บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

3.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ในการศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำของชุมชนบ้านหนองขาวกลาง หมู่ที่ 3 ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีประชากรเป็นชนเผ่าปกากะญอทั้งหมดจำนวน 43 หลังคาเรือน อยู่ห่างจากตัวอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอนไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 35 กิโลเมตร และมีขอบเขตของพื้นที่โดยรอบ ดังนี้

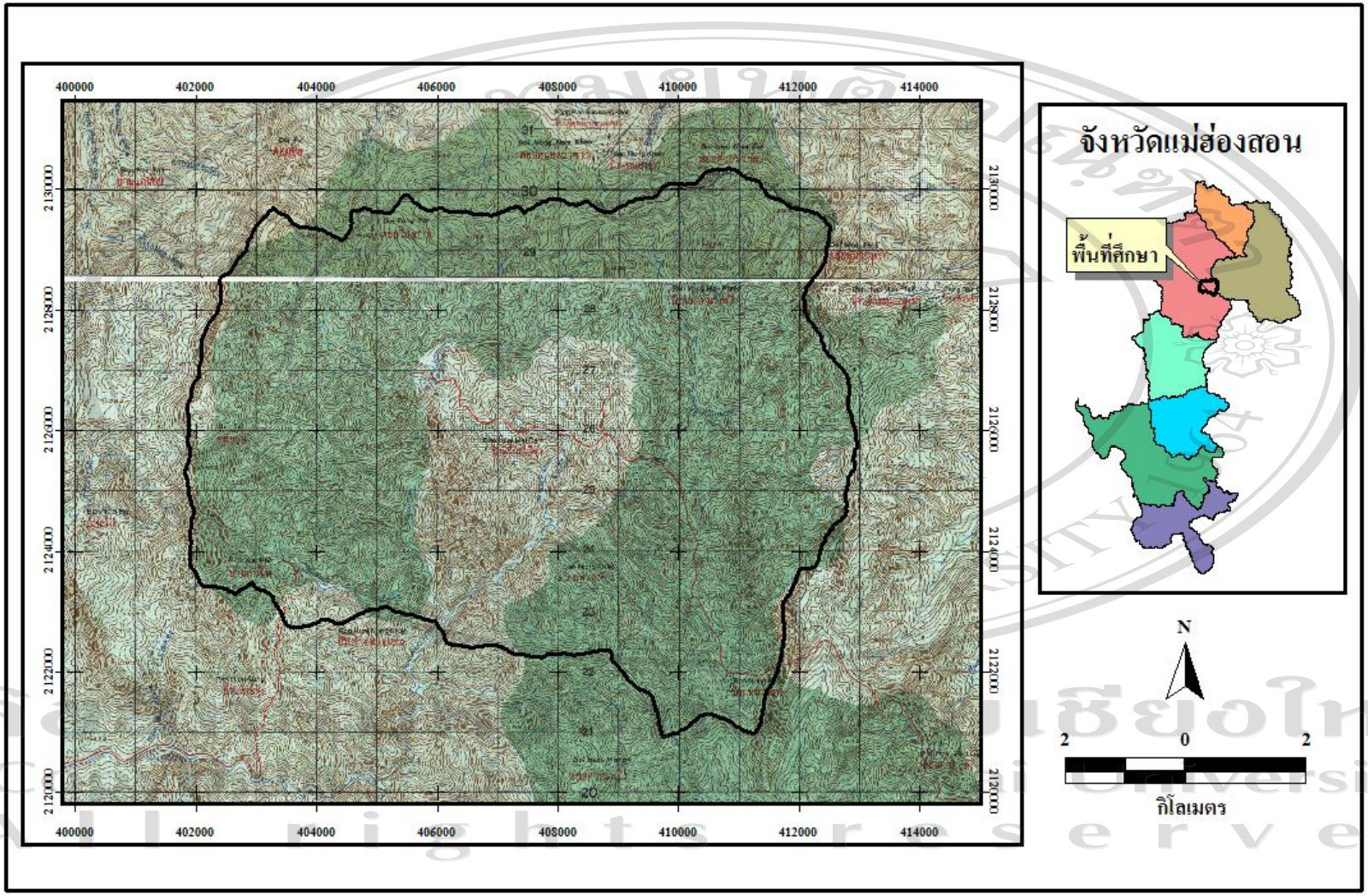
ทิศเหนือ	ติดกับหมู่บ้านหัวน้ำแม่ฮ่องสอน ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ทิศใต้	ติดกับหมู่บ้านห้วยกุ้ง ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ทิศตะวันออก	ติดกับหมู่บ้านห้วยไม้ดำ ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ทิศตะวันตก	ติดกับหมู่บ้านห้วยฮี้ ตำบลห้วยปูลิง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

3.1.2 ลักษณะทางกายภาพ

สภาพภูมิประเทศ: บ้านหนองขาวกลางมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ภูเขาสลับซับซ้อนและมีความสูงชันมาก มีพื้นที่ราบอยู่ตามหุบเขาเพียงส่วนน้อยที่ใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่เหมาะสม จากสภาพภูมิประเทศดังกล่าวทำให้เกษตรกรต้องทำการเกษตรอยู่บนพื้นที่สูงและมีความลาดชันมาก ภาพที่ 5 แสดงลักษณะสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา บ้านหนองขาวกลางในพื้นที่ตำบลห้วยปูลิง

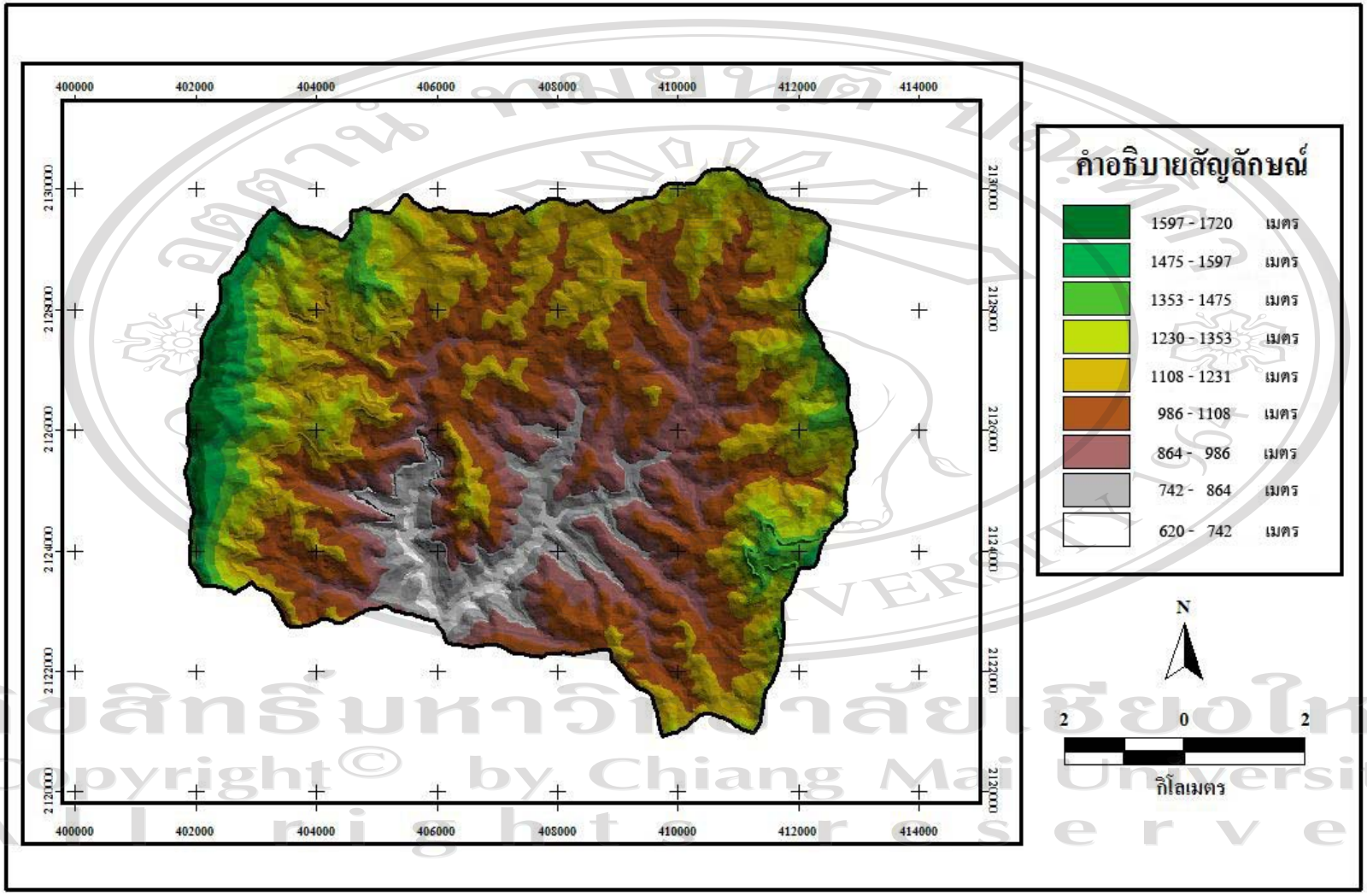
สภาพภูมิอากาศ: บ้านหนองขาวกลางมีสภาพภูมิอากาศเหมือนพื้นที่ภูเขาสูงโดยทั่วไป อากาศค่อนข้างเย็นสบายไม่ร้อนจัดในฤดูร้อน แต่ค่อนข้างหนาวเย็นในฤดูฝน และหนาวจัดในตอนกลางคืนของฤดูหนาว อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในฤดูหนาวประมาณ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาบ้านหนองขาวกลาง หมู่ที่ 3 ต. ห้วยปูลิง อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 5 ลักษณะสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาบ้านหนองขาวกลาง หมู่ที่ 3 ต. ห้วยปูลิง อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.3 ประชากร และลักษณะทางเศรษฐกิจ – สังคม

ประชากร: บ้านหนองขาวกลางเป็นหมู่บ้านขนาดเล็ก มี 43 ครัวเรือน มีประชากรรวม 336 คน แบ่งเป็นหญิง 165 คน และชาย 171 คน ทั้งหมดเป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกากะญอ (กะเหรี่ยง) ที่ค่อนข้างยึดถือและปฏิบัติตามวัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิต และระเบียบแบบแผนอย่างเคร่งครัด

การประกอบอาชีพ: ประชากรในบ้านหนองขาวกลางตำบลห้วยปูลิงส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ การปลูกข้าวไร่และพืชไร่ต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ถั่วชนิดต่าง ๆ งา ตลอดจนพืชผักชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบอาหารในครัวเรือนได้ โดยทำการเพาะปลูกในพื้นที่ที่เป็นระบบไร่หมุนเวียน นอกจากนั้น ยังมีการเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ โค กระบือ หมู และไก่ เป็นต้น

การศึกษา: บ้านหนองขาวกลางมีสถานศึกษาทั้งสิ้นรวม 1 แห่ง คือ โรงเรียนบ้านหนองขาวกลาง ซึ่งเป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแม่ฮ่องสอน เขต 1 (สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ)

ศาสนา: ประชากรในบ้านหนองขาวกลางมีทั้งที่นับถือศาสนาคริสต์และนับถือศาสนาพุทธ มีผู้นับถือศาสนาคริสต์ 31 ครัวเรือน และนับถือศาสนาพุทธ 12 ครัวเรือน ผู้นับถือศาสนาคริสต์ จะมีการชุมนุมร่วมกันทำกิจกรรมทางศาสนาทุกวันพุธ (บ่าย) วันศุกร์ (บ่าย) วันเสาร์ (เช้าและเย็น) และวันอาทิตย์ทั้งวัน หรือในโอกาสพิเศษต่าง ๆ เช่น งานแต่งงาน งานเฉลิมฉลอง หรืองานศพ เป็นต้น สำหรับผู้นับถือศาสนาพุทธจะมีการร่วมกิจกรรมเหมือนเช่นพุทธศาสนิกชนทั่วไป ในวาระหรือวันสำคัญต่าง ๆ ทางพุทธศาสนา

ระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน:

- การสาธารณสุข: บ้านหนองขาวกลางมีสถานีบริการสาธารณสุขชุมชน 1 แห่ง ซึ่งการบริการส่วนใหญ่เป็นการรักษาแบบผู้ป่วยภายนอก คือมารับการตรวจรักษาและรับยาจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและกลับบ้านไป จากข้อมูลผู้ป่วยที่มารับการตรวจรักษาทั่วไป ได้แก่ โรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร เช่น โรคลำไส้อักเสบ โรคกระเพาะอาหาร โรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหลอดลมอักเสบ โรคหอบหืด โรคที่เกี่ยวกับโครงสร้างกระดูก เช่น โรคปวดตามข้อต่างๆ โรคปวดตามกระดูกสันหลัง โรคทางผิวหนัง เช่น ตุ่มผื่นคัน กลากเกลื้อน น้ำกัดเท้า โรคอาการทางสมอง เช่น ปวดหัวเนื่องจากความเครียด นอกจากนี้ ยังพบการเข้ารับการรักษาอุบัติเหตุเล็กน้อย เช่น แผลถลอก แขนหัก ขาหัก บวม-ช้ำ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- การคมนาคม: การเดินทางเข้าถึงบ้านหนองขาวกลางสามารถใช้เส้นทางคมนาคมหลักได้ 3 เส้นทาง คือ 1. จากตัวอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอนใช้เส้นทางสายหัวน้ำแม่สะกึด – ห้วยตอง (แยกจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 108 ที่บ้านหัวน้ำแม่สะกึด) ระยะทาง 75 กิโลเมตร 2. จากอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ใช้เส้นทางสาย ปาย – วัดจันทร์ – ห้วยตอง (แยกจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1095 ใช้ทางหลวงชนบทหมายเลข 1263 และ 1265) ระยะทาง 64 กิโลเมตร และ 3. จากอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้เส้นทางสายสะเมิง – วัดจันทร์ – ห้วยตอง (แยกจากตัวอำเภอสะเมิงมาตามเส้นทางสะเมิง – บ้านบ่อแก้ว – บ้านดงสามหมื่น- บ้านแจ่มน้อย) ระยะทาง 115 กิโลเมตร โดยทั้ง 3 เส้นทางพื้นผิวถนนส่วนใหญ่เป็นถนนดินแดง ขรุขระ คดโค้งไปตามไหล่เขา และมีความลาดชันมาก สามารถใช้ได้ปกติในฤดูแล้ง ส่วนฤดูฝนการเดินทางค่อนข้างยากลำบาก เนื่องจากมักเกิดการทรุดตัวและพังทลายของไหล่ถนน มีเพียงบางส่วนที่พื้นผิวถนนเป็นคอนกรีตเสริมและคณะเหล็กและลูกรังบดอัด สำหรับเส้นทางในหมู่บ้าน โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือเป็นถนนลูกรังหรือดินแดง และบางส่วนเป็นถนนคอนกรีตเสริมและคณะเหล็ก ความกว้าง 3-4 เมตร ทั้งหมดก่อสร้างจากงบประมาณแผ่นดิน

- การติดต่อสื่อสาร: การติดต่อสื่อสารของบ้านหนองขาวกลางใช้ระบบโทรคมนาคมผ่านสัญญาณดาวเทียมของการสื่อสารแห่งประเทศไทยที่อาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (solar cells) โดยการสื่อสารแห่งประเทศไทยได้ติดตั้งโทรศัพท์สาธารณะสำหรับหมู่บ้านรวม 2 แห่ง คือ บ้านผู้ใหญ่บ้าน และสถานีบริการสาธารณสุขชุมชน

- ไฟฟ้า: บ้านหนองขาวกลางใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการแปลงมาจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ตามนโยบายการส่งเสริมและคณะให้มีไฟฟ้าใช้ทุกหมู่บ้านของรัฐบาล

- ประปา: บ้านหนองขาวกลางใช้ระบบประปาภูเขา โดยมีการติดตั้งตามหลักการสาธารณสุขขั้นพื้นฐาน เช่น มีการทำระบบกรองน้ำโดยใช้วัสดุตามธรรมชาติ มีการทำความสะอาดถังกักเก็บน้ำเป็นประจำ และมีกรรมการเรื่องน้ำประจำหมู่บ้าน เป็นต้น ระบบประปาภูเขาดังกล่าวได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการก่อสร้างจากองค์การบริหารส่วนตำบลห้วยปูลิง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 วิธีการศึกษา

เป้าหมายหลักของการศึกษานี้คือ การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของชุมชนปกากะญอที่ทำการเกษตรบนที่สูงในระดับชุมชน และลุ่มน้ำย่อยเพื่อใช้วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะการทำไร่หมุนเวียน ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของพื้นที่แปลงไร่หมุนเวียน รวมถึงศึกษารูปแบบของการสับเปลี่ยนหมุนเวียนแปลงเกษตรกรรม ตลอดจนถึงศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาของการ

หมุนเวียนในเชิงพื้นที่ ที่มีผลกระทบต่อปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้ และคุณสมบัติของดินบางประการในแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งมีขั้นตอนหลัก คือ 1. การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับชุมชนระดับชุมชน และระดับลุ่มน้ำย่อย 2. การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่และรูปแบบการทำไร่หมุนเวียน 3. การวิเคราะห์หลักเกณฑ์การย้ายแปลง และเลือกแปลงพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้ และ 5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับคุณสมบัติของดินบางประการ

3.2.1 การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับชุมชน และระดับลุ่มน้ำย่อย

3.2.1.1 การเก็บข้อมูลในภาคสนาม

1) ข้อมูลตำแหน่งบ้านเกษตรกร

การเก็บข้อมูลตำแหน่งพิกัดบ้านเกษตรกร เพื่อนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ตำแหน่งบ้านเกษตรกรของพื้นที่ศึกษา โดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS) เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลตำแหน่งพิกัดบ้านเกษตรกร ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลตำแหน่งพิกัดบ้านเกษตรกรในหมู่บ้านทั้งหมด 36 ครัวเรือน

2) ข้อมูลแปลงไร่หมุนเวียน

การเก็บข้อมูลแปลงไร่หมุนเวียน เพื่อนำไปพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แปลงไร่หมุนเวียนของพื้นที่ศึกษา และนำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แปลงไร่หมุนเวียนมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) กับข้อมูลภาพดาวเทียม ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์หาปริมาณมวลชีวภาพ (biomass) ของแปลงไร่หมุนเวียนในแต่ละปี โดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) เป็นเครื่องมือในการเก็บพิกัดขอบเขตแปลงไร่หมุนเวียน ในการศึกษานี้ทำการเก็บพิกัดแปลงไร่หมุนเวียนทั้งหมด 10 แปลง ซึ่งเป็นตัวแทนไร่หมุนเวียนในแต่ละปี 10 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่แปลงไร่หมุนเวียนปี พ.ศ. 2540 จนถึงแปลงไร่หมุนเวียนปี พ.ศ. 2549

3) ข้อมูลลักษณะการทำไร่หมุนเวียน และหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่มีต่อการย้ายพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน

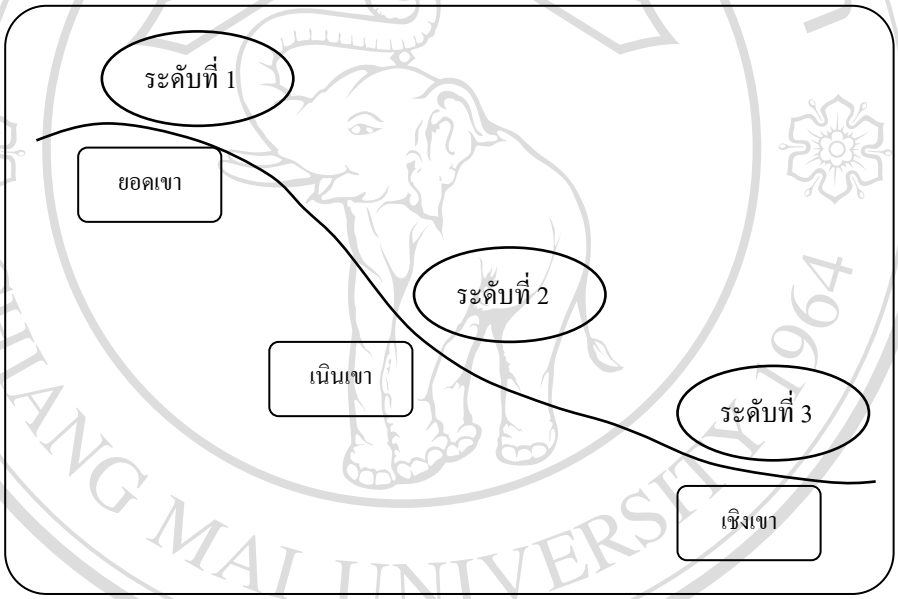
การเก็บข้อมูลลักษณะการทำไร่หมุนเวียน และหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่มีต่อการย้ายพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน เพื่ออธิบายลักษณะ วิธีการ และรูปแบบของการทำไร่หมุนเวียนที่เกี่ยวข้องกับวิธีชีวิต สังคม ประเพณี และวัฒนะธรรมตลอดจนกติกา หรือข้อกำหนดของชุมชนชาวเขาเผ่าปกาเกอญอ ที่มีผลต่อการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน รวมไปถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่มีผลต่อการย้ายพื้นที่ทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน โดยใช้การสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และแบบสอบถามสมาชิกในหมู่บ้าน ครัวเรือนละ 1 คน เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

4) ข้อมูลดิน

การเก็บข้อมูลดิน เพื่อนำไปวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของแปลงไร่หมุนเวียนทั้ง 10 แปลง โดยมีวิธีการเก็บดังนี้คือ ใน 1 พื้นที่แปลงไร่หมุนเวียนถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามลักษณะภูมิประเทศ (ภาพที่ 6) และใน 1 ระดับแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 จุดด้วยกัน จากนั้นนำดินทั้ง 3 จุดมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์โดยทำในลักษณะเดียวกันทั้ง 3 ระดับ



ภาพที่ 6 แบ่งพื้นที่เก็บดิน 3 ระดับ ตามลักษณะภูมิประเทศ คือ ยอดเขา เนินเขา และเชิงเขา

3.2.1.2 การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

1) ข้อมูลตำแหน่งบ้านเกษตรกร

นำข้อมูลตำแหน่งบ้านเกษตรกรจากเครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) พัฒนาให้อยู่ในรูปฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรมระบบกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก DNRGarmin ซึ่งเป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการแปลงและนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการรังวัดภาคสนามเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ จากนั้นพัฒนาและจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcView Version 3.3 ลักษณะข้อมูลตำแหน่งบ้านเกษตรกรเป็นแบบจุด (point) มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียดของข้อมูลตำแหน่งบ้านเกษตรกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คือ ลำดับ เลขที่บัตรประชาชน ชื่อ - สกุล บ้านเลขที่ หมู่ที่ ตำบล อำเภอ จังหวัด และรูปภาพผู้ที่ให้สัมภาษณ์

2) ข้อมูลแปลงไร่หมุนเวียน

นำข้อมูลแปลงไร่หมุนเวียนจากเครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) พัฒนาให้อยู่ในรูปฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรมระบบกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก DNRGarmin ซึ่งเป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการแปลงและนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการรังวัดภาคสนามเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ จากนั้นพัฒนาและจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcView Version 3.3 ลักษณะข้อมูลเป็นแบบพื้นที่ (polygon) มีข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียดของข้อมูลแปลงไร่หมุนเวียนคือ ลำดับ ปีที่ทำการเกษตร หมู่ที่ ตำบล อำเภอ จังหวัด และขนาดพื้นที่ (ไร่) รูปพื้นที่แปลงไร่หมุนเวียน

3.2.2 การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่และรูปแบบการทำไร่หมุนเวียน

การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่และรูปแบบการทำไร่หมุนเวียนของหมู่บ้านพื้นที่ศึกษา 3 ลักษณะคือ 1. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ไร่หมุนเวียน 2. การวิเคราะห์ลักษณะทางชีวภาพของพื้นที่ไร่หมุนเวียน และ 3. การวิเคราะห์และอธิบายรูปแบบการทำไร่หมุนเวียน

3.2.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ไร่หมุนเวียน

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ไร่หมุนเวียน เพื่ออธิบายลักษณะทางกายภาพพื้นที่ไร่หมุนเวียนของหมู่บ้านหนองขาวกลางที่ทิ้งร้างในระยะเวลาที่แตกต่างกัน 10 ปี (พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2549) ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ โดยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (overlay) ขอบเขตแปลงไร่หมุนเวียนเข้ากับข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ ข้อมูลระดับความสูง ความลาดชัน ทิศด้านลาด และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และมีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินพื้นที่ไร่หมุนเวียนซึ่งได้ดัดแปลงมาจากเกณฑ์การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กองสำรวจดิน, 2523) ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าร้อยละของความอิ่มตัวด้วยไอออนบวกที่เป็นด่าง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีค่าความอิ่มตัวด้วยเบส ดังตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์ในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินพื้นที่ไร่หมุนเวียนของหมู่บ้านหนองขาวกลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 เกณฑ์ในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินพื้นที่ไร่หมุนเวียนของหมู่บ้านหนองขาวกลาง

ระดับความอุดมสมบูรณ์	อินทรียวัตถุ ($g\ kg^{-1}$)	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ ($cmol\ kg^{-1}$)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($mg\ kg^{-1}$)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ($mg\ kg^{-1}$)
ต่ำ	< 15	< 10	< 10	< 60
	(1)[1]	(1)	(1)	(1)
ปานกลาง	15 – 35	10 – 20	10 – 25	60 – 90
	(2)	(2)	(2)	(2)
สูง	> 35	> 20	> 25	> 90
	(3)	(3)	(3)	(3)

[1] แต่ละค่าจะให้คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ต่ำ (= 1 คะแนน) ปานกลาง (= 2 คะแนน) และสูง (= 3 คะแนน) ตามกำหนดของแต่ละเกณฑ์ในตาราง ถ้าหากคะแนนรวมของดินเท่ากับหรือน้อยกว่า 6 ถือว่ามีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คะแนนรวมในช่วง 7 – 9 ถือว่ามีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และคะแนนรวมเท่ากับ 10 หรือมากกว่าถือว่ามีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง (ที่มา: กองสำรวจดิน, 2523)

3.2.2.2 การวิเคราะห์ลักษณะทางชีวภาพของพื้นที่ไร่หมุนเวียน

การวิเคราะห์ลักษณะทางชีวภาพของพื้นที่ไร่หมุนเวียน เพื่ออธิบายลักษณะทางชีวภาพพื้นที่ไร่หมุนเวียนของหมู่บ้านหนองขาวกลางที่ทิ้งร้างในระยะเวลาที่แตกต่างกัน 10 ปี (พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2549) ใช้การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล โดยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นเครื่องในการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำบ้านหนองขาว ปี พ.ศ. 2548 และใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์เกษตรกร ผู้ใหญ่บ้าน และกรรมการหมู่บ้านหนองขาวกลางในการศึกษาข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ และชนิดพืชที่ปลูกในพื้นที่ไร่หมุนเวียน

ข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่นำมาจำแนก คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ขนาดรายละเอียด (resolution) 25 เมตร บันทึกภาพเมื่อวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2548 (ภาพที่ 7) ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ๆ คือ

1) กระบวนการเตรียมข้อมูลภาพจากดาวเทียม

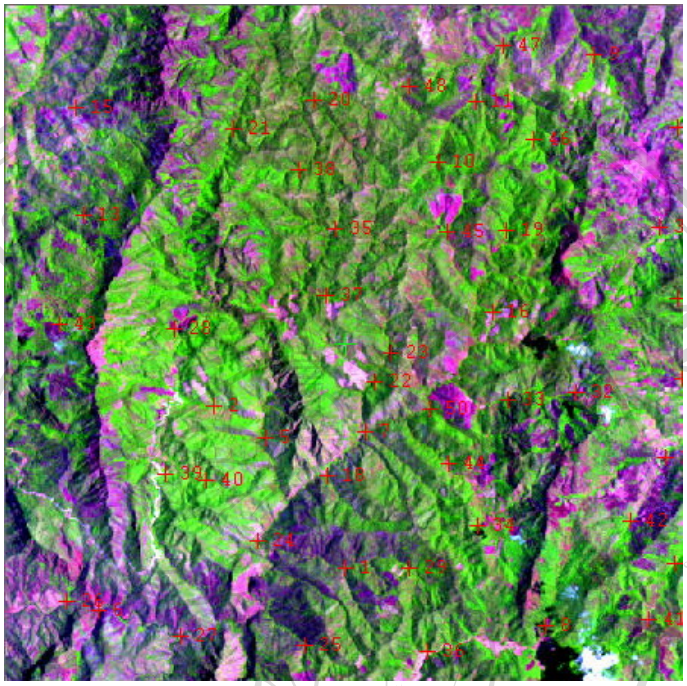
กระบวนการเตรียมข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นการดำเนินงานเพื่อให้ข้อมูลดาวเทียมมีความพร้อมสำหรับการดำเนินการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

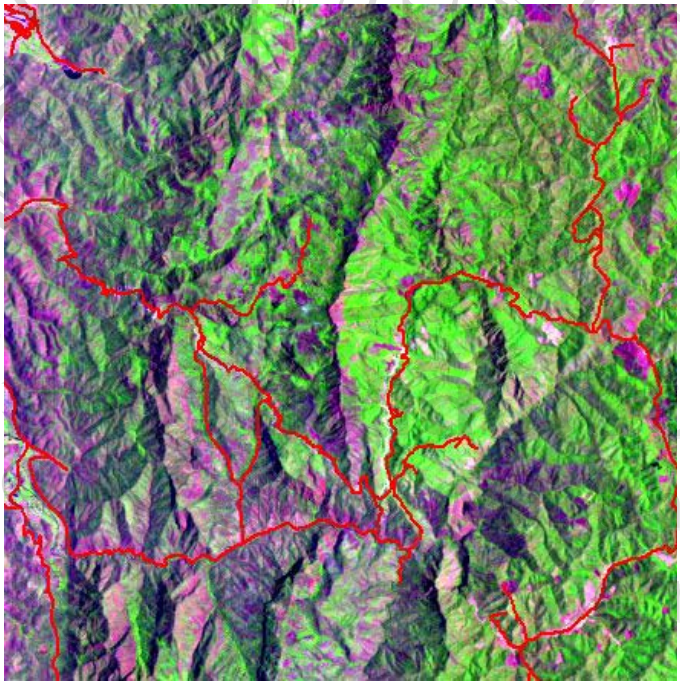
1.1) การปรับแก้ข้อมูลภาพเชิงตำแหน่ง (geometric correction)

การปรับแก้ข้อมูลภาพเชิงตำแหน่ง เป็นการปรับแก้ข้อมูลภาพดาวเทียมให้มีค่าพิกัดตรงกับพื้นที่จริง ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการคำนวณตำแหน่ง ระยะทาง และพื้นที่ ตลอดจนเพื่อให้การวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ เป็นไปอย่างถูกต้อง วิธีการปรับแก้เชิงตำแหน่งใช้เทคนิคการปรับแก้แบบอ้างอิงกับค่าพิกัดของภาพจากดาวเทียมที่ได้ทำการปรับแก้ไว้ก่อนหน้านี้แล้ว เรียกว่ากระบวนการปรับแก้เชิงตำแหน่งว่า “Image Registration” หรือ “Image to Image” (ศุทธินี, 2549) โดยเป็นการปรับแก้ตำแหน่งของข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat-5 เข้ากับข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT- 5 ซึ่งเป็นข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้อ้างอิงค่าพิกัดของตำแหน่งโดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points: GCPs) ให้ครอบคลุมและกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่อย่างน้อยประมาณ 50 จุด จากนั้นคำนวณโดยอาศัยสมการโพลิโนเมียล (polynomial function) เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Errors: RMS_{Error}) เชิงตำแหน่งของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ไม่มีระบบพิกัดอ้างอิง (ศุทธินี, 2549) ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนจะเป็นค่าระบุเกณฑ์การยอมรับได้ของความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการปรับแก้แต่ละภาพ โดยปกติค่าความคลาดเคลื่อนต้องไม่เกินขนาดรายละเอียดของข้อมูลภาพ (สิทธิเดช, 2543) ในกรณีนี้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat-5 มีรายละเอียดของข้อมูลภาพเท่ากับ 25 เมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



การกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินจำนวน 50 จุดเพื่อปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง



ภาพดาวเทียมที่ได้รับการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้ว

ภาพที่ 7 การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2) การปรับแก้เชิงแสง (radiometric correction)

ภาพทุก ๆ ภาพจะมีความผิดเพี้ยนเชิงคลื่น เพราะพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปล่งออกหรือสะท้อนกลับของวัตถุที่ถูกวัดโดยเครื่องวัดที่ติดตั้งไว้บนอากาศยานหรือยานอวกาศ พลังงานที่วัดไว้นั้นจะไม่เหมือนกับพลังงานที่เปล่งหรือสะท้อนกลับจากวัตถุเดียวกันเมื่อเทียบกับการวัดจากระยะใกล้ เนื่องมาจากมุมภาคทิศ (azimuth) และมุมสูง (elevation) ของดวงอาทิตย์ สภาพบรรยากาศ เช่น หมอก หรือละลองลอย การตอบสนองของเครื่องวัด ฯลฯ ซึ่งมีอิทธิพลกับพลังงานที่วัดได้ ดังนั้น เพื่อที่จะได้ค่าพลังงานรังสีตกกระทบ หรือค่าการสะท้อนที่แท้จริงจึงจำเป็นต้องปรับแก้ความเพี้ยนเชิงคลื่นเหล่านั้น (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีปรับค่าความถี่สะสม (histogram adjustment) ซึ่งเป็นวิธีการปรับแก้ที่เกี่ยวข้องกับค่าการสะท้อนในแต่ละแบนด์ โดยปกติแล้วค่าการสะท้อนที่ต่ำที่สุดของภาพที่ยังไม่ได้รับการปรับแก้จะมีค่าสูง (ตารางที่ 3 และภาพที่ 8) ซึ่งได้รับผลกระทบจากสภาพบรรยากาศ เช่น หมอก หรือละลองลอย จึงทำให้ภาพมีความสว่าง ซึ่งวิธีการนี้จะทำการลดค่าความสว่างของภาพลงโดยการนำค่าที่น้อยที่สุดของแต่ละแบนด์ลบออกจากค่าการสะท้อนของแต่ละแบนด์ ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าเริ่มต้น หรือค่าที่น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับศูนย์ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 9) วิธีการนี้เป็นแบบจำลองที่ง่าย ซึ่งเป็นการลบค่าความคลาดเคลื่อนแสง (bias) ของแต่ละแบนด์ ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนแสงจะเป็นตัวกำหนดค่าความถี่สะสม (histogram) ก่อนการปรับแก้ การปรับแก้ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศดังสมการนี้

$$\text{Output } BV_{i,j,k} = \text{input } BV_{i,j,k} - \text{bias} \quad (1)$$

โดยที่: input $BV_{i,j,k}$ คือค่าจุดภาพ (pixel) ที่แถว I และที่คอลัมน์ที่ j ของแบนด์ k

output $BV_{i,j,k}$ คือการปรับแก้ค่าจุดภาพที่ตำแหน่งเดียวกัน

ตารางที่ 3 ตัวอย่างค่าการสะท้อนสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลภาพจากดาวเทียมก่อนการปรับแก้

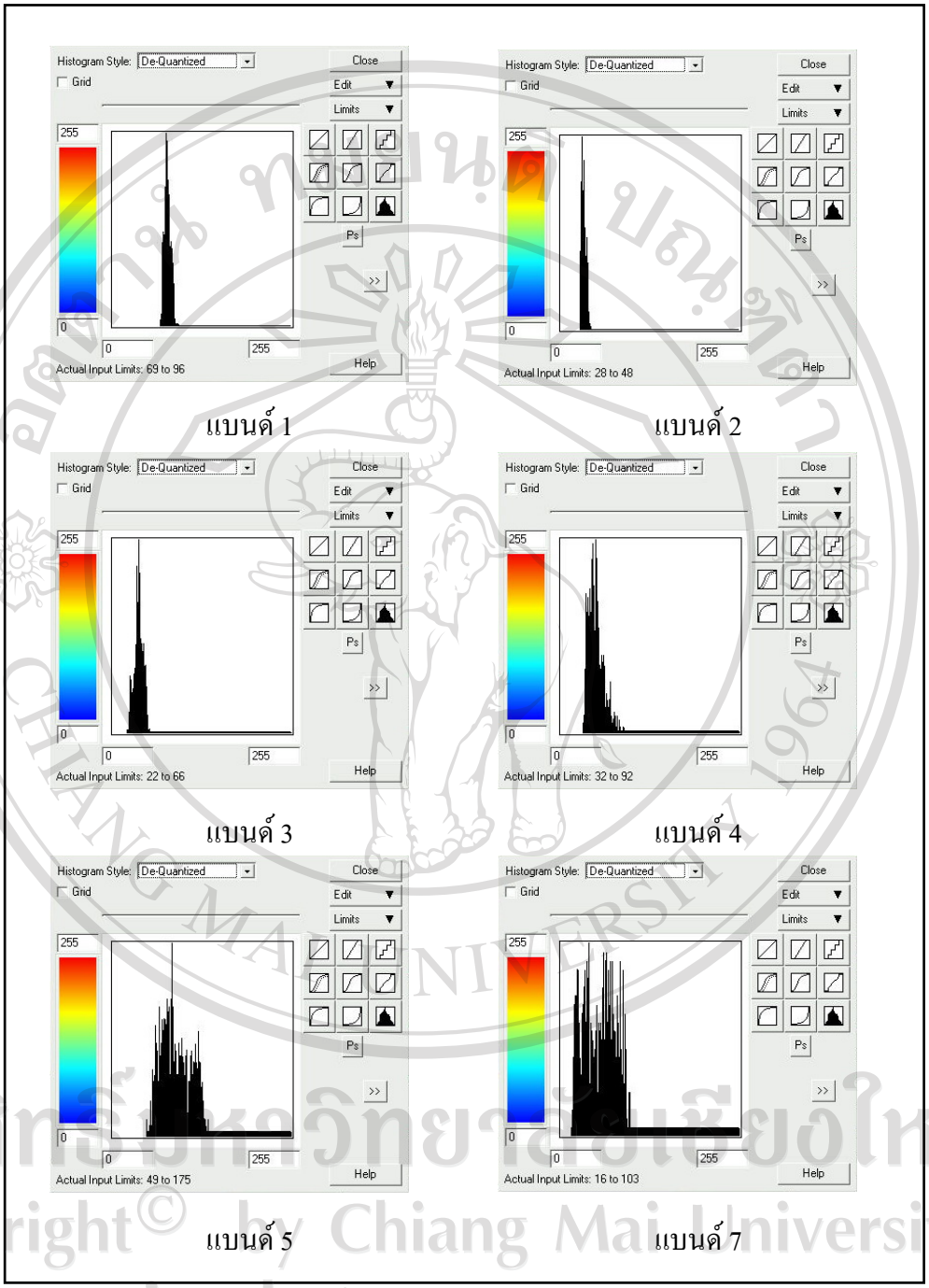
BAND	MINIMUM	MAXIMUM
1	69	96
2	28	48
3	22	66
4	32	92
5	49	175
7	16	103

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 ตัวอย่างค่าการสะท้อนสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลภาพจากดาวเทียมหลังการปรับแก้

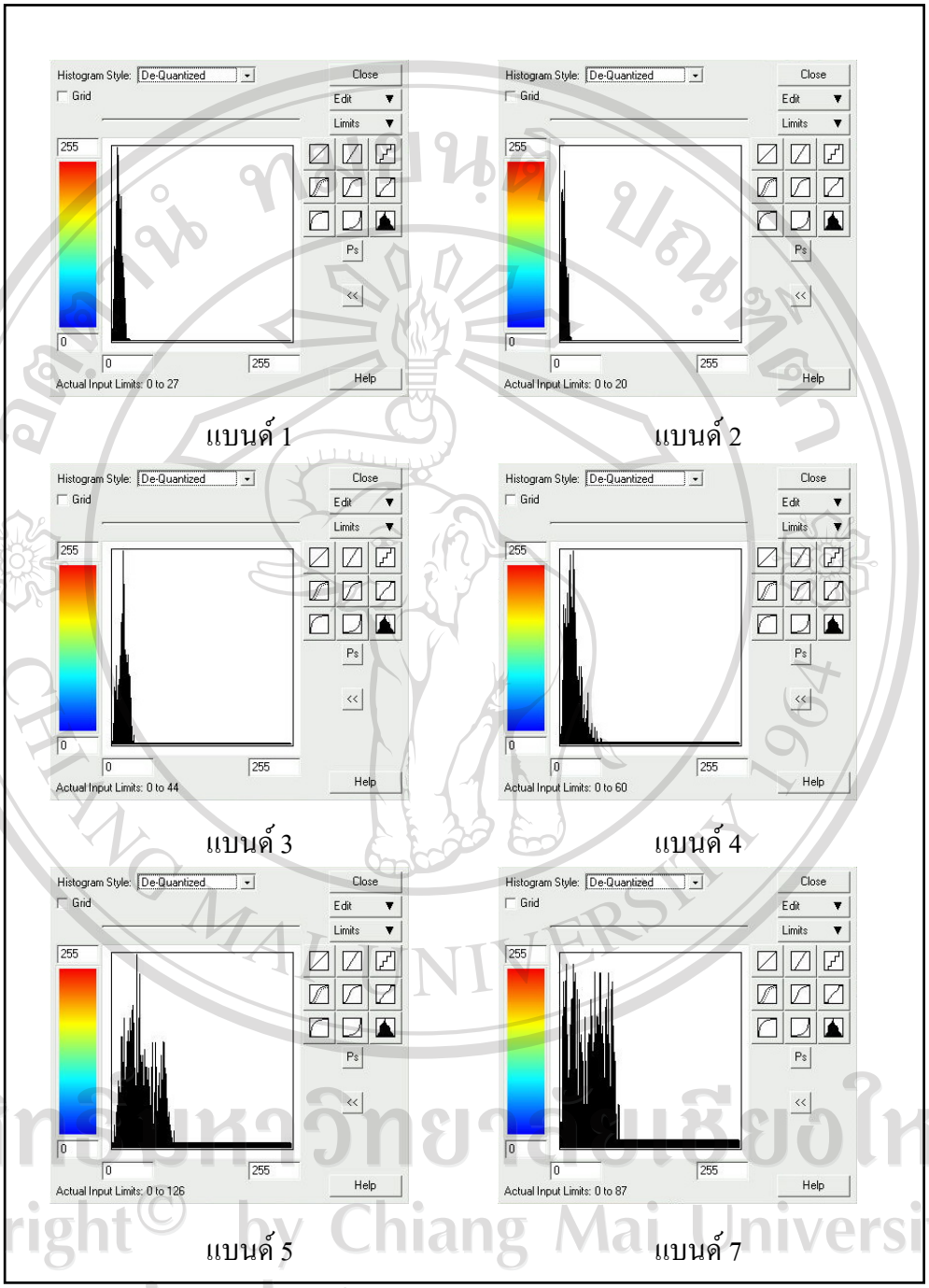
BAND	MINIMUM	MAXIMUM
1	0	27
2	0	20
3	0	44
4	0	60
5	0	126
7	0	42

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 8 ตัวอย่างค่าความถี่สะสมของข้อมูลภาพจากดาวเทียมก่อนการปรับแก้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

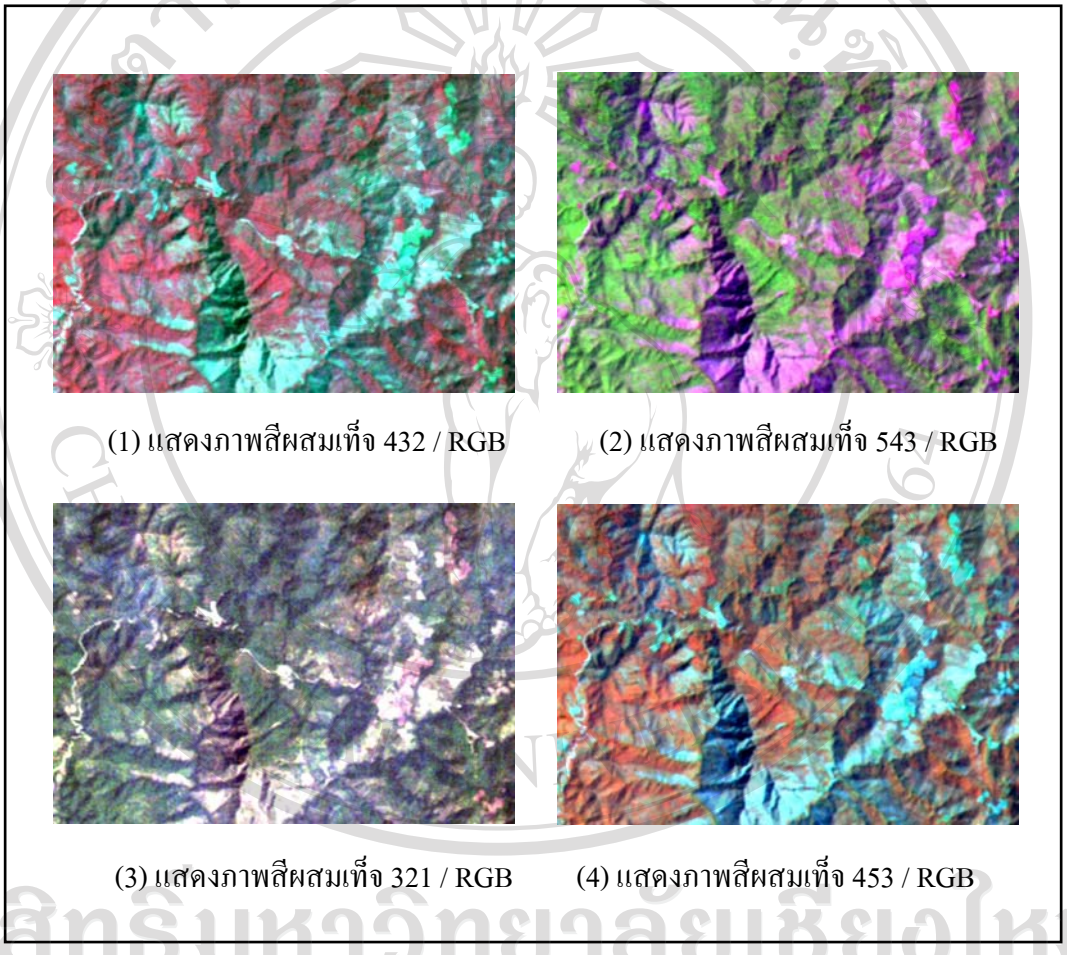


ภาพที่ 9 ตัวอย่างค่าความถี่สะสมของข้อมูลภาพจากดาวเทียมหลังการปรับแก้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล (image enhancement)

การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพดาวเทียมคือ การทำให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีคุณภาพพร้อมที่จะเข้าสู่กระบวนการจำแนกรายละเอียด มีความชัดเจน เหมาะสมต่อการจำแนก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีการสร้างภาพสีผสม (color combination) (ศุทธินี, 2549) เพื่อช่วยเน้นรายละเอียดของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 10



(1) แสดงภาพสีผสมเท็จ 432 / RGB (2) แสดงภาพสีผสมเท็จ 543 / RGB

(3) แสดงภาพสีผสมเท็จ 321 / RGB (4) แสดงภาพสีผสมเท็จ 453 / RGB

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลภาพสีผสมรูปแบบต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การจำแนกรายละเอียดข้อมูล (image classification)

การจำแนกรายละเอียดข้อมูล เป็นขั้นตอนการประมวลผลในทางสถิติ เพื่อแยกค่าการสะท้อนของจุดภาพทั้งหมด ซึ่งแสดงถึงสิ่งปกคลุมดินประเภทหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กันและมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ให้แยกออกตามลักษณะเฉพาะทางสถิติของแต่ละกลุ่ม (class) วิธีการจำแนกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ การจำแนกแบบควบคุม (supervised classification) ซึ่งเป็นการจำแนกที่ผู้วิเคราะห์เป็นผู้กำหนดลักษณะประเภทของข้อมูลเอง และเป็นผู้เลือกตัวอย่าง

ประเภทข้อมูลสำหรับการจำแนก ซึ่งตัวอย่างที่เลือกจะเป็นข้อมูลทางสถิติที่กำหนดคุณลักษณะของข้อมูลสำหรับการจำแนก ตัวอย่างที่เลือกจะเป็นข้อมูลทางสถิติกำหนดคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชนิด ดังนั้นความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการจำแนกแบบนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของพื้นที่ตัวอย่างที่ถูกเลือก (ศุทธินี, 2549) ซึ่งการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำบ้านหนองขาวสามารถจำแนกประเภทออกได้ 6 ประเภท คือ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าสนเขา ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่เตรียมแปลงเพาะปลูก และไร่ร้าง

3.2.2.3 การวิเคราะห์และอธิบายรูปแบบการทำไร่หมุนเวียน

การวิเคราะห์และอธิบายรูปแบบการทำไร่หมุนเวียน เพื่ออธิบายลักษณะรูปแบบการทำไร่หมุนเวียนของเกษตรกรบ้านหนองขาวกลาง เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นหัวหน้าครัวเรือน หรือสมาชิกที่สามารถให้ข้อมูลได้ซึ่งอาศัยอยู่ในบ้านหนองขาวกลาง หมู่ที่ 3 ต. ห้วยปูลิง อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน จำนวน 36 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการศึกษา เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3 - 10 มีนาคม 2549 ได้แก่ ปฏิทินกิจกรรมการเกษตร จำนวนแรงงานที่ใช้ในการปลูกพืช และอาชีพและกิจกรรมอื่น ๆ ที่ทำในช่วงทำการเกษตร

3.2.3 การวิเคราะห์หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่มีต่อการย้ายพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน

การวิเคราะห์หลักเกณฑ์การตัดสินใจที่มีต่อการย้ายพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน เพื่อศึกษาหลักเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อเลือกพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียน และหลักเกณฑ์การตัดสินใจย้ายแปลงปลูกพืชในระบบการทำการเกษตรแบบไร่หมุนเวียนของเกษตรกรบ้านหนองขาวกลาง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อการสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการศึกษา

3.2.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้

การหาความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมุนเวียนแปลงเกษตรในระบบการเกษตรกรรมแบบไร่หมุนเวียน บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้ โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกลร่วมกับแบบจำลอง 3PGS

แบบจำลอง 3PGS (Physiological Principles for Predicting Growth from Satellites) หมายถึง หลักการทางสรีรศาสตร์ในการทำนายการเจริญเติบโตของพืชด้วยข้อมูลดาวเทียม ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับหลักการทางสรีรศาสตร์ของระบบนิเวศของป่าไม้ ทำให้สามารถคาดเดาค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราส่วนสุทธิของคาร์บอนที่เหลือจากการหายใจและสังเคราะห์แสงของพืช (Net Primary Production: NPP) โดยเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์อย่างมากกับการวัดการเจริญเติบโตของป่าไม้หรือพืชพรรณ (Thanyapraneedkul และ Susaki, 2006) ซึ่งการวิเคราะห์แบบจำลอง 3PGS ด้วยข้อมูลดาวเทียม (Coops et al., 1997) มีขั้นตอนประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.4.1 การคำนวณค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)

ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณเป็นค่าที่สำคัญในการแสดงถึงการเจริญเติบโตของต้นไม้ ความสมบูรณ์ของพืชพรรณ และปริมาณการปกคลุมของพืชพรรณ ซึ่งเป็นค่าที่สัมพันธ์กับสัดส่วนปริมาณการสังเคราะห์แสง การดูดซึมแสงของพืช และเป็นค่าแรกที่คำนวณได้จากข้อมูลดาวเทียม ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณคำนวณจากช่วงเคลื่อนสีแดง และอินฟราเรดใกล้ ดังสมการ 2

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (2)$$

โดยที่: NIR คือช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

R คือช่วงคลื่นสีแดง

ผลที่ได้จากการคำนวณค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณพบว่า ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 กล่าวคือกรณีที่พื้นผิวมีพืชพรรณปกคลุมจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดสูงกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงทำให้ ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณมีค่าเป็นบวก ในขณะที่พื้นผิวเป็นดินจะมีค่าการสะท้อนระหว่างสองช่วงคลื่นใกล้เคียงกันทำให้ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณมีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ ส่วนกรณีที่พื้นผิวเป็นน้ำจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดต่ำกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงทำให้ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณมีค่าติดลบ (ชูพันธุ์และเอกสิทธิ์, 2547)

3.2.4.2 การคำนวณค่ารังสีบางส่วนที่ถูกดูดกลืนเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงตรงบริเวณเรือนยอดของพืช (Fraction of Photosynthetically Active Radiation: FPAR)

FPAR คือรังสีบางส่วนที่ถูกดูดกลืนเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงตรงบริเวณเรือนยอดของพืช รวมถึงค่ารังสีที่ถูกสะท้อนจากดินและถูกดูดซึมโดยเรือนยอดในทิศทางกลับออกสู่บรรยากาศ อยู่ระหว่างช่วงคลื่น 400-700 นาโนเมตร สามารถวัดได้จากสัดส่วนของรังสีที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชที่ส่วนเรือนยอดของพืชสามารถดูดกลืนเอาไว้ได้ ทั้งยังเป็นตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายถึงโครงสร้างของเรือนยอด ค่า FPAR คำนวณได้จากค่า NDVI โดยตรง ค่า FPAR มีค่าตั้งแต่ 0.01 จนถึง 0.95 ซึ่งค่า FPAR ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.01 ส่วนค่า FPAR ที่มีค่ามากที่สุด คือ 0.95 (Sietse, 1996 อ้างใน Potithep, 2003) ดังสมการ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$FPAR = (NDVI - NDVI\ min) / (NDVI\ max + NDVI\ min) \times (FPAR\ max - FPAR\ min) + FPAR\ min \quad (3)$$

โดยที่: NDVI min คือค่า NDVI ที่มีค่าน้อยที่สุด

NDVI max คือค่า NDVI ที่มีค่ามากที่สุด

FPAR min คือค่า FPAR ที่มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.01

FPAR max คือค่า FPAR ที่มีค่ามากที่สุด คือ 0.95

3.2.4.3 การคำนวณค่ารังสีส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง (Photosynthetically Active Radiation: PAR)

เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์เพียงบางส่วนเท่านั้นที่พืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงหรือผลิตมวลชีวภาพได้ ซึ่งสัดส่วนของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกพืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงนั้น เรียกว่า PAR โดยมีช่วงคลื่นอยู่ระหว่าง 400 – 700 นาโนเมตร และจะดูดกลืนช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีน้ำเงินและสีแดง ขณะที่ช่วงคลื่นสีเขียวจะถูกสะท้อนกลับโดยพืช

โดยปกติแล้วค่า PAR จะได้จากข้อมูลดาวเทียมบางประเภทเท่านั้น เช่น ดาวเทียมสำรวจอากาศและบรรยากาศ TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) ที่ให้ค่าข้อมูลการสะท้อนในช่วงอัลตราไวโอเลต แต่การศึกษาครั้งนี้ข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ไม่สามารถให้ค่า PAR ได้โดยตรงจึงได้ประยุกต์นำเอาค่าความเข็มแสงดวงอาทิตย์มาใช้ในการคำนวณ ค่า PAR มีค่าเกือบครึ่งหนึ่งของรังสีดวงอาทิตย์ (Heinsch et al., 2002 อ้างใน Potithep, 2003) มีหน่วยคือ เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ($MJ/m^2/day$) ดังสมการ 4

$$PAR = 0.45 \times Solar\ Radiation \quad (4)$$

โดยที่: Solar Radiation คือค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์ มีหน่วยคือ เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ($MJ/m^2/day$)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์มาตรฐาน เนื่องจากในพื้นที่บ้านหนองขาวกลางไม่มีข้อมูลค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์ย้อนหลัง 10 ปี ดังนั้นจึงได้ใช้ค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์จากคู่มือข้อมูลมาตรฐานภูมิอากาศและแสงอาทิตย์ สำหรับใช้ในงานด้านพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นข้อมูลรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือนของค่าความเข้มแสงรวม ซึ่งได้จากการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณความเข้มแสงดวงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา GMS 5 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 จนถึงปี ค.ศ. 2002 (เสริมและคณะ, 2548) ข้อมูลความเข้มแสงรวมรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือน ณ อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอนแสดงดังตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 ข้อมูลความเข้มแสงรวมรายชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือน ณ อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน ละติจูด 19 องศา 20 ลิปดา 06 พิลิปดา และลองจิจูดที่ 97 องศา 58 ลิปดา 07 พิลิปดา

เดือน	ความเข้มแสงรวม (MJ/m^2 - hr)											
	6.00 – 7.00	7.00 – 8.00	8.00 – 9.00	9.00 – 10.00	10.00 – 11.00	11.00 – 12.00	12.00 – 13.00	13.00 – 14.00	14.00 – 15.00	15.00 – 16.00	16.00 – 17.00	17.00 – 18.00
ม.ค.	0.000	0.134	0.479	1.201	1.864	2.345	2.518	2.499	2.192	1.608	0.989	0.371
ก.พ.	0.000	0.169	0.507	1.252	1.944	2.441	2.622	2.607	2.287	1.698	1.110	0.521
มี.ค.	0.000	0.244	0.534	1.268	1.965	2.455	2.628	2.610	2.261	1.649	1.112	0.574
เม.ย.	0.077	0.375	0.674	1.416	2.097	2.582	2.746	2..702	2.315	1.687	1.158	0.682
พ.ค.	0.161	0.457	0.752	1.464	2.114	2.574	2.752	2.707	2.306	1.691	1.186	0.682
มิ.ย.	0.179	0.477	0.775	1.466	2.083	2.523	2.707	2.667	2.278	1.670	1.197	0.724
ก.ค.	0.143	0.452	0.761	1.422	2.006	2.429	2.630	2.593	2.232	1.631	1.174	0.718
ส.ค.	0.096	0.423	0.750	1.396	1.995	2.365	2.579	2.548	2.200	1.605	1.28	0.650
ก.ย.	0.066	0.409	0.752	1.390	1.983	2.341	2.557	2.523	2.176	1.575	1.041	0.508
ต.ค.	0.028	0.396	0.763	1.399	1.978	2.337	2.551	2.501	2.148	1.543	0.932	0.322
พ.ย.	0.000	0.349	0.763	1.399	1.978	2.327	2.535	2.476	2.118	1.514	0.851	0.187
ธ.ค.	0.000	0.265	0.748	1.389	1.970	2.323	2.525	2.463	2.106	1.503	0.857	0.211

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.4.4 การคำนวณค่ารังสีที่ถูกดูดกลืนจากรังสีส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงโดยส่วนที่มีสีเขียวตรงบริเวณเรือนยอดของพืช (Absorption of Photosynthetically Active Radiation: APAR)

ค่า APAR คือรังสีที่ถูกดูดกลืนจากรังสีส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงโดยส่วนที่มีสีเขียวตรงบริเวณเรือนยอดของพืช ซึ่งหมายความว่าบางส่วนของ PAR ที่ถูกดูดกลืนโดยพืช APAR สามารถคำนวณได้โดยคูณ FPAR และ PAR (Dye and Goward, 1993 อ้างใน Potithep, 2003) มีหน่วยคือ เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ($MJ/m^2/day$) ดังสมการ 5

$$APAR = FPAR \times PAR \quad (5)$$

โดยที่: FPAR คือรังสีบางส่วนที่ถูกดูดกลืนเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงตรงบริเวณเรือนยอดของพืช

PAR คือรังสีส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง

3.2.4.5 การคำนวณผลผลิตขั้นปฐมภูมิทั้งหมด (Gross Primary Productivity: GPP)

ผลผลิตขั้นปฐมภูมิทั้งหมด คืออัตราส่วนรวมของคาร์บอนทั้งหมดที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการหายใจของพืช (ผลผลิตขั้นปฐมภูมิทั้งหมด = ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ+ การหายใจของพืช) (Coops *et al.*, 1997) มีหน่วยคือ กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน ($gC/m^2/day$) ดังสมการ 6

$$GPP = 1.8\ gC/MJ \times APAR \quad (6)$$

โดยที่: APAR คือรังสีที่ถูกดูดกลืนจากรังสีส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงโดยส่วนที่มีสีเขียวตรงบริเวณเรือนยอดของพืช

3.2.4.6 การคำนวณผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ (Net Primary Productivity: NPP)

ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ คืออัตราส่วนสุทธิของคาร์บอนที่เหลือจากการหายใจและสังเคราะห์แสงของพืช เป็นค่าที่แสดงถึงการเก็บคาร์บอนสุทธิไว้ในลำต้น ใบ และรากของพืช ทั้งนี้เป็นคาร์บอนที่ต่างจากคาร์บอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยใบ และคาร์บอนที่ได้จากกระบวนการหายใจของใบ ลำต้น และรากของพืช คาร์บอนในส่วนนี้สามารถบ่งบอกถึงการเติบโตของพืช รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของพืชด้วย (Coops *et al.*, 1997) มีหน่วยคือ กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน ($gC/m^2/day$) ดังสมการ 7

$$NPP = 0.45 \times GPP \quad (7)$$

โดยที่ : GPP ผลผลิตขั้นปฐมภูมิทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.4.7 การคำนวณค่าปริมาณมวลชีวภาพ (Biomass)

เป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตประเภทพืชสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ (kg/rai) โดยค่าปริมาณมวลชีวภาพ สามารถคำนวณได้จากค่า NPP ดังสมการ 8

$$Biomass = NPP / 0.5 \quad (8)$$

โดยที่: NPP ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ มีหน่วยคือ

3.2.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับปัจจัยทางด้านกายภาพในเรื่องคุณสมบัติของดินบางประการ

การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมุนเวียนแปลงเกษตรในระบบการเกษตรกรรมแบบไร่หมุนเวียน บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างแปลงไร่หมุนเวียนในระยะเวลาต่าง ๆ กับปัจจัยทางด้านกายภาพในเรื่องคุณสมบัติของดินบางประการ ดังนี้คือ

ปฏิกิริยาของดิน (pH) หรือระดับความเป็นกรดและด่างของดิน มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในแง่ของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในดิน ที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช จึงเป็นสมบัติของดินที่จะบ่งบอกความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากระดับ pH มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช (มุกดา, 2544)

อินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM) เกิดจากการสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์และสารที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้นมาด้วย อินทรียวัตถุในดินมีบทบาทอย่างมากในการควบคุมสมบัติทางกายภาพ เคมีและทางชีววิทยาของดิน ได้แก่ สมบัติทางกายภาพทำให้ดินโปร่ง ไถพรวนได้ง่าย อากาศถ่ายเทได้ดี ช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น ทางด้านเคมีของดินทำให้ดินมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนสูงขึ้น ทำให้ดูดซับธาตุอาหารพืชที่เป็นประจุบวกไว้ในดินเพื่อให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีมากขึ้น ซึ่งแปรผันไปตามชนิดและปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน นอกจากนี้อินทรียวัตถุในดินยังเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์เกิดขึ้นอย่างมาก เช่นการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในรูปของแอมโมเนียหรือไนเตรตที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สมบูรณ์และผจงจิตต์, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

ไนโตรเจน (Nitrogen: N) เป็นธาตุที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก โดยปกติจะมีอยู่ในอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก แต่ไนโตรเจนในอากาศในรูปของก๊าซนั้นพืชนำเอาไปใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ (ยกเว้นพืชตระกูลถั่ว) ธาตุไนโตรเจนที่พืชทั่ว ๆ ไปดึงดูดขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้นั้นจะต้องอยู่ในรูปอนุมูลของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารประกอบธาตุไนโตรเจนในดิน แหล่งที่มาของธาตุไนโตรเจนในดินมาจากการผุพังสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน พืชโดยทั่วไปมีความต้องการธาตุไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก เป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากในหารส่งเสริมและคณะการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช พืชต้องการมากพอ ๆ กับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารประกอบที่ถ่ายทอดพลังงานในพวกพืช การดึงดูดธาตุอาหารและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารภายในพืช การสังเคราะห์โมเลกุลของสารประกอบหลายอย่าง นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังมีบทบาทในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในพืช และเป็นองค์ประกอบในการสร้างโปรตีน จะเห็นได้ว่าฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมหลายขบวนการในพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

โพแทสเซียม (Potassium: K) เป็นธาตุที่ได้ชื่อว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในพืช ในบรรดาธาตุปุ๋ยทั้งสามธาตุ คือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โพแทสเซียมเป็นพียงธาตุเดียวที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของเซลล์พืช หรือในโมเลกุลของสารอินทรีย์อย่างใดอย่างหนึ่งในพืช แต่จะอยู่ในสารละลายเซลล์ทำหน้าที่สำคัญในขบวนการเมตาโบลิซึมของพืชหลายอย่าง โพแทสเซียมเป็นธาตุที่ช่วยทำกิจกรรมมากกว่าเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในพืช โดยจะเป็นตัวเร่งการทำงานในกระบวนการต่าง ๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (Cation Exchange Capacity: CEC) คือการแลกเปลี่ยนประจุซึ่งกันและกันบนผิวอนุภาคดิน การแลกเปลี่ยนนี้เกิดขึ้นระหว่างประจุในสารละลายดินกับประจุที่เกาะอยู่บนผิวของอนุภาคดิน การแลกเปลี่ยนประจุบวกมีความสำคัญต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน คือจะช่วยรักษาประจุบวกในดินไม่ให้ถูกชะล้างสูญหายไป เนื่องจากประจุบวกเหล่านี้จะดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน จึงเป็นแหล่งธาตุอาหารซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ (ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ข้อมูล และเครื่องมืออุปกรณ์การศึกษา

3.3.1 ข้อมูล

3.3.1.1 ข้อมูลจากพื้นที่ศึกษา ได้จากการเก็บรวบรวมจากภาคสนามโดยตรง ได้แก่

1) ข้อมูลตำแหน่งบ้านเกษตรกร

2) ข้อมูลแปลงไร่หมุนเวียน

3) ข้อมูลดิน

4) ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม

3.3.1.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขของพื้นที่ศึกษาเพื่อนำเข้าและวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้แก่

1) ข้อมูลดิน

2) ข้อมูลความสูง

3) ข้อมูลความลาดชัน

4) ข้อมูลทิศด้านลาด

5) ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

3.3.1.3 ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ขนาดรายละเอียดข้อมูล (resolution) 25 เมตร จำนวน 7 ช่วงคลื่น (band) บันทึกข้อมูลภาพ ณ เวลาเตรียมแปลงพื้นที่เพาะปลูกหรือเริ่มต้นฤดูเพาะปลูก (ประมาณปลาย ม.ค. ถึง ต้น เม.ย.) ของปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2549 จำนวน 10 ช่วงเวลา

3.3.1.4 แผนที่สภาพภูมิประเทศ ชุด L_7017 มาตราส่วน 1: 50,000 ระวาง 4647III และ 4647IV ของกรมแผนที่ทหาร ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดและพื้นที่ข้างเคียง

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.2.1 ชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1) โปรแกรมจัดการตารางฐานข้อมูล Microsoft Excel เพื่อใช้นำเข้า แก้ไข และพัฒนาแบบจำลองในเบื้องต้น รวมทั้งใช้พัฒนาตารางคุณสมบัติข้อมูลสำหรับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

2) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกล ERMapper Version 6.4 เพื่อใช้จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพื่อการจำแนกพื้นที่การทำไร่หมุนเวียน และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตลอดจนทรัพยากรต่าง ๆ

3) โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcView Version 3.3 เพื่อใช้พัฒนาและจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ตลอดจนเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

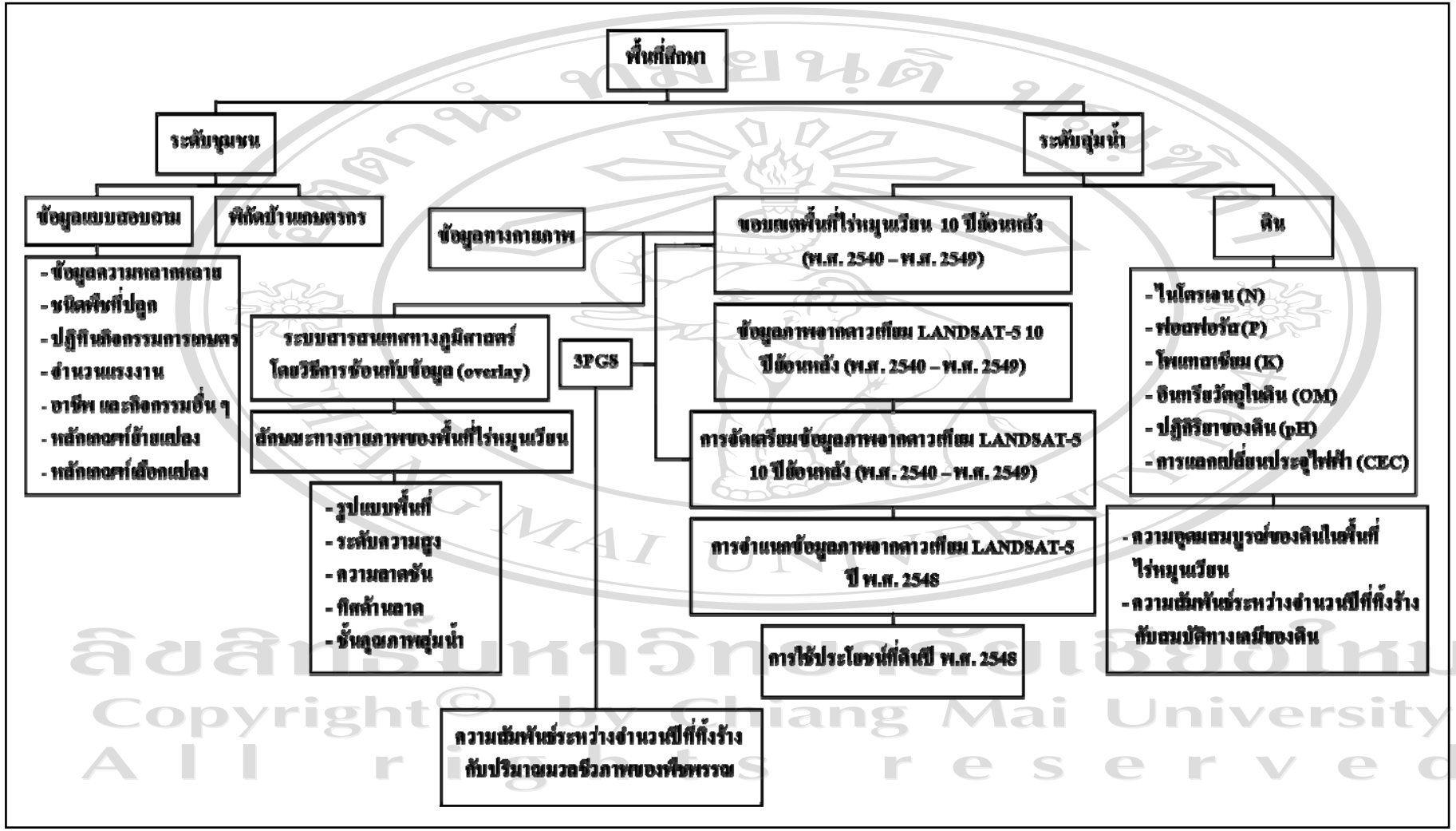
4) โปรแกรมระบบกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) DNRGarmin เพื่อใช้ในการแปลงและนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการรังวัดภาคสนามเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

3.3.2.2 เครื่องมือรับสัญญาณเพื่อกำหนดพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS)

3.3.2.3 แบบสอบถามหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่มีต่อการย้ายพื้นที่ในระบบการทำการเกษตรกรรมแบบไร่หมุนเวียน

3.3.2.4 อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล และปฏิบัติงานภาคสนาม เช่น ชุดเก็บตัวอย่างดิน (สว่านเจาะ ถุง) ชุดเก็บข้อมูลกายภาพ (เข็มทิศ เครื่องวัดความลาดชัน) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 11 กรอบแนวคิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved