

การพัฒนาข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์การปลูกผักสวนครัวและ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในพื้นที่เสี่ยง กรณีศึกษา : อีสานใต้ 3 จังหวัด

The Development of Geomatics Related to Gardening Vegetable Growth and Insect Pesticide Usage in High Risk Areas : Three South-Eastern Provinces

อนันต์ ไชยกุลวัฒนา¹ อชิรศักดิ์ ปะกาสิทธิ์²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์พัฒนาข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์การปลูกผักสวนครัวและใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่เสี่ยง 3 จังหวัด เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ ประกอบด้วยจังหวัดศรีสะเกษ อุบลราชธานีและอำนาจเจริญ โดยการสุ่มเลือกพื้นที่ 4 ชุมชนเป็นพื้นที่ศึกษา หลังจากนั้นรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (ตำแหน่งพิกัดแปลงเพาะปลูก) ข้อมูลทุติยภูมิ (ปริมาณน้ำฝน แหล่งน้ำ เส้นทางคมนาคม) โดยใช้แผนที่จาก Google Earth ต่อจากนั้นเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) กับข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ทับซ้อนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยอาศัยโปรแกรมควอนทัมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ลงภาคสนามและเปรียบเทียบข้อมูลของแผนที่ภาพถ่ายกับพื้นที่จริงผลการศึกษา พบว่าข้อมูล GIS ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยข้อมูลจำนวนหลังคาเรือนเกษตรกร พื้นที่เพาะปลูก ผักสวนครัว ชนิดของผักสวนครัวที่ปลูก พื้นที่ป่า แหล่งน้ำที่ใช้ด้านการเกษตรของทั้ง 4 ชุมชน โดยพบว่า จ.ศรีสะเกษ ปลูกคะน้า หอม กระเทียม มากสุด จ.อำนาจเจริญปลูกพริกอย่างเดียว อุบลราชธานีปลูกดอกเบญจมาศ และพริกเป็นหลัก เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในแต่ละพื้นที่และเป็นพืชเศรษฐกิจที่เป็นการสร้างรายได้เสริม เช่น พริก กระหล่ำปลี คะน้า กระหล่ำตอก คื่นช่าย หรือ บล๊อคโคลี่ เกษตรกรอาสาสมัครส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟส ข้อมูล GIS ที่พัฒนาขึ้นมาสามารถเรียกใช้งานข้อมูลภาพ ตาราง ผลกราฟ ตลอดจนสามารถใช้สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนที่ได้ด้วย ซึ่งผู้ใช้งานสามารถรวบรวมแก้ไข วิเคราะห์ นำเสนอผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม GIS ให้กับผู้ที่ต้องการนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้งานต่อหรือพัฒนาต่อยอดต่อไป นอกจากนี้ มาตรการควบคุมการเข้ากำจัดศัตรูพืชและการเข้าถึงบริการตรวจสอบสุขภาพของเกษตรกรที่เสี่ยงต่อการสัมผัสสารพิษตกค้างจำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างเร่งด่วนจากหน่วยงานภาครัฐ การสร้างความตระหนัก การปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันการสัมผัสสารพิษตกค้างต้องทำอย่างต่อเนื่องและติดตามอย่างใกล้ชิด

คำสำคัญ : ภูมิสารสนเทศ ผักสวนครัว สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

Abstract

The study aims to develop Geomatics related to gardening vegetable growth and insect pesticide usage in three high risk south-eastern provinces including, Sri-Sa-Ket, Ubon Ratchathani, and Umnatchareon. Four study areas were investigated after collecting all primary (co-ordinates of the fields) and secondary data (rainfall, water resources, transportation routes) via Google Earth Maps. Then, intergrating spatial and attribute data and overlapping graphical data via Quantum-Geographic Information System. Finally, going field trip and comparing between mapping data and real data collected from the fields.

¹ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

² คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

The results showed GIS data contains residential households of farmers, agricultural fields, types of gardening vegetables, forest areas, water resources of all four risky villages. Farmers in Sri-Sa-Ket mainly grew green leaves, onions, garlcs. While Umnartchareon farmers grew only chili, the chrysanthemum and chill were the most common gardening vegetables grown in Ubon Ratchathani. Most farmers also grew economic gardening vegetables for extra-incomes including, cabbages, chili, green leaves, celeries, and broccoli. The most common insect pesticides used were organophosphate compounds. Overall GIS database was developed for retrieving graphs, pictures, tables, and representing graphical data. Additionally, it was used for searching, analyzing, and presenting mapping data. The users can also collect, modify, evaluate, and present their data effectively. A GIS manual was also written for further applications. Moreover, the national safety strategy related to the use of insect pesticide should be strongly conducted alongside with the access of health services for regular check-up in high risk farmers who have a chance to expose to the toxic residues. These missions are needed use immediately from the government. Also, the best practices of self protection and awareness of the dangers of insect pesticides need to be conducted to those risk groups continually and monitored closely.

Keywords : geomatics, gardening, vegetable, insect pesticide

คำนำ

ปัจจุบันสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งด้านเกษตรกรรม และใช้กำจัดแมลงในบ้านเรือน ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรเอง ผู้บริโภค และคนทั่วไปที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ปัจจุบัน จำแนกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต และไพรีทรอยด์ องค์การอนามัยโลกได้ระบุถึงพิษภัยอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชว่าเป็นหนึ่งในสาเหตุของการเสียชีวิตของเกษตรกรทั่วโลก โดยมีเกษตรกรประมาณ 3 ล้านคนที่สัมผัสกับสารเคมีจนก่อให้เกิดพิษต่อร่างกายในแต่ละปี และประมาณ 900,000 คนที่เสียชีวิตจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกปี (WHO, 2008) สำหรับประเทศไทยในช่วงปีพ.ศ. 2543-2552 มีการรายงานจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เฉลี่ยปีละ 1,996 ราย เฉพาะปี พ.ศ. 2552 มีรายงานผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากการทำงานและสิ่งแวดล้อม จำนวน 1,691 ราย อัตราป่วย 2.66 ต่อประชากรแสนคน (Bureau of Epidemiology, 2011) และพบว่ามีกรายงานจำนวนผู้ป่วยสูงขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคมของทุกๆ ปี (สำนักงานระบาดวิทยา, 2552) ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนเกษตรกรเริ่มมีการเพาะปลูกและมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชร่วมด้วย เมื่อพิจารณาการรายงานผู้ป่วยที่เกิดจากการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชทั่วประเทศ โดยแบ่งตามภูมิภาค พบว่าภาคเหนือ ร้อยละ 48.02 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 27.32 ภาคกลาง ร้อยละ 20.52 และภาคใต้ ร้อยละ 4.14 อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน เท่ากับ 6.87, 2.15, 1.62 และ 0.80 ตามลำดับ (สุนิสา, 2556) เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ พบว่าจังหวัดศรีสะเกษ เป็น 1 ใน 10 จังหวัด ที่มีการรายงานผู้ป่วยสูงสุด (ร้อยละ 6.58) รองลงมาคืออุบลราชธานี ขอนแก่น อ่างนาจเจริญ มุกดาหาร (สำนักงานระบาดวิทยา, 2554)

จากการรายงานผู้ป่วยจากการสัมผัสสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ที่ระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาช่วงปี พ.ศ. 2551 - 2552 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ สอดคล้องกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มขึ้นในภาคเกษตร แม้ว่ากรควบคุมการใช้สารเคมีอันตรายที่ผ่านมามีแนวโน้มที่ดีขึ้น มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบของการทำเกษตร และเกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลในการป้องกันตนเองได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังคงมีการนำสาร

กำจัดศัตรูพืชชนิดใหม่ๆ มาใช้มากขึ้น ดังนั้น กฎเกณฑ์สำคัญคือการเฝ้าระวัง และการควบคุมความปลอดภัยของภาวะสุขภาพของประชาชนจากภาวะสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมในการเข้าถึง และวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างแม่นยำทั้งด้านความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และผลกระทบจากปัจจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ สิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การใช้ประโยชน์และการจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า “ระบบภูมิสารสนเทศ” Geomatics ระบบภูมิสารสนเทศที่จะพัฒนาขึ้นครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลรีโมทเซ็นซิง (remote sensing) 2) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) 3) ระบบระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS) เป็นเทคโนโลยีเชิงพื้นที่และแบบจำลองที่สามารถประยุกต์ ใช้กับการจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการนำเสนอในรูปแบบแผนที่ได้ชัดเจนและมีความถูกต้องแม่นยำสูง ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เฝ้าระวังเตือนภัยโรคพืชจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกร (วินัย, 2549) ในต่างประเทศมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาช่วยในด้านการเกษตร และการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยให้กับเกษตรกร ซึ่งโปรแกรม GIS จะควบคุมปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน และอากาศ เพื่อลดปริมาณสารเคมีที่เกษตรกรจะสัมผัสลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Neal, 2009) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้ GIS ในการวิเคราะห์ และนำเสนอเชิงภาพเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดินและน้ำได้แก่ endosulfan, diazinon, dichlorvos, และdeltamethrime เพื่อช่วยในการออกแบบสภาพระบบนิเวศที่ดี และการจัดการแบบยั่งยืน (Tanik *et al.*, 2002) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่ผ่านมาที่ประยุกต์ใช้โปรแกรม GIS ในการเพาะปลูกพืชทางการเกษตร รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในด้านการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและผลกระทบทางสุขภาพและการื้อของแมลงศัตรูพืชที่เกิดขึ้น (Chaikoolvatana *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2005; Horna *et al.*, 2008)

จากข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมา ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญในการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาพัฒนาข้อมูล GIS ด้านการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยง 3 จังหวัดเขตอีสานใต้ โดยคัดเลือกพื้นที่เสี่ยงตัวอย่างทั้ง 3 จังหวัด ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกผักสวนครัว ผลไม้ ส่งออกไปยังพื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ 1) จังหวัดอุบลราชธานี 2) จังหวัดศรีสะเกษ และ 3) จังหวัดอำนาจเจริญ เนื่องจากเป็นพื้นที่ดังกล่าว เพาะปลูกพืชเป็นหลัก เช่น พริก หอมแดง มะเขือ ไม้ดอกตามฤดู ซึ่งประชาชนในพื้นที่ยึดเป็นอาชีพหลักเลี้ยงครอบครัวมาเป็นเวลานาน ส่วนใหญ่ยังคงใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชจำพวกสารออกาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาระบบข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาเชิงพื้นที่ด้านการจัดการทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและพัฒนาระบบข้อมูลภูมิสารสนเทศเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงดังกล่าวไปแล้วข้างต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาในพื้นที่ชุมชนนิคมใหม่พัฒนา อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เกษตรกร จำนวน 10 ราย (จาก 23 ราย) ชุมชนตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เกษตรกร จำนวน 12 ราย (จาก 52 ราย) ชุมชนตำบลจานลาน อำเภอพนม จังหวัดอำนาจเจริญ เกษตรกร จำนวน 14 ราย (จาก 49 ราย) ชุมชนตำบลชะงู อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เกษตรกร จำนวน 10 ราย (จาก 32 ราย) โดยทำการคัดเลือกเป็นพื้นที่ตัวอย่าง และแบบจำลองในการพัฒนาท้องถิ่นทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และภาวะสุขภาพของประชาชน

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS)

2.2 ระบบระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geographic Positioning System; GPS) ด้วยการบูรณาการกับการมีส่วนร่วมของประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ภาพถ่ายเชิงพื้นที่จาก Google Map

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน ดำเนินการดังนี้

การรวบรวมข้อมูล มีการรวบรวมข้อมูลทั้งในระดับปฐมภูมิและทุติยภูมิ (Table 1)

Table 1 Primary and secondary GIS data.

Types	Details	Source(s)
Primary data	1. Co-ordinates of gardening vegetable fields	- Department of Prevention and Control, Region 7
Secondary data	1. Rainfall	- Meteorological Department
	2. Geographical maps	
	2.1 Water resources	- Department of Water Resources
	2.2 Land use	- Office of Agricultural Economics
	2.3 Routes of transportation	- Department of Highway Region 7
	2.4 Administrative district	- Ministry of Interior

การจัดการข้อมูล

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิแล้ว ทำการปรับแก้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะและข้อมูลเชิงพื้นที่ให้ตรงกับความต้องการมากที่สุด ดังนี้

1. นำข้อมูลชั้นแหล่งน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขอบเขตการปกครอง และภาพถ่ายดาวเทียมมาปรับค่าพิกัดให้อยู่ในระบบพิกัด UTM โซน 48N

2. เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) กับข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) เช่น การใช้สารเคมี แปลงเกษตรกร เป็นต้น

3. ทับซ้อนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยอาศัยระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Quantum-Geographic Information System)

4. ทำการตรวจสอบข้อมูลและการปรับแก้ข้อมูลให้ถูกต้อง โดยการลงภาคสนามและการเปรียบเทียบกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมและเปรียบเทียบกับพื้นที่จริง โดยจะเก็บตำแหน่งหรือพิกัดของพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลมีความถูกต้องและแม่นยำสูง

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ทำการปรับแก้ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะให้ตรงความต้องการมากที่สุด โดยการสร้างระบบข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS ทำหน้าที่จัดเก็บแบบเป็นชั้นข้อมูล (layer) โดยแบ่งออกตามลักษณะหรือโครงสร้างของข้อมูล และมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ให้เป็นข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หลังจากนั้น ทำการซ้อนทับข้อมูล (overlay) ซึ่งข้อมูล GIS ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้ ได้มีการจัดทำคู่มือเพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูล GIS ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ อย่างมากมาย เช่น การพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น แผ่นดินไหว น้ำท่วม พายุ การจัดการระบบขนส่งมวลชน การวางผังจราจร รวมทั้งงานด้านการเกษตร (ผกาสิน, 2544; พรรณวดี 2544; Johnson, 2008; สราวีรัตน์ 2553; สมบัติ, 2552; วินัย, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาระบบข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงจังหวัด 3 จังหวัด ได้แก่ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ และอำนาจเจริญ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่าข้อมูล GIS สามารถที่จะบรรจุข้อมูล ปฐมภูมิ เช่น ตำแหน่งพิกัดหลังคาเรือน แปลงที่ดินที่ทำการเพาะปลูกผักสวนครัว ชนิดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งตำแหน่งสถานพยาบาลและสถานที่สำคัญอื่นๆ นอกจากนั้น ข้อมูลดังกล่าว ยังสามารถใช้ดูข้อมูล ทุติยภูมิ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ แหล่งน้ำ พื้นที่การเกษตร ที่อยู่อาศัย เส้นทางการคมนาคม เป็นต้น โดยอาศัย ภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงของ Google Earth มาตราส่วน 1: 4,000 จากสำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศนำมาประกอบการพัฒนาข้อมูล GIS การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนตุลาคม 2556 – มีนาคม 2557 (6 เดือน)

ข้อมูล GIS แสดงข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนของจังหวัดอุบลราชธานี อำนาจเจริญและศรีสะเกษ ในช่วง 10 ปี ย้อนหลัง พบว่า จังหวัดอุบลราชธานีมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 จังหวัด เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนสูงสุดในแต่ละจังหวัด พบว่า จังหวัดอุบลราชธานี ในปี 2550 มีปริมาณฝนตกมากที่สุด 2,035.5 มม. ส่วนจังหวัดอำนาจ เจริญ มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในปี 2550 เช่นกัน คือมีปริมาณน้ำฝน 1,743.50 มม. ส่วนจังหวัดศรีสะเกษ มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในปี 2556 คืออยู่ที่ระดับ 1,618.8 มม. ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่ศึกษาดังกล่าวเพื่อรวบรวม ข้อมูลทั้งปฐมภูมิ ได้แก่ พิกัดตำแหน่งที่ทำการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวและมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยอาศัย เครื่องมือที่เรียกว่า Geographic Positioning System (GPS) ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปบรรจุอยู่ในโปรแกรมสารสนเทศ ต่อไป นอกจากนั้น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ (ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง ห้วย) พื้นที่ ทำการเกษตร เส้นทางการคมนาคม ซึ่งได้จากแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียมและข้อมูลจาก Google Map ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาข้อมูลสารสนเทศดังกล่าวคือ โปรแกรมซอฟต์แวร์ (Quantum)

ซอฟต์แวร์ Quantum เป็นโปรแกรม GIS ประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้จัดการข้อมูลปฐมภูมิ จัด อยู่ในกลุ่มซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software: FOSS) ที่ใช้งานง่าย ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Graphic User Interface ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ข้อมูลตาราง การแสดงผลตาราง การแสดงผลกราฟ ตลอดจนสามารถสืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอข้อมูลได้ในรูปแบบแผนที่ที่สวยงาม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอาศัยซอฟต์แวร์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร โดยใช้ชื่อเรียกว่า “GIS” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวยังสามารถเรียกใช้ข้อมูลเวกเตอร์แรสเตอร์ ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานแพร่หลาย เช่น Shapefile และ GeoTIFF ข้อมูล GIS สามารถแก้ไข Shape File format ได้ ซึ่งเป็นที่ต้องการมากในเวลานี้ GIS พัฒนามบนพื้นฐานของ Qt ที่เป็นไลบรารีสำหรับ Graphical User Interface (GUI) ที่ใช้งานได้ทั้ง UNIX, Window และ Mac การพัฒนาใช้ภาษา C++ เป็นหลัก นอกจากนั้น GIS ยังเชื่อมต่อกับ Geo-spatial RDBMS เช่น PostGIS/PostgreSQL สามารถอ่านและเขียนพีเจอร์ที่จัดเก็บใน PostGIS ได้โดยตรง สามารถเชื่อมต่อกับ GRASS ได้ทำให้สามารถเรียกดูข้อมูลที่จัดเก็บใน GRASS โดยตรง และสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆของ GRASS ได้ สนับสนุนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) ในเบื้องต้นและการแสดงผลข้อมูลเชิงตำแหน่งในรูปแบบของแผนที่ การสร้างและการแก้ไขข้อมูลเชิงตำแหน่ง (spatial data) และข้อมูลตาราง (attribute data) สามารถจัดการข้อมูลได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือตาม GUI ที่กำหนด

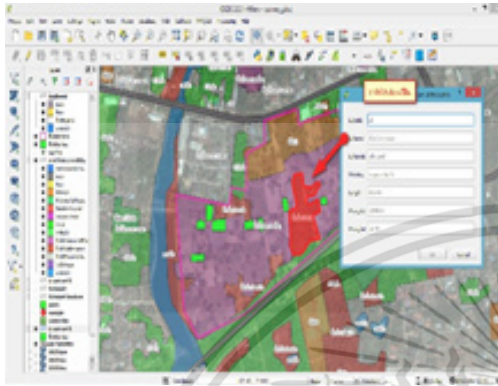
ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่เสี่ยง 3 จังหวัดอีสานใต้มีดังนี้

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในแต่ละพื้นที่และเป็นพืชเศรษฐกิจที่เป็นการสร้างรายได้เสริม เช่น พริก กะหล่ำปลี คื่นช่าย หรือ บล๊อคโคลี่ (Figure 1)

Agricultural Areas

QGIS Details

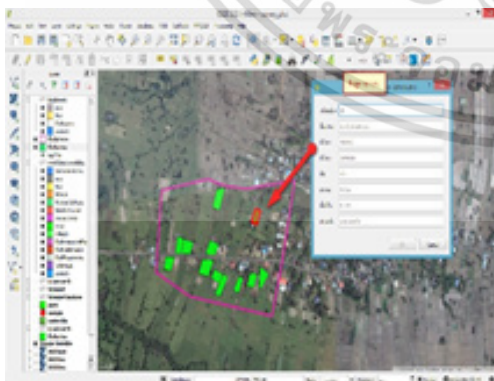
1. Nimitmai-Patana Village,
Khumnumsap district, Ubon Ratchathani



A

- Totally, there are 304 people living in the village. Residential households are equal to 71. Only 23 residential households were investigated for gardening vegetables as they were the only groups undergoing the cultivation. The most common vegetables grown included; green leaves (5 households), tomatoes (4 households), and the chrysanthemum (6 households).
- Noticeably, the residential households are not closely located to the agricultural fields. Nimitmai-Patana village is part of Khut-Peng sub-district. The specific agricultural locations are in village 6, Warinchumrab District, Ubon Ratchathani. The surrounding areas are forest and local communities with a natural water resource such as Chee river in Khut-Peng.
- The common Insect pesticides used include; imidacloprid (5 households) 2,4-D sodium salt (6 households)

2. Nong-Mook Village, Hao-Rua sub-district,
Ubon Ratchathani



B

- Totally, there are 638 persons living in this area. Residential households are equal to 235. During the study, only 52 households underwent the cultivation. Twelve farmers grew only chili (100%).
- Nong-Mook village is part of Hao-Rua sub-district. The chili fields were closed to residential areas. Some farmers grew chills at their backyards approximately 5 meters from their houses.
- The common Insect pesticides used include abamectin (13 households) Cypermethrin (7 households)

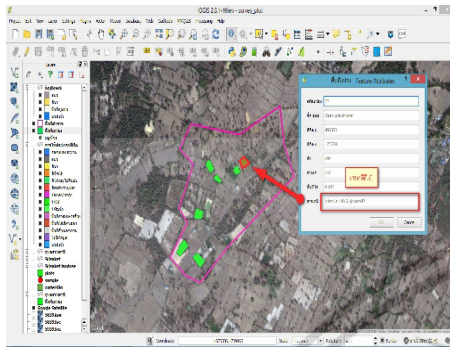
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agricultural Areas

QGIS Details

3. Cha-Lan Village, Cha - Lan sub - district, Umnartchareon

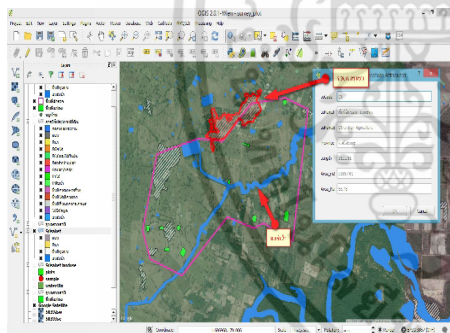
- The famers normally grow chili for the marketing business. The agricultural fields were located mainly in Cha-Lan village which has 497 local residents living in 170 households. Only 49 households cultivated chili in the areas.
- The water resources for consumption came from underground wells and ponds.
- Only chili were grown in this village (100%)
- The common Insect pesticides used include abamectin (10 households) silicon (6 households) N-P-K (38-5-5) (5 households)



C

4. Phon-Muang Village, Kayoong sub-district, Sri-Sa-Ket

- The vegetable growing business is extra income for the villagers, apart from farming and cassava growing.
- Totally, there were 285 villagers living in 75 households. During the study, only 32 households cultivates vegetables.
- The surrounding areas were forests and farms. The main water resource came from natural wells.
- Only chili were grown in this village (100%)
- The common Insect pesticides used include profenoFos (6 households)



D

Figure 1 Details of gardening vegetables and insect pesticide usage in 3 risk areas .

ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สามารถเรียกดูได้จากโปรแกรม GIS เช่นเดียวกับข้อมูลอื่นๆที่กล่าวไปจากการสำรวจแต่ละพื้นที่ พบว่า เกษตรกรอาสาสมัครส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟส (organophosphate insecticides) ในการป้องกันหนอนแมลงที่จะมากัดกินผักสวนครัวที่ปลูก (ร้อยละ 95) ซึ่งตัวอย่างสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟส เช่น มาลาไธออน พาราไธออน กุชาไทออน ซูมิไธออน เมวินฟอส ไดซีสตอน ไดอะซีโนน เป็นต้น

การนำข้อมูล GIS มาประยุกต์ใช้ในการช่วยตัดสินใจในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชนั้น ข้อมูล GIS จะช่วยให้เกษตรกรหรือเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถให้คำแนะนำ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ คำนวณ และสร้างแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ นำเสนอ และทำนายผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้เกษตรกรสามารถมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรม (visualization) มากขึ้น (Kaminska, 2004) เช่น การจัดการสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่จำเป็นและเหมาะสม ทางเลือกอื่นในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยที่ได้จากธรรมชาติ การปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกเพื่อช่วยปรับสภาพดิน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์กับเกษตรกรเอง และเจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐที่จะใช้ในการวางแผนการป้องกันผลกระทบของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อร่างกายของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งข้อมูล GIS ที่พัฒนาขึ้นมาจะตอบสนองความต้องการที่กล่าวมาข้างต้นได้ ในต่างประเทศได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้ในงานการเกษตรของเกษตรกรเช่นเดียวกัน เช่น ในปี 1992 หน่วยงานควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช รัฐแคลิฟอร์เนีย (Department of Pesticide Regulation, California) ได้พัฒนาข้อมูล GIS ที่เรียกว่า "A Permit Mapping Assistance Program" โดยข้อมูลดังกล่าวจะนำเสนอข้อมูลการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก โดยข้อมูลทั้งหมดจะมีการเชื่อมต่อกับข้อมูลของหน่วยงานควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช รัฐแคลิฟอร์เนีย ให้กับเกษตรกร รวมทั้งสอนทักษะการประยุกต์ใช้ข้อมูล GIS ดังกล่าวให้กับเจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐในการเก็บข้อมูล ประมวลผล วิเคราะห์ ซึ่งผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยดี และได้มีการติดตามผลในระยะยาวต่อไป (Neal, 2009)

การศึกษาค้นคว้า โปรแกรม GIS จำเป็นที่จะต้องได้รับการปรับปรุง เช่น (1) การขยายพื้นที่ทำการเพาะปลูก ผักสวนครัว ให้ครอบคลุมพื้นที่อื่นๆ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ เพื่อให้มีข้อมูลจากหลากหลายพื้นที่ประกอบการตัดสินใจให้กับเกษตรกร และเจ้าหน้าที่ในการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (2) ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก ผักสวนครัว เช่น อายุ เพศ โรคประจำตัว ประวัติการเพาะปลูก ผักสวนครัว อาชีพหลัก อาชีพเสริม ความรู้ การรับรู้เกี่ยวกับพิษภัยของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกร (3) ข้อมูลเชิงกายภาพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเพาะปลูก ผักสวนครัว เช่น คุณภาพน้ำ ดิน อากาศ และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ โดยข้อมูลทั้งหมดควรถูกรวบรวมไว้ในโปรแกรม GIS เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งานจริง ซึ่งการเก็บข้อมูลดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยเวลา กำลังคน และความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น เทศบาล สำนักงานเกษตรและที่ดิน โรงพยาบาล อบต. สำนักงานสาธารณสุข (สสจ) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด นอกจากนี้ ในส่วนของขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม GIS ยังจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้าน GIS มาเพิ่มเติม เนื่องจากพบว่าในการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยมีผู้เชี่ยวชาญเพียง 1 ท่าน ที่ทำหน้าที่ในการพัฒนาโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม GIS ซึ่งยังคงค่อนข้างจำกัด ดังนั้น หากมีการดำเนินงานวิจัยต่อยอดจากการวิจัยครั้งนี้ จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวมากขึ้น เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนี้ข้อจำกัดด้านจำนวนบุคลากร ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยพบว่าโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม GIS รวมทั้งภาพถ่ายดาวเทียม ยังมีราคาค่อนข้างแพงมาก ทำให้ข้อมูลเชิงพื้นที่บางอย่าง จำเป็นต้องค้นหาจากแหล่งข้อมูลที่ให้บริการโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม คุณภาพ และปริมาณของภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าว ยังมีข้อจำกัด ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพโดยรวมของโปรแกรม GIS ที่พัฒนาขึ้นมา ดังนั้น หากเป็นไปได้จำเป็นต้องหาแหล่งทุนเพิ่มเติมเพื่อให้มีงบประมาณเพียงพอในการใช้จ่ายในส่วนของการถ่ายภาพดาวเทียม

ในด้านการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร พบว่า ส่วนใหญ่นิยมใช้สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต รวมทั้งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ เช่น คลอริเนตเตทไฮโดรคาร์บอน ในการศึกษาค้นคว้า พบว่า แต่ละพื้นที่มีการปลูก ผักแตกต่างกัน ทำให้การเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความหลากหลาย ที่สังเกตได้จากพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละจังหวัด พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกพืชตามฤดูกาลเป็นหลักตามความต้องการของตลาด เช่น พื้นที่ตำบลจานลาน และหนองมุก นิยมปลูกพริกช่วงฤดูร้อนเพื่อจำหน่าย เนื่องจากผลผลิตมาก และมีคุณภาพ ดังนั้น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะสูงตามไปด้วย เนื่องจากการปลูกพริก แมลงศัตรูพืชที่สำคัญคือ 1. เพลี้ย 2. ไรแดง-ขาว 3. เพลี้ยไฟ 4. แมลงหวี่ขาว และ 5. หนอนกัดกินผล ซึ่งจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรู เช่น อะบาเม็กติน ไสเปอร์เมทริน หรือ ซิลิโคน ในปริมาณที่สูง ตัวอย่างที่พบจากรายงานที่ผ่านมา หากผู้ป่วยได้รับสารอะบาเม็กตินในปริมาณสะสมที่สูง อาจมีภาวะความดันโลหิตต่ำ มีภาวะระบบทางเดินหายใจล้มเหลว รวมทั้งระบบประสาททำงานผิดปกติ (Raftery,

2015) นอกจากนี้ยังพบว่าอะบาเม็กติน สารกลุ่มออร์แกนอโฟสเฟสตัวนี้ ทำให้ระดับเอนไซม์ตับคือ AST และ ALT เพิ่มขึ้น อาจส่งผลทำให้เนื้อตับถูกทำลายได้ (liver damage) และยังส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์คือ ทำให้มีบุตรยาก ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้จากการสังเกตหนูที่นำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ได้รับสารอะบาเม็กติน 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 210 วัน (Aid-Elhady, 2013; Lowerstein, 1996; Sripha, 2006) สำหรับข้อมูลของสารไซเพอร์เมทริน และซิลิคอน พบว่าทำให้ผู้ที่ได้รับเข้าไปเกิดภาวะอักเสบของระบบประสาทส่วนกลางหรือที่เรียกว่า demyelination symptoms (Majumdar, 2012; Burra, 2004)

นอกจากพวกที่นิยมปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจแล้ว ผักใบเขียวอย่างเช่น คะน้า เป็นพืชอีกชนิดที่นิยมปลูกทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี (ตำบลนิมิตใหม่พัฒนา) และจังหวัดศรีสะเกษ (หมู่บ้านโพนเมือง ตำบลขะยุง) ซึ่งแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ คือ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย หนอนใยผัก ตัวงหมัดผัก หนอนกระทู้ผัก ซึ่งจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เช่น คลอแรนทรานิลิโพรล ไพโรฟีโนฟอสในปริมาณที่สูง จากรายงานที่ผ่านมาพบว่า มีรายงานผู้เสียชีวิตจากการใช้สารไพโรฟีโนฟอสในการฆ่าตัวตาย ซึ่งปริมาณที่ใช้คือ 200 มิลลิกรัมความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ โดยสารดังกล่าวจะทำให้เกิดการกัดกร่อนของเยื่อบริเวณกล่องเสียง คอหอย และหลอดอาหาร ทำให้เสียชีวิตได้ อย่างไรก็ตาม หากความเข้มข้นของสารน้อย ก็อาจส่งผลทำให้ระบบทางเดินหายใจบวมพอง และมีผลต่อการทำงานของเม็ดเลือดแดง และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase ทำให้การทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อบวมพองเช่นกัน (Gotoh, 2001; Eddleston, 2009)

สรุปผลการทดลอง

ข้อมูล GIS เป็นข้อมูลระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บ จัดการ ค้นคืน ค้นหา วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงคุณลักษณะและเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยง 3 จังหวัดอีสานใต้ ในอนาคตจำเป็นต้องมีการเก็บ รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจ็บป่วยของเกษตรกรที่อาจเกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ต้นทุนการเพาะปลูกผักสวนครัว การปลูกพืชหมุนเวียน การดื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของแมลงศัตรูพืชผ่านทางข้อมูล GIS ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้ทุกท่าน รวมทั้งคณะเภสัชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ผู้วิจัยได้ใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าเต็มศักยภาพ

เอกสารอ้างอิง

- ผกาสิน พูนทิพัฒน์ และภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์. 2544. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการประยุกต์. วารสารวิชาการเนคเทค;11(3): 122-33.
- พรธณวดี อารยวงศ์วาฬ. 2544. การประเมินพื้นที่น้ำท่วม โดยใช้ MIKE 11 และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณลุ่มน้ำยม จังหวัดแพร่. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล. 113 หน้า.
- วินัย ทองชุบ. 2549. การเฝ้าระวังเตือนภัยโรคพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกรโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. แหล่งที่มา: http://dpc9.ddc.moph.go.th/support/KMReport/KM8_2Aug.htm. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2557.
- วินัย ศรวัต และศุภาโชค สกุลสุแก้ว. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยระบบสนับสนุน การตัดสินใจเพื่อการผลิตมันสำปะหลัง: มั่นไทย 1.0. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. 198 หน้า.
- สรารัตน์ แสงศรี. 2553. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในเมืองเก่าเชียงใหม่. คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมสำรวจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 105 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำนักงานระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2552. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค ประจำปี 2552. โรคพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช. หน้า 152-153.
- สำนักงานระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2554. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค ประจำปี 2554. Pesticide poisoning. [อ้างเมื่อ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2558] จาก http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/506wk/y54/d47_5254.pdf
- สุนิสา ชายเกลี้ยงและสายชล แปรงกระโทก. 2556. การประเมินทางชีวภาพด้านความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในกลุ่มเกษตรกรผู้ทำนา: กรณีศึกษาตำบลแก้งสนามนาง อำเภอแก้งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา. *ศรีนครินทร์เวชสาร*. 28(3): 382-389. สมบัติ อยู่เมือง. 2552. [ออนไลน์]. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. แหล่งที่มา : <http://www.gisthai.org/about-gis/input-gis.html>, Downloaded 11/04/2558
- Ald-Eihady HK, Abu-Elghar GE. 2013. A bamectin induced biochemical and histopathological changes in the albino rat, *rattus norvegicus*. *J Plant Protect Resear*. 53(3): 263-70.
- Burra SA, Ray DE. 2004. Structure-activity and interaction effects of 14 different pyrethroids on voltagegated .chloride ion channels. *Toxicol Sci*. Feb;77(2):341-346.
- Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. 2011. Weekly Epidemiological Surveillance Report (WESR), Thailand. 42(17): 257-71.
- Chaikoolvatana A, Saengnil W, Wongbutdee J, Saisingh N. Development of GIS database for insecticide usage and toxicity among Thai farmers in Ubon Ratchathani province, Thailand. *Applied Environ Resear* 2014; 36(3): 53-63.
- Eddleston M, Worek F, Eyer P, Therimann H, Meyer LV, Jeganathan K, Sheriff MJR, Dawson AH, Bucklet NA. 2009. Poisoning with the s-alkyl organophosphorus insecticides profenofos and prothiofos. *QJ Med*. 12: 785-792.
- Gotoh M, Sakata M, Endo T, Hayashi H, Seno H, Suzuki O. 2001. Profenofos metabolites in human poisoning. *Foren Sci Inter*. 116: 221-226.
- Horna D, Smale M, Hassan RA, Zepeda JF, Timpo SE. Insecticide use on vegetables in Ghana: Would GM seed benefit farmers?. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Orlando, FL, July 27-29, 2008.
- Johnson R. 2000. GIS technology for disasters and emergency management. An ESRI White paper, May 2000, retrieved 20th April 2015. From <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/diasastermgmt>.
- Kaminska A, Oldak A, Turski WA. 2004. Geographical information system (GIS) as a tool to monitoring and analyzing pesticide pollution and its impact on public health. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 11(2): 181-184.
- Lee EH, Burdick CA, Olszyk DM. GIS based risk assessment of pesticide drift case study: Fresno County, California: An annual report. Office of Research and Development. US Environmental Protection Agency March 2005: 1-159.
- Lowerstein M, Loopal G, Baumgartner W, Kutzer E. 1996. Histology of the skin and determination of blood and serum parameters during the recovery phase of sarcoptic mange in cattle after avermectin treatment. *Appl Parasitol*. 37(2) : 77-86.
- Majumdar BB, Guha G, Ray AN, Bala B. 2012. Toxic intracerebral demyelination in a case of suicidal cypermethrin poisoning. *Ann Trop Med Public Health*. 5: 615-7.
- Neal RH. 2009. Pesticide use reporting: an overview of California's unique full reporting system, California Department of Pesticide Regulation, Sacramento, California. April 2009. www.cdpr.ca.gov/docs/pur/purovrw/tobofcon.html. 2009.
- Raftery TD, Volz DC. 2015. Abamectin induces rapid and reversible hypoactivity within early zebrafish embryos. *Neurotoxicology and Teratology*. 49: 10-18.
- Sripha C, Tongpoo A, Sadabthumarak U. 2006. Abamectin poisoning: an emerging pesticide poisoning. 5th International Conference of Asia Pacific Association of Medical Toxicology, Colombo, Sri Lanka, August 6-8th 2006.
- Tanik, A., Seker, D.Z., Eklal, A., Erturk, A., Gurel, M. 2002. GIS application for analyses and evaluation of residual pesticides in a coastal lagoon. International Symposium on GIS, September 23rd-26th, Istanbul, Turkey. 2002.
- World Health Organization (WHO). 2008. World Health Organization metabolism and mode of action. Organophosphorus insecticides: a general introduction. WHO. Geneva 2008: 39-48.