

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาไม้โตเร็วสกุล *Acacia* เพื่อปลูกบนพื้นที่เสื่อมโทรม
สำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

Development of *Acacia* Genus planting on degraded land
for power generation



โดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรมป่าไม้

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการพัฒนาไม้โตเร็วสกุล *Acacia* เพื่อปลูกบนพื้นที่เสื่อมโทรมสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 โครงการนี้เป็นการพัฒนาต่อยอดการใช้ประโยชน์จากการปรับปรุงพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย (*Acacia*) ของกรมป่าไม้ เพื่อปลูกเป็นสวนป่าเพื่อพลังงานไฟฟ้าในพื้นที่เสื่อมโทรม โดยคัดเลือกสายต้นอะเคเซียที่มีศักยภาพมาทำการวิจัยศักยภาพการปลูกและการจัดการ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาและเพิ่มผลผลิตสวนป่าพลังงานไม้อะเคเซียบนพื้นที่เสื่อมโทรม เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างยั่งยืนและครบวงจร

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้ทรงคุณวุฒิผู้ตรวจสอบทางวิชาการทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ศาสตราจารย์ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ ศาสตราจารย์พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ ศาสตราจารย์สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ รองศาสตราจารย์กล้าณรงค์ ศรีรอต นางสาวพิศมัย เจนวนิชปัญจกุล และนางสุนันทา สมพงษ์ ที่ได้ตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ กรมป่าไม้ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และบริษัท สโตรา เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่แปลงวิจัยและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตโครงการวิจัย	4
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	5
2.1 วิธีดำเนินการวิจัย	5
2.1.1 การจัดทำฐานข้อมูลพื้นที่เสื่อมโทรมและพื้นที่ดินมีปัญหาของประเทศ	5
2.2.2 การหาผลผลิตมวลชีวภาพ การสะสมสารอาหารของไม้สกุลอะคาเซีย และการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับดินของสวนไม้โตเร็วสกุลอะคาเซีย	5
2.1.3 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของสวนไม้โตเร็วสกุลอะคาเซียที่ปลูกเป็นเชื้อเพลิง	8
2.1.4 การศึกษาความเสี่ยงของการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืช	10
2.1.5 การศึกษาคุณสมบัติของการเป็นเชื้อเพลิงของไม้สกุลอะคาเซียจากสวนป่า	11
2.1.6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกไม้สกุลอะคาเซียเพื่อเป็นเชื้อเพลิง	11
2.2 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล	11
บทที่ 3 การตรวจเอกสาร	13
3.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไม้โตเร็วสกุลอะคาเซีย (Acacia)	13
3.1.1 การปรับปรุงพันธุ์ไม้สกุลอะคาเซียในประเทศไทย	19
3.1.2 ชนิดไม้สกุลอะคาเซียที่มีศักยภาพในการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย	23
3.2 พื้นที่เสื่อมโทรมในประเทศไทย แนวทางการใช้พื้นที่ และศักยภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลจากไม้โตเร็วบนพื้นที่เสื่อมโทรม	27
3.2.1 พื้นที่เสื่อมโทรมในประเทศไทย	27
3.2.2 แนวทางการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อผลิตพลังงานชีวมวล	35
3.2.2 ศักยภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลจากไม้โตเร็วบนพื้นที่เสื่อมโทรม	41
บทที่ 4 การเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของไม้โตเร็วสกุลอะคาเซีย (Acacia)	44
4.1 การเติบโตของไม้โตเร็วสกุลอะคาเซียสายต้นต่างๆ	44
4.2 สมการที่ใช้สำหรับประมาณหามวลชีวภาพ	50
4.3 ผลผลิตมวลชีวภาพ	55

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

บทที่ 5 การศึกษาปริมาณความเข้มข้นและการสะสมสารอาหารในส่วนต่างๆ ของไม้สะกุลอะเคเซีย	หน้า
5.1 ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นไม้	61
5.2 ปริมาณการสะสมสารอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นไม้	61
บทที่ 6 การศึกษาคุณสมบัติดิน	72
6.1 สมบัติทางด้านกายภาพของดิน	84
6.2 สมบัติทางด้านเคมีของดิน	84
บทที่ 7 การใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย	96
7.1 การใช้น้ำของไม้สกุลอะเคเซียในพื้นที่	110
7.2 การศึกษาการใช้น้ำของกล้าไม้สกุลอะเคเซียในกระถาง	110
บทที่ 8 โรคของไม้สกุลอะเคเซีย	115
8.1 อะเคเซียลูกผสม (<i>A. mangium</i> x <i>A. auriculiformis</i>)	120
8.2 กระถินเทพา (<i>Acacia mangium</i>)	120
บทที่ 9 ค่าความร้อนและองค์ประกอบต่างๆ ของไม้อะเคเซียจากพื้นที่ต่างๆ และการจัดการโลจิสติกส์	122
9.1 ค่าความร้อน (heating value)	127
9.2 องค์ประกอบของไม้อะเคเซีย โดยการวิเคราะห์แบบประมาณ (proximate analysis)	127
9.3 องค์ประกอบของไม้อะเคเซีย โดยการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (ultimate analysis)	128
9.4 การจัดการโลจิสติกส์	130
บทที่ 10 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	132
10.1 ผลตอบแทนทางการเงิน	137
10.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	137
10.3 การคำนวณส่วนเพิ่มค่าไฟฟ้า (Adder)	138
10.4 การจัดสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินโครงการ	142
บทที่ 11 บทสรุป	144
11.1 สรุป	145
11.2 ข้อเสนอแนะ	145
	148
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก: การจัดสัมมนาศักยภาพการปลูกไม้สกุลอะเคเซียบนพื้นที่เสื่อมโทรมเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า	150
	157

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ของไม้สกุลอะเคเซีย	15
ตารางที่ 2 พื้นที่ปลูกไม้อะเคเซียในทวีปเอเชียโดยประมาณ	19
ตารางที่ 3 สรุปสถิติการใช้ประโยชน์ไม้สกุลอะเคเซีย (แสดงเฉพาะชนิดที่มีการใช้ประโยชน์หลัก)	21
ตารางที่ 4 ค่าความร้อนของถ่านไม้สกุลอะเคเซียชนิดต่างๆ	24
ตารางที่ 5 Site information of all intra-specific and inter-specific hybrids of <i>Acacia</i> clone trials	24
ตารางที่ 6 รายละเอียดของสายต้นที่ใช้ศึกษาการเติบโต	25
ตารางที่ 7 โรคของไม้สกุลอะเคเซียต่างๆ	26
ตารางที่ 8 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินประเทศไทย ปี 2551/52	29
ตารางที่ 9 ข้อมูลพื้นที่เกษตรที่ร้างในประเทศไทย	33
ตารางที่ 10 พื้นที่ในเขต ส.ป.ก. แยกรายจังหวัด (ส.ป.ก., 2554)	37
ตารางที่ 11 การเติบโตของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัย กำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	45
ตารางที่ 12 การเติบโตของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น	45
ตารางที่ 13 การเติบโตของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	46
ตารางที่ 14 การเติบโตของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	47
ตารางที่ 15 การเติบโตของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่าของบริษัทสโตร์รา เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	48
ตารางที่ 16 การเติบโต (Height and DBH) ของกระถินณรงค์ลูกผสม 4 สายต้นที่ปลูกใน 5 พื้นที่ (KP, KB, CS, KK, SK) และยุคาลิปต์สอายุ 3 – 4 ปี	49
ตารางที่ 17 การเติบโต (height, dbh) และ regression coefficient ใน 5 พื้นที่	49
ตารางที่ 18 รูปแบบของสมการแอลโลเมตรี และค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (r^2) ของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และ ใบ ของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	50
ตารางที่ 19 รูปแบบของสมการแอลโลเมตรี และค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (r^2) ของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และ ใบ ของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น	51
ตารางที่ 20 รูปแบบของสมการแอลโลเมตรี และค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (r^2) ของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และ ใบ ของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	52
ตารางที่ 21 รูปแบบของสมการแอลโลเมตรี และค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (r^2) ของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และ ใบ ของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 22 รูปแบบของสมการแอลโลเมตรี และค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (r^2) ของส่วนที่เป็น ลำต้น กิ่ง และใบ ของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในพื้นที่สวนป่า ของบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	54
ตารางที่ 23 ปริมาณมวลชีวภาพของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในส่วนที่เป็น ลำต้น กิ่ง และใบ ของพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	55
ตารางที่ 24 ปริมาณมวลชีวภาพของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในส่วนที่เป็น ลำต้น กิ่ง และใบ ของพื้นที่สวนปามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น	56
ตารางที่ 25 ปริมาณมวลชีวภาพของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในส่วนที่เป็น ลำต้น กิ่ง และใบ ของพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	57
ตารางที่ 26 ปริมาณมวลชีวภาพของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในส่วนที่เป็น ลำต้น กิ่ง และใบ ของพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	58
ตารางที่ 27 ปริมาณมวลชีวภาพของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย สายต้น 3, 5, 18 และ 19 ในส่วนที่เป็น ลำต้น กิ่ง และใบ ของพื้นที่สวนป่าของบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	59
ตารางที่ 28 ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	63
ตารางที่ 29 ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนปามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น	65
ตารางที่ 30 ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	67
ตารางที่ 31 ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	69
ตารางที่ 32 ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหาร (ร้อยละ) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าของบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	71
ตารางที่ 33 ปริมาณการสะสมสารอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในส่วนลำต้น กิ่ง และใบ ของไม้โตเร็วสกุล อะเคเซีย ในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	74
ตารางที่ 34 ปริมาณการสะสมสารอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนปามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น	76
ตารางที่ 35 ปริมาณการสะสมสารอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	78
ตารางที่ 36 ปริมาณการสะสมสารอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของ ไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 37 ปริมาณการสะสมสารอาหาร (กิโกรัม/ไร่) ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าของบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	82
ตารางที่ 38 สมบัติทางกายภาพของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัย กำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	86
ตารางที่ 39 สมบัติทางกายภาพของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนปามัญจาศิริ จังหวัดขอนแก่น	88
ตารางที่ 40 สมบัติทางกายภาพของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	90
ตารางที่ 41 สมบัติทางกายภาพของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	92
ตารางที่ 42 สมบัติทางกายภาพของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าของบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	94
ตารางที่ 43 สมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร	97
ตารางที่ 44 สมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนปามัญจาศิริ จังหวัดขอนแก่น	99
ตารางที่ 45 สมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา	102
ตารางที่ 46 สมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	105
ตารางที่ 47 สมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกไม้โตเร็วสกุลอะเคเซีย ในพื้นที่สวนป่าของบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดสระแก้ว	107
ตารางที่ 48 อัตราการใช้น้ำของไม้สกุลอะเคเซีย อายุ 3 ปี จำนวน 4 สายต้นที่ปลูกบริเวณสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา และสวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี วัดในเดือนสิงหาคม และธันวาคม พ.ศ. 2554	113
ตารางที่ 49 พื้นที่กระพี้ของต้นไม้ที่ใช้วัดการใช้น้ำของไม้สกุลอะเคเซีย อายุ 3 ปี จำนวน 4 สายต้นที่ปลูกบริเวณสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา และสวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี	114
ตารางที่ 50 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของไม้สกุลอะเคเซีย อายุ 3 ปี จำนวน 4 สายต้นที่ปลูกบริเวณสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา และสวนป่าดอนแสลบ-เลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี วัดในเดือนสิงหาคม และธันวาคม พ.ศ. 2554	115
ตารางที่ 51 ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้น้ำของกล้าไม้สกุลอะเคเซีย 4 สายต้น ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ให้น้ำทุกวัน กลุ่ม B ให้น้ำทุก 3 วัน และกลุ่ม C ไม่ให้น้ำจนต้นไม้เริ่มเหี่ยว	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 52 ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางแบบสัมบูรณ์ (absolute) และแบบสัมพัทธ์ (relative) ของกล้าไม้สกุลอะเคเซีย 4 สายต้น ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ให้น้ำทุกวัน กลุ่ม B ให้น้ำทุก 3 วัน และกลุ่ม C ไม่ให้น้ำจนต้นไม้เริ่มเหี่ยว	119
ตารางที่ 53 ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเพิ่มพูนทางความสูงแบบสัมบูรณ์ (absolute) และแบบสัมพัทธ์ (relative) ของกล้าไม้สกุลอะเคเซีย 4 สายต้น ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ให้น้ำทุกวัน กลุ่ม B ให้น้ำทุก 3 วัน และกลุ่ม C ไม่ให้น้ำจนต้นไม้เริ่มเหี่ยว	119
ตารางที่ 54 ค่าความร้อนของไม้สกุลอะเคเซีย อายุ 3 ปี ในพื้นที่ต่างๆ (สภาวะอบแห้ง, dry basis)	127
ตารางที่ 55 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีศักยภาพในปัจจุบัน (สภาวะอบแห้ง, dry basis)	129
ตารางที่ 56 องค์ประกอบแบบประมาณของไม้สกุล Acacia ในพื้นที่ต่างๆ (สภาวะอบแห้ง, dry basis)	130
ตารางที่ 57 องค์ประกอบแบบแยกธาตุของไม้สกุลอะเคเซียในพื้นที่ต่างๆ (สภาวะอบแห้ง, dry basis)	131
ตารางที่ 58 ค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และแปรรูปไม้เชื้อเพลิง	134
ตารางที่ 59 ราคารับซื้อไม้ของโรงงานแปรรูปไม้เชื้อเพลิง	134
ตารางที่ 60 ผลตอบแทนทางการเงินของการปลูกไม้อะเคเซีย เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	139
ตารางที่ 61 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกไม้อะเคเซีย เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า	141
ตารางที่ 62 การเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนทางการเงินและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกไม้อะเคเซียบนพื้นที่เสื่อมโทรมเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า	142
ตารางที่ 63 การวิเคราะห์หาส่วนเพิ่มค่าไฟฟ้า กรณีการปลูกไม้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน VSPP (9.9 MW)	143

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำเลี้ยงในลำต้น (ก) ใช้สว่านเจาะนำเข้าไปในลำต้น (ข) สอดหัวตรวจ (probe) เข้าไปในรูสว่านที่เจาะไว้ ยึดให้ติดกับลำต้นด้วยดินน้ำมัน (ค) ยึดติดให้แน่นด้วยโฟมและเทปอีกชั้นหนึ่ง (ง) หุ้มด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันน้ำ	9
ภาพที่ 2 (ก) เครื่องบันทึกข้อมูล (data logger) การวัดอัตราการไหลของน้ำเลี้ยงในลำต้น (ข) เครื่องวัด อากาศขนาดเล็ก ถูกติดบนลำต้นใกล้เคียงกับต้นที่ทำการวัดอัตราการไหลของน้ำเลี้ยงในลำต้น	9
ภาพที่ 3 การกระจายพันธุ์ธรรมชาติของไม้สกุลอะเคเซีย (Turnbull, 2004)	14
ภาพที่ 4 การกระจายพันธุ์ธรรมชาติของไม้สกุลอะเคเซียในสกุลย่อย Phyllodineae (Turnbull, 2004)	14
ภาพที่ 5 Incomplete half-diallel design for controlled pollination of <i>A. auriculiformis</i> and <i>A. mangium</i>	20
ภาพที่ 6 การใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)	30
ภาพที่ 7 ความเสื่อมโทรมของที่ดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)	32
ภาพที่ 8 พื้นที่ทิ้งร้างในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)	34
ภาพที่ 9 พื้นที่ในเขตปฏิรูปที่ดิน (ส.ป.ก., 2554)	36
ภาพที่ 10 พื้นที่ดินเสื่อมโทรม ทิ้งร้าง และพื้นที่ ส.ป.ก. ในเขตลุ่มน้ำน่านตอนบน	39
ภาพที่ 11 พื้นที่ดินเสื่อมโทรม ทิ้งร้าง และพื้นที่ ส.ป.ก. ในเขตลุ่มน้ำโขง จังหวัดหนองคาย อุดรธานี และสกลนคร	40
ภาพที่ 12 ผลจากโปรแกรม THAI พื้นที่สีเขียวแสดงถึงเงื่อนไขทางภูมิอากาศที่เหมาะสมกับ <i>E. camaldulensis</i> , <i>E. grandis</i> , <i>A. mangium</i> และ <i>A. auriculiformis</i> ตามลำดับจากบนลงล่าง	42
ภาพที่ 13 พื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	43
ภาพที่ 14 ความผันแปรของอัตราการใช้น้ำในรอบวันของไม้สกุลอะเคเซียสายต้นหมายเลข 3, 5, 18 และ 19 ที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา วัดในเดือนสิงหาคม และธันวาคม พ.ศ. 2554	111
ภาพที่ 15 ความผันแปรของอัตราการใช้น้ำในรอบวันของไม้สกุลอะเคเซียสายต้นหมายเลข 3, 5, 18 และ 19 ที่สวนป่าเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี วัดในเดือนสิงหาคม และธันวาคม พ.ศ. 2554	111
ภาพที่ 16 แนวโน้มความสัมพันธ์ของอัตราการใช้น้ำของไม้สกุลอะเคเซียสายต้นหมายเลข 3, 5, 18 และ 19 กับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา วัดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554	112
ภาพที่ 17 ความผันแปรของอัตราการใช้น้ำของกล้าไม้สกุลอะเคเซีย 4 สายต้น ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A ให้น้ำทุกวัน กลุ่ม B ให้น้ำทุก 3 วัน และกลุ่ม C ไม่ให้น้ำจนต้นไม้เริ่มเหี่ยว เส้นประในแนวตั้งแสดงวันที่มีการให้น้ำแก่กล้าไม้ในกลุ่ม B และ C	117

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 18 รูปแบบการเก็บเกี่ยวและแปรรูปไม้เชื้อเพลิง	133
ภาพที่ 19 กระบวนการบริหารไม้ภายในลานแปรรูปก่อนนำไม้ส่งไปยังโรงผลิตไฟฟ้าชีวมวล	133
ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการสับย่อยไม้สด (ความชื้นเฉลี่ย 45 เปอร์เซ็นต์)	135
ภาพที่ 21 แสดงขั้นตอนการสับย่อยไม้แห้ง (ความชื้นเฉลี่ย 25 เปอร์เซ็นต์)	136