



การวิเคราะห์ศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังใน  
ประเทศไทย

โดย

นายศิลป์ชัย รัตนารธรรมวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาภูมิศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิเคราะห์ศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังใน  
ประเทศไทย

โดย

นายศัลป์ชัย รัตนารมวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม  
ภาควิชาภูมิศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2551  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**A POTENTIAL ANALYSIS OF OPTIMUM LOCATION OF ETHANOL INDUSTRY BY  
CASSAVA IN THAILAND**

**By**

**Silchai Rattanathammawat**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree**

**MASTER OF ARTS**

**Department of Geography**

**Graduate School**

**SILPAKORN UNIVERSITY**

**2008**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การวิเคราะห์ศักยภาพ  
ทางที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย ” เสนอโดย  
นายศิลป์ชัย รัตนธรรมวัฒน์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
อาจารย์ ดร.วรพจน์ ชอบธรรม

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ศรีคำ)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.มนู วัลยะเพ็ชร)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรรย์ แสงฟุ้ง)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.วรพจน์ ชอบธรรม)  
...../...../.....



47204210 : MAJOR : INDUSTRIAL GEOGRAPHY

KEY WORD : LOCATION OF ETHANOL INDUSTRY / GIS

SILCHAI RATTANATHAMMAWAT : A POTENTIAL ANALYSIS OF OPTIMUM LOCATION OF ETHANOL INDUSTRY BY CASSAVA IN THAILAND. THESIS ADVISOR : WORAPOT CHOBTHUM, Ph.D. 131 pp.

This research aims to analyze the optimum location of ethanol industry by cassava in Thailand, as well as to analyze the potential of optimum location. GIS was employed as a tool in this research, combined with a decision-making system and a spatial analysis. Significant scores and the degree of appropriateness of both major and minor factors influencing the location of ethanol industry were determined. These were obtained through the distribution of questionnaires and direct interview sessions with personnel in Thailand's ethanol industry. Then, the appropriateness of the location was calculated using linear combination method.

The results showed that factors affecting the location of ethanol industry by cassava in Thailand were the sufficiency of raw materials (cassava), water used in the production line, and the convenience in raw material and product transportation. The research indicated that the optimum location was Nakorn Ratchasima Province. The total area of the province was 12,955,219.61 rais, all of which can be categorized into 6,672,830.19 rais of inappropriate area, 2,940,826.22 rais of less appropriate area, 2,247,115.99 rais of an moderately appropriate area, 835,160.70 rais of rather appropriate area, and 259, 286.51 rais of the most appropriate area. The most appropriate area can be divided into seven districts i.e. Darnkoontod District (73, 699.16 rais), Choke Chai District (69,130.86 rais), Korn Buri District (51,820.04 rais), Park Tongchai District (33,691.05 rais), Serng Sarng District (14,318.91 rais), Nongboonmark District (6,619.89 rais), Teeparuck Sub-district (5,736.58 rais), Muang District (3,517.58 rais), and Non Thai (752.43 rais), respectively.

Darnkoontod District was studied about the potential of location. From the study showed that the optimum location was Nong Bua Takiad Sub-district in Darnkoontod, Nakorn Ratchasima. In that location, 200 rais of the land are needed to feed the ethanol factory. These characteristics of backward linkage were described as follows. (1) The amount of raw materials in fifty kilometers radial was 2,635,892 tons/year which can be used to produce 94,892,112 liters of ethanol/year. (2) Two hundred labors were required. (3) There were the Huay Yai River as a natural source of water for the production line. (4) The road used for transportation was the highway number 201 (See Kiw - Chaiyapoom). The characteristics of backward linkage showed that the cassava waste was 24,424 tons/year which could be sold to thirty one animal feed factories in Nakorn Ratchasima. Moreover, the ethanol products were saleable to any petroleum depository to produce Gasohol. It could be exported to some other countries as well.

---

Department of Geography Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2008  
Student's signature .....  
Thesis Advisor's signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีอาจสำเร็จได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร.วรพจน์ ชอบธรรม ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.มนู วัลยะเพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรัญ แสงพุ่ม รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ศรีคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาติ อุ๋อัน และคณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้สั่งสอนและอบรมความรู้ต่างๆจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลที่สำคัญและการให้คำแนะนำที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ โรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทย สำหรับแบบสอบถาม และการให้สัมภาษณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณสำหรับเพื่อนๆ และรุ่นพี่ปริญญาโททุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือต่างๆ จากทุกคนในครอบครัว

## สารบัญ

		หน้า
	บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
	กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
	สารบัญตาราง.....	ญ
	สารบัญภาพ.....	ฎ
	สารบัญแผนที่.....	ฏ
<b>บทที่</b>		
1	<b>บทนำ.....</b>	<b>1</b>
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
	ขอบเขตของการศึกษา .....	4
	ข้อตกลงเบื้องต้น .....	4
	พื้นที่ที่ทำการศึกษา.....	4
	นิยามศัพท์ในการศึกษา.....	5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
2	<b>วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>7</b>
	ทฤษฎีและ โมเดลเกี่ยวกับที่ตั้งอุตสาหกรรม.....	7
	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม.....	10
	ระบบภูมิสารสนเทศ.....	16
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3	<b>ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยและลักษณะทั่วไปของอุตสาหกรรม</b>	
	ผลิตเอทานอล.....	28
	ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย.....	28
	ที่ตั้งและขนาดของประเทศไทย.....	28
	ภูมิประเทศของประเทศไทย .....	31
	ภูมิอากาศของประเทศไทย.....	35
	ทรัพยากรดินในประเทศไทย.....	38

บทที่	หน้า
ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย .....	41
การกลีกรรรมในประเทศไทย.....	42
อุตสาหกรรมในประเทศไทย.....	45
ประเภทของการขนส่งที่สำคัญของไทย.....	46
การเพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย.....	51
อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล.....	54
ความหมายของเอทานอล.....	54
วัตถุประสงค์สำหรับผลิตเอทานอล.....	55
กระบวนการผลิตเอทานอล.....	56
ประเทศผู้ผลิตเอทานอลรายสำคัญของโลก.....	59
โอกาสของมันสำปะหลังกับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลของไทย....	60
ประวัติความเป็นมาของการผลิตเอทานอลในประเทศไทย.....	62
สถานการณ์อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลในปัจจุบัน.....	63
4    วิธีดำเนินการวิจัย.....	68
การเก็บข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	68
วิธีการศึกษาวิจัย.....	69
เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	73
เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	73
5    การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล.....	74
การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจาก มันสำปะหลังในประเทศไทย.....	74
การตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม ผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย.....	76
การวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลังในประเทศไทย.....	82
การวิเคราะห์ศักยภาพทางพื้นที่ของพื้นที่ตัวอย่างที่มีความเหมาะสมมาก ที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังใน ประเทศไทย .....	106

บทที่	หน้า
6	สรุปผลของการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 115
	การวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจาก มันสำปะหลังในประเทศไทย..... 115
	การวิเคราะห์ศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสมถึงลักษณะการเชื่อมโยงของ ธุรกิจเชื่อมโยง ไปข้างหลังและ ธุรกิจเชื่อมโยง ไปข้างหน้าของ อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง..... 116
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป..... 117
	บรรณานุกรม..... 118
	ภาคผนวก..... 121
	ประวัติผู้วิจัย..... 131

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	การแบ่งจังหวัดตามรายภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ประเทศไทย..... 30
2	จำนวนมันสำปะหลัง เนื้อที่ผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ เป็นรายจังหวัด ปี 2548-2550..... 52
3	ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ..... 60
4	เปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่ได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ..... 61
5	โรงงานที่ดำเนินการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว..... 63
6	โรงงานเอทานอลที่อยู่ระหว่างก่อสร้าง..... 64
7	ปริมาณการผลิตเอทานอลรายเดือน ปี 2549 – 2550..... 65
8	ราคาเอทานอลในประเทศช่วงปีพ.ศ. 2550-ไตรมาสที่ 1 2551..... 65
9	ปริมาณการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศของผู้ผลิตเอทานอล ปี 2550-2551..... 66
10	วิธีการรวบรวมข้อมูล แหล่งที่มาข้อมูล..... 68
11	การถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจาก มันสำปะหลัง..... 75
12	การกำหนดระดับคะแนนของประเภทของปัจจัย..... 75
13	ปริมาณเอทานอลที่ได้ตามการใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆ..... 77
14	ข้อมูลปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง ระยะทางรวมของเส้นทางลำน้ำ และระยะทางรวมของถนน แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด..... 83
15	ค่าคะแนนรวมของปัจจัยในการวิเคราะห์จังหวัดที่มีความเหมาะสมต่อการตั้ง อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง..... 86
16	เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนน .....
17	การกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ..... 93
18	จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้ง โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากปัจจัยด้านวัตถุดิบ .....
19	การกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ใน กระบวนการผลิต..... 95

ตารางที่	หน้า
20 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้ง โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากปัจจัยด้านแหล่งน้ำที่ใช้ใน กระบวนการผลิต.....	96
21 การกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านการคมนาคมขนส่ง.....	98
22 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้ง โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากปัจจัยด้านความสะดวกในการ คมนาคมขนส่ง.....	99
23 การกำหนดระดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่.....	99
24 ค่าคะแนนรวมของปัจจัยในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่มีความเหมาะสมต่อการตั้ง อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา.....	101
25 เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนน.....	102
26 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้ง โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง.....	104
27 จำนวนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมาแบ่งแยกเป็นรายอำเภอ.....	105

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงผลของที่ตั้งโรงงานราคาถูก ในทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของเวเบอร์.....	10
2	แสดงวิธีการขนส่งแบบต่างๆที่มีอิทธิพลต่อค่าขนส่ง.....	12
3	การทำระยะแนวกันชน (Buffer).....	19
4	การตัดข้อมูล (Clip).....	20
5	การรวมข้อมูลที่ซ้ำกัน (Dissolve).....	20
6	การขจัดข้อมูล (Eliminate).....	21
7	การลบข้อมูล (Erase Cover).....	21
8	การหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Intersect.....	22
9	การหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Union.....	22
10	กระบวนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ และกระบวนการใช้ประโยชน์ จากผลิตภัณฑ์ต่างๆ.....	58
11	แสดง Mass Balance ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันเส้น.....	61
12	วิธีการศึกษาวิจัย.....	72
13	Mass Balance ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันเส้น.....	78
14	ภาพจากดาวเทียมของที่ตั้งโรงงาน บริษัท ไทยง้วน เอทานอล จำกัด (มหาชน) จากโปรแกรม PointAsia.....	81
15	ภาพถ่ายโรงงานบริษัท ไทยง้วน เอทานอล จำกัด (มหาชน).....	81
16	แผนที่แนวกันชนโดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	90
17	แผนที่การคลิป (Clip) พื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	91
18	แผนที่การทำแนวกันชนพื้นที่ โดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	91
19	แผนที่การแบ่งพื้นที่ โดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	92
20	แผนที่การคำนวณหาพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	92
21	แผนที่การคำนวณระดับคะแนนของปัจจัยวัตถุดิบโดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	93
22	แผนที่การเลือกเส้นทางแหล่งน้ำที่เหมาะสมโดยการใช้โปรแกรม Arcview...	94
23	แผนที่การทำแนวกันชนเส้นทางแหล่งน้ำโดยการใช้โปรแกรม Arcview.....	95

ภาพที่	หน้า
24	แผนที่ระดับคะแนนของเส้นทางแหล่งน้ำโดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 96
25	แผนที่การเลือกเส้นทางคมนาคมที่เหมาะสมโดยการใช้โปรแกรม Arcview... 97
26	แผนที่การทำพื้นที่เส้นทางคมนาคมโดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 97
27	แผนที่ระดับคะแนนของเส้นทางคมนาคมโดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 98
28	แผนที่ระดับคะแนนความสำคัญของพื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 100
29	แผนที่การซ้อนทับข้อมูลพื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 102
30	แผนที่ความเหมาะสมของพื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 103
31	แผนที่พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดโดยการใช้โปรแกรม Arcview..... 103
32	ตำแหน่งของภาพจากดาวเทียมของพื้นที่ตัวอย่าง..... 106
33	ภาพจากดาวเทียมที่ถูกซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชน..... 107
34	ภาพถ่ายดาวเทียมที่ถูกซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชนและพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด สำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง..... 108
35	ภาพถ่ายดาวเทียมที่ถูกซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชน, แนวกันชนจากชุมชน และพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอล..... 108
36	ภาพถ่ายจากสถานที่จริงบริเวณหมายเลขหนึ่งจากภาพที่ 35..... 109
37	ภาพถ่ายจากสถานที่จริงบริเวณหมายเลขสองจากภาพที่ 35..... 109
38	ภาพถ่ายแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตจากสถานที่จริง..... 109
39	ภาพถ่ายเส้นทางคมนาคมหมายเลข 201..... 110
40	ภาพถ่ายสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้านขุนทด..... 111
41	ภาพถ่ายสำนักงานการประปาส่วนภูมิภาคด้านขุนทด..... 111
42	ภาพถ่ายสถาบันการเงินในบริเวณตัวอำเภอด้านขุนทด..... 112
43	การเชื่อมโยงของธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลังและ ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง..... 114

## สารบัญแนที่

แนที่ที่	หน้า
1 ที่ตั้งของประเทศไทย.....	29
2 รูปแบบทางที่ตั้งของประเทศไทยแบ่งแยกเป็นรายภาคและรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2551.....	31
3 รูปแบบทางที่ตั้งของปริมาณมันสำปะหลังในประเทศไทยเป็นรายจังหวัด ปีพ.ศ. 2550.....	54
4 ที่ตั้งโรงงานบริษัท ไทยง่วน เอทานอล จำกัด (มหาชน).....	80
5 ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ (มันสำปะหลัง) ในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด.....	87
6 ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งน้ำในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด.....	87
7 ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง ในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด.....	88
8 ระดับคะแนนรวมของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลังในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด.....	89
9 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ในจังหวัดนครราชสีมา.....	104
10 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลัง ในจังหวัดนครราชสีมา.....	105

**บทที่ 1**  
**บทนำ**  
**(Introduction)**

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Statements and Significance of the Problems)**

วิกฤตด้านราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ประมาณ เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 ที่ราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบดูไบ อยู่ที่ 37.92 ดอลลาร์สหรัฐ/บาร์เรล จนถึงปี พ.ศ. 2549 ที่ราคาเฉลี่ย น้ำมันดิบตลาดดูไบ ปรับตัวขึ้นไปอยู่ที่ 61.66 ดอลลาร์สหรัฐ/บาร์เรล และ ต่อเนื่องมาจนถึงปีพ.ศ. 2550 ที่ราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบตลาดดูไบ ยังคงปรับตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเดือนธันวาคม ราคาเฉลี่ย น้ำมันดิบตลาดดูไบ อยู่ที่ 85.99 ดอลลาร์สหรัฐ/บาร์เรล ส่งผลกระทบกับประเทศผู้นำเข้าน้ำมันเป็น หลัก รวมถึงประเทศไทยซึ่งต้องนำเข้าพลังงานน้ำมันจากต่างประเทศถึงร้อยละ 90 ของที่ใช้ทั้ง ประเทศ (กรมธุรกิจพลังงาน 2551) โดยในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าของประเทศ อยู่ที่ 140,010.6 ล้านดอลลาร์ สหรัฐฯ สาเหตุหนึ่งนั้นมาจากการนำเข้าน้ำมันดิบ ที่มีมูลค่าการนำเข้า เป็นอันดับหนึ่งของประเทศอยู่ที่ 25,895 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (กระทรวงพาณิชย์ 2551) เพื่อเป็นการหาวิธีแก้ปัญหาด้านการนำเข้าพลังงานน้ำมัน จึงได้มีการเสาะแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิง และ พลังงานจากทรัพยากรภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้า ในด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น เอทานอล ไบโอดีเซล แก๊ส NGV (Natural Gas for Vehicles) ไบโอดีเซล พลังงานแสงอาทิตย์ ฯลฯ

ปัญหาราคาพืชผลทางการเกษตรตกต่ำ นั้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรซึ่งเป็น ประชากร ส่วนใหญ่ของประเทศมาเป็นเวลาช้านาน ส่งผลให้รัฐบาลต้องทำการประกันราคา หรือ รับจำนำผลผลิตทางการเกษตร เพื่อให้การช่วยเหลือเกษตรกรที่ถูกเอารัดเอาเปรียบจากพ่อค้า และ มั่นสำปะหลังเป็นพืชผลการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีปัญหาด้านราคาผลผลิตตกต่ำเช่นกัน ในปี พ.ศ. 2549 มันสำปะหลังมีพื้นที่ปลูกประมาณ 6.933 ล้านไร่ และมีผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดประมาณ 22 ล้านตัน โดยราคาหัวมันสำปะหลังสดมีแนวโน้มลดต่ำลง ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม เป็นต้นมา จนถึงขณะนี้ โดยราคามันสำปะหลังสดที่เกษตรกรขายได้อยู่ระหว่างกิโลกรัมละ 0.84-0.92 บาท ราคาหัวมันสำปะหลังสด เชื้อแป้ง 25% ที่เกษตรกรขายได้อยู่ที่กิโลกรัมละ 1.03-1.07 บาท เท่านั้น ในขณะที่ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยอยู่ที่กิโลกรัมละ 0.87 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2551)

การผลิตเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตรก็เป็นแนวทางหนึ่ง ในการแก้ปัญหาทั้งสองไม่ว่าจะด้านการนำเข้าน้ำมันในปริมาณที่สูง หรือแม้กระทั่งราคาผลผลิตทางการเกษตรที่ตกต่ำไม่ว่าจะเป็นมันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล ข้าว ข้าวโพด มาแปรรูปด้วยการย่อยสลาย การหมัก และการกลั่นนำเอทานอลที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม หากนำไปผสมกับเบนซินเรียกว่า แก๊สโซฮอล์ ซึ่งมีตัวอย่างในต่างประเทศ ทั้งในประเทศ บราซิล สหรัฐอเมริกา และประเทศกลุ่มยุโรป โดยแนวความคิดเรื่องนี้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงได้ทดลองทั้งการผลิต และใช้งานใน โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา และได้มีการทดลองโดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย จนได้ผลดีมาแล้ว

ต่อมาเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2543 คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบในหลักการ โครงการผลิตแอลกอฮอล์จากพืชเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยให้กระทรวงอุตสาหกรรมรับไปแต่งตั้งคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมได้มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ เมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2543 โดยมี ปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม เป็นประธาน และผู้อำนวยการสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เป็นกรรมการและเลขานุการ คณะรัฐมนตรีในคราวประชุม เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2543 ได้มีมติเห็นชอบแนวทางการส่งเสริม และสนับสนุนการผลิตและการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมเสนอ ในการนี้รัฐจะสนับสนุนให้ภาคเอกชนลงทุนจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง และให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดแผนการผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง เพื่อรองรับและให้สอดคล้องกับการลงทุนในการผลิตเอทานอล

คณะรัฐมนตรี ได้มีมติอนุมัติการขอตั้ง โรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลของผู้ประกอบการทั้ง 8 ราย ตามข้อเสนอของคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ เมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2545 โดยมีโครงการ ดังต่อไปนี้

1. บริษัทพรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุ๊ป เทรคคิง จำกัด
2. บริษัท ไทยอะโกร เอ็นเนอร์ยี จำกัด (บริษัท ที.เอส.บี เทรคคิง จำกัด)
3. บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล แก๊สโซฮอล์ คอร์ปอเรชั่น
4. บริษัท แสงโสม จำกัด
5. บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด
6. บริษัทน้ำตาลขอนแก่น
7. บริษัท อัลฟ่า เอ็นเนอร์ยี จำกัด
8. บริษัท ไทยเนชั่นแนล พาวเวอร์ จำกัด

(สำนักงานคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ 2548)

จากการศึกษาสถานภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ซึ่งดำเนินการโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประกอบกับแผนยุทธศาสตร์มันสำปะหลังและแผนพัฒนาการผลิตอ้อยปี 2545-2549 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และในการประชุมคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 18 เมษายน 2545 และการประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อ 14 พฤษภาคม 2545 ได้มีมติรับทราบตามข้อสรุปในด้านวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ดังนี้

1. พืชที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลมากที่สุด คือ มันสำปะหลัง เนื่องจากมี ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังส่วนเกินของตลาด ประมาณ 4 ล้าน ตันต่อปี ทำให้สามารถผลิตเอทานอล โดยมีมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบได้ประมาณ 2 ล้านลิตร ต่อวัน
2. การใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลไม่เหมาะสม เพราะ ปริมาณการผลิตอ้อยในปัจจุบัน นั้นยังผลิต ไม่เพียงพอ กับความต้องการของอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล
3. กากน้ำตาลสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลได้เฉพาะส่วนที่เหลือจากการบริโภค ซึ่งมีประมาณ 0.8 ล้าน ตันต่อปี ผลิตเอทานอลได้ประมาณ 600,000 ลิตรต่อวัน (สรุปจรรยาวัธ 2546 : 19)

การพัฒนาพลังงานเอทานอลเพื่อนำไปผลิตต่อเป็นแก๊สโซฮอล์ จากมันสำปะหลัง เพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมันนั้นเป็นเรื่องสำคัญ ควรที่จะมีการศึกษาและวางแผนอย่างถูกต้อง เพื่อจัดการกับวัตถุดิบที่มีอยู่อย่างเพียงพอให้สามารถนำมาผลิตเอทานอลได้ โดยถึงแม้ว่าในอนาคตราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกอาจจะราคาลดลง แต่ประเทศไทยก็ควรที่จะยังคงสนับสนุนนโยบายพลังงานทดแทนต่อไป เพื่อลดผลกระทบจากราคาน้ำมันที่อาจจะเพิ่มสูงขึ้นมาอีกในอนาคต อีกทั้งยังช่วยประหยัดเงินตราที่สูญเสียดอกไปนอกประเทศกับการนำเข้าน้ำมัน และช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังให้ได้รับความเป็นธรรมจากราคาผลผลิตการเกษตร และในงานวิจัยชิ้นนี้ต้องการศึกษาถึงที่ตั้งที่มีศักยภาพในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังว่า บริเวณใดในประเทศไทย มีความเหมาะสมที่สุดในการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเพื่อเป็นแนวทางที่จะช่วยในการตัดสินใจของผู้ประกอบการที่จะทำการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

## ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์การวิจัย (Goals and Objective)

1. เพื่อวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย
2. เพื่อคำนวณหาศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสม โดยอธิบายถึงลักษณะการเชื่อมโยงของธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลัง(Backward Linkage) และ ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward Linkage) ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

## ขอบเขตการศึกษา (Scope or Delimitation of Study)

1. ในการวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ผู้วิจัยได้ใช้ประเทศไทยเป็นกรอบทางพื้นที่ในการศึกษาโดยกำหนดให้แต่ละจังหวัดเป็นหน่วยทางพื้นที่
2. ในการคำนวณศักยภาพทางพื้นที่โดยศึกษาถึงลักษณะการเชื่อมโยงของธุรกิจไปข้างหน้า และย้อนกลับนั้นใช้ประเทศไทยเป็นกรอบทางพื้นที่ในการศึกษา

## ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)

1. การศึกษาครั้งนี้ศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลเพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น (99.5% v/v)
2. การศึกษาครั้งนี้ศึกษาอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล โดยใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเท่านั้น

## พื้นที่ที่ทำการศึกษา (Study Area)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาประเทศไทย เป็นกรอบทางพื้นที่ (Spatial Framework) ซึ่งการศึกษาในแต่ละชั้นข้อมูลจะมีการกำหนดหน่วยสถิติทางพื้นที่ (Area Statistical Unit) ต่างกัน เช่น ขอบเขตพื้นที่การปกครองใช้ ใช้ขอบเขตของจังหวัด อำเภอ หรือ กิ่งอำเภอ เป็นหน่วยสถิติทางพื้นที่ เป็นต้น

### นิยามศัพท์เฉพาะ (Specific Definition)

1. อุตสาหกรรม (Industrial) หมายถึง การแปรรูปหรือ แปรรูปวัตถุดิบ (Raw Material) ให้เป็นสินค้า (Goods) หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finish Products) เพื่อนำไปบริโภค จำหน่าย หรือนำไปเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอีกต่อหนึ่ง (วิชัย ศรีคำ 2547 : 3)

2. โรงงานอุตสาหกรรม หมายถึง อาคารสถานที่หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรมีกำลังรวมตั้งแต่ 5 แรงม้า หรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่ห้าแรงม้าขึ้นไป หรือใช้คนงานตั้งแต่เจ็ดคนขึ้นไป โดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตาม สำหรับทำ ผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ล้างเสีย เก็บรักษาหรือทำลายสิ่งใดๆทั้งนี้ ตามประเภทหรือชนิดของโรงงานที่กำหนดในกฎกระทรวงตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2551)

3. อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล หมายถึง โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเอทานอลจากวิธีการทางชีวเคมี โดยใช้วัสดุเกษตร ที่มีองค์ประกอบประเภทแป้ง น้ำตาล หรือเซลลูโลสเป็นวัตถุดิบ หรือที่เรียกว่า ไบโเอทานอล และ ผลิตเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านเชื้อเพลิงเท่านั้น (ศิริภัทร ศรีนรคุตร 2546 : 46)

4. ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลัง (Backward Linkage) หมายถึง ความเชื่อมโยงระหว่างกันของอุตสาหกรรมหนึ่งกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในลักษณะที่อุตสาหกรรมหนึ่งดำเนินการซื้อวัตถุดิบ หรือ สิ่งที่ต้องการใช้ในกระบวนการผลิตจากอุตสาหกรรมอื่น เพื่อนำมาสร้างเป็นผลผลิตของตนเอง การวัดการเชื่อมโยงแบบถอยหลังสามารถทำได้โดยการพิจารณาสัดส่วนของปริมาณการบริโภคในระยะเวลาการผลิตเทียบกับผลผลิตทั้งหมดของส่วนการผลิต (การเชื่อมโยงแบบถอยหลังแบบตรง) หรือเทียบกับตัวคูณของผลผลิตทั้งหมด (การเชื่อมโยงแบบถอยหลังแบบสมบูรณ) อุตสาหกรรมจะมีการเชื่อมโยงแบบถอยหลังที่เห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อผลผลิตจากอุตสาหกรรมนั้นจำเป็นต้องใช้ สิ่งของหรือข้อมูลนำเข้าโดยอุตสาหกรรมอื่นๆเป็นจำนวนมาก (Minnesota Implan Group 2551)

5. ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward Linkage) ความเชื่อมโยงระหว่างกันของอุตสาหกรรมหนึ่งกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในลักษณะที่อุตสาหกรรมหนึ่งทำการขายผลผลิตของตนเอง การเชื่อมโยงในลักษณะดังกล่าวสามารถวัดได้จากช่องที่เป็นการสรุปปริมาณทั้งหมดในตาราง แสดงความต้องการทางตรง (การเชื่อมโยงแบบไปข้างหน้าแบบตรง) หรือช่องที่เป็นการสรุปปริมาณทั้งหมดในตารางแสดงความต้องการในองค์กรรวม (การเชื่อมโยงแบบไปข้างหน้าแบบสมบูรณ) อุตสาหกรรมจะมีการเชื่อมโยงแบบไปข้างหน้าที่เห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อผลผลิตจำนวนมากจากอุตสาหกรรมนั้นถูกใช้ป็นสิ่งของหรือข้อมูลนำเข้าถูกนำไปใช้ป็นสิ่งของหรือข้อมูลนำเข้า โดยอุตสาหกรรมอื่นๆ (Minnesota Implan Group 2551)

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Benefit from the Research Findings)

1. ช่วยให้ผู้สามารถวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้
2. ช่วยให้ผู้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล โดยใช้วัตถุดิบประเภทอื่น
3. ผลของการวิจัยจะสามารถนำไปอธิบายลักษณะเส้นทาง และ ความสัมพันธ์ระหว่างธุรกิจไปข้างหน้า และย้อนกลับของอุตสาหกรรม กับตัวอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

(Reviews of Related Literature)

ในบทนี้เป็นการรวบรวมแนวความคิดและทฤษฎีทางที่ตั้งอุตสาหกรรม รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา ดังนั้นในบทนี้จึงสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อเพื่อต่อการทำความเข้าใจได้ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎี และโมเดล ที่เกี่ยวกับที่ตั้งอุตสาหกรรม
2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม
3. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics หรือ Geo-Informatics)
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1 ทฤษฎี และโมเดลที่เกี่ยวกับที่ตั้งอุตสาหกรรม

##### 1.1 ทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของ แอลเฟรด เวเบอร์

แอลเฟรด เวเบอร์ เป็นบุคคลแรกที่สร้างทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1909 โดยเวเบอร์ได้กล่าวไว้ว่า “โรงงานอุตสาหกรรมจะตั้งอยู่ ณ จุด หรือตำแหน่งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุด” โดยในเบื้องต้นเวเบอร์ได้ตั้งข้อตกลงเบื้องต้น สำหรับทฤษฎีเพื่อไว้ 5 ข้อด้วยกัน คือ (Butler 1980, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 15)

1. วัตถุประสงค์แปรเปลี่ยนไปตามพื้นที่ ดังที่เรียกกันว่า “ทรัพยากรมีอยู่เพียงบางแห่ง” หรือมีอยู่เฉพาะที่
2. กำหนดให้ศูนย์กลางตลาด อยู่ ณ ตำแหน่งที่คงที่
3. กำหนดรูปแบบทางพื้นที่ของต้นทุนทางด้านแรงงานเป็นรูปแบบคงที่
4. ความง่ายในการเคลื่อนที่หรือการเดินทางเท่ากันทุกทิศทาง
5. ต้นทุนการผลิตและเทคโนโลยี เท่ากันทุกหนทุกแห่ง

โดยในโมเดลของ เวเบอร์ ได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมไว้ 3 ประการ กล่าวคือ ปัจจัยด้านการขนส่ง ปัจจัยด้านแรงงาน และปัจจัยด้านแรงที่ทำให้เกิดการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน หรือแรงที่ก่อให้เกิดการแยกตัวกัน โดยปัจจัยการขนส่ง และปัจจัยแรงงาน สามารถรวมเรียกกันได้ว่าปัจจัยภูมิภาคทั่วไป ส่วนปัจจัยด้านแรงที่ทำให้เกิดการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน หรือแรงที่ก่อให้เกิดการแยกตัวกัน เวเบอร์เรียกว่า ปัจจัยท้องถิ่น (Smith 1971 : 114, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 16 )

### 1.1.1 การขนส่ง

โดย เวเบอร์ ได้ให้ความสำคัญกับค่าขนส่งว่าจะถูกกำหนดด้วยตัวแปร 2 ตัวแปร คือ 1. น้ำหนักของวัตถุดิบ และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ 2. ระยะทางจากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงาน และระยะทางจากโรงงานไปตลาด ผลหารของสองตัวแปรดังกล่าว คือ “ดัชนีค่าขนส่ง” โดยทั่วไปก็จะพบว่า ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม อาจะอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่งใน 3 แห่งต่อไปนี้ คือ แหล่งวัตถุดิบ ตลาด และจุดกึ่งกลางระหว่างวัตถุดิบ กับตลาด โดย เวเบอร์ ได้ใช้ค่าขนส่งเป็นตัววัดปัจจัยด้านการขนส่ง โดยที่ เวเบอร์ ไม่ได้ใช้ค่าขนส่งพิจารณาโดยตรง หากแต่นำน้ำหนักวัตถุดิบและน้ำหนักสินค้า ที่ขนย้ายไปกับระยะทางมาพิจารณาแทน

และในการวิเคราะห์ของเวเบอร์ ค่าขนส่งยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลของน้ำหนักวัตถุดิบ และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ที่ตั้งที่มีค่าขนส่งต่ำสุด จึงตั้งอยู่ ณ จุดที่มีจำนวนตันต่อกิโลเมตรรวมของวัตถุดิบที่นำไปยังโรงงาน และผลิตภัณฑ์ที่นำไปจำหน่ายยังตลาดมีจำนวนน้อยที่สุด

วัตถุดิบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. วัตถุดิบที่มีอยู่ทุกหนแห่ง คือ วัตถุดิบที่หาได้ทุกหนแห่ง เช่น น้ำ วัตถุดิบประเภทนี้ไม่มีแรงดึงดูดที่ตั้ง เนื่องจากไม่จำเป็นต้องขนส่ง ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบประเภทนี้มีแนวโน้มที่จะไปตั้งอยู่ที่ตลาด

2. วัตถุดิบที่มีอยู่เฉพาะแห่ง คือ วัตถุดิบที่หาได้บางแห่งบางท้องถิ่นเท่านั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบย่อย คือ

2.1 วัตถุดิบรวม หรือวัตถุดิบที่สูญเสียน้ำหนัก คือ วัตถุดิบที่เมื่อนำไปแปรรูป หรือแปรสภาพเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้ว จะสูญเสียน้ำหนักมากเช่น หินปูน เมื่อสกัดเอาปูนซีเมนต์ไม่ได้สินแร่เหล็ก เมื่อสกัดออกมาจะได้เนื้อเหล็กเพียงนิดเดียวเป็นต้น ดังนั้นวัตถุดิบประเภทนี้จึงมีแนวโน้มไปตั้งอยู่ที่แหล่งวัตถุดิบ

2.2 วัตถุดิบบริสุทธิ์ คือ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด โดยไม่สูญเสียน้ำหนักเลย เช่น น้ำตาล สำหรับนำไปผลิตเป็นน้ำตาลวาน หรือเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น โรงงานผลิตเบียร์และ

โรงงานผลิตโคลา จะใช้น้ำและน้ำตาลเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต โรงงานดังกล่าวจึงมีแนวโน้มที่จะไปตั้งอยู่ที่ตลาด

แอลเฟรด เวเบอร์ สร้างดัชนีวัตถุดิบ ขึ้นมาเพื่อชี้แจงน้ำหนักวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$MI = W_{lm} / W_p$$

ซึ่ง

$$MI = \text{ดัชนีวัตถุดิบ}$$

$$W_{lm} = \text{น้ำหนักรวมของวัตถุดิบที่มีอยู่เฉพาะแห่ง}$$

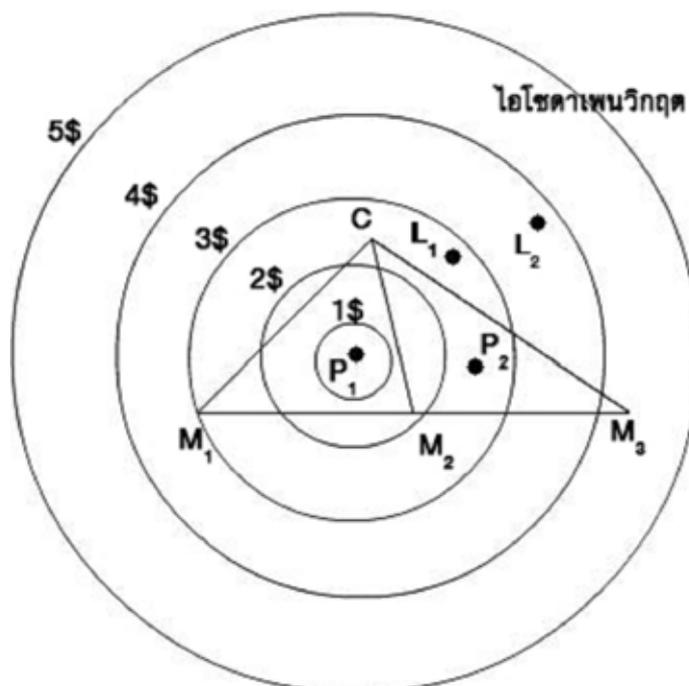
$$W_p = \text{น้ำหนักรวมของผลิตภัณฑ์}$$

สำหรับอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบบริสุทธิ์ ดัชนีวัตถุดิบจะเท่ากับ 1 เนื่องจากไม่มีน้ำหนักวัตถุดิบสูญเสียไปในการผลิตเลย ส่วนอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบที่สูญเสียน้ำหนัก ดัชนีจะมีค่ามากกว่า 1 โดยอุตสาหกรรมที่มีค่าดัชนีวัตถุดิบ เท่ากับ 1 หรือใกล้เคียงกับค่า 1 มีแนวโน้มจะตั้งอยู่ที่ตลาด เพราะค่าขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังตลาด เกินค่าขนส่งวัตถุดิบ ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีดัชนีวัตถุดิบมากกว่า 1 มีแนวโน้มที่จะตั้งอยู่แหล่งวัตถุดิบ เนื่องจากค่าขนส่งรวมต่ำสุด จึงมีแนวโน้มที่จะอยู่ ณ แหล่งวัตถุดิบ จึงมีผลกระทบต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม (Bradford and Kent 1978 : 45, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 22-23 )

### 1.1.2 แรงงาน

เกี่ยวกับปัจจัยแรงงาน แอลเฟรด เวเบอร์ ได้ใช้ค่าแรงงาน เป็นตัววัดปัจจัยดังกล่าว โดยปัจจัยแรงงานเป็นตัวกำหนดตัวที่สองของปัจจัยภูมิภาคในโมเดลที่ตั้งอุตสาหกรรมของเวเบอร์ เขากล่าวว่า บริเวณที่มีแรงงานราคาถูก จะทำให้สามารถเกิดการหันเหที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมออกไปจากที่ตั้ง ซึ่งมีค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด ถ้าหากว่าการประหยัดจากค่าแรงงานมีค่าสูงกว่าค่าขนส่งที่เพิ่มมากขึ้น ณตำแหน่งที่ค่าขนส่งรวมต่ำสุด ซึ่งเวเบอร์ได้ใช้เส้นไอโซดาเพน (Isodapane) ในการอธิบายเหตุการณ์ดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 1

ไอโซดาเพน (Isodapane) คือ เส้นที่ลากเชื่อมจุดต่างๆที่มีค่าขนส่งรวมเท่ากัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เส้นที่ลากล้อมรอบที่ตั้ง ซึ่งมีค่าขนส่งรวมต่ำที่สุดโดยเชื่อมจุดต่างๆที่มีค่าขนส่งรวมเท่ากัน (Smith 1971 : 116, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 25 )



ภาพที่ 1 แสดงผลของที่ตั้งโรงงานราคาถูก ในทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของเวเบอร์  
 ที่มา : วิชัย ศรีคำ, ภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม (นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547), 25,  
 อ้างจาก David M. Smith, Industrial Location : An Economic Geographical Analysis (New York :  
 John Wiley & Sons, 1971), 117.

### 1.1.3 การเกาะกลุ่มหรือการจับกลุ่มรวมตัวกัน

การเกาะกลุ่มรวมตัวกัน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของเวเบอร์ ปัจจัยดังกล่าวนี้มีอิทธิพลต่อการหันเหหรือย้ายเบน โรงงานอุตสาหกรรมออกไปจากที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุด ถ้าหากว่าที่ตั้ง โรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิต หรือสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่าค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้น (วิชัย ศรีคำ 2547 : 26)

## 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม

ในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตสินค้า หรือ การจะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมดำเนินต่อไปได้ มีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม โดยที่แต่ละประเภทของอุตสาหกรรมอาจจะมีปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่ออุตสาหกรรมนั้นๆต่างกัน ดังนั้นการที่จะทำการจะตั้ง โรงงานอุตสาหกรรมใดๆก็ตามควรจะมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ

อุตสาหกรรมนั้นๆ โดยที่ ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมโดยทั่วไป (Smith 1971 ; Stafford 1980, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 77-78 ) ได้แก่

## 2.1 วัตถุดิบ

เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากในกระบวนการผลิต อุตสาหกรรมทุกประเภทจำเป็นต้องมีวัตถุดิบไปป้อนโรงงาน เพื่อทำการผลิตสินค้า อิทธิพลของวัตถุดิบที่มีต่อโรงงานนั้นขึ้นอยู่กับตัววัตถุดิบ วิธีการผลิต และเทคนิคในการจัดหาวัตถุดิบของโรงงานอุตสาหกรรม โดยหลักเกณฑ์สำคัญในการพิจารณาอิทธิพลของวัตถุดิบที่มีต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม มีดังต่อไปนี้

2.1.1 วัตถุดิบนั้นเมื่อแปรรูปแล้วมีน้ำหนักลดลงมาก หรือน้ำหนักสูญหายไปมากหรือที่เรียกกันว่า “วัตถุดิบสูญเสียน้ำหนัก” โรงงานที่ใช้วัตถุดิบประเภทนี้มีแนวโน้มที่จะต้องไปตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัตถุดิบที่มีน้ำหนักมากนั่นเอง ตัวอย่างเช่น โรงงานปูนซีเมนต์ โรงงานน้ำตาล เป็นต้น

2.1.2 ถ้าวัตถุดิบที่ เน่า เสียหาย หรือเสื่อมสภาพเร็วมาก โรงงานแปรรูปสินค้าประเภทนี้มักจะตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ เช่น โรงงานสับปะรดกระป๋อง เป็นต้น

2.1.3 ถ้าวัตถุดิบที่นำไปใช้โดยไม่มีการสูญเสียน้ำหนักเลย ซึ่งเรียกว่าวัตถุดิบมีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง โรงงานที่ใช้วัตถุดิบประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องไปตั้งอยู่ที่แหล่งวัตถุดิบ แต่ควรไปตั้งโรงงานอยู่ที่ตลาด

2.1.4 ถ้าวัตถุดิบที่มีอยู่ทุกหนทุกแห่ง หรือหาได้ง่ายในทุกหนแห่ง ซึ่งเรียกได้ว่า “Ubiquitous Raw Materials” ถือว่าวัตถุดิบประเภทนี้ไม่มีแรงดึงดูดที่ตั้ง อุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบดังกล่าวไม่จำเป็นต้องไปตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ หากแต่ควรไปตั้งอยู่ที่ตลาดแล้วค่อยหาวัตถุดิบที่ใกล้ๆบริเวณตลาด (วิชัย ศรีคำ 2547 : 78-79)

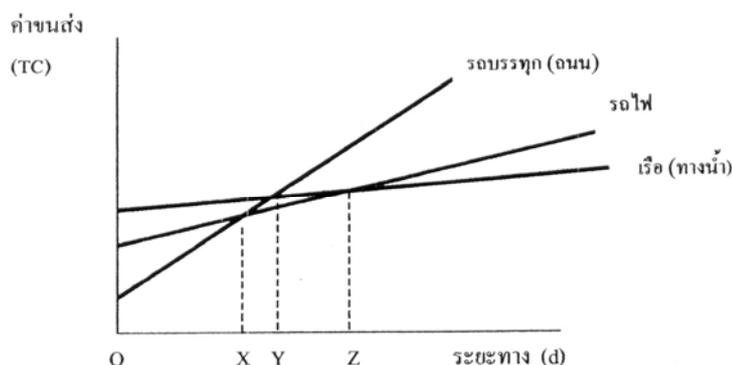
## 2.2 การขนส่ง

การขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้ามาสู่ตัวโรงงานหรือการนำสินค้าออกไปสู่ตลาด ดังจะเห็นได้จาก ทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของเวเบอร์ได้ชี้ให้เห็นว่า ค่าขนส่งมีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม เนื่องจากค่าขนส่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าหากสามารถทำให้ค่าขนส่งลดลง ราคาสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ก็จะถูกลง เช่นเดียวกัน

ตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อค่าขนส่งคือ ระยะทาง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระยะทางจากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงานและระยะทางจากโรงงานไปยังตลาด ระยะทางนี้เองทำให้ราคาของวัตถุดิบ ราคาสินค้า และราคาปัจจัยต่างๆแตกต่างกันออกไป เนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายในการ

ขนส่งเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเป็นที่ตั้งอุตสาหกรรม คือ ที่ตั้งที่มีค่าขนส่งต่ำที่สุดนั่นเอง

นอกจากปัจจัยข้างต้นแล้ว ตัวแปรอีกอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าขนส่งคือ “วิธีการขนส่ง” วิธีการขนส่งจะแตกต่างกันออกไป เป็นผลที่ทำให้ค่าขนส่งแตกต่างกันตามไปด้วย



ภาพที่ 2 แสดงวิธีการขนส่งแบบต่างๆที่มีอิทธิพลต่อค่าขนส่ง

ที่มา : วิจัย ศรีคำ, ภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม(นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547), 82.

จากภาพที่ 2 จะพบว่า การขนส่งทั้ง 3 วิธีมีความแตกต่างกันดังนี้ วิธีการขนส่งทางรถยนต์ หรือโดยถนน ค่าขนส่งบรรทุก จะเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่กับระยะทาง ในขณะที่ วิธีการขนส่งทางรถไฟ ค่าขนส่งเริ่มต้นจะสูงกว่ารถยนต์ แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าขนส่งจะมีค่าน้อยกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าขนส่งของรถยนต์ และวิธีการขนส่งทางเรือ ค่าขนส่งเริ่มต้นจะสูงกว่ารถยนต์และรถไฟ แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าขนส่งจะมีค่าน้อยกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าขนส่งของรถยนต์และรถไฟ

### 2.3 แรงงาน

แรงงานเป็นปัจจัย หรือตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้ง ในกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นวัตถุดิบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปนั้น คนเป็นตัวจักรสำคัญที่สุดในการทำงาน แต่จำนวนและประเภทของแรงงานที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละโรงงานจะแตกต่างกันออกไป

นอกจากนี้ “ค่าแรง” ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของแรงงาน ก็มีบทบาทต่อที่ตั้งอุตสาหกรรม เช่นเดียวกัน การขาดแคลนแรงงานจะทำให้ค่าจ้างแรงงานสูงขึ้นหรือแพงขึ้น การจ้างแรงงานที่มีราคาแพง จะทำให้ต้นทุนในการผลิตสินค้าสูงขึ้นกำไรที่จะได้รับก็ลดต่ำลง โดยเหตุนี้เอง

อุตสาหกรรมทั้งหลายจึงต้องย้ายถิ่นอุตสาหกรรมจากแหล่งที่มีค่าแรงแพง ไปยังที่มีค่าแรงต่ำ โดย ต้นทุนทางด้านแรงงาน ประกอบด้วย 3 ประการคือ (Stafford 1980 : 77, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 87-88 )

### 2.3.1 อัตราค่าจ้าง

อาจจะคำนวณเป็นค่าจ้างรายชั่วโมง รายวัน หรือรายเดือน บนพื้นฐานของตำแหน่งงาน และตามความสามารถของผู้ใช้แรงงาน อย่างไรก็ตาม ค่าจ้างขั้นต่ำจะต้องเป็นไปตามที่กฎหมาย กำหนดไว้

### 2.3.2 ความสามารถในการหาแรงงานได้อย่างเพียงพอ

ค่าจ้างจะสูงหรือต่ำในแต่ละพื้นที่ ยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการหาแรงงานได้อย่าง เพียงพอในพื้นที่นั้นๆ ถ้าหากมีแรงงานอย่างพอเพียง ค่าแรงงานก็จะถูก ในทางตรงข้าม หากขาด แคลนแรงงานในพื้นที่นั้น ค่าแรงก็จะมีราคาแพง

### 2.3.3 ความสามารถในการเพิ่มผลผลิต

ความสามารถของผู้ใช้แรงงานในการเพิ่มผลผลิตให้กับธุรกิจอุตสาหกรรมที่ตนเข้าไป ทำงาน จะมีผลต่อค่าจ้างแรงงาน ถ้าหากผู้ใช้แรงงานมีความสามารถเพิ่มผลผลิตได้ ก็จะได้รับค่าจ้าง สูง ในทางกลับกัน ถ้าหากเป็นผู้ทำงานไม่มีความสามารถ หรือไม่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิต ก็จะได้รับค่าจ้าง แรงงานขั้นต่ำ โดยแรงงานแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ แรงงานฝีมือ แรงงานกึ่ง ฝีมือ และแรงงานไร้ฝีมือ

## 2.4 ตลาด

ทั้งทฤษฎีและผลการวิจัยจำนวนมากเปิดเผยว่า ความสะดวกในการเข้าถึงตลาดเพื่อจำหน่าย สินค้าสำเร็จรูปซึ่งผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยทางที่ตั้งที่สำคัญประการหนึ่ง ตลาดเป็น ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในทฤษฎี “Maximum-Demand Theory” ของเลิซ (Estall and Buchana 1980; Smith 1971; Bradford and Kent 1977, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 88 )

มิลเลอร์ (Miller 1971, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 89 ) กล่าวว่าปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพล ต่อการที่จะผลักดันให้โรงงานอุตสาหกรรมเข้าไปตั้งในบริเวณตลาด ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

2.4.1 น้ำหนักของสินค้าเพิ่มขึ้น อุตสาหกรรมมีแนวโน้มต้องไปตั้งอยู่ที่ตลาด เนื่องจาก สินค้าที่ผลิตขึ้นมีน้ำหนักมากขึ้นกว่าเดิม มักจะเกิดกับอุตสาหกรรมที่วัตถุดิบที่หาได้ทั่วไปทุกหน ทุกแห่ง เช่น อุตสาหกรรมผลิตน้ำดื่ม และอุตสาหกรรมผลิตน้ำหมึก

2.4.2 ขนาดของสินค้าใหญ่ขึ้น หรือเทอะทะ โรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวควรจะไปตั้งอยู่ ที่ตลาด เช่น อุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักร อุตสาหกรรมผลิตเปียโน ลิ้นบรรจูลิงของ เป็นต้น

2.4.3 สินค้าที่ผลิตขึ้นแตกหรือบอบสลายได้ง่าย ก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการผลักดันให้โรงงานอุตสาหกรรมประเภทนั้นเข้าไปตั้งอยู่ที่ตลาด

2.4.4 สินค้าเน่าเสียง่ายหมดคุณค่า ก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะผลักดันให้โรงงานดังกล่าวเข้าไปตั้งอยู่ที่ตลาด เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหาร เป็นต้น

2.4.5 สินค้าที่มีราคาถูก อุตสาหกรรมควรจะไปตั้งอยู่ที่ตลาด เพื่อลดค่าขนส่ง มิฉะนั้นค่าขนส่งจะทำให้สินค้าที่ผลิตขึ้นมีราคาแพงเกินกว่าที่จะจำหน่ายได้ เช่น อุตสาหกรรมผลิตรูป เทียน เป็นต้น

2.4.6 สินค้าที่ผู้บริโภคต้องการอยู่ตลอดเวลา อุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการจับจ่ายใช้สอยอยู่ตลอดเวลา จำเป็นที่จะต้องตั้งอยู่ใกล้ตลาด เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค สินค้าบางอย่างต้องผลิตและจำหน่ายให้ทันกับความต้องการของผู้บริโภคในขณะนั้นด้วย

## 2.5 ทูน

สมิทธ (Smith 1971, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 92) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ทูน” ไว้ว่า ทูนประกอบด้วย

2.5.1 ทูนในรูปตัวเงิน ไม่ว่าจะลงทุนประกอบธุรกิจใดๆจะต้องมี “เงิน” เป็นอันดับแรก มิฉะนั้นจะไม่สามารถได้มาซึ่งปัจจัยอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการผลิต อาทิเช่น ที่ดิน แรงงาน วัตถุดิบ เครื่องจักร เป็นต้น

2.5.2 ทูนในรูปของทุนคงที่หรืออุปกรณ์คงที่ หมายถึง ที่ดิน เครื่องจักร ตึก หรือโรงงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆทางด้านกายภาพของโรงงาน ซึ่งตั้งอยู่อย่างถาวรบนพื้นที่ ทูนดังกล่าวเคลื่อนย้ายไม่ได้ โดยเหตุนี้เอง จึงมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดความดึงดูดให้ดำเนินการอุตสาหกรรมต่อไปในเขตอุตสาหกรรมเก่า

## 2.6 พลังงานและเชื้อเพลิง

พลังงานและเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยที่สำคัญของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ซึ่งต้นทุนการผลิตจะสูงหรือต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าวนี้ด้วย

## 2.7 ผู้ประกอบการ

ในอดีตรูปแบบธุรกิจขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ธุรกิจขนาดเล็กในปัจจุบันผู้ประกอบการก็คือ ผู้เป็นเจ้าของเงินทุน ดำเนินธุรกิจของตนเอง วางแผน และตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ด้วยตนเอง

ทั้งสิ้น แต่ธุรกิจขนาดใหญ่ในปัจจุบันจะแตกต่างจากธุรกิจในอดีตคือ จะบริหารงานในรูปแบบคณะกรรมการ (Management Group) หรือที่แอลเบอร์ท เรียกว่า “Technostructure” (Smith 1971, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 97) โดยคณะกรรมการเหล่านี้ประกอบด้วย นักวางแผน นักวิทยาศาสตร์ และนักธุรกิจที่มีความชำนาญสูง ทำหน้าที่ตัดสินใจ และบริหารงานกิจการของบริษัท

## 2.8 ปัจจัยการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน

ปัจจัยการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน หรือเรียกอีกอย่างว่า การประหยัดอันเนื่องมาจากการจับกลุ่มรวมตัวกัน เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง ในทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของแอลเฟรด เวเบอร์ ปัจจัยดังกล่าวนี้เกิดจากการที่ธุรกิจหรืออุตสาหกรรมบางอย่าง มาตั้งจับกลุ่มรวมตัวกันในพื้นที่หนึ่ง โดยเฉพาะ เนื่องจาก มีแหล่งวัตถุดิบ ที่ธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการใช้เฉพาะที่ เฉพาะแห่งเท่านั้น

การเกาะกลุ่มรวมตัวกันของธุรกิจอุตสาหกรรม จะทำให้เกิดการประหยัดหรือลดต้นทุนการผลิตได้ ทำให้ได้เปรียบซึ่งตั้งอยู่ที่อื่น ดังนั้นการประหยัดอันเนื่องมาจากการจับกลุ่มรวมตัวกันของธุรกิจอุตสาหกรรม จึงกลายเป็นปัจจัยที่มีนัยสำคัญอีกอย่างหนึ่ง

การประหยัดอันเนื่องมาจากการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน แบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

2.8.1 การประหยัดอันเนื่องมาจากกระบวนการกลายเป็นเมือง หมายถึง ข้อได้เปรียบของการตั้งอุตสาหกรรมอยู่ในเมืองขนาดใหญ่มากกว่าเมืองขนาดเล็ก นั่นคือ เมืองขนาดใหญ่จะเอื้ออำนวยให้อุตสาหกรรมสามารถเข้าถึงการบริการด้านต่างๆ เช่น การขนส่งที่สะดวกสบาย ราคาถูก หลายรูปแบบ มีแรงงานประเภทต่างๆ มีบริการทางธุรกิจพร้อมมูล

2.8.2 การประหยัดอันเนื่องมาจากกระบวนการกลายเป็นลักษณะเฉพาะของท้องถิ่น หมายถึง ข้อได้เปรียบของการตั้งอุตสาหกรรมในท่ามกลางการรวมตัวกันของธุรกิจอุตสาหกรรมที่เหมือนกัน และเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่งซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของธุรกิจอุตสาหกรรมที่เหมือนกัน และเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่ง โดยการประหยัดต่อขนาด จะเห็นอย่างเด่นชัดที่สุดในบริเวณที่เรียกว่า เขตอุตสาหกรรม ซึ่งเอื้ออำนวยประโยชน์ทางด้านปัจจัยภายนอกที่เป็นบวก ต่อธุรกิจอุตสาหกรรม เช่น ต้นทุนการผลิตต่ำลง เนื่องจากการลดค่าขนส่ง และค่าแปรรูปผลิตภัณฑ์ ความมีชื่อเสียงของสินค้าต่อสถานที่ มีแรงงานฝีมือสูง เป็นต้น

## 2.9 โครงสร้างพื้นฐาน และลักษณะที่น่าพอใจของชุมชน

เป็นปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่นักลงทุนอุตสาหกรรมนำมาพิจารณาตัดสินใจในการเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรม ทั้งนี้เป็นเพราะ กิจกรรมทางด้านอุตสาหกรรมทุกอย่าง ต้องการความสะดวกในการ

เข้าถึง โครงสร้างพื้นฐานของชุมชน ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้ อุตสาหกรรมต้องใช้เงินลงทุนสูงมากถ้าจะทำเอง ดังนั้นนักธุรกิจอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยโครงสร้างพื้นฐานและลักษณะที่น่าพอใจ (วิชัย ศรีคำ 2547 : 101-102)

#### 2.10 นโยบายของรัฐบาล

เป็นปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรม ยิ่งในปัจจุบันรัฐบาลเป็นผู้กำหนด หรือชี้นำอุตสาหกรรมนโยบายทางพื้นที่อุตสาหกรรมมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นก่อนจะทำการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมควรตรวจสอบนโยบายภาครัฐให้ดีก่อนที่จะตัดสินใจเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรม (วิชัย ศรีคำ 2547 : 102-103)

### 3. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics หรือ Geo Informatics)

ระบบภูมิสารสนเทศเป็นระบบที่มีการใช้ในการบริหารจัดการ รวมถึงนำมาวิเคราะห์ติดตามความเปลี่ยนแปลงทางพื้นที่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้มีผู้ให้คำนิยามหรือความหมายไว้ดังนี้

ระบบภูมิสารสนเทศ เป็นศาสตร์และศิลป์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นผิวโลก (Geospatial Data) โดยอาศัยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องคือ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Position System หรือ GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems หรือ GIS) ในการบริหารจัดการฐานข้อมูลอันประกอบไปด้วยการรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ (Geospatial Information) ที่นำไปใช้ประกอบการวางแผน และการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ (สุเพชร จิรขจรกุล 2549 : 2)

ระบบภูมิสารสนเทศ เป็นการใช้เทคนิค หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทางภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการศึกษาสิ่งที่มีผู้ให้ความสนใจทางภูมิศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการบริหารจัดการทางพื้นที่ การติดตามความเปลี่ยนแปลงทางพื้นที่ของทรัพยากรธรรมชาติ หรือการเกิดภัยพิบัติ รวมทั้งการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาทางพื้นที่ ฯลฯ ให้มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยอาศัยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Position System หรือ GPS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems หรือ GIS)

### 3.1 องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศ

3.1.1 การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการสำรวจข้อมูล ติดตามข้อมูลของพื้นที่ผิวโลกไม่ว่าจะด้านทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม หรือติดตามภัยพิบัติต่างๆ โดยอาศัยอุปกรณ์ในการถ่ายภาพต่างๆ โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับวัตถุโดยตรง ไม่ว่าจะเป็น รูปถ่ายทางอากาศ หรือข้อมูลภาพจากดาวเทียมประเภทต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง สะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย โดยเทคโนโลยีด้านรีโมทเซนซิงในยุคแรกๆมีการใช้ภาพถ่ายทางอากาศเพื่อสำรวจทางการทหาร ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 ต่อมาในช่วงปี พ.ศ.2515 ได้มีการส่งดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของโลกขึ้นไป และได้รับความสนใจและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

3.1.2 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Position System หรือ GPS) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกให้มีความถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และตลอดเวลา รวมทั้งยังสามารถนำทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ สามารถติดตามความเคลื่อนไหวของสิ่งที่ให้ ความสนใจ โดยระบบ GPS ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนอวกาศ (Space segment) ส่วนสถานีควบคุม (Control segment) และ ส่วนผู้ใช้ (User segment)

3.1.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems หรือ GIS) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำเสนอข้อมูล ทางพื้นที่โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในการดำเนินการ เพื่อความถูกต้อง รวดเร็ว ประหยัด และเพิ่มความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลให้มากขึ้น

### 3.2 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เนื่องจากว่าโลกมีความสลับซับซ้อนมากมาย ทำให้ไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในรูปแบบของแผนที่เพียงอย่างเดียวได้ จึงได้มีการเก็บข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์บนพื้นที่ ให้อยู่ในรูปของข้อมูลตัวเลขเชิงรหัสเพื่อแทนปรากฏการณ์ที่สนใจ

3.2.1 ประเภทของข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced) แสดงข้อมูลเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์บนพื้นโลก ซึ่งข้อมูลประเภทนี้สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ แบบจุด (Point) เช่น ตำแหน่งหมู่บ้าน โรงงาน โรงเรียน ฯลฯ แบบเส้น (Line) เช่น เส้นทางถนน เส้นทางแม่น้ำลำคลอง ฯลฯ และแบบพื้นที่ หรือ

รูปปิดหลายเหลี่ยม (Area or Polygon) เช่น ขอบเขตประเทศ ขอบเขตจังหวัด พื้นที่เพาะปลูกพืช พื้นที่เขื่อน ฯลฯ

3.2.1.2 ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-spatial Data หรือ Attribute Data) เป็นข้อมูลลักษณะประจำตัว ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ตามปรากฏการณ์ของแต่ละตำแหน่ง เช่น ข้อมูลประชากรในจังหวัด ข้อมูลGDP ของประเทศ ฯลฯ

3.2.2 ลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

3.2.2.1 รูปแบบแรสเตอร์ (Raster หรือ Grid Representation) โครงสร้างของข้อมูลประเภทนี้จะประกอบด้วย Grid cell หรือ Pixel โดยอ้างอิงโดยแถวและหลัก และภายในแต่ละ Grid cell จะมีข้อมูลตัวเลขซึ่งเป็นตัวแทนสำหรับปรากฏการณ์ที่ได้รับความสนใจ เช่น ข้อมูลภาพจากดาวเทียม ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บค่าสะท้อนของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุที่ปกคลุมผิวดิน เป็นต้น

3.2.2.2 รูปแบบเวกเตอร์ (Vector Representation) สามารถแสดงด้วย จุด เส้น และ พื้นที่ซึ่งถูกพิคัดด้วยแนวราบคือแกน x,y หรือแนวตั้ง z หรือ Cartesian Coordinate System โดยข้อมูลประเภทนี้ใช้ลักษณะของจุดและเส้นแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์โดยจุดที่เชื่อมต่อกันเรียกว่า อาร์ค เป็น องค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลรูปแบบเส้น บางครั้งอาจจะเรียกว่า line เช่นถนน แม่น้ำ ปลายของอาร์ค หลายอาร์คที่ต่อกันจนมาปิดกันเกิดเป็นขอบเขต เรียกว่า พื้นที่ หรือ โพลีกอน เป็นพื้นที่ปิด

3.3 ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-spatial Data หรือ Attribute Data) เป็นข้อมูลลักษณะประจำตัวที่มีความผันแปรในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งของแต่ละพื้นที่ๆ ให้ความสนใจ โดยลักษณะข้อมูลประเภทนี้อาจจะมีค่าที่ทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข โดยมีเกณฑ์การวัดได้ 3 ระดับคือ

3.3.1 ระดับชื่อ (Nominal Level) ค่าระดับตัวเลขที่มีการวัดข้อมูลแบบหยาบๆเพื่อใช้ในการแบ่งประเภทเท่านั้น โดยการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์แทนการจำแนกลักษณะ โดยไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละข้อมูลได้ เช่น กำหนดให้ F = ป่าไม้ W = แหล่งน้ำ เป็นต้น

3.3.2 การจัดลำดับ (Ordinal Level) ค่าระดับตัวเลขที่มีลักษณะเหมือนระดับชื่อ แต่เพิ่มความสามารถในการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละข้อมูลเข้าไปด้วย แต่ไม่สามารถตอบได้ว่าแต่ละช่วงที่มีความสำคัญต่างกันั้น มีปริมาณต่างกันเท่าใด เช่น 2 = ถนนราดยาง 1 = ถนนทางลูกรัง เป็นต้น

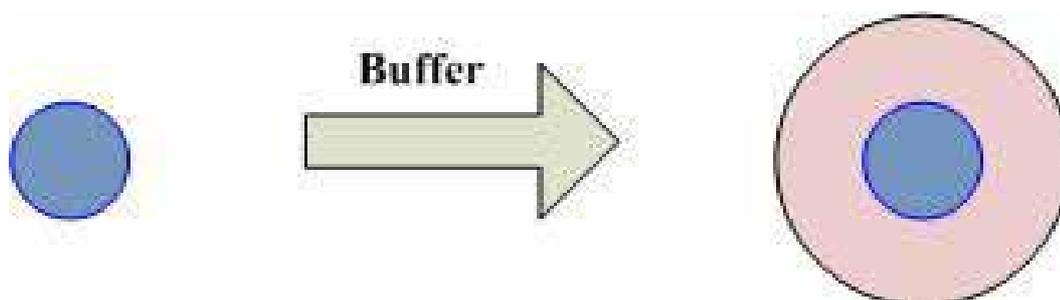
3.3.3 ระดับสัดส่วน (Interval Level) ค่าระดับตัวเลขที่มีลักษณะเหมือนระดับการจัดลำดับ แต่เพิ่มความสามารถในการบ่งบอกถึงปริมาณที่ต่างกันในแต่ละข้อมูลได้ เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาด 100 ไร่ใหญ่กว่า พื้นที่ทุ่งหญ้าที่มีพื้นที่ 50 ไร่ เป็นต้น

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ คือวิธีการจัดการพื้นที่โดยการนำสภาพปัญหาที่สนใจศึกษามาสร้างเป็นเงื่อนไข และใช้เครื่องมือทางโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์มาหาความสัมพันธ์ของพื้นที่เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม เช่น ปัญหาน้ำท่วม ปัญหาดินถล่ม ปัญหาการใช้ที่ดิน เป็นต้น ซึ่งสภาพปัญหาต่างๆเหล่านี้ อาจจะมีปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาหลายปัจจัย ดังนั้นจะต้องทำการนำแต่ละส่วนของปัจจัยมาวิเคราะห์ผสมผสานกับข้อมูลต่างๆ เพื่อทำการตัดสินใจในการวางแผนจัดการและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยที่การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่นี้มีความแตกต่างจากการวิเคราะห์ทางสถิติ เพราะสามารถทำงานโดยอาศัยคุณลักษณะทางแผนที่ของข้อมูล และผลลัพธ์ที่แสดงออกมาเป็นแผนที่ อีกทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ยังสามารถนำข้อมูลเชิงคุณลักษณะมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

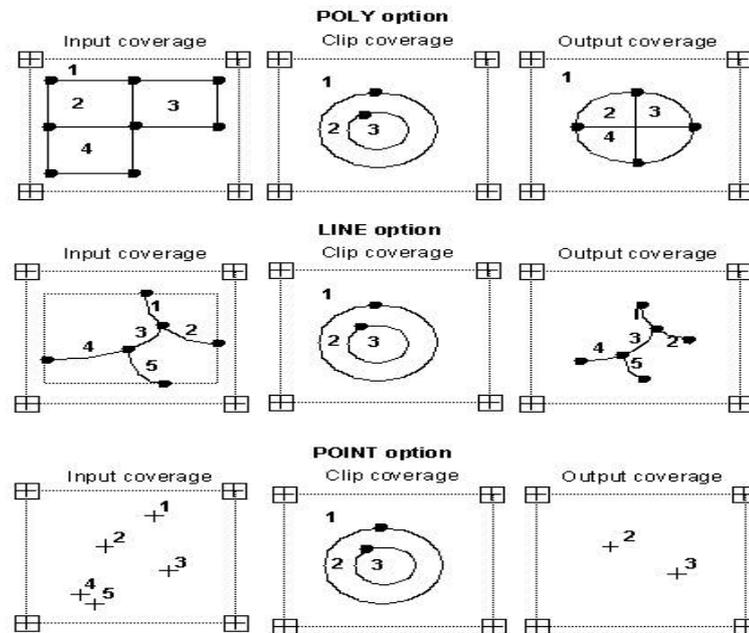
การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function) เป็นวิธีการหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่เป็นพื้นฐานและมีความสำคัญ โดยอาศัยหลักการ การนำเข้าข้อมูลมารวมกัน เพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา โดยทั่วไปการซ้อนทับข้อมูลจะทำการซ้อนทับข้อมูลแผนที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือตรรกศาสตร์ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ รูปแบบของการซ้อนทับข้อมูล มีดังต่อไปนี้

3.4.1 การทำระยะแนวกันชน (Buffer) เป็นการสร้างพื้นที่ล้อมรอบข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งสามารถกำหนดระยะห่างที่ต้องการได้ โดยผลลัพธ์จะได้ ชั้นข้อมูลใหม่ที่มีขนาดความกว้างตามที่ต้องการดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทำระยะแนวกันชน (Buffer)

3.4.2 การตัดข้อมูล (Clip) เป็นการตัดข้อมูลแผนที่ออกจากชั้นข้อมูลแผนที่เป้าหมาย โดยใช้แผนที่ขอบเขตที่กำหนด ดังภาพที่ 4



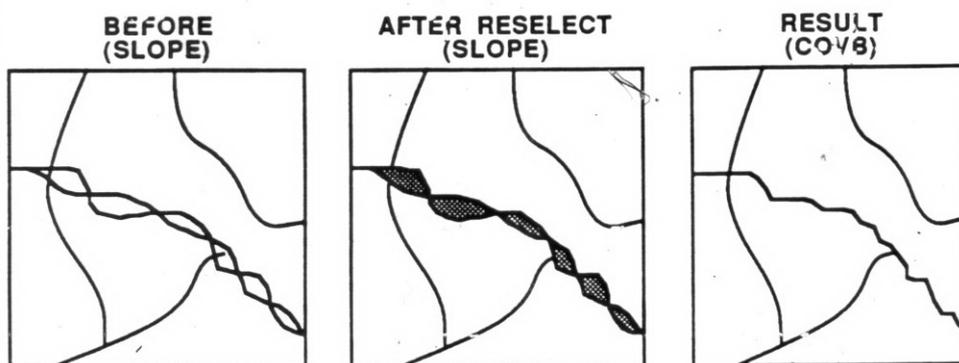
ภาพที่ 4 การตัดข้อมูล (Clip)

3.4.3 การรวมข้อมูลที่ซ้ำกัน (Dissolve) เป็นการจัดกระทำข้อมูลโดยการรวมข้อมูลพื้นที่ที่มีคุณลักษณะที่เหมือนกัน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะลดความซ้ำซ้อนของชั้น (Layer) ให้น้อยลง ดังภาพที่ 5



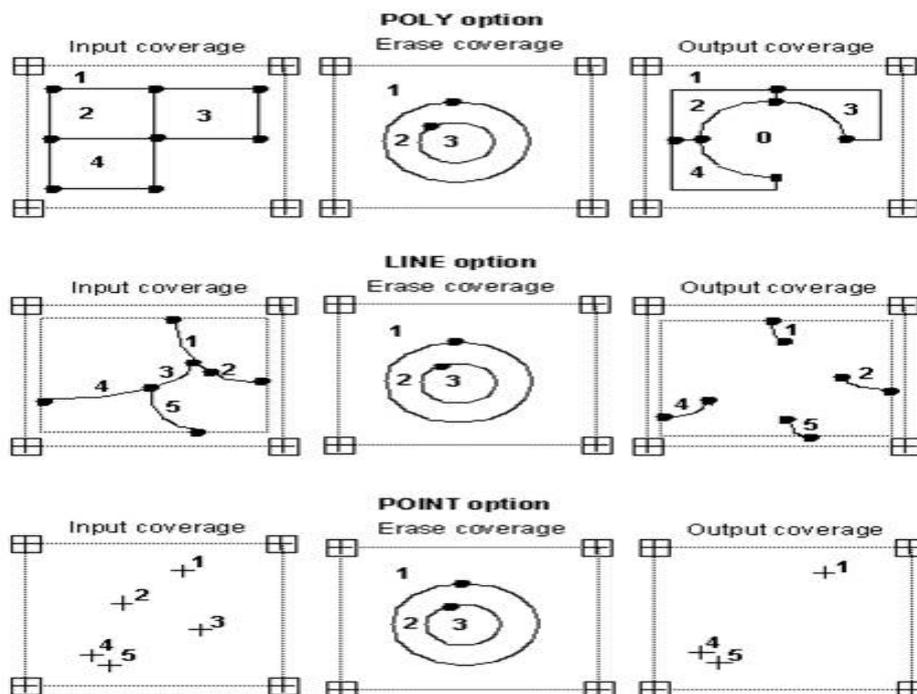
ภาพที่ 5 การรวมข้อมูลที่ซ้ำกัน (Dissolve)

3.4.4 การขจัดข้อมูล (Eliminate) เป็นการวิเคราะห์ที่มั่วรวม หรือลบพื้นที่ Polygon ที่เลือกไว้เข้ากับ Polygon ข้างเคียง ในระยะที่กำหนดไว้ รวมทั้งยังสามารถขจัด Polygon ที่มีขนาดตามต้องการออกได้ ดังภาพที่ 6



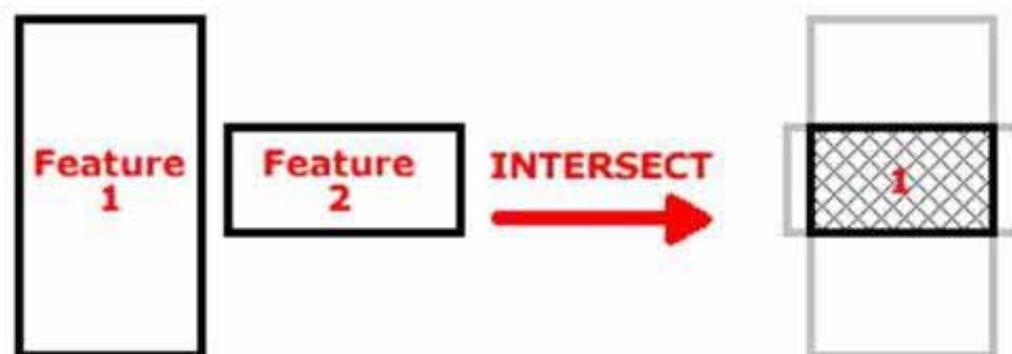
ภาพที่ 6 การขจัดข้อมูล (Eliminate)

3.4.5 การลบข้อมูล (Erase Cover) เป็นการลบข้อมูลจากแผนที่ที่ต้องการ โดยการใช้อีกชั้นข้อมูลหนึ่งเป็นกรอบในการลบข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งลักษณะการทำงานจะเป็นลักษณะตรงข้ามกับการตัดข้อมูล ดังภาพที่ 7



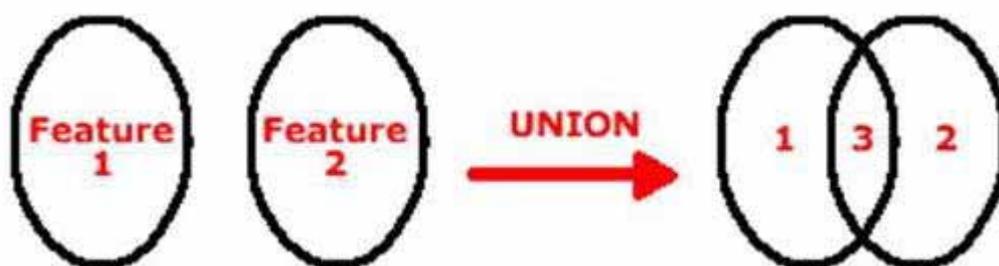
ภาพที่ 7 การลบข้อมูล (Erase Cover)

3.4.6 การหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Intersect เป็นการซ้อนทับข้อมูลระหว่างชั้นข้อมูล 2 ชั้น ข้อมูล โดยผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในชั้นข้อมูลเดียว โดยรายละเอียดของข้อมูลจะต้องอยู่ภายในชั้นข้อมูล ทั้ง 2 และข้อมูลเชิงพื้นที่ จะเป็นข้อมูลที่ทั้ง 2 ชั้นข้อมูลมีเหมือนกัน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Intersect

3.4.7 การหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Union เป็นการซ้อนทับข้อมูลระหว่างชั้นข้อมูล 2 ชั้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในข้อมูลเดียว ที่ประกอบไปด้วยรายละเอียดของข้อมูลทั้ง 2 ชั้นข้อมูล และข้อมูลเชิงพื้นที่ จะเป็นข้อมูลที่ทั้ง 2 ชั้นข้อมูลรวมกัน ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Union

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาของ สุรนันท์ เชี่ยวชล ได้ศึกษาปัจจัยที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลัง พบว่า ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ปัจจัยทางเศรษฐกิจด้านการตลาด ความใกล้ชิดแหล่งวัตถุดิบ แรงงาน ระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่เข้าถึงสะดวก และยังทำการวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลังในเขตอำเภอบึงกาฬ จังหวัด หนองคาย ทำให้ทราบรูปแบบการกระจายโรงงานในเชิงพื้นที่มีลักษณะกระจายเป็นแบบทั่วไป คือ เรียงรายไปตามแนวถนนตัดผ่านพื้นที่ที่เป็นแหล่งวัตถุดิบเสียมากกว่า อันถือเป็นรูปแบบปกติของอุตสาหกรรมที่ต้องพึ่งพาวัตถุดิบเป็นหลัก (สุรนันท์ เชี่ยวชล 2538 : บทคัดย่อ)

การศึกษาของ สุวิทย์ เตีย ได้พิจารณาศักยภาพของวัตถุดิบด้านการเกษตรในประเทศที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล แล้วทำการออกแบบกระบวนการผลิตในขั้นตอนเบื้องต้น โดยอาศัยข้อมูลจากงานที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน รวมถึงกำหนดสภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสม ทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในรูปแบบต่างๆ และหาขนาดโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอุปกรณ์หน่วยงานต่างๆ ที่ทราบหลักการทำงานเป็นอย่างดี ด้วยโปรแกรมจำลองกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี ทำยสุดทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ และปริมาณพลังงานที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบแต่ละชนิด พบว่าวัตถุดิบในประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลคือ มันสำปะหลังและอ้อย ถ้าใช้ มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ โรงงานควรอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณจังหวัดชลบุรี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณแถบจังหวัดนครราชสีมา และใกล้เคียง ( ส่วน โรงงานที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบควรอยู่ทางภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีโรงงานน้ำตาลตั้งอยู่) และพบว่าวัตถุดิบเป็น ค่าใช้จ่ายหลักในการผลิตและเมื่อทำงานที่ความเข้มข้นของเอทานอลที่ออกจากถังหมักมีค่า 6% จะมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดทุกกำลังการผลิต เนื่องจากการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลมีประสิทธิภาพสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบวัตถุดิบที่ใช้ที่กำลังการผลิตเท่ากัน พบว่ามันสำปะหลังมีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำกว่า เพราะว่าอ้อยมีน้ำตาลอยู่น้อยกว่า จึงต้องใช้วัตถุดิบในการผลิตมากกว่า อีกทั้งได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการกลั่นแยกอะซีโโทริก, กระบวนการเพอร์แวกเซอร์ชัน และกระบวนการดูดซับ ซึ่งพบว่ากระบวนการดูดซับเป็นกระบวนการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ทุกกำลังการผลิตที่พิจารณา เมื่อได้กระบวนการที่เหมาะสมจึงคำนวณรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นโรงงานอ้างอิงในการคำนวณราคาเอทานอลต่อหน่วย โดยที่กำลังการผลิต 5,000 และ 10,000 ลิตรต่อวัน ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับชุมชนระดับตำบล เช่น

อบต. และโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ตามลำดับนั้นจะใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ 2 รูปแบบ คือ หัวมันสด และมันอัดเม็ด ส่วนที่กำลังการผลิต 100,000 ลิตรต่อวัน พิจารณาการใช้ฮ้อยเป็นวัตถุดิบ โดยการเพิ่มเติมกระบวนการผลิตเอทานอลเข้ากับโรงงานน้ำตาล เนื่องจากปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตระดับนี้เป็นปริมาณที่โรงงานน้ำตาลสามารถจัดการได้ ราคาเอทานอลที่คำนวณได้จะอยู่ในช่วง 10.95-11.28 บาทต่อลิตร ขึ้นกับกำลังการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ การใช้มันสำปะหลังและฮ้อย มีความเหมาะสมระดับหนึ่งขึ้นกับราคาวัตถุดิบซึ่งต้องไม่สูงเกินไป ในงานวิจัยนี้ยังมีการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อราคาต้นทุนของเอทานอล คือ ราคาวัตถุดิบ, ต้นทุนคงที่ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน พบว่าราคาวัตถุดิบมีผลต่อต้นทุนเอทานอลมากที่สุด กล่าวคือ เมื่อราคาหัวมันสดเปลี่ยนแปลงในช่วง 200-1,000 บาทต่อตัน ต้นทุนของเอทานอลจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 7.5-15.42 บาทต่อลิตร, ราคาของมันอัดเม็ดเปลี่ยนแปลงในช่วง 1,500-2,500 บาทต่อตัน ต้นทุนของเอทานอลจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 9.81-14.23 บาทต่อลิตร และราคาของฮ้อยเปลี่ยนแปลงในช่วง 300-700 บาทต่อตัว (สุวิทย์ เตีย 2545 : บทคัดย่อ)

การศึกษาของ กล้าณรงค์ ศรีรอด ได้ศึกษาสถานภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรม การผลิตแก๊สโซฮอล์ จากผลการวิจัยพบว่าพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลมากที่สุดคือมันสำปะหลัง ทั้งนี้เพราะพื้นที่การเพาะปลูกมันสำปะหลังไม่สามารถลดลงน้อยกว่า 6.5 ล้านไร่ได้ เนื่องจากมีหลายเขตพื้นที่ที่ไม่มีพืชอื่นเหมาะสมกว่ามันสำปะหลัง ผลผลิตของหัวมันต่อพื้นที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเพราะมีการเปลี่ยนพันธุ์เพาะปลูกและใส่ปุ๋ย ประมาณการได้ว่า ผลผลิตของประเทศในช่วง 5 ปีข้างหน้าจะมีประมาณ 20 ล้านตันต่อปี (เชื้อแป้ง 25-30%) และมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 0.64 บาทต่อกิโลกรัมหัวมันสด ในกรณีการผลิตระดับ 20 ล้านตันต่อปีเช่นนี้จะทำให้เกิดส่วนเกินของตลาด หลังจากความต้องการในการผลิตแป้ง 8 ล้านต่อหัวมันสด )สำหรับ 2 ล้านตันแป้ง (และมันเส้น มันอัดเม็ดสำหรับส่งออก และบริโภคภายในประเทศ) 8 ล้านตัวหัวมันสด (อีก 4 ล้านตัน ซึ่งปริมาณนี้เพียงพอที่จะผลิตเอทานอล 2 ล้านลิตรต่อวันตลอดปี การใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลจึงไม่เพียงแต่แก้ไขปัญหาคาของประเทศไทยในเรื่องพลังงาน แต่ยังมีส่วนช่วยสร้างเสถียรภาพของราคาหัวมันสด ในส่วนเกิน 4 ล้านตันนี้ที่รัฐบาลต้องใช้งบประมาณแทรกแซงราคาเป็นจำนวนมากเกือบทุกปี ในการใช้มันสำปะหลังนั้นต้องใช้ในรูปแบบมันเส้นเพราะสามารถแปรรูป ในช่วงที่หัวมันราคาตกต่ำที่สุด และเก็บสต็อกใช้ได้ตลอดปี ทำให้เกิดงานใหม่ขึ้นในหมู่บ้าน การขนส่งมันเส้นมีประสิทธิภาพดีกว่าทำให้โรงงานสามารถรับมันเส้นจากแหล่งต่างๆ ได้สะดวก สามารถใช้เทคโนโลยีการผลิตเช่นเดียวกันกับการผลิตเอทานอลโดยธัญญาพืช ซึ่งปัจจุบันในการใช้ Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) สามารถลด

ต้นทุนการผลิตลงได้อย่างมาก การคำนวณโดยระบบปัจจุบันพบว่าหัวมันเส้นราคา 2,500 บาทต่อตัน จะผลิตเอทานอลได้ในต้นทุนการผลิต 11.55 บาทต่อลิตร สำหรับอ้อยนั้นไม่เหมาะสมที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพราะยังมีปริมาณเพียง 53 ล้านตันต่อปี ในขณะที่ความต้องการอ้อยสดของอุตสาหกรรมน้ำตาลมีถึง 75 ล้านตันต่อปี และอ้อยยังมีพระราชบัญญัติควบคุมเรื่องการแบ่งปันผลประโยชน์อยู่ แต่ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำตาล คือ กากน้ำตาล ซึ่งจะผลิตได้ประมาณร้อยละ 5 ของอ้อย หรือ 2.5 ล้านตันต่อปี สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้ในส่วนที่เหลือจากการบริโภคในประเทศ ซึ่งมีประมาณ 1 ล้านตันหรือผลิตเอทานอลได้ประมาณ 800,000 ลิตรต่อวันตลอดปี การผลิตต่อเนื่องจากโรงงานน้ำตาล จะทำให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลต่ำมาก แม้ว่าการคำนวณจากการผลิตปกติ ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลจะมีประมาณ 11.3 บาท (เมื่อคิดกากน้ำตาลที่ 1,500 บาทต่อตัน) ในภาพรวมกล่าวได้ว่าการผลิตเอทานอลในประเทศสามารถผลิตได้ถึง 3,000,000 ลิตรต่อวันตลอดปี โดยใช้มันสำปะหลัง 2.2 ล้านลิตร และกากน้ำตาล 0.8 ล้านลิตร (กล้าณรงค์ ศรีรอด 2544 : บทคัดย่อ)

การศึกษาของ วิจิต พิมป์สวัสดิ์ ได้ทำการศึกษาการผลิตเอทานอลพลังงานทางเลือกและตัวแปรใหม่ของราคามันสำปะหลังไทย พบว่า ขนาดโรงงานการผลิตที่เหมาะสมสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขนาดหลักๆดังต่อไปนี้

#### 1. โรงงานขนาดเล็ก

เป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 100,000 ลิตร/วัน ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ต่อวันอยู่ระหว่าง 83 ถึง 278 ตัน/วัน หรือ 25,000 - 83,000 ตัน/ปี ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 9,259 – 30,864 ไร่/ปี ขนาดของโกดังที่ใช้เก็บมันสำปะหลังสระยะเวลารวมวัน 3 วัน เท่ากับ 150 - 500 ตารางเมตร หรือ ถ้าใช้มันเส้น เป็นวัตถุดิบระยะเวลารวมวัน 7 วัน มีขนาดอยู่ระหว่าง 583-1944 ตารางเมตร โดยโรงงานขนาดเล็กนี้เหมาะสำหรับการบริหารจัดการที่ไม่มีความซับซ้อนยุ่งยากเรื่องกรหาวัตถุดิบ ใช้เงินลงทุนจำนวนไม่มาก แต่มีข้อเสียคือ มีปัญหาด้านการแข่งขันเนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงกว่า และมีข้อจำกัดด้านการขยายการผลิตต่อไปในอนาคต จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก

#### 2. โรงงานขนาดกลาง

เป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 100,000 -300,000 ลิตร/วัน มีวัตถุประสงค์ในเชิงพาณิชย์ต้องการครองส่วนแบ่งในการตลาด ทำธุรกิจด้านการเกษตรมาก่อนแล้ว สามารถใช้สถานประกอบการเดิม มาปรับปรุงเพิ่มเติมให้ผลิตเอทานอลได้ มีการบริหารจัดการที่เป็นระบบมากขึ้น

โดยวัตถุดิบที่จะต้องใช้ในการผลิตมีปริมาณ 556 -1,178 ตัน/วัน หรือ 166,667 – 353,333 ตัน/ปี มีพื้นที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่ 61,728 – 130,864 ไร่/ปี ขนาดของโกดังเก็บมันสำปะหลังสักระยะเวลา หมุนเวียน 3 วัน มีขนาดพื้นที่ 1,000 – 2,120 ตารางเมตร และถ้าหากเป็นมันเส้นรอบระยะเวลา 7 วัน ขนาดของโกดังต้องมีพื้นที่ตั้งแต่ 3,889-8,244 ตารางเมตร เนื่องจากวัตถุดิบแต่ละวันใช้เป็นจำนวนมาก การรวบรวมจำเป็นต้องผ่านพ่อค้าคนกลาง หรือ การบริหารจัดการวัตถุดิบโดยผ่านตลาดการซื้อขายสินค้าล่วงหน้า สถานที่ตั้งโรงงานจะต้องตั้งใกล้แหล่งที่มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังในปริมาณมาก

### 3. โรงงานขนาดใหญ่

เป็นโรงงานที่มีขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 300,000 ลิตรต่อวันขึ้นไป เป็นการผลิตเพื่อเชิงพาณิชย์ ลักษณะการลงทุนเป็นได้ทั้ง 2 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การก่อตั้งโรงงานที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นการผลิตเอทานอลโดยตรง ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์โครงการลงทุน อัตราผลตอบแทนจากโครงการ ระยะเวลาคืนทุน กระบวนการผลิตต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การบริหารจัดการโครงการ การวิเคราะห์ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งต่อสิ่งแวดล้อม และชุมชน การวางแผนการผลิต การตลาด ช่องทางการจำหน่าย การบริหารจัดการผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต การลงทุนในขนาดโรงงานดังกล่าวต้องใช้ทุนมาก ใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่สูงกว่าขนาดโรงงานทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาข้างต้น

รูปแบบที่ 2 เป็นโรงงานที่แยกสายการผลิต หรือเปลี่ยนสายการผลิตจากตัวผลิตภัณฑ์เดิมคล้ายกลุ่มโรงงานขนาดกลาง แต่มีกำลังการผลิตมากกว่า โดยอาศัยโครงสร้างของอุตสาหกรรมเดิมเป็นหลัก การลงทุนจะน้อยกว่ารูปแบบแรก แต่มีข้อเสียคือเทคโนโลยีการผลิตที่ล่าช้ากว่า การขยายกำลังการผลิตมีขีดจำกัด ด้านด้านวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอยู่ระหว่าง 1,667 – 2,778 ตัน/วัน หรือ 500,000 – 833,33 ตัน/ปี นับว่ามีปริมาณมาก ซึ่งจะต้องอาศัยพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 185,185 – 308,642 ไร่/ปี ขนาดของโกดังเก็บมันสำปะหลังสักระยะเวลาการหมุนเวียน 3 วัน จะต้อง มีพื้นที่ตั้งแต่ 3,000 – 5,000 ตารางเมตร และกรณีที่ใช้มันเส้นเป็นวัตถุดิบระยะเวลาการหมุนเวียน 7 วัน ขนาดของโกดังจะมีพื้นที่ระหว่าง 11,667 – 199,444 ตารางเมตร การรวบรวมวัตถุดิบในการผลิตยังคงใช้ช่องทางผ่านพ่อค้าคนกลางหรือ ตลาดซื้อขายผลผลิตการเกษตรล่วงหน้า สถานที่ตั้งโรงงานจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังในจำนวนที่เพียงพอ เช่น จังหวัด นครราชสีมา ฉะเชิงเทรา สระแก้ว กำแพงเพชร ชัยภูมิ ชลบุรี ระยอง เป็นต้น (วิจิต พิมพ์สวัสดิ์ 2545 : 84-87)

การศึกษาของ อาคม หมู่เค็ม ได้ให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาโครงการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ไว้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อความล้มเหลวของ โครงการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ขึ้นอยู่กับราคาวัตถุดิบเป็นหลักดังนั้น จะต้องได้รับการประกันราคาเพื่อไม่ให้ราคาสูงเกินไปเพราะจะทำให้ผลประโยชน์ของโครงการลดลงมากในขณะที่เดียวกันหากราคาต่ำเกินไปจนเกษตรกรที่ปลูกได้รับผลกระทบจะมีผลต่อโครงการระยะยาว (อาคม หมู่เค็ม 2547 : 95)

การศึกษาของ มณฑิรา ยุติธรรม ได้ทำการศึกษา การประเมินหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์จากฟาร์มสุกรและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางและเล็กในจังหวัดนครปฐม โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เป็นเครื่องมือในการศึกษาร่วมกับระบบการตัดสินใจและเทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (Multi Criteria Evaluation : MCE) โดยค่าคะแนนความสำคัญและระดับความเหมาะสมของปัจจัยหลักและปัจจัยรองได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ และคำนวณหาค่าคะแนนของพื้นที่ที่เหมาะสมโดยใช้ Linear Combination Method (มณฑิรา ยุติธรรม 2545 :67-68)

### บทที่ 3

#### ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย และลักษณะทั่วไปของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล

#### ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

ลักษณะทางภูมิศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมาก กับการอธิบายถึงลักษณะของการเพาะปลูกพืชต่างๆ รวมทั้งลักษณะทางที่ตั้งของอุตสาหกรรม โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลซึ่งมีมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ การเพาะปลูกมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย เพื่อที่จะนำมาเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

#### 1. ที่ตั้ง และขนาดของประเทศไทย

##### 1.1 ที่ตั้งของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในทวีปเอเชีย บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างเอเชียตะวันออก (East Asia) กับเอเชียใต้ (South Asia) หรืออยู่ในคาบสมุทรอินโดจีน (Indochina Peninsula) ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างประเทศอินเดียกับประเทศจีน ดังแผนที่ที่ 1 ในที่นี้จะแบ่งลักษณะทางที่ตั้งของประเทศไทยออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 ที่ตั้งสมบูรณ์ (Absolute Location) ประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 5 องศา 37 ลิปดาเหนือกับละติจูด 20 องศา 27 ลิปดาเหนือและระหว่างลองจิจูด 97 องศา 22 ลิปดาตะวันออกกับลองจิจูด 105 องศา 38 ลิปดาตะวันออก

1.1.2 ที่ตั้งสัมพันธ์ (Relative Location) ประเทศไทยมีที่ตั้งสัมพันธ์ดังนี้

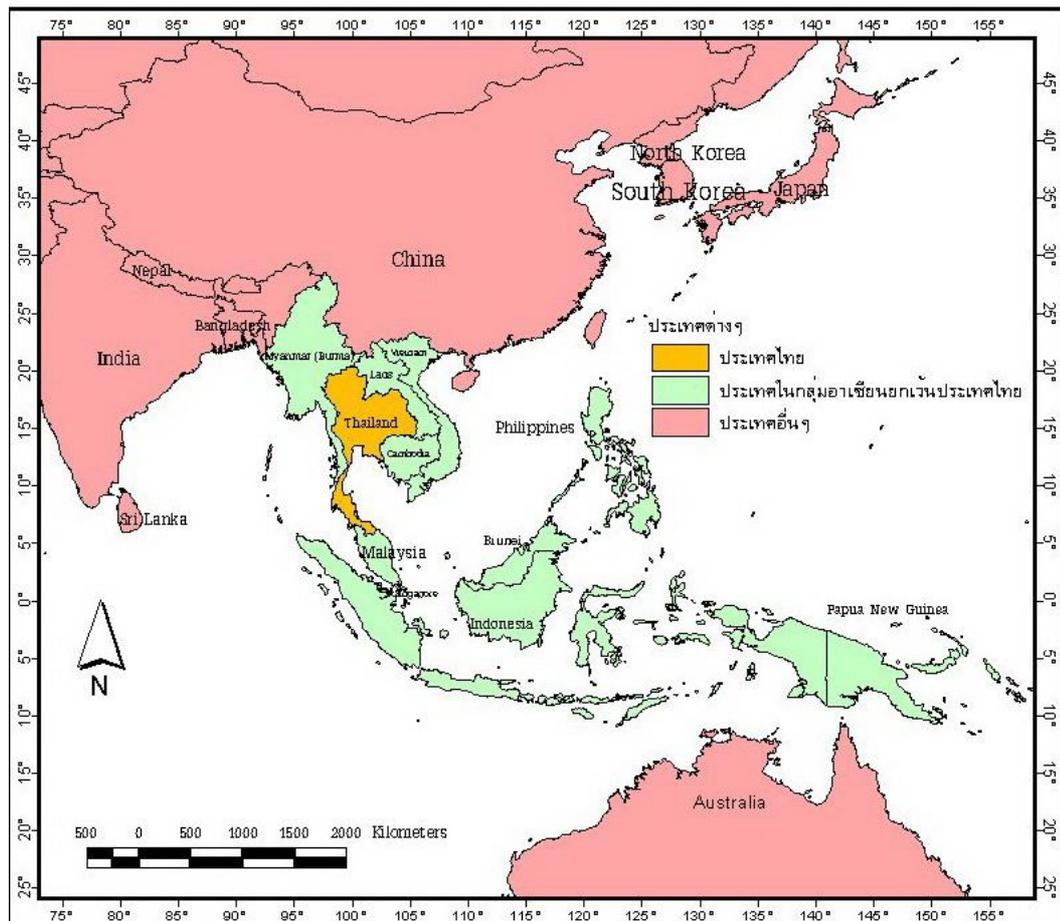
ทิศเหนือ ติดต่อกับสหภาพพม่า และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ทิศตะวันออกติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและประเทศราชอาณาจักรกัมพูชา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับสหภาพพม่า

ทิศใต้ ติดต่อกับประเทศมาเลเซีย

(วิชัย ศรีคำ 2547 : 2)



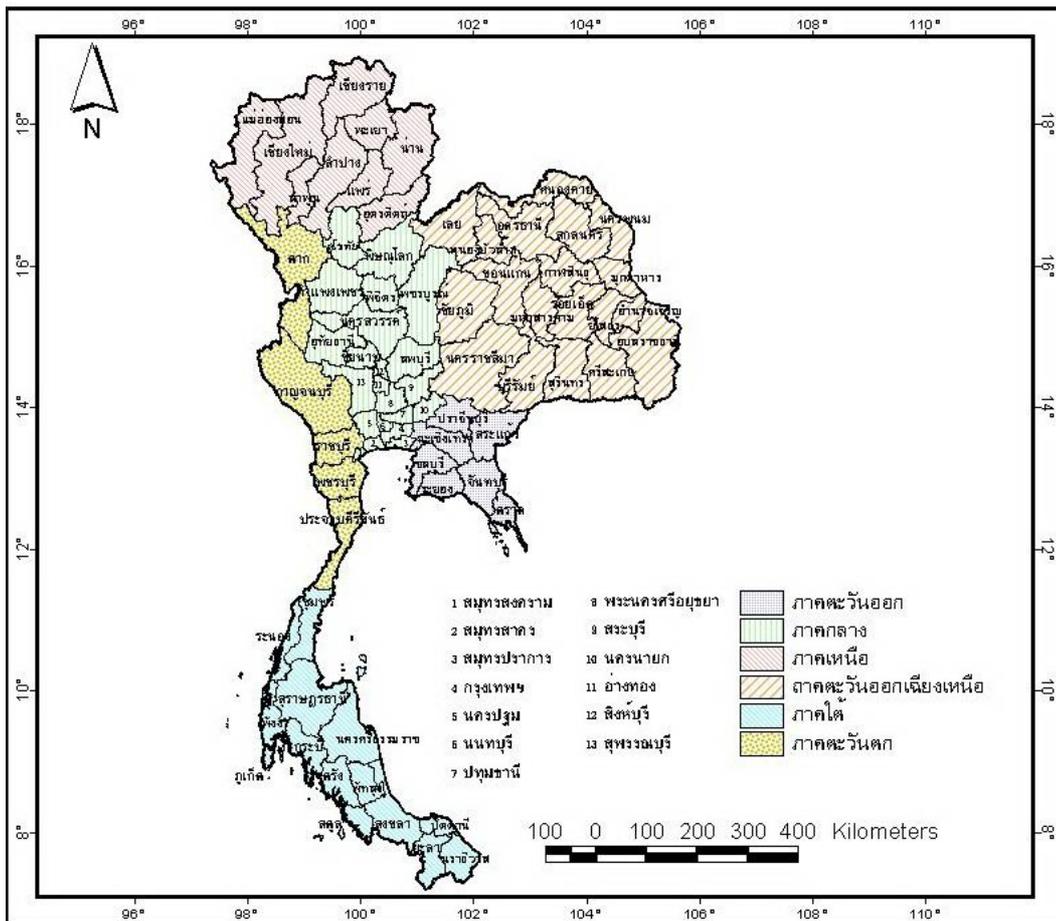
แผนที่ที่ 1 ที่ตั้งของประเทศไทย

### 1.2 ขนาด (Size)

ประเทศไทยมีเนื้อที่ 513,115.06 ตารางกิโลเมตร (จรัญ แสงพุ่ม และคณะ 2534 : 7) ซึ่งมีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รองจากอินโดนีเซียและสหภาพเมียนมาร์(พม่า) ประเทศไทยมีทั้งหมด 75 จังหวัด และ 1 การปกครองพิเศษ(กรุงเทพมหานคร) โดยมีเมืองหลวงคือ กรุงเทพมหานคร และสามารถแบ่งจังหวัดและภาคตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ได้ทั้งหมด 6 ภาคดังตารางที่ 1 และแผนที่ที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การแบ่งจังหวัดตามภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ประเทศไทย

ภาคเหนือ	เชียงใหม่	เชียงใหม่	น่าน	พะเยา	แพร่	9 จังหวัด
	แม่ฮ่องสอน	ลำปาง	ลำพูน	อุตรดิตถ์		
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	ชัยภูมิ	นครพนม	นครราชสีมา	19 จังหวัด
	บุรีรัมย์	มหาสารคาม	มุกดาหาร	ยโสธร	ร้อยเอ็ด	
	เลย	ศรีสะเกษ	สกลนคร	สุรินทร์	หนองคาย	
	หนองบัวลำภู	อุดรธานี	อุบลราชธานี	อำนาจเจริญ		
ภาคกลาง	กรุงเทพ	กำแพงเพชร	ชัยนาท	นครนายก	นครปฐม	22 จังหวัด
	นครสวรรค์	นนทบุรี	ปทุมธานี	พระนครศรีอยุธยา	พิจิตร	
	พิษณุโลก	เพชรบูรณ์	ลพบุรี	สมุทรปราการ	สมุทรสงคราม	
	สมุทรสาคร	สระบุรี	สิงห์บุรี	สุโขทัย	สุพรรณบุรี	
	อ่างทอง	อุทัยธานี				
ภาคตะวันออก	จันทบุรี	ฉะเชิงเทรา	ชลบุรี	ตราด	ปราจีนบุรี	7 จังหวัด
	ระยอง	สระแก้ว				
ภาคตะวันตก	กาญจนบุรี	ตาก	ประจวบคีรีขันธ์	เพชรบุรี	ราชบุรี	5 จังหวัด
ภาคใต้	กระบี่	ชุมพร	ตรัง	นครศรีธรรมราช	นราธิวาส	14 จังหวัด
	ปัตตานี	พังงา	พัทลุง	ภูเก็ต	ยะลา	
	ระนอง	สงขลา	สตูล	สุราษฎร์ธานี		



แผนที่ที่ 2 รูปแบบทางที่ตั้งของประเทศไทยแบ่งแยกเป็นรายภาคและรายจังหวัดปี พ.ศ. 2551

## 2. ภูมิประเทศของประเทศไทย

การแบ่งลักษณะโครงสร้างภูมิประเทศของไทย แบ่งโดยอาศัยความคล้ายคลึงทางลักษณะภูมิประเทศเป็นเกณฑ์ เพื่อให้สอดคล้องกับการแบ่งภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ของคณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติจึงสามารถจำแนกลักษณะโครงสร้างและภูมิประเทศของไทยได้เป็น 6 เขตดังต่อไปนี้ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2521, อ้างถึงใน วรณี พุทธาวุฒิไกร 2546 : 9)

2.1 ที่ราบลุ่มน้ำภาคกลาง ประกอบด้วยจังหวัดต่างๆ 22 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสาคร สมุทรปราการ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี นครนายก สระบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี ลพบุรี ชัยนาท อุทัยธานี นครสวรรค์ กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์และสุโขทัย ซึ่งลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบที่เกิดจากแม่น้ำนำตะกอนมาทับถมกันเป็นเวลานานที่ราบลุ่มภาคกลางเริ่มต้นจากละติจูดที่ 18 องศาเหนือ ลงมาจดอ่าวไทยเป็นบริเวณที่ถูกล้อมรอบด้วยภูเขา ที่ราบลุ่มแม่น้ำภาคกลางมีแม่น้ำสายสำคัญที่ไหลผ่านคือ แม่น้ำเจ้าพระยาและสาขา ปิง วัง ยม น่าน ซึ่งไหลจากภูเขาที่สูงทางภาคเหนือลงมา นอกจากนี้ยังมีแม่น้ำ

แม่กลองซึ่งไหลมาจากภูเขาทางตะวันตก และแม่น้ำป่าสักที่ไหลจากภูเขาและที่สูงทางตะวันออก จากลักษณะโครงสร้างดังกล่าวทำให้สามารถแบ่งที่ราบลุ่มแม่น้ำภาคกลางได้เป็น 3 เขตย่อย ดังนี้

2.1.1 ภาคกลางตอนล่างหรือที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีบริเวณตั้งแต่ทางตอนใต้ของจังหวัดนครสวรรค์ลงมาจนถึงอ่าวไทย ที่ราบลุ่มน้ำตอนล่างเกิดจากการทับถมของตะกอนที่แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำบางปะกง พามาทับถมกัน แม่น้ำที่ไหลในเขตนี้จะมีอัตราการไหลที่ช้าและมีการตกตะกอนมาก ทำให้ท้องน้ำตื้นเขินและมีการทับถมเพิ่มอยู่ตลอดเวลา ดินตะกอนที่เกิดจากน้ำพามาทับถมในบริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์มากและมีการอุ้มน้ำได้ดีเหมาะสำหรับการปลูกข้าว ดังนั้น บริเวณที่ราบภาคกลางจึงเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญ

2.1.2 ภาคกลางตอนบนหรือที่ราบลุ่มน้ำตอนบน มีบริเวณตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ขึ้นไปจนถึงภาคเหนือได้แก่ บริเวณจังหวัดนครสวรรค์ พิชณุโลก พิษณุโลก กำแพงเพชร สุโขทัยและบางบริเวณทางตอนใต้ของจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นที่ราบแคบๆ ของลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน ซึ่งมีอัตราการไหลของน้ำแรงกว่าที่ราบลุ่มน้ำตอนล่าง การกัดเซาะพังทลายจึงมีมากกว่า ภูมิภาคโดยทั่วไปจะเป็นที่ราบลูกฟูก (Rolling Plain) สิ่งที่แม่น้ำพามาทับถมกันนอกจากดินตะกอนแล้วยังมีหิน กรวดและทราย ซึ่งชั้นของดินตะกอนที่ทับถมกันจะไม่หนาเท่ากับเขาที่ราบลุ่มน้ำตอนล่าง ซึ่งใช้เป็นแหล่งทำการเกษตร เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ฝ้าย และมันสำปะหลัง เป็นต้น ลักษณะทางธรณีวิทยาประกอบไปด้วยกลุ่มหินโคราช ภูเขาหินทราย หินดินดาน หินกรวดมน และมีหินอัคนีในยุคเทอร์เชียรีคั่นตัวขึ้นมา ได้แก่ หินไดออไรต์ และแอนดีไซต์

2.1.3 บริเวณขอบที่ราบ ขอบที่ราบทางตะวันตกมีบริเวณตั้งแต่แม่น้ำท่าจีน ไปจนถึงเชิงเขาทางตะวันตกซึ่งเป็นที่ราบแคบๆ ได้แก่ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดอุทัยธานี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี และนครปฐม ส่วนขอบที่ราบทางตะวันออก คือ บริเวณที่อยู่ทางตะวันออกของแม่น้ำป่าสัก ได้แก่ บริเวณจังหวัดลพบุรี สระบุรี และนครนายก ลักษณะภูมิประเทศจะเป็นภูเขาเดี่ยวๆ เป็นภูเขาหินปูนแทรกสลับด้วยภูเขาหินแกรนิต ขอบที่ราบทั้งสองด้านเป็นแหล่งเพาะปลูกพืชไร่ที่สำคัญ เช่น ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวฟ่าง เป็นต้น

2.2 เทือกเขาและหุบเขาภาคเหนือ มีอาณาเขตตั้งแต่ละติจูดที่ 18 องศาเหนือ ไปจนถึงสุดพรมแดนทางเหนือของประเทศ ประกอบด้วยจังหวัดต่างๆ 9 จังหวัด ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ และพะเยา ลักษณะภูมิประเทศโดยส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาซึ่งมีแนวขนานจากเหนือลงมาทางใต้ และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน เทือกเขาในภาคเหนือเป็นเทือกเขาที่ต่อมาจากมณฑลยูนนานของประเทศจีน ซึ่งเป็นเทือกเขาที่มีอายุเก่าแก่อยู่ในมหายุคพาลีโอโซอิกเป็นส่วนใหญ่ เทือกเขาต่างๆ ในภาคเหนือ ได้แก่ เทือกเขาแดน

ลาว เทือกเขาขุนตาล เทือกเขาผีปันน้ำและเทือกเขาหลวงพระบาง ที่ราบลุ่มแม่น้ำทางเหนือเป็นที่ราบแคบๆ การทับถมของตะกอนมีน้อยกว่าที่ราบภาคกลางชั้นดินบาง มีความอุดมสมบูรณ์ใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกเช่น ข้าว กาแฟ ลำไย และส้ม เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นแหล่งอาศัยตั้งถิ่นฐานอยู่หนาแน่น เช่น เมืองเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แพร่ และน่าน เป็นต้น

2.3 เทือกเขาภาคตะวันตก มีบริเวณอยู่ในจังหวัดต่างๆ 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดตาก กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ เป็นเขตที่อยู่ทางด้านทิศตะวันตกของที่ราบลุ่มน้ำภาคกลาง ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยภูเขาและเทือกเขาสูงที่ต่อเนื่องมาจากทางภาคเหนือและมีอายุทางธรณีวิทยาส่วนใหญ่อยู่ในมหายุคพาลีโอโซอิก เทือกเขาในเขตนี้จะทอดยาวในแนวเหนือใต้และเป็นพรมแดนกั้นระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า เทือกเขาที่สำคัญในภาคตะวันตก คือ เทือกเขาถนนธงชัยและเทือกเขาตะนาวศรี ในเขตเทือกเขาภาคตะวันตกที่ราบระหว่างภูเขาจะมีพื้นที่ไม่กว้างเหมือนทางภาคเหนือ ลักษณะจะเป็นที่ราบแคบๆของแม่น้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาประกอบด้วยกลุ่มหินตะนาวศรี กลุ่มหินปูนราชบุรี แทรกสลับด้วยหินแกรนิต ดินเป็นดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชไร่หลายชนิด เช่น สับปะรด อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด เป็นต้น

2.4 ที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือที่ราบสูงโคราช มีบริเวณอยู่ในจังหวัดต่างๆ 19 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย เลย อุดรธานี หนองบัวลำภู ขอนแก่น สกลนคร นครพนม มุกดาหาร อำนาจเจริญ กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี ยโสธร ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ชัยภูมิ สุรินทร์ และนครราชสีมา ที่ราบสูงโคราชมียุคสมัยคล้ายกันกระทะเล บริเวณตอนกลางของเขตจะต่ำลงไปเป็นแอ่ง และมีภูเขายกตัวสูงขึ้นมาเป็นขอบสูงทั้งสองด้าน ซึ่งทางด้านทิศตะวันตกมีทิวเขาเพชรบูรณ์ 1 และทางด้านทิศใต้มีเทือกเขาสันกำแพงและพนมดงรักเป็นขอบ ทำให้มีที่ราบสูงโคราชเป็นบริเวณที่แยกออกมาจากที่ราบลุ่มน้ำภาคกลาง ที่ราบสูงโคราชมียุคสมัยประเทศในลักษณะที่ลาดเอียงไปทางทิศตะวันออก ดังนั้นแม่น้ำในภูมิภาคนี้จึงมีทิศทางการไหลจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก และไหลไปรวมกับแม่น้ำโขง เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่ตอนกลางของภาคเป็นแอ่ง ทำให้ช่วงฤดูน้ำหลากน้ำจะไหลออกสู่มแม่น้ำโขงไม่ทัน จึงมักเกิดน้ำท่วมตามริมฝั่งแม่น้ำ แต่เมื่อถึงฤดูแล้งพื้นที่เขตนี้จะขาดน้ำ เพราะหินในเขตนี้เป็นหินตะกอนประเภทหินทรายสลับหินดินดานบ้างและบางแห่งมีชั้นเกลือแทรกอยู่ ดังนั้น ดินในบริเวณนี้จึงขาดความอุดมสมบูรณ์ เพราะเป็นดินที่ไม่เก็บกักน้ำ และในบางบริเวณที่มีชั้นเกลือแทรกอยู่จะทำให้ดินเค็มอันเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพาะปลูก ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปเป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด (Undulating) ทิวเขาที่สำคัญในบริเวณนี้ คือ ทิวเขาภูพาน เป็นภูเขาที่ทำให้ที่ราบสูงโคราชถูกแบ่งออกเป็น 2 แอ่ง เนื่องจากทิวเขาภูพานมีแนวโค้งจากปากแม่น้ำมูลในจังหวัดอุบลราชธานีไปจนถึงภูกระดึงทางจังหวัดเลย ดังนั้น ที่ราบสูงโคราชจึงถูกแบ่งเป็น 2 แอ่ง ดังต่อไปนี้

2.4.1 แอ่งโคราช เป็นแอ่งที่อยู่ใต้ทิวเขาภูพานลงมา และเป็นที่ราบที่กว้างใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแม่น้ำมูล แม่น้ำชี แม่น้ำพอง ลำปาว และลำเซ เป็นแม่น้ำที่สำคัญ

2.4.2 แอ่งสกลนคร เป็นแอ่งที่อยู่ทางตอนเหนือของทิวเขาภูพาน ลักษณะภูมิประเทศมีความลาดเทไปทางเหนือ และมีที่ลุ่มต่ำหลายแห่ง เช่น หนองหานจังหวัดสกลนคร จังหวัดที่มีพื้นที่อยู่ในบริเวณแอ่งสกลนคร ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี หนองบัวลำภู นครพนม สกลนคร และมุกดาหาร

2.5 ชายฝั่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีบริเวณอยู่ในจังหวัดต่างๆ 7 จังหวัด ได้แก่ ปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ลักษณะภูมิประเทศในเขตนี้จะประกอบไปด้วยภูเขาเตี้ยๆ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลูกคลื่นลอนชัน และลักษณะของเทือกเขาในเขตนี้จะวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือไปทางตะวันออกเฉียงใต้ เทือกเขาที่สำคัญในเขตนี้ ได้แก่ เทือกเขาจันทบุรีซึ่งเป็นเทือกเขาหินแกรนิต ส่วนทางตะวันออกเฉียงใต้เทือกเขาบรรทัดเป็นเทือกเขายอดตัดกั้นพรมแดนระหว่างไทยกับกัมพูชา ในทางตอนกลางของภาคจะเป็นที่สูงที่น้ำไหลตัดผ่าน (Dissected Upland) ส่วนทางใต้และทางตะวันตกของภาคจะเป็นที่ราบ ซึ่งทำให้แม่น้ำส่วนใหญ่ไหลลงสู่อ่าวไทยทางตอนใต้ของภาค แม่น้ำสายสำคัญต่างๆ ได้แก่ แม่น้ำระยอง แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำประแส แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำคลองใหญ่ แม่น้ำเหล่านี้จะเป็นแม่น้ำสายสั้นๆ ที่นำตะกอนมาทับถมกัน ทำให้บริเวณที่ราบชายฝั่งจึงเป็นเขตที่ประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นกว่าบริเวณอื่น ชายฝั่งหลายแห่งเป็นชายฝั่งเว้าๆแหว่งๆ แต่ในบางแห่งลักษณะชายฝั่งเป็นหาดทรายกว้าง เช่น ชายฝั่งทะเลบางแสน พัทยา เป็นต้น บริเวณที่มีฝนตกในปริมาณมากตั้งแต่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดระยองตั้งแต่อำเภอแกลง ไปจดจังหวัดตราด เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกพืชต่างๆ ดังต่อไปนี้ ทุเรียน เงาะ ยางพารา และมะพร้าว เป็นต้น แต่เขตที่มีฝนตกในปริมาณน้อย คือพื้นที่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกพืชต่างๆ เช่น อ้อย สับปะรด และมันสำปะหลัง โดยเฉพาะมันสำปะหลังที่มีพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมากในบริเวณนี้

2.6 คาบสมุทรภาคใต้ มีบริเวณตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปทางใต้จนถึงพรมแดนทางใต้ของประเทศ ประกอบไปด้วยจังหวัดต่างๆ 14 จังหวัด ได้แก่ ชุมพร ระนอง พังงา กระบี่ ภูเก็ต ตรัง สตูล สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ยะลา นราธิวาส และพัทลุง ลักษณะภูมิประเทศประกอบไปด้วยที่ราบแคบๆ ริมฝั่งทะเลจะมีภูเขาเป็นแกนกลางทอดยาวไปตามคาบสมุทร แนวภูเขาจะทอดยาวต่อเนื่องจากเทือกเขาทางภาคตะวันตกและมีอายุทางธรณีวิทยาอยู่ในยุคเดียวกัน เทือกเขาที่สำคัญ ได้แก่ เทือกเขาตะนาวศรี เทือกเขาภูเก็ต เทือกเขานครศรีธรรมราชและเทือกเขาสันกาลาคีรีซึ่งอยู่ทางใต้สุดและเป็นพรมแดนระหว่างไทยกับมาเลเซีย โดยพื้นที่บริเวณนี้ไม่มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง และจากความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และเศรษฐกิจ ทำให้สามารถแบ่งคาบสมุทรภาคใต้ออกเป็น 2 เขตย่อย ดังต่อไปนี้

2.6.1 ชายฝั่งตะวันออก มีลักษณะเป็นชายฝั่งยกตัว (Emerged Shoreline) ฝั่งทะเลราบเรียบที่ราบชายฝั่งตะวันออกมีความกว้างประมาณ 5 -35 กิโลเมตร มีแม่น้ำสายสำคัญ เช่น แม่น้ำหลังสวน แม่น้ำตาปี แม่น้ำปัดตานี เป็นต้น พืชที่ปลูกกันมาก ได้แก่ ยางพารา กาแฟ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว เป็นต้น

2.6.2 ชายฝั่งตะวันตก มีลักษณะเป็นชายฝั่งประเภทจมตัว (Submerged Shoreline) ชายฝั่งทะเลเว้าๆแหว่งๆ พืชที่ปลูกกันมาก ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

### 3. ภูมิอากาศของประเทศไทย

ภูมิอากาศ(Climate) คือลักษณะอากาศเฉลี่ยของสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง เป็นระยะเวลาอันยาวนานในการศึกษาจะอาศัยผลการตรวจอากาศประจำวันหรือลมฟ้าอากาศ เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลเข้าเป็นหมวดหมู่ และหาผลรวมหรือค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบอุตุนิยมวิทยาในแต่ละที่แล้วนำไปวิเคราะห์จัดทำเป็นภูมิอากาศของสถานที่นั้นๆ (นำพวลย์ กิจรักษ์กุล 2549 : 1)

ประเทศไทยมีลักษณะอากาศทั่วไปเป็นแบบร้อนชื้น อยู่ในเขตร้อน และอยู่ระหว่างเส้นศูนย์สูตรกับเส้นทรอปิกออฟแคนเซอร์ มีผลให้ภูมิอากาศโดยทั่วไปเป็นอากาศร้อน และได้รับอิทธิพลจากลมตะวันตกเฉียงใต้ ลมตะวันออกเฉียงเหนือ พายุดีเปรสชัน และแนวปะทะอากาศ ส่งผลให้ประเทศไทย ได้รับความชื้นสูงและมีปริมาณน้ำฝนมาก ซึ่งปัจจัยทั้งสองอย่างดังกล่าวมีอิทธิพลสำคัญที่ส่งผลต่อสภาพอากาศโดยรวมของประเทศ (จรัญ แสงพุ่ม และคณะ 2534 : 53)

#### 3.1 อุณหภูมิ

จากการที่ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน โดยอยู่ระหว่างเส้นทรอปิก ออฟ แคนเซอร์ กับเส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับแสงอาทิตย์ในลักษณะตั้งฉากปีละ 2 ครั้ง และยังได้รับแสงเฉียงของดวงอาทิตย์ที่ทำมุมสูงเกือบตลอดทั้งปี มีผลทำให้ประเทศไทยมีอุณหภูมิตลอดทั้งปีอยู่ในเกณฑ์สูงเกือบสม่ำเสมอ อากาศร้อน อุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวแตกต่างกันไม่มากนัก อุณหภูมิเฉลี่ยประจำปีของประเทศไทยประมาณ 27.0 °C ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 29.5 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดประมาณ 23.8 °C (นำพวลย์ กิจรักษ์กุล 2549 : 12)

#### 3.2 ปริมาณน้ำฝน

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งประเทศ ประมาณปีละ 1,522.7 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกประมาณปีละ 126.4 วัน (นำพวลย์ กิจรักษ์กุล 2549 : 42) ปริมาณน้ำฝนที่ตกจะมีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของประเทศ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ระยะห่างจากทะเล ทิศทางของมรสุม เป็นต้น

### 3.3 การแบ่งฤดูกาลของประเทศไทย

เป็นการแบ่งตามลักษณะของลมฟ้าอากาศและหากจะยึดภาคกลางของประเทศไทยเป็นหลัก สามารถแบ่งได้เป็น 3 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน ช่วงเวลาของแต่ละฤดูกาลจะเป็นดังต่อไปนี้

3.3.1 ฤดูฝน เป็นฤดูที่มีระยะเวลายาวนานกว่าฤดูอื่นๆ โดยมีระยะเวลาประมาณ 5 เดือน เริ่มต้นประมาณเดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม เมื่อลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประกอบกับมีร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทย ทำให้มีฝนตกชุกทั่วไป ในปลายเดือนตุลาคมทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกฝนจะหมดลง ภาคกลางยังมีฝนตกประปราย ส่วนในภาคใต้ฤดูฝนจะมีความแตกต่างจากภาคอื่น คือ จะมีฝน 2 ระยะเวลา ในระยะเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมจะมีฝนตกชุกด้านฝั่งตะวันตกซึ่งเป็นด้านต้นลมที่รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แนวเทือกเขาภูเก็ตจะเป็นตัวปะทะฝนทำให้ฝนตกด้านหน้าภูเขามากกว่าด้านหลังเขา ส่วนอีกระยะหนึ่งคือ เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์จะมีฝนตกทางฝั่งตะวันออกซึ่งเป็นด้านที่รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงมาทางใต้

3.3.2 ฤดูหนาว มีระยะเวลาประมาณ 3 เดือนเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ ฤดูหนาวในประเทศไทยนั้นมีอากาศไม่หนาวเย็นมากนัก แต่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีอากาศหนาวเย็นกว่าภาคอื่นเนื่องจากความกดอากาศสูงจากประเทศจีนและไซบีเรียแผ่อิทธิพลลงมาถึงประเทศไทยตอนบน ทำให้ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากประเทศจีนมีกำลังแรงมากขึ้น ส่วนทางภาคกลางและภาคอื่นๆได้รับเพียงปลายลม อากาศจึงไม่หนาวเย็นมากนัก

3.3.3 ฤดูร้อน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือนกุมภาพันธ์เนื่องจากเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์เลื่อนขึ้นมาอยู่ในละติจูดตรงกับประเทศไทย จึงเป็นช่วงที่มีอากาศร้อนอบอ้าว โดยเฉพาะเดือนเมษายนจะเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนและมีอุณหภูมิสูงสุด ฤดูร้อนในประเทศไทยจะมีระยะเวลาประมาณ 3 เดือน เริ่มจากกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

### 3.4 การแบ่งเขตภูมิอากาศประเทศไทย

เขตภูมิอากาศในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 เขตย่อย ดังนี้ (จรัญ แสงพุ่ม และคณะ 2534 : 84-87)

3.4.1 ภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้น (Af) เป็นเขตภูมิอากาศร้อนและชุ่มชื้น ไม่มีเดือนใดเลยที่อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศสูงตลอดปี ไม่มีฤดูหนาวที่แท้จริง และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทุกเดือนไม่ต่ำกว่า 2.4 นิ้ว โดยในช่วงฤดูฝน ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน จะได้รับอิทธิพลจากลมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนเดือนตุลาคมถึงเดือน

กุมภาพันธ์จะได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดมาจากทะเลจีนใต้และอ่าวไทย ทำให้ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ยังคงมีปริมาณน้ำฝนอยู่อย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งในช่วงฤดูร้อนยังมีปริมาณน้ำฝนจากอิทธิพลของการยกตัวของอากาศในเวลาบ่ายและกลางคืน บริเวณที่มีภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้นในประเทศไทย คือ บริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของคาบสมุทรในภาคใต้ ได้แก่ พื้นที่ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานีและนราธิวาส

3.4.2 ภูมิอากาศแบบมรสุม (Am) เป็นเขตภูมิอากาศอยู่ในเขตร้อน มีฤดูแล้งสั้นๆ ประมาณ 1 – 2 เดือน มักพบบริเวณชายฝั่งด้านต้นลมระหว่างละติจูดที่ 15 – 20 องศาเหนือ และได้ อาจเป็นลมประจำปีหรือลมประจำฤดูก็ได้ จึงมักทำให้เกิดฝนตกหนักในช่วงที่บริเวณนั้นได้รับแสงจากดวงอาทิตย์มาก เป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงตลอดทั้งปีและมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากกว่า 2.4 นิ้วต่อปี โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในเขตภูมิอากาศแบบมรสุม (Am) อาจมีมากกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในเขตภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้น (Af) ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 2.4 นิ้ว โดยบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบมรสุมมักจะอยู่ใกล้กับทะเล ซึ่งบริเวณดังกล่าว ได้แก่ บริเวณชายฝั่งตะวันตกของคาบสมุทรภาคใต้ ตั้งแต่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ไปจนถึงพรมแดนประเทศมาเลเซีย และบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าวไทย ได้แก่ จังหวัดตราดและจันทบุรี

3.4.3 ภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Aw) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เขตภูมิอากาศแบบสะวันนา ลักษณะภูมิอากาศมีฤดูแล้งสลับกับฤดูฝนอย่างเด่นชัด โดยมักมีสถานที่ตั้งอยู่ถัดจากเขตภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้นขึ้นไปยังเขตละติจูดสูง หรือทางตอนในของแผ่นดิน โดยพบอยู่ระหว่างละติจูดที่ 5 - 20 องศาเหนือ และได้ โดยอากาศแบบชุ่มชื้นจะอยู่ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน) ซึ่งในช่วงนี้เวลาดังกล่าวจะมีปริมาณน้ำฝนอันเกิดจากอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ส่วนช่วงเวลาที่อากาศแบบแห้งแล้งจะอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งอากาศแบบแห้งแล้งจะเกิดจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพามวลอากาศเย็นเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีอากาศที่แห้งแล้งและหนาวเย็น บริเวณที่มีภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Aw) ในประเทศไทย ได้แก่ บริเวณตั้งแต่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขึ้นไปจนถึงภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ซึ่งภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Aw) เป็นลักษณะภูมิอากาศที่มีในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย

สภาพภูมิอากาศที่มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง จะต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิประมาณ 25 – 37 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอประมาณ 1,000 – 1,500 มิลลิเมตรต่อปี และมีแสงแดดจัด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน น่าจะมีความเหมาะสมที่สุดในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง

#### 4. ทรัพยากรดินในประเทศไทย

ดินนับเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญอย่างมากต่อมนุษย์ เพราะปัจจัยสำคัญต่างๆ ในการดำรงชีวิต อันได้แก่ปัจจัย 4 คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ล้วนแล้วแต่เป็นผลผลิตที่มาจากผืนดินทั้งสิ้น โดย สุภาพ บุญไชย ได้แบ่งชนิดของดินที่สำคัญของประเทศไทยเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

4.1 ดินในที่ลุ่ม (Lowlands) ที่ลุ่มในที่นี้ หมายถึง พื้นที่ซึ่งมีระดับราบ และมีการระบายน้ำไม่ดี เช่นที่ราบดินตะกอน (Alluvial Plain) สามารถแบ่งเป็น 3 ชนิดย่อยดังนี้

##### 4.1.1 ดินที่ใช้สำหรับปลูกข้าว และปลูกพืชโดยการยกร่อง

4.1.1.1 ดินเหนียวกรุงเทพฯ (Bangkok Clay) เป็นดินเหนียวที่มีน้ำหนักมาก พบบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ดินประเภทนี้ ระบายน้ำไม่ดี มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกข้าว หรือเพาะปลูกที่จะต้องทำการยกร่อง เช่น ร่องสวนผลไม้ในเขตธนบุรี และสวนผักที่อยู่บริเวณรอบๆ กรุงเทพฯ เป็นต้น

4.1.1.2 ดินเหนียวองครักษ์ (Ongkharak Clay) เป็นดินเหนียวที่มีความเป็นกรดสูง พบบริเวณอำเภอรังน้อยไปจนถึงอำเภอองครักษ์ การเพาะปลูกที่พบมากได้แก่ การปลูกข้าว

4.1.2 ดินเหนียวท่าจีน (Thachin Clay) เป็นดินเหนียวที่มีความเค็มสูง ดินชนิดนี้เป็นดินตะกอนตามฝั่งทะเลรอบปากอ่าวไทยมีระดับต่ำและน้ำทะเลท่วมถึง ดังนั้นจึงพาเอาเกลือเข้ามาตกตะกอนในพื้นที่นี้ เหมาะสำหรับการทำเกลือ ทำบ่อเลี้ยงปลา เลี้ยงกุ้ง หรือปลูกต้นมะพร้าว

##### 4.1.3 ดินทรายที่ใช้สำหรับการปลูกพืชไร่ เช่น ถั่วลิสง ถั่วต่างๆ กระเทียม และข้าว

4.1.3.1 ดินร่วนเชียงใหม่ (Chaing Mai Loam) ซึ่งเกิดจากการตกตะกอนไม่นาน ดินพวกนี้พบบริเวณลุ่มแม่น้ำต่างๆทั่วประเทศ มีน้ำหนักเบา และมีการระบายน้ำในดินดี ง่ายต่อการไถ และปรับที่ดิน มีความเหมาะสมในการปลูกข้าว และพืชไร่บางชนิดเช่น ถั่ว กระเทียม และยาสูบ

4.1.3.2 ดินร่วนและดินเหนียวแม่น้ำยม (Yom Loam and Clay) เป็นดินร่วนและดินเหนียว สลับกันในพื้นที่บริเวณนี้ พบในลุ่มน้ำยม ไม่มีเขตพื้นที่ที่แน่นอน ทั้งนี้เพราะภูมิประเทศในลุ่มน้ำยมและแม่น้ำน่าน มีชนิดดินที่ไม่สม่ำเสมอ ดินบริเวณนี้ถูกน้ำท่วมบ่อยครั้ง เพราะเป็นที่ต่ำในหุบเขา

4.1.3.3 ดินร่วนปนทรายและดินเหนียวปัตตานี (Pattani Sandy Loam and Clay) เป็นดินตะกอนที่ฝั่งตกตะกอนใหม่ตามหาด ชายฝั่งทะเลทางภาคใต้ของประเทศ ดินจำพวกนี้จะพูนขึ้นมาเป็นสันเขาสูงขนานกับแนวฝั่งทะเล เหมาะสำหรับการปลูกมะพร้าว และผลไม้มัน และในที่ลุ่มระหว่างสันสามารถใช้เป็นที่ปลูกข้าว ดินชนิดนี้พบในบริเวณ จังหวัดปัตตานี ชุมพร สงขลา และทางทิศเหนือของอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นต้น

4.2 ดินที่อยู่ตามที่ราบแบนและเนินเขา (Flat to Gently Sloping) คือ ดินที่อยู่ตามปากแม่น้ำ ลำธารเก่าๆบริเวณชานภูเขา (Terrace) ตามข้างภูเขา และตามเชิงเขา สามารถแบ่งเป็น 6 ชนิดย่อย ดังนี้

4.2.1 ดินจำพวกที่มีอายุมาก และผ่านการกระทำของอากาศมาเป็นระยะเวลานานและมีการระบายน้ำดี

4.2.1.1 ดินร่วนปนกรวดคบินทร์บุรี (Kabin Gravelly Loam) เป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกต้นไม้และพืชไร่ในที่ดอน ดินชนิดนี้มีธาตุเหล็กปนอยู่เป็นจำนวนมาก มีลักษณะที่แข็งแรงง่าย ส่วนมากพบบริเวณชานภูเขาที่ใกล้กับตีนเขาทางภาคตะวันออกเฉียงใต้

4.2.1.2 ดินเหนียวจันทบุรี (Chanthaburi Clay) มีลักษณะสีแดง เกิดจากหินมาฟิก (Mafic Rock) ซึ่งเป็นพวกเดียวกับหินอัคนี เหมาะสำหรับการปลูกพริกไทย ยางพารา และผลไม้ต่างๆ ดินนี้ถูกน้ำเซาะมาเป็นเวลานาน ดังนั้นจึงมีความร่วนและการระบายน้ำดี แต่มีแร่ธาตุในปริมาณน้อย

4.2.2 ดินร่วนละเอียดกุลาร่องไห้ (Gula Ronghai Silt Loam) คือ ดินที่พบบริเวณที่ราบแบน มีหญ้าปนคลุม ในฤดูฝนน้ำท่วม เช่นบริเวณทุ่งกุลาร่องไห้มีพื้นที่ประมาณ 1,250 ตารางกิโลเมตร ผิวบนเป็นดินร่วนละเอียด ชั้นล่างเป็นดินเหนียว ตอนบนของดินเหนียวเป็นดินก้อนเล็กๆเป็นเหล็กแข็งตัวอยู่ แต่ในปัจจุบันที่ดินบริเวณนี้ได้รับการพัฒนาอย่างมาก จนสามารถเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรได้ผลดี เช่น ข้าว

4.2.3 ดินร่วนกำแพงแสน (Kamphaengsean Loam) เป็นดินปากน้ำที่อยู่ในบริเวณภูมิภาคที่แตกต่างกัน เป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยาสูบ ฝ้าย และอ้อย ดินชนิดนี้เป็นดินที่มีคุณภาพดี เกิดจากตะกอนที่ไหลจากแม่น้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำแม่กลอง เป็นต้น

4.2.4 ดินร่วนปนทรายและปนทรายหยาบนครศรีธรรมราช (Sithammarat Sandy and Coarse Sandy Loam) เป็นดินที่เกิดจากเชิงเขาหินแกรนิต ใช้ปลูกปอแก้ว ข้าวโพดหวาน ถั่วลิสง ยางพารา ถั่วและผลไม้ต่างๆ กระจายกันอยู่ในที่ต่างๆ เป็นบริเวณกว้างในเขตฝนตกชุก เช่น ทางภาคตะวันออกเฉียงใต้

4.2.5 ดินที่มีความลึกปานกลาง

4.2.5.1 ดินเหนียวลพบุรี (Lopburi Clay) เป็นดินเหนียวที่มีดินปูนเหนียวรองพื้น อยู่ พบบริเวณทางทิศเหนือของจังหวัดลพบุรี มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวมาก ในทางอุตสาหกรรมสามารถนำไปผลิตเป็นปูนซีเมนต์ได้

4.2.5.2 ดินร่วนปากช่อง (Pakchang Loam) เป็นดินตกค้าง (Residual Soil) ที่มีความลึกมากกว่าจะถึงหินดานเบื้องล่าง มีความเหมาะสมในการปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น ถั่วลิสง ข้าวโพดหวาน ส้ม ลำไย และอ้อย พบมากบริเวณอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

4.2.5.3 ดินร่วนละเอียดบางคล้า (Bankhla Silt Loam) ดินร่วนละเอียดนี้มีอยู่บริเวณที่ราบซึ่งน้ำไหลผ่าน (Outwash Plain) เช่น ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และบริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดชลบุรี เหมาะสำหรับปลูกข้าว

4.2.5.4 ดินร่วนปนทรายละเอียดโคราช (Korat Fine Sandy Loam) เกิดจากหินตะกอนซึ่งเป็นหินทรายสมัยเทอร์เชียรี สำหรับเป็นทุ่งเลี้ยงสัตว์และทิ้งไว้เป็นป่าโปร่ง คุณภาพดินต่ำ ไม่มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชไร่หลายๆชนิด ยกเว้นมันสำปะหลังที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ในดินประเภทนี้ และมีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลาย

#### 4.2.6 ดินที่มีความตื้นมาก

4.2.6.1 ดินเหนียวชัยบาดาล (Chaibadan Clay) เป็นดินตกค้างที่เกิดจากหินอัคนีพบบริเวณ อำเภอโคกสำโรง ถึงอำเภอชัยบาดาล ดินมีลักษณะเหนียวและหนัก คุณภาพดินต่ำเหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่ในที่ดอน เช่น มัน กล้วย ฝรั่ง พืชไร่สำหรับเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

4.2.6.2 ดินร่วนสกนนคร (Sakon Nakhon Loam) เป็นดินตกค้างที่เกิดจากหินทรายมีดินสีลาแดงอยู่เบื้องล่าง เหมาะสำหรับปลูกป่าไม้ และปลูกข้าว พบบริเวณจังหวัดสกนนคร นครพนม ตามริมฝั่งแม่น้ำโขง

4.2.6.3 ดินร่วนปนทรายโพนพิสัย (Phonphisai Sandy Loam) เป็นดินตกค้างที่เกิดจากหินทรายที่อยู่เบื้องล่าง มีดินเหนียวร่วนปนอยู่ด้วยค่อนข้างหนา ใช้ในการปลูก ข้าว เลี้ยงสัตว์ และปลูกป่า พบบริเวณ จังหวัดอำนาจเจริญ และอุบลราชธานี

4.3 ดินในบริเวณภูเขา (Upland) เป็นดินในบริเวณภูเขาที่มีความลาดชัน ซึ่งเป็นดินตกค้างที่มีความตื้นมาก ไม่เหมาะสำหรับทำการเพาะปลูก เนื่องจากควรจะต้องเก็บรักษาไว้เพื่อเป็นแหล่งต้นน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิดย่อยดังนี้ ดินในบริเวณเชิงเขาที่ไม่สูงมาก ดินร่วนปนทรายขุนตาล (Khuntan Sandy Loam) หินปูน โฟล์ (Limestone Outcrops) และดินบริเวณภูเขาสูง (สุภาพ บุญไชย 2548 : 124-128)

สภาพดินที่มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง จะต้องเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินทราย ที่มีการระบายน้ำได้ดี เป็นพื้นที่ดอน หรือที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร มีความลาดเอียงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ดินร่วนปนทรายละเอียดโคราช และดินร่วนปนทรายโพนพิสัย น่าจะมีความเหมาะสมในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง

## 5. ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยวรรณิ พุทธาวุฒิไกร ได้แบ่งแหล่งน้ำที่สำคัญของประเทศไทยเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

5.1 น้ำฟ้า (Precipitation) เป็นน้ำที่ได้รับในรูปฝน น้ำค้าง และหมอก โดยฝนถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญมาก เพราะประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน มีอากาศแบบมรสุมฝนตกชุก ประเทศไทยมีฝนตกรวมเฉลี่ยประมาณ 1,500 มิลลิเมตรต่อปี บริเวณที่มีฝนตกมากที่สุดในประเทศคือ บริเวณคาบสมุทรภาคใต้ มีฝนตกเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี แต่ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จะเป็นเขตเงาฝนมีฝนตกน้อยอากาศแห้ง ช่วงที่มีฝนตกมากที่สุดคือ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนในเขตที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาและที่สูง เช่นในบริเวณภาคตะวันตก และภาคเหนือ จะมีปริมาณฝนตกชุก จึงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารและแหล่งป่าไม้ที่สำคัญของประเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังสามารถรับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อน แต่เนื่องจากสภาพดินในภูมิภาคนี้เป็นดินทรายทำให้ไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ นอกจากนี้ยังมีพายุไซโคลนซึ่งพัดมาจากอ่าวเบงกอลเข้าสู่ประเทศไทยทางทิศตะวันตกทำให้ฝนตกในบริเวณลุ่มน้ำปราณบุรี เพชรบุรี ลุ่มน้ำแควน้อย แควใหญ่ และสะแกกรัง

5.2 น้ำผิวดิน (Surface Water) หมายถึง น้ำที่ไหลอยู่ตามผิวดินหรือขังอยู่ตามห้วย หนอง คลอง บึง ทะเลสาบ รวมทั้งน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง ลำธารต่างๆ บริเวณที่ราบภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำผิวดินมากที่สุด มีแม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ เจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง แควน้อย แควใหญ่ สะแกกรัง เพชรบุรี บางปะกง ระยอง จันทบุรี และเวฬุภาคเหนือมีแม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ ปิง วัง ยม น่าน กก อิง ยวม และปาย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ มูล ชี โขง และสงคราม ส่วนภาคใต้มีแม่น้ำที่สำคัญ ได้แก่ ชุมพร หลังสวน ตาปี และปัตตานี เป็นต้น นอกจากนี้แม่น้ำลำคลองแล้วยังมีแอ่งน้ำที่สำคัญ ได้แก่ บึงบรเพ็ด กว๊านพะเยา หนองหาน เป็นต้น

5.3 น้ำใต้ดิน (Ground Water) หมายถึงน้ำที่เกิดจากฝนตกแล้วไหลซึมลงสู่ใต้ดินเป็นน้ำใต้ดิน โดยแหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ แหล่งน้ำบาดาลบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา แหล่งน้ำบาดาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เกิดในหินร่วนซึ่งพบในแนวลำน้ำสายใหญ่ เช่นแม่น้ำโขง มูล และชี แหล่งน้ำบาดาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เกิดในหินแข็ง พบในบริเวณจังหวัดสกลนคร นครพนม ร้อยเอ็ด บางส่วนของจังหวัดอุบลราชธานี นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์ (วรรณิ พุทธาวุฒิไกร 2546 : 62-63)

ทรัพยากรน้ำที่สำคัญในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง คือน้ำฟ้า หรือน้ำฝน ส่วนทรัพยากรน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล คือน้ำผิวดิน หรือน้ำบาดาล

## 6. การกลีกรรรมในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่เหมาะสมในการทำเกษตรกรรมในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเพาะปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ การประมง และการทำป่าไม้ อย่างไรก็ตามการเพาะปลูก จัดได้ว่ามีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากประเทศไทยมีพื้นที่ในการเพาะปลูกกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พืชที่ปลูกในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิด โดยวรรณิ พุทธาธุมิไกร ได้แบ่งพืชที่มีความสำคัญชนิดต่างๆ ที่ปลูกในประเทศไทยออกเป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

6.1 พืชอาหาร (Food Crops) ในด้านการทำรายได้ทางเศรษฐกิจนับว่า พืชอาหารเป็นพืชที่มีความสำคัญที่สุดเมื่อเทียบกับพืชประเภทอื่นๆ โดยพืชอาหารที่สำคัญของประเทศไทยมี 4 ชนิด ดังต่อไปนี้

6.1.1 ข้าว เป็นพืชอาหารและพืชหลักที่มีความสำคัญมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบันซึ่งนอกจากจะเป็นพืชที่ใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งออกเพื่อนำรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมาก และเป็นพืชที่มีการปลูกโดยทั่วไปในทุกภาคของประเทศ ภูมิประเทศที่เป็นที่ราบจะเหมาะต่อการเพาะปลูกข้าว ลักษณะของดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว นั้นจะต้องเป็นดินเหนียว ดินค่อนข้างเหนียว หรือดินตะกอนน้ำพา ซึ่งดินเหล่านี้รองรับน้ำได้ดี โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตข้าวมากที่สุดของประเทศไทย รองลงมา คือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ส่วนภาคใต้มีผลผลิตข้าวน้อยที่สุด จังหวัดที่มีผลผลิตข้าวมากที่สุดได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ นครสวรรค์ และสุพรรณบุรี เป็นต้น

6.1.2 ข้าวโพด เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญนอกจากจะใช้เป็นอาหารที่สำคัญของมนุษย์แล้ว ยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ และเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทเช่น อุตสาหกรรมทำแป้งข้าวโพด สกัดทำน้ำมันพืช ทำแอลกอฮอล์ กลูโคส อุตสาหกรรมสิ่งทอ และอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น ข้าวโพดเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตที่มีอุณหภูมิปานกลาง ซึ่งอุณหภูมิต้องไม่ต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ข้าวโพดสามารถปลูกได้ทั่วไปเกือบทุกภาคในประเทศไทย โดยแหล่งผลิตข้าวโพดที่สำคัญของประเทศส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จังหวัดที่มีการปลูกข้าวโพดเป็นจำนวนมากได้แก่จังหวัดสระบุรี เพชรบูรณ์ นครราชสีมา นครสวรรค์ เลย และชลบุรี

6.1.3 มันสำปะหลัง ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ และใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ ทำผงชูรส ทำกาวย และยา เป็นต้น เป็นพืชในเขตร้อนที่ปลูกง่ายและขึ้นได้ในสภาพดินฟ้าอากาศหลายชนิด เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนซุยที่มีการระบายน้ำดี โดยแหล่งปลูกมันสำปะหลังดั้งเดิม คือ ภาคตะวันออกเฉียง

โดยเฉพาะจังหวัดสระแก้ว ชลบุรี และระยอง ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนกระทั่งเป็นภาคที่มีผลผลิตมากที่สุดของประเทศ จังหวัดที่มีความสำคัญในการปลูกมันสำปะหลัง ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิกำแพงเพชร กาฬสินธุ์ อุรธานี ขอนแก่น พิษณุโลก กาญจนบุรี เป็นต้น

6.1.4 อ้อย เป็นพืชอาหารที่นำมาเป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล ซึ่งในปัจจุบันน้ำตาลกลายเป็นสินค้าอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญ อ้อยเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีการชลประทานที่ดี โดยแหล่งปลูกอ้อยที่สำคัญของประเทศ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี อุทัยธานี อุรธานี ชัยภูมิ นครราชสีมา กาฬสินธุ์ ลำพูน ลำปาง เป็นต้น

6.2 พืชน้ำมัน (Oil Crops) พืชน้ำมันนอกจากมีความสำคัญในการบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกไปขายยังต่างประเทศได้อีก โดยพืชน้ำมันที่สำคัญของประเทศไทยมี 3 ชนิดดังต่อไปนี้

6.2.1 ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชในเขตร้อน เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีอุณหภูมิประมาณ 23-29 องศาเซลเซียสและมีปริมาณน้ำฝนเกินกว่า 2,032 มิลลิเมตร ภาคใต้เป็นแหล่งเพาะปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญของประเทศไทย เพาะปลูกมากในบริเวณจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร

6.2.2 ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ละหุ่ง งา เป็นพืชน้ำมันที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนแห้งแล้ง เป็นพืชที่ต้องการน้ำไม่มากนัก บริเวณที่เพาะปลูกที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยถั่วเหลือง และถั่วลิสง นิยมปลูกเป็นพืชหมุนเวียนกับพืชอื่นๆ เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน

6.2.3 มะพร้าว เป็นพืชน้ำมัน และยังสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมทำสบู่ น้ำหอม เครื่องสำอางค์ เนย มะพร้าวเป็นพืชเมืองร้อนที่เจริญเติบโตได้ดีตามชายฝั่งทะเลที่มีอากาศร้อนชื้น และปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิดที่มีการระบายน้ำดี ภาคใต้เป็นแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญ เพาะปลูกมากในบริเวณจังหวัด สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา และนราธิวาส นอกจากนี้ยังมีการปลูกมะพร้าวในบริเวณที่มีแหล่งน้ำใต้ดิน ได้แก่ จังหวัดเลย และจังหวัดอุรธานี

6.3 พืชเส้นใย (Fiber Crops) ที่สำคัญของประเทศไทยมี 2 ชนิดดังต่อไปนี้

6.3.1 ฝ้าย ชิ้นส่วนต่างๆของฝ้ายสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประเภท โดยเส้นใยนำมาปั่นเป็นด้ายสำหรับใช้ทอผ้า ส่วนเมล็ดฝ้ายสามารถใช้สกัดทำน้ำมันและกากเมล็ดที่เหลือสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ฝ้ายเจริญเติบโตได้ดีในช่วงปลายฤดูฝนและทำการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูแล้ง ดินที่เหมาะสมที่สุดในการปลูกฝ้าย คือ ดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย เก็บ

ความชื้นได้ดี และสามารถระบายน้ำออกได้ง่าย บริเวณที่มีการเพาะปลูกฝ้ายส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือและภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดสุโขทัย ลพบุรี กาญจนบุรี เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ เลย พะเยา น่าน แพร่และนครราชสีมา

6.3.2 ปอแก้ว เป็นพืชเส้นใยที่มีถิ่นกำเนิดมาจากทวีปแอฟริกา ปอแก้วส่วนใหญ่จะใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมทอกระสอบ ปอแก้วเป็นพืชที่ทนความแห้งแล้งได้ดีชอบพื้นที่ที่เป็นที่ดอน และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย ดังนั้น พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นภาคที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการเพาะปลูกปอแก้ว จังหวัดที่ทำการเพาะปลูก ได้แก่ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี สุรินทร์ ชัยภูมินครราชสีมาและยโสธร

6.4 พืชประเภทอื่นๆ (Other Crops) ที่สำคัญของประเทศไทยมี 4 ชนิดดังต่อไปนี้

6.4.1 ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจประเภทไม้ยืนต้น อาศัยน้ำยางไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง เช่น ยางรถยนต์ ท่อยาง และถุงมือยาง เป็นต้น ยางพาราเป็นพืชในเขตร้อน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนระหว่าง 2,000 – 3,000 มิลลิเมตรต่อปี แต่ไม่ต้องไม่แห้งที่โคนต้น ดังนั้น ภูมิภาคที่มีความเหมาะสมมากที่สุดจึงได้แก่บริเวณคาบสมุทรภาคใต้และบางส่วนของภาคตะวันออก

6.4.2 พืชผักและผลไม้ ประเทศไทยสามารถผลิตผักและผลไม้ออกมาได้ในปริมาณมาก โดยส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศ ผักและผลไม้ที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ ผักกาดขาว กะน้า ผักบุ้ง ผักกาดหอม กะหล่ำปลี พริก กระเทียม มะเขือเทศ ทุเรียน ลำไย ส้ม มะม่วง องุ่น สับปะรด สตอเบอร์รี่ แอปเปิ้ล

6.4.3 ยาสูบ เป็นพืชที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศ พื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกยาสูบที่สำคัญส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน ลำปาง อุตรดิตถ์ ลำพูน แพร่ สุโขทัย เพชรบูรณ์ นครพนมหนองคาย และขอนแก่น

6.4.4 กาแฟ เป็นพืชในเขตร้อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุยที่มีอินทรียัตสูง มีการระบายน้ำดี ปลูกได้ดีบริเวณไหล่เขา ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมต่อการปลูกอยู่ระหว่าง 1,500-2,250 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 16 – 27 องศาเซลเซียส ภาคใต้เป็นแหล่งเพาะปลูกกาแฟที่สำคัญของประเทศ (วรรณิ พุทธาวุฒิไกร 2546 : 122-129)

โดยสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่ ยางพารา ข้าว มันสำปะหลัง และน้ำตาล โดยเฉพาะมันสำปะหลัง ได้มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล เพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมัน

## 6. อุตสาหกรรมในประเทศไทย

อุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้เริ่มต้นจากอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในครัวเรือน ที่ผลิตเครื่องอุปโภคบริโภคสำหรับภายในครัวเรือน หรือในชุมชน โดยใช้ฝีมือแรงงานภายในครัวเรือนร่วมกับเครื่องมือเครื่องใช้แบบง่ายๆ ต่อมาเริ่มมีการติดต่อค้าขายระหว่างเมืองเกิดขึ้น จึงเริ่มมีผู้คิดตั้งสถานประกอบการที่ใช้ในการผลิตสินค้ามีลักษณะคล้ายโรงงาน และมีการจ้างผู้มีฝีมือในการผลิตมาทำการผลิตสินค้าเพื่อนำไปค้าขาย จนถึงในสมัยรัชกาลที่ 4 ประเทศไทยเริ่มเปิดรับวิทยาการสมัยใหม่จากประเทศทางตะวันตก ได้มีการนำเครื่องจักรเข้ามาใช้เพื่อลดจำนวนแรงงาน เช่นเครื่องจักรสีข้าว โดยที่ตั้งของอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะอยู่ในกรุงเทพมหานคร บริเวณสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนในต่างจังหวัด เริ่มมีอุตสาหกรรมการทำยางแผ่นและเหมืองแร่ดีบุกในภาคใต้ จนกระทั่งเมื่อประเทศไทยเริ่มมีการวางแผนและประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2504-2509) ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2510-2514) และฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515-2519) ที่ให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า จึงทำให้เกิดอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศมากมาย เช่น อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ สิ่งทอ ในช่วงนี้พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ร้อยละ 92.7 ของอุตสาหกรรมทั้งหมดเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมและอุตสาหกรรมครัวเรือน ส่วนอุตสาหกรรมที่ตั้งในเขตชนบทจะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นและหัตถกรรม

ในปีพ.ศ. 2547 มีการกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ทั่วประเทศ โดยส่วนมากจะกระจายตัวอยู่ในบริเวณเมืองหลักของภาคต่างๆ ซึ่งถ้าไม่นับรวมกรุงเทพมหานครแล้ว มีการกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด รองลงมาคือภาคกลาง ภาคใต้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกและภาคตะวันตกตามลำดับ ดังนี้ (สมชาติ อุอิน 2547 : 1-10)

1. ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในภาคกลาง (ไม่นับรวมกรุงเทพมหานคร) พบว่าจังหวัดที่มีโรงงานอุตสาหกรรมกระจายตัวอยู่มากที่สุด ได้แก่ สมุทรปราการ รองลงมาคือ สมุทรสาครและนครปฐม จังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่น้อยที่สุด คือ สมุทรสงคราม นครนายกและชัยนาท อุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในภาคกลางมีทั้งขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมที่สำคัญคืออุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และอุตสาหกรรมอาหารเป็นต้น

2. ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่มากที่สุด ได้แก่ นครราชสีมา ขอนแก่นและอุบลราชธานี ส่วนจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่น้อยได้แก่ อำนาจเจริญ มุกดาหารและเลย อุตสาหกรรมที่เลือกที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมแปรรูปวัตถุดิบในท้องถิ่น เช่นอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมผักและผลไม้กระป๋องเป็นต้น

3. ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในภาคใต้ พบว่าจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่มากที่สุดได้แก่ สงขลา นครศรีธรรมราชและชุมพร ส่วนจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่น้อย ได้แก่ สตูล พังงาและระนอง อุตสาหกรรมที่เลือกที่ตั้งในภาคใต้ส่วนใหญ่จะใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เช่นอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเลกระป๋อง อุตสาหกรรมยางพารา เป็นต้น

4. ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในภาคเหนือ พบว่าจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่มากที่สุดได้แก่ เชียงใหม่ เชียงรายและลำปาง ส่วนจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่น้อย ได้แก่ แม่ฮ่องสอน อุตรดิตถ์และพะเยา อุตสาหกรรมที่เลือกที่ตั้งในภาคเหนือส่วนใหญ่จะใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น อุตสาหกรรมหัตถกรรมและอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรในท้องถิ่น เป็นต้น

5. ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าจังหวัดที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มากที่สุดได้แก่ ชลบุรี ระยองและฉะเชิงเทรา ส่วนจังหวัดที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่น้อยที่สุดได้แก่จังหวัดสระแก้ว อุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็นภูมิภาคที่อยู่ติดทะเลที่มีท่าเรือน้ำลึกทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่งสินค้า และยังมีระบบการขนส่งทางถนนเชื่อมโยงกับภูมิภาคอื่น

6. ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออก ซึ่งเป็นภาคที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่น้อยที่สุดของประเทศ จังหวัดที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มากที่สุด คือ ราชบุรี กาญจนบุรีและเพชรบุรี ส่วนจังหวัดที่มีโรงงานตั้งอยู่น้อยที่สุดได้แก่จังหวัดตาก อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกได้แก่อุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมอาหารกระป๋องและอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

## 7. ประเภทของการขนส่งที่สำคัญของไทย

เนื่องจากการขนส่งเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรม และยังเป็นตัวกำหนดต้นทุนอีกด้วย ในประเทศไทยจะแบ่งประเภทของการขนส่งที่สำคัญออกเป็น

### 7.1 การขนส่งสินค้าทางถนน (Road Transport)

การขนส่งสินค้าทางถนนเป็นประเภทการขนส่งสินค้าที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะสามารถเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งในปี 2545 มีรถขนส่งทั่วไปถึง 689,512 คัน (ชนิดโสรด์นั 2549 : 77) โดยในปี 2546 มีปริมาณการขนส่งทางถนนนั้นมากที่สุดถึงร้อยละ 88.3 แสดงว่าการขนส่งทางถนนเป็นระบบขนส่งหลักที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้การขนส่งทางถนนยังสามารถเชื่อมโยงกับการขนส่งระบบอื่นได้อีกด้วย โดยประเภทของถนนสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

7.1.1 ทางหลวงพิเศษ (Special Highways) คือ ทางหลวงที่จัดหรือทำไว้เพื่อให้การจราจรผ่านได้ตลอดรวดเร็วเป็นพิเศษ ตามที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมประกาศกำหนดและได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงพิเศษโดยกรมทางหลวง เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา รวมทั้งควบคุมให้มีการเข้าออกได้เฉพาะ โดยทางเสริมที่เป็นส่วนหนึ่งของทางหลวงพิเศษตามที่กรมทางหลวงจัดทำขึ้นไว้เท่านั้น อธิบดีกรมทางหลวงเป็นผู้จัดให้ลงทะเบียนไว้ ณ กรมทางหลวง

7.1.2 ทางหลวงแผ่นดิน (National Highways) คือ ทางหลวงสายหลักที่เป็นโครงข่ายเชื่อมระหว่างภาค จังหวัด อำเภอ ตลอดจนสถานที่ที่สำคัญ ที่กรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงแผ่นดิน อธิบดีกรมทางหลวงเป็นผู้จัดให้ลงทะเบียนไว้ ณ กรมทางหลวง ได้แก่

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 คือ ถนนพหลโยธิน เริ่มจากกรุงเทพมหานคร สิ้นสุดที่จังหวัดเชียงราย เป็นถนนสายหลักของภาคเหนือ

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 คือ ถนนมิตรภาพ โดยแยกจากถนนพหลโยธินที่จังหวัดสระบุรี สิ้นสุดที่จังหวัดหนองคาย เป็นถนนสายหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 คือ ถนนสุขุมวิท เริ่มจากกรุงเทพมหานคร สิ้นสุดที่จังหวัดตราด เป็นทางหลวงแผ่นดินที่สั้นที่สุด

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 คือ ถนนเพชรเกษม เริ่มจากกรุงเทพมหานคร สิ้นสุดที่จังหวัดนราธิวาส เป็นถนนสายหลักของภาคใต้

7.1.3 ทางหลวงจังหวัด (Provincial Highways) คือ ทางหลวงที่เชื่อมต่อระหว่างศาลากลางจังหวัดไปยังสถานที่สำคัญของจังหวัดนั้น

7.1.4 ทางหลวงชนบท (Rural Roads) คือ ทางหลวงที่กรมทางหลวงชนบทเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงชนบท อธิบดีกรมทางหลวงชนบทเป็นผู้จัดให้ลงทะเบียนไว้ ณ กรมทางหลวงชนบททางหลวง

7.1.5 ทางหลวงเทศบาล (Municipal Roads) คือ ทางหลวงที่เทศบาล ที่อยู่ในเขตเทศบาลของจังหวัด เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงเทศบาล โดยผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้จัดให้ลงทะเบียนไว้ ณ ศาลากลางจังหวัด

7.1.6 ทางหลวงสุขาภิบาล (Roads in Small Municipal Area) คือ ทางหลวงที่สุขาภิบาล ที่อยู่ในเขตสุขาภิบาลของจังหวัด เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยาย บูรณะและบำรุงรักษา และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงสุขาภิบาล โดยผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้จัดให้ลงทะเบียนไว้ ณ ศาลากลางจังหวัด

7.1.7 ทางหลวงสัมปทาน (Concession Highways) คือ ทางหลวงที่รัฐบาลให้สัมปทานตามกฎหมายว่าด้วยทางหลวงที่ได้รับสัมปทาน และได้ลงทะเบียนไว้เป็นทางหลวงสัมปทานอธิบดีกรมทางหลวงชนบทเป็นผู้จัดให้ลงทะเบียนไว้ ณ กรมทางหลวง

## 7.2 การขนส่งทางรถไฟ (Rail Transport)

ประเทศไทยมีโครงข่ายเส้นทางรางทั่วประเทศประมาณ 4,000 กม. โดยมีสถานีรถไฟหัวลำโพงเป็นศูนย์กลางซึ่ง 94 % เป็นเส้นทางรางเดี่ยว การขนส่งทางรถไฟจัดว่าเป็นการขนส่งที่มีความปลอดภัยและประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากสามารถบรรทุกสินค้าได้ครั้งละ มากๆ การขนส่งทางรถไฟนี้มีปริมาณการใช้ ประมาณร้อยละ 2.1 ของการขนส่งในปี 2548 (ชนิด โสรรัตน์ 2549 : 94) ส่วนใหญ่เป็นการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง และปูนซีเมนต์ ข้อเสียของการขนส่งทางรถไฟ คือ ไม่สามารถขนส่งระบบ Point To Point หรือไม่สามารถขนส่งสินค้าถึงผู้รับคนสุดท้ายได้เลย เนื่องจากต้องอาศัยรางซึ่งจะหยุดได้ในสถานีที่กำหนดไว้เท่านั้น แล้วจึงใช้รถบรรทุกกระจายสินค้าต่อไป

การขนส่งทางรถไฟในประเทศไทย มีเส้นทางการขนส่งที่สำคัญอยู่ 4 เส้นทาง โดยมีศูนย์กลางที่อยู่สถานีกรุงเทพฯ เรียกว่า "หัวลำโพง" (การรถไฟแห่งประเทศไทย 2551)

เส้นทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มจากสถานีกรุงเทพฯมุ่งไปทิศเหนือ ผ่านอยุธยา สระบุรี นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และสุดปลายทางที่ อุบลราชธานี ที่ชุมทางถนนจิระในจังหวัดนครราชสีมาแยกไปจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี สุดปลายทางที่หนองคาย และที่สถานีชุมทางแก่งคอย จังหวัดสระบุรี มีทางแยกผ่านลำน้ำราชมัย จังหวัดลพบุรี ชัยภูมิ และบรรจบทางรถไฟสายชุมทางจิระ-หนองคายที่สถานีชุมทางบัวใหญ่

เส้นทางรถไฟสายเหนือ แยกออกจากทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือที่สถานีชุมทางบ้านภาชี ผ่านลพบุรี นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก อุดรดิตต์ เด่นชัย (จังหวัดแพร่) ลำปาง ลำพูน สุดปลายทางที่สถานีเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ และที่สถานีชุมทางบ้านดาราแยกไปสุดทางสถานีสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

เส้นทางรถไฟสายตะวันออก เริ่มจากสถานีกรุงเทพฯผ่านฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สุดปลายทางที่อรัญประเทศ ที่สถานีฉะเชิงเทรา มีทางแยกไปท่าเรือน้ำลึกสัดหีบ และทางแยกจากสถานีชุมทางคลองสิบเก้า ไปบรรจบทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ ที่สถานีชุมทางแก่งคอย

เส้นทางรถไฟสายใต้ เมื่อแรกมีจุดเริ่มต้นที่สถานีธนบุรี จนเกิดขึ้นในสมัยรัชกาลที่ 6 ได้สร้างทางแยกที่สถานีชุมทางบางซื่อข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาที่ สะพานพระราม 6 ไปบรรจบกับทางรถไฟสายใต้ที่สถานีชุมทางตลิ่งชัน ทางสายนี้ผ่าน นครปฐม ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ยะลา และสุดปลายทางที่สุไหงโก-ลก จังหวัดนราธิวาส ทางรถไฟสายนี้มีทางแยกออกไปอีกหลายสาย เริ่มจากสถานีชุมทางหนองปลา มีทางแยก

ไปสู่พรรณบุรี และน้ำตก จังหวัดกาญจนบุรี ที่สถานีชุมทางบ้านหุบโพธิ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีทางแยกไปสู่ปลายทางที่คีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่สถานีชุมทางทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชมีทางแยกไปสู่ปลายทางที่กันตัง จังหวัดตรัง ที่สถานีชุมทางหาดใหญ่มีทางแยกไปบรรจบกับทางรถไฟของประเทศมาเลเซียที่สถานีป่าดงเบขาร์ อีกแยกหนึ่งไปสู่ปลายทางที่สุโขทัย โกลก

นอกจากนี้ยังมีทางรถไฟสายแม่กลอง โดยเริ่มต้นที่สถานีวงเวียนใหญ่ ไปสู่ปลายทางที่มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร และเริ่มต้นที่บ้านแหลม จังหวัดสมุทรสาคร ไปสู่ปลายทางที่สถานีแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม

### 7.3 การขนส่งทางอากาศ (Air Cargoes)

การขนส่งทางอากาศเป็นการขนส่งที่มีความสะดวกรวดเร็ว และตรงต่อเวลา แต่มีค่าขนส่งสูงกว่าการขนส่งในแบบอื่นๆ และขนส่งได้ในปริมาณที่ไม่มาก ดังนั้น สินค้าส่วนใหญ่ที่ใช้การขนส่งทางอากาศจะเป็นสินค้าประเภทที่เน่าเสียง่าย หรือ สินค้าที่เสียหายง่ายมีราคาแพงต้องการการขนส่งที่รวดเร็ว เช่น ดอกไม้ ผลไม้บางประเภท เป็นต้น

### 7.4 การขนส่งทางทะเล (Sea Transport)

การขนส่งสินค้าทางทะเล เป็นการขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายที่ถูกที่สุด สามารถขนส่งสินค้าได้เป็นจำนวนมาก แต่มีความล่าช้าที่เกิดจากการขนถ่ายตามท่าเรือ และข้อจำกัดในเรื่องสภาพภูมิศาสตร์ในแต่ละฤดูกาล เช่น ปัญหาการเกิดพายุ กระแสน้ำ และทะเลน้ำแบ่ง การขนส่งสินค้าทางทะเลมีความสำคัญกับระบบการค้าระหว่างประเทศของไทยเป็นอย่างมาก ซึ่งในปีพ.ศ. 2547 มีการนำเข้าสินค้า 92 ล้านตัน และมีปริมาณส่งออก 78 ล้านตัน ท่าเรือชายฝั่งทะเลที่สำคัญของไทยมีดังนี้ (ธนิต โสรัตน์ 2549 : 151-164 )

7.4.1 ท่าเรือแหลมฉบัง มีที่ตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของประเทศที่จังหวัดชลบุรี มีความลึกร่องน้ำประมาณ 14 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง วัตถุประสงค์สำคัญของการก่อสร้างท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อรับเรือขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถเข้าเทียบท่าที่ท่าเรือกรุงเทพได้ และเพื่อให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานของการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก และการส่งเสริมการส่งออกที่สำคัญของไทยในอนาคต ท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือหลักหลักในการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศไทย มีพื้นที่ขนาด 6,340 ไร่ สามารถรองรับเรือขนาดใหญ่พิเศษ (Super Post Panamax) ได้ โดยการท่าเรือฯ ทำหน้าที่เป็นองค์กรบริหารท่าเรือโดยรวม ส่วนงานด้านปฏิบัติการเป็นของเอกชนที่เข้าประกอบการหรือที่เรียกว่า Landlord Port โดยเป็นท่าเทียบเรือที่มีอัตราการเติบโตของการให้บริการขนถ่ายสินค้าสูงสุดแห่งหนึ่งของโลก จากการจัดอันดับท่าเทียบเรือที่เป็น World Top Container Port โดยนิตยสารชั้นนำของโลก เช่น Loyld List เป็นต้น ท่าเรือแหลมฉบังได้เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดจากลำดับที่ 23 ในช่วงปีพ.ศ. 2541-2542 โดยเลื่อนขึ้น

เป็นลำดับที่ 20 และ 18 ในปีพ.ศ. 2545 และ 2546 ตามลำดับ สามารถเข้าถึงท่าเรือโดยทางถนน และรถไฟ มีแอ่งจอดเรือทั้งหมด 3 แอ่ง โดยมีท่าเทียบเรือในแอ่งจอดเรือที่ 1 จำนวน 11 ท่า ส่วนท่าเทียบเรือในแอ่งจอดเรือที่ 2 เป็นท่าเทียบเรือตู้สินค้ามีจำนวน 6 ท่า และท่าเทียบเรือโดยสาร/ขนส่งสินค้าทั่วไป 1 ท่า สำหรับแอ่งจอดเรือที่ 3 เป็นพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้รองรับการขยายตัวในอนาคต ซึ่งการทำเรือแห่งประเทศไทยได้ประกาศในแผนวิสาหกิจปีพ.ศ. 2552 โดยมีเนื้อหาที่จะให้ท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือหลัก (Main Port) เพื่อรองรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศและการขนส่งสินค้าจากประเทศอนุภูมิภาคุ่มแม่น้ำโขง

7.4.2 ท่าเรือมาบตาพุด ท่าเรือมาบตาพุดตั้งอยู่ที่จังหวัดระยอง วัตถุประสงค์ของการสร้างท่าเรือมาบตาพุดเริ่มต้นจาก แผนพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก กำหนดให้บริเวณพื้นที่มาบตาพุดเป็นแหล่งที่ตั้ง อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ด้านปิโตรเคมี โดยมีท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุดเป็นสาธารณูปโภคหลัก การก่อสร้างท่าเรืออุตสาหกรรมได้เริ่มขึ้นเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2532 แล้วเสร็จทั้งสิ้นตามโครงการเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2535 ซึ่งรองรับการขนส่งสินค้าประเภทปิโตรเคมี ซึ่งต้องขนส่งทางท่อ สินค้าหลักและสินค้าเทกอง มีความลึกร่องน้ำประมาณ 8.0 - 12.5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีเฉพาะการขนส่งทางถนนที่เข้าถึงท่าเรือ

7.4.3 ท่าเรือศรีราชาฮาร์เบอร์ เป็นท่าเรือน้ำลึกซึ่งรองรับสินค้าทั่วไป และระบบขนส่งทางท่อ ตั้งอยู่บริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ให้บริการขนถ่ายสินค้าประเภทเทกอง สินค้าทั่วไป ตู้คอนเทนเนอร์ น้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันดิบ โดยมีโครงสร้างท่าเรือยื่นออกไปในทะเล มีสะพานเชื่อมกับชายฝั่งยาว 2.8 กิโลเมตร กว้าง 10 เมตร สามารถรองรับเรือที่มีระดับกินน้ำลึก 14.5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีเฉพาะการขนส่งทางถนนเท่านั้นที่เข้าถึงท่าเรือ มีท่าเทียบเรือจำนวน 4 ท่า

7.4.4 ท่าเรือสงขลา ตั้งอยู่ที่จังหวัดสงขลา มีความลึกร่องน้ำประมาณ 9.0 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สามารถเข้าถึงท่าเรือด้วยการขนส่งทางถนนเท่านั้น สามารถรองรับเรือที่กินน้ำลึกไม่เกิน 7.0 เมตร มีท่าเทียบเรือจำนวน 3 ท่า ท่าเรือสงขลาสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงการขนส่งทางชายฝั่งทะเลกับท่าเรือแหลมฉบัง และในอนาคตจะใช้เป็น Land Bridge เชื่อมโยงการขนส่งสินค้าจากท่าเรือปากบารา จังหวัดสตูลอีกด้วยสินค้าที่ขนส่ง เช่น ยางพารา ลาเท็กซ์ สินค้ากระป๋อง ไม้เฟอร์นิเจอร์

7.4.5 ท่าเรือน้ำลึกปากบารา ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลปากคลองบารา ตำบลปากน้ำ อำเภอละงู จังหวัดสตูล มีความได้เปรียบทางด้านภูมิศาสตร์คือ ตั้งอยู่ใกล้กับเส้นทางเดินเรือหลักที่แล่นผ่านช่องแคบมะละกา โดยเรือเดินทะเลที่แล่นเข้ามารับสินค้าจะใช้เวลาเดินทางเพียง 6 ชั่วโมง จากเส้นทางหลัก มีพื้นที่ประมาณ 600 ไร่ สามารถรองรับเรือที่กินน้ำลึก 4.6 เมตร ได้พร้อมกัน 4 ลำ

7.4.6 ท่าเรือภูเก็ต เปิดทำการปีพ.ศ. 2531 เป็นท่าเรือประมงเดิม มุ่งเน้นทางด้านเรือท่องเที่ยว และการขนส่งสินค้าเทกองเป็นหลัก ปัจจุบันไม่มีกิจกรรมขนถ่ายสินค้ามากนัก โดยมีปริมาณสินค้าประมาณ 202,747 ตันต่อปี (ประมาณ 20,000 TEUS.)

## 8. การเพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

### 8.1 ประวัติการเพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

การปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าครั้งแรกในประเทศไทยนั้นปลูกในภาคใต้ โดยปลูกระหว่างแถวต้นยางพาราขนาดเล็ก และส่งผลิตผลที่ได้ไปจำหน่ายโรงงานทำแป้ง แต่การปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าในภาคใต้นั้นค่อย ๆ หมดไป เพราะปลูกกันในระหว่างแถวยางพาราและพืชยืนต้นอื่น ๆ ปลูกได้ 4-5 ปี ต้นยางพาราที่โตคลุมพื้นที่หมดไม่สามารถปลูกมันสำปะหลังได้อีกต่อไป สำหรับการปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าแพร่หลายในปัจจุบันนี้ เริ่มมาตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2491 ในขณะที่สภาพภูมิริมฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย คือ จังหวัดชลบุรีและระยอง มีลักษณะเป็นเนินเขาลาดเอียง ดินเป็นดินทราย ไม่มีแม่น้ำใหญ่ที่จะทำการชลประทานได้ พื้นที่ดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง โดยประเทศที่ได้ส่งออกมันสำปะหลังไปขายได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และประเทศเพื่อนบ้านของไทย จึงทำให้มีโรงงานแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นและทันสมัยมากขึ้น ควบคู่ไปกับพื้นที่ปลูกที่ขยายออกไปมากยิ่งขึ้น ซึ่งกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ทำให้มีการปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าในระยะแรก แต่อุตสาหกรรมแป้งเพื่อส่งออกมิได้มีการเปลี่ยนแปลงมากมาย เหมือนกับการส่งผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ การใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อการเลี้ยงสัตว์เริ่มปริมาณปี พ.ศ. 2499 จนกระทั่งปี พ.ศ. 2510-2511 ได้มีการนำเครื่องอัดเม็ดมาจากต่างประเทศเพื่อทำมันสำปะหลังอัดเม็ด เพื่อใช้ส่งออกขายแทนมันเส้นซึ่งมีน้ำหนักเบา เปลือกเนื้อที่บรรจุทุกในระวางเรือมาก เสียค่าขนส่งสูง ความต้องการมันสำปะหลังอัดเม็ดในยุโรปเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่ดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังไม่พอกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจึงได้แผ่ขยายไปยังส่วนอื่น ๆ ของประเทศอย่างรวดเร็ว ทั้งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก แต่พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ขยายไปทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 5)

### 8.2 พื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย

จากข้อมูลแสดงพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรสามารถนำมาทำเป็นตารางที่ 2 และแผนที่ที่ 3 ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 มันท้าปะหลัง : เนื้อที่ผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายจังหวัด ปี 2548-2550

จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)		
	2548	2549	2550	2548	2549	2550
<b>รวมทั้งประเทศ</b>	<b>6,523,898</b>	<b>6,933,418</b>	<b>7,478,753</b>	<b>16,938,245</b>	<b>22,584,402</b>	<b>26,411,233</b>
<b>ภาคกลาง</b>	<b>1,116,961</b>	<b>1,170,053</b>	<b>1,312,193</b>	<b>3,077,829</b>	<b>3,899,315</b>	<b>4,612,199</b>
กำแพงเพชร	371,145	386,628	412,267	1,077,695	1,335,910	1,507,696
สุโขทัย	823	1,068	1,513	1,868	2,744	4,793
พิษณุโลก	147,337	158,480	180,012	389,268	519,552	611,557
พิจิตร	3,507	3,606	3,765	9,313	10,648	11,490
นครสวรรค์	188,277	194,893	232,572	525,072	644,106	793,465
อุทัยธานี	179,084	185,191	219,795	467,657	584,563	759,105
เพชรบูรณ์	21,482	23,779	27,109	58,803	71,849	88,419
สระบุรี	20,304	21,958	22,924	55,008	73,669	82,959
ลพบุรี	89,828	94,432	105,801	253,368	346,917	398,994
ชัยนาท	68,993	71,841	74,602	176,457	225,947	248,638
สุพรรณบุรี	26,181	28,177	31,833	63,320	83,410	105,083
<b>ภาคตะวันออก</b>	<b>1,545,242</b>	<b>1,587,935</b>	<b>1,646,451</b>	<b>4,258,925</b>	<b>5,453,111</b>	<b>6,145,248</b>
ปราจีนบุรี	147,909	152,887	157,012	392,199	516,497	560,054
ฉะเชิงเทรา	314,540	295,387	307,206	847,994	1,028,501	1,138,104
สระแก้ว	356,914	363,625	382,720	1,009,521	1,344,027	1,356,761
จันทบุรี	223,213	248,379	257,844	610,221	784,927	950,121
ระยอง	227,046	230,315	238,489	650,049	808,860	937,699
ชลบุรี	275,620	297,342	303,180	748,941	970,299	1,202,509
<b>ภาคเหนือ</b>	<b>24,366</b>	<b>12,398</b>	<b>13,613</b>	<b>62,445</b>	<b>34,693</b>	<b>40,931</b>
เชียงราย	4,596	5,855	5,971	11,587	16,162	17,454
พะเยา	538	532	510	1,229	1,350	1,465
ลำปาง	630	598	448	1,510	1,574	1,233
แพร่	1,515	1,172	1,232	3,330	2,943	3,750
น่าน	5,985	0	0	13,729	0	0
อุตรดิตถ์	11,102	4,241	5,452	31,060	12,664	17,029

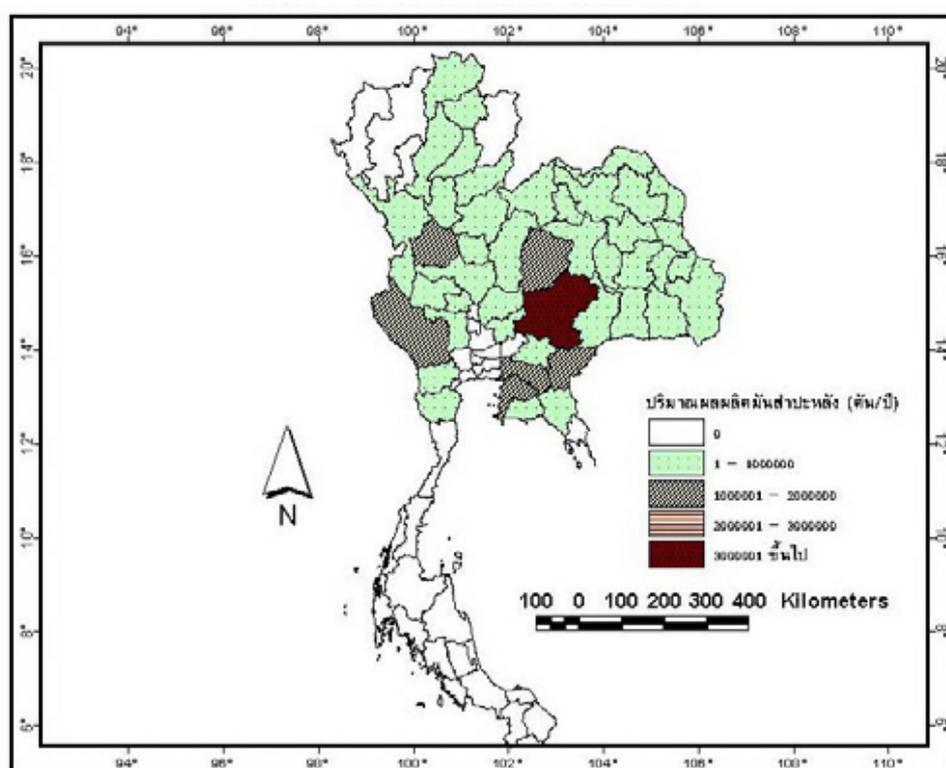
ตารางที่ 2 (ต่อ)

จังหวัด	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)		
	2548	2549	2550	2548	2549	2550
<b>ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</b>	<b>3,492,629</b>	<b>3,814,409</b>	<b>4,127,454</b>	<b>8,719,235</b>	<b>12,152,480</b>	<b>14,286,485</b>
เลย	132,955	138,942	163,134	345,166	371,634	482,566
หนองบัวลำภู	38,566	41,582	45,753	99,892	128,142	146,672
อุดรธานี	145,740	152,696	173,680	385,611	510,675	615,803
หนองคาย	44,417	46,288	40,232	111,371	128,607	121,792
สกลนคร	66,689	64,326	66,952	158,564	171,043	202,971
นครพนม	12,270	11,191	11,883	26,754	28,710	34,557
มุกดาหาร	102,953	92,789	94,843	247,511	239,023	271,415
ยโสธร	43,634	45,103	46,390	114,059	139,762	157,304
อำนาจเจริญ	31,411	33,147	31,252	71,336	90,558	96,296
อุบลราชธานี	68,765	82,869	104,934	157,177	234,633	352,536
ศรีสะเกษ	53,344	56,866	84,767	115,585	154,774	274,129
สุรินทร์	36,757	44,018	39,597	81,888	110,474	121,522
บุรีรัมย์	194,149	190,083	202,683	492,183	589,394	714,827
มหาสารคาม	111,055	120,595	129,605	255,953	338,185	405,821
ร้อยเอ็ด	104,102	115,679	110,286	248,316	329,487	358,530
กาฬสินธุ์	295,524	309,485	274,230	785,072	1,050,426	989,633
ขอนแก่น	190,700	216,131	224,157	502,485	695,477	779,014
ชัยภูมิ	348,674	354,887	388,790	880,249	1,136,649	1,302,687
นครราชสีมา	1,470,924	1,697,732	1,894,286	3,640,063	5,704,827	6,858,410
<b>ภาคตะวันตก</b>	<b>344,699</b>	<b>348,623</b>	<b>379,042</b>	<b>819,811</b>	<b>1,044,803</b>	<b>1,326,370</b>
ตาก	1,894	1,674	1,825	3,787	4,353	5,406
กาญจนบุรี	248,796	252,163	279,551	594,275	760,646	1,014,934
ราชบุรี	90,805	91,857	93,835	213,969	271,330	293,238
เพชรบุรี	3,204	2,929	3,831	7,780	8,474	12,792
<b>ภาคใต้</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ [Online]

Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.oae.go.th>

จากตารางแสดงผลผลิตมันสำปะหลังเป็นรายจังหวัดในปีพ.ศ.2550 ทำให้ทราบว่าจังหวัดที่มีผลิตสูงที่สุดได้แก่จังหวัด นครราชสีมา มีปริมาณเท่ากับ 6,858,410 ตัน รองลงมาได้แก่ กำแพงเพชร 1,507,696 ตัน และสระแก้ว 1,356,761 ตันตามลำดับ และภาคที่มีผลผลิตมันสำปะหลังในปีพ.ศ. 2550 ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 14,286,485 ตัน รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก 6,145,248 ตัน และ ภาคกลาง 4,612,199 ตัน ตามลำดับ



แผนที่ที่ 3 รูปแบบทางที่ตั้งของปริมาณมันสำปะหลังในประเทศไทยเป็นรายจังหวัด ปีพ.ศ. 2550

## อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล

### 1. ความหมายของเอทานอล

เอทานอล (Ethanol) หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) คือสารประกอบอินทรีย์ ในกลุ่มแอลกอฮอล์ ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น  $C_2H_5OH$  จุดเดือดประมาณ  $78^{\circ}C$  เป็นของเหลวใสไม่มีสี ดัดไฟง่าย มีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น เป็นเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยา ตัวทำละลาย และใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งหมายถึง เอทานอลที่ถูก

กำจัดน้ำออกจนเกือบหมด หรือเอทานอลไร้น้ำ (Anhydrous Ethanol) ที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.5% สามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 3 รูปแบบได้แก่

1. ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล
2. ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) หรือผสมกับน้ำมันดีเซล เรียกว่า ดีโซฮอล์ (Diesohol)

3. ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารเพิ่มค่าออกเทนของน้ำมันได้แก่ ETBE

การใช้เอทานอลบริสุทธิ์เพื่อเป็นเชื้อเพลิงที่สะดวก โดยที่ไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ คือ การนำเอทานอลมาผสมกับน้ำมัน โดยเอทานอลที่ผสมในสัดส่วน 5 – 30% โดยปริมาตร จะสามารถใช้เป็นทดแทนสาร เอ็มทีบีอี (Methyl Tertiary Butyl Ether; MTBE) ที่เป็นสารเพิ่มค่า ออกเทนในน้ำมันได้

ในปัจจุบันมีการใช้ เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงในหลายประเทศ เช่น บราซิลจะนำเอทานอล ความเข้มข้น 99.5% โดยปริมาตร มาผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วน 20% โดยปริมาตร และใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า “Proalcohol” สหรัฐอเมริกาใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วในอัตราส่วน 10 : 90 เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ ออสเตรเลียนำเอทานอลผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วน 15 : 85 และใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ในชื่อผลิตภัณฑ์ “Petranol” ฟิลิปปินส์ ผสมเอทานอล (ซึ่งผลิตจากอ้อย) กับน้ำมันเบนซิน ในอัตราส่วน 20 : 80 เรียกว่า “Alcogas” เป็นต้น

## 2. วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล

ในปัจจุบันการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรมทั่วโลกประมาณ 93% จะใช้กระบวนการหมัก ซึ่งวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลจะเป็นสารประกอบจำพวก คาร์โบไฮเดรต ที่มีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. วัตถุดิบประเภทน้ำตาล ได้แก่ น้ำอ้อยกากน้ำตาลและบีทน้ำตาล ยีสต์สามารถใช้ วัตถุดิบประเภทนี้ได้ โดยตรงและไม่ต้องผ่านกระบวนการใดๆ

2. วัตถุดิบประเภทแป้ง ได้แก่ ธัญพืช ข้าวโพด มันสำปะหลังและมันฝรั่ง เป็นต้น ในการผลิต เอทานอลนั้น แป้งในวัตถุดิบจะต้องถูกย่อย ให้ได้น้ำตาลกลูโคสเสียก่อน ยีสต์จึงจะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลได้

3. วัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส ส่วนมากวัตถุดิบกลุ่มนี้จะเป็นผลิตผลพลอยได้จาก การเกษตรและ อุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว กากอ้อย ชังข้าวโพด และของเสียจาก อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เป็นต้น

### 3.กระบวนการผลิตเอทานอล

โดยทั่วไปกระบวนการผลิตเอทานอลจะประกอบไปด้วยกระบวนการหลักๆเพียงไม่กี่ขบวนการ จะมีที่แตกต่างกันนั้นก็มีส่วนเนื่องมาจากการใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน ซึ่งวัตถุดิบสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภทตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตเอทานอลมี 4 ขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 10)

#### 3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมัก คือ การทำให้วัตถุดิบที่ได้มาเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส ในความเข้มข้นที่เหมาะสม เพื่อพร้อมที่จะนำไปทำการหมักให้กลายเป็นเอทานอลต่อไปได้ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ ดังต่อไปนี้

3.1.1 วัตถุดิบประเภทน้ำตาล เช่น น้ำตาล กากน้ำตาล เป็นต้น การจัดเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมักทำได้ค่อนข้างง่าย เพียงเจือจางด้วยน้ำให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมก่อนนำไปหมัก

3.1.2 วัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง ข้าวโพด เป็นต้น วัตถุดิบประเภทนี้ต้องทำการบดวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กเสียก่อน จากนั้นทำการเปลี่ยนแป้ง เป็นน้ำตาลด้วยการใช้เอนไซม์ แล้วจึงจะนำไปเจือจางด้วยน้ำให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมก่อนนำไปหมัก โดยกระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลนั้น มีอยู่ 2 ขั้นตอนด้วยกัน โดยขั้นตอนแรกเป็นการ ย่อยแป้งบางส่วน (Liquefaction) คือการนำวัตถุดิบมาผสมกับน้ำและเอนไซม์ ในสภาวะที่เหมาะสม ทำให้โมเลกุลของแป้งหรือเซลลูโลสมีขนาดเล็กลง ขั้นตอนต่อมาเป็นการ ย่อยให้เป็นน้ำตาล (Saccharification) คือการนำสารที่ได้จากขั้นตอนแรกมาทำการย่อยอีกครั้งกับเอนไซม์อีกประเภทหนึ่ง เพื่อให้ได้น้ำตาลกลูโคส

3.1.3 วัตถุดิบประเภทเซลลูโลส เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ชังข้าวโพด กระบวนการในการทำคล้ายๆกับวัตถุดิบประเภทแป้งแต่แตกต่างกันที่เริ่มต้นจะมีขั้นตอนการปรับสภาพสารประกอบเซลลูโลส (Pretreatment) โดยกำจัดองค์ประกอบอื่นๆได้แก่ ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส จากนั้นทำการย่อยสลายด้วยกรด หรือ เอนไซม์ เพื่อให้ได้น้ำตาล

#### 3.2 การหมัก (Fermentation)

กระบวนการหมัก คือ กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นเอทานอลโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ แบคทีเรีย เช่น *Saccharomyces Cerevisiae* Tista 559 การเลือกใช้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาผลิตเอทานอล โดยทั่วไปกระบวนการหมักนี้จะไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้ในปริมาณน้อยๆ การหมักทำโดยนำวัตถุดิบที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบนำมาถ่วงลงถังหมัก จากนั้นทำการฆ่าเชื้อ แล้วจึงทำการหมักกับแบคทีเรีย โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน

โดยจะได้เอทานอลความเข้มข้น 8-12 % โดยปริมาตร ในขั้นตอนของการหมักมีปัจจัยสำคัญ 5 ปัจจัยที่จะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการหมักดังนี้

3.2.1 จุลินทรีย์ การเลือกจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับการหมักนั้นพิจารณาจาก ชนิดของวัตถุดิบ อุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก ความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาพที่เป็นกรด-เบส ต้นทุนการผลิต ค่าให้ผลผลิตเป็นเอทานอลในอัตราที่สูง

3.2.2 อาหารของจุลินทรีย์ หมายถึง สารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน เกลือแร่ต่างๆ

3.2.3 ความเป็นกรด-เบส การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-เบสในถังหมักอาจมีผลทำให้ จุลินทรีย์หยุดการทำงานได้ ดังนั้นการเลือกใช้บัฟเฟอร์ที่เหมาะสมในการหมักจะทำให้ค่าความเป็น กรด-ด่างในถังหมักเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.4 อุณหภูมิ มีผลโดยตรงกับจุลินทรีย์ ถ้าอุณหภูมิไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์จะส่งผลให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญเติบโตได้

3.2.5 การให้อากาศ การให้อากาศในเครื่องหมักมีความจำเป็นและสำคัญสำหรับการหมัก แบบได้พื้นผิวของจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจน เพราะออกซิเจนในอากาศที่ละลายในน้ำหมักมีน้อย มาก ยีสต์ส่วนใหญ่ที่ผลิตเอทานอลในชั้นอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจและ สร้างเซลล์ อย่างไรก็ตามสำหรับจุลินทรีย์บางประเภทก็ไม่ต้องการออกซิเจนปัจจัยด้านนี้ก็ไม่สำคัญ

### 3.3 การแยกเอทานอลและทำให้บริสุทธิ์

จากขั้นตอนการหมักจะทำให้ได้เอทานอลที่มีความเข้มข้น 8-12 % โดยปริมาตร ในขั้นตอน ต่อไปคือการแยกเอทานอลออกจากร้าน้ำกากส่าและทำให้บริสุทธิ์นั้น มี 2 ขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้

3.3.1 การกลั่นตามลำดับส่วน คือการนำเอาเอทานอลที่ได้จากการหมักมาทำการกลั่น ตามลำดับส่วนจะทำให้ได้เอทานอลที่มีความเข้มข้น 95.6 % โดยปริมาตร

3.3.2 การดึงน้ำออก (Dehydration) คือการดึงน้ำส่วนที่ยังหลงเหลือจากการกลั่นตามลำดับ ส่วนออกเพื่อให้ได้เอทานอลที่มีความเข้มข้น 99.5% โดยปริมาตร ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในการดึงน้ำออก นั้นที่นิยมมี 3 วิธีดังต่อไปนี้

3.3.2.1 การกลั่นสกัดแยกกับสารตัวที่สามโดยใช้ไซโคลเฮกเซน

3.3.2.2 วิธีเมมเบรน

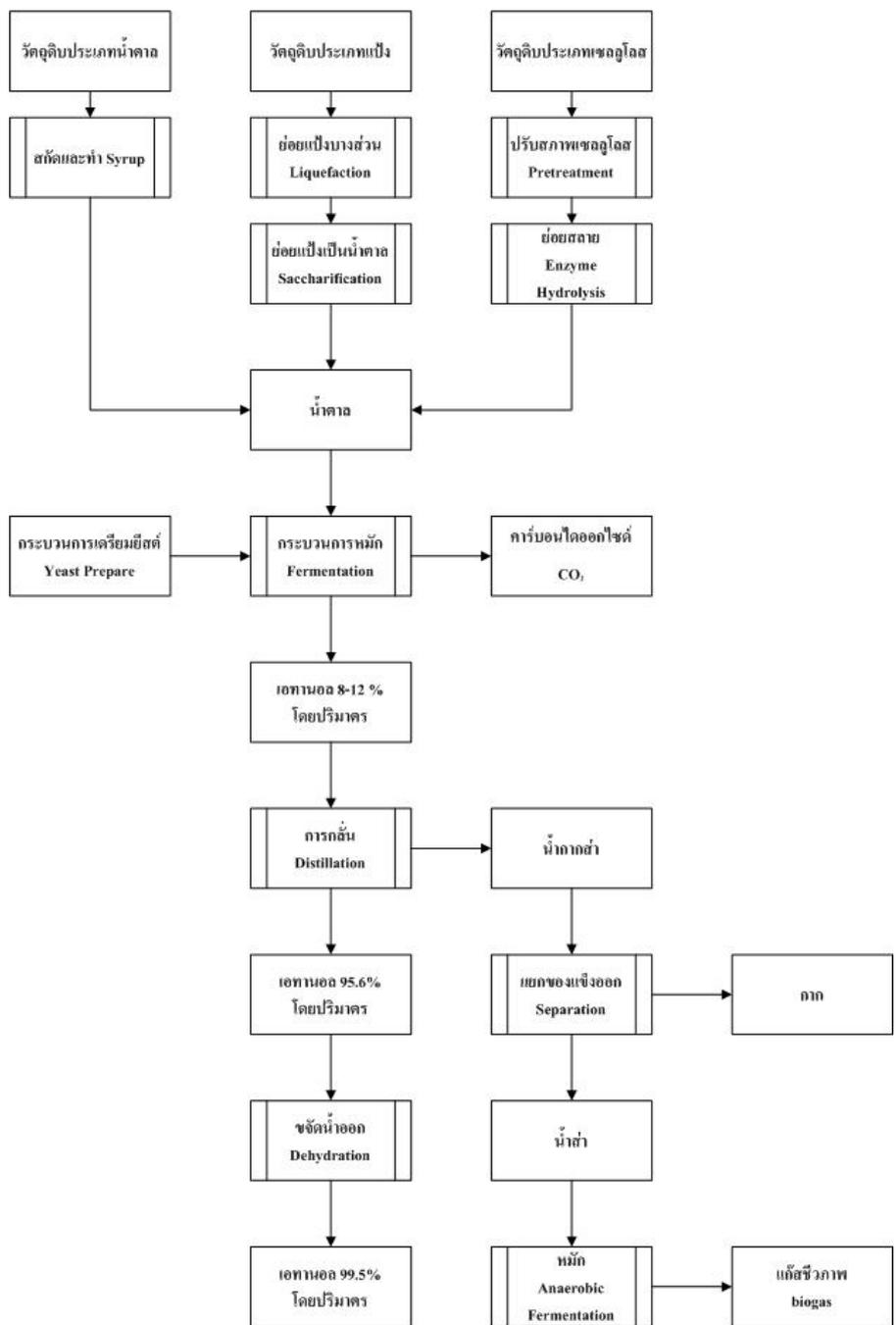
3.3.2.3 วิธีโมเลกุลซีฟ

### 3.4 กระบวนการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์อื่นๆ นอกเหนือจากเอทานอล

ในกระบวนการผลิตเอทานอลจะได้ผลิตภัณฑ์อื่นๆ และของเสียจากกระบวนการผลิต ออกมา และยังสามารถนำสิ่งเหล่านั้นมาทำให้เกิดประโยชน์ได้ดังนี้

3.4.1 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปทำน้ำแข็งแห้ง น้ำโซดา อุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น

3.4.2 น้ำกากสำ ทำการแยกส่วนที่เป็นกากออกไปทำเป็นอาหารสัตว์ ในขณะที่ส่วนที่เป็นน้ำเอาไปทำ การหมักให้ได้แก๊สชีวภาพ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำของโรงงาน



ภาพที่ 10 กระบวนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ และกระบวนการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ต่างๆ

#### 4. ประเทศผู้ผลิตเอทานอลรายสำคัญของโลก

ปัจจุบันมีหลายประเทศที่ผลิตเอทานอลเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันสำเร็จรูปหรือใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันสำเร็จรูป ที่สำคัญ ได้แก่

4.1 บราซิล เป็นประเทศผู้ผลิตและใช้เอทานอลมากที่สุดในโลก วัตถุประสงค์หลักในการผลิตเอทานอลของบราซิลคือ อ้อย บราซิลมีกำลังการผลิตเอทานอลประมาณ 14,300 ล้านลิตร และสามารถส่งออกเอทานอลได้ถึง 1,600 ล้านลิตรในปี 2547 โดยมีประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ในจีเรีย และจาเมกา เป็นตลาดส่งออกสำคัญ (กระทรวงต่างประเทศ 2551) โดยเอทานอลที่ผลิตได้นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์เป็นสำคัญ ปัจจุบันประมาณร้อยละ 40 ของรถยนต์ในบราซิลใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง (ไม่ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิง) รถยนต์ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 60 ใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วนตามที่กฎหมายกำหนด โดยเมื่อเดือนกรกฎาคม 2545 รัฐบาลบราซิลออกกฎหมายกำหนดให้ใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 25 : 75 ตามลำดับ

4.2 สหรัฐอเมริกา เป็นประเทศผู้ผลิตเอทานอลรายใหญ่อันดับ 2 ของโลกรองจากบราซิล วัตถุประสงค์สำคัญที่ใช้สำหรับการผลิตเอทานอลคือ ข้าวโพด สหรัฐฯ มีกำลังการผลิตเอทานอลรวมทั้งประเทศประมาณ 9,670 ล้านลิตรต่อปี โรงงานผลิตเอทานอลส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในรัฐ มินนิโซตา เซาท์ดาโคตา และไอโอวา แต่กำลังการผลิตหลักมาจากรัฐอิลลินอยส์ และเนแบรสกาเป็นสำคัญ เป็นที่คาดว่าสหรัฐฯ จะก้าวขึ้นมาเป็นผู้ผลิตเอทานอลรายใหญ่ของโลกแทนที่บราซิลในไม่ช้า เนื่องจากสหรัฐฯ มีความต้องการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะหลังจากที่ทางการสหรัฐฯ ออกกฎหมายให้รัฐแคลิฟอร์เนียต้องใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงในอัตราส่วน 10 : 90 เพื่อเพิ่มค่าออกเทนทดแทนสาร MTBE ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทั้งนี้รัฐแคลิฟอร์เนียเป็นรัฐที่ใช้สาร MTBE มากที่สุดในสหรัฐฯ ราว 17 พันล้านลิตรต่อปี คิดเป็นกว่าร้อยละ 80 ของการใช้สาร MTBE ทั้งหมดของสหรัฐฯ

4.3 จีน วัตถุประสงค์สำคัญในการผลิตเอทานอลในจีนคือ ข้าวโพด แต่ละปีจีนใช้ข้าวโพดมากกว่า 4 ล้านตันในการผลิตเอทานอล กำลังการผลิตรวมประมาณ 3,100 ล้านลิตรต่อปี โรงงานที่มีกำลังการผลิตสูงสุดตั้งอยู่ที่เมืองจีหลินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีกำลังการผลิตราวครึ่งหนึ่งของกำลังการผลิตเอทานอลทั้งหมดของจีน ล่าสุดในเดือนกรกฎาคม 2545 ได้ทดลองให้ใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ในอัตราส่วน 10 : 90 ใน 2 มณฑลคือ เหอหนานและเฮย์หลงเจียง ซึ่งเป็นที่ตั้งโรงงานเอทานอล หากเป็นที่นิยมจะทำให้การผลิตเอทานอลในจีนขยายตัวขึ้นอีก

## 5. โอกาสของมันเป็นสำปะหลังกับอุตสาหกรรมเอทานอลของไทย

มันเป็นสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ที่มีปริมาณการผลิตหัวมันสดโดยประมาณ 20 - 26 ล้านตันต่อปี โดยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในหัวมันสำปะหลังจะมีแป้งเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณที่สูง ดังนั้นมันสำปะหลังจึงควรที่จะเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรชนิดหนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ แต่ปัญหาที่สำคัญของมันสำปะหลังที่เป็นวัตถุดิบจำพวกแป้งในการนำมาผลิตเป็นเอทานอล คือ กระบวนการผลิตที่ติดลบซึ่งหมายถึง ในการผลิตนั้นต้องเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล และเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ จากนั้นต้องทำการกลั่นน้ำหมัก เพื่อให้ได้เป็นเอทานอลที่บริสุทธิ์ เมื่อพิจารณาถึงผลลัพธ์ ของพลังงานที่ได้พบว่าพลังงานที่ได้ จากการเผาไหม้ของเอทานอลที่ผลิตได้ยังน้อยกว่าพลังงานที่ต้องใส่เข้าไปในกระบวนการผลิต หรือกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการผลิตที่ขาดทุนพลังงานแต่จากปัจจัยผลักดันที่สำคัญ 2 ประการสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอลของประเทศไทย คือ วัตถุดิบที่มีศักยภาพสูง คือ มันสำปะหลังที่มีปริมาณมากและราคาถูก กับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของการหมักเอทานอลจากพืชที่มีแป้งสูงของประเทศที่พัฒนาแล้วมีแนวโน้มที่จะมีต้นทุนการผลิตที่ลดลง เนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆเริ่มดีขึ้น จนสามารถทำการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้

จากรายงานการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยพบว่า การผลิตเอทานอลในโรงงานต้นแบบกำลังผลิต 1,500 ลิตรต่อวัน จะมีต้นทุนการผลิตโดยจำแนกตามตารางที่ 3 และ 4 ได้ดังนี้

ตารางที่ 3 ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

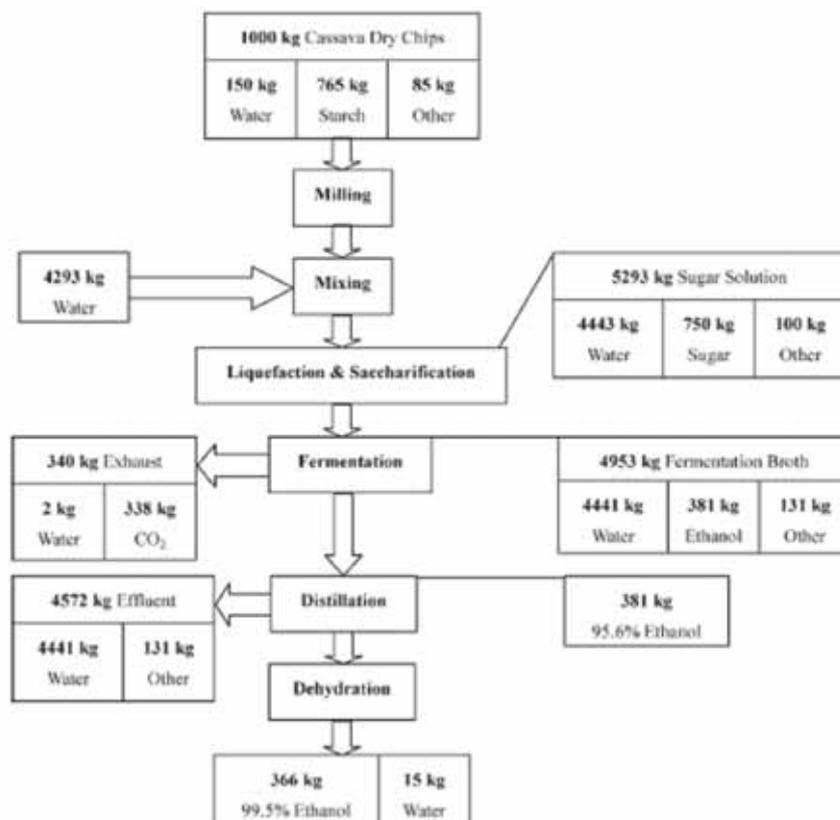
ลำดับ	ชนิดวัตถุดิบที่ใช้	ต้นทุนการผลิต (บาท/ลิตร)
1	หัวมันสำปะหลังสด	8.94
2	มันสำปะหลังเส้น	9.41
3	แป้งมันสำปะหลัง	13.5
4	อ้อย	10.54
5	ข้าวโพด	10.65

ที่มา : ชีรภัทร ศรีนรคุตร, “วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 18,1 (2544) : 67.

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่ได้จากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

ชนิดของวัตถุดิบจำนวน 1 ตัน	เอทานอลที่ผลิตได้ (ลิตร)
กากน้ำตาล	260
อ้อย	70
หัวมันสด	180
ข้าวฟ่าง	70
ธัญพืช	375
น้ำมะพร้าว	83

ที่มา : ชีรภัทร ศรีนรอุตร, “วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 18,1 (2544) : 65.



ภาพที่ 11 แสดง Mass Balance ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันเส้น

ที่มา : Cheng Zhang, “Life cycle economic analysis of fuel ethanol derived from cassava in southwest China,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 7 (2003) : 358.

จากแผนยุทธศาสตร์มันสำปะหลังปี พ.ศ. 2545-2549 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คาดว่าผลผลิตมันสำปะหลังจะอยู่ประมาณ 20 ล้านตันต่อปีโดยไม่มีการขยายพื้นที่เพาะปลูก และจะมีผลผลิตส่วนเกินถึง 4 ล้านตันต่อปี ซึ่งสามารถนำมาผลิตเอทานอลได้ถึง 2 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าทำการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง จะไม่มีปัญหาด้านการขาดแคลนวัตถุดิบ

## 6. ประวัติความเป็นมาของการผลิตเอทานอลในประเทศไทย

ความเป็นมาของการริเริ่มผลิตเอทานอลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในประเทศไทยนั้น มีลำดับความเป็นมาดังต่อไปนี้

พ.ศ. 2524 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้สร้างโรงงานต้นแบบซึ่งมีขนาดกำลังการผลิต 1,500 ลิตรต่อวัน

พ.ศ. 2528 เริ่มโครงการโรงผลิตเอทานอล ทำแก๊สโซฮอล์ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ผลิตเอทานอล 95% โดยปริมาตร และใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ

พ.ศ. 2528-2530 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ร่วมกับ บริษัทสองพลอยจำกัด ได้ทำการทดลองจำหน่าย น้ำมันผสมระหว่างเอทานอล กับ น้ำมันเบนซินในอัตราส่วน 10 :90 โดยปริมาตร แต่เกิดปัญหาไม่สามารถสูราคาได้จึงได้ทำการหยุดจำหน่ายลง

พ.ศ. 2540-2544 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ร่วมกับ องค์การความร่วมมือนานาชาติ ญี่ปุ่น ทำการศึกษาการใช้แก๊สโซฮอล์ และดีโซฮอล์ ในรถยนต์ ผลสรุปได้ว่า แก๊สโซฮอล์ไม่มีผลต่อวัสดุยางและโลหะให้มีผลเสียต่อการใช้งาน

วันที่ 19 กันยายน 2543 คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบในหลักการ โครงการผลิตแอลกอฮอล์จากพืชเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง และมีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ เมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2543

วันที่ 30 กรกฎาคม 2545 ได้มีมติอนุมัติการขอตั้งโรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลของผู้ประกอบการทั้ง 8 ราย ตามข้อเสนอของคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ โดยมีโครงการดังต่อไปนี้

- (1) บริษัทพรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุ๊ป เทคคิง จำกัด
- (2) บริษัท ไทยอะโกร เอ็นเนอร์ยี จำกัด (บริษัท ที.เอส.บี เทคคิง จำกัด)
- (3) บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล แก๊สโซฮอล์ คอร์ปอเรชั่น
- (4) บริษัท แสงโสม จำกัด
- (5) บริษัท ไทยง้วน เอทานอล จำกัด
- (6) บริษัทน้ำตาลขอนแก่น

- (7) บริษัท อัลฟา เอ็นเนอร์จี จำกัด  
 (8) บริษัท ไทยเนชั่นแนล พาวเวอร์ จำกัด

## 7. สถานการณ์อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลในปัจจุบัน

สามารถแบ่งเป็นหัวเรื่องย่อยๆ ได้ดังต่อไปนี้

7.1 จำนวนโรงงานที่ดำเนินการและอยู่ระหว่างก่อสร้าง โรงงานที่ดำเนินการผลิตแล้วนั้นมีทั้งหมด 9 โรงงาน โดยมี 1 โรงงานได้ปิดกิจการในส่วนผลิตเอทานอลลงแล้ว และมีอีก 10 โรงงานที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง ดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5 โรงงานที่ดำเนินการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว หน่วย: ลิตรต่อวัน

ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังการผลิต		เริ่มผลิต
			ติดตั้ง	จริง	
1. บริษัท พรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุ๊ปเทรดดิ้ง จำกัด	อยุธยา	กากน้ำตาล	25,000	-	ต.ค.-46
2. บมจ. ไทยแอลกอฮอล์	นครปฐม	กากน้ำตาล	200,000	205,245	ส.ค.-47
3. บริษัท ไทยอะโกรเอนเนอร์จี จำกัด (มหาชน)	สุพรรณบุรี	กากน้ำตาล	150,000	106,670	ม.ค.-48
4. บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด (มหาชน)	ขอนแก่น	มันสำปะหลัง	130,000	13,335	ส.ค.-48
5. บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด	ขอนแก่น	อ้อย/กากน้ำตาล	150,000	148,175	ม.ค.-49
6. บริษัท เพโตรกรีน จำกัด	ชัยภูมิ	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	190,460	ธ.ค.-49
7. บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด	กาญจนบุรี	อ้อย/กากน้ำตาล	100,000	0	เม.ย.-50
8. บริษัท เคไอเอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	อ้อย/กากน้ำตาล	100,000	79,220	มิ.ย.-50
9. บริษัท เพโตรกรีน จำกัด	กาฬสินธุ์	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	-	ม.ค.-51

หมายเหตุ พรวิไลฯ ผลิตกรดอะซิติกแทน น้ำตาลไทยเอทานอล หยุดผลิตระหว่างวันที่ 1-31 ธ.ค.50 เนื่องจากสต็อกมาก

เคไอ เอทานอล หยุดผลิตระหว่างวันที่ 21-23 ธ.ค.50 เนื่องจากขาดวัตถุดิบหลัก (กากน้ำตาล)

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [Online] Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.dede.go.th>

ตารางที่ 6 โรงงานเอทานอลที่อยู่ระหว่างก่อสร้าง

หน่วย: ลิตรต่อวัน

ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังการผลิต ติดตั้ง	คาดว่า เริ่มผลิต
1. บริษัท ไออีซีบิซิเนส พาร์ทเนอร์ส จำกัด	ระยอง	มันสำปะหลัง	150,000	-
2. บริษัท ฟิววัญทิพย์ จำกัด	ปราจีนบุรี	มันสำปะหลัง	60,000	-
3. บริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด	นครสวรรค์	กากน้ำตาล	200,000	Q1-51
4. บริษัท ราชบุรีเอทานอล จำกัด	ราชบุรี	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	ม.ค.-51
5. บริษัท ไทยรุ่งเรือง พลังงาน จำกัด	สระบุรี	อ้อย/กากน้ำตาล	120,000	ม.ค.-51
6. บริษัท อี เอส เพาเวอร์ จำกัด	สระแก้ว	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	ก.พ.-51
7. บริษัท สี่มาอินเตอร์ โปรดักส์ จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	150,000	Q2-51
8. บริษัท ทรพ์ย์ทิพย์ จำกัด	ลพบุรี	มันสำปะหลัง	200,000	Q1-51
9. บมจ. พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์	ชลบุรี	มันสำปะหลัง	150,000	Q1-51
10. บริษัท ที พี เค เอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	340,000	ต้นปี 51

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [Online] Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.dede.go.th>

## 7.2 ปริมาณการผลิตเอทานอล สามารถนำมาสรุปเป็นตารางที่ 7 ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ปริมาณการผลิตเอทานอลรายเดือน ปี 2549 - 2550

	ปริมาณ (ลิตร)	ปริมาณ (ลิตร)	ปริมาณ (ลิตร)
เดือน	2549	2550	2551
ม.ค.	11.51	14.87	30.34
ก.พ.	7.86	11.33	27.79
มี.ค.	7.65	16.53	
เม.ย.	5.95	15.17	
พ.ค.	6.59	12.41	
มิ.ย.	12.71	8.26	
ก.ค.	14.23	14.83	
ส.ค.	15.72	15.56	
ก.ย.	14.11	20.76	
ต.ค.	7.24	20.66	
พ.ย.	13.09	18.33	
ธ.ค.	18.67	23.04	
รวม	135.35	191.75	

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [Online] Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.dede.go.th>

## 7.3 ราคาเอทานอลในประเทศไทย

ตารางที่ 8 ราคาเอทานอลในประเทศไทยช่วงปีพ.ศ. 2550-ไตรมาสที่ 1 2551

ไตรมาส	ราคาเอทานอล (บาท/ลิตร)
1/2550 (ก.พ.-มี.ค.)	19.33
2/2550 (เม.ย.-มิ.ย.)	18.62
3/2550 (ก.ค.-ก.ย.)	16.82
4/2550 (ต.ค.-ธ.ค.)	15.29
1/2551 (ม.ค.-มี.ค.)	17.28

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [Online] Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.dede.go.th>

โดยราคาเอทานอลที่ขายในประเทศไทย คือ ราคาเอทานอลที่ตลาดบราซิล นำมารวมกับค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าประกัน ปริมาณเอทานอลที่สูญหายระหว่างการขนส่ง และค่าสำรวจราคา ดังนั้น ราคาเอทานอลในประเทศไทยมีราคาในปีพ.ศ. 2550 ถึงต้นปี พ.ศ. 2551 ดังตารางที่ 8

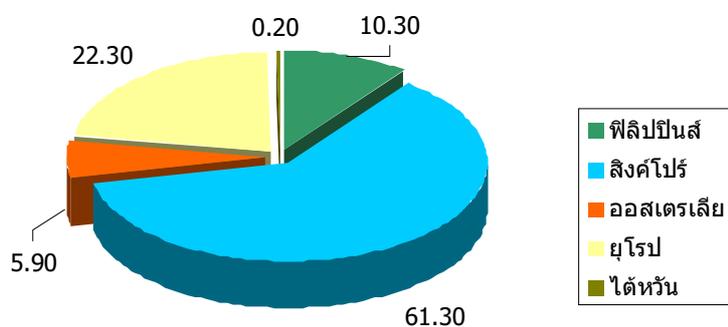
7.4 ปริมาณการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศ เนื่องจากว่า การผลิตเอทานอลในประเทศไทยมีมากกว่าความต้องการใช้ในประเทศส่งผลให้โรงงานผลิตเอทานอลจำเป็นต้องหาตลาดในการส่งออกไปยังต่างประเทศ อีกทั้งประเทศไทยมีความได้เปรียบด้านการขนส่งไปยังประเทศผู้ซื้อเอทานอล เช่น ประเทศสิงคโปร์ หรือ ไต้หวัน เมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่ง อย่างเช่น บราซิล โดยที่ปริมาณการส่งออกไปยังประเทศต่างๆสามารถทำได้ดังตารางที่ 9 และแผนภูมิภาพที่ 1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 9 ปริมาณการส่งออกเอทานอลไปยังต่างประเทศของผู้ผลิตเอทานอล ปี 2550-2551

เดือน	ปริมาณการส่งออก (ลิตร)	
	2550	2551
ม.ค.	-	2,517,000
ก.พ.	-	7,970,000
มี.ค.	-	
เม.ย.	350,000	
พ.ค.	-	
มิ.ย.	-	
ก.ค.	360,000	
ส.ค.	2,500,000	
ก.ย.	-	
ต.ค.	4,680,962	
พ.ย.	5,383,548	
ธ.ค.	1,101,465	
<b>รวม</b>	<b>14,375,975</b>	<b>10,487,000</b>

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [Online] Accessed

15/3/2551. Available from <http://www.dede.go.th>



แผนภูมิที่ 1 สัดส่วนการส่งออกไปยังต่างประเทศแยกรายประเทศ

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [Online] Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.dede.go.th>

## บทที่ 4

### วิธีดำเนินการวิจัย (Method of Study)

ในบทนี้จะทำการอธิบายถึงขั้นตอนการศึกษา และวิธีการดำเนินงานวิจัย ซึ่งจะทำให้ทราบถึงกรอบในการศึกษาวิจัย โดยสามารถแบ่งรายละเอียดต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล
2. วิธีการศึกษาวิจัย
3. เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
4. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. การเก็บข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ประเภทของข้อมูล รายละเอียดของข้อมูล และแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยไม่ว่าจะด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ แสดงในตารางที่ 10 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 10 วิธีการรวบรวมข้อมูล แหล่งที่มาข้อมูล

ประเภทข้อมูล	ข้อมูลที่รวบรวม	แหล่งที่มาของข้อมูล
ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ตั้ง	ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง	แบบสอบถาม และสัมภาษณ์ โรงงานผลิตเอทานอลที่ได้ดำเนินการผลิตแล้ว
พื้นที่ของจังหวัดที่ทำการศึกษา	แผนที่ขอบเขตจังหวัด อำเภอ และการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงตัวเลข	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย
พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง	พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังเชิงตัวเลข	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
แหล่งน้ำสนับสนุน	เส้นทางลำน้ำเชิงตัวเลข	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เส้นทางคมนาคมขนส่ง	เส้นทางคมนาคมขนส่งหลักเชิงตัวเลข	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## 2. วิธีการศึกษาวิจัย

2.1 ศึกษาค้นคว้าและทบทวนทฤษฎี แนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอุตสาหกรรมจากเอกสาร และข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง จากหนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆที่ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้

2.2 ออกแบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และให้คะแนนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง โดยให้ผู้ประกอบการที่ได้รับอนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงจากมันสำปะหลังในประเทศไทย เป็นผู้ทำแบบสอบถาม มีจำนวนทั้งสิ้น 24 โรงงาน ดังต่อไปนี้ บริษัทไทยจ๊วนเอทานอลจำกัด บริษัทไออีซีบิซิเนสพาร์ตเนอร์สจำกัด บริษัทฟ้าขวัญทิพย์จำกัด บริษัทเอกรัฐพัฒนาจำกัด บริษัทบุญเอนกจำกัด บริษัทปิกนิคเอทานอลจำกัด บริษัทเอสดีเอทานอลจำกัด บริษัทสยามเอทานอลชัยภูมิจำกัด บริษัทกิมฟองจำกัด บริษัทสยามเอทานอลอุตสาหกรรมจำกัด บริษัทสีมาอินเตอร์โปรดักส์จำกัด บริษัททรัพย์ทิพย์จำกัด บมจ.พี.เอส.ซี.สตาร์ชโปรดักส์ บริษัททีพีเคเอทานอลจำกัด บริษัทเซ็นทรัลเอ็นเนอร์ยีจำกัด บริษัทอิมเพรสเทคโนโลยีจำกัด บริษัทไทผิงเอทานอลจำกัด บริษัทสวนอุตสาหกรรมพลังงานจำกัด บริษัทเฟรนด์ฟอว์แลนด์จำกัด บริษัทพาวเวอร์เอ็นเนอร์ยีจำกัด บริษัทไซอิกเอ็นจิเนียริงจำกัด บริษัทอีพีเอทานอลจำกัด บริษัทดับเบิลเอเอทานอล จำกัด และ บริษัทสระแก้วไบโอเอทานอลจำกัด

2.3 นำปัจจัยที่ได้รับเลือกจากแบบสอบถามมาทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ โดยใช้ภาพจากดาวเทียมของโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังที่ได้เริ่มทำการผลิตแล้วในประเทศไทย ซึ่งได้แก่โรงงานของบริษัทไทยจ๊วนเอทานอลจำกัดมาทำการศึกษา จากนั้นนำหลักเกณฑ์การพิจารณาอนุญาตการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทย ในหัวข้อเรื่องสถานที่ตั้งโรงงาน และนำทฤษฎีทางที่ตั้งอุตสาหกรรมมาทำการตรวจสอบเพิ่มเติม โดยทฤษฎีที่ใช้ในการทดสอบได้นำเอาดัชนีวัดดุลยภาพของ แอลเฟรด เวเบอร์ มาใช้ในการทดสอบซึ่งมีสูตรดังนี้

$$MI = \frac{W_{lm}}{W_p}$$

ซึ่ง

$$MI = \text{ดัชนีวัดดุลยภาพ}$$

$$W_{lm} = \text{น้ำหนักรวมของวัตถุดิบที่มีอยู่เฉพาะแห่ง}$$

$$W_p = \text{น้ำหนักรวมของผลิตภัณฑ์}$$

(Bradford and Kent 1978 : 45, อ้างถึงใน วิจัย ศรีคำ 2547 : 22-23 )

2.4 เก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ ที่เป็นปัจจัยที่ได้รับเลือกให้มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง จากหน่วยงานต่างๆที่มีการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

2.5 นำข้อมูลที่ได้มาทำการจัดระดับคะแนนของแต่ละปัจจัยที่ได้รับเลือกจากแบบสอบถาม และจัดเก็บในชั้นข้อมูลต่างๆในโปรแกรมทาง GIS

2.6 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดลำดับจังหวัดที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง โดยกำหนดให้ขอบเขตของจังหวัด เป็นหน่วยสถิติทางพื้นที่ และจะทำการวิเคราะห์เฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังเท่านั้น โดยถือว่าจังหวัดที่ไม่มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังนั้น ไม่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง หลังจากนั้นทำการจัดระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย โดยปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบได้นำปริมาณมันสำปะหลังในแต่ละจังหวัด ปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้นำระยะทางรวมของเส้นทางลำน้ำในแต่ละจังหวัด และปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งได้นำระยะทางรวมของถนนในแต่ละจังหวัด มาเป็นเกณฑ์ในการจัดระดับคะแนน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วมาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์คะแนนรวมถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Linear Combination Method)

2.7 นำจังหวัดที่มีความเหมาะสมที่สุดอันดับที่ 1 ในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังภายในจังหวัดนั้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางพื้นที่ (Spatial Analysis) และวิธีวิเคราะห์คะแนนรวมถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Linear Combination Method) ซึ่งการจัดระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.1 ปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ จากเอกสารประกอบการสอนวิชาสารสนเทศเพื่อการจัดการการผลิตพืช (สุพรรณ กาญจนสุธรรม 2548 : 475) ได้มีการศึกษาระยะทางที่เหมาะสมในการขนส่งมันสำปะหลังจากไร่มันสำปะหลังจนถึงโรงงาน ไม่ควรมีระยะทางมากกว่า 50 กิโลเมตร ดังนั้นในการคำนวณปริมาณมันสำปะหลังที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ จึงได้นำพื้นที่ที่ศึกษามาสร้างแนวกันชนในรัศมี 50 กิโลเมตร จากนั้นคำนวณหาพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังทั้งหมดภายในแนวกันชน เพื่อใช้อธิบายถึงปริมาณมันสำปะหลังที่ใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับการตั้งโรงงานในพื้นที่ จากนั้นทำการกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ โดยคำนวณปริมาณมันสำปะหลังที่ โรงงานผลิตเอทานอลกำลังการผลิต 150,000 ลิตร/วัน ต้องการใช้ในกระบวนการผลิตโดยไม่มีการแย่งชิงวัตถุดิบจากอุตสาหกรรมอื่นที่มีการใช้มันสำปะหลัง ซึ่งมี

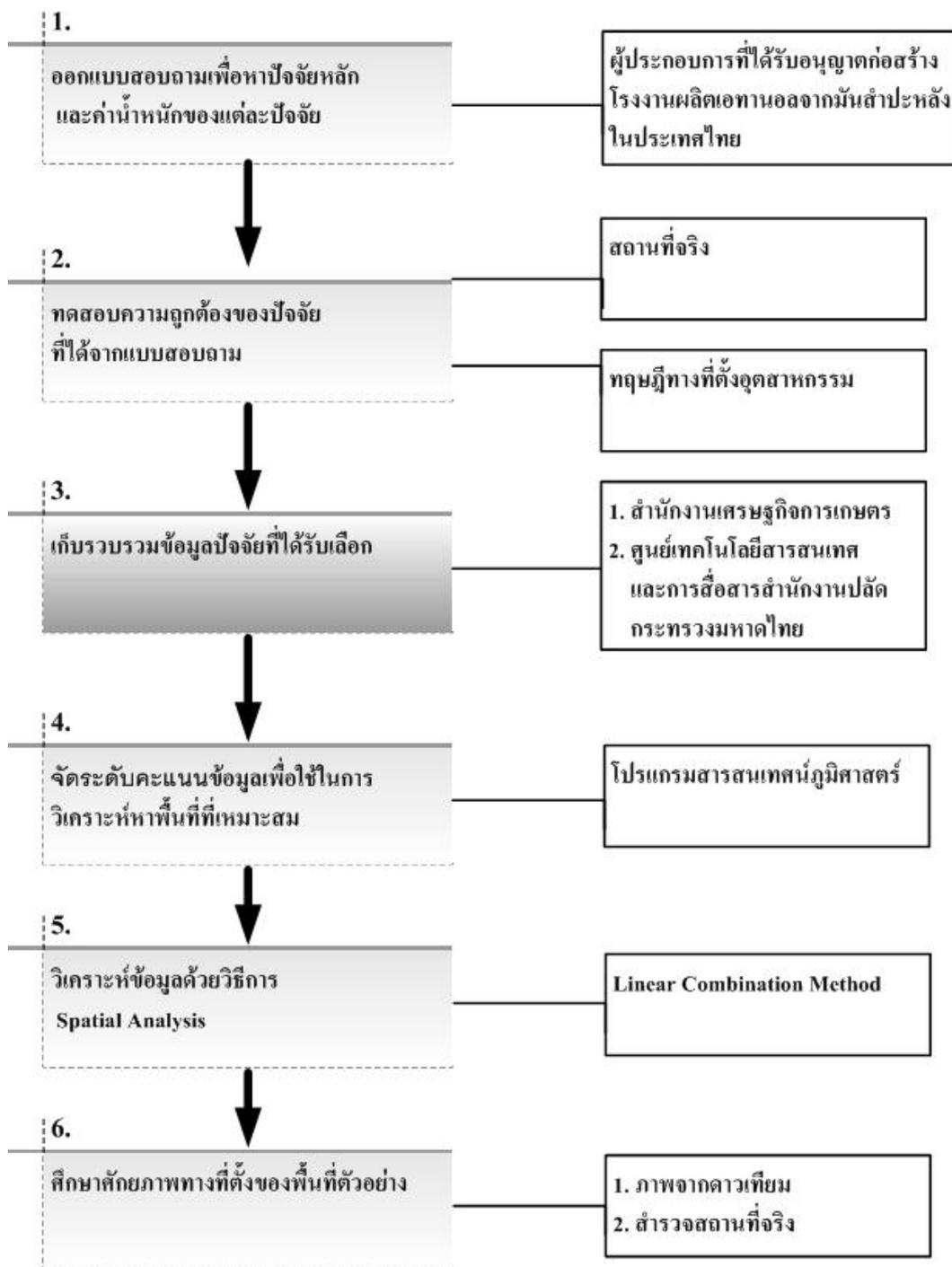
ปริมาณเท่ากับ 1,375,000 ตันต่อปี โดยอาศัยข้อมูลพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

2.7.2 ปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งน้ำ และปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม มาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยทั้งสอง โดยอาศัยข้อมูลจาก กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.7.3 การแบ่งแยกพื้นที่ที่สามารถนำมาตั้งโรงงานได้ ออกจากพื้นที่ที่ไม่สามารถตั้งโรงงานได้ ทำได้โดยนำขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษา มาทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่พื้นที่ที่ไม่สามารถตั้งโรงงานได้ ซึ่งได้แก่ พื้นที่ป่าสงวน อ่างเก็บน้ำ เขื่อน กับพื้นที่ที่สามารถตั้งโรงงานได้ เช่นพื้นที่การเกษตร เป็นต้น โดยอาศัยข้อมูลจาก ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.8 ทำการสุ่มตัวอย่างพื้นที่จากพื้นที่ของอำเภอที่มีความเหมาะสมที่สุดทั้งหมด โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยเลือกเพียง 1 อำเภอ จากทั้งหมด 9 อำเภอ จากนั้นนำภาพจากดาวเทียม และออกไปสำรวจพื้นที่จริง เพื่อทำการคำนวณถึงศักยภาพทางที่ตั้งโดยอธิบายถึง ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า ได้แก่ ตลาด คือ คลังน้ำมัน โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลัง ได้แก่ วัตถุประสงค์ คือ มันสำปะหลัง และ ปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้ง เช่น พลังงาน แหล่งน้ำ เป็นต้น

2.9 นำผลที่ได้มาแปลความหมายข้อมูล สรุปผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล และเขียนรายงาน



รูปภาพที่ 12 วิธีการศึกษาวิจัย

### 3. เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังโดยใช้แบบสอบถาม

2. ทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ร่วมกับ วิธีวิเคราะห์คะแนนรวม ถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Linear Combination Method) ดังสมการต่อไปนี้ (Jankowski 1995 : 251-257, อ้างถึงใน มณฑิรา ยุติธรรม 2545 : 47)

$$R_t = W_1R_1 + W_2R_2 + W_3R_3$$

$R_t$  : คะแนนรวมของแต่ละพื้นที่

$R_1$  : คะแนนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังที่สำคัญมากที่สุด ในแต่ละจังหวัด

$R_2$  : คะแนนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังที่สำคัญเป็นอันดับที่ 2 ในแต่ละจังหวัด

$R_3$  : คะแนนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังที่สำคัญเป็นอันดับที่ 3 ในแต่ละจังหวัด

$W_1$  : ค่าถ่วงน้ำหนักของ  $R_1$

$W_2$  : ค่าถ่วงน้ำหนักของ  $R_2$

$W_3$  : ค่าถ่วงน้ำหนักของ  $R_3$

### 4. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. แบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตเอทานอลในประเทศไทย
3. โปรแกรมสำเร็จรูปทาง GIS
4. เครื่อง GPS
5. กล้องถ่ายรูป

## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล (Analysis and Interpretation of the Data)

ในบทนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง โดยสามารถนำมาสรุปเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย
2. การตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย
3. การวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย
4. การศึกษาศักยภาพทางพื้นที่ ของพื้นที่ตัวอย่างที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

#### 1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

ในการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย โดยการทำแบบสอบถามด้วยวิธีการ โทรศัพท์ และแฟกซ์ ตามผู้ประกอบการที่ได้รับอนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงจากมันสำปะหลังในประเทศไทย เป็นผู้ทำแบบสอบถาม มีจำนวนทั้งสิ้น 24 โรงงาน ดังต่อไปนี้ บริษัทไทยจ๊วนเอทานอลจำกัด บริษัทไออีซีบีซีเนสพาร์ทเนอร์สจำกัด บริษัทฟ้าขวัญทิพย์จำกัด บริษัทเอกรัฐพัฒนาจำกัด บริษัทบุญเอนกจำกัด บริษัทปิกนิคเอทานอลจำกัด บริษัทเอสดีเอทานอลจำกัด บริษัทสยามเอทานอลชัยภูมิจำกัด บริษัทกิมฟองจำกัด บริษัทสยามเอทานอลอุตสาหกรรมจำกัด บริษัทสีมาอินเตอร์โปรดักส์จำกัด บริษัททรัพย์ทิพย์จำกัด บมจ.พี.เอส.ซี.สตาร์ชโปรดักส์ บริษัททีพีเคเอทานอลจำกัด บริษัทเซ็นทรัลเอ็นเนอร์ยีจำกัด บริษัทอิมเพรสเทค โนโลยีจำกัด บริษัทไท่ผิงเอทานอลจำกัด บริษัทสวนอุตสาหกรรมพลังงานจำกัด บริษัทเฟรนส์ฟอว์แลนด์จำกัด บริษัทพาวเวอร์เอ็นเนอร์ยีจำกัด

บริษัทไซอิกเอ็นจิเนียริงจำกัด บริษัทอีพีพีเอทานอลจำกัด บริษัทดับเบิลเอเอทานอล จำกัด และ บริษัทสระแก้วไบโอเอทานอลจำกัด ได้รับข้อมูลกลับมาทั้งสิ้นจำนวน 13 โรงงาน พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ในมุมมองของผู้ประกอบการ 3 ปัจจัยตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ ซึ่งได้แก่มันสำปะหลัง
2. ปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต
3. ปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง วัตถุดิบและสินค้า

การกำหนดระดับค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยแต่ละตัว (Weight of Variable) ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 11 และการกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต และความสะดวกในการคมนาคมขนส่งวัตถุดิบและสินค้า สามารถแสดงได้ในตารางที่ 12 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 11 การถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

ปัจจัย	ลำดับความสำคัญ	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ความเพียงพอของวัตถุดิบ	1	3	0.50
ความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต	2	2	0.33
ความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง วัตถุดิบและสินค้า	3	1	0.17

ตารางที่ 12 การกำหนดระดับคะแนนของประเภทของปัจจัย

ปัจจัย	ประเภท	คะแนน
ระยะห่างจากเส้นทางลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี	ไม่เกิน 500 เมตร	4
	มากกว่า 500 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร	3
	มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร	1
	มากกว่า 2 กิโลเมตรขึ้นไป	0
ระยะห่างจากถนนสายหลัก	ไม่เกิน 1 กิโลเมตร	4
	มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร	3
	มากกว่า 2 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 4 กิโลเมตร จนถึง 5 กิโลเมตร	1
	มากกว่า 5 กิโลเมตรขึ้นไป	0

## 2. การตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

ในขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทยนั้น ได้ทำการตรวจสอบ 2 วิธี ดังต่อไปนี้

2.1 การตรวจสอบ โดยการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอุตสาหกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาทำการตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่ได้จากการทำแบบสอบถาม

2.2 การตรวจสอบ โดยการนำสถานที่ประกอบการจริงของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังที่ได้เริ่มดำเนินการผลิตแล้วในประเทศไทย ซึ่งได้แก่โรงงานของบริษัทไทยรุ่งเอทานอล จำกัด

### 2.1 การตรวจสอบโดยการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอุตสาหกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ได้จากแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรม อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนปัจจัยดังกล่าว จนทำให้สามารถเชื่อได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ที่ได้จากแบบสอบถามนั้นมีความน่าเชื่อถือดังต่อไปนี้

#### 2.1.1 ทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของ แอลเฟรด เวเบอร์

แอลเฟรด เวเบอร์ สร้างดัชนีวัดดุลยภาพ ขึ้นมาเพื่อชั่งน้ำหนักวัดดุลยภาพที่ใช้ในการผลิตกับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$MI = \frac{W_{lm}}{W_p} \text{ ----- [1]}$$

ซึ่ง

$$MI = \text{ดัชนีวัดดุลยภาพ}$$

$$W_{lm} = \text{น้ำหนักรวมของวัตถุดิบที่มีอยู่เฉพาะแห่ง}$$

$$W_p = \text{น้ำหนักรวมของผลิตภัณฑ์}$$

(Bradford and Kent 1978 : 45, อ้างถึงใน วิชัย ศรีคำ 2547 : 22-23 )

สำหรับอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบบริสุทธิ์ ดัชนีวัดดุลยภาพจะเท่ากับ 1 เนื่องจากไม่มีน้ำหนักวัตถุดิบสูญเสียไปในการผลิตเลย ส่วนอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบที่สูญเสียน้ำหนัก ดัชนีจะมีค่ามากกว่า 1 โดยที่อุตสาหกรรมที่มีค่าดัชนีวัดดุลยภาพ เท่ากับ 1 หรือใกล้เคียงกับค่า 1 มีแนวโน้มจะตั้งอยู่ที่ตลาด เพราะค่าขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไปยังตลาด เกินค่าขนส่งวัตถุดิบ ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีดัชนีวัดดุลยภาพมากกว่า 1 มีแนวโน้มที่จะตั้งอยู่แหล่งวัตถุดิบ เนื่องจากค่าขนส่งรวมต่ำสุด จึงมี

แนวโน้มที่จะอยู่ ณ แหล่งวัตถุดิบ จึงมีผลกระทบต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงทำการคำนวณหาค่า MI ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง เพื่อหาแนวโน้มที่อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังไปตั้ง ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่13 ปริมาณเอทานอลที่ได้ตามการใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆ

พืช (ปริมาณน้ำหนัก 1 ตัน)	ปริมาณของเอทานอล 99.5%v/v (ลิตร)
กากน้ำตาล	260
หัวมันสำปะหลังสด	180
ข้าวฟ่าง	70
ธัญพืช (ข้าว ข้าวโพด)	375
น้ำมะพร้าว	83

ที่มา : ชีรภัทร ศรีนรคุตร, “วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 18,1 (2544) : 65.

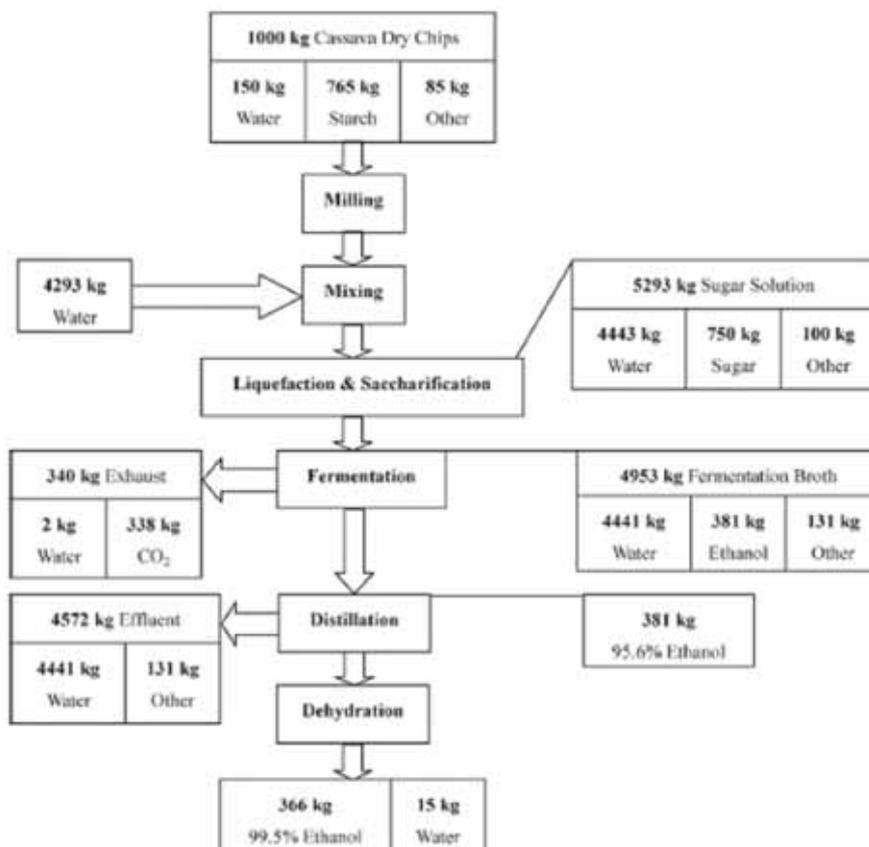
จากตารางที่13สามารถคำนวณหาค่า MI ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง ได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{MI} &= \text{Wlm} / \text{Wp} \\
 &= 1000 \text{ (Kg)} / [(180*0.789*0.995) + (180*1.00*0.005)] \text{ (Kg)} \\
 &= 1000 / 142.21 \\
 &= 7.03
 \end{aligned}$$

\* ความหนาแน่นของเอทานอลเท่ากับ 0.789 g/cm<sup>3</sup>

\*\* ค่า Wp สามารถหาได้จาก [ปริมาณเอทานอล \* density of ethanol \* %ของเอทานอล] รวมกับ [ปริมาณเอทานอล \* density of water \* %ของน้ำ]

จากค่า MI ของวัตถุดิบ (มันสำปะหลัง) ที่คำนวณได้ มีค่าเท่ากับ 7.03 ซึ่งมีค่า มากกว่า 1 มากส่งผลให้อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบประเภทสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบประเภทนี้มีแนวโน้มที่จะตั้งโรงงานใกล้แหล่งวัตถุดิบ ดังนั้น ปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบโดยใช้ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังเป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามที่ได้รับจากผู้ประกอบการ



ภาพที่ 13 Mass Balance ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันเส้น

ที่มา : Cheng Zhang, "Life cycle economic analysis of fuel ethanol derived from cassava in southwest China," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 7 (2003) : 358.

จากภาพที่ 13 สามารถคำนวณหาค่า MI ของวัตถุดิบซึ่งได้แก่น้ำ ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{MI} &= \text{Wlm} / \text{Wp} \\
 &= 4293 \text{ (Kg)} / 366 \text{ (Kg)} \\
 &= 11.65
 \end{aligned}$$

จากค่า MI ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 11.65 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 มากส่งผลให้อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งอุตสาหกรรมประเภทนี้มีแนวโน้มที่จะตั้งโรงงานใกล้แหล่งน้ำดังนั้น ปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต เป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามที่ได้รับจากผู้ประกอบการ

### 2.1.2 การศึกษาของ สุวิทย์ เตีย

ได้พิจารณาศักยภาพของวัตถุดิบด้านการเกษตรในประเทศที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบ แล้วทำการออกแบบกระบวนการผลิตในขั้นตอนเบื้องต้น โดยอาศัยข้อมูลจากงานที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน รวมถึงกำหนดสภาวะการดำเนินงานที่เหมาะสม ทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในรูปแบบต่างๆ และหาขนาดโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอุปกรณ์หน่วยงานต่างๆ ที่ทราบหลักการทำงานเป็นอย่างดี ด้วยโปรแกรมจำลองกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี ท้ายสุดทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ และปริมาณพลังงานที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบแต่ละชนิด พบว่าวัตถุดิบในประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลคือ มันสำปะหลังและอ้อย ถ้าใช้ มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ โรงงานควรตั้งอยู่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แถบจังหวัดชลบุรี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แถบจังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดใกล้เคียง โดยมีสาเหตุเนื่องมาจาก ใกล้แหล่งวัตถุดิบ และพบว่าวัตถุดิบเป็น ค่าใช้จ่ายหลักในกระบวนการผลิต (สุวิทย์ เตีย 2545 : บทคัดย่อ) ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามที่ได้รับจากผู้ประกอบการ

### 2.1.3 การศึกษาของกรมวิชาการเกษตร

ได้ทำการศึกษา การใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทน พบว่าจากการศึกษางานต่างๆ ในต่างประเทศ เช่นที่สหรัฐอเมริกาซึ่งมีการผลิตเอทานอลมานานกว่า 20 ปี พบว่าโครงการผลิตเอทานอลเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับที่มีสาระสำคัญ ในเรื่องการใช้ น้ำ เนื่องจากโรงงานมีความต้องการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก โรงงานขนาดกลางจำเป็นต้องใช้น้ำประมาณ 2,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ ประมาณ 75,000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ซึ่งสำหรับพื้นที่ที่มีน้ำใช้จำกัดอย่างย่านอุตสาหกรรมภาคตะวันออก การเพิ่มภาระการใช้น้ำอาจทำให้สถานะการขาดน้ำมีความรุนแรงขึ้นได้ หากมีโรงงานผลิตเอทานอลในพื้นที่ใกล้เคียงกัน 4-5 โรงงาน แนวทางการแก้ไขผลกระทบเรื่องน้ำใช้จำเป็นต้องมีการจัดการระบบบำบัดน้ำเพื่อการจัดเก็บแล้วหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีค่าลงทุนขั้นต้นแต่สามารถลดข้อจำกัดหรืออุปสรรคของการผลิต (กรมวิชาการเกษตร 2549) ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามที่ได้รับจากผู้ประกอบการของปัจจัยด้านความพร้อมของการใช้น้ำในกระบวนการผลิต

### 2.1.4 หลักเกณฑ์การพิจารณาอนุญาตการตั้ง โรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทย

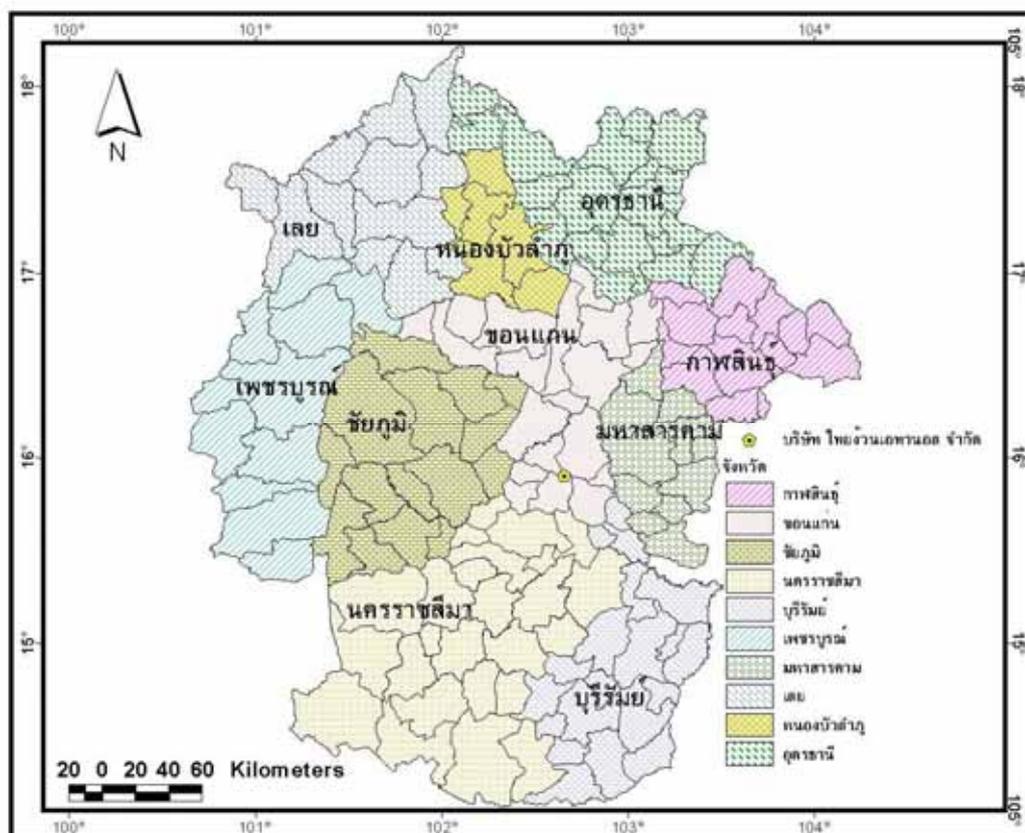
คณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2544 ได้ให้กรอบการพิจารณาอนุญาตตั้ง โรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงของประเทศไทย ในหัวข้อเรื่องสถานที่ตั้ง โรงงาน ได้มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้ โรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเพื่อใช้เป็นการเชื้อเพลิงควรตั้งอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบและกระจายอยู่ทั่วไปตามพื้นที่ต่างๆทั่วประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ 2548) ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามที่ได้รับจากผู้ประกอบการ

## 2.2 การตรวจสอบโดยนำสถานที่ประกอบการจริงของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลในประเทศไทย

ในการตรวจสอบสถานที่ประกอบการจริงของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลในประเทศไทย ได้คัดเลือกบริษัทที่มีระยะทางไกล่เคียงจังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในประเทศ ได้แก่ บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอลจำกัด (มหาชน) มาศึกษาตามปัจจัยที่ได้รับเลือกจากแบบสอบถามทั้ง 3 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยด้านความเพียงพอวัตถุดิบ จะแสดงถึง แหล่งวัตถุดิบที่จะนำมาเข้าโรงงานในจังหวัดที่โรงงานนั้นๆตั้งอยู่ และจังหวัดข้างเคียง
2. ปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต จะแสดงถึง ระยะห่างระหว่างโรงงาน กับแหล่งน้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต
3. ปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

### 2.2.1 บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด (มหาชน)



แผนที่ที่ 4 ที่ตั้งโรงงานบริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด (มหาชน)



ภาพที่ 14 ภาพจากดาวเทียมของที่ตั้งโรงงาน บริษัท ไทยซิยาม เอทานอล จำกัด (มหาชน)  
จากโปรแกรม PointAsia



ภาพที่ 15 ภาพถ่ายโรงงานบริษัท ไทยซิยาม เอทานอล จำกัด (มหาชน)

ที่ตั้งโรงงาน	: 88 ม.6 ถ.มิตรภาพ ต. โนนศิลา อ. โนนศิลา จังหวัด ขอนแก่น
วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	: มันสำปะหลัง
ปริมาณมันสำปะหลัง	: ในจังหวัดขอนแก่น 779,014 ตัน/ปี : ในจังหวัดขอนแก่นและข้างเคียง 13,803,129 ตัน/ปี
แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต	: น้ำบาดาล และลำห้วยโป่ง
ระยะระหว่างโรงงานกับแหล่งน้ำ	: บ่อน้ำบาดาลภายในโรงงาน และดัดลำห้วยโป่ง
ถนนสายหลัก	: ถนนมิตรภาพ
ระยะระหว่างโรงงานกับถนนสายหลัก	: ดัดถนนสายหลัก

จากที่ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย ที่ได้จากการทำแบบสอบถามโดยศึกษาจากบริษัท ไทยง้วน เอทานอล จำกัด (มหาชน) พบว่า โรงงานได้นำวัตถุดิบมันสำปะหลังจากพื้นที่จังหวัด นครราชสีมา และขอนแก่น ทำให้เชื่อได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังที่ได้จากการทำแบบสอบถามนั้น มีความน่าเชื่อถือเพียงพอแก่การนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หาที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลในลำดับต่อไป

### 3. การวิเคราะห์หาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

#### 3.1 การวิเคราะห์จังหวัดที่มีความเหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดลำดับจังหวัดที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้กำหนดให้ ขอบเขตของจังหวัด เป็นหน่วยสถิติทางพื้นที่ และจะทำการวิเคราะห์เฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังเท่านั้น โดยถือว่าจังหวัดที่ไม่มีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังนั้น ไม่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง หลังจากนั้นทำการจัดระดับคะแนนของแต่ละปัจจัย โดยปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบซึ่งได้แก่มันสำปะหลังได้นำปริมาณสำปะหลังในแต่ละจังหวัด ปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้นำระยะทางรวมของเส้นทางลำน้ำในแต่ละจังหวัด และปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งได้นำระยะทางรวมของถนนในแต่ละจังหวัด มาเป็นเกณฑ์ในการจัดระดับคะแนน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วมาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์คะแนนรวมถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Linear Combination Method)

จากข้อมูลแสดงปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง ระยะทางรวมของเส้นทางลำน้ำ และ ระยะทางรวมของถนน สามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ข้อมูลปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง ระยะทางรวมของเส้นทางลำน้ำ และระยะทางรวมของถนน แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด

จังหวัด	ปริมาณมันสำปะหลัง (ตันต่อปี)	ระยะทางเส้นทางลำน้ำรวม (กิโลเมตร)	ระยะทางถนนรวม (กิโลเมตร)
<b>รวมทั้งประเทศ</b>	<b>26,411,233</b>		
<b>ภาคเหนือ</b>	<b>40,931</b>		
เชียงราย	17,454	1,844.83	303.48
พะเยา	1,465	1,680.47	355.70
ลำปาง	1,233	4,222.13	662.40
แพร่	3,750	2,249.12	289.29
อุตรดิตถ์	17,029	2,677.41	453.86
<b>ภาคกลาง</b>	<b>4,612,199</b>		
กำแพงเพชร	1,507,696	2469.25	574.54
สุโขทัย	4,793	2,125.76	314.82
พิษณุโลก	611,557	3,738.79	578.05
พิจิตร	11,490	1,487.17	489.07
นครสวรรค์	793,465	2,639.16	844.88
อุทัยธานี	759,105	2,080.49	202.99
เพชรบูรณ์	88,419	4,196.08	821.67
สระบุรี	82,959	953.29	353.23
ลพบุรี	398,994	1,992.71	621.56
ชัยนาท	248,638	854.89	395.61
สุพรรณบุรี	105,083	2,414.04	1,128.80

ตารางที่ 14 (ต่อ)

จังหวัด	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ตันต่อปี)	ระยะทางเส้นทางลำน้ำรวม (กิโลเมตร)	ระยะทางถนนรวม (กิโลเมตร)
<b>ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</b>	<b>14,286,485</b>		
เลย	482,566	3,246.59	503.90
หนองบัวลำภู	146,672	1,424.96	187.61
อุดรธานี	615,803	3,582.80	781.62
หนองคาย	121,792	1,972.71	1,009.86
สกลนคร	202,971	3,222.58	1,623.82
นครพนม	34,557	1,871.30	973.01
มุกดาหาร	271,415	1,411.94	372.53
ยโสธร	157,304	1,094.38	436.44
อำนาจเจริญ	96,296	1,059.87	402.58
อุบลราชธานี	352,536	3,481.92	1,004.66
ศรีสะเกษ	274,129	2,005.19	1,311.60
สุรินทร์	121,522	1,961.13	1,444.18
บุรีรัมย์	714,827	2,300.59	1,213.57
มหาสารคาม	405,821	1,546.74	608.14
ร้อยเอ็ด	358,530	1,860.38	946.34
กาฬสินธุ์	989,633	2,427.36	465.14
ขอนแก่น	779,014	3,535.17	965.41
ชัยภูมิ	1,302,687	4,267.86	590.16
นครราชสีมา	6,858,410	5,775.81	1,834.78
<b>ภาคตะวันตก</b>	<b>1,326,370</b>		
ตาก	5,406	4,322.82	781.69
กาญจนบุรี	1,014,934	4,137.58	1,113.92
ราชบุรี	293,238	1,813.86	294.60
เพชรบุรี	12,792	2,835.37	348.93

ตารางที่ 14 (ต่อ)

จังหวัด	ปริมาณน้ำลำปะหลัง (ตันต่อปี)	ระยะทางเส้นทางลำน้ำรวม (กิโลเมตร)	ระยะทางถนนรวม (กิโลเมตร)
ภาคตะวันออก	6,145,248		
ปราจีนบุรี	560,054	1,635.71	567.30
ฉะเชิงเทรา	1,138,104	1,989.56	852.12
สระแก้ว	1,356,761	1,988.21	1,321.26
จันทบุรี	950,121	1,928.39	667.26
ระยอง	937,699	965.38	748.96
ชลบุรี	1,202,509	1,180.46	1,374.04
ภาคใต้	0		

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ [Online] Accessed 15/3/2551. Available from <http://www.oae.go.th>

: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, ข้อมูลเส้นทางลำน้ำและเส้นทางถนน [Online] Accessed 10/3/2551. Available from <http://www.moi.go.th>

จากตารางที่ 14 ได้นำข้อมูลมาทำการจัดระดับคะแนนของปัจจัยทั้ง 3 ดังตารางที่ 15 จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์คะแนนรวมถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Linear Combination Method) ดังสมการ (Jankowski 1995 : 251-257, อ้างถึงใน มณฑิรา ยูติธรรม 2545 : 47)

$$R_t = (0.5R_c + 0.33 R_w + 0.17R_{tr})$$

ซึ่ง  $R_t$  : คะแนนรวมของแต่ละพื้นที่

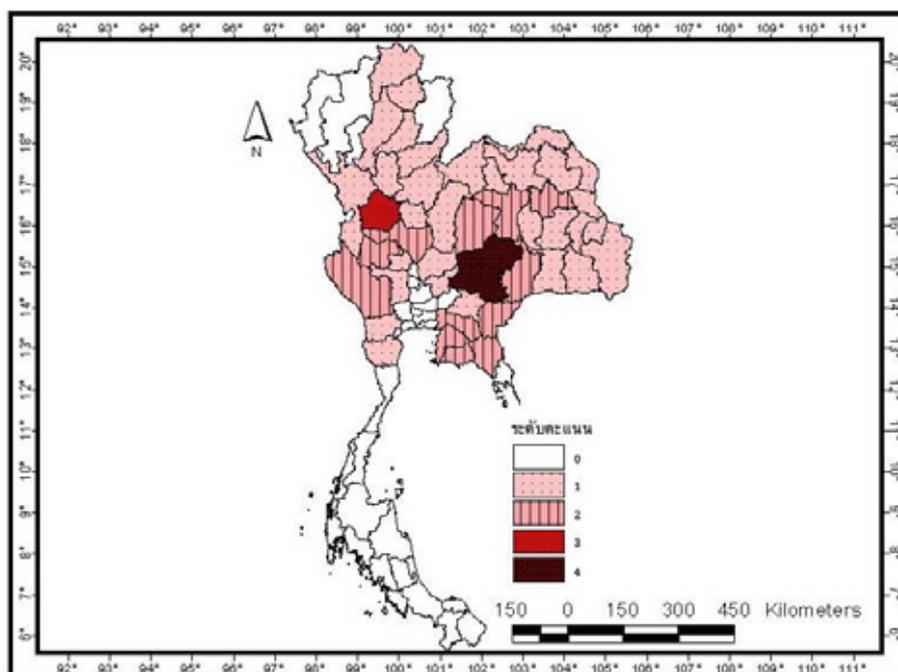
$R_c$  : คะแนนปัจจัยด้านวัตถุดิบของแต่ละจังหวัด

$R_w$  : คะแนนปัจจัยด้านแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตของของแต่ละจังหวัด

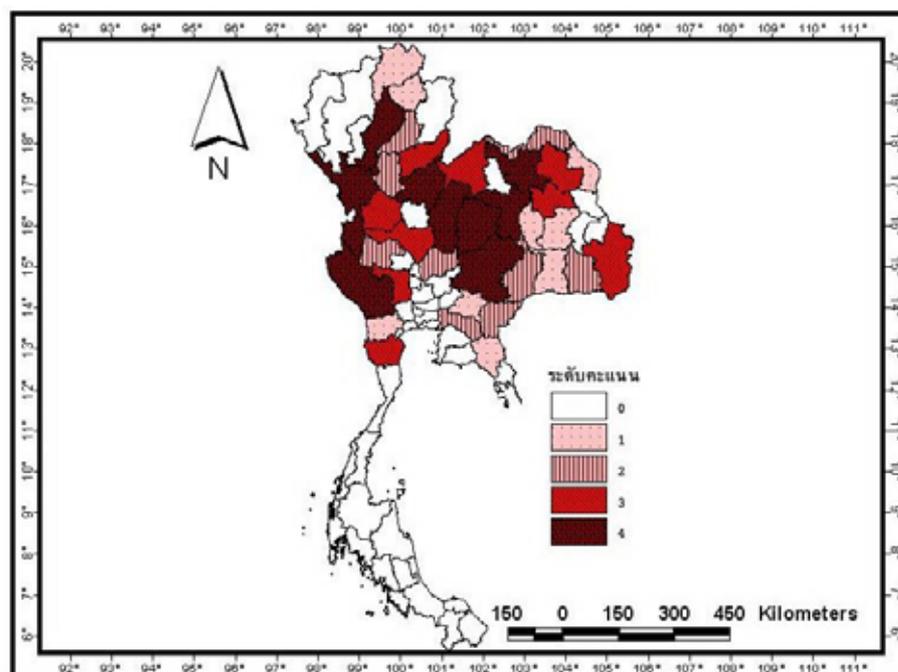
$R_{tr}$  : คะแนนปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งของแต่ละจังหวัด

ตารางที่ 15 ค่าคะแนนรวมของปัจจัยในการวิเคราะห์จังหวัดที่มีความเหมาะสมต่อการตั้ง  
อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

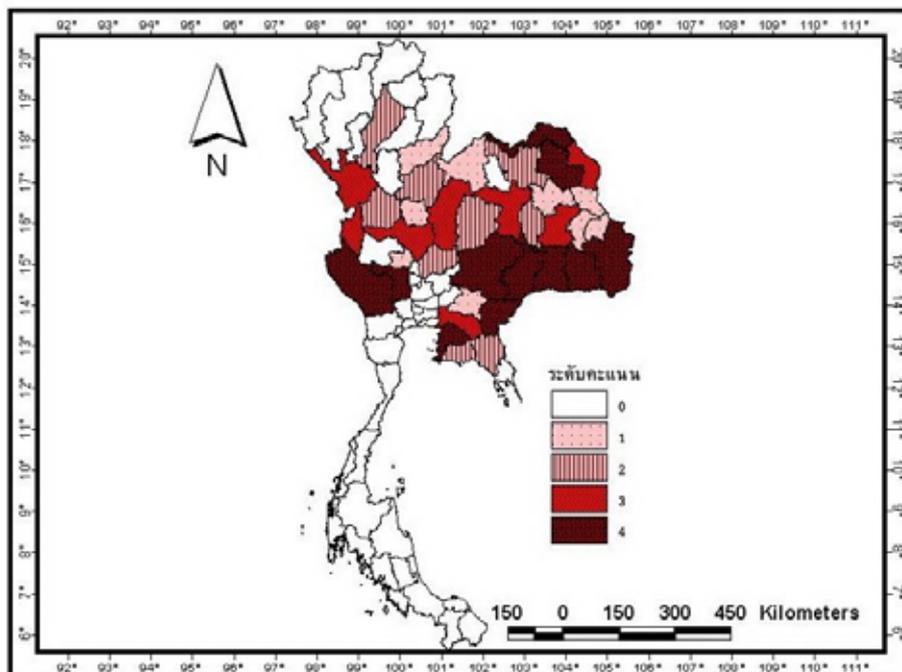
ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	คะแนนรวม
<b>1. ปริมาณมันสำปะหลังในจังหวัด (ตัน/ปี)</b>	0.5		
มากกว่า 2,062,500 ขึ้นไป		4	2
มากกว่า 1,375,000 - 2,062,500		3	1.5
มากกว่า 687,500 - 1,375,000		2	1
1-687,500		1	0.5
ไม่มีมันสำปะหลัง		0	0
<b>2. ระยะทางลำน้ำรวมทั้งจังหวัด (กิโลเมตร)</b>	0.33		
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 81 ขึ้นไป		4	1.32
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 61 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 80		3	0.99
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 41 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 60		2	0.66
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 21 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 40		1	0.33
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 1 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 20		0	0
<b>3. ระยะทางเส้นทางถนนรวมทั้งจังหวัด (กิโลเมตร)</b>	0.17		
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 81 ขึ้นไป		4	0.68
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 61 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 80		3	0.51
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 41 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 60		2	0.34
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 21 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 40		1	0.17
เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 1 - เปอร์เซ็นต์ไทลท์ที่ 20		0	0



แผนที่ที่ 5 ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ (มันสำปะหลัง) ในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด



แผนที่ที่ 6 ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งน้ำ ในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด



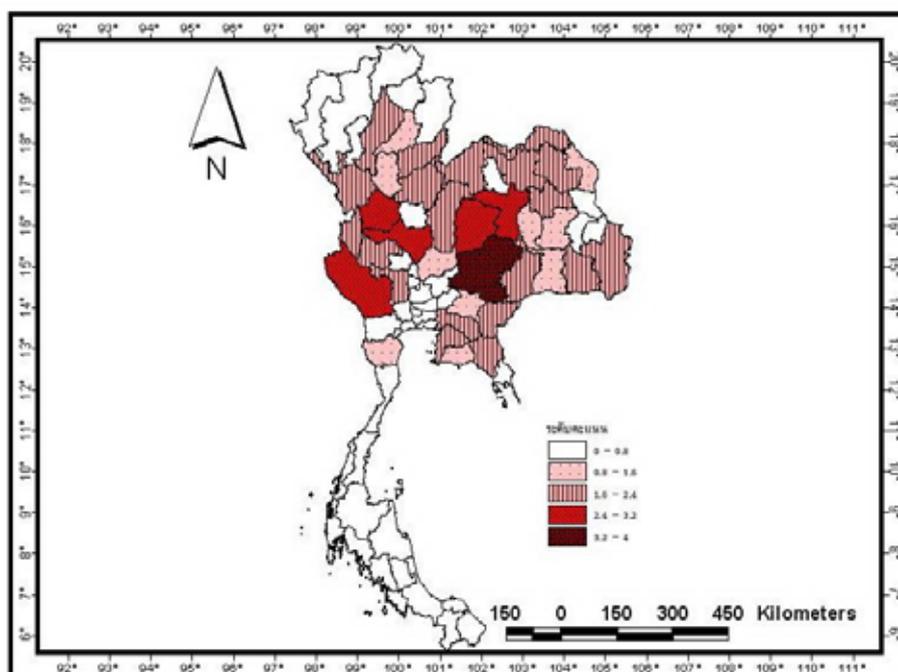
แผนที่ที่ 7 ระดับคะแนนของปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง ในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด

จากแผนที่ที่ 5 ถึง 7 ได้ทำการจัดระดับคะแนนของปัจจัยแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังแบ่งแยกเป็นรายจังหวัด ซึ่งได้แก่ ปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ (มันสำปะหลัง) ปัจจัยด้านความเพียงพอของแหล่งน้ำ และ ปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง ตามลำดับ

ตารางที่ 16 เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนน

คะแนน	เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนน	ความหมาย
คะแนนรวมของทุกปัจจัย	0 - 0.80	ไม่มีความเหมาะสม
	0.81 - 1.60	เหมาะสมน้อย
	1.61 - 2.40	เหมาะสมปานกลาง
	2.41 - 3.20	เหมาะสมมาก
	3.21 - 4.00	เหมาะสมมากที่สุด

จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์คะแนนรวมถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Linear Combination Method) แล้วทำการแบ่งช่วงคะแนนรวม ดังตารางที่ 15 ได้ดังแผนที่ที่ 8



แผนที่ที่ 8 ระดับคะแนนของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย แบ่งแยกเป็นรายจังหวัด

จากแผนที่ที่ 8 พบว่า จังหวัดที่มีคะแนนที่อยู่ในช่วงเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล ได้แก่ จังหวัด นครราชสีมา เพียงจังหวัดเดียว จังหวัดที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเหมาะสมมากมีทั้งหมด 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด กำแพงเพชร กาญจนบุรี นครสวรรค์ ขอนแก่น และชัยภูมิ จังหวัดที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเหมาะสมปานกลางมีทั้งหมด 19 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ตาก นุรีรัมย์ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ ลำปาง เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สระแก้ว สุพรรณบุรี หนองคาย อุดรธานี อุดรดิษฐ์ อุทัยธานี และ อุบลราชธานี จังหวัดที่มีคะแนนอยู่ในช่วงเหมาะสมน้อยมีทั้งหมด 13 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย นครพนม ปราจีนบุรี พะเยา เพชรบุรี แพร่ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ระยอง ราชบุรี ลพบุรี สุโขทัย และ สุรินทร์ และ จังหวัดที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นจังหวัดที่มีคะแนนอยู่ในช่วงที่ไม่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

จากข้อมูลข้างต้นทำให้พบว่าจังหวัดนครราชสีมา เป็นจังหวัดที่มีความเหมาะสมที่สุดอันดับที่ 1 ที่อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มีแนวโน้มจะไปตั้งโรงงานดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานภายในจังหวัดนครราชสีมา

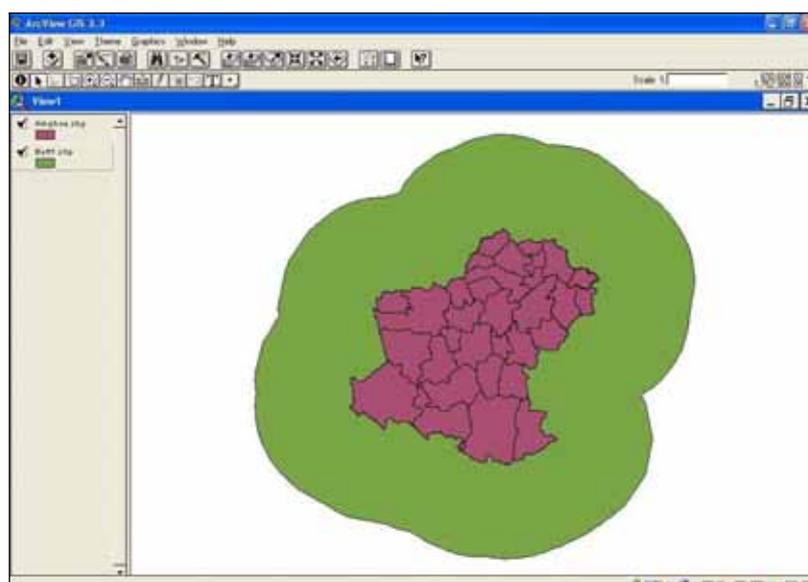
3.2 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา

ในขั้นตอนต่อไปได้ทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังโดยนำปัจจัยที่ได้รับเลือกจากแบบสอบถามทั้ง 3 ปัจจัยมาทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ด้วยวิธีการ Spatial Analysis โดยสามารถแยกจำแนกระดับความเหมาะสมได้ที่ละปัจจัยดังต่อไปนี้

3.2.1 การจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่จากปัจจัยด้านความพอเพียงของวัตถุดิบ

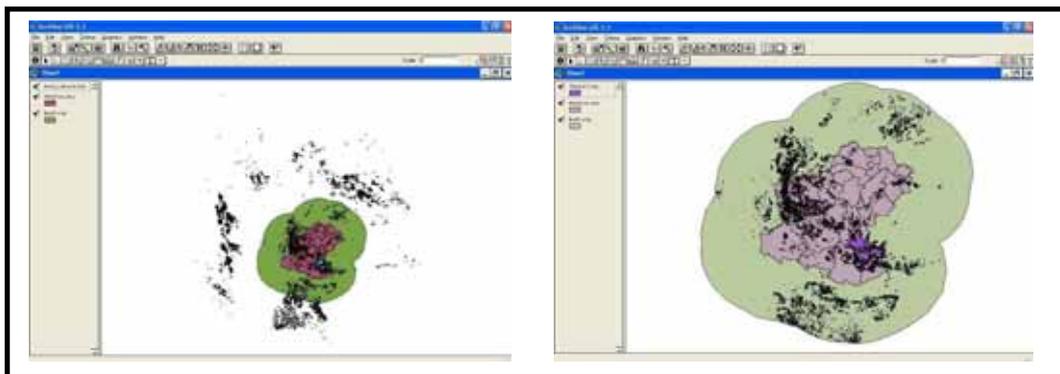
ในการจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่จากปัจจัยด้านความพอเพียงของวัตถุดิบสำหรับนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 นำขอบเขตจังหวัดนครราชสีมา มาทำแนวกันชน 75 กิโลเมตร เนื่องจากในขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อใช้อธิบายถึงปริมาณมันสำปะหลังใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับการตั้งโรงงานในพื้นที่นั้นๆ จะมีพื้นที่ที่ล้อมล้าออกมาจากขอบเขตของจังหวัดนครราชสีมา เป็นระยะทางประมาณ 50 กิโลเมตร ดังภาพที่ 16



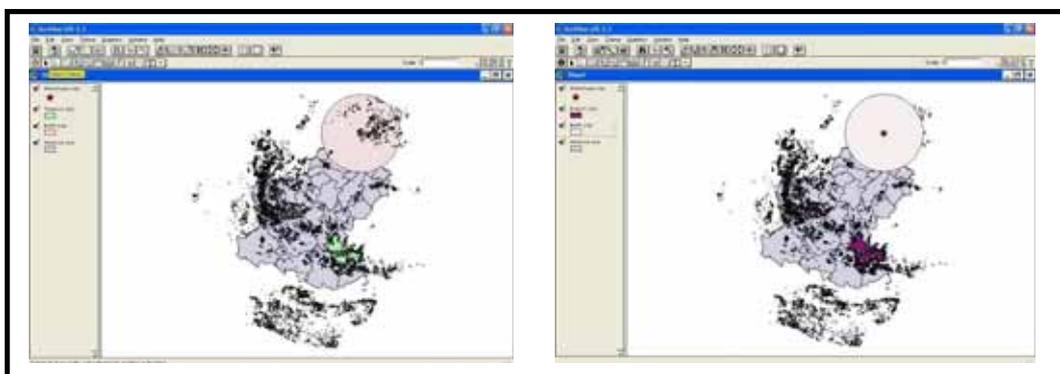
ภาพที่ 16 แผนที่แนวกันชนโดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.1.2 นำพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมาทำการคลิป (Clip) กับ พื้นที่ในขั้นตอนที่ 3.2.1.1 (ภาพที่ 16) เพื่อนำเอาพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังนอกเขตที่ต้องการศึกษาออกไปเสียก่อนดังภาพที่ 17 โดยที่ภาพทางซ้ายมือคือภาพพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังก่อนถูกคลิปออก ในขณะที่ภาพทางขวามือคือภาพพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังหลังถูกคลิปเอาพื้นที่ที่ไม่ต้องการออกไปแล้ว



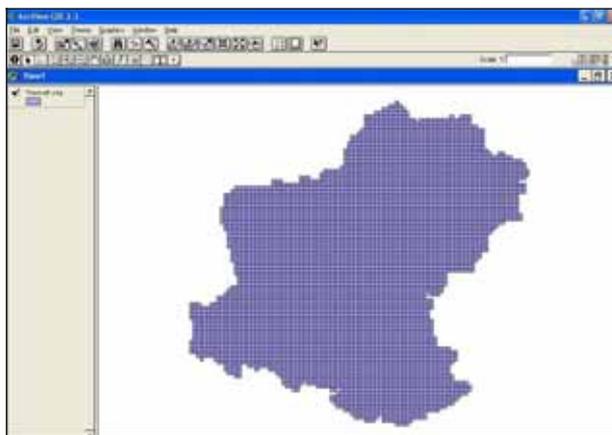
ภาพที่ 17 แผนที่การคลิป (Clip) พื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.1.3 นำตำแหน่งจุดที่ตั้งโรงงานไทยจิววนเอทานอล มาทำแนวกันชน 50 กิโลเมตร แล้วนำไปลบพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่ทำการศึกษา สาเหตุเนื่องมาจากว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในรัศมี 50 กิโลเมตร รอบโรงงาน ถือว่าเป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานไทยจิววนเอทานอลเท่านั้น ดังภาพที่ 18 โดยที่ภาพทางซ้ายมือ คือภาพพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังก่อนจะทำการตัดพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในรัศมีรอบโรงงานไทยจิววนเอทานอล ในขณะที่ภาพทางขวามือ คือภาพพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังหลังจากทำการตัดพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในรัศมีรอบโรงงานไทยจิววนเอทานอล



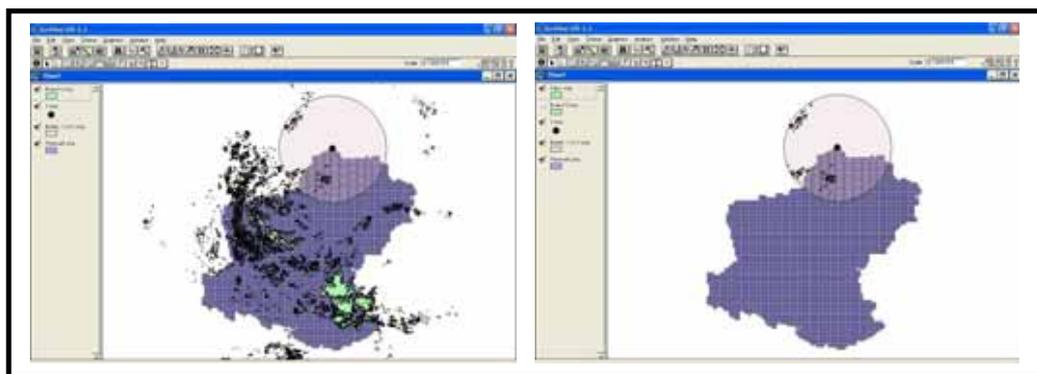
ภาพที่ 18 แผนที่การทำแนวกันชนพื้นที่ โดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.1.4 แบ่งพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาเป็นส่วนย่อยๆเป็นขนาด 2000 เมตร x 2000 เมตร เพื่อทำการศึกษหาพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในรัศมี 50 กิโลเมตร ในพื้นที่ที่ถูกแบ่งเป็นส่วนย่อยๆ ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 แผนที่การแบ่งพื้นที่ โดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.1.5 นำพื้นที่ที่ถูกแบ่งไว้มาทำแนวกันชน 50 กิโลเมตร จากนั้นทำการคลิปเพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่ต้องการศึกษา และ คำนวณพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในหน่วยไร่ ดังภาพที่ 20 โดยที่ภาพทางซ้ายมือ คือภาพก่อนที่จะคลิปพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง และภาพทางขวามือ คือภาพแสดงพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังที่รองรับพื้นที่ที่ต้องการศึกษา



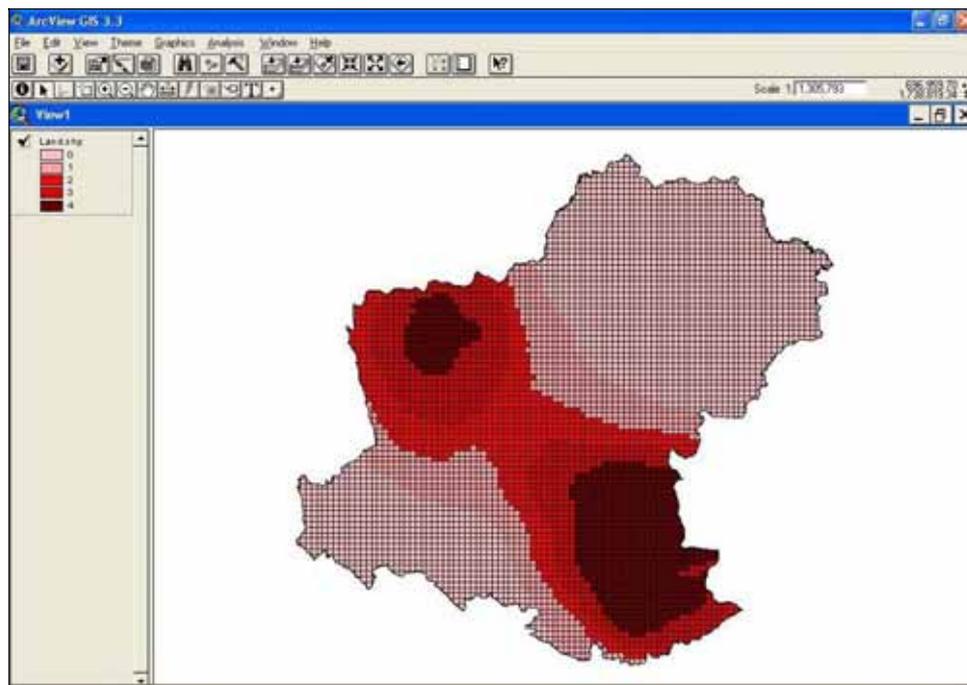
ภาพที่ 20 แผนที่การคำนวณหาพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังโดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.1.6 นำพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่3.2.1.5 มาทำการคูณด้วย 3.228 ตัน/ไร่ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นปีเดียวกันกับข้อมูลพื้นที่ที่นำมาวิเคราะห์ เพื่อเปลี่ยนพื้นที่เพาะปลูกมาเป็นผลผลิตมันสำปะหลังในแต่ละ

พื้นที่ที่ทำการวิเคราะห์ จากนั้นทำการกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยด้านความเพียงพอของ  
วัตถุบิตังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุบิตัง

ประเภท	คะแนน
มากกว่าควอไทล์ที่3ขึ้นไป	4
มากกว่าควอไทล์ที่2 ถึง ควอไทล์ที่3(2,596,549.5ตัน/ปี)	3
มากกว่าควอไทล์ที่1 ถึง ควอไทล์ที่2(2,308,011ตัน/ปี)	2
มากกว่า 1,375,000 ตัน/ปี ถึงควอ ไทล์ที่1(1,989,077ตัน/ปี)	1
น้อยกว่า 1,375,000 ตัน/ปี	0



ภาพที่ 21 แผนที่การคำนวณระดับคะแนนของปัจจัยวัตถุบิตังโดยการใช้โปรแกรม Arcview

ตารางที่ 18 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้ง  
โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากปัจจัยด้านวัตถุดิบ(มันสำปะหลัง)

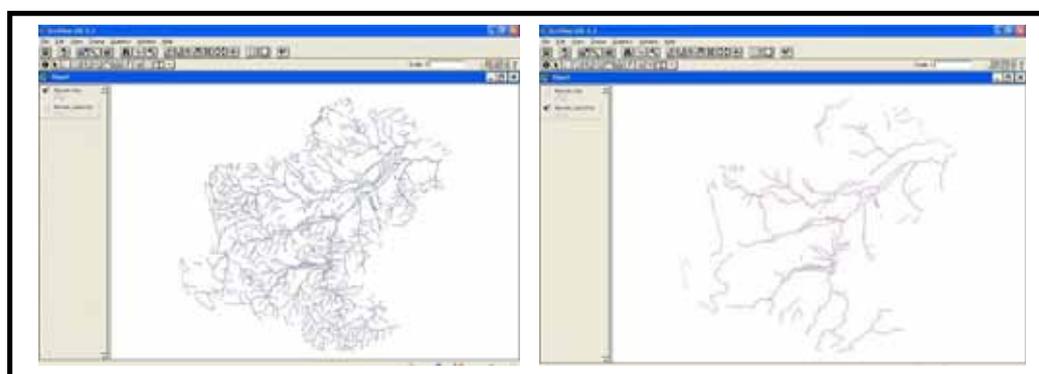
ความเหมาะสมของพื้นที่	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
ไม่มีความเหมาะสม	5,813,161.73
เหมาะสมน้อย	1,762,770.99
เหมาะสมปานกลาง	1,766,629.19
เหมาะสมมาก	1,795,886.73
เหมาะสมมากที่สุด	1,816,770.97
รวม	12,955,219.61

จากตารางที่ 18 และภาพที่ 21 ในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในจังหวัดนครราชสีมา จากปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ (มันสำปะหลัง) พบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ทั้งหมด 12,955,219.61 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม 5,813,161.73 ไร่ มีความเหมาะสมน้อย 1,762,770.99 ไร่ มีความเหมาะสมปานกลาง 1,766,629.19 ไร่ มีความเหมาะสมมาก 1,795,886.73 ไร่ และ มีความเหมาะสมมากที่สุด 1,816,770.97 ไร่

3.2.2 การจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่จากปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต

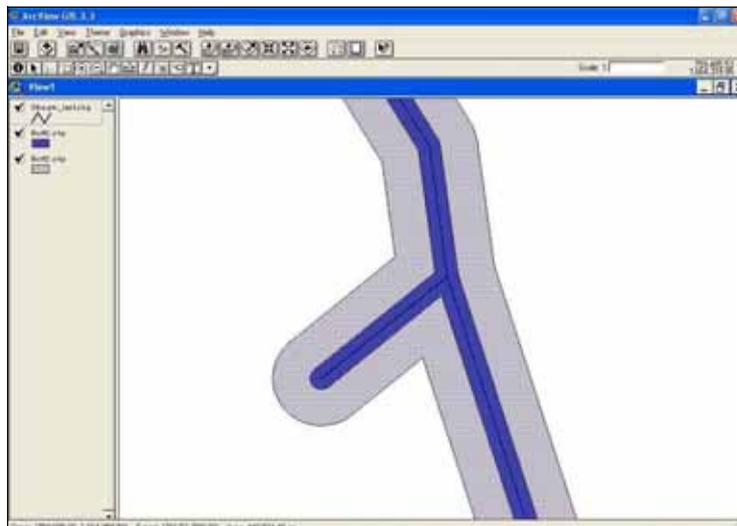
ในการจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่จากปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 นำเส้นทางแหล่งน้ำมาคัดเฉพาะเส้นทางแม่น้ำสายหลักกับแม่น้ำที่มีน้ำตลอดทั้งปีในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา เพื่อนำเอาเส้นทางแหล่งน้ำที่ไม่ satisfactory ในการตั้งโรงงานออกเสียก่อนดังภาพที่ 22 โดยที่ภาพทางซ้ายมือ คือภาพเส้นทางแม่น้ำทั้งหมดก่อนทำการคัดเลือก และภาพทางขวา คือภาพเส้นทางแม่น้ำที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว



ภาพที่ 22 แผนที่การเลือกเส้นทางแหล่งน้ำที่เหมาะสมโดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.2.2 ทำการเปลี่ยนเส้นทางแม่น้ำเป็นพื้นที่แม่น้ำขนาด 20 เมตร แล้วทำการสร้างแนวกันชนอีก 100 เมตร ตาม พ.ร.บ. การตั้งโรงงาน ดังภาพที่ 23

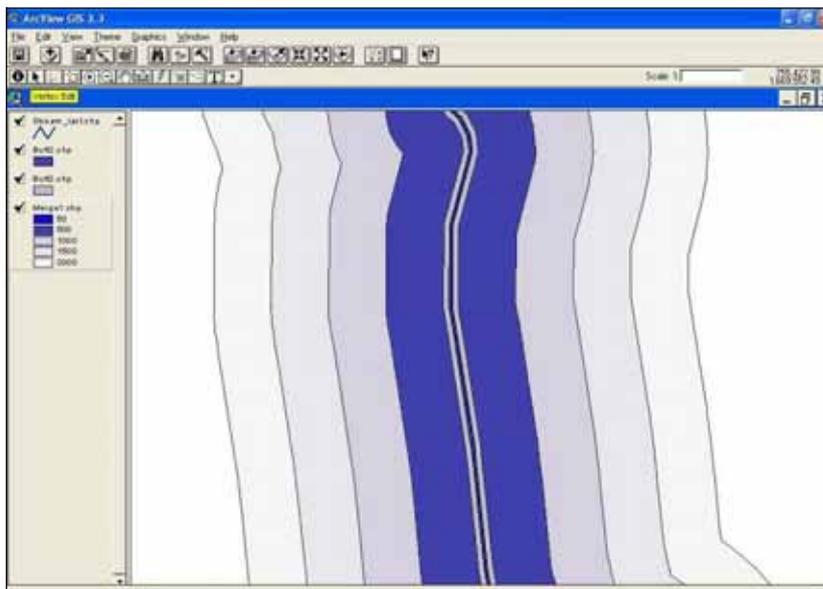


ภาพที่ 23 แผนที่การทำแนวกันชนเส้นทางแหล่งน้ำโดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.2.3 ทำแนวกันชนจากแหล่งน้ำ เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัย แต่ละพื้นที่ทำการวิเคราะห์ ตามตารางที่ 19 ได้ดังภาพที่ 24 ต่อไปนี้

ตารางที่ 19 การกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ปัจจัย	ประเภท	คะแนน
ระยะห่างจากเส้นทางลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี	ไม่เกิน 500 เมตร	4
	มากกว่า 500 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร	3
	มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร	1
	มากกว่า 2 กิโลเมตรขึ้นไป	0



ภาพที่ 24 แผนที่ระดับคะแนนของเส้นทางแหล่งน้ำโดยการใช้โปรแกรม Arcview

ตารางที่ 20 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากปัจจัยด้านแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต

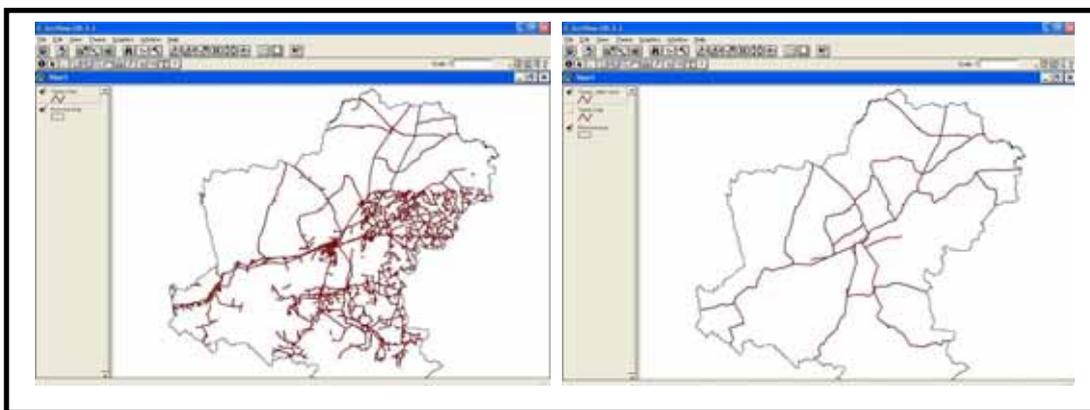
ความเหมาะสมของพื้นที่	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
ไม่มีความเหมาะสม	8,556,547.93
เหมาะสมน้อย	917,588.60
เหมาะสมปานกลาง	998,375.28
เหมาะสมมาก	1,117,200.12
เหมาะสมมากที่สุด	1,365,507.69
รวม	12,955,219.61

จากตารางที่ 20 ในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในจังหวัดนครราชสีมาจากปัจจัยด้านแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต พบว่า จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ทั้งหมด 12,955,219.61 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม 8,556,547.93 ไร่ มีความเหมาะสมน้อย 917,588.60 ไร่ มีความเหมาะสมปานกลาง 998,375.28 ไร่ มีความเหมาะสมมาก 1,117,200.12 ไร่ และ มีความเหมาะสมมากที่สุด 1,365,507.69 ไร่

3.2.3 การจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่ จากปัจจัยด้านความความสะดวกในการคมนาคมขนส่งวัตถุุดิบและสินค้า

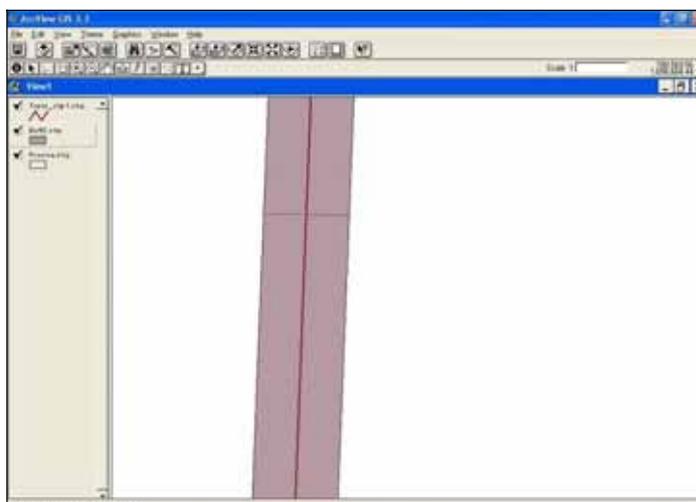
ในการจำแนกระดับความเหมาะสมของพื้นที่จากปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง วัตถุุดิบและสินค้า สำหรับนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 นำเส้นทางคมนาคมมาคัดเฉพาะเส้นทางที่มี 2 เลนและพื้นแข็ง ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา เพื่อนำเอาเส้นทางคมนาคมที่ไม่สัถยภาพในการตั้งโรงงานออกเสียก่อนดังภาพที่ 25 โดยที่ภาพทางซ้ายมือ คือภาพเส้นทางคมนาคมทั้งหมดก่อนทำการคัดเลือก และภาพทางขวา คือภาพเส้นทางคมนาคมที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว



ภาพที่ 25 แผนที่การเลือกเส้นทางคมนาคมที่เหมาะสมโดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.3.2 ทำการเปลี่ยนเส้นทางคมนาคมเป็นพื้นที่ถนนขนาด 20 เมตร ดังภาพที่ 26

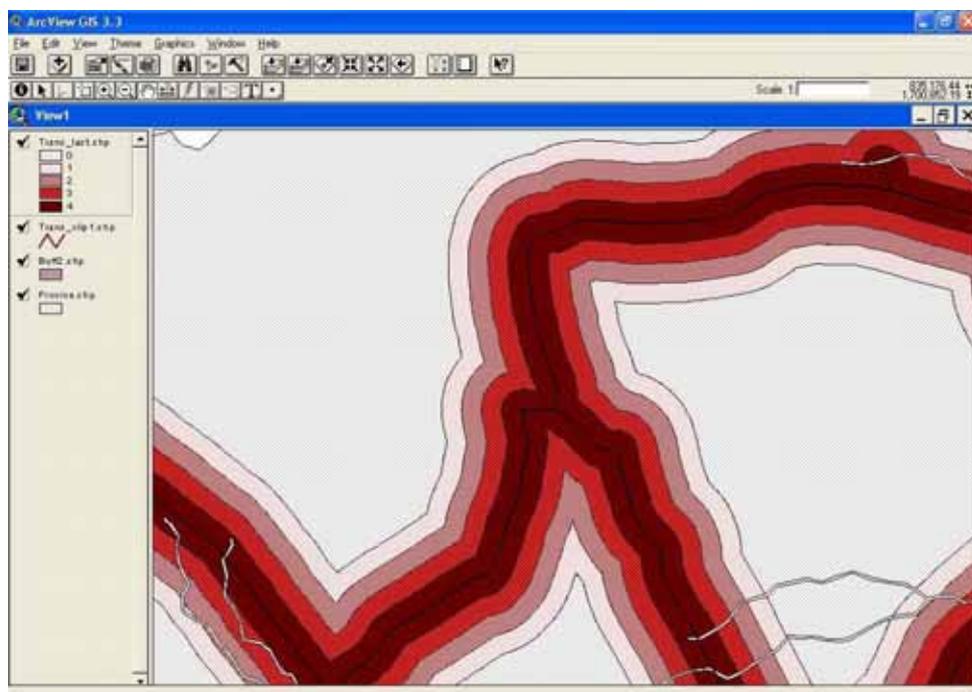


ภาพที่ 26 แผนที่การทำพื้นที่เส้นทางคมนาคมโดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.3.3 ทำแนวกันชนจากเส้นทางคมนาคม เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัย แต่ ละพื้นที่ที่ทำการวิเคราะห์ ตามตารางที่ 21 ได้ดังภาพที่ 27 ต่อไปนี้

ตารางที่ 21 การกำหนดระดับคะแนนของปัจจัยด้านการคมนาคมขนส่ง

ปัจจัย	ประเภท	คะแนน
ระยะห่างจากถนนสายหลัก	ไม่เกิน 1 กิโลเมตร	4
	มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร	3
	มากกว่า 2 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 4 กิโลเมตร จนถึง 5 กิโลเมตร	1
	มากกว่า 5 กิโลเมตรขึ้นไป	0



รูปภาพที่ 27 แผนที่ระดับคะแนนของเส้นทางคมนาคมโดยการใช้โปรแกรม Arcview

ตารางที่ 22 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้งโรงงาน  
ผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง

ความเหมาะสมของพื้นที่	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
ไม่มีความเหมาะสม	8,319,803.66
เหมาะสมน้อย	1,035,556.16
เหมาะสมปานกลาง	1,094,080.92
เหมาะสมมาก	1,203,930.79
เหมาะสมมากที่สุด	1,301,848.09
รวม	12,955,219.61

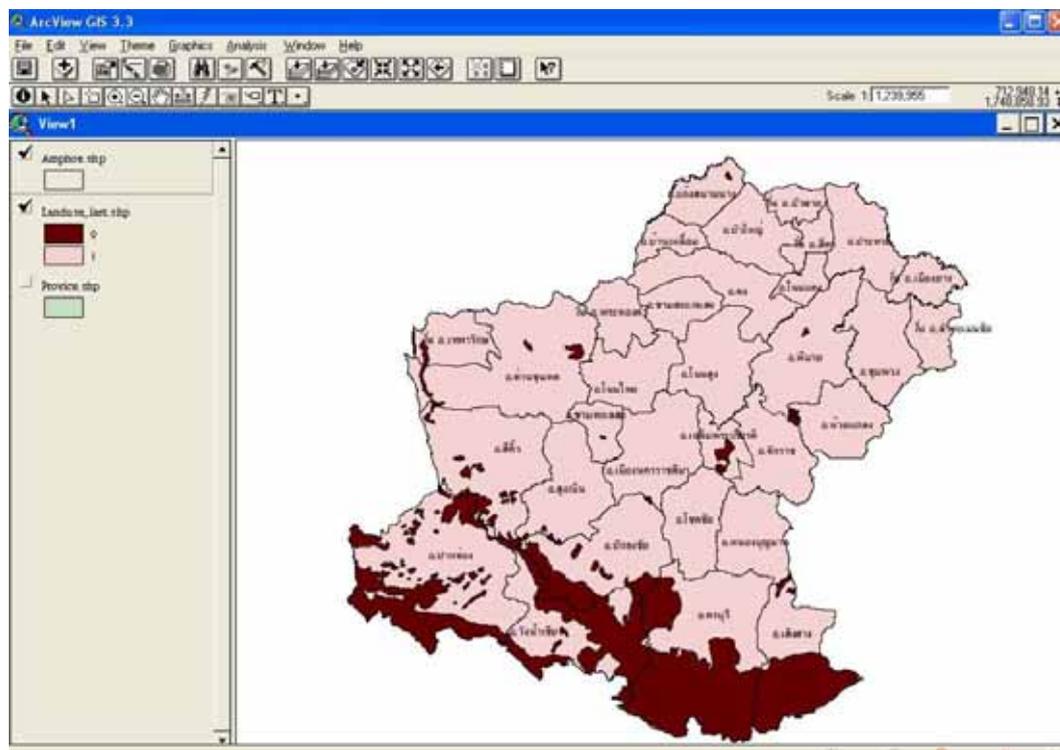
จากตารางที่ 22 ในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในจังหวัดนครราชสีมาจากปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง พบว่า จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ทั้งหมด 12,955,219.61 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม 8,319,803.66 ไร่ มีความเหมาะสมน้อย 1,035,556.16 ไร่ มีความเหมาะสมปานกลาง 1,094,080.92 ไร่ มีความเหมาะสมมาก 1,203,930.79 ไร่ และ มีความเหมาะสมมากที่สุด 1,301,848.09 ไร่

3.2.4 การแบ่งแยกพื้นที่ที่สามารถนำมาตั้งโรงงานได้ ออกจากพื้นที่ที่ไม่สามารถตั้งโรงงานได้ โดยการแบ่งแยกพื้นที่ที่สามารถนำมาตั้งโรงงานได้ออกมา ทำโดยนำพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ โดยกำหนดให้พื้นที่ที่สามารถตั้งโรงงานได้มีคะแนนเท่ากับ 1 และพื้นที่ที่ไม่สามารถตั้งโรงงานได้มีคะแนนเท่ากับ 0 เพื่อเตรียมพร้อมข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.2.4.1 นำการใช้พื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา มาทำการกำหนดระดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่ ที่ทำการวิเคราะห์จากตารางที่ 23 ได้ดังภาพที่ 28 ต่อไปนี้

ตารางที่ 23 การกำหนดระดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่

ลักษณะการใช้พื้นที่	คะแนน
พื้นที่ป่าสงวน พื้นที่อ่างเก็บน้ำ และพื้นที่เขื่อน	0
พื้นที่อื่นๆที่นอกเหนือจากพื้นที่ข้างต้น	1



รูปภาพที่ 28 แผนที่ระดับคะแนนความสำคัญของพื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.2.5 การคำนวณคะแนนของแต่ละพื้นที่เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงาน  
ในการคำนวณหาคะแนนของแต่ละพื้นที่ที่สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$R_t = (0.5R_c + 0.33 R_w + 0.17R_{tr})R_f \text{ ----- [2]}$$

ซึ่ง

$R_t$  : คะแนนรวมของแต่ละพื้นที่

$R_c$  : คะแนนปัจจัยด้านวัตถุดิบของแต่ละพื้นที่

$R_w$  : คะแนนปัจจัยด้านแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตของแต่ละพื้นที่

$R_{tr}$  : คะแนนปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งของแต่ละพื้นที่

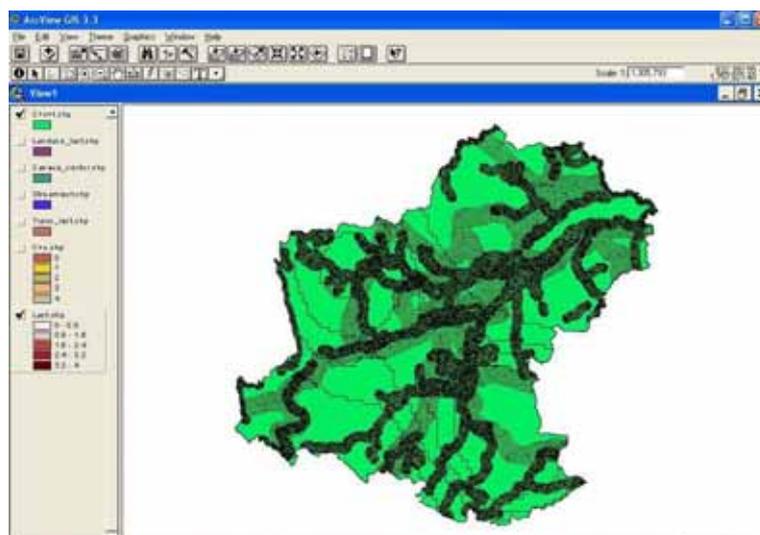
$R_f$  : คะแนนพื้นที่ที่สามารถตั้งโรงงานได้

ตารางที่ 24 ค่าคะแนนรวมของปัจจัยในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่มีความเหมาะสมต่อการตั้ง  
อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา

ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าคะแนน	คะแนนรวม
<b>1. ปริมาณมันสำปะหลังในจังหวัด (ตัน/ปี)</b>	0.5		
มากกว่าควอไทล์ที่3ขึ้นไป		4	2
มากกว่าควอไทล์ที่2 ถึง ควอไทล์ที่3		3	1.5
มากกว่าควอไทล์ที่1 ถึง ควอไทล์ที่2		2	1
1,375,001 ตัน/ปี ถึงควอไทล์ที่1		1	0.5
น้อยกว่า 1,375,000 ตัน/ปี		0	0
<b>2. ระยะทางลำน้ำรวมทั้งจังหวัด (กิโลเมตร)</b>	0.33		
ไม่เกิน 500 เมตร		4	1.32
มากกว่า 500 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร		3	0.99
มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร		2	0.66
มากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร		1	0.33
มากกว่า 2 กิโลเมตรขึ้นไป		0	0
<b>3. ระยะทางเส้นทางถนนรวมทั้งจังหวัด (กิโลเมตร)</b>	0.17		
ไม่เกิน 1 กิโลเมตร		4	0.68
มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร		3	0.51
มากกว่า 2 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร		2	0.34
มากกว่า 4 กิโลเมตร จนถึง 5 กิโลเมตร		1	0.17
มากกว่า 5 กิโลเมตรขึ้นไป		0	0

การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสม สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

3.2.5.1 นำข้อมูลทั้ง 4 ชั้นข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลความเหมาะสมของพื้นที่ปัจจัยด้านวัตถุดิบ, ความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต, ความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง และ พื้นที่ที่สามารถตั้งโรงงานได้ มาทำการซ้อนทับพื้นที่ (Overlay) ดังภาพที่ 39



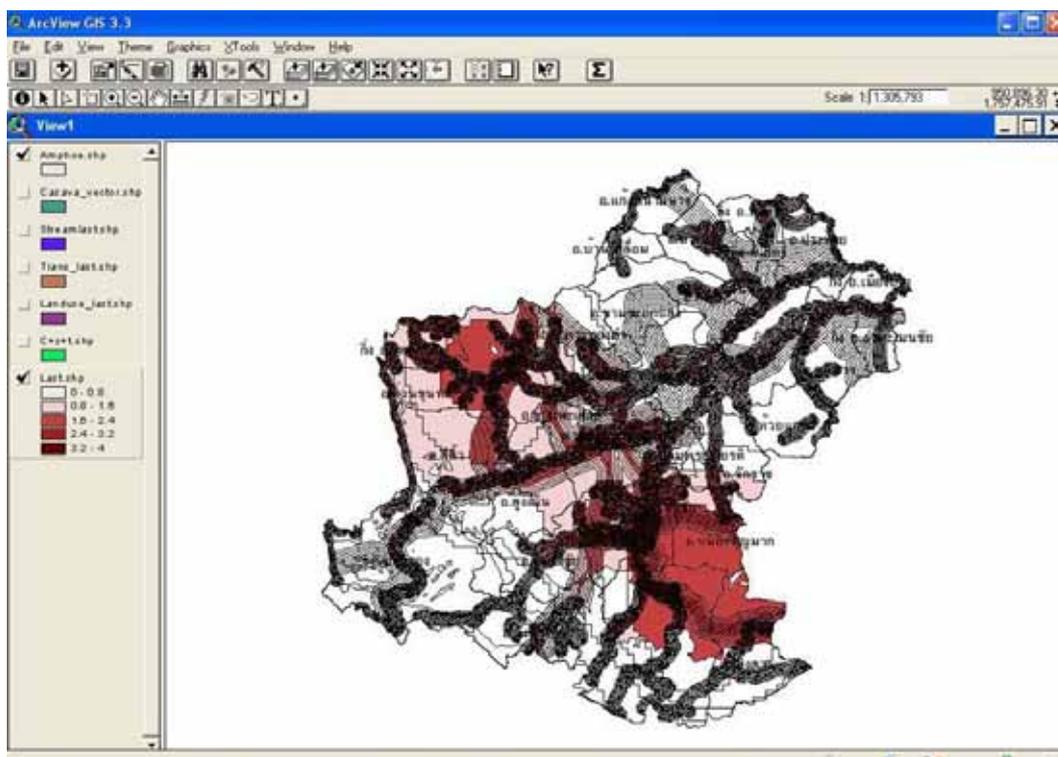
ภาพที่ 29 แผนที่การซ้อนทับข้อมูลพื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview

3.5.2 ทำการกำหนดระดับคะแนน และ ความหมายให้กับค่าคะแนนรวม (Rt) ของแต่ละพื้นที่

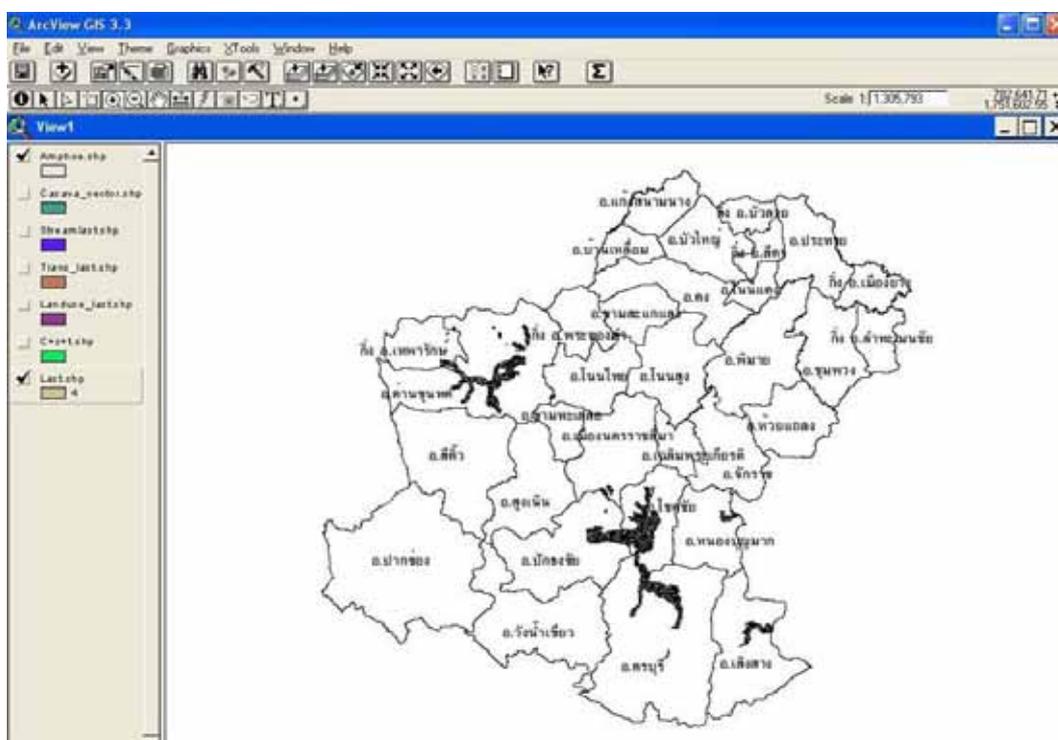
นำพื้นที่ที่ได้ทำการซ้อนทับดังภาพที่ 29 มาคำนวณตามสูตรที่ 2 ในหัวข้อที่ 3.2.5 จากนั้นทำการแบ่งพื้นที่เป็นช่วงความเหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังตามตารางที่ 25 ได้ดังภาพที่ 30 และ 31

ตารางที่ 25 เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนน

คะแนน	เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนน	ความหมาย
คะแนนรวมของทุกปัจจัย	0 - 0.80	ไม่มีความเหมาะสม
	0.81 - 1.60	เหมาะสมน้อย
	1.61 - 2.40	เหมาะสมปานกลาง
	2.41 - 3.20	เหมาะสมมาก
	3.21 - 4.00	เหมาะสมมากที่สุด



ภาพที่ 30 แผนที่ความเหมาะสมของพื้นที่โดยการใช้โปรแกรม Arcview

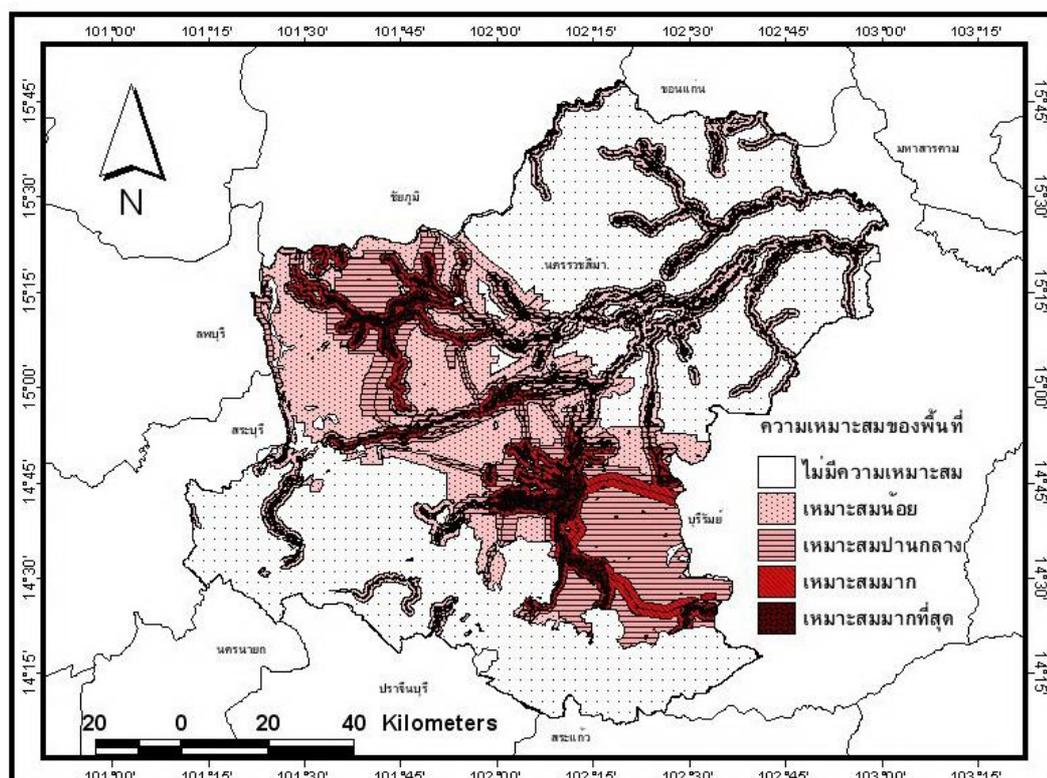


ภาพที่ 31 แผนที่พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดโดยการใช้โปรแกรม Arcview

จากการคำนวณตามขั้นตอนทั้งหมดสามารถสรุปพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมาได้ดังตารางที่ 26 แผนที่ที่ 9 ต่อไปนี้

ตารางที่ 26 จำนวนพื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาจำแนกตามความเหมาะสมในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

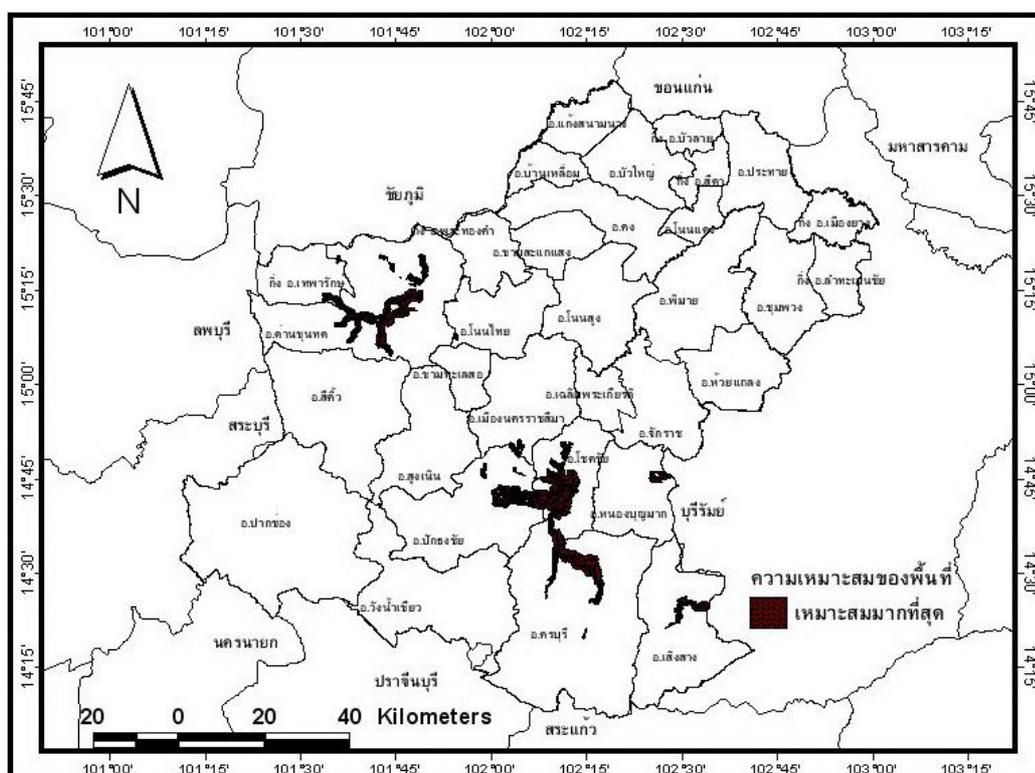
ความเหมาะสมของพื้นที่	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
ไม่มีความเหมาะสม	6,672,830.19
เหมาะสมน้อย	2,940,826.22
เหมาะสมปานกลาง	2,247,115.99
เหมาะสมมาก	835,160.70
เหมาะสมมากที่สุด	259,286.51
รวม	12,955,219.61



แผนที่ที่ 9 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา

ตารางที่ 27 จำนวนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมาแบ่งแยกเป็นรายอำเภอ

อำเภอ	จำนวนพื้นที่(ไร่)
อ.เมือง	3,517.58
อ.เสิงสาง	14,318.91
อ.โชคชัย	69,130.86
อ.โนนไทย	752.43
อ.ครบุรี	51,820.04
อ.ด่านขุนทด	73,699.16
อ.ปักธงชัย	33,691.05
อ.หนองบุญมาก	6,619.89
กิ่งอ.เทพารักษ์	5,736.58
รวม	259,286.50



แผนที่ที่ 10 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา

ในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลในจังหวัดนครราชสีมาได้ ดังตารางที่ 26 แผนที่ที่ 9 พบว่า จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่ทั้งหมด 12,955,219.61 ไร่ โดยพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม 6,672,830.19 ไร่ มีความเหมาะสมน้อย 2,940,826.22 ไร่ มีความเหมาะสมปานกลาง 2,247,115.99 ไร่ มีความเหมาะสมมาก 835,160.70 ไร่ และ มีความเหมาะสมมากที่สุด 259,286.51 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สามารถแบ่งออกได้ 9 อำเภอ ดังตารางที่ 27 และ แผนที่ที่ 10 ดังนี้ อ.ด่านขุนทด 73,699.16 ไร่ อ.โชคชัย 69,130.86 ไร่ อ.ครบุรี 51,820.04 ไร่ อ.ปักธงชัย 33,691.05 ไร่ อ.เสิงสาง 14,318.91 ไร่ อ.หนองบุญมาก 6,619.89 ไร่ กิ่งอ.เทพารักษ์ 5,736.58 ไร่ อ.เมือง 3,517.58 ไร่ และอ.โนนไทย 752.43 ไร่ ตามลำดับ

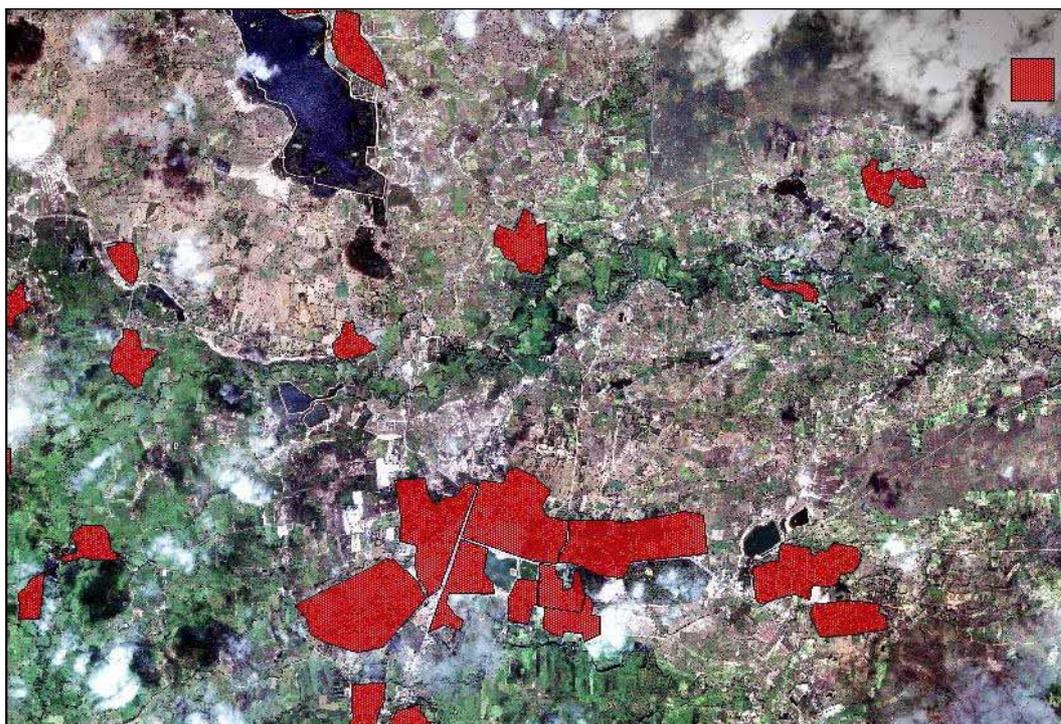
#### 4. การวิเคราะห์ศักยภาพทางพื้นที่ ของพื้นที่ตัวอย่างที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

การวิเคราะห์ศักยภาพทางพื้นที่ของพื้นที่ตัวอย่างที่ได้ โดยวิธีการสุ่ม จากพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ได้บริเวณตัวอำเภอด่านขุนทด จากนั้นนำภาพจากดาวเทียมจากโปรแกรม Point Asia มาช่วยในการศึกษาศักยภาพทางที่ตั้ง โดยบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาศักยภาพ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 32 มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 32 ตำแหน่งของภาพจากดาวเทียมของพื้นที่ตัวอย่าง

4.1 นำภาพจากดาวเทียมจากโปรแกรม Point Asia มาลงในโปรแกรม Arcview จากนั้นทำการสร้างพื้นที่ที่ชุมชนด้วยวิธีการสังเกตจากภาพจากดาวเทียม โดยกำหนดให้พื้นที่สีแดง หมายถึงพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชนดังภาพที่ 33 จะพบว่าพื้นที่ชุมชนส่วนใหญ่จะกระจุกอยู่บริเวณทางตอนใต้ของภาพซึ่ง บริเวณดังกล่าวเป็น พื้นที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลตำบล ประกอบไปด้วยศูนย์ราชการ สถาบันการศึกษา สถาบันการเงิน ตลาด โรงพยาบาล และสาธารณูปโภคอื่นๆ



ภาพที่ 33 ภาพจากดาวเทียมที่ถูกซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชน

4.2 นำพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มาทำการซ้อนทับลงไปในพื้นที่ โดยกำหนดให้พื้นที่สีม่วง หมายถึงพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงาน โดยแบ่งแนวทางที่ศึกษาศึกษาออกเป็น 2 แนวทางดังต่อไปนี้

4.2.1 การศึกษาศึกษาทางที่ตั้ง โดยการนำพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง (ภาพที่ 31) มาทำการซ้อนทับลงไปในพื้นที่ภาพจากดาวเทียมที่ได้ทำการซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชน (ภาพที่ 33) จะได้พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานที่เหลืออยู่ดังภาพที่ 34 จะพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ ได้แก่บริเวณทางทิศเหนือของชุมชนเทศบาลตำบลตำบลซึ่งอยู่บริเวณริมแม่น้ำห้วยใหญ่ กับบริเวณทางทิศใต้ของชุมชนเทศบาลตำบลตำบลซึ่งอยู่บริเวณริมแม่น้ำห้วยสวนหมาก



ภาพที่ 34 ภาพจากดาวเทียมที่ถูกซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชนและพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

4.2.2 การศึกษาศักยภาพทางที่ตั้งโดยคำนึงถึงปัญหาด้านมลพิษทางกลิ่นต่อชุมชน เนื่องจากการได้เข้าสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโรงงานผลิตเอทานอล 2 โรงงาน ได้แก่โรงงาน บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด และ โรงงาน บมจ. ไทยแอลกอฮอล์ ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการตั้งโรงงานว่าควรให้ความสำคัญถึงปัญหามลพิษทางกลิ่น ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อชุมชนรอบข้าง โดยแนะนำว่าควรจะต้องตั้งโรงงานให้อยู่ห่างจากพื้นที่ชุมชนเป็นระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร ดังนั้นในการศึกษาศักยภาพทางที่ตั้งจึงได้ทำการติดแนวกันชนออกจากชุมชนเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร จากนั้นจึงทำการนำพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง (ภาพที่ 31) มาทำการซ้อนทับลงไปในพื้นที่ โดยพื้นที่สีแดงอ่อนหมายถึงแนวกันชนของชุมชน ดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 ภาพจากดาวเทียมที่ถูกซ้อนทับด้วยพื้นที่ชุมชน แนวกันชนจากชุมชน และพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตั้งโรงงานผลิตเอทานอล

4.3 ทำการสำรวจพื้นที่จริงเพื่อศึกษาศักยภาพทางที่ตั้งจากพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง โดยทำการสำรวจบริเวณพื้นที่ ตัวอย่างหมายเลข 1-2 จากภาพที่ 35 รวมทั้งศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีความสำคัญในการตั้งโรงงาน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 36 ภาพถ่ายจากสถานที่จริงบริเวณหมายเลขหนึ่งจากภาพที่ 35



ภาพที่ 37 ภาพถ่ายจากสถานที่จริงบริเวณหมายเลขสองจากภาพที่ 35



ภาพที่ 38 ภาพถ่ายแหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตจากสถานที่จริง

จากภาพที่ 36 พบว่าสถานที่จริงบริเวณหมายเลขหนึ่งจากภาพที่ 35 ซึ่งอยู่บริเวณทางทิศเหนือของแม่น้ำห้วยใหญ่ (ภาพที่ 38) ตั้งอยู่บริเวณ ต.หนองบัวตะเกียด อ.ด่านขุนทด จ. นครราชสีมา อยู่ติดกับถนนทางหลวงหมายเลข 201 (สีคิ้ว-ชัยภูมิ) (ภาพที่ 39) ห่างจากถนนมิตรภาพประมาณ 45 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ใช้ทำการเกษตร (ทำนา) สามารถนำมาพัฒนาใช้เป็นสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้อย่างมีศักยภาพ

จากภาพที่ 37 พบว่าสถานที่จริงบริเวณหมายเลขสองจากภาพที่ 35 ซึ่งอยู่บริเวณทางทิศใต้ของแม่น้ำห้วยใหญ่ (ภาพที่ 38) ตั้งอยู่บริเวณ ต.หนองบัวตะเกียด อ.ด่านขุนทด จ. นครราชสีมา อยู่ติดกับถนนทางหลวงหมายเลข 201 (สีคิ้ว-ชัยภูมิ) (ภาพที่ 39) ห่างจากถนนมิตรภาพประมาณ 45 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ใช้ทำการเกษตร (ทำนา) สามารถนำมาพัฒนาใช้เป็นสถานที่ตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้อย่างมีศักยภาพเช่นเดียวกับบริเวณพื้นที่หมายเลขหนึ่ง



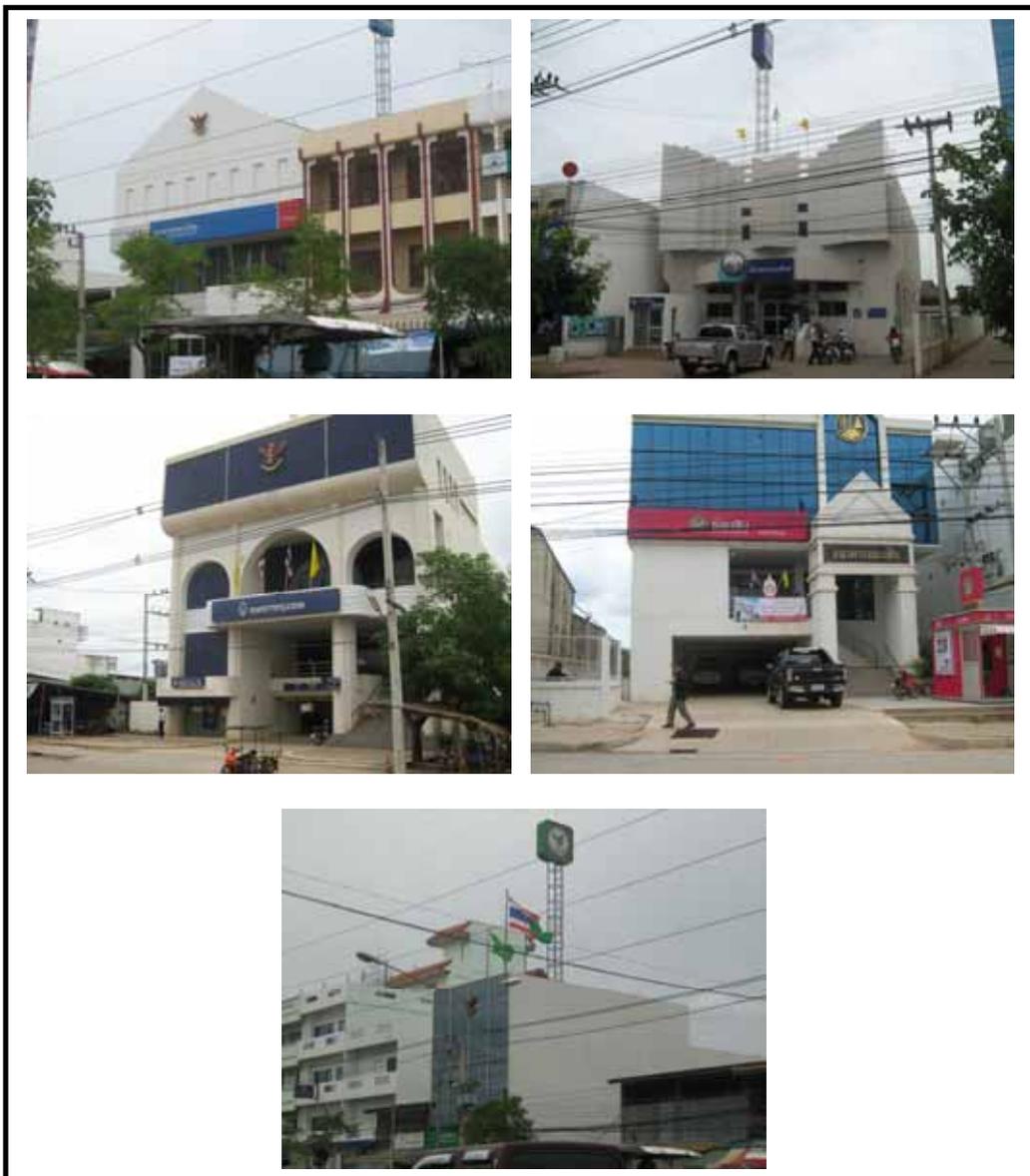
ภาพที่ 39 ภาพถ่ายเส้นทางคมนาคมหมายเลข 201



ภาพที่ 40 ภาพถ่ายสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิกาด่านชูนท



ภาพที่ 41 ภาพถ่ายสำนักงานการประปาส่วนภูมิกาด่านชูนท

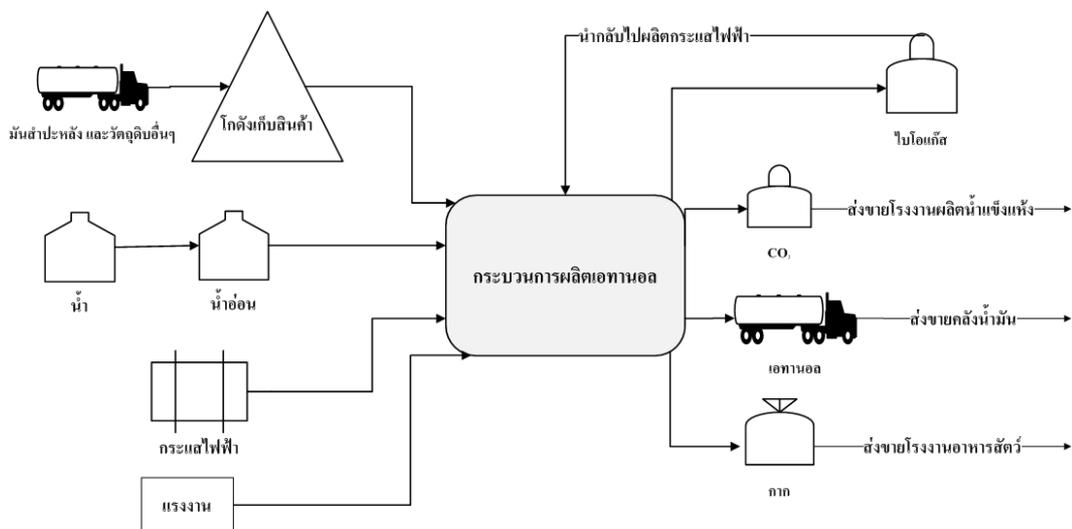


ภาพที่ 42 ภาพถ่ายสถาบันการเงินในบริเวณตัวอำเภอด่านขุนทด

จากภาพที่ 40 เป็นภาพสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด่านขุนทด ภาพที่ 41 เป็นภาพสำนักงานการประปาส่วนภูมิภาคด่านขุนทด และภาพที่ 42 เป็นภาพถ่ายสถาบันการเงิน ซึ่งตั้งอยู่บริเวณชุมชนเทศบาลด่านขุนทด ซึ่งมีระยะห่างจากพื้นที่ที่ทำการศึกษาศึกษาภาพทางที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเป็นระยะทางประมาณ 3 กิโลเมตร แสดงว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มีความสะดวกในการเข้าถึงสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานในการตั้งโรงงาน จากชุมชนเทศบาลด่านขุนทดได้ อีกทั้งยังสามารถหาแรงงานได้จากชุมชนเทศบาลด่านขุนทดได้

สรุปศักยภาพทางที่ตั้งของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจากภาพที่ 35 โดยพื้นที่ตั้งโรงงาน และจำนวนแรงงานที่ใช้ในโรงงานได้อ้างอิงจากข้อมูลที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามของ โรงงาน บริษัท ไทยจ๊วน เอทานอล จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีกำลังการผลิต ใกล้เคียงกับกำลังการผลิตที่กำหนดไว้ในงานวิจัยชิ้นนี้ และวัตถุดิบในการผลิตเป็นประเภทเดียวกัน (มันสำปะหลัง) ได้ดังต่อไปนี้

ที่ตั้งโรงงาน	: บริเวณ ต.หนองบัวตะเกียด อ.ด่านขุนทด จ. นครราชสีมา เนื้อที่ตั้งโรงงานประมาณ 200 ไร่
มันสำปะหลังในรัศมี 50 กิโลเมตร	: ปริมาณ 2,635,892 ตัน/ปี ข้อมูลปี พ.ศ. 2547
จำนวนเอทานอลที่ผลิตได้	: ใช้มันสำปะหลังผลิตทั้งหมดได้ 474,460,560 ลิตร/ปี : ใช้มันสำปะหลังส่วนที่เหลือจากอุตสาหกรรมอื่นผลิต ได้สูงสุด 94,892,112 ลิตร/ปี
แรงงาน	: ประมาณ 200 คน
แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต	: แม่น้ำห้วยใหญ่ โดยตั้งโรงงานติดกับแม่น้ำดังกล่าว
ถนนสายหลัก	: ติดทางหลวงเส้น 201(สีคิ้ว-ชัยภูมิ) ขนาด 2เลน กว้าง 8 เมตร
ระยะห่างจากสถานีจ่ายไฟฟ้า	: ประมาณ 2.5 กิโลเมตร
การเข้าถึงแหล่งติดต่อทางการเงิน	: มีจำนวน 5 สถาบันการเงิน ระยะประมาณ 3 กิโลเมตร
ปริมาณกากมันสำปะหลัง	: มีปริมาณกากมันสำปะหลังประมาณ 24,424 ตัน/ปี
โรงงานอาหารสัตว์	: ในจังหวัดนครราชสีมา 31 โรงงาน : ในจังหวัดนครราชสีมาและข้างเคียง 125 โรงงาน
ตลาด	: สามารถส่งเอทานอลขายไปยังคลังน้ำมันในประเทศ หรือส่งออกเอทานอลขายไปยังต่างประเทศได้



ภาพที่ 43 การเชื่อมโยงของธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลัง(Backward Linkage) และ ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward Linkage) ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

## บทที่ 6

### สรุปผลของการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Summary, Conclusion and Suggestion)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษารวบรวมวิเคราะห์ศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการวิจัย 2 ประการคือ

1. เพื่อวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

2. เพื่อวิเคราะห์หาศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสมโดยอธิบายถึงลักษณะการเชื่อมโยงของธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลัง(Backward Linkage) และ ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward Linkage) ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

#### 1. การวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

จากการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการเลือกที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ที่ได้รับเลือกจากแบบสอบถามได้แก่ ปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ ปัจจัยด้านความเพียงพอของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต และปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่งวัตถุดิบและสินค้า และจากการวิเคราะห์พบว่าจังหวัดนครราชสีมา เป็นจังหวัดที่มีความเหมาะสมที่สุดเป็นอันดับที่ 1

ในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ทั้งหมด 12,955,219.61 ไร่ มีพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม 6,672,830.19 ไร่ มีความเหมาะสมน้อย 2,940,826.22 ไร่ มีความเหมาะสมปานกลาง 2,247,115.99 ไร่ มีความเหมาะสมมาก 835,160.70 ไร่ และมีความเหมาะสมมากที่สุด 259,286.51 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสามารถแบ่งออกเป็น 9 อำเภอ ดังนี้ อ.ด่านขุนทด 73,699.16 ไร่ อ.โชคชัย

69,130.86 ไร่ อ.ครบุรี 51,820.04 ไร่ อ.ปักธงชัย 33,691.05 ไร่ อ.เสิงสาง 14,318.91 ไร่ อ.หนองบุญมาก 6,619.89 ไร่ กิ่งอ.เทพารักษ์ 5,736.58 ไร่ อ.เมือง 3,517.58 ไร่ และอ.โนนไทย 752.43 ไร่ ตามลำดับ

## 2. การวิเคราะห์ศักยภาพทางที่ตั้งที่เหมาะสมถึงลักษณะการเชื่อมโยงของธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหลัง (Backward Linkage) และ ธุรกิจเชื่อมโยงไปข้างหน้า (Forward Linkage) ของอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์ศักยภาพทางพื้นที่ของพื้นที่ตัวอย่างที่ได้โดยวิธีการสุ่ม จากพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ได้บริเวณตัวอำเภอด่านขุนทด จากนั้นนำภาพจากดาวเทียมของโปรแกรม Point Asia มาช่วยในการศึกษาศักยภาพทางที่ตั้งพบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่จะตั้งโรงงานอยู่บริเวณต.หนองบัวตะเกียด อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา โดยต้องใช้เนื้อที่ตั้งโรงงานประมาณ 200 ไร่

ลักษณะการเชื่อมโยงของธุรกิจไปข้างหลัง มีดังต่อไปนี้ มันสำปะหลังในรัศมี 50 กิโลเมตร ถึง 2,635,892 ตัน/ปี โดยอ้างอิงจากข้อมูลภูมิสารสนเทศปี พ.ศ. 2547 ซึ่งสามารถผลิตได้ถึง 94,892,112 ลิตร/ปี โดยไม่ต้องแย่งวัตถุดิบจากอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกัน เช่น มันเส้น หรือแป้งมันสำปะหลัง จำนวนแรงงานที่ใช้ 200 คน แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้แก่ แม่น้ำห้วยใหญ่ มีน้ำไหลตลอดปีทำให้สามารถใช้ในการผลิตได้ตลอดปี เส้นทางที่ใช้ในการคมนาคมขนส่ง คือเส้นทางหลวงหมายเลข 201 สีคิ้ว-ชัยภูมิ เป็นเส้นทางสายหลักที่มีความสะดวกสบายในการขนส่ง มีสถาบันการเงินถึง 5 แห่งในตัวอำเภอสีคิ้วซึ่งห่างจากสถานที่ที่เหมาะสม ประมาณ 3 กิโลเมตร อยู่ห่างจากสถานีจ่ายไฟฟ้าประมาณ 2.5 กิโลเมตร

ลักษณะการเชื่อมโยงของธุรกิจไปข้างหน้า มีดังต่อไปนี้ ปริมาณกากมันสำปะหลังมีปริมาณประมาณ 24,424 ตัน/ปี (คำนวณจากกำลังการผลิต 150,000 ลิตร/วัน) สามารถส่งให้กับโรงงานอาหารสัตว์ในจังหวัดนครราชสีมาที่มีจำนวนถึง 31 โรงงาน อีกทั้งสามารถส่งเอทานอลที่ผลิตได้ 150,000 ลิตร/วัน ไปยังไปยังคลังน้ำมันในประเทศ หรือส่งออกเอทานอลขายไปยังต่างประเทศได้

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรจะมีการศึกษาทางด้านความเหมาะสมในเชิงเปรียบเทียบระหว่าง การนำมันสำปะหลังไปผลิตเป็นเอทานอล กับ การนำมันสำปะหลังมาผลิตเป็นแป้งมัน หรือ มันเม็ด เพื่อใช้ในประเทศและส่งออก ว่าสิ่งใดให้ผลตอบแทนที่มีมูลค่ามากกว่า และควรจะมีการวางแผนจัดสรรมันสำปะหลังที่ผลิตได้ในประเทศ ไปใช้ในอุตสาหกรรมทั้งหมดอย่างไรจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด

2. ควรจะมีการศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสม สำหรับตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ในบริเวณจังหวัดที่มีศักยภาพในการตั้งโรงงานรองลงมาจากจังหวัดนครราชสีมา เช่นจังหวัด กำแพงเพชร สระแก้ว และชัยภูมิ เป็นต้น

3. ควรมีการวิจัยด้านการนำเอทานอลไปใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ที่ผลิตเอทานอลเพื่อลดภาระการพึ่งพาน้ำมันในพื้นที่เช่น ศึกษาการนำเครื่องยนต์ E100 มาใช้ในรถขนส่งมวลชนภายในจังหวัด เป็นต้น

4. ควรมีการศึกษาหาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลโดยการใช้วัตถุดิบอื่นๆในการผลิต เช่น ข้าวโพด มันเทศ และข้าวฟ่าง เป็นต้น

## บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กรมธุรกิจพลังงาน. กระทรวงพลังงาน. **ข้อมูลอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล** [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.doeb.go.th>
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. **ข้อมูลอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล** [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.dede.go.th>
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. **พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535** [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.diw.go.th>
- กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. **การใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2549. เข้าถึงได้จาก <http://www.doa.go.th>
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. **ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มกราคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.gis.deqp.go.th>
- กระทรวงพาณิชย์. **ข้อมูลมูลค่าการนำเข้าและส่งออก ปี พ.ศ.2550** [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.moc.go.th>
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. “การศึกษาสถานภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก๊สโซฮอล์.” [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://thesis.tiac.or.th>
- โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่ม 5**. กรุงเทพฯ : โครงการสารานุกรมไทย, 2523.
- จรัญ แสงพุ่ม และคณะ. **ภูมิศาสตร์ประเทศไทย**. นครปฐม : คณะอักษรศาสตร์, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2534.
- ชนิด ไสรัตน์. **เมื่อประเทศไทยอยากเป็น Transport Logistics Hub**. กรุงเทพฯ : บริษัท วี-เชิร์ฟ, 2549.
- ธีรภัทร ศรีนรคุตร. “วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 18, 1 (มกราคม-มีนาคม 2546) : 65-70.
- นำวัลย์ กิจรักษ์กุล. **ภูมิอากาศของประเทศไทย**. นครปฐม : คณะอักษรศาสตร์, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549.
- บริษัท พอยท์ เอเชีย จำกัด (มหาชน). **โปรแกรม PointAsia** [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 15 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.pointasia.com>.

มณฑิรา ยุติธรรม. “การประเมินหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์จากฟาร์มสุกร และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลางและเล็กในจังหวัดนครปฐม.” วารสารเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. 1,1(ม.ค. – ธ.ค. 2545) : 67 - 74.

วิจิต พิมพ์สวัสดิ์. “การผลิตเอทานอลพลังงานทางเลือกและตัวแปรใหม่ของราคามันสำปะหลังไทย.” รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2545.  
วรรณิ พุทธาวุฒิกโร. ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์, 2546.

วิชัย ศรีคำ. ภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย. ข้อมูลสารสนเทศพื้นฐานจังหวัดนครราชสีมา [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.moi.go.th>

สมชาติ อุ่อ้น. เอกสารประกอบการสอนวิชาภูมิศาสตร์เศรษฐกิจประเทศไทย. มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

สุชนันท์ เชี่ยวชาญ. “การวิเคราะห์เชิงภูมิศาสตร์ของอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลังในเขตอำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2538.

สุพรรณ กาญจนสุธรรม. เอกสารประกอบการสอนวิชาสารสนเทศเพื่อการจัดการการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2548.

สุเพชร จิระจกรกุล. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชัน 9.1. นนทบุรี : บริษัท เอส.อาร์. พรีนติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด, 2549.

สุภาพ บุญไชย. ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2548.

สุรพงษ์ เจริญรัต. “เอทานอลจากมันสำปะหลัง.” กสิกร. 76, 4 (ก.ค. – ส.ค. 2546) : 17 - 26.

สุวิทย์ เตีย. “การประเมินความเป็นไปได้ของการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย.” [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://thesis.tiac.or.th>

สำนักงานคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ. ข้อมูลผลการดำเนินงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง (15 สิงหาคม 2545). [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.ocsb.go.th/ethanol>

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.oae.go.th>

อาคม หมู่เค็ม. “โครงการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขา  
เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2547.

ภาษาต่างประเทศ

Cheng Zhang. “Life cycle economic analysis of fuel ethanol derived from cassava in southwest  
China,” **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 7 (2003) : 353-366.

Minnesota Implan Group. **IMPLAN Vocabulary**. [Online]. Accessed 15/3/2551. Available from  
<http://www.implan.com>

ภาคผนวก

ตัวอย่างแบบสอบถาม  
แบบสอบถามการเลือกที่ตั้ง  
โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย

บริษัท/โรงงาน..... เลขที่.....  
 หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....  
 โทรศัพท์.....โทรสาร.....E-mail .....

ผู้ติดต่อประสานงาน.....ตำแหน่ง.....

**1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของโรงงานผลิตเอทานอลของผู้ตอบแบบสอบถาม**

1.1	วันและเวลาทำงาน	วัน/ปี	ชั่วโมง/วัน
1.2	กำลังการผลิตติดตั้ง	ลิตร/วัน	
1.3	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	<input type="checkbox"/> กากน้ำตาล <input type="checkbox"/> มันสำปะหลัง <input type="checkbox"/> กากน้ำตาลและมันสำปะหลัง	
1.4	แหล่งวัตถุดิบที่มาของวัตถุดิบ	(อำเภอหรือจังหวัด)	
1.5	แรงงานในกระบวนการผลิต	คน	
1.6	ขนาดพื้นที่โรงงาน	ไร่	
1.7	แหล่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต	<input type="checkbox"/> น้ำประปา <input type="checkbox"/> น้ำผิวดิน (นำมาทำเป็นน้ำประปาเอง) <input type="checkbox"/> น้ำบาดาล (นำมาทำเป็นน้ำประปาเอง)	
1.8	พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต	<input type="checkbox"/> ไฟฟ้า จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค <input type="checkbox"/> ไฟฟ้า จากการผลิตไฟฟ้าเอง <input type="checkbox"/> น้ำมันเตา <input type="checkbox"/> อื่นๆ (โปรดระบุ)	

2. โปรดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง โดยใส่  
 เครื่องหมาย X หน้าปัจจัยนั้นๆ (สามารถกากบาทได้หลายปัจจัย) และ เรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยที่  
 มีผลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง จาก มากไปหาน้อย จำนวน 3 อันดับ  
 โดยอันดับที่1 สำคัญที่สุด และอันดับที่2 สำคัญรองลงไป อันดับที่3 สำคัญน้อยที่สุด

ปัจจัยที่มีผลต่อที่ตั้ง (ใส่เครื่องหมายX)	ปัจจัยที่สำคัญ (ใส่ลำดับ)	
		ปัจจัยด้านความเพียงพอของวัตถุดิบ
		ปัจจัยด้านแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิต
		ปัจจัยด้านแรงงาน
		ปัจจัยด้านแหล่งพลังไฟฟ้า
		ปัจจัยด้านความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง
		ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐาน (สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ)
		ปัจจัยด้านตลาด (ความจำเป็นในการตั้งใกล้โรงกลั่นน้ำมัน)
		ปัจจัยด้านการเข้าถึงแหล่งเงินทุน
		อื่นๆ (โปรดระบุ)

**3.ปัจจัยทางการคมนาคมขนส่งและแหล่งน้ำที่มีผลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง**

โปรดใส่เครื่องหมาย X หน้าประเภทของถนน และแหล่งน้ำ ที่โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลังควรจะไปตั้ง

3.1 ประเภทของสภาพพื้นผิวถนนที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงาน	
ช่องใส่เครื่องหมาย	พื้นผิวถนน
	ทุกประเภท
	เฉพาะพื้นแข็งเพียงอย่างเดียว

3.2 ประเภทของจำนวนเลน ถนนที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงาน	
ช่องใส่เครื่องหมาย	จำนวนเลนถนน
	ทุกประเภท
	2เลนขึ้นไป
	4เลนขึ้นไป

3.3 ประเภทของแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตที่มีความเหมาะสมในการตั้งโรงงาน	
ช่องใส่เครื่องหมาย	ประเภทแหล่งน้ำ
	มีน้ำใช้ในอุตสาหกรรมได้ตลอดทั้งปี
	มีน้ำใช้ในอุตสาหกรรมตั้งแต่ได้ 8 เดือนขึ้นไป
	มีน้ำใช้ในอุตสาหกรรมตั้งแต่ได้ 6 เดือนขึ้นไป

4. โปรดใส่เครื่องหมาย X หน้าแบบสอบถามที่ให้ความสำคัญของปัจจัยรองทางด้านการคมนาคมขนส่ง ที่มีผลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้อย่างถูกต้อง โดยที่กำหนดให้ถนนสายหลักหมายถึงถนนที่ได้รับเลือกตามข้อ 3

	ความสำคัญ	ข้อความ
..... แบบที่ 1	ดีมาก	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก ไม่เกิน 250 เมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 250 เมตร จนถึง 500 เมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 500 กิโลเมตร จนถึง 750 เมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 750 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 1 กิโลเมตรขึ้นไป

..... แบบที่ 2	ดีมาก	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก ไม่เกิน 500 เมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 500 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 2 กิโลเมตรขึ้นไป

..... แบบที่ 3	ดีมาก	โรงงานอยู่ห่างจากถนนสายหลัก ไม่เกิน 750 เมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 750 เมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2.25 กิโลเมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 2.25 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 3 กิโลเมตรขึ้นไป

..... แบบที่ 4	ดีมาก	โรงงานอยู่ห่างจากถนนสายหลัก ไม่เกิน 1 กิโลเมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 2 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 4 กิโลเมตร จนถึง 5 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากถนนสายหลัก มากกว่า 5 กิโลเมตรขึ้นไป

**5. ปัจจัยรองทางด้านความสะดวกในการเข้าถึงแหล่งน้ำที่มีผลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง**

โปรดใส่เครื่องหมาย X หน้าแบบสอบถามที่ให้ความสำคัญของปัจจัยด้านความสะดวกในการเข้าถึงแหล่งน้ำ ที่มีผลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังได้อย่างถูกต้อง โดยที่กำหนดให้แม่น้ำหมายถึงแม่น้ำที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้อย่างเพียงตามข้อ 3

	ความสำคัญ	ข้อความ
..... แบบที่ 1	ดีมาก	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ ไม่เกิน 250 เมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 250 เมตร จนถึง 500 เมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 500 กิโลเมตร จนถึง 750 เมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 750 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตรขึ้นไป

..... แบบที่ 2	ดีมาก	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ ไม่เกิน 500 เมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 500 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตรขึ้นไป

..... แบบที่ 3	ดีมาก	โรงงานอยู่ห่างจากถนนแม่น้ำ ไม่เกิน 750 เมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 750 เมตร จนถึง 1.5 กิโลเมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำมากกว่า 1.5 กิโลเมตร จนถึง 2.25 กิโลเมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 2.25 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 3 กิโลเมตรขึ้นไป

..... แบบที่ 4	ดีมาก	โรงงานอยู่ห่างจากแม่น้ำ ไม่เกิน 1 กิโลเมตร
	ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 1 กิโลเมตร จนถึง 2 กิโลเมตร
	ปานกลาง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 2 กิโลเมตร จนถึง 3 กิโลเมตร
	ไม่ดี	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 4 กิโลเมตร จนถึง 5 กิโลเมตร
	ไม่ดีย่างยิ่ง	โรงงานตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ มากกว่า 5 กิโลเมตรขึ้นไป

6. ปัจจัยทางด้านปริมาณวัตถุดิบที่มีผลต่อที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง  
โปรดใส่เครื่องหมาย X ระยะเวลาที่ท่านคาดว่าเกษตรกรสามารถนำมันสำปะหลังมาส่งโรงงานได้  
และปริมาณมันสำปะหลังที่ท่านคาดว่าจะต้องมีบริการในบริเวณที่โรงงานของท่านตั้งอยู่

ช่องใส่เครื่องหมาย	ปริมาณมันสำปะหลัง
	มีปริมาณมันสำปะหลังมากกว่าที่ความต้องการใช้ต่อปี
	มีปริมาณมันสำปะหลังมากกว่า 150% ที่ต้องการใช้ต่อปี
	มีปริมาณมันสำปะหลังมากกว่า 200% ที่ต้องการใช้ต่อปี
	มีปริมาณมันสำปะหลังมากกว่า 250% ที่ต้องการใช้ต่อปี
	มีปริมาณมันสำปะหลังมากกว่า 300% ที่ต้องการใช้ต่อปี

ช่องใส่เครื่องหมาย	ระยะทางที่เกษตรกรสามารถมาส่งวัตถุดิบ
	ระยะทาง 25 กิโลเมตร
	ระยะทาง 50 กิโลเมตร
	ระยะทาง 75 กิโลเมตร
	ระยะทาง 100 กิโลเมตร

ผู้ประกอบการที่ได้รับอนุญาตก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง(25 ม.ค. 51)

ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังการผลิต (ลิตร/วัน)	เบอร์โทร
1. บริษัท พรวิไล อินเทอร์เน็ตเซ็นแนล กรุ๊ป เทรคคิง จำกัด	อยุธยา	กากน้ำตาล	25,000	0-2424-0518-9
2. บมจ. ไทยแอลกอฮอล์	นครปฐม	กากน้ำตาล	200,000	0-2223-3125
3. บริษัท ไทยอะโกรเอนเนอร์จี จำกัด (มหาชน) <sup>a)</sup>	สุพรรณบุรี	กากน้ำตาล	150,000	0-2627-3890-4
4. บริษัท ไทยวิ้น เอทานอล จำกัด (มหาชน) <sup>b)</sup>	ขอนแก่น	มันสำปะหลัง	130,000	0-2624-9036-38
5. บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด <sup>c)</sup>	ขอนแก่น	อ้อย/กากน้ำตาล	150,000	0-2642-6191-9
6. บริษัท เพโตรกรีน จำกัด <sup>b)</sup>	ชัยภูมิ	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	0-2656-8488
7. บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด <sup>c)</sup>	กาญจนบุรี	อ้อย/กากน้ำตาล	100,000	0-2225-9091
8. บริษัท ไออีซีบีซินสฟาร์ทเนอร์ส จำกัด <sup>d)</sup>	ระยอง	มันสำปะหลัง	150,000	0-2729 9500
9. บริษัท พีฯวิญทิพย์ จำกัด <sup>c)</sup>	ปราจีนบุรี	มันสำปะหลัง	60,000	0-2393-1872
10. บริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด <sup>c)</sup>	นครสวรรค์	กากน้ำตาล	200,000	0-2692 0869-73
11. บริษัท เลไอเอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	อ้อย/กากน้ำตาล	100,000	0-4420-0444
12. บริษัท ราชบุรีเอทานอล จำกัด	ราชบุรี	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	0-2237-9999
13. บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด <sup>e)</sup>	สระบุรี	อ้อย/กากน้ำตาล	120,000	0-2282-2022
14. บริษัท เพโตรกรีน จำกัด <sup>b)</sup>	กาฬสินธุ์	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	0-2656-8488
15. บริษัท บุญเอก จำกัด	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	1,050,000	0-2554 9000
16. บริษัท ปิกนิก เอทานอล จำกัด <sup>c)</sup>	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	250,000	0-2721-3600
17. บริษัท เอรಾವันเอทานอล จำกัด <sup>d)</sup>	หนองบัวลำภู	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	0-4235-9627-31
18. บริษัท อี เอส เพาเวอร์ จำกัด	สระแก้ว	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	0-2234-9298-9
19. บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด <sup>b)</sup>	เพชรบูรณ์	อ้อย/กากน้ำตาล	120,000	0-2282-2022
20. บริษัท เอสดีเอทานอล จำกัด <sup>c)</sup>	อุดรธานี	มันสำปะหลัง	200,000	0-4224-2666
21. บริษัท สยามเอทานอล ชัยภูมิ จำกัด <sup>m)</sup>	ชัยภูมิ	มันสำปะหลัง	100,000	0-2424-0518-9
22. บริษัท บุรีรัมย์เอทานอล จำกัด	บุรีรัมย์	มันฯ/กากน้ำตาล	200,000	0-2216-5820-2
23. บริษัท เอ็นวายเอทานอล จำกัด <sup>c)</sup>	นครราชสีมา	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	0-2260-4951-9
24. บริษัท อุดสาหกรรมอ่างเวียน จำกัด <sup>c)</sup>	นครราชสีมา	อ้อย/กากน้ำตาล	160,000	0-2210-0853-72
25. บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด <sup>c)</sup>	กำแพงเพชร	อ้อย/มันสำปะหลัง	200,000	0-2225-9091
26. บริษัท กิมฟอง จำกัด	ระยอง	มันสำปะหลัง	330,000	0-2259 2402
27. บริษัท สยามเอทานอลเอ็กซ์พอร์ต จำกัด	ระยอง	มันสำปะหลัง	100,000	0-2424-0518-9
28. บริษัท สยามอินเตอร์โปรดักส์ จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	150,000	02-295 2352-5

ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังการผลิต (ลิตร/วัน)	เบอร์โทร
29. บริษัท ทรัพย์ทิพย์ จำกัด	ลพบุรี	มันสำปะหลัง	200,000	02-236 0514-5
30. บมจ. พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์	ชลบุรี	มันสำปะหลัง	150,000	0-2743 8620-2
31. บริษัท ซี.ไอแกนนิก คาร์บอน จำกัด	นครราชสีมา	กากมันสำปะหลัง	100,000	02-424 4220
32. บริษัท ที ที เค เอทานอล จำกัด <sup>๑)</sup>	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	1,020,000	02-6791721
33. บริษัท เซ็นทรัลเอ็นเนอร์ยี จำกัด	กำแพงเพชร	มันสำปะหลัง	340,000	02-679 1800-8
34. บริษัท อิมเพรสเทคโนโลยี จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	200,000	02-6171023
35. บริษัท อุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน จำกัด	กาฬสินธุ์	กากน้ำตาล/มันฯ	120,000	02-240 2909
36. บริษัท ไทคิง เอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	300,000	02-624 9036-40
37. บริษัท สวนอุตสาหกรรมพลังงาน จำกัด	อุทัยธานี	มันสำปะหลัง	200,000	02-619 6215
38. บริษัท เฟรนด์ พอร์ แลนด์ จำกัด	อุบลราชธานี	มันสำปะหลัง	700,000	02-554 9302
39. บริษัท พาวเวอร์ เอ็นเนอร์ยี จำกัด	อุบลราชธานี	มันสำปะหลัง	400,000	02-5549902
40. บริษัท ไซอิก เอ็นจิเนียริง จำกัด <sup>๑)</sup>	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	400,000	02-642 9036
41. บริษัท อีบีที เอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	200,000	037-243 193-6
42. บริษัท ดับเบิลเอ เอทานอล จำกัด <sup>๑)</sup>	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	500,000	02-679-5900
43. บริษัท สระแก้วไบโอเอทานอล จำกัด	สระแก้ว	มันสำปะหลัง	500,000	02-3993524-8
44. บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด <sup>๑)</sup>	กาฬสินธุ์	กากน้ำตาล น้ำอ้อยและ มันสำปะหลัง	150,000	02-642 6230-9
45. บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด <sup>๑)</sup>	ชลบุรี	กากน้ำตาล น้ำอ้อยและ มันสำปะหลัง	100,000	02-642 6230-9
<b>รวม</b>			<b>10,875,000</b>	

### 1. โรงงานที่ดำเนินการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว

ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังการผลิต ติดตั้ง	กำลังผลิต จริงเฉลี่ย*
1. บริษัท พรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุ๊ป เทรคคิง จำกัด	อยุธยา	กากน้ำตาล	25,000	-
2. บมจ. ไทยแอลกอฮอล์	นครปฐม	กากน้ำตาล	200,000	205,245
3. บริษัท ไทยอะโกรเอนเนอร์จี จำกัด (มหาชน)	สุพรรณบุรี	กากน้ำตาล	150,000	106,670
4. บริษัท ไทยวงัน เอทานอล จำกัด (มหาชน)	ขอนแก่น	มันสำปะหลัง	130,000	13,335
5. บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด	ขอนแก่น	อ้อย/กากน้ำตาล	150,000	148,175
6. บริษัท เพโทรกรีน จำกัด	ชัยภูมิ	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	190,460
7. บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด	กาญจนบุรี	อ้อย/กากน้ำตาล	100,000	0
8. บริษัท เคไอเอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	อ้อย/กากน้ำตาล	100,000	79,220
9. บริษัท เพโทรกรีน จำกัด	กาฬสินธุ์	อ้อย/กากน้ำตาล	200,000	-
<b>รวมกลุ่ม 1</b>			<b>1,255,000</b>	<b>743,105</b>

### 2. โรงงานที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง (Update: 21 ม.ค. 51)

ผู้ประกอบการ	จังหวัด	วัตถุดิบ	กำลังการผลิต ติดตั้ง(ลิตร/วัน)	คาดว่า เริ่มผลิต
1. บริษัท ออซีบิซิเนสพาร์ทเนอร์ส จำกัด	ระยอง	มันสำปะหลัง	150,000	ไม่ชัดเจน
2. บริษัท ฟิวเจอร์ทิว จำกัด	ปราจีนบุรี	มันสำปะหลัง	60,000	ไม่ชัดเจน
3. บริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด	นครสวรรค์	กากน้ำตาล	200,000	Q1-51
4. บริษัท ราชบุรีเอทานอล จำกัด	ราชบุรี	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	ม.ค.-51
5. บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด	สระบุรี	อ้อย/กากน้ำตาล	120,000	ม.ค.-51
6. บริษัท อี เอส เพาเวอร์ จำกัด	สระแก้ว	มันฯ/กากน้ำตาล	150,000	ก.พ.-51
7. บริษัท สี่มาอินเตอร์โปรดักส์ จำกัด	ฉะเชิงเทรา	มันสำปะหลัง	150,000	Q2-51
8. บริษัท ทรัพย์ทิพย์ จำกัด	ลพบุรี	มันสำปะหลัง	200,000	Q1-51
9. บมจ. พี.เอส.ซี. สตาร์ช โปรดักส์	ชลบุรี	มันสำปะหลัง	150,000	Q1-51
10. บริษัท ที พี เค เอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	มันสำปะหลัง	340,000	ต้นปี 51
<b>รวมกลุ่ม 2</b>			<b>1,670,000</b>	

### ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล      นายศิลป์ชัย รัตนธรรมวัฒน์  
ที่อยู่            348/1 หมู่7 ต.กฤษบุรี อ.กฤษบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77150

#### ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2544      สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาปิโตรเคมีและ  
วัสดุพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- พ.ศ. 2547      ศึกษาต่อระดับปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์  
อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร