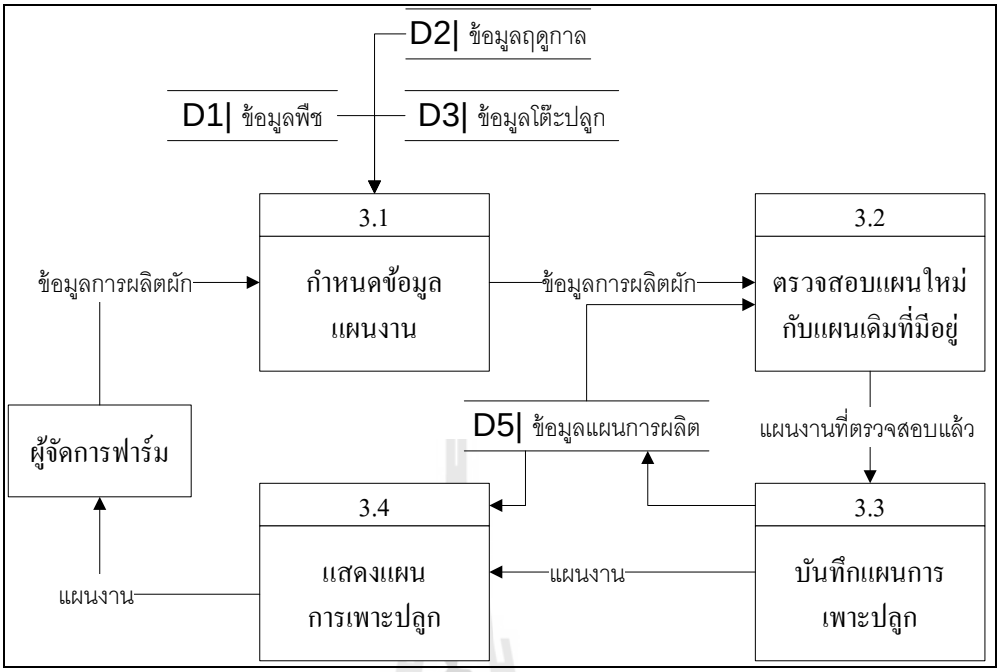
เป็นแผนภาพที่นำขั้นตอน “วางแผนการเพาะปลูก” มาแบ่งเป็นกระบวนการย่อยเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

กระบวนการที่ 3.1 กำหนดข้อมูลแผนงาน

กระบวนการที่ 3.2 ตรวจสอบแผนเดิมกับแผนใหม่ที่มีอยู่

กระบวนการที่ 3.3 บันทึกแผนการเพาะปลูก

กระบวนการที่ 3.4 แสดงแผนการเพาะปลูก



ภาพที่ 3.6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “วางแผนการเพาะปลูก”

กระบวนการวางแผนการเพาะปลูก มีผู้เกี่ยวข้องคือ ผู้จัดการฟาร์ม มีสิทธิในระดับผู้ใช้งานระบบ ผู้จัดการฟาร์มสามารถวางแผนได้จากส่วนนี้ ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลการวางแผนเดิม บันทึก และแสดงแผนงาน จึงช่วยลดระยะเวลา และลดความซ้ำซ้อนในการวางแผนการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนภาพที่ 4 ดำเนินการเพาะปลูก

เป็นแผนภาพที่นำขั้นตอน “ดำเนินการเพาะปลูก” มาแบ่งเป็นกระบวนการย่อยเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

กระบวนการที่ 4.1 แสดงรายการงานในปัจจุบัน

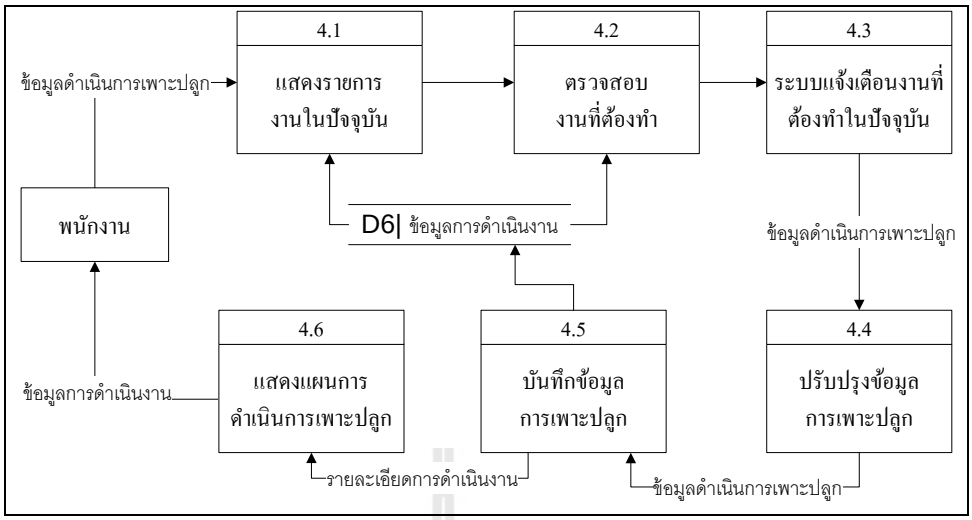
กระบวนการที่ 4.2 ตรวจสอบงานที่ต้องทำ

กระบวนการที่ 4.3 ระบบแจ้งเตือนงานที่ต้องทำในปัจจุบัน

กระบวนการที่ 4.4 ปรับปรุงข้อมูลการเพาะปลูก

กระบวนการที่ 4.5 บันทึกข้อมูลการเพาะปลูก

กระบวนการที่ 4.6 แสดงแผนการดำเนินการเพาะปลูก



ภาพที่ 3.7 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “ดำเนินการเพาะปลูก”

กระบวนการในการดำเนินการเพาะปลูก มีผู้เกี่ยวข้องคือ พนักงานฟาร์ม จะมีสิทธิในระดับผู้ใช้งานระบบ พนักงานสามารถจัดการการผลิตผักในแต่ละกระบวนการผลิต ได้แก่ การเพาะเมล็ด การย้ายต้นกล้า การย้ายต้นกล้าขึ้นโต๊ะปลูก การเก็บเกี่ยว และสามารถปรับปรุงสถานะในการดำเนินงานปัจจุบันได้

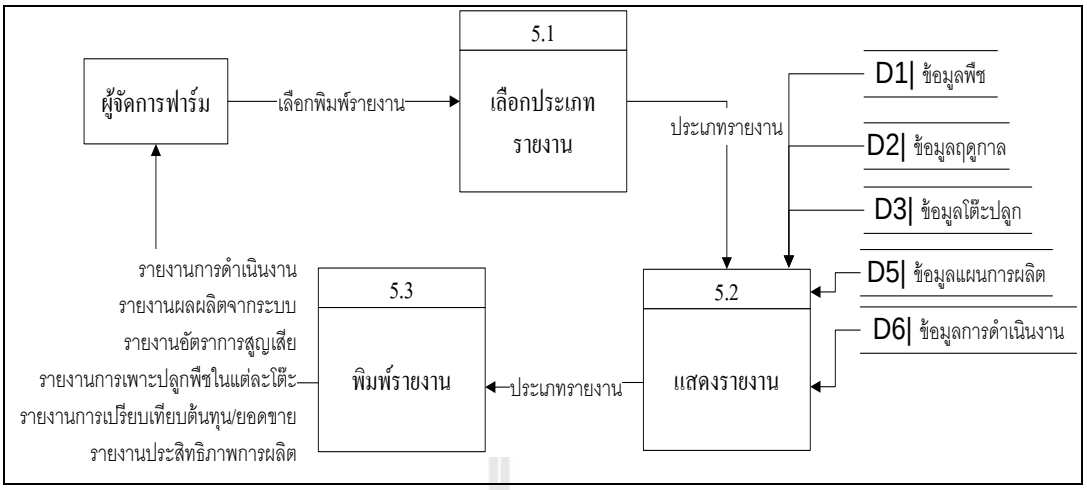
แผนภาพที่ 5 พิมพ์รายงาน

เป็นแผนภาพที่นำขั้นตอน “พิมพ์รายงาน” มาแบ่งเป็นกระบวนการย่อยเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

กระบวนการที่ 5.1 เลือกประเภทรายงาน

กระบวนการที่ 5.2 แสดงรายงาน

กระบวนการที่ 5.3 พิมพ์รายงาน



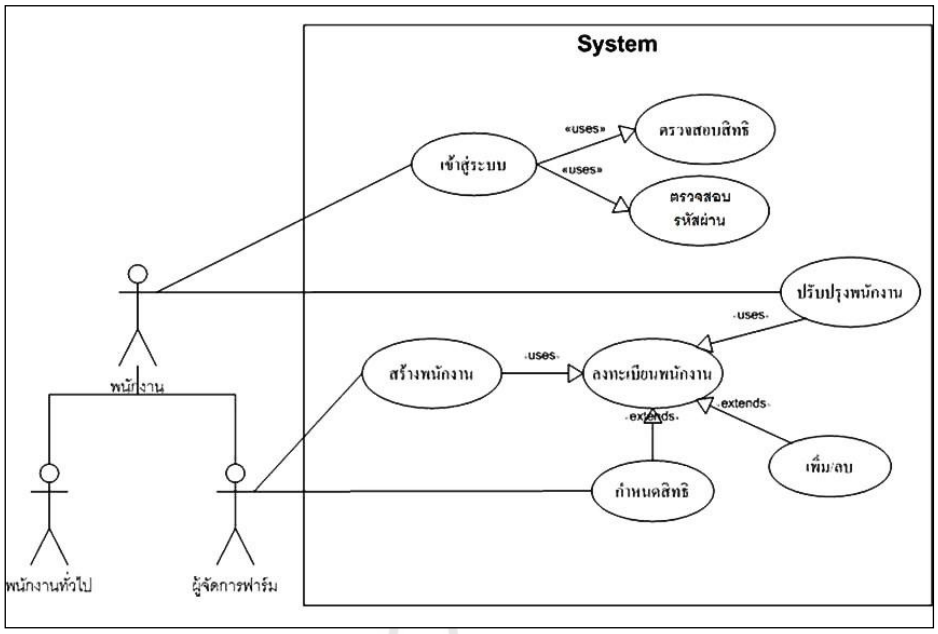
ภาพที่ 3.8 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ “พิมพ์รายงาน”

กระบวนการพิมพ์รายงาน มีผู้เกี่ยวข้องคือ ผู้จัดการฟาร์ม จะมีสิทธิในระดับผู้ใช้งานระบบ ผู้จัดการฟาร์มสามารถเลือกดูข้อมูลรายงานต่าง ๆ ได้แก่ รายงานการดำเนินงาน รายงานผลผลิตจากระบบ รายงานอัตราการสูญเสีย รายงานการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะ รายงานเปรียบเทียบต้นทุน/ยอดขาย รายงานประสิทธิภาพการผลิต

3.7.1.2 แผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

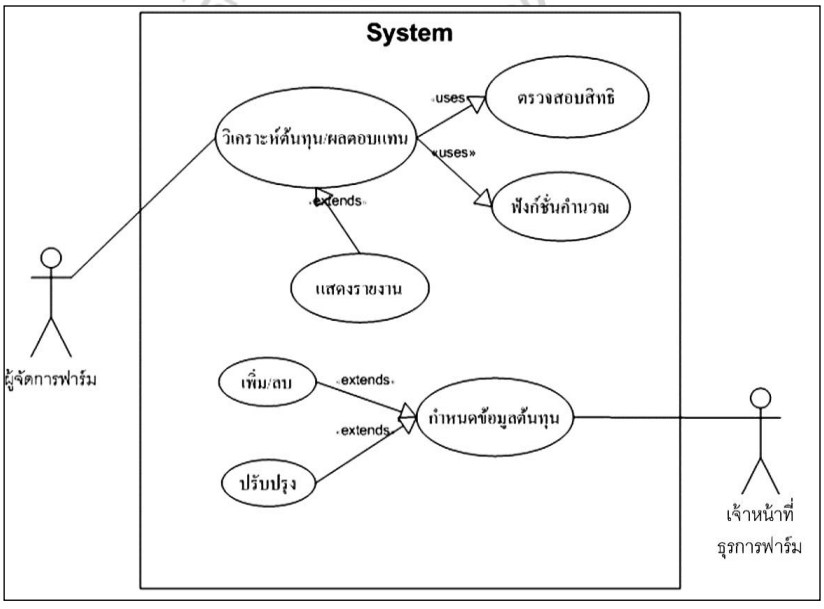
ขั้นตอนการพัฒนาระบบสามารถใช้แผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้อธิบายเรื่องราวการทำงานทั้งหมดของระบบว่ามีการทำงานอะไร ใครเป็นผู้เกี่ยวข้องในส่วนงานนี้

ในส่วนการเข้าใช้ระบบผู้จัดการฟาร์มมีหน้าที่ในการจัดการข้อมูลพนักงานฟาร์มทุกคน โดยสามารถสร้างและลบข้อมูลพนักงานได้จากระบบการลงทะเบียนพนักงาน และสามารถกำหนดสิทธิในการเข้าใช้งานระบบ รวมถึงการกำหนดสิทธิในการเข้าถึงและจัดการข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ดังภาพที่ 3.9



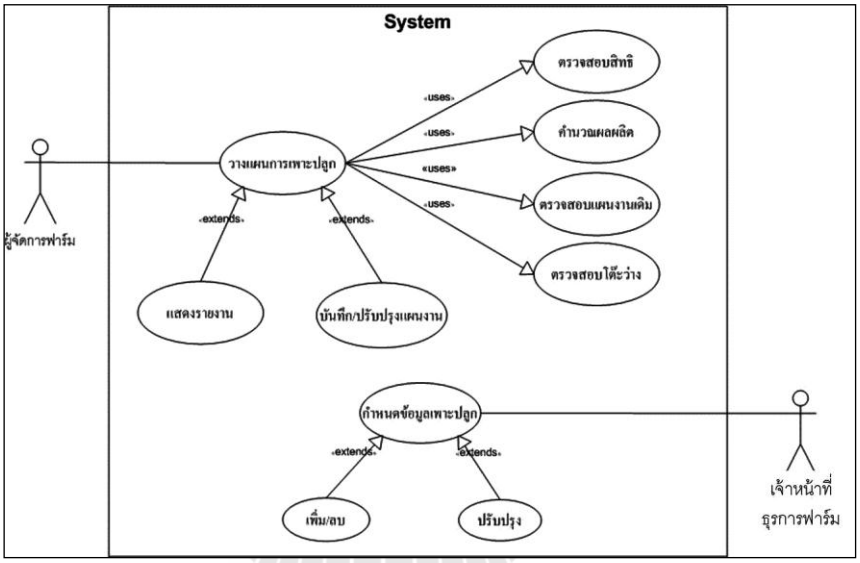
ภาพที่ 3.9 แผนภาพยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์การเข้าใช้ระบบ

การทำงานของส่วนวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ระบบมีส่วนการตรวจสอบสิทธิการเข้าใช้งาน การทำงานของระบบจะวิเคราะห์ข้อมูลจากฟังก์ชั่นการคำนวณที่สร้างไว้ในระบบ และแสดงในรูปแบบรายงาน และส่วนนี้เจ้าหน้าที่ธุรการฟาร์มมีหน้าที่ในการจัดการข้อมูลต้นทุนสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ดังภาพที่ 3.10



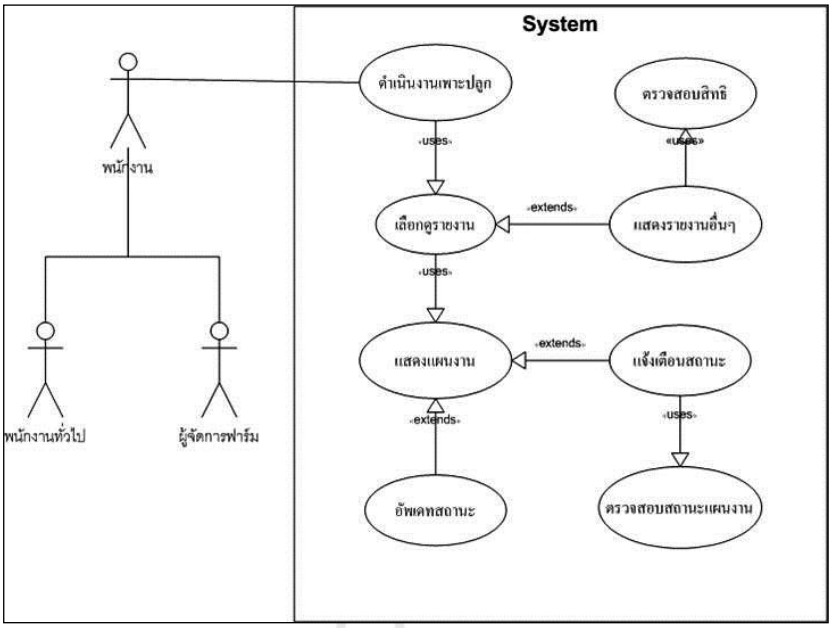
ภาพที่ 3.10 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ส่วนวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

การทำงานของระบบวางแผนการเพาะปลูก เริ่มจากผู้ใช้เข้าใช้งานส่วนวางแผนการเพาะปลูก ผู้ใช้ต้องมีรหัสผ่านสำหรับเข้าใช้งานระบบ ระบบจะทำการตรวจสอบรหัสผ่านและสิทธิในการเข้าใช้งาน ว่าสามารถเข้าถึงระบบในส่วนนี้ได้หรือไม่ เมื่อเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้สามารถกรอกข้อมูลแผนงานเพาะปลูก ระบบจะทำการคำนวณน้ำหนักผลผลิตและราคาโดยอัตโนมัติ จากนั้นบันทึกข้อมูล ระบบจะทำการตรวจสอบแผนงานเดิมและช่วงเวลาที่โต๊ะปลูกว่างเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน ส่วนเจ้าหน้าที่ธุรการฟาร์มจะทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลในการเพาะปลูกที่นำมาใช้ในการวางแผน ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ส่วนวางแผนการเพาะปลูก

การดำเนินงานเพาะปลูก ในส่วนนี้พนักงานทั่วไปมีสิทธิเทียบเท่ากับผู้จัดการฟาร์ม คือสามารถเข้ามาปรับปรุงข้อมูลแผนงาน หรืออัพเดทสถานะในการเพาะปลูกในแต่ละโต๊ะ โดยระบบสามารถแจ้งเตือนสถานะในการดำเนินงาน ส่วนรายงานบางประเภทมีการตรวจสอบสิทธิ พนักงานทั่วไปมีสิทธิเข้าถึงรายงานได้เฉพาะบางส่วน ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ในการดำเนินงานเพาะปลูก

3.7.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการวางแผนด้วยระบบกับการดำเนินงานจริง ผลการทดสอบหลังจากพัฒนาและปรับปรุงระบบจนเกิดความสมบูรณ์ จากนั้นจึงนำไปติดตั้งและทดสอบใช้งาน โดยนำข้อมูลในการเพาะปลูกจริงมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ระบบวางแผน เพื่อวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนในการประมวลผลของระบบ ทั้งในด้านระยะเวลาในการเพาะปลูก และปริมาณผลผลิต

3.7.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมให้ผู้ใช้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจทั้งปลายปิดและปลายเปิดจากการทดลองใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ และข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต โดยวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละส่วน ดังนี้

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ (Frequencies) การหาค่าสัดส่วนหรือร้อยละ (Percentage)

- ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

- ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต วิเคราะห์โดยใช้การบรรยายสรุปประเด็นจากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

งานวิจัย การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

โดยเก็บรวมรวมข้อมูลและศึกษาปัญหาในฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ สามารถระบุปัญหาในการวิจัยตามที่กล่าวไว้ในวิธีดำเนินการวิจัย และเพื่อความชัดเจนของการอภิปรายผลการวิจัย จึงได้แบ่งการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

4.1 ส่วนของการพัฒนาระบบ

4.2 การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ

4.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

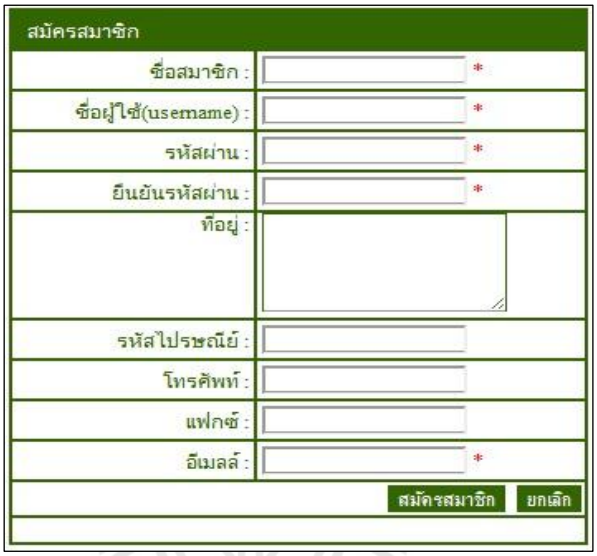
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1 ส่วนของการพัฒนาระบบเว็บ

ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย 5 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ส่วนติดต่อผู้ใช้ ส่วนประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน ส่วนวางแผนการผลิตผัก ส่วนรายงาน และส่วนฐานข้อมูล

4.1.1 ส่วนติดต่อผู้ใช้

1) การลงทะเบียนผู้ใช้ ใช้สำหรับสมัครสมาชิกในระบบ โดยให้กรอกข้อมูลที่จำเป็นของผู้ใช้ ได้แก่ ชื่อสมาชิก ที่อยู่ รหัสไปรษณีย์ โทรศัพท์ แฟกซ์ อีเมลล์ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน



ภาพที่ 4.1 หน้าจอการลงทะเบียนผู้ใช้

คุณสมบัติของหน้าจอการลงทะเบียนผู้ใช้

- บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ใช้ ลงในฐานข้อมูล
- ตรวจสอบและบันทึกรหัสผ่านลงในฐานข้อมูลสำหรับผู้ใช้ที่เข้าใช้งานระบบ

2) การระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ สำหรับล็อกอินเข้าสู่ระบบ ในส่วนนี้จะมีการติดต่อกับฐานข้อมูล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในการเข้าสู่ระบบผู้ใช้

ภาพที่ 4.2 หน้าจอการระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ

คุณสมบัติของหน้าจอการระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน

- สำหรับลงชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ
- ตรวจสอบรายชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านจากในฐานข้อมูล

3) การแก้ไขข้อมูลและรหัสผ่าน ใช้สำหรับปรับปรุงหรือปรับปรุงข้อมูลของผู้ใช้และผู้ใช้สามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้ที่หน้าจอนี้

ภาพที่ 4.3 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลผู้ใช้

หน้าจอสำหรับเปลี่ยนรหัสผ่านดังภาพที่ 4.4 จะให้รหัสผ่านเก่าในการยืนยันตัวตนเพื่อเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่

ภาพที่ 4.4 หน้าจอสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่าน

คุณสมบัติของหน้าจอการแก้ไขข้อมูลและรหัสผ่าน

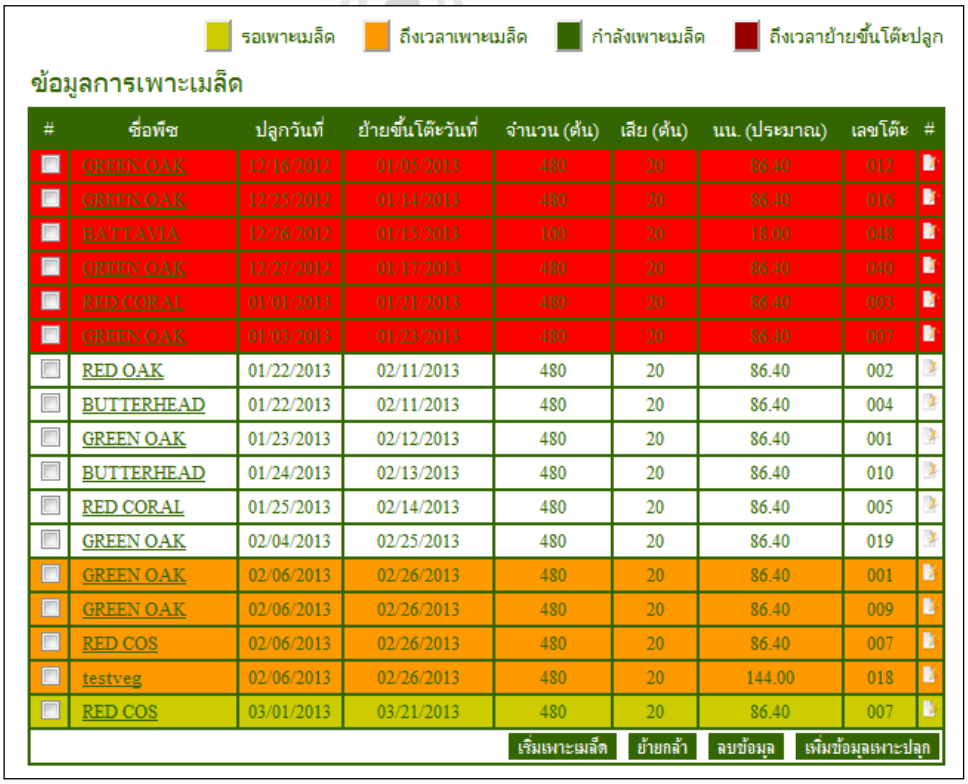
- ตรวจสอบชื่อผู้ใช้และปรับปรุงข้อมูลส่วนต่าง ๆ ของผู้ใช้ ในฐานข้อมูล
- ตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านลงในฐานข้อมูล

4.1.2 ส่วนวางแผนการผลิตผัก

เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ระบบวางแผนการผลิตผักได้ออกแบบ 2 ส่วน ได้แก่ การวางแผนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ และการแสดงโต๊ะปลูกที่ใช้ในการดำเนินงาน มีรายละเอียด ดังนี้

1) การวางแผนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

หน้าจอแสดงรายการเพาะปลูกพืช เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลในการเพาะปลูกตั้งแต่เมล็ดจนเป็นต้นกล้า โดยใช้ระยะเวลาเพาะปลูกประมาณ 3 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 4.5



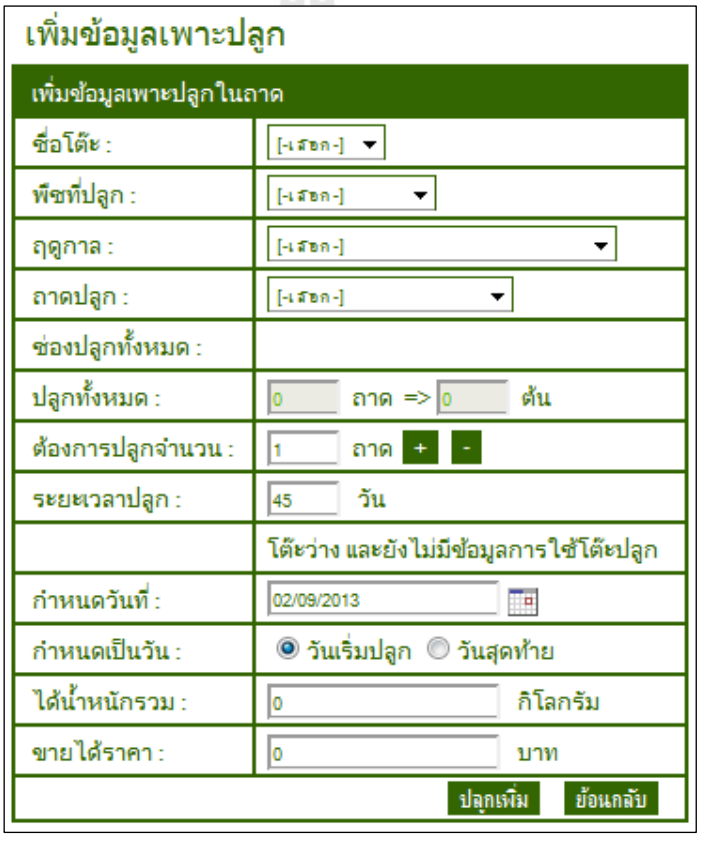
#	ชื่อพืช	ปลูกวันที่	ย้ายขึ้นโต๊ะวันที่	จำนวน (ต้น)	เลีย (ต้น)	นน. (ประมาณ)	เลขโต๊ะ	#
	GREEN OAK	12/16/2012	01/05/2013	480	20	86.40	012	
	GREEN OAK	12/25/2012	01/14/2013	480	20	86.40	016	
	BATTAVIA	12/26/2012	01/15/2013	100	20	18.00	048	
	GREEN OAK	12/27/2012	01/17/2013	480	20	86.40	040	
	RED CORAL	01/01/2013	01/21/2013	480	20	86.40	003	
	GREEN OAK	01/03/2013	01/23/2013	480	20	86.40	007	
	RED OAK	01/22/2013	02/11/2013	480	20	86.40	002	
	BUTTERHEAD	01/22/2013	02/11/2013	480	20	86.40	004	
	GREEN OAK	01/23/2013	02/12/2013	480	20	86.40	001	
	BUTTERHEAD	01/24/2013	02/13/2013	480	20	86.40	010	
	RED CORAL	01/25/2013	02/14/2013	480	20	86.40	005	
	GREEN OAK	02/04/2013	02/25/2013	480	20	86.40	019	
	GREEN OAK	02/06/2013	02/26/2013	480	20	86.40	001	
	GREEN OAK	02/06/2013	02/26/2013	480	20	86.40	009	
	RED COS	02/06/2013	02/26/2013	480	20	86.40	007	
	testveg	02/06/2013	02/26/2013	480	20	144.00	018	
	RED COS	03/01/2013	03/21/2013	480	20	86.40	007	

ภาพที่ 4.5 รายการเพาะปลูกพืช

คุณสมบัติของหน้าจอสำหรับการวางแผนแบบง่าย

- สามารถปรับปรุงสถานะข้อมูลการเพาะปลูก ได้แก่ เริ่มเพาะเมล็ด และย้ายกล้า รวมถึงการแก้ไขและลบข้อมูล
- สามารถแจ้งเตือนเมื่อถึงวันเพาะเมล็ด และแจ้งเตือนเมื่อถึงวันย้ายต้นกล้า
- สามารถจำแนกสีของแต่ละสถานะได้โดย สีเขียว หมายถึง มีแผนงานและกำลังรอวันเริ่มเพาะ สีส้ม หมายถึง ถึงเวลาเริ่มเพาะปลูก สีขาว หมายถึง กำลังเพาะปลูก ส่วนสีแดง หมายถึง ถึงเวลาย้ายขึ้นโต๊ะปลูก

หน้าจอสำหรับการวางแผน เมื่อต้องการเพิ่มข้อมูลเพาะปลูก ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อมูลได้จากหน้าจอในภาพที่ 4.6



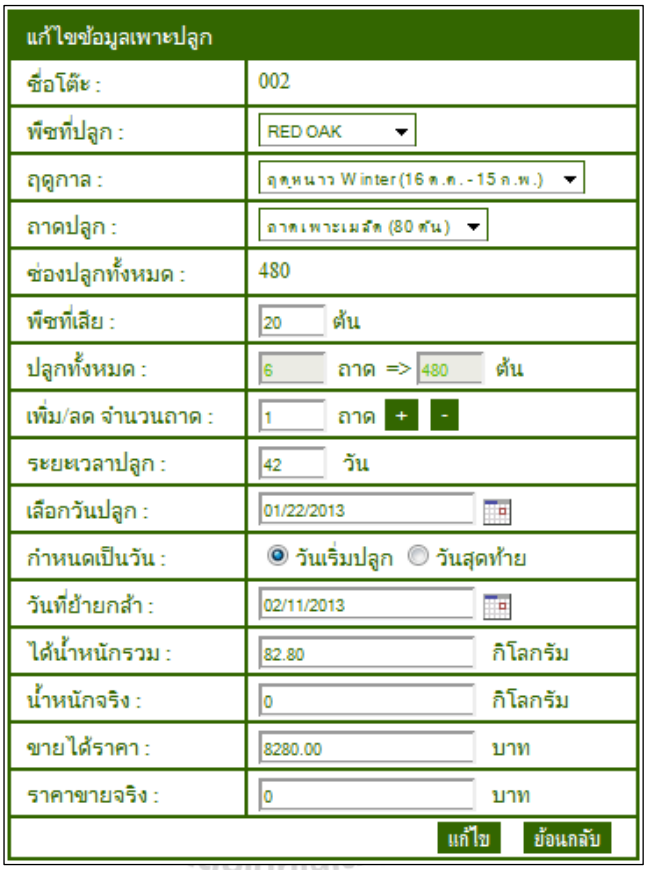
ภาพที่ 4.6 หน้าจอสำหรับการวางแผน

คุณสมบัติของหน้าจอสำหรับการวางแผน

- สามารถวางแผนการดำเนินงานได้ครั้งละ 1 แผนงาน
- ระบบสามารถคำนวณข้อมูล น้ำหนักรวม และราคาขายแบบอัตโนมัติ

- ตรวจสอบวันเวลาในฐานข้อมูล และแจ้งข้อมูลแก่ผู้ใช้ถึงแผนล่าสุดที่มีอยู่ในโต๊ะที่ผู้ใช้เลือก เพื่อป้องกันความซ้ำซ้อนกับแผนงานเดิมที่มีอยู่

หน้าจอสำหรับแก้ไขแผนการ สำหรับการปรับปรุงข้อมูลแผนงานที่ได้วางไว้ ซึ่งส่วนปฏิสัมพันธ์มีลักษณะคล้ายกับส่วนเพิ่มข้อมูลแผนงาน ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลแผนการเพาะปลูก

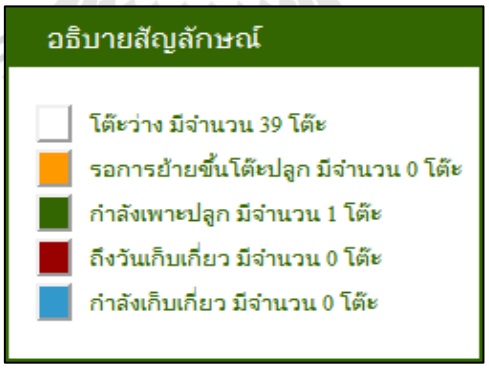
คุณสมบัติของหน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลแผนการเพาะปลูก

- สามารถแก้ไขแผนการดำเนินงานได้ครั้งละ 1 แผนงาน
- ระบบสามารถคำนวณข้อมูลแบบอัตโนมัติ
- สามารถเก็บข้อมูลน้ำหนักจริงและราคาขายจริง เพื่อใช้ในการวางแผนครั้งต่อไป ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- ตรวจสอบวันเวลาในฐานข้อมูล และแจ้งข้อมูลแก่ผู้ใช้ถึงแผนล่าสุดที่มีอยู่ในโต๊ะที่ผู้ใช้เลือก เพื่อป้องกันความซ้ำซ้อนกับแผนงานเดิมที่มีอยู่

2) การแสดงโต๊ะปลูกที่ใช้ในการดำเนินงาน

แสดงผลโต๊ะปลูกเป็นรูปสี่เหลี่ยม หมายถึง โต๊ะแต่ละโต๊ะที่มี ส่วนหมายเลขแสดงถึงหมายเลขโต๊ะปลูก ในแต่ละโต๊ะสามารถแสดงสถานะต่าง ๆ ได้ 5 สถานะ ได้แก่ สีขาว หมายถึง โต๊ะปลูกที่ว่างและยังไม่มีแผน สีส้ม หมายถึง มีข้อมูลในการย้ายผักขึ้นโต๊ะแต่ยังไม่ได้ดำเนินการ สีเขียว หมายถึง ย้ายผักขึ้นโต๊ะปลูกแล้ว และกำลังดำเนินการเพาะปลูกอยู่ สีฟ้า หมายถึง โต๊ะที่อยู่ในช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว และสีแดง หมายถึง การแจ้งเตือนของระบบว่ามีโต๊ะใดบ้างที่ถึงระยะเวลาในการเพาะปลูกหรือถึงระยะเวลาในเก็บเกี่ยว ดังแสดงในภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.8 ส่วนแสดงสถานะโต๊ะปลูกแต่ละโต๊ะ



ภาพที่ 4.9 ส่วนอธิบายสถานะและจำนวนในการใช้โต๊ะ

คุณสมบัติหน้าจอการแสดงโต๊ะปลูกที่ใช้ในการดำเนินงาน

- ผู้ใช้สามารถติดตามสถานะในการดำเนินงานในแต่ละโต๊ะได้จากส่วนนี้
- สามารถแจ้งเตือนเมื่อมีข้อมูลการย้ายผักขึ้นโต๊ะปลูกเข้ามา และแจ้งเตือนอีกครั้งเมื่อถึงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวได้
- ผู้ใช้สามารถปรับปรุงข้อมูลและสถานะในการเพาะปลูกในแต่ละโต๊ะได้

4.1.3 ส่วนประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน

การพิจารณากำไรหรือขาดทุนในแง่เศรษฐศาสตร์จะแตกต่างจากการพิจารณาทางบัญชี กล่าวคือ ในทางบัญชีจะพิจารณาเปรียบเทียบรายได้และค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนที่ได้รับหรือจ่ายเป็นตัวเงินเท่านั้น แต่ในทางเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาโดยรวมถึงรายได้และค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่ได้เป็นตัวเงินด้วย สำหรับค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนส่วนที่ไม่ได้จ่ายเป็นตัวเงินนี้ก็คือส่วนที่เรียกกันว่า “ค่าเสียโอกาส (Opportunity cost)” ซึ่งก็หมายถึงค่าเสียโอกาสจากการนำปัจจัยการผลิตต่าง ๆ (คือ ที่ดิน แรงงาน ทุน และผู้ประกอบการ) ที่มีอยู่ มาผลิตสินค้านี้แทนที่จะไปลงทุนทำอย่างอื่น

จากหลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนที่กล่าวมา จะนำมาใช้กับการวิเคราะห์หาต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT โดยสมมุติข้อมูลตัวอย่างจากการปลูกผักสลัดในพื้นที่ 1 ไร่ ในตัวอย่างนี้การผลิตผักมีต้นทุนไร่ละ 2,312,792.05 บาท เป็นต้นทุนผันแปร 1,153,102.05 บาท และต้นทุนคงที่ 1,159,690 บาท มีรายละเอียด ดังนี้

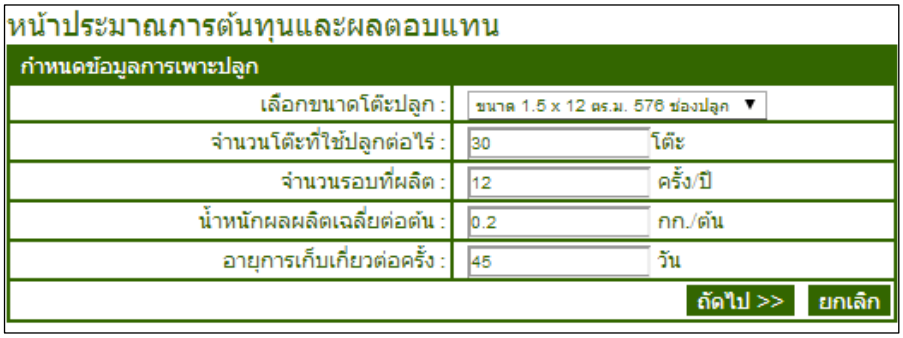
- ต้นทุนผันแปร แบ่งเป็น ค่าแรงงาน คิดเป็นค่าแรงงานประจำ (ผู้จัดการฟาร์ม) 28,000 บาท 1 ปี คิดเป็น 336,000 บาท และค่าแรงงานชั่วคราว พนักงาน 2 คน คนละ 8,000 บาท 1 ปี คิดเป็น 192,000 บาท ค่าวัสดุ 246,155.42 บาท และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ 346,646 บาท

- ต้นทุนคงที่ แบ่งเป็น ค่าเสื่อมราคา 32,300 บาท ค่าใช้ที่ดิน 19,690 บาท ค่าโต๊ะปลูก 40,000 บาท มี 30 โต๊ะ 1,140,000 บาท

และในพื้นที่ 1 ไร่ จะปลูก 30 โต๊ะ ๆ ละ 576 ต้น โดยจะผลิตได้จำนวน 12 ครั้งต่อปี จะได้ผลผลิตรวม 207,360 ต้นต่อไร่ต่อปี ถ้าผักมีน้ำหนักเฉลี่ยต้นละ 200 กรัม จะได้ผลผลิตเท่ากับ 41,472 กิโลกรัมต่อปี

1) ข้อมูลต้นทุน ผลผลิต และราคาจำหน่าย

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน จากภาพที่ 4.10 เป็นการแสดงการนำเข้าโดยใช้ข้อมูลตัวอย่างของการปลูกผักสลัดในพื้นที่ 1 ไร่ จากตัวอย่างนี้ทำให้ผู้ใช้ทราบว่าการผลิตผักสลัดมีต้นทุนไร่ละเท่าไร ต้นทุนแปรผันเท่าไร ต้นทุนคงที่เท่าไร ในพื้นที่ 1 ไร่ จะปลูกกี่โต๊ะ จะผลิตจำนวนกี่ครั้งต่อปี จะได้ผลผลิตกี่ต้นต่อไร่ และหากคิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ยต้นละ 200 กรัม จะได้ผลผลิตเท่ากับกี่กิโลกรัมต่อปี



ภาพที่ 4.10 หน้าจอสำหรับใส่ข้อมูลในการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน

คุณสมบัติหน้าจอการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน

- คำนวณต้นทุนและผลตอบแทนจากข้อมูลนำเข้า
- แสดงตารางย่อย 5 ตาราง เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ก่อนการลงทุน

รายการ	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม(บาท)
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1. ค่าแรงงาน			
1.1.1. ค่าแรงงานประจำ	336,000.00	0.00	336,000.00
1.1.2. ค่าแรงงานชั่วคราว	192,000.00	0.00	192,000.00
1.2. ค่าวัสดุ			
1.2.1. ค่าถ้วยปลูก	39,191.04	0.00	39,191.04
1.2.2. ค่าเพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์	53,652.38	0.00	53,652.38
1.2.3. ค่าปุ๋ยเคมี	72,576.00	0.00	72,576.00
1.2.4. ค่าน้ำ	20,736.00	0.00	20,736.00
1.2.5. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60,000.00	0.00	60,000.00
1.3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			
1.3.1. ค่าอุปกรณ์การเกษตร	78,000.00	0.00	78,000.00
1.3.2. ค่าซ่อมอุปกรณ์การเกษตร	10,000.00	0.00	10,000.00
1.3.3. ค่าดอกเบี้ย (15%)	244,246.63	14,400.00	258,646.63
2. ต้นทุนคงที่			
2.1. ค่าเสื่อมราคา			
2.1.1. ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร	0.00	32,300.00	32,300.00
2.2. ค่าใช้ที่ดิน			
2.2.1. ค่าเช่าที่ดิน	10,000.00	0.00	10,000.00
2.2.1. ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (15%)	0.00	9,690.00	9,690.00
2.3. ค่าโต๊ะปลูก	1,140,000.00	0.00	1,140,000.00
3. รวมต้นทุนทั้งหมด	2,256,402.05	56,390.00	2,312,792.05

ภาพที่ 4.11หน้าจอข้อมูลต้นทุน ผลผลิต และราคาจำหน่าย

ข้อมูลประมาณการเบื้องต้น	
1. ผลผลิตต่อโต๊ะต่อครั้ง	576.00
2. จำนวนโต๊ะที่ใช้ปลูกต่อไร่	30.00
3. จำนวนรอบที่ผลิต (ครั้ง/ปี)	12.00
4. น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น (กก./ต้น)	0.20
5. ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ต้น/ไร่/ปี)	207,360.00
6. น้ำหนักผลผลิตรวม (กก./ปี/ไร่)	41,472.00
7. อายุการเก็บเกี่ยวต่อครั้ง (วัน)	45.00

ภาพที่ 4.12 ข้อมูลประมาณการเบื้องต้น

2) การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน

จากข้อมูลในตารางในภาพที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.12 เมื่อนำมาวิเคราะห์เบื้องต้นดังแสดงในภาพที่ 4.13 จะช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงต้นทุนการผลิตทั้งหมด เป็นต้นทุนผันแปรร้อยละเท่าไร ต้นทุนคงที่ร้อยละเท่าไร

รายการ	รวม(บาท)	ร้อยละ
1. ต้นทุนผันแปร		
1.1. ค่าแรงงาน		
1.1.1. ค่าแรงงานประจำ	336,000.00	14.53
1.1.2. ค่าแรงงานชั่วคราว	192,000.00	8.30
1.2. ค่าวัสดุ		
1.2.1. ค่าถ้วยปลูก	39,191.04	1.69
1.2.2. ค่าเพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์	53,652.38	2.32
1.2.3. ค่าปุ๋ยเคมี	72,576.00	3.14
1.2.4. ค่าน้ำ	20,736.00	0.90
1.2.5. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60,000.00	2.59
1.3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		
1.3.1. ค่าอุปกรณ์การเกษตร	78,000.00	3.37
1.3.2. ค่าซ่อมอุปกรณ์การเกษตร	10,000.00	0.43
1.3.3. ค่าดอกเบี้ย (15%)	258,646.63	11.18
2. ต้นทุนคงที่		
2.1. ค่าเสื่อมราคา		
2.1.1. ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร	32,300.00	1.40
2.2. ค่าใช้ที่ดิน		
2.2.1. ค่าเช่าที่ดิน	10,000.00	0.43
2.2.1. ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (15%)	9,690.00	0.42
2.3. ค่าโต๊ะปลูก	1,140,000.00	49.29
3. รวมต้นทุนทั้งหมด	2,312,792.05	100

ภาพที่ 4.13 หน้าจอการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน

3) เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน

จากภาพที่ 4.14 แสดงให้เห็นต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน ในที่นี้เปรียบเทียบราคาจำหน่ายผลผลิตที่กิโลกรัมละ 65 และ 90 บาท โดยระบบสามารถนำเข้าข้อมูลราคาจำหน่ายเพื่อเปรียบเทียบราคาได้ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบรายได้ และทราบถึงผลตอบแทนสุทธิจากการผลิตต่อปี

ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกผักสลัดโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT
เปรียบเทียบกรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 65 และ 90 บาท (บาท/ไร่)

รายการ	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 90 บาท	ผลต่าง
1. ต้นทุนผันแปร	1,982,957.47	1,982,957.47	0.00
2. ต้นทุนคงที่	94,290.00	94,290.00	0.00
3. รวมต้นทุนทั้งหมด	2,312,792.05	2,312,792.05	0.00
4. น้ำหนักผลผลิตรวม (กก./ปี/ไร่)	41,472.00	41,472.00	0.00
5. ต้นทุนทั้งหมดต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	55.77	55.77	0.00
6. ต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	47.81	47.81	0
7. ราคาผลผลิตที่จำหน่ายได้ (บาท/กก.)	65.00	90.00	25.00
8. รายได้จากการผลิต (บาท/ไร่/ปี)	2,695,680.00	3,732,480.00	1,036,800.00
9. ผลตอบแทนสุทธิจากการผลิตต่อปี (บาท/ไร่/ปี)	382,887.95	1,419,687.95	-382886.95

ภาพที่ 4.14 หน้าจอเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน

4) การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ

แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนเปรียบเทียบต่าง ๆ 2 กรณี คือ ในกรณีที่จำหน่ายผลผลิตราคากิโลกรัมละ 65 และ 90 บาท ได้แก่

- การวิเคราะห์รายได้และค่าใช้จ่าย ได้แก่ อัตราส่วนต้นทุนผันแปรต่อรายได้รวม อัตราส่วนต้นทุนคงที่ต่อรายได้รวม อัตราส่วนต้นทุนรวมต่อรายได้รวม และอัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อรายได้รวม
- การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนทางการเงิน ได้แก่ อัตราผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนรวม อัตราส่วนกำไรส่วนเกินต่อต้นทุนรวม
- การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ได้แก่ ราคาคุ้มทุน ปริมาณผลผลิตคุ้มทุน

รายการ	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 90 บาท	ผลต่าง
1. ราคาที่เกษตรกรจำหน่ายได้ (บาท/กก.)	65.00	90.00	25.00
2. ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่)	41,472.00	41,472.00	0.00
3. รายได้จากการจำหน่าย (บาท/ไร่/ปี)	2,695,680.00	3,732,480.00	1,036,800.00
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน			
4. ต้นทุนผันแปร	1,982,957.47	1,982,957.47	0.00
5. ต้นทุนคงที่	94,290.00	94,290.00	0.00
6. ต้นทุนรวม	2,312,792.05	2,312,792.05	0.00
7. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท)	382,887.95	1,419,687.95	1,036,800.00
8. กำไรส่วนเกิน (บาท)	712,722.53	1,749,522.53	1,036,800.00
การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ			
9. การวิเคราะห์อัตราส่วนรายได้และค่าใช้จ่าย			
9.1. อัตราส่วนต้นทุนผันแปรต่อรายได้รวม (%)	73.56	53.13	-20.43
9.2. อัตราส่วนต้นทุนคงที่ต่อรายได้รวม	3.50	2.53	-0.97
9.3. อัตราส่วนต้นทุนรวมต่อรายได้รวม	85.8	61.96	-23.84
9.4. อัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อรายได้รวม	14.20	38.04	23.84
10. การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนทางการเงิน			
10.1. อัตราส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อต้นทุนรวม	16.56	61.38	44.82
10.2. อัตราส่วนกำไรส่วนเกินต่อต้นทุนรวม	30.82	75.65	44.83
11. การวิเคาะห์จุดคุ้มทุน			
11.1. ราคาคุ้มทุน (บาท/กก.)	55.77	55.77	0.00
11.2. ปริมาณผลิตคุ้มทุน (กก./ไร่)	35,581.42	25,697.69	9,883.73

ภาพที่ 4.15 หน้าจอการวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน

จากภาพที่ 4.16 และ 4.17 สมมติให้จำหน่ายผลผลิตในราคากิโลกรัมละ 65 และ 90 บาท ตามลำดับ จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี

กรณีแรก เมื่อต้นทุนการผลิตและผลผลิตต่อไร่เปลี่ยนแปลงไป การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนในที่นี้จะสมมติให้ต้นทุนการผลิตและผลผลิตต่อไร่เปลี่ยนแปลงไป 4 ระดับ คือ เมื่อต้นทุนการผลิต (Total Cost หรือ TC) และผลผลิต (Yield หรือ Y) ลดลงจากที่เป็นอยู่ร้อยละ 10 และ 20 (-10%, -20%) หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และ 20 (+10%, +20 %) การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ราคาปัจจัยการผลิต สภาพภูมิอากาศ โรคแมลง การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวหรือก่อนจำหน่าย เป็นต้น

จากภาพที่ 4.16 และภาพที่ 4.17 ในส่วนของตารางด้านบนแสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นทุนการผลิต/ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป โดยเพิ่มลดครั้งละ 10 เปอร์เซ็นต์จะมีผลกระทบต่อผลตอบแทนที่ได้อย่างไรบ้าง

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน จากการผลิตผักในระบบ NFT
เมื่อต้นทุนและผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท

	TC20%	TC10%	TC	TC-10%	TC-20%
Y 20	459,465.54	690,744.75	922,023.95	1,153,303.16	1,384,582.36
Y 10	189,897.54	421,176.75	652,455.95	883,735.16	1,115,014.36
Y 0	-79,670.46	151,608.75	382,887.95	614,167.16	845,446.36
Y -10	-349,238.46	-117,959.25	113,319.95	344,599.16	575,878.36
Y -20	-618,806.46	-387,527.25	-156,248.05	75,031.16	306,310.36

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน จากการผลิตผักในระบบ NFT
เมื่อต้นทุนและผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 90 บาท

	TC20%	TC10%	TC	TC-10%	TC-20%
Y 20	1,703,625.54	1,934,904.75	2,166,183.95	2,397,463.16	2,628,742.36
Y 10	1,330,377.54	1,561,656.75	1,792,935.95	2,024,215.16	2,255,494.36
Y 0	957,129.54	1,188,408.75	1,419,687.95	1,650,967.16	1,882,246.36
Y -10	583,881.54	815,160.75	1,046,439.95	1,277,719.16	1,508,998.36
Y -20	210,633.54	441,912.75	673,191.95	904,471.16	1,135,750.36

ภาพที่ 4.16 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนในกรณีที่ราคาผักเปลี่ยนแปลงไป เมื่อราคากิโลกรัมละ 65 บาท และ 90 บาท

กรณีที่สอง เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป ภาพที่ 4.16 และ 4.17 ในส่วนของรูปตารางที่แสดงด้านล่าง แสดงให้เห็นว่าถ้าราคาผักเปลี่ยนแปลงไปช่วงละ 5 บาท ผลตอบแทนจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จากตัวอย่างในภาพที่ 4.16 ตารางด้านล่าง จะเห็นว่าเมื่อราคาผลผลิตลดลงไป 5 บาท คือ จากราคา 65 บาท ไปเป็น 60 บาท จะทำให้ผลตอบแทนสุทธิลดลงเหลือ 175,527.95 บาท แต่ถ้าราคาผลผลิตลดลงไป 10 บาท คือ จากราคา 65 บาท ไปเป็น 55 บาทจะทำให้ขาดทุน 31,832.05 บาท ดังนั้นผู้ใช้จึงสามารถทราบได้ว่าไม่ควรขายราคาต่ำกว่ากิโลกรัมละ 55 บาท อันเป็นราคาคุ้มทุน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลตอบแทนจากการปลูกผักสลัดในระบบ NFT
เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท

ต้นทุนรวม (บาท)	ผลผลิต (กก./ไร่/ปี)	ราคา (บาท/กก.)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)
2,312,792.05	41,472.00	50.00	-239,192.05
2,312,792.05	41,472.00	55.00	-31,832.05
2,312,792.05	41,472.00	60.00	175,527.95
2,312,792.05	41,472.00	65.00	382,887.95
2,312,792.05	41,472.00	70.00	590,247.95
2,312,792.05	41,472.00	75.00	797,607.95
2,312,792.05	41,472.00	80.00	1,004,967.95

ผลตอบแทนจากการปลูกผักสลัดในระบบ NFT
เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 90 บาท

ต้นทุนรวม (บาท)	ผลผลิต (กก./ไร่/ปี)	ราคา (บาท/กก.)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)
2,312,792.05	41,472.00	75.00	797,607.95
2,312,792.05	41,472.00	80.00	1,004,967.95
2,312,792.05	41,472.00	85.00	1,212,327.95
2,312,792.05	41,472.00	90.00	1,419,687.95
2,312,792.05	41,472.00	95.00	1,627,047.95
2,312,792.05	41,472.00	100.00	1,834,407.95
2,312,792.05	41,472.00	105.00	2,041,767.95

ภาพที่ 4.17 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนในกรณีที่ราคาผักเปลี่ยนแปลงไป เมื่อราคากิโลกรัมละ 60 บาท และ 90 บาท

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน ช่วยให้ทราบถึงศักยภาพในการผลิตของตนว่าเป็นอย่างไรควรจะลดหรือเพิ่มเติมส่วนไหน เพื่อใช้เป็นแนวทางลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยนำไปเปรียบเทียบกับฟาร์มอื่น ๆ จะทำให้ทราบว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้ต้นทุนและผลตอบแทนของตนเองสูงหรือต่ำกว่าผู้ผลิตรายอื่น

4.1.4 ส่วนรายงาน

1) รายงานการดำเนินงาน แบ่งการแสดงข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นข้อมูลการเพาะต้นกล้า และส่วนที่สองเป็นข้อมูลการเพาะปลูกพืชที่นำขึ้นโต๊ะปลูกแล้ว โดยทั้งสองส่วนแสดงรายละเอียด ได้แก่ แต่ละโต๊ะปลูกมีการเพาะปลูกผักชนิดใดบ้าง เริ่มปลูกวันที่เท่าไร สามารถ

เก็บเกี่ยวได้ในเมื่อไร ปลูกจำนวนกี่ต้น ได้น้ำหนักประมาณเท่าไร และกำลังอยู่ในสถานะอะไรในการเพาะปลูก

การเพาะปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ประจำวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2013

ข้อมูลการเพาะต้นกล้า

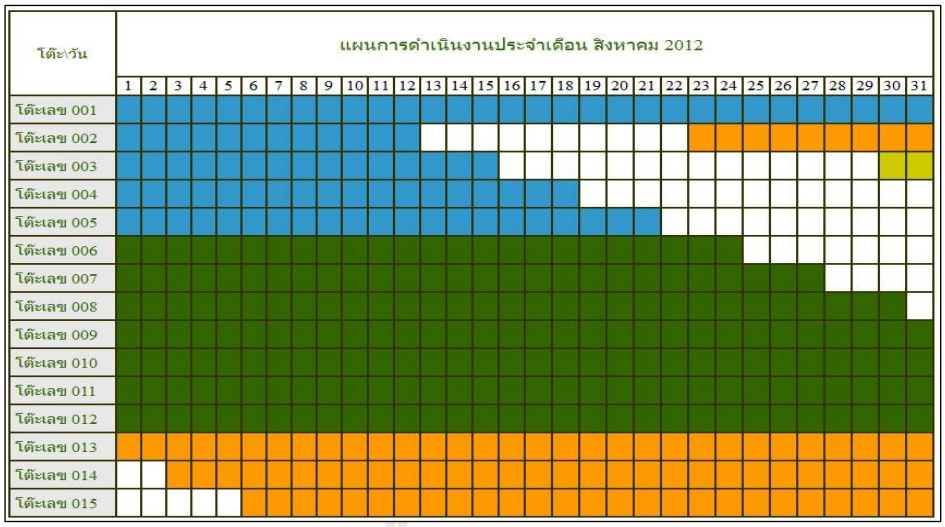
โต๊ะ	ชนิดผัก	วันที่ปลูก	วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวน(ต้น)	น่าหนัก (กก.)	สถานะ
001	GREEN OAK	06 กุมภาพันธ์ 2013	19 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
005	RED CORAL	25 มกราคม 2013	07 มีนาคม 2013	480 ต้น	82.80 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
007	RED COS	06 กุมภาพันธ์ 2013	19 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
007	RED COS	01 มีนาคม 2013	11 เมษายน 2013	480 ต้น	86.40 กก.	รอวันเริ่มเพาะปลูก
009	GREEN OAK	06 กุมภาพันธ์ 2013	19 มีนาคม 2013	480 ต้น	82.80 กก.	ถึงวันเพาะเมล็ด
018	testveg	06 กุมภาพันธ์ 2013	05 มีนาคม 2013	480 ต้น	144.00 กก.	ถึงวันเพาะเมล็ด
019	GREEN OAK	04 กุมภาพันธ์ 2013	15 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า

ข้อมูลผักในโต๊ะ

โต๊ะ	ชนิดผัก	วันที่ปลูก	วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวน(ต้น)	น่าหนัก (กก.)	สถานะ
001	GREEN OAK	23 มกราคม 2013	05 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะปลูก
002	RED OAK	22 มกราคม 2013	04 มีนาคม 2013	480 ต้น	82.80 กก.	กำลังเพาะปลูก
004	BUTTERHEAD	22 มกราคม 2013	02 มีนาคม 2013	480 ต้น	69.00 กก.	กำลังเพาะปลูก
010	BUTTERHEAD	24 มกราคม 2013	04 มีนาคม 2013	480 ต้น	69.00 กก.	กำลังเพาะปลูก

ภาพที่ 4.18 แสดงตัวอย่างรายงานการดำเนินงาน

2) แผนการดำเนินงาน แสดงข้อมูลการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะปลูก ระบบสามารถแสดงแผนการผลิตทั้งหมดของแต่ละโต๊ะปลูกได้ โดยผู้ใช้สามารถเลือกแสดงแผนการดำเนินงานในรูปแบบรายเดือนและรายปี โดยในแต่ละแผนการดำเนินงานแต่ละโต๊ะปลูกระบบสามารถแสดงสถานะที่กำลังดำเนินงานอยู่แยกเป็นสีต่าง ๆ 6 สถานะ ตามช่วงเวลาในการดำเนินงานดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ การแสดงผลลักษณะนี้ช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงการดำเนินงานที่เกิดขึ้นในแต่ละโต๊ะ ทั้งแผนที่กำลังดำเนินอยู่และแผนที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต



ภาพที่ 4.19 หน้าจอแผนการดำเนินงาน

3) รายงานผลผลิต แสดงรายงานการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละโต๊ะ และช่วงเวลาตามที่ผู้ใช้เลือก โดยข้อมูลจะแสดงเป็นชนิดผักที่เก็บเกี่ยว วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวนต้น และน้ำหนักผลผลิตที่ได้จริง

ภาพที่ 4.20 รายงานผลผลิต

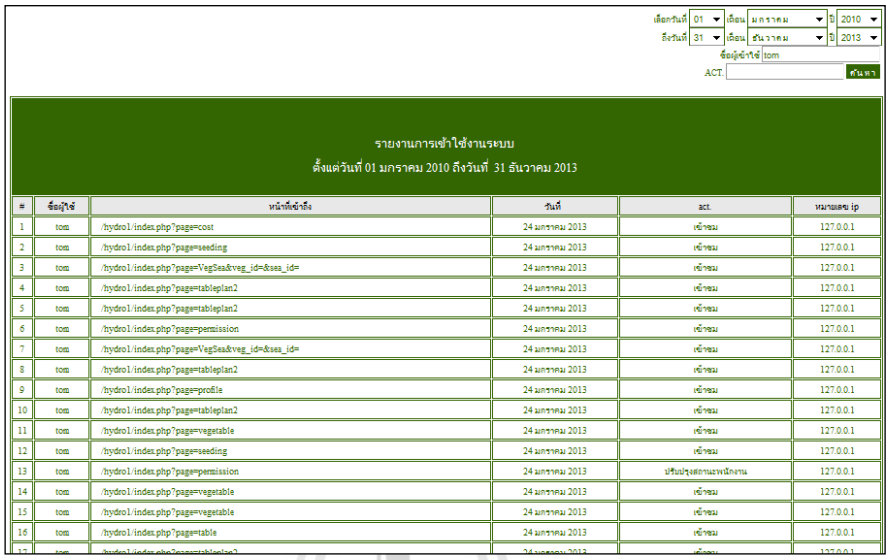
4) รายงานอัตราการสูญเสีย แสดงอัตราการสูญเสียในการเพาะปลูก ในเดือนและปีที่ผู้ใช้ต้องการทราบโดยรายงานจะบอกถึงพืชที่ปลูก ปลูกในโต๊ะปลูกใด มีผักเสียกี่ต้น จากพืชที่ปลูกทั้งหมดกี่ต้น คิดเป็นร้อยละเท่าไรในรอบการปลูก นอกจากนี้ยังแสดงสรุปอัตราการสูญเสียของพืชทั้งหมดที่ปลูกในแต่ละเดือนให้ทราบ

ภาพที่ 4.21 รายงานอัตราการสูญเสีย

5) รายงานการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะ แสดงรายการการเพาะปลูกพืชในโต๊ะที่ผู้ใช้ต้องการทราบ แบ่งแสดงหน้าละ 5 รายการ ในแต่ละรายการบอกถึงวันเริ่มปลูก วันที่เก็บเกี่ยว ชนิดของผัก จำนวนที่ปลูก อัตราการสูญเสีย ผลผลิต (กิโลกรัม) ต้นทุนในการปลูก ผลกำไร

ภาพที่ 4.22 รายงานการเพาะปลูกพืช

6) รายงานเข้าใช้งานระบบ แสดงถึงข้อมูลการเข้าใช้งานส่วนต่าง ๆ ของระบบ ว่ามีผู้ใดบ้างที่เข้ามาใช้งานระบบ ทำให้สามารถทราบได้ว่าเข้ามาทำอะไร ที่ส่วนใด เมื่อเวลาใด นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการสำหรับตรวจสอบการดำเนินการรับทราบข้อมูลจากระยะไกลเมื่อมีการปรับปรุงข้อมูลผักที่ผลิต

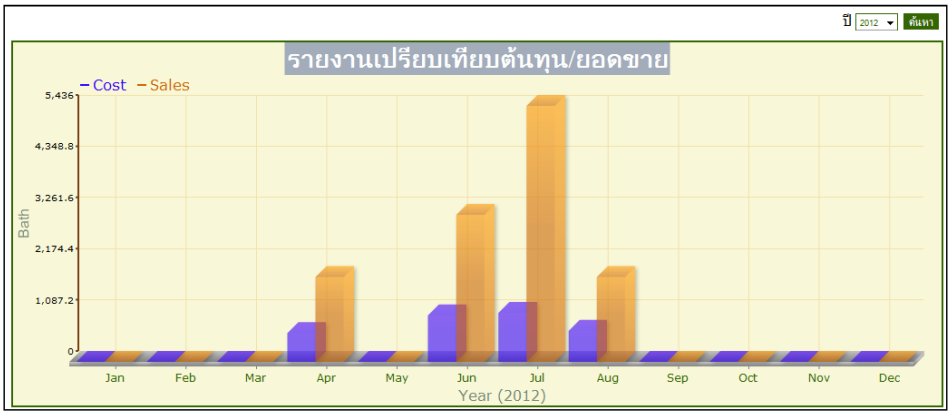


รายงานการเข้าใช้งานระบบ
ตั้งแต่วันที่ 01 มกราคม 2010 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2013

#	ชื่อผู้ใช้	หน้าที่เข้าถึง	วันที่	act.	หมายเลข ip
1	tom	/hydro1/index.php?page=cost	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
2	tom	/hydro1/index.php?page=seeding	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
3	tom	/hydro1/index.php?page=VegSea&veg_id=&sea_id=	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
4	tom	/hydro1/index.php?page=tableplan2	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
5	tom	/hydro1/index.php?page=tableplan2	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
6	tom	/hydro1/index.php?page=permission	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
7	tom	/hydro1/index.php?page=VegSea&veg_id=&sea_id=	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
8	tom	/hydro1/index.php?page=tableplan2	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
9	tom	/hydro1/index.php?page=profile	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
10	tom	/hydro1/index.php?page=tableplan2	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
11	tom	/hydro1/index.php?page=vegetable	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
12	tom	/hydro1/index.php?page=seeding	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
13	tom	/hydro1/index.php?page=permission	24 มกราคม 2013	ปรับปรุงสถานะพนักงาน	127.0.0.1
14	tom	/hydro1/index.php?page=vegetable	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
15	tom	/hydro1/index.php?page=vegetable	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1
16	tom	/hydro1/index.php?page=table	24 มกราคม 2013	เข้าชม	127.0.0.1

ภาพที่ 4.23 รายงานการเข้าใช้งานระบบ

7) กราฟรายงานเปรียบเทียบต้นทุนและยอดขาย ระบบสามารถแสดงกราฟข้อมูลเกี่ยวกับรายงานเปรียบเทียบต้นทุนและยอดขาย โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนเงินสูงสุด โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลาในแต่ละเดือน ซึ่งสามารถเลือกแสดงผลในรูปแบบรายปี เส้นกราฟแท่งสีม่วงจะแสดงถึงต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละเดือน ส่วนกราฟแท่งสีส้มจะแสดงถึงยอดขายทั้งหมดในแต่ละเดือน



ภาพที่ 4.24 กราฟรายงานเปรียบเทียบต้นทุน/ยอดขาย

คุณสมบัติกราฟรายงานเปรียบเทียบต้นทุนและยอดขาย

- สามารถแสดงผลในแบบรายปี
- สามารถผลเปรียบเทียบข้อมูลต้นทุนและยอดขายในรูปแบบกราฟแท่ง

8) รายงานการใช้ช่องปลูก ระบบสามารถแสดงกราฟข้อมูลเกี่ยวกับใช้ช่องปลูก โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนช่องปลูกทั้งหมดที่ใช้ในการดำเนินงาน ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลา ซึ่งสามารถเลือกแสดงผลในรูปแบบรายสัปดาห์ รายไตรมาส และรายเดือน ส่วนเส้นกราฟจะแสดงจำนวนช่องปลูกทั้งหมดที่มีการใช้งานอยู่ในแต่ละช่วงเวลา

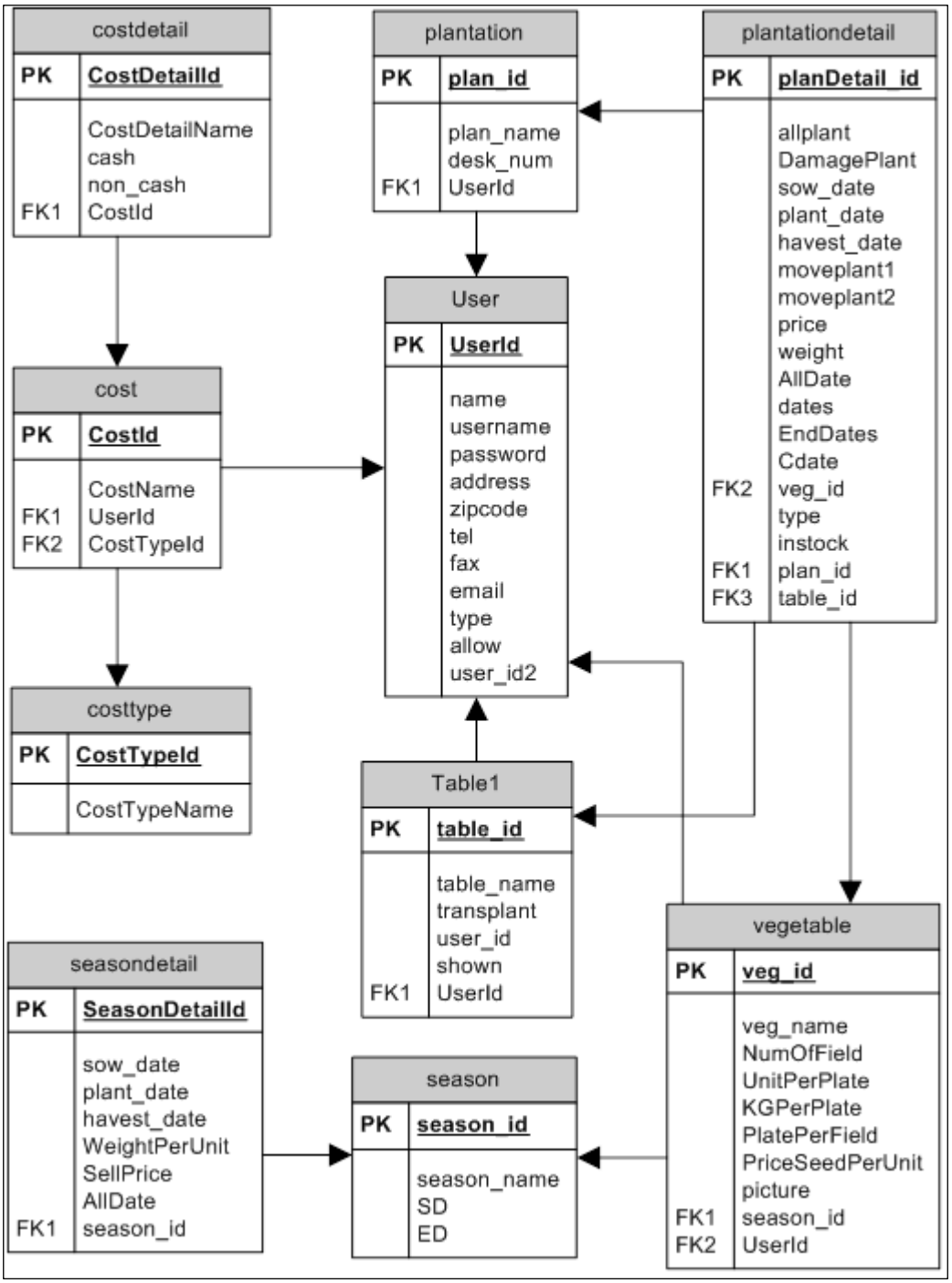
ภาพที่ 4.25 กราฟรายงานการใช้ช่องปลูก

9) กราฟรายงานเปรียบเทียบผลผลิต ระบบสามารถแสดงกราฟข้อมูลเกี่ยวกับรายงานเปรียบเทียบผลผลิตที่ระบบประมาณกับปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้จริง โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนปริมาณผลผลิต โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลาในแต่ละเดือน

10) กราฟรายงานเปรียบเทียบราคาขาย ระบบสามารถแสดงกราฟข้อมูลเกี่ยวกับรายงานเปรียบเทียบราคาขายที่ระบบประมาณกับราคาขายจริง โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนราคาขาย โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลาในแต่ละเดือน

4.1.5 ส่วนฐานข้อมูล

ทำการออกแบบฐานข้อมูลในรูปแบบตาราง ซึ่งจำเป็นต้องมีความสำคัญกับกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบ สามารถแสดงเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังภาพ



ภาพที่ 4.26 แผนภาพ ER-Diagram ของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก

สำหรับฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ฐานข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ ฐานข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนการผลิต และฐานข้อมูลเกี่ยวกับการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน

1) ฐานข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ เป็นฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบมาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของสมาชิกที่ลงทะเบียนกับระบบ รองรับการใช้งานจากผู้ใช้หลายคน รวมถึงการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ฐานข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ประกอบด้วย 1 ตาราง คือ USER มีรายละเอียดของตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตาราง USER

	Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
	UserId	int(11)			No		auto_increment
	name	varchar(255)	utf8_bin		No		
	username	varchar(255)	utf8_bin		No		
	password	varchar(255)	utf8_bin		No		
	address	varchar(255)	utf8_bin		No		
	zipcode	varchar(255)	utf8_bin		No		
	tel	varchar(255)	utf8_bin		No		
	fax	varchar(255)	utf8_bin		No		
	email	varchar(255)	utf8_bin		No		
	startdate	varchar(255)	utf8_bin		No		
	outdate	varchar(255)	utf8_bin		No		
	position	varchar(255)	utf8_bin		No		
	salary	varchar(255)	utf8_bin		No		
	type	varchar(255)	utf8_bin		No		
	allow	varchar(10)	utf8_bin		No		
	user_id2	int(11)			No		

2) ฐานข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนการผลิต ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเก็บแผนงานในการดำเนินงาน รองรับการจัดเก็บข้อมูลวางแผนการดำเนินงาน และตรวจสอบความซ้ำซ้อนของแผน ฐานข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนการประกอบด้วย 4 ตาราง ได้แก่ PLANTATIONDETAIL, VEGETABLE, SEASON, SEASON_DETAIL และ TABLE มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตาราง PLANTATION

	Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
	plan_id	int(11)			No		auto_increment
	plan_name	varchar(255)	utf8_bin		No		
	desk_num	varchar(255)	utf8_bin		No		
	UserId	int(11)			No		

ตารางที่ 4.3 ตาราง PLANTATIONDETAIL

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
planDetail_id	int(11)			No		auto_increment
allplant	varchar(255)	utf8_bin		No		
DamagePlant	varchar(100)	utf8_bin		No		
trays_id	int(11)			No		
num_tray	varchar(255)	utf8_bin		No		
plant_date	varchar(255)	utf8_bin		No		
harvest_date	varchar(255)	utf8_bin		No		
moveplant1	varchar(255)	utf8_bin		No		
season_id	int(11)			No		
price	varchar(255)	utf8_bin		No		
weight	varchar(255)	utf8_bin		No		
AllDate	varchar(100)	utf8_bin		No		
dates	varchar(255)	utf8_bin		No		
EndDates	varchar(255)	utf8_bin		No	0	
Cdate	varchar(255)	utf8_bin		No		
veg_id	int(11)			No		
table_id	int(11)			No		
type	varchar(255)	utf8_bin		No		
plan_id	int(11)			No		
instock	varchar(255)	utf8_bin		No	0	
rprice	varchar(500)	utf8_bin		No		
rweight	varchar(500)	utf8_bin		No		
num_crop	varchar(1000)	utf8_bin		No		

ตารางที่ 4.4 ตาราง VEGETABLE

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
veg_id	int(11)			No		auto_increment
veg_name	varchar(100)	utf8_bin		No	plant name	
NumOfField	varchar(50)	utf8_bin		No	1	
UnitPerPlate	varchar(50)	utf8_bin		No	50	
KGPerPlate	varchar(50)	utf8_bin		No	3	
PlatePerField	varchar(50)	utf8_bin		No	24	
PriceSeedPerUnit	varchar(100)	utf8_bin		No		
season_id	int(11)			No		
picture	varchar(50)	utf8_bin		No		
user_id	int(11)			No		

ตารางที่ 4.5 ตาราง SEASON

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
season_id	int(11)			No		auto_increment
season_name	varchar(500)	utf8_bin		No		
SD	varchar(255)	utf8_bin		No		
ED	varchar(255)	utf8_bin		No		

ตารางที่ 4.6 ตาราง SEASON_DETAIL

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
SeasonDetailId	int(11)			No		auto_increment
veg_id	int(11)			No		
season_id	int(11)			No		
sow_date	varchar(50)	utf8_bin		No	14	
plant_date	varchar(50)	utf8_bin		No	14	
harvest_date	varchar(50)	utf8_bin		No	14	
WeightPerUnit	varchar(100)	utf8_bin		No	0.6	
SellPrice	varchar(100)	utf8_bin		No	25	
AllDate	varchar(100)	utf8_bin		No	45	

ตารางที่ 4.7 ตาราง TABLE

	Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
	table_id	int(11)			No		auto_increment
	table_name	varchar(255)	utf8_bin		No		
	transplant	varchar(255)	utf8_bin		No		
	user_id	int(11)			No		
	shown	varchar(255)	utf8_bin		No		

3) ฐานข้อมูลเกี่ยวกับการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน ถูกออกแบบมาเพื่อเก็บข้อมูลต้นทุนต่าง ๆ เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน ฐานข้อมูลเกี่ยวกับการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนประกอบด้วย 3 ตาราง ได้แก่ COSTTYPE, COST, COSTDETAIL

ตารางที่ 4.8 ตาราง COSTTYPE

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
CostTypeId	int(11)			No		auto_increment
CostTypeName	varchar(50)	utf8_bin		No		

ตารางที่ 4.9 ตาราง COST

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
CostId	int(11)			No		auto_increment
CostName	varchar(255)	utf8_bin		No		
CostTypeId	int(11)			No		
user_id	int(11)			No		

ตารางที่ 4.10 ตาราง COSTDETAIL

Field	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
CostDetailId	int(11)			No		auto_increment
CostDetailName	varchar(100)	utf8_bin		No		
cash	varchar(100)	utf8_bin		No		
non_cash	varchar(100)	utf8_bin		No		
CostId	int(11)			No		

4.2 ส่วนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิผลของระบบ

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการวางแผนด้วยระบบกับการดำเนินงานจริง ผลการทดสอบหลังจากพัฒนาและปรับปรุงระบบจนเกิดความสมบูรณ์ จึงนำไปติดตั้งและทดสอบใช้งาน โดยใช้หน่วยงานฟาร์มภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีหน้าที่จัดการการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์เป็นกรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมวลผลของระบบในด้านระยะเวลาปลูกและปริมาณผลผลิต โดยใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผัก 6 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค บัตตาเวีย บัตเตอร์เฮด กรีนคอส และเรด คอรอล แบ่งข้อมูลเป็นชนิดละ 12 รอบปลูก รวมทั้งสิ้น 72 รอบปลูก ช่วงเวลาปลูก คือ เดือน ม.ค. - มิ.ย. 2555

หลังจากนำข้อมูลการผลิตผักที่ระบบวางแผนกับข้อมูลการเพาะปลูกจริงจากฟาร์มที่ทำการทดสอบมาเปรียบเทียบ โดยนำข้อมูลด้านระยะเวลาปลูกและปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ผลเพื่อหาความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย พบว่า ระบบให้ข้อมูลการวางแผนในด้านระยะเวลาปลูก และด้านน้ำหนักผลผลิตคลาดเคลื่อนต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดผักและช่วงเวลาการปลูก (แสดงข้อมูลในภาคผนวก ก) โดยได้แสดงผลเฉลี่ยของระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตของพืชแต่ละชนิด และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างข้อมูลจากระบบและจากการปลูกจริงไว้ในตารางที่ 4.11 และ ตารางที่ 4.12

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยวันปลูกและน้ำหนักของแต่ละพืช

เมื่อนำข้อมูลระยะเวลาปลูกและน้ำหนักของพืชต่อต้นที่ได้จากระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการปลูกจริง พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนจากระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ และข้อมูลจากการปลูกจริงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.410) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะวันปลูกของแต่ละพืชพบว่า พืชแต่ละชนิดใช้วันปลูกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p-value = 0.207) แต่ให้น้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p-value = 0.000) ซึ่งบัตเตอร์เฮดเป็นพืชที่ใช้ระยะเวลาการปลูกและน้ำหนักผลผลิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม ระยะวันปลูกและน้ำหนักผลผลิตขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก ซึ่งข้อมูลที่ระบบใช้ในการคำนวณระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตได้อ้างอิงจากข้อมูลจริงเฉลี่ยที่ได้ของพืชชนิดนั้น (ภาคผนวก ก) จึงทำให้ผลการคำนวณผลผลิตและการวางแผนวันปลูกของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ไม่แตกต่างจากการปลูกจริง

ตารางที่ 4.11 ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตของพืชแต่ละชนิด และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างข้อมูลจากระบบและจากการปลูกจริง (ภาคผนวก ก)

ชนิดผัก	ระยะเวลาปลูก [i] (วัน)	น้ำหนักผลผลิต [i] (กก./ต้น)
กรีนโอ๊ค	42.5 a	0.138 a
เรดโอ๊ค	43.25 ab	0.132 a
บัตตาเวีย	43.17 b	0.140 a
บัตเตอร์เฮด	43.80 c	0.198 b
กรีนคอส	43.25 ab	0.125 a
เรด คอรอล	43.63 ab	0.129 a
ชนิดผัก (p-value)	**0.207 ns**	**0.000 *****
ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากระบบและปลูกจริง (p-value)	**0.410 ns**	**0.817 ns**

[i] : ค่าเฉลี่ยกับตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงค่าแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

*** : แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $p < 0.001$

a, b, c คือ สัญลักษณ์ที่ใช้จัดกลุ่มพืชที่มีระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตใกล้เคียงกัน

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของวันปลูกและน้ำหนักของแต่ละพืช

เพื่อให้ทราบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการวางแผนโดยระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ของแต่ละพืชจะแตกต่างกันหรือไม่ และศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลวันปลูกและน้ำหนักผลผลิตกับรอบปลูก โดยทดสอบว่ามีความสัมพันธ์กันทางสถิติหรือไม่ จึงได้นำผลต่างของระยะวันปลูกและน้ำหนักของผลผลิตต่อต้นในแต่ละพืชมาวิเคราะห์ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการวางแผนจากระบบ ให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกพืชไม่ว่าจะเป็นเรื่องระยะวันปลูก หรือน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นที่ได้ นอกจากนี้ การปลูกพืชทุก ๆ รอบปลูกไม่ได้มีผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยทั้งในด้านระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ สามารถวางแผนคำนวณวันปลูก และผลผลิตของแต่ละพืชได้อย่างยืดหยุ่นมากพอที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดมาจากสาเหตุของสภาพอากาศที่แปรปรวน ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช ถึงแม้ว่าจะปลูกในสภาวะโรงเรือนก็ตาม (Charles, n.d.)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละพืช พบว่าบัตเตอร์เฮดเป็นพืชที่เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลน้อยที่สุด (เฉลี่ย 0.75 วัน, 4.2 มิลลิกรัมต่อต้น) อาจเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพที่สามารถทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดี ในขณะที่พืชตระกูลกรีนโอ๊คและเรดโอ๊ค เป็นพืชที่เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลมากที่สุด (เฉลี่ย 1.33 วัน, 12 และ 24 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะของใบที่อ่อนแอต่อสภาพอากาศได้ง่าย ผลกระทบของสภาพแวดล้อมในระหว่างการปลูกพืชอาจส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชดีขึ้นหรือลดลงได้ (ดังข้อมูลในภาคผนวก ก) ความคลาดเคลื่อนนี้อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพอากาศในขณะนั้น ชนิดของพืช และการจัดการแก้ไขของผู้ดูแล เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อนยากจะอธิบายเป็นรูปธรรมได้ ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์นี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยสนับสนุนให้ผู้ใช้สามารถคาดการณ์การปฏิบัติงานและวางแผนการเพาะปลูกได้อย่างเป็นระบบใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้างต้นได้พิสูจน์แล้วว่า ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์สามารถวางแผนการเพาะปลูกและคาดการณ์ผลผลิตให้กับผู้ใช้ได้ใกล้ความจริงมากที่สุด เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบปลูกหรือแต่ละพืชให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.12 ตารางสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนของระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตของพืชแต่ละชนิด และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างข้อมูลในแต่ละรอบปลูก (ภาคผนวก ก)

ชนิดผัก	ระยะเวลาปลูก [i] (วัน)	น้ำหนักผลผลิต [i] (กก./ต้น)
กรีนโอ๊ค	1.33 a	0.0246 b
เรดโอ๊ค	1.33 a	0.0121 ab
บัตตาเวีย	0.83 a	0.0067 ab
บัตเตอร์เฮด	0.75 a	0. 0042 a
กรีนคอส	1.00 a	0.0054 ab
เรด คอรอล	1.17 a	0.0078 ab
ชนิดพืช [p-value]	**0.395 ns**	**0.061 ns**
รอบปลูก (12 รอบปลูกระหว่างเดือน ม.ค. - มิ.ย. 2555) [p-value]	**0.908 ns**	**0.429 ns**

i : ค่าเฉลี่ยกับตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงค่าแตกต่างทางสถิติที่ $p < 0.05$

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

a, b, c คือ สัญลักษณ์ที่ใช้จัดกลุ่มพืชที่มีระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิตใกล้เคียงกัน

4.3 ส่วนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินความพึงพอใจด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการวางแผนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

4.3.1 ส่วนข้อมูลทั่วไป

เมื่อพิจารณาผู้ใช้ระบบที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามเพศ สามารถจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ชาย	3	42.85
หญิง	4	57.15
รวม	**7**	**100.00**

จากตารางที่ 4.13 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ใช้ระบบ แบ่งตามเพศ สามารถจำแนกเป็นเพศหญิงจำนวน 4 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 57.15 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และเป็นเพศชายจำนวน 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 42.85 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

เมื่อพิจารณาผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดร-โปนิกส์ สามารถจำแนกได้ตามตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

ประสบการณ์	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ไม่เคย	2	28.57
น้อยกว่า 3 ปี	4	57.15
3-5 ปี	1	14.28
5-10 ปี	0	0.00
10 ปีขึ้นไป	0	0.00
รวม	**7**	**100.00**

ประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีมากที่สุด มีประสบการณ์ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์น้อยกว่า 3 ปี มีจำนวน 4 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 57.15 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด รองลงมาคือประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 3-5 ปี มีจำนวน 1 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 14.28 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด สำหรับผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ มีจำนวน 2 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 28.57 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ทั้งนี้ไม่มีผู้ใดที่มีประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์มากกว่า 5 ปี

เมื่อพิจารณาผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามการวางแผนการเพาะปลูกผ่านระบบคอมพิวเตอร์ สามารถจำแนกได้ตามตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามประสบการณ์ในการวางแผนการเพาะปลูกผ่านระบบคอมพิวเตอร์

ใช้ระบบในการวางแผน	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
เคย	0	0.00
ไม่เคย	7	100.00
รวม	**7**	**100.00**

ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนมากถึง 7 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดที่ไม่เคยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการเพาะปลูก และไม่มีผู้ที่เคยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการเพาะปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

4.3.2 ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบ ในการใช้งานระบบ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นการใช้งาน และด้านความปลอดภัย มีรายละเอียดดังนี้

ก) ด้านประสิทธิภาพ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านประสิทธิภาพ

ลำดับ	ด้านประสิทธิภาพ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุง และลบข้อมูล	4.57	0.49	มากที่สุด
2.	ความเร็วของการประมวลผลผลลัพธ์ สมบูรณ์ ครบถ้วน	4.57	0.49	มากที่สุด
3.	ระบบสามารถลดระยะเวลาในการวางแผนได้ดีกว่าการวางแผนด้วยตนเอง	4.43	0.49	มากที่สุด
4.	ความเร็วในการเชื่อมโยงระหว่างหน้าเว็บ และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล	4.29	0.70	มากที่สุด
	รวม	**4.47**	**0.54**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.16 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านประสิทธิภาพ จากการประเมินระบบพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.47, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณารายข้อคำถาม โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจกับความเร็วในการบันทึก ปรับปรุง และลบข้อมูล และความเร็วของการประมวลผลลัพธ์ ที่สมบูรณ์ ครบถ้วน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.49) รองลงมาคือระบบสามารถลดระยะเวลาในการวางแผนได้ดีกว่าการวางแผนด้วยตนเอง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.43, S.D. = 0.49) และสุดท้ายคือความเร็วในการเชื่อมโยงระหว่างหน้าเว็บ และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.29, S.D. = 0.70)

ข) ด้านประสิทธิผล ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านประสิทธิผล

ลำดับ	ด้านประสิทธิผล	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	ความถูกต้องของระบบ ในการสร้างแผนการดำเนินการผลิตผัก โดยคำนึงถึงชนิดพืช ระยะเวลาในการเพาะปลูก และปริมาณผลผลิตที่ต้องการ	4.00	0.53	มาก
2.	ความถูกต้องในการบันทึก ปรับปรุง และลบข้อมูล	4.14	0.64	มาก
3.	ความถูกต้องในการเชื่อมโยงระหว่างหน้าเว็บ และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล	4.00	0.53	มาก
4.	ระบบสามารถแสดงแผนการผลิต ถูกต้อง เข้าใจง่าย และเหมาะสม	4.29	0.45	มากที่สุด
	รวม	**4.11**	**0.54**	**มาก**

จากตารางที่ 4.17 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านประสิทธิผล จากการประเมินระบบพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.11, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณารายข้อคำถาม โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจกับความสามารถในการแสดงแผนการผลิต ถูกต้อง เข้าใจง่าย และเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.29, S.D. = 0.45) รองลงมาคือความถูกต้องในการบันทึก ปรับปรุง และลบข้อมูลอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.14, S.D. = 0.64) และสุดท้ายคือความถูกต้องของระบบ ในการสร้างแผนการดำเนินการผลิตผัก โดยคำนึงถึงชนิดพืช ระยะเวลาในการเพาะปลูก และปริมาณผลผลิตที่ต้องการ และความถูกต้องในการเชื่อมโยงระหว่างหน้าเว็บ และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4, S.D. = 0.53)

ค) ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประเมินในการใช้งาน โดยส่วนแรกเป็นการเข้าใช้งานระบบ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการสมัครสมาชิก และการเข้าใช้งานระบบ

ลำดับ	การสมัครสมาชิก และการเข้าใช้งานระบบ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	ความง่าย และสะดวกในการสมัครสมาชิก	4.29	0.45	มากที่สุด
2.	ความง่าย และสะดวกในการปรับปรุงข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้	4.29	0.45	มากที่สุด
3.	ความง่าย และสะดวกในการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน	4.29	0.45	มากที่สุด
4.	ความง่าย และสะดวกในการเข้าสู่ระบบ	4.29	0.45	มากที่สุด
	รวม	**4.29**	**0.45**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.18 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการสมัครสมาชิก และการเข้าใช้งานระบบ จากการประเมินระบบพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.29, S.D. = 0.45) เมื่อพิจารณารายข้อคำถาม โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจกับความสามารถในสมัครสมาชิกและการเข้าใช้งานระบบ เท่ากันทุกข้อคำถาม คืออยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.29, S.D. = 0.45)

ตารางที่ 4.19 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการจัดการ และการเข้าถึงข้อมูลพื้นฐานในระบบ

ลำดับ	การจัดการ และการเข้าถึงข้อมูลพื้นฐานในระบบ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	ความง่าย และสะดวกในการสร้าง และบันทึกข้อมูลพื้นฐานทั่วไป	4.00	0.53	มาก
2.	ความง่าย และสะดวกในการปรับปรุง และลบข้อมูลพื้นฐาน	4.29	0.45	มากที่สุด
3.	ความง่าย และสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลพื้นฐาน	4.43	0.49	มากที่สุด
4.	แผนการผลิตที่ได้มีความยืดหยุ่น เหมาะสมต่อการดำเนินงาน	3.86	0.35	มาก
	รวม	**4.15**	**0.46**	**มาก**

จากตารางที่ 4.19 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการจัดการ และการเข้าถึงข้อมูลพื้นฐานในระบบ จากการประเมินระบบ พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.15, S.D. = 0.46) เมื่อพิจารณารายข้อคำถาม โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจกับความง่ายและสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.43, S.D. = 0.49) รองลงมาคือความง่ายและความสะดวกในการปรับปรุง และลบข้อมูลพื้นฐาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.29, S.D. = 0.45) อันดับสามคือความง่ายและสะดวกในการสร้างและบันทึกข้อมูลพื้นฐานทั่วไป อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4, S.D. = 0.53) และอันดับสุดท้ายคือความยืดหยุ่นของแผน และความเหมาะสมในการดำเนินงาน อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.86, S.D. = 0.35)

ตารางที่ 4.20 ผลการประเมินความพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการแสดงผล

ลำดับ	การแสดงผล	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	การออกแบบภาพกราฟิก มีความชัดเจน เหมาะสมและสื่อความหมายได้	3.57	0.73	มาก
2.	ระบบแสดงแผนการดำเนินการผลิตผักในรูปแบบที่สามารถเข้าใจ และนำไปใช้ได้จริง	4.14	0.64	มาก
3.	ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง	3.71	0.70	มาก
4.	ท่านสามารถจดจำรูปแบบและเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	3.86	0.64	มาก

ตารางที่ 4.20 ผลการประเมินความพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการแสดงผล (ต่อ)

ลำดับ	การแสดงผล	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
5.	ระบบใช้ภาษาในการสื่อความหมายที่ชัดเจน	3.71	0.45	มาก
6.	ระบบใช้ภาพกราฟิกและโทนสีที่เหมาะสมในการแสดงผล	4.00	0.76	มาก
7.	ระบบใช้รูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสมในการแสดงผล	3.86	0.64	มาก
8.	ระบบใช้ขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมในการแสดงผล	3.86	0.64	มาก
9.	ระบบมีการจัดวางองค์ประกอบที่เหมาะสม	4.14	0.35	มาก
10	ระบบมีการแบ่งส่วนการทำงานที่เหมาะสม	4.14	0.64	มาก
	รวม	**3.89**	**0.62**	**มาก**

จากตารางที่ 4.20 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ในส่วนของการแสดงผล จากการประเมินระบบ พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.89, S.D. = 0.62) เมื่อพิจารณารายข้อคำถามโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจกับความเหมาะสมการแบ่งส่วนการทำงาน การจัดวางองค์ประกอบ และระบบแสดงแผนการดำเนินการผลิตผักในรูปแบบที่สามารถเข้าใจ และนำไปใช้ได้จริงอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.14, S.D. = 0.35 และ 0.64) รองลงมาคือการใช้ภาพกราฟิกและโทนสีที่เหมาะสมในการแสดงผล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4, S.D. = 0.76) อันดับต่อมาคือการใช้รูปแบบ ขนาดของตัวอักษรในการแสดงผล และความสามารถในการจำรูปแบบและเรียนรู้วิธีการใช้งาน อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.86, S.D. = 0.64) และอันดับต่อมาคือระบบใช้ภาษาในการสื่อความหมายที่ชัดเจน และผู้ใช้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.71, S.D. = 0.45 และ 0.70) อันดับสุดท้ายคือ การออกแบบภาพกราฟิก มีความชัดเจนเหมาะสมและสื่อความหมายได้ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.57, S.D. = 0.73)

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับที่มาก ($\overline{X}$ = 4.11, S.D. = 0.51)

ง) ด้านความปลอดภัย ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านความปลอดภัยและการป้องกันความผิดพลาดของระบบ

ลำดับ	ด้านความปลอดภัยและการป้องกันความผิดพลาดของระบบ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	มีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับการเข้าใช้งานระบบ	4.14	0.35	มาก
2.	ระบบมีการแจ้งเตือนในการดำเนินงานที่ชัดเจน เช่น แจ้งเตือนเมื่อทำการลบข้อมูล	3.86	0.35	มาก
3.	มีระบบป้องกันความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล เช่น การกรอกตัวเลขมีการป้องกันไม่ให้กรอกข้อมูลตัวอักษร	3.86	0.35	มาก
	รวม	**3.95**	**0.35**	**มาก**

จากตารางที่ 4.21 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในด้านความปลอดภัยและการป้องกันความผิดพลาดของระบบ จากการประเมินระบบพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.95, S.D. = 0.35) เมื่อพิจารณารายข้อคำถาม โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจกับระบบรักษาความปลอดภัยในการเข้าใช้งาน อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.14, S.D. = 0.35) รองลงมาคือระบบมีการแจ้งเตือนในการดำเนินงานที่ชัดเจน เช่น แจ้งเตือนเมื่อทำการลบข้อมูล และ มีระบบป้องกันความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล เช่น การกรอกตัวเลขมีการป้องกันไม่ให้กรอกข้อมูลตัวอักษร อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.86, S.D. = 0.35)

ตารางที่ 4.22 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อปฏิสัมพันธ์ในแต่ละด้านของระบบ

ลำดับ	ความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1.	ด้านประสิทธิภาพ	4.47	0.54	มากที่สุด
2.	ด้านประสิทธิผล	4.11	0.54	มาก
3.	ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน	4.11	0.51	มาก
4.	ด้านความปลอดภัย	3.95	0.35	มาก
	รวม	**4.16**	**0.49**	**มาก**

จากตารางที่ 4.22 แสดงผลสรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อปฏิสัมพันธ์ในแต่ละด้านของระบบทั้ง 4 ด้าน จากการประเมินระบบพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.16, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) จากมากที่สุดไป

น้อยที่สุด พบว่าผู้ใช้พึงพอใจในด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.47, S.D. = 0.54) รองลงมาคือด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.11, S.D. = 0.51) และด้านประสิทธิผล ($\overline{X}$ = 4.11, S.D. = 0.54) พบว่าผู้ใช้มีระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากตามลำดับ และลำดับสุดท้ายคือด้านความปลอดภัย ($\overline{X}$ = 3.95, S.D. = 0.35) พบว่าผู้ใช้มีระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

4.3.3 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม หรือข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบประเมิน สรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1) การออกแบบหน้าจอ รูปแบบของตัวอักษร ขนาด สี และภาษาที่ใช้ ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความเห็นว่ารูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีที่ใช้ มีความเหมาะสม แต่การออกแบบหน้าจอในส่วนการจัดการข้อมูลต้นทุน และตารางที่ใช้แสดงรายงาน ยังมีความซับซ้อน ส่วนภาษาที่ใช้ บางคำสื่อความหมายไม่ชัดเจน ดังนั้นควรลดความซับซ้อนในการออกแบบส่วนแสดงต้นทุน ปรับรูปแบบส่วนแสดงรายงาน และควรปรับภาษาที่ใช้ให้สามารถสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้น

2) ความสามารถของระบบ ในด้านความสามารถของระบบผู้ใช้มีข้อเสนอแนะว่าควรพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับการดำเนินงาน ได้แก่ ความสามารถในการปลูกพืชหลายชนิดในหนึ่งโต๊ะ เพิ่มสิทธิ์การใช้งานระบบ ให้ผู้ใช้สามารถปรับปรุงข้อมูลพืชให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ และเพิ่มส่วนการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในการดำเนินงาน เช่น ข้อมูลการเติมสารละลาย ต้นทุนที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นต้น และการปรับปรุงส่วนระยะเวลาในการนำขึ้นโต๊ะควรแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนเป็นต้นกล้า และระยะที่สองคือการนำต้นกล้าขึ้นโต๊ะปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ซึ่งในปัจจุบันสามารถแบ่งการเพาะปลูกออกเป็นช่วงระยะเวลาละ 3 สัปดาห์ รวมเป็น 6 สัปดาห์ หรือประมาณ 42 วัน

3) การกำหนดขั้นตอนในการทำงาน ในการใช้งานระบบผู้ใช้อาจเกิดความสับสนในการใช้งาน ควรมีการอบรมการใช้งานหรือจัดทำคู่มืออธิบายรายละเอียดในการใช้งานให้ผู้ใช้เข้าใจถึงขั้นตอนในการทำงานของระบบมากขึ้น และสามารถทำงานต่าง ๆ ได้ครบถ้วนตามขั้นตอน

4) ในด้านการจัดการข้อมูลต้นทุน ควรกำหนดให้ระบบสามารถนำข้อมูลเงินเดือนพนักงานไปใช้คำนวณต้นทุนแบบต่อเดือน และแสดงในรายงาน ไม่ควรใช้ข้อมูลเฉลี่ย เพราะยากต่อการคำนวณ

จากการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย ผลการศึกษา พบว่าผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจกับความสามารถโดยรวมทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับมาก โดยพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ ด้านประสิทธิภาพซึ่งสอบถามเกี่ยวกับความรวดเร็ว

ในการประมวลผล ความรวดเร็วในการแสดงผล ความรวดเร็วในการการเชื่อมต่อฐานข้อมูล และระบบสามารถลดระยะเวลาในการวางแผนได้ดีกว่าการวางแผนด้วยตนเอง แสดงให้เห็นว่าระบบมีความสามารถตอบสนองผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งความรวดเร็วในการประมวลผลเกี่ยวข้องกับการออกแบบฐานข้อมูลโดยตรง สอดคล้องกับออปเปล (Oppel, 2006) ที่อธิบายว่าการออกแบบฐานข้อมูลของระบบ มีผลต่อความรวดเร็วในการทำงานของระบบ การทำบรรทัดฐานข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อป้องกันความผิดพลาดและความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นจากผู้ใช้ ส่วนระดับความพึงพอใจด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งานอยู่ในระดับที่มาก โดยสอบถามเกี่ยวกับความง่าย และความสะดวกในการเข้าถึงและจัดการข้อมูลต่าง ๆ และการแสดงผลข้อมูล รูปภาพและกราฟิก สอดคล้องกับคำอธิบายของ นาริญจ์ รุจิพรรณ (มปป.) นิศาชล จำนงศรี (2546) และชัย มงคล เทพวงษ์ (2550) ที่ระบุว่า การออกแบบเว็บเพจหรือส่วนต่อประสานผู้ใช้ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบแบบ ใช้รูปแบบที่สม่ำเสมอไม่ซับซ้อน ใช้งานได้สะดวก และไม่มีกราฟิกหรือตัวอักษรที่เคลื่อนไหวตลอดเวลา เพื่อเรียนรู้ได้ง่าย ใช้งานได้จริง ผู้ใช้จดจำข้อมูลได้ และได้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ในระยะเวลารวดเร็ว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบใช้งานและประเมินระบบพบว่า ผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนในด้านอื่น ได้แก่ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย ผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่า ประสบการณ์ในการใช้งานระบบวางแผนการเพาะปลูก ส่งผลต่อการเรียนรู้จำ และความความรวดเร็วในการใช้งานระบบสารสนเทศในช่วงแรก แนวทางในการแก้ปัญหา คือ การจัดอบรมข้อมูลพื้นฐานในการเพาะปลูกและการใช้งานโปรแกรมเพื่อปรับพื้นฐานความรู้ในการใช้งานระบบ ส่วนความแตกต่างทางด้าน เพศ อายุ และประสบการณ์ในการเพาะปลูกไฮโดรโปนิกส์ ไม่มีผลต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบ

เมื่อพิจารณาสมมติฐาน ซึ่งระบุไว้ว่า ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถช่วยเสนอสารสนเทศ ประมาณการต้นทุนและผลตอบแทน และวางแผนและติดตามการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์แก่ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และสามารถใช้งานได้จริง ผลการประเมินโดยรวมนั้นอยู่ในระดับเฉลี่ยดีมาก ($\overline{X}$ = 4.16, S.D. = 0.49) ในทุกด้าน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนด้านความสามารถในการใช้งานจริงพบว่า แผนงานจากระบบมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงที่เกษตรกรสามารถยอมรับได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าการนำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานจริงส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของผู้ใช้ ทั้งในด้านความถูกต้อง ความรวดเร็วในการดำเนินงานและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก โดยมุ่งเน้นการประมวลผลในด้านการวางแผนและติดตามการผลิตผัก เพื่อให้สามารถใช้สารสนเทศดังกล่าวช่วยเหลือและสนับสนุนกระบวนการวางแผนและติดตามการผลิตผักได้อย่างเหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขทางด้านเวลาและปริมาณ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ปัญหา และแนวทางแก้ไขในการผลิตผัก จากนั้นจึงกำหนดกรอบแนวคิดในการทำงาน

แนวคิดในการออกแบบระบบ ใช้เว็บแอพพลิเคชั่นในการประมวลผลเพื่อวางแผนการผลิตผัก และได้นำเทคนิค การแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation) มาใช้ในการประมวลผล ซึ่งเทคนิคดังกล่าวมีความเหมาะสม สามารถจำแนกและวิเคราะห์เงื่อนไขในการวางแผนและติดตามการผลิต จากนั้นพัฒนาระบบสารสนเทศขึ้นมา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนแนวความคิด

ขั้นตอนต่อมาเป็นการทดสอบความถูกต้องของระบบ โดยใช้ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เป็นกรณีศึกษา และเลือกผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช จากนั้นทำการเก็บข้อมูลผักกลุ่มตัวอย่าง และเปรียบเทียบข้อมูลแผนงานจากระบบและจากการปฏิบัติงานจริง เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของแผนงานในด้านระยะเวลาปลูกและน้ำหนักผลผลิต สุดท้ายเป็นขั้นตอนการประเมินระบบ โดยประเมินในด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย ผลลัพธ์ที่ได้สามารถแบ่งการอธิบายออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรก การวิเคราะห์เพื่อหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากระบบกับข้อมูลจริงได้จากการนำระบบทดสอบใช้งานจริง โดยผู้วิจัยได้นำระบบ ไปทดสอบภายในหน่วยงานฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และใช้ผักตัวอย่าง 6 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค บัตตาเวีย บัตเตอร์เฮด คอส และเรดโครอล แบ่งข้อมูลเป็นชนิดละ 12 รอบปลูก รวมทั้งสิ้น 72 รอบปลูก ช่วงเวลาปลูก คือ เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2555 เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบในด้านระยะเวลาเพาะปลูกและปริมาณผลผลิต พบว่า ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนจากระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ และข้อมูลจากการปลูกจริงไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของระบบของทุกพืช และความความคลาดเคลื่อนที่ใน

แต่ละรอบปลูก พบว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดกับทุกพืชเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และการปลูกในทุกรอบปลูกก็เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาของตัวเลขค่าเฉลี่ยของข้อมูลพบว่า บัตเตอร์เฮดเป็นพืชที่เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลน้อยที่สุด ในขณะที่กรีนโอ๊คและเรดโอ๊คเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่สุด ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดมาจากสภาพอากาศที่แปรปรวน ซึ่งมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์นี้จึงเป็นเพียงระบบที่เข้ามาช่วยสนับสนุนการวางแผนการเพาะปลูกและการปฏิบัติงานให้เป็นระบบ และใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด โดยขึ้นอยู่กับข้อมูลพืชในฐานข้อมูลว่ามีความถูกต้องเพียงใด นอกจากนี้การปรับปรุงข้อมูลภายในระบบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เพาะปลูก จะสามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ ส่วนที่สอง งานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญทำการทดสอบและประเมินระบบ โดยแบ่งผู้เชี่ยวชาญเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาระบบและผู้เชี่ยวชาญด้านปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ จำนวนทั้งสิ้น 7 ท่าน โดยการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจกับความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ ด้านประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจในระดับมากเท่ากันทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิผล ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน และด้านความปลอดภัย ตามลำดับ

จากงานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า การนำเทคนิคการแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule-Based Representation) มาใช้ในการพัฒนาระบบเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลเพื่อวางแผนและติดตามกระบวนการผลิตผัก ระบบดังกล่าวสามารถช่วยลดระยะเวลาในการวางแผน ทำให้ผู้ใช้มองเห็นภาพรวมในการดำเนินงาน มีแผนงานที่แน่นอน เมื่อเกิดความผิดพลาด จึงสามารถจัดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ระบบสารสนเทศมีความสามารถในการแจ้งสถานะในการดำเนินงาน นอกจากนี้ การดำเนินงานในระยะยาวระบบสามารถช่วยลดต้นทุน และสามารถลดภาระงานของผู้บริหารได้ ดังนั้น ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์จึงสามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาและสนับสนุนงานในกระบวนการผลิตได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาปรับหรือประยุกต์ใช้กับการวางแผนการเพาะปลูกในรูปแบบอื่นได้อย่างเหมาะสมในการดำเนินงานจริง

5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยพบข้อจำกัดของการวิจัยดังนี้

5.2.1 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวิจัย

เนื่องจากประสบการณ์ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้แต่ละคนแตกต่างกันไป จึงส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการใช้ระบบ กล่าวคือ ผู้ใช้ที่มีความรู้หรือมีประสบการณ์ในการใช้งานคอมพิวเตอร์มีความชำนาญในการใช้ระบบมากกว่าผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ ดังนั้นระดับความพึงพอใจของผู้ใช้แต่ละคนที่มีต่อด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบจึงมีความแตกต่างกันไป

ปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศ โรคและแมลง ทำให้ผลผลิตที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากแผนงานที่ระบบได้วางไว้ ดังนั้นการนำระบบไปทดสอบในโรงเรือนหรือที่ที่มีการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างเหมาะสม สามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนของแผนงานที่ระบบวางแผนได้

5.2.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับระบบที่พัฒนา

ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้เว็บบราวเซอร์ในการแสดงผล ทั้งนี้เว็บบราวเซอร์ที่เหมาะแก่การใช้งานระบบนี้ คือ ซาฟารี (Safari Browser) และกูเกิลโครม (Google Chrome Browser) ซึ่งการใช้เว็บบราวเซอร์อื่นมาใช้ อาจมีผลทำให้การแสดงผลของระบบเกิดความผิดพลาด เช่น ความไม่คงที่ของตัวอักษร ตาราง รูปภาพ และการทำงานของภาษาจาวาสคริปต์ เป็นต้น

ระบบที่พัฒนากำหนดให้ 1 โต๊ะปลูก สามารถปลูกพืชได้หนึ่งชนิด ดังนั้นเพื่อให้ระบบสอดคล้องกับการดำเนินงานมากขึ้น ควรพัฒนาและปรับปรุงระบบสารสนเทศในการเพาะปลูกให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น สามารถปลูกพืชได้มากกว่าหนึ่งชนิดต่อ 1 โต๊ะปลูก

5.2.3 ข้อจำกัดด้านข้อมูล

ความแม่นยำของระบบ ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ยิ่งข้อมูลมีปริมาณมาก ค่าความคลาดเคลื่อนที่ระบบวางแผนยิ่งลดน้อยลง นอกจากนี้ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันยังส่งผลให้ผลการวิเคราะห์แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา

5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการวางแผนและติดตามการเพาะปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดระยะเวลา และเพิ่มขีดความสามารถในการวางแผนและการติดตามการดำเนินงานมากกว่าการดำเนินงานโดยไม่มีระบบสารสนเทศ ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักเข้ามาช่วยในการจัดการด้าน

ข้อมูลและด้านการดำเนินงาน สามารถสนับสนุนให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้สะดวก และรวดเร็วขึ้น สามารถมองเห็นภาพรวมและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์ไปใช้ แม้ว่าผู้วิจัยได้พัฒนาระบบโดยมีระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นต้นแบบในการพัฒนา ซึ่งมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ว่าจะเป็น ปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่จำเป็น โรคและแมลงศัตรูพืช ทำให้ระยะเวลาปลูก และผลผลิตที่ได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าการเพาะปลูกโดยเทคนิคอื่นที่ไม่มีการควบคุมปัจจัยดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการเพาะปลูกวิธีอื่นได้เช่นเดียวกัน เช่น เป็นการเกษตรยุคใหม่ที่มีการจัดการข้อมูลและการดำเนินงานที่เป็นระบบ และคำนึงถึงต้นทุนเป็นสำคัญ การนำระบบไปประยุกต์ใช้จึงจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อการประมวลผลที่ถูกต้อง และแม่นยำ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานจำเป็นต้องมีปริมาณข้อมูลที่มาก สอดคล้อง และเหมาะสมกับการเพาะปลูกในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้การพัฒนาระบบยังสามารถนำเทคนิคพยากรณ์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเพื่อให้การวางแผนมีความถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบระบบ การนำข้อมูลจริงมาเปรียบเทียบกับข้อมูลแผนงานที่ระบบประมวลผลเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน ในส่วนนี้ข้อมูลจริงที่นำมาเปรียบเทียบยังมีปริมาณน้อย ซึ่งระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคือข้อจำกัดในการศึกษา เนื่องจากการปลูกผักสลัดในแต่ละรอบปลูก ต้องใช้ระยะเวลาโดยเฉลี่ย 6 สัปดาห์ต่อหนึ่งรอบปลูก ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนควรมีปริมาณที่มากขึ้น และเพิ่มชนิดของผักให้มีความหลากหลายเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบต่อไป

การประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบการใช้งานและทำการประเมินเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ และด้านการเกษตร ซึ่งส่วนมากมีความรู้ความสามารถด้านการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จึงอาจส่งผลให้ผลประเมินความพึงพอใจโดยรวมของระบบอยู่ในระดับมาก ในการศึกษาครั้งต่อไปควรกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่าง เช่น กลุ่มบุคคลทั่วไปที่สนใจการลงทุนการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ หรือผู้เริ่มลงทุนการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ และฟาร์มไฮโดรโปนิกส์ในเขตพื้นที่อื่น เป็นต้น เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบว่าแตกต่างกันหรือไม่

รายการอ้างอิง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2543). **โครงการหมู่บ้านวิชาการเกษตร 2543**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. (2545). **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับพืชต่าง ๆ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตรและชมรมปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแห่งประเทศไทย. (2550). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. **วารสารเคหะเกษตร**.

กรุณา ตรงเมธีรัตน์. (2545). **วิเคราะห์เปรียบเทียบการลงทุนและผลกระทบสิ่งแวดล้อมระหว่างการปลูกผักกาดหอมแบบใช้ดินกับแบบไม่ใช้ดินในจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กอบกุล แต่งประกอบ. (2545). **การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮด**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เครือเจริญโภคภัณฑ์. (2547). **เจริญโภคภัณฑ์อาหาร (CPF) ผู้ผลิตอาหารปลอดภัยสู่ครัวของโลก** [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.positioningmag.com/prnews/printprnews.aspx?id=21416

จรณิต แก้วกังวาล. (2536). **การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล (Database Design & Management)**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ชัยมงคล เทพวงษ์. (2550). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บไซต์: หลักการออกแบบเว็บไซต์** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.chaiwbi.com/0drem/unit01/151.html

ชุรี เตชะวุฒิ. (ม.ป.ป.). **ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ Usability Paradigms and Principles**. **เอกสารประกอบการสอนวิชา 204462** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://ebookbrowse.com/

ดิเรก ทองอร่าม. (2547). **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.

ธนกร เคหา. (2551). **การพัฒนาระบบสารสนเทศของฟาร์มสุกร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ธีรินมาศ บางชวด. (2544). **การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการปลูกผักระบบไฮโดรโปนิกส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาริญจ์ รุจิพรรณ. (ม.ป.ป.). **แนะนำพื้นฐานการออกแบบเว็บ** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://seashore.buu.ac.th/~51028638/245372/html/chap01.html

นิรชา โพธิ์ประสระ. (2548). **การวางแผนการปลูกผักโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิศาชล จำนงศรี. (2546). **การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศ: Information storage and retrieval**. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. (ม.ป.ป.). **บทที่ 5 การแสดงความรู้ด้วยกฎ Rule-Based Representation** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://teacher.en.rmutt.ac.th/ktw/Resources/Full%20paper%20PDF/Chapter05%20Rule%20Based%20Representation.pdf

ปิยะนุช วรธรรมพิบูลย์. (2547). **ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกผักปลอดสารพิษด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ระหว่างระบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFTX) กับระบบ Nutrient Film Technique (NFT)**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองของหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบัญชี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ผริดา คุณีพงษ์. (2539). **การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวินิจฉัยคุณภาพและจัดชั้นความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ** (เล่มที่ 377). กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พัชราภรณ์ ราชประดิษฐ์. (2553). **ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยโรคข้าว**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาคอมพิวเตอร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์ สยาม สินสวัสดิ์ ศิริธรรม สิงห์โต และประธาน โพธิสวัสดิ์. (2548). **เทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

วินัย ศรวัต และก้อนทอง พวงประโคน. (ม.ป.ป.). **การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในงานวิจัยการเกษตร กรณี: แบบจำลองพืชกับงานวิจัยพืชไร่ของกรมวิชาการเกษตร** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.mcc.cmu.ac.th/mccwwwthai/research/DSSARM/ThaiCane/FinalReport/01Vinai.PDF

วิวัฒน์ โชติเลอศักดิ์. (2534). การวิเคราะห์โครงการโดยใช้หลักต้นทุนและผลตอบแทน. ใน **เอกสารการสอนชุดวิชาการวิเคราะห์โครงการและแผนงาน หน่วยที่ 5 นนทบุรี**. สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ และอารีย์ เสนานันท์สกุล. (2543). ภาพรวมในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์. ใน **เอกสารประกอบคำบรรยายในการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง ธุรกิจปลูกพืชไร้ดิน : ทางเลือกใหม่ของเกษตรกร**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

วรัญญา บุริมจิตต์ และชาญชัย พงศ์วิไลสุข. (2554). **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการฟาร์มสุนัข : กรณีศึกษา นัยฟาร์ม**. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

สกาวเดือน ทองมาเอง. (2553). **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการฟาร์มปลา กรณีศึกษาทองมาเองฟาร์ม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

สาคร สุขศรีวงศ์. (2554). **การจัดการ : จากมุมมองนักบริหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: บริษัท จี. พี. ไซเบอร์พรินท์ จำกัด.

สุปัญญา ไชยชาญ. (2548). **การบริหารการผลิต**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: พี.เอ.ลีฟวิ่ง.

สุมิตรา ภู่วโรดม. (2545). **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช**. เชียงใหม่: ดารารัตน์การพิมพ์.

เสนาะ ติเยาว์. (2543). **หลักการบริหาร : การวางแผน**. กรุงเทพ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2540). **นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540-2559**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ม.ป.ป.). **แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2557-2561)** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.opsmoac.go.th/ewt_dl_link.php?nid=8652

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2554). **สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ 2554** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.oae.go.th/download/journal/trade-eco54.pdf

อัษฎา แก้วรัตน์. (2536). **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

อารีย์ เสนานันท์สกุล. (2540). **การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2544). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 3**. กรุงเทพฯ: ภาคปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2546). **โปรแกรมคำนวณการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช NutriCal V 1.6** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.kmitl.ac.th/hydro/Man-NutriCal.pdf

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2553). **ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System : MIS)**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อรรถชัย จินตะเวช สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์ และเฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. (2540). **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการพัฒนาและการทดสอบแบบจำลองการเจริญเติบโตของอ้อยในประเทศไทย**. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไฮโดรฟาร์ม. (2553). **ข้อดีของการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics)** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://hydro-farm.blogspot.com/2010/04/hydroponics_30.html

Arreeras, S., Angskun, T., and Angskun, J. (2009). **A Design of an expert system for intercropping planning**. School of Information Technology Institute of Social Technology: Suranaree University of Technology.

Bevan, N. (2001). International standards for HCI and usability. **International Journal of Human Computer Studies**. 55(4): 533-552.

Böhme, M. (1994). Effects of hydroponics on the development of cucumber growing in ecologically suitable substrates. **Acta Horticultura**. 361: 133-140.

Böhme, M. (1995**)**. Effects of closed systems in substrate culture for vegetable production in greenhouses. **Acta Horticultura**. 396: 45-54.

Charles, W. M. (n.d.). **Greenhouse vegetable production: Hydroponic systems** [On-line]. Available: www.ksre.ksu.edu/library/hort2/mf1169.pdf.

Chiancone, I., Bacco, A., Stipic, M., Di Cesare, C., Caponigro, V., Piro, F., and Venezia, A. (2010). Easy home hydroponic production of leafy greens. **Acta Horticultura**. 881: 151-155.

Donnan, R. (1992). **Issue 6: Planning commercial hydroponics part 1** [On-line]. Available: http://hydroponics.com.au/issue-06-planning-commercial-hydroponics-part-1.

Donnan, R. (1993). The business of hydroponics. In **Proceeding of the Hydroponics and the Environment** (pp. 43-49). Monash University: Australia.

Dupe, S. (1993). Business plant and financial options for hydroponics. In **Proceeding of the Hydroponics and the Environment** (pp. 113-120). Monash University: Australia.

Edney, S. L., Richards, J. T., Sisko, M. D., Yorio, N. C., Stutte, G. W., and Wheeler, R. M. (2005). Compatibility of salad crops grown in mixes crop hydroponic systems. In **Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America** (pp. 133-140). California: USA.

Falivene, S. (2005). **Open hydroponics: Risks and opportunities** [On-line]. Available: http://www.arapahocitrus.com/files/OHS_Stage_Publications.pdf

FAO. (1990). **Soilless culture for horticultural crop production**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gerard, M. H. (2004). **The Complete project management office handbook**. ESI International.

Goins, G. D., Yorio, N. C., Stutte, G. W., Wheeler, R. M., and Sager, J. C. (2003). Crop production technology: Advanced life support 'salad' crop testing for flight applications. ALS Program Element Technology Development Proposal. **National Aeronautics and Space Administration**.

Gualberto, R., Oliveira, P. S. R., and Resende, F. V. (2002). Long-life tomato cultivars growing under the hydroponic nutrient film technique. **Scientia Agricola**. 59(4): 803-806.

Hassall & Associates Pty. Ltd. (2001). **Hydroponics as an agricultural production system**. **A report for the rural industries research and development corporation**. Australia: RIRDC Publication.

Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture. (2009). **Annual report: IICA's contribution to the development of agriculture and rural communities in Guyana** [On-line]. Available: http://www.iica.int/Eng/regiones/caribe/guyana/IICA%20Office%20Publications/Annual%20Reports/annual_report_2009.pdf

ISO/IEC. (1991). **ISO/IEC 9126: Information technology-Software product evaluation-Quality characteristics and guidance for their use** [On-line]. Available: http://www.dis.uniroma1.it/~monscan/Didattica/progsw08/slide08/S.I.4%20%-2020Lo%202Lo%20standard%20ISO%209126%20sulle%20qualita'%20del%20software,%201991%20-%20ProSW.pdf

Jensen, M. H., and Collins, W. L. (1985). Hydroponic vegetable production. **Horticultural Reviews**. 7: 483-558.

Jeffries, R., Miller, J. R., Wharton, C., and Uyeda, K. M. (1991). User interface evaluation in the real world: A comparison of four techniques. In **Proceedings ACM CHI '91 Conference on Human Factors in Computing Systems** (pp. 119-124). Association for Computing Machinery: New York.

Kowalski, R., and Burton, A. (2012). WUENIC-A Case study in rule-based knowledge representation and reasoning. In M. Okumura, D. Bekki, and K. Satoh (eds.) **New frontiers in artificial intelligence** (pp. 112-125). Springer Berlin Heidelberg.

Matthew, R., and Blackmore, B. S. (1997). Using crop simulation models to determine optimum management practices in precision agriculture. In **Proceeding of 1st European Conference on Precision Agriculture**. Warwick University Conference Centre: UK.

Mellenbergh, G. J. (2008). Chapter 10: Tests and questionnaires: Construction and administration. In H. J. Adèr and G. J. Mellenbergh (eds.). **Advising on research methods: A consultant's companion** (pp. 211-236). Huizen: Johannes van Kessel Publishing.

Nielsen, J. (2000). **Why you only need to test with 5 users** [On-line]. Available: http://www.useit.com/alertbox/20000319.html

Nielsen, J. (2000). **Designing web usability: Ten heuristics for user interface design.** Indianapolis: New Riders Publishing.

Nielsen, J., and Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. In **Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference** (pp. 206-213). Amsterdam: Netherlands.

Oppel, J. A. (2006). **Databases demysified**. California: McGraw-Hill.

Park, Y. J., and Kim, Y. O. (1996). Study on the nutrient composition of hydroponic water dropwort (*Oenanthe stolonifera* DC). **Food Chemistry**. 57(1): 79-79.

Petitt, F. L., Loader, C. A., and Schon, M. K. (1994). Reduction of nitrogen concentration in the hydroponic solution on population growth rate of the Aphids (Homoptera: Aphididae) *Aphis gossypii* on cucumber and *Myzus persicae* on pepper. **Environmental Entomology**. 23(4): 930-936.

Stockle, C. O. (1996). GIS and Simulation technology for assessing cropping systems management in dry environments. **American Journal of Alternative Agriculture**. 11: 115-120.

Zheng, J., Sutton, J. C., and Yu, H. (2009). Interactions among Pythium aphanidermatum, roots, root mucilage, and microbial agents in hydroponic cucumbers. **Canadian Journal of Plant Pathology**. 22(4): 368-379.

ภาคผนวก ก
ข้อมูลระยะเวลาปลูก น้ำหนัก และค่าความคลาดเคลื่อนของพืชทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อมูลระยะเวลาปลูก น้ำหนัก และค่าความคลาดเคลื่อนของพืชทดสอบ

ข้อมูลการเพาะปลูกสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบ ในด้านระยะเวลาในการเพาะปลูก และน้ำหนักผลผลิต โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มผักตัวอย่าง 6 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค (Green Oak) เรดโอ๊ค (Red Oak) บัตเตอร์เฮด (Butter Head) บัตตาเวีย (Batavia) กรีน คอส (Green Cos) เรด คอรอล (Red Coral) ซึ่งผลการเก็บข้อมูลสามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

1. กรีนโอ๊ค (Green Oak)

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกกรีนโอ๊ค

รอบปลูก	ระยะวันปลูก (วัน)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	ระบบ	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	43	45	2
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	43	42	-1
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	43	45	2
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	45	47	2
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	43	44	1
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	43	45	2
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	43	45	2
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	40	40	0
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	40	41	1
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	40	41	1
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	40	40	0
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	40	42	2
ค่าเฉลี่ย	**41.916**	**43.083**	**1.167**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตกรีน โอ๊ค

รอบปลูก	น้ำหนักเฉลี่ย (กก./ต้น)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	ระบบ	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	0.190	0.200	0.010
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	0.190	0.200	0.010
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	0.190	0.200	0.010
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	0.200	0.200	0.000
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	0.200	0.200	0.000
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	0.200	0.195	-0.005
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	0.200	0.195	-0.005
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	0.198	0.200	0.002
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	0.198	0.200	0.002
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	0.198	0.200	0.002
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	0.198	0.200	0.002
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	0.198	0.200	0.002
ค่าเฉลี่ย	**0.197**	**0.199**	**0.0025**

2. เรดโอ๊ค (Red Oak)

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกเรดโอ๊ค

รอบปลูก	ระยะวันปลูก (วัน)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	43	45	2
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	43	45	2
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	45	46	1
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	45	47	2
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	43	45	2
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	43	44	1
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	43	45	2
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	42	40	-2
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	42	42	0
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	42	41	-1
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	42	41	-1
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	42	42	0
ค่าเฉลี่ย	**42.916**	**43.583**	**0.667**

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตเรดโอ๊ค

รอบปลูก	น้ำหนักเฉลี่ย (กก./ต้น)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	0.120	0.100	-0.020
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	0.120	0.100	-0.020
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	0.120	0.100	-0.020
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	0.120	0.100	-0.020
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	0.140	0.135	-0.005
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	0.140	0.135	-0.005
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	0.140	0.135	-0.005
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	0.140	0.150	0.010
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	0.140	0.150	0.010
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	0.140	0.150	0.010
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	0.140	0.150	0.010
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	0.140	0.150	0.010
ค่าเฉลี่ย	**0.133**	**0.129**	**-0.003**

3. บัตเตอร์เฮด (Butter Head)

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกบัตเตอร์เฮด

รอบปลูก	ระยะวันปลูก (วัน)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	45	45	0
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	45	45	0
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	45	42	-3
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	45	46	1
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	45	48	3
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	45	45	0
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	45	45	0
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	42	41	-1
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	42	42	0
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	42	43	1
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	42	42	0
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	42	42	0
ค่าเฉลี่ย	**43.750**	**43.833**	**0.083**

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตบัตเตอร์เฮด

รอบปลูก	น้ำหนักเฉลี่ย (กก./ต้น)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	0.190	0.200	0.010
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	0.190	0.200	0.010
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	0.190	0.200	0.010
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	0.200	0.200	0.000
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	0.200	0.200	0.000
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	0.200	0.195	-0.005
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	0.200	0.195	-0.005
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	0.198	0.200	0.002
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	0.198	0.200	0.002
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	0.198	0.200	0.002
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	0.198	0.200	0.002
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	0.198	0.200	0.002
ค่าเฉลี่ย	**0.196**	**0.199**	**0.0025**

4. บัตตาเวีย (Batavia)

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกบัตตาเวีย

รอบปลูก	ระยะวันปลูก (วัน)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	44	45	1
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	44	45	1
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	45	46	1
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	45	45	0
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	43	44	1
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	43	44	1
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	43	45	2
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	41	40	-1
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	42	41	-1
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	42	43	1
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	41	41	0
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	42	42	0
ค่าเฉลี่ย	**42.916**	**43.416**	**0.5**

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตบัตตาเวีย

รอบปลูก	น้ำหนักเฉลี่ย (กก./ต้น)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	0.110	0.120	0.010
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	0.110	0.120	0.010
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	0.110	0.100	-0.010
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	0.110	0.100	-0.010
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	0.125	0.135	0.010
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	0.125	0.135	0.010
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	0.125	0.135	0.010
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	0.168	0.170	0.002
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	0.168	0.170	0.002
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	0.168	0.170	0.002
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	0.168	0.170	0.002
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	0.168	0.170	0.002
ค่าเฉลี่ย	**0.137**	**0.141**	**0.003**

5. กรีน คอส (Green Cos)

ตารางที่ ก.9 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกกรีน คอส

รอบปลูก	ระยะวันปลูก (วัน)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	43	45	2
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	43	45	2
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	45	45	0
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	45	45	0
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	45	45	0
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	44	45	1
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	44	45	1
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	42	42	0
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	42	40	-2
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	42	41	-1
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	42	41	-1
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	42	40	-2
ค่าเฉลี่ย	**43.25**	**43.25**	**0**

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตกรีน คอส

รอบปลูก	น้ำหนักเฉลี่ย (กก./ต้น)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	0.130	0.140	0.010
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	0.130	0.140	0.010
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	0.100	0.100	0.000
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	0.100	0.100	0.000
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	0.100	0.100	0.000
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	0.135	0.135	0.000
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	0.135	0.135	0.000
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	0.155	0.160	0.005
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	0.155	0.160	0.005
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	0.155	0.180	0.025
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	0.155	0.160	0.005
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	0.155	0.160	0.005
ค่าเฉลี่ย	**0.133**	**0.139**	**0.005**

6. เรด คอรอล (Red Coral)

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาปลูกเรด คอรอล

รอบปลูก	ระยะวันปลูก (วัน)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	44	42	-2
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	45	46	1
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	45	45	0
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	45	46	1
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	45	44	-1
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	45	44	-1
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	45	45	0
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	43	40	-3
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	43	41	-2
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	43	41	-2
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	43	42	-1
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	43	42	-1
ค่าเฉลี่ย	**44.083**	**43.167**	**-0.916**

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตเรด คอรอล

รอบปลูก	น้ำหนักเฉลี่ย (กก./ต้น)		ค่าความคลาดเคลื่อน
	HPVMS	ปลูกจริง	
1 (1 ม.ค. - 13 ก.พ.)	0.100	0.098	-0.002
2 (10 ม.ค. - 23 ก.พ.)	0.097	0.100	0.003
3 (20 ม.ค. - 4 มี.ค.)	0.100	0.100	0.000
4 (30 ม.ค. - 14 มี.ค.)	0.100	0.100	0.000
5 (10 ก.พ. - 24 มี.ค.)	0.133	0.135	0.002
6 (20 มี.ค. - 3 พ.ค.)	0.133	0.135	0.002
7 (30 มี.ค. - 13 พ.ค.)	0.130	0.135	0.005
8 (10 เม.ย. - 23 พ.ค.)	0.140	0.150	0.010
9 (20 เม.ย. - 3 มิ.ย.)	0.190	0.150	-0.040
10 (30 เม.ย. - 13 มิ.ย.)	0.140	0.150	0.010
11 (10 พ.ค. - 23 มิ.ย.)	0.140	0.150	0.010
12 (20 พ.ค. - 3 ก.ค.)	0.140	0.150	0.010
ค่าเฉลี่ย	**0.128**	**0.129**	**0.0008**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย
เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปรนิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย
เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักไฮโดรโปรนิกส์

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยสนับสนุนการวางแผนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ และเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการประมวลผลของระบบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีในการปฏิสัมพันธ์กับระบบ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในเชิงวิชาการต่อไป

อนึ่ง ข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำไปใช้เพื่อประโยชน์เชิงวิชาการ โดยข้อมูลที่ท่านได้ตอบทั้งหมด จะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่าน

ขอขอบคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นายเมธา โล่กันภัย
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 4 หน้า แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย √ ในช่องว่าง ☐ หน้าข้อมูลที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

1. เพศ

☐ชาย ☐หญิง

2. ระดับการศึกษา

☐ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ปริญญาตรี
☐ปริญญาโท ☐ปริญญาเอก
☐อื่นๆ _____(โปรดระบุ)

3. อายุ ..... ปี

4. ประสบการณ์ในการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

☐น้อยกว่า 3 ปี ☐3-5 ปี
☐5-10 ปี ☐10 ปีขึ้นไป
☐ไม่เคย

5. ท่านเคยวางแผนการเพาะปลูกผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือไม่

☐เคย ☐ไม่เคย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
ก. ด้านประสิทธิภาพ					
1. ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุง และลบข้อมูล					
2. ความเร็วของการประมวลผลผลลัพธ์ สมบูรณ์ ครบถ้วน					
3. ระบบสารมารถลดระยะเวลาในการวางแผนได้ดีกว่าการวางแผนด้วยตนเอง					
4. ความเร็วในการเชื่อมโยงระหว่างเว็บเพจและการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล					
ข. ด้านประสิทธิผล					
1. ความถูกต้องของระบบ ในการสร้างแผนการดำเนินการผลิตผัก โดยคำนึงถึงชนิดพืช ระยะเวลาในการเพาะปลูก และปริมาณผลผลิตที่ต้องการ					
2. ความถูกต้องในการบันทึก ปรับปรุง และลบข้อมูล					
3. ความถูกต้องในการเชื่อมโยงระหว่างเว็บเพจ และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล					
4. ระบบสามารถแสดงแผนการผลิต ถูกต้อง เข้าใจง่าย และเหมาะสม					
ค. ด้านฟังก์ชั่นและความเหมาะสมในการใช้งาน					
1. เกี่ยวกับระบบสมาชิก และการเข้าสู่ระบบ					
1.1 ความง่าย และสะดวกในการสมัครสมาชิก					
1.2 ความง่าย และสะดวกในการปรับปรุงข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้					
1.3 ความง่าย และสะดวกในการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน					
1.4 ความง่าย และสะดวกในการเข้าสู่ระบบ					
2. เกี่ยวกับการจัดการ และเข้าถึงข้อมูลพื้นฐานในระบบ					
2.1 ความง่าย และสะดวกในการสร้าง และบันทึกข้อมูลพื้นฐานทั่วไป					

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
2.2 ความง่าย และสะดวกในการปรับปรุง และลบข้อมูลพื้นฐาน					
2.3 ความง่าย และสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลพื้นฐาน					
2.4 แผนการผลิตที่ได้มีความยืดหยุ่น เหมาะสมต่อการดำเนินงาน					
3. เกี่ยวกับการแสดงผล					
3.1 การออกแบบภาพกราฟิก มีความชัดเจน เหมาะสมและสื่อความหมายได้					
3.2 ระบบแสดงแผนการดำเนินการผลิตผักในรูปแบบที่สามารถเข้าใจ และนำไปใช้ได้จริง					
3.3 ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง					
3.4 ท่านสามารถจดจำรูปแบบและเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย					
3.5 ระบบใช้ภาษาในการสื่อความหมายที่ชัดเจน					
3.6 ระบบใช้ภาพกราฟิกและโทนสีที่เหมาะสมในการแสดงผล					
3.7 ระบบใช้รูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสมในการแสดงผล					
3.8 ระบบใช้ขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมในการแสดงผล					
3.9 ระบบมีการจัดวางองค์ประกอบที่เหมาะสม					
3.10 ระบบมีการแบ่งส่วนการทำงานที่เหมาะสม					
ง. ด้านความปลอดภัยและการป้องกันความผิดพลาดของระบบ					
1. มีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับการเข้าใช้งานระบบ					
2. ระบบมีการแจ้งเตือนการดำเนินงานที่ชัดเจน เพื่อป้องกันและลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น การแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลที่ต้องการลบมีความสัมพันธ์กับส่วนอื่น					
3. มีระบบป้องกันความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล เช่น ช่องสำหรับกรอกตัวเลขมีการป้องกันไม่ให้กรอกข้อมูลตัวอักษร หรือการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบเมื่อกรอกข้อมูลไม่ครบ					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต

_____

_____

_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค
การหาความตรงของเครื่องมือ (Validity)

การหาความตรงของเครื่องมือ (Validity)

หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม โดยนำเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาอย่างน้อย 3 คน พิจารณาให้คะแนนความคิดเห็นโดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นดังนี้

1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าค่า IOC ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ข้อคำถามนั้นก็เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของกลุ่มพฤติกรรมนั้น ถ้าข้อคำถามใดมีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.5 ข้อคำถามนั้นก็ถูกตัดออกไปหรือต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ดีขึ้น

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ต่อองค์ประกอบความสามารถในการใช้งานได้ของซอฟต์แวร์ 4 ด้าน

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านไฮโดรโปนิกส์	ผู้เชี่ยวชาญด้านไฮโดรโปนิกส์	ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย		
1. ด้านประสิทธิภาพของระบบ							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	0	1	1	1	4	0.8
3	1	0	1	1	1	4	0.8
4	1	1	1	1	1	5	1
2. ด้านประสิทธิผลของระบบ							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
3. ด้านฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ							
1.1	1	1	1	1	1	5	1
1.2	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ต่อองค์ประกอบความสามารถในการใช้งานได้ของซอฟต์แวร์ 4 ด้าน (ต่อ)

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านไฮโดรโปนิกส์	ผู้เชี่ยวชาญด้านไฮโดรโปนิกส์	ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย		
3. ด้านฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ							
1.3	1	1	1	1	1	5	1
1.4	1	1	1	1	1	5	1
2.1	1	1	1	1	1	5	1
2.2	1	1	1	1	1	5	1
2.3	1	1	1	1	1	5	1
2.4	1	0	1	1	1	4	0.8
3.1	1	1	1	1	1	5	1
3.2	1	0	1	0	1	3	0.6
3.3	1	0	1	1	1	4	0.8
3.4	1	1	1	0	1	4	0.8
3.5	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรม จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ต่อองค์ประกอบความสามารถในการใช้งานได้ของซอฟต์แวร์ 4 ด้าน (ต่อ)

ข้อคำถาม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านไฮโดรโปนิกส์	ผู้เชี่ยวชาญด้านไฮโดรโปนิกส์	ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย		
3. ด้านฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ							
3.6	1	1	0	1	1	4	0.8
3.7	1	1	0	1	1	4	0.8
3.8	1	1	1	1	1	5	1
3.9	1	1	1	1	1	5	1
3.10	1	0	1	1	1	4	0.8
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ							
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	0	1	0	1	3	0.6
3	1	1	1	1	1	5	1

จากตารางที่ ค.1 พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ที่มีต่อองค์ประกอบของความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ 4 ด้าน ไม่มีข้อใดที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.5 ดังนั้น จึงถือว่าแบบสอบถามดังกล่าว มีความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามและลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมทั้งฉบับ

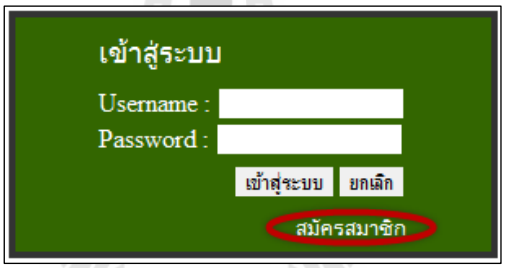
ภาคผนวก ง
ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก ในระบบไฮโดรโปนิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

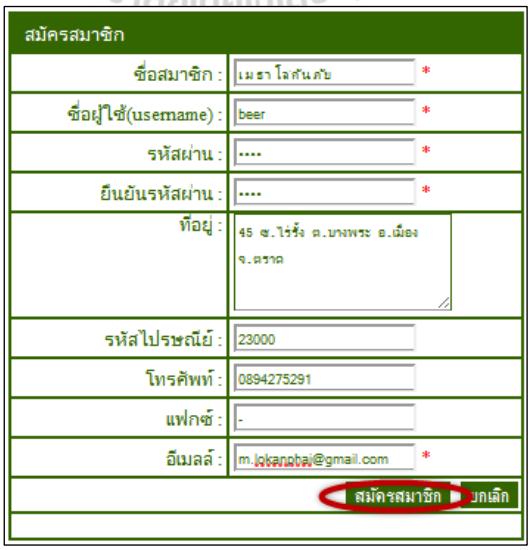
ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผัก ในระบบไฮโดรโปนิกส์

1. การสมัครสมาชิก

สำหรับคู่มือระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ ในส่วนแรกจะเริ่มอธิบายจากการเข้าไปใช้งานยังหน้าเว็บต่างๆ ด้วยการเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ ง. 1 เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้จะต้องมีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าใช้งานระบบ ส่วนในกรณีที่ผู้ใช้ยังไม่มีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้คลิกที่ข้อความ “สมัครสมาชิก” ในวงกลมสีแดงที่แสดงในภาพที่ ง.1 จากนั้นจะปรากฏหน้าจอสำหรับการลงทะเบียนที่ไว้ให้ผู้ใช้สำหรับลงทะเบียนเพื่อสมัครสมาชิก ภาพที่ ง.2



ภาพที่ ง.1 หน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบ

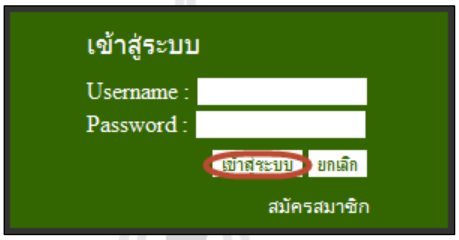


ภาพที่ ง.2 หน้าจอสำหรับการลงทะเบียนในการเข้าใช้งานระบบ

ในภาพที่ ง.2 ให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลให้ครบตามที่ระบบกำหนด โดยเครื่องหมายดอกจัน (*) สีแดงท้ายช่องที่ให้กรอกข้อมูล แสดงถึงความสำคัญของข้อมูล เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้คลิกที่ปุ่มสมัครสมาชิก เป็นอันเสร็จการลงทะเบียนในระบบ

2. การล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ

หลังจากที่ทำการลงทะเบียนเสร็จเรียบร้อยแล้วระบบจะกลับเข้ามายังหน้าล็อกอิน เพื่อให้ผู้ใช้ทำการล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ โดยกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ได้กำหนดไว้ในการลงทะเบียน จากนั้นกดปุ่ม Enter หรือคลิกที่ปุ่ม เข้าสู่ระบบ ในระบบดังแสดงในภาพที่ ง.3



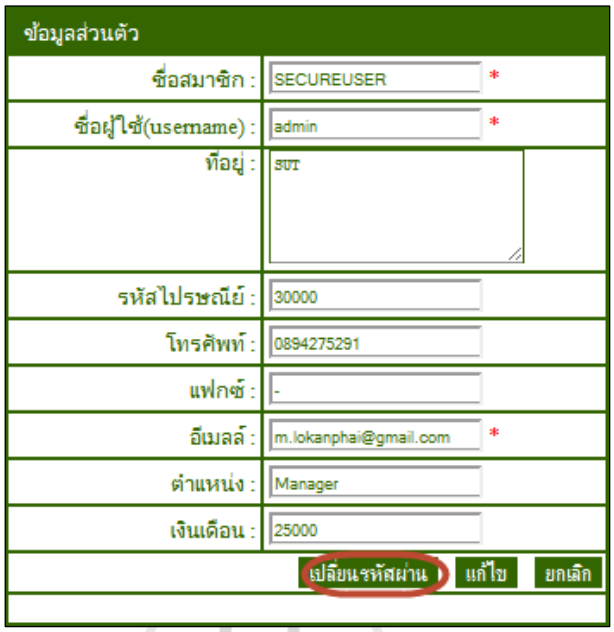
ภาพที่ ง.3 วิธีการเข้าสู่ระบบ

3. การแก้ไขข้อมูลสมาชิกและเปลี่ยนรหัสผ่าน

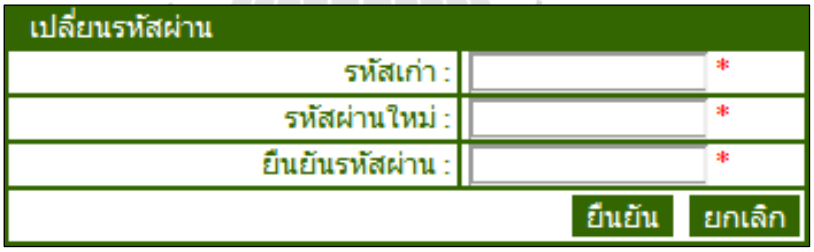
หน้าจอนี้สำหรับให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว ได้แก่ ชื่อสมาชิก ชื่อผู้ใช้ ที่อยู่ รหัสไปรษณีย์ โทรศัพท์ แฟกซ์ อีเมลล์ ได้โดยการปรับปรุงข้อมูลจากนั้นคลิกที่ปุ่ม แก้ไข ดังภาพที่ ง.4

ภาพที่ ง.4 หน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ให้คลิกที่ปุ่ม เปลี่ยนรหัสผ่าน ตามภาพที่ ง.5 เพื่อเข้าสู่หน้าจอสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ดังภาพที่ ง.6 จากนั้นทำการกรอกรหัสผ่านเก่า พร้อมกับใส่รหัสผ่านใหม่ที่ต้องการเปลี่ยน จากนั้นทำการคลิกที่ปุ่ม ยืนยัน



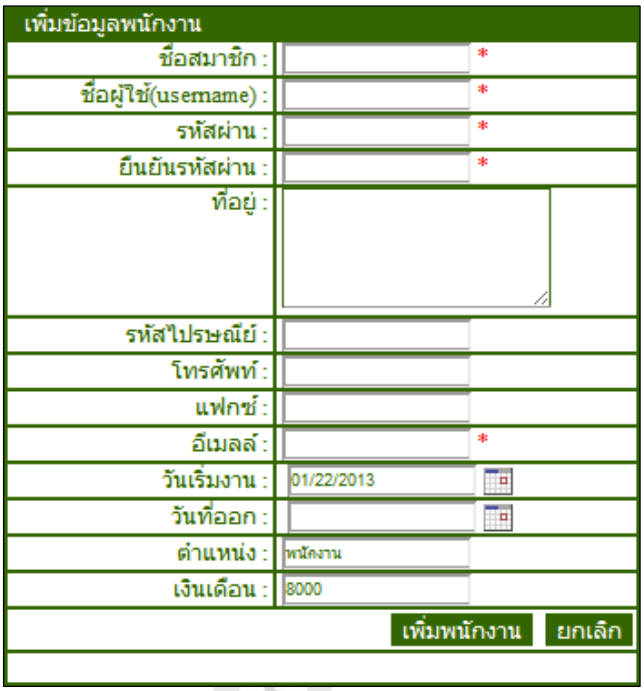
ภาพที่ ง.5 ปุ่มเปลี่ยนรหัสผ่านในหน้าข้อมูลส่วนตัว



ภาพที่ ง.6 หน้าจอสำหรับการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่

4. การสร้างรายชื่อพนักงานและกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้

เข้าสู่เมนูจัดการพนักงาน จากนั้นระบบจะปรากฏหน้าจอขึ้นดังภาพที่ ง.7 กรอกข้อมูลให้ถูกต้องครบถ้วน จากนั้นคลิกที่ปุ่ม เพิ่มพนักงาน

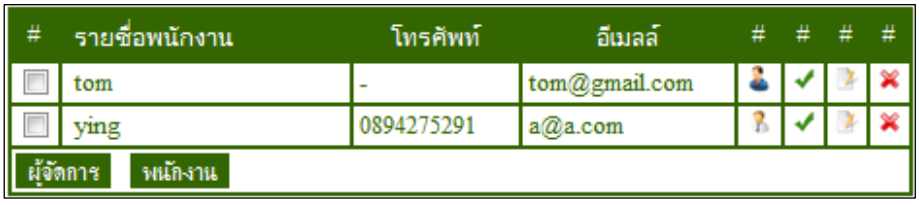


ภาพที่ ง.7 หน้าจอด้านขวาสำหรับเพิ่มข้อมูลพนักงาน

ข้อมูลพนักงานจะปรากฏดังภาพที่ ง.8 ในกรณีที่ต้องการกำหนดสิทธิ์ให้กับพนักงาน ให้คลิกที่ช่อง “Select Box” ที่หน้ารายการข้อมูลพนักงาน จากนั้นคลิกเลือกปุ่มเพื่อทำการกำหนดสิทธิ์ดังนี้

- ผู้จัดการ หมายถึง กำหนดสิทธิ์ให้พนักงานสามารถใช้งานระบบทุกส่วนได้เทียบเท่ากับผู้จัดการ
- พนักงาน หมายถึง กำหนดสิทธิ์ให้ผู้ใช้ให้สามารถใช้งานระบบได้เทียบเท่ากับพนักงาน

*** ระบบจะไม่แสดงข้อมูลของผู้ใช้ที่ลงทะเบียนในส่วนนี้ เนื่องจากมีสิทธิ์ในการเข้าถึงระบบสูงสุดเทียบเท่ากับผู้จัดการ และเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากผู้ใช้ ***



ภาพที่ ง.8 หน้าจอทางด้านซ้ายสำหรับแสดงข้อมูลพนักงาน

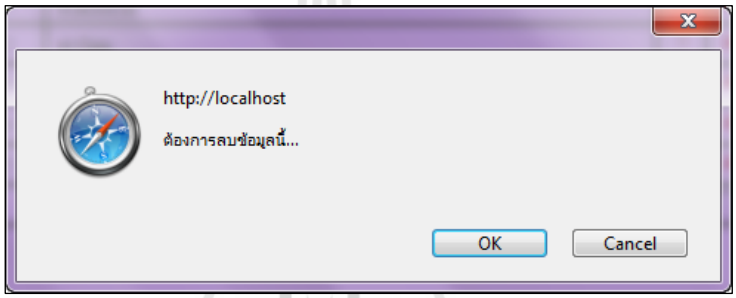
- การกำหนดสิทธิ์การเข้าสู่ระบบให้คลิกที่เครื่องหมายถูก ในภาพที่ ง.8 ถ้าเป็นสีเขียวหมายความว่าอนุญาตให้เข้าสู่ระบบ ส่วนสีแดงหมายความว่าไม่อนุญาตให้เข้าสู่ระบบ

- สำหรับเข้าไปยังส่วนแก้ไขข้อมูลพนักงาน

- สำหรับลบข้อมูลพนักงาน

*** การลบข้อมูลพนักงานจะมีผลต่อรายงานด้านต้นทุน ***

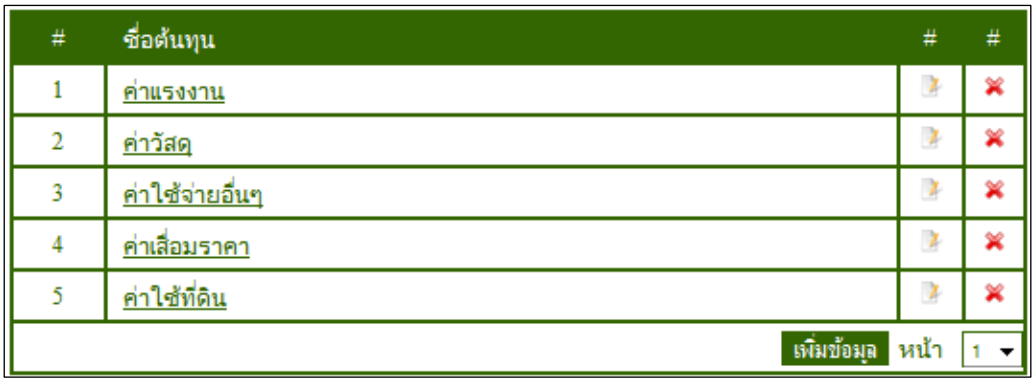
การลบข้อมูลในฐานข้อมูลทุก ๆ ส่วนจะมีข้อความแจ้งเตือนแสดงแก่ผู้ใช้ดังแสดงในภาพที่ ง.9 ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดของผู้ใช้ และความเสียหายข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันกับส่วนอื่น ๆ ถ้าต้องการลบข้อมูลนี้ให้ยืนยันโดยคลิกที่ปุ่ม OK ถ้าไม่ต้องการลบให้คลิกที่ปุ่ม Cancel



ภาพที่ ง.9 การแจ้งเตือนของระบบ

5. การจัดการข้อมูลต้นทุน

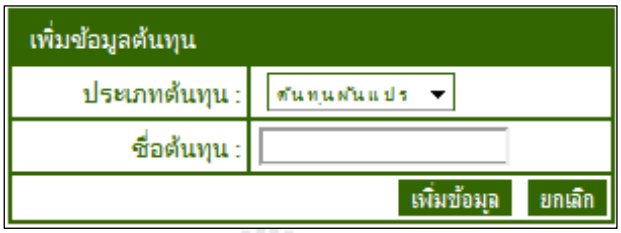
ในส่วนนี้มีข้อมูลต้นทุนเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ซึ่งอยู่ในส่วนหัวข้อเมนูต้นทุน => เมนูย่อยข้อมูลต้นทุน การจัดการข้อมูลต้นทุนแสดงรายการข้อมูลต้นทุนดังภาพที่ ง.10



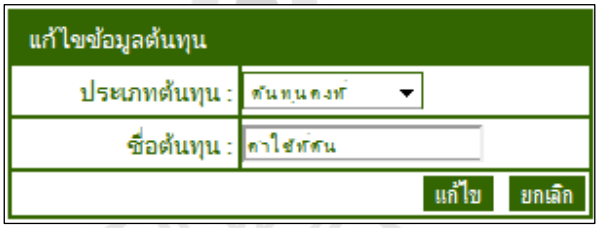
ภาพที่ ง.10 หน้าจอแสดงรายการต้นทุน

ส่วนในหน้าจอแสดงรายการต้นทุนสามารถเพิ่ม ลบ และปรับปรุงรายการต้นทุนได้โดยการคลิกที่ปุ่ม เพิ่มข้อมูล และไอคอนด้านขวาของตาราง คือปรับปรุง และลบข้อมูล ตามลำดับจากซ้ายไปขวา

- สำหรับเข้าไปยังส่วนแก้ไขข้อมูลต้นทุน ดังแสดงในภาพที่ ง.12
- สำหรับลบข้อมูลต้นทุน



ภาพที่ ง.11 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลต้นทุน

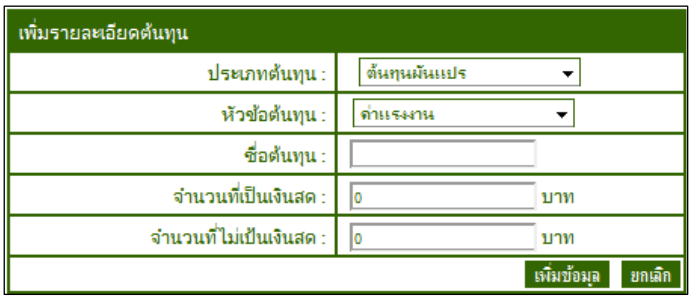


ภาพที่ ง.12 หน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลต้นทุน

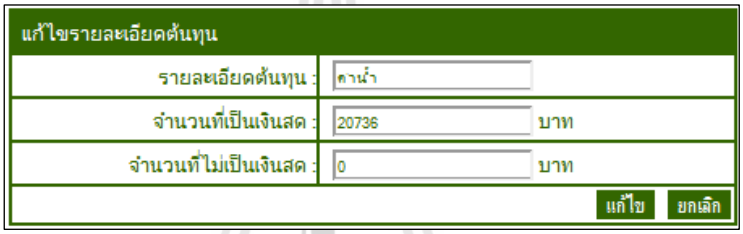
ส่วนถัดมาคือส่วนรายละเอียดของข้อมูลด้านต้นทุน โดยจากภาพที่ ง.10 แสดงรายการต้นทุนต่างเป็นข้อความลิงค์เชื่อมต่อไปยังหน้ารายละเอียดของต้นทุน ให้คลิกที่ชื่อเพื่อเชื่อมต่อไปยังลิงค์ หน้าจอจะปรากฏดังภาพที่ ง.13

ภาพที่ ง.13 หน้าจอรายการรายละเอียดของต้นทุน

- สำหรับเข้าไปยังส่วนแก้ไขข้อมูลรายละเอียดต้นทุน แสดงในภาพที่ ง.15
- สำหรับลบข้อมูลรายละเอียดต้นทุน



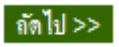
ภาพที่ ง.14 หน้าจอสำหรับการเพิ่มรายละเอียดต้นทุน

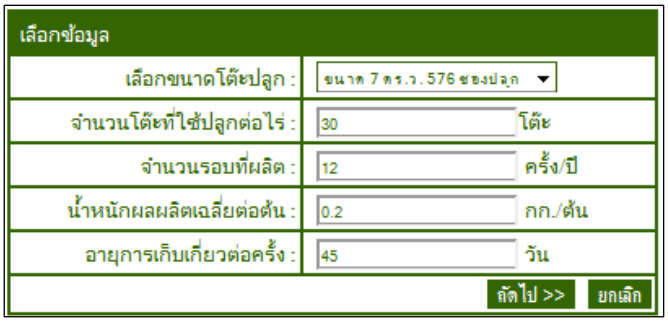


ภาพที่ ง.15 หน้าจอสำหรับการแก้ไขรายละเอียดต้นทุน

ในส่วนรายละเอียดต้นทุนการใช้งานระบบจะมีลักษณะคล้ายกับรายการต้นทุนที่อธิบายมาก่อนหน้านี้

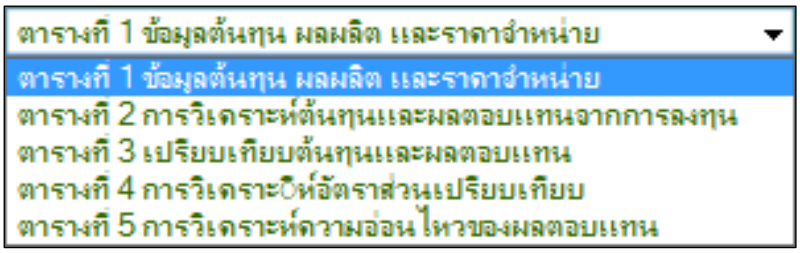
6. ส่วนวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

เมื่อเข้าสู่เมนูประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนจะมีหน้าจอให้กรอกข้อมูลดังตัวอย่างในภาพที่ ง.16 เมื่อผู้ใช้กำหนดข้อมูลเรียบร้อยแล้วคลิกที่ปุ่ม  จะมีขึ้นรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนแสดงขึ้นมา



ภาพที่ ง.16 หน้าจอการเลือกข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

สำหรับข้อมูลในส่วนนี้สามารถเลือกแสดงผลการวิเคราะห์ได้ 5 แบบ โดยสามารถเลือกได้จากดร็อปดาวน์ลิสต์บล็อก ดังตัวอย่างในภาพที่ ง.17



ภาพที่ ง.17 หัวข้อรายงานการวิเคราะห์

ในส่วนแรกตารางที่ 1 เป็นการแสดงข้อมูลต้นทุน ผลผลิต และราคาจำหน่าย ภาพที่ ง.18

รายการ	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม(บาท)
1. ต้นทุนผันแปร			
1.1. ค่าแรงงาน			
1.1.1. ค่าแรงงานประจำ	336000	96000	432000
1.1.2. ค่าแรงงานชั่วคราว	96000	0	96000
1.2. ค่าวัสดุ			
1.2.1. ค่าส่วยปลูก	39191.04	0	39191.04
1.2.2. ค่าเพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์	53652.38	0	53652.38
1.2.3. ค่าปุ๋ยเคมี	72576	0	72576
1.2.4. ค่าน้ำ	20736	0	20736
1.2.5. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60000	0	60000
1.3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			
1.3.1. ค่าอุปกรณ์การเกษตร	78000	0	78000
1.3.2. ค่าซ่อมอุปกรณ์การเกษตร	10000	0	10000

ภาพที่ ง.18 หน้าจอรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

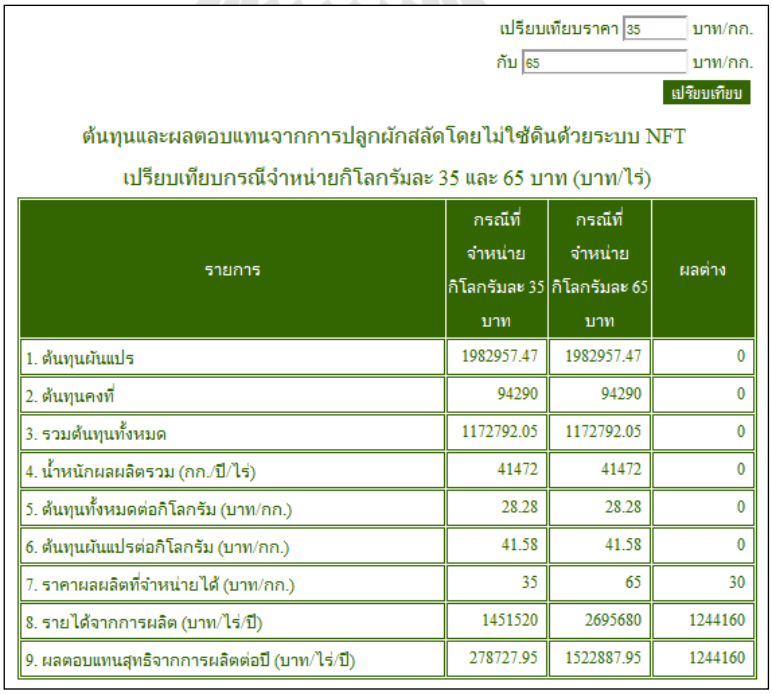
ตารางที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน ตัวอย่างภาพที่ ง.19

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนในการผลิตผักสลัดโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT

รายการ	รวม(บาท)	ร้อยละ
1. ต้นทุนผันแปร		
1.1. ค่าแรงงาน		
1.1.1. ค่าแรงงานประจำ	432000	36.84
1.1.2. ค่าแรงงานชั่วคราว	96000	8.19
1.2. ค่าวัสดุ		
1.2.1. ค่าถ้วยปลูก	39191.04	3.34
1.2.2. ค่าเพอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์	53652.38	4.57
1.2.3. ค่าปุ๋ยเคมี	72576	6.19
1.2.4. ค่าน้ำ	20736	1.77
1.2.5. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	60000	5.12
1.3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		
1.3.1. ค่าอุปกรณ์การเกษตร	78000	6.65
1.3.2. ค่าซ่อมอุปกรณ์การเกษตร	10000	0.85

ภาพที่ ง.19 หน้าจอรายงานการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนราคาในอินพุทบ็อกด้านบนขวา เพื่อทำการเปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ต้องการทำการจำหน่าย ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบราคาขาย ดังแสดงในภาพที่ ง.20



เปรียบเทียบราคา 35 บาท/กก.
กับ 65 บาท/กก.
เปรียบเทียบ

ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกผักสลัดโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT

เปรียบเทียบกรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 35 และ 65 บาท (บาท/ไร่)

รายการ	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 35 บาท	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท	ผลต่าง
1. ต้นทุนผันแปร	1982957.47	1982957.47	0
2. ต้นทุนคงที่	94290	94290	0
3. รวมต้นทุนทั้งหมด	1172792.05	1172792.05	0
4. น้ำหนักผลผลิตรวม (กก./ปี/ไร่)	41472	41472	0
5. ต้นทุนทั้งหมดต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	28.28	28.28	0
6. ต้นทุนผันแปรต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	41.58	41.58	0
7. ราคาผลผลิตที่จำหน่ายได้ (บาท/กก.)	35	65	30
8. รายได้จากการผลิต (บาท/ไร่/ปี)	1451520	2695680	1244160
9. ผลตอบแทนสุทธิจากการผลิตต่อปี (บาท/ไร่/ปี)	278727.95	1522887.95	1244160

ภาพที่ ง.20 หน้าจอการเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน ณ ราคาขาย

ส่วนที่ 5 การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนราคาในอินพุทบ็อกด้านบนขวา เพื่อทำการเปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ต้องการทำการจำหน่าย ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบราคาขายจะแสดงดังภาพที่ ง.21

เปรียบเทียบราคา 35 บาท/กก.

กับ 65 บาท/กก.

เปรียบเทียบ

การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบต่างๆ จากการปลูกผักสลัดโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT

เปรียบเทียบกรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 35 และ 65 บาท

รายการ	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 35 บาท	กรณีที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท	ผลต่าง
1. ราคาที่เกษตรกรจำหน่ายได้ (บาท/กก.)	35	65	30
2. ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่)	41472	41472	0
3. รายได้จากการจำหน่าย (บาท/ไร่/ปี)	1451520	2695680	1244160
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน			
4. ต้นทุนผันแปร	1982957.47	1982957.47	0
5. ต้นทุนคงที่	94290	94290	0
6. ต้นทุนรวม	1172792.05	1172792.05	0
7. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท)	278727.95	1522887.95	1244160
8. กำไรส่วนเกิน (บาท)	-531437.47	712722.53	1244160
การวิเคราะห์อัตราส่วนเปรียบเทียบ			
9. การวิเคราะห์อัตราส่วนรายได้และค่าใช้จ่าย			
9.1 อัตราส่วนต้นทุนผันแปรต่อรายได้รวม	137	74	63

ภาพที่ ง.21 หน้าจออัตราส่วนเปรียบเทียบ ณ ราคาขาย

ส่วนที่ 5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนราคาในอินพุทบ็อกด้านบนขวา เพื่อทำการเปรียบเทียบราคาผลผลิตที่ต้องการทำการจำหน่าย ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบราคาขายจะแสดงดังภาพที่ ง.22 และภาพที่ ง.23

เปรียบเทียบราคา 35 บาท/กก.
กับ 65 บาท/กก.
เปรียบเทียบ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน จากการผลิตผักในระบบ NFT
เมื่อต้นทุนและผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 35 บาท

	TC20%	TC10%	TC	TC-10%	TC-20%
Y 20	334473.54	451752.75	569031.95	686311.16	803590.36
Y 10	189321.54	306600.75	423879.95	541159.16	658438.36
Y 0	44169.54	161448.75	278727.95	396007.16	513286.36
Y -10	-100982.46	16296.75	133575.95	250855.16	368134.36
Y -20	-246134.46	-128855.25	-11576.05	105703.16	222982.36

ผลตอบแทนจากการปลูกผักสลัดในระบบ NFT
เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 35 บาท

ต้นทุนรวม (บาท)	ผลผลิต (กก./ไร่/ปี)	ราคา (บาท/กก.)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)
1172792.05	41472	20	-343352.05
1172792.05	41472	25	-135992.05
1172792.05	41472	30	71367.95
1172792.05	41472	35	278727.95
1172792.05	41472	40	486087.95
1172792.05	41472	45	693447.95
1172792.05	41472	50	900807.95

ภาพที่ ง.22 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนเมื่อราคาจำหน่ายผลผลิตเท่ากับ 35 บาท

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทน จากการผลิตผักในระบบ NFT
เมื่อต้นทุนและผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท

	TC20%	TC10%	TC	TC-10%	TC-20%
Y 20	1827465.54	1944744.75	2062023.95	2179303.16	2296582.36
Y 10	1557897.54	1675176.75	1792455.95	1909735.16	2027014.36
Y 0	1288329.54	1405608.75	1522887.95	1640167.16	1757446.36
Y -10	1018761.54	1136040.75	1253319.95	1370599.16	1487878.36
Y -20	749193.54	866472.75	983751.95	1101031.16	1218310.36

ผลตอบแทนจากการปลูกผักสลัดในระบบ NFT
เมื่อราคาผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป กรณีจำหน่ายกิโลกรัมละ 65 บาท

ต้นทุนรวม (บาท)	ผลผลิต (กก./ไร่/ปี)	ราคา (บาท/กก.)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่/ปี)
1172792.05	41472	50	900807.95
1172792.05	41472	55	1108167.95
1172792.05	41472	60	1315527.95
1172792.05	41472	65	1522887.95
1172792.05	41472	70	1730247.95
1172792.05	41472	75	1937607.95
1172792.05	41472	80	2144967.95

ภาพที่ ง.23 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลตอบแทนเมื่อราคาจำหน่ายผลผลิตเท่ากับ 65 บาท

7. การจัดการโต๊ะปลูก

ส่วนจัดการโต๊ะปลูก สามารถ เพิ่ม ลบ และแก้ไขโต๊ะปลูกได้ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกใช้งานหรือไม่ใช้งานโต๊ะปลูกที่สร้างขึ้นได้ โดยทำงานกับรายการโต๊ะปลูกแต่ละโต๊ะ ดังแสดงในภาพที่ ง.24 จะเป็นว่าทางด้านขวาของตารางแสดงเป็นไอคอน การใช้งานโต๊ะ แก้ไขข้อมูล และลบข้อมูล จากซ้ายไปขวาตามลำดับ

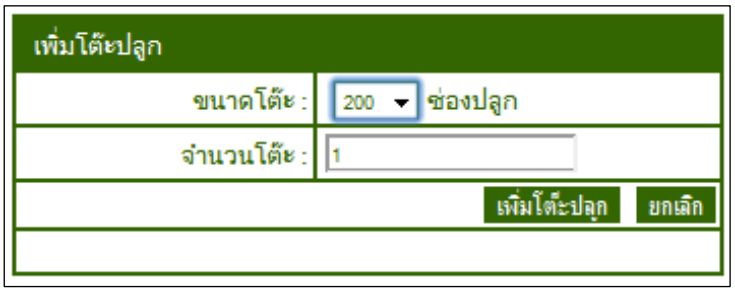
#	ชื่อโต๊ะปลูก	ช่องปลูก	#	#	#
1	001	200	✓		✗
2	002	200	✓		✗
3	003	200	✓		✗
4	004	200	✓		✗
5	005	200	✓		✗
6	006	200	✓		✗
7	007	200	✓		✗
8	008	200	✓		✗
9	009	200	✓		✗
10	010	200	✓		✗
11	011	200	✓		✗
12	012	200	✓		✗
13	013	200	✓		✗
14	014	200	✓		✗
15	015	200	✓		✗
16	016	200	✓		✗
17	017	200	✓		✗
18	018	200	✓		✗
19	019	200	✓		✗
20	020	200	✓		✗

เพิ่มข้อมูล หน้า 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาพที่ ง.24 หน้ารายการโต๊ะปลูก

- สำหรับเข้าไปยังส่วนแก้ไขข้อมูลโต๊ะปลูก แสดงในภาพที่ ง.26
- สำหรับลบข้อมูลโต๊ะปลูก



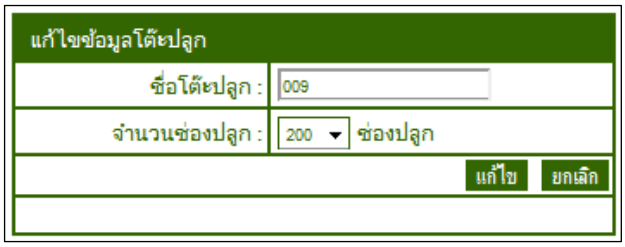
เพิ่มโต๊ะปลูก

ขนาดโต๊ะ : 200 ช่องปลูก

จำนวนโต๊ะ : 1

เพิ่มโต๊ะปลูก ยกเลิก

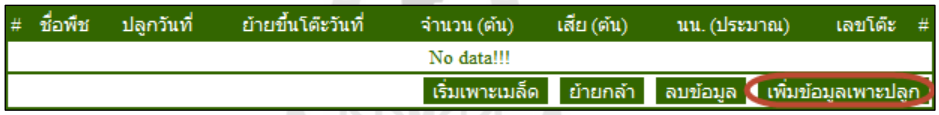
ภาพที่ ง.25 แสดงหน้าจอสำหรับเพิ่มข้อมูลโต๊ะปลูก



ภาพที่ ง.26 แสดงหน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลโต๊ะปลูก

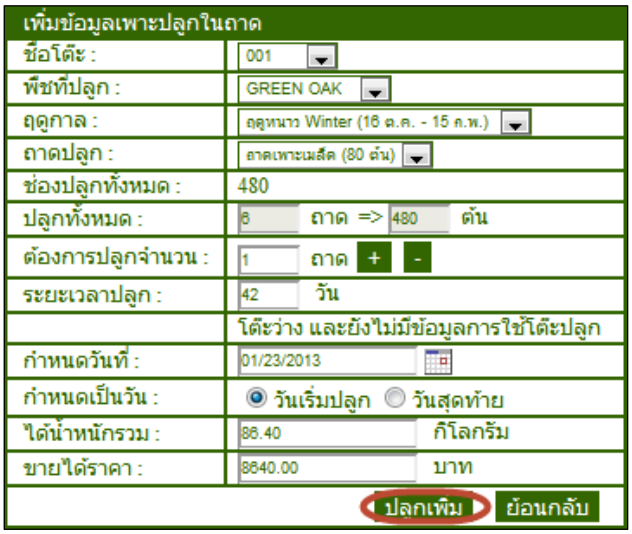
8. แผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานจะใช้ข้อมูลพื้นฐานจากการเพาะปลูก โดยระบบจะจำลองข้อมูลโต๊ะปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ ซึ่งสามารถวางโต๊ะขนาด 480 ช่องปลูก ได้ประมาณ 40 โต๊ะปลูก และการเพาะปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ในเชิงพาณิชย์ ใช้ระยะเวลาปลูกทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ซึ่งระบบจะแบ่งส่วนการดำเนินงานออกเป็นสองส่วนส่วนละ 3 สัปดาห์ ส่วนแรกจะอยู่ในช่วงที่เพาะเมล็ดจนกระทั่งเป็นต้นกล้า ดังแสดงในภาพที่ ง.27 - ง.30



ภาพที่ ง.27 หน้าจอแสดงรายการเพาะปลูก

สำหรับการเพิ่มแผนงานสามารถเพิ่มได้โดยการคลิกที่ปุ่ม เพิ่มข้อมูลเพาะปลูก จากนั้นระบบจะแสดงหน้าจอดังภาพที่ ง.27



ภาพที่ ง.28 หน้าสำหรับเพิ่มข้อมูลการดำเนินงาน

เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วระบบจะคำนวณ ระยะเวลาที่ปลูก น้ำหนัก ราคาขาย ให้โดยอัตโนมัติ จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม ปลูกเพิ่ม เพื่อเพิ่มข้อมูล ระบบจะทำการบันทึกลงในฐานข้อมูล และแสดงข้อมูลดังแสดงในภาพที่ ง.29 ส่วนในเรื่องความปลอดภัยของข้อมูลระบบมีการป้องกันการป้อนข้อมูลผิดพลาดจากผู้ใช้ เช่น ในด้านรูปแบบข้อมูลวันที่เพาะปลูก และการกรอกข้อมูลเฉพาะตัวเลข เป็นต้น

#	ชื่อพืช	ปลูกวันที่	ย้ายขึ้นโต๊ะวันที่	จำนวน (ต้น)	เสีย (ต้น)	นน. (ประมาณ)	เลขโต๊ะ	#
☐	RED CORAL	01/01/2013	01/21/2013	480	0	86.40	003	
☐	RED OAK	01/22/2013	02/11/2013	480	0	86.40	002	
☐	BUTTERHEAD	01/22/2013	02/11/2013	480	0	86.40	004	
☐	GREEN OAK	01/23/2013	02/12/2013	480	0	86.40	001	

เริ่มเพาะเมล็ด ย้ายกล้า ลบข้อมูล เพิ่มข้อมูลเพาะปลูก

ภาพที่ ง.29 ปุ่มเริ่มเพาะเมล็ดในหน้ารายการเพาะปลูกพืช

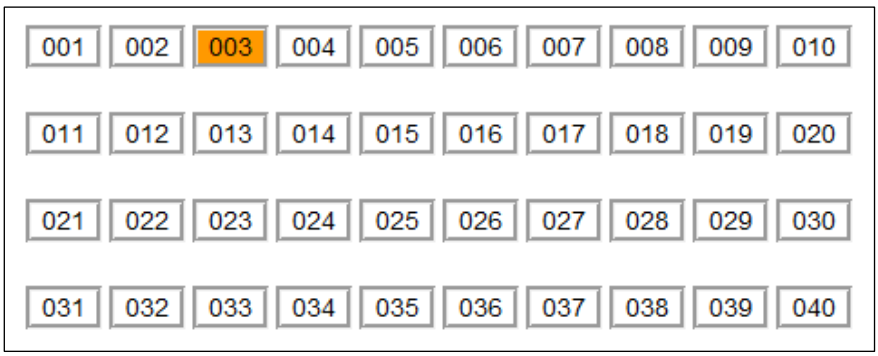
ในหน้าแสดงรายการเพาะปลูก ระบบแสดงข้อมูลเป็นสี ซึ่งแต่ละสีมีความหมาย ดังนี้ 1. สีเขียว หมายถึง รายการข้อมูลที่ได้มีการวางแผนเพาะปลูกไว้แล้ว แต่ยังไม่ถึงวันที่เริ่มเพาะเมล็ด 2. สีส้ม หมายถึง ถึงวันที่ที่ต้องเริ่มเพาะเมล็ดแล้ว ระบบจะเปลี่ยนแถบข้อมูลเป็นสีส้มโดยอัตโนมัติ 3. สีขาว หมายถึง กำลังเพาะปลูก แถบข้อมูลจะเปลี่ยนเป็นสีนี้ได้โดยผู้ใช้คลิกที่ Select Box หน้ารายการข้อมูลจากนั้นคลิกที่ปุ่ม เริ่มเพาะเมล็ด ดังภาพที่ ง.28 และสีสุดท้าย 4. สีแดง หมายถึง ถึงวันที่ที่ต้องย้ายต้นกล้าไปยังโต๊ะปลูก

#	ชื่อพืช	ปลูกวันที่	ย้ายขึ้นโต๊ะวันที่	จำนวน (ต้น)	เสีย (ต้น)	นน. (ประมาณ)	เลขโต๊ะ	#
☐	RED CORAL	01/01/2013	01/21/2013	480	0	86.40	003	
☐	RED OAK	01/22/2013	02/11/2013	480	0	86.40	002	
☐	BUTTERHEAD	01/22/2013	02/11/2013	480	0	86.40	004	
☐	GREEN OAK	01/23/2013	02/12/2013	480	0	86.40	001	

เริ่มเพาะเมล็ด ย้ายกล้า ลบข้อมูล เพิ่มข้อมูลเพาะปลูก

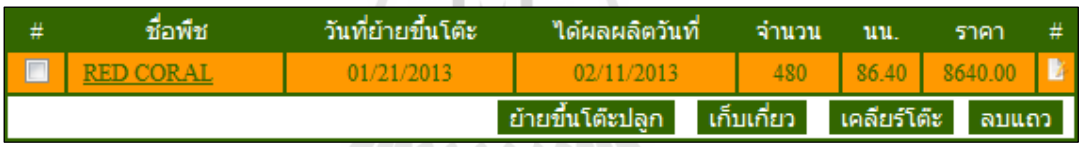
ภาพที่ ง.30 ปุ่มย้ายกล้าในหน้ารายการเพาะปลูกพืช

สำหรับวิธีการย้ายข้อมูลไปที่โต๊ะปลูก ให้ผู้ใช้คลิกที่ Select Box หน้ารายการข้อมูลที่ต้องการย้ายไปที่โต๊ะปลูกจากนั้นคลิกที่ปุ่ม ย้ายกล้า ดังภาพที่ ง.30 เมื่อคลิกที่ปุ่มย้ายกล้าแล้ว ระบบจะย้ายข้อมูลส่วนนี้ไปแสดงยังส่วนการจัดการข้อมูลพืชในโต๊ะปลูกดังภาพที่ ง.31



ภาพที่ ง.31 หน้าจอสำหรับจัดการโต๊ะปลูก

ในส่วนที่สองจะอยู่ในช่วงหลังจากย้ายกล้าขึ้นโต๊ะไปจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ผู้ใช้จะเห็นได้ว่าเมื่อย้ายข้อมูลมาที่โต๊ะแล้วข้อมูลจะแสดงเป็นสีส้ม ที่แสดงว่ายังอยู่ในสถานะรอการย้ายขึ้นโต๊ะปลูก ระบบต้องการการยืนยันข้อมูลการย้ายผักขึ้นโต๊ะเพื่อบันทึกและยืนยันการลงมือทำจริงจากผู้ใช้ ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นที่จะต้องอัพเดทสถานะอีกครั้งหนึ่งเพื่อยืนยันการย้ายกล้าขึ้นโต๊ะปลูก ส่วนวิธีทำคือคลิกที่โต๊ะที่ต้องการ ระบบจะแสดงตารางข้อมูลสำหรับอัพเดทสถานะข้อมูลดังภาพที่ ง.32

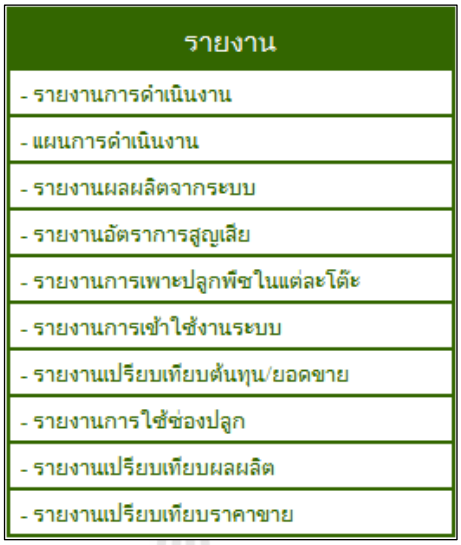


ภาพที่ ง.32 รายการพืชที่มีอยู่ในโต๊ะปลูก

วิธีการใช้งาน คือ คลิกที่ Select Box หน้าแถบข้อมูลที่ต้องการ และที่ปุ่ม ย้ายขึ้นโต๊ะปลูก ระบบจะอัพเดทข้อมูลให้โดยอัตโนมัติ โดยระบบจะแสดงผังโต๊ะปลูกเป็นสีเขียว หลังจากนี้ระบบจะเปลี่ยนสถานะสีเป็นสีแดงอีกครั้งเพื่อแจ้งเตือนว่าถึงวันเก็บเกี่ยว ให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่ Select Box แล้วคลิกที่ปุ่ม เก็บเกี่ยว จากนั้นระบบจะปรับสถานะเป็นสีฟ้า แสดงว่าสถานะของพืชที่ปลูกนั้นอยู่ในช่วงเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องเลือกข้อมูลแล้วคลิกที่ปุ่ม เคลียร์โต๊ะ ทุกครั้งเป็นการจบ 1 รอบปลูก

9. รายงานผลการดำเนินงาน

หน้าจอในการวางแผนดำเนินงาน มีส่วนสำหรับเรียกดูรายงานต่าง ๆ เพื่อติดตามแผนงานและผลการดำเนินงาน ดังภาพที่ ง.33



ภาพที่ ง.33 รายการของรายงานต่าง ๆ

9.1 หน้าจอรายงานการดำเนินงาน แสดงข้อมูลการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะปลูก โดยมีรายละเอียด ได้แก่ ในโต๊ะมีการเพาะปลูกผักชนิดใดบ้าง เริ่มปลูกวันที่เท่าไร สามารถเก็บเกี่ยวได้ในวันที่เท่าไร ปลูกจำนวนกี่ต้น ได้น้ำหนักประมาณเท่าไร และกำลังอยู่ในสถานะอะไรในการเพาะปลูก

รายงานการเพาะปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ประจำวันที่ 09 กุมภาพันธ์ 2013

ข้อมูลการเพาะต้นกล้า

โต๊ะ	ชนิดผัก	วันที่ปลูก	วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวน(ต้น)	น้ำหนัก (กก.)	สถานะ
001	GREEN OAK	23 มกราคม 2013	05 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
001	GREEN OAK	06 กุมภาพันธ์ 2013	19 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	ถึงวันเพาะเมล็ด
002	RED OAK	22 มกราคม 2013	04 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
004	BUTTERHEAD	22 มกราคม 2013	04 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
005	RED CORAL	25 มกราคม 2013	07 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
007	RED COS	06 กุมภาพันธ์ 2013	19 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	ถึงวันเพาะเมล็ด
007	RED COS	01 มีนาคม 2013	11 เมษายน 2013	480 ต้น	86.40 กก.	รอวันเริ่มเพาะปลูก
009	GREEN OAK	06 กุมภาพันธ์ 2013	19 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	ถึงวันเพาะเมล็ด
010	BUTTERHEAD	24 มกราคม 2013	06 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า
018	testveg	06 กุมภาพันธ์ 2013	05 มีนาคม 2013	480 ต้น	144.00 กก.	ถึงวันเพาะเมล็ด
019	GREEN OAK	04 กุมภาพันธ์ 2013	15 มีนาคม 2013	480 ต้น	86.40 กก.	กำลังเพาะต้นกล้า

ข้อมูลผักในโต๊ะ

โต๊ะ	ชนิดผัก	วันที่ปลูก	วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวน(ต้น)	น้ำหนัก (กก.)	สถานะ
003	RED CORAL	01 มกราคม 2013	11 กุมภาพันธ์ 2013	480 ต้น	86.40 กก.	รอยืนยันขึ้นโต๊ะ
007	GREEN OAK	03 มกราคม 2013	13 กุมภาพันธ์ 2013	480 ต้น	86.40 กก.	รอยืนยันขึ้นโต๊ะ

ภาพที่ ง.34 รายการของรายงานการดำเนินงาน

9.2 หน้าจอแผนการดำเนินงาน แสดงข้อมูลการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะปลูก ระบบสามารถแสดงแผนการผลิตทั้งหมดของแต่ละโต๊ะปลูกได้ โดยผู้ใช้สามารถเลือกแสดงแผนการดำเนินงานในรูปแบบรายเดือนและรายปี โดยในแต่ละแผนการดำเนินงานแต่ละโต๊ะปลูกระบบสามารถแสดงสถานะที่กำลังดำเนินงานอยู่แยกเป็นสีต่าง ๆ 5 สถานะตามช่วงเวลาในการดำเนินงานดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ การแสดงผลลักษณะนี้ช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงการดำเนินงานที่เกิดขึ้นในแต่ละโต๊ะ ทั้งแผนที่กำลังดำเนินอยู่และแผนที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต

ภาพที่ ง.35 หน้าจอแผนการดำเนินงาน

9.3 หน้าจอรายงานผลผลิต แสดงรายงานการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละโต๊ะ และช่วงเวลาตามที่ผู้ใช้เลือก โดยข้อมูลจะแสดงเป็นชนิดผักที่เก็บเกี่ยว วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวนต้น และน้ำหนักผลผลิตที่ได้

ภาพที่ ง.36 รายงานผลผลิต

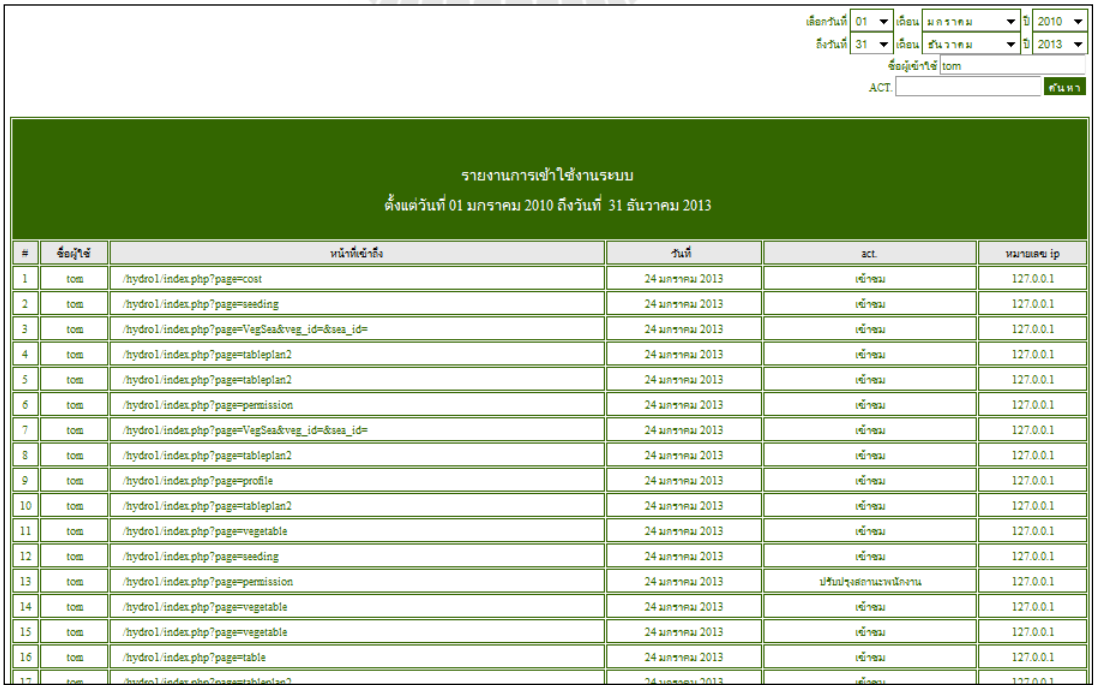
9.4 หน้าจอรายงานอัตราการสูญเสีย แสดงอัตราการสูญเสียในการเพาะปลูก ในเดือนและปีที่ผู้ใช้ต้องการทราบ โดยรายงานจะบอกถึงพืชที่ปลูก ปลูกในโต๊ะใด เสียกี่ต้น จากพืชที่ปลูกทั้งหมดกี่ต้น คิดเป็นร้อยละเท่าไรในรอบการปลูก นอกจากนี้ยังแสดงสรุปอัตราการสูญเสียของพืชทั้งหมดที่ปลูกในแต่ละเดือนให้ทราบ

ภาพที่ ง.37 หน้าจอรายงานอัตราการสูญเสีย

9.5 หน้าจอรายงานการเพาะปลูกพืชในแต่ละโต๊ะ แสดงรายการการเพาะปลูกพืชในโต๊ะที่ผู้ใช้ต้องการทราบ แบ่งแสดงหน้าละ 5 รายการ ในแต่ละรายการบอกถึงวันเริ่มปลูก วันที่เก็บเกี่ยว ชนิดของพืช จำนวนที่ปลูก อัตราการสูญเสีย ผลผลิต (กิโลกรัม) ต้นทุนในการปลูก ผลกำไร

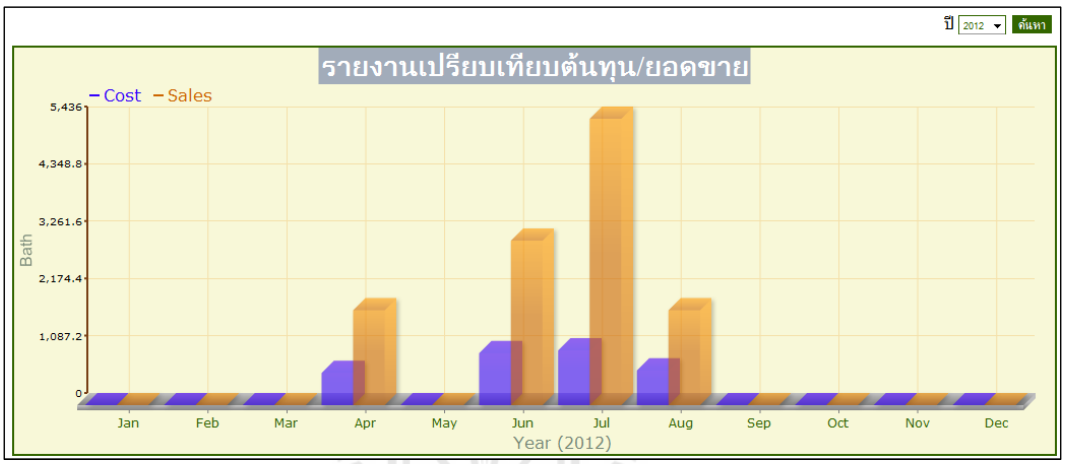
ภาพที่ ง.38 หน้าจอรายงานการเพาะปลูกพืช

9.6 หน้าจอรายงานการเข้าใช้งานระบบ แสดงถึงข้อมูลการเข้าใช้งานส่วนต่าง ๆ ของระบบ ว่ามีใคร เข้ามาทำอะไร ที่ส่วนใด เมื่อเวลาใด ใช้สำหรับตรวจสอบการดำเนินการรับทราบต่าง ๆ



ภาพที่ ง.39 หน้าจอรายงานการเข้าใช้งานระบบ

9.7 หน้าจอกราฟรายงานเปรียบเทียบต้นทุนและยอดขาย ระบบสามารถแสดงไดนามิกส์กราฟเกี่ยวกับรายงานเปรียบเทียบต้นทุนและยอดขาย โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนเงินสูงสุด โดยแบ่งเป็น 5 สถานะ ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลาในแต่ละเดือน ซึ่งสามารถเลือกแสดงผลในรูปแบบรายปี เส้นกราฟแท่งสีม่วงจะแสดงถึงต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละเดือน ส่วนกราฟแท่งสีส้มจะแสดงถึงยอดขายทั้งหมดในแต่ละเดือน การแสดงผลในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงภาพรวมของผลการดำเนินงานในแต่ละปี และสามารถใช้สารสนเทศนี้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบต้นทุนและยอดขายในแต่ละปีในการดำเนินงานได้ดียิ่งขึ้น



ภาพที่ ง.40 รายงานเปรียบเทียบต้นทุน/ยอดขาย

9.8 หน้าจอกราฟรายงานการใช้ช่องปลูก ระบบสามารถแสดงไดนามิกส์กราฟเกี่ยวกับใช้ช่องปลูก โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนช่องปลูกทั้งหมดที่ใช้ในการดำเนินงาน ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลา ซึ่งสามารถเลือกแสดงผลในรูปแบบรายสัปดาห์ รายไตรมาส และรายเดือน ส่วนเส้นกราฟจะแสดงจำนวนช่องปลูกทั้งหมดที่มีการใช้งานอยู่ในแต่ละช่วงเวลา การแสดงผลในลักษณะนี้ช่วยให้บุคลากรทราบถึงภาพรวมในการใช้งานช่องปลูกทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา และสามารถใช้สารสนเทศนี้ในการปรับปรุงกำลังการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ ง.41 กราฟรายงานการใช้ช่องปลูก

9.9 กราฟรายงานเปรียบเทียบผลผลิต ระบบสามารถแสดงไดนามิกส์กราฟเกี่ยวกับรายงานเปรียบเทียบผลผลิตที่ระบบประมาณกับปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้จริง โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนปริมาณผลผลิต โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลาในแต่ละเดือน

9.10 กราฟรายงานเปรียบเทียบราคาขาย ระบบสามารถแสดงไดนามิกส์กราฟเกี่ยวกับรายงานเปรียบเทียบราคาขายที่ระบบประมาณกับราคาขายจริง โดยในแกน Y จะแสดงจำนวนราคาขาย โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ส่วนแกน X จะแสดงในรูปแบบของช่วงเวลาในแต่ละเดือน

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างข้อมูลการผลิตที่นำมาใช้ในการประมวลผลระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
42	40	42	42	42	42	11/15/2011	11/22/2011	12/6/2011	12/27/2011
42	41	42	42	42	42	11/18/2011	11/25/2011	12/9/2011	12/30/2011
42	42	42	42	42	42	11/21/2011	11/28/2011	12/12/2011	1/2/2012
42	42	42	42	42	42	11/24/2011	12/1/2011	12/15/2011	1/5/2012
42	42	42	42	42	42	11/27/2011	12/4/2011	12/18/2011	1/8/2012
42	42	42	42	42	42	11/30/2011	12/7/2011	12/21/2011	1/11/2012
42	42	42	42	42	42	12/3/2011	12/10/2011	12/24/2011	1/14/2012
42	40	42	42	42	42	12/6/2011	12/13/2011	12/27/2011	1/17/2012
42	42	42	42	42	42	12/9/2011	12/16/2011	12/30/2011	1/20/2012
42	41	42	42	42	42	12/12/2011	12/19/2011	1/2/2012	1/23/2012
42	41	42	42	42	42	12/15/2011	12/22/2011	1/5/2012	1/26/2012
42	42	42	42	42	42	12/18/2011	12/25/2011	1/8/2012	1/29/2012
42	42	42	42	42	42	12/21/2011	12/28/2011	1/11/2012	2/1/2012
42	42	42	42	42	42	12/24/2011	12/31/2011	1/14/2012	2/4/2012
42	42	42	42	42	42	12/27/2011	1/3/2012	1/17/2012	2/7/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
42	42	42	43	42	42	12/30/2011	1/6/2012	1/20/2012	2/10/2012
42	42	42	44	42	44	1/2/2012	1/9/2012	1/23/2012	2/13/2012
42	42	42	42	42	44	1/5/2012	1/12/2012	1/26/2012	2/16/2012
42	42	42	42	42	42	1/8/2012	1/15/2012	1/29/2012	2/19/2012
42	42	42	42	41	42	1/11/2012	1/18/2012	2/1/2012	2/22/2012
42	42	42	42	40	42	1/14/2012	1/21/2012	2/4/2012	2/25/2012
42	42	42	42	42	42	1/17/2012	1/24/2012	2/7/2012	2/28/2012
42	43	42	43	42	43	1/20/2012	1/27/2012	2/10/2012	3/2/2012
43	44	42	45	42	42	1/23/2012	1/30/2012	2/13/2012	3/5/2012
45	45	43	45	42	42	1/26/2012	2/2/2012	2/16/2012	3/8/2012
40	40	40	41	42	42	1/29/2012	2/5/2012	2/19/2012	3/11/2012
41	42	42	42	42	43	2/1/2012	2/8/2012	2/22/2012	3/14/2012
45	45	42	42	43	42	2/4/2012	2/11/2012	2/25/2012	3/17/2012
42	42	42	42	45	46	2/7/2012	2/14/2012	2/28/2012	3/20/2012
42	42	43	42	45	45	2/10/2012	2/17/2012	3/2/2012	3/23/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
42	42	45	43	45	46	2/13/2012	2/20/2012	3/5/2012	3/26/2012
43	43	44	45	45	44	2/16/2012	2/23/2012	3/8/2012	3/29/2012
45	45	45	45	45	45	2/19/2012	2/26/2012	3/11/2012	4/1/2012
45	45	45	45	41	45	2/22/2012	2/29/2012	3/14/2012	4/4/2012
45	45	42	45	40	45	2/25/2012	3/3/2012	3/17/2012	4/7/2012
45	45	45	45	45	45	2/28/2012	3/6/2012	3/20/2012	4/10/2012
45	45	45	45	45	45	3/2/2012	3/9/2012	3/23/2012	4/13/2012
45	45	46	45	45	45	3/5/2012	3/12/2012	3/26/2012	4/16/2012
45	45	44	45	45	45	3/8/2012	3/15/2012	3/29/2012	4/19/2012
45	45	45	45	45	45	3/11/2012	3/18/2012	4/1/2012	4/22/2012
45	45	45	45	45	45	3/14/2012	3/21/2012	4/4/2012	4/25/2012
45	45	45	45	45	45	3/17/2012	3/24/2012	4/7/2012	4/28/2012
45	45	45	45	45	45	3/20/2012	3/27/2012	4/10/2012	5/1/2012
45	45	45	45	45	45	3/23/2012	3/30/2012	4/13/2012	5/4/2012
45	45	45	45	45	45	3/26/2012	4/2/2012	4/16/2012	5/7/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
45	45	45	45	45	45	3/29/2012	4/5/2012	4/19/2012	5/10/2012
45	45	45	44	45	45	4/1/2012	4/8/2012	4/22/2012	5/13/2012
45	45	45	44	45	45	4/4/2012	4/11/2012	4/25/2012	5/16/2012
45	45	45	45	45	45	4/7/2012	4/14/2012	4/28/2012	5/19/2012
45	45	45	45	45	45	4/10/2012	4/17/2012	5/1/2012	5/22/2012
45	45	45	45	45	45	4/13/2012	4/20/2012	5/4/2012	5/25/2012
45	45	45	45	45	45	4/16/2012	4/23/2012	5/7/2012	5/28/2012
45	45	45	45	45	45	4/19/2012	4/26/2012	5/10/2012	5/31/2012
45	46	45	45	45	45	4/22/2012	4/29/2012	5/13/2012	6/3/2012
45	45	45	46	45	45	4/25/2012	5/2/2012	5/16/2012	6/6/2012
45	45	46	45	45	45	4/28/2012	5/5/2012	5/19/2012	6/9/2012
45	45	45	45	45	45	5/1/2012	5/8/2012	5/22/2012	6/12/2012
45	45	45	45	45	45	5/4/2012	5/11/2012	5/25/2012	6/15/2012
45	45	45	45	45	45	5/7/2012	5/14/2012	5/28/2012	6/18/2012
43	43	43	43	43	43	5/10/2012	5/17/2012	5/31/2012	6/21/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
43	43	43	43	43	43	5/13/2012	5/20/2012	6/3/2012	6/24/2012
43	43	43	43	43	43	5/16/2012	5/23/2012	6/6/2012	6/27/2012
43	43	43	43	43	43	5/19/2012	5/26/2012	6/9/2012	7/1/2012
43	42	42	42	41	46	5/22/2012	5/29/2012	6/12/2012	7/3/2012
43	43	43	42	41	42	5/25/2012	6/1/2012	6/15/2012	7/6/2012
43	43	43	43	40	43	5/28/2012	6/4/2012	6/18/2012	7/9/2012
42	43	43	44	42	44	5/31/2012	6/7/2012	6/21/2012	7/12/2012
43	42	43	43	42	44	6/3/2012	6/10/2012	6/24/2012	7/15/2012
43	45	43	43	42	42	6/6/2012	6/13/2012	6/27/2012	7/18/2012
43	42	42	43	41	42	6/9/2012	6/16/2012	6/30/2012	7/21/2012
43	42	43	43	40	42	6/12/2012	6/19/2012	7/3/2012	7/24/2012
43	42	43	43	42	42	6/15/2012	6/22/2012	7/6/2012	7/27/2012
43	43	43	44	42	44	6/18/2012	6/25/2012	7/9/2012	7/30/2012
43	42	43	42	42	44	6/21/2012	6/28/2012	7/12/2012	8/2/2012
42	45	43	42	42	43	6/24/2012	7/1/2012	7/15/2012	8/5/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
42	42	43	42	41	43	6/27/2012	7/4/2012	7/18/2012	8/8/2012
42	42	43	43	40	43	6/30/2012	7/7/2012	7/21/2012	8/11/2012
42	42	43	43	42	43	7/3/2012	7/10/2012	7/24/2012	8/14/2012
43	43	43	43	43	43	7/6/2012	7/13/2012	7/27/2012	8/17/2012
43	42	42	43	41	46	7/9/2012	7/16/2012	7/30/2012	8/20/2012
43	43	43	43	41	42	7/12/2012	7/19/2012	8/2/2012	8/23/2012
43	43	43	43	40	43	7/15/2012	7/22/2012	8/5/2012	8/26/2012
42	43	43	43	42	44	7/18/2012	7/25/2012	8/8/2012	8/29/2012
43	42	43	43	42	44	7/21/2012	7/28/2012	8/11/2012	9/1/2012
43	45	43	43	42	42	7/24/2012	7/31/2012	8/14/2012	9/4/2012
43	42	42	43	41	42	7/27/2012	8/3/2012	8/17/2012	9/7/2012
43	42	43	43	40	42	7/30/2012	8/6/2012	8/20/2012	9/10/2012
43	42	43	43	42	42	8/2/2012	8/9/2012	8/23/2012	9/13/2012
43	43	43	43	42	44	8/5/2012	8/12/2012	8/26/2012	9/16/2012
43	42	43	43	42	44	8/8/2012	8/15/2012	8/29/2012	9/19/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
43	45	43	42	43	43	8/11/2012	8/18/2012	9/1/2012	9/22/2012
43	42	43	43	43	43	8/14/2012	8/21/2012	9/4/2012	9/25/2012
43	42	43	43	43	43	8/17/2012	8/24/2012	9/7/2012	9/28/2012
42	42	43	43	43	43	8/20/2012	8/27/2012	9/10/2012	10/1/2012
43	43	43	43	43	43	8/23/2012	8/30/2012	9/13/2012	10/4/2012
43	42	42	43	43	46	8/26/2012	9/2/2012	9/16/2012	10/7/2012
43	43	43	43	43	42	8/29/2012	9/5/2012	9/19/2012	10/10/2012
43	43	43	43	40	43	9/1/2012	9/8/2012	9/22/2012	10/13/2012
42	43	43	44	42	44	9/4/2012	9/11/2012	9/25/2012	10/16/2012
43	42	43	43	42	44	9/7/2012	9/14/2012	9/28/2012	10/19/2012
43	45	43	43	42	42	9/10/2012	9/17/2012	10/1/2012	10/22/2012
43	42	42	43	41	42	9/13/2012	9/20/2012	10/4/2012	10/25/2012
43	42	43	43	40	43	9/16/2012	9/23/2012	10/7/2012	10/28/2012
43	42	43	43	42	43	9/19/2012	9/26/2012	10/10/2012	10/31/2012
43	43	43	44	42	43	9/22/2012	9/29/2012	10/13/2012	11/3/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
43	42	43	42	42	43	9/25/2012	10/2/2012	10/16/2012	11/6/2012
43	42	42	43	42	43	9/28/2012	10/5/2012	10/19/2012	11/9/2012
42	42	42	42	43	43	10/1/2012	10/8/2012	10/22/2012	11/12/2012
42	43	42	42	42	43	10/4/2012	10/11/2012	10/25/2012	11/15/2012
43	42	42	43	42	41	10/7/2012	10/14/2012	10/28/2012	11/18/2012
42	42	42	42	43	42	10/10/2012	10/17/2012	10/31/2012	11/21/2012
42	43	42	42	42	42	10/13/2012	10/20/2012	11/3/2012	11/24/2012
43	42	43	43	42	43	10/16/2012	10/23/2012	11/6/2012	11/27/2012
42	42	42	42	40	42	10/19/2012	10/26/2012	11/9/2012	11/30/2012
42	42	42	42	42	42	10/22/2012	10/29/2012	11/12/2012	12/3/2012
42	42	42	41	42	41	10/25/2012	11/1/2012	11/15/2012	12/6/2012
43	42	42	41	40	41	10/28/2012	11/4/2012	11/18/2012	12/9/2012
42	42	43	42	44	42	10/31/2012	11/7/2012	11/21/2012	12/12/2012
42	43	42	42	42	42	11/3/2012	11/10/2012	11/24/2012	12/15/2012
42	42	40	42	42	42	11/6/2012	11/13/2012	11/27/2012	12/18/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างข้อมูลด้านระยะเวลาในการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
43	42	42	43	42	41	11/9/2012	11/16/2012	11/30/2012	12/21/2012
42	42	42	42	43	42	11/12/2012	11/19/2012	12/3/2012	12/24/2012
42	43	42	42	42	42	11/15/2012	11/22/2012	12/6/2012	12/27/2012
43	42	43	43	42	43	11/18/2012	11/25/2012	12/9/2012	12/30/2012
42	42	42	42	40	42	11/21/2012	11/28/2012	12/12/2012	1/2/2013
42	42	42	42	42	42	11/24/2012	12/1/2012	12/15/2012	1/5/2013

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.18	0.18	0.15	0.2	0.16	0.15	11/15/2011	11/22/2011	12/6/2011	12/27/2011
0.18	0.18	0.15	0.22	0.16	0.15	11/18/2011	11/25/2011	12/9/2011	12/30/2011
0.16	0.16	0.15	0.2	0.18	0.15	11/21/2011	11/28/2011	12/12/2011	1/2/2012
0.18	0.18	0.169	0.2	0.16	0.169	11/24/2011	12/1/2011	12/15/2011	1/5/2012
0.18	0.15	0.164	0.22	0.16	0.15	11/27/2011	12/4/2011	12/18/2011	1/8/2012
0.16	0.15	0.15	0.213	0.18	0.15	11/30/2011	12/7/2011	12/21/2011	1/11/2012
0.16	0.15	0.15	0.2	0.16	0.15	12/3/2011	12/10/2011	12/24/2011	1/14/2012
0.162	0.169	0.15	0.2	0.16	0.15	12/6/2011	12/13/2011	12/27/2011	1/17/2012
0.15	0.164	0.169	0.195	0.162	0.169	12/9/2011	12/16/2011	12/30/2011	1/20/2012
0.16	0.15	0.164	0.195	0.15	0.164	12/12/2011	12/19/2011	1/2/2012	1/23/2012
0.18	0.15	0.169	0.2125	0.16	0.169	12/15/2011	12/22/2011	1/5/2012	1/26/2012
0.18	0.15	0.15	0.2	0.16	0.15	12/18/2011	12/25/2011	1/8/2012	1/29/2012
0.16	0.169	0.15	0.2125	0.16	0.15	12/21/2011	12/28/2011	1/11/2012	2/1/2012
0.16	0.164	0.15	0.2	0.18	0.15	12/24/2011	12/31/2011	1/14/2012	2/4/2012
0.162	0.18	0.15	0.2	0.16	0.15	12/27/2011	1/3/2012	1/17/2012	2/7/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.15	0.16	0.169	0.195	0.16	0.169	12/30/2011	1/6/2012	1/20/2012	2/10/2012
0.16	0.18	0.15	0.195	0.18	0.15	1/2/2012	1/9/2012	1/23/2012	2/13/2012
0.18	0.18	0.15	0.2	0.18	0.15	1/5/2012	1/12/2012	1/26/2012	2/16/2012
0.18	0.16	0.15	0.195	0.16	0.152	1/8/2012	1/15/2012	1/29/2012	2/19/2012
0.18	0.16	0.15	0.195	0.16	0.152	1/11/2012	1/18/2012	2/1/2012	2/22/2012
0.18	0.162	0.169	0.2	0.162	0.15	1/14/2012	1/21/2012	2/4/2012	2/25/2012
0.16	0.15	0.164	0.2	0.15	0.153	1/17/2012	1/24/2012	2/7/2012	2/28/2012
0.18	0.16	0.169	0.2	0.16	0.15	1/20/2012	1/27/2012	2/10/2012	3/2/2012
0.18	0.16	0.15	0.178	0.14	0.15	1/23/2012	1/30/2012	2/13/2012	3/5/2012
0.16	0.18	0.135	0.17	0.136	0.169	1/26/2012	2/2/2012	2/16/2012	3/8/2012
0.16	0.18	0.135	0.172	0.142	0.164	1/29/2012	2/5/2012	2/19/2012	3/11/2012
0.162	0.16	0.098	0.136	0.136	0.169	2/1/2012	2/8/2012	2/22/2012	3/14/2012
0.15	0.16	0.135	0.14	0.136	0.1	2/4/2012	2/11/2012	2/25/2012	3/17/2012
0.16	0.162	0.135	0.136	0.142	0.1	2/7/2012	2/14/2012	2/28/2012	3/20/2012
0.135	0.15	0.135	0.136	0.145	0.1	2/10/2012	2/17/2012	3/2/2012	3/23/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.135	0.16	0.098	0.14	0.14	0.135	2/13/2012	2/20/2012	3/5/2012	3/26/2012
0.098	0.128	0.135	0.136	0.14	0.15	2/16/2012	2/23/2012	3/8/2012	3/29/2012
0.12	0.128	0.135	0.136	0.136	0.1	2/19/2012	2/26/2012	3/11/2012	4/1/2012
0.12	0.135	0.098	0.14	0.136	0.1	2/22/2012	2/29/2012	3/14/2012	4/4/2012
0.12	0.135	0.12	0.136	0.136	0.1	2/25/2012	3/3/2012	3/17/2012	4/7/2012
0.135	0.098	0.12	15.6	0.142	0.135	2/28/2012	3/6/2012	3/20/2012	4/10/2012
0.135	0.12	0.12	0.18	0.136	0.135	3/2/2012	3/9/2012	3/23/2012	4/13/2012
0.098	0.12	0.135	0.18	0.162	0.135	3/5/2012	3/12/2012	3/26/2012	4/16/2012
0.12	0.12	0.135	0.2	0.15	0.098	3/8/2012	3/15/2012	3/29/2012	4/19/2012
0.12	0.135	0.1	0.2	0.16	0.1	3/11/2012	3/18/2012	4/1/2012	4/22/2012
0.12	0.135	0.135	0.2125	0.14	0.1	3/14/2012	3/21/2012	4/4/2012	4/25/2012
0.135	0.135	0.135	0.2	0.136	0.1	3/17/2012	3/24/2012	4/7/2012	4/28/2012
0.135	0.135	0.135	0.2	0.142	0.135	3/20/2012	3/27/2012	4/10/2012	5/1/2012
0.12	0.098	0.098	0.195	0.136	0.135	3/23/2012	3/30/2012	4/13/2012	5/4/2012
0.12	0.12	0.1	0.195	0.136	0.098	3/26/2012	4/2/2012	4/16/2012	5/7/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.12	0.12	0.1	0.2	0.142	0.12	3/29/2012	4/5/2012	4/19/2012	5/10/2012
0.135	0.12	0.1	0.2	0.145	0.12	4/1/2012	4/8/2012	4/22/2012	5/13/2012
0.135	0.135	0.1	0.2	0.14	0.12	4/4/2012	4/11/2012	4/25/2012	5/16/2012
0.12	0.135	0.1	0.2	0.14	0.135	4/7/2012	4/14/2012	4/28/2012	5/19/2012
0.12	0.098	0.1	0.2	0.136	0.135	4/10/2012	4/17/2012	5/1/2012	5/22/2012
0.12	0.12	0.135	0.2	0.136	0.135	4/13/2012	4/20/2012	5/4/2012	5/25/2012
0.135	0.12	0.135	0.2125	0.162	0.123	4/16/2012	4/23/2012	5/7/2012	5/28/2012
0.135	0.12	0.135	0.2	0.15	0.125	4/19/2012	4/26/2012	5/10/2012	5/31/2012
0.15	0.135	0.098	0.2	0.16	0.123	4/22/2012	4/29/2012	5/13/2012	6/3/2012
0.15	0.135	0.1	0.195	0.14	0.135	4/25/2012	5/2/2012	5/16/2012	6/6/2012
0.15	0.15	0.1	0.2	0.136	0.135	4/28/2012	5/5/2012	5/19/2012	6/9/2012
0.133	0.15	0.1	0.2125	0.142	0.135	5/1/2012	5/8/2012	5/22/2012	6/12/2012
0.15	0.15	0.135	0.2	0.136	0.135	5/4/2012	5/11/2012	5/25/2012	6/15/2012
0.12	0.15	0.135	0.2	0.136	0.135	5/7/2012	5/14/2012	5/28/2012	6/18/2012
0.12	0.15	0.15	0.195	0.142	0.098	5/10/2012	5/17/2012	5/31/2012	6/21/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.15	0.133	0.15	0.195	0.145	0.14	5/13/2012	5/20/2012	6/3/2012	6/24/2012
0.15	0.15	0.15	0.2	0.14	0.142	5/16/2012	5/23/2012	6/6/2012	6/27/2012
0.15	0.12	0.133	0.2	0.14	0.14	5/19/2012	5/26/2012	6/9/2012	7/1/2012
0.133	0.12	0.15	0.2	0.136	0.135	5/22/2012	5/29/2012	6/12/2012	7/3/2012
0.15	0.135	0.12	0.2	0.136	0.135	5/25/2012	6/1/2012	6/15/2012	7/6/2012
0.12	0.133	0.12	0.2	0.162	0.135	5/28/2012	6/4/2012	6/18/2012	7/9/2012
0.12	0.15	0.135	0.2	0.15	0.098	5/31/2012	6/7/2012	6/21/2012	7/12/2012
0.15	0.133	0.133	0.2125	0.16	0.12	6/3/2012	6/10/2012	6/24/2012	7/15/2012
0.15	0.15	0.12	0.2	0.14	0.12	6/6/2012	6/13/2012	6/27/2012	7/18/2012
0.135	0.12	0.12	0.2	0.136	0.12	6/9/2012	6/16/2012	6/30/2012	7/21/2012
0.135	0.12	0.12	0.195	0.142	0.135	6/12/2012	6/19/2012	7/3/2012	7/24/2012
0.15	0.135	0.135	0.195	0.136	0.098	6/15/2012	6/22/2012	7/6/2012	7/27/2012
0.15	0.133	0.124	0.2	0.136	0.12	6/18/2012	6/25/2012	7/9/2012	7/30/2012
0.15	0.15	0.12	0.2	0.148	0.12	6/21/2012	6/28/2012	7/12/2012	8/2/2012
0.15	0.15	0.135	0.2	0.145	0.12	6/24/2012	7/1/2012	7/15/2012	8/5/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.15	0.15	0.133	0.2	0.14	0.135	6/27/2012	7/4/2012	7/18/2012	8/8/2012
0.133	0.133	0.12	0.2	0.14	0.135	6/30/2012	7/7/2012	7/21/2012	8/11/2012
0.15	0.15	0.12	0.16	0.136	0.135	7/3/2012	7/10/2012	7/24/2012	8/14/2012
0.12	0.12	0.12	0.16	0.136	0.123	7/6/2012	7/13/2012	7/27/2012	8/17/2012
0.12	0.12	0.135	0.162	0.145	0.125	7/9/2012	7/16/2012	7/30/2012	8/20/2012
0.135	0.135	0.124	0.15	0.14	0.123	7/12/2012	7/19/2012	8/2/2012	8/23/2012
0.133	0.133	0.12	0.16	0.14	0.135	7/15/2012	7/22/2012	8/5/2012	8/26/2012
0.15	0.135	0.142	0.18	0.136	0.135	7/18/2012	7/25/2012	8/8/2012	8/29/2012
0.133	0.135	0.12	0.18	0.136	0.135	7/21/2012	7/28/2012	8/11/2012	9/1/2012
0.15	0.15	0.12	0.18	0.145	0.135	7/24/2012	7/31/2012	8/14/2012	9/4/2012
0.135	0.15	0.12	0.18	0.14	0.123	7/27/2012	8/3/2012	8/17/2012	9/7/2012
0.135	0.15	0.135	0.16	0.14	0.098	7/30/2012	8/6/2012	8/20/2012	9/10/2012
0.15	0.15	0.133	0.18	0.136	0.12	8/2/2012	8/9/2012	8/23/2012	9/13/2012
0.15	0.15	0.12	0.18	0.136	0.12	8/5/2012	8/12/2012	8/26/2012	9/16/2012
0.15	0.133	0.12	0.16	0.145	0.12	8/8/2012	8/15/2012	8/29/2012	9/19/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.15	0.15	0.12	0.16	0.14	0.135	8/11/2012	8/18/2012	9/1/2012	9/22/2012
0.15	0.12	0.135	0.16	0.14	0.135	8/14/2012	8/21/2012	9/4/2012	9/25/2012
0.133	0.12	0.133	0.16	0.136	0.135	8/17/2012	8/24/2012	9/7/2012	9/28/2012
0.15	0.135	0.135	0.162	0.145	0.098	8/20/2012	8/27/2012	9/10/2012	10/1/2012
0.12	0.133	0.133	0.15	0.14	0.12	8/23/2012	8/30/2012	9/13/2012	10/4/2012
0.12	0.15	0.12	0.16	0.14	0.12	8/26/2012	9/2/2012	9/16/2012	10/7/2012
0.135	0.133	0.12	0.18	0.136	0.12	8/29/2012	9/5/2012	9/19/2012	10/10/2012
0.133	0.15	0.12	0.18	0.136	0.135	9/1/2012	9/8/2012	9/22/2012	10/13/2012
0.15	0.15	0.135	0.18	0.136	0.135	9/4/2012	9/11/2012	9/25/2012	10/16/2012
0.133	0.12	0.124	0.18	0.135	0.135	9/7/2012	9/14/2012	9/28/2012	10/19/2012
0.15	0.12	0.12	0.16	0.135	0.123	9/10/2012	9/17/2012	10/1/2012	10/22/2012
0.15	0.135	0.12	0.16	0.135	0.125	9/13/2012	9/20/2012	10/4/2012	10/25/2012
0.12	0.133	0.12	0.16	0.142	0.123	9/16/2012	9/23/2012	10/7/2012	10/28/2012
0.12	0.15	0.12	0.162	0.154	0.135	9/19/2012	9/26/2012	10/10/2012	10/31/2012
0.135	0.12	0.12	0.15	0.135	0.135	9/22/2012	9/29/2012	10/13/2012	11/3/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.133	0.12	0.135	0.16	0.135	0.169	9/25/2012	10/2/2012	10/16/2012	11/6/2012
0.15	0.135	0.128	0.18	0.135	0.164	9/28/2012	10/5/2012	10/19/2012	11/9/2012
0.133	0.133	0.12	0.18	0.135	0.169	10/1/2012	10/8/2012	10/22/2012	11/12/2012
0.15	0.15	0.12	0.18	0.142	0.15	10/4/2012	10/11/2012	10/25/2012	11/15/2012
0.15	0.133	0.12	0.26	0.156	0.169	10/7/2012	10/14/2012	10/28/2012	11/18/2012
0.15	0.15	0.15	0.22	0.16	0.164	10/10/2012	10/17/2012	10/31/2012	11/21/2012
0.15	0.15	0.15	0.25	0.16	0.169	10/13/2012	10/20/2012	11/3/2012	11/24/2012
0.15	0.169	0.15	0.24	0.135	0.15	10/16/2012	10/23/2012	11/6/2012	11/27/2012
0.169	0.164	0.15	0.22	0.135	0.15	10/19/2012	10/26/2012	11/9/2012	11/30/2012
0.18	0.18	0.169	0.16	0.16	0.15	10/22/2012	10/29/2012	11/12/2012	12/3/2012
0.16	0.16	0.15	0.22	0.16	0.15	10/25/2012	11/1/2012	11/15/2012	12/6/2012
0.16	0.15	0.15	0.26	0.18	0.169	10/28/2012	11/4/2012	11/18/2012	12/9/2012
0.16	0.15	0.15	0.22	0.16	0.164	10/31/2012	11/7/2012	11/21/2012	12/12/2012
0.18	0.15	0.15	0.25	0.16	0.169	11/3/2012	11/10/2012	11/24/2012	12/15/2012
0.15	0.169	0.169	0.24	0.16	0.15	11/6/2012	11/13/2012	11/27/2012	12/18/2012

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ จ.2 ตัวอย่างข้อมูลด้านน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นของพืชแต่ละชนิด สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการประมวลผลในการวางแผนและติดตามการผลิต (ต่อ)

ชนิดพืช						การดำเนินงาน (mm/dd/yyyy)			
กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	บัตตาเวีย	บัตเตอร์เฮด	กรีนคอส	เรด คอรอล	เพาะเมล็ด	เพาะกล้า	ปลูกบนโต๊ะ	เก็บเกี่ยว
0.15	0.15	0.164	0.22	0.18	0.15	11/9/2012	11/16/2012	11/30/2012	12/21/2012
0.15	0.15	0.169	0.21	0.16	0.15	11/12/2012	11/19/2012	12/3/2012	12/24/2012
0.15	0.169	0.15	0.21	0.16	0.15	11/15/2012	11/22/2012	12/6/2012	12/27/2012
0.15	0.164	0.15	0.24	0.18	0.169	11/18/2012	11/25/2012	12/9/2012	12/30/2012
0.169	0.15	0.15	0.2	0.16	0.15	11/21/2012	11/28/2012	12/12/2012	1/2/2013
0.164	0.15	0.15	0.24	0.16	0.15	11/24/2012	12/1/2012	12/15/2012	1/5/2013

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายเมธา โล่กันภัย

วันเดือนปีเกิด 3 มีนาคม พ.ศ. 2528

สถานที่เกิด โรงพยาบาลตราด จังหวัดตราด

การศึกษา

พ.ศ. 2550 ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ) สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2556 ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ระบบรัฐวิสาหกิจ) สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานทางวิชาการ/การตีพิมพ์

เมธา โล่กันภัย. (2556). การพัฒนาระบบวางแผนและติดตามการผลิตผักไฮโดรโปนิกส์. การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on Information Technology: NCIT) ครั้งที่ 5

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

เว็บโปรแกรมเมอร์ นักออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศ