

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิเคราะห์ดินทางการเกษตร

Expert System for Soil Analysis in Agricultural Uses



นางวรางคณา กิมปาน

RCH  
QA  
46.46  
E95  
ว298ก

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 114547  
วัน,เดือน,ปี 21 อ.ค. 2554

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12290439

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้จัดทำขึ้น เพื่อช่วยเหลือนักวิจัยทางการเกษตร นักวิชาการเกษตรและเกษตรกร ในการบันทึก การจัดเก็บและการสืบค้นองค์ความรู้ที่สำคัญเกี่ยวกับดินและพืช

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม อาจารย์ประจำสาขาวิชา ปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงการวิจัยนี้ และท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านดินและพืช ที่ได้ให้คำปรึกษาในเรื่องเกี่ยวกับการวิเคราะห์ดินและพืชและความรู้เกี่ยวกับคำแนะนำในการวิเคราะห์เกี่ยวกับงานที่ทำการวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณ คุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ สำหรับคำปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลและการวิเคราะห์ดินและพืช

ท้ายสุดนี้งานวิจัยชิ้นนี้จะสำเร็จลุล่วงมิได้ หากไม่ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้

วารางคณา กิมปาน  
ผู้วิจัย

ชื่อโครงการ การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิเคราะห์ดินทางการเกษตร

Expert System for Soil Analysis in Agricultural Uses

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก เงินงบประมาณรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปี 2553 จำนวนเงิน 56,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 9 เดือน ตั้งแต่ ตุลาคม 2552 ถึง มิถุนายน 2553

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์

ผู้ดำเนินการวิจัย ดร.วรางคณา กิมปาน สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร.สุมิตรา กุ้วโรคม สาขาวิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

บทคัดย่อ

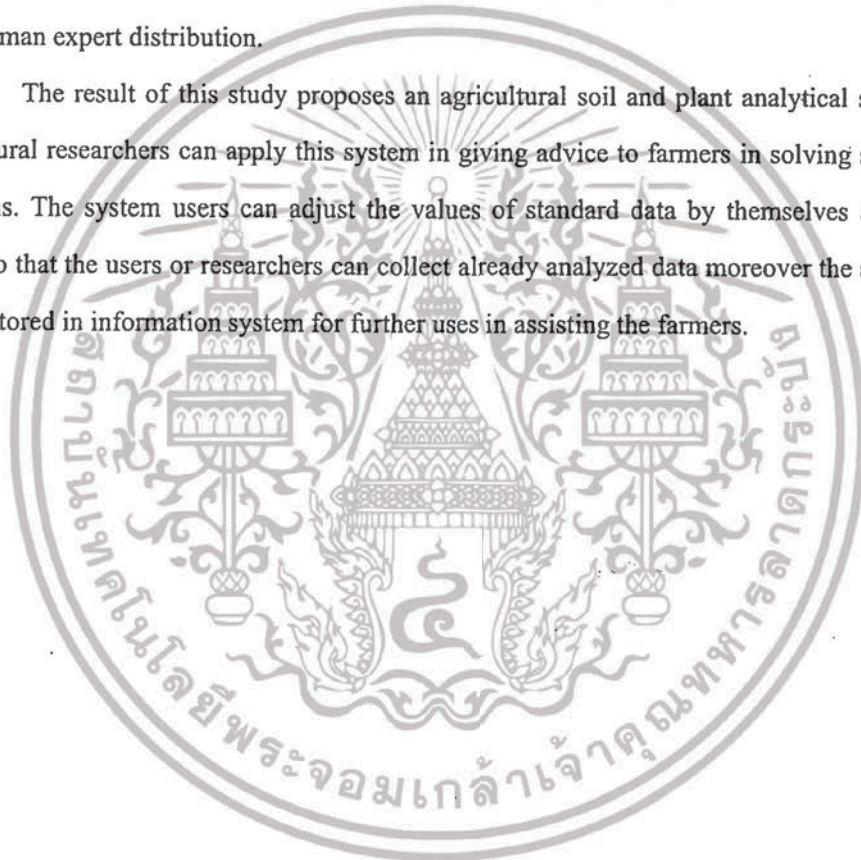
งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการนำทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้ เพื่อการพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศทางการเกษตรที่เกี่ยวกับดินและพืชโดยเฉพาะ มุ่งเน้นในการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลอง วิเคราะห์ ปักจี้พื้นฐานทางการเกษตร มาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ทางการเกษตร ซึ่งทำให้เสมือนผู้ใช้ได้รับองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญโดยตรง

ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นระบบการวิเคราะห์ดินและพืชทางการเกษตรซึ่งนักวิจัยทางการเกษตรสามารถนำไปใช้งานได้จริง เป็นระบบที่สามารถให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาทางด้านดินและพืช เพื่อช่วยเหลือเกษตรกร อีกทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลค่ามาตรฐานต่างๆ ได้ โดยผู้ใช้งานเองทั้งหมด และจัดทำรายงานเพื่อให้ นักวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้เคยวิเคราะห์ไว้ รวมทั้งข้อมูลในที่ได้จากการวิเคราะห์แล้ว สามารถจัดเก็บลงในระบบฐานข้อมูล สำหรับเป็นฐานความรู้ในการช่วยเหลือเกษตรกรในอนาคต

## Abstract

The purpose of this study was to apply Expert System in developing information system in agriculture related to soil and plants. It emphasized on using knowledge base system from the experiment, analysis and general factors in agriculture to develop Expert System in order to distribute agricultural knowledge to agricultural researchers in helping farmers solve encountered agricultural problems. The knowledge distribution of this Expert System is the same as receiving from human expert distribution.

The result of this study proposes an agricultural soil and plant analytical system which agricultural researchers can apply this system in giving advice to farmers in solving soil and plant problems. The system users can adjust the values of standard data by themselves and issue the report so that the users or researchers can collect already analyzed data moreover the analyzed data can be stored in information system for further uses in assisting the farmers.



# สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 แนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญ	4
2.2 ความเป็นมาของระบบผู้เชี่ยวชาญ	4
2.3 คุณลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญ	7
2.4 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ	9
2.5 ประเภทของระบบผู้เชี่ยวชาญ	10
2.6 Rule-Based Expert System	11
2.6.1 กลไกการอนุมานใน Rule-Based System	11
2.6.2 ตัวอย่างการอนุมานแบบเดินหน้าและการอนุมานแบบย้อนหลัง	13

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ	14
2.8 ประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ	15
2.9 ข้อดี และข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ	16
2.9.1 ข้อดีของระบบผู้เชี่ยวชาญ	17
2.9.2 ข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ	17
2.10 การวิเคราะห์ดินและพืช	18
2.10.1 ดินคืออะไร	18
2.10.2 ดินและสภาพแวดล้อม	19
2.10.3 ธาตุอาหารพืชในดิน	21
2.10.4 หน้าที่ของธาตุอาหารพืช	22
2.10.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช ปุ๋ย และวัสดุปลูกดิน	27
บทที่ 3 การออกแบบและผลการทดลอง	29
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	29
3.2 การออกแบบและการพัฒนา	30
3.2.1 การออกแบบระบบ	30
3.2.2 การจัดเก็บฐานองค์ความรู้	33
3.2.3 การออกแบบการติดต่อกับผู้ใช้	34
3.3 ผลการทดลอง	36
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	48
4.1 สรุปผลการวิจัย	48
4.2 ประโยชน์ที่ได้รับของโครงการวิจัย	49
4.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการวิจัย	49
บรรณานุกรม	50

## สารบัญรูป

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 แบบจำลองระบบ MYCIN	5
รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ	9
รูปที่ 2.3 การอนุมานแบบเดินหน้า	13
รูปที่ 2.4 การอนุมานแบบย้อนหลัง	14
รูปที่ 2.5 การประยุกต์ใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ	15
รูปที่ 2.6 ประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ	16
รูปที่ 2.7 ตัวเชื่อม Pedosphere	18
รูปที่ 2.8 ภาพตัดขวางของลักษณะของดิน	20
รูปที่ 2.9 Solum และ Pedon	20
รูปที่ 2.10 สารอาหารในดินของพืช	22
รูปที่ 3.1 หลักการทำงานของระบบ	30
รูปที่ 3.2 หลักทำงานแสดงเป็นแผนภาพ Use Case	32
รูปที่ 3.3 หน้าจอของระบบที่ทำการออกแบบ	37
รูปที่ 3.4 หน้าจอแรกของผลลัพธ์	37
รูปที่ 3.5 หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	38
รูปที่ 3.6 หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของดิน	38
รูปที่ 3.7 หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบทุเรียน	39
รูปที่ 3.8 หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบทุเรียน	39
รูปที่ 3.9 หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบส้ม	40
รูปที่ 3.10 หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบส้ม	40

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.11 หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบมังกุด	41
รูปที่ 3.12 หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบมังกุด	41
รูปที่ 3.13 หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบมะม่วง	42
รูปที่ 3.14 หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบมะม่วง	42
รูปที่ 3.15 หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบของพืชชนิดอื่น	43
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลเข้าเพื่อขอคำแนะนำ	43
รูปที่ 3.17 การบันทึกข้อมูลเข้าเพื่อเก็บคำแนะนำ	44
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์	44
รูปที่ 3.19 การเลือกรูปแบบรายงาน	45
รูปที่ 3.20 ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์แบบปกติ	46
รูปที่ 3.21 ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์แบบ Microsoft Word (*.doc) (1)	46
รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์แบบ Microsoft Word (*.doc) (2)	47

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 รายการการวิเคราะห์ของดิน	33
ตารางที่ 3.2 รายการการวิเคราะห์ของพืช	34
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างคำแนะนำของดิน	35
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างคำแนะนำของพืช	36



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม การดำรงชีพอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นในการประกอบอาชีพ ด้วยภูมิปัญญาที่เรียนรู้ การสะสมทักษะและประสบการณ์อันยาวนาน สืบทอดรุ่นต่อรุ่น ประกอบกับในปัจจุบันนี้ มีการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้กันอย่างแพร่หลายในทุกภาคส่วนของสังคม ดังนั้นการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทางด้านสารสนเทศหรือคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยทางด้านเกษตรกรรม จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรค่าต่อการศึกษาพัฒนาสู่ความยั่งยืนของประเทศ

ปัจจัยพื้นฐานทางด้านการเกษตรที่สำคัญอย่างมาก นั่นก็คือ “ดิน” ปัญหาที่พบที่เกี่ยวกับดินมีมากมาย หลายประการ อาทิ เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินขาดแร่ธาตุหรือสารอาหาร เป็นอุปสรรคในการประกอบอาชีพเพาะปลูกของเกษตรกร การขาดความรู้ความเชี่ยวชาญหรือความรู้ที่ไม่เพียงพอในเรื่องดิน รวมทั้งการที่ไม่ทราบว่าดินในท้องถิ่นมีสภาพเป็นอย่างไร แร่ธาตุในดิน หรือน้ำที่มีอยู่นั้น เพียงพอต่อพืชที่ต้องการปลูกให้ออกดอกออกผลหรือไม่ ดินในท้องถิ่นเหมาะสมหรือไม่ที่จะปลูกพืชชนิดนั้นๆ ซึ่งบางครั้งอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านดินหรือที่เรียกกันว่า “หมอดิน” มาให้ความรู้ ทว่าการอบรม สัมมนาหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับดินหรือแร่ธาตุที่เหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละชนิดให้ได้ผลผลิตที่ดี จำเป็นต้องมีการปรับปรุงหรือบำรุงดินเพิ่มเติมอย่างไร เพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น การพบผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านดินจริงๆ อาจจะหาโอกาสได้ยากหรืออาจไม่ทั่วถึง ดังนั้นการมีข้อมูลหรือความรู้จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดิน ทำให้เกษตรกรเกิดความรู้อาเซียนที่ผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆมาแล้ว จากความรู้ความเชี่ยวชาญเกิดเป็นองค์ความรู้ (Knowledge) แต่องค์ความรู้ความเชี่ยวชาญอาจเกิดการสูญหายหรือหลงลืมในบางประเด็นได้ ในขณะที่การเกษตรที่ดีต้องรวบรวมความรู้เข้าไว้ด้วยกันในการแก้ปัญหาหรือการผลิตให้เกิดประสิทธิผล

ดังนั้น จึงเกิดแนวความคิดที่จะรวบรวมและจัดเก็บความรู้ จากภูมิปัญญาที่ใช้ในทางการเกษตร ทั้งจากชาวบ้านและจากนักวิชาการที่มีการทำวิจัยมายาวนานและหลากหลายรายละเอียด เราจึงจำเป็นต้องรวบรวมและนำความรู้เหล่านั้นมาจัดเก็บเป็นฐานองค์ความรู้ (Knowledge-Based) ลงในระบบคอมพิวเตอร์ นำมาสร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งไม่เพียงแต่จะรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลองค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้เท่านั้น แต่ยังพัฒนาให้มีขีดความสามารถเพื่อช่วยในการตัดสินใจของเกษตรกร ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับผลผลิตตามคำแนะนำของระบบ อีกทั้งระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาจะสามารถนำมาช่วยเหลือผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิชาการทางด้านเกษตร ในการบันทึกจัดเก็บข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากทดลอง รวมถึงป้องกันไม่ให้เกิดการสูญหาย และสามารถสืบค้นองค์ความรู้มาใช้งานได้ภายในภายหลังอย่างรวดเร็วทันกับความต้องการ

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อรวบรวมและจัดเก็บความรู้จากภูมิปัญญาที่ใช้ในทางการเกษตรทั้งจากชาวบ้านและจากนักวิชาการมาจัดเก็บเป็นฐานองค์ความรู้ลงในระบบคอมพิวเตอร์
- 1.2.2 เพื่อนำเทคโนโลยีทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตร
- 1.2.3 เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านดิน มาช่วยในการวิเคราะห์ การตัดสินใจและการแก้ไขปัญหาของเกษตรกรในการเพาะปลูกให้ได้ผลผลิตที่ดี
- 1.2.4 เพื่อช่วยเหลือนักวิจัยทางการเกษตร นักวิชาการเกษตรและเกษตรกร ในการบันทึก จัดเก็บ การสืบค้นองค์ความรู้ที่สำคัญเกี่ยวกับดิน
- 1.2.5 เพื่อให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญนำเสนอข้อมูลสารสนเทศและให้คำแนะนำผู้ใช้งานอย่างเป็นเหตุและผลแสดงถึงความเชี่ยวชาญที่มีอัจฉริยะภาพ

## 1.3 แนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย

- 1.3.1 พัฒนาระบบการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อการเกษตร โดยพื้นฐานที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญโดยตรง
- 1.3.2 จัดเก็บลงฐานข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดิน รวมถึงพืชที่ใช้ในการเกษตร
- 1.3.3 ระบบสามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในเรื่องการเกษตรแก่ผู้ใช้งานระบบ รวมทั้งเกษตรกรได้
- 1.3.4 การใช้งานของระบบ สามารถยืดหยุ่นแก้ไขได้ด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.4.1 รวบรวมและจัดเก็บความรู้จากภูมิปัญญาที่ใช้ในทางการเกษตรทั้งจากชาวบ้าน และจากนักวิชาการมาจัดเก็บเป็นฐานองค์ความรู้ลงในระบบคอมพิวเตอร์
- 1.4.2 พัฒนาระบบฐานองค์ความรู้เพื่อเก็บองค์ความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่มาจากการเก็บรวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์
- 1.4.3 พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ด้านปัจจัยพื้นฐานที่ใช้ในทางการเกษตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ แก้ปัญหา และให้คำแนะนำ
- 1.4.4 พัฒนาระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญนำเสนอองค์ความรู้ ข้อมูลสารสนเทศและให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้งาน



## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System : ES) เป็นระบบที่ช่วยเหลือในการตัดสินใจ ซึ่งจะอาศัยพื้นฐานองค์ความรู้ (Knowledge) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อันได้มาจากการรวบรวมของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันนี้มีแหล่งความรู้ต่างๆ จำนวนมาก จึงจำเป็นที่จะต้องนำทฤษฎีระบบฐานองค์ความรู้ (Knowledge-Based System) เข้ามาจัดการความรู้ต่างๆ เหล่านั้น ซึ่งทฤษฎีนี้มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยองค์ความรู้ที่เป็น กฎ ความเป็นจริง หรือ Meta-knowledge และกลไกการสรุปความ (Inference Engine) ที่เป็นตัวกำหนดเหตุและผลและมีเทคนิควิธีการค้นหาคำตอบได้ มาช่วยในการจัดเก็บองค์ความรู้และการเข้าถึงองค์ความรู้ ซึ่งการแก้ปัญหาและการช่วยในการตัดสินใจในระบบที่ซับซ้อนนั้น จำเป็นต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาแทนที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์

ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เก็บทั้งความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่จะแก้และขบวนการอนุมานเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหานั้น ความรู้ที่เก็บมาทั้งความรู้ที่เป็นความจริง ที่อาจจะถูกบันทึกไว้ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการ และความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่อาจจะไม่อยู่ในรูปของตำราหรือเอกสารทางวิชาการ แต่จะต้องดึงออกมาจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

#### 2.2 ความเป็นมาของระบบผู้เชี่ยวชาญ

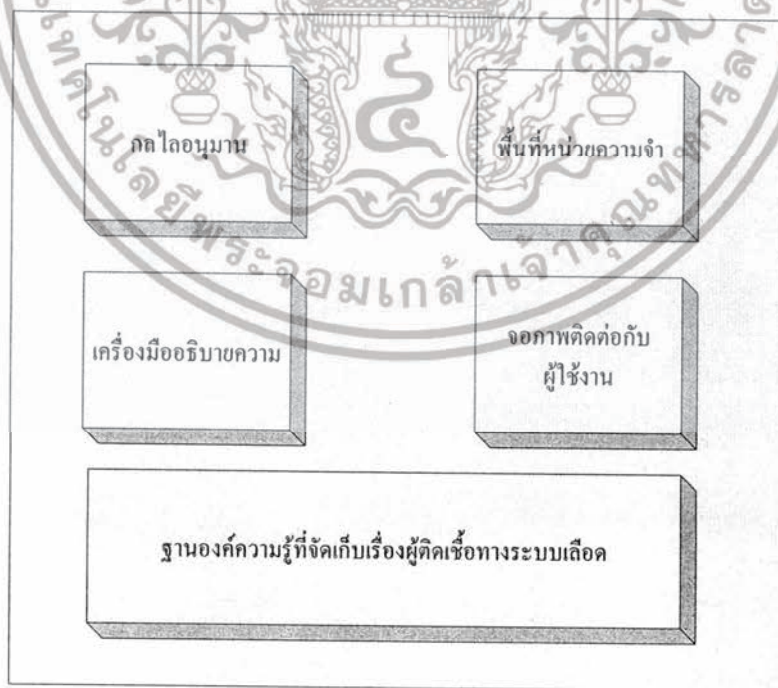
จุดเริ่มต้นของงานวิจัย [5] ทางด้านปัญญาประดิษฐ์นั้น เริ่มมาจากความเชื่อที่ว่า ด้วยกฎของการหาเหตุผลเพียง 2-3 ข้อ ผนวกเข้ากับความสามารถอันมหาศาลของคอมพิวเตอร์ ก็สามารถทำให้เกิดการทำงานที่เป็นได้อย่างเดียวกับผู้เชี่ยวชาญและยอดคนได้ ในกลางทศวรรษที่ 1960 นี้ เวล (Newell) และไซมอน (Simon) ได้ค้นพบจากประสบการณ์การทำวิจัยของเขาเองว่า กลยุทธ์ของกระบวนการหาเหตุผลที่ต้องการให้มีลักษณะทั่วไปนั้น ยังมีข้อจำกัดอย่างมากในการนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ จากการค้นพบครั้งนี้เอง ที่ทำให้งานวิจัยทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญญาประดิษฐ์หันมาสนใจปัญหาที่มีขอบเขตเล็ก ซึ่งส่งผลให้งานวิจัยทางด้านปัญญาประดิษฐ์เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าหากว่าขาดข้อสรุปของนิเวศและไซมอลแล้ว นักวิจัยหลายท่านก็คงยังมุ่งประเด็นการวิจัยไปยังกรอบจักรวาล

ประมาณกลางทศวรรษที่ 1970 ได้เกิดระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นอย่างมากมาย ในขณะนั้นก็เริ่มมีนักวิจัยจำนวนหนึ่ง เช่น มินสกี (Minsky) บราชแมน (Brachman) โซโลวิต (Szolovit) ฮอกกินสัน (Hawkinson) และมาร์ติน (Martin) เริ่มให้ความสนใจกับงานทางด้านความรู้ (Knowledge) ในระบบเหล่านี้ พวกเขาได้ทุ่มเทความสามารถเป็นอย่างมากในการพัฒนาทฤษฎีของการแสดงความรู้ (Knowledge Representation) และพัฒนาเครื่องมือช่วยในการแสดงความรู้

มีระบบผู้เชี่ยวชาญหลายๆ ชนิดที่เกิดขึ้นในยุคต่างๆ ตามกลุ่มของการพัฒนา กลุ่มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดก็คือกลุ่มของ MYCIN ลักษณะพิเศษของระบบผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มนี้ ก็คือการแก้ปัญหาที่มีลักษณะของการวินิจฉัย (Diagnosing) และให้ข้อเสนอแนะด้วยการอาศัยฐานความรู้ MYCIN ได้พัฒนาขึ้นมาครั้งแรกเพื่อในการวินิจฉัยและแนะนำเกี่ยวกับการตรวจรักษาโรคติดเชื้อในเลือดที่มีภูมอยู่ประมาณ 400 ข้อ สำหรับวิธีในการหาเหตุผลนั้น จะอาศัยวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลจากตารางและข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้หรือหมอที่ขอคำปรึกษาและนำมาอนุมานหาความจริงจากกฎที่มีอยู่ในฐานความรู้ ระบบผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มของ MYCIN ได้พัฒนาต่อมาเรื่อยๆ และได้กลายเป็นต้นแบบของผู้เชี่ยวชาญในยุคต่อมา



รูปที่ 2.1 : แบบจำลองระบบ MYCIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มอื่นๆ เช่น โครงการเดนดรอรัลก็เป็นอีกโครงการหนึ่งที่มีชื่อเสียงมาก โครงการนี้เริ่มที่ มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) ในปี 2508 มีนักวิจัยที่มีชื่อเสียงมากเข้าร่วมโครงการหลายคน เช่น บุคานัน (Buchanan) เฟเกินบอม (Feigenbaum) และลินด์เซย์ (Lindsay) ต่อมาโครงการเดนดรอรัลได้ขยายโครงการเป็นเมตาเดนดรอรัล (META-DENDRAL)

DENDRAL เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญระบบหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ mass spectrographic, nuclear magnetic resonance และข้อมูลอื่นๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่ออนุมานหาโครงสร้างที่เป็นไปได้ของสารประกอบที่ไม่รู้จัก วิธีการของเดนดรอรัลจะอาศัยหลักการหาเหตุผลของ Generator-and-test มาแก้ไขปัญหา โดยการให้คะแนนความเป็นไปได้ของโครงสร้างต่างๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไข (Constraints) ที่ระบบสร้างขึ้น และจากคะแนนนี้ก็จะหาโครงสร้างที่เป็นไปได้มากที่สุดได้ สำหรับเมตาเดนดรอรัลได้เพิ่มเติมหน่วยความรู้ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีให้กับระบบ เพื่อเป็นตัวช่วยเสริมในการเลือกโครงสร้างทางเคมีที่เหมาะสม

SAINT เป็นโครงการที่เกิดขึ้นโดยการค้นคว้าของ สเลกิล (Slagle) ในปี 2504 ซึ่งเป็นอีกแนวหนึ่งของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ และอีก 10 ปี ต่อมาระบบนี้ได้กลายเป็น MACSYMA ซึ่งเป็นโครงการที่พัฒนาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับดิฟเฟอเรนเชียลและอินทิเกรต

EXPERT เป็นภาษาที่ใช้สำหรับสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่พัฒนามาจาก CASNET ระบบนี้ใช้สำหรับสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวินิจฉัยและรักษาโรคกตุมโกมา (Glaucoma)

R1 เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับวางระบบคอมพิวเตอร์ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ VAX ซึ่ง R1 เป็นสิ่งที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดของ OPS5

HEARSAY-II เป็นระบบที่ถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยคาร์เนกี-เมลลอน (Carnegie - Mellon University) ระบบนี้ใช้ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการสนทนาในวงศัพท์ประมาณ 1,000 คำ ถึงแม้ว่าระบบนี้จะไม่ถือว่าประสบความสำเร็จอย่างสูงที่สุดก็ตาม แต่ด้วยวิทยาการของการสร้างระบบนี้ นักวิจัยหลายคน เห็นว่าน่าจะเป็นประโยชน์อย่างมากในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 คุณลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญ

### คุณลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญมีองค์ประกอบหลักดังนี้

#### 1. ความเชี่ยวชาญ (Expertise)

ความเชี่ยวชาญเป็นความชำนาญหรือความถนัดในด้านนั้นๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่ได้มาจากการสั่งสมประสบการณ์ ในการเรียนรู้ รวมถึงการฝึกฝน ผนวกกับองค์ความรู้ในด้านกระบวนการ หรือกลยุทธ์ ซึ่งองค์ความรู้เหล่านี้จะทำให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถแก้ปัญหา หรือสามารถตัดสินใจในสิ่งที่ซับซ้อน หรือยุ่งยากได้มากกว่าผู้ที่ไม่มี ความเชี่ยวชาญ ซึ่งต้องใช้เวลาในการพัฒนาบุคคลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญได้ ดังนั้นการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญจึงสามารถจัดเก็บองค์ความรู้ที่นับวันจะมากขึ้นเป็นเท่าทวีเหล่านี้ ไม่ให้สูญหายไปและเรียกใช้งานได้ทันทีตามต้องการ อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ความเชี่ยวชาญที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจริงๆ มาแก้ปัญหา หรือช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อนได้อย่างทันท่วงที

#### 2. ผู้เชี่ยวชาญ (Experts)

ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง กลุ่มบุคคลตั้งแต่ 1 คนขึ้นไป ที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะ และนำความเชี่ยวชาญที่ตนเองมีอยู่มาถ่ายทอด อธิบายได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล สามารถเรียนรู้ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ ซึ่งคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญนั้นคือ การสามารถวิเคราะห์ แยกแยะปัญหาได้ การแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ อีกทั้งยังสามารถจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อีกด้วย

#### 3. การได้มาซึ่งองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition)

การได้มาซึ่งองค์ความรู้ หมายถึง การดึงความรู้มาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยการสัมภาษณ์ หรือเก็บรวบรวมความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น หนังสือ วารสาร หรือผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งการได้มา อาจมีทั้งที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact) หรือหลักการ (Principles)

#### 4. การจัดรูปแบบขององค์ความรู้ (Knowledge Representation)

การได้มาซึ่งองค์ความรู้ หมายถึง การจัดเก็บรวบรวมองค์ความรู้ให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ เช่นระบบฐานแห่งกฎเกณฑ์ (Rule-Based System) ซึ่งระดับขององค์ความรู้จะมีอยู่ 3 ระดับดังนี้

- องค์กรความรู้ระดับง่าย (Casual Knowledge) เป็นองค์กรความรู้ที่ไม่มีควม สลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา โดยส่วนใหญ่ผู้เชี่ยวชาญจะไม่นำเสนอองค์กรความรู้แบบนี้ เนื่องจาก อาจจะไม่เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้งาน นอกเสียจากจะเป็นงานที่ต้องทำเป็นประจำหรือ บ่อยครั้ง

- องค์กรความรู้ระดับผิวเผิน (Shallow Knowledge) เป็นองค์กรความรู้ที่เกี่ยวกับงาน เฉพาะด้านที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจและแก้ปัญหาตามสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเท่านั้น ซึ่งอาจจะได้มาจากการสังเกต หรือจิตใต้สำนึก แต่เนื่องจากการสังสมประสบการณ์อันยาวนาน จึงช่วยให้เกิดการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

- องค์กรความรู้ระดับเชิงลึก (Deep Knowledge) เป็นองค์กรความรู้ที่สามารถนำมา ประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลากหลายสถานการณ์ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวิธีการผสมผสานระหว่างระบบกับสติปัญญาของมนุษย์ เรื่องอารมณ์ และการรับรู้ ซึ่งสิ่ง เหล่านี้ล้วนมีความยากในการรวบรวมและจัดเก็บ และยากต่อการยืนยันความถูกต้อง

#### 5. การสรุปความ (Inferencing)

การสรุปความโดยกลไกการสรุปความ (Inference Engine) หมายถึง การนำองค์ ความรู้จากฐานองค์กรความรู้มาทำการสรุปความ ที่เป็นเหตุและผล ซึ่งต้องอาศัย กลไกการอนุมาน หรือกลไกการสรุปความ (Inferencing)

#### 6. การอธิบายความ (Explanation)

การอธิบายความ หมายถึง ความสามารถที่ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถจะอธิบายแนว ทางการแก้ปัญหา ที่ต้องทำให้ง่ายต่อการเข้าใจของผู้ใช้งานที่ไม่มีความรู้ในเชิงลึกมาก่อนหน้า

## 2.4 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

แบบจำลองโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 : โครงสร้างพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ [5]

จากรูปที่ 2.2 สามารถอธิบายการทำงานของระบบได้ โดยเริ่มต้นจากผู้ใช้ได้นำข้อสอบถามที่เป็นข้อเท็จจริงเข้าสู่ระบบผ่านทางหน่วยอินพุตของระบบผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นความรู้และข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นจะถูกนำเข้าสู่กลไกการอนุมาน (Inference Engine) ซึ่งจะดึงข้อมูลมาจากฐานองค์ความรู้ (Knowledge Based) ที่บรรจุองค์ความรู้อยู่ ซึ่งความรู้ที่ถูกจัดเก็บอยู่ในฐานองค์ความรู้นั้น ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นเครื่องอนุมานก็จะคำอธิบายและข้อแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมาแสดงคำอธิบายแก่ผู้ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ประเภทของระบบผู้เชี่ยวชาญ

โดยส่วนใหญ่แล้วระบบผู้เชี่ยวชาญมักจะนำไปใช้ในการอ้างอิงอยู่เสมอ ซึ่งระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท [1] ดังนี้

### 1. Rule-Based Expert System

เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในลักษณะของกฎ (Rule) ซึ่งง่ายต่อการใช้งาน

### 2. Frame-Based System

เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในลักษณะของเฟรม (Frame). ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming : OOP)

### 3. Hybrid System

เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในลักษณะของการผสมผสานของลักษณะของกฎและลักษณะของเฟรม

### 4. Model-Based System

เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในลักษณะของแบบจำลอง (Model) เป็นการอาศัยการจำลอง โครงสร้างและฟังก์ชันงานของระบบที่ต้องการทำการศึกษา

### 5. Ready-Made System

เป็นการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในชนิดที่สร้างขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Custom-made) และชนิดที่เป็นชุดสำเร็จรูป (Package) ซึ่งหาซื้อได้ทั่วไป

## 2.6 Rule-Based Expert System

เนื่องจากในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้นำเอาหลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญประเภท Rule-Based System มาประยุกต์ใช้ จึงขอกกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะ Rule-Based System ดังนี้

Rule-Based System [7] จะใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญของมนุษย์ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น แท้จริง และเป็นปัญหาที่ต้องการความเฉลียวฉลาดของมนุษย์ (Expert Knowledge) มักจะถูกแทนด้วยกฎ (Rules) หรือข้อมูล (Data) ภายในคอมพิวเตอร์ ขึ้นอยู่กับความต้องการปัญหา กฎ และข้อมูลนี้สามารถ Recall เพื่อที่จะแก้ปัญหาได้ Rule-Based System ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ ในระบบอัจฉริยะในปัจจุบัน รวมถึงแอปพลิเคชัน (Application) การตั้งเป้าหมาย วางแผน ออกแบบ ตรวจสอบความผิดพลาด ฯลฯ ดังนั้นเพื่อความสะดวก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงได้ทำงานโดยใช้ลอจิก (Logic) ในการตัดสินใจ ที่ประกอบไปด้วยความรู้ที่มากกว่าความรู้พื้นฐานเล็กน้อย สำหรับแก้ปัญหาเฉพาะ ซึ่งความรู้พื้นฐานจะถูกฝังอยู่ในโค้ดของโปรแกรม ดังนั้นถ้าความรู้เปลี่ยนแปลง จะต้องมีการสร้างโปรแกรมใหม่ด้วย Knowledge-based expert systems ได้สะสม fragment เล็กๆ ของความรู้ความชำนาญ (Know-how) ของมนุษย์ ในฐานองค์ความรู้ เพื่อใช้เป็นเหตุผลในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ที่เหมาะสม ซึ่งประโยชน์ที่สำคัญคือ หากปัญหาเปลี่ยนแปลงไป เราสามารถใช้ฐานองค์ความรู้เดิม เพื่อแก้ปัญหาได้โดยใช้โปรแกรมเดิม โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลง

### 2.6.1 กลไกการอนุมานใน Rule-Based System

Rule-Based System ประกอบไปด้วย if-then rule กลุ่มของความจริงและตัวแปรควบคุมโดยการใช้กฎตามความจริงที่ให้ไว้ statement ของกฎ if-then จะถูกใช้ในการกำหนดเงื่อนไขของ statement ที่ประกอบเป็นฐานองค์ความรู้ที่สมบูรณ์

กฎ if-then จะอยู่ในรูปแบบ “if x is A then y is B” ส่วน *if* ของกฎ “x is A” จะเรียกว่าส่วนที่เป็นเงื่อนไข (Antecedent) หรือ premise เป็นส่วนที่เกิดขึ้นก่อน ในขณะที่ส่วน *then* ของกฎ “y is B” เรียกว่าส่วนของผลลัพธ์ (Consequent) หรือผลการปฏิบัติคือสิ่งที่จะตามมา หรือ conclusion มีการอนุมานอยู่ 2 ประเภทที่ใช้ใน Rule-Based System คือ ระบบการอนุมานแบบเดินหน้า (Forward Chaining) และการอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining)

ระบบการอนุมานแบบเดินหน้า ความจริงเริ่มแรกจะถูกกระทำก่อนและก็ยังใช้กฎต่อไปเรื่อยๆ เพื่อหาข้อสรุปใหม่ๆ ระบบการอนุมานแบบย้อนหลัง สมมติฐาน หรือเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่พยายามไปถึงจะถูกทำงานก่อนและจะมองถึงกฎที่จะนำไปสู่บทสรุป สำหรับสมมติฐานนั้นๆ ระบบการอนุมานแบบเดินหน้าเป็น Data-driven inference ขึ้นพื้นฐาน หรือ Bottom-up inference ในขณะที่ ระบบการอนุมานแบบย้อนหลัง จะเป็น Goal-driven inference หรือ Top-down inference ตัวอย่างของกฎมีดังนี้

Rule 1 : If A and C then Y

Rule 2 : If A and X then Z

Rule 3 : If B then X

Rule 4 : If Z then D

ถ้าเราต้องพิสูจน์ว่า D เป็นจริง โดยให้ A และ B เป็นจริง ถ้าเป็นระบบ การอนุมานแบบเดินหน้า เริ่มจาก Rule 1 แล้วไล่ลงไปเรื่อยๆ จนเจอ Rule 3 เป็น Rule เดียวที่เจอตั้งแต่รอบแรกของการทำงาน หลังจากทำงานเสร็จในรอบแรกแล้ว สามารถสรุปได้ว่า A B และ X เป็นจริง ในรอบการทำงานที่ 2 การเพิ่ม Z ใน Rule 2 เป็นจริง ดังนั้นจึงทำให้ D ใน Rule 4 เป็นจริงด้วย การอนุมานแบบเดินหน้าจะทำงานได้ดีโดยเฉพาะ ข้อมูลยากต่อการรวบรวม แต่มีปริมาณน้อย

ในวิธีการแบบการอนุมานแบบย้อนหลัง กระบวนการทำงานเริ่มจากเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้นจึงพยายามที่จะหาหลักฐานเพื่อที่จะพิสูจน์เป้าหมายนั้น จากตัวอย่างที่ได้กล่าวไปแล้ว การที่จะพิสูจน์ว่า D เป็นจริง เริ่มต้นจากการหากฎเพื่อพิสูจน์ D ซึ่งก็คือ Rule 4 ซึ่งต้องหาให้ได้ด้วยเป้าหมายรองลงมาว่า Z เป็นจริงด้วย จากนั้นมาดูที่ Rule 2 เรารู้แล้วว่า A เป็นจริง เป้าหมายรองลงมาตัวใหม่คือการแสดงให้เห็นว่า X เป็นจริง Rule 3 จะพิสูจน์ว่า B เป็นจริง แต่ การที่ B เป็นจริงเป็นการยืนยันไว้แล้ว ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า X เป็นจริง ซึ่งจะทำให้ Z เป็นจริงด้วย และจะทำให้ D เป็นจริงตามไปด้วย การอนุมานแบบย้อนหลังจะดีสำหรับข้อมูลที่มีปริมาณมาก ในขณะที่ มีคุณลักษณะเฉพาะที่สนใจมาพิจารณาด้วย ถ้าหากว่าไม่มีความรู้ที่มากพอที่จะสรุปได้ หรือมีสมมติฐานเฉพาะบางตัวที่นำมาทดสอบ วิธีการแบบระบบการอนุมานแบบเดินหน้า อาจจะไม่มีประสิทธิภาพ โดยหลักแล้ว เราสามารถใช้เซตของกฎที่เหมือนกัน ในการอนุมานแบบเดินหน้าและการอนุมานแบบย้อนหลัง

## 2.6.2 ตัวอย่างการอนุมานแบบเดินหน้าและการอนุมานแบบย้อนหลัง

กำหนดให้กฎเป็นดังนี้

Rule1 : If A then B and C

Rule2 : If B then D

Rule3 : If C then E

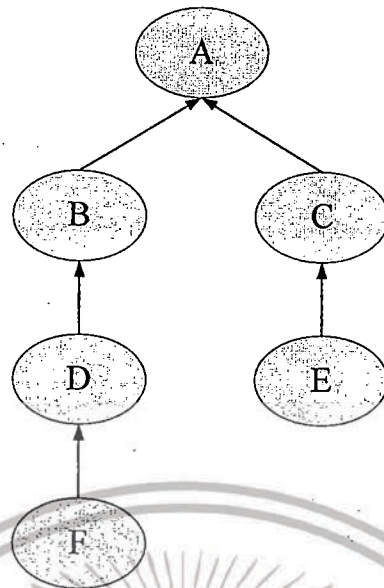
Rule4 : If D then F

จะสามารถเขียนรูปแบบของการอนุมานแบบเดินหน้าได้ดังรูปที่ 2.3 และการอนุมานแบบย้อนหลังได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 : การอนุมานแบบเดินหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 : การอนุมานแบบย้อนหลัง

## 2.7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้งานเป็นจำนวนมาก ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน รวมทั้งสถาบันการศึกษา ซึ่งแนวทางในการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ มาประยุกต์ใช้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 10 ประเภท โดยมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5 [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

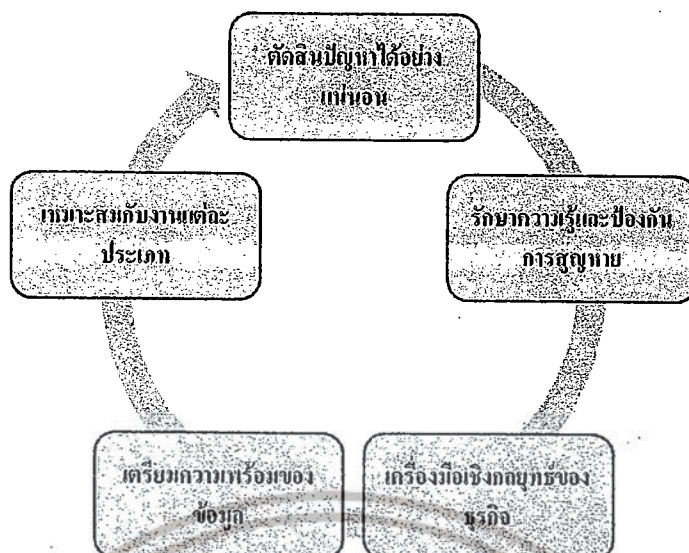
การแปลความ (Interpretation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การวิเคราะห์และแปลงสัญญาณข้อความ ภาพ และเสียง</li> </ul>
การพยากรณ์ (Prediction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การพยากรณ์อากาศหรือ อุณหภูมิทิศทางของการเงิน</li> </ul>
การวินิจฉัย (Diagnosis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การวินิจฉัยโรคในทางการแพทย์</li> </ul>
การออกแบบ (Design)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การออกแบบผังงานอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อารการต่างๆ</li> </ul>
การวางแผน (Planning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การวางแผนทางธุรกิจ เช่น โครงการ งบประมาณ</li> </ul>
การติดตาม (Monitoring)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การติดตามอากาศยานของเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ</li> </ul>
การแก้ไขข้อผิดพลาด (Debugging)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การแก้ไขข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรมฝึกไวยากรณ์</li> </ul>
การซ่อมแซม (Repair)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การซ่อมแซมระบบอุปกรณ์อาร์คแวร์แบบฮาร์ดแวร์</li> </ul>
การเตรียมการสอน (Instruction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การเขียนคู่มือการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยบทเรียนรายสัปดาห์</li> </ul>
การควบคุม (Control)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การควบคุมการผลิต</li> </ul>

รูปที่ 2.5 : การประยุกต์ใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ

## 2.8 ประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อก้าวถึงประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะมีหลายประการ สรุปรวมหลักๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 : ประโยชน์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

1. ช่วยป้องกัน ไม่ให้เกิดภาวะที่อาจเกิดกับมนุษย์ เช่น ความเมื่อยล้า ความสับสนวุ่นวาย หรือปัญหาอารมณ์
2. ช่วยรักษาความรู้ที่อาจสูญหายไปได้ เช่น ในกรณี บุคลากรในองค์กรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญได้ลาออก
3. ใช้เป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ ด้านการตลาด การลดต้นทุนและการปรับปรุงพัฒนาสินค้า
4. ช่วยทำให้ข้อมูลมีคุณภาพและมีศักยภาพในการนำมาใช้งานได้อย่างทันท่วงทีเมื่อต้องการ
5. ช่วยทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่

## 2.9 ข้อดี และข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ

อย่างไรก็ตาม ระบบผู้เชี่ยวชาญไม่ได้มีแต่ข้อดีเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถสรุปข้อดีและข้อเสียได้อย่างคร่าวๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.9.1 ข้อดีของระบบผู้เชี่ยวชาญ

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญมีวิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายได้
2. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถให้คำแนะนำและตัดสินใจได้
3. ระบบผู้เชี่ยวชาญจะสามารถช่วยเหลือผู้ใช้งานในการค้นหาคำตอบ อีกทั้งวิเคราะห์สาเหตุและให้แนวทางสรุปได้
4. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าวิธีการแบบปกติ
5. สามารถลดต้นทุนการผลิตในระยะยาวได้
6. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถนำมาใช้แจ้งเตือนหรือทดแทนมนุษย์ในสถานะที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายได้
7. ระบบผู้เชี่ยวชาญจะบรรจุไว้ซึ่งองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้งานได้ยาวนานกว่าองค์ความรู้ของมนุษย์
8. การตัดสินใจมีความถูกต้องและแม่นยำ
9. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถนำมาใช้งานร่วมกับฐานข้อมูลได้ ทำให้ได้ฐานข้อมูลอัจฉริยะ (Intelligent Database)
10. ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถส่งผ่านความรู้อย่างไร้ขอบเขต

### 2.9.2 ข้อเสียของระบบผู้เชี่ยวชาญ

1. ระบบผู้เชี่ยวชาญจะมีข้อจำกัดเฉพาะปัญหาแคบๆ เท่านั้น
2. ระบบผู้เชี่ยวชาญจะไม่สามารถสร้างความรู้ใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนได้
3. ระบบผู้เชี่ยวชาญไม่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้งานทั่วไปหรือใช้ทดสอบระบบโดยทั่วไป
4. การจัดเตรียมองค์ความรู้รวมถึงการดึงองค์ความรู้ออกจากผู้เชี่ยวชาญเป็นสิ่งที่ยาก
5. ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะทำงานได้ดีในปัญหาที่อยู่ในวงจำกัด ไม่กว้างจนเกินไป
6. ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะมีวิธีการลงความเห็นในเชิงเหตุและผลที่แตกต่างกัน
7. คำ หรือสำนวน ต่างๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญใช้ มักจะเป็นคำเฉพาะที่ทำให้ยากต่อการเข้าใจ
8. มีค่าใช้จ่ายสูง
9. การส่งผ่านองค์ความรู้ อาจจะมีเรื่องความอคติเข้ามาเกี่ยวข้อง

## 2.10 การวิเคราะห์ดินและพืช

### 2.10.1 ดินคืออะไร

ดิน เป็นส่วนหนึ่งของทุกๆ ระบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในโลก [8] จากรูปที่ 2.7 Pedosphere เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Atmosphere, Biosphere, และ Geosphere ซึ่ง Pedosphere นั้นเป็นส่วนหนึ่งของโลกที่ประกอบไปด้วย ดินและการศึกษาเกี่ยวกับ Pedosphere นั้นเป็นการศึกษากระบวนการที่เกิดขึ้นของดินนั่นเอง



ดินเป็นคำทั่วไป ซึ่งแสดงถึงการไม่รวมเป็นหนึ่ง มีลักษณะบาง มีชั้นของแร่ธาตุ สารอินทรีย์ ที่ปกคลุมพื้นผิวส่วนใหญ่ของโลก ในพจนานุกรมมักจะอธิบายว่าดินเป็นพื้นผิวที่มีวัตถุที่ไม่ได้ยึดเกาะกันแน่นซึ่งพืชสามารถขึ้นได้

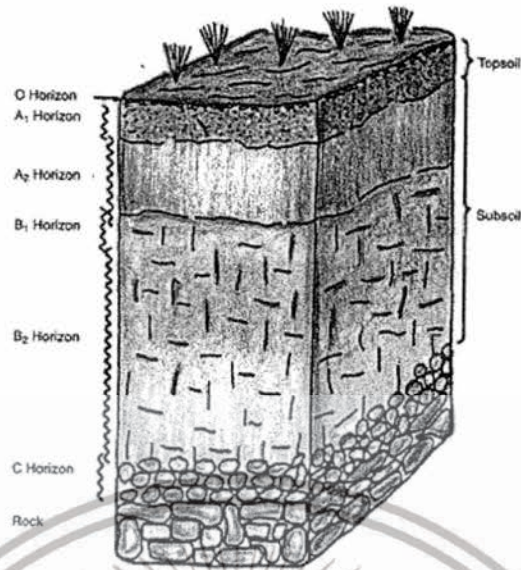
## 2.10.2 ดินและสภาพแวดล้อม

ในทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ และในอีกหลายๆ ประเทศ การพัฒนาการเก็บเกี่ยวพืชผลในหลายรูปแบบ การให้น้ำอย่างเคร่งครัด การกำจัดศัตรูพืช รวมถึงการให้น้ำ จะนำไปสู่ผลผลิตอย่างมากมาย ทั้งนี้ทั้งนั้น เราต้องตระหนักไว้ว่า ดินนั้นเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ มีส่วนในการกำหนด การกระจายของชนิดของพืช เป็นที่อยู่ของสัตว์ และพืชต่างๆ เก็บกักการไหลของน้ำและสารอาหารต่างๆ ระหว่างชั้นบรรยากาศ พื้นดิน และพื้นผิวของน้ำ

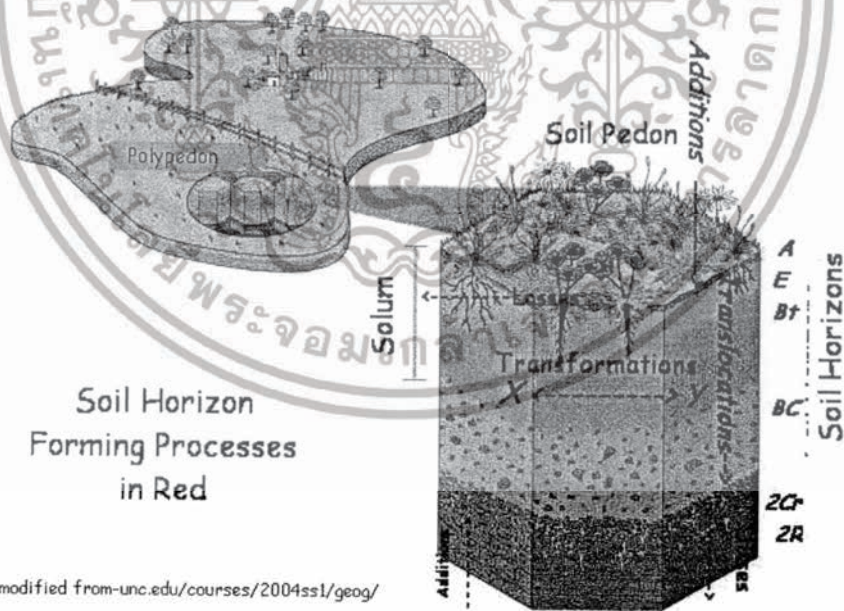
การตรวจสอบดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องกระทำในการเพาะปลูก เช่นการเอาข้อจำกัดต่างๆ ออกไป เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุด หรือการป้องกัน ภัยอันตรายสำหรับธรรมชาติ ในอีกทางหนึ่ง จะถือได้ว่าดิน เป็นส่วนประกอบของระบบธรรมชาติระบบใหญ่

ดินในที่นี้หมายถึง วัสดุที่ไม่แข็ง ซึ่งประกอบไปด้วยไม่ว่าจะเป็น หิน หรือแร่ธาตุต่างๆ หรือสิ่งหักพังต่างๆ ที่เกิดขึ้น ที่ปกคลุมภูมิประเทศส่วนใหญ่ของโลก ถ้าพูดถึงในด้านการเกษตร ดินจะทำให้ผลผลิตเจริญเติบโตและถูกปกคลุมได้ ดินจะมีลักษณะตามภาพตัดขวางดังแสดงในรูปที่ 2.8 ซึ่งจะประกอบไปด้วยชั้นต่างๆ ในแนวลึก ตั้งแต่ผิวดินลงไปถึงคว้นล่างสุด

ในชั้นดินส่วนที่ประกอบไปด้วยรากของพืชหรือถูกปกคลุมไปด้วยรากของพืช เรียกว่า Solum ซึ่งใช้การทำรังวัด ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ส่วนที่เรียกว่า Pedon เป็นส่วนที่เล็กที่สุดของดิน เนื่องจากดินมีลักษณะเป็น 3 มิติ นั่นคือมันมีด้านข้างๆ ขยายออกมา เช่นเดียวกับภาพ 2 มิติในแนวตั้ง ดังนั้น Pedon จึงเปรียบเสมือน การสไลด์ทางแนวตั้งของหน้าดินที่มีความหนาที่เพียงพอและมีความกว้างเพียงพอที่จะมองเห็นคุณลักษณะต่างๆ ของชั้นดินตามแนวขวางได้



รูปที่ 2.8 : ภาพตัดขวางของดินชั้นของดิน  
 [ภาพจาก : <http://www.dpi.vic.gov.au>]



modified from-unc.edu/courses/2004ssl/geog/

รูปที่ 2.9 : Solum และ Pedon

[ภาพจาก : <http://www.soils.umn.edu>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.3 ธาตุอาหารพืชในดิน

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กล่าวว่า ในจำนวนธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโต ออกดอก ออกผล ซึ่งมีอยู่ 16 ธาตุ นั้น มี 3 ธาตุ ที่พืชได้มาจากอากาศและน้ำ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วนอีก 13 ธาตุ นั้น พืชต้องดูดดึงขึ้นมาจากดิน ซึ่งธาตุเหล่านี้ ได้มาจากการผุพังสลายตัวของส่วนที่เป็นอนินทรีย์วัตถุและอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสในดิน สามารถแบ่งตามปริมาณที่พืชต้องการใช้ได้ เป็น 2 กลุ่มคือ มหาธาตุ และจุลธาตุ

#### 1. มหาธาตุ (Macronutrients)

มหาธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก ที่ได้มาจากดินมีอยู่ 6 ธาตุ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ธาตุอาหารหลัก หรือ ธาตุปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) เนื่องจากธาตุ 3 ธาตุนี้พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก แต่มักจะได้รับจากดินไม่เพียงพอกับความ ต้องการ ต้องช่วยเหลือโดยใส่ปุ๋ยอยู่เสมอ

ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นกลุ่มที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าและไม่ค่อยมีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วๆ ไปเหมือน 3 ธาตุแรก

#### 2. จุลธาตุ หรือธาตุอาหารเสริม (Micronutrients)

จุลธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย มีอยู่ 7 ธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl)

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารในกลุ่มมหาธาตุหรือจุลธาตุ ต่างก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่น้อยไปกว่ากัน เพราะความจริงแล้วธาตุทุกธาตุมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืชเท่าๆ กัน จะต่างกันแต่เพียงปริมาณที่พืชต้องการเท่านั้น ดังนั้นพืชจึงขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ หากพืชขาดธาตุอาหารแม้แต่เพียงธาตุเดียวพืชจะหยุดการเจริญเติบโต แคระแกร็น ไม่ให้ผลผลิตและตายในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.10.4 หน้าที่ของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไป และถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ก็จะแสดงอาการที่แตกต่างกัน ตามแต่ชนิดของธาตุอาหารที่ขาดแคลนนั่น รูปที่ 2.10 แสดงสารอาหารในดินของพืช [ภาพ Plant Nutrients, Charles S. Wortmann, Martha Mamo, Charles A. Shapiro : <http://elkhorn.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=111> ]



นายสรสิทธิ์ วัชรโรทยาน ได้กล่าวถึง ธาตุอาหารหลัก หรือธาตุปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ไว้โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ธาตุไนโตรเจน

ธาตุไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ในอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก แต่ไนโตรเจนในอากาศในรูปของก๊าซนั้น พืชนำเอาไปใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ (ยกเว้นพืชตระกูลถั่วเท่านั้น ที่มีระบบรากพิเศษสามารถแปรรูปก๊าซไนโตรเจนจากอากาศเอามาใช้ประโยชน์ได้) ธาตุไนโตรเจนที่พืชทั่วๆ ไปดึงขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) และไนเตรตไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) ธาตุไนโตรเจนในดินที่อยู่ในรูปเหล่านี้จะมาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุในดินโดยจุลินทรีย์ในดินจะเป็นผู้ปลดปล่อยให้ นอกจากนี้ก็ได้มาจากการที่เราใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในดินด้วย

พืชโดยทั่วไปมีความต้องการธาตุไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก เป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากในการส่งเสริมการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืช พืชที่ได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอ ใบจะมีสีเขียวสด มีความแข็งแรง โตเร็ว และทำให้พืชออกดอกและผลที่สมบูรณ์ เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากๆ บางครั้งก็ทำให้เกิดผลเสียได้เหมือนกัน เช่น จะทำให้พืชอวบน้ำมาก ต้นอ่อน ล้มง่าย โรคและแมลงเข้ารบกวนทำลายได้ง่าย คุณภาพผลิตผลของพืชบางชนิดก็จะเสียไปได้ เช่น ทำให้ต้นมันไม่ลงหัว มีแป้งน้อย อ้อยจืด ส้มเปรี้ยวและมีกากมาก แต่บางพืชก็อาจทำให้คุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะพวกผักรับประทานใบ ถ้าได้รับไนโตรเจนมากจะอ่อน อวบน้ำ และกรอบ ทำให้มีเส้นใยน้อย และมีน้ำหนักรากดี แต่ผักมักจะเน่าง่ายและแมลงชอบรบกวน

พืชเมื่อขาดไนโตรเจนจะแคระแกร็น โตช้าใบเหลือง โดยเฉพาะใบต่างๆ จะแห้งร่วงหล่นเร็วทำให้แลดูต้นโกร๋น การออกดอกออกผลจะช้าและไม่ค่อยสมบูรณ์นัก ดินโดยทั่วๆ ไปมักจะมีไนโตรเจนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ดังนั้นเวลาปลูกพืชจึงควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมให้กับพืชด้วย

## ธาตุฟอสฟอรัส

ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดมาจากการสลายตัวของแร่บางชนิดในดิน การสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุในดินก็จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน ดังนั้น การใช้ปุ๋ยคอก นอกจากจะได้ธาตุไนโตรเจนแล้วก็ยังได้ฟอสฟอรัสอีกด้วย ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  และ  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมากแต่

ส่วนใหญ่จะละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเสมอว่าดินถึงแม้จะมีฟอสฟอรัสมากก็จริง แต่พืชก็ยังคงขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยากนั่นเอง นอกจากนั้นแร่ธาตุต่างๆ ในดินชอบที่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เมื่อใส่ลงไป ในดินประมาณ 80-90% จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงไม่ควรคลุกเคล้าให้เข้ากับดินเพราะยิ่งจะทำให้ปุ๋ยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดินได้เร็วยิ่งขึ้น แต่ควรใส่แบบเป็นจุดหรือโรยเป็นแถบให้ลึกลงไปในดินในบริเวณรากของพืช ปุ๋ยฟอสเฟตนี้ถึงแม้จะอยู่ใกล้ชิดกับรากก็จะเป็นอันตรายแก่รากแต่อย่างใด ปุ๋ยคอกจะช่วยป้องกันไม่ให้ปุ๋ยฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินและสูญเสียความเป็นประโยชน์ต่อพืชเร็วจนเกินไป

พืชเมื่อขาดฟอสฟอรัสจะมีดินแคระแกร็นใบมีสีเขียวคล้ำ ใบต่างๆ จะมีสีม่วงตามบริเวณขอบใบ รากของพืชจะงักการเจริญเติบโต พืชไม่ออกดอกและผล พืชที่ได้รับฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ จะมีระบบรากที่แข็งแรงแพร่กระจายอยู่ในดินอย่างกว้างขวาง สามารถดึงดูน้ำและธาตุอาหารได้ดี การออกดอกออกผลจะเร็วขึ้น

#### ธาตุโพแทสเซียม

ธาตุโพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปอนุมูลบวกหรือโพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) เท่านั้นที่พืชจะดึงดูไปใช้เป็นประโยชน์ได้ ถ้าธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในรูปของสารประกอบยังไม่แตกตัวออกมาเป็นอนุมูลบวก ( $K^+$ ) พืชก็ยังคงดึงดูไปใช้เป็นประโยชน์อะไรไม่ได้ อนุมูลโพแทสเซียมในดินอาจจะอยู่ในน้ำในดินหรือดูดยึดอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียวก็ได้ ส่วนใหญ่จะดูดยึดที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ดังนั้นดินที่มีเนื้อดินละเอียด เช่น ดินเหนียว จึงมีปริมาณของธาตุนี้นสูงกว่าดินพวกเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ถึงแม้โพแทสเซียมไอออนจะดูดยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว รากพืชก็สามารถดึงดูธาตุนี้นไปใช้เป็นประโยชน์ได้ง่ายๆ พอๆกับกับเมื่อมันละลายอยู่ในน้ำในดิน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจจะใส่แบบคลุกเคล้าให้เข้ากับดินก่อนปลูกพืชได้หรือจะใส่โดยโรยบนผิวดินแล้วพรวนกลบก็ได้ถ้าปลูกพืชไว้ก่อนแล้ว ธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างและการเคลื่อนย้ายอาหารพวกแป้งและน้ำตาล ไปเลี้ยงส่วนที่กำลังเติบโต และส่งไปเก็บไว้เป็นเสบียงที่หัวหรือที่ลำต้น ดังนั้นพืชพวกอ้อย มะพร้าว และมัน

จึงต้องการโพแทสเซียมสูงมาก ถ้าขาดโพแทสเซียมหัวจะลีบ มะพร้าวไม่มัน และอ้อยก็ไม่ค่อยมีน้ำตาล พืชที่ขาดโพแทสเซียมมักเหี่ยวง่ายแคะแกระ ใบล่างเหลืองและเกิดเป็นรอยไหม้ตามขอบใบ พืชที่ปลูกในดินทรายที่เป็นกรดรุนแรงมักจะมีปัญหาขาดโพแทสเซียม แต่ถ้าปลูกในดินเหนียวมักจะมีโพแทสเซียมพอเพียงและไม่ค่อยมีปัญหาที่จะต้องใส่ปุ๋ยนี้เท่าใดนัก

เนื่องจากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในดินมักจะมีไม่พอ ประกอบกับพืชดึงธาตุจากดินขึ้นมาใช้แต่ละครั้งเป็นปริมาณมากจึงทำให้ดินสูญเสียธาตุเหล่านี้ หรือที่เรียกว่าเสียปุ๋ยในดินไปมาก ซึ่งเป็นผลทำให้ดินที่เราเรียกว่า "ดินจืด" เพื่อเป็นการปรับปรุงระดับธาตุอาหารพืช N P และ K ที่สูญเสียไป เราจึงต้องใช้ปุ๋ย

ในส่วน of ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมจะขอกล่าวโดยย่อ ตามกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดังนี้

#### แคลเซียม

เป็นองค์ประกอบที่ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด พืชขาดธาตุนี้ใบที่เจริญใหม่จะหงิกงอ ตายอดไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี

#### แมกนีเซียม

เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไบโตน และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดค้างในเซลล์พอเหมาะและช่วยในการงอกของเมล็ด ถ้าขาดธาตุนี้ใบแก่จะเหลือง ยกเว้นเส้นใบ และใบจะร่วงหล่นเร็ว

#### กำมะถัน

เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน และวิตามิน ถ้าขาดธาตุนี้ทั้งใบบนและใบล่างจะมีสีเหลืองซีด และต้นอ่อนแอ

## โบราณ

ช่วยในการออกดอกและการผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะตายแล้วเริ่มมีตาข้าง แต่ตาข้างก็จะตายอีก ถ้าต้นไม้ค่อยยึดตัว กิ่งและใบจึงชิดกัน ใบเล็ก หนา โคนและเปราะ

## ทองแดง

ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลือง และพืชทั้งต้นจะชะงักการเจริญเติบโต

## คลอรีน

มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะเหี่ยวง่าย ใบสีเขียวซีด และบางส่วนแห้งตาย

## เหล็ก

ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเขียวซีดในขณะที่ใบแก่ยังเขียวสด

## แมงกานีส

ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น

## โมลิบดีนัม

ช่วยให้พืชใช้ในโตรเจนให้เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน ใบมีลักษณะโค้งคล้ายถ้วย ปรากฏจุดเหลืองๆ ตามแผ่นใบ

## สังกะสี

ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีเขียวๆ ประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้น ไม่เจริญตามปกติ

เมื่อมีการปลูกพืชลงบนดิน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในดิน เนื่องจากในขณะที่พืชมีการเจริญเติบโต พืชจะดูดดึงธาตุอาหารในดินไปใช้ และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ ลำต้น ดอก ผล จนถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตและนำออกไปจากพื้นที่ ธาตุอาหารที่สะสมอยู่เหล่านั้นย่อมถูกนำออกไปจากพื้นที่ด้วย นอกจากนี้ธาตุอาหารบางส่วนยังเกิดการสูญหายไปในรูปแบบก๊าซ ถูกดินหรือสารประกอบในดินจับยึดไว้ บางส่วนถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืชหรือสูญเสียบนการชะล้างพังทลายของดิน

ดังนั้นการเพาะปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน โดยไม่มีการเติมธาตุอาหารลงไปในดิน ย่อมทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงและในที่สุดดินจะกลายเป็นดินเลวปลูกพืชไม่เจริญเติบโตอีกต่อไป ในการปลูกพืชจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อบำรุงดิน ช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชและคงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้อยู่เสมอ

### 2.10.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช ปุ๋ย และวัสดุปรุงดิน

ปัจจัยหลักที่สำคัญในการผลิต [6] คือ ดิน พืช น้ำ และปุ๋ย การศึกษาถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เหล่านี้โดยการทดลองค้นคว้า ทั้งในเรือนทดลอง (Green House) หรือการศึกษาในพื้นที่จริง (Filed Experiment) เพื่อนำเทคโนโลยีที่ได้หรือความรู้ต่างๆ เหล่านี้ที่ได้รับจากการค้นคว้าทดลอง ไปเผยแพร่ถ่ายทอดให้แก่เกษตรกร จะเป็นการช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มพูนรายได้ให้แก่เกษตรกรต่อไป

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน นอกจากจะสามารถใช้ผลจากการวิเคราะห์ดินเป็นตัวบ่งบอกแล้ว การวิเคราะห์พืชที่ขึ้นอยู่หรือปลูกในบริเวณนั้น ก็สามารถบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ หรือขาดแคลนแร่ธาตุอาหารในดินได้เช่นกัน การประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ หรือการที่จะดำเนินการวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการหรือปรับปรุงดิน การวิเคราะห์ควบคู่กันทั้งดินและพืชจะให้ข้อมูลร่วมกัน ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการวินิจฉัยและสรุปผลงาน

ผลจากการวิเคราะห์พืช ยังเป็นการยืนยันถึงความมากน้อยของปริมาณธาตุอาหารในดิน ว่าเพียงพอกับการเจริญเติบโตจนให้ผลผลิตของพืช ไม่เพียงพอจนพืชขาดสารอาหารหรือมากเกินไป จนเกิดการสะสมภายในพืช แต่ก็ยังไม่เป็นอันตรายต่อพืช หรือว่ามากเกินไปจนเกิดเป็นอันตรายต่อพืช ซึ่งจะทำให้พืชไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ค่าวิเคราะห์ที่ได้พิจารณาการใส่ปุ๋ย หรือวัสดุปรับปรุงดินให้แก่พืชได้ในอัตราที่เหมาะสม ไม่มากเกินไปจนถึงกับสิ้นเปลืองต้นทุนในการผลิตหรือน้อยเกินไป จนผลผลิตที่ได้รับไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วย จากการสังเกตลักษณะของพืชสามารถบอกอย่างคร่าวๆ ได้ว่าดินในขณะนั้น อุดมสมบูรณ์หรือไม่หรืออาจขาดธาตุอาหารบางธาตุ โดยสามารถสังเกตจากการเจริญเติบโตของพืช ลักษณะลำต้น ใบ ผล หรือรสชาติผักหรือผลไม้ที่เปลี่ยนแปลงไป



## บทที่ 3

### การออกแบบและผลการทดลอง

#### 3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

ในขั้นตอนการพัฒนางานวิจัยนั้น ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการทำวิจัยตามหลักการทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) โดยใช้หลักการของแบบจำลองโมเดลน้ำตก (Waterfall Model) ดังนี้

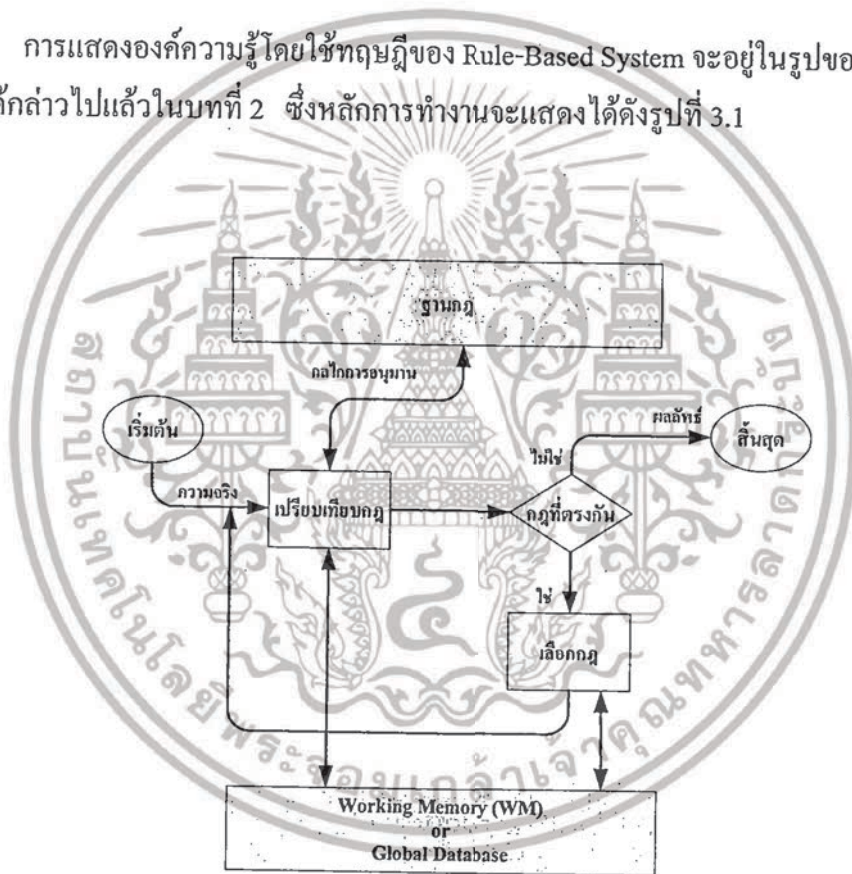
- 3.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้  
เก็บรวบรวมข้อมูล ความเชี่ยวชาญทางด้านดินจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ
- 3.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบฐานองค์ความรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการ  
นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาจากขั้นตอนแรก ทำการบันทึกและวิเคราะห์ จัดรูปแบบ องค์ความรู้ที่สอดคล้องกัน แล้วนำมาออกแบบระบบฐานองค์ความรู้
- 3.1.3 สร้างฐานองค์ความรู้และพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญตามหลักการที่ได้ออกแบบ  
นำฐานองค์ความรู้ที่ได้ออกแบบมาแล้ว มาสร้างเป็นฐานองค์ความรู้ สร้างกลไกการอนุมานและการอธิบายความ เพื่อพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ
- 3.1.4 ทดสอบการทำงานของระบบ  
ทำการทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์แต่ละ โมดูล จากนั้นทำการทดสอบระบบโดยรวม
- 3.1.5 จัดทำคู่มือการใช้งาน  
จัดทำคู่มือการใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญ
- 3.1.6 ติดตั้งเพื่อทดลองใช้งานจริง  
ทำการติดตั้งเพื่อให้ผู้ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญได้ทดลองใช้งานจริง
- 3.1.7 สรุปโครงการและทำรายงาน  
ทำการสรุปโครงการทั้งหมดและจัดทำรายงาน

### 3.2 การออกแบบและการพัฒนา

ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิเคราะห์ดินทางการเกษตรนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ Expert System เป็นส่วนที่ระบบจะทำการประมวลผลเมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ อีกส่วนคือ Information System เป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆ ที่ได้ใส่ลงไปแล้ว

#### 3.2.1 การออกแบบระบบ

การแสดงองค์ความรู้โดยใช้ทฤษฎีของ Rule-Based System จะอยู่ในรูปของกฎ If...then ตามที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 ซึ่งหลักการทำงานจะแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 : หลักการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้ เริ่มต้นจาก นำความจริงหรือข้อความเข้าสู่ระบบ นำเข้าสู่กระบวนการเปรียบเทียบกฎ (Matching) โดยตรวจดูจาก Working memory และ Rule-Based เพื่อหากฎที่ตรงกับเงื่อนไข จากนั้น หากข้อความไม่มีกฎที่ตรงตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

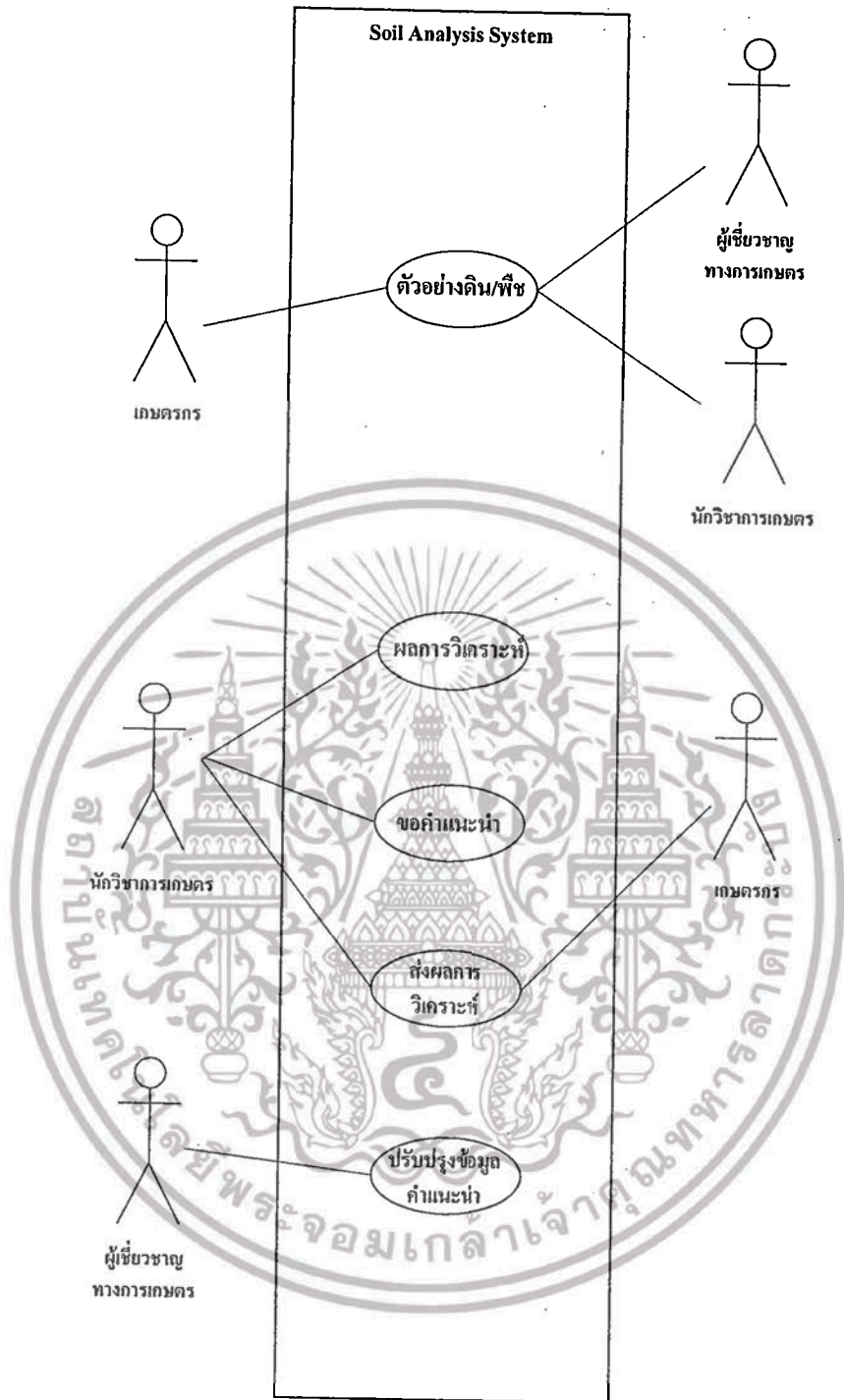
เงื่อนไขที่กำหนด จะส่งผลลัพธ์ให้กับระบบและสิ้นสุดการทำงาน แต่หากมีกฎที่ตรงตามเงื่อนไข จะเลือกกฎที่เหมาะสมมา 1 กฎ จากนั้นส่วนของ Then ของกฎที่ได้รับการคัดเลือกไว้แล้ว จะมีการปฏิบัติตามมา

ขอยกตัวอย่างพอสั่งเขปในกรณีหาก ส่วนของ If เป็น ค่าตัวอย่างของการวิเคราะห์สารอาหารในดิน หรือ พืช ส่วนของ Then จะเป็นส่วนที่เป็นผลคำแนะนำที่ได้ทำการวิเคราะห์ว่าตรงกับส่วนของ If แล้ว ซึ่งจะถือเป็นกฎ 1 กฎ นั่นเอง

หากจะนำหลักการการทำงานโดยภาพรวมมาเขียนเป็นลักษณะของแผนภาพ Use Case diagram เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น จะได้ดังรูปที่ 3.2

จากแผนภาพจะเห็นได้ว่าระบบมีการทำงานซึ่งมีผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับระบบอยู่ 3 ประเภท และมีรายละเอียดการทำงาน ดังนี้

1. เกษตรกรนำตัวอย่างดินหรือพืชที่ต้องการทำการวิเคราะห์ เพื่อขอคำแนะนำในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ โดยการส่งตัวอย่างมายังนักวิชาการเกษตร หรือผู้เชี่ยวชาญ
2. จากนั้นนักวิชาการเกษตรจะนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์และนำข้อมูลที่เป็นผลการวิเคราะห์มานำเข้าสู่ระบบ เพื่อขอคำแนะนำที่ได้จัดเก็บไว้จากผู้เชี่ยวชาญจากระบบ
3. เมื่อได้คำแนะนำจากการวิเคราะห์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ระบบจะจัดทำรายงานเพื่อให้ นักวิชาการเกษตรนำผลคำแนะนำจากการวิเคราะห์นั้น ไปอธิบายกับเกษตรกรต่อไป
4. ผู้เชี่ยวชาญทางการเกษตรยังสามารถปรับปรุงคำแนะนำเข้าสู่ระบบเพื่อนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 3.2 : หลักทำงานแสดงเป็นแผนภาพ Use Case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การจัดเก็บฐานองค์ความรู้

การจัดเก็บองค์ความรู้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ดินและพืช ซึ่งดินนั้นการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วยรายการวิเคราะห์ต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 : รายการการวิเคราะห์ของดิน

ลำดับ การวิเคราะห์	รายการวิเคราะห์ของดิน	หน่วยการ วิเคราะห์
1.	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	-
2.	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	$\mu\text{S/cm}$
3.	อินทรีย์วัตถุ (Walkey & Black)	%
4.	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (BrayII)	ในล้านส่วน
5.	โพแทสเซียม (K)	ในล้านส่วน
6.	แคลเซียม (Ca)	ในล้านส่วน
7.	แมกนีเซียม (Mg)	ในล้านส่วน
8.	เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน
9.	แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน
10.	สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน
11.	ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน

ในส่วนของพืชได้ทำการวิเคราะห์สารอาหารตามชนิดของพืชดังนี้ คือ พุเรียน ส้ม มังคุด มะม่วง และอื่นๆ โดยมีรายการการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 3.2 : รายการการวิเคราะห์ของพืช

ลำดับ การวิเคราะห์	รายการวิเคราะห์ของพืช	หน่วยการ วิเคราะห์
1.	ไนโตรเจน (N)	%
2.	ฟอสฟอรัส (P)	%
3.	โพแทสเซียม (K)	%
4.	แคลเซียม (Ca)	%
5.	แมกนีเซียม (Mg)	%
6.	เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน
7.	แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน
8.	สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน
9.	โบรอน (B)	ในล้านส่วน
10.	ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน

ส่วนของคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องของดินและพืช เมื่อผู้ใช้งานระบบหรือเกษตรกรต้องการคำแนะนำ จะสามารถดึงออกมาแสดงได้ องค์ความรู้ส่วนนี้จะถูกจัดเก็บไว้ในระบบในส่วนของฐานองค์ความรู้ คำแนะนำจะขึ้นกับช่วงค่ามาตรฐานที่ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดไว้เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ที่ได้ ซึ่งจะสามารถแสดงได้ดังตัวอย่างของคำแนะนำในตารางที่ 3.3 และ ตารางที่ 3.4

### 3.2.3 การออกแบบการติดต่อกับผู้ใช้

ส่วนการติดต่อประสานงานกับผู้ใช้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบไว้ 4 ส่วน ดังนี้

#### 1. ส่วนจัดเก็บข้อมูลของเกษตรกร

เป็นการจัดเก็บข้อมูลของเกษตรกรผู้จัดส่งตัวอย่างดินและพืชมาเพื่อขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

#### 2. ส่วนใส่ข้อมูลดินและพืช

เป็นส่วนที่ไว้ให้เกษตรกรหรือนักวิเคราะห์ใส่ข้อมูลดินและพืชเพื่อทำการวิเคราะห์ขอคำแนะนำ

## 3. ส่วนการออกคำแนะนำ

เป็นส่วนที่ไว้ใช้แทนผู้เชี่ยวชาญในการขอคำแนะนำให้แก่เกษตรกรผู้ส่ง

ตัวอย่าง

## 4. ส่วนของปุ่มควบคุมการทำงาน

ตารางที่ 3.3 : ตัวอย่างคำแนะนำของดิน

ลำดับการวิเคราะห์	รายการวิเคราะห์ของดิน	คำแนะนำ (ตัวอย่าง)
1.	ความเป็นกรด - ด่าง (pH)	pH กลาง
2.	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ดินเริ่มมีการสะสมของเกลือ ระวังอย่าใส่ปุ๋ยมากเกินไป
3.	อินทรีย์วัตถุ (Walkey & Black)	อินทรีย์วัตถุปานกลาง ให้ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักทุกปี
4.	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (BrayII)	ฟอสฟอรัสสูง ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยตัวกลางอีก
5.	โพแทสเซียม (K)	โพแทสเซียมปานกลาง ให้ใส่ปุ๋ยตัวท้ายสูง เช่น 0-0-50 จำนวน 1-2 กก./ต้น
6.	แคลเซียม (Ca)	แคลเซียมปานกลาง การใส่ปูนจะช่วยให้
7.	แมกนีเซียม (Mg)	แมกนีเซียมต่ำ การใส่ปูนจะช่วยให้ และให้ใส่แมกนีเซียมซัลเฟต 0.5 กก./ต้น
8.	เหล็ก (Fe)	เหล็กสูงมาก
9.	แมงกานีส (Mn)	แมงกานีสต่ำ
10.	สังกะสี (Zn)	สังกะสีปานกลาง ให้ระวังการขาดสังกะสี
11.	ทองแดง (Cu)	ทองแดงต่ำ

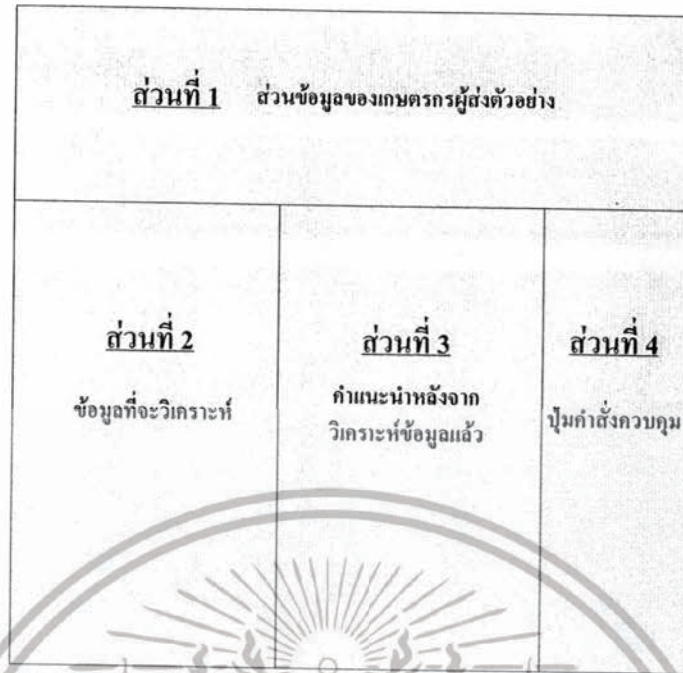
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 : ตัวอย่างคำแนะนำของพืช

ลำดับการวิเคราะห์	รายการวิเคราะห์ของพืช	คำแนะนำ (ตัวอย่าง)
1.	ไนโตรเจน (N)	ไนโตรเจนต่ำ ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น ยูเรีย 1-2 กก./ต้น
2.	ฟอสฟอรัส (P)	ฟอสฟอรัสเพียงพอ ดูคำแนะนำข้างต้น
3.	โพแทสเซียม (K)	โพแทสเซียมต่ำ ดูคำแนะนำข้างต้น
4.	แคลเซียม (Ca)	แคลเซียมต่ำ การใส่ปูนจะช่วยให้
5.	แมกนีเซียม (Mg)	แมกนีเซียมต่ำ การใส่ปูนจะช่วยให้
6.	เหล็ก (Fe)	เหล็กเพียงพอ อาจฉีดพ่นเป็นครั้งคราว
7.	แมงกานีส (Mn)	แมงกานีสสูง ไม่จำเป็นต้องฉีดพ่น
8.	สังกะสี (Zn)	สังกะสีต่ำ ควรฉีดพ่นสม่ำเสมอ
9.	โบรอน (B)	โบรอนต่ำ ให้ฉีดพ่นเป็นครั้งคราว
10.	ทองแดง (Cu)	ทองแดงสูง ไม่จำเป็นต้องฉีดพ่น

### 3.3 ผลการทดลอง

ระบบการวิเคราะห์ดินและพืช ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาโดยใช้ภาษา Visual Basic .NET [3,4] จากหัวข้อที่ 3.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบไว้ตามรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.3 และได้ผลลัพธ์จริงตามการออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 : หน้าจอของระบบที่ทำการออกแบบ

รูปที่ 3.4 : หน้าจอแรกของผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอย่างอื่น	ค่าอย่างในทุเรียน	ค่าอย่างในส้ม	ค่าอย่างในมังคุด	ค่าอย่างในมะม่วง	ค่าอย่างในอื่น ๆ
รายการวิเคราะห์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์			
ความเป็นกรด-ด่าง (pH, 1:1)					
ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:1)	µS/cm				
อินทรีย์วัตถุ (Walkley-Black)	%				
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II)	ในล้านส่วน				
สกัดด้วย 1N NH <sub>4</sub> OH pH 7.0					
- โพแทสเซียม (K)	ในล้านส่วน				
- แคลเซียม (Ca)	ในล้านส่วน				
- แมกนีเซียม (Mg)	ในล้านส่วน				
สกัดด้วย DTPA					
- เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน				
- แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน				
- สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน				
- ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน				

รูปที่ 3.5 : หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

โปรแกรมวิเคราะห์ดินและพืช

การวิเคราะห์ดินและพืช หลักสูตรปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

รายละเอียดของข้อมูลตัวอย่าง

รหัส  ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง  วันที่ส่งตัวอย่าง  เช่น 10/6/2553 ชนิดพืช

ที่อยู่  จังหวัด  รหัสไปรษณีย์

อำเภอ / เขต  M1  ตัวอย่าง / แร่  วิเคราะห์

ค่า pH ที่สนใจ

ค่า pH : ข้อมูล pH ของดิน

ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าอื่น
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ปุ่ม: แก้ไขข้อมูล, ยกเลิก

ปุ่ม: บันทึกข้อมูล, ลบข้อมูล, เติมน้ำ, ขอดำเนินการ, รายงาน, ออกจากระบบ

รูปที่ 3.6 : หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
ไนโตรเจน (N)	%	2.01 - 2.4	
ฟอสฟอรัส (P)	%	0.15 - 0.25	
โพแทสเซียม (K)	%	1.5 - 2.5	
แคลเซียม (Ca)	%	1.7 - 2.5	
แมกนีเซียม (Mg)	%	0.25 - 0.5	
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	40 - 150	
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	50 - 120	
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	10 - 30	
โบรอน (B)	ในล้านส่วน	30 - 70	
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	100 - 199.99	

รูปที่ 3.7 : หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบทุเรียน

โปรแกรมวิเคราะห์ดินและพืช

การวิเคราะห์ดินและพืช วิทยาลัยการอาชีพสุพรรณบุรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขา

รายละเอียดข้อมูลตัวอย่าง

รหัส  ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง  วันที่ส่งตัวอย่าง เช่น 10/8/2553 ชนิดพืช

ที่อยู่  จังหวัด  รหัสไปรษณีย์

อำเภอ / เขต

ใส่ข้อมูล

ใส่ข้อมูลไนโตรเจน (N) ของทุเรียน

รายการวิเคราะห์	ค่าสูงสุด	ค่าเริ่มต้น	คำอธิบาย
ไนโตรเจน (N)	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2.01"/>	ไนโตรเจนต่ำ ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเช่น ยูเรีย 1-2 กก./ต้น
ฟอสฟอรัส (P)	<input type="text" value="2.2"/>	<input type="text" value="2.01"/>	ไนโตรเจนเพียงพอ ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเช่น ยูเรีย 0.5-1 กก./ต้น
โพแทสเซียม (K)	<input type="text" value="2.4"/>	<input type="text" value="2.21"/>	ไนโตรเจนเพียงพอ
แคลเซียม (Ca)	<input type="text" value="99.99"/>	<input type="text" value="2.41"/>	ไนโตรเจนสูง

บันทึกข้อมูล    ยกเลิก

ขอคำแนะนำ    รายงาน    ออกจากโปรแกรม

รูปที่ 3.8 : หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบทุเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างดิน	ตัวอย่างใบทุเรียน	ตัวอย่างใบส้ม	ตัวอย่างใบมะขาม	ตัวอย่างใบมะม่วง	ตัวอย่างใบอื่น ๆ
รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์		
ไนโตรเจน (N)	%	2.61 - 2.79			
ฟอสฟอรัส (P)	%	0.12 - 0.16			
โพแทสเซียม (K)	%	1.2 - 1.7			
แคลเซียม (Ca)	%	3 - 4.9			
แมกนีเซียม (Mg)	%	0.3 - 0.49			
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	60 - 120			
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	25 - 100			
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	25 - 100			
โบรอน (B)	ในล้านส่วน	25 - 100			
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	100 - 199.99			

รูปที่ 3.9 : หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบส้ม

โปรแกรมวิเคราะห์ค่าดินและพืช

ภาควิชาดินและพืช วิทยาลัยบูรพศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สวล.

รายละเอียดของผู้ส่งตัวอย่าง

รหัส  ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง  วันที่ส่งตัวอย่าง  วันที่ 10/8/2553 ชนิดพืช

ที่อยู่  จังหวัด  หน่วยงาน

อำเภอ / เขต  ตำบล / แขวง  โทรศัพท์

ชื่อโปรแกรม

แก้ไข : ข้อมูลแคลเซียม (Ca) ของส้ม

ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าอธิบาย
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2.99"/>	แคลเซียมต่ำ การใส่ปุ๋ยจะช่วยให้
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4.9"/>	แคลเซียมเพียงพอ
<input type="text" value="4.91"/>	<input type="text" value="9.99"/>	แคลเซียมสูง

แก้ไขข้อมูล ยกเลิก

บันทึกข้อมูล ลบข้อมูล เคลียร์หน้าจอ

ขอคำแนะนำ รายงาน ออกจากโปรแกรม

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
ไนโตรเจน (N)	%	2.61 - 2.79	
ฟอสฟอรัส (P)	%	0.12 - 0.16	
โพแทสเซียม (K)	%	1.2 - 1.7	
แคลเซียม (Ca)	%	3 - 4.9	
แมกนีเซียม (Mg)	%	0.3 - 0.49	
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	60 - 120	
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	25 - 100	
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	25 - 100	
โบรอน (B)	ในล้านส่วน	25 - 100	
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	100 - 199.99	

รูปที่ 3.10 : หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่วิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
ไนโตรเจน (N)	%	1.21 - 1.4	
ฟอสฟอรัส (P)	%	0.05 - 0.08	
โพแทสเซียม (K)	%	0.6 - 1.1	
แคลเซียม (Ca)	%	1 - 1.4	
แมกนีเซียม (Mg)	%	0.12 - 0.18	
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	50 - 150	
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	60 - 250	
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	15 - 30	
โบรอน (B)	ในล้านส่วน	15 - 35	
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	100 - 199.99	

รูปที่ 3.11 : หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบมังคุด

โปรแกรมการวิเคราะห์ดินและพืช หลักสูตรปุ๋ยให้ยา คณและทอโมโลยีการเกษตร สวสจ.

รายละเอียดของผู้ส่งตัวอย่าง

รหัส  ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง  วันที่ส่งตัวอย่าง  เช่น 10/8/2553 ชนิดพืช

ที่อยู่  จังหวัด  ภาควิชาการเปลี่ยนแปลงทรัพยากร

อำเภอ / เขต  ตำบล / แขวง  หมู่บ้าน

เลือกปุ๋ยชนิด

แก้ไข : ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ของมังคุด

ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	คำอธิบาย
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0.04"/>	ฟอสฟอรัสต่ำ ดูคำแนะนำข้างต้น
<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="0.08"/>	ฟอสฟอรัสเพียงพอ ดูคำแนะนำข้างต้น
<input type="text" value="0.09"/>	<input type="text" value="9999"/>	ฟอสฟอรัสสูง ดูคำแนะนำข้างต้น

บันทึกข้อมูล    ยกเลิก

บันทึกข้อมูล    ลบข้อมูล    เดลิทหน้าจอ

ขอมคำนวณ    รายงาน    ออกจากโปรแกรม

รายการที่วิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
ไนโตรเจน (N)			
ฟอสฟอรัส (P)			
โพแทสเซียม (K)			
แคลเซียม (Ca)			
แมกนีเซียม (Mg)			
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	50 - 150	
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	60 - 250	
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	15 - 30	
โบรอน (B)	ในล้านส่วน	15 - 35	
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	100 - 199.99	

รูปที่ 3.12 : หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของใบมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมการวิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
ไนโตรเจน (N)	%	1 - 1.5	
ฟอสฟอรัส (P)	%	0.08 - 0.2	
โพแทสเซียม (K)	%	0.5 - 1.5	
แคลเซียม (Ca)	%	2 - 3.5	
แมกนีเซียม (Mg)	%	0.2 - 0.4	
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	30 - 100	
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	50 - 250	
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	6 - 20	
โบรอน (B)	ในล้านส่วน	30 - 100	
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	6 - 20	

รูปที่ 3.13 : หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างไบมะม่วง

โปรแกรมการวิเคราะห์ดินและพืช

การวิเคราะห์ดินและพืช หลักสูตรปริญญา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล

รายละเอียดของสิ่งตัวอย่าง

รหัส  ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง  วันที่ส่งตัวอย่าง  เลข 10/8/2553 ชนิดพืช

ที่อยู่  จังหวัด  ทรัพย์สินทางปัญญา

อำเภอ / เขต  ตำบล / แขวง  โทรสาร

ตัวอย่างดิน ตัวอย่างพืช

รวมการวิเคราะห์

ไนโตรเจน (N)

ฟอสฟอรัส (P)

โพแทสเซียม (K)

แคลเซียม (Ca)

แมกนีเซียม (Mg)

เหล็ก (Fe)

แมงกานีส (Mn)

สังกะสี (Zn)

โบรอน (B)

ทองแดง (Cu)

แก้ไขข้อมูล

บันทึก

บันทึกข้อมูล

ลบข้อมูล

เคลียร์หน้าจอ

ขอคำแนะนำ

รายงาน

ออกจากโปรแกรม

รูปที่ 3.14 : หน้าจอสำหรับแก้ไขค่ามาตรฐานของไบมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างดิน	ตัวอย่างใบทุเรียน	ตัวอย่างใบส้ม	ตัวอย่างใบมะขาม	ตัวอย่างใบเสมา	ตัวอย่างใบอื่น ๆ
รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์		
ไนโตรเจน (N)	%				
ฟอสฟอรัส (P)	%				
โพแทสเซียม (K)	%				
แคลเซียม (Ca)	%				
แมกนีเซียม (Mg)	%				
เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน				
แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน				
สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน				
โบรอน (B)	ในล้านส่วน				
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน				

รูปที่ 3.15 : หน้าจอสำหรับป้อนผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบของพืชชนิดอื่น

โปรแกรมการวิเคราะห์ดินและพืช หลักสูตรปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

รายละเอียดของสิ่งตัวอย่าง

รหัส: S01 ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง เกษตรใจคุณ วันที่ส่งตัวอย่าง: 1/07/2553 เลข: 10/8/2553 ชนิดพืช:   
 ที่อยู่: 1 ซ.ฉลองกรุง 1 จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์:   
 อำเภอ / เขต: เขตลาดกระบัง ตำบล / แขวง: ศาลาขาว โทรศัพท์: 02-8298000

ตัวอย่างดิน ตัวอย่างใบทุเรียน ตัวอย่างใบส้ม ตัวอย่างใบมะขาม ตัวอย่างใบเสมา ตัวอย่างใบอื่น ๆ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง (pH 1:1)		6.7	<input type="checkbox"/> 1. pH สูง
ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:1)	µs/cm	1001	<input type="checkbox"/> 2. ดินมีปริมาณเกลือของเกลือ ระวังอย่าใส่ปุ๋ยมากเกินไป
อินทรีย์วัตถุ (Walkley-Black)	%	2.84	<input type="checkbox"/> 3. ดินมีสีคล้ำ
ฟอสฟอรัสในเบรย์ล (Brayl)	ในล้านส่วน	230	<input type="checkbox"/> 4. ฟอสฟอรัสสูง ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยตัวกลางอีก
สกัดด้วย 1N NH <sub>4</sub> O pH 7.0			<input type="checkbox"/> 5. ไนโตรเจนสูง
- โพแทสเซียม (K)	ในล้านส่วน	500	<input type="checkbox"/> 6. แมกนีเซียมสูง อย่าใส่โดโลไมท์หรือปุ๋ยสูตร +2
- แคลเซียม (Ca)	ในล้านส่วน	6000	<input type="checkbox"/> 7. แมกนีเซียมสูง
- แมกนีเซียม (Mg)	ในล้านส่วน	1300	<input type="checkbox"/> 8. เหล็กสูง
สกัดด้วย DTPA			<input type="checkbox"/> 9. แมงกานีสสูง
- เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	19	<input type="checkbox"/> 10. สังกะสีปานกลาง
- แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	14.5	<input type="checkbox"/> 11. ทองแดงดิน 1
- สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	2.05	
- ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	0	

ปุ่มที่กด: บันทึกข้อมูล, ลบข้อมูล, เคลียร์หน้าจอ, ขอคำแนะนำ, รายงาน, ออกจากโปรแกรม

ปุ่มที่ชี้: คำแนะนำ

รูปที่ 3.16 : ตัวอย่างการกรอกข้อมูลเข้าเพื่อขอคำแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการวิเคราะห์ดินและพืช

การวิเคราะห์ดินและพืช หลักสูตรปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

รายละเอียดของข้อมูลตัวอย่าง

รหัส SO1 ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง เกษตรใจคุณ วันที่ส่งตัวอย่าง 1/07/2553 เช่น 10/8/2553 ชนิดพืช

ที่อยู่ 1 ซ.คลองกรุง 1 จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์

อำเภอ/เขต เขตตลาดกรับ ตำบล/แขวง ตำบลทิว โทรศัพท์ 02-3298000

ตัวอย่างดิน ตัวอย่างใบทุเรียน ตัวอย่างใบส้ม ตัวอย่างใบมะขาม ตัวอย่างใบมะม่วง ตัวอย่างใบอื่น ๆ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์	คำแนะนำ
ความเป็นกรด-ด่าง (pH, 1:1)		6.7	1. pH กลาง
ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:1)	µs/cm	1001	2. ดินเค็มมีการสะสมของเกลือ หรืออย่าใส่ปุ๋ยมากจนเกินไป
อินทรีย์วัตถุ (Walkley, Black)	%	2.84	3. อินทรีย์วัตถุสูง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray1)	ในล้านส่วน	230	4. ฟอสฟอรัสสูง ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยดังกล่าวอีก
กรดด้วย 1N NH <sub>4</sub> O pH 7.0			5. โปแทสเซียมสูง
- โปแทสเซียม (K)	ในล้านส่วน	500	6. แคลเซียมสูง
- แคลเซียม (Ca)	ในล้านส่วน	6000	7. แมกนีเซียมสูง อย่าใส่โดโลไมท์ หรือปุ๋ยที่มีสูตร +2
- แมกนีเซียม (Mg)	ในล้านส่วน	1300	8. แคลสูง
กรดด้วย DTPA			9. แมกนีเซียมสูง
- เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	19	10. สังกะสีปานกลาง
- แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	14.5	
- สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	2.05	
- ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	0	

ปุ่มที่คลิก: บันทึกข้อมูล, ลบข้อมูล, เคลียร์หน้าจอ, ขอคำแนะนำ, รายงาน, ออกจากโปรแกรม

รูปที่ 3.17 : การบันทึกข้อมูลเข้าเพื่อเก็บค่าแนะนำ

Print

Main Report

รายงานผลการวิเคราะห์ดินและพืช  
หลักสูตรปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร สจล. โทร (02) 326-4101

รหัสผู้ส่งตัวอย่าง : SO1	ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง : เกษตรใจคุณ	โทร : 02-3298000
ที่อยู่ : 1 ซ.คลองกรุง 1		วันที่ส่งตัวอย่าง : 1/07/2553

ตัวอย่างดิน


รายการวิเคราะห์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์	คำแนะนำ
ความเป็นกรด - ด่าง (pH, 1:1)		6.7	1. pH กลาง
ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:1)	µs/cm	1001	2. ดินเค็มมีการสะสมของเกลือ หรืออย่าใส่ปุ๋ยมากจนเกินไป
อินทรีย์วัตถุ (Walkley & Black)	%	2.84	3. อินทรีย์วัตถุสูง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray1)	ในล้านส่วน	230	4. ฟอสฟอรัสสูง ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยดังกล่าวอีก
กรดด้วย 1N NH <sub>4</sub> OAC	โปแทสเซียม (K)	ในล้านส่วน	500
	แคลเซียม (Ca)	ในล้านส่วน	6000
	แมกนีเซียม (Mg)	ในล้านส่วน	1300
กรดด้วย DTPA	เหล็ก (Fe)	ในล้านส่วน	19
	แมงกานีส (Mn)	ในล้านส่วน	14.5
	สังกะสี (Zn)	ในล้านส่วน	2.05
ทองแดง (Cu)	ในล้านส่วน	0	

รูปที่ 3.18 : ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของรายงานสามารถเลือกได้หลายรูปแบบเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และนำไปใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีรูปแบบทั้งหมดดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.19 ซึ่งมีรายละเอียดของการใช้งานดังนี้

1. Crystal Reports (\*.rpt) : เป็นรูปแบบปกติจากทางโปรแกรม Crystal Reports
2. Adobe Acrobat(\*.pdf) : เป็นการแปลงจากรูปแบบปกติจากทางโปรแกรมให้เป็นไฟล์รูปแบบ PDF
3. Microsoft Excel (\*.xls) : เป็นการแปลงจากรูปแบบปกติจากทางโปรแกรมให้เป็นไฟล์ของ Excel
4. Microsoft Word (\*.doc) : เป็นการแปลงจากรูปแบบปกติจากทางโปรแกรมให้เป็นไฟล์ของ Word Document
5. Rich Text Format (\*.rtf) : เป็นการแปลงจากรูปแบบปกติจากทางโปรแกรมให้เป็นไฟล์รูปแบบ Text

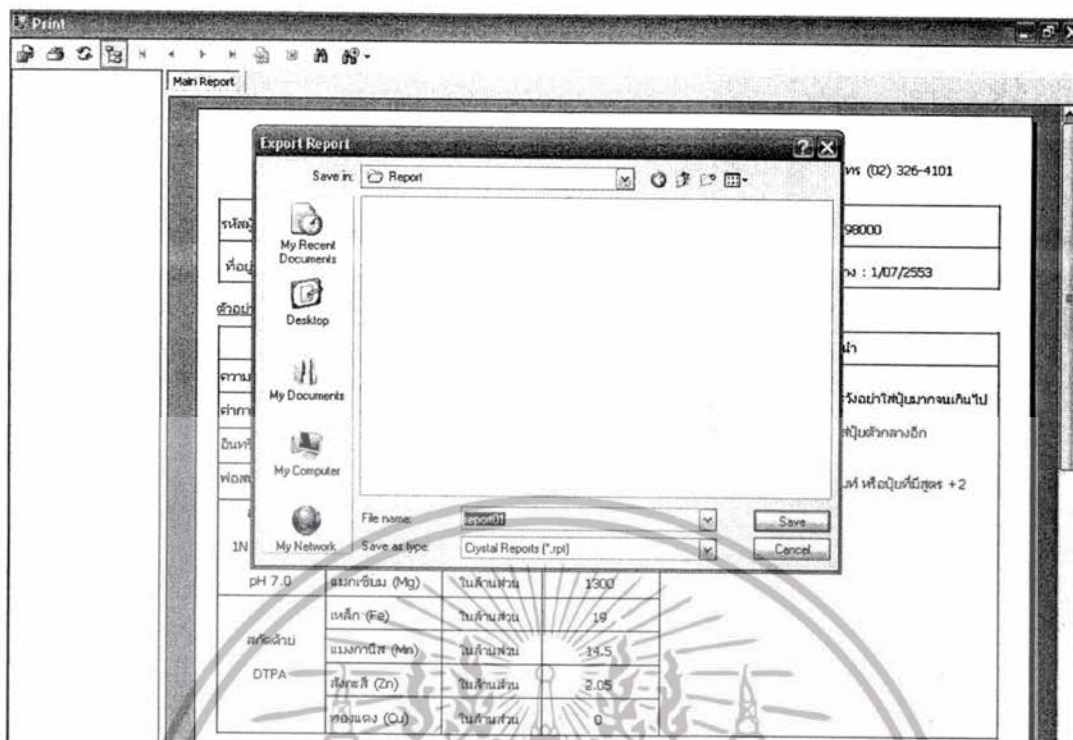


Crystal Reports (\*.rpt)  
 Adobe Acrobat (\*.pdf)  
 Microsoft Excel (\*.xls)  
 Microsoft Excel Data Only (\*.xls)  
 Microsoft Word (\*.doc)  
 Rich Text Format (\*.rtf)

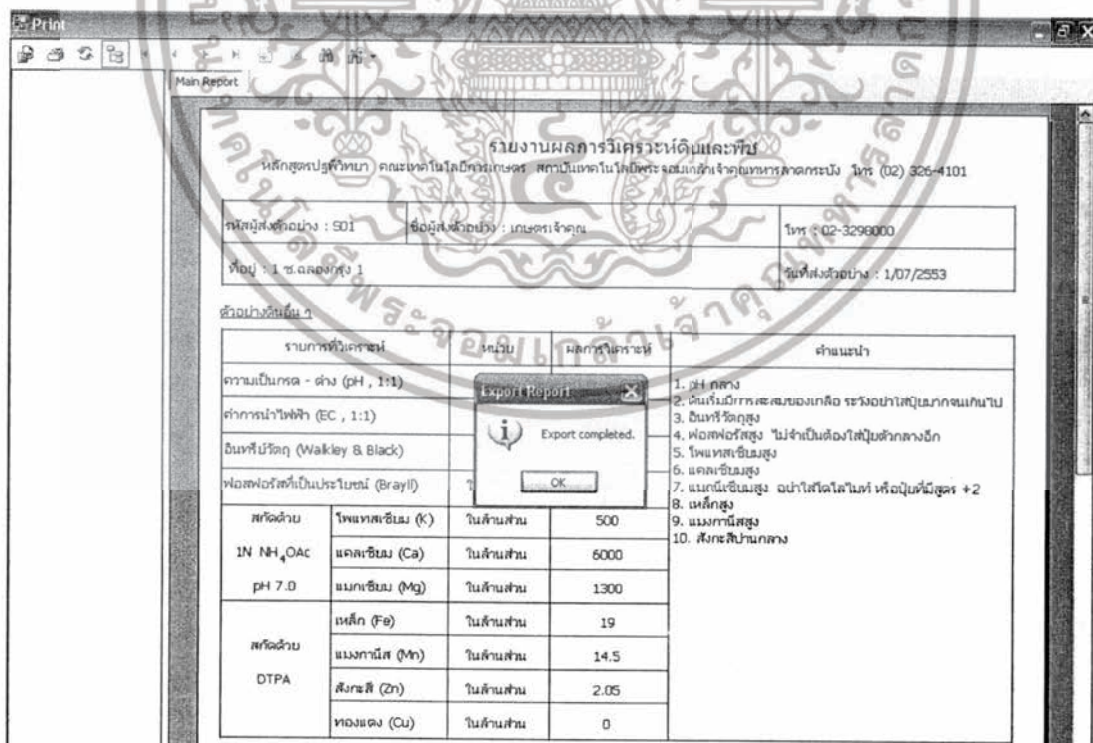
รูปที่ 3.19 : การเลือกรูปแบบรายงาน

ในที่นี้จะขอแสดงตัวอย่างการออกรายงานตามข้อมูลตัวอย่างที่ใส่ลงไปในระบบโดย

- กรณีที่ ถ้าผู้ใช้ไม่ประสงค์จะเลือกรูปแบบของรายงานที่จะพิมพ์ โดยให้พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เลยโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นรายงานที่เป็นรูปแบบปกติจากทางโปรแกรม Crystal Reports จะแสดงได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.20
- กรณีที่ ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะจัดพิมพ์รูปแบบของรายงานเป็น Microsoft Word (\*.doc) จะแสดงได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.21 และรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.20 : ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์แบบปกติ



รูปที่ 3.21 : ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์แบบ Microsoft Word (\*.doc) (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

report01 [Compatibility Mode] - Microsoft Word

Home Insert Page Layout References Mailings Review View Acrobat

Tahoma 12

Font Paragraph Styles

Find & Replace Select

report01.docx

รายงานผลการวิเคราะห์ดินและพืช  
หลักสูตรปริญญา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โทร (02) 374-4111

รหัสผู้ส่งตัวอย่าง : 501	ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง : เกษตรเจ้าคุณ	โทร : 02-3298000
ที่อยู่ : 1 ซ.ฉลองกรุง 1		วันรับส่งตัวอย่าง : 1/07/2553

ตัวอย่างดินอื่นๆ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์	คำแนะนำ
ความเป็นกรด - ด่าง (pH, 1:1)	-	6.7	1. pH กลาง
ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:1)	µS/cm	1001	2. ดินเริ่มมีการสะสมของเกลือระงออย่าใส่ปุ๋ยมากเกินไป
อินทรีย์วัตถุ (Walkley & Black)	%	2.84	3. อินทรีย์วัตถุสูง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray1) ในลำต้น		230	4. ฟอสฟอรัสสูง ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยตัวกลางอีก
สกัดด้วย โพรแทสเซียม (K) ในลำต้น		500	5. โพรแทสเซียมสูง
1N NH <sub>4</sub> OAc สกัดเคียม (Ca) ในลำต้น		6000	6. แคลเซียมสูง
pH 2.0 แมกนีเซียม (Mg) ในลำต้น		1300	7. แมกนีเซียมสูง อยาใส่โดโลไมท์หรือปุ๋ยที่มีสูตร +2
สกัดด้วย เหล็ก (Fe) ในลำต้น		19	8. เหล็กสูง
แมงกานีส (Mn) ในลำต้น		14.5	9. แมงกานีสสูง
			10. สังเกตสีปากกลาง

Page: 1 of 1 | Words: 2048 | Thai

รูปที่ 3.22 : ตัวอย่างการจัดพิมพ์รายงานผลของการวิเคราะห์ที่แบบ Microsoft Word (\*.doc) (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 4.1 สรุปผลการวิจัย

ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นแขนงหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญจึงอาศัยเทคนิคของปัญญาประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา การหาเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญ จะต้องมีการกำหนดทิศทางในการค้นหาซึ่งมีทั้งแบบการหาเหตุผลแบบเดินหน้า ย้อนหลัง และผสมกัน นอกจากนี้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถอนุมานจากความไม่แน่นอนได้

งานวิจัยนี้ได้นำทฤษฎีระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศทางการเกษตรที่เกี่ยวกับดินและพืช โดยเฉพาะ ซึ่งได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลอง วิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานทางการเกษตร เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในการแก้ปัญหาด้านการเกษตร และเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ทางการเกษตร ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นระบบการวิเคราะห์ดินและพืชทางการเกษตรซึ่งนักวิจัยทางการเกษตรสามารถนำไปใช้งานได้จริง สามารถให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาทางด้านดินและพืช ซึ่งทำให้เสมือนผู้ใช้งานระบบซึ่งอาจเป็นนักวิชาการเกษตรได้นำเอาองค์ความรู้ไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกรเสมือนได้รับความรู้จากผู้เชี่ยวชาญโดยตรง อีกทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลค่ามาตรฐานต่างๆ ได้ โดยผู้ใช้งานเองทั้งหมด ระบบยังสามารถจัดทำรายงานเพื่อให้นักวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้เคยวิเคราะห์ไว้ ลงในระบบฐานข้อมูล สำหรับเป็นฐานความรู้ในการช่วยเหลือเกษตรกรในอนาคต

ระบบนี้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาให้เป็นลักษณะที่มีการปรับแต่งได้ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้น อาจเกิดปัญหาบ้างในเรื่องของการนำข้อมูลออกมาจัดพิมพ์รายงาน ซึ่งอาจจะไม่สามารถปรับค่าเส้นบรรทัดหรือกำหนดให้ตัวอักษรบางตัว ปรากฏหรือไม่ปรากฏโดยอัตโนมัติได้ แต่ในส่วนนี้ผู้จัดทำได้ทำการเพิ่มขีดความสามารถให้การจัดพิมพ์รายงานนั้น สามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้งานยังสามารถนำมาปรับการใช้งานได้เองตามความต้องการ

## 4.2 ประโยชน์ที่ได้รับของโครงการวิจัย

- 4.2.1 ได้ศึกษาเรียนรู้ถึงองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรในด้านดินและพืช
- 4.2.2 ได้ศึกษาหลักการการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญและการนำไปประยุกต์ใช้
- 4.2.3 ได้ระบบสารสนเทศในการจัดเก็บองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาทางด้านการเกษตร
- 4.2.4 ได้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถนำองค์ความรู้ที่จัดเก็บไว้ มาใช้ช่วยวิเคราะห์แก้ปัญหาและตัดสินใจเกี่ยวกับปัจจัยพื้นฐานทางด้านการเกษตรที่มีคุณภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

## 4.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการวิจัย

- 4.3.1 นำเครื่องมือพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Creator Tool) มาประยุกต์ใช้ในโครงการวิจัย
- 4.3.2 นำแนวความคิดจากโครงการวิจัยนี้ ไปทดลองพัฒนาสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่น่าสนใจเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม

## บรรณานุกรม

- [1] กิตติ ภักดีวัฒนกุล, คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ, เคทีพี, 2551
- [2] กฤษชนก รินท้าว, ปิติ เศษอาษา, มินศรัญ สมี่ใหญ่, อภิชาติ มุขจัน , พีรพล เวทีกุล และ สุพจน์ สุขโพธารมณ, ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการท่องเที่ยว 6 จังหวัดฝั่งทะเลอันดามัน (**Expert System for Tourism in Andaman**), The National Conference on Computer Information Technologies (CIT 2007), หน้า 111 – 116, ปี พ.ศ. 2550
- [3] ธนพล ฉันทจรวิชัย, สร้างรายงานด้วย Crystal Reports บน VB.NET, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2550
- [4] ธนพล ฉันทจรวิชัย, Quick Start VB.NET, เสริมวิทย์ อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี, บจก., 2552
- [5] ดร. วิชาศ ววงค์, บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, ระบบผู้เชี่ยวชาญ, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2535
- [6] สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พีซ วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์ เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2, 2547
- [7] Ajith Abraham, Rule-based Expert Systems, Handbook of Measuring System Design, John Wiley & Sons, Ltd., 2005
- [8] Alan Wild, Soils and the Environment an Introduction, Cambridge University Press, 1993
- [9] Giarratano, J.C., Expert Systems : Principles and Programming, PWS Publishing Company, 2005