

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฐ
สารบัญภาพ	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ปัญหาการเสื่อมโทรมของสวนส้มสายน้ำผึ้งในพื้นที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	3
2.1.1 โรคกรีนนิ่ง	5
2.1.2 ลักษณะอาการของโรคกรีนนิ่ง	5
2.1.3 การแพร่ระบาดของโรคกรีนนิ่ง	6
2.2 การศึกษาและวิเคราะห์โรคกรีนนิ่ง	6
2.2.1 วิธีการศึกษาและวิเคราะห์โรคกรีนนิ่งในห้องปฏิบัติการ	6
2.2.2 วิธีการศึกษาและวิเคราะห์โรคกรีนนิ่งในภาคสนาม (สวนส้ม)	8
2.3 การจำแนกพื้นที่สวนส้มที่เสื่อมโทรมด้วยข้อมูลจากระยะไกล	10
2.3.1 กระบวนการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยข้อมูลจาก ระยะไกล	10
2.3.2 การจำแนกพื้นที่พืชพรรณและการเกษตรที่ผิดปกติด้วยข้อมูลจาก ระยะไกล	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 เทคนิคการวิเคราะห์ค่าตัวแปรของพืชพรรณด้วยข้อมูลจากระยะไกล	17
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	22
3.1 พื้นที่ศึกษา	22
3.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต	22
3.1.2 สภาพภูมิประเทศ	22
3.1.3 สภาพภูมิอากาศ	26
3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย	26
3.3 การจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสวนส้ม	28
3.3.1 กรรมวิธีข้อมูลเชิงตัวเลข	28
3.3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม	35
3.4 การวิเคราะห์ค่าตัวแปรของสวนส้มด้วยข้อมูลจากระยะไกล	36
3.5 การศึกษาวิเคราะห์แนวโน้มโรคกรีนนิงในใบส้ม	38
3.5.1 การตรวจวัดค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้ม	38
3.5.2 การตรวจสอบโรคกรีนนิงด้วยวิธี Iodo-starch Reaction	38
3.6 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้ม, ผลการตรวจพบโรคกรีนนิงด้วยวิธี Iodo-starch Reaction กับค่าตัวแปรของสวนส้มที่ได้จากข้อมูลจากระยะไกล	39
3.7 การสร้างแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องมาจากโรคกรีนนิง	40
3.7.1 การจำแนกและจัดกลุ่มของพื้นที่สวนส้มด้วยค่าตัวแปรที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลจากระยะไกล	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7.2 การวิเคราะห์และจัดระดับความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องจากโรคกรีนนิ่ง	40
3.7.3 วิธีการจัดทำแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องจากโรคกรีนนิ่ง	41
บทที่ 4 ผลการศึกษา	42
4.1 ข้อมูลพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	42
4.1.1 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสวนส้ม	42
4.1.2 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล	43
4.1.2 ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม	46
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าตัวแปรของสวนส้มด้วยข้อมูลจากระยะไกล (NDVI)	52
4.3 ข้อมูลการศึกษาวิเคราะห์แนวโน้มโรคกรีนนิ่งในใบส้ม	53
4.3.1 การตรวจวัดค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้ม	53
4.3.2 การตรวจสอบโรคกรีนนิ่งด้วยวิธี Iodo-starch Reaction	54
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้ม, ผลการตรวจพบโรคกรีนนิ่งด้วยวิธี Iodo-starch Reaction กับค่าตัวแปรของสวนส้มที่ได้จากข้อมูลจากระยะไกล	56
4.5 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องจากโรคกรีนนิ่ง	58
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล	63
5.1 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสวนส้ม	63
5.2 ค่าตัวแปรของสวนส้มด้วยข้อมูลจากระยะไกล (NDVI)	63
5.3 ข้อมูลการศึกษาวิเคราะห์แนวโน้มโรคกรีนนิ่งในใบส้ม	64
5.3.1 ค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้ม	64

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3.2 การตรวจสอบโรคกรีนนิ่งด้วยวิธี Iodo-Starch Reaction	64
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้ม, ผลการตรวจพบโรคกรีนนิ่งด้วยวิธี Iodo-starch Reaction กับค่าตัวแปรของสวนส้มที่ได้จากข้อมูลจากระยะไกล	64
5.5 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องจากโรคกรีนนิ่ง	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก	77
ภาคผนวก ข	79
ภาคผนวก ค	80
ภาคผนวก ง	82
ภาคผนวก จ	84
ประวัติผู้เขียน	87

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2-1	การปฏิบัติระหว่างช่วงคลื่นที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาดัชนีพืชพรรณ	19
2-2	ระดับค่าความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณและความหมาย	19
3-1	รายละเอียดช่วงคลื่น (sensor spectral) ของดาวเทียมธีออส (THEOS)	28
4-1	ผลการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ศึกษา ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง ปี พ.ศ. 2553	42
4-2	ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล การใช้ประโยชน์ที่ดินและสวนส้ม ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2553	44
4-3	จำนวนสวนส้มตัวอย่างแต่ละพื้นที่ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกัน	46
4-4	ปริมาณคลอโรฟิลล์ ร้อยละของการตรวจพบโรคกรีนนิง ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าฐานนิยม (mode) ของค่าความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ของสวนส้ม จำนวน 50 สวน	55
4-5	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlations ของ Pearson) ระหว่างค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) กับปริมาณคลอโรฟิลล์และข้อมูลการตรวจพบโรคกรีนนิงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	54

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก		หน้า
ข	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2553	78
ค	ข้อมูลสวนส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งในตำบลแม่สุน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 50 สวนที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม	79
ง	ค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้มที่ตรวจวัดโดยใช้เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) ในพื้นที่ตำบลแม่สุนจำนวน 50 สวน	81
จ	ข้อมูลการตรวจโรคกรีนนิงในภาคสนามโดยใช้เทคนิค Iodo-Starch Reaction ในพื้นที่สวนส้มตำบลแม่สุนจำนวน 50 สวน	83

## สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2-1	พื้นที่ปลูกส้มสายน้ำผึ้งในอำเภอฝาง แม่อาฮ และ ไชยปราการปี 2544-2552	3
2-2	ปฏิทินการปลูกส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและช่วงเวลาการเกิดโรคที่สำคัญของส้ม	4
2-3	(a.) บริเวณที่เป็นสีน้ำเงินอมม่วงแสดงให้เห็นถึงปริมาณแป้งที่สะสมของใบส้มที่เป็นโรครินนึ่ง (b.) ภาพตัดขวางใบส้มที่เป็นโรครินนึ่ง บริเวณเม็ดสีแดง (red granule) คือ แป้งที่อยู่บริเวณชั้น palisade และชั้น epidermis	9
2-4	คุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุต่าง ๆ ในแต่ละช่วงคลื่นในอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส	11
2-5	ค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกันของพืชบางชนิด	12
2-6	ขั้นตอนหลักทั่วไปที่ใช้ในกระบวนการประมวลผลภาพข้อมูลระยะไกล	13
2-7	(a.) ภาพตัดขวางแสดงการสะท้อนของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในใบพืชทั่ว ๆ ไป (b.) ภาพตัดขวางแสดงการสะท้อนของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในใบพืชปกติ	16
2-8	ลักษณะการสะท้อนของช่วงคลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าของพืชปกติและพืชที่ผิดปกติ	20
3-1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	23
3-2	ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	23
3-3	ภูมิประเทศแบบแสงเงา ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	25
3-4	กลุ่มชุดดิน ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	25
3-5	ปริมาณน้ำฝนสะสมตลอดทั้งปี (cumulative rainfall) ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 ถึงปีพ.ศ. 2553 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	26
3-6	กรอบแนวความคิดในการประเมินระดับความเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องมาจากโรครินนึ่ง โดยการบูรณาการข้อมูลจากระยะไกล ข้อมูลคลอโรฟิลล์ และ ข้อมูลการตรวจสอบโรครินนึ่งในภาคสนาม	27

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
3-7	ข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส แบบหลายช่วงคลื่น (multispectral) บันทึกภาพในวันที่ 2 มกราคม 2553 และภาพขาวดำ (panchromatic) บันทึกภาพในวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2553	29
3-8	วิธีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพขาวดำของดาวเทียม THEOS โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศปี 2545 ของกรมพัฒนาที่ดินโดยโปรแกรม ERDAS Imagine 8.4	30
3-9	ข้อมูลภาพขาวดำ (panchromatic) และข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (multispectral) ที่ได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ตำบลแม่สุ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	30
3-10	ข้อมูลดาวเทียม THEOS มาตรฐาน 1:7,500 (a.) ภาพสีผสมเท็จ (432) หลายช่วงคลื่น รายละเอียด 15 เมตร (b.) ภาพขาวดำ รายละเอียด 2 เมตร (c.) ภาพสีผสมเท็จ (432) ที่ผ่านการเน้นข้อมูล (pan-sharpened) (d.) ภาพสีผสมจริง (123) ที่ผ่านการเน้นข้อมูล (pan-sharpened)	31
3-11	ลักษณะของพื้นที่สวนส้มเปรียบเทียบกับไม้ผลชนิดอื่นจากข้อมูลภาพขาวดำ (panchromatic) และภาพที่ผ่านการเน้นรายละเอียดข้อมูลด้วยวิธี pan-sharpened ของข้อมูลดาวเทียมธีออส (THEOS)	34
3-12	แบบจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณในโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ERDAS Imagine 8.4	37
3-13	การตรวจวัดค่าคลอโรฟิลล์ในใบส้มโดยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502)	38
3-14	ลักษณะสีของไอโอดีนที่เข้าไปในเนื้อเยื่อของ (a.) ใบส้มปกติ และ (b.) ใบส้มที่เป็นโรครินนิง	39
4-1	สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลแม่สุ่นปี 2553	43

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4-2	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2553 ที่จำแนกโดยวิธีการตีความข้อมูลโดยใช้ สายตา	45
4-3	พื้นที่สวนส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ตำบลแม่สุ่นที่จำแนกโดยวิธีการตีความข้อมูล โดยใช้สายตา	45
4-4	ตำแหน่งสวนส้มตัวอย่างจำนวน 50 สวนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม	46
4-5	ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่สวนส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่พบในตำบลแม่สุ่น	47
4-6	แหล่งน้ำและระบบการจัดการน้ำที่ใช้ในการทำสวนส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ตำบล แม่สุ่น (a.) แหล่งน้ำธรรมชาติ (b.) บ่อกักเก็บน้ำภายในสวนส้ม (c.) และ (d.) ระบบสปริงเกอร์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่	48
4-7	ลักษณะกิ่งพันธุ์ที่พบในตำบลแม่สุ่น (a.) กิ่งตอนอายุประมาณ 3-4 ปี (b.) กิ่ง เสียบอายุประมาณ 8-10 ปี (c.) ต้นส้มปลูกใหม่ที่แสดงอาการของโรค กรีนนิ่ง	49
4-8	อาการของโรคกรีนนิ่งที่พบในสวนส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ตำบลแม่สุ่น	50
4-9	การจัดการสวนส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่งของเกษตรกรตำบลแม่สุ่น	51
4-10	ลักษณะอาการรากเน่าโคนเน่าและการจัดการ (a.) อาการใบเหลืองบางกิ่ง (b.) อาการรากเน่าถอดปล้อง (c.) การตัดทิ้งและใช้สารเคมีเมตาแลกซิลช่วยรักษา โรครากเน่า (d.) ส้มปลูกใหม่ เกษตรกรเลือกใช้กิ่งเสียบ	52
4-11	พื้นที่สวนส้มสายน้ำผึ้ง ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่า NDVI โดยใช้โปรแกรม วิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ERDAS 8.4 และค่าทางสถิติของภาพ	53
4-12	พื้นที่สวนส้มตัวอย่าง 50 สวน ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่า NDVI โดยใช้ โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข Erdas8.4 และค่าทางสถิติของภาพ	53
4-13	กราฟการกระจาย (scatter plot) และสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความ แตกต่างของดัชนีพืชพรรณ (NDVI) กับค่าคลอโรฟิลล์ที่ตรวจวัดโดยเครื่อง คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) ในภาคสนาม	57

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4-14	กราฟการกระจาย (scatter plot) และสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณ (NDVI) กับผลการตรวจโรคกรีนนิงโดยเทคนิค Iodo-starch reaction ในภาคสนาม	57
4-15	กราฟการกระจาย (scatter plot) และสมการความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจโรคกรีนนิงโดยเทคนิค Iodo-starch Reaction กับค่าคลอโรฟิลล์ที่ตรวจวัดโดยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-502) ในภาคสนาม	58
4-16	ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณของพื้นที่สวนส้มทั้งหมดในตำบลแม่สุน	59
4-17	ระดับความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องมาจากโรคกรีนนิง	59
4-18	ระดับความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องมาจากโรคกรีนนิง และระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง (mean sea level: msl) ของพื้นที่ตำบลแม่สุน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	61
4-19	ระดับความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของพื้นที่ปลูกส้มอันเนื่องมาจากโรคกรีนนิง และความลาดชัน (slope) ของพื้นที่ตำบลแม่สุน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	62