การประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลจากฟางข้าวและซังข้าวโพด โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม ในการสร้างโรงไฟฟ้าจากระบบก๊าซชีวภาพ

จุฑาธิป สิโรรส

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2563

การประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลจากฟางข้าวและซังข้าวโพด โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม ในการสร้างโรงไฟฟ้าจากระบบก๊าซชีวภาพ

จุฑาธิป สิโรรส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลจากฟางข้าวและซังข้าวโพด
โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม
ในการสร้างโรงไฟฟ้าจากระบบก๊าซชีวภาพ

จุฑาธิป สิโรรส

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจพรรณ นิรัญศิลป์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ไชยชนะ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิกราน หอมดวง)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ไชยชนะ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รักษาการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลจากฟางข้าวและซังข้าวโพด โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม ในการสร้างโรงไฟฟ้าจากระบบก๊าซชีวภาพ

ชื่อผู้เขียน นายจุฑาธิป สิโรรส

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจพรรณ นิรัญศิลป์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลเชิงพื้นที่เพื่อผลิตไฟฟ้าโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) และเทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT8 OLI และวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม ซึ่งพืชพรรณที่ทำการจำแนกจะเป็นพืชในกลุ่มข้าวและข้าวโพด ในการศึกษาและวิจัยนี้ จะทำการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกและจะนำมาคำนวนเป็นปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ ศักยภาพพลังงาน และทำการหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ โดยใช้เกณฑ์ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ เส้นทางคมนาคมขนส่งภายในระยะ 1 กิโลเมตร สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV ภายในระยะ 1 กิโลเมตร และศักยภาพของพืชพลังงานโดยที่ต้องมีวัตถุดิบอย่างน้อย 41,250-46,200 ton/year ซึ่งในการก่อตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ จะทำการอ้างอิงและใช้หลักเกณฑ์ของประมวลหลักการปฏิบัติ (Code of Practice) ว่าด้วยมาตรการป้องกันแก้ไข และติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน มีพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าว จำนวน 3,953,776.83 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นทั้งหมด 1,000,783 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 117×10^6 m^3 และเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 164.32 MW และพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าวโพดมีจำนวนพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 2,597,817.69 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นทั้งหมด 556,088 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 98×10^6 m^3 และเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 137.80 MW ในส่วนของพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ มีจำนวน 8 ตำบล ในบริเวณพื้นที่ 4 จังหวัด 4 อำเภอ ได้แก่ ตำบลสันมะเค็ด ตำบลธารทอง ตำบลเวียงห้าว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ตำบลดอกคำใต้ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ตำบล

พญาแมน ตำบลท่ามะเฟือง ตำบลบ้านดารา อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ และตำบลแม่สาคร อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

คำสำคัญ : ศักยภาพพลังงาน, พลังงานชีวมวล, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การสำรวจระยะไกล, พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้า, ก๊าซชีวภาพ

Title POTENTIAL ASSESSMENT OF BIOMASS ENERGY FROM RICE STRAWAND CORN COB USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR FINDING SUITABLE AREA IN BIOGAS POWER PLANT CONSTRUCTION

Author Mr. Juthatip Siroros

Degree Master of Engineering in Renewable Energy Engineering

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Rotjapun Nirunsin

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze and evaluate energy values for electricity generation using GIS and remote sensing techniques, via the analysis of LANDSAT8 OLI satellite imagery in February 2015 and the controlled type data classification. Crops that have been classified are rice and corn. In this study and research, cultivated areas will be analyzed , which is then used to calculate the amount of unused biomass, energy potential, and finding suitable areas for setting up biogas electricity plants while considering three main criteria which are transportation routes within 1 kilometer, 115kV high voltage transmission lines within 1 kilometer, and the potential of energy crops with at least 41,250-46,200 ton / year of raw materials. In which the setting up of biogas electricity plants is necessary to refer to and use the Code of Practice, on measures to prevent, correct, and monitor the environmental impact under the law on environmental quality promotion and conservation.

The study found that rice cultivation area covers 3,953,776.83 rai in the nine provinces in the upper northern region, with the total amount of unused biomass of 1,000,783 ton / year, representing the potential of biogas production of 117×10^6 m^3, which is equivalent to 164.32 MW electricity generation, and the total area of corn plantations of 2,597,817.69 rai. The total amount of unused biomass is 556,088 ton / year, which is equivalent to biogas production potential of 98×10^6 m^3 and electricity

generation of 137.80 MW. Regarding the suitable area for setting up biogas electricity plants, there are eight sub-districts in four districts and four provinces: San Maket, Than Thong, Wiang Haw Sub-district in Phan District, Chiang Rai Province; Dok Kham Tai Sub-district in Phayao Province; Phaya Man, Tha Mafung, and Ban Dara Subdistrict, in Phichai District, in Uttaradit Province; and Mae Sakhon Sub-district, Wiang Sa District, Nan Province.

Keywords : Potential energy, Biomass energy, Geographic Information System, Remote Sensing, Suitable area Biogas power plant

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของคณะกรรมการและที่ปรึกษาทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.รจพรรณ นิรัญศิลป์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่าน ผู้ให้ความรู้ คำสั่งสอนและคำปรึกษา ตลอดจนช่วยชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จนกระทั่งรูปเล่มเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากวิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ “โครงการผลิตและพัฒนาศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียนสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา” ประจำปี 2559

ขอขอบพระคุณ ทุนสนับสนุนการวิจัยแผนงานเสริมสร้างศักยภาพและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ตามทิศทางยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรมประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2562 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณและมอบความดีหรือประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยเล่มนี้ แก่ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง รวมถึงกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือเสมอมา ทำให้การทำเล่มวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฑาธิป สิโรรส

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฐ

สารบัญตาราง ..... ด

บทที่ 1 บทนำ 19

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 19

วัตถุประสงค์ 21

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 21

ขอบเขตของการวิจัย 21

นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ 22

กรอบแนวคิดการวิจัย 23

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 24

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 24

ชีวมวล 24

ประเภทของชีวมวล 24

องค์ประกอบของชีวมวล 25

ปัจจัยของชีวมวลที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า 26

ค่าความร้อนที่ได้จากชีวมวล 27

ก๊าซชีวภาพ 28

กระบวนการหมักทางชีวภาพ 29
คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ 31
การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ 31
รูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ 32
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง 32
การผลิตก๊าซชีวภาพพลังงานร่วม 32
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 33
องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 34
ระบบคอมพิวเตอร์ 34
โปรแกรม 35
กระบวนการวิเคราะห์ 35
บุคลากร 36
วิธีการจัดการฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 37
การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล 37
การเก็บบันทึกและเรียกค้นข้อมูล 37
การวิเคราะห์ข้อมูล 38
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และแสดงผลข้อมูล 39
ดาวเทียม LANDSAT8 39
การรับรู้ระยะไกล 40
การบันทึกค่าการสะท้อนจากวัตถุ 40
การบันทึกค่าการแผ่รังสีจากวัตถุ 41
ดัชนีพืชพรรณ 41
ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ 41
ลักษณะบ่งชี้เชิงสเปกตรัม 41

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 53
วิธีการศึกษา 53
รวบรวมและเตรียมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ 53
การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ 54
การประเมินปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์และศักยภาพพลังงาน 56
ประเมินปริมาณการเกิดชีวมวลแต่ละชนิด 58
ประเมินปริมาณคงเหลือและปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ 58
ประเมินกำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า 58
ประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 58
การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพโดยวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์หลัก 59
ปัจจัยด้านศักยภาพชีวมวล 59
ปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคมขนส่งและด้านสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV 59
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 60
พื้นที่เพาะปลูกและศักยภาพชีวมวลรายจังหวัด 60
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดเชียงราย 61
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงราย 61
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดเชียงราย 62
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย 64
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย 65
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดเชียงใหม่ 69
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงใหม่ 69
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดเชียงใหม่ 70
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่ 72

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่ 73
ศักยภาพชีวมวลในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน 77
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 77
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 78
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 80
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 81
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดลำพูน 85
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดลำพูน 85
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดลำพูน 86
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดลำพูน 88
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดลำพูน 89
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดลำปาง 92
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดลำปาง 92
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดลำปาง 93
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดลำปาง 95
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดลำปาง 96
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดน่าน 100
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดน่าน 100
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดน่าน 101
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดน่าน 103
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดน่าน 104
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดแพร่ 108
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดแพร่ 108
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดแพร่ 109

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดแพร่ 111
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดแพร่ 112
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดพะเยา 116
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดพะเยา 116
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดพะเยา 117
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดพะเยา 119
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดพะเยา 120
ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดอุตรดิตถ์ 124
พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์ 124
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์ 125
พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดอุตรดิตถ์ 127
ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดอุตรดิตถ์ 128
การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ 132
พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดเชียงราย 134
พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดน่าน 139
พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดอุตรดิตถ์ 143
พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดพะเยา 146
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 149
พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและศักยภาพพลังงานในพื้นที่ศึกษา 149
พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 150
ขนาดของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 151
บรรณานุกรม 153
ประวัติผู้วิจัย 163

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1กรอบแนวคิดการวิจัย 23

ภาพที่ 2 องค์ประกอบของชีวมวล 26

ภาพที่ 3 ระบบคอมพิวเตอร์ 34

ภาพที่ 4 โปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 35

ภาพที่ 5 ฐานข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ 36

ภาพที่ 6 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 37

ภาพที่ 7 การวางซ้อนข้อมูลเชิงบรรยายกับข้อมูลเชิงพื้นที่ 38

ภาพที่ 8 ลักษณะบ่งชี้เชิงคลื่นของพื้นผิวที่แตกต่างกัน 42

ภาพที่ 9 จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ 44

ภาพที่ 10 โมเดลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่งของตัวชี้วัดในการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน 45

ภาพที่ 11 ดาวนโหลดภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 54

ภาพที่ 12 แผนที่แสดงขอบเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม และสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV 54

ภาพที่ 13 แผนที่แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ที่ทำการรวมแบนด์แล้ว 55

ภาพที่ 14 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดหลังจากการแปลภาพด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล 56

ภาพที่ 15 รูปแบบและขั้นตอนการคำนวณศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 58

ภาพที่ 16 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย 62

ภาพที่ 17 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดเชียงราย 63

ภาพที่ 18 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปี ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย 65

ภาพที่ 19 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดเชียงราย 66

ภาพที่ 20 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย 68
ภาพที่ 21 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ 70
ภาพที่ 22 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ 71
ภาพที่ 23 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ 73
ภาพที่ 24 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ 74
ภาพที่ 25 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่ 76
ภาพที่ 26 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 78
ภาพที่ 27 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ จังหวัดแม่ฮ่องสอน 79
ภาพที่ 28 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน 81
ภาพที่ 29 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 82
ภาพที่ 30 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 84
ภาพที่ 31 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดลำพูน 86
ภาพที่ 32 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดลำพูน 87
ภาพที่ 33 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีในจังหวัดลำพูน 89
ภาพที่ 34 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในจังหวัดลำพูน 90
ภาพที่ 35 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดลำพูน 91
ภาพที่ 36 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดลำปาง 93
ภาพที่ 37 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง 94
ภาพที่ 38 เปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดลำปาง 96
ภาพที่ 39 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดลำปาง 97
ภาพที่ 40 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดลำปาง 99
ภาพที่ 41 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปีในจังหวัดน่าน 101
ภาพที่ 42 เปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดน่าน 102
ภาพที่ 43 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปี ในจังหวัดน่าน 104

ภาพที่ 44 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดน่าน 105
ภาพที่ 45 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดน่าน 107
ภาพที่ 46 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดแพร่ 109
ภาพที่ 47 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดแพร่ 110
ภาพที่ 48 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปี ในจังหวัดแพร่ 112
ภาพที่ 49 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดแพร่ 113
ภาพที่ 50 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดแพร่ 115
ภาพที่ 51 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปีจังหวัดพะเยา 117
ภาพที่ 52 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดพะเยา 118
ภาพที่ 53 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีจังหวัดพะเยา 120
ภาพที่ 54 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดพะเยา 121
ภาพที่ 55 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดพะเยา 123
ภาพที่ 56 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดอุตรดิตถ์ 125
ภาพที่ 57 พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ 126
ภาพที่ 58 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีจังหวัดอุตรดิตถ์ 128
ภาพที่ 59 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ 129
ภาพที่ 60 แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดอุตรดิตถ์ 131
ภาพที่ 61 แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลธารทอง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 135
ภาพที่ 62 แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 135
ภาพที่ 63 แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลสันมะเค็ด อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 136
ภาพที่ 64 แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลเวียงห้าว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 137
ภาพที่ 65 แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 138

ภาพที่ 66 แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลแม่สาคร อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 140

ภาพที่ 67 แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลน้ำปั้ว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 141

ภาพที่ 68 แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 142

ภาพที่ 69 แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลพญาแมน อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ 144

ภาพที่ 70 แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ 145

ภาพที่ 71 แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลดอกคำใต้ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา 147

ภาพที่ 72 แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา 148

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ 28

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ 31

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบพลังงานเทียบเท่าของก๊าซชีวภาพขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร 31

ตารางที่ 4 ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8 39

ตารางที่ 5 แสดงช่วงเวลาเพาะปลูกพืชพลังงาน 55

ตารางที่ 6 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว ศักยภาพการผลิตรายอำเภอในจังหวัดเชียงราย 63

ตารางที่ 7 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพการผลิตรายอำเภอในจังหวัดเชียงราย 66

ตารางที่ 8 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และค่าพลังงานรายอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ 71

ตารางที่ 9 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ 74

ตารางที่ 10 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแม่ฮ่องสอน 80

ตารางที่ 11 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแม่ฮ่องสอน 83

ตารางที่ 12 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และค่าพลังงานรายอำเภอจังหวัดลำพูน 87

ตารางที่ 13 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดลำพูน 90

ตารางที่ 14 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดลำปาง 94

ตารางที่ 15 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดลำปาง 97

ตารางที่ 16 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดน่าน 102

ตารางที่ 17 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดน่าน 105

ตารางที่ 18 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแพร่ 110

ตารางที่ 19 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแพร่ 113

ตารางที่ 20 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดพะเยา 118

ตารางที่ 21 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดพะเยา 121

ตารางที่ 22 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดอุตรดิตถ์ 126

ตารางที่ 23 แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดอุตรดิตถ์ 129

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ภาคเหนือตอนบนนับได้ว่าเป็นพื้นที่เศรษฐกิจหลักของประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ของประเทศไทยทั้งหมด โดยการเกษตรเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สร้างรายได้ให้แก่คนในพื้นที่ โดยมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ อาทิ ข้าว ข้าวโพด อ้อย ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง ผลไม้เมืองหนาว หากกล่าวถึงแหล่งพลังงานที่สำคัญของภาคเหนือนั้นพบว่าการใช้พลังงานมาจากพลังงานน้ำจากเขื่อนต่างๆ ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ส่วนแหล่งพลังงานที่สำคัญรองลงมาได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากถ่านหินที่แม่เมาะ จังหวัดลำปาง นอกจากนี้จะเป็นในส่วนของพลังงานจากก๊าซธรรมชาติ ซึ่งปัจจุบันนั้นการใช้พลังงานของภาคเหนือตอนบนพบว่ามีแนวโน้มของการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีอัตราการใช้มากที่สุดถึงร้อยละ 61 ของพลังงานเชื้อเพลิงทั้งหมด รองลงมาคือ น้ำมันเบนซิน ก๊าซ LPG และน้ำมันเตา ตามลำดับ (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2557) โดยการวางแผนการใช้พลังงานในอนาคตนั้นนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องหาพลังงานทดแทนอื่นๆ โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ที่จำกัดอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ ต้นทุนต่ำ และเป็นเชื้อเพลิงที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและชุมชนน้อยที่สุด (สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2558) ประกอบกับพื้นที่ของภาคเหนือตอนบนเป็นแหล่งเกษตรกรรม ซึ่งการกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมักเป็นการเผาเพื่อทำลายซากพืชเนื่องจากเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่าย รวมถึงภูมิประเทศของพื้นที่ภาคเหนือเป็นพื้นที่เชิงเขา ทำให้เกษตรกรนิยมเลือกวิธีการเผาเป็นวิธีทำลายเศษวัสดุเหลือทิ้งด้านการเกษตร เพราะฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการปล่อยมลภาวะเป็นพิษสู่สิ่งแวดล้อม ถ้าพิจารณาทางเลือกของเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่ทำการเผาหรือทำลายแล้วนั้น วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อาทิ ฟางข้าว ซังข้าวโพด ที่มีอยู่กระจัดกระจายในพื้นที่เกษตรกรรม ในเขตภาคเหนือตอนบนนั้น สามารถนำไปผลิตเป็นพลังงานและมีปริมาณมากพอที่จะใช้ในการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบการแปรรูปเป็นพลังงาน ซึ่งแผนการกำหนดการใช้พลังงานทดแทนในระยะ 20 ปี (ปี 2558-2579) กำหนดให้ลดการใช้พลังงานฟอสซิล และเน้นไปให้ใช้พลังงานทดแทนที่สามารถผลิตไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) และพลังงานที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนั้นสามารถผ่านกระบวนการต่างๆเพื่อแปรรูปเป็น

กระแสไฟฟ้า ซึ่งนับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาพลังงานทดแทนที่ตอบโจทย์กับพื้นที่เนื่องจากพลังงานจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีต้นทุนที่ต่ำเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิลในปริมาณความร้อนที่เท่ากัน และจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศที่นำไปสู่การเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก และทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น โดยขณะที่การนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เป็นพลังงานทดแทนเชิงพาณิชย์นั้นจะช่วยลดการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศได้อีกด้วย

ถ้ากล่าวถึงปัญหาของแหล่งวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่นำมาเข้ากระบวนการแปรรูป ที่อยู่ในรูปแบบการเผาไหม้นั้น มีปัญหาด้านทั้งในด้านปริมาณที่ไม่มากพอ การกระจัดกระจาย และการขนส่งจึงทำให้ไม่คุ้มทุนกับการผลิตกระแสไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558) ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม โดยการแปรรูปพลังงานจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรไปเป็นพลังงานก๊าซชีวภาพเป็นกระบวนการแปรรูปพลังงานที่เป็นพลังงานสะอาด มีการปลดปล่อยสารพิษจากการผลิตและการเผาไหม้น้อย สามารถผลิตไฟฟ้าได้และเป็นมิตรกับชุมชน ซึ่งผลพลอยที่เกิดขึ้นกับชุมชนคือ การเพิ่มรายได้ การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ รวมถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ดังนั้นการวิจัยนี้มุ่งเป้าไปที่การประเมินปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากภาคการเกษตรที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน โดยการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้ในการวิเคราะห์หาที่ตั้งของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ปริมาณและศักยภาพของก๊าซชีวภาพ ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้น กล่าวได้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ไม่ใชเครื่องมือที่จะสามารถบ่งบอกพลังงานของก๊าซชีวภาพที่กระจายตัวได้ แต่เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางดานเทคนิคในการประเมินศักยภาพของก๊าซชีวภาพในการผลิตไฟฟ้า โดยจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณผลผลิตชีวมวลที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ แล้วจึงนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ร่วมกันกับปัจจัยในด้านต่างๆ อาทิ ระยะห่างจากหมู่บ้าน การใช้ประโยชน์ที่ดิน สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV เส้นทางขนส่ง และคำนวณหาศักยภาพทางพลังงาน เพื่อช่วยในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาโรงงานไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตอบโจทย์ปัญหาและอุปสรรคการพัฒนาพลังงานทดแทนในประเทศไทยในด้านการขาดฐานข้อมูลแหล่งพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานที่ทันสมัยและพระราชบัญญัติการผังเมือง (พิสมัย เสภียรนานนท์, 2559) นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้วางแผน จัดการแนวทางการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าใน 9 จังหวัด ภาคเหนือตอนบน รวมทั้งตอบยุทธศาสตร์การใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพจากการสร้างพลังงานทดแทน เพื่อส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมมีการจัดการด้านพลังงานแบบมีส่วนร่วมกับชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและประเมินศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือ ตอนบน
2. เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
3. เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับนักวิจัย นักวิชาการ และผู้ที่สนใจ เพื่อพัฒนาการใช้พลังงานในเขตภาคเหนือตอนบน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงพื้นที่ที่มีศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
2. ทราบถึงพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรในเขตภาคเหนือตอนบน
3. ทราบถึงพื้นที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในเขตภาคเหนือตอนบน
4. ผลการศึกษาเป็นฐานข้อมูลสำหรับนักวิจัย นักวิชาการ และผู้ที่สนใจ เพื่อพัฒนาการใช้พลังงานในเขตภาคเหนือตอนบน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตร ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
2. ศึกษาพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์
3. พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจะวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์หลักประกอบด้วย ศักยภาพชีวมวล ระบบคมนาคมขนส่ง และระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง ทั้งนี้จะไม่ศึกษาประเด็นทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม
4. การวิเคราะห์แหล่งชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตร ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจะวิเคราะห์ถึงความละเอียดระดับตำบลรวมถึงแบ่งแยกพื้นที่เป็นพื้นที่ถูกหมายและผิดกฎหมาย
5. การวิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพจะวิเคราะห์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งเชิงพื้นที่

ค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index : VI) ค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิวโดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนกัน

ดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) เป็นการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อน ของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรดกับช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดงมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-Use) คือกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ที่ทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่นั้นๆมักเกิดเป็นบริเวณกว้าง เช่น การเพาะปลูก เป็นต้น

พื้นที่กันชน (Buffer zone) การสร้างแนวพื้นที่รอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นระยะทางสำหรับข้อมูลแบบเวกเตอร์

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing : RS) กระบวนการสำรวจโดยดาวเทียมโดยไม่มีการสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการตรวจวัดโดยตรง อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่หรือสะท้อนมาจากสิ่งที่ต้องการตรวจวัด โดยวิธีการสำรวจนี้ผลการเก็บข้อมูลที่ได้จะข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง ประกอบด้วย 2 กระบวนการ

1. **การได้รับข้อมูล (Data acquisition)**

กระบวนการส่งผ่านของวัตถุ เข้าเครื่องบันทึกที่ติดอยู่กับยานสำรวจ ถูกบันทึกและถูกแปลงเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ ส่งมายังสถานีรับภาคพื้นดิน (Receiving Station) ออกมาเป็นข้อมูลรูปแบบของข้อมูลเชิงอนุมาน (Analog Data) และข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data)

2. **การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)**

การวิเคราะห์มีอยู่ 2 วิธี คือการแปลตีความข้อมูลด้วยสายตา (Visual interpretation) และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลข (Digital analysis) ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยข้อมูลอ้างอิงต่างๆ เช่น แผนที่การใช้ที่ดิน ข้อมูลสถิติการปลูกพืช และอื่นๆ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพที่ 1*กรอบแนวคิดการวิจัย*

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

เอกสารงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความถูกต้องและเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมและสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ผู้จัดทำยังศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับข้อกฎหมายและแนวปฏิบัติของโรงงานก๊าซชีวภาพ โดยได้นำแนวคิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยโดยมีเนื้อหาครอบคลุมดังนี้

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ชีวมวล

วัสดุหรือสารอินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ ชีวมวลนับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร และของเสียจากชุมชน การใช้งานชีวมวลเพื่อทำให้ได้พลังงานจะทำโดยนำมาเผาไหม้เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าทดแทนพลังงานจากฟอสซิล ที่มีอยู่อย่างจำกัด (ณัฐพล จันทร์แก้วและณัฐกิตต์ สระแก้ว, 2559) ชีวมวลจึงเป็นแหล่งทรัพยากรที่ล้ำค่าต่อการนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย นับตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนปัจจุบัน ชีวมวลเป็นวัสดุ ที่มีราคาถูก เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากวัสดุที่เกิดระหว่างการทำเกษตรกรรม และเป็นของเหลือทิ้งจากอาหารและพืชประเภทเส้นใย ผลพลอยได้ที่ไม่มีค่าจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนการก่อสร้างหรือรื้อถอนสิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น

ประเภทของชีวมวล

1. พืชผลทางการเกษตร (Agricultural crops) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่างหวาน ที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาล รวมถึงพืชน้ำมันต่างๆ ที่เป็นแหล่งผลิตน้ำมันมาใช้เป็นพลังงานได้

2. เศษวัสดุเหลือทิ้งการเกษตร (Agricultural residues) เช่น ฟางข้าว เศษลำต้นข้าวโพด ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง

3. ไม้และเศษไม้ (Wood and Wood residues) เช่น ไม้โตเร็ว ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ เศษไม้จากโรงงานผลิตเครื่องเรือน และโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ เป็นต้น

4. ของเหลือจากจากอุตสาหกรรมและชุมชน (Waste streams) เช่น กากน้ำตาล และชานอ้อยจาก โรงงานน้ำตาล แกลบ ขี้เลื่อย เส้นใยปาล์ม และกะลาปาล์ม

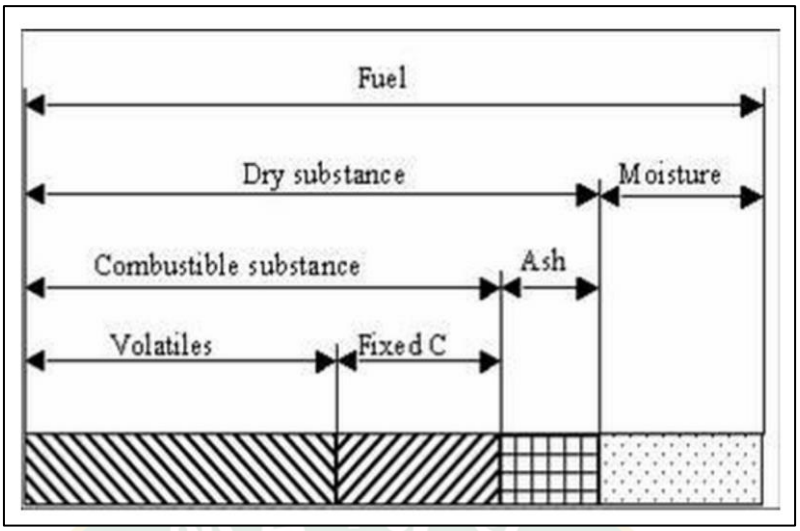
องค์ประกอบของชีวมวล

เนื่องจากเชื้อเพลิงแข็งมีองค์ประกอบทางเคมีที่ค่อนข้างซับซ้อน มีทั้งส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ (ส่วนที่เป็นเชื้อเพลิง) และสารอนินทรีย์ (ส่วนที่เป็นแร่ธาตุและความชื้น) การวิเคราะห์แบบประมาณแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ส่วนที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ สารที่ระเหยได้ และคาร์บอนคงตัว และส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ หรือ ส่วนเฉื่อย ได้แก่ ความชื้น และเถ้า การวิเคราะห์องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยการประมาณจะใช้วิธีการคำนวณ เนื่องจากสภาพของชีวมวลแต่ละชนิดที่วิเคราะห์ตามสภาพจะไม่สามารถนำค่าการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันได้ (ขรรค์ชัย บริบูรณ์และวันวิสาข์ สกลภาพ, 2552) เนื่องจากสภาวะความชื้นที่แตกต่างกัน (กฤษนนท์ สนธิ, 2556) ดังนั้นจึงต้องคำนวณองค์ประกอบของเชื้อเพลิงให้อยู่ในฐานเดียวกัน คือที่สภาวะความชื้นแบบอบแห้ง (0%) หรือ dry basis ซึ่ง แสดงองค์ประกอบแบบประมาณของเชื้อเพลิงชีวมวลที่สภาวะอบแห้ง องค์ประกอบของชีวมวลหรือสสารทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ

ความชื้น หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ ชีวมวลส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูง เพราะส่วนใหญ่เป็นผลผลิตทางการเกษตร การนำชีวมวลไปเป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ ความชื้นไม่ควรเกิน 50 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่เผาไหม้ได้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Volatiles matter และ Fixed Carbon Volatiles matter คือส่วนที่ลุกเผาไหม้ได้ง่าย ดังนั้นชีวมวลที่มีค่า Volatiles matter สูงจึงมีสถานะที่ติดไฟได้ง่าย

ส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้า ประมาณ 1 -3 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นฟางข้าวและแกลบ จะมีสัดส่วนขี้เถ้าประมาณ 10 -20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีปัญหาในการเผาไหม้และการทำความสะอาด



ภาพที่ 2 *องค์ประกอบของชีวมวล*

ที่มา : http://www.em-group.co.th/Technology_Biomass.html

ปัจจัยของชีวมวลที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า

ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง คุณสมบัติบางชนิดเป็นจุดเด่น คุณสมบัติบางชนิดเป็นจุดด้อย ซึ่งมีผลต่อการพิจารณากรใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าดังนี้

การกระจายตัวของแหล่งชีวมวล

การกระจายตัวของแหล่งชีวมวลมี 2 ลักษณะ คือ อยู่รวมเป็นกลุ่ม และอยู่กระจัดกระจาย ชีวมวลที่อยู่รวมเป็นกลุ่มคือ เศษชีวมวลจากกระบวนการแปรรูป ณ ที่ใดที่หนึ่ง ได้แก่ โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาล โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา เป็นต้น ที่อยู่กระจัดกระจายตามพื้นที่เพาะปลูกหรือไม่มีการรวบรวม เช่น การสีข้าวโพด โดยอาศัยอุปกรณ์สีข้าวโพดที่เคลื่อนที่ได้ เป็นต้น ส่วนการนำชีวมวลที่อยู่กระจัดกระจายมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าจะมีข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและรวบรวมเพิ่มมากขึ้น (ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557)

ขนาด

ขนาดของชีวมวลเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องพิจารณา เมื่อชีวมวลมีขนาดใหญ่จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง จะทำให้มีประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำ จึงต้องนำมาแปรรูปให้เป็นชิ้นเล็ก ขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นตามการแปรรูป

ความชื้น

ความชื้นของชีวมวลเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เมื่อจะนำมาทำเป็นเชื้อเพลง ถ้าชีวมวลมีความชื้นสูงมาก เช่น กากมันสำปะหลังหรือส่าเหล้า ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 80-90 ไม่เหมาะสมที่จะนำมาเผาไหม้ แต่อาจจะนำมาผ่านกระบวนการบีบอัด (Dewatering) เพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง

สิ่งเจือปน

สิ่งเจือปนในชีวมวล ได้แก่ เศษหิน ดิน กรวดทราย และคราบน้ำมัน

ปริมาณขี้เถ้า

ปริมาณขี้เถาของชีวมวล มีผลต่อการเผาไหม้เช่นกัน โดยเฉพาะแกลบจะมีปริมาณขี้เถ้าร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแบบห้องเผาไหม้จะต้องพิจารณาถึงการรวบรวมขี้เถ้าออกจากห้องเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ

ค่าความร้อนที่ได้จากชีวมวล

ค่าความร้อน หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นๆ 1 หน่วยมวล (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งและของเหลว) หรือ 1 หน่วยปริมาตร (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ) เมื่อเผาไหม้หมดอย่างสมบูรณ์ เชื้อเพลิงชีวมวลไม่ใช่สารประกอบบริสุทธิ์ ไม่สามารถคำนวณจากความร้อนของปฏิกิริยาได้จำเป็นต้องทำการทดลองในเครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า บอมบ์ แคลอริมิเตอร์ (Bomb Calorimeter) การแสดงค่าความร้อนมี 2 แบบ ดังนี้

ค่าความร้อนต่ำ

ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value, LHV) เป็นค่าที่พลังงานสามารถนำมาใช้ได้จริงจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งได้หักพลังงานส่วนหนึ่งที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำที่สะสมอยู่ในชีวมวลออกไประหว่างการเผาไหม้โดยทั่วไป จะมีหน่วยเป็น กิโลจูล (kJ) ต่อกิโลกรัมชีวมวล (kg) หรือกิโลแคลอรี่ (kcal) ต่อกิโลกรัมชีวมวล (kg)

ค่าความร้อนสูง

ค่าวามร้อนสูง (High Heating Value, HHV) เป็นค่าพลังงานทั้งหมดที่ได้จากการเผาไหม้ชีวมวล มีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อกิโลกรัม หรือ กิโลแคลลอรี่ต่อกิโลกรัม ปริมาณความร้อนที่ได้หลังจากการเผาไหม้สมบูรณ์ โดยน้ำที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงและที่เกิดเป็นผลผลิตจากการเผาไหม้ยังอยู่ในรูปของเหลว

ดังนั้นความแตกต่างระหว่างค่าความร้อนทั้งหมดและค่าความร้อนสุทธิ จึงมีค่าเท่ากับความร้อนของการระเหยน้ำทั้งที่เกิดขึ้นขณะเผาไหม้และที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง (จากของเหลวกลายเป็นไอ) โดยค่าความร้อนทั้งหมด หรือค่าความร้อนสูง สามารถหาได้โดยใช้เครื่องบอมบ์ แคลอริมิเตอร์ ส่วนค่าความร้อนต่ำ สามารถหาได้โดยใช้วิธีการคำนวณจากค่าความร้อนทั้งหมด (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2559) โดยนำค่าความร้อนทั้งหมดที่ระดับความชื้นต่างๆ ที่ได้มาคำนวณหาค่าความร้อนสุทธิที่ระดับความชื้น

ก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่ได้จากการหมักและการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะการหมักแบบไร้อากาศหรือสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) ด้วยกลุ่มแบคทีเรียที่เรียกว่าแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต (Anaerobic bacteria) แบคทีเรียดังกล่าวจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ตั้งต้นในระบบและผลิตก๊าซชีวภาพออกมา สารอินทรีย์ องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) 50-70% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แอมโมเนีย (NH_3) ไฮโดรเจน (H_2) และน้ำ (H_2O) แสดงดังตารางที่ 1 (สิริชัย แย้มแบน, 2554) และสารประกอบอื่นๆ เช่น ไซลอกเซน (Siloxanes) จากองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพจะเห็นได้ว่ามีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซมีเทน (พลกฤษณ์ คุ้มกล้า, 2557)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ	**อัตราส่วน** (% **โดยปริมาตร)**
มีเทน (CH_4)	50-70
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	30-50
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	50-5,000 ppm
แอมโมเนีย (NH_3)	0-300 ppm

องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ	อัตราส่วน (% โดยปริมาตร)
ออกซิเจน (O_2)	< 1
ไนโตรเจน (N_2)	1-4
ความชื้น (H_2O)	2-5

กระบวนการหมักทางชีวภาพ

พลังงานที่ถือว่าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและปล่อยก๊าซพิษสู่บรรยากาศในปริมาณน้อย มีการนำก๊าซชีวภาพนี้มาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ใช้สำหรับการหุงต้มอาหารแทนแก๊สปิโตรเลียมเหลว ใช้สำหรับให้แสงสว่างและให้ความร้อน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนสำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์หรือให้ความอบอุ่นแก่ลูกสัตว์ตามฟาร์มต่างๆ ใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในภาคอุตสาหกรรม (หม้อไอน้ำ) ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า มากไปกว่านั้นยังพบว่ากากตะกอนที่ย่อยสลายแล้วจากกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพและน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการหมักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรได้อีกด้วย เช่น ปุ๋ย หรืออาหารสัตว์

กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ (Anaerobic digestion process)

กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดอกไซด์ (CO_2) มีอยู่ประมาณ 25-45 เปอร์เซ็นต์ น้ำ (H_2O) มีอยู่ประมาณ 2-7เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) มีอยู่ประมาณ 20-20,000 ppm ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) มีอยู่น้อยกว่า 1เปอร์เซ็นต์ และอื่นๆ การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศถือว่าเป็นการบำบัดของเสียในรูปของเหลว โดยปฏิกิริยาแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ (สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2558)

ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

เป็นขั้นตอนของการย่อยสลายสารอินทรีย์โครงสร้างโมเลกุลใหญ่ ทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เช่นคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน เป็นต้น ให้มีขนาดโครงสร้างโมเลกุลเล็กที่สามารถละลายน้ำได้ ผลของปฏิกิริยาจะได้สารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน เป็นต้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระยะเวลากักเก็บน้ำเสียและองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ป้อนเข้า

สู่ถังปฏิกรณ์ แบคทีเรียกลุ่มที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้คือ แบคทีเรียกลุ่มไฮโดรไลติค (Hydrolytic bacteria) และกลุ่มเฟอร์เมนเตทีฟ (Fermentative bacteria)

อะซิโดเจเนซิส (Acidogenesis)

สารประกอบอินทรีย์โครงสร้างโมเลกุลเล็กที่ละลายน้ำซึ่งถูกสร้างโดยกระบวนการไฮโดรไลซีส จะถูกแบคทีเรียที่ดำรงชีพอยู่ได้ทั้งสภาพที่มีและไม่มีอากาศ (Facultative bacteria) ใช้เป็นแหล่งอาหารและพลังงานโดยในช่วงแรกของการย่อยสลายขั้นตอนนี้ ผลของปฏิกิริยาจะได้กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile fatty acid) ซึ่งที่โมเลกุลมีอะตอมของคาร์บอนไม่เกิน 5 ตัว เช่น กรดอะซิติก (CH_3COOH) กรดโพรพิออนิก (C_2H_5COOH) กรดบิวทีริก (C_3H_7COOH) เป็นต้น และสารอื่นๆ เช่น เอทานอล (C_2H_5OH) ไฮโดรเจน (H_2) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)เป็นต้น (สิริชัย แย้มแบน, 2554) แบคทีเรียกลุ่มนี้เรียกว่าแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรด (Acid forming bacteria) ซึ่งชนิดของแบคทีเรียจะถูกเรียกแตกต่างกันไปตามชนิดของสารอินทรีย์นั้นๆ ขั้นตอนต่อมากรดอินทรีย์ระเหยง่ายที่เกิดขึ้นดังกล่าวข้างต้นจะถูกแบคทีเรียกลุ่มอะซิโตเจนนิค (Acetogenic bacteria) เปลี่ยนให้เป็นอะซิเตต ฟอร์เมต ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่สำคัญในการผลิตก๊าซมีเทน ปฏิกิริยานี้ถือเป็นปฏิกิริยาสำคัญในการหลีกเลี่ยงไม่ให้มีการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายและก๊าซไฮโดรเจนในปริมาณที่สูงพอที่จะยับยั้งกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน (พลกฤษณ์ คุ้มกล้า, 2557) แบคทีเรียกลุ่มนี้อาจเรียกว่าแบคทีเรียกลุ่มผลิตก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen forming bacteria)เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มผลิตไฮโดรเจนมักสร้างกรดอินทรีย์ด้วย แต่ตัวที่ผลิตกรดได้อาจไม่สามารถผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้ จึงถือว่าแบคทีเรียกลุ่มผลิตก๊าซไฮโดรเจนเป็นชนิดของแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดด้วย แบคทีเรียทั้ง 2ชนิดอาจรวมเรียกว่าเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ผลิตก๊าซมีเทน (Non-methanogenic bacteria)

อะซิเจนเนซิส (Acetogenesis)

เป็นกระบวนการแปลงกรดไขมันและแอลกอฮอล์ให้กลายเป็นกรดอะซิติก (Acetic) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน

เมเทนโนเจนเนซิส (Methanogenesis)

เป็นกระบวนการของการออกซิไดซ์กรดอะซิติกให้กลายเป็นก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อทำปฏิกิริยารีดักชั่น โดยให้คาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนกลายเป็นก๊าซมีเทนและน้ำ

คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิดส่วนใหญ่เป็น มีเทน(CH_4) ร้อยละ 50 - 70 และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 30 - 50 ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่น ๆ เช่น แอมโมเนีย (NH_3) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และ ไอน้ำ มีเทนเป็นก๊าซที่จุดติดไฟได้จึงสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นพลังงานหมุนเวียนเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล ส่วนก๊าซอื่น ๆ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และแอมโมเนียจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสารอินทรีย์ตั้งต้นว่ามีส่วนประกอบของไนโตรเจนและซัลเฟอร์มากน้อยเพียงใด (ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557) ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีในการนำก๊าซชีวภาพมาใช้งาน เช่น เชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตา และเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้า ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ค่าความร้อน (โดยประมาณ)	21 MJ/m^3 หรือ 5.96 kWh/m^3(60% CH_4)
ความเร็วเปลวไฟ	25 cm/s
อัตราส่วนอากาศ/เชื้อเพลิง (A/F) ทางทฤษฎี	6.19 m^3 (air)/m^3 (gas)
อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ	650 °C
อุณหภูมิจุดติดไฟของมีเทน	600 °C
ค่าความจุความร้อน (Cp)	16 kJ/m^3 C
ความหนาแน่น	1.15g/m^3

การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ

การกำจัดค่า Chemical Oxygen Demand (COD) 1 kg จะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 0.3 – 0.5 ลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของวัสดุแต่ละประเภท โดยก๊าซมีเทนจะมีค่าความร้อนประมาณ 39.4 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเตาได้ 0.67 ลิตร ซึ่งเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 1.4 kWh (สำนักวิจัยและค้นคว้าพลังงาน, 2554)

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบพลังงานเทียบเท่าของก๊าซชีวภาพขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร

ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร (ที่มีองค์ประกอบมีเทน 60 เปอร์เซ็นต์)			
ก๊าซหุงต้ม [LPG]	น้ำมันดีเซล	น้ำมันเตา	ไฟฟ้า
0.46 kg	0.60 L	0.55 L	1.4 kW/hr.

รูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง

ก๊าซชีวภาพสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ เช่น เครื่องยนต์สันดาปภายในที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าชนิดสเตอริ่ง เซลล์เชื้อเพลิง (กิตติญา กฤติยรังสิต, 2554) และรวมไปถึงการใช้ในระบบกังหันก๊าซ โดยปัจจุบันเครื่องยนต์ที่มีการผลิตไฟฟ้าโดยการสันดาป ภายในมี 4 รูปแบบ คือ

1. เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ มีประสิทธิภาพประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์
2. เครื่องยนต์เบนซิน หรือ ดีเซลขนาดเล็ก ได้แก่ เครื่องตัดหญ้า เครื่องยนต์กำลังขนาด 5- 12 แรงม้า นำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันเบนซินหรือดีเซล โดยการทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์
3. เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง นำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพ ร่วมกับน้ำมันดีเซลโดยการทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์
4. เครื่องยนต์เบนซิน หรือดีเซล ขนาดกลางและใหญ่ นำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์

การผลิตก๊าซชีวภาพพลังงานร่วม

เป็นการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า และความร้อนร่วมกันซึ่งเป็นระบบที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ การใช้เชื้อเพลิงให้มีค่าสูงขึ้นมากกว่าการใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว ซึ่งรูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับความร้อนนี้อาศัยหลักการนำความร้อน ทิ้งที่เกิดขึ้นจากระบบการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้ากลับมาผลิตเป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น การใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นเครื่องต้นกำลังสำหรับผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า จะเกิดความร้อนในน้ำหล่อเย็นและส่วนของไอเสียเครื่องยนต์ การนำเอาความร้อนทิ้งเหล่านี้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของการใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพดังกล่าวเพิ่ม ขึ้นสูงถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์ โดยการนำความร้อนทิ้งดังกล่าวมาใช้ในการอบแห้ง หรือระบบทำความเย็นแบบดูดซึม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ แลจะข้อมูล รวมถึงบุคลากรซึ่งช่วยในการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอสารสนเทศ โดยผูกติดกับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ที่สามารถอ้างอิงทางภูมิศาสตร์กับตำแหน่งพื้นผิวโลกได้ โดยเป็นข้อมูลที่ความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง และอ้างอิงกับพิกัดของโลกได้ทั้งนี้การนำเข้าข้อมูล (Input) การวิเคราะห์ (Analysis) และการนำเสนอข้อมูล (Display) ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นการนำเสนอเฉพาะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งกับข้อมูลอื่นๆ ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจปัญหาและประกอบการตัดสินใจในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่ (คู่มือการใช้งานเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, 2558)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในสาขาด้านต่างๆ อย่างกว้างขวางที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ยกตัวอย่างพอสังเขปได้ดังนี้

- การจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and environmental management) โดยจัดการทางด้านพืชพลังงานและสัตว์ในดิน (Energy plant and fauna) การวิเคราะห์ความยั่งยืนของพลังงาน (Energy sustainable) สัตว์ป่า (Wild life) การจัดการอุทยานแห่งชาติ (National park) การควบคุมและติดตามมลภาวะ (Pollution control and monitoring) และแบบจำลองทางด้านนิเวศวิทยา (Ecological modeling) ด้านชลประทาน การพัฒนาและจัดการที่ดินเพื่อการเกษตร การอนุรักษ์ดินและน้ำการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและป่าไม้

- การวางแผนทางด้านสาธารณสุข (Disaster planning) เพื่อเป็นการบรรเทาสาธารณภัย การติดตามการปนเปื้อนของสารพิษ และแบบจำลองผลกระทบของอุทกภัย (Modeling flood impact)

- ด้านผังเมือง (Urban) การวางแผนผังเมือง ที่ดินและภาษีที่ดิน ระบบการระบายน้ำเสีย โครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย

- การจัดการสาธารณูปโภค (Facilities management) การจัดการด้านไฟฟ้า ประปา ท่อส่งก๊าซ หน่วยดับเพลิง ระบบจราจรและโทรคมนาคม

- การวิเคราะห์การตลาด (Marketing analysis) การหาทำเลที่เหมาะสมในการขยายสาขาสำนักงาน (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร, 2558)

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) จะรวมไปถึงระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานแผนที่ ซึ่งจะมีทั้งข้อมูลที่จัดเก็บ การจัดการ การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะมีผลที่มีประสิทธิภาพและนำไปใช้งานได้ และมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 5 องค์ประกอบ คือ (Geo-Informatics Center for Thailand, 2019)

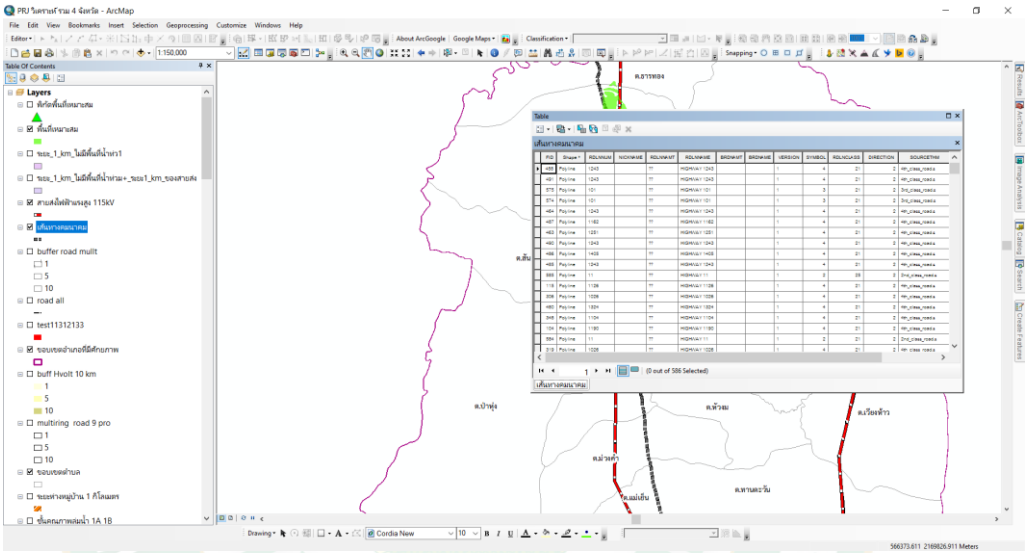
ระบบคอมพิวเตอร์

ระบบคอมพิวเตอร์ (Hardware) จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำงานของระบบต่างๆเนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาความสามารถในการประมวลผลสูง จึงทำให้สามารถเก็บข้อมูลและโปรแกรมได้เป็นจำนวนมากและยังเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ต่างๆในการใช้งาน เช่น สแกนเนอร์ (Scanner) เครื่องขึ้นภาพ (Plotter) เครื่องอ่านค่าพิกัด (Digitizer) เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการประมวลผลและบันทึกในช่องเก็บข้อมูลที่จัดไว้ อีกทั้งยังจัดเป็นเครื่องมีสำหรับติดต่อ สั่งงานจากผู้ใช้งานโดยผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) หรือ เมาส์ (Mouse)และแสดงผลที่จอภาพ (Monitor) ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3 *ระบบคอมพิวเตอร์*

โปรแกรม

โปรแกรม (Software) คือชุดคำสั่งควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ที่ให้ทำการประมวลผลตามชนิดของโปรแกรม มีเอกสารระบุการทำงานของโปรแกรมหรือโมดูลซอฟต์แวร์ GIS สำหรับการนำเข้าข้อมูลเพื่อใช้ในการทบทวนและตรวจสอบความถูกต้อง การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูลของระบบ ตลอดจนแสดงผลข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอการแปลงข้อมูลและการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4



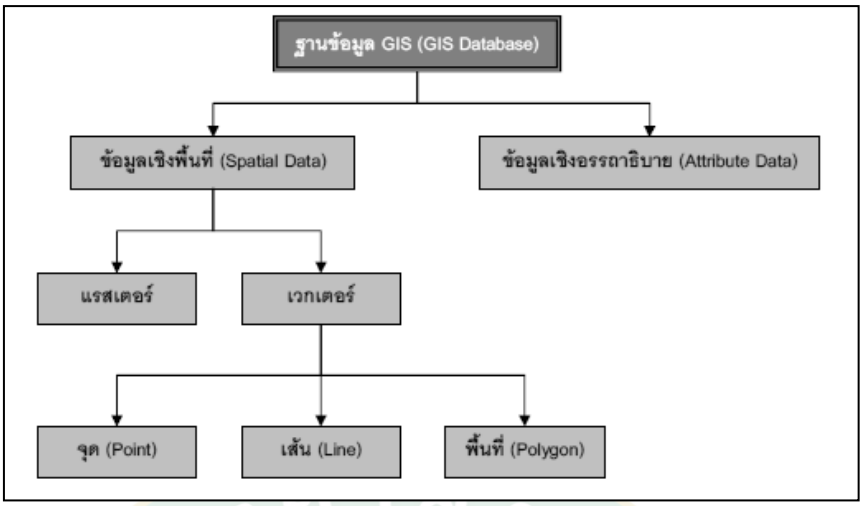
ภาพที่ 4 *โปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*

กระบวนการวิเคราะห์

ขั้นตอนการทำงานเพื่อให้ระบบที่มีข้อมูลที่สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้เป็นสิ่งสำคัญของงานและการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ จึงควรมีการวางแผนและออกแบบโครงสร้างข้อมูลให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 5

ข้อมูล

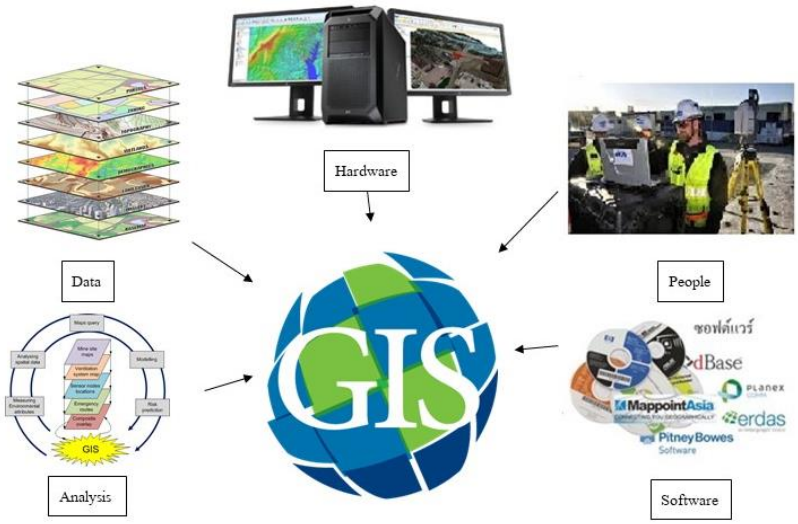
ข้อมูลที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ กล่าวคือข้อมูลมีตำแหน่งที่ตั้งและมีข้อมูลเชิงบรรยายที่ประกอบกัน ทำให้ชนิดของข้อมูลในทางภูมิศาสตร์จะอ้างอิงถึงพิกัดบนผิวโลก ในลักษณะจุด (Point) เส้น (Line) และรูปเหลี่ยมปิด (Polygon) เพื่อประมวลผลในข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถอ้างอิงเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างกันได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 5 *ฐานข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์*

บุคลากร

จากองค์ประกอบทั้ง 5 ประการนี้มีความสำคัญต่อกัน พร้อมทั้งลักษณะการทำงานที่จะต้องไปทิศทางเดียวกัน จึงจะทำให้งานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความชัดเจนและใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการแสดงผลของข้อมูลเชิงพื้นที่ในชั้นข้อมูลต่างๆ ที่ชัดเจนและแสดงได้หลายๆ ลักษณะข้อมูล โดยการนำเอาองค์ประกอบทั้ง 5 ประการมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน แสดงถึงลักษณะของข้อมูลในชั้นงานต่างๆ และรูปแบบของข้อมูลที่ต่างกัน เพื่อแสดงผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ง่ายต่อการใช้งานและแสดงได้อย่างรวดเร็วซึ่งในพื้นที่เดียวกันสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ต่างชนิดกันได้ จากส่วนประกอบทั้ง 5 นี้สามารถแสดงได้แสดงดังภาพที่ 6 (สิริพร กมลธรรม, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 6 *องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*

วิธีการจัดการฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล

การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล (Data capture) เป็นขั้นตอนในการสำรวจข้อมูลต่างๆ และการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลด้านการใช้ที่ดิน การคมนาคม เป็นต้น ซึ่งการรวบรวมแหล่งข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูลเชิงบรรยาย เป็นการตรวจสอบข้อมูลที่ได้มีการสำรวจไว้โดยหน่วยงานต่างๆ นำมาประเมินคุณภาพข้อมูลทั้งในด้านความละเอียดถูกต้องของข้อมูล โดยพิจารณาตามตัวแปรตัวชี้วัดที่ได้พิจารณาทั้งในส่วนของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ตัวแปรทางสังคมและตัวแปรทางเศรษฐกิจตามแนวทางเพื่อการบริหารจัดการเชิงบรรยายประกอบการตัดสินใจ สำหรับการจัดทำฐานข้อมูลแบบเวกเตอร์ โดยจำแนกข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) (คู่มือการใช้งานเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, 2558)

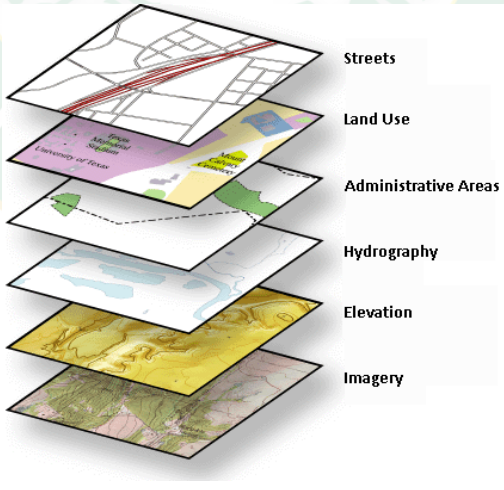
การเก็บบันทึกและเรียกค้นข้อมูล

การจัดเก็บบันทึกและการเรียกค้นข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Data Storage and Retrieval) ที่เป็นข้อมูลแผนที่จากการรวบรวมมานั้นจะต้องทำการจัดเตรียม เพื่อให้พร้อมและง่ายต่อการนำเข้า รวมทั้งเป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจมีบนแหล่งข้อมูล การเตรียมข้อมูลที่ดี จะทำการนำเข้า และการแก้ไขข้อมูลทำได้ง่ายและรวดเร็ว ถูกต้องมากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลที่นำมาจากแต่ละแหล่งข้อมูล ซึ่งจะนำมาทำการกำหนดพิกัดในคนละคราว

กัน ย่อมมีความเป็นไปได้ในความคลาดเคลื่อนและการทับซ้อนของพิกัดในระหว่างการนำเข้าข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ในขณะที่การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยายจะไม่มีประเด็นปัญหานี้เนื่องจากเป็นข้อมูลประกอบด้านการบรรยายประจำพิกัดเท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ที่ได้นำเข้าสู่ระบบนั้นยังอาจมีความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อน ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการนำเข้า โดยเฉพาะข้อมูลที่มีขนาดและพื้นที่ครอบคลุมการทำงานขนาดใหญ่อย่างที่กำหนด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลต้นแบบ และแก้ไขความผิดพลาดต่างๆ นอกจากนั้นขั้นตอนนี้ยังรวมไปถึงการสร้างโครงสร้างข้อมูลให้กับข้อมูลแผนที่ในแผนที่ฐานข้อมูลอีกด้วย โดยข้อมูลที่ได้รับเป็นการนำข้อมูลแผนที่ต่างๆที่เก็บไว้ในระบบมาทำการประมวลผล ด้วยวิธีการซ้อนทับ (Overlay) และการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลเชิงบรรยาย (ศีตลา บัวขาวและคณะ, 2560) เพื่อทำการวิเคราะห์หรือจัดการวางแผนกับพื้นที่นั้น เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ที่กำหนดไว้ เช่น การวิเคราะห์เกี่ยวกับการพังทลายของดินโดยทำการวิเคราะห์จากข้อมูลแผนที่ดิน องค์ประกอบของการกัดกร่อน เส้นชั้นระดับความสูง แผนที่การใช้ที่ดิน ข้อมูลจากดาวเทียม รวมทั้งข้อมูลน้ำฝนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยข้อมูลแต่ละข้อมูลจะถูกประมวลผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วนำมาซ้อนทับกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ คำตอบที่ผู้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต้องการ แสดงดังในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 *การวางซ้อนข้อมูลเชิงบรรยายกับข้อมูลเชิงพื้นที่*

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และแสดงผลข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลและการเชื่อมโยงกับข้อมูลแผนที่ (Map analysis and Data display) ข้อมูลบรรยายส่วนใหญ่เป็นตาราง ตัวเลข และตัวอักษรเชิงบรรยาย ซึ่งจะถูกแปลงเข้าสู่โครงสร้างฐานข้อมูลที่เตรียมไว้ เมื่อนำเข้าข้อมูลแล้วทำการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลแผนที่เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกันระหว่างค่ารหัสที่บันทึกอยู่ในข้อมูลทั้ง 2 ประเภท สำหรับในการประยุกต์ฐานข้อมูลข้อมูลที่จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการการวิเคราะห์

ดาวเทียม LANDSAT8

ดาวเทียม Landsat 8 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ขึ้นวงโคจรเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2556 รัฐแคลิฟอร์เนีย ปฏิบัติการวันที่ 30 พฤษภาคม 2556 ภายใต้บริหารระหว่างองค์การ NASA และ USGS (U.S. Geological Survey) โคจรเหนือพื้นโลก 705 km โคจรซ้ำตำแหน่งเดิมทุกๆ 16 วัน ความกว้างของแนวถ่ายภาพ 185 km ประกอบด้วยระบบบันทึกภาพ 2 ชนิด คือ Operation land Image (OIL) และ The Thermal Infrared Sensor (TIRS) จำนวน 11 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียดจุดภาพช่วงคลื่น visible, NIR, SWIR 30 เมตร ช่วงคลื่น thermal 100 เมตร และ panchromatic 15 เมตร (NASA, 2554) ดังตารางที่ โดยจะสามารถใช้ข้อมูลดาวเทียมได้นานถึง 40ปีย้อนหลัง เพื่อปฏิบัติการด้านการสำรวจสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลดาวเทียม LANDSAT8 มีรายละเอียดภาพ 15-30 เมตร มีลำดับของช่วงคลื่น (Band) จะแตกต่างจากดาวเทียม LANDSAT ดวงอื่นๆ เช่น แบนด์ 4:3:2 สำหรับดาวเทียม LANDSAT7 และ LANDSAT5 พืชพรรณจะปรากฏเป็นสีแดงหรือเรียกว่า Color Infrared (CIR) แต่สำหรับดาวเทียม LANDSAT8 ต้องใช้แบนด์ 5:4:3 เพื่อให้ได้ภาพลักษณะเดียวกัน โดยการผสมสี RGB เพื่อสำหรับงานสำรวจ แสดงดังตารางที่ 4 (U.S.GeologicalSurvey, 2561)

ตารางที่ 4 ความยาวช่วงคลื่นและรายละเอียดจุดภาพของดาวเทียม Landsat 8

ประเภทช่วงคลื่น	ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8	
	ขนาดช่วงคลื่น (μm)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
1. Coastral Aerosol	0.43 – 0.45	30
2. ช่วงสายตามองเห็นสีน้ำเงิน (Blue)	0.45 – 0.51	30
3. ช่วงสายตามองเห็นสีเขียว (Green)	0.53 – 0.59	30
4. ช่วงสายตามองเห็นสีแดง (Red)	0.64 – 0.67	30

ประเภทช่วงคลื่น	ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ขนาดช่วงคลื่น (μm)	ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
5. อินฟราเรดใกล้ (Near Infrared NIR)	0.85 – 0.88	30
6. อินฟราเรดคลื่นสั้น 1 (SWIR 1)	1.57 – 1.65	30
7. อินฟราเรดคลื่นสั้น 2 (SWIR 2)	2.11 – 2.35	30
8. ระบบขาว – ดำ (Panchromatic)	0.50 – 0.68	15
9. เมฆชั้นสูง (Cirrus)	1.36 – 1.38	30
10. อินฟราเรดความร้อน 1 (Thermal Infrared - TIRS 1)	10.60 – 11.19	100
11. อินฟราเรดความร้อน 2 (Thermal Infrared - TIRS 2)	11.50 – 12.51	100

ที่มา : U.S. Geological Survey, 2561

การรับรู้ระยะไกล

เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ได้มีการพัฒนาและสร้างอุปกรณ์บันทึกข้อมูลในย่านอินฟราเรดเพื่อนามาประยุกต์ในเรื่องต่างๆ เช่น การวิเคราะห์อุณหภูมิที่ผิวดิน การวิเคราะห์อุณหภูมิที่พื้นผิวทะเล การประเมินพื้นที่เมฆ การวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูก การวิเคราะห์พื้นที่ไฟไหม้ป่า เป็นต้น (สุวิทย์ อ๋องสมหวัง, 2554) และหนึ่งในข้อดีของข้อมูลในย่านอินฟราเรด (บางความยาวคลื่น) คือ สามารถใช้ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน จึงทำให้สามารถติดตามเหตุการณ์ที่สำคัญ (คู่มือระบบภูมิสารสนเทศ TNTmips : หมวดการจำแนกประเภทข้อมูลการสำรวจระยะไกล, 2558) เช่น การติดตามการเคลื่อนที่ของพายุและทำนายการเคลื่อนที่ของพายุในอนาคต จึงทำให้สามารถประเมินสถานการณ์ และสามารถบริหารจัดการเพื่อเตรียมความพร้อมกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Wasim et all., 2560) โดยการบันทึกข้อมูลในย่านอินฟราเรดจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

การบันทึกค่าการสะท้อนจากวัตถุ

กระบวนการที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสง (Reflection) เช่น พระอาทิตย์ เป็นต้น ส่งรังสีลงมาผ่านชั้นบรรยากาศและลงมาที่วัตถุ แล้วจึงสะท้อนกลับขึ้นไปที่อุปกรณ์บันทึกข้อมูล ดังนั้นกระบวนการนี้จึงบันทึกข้อมูลได้เฉพาะตอนกลางวัน (สุวิทย์ อ๋องสมหวัง, 2554) การบันทึกค่าลักษณะนี้จะครอบคลุมย่านความยาวคลื่นตั้งแต่ประมาณ 0.7 ไมโครเมตรถึง 3.0 ไมโครเมตร

การบันทึกค่าการแผ่รังสีจากวัตถุ

กระบวนการที่วัตถุเกิดการแผ่รังสีออกมา (Emission) เช่น รังสีความร้อน เป็นต้น รังสีดังกล่าวจะแผ่ขึ้นมาและถูกบันทึกด้วยอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ดังนั้นกระบวนการนี้จึงสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งกลางวันและกลางคืน การบันทึกค่าลักษณะนี้จะครอบคลุมย่านความยาวคลื่นตั้งแต่ประมาณ 3.0 ไมโครเมตรถึง 1 มิลลิเมตร (NASA, 2554)

ดัชนีพืชพรรณ

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) เป็นเทคนิคสำหรับสกัดข้อมูลสารสนเทศเชิงปริมาณของปริมาณพืชพรรณหรือความเป็นพืชในแต่ละจุดของข้อมูลภาพ ดัชนีพืชพรรณจะเกี่ยวกับสารสนเทศเชิงคลื่นของ 2 แบนด์หรือมากกว่า (สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง, 2558) โดยแบนด์หนึ่งจะเป็นข้อมูลจากความยาวคลื่นช่วงแสงสีแดง (RED) ซึ่งคลอโรฟิลล์ของพืชสีเขียวจะดูดกลืนพลังงานและอีกแบนด์หนึ่งจะเป็นข้อมูลจากความยาวคลื่นอินฟาเรดใกล้ (NIR) ที่พืชพรรณไม่ดูดกลืนพลังงานแต่จะเกิดการกระเจิงจากโครงสร้าง ซึ่งในการรวมข้อมูลของ 2 แบนด์จะช่วยเพิ่มสัญญานการสะท้อนของพืชพรรณและลดอิทธิพลของสิ่งอื่นที่มิใช่พืชพรรณให้รบกวนน้อยที่สุด (คมกฤษณ์ คีรีรมย์, 2554)

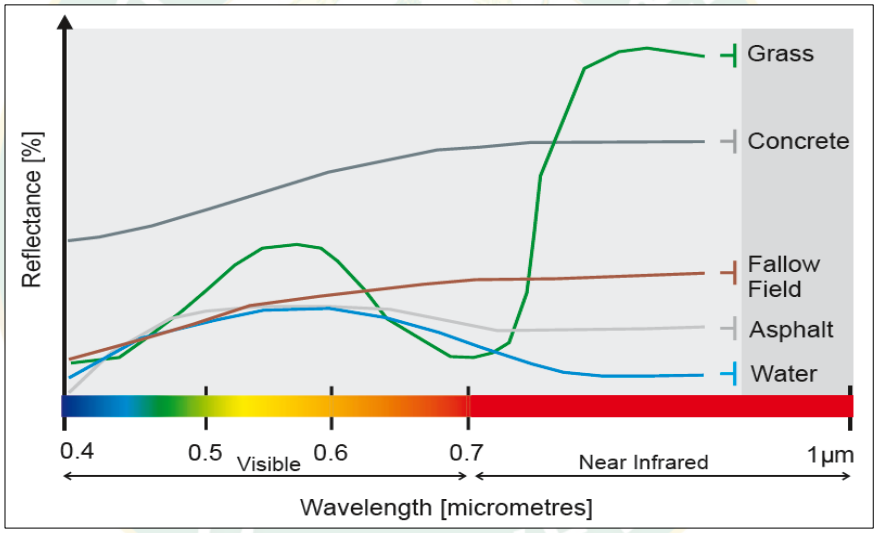
ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์

ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เป็นการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติ ทำให้ NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งจะช่วยในการแปลผลได้ง่ายขึ้น กล่าวคือ ค่า 0 หมายถึงไม่มีพืชพรรณใบเขียวอยู่ในพื้นที่สำรวจ ในขณะที่ค่า 0.8 หรือ 0.9 หมายถึงมีพวกพืชพรรณใบเขียวหนาแน่นมากในพื้นที่ดังกล่าว กรณีที่พื้นผิวมีพืชพรรณปกคลุมจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดสูงกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง ทำให้ NDVI มีค่าเป็นบวก ในขณะที่พื้นผิวเป็นดินจะมีค่าการสะท้อน ระหว่างสองช่วงคลื่นใกล้เคียงกันทำให้ NDVI มีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ สวนกรณีที่พื้นผิว เป็นน้ำจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดต่ำกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงทำให้ NDVI มีค่าติดลบทั้งนี้โดยปกติค่านี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.7 เท่านั้น (รัฐนนท์ จันทร์อินทร, 2560)

ลักษณะบ่งชี้เชิงสเปกตรัม

ลักษณะบ่งชี้เชิงสเปกตรัม (Spectral Signature) สมมติฐานพื้นฐานในการรับรู้จากระยะไกลคือ พื้นผิวเฉพาะ เช่น หิน น้ำ หรือพืชพรรณ มีคุณลักษณะการสะท้อนคลื่นแสงหรือ

พฤติกรรมการเปล่งรังสีสามารถแยกจากกันโดยลักษณะบ่งชี้เชิงคลื่น (spectral signature) เฉพาะลักษณะบ่งชี้นี้ถูกควบคุมโดยหลายปัจจัย เช่น คุณสมบัติวัสดุของพื้นผิว ภูมิประเทศ หรือการดัดแปลงรังสีด้วยบรรยากาศ (คู่มือระบบภูมิสารสนเทศ TNTmips : หมวดการจำแนกประเภทข้อมูลการสำรวจระยะไกล, 2558) รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะบ่งชี้เชิงคลื่นของพื้นผิวบางประเภท ลักษณะบ่งชี้โดยทั่วไปถูกนำมาใช้เพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัด การเปลี่ยนแปลงของลักษณะบ่งชี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นผิวที่พิจารณา การสะท้อนคลื่นแสงของน้ำจะขึ้นอยู่กับว่าน้ำจะใสหรือน้ำจะขุ่น มีลมสงบหรือปั่นป่วน โดยอาศัยลักษณะการสะท้อนคลื่นแสงเหล่านี้ พื้นผิวที่บันทึกโดยเครื่องบันทึกสัญญาณจึงสามารถระบุรายละเอียดเพิ่มเติมได้ ทั้งนี้ พื้นผิวสามารถจำแนกได้โดยอาศัยการแปลตีความด้วยสายตาจากมนุษย์หรือโดยวิธีการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลดาวเทียมจะถูกแบ่งออกเป็นจำนวนอย่างจำกัดในแต่ละประเภท (Classes) ของความสำคัญ



ภาพที่ 8 *ลักษณะบ่งชี้เชิงคลื่นของพื้นผิวที่แตกต่างกัน*

ในการจำแนกข้อมูลดาวเทียมจะมี 2 วิธีการพื้นฐานที่แตกต่างกันคือ การจำแนกเชิงจุดภาพ (Pixel-based classification) และการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-oriented classification) ในกรณีวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพ (Supavetch, S. 2562) แต่ละจุดภาพจะถูกวิเคราะห์และถูกจำแนกตามรูปลักษณ์เชิงคลื่นของจุดภาพ วิธีการจำแนกเชิงวัตถุจะตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า จุดภาพที่คล้ายกันควรจะอยู่ในประเภทเดียวกัน เนื่องจากความใกล้เคียงของจุดภาพนั้น ในขั้นตอนแรก ข้อมูลภาพเชิงพื้นที่จะถูกแบ่งส่วนให้เป็นกลุ่มวัตถุแบบเอกพันธุ์ (homogeneous objects) ต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยจุดภาพที่คล้ายกัน จากนั้นวัตถุเหล่านี้จะถูกจัดกลุ่มในประเภทของความสำคัญเชิงความหมายที่

เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม รูปลักษณ์เชิงคลื่น เช่น รูปร่าง ขนาด ลายผิว และความสัมพันธ์ข้างเคียงของวัตถุจะถูกนำมาใช้ในการจำแนกเชิงวัตถุได้ (U.S. Geological Survey, 2561)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

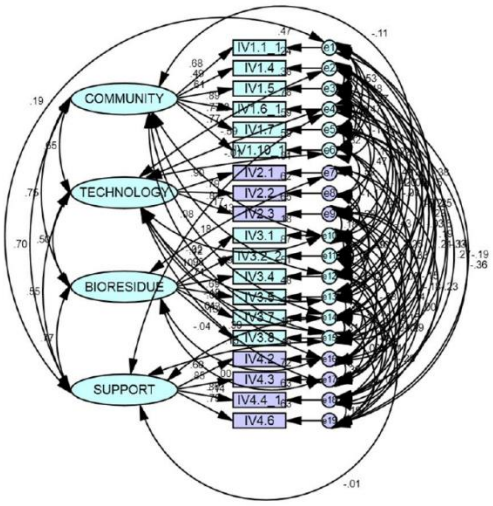
สิริชัย คุณภาพดีเลิศและคณะ. (2558) ได้ทำการศึกษา การประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในภาคเหนือโดยได้ทำการสำรวจปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 5 ชนิด ในภาคเหนือ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง อ้อย และข้าว โดยพบว่าในปี 2557-2558 มีปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเกิดขึ้นรวมทั้งหมดเท่ากับ 26,823.44x10^6 kg และเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ยังไม่ได้นำ ไปใช้ประโยชน์เท่ากับ 18,943.57x10^6 kg หรือคิดเป็นร้อยละ 70.62 ของวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ทำการศึกษาทั้งหมด พบว่าฟางข้าวแห้งมีค่าศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยวิธี BMP สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 363 ml_N Biogas/gVS_{added} หรือเท่ากับ 342 L/kg วัสดุแห้ง รองลงมาคือ ใบอ้อยและซังข้าวโพด โดยมีค่าศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ 333 และ 318 ml_N Biogas/gVS_{added} ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแบบมีและไม่มีการปรับสภาพเบื้องต้น พบว่า ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพในหน่วยลิตรต่อกิโลกรัมของวัสดุแห้งของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีการปรับสภาพเบื้องต้นมีค่าต่ำกว่า ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ไม่มีการปรับสภาพเบื้องต้น เนื่องจากมีการสูญเสียของวัตถุดิบถึงร้อยละ 50 ในขั้นตอนของการปรับสภาพวัตถุดิบเบื้องต้น การประเมินวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 5 ชนิด พบว่า ฟางข้าวแห้งมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีผลตอบแทนภายในทางการเงินและเศรษฐศาสตร์ เท่ากับ 8.07 และ 20.97 ตามลำ ดับ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 16,506,900.03 และ 105,626,848.19 บาท ตามลำดับ และมีอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) เท่ากับ 0.97 และ 1.35 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากฟางข้าวแห้ง อยู่ในจังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร กำแพงเพชร และนครสวรรค์

ขรรค์ชัย บริบูรณ์และคณะ. (2552) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ศักยภาพชีวมวล ศักยภาพทางด้านเทคโนโลยี และศักยภาพทางด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับการตัดสินใจถึงความเป็นไปได้ของการเลือกพื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งบ่งบอกแหล่งพื้นที่ที่มีการสะสมของชีวมวล 456.44 km^2 และศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมคือแบบการเผาไหม้ซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุน 17.50 ล้านบาทต่อปี และเมื่อทำการวิเคราะห์ระยะห่างจากแหล่งพลังงาน

ชีวมวล จะเท่ากับ 10.0 km โดยสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 18 MW ซึ่งราคาค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้คิดจากอัตราตามช่วงเวลาการใช้(Time of Use: TOU) ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยที่ไม่รวมค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และจะมีอัตราผลตอบแทน IRR 15.66% โดยมีระยะเวลาการคืนทุน 5 ปี

กฤตภาส มงคลธารงกุลและประพิธาริ์ ธนารักษ์. (2560) ได้ทำการศึกษาตัวชี้วัดหลักสำหรับการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล ชุมชนโดยใช้ 1.ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มาคัดแยกเป็นประเด็นโดยผ่านการสอบจากบุคลากรหลากหลายสาขาจำนวน 30 ท่าน ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตั้งโรงไฟฟ้าให้น้ำหนักของการแสดงความคิดเห็น 5 ระดับ ตามหลักเกณฑ์ของมาตรวัดลิเคิร์ต ผลการตรวจสอบคุณภาพ พบว่า ค่า IOC ของทุกข้อคาถามมีค่า 0.75 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ การยอมรับที่ 0.50 และความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามซึ่งวัดโดยค่า alpha coefficient มีค่า 0.953 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ การยอมรับที่ 0.75 2. โรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน ขนาดไม่เกิน 1 MW ใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นที่เชื่อมต่อสายส่งกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีการดำเนินการมาไม่น้อยกว่า 1 ปี โดยการศึกษาในพื้นที่ต่างกันมากกว่า 1 พื้นที่ เพื่อศึกษาปัญหาวิจัยเดียวกัน เรียกว่าเป็นการศึกษาพหุสถานที่เพื่อศึกษาว่าบริบทด้านพื้นที่ที่แตกต่างมีผลเกี่ยวข้องกับกรณีที่ศึกษามากน้อยเพียงไร โดยจำนวนโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้าจำนวน 115 แห่ง ขนาดกำลังการติดตั้งทั้งหมด 1,368.214 MW พบว่าเป็นโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากซึ่งอยู่ในขอบเขตการศึกษาวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 12 แห่ง มีขนาดกำลังการติดตั้งทั้งหมด 704.825 MW 3.การสุ่มแบบตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูล ลำดับแรกคือการการสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) เนื่องจากจำนวนประชากรมีขนาดใหญ่ โดยลำดับแรกเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ลำดับที่สองเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified random sampling) เป็นการจำแนกลักษณะประชากรทางด้านภูมิศาสตร์ในแต่ละภาค ลำดับถัดมาสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling)และลำดับสุดท้ายเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) 4. การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน

ภาพที่ 9 *จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละพื้นที่*



ภาพที่ 10 *โมเดลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันลำดับที่หนึ่งของตัวชี้วัดในการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน*

ตัวชี้วัดหลักที่ผ่านการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันเป็นตัวแปรสังเกตได้ที่แสดงให้เห็นภาพของปัจจัย โดยรวมนั่นคือ ตัวแปรแฝงในการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน ผลการวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอปัจจัยและตัวชี้วัดที่ส่งผลต่อการจัดตั้งโรงไฟฟ้า ชีวมวลชุมชนซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดังต่อไปนี้ 1. ตัวชี้วัดหลักด้านชุมชน มีตัวชี้วัดย่อยดังต่อไปนี้ การให้ข้อมูลข่าวสารแก่ชุมชน การมีส่วนร่วมของคณะทำงานในการบริหารจัดการโรงไฟฟ้า ความสำคัญของชุมชนต่อการจัดตั้งโรงไฟฟ้า การสร้างเครือข่ายชีวมวลชุมชน ความภาคภูมิใจในการมีส่วนร่วมบริหารจัดการโรงไฟฟ้า ความจริงใจในการช่วยเหลือสนับสนุนชุมชนบริเวณรอบโรงไฟฟ้า 2. ตัวชี้วัดหลักด้านเทคโนโลยี มีตัวชี้วัดดังต่อไปนี้ เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อชุมชน นวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ชุมชน 3. ตัวชี้วัดหลักด้านเชื้อเพลิงชีวมวล มีตัวชี้วัดดังต่อไปนี้ วัตถุดิบง่ายต่อการจัดหาในชุมชน การทำสัญญาซื้อขายเชื้อเพลิงชีวมวลในระยะยาว การสนับสนุนเงินลงทุนในการเพาะปลูก ต้นทุนที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชพลังงาน การสร้างรายได้เพิ่มจากการเพาะปลูกพืชพลังงาน ระยะห่างระหว่างโรงไฟฟ้าและพื้นที่เพาะปลูก 4. ตัวชี้วัดหลักด้านการสนับสนุนจากรัฐบาล มีตัวชี้วัดดังต่อไปนี้ การส่งเสริมการวิจัยพัฒนาชีวมวลอย่างต่อเนื่อง การมีส่วนร่วมของรัฐบาลและนักวิจัยในการบริหารจัดการโรงไฟฟ้า นโยบายการจัดตั้งดูแลโรงไฟฟ้า นโยบายด้านดอกเบี้ย ในการส่งเสริมการลงทุน

พุฒิชาติ คิดหาทองและคณะ. (2557) ได้ทำการศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวล ซึ่งชีวมวลที่นำมาศึกษาคือชีวมวลจากพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิดของไทย ได้แก่ ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสาปะหลัง และปาล์มน้ำมันซึ่งแบ่งเป็นสองประเภท คือประเภทกระจุกตัว และประเภทกระจายตัว ปัจจัยที่นำมา

วิเคราะห์ ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกระยะห่างของสายส่งไฟฟ้า และโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กและเล็กมาก โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการทำแผนที่จากการศึกษาพบว่าพื้น ที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีศักยภาพในการนำชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้า โดยศักยภาพเชิงพื้น ที่ของชีวมวลประเภทกระจุกตัวมี 1,865 MW และประเภทกระจายตัวมี 6,882 MW ดังนั้นหากเปรียบเทียบกับกำลังผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล 3,260 MW ตามแผนพัฒนากาลังผลิตไฟฟ้าในแผนพัฒนา 20 ปี จะพบว่าชีวมวลประเภทกระจุกตัวเพียงอย่างเดียวไม่สามารถตอบสนองกำลังการผลิตไฟฟ้าตามแผนดังกล่าวได้ จำเป็นต้องใช้ชีวมวลประเภทกระจายตัวร่วมด้วย ซึ่งศักยภาพรวมของชีวมวลทั้งสองประเภทคิดเป็น 2.7 เท่าของกำลังผลิตไฟฟ้าตามแผนดังกล่าวนอกจากนี้การศึกษานี้ยังพบว่าชีวมวลประเภทกระจุกตัวที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดคือ แกลบ 714 MW ส่วนประเภทกระจายตัว คือฟางข้าว 1,788 MW ซึ่งชีวมวลทั้ง สองประเภทส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในภาคเหนือและภาคอีสาน

หยกดาว แสนประเสริฐ. (2558) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง กับการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิต พลังงานจากชีวมวลที่เหลือทิ้งจากไร่นาชีวมวลจากไม้โตเร็วและชีวมวลจากพืชพลังงานในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อยู่ 4 ปัจจัย 1.ปัจจัยความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล 2.ปัจจัยราคาวัตถุดิบ 3.ปัจจัยราคาที่ดิน 4.ปัจจัยต้นทุนราคาโลจิสติกส์ จาจกนั้นทำการประเมินทั้ง 4 ปัจจัย โดยใช้กระบวนการเชิงลำดับขั้น (AHP) จากนั้นทำการออกแบบตัวแบบ ทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งเหมาะสมของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลที่มีความต่อเนื่องในการป้อนชีวมวล ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนราคาที่ดิน และต้นทุนราคาโลจิสติกส์น้อยที่สุด ร่วมกับ โปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้าชีวมวลและได้ผลลัพธ์สอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ

กฤษนนท์ สนธิ. (2556) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล กรณีศึกษาในจังหวัดสุพรรณบุรี เนื่องจาก แกลบในจังหวัดมีปริมาณไม่มากพอในการผลิตไฟฟ้า ทำให้แกลบมีราคาสูงและระยะทางที่ไกล ทำให้มีต้นทุนในการผลิตที่สูง โดยแบบจำลอง จะพิจารณาค่าขนส่งชีวมวลที่ต่ำที่สุด ซึ่งได้จำลองเป็นสองสถานการณ์คือ การใช้แกลบในปัจจุบัน และการใช้แกลบร่วมกับชีวมวลอื่นๆ ผลการทดลองพบว่า สถานการณ์ที่ 2 การใช้แกลบ ร่วมกับชีวมวลอื่นๆ มีการใช้ชีวมวลในจังหวัดอย่างเหมาะสม เมื่อ พิจารณา ที่ค่าขนส่งพบ ว่าการใช้แกลบร่วมกับชีวมวลอื่นๆ มีค่าขนส่งโดยรวม ต่ำกว่าลักษณะการใช้ชีวมวลในปัจจุบัน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2556) ได้ศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมของการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชนขนาดไม่เกิน 1 MW ของกลุ่มเกษตรกรสหกรณ์ และวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกพืชพลังงานและไม้โตเร็วในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 15 กลุ่ม โดยศึกษาความเป็นไปได้ทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณของวัตถุดิบ การบริหารจัดการรวบรวมขนส่ง

วัตถุดิบ เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมของชุมชน และการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินจากผลการทางเศรษฐศาสตร์และการเงินพบว่า การผลิตที่ 1,000 kW ยังไม่มีความคุ้มค่าด้านการเงินแต่มีความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์โดยรวมของประเทศ หากจะให้โครงการมีความคุ้มค่าด้านการเงินจะต้องมีการขายผลิตภัณฑ์รองร่วมด้วย และ Adder ตามนโยบายสนับสนุนจากภาครัฐในปัจจุบัน มีค่าน้อยมากจึงยังไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีระยะเวลาคืนทุน 7.07 ปี ซึ่งค่อนข้างนาน ดังนั้นภาครัฐควรพิจารณาสนับสนุนAdder ในกรณีของ CBES-8 นี้ควรมีค่าตั้งแต่ 1.80 บาทต่อkW ขึ้นไป จึงจะสามารถทำให้เกิดสถานีพลังงานชุมชนในเชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นการส่งผลต่อเศรษฐกิจชุมชนในทางบวกและภาพรวมความมั่นคงด้านพลังงานเศรษฐกิจของประเทศอย่างชัดเจนต่อไป

วีรชัย อาจหาญและคณะ. (2551) ได้ทำการศึกษาต้นทุนของโรงไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 1.2 MW โดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน ในลำดับต่อมาจะทำการศึกษาวัฏจักรคาร์บอนที่เกิดจากการปลูกไม้โตเร็วเพื่อผลิตเป็นพลังงาน เพื่อนำไปสู่การพัฒนากลไกที่สะอาด (Clean Development Mechanism; CDM) และการซื้อขายคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) ในปัจจุบันยังไม่มีการนับรวมถึงการปลูกไม้โตเร็วเข้าไปในการพัฒนากลไกที่สะอาดดังกล่าว อย่างไรก็ดีในส่วนของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (จากเชื้อเพลิงชีวมวล) ได้รับการพิจารณาเป็นอันดับต้นๆ ให้สามารถดำเนินโครงการ CDM ได้ซึ่งทางโครงการฯ จะทำการศึกษาขั้นตอนการยื่นขอขึ้นทะเบียนโครงการ CDM และการขาย Carbon Credit พร้อมทั้งศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในพื้นที่ปลูกไม้โตเร็วสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล เพื่อเสนอแนะแนวทางสนับสนุนด้านการเงิน และ/หรือ ภาษี หรือมาตรการอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าระดับชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวล

นภนต์ สุรงครัตน์และดร.ตุลวิทย์ สถาปนจารุ. (2556) ได้ทำการศึกษาการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดกำลังการ ผลิตต่ำกว่า 10 MW จากไม้ยางพาราในจังหวัดระยอง โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าลำดับชั้นของข้อมูลแบบกระบวนการลำดับ ชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process; AHP) โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ปัจจัยแหล่ง วัตถุดิบ ความใกล้ถนนและแนวสายส่งไฟฟ้า แหล่งน้ำสนับสนุน สภาพสิ่งแวดล้อม และการใช้ประโยชน์ที่ดินใน การวิเคราะห์ ผลของการวิจัย พบว่า พื้นที่เหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลจากไม้ยางพาราในจังหวัดระยอง แบ่งเป็นพื้นที่เหมาะสมมาก 32,517.95 ไร่ เหมาะสมปานกลาง 103,055.61 ไร่ เหมาะสมน้อย 488,237.04 ไร่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม 367,386.88 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.42 4.51 21.35 และ 16.07 ตามลำดับ โดยพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าควรอยู่ในเขตอำเภอแกลง

กฤติยรังสิต. (2554) ปัจจุบันภาครัฐกำหนดค่าการรับซื้อไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่อัตราส่วนการรับซื้อไฟฟ้าอยู่ที่ 0.5 บาท/kW-ชั่วโมงนั้น โดยที่กำลังการผลิต 200 kW มีความคุ้มทุนที่อัตราการ

ให้ก๊าซมีเทน 0.4 - 0.6 ลูกบาศก์เมตรของก๊าซมีเทนต่อkg และมีค่าใช้จ่ายการจัดซื้อวัตถุดิบไม่เกิน 0.2 บาทต่อkg และสามารถสรุปได้ว่าหากต้องการมีความคุ้มค่าในการลงทุน ก็ควรให้ความสำคัญในด้านเทคนิคการเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพให้มีประสิทธิภาพ และนอกจากนั้นหากภาครัฐให้การสนับสนุนด้านอัตราส่วนการรับซื้อไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็จะทำให้นักลงทุนให้ความสนใจในการลงทุนสำหรับโครงการผลิตพลังงานหมุนเวียนมีมากขึ้น

ปวีณ์กร ดาวธง. (2558) ได้ทำการศึกษาศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาตร์ เพื่อรวบรวมตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้าชีวมวล โรงสีข้าว และโรงน้ำตาลในพื้นที่ศึกษา และศึกษากระบวน การผลิตในพื้นที่เพื่อเสนอแนะจำนวนและที่ตั้งของโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยใช้ทฤษฎี เน้นค่าขนส่ง เป็นหลัก จากการศึกษา ได้รวบรวมที่ตั้งของ โรงไฟฟ้าเดิม จำนวน 8 แห่งโดยกระบวน การผลิตไฟฟ้า ทั้งหมดเป็นกระบวนการผลิตแบบเผาไหม้โดยตรง และวัตถุดิบหลักคือชานอ้อย และแกลบ มีปริมาณที่ใช้ต่อวัน เท่ากับ 3,000 ตันต่อวัน กำลังการผลิตรวมทั้งสิ้น 42 MW/hr. และศึกษาวัตถุดิบที่ส่งเข้าโรงไฟฟ้าจะตั้งอยู่กับบริเวณเดียว กับโรงไฟฟ้าชีวมวลทั้งหมด ซึ่งเป็นไปได้ว่าโรงไฟฟ้าชีวมวล นั้นใช้วัตถุดิบเป็นชานอ้อยเป็นหลัก ซึ่งผลการวิเคราะห์ทำเล ที่ตั้งของโรงไฟฟ้าโดยการแบ่งแยกตามเขตการจัดการไฟฟ้าและจากแหล่ง วัตถุดิบรายจังหวัด พบว่าจังหวัดตากไม่ควรเพิ่มโรงไฟฟ้าเนื่องจากแหล่งวัตถุดิบมีไม่พอและไม่คุ้มทุน จังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดพิษณุโลก สามารถเพิ่มโรงไฟฟ้า ชีวมวลได้ประมาณ 3-4 แห่งเนื่องจากมีวัตถุดิบเพียงพอจังหวัดเพชรบูรณ์สามารถเพิ่มโรงไฟฟ้าชีวมวลได้ประมาณ 2 แห่ง

ดวงใจ จีนานุรักษ์. (2557) ได้ทำการศึกษาพบว่าในพื้นที่นี้มีการปลูกหญ้า ประมาณ 500 ไร่ การปลูกครั้งหนึ่งเก็บเกี่ยวได้นาน 6-7 ปี และให้ผลผลิต 60-80 ตันต่อไร่ต่อปี โดยเก็บเกี่ยวปีละ 3 ครั้ง เพียงพอต่อการนำหญ้าเนเปียร์เป็นเชื้อเพลิงในโครงการโรงไฟฟ้าชีวมวล ใช้ปริมาณหญ้าเท่ากับ 35,837 ton/yearโรงไฟฟ้าตั้งอยู่บนพื้นที่ 12 ไร่ ในอำเภอมวกเหล็ก ใช้เทคโนโลยีแบบเปลี่ยนชีวมวลเป็นก๊าซเชื้อเพลิง ผลิตไฟฟ้าด้วยกระบวนการเชิงเคมีความร้อน แบบอากาศไหลลง ขนาด 1 MW เมื่อทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน โดยกำหนดอายุโครงการ 26 ปี ที่ต้นทุนเงินทุนร้อยละ 9.91 โดยพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 51,853,492 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการก่อนและหลังการปรับค่าเท่ากับร้อยละ 0.29 และ 6.61 ต่อปี ตามลำดับ และดัชนีกำไรเท่ากับ 0.45 ดังนั้นสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน และผลการวิเคราะห์ค่าความแปรเปลี่ยนพบว่า ถ้าโครงการสามารถเพิ่มผลตอบแทนขึ้นได้ร้อยละ 21.04 หรือลดต้นทุนการดำเนินงานลงร้อยละ 25.47 หรือลดต้นทุนในการลงทุนลงร้อยละ 54.78 จึงจะทำให้โครงการมีความคุ้มค่า แต่ถ้ารัฐบาลจะสนับสนุนควรจะเพิ่มอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (Adder) จาก 0.50 บาทเป็น 2.03 บาทต่อkWชั่วโมง

ศักรินทร์ กอขันธ์. (2555) ได้ทำการศึกษาศักยภาพพลังงานจากชีวมวลเหลือทิ้งในจังหวัดลำปาง เป็นชีวมวลที่มาจากพืชหลักคือ ข้าว ข้าวโพด อ้อย สับปะรด ถั่ว มันสำปะหลัง และชีวมวลเหลือทิ้งจากโรงงานต่างๆในพื้นที่ และวิเคราะห์หาที่ตั้ง ที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยใช้เครื่องมือสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการจัดการข้อมูล และแสดงผลของการใช้ประโยชน์ จากชีวมวลเหลือทิ้ง พบว่ามีปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งในจังหวัดลำปาง 784,270 ton/year เป็นชีวมวลที่สามารถนำมาใช้ได้ 368,230 ton/year โดยมีศักยภาพพลังงาน 5,059,780 GJ/year มีปริมาณชีวมวลจากโรงงาน 127,547 ton/year มีศักยภาพพลังงาน 1,903,710 GJ/year รวมศักยภาพพลังงานชีวมวลทั้งหมด 6,963,490 GJ/year ซึ่งโรงไฟฟ้าที่มีที่ตั้งที่เหมาะสม อยู่บริเวณ ตำบลบ้านเป้า อำเภอเมืองลำปาง ซึ่งสามารถตั้งโรงไฟฟ้าได้ขนาด 55 MW

ณัฐพล จันทร์แก้วและณัฐกิตต์ สระแก้ว. (2559) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์การหาพื้นที่มีศักยภาพทำให้ทราบว่าจังหวัดสระแก้วนั้น เป็นจังหวัดที่มีความเหมาะสมในการที่จะจัดหาพื้นที่มีศักยภาพสำหรับใช้ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยมีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุด เป็นพื้นที่ที่อยู่ในขอบเขตการปกครองของอำเภอวังสมบูรณ์และอำเภอวังน้ำเย็น โดยที่พื้นที่นี้มีเนื้อที่ 514.67 ไร่ สำหรับการวิเคราะห์หาเส้นคมนาคมขนส่งวัตถุดิบสู่พื้นที่มีศักยภาพสำหรับตั้งโรงไฟฟ้านั้น ผู้ศึกษาวิจัยใช้กระบวนการวิเคราะห์โครงข่ายคมนาคมด้วยกระบวนการ Closest facility ผลการศึกษานั้นผู้ศึกษาได้วิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุดจากโรงสีข้าวในเขตการให้บริการของพื้นที่มีศักยภาพที่ใกล้ที่สุดและใช้เวลาเดินทางที่น้อยที่สุด พบว่ามีทั้งหมด 99 เส้นทาง

Wutjanun Muttitanon et al. (2561) ได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชพลังงานแทนการปลูกพืชเดิมที่จะเป็นการทำให้เกิดการขยายของพื้นที่ อาทิเช่น พื้นที่สวนยางพาราและพื้นที่รกร้าง โดยจะทำการวิเคราะห์ภายในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ที่ซึ่งเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่ใหญ่ที่สุด โดยในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้ที่ดิน พบว่ามีพื้นที่ความเหมาะสมกับการปลูกมันสำปะหลัง 460,456.25 ไร่ หรือร้อยละ 14.7 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง 143,118.75 ไร่ หรือร้อยละ 12 ของพื้นที่ทั้งหมด มีพื้นที่รกร้าง 7,012.5 ไร่ และจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้ที่ดิน พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมกับหรับการปลูกอ้อยมากที่สุด 788,681.25 ไร่ หรือร้อย 22.9 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลางสำหรับการปลูกอ้อยมีการปลูกอ้อย 188,693.75 หรือ 12.3% และมีพื้นที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกอ้อย 52,775 ไร่

ทิชา โลลุพิมานและคณะ. (2559) ทำการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นที่ของสวนยางพารา โดยการประยุกต์เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลเพื่อช่วยในการจำแนกพื้นที่ปลูกยางพาราออกเป็น 2 ช่วงอายุ การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อภาพ (texture analysis) ร่วมกับการวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2557 ในการจำแนกพื้นที่ปลูกยางพารา ผลการศึกษาพบว่าจังหวัดระยองมีพื้นที่

ปลูกยางพาราจำนวน 766,133.30 ไร่ หรือ 122,581.33 เฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นช่วงก่อนให้ผลผลิต 74,008.55 ไร่ หรือ 11,841.37 เฮกตาร์ และช่วงให้ผลผลิต 692,124.75 ไร่ หรือ 110,739.96 เฮกตาร์ ซึ่งคิดเป็นจำนวนการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดได้ 3,404,834.96 ตันคาร์บอน โดยแบ่งเป็นช่วงก่อนและช่วงเก็บน้ำยาง 7,638.79 และ 3,397,196.17 ตันคาร์บอน ตามลำดับ

วทัญญุตา ไพโรจน์. (2558) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2558 และจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยทำการศึกษาบริเวณสี่แยกอินโดจีน จังหวัดพิษณุโลก ครอบคลุมบริเวณขอบเขตรัศมี 10 กิโลเมตรจากสี่แยกอินโดจีนและใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 (ปี พ.ศ. 2548) และLandsat-8 (ปี พ.ศ.2558) เป็นข้อมูลในการศึกษาเพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ระหว่างปี พ.ศ. 2548 - 2558 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของ พื้นที่เบ็ดเตล็ดมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่แหล่งน้ำ ส่วนพื้นที่สิ่งปลูกสร้างไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ผลการจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตแสดงให้เห็นว่าการขยายตัวของสิ่งปลูกสร้างและการเกษตรที่ได้รับอิทธิพลจากการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่ใกล้สี่แยกอินโดจีนมากยิ่งขึ้น และยังส่งผลถึงการลดลงของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เบ็ดเตล็ด

พนิศา สังเวียนและวันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ. (2559) ทำการศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการกำจัดขยะในพื้นที่ชุมชน โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการคัดเลือกพื้นที่กำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ.2563 จะมีปริมาณขยะ 3,269.80 ตัน/วัน และในปี พ.ศ.2572 จะมีปริมาณขยะ 4,059.80 ตัน/วันซึ่งเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันประมาณร้อยละ 68.92 และ109.73 ตามลำดับ โดยพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบมีจำนวน 9 แปลง เนื้อที่รวม 5.56 ตร.กม. แปลงที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุด มีขนาด 3.50 ตร.กม.ตั้งอยู่ในเขตติดต่อสองอำเภอคือ ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลบางปลา อำเภอบางพลี

ปริพัฒน์ จึงชัยชนะและสุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. (2559) ศึกษาการประเมินความเป็นไปได้ของการเพิ่มความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าภายในชุมชน โดยการนำขยะและเศษอินทรีย์สารจากตลาดและขยะภายในชุมชนมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation จากนั้น จึงนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาเข้าเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับชุมชนผลจากการศึกษาข้อมูลปริมาณขยะในส่วนที่สามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพตลอดปี พศ. 2553 พบว่าอัตราเฉลี่ยปริมาณขยะภายในตลาดไท มีค่าเท่ากับ 94.19 ตันต่อวัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ที่ 17,807 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยจะสามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อยู่ที่ 12,643 – 24,929 kWh หรือเท่ากับ 0.53 – 1.04 MW

ชาตรี วัฒนศิลป์และคณะ. (2559) ศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้หาตำแหน่งเหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมสำหรับสหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี โดยขอบเขตของการศึกษาครอบคลุมฟาร์มโคนมจำนวน 733 ฟาร์ม ประกอบด้วยโคนมจำนวน 18,962 ตัว ตำแหน่งที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด มี 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่ตั้งสหกรณ์โคนม ตำแหน่งที่ตั้งครัวเรือนหนาแน่นและตำแหน่งที่มีจำนวนการเลี้ยงโคนมหนาแน่น รวมถึงวิเคราะห์ในส่วนของขนาดโรงไฟฟ้า โดยพิจารณาประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าขนาดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าที่อาศัยก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมคือ 952 กิโลวัตต์ โดยใช้ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบการไหลขึ้นและตำแหน่งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าที่อาศัยก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมคือที่สหกรณ์โคนมในเขตปฏิรูปที่ดินลำพญากลางซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีต้นทุนค่าขนส่งน้อยที่สุด

ยอดขวัญ โสวรรณะและคณะ. (2560) การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ประเมินพื้นที่เหมาะสมสาหรับตั้งบ่อก๊าซชีวภาพรวมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยใช้ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างจากชุมชน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2) หาระยะทางที่เหมาะสมในการขนส่งน้ำเสียจากฟาร์มไปยังบ่อก๊าซชีวภาพโดยการวิเคราะห์โครงข่าย (Network- Analysis) หาเส้นทางที่สั้นที่สุดในพื้นที่ศึกษาอำเภอโกสุมพิสัย อำเภอเชียงยืน อำเภอชื่นชม และอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ผลการศึกษาพบว่า สามารถเลือกที่ตั้งบ่อก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมด 5 แห่ง เนื้อที่ของพื้นที่รองรับอยู่ระหว่าง 2.4 ไร่ ถึง 8.9 ไร่ จากปริมาณน้ำเสียรวมของแต่ละบ่ออยู่ที่ 47.95 ถึง 198.47 ลูกบาศก์เมตร/วัน ทาให้ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพ อยู่ระหว่าง 203.8 ถึง 843.5 ลูกบาศก์เมตร/วัน และระยะทางที่เหมาะสมในการเก็บขนน้ำเสียจากฟาร์มไปยังบ่อก๊าซชีวภาพ 35 แห่ง อยู่ระหว่าง 1.03 กิโลเมตร ถึง 9.4 กิโลเมตร

ศีตลา บัวขาวและคณะ. (2560) ศึกษาการเปรียบเทียบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการจำแนกแบบละเอียดกว่าจุดภาพ และการจำแนกแบบจุดภาพ ในการจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อย ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท 8 วันที่ 13 ธันวาคม 2558 โดยที่การจำแนกแบบละเอียดกว่าจุดภาพได้ทำการทดลองสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่าง 2 แบบคือ (1) การสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างจากขนาดและการกระจาย และ (2) การสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างตามจำนวนจุดภาพ แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2559 จากกรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดกำแพงเพชร ผลการศึกษาพบว่า การจำแนกแบบละเอียดกว่าจุดภาพโดยการสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างที่มีพื้นที่ขนาดเล็กจำนวนมากและกระจายตัวทั่วพื้นที่ ให้ความถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 75.74 ส่วนผลที่ได้จากการสุ่มเลือกพื้นที่ตัวอย่างจานวน 50 จุดภาพ ให้ความถูกต้องร้อยละ76.96 ซึ่งมีความถูกต้องสูงกว่าการจำแนกแบบกำกับดูแล ที่ให้ความถูกต้องร้อยละ 47.06 จากการตรวจสอบ

การจำแนกทำให้เห็นว่า การจำแนกแบบละเอียดกว่าจุดภาพให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าการจำแนกแบบจุดภาพ

Wasim, Shoab Ahmad, Ejaz, & Faisal. (2560) ศึกษาวิธีการตรวจสอบความเหมาะสมของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและประยุกต์การทำแผนที่ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8(OLI) ครอบคลุมสี่ฤดูกาล คือ ฤดูหนาว ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูร้อน โดยได้ประเมินความเหมาะสมของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีน (Support Vector Machines : SVMs) และทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการความแม่นยำโดยรวม (Overall Accuracy) และสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) ซึ่งผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินทั้งสี่ฤดูกาลมีความถูกต้องสูงและเหมาะสมในการจัดทำแผนที่

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพโดยศึกษาศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยระบบบันทึกภาพแบบ Operation Land Image (OLI) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภายใต้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ อาทิ ด้านสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV เส้นทางคมนาคมสายหลัก และศักยภาพพลังงาน และจะวิเคราะห์ในพื้นที่ตามหลักเกณฑ์หลัก โดยการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ตามกฎหมาย (Watershed classification) เพื่อทำการวิเคราะห์เฉพาะพื้นที่ที่ถูกต้องตามกฎหมายระบุไว้ใน “ประมวลหลักการปฏิบัติ (Code Of Practice) ว่าด้วยมาตรการป้องกันแก้ไขและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับผู้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตติดตั้งต่ำกว่า 10 MW” (คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2556) และเพื่อหาตำแหน่งที่มีศักยภาพในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ 9 จังหวัดภาพเหนือตอนบน โดยการพิจารณานำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งโดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังขั้นตอนต่อไปนี้

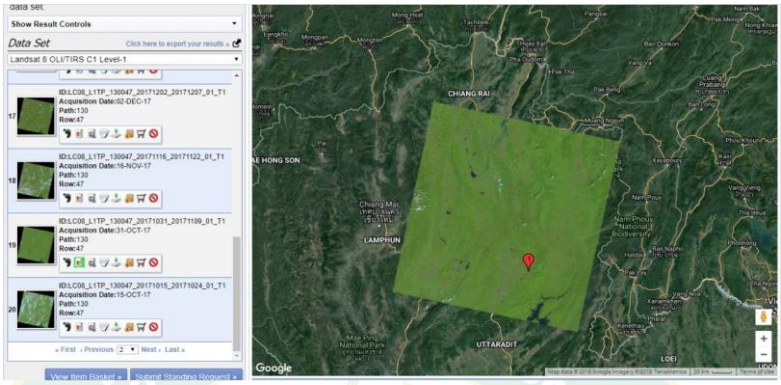
1. รวบรวมและเตรียมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ อาทิ ขอบเขตการปกครอง กลุ่มหมู่บ้าน พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เส้นทางคมนาคม สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI
2. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)
3. การประเมินศักยภาพจากพืชพลังงานในพื้นที่ศึกษา
4. วิเคราะห์พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้า โดยวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์หลัก และข้อกำหนด CoP

วิธีการศึกษา

รวบรวมและเตรียมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ

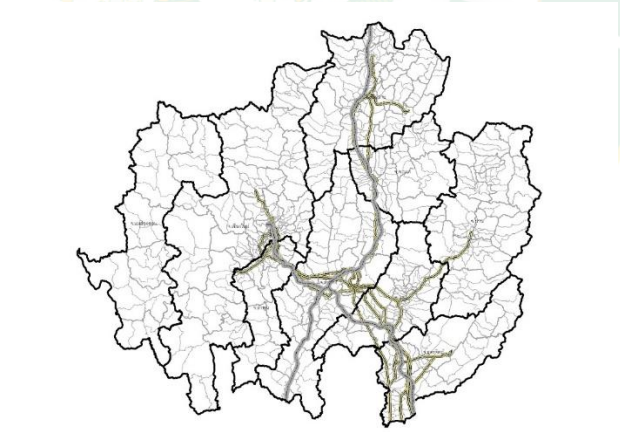
1. ศึกษาพื้นที่ศึกษาและเข้าถึงข้อมูลhttps://earthexplorer.usgs.gov กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey: USGS) โดยครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัดภาพเหนือตอนบน อาทิ แม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน

ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์ โดยทำการเลือกช่วงเวลาเพาะปลูก ก่อนทำการดาวน์โหลดภาพเพื่อความแม่นยำของการสำรวจ ลดการบดบังของเมฆและเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการแปลพื้นที่เพาะปลูก (สรวิศ สุภเวชย์, 2562)



ภาพที่ 11 *ดาวนโหลดภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8*

2. รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านคมนาคมและสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ พื้นที่ตั้งหมู่บ้านจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 12 *แผนที่แสดงขอบเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม และสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV*

การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์

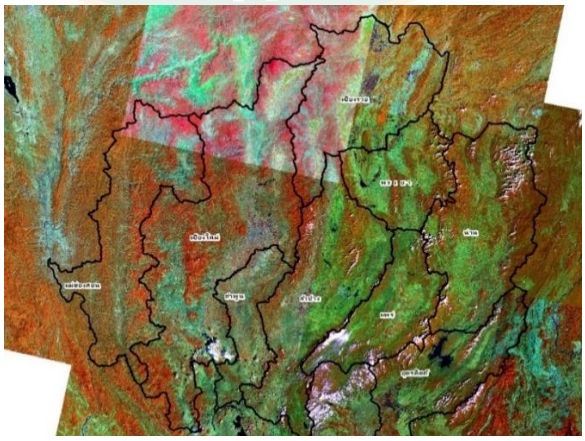
1. ทำการคัดเลือกช่วงเวลาการเพาะปลูกโดยอ้างอิงข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เพื่อทำการวิเคราะห์ช่วงเวลาของการปลูกพืชชนิดข้าวและข้าวโพด พิจารณาจากช่วงที่ทำการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ทำการวิเคราะห์และสำรวจช่วงเพาะปลูกประจำปี ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 *แสดงช่วงเวลาเพาะปลูกพืชพลังงาน*

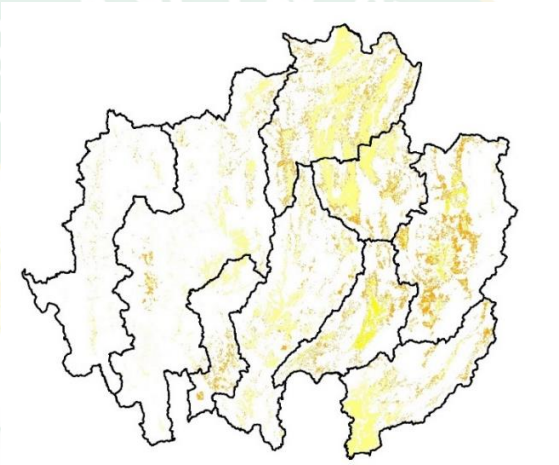
ช่วงเวลา	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
ข้าวโพด	รุ่น ที่ 2		รุ่น ที่ 1 (ฤดูฝน)					รุ่น ที่ 1			รุ่น ที่ 2	
ข้าว	รุ่น ที่ 2				รุ่น ที่ 1					รุ่น ที่ 2		

2. ทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2558 เพื่อทำการคัดเลือกช่วงเวลาที่ทำการเพาะปลูกข้าวและข้าวโพดเป็นรุ่นที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วง 45 - 60 วัน ซึ่งเป็นช่วงของการเจริญเติบโตเต็มที่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)
3. ทำการวิเคราะห์การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวและข้าวโพดจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยนำภาพถ่ายดาวเทียม แบรนด์ 4 - 6 เข้าสู่กระบวนการรวมแบรนด์ (Layer stacking) ด้วยโปรแกรมประยุกต์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์
4. นำภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้เข้าสู่กระบวนการตัดขอบเขตพื้นที่ศึกษา (Masking) โดยใช้ขอบเขตจังหวัด ผลที่ได้จะเป็นพื้นที่ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด
5. นำภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการ Masking แล้ว 9 จังหวัด มาทำการผสมสีเท็จ (R:G:B) 6 : 5 : 4 ผลที่ได้จากการผสมสีจะเป็นสีที่เกิดขึ้นจากการผสมเพื่อเน้นพื้นที่พืชพรรณให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 *แผนที่แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ที่ทำการรวมแบนด์แล้ว*

6. จำแนกประเภทข้อมูล โดยใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised classification) โดยการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจากผู้เชี่ยวชาญ และทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา จากนั้นใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์และทำการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้เฉพาะพื้นที่ที่เป็นข้าวและข้าวโพดและทำการคัดกรองในส่วนที่เป็น ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A และ 1B ออก ตามหลักเกณฑ์การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามกฎหมาย ซึ่งจำเป็นต้องสงวนไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ เนื่องจากว่าอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ง่ายและรุนแรง



ภาพที่ 14 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดหลังจากการแปลภาพด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล*

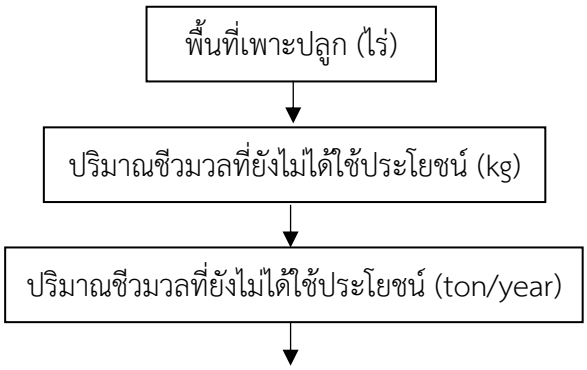
การประเมินปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์และศักยภาพพลังงาน

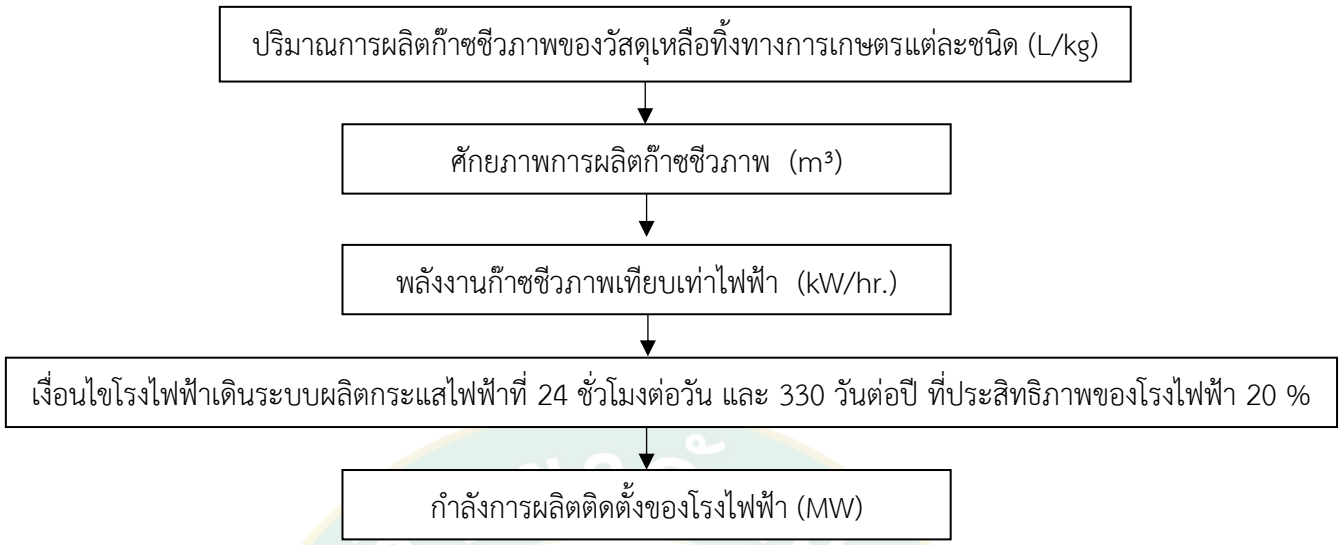
นำข้อมูลเชิงพื้นที่มาทำการคำนวณศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพทางทฤษฎี โดยมีรูปแบบและแนวคิดการวิเคราะห์ดังนี้ แสดงดังภาพที่ 15

1. นำพื้นที่เพาะปลูกจากการวิเคราะห์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์และคำนวณโดยใช้ปัจจัยการเกิดชีวมวลของพืชแต่ละชนิด จากงานวิจัยและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง โดยสัดส่วนข้าวโพดที่มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ ซังข้าวโพดมีค่าเท่ากับ 107.03 กิโลกรัมต่อไร่ และสัดส่วนข้าวที่มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ ฟางข้าว มีค่าเท่ากับ 140.62 กิโลกรัมต่อไร่ (การประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ

จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในภาคเหนือ, 2559) มาทำการวิเคราะห์ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ของพืชประเภทข้าวและข้าวโพดในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

2. นำข้อมูลปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg) มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยการเกิดก๊าซชีวภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแต่ละชนิด ประกอบด้วย ฟางข้าวและซังข้าวโพด (L/kg) โดยที่การวิเคราะห์ค่าของการเกิดก๊าซชีวภาพโดยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของวัสดุทางการเกษตร ที่ 30 ℃ โดยศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของข้าวโพดและข้าว โดยมีซังข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จะมีค่าเท่ากับ 354 L/kg และฟางข้าว มีค่าเท่ากับ 241 L/kg (การประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในภาคเหนือ, 2559) และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จะทำให้ทราบถึงศักยภาพของก๊าซชีวภาพทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาโดยแยกเป็นขอบเขต ประกอบด้วย พื้นที่จังหวัด พื้นที่อำเภอ และพื้นที่ตำบล
3. โดยศักยภาพของก๊าซชีวภาพ 1 m^3 ที่มีองค์ประกอบมีเทน 60 เปอร์เซ็นต์ จะเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 1.4 kW/hr. (คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน, 2556) และเมื่อนำปัจจัยการเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า มาวิเคราะห์ร่วมกับศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพทั้งหมด จะทำให้ได้พลังงานก๊าซชีวภาพเทียบเท่าไฟฟ้าทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา
4. โดยในการวิเคราะห์หากำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจำเป็นต้องมีเงื่อนไขการปฏิบัติการระบบผลิตกระแสไฟฟ้าตลอดเวลาที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน 330 วันต่อปี ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 % จึงจะทำให้ได้กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า (MW) (กรมพลังงานทดแทน, 2558)





ภาพที่ 15 *รูปแบบและขั้นตอนการคำนวณศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ*

ประเมินปริมาณการเกิดชีวมวลแต่ละชนิด

พื้นที่เพาะปลูก x สัดส่วนชีวมวลต่อพื้นที่เพาะปลูก x จำนวนรอบเพาะปลูกต่อปี

= ปริมาณการเกิดชีวมวลแต่ละชนิด

สมการที่ 1

ประเมินปริมาณคงเหลือและปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์

ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ = ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น - ปริมาณที่นำไปใช้ในภาคส่วนอื่นๆ

สมการที่ 2

ประเมินกำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า

เงื่อนไขต้องเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 24 ชั่วโมงต่อวัน 330 วันต่อปี ที่ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 %

= กำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้า (MW)

สมการที่ 3

ประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ

ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ x ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

= ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ

สมการที่ 4

การวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพโดยวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์หลัก

จากการศึกษาข้อกำหนดและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซชีวภาพ จำนวน 3 ปัจจัยหลัก ประกอบไปด้วย เส้นทางคมนาคมขนส่ง ศักยภาพของชีวมวล และสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV ซึ่งในการวิเคราะห์จะพิจารณาภายใต้หลักเกณฑ์ของการก่อตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ทั้งด้านกายภาพ ด้านกฎหมาย และการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมภายใต้การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Watershed classification, WSC) (คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2558) โดยการวิเคราะห์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจะแบ่งการวิเคราะห์แต่ละปัจจัยดังนี้

ปัจจัยด้านศักยภาพชีวมวล

การคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าและสามารถตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน ปัจจัยหลักคือต้องมีแหล่งวัตถุดิบและเป็นพื้นที่ที่สามารถผลิตวัตถุดิบเป็นเชื้อเพลิงแก่โรงไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของโรงงานก๊าซชีวภาพ เพื่อขจัดปัญหาเรื่องการขาดแคลนวัตถุดิบ โดยโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน ขนาด 1 MW ต้องมีวัตถุดิบที่เข้าสู่ระบบอย่างน้อยประมาณ 125-140 ตันต่อวัน และมีวัตถุดิบสำรองในระบบ 10 วัน โดยเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 330 วัน โดยต้องใช้วัตถุดิบอย่างน้อย 41,250-46,200 ตัน/ไร่/ปี (คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน, 2556)

ปัจจัยด้านเส้นทางคมนาคมขนส่งและด้านสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 *kV*

การวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์ความเหมาะสมของที่ตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ เพื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เส้นทางคมนาคมซึ่งที่จะได้มาซึ่งเส้นทางคมนาคมขนส่งที่สั้นที่สุด เพื่อทำการวิเคราะห์ระยะห่างจากสายส่งเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อเข้าสู่โครงข่ายการไฟฟ้าและเป็นการปฏิบัติตามกฎ ข้อบังคับ ระเบียบ ประมวลหลักการปฏิบัติ (CoP) สำหรับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยกำหนดระยะห่างของปัจจัย 1 km เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

พื้นที่เพาะปลูกและศักยภาพชีวมวลรายจังหวัด

การจำแนกพื้นที่ปลูกพืชประเภทข้าวและข้าวโพดด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี พ.ศ.2559 ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด 124 อำเภอ 834 ตำบล โดยการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทพืชไร่ในพื้นที่ 9 จังหวัด โดยศักยภาพชีวมวลในพื้นที่แต่ละจังหวัดจะจำแนกเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่เพาะปลูกพืชพลังงานโดยแยกเป็นพืชพลังงาน 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวและข้าวโพด ซึ่งการประเมินความเป็นไปได้ทางด้านพลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้นในแต่ละจังหวัดจะวิเคราะห์แนวโน้มในด้านพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตต่อไร่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูลการวิเคราะห์ จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆที่มีการเก็บข้อมูลและการศึกษาที่คล้ายกัน เพื่อที่จะทำศึกษาแนวโน้มของการเพาะปลูก และการประเมินศักยภาพเชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตไฟฟ้า โดยให้ความสำคัญกับปัจจัย คือ พื้นที่เพาะปลูก โดยข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ผลิตได้ โดยผลผลิตชีวมวลทางการเกษตรนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกมาเป็นตัวแปรซึ่งจะทำให้ทราบปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น โดยศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของชีวมวลตามลำดับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณได้แก่ พื้นที่เพาะปลูก ชีวมวลเหลือทิ้งของพืชแต่ละชนิดต่อพื้นที่เพาะปลูก ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเชื้อเพลิงของแต่ละชนิดชีวมวล สัดส่วนชีวมวลที่เกิดขึ้นต่อผลผลิต ค่าความร้อนต่อชีวมวล (หยกดาว แสนประเสริฐ, 2558)

ในการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบนจะวิเคราะห์ในพื้นที่ตามหลักเกณฑ์หลัก โดยการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามกฎหมาย (Watershed Classification) ซึ่งจำเป็นต้องวิเคราะห์ในส่วนของพื้นที่ที่มีความถูกต้องในการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อป้องกันการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่มีประสิทธิภาพและขาดการพิจารณาในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยอาจจะทำให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่พื้นที่ลุ่มน้ำที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยในการวิเคราะห์ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจะวิเคราะห์เฉพาะในส่วนของพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดที่อยู่ในส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 คุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 4 และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 และจะไม่วิเคราะห์ในส่วนของพื้นที่ที่ควรจะต้องสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

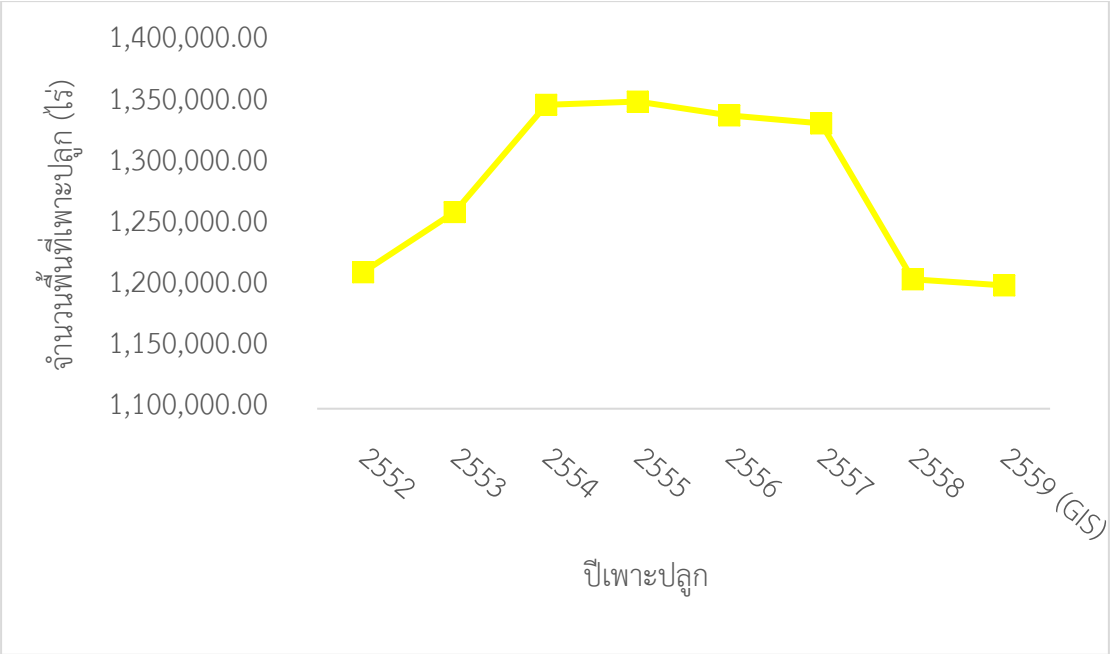
โดยเฉพาะ เนื่องจากมีคุณลักษณะและคุณสมบัติที่อาจมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม คือ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1B โดยการวิเคราะห์ศักยภาพจะแบ่งรายละเอียดย่อยรายจังหวัดดังนี้

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดเชียงราย

จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่ทั้งสิ้น 7,298,981 ไร่ ประกอบไปด้วย 18 อำเภอ มีพื้นที่ราบสูงเป็นหย่อม ๆ ในเขตอำเภอแม่สรวย อำเภอเวียงป่าเป้า และอำเภอเชียงของ ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง มีป่าไม้ปกคลุม บริเวณเทือกเขามีชั้นความสูง 1,500-2,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล มีที่ราบเป็นหย่อม ๆ ในระหว่างหุบเขา และตามลุ่มน้ำสำคัญ จังหวัดเชียงรายมีภูเขาล้อมรอบโดยเฉพาะทางทิศตะวันตกเป็นแนวเทือกเขาผีปันน้ำ ติดต่อกันตลอดเขตจังหวัด พืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดเชียงรายประกอบไปด้วย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง ลำไย ลิ้นจี่ ยางพารา ชา และกาแฟ สภาพภูมิประเทศจังหวัดเชียงรายจัดอยู่ในเทือกเขาสูงในตอนเหนือ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูง เหมาะสำหรับปลูกข้าวและมีอาณาเขตติดกับชายแดนพม่าและลาว (สำนักงานสถิติจังหวัดเชียงราย, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงราย

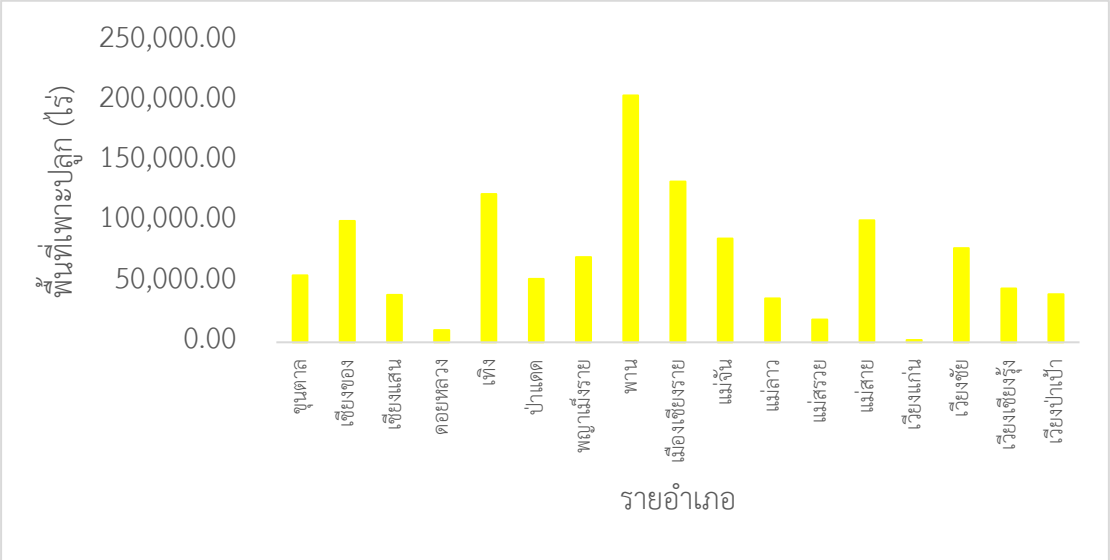
การวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นในพื้นที่เพาะปลูกข้าวจังหวัดเชียงราย พบว่าจากกราฟแนวโน้มการเพาะปลูกข้าวในจังหวัดมีอัตราการเพาะปลูกลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งที่เห็นได้ชัดในช่วงปลายปี 2556 จนถึงปลายปี 2558 เนื่องจากปริมาณน้ำฝนลดน้อยลงและการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ โดยปริมาณฝนรวมต่ำกว่าค่าปกติเกือบทุกภาคของประเทศไทย ทำให้เกษตรกรปลูกข้าวล่าช้า ซึ่งมีผลทำให้บางพื้นที่ในจังหวัดปลูกข้าวได้เพียงรอบเดียว โดยปลูกมากในเดือนกรกฎาคมและบางพื้นที่จำเป็นต้องเลื่อนมาปลูกในเดือนสิงหาคม บางพื้นที่ไม่สามารถปลูกข้าวได้ต้องปล่อยพื้นที่เป็นพื้นที่โล่งและปล่อยให้เป็นไร่หมุนเวียน (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร, 2558) ประกอบกับราคาข้าวมีแนวโน้มลดลง เกษตรกรจึงใช้พื้นที่ในช่วงปีปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นหรือสินค้าเกษตรอื่นที่ขายได้ราคาดีกว่า (กรมการค้าภายใน, 2558) ซึ่งทั้งหมดส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่มีจำนวนลดลง และเนื่องจากปริมาณน้ำฝนลดน้อยลงในระยะต้นกล้าและระยะแตกกอ ส่งผลให้การงอกของต้นกล้าลดลง ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้ผลผลิตทั้งจังหวัดลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 และเทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด 1,200,912.77 ไร่ แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดเชียงราย

เมื่อพิจารณาชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว โดยหลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว เกษตรกรจะเก็บผลผลิตส่วนหนึ่งประมาณร้อยละ 30 โดยเก็บไว้สำหรับการบริโภคในครัวเรือนประมาณร้อยละ 30 และส่วนที่เหลือเก็บไว้สำหรับเป็นเมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูก ซึ่งชีวมวลเหลือใช้ประเภทฟางข้าวนั้น ส่วนมากเกษตรกรในจังหวัดเชียงรายจะนำไปเป็นอาหารสัตว์และใช้ในการเกษตรกรรมในพื้นที่ (กรมส่งเสริมการเกษตร ทบก, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในการประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดเชียงรายจะได้เท่ากับ 128,533.69 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 45,500 x10^3 m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอพานมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 205,441.40 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 43,976 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 5,299 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 17 และตารางที่ 6



ภาพที่ 17 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดเชียงราย*

ตารางที่ 6 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว ศักยภาพการผลิตรายอำเภอในจังหวัดเชียงราย*

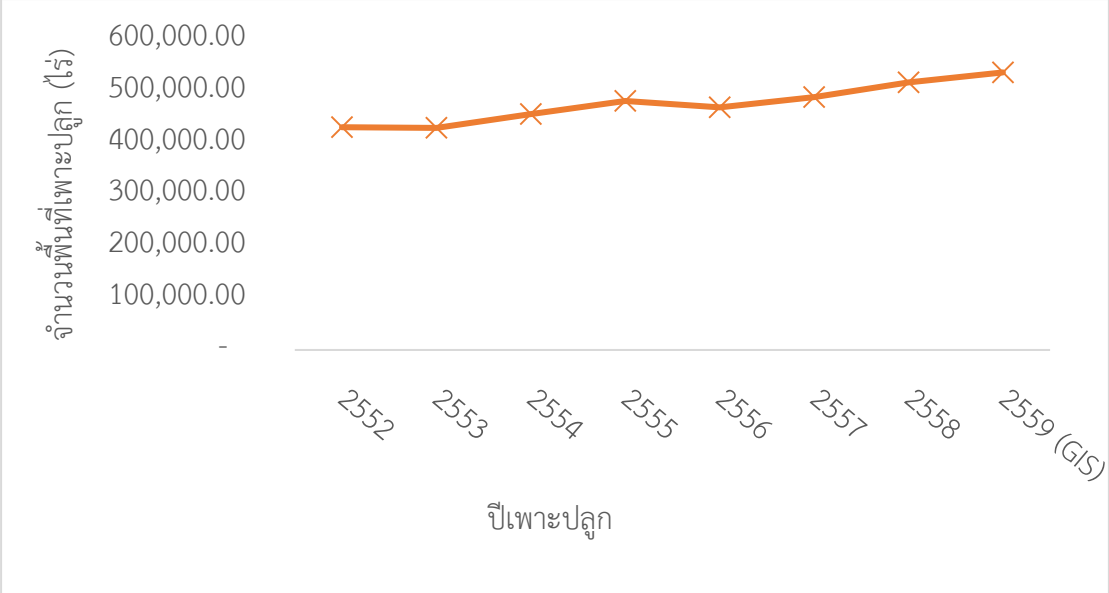
อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
ขุนตาล	55,690.32	5,960,535	11,921.07	1,436,489.00
เชียงของ	100,939.23	10,803,526	21,607.05	2,603,649.77
เชียงแสน	39,486.40	4,226,230	8,452.46	1,018,521.31
ดอยหลวง	10,245.79	1,096,607	2,193.21	264,282.20
เทิง	123,480.05	13,216,070	26,432.14	3,185,072.88
ป่าแดด	52,651.28	5,635,267	11,270.53	1,358,099.36
พญาเม็งราย	70,742.60	7,571,581	15,143.16	1,824,750.97
พาน	205,441.40	21,988,393	43,976.79	5,299,202.65
เมืองเชียงราย	133,638.11	14,303,287	28,606.57	3,447,092.13

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
แม่จัน	86,402.50	9,247,660	18,495.32	2,228,686.08
แม่ลาว	36,589.72	3,916,198	7,832.40	943,803.76
แม่สรวย	18,970.53	2,030,416	4,060.83	489,330.19
แม่สาย	101,528.84	10,866,632	21,733.26	2,618,858.23
เวียงแก่น	1,938.22	207,448	414.90	49,995.00
เวียงชัย	78,362.42	8,387,130	16,774.26	2,021,298.34
เวียงเชียงรุ้ง	44,796.09	4,794,526	9,589.05	1,155,480.69
เวียงป่าเป้า	40,009.25	4,282,190	8,564.38	1,032,007.77
รวม	**1,200,912.78**	**128,533,694**	**257,067.39**	**45,500,927.80**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดพบว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเชียงรายจะจำแนกได้ 2 รุ่น คือรุ่นที่ 1 (ฤดูฝน) จะเริ่มปลูกตั้งแต่เดือน พ.ค.-ต.ค. และรุ่นที่ 2 (ฤดูแล้ง) จะเริ่มปลูกตั้งแต่เดือน พ.ย.-เม.ย.โดยผลผลิตส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รุ่นที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 95 ของผลผลิตทั้งหมด ซึ่งปี 2553 จนถึง 2558 เนื้อที่เพาะปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากราคาของผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้นในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา ทำให้เกษตรกรในพื้นที่หันมาปลูกข้าวโพดที่ให้ผลตอบแทนดี โดยเนื้อที่เพาะปลูกที่ลดลงในเฉพาะปี 2556 จะเป็นเฉพาะข้าวโพดรุ่นที่ 1 ซึ่งเกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่น เช่น มันสำปะหลังโรงงาน อ้อยโรงงาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ซึ่งหลังจากประสบปัญหาภัยแล้งในปี 2558 ทำให้ทำการเพาะปลูกข้าวโพดรุ่น 1 ได้ช้า และทำให้ผลผลิตต่อไร่ลดลง ฝนทิ้งช่วง ทำให้กระทบแล้งในช่วงออกดอก และทำให้ฝักข้าวโพดแคระแกร็นซึ่งการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกมีอัตราเพิ่มขึ้นในปีถัดไปเนื่องจากราคาของผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้น (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร, 2558) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัด

เชียงราย ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่าจังหวัดเชียงรายมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 537,520.90 ไร่ แสดงดังภาพที่ 18

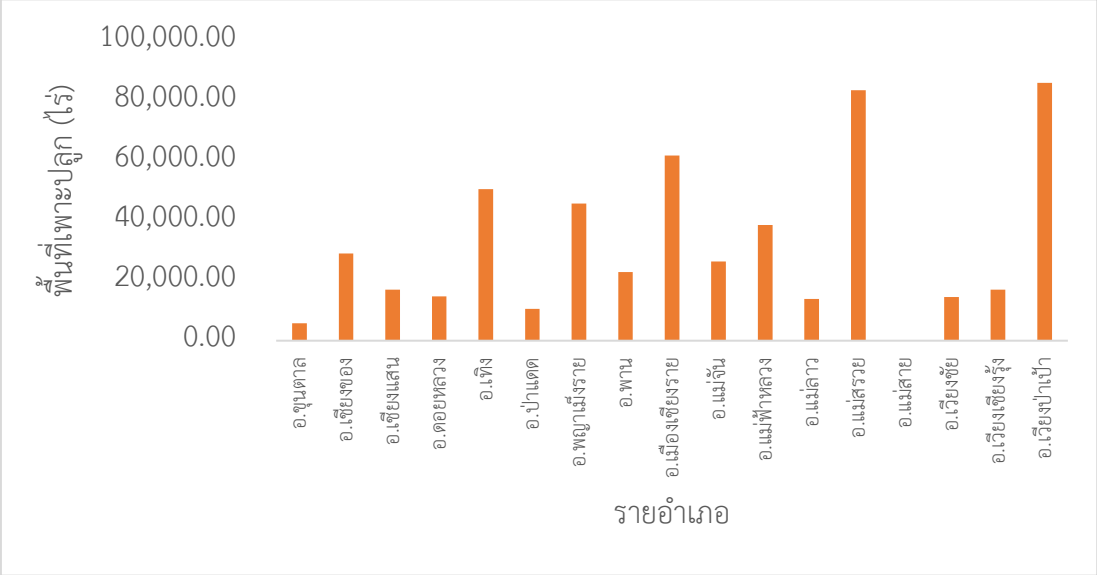


ภาพที่ 18 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปี ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัด หลังจากเกษตรกรเก็บเกี่ยวแล้วจะจำหน่ายให้กับผู้รับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทันทีในพื้นที่ ซึ่งการเลือกจำหน่ายผลผลิตส่วนใหญ่เกษตรกรจะพิจารณาจากราคาที่รับซื้อ และระยะทาง เนื่องจากการนำผลผลิตไปขายจะต้องเสียค่าขนส่งเอง สำหรับเกษตรกรที่เป็นลูกไร่จะขายผลผลิตให้กับพ่อค้าที่ให้สินเชื่อ โดยตลาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จังหวัดเชียงรายมีผู้เกี่ยวข้องได้แก่ พ่อค้ารวบรวม สถาบันเกษตรและฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ซึ่งหลักของซังข้าวโพดในจังหวัดจะได้จากพื้นที่เพาะปลูกเป็นส่วนน้อยและส่วนมากจะได้จากโรงงานอาหารสัตว์ในจังหวัด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดเชียงรายจะได้เท่ากับ 115,061.72 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 20,365 x10^3 m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอเวียงป่าเป้ามี

การกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 85,934.07 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 18,395 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 3,255 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 19 และตารางที่ 7

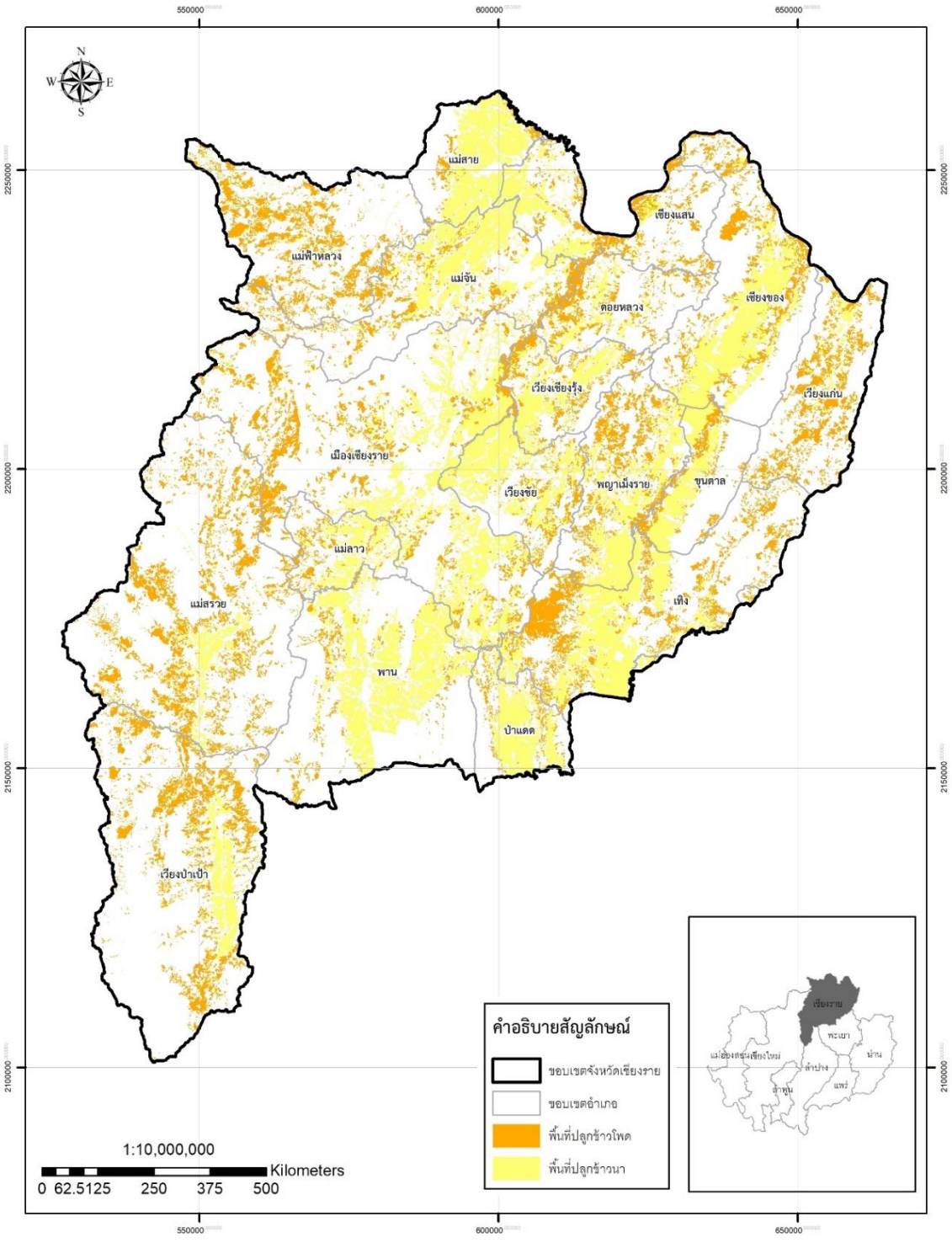


ภาพที่ 19 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดเชียงราย*

ตารางที่ 7 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพการผลิตรายอำเภอในจังหวัดเชียงราย*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.แม่สาย	3.89	416	0.83	147.39
อ.ขุนตาล	5,768.73	617,427	1,234.85	218,569.22
อ.ป่าแดด	10,588.43	1,133,280	2,266.56	401,181.00
อ.แม่ลาว	13,876.95	1,485,250	2,970.50	525,778.49
อ.เวียงชัย	14,497.50	1,551,667	3,103.33	549,290.27
อ.ดอยหลวง	14,717.54	1,575,218	3,150.44	557,627.28

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เวียงเชียงรุ้ง	16,955.12	1,814,706	3,629.41	642,406.10
อ.เชียงแสน	16,991.26	1,818,575	3,637.15	643,775.39
อ.พาน	22,840.95	2,444,667	4,889.33	865,412.07
อ.แม่จัน	26,412.60	2,826,941	5,653.88	1,000,736.96
อ.เชียงของ	29,037.01	3,107,831	6,215.66	1,100,172.24
อ.แม่ฟ้าหลวง	38,568.48	4,127,984	8,255.97	1,461,306.48
อ.พญาเม็งราย	45,657.28	4,886,699	9,773.40	1,729,891.33
อ.เทิง	50,492.86	5,404,251	10,808.50	1,913,104.79
อ.เมืองเชียงราย	61,697.13	6,603,444	13,206.89	2,337,619.11
อ.แม่สรวย	83,481.10	8,934,982	17,869.96	3,162,983.68
อ.เวียงป่าเป้า	85,934.07	9,197,524	18,395.05	3,255,923.32
รวม	**537,520.90**	**57,530,862**	**115,061.72**	**20,365,925.12**



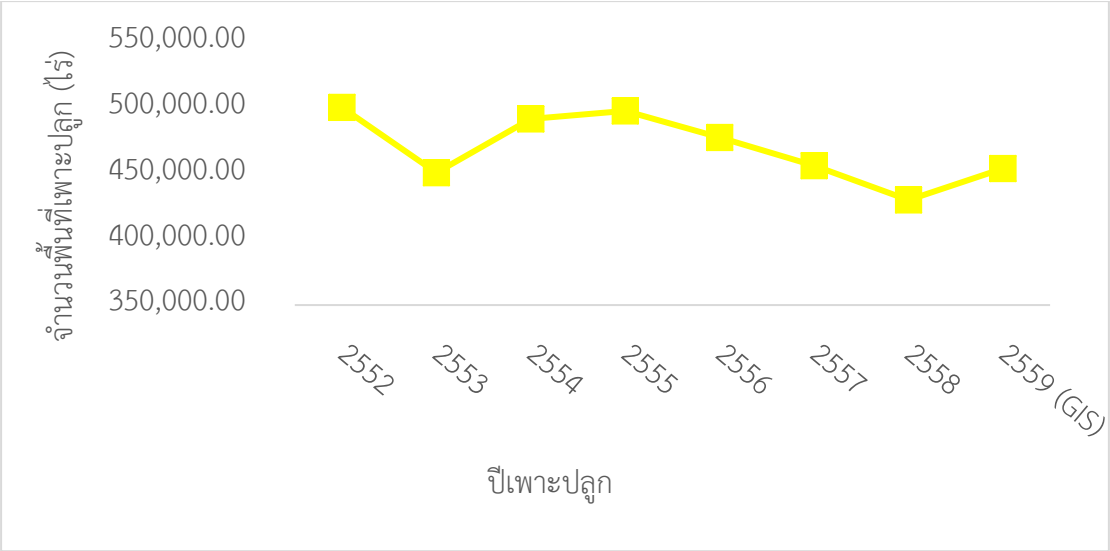
ภาพที่ 20 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ 20,107 km² หรือประมาณ 12,566,911 ไร่ มีลักษณะภูมิประเทศทั่วไปมีสภาพพื้นที่เป็นภูเขาและป่าละเมาะ มีที่ราบอยู่ตอนกลางตามสองฟากฝั่งแม่น้ำปิง เป็นพื้นที่ป่าไม้ประกอบด้วย ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าเต็งรังผสมป่าสนเขา จังหวัดเชียงใหม่ประกอบไปด้วย 25 อำเภอ 204 ตำบล 2,066 หมู่บ้าน โดยมีพื้นที่ป่าไม้อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ คิดเป็นร้อยละ 69.93 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่การเกษตร คิดเป็น 14.61% ของพื้นที่จังหวัด พื้นที่การเกษตรส่วนหนึ่งอยู่ในเขตชลประทาน คิดเป็น 35% ของพื้นที่การเกษตร มีครัวเรือนการเกษตร 134,426 ครัวเรือน (สำนักงานสถิติจังหวัดเชียงใหม่, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงใหม่

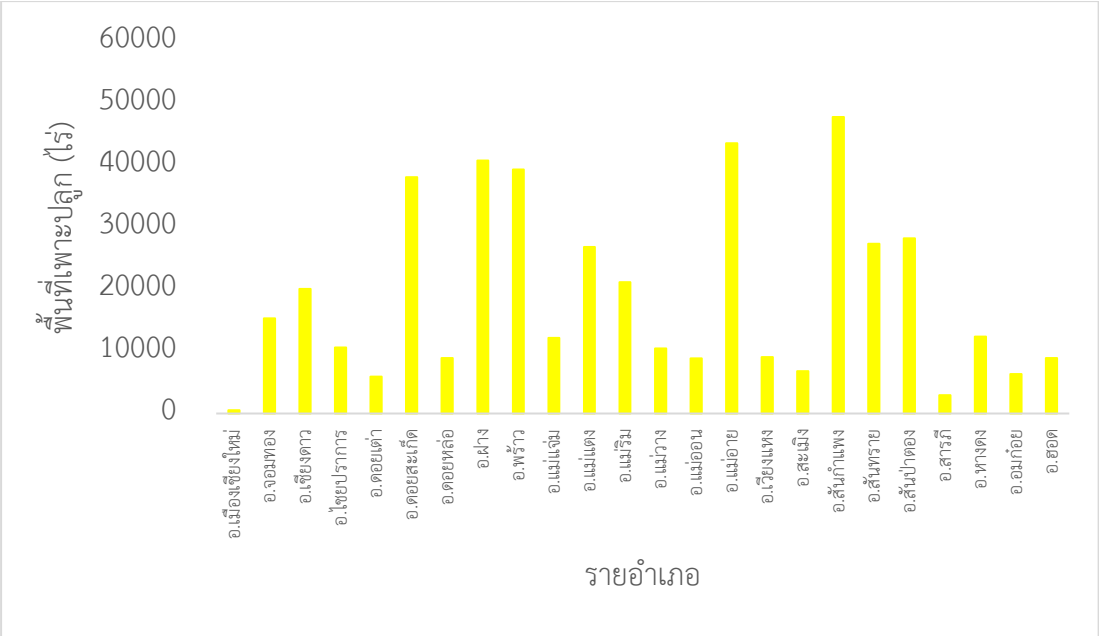
การวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตของข้าวโดยวิเคราะห์จากแนวโน้มของการเพาะปลูก ปี 2556 ถึงปี 2558 ผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงใหม่มีแนวโน้มที่จะลดลง โดยตัวแปรที่สำคัญที่ทำให้ข้าวมีผลผลิตที่ลดลงเกิดขึ้นเนื่องจากเกษตรกรบางส่วนปรับเปลี่ยนจากการปลูกข้าวเหนียวไปปลูกข้าวเจ้ามากขึ้น โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ นอกจากนี้พื้นที่เพาะปลูกข้าวบางส่วนได้ถูกปรับเปลี่ยนไปเป็นสวนลำไยและหมู่บ้านจัดสรรมากขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) โดยในส่วนของผลผลิตข้าวในปี 2559 มีปริมาณการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นเนื่องจากสถานการณ์ภัยแล้งได้คลี่คลายตั้งแต่กลางปี 2558 โดยมีปริมาณน้ำฝนและฝนตกกระจายทั่วพื้นที่มากขึ้น ทำให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้มากขึ้นและส่งผลทำให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร, 2558) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งหมด 453,999.76 ไร่ แสดงดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดเชียงใหม่

เมื่อพิจารณาชีวมวลในส่วนของฟางข้าว หลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว เกษตรกรจะทิ้งเศษวัสดุเหลือทิ้งในพื้นที่ทำการเกษตร และเก็บผลผลิตส่วนหนึ่งไว้สำหรับการบริโภคในครัวเรือนประมาณร้อยละ 30 ที่เหลือเก็บไว้สำหรับเป็นเมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูกรอบต่อไป ในส่วนของสหกรณ์การเกษตรภายในจังหวัดนั้นจะเป็นผู้รวบรวมข้าวเปลือกเหนียวให้กับโรงสี หลังจากที่โรงสีซื้อข้าวเปลือกและลดความชื้นแล้ว โรงสีจะนำข้าวเปลือกมาสีเพื่อแปรสภาพเป็นข้าวสาร ซึ่งสามารถจำแนกเป็น ต้นข้าวและปลายข้าว นอกจากนี้กระบวนการสีข้าวจะได้ผลิตผลพลอยได้ 2 อย่าง คือ รำข้าวและแกลบ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดเชียงใหม่จะได้เท่ากับ 97,183.19 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 11,710 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอสันกำแพงมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 47,917.58 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 10,257.24 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 1,235 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 22 และตารางที่ 8



ภาพที่ 22 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่*

ตารางที่ 8 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และค่าพลังงานรายอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่*

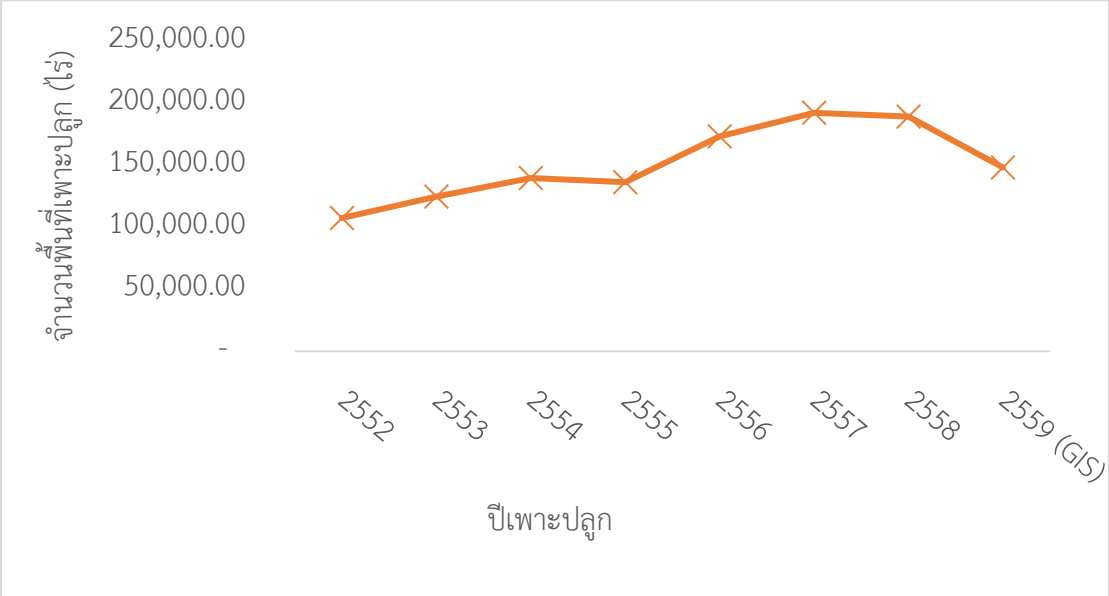
อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เมืองเชียงใหม่	523.34	56,013	112.03	13,499.15
อ.สารภี	2,979.60	318,907	637.81	76,856.49
อ.ดอยเต่า	5,954.85	637,348	1,274.70	153,600.77
อ.อมก๋อย	6,363.82	681,120	1,362.24	164,149.84
อ.สะเมิง	6,839.15	731,994	1,463.99	176,410.61
อ.แม่ออน	8,925.81	955,329	1,910.66	230,234.40
อ.ฮอด	8,948.18	957,724	1,915.45	230,811.41
อ.ดอยหล่อ	8,974.58	960,549	1,921.10	231,492.38
อ.เวียงแหง	9,099.39	973,908	1,947.82	234,711.76

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.แม่วาง	10,496.77	1,123,469	2,246.94	270,756.10
อ.ไชยปราการ	10,687.96	1,143,932	2,287.86	275,687.70
อ.แม่แจ่ม	12,209.57	1,306,790	2,613.58	314,936.46
อ.หางดง	12,446.13	1,332,109	2,664.22	321,038.34
อ.จอมทอง	15,391.35	1,647,336	3,294.67	397,008.02
อ.เชียงดาว	20,147.21	2,156,356	4,312.71	519,681.77
อ.แม่ริม	21,224.06	2,271,611	4,543.22	547,458.29
อ.แม่แตง	26,919.12	2,881,153	5,762.31	694,357.97
อ.สันทราย	27,439.79	2,936,881	5,873.76	707,788.25
อ.สันป่าตอง	28,307.71	3,029,774	6,059.55	730,175.58
อ.ดอยสะเก็ด	38,188.85	4,087,353	8,174.71	985,051.98
อ.พร้าว	39,447.14	4,222,027	8,444.05	1,017,508.60
อ.ฝาง	40,880.68	4,375,459	8,750.92	1,054,485.66
อ.แม่อาย	43,687.10	4,675,830	9,351.66	1,126,875.11
อ.สันกำแพง	47,917.58	5,128,619	10,257.24	1,235,997.08
รวม	**453,999.76**	**48,591,594**	**97,183.19**	**11,710,574.23**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่

พื้นทีเพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปีเพาะปลูก 2553 เนื้อที่เพาะปลูกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นจนถึงปี 2557 โดยปีต่อมาราคาข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นและมีแนวโน้มที่จะมีการเพาะปลูกเพิ่ม เนื่องจากราคาของผลผลิตทางการเกษตรที่มีราคาดี ทำให้เกษตรกรในพื้นที่หันมาปลูกเพิ่มมากขึ้น (มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม, 2559) โดยในช่วงปลายปี 2558 ราคาซื้อของผลผลิตข้าวโพดมีราคาต่ำลง เกษตรกรจึงหันไปทำการเกษตรชนิดอื่นทดแทน เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลวิเคราะห์พบว่า จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 148,334.96 ไร่ แสดงดังภาพที่ 23

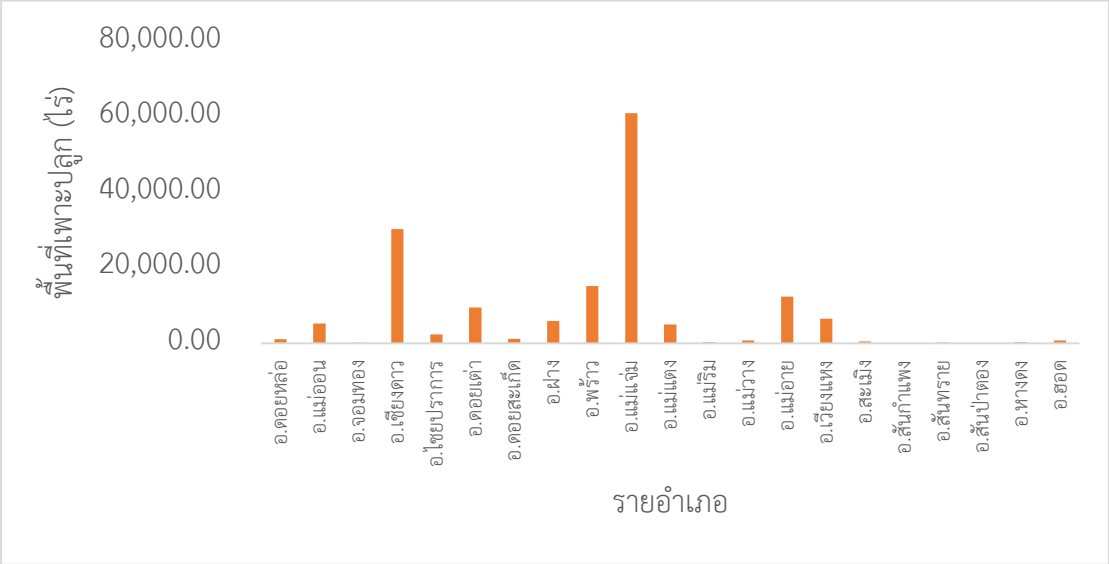


ภาพที่ 23 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่

พิจารณาในส่วนของชีวมวลจากผลผลิตพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่นั้น ชีวมวลที่ได้จากข้าวโพดได้แก่ ยอด ใบ และลำต้นซึ่งจะได้หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพดในพื้นที่ปลูก ร้อยละ 90 จะถูกเผาทิ้งในไร่ และส่วนที่เป็นเปลือกและซังข้าวโพดจะได้จากโรงงานในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ร้อยละ 70 จะนำไปทำเป็นปุ๋ยและผลิตแอลกอฮอล์ และร้อยละ 30 จะถูกเผาทิ้งในพื้นที่เพาะปลูก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดเชียงใหม่จะได้เท่ากับ 33,991.53 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซ

ชีวภาพได้ถึง 6,016 x10^3 m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอแม่แจ่มมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 61,009.01ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 13,059.59 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 2,311 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 24 และตารางที่ 9

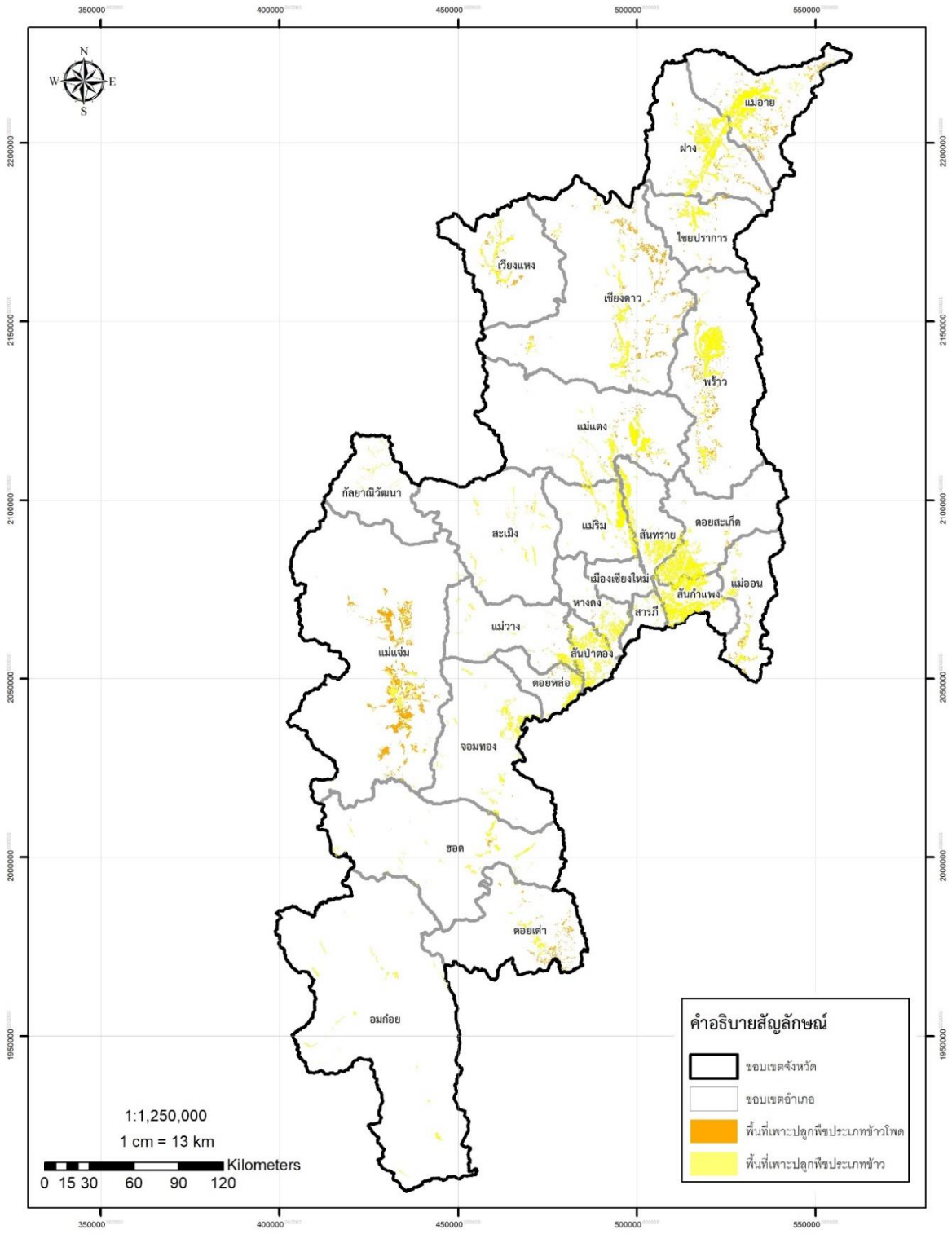


ภาพที่ 24 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่*

ตารางที่ 9 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่*

เชียงใหม่	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ดอยหล่อ	1,065.13	114,001	228.00	40,356.31
อ.แม่ออน	5,251.43	562,061	1,124.12	198,969.44
อ.จอมทอง	127.86	13,685	27.37	4,844.44
อ.เชียงดาว	30,332.32	3,246,468	6,492.94	1,149,249.75

เชียงใหม่	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ไชยปราการ	2,339.16	250,360	500.72	88,627.54
อ.ดอยเต่า	9,511.79	1,018,047	2,036.09	360,388.60
อ.ดอยสะเก็ด	1,139.14	121,922	243.84	43,160.44
อ.ฝาง	5,959.21	637,814	1,275.63	225,786.24
อ.พร้าว	15,215.40	1,628,504	3,257.01	576,490.51
อ.แม่แจ่ม	61,009.01	6,529,794	13,059.59	2,311,547.20
อ.แม่แตง	5,021.74	537,477	1,074.95	190,266.80
อ.แม่ริม	369.71	39,570	79.14	14,007.80
อ.แม่วาง	727.56	77,871	155.74	27,566.24
อ.แม่อาย	12,351.39	1,321,969	2,643.94	467,977.12
อ.เวียงแหง	6,552.63	701,328	1,402.66	248,270.11
อ.สะเมิง	459.22	49,150	98.30	17,399.21
อ.สันกำแพง	10.69	1,144	2.29	405.03
อ.สันทราย	241.68	25,867	51.73	9,156.92
อ.สันป่าตอง	38.67	4,139	8.28	1,465.15
อ.หางดง	300.53	32,166	64.33	11,386.67
อ.ฮอด	770.12	82,426	164.85	29,178.78
รวม	**158,794.39**	**16,995,764**	**33,991.53**	**6,016,500.30**



ภาพที่ 25 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดเชียงใหม่*

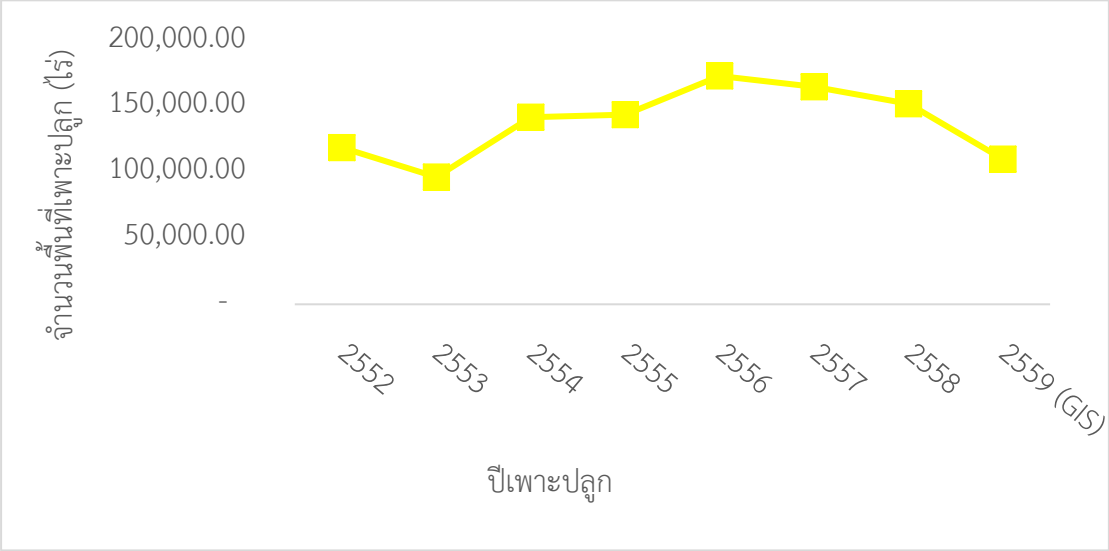
ศักยภาพชีวมวลในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน

จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีเนื้อที่ทั้งหมด 7,925,787 ไร่ เป็นพื้นที่ป่าไม้ 6,988,528 ไร่ พื้นที่ถือครองเพื่อการเกษตร 361,346 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.52 ของพื้นที่ทั้งหมดและมีจำนวนครัวเรือนเกษตรกร 33,792 ครัวเรือน จังหวัดแม่ฮ่องสอน มี 7 อำเภอ 42 ตำบล 415 หมู่บ้าน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรม ได้แก่ ข้าวเหนียวนาปี กระเทียม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กะหล่ำปลี พริกขี้หนู เป็นต้น ลักษณะภูมิประเทศเป็นทิวเขาสูงสลับซับซ้อนและเป็นพื้นที่ป่าไม้ตามธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ แม่น้ำปาย ซึ่งมีต้นกำเนิดจากทิวเขาถนนธงชัย ไหลผ่านจังหวัดแม่ฮ่องสอนไปบรรจบกับแม่น้ำสาละวิน มีความยาว 135 km แม่น้ำยวม ซึ่งมีต้นกำเนินจากภูเขาด้านตะวันออกของอำเภอขุนยวม ไหลผ่านอำเภอแม่ลาน้อยและอำเภอแม่สะเรียง ไปบรรจบกับแม่น้ำเมย มีความยาว 160 km และแม่น้ำละมาด ซึ่งมีต้นกำเนิดจากดอยแม่ละมาด ไหลผ่านอำเภอเมืองลงสู่แม่น้ำปาย (สำนักงานสถิติจังหวัดแม่ฮ่องสอน, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

วิเคราะห์พื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดแม่ฮ่องสอนพบว่าพื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดส่วนมากจะปลูกในพื้นที่ลุ่ม ซึ่งจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่ส่วนมากเป็นที่ลาดชันและเป็นเขตป่า ทำให้มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวมีบริเวณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่นๆ (สำนักงานสถิติจังหวัดแม่ฮ่องสอน, 2558) โดยในปีเพาะปลูก 2553 เนื้อที่เพาะปลูกมีอัตราเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาซื้อของผลผลิตมีราคาสูงขึ้นจึงทำให้เกษตรกรหันมาปลูกข้าวซึ่งมีราคาดี โดยมีอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นจนถึงปี 2556 โดยในปีเพาะปลูก 2557 อัตราผลผลิตข้าวต่อไร่ต่ำลง ทำให้เกิดอัตราความผันผวนของราคาข้าวและสภาพภูมิอากาศ ส่งผลทำให้มีการลดลงของการเพาะปลูกในพื้นที่จังหวัด (กรมการข้าว, 2558) ตัวแปรหลักที่สำคัญที่ทำให้ข้าวมีผลผลิตและพื้นที่ปลูกลดลง เกิดจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนที่ลดลง และความเร็วลมที่มีผลต่อการติดดอกของพืช ความยาวนานของวันที่เพิ่มขึ้นทำให้ลดการกระตุ้นการสร้างกอใหม่ของข้าว (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร, 2558) ปัญหาด้านการผลิตในด้านของการใช้เมล็ดพันธุ์ เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เองจากปีที่ผ่านมา ส่งผลให้มีเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่ได้มาตรฐาน และในด้านต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เนื่องจากค่าจ้างแรงงานที่สูง ซึ่งการปลูกนาแบบปักดำจะต้องใช้แรงงานคนในปริมาณมาก และเนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ส่วนมากเป็นพื้นที่นอกเขตชลประทานร้อยละ 63.5 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของจังหวัด จึงทำให้การเพาะปลูกข้าวต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ทำให้มีความเสี่ยงต่อปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก ส่งผลให้ผลผลิตตกต่ำ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) เมื่อ

ทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด 110,418.30 ไร่ แสดงดังภาพที่ 26

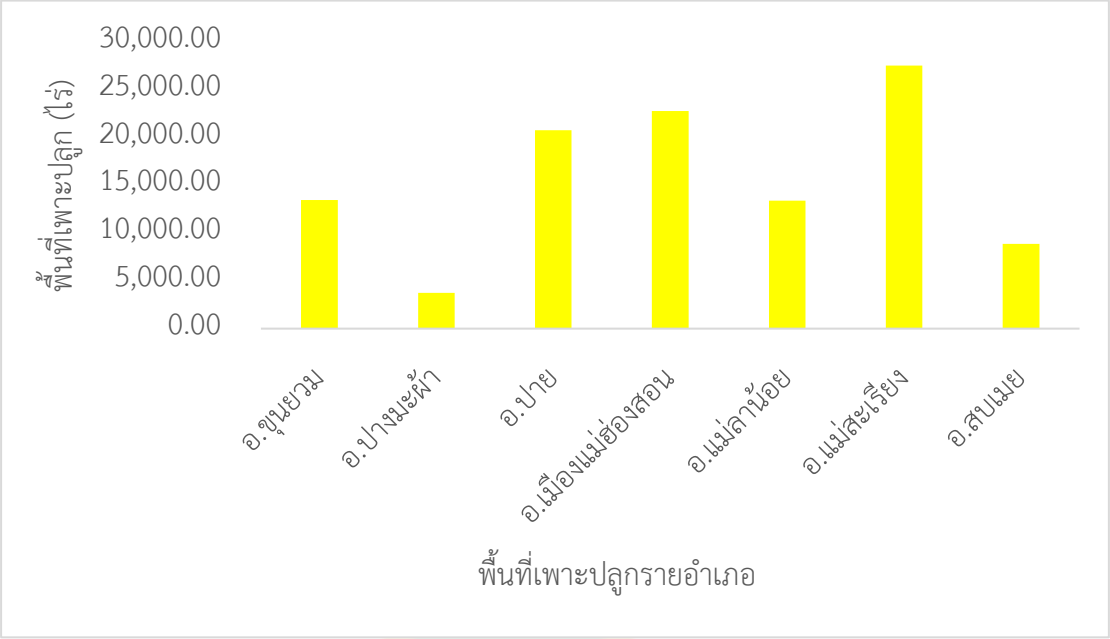


ภาพที่ 26 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

วิเคราะห์ชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว ฟางข้าวในพื้นที่การเพาะปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจะได้จากการเก็บเกี่ยวในนาข้าว ทั้งจากการใช้คนและเครื่องจักร ซึ่งร้อยละ 50 ของฟางข้าวนั้นจะนำไปเป็นอาหารสัตว์และใช้ในการเกษตรกรรม (เช่น การปรับสภาพดิน คลุมดิน เพาะเห็ด เป็นต้น) ใช้ในการทำเชื้อเพลิงและส่งไปยังโรงงานทำกระดาษ ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 50 เกษตรกรจะทำการเผาทิ้งหรือไถกลบในพื้นที่การเกษตร ส่วนแกลบที่ได้จากโรงสีข้าว ปัจจุบันมีการนำไปใช้งานเป็นเชื้อเพลิงในโรงสีข้าว โดยใช้งานในการอบข้าว ประมาณร้อยละ 70 - 80 ของแกลบที่ได้ ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 20-30 จะส่งขายไปยังโรงงานผลิตอิฐหรือโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อบนึ่งและส่วนที่เหลืออาจนำไปเป็นวัสดุในการก่อสร้าง วัสดุปรับสภาพดิน และใช้รองมูลไก่ในโรงเลี้ยงไก่ (กรมส่งเสริมการเกษตร ทบก, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และ

ปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจะได้เท่ากับ 31,054.04 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 3,586 x10^3 m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอแม่สะเรียงมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 27,487.32 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 7,730.54 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 753 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 27 และตารางที่ 10



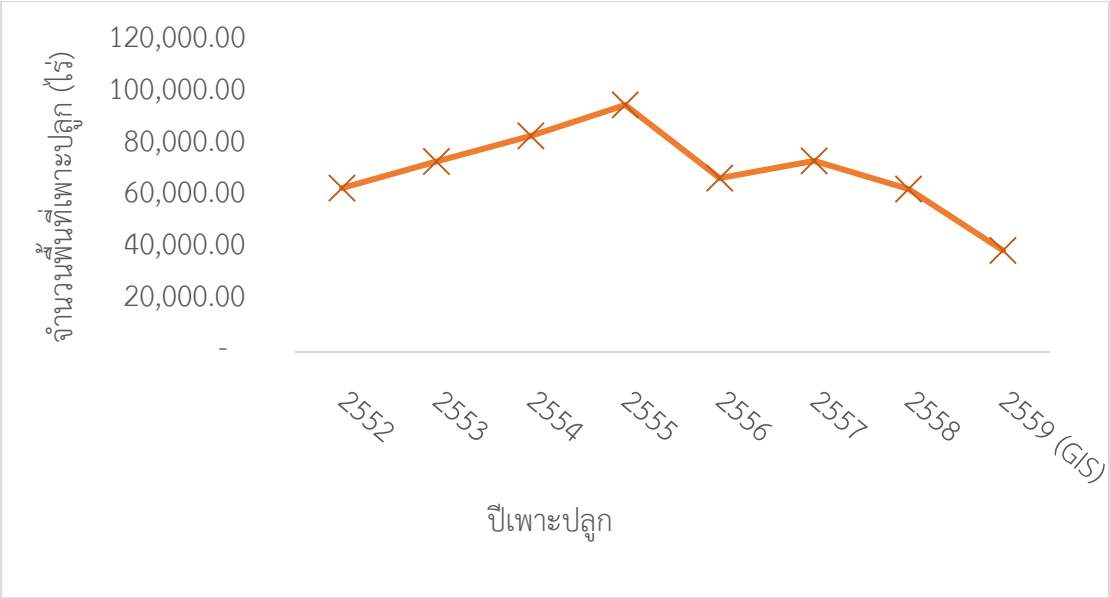
ภาพที่ 27 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ จังหวัดแม่ฮ่องสอน*

ตารางที่ 10 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแม่ฮ่องสอน*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ขุนยวม	13,443.72	1,890,456	3,780.91	436,695.38
อ.ปางมะผ้า	3,743.59	526,424	1,052.85	121,603.95
อ.ปาย	20,756.68	2,918,804	5,837.61	674,243.77
อ.เมืองแม่ฮ่องสอน	22,751.78	3,199,355	6,398.71	739,050.95
อ.แม่ลาน้อย	13,381.11	1,881,652	3,763.30	434,661.58
อ.แม่สะเรียง	27,487.32	3,865,268	7,730.54	892,876.81
อ.สบเมย	8,854.10	1,245,064	2,490.13	287,609.70
รวม	**110,418.31**	**15,527,022**	**31,054.04**	**3,586,742.13**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

วิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าปี พ.ศ. 2556 สาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้นในพื้นที่จังหวัด เกิดจากราคารับซื้อผลผลิตข้าวโพดในปีเพิ่มสูงขึ้น โดยในปีเพาะปลูก 2557 จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่การผลิตและปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง เนื่องจากการผันผวนของราคาผลผลิตในพื้นที่ โดยเฉพาะราคาข้าวโพด จึงทำให้เกษตรกรบางรายปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า เช่น มันสำปะหลัง ยางพารา เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) โดยการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของแม่ฮ่องสอนจะปลูกเพียงรุ่นเดียว คือ รุ่นที่ 1 เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นภูเขาสูงชัน จึงจำเป็นต้องปลูกเฉพาะช่วงฤดูฝนเท่านั้น โดยจะเริ่มปลูกตั้งแต่เดือน พ.ค.-ต.ค. (สำนักงานสถิติจังหวัดแม่ฮ่องสอน, 2558) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 39,372.08 ไร่ แสดงดังภาพที่ 28

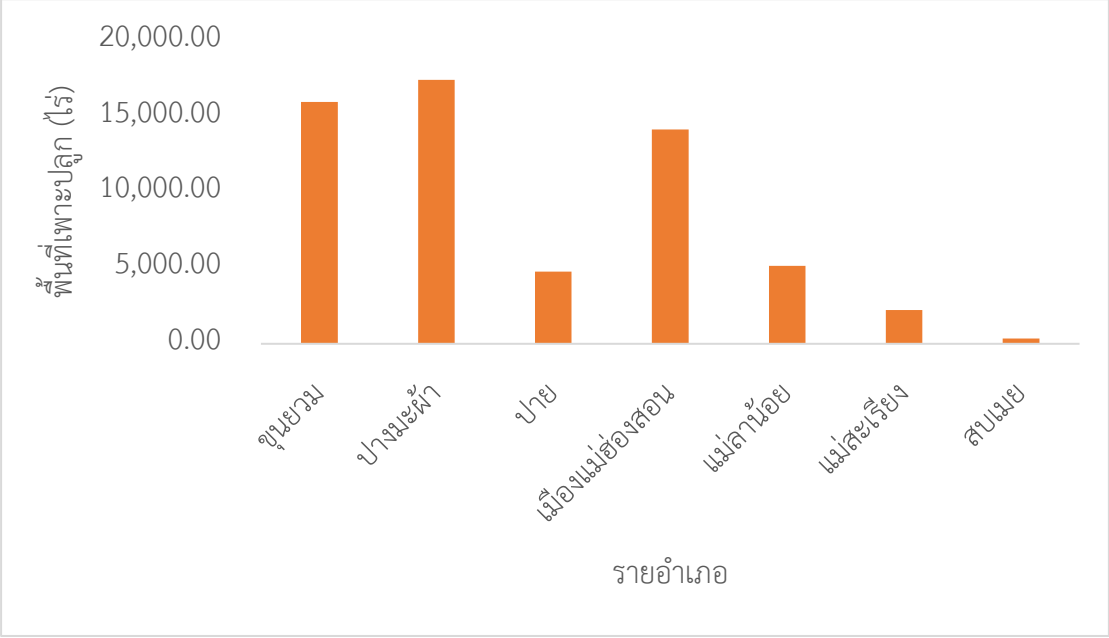


ภาพที่ 28 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

จังหวัดแม่ฮ่องสอนพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชัน จึงสามารถปลูกข้าวโพดได้เพียงปีละ 1 ครั้ง โดยจะจะเริ่มเตรียมพื้นที่ตั้งแต่เดือนมีนาคม - เมษายน เมื่อเก็บเกี่ยวได้แล้วจะทิ้งข้าวโพดให้แห้งสนิทคาต้นแล้วจำหน่าย เนื่องจากพื้นที่ปลูกเป็นเขาลาดชันการคมนาคมไม่สะดวกแก่การซื้อขายในพื้นที่ จึงทำให้เกษตรกรนิยมหักเก็บข้าวโพดเก็บไว้ในไซโลซึ่งจะเก็บไว้ในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อรอพ่อค้าคนกลางเข้ามารับซื้อ โดยลักษณะการซื้อขายส่วนใหญ่เป็นพ่อค้าท้องที่ ที่จะเข้าไปรับซื้อถึงไร่เกษตรกรในแบบเหมาโดยไม่มีการวัดความชื้นและคัดเกรดคุณภาพแต่อย่างใด ส่วนใหญ่พ่อค้าคนกลางจะนำรถโม่เข้าไปในพื้นที่ และเนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดแม่ฮ่องสอนส่วนมากเป็นภูเขาสูงชัน ซึ่งรถโม่ไม่สามารถเข้าไปได้ จึงต้องมีการลำเลียงผลผลิตออกมาให้ใกล้เส้นทางคมนาคมที่สุดเพื่อทำการโม่ผลผลิต ผลผลิตส่วนใหญ่เป็นการส่งออกขายยังต่างจังหวัดเกือบทั้งหมด โดยปัญหาหลักด้านการผลิตของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าจังหวัดอื่นเนื่องจากพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมและเป็นภูเขาสูงชันไม่เหมาะแก่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์การถือครอง ไม่มีระบบชลประทาน พื้นที่ปลูกอยู่ห่างไกลการขนส่งผลผลิตและปัจจัยการผลิตลำบากจึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง (กรมส่งเสริมการเกษตร ทบก, 2558) จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นพื้นที่ที่ได้รับมรสุมและเกิดปัญหาด้านภูมิอากาศแปรปรวน จึงทำให้ประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงและคลาดแคลนน้ำ ทำให้ผลผลิตเสียหายและส่งผลต่อปริมาณชีวมวลในจังหวัด (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยา

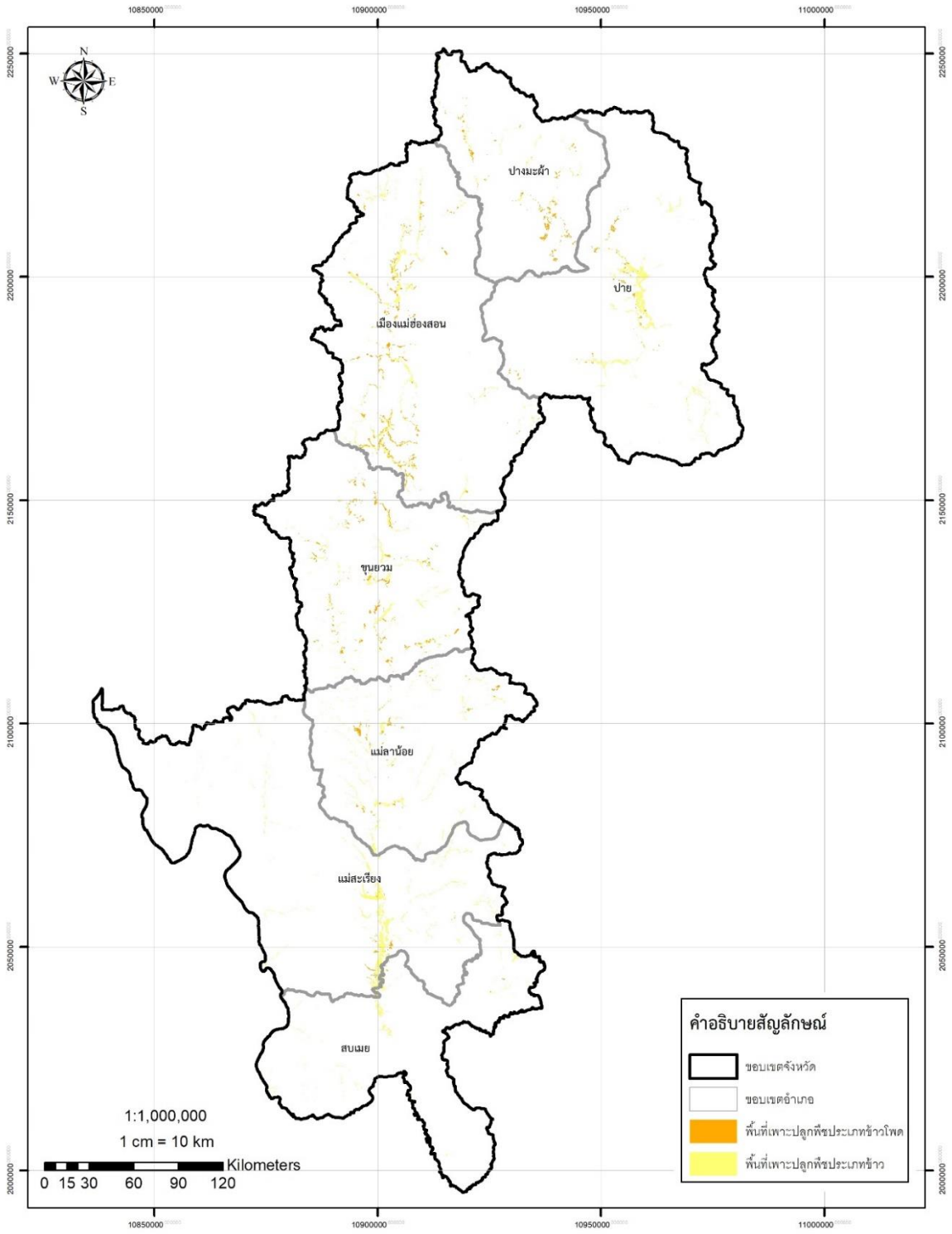
เกษตร, 2559) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิตมาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจะได้เท่ากับ 12,822.63 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 2,269 x10^3 m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอปางมะผ้ามีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 17,388.28 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 3,722.14 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 658 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 29 และตารางที่ 11



ภาพที่ 29 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในจังหวัดแม่ฮ่องสอน*

ตารางที่ 11 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแม่ฮ่องสอน*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
ขุนยวม	15,927.04	1,704,671	3,409.34	603,453.45
ปางมะผ้า	17,388.28	1,861,068	3,722.14	658,818.08
ปาย	4,760.49	509,515	1,019.03	180,368.36
เมืองแม่ฮ่องสอน	14,122.04	1,511,482	3,022.96	535,064.48
แม่ลาน้อย	5,134.57	549,553	1,099.11	194,541.74
แม่สะเรียง	2,225.61	238,207	476.41	84,325.16
สบเมย	344.02	36,821	73.64	13,034.56
รวม	**59,902.05**	**6,411,316**	**12,822.63**	**2,269,605.83**



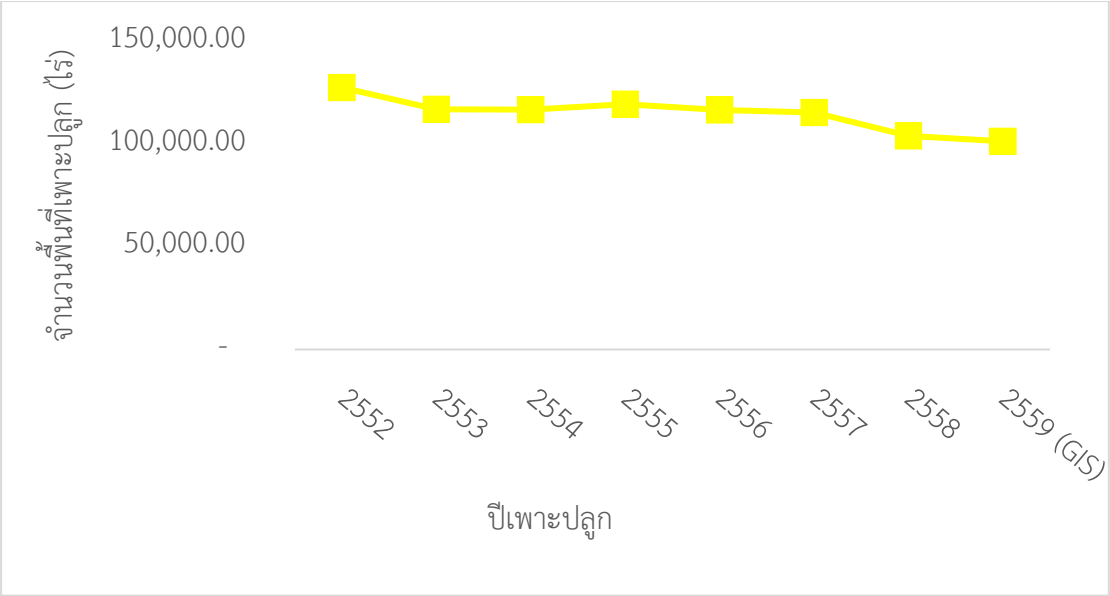
ภาพที่ 30 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดลำพูน

จังหวัดลำพูนมีเนื้อที่ทั้งหมด จำนวน 2,816,178 ไร่ แบ่งเป็นเนื้อที่ป่าคิดเป็นร้อยละ 56.55 เป็นเนื้อที่การใช้ประโยชน์ทางการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 24.57 และเป็นเนื้อที่ใช้ประโยชน์นอกการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 14.93 ของพื้นที่จังหวัด โดยทั่วไปเป็นที่ราบหุบเขาและพื้นที่ภูเขา มีที่ราบอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน หรือที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง กวง ลี้ และแม่ทา ซึ่งเป็นที่ตั้งของอำเภอเมืองลำพูน อำเภอป่าซาง และตอนเหนือของอำเภอบ้านโฮ่ง มีความสูงเฉลี่ย 200-400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (สำนักงานสถิติจังหวัดลำพูน, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดลำพูน

วิเคราะห์การเพาะปลูกข้าวรายปีของจังหวัดลำพูน การเพาะปลูกข้าวมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 ถึงปี 2558 ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากการที่ผลผลิตลดลง เนื่องจากราคาข้าวมีราคาตกต่ำ ทำให้เกษตรกรหันไปปลูกพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า อาทิ ลำไย เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) โดยจังหวัดลำพูนมีปัญหาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว โดยในบางพื้นที่เพาะปลูกนั้นมีจำนวนรถเกี่ยวนวดไม่เพียงพอต่อความต้องการเก็บเกี่ยว ซึ่งเมื่อบางพื้นที่ถึงระยะการเก็บเกี่ยวแล้วและเป็นพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก ทำให้รถเกี่ยวไม่สามารถเข้าไปในพื้นที่เพาะปลูกได้ และอีกหนึ่งสาเหตุของการลดลงของผลผลิตเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งในช่วงต้นปี พ.ศ. 2558 จังหวัดลำพูนเกิดสถานะการณ์ภัยแล้ง ซึ่งทำให้ผลผลิตต่อไร่ลดลงเนื่องจนถึงปีการผลิต 2559 ในส่วนของการเพาะปลูกข้าวเหนียวนาปี มีเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ลดลงเมื่อเทียบกับปีการผลิต 2557 – 2558 ต่อมาในช่วงต้นปี 2559 มีฝนตกหนักติดต่อกันยาวนานในหลายพื้นที่ในจังหวัด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้ผลผลิตเสียหาย และบางรายรีบเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้ผลผลิตไม่ได้คุณภาพที่ดีส่งผลต่อผลผลิต (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร, 2558) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมLANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดลำพูน ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งหมด 101,630.59 ไร่ แสดงดังภาพที่ 31

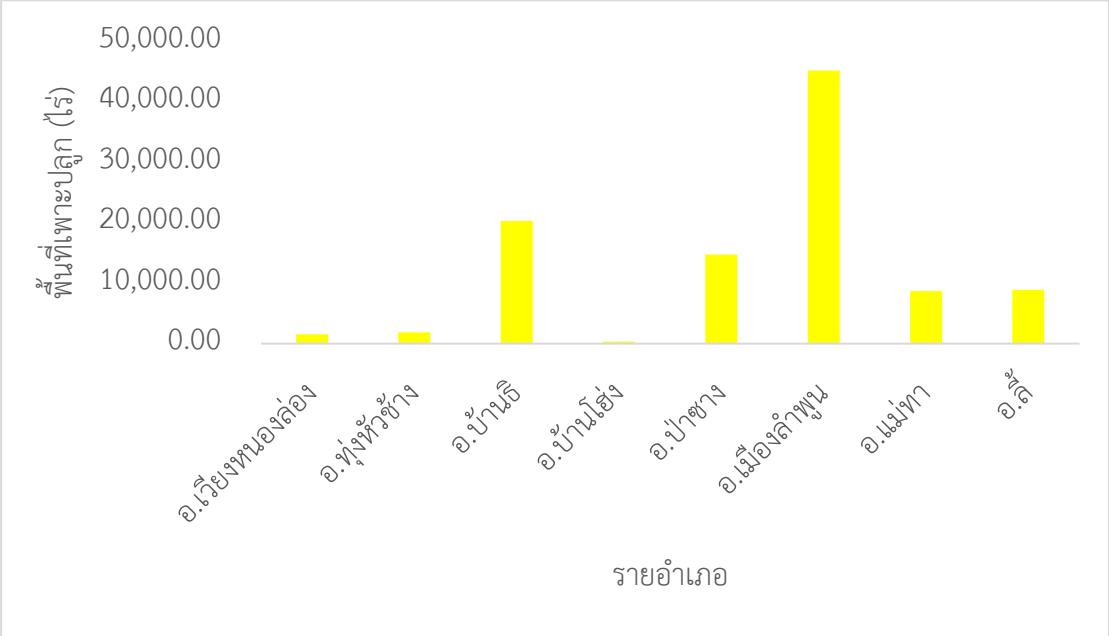


ภาพที่ 31 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดลำพูน*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดลำพูน

เมื่อพิจารณาชีวมวลเหลือทิ้งในส่วนของผลผลิตจากข้าวในจังหวัดลำพูน โดยข้าวเปลือกเหนียวนาปีหลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว เกษตรกรจะเก็บผลผลิตส่วนหนึ่งไว้ประมาณร้อยละ 12 และสำหรับการบริโภคในครัวเรือนประมาณร้อยละ 18 เข้าโรงสีในจังหวัดเพื่อแปรสภาพและเก็บไว้สำหรับเป็นเมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูกร้อยละ 2 และส่วนผลผลิตอีกร้อยละ 68 นั้น เกษตรกรจะจำหน่ายข้าวเปลือกให้กับพ่อค้ารวบรวม/ท่าข้าว สถาบันเกษตรกร(สหกรณ์) ซึ่งจะจำหน่ายข้าวเปลือกให้กับโรงสีต่างจังหวัด ในการจัดการข้าวเปลือกเหนียวนั้นจังหวัดลำพูนส่งจะออกข้าวเปลือกเหนียวไปสีแปรสภาพที่จังหวัดใกล้เคียง เช่น เชียงใหม่ พะเยา และจังหวัดในภาคกลาง เช่น สุพรรณบุรี สิงห์บุรี ชัยนาท โดยผู้ประกอบการโรงสีจะมาเช่าพื้นที่ของสหกรณ์หรือโรงสีในพื้นที่เพื่อเป็นจุดรับซื้อ ซึ่งจะมาในช่วงที่ผลผลิตออกมากในพื้นที่จังหวัด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดลำพูนจะได้เท่ากับ 28,582.59 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 6,022 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีว

มวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอเมืองลำพูนมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 45,216.73 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 12,716.75 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 1,468 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 32 และตารางที่ 12



ภาพที่ 32 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดลำพูน*

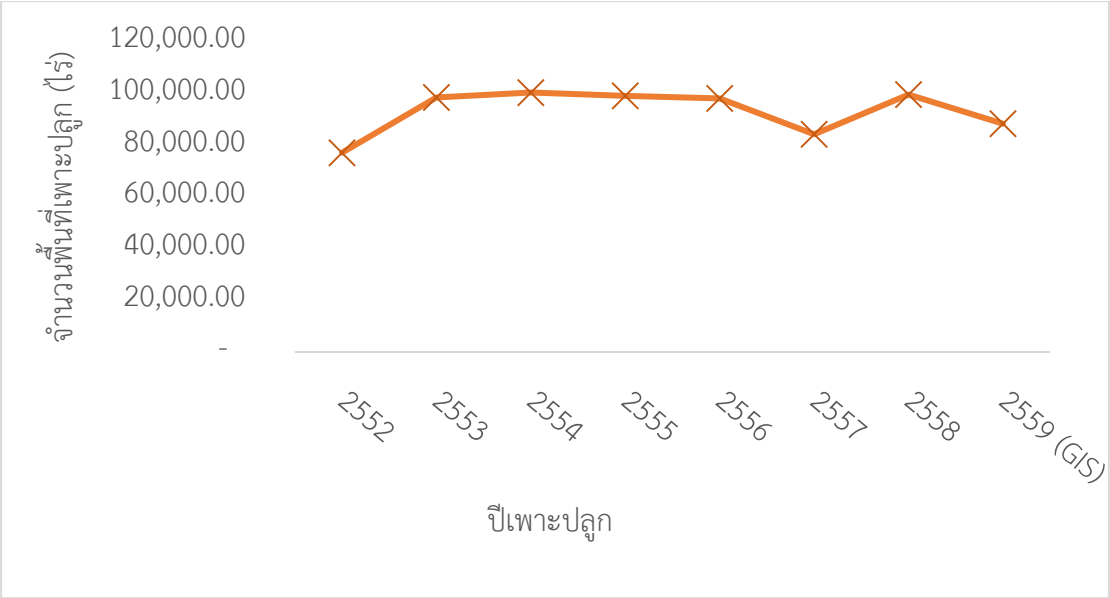
ตารางที่ 12 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และค่าพลังงานรายอำเภอจังหวัดลำพูน*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เวียงหนองล่อง	1,550.53	218,036	436.07	50,366.21
อ.ทุ่งหัวช้าง	1,871.73	263,203	526.41	60,799.82

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.บ้านธิ	20,312.51	2,856,345	5,712.69	659,815.73
อ.บ้านโฮ่ง	351.65	49,449	98.90	11,422.72
อ.ป่าซาง	14,715.63	2,069,312	4,138.62	478,011.05
อ.เมืองลำพูน	45,216.73	6,358,377	12,716.75	1,468,784.99
อ.แม่ทา	8,676.64	1,220,109	2,440.22	281,845.21
อ.ลี้	8,935.17	1,256,464	2,512.93	301,145.72
รวม	**101,630.59**	**14,291,293.57**	**28,582.59**	**6,022,091.44**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดลำพูน

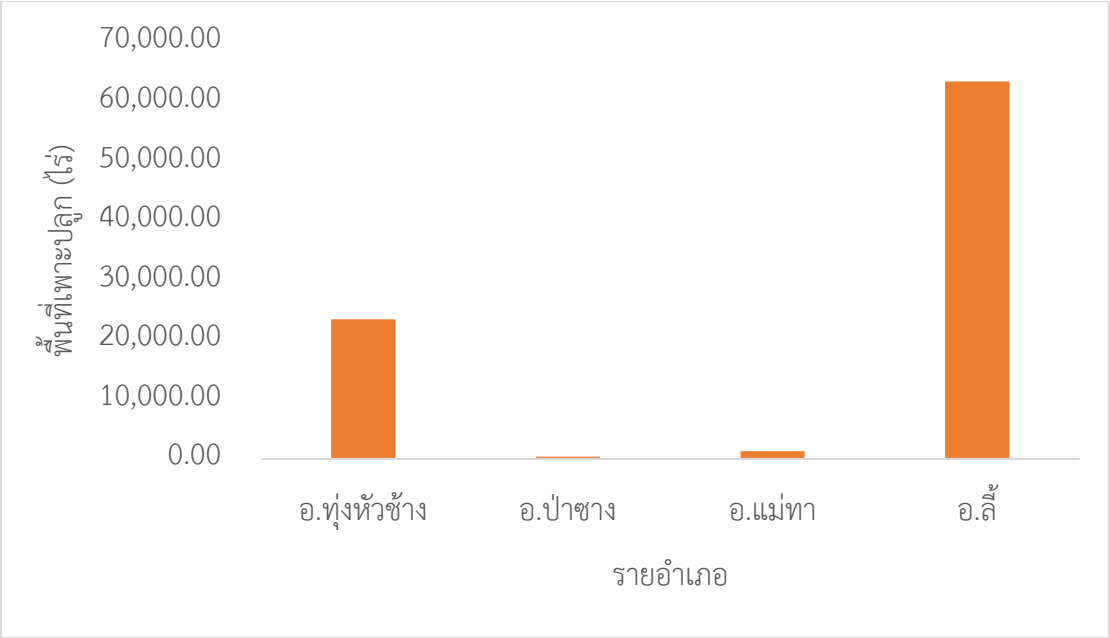
จังหวัดลำพูนมีพื้นที่เพาะปลูกลดลงในปีเพาะปลูก 2557 ซึ่งสาเหตุที่จังหวัดลำพูนมีพื้นที่การผลิตและปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงเนื่องจาก ผลผลิตราคาตกต่ำจึงทำให้เกษตรกรบางรายปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า โดยในปีเพาะปลูก 2559 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดลดลงจากปี 2558 เนื่องจากปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เนื่องจากปัจจัยการผลิตมีราคาแพงโดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด บวกกับพื้นที่จังหวัดลำพูนประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงและขาดแคลนน้ำ ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) กล่าวถึงพื้นที่ในจังหวัดลำพูนนั้น บางพื้นที่ในจังหวัดมีความลาดชันสูงไม่เหมาะแก่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิเป็นส่วนใหญ่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดลำพูน ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 88,463.32 ไร่ แสดงดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีในจังหวัดลำพูน*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดลำพูน

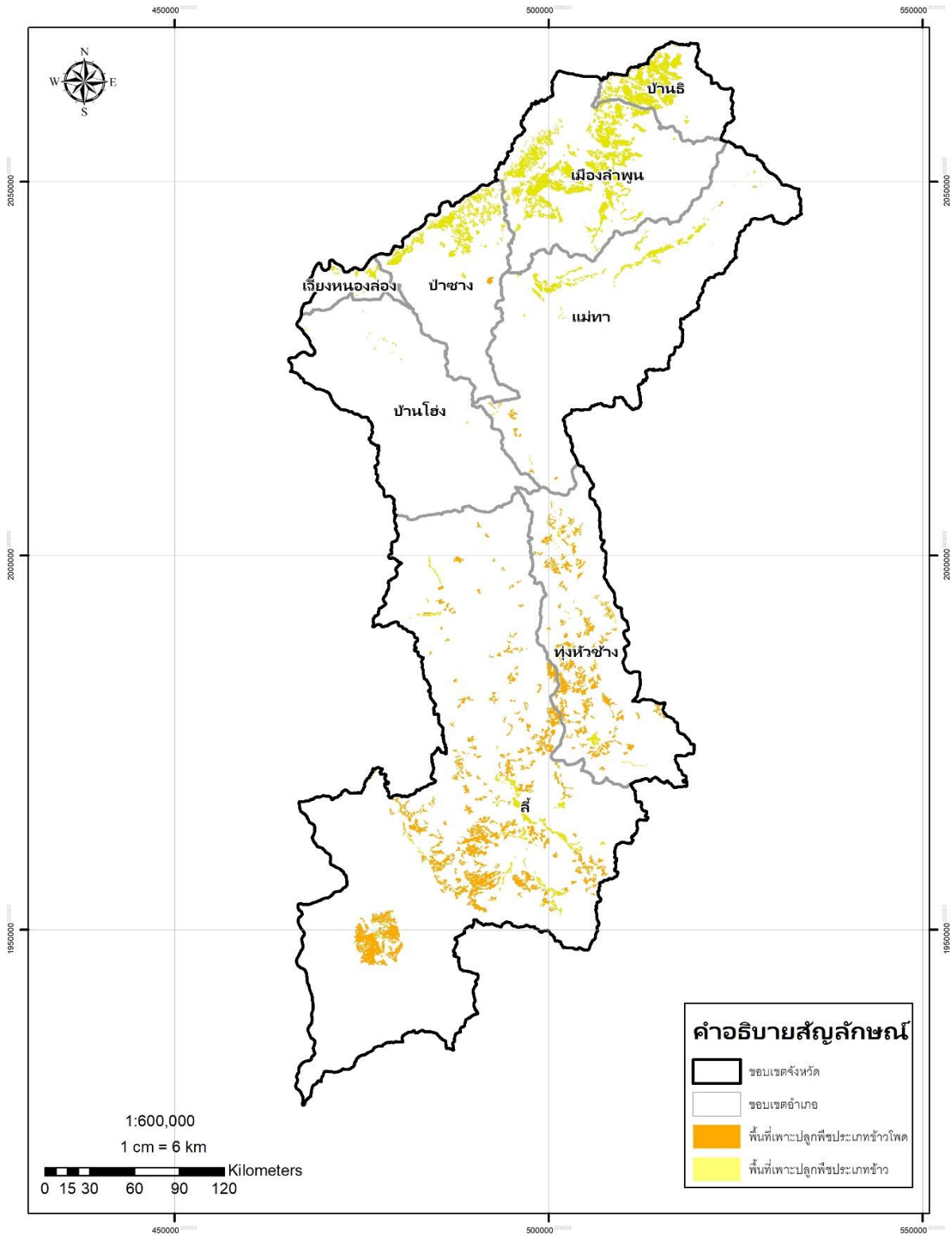
จังหวัดลำพูนมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นที่ลาดชัน โดยจังหวัดลำพูนจะมีการปลูกข้าวโพดเพียงปีละ 1 ครั้ง โดยจะเริ่มเตรียมพื้นที่ตั้งแต่เดือนมีนาคม-เมษายน เมื่อเก็บเกี่ยวได้แล้วเกษตรกรจะหักฝักและเก็บข้าวโพดเอาไว้ให้แห้งสนิทและทำการขายแห้ง สำหรับเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ราบใกล้แหล่งน้ำจะทำการหักข้าวโพดขายทันทีที่ผลผลิตสามารถเก็บเกี่ยวได้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดลำพูนจะได้เท่ากับ 18,936.46 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 3,351 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอลี้มีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 63,390.72 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 13,569.42 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 1,323 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 34 และตารางที่ 13



ภาพที่ 34 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในจังหวัดลำพูน*

ตารางที่ 13 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดลำพูน*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ทุ่งหัวช้าง	23,427.49	2,507,444	5,014.89	887,635.27
อ.ป่าซาง	358.62	38,383	76.77	13,587.62
อ.แม่ทา	1,286.49	137,693	275.39	48,743.33
อ.ลี้	63,390.72	6,784,709	13,569.42	2,401,786.90
รวม	**88,463.32**	**9,468,229**	**18,936.46**	**3,351,753.12**



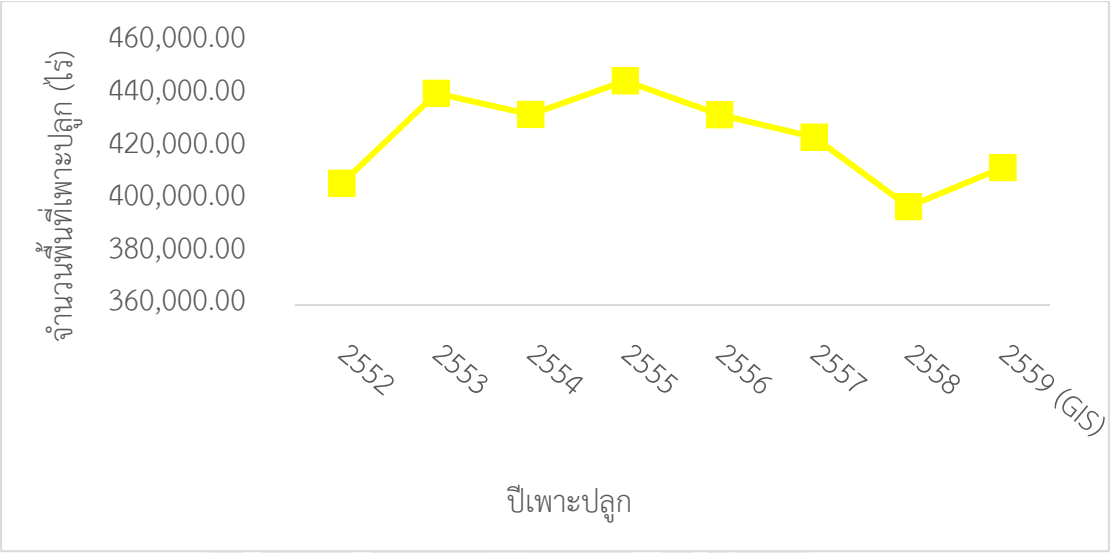
ภาพที่ 35 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดลำพูน*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดลำปาง

จังหวัดลำปางมีพื้นที่ทั้งหมด 12,533.961 km² หรือประมาณ 7,833,726 ไร่ โดยลักษณะภูมิประเทศอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 268.80 เมตร พื้นที่มีลักษณะเป็นรูปยาวรี ภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง มีภูเขาสูงอยู่ทั่วไปทอดตัวยาวตามแนวทิศเหนือไปทางทิศใต้ของจังหวัด และในบริเวณตอนกลางของจังหวัดบางส่วนมีที่ราบลุ่ม ริมฝั่งแม่น้ำและตามลักษณะทางกายภาพทางด้านธรณีสัณฐานวิทยาจังหวัดลำปางมีพื้นที่เป็นที่ราบล้อมรอบด้วยภูเขา มีลักษณะเป็นแอ่งแผ่นดินที่ยาวและกว้างที่สุดในภาคเหนือ เรียกว่า “อ่างลำปาง” โดยมีลักษณะภูมิประเทศแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ตอนบนของจังหวัด เป็นที่ราบสูง ภูเขา และเป็นป่าค่อนข้างทึบอุดมสมบูรณ์ด้วยไม้มีค่า ได้แก่ พื้นที่อำเภอเมืองปาน แจ้ห่ม วังเหนือ ตอนกลางของจังหวัด เป็นที่ราบและที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญของจังหวัด ได้แก่ พื้นที่อำเภอห้างฉัตร เมืองลำปาง เกาะคา แม่ทะ และสบปราบ ตอนใต้ของจังหวัด เป็นป่าไม้รัง บางส่วนเป็นทุ่งหญ้า ได้แก่ พื้นที่อำเภอเถิน แม่พริก บางส่วนของอำเภอเสริมงาม และอำเภอแม่ทะ (สำนักงานสถิติจังหวัดลำปาง, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดลำปาง

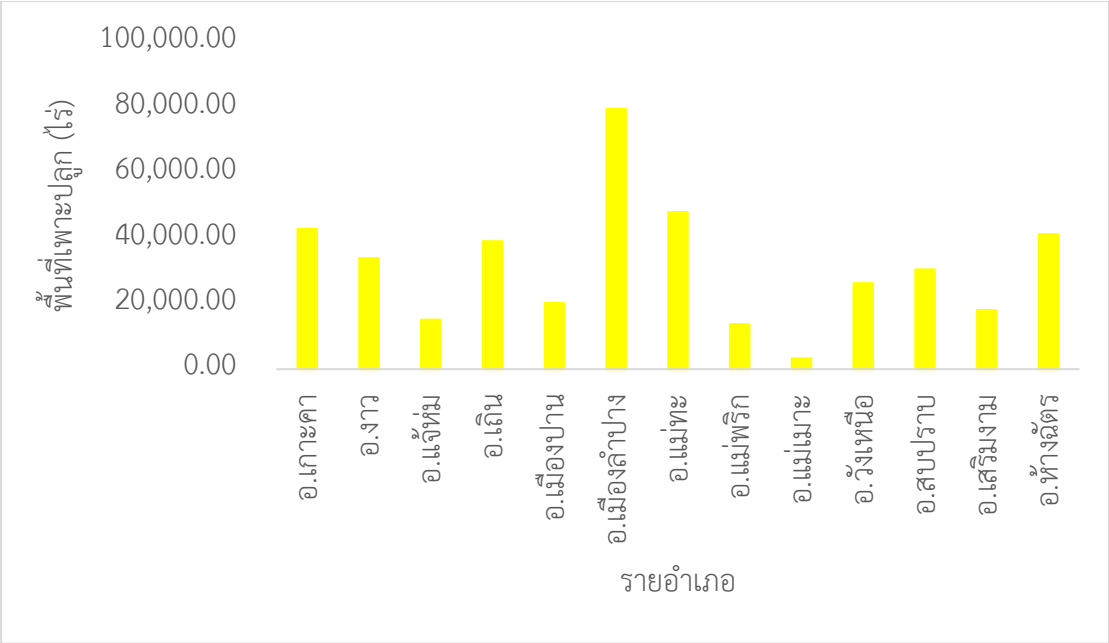
วิเคราะห์ด้านศักยภายพลังงานในพื้นที่จังหวัดลำปาง จังหวัดลำปางมีอัตราการปลูกข้าวรายปีลดลงอย่างต่อเนื่องจากปี พ.ศ.2555 จนถึงปี พ.ศ.2558 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการที่ผลผลิตลดลงเกิดเนื่องจากเกษตรกรบางส่วนปรับเปลี่ยนจากการปลูกข้าวเหนียวไปปลูกข้าวเจ้ามากขึ้นโดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ การเพาะปลูกข้าวเหนียวนาปี มีเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.82 เนื่องจากสถานการณ์ภัยแล้งได้คลี่คลายตั้งแต่เดือนต้นปี 2559 ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น และฝนตกกระจายมากขึ้น ทำให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้มากขึ้น ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีปริมาณน้ำเพียงพอต่อการเพาะปลูก (กรมการข้าว, 2558) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดลำปาง ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งหมด 412,276.31 ไร่ แสดงดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดลำปาง*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดลำปาง

ผลผลิตข้าวเหนียวนาปีในจังหวัดลำปาง หลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว เกษตรกรจะจำหน่ายข้าวเปลือกให้กับพ่อค้ารวบรวม/ท่าข้าว สถาบันเกษตรกร (สหกรณ์) และโรงสีเอกชน ในส่วนผลผลิตชีวมวลเหลือทิ้งในจังหวัด เกษตรกรจะทำการทิ้งฟางข้าวไว้ในพื้นที่ทำการเกษตรและนำไปเป็นอาหารสัตว์ โดยโรงสีที่รับซื้อผลผลิตจะขายรำข้าวให้กับโรงงานอาหารสัตว์ที่จังหวัดลำพูน ส่วนแกลบที่ได้จากโรงสีจะขายให้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลในพื้นที่ใกล้เคียงในพื้นที่จังหวัด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าว ทั้งหมดในจังหวัดลำปางจะได้เท่ากับ 115,948.60 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 13,392 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอเมืองลำปางมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 79,558.62 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 22,375.07 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 2,584 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 37 และตารางที่ 14



ภาพที่ 37 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง*

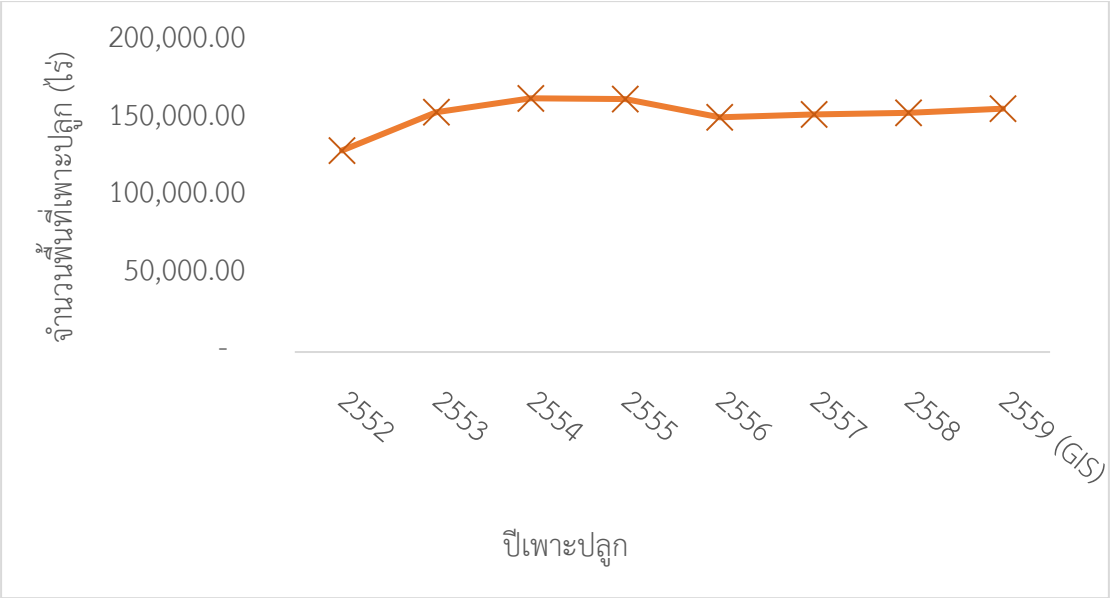
ตารางที่ 14 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดลำปาง*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เกาะคา	42,909.80	6,033,976	12,067.95	1,393,848.47
อ.งาว	33,995.13	4,780,395	9,560.79	1,104,271.29
อ.แจ้ห่ม	15,197.25	2,137,037	4,274.07	493,655.62
อ.เถิน	39,129.42	5,502,379	11,004.76	1,271,049.56
อ.เมืองปาน	20,235.99	2,845,585	5,691.17	657,330.12
อ.เมืองลำปาง	79,558.62	11,187,533	22,375.07	2,584,320.16
อ.แม่ทะ	48,045.11	6,756,103	13,512.21	1,560,659.88
อ.แม่พริก	13,768.87	1,936,178	3,872.36	447,257.23
อ.แม่เมาะ	3,323.89	467,405	934.81	107,970.65

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.วังเหนือ	26,290.00	3,696,900	7,393.80	853,983.85
อ.สบปราบ	30,474.93	4,285,385	8,570.77	989,923.86
อ.เสริมงาม	18,069.44	2,540,925	5,081.85	586,953.59
อ.ห้างฉัตร	41,277.89	5,804,497	11,608.99	1,340,838.78
รวม	**412,276.34**	**57,974,299**	**115,948.60**	**13,392,063.05**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดลำปาง

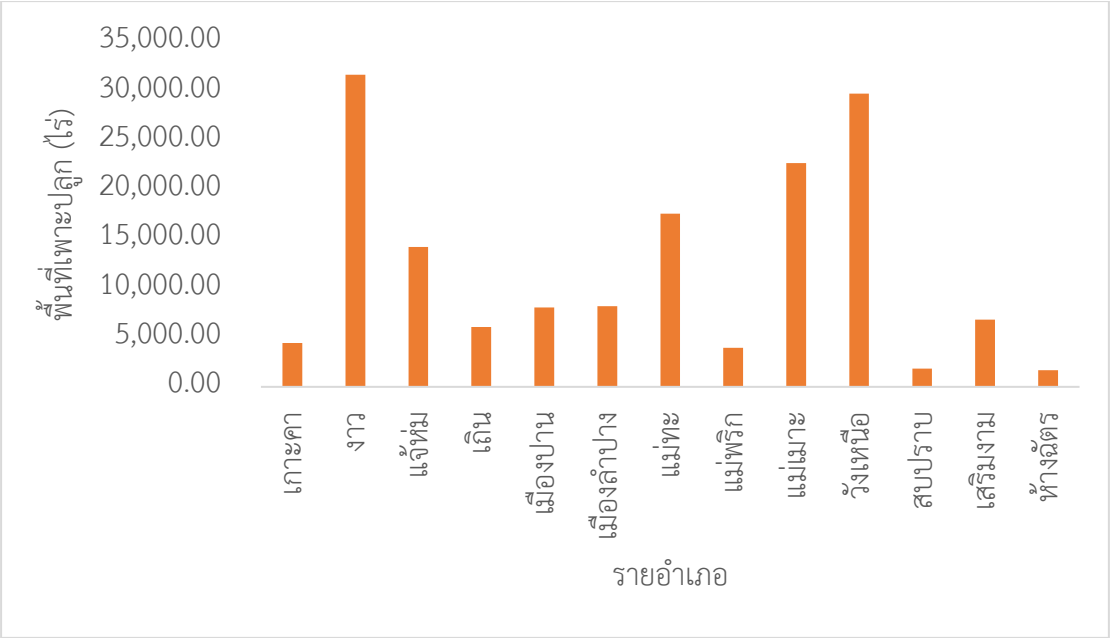
การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จังหวัดลำปาง จากปี 2555 - 2558 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว และผลผลิต มีอัตราเพิ่มขึ้น ซึ่งสำเหตุที่จังหวัดลำปางมีพื้นที่การผลิตและปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการส่งเสริมการซื้อขายจากบริษัทเอกชนโดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอวังเหนือ อำเภอแจ้ห่ม และอำเภองาว โดยในบางส่วนจะมีการทำพันธะสัญญา (Contract farming) กับเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว ทำให้มีการเพาะปลูกส่งผลถึงจำนวนพื้นที่เพาปลูกและผลผลิตมากขึ้นในปี 2559 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดลำปาง ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า จังหวัดลำปางมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 157,136.27 ไร่ แสดงดังภาพที่ 38



ภาพที่ 38 *เปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดลำปาง*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดลำปาง

การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดลำปาง ส่วนใหญ่จะทำการเพาะปลูกในพื้นที่บริเวณตอนบนของจังหวัด ซึ่งมีลักษณะพื้นที่เป็นภูขาและลาดชัน โดยอำเภองาวเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด รองลงมาคืออำเภอวังเหนือและอำเภอแม่เมาะ พื้นที่ปลูกมีทั้งพื้นที่ราบและที่ลาดชัน มักจะปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง โดยส่วนมากหลังจากการสีข้าวโพดแล้ว เกษตรกรจะทำการทิ้งชีวมวลเหลือทิ้งจากข้าวโพด อาทิ ซังข้าวโพด ไว้ในพื้นที่ทำการเกษตรและทำการเผาทิ้งในพื้นที่ (สำนักงานสถิติจังหวัดลำปาง, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดลำปางได้เท่ากับ 33,636.59 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 5,953 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภองาวมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 31,701.69 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 6,786.06 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 1,201 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 39 และตารางที่ 15

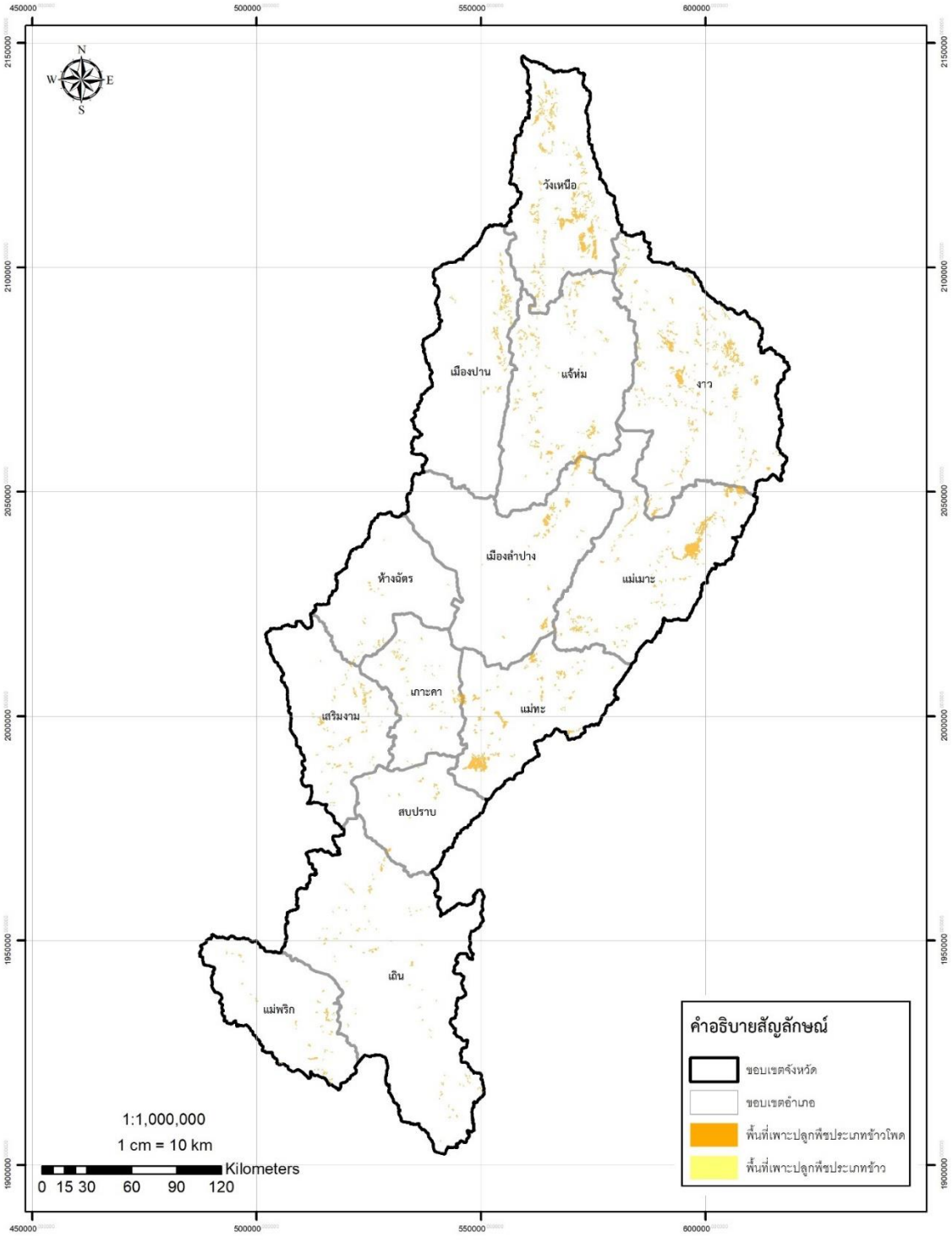


ภาพที่ 39 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดลำปาง*

ตารางที่ 15 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดลำปาง*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
เกาะคา	4,442.43	475,473	950.95	168,317.54
งาว	31,701.69	3,393,032	6,786.06	1,201,133.29
แจ้ห่ม	14,221.06	1,522,080	3,044.16	538,816.34
เถิน	6,076.35	650,352	1,300.70	230,224.52
เมืองปาน	8,064.62	863,156	1,726.31	305,557.32
เมืองลำปาง	8,205.26	878,209	1,756.42	310,885.98
แม่ทะ	17,596.09	1,883,310	3,766.62	666,691.57
แม่พริก	3,964.07	424,274	848.55	150,193.14

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
แม่เมาะ	22,729.46	2,432,734	4,865.47	861,187.87
วังเหนือ	29,783.33	3,187,710	6,375.42	1,128,449.27
สบปราบ	1,839.72	196,905	393.81	69,704.45
เสริมงาม	6,830.89	731,110	1,462.22	258,813.00
ห้างฉัตร	1,681.32	179,952	359.90	63,702.89
รวม	**157,136.29**	**16,818,297.12**	**33,636.59**	**5,953,677.18**



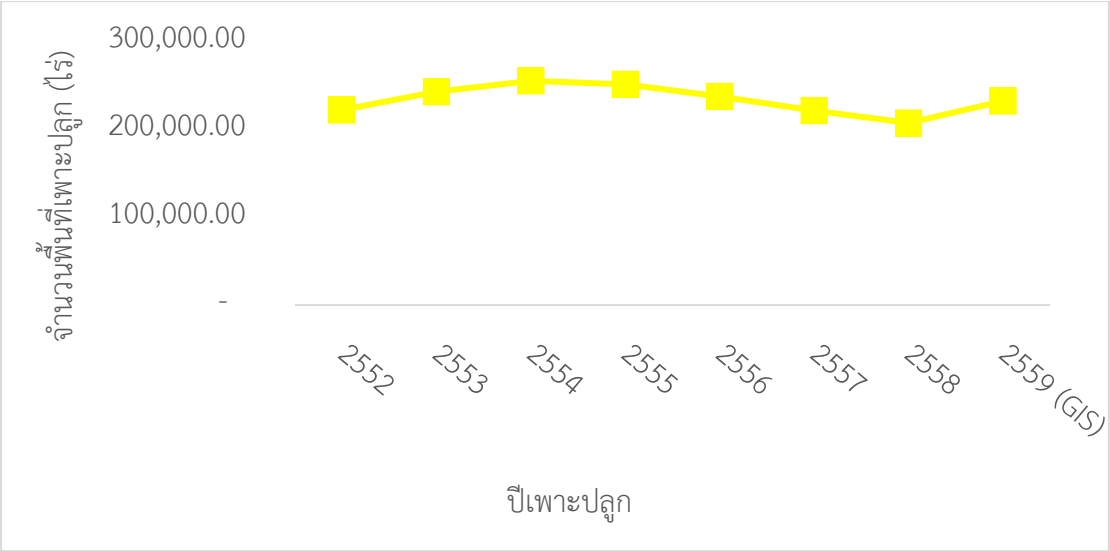
ภาพที่ 40 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดลำปาง*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดน่าน

จังหวัดน่าน มีเนื้อที่ทั้งหมด 17,472.076 km² ส่วนใหญ่พื้นที่จังหวัดเป็นพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ป่าไม้ สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดน่านเป็นหุบเขาและภูเขาสูงชัน ทิวเขาวางตัวในแนวเหนือใต้ ทำให้บริเวณยอดเขา สามารถรับความกดอากาศสูงที่แผ่มาจากประเทศจีนในฤดูหนาว ได้อย่างทั่วถึงและเต็มที่ ขณะเดียวกันที่ทิวเขาวางตัวเหนือใต้ ทำให้เสมือนกำแพงปิดกั้นลมมรสุมทางทิศตะวันออก รวมทั้งยังมีระดับความสูงเฉลี่ยบนยอดเขา กับความสูงเฉลี่ยที่ผิวแตกต่างกันมาก และยังมีระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล จากปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้ ในตอนกลางวัน ถูกอิทธิพลของแสงแดดเผา ทำให้อุณหภูมิร้อนมาก และในตอนกลางคืนจะได้รับอิทธิพลของลมภูเขา พัดลงสู่หุบเขา ทำให้อากาศเย็นในตอนกลางคืน (สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดน่าน

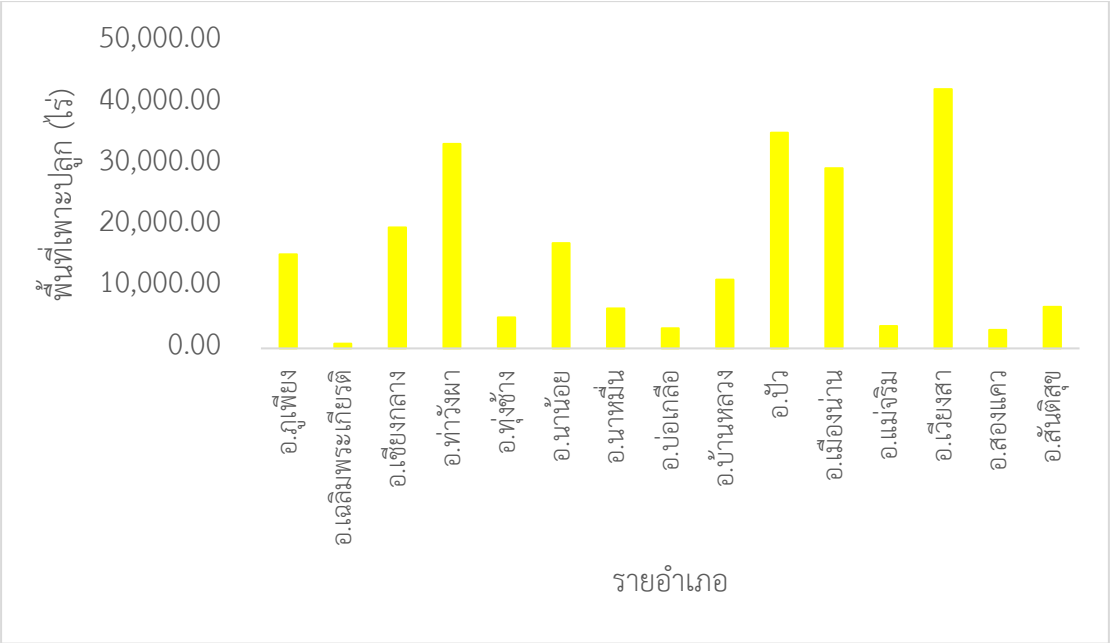
การวิเคราะห์ด้านศักยภายพลังงานในพื้นที่จังหวัดน่าน การเพาะปลูกข้าวเหนียวนาปีของจังหวัดมีแนวโน้มลดลง ตั้งแต่ปี 2555 จนถึงปลายปี 2558 เนื่องจากเกษตรกรนำพื้นที่การเพาะปลูก ไปสร้างเป็นที่อยู่อาศัยและเกิดภัยธรรมชาติ และเกษตรกรเปลี่ยนจากการปลูกข้าวมาเป็นการปลูกข้าวโพดและยางพารา (สำนักงานสถิติจังหวัดภาคเหนือตอนบน, 2558) ทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวเหนียวนาปี มีไม่มากนัก รวมถึงไม่สามารถขยายพื้นที่ทำการเกษตรได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง เป็นที่ลาดชันและเขตป่า ในด้านเนื้อที่เพาะปลูกข้าวเหนียวนาปีของจังหวัดน่าน ในปี มีแนวโน้มลดลง โดยในปีเพาะปลูก 2559 ราคาการรับซื้อผลผลิตมีราคาสูงทำให้เกษตรกรในจังหวัดหันมาปลูกข้าวกันมากขึ้นโดยเฉพาะข้าวเหนียวนาปรัง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดน่าน ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งหมด 233,051.34 ไร่ แสดงดังภาพที่ 41



ภาพที่ 41 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปีในจังหวัดน่าน*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดน่าน

ผลผลิตข้าวเปลือกเหนียวนาปีในจังหวัดน่าน หลังจากการเก็บเกี่ยวเกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวฟางข้าวซึ่งเป็นชีวมวลเหลือทิ้งไว้ภายในพื้นที่เกษตรกรรม โดยผลผลิตที่ได้เกษตรกรจะเก็บไว้เพื่อบริโภคภายในครัวเรือนและเก็บไว้ทำเมล็ดพันธุ์ โดยเกษตรกรขายให้กับโรงสีข้าวภายในจังหวัดคิดเป็นร้อยละ 7.36 ซึ่งมีโรงสีข้าวตั้งอยู่ในอำเภอเวียงสา และอำเภอท่าวังผา และเกษตรกรจะขายให้กับท่าข้าวภายในจังหวัดคิดเป็นร้อยละ 36.72 และขายให้กับผู้รวบรวมในท้องถิ่นคิดเป็นร้อยละ 5.92 ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดน่านจะได้เท่ากับ 65,543.36 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 7,571 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอเวียงสามีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 42,315.41 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 11,900.79 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 1,374 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 42 และตารางที่ 16



ภาพที่ 42 *เปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดน่าน*

ตารางที่ 16 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดน่าน*

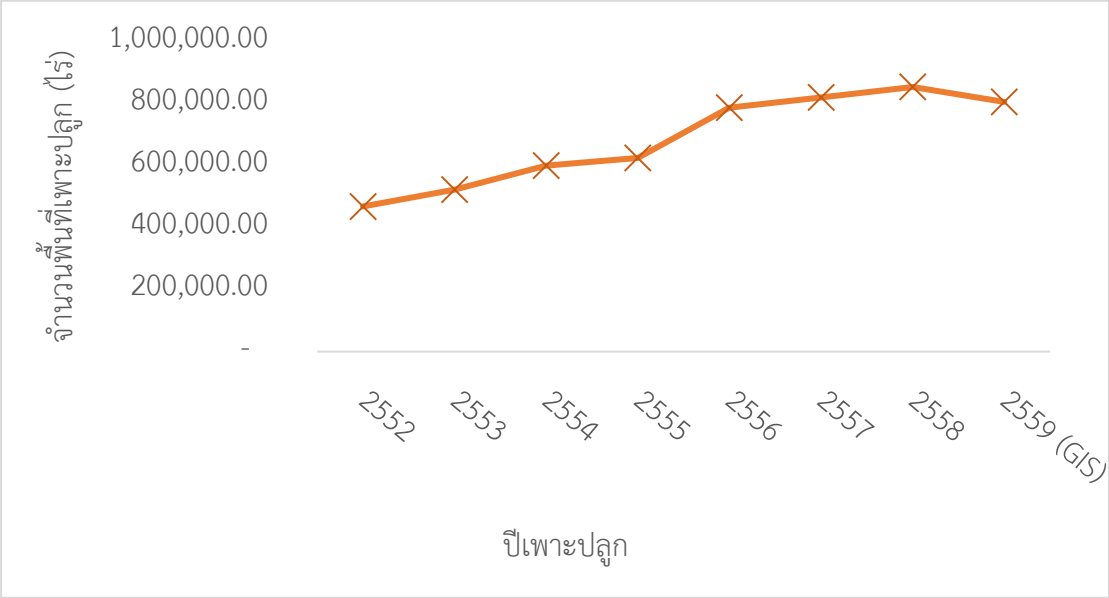
อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ภูเพียง	15,364.36	2,160,536	4,321.07	499,083.89
อ.เฉลิมพระเกียรติ	756.3	106,351	212.70	24,567.06
อ.เชียงกลาง	19,762.34	2,778,980	5,557.96	641,944.44
อ.ท่าวังผา	33,393.92	4,695,853	9,391.71	1,084,742.05
อ.ทุ่งช้าง	5,081.38	714,544	1,429.09	165,059.58
อ.นาน้อย	17,194.49	2,417,889	4,835.78	558,532.40
อ.นาหมื่น	6,514.53	916,073	1,832.15	211,612.91
อ.บ่อเกลือ	3,301.84	464,305	928.61	107,254.40
อ.บ้านหลวง	11,224.64	1,578,409	3,156.82	364,612.45

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ปัว	35,248.56	4,956,653	9,913.31	1,144,986.73
อ.เมืองน่าน	29,442.81	4,140,248	8,280.50	956,397.27
อ.แม่จริม	3,667.42	515,713	1,031.43	119,129.61
อ.เวียงสา	42,315.41	5,950,393	11,900.79	1,374,540.77
อ.สองแคว	2,998.95	421,712	843.42	97,415.55
อ.สันติสุข	6,784.39	954,021	1,908.04	220,378.83
รวม	**233,051.34**	**32,771,679**	**65,543.36**	**7,570,257.95**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดน่าน

เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดน่าน มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดตั้งแต่ปีเพาะปลูก 2553 - 2558 เนื่องจากราคาผลผลิตข้าวโพดจากภาคเอกชนที่ค่อนข้างจูงใจทำให้เกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น โดยในปีเพาะปลูก 2559 ราคารับซื้อข้าวโพดของบริษัทหลักที่ทำการรับซื้อข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดมีราคาลดลงจากปีก่อนๆ ทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนและการประกันราคาที่ดีกว่า เช่น มันสำปะหลัง และอ้อยโรงงาน ยางพารา ประกอบกับในปี 2559 ภาคเอกชนมีมาตรการไม่รับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในพื้นที่ไม่มีเอกสารสิทธิ (มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม, 2559) ส่งผลให้ผลผลิตในภาพรวมลดลง ตามการลดลงของเนื้อที่เพาะปลูก โดยในปี 2559 มีอัตราการเพาะปลูกลดลง โดยจังหวัดน่านจะมีเนื้อที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากถึงร้อยละ 61.38 ของเนื้อที่ทั้งจังหวัด ซึ่งการเพาะปลูกของจังหวัดจะแบ่งออกเป็น 2 รุ่น โดยรุ่น 1 จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม และรุ่น 2 จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ของปีถัดไป (สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน, 2558) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่

จังหวัดน่าน ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า จังหวัดน่านมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 805,626.68 ไร่ แสดงดังภาพที่ 43

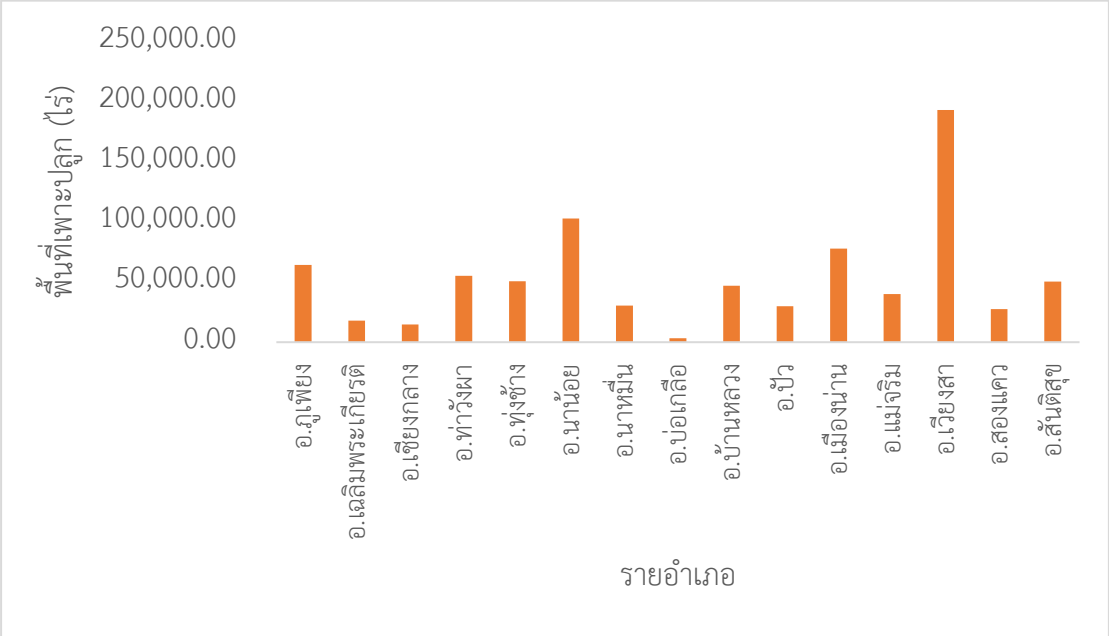


ภาพที่ 43 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปี ในจังหวัดน่าน*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดน่าน

การเพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดน่านส่วนมากพื้นที่เกษตรจะเป็นพื้นที่ลาดชัน การเพาะปลูกนั้นจะทำการปลูกในพื้นที่และผลผลิตที่ได้ พ่อค้าในพื้นที่เข้าไปรับซื้อถึงในพื้นที่เกษตร โดยจะนำเครื่องสีไปรับซื้อผลผลิตโดยไปให้บริการถึงไร่ แล้วหักค่าสีและค่าขนส่งตามระยะทางเฉลี่ยค่าขนส่งจากไร่ถึงโกดังหรือไซโลของผู้รับซื้อ ราคาที่เกษตรกรขายได้จะหักค่าสีและค่าขนส่ง จากการรับซื้อผลผลิตในพื้นที่เกษตร ทำให้มีส่วนของชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมาก (โครงการศึกษาสถานการณ์การบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืนของห่วงโซ่อุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิตมาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดน่านได้เท่ากับ 172,452.45 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 30,524 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็น

พลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอเวียงสามีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 193,325.25 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 41,383.20 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 7,324 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 44 และตารางที่ 17

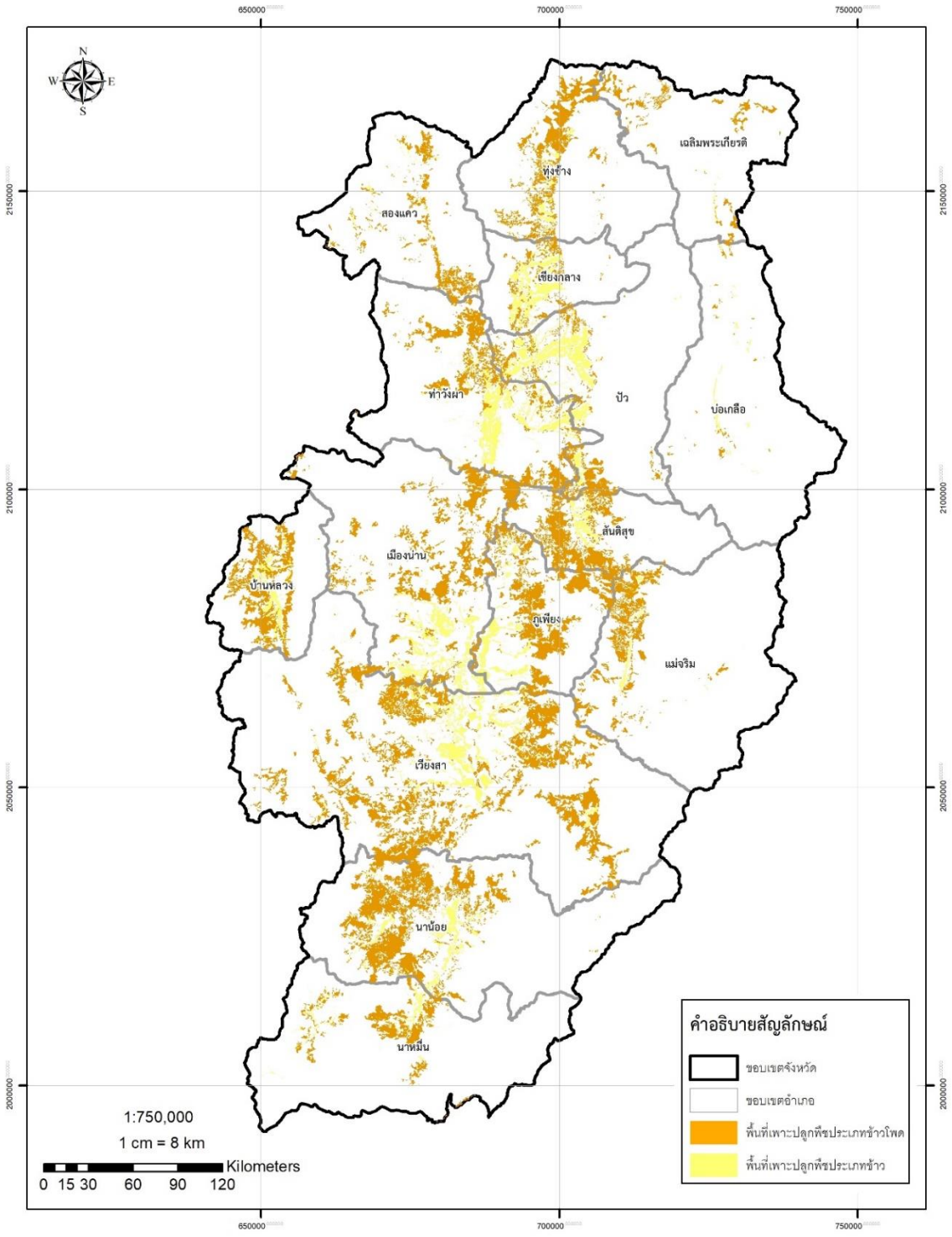


ภาพที่ 44 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดน่าน*

ตารางที่ 17 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดน่าน*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ภูเพียง	64,425.35	6,895,445	13,790.89	2,440,987.60
อ.เฉลิมพระเกียรติ	17,950.46	1,921,238	3,842.48	680,118.16

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เชียงกลาง	14,873.94	1,591,958	3,183.92	563,553.06
อ.ท่าวังผา	55,152.89	5,903,014	11,806.03	2,089,666.89
อ.ทุ่งช้าง	50,825.18	5,439,819	10,879.64	1,925,695.93
อ.นาน้อย	102,831.24	11,006,028	22,012.06	3,896,133.78
อ.นาหมื่น	30,333.30	3,246,573	6,493.15	1,149,286.88
อ.บ่อเกลือ	3,183.11	340,688	681.38	120,603.65
อ.บ้านหลวง	46,901.54	5,019,872	10,039.74	1,777,034.63
อ.ปัว	29,918.56	3,202,183	6,404.37	1,133,572.95
อ.เมืองน่าน	77,919.71	8,339,747	16,679.49	2,952,270.28
อ.แม่จริม	39,935.61	4,274,308	8,548.62	1,513,105.15
อ.เวียงสา	193,325.25	20,691,602	41,383.20	7,324,826.93
อ.สองแคว	27,583.57	2,952,269	5,904.54	1,045,103.40
อ.สันติสุข	50,466.99	5,401,482	10,802.96	1,912,124.61
รวม	**805,626.70**	**86,226,226**	**172,452.45**	**30,524,083.90**



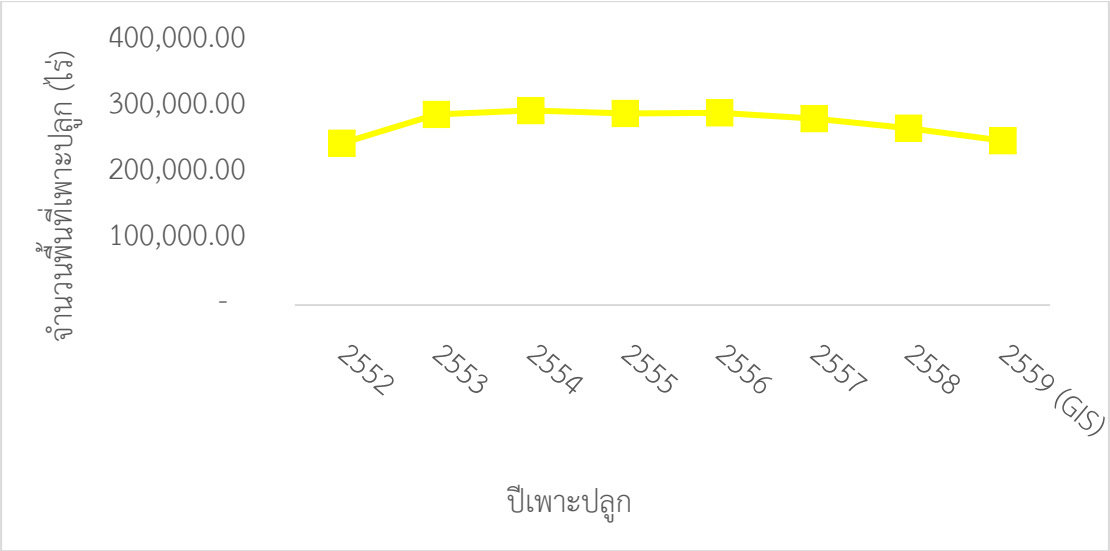
ภาพที่ 45 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดน่าน*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดแพร่

จังหวัดแพร่ล้อมรอบด้วยภูเขาทั้ง 4 ทิศ พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดประมาณร้อยละ 80 เป็นภูเขา และมีพื้นที่ราบเพียงร้อยละ 20 โดยลาดเอียงไปทางทิศใต้ตามแนวไหลของแม่น้ำยมคล้ายก้นกระทะ พื้นที่ราบของจังหวัดจะอยู่ระหว่างหุบเขา มี 2 แปลงใหญ่ คือที่ราบบริเวณพื้นที่อำเภอร้องกวาง อำเภอเมืองแพร่ อำเภอสูงเม่น และอำเภอเด่นชัย และอีกหนึ่งแปลงคือบริเวณที่ตั้งอำเภอลองและอำเภอวังชิ้น ซึ่งที่ราบดังกล่าวส่วนมากใช้เป็นที่อยู่อาศัยและทำการเกษตร โดยพื้นที่จังหวัดแพร่ 8 อำเภอ 78 ตำบล มีเนื้อที่ประมาณ 6,538.59 km² หรือประมาณ 4,086,625 ไร่ มีสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลังและพริก (สำนักงานสถิติจังหวัดแพร่, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดแพร่

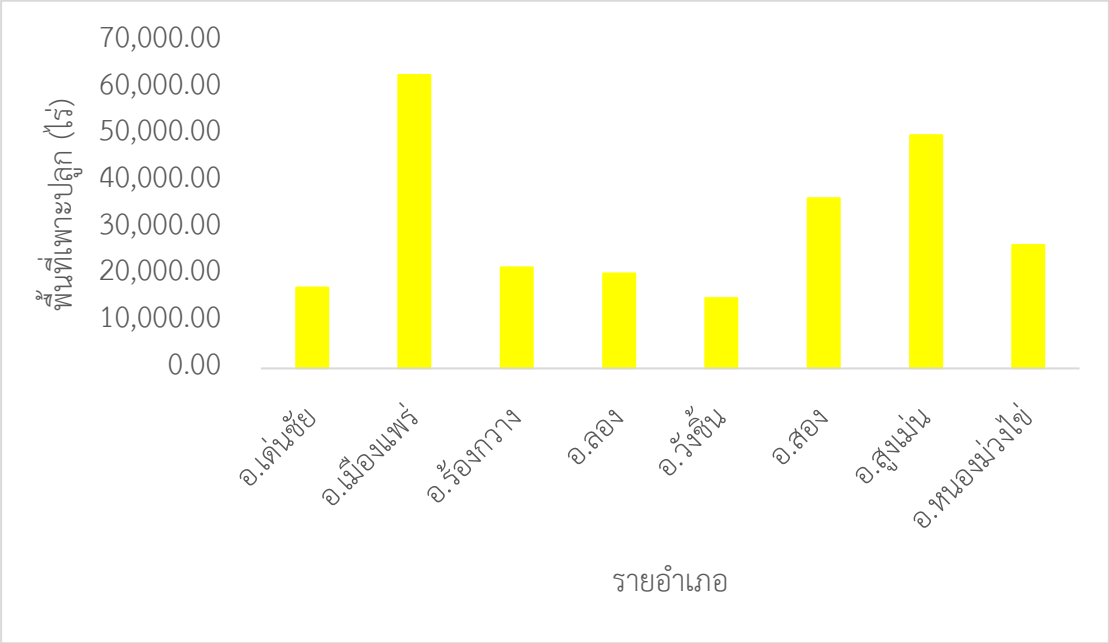
เนื้อที่การเพาะปลูกข้าวของจังหวัดแพร่นั้น มีแนวโน้มลดลงจากปี 2554 ถึงปี 2558 จึงทำปริมาณผลผลิตรวมในจังหวัดลดลง โดยการเพาะปลูกของจังหวัด จะแบ่งข้าวออกเป็น 2 รุ่น ข้าวเหนียวนาปี จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคม - พฤศจิกายน ส่วนข้าวเหนียวนาปรัง จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนธันวาคม - เมษายน โดยปลูกมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม เมื่อทำการวิเคราะห์การเพาะปลูกข้าวในจังหวัดแพร่มีแนวโน้มของการเพาะปลูกข้าวลดลงจากปีเพาะปลูก 2554 จนถึงปีเพาะปลูก 2558 ด้วยเนื่องจากราคาข้าวจากการรับซื้อภาคเอกชนมีราคาลดต่ำลง ซึ่งผลผลิตข้าวในจังหวัดเกษตรกรนิยมปลูกเพื่อบริโภคและด้วยจำนวนประชากรที่ลดลงในจังหวัด ทำให้ส่งผลถึงพื้นที่การเพาะปลูก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดแพร่ ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งหมด 250,229.77 ไร่ แสดงดังภาพที่ 46



ภาพที่ 46 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดแพร่*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดแพร่

พิจารณาชีวมวลเหลือทิ้งในส่วนของผลผลิตจากข้าว ผลผลิตข้าวเหนียวนาปีในจังหวัดแพร่ทั้งหมดมาจากเกษตรกรผลิตภายในจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 88 และเป็นการนำเข้าผลผลิตจากต่างจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 12 โดยเกษตรกรในจังหวัดแพร่จะจำหน่ายข้าวเปลือกเกี่ยวสดให้กับท่าข้าวโรงสีในจังหวัด โดยชีวมวลเหลือทิ้งที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะได้จากพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากการรับซื้อผลผลิตจากพ่อค้าคนกลางในพื้นที่จะทำการรับซื้อโดยตรงหลังการเก็บเกี่ยวเสร็จ (กรมการข้าวจังหวัดแพร่, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดแพร่จะได้เท่ากับ 70,374.62 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 8,128 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอเมืองแพร่มีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าว มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 62,910.31ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 17,692.90 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 2,043 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 47 และตารางที่ 18



ภาพที่ 47 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดแพร่*

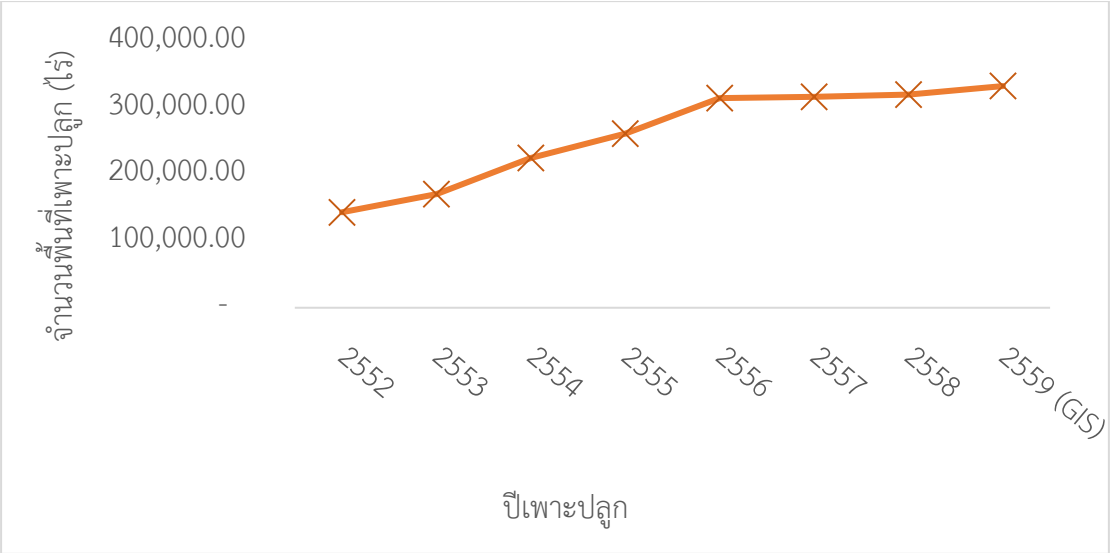
ตารางที่ 18 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแพร่*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เด่นชัย	17,324.18	2,436,126	4,872.25	562,745.15
อ.เมืองแพร่	62,910.31	8,846,448	17,692.90	2,043,529.44
อ.ร้องกวาง	21,639.40	3,042,932	6,085.86	702,917.39
อ.ลอง	20,367.51	2,864,079	5,728.16	661,602.31
อ.วังชิ้น	15,065.28	2,118,480	4,236.96	489,368.80
อ.สอง	36,455.59	5,126,385	10,252.77	1,184,194.95
อ.สูงเม่น	50,007.17	7,032,008	14,064.02	1,624,393.90
อ.หนองม่วงไข่	26,460.34	3,720,853	7,441.71	859,517.05

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
รวม	**250,229.77**	**35,187,310**	**70,374.62**	**8,128,268.67**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดแพร่

การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดแพร่มีอัตราการเพิ่มของการเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้นในช่วงปีเพาะปลูก 2556 จนถึงต้นปีเพาะปลูก 2559 การเพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดแพร่นั้นส่วนมากจะเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ปลูกข้าวไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพด โดยราคารับซื้อผลลิตข้าวโพดในมีราคาดีทำให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนดี ดังนั้นส่งผลให้ผลผลิตในภาพรวมในจังหวัดเพิ่มขึ้น และใน สำหรับผลผลิตต่อไร่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 592 kg เป็น 625 kg เนื่องจากสภาพอากาศเอื้ออำนวย และปริมาณฝนและน้ำมีเพียงพอต่อการเพาะปลูก โดยการเพาะปลูกข้าวโพดของจังหวัดแพร่จะแบ่งออกเป็น 2 รุ่น โดยรุ่น 1 จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนมีนาคม – ตุลาคม และรุ่น 2 จะเริ่มปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ของปี (กรมส่งเสริมการเกษตร ทบก, 2558) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดแพร่ ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า จังหวัดแพร่มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 333,940.85 ไร่ แสดงดังภาพที่ 48

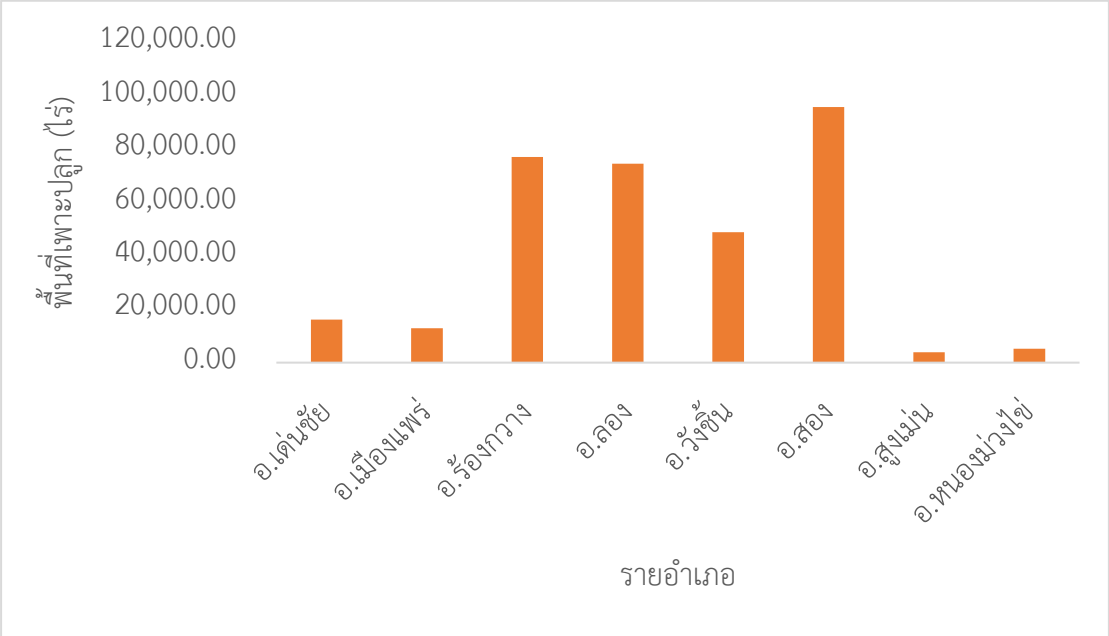


ภาพที่ 48 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปี ในจังหวัดแพร่*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดแพร่

ผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดจะถูกรวบรวมโดยพ่อค้าผู้รวบรวมและเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งผลผลิตสุดท้ายส่วนใหญ่จะเข้าสู่โรงงานผลิตอาหารสัตว์ในพื้นที่จังหวัดอื่น เนื่องจากจังหวัดแพร่ไม่มีโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ผลผลิตในจังหวัดทั้งหมดจะถูกรวบรวมและทำการสีในพื้นที่จึงทำเกิดปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่เพาะปลูก หลังจากนั้นจึงจะทำการขายไปยังจังหวัดอื่น โดยเฉพาะจังหวัดที่มีโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ส่วนอีกร้อยละ 1 ของผลผลิตในจังหวัด จะขายให้กับฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์ภายในจังหวัด โดยผลผลิตข้าวโพดในจังหวัดแพร่จะเริ่มทยอยเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนมิถุนายนของทุกปี และผลผลิตจะออกสู่ตลาดมากในช่วงเดือนกันยายน- ธันวาคม และเมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะทิ้งซังข้าวโพดที่ทำการสีแล้วในพื้นที่ ทำให้ไม่มีการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์และอนุรักษ์พลังงาน, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดแพร่ได้เท่ากับ 71,483.24 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 12,652 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอสองมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 95,625.65 ไร่

มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 20,469.63 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 1,995 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 49 และตารางที่ 19



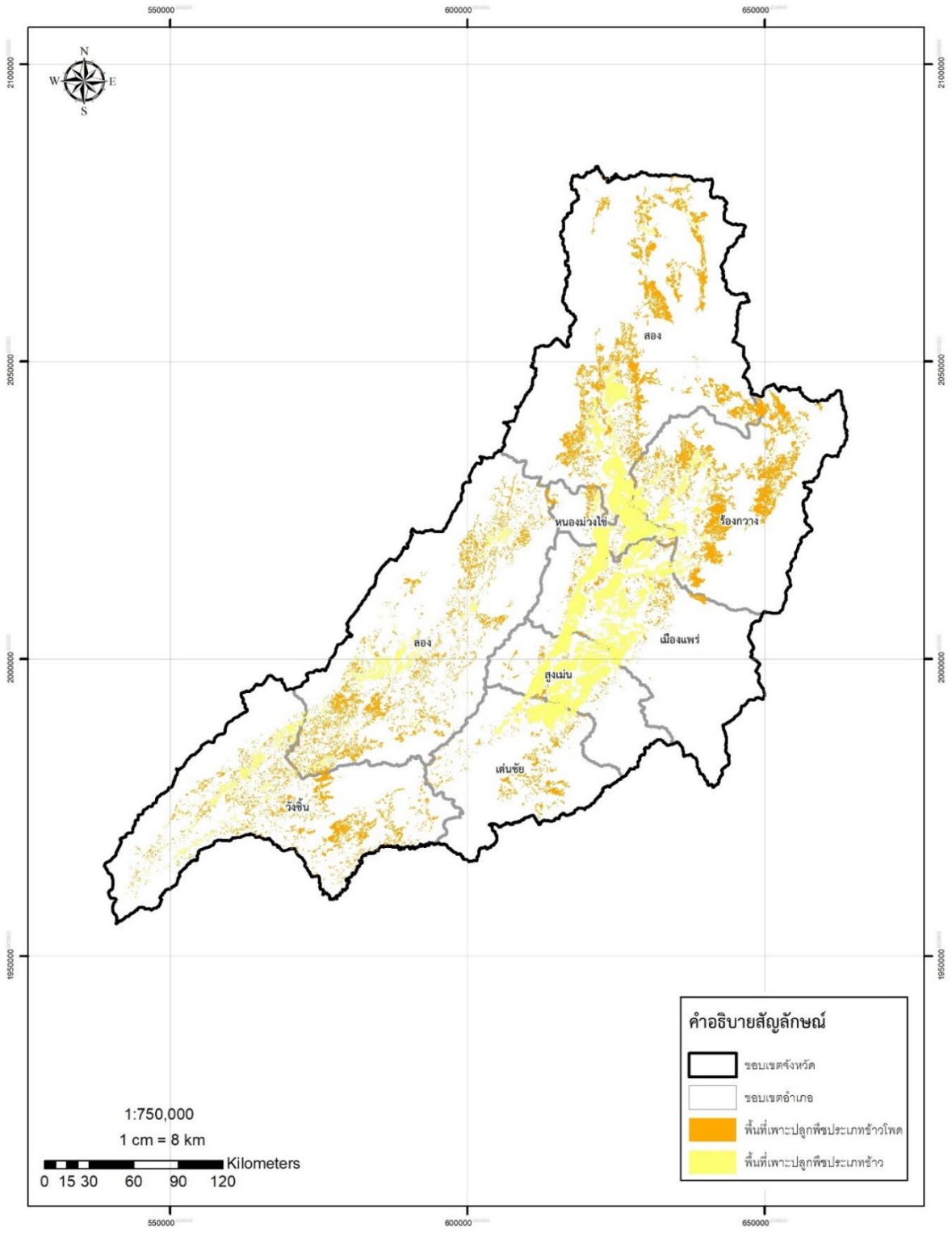
ภาพที่ 49 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดแพร่*

ตารางที่ 19 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และค่าพลังงานรายอำเภอ จังหวัดแพร่*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เด่นชัย	16,149.26	1,728,455	3,456.91	611,873.18
อ.เมืองแพร่	12,833.36	1,373,555	2,747.11	486,238.30
อ.ร้องกวาง	76,947.09	8,235,647	16,471.29	2,915,419.05
อ.ลอง	74,450.86	7,968,476	15,936.95	2,820,840.34
อ.วังชิ้น	48,786.73	5,221,644	10,443.29	1,848,461.87

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.สอง	95,625.65	10,234,813	20,469.63	3,623,123.92
อ.สูงเม่น	3,894.23	416,799	833.60	147,547.00
อ.หนองม่วงไข่	5,253.03	562,232	1,124.46	199,030.06
รวม	**333,940.21**	**35,741,621**	**71,483.24**	**12,652,533.72**

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY



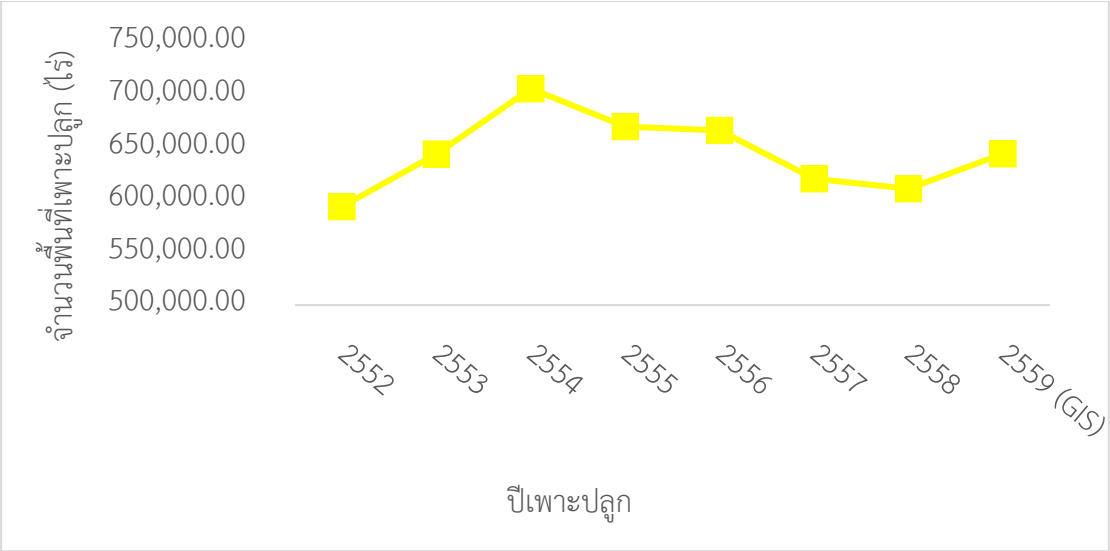
ภาพที่ 50 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดแพร่*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดพะเยา

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพะเยา เป็นที่ราบสลับภูเขา มีระดับความสูงตั้งแต่ 300-1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเล มีเทือกเขาอยู่ทางทิศตะวันตก ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออกเฉียงใต้และตอนกลางของพื้นที่จังหวัด มีเนื้อที่ประมาณ 6,335 km² หรือ 3,959,412 ไร่ มีพื้นที่ขนาดใหญ่ จังหวัดพะเยาประกอบไปด้วย 9 อำเภอ 68 ตำบล ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปล้อมรอบไปด้วยเทือกเขา ทั้งด้านตะวันออก ด้านตะวันตก ด้านใต้ และตอนกลางของจังหวัดเทือกเขาเหล่านี้จะทอดตัวเป็นแนวยาวจากเหนือลงใต้ มีที่ราบเหมาะแก่การเพาะปลูกอยู่สองข้างเทือกเขาและระหว่างลำน้ำ มีเนื้อที่ภูเขาสูงและสูงมากที่สุด ประมาณร้อยละ 47 ของพื้นที่จังหวัด มีพื้นที่เนินเขาผสมที่ราบประมาณร้อยละ 35 และมีที่ราบลุ่มน้อยที่สุด ประมาณร้อยละ 18 (สำนักงานสถิติจังหวัดพะเยา, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดพะเยา

จังหวัดพะเยามีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวเหนียวนาปี มีแนวโน้มลดลงในปี 2555 เหลือ ร้อยละ 22.74 และ 24.33 ต่อปี (รายงานผลการสำรวจข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, 2559) จะเห็นได้ว่าการที่ผลผลิตลดลงเกิดขึ้นมาจากการลดลงของเนื้อที่เพาะปลูกในจังหวัดและผลผลิตต่อไร่ที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง (มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม, 2559) โดยพื้นที่ปลูกข้าวเหนียวที่ลดลงเนื่องจากเกษตรกรบางส่วนปรับเปลี่ยนจากการปลูกข้าวเหนียวไปปลูกข้าวเจ้ามากขึ้นโดยเฉพาะข้าวหอมมะลิ จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปีการผลิต 2555 จังหวัดพะเยามีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลินาปี จำนวน 186,554 ไร่ ในขณะที่พื้นที่ปลูกข้าวเหนียวนาปี จำนวน 471,742 ไร่ แต่ในปีการผลิต 2559 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลินาปี เพิ่มขึ้นเป็น 376,065 ไร่ ในขณะที่เนื้อที่เพาะปลูกข้าวเหนียวนาปีลดลงเหลือ 198,741 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) และในส่วนของผลผลิตต่อไร่ที่ลดลงต่อเนื่อง อันเนื่องจากสถานการณ์ภัยแล้ง โดยในปี 2559 ทั้งเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ เพิ่มขึ้น เนื่องจาก สถานการณ์ภัยแล้งได้คลี่คลายตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2559 ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น และฝนตกกระจายในพื้นที่จังหวัดมากขึ้น ทำให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้มากขึ้น ส่งผลทำให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน (สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร, 2558) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดพะเยา ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งหมด 643,971.11 ไร่ แสดงดังภาพที่ 51

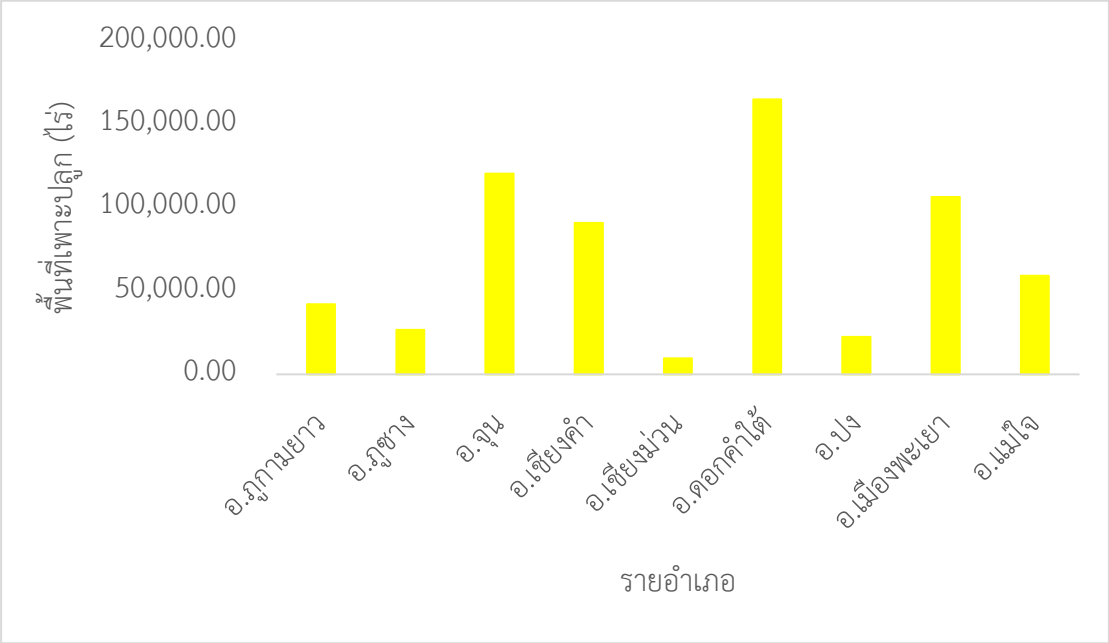


ภาพที่ 51 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปีจังหวัดพะเยา*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดพะเยา

ผลผลิตข้าวเหนียวนาปีในจังหวัดพะเยาหลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว เกษตรกรจะทิ้งส่วนที่เป็นวัสดุชีวมวลเหลือใช้ของข้าว อาทิ ฟางข้าว ไว้ในพื้นที่ทำการเกษตร เพื่อนำเป็นอาหารสัตว์ โดยเกษตรกรจะเก็บผลผลิตส่วนหนึ่งประมาณร้อยละ 40 ส่วนผลผลิตอีกร้อยละ 60 นั้น เกษตรกรจะจำหน่ายข้าวเปลือกให้กับพ่อค้ารวบรวม/ท่าข้าว สถาบันเกษตรกร (สหกรณ์) และโรงสีเอกชน พ่อค้ารวบรวม/ท่าข้าว หลังจากที่โรงสีรับซื้อข้าวเปลือกและลดความชื้นแล้วโรงสีจะขายต้นข้าวส่วนหนึ่งให้กับผู้ส่งออกโดยผ่านนายหน้า ส่วนปลายข้าวส่วนที่เหลือจะจำหน่ายให้กับโรงงานอาหารสัตว์ ในส่วนของผลผลิตพลอยได้ที่เป็นชีวมวลเหลือทิ้ง โรงสีจะขายรำข้าวให้กับโรงงานอาหารสัตว์ ส่วนแกลบที่ได้จะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในการสีข้าวทั้งหมด (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดพะเยาจะได้เท่ากับ 181,104.51 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 20,917 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอดอกคำใต้มีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุด โดยมีพื้นที่การ

เพาะปลูก 165,453.25 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 46,532.07 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 5,374 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 52 และตารางที่ 20



ภาพที่ 52 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดพะเยา*

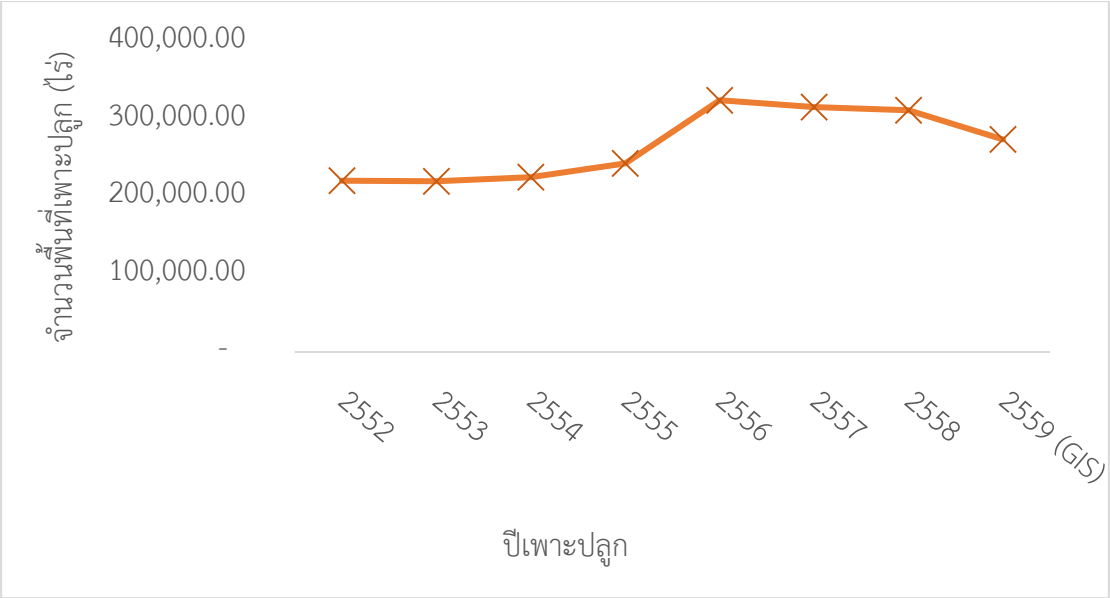
ตารางที่ 20 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และค่าพลังงานรายอำเภอจังหวัดพะเยา*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ภูกามยาว	42,083.00	5,917,711	11,835.42	1,366,991.35
อ.ภูซาง	26,766.40	3,763,891	7,527.78	869,458.86
อ.จุน	120,749.56	16,979,803	33,959.61	3,922,334.52
อ.เชียงคำ	90,979.35	12,793,516	25,587.03	2,955,302.24
อ.เชียงม่วน	9,539.99	1,341,513	2,683.03	309,889.59

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ดอกคำใต้	165,453.25	23,266,036	46,532.07	5,374,454.32
อ.ปง	22,498.68	3,163,764	6,327.53	730,829.57
อ.เมืองพะเยา	106,634.10	14,994,887	29,989.77	3,463,818.93
อ.แม่ใจ	59,245.70	8,331,130	16,662.26	1,924,491.11
รวมทั้งจังหวัด	**643,950.03**	**90,552,253**	**181,104.51**	**20,917,570.49**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดพะเยา

การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดพะเยา ปีการเพาะปลูก 2556 จนถึงปีเพาะปลูก 2559 มีแนวโน้มของพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่ที่ลดลง ด้วยสาเหตุหลักของราคาผลผลิตข้าวโพดในจังหวัดมีราคาตกต่ำ เนื่องจากการรับซื้อและการประกันราคาของภาครัฐและภาคเอกชน และการไม่รับซื้อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากพื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ จึงทำให้เกษตรกรบางรายปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า เช่น มันสำปะหลัง ยางพารา เป็นต้น พื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดพะเยามีทั้งพื้นที่ราบและที่ลาดชัน โดยเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดบนพื้นที่ลาดชันในจังหวัด มักจะปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง โดยจะเริ่มเตรียมพื้นที่ตั้งแต่เดือนมีนาคม - เมษายน และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว เกษตรกรจะหักฝักและเก็บข้าวโพดเอาไว้ให้แห้งสนิท แต่ในรายที่ไม่มีที่เก็บ จะทิ้งข้าวโพดให้แห้งสนิทคาต้น สำหรับเกษตรกรในจังหวัดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ราบใกล้แหล่งน้ำจะนิยมขายสด ซึ่งใช้ระยะเวลาการปลูกสั้นกว่าข้าวโพดที่ปลูกในพื้นที่ลาดชัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดพะเยา ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า จังหวัดพะเยามีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 274,543.30 ไร่ แสดงดังภาพที่ 53

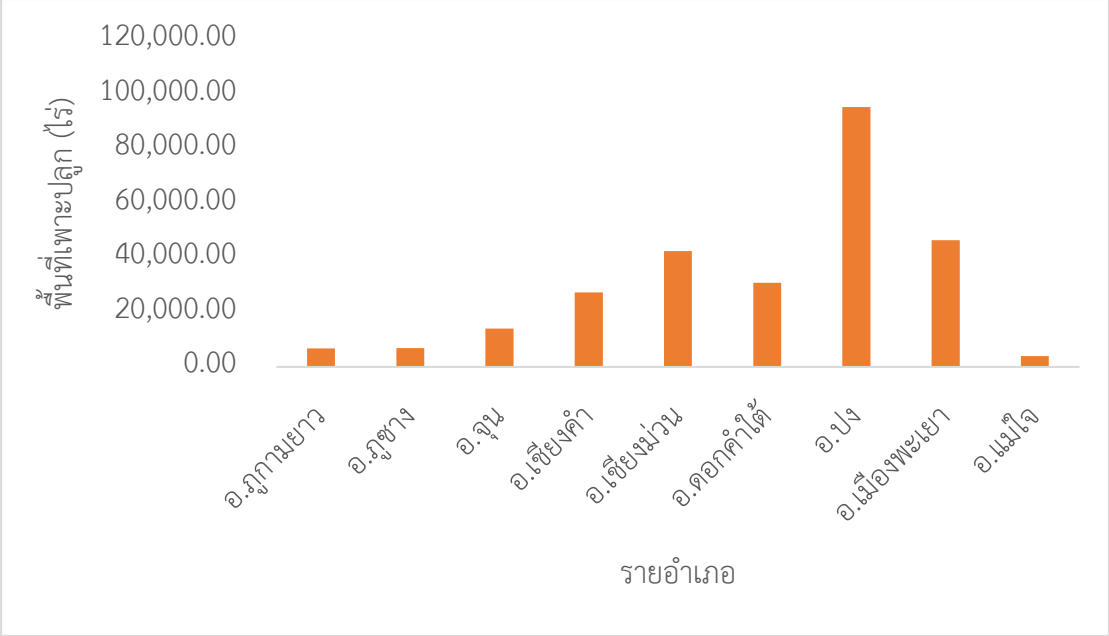


ภาพที่ 53 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีจังหวัดพะเยา*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดพะเยา

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรผลิตได้จะจำหน่ายให้กับพ่อค้าในท้องที่ พ่อค้าท้องถิ่น และพ่อค้าต่างจังหวัด เกษตรกรส่วนใหญ่จะขายข้าวโพดโดยตรงกับพ่อค้าคนกลางในพื้นที่ ซึ่งจังหวัดพะเยามีผู้เกี่ยวข้องได้แก่ พ่อค้ารวบรวม สถาบันเกษตร ไซโล และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จังหวัดพะเยามีปริมาณการผลิตเท่ากับความต้องการใช้หรือผลผลิตมีความสมดุล เนื่องจากการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดมีปริมาณน้อยมาก จึงทำให้ผลผลิตและชีวมวลเหลือใช้ส่วนใหญ่เป็นการส่งออกยังต่างจังหวัดเกือบทั้งหมด (สำนักงานสถิติจังหวัดพะเยา, 2559) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดพะเยาได้เท่ากับ 58,768.74 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 10,402 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอปงมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 95,440.57 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ

20,430.01 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 3,616 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 54 และตารางที่ 21



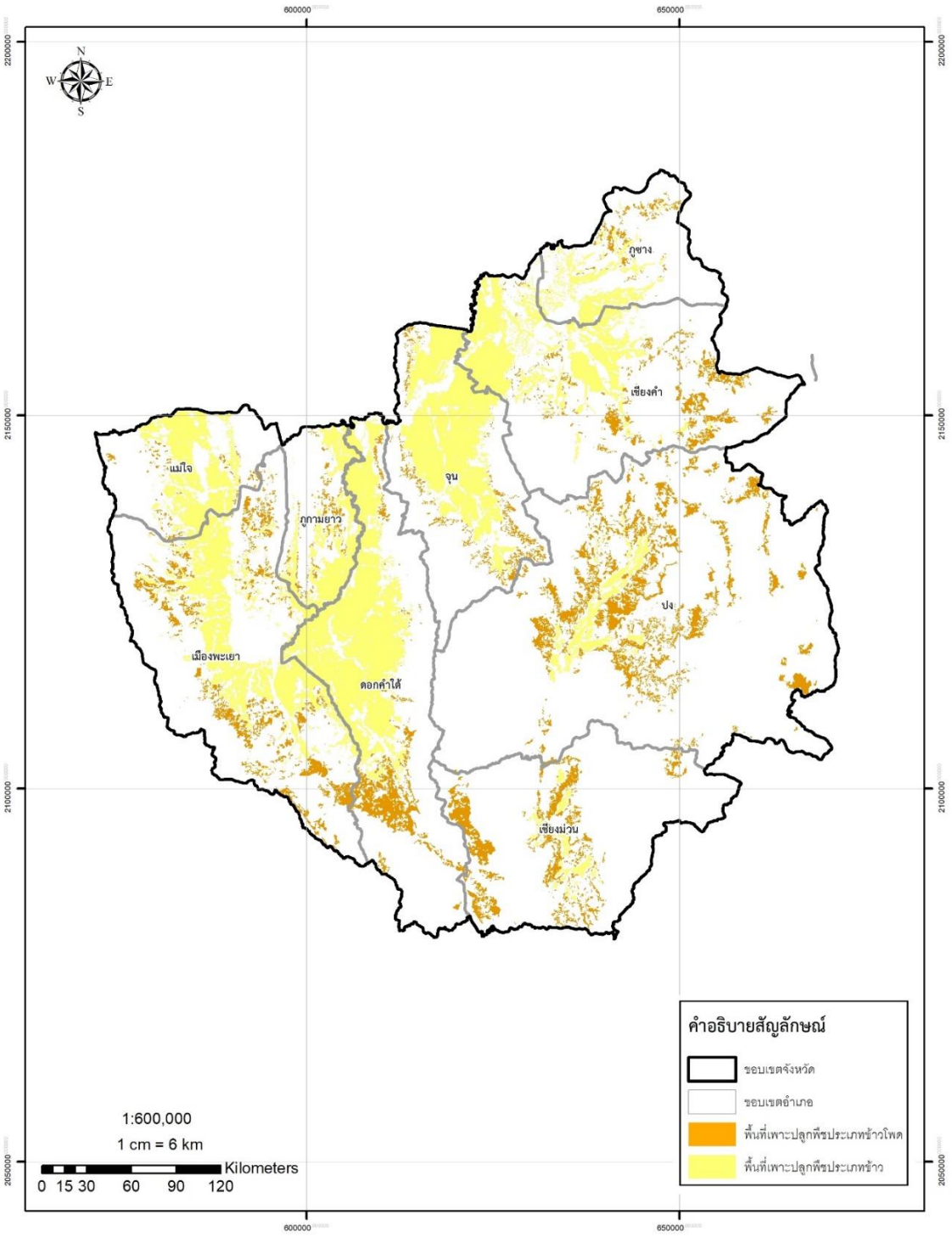
ภาพที่ 54 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดพะเยา*

ตารางที่ 21 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดพะเยา*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ภูกามยาว	6,833.94	731,437	1,462.87	258,928.56
อ.ภูซาง	6,926.18	741,309	1,482.62	262,423.40
อ.จุน	14,038.12	1,502,500	3,005.00	531,884.99
อ.เชียงคำ	27,339.69	2,926,167	5,852.33	1,035,863.13
อ.เชียงม่วน	42,530.87	4,552,079	9,104.16	1,611,435.97
อ.ดอกคำใต้	30,887.51	3,305,890	6,611.78	1,170,285.13

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ปง	95,440.57	10,215,004	20,430.01	3,616,111.49
อ.เมืองพะเยา	46,556.48	4,982,940	9,965.88	1,763,960.78
อ.แม๋ใจ	3,989.93	427,042	854.08	151,172.94
รวม	**274,543.29**	**29,384,368**	**58,768.74**	**10,402,066.39**

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY



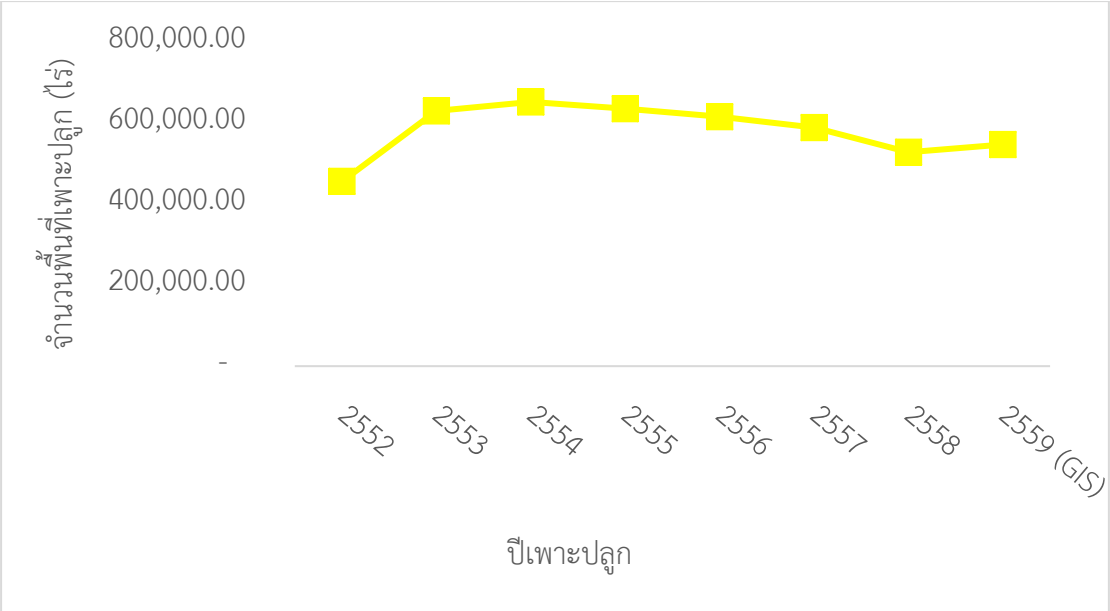
ภาพที่ 55 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดพะเยา*

ศักยภาพชีวมวลในจังหวัดอุตรดิตถ์

อุตรดิตถ์เป็นจังหวัดหนึ่งทางภาคเหนือตอนล่างมีเนื้อที่กว้างประมาณ 7,838.592 km²หรือประมาณ 4,899,120 ไร่ แบ่งเป็น 9 อำเภอ 67 ตำบล โดยสภาพภูมิประเทศของจังหวัดอุตรดิตถ์แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือที่ราบลุ่มแม่น้ำน่าน บริเวณสองฝั่งของแม่น้ำน่าน และลำน้ำสาขาที่ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่าน สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างราบเรียบ อยู่ในเขตอำเภอตรอน พิชัย และบางส่วนของอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ อำเภอลับแล และอำเภอทองแสนขันที่ราบระหว่างหุบเขาและบริเวณลูกคลื่นลอนลาด บริเวณที่อยู่ต่อเนื่องจากบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำทางด้านเหนือและด้านตะวันออกของจังหวัดประกอบด้วยที่ราบแคบๆ ระหว่างหุบเขาตามแนวคลองตรอน แม่น้ำปาด คลองแม่พร่อง ห้วยน้ำไคร้ และลำธารสายต่างๆ สลับกับภูมิประเทศเป็นเขาในเขตอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ลับแล น้ำปาด ฟากท่า และบ้านโคก เขตภูเขาและที่สูง มีพื้นที่ประมาณครึ่งหนึ่งของจังหวัดอยู่ในบริเวณทางด้านเหนือ และทางตะวันออกของจังหวัด โดยเฉพาะเขตอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ (สำนักงานสถิติจังหวัดอุตรดิตถ์, 2558)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

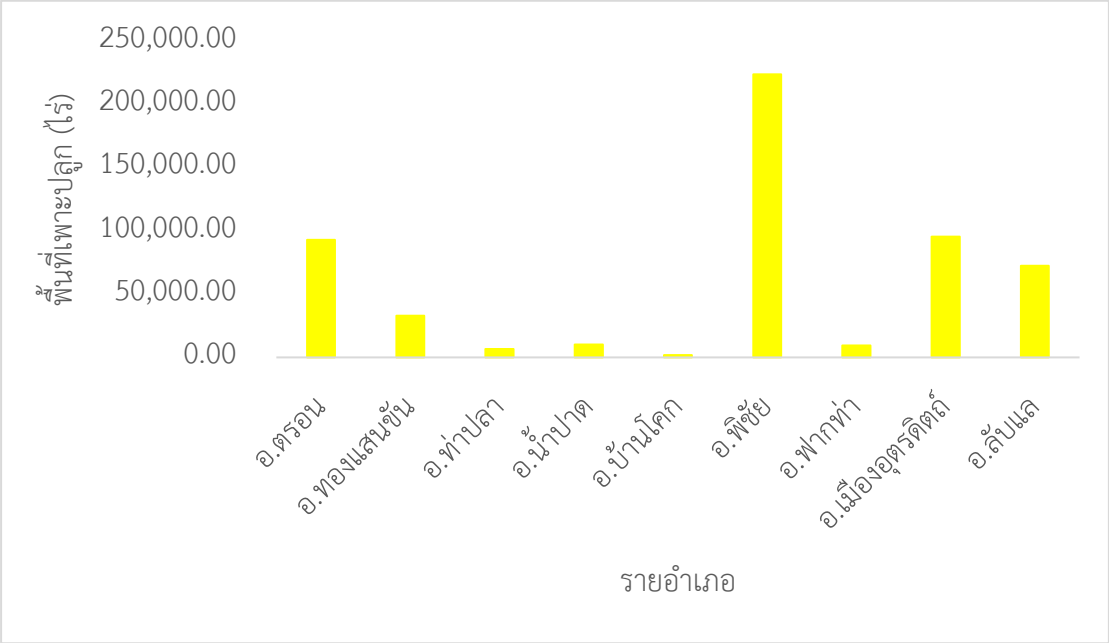
จังหวัดอุตรดิตถ์มีช่วงระยะเวลาการปลูกข้าวเจ้านาปี ประมาณเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม และช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตระหว่างเดือนตุลาคม - มกราคม โดยในปีเพาะปลูก 2555 ถึงปีเพาะปลูก 2558 พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีลดลงเฉลี่ยร้อยละ 5.34 ผลผลิตลดลงเฉลี่ยร้อยละ 8.87 ต่อปี เนื่องจากประสบปัญหาสภาพภูมิอากาศ ที่ไม่เอื้ออำนวย ทั้งภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง และขาดการดูแลเนื่องจากราคาผลผลิตตกต่ำ โดยในปีเพาะปลูก 2559 เนื้อที่เก็บเกี่ยวของข้าวและผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มีปริมาณเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากรัฐบาลมีแนวโน้มที่จะเข้ามาดูแลและให้ความสำคัญในเรื่องข้าว จึงทำให้เกษตรกรในจังหวัดอุตรดิตถ์หันมาปลูกข้าวเพิ่มขึ้น (กรมการข้าว, 2559) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ผลวิเคราะห์พบว่า มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีรวมทั้งหมด 547,307.95 ไร่ แสดงดังภาพที่ 56



ภาพที่ 56 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายปี ในจังหวัดอุตรดิตถ์*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์

ผลผลิตข้าวนาปีในจังหวัดอุตรดิตถ์ หลังจากที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วเกษตรกรจะนำผลผลิตข้าวเปลือกส่งขายโรงสีและขายให้พ่อค้ารวบรวมในท้องถิ่น ซึ่งพ่อค้าเข้ามารับซื้อถึงในพื้นที่ เกษตรกรจะจ้างรถเกี่ยวข้าวไปเกี่ยวถึงในพื้นที่ปลูก ทำให้ชีวมวลเหลือทิ้งที่ได้ในพื้นที่ทั้ง ฟางข้าว รำและแกลบหลงเหลือในพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตส่วนมากจะเก็บไว้บริโภคและส่วนนึงเก็บไว้ทำพันธุ์ข้าว (รายงานสถานการณ์พลังงานจังหวัดอุตรดิตถ์, 2557) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวทั้งหมดในจังหวัดอุตรดิตถ์จะได้เท่ากับ 153,924.89 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 17,778 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าว พบว่าอำเภอพิชัยมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 224,381.44ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ 63,105.04 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 7,288 $x10^3$ m^3 แสดงดังภาพที่ 57 และตารางที่ 22



ภาพที่ 57 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวรายอำเภอในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์*

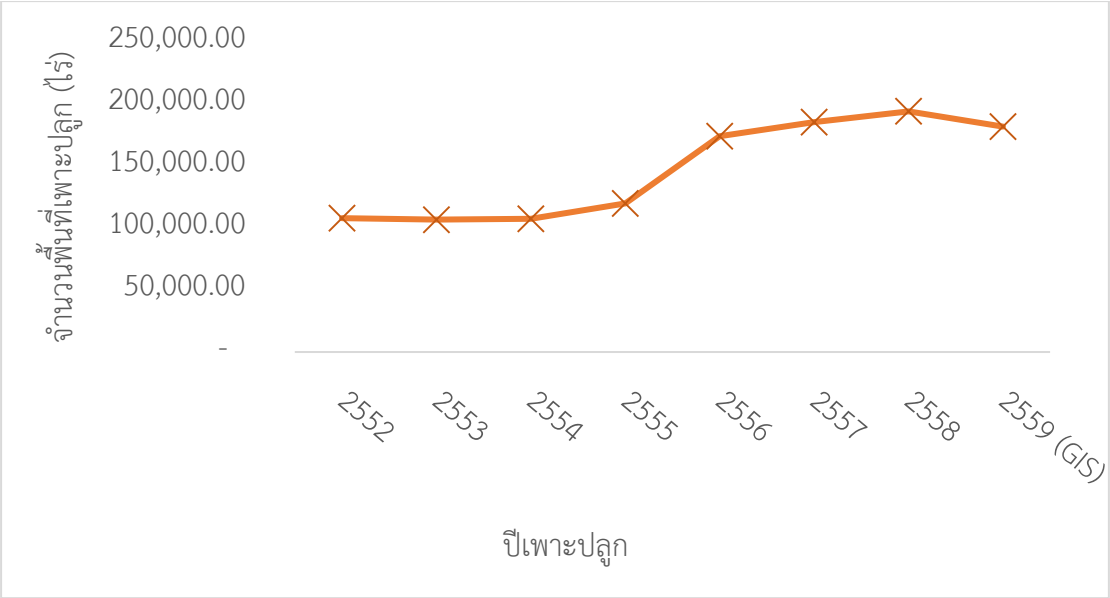
ตารางที่ 22 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดอุตรดิตถ์*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ตรอน	93,273.88	13,116,173	26,232.35	3,029,835.96
อ.ทองแสนขัน	33,122.60	4,657,700	9,315.40	1,075,928.70
อ.ท่าปลา	6,726.56	945,889	1,891.78	218,500.33
อ.น้ำปาด	10,280.83	1,445,690	2,891.38	333,954.46
อ.บ้านโคก	1,826.80	256,885	513.77	59,340.35
อ.พิชัย	224,381.44	31,552,518	63,105.04	7,288,631.68
อ.ฟากท่า	9,408.54	1,323,029	2,646.06	305,619.67

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.เมืองอุตรดิตถ์	95,759.09	13,465,643	26,931.29	3,110,563.59
อ.ลับแล	72,528.22	10,198,918	20,397.84	2,355,950.13
รวม	**547,307.95**	**76,962,444**	**153,924.89**	**17,778,324.55**

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัดอุตรดิตถ์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดอุตรดิตถ์ ในปี 2559 จังหวัดอุตรดิตถ์มีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 14,923 ครัวเรือน พื้นที่ปลูก 174,833 ไร่ แนวโน้มของเนื้อที่การเพาะปลูกข้าวโพดในจังหวัด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงปี 2556 -2558 เนื่องจากมีการปลูกข้าวโพดแทนการปลูกมันสำปะหลัง และมีแนวโน้มของการเพาะปลูกข้าวโพดจะลดลงในช่วงปลายปี 2558 จนถึงปี 2559 เนื่องจากเกษตรกรในจังหวัดหันไปปลูกพืชอื่นที่มีผลตอบแทนดีกว่าทดแทน (การวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดอุตรดิตถ์, 2559) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ Operational Land Imagery (OLI) ปี 2559 โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ผลวิเคราะห์พบว่า พบว่า จังหวัดอุตรดิตถ์มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด 181,890.53 ไร่ แสดงดังภาพที่ 58

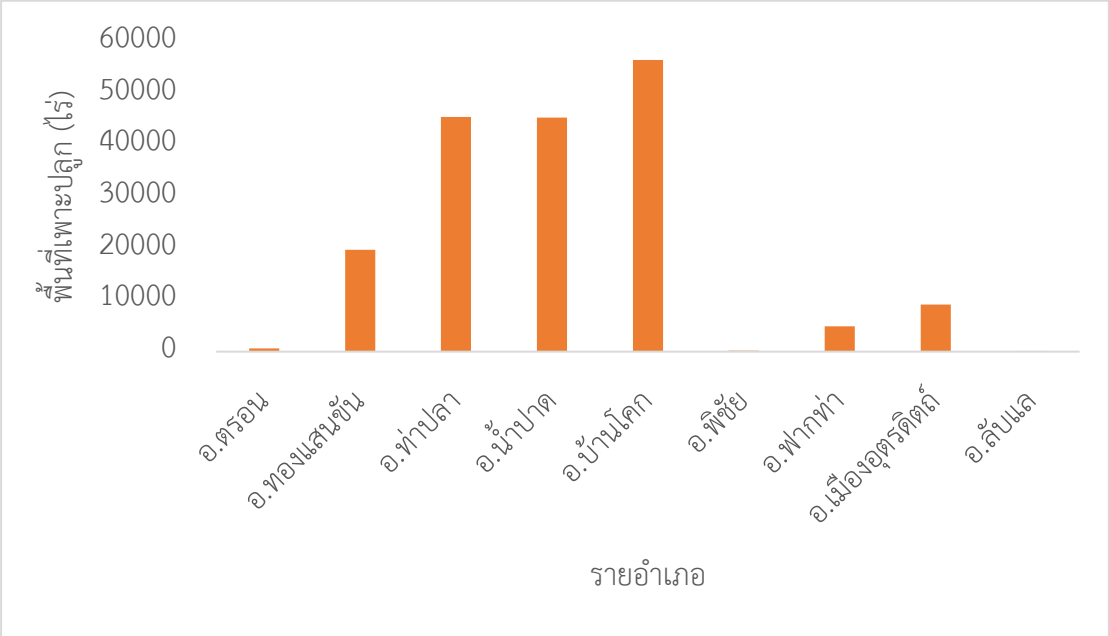


ภาพที่ 58 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายปีจังหวัดอุตรดิตถ์*

ศักยภาพชีวมวลจากพืชประเภทข้าวโพดในจังหวัดอุตรดิตถ์

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดอุตรดิตถ์ทั้งหมดมาจากเกษตรกรจังหวัด จำนวนร้อยละ 85 นำเข้ามาจากจังหวัดใกล้เคียงร้อยละ 5 ได้แก่ จังหวัดน่าน แพร่ และสุโขทัย เป็นต้น ส่วนอีกร้อยละ 10 นำเข้าจากสปป.ลาว ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดอุตรดิตถ์มีความสมดุลกับปริมาณผลผลิตในจังหวัด ชีวมวลเหลือทิ้งจะเป็นในส่วนของผลผลิตที่เปนผลพลอยได้จากโรงสีอาทิ ซังข้าวโพด โดยส่วนมากจะส่งผลผลิตโดยพ่อค้ารวบรวมผลผลิตในพื้นที่และนำส่งเข้าโรงสีข้าวโพดที่อยู่ภายในจังหวัด ซึ่งการขายผลผลิตส่วนใหญ่จะขายให้กับพ่อค้าท้องถิ่นที่อยู่ในแหล่งผลิตนั้นๆ (การวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดอุตรดิตถ์, 2559) ทั้งนี้การประเมินปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากงานวิจัยที่เกี่ยวของอันประกอบด้วยปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นต่อไร่ และปริมาณก๊าซชีวภาพต่อผลผลิต มาใช้ในการพิจารณาปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเมินสัดส่วนปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากผลผลิตข้าวโพดทั้งหมดในจังหวัดอุตรดิตถ์ได้เท่ากับ 58,768.74 ton/year ซึ่งมีศักยภาพในการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพได้ถึง 10,402 $x10^3$ m^3 โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกที่ซึ่งได้มาของชีวมวลในส่วนของผลผลิตจากข้าวโพด พบว่าอำเภอปงมีการกระจุกตัวของพื้นที่ปลูกข้าวโพด มากที่สุด โดยมีพื้นที่การเพาะปลูก 95,440.57 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นเท่ากับ

20,430.01 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 3,616 x10^3 m^3 แสดงดังภาพที่ 59 และตารางที่ 23

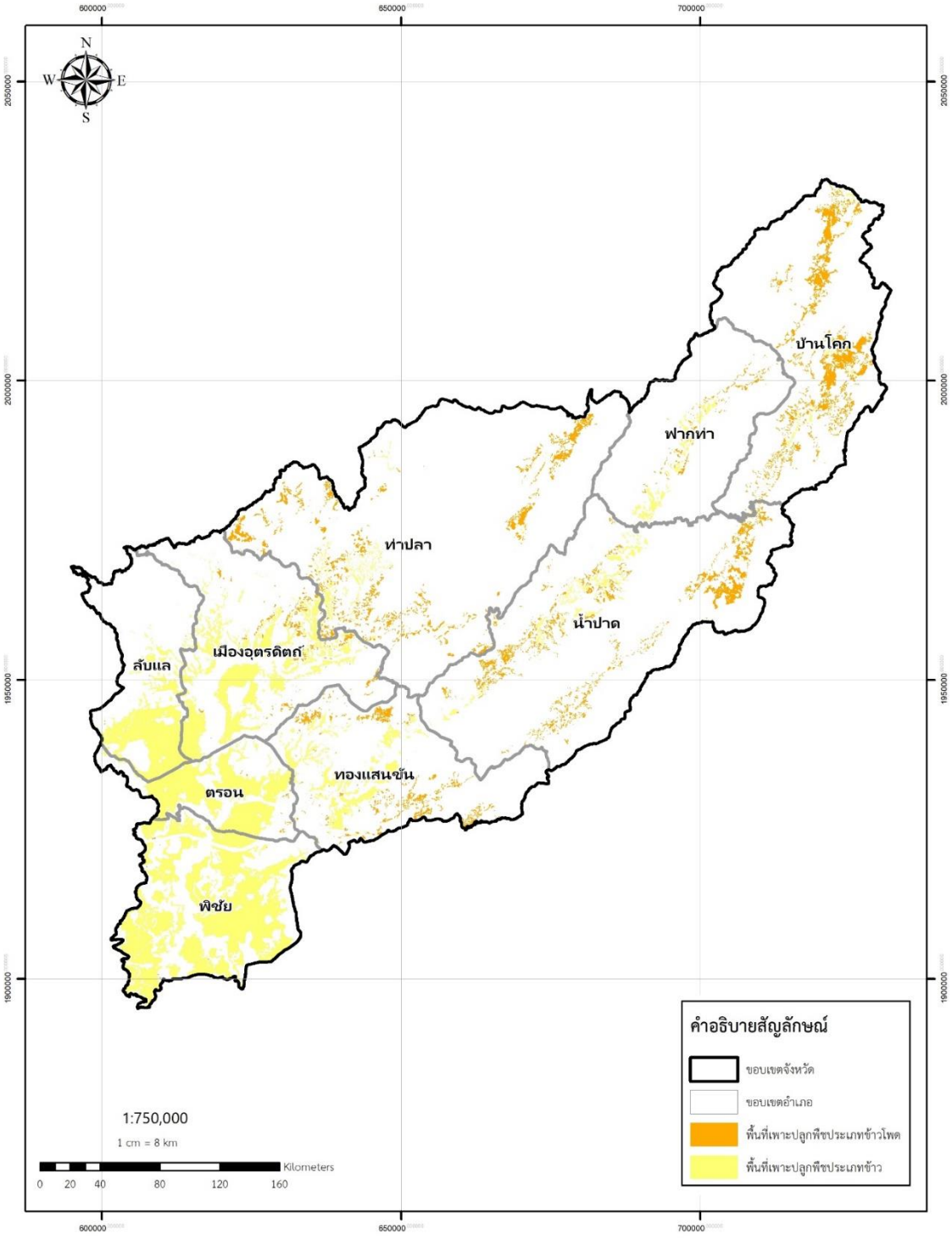


ภาพที่ 59 *พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรายอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์*

ตารางที่ 23 *แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด และศักยภาพพลังงานรายอำเภอ จังหวัดอุตรดิตถ์*

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.ตรอน	638.73	68,363	136.73	24,200.60
อ.ทองแสนขัน	19,735.87	2,112,330	4,224.66	747,764.88
อ.ท่าปลา	45,471.79	4,866,846	9,733.69	1,722,863.37
อ.น้ำปาด	45,293.03	4,847,713	9,695.43	1,716,090.40
อ.บ้านโคก	56,463.84	6,043,325	12,086.65	2,139,336.98

อำเภอ	พื้นที่เพาะปลูก (Rai)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (kg)	ปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ton/year)	ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (m^3)
อ.พิชัย	214.52	22,960	45.92	8,127.87
อ.ฟากท่า	4,873.10	521,568	1,043.14	184,635.03
อ.เมืองอุตรดิตถ์	9,096.88	973,639	1,947.28	344,668.23
อ.ลับแล	102.78	11,001	22.00	3,894.19
รวม	**181,890.53**	**19,467,743**	**38,935.49**	**6,891,581.17**



ภาพที่ 60 *แผนที่แสดงพื้นที่เพาะปลูกข้าวและข้าวโพดในจังหวัดอุตรดิตถ์*

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจะใช้ปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ 3 ปัจจัย ได้แก่ 1.ปัจจัยด้านระยะห่างจากถนนสายหลัก 2.ปัจจัยด้านระยะห่างจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV 3.ศักยภาพพลังงานจากพืชพลังงานในพื้นที่ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์จะใช้ระเบียบกกพ. เรื่องประมวลหลักการปฏิบัติสำหรับการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า (CoP) ที่ต้องพิจารณาจาก 3 ด้าน ได้แก่ 1.ด้านสิ่งแวดล้อม ต้องมีระยะห่างจากชุมชนอย่างน้อย 100 m ไม่อยู่ในพื้นที่น้ำท่วม ไม่อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ 2.ด้านการวางแผนดำเนินงานและการขยายตัวในอนาคต ต้องมีระบบสนับสนุนพื้นฐาน (ใกล้ไฟฟ้า,ใกล้แหล่งน้ำ) การคมนาคมควรเป็นถนนสายหลักเพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่ชุมชนและสะดวกแก่การลำเลียงผลผลิตและไม่ก่อให้เกิดการร้องเรียนเกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม 3.ด้านกฎหมาย ต้องไม่อยู่ในเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B และพื้นที่อนุรักษ์และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญหว่างประเทศ โดยในการคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพเพียงพอต่อการผลิตไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับต้นทุนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (ธนกฤต, 2552) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาต้นทุนการขนส่ง ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากมูลโคนม และวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน ด้วยวิธีหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ โดยพิจารณาตำแหน่งในการก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะประกอบไปด้วย ตำแหน่งที่ตั้งของสหกรณ์โคนม และตำแหน่งที่มีจำนวนโคนมมากที่สุด และนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลวิเคราะห์พบว่า ตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาตร์ คือที่ตั้งใกล้กับพื้นที่ที่มีจำนวนโคนมมากที่สุดและอยู่ใกล้กับสหกรณ์โคนม สามารถให้ผลตอบตอบแทนการลงทุนสูงที่สุด (ณัฐวัลย์ ชัยโอภานนท์, 2559) ได้ทำการศึกษาไว้ว่า ที่ตั้งเหมาะสมสำหรับการสร้างโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดในภาคใต้ของประเทศ โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับขั้นเพื่อหาค่าน้ำหนักของปัจจัย รวมด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อให้ได้พื้นที่เหมาะสม ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในการสร้างโรงงาน คือปัจจัยด้านการตลาด รองลงมาคือด้านกายภาพ สิ่งสนับสนุนและด้านสิ่งแวดล้อม โดยการขนส่งและปริมาณของแหล่งวัตถุดิบจึงจำเป็นต้องค้นหาจุดที่มีการกระจุกตัวและมีการขนส่งที่ใกล้ที่สุดของแหล่งชีวมวลเหลือทิ้ง (ณัฐพล จันทร์แก้ว, 2558) ได้ทำการศึกษาไว้ว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลของจังหวัดกำแพงเพชร จะใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ร่วมกับการวิเคราะห์ถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย และวิเคราะห์เส้นทางและเครือข่ายการคมนาคมที่สั้นที่สุด ผลวิจัยพบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพในจังหวัดกำแพงเพชรจำเป็นที่จะต้องมีระยะการขนส่งผลผลิตชีวมวลที่ใกล้กับ

แหล่งรับซื้อให้มากที่สุดเพื่อลดต้นทุนในการขนส่งจากแหล่งผลิตสู่แหล่งรับซื้อ ดังนั้นการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสม จะคัดเลือกจากปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่กระจุกตัวที่อยู่ในบริเวณขอบเขตอำเภอ โดยจะต้องมีวัตถุดิบจากพืชพลังงานอย่างน้อย 41,250-46,200 ton/year (คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน, 2558) ในด้านระยะห่างของสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV จากการศึกษาพบว่าระยะห่างของสายส่งกับโรงไฟฟ้ามีต้นทุนการติดตั้งและค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระยะห่างของการเชื่อมต่อเข้าสู่การไฟฟ้า (บัญชา หิรัญสิงห์, 2558) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับจุดคุ้มทุนและความปลอดภัยในการสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแรงสูงในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จากการศึกษาพบว่าระยะทางของสายส่งและต้นทุนการบำรุงรักษาจะแปรผกผันกับต้นทุนการสร้างโรงไฟฟ้าย่อย และ คิดคำนวณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแรงสูง การบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัย ตลอดจนคำนวณหาจุดคุ้มทุนของการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าซึ่งพบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 13.53 ปี และรวมถึงในด้านการวิเคราะห์เส้นทางของสายส่งไฟฟ้าแรงสูงให้ห่างกับชุมชนยังสามารถลดผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อประชาชนในชุมชน อุปกรณ์ไฟฟ้า สิ่งมีชีวิตรอบข้างรวมถึงพืชพรรณที่อยู่ในบริเวณสายส่ง (กมลทิพยใหม วงศธำรง, 2553) และ (ประภาพรรณ เคลือบวัณณรัตน์, 2558) ได้ทำการศึกษาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง โดยการคำนวณระยะทางสายส่งไฟฟ้าแรงสูง และคำนวณระยะทางที่มีประชาชนอาศัยอยู่ใกล้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง ในการศึกษาพบว่าประชากรในพื้นที่ใกล้เคียงกับสายส่งไฟฟ้าแรงสูงมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคเนื้องอกในไตและมะเร็งเม็ดเลือดขาวเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อเข้าสู่การไฟฟ้าสายหลักและลดผลเสียของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จึงต้องค้นหาจุดที่ตั้งของโรงไฟฟ้าที่มีระยะใกล้กับสายส่งและห่างไกลจากแหล่งชุมชน แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่อีก 2 ปัจจัย ได้แก่ แนวกันชน (Buffer zone) ที่เป็นความห่างจากถนนสายหลักในระยะ 1 km และ แนวกันชนที่เป็นความห่างจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV ใน ระยะ 1 km โดยผลการวิเคราะห์จังหวัดที่มีปัจจัยด้านศักยภาพมีปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งที่เพียงพอและเป็นพื้นที่ที่เป็นไปตามเกณฑ์การจัดตั้งโรงไฟฟ้าตามมาตรฐานของ (CoP) มีจำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดพะเยา จังหวัดน่าน และ จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยแบ่งรายละเอียดการวิเคราะห์รายจังหวัดดังนี้

พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดเชียงราย

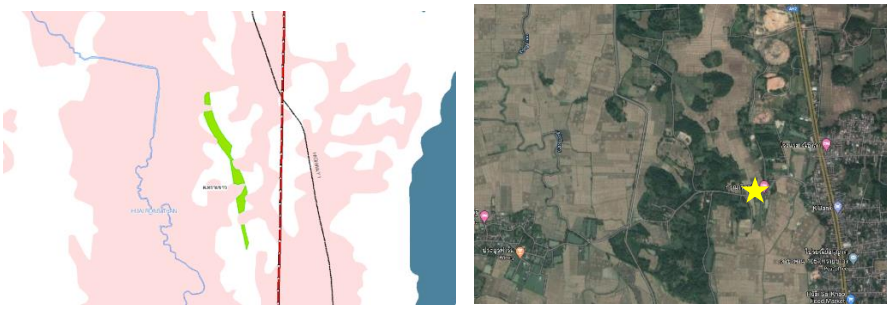
ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในจังหวัดเชียงรายพบว่า อำเภอพานมีการกระจุกตัวของพืชพลังงานประเภทข้าว ที่ซึ่งเป็นความต้องการขั้นต้นของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานโดยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว จำนวน 205,441.40 ไร่ และคิดเป็นปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว จำนวน 43,976.79 ton/year เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านศักยภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน พื้นที่อำเภอพานสามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานได้เท่ากับ 5,299,202.65 m^3/year หรือเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 7,418,883.71 kW และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านกำลังการผลิตติดตั้งโดยเงื่อนไขโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และ 330 วันต่อปี ที่ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 % โดยจะมีกำลังการผลิตเท่ากับ 0.94 MW หรือ สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1 MW ซึ่งการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านระยะห่างจากถนนสายหลักอำเภอพาน ประกอบไปด้วย ถนนสายหลักจำนวน 4 สายได้แก่ ถนนหลวงหมายเลข 1 ถนนหลวงหมายเลข 1126 ถนนหลวงหมายเลข 1190 และถนนหลวงหมายเลข 1181 โดยมีถนนสายหลักหมายเลข 1 เป็นทางหลวงหลักที่เชื่อมต่อระหว่างอำเภอพานไปยังภูมิภาคหลักของประเทศไทย ประกอบไปด้วย ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ทำให้สามารถเป็นศูนย์กลางการขนส่งระหว่างอำเภอ และจังหวัดใกล้เคียง ในส่วนของปัจจัยทางด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำ อำเภอพาน มีแหล่งน้ำสำคัญ ได้แก่ น้ำแม่ส้าน น้ำแม่ลาว น้ำร่องธาร และน้ำแม่เย็น พื้นที่ชุมชนที่เป็นพื้นที่ต้องหลีกเลี่ยง โดยอำเภอพาน ประกอบไปด้วย ตำบล จำนวน 15 ตำบล และมีกลุ่มบ้าน จำนวน 163 กลุ่มบ้าน กระจุกตัวอยู่บริเวณกลางอำเภอและบริเวณใกล้เคียงเส้นถนนสายหลัก ในการวิเคราะห์จำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่ห่างไกลบริเวณชุมชนและมีสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV ที่อยู่ในระยะใกล้พื้นที่ตั้ง ซึ่งจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าแรงสูง ในส่วนของการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในอำเภอพาน มีพื้นที่ในตำบลที่อยู่ในกฎข้อบังคับด้านกฎหมายและมีปัจจัยพื้นฐานเพียงพอทั้งด้าน การคมนาคมขนส่ง แหล่งน้ำ ระยะห่างจากชุมชนและสายส่ง จำนวน 4 ตำบล คือ 1.ตำบลธารทอง 2. ตำบลทรายขาว 3.ตำบลสันมะเค็ด 4.ตำบลเวียงห้าว

พื้นที่เหมาะสมบริเวณตำบลธารทอง พื้นที่บริเวณตำบลธารทองเป็นตำบลที่มีขอบเขตติดต่อกับอำเภอแม่ลาว โดยใช้ถนนหลวงสายหลักหมายเลข 1 พื้นที่เหมาะสมตำบลธารทองมีการเข้าถึงได้ง่ายและสามารถเป็นแหล่งรวบรวมผลผลิตของผลผลิตด้านการเกษตรได้ในบริเวณโดยรอบ โดยส่วนใหญ่พื้นที่ในตำบลเป็นพื้นที่ทำการเกษตรและห่างไกลกับแหล่งชุมชนประกอบกับตำบลธารทองมี

พื้นที่เป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B คือห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างอื่นตามกฎหมายเป็นส่วนน้อย มีแหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ทางทิศเหนือของพื้นที่เหมาะสมคือแม่น้ำแม่ลาว พื้นที่เหมาะสมมีระยะห่างจากแหล่งน้ำ 250 -500 เมตรโดยประมาณ ทั้งนี้มีพื้นที่เหมาะสมตามหลักเกณฑ์เท่ากับ 0.68 ไร่ แสดงดังภาพที่ 61

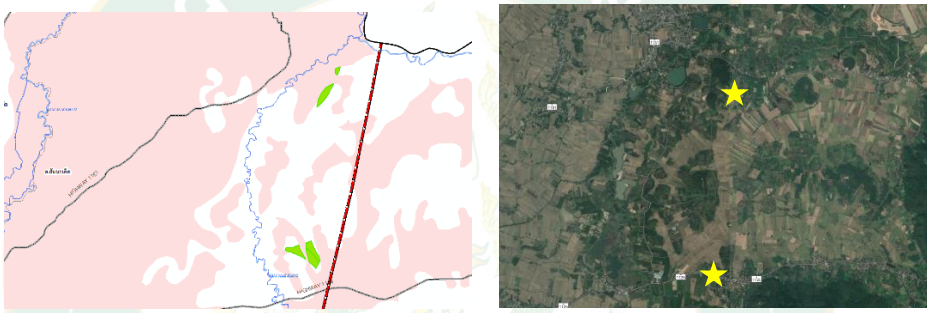
ภาพที่ 61 *แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลธารทอง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย*

พื้นที่เหมาะสมตำบลทรายขาว มีพื้นที่ติดต่ออยู่ทางใต้ของกับตำบลธารทอง โดยอำเภอทรายขาว มีจำนวนกลุ่มบ้าน 10 กลุ่มบ้าน มีทางหลวงสายหลักหมายเลย 1 ผ่านตัวตำบลไปยังตำบลธารทอง โดยมีพื้นที่แหล่งน้ำที่สำคัญอยู่ใกล้กับพื้นที่เหมาะสม คือ ห้วยร่องธาร ซึ่งตำบลทรายขาวส่วนมากอยู่บริเวณพื้นที่ดอนจึงทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมในระดับต่ำ ประกอบกับพื้นที่เหมาะสมในตำบลทรายขาวส่วนใหญ่ไม่อยู่พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ1A 1B ตามข้อบังคับ อีกทั้ง มีถนนสายหลักที่เข้าถึงในพื้นที่เหมาะสมและระยะห่างของสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV ในระยะไม่เกิน 1 km โดยมีพื้นที่เหมาะสมตามทั้งหมดตามหลักเกณฑ์เท่ากับ 83.22 ไร่ แสดงดังภาพที่ 62



ภาพที่ 62 *แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย*

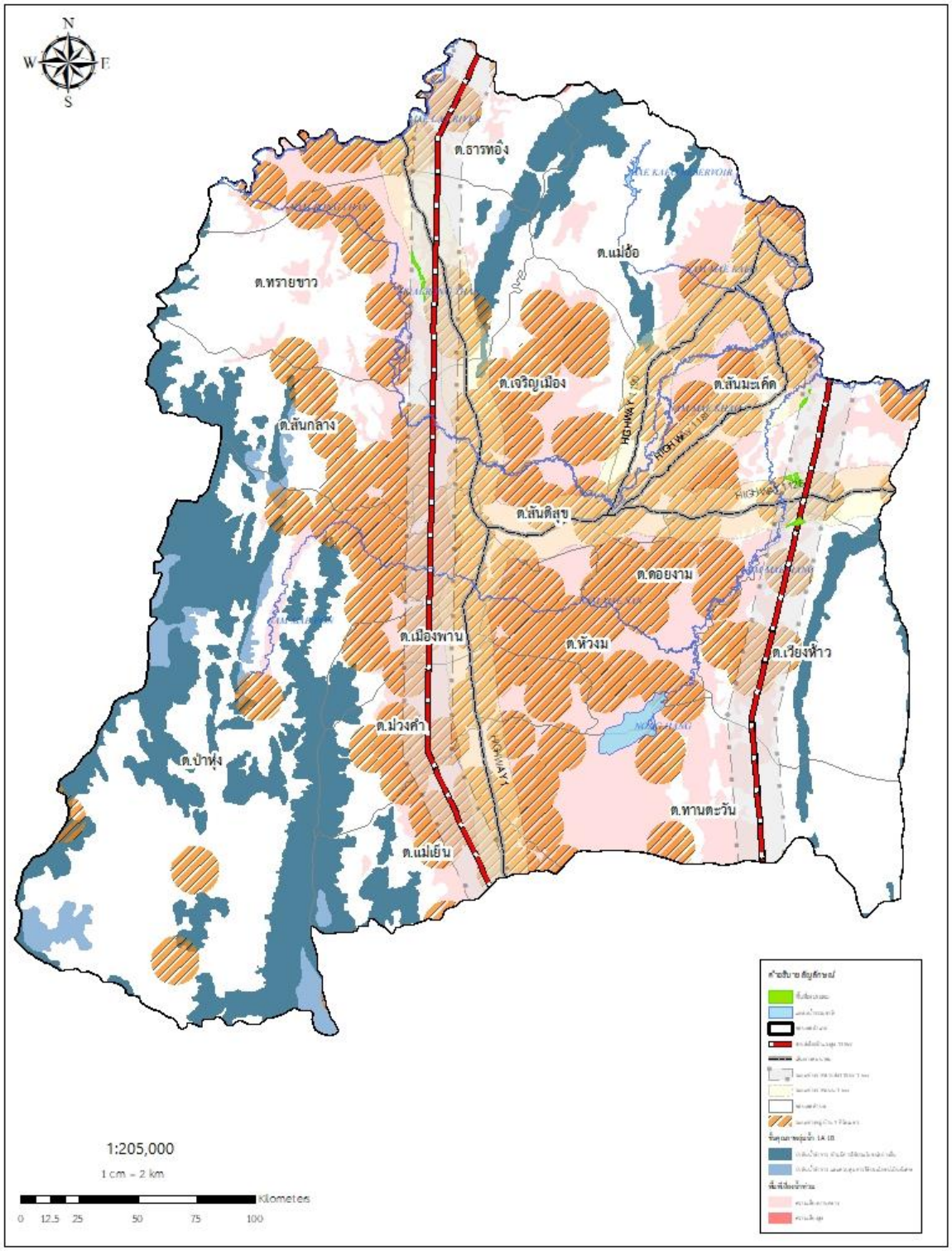
พื้นที่เหมาะสมตำบลสันมะเค็ด ตำบลสันมะเค็ดอยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอพานโดยมีเขตติดต่อกับอำเภอเมืองเชียงรายและอำเภอป่าแดด โดยมีแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ น้ำแม่แฮง น้ำแม่คาว และน้ำแม่พุง ซึ่งตำบลสันมะเค็ดมีกลุ่มบ้าน 14 กลุ่มบ้าน ส่วนมากจะกระจุกตัวอยู่ใกล้ใจกลางอำเภอ โดยตำบลสันมะเค็ดส่วนใหญ่ไม่อยู่ในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B ในด้านการคมนาคมสามารถเป็นแหล่งรวบรวมวัตถุดิบจากอำเภออื่นได้โดยมีเส้นทางขนส่งบนเส้นทางหลวงสายหลักหมายเลข 1126 ติดต่อกับอำเภอต่างๆ ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นพื้นที่เหมาะสมของตำบลเป็นพื้นที่ที่ห่างไกลจากบริเวณชุมชนจึงทำให้ส่งผลกระทบกับชุมชนน้อย โดยมีระยะห่างเฉลี่ยจากแหล่งน้ำเท่ากับ 650 – 700 เมตรโดยประมาณ มีพื้นที่เหมาะสมตามทั้งหมดตามหลักเกณฑ์เท่ากับ 179.92 ไร่ แสดงดังภาพที่ 63



ภาพที่ 63 *แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลสันมะเค็ด อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย*

พื้นที่เหมาะสมตำบลเวียงห้าว ตำบลเวียงห้าวมีจำนวนกลุ่มบ้านจำนวน 5 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นตำบลที่อยู่ทางตอนใต้ของตำบลสันมะเค็ด โดยใช้เส้นทางหลวงสายหลักหมายเลข 1126 ตำบลเวียงห้าวเป็นเขตติดต่อระหว่างอำเภอป่าแดดกับอำเภอเมืองพาน โดยสามารถเป็นแหล่งรับซื้อผลผลิตในบริเวณใกล้เคียงระหว่างอำเภอ ประกอบกับตำบลเวียงห้าวเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งชุมชนน้อยและมีการเกษตรกรรมเป็นวงกว้างทำให้เกิดผลกระทบกับชุมชนในปริมาณน้อย ซึ่งในด้านพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B ตำบลเวียงห้าวมีส่วนที่เป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ซึ่งห้ามให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นจะอยู่บริเวณใจกลางตำบล โดยคิดเป็นพื้นที่ส่วนน้อย ในการวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมตำบลเวียงห้าวได้วิเคราะห์ระยะห่างจากชุมชนเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ในส่วนของแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ น้ำแม่แฮง ที่มีระยะห่างจากพื้นที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำ เท่ากับ 300 – 600 เมตรโดยประมาณ โดยมีพื้นที่เหมาะสมตามทั้งหมดตามหลักเกณฑ์เท่ากับ 58.92 ไร่ แสดงดังภาพที่ 64

ภาพที่ 64 *แสดงพื้นที่เหมาะสมตำบลเวียงห้าว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย*

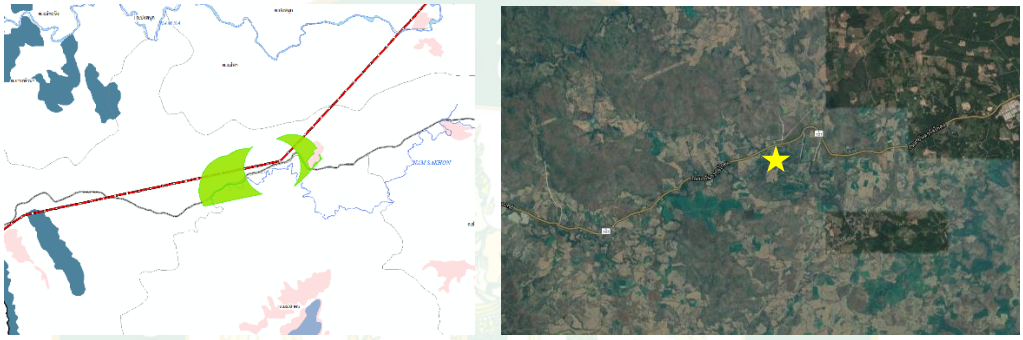


ภาพที่ 65 *แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย*

พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดน่าน

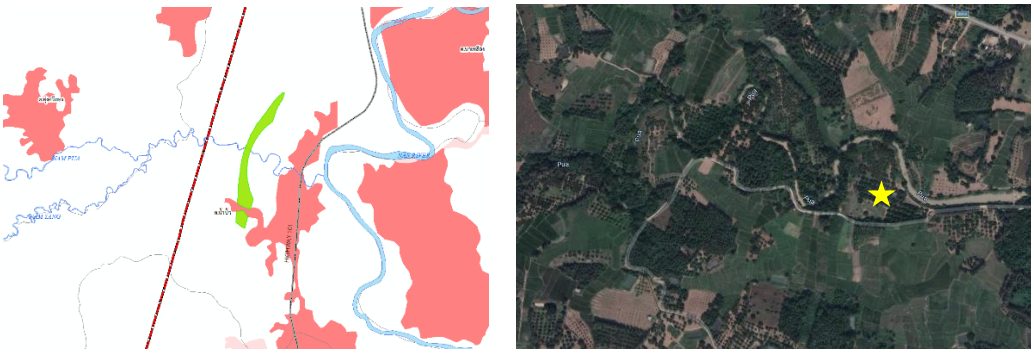
จากผลการวิเคราะห์จังหวัดน่าน พบว่าอำเภอเวียงสาเป็นอำเภอที่มีขนาดกว้างที่สุดในจังหวัดน่าน โดยมีชายแดนด้านทิศตะวันออกติดกับแขวงไชยบุรี ประเทศลาว มีด้านทิศเหนือที่ติดกับอำเภอเมือง ทิศตะวันตกติดกับจังหวัดแพร่และอำเภอนาน้อย โดยมีเส้นทางที่เป็นเส้นทางหลวงสายหลักในอำเภอ ประกอบไปด้วย ถนนหลวงหมายเลข 101 ถนนหลวงหมายเลข 1026 ถนนหลวงหมายเลข 1162 และถนนหลวงหมายเลข 1243 โดยมีถนนสายหลักหมายเลข 101 เป็นทางหลวงหลักที่เชื่อมต่อระหว่างอำเภอเวียงสาไปยังอำเภอนาน้อย จังหวัดแพร่และภูมิภาคต่างๆ จากพื้นที่อำเภอที่มีบริเวณกว้าง จึงทำให้มีการเพาะปลูกและการกระจุกตัวของพืชพลังงานเป็นปริมาณมาก โดยการเพาะปลูกจะเป็นพืชประเภทข้าวโพด มีจำนวนการเพาะปลูกจำนวน 193,325.25 ไร่ และคิดเป็นปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งประเภทซังข้าวโพด จำนวน 41,383.20 ton/year เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านศักยภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน พื้นที่อำเภอเวียงสาสามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานได้เท่ากับ 7,324,826.93 m^3/year หรือเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 10,254,757.70 kW และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านกำลังการผลิตติดตั้งโดยเงื่อนไขโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และ 330 วันต่อปี ที่ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 % โดยจะมีกำลังการผลิตติดตั้งในพื้นที่อำเภอเวียงสาเท่ากับ 1.29 MW หรือ สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1.5 MW ในส่วนของปัจจัยทางด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำ อำเภอเวียงสา มีแหล่งน้ำที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำน่าน แม่น้ำปั้ว แม่น้ำสา แม่น้ำสาคร แม่น้ำมวบและแม่น้ำว้า มีพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ1A 1B อยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของอำเภอ บริเวณอำเภอจะเป็นพื้นที่นอกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B เป็นส่วนใหญ่ ในส่วนของพื้นที่ชุมชนอำเภอเวียงสาประกอบไปด้วยตำบล จำนวน 17 ตำบล และมีกลุ่มบ้าน จำนวน 121 กลุ่มบ้าน ซึ่งโดยส่วนมากจะกระจุกตัวอยู่กลางอำเภอ ที่เป็นที่ตั้งของแหล่งตลาด สถานที่ต่างๆและแหล่งชุมชน ในการวิเคราะห์จำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่ห่างไกลบริเวณชุมชนและมีสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV ในระยะใกล้พื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้า จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าแรงสูง โดยต้องมีแหล่งน้ำและไม่อยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B ในส่วนของการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในอำเภอเวียงสา มีพื้นที่ในตำบลที่อยู่ในกฎข้อบังคับด้านกฎหมายและมีปัจจัยพื้นฐานเพียงพอทั้งด้าน การคมนาคมขนส่ง แหล่งน้ำ ระยะห่างจากชุมชนและสายส่ง จำนวน 2 ตำบล คือ 1.ตำบลแม่สาคร 2.ตำบลน้ำปั้ว แสดงดังภาพที่ 68

พื้นที่เหมาะสมตำบลแม่สาคร พื้นที่เหมาะสมบริเวณตำบลแม่สาครจะอยู่ระหว่างตำบลอ่ายนาไลยกับตำบลแม่สาคร โดยที่ตำบลแม่สาครมีโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคม โดยมีถนนหลวงสายหลักหมายเลข 101 ผ่านบริเวณตำบลและเป็นตำบลที่อยู่ทางตอนใต้ของอำเภอ ประกอบด้วยพื้นที่เหมาะสมเป็นพื้นที่ที่ห่างไกลชุมชน มีระยะห่างของสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเพื่อลดความเสี่ยงต่อสิ่งมีชีวิตในชุมชน ไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและอยู่นอกพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B อยู่ใกล้บริเวณสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อระบบไฟ และมีแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ แม่น้ำน่าน โดยมีพื้นที่เหมาะสมโดยรวมตามหลักเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 2,153.70 ไร่ แสดงดังภาพที่ 66



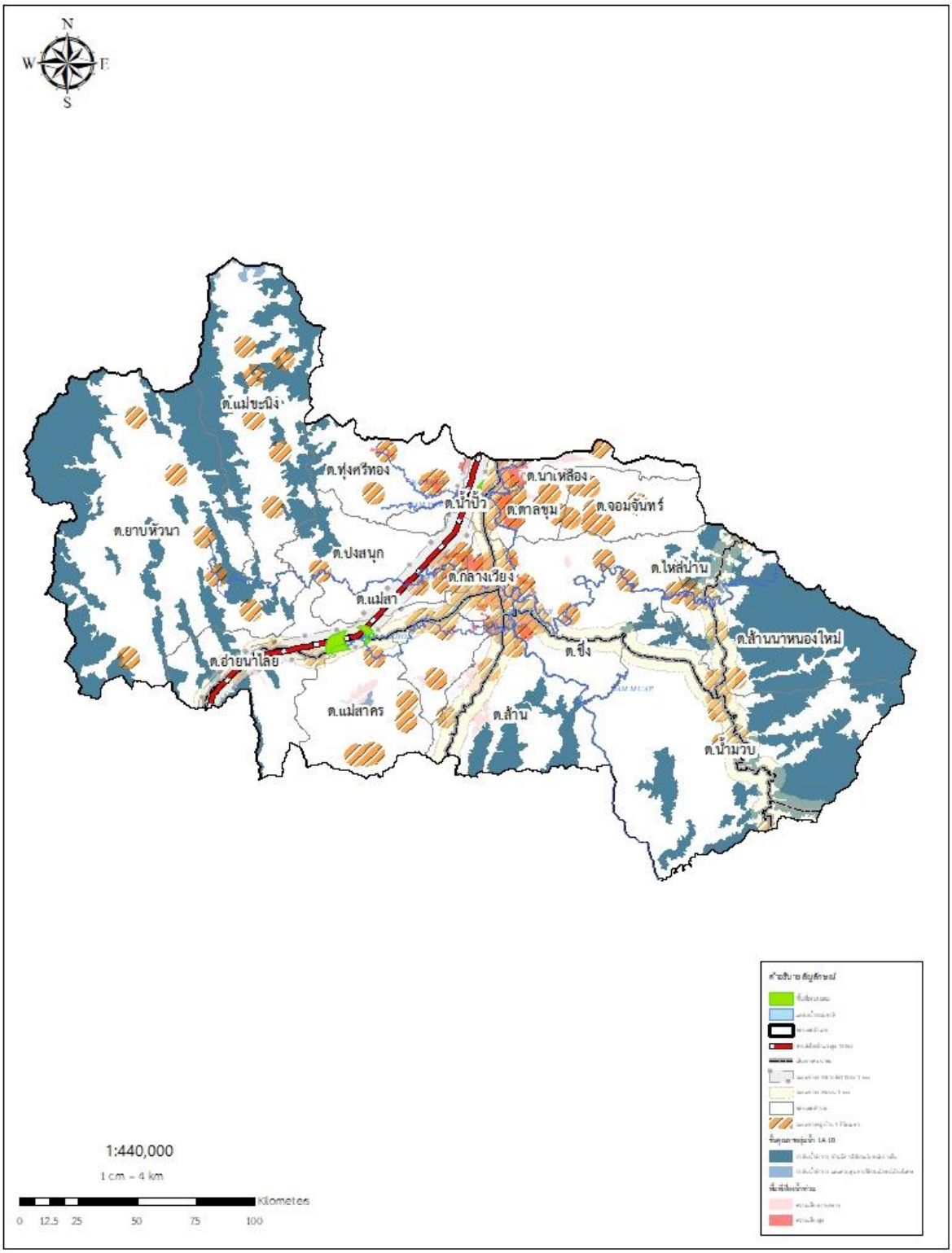
ภาพที่ 66 *แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลแม่สาคร อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน*

พื้นที่เหมาะสมตำบลน้ำปั้ว ประกอบด้วยหมู่บ้าน จำนวน 6 หมู่บ้านในพื้นที่ตำบล โดยตำบลน้ำปั้วจะอยู่บริเวณตอนเหนือของอำเภอเวียงสา มีถนนหลวงสายหลักหมายเลข 101 เป็นเส้นทางคมนาคมหลักและมีขอบเขตติดต่อกับอำเภอเมืองน่านและอำเภออื่นๆจึงสามารถเป็นแหล่งรวบรวมผลผลิตของพื้นที่เพาะปลูกใกล้เคียง โดยพื้นที่เหมาะสมตำบลน้ำปั้ว มีความเหมาะสมด้านพื้นที่ห่างไกลชุมชนประกอบกับพื้นที่บริเวณตำบลมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมระดับที่ต่ำ ในส่วนของการคมนาคมตำบลน้ำปั้ว มีถนนหลวงหมายเลข 101 ตัดผ่านบริเวณตำบลซึ่งเป็นเส้นทางหลักในการขนส่งผลผลิตด้านการเกษตรไปยังจังหวัดอื่นและภูมิภาคอื่นๆ โดยมีโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำอยู่ใกล้เคียง คือ แม่น้ำปั้ว มีระยะห่างจากพื้นที่เหมาะสม 500 – 700 เมตร โดยประมาณ และมีพื้นที่เหมาะสมโดยรวมตามหลักเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 194.70 ไร่ แสดงดังภาพที่ 67



ภาพที่ 67 *แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลน้ำปั้ว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน*

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY



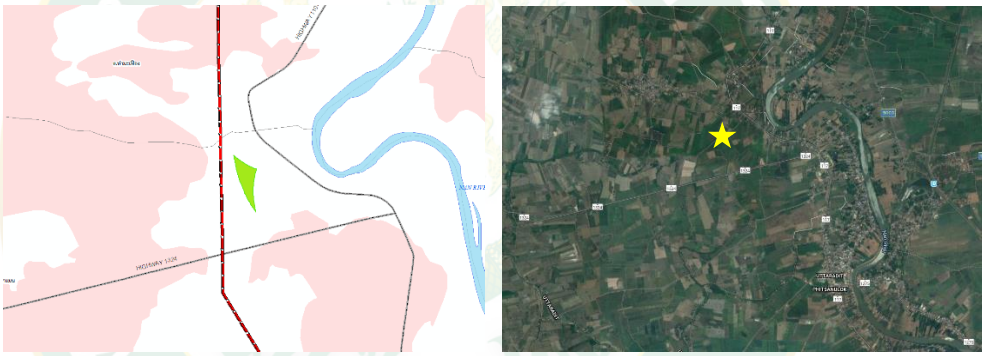
ภาพที่ 68 *แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน*

พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดอุตรดิตถ์

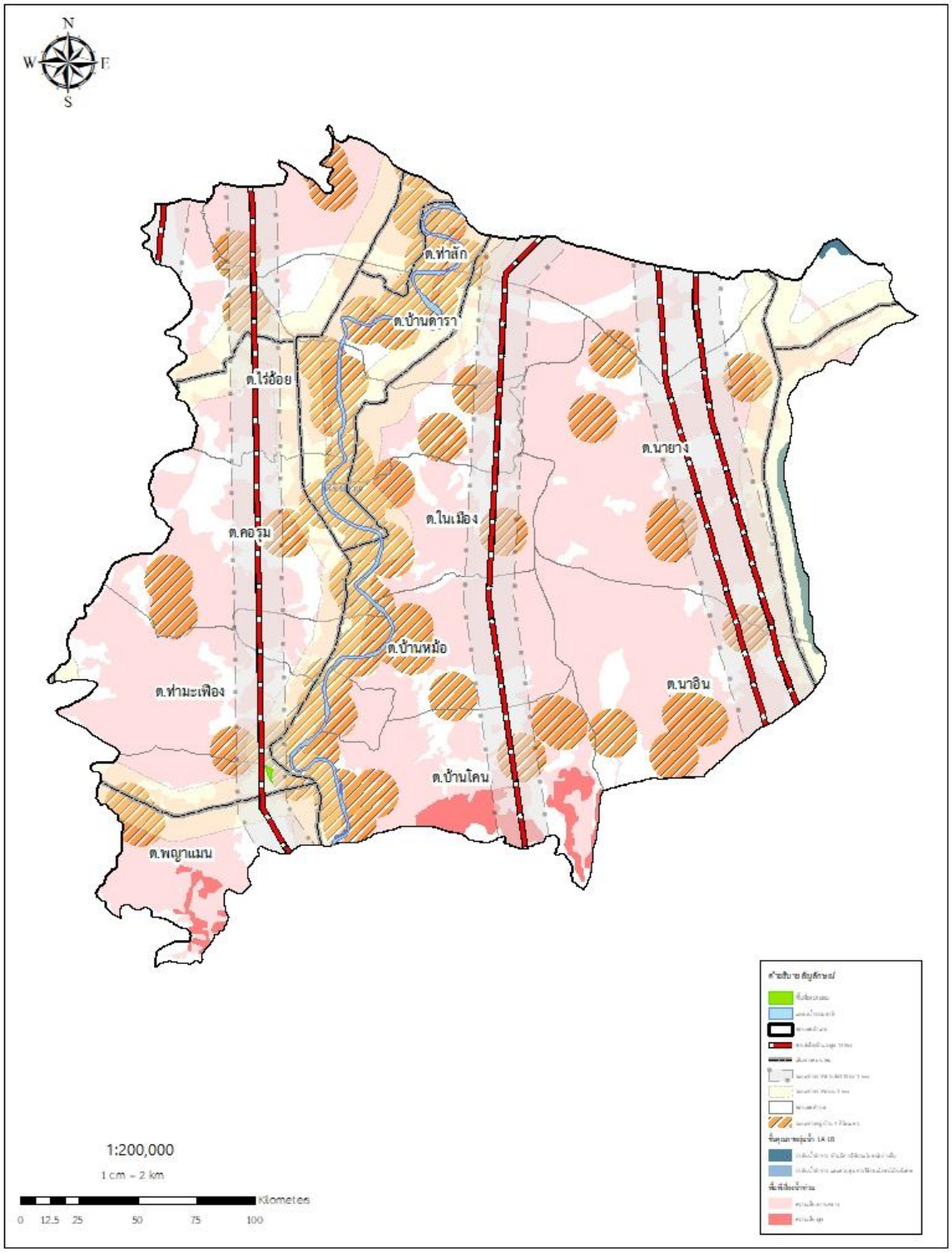
การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในจังหวัดอุตรดิตถ์พบว่ามีการกระจุกตัวของพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าวในบริเวณอำเภอพิชัย โดยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว จำนวน 224,381.44 ไร่ และคิดเป็นปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว จำนวน 63,105.04 ton/year ซึ่งมีปริมาณเพียงพอต่อโรงงานก๊าซชีวภาพขนาด 1 MW เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านศักยภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน พื้นที่อำเภอพิชัยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานได้เท่ากับ 7,288,631.68 m^3/year หรือเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 10,204,084.35 kW และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านกำลังการผลิตติดตั้งโดยเงื่อนไขโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และ 330 วันต่อปี ที่ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 % โดยจะมีกำลังการผลิตติดตั้งในพื้นที่อำเภอพิชัยเท่ากับ 1.28 MW หรือ สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1.5 MW ในส่วนของเส้นทางคมนาคมในอำเภอพิชัยมีเส้นทางหลวงสายหลักประกอบไปด้วย เส้นทางหลวงหมายเลข 1405 เส้นทางหลวงหมายเลข 1166 เส้นทางหลวงหมายเลข 1104 เส้นทางหลวงหมายเลข 1204 เส้นทางหลวงหมายเลข 1324 เส้นทางหลวงหมายเลข 1246 และเส้นทางหลวงหมายเลข 11 เป็นถนนสายหลักที่เป็นถนนเชื่อมต่อระหว่างจังหวัดและอำเภอต่างๆของภูมิภาค โดยประกอบไปด้วย ทิศเหนือจะติดกับอำเภอตรอนและอำเภอทองแสนขัน ทิศใต้ติดกับอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก และ ทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอสวรรคโลกและอำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย ซึ่งจังหวัดสุโขทัยนั้นเป็นพื้นที่ที่มีโรงงานที่เป็นการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน ระบบก๊าซซิฟิเคชั่น (Gasification System) + เครื่องยนต์เชื้อเพลิงก๊าซ (Gas Engine) (บริษัท ไบโอโกกรีน จำกัด) ตั้งอยู่ในจังหวัดสุโขทัย จึงทำให้พื้นที่อำเภอพิชัย สามารถเป็นพื้นที่เพื่อรองรับผลผลิตด้านชีวมวลเหลือทิ้งในบริเวณอำเภอและอำเภอใกล้เคียงได้ โดยพื้นที่เหมาะสมในอำเภอพิชัยจะใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 1104 เป็นเส้นทางการเดินทางไปยังอำเภอและจังหวัดต่างๆ อำเภอพิชัยจะประกอบไปด้วย 11 ตำบล 98 หมู่บ้าน ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยและมีแหล่งชุมชนกระจุกตัวอยู่บริเวณถนนสายหลัก ในด้านชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A 1B พื้นที่ส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่บริเวณชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามกฎหมาย ซึ่งปัญหาหลักของอำเภอพิชัยจะเป็นในด้านเสี่ยงภัยแล้งกับแหล่งน้ำธรรมชาติมีไม่เพียงพอ และจากพื้นที่ที่เป็นบริเวณที่ลุ่มจึงทำให้พื้นที่บริเวณอำเภอพิชัยเป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในฤดูฝนเป็นส่วนใหญ่ ในส่วนของแหล่งน้ำธรรมชาติในบริเวณอำเภอ คือ แม่น้ำน่าน ซึ่งในการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในอำเภอพิชัย ที่มีพื้นที่ในตำบลที่อยู่ในกฎ

ข้อบังคับด้านกฎหมายและมีปัจจัยพื้นฐานเพียงพอทั้งด้าน การคมนาคมขนส่ง แหล่งน้ำ ระยะห่างจากชุมชนและสายส่ง จำนวน 1 ตำบล คือ ตำบลพญาแมน แสดงดังภาพที่ 70

พื้นที่เหมาะสมตำบลพญาแมน ตำบลที่อยู่ทางตอนใต้สุดของอำเภอพิชัย มีทิศเหนือติดกับตำบลท่ามะเฟือง ทิศตะวันออกติดกับตำบลบ้านโคน และทิศใต้ติดกับจังหวัดสุโขทัย โดยเส้นทางคมนาคมในพื้นที่ตำบล โดยจะใช้เส้นทางหลวงสายหลักหมายเลข 1324 เป็นเส้นทางหลัก ทำให้พื้นที่เหมาะสมตำบลพญาแมนเป็นจุดศูนย์กลางระหว่างอำเภอและจังหวัดในภูมิภาค ตำบลพญาแมนประกอบไปด้วยหมู่บ้าน 5 หมู่บ้าน พื้นที่ส่วนมากเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลเป็นพื้นที่ลุ่มทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมมีโอกาสเสี่ยงปานกลาง โดยมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญคือ แม่น้ำน่าน ระยะห่างจากพื้นที่เหมาะเท่ากับ 1.20 km โดยประมาณ และมีพื้นที่เหมาะสมโดยรวมตามหลักเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 53.37 ไร่ แสดงดังภาพที่ 69



ภาพที่ 69 *แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลพญาแมน อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์*



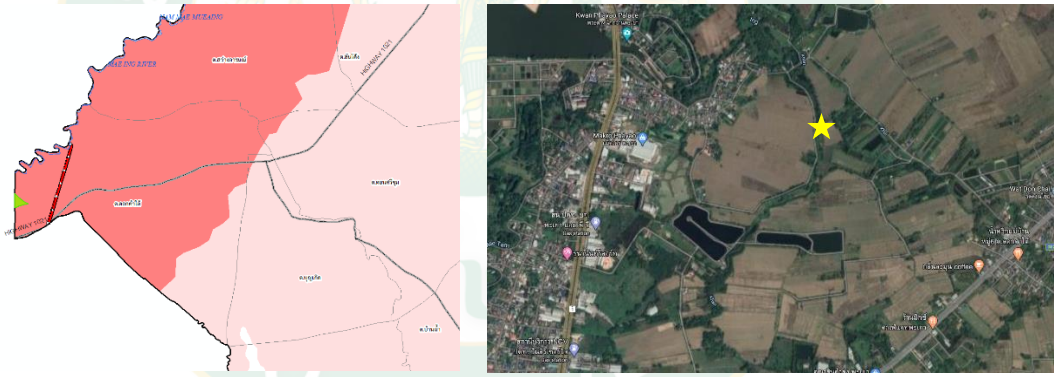
ภาพที่ 70 *แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์*

พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดพะเยา

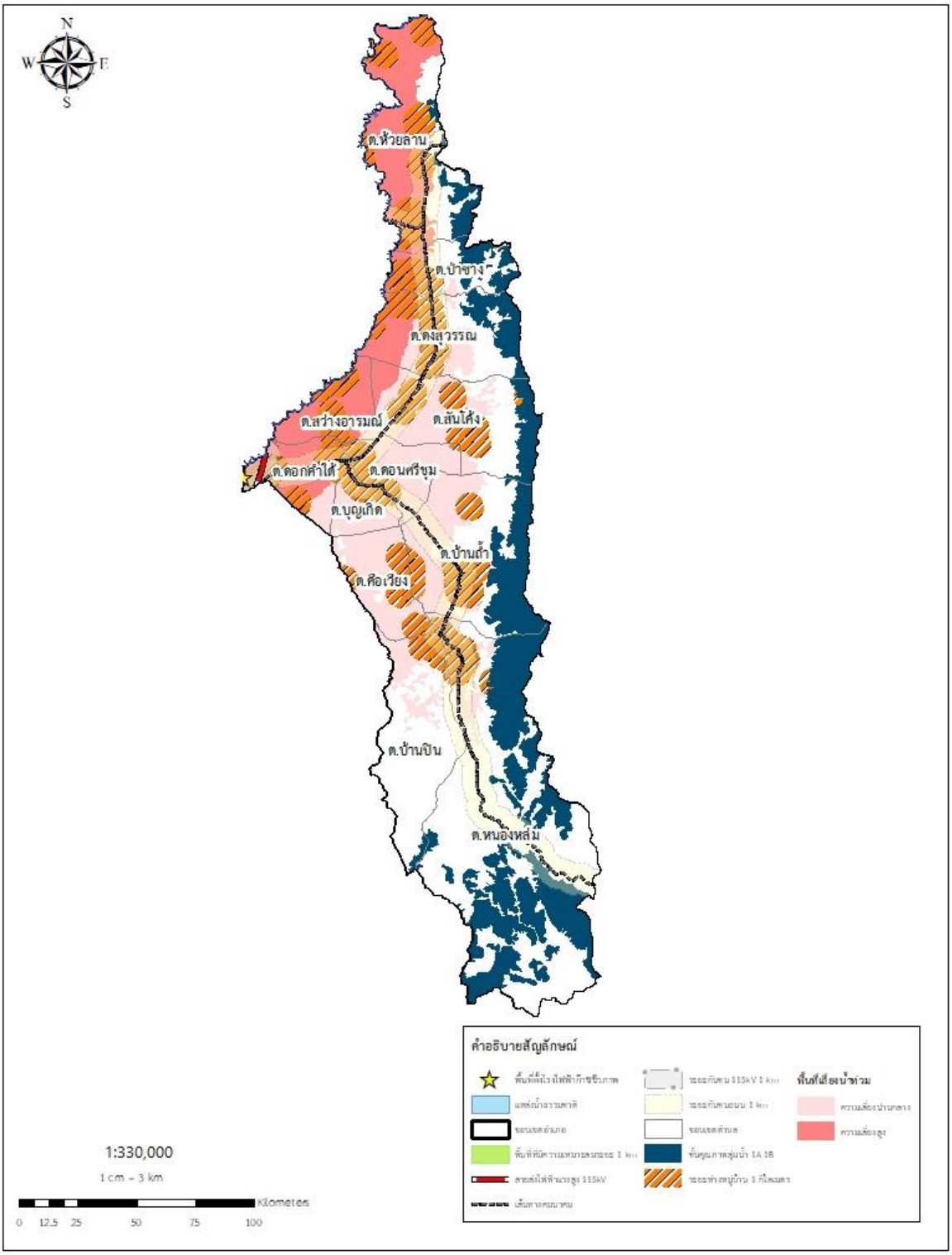
การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในจังหวัดพะเยา พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกพืชชีวมวลในจังหวัดโดยเฉพาะพืชประเภทข้าวมีปริมาณมาก โดยที่อำเภอดอกคำใต้ มีพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าว จำนวน 165,453.25 ไร่ คิดเป็นปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งประเภทฟางข้าว จำนวน 46,532.07 ton/year เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านศักยภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน พื้นที่อำเภอดอกคำใต้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานได้เท่ากับ 5,374,454.32 m^3/year หรือเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 7,524,236.05 kW และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้านกำลังการผลิตติดตั้งโดยเงื่อนไขโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และ 330 วันต่อปี ที่ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 % โดยจะมีกำลังการผลิตติดตั้งในพื้นที่อำเภอดอกคำใต้เท่ากับ 0.95 MW หรือ สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1 MW อำเภอดอกคำใต้ มีเส้นทางคมนาคมสายหลักประกอบไปด้วย เส้นทางหลวงสายหลักหมายเลข 1251 เส้นทางหลวงสายหลักหมายเลข 1298 และเส้นทางหลวงสายหลักหมายเลข 1091 เป็นเส้นทางที่เป็นทางหลวงติดต่อกับอำเภอและจังหวัดต่างๆ โดยทางทิศเหนือของอำเภอจะติดต่อกับอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย ทิศตะวันตก ต่อต่อกับ อำเภอเมืองพะเยา และจังหวัดลำปาง ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอสองจังหวัดแพร่ และทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอจุน อำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จะเห็นได้ว่าพื้นที่เหมาะสมในอำเภอดอกตำใต้นั้นเป็นศูนย์กลางของอำเภอรอบๆที่มีศักยภาพด้านพลังงานและปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งในปริมาณมาก และเนื่องจากพื้นที่อำเภอดอกคำใต้เป็นพื้นที่ที่สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115kV มีพื้นที่เข้าถึงภายในตัวอำเภอมีน้อยและประกอบในด้านของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม โดยตัวอำเภอเป็นพื้นที่ลุ่ม ทำให้อำเภอดอกคำใต้เป็นอำเภอที่มีความเสี่ยงด้านน้ำท่วมที่มีความเสี่ยงปานกลางจนไปถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงภายในตัวอำเภอ ในด้านแหล่งน้ำ อำเภอดอกคำใต้เป็นจังหวัดที่มีแหล่งน้ำธรรมชาติสายหลักอยู่ 2 สาย ได้แก่ แม่น้ำอิง และแม่น้ำร่องธาร เป็นแม่น้ำสายหลัก ในด้านแหล่งชุมชน มีตำบลที่อยู่ในขอบเขตการปกครอง 12 ตำบล แบ่งเป็นหมู่บ้าน 125 หมู่บ้าน ซึ่งหมู่บ้านส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ใกล้บริเวณถนนสายหลัก และพื้นที่ส่วนใหญ่ในอำเภอเป็นพื้นที่เกษตรกรรม จากพื้นที่ที่เป็นบริเวณกว้างและจึงทำให้มีการปล่อยมลพิษสู่ชุมชนน้อย ในด้านของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ต้องเลี่ยง คือ ชั้นคุณภาพ 1A 1B พื้นที่อำเภอดอกคำใต้ จะมีพื้นที่ชั้นคุณภาพ 1A 1B บริเวณด้านทิศตะวันออกของอำเภอโดยเป็นพื้นที่ส่วนน้อย ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในอำเภอดอกคำใต้ ที่มีพื้นที่ในตำบลที่อยู่ในกฎข้อบังคับด้าน

กฎหมายและมีปัจจัยพื้นฐานเพียงพอทั้งด้าน การคมนาคมขนส่ง แหล่งน้ำ ระยะห่างจากชุมชนและสายส่ง จำนวน 1 ตำบล คือ ตำบลดอกคำใต้ แสดงดังภาพที่ 72

พื้นที่เหมาะสมบริเวณตำบลดอกคำใต้ เป็นตำบลที่อยู่ทางทิศตะวันตกของอำเภอดอกคำใต้ โดยมีเส้นทางคมนาคมขนส่งสายหลักหมายเลข 1021 เป็นเส้นทางหลัก โดยตำบลดอกคำใต้เป็นตำบลเดียวที่มีสายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV พาดผ่าน ซึ่งทำให้ตำบลดอกคำใต้เป็นตำบลที่มีความเหมาะสมด้านระยะของสายส่งไฟฟ้าแรงสูง โดยตำบลดอกคำใต้มีจำนวนหมู่บ้าน จำนวน 10 หมู่บ้าน พื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลดอกคำใต้เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในด้านเป็นพื้นที่น้ำท่วม โดยส่วนใหญ่พื้นที่ของตำบลดอกคำใต้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และเป็นพื้นที่ชุมชน จึงทำให้การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมมีบริเวณที่จำกัด ทั้งในด้านของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม พื้นที่ห่างไกลชุมชน รวมถึงเส้นทางคมนาคม พื้นที่เหมาะสมมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีระยะห่าง 900 – 1,000 เมตรโดยประมาณ คือ แม่น้ำอิง โดยพื้นที่ตำบลดอกคำใต้ไม่อยู่ในเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ1A 1B และมีพื้นที่เหมาะสมโดยรวมตามหลักเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 43.19 ไร่ แสดงดังภาพที่ 71



ภาพที่ 71 *แผนที่แสดงพื้นที่ซ้อนทับปัจจัยด้านต่างๆเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ตำบลดอกคำใต้ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา*



ภาพที่ 72 *แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา*

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกลเพื่อสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงาน ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด 124 อำเภอ 834 ตำบล โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อให้ได้พื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าวและข้าวโพด เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณชีวมวลเหลือทิ้ง ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ แล้วทำการวิเคราะห์ด้านกฎข้อบังคับในการตั้งโรงไฟฟ้า (CoP) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตั้งโรงงานชีวภาพ โดยการศึกษานี้สามารถสรุปได้ 3 ประเด็นคือ

พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและศักยภาพพลังงานในพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าว จำนวน 3,953,776.83 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นทั้งหมด 1,000,783 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 117×10^6 m^3 และเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 164.32 MW โดยคิดเป็นศักยภาพพลังงานจากฟางข้าวทั้ง 9 จังหวัด ซึ่งสามารถแยกเป็นรายอำเภอที่มีการเพาะปลูกพืชพลังงานประเภทข้าวมากที่สุดคือ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ มีพื้นที่เพาะปลูกข้าว จำนวน 224,381.44 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เท่ากับ 63,105.04 ton/year โดยคิดเป็นพลังงานจากฟางข้าวทั้งหมด ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ $7,288 \times 10^3$ m^3 ส่วนพื้นที่เพาะปลูกพืชประเภทข้าวโพดมีจำนวนพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 2,597,817.69 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้นทั้งหมด 556,088 ton/year คิดเป็นศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 98×10^6 m^3 และเทียบเท่าการผลิตไฟฟ้า 137.80 MW โดยคิดเป็นศักยภาพพลังงานจากซังข้าวโพดทั้ง 9 จังหวัด สามารถแยกเป็นรายอำเภอที่มีการปลูกข้าวโพดมากที่สุดคือ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด จำนวน 193,325.25 ไร่ มีปริมาณชีวมวลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เท่ากับ 41,383.20 ton/year โดยคิดเป็นพลังงานจากซังข้าวโพดทั้งหมด โดยมีศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพได้เท่ากับ $7,324 \times 10^3$ m^3

พื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการจัดตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานในพื้นที่ศึกษา โดยใช้กฎข้อบังคับด้านต่าง ๆเพื่อวิเคราะห์การใช้พื้นที่อย่างถูกต้องตามหลักประมวลหลักการปฏิบัติ (Code Of Practice) ของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ร่วมด้วยการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ประกอบไปด้วย สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 115 kV และเส้นทางคมนาคม โดยผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพในการตั้งโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ 4 จังหวัด 4 อำเภอ 8 ตำบล คือ

1. ตำบลพญาแมน อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์

พิกัด UTM47Q X609950.395 Y1902479.771

2. ตำบลแม่สาคร อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

พิกัด UTM47Q X 671007.737 Y 2049101.595

3. ตำบลน้ำปั้ว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

พิกัด UTM47Q X 682847.444 Y 2062558.724

4. ตำบลสันมะเค็ด อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

พิกัด UTM47Q X 591583.373 Y 2166114.830

5. ตำบลเวียงห้าว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

พิกัด UTM47Q X 591292.194 Y 2164247.825

6. ตำบลธารทอง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

พิกัด UTM47Q X 575968.969 Y 2180742.061

7. ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

พิกัด UTM47Q X 575943.963 Y 2174515.278

8. ตำบลดอกคำใต้ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา

พิกัด UTM47Q X 596818.089 Y 2117878.289

ขนาดของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งวัตถุดิบและเป็นพื้นที่ที่สามารถผลิตวัตถุดิบเป็นเชื้อเพลิงแก่โรงไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องและมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของโรงงานก๊าซชีวภาพสำหรับโรงไฟฟ้าขนาด 1 MW จะใช้หลักการประเมินกำลังการผลิตติดตั้งของกรมพลังงานทดแทน โดยเงื่อนไขโรงไฟฟ้าเดินระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และ 330 วันต่อปี ที่ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า 20 % ผลการวิเคราะห์พบว่า

1. พื้นที่อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน มีพลังงานเทียบเท่าไฟฟ้าเท่ากับ 10,254,757.70 kW และมีกำลังการผลิตติดตั้งที่ 1.30 MW หรือสอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1.5 MW

2. พื้นที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย มีพลังงานเทียบเท่าไฟฟ้าเท่ากับ 7,418,883.71 kW และมีกำลังการผลิตติดตั้งที่ 0.94 MW หรือสอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1 MW

3. พื้นที่อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยามีพลังงานเทียบเท่าไฟฟ้าเท่ากับ 7,524,236.05 kW และมีกำลังการผลิตติดตั้งที่ 0.95 MW หรือสอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1 MW

4. พื้นที่อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ มีพลังงานเทียบเท่าไฟฟ้าเท่ากับ 10,204,084.35 kW และมีกำลังการผลิตติดตั้งที่ 1.28 MW หรือ สอดคล้องกับโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพกำลังการผลิตติดตั้งขนาด 1.5 MW

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

กระบวนการจำแนกด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทำการจำแนกต้องมีความเชี่ยวชาญในกระบวนการทำงานของระบบสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) รวมทั้งต้องมีความรู้ความชำนาญความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดพืช ช่วงการปลูกและค่าการสะท้อนพลังงานของใบพืช เพื่อให้ข้อมูลเกิดความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ ควรมีการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจสังคม รูปแบบของโรงไฟฟ้า การขนส่ง และความคุ้มทุนของโรงไฟฟ้า เพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

การสำรวจระยะไกลในพื้นที่กว้างอาจมีความไม่แม่นยำเท่าที่ควรในด้านการสำรวจ จึงจำเป็นต้องมีการลงสำรวจในพื้นที่จริงโดยการอ้างอิงพิกัดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อให้เกิดความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ข้อมูลในการทำวิจัยควรมีการปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทั้งในด้าน การวิเคราะห์ค่าด้านพลังงานและในด้านการสำรวจระยะไกล ดังนั้นควรศึกษาและติดตามงานวิจัยและการศึกษาใหม่ๆ เพื่อที่จะทำให้ค่าที่แปลผล มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ และเป็นปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2558. **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ.2558 – 2579 (AEDP2015)**. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กิตติญา กฤติยรังสิต. 2554. **การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กฤตภาส มงคลธารงกุลและประพิธาริ์ ธนารักษ์. 2560. การระบุตัวชี้วัดหลักสำหรับการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา,** 22(1), 279-293.

กฤษนนท์ สนธิ. 2556. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรูปแบบกำหนดการเชิงเส้นสำหรับการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์จากชีวมวลอย่างเหมาะสม กรณีศึกษาการใช้ชีวมวลในจังหวัดสุพรรณบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2553. **เทคโนโลยีการออกแบบระบบก๊าซชีวภาพ. คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบการผลิตการควบคุมคุณภาพและหลักการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas)สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1: พฤศจิกายน 2553. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม

สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน. 2554. **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน พลังงานชีวมวล**กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กรมการค้าภายใน. 2558. **รายงานสถานการณ์เพาะปลูกข้าวแผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร.** กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์

กรมส่งเสริมการเกษตร ทบก. 2558. **รายงานสถานการณ์สินค้าเกษตรสำคัญปี 2558 และแนวโน้ม.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. **รายงานการใช้ที่ดินของประเทศไทยและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมการข้าว. 2558. **รายงานสถานการณ์การเพาะปลูกข้าวรายปี 2558.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กาญจนา ย่าเสน. 2558. **การประมาณค่าชีวมวลภาพเหนือพื้นดินและดัชนีพื้นที่ผิวในของแปลงยางพาราโดยใช้การสำรวจระยะไกล กรณีศึกษา ตำบลป่าคลอก อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กรมพลังงานทดแทน. 2554. **การเปลี่ยนของเสียอินทรีย์ให้เป็นก๊าซชีวภาพ. [ออนไลน์].** แหล่งที่มา : http://www2.dede.go.th/กิโลเมตร_ber/e-learn/lesson4.pdf (7 สิงหาคม 2558).

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน. 2558. **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานจากชีวภาพ.** กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กรมการข้าว. 2558. **รายงานสถานการณ์เพาะปลูกข้าว รอบที่ 1. [ออนไลน์].** แหล่งที่มา : http://www.ricethailand.go.th/web/home/images/brps/text2559/15092559/15092559.pdf (3 มิถุนายน 2559).

กาญจน์เขจร ชูชีพ. 2561. **Remote Sensing Technical Note No. 3. การประเมินความถูกต้อง (Accuracy Assessment).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กุลโรจน์ สมโสภาและคณะ. 2559. การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและรูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสมเพื่อทดแทนการปลูกข้าวโพดในพื้นลาดชันที่จังหวัดน่าน. **นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12: วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ,** 21-22 กรกฎาคม 2559. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยรเรศวร

ขรรค์ชัย บริบูรณ์และวันวิสาข์ สกลภาพ. 2552. **การประเมินศักยภาพชีวมวลสำหรับผลิตไฟฟ้าโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในเขตจังหวัดปทุมธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

คู่มือการใช้งานเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. 2558. แหล่งที่มา http://www.fio.co.th/gisfio/Data_Manual/01Introduction_to_GIS.pdf (6 เมษายน 2559)

คู่มือการใช้งานเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ : การใช้งานโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น. 2558. แหล่งที่มา http://www.fio.co.th/gisfio/Data_Manual/03Using_the_basic_GIS_program.pdf (4 ธันวาคม 2558)

คู่มือระบบภูมิสารสนเทศ TNTmips : หมวดการจำแนกประเภทข้อมูลการสำรวจระยะไกล. 2558. แหล่งที่มา https://kriengkraikks.files.wordpress.com/2013/07/e0b8abe0b8a1e0b8a7e0b894e0b881e0b8b2e0b8a3e0b888e0b8b3e0b981e0b899e0b881e0b882e0b989

e0b8ade0b8a1e0b8b9e0b8a5e0b8aae0b8b3e0b8a3e0b8a7.pdf (19 มิถุนายน 2558)

คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน. 2556. แหล่งที่มา http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน.pdf (20 กรกฎาคม 2558)

คมกฤษณ์ คีรีรมย์. 2554. **การศึกษาอัตราการแพร่กระจายก๊าซมีเทนในนาข้าวจากดัชนีพืชพรรณโดยประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM กรณีศึกษา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์[NIDA].

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. 2558. **ประมวลหลักการปฏิบัติ: กรณีการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวล (ประเภทเชื้อเพลิงแข็ง).** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/Law/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%20%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%9E.%20COP.pdf (3 มกราคม 2559).

จุฑาภรณ์ ชนะถาวร. 2560. **รายงานผลการวิจัย เรื่อง การผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมของวัสดุเหลือทิ้งคาร์บอนสูงและน้ำเสียจากการเตรียมเบดดิ้งไส้เดือน.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ชาตรี วัฒนศิลป์และคณะ. 2559. การศึกษาความเป็นไปได้ของตำแหน่งและขนาดของโรงไฟฟ้าที่อาศัยก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมโดยพิจารณาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. **วารสารวิจัยพลังงาน,** 7(2553(2)), 43-53

ณัฐพล จันทร์แก้วและคณะ. 2558. การประมวลผลภาพดาวเทียมเชิงเลขด้วยระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาพื้นที่มีศักยภาพตั้งโรงงานผลิตเอทานอลและเส้นทางขนส่งมันสำปะหลังของจังหวัดกำแพงเพชร. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 23(4), 588-604.

ณัฐพล จันทร์แก้วและณัฐกิตต์ สระแก้ว. 2559. แบบจำลองการวิเคราะห์เส้นทางคมนาคมขนส่งวัตถุดิบ จากโรงสีข้าวสู่พื้นที่มีศักยภาพสำหรับการตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล กรณีศึกษา : จังหวัดสระแก้ว. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 24(2), 251-263.

ณัฐธยาน์ นามอินทรและคณะ. 2561. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตมโดยใช้ดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา. **วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย,** 20, 331-344.

ดวงใจ จีนานุรักษ์. 2557. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงไฟฟ้าชีวมวลจากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิชา โลลุพิมานและคณะ. 2559. การประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนยางพาราโดยการประยุกต์เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษา จังหวัดระยอง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 24(6), 915-926.

นภนต์ สุรงครัตน์และตุลวิทย์ สถาปนจารุ. 2556. การหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลจากไม้ยางพาราในจังหวัดระยอง. **วารสาร มข. (บศ.), 13(2)**, 60-70.

บุษราวัลย์ ศรีเลิศวรกุลและปรีชา ธรรมานนท์. 2559. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณกับผลผลิตสับปะรดโรงงานโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 54, 1081-1088.

ปวีณ์กร ดาวธง. 2558. **การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในเขตรับผิดชอบของสำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ปริพัฒน์ จึงชัยชนะและสุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. 2559. ประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วย Biogas จากขยะกรณีศึกษา ตลาดไท. **วารสารวิจัยพลังงาน,** 9(2555(1)), 73-83.

พิสมัย เสภียรนานนท์. 2559. **รายงานสัมมนา เรื่อง แผนพลังงานทดแทนและบทบาทของไทยในเวทีโลก.** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

พลกฤษณ์ คุ้มกล้า. 2557. **การผลิตก๊าซชีวภาพจากฟางข้าว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

พุฒิชาติ คิดหาทอง วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์และอัจฉริยา สุริยะวงค์. 2557. การศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลสำหรับผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย. **วารสารวิจัยพลังงาน,** 11(1), 63-76.

พนิศา สังเวียนและวันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ. 2559. การประยุกต์ใช้ระบบสรนเทศภูมิศาสตร์ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมทางกายภาพในการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ: กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม,** 12(2), 84-101.

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2557. **การใช้พลังงานภาคเหนือ**. [ออนไลน]. แหล่งที่มา : http://www.apecthai.org/index.php/เศรษฐกิจ-76-จังหวัด/รายละเอียดข้อมูลทั้ง-76-จ-2/ภาคเหนือ.html. (15 กันยายน 2560).

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. **รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง โครงการสนับสนุนเพื่อการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการสถานีผลิตพลังงานสีเขียว.** กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2559. **รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง โครงการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวภาพด้วยระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมขนาดเล็กมาก.** นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม. 2559. **รายงานผลการสำรวจข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2554. **โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/รายงานฉบับสมบูรณ์ ลดการเกิดหมอกควันเศษวัสดุเหลือใช้การเกษตร.pdf (15 กันยายน 2559).

ยอดขวัญ โสวรรณะและคณะ. 2560. การวิเคราะห์บนฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการก๊าซชีวภาพ. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์,** 12(3), 105-116.

รฐนนท์ จันทร์อินทร. 2560. การศึกษาดัชนีความแตกต่างพืชพรรณแบบนอร์มอลไลซ์หลายช่วงเวลาจากข้อมูลโมดิสสำหรับติดตามปัญหาภัยแล้ง พื้นที่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำปิง จังหวัดกำแพงเพชร. น. 621-632 ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4.** วันที่ 22 ธันวาคม 2560. สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

วารสารนโยบายพลังงาน. 2557. **2 ทศวรรษการพัฒนา “ก๊าซชีวภาพ”.** 2557 (ฉบับที่ 102), 1-70.

วีรชัย อาจหาญและคณะ. 2551. **รายงานวิจัย เรื่อง การศึกษาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน.** นครราชสีมา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วทัญญุตา ไพโรจน์. 2558. การจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรณีศึกษา : สี่แยกอินโดจีน อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. น. 1-16 ใน **การประชุมวิชาการนิสิตนักศึกษาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8.** วันที่ 25-26 ธันวาคม 2558. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศีตลา บัวขาวและคณะ. 2560. การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยด้วยวิธีการจำแนกแบบละเอียดกว่าจุดภาพ โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท 8. **วารสารวิจัยและนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม,** 13, 138-147

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร. 2558. **การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** แหล่งที่มา http://www.bangkokกิโลกรัมis.com/bangkokกิโลกรัมis_2008/modules.php?m=gis_foreveryone&gr=basic_gis&page=6 (7 กันยายน 2559)

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2558. **รายงานผลการสำรวจ เรื่อง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปี 2558(ปีเพาะปลูก 2558/59).** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.opsmoac.go.th/technology-files-391491791809 (9 ตุลาคม 2558).

ศักรินทร์ กอขันธ์. 2555. **การประเมินศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้ง และหาแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้า ชีวมวลในจังหวัดลำปาง โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยพะเยา.

สรวิศ สุภเวชย์. 2561. การพัฒนาเทคนิคการตรวจสกัดพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโดยใช้ข้อมูลดาวเทียมเซนทิเนลตามอนุกรมเวลา. **วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย,** 20, 345-358.

สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง. 2558. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชารีโมทเซนซิง (Remote Sensing).** กำแพงเพชร:มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

สำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). 2552. **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

สถาบันเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2558). **โครงการศึกษาแนวทางการจัดการห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของสินค้าเกษตร.**

สำนักงานสถิติ. 2558. **รายงานสถิติการเกษตรของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดลำพูน. 2558. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดลำพูน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดลำปาง. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดลำปาง.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดกลุ่มภาคเหนือตอนบน. 2558. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนบน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2558. **รายงานการวิเคราะห์สภาวะเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ:กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานราคาสินค้าเกษตรสำคัญของไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดเชียงราย.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดลำพูน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดน่าน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดแพร่.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดพะเยา.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดแม่ฮ่องสอน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดอุตรดิตถ์.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

สำนักงานสถิติจังหวัดเชียงใหม่. 2558. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดเชียงใหม่.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

สำนักงานสถิติจังหวัดอุตรดิตถ์. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดอุตรดิตถ์.** กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

สำนักงานสถิติจังหวัดเชียงราย. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดเชียงราย.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดลำพูน. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดลำพูน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดน่าน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดแพร่. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดแพร่.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดพะเยา. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดพะเยา.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติจังหวัดแม่ฮ่องสอน. 2559. **รายงานวิเคราะห์สถานการณ์การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ : จังหวัดแม่ฮ่องสอน.** กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สารสนเทศอุตุนิยมวิทยาเกษตร. 2558. **รายงานอุตุนิยมวิทยาเกษตรประจำปี.** กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา.

สำนักงานบริหารกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2558. **พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก.** กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. 2542. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ : หลักการเบื้องต้น,** กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุริยะ สมศิริและสุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. 2558. ศักยภาพการแปรรูปหญ้าเนเปียร์ไปเป็นพลังงาน. **วารสารวิจัยพลังงาน,** 12(2), 47-58.

สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2558. **โครงการศึกษามาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน**. สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริชัย คุณภาพดีเลิศและคณะ. 2559. **โครงการการประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในภาคเหนือ.** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักวิจัยและค้นคว้าพลังงาน. 2554. **ก๊าซชีวภาพ**. กระทรวงพลังงาน.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดเชียงใหม่.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุวิทย์ อ๋องสมหวัง. 2554. **หลักการของการรับรู้จากระยะไกลและการประมวลผลภาพเชิงเลข (Principles of Remote Sensing and Digital Image Processing).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สิริพร กมลธรรม. ม.ป.ป. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.dit.go.th/FILE/CONTENT_FILE/255909151616187298348.pdf (21 มิถุนายน 2560).

สิริชัย แย้มแบน. 2554. **การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ไข่ด้วยระบบบ่อหมักรางของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **รายงานการวิเคราะห์อุปสงค์อุปทานและวิถีตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญจังหวัดลำปาง.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สารสนเทศอุตุนิยมวิทยา. 2554. **ดาดรรชนีพืชพรรณ(Vegetation Index: VI)**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http:// http://www.arcims.tmd.go.th/DailyDATA/drought index/documents/ดรรชนีความแห้งแล้งNDVI.pdf (19 เมษายน 2558).

สำนักบรรณสารการพัฒนา. 2559. **การอ้างอิงและการเขียนรายการอ้างอิงหรือบรรณานุกรมแบบ APA (American Psychological Association).** สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

หยกดาว แสนประเสริฐ. 2558. **การออกแบบวิธีวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Anuphao Aobpaet, S. S. 2562. "The Study of Discrimination of Remotely Sensed Data for Designing the Separation Technique Between Cassava and Sugarcane Farmland", **The 5 th International Conference on Geographical Information Theory, Applications and Management,** Crete, Greece. 267-273.

D. Freppaz, R. Minciardi, M. Robba, M. Rovatti, R. Sacile, A. Taramasso. 2547. Optimizingforest biomass exploitation for energy supply at a regional level. **Biomass andBioenergy,** Vol.26, 15-25.

D. Voivontas, D. Assimacopoulos, E.G.Koukios. 2543. Assessment of biomass potential forpower production: a GIS base method. **Biomass and Bioenergy,** Vol.20, 101-112.

Geo-Informatics Center for Thailand. 2562 . **Geographic information system.** http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html. From. Retrieved January 24, 2019.

Jariyaboon, R., Sompong, O., and Kongjan, P. 2558. Bio-hydrogen and bio-methane potentials of skim latex serum in batch thermophilic two-stage anaerobic digestion. **Bio resource Technology.** 198, 198-206.

Jan G. P. W. Clevers, L. K. 2560. "Using Sentinel-2 Data for Retrieving LAI and Leaf and Canopy Chlorophyll Content of a Potato Crop", Remote Sensing.

Koyama, M., Yamamoto, S., Ishikawa, K., Ban, S. and Toda, T. 2015. Enhancing anaerobic digestibility of lignin-rich submerged macrophyte using thermochemical pre-treatment. **Biochemical Engineering Journal,** 99, 124-130.

Malczewski, J. 1999. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicarrier evaluation for land-use suitability analysis. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoformation,** 8:270-277.

NASA. 2554. **Landsat 8 Bands.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands (13 ตุลาคม 2557).

Supavetch, S. 2562. “Sentinel-2 based Remote Evaluation System for a Harvest Monitoring of Sugarcane Area in the Northeast Thailand Contract Farming”, **The 5th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management,** Crete, Greece. 234-241.

Sophie Bontemps, M. A. 2558. “Building a Data Set over 12 Globally Distributed Sites to Support the Development of Agriculture Monitoring Applications with Sentinel2”, **Remote Sensing,** 7, 16062-16090.

Toureiro, C., Serralheiro, R., Shahidian, S., and Sousa, A. 2560. Irrigation management with remote sensing: Evaluating irrigation requirement for maize under Mediterranean climate condition. **Agricultural Water Management,** 184, 211-220.

U.S. Geological Survey. 2561. **Band Designations for Landsat Satellites.** Available Source: https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product, March 6, 2018.

Wasim, P., Shoab Ahmad, K., Ejaz, H., & Faisal, A. 2560. **Satellite based seasonal land use classification and change detection analysis of Landsat-8 operational land imager.** MATEC Web of Conferences.

Wutjanun Muttitanon et al. 2561. การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการศึกษาหาพื้นที่เหมาะสมกับ การปลูกพืชพลังงานทดแทน. **Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University,** 5(6), 49-61.

Xu, J., Lv, Y., Ai, L., Yang, S., He, Y., and Dalson, T. 2560. Validation of dual-crop coefficient method for calculation of rice evapotranspiration under drying–wetting cycle condition. **Paddy and Water Environment,** 15(2), 381-393.

Yi, Z., Jia, Z., Fuqing, X., Yebo, Li. 2557. **Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production.** Progress in Energy and Combustion Science. June 2014. Vol. 42, pp. 35-53.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายจุฑาธิป สิโรรส

เกิดเมื่อ 29 เมษายน 2531

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2554 ปริญญาตรี สาขาภูมิสารสนเทศ คณะมนุษย์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวชิรวิทย์เชียงใหม่

ประวัติการทำงาน พ.ศ.2555 - 2557 พนักงานจ้างเหมาสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินประจำพื้นที่สูง ครอบคลุมพื้นที่ 10 จังหวัด เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย น่าน แพร่ ตาก แม่ฮ่องสอน กาญจนบุรี กำแพงเพชร สำนักวิจัยและพัฒนา สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พ.ศ. 2557 –2559 เจ้าหน้าที่โครงการจัดทำที่ดินรายแปลง สำนักยุทธศาสตร์และแผน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พ.ศ. 2559 –2561 เจ้าหน้าที่โครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการวางแผนและพัฒนาบนพื้นที่สูง สำนักยุทธศาสตร์และแผน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พ.ศ. 2561 – ปัจจุบัน เจ้าหน้าที่โครงการบริหารจัดการน้ำและอุตุนิยมวิทยาเพื่อการเกษตรบนพื้นที่สูง สำนักยุทธศาสตร์และแผน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์