



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ

ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน :

การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

โดย ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ และคณะ

สิงหาคม 2548

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ

ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน :

การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

คณะผู้วิจัย

ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์	ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์
เมธี เอกะสิงห์	ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์
วรวิรุภรณ์ วีระจิตต์	ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร
วัฒนา พัฒนถาวร	นักศึกษาปริญญาโท สาขาเกษตรศาสตร์เชิงระบบ
สมจินต์ วานิชเสถียร	นักศึกษาปริญญาโท สาขาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สารบัญ

	หน้า
1. คำนำ	1
2. บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	2
การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่และการประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิอากาศเพื่อการจัดการทรัพยากรทางเกษตร	
1. คำนำ	4
2. การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศ	4
2.1 ฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบต่อเนื่อง	6
2.2 ฐานข้อมูลเขตภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน	6
2.3 การจัดทำข้อมูลภูมิอากาศประจำเขต	9
3. การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่	16
3.1 การประมาณค่าข้อมูลช่วงฤดูปลูก	16
3.2 การประเมินศักยภาพการผลิตพืชเชิงพื้นที่ของระบบพืชที่สำคัญ	22
4. เอกสารอ้างอิง	31
การพัฒนาฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลระยะไกลและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	
1. คำนำ	34
2. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยข้อมูลภาพดาวเทียม	34
2.1 การเตรียมข้อมูลภาพดาวเทียม	34
2.2 การนำเข้าและการจัดการข้อมูล	37
2.3 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง (Image Rectification)	37
2.4 การปรับปรุงภาพและการคัดเลือกช่วงคลื่น	38
2.5 การประเมินความถูกต้องของการจำแนก	41
3. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2543 ด้วยข้อมูลภาพดาวเทียมหลายช่วงเวลา	41
3.1 การจำแนกพืชเกษตรในพื้นที่ชลประทาน	42
3.2 การจำแนกระบบพืชล้มลุกตามหลังข้าว	50
3.3 การจำแนกพื้นที่ปลูกไม้ผล	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การประเมินค่าความถูกต้องของผลการจำแนกปี พ.ศ. 2543	62
3.5 การแปลงเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	64
4. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2531 จากข้อมูลระยะไกล	66
4.1 กระบวนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2531	66
4.2 การประเมินค่าความถูกต้องของผลการจำแนกปี พ.ศ. 2531	70
4.3 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2531	70
5. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2531 – 2543	73
5.1 แผนที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่าง ปี พ.ศ. 2531 – 2543	77
5.2 ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	79
5.3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามเขตนิเวศวิทยาของพื้นที่	84
5.4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทาน ขนาดใหญ่	100
6. การใช้ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับระบบกลาง	114
7. เอกสารอ้างอิง	115
การพัฒนาการจำแนกหน่วยการจัดการที่ดินเพื่อการผลิตพืช	
1. คำนำ	118
2. แนวทางการศึกษา	119
2.1 ดัชนีความเหมาะสมของที่ดิน (LSI)	119
2.2 ดัชนีความเสื่อมโทรมของที่ดิน (LDI)	119
5.2.3 หน่วยการจัดการที่ดินเชิงพื้นที่ (LMU)	120
3. ผลการดำเนินการ	121
3.1 ฐานข้อมูลดัชนีความเหมาะสมของที่ดินเชิงพื้นที่	121
3.2 ฐานข้อมูลดัชนีความเสื่อมโทรมของที่ดินเชิงพื้นที่	122
3.3 ฐานข้อมูลหน่วยการจัดการที่ดินเชิงพื้นที่	122
4. สรุป	126
5. เอกสารอ้างอิง	127

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
1-1	ค่าสถิติของการจัดกลุ่มของ ช่วงการเพาะปลูกพืชเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม	12
1-2	ค่าสถิติของการจัดกลุ่มของ ช่วงการเพาะปลูกพืชเดือนมกราคม – มิถุนายน	12
1-3	ตารางข้อมูลเขตภูมิอากาศ ในช่วงเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม	14
1-4	ตารางข้อมูลเขตภูมิอากาศ ในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน	15
1-5	เปรียบเทียบวันเริ่มฤดูปลูกระหว่างแนวทาง FAO และ Stern	19
1-6	เปรียบเทียบวันสิ้นสุดฤดูปลูกระหว่างแนวทาง FAO และ Stern	21
1-7	การเปรียบเทียบค่าศักยภาพผลผลิตและผลผลิตจริงของระบบพืชใน 3 จังหวัด	30
2-1	รายละเอียดข้อมูลภาพที่ใช้ในงานวิจัย	36
2-2	ค่าสถิติพื้นฐานของแต่ละช่วงคลื่นจากข้อมูลดาวเทียม ช่วงเวลาที่ 1 (Path 131 Row 46 - 48 บันทึก 24 ธันวาคม 2542)	39
2-3	ค่าสถิติพื้นฐานของพื้นที่ตัวอย่างในไม้ผลแต่ละชนิดจากข้อมูลบันทึกช่วงเวลาที่ 1	57
2-4	การกำหนดเงื่อนไขในการจำแนกไม้ผลแต่ละชนิด	58
2-5	ผลการประเมินความถูกต้องของวิธีการจำแนกข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2542 – 2543	63
2-6	Error Matrix ของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2543	63
2-7	พื้นที่ของแต่ละชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพ ปี พ.ศ. 2543	66
2-8	พื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2531	72
2-9	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหลังจากการการรวมกลุ่มและพื้นที่	80
2-10	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดปี พ.ศ. 2531 ในพื้นที่ลักษณะต่าง ๆ	88
2-11	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดปี พ.ศ. 2543 ในพื้นที่ลักษณะต่าง ๆ	89
2-12	การเปลี่ยนแปลงกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่ราบลุ่มระหว่างปี พ.ศ. 2531 – 2543	91
2-13	การเปลี่ยนแปลงกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่ดอนระหว่างปี พ.ศ. 2531 – 2543	94
2-14	การเปลี่ยนแปลงกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่สูงระหว่างปี พ.ศ. 2531 – 2543	98
2-15	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่ลาว	101
2-16	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่แฝก	103
2-17	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่แตง	105
2-18	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่จืด	107
2-19	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่กวง	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
2-20	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่ปิงเก่า	111
3-1	คุณลักษณะของดัชนีการจัดการที่ดินสำหรับลำไย	124
3-2	คุณลักษณะของดัชนีการจัดการที่ดินสำหรับข้าว	125
3-3	คุณลักษณะของดัชนีการจัดการที่ดินสำหรับข้าวโพด	125

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1-1 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย	5
1-2 ขั้นตอนการสร้างชั้นข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่โดยวิธี TPS	6
1-3 ข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบต่อเนื่องเดือนกันยายน จังหวัดเชียงใหม่ เชิงราย และลำพูน	7
1-4 แผนผังการวิเคราะห์ข้อมูลเขตภูมิอากาศ	8
1-5 Scattergram ของข้อมูลช่วงการเพาะปลูกพืชครั้งที่ 1 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม)	10
1-6 Scattergram ของข้อมูลช่วงการเพาะปลูกพืชครั้งที่ 2 และ 3 (เดือนมกราคม – มิถุนายน)	10
1-7 แผนที่เขตภูมิอากาศ	11
1-8 ขั้นตอนการสร้างชั้นข้อมูลวันเริ่ม และสิ้นสุดปลูกโดยวิธีการ FAO	17
1-9 ขั้นตอนการสร้างชั้นข้อมูลวันเริ่ม และสิ้นสุดปลูกโดยวิธีการ Stern	18
1-10 แสดงการกระจายตัวของวันเริ่มฤดูปลูกเชิงพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชิงราย และลำพูน	20
1-11 แสดงการกระจายตัวของวันสิ้นสุดปลูกเชิงพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชิงราย และลำพูน	20
1-12 แสดงการกระจายตัวของช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชิงราย และลำพูน	22
1-13 แนวทางการพัฒนาฐานข้อมูลผลผลิตภาพในระบบพืชที่สำคัญ	25
1-14 ตัวอย่างฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรในระบบพืชฤดูฝน และฤดูแล้ง	26
1-15 การกระจายตัวของค่าอุณหภูมิกลางวันตามชนิดของพืชในระบบพืชฤดูฝน และฤดูแล้ง	27
1-16 ข้อมูลการกระจายตัวของผลผลิตภาพมวลรวมของพืชในฤดูแล้งและฤดูฝน (กก./เฮกตาร์/วัน)	28
1-17 ข้อมูลการกระจายตัวของศักยภาพผลผลิตของพืชในฤดูแล้งและฤดูฝน (กก./เฮกตาร์/วัน)	29
2-1 ขั้นตอนหลักของการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
2-2 ข้อมูลภาพ Landsat-5 TM และ Landsat-7 ETM+ band 543/RGB บันทึกสามช่วงเวลาครอบคลุมพื้นที่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย และ จ.ลำพูน	36
2-3 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นแต่ละคู่กับการใช้ประโยชน์ที่ดินบางชนิด ของข้อมูลภาพ Landsat-7 TM+ Path 131 Row 46 - 48 บันทึก เมื่อ 5 มีนาคม 2543	40
2-4 ขั้นตอนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดจากข้อมูลระยะไกล หลายช่วงเวลา	42
2-5 ลำดับขั้นของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการจำแนก	43
2-6 ผลการจำแนกเบื้องต้นของข้อมูลภาพช่วงเวลาที่ 1 (24 ธันวาคม 2542)	44
2-7 ผลการจำแนกเบื้องต้นของข้อมูลภาพช่วงเวลาที่ 2 (25 มกราคม 2543)	45
2-8 ผลการจำแนกเบื้องต้นของข้อมูลภาพช่วงเวลาที่ 3 (5 มีนาคม 2543)	45
2-9 แสดงชั้นข้อมูล Hillshade ก่อน (ก) และหลัง (ข) การปรับค่าข้อมูล จากมากเป็นน้อย	46
2-10 แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 TM+ ช่วงเวลาที่ 3 ก่อน (ก) และหลัง (ข) การปรับค่า DN ด้วยค่าชั้นข้อมูล Hillshade	46
2-11 ขั้นตอนการแก้ไขการปะปนของเงาภูเขากับแหล่งน้ำโดยอาศัย DEM	47
2-12 กระบวนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกันของข้อมูลภาพทั้ง 3 ช่วงเวลา	48
2-13 ตัวอย่างพื้นที่ของผลที่ได้จากการจำแนก (ก) พื้นที่ระบบพืชตามหลังข้าว (ข) ข้าว-ทิ้งร้าง (ค) ข้าว-ถั่วเหลือง (ง) แหล่งน้ำ (จ) ข้าว-ข้าว และ (ฉ) ข้าว-หอมหัวใหญ่	49
2-14 ความแตกต่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บริเวณเดียวกันเมื่อบันทึก ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (ภาพสีผสม 5,4,3/R,G,B)	51
2-15 ขั้นตอนและวิธีการจำแนกระบบพืชตามหลังข้าวจากข้อมูลระยะไกล 3 ช่วงเวลา	53
2-16 ขั้นตอนและวิธีการจำแนกพื้นที่อื่น ๆ จากข้อมูลระยะไกล 3 ช่วงเวลา	55
2-17 ขั้นตอนหลักของการจำแนกพื้นที่ปลูกลำไยโดยวิธีการกำหนดหลักเกณฑ์	56
2-18 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกไม้ผลแต่ละชนิด	60
2-19 ขั้นตอนการปรับปรุงพื้นที่ปลูกไม้ผลโดยใช้ข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2546	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
2-20 ตัวอย่างผลของการจำแนกข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2543 ที่ผ่านการปรับความโค้งมนของเส้นรอบรูปและทำการตัดรูปหลายเหลี่ยมที่เล็กเกินความต้องการออก	64
2-21 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการจำแนกข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2543	65
2-22 ขั้นตอนของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลปี พ.ศ. 2531	69
2-23 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการจำแนกข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2531	71
2-24 ตัวอย่างพื้นที่ที่มีการขยายขอบเขตพื้นที่อุตสาหกรรมสู่พื้นที่เกษตร	74
2-25 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากนาข้าวเป็นพื้นที่ปลูกลำไยในแอ่ง เชียงใหม่-ลำพูน	74
2-26 การสร้างเขื่อนแม่กวงในพื้นที่อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่	75
2-27 การเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำของแม่น้ำกก ในเขต อ.แม่สาย จ.เชียงใหม่	75
2-28 การก่อสร้างสนามบินนานาชาติ จ.เชียงราย บนพื้นที่นาข้าว	76
2-29 ขั้นตอนการสร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2531 – 2543	77
2-30 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเมื่อทำการรวมกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นกลุ่มใหญ่	78
2-31 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ระหว่างปี พ.ศ. 2531 - 2543 ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	80
2-32 การเปลี่ยนแปลงของชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการยุบรวมประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มใหญ่	83
2-33 ขั้นตอนการแบ่งลักษณะของพื้นที่ออกเป็น 3 ลักษณะโดยใช้ DEM และ Slope	86
2-34 ขอบเขตพื้นที่ราบลุ่ม ที่ดอน และที่สูง จากการแบ่งโดยใช้ DEM และ Slope	87
2-35 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่ลาว	102
2-36 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่แฝก	104
2-37 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่แตง	106
2-38 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่จัน	108
2-39 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่กวง	110
2-40 แผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้โครงการชลประทานแม่แฝก	112
3-1 แผนภูมิการพัฒนานาหน่วยการจัดการที่ดิน	119

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
3-2	แผนที่แสดงความเหมาะสมของที่ดินสำหรับลำไย ข้าว และข้าวโพด ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน	121
3-3	แผนที่แสดงสภาพความเสื่อมโทรมของที่ดิน	122
3-4	แผนที่แสดงดัชนีการจัดการที่ดินสำหรับลำไย ข้าว ข้าวโพด และกระเทียม ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน	123
3-5	ฐานข้อมูลหน่วยจัดการที่ดินเชื่อมโยงกับระบบสนับสนุน ฯ	126

**ระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการเกษตรและ
การบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน :
การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน**

คำนำ

ข้อจำกัดในการพัฒนาระบบการผลิตทางการเกษตรในแต่ละพื้นที่ ส่วนหนึ่งถูกกำหนดโดยความสามารถในการให้ผลผลิตของที่ดิน ซึ่งรวมเอาปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ทรัพยากรดิน และการจัดเรียงตัวของสภาพภูมิประเทศ (ภูมิทัศน์) ตลอดจนการจัดการและการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นตัวกำหนด การจัดกลุ่มพื้นที่ตามปัจจัยเหล่านี้ให้เป็นลักษณะภูมินิเวศน์ต่าง ๆ และแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบแผนที่ โดยอาศัยการจำแนกระบบนิเวศเกษตรตามสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการผลิตของเกษตรกรในด้านการทำนายศักยภาพระบบการผลิตพืชต่าง ๆ ตลอดจนทำให้สามารถเข้าใจกระบวนการผลิตของระบบเกษตรในแต่ละหน่วยย่อยของเขตนิเวศเกษตรต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งสามารถสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการผลิตที่จะช่วยหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และสามารถฟื้นฟูสมรรถภาพทรัพยากรธรรมชาติเพื่อสนับสนุนระบบการผลิตอย่างยั่งยืนต่อไปได้

ข้อมูลพื้นฐานทางด้านการเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันได้มีการจัดทำเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เช่น ฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลเหล่านี้ได้รับการพัฒนาจากหน่วยงานส่วนกลาง ทำให้ผู้ใช้ระดับจังหวัดไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก ตลอดจนข้อมูลเชิงพื้นที่เฉพาะในระดับภูมิภาค หรือระดับจังหวัด ยังไม่ได้รับการวิเคราะห์ตามสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหาหรือศักยภาพของพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในการสนับสนุนการวางแผนการเกษตรและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับตำบล อำเภอ จังหวัด หรือตามลุ่มน้ำได้ ดังนั้นการพื้นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เฉพาะในระดับภูมิภาค จึงจำเป็นต่อการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผน โดยโครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางในการจำแนกระบบนิเวศเกษตร ตลอดจนถึงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ใช้ในการผลิตระบบพืชที่สำคัญในพื้นที่ศึกษา และพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เขตการผลิตทางการเกษตรในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการเกษตรและการบริการในการจัดการระดับต่าง ๆ ของประเทศไทย

ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการระยะที่ 1
ภาคเหนือตอนบน : การจำแนกระบบนิเวศเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการวิจัยนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านระบบนิเวศเกษตร และการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่ ตลอดจนถึงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ของชุดโครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน โดยมีแนวทางด้านการปรับปรุง ตรวจสอบ และพัฒนาการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนที่ประกอบด้วย จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน และเน้นถึงความเชื่อมโยงกับโครงการระบบกลาง และประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน เพื่อความต่อเนื่องของระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ (รสทก.) โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) การพัฒนาและประยุกต์ใช้ฐานข้อมูลภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และหน่วยจัดการที่ดินเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยในลักษณะบูรณาการ 2) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อระบบการผลิตพืช และ 3) การจำแนกหน่วยจัดการที่ดินการผลิตพืชเชิงพื้นที่ที่สำคัญในพื้นที่ศึกษา

ผลจากการพัฒนาฐานข้อมูลดังกล่าว ข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ที่ได้ ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มม) จำนวนวันที่ฝนตก (วัน) อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (°c) การคายระเหยน้ำอ้างอิง (มม) และ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในเชิงบูรณาการเพื่อการสร้างฐานข้อมูลอื่น เช่น การจัดทำเขตภูมิอากาศ การพัฒนาข้อมูลช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่โดยวิธีการของ Stern และข้อมูลศักยภาพผลผลิตพืชตามแนวทางของ FAO ของระบบการผลิตพืชในพื้นที่วิจัย ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพด และถั่วเหลืองในฤดูฝน ข้าวนาปรัง ถั่วเหลือง หอมแดง หอม กระเทียม ข้าวโพด มันฝรั่งในฤดูแล้ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับระบบการประเมินผลการวิเคราะห์ในโครงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบการประเมินการใช้ที่ดินเชิงกายภาพและเศรษฐกิจ ระบบการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ชลประทาน และการประเมินสภาพเสื่อมโทรมของที่ดิน ในโครงการระบบกลาง เป็นต้น

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่พัฒนาได้จากโครงการนี้ประกอบด้วย 1) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2543 2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2531 และ 3) ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เน้นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ และการเปลี่ยนแปลงที่ดินตามนิเวศวิทยาทางเกษตร ผลของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงอรรถอธิบายด้านเศรษฐกิจและสังคมที่ได้จากโครงการประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำชลประทาน นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการพัฒนาข้อมูลหน่วยจัดการที่ดินการผลิตพืชเชิงพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินที่ดินเชิงกายภาพ และข้อมูลการเสื่อมโทรมของที่ดินจากระบบกลาง

ผลจากการดำเนินการของโครงการนี้ และโครงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาการสร้างความรู้ที่ได้จากการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น การพัฒนาข้อมูลช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่ และข้อมูลศักยภาพผลผลิตพืชในระบบการผลิตพืช เป็นต้น ควบคู่กับการบูรณาการองค์ความรู้เพื่อประยุกต์กับการใช้งานจริงในพื้นที่โดยเฉพาะระบบ รสทก.

**การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่และการประยุกต์ใช้
ข้อมูลภูมิอากาศเพื่อการจัดการทรัพยากรทางเกษตร**

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่และการประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิอากาศ เพื่อการจัดการทรัพยากรทางเกษตร

1. คำนำ

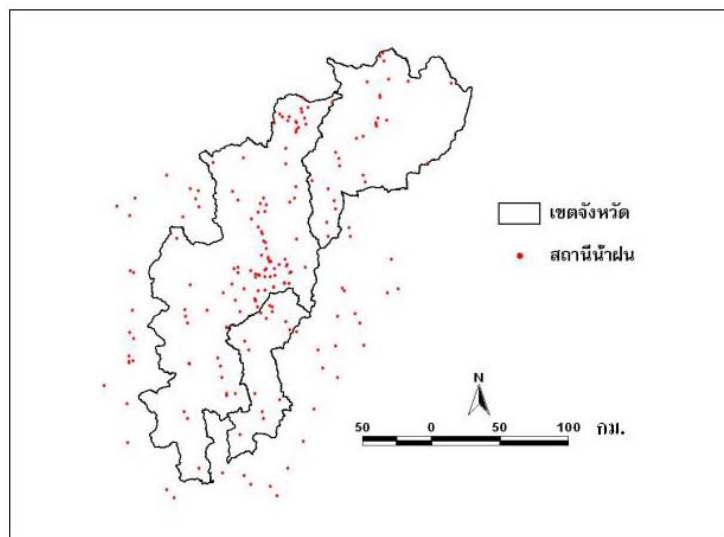
ข้อจำกัดในการพัฒนาระบบการผลิตทางเกษตรในแต่ละพื้นที่ ส่วนหนึ่งถูกกำหนดโดยความสามารถในการให้ผลผลิตของที่ดิน ซึ่งรวมเอาปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ทรัพยากรดิน และการจัดเรียงตัวของสภาพภูมิประเทศ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นตัวกำหนด การจัดกลุ่มพื้นที่ตามปัจจัยเหล่านี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนกระบบนิเวศเกษตรตามสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพ จึงเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการพัฒนาระบบการผลิตและจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อมูลพื้นฐานทางด้านการเกษตร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชปัจจุบันได้มีการจัดเก็บ และทำเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) โดยหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐ เช่น ฐานข้อมูลกลุ่มชุดดิน การจัดเรียงตัวของสภาพภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทย และโครงสร้างด้านสาธารณูปโภค (เมธี และคณะ, 2543) อนึ่งข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศได้มีการพัฒนาและจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ และพิษณุโลก ทั้งนี้เพื่อใช้ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว (เมธี และคณะ, 2542) อย่างไรก็ตามข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ช่วยกำหนดชนิดและระยะเวลาในการปลูกพืชของระบบการผลิตพืชหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะข้อมูลช่วงฤดูการปลูกพืช ยังขาดการพัฒนาและจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนั้นโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด รังสีแสงอาทิตย์ เป็นต้น) ให้ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และเชียงราย ศึกษาและเปรียบเทียบการประเมินช่วงฤดูการปลูกพืช จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวัน ที่รวบรวมจากสถานีวัดอากาศ ในภาคเหนือตอนบน โดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาและจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการจำแนกเขตนิเวศเกษตร

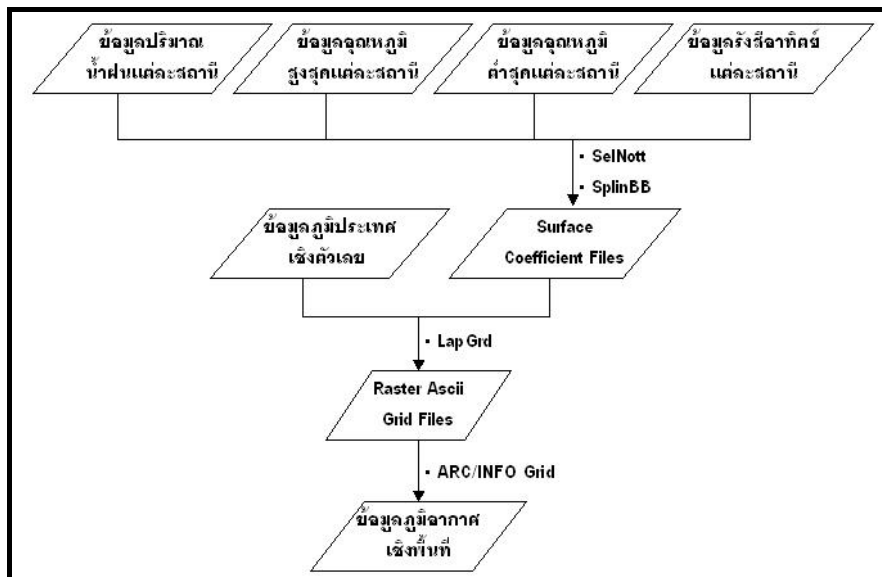
2. การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศ

จากการศึกษาการประมาณค่าข้อมูลภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ และพิษณุโลก โดยวิธีการ Thiessen (Lal and Al-Mushidani, 1978; Creutin and Obled, 1982), วิธีถ่วงน้ำหนักผกผันตามระยะทาง (IDW) (Bonham-Carter, 1994), วิธีถ่วงน้ำหนักแบบ Kriging และวิธี Thin Plate Spline (TPS) (Hutchinson and Gessler, 1994) โดย เมธี และคณะ (2543) พบว่า วิธี TPS ซึ่งสามารถนำข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศมาช่วยในการประมาณค่าข้อมูล

ภูมิอากาศนั้น ให้ค่าความถูกต้องโดยเฉลี่ยดีกว่าวิธี Thiessen, IDW และ Kriging และสามารถจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลกริด ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นในระบบภูมิสารสนเทศได้สะดวก นอกจากนั้นยังให้รายละเอียดการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของน้ำฝนได้ดี โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ซึ่งมีภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง ดังนั้นการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่โครงการนี้จึงอาศัยวิธี TPS เป็นแนวทางในการประมาณค่าภูมิอากาศเชิงพื้นที่ โดยเตรียมข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนของสถานีตรวจอากาศที่รวบรวมได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และมูลนิธิโครงการหลวง โดยสถานีทั้งหมดจะครอบคลุมจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แม่ฮ่องสอน และตาก รวมทั้งสิ้น 201 สถานี (รูปที่ 1-1) พร้อมข้อมูลความสูงเหนือระดับน้ำทะเลในแต่ละสถานี มาประมาณค่า Surface coefficient เพื่อนำไปสร้างชั้นข้อมูลภูมิอากาศแบบต่อเนื่อง (ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์) โดยอาศัยชั้นข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ประกอบการประมาณด้วย โปรแกรม ANUSPLIN version 3.2 (Hutchinson, 1997) และ ARC/INFO GRID (ESRI, 1994) ดังรูปที่ 1-2 ผลจากการสร้างชั้นข้อมูลภูมิอากาศแบบต่อเนื่อง ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการข้อมูลเขตภูมิอากาศ การประเมินช่วงฤดูปลูก การประเมินศักยภาพผลผลิตพืชแบบต่อเนื่องเชิงพื้นที่ และเก็บเป็นฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน



รูปที่ 1-1. ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย



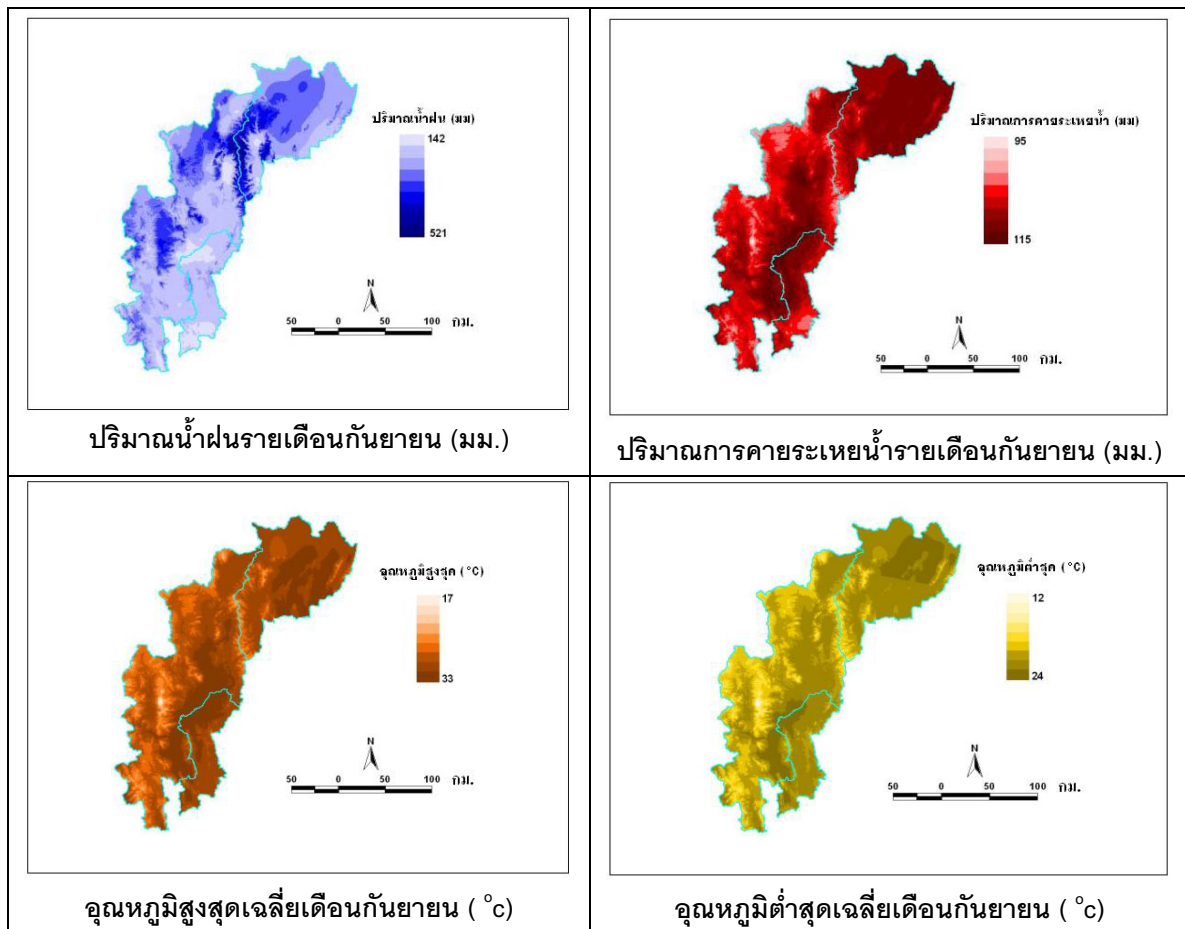
รูปที่ 1-2 ขั้นตอนการสร้างชั้นข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่โดยวิธี TPS

2.1 ฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบต่อเนื่อง

การประมาณข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่โดยวิธี TPS สามารถดำเนินการได้โดยใช้โปรแกรม ANUSPLIN version 3.2 และ ARC/INFO Grid ให้ผลลัพธ์ที่แสดงเป็นแผนที่ภูมิอากาศที่มีความต่อเนื่องในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน โดยทำการจัดเก็บข้อมูลในพื้นที่วิจัยเป็นข้อมูลรายเดือน ซึ่งประกอบด้วยชั้นข้อมูลภูมิอากาศที่ประมาณได้ 4 ชั้นข้อมูล คือ ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และปริมาณการคายระเหยน้ำ (รูปที่ 1-3) โดยฐานข้อมูลภูมิอากาศดังกล่าวถูกพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลที่เป็น Geodatabase

2.2 ฐานข้อมูลเขตภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน

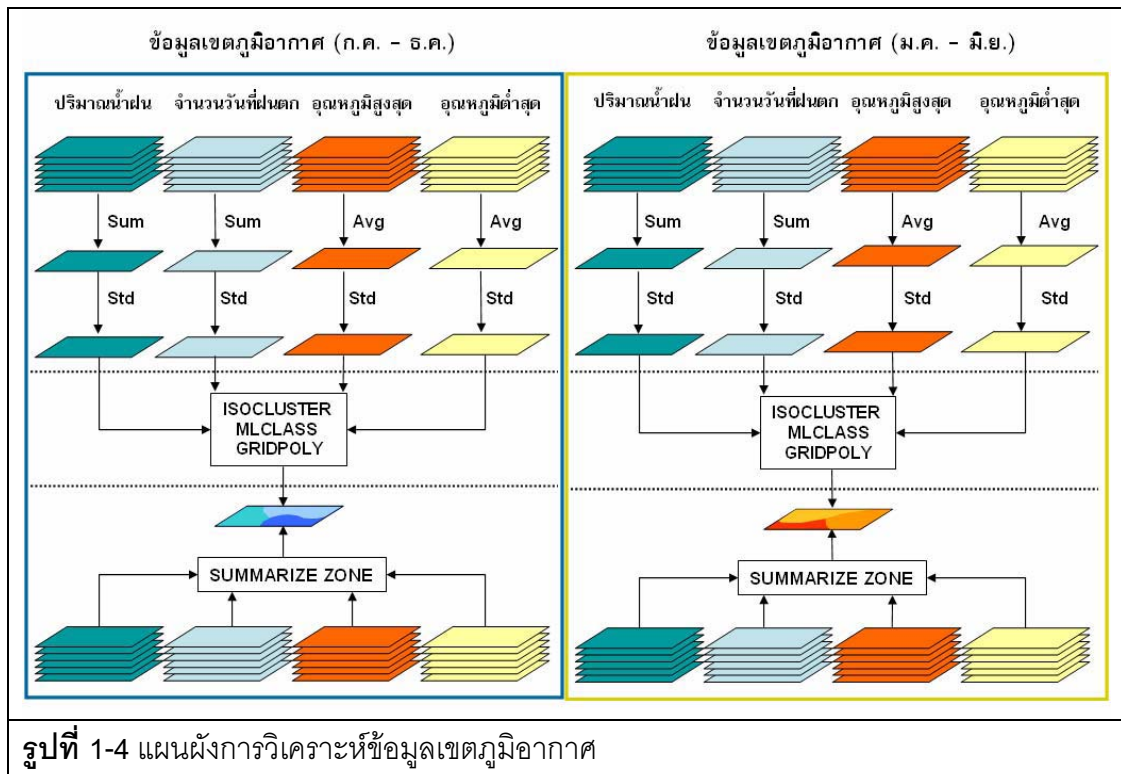
ข้อมูลเขตภูมิอากาศ (Climate zone) เป็นข้อมูลหนึ่งที่สำคัญต่อการวางแผนระบบการผลิตพืชโดยเฉพาะการประเมินประสิทธิภาพในการใช้น้ำของพืช เนื่องจากข้อมูลภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องในการประเมินการผลิตพืชมีหลายประเภทด้วยกัน ดังนั้นแนวทางในการจัดกลุ่มข้อมูลภูมิอากาศที่พัฒนามาแล้วดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้อยู่ในรูปของข้อมูลเขตภูมิอากาศในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ระบบการผลิตพืช โดยเฉพาะการวิเคราะห์สมดุลการใช้น้ำของพืช สำหรับการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่โครงการชลประทานและพื้นที่อาศัยน้ำฝน



รูปที่ 1-3 ข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบต่อเนื่องเดือนกันยายน จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และ ลำพูน

การพัฒนาฐานข้อมูลเขตภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูนครั้งนี้ ได้ใช้แนวทางการวิเคราะห์เขตภูมิอากาศ (Climate zone) ตามการวิเคราะห์เขตภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลกที่ศึกษาโดย เมธี และคณะ (2543) โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ที่ได้มาจากการพัฒนาดังกล่าวข้างต้น ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ ที่เก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงตำแหน่ง เชิงเส้น เชิงรูปเหลี่ยมปิด และรูปแบบกริด

การสร้างเขตข้อมูลภูมิอากาศประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ การวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มข้อมูลเชิงพื้นที่ และการจัดเก็บข้อมูลภูมิอากาศที่เป็นตัวแทนของแต่ละเขตภูมิอากาศ (รูปที่ 1-4)



รูปที่ 1-4 แผนผังการวิเคราะห์ข้อมูลเขตภูมิอากาศ

ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เริ่มจากการนำชั้นข้อมูลในรูปแบบกริด ที่ได้จัดทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำนวน 4 ชั้นข้อมูลหลัก ได้แก่ ชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ส่วนชั้นข้อมูลสุริยะรังสีและความเร็วลมไม่ได้นำมาใช้เนื่องจากข้อมูลที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยามีจำนวนน้อย โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ข้อมูลภูมิอากาศในช่วงการเพาะปลูกพืชครั้งที่ 1 ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม และช่วงการเพาะปลูกพืชครั้งที่ 2 และ 3 ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน โดยจะสรุปข้อมูลตามประเภทของข้อมูลจากผลรวมของปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละช่วงของการเพาะปลูก เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์กลุ่ม (ISOCUSTER)

เนื่องจากช่วงค่าของข้อมูลในแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน ทำให้ต้องทำการปรับข้อมูลทุกประเภทให้อยู่ในช่วงของข้อมูลเดียวกัน (Standardize) ก่อนการวิเคราะห์กลุ่ม โดยการปรับข้อมูลดังกล่าวนี้จะใช้แนวทางการปรับข้อมูลดังสมการที่ 1 เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 เหมือนกันทั้งหมด

$$Z = \frac{(X - oldMin)(newMax - newMin)}{(oldMax - oldMin)} + newMin \quad \dots [1]$$

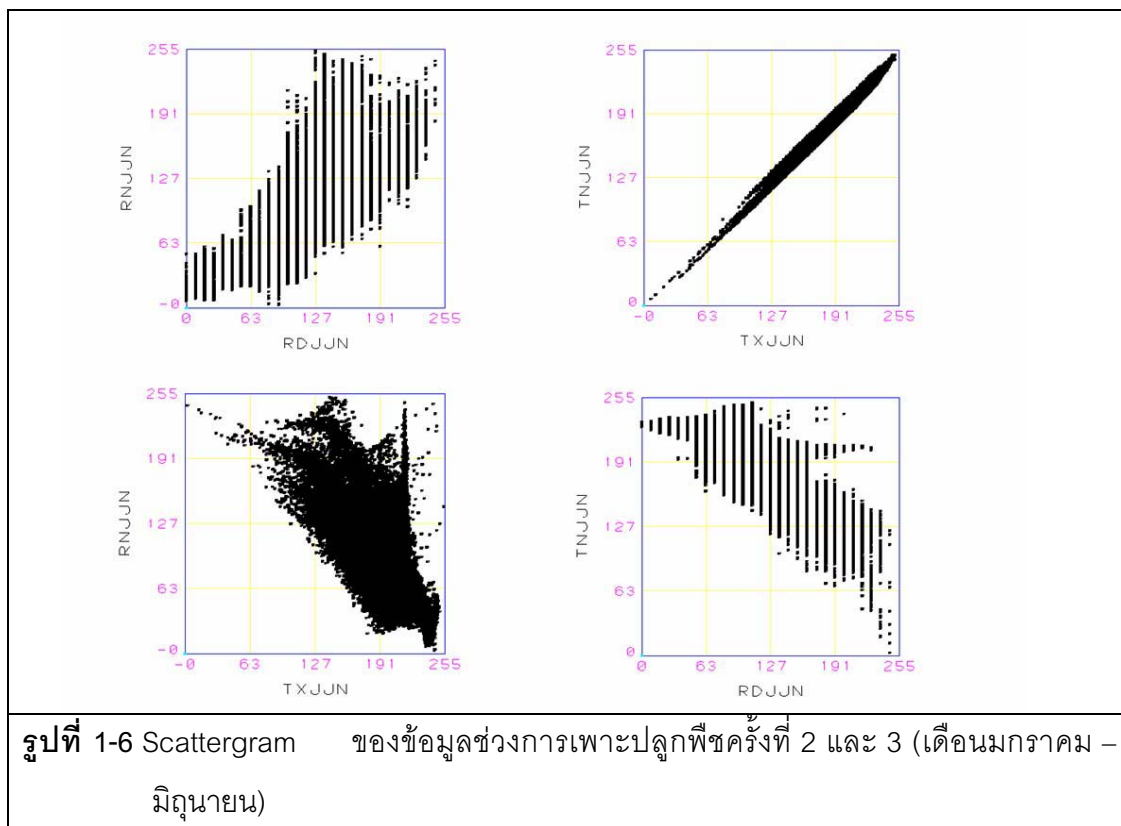
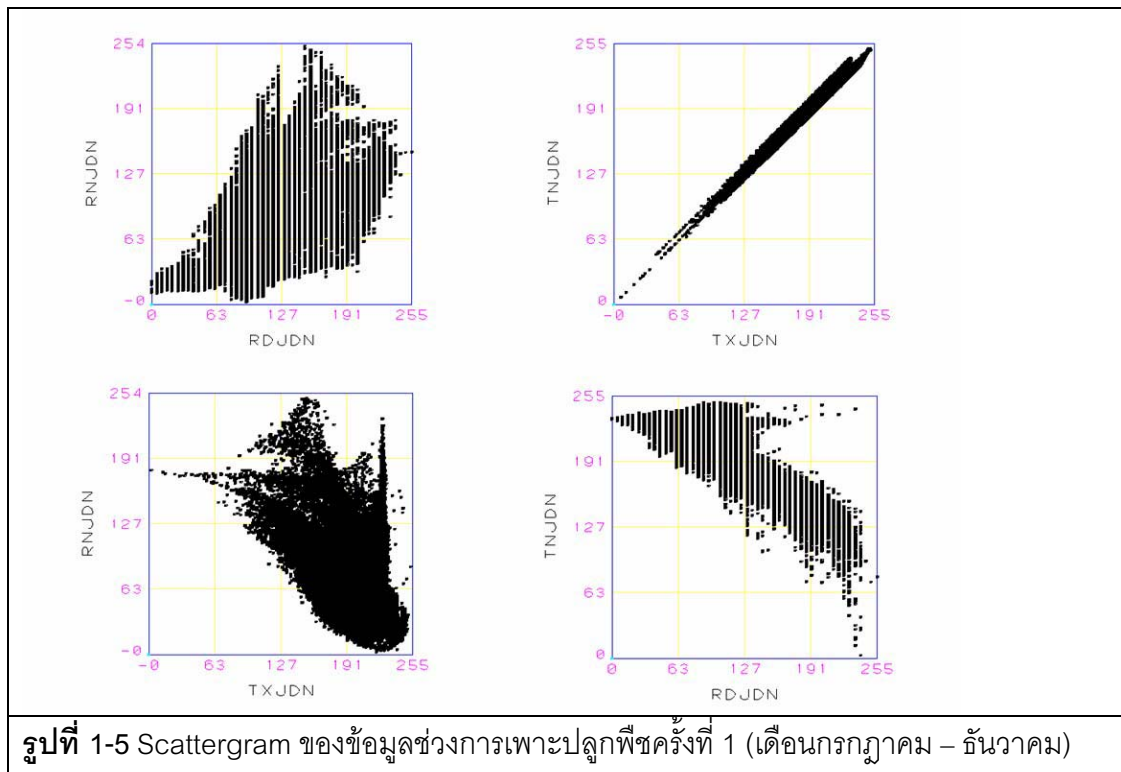
โดย	X	= ค่าของข้อมูลเดิม
	oldMin	= ค่าต่ำสุดของข้อมูลเดิม
	oldMax	= ค่าสูงสุดของข้อมูลเดิม
	newMin	= ค่าต่ำสุดของข้อมูลใหม่ หรือ 0 และ
	newMax	= ค่าสูงสุดของข้อมูลใหม่ หรือ 255

ผลลัพธ์จากการทำ Standardize ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดถูกนำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster analysis) เชิงพื้นที่ในโปรแกรมสำเร็จรูป ArcInfo โดยใช้คำสั่ง ISOCLUSTER โดยกำหนดกลุ่มของข้อมูลที่ต้องการเป็น 10 กลุ่ม ทำการวิเคราะห์ 100 รอบ และจำกัดจำนวนของสมาชิก (Cell) ในกลุ่มไม่น้อยกว่า 1,000 กริด ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสมาชิกภายในกลุ่มรวมทั้งค่าทางสถิติต่าง ๆ สำหรับการพิจารณาต่อไป จากนั้นทำการสร้างเป็นชั้นข้อมูลโดยวิธีการ Maximum Likelihood Classification โดยใช้คำสั่ง MLCLASS ทำให้ได้ชั้นข้อมูลเขตภูมิอากาศในแต่ละช่วงฤดูการเพาะปลูกในรูปแบบกริด แล้วทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลรูปเหลี่ยมปิด (Polygon) โดยใช้คำสั่ง GRIDPOLY สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

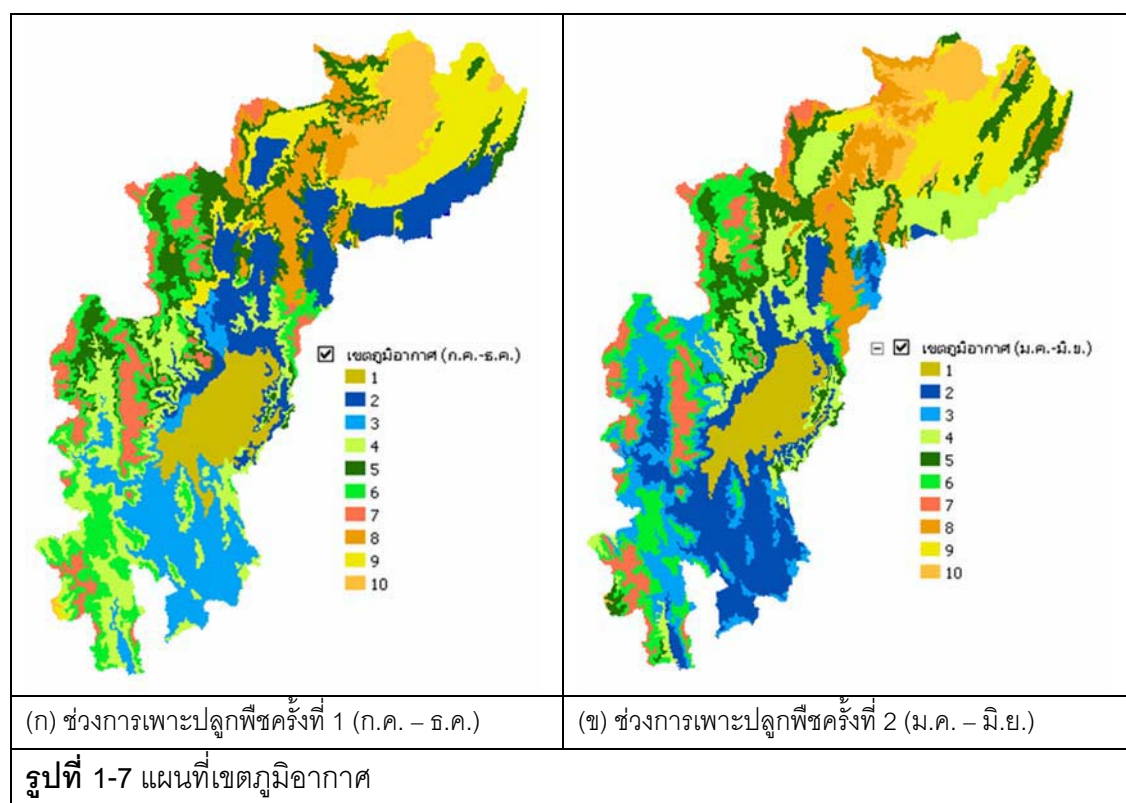
2.3 การจัดทำข้อมูลภูมิอากาศประจำเขต

ข้อมูลเขตภูมิอากาศที่ได้จะถูกจัดพื้นที่ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ตารางกิโลเมตร ออกเพื่อให้ได้เขตภูมิอากาศที่มีขนาดใหญ่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติ โดยทำการปรับเส้นขอบ เพื่อลดรอยหยักระหว่างเขตภูมิอากาศจากการแปลงรูปแบบของข้อมูลจากกริดเป็น Polygon ข้อมูลภูมิอากาศแต่ละประเภทที่เป็นตัวแทนของแต่ละเขตภูมิอากาศ ได้จากการ Summarize โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนที่อยู่ในรูปของกริดเดิม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด

ผลจากการปรับข้อมูลภูมิอากาศประเภทต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการจัดเขตภูมิอากาศให้อยู่ในฐานเดียวกัน พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิอากาศแต่ละประเภทใน 2 ช่วงฤดูการเพาะปลูก มีลักษณะการกระจายของข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน (รูปที่ 1-5 และ 1-6) โดยปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกมีความผันแปรมาก ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมีความสอดคล้องกันค่อนข้างดี ส่วนข้อมูลน้ำฝนกับอุณหภูมิโดยรวมจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือพื้นที่ที่อุณหภูมิสูงจะมีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ



ผลจากการจัดกลุ่มเขตภูมิอากาศโดยวิธีการ Maximum likelihood ทำให้ได้ข้อมูลเขตภูมิอากาศเชิงพื้นที่ที่เป็นรูปแบบกริด โดยแสดงเป็นแผนที่เขตภูมิอากาศในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม และเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน หลังจากนั้นทำการแปลงรูปแบบข้อมูลจากกริดให้อยู่ในรูปของรูปเหลี่ยมปิดพร้อมทั้งทำการขีดพื้นที่ที่มีขนาดเล็กออก (รูปที่ 1-7)



แผนที่เขตภูมิอากาศทั้งสองช่วงการเพาะปลูกที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้น ถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าจำนวนสมาชิกและค่าเฉลี่ยของข้อมูลภูมิอากาศในแต่ละกลุ่มจำนวน 10 เขตภูมิอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 1-1 และ 1-2 โดยภายในเขตภูมิอากาศเดียวกันจะมีภูมิอากาศคล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่า Covariance และมีความแตกต่างจากเขตภูมิอากาศอื่นๆ ทำให้ในแต่ละเขตภูมิอากาศมีลักษณะอากาศเฉพาะตัว

พื้นที่ปลูกพืชแหล่งใหญ่ของพื้นที่วิจัย คือบริเวณแอ่งที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน ส่วนใหญ่อยู่ในเขตภูมิอากาศที่ 1 ในทั้งสองช่วงของการเพาะปลูกพืช โดยในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง ธันวาคม มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 656 มิลลิเมตร เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ ในฤดูฝน ในส่วนของข้าวนาปี ซึ่งมีการขังน้ำก่อนการเพาะปลูกจะได้รับน้ำฝนสะสมในแปลงมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคมและมิถุนายน ในช่วงการปลูกพืชเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน มีปริมาณน้ำฝนรวม 323 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการเพาะปลูกแต่เนื่องจากการสร้างระบบชลประทานขนาด

ใหญ่และขนาดกลาง ได้แก่ เชื้อนแม่กวง ฝ่ายแม่แดง และฝ่ายแม่ปิงเก่า ทำให้สามารถเพาะปลูกพืชได้ในฤดูแล้ง

ตารางที่ 1-1 ค่าสถิติของการจัดกลุ่มของ ช่วงการเพาะปลูกพืชเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

เขตภูมิอากาศที่	จำนวนสมาชิก	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)
1	1675	25.6	35.9	23.6	23.0
2	2873	61.5	83.5	21.9	21.5
3	2991	28.8	99.8	22.4	22.1
4	3278	52.9	119.9	19.0	18.8
5	2783	116.1	129.0	18.0	18.0
6	2672	86.4	178.1	15.9	15.8
7	1755	134.7	210.6	12.3	12.3
8	1434	181.3	157.5	15.5	15.7
9	3161	106.8	101.1	21.5	21.9
10	1739	144.0	122.2	22.0	22.6

ตารางที่ 1-2 ค่าสถิติของการจัดกลุ่มของ ช่วงการเพาะปลูกพืชเดือนมกราคม – มิถุนายน

เขตภูมิอากาศที่	จำนวนสมาชิก	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)
1	1495	31.6	28.3	23.5	22.7
2	4177	47.7	91.7	21.9	21.5
3	2655	68.3	104.4	18.2	17.7
4	3142	90.0	107.1	20.9	20.0
5	2878	128.1	123.1	18.8	17.9
6	2933	114.1	165.6	15.7	15.1
7	1604	166.6	207.4	11.9	11.5
8	1722	192.3	150.3	14.9	14.1
9	2159	125.4	164.2	21.4	20.5
10	1596	171.3	143.7	19.5	18.6

พื้นที่ปลูกลำไยบริเวณที่ดอนของอำเภอจอมทอง ฮอด และดอยเต่า ของจังหวัดเชียงใหม่ และ อำเภอบ้านโฮ่ง และลี้ ของจังหวัดลำพูนซึ่งเป็นแหล่งปลูกลำไยและพืชไร่ขนาดใหญ่อยู่ในเขตภูมิอากาศที่ 3 ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม และเขตภูมิอากาศที่ 2 ในช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับบริเวณแอ่งที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน โดยมีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกสูงกว่าเล็กน้อย

พื้นที่ลุ่มน้ำฝาง ตั้งแต่อำเภอไชยปราการ อำเภอฝาง จนถึงอำเภอแม่ฮาด ของจังหวัด เชียงใหม่ ซึ่งเป็นที่ราบระหว่างหุบเขา นับเป็นแหล่งที่ปลูกไม้ผลเมืองหนาวที่สำคัญ คือ ลิ้นจี่ รวมทั้งส้มสายน้ำผึ้งที่มีคุณภาพ อยู่ในกลุ่มภูมิอากาศที่ 2 และ 9 ของเขตภูมิอากาศในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง ธันวาคม ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงประมาณ 846 – 1,076 มิลลิเมตร และมี อุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าสองพื้นที่ข้างต้นประมาณ 25 องศาเซลเซียส พื้นที่นี้จัดอยู่เขตภูมิอากาศ ที่ 4 และ 9 ในช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดโดยเฉลี่ยประมาณ 18 องศา เซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรวม 435 - 505 มิลลิเมตร

พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ได้แก่ ข้าวและข้าวโพด ของจังหวัดเชียงราย จัดอยู่ในเขตภูมิอากาศ ที่ 9 และ 10 ของทั้งสองเขตภูมิอากาศ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือ มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงและ อุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าแหล่งอื่น กล่าวคือ ปริมาณน้ำฝน 1,076 – 1,261 มิลลิเมตร ในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง ธันวาคม ส่วนในช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายนมีปริมาณน้ำฝนประมาณ 505 - 593 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิต่ำสุด 17.5 - 18.3 องศาเซลเซียส

สำหรับข้อมูลภูมิอากาศแต่ละประเภท ในแต่ละเขตภูมิอากาศสามารถแสดงเป็นรายเดือน ได้ โดยการวิเคราะห์จากการ Summarize zone ของแต่ละเขตภูมิอากาศกับข้อมูลภูมิอากาศราย เดือนซึ่งสามารถแสดงดังตารางที่ 1-3 และ 1-4

ตารางที่ 1-3 ตารางข้อมูลเขตภูมิอากาศ ในช่วงเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม

	เขตภูมิอากาศ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก.ค.										
Rtot	126.1	210.6	117.7	163.8	282.7	204.1	260.3	360.1	300.0	350.9
Rday	10.8	15.0	14.4	15.1	17.0	18.8	21.7	18.9	16.9	18.3
Tmax	32.3	31.0	31.4	29.5	28.9	27.6	25.5	27.4	30.9	31.3
Tmin	22.9	22.5	22.4	21.1	21.2	19.9	18.6	20.3	22.8	23.2
ส.ค.										
Rtot	172.2	248.5	160.6	216.1	328.2	260.8	333.4	424.2	328.0	389.5
Rday	13.4	16.6	16.6	17.8	18.5	20.7	22.9	20.2	17.7	19.0
Tmax	31.6	30.6	30.8	29.0	28.5	27.2	25.2	27.1	30.5	30.8
Tmin	22.5	22.2	22.1	20.8	20.9	19.6	18.3	20.1	22.7	23.1
ก.ย.										
Rtot	191.6	216.6	199.4	229.7	285.2	263.9	309.1	366.7	254.4	304.1
Rday	13.0	13.5	15.5	16.6	15.4	18.1	19.2	16.3	13.4	13.9
Tmax	31.6	30.6	30.7	28.8	28.5	27.0	25.0	27.2	30.6	31.1
Tmin	22.5	21.9	22.1	20.6	20.4	19.2	17.7	19.4	22.4	22.8
ต.ค.										
Rtot	112.8	113.0	135.7	139.6	148.6	172.6	218.0	198.2	124.3	140.7
Rday	8.4	8.6	10.7	11.0	10.1	12.1	12.9	10.7	8.5	8.7
Tmax	30.9	30.0	30.0	28.1	27.9	26.3	24.4	26.6	30.0	30.5
Tmin	21.1	20.5	20.7	19.3	19.1	17.9	16.4	18.2	21.0	21.4
พ.ย.										
Rtot	43.3	42.1	46.1	45.8	54.2	56.3	71.3	70.4	51.2	56.1
Rday	2.7	3.1	3.0	3.4	3.7	4.2	4.0	4.0	3.2	3.6
Tmax	29.6	28.5	28.8	26.9	26.4	25.1	23.1	25.0	28.4	28.9
Tmin	17.8	16.8	17.4	16.0	15.3	14.5	13.0	14.1	16.6	16.9
ธ.ค.										
Rtot	10.0	14.9	9.1	10.5	17.8	12.9	14.9	22.8	18.0	19.3
Rday	0.2	0.8	0.2	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tmax	28.9	27.3	28.3	26.3	25.1	24.2	22.0	23.4	26.8	27.2
Tmin	14.3	13.2	14.0	12.5	11.6	11.1	9.6	10.5	12.8	13.1
ม.ย.-ธ.ค.										
Rtot	656.0	845.8	668.6	805.5	1116.8	970.5	1207.1	1142.5	1075.9	1260.6
Rday	48.4	57.6	60.5	64.4	65.7	74.9	81.7	71.1	60.6	64.6
Tmax	30.8	29.7	30.0	28.1	27.6	26.6	24.2	26.1	29.6	30.0
Tmin	20.2	19.5	19.8	18.4	18.1	17.1	15.6	17.1	19.7	20.1

Rtot = ปริมาณน้ำฝน

Tmax = อุณหภูมิสูงสุด

Rday = จำนวนวันที่ฝนตก

Tmin = อุณหภูมิต่ำสุด

ตารางที่ 1-4 ตารางข้อมูลเขตภูมิอากาศ ในช่วงเดือนมกราคม - มิถุนายน

	เขตภูมิอากาศ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ม.ค.										
Rtot	6.2	5.4	4.9	7.5	7.6	5.2	4.4	5.6	13.1	10.0
Rday	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4
Tmax	30.5	29.7	27.5	28.6	27.3	25.9	23.8	25.0	28.5	27.5
Tmin	14.1	13.5	11.6	12.5	11.4	10.2	8.4	9.5	12.5	11.6
ก.พ.										
Rtot	5.6	6.3	7.2	5.8	8.2	7.4	11.9	13.7	10.2	12.6
Rday	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.7	0.4
Tmax	33.0	32.0	29.6	31.0	29.7	28.0	25.7	27.2	31.2	30.1
Tmin	15.5	14.9	12.8	13.5	12.3	11.2	9.2	10.1	13.3	12.3
มี.ค.										
Rtot	12.2	14.1	14.7	15.3	20.9	16.1	16.2	22.6	18.4	19.4
Rday	0.5	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.8	1.2
Tmax	35.6	34.6	32.4	33.9	32.8	30.9	28.8	30.5	34.3	33.3
Tmin	19.0	18.5	16.8	17.4	16.3	15.4	13.8	14.6	17.2	16.4
เม.ย.										
Rtot	46.7	51.7	53.7	63.4	72.8	64.9	80.6	84.5	82.1	89.3
Rday	3.3	4.1	4.1	4.8	5.3	5.2	6.0	5.7	6.9	6.1
Tmax	36.4	35.4	33.1	35.0	33.8	31.6	29.5	31.5	35.6	34.5
Tmin	22.1	21.4	19.6	20.7	19.8	18.4	16.7	18.0	21.0	20.1
พ.ค.										
Rtot	140.5	156.3	169.7	181.6	199.4	200.5	233.5	244.7	188.6	220.6
Rday	9.8	11.6	12.4	12.2	12.9	14.3	15.9	14.4	13.3	13.3
Tmax	35.1	34.1	31.7	33.6	32.5	30.2	28.1	30.2	34.2	33.2
Tmin	23.0	22.5	20.9	22.1	21.4	19.8	18.3	19.7	22.9	22.1
มิ.ย.										
Rtot	112.2	119.6	142.1	161.7	205.0	187.0	234.0	256.6	192.8	241.0
Rday	9.8	13.7	14.1	13.4	14.0	17.7	19.8	15.4	14.1	14.5
Tmax	33.2	32.2	29.9	31.7	30.6	28.5	26.4	28.4	32.4	31.3
Tmin	23.2	22.5	20.9	22.5	21.9	20.0	18.6	20.4	23.4	22.7
ม.ค.-มิ.ย.										
Rtot	323.4	353.5	392.2	435.4	514.0	481.0	580.6	627.6	505.2	592.8
Rday	23.5	30.3	31.6	31.8	33.6	38.2	42.8	36.6	37.8	35.9
Tmax	34.0	33.0	30.7	32.3	31.1	29.2	27.0	28.8	32.7	31.6
Tmin	19.5	18.9	17.1	18.1	17.2	15.8	14.2	15.4	18.4	17.5

Rtot = ปริมาณน้ำฝน

Tmax = อุณหภูมิสูงสุด

Rday = จำนวนวันที่ฝนตก

Tmin = อุณหภูมิต่ำสุด

การพัฒนาฐานข้อมูลเขตภูมิอากาศในระบบภูมิสารสนเทศ จากชั้นข้อมูลภูมิอากาศ 4 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด มาวิเคราะห์ร่วมกันโดยอาศัยการวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มของข้อมูลในเชิงสถิติ ทำให้ได้ขอบเขตของพื้นที่ที่มีลักษณะอากาศคล้ายคลึงกัน โดยชั้นข้อมูลเขตภูมิอากาศในพื้นที่วิจัย แบ่งออกเป็น 10 เขต ใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม และช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน ซึ่งถือเป็นลักษณะอากาศประจำถิ่นและสอดคล้องกับระบบการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ พร้อมทั้งข้อมูลอรรถาธิบายลักษณะอากาศในแต่ละเดือนของแต่ละเขตภูมิอากาศในรูปเวกเตอร์ ทำให้สามารถลดขนาดของฐานข้อมูลภูมิอากาศและสะดวกในการจัดการและวิเคราะห์ร่วมกับฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร โดยเฉพาะการวิเคราะห์ระบบการจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชทั้งในพื้นที่เกษตรอาศัยน้ำฝนและพื้นที่ชลประทาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำสำหรับการเพาะปลูกและผลิตภาพในการใช้ที่ดิน ในพื้นที่วิจัยต่อไป

3. การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่

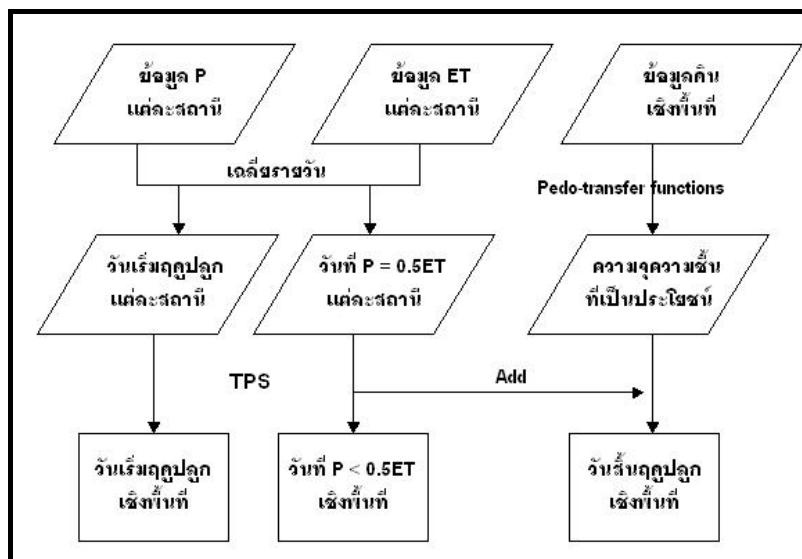
3.1 การประมาณค่าข้อมูลช่วงฤดูปลูก

การพัฒนาฐานข้อมูลช่วงฤดูการเพาะปลูกพืชเชิงพื้นที่ประกอบด้วย การนำฐานข้อมูลภูมิอากาศรายวันที่พัฒนาได้จากขั้นตอนแรก และฐานข้อมูลชุดดินเชิงพื้นที่ มาทำการประเมินช่วงฤดูปลูกพืชตามวิธีการประเมินของ FAO (1986) และ Stern et al. (1982) ผลการประเมินที่ได้นำไปสร้างแผนที่ช่วงฤดูปลูกพืชของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการประเมินช่วงฤดูปลูกครั้งนี้ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำรายวันพร้อมพิคัดแสดงที่ตั้งของสถานี และข้อมูลชุดดินที่ประกอบด้วยข้อมูลอรรถาธิบายด้านเปอร์เซ็นต์ Sand, Silt, Clay และอินทรีย์วัตถุ เพื่อใช้ในการประเมินค่าความจุความชื้นดินที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืช ตามสมการ Pedo-transfer functions (Reynolds et al., 1999)

3.1.1 การประมาณค่าช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่โดยวิธีการ FAO

นำข้อมูลปริมาณน้ำฝน (P) และค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวัน (ET) ในรอบปีของแต่ละสถานี มาประเมินหาวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดของฤดูปลูก โดยวิธีการของ FAO ซึ่งอาศัยหลักการสมดุลของน้ำ (Water balance) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ (PET) เป็นตัวกำหนดวันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูปลูก โดยวันเริ่มฤดูปลูกแต่ละปีจะเริ่มเมื่อค่าปริมาณน้ำฝนมากกว่าครึ่งหนึ่งของ PET ขณะที่วันสิ้นสุดฤดูปลูกประเมินได้จากวันที่ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของ PET (ที่ความชื้นในดินเท่ากับศูนย์) จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปสร้างเป็น

ชั้นข้อมูลวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดฤดูปลูกตามวิธีการ FAO โดยวิธีการ TPS (รูปที่ 1-8) ส่วนช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่ประมาณจากผลต่างระหว่างแผนที่วันสิ้นสุดฤดูปลูกและวันเริ่มฤดูปลูก



รูปที่ 1-8. ขั้นตอนการสร้างชั้นข้อมูลวันเริ่ม และสิ้นสุดฤดูปลูกโดยวิธีการ FAO

3.1.2 การประมาณค่าช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่โดยวิธีการ Stern

การประมาณวันเริ่มต้นของฤดูปลูกตามแนวทางของ Stern อาศัยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนแต่ละปี โดยถือว่าวันที่ฝนตกอย่างน้อย 20 มม. ภายใน 2 วันติดต่อกัน และหลังจากนี้ 60 วันพบว่าไม่เกิดฝนทิ้งช่วงนานเกิน 10 วัน เป็นวันเริ่มต้นของฤดูปลูก วิธีการนี้สามารถวิเคราะห์วันเริ่มฤดูปลูกที่ความน่าจะเป็นระดับต่าง ๆ ได้ ในการวิจัยนี้กำหนดระดับความน่าจะเป็นที่ 75% สำหรับวันสิ้นสุดฤดูปลูกพืชประเมินจากปริมาณความชื้นที่เหลือในดินเท่ากับศูนย์ ซึ่งอาศัยหลักสมดุลของน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำฝน ปริมาณการคายระเหยน้ำ และความจุความชื้นของดินเข้ามาเกี่ยวข้องในการประเมินดังสมการต่อไปนี้

$$W_n = W_{n-1} + P_n - ET_n$$

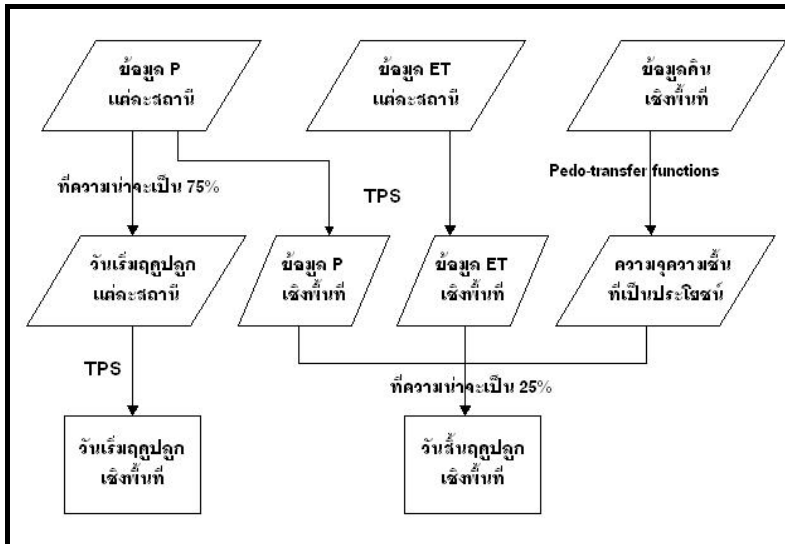
W_n = ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินในวันที่ n (มม.)

W_{n-1} = ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินเมื่อสิ้นสุดวันที่ n-1 (มม.)

P_n = ปริมาณน้ำฝนของวันที่ n (มม.)

ET_n = การคายระเหยน้ำของพืชและดินของวันที่ n (มม.)

โดยกำหนดให้โอกาสในการเกิดสะสมที่ 25% เป็นวันสิ้นสุดของฤดูปลูก และสร้างเป็นชั้นข้อมูลวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดฤดูปลูกเชิงพื้นที่ตามวิธีการ Stern (รูปที่ 1-9) ส่วนช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่ประมาณจากผลต่างระหว่างแผนที่วันสิ้นสุดฤดูปลูกและวันเริ่มฤดูปลูก



รูปที่ 1-9. ขั้นตอนการสร้างชั้นข้อมูลวันเริ่ม และสิ้นสุดฤดูปลูกโดยวิธีการ Stern

3.1.3 การประมาณช่วงฤดูปลูกพืช

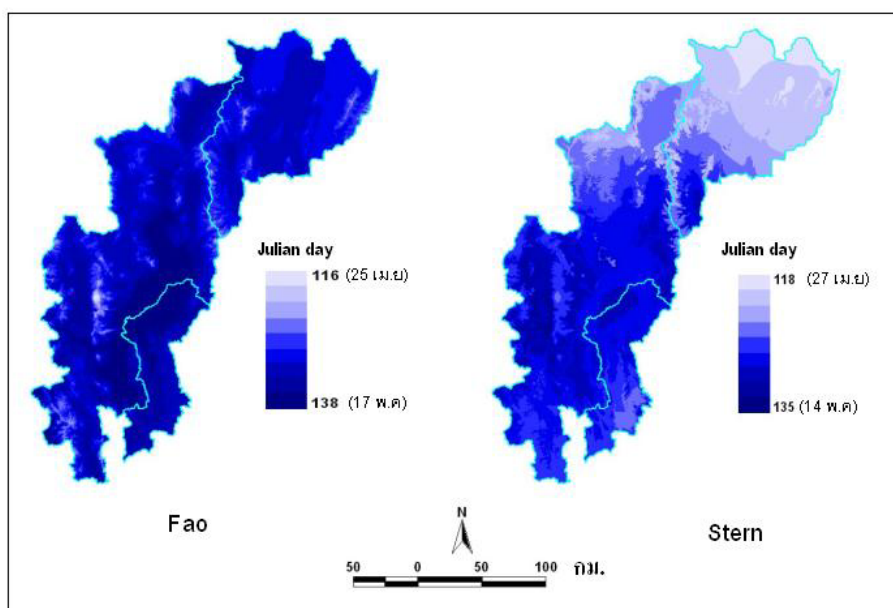
จากการประเมินช่วงฤดูปลูกโดยใช้ข้อมูลน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำรายวัน และชุดดิน โดยวิธีการของ FAO และ Stern ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน สามารถสร้างชั้นข้อมูลวันเริ่มต้น วันสิ้นสุด และช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่แบบต่อเนื่องได้ ผลของข้อมูลวันเริ่มฤดูปลูกที่ได้จากการประเมินทั้ง 2 วิธี ถูกลำดับเปรียบเทียบโดยใช้ตำแหน่งที่ได้จากการสุ่มแบบตารางกริดในพื้นที่วิจัยทั้งหมด 41 จุด พบว่าวันเริ่มฤดูปลูกที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีการของ FAO ในพื้นที่ 3 จังหวัด มาถึงเร็วกว่าวันเริ่มฤดูปลูกที่ได้จากวิธีการ Stern อยู่ประมาณ 0 - 11 วัน (ตารางที่ 1-5) โดยวันเริ่มฤดูปลูกของการประเมินโดยวิธี FAO เกิดขึ้นระหว่างวันที่ 25 เมษายน ถึง 17 พฤษภาคม โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีวันเริ่มฤดูปลูกในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม ขณะที่การประเมินโดยวิธีการของ Stern ให้ช่วงวันเริ่มฤดูปลูกตั้งแต่วันที่ 27 เมษายน ถึง 24 พฤษภาคม โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จะเริ่มฤดูปลูกในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม (รูปที่ 1-10)

เมื่อพิจารณาวันสิ้นสุดฤดูปลูกพืชทั้ง 2 วิธี พบว่าวันสิ้นสุดฤดูปลูกที่วิเคราะห์ได้โดยวิธีการของ FAO ในพื้นที่ 3 จังหวัด จะสิ้นสุดก่อนวันสิ้นสุดฤดูปลูกที่ได้จากวิธีการ Stern อยู่ประมาณ 11 - 20 วัน (ตารางที่ 1-6) โดยวิธีการของ FAO ให้วันสิ้นสุดฤดูปลูกอยู่ในช่วงวันที่ 6 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 6 เดือนธันวาคม (รูปที่ 1-11) โดยการกระจายเชิงพื้นที่ส่วนใหญ่มีวันสิ้นสุดฤดูปลูกในช่วงต้นเดือนธันวาคม ขณะที่วิธีการของ Stern จะอยู่ในช่วงวันที่ 20 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 24 ธันวาคม โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จะสิ้นสุดในช่วงกลางเดือนธันวาคม จากการประเมินความยาวของช่วงฤดูปลูกทั้ง 2 วิธี พบว่าการกระจายของช่วงฤดูปลูกโดยวิธีของ FAO และ Stern มีช่วงระหว่าง 177 - 213 และ 195 - 235 วัน ตามลำดับ (รูปที่ 1-12) โดยวิธีการของ FAO พื้นที่ส่วนใหญ่

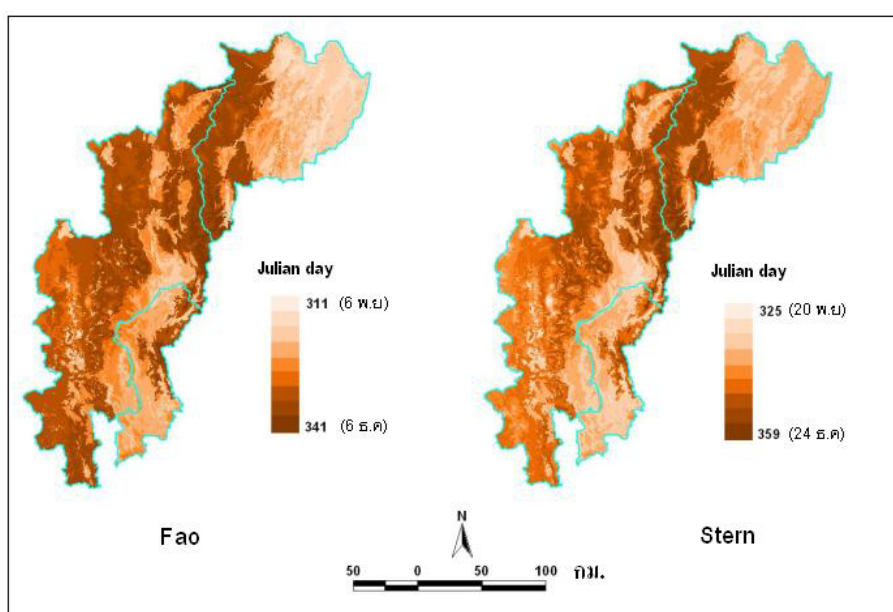
ใหญ่มีช่วงความยาวของฤดูปลูก อยู่ในช่วง 185 – 195 วัน ขณะที่การประเมินตามแนวทางของ Stern พื้นที่ส่วนใหญ่มีช่วงความยาวของฤดูปลูก อยู่ในช่วง 210 – 230 วัน

ตารางที่ 1-5 เปรียบเทียบวันเริ่มฤดูปลูกระหว่างแนวทาง FAO และ Stern

ตำแหน่งที่ ส้ม	วิธีการ FAO	วิธีการ Stern	ความ แตกต่าง	ตำแหน่งที่ ส้ม	วิธีการ FAO	วิธีการ Stern	ความ แตกต่าง
1	133	126	7	22	129	130	0
2	127	127	0	23	132	125	7
3	129	127	1	24	132	127	6
4	132	128	4	25	131	127	4
5	134	131	4	26	132	126	6
6	137	129	8	27	131	124	7
7	135	127	8	28	130	122	8
8	134	131	2	29	134	125	9
9	127	127	0	30	132	125	7
10	136	128	8	31	133	123	10
11	133	128	5	32	131	122	9
12	129	128	2	33	130	122	8
13	130	129	1	34	131	123	8
14	138	129	9	35	130	122	8
15	136	129	7	36	131	121	10
16	133	131	3	37	132	121	11
17	133	130	3	38	130	121	9
18	132	128	4	39	131	121	10
19	136	128	8	40	131	120	11
20	133	127	6	41	130	120	10
21	130	128	2				



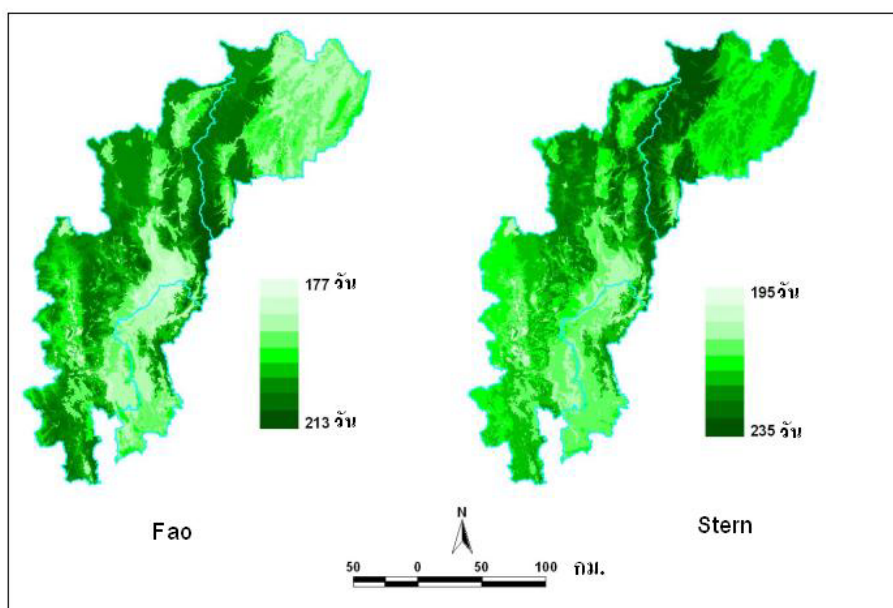
รูปที่ 1-10. แสดงการกระจายตัวของวันเริ่มฤดูปลูกเชิงพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และ ลำพูน



รูปที่ 1-11. แสดงการกระจายตัวของวันสิ้นสุดฤดูปลูกเชิงพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และ ลำพูน

ตารางที่ 1-6 เปรียบเทียบวันสิ้นสุดฤดูปลูกระหว่างแนวทาง FAO และ Stern

ตำแหน่งที่ ส้ม	วิธีการ FAO	วิธีการ Stern	ความ แตกต่าง	ตำแหน่งที่ ส้ม	วิธีการ FAO	วิธีการ Stern	ความ แตกต่าง
1	325	339	-13	21	339	359	-19
2	332	343	-11	22	339	359	-20
3	335	348	-13	23	332	347	-15
4	325	340	-14	24	334	350	-16
5	332	345	-13	25	335	352	-17
6	324	338	-13	26	325	342	-16
7	324	338	-13	27	318	335	-17
8	331	345	-14	28	333	348	-16
9	334	346	-12	29	321	336	-14
10	337	350	-13	30	336	352	-16
11	332	345	-13	31	326	342	-15
12	332	344	-12	32	321	339	-18
13	335	350	-15	33	319	338	-18
14	326	340	-14	34	335	353	-17
15	322	336	-14	35	335	353	-18
16	330	346	-15	36	336	353	-17
17	334	350	-16	37	323	340	-17
18	335	350	-15	38	316	335	-18
19	320	334	-14	39	334	352	-18
20	320	334	-14	40	316	334	-18
21	325	339	-13				



รูปที่ 1-12. แสดงการกระจายตัวของช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน

การพัฒนาข้อมูลช่วงฤดูปลูกเชิงพื้นที่ สามารถจัดทำได้โดยใช้สมรรถนะของเทคโนโลยีด้านภูมิสารสนเทศมาช่วยในการวิเคราะห์ โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานด้านภูมิอากาศ และดินในพื้นที่วิจัยมาใช้ในการประมาณค่า ผลของการประเมินช่วงฤดูปลูกโดยใช้แนวทางของ FAO และ Stern ซึ่งใช้ข้อมูลในการประเมินที่แตกต่างกัน พบว่าความยาวของฤดูปลูกทั้ง 2 วิธี มีแนวโน้มที่จะได้ผลการประเมินที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะการประเมินวันเริ่มฤดูปลูก ทั้งนี้ทั้ง 2 วิธีใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และ PET ในการประเมินเหมือนกัน ขณะที่การประเมินวันสิ้นสุดฤดูปลูกจะเห็นความแตกต่างของการกระจายเชิงพื้นที่ได้ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการของ Stern ได้นำความชื้นในดินที่เหลือก่อนวันประเมินมาประมาณ ดังนั้นชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ช่วงฤดูปลูกที่สร้างขึ้นโดยแนวทางของ Stern จึงถูกนำไปพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การจำแนกระบบนิเวศเกษตรต่อไป

3.2 การประเมินศักยภาพผลผลิตพืชเชิงพื้นที่ของระบบพืชที่สำคัญ

ผลจากการพัฒนาฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา (ชาญชัย และคณะ, 2545; ชาญชัย และคณะ, 2546a; ชาญชัย และคณะ, 2546b) สามารถแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของกิจกรรมการใช้ที่ดินในรอบปีของระบบการผลิตพืชที่สำคัญ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2531 ถึง 2543 ใน 3 จังหวัดเป้าหมายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามข้อมูลผลผลิตภาพของที่ดินทางด้านผลผลิตของพืชในระบบพืชนั้น ๆ ในพื้นที่นั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงนอกเหนือจากการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของการใช้ที่ดิน ทั้งนี้เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรด้านการผลิตพืชในระบบการผลิตต่าง ๆ

การประเมินศักยภาพด้านผลผลิตของพืชในอดีตถึงปัจจุบัน มีแนวทางในการประเมินหลายวิธีแตกต่างกันไป โดยเฉพาะการนำระบบภูมิสารสนเทศมาช่วยกับการประเมินผลผลิตพืช (เมธี และคณะ, 2543) ตัวอย่างเช่น การใช้แบบจำลองพืชเพื่อทำนายผลผลิตพืชต่าง ๆ เช่น ข้าว ถั่วเหลือง และอ้อย เป็นต้น แบบจำลองเหล่านี้ต้องการข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการผลิตพืชเพื่อใช้ในการจำลองผลผลิตค่อนข้างมาก ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความถูกต้องของผลการทำนายผลผลิตพืชนั้น ๆ ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับพื้นที่ในระดับใหญ่ที่ยังไม่มีข้อมูลที่ต้องการอย่างเพียงพอ และมีระบบการปลูกพืชที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามการประเมินผลผลิตภาพเชิงพื้นที่ของระบบพืชของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แนวทางการประมาณค่าผลผลิตภาพมวลรวมสุทธิตามวิธีการของ FAO (FAO, 1982) มาร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ของระบบพืชที่สำคัญในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2543 ในการประมาณค่าศักยภาพของผลผลิตพืชแต่ละระบบ โดยผลผลิตภาพเชิงพื้นที่ของระบบพืชในพื้นที่ดังกล่าวแบ่งออกเป็นสองระบบคือระบบพืชฤดูฝน และฤดูแล้ง ที่มีความแตกต่างกันด้านสภาพภูมิอากาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ และรังสีดวงอาทิตย์) มาประมาณค่าศักยภาพผลผลิตมวลรวมทั้งหมดเชิงพื้นที่ โดยนำมาพร้อมกับค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index) และค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index) ของพืชแต่ละชนิดที่สำคัญในระบบพืช ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ศักยภาพของผลผลิตพืช และเชื่อมโยงกับระบบกลางได้ต่อไป

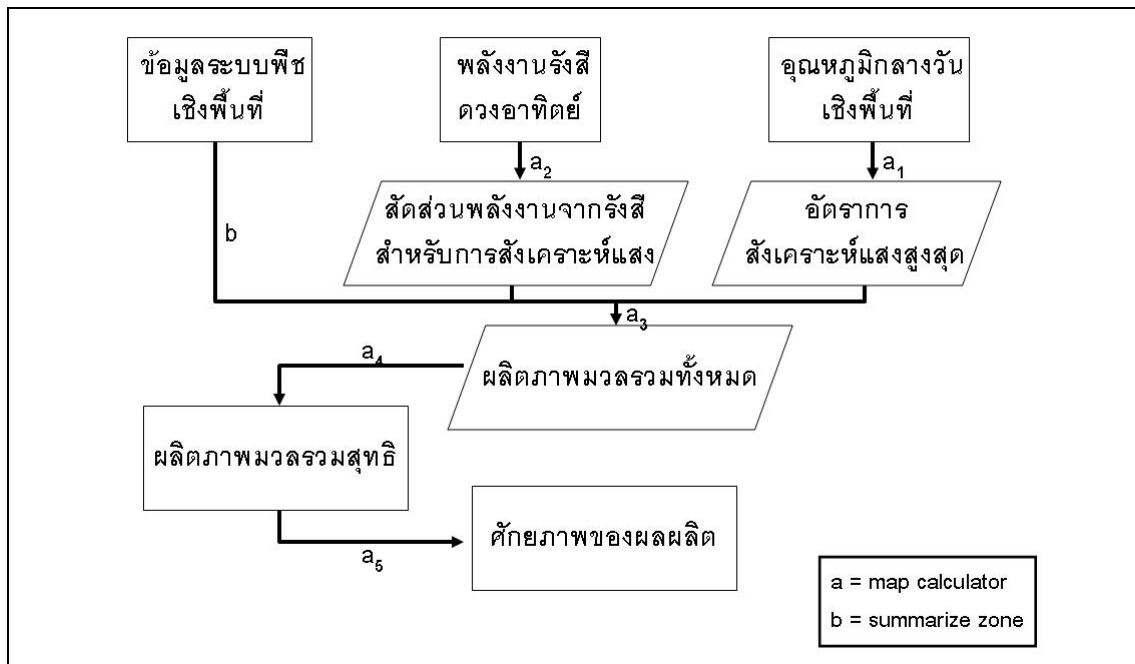
การประเมินศักยภาพของผลผลิตพืชเชิงพื้นที่ อาศัยหลักการด้านความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตภาพมวลรวมของพืชกับสภาพภูมิอากาศเชิงพื้นที่ ตามแนวทางและวิธีการของ FAO (FAO, 1982) ในการวิจัยโดยแบ่งแนวทางในการพัฒนาฐานข้อมูลด้านศักยภาพของผลผลิตพืชเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. กำหนดระบบการผลิตพืชหลักในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2543 เป็นหลัก ซึ่งอาศัยสมรรถนะด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของระบบภูมิสารสนเทศแบ่งระบบการผลิตพืชในพื้นที่ออกเป็น 2 ระบบหลักตามสภาพภูมิอากาศคือ ระบบการปลูกพืชในฤดูฝน ซึ่งมีช่วงปลูกอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนพฤศจิกายน โดยพืชที่ปลูกส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และถั่วเหลือง และระบบการปลูกพืชในฤดูแล้ง ซึ่งมีช่วงปลูกอยู่ระหว่างเดือนธันวาคม ถึง เดือนเมษายน โดยพืชที่ปลูกส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวนาปรัง ถั่วเหลือง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หอมแดง กระเทียม หอมหัวใหญ่ และมันฝรั่ง

2. ประเมินค่าผลิตภาพมวลรวมสุทธิ (Net biomass production) เชิงพื้นที่สำหรับระบบพืชในฤดูแล้ง และฤดูฝน ที่ได้จากการวิเคราะห์จากข้อ 1 โดยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่แต่ละชนิดพืชถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดคุณลักษณะของชนิดพืชในการสังเคราะห์แสง ข้อมูลอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ยเชิงพื้นที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด (รูปที่ 1-13, a_1) และข้อมูลพลังงานรังสีดวงอาทิตย์เชิงพื้นที่ใช้เพื่อประมาณค่าสัดส่วนจากรังสี เพื่อการสังเคราะห์แสง (รูปที่ 1-13, a_2) ค่าที่ได้จากการประมาณข้างต้นนำมาใช้ในการประมาณค่าผลิตภาพมวลรวมทั้งหมด (รูปที่ 1-13, a_3) โดยมีหน่วยของค่าที่ประมาณได้เป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน ซึ่งเป็นค่าที่ได้นำมาใช้ในการประมาณค่าผลิตภาพมวลรวมสุทธิของแต่ละพืช (รูปที่ 1-13, a_4)

3. ประเมินค่าศักยภาพของผลผลิตพืชแต่ละชนิด จากข้อมูลจำนวนวันของอายุของพืชปลูกแต่ละระบบการปลูกพืช ประกอบกับค่าดัชนีพื้นที่ใบ และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ได้จากข้อมูลมือสอง (รูปที่ 1-13, a_5)

4. ค่าสถิติที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านศักยภาพของผลผลิตพืช ที่ได้จากการประเมิน ถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตพืชในพื้นที่ที่ได้จากการสัมภาษณ์จริงในสนาม จากโครงการย่อยการจัดการน้ำและที่ดิน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของการประเมินศักยภาพของผลิตภาพ



a_1 ได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิกลางวันกับอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุดแบ่งตามคุณลักษณะของกลุ่มพืช (P_m)

a_2 ได้จากสมการ $F = (A_c - 0.5 R_g) / (0.8 A_c)$
 F = สัดส่วนพลังงานจากรังสีสำหรับการสังเคราะห์แสง
 A_c = รังสีดวงอาทิตย์สูงสุดในวันฟ้าใส (สำหรับการสังเคราะห์แสง)
 R_g = รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด

a_3 ได้จากสมการ $b_{gm} = F (0.8 + 0.01 P_m) b_o + (1 - F) (0.5 + 0.025 P_m) b_c$
 b_o = อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชในวันฟ้าใส
 b_c = อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชเมื่อ $P_m = 20 \text{ kg CH}_2\text{O ha}^{-1}\text{hr}^{-1}$

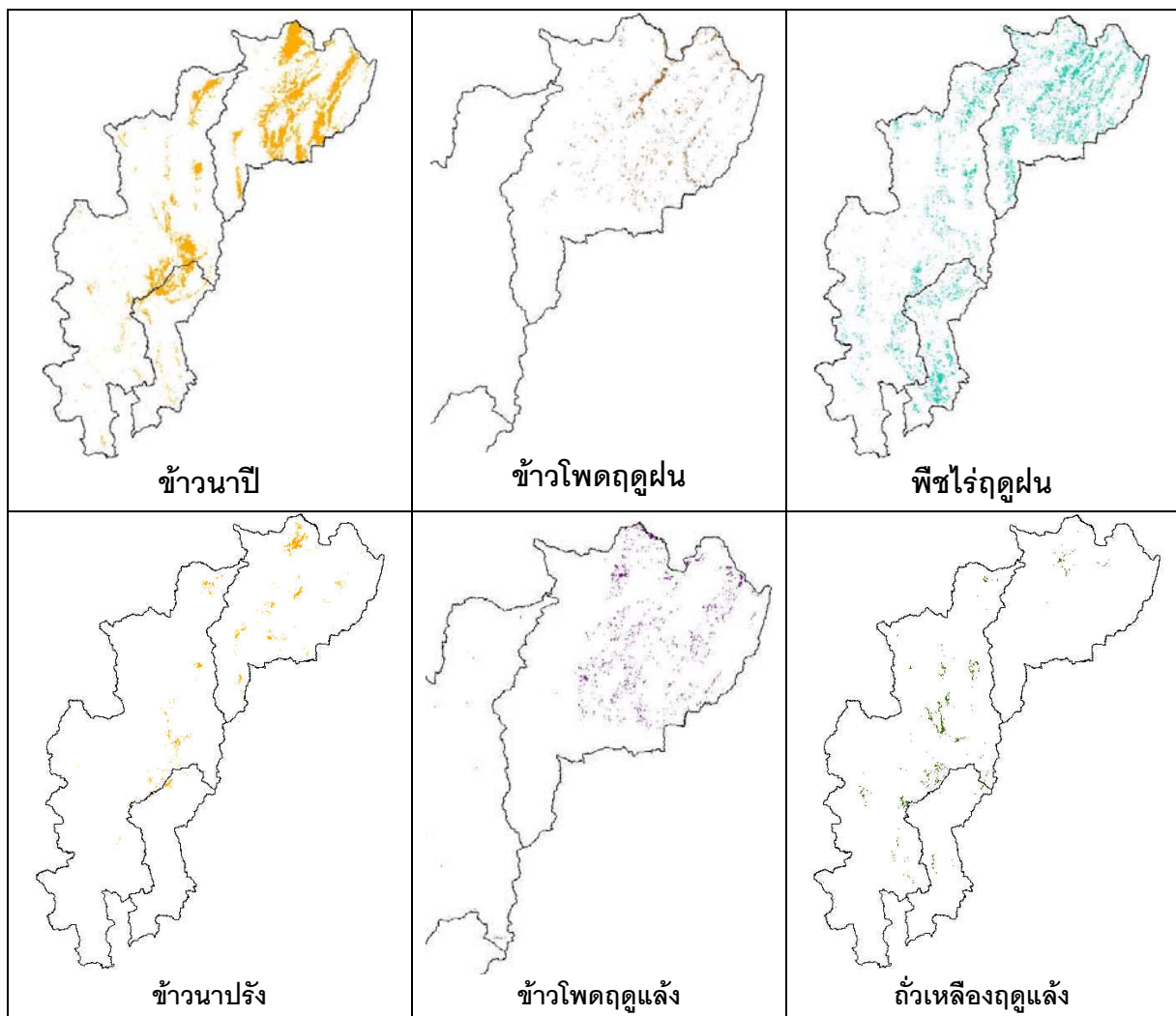
a_4 ได้จากสมการ $B_n = (0.36 b_{gm} \times L) / (1/N + 0.25 c_t)$
 L = สัดส่วนการเจริญเติบโตของผลิภาพมวลรวมที่ LAI จริงต่อ LAI = 5
 c_t = ค่าคงที่แปรปรวนตามอุณหภูมิ ; $c_t = c_{30} (0.0044 + 0.0019 T + 0.0010 T^2)$.
 N = อายุของพืชปลูก

a_5 ได้จากสมการ $Y_p = H_i \times B_n$
 H_i = ดัชนีการเก็บเกี่ยว

รูปที่ 1-13 แนวทางการพัฒนาฐานข้อมูลผลิภาพในระบบพืชที่สำคัญ

3.2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่สำหรับระบบพืชเดี่ยว

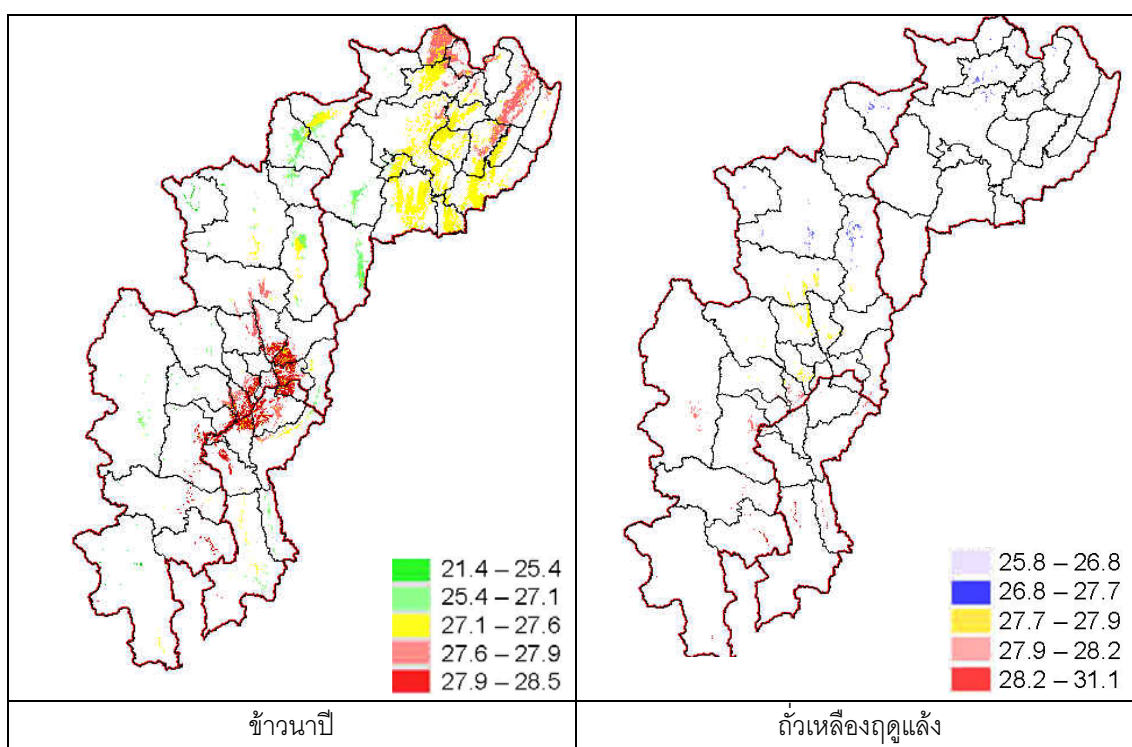
ผลจากการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2543 สามารถกำหนดระบบพืชในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูนออกเป็น 2 ระบบพืชหลัก คือ ระบบพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง การกระจายตัวของกลุ่มพืชในแต่ละระบบ ถูกแยกออกมาเป็น ข้อมูลพืชเดี่ยวเชิงพื้นที่ โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่เฉพาะพืชเดี่ยวในแต่ละฤดูการผลิต (รูปที่ 1-14) ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการ วิเคราะห์ศักยภาพผลิตภาพในระบบการผลิตพืชนั้น



รูปที่ 1-14 ตัวอย่างฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรในระบบพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.2.2 ผลิตภาพมวลรวมสุทธิเชิงพื้นที่

ฐานข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และจำนวนชั่วโมงของรังสีดวงอาทิตย์รายเดือน ที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการวิจัยนี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าผลิตภาพมวลรวมสุทธิของแต่ละพืชในระบบผลิตพืชหลักฤดูฝน และฤดูแล้ง โดยพบว่าค่าอุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมได้สำหรับข้าวนาปีในช่วงฤดูฝนมีค่ากระจายอยู่ระหว่าง 21.4 – 28.5 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิกลางวันในฤดูแล้งสำหรับถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 25.8 – 31.1 องศาเซลเซียส (รูปที่ 1-15) ซึ่งจะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของพืชในการประมาณค่าผลิตผลมวลชีวภาพ



รูปที่ 1-15 การกระจายตัวของค่าอุณหภูมิกลางวันตามชนิดของพืชในระบบพืชฤดูฝน และฤดูแล้ง

ข้อมูลอุณหภูมิกลางวัน และจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดเชิงพื้นที่ สำหรับพืชฤดูฝนและฤดูแล้งถูกนำมาประเมินค่าศักยภาพของผลผลิต ตามสมการ $a_1 - a_3$ ในรูปที่ 1-13 เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลผลิตภาพมวลรวมทั้งหมด (กก./เฮกตาร์/วัน) พบว่า ค่าผลิตภาพมวลรวมสำหรับพืชในฤดูฝน (ข้าวนาปี มีค่าอยู่ระหว่าง 389 – 405 กก./เฮกตาร์/วัน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าอยู่ระหว่าง 539 – 584 กก./เฮกตาร์/วัน) ส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าพืชในฤดูแล้ง (ข้าวนาปรังมีค่าอยู่ระหว่าง 412 – 420 กก./เฮกตาร์/วัน, ถั่วเหลือง มีค่าอยู่ระหว่าง 391 – 418 กก./เฮกตาร์/วัน, มันฝรั่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 411 – 418 กก./เฮกตาร์/วัน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าอยู่ระหว่าง 534 - 549 กก./เฮกตาร์/วัน) ดังรูปที่ 1-16