

**ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย  
โดยใช้หลักการอนโทโลยี**



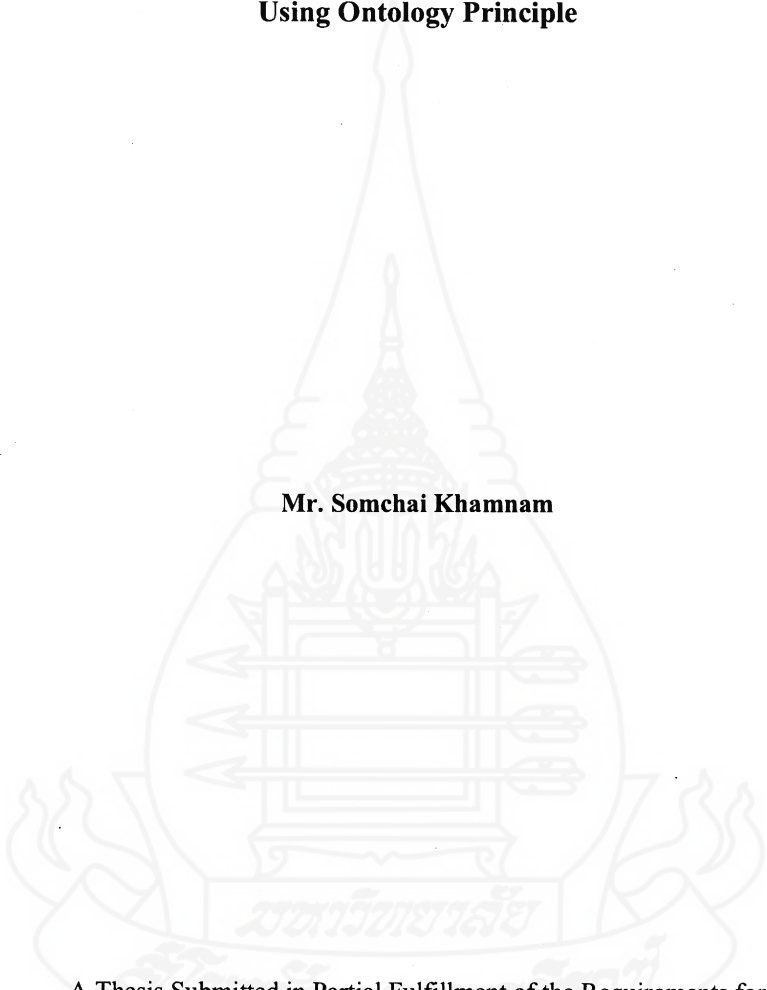
**นายสมชาย คำนำ**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
แผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมชिरราช

พ.ศ. 2561

**Diagnosis and Recommendation System for Prevention of Sugarcane Disorder**  
**Using Ontology Principle**

**Mr. Somchai Khamnam**



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


School of Science and Technology  
Sukhothai Thammathirat Open University

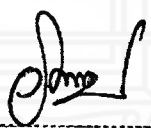
2018

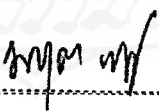
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการ  
อนโทโลยี  
ชื่อและนามสกุล นายสมชาย คำนำ  
แขนงวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภา เจริญภักดิ์  
2. อาจารย์ ดร.มารุต บุรณรัช

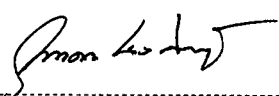
วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ดวงดาว วิชาดากุล)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภา เจริญภักดิ์)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.มารุต บุรณรัช)

  
..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)



**ชื่อวิทยานิพนธ์** ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี  
**ผู้วิจัย** นายสมชาย คำนำ รหัสนักศึกษา 2559600503 **ปริญญา** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ  
 และการสื่อสาร) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.วิภา เจริญภัณฑารักษ์  
 (2) อาจารย์ ดร.มารุต บุรณรัช ปีการศึกษา 2561

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อออกแบบฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย และ  
 ฐานข้อมูลความรู้ออนโทโลยี (2) พัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้  
 หลักการออนโทโลยี (3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการ  
 ผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี 4. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการ  
 ป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี และ (5) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บ  
 แอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย (1) ศึกษารวบรวม และวิเคราะห์อาการผิดปกติของอ้อย โดยแบ่ง  
 ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) โรคอ้อย จำนวน 29 ชนิด 2) แมลงศัตรูอ้อย จำนวน 21 ชนิด 3) อาการผิดปกติที่เกิดจาก  
 ขาดธาตุอาหาร จำนวน 21 ชนิด (2) สร้างฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Navicat 12 for MySQL ซึ่งประกอบไปด้วย 9  
 ตาราง (3) สร้างฐานความรู้ออนโทโลยีด้วยโปรแกรม Hozo - Ontology Editor แบ่งออกเป็น 9 คลาส เพื่อกำหนด  
 ความสัมพันธ์นำไปสู่การเชื่อมโยง ในการพัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย  
 โดยใช้หลักการออนโทโลยี (4) เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ฐานความรู้ออนโทโลยีกับฐานข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบ  
 ของภาษาเว็บออนโทโลยี (Web Ontology Language: OWL) (5) พัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกัน  
 อาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี โดยใช้ระบบจัดการ โปรแกรมประยุกต์ออนโทโลยี (Ontology  
 Application Management Framework: OAM) (6) ประเมินประสิทธิภาพระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกัน  
 อาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี (7) ออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรม  
 ประยุกต์สำเร็จรูป WordPress เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติ  
 ของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี และ (8) ประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและ  
 แนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

ผลการวิจัยพบว่า การวัดประสิทธิภาพระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย  
 โดยใช้หลักการออนโทโลยี มีค่าความถูกต้อง = 0.81 ค่าความระลึก = 0.57 และค่า F-measure = 0.66 และผล  
 ประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชัน ที่ทำงานเชื่อมโยงกับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการ  
 ผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี พบว่ามีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ** ออนโทโลยี ระบบวินิจฉัยและแนะนำ โปรแกรมประยุกต์ออนโทโลยี (โอเอเอ็ม) อาการผิดปกติของ  
 อ้อย

**Thesis title:** Diagnosis and Recommendation System for Prevention of Sugarcane Disorder Using Ontology Principle

**Researcher:** Mr.Somchai Khamnam; **ID:** 2559600503;

**Degree:** Master of Science (Information and Communication Technology);

**Thesis advisors:** (1) Dr. Vipa Jaroenpuntaruk, Associate Professor; (2) Dr. Marut Buranarach;

**Academic year:** 2018

## Abstract

The objectives of this research were (1) to design a database for diagnosis of a typical symptoms of sugarcane and ontology-base knowledge; (2) to develop sugarcane disorder diagnosis and recommendation system; (3) to evaluate efficiency of sugarcane disorder diagnosis and recommendation system; (4) to develop the web application of sugarcane disorder diagnosis and recommendation system; and (5) to evaluate satisfaction on the use of sugarcane disorder diagnosis and recommendation system web application.

The research method of this research was as follows: The first step was to study, collecting, and analyzing the disorder of sugarcane that could be classified into 3 different groups; 1) 29 types of sugarcane diseases; 2) 21 types of pest of sugarcane 3) 21 types of disorder caused by the lack of nutrients; The second step was to study creating database by using Navicat 12 for MySQL program consisted of 9 tables; The third step was to study creating ontology - based knowledge by using Hozo - Ontology Editor classified into 9 classes in order to define relationship leading to the connection with sugarcane disorder diagnosis and recommendation system The fourth step was to study connecting the relationship between ontology-based knowledge and database to be in the form of Web Ontology Language OWL; The fifth step was to study developing the sugarcane disorder diagnosis and recommendation system by using Ontology Application Management framework (OAM); The sixth step was to study evaluating efficiency of sugarcane disorder diagnosis and recommendation system; The seventh step was to study designing and developing the web application by using WordPress to connect the relationship with sugarcane disorder diagnosis and recommendation system; and The eighth step was to study evaluating the satisfaction on the use of sugarcane disorder diagnosis and recommendation system web application.

From the experimental results, it was revealed that the evaluation on efficiency of sugarcane disorder diagnosis and recommendation system had mean of accuracy = 0.81, recall = 0.57, and F-measure = 0.66. The results of evaluation on satisfaction toward the use of web application connected with sugarcane disorder diagnosis and recommendation system showed that the overall satisfaction value had the highest level.

**Keywords:** Ontology, Diagnosis and Recommendation System, Ontology Application Management (OAM), Sugarcane disorder

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วิภา เจริญภักดิ์ทาร์กซ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย และติดตามความก้าวหน้าอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน และขอขอบคุณ ดร.มารุต บุรณรัช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแนวคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ดวงดาว วิชาดากุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะและแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

สมชาย คำนำ

กันยายน 2562



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	2
ขอบเขตของการวิจัย .....	2
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ .....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	5
การวินิจฉัยโรค .....	5
อาการผิดปกติของพืช .....	7
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอาการผิดปกติ .....	13
ฐานความรู้ออนโทโลยี .....	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	32
วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	32
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	59
ตอนที่ 1 การศึกษารวบรวม และวิเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย .....	59
ตอนที่ 2 การสร้างฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย และฐานความรู้ออนโทโลยี สำหรับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออน โทโลยี .....	59

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 3 การประเมินความถูกต้องระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของ อ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ โดยผู้เชี่ยวชาญ .....	75
ตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการ ผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ .....	84
ตอนที่ 5 การประเมินออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) .....	86
ตอนที่ 6 วัตถุประสงค์ประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรม ประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL .....	89
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	91
สรุปการวิจัย .....	91
อภิปรายผล .....	92
ข้อเสนอแนะ .....	93
บรรณานุกรม .....	94
ภาคผนวก .....	97
แบบประเมินความพึงใจเพื่อการวิจัย .....	98
ประวัติผู้วิจัย .....	101





สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตารางพื้นที่ (Area) .....	36
ตารางที่ 3.2 ตารางสาเหตุของโรค (Cause) .....	36
ตารางที่ 3.3 ตารางช่วงเวลา (Timeline) .....	37
ตารางที่ 3.4 ตารางอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) .....	37
ตารางที่ 3.5 ตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) .....	38
ตารางที่ 3.6 ตารางพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed) .....	38
ตารางที่ 3.7 ตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area) .....	38
ตารางที่ 3.8 ตารางกลุ่มอาการ (Group) .....	39
ตารางที่ 3.9 ตารางพันธุ์ที่ต้านทานโรค (Seed) .....	39
ตารางที่ 3.10 ตารางคำแนะนำการป้องกัน (Recommend) .....	40
ตารางที่ 3.11 ตารางวินิจฉัย (Diagnose) .....	40
ตารางที่ 3.12 ความสัมพันธ์ของฐานความรู้ออนโทโลยีกับฐานข้อมูล .....	44
ตารางที่ 3.13 วิธีการตั้งค่าการเชื่อมโยงฐานข้อมูลและฐานความรู้ออนโทโลยี .....	47
ตารางที่ 3.14 เกณฑ์การแปลงความหมายของตัววัด F-measure พิจารณาจาก Precision และ Recall .....	53
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างแสดงข้อมูลผลลัพธ์ที่สืบค้นเชิงความหมายระบบวินิจฉัยและคำแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี .....	85
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม .....	89
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL .....	90

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 สามเหลี่ยมโรคพืช .....	14
ภาพที่ 2.2 กระบวนการพัฒนาออนโทโลยี .....	17
ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แบบจัดเป็น Is - a และแบบส่วนหนึ่งของ Part - Of .....	18
ภาพที่ 2.4 การบรรยายลักษณะข้อมูลด้วย RDF .....	19
ภาพที่ 2.5 การบรรยายโครงสร้างข้อมูลด้วย RDF .....	20
ภาพที่ 2.6 ไวยากรณ์ของ RDQL .....	20
ภาพที่ 2.7 ผลลัพธ์การสอบถามข้อมูล .....	20
ภาพที่ 2.8 องค์ประกอบของ OWL .....	21
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการกำหนด Namespace .....	22
ภาพที่ 2.10 ตัวอย่าง Ontology Header .....	22
ภาพที่ 2.11 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบของคำสั่ง Mind Map .....	23
ภาพที่ 2.12 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบ WC-Tree .....	23
ภาพที่ 2.13 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบของคำสั่ง OWL .....	24
ภาพที่ 2.14 OWL เมื่อมีการกำหนด Property .....	24
ภาพที่ 2.15 ระดับชั้นของเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web Technology) .....	26
ภาพที่ 2.16 ตั้งค่าการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลออนโทโลยี .....	27
ภาพที่ 2.17 ตั้งค่าการสืบค้นข้อมูล (Search Configuration Component) .....	28
ภาพที่ 2.18 สถาปัตยกรรมของ OAM .....	28
ภาพที่ 2.19 คิวรี (Query) หารถยนต์ที่มีราคามากกว่า 1,300,000 บาท .....	29
ภาพที่ 2.20 คิวรี (Query) ข้อมูลเพื่อหารถยนต์ยี่ห้อ “Toyota” .....	29
ภาพที่ 3.1 ฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย .....	33
ภาพที่ 3.2 Use Case Diagram ฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย .....	34
ภาพที่ 3.3 Class Diagram ของฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย .....	35
ภาพที่ 3.4 ฐานความรู้ออนโทโลยี .....	41
ภาพที่ 3.5 ตั้งค่าการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยใช้ฐานความรู้ออนโทโลยี .....	47
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการกำหนดความสัมพันธ์ของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) .....	48

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการกำหนดความสัมพันธ์ของคุณสมบัติคอลัมน์ (Property – column Mapping).....	48
ภาพที่ 3.8 การแปลงคำศัพท์ (Vocabulary – Mapping) .....	49
ภาพที่ 3.9 แสดงรายการ Search Property .....	50
ภาพที่ 3.10 แสดงรายการ Display Property .....	51
ภาพที่ 3.11 แสดงผลลัพธ์ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย .....	52
ภาพที่ 3.12 หน้าจอหลักของเว็บแอปพลิเคชัน .....	54
ภาพที่ 3.13 หน้าจอค้นหาลักษณะอาการเบื้องต้น โดยแบ่งตามกลุ่มอาการผิดปกติ .....	55
ภาพที่ 3.14 หน้าจอลักษณะอาการเบื้องต้น “บนใบ” ทั้ง 9 ชนิด .....	56
ภาพที่ 4.1 โครงสร้างความสัมพันธ์ของฐานความรู้ออนโทโลยี .....	60
ภาพที่ 4.2 คลาสวินิจฉัย (Diagnose).....	61
ภาพที่ 4.3 คลาสสาเหตุของโรค (Cause) .....	62
ภาพที่ 4.4 คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) .....	62
ภาพที่ 4.5 คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal).....	63
ภาพที่ 4.6 คลาสกลุ่มอาการ (Group).....	63
ภาพที่ 4.7 คลาสพันธุ์ต้นทานโรค (Seed).....	64
ภาพที่ 4.8 คลาสแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention).....	64
ภาพที่ 4.9 คลาสพื้นที่ (Area).....	65
ภาพที่ 4.10 คลาสช่วงเวลา (Timeline) .....	66
ภาพที่ 4.11 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสวินิจฉัย (Diagnose).....	67
ภาพที่ 4.12 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสาเหตุของโรค (Cause).....	68
ภาพที่ 4.13 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาพื้นที่ (Area).....	69
ภาพที่ 4.14 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms).....	70

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.15 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสกลุ่มอาการ (Group).....	71
ภาพที่ 4.16 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention).....	72
ภาพที่ 4.17 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสพันธุ์ด้านทานโรค (Seed).....	73
ภาพที่ 4.18 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสช่วงเวลา (Timeline).....	74
ภาพที่ 4.19 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal).....	74
ภาพที่ 4.20 ผลลัพธ์ของการสืบค้น ด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไขกลุ่มอาการ (Group) คำค้น “อาการบนใบ” .....	76
ภาพที่ 4.21 ผลลัพธ์ของการสืบค้น ด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไขสาเหตุของโรค (Cause) คำค้น “เชื้อไวรัส” .....	77
ภาพที่ 4.22 ผลลัพธ์ของการสืบค้นด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไข ลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptom) คำค้น “ใบด่าง” .....	77
ภาพที่ 4.23 ผลลัพธ์ของการสืบค้นด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไข พันธุ์ด้านทานโรค (Seed) คำค้น “85” .....	78
ภาพที่ 4.24 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสอาการผิดปกติของอ้อย” (A6) และ “ชื่ออาการผิดปกติ” (โรคใบขาว) .....	79
ภาพที่ 4.25 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาพื้นที่ (Area) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสพื้นที่” (KKN) และ “ชื่อจังหวัด” (จังหวัดขอนแก่น).....	79
ภาพที่ 4.26 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสลักษณะอาการเบื้องต้น” (S1) และ “ชื่อลักษณะอาการเบื้องต้น” (ใบด่าง).....	80
ภาพที่ 4.27 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสาเหตุของโรค (Cause) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสสาเหตุของโรค” (C1) และ “ชื่อสาเหตุของโรค” (เชื้อรา).....	81

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.28 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสกลุ่มอาการ (Group) ด้วยคำค้นเป็น“รหัสกลุ่มอาการ (G1) และ “ชื่อกลุ่มอาการ” (อาการบนใบ).....	82
ภาพที่ 4.28 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสกลุ่มอาการ (Group) ด้วยคำค้นเป็น“รหัสกลุ่มอาการ (G1) และ “ชื่อกลุ่มอาการ” (อาการบนใบ).....	82
ภาพที่ 4.29 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) ด้วยคำค้นเป็น“รหัสคำแนะนำ” (R1) และ “คำแนะนำการป้องกัน”.....	83
ภาพที่ 4.30 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) ด้วยคำค้นเป็น“รหัสพันธุ์ต้านทานโรค” (S1) และ “ชื่อพันธุ์อ้อย” (85-105).....	83
ภาพที่ 4.31 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสช่วงเวลา (Timeline) ด้วยคำค้นเป็น“รหัสช่วงเวลา” (JAN) และ “ช่วงเวลา” (เดือนมกราคม).....	84
ภาพที่ 4.32 หน้าจอหลักเว็บแอปพลิเคชัน.....	86
ภาพที่ 4.33 กลุ่มอาการผิดปกติของอ้อย ทั้ง 5 กลุ่ม.....	87
ภาพที่ 4.34 อาการผิดปกติเบื้องต้น ที่เกิดจากกลุ่มอาการบนใบ ทั้ง 9 ชนิด.....	87
ภาพที่ 4.35 อาการ “ใบด่าง” และรูปภาพลักษณะอาการของโรคใบด่าง (Mosaic disease).....	87
ภาพที่ 4.36 ตัวอย่างระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี.....	87
ภาพที่ 4.37 ตัวอย่างข้อมูลที่สืบค้นจากระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย.....	88

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาอาการผิดปกติของอ้อยที่เกิดจากโรคอ้อย แมลงศัตรูอ้อย และอาการผิดปกติที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร มีมากกว่า 67 ชนิด ถือเป็นปัญหาที่ส่งผลให้ผลผลิตอ้อยของเกษตรกรชาวไร่อ้อยลดลง ทำให้อ้อยไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเป็นปกติ และไม่สามารถให้ผลผลิตได้ตามความต้องการ จากข้อมูลการผลิตปี 2559/2560 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย ประมาณ 6.2 ล้านไร่ และมีผลผลิตเข้าหีบ โดยประมาณ 73.23 ล้านตัน ผลผลิตต่อไร่ ไม่เกิน 10 ตัน/ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2560) จากปัญหาดังกล่าวเกษตรกรชาวไร่อ้อย ยังขาดความรู้ความเข้าใจ การเข้าถึงด้านสารสนเทศข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย การจำแนกชนิดอาการผิดปกติของอ้อย และการวินิจฉัยอาการผิดปกติเบื้องต้นที่เกิดขึ้น ได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว เพื่อให้สามารถมีแนวทางการแก้ไขปัญหา และคำแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อยได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแต่ละอาการจะมีวิธีการควบคุม ดูแลการป้องกันที่แตกต่างกัน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี เพื่อช่วยในการสืบค้นข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อยที่เกิดขึ้นให้ผู้ใช้สามารถได้รับคำแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อยอย่างถูกวิธี ตามความต้องการ ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว โดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเนื้อหาของข้อมูลอาการผิดปกติตามที่ต้องการได้ในรูปแบบออนไลน์โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลา และสถานที่ ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดนำออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ ซึ่งออนโทโลยีเป็นศาสตร์ที่ใช้ในการพัฒนาฐานความรู้ที่มีลักษณะเชิงเนื้อหา (Content Base) ซึ่งเป็นรูปแบบความรู้ในเชิงประสบการณ์ ปัญหาและการแก้ไข แตกต่างจากการวิเคราะห์ความรู้ในรูปแบบอื่น ๆ ที่มีลักษณะเป็นกฎเกณฑ์ (สมชาย ปราการเจริญ, 2548) เป็นการกำหนดความหมายของการอธิบายคำศัพท์ (Vocabulary) จากขอบเขตที่สนใจด้วยรูปแบบอย่างเป็นทางการ (Formal Explicit Description) ที่มีโครงสร้าง และความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น (Hierarchies) ทำให้ออนโทโลยีมีความสามารถในการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) มีข้อกำหนดที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าใจในขอบเขตขององค์ความรู้ที่มีในโดเมน (Domain) ไปในทิศทางเดียวกัน โดยใช้นิยามแนวคิดให้อยู่ในรูปแบบของโหนด

(Node) หรือคลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส คุณสมบัติของคลาส สล็อต (Slot) ทำให้มีความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น (Hierarchies) โดยมีรูปแบบ และ โครงสร้าง การอธิบายออนโทโลยีด้วยภาษาที่ใช้ในเว็บเชิงความหมายที่หลากหลาย เช่น ภาษา XML ภาษา RDF ภาษา RDFS และ ภาษา OWL (อิสรา ซันตา จารี ทองคำ และจิรัฐรา ญบุญอบ, 2558) สำหรับการใช้ออนโทโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลการผิปรกติของอ้อย ให้สามารถสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search) และข้อมูลที่มีลักษณะเป็นลำดับชั้นได้ (Concept Hierarchy) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในแสดงผลการสืบค้นข้อมูลให้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ทั่ว ๆ ไปที่สืบค้นโดยใช้คำสืบค้นจากผู้ใช้เพียงเท่านั้น (สมพร พึ่งสม, 2556) การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบขึ้นโดยมีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) พัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี 2) เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบฐานข้อมูลวินิจฉัยและอาการผิปรกติของอ้อย และฐานความรู้ออนโทโลยี
- 2.2 พัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี
- 2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี
- 2.4 เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี
- 2.5 เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิปรกติของอ้อย โดยมีข้อมูลอาการผิปรกติของอ้อย จำนวน 67 ชนิด แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

1) โรคอ้อย จำนวน 29 ชนิด 2) แมลงศัตรูอ้อย จำนวน 21 ชนิด 3) อาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร จำนวน 17 ชนิด

#### 4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้พัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยมีคุณสมบัติดังนี้

4.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.4 GHz สำหรับใช้ในการประมวลผล

4.1.2 หน่วยความจำสำรอง (RAM) ความเร็วไม่ต่ำกว่า 4.00 GB

4.1.3 หน่วยความจุข้อมูลแบบ SATA (HARD DISK) ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 160 GB

4.2 ระบบจัดการโปรแกรมประยุกต์ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Application Management: OAM) ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ (Software) สำหรับการประมวลข้อมูลตามมาตรฐานระบบสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Search) ดังนี้

4.2.1 Apache Jena เป็น Java Framework ที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ของเว็บเชิงความหมาย (Semantic Search)

4.2.2 D2RQ เป็นซอฟต์แวร์ที่ประกอบด้วยภาษาสำหรับการแปลงข้อมูลระหว่างโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database Schema) กับข้อมูลในแบบของออนโทโลยีตามมาตรฐาน OWL และ RDF Schema

4.2.3 Apache Jena TDB เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลชนิด RDF (RDF Database Management System) ที่รองรับการจัดเก็บและค้นคืนข้อมูล RDF ด้วยภาษา SPARQL

4.3 โปรแกรม Hozo - Ontology Editor คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี เพื่อพัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

4.4 โปรแกรมจำลองเซิร์ฟเวอร์ (Xampp) คือ โปรแกรม Apache Web Server ไว้จำลอง Web Server เพื่อไว้ทดสอบระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย



โดยใช้หลักการออนไลน์ โทโลยี และเว็บแอปพลิเคชัน ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่ไม่มีการเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต

**4.5 โปรแกรมสำเร็จรูปสร้างเว็บแอปพลิเคชัน (Wordpress)** คือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีไว้เพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย

**4.6 โปรแกรม Navicat 12 for MySQL** คือ โปรแกรมสำหรับการสร้างฐานข้อมูล วินิจฉัยและคำแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย

**4.7 Web Browser** ได้แก่ Google Chrome, Internet Explorer และ Mozilla Firefox

## 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้ฐานความรู้ออนไลน์เกี่ยวกับระบบวินิจฉัย และแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์

5.2 ช่วยในการวินิจฉัยอาการที่เกิดจากโรคอ้อย แมลงศัตรูอ้อย และอาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร

5.3 สามารถพัฒนาและต่อยอดในพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ

5.4 องค์กรที่เกี่ยวข้องสามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อยที่ความสนใจ

5.5 เพื่อให้เกษตรกรสามารถหาแนวทางการป้องกัน แก้ไขปัญหา และการระบาดของอ้อย

5.6 มีเครื่องมือให้ความรู้แก่เกษตรกร นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญ

## 6. นิยามศัพท์เฉพาะ

ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ โทโลยี มีนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

**6.1 การวินิจฉัย** คือ การสืบค้นหาสาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้น ด้วยวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่ง รวมถึงการรวบรวมจากกระบวนการ หลักเกณฑ์ขั้นตอนการวินิจฉัย จากผลรวมระหว่างอาการ อาการที่แสดง และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ (Lab) โดยผู้เชี่ยวชาญใช้เพื่อได้คำวินิจฉัยที่ถูกต้องและไม่มีข้อผิดพลาด ความแม่นยำ และถูกต้อง

6.2 โรคระบาดของอ้อย คือ การระบาดของโรคเกิดจากความผิดปกติ ด้านสรีระวิทยา ทางกายภาพ เช่น การสังเคราะห์แสง การแบ่งเซลล์ การลำเลียงน้ำ และอาหารเพื่อนำไปบำรุงต้น ยังรวมถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับพืชจนทำให้ปริมาณ และคุณภาพของผลิตน้อยลง อาจส่งผลให้เกิดความเสียหาย โรคระบาดของอ้อยจะเกิด ต่อเมื่อพืชอ่อนแอต่อการเกิดโรค

6.3 แมลงศัตรูในอ้อย คือ สัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้อง ไม่มีกระดูกสันหลัง ลำตัวแบ่งออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนหัว ออก และท้อง ซึ่งบนส่วนนอกมี 3 ปล้อง ซึ่งแต่ละปล้องมีขา 1 คู่ ส่วนท้องมี 8 – 11 ปล้อง แมลงมีผนังหุ้มลำตัวแข็ง การเจริญเติบโตของแมลงจึงต้องอาศัยการลอกคราบ

6.4 อาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร คือ อาการที่พืชขาดสารอาหารไปหล่อเลี้ยงจึงก่อให้เกิดพืชอ่อนแอ จึงทำให้เป็นสาเหตุของการเกิดอาการผิดปกติที่ขาดธาตุอาหาร เช่น ขาดไนโตรเจน ลักษณะอาการพืชจะเป็น



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวความคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวความคิดในการศึกษา ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. การวินิจฉัยโรค
2. อาการผิดปกติของพืช
3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอาการผิดปกติ
4. ฐานความรู้ออนไลน์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. การวินิจฉัยโรค

1.1 การวินิจฉัยโรค หมายถึง กระบวนการในการตรวจค้นหา และจำแนกชนิดของเชื้อโรคชนิดหนึ่งในพืชและสัตว์ เช่น การวินิจฉัยโรคใบขาวในอ้อย โดยการพิจารณาจากลักษณะอาการที่พบเบื้องต้น ตั้งสมมติฐานของสาเหตุของโรค และทำการพิสูจน์สมมติฐานด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การตัดชิ้นพืชส่งดูส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อใต้กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

1.1.1 สาเหตุของโรค (Causes of Plant Diseases) แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

1) สาเหตุเกิดจากสิ่งที่มีชีวิต (Animate causes) ปรสิตรที่มีชีวิตในสภาพธรรมชาติ ซึ่งในวงจรชีวิตของเชื้อโรค มีการเจริญตามปกติ การขยายพันธุ์มี Metabolism เช่น แมลง ไร้เดือนฝอย ไร (Mites) สัตว์ชั้นสูงบางชนิด เชื้อรา แบคทีเรีย ราเมือก (Slime mold) โปรโตซัว (Protozoa) สาหร่าย (Algae) และพืชชั้นสูงบางชนิด

2) สาเหตุเกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Inanimate Causes)

(1) สภาพของดินที่ไม่เหมาะสม เช่น ความชื้น ธาตุอาหารพืชที่เกิดความผิดปกติ โครงสร้างของดิน ความเป็นกรดด่าง และการถ่ายเทของอากาศ

(2) สภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น แร่ลม ฝน หิมะ และมลพิษ

(3) การปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

**1.1.2 โรคพืชที่ติดเชื้อ (Infectious Disease)** หมายถึง โรคที่เกิดจากเชื้อที่มีชีวิต เป็นเชื้อก่อโรค พืชจะมีปฏิกิริยาตอบโต้การติดเชื้อ และสามารถแพร่ระบาดไปยังต้นอื่น ๆ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

**1.1.3 โรคพืชที่ไม่ติดเชื้อ (Non Infectious Disease)** คือ โรคที่เกิดจากสาเหตุ การติดต่อจากเชื้อโรค จะไม่สามารถระบาดจากต้นที่เป็นโรคไปยังพืชปกติได้

**1.1.4 การแพร่ระบาดของเชื้อโรค แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทด้วย ดังนี้**

- 1) ส่วนขยายพันธุ์ (เมล็ด กิ่งตอน)
- 2) การปลิวไปกับสายลม
- 3) การไหลไปกับสายน้ำ
- 4) แมลง สัตว์ และมนุษย์

**1.1.5 การควบคุมโรคพืช** คือ การกระทำใด ๆ ที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิด และกำจัดโรคที่เกิดขึ้น และลดระดับความรุนแรงของโรค โดยการทำลายเชื้อสาเหตุ หรือปรับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ สาเหตุ การควบคุมโรคในทางปฏิบัติเป็นการลดการสูญเสียที่เกิดจากโรคให้อยู่ในปริมาณที่ต่ำ และเสียค่าใช้จ่ายน้อย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

- 1) การควบคุมโรคต้องได้ผลกำไร ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ต้องมีมูลค่าน้อยกว่าพืชที่จะได้รับความเสียหายจากโรค
- 2) การควบคุมโรคให้ได้ผลดีที่สุด ต้องพิจารณาควบคู่ไปกับการเพาะปลูกพืช เช่น การเตรียมดิน วิธีการปลูกและดูแล รวมทั้งการกำจัดแมลง และวัชพืช การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการจำหน่าย
- 3) วิธีการต่างๆ ของการควบคุมโรค แตกต่างกันไปตามสภาพของไร่องุ่น ภูมิประเทศ ชนิดของดินวิธีการเพาะปลูก และมูลค่าของพืช
- 4) การควบคุมโรค เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ต้องปฏิบัติหลาย ๆ วิธีร่วมกัน การใช้สารเคมีเป็นเพียงวิธีการหนึ่งเท่านั้น

## 2. อาการผิดปกติของพืช

อาการผิดปกติของพืช จะมีลักษณะที่แตกต่าง โดยจะมีคุณสมบัติลักษณะอาการเฉพาะ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

**2.1 อาการที่เกิดจากเชื้อรา** สาเหตุของโรคพืชที่สำคัญ ซึ่งมีมากกว่า 8,000 ชนิด ซึ่งบางชนิดสามารถทำให้พืชเกิดโรคได้เฉพาะบางส่วน เฉพาะชนิดพืช แต่เชื้อรบางชนิด สามารถทำให้พืชเกิดโรคได้โดยไม่จำกัดว่าเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง ทำให้พืชเกิดอาการได้มากมายหลายแบบ เชื้อราสามารถเข้าทำลายพืชได้แทบทุกชนิด ทั้งที่อยู่ในแปลงปลูก และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวแล้ว สามารถปรับตัวให้มีชีวิตอยู่ในอากาศ ดิน และน้ำ

**2.1.1 อาการที่เกิดจากเชื้อรา** มีดังนี้ 1) ใบจุด (Leaf spot) 2) รากเน่าโคนเน่า (Root rot and Foot rot) 3) เน่าระดับดิน (Damping off) 4) แอนแทรกโนส (Anthracnose) 5) เหี่ยวหรือไหม้ (Blight) 6) เหี่ยว (Wilt) 7) ราสนิม (Rust) 8) ราเขม่าดำ (Sooty Mold) 9) ราแป้ง (Powdery Mildew) 10) ราน้ำค้าง (Downy Mildew)

**2.2 อาการที่เกิดจากแบคทีเรีย** สาเหตุของโรคพืชที่มีขนาดเล็กมาก สามารถทำลายพืชได้เกือบทุกชนิดลักษณะอาการค่อนข้างจำเพาะ ชัดเจน

**2.2.1 อาการที่เกิดจากแบคทีเรีย** มีดังนี้ 1) อาการเหี่ยว (Wilt) 2) อาการปุ่มปม (Gall) 3) อาการเน่าและ (Soft rot) 4) อาการไหม้ (Blight) 5) แคนเกอร์ (Canker)

**2.3 อาการที่เกิดจากไวรัส** คือ เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีขนาดเล็กมาก สามารถเข้าทำลายพืชได้มากมายหลายชนิด ลักษณะอาการจะคล้าย ๆ กับอาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร และเกิดจากสารพิษ แต่พืชที่เป็นโรคจากเชื้อไวรัส ยังสามารถที่จะติดต่อกับพืชอื่น ๆ ได้โดยเชื้อสาเหตุสามารถถ่ายทอดไปสู่ต้นปกติ วิธีการต่าง ๆ เช่น การถ่ายทอดทางแมลง ไร ไร้เดือน ฝอย เชื้อรา ต้นฝอยทอง เมล็ด ทางดิน การติดตาม และการตอกิ่ง เป็นต้น

**2.3.1 อาการที่เกิดจากไวรัส** มีดังนี้ 1) ต้นพืชแคระแกรน ใบ ดอก ผล มีขนาดเล็กกว่าปกติ ก้านใบ ขั้วและปล้องสั้น 2) พืชแสดงอาการเปลี่ยนสี เช่น สีไม่สม่ำเสมอ ซีด ดำ ในส่วนของ ใบ ดอก ผล 3) ใบเปลี่ยนรูปร่าง บิดเบี้ยว หักงอ และม้วน 4) ผลมีรูปร่างผิดปกติ เช่น บิดเบี้ยว ผิวย่น หรือผลเล็กกว่า 5) เกิดจุดแผลบนใบ และผล ลักษณะของแผลเป็นวงขอบแผลไม่เรียบ 6) พืชแสดงอาการเหี่ยว มีรากน้อยกว่าปกติ 7) พืชแตกพุ่มมากกว่าปกติ หรือเป็นหมัน

**2.4 อาการที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา** เป็นเชื้อที่มีขนาดเล็กและรูปร่างไม่แน่นอน ไม่มีผนังเซลล์ที่แข็งแรงมีขนาดใหญ่กว่าเชื้อไวรัส แต่เล็กกว่าเชื้อแบคทีเรีย อาศัยเจริญอยู่ในท่ออาหารของพืช ทำให้พืชเกิดโรคได้หลายชนิด แต่ลักษณะอาการที่เกิดขึ้นมีไม่มาก ค่อนข้างจำเพาะ และ

สามารถถ่ายทอดโรคได้โดยการติดตา การต่อกิ่ง ฝอยทอง และแมลงบางชนิด เช่น เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยอ่อน เป็นต้น

**2.4.1 อาการที่เกิดจากไฟโตพลาสมา** ดังนี้ 1) อาการสีเปลี่ยนแปลง เช่น ใบเหลือง ใบขาว และดอกเขียว 2) อาการใบฝอย อาจเกิดที่บริเวณตาใบ ตาดอก หรือยอด โดยใบที่แตกออกมาใหม่ 3) จะมีขนาดเล็กหรือเป็นเกล็ดสีเขียว หรือเจริญเป็นกลุ่ม ถ้าเป็นดอกจะมีจำนวนน้อยกว่าปกติ 4) ต้นพืชชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน ยอดตาย 5) ยอดหรือตาข้างแตกมากกว่าปกติ เป็นพุ่มแน่น ขอบปล้องสั้นผิดปกติ 6) แตกพุ่มแจ้ หรือพุ่มไม้กวาด

**2.5 อาการที่เกิดจากไส้เดือนฝอยศัตรูพืช** เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังลำตัวไม่เป็นข้อปล้อง และมีลักษณะ 2 ด้านเหมือนกัน ลำตัวเป็น 3 ชั้น ส่วนมากมีชีวิตอยู่อิสระในน้ำจืด น้ำเค็ม กินพืช และสัตว์เล็ก ๆ บางชนิดเป็นปรสิตของคน และสัตว์ ไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืช มีเพียง 2 อันดับ คือ Tylenchida และ Dorylaimida ซึ่งอันดับ Tylenchida จะมีไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืช จำนวนหลายชนิดลักษณะที่สำคัญ คือ มีหลอดดูดอาหารเล็ก ยาว ปรกติมี 3 Knobs ที่ปลายด้านล่าง และติดกับกล้ามเนื้อ ส่วนอันดับ Dorylaimida มีเพียง 3 สกุกที่เป็นศัตรูพืช ซึ่งจะมีหลอดดูดอาหารใหญ่แต่สั้น และปลายเอียง ไม่มี Knobs ถึงแม้ว่าไส้เดือนฝอยศัตรูพืช จะเป็นศัตรูพืชที่มีขนาดใหญ่ที่สุดแต่ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชก็ยังมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ไพโรจน์ จัวงพานิช, 2525)

**2.5.1 อาการที่เกิดจากไส้เดือนฝอยศัตรูพืช** ดังนี้ 1) อาการที่พบใต้ดิน หรืออาการที่พบกับส่วนราก ได้แก่ อาการรากปม รากแผล 2) การแตกแขนงของรากมากกว่าปกติ ปลายรากถูกทำลาย และรากเน่า 3) อาการที่พบเหนือดิน ต่อเนื่องจากการที่รากถูกทำลาย ได้แก่ พืชชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกรน ใบเหลือง ร่วงหล่น ม้วนงอผิดปกติ พืชเหี่ยวเฉาในเวลากลางวัน ผลผลิตลดลง และคุณภาพต่ำ 4) อาการที่พบเหนือดิน ที่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลายโดยตรง ได้แก่ เกิดปมแผล 5) ลักษณะ Necrosis เน่าใบ ลำต้นบิดเบี้ยว ช่อดอกสั้น ช่อดอกเจริญมากกว่าปกติ เมล็ดเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล หรือเมล็ดบวมเป็นก้อนเต็มไปด้วยไส้เดือนฝอย

**2.6 ตัวอย่างลักษณะอาการที่เกิดจากเชื้อรา** ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 10 ประเภทด้วย ดังนี้

**2.6.1 โรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา มีดังนี้**

1) **โรคใบจุด** พืช คะน้า สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา *Alternaria* sp อาการ เกิดแผลวงกลม เป็นจุดช้ำน้ำเล็ก ๆ ต่อมาใบ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

2) **โรคโคนเน่า** พืช ส้ม สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora Parasitica* อาการ เปลือกโคนต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเน่ามียาง สีน้ำตาลไหลออกมา รากเน่า ใบเหลือง ม้วนงอ และร่วง กิ่งแห้งตาย

3) **โรคน้ำระดับดิน** พืช ถั่วเหลือง สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Pithier sp อาการ โคนต้นเป็นจุดช้ำน้ำเล็ก ๆ แผลแห้งยุบตัว คอดกั้ว ต้นกล้าหักพับ

4) **โรคแอนแทรกโนส** พืช พริก สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Colletotrichum sp อาการ ผลเกิดเป็นจุดสีน้ำตาลแดงลูกกลม สร้างกลุ่ม สปอร์สีน้ำตาลแดง เกิดเรียงกันเป็นวงกลม มีเมือกสีส้มปกคลุมผิวบริเวณที่เป็นโรค

5) **โรคใบไหม้** พืช มันฝรั่ง สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Phytophthora Infestan อาการ ใบแก่เป็นจุดแห้งสีน้ำตาล รูปร่างไม่แน่นอน และลูกกลมทั่วทั้งใบ

6) **โรคเหี่ยว** พืช มะเขือเทศ สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Fusarium sp อาการ เกิดอาการเหี่ยวอย่างช้า ๆ ใบโคนต้นเหลือง และร่วงก่อนต่อมาเหี่ยวทั้งต้น รากเน่า ใบเหลือง ร่วง กิ่งก้าน ท่อน้ำ และท่ออาหารถูกทำลาย เป็นสีน้ำตาล

7) **โรคราสนิมขาว** พืช เบญจมาศ สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Puccinia Horiana Henn. อาการ เกิดจุดสีเหลืองขนาดเล็ก บริเวณส่วน ส่วนของใบแล้วขยายใหญ่ขึ้น ส่วนต้นใต้ใบจะเห็นจุด สีขาวนวล ต่อมาจะขยายใหญ่ขึ้น เป็นจุดนูนกลม สีชมพู และเป็นสีขาว

8) **โรคราขม่าดำ** พืช หัวหอมใหญ่ สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Aspergillus Niger อาการ เกิดผงสีดำคล้ายผงขม่าเกาะอยู่ที่หัว หอมใหญ่

9) **โรคราแป้ง** พืช ตระกูลแตงสาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Pseudoperonospora Cubensis อาการ ใบเกิดผงสีขาวคล้ายผงแป้ง ทั้งด้านบนใบ และด้านใต้ใบ ผิวใบดำน ต่อมาใบแห้งตาย

10) **โรคราน้ำค้าง** พืช องุ่น สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา Plasmopara Viticola อาการ ที่ด้านบนของใบเกิดเป็นปื้นสีเหลือง ส่วนด้านใต้ ใบจะพบขุยสีขาวของเชื้อ จำนวนมาก

### 2.6.2 โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย มีดังนี้

1) **โรคเหี่ยว** พืช ตระกูลแตงสาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Erwinia sp. อาการ พืชแสดงอาการเหี่ยวอย่างรวดเร็วและตายภายในไม่กี่วัน

2) **โรคน้ำละ** พืช หัวหอม สาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Erwinia carotovora อาการ เนื้อเยื่อตรงกลางหัวเน่ายุบตัว เป็นเมือกเยิ้มสี น้ำตาลอ่อนจนเกือบดำ มีกลิ่นเหม็น

3) **โรคน้ำดำ** พืช คะน้า สาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas Campestris อาการ เกิดแผลบริเวณขอบใบ แล้วลามเข้าหาเส้นกลางใบเป็นรูปตัววี จนไหม้ทั้งใบและแห้งตายใบ

4) **โรคปุ่มปม** พืช แอปเปิ้ล สาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Agrobacterium sp. อาการ เนื้อเยื่อบริเวณกิ่งก้านเกิดเป็นปุ่มปม

5) โรคแคงเกอร์ พืช ส้มเขียวหวาน สาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas Campestris pv. Citri อาการ ใบ กิ่ง ผล เกิดจุดดำน สีน้ำตาลเล็ก ๆ ล้อมรอบด้วยวงสีเหลือง กลางจุดดำน มีลักษณะหยาบ นุ่มตรงกลาง หรือแตกเป็นแอง

### 2.6.3 โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส มีดังนี้

1) โรคใบสีส้ม พืช ข้าวสาเหตุ เกิดจากเชื้อไวรัส Yellow Orange Leaf Virus (YOLV) อาการ ใบเริ่มมีสีเขียวสลับเหลือง ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จากปลายใบเข้าหาโคนใบ ถ้าเป็นรุนแรงระยะกล้าต้นข้าวอาจถึงตาย หรือถ้าหลังปักดำ ต้นจะเตี้ยแคระแกรน ช่วงลำต้นสั้นกว่าปรกติมาก อาจตายทั้งกอ ถ้าออกรวง ก็จะให้รวงเล็ก หรือไม่ออกรวงเลย และออกรวงล่าช้ากว่าปกติ

2) โรคใบด่าง พืช ถั่วเหลือง สาเหตุ เกิดจากเชื้อไวรัส Soybean Mosaic Virus (SMV) อาการ ต้นกล้าใบยอดบิด ม้วนงอลง หรืออาจมีอาการใบด่าง ที่เกิดมาใหม่จะใบด่างมีขนาดเล็ก และย่น ต้นแคระแกรน กิ่ง และข้อสั้น ใบอาจมีรูปร่างบิดเบี้ยว ขอบใบม้วนง

3) โรคใบจุดวงแหวน พืช มะละกอ สาเหตุ เกิดจากเชื้อไวรัส Papaya Ringspot Virus (PRV) อาการ ต้นแคระแกร็น ใบด่างเหลือง บิดเบี้ยวเสียรูป หงิกงอ เรียวเล็กเหมือน หางหนู มีจุดลักษณะเป็นวงแหวน ทั่วทั้งผล เนื้อบริเวณที่เป็นจุดวงแหวนมักจะเป็นไตแข็งมีรสขม

### 2.6.4 โรคที่เกิดจากไฟโตพลาสมา มีดังนี้

1) โรคใบขาว พืช อ้อย สาเหตุ เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา อาการ อ้อยแตกกอมากกว่าปกติ หน่อมีสีขาว ใบแคบ เล็กมีสีขาวปนเหลือง ลำอ้อยเล็กสั้น จำนวนลำต่อน้อย

2) โรคพุ่มแจ้ หรือ พุ่มไม้กวาด พืช ลำไย สาเหตุ เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา อาการ ยอดอ่อนแตกเป็นพุ่ม ใบแตกเป็นเกล็ด ไม่ขยาย และ ไม่กางออก ยอดแข็งแตกเป็นฝอย ติดผลน้อย

3) โรคข้อบวม พืช มะเขือเทศ สาเหตุ เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาอาการ ข้อบริเวณส่วนบนของต้นบวม ก้านใบแข็ง และชูตั้งกว่าปกติ ยอดอ่อนมีลักษณะคล้ายกลีบดอกสีเขียบบางครั้งมียอดเจริญออกมาจากก้านใบ

4) โรคดอกเขียว พืช แอสเตอร์ สาเหตุ เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาอาการ ดอกมีสีเขียว ขอบกลีบดอกมีสีม่วงปนแดง เล็กน้อยรูปร่างลักษณะของดอกไม่ผิดปกติ และต้นแคระแกรนเล็กน้อย

### 2.6.5 โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย

1) โรครากปม พืช มะเขือเทศ สาเหตุ เกิดจากไส้เดือนฝอย Meloidogyne Sp. อาการ รากมะเขือเทศบวมพอง และต้นแคระแกรน



2) โรคฝักเน่า พืช ถั่วลันเตา สาเหตุ เกิดจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne Arenaria*. อาการฝักถั่วเกิดเป็นปุ่มปม และฝักเน่า

2.7 โรคพืชที่เกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร คือ เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช มีบทบาทสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้เอนไซม์ (Enzyme) ทำงานได้ตามปกติ และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในขบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism: ขบวนการที่เซลล์หรือจุลินทรีย์ใช้สารอาหารมาเสริมสร้างการดำรงชีวิต และส่วนประกอบของโครงสร้าง หรือไปแตกตัวสารต่างๆ ของเซลล์ให้อยู่ในรูปที่มีหน้าที่เฉพาะ จากการศึกษาเอกสารของ (สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2535) และ (Thomus Wallace, 1943) สรุปได้ดังนี้

### 2.7.1 ธาตุอาหารหลัก มีหน้าที่สำคัญ ดังนี้

1) ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน นิวคลีโอไทด์ และคลอโรฟิลล์ เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อขบวนการเมตาโบลิซึมของพืช

2) ธาตุฟอสฟอรัส (P) มีหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงาน ซึ่งเป็นขบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญ

3) ธาตุโพแทสเซียม (K) มีความจำเป็นต่อการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารและสารบางชนิดในพืช ควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ และเป็นธาตุที่กระตุ้นให้เอนไซม์ทำงาน

### 2.7.2 ธาตุอาหารเสริม มีหน้าที่สำคัญ ดังนี้

1) ธาตุเหล็ก (Fe) เป็นส่วนประกอบของ เหล็กพorphyrin และเฟอร์ริดอกซิน ซึ่งเป็นสารที่สำคัญในขบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอนของพืช

2) ธาตุแมงกานีส (Mn) มีหน้าที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน และรีดักชัน ในขบวนการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน และเป็นตัวกระตุ้นให้เอนไซม์ทำงาน

3) ธาตุสังกะสี (Zn) มีหน้าที่เกี่ยวกับขบวนการเมตาโบลิซึมของออกซิน ซึ่งเป็นสารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ธาตุสังกะสียังมีหน้าที่ในการสร้างนิวคลีโอไทด์ และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ดีไฮโดจีเนส

4) ธาตุทองแดง (Cu) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างสารลิกนิน และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ Ascobic Acid Oxidase

5) ธาตุโบรอน (B) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้าง การใช้ และการเคลื่อนย้ายนิวคลีโอไทด์ ซึ่งเป็นสารที่สำคัญมากในขบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาของพืช เช่น การที่ก่อให้เกิดพลังงาน

6) ธาตุโมลิบดีนัม (*Mo*) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างโปรตีนในพืชชนิดต่างๆ และการตรึงไนโตรเจน จากอากาศของพืชตระกูลถั่ว โดยเป็นส่วนประกอบของเอ็มไซม์ ไนเตรทรีดักเตส และไนโตรจีเนส

7) ธาตุคลอรีน (*Cl*) มีหน้าที่ช่วยให้ประจุไฟฟ้าในเซลล์พืชเป็นกลาง และเซลล์มีความเต่งน้ำ

**2.8 ลักษณะการขาดธาตุอาหารของพืช** คือ ลักษณะการขาดธาตุอาหารของพืช เป็นผลจากการที่พืชมีขบวนการเมตาโบลิซึมที่ผิดปกติ ลักษณะอาการที่พืชแสดงมีความชัดเจน ขึ้นอยู่กับความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด และปริมาณของธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ การที่ธาตุอาหารของพืชมีปริมาณไม่เพียงพอ หรือไม่สามารถทำหน้าที่ได้ เนื่องจากถูกจำกัดด้วยปัจจัยหลายประการ ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะการขาดธาตุอาหารของพืช ถ้าพืชขาดแคลนธาตุอาหารอย่างมากพืชจะแสดงอาการออกมาให้เห็นชัดเจน แต่ถ้าพืชขาดแคลนธาตุอาหารปานกลาง อาการที่แสดงออกมาอาจเห็นไม่ชัดเจน

### 2.8.1 ลักษณะการขาดธาตุอาหารหลัก มีลักษณะดังนี้

1) ขาดธาตุไนโตรเจน (*N*) พืชจะเจริญเติบโตช้าเนื่องจากขบวนการสร้างโปรตีนของพืชผิดปกติ ใบแก่ของพืชมีสีเหลือง เพราะปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง ต่อมาใบแห้ง และร่วง

2) ขาดธาตุฟอสฟอรัส (*P*) ต้นพืชมีขนาดเล็กกว่าปกติ ใบ และต้นพืชอาจกลายเป็นสีเขียวจืด จนถึงสีม่วงเนื่องจากการสะสมคาร์โบไฮเดรต (แป้ง) ปริมาณมาก

3) ขาดธาตุโพแทสเซียม (*K*) ต้นพืชแคระแกรน และมีสีเขียวซีด ใบแก่อาจมีจุดแห้งตายหรือขอบใบแห้ง ใบอ่อนจะมีจุดประสีแดง หรือเหลืองระหว่างเส้นใบ และผิวใบเป็นมันเล็กน้อยกว่าปกติ

### 2.8.2 ลักษณะการขาดธาตุอาหารรอง มีลักษณะดังนี้

1) ขาดธาตุกำมะถัน (*S*) ต้นพืชมีการเจริญเติบโตช้าลงเหลืองทั้งต้น ซึ่งมักจะเกิดกับใบอ่อนก่อน ใบอ่อนอาจจะมีสีเหลืองบริเวณระหว่างเส้นกลางใบ ในขณะที่เส้นกลางใบยังเขียวเป็นปกติ

2) ขาดธาตุแคลเซียม (*Ca*) พืชมีลำต้นแคระแกรน ใบอ่อนมีสีเหลืองซีด ไม่มีขอบใบทำให้ใบสับ ยอดไม่เจริญ เนื้อเยื่อใหม่มีสีเขียวอ่อน และคดงอ ระบบรากไม่ดี รากสั้นหนา

3) ขาดธาตุแมกนีเซียม (*Mg*) ใบแก่มีสีเหลือง โดยขอบใบและบริเวณระหว่างเส้นใบมีสีเหลืองเห็นได้ชัดเจน อาจมีสีแดงเกิดตามแถบสีเหลืองบนใบด้วย ถ้าพืชขาดธาตุแมกนีเซียมอย่างรุนแรง ใบแก่ที่อยู่ตอนล่างของต้นจะตายใบ

### 2.8.2 ลักษณะการขาดธาตุอาหารเสริม มีลักษณะดังนี้

1) ขาดธาตุเหล็ก (Fe) ใบสีเหลืองซีด โดยจะเกิดที่ใบอ่อน โดยที่เส้นใบยังคงเขียวอยู่ ในขณะที่พื้นที่ระหว่างเส้นใบมีสีเหลือง ทำให้เกิดลวดลายของเส้นใบอย่างชัดเจน ใบหนา เล็ก และหยابกระด้าง

2) ขาดธาตุแมงกานีส (Mn) เกิดสีเหลืองระหว่างเส้นใบ และพืชมีลำต้นแคระแกรน เมื่อเกิดอาการขาดอย่างรุนแรง จะเกิดบริเวณแห้งตายเป็นจุดๆ หรือเป็นแถบ

3) ขาดธาตุสังกะสี (Zn) ลักษณะอาการขาดธาตุสังกะสี จะปรากฏให้เห็นชัดเจนใบพืชบางชนิด โดยทั่วไป ที่ใบอ่อนจะเกิดอาการเหลืองระหว่างเส้นใบ ใบอ่อนมีขนาดเล็กมาก บางครั้งไม่มีตัวใบเลย ข้อสั้น มีลักษณะพุ่มเตี้ย

4) ขาดธาตุทองแดง (Cu) จะปรากฏที่ยอดอ่อน ใบอ่อนจะมีสีเหลือง และตายไป พืชผักที่ขาดธาตุทองแดง ใบจะแห้ง ม้วน และไม่เต่งน้ำ สำหรับในไม้ผล การผสมเกสร และการติดผลจะน้อยลง

5) ขาดธาตุโบรอน (B) บริเวณที่กำลังเจริญจะตาย ตาอ่อนที่เพิ่งเกิดจะแตกเป็นกระจุกทำให้ยอดออกมาเป็นฝอย ใบอ่อนจะหนาเป็นมัน เกิดสีเหลืองบริเวณต้น ก้านใบ และก้านดอกอ่อนจะมีรอยแตกเป็นสีสนิม ผลไม้แสดงอาการผิวแตก

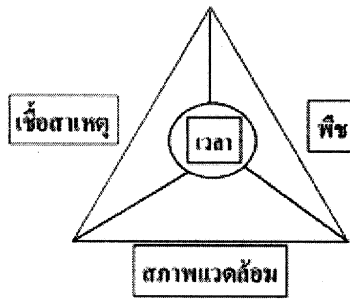
6) ขาดธาตุโมลิบดีนัม (Mo) ใบสีเขียวซีดถึงเหลือง เจริญเติบโตช้า หรือใบอาจจะมีสีซีดและมีจุดสีน้ำตาลบนใบ ใบแก่ขอบใบจะไหม้

7) ขาดธาตุทองแดง (Cu) พืชที่ขาดธาตุทองแดงอย่างรุนแรง จะมีเหลืองและแห้งตายบนบริเวณใบ ปลายใบจะเหี่ยว และตายในเวลาต่อมา การเจริญเติบโตของรากถูกจำกัด

2.8.3 การมีธาตุอาหารมากเกินไป คือ ธาตุอาหารที่พืชมีความต้องการใน ปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเกิดการสะสมทำให้เกิดความเข้มข้นในเนื้อเยื่อพืชสูงขึ้นจนถึงขั้นเป็นพิษกับพืช เช่น การมีธาตุโบรอนมากเกินไปทำให้พืชเกิดอาการใบเหลืองขึ้นเป็นแห่ง ๆ เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ เริ่มจากปลายใบแล้วจึงลุกลามไปตามขอบใบเกิดการไหม้ และใบร่วงหล่น

### 3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอาการผิดปกติ

ปัจจัยที่มีผลต่อเกิดอาการผิดปกติ ประกอบไปด้วย 4 ปัจจัย 1) เชื้อสาเหตุของโรค 2) พืชอาศัย 3) สภาพแวดล้อม 4) เวลา ปัจจัยทั้งสี่มีความสัมพันธ์ต่อกัน จะขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่ได้เลย ซึ่งเรียกว่า “สามเหลี่ยมโรคพืช” ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สามเหลี่ยมโรคพีช

ที่มา: ข้าราชการเสริมการเกษตรและเผยแพร่ สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี (2560)

#### 4. ฐานความรู้ออนโทโลยี

ออนโทโลยี หมายถึง การอธิบายความสัมพันธ์โครงสร้างความรู้ให้อยู่ในรูปแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) เพื่ออธิบายขอบเขตของความรู้ ที่ใช้ในการพัฒนาความรู้ที่มีลักษณะเชิงเนื้อหา (Content-Based) ปัจจุบันออนโทโลยีได้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยหลาย ๆ ด้าน เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence – AI) วิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) ประยุกต์ใช้ในการจัดภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing – NLP)

**4.1 หลักการการพัฒนาออนโทโลยี** เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับแนวความคิด (Concepts) โดยแนวความคิดของออนโทโลยี คือ การบรรยายแนวความคิดของโดเมนหรือขอบเขตความสนใจใด ๆ ในรูปของสิ่งต่างๆ ที่อยู่ภายในโดเมนและความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งเหล่านั้น ซึ่งสามารถแสดงออกมา ในรูปของระบบสัญลักษณ์ (Notation) เช่น คลาส (Class) อินสแตนซ์ (Instance) ความสัมพันธ์ (Relationship) คุณสมบัติ (Property) และกฎ (Rule) โดยใช้ภาษาสำหรับแสดงความรู้ (Knowledge Representation Language) ที่ใช้คำศัพท์มาเชื่อมต่อกัน เป็นประโยคเพื่อบรรยายถึงสิ่งของในแง่มุมต่าง ๆ การใช้ระบบสัญลักษณ์จะช่วยสื่อความหมาย (Semantics) ให้ซอฟต์แวร์ และเครื่องมือเข้าใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

**4.2 ประเภทของออนโทโลยี** แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้ วิชดา โชติรัตน์ (2554)

**4.2.1 ออนโทโลยีคำศัพท์ (Terminological Ontology)** เป็นออนโทโลยีที่ระบุค่าในเทอมต่าง ๆ เพื่อแทนความรู้ในขอบเขตหนึ่ง

**4.2.2 ออนโทโลยีสารสนเทศ (Information Ontology)** เป็นออนโทโลยีที่ใช้ระบุระเบียบ (Record) โครงสร้างพื้นฐานของข้อมูล โดยโครงสร้างของฐานข้อมูลเปรียบได้กับคลาส (Class) ของออนโทโลยี

**4.2.3 ออนโทโลยีแอปพลิเคชัน (Application Ontology)** เป็นออนโทโลยีที่ประกอบด้วยคำนิยามต่าง ๆ วิธีการ (Method) และมีการระบุหน้าที่ (Task Specifies) ซึ่งต้องการโมเดลความรู้สำหรับแอปพลิเคชัน โดยผสมผสานระหว่างออนโทโลยีโดเมน และออนโทโลยีทั่วไป

**4.2.4 ออนโทโลยีโดเมน (Domain Ontology)** เป็นออนโทโลยีที่มีการกำหนดเงื่อนไขโครงสร้างความสัมพันธ์ และเนื้อหาขอบเขตของความรู้โดยมีรายละเอียดครอบคลุมระบบงานหนึ่ง

**4.2.5 ออนโทโลยีทั่วไป (General Ontology)** ลักษณะออนโทโลยีที่มีลักษณะออนโทโลยีโดเมน จะมีการกำหนดแนวคิดเหตุการณ์กระบวนการกระทำ และองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งกำหนดให้เป็นรายละเอียดแนวคิด

**4.3 องค์ประกอบของออนโทโลยี** ออนโทโลยีเป็นการแสดงโครงสร้างของแนวคิดที่บรรยายขอบเขตขององค์ความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ออนโทโลยีประกอบไปด้วยการนิยามความหมายหรือแนวคิด ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างฐานความรู้ โดยแนวคิดเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์

**4.3.1 แนวคิด (Concept)** หมายถึง ขอบเขตของความรู้ที่สามารถทำการอธิบายรายละเอียดได้

**4.3.2 คุณสมบัติ (Property)** หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ที่นำมาอธิบายรายละเอียดของแนวความคิด

**4.3.3 ความสัมพันธ์ (Relationships)** เป็นรูปแบบการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิด โดยมีการระบุความสัมพันธ์ไว้เป็นแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) ความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น (Subclass of หรือ Is-A Hierarchy) เป็นความสัมพันธ์แบบที่มีคุณสมบัติการถ่ายทอด คุณสมบัติของแนวคิดแม่ไปยังแนวคิดลูก เช่น Cause Is-A แบทที่เรีย ซึ่งอธิบายได้ว่า แบทที่เรีย เป็นสาเหตุของโรค (Cause)

2) ความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่ง (*Part-of*) เป็นความสัมพันธ์ที่ หมายถึง การเป็นส่วนประกอบ เช่น Workings Part-of Expertise ซึ่งอธิบายได้ว่า Workings (ผลงาน) เป็น ส่วนหนึ่งของ Expertise (ความเชี่ยวชาญ)

3) ความสัมพันธ์เชิงความหมาย (*Syn-of*) เป็นความสัมพันธ์ที่แสดงถึงแนวคิด ที่มีความเหมือนเชิงความหมายต่อกัน เช่น Degree Syn-of Education ซึ่งอธิบายได้ว่า Degree (ระดับการศึกษา) มีความหมายเดียวกันกับ Education (การศึกษา) ใช้แทนกันได้

4) ความสัมพันธ์การเป็นตัวแทน (*Instance-of*) เป็นความสัมพันธ์ที่แสดง ถึงการเป็นตัวแทนหรือสมาชิกของแนวคิด เช่น เวลาที่มีการเรียกใช้คุณสมบัติ “ชื่อโรค” จากคลาส โรคของอ้อย ก็จะต้องมีการอ้างถึงคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) เพราะคุณสมบัติ “โรค อ้อย” เป็นตัวแทนของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย

4.3.4 ข้อกำหนดในการสร้างความสัมพันธ์ (*Axioms*) เป็นเงื่อนไข หรือตรรกะใน การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดกับความคิด เพื่อให้ได้ความหมายที่ถูกต้อง

4.3.5 ตัวอย่างข้อมูล (*Instances*) เป็นคำศัพท์ที่มีการกำหนดความหมายไว้ในออน โทโลยี เรื่องนั้น ๆ

#### 4.4 การประยุกต์ใช้ออนโทโลยี

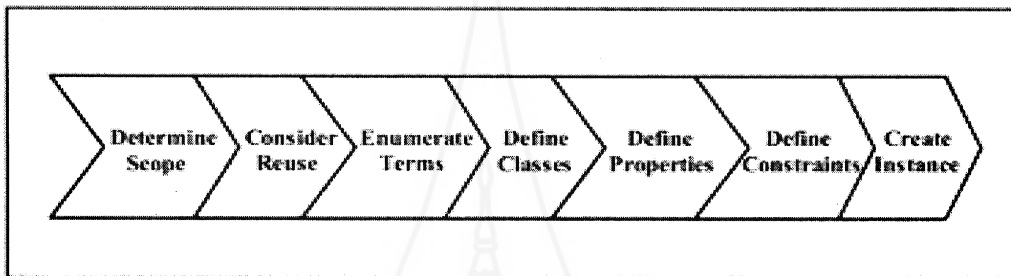
4.4.1 การนำออนโทโลยีไปใช้เพื่อแปลงข้อมูล เป็นการแปลงข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบภาษาต่าง ๆ (Neutral Authoring) เพื่อให้โปรแกรมอื่น ๆ สามารถใช้งาน และใช้ประโยชน์ที่ ได้จากการประยุกต์ใช้ออนโทโลยี คือ การนำความรู้มาใช้ได้อีก (Knowledge Reuse)

4.4.2 การนำออนโทโลยีมาใช้เพื่อกำหนดรายละเอียดของซอฟต์แวร์ (*Ontology as Specification*) ประยุกต์ใช้ออนโทโลยี เพื่อออกแบบซอฟต์แวร์ในโดเมน และรวบรวมคำศัพท์ สำหรับกำหนดความต้องการในการพัฒนาซอฟต์แวร์ประโยชน์ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ออน โทโลยี คือ การทำคู่มือโปรแกรม การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ และการนำกลับมาใช้ใหม่

4.4.3 การประยุกต์ใช้ออนโทโลยี เพื่อการเข้าถึงข้อมูลที่มีโครงสร้างหรือรูปแบบ ต่างกัน (Common Access to Information) ออนโทโลยีจัดเตรียมคำที่สามารถเข้าใจได้ตรงกัน หรือ จัดกลุ่มคำที่มีความหมายเดียวกันประโยชน์ที่ได้ คือ การทำงานร่วมกัน (Inter - Operability)

4.4.4 การประยุกต์ออนโทโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น เอกสาร เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) หรือฐานข้อมูล (Database) การประยุกต์ใช้ออนโทโลยีเป็นการกำหนดแนวคิดที่สอดคล้องกับคำสืบค้นของผู้ใช้และใช้คอนเซ็ป (Concept) ในการสืบค้นข้อมูล ทำให้ผลการสืบค้นมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และเวลาที่ใช้ในการสืบค้นลดลง

4.5 ขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยี ได้แบ่งกระบวนการพัฒนาออนโทโลยีออกได้เป็น 7 ขั้นตอน (ชุดนิมิตน์ อยู่เป็นสูง 2550: 7) ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการพัฒนาออนโทโลยี

ที่มา: Noy and McGuinness (2001)

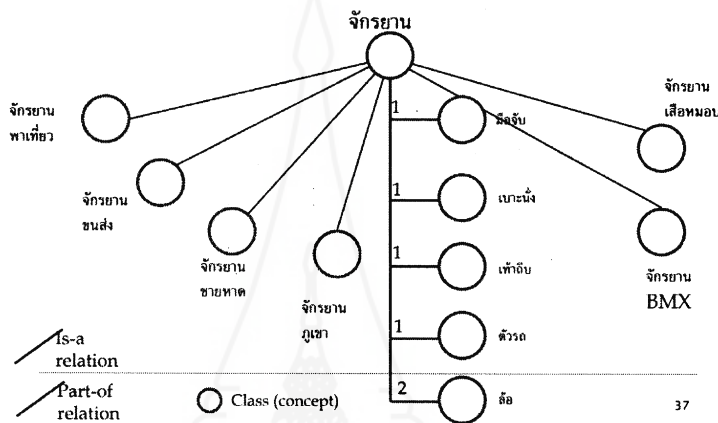
4.5.1 *Determine Scope* เป็นการระบุขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาออนโทโลยี งานวิจัยดังกล่าวเป็นการพัฒนาระบบวินิจฉัยอาการผิดปกติของอวัยวะ ซึ่งเป็นการหาสาเหตุของการเกิดโรค เพื่อหาคำแนะนำการป้องกันกำจัดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ตรงกับอาการที่เกิดขึ้น

4.5.2 *Consider Reuse* งานวิจัยดังกล่าวเป็นการสร้างต้นแบบฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบของเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) โดยใช้หลักการออนโทโลยี

4.5.3 *Enumerate Terms* กำหนดศัพท์ หรือนิยามคำสำคัญของออนโทโลยี โดยเขียนคำศัพท์ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสิ่งที่สำคัญ ระบุคุณสมบัติของคำศัพท์แต่ละคำโดยละเอียด

4.5.4 *Define Classes* ระบุคลาส (Class) และคุณสมบัติของคลาส โดยเริ่มจากการกำหนดนิยามจากแนวคิดทั่วไป ไปหาแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง และกำหนดคุณสมบัติของคลาสดังกล่าว กำหนดโครงสร้างภายนอก และภายในของคลาส กำหนดจำนวนค่า ชนิดค่า และค่าที่เป็นไปได้ของคุณสมบัติของคลาส (Property)

**4.5.5 Define Properties** เป็นตัวอย่างของการกำหนดคุณสมบัติของคลาส หรือความสัมพันธ์จักรยาน มีความสัมพันธ์แบบมโนทัศน์ “Is-a” (จัดเป็น) เช่น จักรยานพาหนะเพื่อจักรยานขนส่ง จักรยานชายหาด จักรยานภูเขา จักรยาน BMX และจักรยานเสือหมอบ ความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ “Part-of” (เป็นส่วนหนึ่งของ) เช่น Part-of ความสัมพันธ์แบบ “Attribute-of” เป็นคุณสมบัติส่วนประกอบจักรยาน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ แบบจัดเป็น Is-a และแบบส่วนหนึ่งของ Part - of  
ที่มา: มารุต บุรณรัช (2561)

**4.5.6 Define Constraints** การกำหนดข้อจำกัดของคุณสมบัติภายในคลาสออนโทโลยี

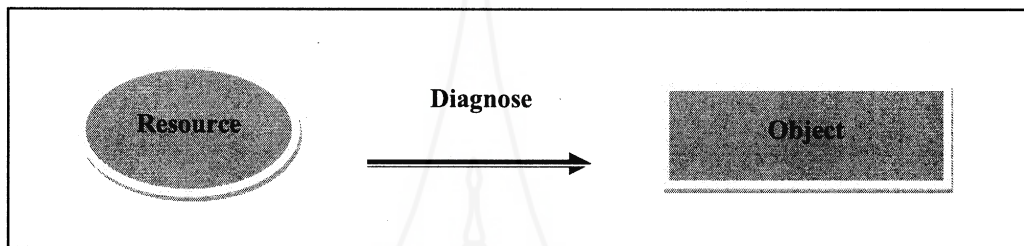
**4.5.7 Create Instances** การสร้างข้อมูลหรือการนำข้อมูลเพื่อใช้ในการแสดงผลจากการกำหนดความสัมพันธ์ของแต่ละคลาส

**4.6 องค์ประกอบหลักของฐานความรู้ออนโทโลยี จะประกอบด้วย Class (ขอบเขตความรู้) Relation (ความสัมพันธ์) แบ่งออกเป็น Is-a Part - of และ Attribute - of และแบ่งส่วนย่อยออกไปเรียกว่า “Subclass”** ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกในรูปแบบของ (Web Ontology Language - OWL) ซึ่งเป็นมาตรฐานของภาษาที่ใช้ในการพัฒนาออนโทโลยี เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเครือข่ายเว็บเชิงความหมาย OWL เพื่อนำไปใช้ในการส่งค่าสัมพันธ์ของฐานความรู้ออนโทโลยี และฐานข้อมูลต่อไป



#### 4.7 หลักการและภาษาที่ใช้ในการอธิบายข้อมูลเชิงความหมาย

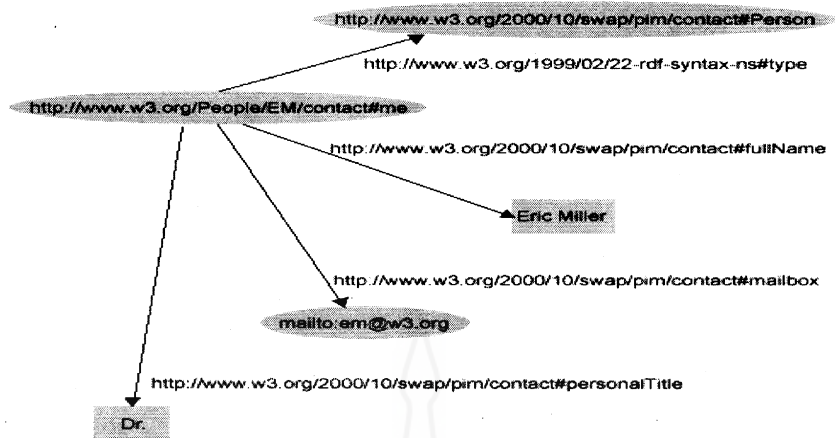
4.7.1 *RDF (Resource Description Framework)* เป็นภาษามาตรฐานที่ได้รับการรับรองจาก World Wide Web Consortium (W3C) ซึ่งถูกนำมาใช้สำหรับการอธิบายลักษณะของข้อมูลและเป็นตัวกลางเชื่อมโยงระหว่างรีซอร์ส (Resource) ภาษา RDF เป็นภาษาที่ใช้ในการอธิบายข้อมูล และความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งสามารถบรรยายได้ด้วยกราฟ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ รีซอร์ส (Resource) คือ สิ่งที่ต้องการอธิบาย ไดโนสิด (Diagnose = hasProperty) คือ คุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการอธิบาย และออบเจกต์ (Object) คือ ค่าของทรัพยากร ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การบรรยายลักษณะข้อมูลด้วย RDF

RDF มีข้อจำกัดในการอธิบายข้อมูล คือ ไม่สามารถอธิบายเงื่อนไขหรือความหมายของข้อมูลได้อย่างละเอียด ทาง W3C จึงได้นำเสนอ RDF Schema (RDFS) เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดนิยาม หรือกำหนดโครงสร้างของ RDF ในการอธิบายข้อมูล โดย RDFS จัดเตรียมโครงสร้างสำหรับการบรรยายลักษณะของข้อมูลในรูปแบบของคลาส มีความสามารถในการอธิบาย

4.7.2 *RDQL (RDF data query language)* เป็นภาษาสำหรับสอบถามข้อมูลบน RDF ที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีลักษณะการทำงานเหมือนกับ SQL ซึ่งรองรับการทำงานในรูปแบบของ SELECT FROM WHERE และ USING นอกจากนั้นยังสามารถทำงานร่วมกับ Java API ส่วนภาษาสเปคัล (SPARQL Protocol and RDF Query Language) เป็นภาษาสำหรับสอบถามข้อมูลบน RDF ที่พัฒนามากจาก RDQL โดย W3C ซึ่งมีคำสั่งเพิ่มเติมมากกว่า เช่น ใช้คำสั่ง SELECT ซ้อนกันได้ และสามารถเรียงลำดับข้อมูลผลลัพธ์ได้ ภาษา SPARQL เป็นภาษาที่ได้รับการรับรองให้ใช้เป็นมาตรฐาน โดยกลุ่ม RDF (Data Access Working Group - DAWG)



ภาพที่ 2.5 การบรรยายโครงสร้างข้อมูลด้วย RDF

จากโครงสร้างดังภาพที่ 2.5 เมื่อสอบถามข้อมูลด้วย RDF Data Query Language ด้วยคำสั่งประมวลผลดังภาพที่ 2.7

Select ?carBrand

where (?x , http://www.owl-ontologies.com/carsale.owl#carBrand, ?carBrand)

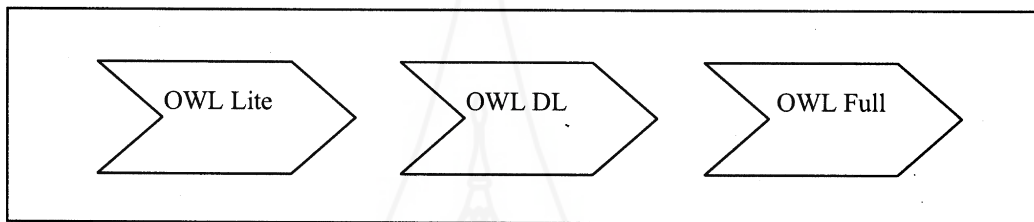
ภาพที่ 2.6 ไวยากรณ์ของ RDQL

โดยคำสั่ง RDQL นี้เป็นการค้นหา วัตถุอ้างอิง (x) และแบรนด์ของรถยนต์ (Car Brand) ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 2.8

x	carBrand
http://www.owl-ontologies.com/carsale.owl#/Brand01	Honda
http://www.owl-ontologies.com/carsale.owl#/Brand02	Toyota

ภาพที่ 2.7 ผลลัพธ์การสอบถามข้อมูล

**4.7.3 ภาษาโอดับเบิลยูแอล (Web Ontology Language – OWL)** ถูกนำเสนอโดย W3C Web Ontology Working Group (WebOnt) OWL ถูกพัฒนาเพื่อเป็นส่วยขยายต่อจากภาษา RDF และสืบทอดมาจากภาษาดีเอเอ็มแอล พลัส ออยล์ (DAML + OIL) ภาษา OWL จัดได้ว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งในงานเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) สามารถกำหนดโครงสร้างข้อมูลในลักษณะลำดับชั้น และอธิบายข้อมูล (Meta Data) ที่มีความสัมพันธ์ในระบบฐานข้อมูลได้ รวมทั้งสามารถรองรับการบรรยายข้อมูลเชิงตรรกะ ของคลาส และความสัมพันธ์ของคลาส ประเภทภาษา OWL แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) OWL LITE 2) OWL DL 3) OWL FULL แต่ละประเภทถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานตามกลุ่มใช้งาน ดังนี้



ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบของ OWL

ที่มา: Jorge Cardoso and Amit P. Sheth.(2006)

1) *OWL Lite* คือ การใช้สำหรับการสนับสนุนความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการเรียงลำดับประเภท ให้เกิดความสัมพันธ์ผ่านการจัดหมวดหมู่ (Taxonomy)

2) *OWL DL* คือ การใช้สำหรับการสนับสนุนความต้องการในชั้นลึกซึ่ง หรือค่อนข้างสูงมีความสมบูรณ์ สามารถจัดระบบความคิด และคุณสมบัติออกได้อย่างชัดเจนในส่วรายละเอียด (Description Logic)

3) *OWL Full* คือ ออนโทโลยีได้กำหนดรายละเอียด มีความอิสระจาก RDF แต่ไม่สามารถรับรองระยะเวลาที่แม่นยำ ในการประมวลผล รวมทั้ง OWL Lite DL และ OWL Full ต่างก็สนับสนุนเซต (Set) ของภาษา OWL แต่มีข้อจำกัดของคุณลักษณะบางอย่างที่แตกต่างกันบนพื้นฐานของ RDF Schema โดย OWL Full จะมีการผสมผสานกันระหว่าง OWL และ RDF Schema โดยไม่มีการบังคับในสั่งการแบ่งคลาส (Class) คุณสมบัติ (Property) และค่าของข้อมูล ส่วน OWL DL จะมีข้อบังคับในการใช้ RDF กำหนดคลาส (Class) กำหนดคุณสมบัติ และค่าของข้อมูล

**4.7.4 โครงสร้างของภาษาโอดับเบิลยูแอล (Web Ontology Language: OWL)** เป็นภาษาที่ถูกขยายความมาจาก RDF (RDF Semantic) ดังนั้น การบรรยายข้อมูลในลักษณะ OWL

Ontology จึงบรรยายข้อมูลด้วยโครงสร้างของภาษา RDF Semantic หรือมีการแทนค่าข้อมูลในลักษณะของ RDF Graph ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของ RDF Triples ในภาษา OWL จึงมีการบรรยายข้อมูลแบบผสมผสานกันระหว่างการใช้ RDF RDFS Syntax ซึ่งแบ่งตามประเภทการใช้งาน ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ภายใต้รูปแบบของ RDF Triples เอกสารของ OWL จะประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลของ Namespace Ontology Header และ Class Property รายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ ไฟล์นามสกุลที่ใช้ในการสร้างเอกสารเป็นไฟล์นามสกุล “.rdf” หรือ “.owl” สามารถแยกรายละเอียดส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) *Namespace* คือ การกำหนด Namespace ส่วนเริ่มต้นของเอกสาร เพื่อเป็นการกำหนดกลุ่มในการอ้างอิงข้อมูลเอกสาร (Web Ontology Language: OWL) ที่ถูกสร้างขึ้นอยู่กับโครงสร้างที่ถูกระบุด้วย RDF, RDFS และชนิดข้อมูลของ XML Schema การเขียน Namespace จะประกาศไว้ภายใต้คำสั่งของ rdf:RDF Syntax ดังภาพที่ 2.10

```
xmlns="http://www.owl-ontologie.com/car.owl#"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2000/07/owl#"
```

ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการกำหนด Namespace

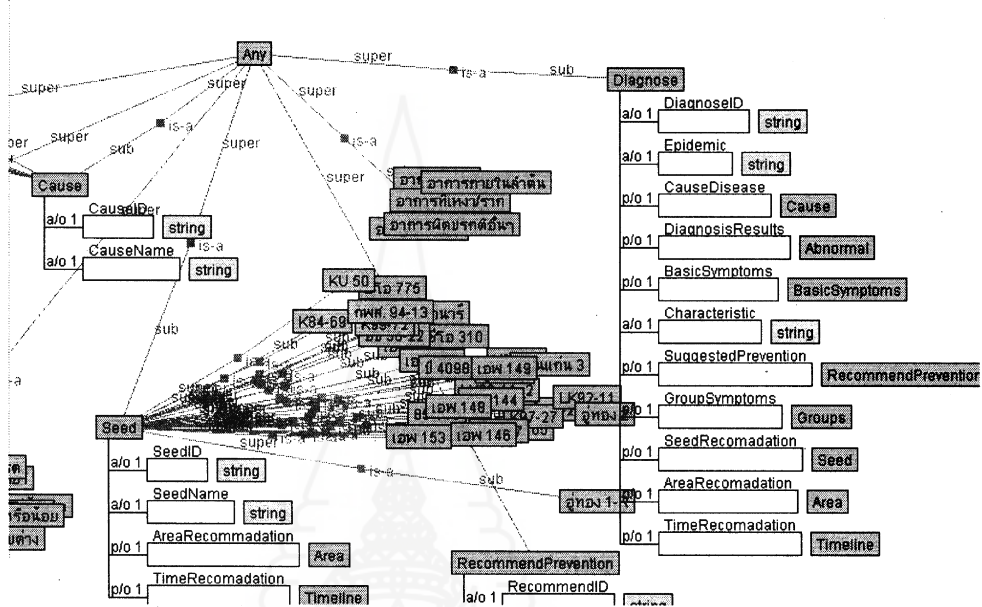
2) *Ontology Header* คือ การแสดงการอธิบายรายละเอียดเบื้องต้นของออนโทโลยี ว่าเป็นโครงสร้างข้อมูลเกี่ยวกับอะไรภายใต้โอลิเมนต์ `<owl:Ontologyrdf:about="">` ประกอบด้วยคำสั่ง `<owl:versionInfo>` ใช้แสดงรุ่นของข้อมูลที่สร้าง คำสั่ง `<rdfs:comment>` ใช้แสดงส่วนการอธิบายหมายเหตุของข้อมูล คำสั่ง `<owl:imports rdf:resource="">` ใช้แสดงการอ้างอิงเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลส่วนว่ามาจากที่ใด ตัวอย่างการแทนค่าใช้งานแสดงได้ ดังภาพที่ 2.10

```
<owl: Ontology rdf:about="MyCarOntology"/>
<owl: Class rdf: ID="Car"/>
```

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่าง Ontology Header

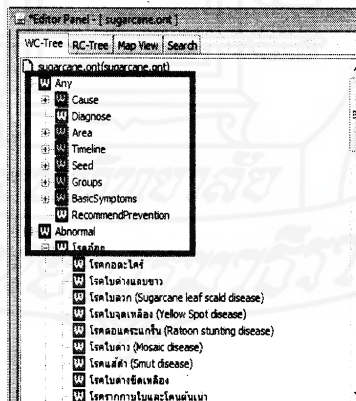
**4.8 การแสดงผลข้อมูลในฐานความรู้ออนโทโลยี** จากฐานความรู้ออนโทโลยี ในส่วนของการแสดงผลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

4.8.1 รูปแบบ Mind Map โครงสร้างออนโทโลยีจะต้องขึ้นด้วยคำว่า “Any” เพื่อแสดงเป็นคลาสหลักแทนค่าความหมายในขอบเขตที่สนใจ คือ ข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย คลาส (Class) แต่ละคลาส (Class) จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงตามขอบเขตของข้อมูลที่กำหนดไว้ เช่น คลาสวินิจฉัย (Diagnose) เป็นส่วนหนึ่งของ คลาส “Any” ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบของคำสั่ง Mind Map

4.8.2 รูปแบบ WC Tree คือ มุมมองรูปแบบในลักษณะความสัมพันธ์ของแต่ละคลาสในรูปแบบ WC-Tree ซึ่งเป็นโครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีเดียวกันกับรูปแบบ Mind Map ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีในรูปแบบ WC-Tree

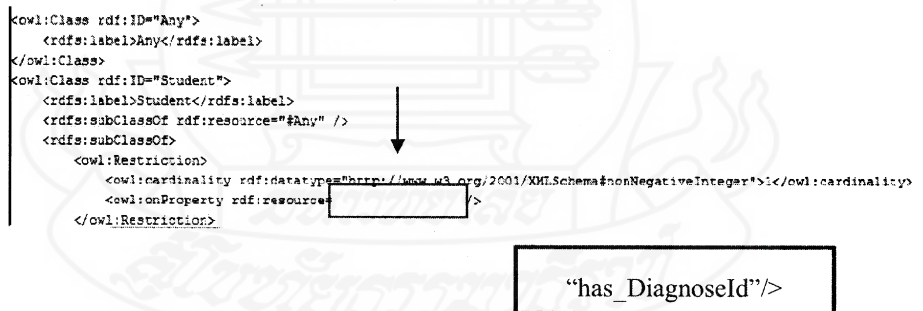
4.8.3 รูปแบบโอดับเบิ้ลยูแอล (Web Ontology Language - OWL) การนำออนโทโลยีไปใช้ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการส่งออกค่าของโครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีระบบ

วินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ในรูปแบบของคำสั่งของภาษา (Web Ontology Language - OWL) เพื่อนำไปเชื่อมโยงกับเครื่องมือ OAM ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบของคำสั่ง OWL

คุณสมบัติทั้งหมดที่กำหนดขึ้นในโปรแกรม Hozo - Ontology Editor นั้นเมื่อส่งออกให้ในรูปแบบของ OWL (Web Ontology Language) แล้วจะมีคำนำหน้า (Prefix) “has\_” ตัวอย่างเช่นมีการกำหนด Property ชื่อ DiagnoseID จะเป็น Property เป็น “has\_DiagnoseID” เป็นต้น ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 OWL เมื่อมีการกำหนด Property

4.9 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เชิงความหมาย แนวคิดของ ทีมเบอร์เนอร์ ลี บิดาผู้ให้กำเนิดเว็บ เมื่อประมาณ ปี พ.ศ. 2001 ได้กำหนดความหมายไว้ ดังนี้

#### 4.9.1 โปรแกรมประยุกต์เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web)

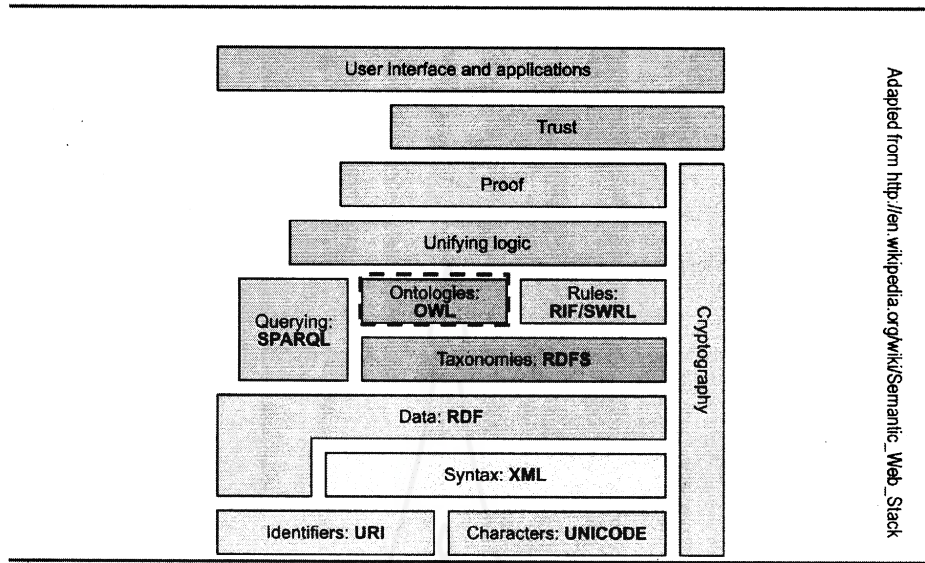
1) เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) คือ การสร้างเทคโนโลยีซึ่งทำงานเป็นส่วนขยายของเว็บในปัจจุบันเพื่อสามารถทำให้นำข้อมูลบนเว็บไซต์ไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ปัจจุบันเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) ในการสนับสนุนงานวิจัยในหลาย ๆ ด้าน และในงานวิจัยในด้านโดเมนต่าง ๆ โดยเป็นเทคโนโลยีที่เป็นส่วนสนับสนุนกลไกการทำงานของระบบงานส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) โปรแกรมประยุกต์เชิงความหมาย (Semantic Web Application) คือ การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใด ๆ ซึ่งมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเชิงความหมาย (Semantic Web Application) ให้เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่มีวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานแตกต่างกันออกไป เช่น เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่เกี่ยวกับการจัดการเว็บเซอร์วิส (Web Service)

4.9.2 เทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web Technology) มีองค์ประกอบซึ่งถูกกำหนดเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1) ข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic - Based Information) คือ ข้อมูลที่ถูกอธิบายด้วยการกำหนดความหมาย (Well - Defined Meaning) และข้อมูลเหล่านั้นสามารถอ้างอิงได้ด้วย URL

2) ภาษาเชิงความหมาย คือ การอธิบายข้อมูลเชิงความหมายสามารถกำหนดคำ (Vocabulary) คุณสมบัติ (Property) และเงื่อนไข (Constraint) ต่าง ๆ การอธิบายข้อมูลซึ่งถูกกำหนดไว้ในออนโทโลยี (Ontology) ในการตีความข้อมูลเชิงความหมายต้องใช้ตรรกะ (Logic) ต่าง ๆ มาพิจารณาในการตีความกระบวนการของการตีความได้ถูกจัดให้อยู่ในชั้นของการพิสูจน์ (Proof) ซึ่งใช้การอนุมาน (Inference) เป็นกลไกของการทำงาน และในชั้น Trust เป็นการสร้างความเชื่อถือความรู้ (Knowledge Management) พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) หรือเว็บในการเผยแพร่ และการนำข้อมูลไปใช้งาน อีกทั้งมีการกำหนดการรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลที่มีการรับส่งระหว่างโปรแกรมประยุกต์ด้วยเทคโนโลยี Digital Signature



2

ภาพที่ 2.15 ระดับชั้นของเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web Technology)  
ที่มา: มารุต บุรณรัช (2012)

**4.9.3 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เว็บเชิง** มีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาออนโทโลยีในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การสร้าง การจัดเก็บข้อมูล การดูแลรักษา ซึ่งในปัจจุบันมีเครื่องมือเป็นจำนวนมาก ที่ช่วยในการพัฒนาออนโทโลยี แต่ละเครื่องมือจะสนับสนุนการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้พัฒนาออนโทโลยีต้องรู้จักเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสม เครื่องมือที่ใช้พัฒนาออนโทโลยี ดังต่อไปนี้

1) *Protégé* คือ ออนโทโลยีเอดิเตอร์ (Ontology Editor) แบบเปิดรหัส ต้นฉบับ และไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน สำหรับการสร้างออนโทโลยี และฐานความรู้ ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา มีส่วนการติดต่อผู้ใช้งานเป็นแบบกราฟิก (Graphical User Interface \_ GUI) รองรับการทำงานแบบหลายผู้ใช้ จัดเก็บออนโทโลยีในรูปแบบของแฟ้มข้อมูล และฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ มีเครื่องมือสำหรับสร้างโดเมนของออนโทโลยี และรูปแบบข้อมูลที่สะดวกในการป้อนข้อมูลโดยยอมให้ผู้ใช้งานพร้อมกันบนคลาส (Class) หรืออินแทนซ์ใหม่ และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการพัฒนาส่วนของวิธีการ โดยหลาย ๆ โปรแกรมประยุกต์สามารถใช้งานโดเมน เพื่อแก้ปัญหาที่ต่างกัน และวิธีการนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ออนโทโลยีที่ต่างกัน

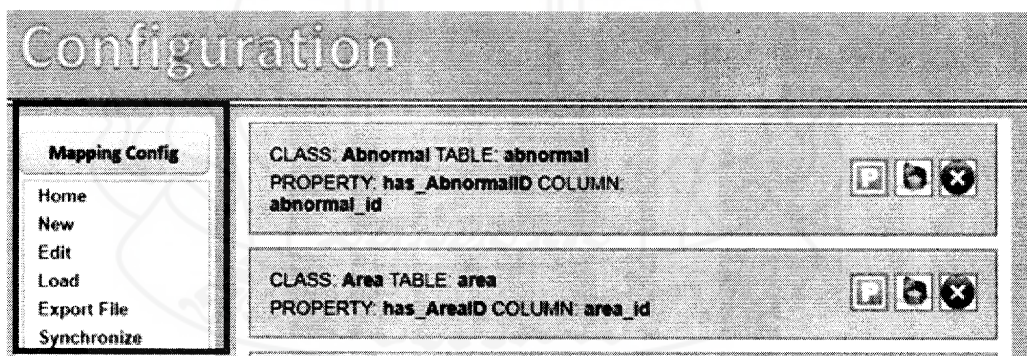


2) *Hozo - Ontology Editor* คือ โปรแกรมเครื่องมือสนับสนุนการทำงานในการพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Editor) พัฒนาขึ้น โดยมหาวิทยาลัยโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ในรูปแบบที่เรียกว่า “ออนโทโลยี”

3) *KAON* คือ โปรแกรมสนับสนุนการทำงานแบบมัลติยูเซอร์ (Multi – User) พัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Karlsruhe ประเทศเยอรมนี มีคุณสมบัติงานต่อการสร้างและการจัดการ ในการค้นหาออนโทโลยี ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Browser) ผู้ใช้สามารถเข้าใจผลการเปลี่ยนแปลงที่กระทำต่อออนโทโลยี แต่ไม่สามารถทราบได้ว่าใครเป็นผู้เปลี่ยนแปลง

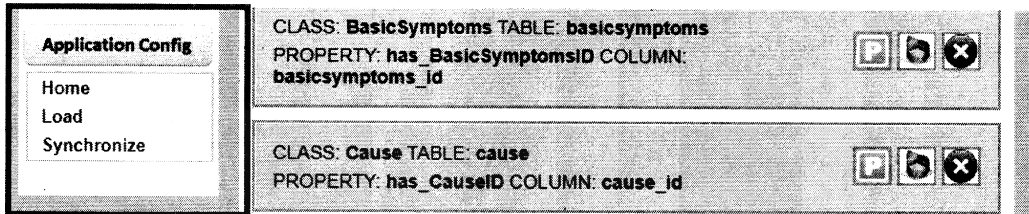
**2.9.4 ระบบจัดการโปรแกรมประยุกต์ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Mapping and Semantic Search Configuration System)** เป็นการวิจัยเทคโนโลยีภาษาธรรมชาติและความหมาย (Language and Semantic Technology Laboratory: LST) ใช้สำหรับการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database) เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์กับออนโทโลยี ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center: NECTEC) โดยมีลักษณะการทำงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1) ส่วนการตั้งค่าการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลออนโทโลยี (*Database to Ontology Mapping Component*) คือ เป็นเครื่องสำหรับการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูล (Database) กับออนโทโลยี (Ontology) ในรูปแบบ (Web Ontology Language – OWL) ผลลัพธ์ในรูปแบบของ RDF ดังภาพที่ 2.16

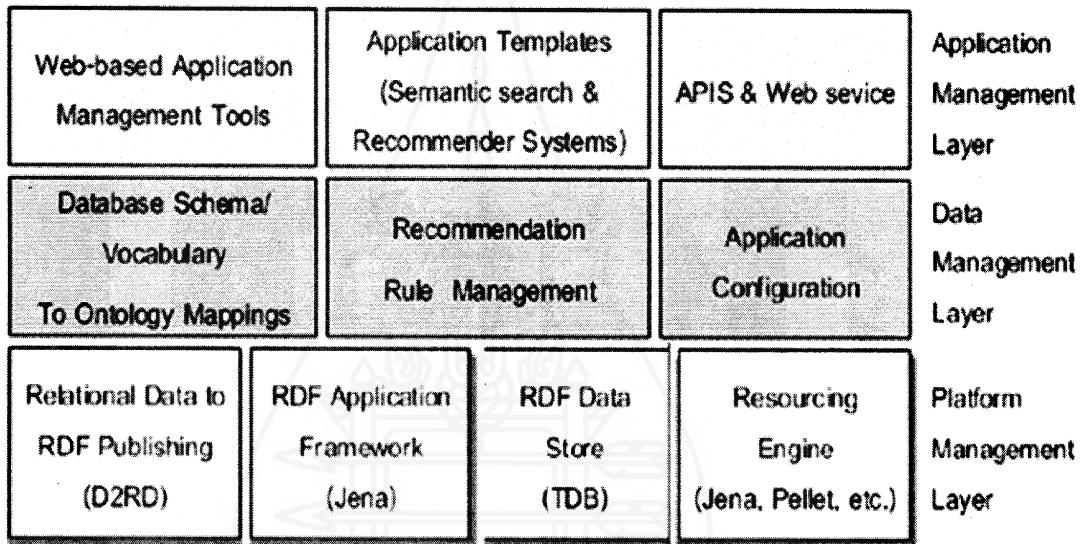


ภาพที่ 2.16 ตั้งค่าการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลออนโทโลยี

2) ส่วนการตั้งค่าการสืบค้นข้อมูล (Search Configuration Component) คือ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับ การกำหนดรูปแบบการสืบค้น และรูปแบบผลลัพธ์การสืบค้นของระบบสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Search)



ภาพที่ 2.17 ตั้งค่าการสืบค้นข้อมูล (Search Configuration Component)



ภาพที่ 2.18 สถาปัตยกรรมของ OAM

4.9.5 เครื่องมือที่ใช้ในการคิวรี (Query) ข้อมูลในปัจจุบันเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในการคิวรี (Query) มีจำนวนมากมากให้เลือกใช้ เช่น Jena พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ HP และ SNOBASE ที่ถูกพัฒนาโดย IBM เป็นต้น RAP-RDF เป็น API สำหรับภาษา PHP เป็นเครื่องมือช่วยสร้างโปรแกรมประยุกต์เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) สำหรับผู้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP โดย RAP ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2002 จากโครงการเปิดเผยต้นฉบับของ Freie University Berlin และได้พัฒนาความสามารถขึ้นมาเรื่อยๆ โดยครอบคลุมทั้งในส่วนของ การจัดการออนโทโลยี (Ontology) ขึ้นพื้นฐานรวมไปถึงการคิวรี (Query) ข้อมูลผ่านโมเดลออนโทโลยี (Ontology) ซึ่ง

RAP สนับสนุนการกำหนดคิวรี (Query) ด้วยภาษา RDQL และภาษา SPARQL เป็นการสร้างคิวรี (Query) ด้วยภาษา RDQL ดังภาพที่ 2.19

1. define ("RDFAPI\_INCLUDE\_DIR"), "../rdfapi-php/api/");
2. include (RDFAPI\_INCLUDE\_DIR . "RdfAPI.php");
3. \$myModel = ModelFactory::getOntModel (MEMMODEL, RDFS\_VOCABULARY);
4. \$myModel->load("car.owl");
5. \$query = 'SELECT ?car
6. WHERE (?car, <comp:hasPrice> , ?price)
7. AND ?price > 1300000

ภาพที่ 2.19 คิวรี (Query) หารถยนต์ที่มีราคามากกว่า 1,300,000 บาท

บรรทัดที่ 1 และ 2 เป็นการอ้างอิงไฟล์ไปยังฟังก์ชันของ RAP เพื่อเรียกใช้งาน บรรทัดที่ 3 และ 4 เป็นการโหลดไฟล์ OWL ที่สร้างขึ้นแล้วเก็บไว้ในตัวแปร บรรทัดที่ 5 และ 7 เป็นการเขียนคำสั่งในการคิวรีด้วยรูปแบบภาษา RDQL เพื่อค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ซึ่ง ?car แทนข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่ต้องการค้นหา และพิจารณาเงื่อนไข

```
Squery_car = SELECT ? car
WHERE (?Car, <rdf:type>, <Car:Toyota>)
USING car FOR <http://www.owl-ontologies.com/car#>
```

ภาพที่ 2.20 คิวรี (Query) ข้อมูลเพื่อหารถยนต์ยี่ห้อ "Toyota"

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ธรรมวัฒน์ อัครรัตน์ (2561) งานวิจัยเรื่อง โปรแกรมประยุกต์สำหรับการบริการ ให้ความช่วยเหลือทางด้านไอทีด้วยเทคโนโลยีออนไลน์ มีการศึกษาวิธีแนวทางการช่วยเหลือให้กับผู้ใช้ (User) ในด้านการบริการตอบคำถาม และให้คำแนะนำในการเกิดปัญหาทางด้าน IT มี

การรวบรวมปัญหาจากผู้ใช้งาน และนำมาพัฒนาเป็น โปรแกรมประยุกต์สำหรับการบริการให้ความช่วยเหลือ และช่วยแก้ไขปัญหาให้ทันในระยะเวลาที่กำหนด

**5.2 ว่าที่ร้อยตรีอัครวิณ สุรวิชัยธิน (2561)** งานวิจัยเรื่อง ระบบให้คำแนะนำด้วยหลักการออนโทโลยี สำหรับการศึกษาต่อปริญญาตรีของสถาบันอุดมศึกษา แนวทางการศึกษาการสร้างระบบให้คำแนะนำต่อนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาระดับปริญญาตรี มีการนำออนโทโลยี (Ontology) มาประยุกต์ใช้ในการสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Search) ในการหาความเหมาะสมกับตัวนักเรียนที่จะศึกษาต่อระดับปริญญาตรี

**5.3 หัตยา คชรัตน์ (2554)** งานวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวชนบท โดยเน้นความต้องการสืบค้นข้อมูลของนักท่องเที่ยวเป็นหลักซึ่งในการออกแบบนั้นได้อาศัยสารสนเทศที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ 1) ปัจจัยและยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวชนบท 2) ปัจจัยด้านความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว 3) ออนโทโลยีการท่องเที่ยวที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยออนโทโลยีการท่องเที่ยวชนบทที่พัฒนาขึ้นมาสามารถรองรับการจัดเก็บความรู้ได้จำนวนมาก มีการกระจายข้อมูลในลักษณะของการถ่ายทอด และมีความสัมพันธ์กันอย่างหลากหลาย โดยความรู้ที่ได้ให้รายละเอียดในเชิงลึก ผลการวิเคราะห์โดยใช้ตัววัดเค้าร่างสะท้อนให้เห็นว่า การออกแบบออนโทโลยีการท่องเที่ยวชนบทมีคุณภาพสูง

**5.4 พิมพ์ศุภา แสงสุวรรณ (2557)** งานวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีอาหารไทย เพื่อรองรับการชดเชยวัตถุดิบ โดยเน้นการชดเชยทางประสาทสัมผัสอาหาร 3 ด้าน คือ 1) กลิ่น 2) รสชาติ 3) เนื้อสัมผัส ซึ่งอาหารไทย จำนวน 10 อย่าง ที่ได้รับความนิยมจากชาวต่างชาติ ซึ่งออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นมา มีการออกแบบคลาส (Class) และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส เพื่อรองรับการชดเชยวัตถุดิบ โดยใช้ในการอนุมาน (Inference) ความรู้จากชุดของฐานกฎ (Rule) ที่พัฒนาด้วยภาษาเอสดับบิวอาร์แอล (SWRL) ซึ่งผลการอนุมาน (Inference) ความรู้จากตัวแบบ ได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารไทย จากนั้นนำผลการประเมินไปคำนวณหาประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมอร์เซอร์ (F-measure) ซึ่งผลที่ได้พบว่า ออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นมาสามารถใช้ชดเชยวัตถุดิบที่ขาดแคลนได้ โดยมีความแม่นยำ (Precision) คือ 0.84 ค่าความระลึก (Recall) คือ 0.97 และค่าเอฟเมอร์เซอร์ (F-measure) คือ 0.90

**5.5 เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, อาทิตย์ พวงสมบัติ** งานวิจัยเรื่อง ระบบวินิจฉัยโรค อ้อยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการศึกษาโรคอ้อยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยเทคโนโลยี Active Server Page (ASP) โดยมีรูปแบบโครงสร้างเป็นเว็บเพจที่ติดต่อกับฐานข้อมูล แสดงผลลัพธ์เป็นข้อมูลและรูปภาพ ทำการประมวลผลบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการออกแบบเว็บเพจ

แบ่งหัวข้อย่อยในการประมวลผลออกเป็น ดังนี้ ชื่อโรค เชื้อสาเหตุ ลักษณะอาการ การแพร่ระบาด การป้องกันกำจัด โรค และได้รวบรวมข้อมูลของโรคอ้อย จำนวน 30 โรค และมีการออกแบบฐานข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access จำนวน 6 ตาราง ผลการทดลองพบว่าระบบวินิจฉัยโรคอ้อยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความสะดวกรวดเร็ว ในการค้นหาข้อมูล และสามารถปรับปรุงแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลเพิ่มเติม ลบข้อมูล ได้โดยการแก้ไขในฐานข้อมูล และยัง สามารถทำการวินิจฉัยโรคอ้อยได้จากข้อมูลของโรคทางด้านตำแหน่งที่เกิดโรค



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยพัฒนา (Research Development) ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ โดยประกอบด้วยวิธีดำเนินการวิจัยทั้งหมด 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิธีการดำเนินงานวิจัย
2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

#### 1. วิธีการดำเนินงานวิจัย

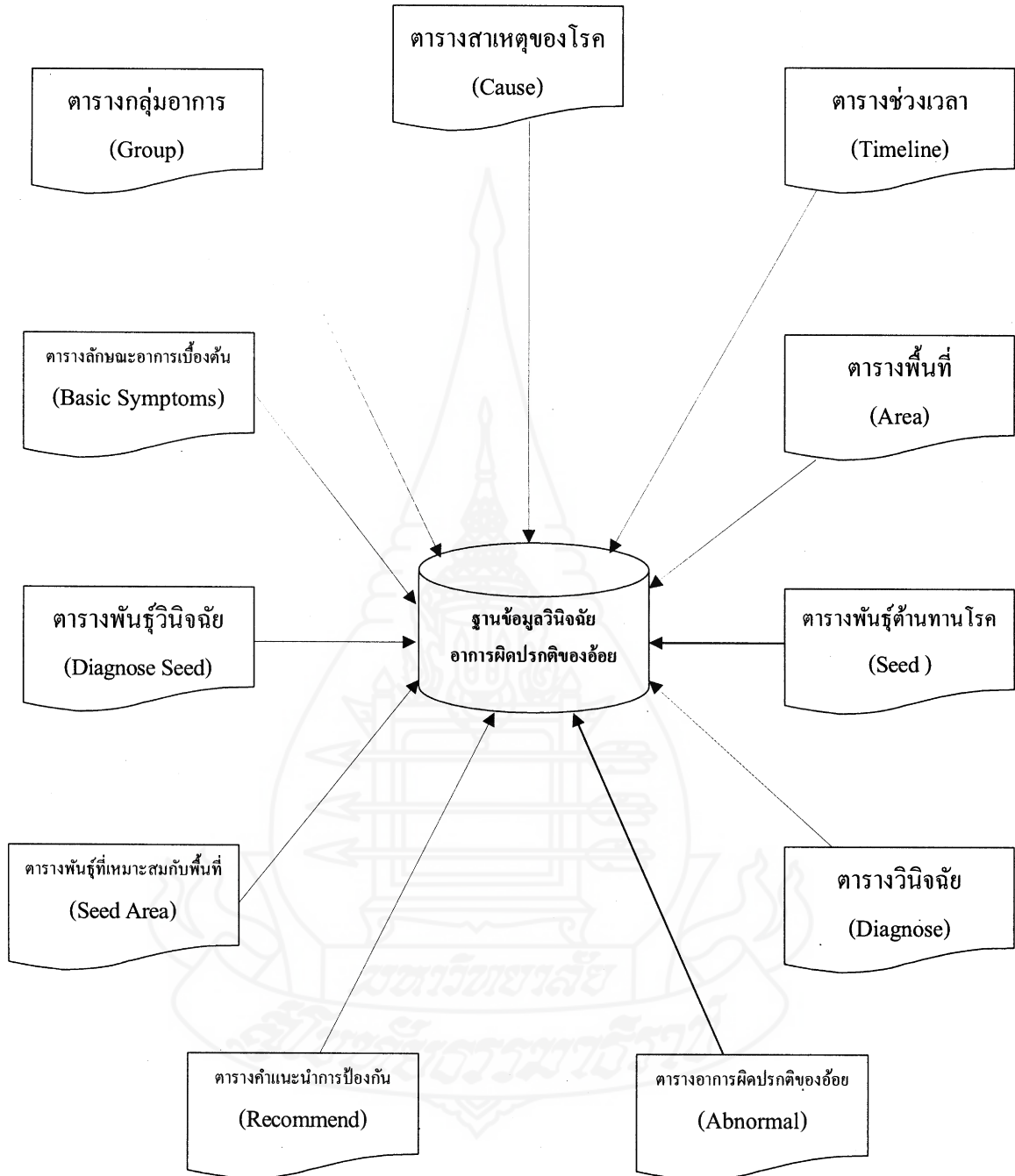
การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.1 ศึกษารวบรวม และวิเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition) โดยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 67 รายการ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) โรคอ้อย จำนวน 29 โรค 2) แมลงศัตรูอ้อย จำนวน 21 ชนิด 3) อาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร จำนวน 17 ชนิด

1.2 สร้างฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย และฐานความรู้ออนไลน์ สำหรับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์

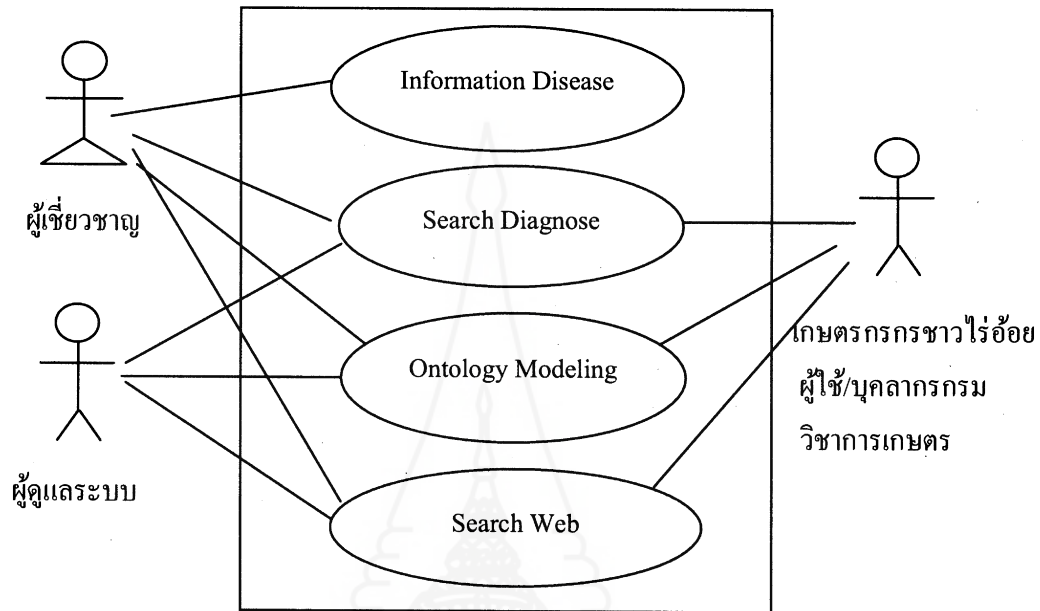
1.2.1 ออกแบบฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormalities of Sugarcane Diagnosis Data*) เป็นการออกแบบระบบฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อยโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นจำนวน 11 ตาราง ประกอบไปด้วย ดังนี้ 1) ตารางพื้นที่ (Area) 2) ตารางสาเหตุของโรค (Cause) 3) ตารางช่วงเวลา (Timeline) 4) ตารางอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 5) ตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 6) ตารางพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed) 7) ตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area) 8) ตารางกลุ่มอาการ (Group) 9) ตารางพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) 10) ตารางคำแนะนำการป้องกัน (Recommend) 11) ตารางวินิจฉัย (Diagnose) ในการออกแบบในส่วนนี้

มีการจำลองข้อมูลไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย

1.2.2 ออกแบบ Use Case Diagram ฐานข้อมูลวินิจฉัย ได้ทำการออกแบบ Use Case Diagram เพื่ออธิบายกระบวนการทำงาน ดังภาพที่ 3.2



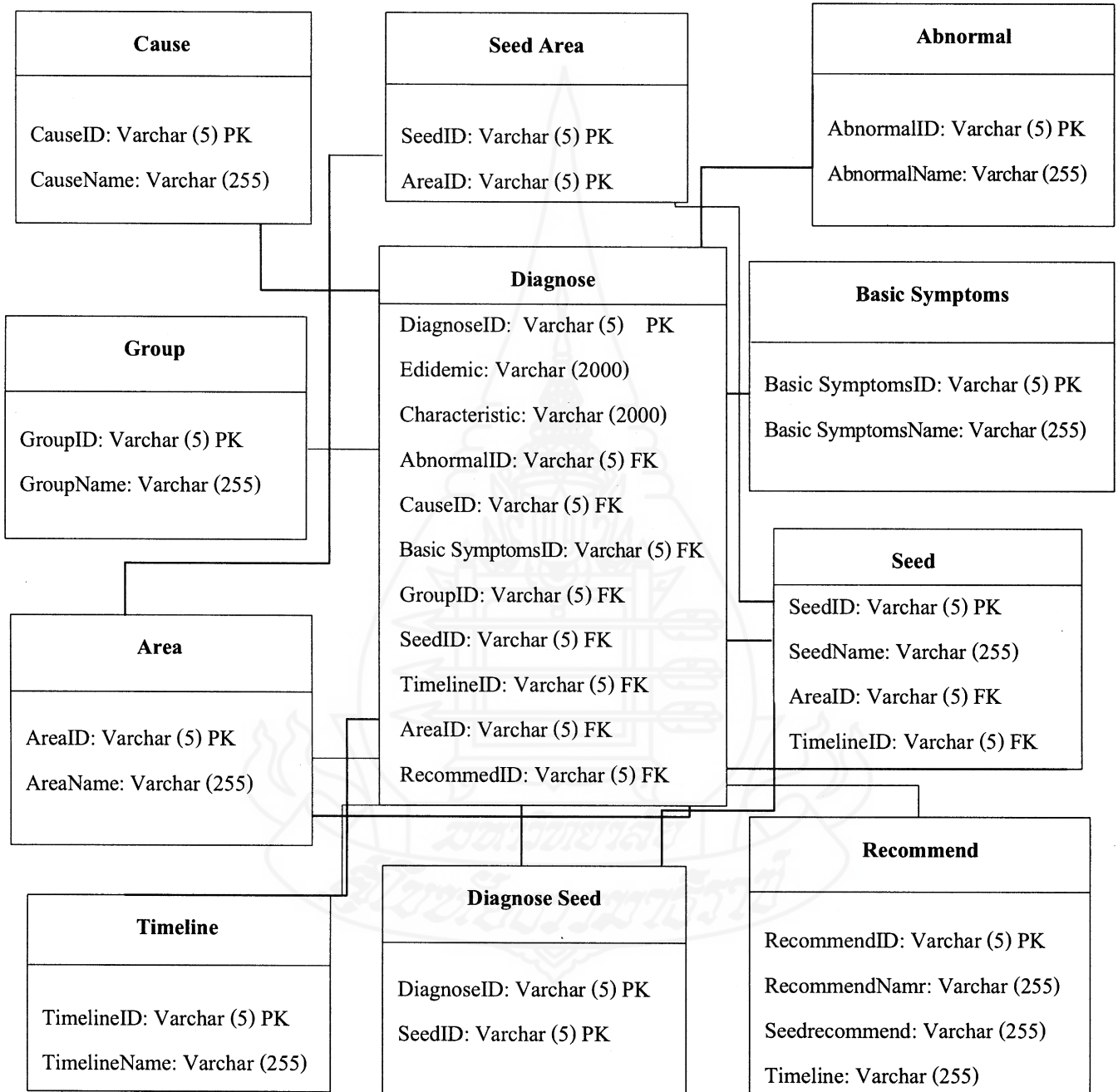
ภาพที่ 3.2 Use Case Diagram ฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย

จากภาพที่ 3.2 ผู้วิจัยได้ออกแบบ Use Case Diagram ฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อยโดยผู้วิจัยได้กำหนด ระดับการใช้งานภายในระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย แบ่งออกเป็น 2 ระดับ

1) ระดับผู้ดูแลระบบ (Administrator) คือ ผู้ดูแลระบบจะทำหน้าที่ในการจัดการเนื้อหาข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย ซึ่งประกอบไปด้วย ดังนี้ 1) ข้อมูลพื้นที่ (Area) 2) ข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) 3) ข้อมูลช่วงเวลา (Timeline) 4) ข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 5) ข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 6) ข้อมูลพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed) 7) ข้อมูลพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area) 8) ข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) 9) ข้อมูลพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) 10) ข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommend) 11) ข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) 2) ระดับผู้ใช้งาน (User) คือ บุคลากรกรมวิชาการเกษตร ผู้ใช้และเกษตรกร เป็นผู้ใช้งานระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์



1.2.3 ออกแบบคลาสไออะแกรม (Class Diagram) ฐานข้อมูลอาการผิดปกติของ อ้อย จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์ให้ออกแบบระบบในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงวัตถุ (Class Diagram) ซึ่งประกอบด้วยชื้อคลาส (Class) แอตทริบิวต์ (Attribute) และชนิดข้อมูล (Data Type) ที่ใช้กับฐานข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ER Diagram ของฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย

1.2.4 พัฒนารฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย คือ จัดเก็บข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย ไว้ในฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้โปรแกรม Navicat 12 for MySQL โดยแบ่งออกเป็น 11 ตาราง ประกอบไปด้วย ดังนี้ 1) ตารางพื้นที่ (Area) 2) ตารางสาเหตุของโรค (Cause) 3) ตารางช่วงเวลา (Timeline) 4) ตารางอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 5) ตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 6) ตารางพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed) 7) ตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area) 8) ตารางกลุ่มอาการ (Group) 9) ตารางพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) 10) ตารางคำแนะนำการป้องกัน (Recommend) 11) ตารางวินิจฉัย (Diagnose)

1) ตารางพื้นที่ (Area) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก ทั้งหมด 3 ภาค ประกอบด้วย 1) ภาคเหนือ แบ่งออกเป็นจำนวน 9 จังหวัด 2) ภาคกลาง แบ่งออกเป็นจำนวน 12 จังหวัด 3) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งออกเป็น 20 จังหวัด

ตารางที่ 3.1 ตารางพื้นที่ (Area)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	AreaID	รหัสพื้นที่	Varchar (5)	Primary Key
2.	AreaName	พื้นที่	Varchar (255)	

2) ตารางสาเหตุของโรค (Cause) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของสาเหตุของโรค ทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ 1) เชื้อรา 2) เชื้อแบคทีเรีย 3) เชื้อไวรัส 4) เชื้อไฟโตพลาสมา

ตารางที่ 3.2 ตารางสาเหตุของโรค (Cause)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	CauseID	รหัสสาเหตุของโรค	Varchar (5)	Primary Key
2.	CauseName	สาเหตุของโรค	Varchar (255)	

3) ตารางช่วงเวลา (Timeline) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของช่วงเวลาที่เหมาะสมเพาะปลูก ทั้งหมด 12 เดือน ได้แก่ 1) เดือนมกราคม 2) เดือนกุมภาพันธ์ 3) เดือน

มีนาคม 4) เดือนเมษายน 5) เดือนพฤษภาคม 6) เดือนมิถุนายน 7) เดือนกรกฎาคม 8) เดือนสิงหาคม 9) เดือนกันยายน 10) เดือนตุลาคม 11) เดือนพฤศจิกายน 12) เดือนธันวาคม

ตารางที่ 3.3 ตารางช่วงเวลา (Timeline)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	TimelineID	รหัสช่วงเวลา	Varchar (5)	Primary Key
2.	Timeline	ช่วงเวลา	Varchar (255)	

4) ตารางอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormal*) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญ ของอาการผิดปกติของอ้อย ซึ่งแบ่งออกเป็น จำนวน 3 ประเภท ได้แก่ 1) โรคอ้อย จำนวน 29 โรค ประกอบไปด้วย โรคใบจุดเหลือง (Yellow Spot Disease) โรคใบด่างแถบขาว และโรคใบด่างจุดเหลือง เป็นต้น 2) แมลงศัตรูอ้อย จำนวน 21 ชนิด ประกอบไปด้วย ไล่เดือนฝอย หนอน และเพลี้ยแป้ง สีชมพู เป็นต้น 3) อาการผิดปกติที่ขาดจากธาตุอาหาร 17 ชนิด ประกอบไปด้วย ขาดธาตุแมกนีเซียม (Magnesium, Mg) ขาดธาตุแคลเซียม (Calcium, Ca) ขาดธาตุซิลิคอน (Silicon, Si) ขาดธาตุโพแทสเซียม (Potassium, K) และขาดธาตุเหล็ก (Iron, Fe) เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 ตารางอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormal*)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	AbnormalID	รหัสอาการผิดปกติ	Varchar (5)	Primary Key
2.	AbnormalName	อาการผิดปกติ	Varchar (255)	

5) ตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (*Basic Symptoms*) เป็นการระบุข้อมูลที่ สำคัญของลักษณะอาการของโรค 28 ชนิด ได้แก่ ใบจุด ใบด่าง ใบเว้าแหว่ง และข้อปล้องหดสั้น เป็นต้น

ตารางที่ 3.5 ตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	Basic SymptomsID	รหัสอาการผิดปกติ	Varchar (5)	Primary Key
2.	Basic SymptomsName	ลักษณะอาการเบื้องต้น	Varchar (255)	

6) ตารางพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของในตารางวินิจฉัยกรณีที่มีพันธุ์ด้านทานโรค มากกว่า 2 พันธุ์ขึ้นไป

ตารางที่ 3.6 ตารางพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	DiagnoseID	รหัสวินิจฉัย	Varchar (5)	Primary Key
2.	SeedID	รหัสพันธุ์ด้านทานโรค	Varchar (5)	Primary Key

7) ตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของในตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่เพาะปลูก

ตารางที่ 3.7 ตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	SeedID	รหัสพันธุ์ด้านทานโรค	Varchar (5)	Primary Key
2.	AreaID	รหัสพื้นที่	Varchar (5)	Primary Key

8) ตารางกลุ่มอาการ (Group) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของในกลุ่มอาการ จำนวน 5 กลุ่มอาการ ได้แก่ 1) อาการบวม 2) อาการบวมขด 3) อาการภายในลำต้น 4) อาการที่ เหง้า ราก 5) อาการผิดปกติอื่นๆ

ตารางที่ 3.8 ตารางกลุ่มอาการ (Group)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	GroupID	รหัสกลุ่มอาการ	Varchar (5)	Primary Key
2.	GroupName	กลุ่มอาการ	Varchar (255)	

9) ตารางพันธุ์ที่ต้านทานโรค (Seed) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของพันธุ์ที่ต้านทานโรค พื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก และช่วงเวลา ประกอบไปด้วยจำนวน 20 พันธุ์ ได้แก่ เอฟ 148 เอฟ 149 KU 50 เป็นต้น

ตารางที่ 3.9 ตารางพันธุ์ที่ต้านทานโรค (Seed)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	SeedID	รหัสพันธุ์ที่ต้านทานโรค	Varchar (5)	Primary Key
2.	SeedName	พันธุ์ที่ต้านทานโรค	Varchar (255)	
3.	AreaID	รหัสพื้นที่	Varchar (5)	Foreign Key
4.	TimelineID	รหัสช่วงเวลา	Varchar (5)	Foreign Key

10) ตารางคำแนะนำการป้องกัน (Recommend) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของการให้คำแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย เช่น อ้อยเป็นโรคใบด่าง การแนะนำการป้องกัน ควรปลูกอ้อยพันธุ์ อุ่ทอง 1-R เป็นต้น

ตารางที่ 3.10 ตารางคำแนะนำการป้องกัน (Recommend)

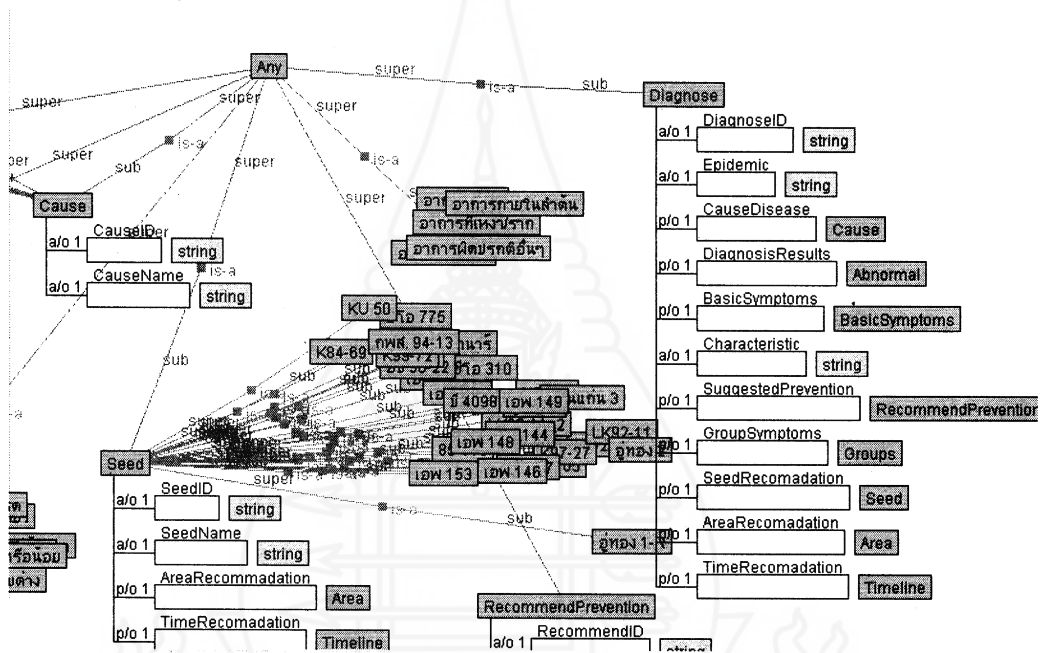
ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	RecommendID	รหัสคำแนะนำ	Varchar (5)	Primary Key
2.	RecommendName	คำแนะนำ	Varchar (255)	
3.	SeedRecommend	พันธุ์แนะนำ	Varchar (255)	
4.	AreaRecommend	พื้นที่แนะนำ	Varchar (255)	

11) ตารางวินิจฉัย (Diagnose) เป็นการระบุข้อมูลที่สำคัญของการวินิจฉัยเพื่อให้ผลวินิจฉัยที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 3.11 ตารางวินิจฉัย (Diagnose)

ลำดับ	ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	กำหนดความสำคัญ
1.	DiagnoseID	รหัสวินิจฉัย	Varchar (5)	Primary Key
2.	Epidemic	การแพร่ระบาด	Varchar (2000)	
3.	Characteristic	ลักษณะอาการของโรค	Varchar (2000)	
4.	AbnormalID	รหัสอาการผิดปกติ	Varchar (5)	Foreign Key
5.	CauseID	รหัสสาเหตุของโรค	Varchar (5)	Foreign Key
6.	GroupID	รหัสกลุ่มอาการ	Varchar (5)	Foreign Key
7.	Basic SymptomsID	รหัสอาการเบื้องต้น	Varchar (5)	Foreign Key
8.	RecommendID	รหัสคำแนะนำ	Varchar (5)	Foreign Key
9.	SeedID	รหัสพันธุ์ต้นทางโรค	Varchar (5)	Foreign Key
10.	TimelineID	รหัสช่วงเวลา	Varchar (5)	Foreign Key
11.	AreaID	รหัสพื้นที่	Varchar (5)	Foreign Key

1.2.5 ออกแบบฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Design) คือ การออกแบบฐานความรู้ออนโทโลยี แบ่งออกเป็นจำนวน 9 คลาส ประกอบด้วย ดังนี้ 1) คลาสสาเหตุของโรค (Cause) 2) คลาสวินิจฉัยอาการผิดปกติของอวัยวะ (Diagnose) 3) คลาสพื้นที่ (Area) 4) คลาสช่วงเวลา (Timeline) 5) คลาสพันธุ์ต้นทางโรค (Seed) 6) คลาสกลุ่มอาการ (Group) 7) คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 8) คลาสอาการผิดปกติของอวัยวะ (Abnormal) 9) คลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการอธิบายความรู้ ความหมายของเนื้อหาขอบเขตที่สนใจตามคุณสมบัติของออนโทโลยี สามารถอธิบายองค์ประกอบความสัมพันธ์ของข้อมูลในเนื้อหาของข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอวัยวะ ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์จากข้อมูล มีขั้นตอนการทำงาน แบ่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้



ภาพที่ 3.4 ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Design)

จากภาพที่ 3.4 ค่าของคีย์หลัก (Primary Key) ที่แสดงให้เห็นมีไว้สำหรับกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์ฐานความรู้ออนโทโลยี และฐานข้อมูลออนโทโลยี โดยใช้คีย์หลักในแต่ละตารางในฐานข้อมูลและคีย์หลักของแต่ละคลาสในฐานความรู้ออนโทโลยี สำหรับความสัมพันธ์สามารถอธิบายคลาสทั้งหมด กับฐานข้อมูลโดยใช้หลักการเดียวกันกับการออกแบบฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการการผิดปกติของอวัยวะ เพื่อให้ข้อมูลมีค่าความหมายที่ตรงกัน ทำให้ฐานความรู้ออน

โทโลยี สามารถสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฐานความรู้ของโทโลยีและฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย

1) กำหนดโดเมนและขอบเขต (Domain and Scope) คือ การกำหนดเกี่ยวกับเนื้อหาที่สนใจ เช่น ข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อยและการป้องกันกำจัด

2) กำหนดแนวคิด (Concept) ประกอบไปด้วย ดังนี้

(1) Super class คือ คลาสหลัก ประกอบด้วยคลาส จำนวน 9 คลาส แบ่งตามคลาสได้ดังนี้ 1) คลาสสาเหตุของโรค (Cause) 2) คลาสวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) 3) คลาสพื้นที่ (Area) 4) คลาสช่วงเวลา (Timeline) 5) คลาสพันธุ์ต้นทานโรค (Seed) 6) คลาสกลุ่มอาการ (Group) 7) คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 8) คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 9) คลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)

(2) Subclass คือ คลาสย่อยของคลาสหลัก

(3) การกำหนดคุณสมบัติ (Property) ประกอบไปด้วย ดังนี้

ก. คลาสวินิจฉัย (Diagnose) ประกอบด้วย 1) รหัสวินิจฉัย (DiagnoseID) 2) การแพร่ระบาด (Epidemic) 3) สาเหตุของโรค (Cause) 4) อาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 5) ลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptom) 6) ลักษณะอาการ (Characteristic) 7) คำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) 8) กลุ่มอาการ (Group) 9) พันธุ์ต้นทานโรค (Seed)

ข. คลาสสาเหตุของโรค (Cause) ประกอบด้วย Subclass จำนวน 3 รายการ ได้แก่ 1) เชื้อรา 2) เชื้อแบคทีเรีย 3) เชื้อไฟโตพลาสมา

ค. คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ประกอบด้วย Subclass 28 อาการ ได้แก่ 1) ใบด่าง 2) ยอดชืดเหี่ยว ไม่มีอาการไหม้ 3) ยอดตาย ใบอ่อนบิดเบี้ยว 4) ใบอ่อนต่างชนิด แต่ไม่เหี่ยว 5) ยอดชืดเป็นก้านสีดำคล้ายไส้ 6) โคนใบอ่อนสีชืด 7) ยอดแห้งตาย 8) ยอดเป็นสีเหลือง/สีน้ำตาล 9) เนื้อภายในลำเนาแห้ง มีสีม่วงแดง 10) เนื้อภายในลำต้นสีน้ำตาล และเหม็นเน่า 11) เนื้อภายในสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นคล้ายสับปะรด 12) ใบจุด 13) เนื้อภายในถูกกัดกินหายไป 14) รากบวมเป็นปม 15) แตกรากผิดปกติมาก หรือน้อย 16) รากอ้อยขาดวัน 17) ท่อนพันธุ์เป็นโพรง 18) มีคราบและปมปมตามลำ และกาบใบ 19) การแตกกอของอ้อยผิดปกติ 20) ข้อปล้องหดสั้นลง 21) ใบว่าแห้ง 22) ใบอ้อยสีชืด และแห้ง 23) มีสีดำปกคลุมใบอ้อย 24) ใบชืดแดง 25) เส้นกลางใบแดง 26) ใบด่างเป็นลายขีดขาว หรือเหลือง 27) ใบมีสีแดงหรือม่วงอมแดง 28) ใบเป็นหูคูปมปม เป็นต้น

ง. คลาสช่วงเวลา (Basic Symptoms) ประกอบด้วย Subclass 12 เดือน ได้แก่ 1) เดือนมกราคม 2) เดือนกุมภาพันธ์ 3) เดือนมีนาคม 4) เดือนเมษายน 5) เดือน



พฤษภาคม 6) เดือนมิถุนายน 7) เดือนกรกฎาคม 8) เดือนสิงหาคม 9) เดือนกันยายน 10) เดือนตุลาคม 11) เดือนพฤศจิกายน 12) เดือนธันวาคม

จ. **คลาสพื้นที่ (Area)** ประกอบด้วย Subclass 4 ภาค ได้แก่ 1) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบไปด้วย จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดขอนแก่น จังหวัดเลย จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดยโสธร จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ 2) ภาคตะวันออก ประกอบไปด้วย จังหวัดจันทบุรี จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดสระแก้ว จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง 3) ภาคกลาง ประกอบไปด้วย จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดชัยนาท จังหวัดสิงห์บุรี จังหวัดลพบุรี จังหวัดสระบุรี จังหวัดอ่างทอง จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 4) ภาคเหนือ ประกอบไปด้วย จังหวัดแพร่ จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดตาก เป็นต้น

ฉ. **คลาสพันธุ์ต้นโรค (Seed)** ประกอบด้วย Subclass ได้แก่ 85-105 85-118 อุทง 1-R ฟิลล์ 58-260 K88-92 K95-84 K97-27 LK92-11 ขอนแก่น 3 LK92-11\_2 อุทง 2 อุทง 3 อุทง 7 เอฟ 144 เอฟ 134 เอฟ 137 เอ็นซีโอ 310 แร็กนาร์ บี 4098 ซีโอ 775 ซีบี 38-22

ช. **คลาสกลุ่มอาการ (Group)** ประกอบด้วย Subclass ได้แก่ 1) อาการบนใบ 2) อาการบนยอด 3) อาการภายในลำต้น 4) อาการที่เหง้า ราก 5) อาการผิดปกติอื่น ๆ

ซ. **คลาสนำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)** ประกอบด้วย รหัสคำแนะนำการป้องกัน (RecommendID) คำแนะนำการป้องกัน (RecommendName) พันธุ์ต้นทานโรค (Seed) พื้นที่ที่เหมาะสมเพาะปลูก (Area)

ญ. **คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)** ประกอบด้วย Subclass 3 ประเภท ได้แก่ 1) โรคอ้อย ประกอบไปด้วย โรคใบขาว (White Leaf Disease) โรคคลื่นสับประรด (Pineapple Disease) โรคโคนเน่า (Basal Stem Rotd Disease) โรคดอกดำ โรคตอแคะแกระแกร็น (Ratoon stunting disease) โรคเน่าคออ้อย (Bacteriosis Disease) โรคใบจุดวงแหวน (Ring Spot Disease) 2) แมลงศัตรูอ้อย ประกอบไปด้วย หนอนขนใบ ตั๊กแตน หนอนกอลายจุดเล็ก 3) อาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร ประกอบไปด้วย ขาดธาตุเหล็ก (Fe) ขาดแมงกานีส (Mn) ธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) ธาตุโพแทสเซียม (K)

**1.2.6 พัฒนารฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology and Development)** ผู้วิจัยได้มีการกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์ออนโทโลยี ในประเภทออนโทโลยีคำศัพท์ (Terminological Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ระบุค่าทอมต่าง ๆ เพื่อแทนความรู้ และออนโทโลยีสารสนเทศ

(Information Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ใช้ระบุระเบียบ (Record) ฐานความรู้ออนโทโลยี ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากฐานความรู้ออนโทโลยี ออกมาแสดงผลตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search) ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องครบถ้วน แม่นยำ และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ความสัมพันธ์ของฐานความรู้ออนโทโลยีกับฐานข้อมูล

คลาสออนโทโลยี (Ontology Class)	ประเภทของความสัมพันธ์ (Relationship Type)	ฐานข้อมูลการวินิจฉัยอาการผิดปกติ ของอ้อย (Diagnose Database)
คลาสวินิจฉัย (Diagnose)	Attribute of	ข้อมูลการวินิจฉัย (Diagnose) DiagnoseID (รหัสวินิจฉัย)
	Attribute of	Epidemic (การแพร่ระบาด)
	Part of	Cause (สาเหตุของโรค)
	Part of	Abnormal (อาการผิดปกติ)
	Part of	Basic Symptoms (ลักษณะอาการเบื้องต้น)
	Attribute of	Characteristic (ลักษณะอาการ)
	Part of	Recommend Prevention (คำแนะนำการป้องกัน)
	Part of	Group (กลุ่มอาการ)
	Part of	Seed (พันธุ์ต้านทานโรค) ข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause)
	คลาสสาเหตุของโรค (Cause)	Attribute of
Attribute of		CauseName (สาเหตุของโรค)

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

คลาสออนโทโลยี (Ontology Class)	ประเภทของความสัมพันธ์ (Relationship Type)	ฐานข้อมูลการวินิจฉัยอาการผิดปกติ ของอ้อย (Diagnose Database)
คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms)	Attribute of	ข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) Basic SymptomsID (รหัสลักษณะอาการเบื้องต้น)
	Attribute of	Basic SymptomsName (ลักษณะอาการเบื้องต้น)
คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)	Attribute of	ข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) AbnormalID (รหัสอาการผิดปกติของอ้อย)
	Attribute of	AbnormalName (อาการผิดปกติของอ้อย)
คลาสกลุ่มอาการ (Group)	Attribute of	ข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) GroupID (รหัสกลุ่มอาการ)
	Attribute of	GroupName (กลุ่มอาการ)
คลาสช่วงเวลา (Timeline)	Attribute of	ข้อมูลช่วงเวลา (Timeline) TimelineID (รหัสช่วงเวลา)
	Attribute of	TimeName (ช่วงเวลา)
คลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed)	Attribute of	ข้อมูลพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) SeedID (รหัสพันธุ์ต้านทานโรค)

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

คลาสออนโทโลยี (Ontology Class)	ประเภทของความสัมพันธ์ (Relationship Type)	ฐานข้อมูลการวินิจฉัยอาการผิดปกติ ของอ้อย (Diagnose Database)
	Attribute of	SeedName (พันธุ์ต้านทานโรค)
	Part of	Area (พื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก)
	Part of	Time (ช่วงเวลา)
คลาสนพื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก (Area)	Attribute of	ข้อมูลพื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก (Area) AreaID (รหัสพื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก)
	Attribute of	AreaName (พื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก)
คลาสนคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)	Attribute of	ข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) (RecommendID) (รหัสคำแนะนำการป้องกัน)
	Attribute of	(RecommendName) (คำแนะนำการป้องกัน)
	Attribute of	Seed (พันธุ์ต้านทานโรค)
	Attribute of	Area (พื้นที่เหมาะสมเพาะปลูก)

1.3 การกำหนดค่าการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล และฐานความรู้ออนโทโลยี เป็นการระบุค่าการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลและฐานความรู้ออนโทโลยี ดังภาพที่ 3.5

By submitting new data profile, the current data will be lost.

Sync Data To	Mapping
Database Host	jdbc:mysql://127.0.0.1/dbname jdbc:mysql://127.0.0.1/dbname
Database User	
Database Password	
Ontology File	เลือกไฟล์ <input type="button" value="ไม่ได้เลือกไฟล์ใด"/>
<input type="button" value="Create"/>	

ภาพที่ 3.5 ตั้งค่าการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยใช้ฐานความรู้ออนโทโลยี

ตารางที่ 3.13 วิธีการตั้งค่าการเชื่อมโยงฐานข้อมูลและฐานความรู้ออนโทโลยี

การเชื่อมโยง	คำอธิบาย
Sync Data to	กำหนดโฟลเดอร์ ที่จะบันทึกไฟล์ต่าง ๆ
Database Host	กำหนดค่าการเรียกใช้ฐานข้อมูลแบบของ JDBC หรือ Host เช่น http://127.0.0.1/sugarcane/ (Ontology คือ ชื่อฐานความรู้ออนโทโลยีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย)
Database User	root (กำหนดชื่อผู้ใช้ของฐานข้อมูล)
Database Password	1234 (กำหนดรหัสผู้ใช้ฐานข้อมูล)
Ontology File	ไฟล์ OWL (Web Ontology Language) ที่ได้จากการ Export ออกมาจากฐานความรู้ออนโทโลยีวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย

1.4 กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลและฐานความรู้ออนโทโลยี เพื่อใช้ในการแปลงข้อมูล (Data Mapping) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

#### 1.4.1 การกำหนดความสัมพันธ์ของคลาสตาราง (Class – Table Mapping)

การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อยกับฐานความรู้ออนโทโลยี ให้สอดคล้องกันจะต้องดำเนินการกำหนดความสัมพันธ์ให้ครบถ้วน ทุกคลาสที่มีอยู่ในฐานข้อมูลความรู้ออนโทโลยี และฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้คีย์หลัก (Primary Key ในการกำหนดความสัมพันธ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ส่วนที่ 1 Database Table คือ ตารางในฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย
- 2) ส่วนที่ 2 Unique Property คือ คลาส (Class) ในฐานความรู้ออนโทโลยี

The screenshot shows a configuration window for mapping an ontology class to a database table. At the top, the class name 'Abnormal' is displayed. Below it, there is a section for 'Ontology Class' with a dropdown menu showing 'Classes' and a 'Clear' button. The main area is divided into two columns. The left column contains 'Database Table' with a dropdown set to 'abnormal' and 'Primary Key' with a text field containing 'abnormal\_id'. The right column contains 'Unique Property' with a dropdown set to 'has\_AbnormalID' and 'Property Label' with a text field containing 'AbnormalID'.

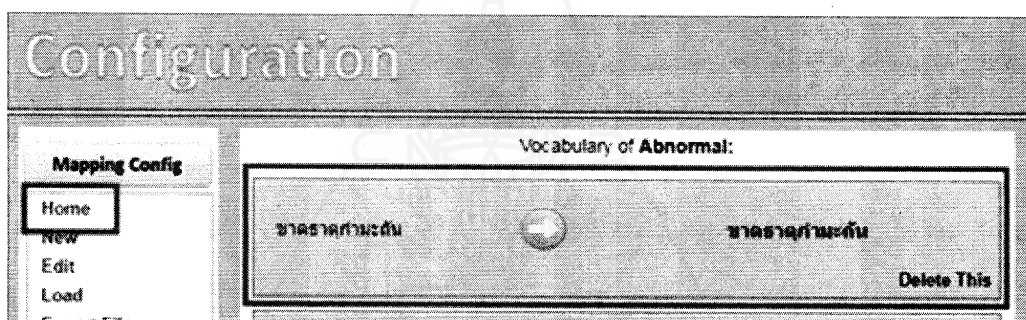
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการกำหนดความสัมพันธ์ของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)

1.4.2 การกำหนดความสัมพันธ์ของคุณสมบัติคอลัมน์ (Property - column Mapping) เป็นการกำหนดความสัมพันธ์การเชื่อมโยงให้ฐานข้อมูล และฐานข้อมูลวินิจฉัย ดังภาพที่ 3.7

The screenshot shows a summary of the mapping configuration. It displays the text: 'CLASS: Abnormal TABLE: abnormal PROPERTY: has\_AbnormalID COLUMN: abnormal\_id'. To the right of this text are three small icons: a square with a plus sign, a square with a circular arrow, and a square with an 'X'.

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการกำหนดความสัมพันธ์ของคุณสมบัติคอลัมน์ (Property - column Mapping)

**1.4.3 การกำหนดค่าการแปลงคำศัพท์ (Vocabulary Mapping)** ขั้นตอนการจับคู่ค่าของข้อมูลที่อยู่ในตารางฐานข้อมูลวินิจฉัยและฐานความรู้ออนโทโลยี ของคลาสแต่คลาสที่มีความแตกต่างทางภาษา เป็นการแทนความหมายของความรู้ที่มีทั้งในออนโทโลยีกับฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย การกำหนดค่าของข้อมูลนั้น จะมีความหมายเช่นเดียวกัน เช่น ข้อมูลลำดับชั้นของคลาส (Class Hierarchy) ของคลาสหลัก (Super Class) ชื่อ Abnormal จะปรากฏคลาสย่อย (Subclass) ของอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น ขาดธาตุกำมะถัน ขาดธาตุคลอรีน ขาดธาตุทองแดง เป็นต้น ดังนั้นจำเป็นต้องกำหนดค่าใดที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลมีความหมายเดียวกันกับคลาสย่อย ในแต่ละคลาส เช่น ระบบฐานข้อมูลปรากฏว่า “ขาดธาตุกำมะถัน” ต้องระบุให้คำสำคัญดังกล่าว อ้างถึงคลาสย่อย “ขาดธาตุกำมะถัน” เป็นต้น โดยจะต้องกลับมาที่หน้าหลัก โดยคลิกที่ปุ่ม “Home” ภายใต้วีซอร์ “Mapping Config” เพื่อแสดงรายการคลาสหลักต่างๆ โดยเลือกที่ “Icon” ที่อยู่หลังชื่อคลาสหลัก เช่น คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) เพื่อเข้าสู่หน้าจอ การกำหนดค่าการแปลงคำศัพท์ (Vocabulary Mapping) ดังภาพที่ 3.8



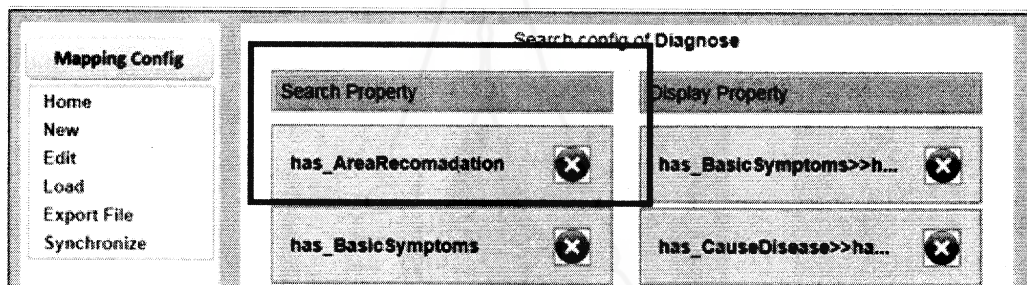
ภาพที่ 3.8 การแปลงคำศัพท์ (Vocabulary Mapping)

**1.5 การพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search)** คือ ส่วนการตั้งค่าการสืบค้นข้อมูลระบบวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี เป็นการกำหนดรูปแบบการสืบค้น และรูปแบบของผลลัพธ์การสืบค้นข้อมูลในลักษณะของเว็บเชิงความหมาย (Web Semantic) จะเป็นการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลแบบ RDF ที่ดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้ออนโทโลยี ในรูปแบบของ (Web Ontology Language: OWL) ส่วนของการตั้งค่าการสืบค้นข้อมูลเพื่อกำหนดรูปแบบของการสืบค้น และปรับเปลี่ยน ได้อย่างสะดวกในการกำหนดผลลัพธ์จึงทำให้การสืบค้นมีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น ขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติ จากฐานความรู้ออนโทโลยี มีการใช้ภาษาสปราร์เคิล (SPARQL) และอาร์ดีเอฟ (RDF)

เป็นภาษาที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลจากฐานความรู้ออนโทโลยี เนื่องจากมีการนำความรู้เฉพาะทาง (Explicit Knowledge)

**1.5.1 การพัฒนาระบบสืบค้นเชิงความหมายในระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย** จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

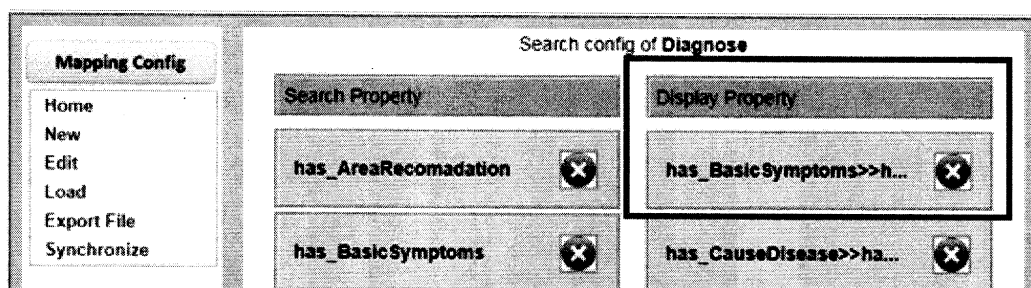
1) *Search Property* คือ การกำหนดคุณสมบัติของคลาส (Class) เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการสืบค้น หรือการระบุค่าสำคัญในการสืบค้น หรือการระบุค่าสำคัญในการสืบค้น เช่น “พื้นที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก” โดยเริ่มต้นด้วยโปรแกรม OAM Framework จะเรียกใช้โปรแกรม Configuration เพื่อกำหนดให้คุณสมบัติของคลาส เป็น Search Property โดยอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคลาสได้ความต้องการ



ภาพที่ 3.9 แสดงรายการ Search Property

2) *Display Property* คือ คุณสมบัติของคลาส ที่แสดงอยู่ในผลลัพธ์การสืบค้น เช่น ให้แสดงคุณสมบัติของข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติแต่ละรายการ เช่น ลักษณะอาการผิดปกติของอ้อย สาเหตุของโรค เป็นต้น ผลลัพธ์ของการค้นหาผลวินิจฉัยอาการผิดปกติ โดยเริ่มต้นนั้น OAM Framework จะเรียกใช้โปรแกรม Configuration เพื่อกำหนดให้ทุกคุณสมบัติของคลาสเป็น Display Property โดยอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคลาสได้ตามความต้องการ จากรายการของ Display Property สำหรับคลาสวินิจฉัย (Diagnose) จะมีคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลวินิจฉัย ที่จะแสดงผลของการค้นหาเช่น “has\_BasicSymptoms” จะแสดงข้อมูลลักษณะอาการผิดปกติของอ้อย ของแต่ละอาการผิดปกติของอ้อย ดังนั้นการกำหนดค่าในการสืบค้นข้อมูลในส่วนนี้ ดังภาพที่ 3.10 ช่วยเพิ่มความสะดวกในการกำหนดเงื่อนไขในการสืบค้นและแนะนำข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ





ภาพที่ 3.10 แสดงรายการ Display Property

จากภาพที่ 3.9 – 3.10 เป็นการกำหนดการสืบค้นข้อมูลแบบ RDF ที่ดึงข้อมูลมาจากฐานความรู้ออนโทโลยีวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย ในรูปแบบของ (Web Ontology Language: OWL) ส่วนของการตั้งค่าการสืบค้นข้อมูล เพื่อกำหนดรูปแบบของการสืบค้น และปรับเปลี่ยนได้ในการกำหนดผลลัพธ์จากการสืบค้น ทำให้การสืบค้นนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในคลาสที่ชื่อว่า “Diagnose”

**1.5.2 การใช้งานเว็บเซอร์วิส (Web Service) สำหรับระบบสืบค้นข้อมูล (Semantic Search System)** ผู้ใช้งานสามารถเรียกงานใช้โปรแกรม Semantic Search System โดยเปิดโปรแกรม Web Brower เช่น Mozilla Froefox หรือ Google Chrome จากนั้นพิมพ์ URL <http://localhost:8080/searching/> จะมีฟังก์ชันในการสืบค้นข้อมูลดังนี้

- 1) สามารถสืบค้นผลลัพธ์ในแบบ RESTful Web API โดยส่ง Request เป็น URL และได้ผลลัพธ์กลับในแบบของ JSON ผ่านลิงค์ “Get API” เพื่อนำไปใช้งานในโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ ได้อย่างสะดวก
- 2) สามารถสืบค้นโดยใช้คำสำคัญ (Keyword Search) โดยจะสืบค้นทุก Data Type Property ของคลาสที่ทำการค้นหาให้อย่างอัตโนมัติ
- 3) สามารถเลือกแสดงชื่อคุณสมบัติที่ค้นหา ในรูปแบบชื่อสำหรับอ่าน (Label) “Basic Symptoms” หรือคุณสมบัติ เช่น “has\_Basic Symptoms”
- 4) สามารถสืบค้นแสดงภาษาของเมนู สามารถกำหนดภาษาในการสืบค้นได้ 2 ภาษา เช่น 1) ไทย (TH) 2) ภาษาอังกฤษ (ENG)
- 5) สามารถดาวน์โหลดผลลัพธ์ในแบบ CSV หรือ JSON เพื่อผลลัพธ์นำไปใช้งานโปรแกรมอื่น ๆ ได้

ค้นหาขั้นสูง :

Get API

ภาพที่ 3.11 แสดงผลลัพธ์ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย

1.6 การประเมินประสิทธิภาพระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการอนโทโลยี จากการวิจัยเบื้องต้นผู้วิจัยได้การทำที่ตั้งค่า และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลความรู้อนโทโลยีกับฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นต่อการสืบค้นผ่านทางระบบสืบค้น ดังนั้น จึงใช้การวัดประสิทธิภาพ ความถูกต้องของการสืบค้น และการให้คำแนะนำ ได้ใช้วิธีการวัดค่าประสิทธิภาพอนโทโลยีด้วย ค่า F-measure เป็นการวัดประสิทธิภาพพื้นฐานในการจัดกลุ่มคำหลัก ซึ่งจากการนำค่าการวัดความถูกต้อง (Precision) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงอัตราผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องจากการจัดกลุ่มคำหลัก และค่าครบถ้วน (Recall) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงอัตราผลลัพธ์ที่ถูกต้อง จากการวัดกลุ่มคำหลักมาคำนวณ Recall จะวัดความสามารถของระบบในการดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกในขณะที่ Precision จะวัดความสามารถในการที่จะนำข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ซึ่งค่า Recall ที่สูงจะทำให้สามารถดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้มาก เมื่อการใช้ดัชนีที่มีความเจาะจงสูง Precision ก็จะมีแนวโน้มว่าจะสูงด้วย เนื่องจากข้อมูลที่ดึงออกมาส่วนใหญ่มักจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของ Precision กับ Recall และค่า F-measure จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1

วิธีการคำนวณหาค่า F-measure เป็นการวัดค่าจาก Recall และ Precision ดังสมการ

$$F\text{-measure} = \frac{2(P)(R)}{P+R}$$

การคำนวณหาค่า Precision (P) คือ การวัดค่าความถูกต้อง ดังสมการที่ 1 A 1

$$P = \frac{A}{A+B} \quad \frac{1}{1+0} = P=1 \quad (1)$$

การคำนวณค่า Recall (R) คือ การวัดค่าความระลึก ดังสมการที่ 2  $A \ 1 \ A+C$

$$R = \frac{A}{A+C} \frac{1}{1+0} = R = 1 \quad (2)$$

การวัดค่า F-measure คือ การวัดค่าความถูกต้อง (Precision) และการวัดค่าความระลึก (Recall) ดังสมการที่ (3)

$$F\text{-measure} = \frac{2(P)(R)}{P+R} = \frac{2*1*1}{1+1} = \frac{2}{2} = 1 \quad (3)$$

A คือ ข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้และถูกต้อง

B คือ ข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้แต่ไม่ถูกต้อง

C คือ ข้อมูลที่ต้องการแต่ไม่ถูกอ่านขึ้นมา

ตารางที่ 3.14 เกณฑ์การแปลงความหมายของตัววัด F-measure พิจารณาจาก Precision และ Recall

ระดับเกณฑ์	ความหมาย
0.85 – 1.00	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดีมาก
0.75 - 0.84	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี
0.55 – 0.74	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับปานกลาง
0.35 – 0.54	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับน้อย
0.00 – 0.34	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับใช้ไม่ได้

สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการฝึกปรกติของอ้อยทั้งหมด 67 ชนิด มาออกแบบโครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีและฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการฝึกปรกติของอ้อย เพื่อนำมาสู่ระบบจัดการ โปรแกรมประยุกต์ (Ontology Application Management: OAM) โดยมีการทดสอบระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการฝึกปรกติของอ้อย จึงมีการใช้วิธีการคำนวณด้วยการหาค่า F-measure ในการทดสอบประสิทธิภาพระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการฝึกปรกติของอ้อย

## 1.7 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL

ขั้นตอนนี้เป็นกรออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการทำงานกับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี จากการรวบรวมข้อมูลความต้องการใช้งานระบบของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

**1.7.1 หน้าจอหลักเว็บแอปพลิเคชัน** สามารถค้นหาเกี่ยวกับลักษณะอาการผิดปกติของอ้อย แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ค้นหาลักษณะอาการเบื้องต้น
- 2) สืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี

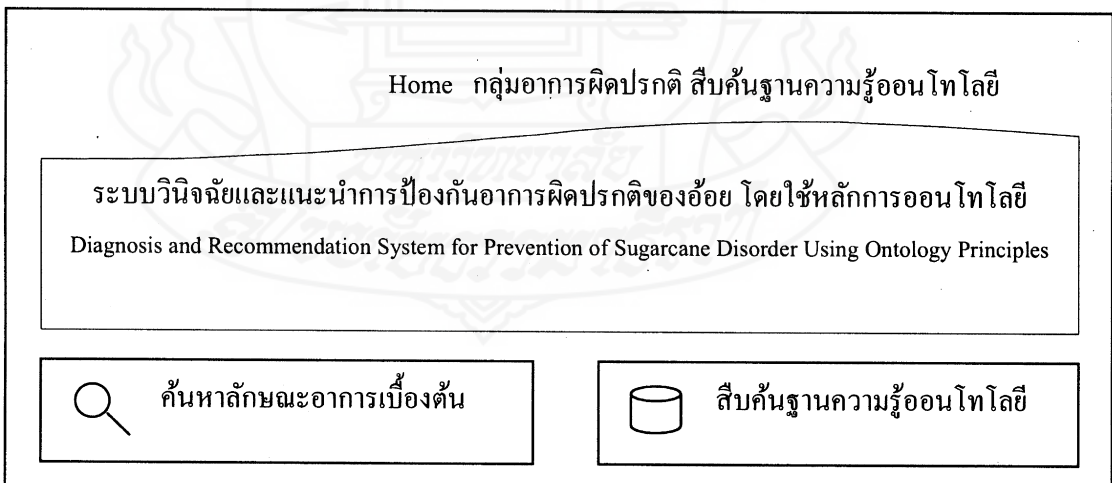
**1.7.2 ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย** แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มอาการ ได้แก่ 1) อาการบวมใบ 2) อาการบนยอด 3) อาการที่รากเหง้า 4) อาการภายในลำต้น 5) อาการผิดปกติอื่นๆ

**1.7.3 การแสดงผลลักษณะอาการเบื้องต้น** แบ่งตามกลุ่มอาการ พร้อมแสดงรูปภาพตัวอย่าง เพื่อช่วยเป็นข้อมูลในการค้นหาแก่ผู้ใช้

**1.7.4 การบันทึกข้อมูล** แก้ไขข้อมูล สามารถจัดเก็บไฟล์รูปภาพ

**1.7.5 ขั้นตอนการทำงานเว็บแอปพลิเคชัน** ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) **ผู้ใช้งานระบบ** คือ ผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อการค้นหาข้อมูลลักษณะอาการผิดปกติเบื้องต้น ผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานระบบในส่วนต่างๆ ดังรูปภาพที่ 3.12

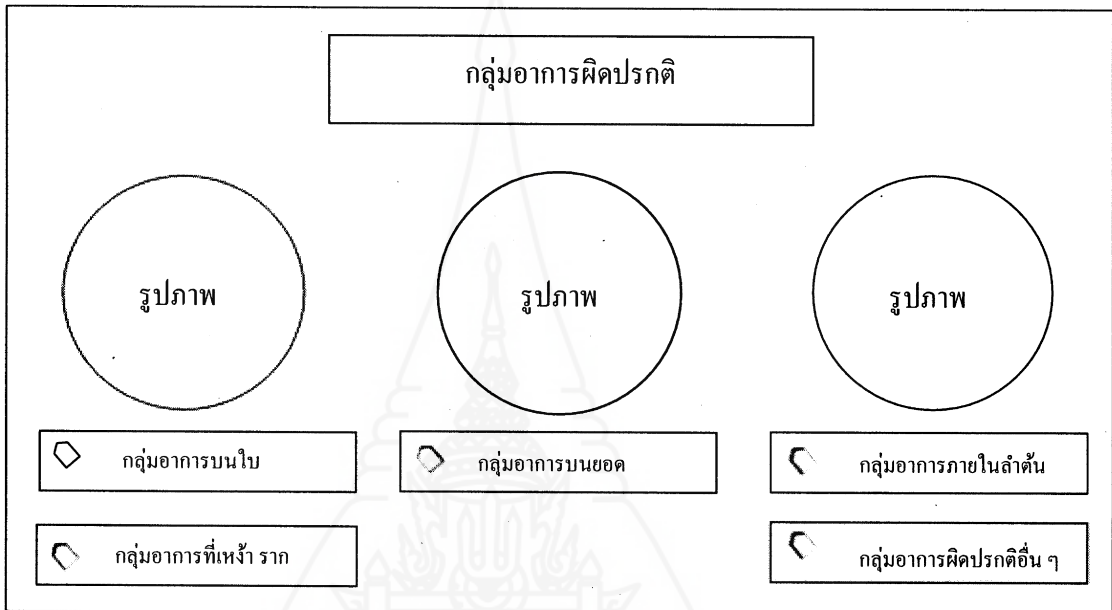


ภาพที่ 3.12 หน้าจอหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 3.13 ตัวอย่างหน้าจอหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานระบบจะมีเมนูการใช้งาน 3 เมนู ได้แก่ Home กลุ่มอาการผิดปกติ และสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์

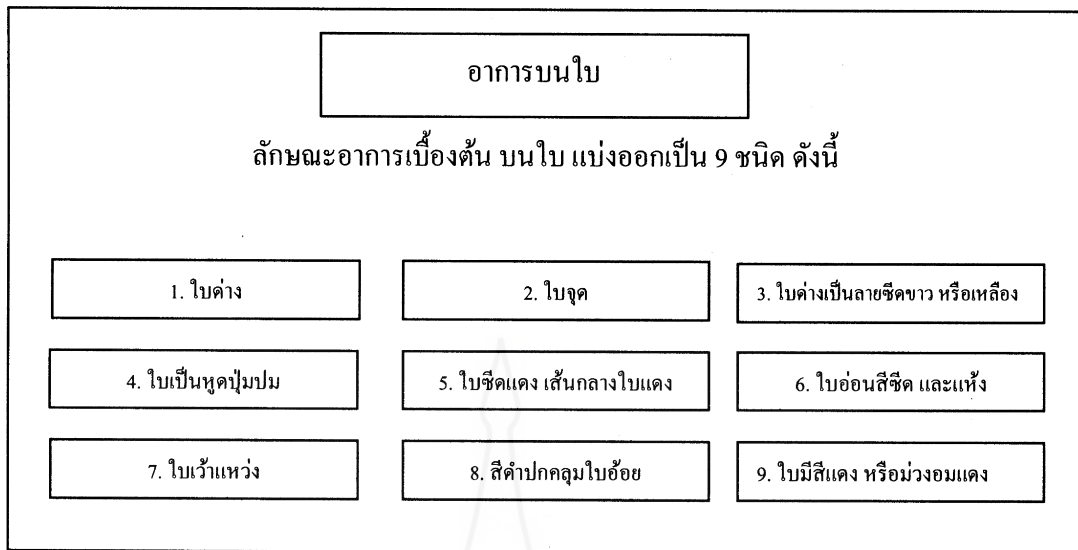
ก. เมนู Home เป็นเมนูหน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชัน

ข. เมนูกลุ่มอาการผิดปกติ จะมีเมนูย่อย ประกอบไปด้วย อาการบนใบอาการบนยอด อาการภายในลำต้น อาการที่เหง้า ราก และอาการผิดปกติอื่น ๆ ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 หน้าจอค้นหาลักษณะอาการเบื้องต้น โดยแบ่งตามกลุ่มอาการผิดปกติ

ค. การสืบค้นหาลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) จากกลุ่มอาการผิดปกติ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกอาการผิดปกติเบื้องต้น จากอาการต้องการค้นหา ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 หน้าจอลักษณะอาการเบื้องต้น “บนใบ” ทั้ง 9 ชนิด

### 1.8 การประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL

สถิติที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติที่แสดงค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยแบ่งตามตอนของแบบประเมิน ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีการแบ่งระดับความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลมาแปลความหมายของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความหมายได้ว่า มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความหมายได้ว่า มีความพึงพอใจระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความหมายได้ว่า มีความพึงพอใจระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความหมายได้ว่า มีความพึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความหมายได้ว่า มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงระบบ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1.8.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ

$\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

$N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.8.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยการใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

$S.D.$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$N$  แทน จำนวนประชากรในกลุ่มเป้าหมาย

$\sum x^2$  แทน ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$  แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$x$  แทน คะแนนแต่ละคน

## 2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ใช้งานระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการอนโทโลยี และเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.1.1 บุคลากรกรมวิชาการเกษตร จำนวน 28 คน

2.1.2 ผู้ใช้ระบบ และเกษตรกรชาวไร่อ้อย 12 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.2.1 บุคลากรกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านพืชไร่ นักวิชาการเกษตร จำนวน 10 คน

2.2.2 ผู้ใช้ระบบ และเกษตรกรชาวไร่อ้อย จำนวน 15 คน





## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวินิจฉัยเรื่องระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ประกอบด้วยผลการวิจัยทั้งหมด 6 ส่วน ดังนี้

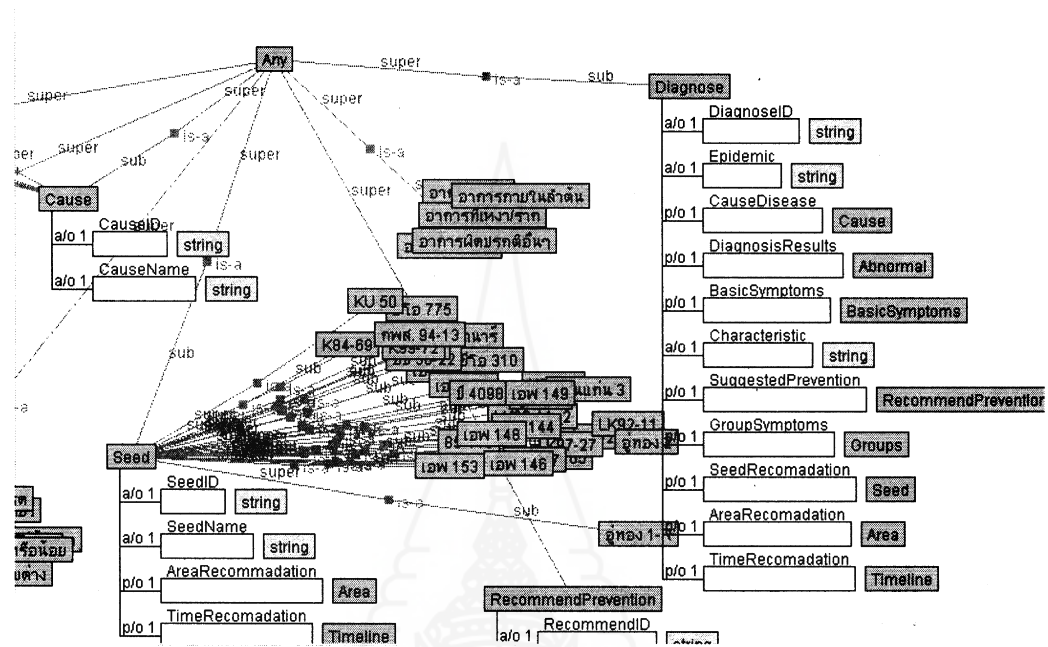
#### ตอนที่ 1. การศึกษารวบรวม และวิเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย

1.1 ศึกษารวบรวม และวิเคราะห์ องค์ความรู้เกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย ผู้วิจัยได้มีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย จำนวน 67 รายการ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้เชี่ยวชาญ เกษตรกรผู้ปลูกอ้อย บุคลากรกรมวิชาการเกษตร ซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 1) โรคอ้อย จำนวน 29 ชนิด 2) แมลงศัตรูอ้อย 21 ชนิด 3) อาการผิดปกติขาดธาตุอาหาร จำนวน 17 ชนิด

#### ตอนที่ 2. การสร้างฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย และฐานความรู้ออนโทโลยี สำหรับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

2.1 สร้างฐานข้อมูลวินิจฉัย และฐานความรู้ออนโทโลยี สำหรับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ผู้วิจัยได้มีออกแบบสร้างฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย แบ่งออกเป็น 11 ตาราง ประกอบด้วย ดังนี้ 1) ตารางพื้นที่ (Area) 2) ตารางสาเหตุของโรค (Cause) 3) ตารางช่วงเวลา (Timeline) 4) ตารางอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 5) ตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 6) ตารางพันธุ์วินิจฉัย (Diagnose Seed) 7) ตารางพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (Seed Area) 8) ตารางกลุ่มอาการ (Group) 9) ตารางพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) 10) ตารางคำแนะนำการป้องกัน (Recommend) 11) ตารางวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose ) และฐานความรู้ออนโทโลยี แบ่งออกเป็น 9 คลาส ประกอบด้วย ดังนี้ 1) คลาสสาเหตุของโรค (Cause) 2) คลาสวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย

(Diagnose) 3) คลาสพื้นที่ (Area) 4) คลาสช่วงเวลา (Timeline) 5) คลาสพันธุ์ต้นทานโรค (Seed) 6) คลาสกลุ่มอาการ (Group) 7) คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 8) คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 9) คลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) ดังภาพที่ 4.1

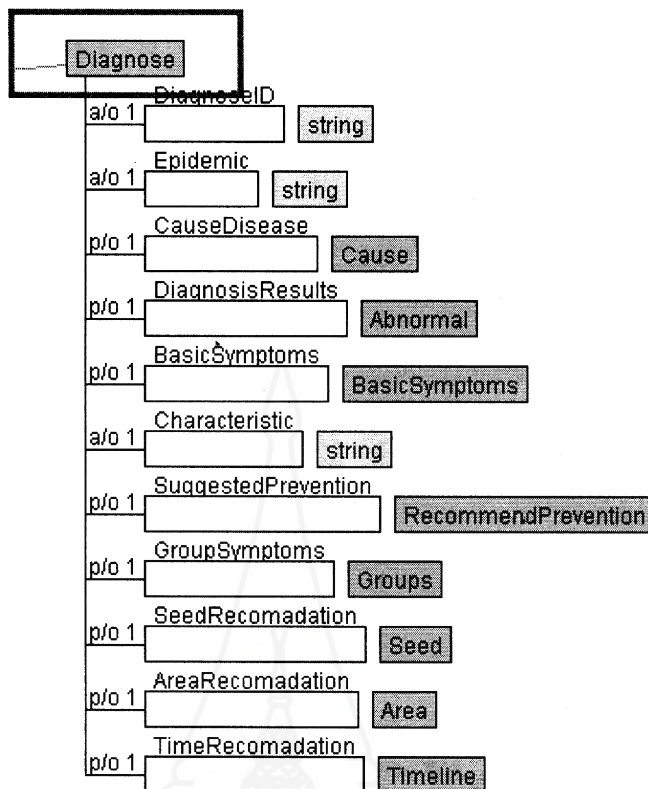


ภาพที่ 4.1 โครงสร้างความสัมพันธ์ของฐานความรู้ออนโทโลยี

2.1.1 โครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีระบบวินิจฉัย และแนะนำการป้องกัน

อาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ซึ่งประกอบไปด้วยทั้งหมด 9 คลาส ดังนี้

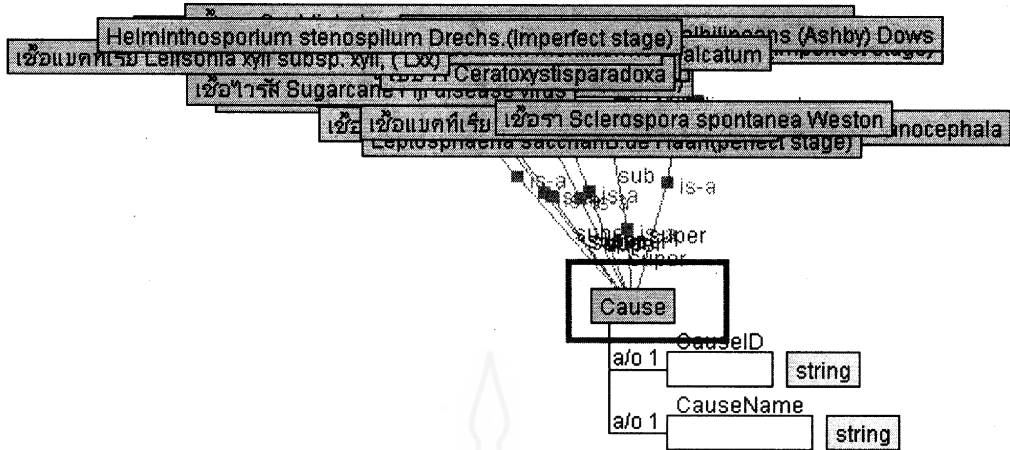
1) คลาสวินิจฉัย (Diagnose) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลการวินิจฉัยและการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ในตาราง Diagnose\_db ข้อมูลการวินิจฉัย ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ DiagnoseID Epidemic Characteristic สำหรับคุณสมบัติแบบ Part-of ได้แก่ CauseDisease DiagnoseResults Basic Symptoms Suggested Prevention Group SeedRecomdation AreaRecomdation TimeRecomdation ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 คลาสวินิจฉัย (Diagnose)

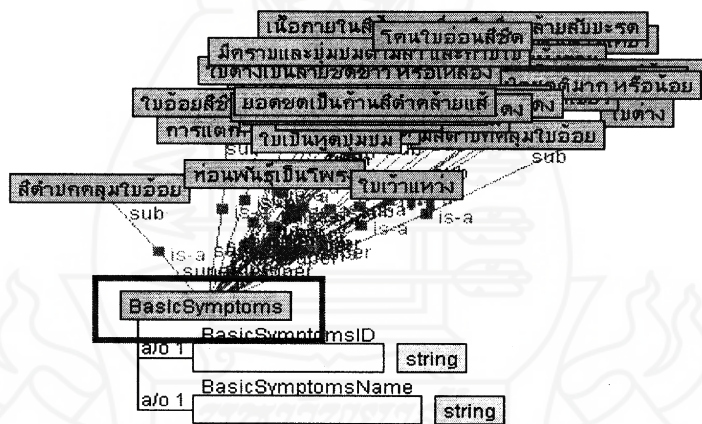
จากภาพที่ 4.2 คลาสวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) มีความสัมพันธ์กับ คลาสสาเหตุของโรค (Cause) คลาสอาการผิดปกติ (Abnormal) คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) คลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) คลาสกลุ่มอาการ (Group) คลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) คลาสพื้นที่ (Area) และคลาสช่วงเวลา (Timeline) เพื่อสะดวกในการสืบค้น

2) คลาสสาเหตุของโรค (Cause) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) ในตาราง Cause\_db ข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ CauseID CauseName ดังภาพที่ 4.3



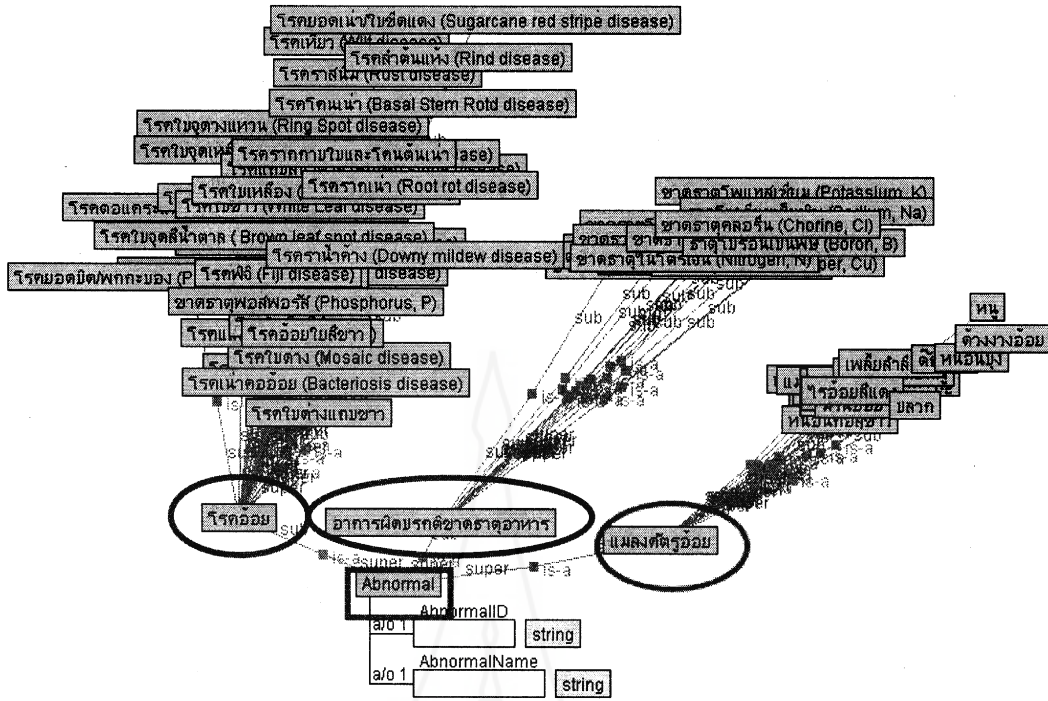
ภาพที่ 4.3 คลาสสาเหตุของโรค (Cause)

3) คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ในตาราง Basic Symptoms\_db ข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ Basic SymptomsID BasicSymptomsName ดังภาพที่ 4.4



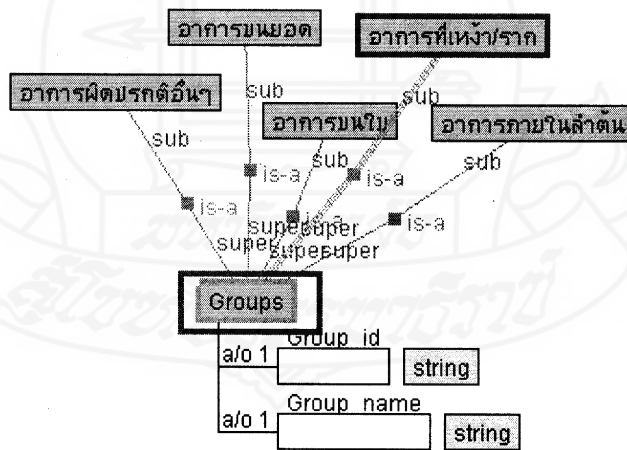
ภาพที่ 4.4 คลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (BasicSymptoms)

4) คลาสอาการผิดปกติ (Abnormal) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) ในตาราง Abnormal\_db ข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ AbnormalID AbnormalName ดังภาพที่ 4.5



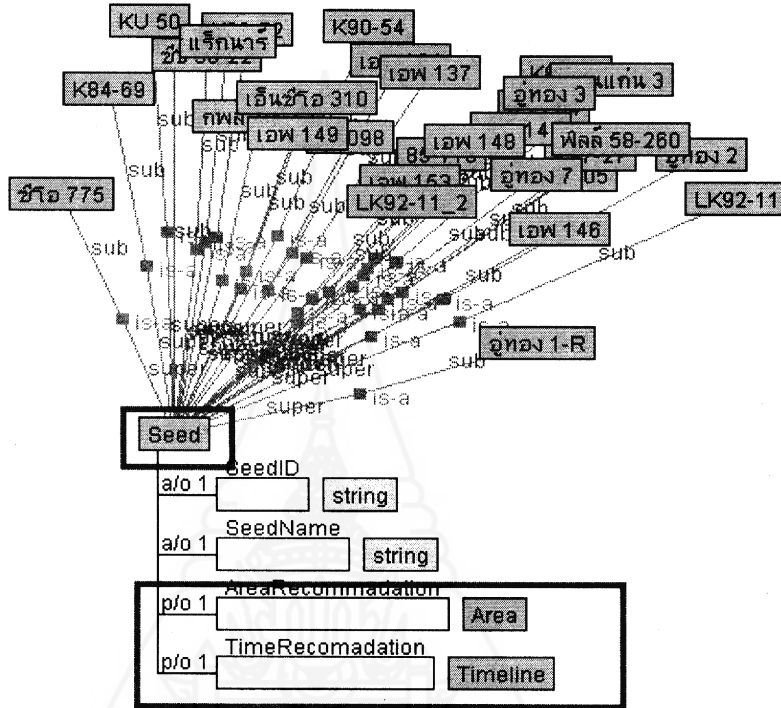
ภาพที่ 4.5 คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)

5) คลาสกลุ่มอาการ (Group) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) ในตาราง Group\_db ข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ GroupID GroupName ดังภาพที่ 4.6



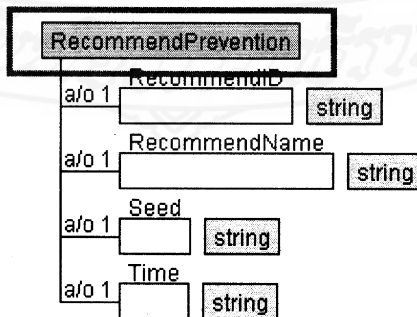
ภาพที่ 4.6 คลาสกลุ่มอาการ (Group)

6) คลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) ในตาราง Seed\_db ข้อมูลพันธุ์ต้านโรค (Seed) ซึ่งประกอบด้วย ความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ SeedID SeedName สำหรับคุณสมบัติแบบ Part-of ได้แก่ AreaRecommadation TimeRecommadation ดังภาพที่ 4.7



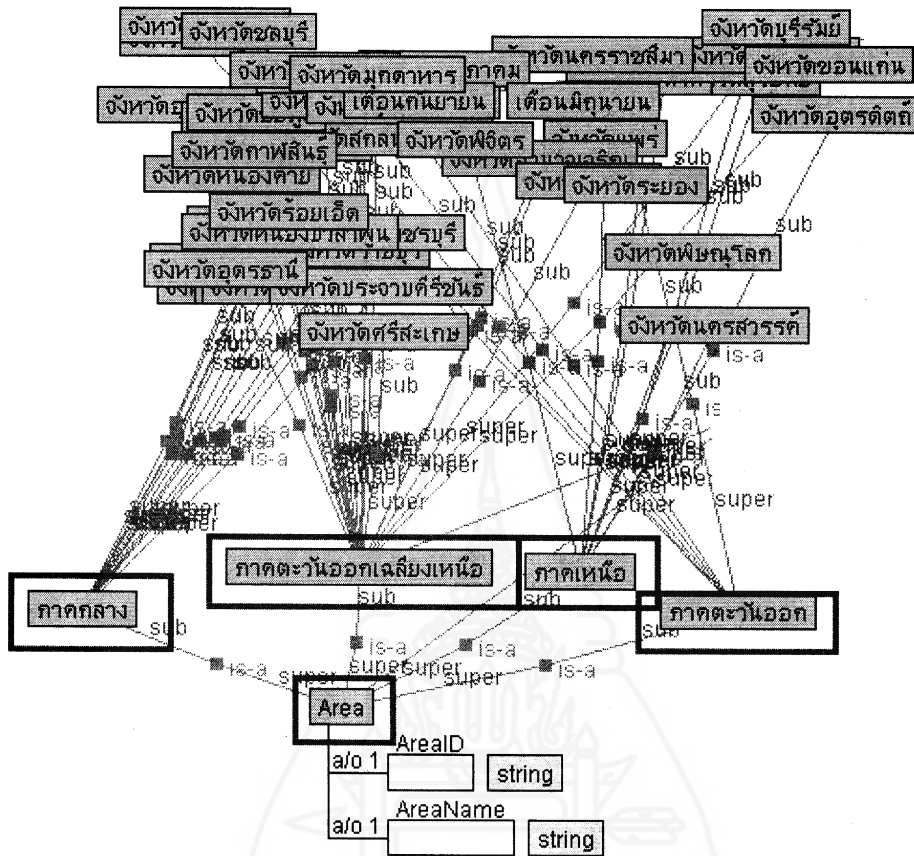
ภาพที่ 4.7 คลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed)

7) คลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (RecommendPrevention) ในตาราง Recommend\_db ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ RecommendID RrecommendName Seed และ Time ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 คลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)

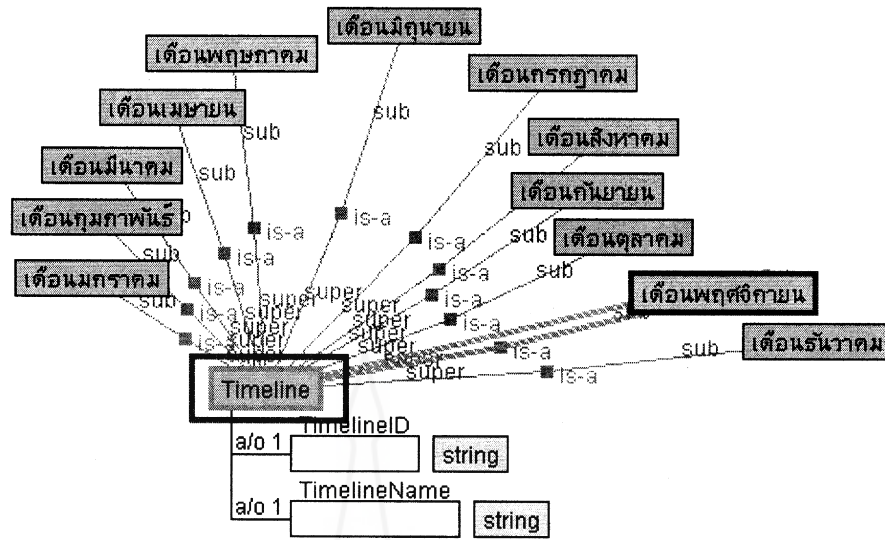
8) คลาสพื้นที่ (Area) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลพื้นที่ (Area) ในตาราง Area\_db ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ AreaID, AreaName ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 คลาสพื้นที่ (Area)

9) คลาสช่วงเวลา (Timeline) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล

9) คลาสช่วงเวลา (Timeline) จะมีความสัมพันธ์ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลช่วงเวลา (Timeline) ในตาราง Timeline\_db ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute-of ได้แก่ TimelineID TimelineName ดังภาพที่ 4.10



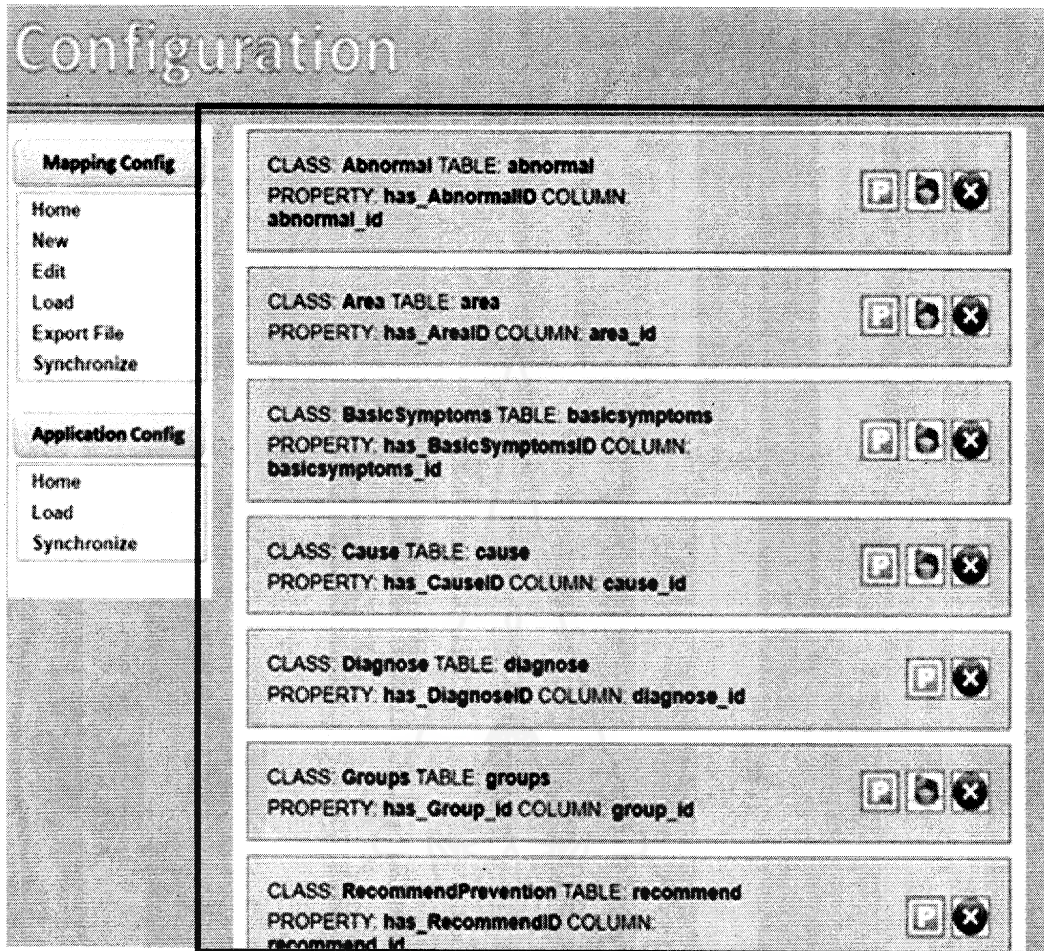
ภาพที่ 4.10 คลาสช่วงเวลา (Timeline)

2.1.2 ผลการเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย และฐานความรู้ออนโทโลยี ซึ่งเป็นกระบวนการทำงาน โดยนำข้อมูลจากฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อยและฐานความรู้ออนโทโลยี ผ่านโปรแกรมประยุกต์ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Application Management Framework: OAM) เพื่อให้สามารถสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search)

1) ผลการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติกับคอลัมน์

(1) ค้นหาข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย และฐานความรู้ออนโทโลยี คลาสวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) มีการกำหนดความสัมพันธ์ เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย ดังภาพที่ 4.11





ภาพที่ 4.11 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสวินิจฉัย (Diagnose)

จากภาพที่ 4.11 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) มีรายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) ประกอบด้วยนี้

ก) *has\_Characteristic has\_Epidemic*

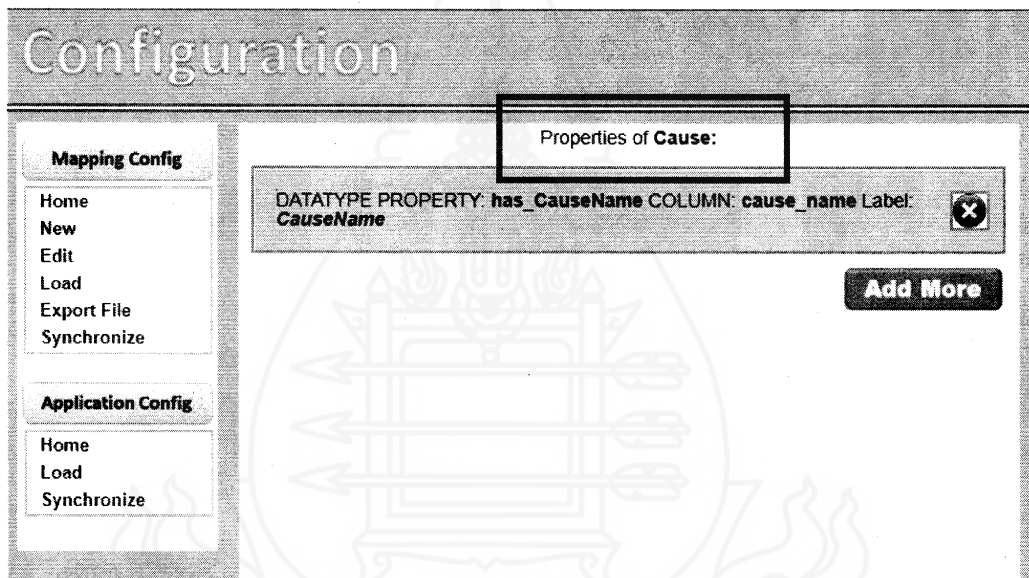
ข. *Object Property* ของคุณสมบัติข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) ประกอบด้วยนี้

ข) *has\_BasicSymptoms has\_CauseDisease has\_DiagnosisResults has\_AreaRecomadation has\_GroupSymptoms has\_SeedRecomadation has\_SuggestedPrevention has\_TimeRecomation*

ค. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) จากฐานข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย (Diagnose) มีดังนี้

ค) *DiagnosisID Basic Symptoms CauseDisease DiagnosisResults GroupsSymptom SeedRecomadation SuggestedPrevention TimeRecomation Characteristic Epidemi*

(2) ค้นหาข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) และฐานความรู้ออนโทโลยี คลาสสาเหตุของโรค (Cause) มีการกำหนดความสัมพันธ์ เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) ดังภาพที่ 4.12



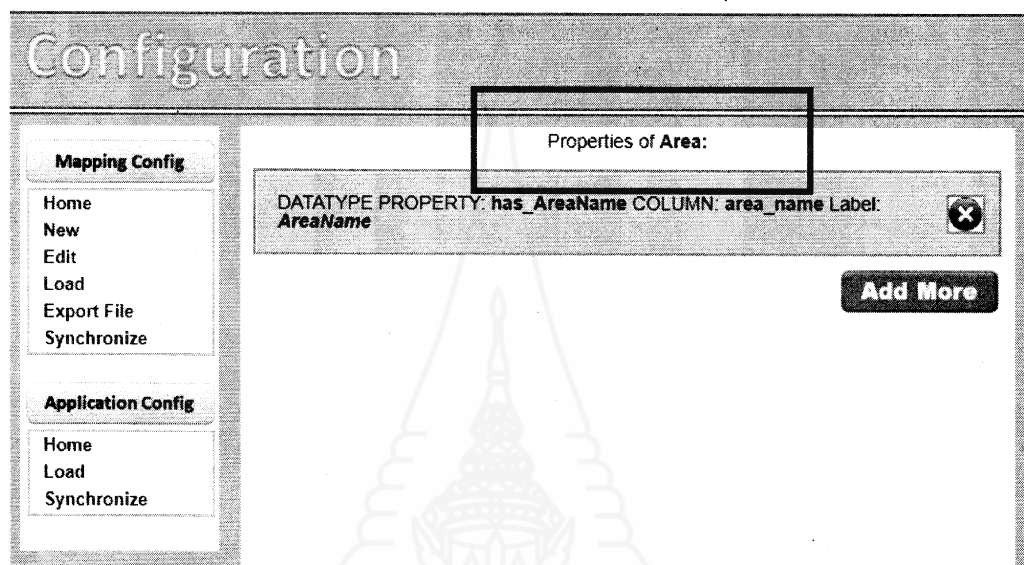
ภาพที่ 4.12 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสสาเหตุของโรค (Cause)

จากภาพที่ 4.12 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสสาเหตุของโรค (Cause) มีรายละเอียด ดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) ประกอบด้วย *has\_CauseID has\_CauseName*

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางสาเหตุของโรค (Cause) จากฐานข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause) มาแสดงข้อมูล ประกอบด้วย Cause\_id Cause\_name

(3) ค้นหาข้อมูลพื้นที่ (Area) การสร้างความสัมพันธ์ ข้อมูลพื้นที่ (Area) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลพื้นที่ (Area) และฐานความรู้ออนโทโลยี คลาสพื้นที่ (Area) มีการกำหนดความสัมพันธ์ เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลพื้นที่ (Area) ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสพื้นที่ (Area)

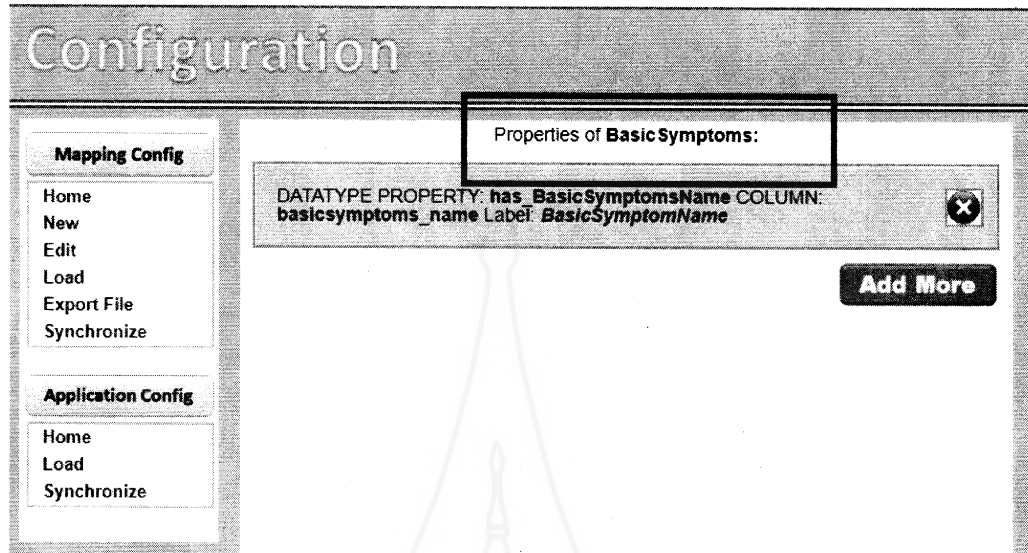
จากภาพที่ 4.13 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสพื้นที่ (Area) ที่มีรายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลพื้นที่ (Area) ประกอบด้วย has\_AreaNameID has\_AreaNameName

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางพื้นที่ จากฐานข้อมูลพื้นที่ (Area) มาแสดงข้อมูล ประกอบด้วย Area\_id Area\_name

(4) ค้นหาข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (*Basic Symptoms*) การสร้างความสัมพันธ์ ข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (*Basic Symptoms*) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูล การสร้างความสัมพันธ์ ข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (*Basic Symptoms*) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (*Basic Symptoms*) และฐานความรู้ออนโทโลยีลักษณะอาการเบื้องต้น

(Basic Symptoms) มีการกำหนดความสัมพันธ์ เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ดังภาพที่ 4.14



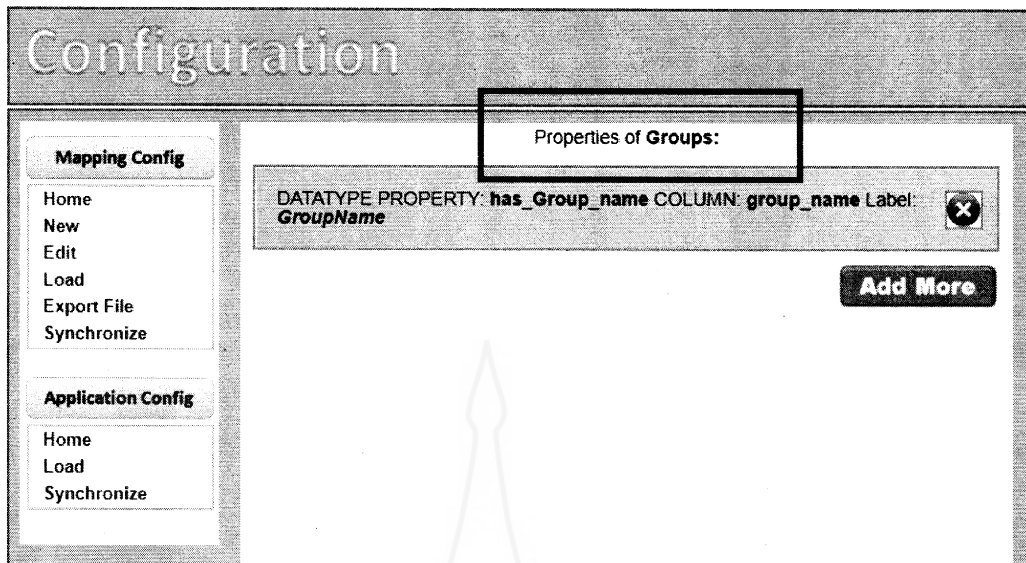
ภาพที่ 4.14 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms)

จากภาพที่ 4.14 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) มีรายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ประกอบด้วย Basicsymptoms\_ID has\_BasicSymptoms\_Name

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) จากฐานข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) มาแสดงข้อมูล ประกอบด้วย BasicSymptoms\_id BasicSymptoms\_name

(5) ค้นหาข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) และฐานความรู้ออนโทโลยีกลุ่มอาการ (Group) มีการกำหนดความสัมพันธ์ เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) ดังภาพที่ 4.15



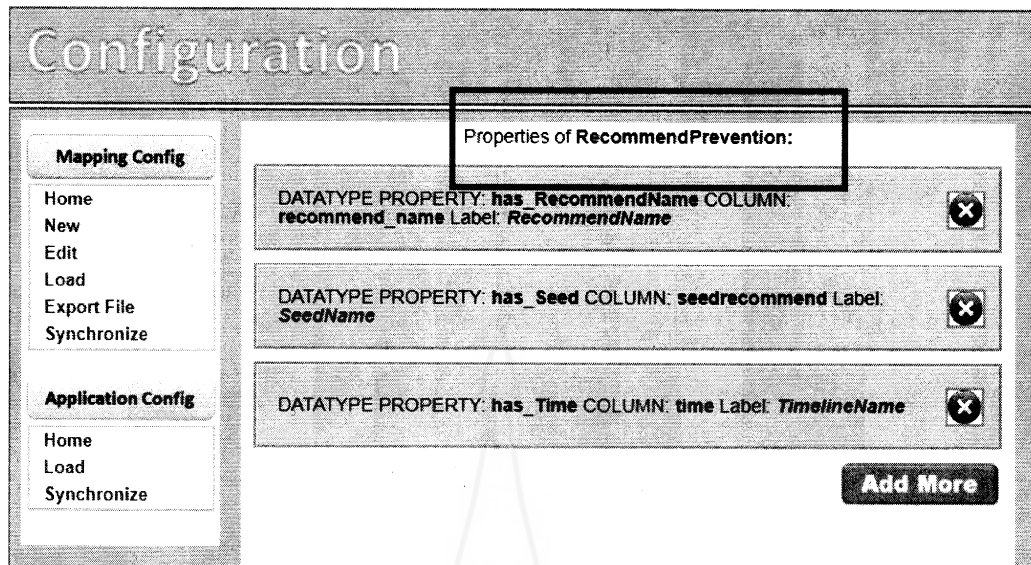
ภาพที่ 4.15 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสกลุ่ม  
อาการ (Group)

จากภาพที่ 4.15 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสกลุ่มอาการ (Group) มี  
รายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลกลุ่มอาการ (Group)  
ประกอบด้วย has\_Group\_ID has\_Group\_name

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางกลุ่มอาการ (Group) จาก  
ฐานข้อมูลกลุ่มอาการ (Group) มาแสดงข้อมูล ประกอบด้วย Group\_id Group\_name

(6) ค้นหาข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (*Recommend Prevention*) การสร้าง  
ความสัมพันธ์ข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (*Recommend Prevention*) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูล  
คำแนะนำการป้องกัน (*Recommend Prevention*) และฐานความรู้ออนโทโลยีคำแนะนำการป้องกัน  
(*Recommend Prevention*) มีการกำหนดความสัมพันธ์เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูล  
คำแนะนำการป้องกัน (*Recommend Prevention*) ดังภาพที่ 4.16



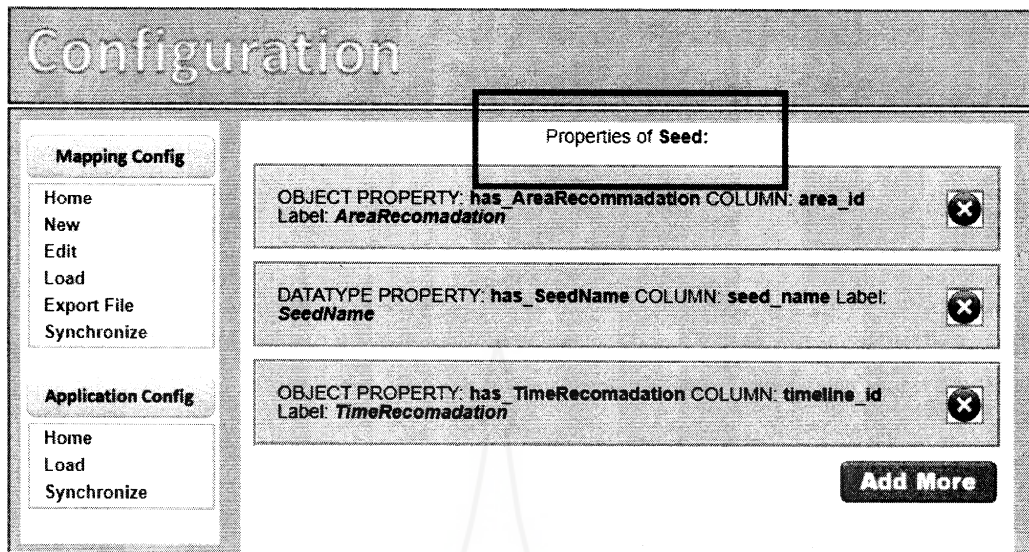
ภาพที่ 4.16 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาส  
คำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)

จากภาพที่ 4.16 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสคำแนะนำการป้องกัน  
(Recommend Prevention) มีรายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommended  
Prevention) ประกอบด้วย has\_Recommend\_ID has\_Recommend\_Name has\_Seed, has\_Time

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางคำแนะนำการป้องกัน  
(Recommend Prevention) จากฐานข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) มาแสดง  
ข้อมูล ประกอบด้วย Recommend\_id Recommend\_name Seedrecommend Timerecommend

(7) ค้นหาข้อมูลพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล  
พันธุ์ด้านทานโรค (Seed) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) และฐานความรู้ออน  
โทโลยีพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) มีการกำหนดความสัมพันธ์เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูล  
พันธุ์ด้านทานโรค (Seed) ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสพันธุ์ด้านทานโรค (Seed)

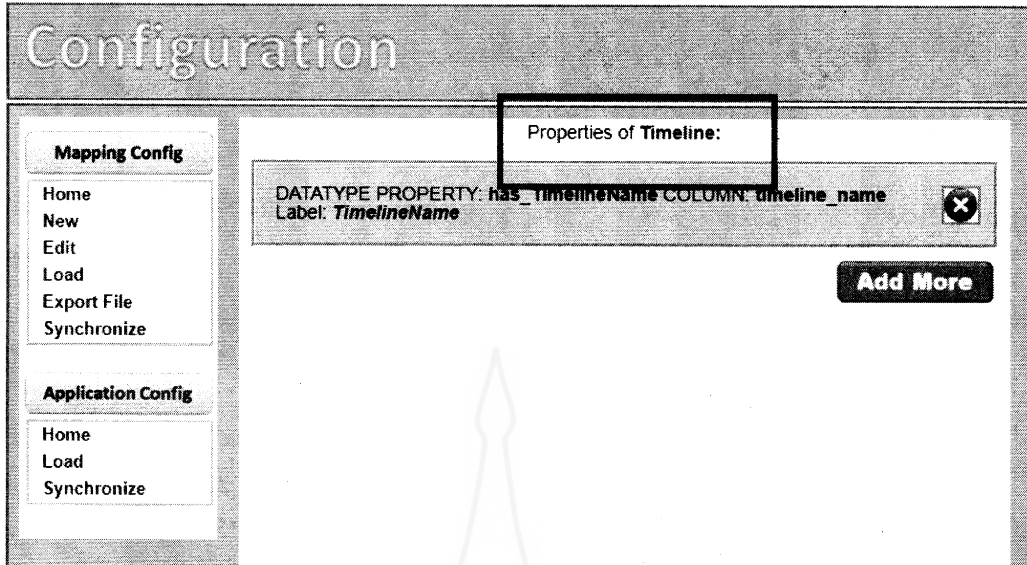
จากภาพที่ 4.17 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) มีรายละเอียดดังนี้

ก. *Object Property* ของคุณสมบัติข้อมูลพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) ประกอบด้วย `has_AreaRecomadation`

ข. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) ประกอบด้วย `has_SeedID` `has_SeedName`

ค. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางพันธุ์ด้านโรคร (Seed) จากฐานข้อมูลพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) มาแสดงข้อมูลประกอบด้วย `Seed_id` `Seed_name` `Area_id`, `Area_name` `Timeline_id` `Timeline_name`

(8) ค้นหาข้อมูลช่วงเวลา (*Timeline*) การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลช่วงเวลา (*Timeline*) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลช่วงเวลา (*Timeline*) และฐานความรู้ออนโทโลยีช่วงเวลา (*Timeline*) มีการกำหนดความสัมพันธ์เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลช่วงเวลา (*Timeline*) ดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาส  
ช่วงเวลา (Timeline)

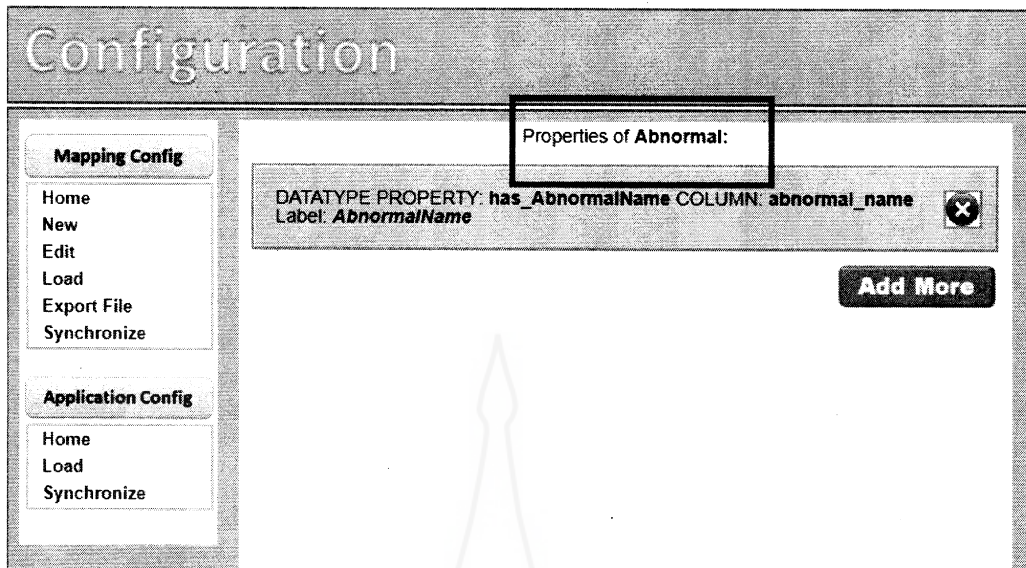
จากภาพที่ 4.18 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสช่วงเวลา (Timeline) มี  
รายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลช่วงเวลา (Timeline)  
ประกอบด้วย has\_TimelineID has\_TimelineName

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางช่วงเวลา (Timeline) จาก  
ฐานข้อมูลช่วงเวลา (Timeline) มาแสดงข้อมูลประกอบด้วย Timeline\_id Timeline\_name

(9) ค้นหาข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormal*) การสร้าง  
ความสัมพันธ์ข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormal*) โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลอาการผิดปกติ  
ของอ้อย (*Abnormal*) และฐานความรู้ออนโทโลยีอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormal*) มีการ  
กำหนดความสัมพันธ์เพื่อแสดงผลสำหรับการค้นหาข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (*Abnormal*) ดัง  
ภาพที่ 4.19





ภาพที่ 4.19 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในส่วนคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)

จากภาพที่ 4.19 เป็นการกำหนดคุณสมบัติกับคอลัมน์ของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) มีรายละเอียดดังนี้

ก. *Datatype Property* ของคุณสมบัติข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) ประกอบด้วย has\_AbnormalID has\_AbnormalName

ข. *Column* เป็นการดึงข้อมูลในตารางอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) จากฐานข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) มาแสดงข้อมูลประกอบด้วย Abnormal\_id Abnormal\_name

**ตอนที่ 3 การประเมินความถูกต้องระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี โดยผู้เชี่ยวชาญ**

### 3.1 การค้นหาข้อมูลวินิจฉัย (Diagnose)

3.1.1 *คลาสที่เกี่ยวข้อง* มีดังนี้ 1) วินิจฉัย (Diagnose) 2) อาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) 3) กลุ่มอาการ (Group) 4) สาเหตุของโรค (Cause) 5) ลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) 6) พันธุ์ต้นทานโรค (Seed)

3.1.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสวินิจฉัย (Diagnose) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลวินิจฉัยอาการผิดปกติของอ้อย เพื่อการค้นหาข้อมูลวินิจฉัย (Diagnose) ที่มีอาการผิดปกติ โดยเลือก Property จากคลาสวินิจฉัย (Diagnose) โดยใช้ has\_DiagnoseID

1) ค้นหาข้อมูลวินิจฉัย ด้วยเงื่อนไข “กลุ่มอาการ” (Group) ที่มีคุณสมบัติในการเลือกกลุ่มอาการ (Group) โดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสกลุ่มอาการ (Group) ประกอบด้วยความสัมพันธ์คุณสมบัติแบบ Is – a (จัดเป็น) มาจากการดึงคลาสกลุ่มอาการ (Group) ในฐานความรู้ออนโทโลยี ดังภาพที่ 4.20

ค้นหาขั้นสูง :

Get API

Label Property

Path Diagnose

เงื่อนไข DiagnoseID Contain D1

เงื่อนไข GroupSymptoms is a อาการบวม

เงื่อนไข

ค้นหา

records (34)

DiagnoseID	BasicSymptoms	CauseDisease	Characteristic	DiagnosisResults	Epidemic	GroupSymptoms	AreaRecomadation	SeedRecomadation	TimeRecomadation
D1	ใบด่าง	เชื้อไวรัส Sugarcane Fiji disease virus	อ้อยที่เป็นโรคนี้อายุไม่เกิน 1 ปี มีใบด่างเหลือง สีน้ำตาลใบด่าง เป็นหรือยี่สิบ ๆ สีเขียวจนกลับ	โรคใบด่าง (Mosaic disease)	โรคระบาดคิด กับหมอน พันธุ์ที่เป็น โรค และมี เชื้อยีสต์ เป็นแหล่ง	อาการบวม	จังหวัดจันทบุรี	85-105	

ภาพที่ 4.20 ผลลัพธ์ของการสืบค้น ด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไขกลุ่มอาการ (Group) คำค้น “อาการบวม”

2) ค้นหาข้อมูลวินิจฉัย ด้วยเงื่อนไข “สาเหตุของโรค” (Cause) ที่มีคุณสมบัติในการเลือกสาเหตุของโรค (Cause) โดยเลือกคุณสมบัติ (Property) จากคลาสสาเหตุของโรค (Cause) ประกอบด้วย ความสัมพันธ์คุณสมบัติแบบ Is – a (จัดเป็น) มาจากการดึงคลาสสาเหตุของโรค (Cause) ในฐานความรู้ออนโทโลยี ดังภาพที่ 4.21

ค้นหาขั้นสูง : Get API

Label Property

Path Diagnose

เงื่อนไข DiagnoseID Contains D1

เงื่อนไข GroupSymptoms is A อาการบวม

เงื่อนไข CauseDisease is A เชื้อไวรัส

เงื่อนไข

Application Feedback Reset

ค้นหา

DiagnoseID	BasicSymptoms	CauseDisease	Characteristic	DiagnosisResults	Epidemic	GroupSymptoms	AreaRecomadation	SeedRecomadation	TimeRecomadation
D1	ใบด่าง	เชื้อไวรัส Sugarcane Fiji disease virus	ฉ่ำกึ่งเป็นโรครวม มีขนากคล้าย ฟิล์มใบบดอง ไหม้ฉ่ำคล้าย เป็นหลุมยัดสั้น ๆ สีเขียวอ่อนสลับ คล้ายเขียวเขี้ยว	โรครูปด่าง (Mosaic disease)	โรครวมชนิด ใบกับพุ่ม ทางใต้เป็น โรค และมี เหลี่ยม เป็นแผล พาดในการ	อาการบวม	จังหวัดจันทบุรี	85-105	

ภาพที่ 4.21 ผลลัพธ์ของการสืบค้นด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไข สาเหตุของโรค (Cause) คำค้น “เชื้อไวรัส”

3) ค้นหาข้อมูลวินิจฉัย ด้วยเงื่อนไข “ลักษณะอาการเบื้องต้น” (Basic Symptoms) ที่มีคุณสมบัติในการเลือกลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) โดยเลือกคุณสมบัติ (Property) จากคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ประกอบด้วยความสัมพันธ์คุณสมบัติแบบ Is - a (จัดเป็น) มาจากการดึงคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ในฐานความรู้ออนโทโลยี ดังภาพที่ 4.22

ค้นหาขั้นสูง : Get API

Label Property

Path Diagnose

เงื่อนไข DiagnoseID Contains D1

เงื่อนไข GroupSymptoms is A อาการบวม

เงื่อนไข CauseDisease is A เชื้อไวรัส

เงื่อนไข BasicSymptoms is A ใบด่าง

เงื่อนไข

Application Feedback Reset

ค้นหา

DiagnoseID	BasicSymptoms	CauseDisease	Characteristic	DiagnosisResults	Epidemic	GroupSymptoms	AreaRecomadation	SeedRecomadation	TimeRecomadation
D1	ใบด่าง	เชื้อไวรัส Sugarcane Fiji disease virus	ฉ่ำกึ่งเป็นโรครวม มีขนากคล้าย ฟิล์มใบบดอง ไหม้ฉ่ำคล้าย เป็นหลุมยัดสั้น ๆ	โรครูปด่าง (Mosaic disease)	โรครวมชนิด ใบกับพุ่ม ทางใต้เป็น โรค และมี เหลี่ยม	อาการบวม	จังหวัดจันทบุรี	85-105	

ภาพที่ 4.22 ผลลัพธ์ของการสืบค้นด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไข ลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) คำค้น “ใบด่าง”

4) ค้นหาข้อมูลวินิจฉัย ด้วยเงื่อนไข “พันธุ์ด้านทานโรค” ที่มีคุณสมบัติในการเลือกโดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) ประกอบด้วย ความสัมพันธ์คุณสมบัติแบบ Attribute – of มาจากการดึงคลาสพันธุ์ด้านทานโรค (Seed) ในฐานความรู้ออนโทโลยี ดังภาพที่ 4.23

ค้นหาขั้นสูง :

GET API

Label Property

Path Diagnose

เงื่อนไข DiagnoseID Contains D1

เงื่อนไข GroupSymptoms is A อาการบวม

เงื่อนไข CauseDisease is A เชื้อโรค

เงื่อนไข BasicSymptoms is A ใบแดง

เงื่อนไข SeedRecomadation Contains 85

ค้นหา

records (1)

DiagnoseID	BasicSymptoms	CauseDisease	Characteristic	DiagnosisResults	Epidemic	GroupSymptoms	AreaRecomadation	SeedRecomadation	TimeRecomadation	Suggested
D1	ใบแดง	เชื้อโรค Sugarcane Fiji disease virus	อ้อยที่เป็นโรค มีลักษณะคล้าย ฟิล์มใบบดลง	โรคใบแดง (Mosaic disease)	โรคระบาด ติดต่อกัน ขอบพื้นที่	อาการบวม	จังหวัดจันทบุรี	85-105	-	คัดเลือก ปลูกอ้อย เป็นพืชอาศัย

ภาพที่ 4.23 ผลลัพธ์ของการสืบค้นด้วยคำค้นเป็น “รหัสวินิจฉัย” ด้วยเงื่อนไข พันธุ์ด้านต้านทานโรค (Seed) คำค้น “85”

### 3.2 การค้นหาข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)

#### 3.2.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) อาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)

#### 3.2.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal)

ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย เพื่อการค้นหาข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) ที่มีแบ่งประเภทอาการผิดปกติ ออกเป็น 3 กลุ่มโดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) โดยใช้ has\_AbnormalID (รหัสอาการผิดปกติของอ้อย) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute – of คำค้น คือ “A6” หรือ ใช้ has\_AbnormalName (ชื่ออาการผิดปกติของอ้อย) คำค้น คือ “ชื่ออาการผิดปกติ” เช่น โรคอ้อยอาการผิดปกติขาดธาตุอาหาร เป็นต้น ดังภาพที่ 4.24

Path: Abnormal

เงื่อนไข: AbnormalID Contains A6

เงื่อนไข: AbnormalName Contains โรครใบขาว

records (2)

AbnormalID	AbnormalName
A6	โรครใบขาว (White Leaf disease)
A68	โรครใบคล้ำขาว

Download JSON Download CSV

ภาพที่ 4.24 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสาการผิดปกติ (Abnormal) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสอาการผิดปกติ” (A6) และ “ชื่ออาการผิดปกติ” (โรครใบขาว)

### 3.3 การค้นหาข้อมูลพื้นที่ (Area)

#### 3.3.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) พื้นที่ (Area)

3.3.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสาพื้นที่ (Area) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลพื้นที่ (Area) เพื่อการค้นหาข้อมูลพื้นที่ (Area) โดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสาพื้นที่ (Area) โดยใช้ has\_AreaID (รหัสพื้นที่) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute – of คำค้น คือ “KKN” หรือ ใช้ has\_AreaName (ชื่อจังหวัดที่เหมาะสมกับพื้นที่) คำค้น คือ “ชื่อจังหวัด” เช่น จังหวัดขอนแก่น จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นต้น ดังภาพที่ 4.25

ค้นหาขั้นสูง

ค้นหาขั้นสูง :

Language: TH

Path: Area

เงื่อนไข: AreaID Contains KKN

เงื่อนไข: AreaName Contains จังหวัด

records (1)

AreaID	AreaName
KKN	จังหวัดขอนแก่น

ภาพที่ 4.25 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสาพื้นที่ (Area) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสพื้นที่” (KKN) และ “ชื่อจังหวัด” (จังหวัดขอนแก่น)

### 3.4 การค้นหาข้อมูลลักษณะอาการ (Basic Symptoms)

#### 3.4.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) ลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms)

3.4.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) เพื่อการค้นหาข้อมูลลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) โดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) โดยใช้ has\_BasicSymptomsID (รหัสลักษณะอาการเบื้องต้น) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบAttribute – of คำค้นคือ “S1” หรือ ใช้ has\_BasicSymptomsName (ชื่อลักษณะอาการเบื้องต้น) คำค้นคือ “ไ้ต่าง” ดังภาพที่ 4.26

BasicSymptomsID	BasicSymptomName
S1	ไ้ต่าง
S10	ผดผื่น ในอวัยวะเยื่อ
S12	ใบอ่อนแดงจัด แดงในเยื่อ
S14	โคนใบอ่อนสีซีด

ภาพที่ 4.26 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสลักษณะอาการเบื้องต้น (Basic Symptoms) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสลักษณะอาการเบื้องต้น” (S1) และ “ชื่อลักษณะอาการเบื้องต้น” (ไ้ต่าง)

### 3.5 การค้นหาข้อมูลสาเหตุของโรค (Cause)

#### 3.5.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) สาเหตุของโรค (Cause)

3.5.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสสาเหตุของโรค (Cause) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลสาเหตุของโรค เพื่อการค้นหาข้อมูลสาเหตุของโรค โดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสสาเหตุของโรค โดยใช้ has\_CauseID (รหัสสาเหตุของโรค) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิด

คุณสมบัติแบบ Attribute – of คำค้น คือ “C1” หรือ ใช้ has\_CauseName (ชื่อสาเหตุของโรค) คำค้น คือ “เชื้อรา” ดังภาพที่ 4.27

The screenshot shows a search interface with a filter for 'Cause'. The filter is set to 'CauseID' and 'Contains' with the value 'C1'. Below the filter, there is a table with 7 records. The table has two columns: 'CauseID' and 'CauseName'.

CauseID	CauseName
C1	เชื้อรา <i>Epilobis stenospilum</i>
C13	เชื้อแบคทีเรีย <i>Xanthomonas albilineans</i> (Ashby) Dow
C14	เชื้อรา <i>Sclerospora spontanea</i> Weston
C16	เชื้อแบคทีเรีย <i>Pseudomonas rubrilancea</i>

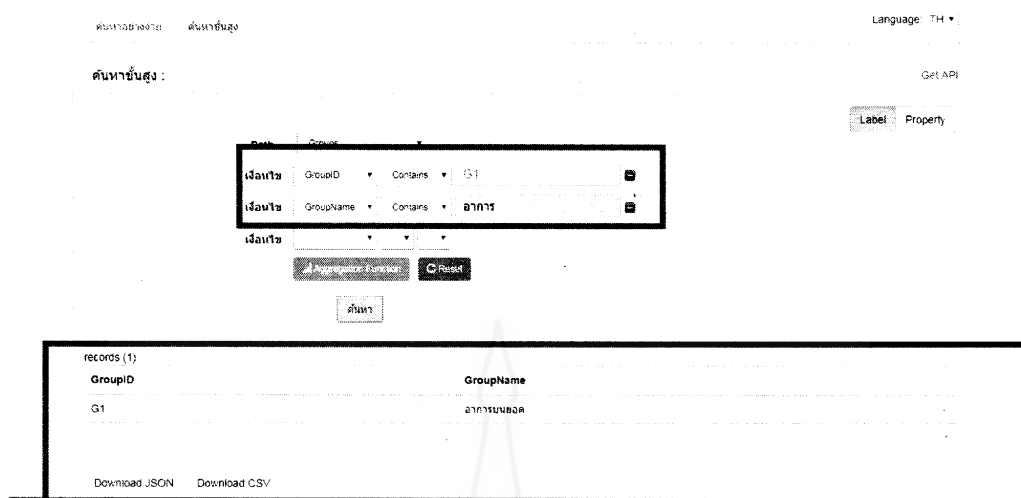
ภาพที่ 4.27 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสสาเหตุของโรค (Cause) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสสาเหตุของโรค” (C1) และ “ชื่อสาเหตุของโรค” (เชื้อรา)

### 3.6 การค้นหาข้อมูลกลุ่มอาการ (Group)

#### 3.6.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) กลุ่มอาการ (Group)

3.6.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสดังกล่าว (Group) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลกลุ่มอาการ เพื่อการค้นหาข้อมูลกลุ่มอาการ โดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสดังกล่าว โดย ใช้ has\_GroupID (รหัสกลุ่มอาการ) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute – of คำค้น คือ “G1” หรือ ใช้ has\_GroupName (ชื่อกลุ่มอาการ) คำค้น คือ “อาการ” ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสกลุ่มอาคาร (Group) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสกลุ่มอาคาร” (G1) และ “ชื่อกลุ่มอาคาร” (อาคารบนใบ)

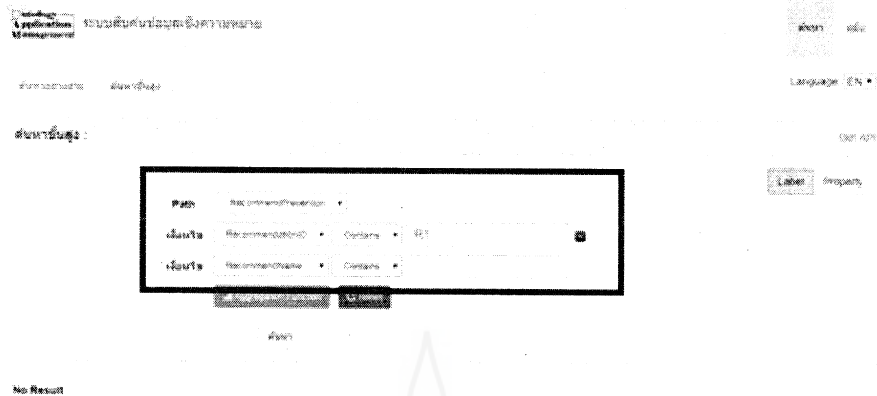
### 3.7 การค้นหาข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)

#### 3.7.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) คำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention)

3.7.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสดำเนินการป้องกัน (Recommend Prevention) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) เพื่อการค้นหาข้อมูลคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) โดยเลือกคุณสมบัติ จากคลาสดำเนินการป้องกัน (Recommend Prevention) โดยใช้ has\_RecommendID (รหัสคำแนะนำ) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute - of คำค้น คือ “R1” หรือ ใช้ has\_RecommendName (คำแนะนำ) ดังภาพที่ 4.29





ภาพที่ 4.29 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสคำแนะนำการป้องกัน (Recommend Prevention) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสคำแนะนำ” (R1) และ “คำแนะนำการป้องกัน

### 3.8 การค้นหาข้อมูลพันธุ์ต้านทานโรค (Seed)

#### 3.8.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) พันธุ์ต้านทานโรค (Seed)

3.8.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) เพื่อการค้นหาข้อมูลพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) โดยเลือกคุณสมบัติจากคลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) โดยใช้ has\_SeedID (รหัสพันธุ์ต้านทานโรค) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute - of คำค้น คือ “S1” หรือ ใช้ has\_SeedName (พันธุ์ต้านทานโรค) คำค้น คือ “85-105” ดังภาพที่ 4.30



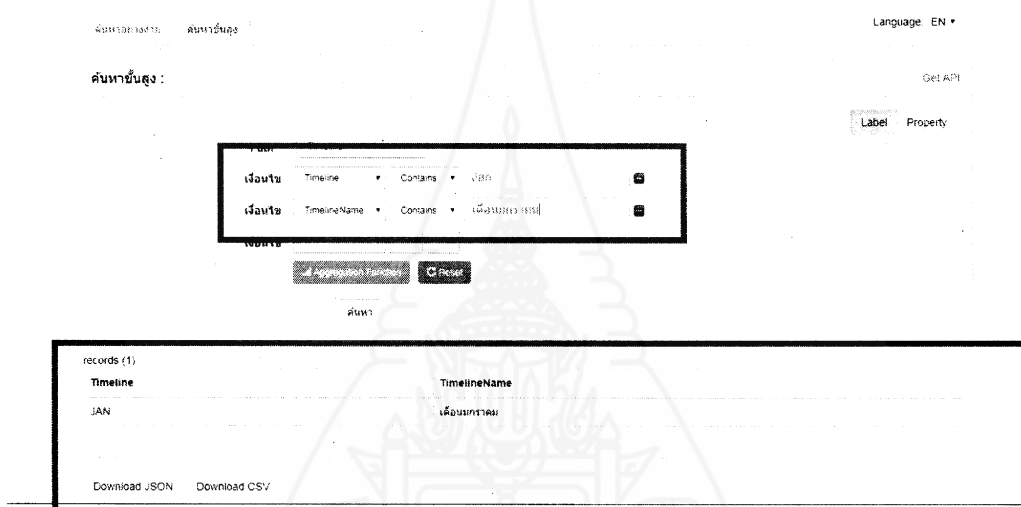
ภาพที่ 4.30 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสพันธุ์ต้านทานโรค (Seed) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสพันธุ์ต้านทานโรค” (S1) และ “ชื่อพันธุ์อ้อย” (85-105)

### 3.9 การค้นหาข้อมูลช่วงเวลา (Timeline)

#### 3.9.1 คลาสที่เกี่ยวข้อง

##### 1) ช่วงเวลา (Timeline)

3.9.2 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคลาสช่วงเวลา (Timeline) ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูลช่วงเวลา (Timeline) เพื่อการค้นหาข้อมูลช่วงเวลา (Timeline) โดยเลือกคุณสมบัติจากคลาสช่วงเวลา (Timeline) โดยใช้ has\_TimelineID (รหัสช่วงเวลา) ประกอบด้วยความสัมพันธ์ชนิดคุณสมบัติแบบ Attribute – of คำค้น คือ “JAN” หรือ ใช้ has\_TimelineName (ช่วงเวลา) คำค้นคือ “เดือนมกราคม” ดังภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 ผลลัพธ์ของการสืบค้นคลาสช่วงเวลา (Timeline) ด้วยคำค้นเป็น “รหัสช่วงเวลา” (JAN) และ “ช่วงเวลา” (เดือนมกราคม)

ตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์

4.1 ผลวัดประสิทธิภาพระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ ผู้วิจัยวัดประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูลที่พัฒนาขึ้นด้วยการใช้คำค้นในหลายลักษณะ โดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพ เพื่อหาค่าความถูกต้องที่ได้รับจากการสืบค้นจำนวน 6 คลาส และนำข้อมูลที่ได้ไปแทนค่าในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบในการแทนค่าจะเก็บค่าเป็น 0 หรือ 1 โดยใช้การแทนค่า ดังนี้

A คือ จำนวนข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้และถูกต้อง

B คือ จำนวนข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้แต่ไม่ถูกต้อง

C คือ จำนวนข้อมูลที่ต้องการแต่ไม่ถูกอ่านขึ้นมา

#### 4.2 ผลลัพธ์ค้นหาข้อมูลวินิจฉัย (Diagnosis) โดยใช้เงื่อนไขดังนี้

Diagnosis	คำค้น "D1"
SeedRecomadation	คำค้น "85-105"
DiagnosisResults	คำค้น "ขาดธาตุกำมะถัน Sulphur, S",
Group	คำค้น "อาการที่เหง้า, ราก",
Cause	คำค้น "เชื้อรา Mycovelosiellakoepkei"
Basic Symptoms	คำค้น "ใบด่าง"

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างแสดงข้อมูลผลลัพธ์ที่สืบค้นเชิงความหมายระบบวินิจฉัยและคำแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

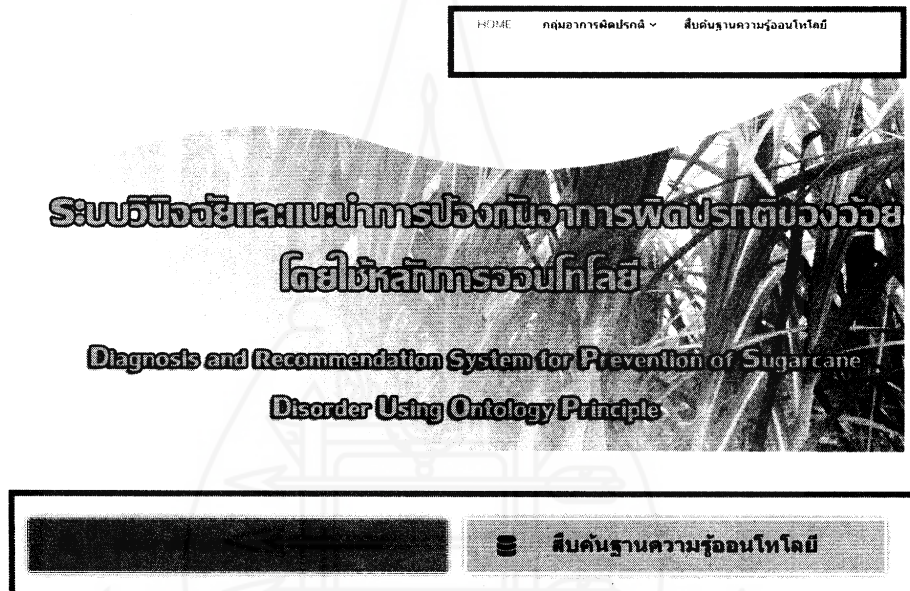
ลำดับ	คำค้น	A	B	C
ค้นหาข้อมูลวินิจฉัย (Diagnosis) โดยใช้เงื่อนไข จำนวน 6 คลาส				
1.	"D1"	1	0	0
2.	"85-105"	1	0	0
3.	"ขาดธาตุกำมะถัน Sulphur, S"	1	0	0
4.	"อาการที่เหง้า, ราก"	1	0	0
5.	"เชื้อรา Mycovelosiellakoepkei"	1	0	0
6.	"ใบด่าง"	1	0	0

จากตารางที่ 4.1 เป็นการแสดงผลข้อมูลผลลัพธ์ ที่ถูกค้นพบจากในส่วนของ การสืบค้นข้อมูลความหมาย (Semantic Search) จากระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย สามารถนำค่าทั้งหมดมาหาค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าความระลึก (Recall) จากสูตรการคำนวณในการหาค่าความถูกต้องในการสืบค้นเชิงความหมาย จากค่า A, B และ C ซึ่งการเก็บบันทึกจะเก็บค่าเป็น 0 หรือ 1 การวัดประเมินประสิทธิภาพ ในส่วนของการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search) สำหรับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของ

อ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี จากการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ สามารถสืบค้นได้ตรงตามที่ต้องการ ได้ค่าความถูกต้อง (Precision) 0.81 (ระดับดี) ค่าความระลึก (recall) 0.57 (ระดับปานกลาง) และค่า F-measure เท่ากับ 0.66 (ระดับปานกลาง)

## ตอนที่ 5 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress)

ผู้วิจัยออกแบบหน้าจอลูกเว็บแอปพลิเคชันตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยหน้าจอลูกเว็บแอปพลิเคชันแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) ค้นหาลักษณะอาการเบื้องต้น 2) สืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี ดังภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.32 หน้าจอลูกเว็บแอปพลิเคชัน

### 5.1 ค้นหาลักษณะอาการเบื้องต้น ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

#### 5.1.1 อาการผิดปกติของอ้อยจากกลุ่มอาการผิดปกติ ทั้ง 5 กลุ่ม ดังภาพที่ 4.33

## กลุ่มอาการผิดปกติ

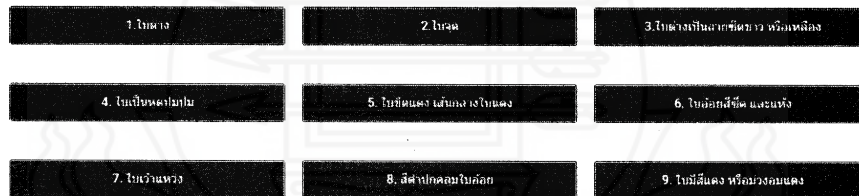


ภาพที่ 4.33 กลุ่มอาการผิดปกติของอ้อย ทั้ง 5 กลุ่ม

5.1.2 อาการผิดปกติเบื้องต้น (*Basic Symptom*) จากกลุ่มอาการบนใบ โดยผู้ใช้สามารถเลือกอาการผิดปกติเบื้องต้น จากอาการที่ต้องการค้นหา เช่น “ใบด่าง” ดังภาพที่ 4.35

## อาการบนใบ

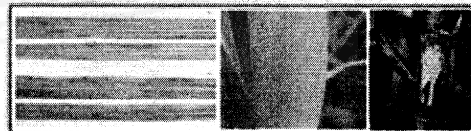
ลักษณะอาการเบื้องต้น บนใบ แบ่งออกเป็น 9 ชนิด ดังนี้



ภาพที่ 4.34 อาการผิดปกติเบื้องต้น ที่เกิดจากกลุ่มอาการบนใบ ทั้ง 9 ชนิด

### 1. ใบด่าง

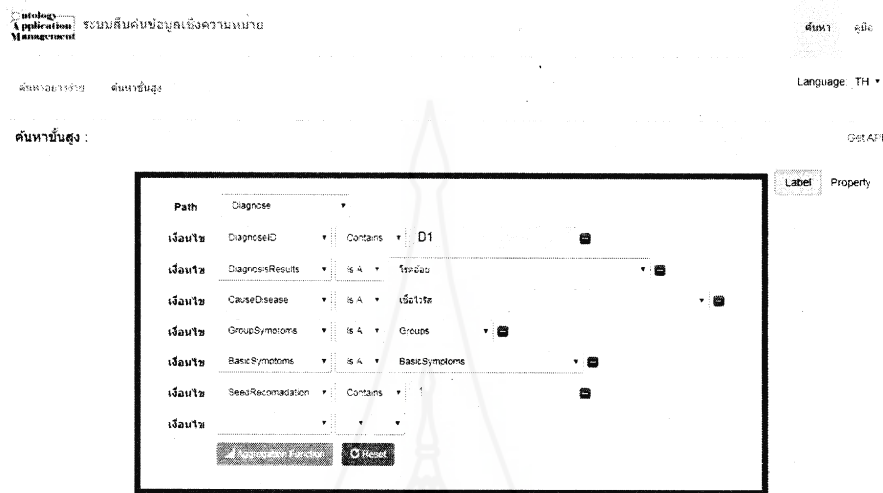
ด่างใบเมื่อใบเป็นลายชัดเห็นชัดเจนบนใบอ่อนหรือใบแก่เมื่อส่องไฟแสง



โรคใบด่าง (Mosaic disease)

ภาพที่ 4.35 อาการ “ใบด่าง” และรูปภาพลักษณะอาการของ โรคใบด่าง (Mosaic disease)

5.2 สืบค้นฐานข้อมูลออนโทโลยี ขั้นตอนนี้เป็นการการสืบค้นขั้นสูง (Advanced Search) เป็นการสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี ภายนอกที่ติดต่อกับระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ดังภาพที่ 4.37



ภาพที่ 4.36 ตัวอย่างระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี

records (1)

DiagnoseID	BasicSymptoms	CauseDisease	Characteristic	DiagnosisResults	Epidemic	GroupSymptoms	AreaRecomadation	SeedRecomadation	TimeRecomadation
D1	ใบด่าง	เชื้อไวรัส Sugarcane Fiji disease virus	ลักษณะเป็นโรคจะมีทั้งอาการใบด่างและใบเหลืองอ่อนลงสีน้ำตาลเข้มขึ้นเป็นวงหรือเป็นเส้นตามเส้นใบหรือตามเส้นใบที่แสดงชัดจะเห็นรอยต่างชัดเจน อาการต่างๆ ปรากฏบนใบอ่อนเห็นชัดเจนกว่าใบแก่ ใบเห็นสีที่อ่อนแอต่อโรคอาจปรากฏรอยขีดข่วนบนผิวอ้อยด้วย การเจริญเติบโตของอ้อยเล็กน้อย	โรคใบด่าง (Mosaic disease)	โรครบาดคือใบที่ขอบใบสีเหลืองและเป็นโรคและใบที่สีอ่อนแอเห็นชัดเจนทางเหนือและใต้	อาการใบไหม้	จังหวัดจันทบุรี	85-105	

ภาพที่ 4.37 ตัวอย่างข้อมูลที่สืบค้นจากระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย

## ตอนที่ 6 วัดประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL

### 6.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ (100%)
1.	บุคลากรกรมวิชาการเกษตร	28	70
2.	ผู้ใช้ เกษตรกรชาวไร่อ้อย	12	30
<b>รวม</b>		<b>40</b>	<b>100</b>

จากตารางที่ 4.2 เป็นการแสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น บุคลากรกรมวิชาการเกษตร จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70% และ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละผู้ใช้ เกษตรกรชาวไร่อ้อย 30%

### 6.2 ข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลประเมินความความพึงพอใจการใช้เว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL

ลำดับที่	หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1.	ด้านการออกแบบส่วน ประสานงานผู้ใช้	4.81	0.24	มาก
2.	ด้านเนื้อหา	4.72	0.34	มากที่สุด
3.	ด้านการสืบค้นข้อมูล	4.84	0.28	มากที่สุด
4.	ด้านการนำไปใช้ประโยชน์	4.89	0.31	มากที่สุด
5.	ความพึงพอใจต่อการใช้งาน ระบบโดยภาพรวม	4.81	0.40	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.7 เป็นการแสดงผลประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชัน ในส่วนของการสืบค้นความหมายของเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์ จากการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ผลการทดลองพบว่า การประเมินความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนไลน์

พบว่าด้านการออกแบบส่วนประสานงานผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการออกแบบส่วนประสานงานผู้ใช้ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการสืบค้นข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการสืบค้นข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด สำหรับภาพรวมของผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด



## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมวิเคราะห์ และประมวลผลระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยีและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยสรุปประเด็นการวิจัยไว้ดังนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

1.1 การศึกษารวบรวมและวิเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อย ผู้วิจัยได้สรุปการวิจัยทำการรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับอาการผิดปกติของอ้อยทั้งหมด จำนวน 67 รายการ จากหน่วยงานภายใน ภายนอก และผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น โดยแบ่งข้อมูลอาการผิดปกติของอ้อย ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) โรคอ้อย จำนวน 29 โรค 2) แมลงศัตรูอ้อย จำนวน 21 ชนิด 3) อาการผิดปกติที่เกิดจากขาดธาตุอาหาร จำนวน 17 ชนิด

1.2 การสร้างฐานข้อมูลวินิจัยอาการผิดปกติของอ้อย และฐานความรู้ออนโทโลยี จากการศึกษาและรวบรวม และวิเคราะห์องค์ความรู้อาการผิดปกติของอ้อยทั้งหมด 67 รายการ นำมาออกแบบและสร้างฐานข้อมูลวินิจัยอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้โปรแกรม Navicat 12 for MySQL และสร้างฐานความรู้ออนโทโลยี โดยใช้โปรแกรม Hozo – Ontology Editor

1.3 การพัฒนาระบบวินิจัยและแนะนำอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ที่พบ โดยเฉพาะอาการผิดปกติของอ้อยที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรชาวไร่อ้อย ดังนั้นระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินอาการผิดปกติของอ้อยเบื้องต้นได้ ซึ่งระบบวินิจัย จากอาการผิดปกติทั้งหมด 67 รายการ จะทำให้การดูแลรักษาอาการได้ทันทั่วถึง

1.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ทดสอบ พบว่า ประสิทธิภาพของระบบวินิจัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย ผลลัพธ์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ สามารถสืบค้นได้ตรงตามที่ต้องการ

**1.5 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย** ฯ ช่วยให้ผู้ใช้งานซึ่งเป็นเกษตรกรชาวไร่อ้อย ใช้งานได้ง่ายและสะดวกเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ใด ๆ เพิ่มเติม สามารถใช้คอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปที่มีเว็บเบราว์เซอร์ (Browser) และมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ในการใช้งานระบบได้ทันที ประกอบกับระบบที่พัฒนาขึ้น รูปแบบการใช้งานไม่ซับซ้อนมีขั้นตอนไม่มาก จึงสามารถใช้งานได้ง่าย ที่จะต้องเลือกโรคที่จะทำการวินิจฉัยก่อนแล้วระบบจะตั้งคำถามในการวินิจฉัยเพื่อให้ผู้ใช้งานตอบ

**1.6 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย** ฯ พบว่าด้านการออกแบบส่วนประสานงานผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการออกแบบส่วนประสานงานผู้ใช้ในระดับมากที่สุดด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการสืบค้นข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการสืบค้นข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจด้านการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด สำหรับภาพรวมของผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 แสดงว่า ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

## 2. อภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่อง ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี อภิปรายผลได้ ดังนี้เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นที่มีลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน 1) พัฒนาระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี 2) เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ซึ่งการศึกษานี้ได้นำข้อมูลที่เป็นอาการผิดปกติของอ้อยทั้งหมด 67 รายการ ผลการวัดประสิทธิภาพระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายละเอียดเนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ มีปริมาณที่ไม่เพียงพอ และความถูกต้องของข้อมูลยังไม่ได้ประสิทธิตามความ

ต้องการของผู้ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ และอาทิตย์ พวงสมบัติ มี การศึกษาเรื่อง ระบบวินิจฉัยโรคอ้อยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการศึกษาโรคอ้อย ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยเทคโนโลยี Active Server Page (ASP) โดยมีรูปแบบโครงสร้างเป็นเว็บเพจที่ติดต่อกับฐานข้อมูล มีการแสดงผลลัพธ์เป็นข้อมูลและรูปภาพ ทำการประมวลผลบนระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต การออกแบบฐานข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access ซึ่งมีความแตกต่างกับผู้วิจัยที่ใช้โปรแกรมประยุกต์ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Application Management Framework: OAM) เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

### 3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการพัฒนาระบบวินิจฉัยและ แนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการออนโทโลยี ดังต่อไปนี้

3.1 การปรับปรุงเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างคลาส เช่น คลาสอาการผิดปกติของอ้อย (Abnormal) คลาสช่วงเวลา (Timeline) และคลาสพื้นที่ (Area) เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการสืบค้น ข้อมูลได้ตรงความต้องการของผู้ใช้ยิ่งขึ้น

3.2 การประยุกต์ใช้ฐานความรู้ออนโทโลยี ในอนาคตสามารถนำแนวคิดฐานความรู้ ออนโทโลยีไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น มันสำปะหลัง ข้าว เป็นต้น

3.3 ข้อจำกัดในส่วนของ การออกแบบฐานความรู้ออนโทโลยีโดยโปรแกรม Hozo – Ontology Editor ในการกำหนดคลาส โดยใช้ภาษาไทยเป็นหลัก เมื่อนำไปใช้กับส่วนการสืบค้น ในโปรแกรมประยุกต์ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Application Management Framework: OAM) พบปัญหาในการประมวลผลข้อมูลในการสืบค้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ

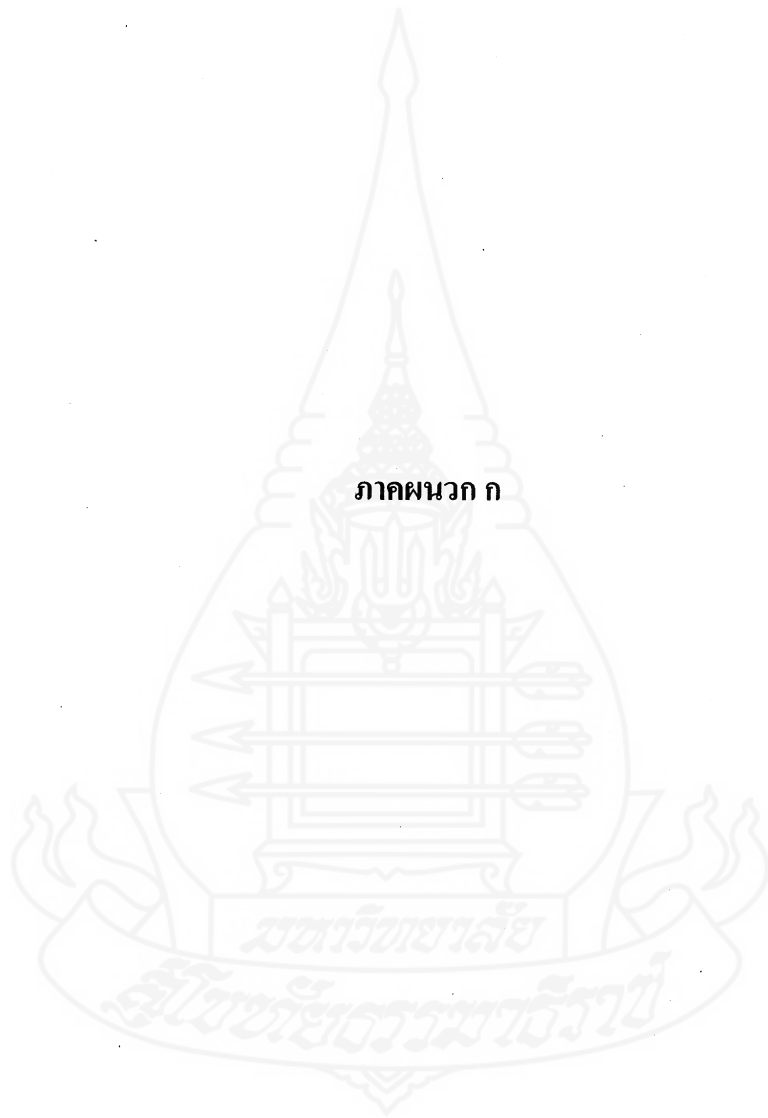
## บรรณานุกรม

- ข่าวส่งเสริมการเกษตรและเผยแพร่ สำนักงานเกษตรอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี  
ประจำเดือน มกราคม 2560 ฉบับที่ 1
- ชูชาติ ป้อมอาษา. (2554) ระบบสืบค้นเชิงความหมาย โดยวิธีออนไลน์ กรณีศึกษาผลงานทาง  
วิชาการของข้าราชการ มหาวิทยาลัยศิลปากร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐกฤต พิทักษ์. (2544). แผลงศัตรูอ้อยและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการการป้องกันกำจัดศัตรู  
อ้อย. กรุงเทพฯ: ชมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จุฑามาศ เทียนสอาด. (2555). ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวินิจฉัยและให้คำแนะนำผู้ป่วยไตวายเรื้อรัง  
โดยใช้ฐานความรู้ออนโทโลยี (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย  
ธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร.
- ธรรมวัฒน์ อัครรัตน์. (2561) โปรแกรมประยุกต์สำหรับการบริการให้ความช่วยเหลือทางด้านไอที  
ด้วยเทคโนโลยีออนโทโลยี (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโข  
ทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.
- ทิพวรรณ ปิ่นทองพันธ์. (2557). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออนโทโลยีสำหรับสืบค้นสารสนเทศ  
การท่องเที่ยวเชิงนิเวศภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- ธวัช หะหมาน. (2559). คู่มือการวินิจฉัยโรคอ้อย. กรุงเทพฯ. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยน้ำตาล  
ทราย.
- นภัส สุขสม, มารุต บุรณรัช, เทพชัย ทรัพย์นิธิ และพรฤดี เนติโสภากุล. (2551) การพัฒนาออน  
โทโลยีสำหรับระบบให้คำแนะนำการบริโภคอาหารตามโภชนาการเฉพาะบุคคล ศูนย์  
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.
- ไพโรจน์ จั้วพานิช. (2525). หลักวิชาโรคพืช *Principles of plant pathology*. กรุงเทพมหานคร.  
สารมวลชน
- วิชุดา โชติรัตน์, ผุสดี บุญรอด, ศจีมาจ ณ วิเชียร. (2554) การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยี สำหรับ  
วิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต).  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

- สิริลาภ วิศาล. (2560) การพัฒนาระบบฐานข้อมูลวารสารเพื่อการค้นคืน ด้วยฐานความรู้ออนโทโลยี: กรณีศึกษาห้องสมุด คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพมหานคร.
- สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. (2550). อภิธานศัพท์โรคพืชวิทยา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2560). สืบค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2562, จาก <http://www.oscb.go.th>
- หัตยา ชชรรัตน์. (2554). การพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวชนบท (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- อัศวิน สุรวัชโยธิน. (2561). ระบบให้คำแนะนำด้วยหลักการออนโทโลยีสำหรับการศึกษาต่อปริญญาตรีของสถาบันอุดมศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.
- Promptukdee, C. ; Buranarach, M. & Runggrattanaubol, J. (2015). Ontology-based semantic search system for Thai traditional medicine. *Social Science Journal*. 4(2), 61-70. [in Thai]



ภาคผนวก ก



## แบบประเมินความพึงใจเพื่อการวิจัย

เรื่อง เว็บไซต์แอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้  
 หลักการอนโทโลยี

## คำชี้แจง

1. แบบประเมินความพึงใจฉบับนี้มุ่งที่จะศึกษาเพื่อพัฒนาเว็บไซต์แอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรม  
 ประยุกต์สำเร็จรูป (Wordpress) และฐานข้อมูล MySQL เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบแสดงความคิดเห็น  
 เกี่ยวกับการใช้งานเว็บไซต์แอปพลิเคชัน ที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์แอปพลิเคชันระบบสืบค้นและแนะนำการ  
 ป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการอนโทโลยี จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน  หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตรงความเป็นจริง

1. เพศ

ชาย  หญิง

2. อายุ

ต่ำกว่า 30 ปี  31 – 35 ปี  36 – 40 ปี  
 41 – 45 ปี  46 – 50 ปี  51 ปีขึ้นไป

3. สถานภาพ

บุคลากรกรมวิชาการเกษตร  บุคลากรภายนอก

4. การศึกษา

ม.6/ปวช  ปวศ./ปริญญาตรี  ปริญญาโท  ปริญญาเอก

5. หน่วยงาน/สังกัด

ส่วนกลาง  ส่วนภูมิภาค

6. อาชีพ

รับราชการ/พนักงานราชการ  ประกอบธุรกิจส่วนตัว  เกษตรกร



ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบวินิจฉัยและแนะนำการป้องกันอาการผิดปกติของอ้อย โดยใช้หลักการอนโทโลยี

**คำชี้แจง**

1. โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน  หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตรงความเป็นจริง

- ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับมากที่สุด  
 ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับมาก  
 ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับปานกลาง  
 ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย  
 ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2. โปรดอ่านข้อความทุกข้อความโดยละเอียด และพิจารณาว่าเว็บแอปพลิเคชัน ท่านมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับใดตามสภาพที่แท้จริง โดยใช้เกณฑ์ตามคำชี้แจง ข้อที่ 1

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านออกแบบส่วนประสานงานผู้ใช้</b>					
1. การออกแบบหน้าจอการใช้งานมีความเหมาะสม					
2. การแบ่งเมนูการใช้งานมีความเหมาะสม					
3. การจัดวางรูปแบบง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน					
4. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
5. รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และมีความเหมาะสม					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
1. เนื้อหาถูกต้อง					
2. เนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมทุกด้าน					
3. ความต่อเนื่องและการจัดลำดับเนื้อหาเข้าใจง่าย					
4. ความเหมาะสมของการจัดแบ่งเนื้อหาเป็นหมวดหมู่					
5. ปริมาณเนื้อหาเพียงพอต่อการใช้งาน					

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านการสืบค้นข้อมูล</b>					
1. ความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล					
2. ความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล					
3. ความเหมาะสมของรูปแบบการแสดงผลรายการสืบค้น					
4. ผลจากการสืบค้นตรงตามความต้องการ					
5. ความเหมาะสมของระบบในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน					
<b>ด้านการนำไปใช้ประโยชน์</b>					
1. ระบบช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้สะดวกและรวดเร็ว					
2. ระบบนี้มีประโยชน์และเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้จริง					
3. สามารถใช้เป็นสื่อในการเผยแพร่หรือประชาสัมพันธ์					
4. เป็นแหล่งความรู้ หรือสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ					
5. มีประโยชน์ต่อบุคคลที่สนใจ					
<b>ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบโดยภาพรวม</b>					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างสูง

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสมชาย คำนำ
วัน เดือน ปีเกิด	24 กรกฎาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สถานที่ทำงาน	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร
ตำแหน่ง	นักวิชาการคอมพิวเตอร์

