การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

Valuation of Ecosystem Services and Economic Feasibility of Monoculture and Agroforestry Rubber Plantations in Lower Southern Thailand

นรันต์ ณัฏฐารมณ์

Narun Nattharom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management
Prince of Songkla University

2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

Valuation of Ecosystem Services and Economic Feasibility of Monoculture and Agroforestry Rubber Plantations in Lower Southern Thailand

นรันต์ ณัฏฐารมณ์

Narun Nattharom

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management
Prince of Songkla University

2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

ผู้เขียน นายนรันต์ ณัฏฐารมณ์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาระ บำรุงศรี)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์)

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.บัญชา สมบูรณ์สุข)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธินี สินุธก)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาระ บำรุงศรี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาระ บำรุงศรี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....
(นายนรันต์ ณัฏฐารมณ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายนรันต์ ณัฏฐารมณ์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

ผู้เขียน นรันต์ ณัฏฐารมณ์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) ศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นกรณีศึกษา 2) ศึกษาต้นทุน ผลประโยชน์ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเมื่อพิจารณาถึงมูลค่าบริการทางระบบนิเวศจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร 3) เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบการทำสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ผ่านการศึกษาด้วยวิธีการเชิงบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรจำนวน 8 สวน ในพื้นที่จังหวัดตรัง พัทลุง และสงขลา

ผลการศึกษาพบว่า 1) ส่วนใหญ่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรมีรูปแบบการทำสวนยางพาราใกล้เคียงกัน แต่มีความแตกต่างกันที่สวนยางพาราวนเกษตรมีการปลูกหรือปล่อยพืชร่วมบริเวณที่ว่างระหว่างแถวยางพารา และเกษตรกรวางแผนจะไม่โค่นล้มสวนยางพาราวนเกษตรเพื่อต้องการให้พื้นที่สวนของตนกลายเป็นพื้นที่ช่วยการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 2) การทำสวนยางพาราวนเกษตรมีส่วนช่วยลดต้นทุนในการทำสวนยางพารา ขณะเดียวกันสามารถให้ผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว และเมื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าการลงทุนพบว่า สวนยางพาราวนเกษตรมีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราตอบแทนภายในโครงการสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว 3) ควรปรับปรุงสวนยางพาราให้อยู่ในรูปแบบวนเกษตร โดยต้องพิจารณาเลือกพรรณไม้เป็นพืชร่วมตามความเหมาะสมของพื้นที่เป็นหลัก เพื่อลดผลกระทบจากการทำสวนยางพาราและก่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันการทำสวนยางพาราวนเกษตรยังคงต้องมีการพัฒนารูปแบบให้ดียิ่งขึ้นตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และพัฒนารูปแบบการทำสวนยางพาราให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืนของ FSC เพื่อที่สวนยางพาราวนเกษตรจะมีความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นไป

Thesis Title	Valuation of Ecosystem Services and Economic Feasibility of Monoculture and Agroforestry Rubber Plantations in Lower Southern Thailand
Author	Mr. Narun Nattharom
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2020

Abstract

The objectives of this study are: 1) to study the pattern of monoculture and agroforestry rubber plantation in case studies, 2) to employ a cost-benefit analysis with ecosystem service values and compare between monoculture and agroforestry rubber plantations in the study areas, and 3) to propose guidelines for improving rubber plantation to be more sustainable in terms of economic and environment.

The results showed that the monoculture and agroforestry rubber plantations generally contained similar patterns. However, there were differences in that the intercropping was grown or allowed in the space between the rubber rows in agroforestry plantation and farmers plan not to cut trees down to keep their plantations as a conservation area. It was found that the agroforestry rubber plantations can reduce costs, as well as providing higher benefits from ecosystem services than the monoculture plantations. The agroforestry plantations also yield higher NPV, BCR, and IRR than monoculture. The results recommend that the agroforestry should be promoted as a means to improve rubber plantation, with further study on intercropping plants suitability to reduce the impact of rubber plantation and increase economic and environmental benefits. Additionally, agroforestry must follow the Rubber Research Institute's guideline of management, as well as FSC management, which will move the plantations toward more economical and environmental sustainability.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการทุ่มเทแรงกายแรงใจ ดูแลเอาใจใส่ และให้ความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ขอบคุณอาจารย์สำหรับโอกาสมอบให้ พร้อมทั้งเชื่อมั่นในศักยภาพของผู้วิจัย ตลอดจนคอยอบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ และสนับสนุนผู้วิจัยทั้งในด้านการเรียน การทำงานวิจัย และการใช้ชีวิตเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยซาบซึ้งและรับรู้ได้ถึงความรัก ความเมตตากรุณา และความเสียสละที่อาจารย์มอบให้ จึงขอขอบพระคุณอาจารย์อย่างสูงไว้ในโอกาสนี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.สาระ บำรุงศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ในการแนะนำและคอยช่วยเหลือเป็นพิเศษด้านชีววิทยาและข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมทั้งได้รับความช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.บัญชา สมบูรณ์สุข กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ภายใน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธินี สินุธก กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ภายใน ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับพัฒนางานวิจัยให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราในพื้นที่จังหวัดตรัง จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลาทุกท่าน ที่ยินดีให้ข้อมูลและคำแนะนำต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการศึกษาครั้งนี้

ขอบขอบคุณ นายนราธิป ทับทิมทอง นายธนิต พงษ์พันธ์ นายอัถพงศ์ ปิ่นทองพันธ์ และนางสาวอรปวีณ์ พันธุเวทย์ในความกรุณาที่สละเวลามาช่วยเหลือผู้วิจัยในกระบวนการเก็บข้อมูลภาคสนามจากพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ สมาชิกหน่วยวิจัยเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่คอยให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือ และความเป็นห่วงเป็นใยผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภททุนบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี 2560

ท้ายสุด ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวณัฏฐารมณ์และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ที่สนับสนุนเวลา กำลังใจ เงินทุน ความรัก ความเข้าใจ และคอยไถ่ถามด้วยความห่วงใยผู้วิจัยในทุก ๆ เรื่องอย่างดีเสมอมา ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

นรันต์ ณัฏฐารมณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(14)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 คำถามงานวิจัย	3
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย	4
1.6 ขอบเขตการศึกษา	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	9
บทที่ 2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดบริการทางระบบนิเวศ	10
2.2 สวนยางพาราวนเกษตร (agroforestry rubber plantations)	11
2.3 สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (monoculture rubber plantations)	14
2.4 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ (economic valuation)	16
2.5 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (cost-benefit analysis)	22
2.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีววิทยาเพื่อนำไปสู่การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศบางประการ	29
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีที่ดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการเลือกพื้นที่ศึกษา 65

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 67

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 71

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราของกรณีศึกษาทั้ง 8 สวน 89

4.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการทำสวนยางพารา 103

บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา

5.1 การอภิปรายผลการศึกษารูปแบบการทำสวนยางพารา 128

5.2 การอภิปรายผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์การทำสวนยางพารา ในแต่ละรูปแบบ 139

5.3 การเสนอแนวทางการทำสวนยางพาราที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน 156

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา 162

6.2 ข้อเสนอแนะ 165

เอกสารอ้างอิง 171

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการทางระบบนิเวศ ของป่าไม้ตามแนวคิดของ MA (2005) 200

ภาคผนวก ข ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการทางระบบนิเวศ ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวตามแนวคิดของ MA (2005) 209

ภาคผนวก ค ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการทางระบบนิเวศ ของสวนยางพาราวนเกษตรตามแนวคิดของ MA (2005) 217

ภาคผนวก ง การกลั่นกรองบริการทางระบบนิเวศที่พิจารณาศึกษา 221

ภาคผนวก จ สมการพยากรณ์การเติบโตและอัตราการเติบโตทางขนาดของพรรณไม้แต่ละชนิด 224

ภาคผนวก ฉ อัตราการเติบโตเฉลี่ยในแต่ละช่วงชั้นของขนาดพรรณไม้ ในพื้นที่ศึกษา AN3 และ AN4 228

ภาคผนวก ซ ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราของแต่ละพื้นที่ศึกษา 231

ภาคผนวก ฌ มูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงานของพื้นที่ศึกษา AE1 และ AN4 265

ภาคผนวก ด รายละเอียดของการจัดการสวนป่าตามแนวทาง FSC 270

ประวัติผู้เขียน 272

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 งานวิจัยที่เลือกใช้การวิเคราะห์ความถดถอยในการพยากรณ์การเจริญเติบโตทางความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของพรรณไม้ 31
ตารางที่ 2-2 เกณฑ์การจำแนกประเภทของไม้ใหญ่และไม้หนุ่มของแต่ละเอกสารทางวิชาการ 36
ตารางที่ 2-3 สมการถดถอยสำหรับประเมินมวลชีวภาพไม้ใหญ่จากการศึกษาของ Brown และคณะ (1989) 40
ตารางที่ 2-4 สมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มจากการศึกษาของ ธิติ วิสารัตน์และชลธิดา เชิญขุนทด (2547) 41
ตารางที่ 2-5 root/shoot ration จากงานศึกษาของ Cairns และคณะ (1997) 43
ตารางที่ 2-6 สรุปบริการทางระบบนิเวศจากงานวิจัยที่เกี่ยวตามแนวคิด MA (2005) 48
ตารางที่ 2-7 ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการทางระบบนิเวศ 50
ตารางที่ 2-8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนสวนยางพาราเชิงเดี่ยวจากการสืบค้นโดยผู้วิจัย 56
ตารางที่ 2-9 ข้อมูลต้นทุนของการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในแต่ละงานวิจัยตามการจำแนกของผู้วิจัย 56
ตารางที่ 2-10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว 59
ตารางที่ 2-11 ต้นทุนของวนเกษตรจากงานวิจัยของ พรรณทิพา ปันทะรัตน์ (2554) 62
ตารางที่ 2-12 งานวิจัยที่เปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร 63
ตารางที่ 2-13 จำนวนแปลงสำรวจที่ถูกสุ่มวางลงในแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษา 70
ตารางที่ 2-14 ค่าสถิติและเกณฑ์ที่เป็นตัวบ่งชี้ความเหมาะสมของรูปแบบสมการแบบจำลอง 73
ตารางที่ 3-1 สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นพื้นที่ศึกษา 67
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกและค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทางความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกของพรรณไม้ในเวลาหนึ่งปี 75
ตารางที่ 3-3 ราคาซื้อขายไม้หนุ่มในแต่ละประเภท 81
ตารางที่ 3-4 ราคาไม้สำหรับใช้ในการประเมินมูลค่าเศรษฐศาสตร์การเป็นแหล่งผลิตเนื้อไม้ 81
ตารางที่ 3-5 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย 84

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-1 รูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นพื้นที่ศึกษา 92
ตารางที่ 4-2 ชนิดและจำนวนพรรณไม้พืชร่วมที่พบในสวนยางพาราวนเกษตรแบบ
ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม 93
ตารางที่ 4-3 ลำดับการปลูกพืชร่วมในแต่ละปีของ AE2 96
ตารางที่ 4-4 รูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม 97
ตารางที่ 4-5 ชนิดและจำนวนของพรรณไม้พืชร่วมที่พบในสวนยางพาราวนเกษตรแบบ
ปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมม 99
ตารางที่ 4-6 รูปแบบการทำสวนยางพาราแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม 103
ตารางที่ 4-7 มูลค่าต้นทุนคงที่แต่ละชนิดของการทำสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 107
ตารางที่ 4-8 มูลค่าต้นทุนผันแปรของการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา 113
ตารางที่ 4-9 ปริมาณและมูลค่ารายปีของบริการทางระบบนิเวศด้านผลผลิตยางธรรมชาติ
ของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 114
ตารางที่ 4-10 ปริมาณและมูลค่ารายปีของบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่ง
ผลิตอาหารและผลผลิตอื่นของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 116
ตารางที่ 4-11 ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้
ของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 117
ตารางที่ 4-12 ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการดูดซับ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา 118
ตารางที่ 4-13 ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการผลิตก๊าซออกซิเจน
ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา 119
ตารางที่ 4-14 มูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยในแต่ละพื้นที่ศึกษา 120
ตารางที่ 4-15 มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลประโยชน์ตลอด
อายุโครงการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา 121
ตารางที่ 4-16 ผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุน
และผลประโยชน์ทุกชนิดด้วย NPV, B/C ratio และ IRR ของแต่ละพื้นที่ศึกษา 122
ตารางที่ 4-17 ผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนและผลประโยชน์
เฉพาะที่เกษตรสามารถซื้อขายในระบบตลาดด้วย NPV B/C ration และ IRR
ของแต่ละพื้นที่ศึกษา 123

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละพื้นที่ศึกษาโดยการปรับตัวแปรบางตัว 124
ตารางที่ 5-1 ค่าเฉลี่ย DBH ของพรรณไม้ใน AE2 และขนาด DBH ที่ได้จาก
การคำนวณด้วยสมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ในงานวิจัยครั้งนี้ 133
ตารางที่ 5-2 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยรายวันของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 135
ตารางที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินของแต่ละพื้นที่ศึกษา 136
ตารางที่ 5-4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 137
ตารางที่ 5-5 มูลค่าต้นทุนการกำจัดวัชพืชตลอดอายุโครงการสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา 140
ตารางที่ 5-6 มูลค่าปัจจุบันของปุ๋ยบำรุงตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา 141
ตารางที่ 5-7 จำนวนวันกรีดและผลผลิตยางธรรมชาติ ณ ปีที่เก็บข้อมูล (2559) 145
ตารางที่ 5-8 จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดอายุโครงการในแต่ละพื้นที่ศึกษา 146
ตารางที่ 5-9 ปริมาตราเนื้อไม้และน้ำหนักเนื้อไม้ยางพาราของพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งที่อายุ 25 ปี 148
ตารางที่ 5-10 ค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารในดินของสวนยางพารา 148
ตารางที่ 5-11 ปริมาณและมูลค่าปัจจุบันของการดูดซับก๊าซ CO_2 และการผลิต O_2 ตลอดอายุ
โครงการในแต่ละพื้นที่ศึกษา 150
ตารางที่ 5-12 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดซับ CO_2 ของยางพาราแต่ละปีของสวนยางพารา
แต่ละสวน 151
ตารางที่ 5-13 จำนวนงานวิจัยที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา 153

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	5
ภาพที่ 1-2 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดตรังตั้งอยู่ที่ตำบลนาโต๊ะหมิง อำเภอเมือง	6
ภาพที่ 1- 3 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่	7
ภาพที่ 1-4 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอหาดใหญ่	7
ภาพที่ 1-5 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดพัทลุง ตำบตะโหมด อำเภอตะโหมด	8
ภาพที่ 2-1 คำจำกัดความของวนเกษตรโดยการสรุปของผู้วิจัย	12
ภาพที่ 2-2 คำจำกัดความสวนเกษตรเชิงเดี่ยวจากการสรุปของผู้วิจัย	15
ภาพที่ 2-3 มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ ตามการอธิบายของ OECD (2006)	19
ภาพที่ 2-4 มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ ตามการอธิบายของวราภรณ์ งามสมสุข (2549)	19
ภาพที่ 3-1 วิธีการดำเนินงานวิจัย	66
ภาพที่ 3-2 ลักษณะแปลงสำรวจพรรณไม้สี่เหลี่ยม	69
ภาพที่ 3-3 ข้อมูลตัวอย่างความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกของพรรณไม้ที่ไม่ทราบอายุ ซึ่งผู้วิจัยสมมติขึ้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ D_1-D_{20}	74
ภาพที่ 4-1 ระยะการปลูกยางพาราในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	89
ภาพที่ 4-2 ระยะการปลูกยางพาราและพืชร่วมของ AE1	94
ภาพที่ 4-3 ระยะการปลูกยางพาราและพืชร่วมของ AE2	96
ภาพที่ 4-4 ระยะการปลูกยางพาราและพืชร่วมของสวนยางพาราแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม	99
ภาพที่ 5-1 ราคาเฉลี่ยรายปีของผลผลิตยางพาราระหว่าง พ.ศ. 2553-2563	143
ภาพที่ 6-1 สรุปผลการวิจัย	164

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. Arg.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทยถึงแม้ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาราคาผลผลิตยางพาราตกต่ำ (บัญชา สมบูรณ์สุข และคณะ, 2556) แต่มูลค่าการส่งออกของผลผลิตยางพาราตั้งแต่ พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2562 ยังคงมีมูลค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสินค้าทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ เฉลี่ยแต่ละปีมีมูลค่าเท่ากับ 220,488 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

ปัจจุบันพื้นที่ของสวนยางพารามีสูงถึงประมาณ 22.5 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.01 ของพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมด โดยส่วนใหญ่มักเป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ที่มีข้อดีในด้านการเอื้อให้เกษตรกรสามารถดูแลรักษาและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างสะดวก ให้ผลผลิตตอบแทนที่สูง (Clay, n.d. และ Cook and Weller, 2004) และมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสวนเชิงเดี่ยวชนิดอื่น เช่น สวนไม้ยูคาลิปตัส สวนไม้สัก เป็นต้น (ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ และคณะ, ม.ป.ป.; ทศพร วัชรางกูร และคณะ, 2548 อ้างถึงใน ระวี เจียรภา และคณะ, 2555) แต่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวก็มักถูกวิจารณ์ถึงข้อด้อยในด้านปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการที่ภายในพื้นที่สวนมีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, 2536; ยุพิน รามณีย์, 2542; พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และพิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, 2551) ซึ่งเป็นผลมาจากการกำจัดพืชชนิดอื่นเพื่อให้เหลือยางพาราเป็นพืชชนิดเดียวในสวน ซึ่งส่งผลต่อความสมดุลของระบบนิเวศ (ศิริจิต ทุ่งหว้า และพิษณุ ดำรัตนา, 2554) การที่โครงสร้างของสวนมีลักษณะเปิดโล่งเนื่องจากขาดความซับซ้อนของระบบเรือนยอดและระบบรากของพรรณไม้ ทำให้พื้นดินได้รับแรงปะทะจากเม็ดฝนจนเกิดการอัดแน่นและดูดซับน้ำได้น้อย น้ำฝนที่ตกลงมาจะกลายเป็นน้ำไหลบ่า (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และพิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, 2551) ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน (ยุพิน รามณีย์, 2542; ศิริจิต ทุ่งหว้า และพิษณุ ดำรัตนา, 2554 และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556) และการพัดพาธาตุอาหารบริเวณดินออกนอกพื้นที่สวน (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, 2536) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่สร้างผลกระทบต่อคุณภาพแหล่งน้ำธรรมชาติ (ศิริจิต ทุ่งหว้า และพิษณุ ดำรัตนา, 2554)

สวนยางพาราวนเกษตรจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถลดข้อด้อยด้านปัญหาสิ่งแวดล้อมของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่กล่าวในข้างต้นได้ โดยมีข้อดีในด้านการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ภายในพื้นที่สวน (สุรจิต ภูภักดิ์, 2549; นันทิญาณี เธียรนันท์, 2545; Jose, 2009; และ Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO, 2013) การเป็นแหล่ง

ปรับปรุงคุณภาพอากาศและการเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่เกษตร (สุรจิต ภูภักดิ์, 2549; Jose, 2009 และธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2554) เนื่องจากการมีจำนวนและชนิดพรรณไม้ที่หลากหลายอยู่ในพื้นที่สวน การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน จากการร่วงหล่นของกิ่งไม้และใบไม้ในปริมาณมาก (Jose, 2009 และ FAO, 2013) ซึ่งเป็นการเติมอินทรียวัตถุให้แก่ดิน และการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, 2536 และพรรณทิพา ปันทะรัตน์, 2554) จากความซับซ้อนทางโครงสร้างของเรือนยอดที่ช่วยลดความรุนแรงของเม็ดฝน และระบบรากที่ช่วยยึดเกาะอนุภาคของดิน นอกจากนี้สวนยางพาราวนเกษตรยังมีส่วนเอื้อประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเพิ่มรายได้ของเกษตรกรให้เกิดขึ้นตลอดทั้งปีจากการที่มีผลผลิตที่หลากหลาย (พรรณทิพา ปันทะรัตน์, 2554)

แม้ข้อดีของสวนยางพาราวนเกษตรจะมีหลายประการตามที่กล่าวไว้ แต่ด้วยความหนาแน่นของพรรณไม้ภายในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรทำให้เกษตรส่วนใหญ่มองว่าอาจก่อให้เกิดข้อด้อยในด้านการลดลงของผลผลิตยางพารา เนื่องจากการแย่งชิงแสงแดด น้ำ ธาตุอาหารในพื้นดินของพรรณไม้ (Laing, n.d.; พนัส แพชนะ และคณะ, 2541; ปฏิญญา สระกวี และคณะ, 2553) และอากาศภายในสวนไม่สามารถถ่ายเทได้สะดวก ก่อให้เกิดการสะสมความชื้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเชื้อราบริเวณต้นยางพารา (สถาบันวิจัยยาง, 2549) และจำนวนวันกรีดที่ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงหลังฝนตก อากาศในสวนจะมีความชื้นสูง มีการรวมตัวเป็นหยดน้ำบริเวณหน้ายาง หากเกษตรกรกรีดยางในช่วงเวลาดังกล่าวแล้ว น้ำยางที่ออกมาจากรอยกรีดจะรวมตัวกับหยดน้ำแล้วไหลออกนอกแนวกรีด นอกจากนี้ ด้วยสาเหตุของพื้นที่โล่งภายในสวนที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกษตรกรไม่สามารถใช้เครื่องมือทางการเกษตรขนาดใหญ่ เช่น จักรยานยนต์ รถเข็น เป็นต้น ได้อย่างสะดวก (Laing, n.d.) ก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองแรงงานและเวลาในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสวน

ดังนั้น ถึงแม้สวนยางพาราวนเกษตรที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว มีแนวโน้มที่จะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม และสร้างความมั่นคงทางรายได้ให้เกษตรกรหากเกิดปัญหาความผันผวนของราคาผลผลิตยางพาราและปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้ แต่ในมุมมองของเกษตรกรที่ทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวส่วนใหญ่ ยังคงมีข้อกังขาหลายประการเกี่ยวกับการทำสวนยางพาราวนเกษตร ไม่ว่าจะในประเด็นของผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ รูปแบบการปลูก และการจัดการต่าง ๆ นอกจากนี้ ในแง่ของหน่วยงานผู้วางนโยบายก็ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เปรียบเทียบกันอย่างชัดเจนของสวนยางพาราทั้ง 2 ระบบ จึงขาดองค์ความรู้ที่ชี้ชัดที่จะนำมาใช้เพื่อการวางนโยบายในเรื่องนี้ ซึ่งในการทบทวนเอกสารเบื้องต้นยังไม่พบเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบโดยละเอียดและครอบคลุมเพียงพอเกี่ยวกับประเด็นที่ยังเป็น

ข้อกังขาดังกล่าว ทำให้ขาดข้อมูลและองค์ความรู้สำคัญที่จะนำไปใช้ในการส่งเสริมนโยบายที่เหมาะสมต่อการจัดการสิ่งแวดล้อม ทั้งในหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรชาวสวนยางพารา

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาเพื่อตอบคำถามและเติมช่องว่างขององค์ความรู้ที่ยังไม่มีงานวิจัยรองรับเกี่ยวกับการปลูกยางพาราที่แตกต่างกันทั้งสองระบบ โดยคัดเลือกสวนยางพาราเพื่อเป็นตัวแทนของการศึกษาจากพื้นที่ตัวอย่าง ประกอบด้วย สวนยางพาราเชิงเดี่ยว สวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปลูกพืชร่วม และสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปล่อยให้พืชท้องถิ่นเติบโตร่วมกับยางพาราในบริเวณพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง เพื่อศึกษาในเชิงลึกถึงรูปแบบการจัดการและผลที่ได้รับ โดยมุ่งเน้นถึงบริการทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่แต่ละสวน โดยวิธีการศึกษาจะบูรณาการเครื่องมือและวิธีการทางชีววิทยา ร่วมกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ (cost-benefit analysis) ซึ่งผลการวิเคราะห์ไม่เพียงแต่จะช่วยแสดงให้เห็นถึงมูลค่าสุทธิที่เกิดขึ้นระหว่างการทำสวนยางพาราในแต่ละรูปแบบ อันจะนำไปสู่การไขข้อถกเถียงในข้างต้นอย่างครอบคลุมและเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น แต่ยังจะสามารถนำองค์ความรู้จากการศึกษาไปวางแผนนโยบายหรือพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำสวนยางให้มีความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมต่อไป

1.2 คำถามงานวิจัย

1) รูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกพืชร่วม และสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมในพื้นที่ตัวอย่างมีลักษณะเป็นอย่างไร
2) ต้นทุน ผลประโยชน์ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นเมื่อพิจารณาถึงมูลค่าของบริการทางระบบนิเวศจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรมีมูลค่าเท่าไร
3) แนวทางการทำสวนยางพาราที่นำไปสู่ความยั่งยืนทั้งทางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมควรเป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นกรณีศึกษา เช่น การปลูกพืช การบำรุงดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น
2) เพื่อศึกษาต้นทุน ผลประโยชน์ และมูลค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นเมื่อพิจารณามูลค่าของบริการทางระบบนิเวศจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและการทำสวนยางพาราวนเกษตร

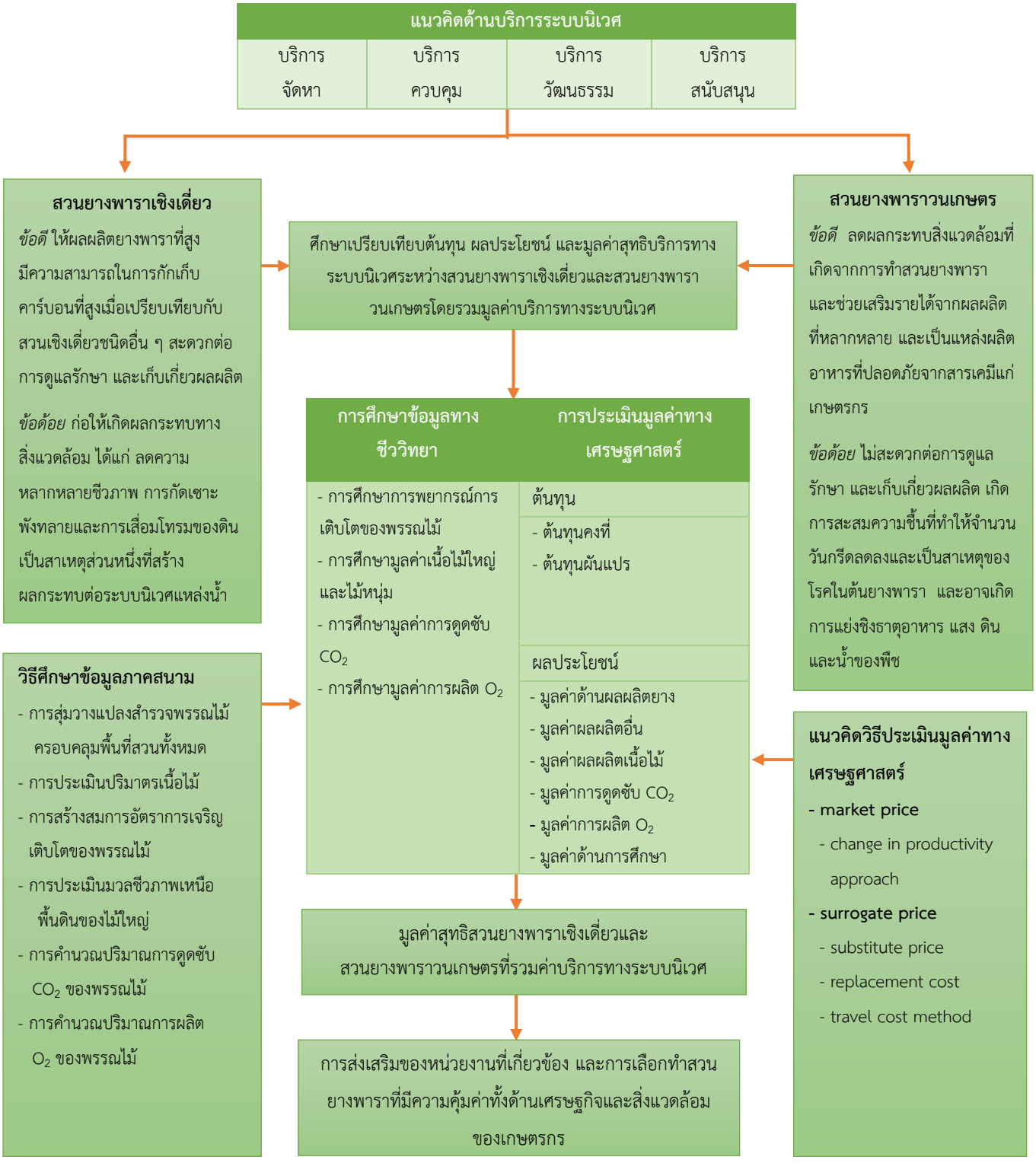
3) เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบการทำสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ข้อมูลรูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและการทำสวนยางพาราวนเกษตร สามารถเป็นตัวอย่างในการทำสวนยางพาราแก่เกษตรกรได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำสวนยางพาราวนเกษตร
2) ข้อมูลด้านบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร สามารถเป็นข้อมูลในการส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
3) ข้อมูลต้นทุน ผลประโยชน์ มูลค่าบริการทางระบบนิเวศ และมูลค่าสุทธิที่เกิดขึ้นจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและวนเกษตรสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับประกอบการตัดสินใจเลือกรูปแบบการทำสวนยางพาราสำหรับเกษตรกรได้
4) ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถเป็นข้อมูลเชิงนโยบายเพื่อการส่งเสริมการทำสวนยางพาราของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรโดยพิจารณาถึงมูลค่าของบริการทางระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งผลิตน้ำยาง แหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น แหล่งผลิตเนื้อไม้ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การผลิตก๊าซออกซิเจน (O_2) และการศึกษา ของสวนยางพาราทั้งสองระบบ ซึ่งอาศัยข้อมูลจากภาคสนาม การสัมภาษณ์เชิงลึก และการบันทึกข้อมูลรายวันจากเกษตรกร เพื่อเปรียบเทียบผลประโยชน์สุทธิระหว่างการทำสวนยางพาราแต่ละชนิด เมื่อรวมต้นทุนและผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไว้ในการพิจารณาด้วย ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

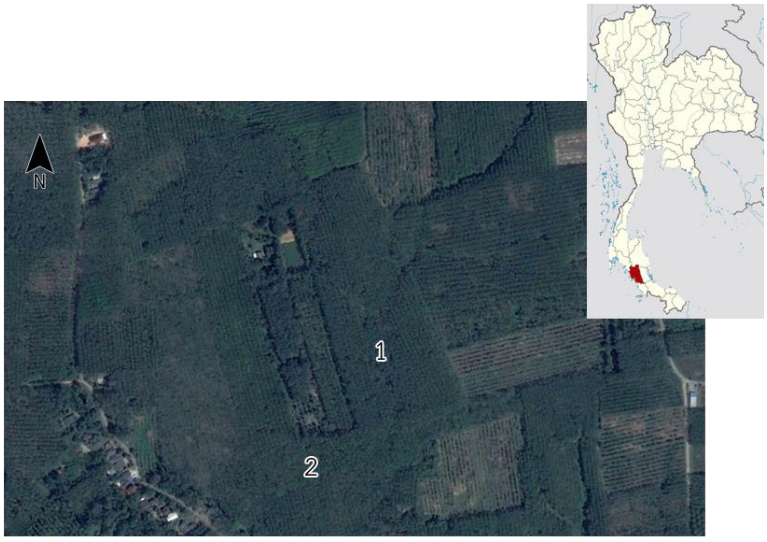
1.6 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรโดยรวมบริการทางระบบนิเวศในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1.6.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาครั้งนี้มีพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยสวนยางพาราเชิงเดี่ยว สวนยางพาราวนเกษตรรูปแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม และสวนยางพาราวนเกษตรรูปแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม การเลือกพื้นที่ศึกษาจะใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงในพื้นที่จังหวัดตรัง จังหวัดสงขลา และจังหวัดพัทลุง เพื่อเป็นกรณีศึกษาจำนวนทั้งหมด 8 สวน ทั้งนี้แต่ละพื้นที่ศึกษาจะมีสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเปรียบเทียบกับสวนยางพาราวนเกษตรเป็นคู่ โดยพิจารณาเลือกสวนยางพาราแต่ละคู่ให้อยู่บริเวณใกล้เคียงกันของแต่ละจังหวัด เพื่อให้แต่ละสวนได้รับอิทธิพลของลักษณะดินและสภาพภูมิอากาศที่เหมือนกัน เพื่อควบคุมความผันแปรของปัจจัยทั้งสองที่อาจมีผลต่อปริมาณผลผลิตของสวนยางพารา

สำหรับพื้นที่ศึกษาในจังหวัดตรังตั้งอยู่ที่ตำบลนาโต๊ะหมิง อำเภอเมือง ดังภาพที่ 1-2 และพื้นที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา ประกอบด้วย ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ ดังภาพที่ 1-3 และตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ ดังภาพที่ 1-4 และพื้นที่ศึกษาในจังหวัดพัทลุงตั้งอยู่ที่ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด ดังภาพที่ 1-5

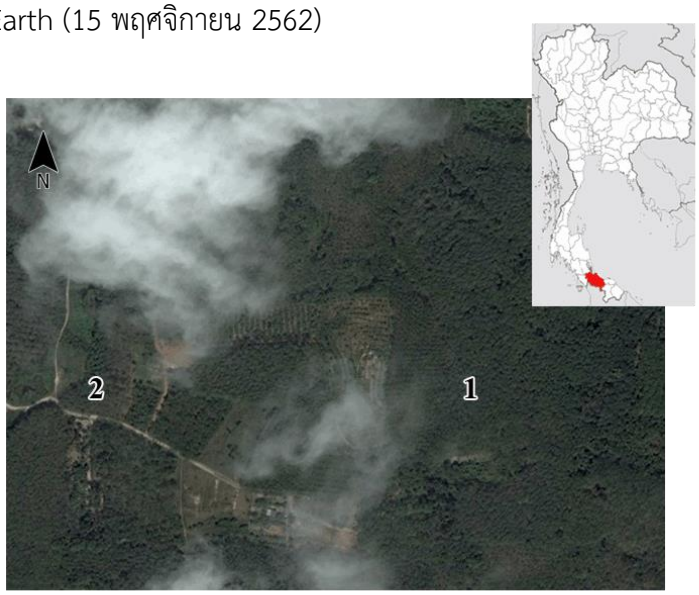


ภาพที่ 1-2 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดตรังตั้งอยู่ที่ตำบลนาโต๊ะหมิง อำเภอเมือง โดย 1 คือ สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม (7°33'18.79"N 99°30'41.25"E) 2 คือ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (7°33'16.22"N 99°30'34.89"E)

ที่มา: Google Earth (15 พฤศจิกายน 2562)

ภาพที่ 1-3 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ โดย 1 คือ สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม (7°0'34.77"N 100°17'36.46"E) 2 คือ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (7°0'36.20"N 100°17'33.38"E)

ที่มา: Google Earth (15 พฤศจิกายน 2562)



ภาพที่ 1-4 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดสงขลา ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ โดย 1 คือ สวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม (7°0'17.90"N 100°33'2.46"E) 2 คือ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (7°0'17.00"N 100°32'51.22"E)

ที่มา: Google Earth (15 พฤศจิกายน 2562)

ภาพที่ 1-5 พื้นที่ศึกษาในจังหวัดพัทลุง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด โดย 1 คือ สวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม (7°17'24.78"N 100° 2'5.83"E) 2 คือ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (7°17'40.99"N 100° 2'7.71"E)
ที่มา: Google Earth (15 พฤศจิกายน 2562)

1.6.2 ขอบเขตด้านประชากร

กลุ่มประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของพื้นที่สวนยางเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรในจังหวัดตรัง จังหวัดสงขลา และพัทลุง จำนวน 8 ราย โดยผู้วิจัยพิจารณาเลือกเกษตรกรจากความพร้อมในการให้ข้อมูลเชิงลึกและสามารถบันทึกรายรับ-รายจ่ายที่เกิดขึ้นภายในสวนยางพาราแต่ละวัน

1.6.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรและบริการทางระบบนิเวศของทั้งสองระบบ โดยด้านต้นทุนจะศึกษาจากต้นทุนตั้งแต่การเตรียมการ ดำเนินการ และโค่นล้มเพื่อปิดโครงการ ด้านผลประโยชน์จะศึกษาผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศ ได้แก่ บริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น ด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ ด้านการดูดซับ CO_2 ด้านการผลิต O_2 และด้านการศึกษา ทั้งนี้แม้ในการทบทวนเอกสารจะพบผลกระทบจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว แต่เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนในการเชื่อมโยงผลกระทบบางชนิด และบางชนิดก็ต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณในการศึกษาเพิ่มเติมขึ้นไปอีก ในงานนี้จึงมิได้รวมการศึกษาด้านต้นทุนผลกระทบสิ่งแวดล้อมไว้

1.6.4 ขอบเขตด้านเวลา

ช่วงเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลรายรับและรายจ่ายของเกษตรกรที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพารา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2559 ถึงเดือนพฤษภาคม 2560 ช่วงที่ 2 การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพารา และช่วงที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพาราโดยรวมมูลค่าบริการทางระบบนิเวศ ดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) สวนยางพาราเชิงเดี่ยว หมายถึง การทำสวนยางพาราที่มีการปลูกยางพาราเพียงชนิดเดียวในพื้นที่เดียวติดต่อกันหลายฤดูกาล เน้นการสร้างผลผลิตในรูปของผลผลิตยางธรรมชาติ และเนื้อไม้ยางพารา

2) สวนยางพาราวนเกษตร หมายถึง การทำสวนยางพาราที่ใช้การจัดการที่ดินที่เป็นการผสมผสานการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ยืนต้นชนิดอื่น โดยคำนึงถึงหลักความสมดุลของระบบนิเวศ

3) การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราแต่ละระบบโดยรวมมูลค่าบริการทางระบบนิเวศ หมายถึง การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นภายในสวนยางพาราแต่ละสวนของเกษตรกรโดยรวมผลประโยชน์ด้านบริการทางระบบนิเวศที่กำหนดในขอบเขตการศึกษา เพื่อการประเมินรายได้สุทธิของสวนยางพาราแต่ละสวน ตลอดอายุโครงการ 50 ปี

4) บริการทางระบบนิเวศ หมายถึง บริการต่าง ๆ ที่ระบบนิเวศเอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ประกอบด้วย บริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น ด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ ด้านการดูดซับ CO_2 ด้านการผลิต O_2 และด้านการศึกษา

5) ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายของเกษตรกรสำหรับการเตรียมการ ดำเนินการ ปิดโครงการในการทำสวนยางพาราแต่ละชนิด

6) ผลประโยชน์ หมายถึง ผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับจากการทำสวนยางพาราในแต่ละรูปแบบโดยรวมถึงผลประโยชน์ด้านบริการทางระบบนิเวศประกอบด้วย การเป็นแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ แหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น แหล่งผลิตเนื้อไม้ แหล่งดูดซับ CO_2 แหล่งผลิต O_2 และด้านการศึกษา

7) ผลผลิตจากสวนยางพารา หมายถึง ผลผลิตจากต้นยางพาราและพืชชนิดต่าง ๆ ภายในสวนยางพาราที่เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ได้

บทที่ 2
การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับแนวความคิดและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยแนวคิดบริการทางระบบนิเวศ สวนยางพาราวนเกษตร สวนยางพาราเชิงเดี่ยว การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีววิทยาเพื่อนำไปสู่การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดบริการทางระบบนิเวศ

บริการทางระบบนิเวศเป็นผลประโยชน์ที่ธรรมชาติเอื้อต่อมนุษย์เพื่อการดำรงชีวิต เช่น อาหาร น้ำดื่ม อากาศบริสุทธิ์ แหล่งเรียนรู้ เป็นต้น เนื่องจากมนุษย์มีการพึ่งพาอาศัยบริการทางระบบนิเวศอยู่ตลอดเวลา หากขาดบริการทางระบบนิเวศชนิดใดชนิดหนึ่งไปก็จะส่งผลต่อคุณภาพการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยบริการทางระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านความมั่นคง (security) ด้านวัตถุดิบพื้นฐานในการดำรงชีวิต (basic material for good life) ด้านสุขภาพ (health) ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม (good social relations) และด้านอิสระในการเลือกและปฏิบัติ (freedom of choice and action) (Millennium Ecosystem Assessment: MA, 2005)

สำหรับคำจำกัดความของบริการทางระบบนิเวศ The Economics of Ecosystems and Biodiversity: TEEB (n.d.) UK National Ecosystem Assessment: UK NEA (n.d.) MA (2005) และ Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO (2014) อธิบายว่า บริการทางระบบนิเวศ (ecosystem service) คือ บริการต่าง ๆ ที่ระบบนิเวศเอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งบริการทางระบบนิเวศสามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภท คือ บริการจัดหา บริการวัฒนธรรม บริการควบคุม และบริการสนับสนุน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) บริการจัดหา (provisioning services) คือ บริการที่ช่วยสร้างสิ่งต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น อาหาร น้ำดื่ม ยารักษาโรค พลังงาน แหล่งพันธุกรรมพืชและสัตว์ เป็นต้น

2) บริการวัฒนธรรม (cultural services) คือ บริการทางระบบนิเวศที่เอื้อผลประโยชน์ต่อด้านจิตใจ การนันทนาการ การพัฒนาองค์ความรู้และประสบการณ์ต่อมนุษย์ เช่น การเป็นแหล่งท่องเที่ยว แหล่งศึกษาเรียนรู้ แหล่งเสริมสร้างสุขภาพจิตใจและร่างกาย เป็นต้น

3) บริการควบคุม (regulating services) คือ บริการทางระบบนิเวศที่ทำหน้าที่กำกับดูแลการให้บริการของระบบนิเวศต่าง ๆ เช่น การควบคุมสภาพภูมิอากาศ การควบคุมคุณภาพแหล่งน้ำธรรมชาติ การควบคุมโรคระบาด เป็นต้น

4) บริการสนับสนุน (supporting services) คือ บริการทางระบบนิเวศที่เอื้อประโยชน์ในด้านการเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนกลไกการทำงานบริการทางระบบนิเวศอื่น ๆ เช่น การหมุนเวียนธาตุอาหาร การสังเคราะห์แสง การเป็นแหล่งผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ เป็นต้น

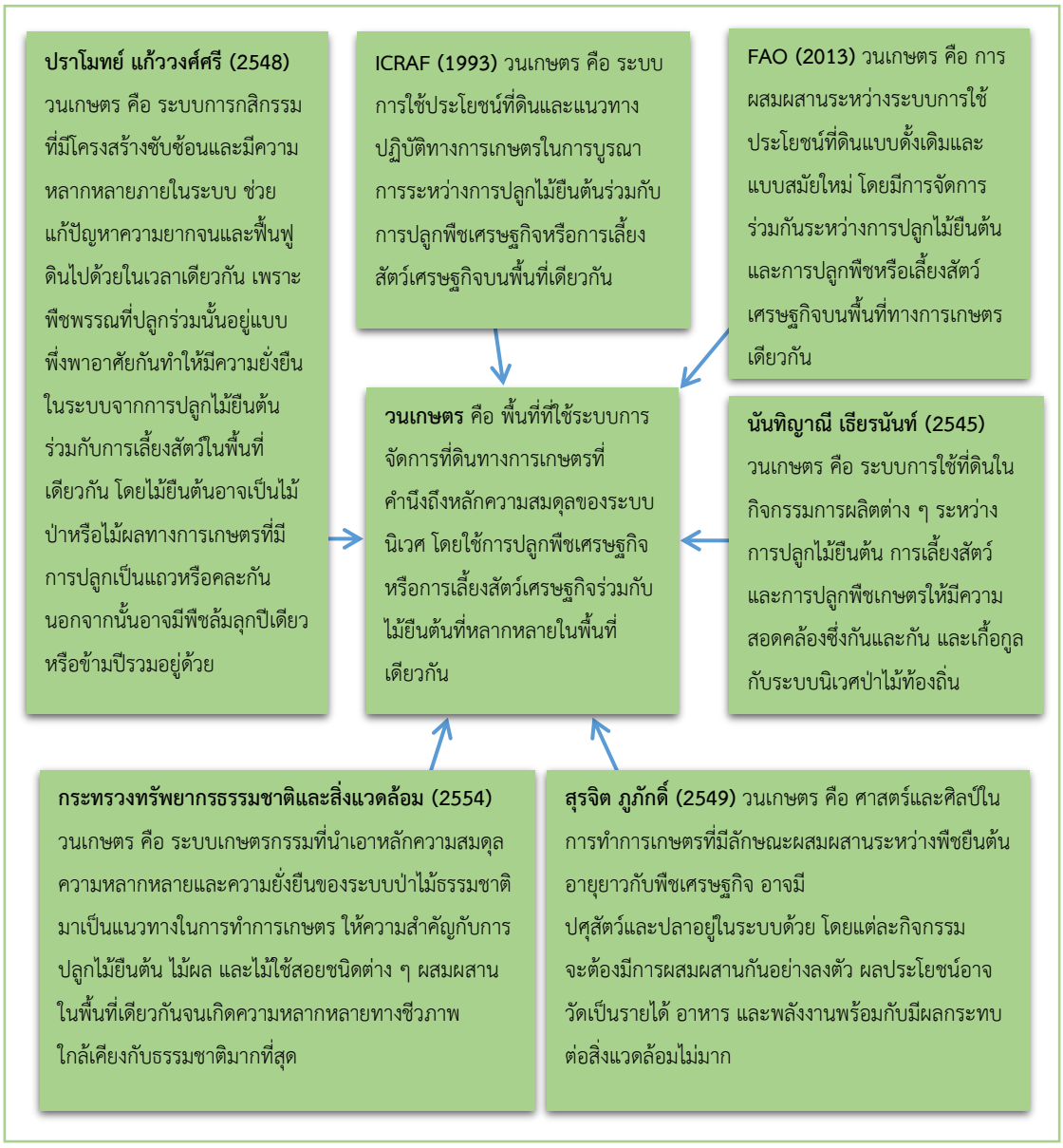
กล่าวโดยสรุป บริการทางระบบนิเวศ คือ บริการต่าง ๆ ที่ธรรมชาติเอื้อประโยชน์และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ประกอบด้วย บริการจัดหา บริการวัฒนธรรม บริการสนับสนุน และบริการควบคุม

2.2 สวนยางพาราวนเกษตร (agroforestry rubber plantations)

เพื่อที่จะทราบถึงข้อมูลบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตร ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคำจำกัดความของสวนยางพาราวนเกษตรและบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 คำจำกัดความของสวนยางพาราวนเกษตร

จากการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับคำจำกัดความของสวนยางพาราวนเกษตรยังไม่พบเอกสารทางวิชาการที่ให้คำจำกัดความถึงสวนยางพาราวนเกษตรไว้โดยตรง พบเพียงการให้คำจำกัดความของวนเกษตรซึ่งสามารถสรุปได้ว่า วนเกษตร (agroforestry) คือ พื้นที่ที่ใช้ระบบการจัดการที่ดินทางการเกษตรที่คำนึงถึงหลักความสมดุลของระบบนิเวศ โดยใช้การปลูกพืชเศรษฐกิจหรือการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจร่วมกับไม้ยืนต้นที่หลากหลายในพื้นที่ ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 คำจำกัดความของวนเกษตรโดยการสรุปของผู้วิจัย

เมื่อทบทวนเอกสารเพิ่มเติมพบว่า รูปแบบของการทำวนเกษตรสามารถจำแนกออกได้ 4 รูปแบบ (Nair, 1993) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) agrisilviculture คือ รูปแบบของวนเกษตรที่เป็นการผสมผสานการปลูกพืชเศรษฐกิจร่วมกับไม้ยืนต้นชนิดอื่น ๆ พร้อมกันบนพื้นที่เดียวกัน

2) silvopastoral คือ รูปแบบของวนเกษตรที่มีการปลูกไม้ยืนต้นร่วมกับการปลูกพืชที่เป็นอาหารสัตว์และการเลี้ยงสัตว์พร้อมกันบนพื้นที่เดียวกัน

3) agrosilvopastoral คือ รูปแบบวนเกษตรที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจ การปลูกไม้ยืนต้นและการเลี้ยงสัตว์พร้อมกันบนพื้นที่เดียวกัน

4) อื่น ๆ คือ รูปแบบของวนเกษตรในลักษณะอื่น ๆ เช่น การเลี้ยงผึ้งควบคู่ผสมผสานกับปลูกไม้ยืนต้น (apiculture with trees) การเลี้ยงสัตว์น้ำผสมผสานกับการปลูกไม้ยืนต้น (aquaculture with trees) การปลูกไม้ยืนต้นอเนกประสงค์ที่หลากหลายชนิดบนพื้นที่เดียวกัน (multipurpose tree) เป็นต้น

จากการอธิบายถึงรูปแบบของวนเกษตรในข้างต้นพบว่า สวนยางพาราวนเกษตร จัดเป็นวนเกษตรในรูปแบบของ agrisilviculture ซึ่งเป็นการปลูกยางพาราที่ถือว่าเป็นไม้เศรษฐกิจร่วมกับไม้ยืนต้นชนิดอื่น ๆ ดังนั้น เมื่อพิจารณาถึงนิยามของวนเกษตรและลักษณะรูปแบบของวนเกษตรในข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า สวนยางพาราวนเกษตร คือ การทำสวนยางพาราที่ใช้การจัดการที่ดินที่เป็นการผสมผสานการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ยืนต้นชนิดอื่น โดยคำนึงถึงหลักความสมดุลของระบบนิเวศ

2.2.2 บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตร

จากการทบทวนเอกสารพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรโดยตรงจำนวนไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบริการทางระบบนิเวศของสวนวนเกษตรที่ปลูกพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ นอกเหนือไปจากยางพารา แต่ยังคงเป็นการทำวนเกษตรในรูปแบบของ agrisilviculture ซึ่งเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้นได้พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นการวิจัยบริการทางระบบนิเวศของสวนในลักษณะทั้งสองโดยตรง แต่ศึกษาด้วยจุดประสงค์อื่นที่มีผลการศึกษาทำให้ระบุถึงชนิดของบริการทางระบบนิเวศตามแนวคิดของ MA (2005) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านบริการจัดหา เนื่องจากการทำวนเกษตร เป็นการปลูกพืชเศรษฐกิจร่วมกับพืชชนิดอื่น ๆ ส่งผลให้ระบบวนเกษตรสามารถให้บริการจัดหาที่หลากหลาย ได้แก่ แหล่งผลิตยางธรรมชาติ (ปฏิญญา สระกวี, 2553 และ Wulan *et al*. 2006) แหล่งผลิตอาหารและยาสมุนไพร (Michon *et al*. 1986 ดุสิต เสรเมธากุล, 2537; สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์, 2552; สมจิตรติยา ศรีสุวรรณ, 2555; และ ปฏิญญา สระกวี, 2553) แหล่งผลิตเนื้อไม้ (Michon *et al*. 1986; สมจิตรติยา ศรีสุวรรณ, 2555 และ Bertomeu, 2003) และแหล่งผลิตไม้ฟืน (Michon *et al*. 1986 และสมจิตรติยา ศรีสุวรรณ, 2555)

2) บริการวัฒนธรรม จากการทบทวนเอกสารเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้นได้ ยังไม่พบงานศึกษาวิจัยโดยตรงที่สามารถแสดงถึงการให้บริการวัฒนธรรมของวนเกษตร

3) บริการควบคุม จากลักษณะวนเกษตรที่มีความหลากหลายของพรรณไม้ต่าง ๆ ส่งผลให้สวนในลักษณะนี้สามารถให้บริการควบคุม ได้แก่ การกักเก็บคาร์บอน (Sharrow and Isamil, 2004; Kirby and Potvin, 2007; Takimoto, 2008; Tadesse *et al.* 2014 และธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ, 2554;) และการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (Narain *et al.* 1998; ศุภมิตร จารุธัญลักษณ์, 2539 และอภิชาต พิกุลทอง, 2554)

4) บริการสนับสนุน ด้วยความซับซ้อนทางโครงสร้างของพรรณไม้ภายในวนเกษตร ส่งผลให้ภายในสวนสามารถให้บริการสนับสนุนที่หลากหลาย ได้แก่ การหมุนเวียนธาตุอาหาร (Hasanuzzaman and Hossain, 2014; ดุสิต เสรเมธากุล, 2537 และประพันธ์ สัมพันธ์พานิช, 2537) การหมุนเวียนน้ำ (Eastham *et al*. 1994; Poppenborg and Holscher, 2009 และ Lin, 2010) และการเป็นแหล่งผลิตผลผลิตชั้นปฐมภูมิ (Sharrow and Ismail, 2004 และ Kirby and Potvin, 2007)

จากการทบทวนเอกสารในข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า สวนยางพาราวนเกษตรเป็นสวนยางพาราที่มีความซับซ้อนทางโครงสร้างและมีความหลากหลายของพรรณไม้ ส่งผลให้สวนยางพาราในลักษณะนี้สามารถให้บริการทางระบบนิเวศที่ครอบคลุมทั้งบริการจัดหา บริการควบคุม และบริการสนับสนุน สำหรับในประเด็นของบริการวัฒนธรรม ผู้วิจัยไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากยังไม่พบเอกสารงานวิจัยที่แสดงถึงบริการวัฒนธรรมของสวนยางพาราวนเกษตร

2.3 สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (monoculture rubber plantations)

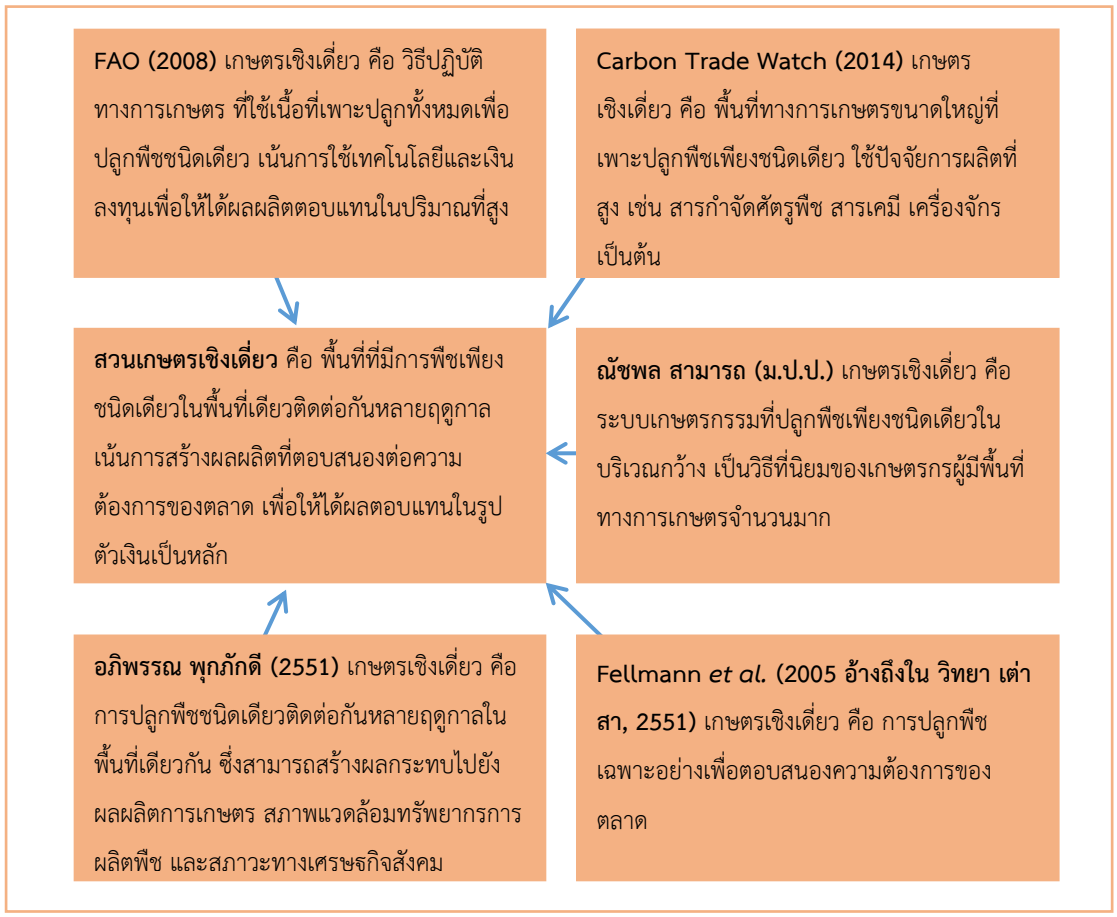
ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคำจำกัดความของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 คำจำกัดความของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

จากการทบทวนเอกสารเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้น ยังไม่พบเอกสารทางวิชาการใดที่ให้คำจำกัดความที่เฉพาะเจาะจงของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พบเพียงการกล่าวถึงคำจำกัดความของการทำสวนเกษตรเชิงเดี่ยวดังแสดงในภาพที่ 2-2

เมื่อพิจารณาจากคำจำกัดความของสวนเกษตรเชิงเดี่ยวที่ผู้วิจัยสรุปในข้างต้นพบว่า สวนยางพาราเชิงเดี่ยวจัดเป็นการทำสวนเกษตรเชิงเดี่ยวอีกรูปแบบหนึ่ง เนื่องจากมีการปลูกยางพาราเป็นพืชเพียงชนิดเดียวบนพื้นที่เดียวเป็นเวลาหลายฤดูกาล ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสรุปว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (monoculture rubber plantation) คือ การทำสวนยางพาราที่มีการปลูก

ยางพาราเพียงชนิดเดียวในพื้นที่เดียวติดต่อกันหลายฤดูกาล เน้นการสร้างผลผลิตที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด เพื่อให้ได้ผลตอบแทนในรูปตัวเงินเป็นหลัก



ภาพที่ 2-2 คำจำกัดความสวนเกษตรเชิงเดี่ยวจากการสรุปของผู้วิจัย

2.3.2 บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

จากการทบทวนเอกสารพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ไม่ได้วิจัยถึงบริการทางระบบนิเวศโดยตรง แต่ศึกษาด้วยจุดประสงค์อื่นที่มีผลการศึกษาทำให้ระบุถึงชนิดของบริการทางระบบนิเวศ โดยพบว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวสามารถให้บริการทางระบบนิเวศตามแนวคิดของ MA (2005) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) บริการจัดหา เนื่องจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว จะมีเพียงการปลูกยางพาราเพียงชนิดเดียวในพื้นที่สวน ทำให้บริการจัดหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับยางพาราเท่านั้น ได้แก่ การเป็นแหล่งผลิตยางธรรมชาติ (Nhoybouakong *et al.* 2009; Goncalves *et al.* 2011; อิบรอเฮม

ยีดำ และคณะ, 2550 และพรพรรณ แซ่หว่อง, 2552;) แหล่งผลิตเนื้อไม้ (ICRAF, n.d. และ Rantala, 2006รักชาติ สุขสำราญ, 2536; อิบรอเฮม ยำดี, 2550; ปฏิญญา สระกวี, 2553 และสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2556) แหล่งผลิตเมล็ดยางพารา (Yusup and Khan, 2010 และ Jose *et al*. 2011) และแหล่งผลิตไม้ฟืน (Nhoybouakong, 2009 และสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2556)

2) บริการวัฒนธรรม จากการทบทวนเอกสารเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้น ยังไม่พบงานศึกษาวิจัยโดยตรงที่สามารถแสดงถึงการให้บริการวัฒนธรรมของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

3) บริการควบคุม สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีความสามารถในการให้บริการควบคุม ได้แก่ การกักเก็บคาร์บอน (Wauters *et al*. 2008; ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ, ม.ป.ป.; อารักษ์ จันทุมา และคณะ, ม.ป.ป. และระวี เจียรวิภา และคณะ, 2555)

4) บริการสนับสนุน สวนยางพาราเชิงเดี่ยวสามารถให้บริการสนับสนุนที่หลากหลาย ได้แก่ การหมุนเวียนธาตุอาหาร (Murbach *et al*. 2003; Adedeji and Gbadegesin, 2014; ประสิทธิ์ วรเวทย์ชลิต, 2533 และระวี เจียรภา และคณะ, 2555) แหล่งผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (Saengruksawong *et al*. 2012ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ, ม.ป.ป.; อารักษ์ จันทุมา และคณะ, ม.ป.ป. และระวี เจียรภา และคณะ, 2555) การหมุนเวียนของน้ำ (Ju-sheng and Ru-song, 2003 และ Adedeji and Gbadegesin, 2014) และแหล่งรวบรวมความหลากหลายชีวภาพ (Phommexay *et al.* 2009; Watansit and Nhu-eard, 2011; Chaudhuri *et al*. 2012 และ Sumodan, 2012)

อนึ่ง แม้สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรจะให้บริการทางระบบนิเวศที่เหมือนกัน เช่น การกักเก็บคาร์บอน การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน การเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายชีวภาพ เป็นต้น แต่ปริมาณของบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราทั้งสองชนิดอาจมีความแตกต่างกันไป ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรายละเอียดความแตกต่างนี้อีกครั้งในหัวข้อ 2.7.1

จากการทบทวนเอกสารสรุปได้ว่า สวนยางพาราเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นสวนยางพาราที่มีการปลูกเพียงยางพาราชนิดเดียว สามารถให้บริการทางระบบนิเวศทั้งบริการจัดหา บริการควบคุม และบริการสนับสนุน แต่อาจมีปริมาณไม่เท่ากับสวนยางพาราวนเกษตร สำหรับในประเด็นของบริการวัฒนธรรม ผู้วิจัยไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากยังไม่พบเอกสารงานวิจัยที่แสดงถึงบริการวัฒนธรรมของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

2.4 การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ (economic valuation)

การที่จะเปรียบเทียบข้อมูลบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรได้นั้น จำเป็นต้องแปลงข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปของมูลค่าตัวเงิน ผู้วิจัยจึงได้

ทบทวนเอกสารใน 3 ประเด็น คือ มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ และวิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อที่จะทราบถึงหลักการ แนวคิด และวิธีการในการแปลงข้อมูลบริการทางระบบนิเวศในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรให้อยู่ในรูปของตัวเงิน ซึ่งจะสะดวกต่อการเปรียบเทียบและการอธิบายถึงผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นของสวนยางพาราทั้งสองรูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ (total economic value)

มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ (economic value) คือ การวัดปริมาณสูงสุดของสินค้าหรือบริการอื่นที่บุคคลยินดีที่จะสละไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการหรือสภาพแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่งมา (Lipton และคณะ, 1995 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2556) โดยมูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์จำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ มูลค่าด้านการใช้ประโยชน์ (use value) และมูลค่าด้านแม้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (non-use value) (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD, 2006 อ้างถึงใน สุจิตรา วาสนาดำรงดี และปิยสุทธิ์ เอี่ยมอิทธิพล, 2551) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1.1 มูลค่าการใช้ประโยชน์ (use value)

มูลค่าการใช้ประโยชน์ คือ มูลค่าที่มนุษย์ตระหนักหรือรับรู้ได้จากการใช้ประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมโดยตรงและเป็นรูปธรรม แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) มูลค่าการใช้ประโยชน์จริง (actual use)

มูลค่าการใช้ประโยชน์จริง คือ มูลค่าจากคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ตระหนักหรือรับรู้ได้จากการใช้ประโยชน์ สามารถแบ่งออกเป็นมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางตรง และมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อม มีรายละเอียดดังนี้

1.1) มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางตรง (direct use value)

มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางตรง คือ มูลค่าจากคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ตระหนักหรือรับรู้ได้จากการใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น การใช้ประโยชน์จากไม้ยางพารา การใช้ยารักษาโรคจากพืชสมุนไพร เป็นต้น

1.2) มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อม (indirect use value)

มูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อม คือ มูลค่าจากคุณค่าที่มนุษย์ตระหนักหรือรับรู้ได้จากผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของสิ่งแวดล้อม เช่น การยึดเกาะหน้าดินของระบบรากพืช

ซึ่งช่วยลดการกัดเซาะพังทลายของหน้าดิน การตรึงคาร์บอนในอากาศมากักเก็บไว้ในลำต้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นต้น

2) มูลค่าการใช้ประโยชน์ในอนาคต (option value)

มูลค่าการใช้ประโยชน์ในอนาคต คือ มูลค่าจากคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ตระหนักหรือรับรู้ได้จากการคาดคะเนว่าจะมีการใช้ประโยชน์ในอนาคต แม้ขณะนี้ยังคงไม่ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมนั้น เช่น การอนุรักษ์พืชบางชนิดไว้เพื่อในอนาคตจะสามารถใช้เป็นยารักษาโรคได้ เป็นต้น

2.4.1.2 มูลค่าแม้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (non-use value)

มูลค่าแม้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ คือ มูลค่าความพึงพอใจที่จะจ่ายเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากคุณค่าทางจิตใจของมนุษย์ที่ต้องการรักษาสิ่งแวดล้อมนั้นเอาไว้ แม้ตนเองไม่ได้มีความต้องการใช้ประโยชน์ ซึ่งมูลค่าดังกล่าวแบ่งเป็น มูลค่าจากการคงอยู่ และมูลค่าความต้องการสงวนไว้เผื่อลูกหลานใช้ประโยชน์ในอนาคต ดังนี้

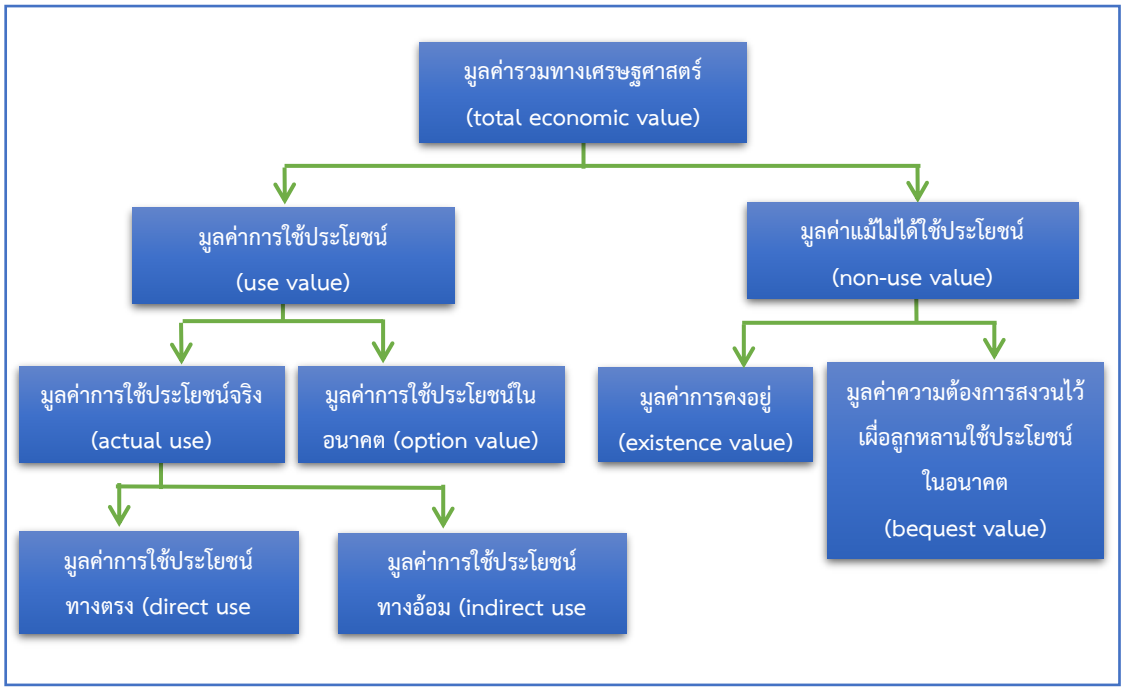
1) มูลค่าการคงอยู่ (existence value)

มูลค่าการคงอยู่ คือ มูลค่าจากคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ตระหนักหรือรับรู้ว่าสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ดำรงอยู่เป็นสมบัติของโลกและมีความพึงพอใจที่จะจ่ายเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ไว้ เช่น มูลค่าจากการช่วยบริจาคเงินเพื่อดูแลรักษาป่าต้นน้ำที่สำคัญ เป็นต้น

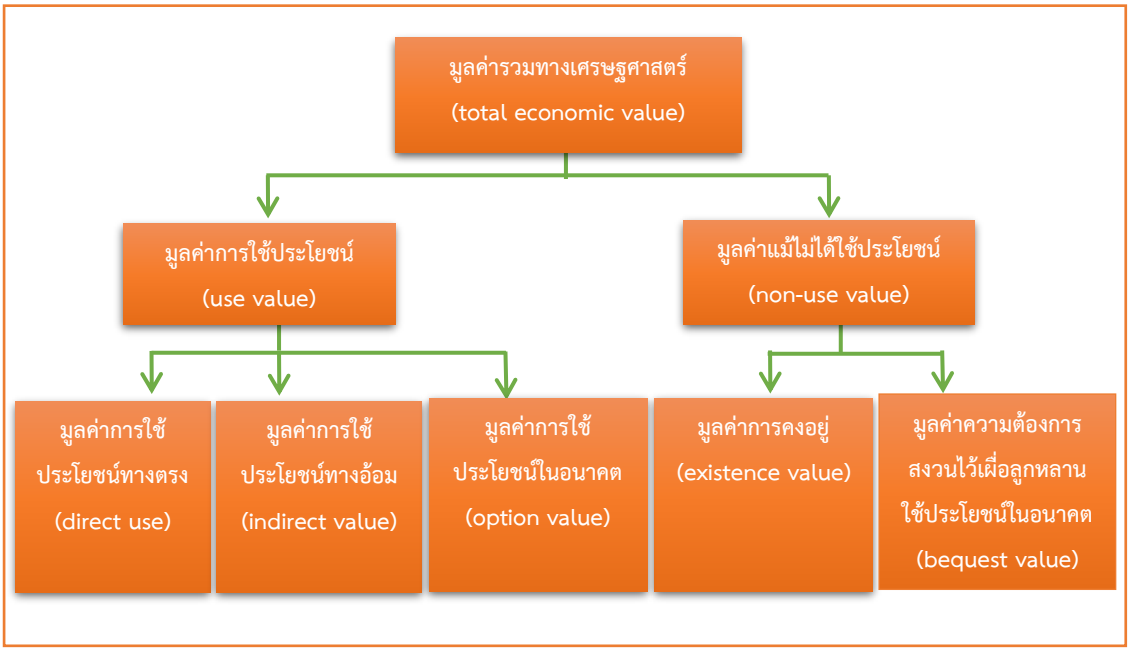
2) มูลค่าความต้องการสงวนไว้เผื่อลูกหลานใช้ประโยชน์ในอนาคต (bequest value)

มูลค่าความต้องการสงวนไว้เผื่อลูกหลานใช้ประโยชน์ในอนาคต คือ มูลค่าที่มนุษย์มีความต้องการที่จะสงวนสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ไว้ให้บุคคลรุ่นหลังได้ใช้ประโยชน์ เช่น มูลค่าการอนุรักษ์สัตว์ป่าใกล้สูญพันธุ์ เพื่อเก็บรักษาให้คนรุ่นหลังได้รู้จักหรือศึกษา เป็นต้น โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแผนผังได้ ดังแสดงในภาที่ 2-3

อย่างไรก็ตาม วราภรณ์ งามสมสุข (2549) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของมูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์แตกต่างจาก OECD ในส่วนของมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ (use value) ที่มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางตรง (direct use) และมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อม (indirect value) ไม่ได้ถูกรวมไว้ในมูลค่าการใช้ประโยชน์แท้จริง (actual use) ซึ่งผู้วิจัยสรุปเป็นแผนภาพได้ ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-3 มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ ตามการอธิบายของ OECD (2006)



ภาพที่ 2-4 มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ ตามการอธิบายของวราภรณ์ งามสมสุข (2549)

จากความแตกต่างดังกล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยพิจารณาว่าการรวมหรือไม่ได้รวมมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางตรงและมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางอ้อมไว้ในมูลค่าการใช้ประโยชน์จริง ไม่ได้เป็นประเด็นที่สร้างผลกระทบต่อการศึกษาในครั้งนี้ แต่ทางผู้วิจัยเองจะยังคงยึดการแบ่งองค์ประกอบการแบ่งมูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ของสิ่งแวดล้อมตาม OECD เนื่องจาก OECD เป็นหน่วยงานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล การยึดการแบ่งองค์ประกอบตามหน่วยงานดังกล่าวจึงเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือและความเป็นสากลของข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

2.4.2 วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

จากการทบทวนเอกสารเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้นพบว่า การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 วิธีการ คือ วิธีการที่ใช้ราคาตลาด และวิธีการที่ใช้ราคาตลาดสมมติ (สุธัญญา ทองรักษ์, 2542; Department of Finance, 1991 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2548 และเสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2556) ดังนี้

2.4.2.1 วิธีการที่ใช้ราคาตลาด (market price)

การใช้ราคาตลาด เป็นวิธีการที่อาศัยราคาของทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีการซื้อขายกันภายในตลาด โดยวิธีการนี้สามารถจำแนกออกเป็น วิธีการที่ใช้ราคาตลาดของสินค้านั้น ๆ และวิธีการที่ใช้ราคาตลาดของสินค้าข้างเคียง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีการที่ใช้ราคาตลาดของสินค้านั้น ๆ (market value approach)

การเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางรายได้หรือต้นทุนของแต่ละกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สามารถใช้เพื่อการวัดมูลค่าแต่ละผลประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นของรายได้ หรือการลดลงของค่าใช้จ่าย และวัดมูลค่าต้นทุนจากการลดลงของรายได้หรือการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่าย ซึ่งการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการที่ใช้ราคาตลาดของสินค้านั้น ๆ แบ่งออกเป็น 5 วิธีการย่อย คือ การวัดมูลค่าผลิตภาพที่เปลี่ยนแปลงไป ต้นทุนในการทดแทน ค่าใช้จ่ายในการป้องกัน ต้นทุนในการเคลื่อนย้าย และการเปลี่ยนแปลงทางรายได้หรือต้นทุนทางสุขภาพ

1.1) การวัดมูลค่าผลิตภาพที่เปลี่ยนแปลงไป (The Change-in-Productivity Technique)

มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมสามารถหาได้จากการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพของสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลิตภาพที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมถือว่าเป็นการวัดผลประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นหรือต้นทุนที่เพิ่มขึ้น

1.2) ต้นทุนในการทดแทน (The Replacement-Cost Technique)

ต้นทุนในการทดแทนเป็นวิธีการเพื่อประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับการทดแทนทรัพยากรสิ่งแวดล้อมหรือทรัพย์สินที่เกิดความเสียหายจากการลดลงของคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเหล่านี้ ถือเป็นการวัดความเต็มใจจ่ายขั้นต่ำสุดในการได้รับผลประโยชน์นั้น ๆ

1.3) ค่าใช้จ่ายในการป้องกัน (The Preventive-Expenditure Technique)

ค่าใช้จ่ายในการป้องกันเป็นวิธีการที่วัดค่าความเต็มใจจ่ายขั้นต่ำสุดของแต่ละบุคคล เพื่อใช้ในการลงทุนป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งสร้างผลประโยชน์ให้กับตนเอง

1.4) ต้นทุนในการเคลื่อนย้าย (The Relocation-Cost Technique)

ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายเป็นวิธีการประมาณต้นทุนความเสียหาย โดยอาศัยค่าใช้จ่ายจากการที่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายสิ่งใด ๆ มาทดแทนสิ่งเดิมที่สูญเสียไปซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

1.5) การเปลี่ยนแปลงทางรายได้หรือต้นทุนทางสุขภาพ (The Changes-in-Income Technique หรือ Human Capital or Forgone Earnings)

วิธีการนี้เป็นการวัดรายได้ที่สูญเสียไปเนื่องจากการเสียสุขภาพที่ดีของบุคคล เนื่องมาจากผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม โดยการเจ็บป่วย การหยุดงาน และการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร ถือได้ว่าเป็นต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม และการได้รับรายได้ที่เพิ่มขึ้นถือได้ว่าเป็นผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม

2) วิธีการที่ใช้ราคาตลาดของสินค้าข้างเคียง (surrogate market approaches)

การประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อมในบางกรณีนั้น อาจไม่สามารถใช้ราคาตลาดของสินค้าได้โดยตรง แต่สามารถใช้ราคาสินค้าจากตลาดข้างเคียงมาทดแทนได้ ซึ่งการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการที่ใช้ราคาตลาดของสินค้าข้างเคียงแบ่งออกเป็น 3 วิธีการย่อย คือ ต้นทุนการเดินทาง มูลค่าทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์ และความแตกต่างในค่าจ้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1) ต้นทุนการเดินทาง (The Travel Cost Technique)

ต้นทุนการเดินทางเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมเพื่อการนันทนาการ ซึ่งสามารถประมาณได้จากค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทางเพื่อมายังสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ เช่น ค่าที่พัก ค่าอาหาร ค่ารถโดยสาร เป็นต้น

2.2) มูลค่าทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์ (The Property Value Technique)

มูลค่าทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์เป็นวิธีการประมาณมูลค่าของสิ่งแวดล้อมได้จากความแตกต่างของราคาทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์ โดยทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์เหล่านั้นจะต้องมีคุณสมบัติด้านต่าง ๆ เหมือนกัน เช่น การเข้าถึงไฟฟ้า น้ำประปา ขนส่งมวลชล โรงพยาบาล เป็นต้น เหลือเพียงคุณสมบัติทางสิ่งแวดล้อมเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน โดยคุณสมบัติทางสิ่งแวดล้อมสามารถเป็นตัวกำหนดราคาของทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์ได้ ซึ่งความแตกต่างทางราคาของทรัพย์สินหรืออสังหาริมทรัพย์ถือเป็นมูลค่าของสิ่งแวดล้อม

2.3) ความแตกต่างในค่าจ้าง (Wage Differential Technique)

ความแตกต่างในค่าจ้างเป็นวิธีการที่วัดมูลค่าสิ่งแวดล้อมจากความแตกต่างของค่าจ้างในงานที่มีเงื่อนไขหรือคุณสมบัติเดียวกัน แต่งานเหล่านั้นอยู่ในพื้นที่ที่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันที่มีคุณลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากคุณลักษณะทางสิ่งแวดล้อมสามารถเป็นตัวกำหนดค่าจ้างได้ โดยความแตกต่างทางค่าจ้างถือเป็นมูลค่าของสิ่งแวดล้อม

2.4.2.2 วิธีการที่ใช้ราคาตลาดสมมติ (simulated market approaches)

การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมในกรณีที่ไม่สามารถใช้ราคาตลาดได้ สามารถใช้วิธีการสร้างตลาดสมมติ ซึ่งอาศัยวิธีการกำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อสอบถามถึงความเต็มใจจ่ายในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมไว้ โดยวิธีดังกล่าวเรียกว่า Contingent Valuation Method: CVM

จากการทบทวนเอกสารในหัวข้อนี้ สังเกตได้ว่า การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าครอบคลุมสำหรับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศต่าง ๆ แต่เพื่อความรัดกุมยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาทบทวนแนวทางสำหรับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.5 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (cost-benefit analysis)

เพื่อให้ทราบถึงแนวทางและขั้นตอนในนำข้อมูลต่าง ๆ ของบริการทางระบบนิเวศสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรมาทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ การทบทวนเอกสารในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นทบทวนเอกสารที่อธิบายถึงหลักการของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 หลักการของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (cost-benefit analysis) เป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่มีวัตถุประสงค์หลักในการช่วยตัดสินใจสำหรับแต่ละโครงการที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากร (Department of Finance and Administration: DOFA, 2006) โดยอาศัยการนำข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของแต่ละโครงการซึ่งอยู่ในรูปตัวเงินมาเปรียบเทียบกันผ่านทางเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ถึงมูลค่าสุทธิของแต่ละโครงการ โดยขั้นตอนของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์มีดังนี้ (DOFA, 2006; Treasury Board of Canada Secretariat, 2007 และ เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2556)

2.5.1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และข้อจำกัด

การกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และข้อจำกัดต่าง ๆ ของแต่ละโครงการให้ชัดเจนตั้งแต่เริ่มต้น จะช่วยให้ที่ผู้วิเคราะห์โครงการได้ระบุถึงผลเสียหรือผลประโยชน์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละโครงการนั้นว่า จะกระทบกับบุคคลใดบ้าง เช่น การปรับเปลี่ยนพื้นที่ป่าต้นน้ำเป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ส่งผลต่อปริมาณน้ำดื่มน้ำใช้ของชุมชนโดยรอบพื้นที่ป่า เป็นต้น และเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาทางเลือกอื่น ๆ

2.5.1.2 การกำหนดทางเลือก

การกำหนดทางเลือก เป็นการพิจารณาโครงการอื่น ๆ มาเป็นทางเลือกทดแทนโครงการหลัก หากตัดสินใจไม่ยอมรับโครงการ โดยโครงการทางเลือกอื่น ๆ ที่จะมาทดแทนนั้นต้องมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น การตัดสินใจสร้างสวนยางพาราในระบบวนเกษตรทดแทนการสร้างสวนยางพาราในระบบเชิงเดี่ยว เป็นต้น หรือการพิจารณาว่าจะไม่ดำเนินโครงการใด ๆ ก็ถือว่าเป็นอีกหนึ่งทางเลือก เช่น การตัดสินใจไม่สร้างสวนยางพารา โดยปล่อยให้เป็นพื้นที่ป่าดังเดิมต่อไป เป็นต้น

2.5.1.3 การระบุและประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์

หากในแต่ละโครงการมีการระบุต้นทุนและผลประโยชน์ที่ครอบคลุมและมีการประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ให้อยู่ในรูปของตัวเงินได้อย่างถูกต้อง สะท้อนต่อมูลค่าที่แท้จริง จะช่วยในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับโครงการนั้น ๆ อย่างแม่นยำ โดยจากการทบทวนเอกสารแนวคิดด้านต้นทุนและผลประโยชน์มีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุน (cost)

ณรงค์ศักดิ์ ธนวิบูลย์ชัย และคณะ (2540) และวันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน (2543) อธิบายว่า ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต สามารถจำแนกเป็นต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ต้นทุนคงที่ (fixed cost)

ต้นทุนคงที่ คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต โดยผู้ผลิตจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายส่วนนี้ไม่ว่าจะผลิตสินค้าหรือบริการในปริมาณใดก็ตาม

2) ต้นทุนผันแปร (variable cost)

ต้นทุนผันแปร คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต หากปริมาณการผลิตสูงขึ้นต้นทุนชนิดนี้ก็จะสูงขึ้น และหากปริมาณการผลิตลดลงต้นทุนชนิดนี้ก็จะลดลง

จากการทบทวนเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า ต้นทุนในแต่ละโครงการสามารถเป็นได้ทั้งต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร หากต้นทุนนั้น ๆ มีลักษณะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต จะถือว่าเป็นต้นทุนคงที่ เช่น ที่ดิน โรงเรือน อุปกรณ์ส่องสว่าง มีดกรีดยาง เป็นต้น แต่หากต้นทุนนั้น ๆ มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต จะถือว่าเป็นต้นทุนผันแปร เช่น ค่าจ้างรถแทรกเตอร์ในการไถปรับพื้นที่ ค่าจ้างแรงงานในการขุดหลุมปลูกต้นยางพารา ค่าพันธุ์ยางพารา ค่าปุ๋ยบำรุง เป็นต้น

ผลประโยชน์ (benefit)

นิศา ชูโต (2538, อ้างถึงใน จตุรภัทร จันทร์ทิพย์, 2548) และ Manchester Metropolitan University: MMU (2010) อธิบายว่า ผลประโยชน์ คือ ผลผลิตทั้งหมดของโครงการ รวมทั้งกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องไปจากโครงการ โดยผลประโยชน์สามารถจำแนกเป็น ผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผลประโยชน์ทางตรง (direct benefit)

ผลประโยชน์ทางตรง คือ ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากโครงการโดยตรงตามเป้าหมายของโครงการ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะเชิงปริมาณหรือคุณภาพ โดยผลตอบแทนที่เกิดขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะและวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการ เช่น น้ำยางดิบ ยางแผ่นดิบ ผลผลิตต่าง ๆ จากพืชร่วมยางพารา เป็นต้น

2) ผลประโยชน์ทางอ้อม (indirect benefit)

ผลประโยชน์ทางอ้อม คือ ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นนอกเหนือไปจากเป้าหมายของโครงการ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะเชิงปริมาณหรือคุณภาพ เช่น การกักเก็บคาร์บอน การผลิตออกซิเจน เป็นต้น

นอกจากนี้ รังสฤษฏ์ วรรณวิริยวุฒิ (2546) อธิบายว่า ผลประโยชน์สามารถจำแนกเป็นรายได้ที่เป็นเงินสดและรายได้ที่ไม่เป็นเงินสด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) รายได้ที่เป็นเงินสด (cash income)

รายได้ที่เป็นเงินสด คือ มูลค่าผลผลิตที่ผู้ผลิตสามารถผลิตเพื่อตอบสนองอุปสงค์ของตลาดได้โดยอยู่ในรูปของเงินสด เช่น มูลค่าน้ำยางดิบ มูลค่ายางแผ่นดิบ มูลค่าเนื้อไม้ เป็นต้น

2) รายได้ที่ไม่เป็นเงินสด (non-cash income)

รายได้ที่ไม่เป็นเงินสด คือ มูลค่าของผลผลิตที่ผู้ผลิตใช้ไปในการบริโภคและอุปโภคภายในครัวเรือน ไม่ได้ผลิตเพื่อตอบสนองอุปสงค์ของตลาดได้ เช่น มูลค่าของพืชผักที่เกษตรกรเก็บจากสวนยางพาราวนเกษตรมาเพื่อบริโภคในครัวเรือน เป็นต้น

จากการทบทวนเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นแต่ละโครงการสามารถอยู่ในรูปของเงินสดและไม่ได้อยู่ในรูปของเงินสด หากผลประโยชน์นั้นเกิดขึ้นตามเป้าหมายของโครงการที่คาดการณ์ไว้จะถือว่าเป็นผลประโยชน์ทางตรง และหากผลประโยชน์นั้นไม่ได้เกิดขึ้นตามเป้าหมายที่โครงการคาดการณ์ไว้จะถือว่าเป็นผลประโยชน์ทางอ้อม

2.5.1.4 การเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์

เนื่องจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรจะมีระยะเวลาของโครงการมากกว่า 1 ปี ต้นทุนและผลประโยชน์ที่จะนำมาเปรียบเทียบ มักเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษามูลค่าสุทธิแต่ละโครงการจึงจำเป็นต้องปรับมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ต่าง ๆ ให้เป็นปัจจุบัน และแนวคิดต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจอย่างถูกต้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) มูลค่าของเงินตามเวลา (time value of money)

มูลค่าของเงินตามเวลา เป็นแนวคิดว่ามูลค่าของเงินจะถูกเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากศักยภาพของเงินที่สามารถจะได้รับดอกเบี้ย ตามแนวคิดเรื่องเงินหนึ่งบาทในปัจจุบันจะมีค่าเท่ากับเงินจำนวนมากกว่าหนึ่งบาทที่อยู่ในอนาคต ซึ่งในแต่ละโครงการมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์นั้นจะเกิดขึ้นต่างระยะเวลากัน ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างโครงการได้ หากจะนำมาเปรียบเทียบจำเป็นต้องทำให้ต้นทุนและผลประโยชน์นั้นมีมูลค่าอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน โดย สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล (2537) และณัฏฐ์พล จงพิทักษ์สกุล (ม.ป.ป) อธิบายการคำนวณมูลค่าของเงินในอนาคตของไว้ ดังนี้

$$FV = PV(1+r)^t$$

ในกรณีต้องการคำนวณหามูลค่าในปัจจุบัน สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$PV = FV(1+r)^{-t}$$

โดยที่

PV	คือ	มูลค่าเงินในปัจจุบัน
FV	คือ	มูลค่าเงินในอนาคต
t	คือ	ระยะเวลา
r	คือ	อัตราคิดลด

สมการดังกล่าว มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าต่าง ๆ ทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในแต่ละปีของโครงการ ตั้งแต่ปีที่หนึ่งซึ่งเป็นการเริ่มต้นโครงการจนถึงปีสุดท้ายที่สิ้นสุดโครงการ

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value: NPV)

NPV คือ ผลรวมของมูลค่าผลประโยชน์ทั้งหมดจากการลงทุนในทางเลือกนั้น ๆ ที่คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว (สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล, 2537; เปรมใจ สัจจะอารีวัฒน์, ม.ป.ป และศันสนีย์ เทพปัญญา, ม.ป.ป.) ซึ่งสามารถคำนวณด้วยสมการ ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

โดยที่

NPV	คือ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดโครงการ
B_t	คือ	มูลค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานในปีที่ t
C_t	คือ	มูลค่าต้นทุนในการดำเนินงานในปีที่ t
r	คือ	อัตราคิดลด
t	คือ	จำนวนปีที่ดำเนินโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับ NPV นั้น จะพิจารณายอมรับโครงการนั้นเมื่อ NPV มีค่าเป็นบวก เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมมีค่ามากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการลงทุนดำเนินโครงการครั้งนี้สามารถสร้างผลกำไรแก่เจ้าของโครงการได้ แต่หาก NPV มีค่าเป็นลบจะพิจารณาไม่ยอมรับโครงการ เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมมีมูลค่าน้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ซึ่งแสดงว่าโครงการนั้นไม่สามารถให้ผลกำไรแก่เจ้าของโครงการได้

3) อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C ratio)

B/C ratio ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมตลอดอายุโครงการต่อผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมตลอดอายุโครงการ (สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล, 2537 และจิราภรณ์ ชาวงษ์, ม.ป.ป.) โดยการคำนวณ B/C ratio อาศัยสมการ ดังนี้

$$B/C \text{ ratio} = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \Bigg/ \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

โดยที่

B/C ratio	คือ	อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน
B_t	คือ	มูลค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานในปีที่ t
C_t	คือ	มูลค่าต้นทุนในการดำเนินงานในปีที่ t
r	คือ	อัตราคิดลด
t	คือ	จำนวนปีที่ดำเนินโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับ B/C ratio จะพิจารณายอมรับโครงการเมื่อค่าของ B/C ratio ในโครงการนั้นมีมากกว่า 1 เนื่องจากค่าที่มากกว่า 1 แสดงว่ามูลค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการมีค่ามากกว่ามูลค่าต้นทุนที่จ่ายไป

4) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

IRR คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ทั้งหมดเท่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมดพอดี (สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล, 2537; จิราภรณ์ ชาวงษ์, ม.ป.ป.; เปรมใจ สัจจะอารีวัฒน์, ม.ป.ป. และศันสนีย์ เทพปัญญา, ม.ป.ป.) โดยการคำนวณ IRR อาศัยความสัมพันธ์จากสมการ ดังนี้

$$0 = \sum_{t=0}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+IRR)^t}$$

โดยที่

IRR	คือ	อัตราผลตอบแทนโครงการ
B_t	คือ	มูลค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานในปีที่ t
C_t	คือ	มูลค่าต้นทุนในการดำเนินงานในปีที่ t
t	คือ	จำนวนปีที่ดำเนินโครงการ

เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับ IRR จะพิจารณายอมรับโครงการเมื่อ IRR มีค่ามากกว่าอัตราคิดลด ซึ่งในทางปฏิบัติจะใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับเงินทุนที่ใช้จ่ายในโครงการ แสดงว่าโครงการนี้สามารถสร้างผลกำไรแก่เจ้าของโครงการได้

2.5.1.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์อีกชนิดหนึ่งที่ช่วยให้การตัดสินใจในแต่ละโครงการมีความรอบคอบยิ่งขึ้น เนื่องจากในการเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ของแต่ละโครงการนั้น มีการอาศัยข้อมูลที่เกิดจากการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนกับความเป็นจริงได้ (Gurrea and Neuberger, n.d. และเสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2556) ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการนั้น แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการแทนค่าตัวแปรทีละตัว และการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการโดยการจำลองสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น (เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, 2558) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการแทนค่าตัวแปรทีละตัว

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการแทนค่าตัวแปรทีละตัว เป็นการอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโครงการทีละตัว เช่น ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร มูลค่าผลผลิต อัตราคิดลด อายุโครงการ เป็นต้น เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ NPV, B/C ratio และ IRR ของในแต่ละโครงการ

2) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการโดยการจำลองสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการโดยการจำลองสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น เป็นการอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรต่าง ๆ ครั้งละหลายตัวแปร ไปตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดการณ์ว่าอาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ NPV, B/C ratio และ IRR ของในแต่ละโครงการ

จากการทบทวนเอกสารในส่วนของหลักการของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์เป็นเครื่องทางเศรษฐศาสตร์อีกเครื่องมือหนึ่ง โดยเป็นการนำข้อมูลระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในแต่ละโครงการมาเปรียบเทียบกัน ผ่านทางการใช้วิธีการและหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถสะท้อนมูลค่าของผลประโยชน์สุทธิของแต่ละโครงการให้อยู่ในรูปของตัวเงินได้อย่างแท้จริง โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของต้นทุนและผลประโยชน์ของที่เกิดขึ้นในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในหัวข้อ 2.10.3 และสวนยางพารวนเกษตรในหัวข้อ 2.10.4

2.6 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีววิทยาเพื่อนำไปสู่การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศบางประการ

บริการทางระบบนิเวศที่ผู้วิจัยได้พิจารณาประเมินในการศึกษาครั้งนี้เบื้องต้น ประกอบด้วย การเป็นแหล่งผลิตเนื้อไม้ การเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน การเป็นแหล่งผลิตออกซิเจน และการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ ซึ่งการที่ทราบถึงปริมาณของบริการทางระบบนิเวศที่กล่าวในข้างต้นนั้น (ยกเว้นการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้) จำเป็นต้องใช้การคำนวณด้วยสมการต่าง ๆ ที่อาศัยข้อมูลทางชีววิทยาของขนาด จำนวน ชนิดและการเติบโตของพรรณไม้

เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งทบทวนเอกสารในประเด็นของการวางแปลงสำรวจพรรณไม้ การพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้ การประเมินปริมาตรเนื้อไม้ การประเมินปริมาณมวลชีวภาพ การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 การวางแปลงสำรวจพรรณไม้

ข้อมูล จำนวน ชนิด ประเภท และขนาดพรรณไม้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (Diameter at Breast Height: DBH) ความสูงทั้งหมด (Total Height; TH) และความสูงเป็นสินค้าได้ (Merchantable Height: MH) ของพรรณไม้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการคำนวณบริการทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร ได้แก่ ปริมาตรเนื้อไม้ ปริมาณการดูดซับ CO_2 และปริมาณการผลิต O2 สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถสำรวจตรวจนับพรรณไม้ทุกต้นในพื้นที่ศึกษาได้ เนื่องจากจะต้องอาศัยเวลา แรงงาน และเงินทุนเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การสุ่มวางแปลงสำรวจพรรณไม้ จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่จะช่วยให้ได้รับถึงข้อมูลของกลุ่มพรรณไม้ตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่ต่าง ๆ นั้น โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการใช้แปลงสำรวจใน 3 รูปแบบ คือ แปลงสำรวจวงกลม (ประภาพรรณ กำภู, 2545) แปลงสำรวจสี่เหลี่ยมจัตุรัส (สุภาวรรณ วงค์คำจันทร์, 2549 และอุบลวรรณ ไชโย และคณะ, 2554) และแปลงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (เมธี วงศ์หนัก, 2545 และสมหญิง บู่แก้ว และคณะ, 2552) ซึ่งแปลงสำรวจแต่ละรูปแบบนั้นจะมีแปลงย่อยซ้อนกันอยู่ภายในและมีขนาดแตกต่างกันไป เพื่อใช้ในการสำรวจพรรณไม้ขนาดต่าง ๆ (Lackmann, 2001) ได้แก่ ไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และกล้าไม้ โดยแต่ละเอกสารงานวิจัยไม่ได้อธิบายเหตุผลถึงการเลือกใช้แปลงสำรวจแต่ละรูปแบบหรือแต่ละขนาด อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยคิดว่ารูปแบบและขนาดของแปลงสำรวจอาจไม่ใช่ประเด็นสำคัญ หากมีการกำหนดขนาดพื้นที่รวมทั้งหมดในการสุ่มวางแปลงสำรวจพรรณไม้ให้มีขนาดที่เหมาะสม ดังนี้

ขนาดพื้นที่ในการสุ่มวางแปลงสำรวจพรรณไม้

เท่าที่ผู้วิจัยทบทวนเอกสารได้ในประเด็นนี้ พบเพียงแนวคิดกำหนดพื้นที่สำรวจขั้นต่ำในพื้นป่าธรรมชาติของ Patton (2011) โดยแนะให้ใช้พื้นที่ขั้นต่ำร้อยละ 2-5 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด เพื่อวางแปลงสำรวจพรรณไม้ ถึงแม้พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ไม่ใช่ป่าธรรมชาติที่มีความหลากหลายของพรรณไม้ที่สูง แต่หากพิจารณาจากพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ นอกจากสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่มีเพียงยางพาราเป็นไม้ยืนต้นชนิดเดียว ยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมที่มีพืชรวมเพียงไม่กี่ชนิด ยังมีสวนยางพาราวนเกษตรรูปแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม ซึ่งน่าจะมีความหลากของพรรณไม้ที่สูง ดังนั้น จึงเลือกใช้แนวคิดของของ Patton (2011) ในการศึกษาครั้งนี้

2.6.2 การพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้

การพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการคาดการณ์ถึงขนาดของพรรณไม้ในอนาคต เนื่องจากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการต้องมีการคาดการณ์ถึงผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย ซึ่งขนาดของพรรณไม้ ได้แก่ DBH TH และ MH จะถูกนำไปแทนค่าในสมการต่าง ๆ เพื่อคำนวณหาปริมาตรเนื้อไม้ปริมาณการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ของพรรณไม้ ซึ่งเป็นผลประโยชน์ของบริการทางระบบนิเวศที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสวนยางพาราแต่ละสวน สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถวัดขนาดของพรรณไม้ ณ อายุต่าง ๆ กันติดต่อกันหลายปีได้ เนื่องจากจะต้องอาศัยเวลา แรงงาน และเงินทุนเป็นจำนวนมาก จึงต้องอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์ขนาดของพรรณไม้

จากการทบทวนเอกสาร พบแนวคิดทางสถิติที่สามารถพยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาโดยการใช้การวิเคราะห์ความถดถอย (regression analysis) ที่เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม หรือเป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม เมื่อทราบค่าของตัวแปรอิสระ โดยการวิเคราะห์ความถดถอยจะประกอบด้วย การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2552) โดยมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย (simple regression analysis)

การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย คือ การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ 1 ตัว โดยทั้งตัวแปรตามและตัวแปรอิสระจะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ดังสมการ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$$

โดยที่

Y	คือ	ตัวแปรตาม
X	คือ	ตัวแปรอิสระ
β_0	คือ	ส่วนตัดแกน Y
β_1	คือ	ความชันของเส้นตรง
e	คือ	ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (multiple regression)

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน คือ การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระอย่างน้อย 2 ตัว โดยทั้งตัวแปรตามและตัวแปรอิสระจะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ดังสมการ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e$$

โดยที่

Y	คือ	ตัวแปรตาม
$X_1, X_2, \ldots, X_k$	คือ	ตัวแปรอิสระ
β_0	คือ	ส่วนตัดแกน Y
β_1	คือ	ความชันของเส้นตรง
e	คือ	ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

เมื่อทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเติบโตทางขนาดพรรณไม้พบว่า มีเอกสารงานวิจัยที่เลือกใช้การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่ายและการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนในการพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 งานวิจัยที่ใช้การวิเคราะห์ความถดถอยในการพยากรณ์การเติบโตทางขนาดพรรณไม้

งานวิจัย	วิธีการพยากรณ์	ตัวแปรที่ศึกษา
Meekaew (2008) ศึกษาการเติบโตของต้นจันทน์หอม ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	simple regression	diameter at breast height และ age
ธรรมนูญ เต็มไชย และทรงธรรม สุขสว่าง (2560) ศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดระหว่างความสูงเพียงอกและความสูงทั้งหมดของพรรณไม้ในป่าแก่งกระจาน ประเทศไทย	simple regression	DBH และ TH

งานวิจัย	วิธีการพยากรณ์	ตัวแปรที่ศึกษา
ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2552) ศึกษาการเติบโตของไม้ป่าเศรษฐกิจของประเทศไทย	simple regression	DBH และอายุ
Devaranavadgi และคณะ (2013) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและอายุของพรรณไม้ในพื้นที่ทางเหนือของ Karnataka ประเทศอินเดีย	simple regression	TH และอายุ
Leak (1985) ศึกษาการเติบโต DBH ของพรรณไม้แต่ละชนิดในพื้นที่ป่าของ White Mountain บริเวณ New England ประเทศสหรัฐอเมริกา	multiple regression	diameter at top of root และ diameter squared
Saaludin และคณะ (2014) ศึกษาการเติบโตของพรรณไม้ Dipterocarpaceae และพรรณไม้ Non-Dipterocarpaceae ในพื้นที่ป่าบริเวณเมือง Siem Reap ประเทศกัมพูชา	multiple regression	DBH, diameter squared, diameter increment, basal area และ total basal area of tree lager than subject tree

อย่างไรก็ตาม วิธีการพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้นั้นจะสามารถใช้พยากรณ์ได้เพียงกับพรรณไม้ที่ทราบอายุในปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วยต้นยางพาราในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว สวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปลูกพืชร่วม และสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปล่อยให้พืชร่วมเติบโตตามธรรมชาติ และพรรณไม้ที่เป็นพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปลูกพืชร่วม เนื่องจากพรรณไม้เหล่านี้ถูกปลูกโดยเกษตรกร ทำให้สามารถระบุอายุได้ชัดเจน สำหรับวิธีการพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้ที่ไม่ทราบอายุนั้น ได้แก่ พรรณไม้ที่เป็นพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปล่อยให้พืชร่วมเติบโตตามธรรมชาติ ผู้วิจัยใช้วิธีการพยากรณ์ที่ดัดแปลงจากแนวคิดการแบ่งอัตราเติบโตเฉลี่ยของขนาดต้นไม้แต่ละช่วงชั้น (subclass) ที่มักพบในงานศึกษาอัตราเติบโตทางขนาดของต้นไม้ในป่าธรรมชาติ เช่น การศึกษาของ Shono และ Snook (2006) ศึกษาอัตราการเติบโตของมะฮอกกานี ในพื้นที่ป่าธรรมชาติทางเหนือของประเทศ Brazilian การศึกษาของ Braz และคณะ (2015) *Cedrela odorata* L. ในป่า Amazon ของประเทศ Brazilian เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตามงานเหล่านั้นไม่ได้อธิบายถึงวิธีการแบ่งช่วงชั้นของขาดต้นไม้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาประยุกต์ใช้แนวคิดการสร้างตารางแจกแจงความถี่ (frequency table) สำหรับการแบ่งช่วงชั้น ซึ่งรายละเอียดของวิธีการดังกล่าว ผู้วิจัยจะกล่าวในหัวข้อ 3.3.1

2.6.3 การประเมินปริมาตรเนื้อไม้

เพื่อเป็นการค้นหาถึงวิธีการประเมินปริมาตรเนื้อไม้อันเป็นอีกหนึ่งผลประโยชน์ของบริการทางระบบนิเวศที่ผู้วิจัยพิจารณาศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ในลักษณะต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การประเมินปริมาตรเนื้อไม้จะเป็นการประเมินเนื้อไม้ในส่วนของลำต้นเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการใช้ประโยชน์ ที่มักนำเนื้อไม้ส่วนของลำต้นไปแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ (Monumental Trees, n.d.) โดยเป็นการนำ DBH และขนาดความสูงของพรรณไม้มาคำนวณด้วยสมการต่าง ๆ

สำหรับการประเมินปริมาตรเนื้อไม้นั้น จะมีทั้งในลักษณะของการประเมินจากพรรณไม้ขณะยืนต้น และขณะที่พรรณไม้ถูกโค่นล้ม (ชาญ บุญญสิริกูล, 2525) โดยการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้การประเมินปริมาตรเนื้อไม้ขณะที่ถูกโค่นล้มได้ เนื่องจากหากมีการโค่นล้มพรรณไม้ในพื้นที่สวนยางพาราซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาจะสร้างผลกระทบต่อเกษตรกรได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ยืนต้นเป็นหลัก ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่สร้างผลกระทบต่อเกษตรกร

การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและวิธีการการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ขณะยืนต้น ผู้วิจัยพบการใช้สมการในการประเมินอยู่ 2 ลักษณะ คือ สมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ทั่วไปและสมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้เฉพาะชนิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.3.1 สมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ทั่วไป

สมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ทั่วไป เป็นสมการที่สามารถใช้ประเมินปริมาตรเนื้อไม้ของพรรณไม้ได้ทั่วไป ไม่เฉพาะเจาะจงชนิดพรรณไม้ โดยอาศัยแนวคิดของรูปทรงของลำต้นพรรณไม้ที่มีความคล้ายคลึงกับรูปทรงเรขาคณิต ซึ่งจากการทบทวนเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องพบสมการในการประเมินดังกล่าวใน 2 รูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

Monumental Trees (n.d.) และชาญ บุญญสิริกูล (2525) ได้แนะนำรูปแบบของสมการสำหรับประเมินเนื้อไม้ยืนต้นอย่างง่าย ซึ่งมีแนวคิดมาจากการหาปริมาตรทรงกระบอก โดยมีรายละเอียดของสมการดังนี้

$$V = BA \times H$$

โดยที่

V คือ ปริมาตรเนื้อไม้ (ลูกบาศก์เมตร)
H คือ ความสูงของพรรณไม้ที่เป็นสินค้า (เมตร)
BA คือ พื้นที่หน้าตัดของลำต้นบริเวณความสูงระดับอก (ตารางเมตร)

จากการทบทวนเอกสารในเบื้องต้น ผู้วิจัยยังไม่พบเอกสารงานวิจัยที่มีการนำสมการในรูปแบบข้างต้นมาใช้ในการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ แต่พบการประกาศใช้ในระเบียบกรมป่าไม้ว่าด้วยการตรวจวัด การประทับตราการเรียกเก็บเงินค่าภาคหลวงไม้ ไม้ฟืน หรือไม้เผาถ่าน พ.ศ. 2510 สำหรับเจ้าหน้าที่ป่าไม้เพื่อใช้ในการตรวจวัดปริมาตรเนื้อไม้

Magnussen (2004) ได้แนะนำรูปแบบสมการสำหรับคำนวณปริมาตรเนื้อไม้ยืนต้นที่มีการดัดแปลงมาจากสมการหาปริมาตรทรงกระบอกโดยมีการคำนึงถึงความเรียวของรูปทรงลำต้นพรรณไม้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$V = 0.42 \times BA \times H$$

โดยที่

V คือ ปริมาตรเนื้อไม้ (ลูกบาศก์เมตร)
H คือ ความสูงของพรรณไม้ที่เป็นสินค้า (เมตร)
BA คือ พื้นที่หน้าตัดของลำต้นบริเวณความสูงระดับอก (ตารางเมตร)
0.42 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของรูปทรงลำต้นของพรรณไม้

จากการทบทวนเอกสาร พบงานศึกษาที่เลือกใช้สมการข้างต้นเพื่อประเมินปริมาตรเนื้อไม้ ได้แก่ Ffolliott และคณะ (1960) ในการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ต้น Black walnut แต่ละช่วงอายุบริเวณทางตะวันตกของรัฐ Minnesota ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Wright (1961) ในการศึกษาเพื่อติดตามการเติบโตของป่าบริเวณแม่น้ำ Wind เมือง Washington ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.6.3.2 สมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้เฉพาะชนิด

สมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้เฉพาะชนิด เป็นสมการที่ใช้สำหรับการประเมินเนื้อไม้ยืนต้นที่มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดที่ต้องการประเมิน โดยบรรจบ โพธิ์ชัย และธัญรินทร์ ณ นคร (2535 อ้างถึงใน น้ำฝน พลอยนิลเพชร, 2555) ได้สร้างสมการคำนวณปริมาตรเนื้อไม้เฉพาะชนิดพรรณไม้เพื่อศึกษาปริมาตรเนื้อไม้ โดยอาศัยการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ของท่อนไม้ในพรรณไม้แต่ละสกุล ในการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่าง DBH และปริมาตรเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุลนั้น ๆ ขึ้นมาในพื้นที่ป่า

สาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยพรรณไม้แต่ละสกุลจะใช้สมการคำนวณที่แตกต่างกัน ดังนี้

สกุล Dipterocarp	$\ln V = 2.177401 + (2.305478 \times \ln DBH)$
สกุล Dalbergia	$\ln V = 2.125939 + (2.351211 \times \ln DBH)$
สกุล Terminalia	$\ln V = 1.921016 + (2.074999 \times \ln DBH)$
สกุล Afzelia	$\ln V = 1.789563 + (2.025666 \times \ln DBH)$
สกุล Pterocarpus	$\ln V = 2.017547 + (2.270151 \times \ln DBH)$
สกุล Tectona	$\ln V = 2.112037 + (2.287149 \times \ln DBH)$
สกุล อื่น ๆ	$\ln V = 2.110246 + (2.266056 \times \ln DBH)$

โดยที่

V	คือ	ปริมาตรเนื้อไม้ (ลูกบาศก์เมตร)
DBH	คือ	ค่าความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เมตร)

จากการทบทวนเอกสารพบว่า มีงานศึกษาต่าง ๆ ที่เลือกใช้สมการในข้างต้นเพื่อประเมินปริมาตรเนื้อไม้ ได้แก่ น้ำฝน พลอยนิลเพชร (2555) ในการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ในสกุล Terminalia สกุล Dipterocarp และสกุลไม้อื่น ๆ ในพื้นที่เขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี (2549) ประเมินปริมาตรเนื้อไม้ในสกุล Dipterocarp สกุล Terminalia และสกุลไม้อื่น ๆ ในพื้นที่ป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง ประภาพรรณ กำภู (2545) ประเมินปริมาตรเนื้อไม้ในสกุล Dipterocarp สกุล Afzelai สกุล Tectona และสกุลไม้อื่น ๆ ในพื้นที่ป่ากราด อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา และสมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ประเมินปริมาตรเนื้อไม้ในสกุล Dipterocarp สกุล Pterocarpus และสกุลไม้อื่น ๆ ในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรบริเวณจังหวัดพัทลุงและสงขลา

2.6.4 การประเมินปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้

มวลชีวภาพของพรรณไม้ เป็นตัวแปรสำคัญที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณการดูดซับ CO_2 และปริมาณการผลิต O_2 ของพรรณไม้ ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่สำคัญของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร เนื่องจากมวลชีวภาพเป็นสิ่งที่สามารถตรวดวัดออกมาในเชิงปริมาณได้ไม่ยุ่งยาก และมีความสัมพันธ์กับปริมาณปริมาณการดูดซับ CO_2 และปริมาณการปริมาณการผลิต O_2 ของพรรณไม้ ซึ่งสังเกตได้จากสมการสังเคราะห์แสง ดังนี้

$$6CO_2 + 12H_2O + \text{พลังงานแสง} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

จากสมการสังเคราะห์แสงสังเกตได้ว่า พรรณไม้จะมีการตรึงคาร์บอนซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศที่กักเก็บไว้ภายในลำต้น (Yolasigmaz and Keles, 2009) และมีการปลดปล่อยออกซิเจนจากลำต้นออกสู่ชั้นบรรยากาศ (Baskent *et al.* 2008) ดังนั้นปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้ซึ่งถูกสร้างมาจากกลูโคส (glucose) จึงสามารถอธิบายถึงปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บ และออกซิเจนที่ถูกผลิตจากพรรณไม้ได้ (ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ และคณะ, ม.ป.ป.; ลดาวัลย์ พวงจิตร, ม.ป.ป.; สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป. และเยาวลักษณ์ วงศ์สิงห์ และคณะ, 2555)

จากการทบทวนเอกสารพบว่า มวลชีวภาพของพรรณไม้ คือ เนื้อเยื่อพืชที่มีบทบาทต่อการเติบโตของพรรณไม้ โดยนิยมวัดออกมาในรูปของน้ำหนักแห้ง (dry weight) (Chapman, 1976 อ้างถึงใน ชิงชัย วิริยะบัญชา, 2546) จากทุกส่วนของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และราก ซึ่งสามารถประเมินได้โดยวิธีทางตรง (direct method) คือ การตรวจวัดมวลชีวภาพจากน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนพืชโดยตรง ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ และวิธีทางอ้อม (indirect method) คือ การสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพจากน้ำหนักแห้งกับขนาดชิ้นส่วนของกลุ่มพรรณไม้ตัวอย่าง เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำหนักแห้งของพรรณไม้ที่ต้องการศึกษา โดยการประเมินมวลชีวภาพนั้นจะนิยมแบ่งออกเป็นการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.4.1 การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass) คือ ผลรวมน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนพรรณไม้ที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ ซึ่งจากการทบทวนเอกสารพบว่า การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจะมีวิธีการประเมินที่แบ่งตามประเภทของพรรณไม้ ได้แก่ ไม้ใหญ่ (tree) และไม้หนุ่ม (saplings) โดยประเภทของไม้ใหญ่และไม้หนุ่มนั้นผู้วิจัยพบว่าได้มีเอกสารทางวิชาการหลายฉบับที่ได้มีเกณฑ์ในการจำแนกดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 เกณฑ์การจำแนกประเภทของไม้ใหญ่และไม้หนุ่มของแต่ละเอกสารทางวิชาการ

เอกสารทางวิชาการ	มีเกณฑ์ในการจำแนก	
	ไม้ใหญ่ (เซนติเมตร)	ไม้หนุ่ม (เซนติเมตร)
ประภาพรรณ กำภู (2545) ศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในพื้นที่ป่ากราด อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา.	dbh. ≥ 10	dbh. ‹ 10
ชิงชัย วิริยะบัญชา (2546) ศึกษาวิธีการประเมินมวลชีวภาพ	dbh. ≥ 4.5	dbh. ‹ 4.5

เอกสารทางวิชาการ	มีเกณฑ์ในการจำแนก	
	ไม้ใหญ่ (เซนติเมตร)	ไม้หนุ่ม (เซนติเมตร)
นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ (2550) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในราก และคาร์บอนในดิน ของสวนป่าไม้สัก	dbh. ≥ 4.5	dbh. ‹ 4.5
สาระ บำรุงศรี และคณะ (2554) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง	dbh. ≥ 5	dbh. ‹ 5
น้ำฝน พลอยนิลเพชร (2555) ศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเนื้อไม้บนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	dbh. ≥ 10	dbh. ‹ 10

ตารางที่ 2-2 สังเกตได้ว่า ในแต่ละเอกสารทางวิชาการได้มีการใช้เกณฑ์จำแนกประเภทของพรรณไม้ออกเป็นไม้ใหญ่และไม้หนุ่มที่เหมือนและแตกต่างกันไป ซึ่งเอกสารแต่ละฉบับก็ไม่ได้มีการอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้แต่ละเกณฑ์ไว้อย่างชัดเจน สำหรับวิธีการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่และวิธีการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้หนุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

1) การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่

งานศึกษาที่มีการประเมินมวลชีวภาพของไม้ใหญ่จะไม่นิยมใช้การประเมินมวลชีวภาพทางตรงที่จะต้องใช้ระยะเวลา เงินทุน และแรงงานจำนวนมาก เนื่องจากต้องอาศัยการโค่นล้มพรรณไม้จำนวนมาก ซึ่งเป็นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ แต่จะนิยมใช้การประเมินมวลชีวภาพทางอ้อม โดยมักเป็นการสร้างความสัมพันธ์ในลักษณะสมการแอลโลเมตริก (allometric) ที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหรือน้ำหนักชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแปรตาม (ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ และคณะ, ม.ป.ป.; ชมพูนุช แสนภพ, 25541 และวสันต์ จันทร์แดง, 2553) เพื่อที่จะนำไปคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพของไม้ใหญ่ที่ต้องการศึกษา ดังนี้

$$Y = Ax^{h} \text{ หรือ } \log Y = \log A + h \log x$$

โดยที่

Y คือ มวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้
x คือ ขนาดที่วัดได้จากต้นไม้
A, h คือ ค่าคงที่ของสมการ

สำหรับการศึกษาที่ไม่สะดวกต่อการตัดเก็บชิ้นส่วนต่าง ๆ ของไม้ใหญ่มาสร้างสมการแอลโลเมตริก นิยมเลือกใช้สมการแอลโลเมตริกของไม้ใหญ่ที่มีการสร้างไว้ในอดีต โดยการเลือกใช้แต่

ละสมการนั้น จำเป็นต้องเลือกสมการที่มีความใกล้เคียงกันทั้งพรรณไม้หรือภูมิศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่แม่นยำมากที่สุด ดังตัวอย่างงานศึกษาต่อไปนี้

ขนิษฐา เสถียรพีระกุล และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสวนป่าสนสามใบ พื้นที่ต้นน้ำภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกใช้สมการของสมชาย นองเนือง และคณะ (2553 อ้างถึงใน ขนิษฐา เสถียรพีระกุล และคณะ, ม.ป.ป.) ดังนี้

$$W_s = 0.0503 (D^2H)^{0.8775}$$

$$W_b = 0.0012 (D^2H)^{1.0996}$$

$$W_l = 0.4536 (W_b)^{0.7933}$$

ส่วนการประเมินมวลชีวภาพของพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ เลือกใช้สมการประเมินมวลชีวภาพจากการศึกษาของTsutsumi และคณะ 1983) ดังนี้

$$W_s = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$$

$$W_b = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$$

$$W_l = 0.0140 (D^2H)^{0.669}$$

โดยที่

W_s	คือ	มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)
W_b	คือ	มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)
W_l	คือ	มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)
D	คือ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)
H	คือ	ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

วสันต์ จันทร์แดง (2553) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนยูคาลิปตัส บริเวณสวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น โดยเลือกใช้สมการแอลโลเมตริกสำหรับประเมินมวลชีวภาพป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณที่สร้างโดย Ogawa และคณะ (1961 อ้างถึงใน วสันต์ จันทร์แดง, 2553) ดังนี้

$$W_s = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$$

$$W_b = 0.003487 (D^2H)^{1.027}$$

$$W_l = 22.5 / W_s + 0.025$$

โดยที่

W_s คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)
W_b คือ มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)
W_l คือ มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)
D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)
H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

ชมพูนุช แสนภพ (2554) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในต้นไม้ พื้นที่สวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร โดยเลือกใช้สมการแอลโลเมตริกสำหรับประเมินมวลชีวภาพป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้งในประเทศไทยที่สร้างโดย Tsutsumi และคณะ (1983) ในการประเมินมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิด ยกเว้นพรรณไม้ในวงศ์ปาล์ม ดังนี้

$$W_s = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$$

$$W_b = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$$

$$W_l = 0.0140 (D^2H)^{0.669}$$

โดยที่

W_s คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)
W_b คือ มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)
W_l คือ มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)
D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)
H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้วงศ์ปาล์ม เลือกใช้สมการประเมินมวลชีวภาพของ Pearson และคณะ (2005 อ้างถึงใน ชมพูนุช แสนภพ, 2554) ดังนี้

$$W = 6.666 + 12.826 \ln (H^{0.5})$$

โดยที่

W คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)
H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

นอกจากนี้ยังพบการศึกษาของ Brown และคณะ (1989) ที่ได้สร้างสมการถดถอยสำหรับประเมินมวลชีวภาพไม้ใหญ่ในป่าเขตร้อน (tropical forests) โดยแต่ละสมการที่ถูกสร้างนั้นจะถูกแบ่งตามลักษณะภูมิอากาศโดยใช้เกณฑ์ของปริมาณน้ำฝน ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 สมการถดถอยสำหรับประเมินมวลชีวภาพไม้ใหญ่จากการศึกษาของ Brown และคณะ (1989)

ลักษณะภูมิอากาศ	ปริมาณน้ำฝน สะสม (มิลลิเมตร)	สมการ	R^2
แห้งแล้ง (dry)	< 1,500	$Y = 34.4703 - 8.0671D + 0.6589D^2$	0.67
ชุ่มชื้น (moist)	1,500 – 4,000	$Y = 38.4908 - 11.7883D + 1.1926D^2$	0.78
		$Y = \exp [-3.1141 + 0.9719\ln (D^2H)]$	0.97
		$Y = \exp [-2.4090 + 0.9522 \ln (D^2HS)]$	0.99
		$H = \exp [1.0710 + 0.5677\ln D]$	0.61
ฝนตกหนัก (wet)	> 4,000	$Y = 13.2579 - 4.8945D + 0.6589D^2$	0.90
		$Y = \exp [-3.3012 + 0.9439\ln (D^2 H)]H$	0.90
		$H = \exp [1.2017 + 0.5627\ln D]$	0.74

โดยที่

Y คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

S คือ ค่าความหนาแน่นจำเพาะ (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)

จากการทบทวนงานศึกษาเพิ่มเติมพบว่า มีการศึกษาในบริเวณป่าเขตร้อนที่มีสภาพภูมิอากาศชุ่มชื้นจำนวนหนึ่ง ที่เลือกใช้สมการของ Brown และคณะ (1989) เช่น ธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี และรินมนัส วัยรัตน์ (2553) ที่ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนที่สะสมในส่วนเหนือดินบริเวณป่าดั้งเดิมและป่าฟื้นตัว ในพื้นที่เขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สาระ บำรุงศรี และคณะ (2554) ที่ศึกษาปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในบริเวณสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง Ludang และ Jaya (2007) ที่ศึกษามวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนในป่าเขตร้อนในตอนกลางของกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย Baishya และคณะ (2009) ที่ศึกษารูปแบบการกระจายของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในธรรมชาติและการเพาะปลูกป่าเขตร้อนชื้นในตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย เป็นต้น

2) การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้หนุ่ม

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้หนุ่มมีลักษณะวิธีการที่คล้ายคลึงกับการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่ที่เป็นการประเมินมวลชีวภาพทางอ้อม โดยอาศัยการสร้างสมการความสัมพันธ์ในลักษณะของแอลโลเมตริก ดังงานวิจัยต่อไปนี้

ธิติ วิสารัตน์ และชลธิดา เชิญขุนทด (2547) ศึกษาองค์ประกอบของชนิดพันธุ์พืชและปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาภูหลวง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยได้สร้างสมการประเมินมวลชีวภาพจากชนิดพรรณไม้หนุ่มที่มีค่าความสำคัญ (Importance value index) ที่สูงสุดในแปลงสำรวจจำนวน 9 ชนิด ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 สมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มจากการศึกษาของ ธิติ วิสารัตน์ และชลธิดา เชิญขุนทด (2547)

ชนิดพรรณไม้	สมการ	R^2
ตะเคียนหิน	$W_s = 0.0634 (D^2H)^{0.8916}$	0.9840
	$W_b = 0.0082 (D^2H)^{0.8916}$	0.9194
	$W_l = 0.0072 (D^2H)^{0.8628}$	0.8852
ค้างคาว	$W_s = 0.4436 (D^2H)^{0.9672}$	0.9963
	$W_b = 0.0077 (D^2H)^{1.0574}$	0.9904
	$W_l = 0.0282 (D^2)^{1.0933}$	0.9698
พลองกินลูก	$W_s = 0.1003 (D^2H)^{0.7693}$	0.9839
	$W_b = 0.0862 (D^2)^{0.9076}$	0.9781
	$W_l = 0.02997 (D^2)^{0.3987}$	0.9517
กระโดงแดง	$W_s = 0.0455 (D^2H)^{0.9522}$	0.9859
	$W_b = 0.0022 (D^2)^{2.1808}$	0.9726
	$W_l = 0.0009 (D^2H)^{1.2578}$	0.8828
มะเม่าเขา	$W_s = 0.0632 (D^2H)^{0.7852}$	0.9757
	$W_b = 0.0249 (D^2)^{1.1099}$	0.8585
	$W_l = 0.0572 (D^2)^{1.2578}$	0.8795
กระเบากลัก	$W_s = 0.0967 (D^2H)^{0.7367}$	0.9490
	$W_b = 0.0133 (D^2H)^{0.7523}$	0.8628
	$W_l = 0.0656 (D^2)^{0.8151}$	0.9019

ชนิดพรรณไม้	สมการ	R^2
กัดลิ้น	$W_s = 0.0619 (D^2H)^{0.8737}$	0.9745
	$W_b = 0.0014 (D^2H)^{1.3850}$	0.9267
	$W_l = 0.0071 (D^2)^{0.8692}$	0.9160
พลองขี้ไต้	$W_s = 0.1811 (D^2)^{1.0495}$	0.9783
	$W_b = 0.0328 (D^2)^{1.2133}$	0.9002
	$W_l = 0.0600 (D^2)^{0.8108}$	0.8515
ขมิ้นต้นและอื่น ๆ	$W_s = 0.0702 (D^2H)^{0.8737}$	0.9625
	$W_b = 0.0093 (D^2H)^{0.9403}$	0.8850
	$W_l = 0.0244 (D^2)^{1.0517}$	0.8981

โดยที่

W_s คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

W_b คือ มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)

W_l คือ มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)

D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

ชิงชัย วิริยะบัญชา และคณะ (2554) ศึกษาการสะสมคาร์บอนของเถาวัลย์ในป่าธรรมชาติ ในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน โดยใช้สมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มของธิติ วิสารัตน์ และคณะ (2547) ในการศึกษาองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชและปริมาณพืช มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในป่าดิบแล้ง พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาภูหลวง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมาที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น เพื่อประเมินมวลชีวภาพของไม้หนุ่ม

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้หนุ่มด้วยวิธีการทางตรง ดังงานศึกษาของนาฏสุดา ภูมิจำนงค์ (2550) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้หนุ่มบริเวณสวนป่าไม้สัก อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี โดยใช้วิธีการตรวจวัดน้ำหนักแห้งของไม้หนุ่มจากการสุ่มเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในแปลงสำรวจที่อยู่ในแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

จากการทบทวนเอกสารพบว่าป่าแต่ละชนิดในประเทศไทยจะประกอบด้วยกลุ่มสังคมพืชที่หลากหลาย หากจำเป็นต้องใช้วิธีการการเลือกใช้สมการประเมินมวลชีวภาพจากพื้นที่ศึกษาอื่นจะต้องพิจารณาความเหมาะสมทั้งสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และชนิดพรรณไม้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (ชิงชัย วิริยะบัญชา, 2546)

2.6.4.2 การประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดิน

มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (belowground biomass) คือ ผลรวมน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนพรรณไม้ที่อยู่ใต้ดิน ได้แก่ รากแก้ว และรากฝอย ซึ่งปัจจุบันพบว่าการประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดินในงานศึกษาทั่วไปนั้นยังมีอยู่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดินมีทั้งลักษณะวิธีการประเมินทางตรงและวิธีการประเมินทางอ้อม โดยวิธีการประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดินในลักษณะทางตรงจะเป็นการการขุดเก็บชิ้นส่วนของรากพรรณไม้กลุ่มตัวอย่างมาตรวจวัดน้ำหนัก เช่น งานศึกษาของนาฏสุดา ภูมิจำนงค์ (2550) ที่ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของต้นสัก ในพื้นที่สวนป่าสัก อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของต้นสัก ยูคาลิปตัส และยางพารา ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร เป็นต้น

สำหรับวิธีการประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดินทางอ้อม จากการทบทวนเอกสารผู้วิจัยพบวิธีการประเมินมวลชีวภาพโดยการอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้พื้นดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (root/shoot ration: r/s) ดังเช่นงานศึกษาของ Cairns และคณะ (1997) ที่ศึกษา r/s ของพรรณไม้ในป่าบนที่สูง (upland forest) จากพื้นที่ทั่วโลก โดยจำแนก r/s ออกตามเขตพื้นที่ (latitudinal zone) ลักษณะดิน (soil texture) และชนิดของพรรณไม้ (tree type) ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 root/shoot ration จากงานศึกษาของ Cairns และคณะ (1997)

Criterion	Root/shoot ration
Latitudinal zone	
Tropical	0.24
Temperate	0.26
Boreal	0.27
Soil texture	
Coarse	0.29
Medium	0.27
Fine	0.24
Tree type	
Angiosperm	0.25
Gymnosperm	0.26

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบเอกสารงานวิจัยที่เลือกใช้ r/s จากงานอื่นสำหรับประเมินมวลชีวภาพใต้พื้นดิน ดังเช่นงานวิจัยของชมพูนุช แสนภพ (2554) ที่ศึกษามวลชีวภาพใต้พื้นดินของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ r/s ของป่าที่เติบโตในเมืองมีค่าเท่ากับ 0.28 และพรรณไม้วงศ์ปาล์มเท่ากับ 0.41 ตามการศึกษาของคณะวนศาสตร์ (2553) ที่ศึกษาปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกของพรรณไม้

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยพิจารณาว่าไม่สามารถเก็บชิ้นส่วนของรากพรรณไม้ตรวจวัดน้ำหนักแห้งได้ เนื่องจากการศึกษาน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนรากนั้นจำเป็นต้องมีการตัดโค่นและขุดรากของพรรณไม้ขึ้นมาจากพื้นดิน ซึ่งการใช้วิธีการดังกล่าวจะเป็นการสร้างความเสียหายแก่สวนยางพาราของเกษตรกรอย่างมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาใช้ r/s ที่ได้จากการศึกษาในอดีตสำหรับคำนวณปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพรรณไม้

การพิจารณาใช้ r/s ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือก r/s ในพื้นที่เขตร้อน (tropical) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24 จากการศึกษาของ Cairns และคณะ (1997) เนื่องจากพื้นที่ศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ตั้งอยู่ในบริเวณป่าเขตร้อน (tropical forest) และในแต่ละสวนของพื้นที่ศึกษานั้นมีความแตกต่างของลักษณะดินและความหลากหลายของชนิดไม้ที่ยากต่อการเปรียบเทียบได้

2.6.5 การคำนวณปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การคำนวณปริมาณการดูซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นการนำปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มพูนคูณด้วยปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC, 2006) และคูณด้วยค่า carbon dioxide conversion factor (วิจารณ์ มีผล, 2553) ดังนี้

$$CO_2 = (BI \times C) \times 3.67$$

โดยที่

CO_2	คือ	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตันต่อปี)
BI	คือ	ปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มพูน (ตันต่อปี)
C	คือ	ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ
3.34	คือ	carbon dioxide conversion factor

ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพที่ใช้ในการคำนวณนั้น จะมีที่มาจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการอ้างอิงจากงานวิจัยหรือเอกสารทางวิชาการในอดีต โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.5.1 ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพที่มาจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

จากการทบทวนเอกสารพบว่า การวิเคราะห์ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพนั้นจำเป็นต้องใช้วิธีการนำชิ้นส่วนของมวลชีวภาพมาผ่านวิธีการวิเคราะห์ซับซ้อน (ปวรีน สุวรรณอินทร์, 2550; วิจารณ์ มีผล, 2553) และใช้อุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (ชลธิดา เชิญขุนทด และธิติ วิสารัตน์, 2550) จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้การวิเคราะห์ค่าปริมาณมวลชีวภาพที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพนั้นไม่แพร่หลายมากนัก เท่าที่พบมีงานวิจัยต่อไปนี้

Margaret (2003) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของสวนสัก พบว่าค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของสักมีค่าเท่ากับร้อยละ 49.5

ชลธิดา เชิญขุนทด และธิติ วิสารัตน์ (2550) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าแต่ละช่วงอายุ โดยจากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพพบว่า บริเวณลำต้นของคาลิปตัส ยูโรฟิลล่ามีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพบริเวณลำต้นเท่ากับร้อยละ 47.5 บริเวณใบร้อยละ 51.31 และบริเวณกิ่งร้อยละ 48.93

วิจารณ์ มีผล (2553) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองพบว่า ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของพรรณไม้แต่ละชนิดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 47.72

2.6.5.2 ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพที่มาจากการอ้างอิงจากงานวิจัยหรือเอกสารทางวิชาการในอดีต

จากการทบทวนเอกสารพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะนิยมใช้การอ้างอิงค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพจากงานวิจัยหรือเอกสารทางวิชาการในอดีต ดังนี้

ขนิษฐา เสถียรพีระกุล และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสวนป่าสนสามใบ พื้นที่ต้นน้ำภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ค่าปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพบริเวณลำต้นเท่ากับร้อยละ 49.9 บริเวณกิ่งร้อยละ 48.7 และบริเวณใบร้อยละ 48.3 ตามการศึกษาของ Tsutsumi และคณะ (1983 อ้างถึงใน ขนิษฐา เสถียรพีระกุล และคณะ, ม.ป.ป.)

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ (2550) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในราก และคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี และ รินมนัส วัยรัตน์ (2553) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนที่สะสมในส่วนเหนือดินบริเวณพื้นที่ป่าดั้งเดิมและป่าที่ฟื้นตัวบริเวณเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และสาระ บำรุงศรี และคณะ (2554) ศึกษา

ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในบริเวณสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง โดยใช้ค่าปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพทุกส่วนของพรรณไม้เท่ากับร้อยละ 50 ตามการศึกษาของ Margaret และคณะ (2002) ที่ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของสวนไม้สัก บริเวณคลองปานามา ประเทศปานามา

ชิงชัย วิริยะบัญชา และคณะ (2554) ศึกษาการสะสมคาร์บอนของเถาวัลย์ในป่าธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี และชมพูนุช แสนภพ (2554) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ค่าปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในมวลชีวภาพเท่ากับร้อยละ 47 ซึ่งเป็นค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในเนื้อไม้ในตามคำแนะนำของ The Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC (2006)

นอกจากนี้ยังพบเอกสารงานวิจัยที่มีการรวบรวมข้อมูลค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าแต่ละชนิดของประเทศไทย คือ งานวิจัยของสาพิศ ดิลกสัมพันธ์ (2550 อ้างถึงใน ชมพูนุช แสนภพ, 2554) ที่ได้รวบรวมและพบว่าข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในมวลชีวภาพของป่าสนมีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพอยู่ร้อยละ 48 ป่าเต็งรังร้อยละ 49 ป่าเบญจพรรณร้อยละ 52 ป่าดงดิบร้อยละ 54 และป่าชายเลนร้อยละ 55

จากการทบทวนเอกสารในประเด็นของการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน สรุปได้ว่าการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทำได้โดยการนำปริมาณมวลชีวภาพมาคำนวณร่วมกับค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ ซึ่งค่าปริมาณคาร์บอนที่แต่ละเอกสารงานวิจัยใช้นั้นได้มาจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผู้ที่จะทำการวิเคราะห์ได้จำเป็นต้องมีความรู้ความชำนาญและมีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และได้มาจากการอ้างอิงจากงานวิจัยหรือเอกสารทางวิชาการอื่นที่ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพไว้ ซึ่งการอ้างอิงค่าปริมาณคาร์บอนดังกล่าวจำเป็นต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ที่จะนำไปใช้

2.6.6 การคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจน

จากการทบทวนเอกสารพบว่า วิธีการคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจนของพรรณไม้จะมีแนวคิดมาจากสมการการสังเคราะห์แสงดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.6.4 โดยพรรณไม้จะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 1.63 กรัม เพื่อผลิตออกซิเจน 1.2 กรัม และสามารถสร้างมวลชีวภาพได้ 1 กรัม (Guo *et al*. 2001; Nowak *et al*. 2007 และ Keles *et al*. 2007 อ้างถึงใน Baskent *et al*. 2008) โดยสอดคล้องกับการใช้สมการคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจนในพรรณไม้ของ Yolasigmaz และ Keles (2009) ที่ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บคาร์บอนและการผลิตออกซิเจนในมวลชีวภาพ

ไม้ป่าของ Balci Forest Management Unit ประเทศตุรกี ระหว่างปี 1984 ถึง 2006 โดยใช้สมการดังนี้

$$O = B \times 1.2$$

โดยที่

O	คือ	ปริมาณออกซิเจนที่พรรณไม้สามารถผลิตได้ (กิโลกรัมต่อปี)
B	คือ	ปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้ที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัมต่อปี)
1.2	คือ	ค่าคงที่การผลิตออกซิเจนของพรรณไม้

จากการทบทวนเอกสารในประเด็นของการคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจนสรุปได้ว่า เป็นวิธีการคำนวณที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากสมการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นกับพรรณไม้ทั่วไป ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า วิธีการดังกล่าวสามารถมารถนำมาประยุกต์ใช้กับพรรณไม้ชนิดใดก็ได้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรโดยรวมมูลค่าบริการทางระบบนิเวศ ผู้วิจัยได้จำแนกออกเป็น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศ และการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร

การทบทวนเอกสารในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยพบจำนวนเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาถึงบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรโดยตรงน้อยมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาทบทวนเอกสารงานวิจัยในลักษณะอื่น แต่สามารถอธิบายถึงบริการทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศต่าง ๆ เข้ามาเพิ่มเติม

เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงความหลากหลายของบริการทางระบบนิเวศที่ได้รับการศึกษาในปัจจุบัน ผู้วิจัยยังได้เพิ่มเติมการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในประเด็นบริการทางระบบนิเวศของป่าไม้ควบคู่กับบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร เนื่องจากป่าไม้เป็นระบบนิเวศที่ได้รับความนิยมในการศึกษา โดยเมื่อนำแต่ละงานวิจัยมาจำแนกตามแนวคิดของ MA (2005) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2-6 (รายละเอียดของแต่ละงานวิจัยสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก-ค)

ตารางที่ 2-6 สรุปบริการทางระบบนิเวศจากงานวิจัยที่เกี่ยวตามแนวคิด MA (2005)

บริการทางระบบนิเวศ	ป่าไม้	สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	สวนยางพารานเกษตร
1. บริการจัดหา			
- ผลิตอาหาร	✓	-	✓
- สมุนไพร	✓	-	✓
- ผลิตเนื้อไม้	✓	✓	✓
- ผลิตเชื้อเพลิง	✓	✓	-
- ผลิตน้ำยางธรรมชาติ	-	✓	✓
- ผลิตเมล็ดยางพารา	-	✓	-
2. บริการวัฒนธรรม			
- ศึกษาเรียนรู้	✓	-	-
- คุณค่าด้านจิตวิญญาณ	✓	-	-
- พักผ่อนหย่อนใจ	✓	-	-
3. บริการควบคุม			
- กักเก็บคาร์บอน	✓	✓	-
- ผลิตออกซิเจน	✓	-	-
- ชะล้างพังทลายของดิน	✓	✓	-
4. บริการสนับสนุน			
- หมุนเวียนธาตุอาหาร	✓	✓	✓
- หมุนเวียนน้ำ	✓	✓	-
- ผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ	✓	✓	✓
- ความหลากหลายทางชีวภาพ	✓	✓	✓

✓ บริการทางระบบนิเวศที่ผู้วิจัยพบว่ามีการศึกษา

- บริการทางระบบนิเวศที่ผู้วิจัยไม่พบว่ามีการศึกษา

จากตารางที่ 2-6 สังเกตได้ว่า บริการทางระบบนิเวศบางชนิดยังไม่พบว่ามีการศึกษาในบางระบบนิเวศ เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงบริการผลิตน้ำยางธรรมชาติ ระบบนิเวศสวนยางพาราเชิงเดี่ยวยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงบริการศึกษาเรียนรู้ ระบบนิเวศสวนยางพาราวนเกษตรยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงบริการผลิตออกซิเจน เป็นต้น และบริการทางระบบนิเวศบางชนิดพบว่ามีการศึกษาทั้งในระบบนิเวศป่าไม้ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว และสวนยางพาราวนเกษตร แต่ถึง

แม้แต่ละระบบนิเวศจะมีบริการทางระบบนิเวศที่ได้รับการศึกษาเหมือนกัน เช่น การกักเก็บคาร์บอน การชะล้างพังทลายของดิน การหมุนเวียนธาตุอาหาร การหมุนเวียนของน้ำ ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น แต่ปริมาณของบริการทางระบบนิเวศนั้น ๆ อาจมีความแตกต่างกันไปตามความซับซ้อนของความสัมพันธ์ทางชีวภาพ กายภาพ และเคมี ในแต่ละระบบนิเวศ (MA, 2005) ดังตัวอย่างงานการศึกษาต่อไปนี้

Xi (2009) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว และไร่นา บริเวณมณฑลสิบสองปันนา ประเทศจีน พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้มีค่าเท่ากับ 60.87 ตันต่อเฮกแตร์ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว 15.235 ตันต่อเฮกแตร์ ไร่นา 2.70 ตันต่อแตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ป่าไม้มีการกักเก็บคาร์บอนที่สูงกว่าพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและพื้นที่ไร่นา

Cizungu และคณะ (2014) ศึกษาการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุที่เป็นหนึ่งในกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารในพื้นที่ป่าไม้เปรียบเทียบสวนไม้ยูคาลิปตัส บริเวณทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศรวันดา พบว่า การร่วงหล่นของอินทรียวัตถุในพื้นที่ป่าไม้มีค่าเท่ากับ 4,175±990 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี และพื้นที่สวนไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเท่ากับ 2,221±528 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ป่าไม้มีการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุที่สูงกว่าในพื้นที่สวนไม้ยูคาลิปตัส

Liu และคณะ (2013) ศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ผ่านเรือนยอดไม้ในพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่สวนยางเชิงเดี่ยว บริเวณมณฑลสิบสองปันนา ประเทศจีน พบว่า ตลอดช่วงการทดลองมีปริมาณน้ำฝนทั้งหมด 497.5 มิลลิเมตร โดยปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดไม้ในพื้นที่ป่าไม้มีค่าเท่ากับ 366.4 มิลลิเมตร และในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 396.5 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณน้ำฝนที่ผ่านเรือนยอดไม้ต่ำกว่าในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว

นิติพัฒน์ นวนมะโน (2556) ศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ป่าทดแทนและสวนยางพาราเชิงเดี่ยวบนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า ช่วงฤดูฝนของพ.ศ. 2554 ในพื้นที่ป่าทดแทนมีการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 4.49 ตันต่อไร่ และในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 15.60 ตันต่อไร่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าทดแทนมีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินที่ต่ำกว่าในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว

2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการทางระบบนิเวศ

ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารงานวิจัยที่แสดงถึงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์บริการทางระบบนิเวศของป่าไม้ควบคู่กับบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวน

เกษตร เนื่องจากระบบนิเวศป่าไม้เป็นระบบนิเวศที่ประกอบด้วยไม้ยืนต้นเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับระบบนิเวศสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร

ตารางที่ 2-7 เสนอผลการจำแนกงานวิจัยตามบริการทางระบบนิเวศออกเป็น 4 ประเภท คือ บริการจัดหา บริการวัฒนธรรม บริการจัดหา และบริการสนับสนุน (MA, 2005)

ตารางที่ 2-7 ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการทางระบบนิเวศ

บริการทางระบบนิเวศ	วิธีการประเมิน	ตัวอย่างงาน ผู้แต่ง และผลการศึกษา
1. บริการจัดหา		
- แหล่งผลิตอาหารและสมุนไพร	ราคาตลาด	Noor และคณะ (2007) ศึกษามูลค่าสมุนไพรในพื้นที่ป่าสงวน Ayer Hitam ประเทศมาเลเซีย โดยใช้ราคาสมุนไพรที่มีการซื้อขายในท้องถิ่นมาคำนวณ พบว่ามีมูลค่าทั้งหมดเท่ากับ 3.40 ริงกิตต่อไร่
	ราคาตลาด	วัฒนณรงค์ มากพันธ์ (2555) ศึกษามูลค่าการเก็บหาของป่าประเภทอาหารและสมุนไพรของคนในชุมชนบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จังหวัดพัทลุง โดยใช้ราคาอาหารและสมุนไพรที่มีการซื้อขายในท้องถิ่นในการคำนวณ พบว่า การเก็บหาของป่าประเภทอาหารมีมูลค่าเท่ากับ 3,728,368 บาทต่อปี และการเก็บหาของป่าประเภทสมุนไพรมีมูลค่าเท่ากับ 1,203,572 บาทต่อปี
- แหล่งผลิตยางธรรมชาติ	ราคาตลาด	สถาบันวิจัยยาง (ม.ป.ป.) ศึกษามูลค่าการส่งออกผลผลิตแปรรูปจากยางพาราของประเทศไทย โดยใช้ราคายางธรรมชาติที่มีการซื้อขายกันในการคำนวณ พบว่าในปี 2556 มีมูลค่าเท่ากับ 257,203.70 ล้านบาท
	ราคาตลาด	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษามูลค่ารายรับของเกษตรจากยางพาราของเกษตรสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรพบว่า เกษตรกรที่ทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีรายรับในระยะเวลาที่ศึกษาเท่ากับ 1,533.77±443.67 บาท และสวนยางพาราวนเกษตรเท่ากับ 1,875.46±1,193.51 บาท
	ราคาตลาด	สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ศึกษามูลค่าสุทธิทางการเงินของการทำสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พบว่า สวนยางพาราวนเกษตรระบบที่ 1 (ยางพารา-ตะเคียนทอง-กฤษณา) มีมูลค่าสุทธิเท่ากับ 75,118.48 บาท ระบบที่ 2 (ยางพารา-ตะเคียนทอง-จำปาทอง) 64,510.72 บาท และระบบที่ 3 (ยางพารา-ไผ่มันป่า) 75,603.60 บาท และสวนยางพาราเชิงเดี่ยว มีมูลค่าสุทธิเท่ากับ 44,092.30 บาท

บริการทางระบบนิเวศ	วิธีการประเมิน	ตัวอย่างงาน ผู้แต่ง และผลการศึกษา
	ราคาตลาด	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ศึกษามูลค่าผลผลิตยางพาราในประเทศไทย โดยใช้ราคายางธรรมชาติที่มีการซื้อขายกันในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่าเท่ากับ 22,882.89 บาทต่อไร่
	ราคาตลาด	อเนก กุณาละสิริ และคณะ (2546) ศึกษามูลค่าของผลผลิตยางพาราในรูปยางแผ่นดิบของพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ราคายางธรรมชาติที่มีการซื้อขายกันในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่ายางแผ่นดิบเฉลี่ย 8,325.72 บาทต่อไร่ต่อปี
- แหล่งผลิตเนื้อไม้	ราคาตลาด	กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2541) ศึกษามูลค่าเนื้อไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยอาศัยราคาเนื้อไม้ที่มีการซื้อขายในท้องถิ่น พบว่ามีมูลค่าทั้งหมดเท่ากับ 61,122.53 บาทต่อไร่
	ราคาตลาด	น้ำฝน พลอยนิลเพชร (2555) ศึกษามูลค่าเนื้อไม้บนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยใช้ราคาเนื้อไม้ที่มีการซื้อขายในท้องถิ่นในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่าเนื้อไม้สุทธิทั้งหมดเท่ากับ 444,134,544.25 บาท
	ราคาตลาด	อริสรา จันทร์แก้ว (2549) ศึกษามูลค่าเนื้อไม้ยางพาราในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยใช้ราคาซื้อขายในท้องถิ่น พบว่าเมื่อสิ้นสุดโครงการมูลค่าไม้ในสวนยางพาราขนาดเล็กมีมูลค่าเท่ากับ 158,214.29 บาท สวนขนาดเท่ากับ 442,857.14 บาท สวนยางพาราขนาดใหญ่เท่ากับ 475,000.00 บาท
	ราคาตลาด	จตุรภัทร จันทร์ทิตย์ (2548) ศึกษามูลค่าเนื้อไม้ยางพาราของสวนยางพาราแบบดั้งเดิม สวนยางพาราแบบใหม่ และสวนไม้ยางพารา พบว่าใน 1 รอบของการทำสวนยางพารา มูลค่าเนื้อไม้ยางพาราของสวนยางพาราแบบดั้งเดิมมีค่าเท่ากับ 48,244 บาทต่อไร่ สวนยางพาราแบบใหม่มีค่าเท่ากับ 34,940.72 บาทต่อไร่ และสวนไม้ยางพารามีค่าเท่ากับ 13,733.66 บาทต่อไร่
2. บริการวัฒนธรรม		
- แหล่งศึกษาเรียนรู้	ราคาตลาด	ประภาพรรณ กำภู (2545) ศึกษามูลค่าการใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ของป่ากราด อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการศึกษาเรียนรู้ทั้งหมดในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่าทั้งหมดเท่ากับ 307.50 บาทต่อไร่
	ราคาตลาด	เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี (2549) ศึกษามูลค่าการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ของป่าชุมชนเขาหัวช้าง อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการศึกษาเรียนรู้ทั้งหมดในการคำนวณ พบว่าในปี 2547 มีมูลค่าเท่ากับ 405.80 บาทต่อไร่

บริการทางระบบนิเวศ	วิธีการประเมิน	ตัวอย่างงาน ผู้แต่ง และผลการศึกษา
- แหล่งนันทนาการ	ต้นทุนการเดินทาง	พิทักษ์ จอมเมือง (2544) ศึกษามูลค่าการเป็นแหล่งนันทนาการของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินทางทั้งหมดในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่าเท่ากับ 1,141.91 บาทต่อไร่ต่อปี
	ต้นทุนการเดินทาง	รอฮานี มะสาแม (2554) ศึกษามูลค่าทางนันทนาการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกทรายขาว จังหวัดปัตตานี โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินทางทั้งหมดในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่าเท่ากับ 143,113,940 บาทต่อปี
	ต้นทุนการเดินทาง	Guo และคณะ (2001) ศึกษามูลค่าจากการเป็นแหล่งนันทนาการของป่าในมณฑล Xingshan ประเทศจีน โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินทางทั้งหมดในการคำนวณ พบว่ามีมูลค่าเท่ากับ 5.8 ล้านหยวนต่อปี
3. บริการควบคุม		
- การกักเก็บคาร์บอน	ค่าใช้จ่ายในการป้องกัน	ประภาพรรณ กำภู (2545) ศึกษามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่ากราด อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา โดยใช้ค่าธรรมเนียมคาร์บอนในการใช้เชื้อเพลิงเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่ามีมูลค่าทั้งหมดเท่ากับ 1,404.25 บาทต่อไร่ต่อปี
	ราคาตลาด	Xi (2009) ศึกษามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในป่าไม้ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว และไร่นา บริเวณมณฑลสิบสองปันนา ประเทศจีน โดยใช้ราคาซื้อขายคาร์บอนเครดิตในโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ในการคำนวณ พบว่ามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในป่าไม้มีค่าเท่ากับ 1,379.3695 USD/ha สวนยางพาราเชิงเดี่ยวเท่ากับ 559.1242 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกแตร์ และไร่นาเท่ากับ 99.2672 USD/ha
		สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ศึกษามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร (ไม่ได้แสดงมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของสวนยางพาราทั้งสองชนิดไว้ชัดเจน)

ตารางที่ 2-7 สังเกตได้ว่า การประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศในแต่ละด้านนั้น สามารถใช้วิธีการประเมินมูลค่าที่หลากหลายวิธีการ โดยด้านบริการจัดหานั้น ส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบต่าง ๆ เช่น พืชผัก เนื้อไม้ ยางธรรมชาติ เป็นต้น โดยวัตถุดิบเหล่านี้มีราคาที่ซื้อขายกันในตลาดทั่วไป ดังนั้นแต่ละงานวิจัยจึงเลือกใช้วิธีประเมินด้วยราคาตลาดเป็นส่วนใหญ่

ด้านบริการวัฒนธรรม จะใช้วิธีการประเมินที่แตกต่างกันไปตามชนิดของการให้บริการ การเป็นแหล่งศึกษางานเรียนรู้ งานวิจัยของ ประภาพรรณ กำภู (2545) และเสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี (2549) ใช้วิธีการประเมินราคาตลาด ซึ่งอาศัยมูลค่าจากค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบตลาด ซึ่งเกิดขึ้นตลอดแต่ละการศึกษา การเป็นแหล่งนันทนาการ งานวิจัยของพิทักษ์ จอมเมือง (2544) รอฮานี มะสาแม (2554) และ Guo และคณะ (2001) จะใช้วิธีการประเมินจากต้นทุนการเดินทาง ซึ่งเกิดจากค่าใช้จ่ายต่าง ๆ รวมทั้งค่าเสียโอกาสระหว่างการเดินทางมายังพื้นที่นั้น ๆ

ด้านบริการควบคุม จะใช้วิธีการประเมินที่แตกต่างกันไปตามชนิดของการให้บริการ การกักเก็บคาร์บอน เนื่องจากคาร์บอนจัดเป็นสินค้าที่ไม่ได้มีการซื้อขายในตลาดทั่วไป ในงานวิจัยของประภาพรรณ กำภู (2545) จึงเลือกใช้การประเมินด้วยค่าใช้จ่ายในการป้องกัน ซึ่งอาศัยค่าธรรมเนียมคาร์บอนในการใช้เชื้อเพลิงเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบตลาดขึ้นเพื่อให้เกิดซื้อขายเครดิตของคาร์บอนในระดับสากลขึ้น งานวิจัยของ Xi (2009) และสมบูรณ์ และคณะ (2557) จึงเลือกใช้ราคาซื้อขายคาร์บอนเครดิต การผลิตออกซิเจน งานวิจัยของ Xi (2009) และ Guo และคณะ (2001) ใช้ต้นทุนในการทดแทน ซึ่งคำนวณจากต้นทุนในการผลิตออกซิเจนของอุตสาหกรรม เนื่องจากออกซิเจนสำหรับการใช้ประโยชน์ของคนทั่วไปยังไม่มีการซื้อขายในระบบตลาด การชะล้างพังทลายของดิน ทั้ง 2 งานวิจัย ประเมินด้วยต้นทุนในการทดแทน เนื่องจากการชะล้างหน้าดินไม่มีการซื้อขายกันในระบบตลาด โดยงานวิจัยของ นิติพัฒน์ นวนมะโน (2555) คำนวณจากค่าใช้จ่ายในการซื้อหน้าดินมาทดแทนหน้าดินที่ถูกชะล้างไป และงานวิจัยของ Guo และคณะ (2001) คำนวณจากค่าใช้จ่ายในการขุดลอกตะกอนซึ่งเป็นผลมากจากการชะล้างหน้าดิน

ด้านบริการสนับสนุน ใช้วิธีการประเมินแตกต่างกันไปตามชนิดของบริการ เช่น การหมุนเวียนธาตุอาหาร Xi (2009) ประเมินมูลค่าด้วยราคาตลาด โดยคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยซึ่งมีการซื้อขายในระบบตลาดทั่วไป การเป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพ สิทธินันท์ วิวัฒนาพรชัย (2554) และ Turpie (2003) ประเมินมูลค่าด้วย CVM เนื่องจากความหลากหลายทางชีวภาพไม่มีการซื้อขายในระบบตลาดทั่วไป

จากการทบทวนเอกสารตัวอย่างการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในแต่ละงานวิจัยที่ผู้วิจัยสืบค้นมาในครั้งนี้ สรุปได้ว่า บริการทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นในแต่ละระบบนิเวศสามารถสะท้อนออกมาในรูปของตัวเงินด้วยวิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้ ทั้งบริการทางระบบนิเวศที่สามารถสัมผัสได้หรือมีการซื้อขายกันในระบบตลาดทั่วไป (marketed goods) เช่น อาหาร สมุนไพร เนื้อไม้ เป็นต้น และทั้งบริการทางระบบนิเวศที่ไม่สามารถสัมผัสได้หรือไม่มีการซื้อขายกันในระบบตลาดทั่วไป (non-marketed goods) เช่น การชะล้างพังทลายของดิน การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

สำหรับในหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการทางระบบนิเวศ จากการทบทวนเอกสารผู้วิจัยสรุปช่องว่างทางความรู้ที่สำคัญ 3 ประเด็น ดังนี้

1) งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในระบบนิเวศป่าไม้

จากการสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวกับระบบนิเวศ 4 ระบบตามขอบเขตหัวข้อที่กำหนดไว้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศในระบบนิเวศป่าไม้มีสัดส่วนของเอกสารมากที่สุด (13 ฉบับ) รองลงมาคือสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (7 ฉบับ) และสวนยางพาราวนเกษตร (2 ฉบับ)

ดังนั้น จะเห็นได้ว่ายังมีช่องว่างของงานวิจัยในด้านการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศอยู่อีกมาก ไม่เพียงเฉพาะในระบบทั้ง 3 ระบบที่เป็นขอบเขตหัวข้อการค้นคว้าครั้งนี้เท่านั้น แต่ยังรวมถึงบริการทางระบบนิเวศด้านอื่น ๆ เองก็ยังมีช่องว่างให้ทำการวิจัยได้อีกมากด้วย

2) งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการประเมินมูลค่าบริการประเภทจัดหา

ในการทบทวนเอกสารครั้งนี้ พบว่าจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศที่ได้สืบค้นไว้นั้น ส่วนใหญ่เป็นการประเมินบริการทางระบบนิเวศประเภทบริการจัดหา ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 11 ฉบับ บริการควบคุมมีจำนวนรองลงมา 5 ฉบับ บริการวัฒนธรรม 5 ฉบับ และบริการสนับสนุน 3 ฉบับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระบบนิเวศพบว่า ระบบนิเวศป่าไม้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศที่ครอบคลุมทั้ง 4 ประเภท (แต่ในแต่ละงานอาจศึกษาเพียงประเภทใดประเภทหนึ่งหรือมากกว่า แต่ไม่ครบทุกด้าน) ได้แก่ บริการจัดหา (อาหาร สมุนไพร เนื้อไม้) บริการวัฒนธรรม (แหล่งศึกษาเรียนรู้ พักผ่อนหย่อนใจ) บริการควบคุม (กักเก็บคาร์บอน ผลิตออกซิเจน ชะล้างพังทลายของดิน) และบริการสนับสนุน (หมุนเวียนธาตุอาหาร ความหลากหลายชีวภาพ) ระบบนิเวศสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ครอบคลุมบริการทางระบบนิเวศ 2 ประเภท ได้แก่ บริการจัดหา (เนื้อไม้ ยางธรรมชาติ) และบริการควบคุม (กักเก็บคาร์บอน ผลิตออกซิเจน ชะล้างพังทลายของดิน) และระบบนิเวศสวนยางพาราวนเกษตร ครอบคลุมบริการทางระบบนิเวศ 2 ประเภท ได้แก่ บริการจัดหา (เนื้อไม้ ยางธรรมชาติ) และบริการควบคุม (กักเก็บคาร์บอน)

ดังนั้น จึงยังมีช่องว่างสำหรับงานวิจัยที่จะศึกษาประเมินบริการทางระบบนิเวศของระบบนิเวศต่าง ๆ ที่นอกเหนือจากป่าไม้ รวมถึงช่องว่างของการพัฒนาหาเทคนิควิธีการประเมินมูลค่าที่เหมาะสมกับบริการด้านอื่น ๆ ที่ไม่ใช่บริการทางตรงอีกด้วย

3) งานวิจัยเชิงเปรียบเทียบมูลค่าบริการทางระบบนิเวศของแต่ละระบบมีอยู่น้อย

จากเอกสารที่สามารถสืบค้นมาได้ พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศในลักษณะเปรียบเทียบกันในแต่ละระบบนิเวศมีจำนวนเพียง 2 ฉบับ ได้แก่ Xi (2009) ศึกษามูลค่าการกักเก็บคาร์บอนและการผลิตออกซิเจนของป่าไม้ สวนยางพาราเชิงเดี่ยว และไร่นา บริเวณมณฑลสิบสองปันนา ประเทศจีน และนิติพัฒน์ นวนมะโน (2556) ศึกษามูลค่าการชะล้างพังทลายของดินในพื้นป่าทดแทนและสวนยางพาราเชิงเดี่ยวบนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีจำนวนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศในระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่งที่มีจำนวน 16 ฉบับ เช่น Noor และคณะ (2007) ศึกษามูลค่าสมุนไพรในพื้นที่ป่าสงวน Ayer Hitam ประเทศมาเลเซีย วัฒนณรงค์ มากพันธ์ (2555) ศึกษามูลค่าการเก็บหาของป่าประเภทอาหารและสมุนไพรของคนในชุมชนบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จังหวัดพัทลุง ประภาพรรณ กำภู (2545) ศึกษามูลค่าการใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ของป่ากราด อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา เป็นต้น

ดังนั้น จึงยังมีช่องว่างสำหรับงานวิจัยที่จะศึกษาเพื่อเปรียบเทียบมูลค่าของบริการทางระบบนิเวศของระบบนิเวศตามธรรมชาติต่าง ๆ กับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ระบบนิเวศนั้นไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอย่างอื่น เพื่อให้เห็นถึงมูลค่าที่จะได้รับจากการรักษาหรือเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศนั้นอย่างแท้จริง

2.7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

การทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นทบทวนเอกสารในประเด็นของการจำแนกต้นทุนและผลประโยชน์ เพื่อศึกษาถึงชนิดของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.7.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุต้นทุนของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยเท่าที่ผู้วิจัยสามารถรวบรวมฉบับสมบูรณ์ได้ และเป็นเอกสารที่มีการอธิบายรายละเอียดของต้นทุนการสวนยางพาราเชิงเดี่ยวไว้อย่างละเอียด พบเอกสารทั้งหมด 6 ฉบับ แบ่งเป็นเอกสารจากสถาบันวิจัยยาง 3 ฉบับ และเอกสารจากสถาบันการศึกษา 3 ฉบับ ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนสวนยางพาราเชิงเดี่ยวจากการสืบค้นโดยผู้วิจัย

หน่วยงาน	ผู้ศึกษา	ประเด็นศึกษา
สถาบันวิจัยยาง	บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ และ สมพร กฤษณะทรัพย์ (2536)	ต้นทุนการผลิตยางพาราของประเทศไทย ปี 2536
	พัชรินทร์ ศรีวารินทร์ (2545)	ต้นทุนการผลิตยางแผ่นดิบของสวนยางขนาดเล็ก
	อเนก กุณาละสิริ และคณะ (2546)	ต้นทุนการผลิตยางพาราของสวนยางขนาดเล็ก
สถาบันการศึกษา	จตุรภัทร จันทร์ทิตย์ (2548)	วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน-ผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของสวนยางพารา จังหวัดสงขลา
	สุภาพร ธีรานุสนธิ์ (2548)	การวิเคราะห์โครงการลงทุนการทำสวนยางพาราของเกษตรกรรายย่อย ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
	พรรณทิพา ปันทะรัตน์ (2554)	ศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สวนยางพารา สวนลองกอง และวนเกษตร จังหวัดสงขลา

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนที่มีการระบุในแต่ละงานวิจัยมาจำแนกตามการสรุปแนวคิดด้านต้นทุนตามการทบทวนเอกสารของผู้วิจัยที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.5.1.3 จะมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 ข้อมูลต้นทุนของการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในแต่ละงานวิจัยตามการจำแนกของผู้วิจัย

ประเภทของต้นทุน	หน่วยงานผู้เป็นเจ้าของงานวิจัย					
	สถาบันวิจัยยาง			สถาบันการศึกษา		
	BA	PR	AN	PT	JP	SP
ต้นทุนผันแปร						
1. ค่าแรงงาน						
- ค่าบุกเบิกพื้นที่	●	●	●	●	●	●
- ค่าปรับพื้นที่ด้วยรถแทรกเตอร์	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงปักชะมบกำหนดแนวปลูกต้นยางพารา	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงขุดหลุมปลูกต้นยางพารา	●	●	●	●	●	●

ประเภทของต้นทุน	หน่วยงานผู้เป็นเจ้าของงานวิจัย					
	สถาบันวิจัยยาง			สถาบันการศึกษา		
	BA	PR	AN	PT	JP	SP
- ค่าแรงใส่ปุ๋ยหินคลุกรองก้นหลุมปลูกต้นยางพารา	●	●	●		●	●
- ค่าแรงปลูกต้นยางพาราครั้งแรก	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงปลูกซ่อมต้นยางพารา	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงปลูกเมล็ดพืชคลุมดิน	●		●		●	
- ค่าแรงใส่ปุ๋ยบำรุงต้นยางพารา	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงตัดแต่งกิ่งต้นยางพารา	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงกำจัดวัชพืช (ถากถ่าง, ฉีดพ่นสารเคมี)	●	●	●	●	●	●
- ค่าแรงทำแนวกันไฟ		●				
- ค่าแรงการกรีดต้นยางพารา	●	●	●	●	●	
- ค่าแรงทาหน้ายาง		●				
- ค่าแรงการทำแผ่นยางพารา	●	●	●		●	
- ค่าแรงการขนส่งผลผลิต				●		
2. ค่าพันธุ์พืช และวัสดุอุปกรณ์						
- ค่าชะมบกำหนดแนวปลูก	●	●	●		●	●
- ค่าพันธุ์ยางพารา	●		●	●	●	●
- ค่าพันธุ์ยางพาราที่ปลูกซ่อม	●		●	●	●	●
- ค่าพันธุ์พืชคลุมดิน	●		●		●	●
- ค่าปุ๋ยหินคลุกรองก้นหลุม	●	●	●		●	●
- ค่าปุ๋ยบำรุง	●	●	●	●	●	●
- ค่าเชื้อเพลิงพาหนะ				●		
- ค่าพลังงานอุปกรณ์ส่องสว่าง	●			●	●	
- ค่าน้ำกรด	●	●	●	●	●	●
- ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช	●	●	●	●	●	●
- ค่ายาทาหน้ายาง	●	●	●	●	●	●
- ค่าถ้วยรองน้ำยาง	●	●	●	●	●	●
- ค่าลิ้นยาง	●	●	●	●	●	●
- ค่าลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	●	●	●	●	●	●
- ตะกง	●	●	●	●	●	●
- ราวตากยาง	●	●	●	●	●	●

ประเภทของต้นทุน	หน่วยงานผู้เป็นเจ้าของงานวิจัย					
	สถาบันวิจัยยาง			สถาบันการศึกษา		
	BA	PR	AN	PT	JP	SP
ต้นทุนคงที่						
1. ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์						
- มีดกรีดยาง	●	●	●	●	●	●
- อุปกรณ์ส่องสว่าง	●	●	●	●	●	●
- ไม้กวาดยาง	●	●	●	●	●	●
- หินลับมีด	●	●	●	●	●	●
- ถังเก็บน้ำยาง	●	●	●	●	●	●
- จักรรีดยาง	●	●	●	●	●	●
- ตะแกรง	●	●	●	●	●	●
- ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ทำงานในสวน		●		●		
- ค่าโรงเรือน					●	
2. ค่าที่ดินและค่าเสียโอกาส						
- ค่าที่ดิน (เช่า, ซื้อ)	●	●	●	●	●	●
- ค่าภาษีที่ดิน	●	●	●	●	●	
- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน	●		●	●	●	●

หมายเหตุ: BA: บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ (2536), PR: พัชรินทร์ ศรีวารินทร์ (2545), AR: อเนก กุณาละสิริ และคณะ (2546), PT: พรรณทิพา ปันทะรัตน์ (2554), JP: จตุรภัทร จันทร์ทิตย์ (2548) และ SP: สุภาพร ธีรานุสนธิ์ (2548)

จากตารางที่ 2-9 สังเกตได้ว่าแต่ละงานวิจัยมีการระบุต้นทุนของสวนยางพาราที่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างกันของการระบุต้นทุนนี้จะส่งผลต่อผลของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ให้แตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเหล่านั้นยังไม่ระบุถึงต้นทุนผลกระทบวงนอกที่เกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (วรรณพงษ์ ดุรงคเวโรจน์, 2559) ตามที่หลายงานวิจัยกล่าวถึง เช่น ผลการทบจากการปนเปื้อนสารเคมีในแหล่งน้ำธรรมชาติ (ศิริจิต ทุ่งหว้า และพิษณุ ดำรัตนา, 2554) ผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของหน้าดินภายในสวนยางพารา (ยุพิน รามณีย์, 2542; ศิริจิต ทุ่งหว้า และพิษณุ ดำรัตนา, 2554 และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556) เป็นต้น

2.7.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

จากการทบทวนเอกสารเท่าที่ผู้วิจัยสามารถรวบรวมฉบับสมบูรณ์ได้ พบจำนวนเอกสารที่มีการอธิบายรายละเอียดของผลประโยชน์ไว้อย่างละเอียดทั้งหมด 9 ฉบับ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเอกสารที่มีการอธิบายรายละเอียดของต้นทุนในหัวข้อ 2.7.2.1 โดยเอกสารในหัวข้อนี้สามารถจำแนกออกเป็นเอกสารจากสถาบันวิจัยยาง 3 ฉบับ และเอกสารจากสถาบันการศึกษา 6 ฉบับ ดังแสดงในตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุผลประโยชน์ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

หน่วยงาน	ผู้ศึกษา	ประเด็นที่ศึกษา	ผลประโยชน์	ชนิดของผลประโยชน์
สถาบันวิจัยยาง	บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ และสมพร กฤษณะทรัพย์ (2536)	ต้นทุนการและรายได้จากผลิตยางพาราของประเทศไทย ปี 2536	มูลค่าจากการขายยางแผ่นดิบ	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
	พัชรินทร์ ศรีวารินทร์ (2545)	ต้นทุนการและรายได้ของการผลิตยางแผ่นดิบของสวนยางขนาดเล็ก	มูลค่าจากการขายยางแผ่นดิบ	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
	อเนก กุณาละสิริ และคณะ (2546)	ต้นทุนและรายได้ของการผลิตยางของสวนยางขนาดเล็ก	มูลค่าจากการขายยางแผ่นดิบ	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
สถาบันการศึกษา	จตุรภัทร จันทร์ทิตย์ (2548)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของสวนยางพาราจังหวัดสงขลา	มูลค่าจากการขายยางแผ่นดิบและไม้ยางพารา	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
			มูลค่าการดูดซับ CO_2	ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่อยู่ในรูปของเงินสด
	สุภาพร ธีรานุสนธิ์ (2548)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์โครงการลงทุนการทำสวนยางพาราของเกษตรกรรายย่อย	มูลค่าจากการขายน้ำยางสดและไม้ยางพารา	ผลประโยชน์ทางตรงที่อยู่ในรูปของเงินสด
			มูลค่าซากอุปกรณ์เก็บน้ำยาง	ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่อยู่ในรูปของเงินสด

หน่วยงาน	ผู้ศึกษา	ประเด็นที่ศึกษา	ผลประโยชน์	ชนิดของผลประโยชน์
		ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา		
	อริสรา จันทร์แก้ว (2549)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์การลงทุนทำสวนยางพาราของเกษตรกร อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี	มูลค่าจากการขายน้ำยางสดและไม้ยางพารา	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
	พรรณทิพา ปันทะรัตน์ (2554)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพารา จังหวัดสงขลา	มูลค่าจากการขายยางแผ่นดิบ	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	การเปรียบเทียบรายรับรายจ่ายการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพารวนเกษตรพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และตรัง	มูลค่าจากน้ำยางดิบและยางแผ่นดิบ	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
	สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพารวนเกษตรพื้นที่จังหวัดพัทลุงและสงขลา	มูลค่าจากยางแห้ง เศษยาง และไม้ยางพารา	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
			มูลค่าการกักเก็บคาร์บอน	ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่อยู่ในรูปของเงินสด

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ในหัวข้อนี้ สามารถสรุปถึงช่องว่างทางความรู้ที่สำคัญออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1) งานวิจัยส่วนใหญ่ยังไม่ระบุถึงผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่ครอบคลุม

จากตารางที่ 2-10 สังเกตได้ว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการระบุเกี่ยวกับบริการประเภทจัดหา (มูลค่าน้ำยางดิบ ยางแผ่นดิบ เนื้อไม้) มีเพียง 2 งานวิจัยที่ระบุถึงผลประโยชน์ที่เกี่ยวบริการประเภทควบคุม ได้แก่งานวิจัยของ จตุรภัทร จันทร์ทิตย์ (2548) ที่ระบุถึง มูลค่าการดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์และงานวิจัยของ สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ที่ระบุถึงมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน

ดังนั้น ช่องว่างทางความรู้สำหรับประเด็นนี้จึงยังมีอีกมากในการที่จะทำวิจัยเชิงลึกเพื่อศึกษาถึงผลประโยชน์ที่เกี่ยวกับบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวให้ครอบคลุมทั้ง 4 ประเภทตามแนวคิดของ MA (2005)

2) งานวิจัยที่ระบุผลประโยชน์ในลักษณะเปรียบเทียบระหว่างการทำสวนยางพาราในระบบเชิงเดี่ยวกับการทำสวนยางพาราในระบบอื่นมีจำนวนน้อย

จากการทบทวนเอกสารเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้นเอกสารต้นฉบับได้ พบจำนวนเอกสารงานวิจัยที่ระบุผลประโยชน์ในลักษณะเปรียบเทียบระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวกับสวนยางพาราในระบบอื่น ๆ เพียง 2 ฉบับ คือ งานวิจัยของเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557 ที่ศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร พื้นที่จังหวัดพัทลุงและสงขลา และงานวิจัยของสมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ที่ศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร พื้นที่จังหวัดพัทลุงและสงขลา

ดังนั้น จึงยังมีช่องว่างที่จะเพิ่มจำนวนของงานวิจัยที่ศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ในลักษณะเปรียบเทียบระหว่างสวนยางพาราในระบบเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราในระบบอื่น ๆ

2.7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบต้นทุนและผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตร

2.7.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุต้นทุนของสวนยางพาราวนเกษตร

จากการทบทวนเอกสารไม่พบงานวิจัยที่ระบุถึงต้นทุนของการทำสวนยางพารวนเกษตรไว้อย่างละเอียด พบเพียงเอกสารงานวิจัยที่ระบุถึงต้นทุนในลักษณะเหมารวมไว้ ได้แก่ งานวิจัยของ Manivong และ Cramb (2008) ที่ศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตรทางภาคเหนือของประเทศลาว ซึ่งได้ระบุถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุอุปกรณ์ และต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับแรงงาน และงานวิจัยของสมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ที่ศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตรพื้นที่จังหวัดพัทลุงและสงขลา ซึ่งได้ระบุต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พบเอกสารที่มีระบุต้นทุนการทำวนเกษตรรูปแบบ agrosilvopastoral ในงานวิจัยของ พรรณทิพา ปันทะรัตน์ (2554) ที่ศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สวนยางพารา

สวนลองกอง และวนเกษตร ในพื้นที่จังหวัดสงขลา และเมื่อนำแต่ละต้นทุนมาจำแนกตามการสรุปแนวคิดด้านต้นทุนตามการสรุปที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ในหัวข้อ 2.5.1.3 จะมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-11 ต้นทุนของวนเกษตรจากงานวิจัยของ พรรณทิพา ปันทะรัตน์ (2554)

ประเภทของต้นทุน	รายละเอียดของต้นทุน
ต้นทุนผันแปร	ค่าแรงงานในการปรับพื้นที่
	ค่าแรงในการปลูกพืช
	ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช
	ค่าแรงในการพรวนดิน
	ค่าแรงในการให้น้ำพืช
	ค่าแรงในการให้อาหารและน้ำสัตว์
	ค่าแรงในการทำความสะอาดคอกสัตว์
	ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต
	ค่าแรงในการขนย้ายผลผลิตไปจำหน่าย
	ค่าพันธุ์ไม้ยืนต้น
	ค่าพันธุ์ไม้ผล
	ค่าพันธุ์สัตว์
	ค่าปุ๋ยบำรุง
	ค่าอาหารสัตว์
	ค่ายาฉีดสัตว์
	ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช
	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
ต้นทุนคงที่	ค่าทรัพย์สินทางการเกษตร
	ค่าวัสดุอุปกรณ์ทางการเกษตร
	ค่าภาษีที่ดิน

ตารางที่ 2-11 สังเกตได้ว่า ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ของสวนวนเกษตรส่วนใหญ่แล้วจะคล้ายคลึงกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว แต่จะมีเพิ่มเติมเข้ามาในส่วนของต้นทุนที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพารา เช่น ค่าพันธุ์ไม้ยืนต้น ค่าพันธุ์ไม้ผล ค่าพันธุ์สัตว์ ค่าอาหารสัตว์ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าว ยังคงไม่มีศึกษาถึงประเด็นของต้นทุนผลกระทบวงนอกเช่นเดียวกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.7.2.1

ดังนั้น ช่องว่างทางความรู้สำหรับประเด็นนี้ คือ ยังคงขาดแคลนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุต้นทุนของการทำสวนยางพาราวนเกษตร ซึ่งการระบุต้นทุนที่ครบถ้วนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปรียบเทียบมูลค่าสุทธิของการทำสวนยางพาราวนเกษตร

2.7.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบุผลประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตร

จากการทบทวนเอกสารพบว่า เอกสารงานวิจัยที่มีลักษณะในการเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรทั้งหมด 2 ฉบับ ดังแสดงในตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 งานวิจัยที่เปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร

ผู้ศึกษา	ประเด็นที่ศึกษา	ผลประโยชน์	ชนิดผลประโยชน์
Manivong และ Cramb (2008)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตรทางภาคเหนือของประเทศลาว	มูลค่าจากการน้ำยางดิบและเนื้อไม้	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	การเปรียบเทียบรายรับรายจ่ายการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร พื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และตรัง	มูลค่าจากน้ำยางดิบและยางแผ่นดิบ	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557)	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร พื้นที่จังหวัดพัทลุงและสงขลา	มูลค่าจากยางแห้ง เศษยาง ไม้ยางพารา ไม้ตะเคียนทอง กฤษณา จำปาทอง และไผ่มันป่า	ผลประโยชน์ทางตรงในรูปของเงินสด
		มูลค่าการกักเก็บคาร์บอน	ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่อยู่ในรูปของเงินสด

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-12 สามารถแสดงให้เห็นถึงช่องว่างทางความรู้ที่สำคัญได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1) งานวิจัยเท่าที่ผู้วิจัยสืบค้นได้ยังไม่ระบุถึงผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราสวนยางพาราวนเกษตรที่ที่ครอบคลุม

จากตารางที่ 2-12 สังเกตได้ว่า งานวิจัยของ Manivong และ Cramb (2008) เป็นการระบุถึงผลประโยชน์ที่เกี่ยวกับบริการจัดหา (มูลค่าน้ำยางดิบและเนื้อไม้) งานวิจัยของเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) เป็นการระบุถึงผลประโยชน์ที่เกี่ยวกับบริการประเภทจัดหา (มูลค่าน้ำยางดิบและยางแผ่นดิบ) และงานวิจัยของสมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) เป็นการระบุถึงผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับบริการประเภทจัดหา (มูลค่าจากยางแห้ง เศษยาง ไม้ยางพารา ไม้ตะเคียนทอง ไม้กฤษณา จำปาทอง และไผ่มันป่า) และผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับบริการประเภทควบคุม (มูลค่าการกักเก็บคาร์บอน)

ดังนั้น ช่องว่างทางความรู้สำหรับประเด็นนี้จึงยังมีอีกมากในการที่จะทำงานวิจัยเชิงลึกเพื่อศึกษาถึงผลประโยชน์ที่เกี่ยวกับบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรให้ครอบคลุมทั้ง 4 ประเภทตามแนวคิดของ MA (2005)

2) งานวิจัยในกลุ่มที่ศึกษาผลประโยชน์ของบริการทางระบบนิเวศสวนยางพาราวนเกษตรยังมีจำนวนอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับงานในกลุ่มของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

จากการสืบค้นเอกสาร ผู้วิจัยพบงานวิจัยที่ศึกษาถึงผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรเพียง 2 ฉบับ คือ งานวิจัยของงานวิจัยของเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ที่เป็นการศึกษารายรับรายจ่ายการทำสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และตรัง และงานวิจัยของสมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ที่เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์สวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พื้นที่จังหวัดพัทลุงและสงขลา ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่างานวิจัยที่ศึกษาถึงผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวดังที่กล่าวไว้ในตารางที่ 2-10

ดังนั้น จึงยังมีช่องว่างที่จะเพิ่มจำนวนของงานวิจัยที่ศึกษาบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรให้มากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลด้านเศรษฐกิจที่เก็บรวบรวมโดยผู้วิจัยเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในสวนยางพาราแต่ละสวน ประกอบด้วย 1) ข้อมูลจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพารา ได้แก่ ปริมาณผลผลิต รายรับ และรายจ่ายของสวนยางพาราแต่ละวันในหนึ่งรอบปี ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราในอดีต และการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ และ 2) ข้อมูลทางชีววิทยาจากการพยากรณ์ปริมาณบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพารา ได้แก่ ปริมาตรเนื้อไม้ ปริมาณการดูดซับ CO_2 และปริมาณการผลิต O_2 โดยรายละเอียดการพิจารณาเลือกศึกษาชนิดของบริการทางระบบนิเวศที่นำมาประเมินในครั้งนี้จะแสดงไว้ในภาคผนวก ง

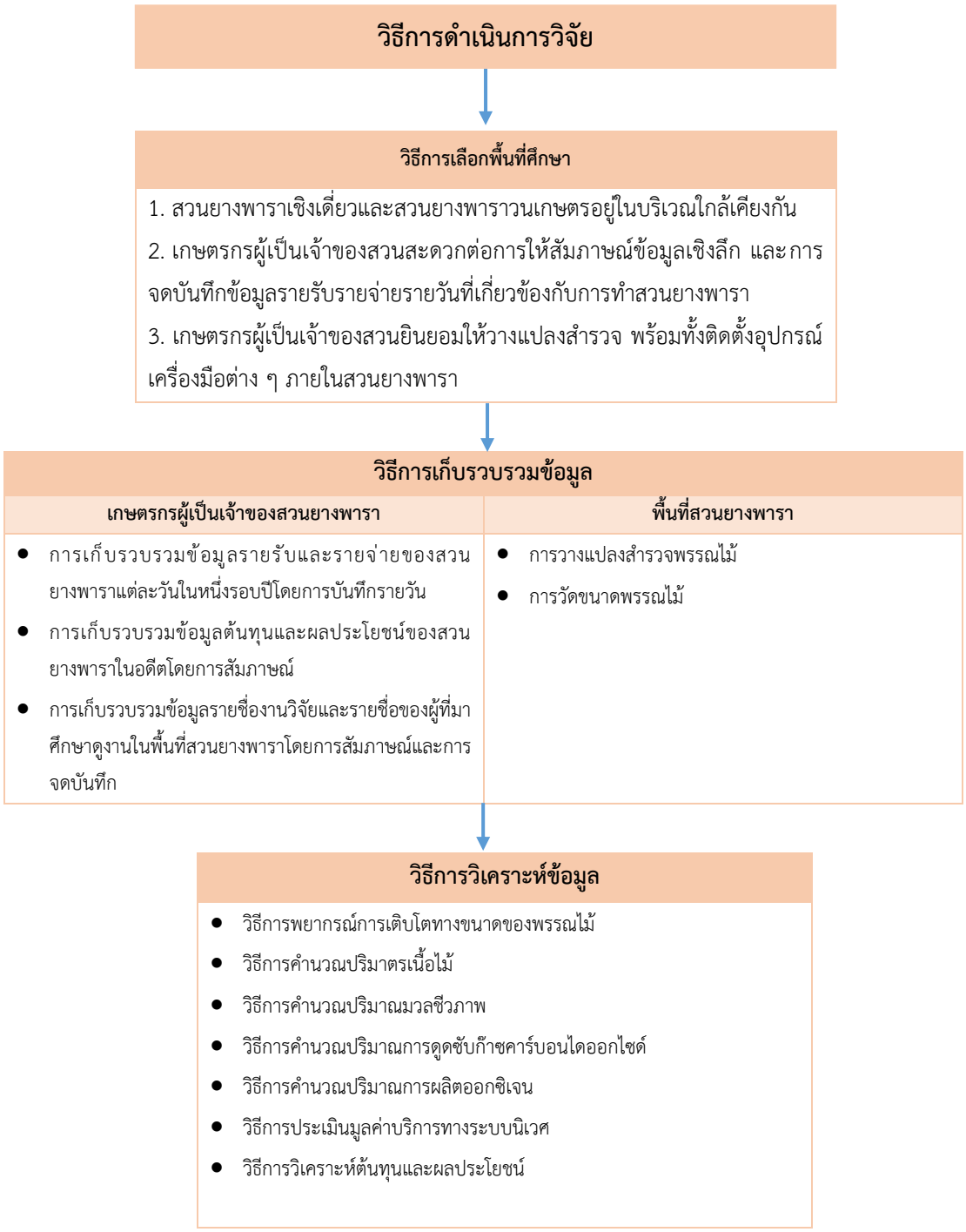
สำหรับในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งประกอบด้วย การเลือกพื้นที่ศึกษา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพารา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่สวนยางพารา และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 3-1

3.1 วิธีการเลือกพื้นที่ศึกษา

การเลือกสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรเพื่อเป็นพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำยางของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร ซึ่งการเลือกพื้นที่ศึกษาต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้

1) สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่ใช้เป็นพื้นที่ศึกษาเปรียบเทียบต้องอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน เพื่อที่สวนยางพาราทั้งสองจะได้รับอิทธิพลของดินและสภาพภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกัน

2) เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรต้องสะดวกต่อการให้สัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก และยินดีบันทึกข้อมูลรายรับรายจ่ายรายวันที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพาราเป็นระยะเวลา 1 ปี



ภาพที่ 3-1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3) เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรต้องยินยอมให้มีการวางแปลงสำรวจ พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการตรวจวัดพรรณไม้ได้

หลังจากพิจารณาถึงเงื่อนไขที่กล่าวในข้างต้น ส่งผลให้การศึกษาครั้งนี้มีพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 8 พื้นที่ ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นพื้นที่ศึกษา

ที่ตั้ง	อักษรย่อ	ประเภทสวน	เจ้าของสวน
ตำบลนาโต๊ะหมิง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง	MN1	สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	หมั่น แต่สุย
	AE1	สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม	กมล สามห้วย
ตำบลฉลุง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	MN2	สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	ดลเล๊าะ แหละตี
	AE2	สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม	หมัดฉา หนูหมาน
ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	MN3	สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	ปราณี แก้วชนะ
	AN3	สวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม	นัน เทพนิต
ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง	MN4	สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	ปการ หนูเสน
	AN4	สวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม	วิฑูร หนูเสน

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ จำแนกออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพารา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีววิทยาจากพื้นที่สวนยางพารา โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพารา

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเกษตรกรในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย รายรับและรายจ่ายของสวนยางพาราแต่ละวันในหนึ่งรอบปี ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราในอดีต และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ของพื้นที่สวนยางพารา โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลรายรับและรายจ่ายของสวนยางพาราแต่ละวันในหนึ่งรอบปี

เพื่อศึกษาถึงรายละเอียดปริมาณผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับบริการทางระบบนิเวศต่าง ๆ และรายจ่ายของแต่ละสวนยางพาราที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ โดยการขอความร่วมมือให้มีการจดบันทึกด้วยตัวเองของเกษตรกรที่เกี่ยวข้องกับรายรับและรายจ่ายของสวนยางพาราที่เกิดขึ้นในแต่ละวันลงไปยังแบบบันทึกที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้เป็นระยะเวลา 1 ปี

3.2.1.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับจากการทำสวนยางพารา

การเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการทบทวนเอกสารเพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดของต้นทุนและผลประโยชน์ต่าง ๆ ที่ควรจะเกิดขึ้นในสวนยางพาราทั้งสองชนิด จากนั้นจึงใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนทั้ง 8 ราย เพื่อที่จะทราบถึงมูลค่าต้นทุนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำสวนยางพารา เช่น ค่าแรงในการเตรียมพื้นที่ปลูก ค่าพันธุ์พืช ค่าแรงในการปลูก การวัสดุอุปกรณ์ทางการเกษตรต่าง ๆ เป็นต้น

3.2.1.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลรายชื่อของผู้ที่มาศึกษาดูงานและรายชื่องานวิจัยในพื้นที่สวนยางพารา

การศึกษาถึงผลประโยชน์ด้านการเป็นแหล่งศึกษาทั้งในลักษณะของการเป็นแหล่งศึกษาดูงานและการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย โดยประเด็นของรายชื่อผู้ที่มาศึกษาดูงานในสวนยางพาราใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากรายชื่อในสมุดบันทึกของเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรได้จัดเตรียมสมุดบันทึกดังกล่าวไว้ให้ผู้ที่มาศึกษาดูงานได้ลงชื่อไว้ในอดีต และประเด็นของการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย ใช้การรวบรวมรายชื่องานวิจัยจากการสัมภาษณ์จากเกษตรกรเพื่อให้ทราบรายชื่องานวิจัยและนักวิจัยที่เคยใช้สวนยางพาราแต่ละแห่งเป็นพื้นที่ศึกษา จากนั้นผู้วิจัยติดต่อนักวิจัยเหล่านั้น เพื่อขอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทุนวิจัยหรือค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้เพื่อการเก็บข้อมูลจากสวนยางพาราแต่ละแห่ง

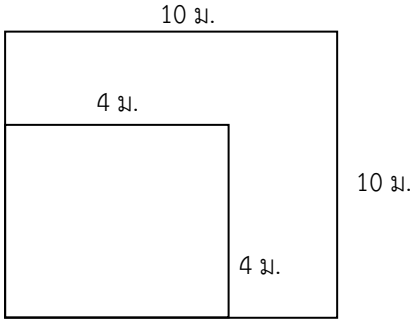
3.2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีววิทยาจากพื้นที่สวนยางพารา

ข้อมูลทางชีววิทยาเป็นข้อมูลสำคัญที่จะไปใช้ในการคำนวณปริมาณของบริการทางระบบนิเวศในขั้นตอนถัดไป ซึ่งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางชีววิทยาจากพื้นที่สวนยางพารา เป็นการสำรวจข้อมูลจากแปลงสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร โดยการ

สำรวจดังกล่าวประกอบด้วย 2 วิธีการย่อย คือ วิธีการวางแปลงสำรวจพรรณไม้ และวิธีการวัดขนาดของพรรณไม้ ดำเนินการเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2559- 2560 โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 วิธีการวางแปลงสำรวจพรรณไม้

การวางแปลงสำรวจพรรณไม้ใช้สำหรับเก็บข้อมูลพรรณไม้ที่เป็นพืชร่วมยางพาราเป็นหลัก โดยผู้วิจัยกำหนดพื้นที่สำหรับสุ่มวางแปลงตามการศึกษาของ Patton (2011) ที่แนะให้กำหนดพื้นที่ขั้นต่ำในการวางแปลงสำรวจเท่ากับร้อยละ 2-5 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยผู้วิจัยได้พิจารณากำหนดพื้นที่สุ่มวางแปลงสำรวจเท่ากับร้อยละ 5 ของพื้นที่สวนและวางแปลงสำรวจสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 10x10 เมตร เพื่อสำรวจไม้ใหญ่ และวางแปลงภายในแปลงสำรวจไม้ใหญ่ประกอบด้วยแปลงสำรวจไม้หนุ่มขนาด 4×4 เมตร เหตุผลที่เลือกการวางแปลงรูปแบบดังกล่าวก็เพราะสามารถกำหนดขอบเขตได้อย่างชัดเจนและวางได้อย่างสะดวก และเนื่องจากสวนยางพาราที่เป็นพื้นที่ศึกษาครั้งนี้มีขนาดพื้นที่ไม่ใหญ่มาก หากใช้แปลงสำรวจรูปแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีขนาด 50x20 เมตร แปลงสำรวจที่ถูกสุ่มจะวางกระจายไม่ทั่วสวน ดังนั้น การวางแปลงสำรวจสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดเล็กกว่า สามารถเพิ่มโอกาสในการสุ่มวางแปลงสำรวจให้กระจายทั่วสวนได้มากขึ้น ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ลักษณะแปลงสำรวจพรรณไม้สี่เหลี่ยมขนาด 10×10 เมตร ซึ่งประกอบด้วยแปลงสำรวจย่อยที่มุมซ้ายล่างขนาด 4×4 เมตร

การวางแปลงสำรวจลงในพื้นที่สวนยางพาราแต่ละแห่ง ผู้วิจัยเว้นระยะห่างจากพื้นที่ของสวนเข้ามาอีกประมาณ 5 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบของ edge effect ซึ่งมีผลกระทบต่อขนาดของพรรณไม้ (Alignier and Deconchat, 2013) ที่อาจโตกว่าพรรณไม้ในบริเวณอื่น และผลกระทบของจำนวนชนิดพรรณไม้ที่สำรวจพบ (Alignier and Deconchat, 2013) โดยเฉพาะในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม

ดังนั้น ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะมีจำนวนแปลงสำรวจที่ถูกสุ่มวางแตกต่างกันไปตามขนาดของพื้นที่สวน โดยจำนวนและขนาดของพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 จำนวนแปลงสำรวจที่ถูกสุ่มวางลงในแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	ขนาดพื้นที่ศึกษา		จำนวนแปลงสำรวจ (แปลง)
	ไร่	ตร.ม	
MN1	6	9,600	5
AE1	40	64,000	32
MN2	5	8,000	4
AE2	5	8,000	4
MN3	2	3,200	2
AN3	16	25,600	12
MN4	4	6,400	4
AN4	7.5	12,000	6

สำหรับจำนวนต้นยางพาราในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้จำนวนเท่ากับ 76 ต้นต่อไร่ ตามระยะการปลูกยางพาราของเกษตรกรที่เท่ากับ 3x7 เมตร เพราะเป็นจำนวนที่แน่นนอนสำหรับแต่ละสวนอยู่แล้ว สำหรับพรรณไม้ที่เป็นพืชร่วม ซึ่งมีเฉพาะในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรนั้น ใช้จำนวนของพรรณไม้ตามจริงที่สำรวจพบจากแปลงสำรวจ เนื่องจากไม่สามารถระบุจำนวนของพรรณไม้พืชร่วมภายในสวนได้อย่างชัดเจน

3.2.2.2 วิธีการวัดขนาดของพรรณไม้

ขนาดพรรณไม้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำไปใช้ในการพยากรณ์การเติบโตพรรณไม้ การคำนวณปริมาตรเนื้อไม้ ปริมาณการดูดซับ CO_2 และปริมาณการผลิต O_2 ซึ่งขนาดของพรรณไม้ที่วัดในการศึกษานี้ประกอบด้วย DBH TH MH โดยมีรายละเอียดวิธีการวัด ดังนี้

1) วิธีการวัด DBH

การวัด DBH เป็นการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นพรรณไม้ที่ระดับเหนือพื้นดิน 1.30 เมตร (diameter at breast height: DBH) โดยใช้สายวัด ซึ่งการวัด DBH เป็นการวัดทั้งในกรณีของไม้ใหญ่และกรณีของไม้หนุ่ม โดยบริเวณที่ถูกวัดนั้นจะทำการทาสีไว้ เพื่อเป็นจุดอ้างอิงสำหรับการติดตามตรวจสอบ

2) วิธีการวัดขนาด TH และ MH

TH และ MH เป็นตัวแปรทางความสูงของพรรณไม้ที่ใช้ในการคำนวณบริการทางระบบนิเวศต่าง ๆ เช่นเดียวกับ DBH โดยใช้ measuring pole หากเป็นพรรณไม้ที่มีความสูงไม่เกิน 10 เมตร และใช้ hypsometer (Nikon Forestry Pro) หากพรรณไม้มีความสูงเกิน 10 เมตร

นอกจากนี้ ในการพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้จำเป็นต้องทราบขนาดของไม้ ณ อายุต่าง ๆ กัน เพื่อนำมาสร้างสมการถดถอย ซึ่งส่วนใหญ่ต้นไม้ในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เกษตรกรเป็นผู้ปลูกจะมีอายุใกล้เคียงกันทั้งสวน จึงไม่เพียงพอต่อการสร้างสมการพยากรณ์การเติบโตด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่ายได้ เนื่องจากขาดความต่อเนื่องของข้อมูล (รายละเอียดการวิเคราะห์จะกล่าวในหัวข้อ 3.3.2.1) ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูล DBH TH และ MH ของพรรณไม้แต่ละชนิดที่มีความแตกต่างกันทางอายุจากสวนอื่นที่กระจายอยู่ในจังหวัดตรัง พัทลุง และสงขลา จำนวน 39 สวน ประกอบด้วย ยางพารา (*H. brasiliensis*) ก่อนเปิดกรีด จำนวน 140 ต้น ยางพารา (*H. brasiliensis*) หลังเปิดกรีด 725 ต้น ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) จำนวน 521 ต้น พะยอม (*Shorea roxburghii G.Don*.) จำนวน 368 ต้น มะฮอกกานี (*Swietenia macrophylla* King.) จำนวน 243 ต้น ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) จำนวน 194 ต้น และสะเดาเทียม (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs.) จำนวน 131 ต้น

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 วิธีการพยากรณ์การเติบโตทางขนาดของพรรณไม้

การพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้ เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดขนาดพรรณไม้ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรมาคำนวณ เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ขนาดของพรรณไม้แต่ละต้นที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปีจนสิ้นสุดโครงการ การพยากรณ์ขนาดของพรรณไม้มีความจำเป็นเนื่องจากในทางปฏิบัติไม่สามารถที่จะเก็บข้อมูลขนาดความโตของไม้ได้ทุกปีและต่อเนื่องกันไปจนตลาดอายุโครงการ ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ขนาดของพรรณไม้ ซึ่งขนาดของพรรณไม้นั้นเป็นข้อมูลสำคัญที่สำหรับการคำนวณปริมาณของบริการทางระบบนิเวศด้านเนื้อไม้ การดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ในภายหลัง โดยสมการเหล่านั้นล้วนต้องการข้อมูลที่สำคัญ 3 ตัวแปร คือ DBH TH และ MH

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย สวนยางพาราเชิงเดี่ยว สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม และสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม ซึ่งสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม เกษตรกรเป็น

ผู้ปลูกพรรณไม้ด้วยตัวเอง ทำให้สามารถระบุอายุของพรรณไม้แต่ละต้นได้ และสามารถใช้ข้อมูลที่สัมพันธ์กันระหว่างอายุกับการเติบโตที่วัดจากไม้จริงในพื้นที่มาสร้างแบบจำลองได้ แต่ในกรณีของสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมนั้น เกษตรกรเป็นผู้ปลูกเพียงแค่ยางพารา ส่วนพืชร่วมชนิดอื่น ๆ นั้นเป็นการปล่อยให้งอกและเติบโตเองตามธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถระบุอายุของพืชร่วมเหล่านั้นได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพยากรณ์การเติบโตของพรรณไม้ด้วยวิธีที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

3.3.1.1 การพยากรณ์การเติบโตทางขนาดกรณีของพรรณไม้ที่ทราบอายุ

วิธีนี้เป็นการพยากรณ์การเติบโตทางขนาดเฉพาะพรรณไม้ที่เกษตรกรเป็นผู้ปลูกเท่านั้น เนื่องจากการที่เกษตรกรเป็นผู้ปลูกเอง จึงสามารถระบุอายุของต้นไม้ที่พบในแปลงสุ่มสำรวจได้ ได้แก่ ยางพาราในสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และสำหรับพรรณไม้ที่เป็นพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่เป็นปลูกพืชร่วม

สำหรับวิธีการพยากรณ์ ผู้วิจัยเลือกใช้การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย (Simple regression analysis) เนื่องจากสอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ต้องการพยากรณ์ คือ มีอายุเป็นตัวแปรอิสระ และมีตัวแปรตามคือ ขนาดพรรณไม้ (DBH TH และ MH ซึ่งวิเคราะห์แยกกันคนละกรณี) เพื่อใช้ในการแทนค่าลงในสมการคำนวณปริมาตรเนื้อไม้และมวลชีวภาพ โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ นอกจากนี้ วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่ายเป็นวิธีการที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในการสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายการเติบโตของไม้ (Linder, 1981; Cao, 2004 ; Westfall and Laustsen, 2006 และ Saaludin *et al*. 2014)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ข้อมูลความสัมพันธ์ของอายุกับขนาดความโตของต้นไม้นั้นไม่เข้าเงื่อนไขของการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบสมการของ Linear ได้ เนื่องจาก 1) ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยของความโตกับอายุไม่อยู่ในรูปเส้นตรง 2) การกระจายของข้อมูลความโตไม่เป็นการกระจายแบบ normality จึงต้องใช้การพยากรณ์แบบ curvilinear regression (Gignac 2019 และ Frost, 2020) ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองที่ยังคงจัดว่าเป็นกาวิเคราะห์ถดถอยแต่มีรูปแบบของสมการในหลายลักษณะที่ไม่ใช่เป็นสมการเส้นตรงอย่างเดียว โดยจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า รูปแบบสมการที่ใช้ทำนายความสัมพันธ์ระหว่างอายุและการเติบโตของพรรณไม้นั้นมีรูปแบบสมการทั้งแบบ linear (Saaludin *et al*. 2014), logarithm (ธรรมนูญ เต็มไชย และทรงธรรม สุขสว่าง, 2560), power (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2552) และ exponential (Linder, 1981 และ Devaranavadgi *et al*. 2013)

ดังนั้น เพื่อที่จะหาสมการที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้มากที่สุด ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบความเหมาะสมโดยเลือกวิเคราะห์รูปแบบสมการทั้งหมด 6 รูปแบบ ประกอบด้วยรูปแบบสมการตามที่ทบทวนวรรณกรรมพบข้างต้น 4 รูปแบบ และเพิ่มอีก 2 รูปแบบตามแนวโน้มรูปร่างของ scatter plot ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น คือ รูปแบบสมการ S-curve และ Growth ซึ่งส่วนใหญ่การเติบโตทางชีววิทยาในธรรมชาติมักจะมีรูปแบบนี้ เพื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเหมาะสมของรูปแบบสมการแต่ละรูปแบบ และเลือกรูปแบบสมการที่มีค่าสถิติที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในงานนี้ โดยค่าสถิติที่ใช้และเกณฑ์ในการบ่งชี้ the best fitted models แสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ค่าสถิติและเกณฑ์ที่เป็นตัวบ่งชี้ความเหมาะสมของรูปแบบสมการแบบจำลอง

ค่าสถิติที่เป็นตัวบ่งชี้ความเหมาะสมของรูปแบบสมการแบบจำลอง	**หลักเกณฑ์**	**หมายเหตุ**
Standard error of the regression	ควรมีค่าต่ำ	
Total sum of square	ควรมีค่าต่ำ	
Mean squared residuals	ควรมีค่าต่ำ	
Regression p-value	ควรมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ	
Constant and coefficient p-values	ควรมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ	
Adjusted R-square	ควรมีค่าสูง	อนึ่ง ในสมการที่เป็น linear นิยมใช้ค่านี้ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบสมการ แต่ในการวิเคราะห์ curvilinear ค่านี้จะไม่ใช่ค่าเดียวที่ใช้ในการตัดสินใจ
Residuals plot	ควรมีลักษณะของการกระจายแบบ random และไม่มี pattern ที่ชัดเจน	

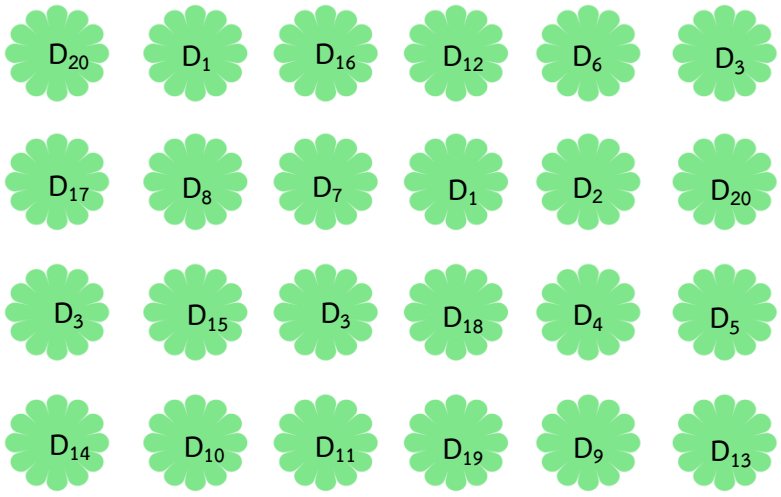
ที่มา: Wasserman (2004); Darlington and Hayes (2016) และ Wuensch (2018)

โดยผลของการสร้างสมการพยากรณ์การเติบโตและอัตราการเติบทางขนาดของพรรณไม้แต่ละชนิดที่คำนวณจากสมการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถอ่านเพิ่มได้ที่ภาคผนวก จ

3.3.1.2 การพยากรณ์การเติบโตทางขนาดกรณีของพรรณไม้ที่ไม่ทราบอายุ

วิธีการพยากรณ์ขนาดของพรรณไม้ที่ไม่ทราบอายุ ใช้กับพรรณไม้ท้องถิ่นที่เกษตรกรปล่อยให้ฟื้นฟูขึ้นมาตามธรรมชาติในสวนยางพาราวนเกษตร เนื่องจากพรรณไม้เหล่านั้นเกษตรกรไม่ได้ปลูกเอง จึงไม่สามารถระบุอายุได้ชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดตามการศึกษาของ Shono และ Snook (2006) ศึกษาอัตราการเติบโตของมะฮอกกานีในพื้นที่ป่าธรรมชาติทางเหนือของประเทศ Brazilian และการศึกษาของ Braz และคณะ (2015) ที่ศึกษาอัตราการเติบโตของ *Cedrela odorata* L. ในป่า Amazon ของประเทศ Brazilian ในการแบ่งขนาดของพรรณไม้ ได้แก่ DBH TH และ MH เป็นช่วงชั้น (การแบ่งช่วงชั้นของแต่ละขนาดจะแยกคนละกรณี)

โดยในการแบ่งช่วงชั้นขนาดของพรรณไม้นั้น ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์จากแนวคิดการสร้างตารางแจกแจงความถี่ (frequency table) ซึ่งเป็นแนวคิดทางสถิติสำหรับการจัดแบ่งข้อมูลดิบที่มีลักษณะเชิงปริมาณออกเป็นช่วงชั้น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2552) โดยผู้วิจัยสร้างเป็นตารางในการแบ่งช่วงของกลุ่มข้อมูลขนาดพรรณไม้ทั้ง 3 ตัวแปร แต่จะขอยกตัวอย่างเพื่ออธิบายแนวคิดโดยใช้เฉพาะ DBH ดังตัวอย่างที่ผู้วิจัยสมมติขึ้นในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ข้อมูลตัวอย่าง DBH ของพรรณไม้ที่ไม่ทราบอายุซึ่งผู้วิจัยสมมติขึ้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ D_1-D_{20}

จากภาพที่ 3-3 พรรณไม้แต่ละต้นมี DBH ตั้งแต่ D_1 ถึง D_{20} โดย DBH ของพรรณไม้แต่ละต้นอาจมีค่าซ้ำกัน ได้แก่ D_1 D_3 และ D_{20} ซึ่งขั้นตอนในการแบ่งช่วงของกลุ่มข้อมูลเป็นตาราง (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2552) จะมีรายละเอียดดังนี้

1) การกำหนดจำนวนชั้นของตาราง

การกำหนดจำนวนชั้นของตาราง โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดจำนวนชั้นของช่วงข้อมูลอย่างน้อย 5 ชั้นแต่ไม่เกิน 15 ชั้น หากในกรณีของข้อมูลแต่ละตัวมีค่าแตกต่างกันมาก ซึ่งส่งผลให้ข้อมูลเกิดการกระจายตัวห่างกันมาก จะต้องมีการกำหนดจำนวนชั้นของตารางให้น้อย เพื่อป้องกันไม่ให้แต่ละชั้นมีความถี่เป็นศูนย์

2) การกำหนดความกว้างของชั้น

การกำหนดความกว้างของชั้น เป็นการกำหนดความกว้างของช่วงข้อมูลในแต่ละชั้นของตาราง สามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$I = \frac{R}{K} \qquad \text{.....(1)}$$

โดยที่

I คือ ความกว้างของขั้น
K คือ จำนวนชั้นของตาราง
R คือ พิสัย

โดยค่าของพิสัยที่กล่าวในสมการข้างต้น สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$R = N_{max} - N_{min} \qquad \text{.....(2)}$$

โดยที่

R คือ พิสัย
N_{max} คือ ค่าสูงสุดของข้อมูล
N_{min} คือ ค่าต่ำสุดของข้อมูล

เมื่อทำการสร้างตารางแจกแจงข้อมูล DBH ได้แล้ว จะสามารถตรวจวัดและติดตามค่าเฉลี่ยอัตราการเติบโต DBH ในเวลาหนึ่งปี ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างของ DBH และค่าเฉลี่ยอัตราการเติบโต DBH ของพรรณไม้ในเวลาหนึ่งปี

DBH (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเติบโต DBH ในนเวลาหนึ่งปี (เซนติเมตรต่อปี)
D1 – D4	G_1
D5 – D8	G_2
D9 – D12	G_3

DBH (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเติบโต DBH ในนเวลาหนึ่งปี (เซนติเมตรต่อปี)
D13 – D16	G_4
D17 – D20	G_5

ตารางที่ 3-4 เมื่อทำการตรวจวัดค่าเฉลี่ยการเติบโตของพรรณไม้ในแต่ละชั้นแล้ว ค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะถูกนำมาคำนวณรวมกับ DBH ของพรรณไม้ในแต่ละชั้น ครั้งละหนึ่งปีจนครบระยะเวลาของโครงการ ซึ่งท้ายที่สุดก็จะได้ DBH ของพรรณไม้แต่ละต้นเมื่อสิ้นสุดโครงการ โดยผลการแบ่งช่วงชั้นของขนาด และการศึกษาอัตราการเติบโตเฉลี่ยในแต่ละช่วงชั้นของขนาดพรรณไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ฉ

3.3.2 วิธีการคำนวณปริมาตรเนื้อไม้

การคำนวณปริมาตรเนื้อไม้ ผู้วิจัยพิจารณาเลือกใช้สมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ทั่วไปของ Magnussen (2004) เนื่องจากการทบทวนเอกสารยังไม่พบสมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ที่เฉพาะเจาะจงหรือใกล้เคียงกับชนิดพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษา ประกอบกับสมการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ทั่วไปดังกล่าวมีความสมเหตุสมผลตามแนวคิดการคำนวณปริมาตรทรงเรขาคณิตและมีความสอดคล้องกับรูปทรงของลำต้นพรรณไม้ที่มีความเรียว โดยผู้วิจัยจะใช้ข้อมูล DBH และ MH ของพรรณไม้ในปีสุดท้ายของโครงการซึ่งได้จากการพยากรณ์ มาคำนวณด้วยสมการคำนวณปริมาตรเนื้อไม้ ดังสมการ (3)

$$V = 0.42 \times BA \times H \qquad \text{.....(3)}$$

โดยที่

V	คือ	ปริมาตรเนื้อไม้ (ลูกบาศก์เมตร)
H	คือ	ความสูงของพรรณไม้ที่เป็นสินค้า (เมตร)
BA	คือ	พื้นที่หน้าตัดของลำต้นบริเวณความสูงระดับอก (ตารางเมตร)
0.42	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของรูปทรงลำต้นของต้นไม้

อย่างไรก็ตาม ในการประเมินปริมาตรเนื้อไม้ยางพารา หลังจากประเมินด้วยสมการของ Magnussen (2004) แล้ว มีความจำเป็นต้องนำไปคำนวณด้วยสมการของ กฤษดา สังข์สิงห์ และคณะ 2550) เพื่อคำนวณปริมาตรเนื้อไม้ยางพาราให้อยู่ในหน่วยของน้ำหนักเป็นกิโลกรัม ซึ่งเป็นหน่วยที่มีการซื้อขายเนื้อไม้ยางพาราในท้องตลาด โดยมีรายละเอียดดังในสมการ (4)

$$Y = 1009.8X + 2.6028 \qquad \text{.....(4)}$$

โดยที่

Y คือ น้ำหนักสดไม้ยางพารา (กิโลกรัม)

X คือ ปริมาตรเนื้อไม้ (ลูกบาศก์เมตร)

3.3.3 วิธีการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้

วิธีการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้ในครั้งนี้ ประกอบด้วย วิธีการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้ และวิธีการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพรรณไม้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.3.1 วิธีการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้

การคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้หนุ่มและไม้ใหญ่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้สมการที่ได้จากการทบทวนเอกสาร โดยการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพไม้ใหญ่ใช้สมการการประเมินมวลชีวภาพของ Tsutsumi และคณะ (1983) เนื่องจากสมการดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อประเมินมวลชีวภาพพรรณไม้ในป่าดิบแล้งและป่าดิบชื้นซึ่งมีความเหมาะสมกับพรรณไม้ส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาครั้งนี้และสมการชนิดนี้เป็นสมการรูปแบบของสมการแอลโลเมตริกที่ IPCC แนะนำให้ใช้สำหรับการประเมินมวลชีวภาพของพรรณไม้ (IPCC, 2006) โดยมีรายละเอียดดังสมการ (5)

$$W_s = 0.0509\ (D^2H)^{0.919}$$

$$W_b = 0.00893\ (D^2H)^{0.977} \qquad \text{.....(5)}$$

$$W_l = 0.0140\ (D^2H)^{0.669}$$

โดยที่

W_s คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

W_b คือ มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)

W_l คือ มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)

D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

ขณะที่การคำนวณมวลชีวภาพไม้หนุ่ม เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถประเมินมวลชีวภาพด้วยวิธีการทางตรง ซึ่งต้องมีการตัดเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษามาตรวจวัดน้ำหนักแห้ง ดังการศึกษาของนาฏสุดา ภูมิจำนงค์ (2550) เพราะการเก็บตัวอย่างพรรณไม้เป็นการสร้างความเสียหายแก่สวนของเกษตรกร ดังนั้น จึงพิจารณาใช้สมการของของธิติ วิสารัตน์ และชลธิดา

เชิญขุนทด (2547) ที่เป็นสมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มในพื้นที่ป่าดิบแล้งทดแทน โดยมีรายละเอียดดังสมการ (6)

$$W_s = 0.0702 (D^2H)^{0.8737}$$
$$W_b = 0.0093 (D^2H)^{0.9403} \quad \text{.....(6)}$$
$$W_l = 0.0244 (D^2)^{1.0517}$$

โดยที่

W_s	คือ	มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)
W_b	คือ	มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)
W_l	คือ	มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)
D	คือ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)
H	คือ	ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

3.3.3.2 วิธีการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพรรณไม้

การคำนวณปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพรรณไม้ ผู้วิจัยนำข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการคำนวณในหัวข้อ 3.3.4.1 มาคำนวณกับอัตราส่วนระหว่างระหว่างมวลชีวภาพใต้พื้นดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในป่าเขตร้อนจากการศึกษาของ Cairns และคณะ (1997) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24

3.3.4 วิธีการคำนวณปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การคำนวณปริมาณการดูดซับ CO_2 ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการคำนวณปริมาณการดูดซับที่เกิดขึ้นรายปีตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารา โดยผู้วิจัยนำข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพรรณไม้มารวมกัน เพื่อให้รวมเป็นปริมาณมวลชีวภาพของสวนยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตามขนาดของพรรณไม้มีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี จากนั้นนำมาคำนวณกับค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ โดยกรณีของยางพาราใช้ค่าคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพเท่ากับร้อยละ 49.90 (องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554) ขณะที่พรรณไม้ชนิดอื่น ๆ ใช้ค่าคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพเท่ากับร้อยละ 47 ตามคำแนะนำของ IPCC ที่แนะนำไว้ใน Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2006) ที่ได้รับการยอมรับทางวิชาการเกี่ยวกับการเผยแพร่ข้อมูลด้านก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) และการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (climate change) ในระดับนานาชาติ ดังสมการ (7)

$$CO_2 = (BI \times C) \times 3.67 \quad \text{.....(7)}$$

โดยที่

CO_2 คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับได้ (กิโลกรัมต่อปี)

BI คือ ปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มพูน (กิโลกรัมต่อปี)

C คือ ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ

3.67 คือ carbon dioxide conversion factor

ทั้งนี้ ผลการคำนวณปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ช

3.3.5 วิธีการคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจนของพรรณไม้

การคำนวณปริมาณการผลิตออกซิเจนของพรรณไม้ ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลขนาดของพรรณไม้ที่ได้จากการพยากรณ์และผ่านการคำนวณเป็นมวลชีวภาพแล้ว มาคำนวณต่อในสมการของ Yolasigmaz and Keles (2009) ซึ่งเป็นสมการที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากสมการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นกับพรรณไม้ทั่วไป ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับพรรณไม้ชนิดใดก็ได้ ดังสมการ (8)

$$O = B \times 1.2 \quad \text{.....(8)}$$

โดยที่

O คือ ปริมาณออกซิเจนที่พรรณไม้สามารถผลิตได้ (ตันต่อปี)

B คือ ปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มพูน (ตันต่อปี)

1.2 คือ ค่าคงที่การผลิตออกซิเจนของพรรณไม้

ทั้งนี้ ผลการคำนวณปริมาณการผลิตก๊าซออกซิเจนของแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ช.

3.3.6 วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์บริการทางระบบนิเวศ

บริการทางระบบนิเวศในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งที่มีราคาตลาดและหลายรายการยังไม่มีมูลค่าในรูปของตัวเงินที่ชัดเจนแตกต่างกับผลผลิตของสวนยางพาราและผลผลิตต่าง ๆ จากพืชร่วมที่เกษตรกรมีการซื้อขายในตลาดปกติ ทำให้สามารถหามูลค่าในรูปของตัวเงินได้ แต่บริการทางระบบนิเวศที่ไม่มีตลาดซื้อขายปกติก็จำเป็นต้องใช้เทคนิควิธีการประเมินมูลค่าเพื่อให้บริการเหล่านั้นมีมูลค่าในรูปของตัวเงินด้วย ดังนั้น บริการทั้งหมดที่จะหามูลค่าประกอบด้วย บริการด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น ด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ ด้านการดูดซับ CO_2 ด้านการผลิต O_2 และด้านการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.6.1 วิธีการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ

การประเมินมูลค่าด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการจดบันทึกปริมาณผลผลิตยางพาราที่แต่ละสวนเก็บเกี่ยวได้ตลอดระยะเวลา 1 ปีจากการจดบันทึกของเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราเพื่อเป็นข้อมูลปริมาณผลผลิตในปีปัจจุบัน และใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกถึงปริมาณผลผลิตที่เกษตรกรเคยเก็บเกี่ยวได้ในอดีต เพื่อเป็นข้อมูลปริมาณผลผลิตในอดีตด้วย

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยไม่สามารถคาดการณ์ถึงปริมาณผลผลิตยางพาราที่เกษตรกรจะสามารถเก็บเกี่ยวได้ในอนาต ดังนั้น จึงกำหนดให้ปริมาณผลผลิตยางพาราแต่ละปีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของสวนยางพาราแต่ละสวนมีค่าคงที่เท่ากับปริมาณผลผลิตยางพาราในปีปัจจุบัน โดยเกิดขึ้นต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นสุดในการทำสวนยางพาราในแต่ละรอบ โดยสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีรอบการทำสวนยางพารา 2 รอบ รอบละ 25 ปี จำนวนสองรอบ ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรมีรอบการทำสวนยางพารา 1 รอบ รอบละ 50 ปี

ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลถูกนำมาคำนวณกับราคารับซื้อผลผลิตยางพาราประจำวันที่ 19 พฤษภาคม 2563 โดยราคารับซื้อยางแผ่นดิบเท่ากับ 36.5 บาทต่อกิโลกรัม และน้ำยางสด (Dry Rubber Content: DCR) เท่ากับ 35.5 บาทต่อกิโลกรัม (การยางแห่งประเทศ, 2563)

3.3.6.2 วิธีการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น

นอกจากผลผลิตจากยางพาราที่เกษตรกรสามรถเก็บเกี่ยวได้แล้ว ยังมีผลผลิตอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นภายในสวนยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสวนยางพาราวนเกษตรที่มีทั้งผลผลิตที่สามารถเป็นอาหารและสามารถใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ผู้วิจัยอาศัยข้อมูลการจดบันทึกปริมาณผลผลิตเหล่านั้นที่แต่ละสวนสามรถเก็บหาได้จากการบันทึกของเกษตรกรตลอดระยะเวลา 1 ปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลปริมาณผลผลิตในปีปัจจุบัน จากนั้นใช้การสัมภาษณ์ถึงปริมาณผลผลิตที่เคยมีการเก็บหาได้ในอดีต เพื่อเป็นข้อมูลปริมาณผลผลิตในอดีตของแต่ละสวนยางพารา

เช่นเดียวกับกรณีผลผลิตยางพารา ผู้วิจัยไม่สามารถคาดการณ์ถึงปริมาณผลผลิตที่เป็นอาหารหรือผลผลิตอื่น ๆ ได้ จึงกำหนดให้ผลผลิตที่เกษตรกรจะสามารถเก็บหาได้ในอนาคตมีค่าเท่ากับผลผลิตในปีปัจจุบัน คงที่และต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุโครงการทำสวนยางพารา และผู้วิจัยใช้ราคาซื้อขายในตลาดท้องถิ่นของผลผลิตเหล่านั้น สำหรับการคำนวณมูลค่าของผลผลิตชนิดต่าง ๆ

3.3.6.3 วิธีการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้

การประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งผลิตเนื้อไม้ ใช้วิธีราคาตลาดของเนื้อไม้ที่ขายได้ ประกอบด้วย การประเมินมูลค่าเนื้อไม้ยางพารา และการประเมินมูลค่าเนื้อไม้พืชร่วม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การประเมินมูลค่าเนื้อไม้ยางพารา

การประเมินมูลค่าเนื้อไม้ของยางพารา ผู้วิจัยประเมินมูลค่าด้วยการใช้ราคารับซื้อเฉลี่ยของไม้ยางพาราแต่ละขนาดจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา เท่ากับ 1.9 บาทต่อตัน (การยางแห่งประเทศไทย, 2559) โดยมูลค่าดังกล่าวผ่านการปรับด้วยดัชนีผู้บริโภคประจำปี 2563 แล้ว

2) การประเมินมูลค่าเนื้อไม้พืชร่วมที่เป็นไม้หนุ่ม

ผู้วิจัยใช้ราคาซื้อขายไม้หนุ่มในท้องถิ่นจากงานวิจัยของน้ำฝน พลอยนิลเพชร (2555) ซึ่งแบ่งไม้หนุ่มออกเป็น 2 ประเภท ตามความแข็งของเนื้อไม้ ซึ่งราคาซื้อขายจะขึ้นอยู่กับ DBH ของไม้หนุ่มเหล่านั้น โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ราคาซื้อขายไม้หนุ่มในแต่ละประเภท

ประเภทเนื้อไม้	ราคา (บาท/นิ้ว)*
ไม้เนื้ออ่อน	4.42
ไม้เนื้อแข็ง	15.9

*ราคาที่ปรากฏเป็นราคาที่ปรับเป็นปีปัจจุบันด้วยดัชนีผู้บริโภคแล้ว

3) การประเมินมูลค่าเนื้อไม้พืชร่วมที่เป็นไม้ใหญ่

การประเมินมูลค่าเนื้อไม้ของพืชร่วม ผู้วิจัยประเมินด้วยการใช้ราคานำเข้าไม้ท่อนของกรมศุลกากร ที่ได้จำแนกราคาของไม้ท่อนออกตามชนิดของพรรณไม้ไว้ ควบคู่กับราคาไม้ท่อนบางชนิดที่มีการซื้อขายในตลาดท้องถิ่น ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ราคาไม้สำหรับใช้ในการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้

ชนิดพรรณไม้	ราคา (บาท/ลบ.ม.)	อ้างอิง
ตะเคียนทอง	17,672[1]	กรมป่าไม้ (2559)
พะยอม	15,903	ราคาท้องถิ่น[2]
มะฮอกกานี	14,136	ราคาท้องถิ่น[2]

ชนิดพรรณไม้	ราคา (บาท/ลบ.ม.)	อ้างอิง
ยางนา	9,489[1]	กรมป่าไม้ (2559)
สะเดาเทียม	11,383	ราคาท้องถิ่น[2]
ตะกู	2,500	ราคาท้องถิ่น[2]
อื่น ๆ	3,133[1]	กรมป่าไม้ (2559)

[1]ราคาที่ปรากฏเป็นราคาที่ปรับเป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยดัชนีผู้บริโภคแล้ว

[2]ราคาจากการประมาณการของเกษตรกรในท้องถิ่น

3.3.6.4 วิธีการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการดูดซับ CO_2

มูลค่าการดูดซับ CO_2 ของสวนยางพาราในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การประเมินด้วยราคาซื้อขาย CO_2 จากโครงการ Thailand Voluntary Emission Reduction Program (TVER) ซึ่งมีราคาเท่ากับ 200 บาทต่อตัน CO_2 ตามการอ้างอิงราคาจากงานวิจัยของพสุธา สุนทรห้าว และคณะ (2563)

3.3.6.5 วิธีการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการผลิต O_2

มูลค่าการเป็นแหล่งผลิต O_2 ของสวนยางพาราทั้งสองชนิด ผู้วิจัยจะใช้การประเมินด้วยราคาซื้อขาย O_2 ของโรงพยาบาลในพื้นที่จังหวัดสงขลาประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 เท่ากับ 15.22 บาทต่อกิโลกรัม (โรงพยาบาลสทิงพระ, 2563; โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชินีนาถ ณ อำเภอนาทวี, 2563)

3.3.6.6 วิธีการประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการศึกษา

การประเมินมูลค่าด้านการศึกษา ประกอบด้วย การประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงานและการประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงาน

การประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงาน ผู้วิจัยใช้ข้อมูลของผู้ที่มาศึกษาดูงานในสวนยางพาราแต่ละสวน ซึ่งเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนเป็นผู้จดบันทึกไว้ จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณเป็นต้นทุนที่ผู้มาศึกษาดูงานใช้สำหรับการเดินทางมายังแต่ละสวน โดยเป็นการคำนวณระหว่างชนิดของพาหนะ ราคาของเชื้อเพลิง อัตราการใช้เชื้อเพลิง และระยะทางในการเดินทางไป-กลับระหว่างที่พักของผู้ที่มาศึกษาดูงานและพื้นที่ศึกษา โดยข้อมูลการคำนวณสามารถอ่านเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ฌ

2) การประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกจากเกษตรกร เพื่อที่จะทราบถึงรายชื่อของของนักวิจัย ที่เคยมาใช้พื้นที่ของแต่ละสวนสำหรับศึกษาวิจัย จากนั้นผู้วิจัยติดต่อนักวิจัยเหล่านั้นเพื่อรวบรวมข้อมูลลักษณะงานวิจัยและงบประมาณการวิจัยทั้งหมดและสัดส่วนที่ใช้เฉพาะในสวนยางพาราแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้

3.3.7 วิธีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์

ผู้วิจัยนำต้นทุนและผลประโยชน์ต่าง ๆ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรและที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่สวนยางพารา ซึ่งอยู่ในรูปของตัวเงิน มาวิเคราะห์ในโปรแกรม Microsoft excel โดยกำหนดให้อัตราคิดลด คือ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสำหรับลูกรายย่อยที่เพิ่งทำสัญญาเงินกู้ครั้งแรก เท่ากับร้อยละ 8.75 ต่อปี (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, 2563) เนื่องจากเป็นอัตราที่สะท้อนถึงค่าเสียโอกาสของทุนตามสถานการณ์จริง และกำหนดให้อายุโครงการของการทำสวนยางพาราเท่ากับ 50 ปี โดยกรณีสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ใช้การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์รอบละ 25 ปี 2 รอบ และสวนยางพาราวนเกษตร ใช้การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์รอบละ 50 ปี 1 รอบ จากนั้นคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหว เลือกพิจารณาตามปัจจัยและความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในการทำสวนยางพารา โดยประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังนี้

1) การปรับราคาผลผลิตยางพาราเท่ากับราคาประกันของรัฐบาล

2) การปรับจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของทุกสวนให้เท่ากัน

3) การขึ้นค่าจ้างขั้นต่ำ

4) การเพิ่มขึ้นของราคาเนื้อไม้ของพืชร่วม

5) การปรับอายุโครงการในการวิเคราะห์เท่ากับ 25 ปี

3.3.8 วิธีการเสนอรูปแบบสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

การเสนอรูปแบบสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นการนำผลการศึกษาและการอภิปรายผลการศึกษาทั้งหมดประกอบด้วย ผลและการอภิปรายผลรูปแบบการทำสวนยางพาราและการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา รวมทั้งความรู้ที่ได้จากการทบทวนเอกสาร และประสบการณ์และข้อคิดที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาและการวิจัยในครั้งนี้ มาวิเคราะห์ตามแนวทางความยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยทั้งหมด พร้อมวัตถุประสงค์ การดำเนินการ อุปกรณ์ เครื่องมือและการเก็บข้อมูล ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการ	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	อุปกรณ์	เครื่องมือและการเก็บข้อมูล
		การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา		
การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา	เพื่อค้นหาสวนยางพาราที่เหมาะสมสำหรับการทำวิจัย	- ติดต่อสอบถามเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวน - สำรวจพื้นที่สวนยางพารา	- กล้องถ่ายภาพ - โทรศัพท์มือถือ	- การสัมภาษณ์ - การสำรวจ
การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกร	เพื่อรวบรวมข้อมูลต้นทุนและประโยชน์ของสวนยางพาราในปัจจุบันและอดีต	- ให้เกษตรบันทึกรายรับและรายจ่ายที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพาราลงในแบบบันทึกรายวัน ระยะเวลา 1 ปี - สัมภาษณ์ถึงต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราที่เกิดขึ้นในอดีต	- อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด	- แบบบันทึกรายรับรายจ่าย - การสัมภาษณ์
	เพื่อรวบรวมรายชื่องานวิจัย และผู้ที่เคยมาศึกษาดูงานในพื้นที่จากเกษตรกร	- ศึกษาข้อมูลจากสมุดบันทึกเยี่ยมชมสวนของเกษตรกร และ	- อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด	- การสัมภาษณ์

วิธีการ	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	อุปกรณ์	เครื่องมือและการเก็บข้อมูล
		สัมภาษณ์เพิ่มเติมในบางประเด็น		
การเก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่สวนยางพารา	เพื่อรวบรวมข้อมูลผลประโยชน์ด้านบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพารา ได้แก่ การเป็นแหล่งผลิตเนื้อไม้ ดูดซับ CO_2 และผลิต O_2	- วางแปลงสำรวจ - ตรวจนับชนิดของพรรณไม้ในแปลงสำรวจ - วัดความยาวDBH TH และ MH ความสูงทั้งหมด และความสูงที่เป็นสินค้าได้ของพรรณไม้	- กล้องถ่ายรูป - อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด - แผ่นหมายเลข - measuring pole - hypsometer	- การสำรวจ
		การวิเคราะห์ข้อมูล		
การพยากรณ์การเติบโตทางขนาดของพรรณไม้	เพื่อพยากรณ์การเติบโตทางขนาดของพรรณไม้ที่ทราบอายุ	- สร้างโมเดลพยากรณ์การเติบโต โดยกำหนดตัวแปรตาม คือ ขนาดของพรรณไม้ ได้แก่ DBH TH และ MH และตัวแปรอิสระ คือ อายุพรรณไม้ จากนั้นนำอัตราการเติบที่ได้จากแต่ละโมเดลมาใช้การคำนวณอัตราการเติบของพรรณไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์
	เพื่อพยากรณ์การเติบโตทางขนาดของพรรณไม้ที่ไม่ทราบอายุ	- ศึกษาอัตราการเติบโตทางขนาด ได้แก่ DBH TH และ MH เฉลี่ยในแต่ละช่วงชั้น จากนั้นนำอัตราการเติบโตที่ได้มาใช้ในการคำนวณความขนาดของพรรณไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์
การคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพรรณไม้	เพื่อหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่และไม้หนุ่มในพื้นที่สวนยางพารา	- นำข้อมูล DBH และ TH ของพรรณไม้มาคำนวณด้วยสมการ 3.3.3.1	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์

วิธีการ	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	อุปกรณ์	เครื่องมือและการเก็บข้อมูล
การคำนวณปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน	เพื่อหาปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดินของสวนยางพารา	- นำปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมาคำนวณกับอัตราส่วนระหว่างระหว่างมวลชีวภาพใต้พื้นดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3.3.2	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์
การคำนวณปริมาณการดูดซับ CO_2 ของสวนยางพารา	เพื่อคำนวณถึงปริมาณการการ CO_2 ของสวนยางพารา	- นำปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มพูนในแต่ละปีมาคำนวณด้วยสมการในหัวข้อ 3.3.4	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์
การคำนวณปริมาณการผลิต O_2 ของสวนยางพารา	เพื่อคำนวณถึงปริมาณ O_2 ของสวนยางพารา	- นำปริมาณมวลชีวภาพเพิ่มพูนคำนวณด้วยสมการในหัวข้อ 3.3.5	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์
การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์การเป็นแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ	เพื่อประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติให้อยู่ในรูปของตัวเงิน	- นำปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติที่เกษตรกรเก็เกี่ยวได้จากการจดบันทึกของเกษตรกรตลอดระยะเวลา 1 ปี และปริมาณผลผลิตจากการสัมภาษณ์มาคำนวณด้วยราคาซื้อขายจากสถาบันวิจัยยาง	- คอมพิวเตอร์	- การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์
การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์การเป็นแหล่งผลิตเนื้อไม้	เพื่อประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งผลิตเนื้อไม้ยางพารา และเนื้อไม้พืชร่วมของสวนยางพาราให้อยู่ในรูปของตัวเงิน	- นำราคารับซื้อเนื้อไม้จากโรงงานแปรรูปคำนวณกับปริมาณเนื้อไม้ยางพารา - นำราคานำเข้าไม้ท่อนของกรมศุลกากร และราคาซื้อขายไม้ในท้องถิ่นมาคำนวณกับปริมาณเนื้อไม้ของพืชร่วมแต่ละชนิด	- โทรศัพท์ - อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด - คอมพิวเตอร์	- การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์

วิธีการ	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	อุปกรณ์	เครื่องมือและการเก็บข้อมูล
การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์การเป็นแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น	เพื่อประเมินมูลค่าผลผลิตอื่น ๆ ที่สามารถเก็บหาได้นอกเหนือจากยางพาราให้อยู่ในรูปของตัวเงิน	- นำปริมาณผลผลิตที่สามารถเก็บหาได้ภายในสวนจากการจดบันทึกของเกษตรกรตลอดระยะเวลา 1 ปี และจากการสัมภาษณ์เชิงลึก คำนวณด้วยราคาซื้อขายในท้องถิ่น	- โทรศัพท์ - อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด - คอมพิวเตอร์	- การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์
การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์การเป็นแหล่งดูดซับ CO_2	เพื่อประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งดูดซับ CO_2 ของสวนยางพาราให้อยู่ในรูปของตัวเงิน	- นำราคาภาษีปล่อย CO_2 มาคำนวณกับปริมาณการดูดซับ CO_2 ของสวนยางพารา	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์
การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์การเป็นแหล่งผลิต O_2	เพื่อประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งผลิต O_2 ของสวนยางพาราให้อยู่ในรูปของตัวเงิน	- นำราคาซื้อขาย O_2 ของโรงพยาบาลมาคำนวณกับปริมาณการผลิตออกซิเจนของสวนยางพารา	- โทรศัพท์ - อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด - คอมพิวเตอร์	- การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์
การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านการศึกษา	เพื่อประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงานของสวนยางพารา	- นำรายชื่อของผู้ที่มาเยี่ยมชมในสมุดบันทึกของเกษตรกร มาคำนวณถึงต้นทุนที่ใช้การเดินทางมายังสวนยางพารา	- โทรศัพท์ - อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด - คอมพิวเตอร์	- การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์
	เพื่อประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยของสวนยางพารา	- นำรายชื่องานวิจัยที่เคยใช้สวนยางพาราในการทำวิจัยจากเกษตรกร มาศึกษาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัยในแต่ละโครงการ	- โทรศัพท์ - อุปกรณ์จดบันทึก - สมุด - คอมพิวเตอร์	- การสัมภาษณ์ - การวิเคราะห์
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์	เพื่อหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ	- นำทุนและผลประโยชน์ทั้งหมด ซึ่งอยู่ในรูปของตัวเงินมาทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์

วิธีการ	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	อุปกรณ์	เครื่องมือและการเก็บข้อมูล
การเสนอรูปแบบสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	เพื่อเสนอรูปแบบสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อเกษตรกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	- นำผลการศึกษาทั้งหมด วิเคราะห์ถึงรูปแบบสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนด้านของเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	- คอมพิวเตอร์	- การวิเคราะห์

บทที่ 4
ผลการศึกษา

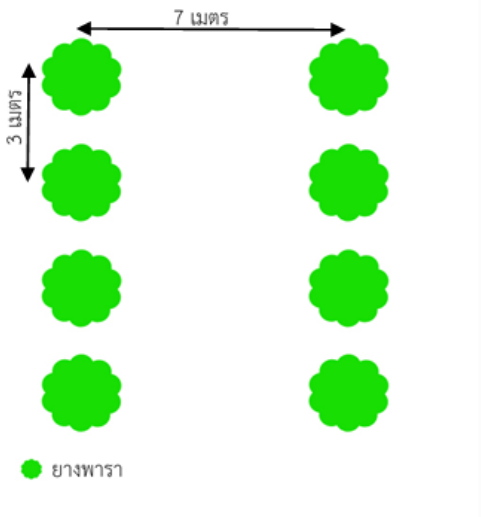
ในบทนี้จะนำเสนอผลการศึกษาที่อาศัยวิธีการทางเศรษฐศาสตร์และวิธีการทางนิเวศวิทยา ตามที่ได้เสนอไปในบทที่ 3 ประกอบด้วย รูปแบบการทำสวนยางพาราของกรณีศึกษาทั้ง 8 สวน และการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการทำสวนยาง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราของกรณีศึกษาทั้ง 8 สวน

รูปแบบการทำสวนยางพาราเป็นส่วนสำคัญที่กำหนดปัจจัยการผลิตที่สะท้อนต้นทุนและเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างผลประโยชน์ของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ให้แก่เกษตรกรและสังคมผ่านการจัดการต่าง ๆ ภายในสวน จากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราทั้ง 8 พื้นที่ พบว่า สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร มีรูปแบบการทำสวนยางพาราที่มีทั้งความเหมือนและแตกต่างกันในหลายประเด็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 รูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

สวนยางพาราเชิงเดี่ยว (MN) ที่เป็นกรณีศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ มีรูปแบบการทำสวนที่ใกล้เคียงกัน คือ ปลูกยางพาราเป็นแถวด้วยระยะห่างขนาด 3x7 เมตร ภายในแถวต้นยางพาราแต่ละต้นมีระยะห่าง 3 เมตร และแต่ละแถวของยางพารามีระยะห่าง 7 เมตร ดังภาพที่ 4-1 โดยรายละเอียดของการจัดการภายในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวแต่ละพื้นที่ศึกษาจะได้นำเสนอถัดไป ดังนี้



ภาพที่ 4-1 ระยะการปลูกยางพาราในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว

MN1

สวนยางพาราเชิงเดี่ยวขนาด 6 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 3 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2535 โดยใช้สายพันธุ์ยาง BPM 24 การบำรุงดูแลรักษาสวนในช่วงปีที่ 1-6 ใช้การตัดหญ้าภายในสวน ปีละ 2 ครั้ง หลังจากนั้นลดการตัดหญ้าเหลือปีละ 1 ครั้ง และใส่ปุ๋ยเคมีปีละ 2 ครั้ง เมื่อยางพารา สามารถเปิดกรีดได้ เกษตรกรเลือกใช้ระบบกรีด S/3 d1 ซึ่งเป็นการกรีดยางติดต่อกันทุกวัน ยกเว้น วันที่ฝนตกหรือในช่วงที่ยางพาราในสวนผลัดใบในช่วงประมาณเดือนมีนาคม-เมษายน

สภาพในสวนมีลักษณะเป็นที่ราบ ดินร่วน อยู่สูงเหนือระดับน้ำทะเล 25 เมตร มีอุณหภูมิใน สวนเฉลี่ยเท่ากับ 29.90 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 71.12 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยราย ชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 3-9 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 220 วันต่อปี และ ปริมาณน้ำฝนสะสม 3,222 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสวนเน้นการใช้แรงงานนอกครัวเรือนเป็นหลัก เนื่องจาก ขาดแคลนแรงงานในครัวเรือน สมาชิกในครอบครัวไม่สะดวกในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับสวนยางพารา อย่างไรก็ตาม ช่วงแรกเริ่มโครงการเกษตรกรได้กำหนดแนวปลูก ปลูก ปลูกซ่อม และตัดแต่งกิ่งยางพาราด้วยตัวเองเพียงคนเดียว ในส่วนกิจกรรมอื่น ๆ ได้แก่ การไถปรับพื้นที่ การขุด หลุมปลูกยางพารา และการกำจัดวัชพืช อาศัยการจ้างแรงงานนอกครัวเรือนเป็นหลัก และเมื่อ ยางพาราภายในสวนสามารถเปิดกรีดได้ การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ อาศัยแรงงานในการกรีดยาง จำนวน 2 คน ซึ่งเป็นคนในชุมชน ซึ่งในแต่ละปีสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตพร้อมทั้งแปรรูปเป็นยางแผ่น ดิบประมาณ 161 วัน และเกษตรกรเป็นผู้นำยางแผ่นดิบไปจำหน่ายในตัวเมืองประมาณเดือนละ 1 ครั้ง

MN2

สวนยางพาราเชิงเดี่ยวขนาด 5 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 2 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2550 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ช่วงก่อนเปิดกรีดบำรุงดูแลสวนด้วยการตัดหญ้าและใส่ ปุ๋ยเคมีปีละ 2 ครั้ง แต่หลังจากเปิดกรีดยางจะลดการตัดหญ้าและใส่ปุ๋ยเคมีเหลือปีละ 1 ครั้ง ในการ กรีดยาง เกษตรกรเลือกใช้ระบบกรีด S/3 d1 3d/4 ซึ่งเป็นการแบ่งพื้นที่กรีดยางบนลำต้นออกเป็น 3 ส่วน และกรีดด้วยความถี่ 3 วัน เว้นพัก 1 วัน

สภาพในสวนเป็นที่ราบ ดินร่วน มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 48 เมตร มีอุณหภูมิ ในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 28.85 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 82.10 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ย รายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 12-18 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 184 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 2,678 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในการปลูกตลอดจนการเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลักจำนวน 1 คน ยกเว้นการกำหนดแนวปลูกที่อาศัยแรงงานในครัวเรือนจำนวน 2 คน และเฉพาะการไถปรับที่ดิน การขุดหลุม และการกำจัดวัชพืชเท่านั้นที่อาศัยการจ้างแรงงานนอกครัวเรือน การเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 7-9 มีจำนวนวันกรีดในแต่ละปีประมาณ 180 วัน แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 10 จำนวนวันกรีดในรอบปีอยู่ที่ประมาณ 117 วัน เนื่องจากเกษตรกรมีภารกิจส่วนตัวและภาระในงานประจำมากขึ้น โดยเกษตรกรจะนำน้ำยางสดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในแต่ละวันไปจำหน่ายที่จุดรับซื้อที่ตั้งอยู่หน้าสวนของเกษตรกร

MN3

สวนยางพาราเชิงเดี่ยวพื้นที่ขนาด 2 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 2 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2540 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ช่วงก่อนเปิดกรีดบำรุงดูแลสวนด้วยการตัดหญ้าและใส่ปุ๋ยเคมีปีละ 2 ครั้ง แต่หลังจากเปิดกรีดยางจะลดการตัดหญ้าและใส่ปุ๋ยเคมีเหลือปีละ 1 ครั้ง ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรเลือกใช้ระบบกรีด S/3 d1 3d/4

สภาพภายในสวนเป็นที่ราบ ดินร่วนปนทราย มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 60 เมตร มีอุณหภูมิในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 25.76 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 95.92 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 12-18 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 184 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 2,678 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสวนใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลักจำนวน 2 คน ยกเว้นการไถปรับที่ดิน การขุดหลุมปลูก และการตัดหญ้าที่ใช้การจ้างแรงงานนอกครัวเรือน และเมื่อสวนยางพาราสามารถเปิดกรีดได้ เฉพาะการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะอาศัยแรงงานภายในครัวเรือนเพียงคนเดียว การเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 7-18 มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวประมาณ 180 วันต่อปี แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 19-20 ด้วยภารกิจส่วนตัวของเกษตรกรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนวันกรีดในแต่ละปีลดลงอยู่ที่ 161 วัน หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางสดเสร็จในแต่ละวัน เกษตรกรจะนำผลผลิตดังกล่าวไปจำหน่ายที่จุดรับซื้อใกล้ที่พักของเกษตรกร

MN4

สวนยางพาราเชิงเดี่ยวขนาด 7.5 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 2 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2544 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 การบำรุงดูแลรักษาสวนในช่วงก่อนเปิดกรีด ใช้การตัดหญ้าและใส่ปุ๋ยเคมีปีละ 2 ครั้ง แต่หลังจากเปิดกรีดยางจะลดการตัดหญ้าและใส่ปุ๋ยเคมีเหลือปีละ 1 ครั้ง เกษตรกรเลือกใช้ระบบกรีด S/3 d1 3d/4

สภาพภายในสวนเป็นที่ราบ ดินร่วนปนทราย มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 58 เมตร มีอุณหภูมิในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 27.43 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 88.14 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 3-9 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 186 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 3,596 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

กิจกรรมต่าง ๆ ภายในสวนใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก ยกเว้นการไถปรับที่ดินและการตัดหญ้าที่ใช้การจ้างแรงงานนอกครอบครัว ช่วงเริ่มต้นปลูกยางอาศัยแรงงานในครัวเรือนจำนวน 5 คน เพื่อกำหนดแนวปลูกและปลูกต้นตอตายาง (ยางตาเขียว) แต่พบว่าต้นตอยางในสวนตายทั้งหมด เนื่องจากในปีที่เกษตรกรปลูกนั้นเป็นปีที่แล้งกว่าปกติ และฝนหยุดตกทิ้งช่วงเป็นเวลา จึงปลูกซ่อมยางพาราใหม่ด้วยยางชำถุง เมื่อยางพาราสามารถเปิดกรีดได้ ก็อาศัยแรงงานในครัวเรือนเพียง 2 คน คือ ตัวเกษตรกรและภรรยา เพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงปีที่ 7-15 มีจำนวนวันกรีดประมาณ 160 วันต่อปี แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 16 จำนวนวันกรีดลดลงเหลือ 112 วันต่อปี เนื่องจากเกษตรกรมีภารกิจส่วนตัวเพิ่มมากขึ้น จึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตามจำนวนวันในอดีต โดยเกษตรกรเลือกจำหน่ายผลผลิตในรูปน้ำยางสดทุกวันที่มีการเก็บเกี่ยวบริเวณจุดรับซื้อใกล้สวน

ผู้วิจัยสรุปข้อมูลรูปแบบการทำสวนยางพาราของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวแต่ละพื้นที่ศึกษาในข้างต้นได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 รูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นพื้นที่ศึกษา

รายละเอียด	MN1	MN2	MN3	MN4
ขนาดสวน (ไร่)	6	5	2	7.5
อายุสวน (ณ พ.ศ 2559) (ปี)	25	10	20	16
ลักษณะพื้นที่	ที่ราบ	ที่ราบ	ที่ราบ	ที่ราบ
รอบการปลูก	3	2	2	2
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (ม.)	25	48	60	58
ลักษณะดิน	ดินร่วน	ดินร่วน	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
ระยะปลูกยางพารา	3x7 เมตร	3x7 เมตร	3x7 เมตร	3x7 เมตร
สายพันธุ์ยางพารา	BPM 24	RRIM 600	RRIM 600	RRIM 600
อุณหภูมิในอากาศเฉลี่ย (°C)	29.90	28.85	25.73	27.43
ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย (%)	71.12	82.10	95.92	81.14
จำนวนวันฝนตก (วัน)	220	184	184	186
ปริมาณน้ำฝนสะสม (มม.)	3,222	2,678	2,678	3,596
ระบบกรีดยาง	S/3 d1	S/3 d1 3d/4	S/3 d1 3d/4	S/3 d1 3d/4
การใส่ปุ๋ยช่วงก่อนกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี
การใส่ปุ๋ยช่วงหลังกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี
การกำจัดวัชพืชช่วงก่อนกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี
การกำจัดวัชพืชช่วงหลังกรีดยาง	1 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี

รายละเอียด	MN1	MN2	MN3	MN4
ผลผลิตยางพารา	ยางแผ่นดิบ	น้ำยางสด	น้ำยางสด	น้ำยางสด
แรงงานในการดำเนินกิจกรรม	แรงงานนอกครัวเรือนเป็นหลัก	แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก	แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก	แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก
จำนวนวันกรีดในรอบปี (วัน)	161	117-180	161-180	112-160
จำนวนแรงงานเก็บเกี่ยวผลผลิต (คน)	2	1	1	2
จำนวนแรงงานแปรรูปยางแผ่นดิบ (คน)	2	-	-	-

4.1.2 รูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตร

สวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นพื้นที่ศึกษามีระยะการปลูกยางพาราที่เหมือนกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว คือ 3x7 เมตร แต่มีความแตกต่างจากสวนยางพาราเชิงเดี่ยวโดยมีการปลูกหรือปล่อยให้มีพืชร่วมอยู่ระหว่างแถวของยางพารา เมื่อพิจารณาจากประเภทของพืชร่วม สามารถจำแนกสวนยางพาราวนเกษตรได้ 2 ประเภท คือ สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม (AE) และสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม (AN) โดยรูปแบบของการทำสวนยางพาราในสวนทั้ง 2 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.1 สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม

สวนยางพาราวนเกษตรรูปแบบนี้ ได้แก่ AE1 และ AE2 โดยเกษตรกรจะเป็นผู้ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจลงไปในพื้นที่ว่างระหว่างแถวยางพารา ชนิดพรรณไม้พืชร่วมนั้นแตกต่างกันตามความต้องการของเกษตรกร (ตารางที่ 4-2) และมีรูปแบบการจัดการของสวนยางพาราที่ทั้งเหมือนและแตกต่างกัน ดังนี้

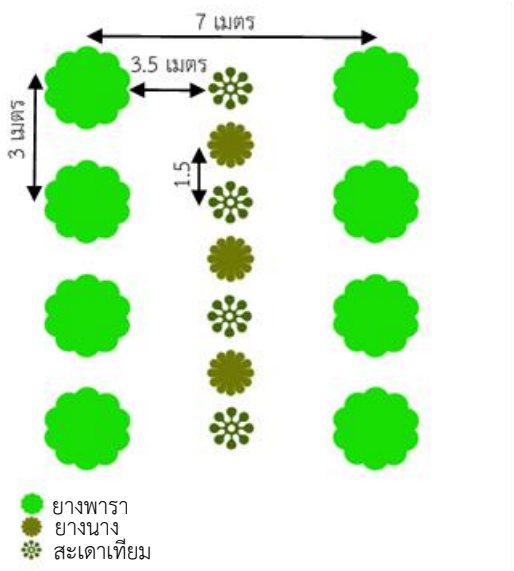
ตารางที่ 4-2 ชนิดและจำนวนพรรณไม้พืชร่วมที่พบในสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม

พื้นที่ศึกษา	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน (ต้น/ไร่)
AE1	ยางนา	*Dipterocarpus alatus* Roxb.	22
	สะเดาเทียม	*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs.	32
	รวมจำนวนทั้งหมด		***54***
AE2	ตะเคียนทอง	*Hopea odorata* Roxb.	12
	ตะกู	*Anthocephalus chinensis* Rich. ex Walp.	12
	มะฮอกกานี	*Swietenia macrophylla* King.	8
	สะเดาเทียม	*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs.	8

พื้นที่ศึกษา	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน (ต้น/ไร่)
	พะยอม	*Shorea roxburghii* G. Don	16
	ยางเสียน	*Dipterocarpus gracilis* Blume.	48
	ยางนา	*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don	40
	สำโรง	*Sterculia foetida* L.	12
	รวมจำนวนทั้งหมด		***156***

AE1

สวนยางพาราวนเกษตรขนาด 40 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 2 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2526 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ตั้งแต่ปีที่ 1-14 มีรูปแบบการทำสวนยางพาราเช่นเดียวกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว กล่าวคือ มีเพียงยางพาราเป็นพืชชนิดเดียวในพื้นที่สวน ในช่วงก่อนเปิดกรีดระหว่างปีที่ 1-6 ใช้การกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยเคมีปีละ 2 ครั้ง ในช่วงเปิดกรีดยางพาราตั้งแต่ปีที่ 7 เป็นต้นไปได้ลดความถี่ของการกำจัดวัชพืชและการใส่ปุ๋ยเคมีเหลือปีละ 1 ครั้ง เมื่อถึงปีที่ 15 เกษตรกรตัดสินใจปรับเปลี่ยนสวนยางพาราให้มีความคล้ายคลึงกับป่า จึงเก็บกล้าไม้จากต่างพื้นที่มาปลูกในสวนเพื่อเป็นพืชร่วมจำนวน 2 ชนิด คือ ยางนา (*D. alatus*) และสะเดาเทียม (*A. excelsa*) โดยปลูกเป็นแถวเดี่ยวสลับชนิดกันระหว่างยางนาและสะเดาเทียมบริเวณพื้นที่ส่วนกลางระหว่างแถวยางพารา ซึ่งแต่ละต้นมีระยะห่าง 1.5 เมตร (ภาพที่ 4-2) และเมื่อถึงปีที่ 26 เกษตรกรได้เปลี่ยนเป็นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี



ภาพที่ 4-2 ระยะการปลูกยางพาราและพืชร่วมของ AE1

นอกจากนี้ บริเวณพื้นที่กลางสวนจะเป็นที่ลุ่มมีสายน้ำไหลผ่าน บริเวณดังกล่าวจะมีผักกูด (*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.) และผักหนาม (*Lasia spinosa* (L.) Thw.) เจริญเติบโตอยู่ ในบางครั้งคนในชุมชนเข้ามาเก็บยอดผักดังกล่าวไปบริโภคในครัวเรือน และบางครั้งมีการเก็บหาไข่มดแดงที่ทำรังอยู่บนพืชร่วม

สภาพภายในสวนเป็นที่ราบ ดินร่วน มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 27 เมตร มีอุณหภูมิในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 28.08 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 76.32 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 3-9 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 220 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 3,222 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้แรงงานภายนอกครอบครัวเป็นหลัก เนื่องจากเกษตรกรมีสวนยางพาราหลายแปลง แต่ละแปลงมีพื้นที่ขนาดใหญ่และขาดแคลนแรงงานในครัวเรือน ยกเว้นการตัดแต่งกิ่งยางพาราที่ใช้แรงงานในครัวเรือนจำนวน 3 คน ส่วนการเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดจนการแปรรูปน้ำยางสดเป็นยางแผ่นดิบอาศัยแรงงานจำนวน 4 คน ใช้ระบบกรีด S/3 d1 ซึ่งเป็นการกรีดยางติดต่อกันทุกวัน ยกเว้นวันที่ฝนตกหรือในช่วงที่ยางพาราในสวนผลัดใบในช่วงประมาณเดือนมีนาคม-เมษายน โดยน้ำยางที่ได้จะถูกแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบและเก็บรักษาไว้ก่อนนำไปจำหน่ายที่จุดรับซื้อภายในตัวเมืองเดือนละ 1 ครั้ง

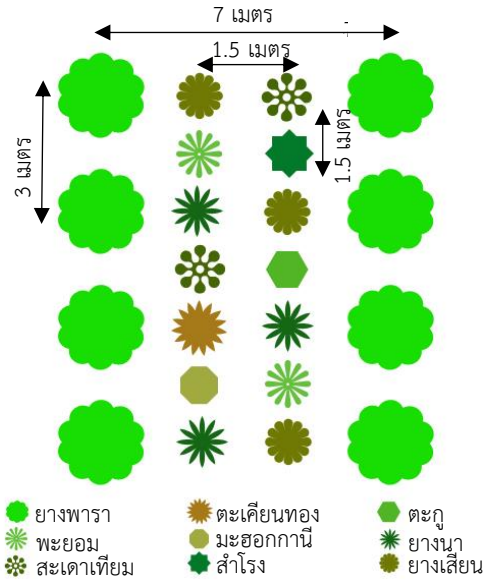
จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตและแปรรูปตั้งแต่ปีที่ 7-27 มีประมาณ 170 วัน แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 28-29 จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตและแปรรูปยางแผ่นดิบลดลงเหลือประมาณปีละ 163 วัน เนื่องจากการเติบโตของพืชร่วมส่งผลให้เกิดการกักเก็บความชื้นที่มากกว่าในอดีต ทำให้ในช่วงหลังฝนตกไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

AE2

สวนยางพาราวนเกษตรขนาด 5 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 2 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2550 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ใช้ระบบกรีด S/3 d1 3d/4 โดยเกษตรกรมีแนวคิดที่ต้องการทำสวนยางพาราให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการทำสวนยางพารา แต่ต้องการให้ยางพาราเติบโตได้ระดับหนึ่งก่อน เพื่อลดการแย่งชิงแสงแดดระหว่างยางพาราและพืชร่วม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา โดยเกษตรกรเริ่มทยอยปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมระหว่างแถวยางพาราจำนวน 2 แถว ดังตารางที่ 4-3 โดยมีระยะห่างระหว่างแถวของพืชร่วมทั้งสองเท่ากับ 1.5 เมตร และในแต่ละแถวพืชร่วมมีระยะห่าง 1.5 เมตร โดยลักษณะของการปลูกพืชร่วมของเกษตรกรนั้น จะปลูกผสมผสานกัน แต่ละชนิดจะไม่มีการระบุตำแหน่งชัดเจน (ภาพที่ 4-3)

ตารางที่ 4-3 ลำดับการปลูกพืชร่วมในแต่ละปีของ AE2

ปีที่ปลูก	ชนิดพืชร่วม
4	ตะเคียนทอง (*H. odorata*)
5	ตะกู (*A. chinensis*)
6	มะฮอกกานี (*S. macrophylla*)
	สะเดาเทียม (*A. excelsa*)
7	พะยอม (*S. roxburghii*)
8	ยางเสียน (*D. gracilis*)
9	ยางนา (*D. alatus*)
	สำโรง (*S. foetida*)



ภาพที่ 4-3 ระยะการปลูกยางพาราและพืชร่วมของ AE2

นอกจากนี้ เกษตรกรยังปลูกสละอินโด (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) และไผ่กิมซุง (*Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne) ไว้ในบางจุดของสวน ซึ่งพืชเหล่านี้ไม่ได้ปรากฏในการสุ่มวางแปลงสำรวจ และเนื่องจากยังไม่พบวิธีการพยากรณ์การเติบโตของพืชเหล่านี้ งานวิจัยครั้งนี้จึงพิจารณาไม่นำสละอินโดและไผ่กิมซุงมาอยู่ในขอบเขตของการศึกษา ดังนั้นผลการประเมินมูลค่าผลประโยชน์จึงอาจจะต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

สภาพภายในสวนเป็นที่ราบดินร่วน มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 48 เมตร มีอุณหภูมิในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 27.79 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 85.49 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 12-18 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 184 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 2,678 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การดำเนินกิจกรรมภายในสวนจะเน้นการใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลักเพียง 1 คน ยกเว้นการไถปรับแต่งที่ดินและการลับมีดที่ใช้การจ้างแรงงานนอกครัวเรือน ด้านการบำรุงดูแลรักษาสวนนั้น เกษตรกรตัดหญ้าและใส่ปุ๋ยเคมีบำรุงในช่วง 5 ปีแรกเท่านั้น เนื่องจากในปีที่ 5 พรรณไม้ที่เป็นพืชร่วมชนิดต่าง ๆ ที่เกษตรกรปลูกไว้อย่างหนาแน่นได้เติบโตจนบดบังแสงแดด ส่งผลให้มีวัชพืชจำนวนน้อยมาก และเกษตรกรสังเกตเห็นว่าสวนยางพาราเริ่มมีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติ กล่าวคือ นอกจากความหนาแน่นของต้นไม้แล้วยังมีการร่วงหล่นของอินทรีย์วัตถุอยู่บนพื้นดินจำนวนมากจึงตัดสินใจหยุดใส่ปุ๋ยเคมีบำรุง เพราะเชื่อว่าอินทรียวัตถุเหล่านั้นจะกลายเป็นปุ๋ยบำรุงพรรณไม้ต่าง ๆ ภายในสวน

การเก็บเกี่ยวผลผลิตภายในสวนใช้แรงงานในครัวเรือน 1 คน โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตในรูปของน้ำยางสดไปจำหน่ายยังจุดรับซื้อที่อยู่ห่างจากสวนประมาณ 200 เมตร การเก็บเกี่ยวผลผลิตในปีที่ 7-9 มีจำนวนวันกรีดยางประมาณ 150 วัน แต่เมื่อเข้าสู่ปี 10 จำนวนวันกรีดลดลงอยู่ที่ 130 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากการเติบโตของพรรณไม้ในสวนที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อการถ่ายเทอากาศภายในสวนและก่อให้เกิดการสะสมความชื้นโดยเฉพาะหลังจากฝนตก ทำให้ไม่สามารถกรีดยางได้ จำนวนวันกรีดจึงลดลงจากในอดีต โดยจากข้อมูลการทำสวนยางพาราทั้งหมดของ AE1 และ AE2 สามารถสรุปรูปแบบของการทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมได้ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 รูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม

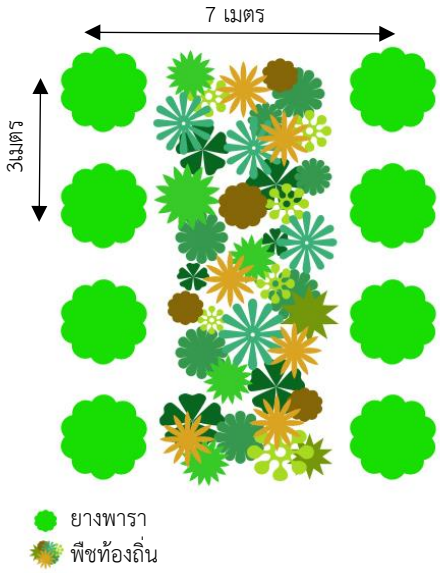
รายละเอียด	AE1	AE2
ขนาดสวน (ไร่)	40	5
อายุสวน (ณ พ.ศ 2559) (ปี)	34	10
รอบการปลูก	2	2
ลักษณะพื้นที่	ที่ราบ	ที่ราบ
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล	27	48
ลักษณะดิน	ดินร่วน	ดินร่วน
ระยะปลูกยางพารา	3x7 เมตร	3x7 เมตร
สายพันธุ์ยางพารา	RRIM 600	RRIM 600
อุณหภูมิในอากาศเฉลี่ย (°C)	28.08	27.79

รายละเอียด	AE1	AE2
ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย (%)	76.32	85.49
จำนวนวันฝนตก (วัน)	220	184
ปริมาณน้ำฝนสะสม (มม.)	3,222	2,678
ระบบกรีดยาง	S/3 d1	S/3 d1 3d/4
การใส่ปุ๋ยช่วงก่อนกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี*
การใส่ปุ๋ยช่วงหลังกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	-
การกำจัดวัชพืชช่วงก่อนกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี*
การกำจัดวัชพืชช่วงหลังกรีดยาง	1 ครั้งต่อปี	-
ผลผลิตยางพารา	ยางแผ่นดิบ	น้ำยางสด
แรงงานในการดำเนินกิจกรรม	แรงงานนอกครัวเรือนเป็นหลัก	แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก
จำนวนวันกรีดในรอบปี (วัน)	163-170	130-150
จำนวนแรงงานเก็บเกี่ยวผลผลิต (คน)	4 คน	1 คน
จำนวนแรงงานแปรรูปยางแผ่นดิบ (คน)	4 คน	-

* AE2 ใส่ปุ๋ยบำรุงและกำจัดวัชพืชในช่วง 5 ปีแรกของการทำสวนยางพาราเท่านั้น

4.1.2.2 สวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม

สวนยางพาราวนเกษตรรูปแบบนี้ ได้แก่ AN3 และ AN4 โดยช่วงแรกของการทำสวนยางพาราของสวนทั้งสองเป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เลือกใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ในระยะปลูก 3x7 เมตร แต่เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง เกษตรกรได้ตัดสินใจกำจัดวัชพืชแค่เฉพาะบริเวณรอบแถวยางพารา และปล่อยให้พืชชนิดต่าง ๆ ฟื้นฟูขึ้นมาบริเวณระหว่างพื้นที่ว่างระหว่างแถวยางพารา เพื่อให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าดังภาพที่ 4-4 โดยชนิดพรรณไม้ท้องถิ่นที่เติบโตอยู่ในสวนยางพาราทั้งสองมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-5



ภาพที่ 4-4 ระยะการปลูกยางพาราและพืชร่วมของสวนยางพาราแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม

ตารางที่ 4-5 ชนิดและจำนวนของพรรณไม้พืชร่วมที่พบในสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม

พื้นที่ศึกษา	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน (ต้น/ไร่)
AN3	ยางพารา*	*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. Arg	76
	นาคบุด	*Mesua nervosa* Planch. & Triana	48
	พลับพลา	*Microcos tomentosa* Sm.	27
	เข็มพระราม	*Chassalia curviflora* (Wall.) Thwaites	13
	นวล	*Garcinia merguensis* Wight	12
	ทัง	*Litsea grandis* (Wall. ex. Nees) Hook.f.	9
	กระดูกไก่	*Tadehagi triquetrum* (L.) H. Ohashi	7
	ขี้แรด	*Streblus ilicifolius* (S. Vidal) Corner	5
	กำชำ	*Lepisanthes rubiginosa* Leenh.	4
	มะเดื่อ	*Ficus carica* L.	4
	ก้างปลา	*Phyllanthus reticulatus* Poir.	3
	เลือดนก	*Knema globularia* (Lam.) Warb	1
	ฉิ่ง	*Ficus botryocarpa* Miq.	1
	ตะแบก	*Lagerstroemia floribunda* Jack.	1
	รวมจำนวนทั้งหมด		**211**
AN4	กระดูกไก่	*Tadehagi triquetrum* (L.) H. Ohashi	120

พื้นที่ศึกษา	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวน (ต้น/ไร่)
	นวล	*Garcinia merguensis* Wight	68
	ขวาด	*Syzygium lineatum* (King) Kosterm.	40
	ทางหน	*Calophyllum calaba* L.	36
	ดีงู	*Elaeocarpus petiolatus* (Jack) Wall. ex Kurz	32
	พันตัน	*Schima wallichii* (DC.) Korth.	28
	หว้า	*Syzygium cumini* (L.) Skeels.	28
	แต้ว	*Cratoxylun maingayi* Dyer	24
	อบเชย	*Cinnamomum verum* J.Presl	16
	แซะ	*Callerya atropurpurea Benth*	12
	ก้างปลา	*Phyllanthus reticulatus* Poir.	12
	ขี้แรด	*Streblus ilicifolius* (S.Vidal) Corner	12
	ทัง	*Litsea grandis* (Wall. ex. Nees) Hook.f.	12
	มะหาด	*Artocarpus lakoocha* Roxb.	12
	กันเกรา	*Fagraea fragrans* Roxb.	8
	น็อน	*Vitex peduncularis* Wall	8
	ยางพารา*	*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. Arg	8
	หมุย	*Micromelum minutum* (G.Forst.) Wight & Arn.	8
	เข็มพระราม	*Chassalia curviflora* (Wall.) Thwaites	4
	เอียน	*Neolitsea zeylanica* Merr	4
	ข่อย	*Streblus asper* Lour.	4
	พลับพลา	*Microcos tomentosa* Sm.	4
	พญาสัตบรรณ	*Alstonia scholaris* (Linn.) R.Br.	4
	ราม	*Ardisia lanceolata* Roxb.	4
	สร้อยระย้า	*Otochilus albus* Lindl.	4
	หมากหมก	*Lepionurus sylvestris* Blume	4
	อโศก	*Saraca declinata* (Jack) Miq	4
	รวมจำนวนทั้งหมด		**520**

*ยางพาราที่งอกและเติบโตเองตามธรรมชาติ

สำหรับรายละเอียดของการจัดการสวนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันภายในสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม มีรายละเอียดดังนี้

AN3

สวนยางพาราขนาด 16 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 2 ปลูกเมื่อ พ.ศ. 2527 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ในช่วงแรกของการทำสวนยางพารามีการจัดการในรูปแบบของ

สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมาโดยตลอด แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 26 ของการทำสวนยางพารา เกษตรกรได้ปล่อยให้พืชท้องถิ่นชนิดต่าง ๆ ฟื้นฟูขึ้นมาในที่ว่างระหว่างแถวยางพาราเพื่อให้สวนมีลักษณะคล้ายคลึงป่าธรรมชาติ โดยอาศัยข้อสังเกตในอดีตของเกษตรกรเอง ซึ่งสังเกตว่าสวนยางพาราที่ไม่กำจัดวัชพืชและปล่อยให้พืชต่าง ๆ อยู่ร่วมกับยางพารา นั้นจะมีความชื้นสูงขึ้นและอุณหภูมิในอากาศลดต่ำกว่าปกติเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิในอากาศสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่พบเห็นได้ทั่วไป และอุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกตินั้นช่วยให้น้ำยางไหลออกจากรอยกรีดได้ยาวนานขึ้น (นัน เทพนิต, สัมภาษณ์เมื่อ 10 มกราคม 2560)

สภาพภายในสวนเป็นที่ราบผสมเนิน สภาพของดินเป็นดินร่วนปนทราย มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 65 เมตร มีอุณหภูมิในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 24.71 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 98.81 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 12-18 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 184 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 2,678 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสวนอาศัยแรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก ยกเว้นการปรับแต่งพื้นที่และขุดหลุมปลูกยางพาราอาศัยการลงแขกของคนในชุมชนจำนวนประมาณ 20 คน และการกำจัดวัชพืชที่ใช้การจ้างแรงงานคนตัดหญ้า จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ นั้นอยู่ระหว่าง 1-3 คน ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนักเบาของแต่ละกิจกรรม เช่น การกำหนดระยะปลูกและการปลูกยางพาราใช้แรงงาน 3 คน การใส่ปุ๋ยบำรุงใช้แรงงาน 1 คน เป็นต้น

การเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้แรงงาน 2 คน เลือกใช้ระบบกรีด S/3 d1 3d/4 ระหว่างปีที่ 7-24 ของการทำสวนยางพารา เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตปีละประมาณ 144 วัน แต่เมื่อเข้าสู่ปีที่ 25-33 จำนวนวันกรีดลดลงเหลือปีละประมาณ 124 วัน เนื่องจากในบางช่วงเวลาเกษตรกรจะต้องหยุดเก็บเกี่ยวผลผลิตในสวนยางแปลงนี้เพื่อไปดูแลสวนแปลงอื่น ๆ

AN4

สวนยางพาราขนาด 4 ไร่ ปัจจุบันเป็นการทำสวนยางพารารอบที่ 1 ปลูกบนพื้นที่เดิมที่เป็นนาเมื่อ พ.ศ. 2510 โดยใช้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 โดยช่วงแรกของการทำสวนยางพาราใช้การดูแลจัดการแบบสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมาโดยตลอด และเมื่อเข้าสู่ปีที่ 25 ของการทำสวนยางพาราเกษตรกรได้ตัดสินใจหยุดใส่ปุ๋ยเคมีบำรุงยางพารา และปล่อยให้พรรณไม้ต่าง ๆ บริเวณระหว่างแถวของยางพาราฟื้นฟูขึ้นมาในปีที่ 30 โดยเกษตรกรกำจัดวัชพืชเฉพาะทางเดินบริเวณทางเดินข้างแถวยางพาราเท่านั้น โดยมีความต้องการให้สวนยางพารามีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าตามธรรมชาติมากที่สุด เพื่อเป็นแหล่งอนุรักษ์พรรณไม้และสัตว์ในท้องถิ่น และเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางสด ตามข้อสังเกต

ในอดีตของเกษตรกรที่พบว่า สวนยางพาราแบบดั้งเดิมที่ปลูกอยู่ในป่าจะให้น้ำยางในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (วิฑูร หนูเสน, สัมภาษณ์เมื่อ 28 มกราคม 2560)

หลังจากปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาเป็นพืชร่วมยางประมาณ 6 ปี เกษตรกรสามารถเก็บหาเห็ดโคน (*Termitomyces fuliginosus* Heim) ได้ภายในสวน ซึ่งโดยปกติแล้วเห็ดชนิดนี้จะงอกเฉพาะในพื้นที่ที่มีความชื้นและอุณหภูมิเหมาะสมเท่านั้น (ธายุกร พระบำรุง และคณะ, 2560) และสามารถเก็บหายอดกะพ้อ (*Licuala paludosa* Griff.) ซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นที่ฟื้นฟูขึ้นมาเพื่อบริโภคในครัวเรือน แจกจ่ายให้คนในชุมชม และจำหน่ายเป็นรายได้เสริมแก่เกษตรกรได้ตลอดมา

สภาพภายในสวนเป็นที่ราบ ดินร่วนปนทราย มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 55 เมตร มีอุณหภูมิในสวนเฉลี่ยเท่ากับ 25.60 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 96.22 เปอร์เซ็นต์ (อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอด 7 วัน ระหว่างวันที่ 3-9 สิงหาคม 2560) มีจำนวนวันฝนตกเท่ากับ 186 วันต่อปี และปริมาณน้ำฝนสะสม 3,596 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2019)

การจัดการต่าง ๆ ภายในสวนตั้งแต่เริ่มต้นสร้างสวนจนถึงปัจจุบันจะใช้เฉพาะแรงงานในครัวเรือน เนื่องจากในอดีตพื้นที่ของสวนยางพาราแห่งนี้เป็นที่ราบสำหรับเพาะปลูกพืชไร่ เกษตรกรจึงไม่ได้ทำการไถปรับแต่งที่ดิน โดยในการปลูกสร้างสวนยางพารานั้น ในช่วงก่อนเปิดกรีดจะใช้แรงงานในครัวเรือนจำนวน 1-4 คน ในแต่ละกิจกรรมที่ทำนั้นใช้จำนวนแรงงานแตกต่างกันไป เช่น การกำหนดแนวปลูกใช้แรงงาน 2 คน การขุดหลุมปลูกยางพาราใช้แรงงาน 4 คน การปลูกซ่อมยางพาราใช้แรงงาน 1 คน เป็นต้น แต่เมื่อถึงช่วงที่ยางพาราสามารถเปิดกรีดได้ จำนวนแรงงานในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสวนจะอยู่ที่ 1-2 คน การใส่ปุ๋ยบำรุงด้วยปุ๋ยเคมีใช้แรงงาน 1 คน

การกรีดยางใช้แรงงาน 2 คน เลือกใช้ระบบกรีด S/3 d2 ที่เป็นการแบ่งพื้นที่กรีดยางบนลำต้นออกเป็น 3 ส่วน และกรีดด้วยความถี่ 1 วัน เว้นพัก 1 วัน เมื่อสวนยางอายุ 7-49 ปี มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณปีละ 120 วัน แต่เมื่อสวนยางมีอายุ 50 ปี จำนวนวันกรีดของเกษตรกรเหลือเพียง 59 วัน เนื่องจากเกษตรกรมีภารกิจเดินทางไปต่างจังหวัดเป็นประจำ ทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เต็มที่

จากข้อมูลการทำสวนยางพาราแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมทั้ง 2 พื้นที่ สามารถสรุปเป็นรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 รูปแบบการทำสวนยางพาราแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม

กิจกรรม	AN3	AN4
ขนาดสวน (ไร่)	16	4
อายุสวน (ณ พ.ศ 2559) (ปี)	33	50
รอบการปลูก	2	1
ลักษณะพื้นที่	ที่ราบบนเนิน	ที่ราบ
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (ม.)	65	55
ลักษณะดิน	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วนปนทราย
ระยะปลูกยางพารา	3x7 เมตร	3x7 เมตร
สายพันธุ์ยางพารา	RRIM 600	RRIM 600
อุณหภูมิในอากาศเฉลี่ย (°C)	24.71	25.60
ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย (%)	98.81	96.22
จำนวนวันฝนตก (วัน)	184	186
ปริมาณน้ำฝนสะสม (มม.)	2,678	3,596
ระบบกรีดยาง	S/3 d1 3d/4	S/3 d2
การใส่ปุ๋ยช่วงก่อนกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี
การใส่ปุ๋ยช่วงหลังกรีดยาง	1 ครั้งต่อปี โดยใส่ปีเว้นปี	1 ครั้งต่อปีและหยุดใส่ตั้งแต่ปีที่ 26
การกำจัดวัชพืชช่วงก่อนกรีดยาง	2 ครั้งต่อปี	2 ครั้งต่อปี
การกำจัดวัชพืชช่วงหลังกรีดยาง	1 ครั้งต่อปี	1 ครั้งต่อปี
ผลผลิตยางพารา	หลังปีที่ 26 ตัดเฉพาะทางเดิน น้ำยางสด	หลังจากปีที่ 31 ตัดหญ้า 5 ปีต่อครั้ง น้ำยางสด
แรงงานในการดำเนินกิจกรรม	แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก	เฉพาะแรงงานในครัวเรือน
จำนวนวันกรีดในรอบปี (วัน)	124-144	59-120
จำนวนแรงงานเก็บเกี่ยวผลผลิต (คน)	2	2

4.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการทำสวนยางพารา

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนถึงข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของสวนยางพาราที่เคยเกิดขึ้นในอดีต การให้เกษตรกรจดบันทึกข้อมูลรายรับ-รายจ่ายที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพาราตลอด 1 ปี ข้อมูลผู้ที่มาศึกษาดูงานในพื้นที่สวนของเกษตรกรในระยะเวลา 1 ปี และข้อมูลงานวิจัยที่ใช้พื้นที่สวนของเกษตรกรเป็นพื้นที่วิจัย ตลอดจนข้อมูลจากแปลงสำรวจพรรณไม้ในสวนยางพาราของพื้นที่ศึกษาทั้ง 8 แห่ง นำมาสู่การระบุต้นทุนการทำสวนยางพาราและผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศของแต่ละพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์เหล่านั้นมา

เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้งในสถานการณ์ตามข้อมูลในปัจจุบัน และในสถานการณ์ที่คาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรบางอย่างในอนาคต

ในส่วนแรกผู้วิจัยจะนำเสนอผลการศึกษาในด้านของมูลค่าต้นทุน ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร จากนั้นจะเป็นการนำเสนอผลประโยชน์ที่ผู้วิจัยใช้แนวคิดบริการทางระบบนิเวศของ MA (2005) ในการจำแนกผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นออกเป็นบริการด้านต่าง ๆ แล้วจึงเป็นการนำเสนอผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในสถานการณ์ที่เป็นอยู่ตามข้อมูลที่เก็บได้ในปัจจุบัน และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรบางตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาต้นทุน

ต้นทุนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพาราตลอดอายุโครงการ สามารถจำแนกออกเป็น ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร อนึ่ง ในการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ควรมีการศึกษาต้นทุนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือต้นทุนวงนอกด้วย แต่เนื่องจากข้อจำกัดในด้านข้อมูล ระยะเวลา และงบประมาณในการศึกษา ทำให้ไม่สามารถศึกษาได้ในงานวิจัยนี้ โดยสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษามีต้นทุนที่แตกต่างกันไป ดังนี้

4.2.1.1 ต้นทุนคงที่

ต้นทุนคงที่ของสวนยางพาราส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือในการทำสวนยางพาราเป็นหลัก จากการศึกษาพบว่า สวนยางพาราแต่ละพื้นที่มีต้นทุนคงที่ 17 รายการ ดังนี้

1) ไฟฉายคาดศีรษะ ใช้เพื่อส่องสว่างขณะกรีดยาง จำนวนของไฟฉายคาดศีรษะที่แต่ละสวนใช้นั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของคนกรีดยางซึ่งอยู่ระหว่าง 1-4 ชุด ราคาของไฟฉายแตกต่างกันไปตามพื้นที่ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างชุดละ 200-250 บาท และมีอายุการใช้งาน 2 ปี

2) มีดกรีดยาง ใช้สำหรับกรีดเปลือกบริเวณลำต้นยางพาราเพื่อให้น้ำยางไหลออกมา จำนวนของมีดกรีดยางที่แต่ละสวนใช้นั้นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้กรีดยางซึ่งอยู่ระหว่าง 1-4 เล่ม ราคาเล่มละ 100-150 บาท ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมีด และมีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 1-4 ปี

3) ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร ใช้เพื่อเก็บรวบรวมน้ำยางจากถ้วยรองน้ำยาง จำนวนของถังที่แต่ละสวนใช้แตกต่างกันไปตามจำนวนของคนเก็บน้ำยางในแต่ละสวน โดยมีจำนวนอยู่ระหว่าง 1-4 ใบ ราคาของถังชนิดนี้แต่ละสวนอยู่ระหว่าง 25-40 บาท และมีอายุใช้งานอยู่ระหว่าง 2-3 ปี

4) ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร ใช้เพื่อเก็บรวบรวมน้ำยางทั้งหมดภายในสวนสำหรับเคลื่อนย้ายไปจำหน่ายที่จุดรับซื้อ หรือเคลื่อนย้ายไปที่โรงเรือนเพื่อแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบ จำนวนถังที่ใช้จะ

แตกต่างกันอยู่ที่ระหว่าง 1-4 ใบ ราคาของถังชนิดนี้ของแต่ละสวนเท่ากันที่ใบละ 200 บาท และอายุใช้งานของทุกสวนเท่ากับ 4 ปี

5) ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร ใช้เพื่อรวบรวมน้ำยางที่ผ่านการกรองอีกครั้งด้วยตะแกรงกรองน้ำยาง และเพื่อใช้ในการผสมน้ำสะอาดกับกรดฟอร์มิก (formic acid) เพื่อเตรียมทำยางแผ่น ดังนั้น ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตรนี้ เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะในสวน MN1 และ AE1 จากการเก็บข้อมูลพบว่าพื้นที่ศึกษาทั้งสองเลือกใช้ถังขนาดนี้จำนวน 2 ใบ ราคาใบละ 300 บาท และมีอายุการใช้งาน 8 ปี

6) ไม้กวาดน้ำยาง ใช้สำหรับกวาดน้ำยางออกจากถ้วยรองน้ำยาง จำนวนที่ใช้ในแต่ละสวนแตกต่างกันไปตามจำนวนคนเก็บน้ำยางที่อยู่ระหว่าง 1-4 ด้าม ราคาไม้กวาดน้ำยางของทุกสวนเท่ากับด้ามละ 10 บาท และมีอายุการใช้งาน 1 ปี

7) ตัวกรองน้ำยาง ใช้สำหรับกรองวัสดุแปลกปลอมต่าง ๆ เช่น เปลือกไม้ ใบไม้ เป็นต้น ออกจากน้ำยางที่เกษตรกรเก็บเกี่ยว ปกติแล้วเกษตรกรใช้ขณะที่เทน้ำยางออกจากถังเก็บน้ำยางลงสู่ถังรวมน้ำยาง ก่อนนำน้ำยางไปจำหน่ายหรือนำไปโรงเรือนเพื่อแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบ โดยแต่ละสวนใช้ตัวกรองน้ำยางระหว่าง 1-2 อัน ราคาอันละ 100 บาท และมีอายุการใช้งาน 2 ปี

8) ตะแกรงกรองน้ำยาง เป็นอุปกรณ์ที่มีความละเอียดในการกรองที่สูงกว่าตัวกรองน้ำยาง ใช้เพื่อกรองน้ำยางขณะที่เทน้ำยางจากถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร ลงสู่ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร เพื่อเตรียมนำน้ำยางไปทำแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบ ดังนั้น จึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะ MN1 และ AE1 โดยสวนทั้งสองใช้ตะแกรงกรองน้ำยางสวนละ 1 อัน ราคาอันละ 200 บาท และมีอายุการใช้งาน 5 ปี

9) กระบอกตวง ใช้เพื่อตวงน้ำยางและน้ำสะอาดในกระบวนการแปรรูปยางแผ่นดิบ จึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะ MN1 และ AE1 แต่ละสวนใช้กระบอกตวง 2 กระบอก ราคากระบอกละ 40 บาท และมีอายุการใช้งาน 5 ปี

10) ไม้พายกวนน้ำยาง ใช้สำหรับกวนน้ำยาง น้ำเปล่า และกรดฟอร์มิกผสมเข้าด้วยกันขณะที่อยู่ในตะกง เพื่อเตรียมยางแผ่นดิบ ดังนั้นจึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะ MN1 และ AE1 แต่ละสวนใช้พายกวนน้ำยาง 1 ด้าม ราคาด้ามละ 50 บาท และมีอายุการใช้งาน 5 ปี

11) หินลับมีด เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะสวนยางพาราที่เกษตรกรลับมีดกรีดยางด้วยตัวเอง ได้แก่ AN3 MN4 และ AN4 โดยปกติแล้วเกษตรกรใช้หินลับมีด 2 ชนิด ชนิดละ 1 ก้อน ได้แก่ หินลับมีดชนิดหยาบและหินลับมีดชนิดละเอียด เพื่อเพิ่มความคมให้กับใบมีดหลังจากการกรีดยาง ราคาหินลับมีดทั้งสองแบบอยู่ระหว่างก้อนละ 10-20 บาท และมีอายุการใช้งาน 1 ปี

12) จักรรีดยาง เครื่องจักรสำหรับรีดยางที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วให้เป็นแผ่น ดังนั้นจึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะ MN1 และ AE1 โดยแต่ละสวนจะมีจักรรีดยาง 1 คู่ ประกอบด้วย จักรรีดยางแบบเรียบและจักรรีดยางแบบลายดอก สวนทั้ง 2 แห่งใช้จักรรีดยางขนาดแตกต่างกันโดยมีราคาอยู่ระหว่างคู่ละ 30,000-50,000 บาท และมีอายุการใช้งาน 50 ปี

13) ค่าซ่อมบำรุงจักรรีดยาง โดยทั่วไปจักรรีดยางจะต้องมีการซ่อมบำรุงอยู่สม่ำเสมอ ซึ่งมักเป็นการเปลี่ยนอะไหล่จำพวกลูกปืน จากการเก็บข้อมูลจากเกษตรกรพบว่า ต้นทุนซ่อมบำรุงจักรรีดยางแต่ละตัวจะเกิดขึ้นทุก 5 ปี และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงตัวละ 300 บาท

14) โรงเรือน อาคารสำหรับเก็บรวบรวมวัสดุเครื่องมือต่าง ๆ และใช้ในการแปรรูปยางแผ่นดิบ ดังนั้นจึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะ MN1 และ AE1 โรงเรือนที่เกษตรกรสร้างในแต่ละสวนมีมูลค่าแตกต่างกันอยู่ระหว่าง 10,000-36,000 บาท และมีอายุการใช้งาน 50 ปี

15) ถ้วยรองน้ำยาง ใช้สำหรับรองรับน้ำยางที่ไหลหยดตามแนวกรีดบนต้นยางพารา สวนยางพาราแต่ละแห่งจะผูกติดถ้วยรองน้ำยางไว้กับต้นยางพาราต้นละ 1 ถ้วย ดังนั้น แต่ละสวนใช้ถ้วยรองน้ำยางไร่ละ 76 ถ้วย เท่าจำนวนต้นยางพาราในสวน เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้ถ้วยน้ำยางแบบดินเผา ราคาใบละ 10 บาท อายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 10-15 ปี ขณะที่ AE4 และ MN4 เลือกใช้ถ้วยรองน้ำยางแบบพลาสติก ซึ่งมีราคาใบละ 3 บาท และมีอายุการใช้งาน 10 ปี

16) ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรัดรอบลำต้นยางพาราเพื่อแขวนถ้วยรองน้ำยาง ดังนั้นสวนแต่ละแห่งใช้ลวดชนิดนี้ 76 เส้นต่อไร่ ทุกสวนใช้ลวดแขวนน้ำยางราคาเส้นละ 2.5 บาท และมีอายุการใช้งาน 10 ปี

17) ลิ้นยาง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรองรับน้ำยางจากต้นยางพาราให้ไหลลงในถ้วยรองน้ำยาง จำนวนของลิ้นยางที่แต่ละสวนใช้ก็จะเท่ากับจำนวนต้นยางพารา ซึ่งเท่ากับ 76 ชิ้น พบว่า ทุกสวนใช้ลิ้นยางที่ราคาอันละ 0.3 บาท และมีอายุการใช้งาน 3 ปี

ทั้งนี้จากการทบทวนเอกสารพบว่า ยังมีต้นทุนคงที่ด้านอื่น ๆ อีกที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพารา ได้แก่ จอบ มีดพร้า เสียม และเครื่องตัดหญ้า แต่จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบว่า ในวิถีปฏิบัติของเกษตรกรแต่ละราย เครื่องมือเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้เฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพาราเพียงอย่างเดียว แต่ถูกใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ของเกษตรกรด้วย เช่น การรับเหมาก่อสร้าง การบำรุงดูแลต้นไม้รอบบ้านหรือสวนพื้นที่อื่น เป็นต้น ซึ่งหากนำต้นทุนเหล่านี้มาพิจารณา จะต้องมีการคำนวณสัดส่วนที่ชัดเจนระหว่างการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อกิจกรรมทำสวนยางพาราและกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งในทางปฏิบัติเกษตรกรไม่สามารถระบุข้อมูลสัดส่วนดังกล่าวได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพิจารณาว่าอาจไม่เหมาะสมหากจะนำต้นทุนเหล่านี้มาใช้คำนวณในการศึกษาครั้งนี้ เพราะจะทำให้การคำนวณ

มูลค่าต้นทุนสูงกว่าความเป็นจริง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากต้นทุนของเครื่องมือเหล่านี้มีราคาไม่สูงมากนัก จึงไม่น่าจะส่งผลต่อการคำนวณผลประโยชน์สุทธิมากนัก

เมื่อรวมต้นทุนคงที่ทุกชนิดที่เกิดขึ้นของแต่ละสวน พบว่า MN1 มีมูลค่าต้นทุนคงที่รวมสูงที่สุดเท่ากับ 8,064 บาทต่อไร่ และ AE2 มีมูลค่าต้นทุนคงที่รวมน้อยที่สุดเท่ากับ 581 บาทต่อไร่ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 มูลค่าต้นทุนคงที่แต่ละชนิดของการทำสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา (ข้อมูล ณ พ.ศ. 2559)

รายการ	มูลค่าต้นทุนคงที่ของแต่ละพื้นที่ศึกษา (บาท/ไร่)							
	MN1	AE1	MN2	AE2	MN3	AN3	MN4	AN4
ไฟฉายคาดศีรษะ	73	22	40	40	110	28	67	125
มีดกรีดยาง	33	10	60	30	50	13	40	75
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	10	3	8	8	15	6	3	12.5
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	33	20	40	40	100	25	27	50
ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร	100	15	-	-	-	-	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	3	1	2	2	5	1	3	5
ตัวกรองน้ำยาง	17	5	20	20	50	1	13	25
ตะแกรงกรองน้ำยาง	33	5	-	-	-	-	-	-
กระบอกตวง	13	2	-	-	-	-	-	-
ไม้พายกวนน้ำยาง	8	1	-	-	-	-	-	-
หินลับมีด (หยาบ)	-	-	-	-	-	1	3	5
หินลับมีด (ละเอียด)	-	-	-	-	-	1	3	5
จักรรีดยาง	5,000	1,250	-	-	-	-	-	-
ค่าซ่อมบำรุงจักรรีดยาง	100	5	-	-	-	-	-	-
โรงเรือน	1,667	9,00	-	-	-	-	-	-
ถ้วยรองน้ำยาง	760	760	228	228	760	760	760	760
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	190	190	190	190	190	190	190	190
ลิ้นยาง	23	23	23	23	23	23	23	23
รวมต้นทุนคงที่	***8,064***	***3,212***	***611***	***581***	***1,303***	***1,050***	***1,131***	***1,275***

4.2.1.2 ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปรของสวนยางพาราเป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมการผลิตที่ต้องใช้ปัจจัยการผลิตที่ผันแปรตามปริมาณการผลิต เช่น พันธุ์พืช แรงงาน ปุ๋ย เป็นต้น ผู้วิจัยจำแนกต้นทุนผันแปรของการทำสวนยางพาราออกเป็น 2 ชนิด เพื่อความชัดเจนในการรายงานผล ได้แก่ 1) ค่าจ้างแรงงาน ประกอบด้วยต้นทุนที่เกษตรกรใช้จ่ายสำหรับซื้อบริการแรงงานนอกครัวเรือน เพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และต้นทุนที่สะท้อนแรงงานในครัวเรือนในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และ 2) ค่าวัสดุผันแปร ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกษตรกรใช้จ่ายเพื่อซื้อสินค้าต่าง ๆ เพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพารา หรือเป็นต้นทุนที่สะท้อนให้เห็นการลงแรงดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อจัดหาสินค้าเหล่านั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ค่าจ้างแรงงาน

ค่าจ้างแรงงานในการศึกษานี้คำนวณจาก 2 วิธี กล่าวคือ ถ้าเป็นการจ้างแรงงานที่มีการจ่ายเงินจริงจะใช้ค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในการคำนวณต้นทุน และถ้าเป็นการใช้แรงงานในครัวเรือนหรือแรงงานลงแขกจะใช้การคำนวณต้นทุนแรงงานจากค่าเสียโอกาส โดยคิดจากอัตราค่าจ้างรายชั่วโมงในพื้นที่ ประกอบด้วย จังหวัดตรัง 39 บาทต่อชั่วโมง จังหวัดพัทลุงและสงขลา 40 บาทต่อชั่วโมง (กระทรวงแรงงาน, 2563) ทั้งนี้ในการรายงานภาพรวมค่าจ้างแรงงานนี้ ผู้วิจัยจะระบุว่าเป็นการใช้แรงงานในครัวเรือนหรือแรงงานจ้าง และในกรณีที่เป็นแรงงานจ้างผู้วิจัยจะนำเสนอต้นทุนไว้ในส่วนนี้ด้วย แต่หากเป็นแรงงานในครัวเรือนซึ่งคำนวณด้วยต้นทุนค่าเสียโอกาสซึ่งจะไม่เท่ากันในแต่ละสวน ผู้วิจัยจะนำเสนอไว้ในรายละเอียดในภาคผนวก ซ

1.1) ค่าแรงปรับพื้นที่ สวนยางพาราส่วนใหญ่นิยมจ้างรถไถเพื่อไถพรวนปรับแต่งพื้นที่ให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกยางพารา จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบว่า สวนที่จ้างรถไถซ้ำกันสองครั้งด้วยหางไถชนิด 3 จานและชนิด 7 จาน ได้แก่ MN1 AE1 และ MN 3 และสวนที่มีการจ้างรถไถเพียงครั้งเดียวด้วยหางไถชนิด 3 จาน ได้แก่ MN2 AE2 และ MN4 โดยค่าจ้างบริการรถไถจะมีความแตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่ ซึ่งการไถแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับ 150-350 บาทต่อไร่ อย่างไรก็ตาม สวนยางพาราบางพื้นที่ไม่ได้ใช้บริการจากรถไถเพื่อปรับพื้นที่ แต่ใช้การลงแขกด้วยแรงงานของคนในชุมชน ได้แก่ AN3 และสวนที่ไม่ได้ปรับแต่งพื้นที่ ได้แก่ AN4

1.2) ค่าแรงกำหนดแนวปลูก เป็นการกำหนดแนวและระยะปลูกยางพาราให้แต่ละต้นเป็นแถวตรงและมีระยะห่างที่เท่ากัน เมื่อกำหนดจุดที่จะปลูกได้แล้ว ใช้ไม้ชะมบปักลงในดินเพื่อกำหนดจุดขุดหลุมปลูกยางพารา สวนยางพารา 7 สวนใช้แรงงานในครัวเรือนเพื่อช่วยวางแนวปลูก และสวน AE1 ใช้การจ้างแรงงานจากคนในชุมชน ซึ่งมีค่าจ้างในการวางแนวปลูกต้นละ 1 บาท

1.3) ค่าแรงขุดหลุมปลูกยางพารา หลุมสำหรับปลูกยางพาราจะมีขนาด 50x50x50 เซนติเมตร โดยการขุดหลุมจะขุดตามแนวปลูกที่ถูกกำหนดไว้ แรงงานในการขุดหลุมปลูกยางพารามีทั้งใช้แรงงานในครัวเรือน ได้แก่ MN2 AE2 MN4 และ AN4 ใช้การจ้างแรงงานคนในชุมชน ได้แก่ MN1 AE1 และ MN3 ซึ่งมีค่าจ้างเท่ากับหลุมละ 3 บาท และใช้แรงคนในชุมชนในรูปการลงแขก ได้แก่ AN3

1.4) ค่าแรงใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม เป็นการนำปุ๋ยใส่ลงไปในหลุมก่อนนำต้นกล้ายางพาราลงไปปลูก หากเป็นการปลูกด้วยต้นตอตายาง ก็จะไม่มีการใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม พบว่า สวนยางพาราส่วนใหญ่ใช้แรงงานในครัวเรือนสำหรับการใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม แต่บางสวนก็ใช้การจ้างแรงงานซึ่งมีค่าจ้างเท่ากับหลุมละ 1 บาท ได้แก่ MN1 และ AE1

1.5) ค่าแรงปลูกต้นยางพารา เมื่อขุดหลุมและใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมแล้ว มีการนำต้นกล้ายางพาราลงไปปลูก จากการสัมภาษณ์พบว่า การปลูกยางพาราส่วนใหญ่นิยมใช้แรงงานในครัวเรือนเพื่อปลูกยางพารา ยกเว้น AE1 ใช้การจ้างแรงงาน ซึ่งมีค่าจ้างหลุมละ 1 บาท

1.6) ค่าแรงปลูกซ่อมต้นยางพารา เกิดขึ้นเมื่อต้นยางพาราตาย การปลูกซ่อมนั้นเกิดขึ้นในช่วงปีเดียวกันกับที่ปลูกในครั้งแรก ซึ่งแต่ละสวนมักใช้แรงงานในครัวเรือนเพื่อปลูกซ่อมต้นกล้ายางพารา ยกเว้น AE1 ใช้การจ้างแรงงาน ซึ่งมีค่าจ้างต้นละ 5 บาท

1.7) ค่าแรงใส่ปุ๋ยบำรุง เกษตรกรใส่ปุ๋ยบำรุงให้เฉพาะต้นยางพารา ซึ่งจะใช้แรงงานในครัวเรือนหรือแรงงานนอกครัวเรือนก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกของเกษตรกรแต่ละราย โดยทั่วไปการใส่ปุ๋ยบำรุงจะเกิดขึ้นทุกปีตลอดอายุการทำสวนยางพารา โดยช่วงก่อนเปิดกรีดยางพารา เกษตรกรใส่ปุ๋ยบำรุงปีละ 2 ครั้ง หลังจากเปิดกรีดลดลงเหลือปีละ 1 ครั้ง อย่างไรก็ตาม หลังช่วงเปิดกรีดสวนบางแห่งก็ไม่ได้ใส่ปุ๋ยต่อเนื่องทุกปี แต่เป็นการใส่สลับปีเว้นปี นอกจากนี้ ยังพบว่าบางสวนหลังจากเปิดกรีดจะหยุดการใส่ปุ๋ยบำรุง

1.8) ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา เกษตรกรจะตัดแต่งกิ่งยางพาราในช่วง 4 ปีแรก เพื่อควบคุมให้ลำต้นของยางพาราเปลาตรงซึ่งเป็นรูปทรงที่เหมาะสม และมีผิวบริเวณลำต้นที่เรียบเพื่อสะดวกต่อการกรีด พบว่า สวนยางพาราทุกสวน ใช้แรงงานในครัวเรือนสำหรับการตัดแต่งกิ่งยางพารา ช่วง 2 ปีแรก มีการดูแลตัดแต่งกิ่งทุกอาทิตย์ และช่วงปีที่ 3 และปีที่ 4 ตัดแต่งกิ่งทุก 1 เดือน

1.9) ค่าแรงกำจัดวัชพืช สวนยางพาราส่วนใหญ่กำจัดวัชพืชปีละสองครั้งในช่วงก่อนเปิดกรีดและช่วงเปิดกรีดแล้วกำจัดวัชพืชปีละ 1 ครั้ง สวนยางพารา 6 สวน ใช้การจ้างแรงงานนอกครัวเรือนด้วยรถตัดหญ้าหรือคนตัดหญ้า ซึ่งค่าจ้างของรถตัดหญ้าและคนตัดหญ้าในแต่ละพื้นที่ศึกษาอยู่

ระหว่าง 300-350 บาท และสวน AE2 และ AN4 ใช้แรงงานในครัวเรือนเพื่อกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องตัดหญ้า

1.10) ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต กิจกรรมนี้ประกอบด้วย การกรีดยางจากลำต้นยางพาราและการเก็บน้ำยางเพื่อเตรียมไปจำหน่ายหรือแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบ โดยสวนยางพาราแต่ละแห่งจะมีจำนวนวันกรีดที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการเลือกใช้ระบบกรีด อย่างไรก็ตาม จากการเก็บข้อมูลพบว่า บ่อยครั้งเกษตรกรมีปัจจัยอื่น ๆ รบกวน เช่น สภาพอากาศ สุขภาพ ภารกิจส่วนตัว เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถกรีดยางได้ตามจำนวนวันในแต่ละระบบกรีดได้ ส่งผลให้สวนยางพาราที่มีระบบกรีดแบบเดียวกันมีจำนวนวันกรีดในแต่ละปีไม่เท่ากัน โดยจำนวนวันกรีดของสวนยางพาราในแต่ละปีตลอดอายุโครงการทำสวนยางอยู่ระหว่าง 59-180 วัน นอกจากนี้ สวนยางพาราแต่ละพื้นที่มีจำนวนแรงงานที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแตกต่างกันคือ อยู่ระหว่าง 1-4 คน และใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 1-6 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของสวน

1.11) ค่าแรงลับมีด เกษตรกรที่ไม่สะดวกลับมีดกรีดยางด้วยตัวเอง นิยมใช้บริการช่างลับมีดภายในชุมชนซึ่งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับครัวเรือนเกษตรกร ได้แก่ MN1 AE1 MN2 AE2 และ MN3 โดยทุกพื้นที่ศึกษามีค่าบริการในการลับเท่ากับครั้งละ 10 บาท ซึ่งในแต่ละวันที่เกษตรกรกรีดยางพาราเสร็จ ช่างลับมีดจะรับมีดกรีดยางเพื่อไปลับแต่งเพิ่มความคมและส่งคืนให้เกษตรกรภายในวันนั้น ขณะเดียวกันเกษตรกรที่สะดวกลับมีดด้วยตัวเอง ได้แก่ AN3 MN3 และ AN4 ใช้ในการลับมีดเล่มละ 15 นาที

1.12) ค่าแรงแปรรูปยางแผ่นดิบ เกษตรกรนำน้ำยางที่ได้จากการเก็บเกี่ยวมาแปรรูปโดยใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงเรือน สวนที่มีการแปรรูปยางแผ่นดิบมีจำนวนแรงงานในการแปรรูปยางแผ่นดิบจำนวน 2 คน และใช้เวลาในการแปรรูปอยู่ระหว่าง 2-3 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำยางที่นำมาแปรรูปและประสิทธิภาพของจักรรีดยาง

1.13) ค่าแรงไถดันต้นไม้ ต้นทุนชนิดนี้เกิดขึ้นในปีสุดท้ายของการทำสวนยางพาราในแต่ละรอบ เพื่อโค่นล้มต้นไม้ในสวนยางพาราลง การไถดันต้นไม้นิยมจ้างรถไถ โดยมีค่าจ้างเท่ากับไร่ละ 1,500 บาท

1.14) ค่าแรงทำไม้ยางพารา เพื่อนำไม้ยางพาราไปจำหน่ายยังโรงงานรับซื้อไม้ยางพารา ต้องมีค่าใช้จ่ายในการตัดท่อนและขนส่งไปยังโรงงาน การศึกษาครั้งนี้พิจารณาใช้ต้นทุนการทำไม้ของการยางแห่งประเทศไทย (2560) โดยปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 408 บาทต่อตัน โดยสวนยางพาราแต่ละแห่งมีต้นทุนการทำไม้ยางพาราที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับน้ำหนักไม้ยางพาราทั้งหมดโค่นล้มได้

1.15) ค่าแรงทำไม้พืชร่วม เพื่อจำหน่ายไม้จากพืชร่วมแต่ละชนิด โดยงานวิจัยครั้งนี้พิจารณาใช้ค่าแรงทำไม้ของพืชร่วม จากงานศึกษาของ เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี และคณะ (2550) โดยปรับมูลค่าให้เป็นมูลค่าในปีปัจจุบัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 881 บาทต่อลูกบาศก์เมตร โดยต้นทุนการทำไม้พืชร่วมนี้ใช้เฉพาะพืชร่วมประเภทไม้ใหญ่ที่อยู่ในสวนยางพาราวนเกษตร ส่วนต้นทุนการทำไม้พืชร่วมประเภทไม้หนุ่มยังไม่มีการศึกษาที่ระบุถึงต้นทุนการทำไม้ประเภทนี้ได้

2) ค่าวัสดุผันแปร

2.1) ไม้ชะมบ ใช้สำหรับปักลงบนดินเพื่อกำหนดจุดปลูกยางพารา ส่วนใหญ่แต่ละสวนมักใช้แรงงานในครัวเรือนตัดไม้ชะมบเอง แต่บางสวนที่ไม่สะดวกตัดด้วยตัวเองจะซื้อจากคนในชุมชนที่ตัดไม้ชะมบไว้เพื่อจำหน่ายในราคาอันละ 1 บาท โดยแต่ละสวนใช้ไม้ชนิดนี้ 76 อันต่อไร่ ตามจำนวนต้นยางพาราที่ถูกปลูกด้วยระบบ 3x7 เมตร

2.2) ปุ๋ยรองก้นหลุม โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้หินฟอสเฟตในการรองก้นหลุมที่ขุดเพื่อปลูกต้นยางชำถุง ซึ่งปุ๋ยรองก้นหลุมจะมีราคาถุงละ 120 บาท (น้ำหนักกระสอบละ 20 กิโลกรัม) ปริมาณการใช้รองก้นหลุมเท่ากับ 1 กระสอบต่อไร่ จากการเก็บข้อมูลพบว่า สวนส่วนใหญ่ใช้หินฟอสเฟตสำหรับรองก้นหลุม มีเพียง MN2 และ AE4 ที่ใช้ปุ๋ยเคมีในการรองก้นหลุมอยู่ระหว่าง 0.3-0.8 กระสอบต่อไร่ (น้ำหนักกระสอบละ 50 กิโลกรัม) โดยราคาของปุ๋ยเคมีจะกล่าวในข้อ 2.6

2.3) พันธุ์ยางพารา ส่วนใหญ่แล้วสวนยางพาราแต่ละแห่งนิยมใช้ต้นยางชำถุงขนาดความสูงใบ 1 ฉัตร ซึ่งมีราคาต้นละ 25 บาท นอกจากนี้พบว่า มีบางสวนที่เลือกปลูกโดยการใช้ต้นตอตายาง (ยางตาเขียว) ซึ่งมีราคาต้นละ 7 บาท และในการปลูกแต่ละสวนจะใช้พันธุ์ยางพาราจำนวน 76 ต้นต่อไร่ ตามจำนวนต้นยางพาราที่สามารถปลูกด้วยระบบ 3x7 เมตร

2.4) พันธุ์ยางพารา (ปลูกซ่อม) การปลูกซ่อมยางพาราจะเกิดขึ้นทันทีหลังจากต้นยางพาราที่ถูกปลูกไปก่อนหน้านี้ตาย พบว่า การปลูกซ่อมเกิดขึ้นภายในปีที่ 1 ซึ่งการปลูกซ่อมส่วนใหญ่เกษตรกรจะเลือกใช้ยางชำถุงขนาดความสูงใบ 1 ฉัตรซึ่งมีราคาต้นละ 25 บาท แต่บางสวนก็เลือกใช้ยางพื้นเมืองที่เพาะด้วยตัวเองมาปลูกซ่อมทดแทน โดยจำนวนพันธุ์ยางพาราที่ใช้ปลูกซ่อมของแต่ละสวนนั้นจะมีความแตกต่างกันไปอยู่ในช่วงระหว่าง 3-76 ต้นต่อไร่

2.5) พันธุ์พืชร่วม เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในสวนยางพาราวนเกษตรชนิดที่ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมเท่านั้น พบว่า พันธุ์พืชร่วมที่เกษตรกรนำมาปลูกมีแหล่งที่มาจากการเก็บถอนต้นกล้าจากพื้นที่นอกสวนยางพารา และการขอสนับสนุนต้นกล้าจากหน่วยงานรัฐ โดยแต่ละสวนใช้ต้นกล้าพืชร่วมอยู่ระหว่าง 53-156 ต้นต่อไร่ สำหรับมูลค่าของต้นทุนพันธุ์พืชร่วม ผู้วิจัยพิจารณาใช้ต้นทุนในการเพาะชำกล้าไม้ของสำนักงบประมาณ (2561) ซึ่งปรับมูลค่าเป็นปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับต้นละ 5 บาท

2.6) ปุ๋ยบำรุง สวนยางพาราแต่ละแห่งใช้ปุ๋ยบำรุงในปริมาณแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ส่วนใหญ่แล้วเกษตรกรนิยมเลือกใช้ปุ๋ยบำรุงชนิดเคมี ซึ่งในแต่ละปีที่มีการใช้ปุ๋ยบำรุงนั้น แต่ละสวนมักเลือกใช้ยี่ห้อปุ๋ยเคมีและสูตรที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงพิจารณาเลือกใช้ราคาปุ๋ยเคมีเฉลี่ยทุกสูตรของกรมการค้าภายใน (2563) ซึ่งมีค่าเท่ากับกระสอบละ 935 บาท นอกจากนี้ พื้นที่ศึกษาบางแห่งหลังจากใช้ปุ๋ยเคมีมาระยะหนึ่งก็ได้ปรับเปลี่ยนไปใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ AE1 ซึ่งราคาของปุ๋ยอินทรีย์กระสอบละ 168 บาท (20 กิโลกรัม)

2.7) กรดฟอร์มิก (หรือที่เกษตรกรเรียกว่า น้ำส้มฆ่ายาง) ใช้ผสมน้ำยางในตะกงเพื่อให้น้ำยางแข็งตัวสำหรับเข้าสู่กระบวนการรีดแผ่นด้วยจักรรีดยาง โดยต้นทุนชนิดนี้เกิดขึ้นเฉพาะในสวนที่แปรรูปยางแผ่นดิบเท่านั้น สวนยางพาราแต่ละแห่งจะใช้อยู่ระหว่าง 32-233 ขวด ตามกำลังผลิตยางแผ่นดิบ ราคาขวดละ 20 บาท (550 มิลลิลิตร)

2.8) ตะกง เป็นอุปกรณ์ที่เปรียบเสมือนแม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปยางแผ่นดิบ มีลักษณะเป็นถาดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำด้วยอะลูมิเนียม ดังนั้นตะกงจึงเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเฉพาะสวนยางพาราที่มีการแปรรูปยางแผ่นดิบ ได้แก่ AE1 และ MN2 ตะกงที่แต่ละสวนใช้มีราคาใบละ 70 บาท มีอายุการใช้งาน 10 ปี และจำนวนที่แต่ละสวนใช้เท่ากับ 20-60 อัน

2.9) ราวตากยางแผ่นดิบ ต้นทุนชนิดนี้เกิดขึ้นเฉพาะสวนที่มีการแปรรูปยางแผ่นดิบเท่านั้น ราวตากยางที่แต่ละสวนเลือกใช้จะเป็นไม้ไผ่ที่มีขายอยู่ในท้องถิ่น ลำละ 20 บาท อายุการใช้งานลำละ 5 ปี และจำนวนที่แต่ละสวนใช้จะอยู่ที่ 2-10 ลำ

2.10) ไฟฟ้า เป็นพลังงานที่ใช้ในจักรรีดยางในกระบวนการแปรรูปยางแผ่นดิบ พบว่า ต้นทุนด้านไฟฟ้าขึ้นอยู่กับจำนวนการผลิตยางแผ่นและขนาดมอเตอร์ที่ใช้ในการหมุนจักรรีดยาง โดยสวนยางแต่ละแห่งมีต้นทุนด้านไฟฟ้าสำหรับแปรรูปยางแผ่นดิบในแต่ละปีเท่ากับ 170-300 บาท

2.11) เชื้อเพลิง เป็นต้นทุนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งผลผลิต พบว่า แต่ละสวนมีความถี่และระยะทางในการนำผลผลิตไปจำหน่ายที่จุดรับซื้อแตกต่างกัน จึงส่งผลให้แต่ละสวนมีต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในการขนส่งผลผลิตเพื่อจำหน่ายในแต่ละครั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละครั้งอยู่ระหว่าง 10-200 บาท

เมื่อรวมต้นทุนผันแปรทุกรายการที่เกิดขึ้นของแต่ละสวน ณ ปีที่ทำการเก็บข้อมูล (พ.ศ. 2559) พบว่า AE2 มีมูลค่าต้นทุนผันแปรรวมสูงที่สุดซึ่งเท่ากับ 87,935 บาทต่อไร่ต่อปี และ MN2 มีมูลค่าต้นผันแปรต่ำที่สุดซึ่งเท่ากับ 25,396 บาทต่อไร่ต่อปี ดังตารางที่ 4-8 โดยผู้วิจัยจะได้อภิปรายถึงความแตกต่างนี้ไว้อีกครั้งในบทที่ 5

ตารางที่ 4-8 มูลค่าต้นทุนผันแปรของการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา

รายการ	มูลค่าต้นผันแปรของแต่ละพื้นที่ศึกษา (บาท/ไร่/ปี)							
	MN1	AE1	MN2	AE2	MN3	AN3	MN4	AN4
ค่าแรงงาน								
ค่าแรงปรับพื้นที่[1]	700	700	350	350	350	1,600	350	-
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก[1]	158	76	256	128	320	240	427	320
ค่าแรงขุดหลุมปลูกยางพารา[1]	288	228	228	320	228	400	427	640
ค่าแรงใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม[1]	76	76	64	64	120	-	107	80
ค่าแรงปลูกยางพารา[1]	210	76	488	488	320	300	427	120
ค่าแรงปลูกยางพารา (ซ่อม) [1]	158	380	64	128	120	90	427	15
ค่าแรงปลูกพืชร่วม[2]	-	39	-	64-256	-	-	-	-
ค่าแรงใส่ปุ๋ยบำรุง[2]	105	20-39	64-128	64	40-80	60-120	43-85	20-40
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา[2]	315-1,365	142-614	384-1,664	384-1,664	480-2,080	240-1,040	384-1,664	480-2,080
ค่าแรงกำจัดวัชพืช[2]	350-700	250-700	350-700	64-128	300-600	150-600	400-800	80-160
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต[2]	4,226	3,851-4,016	1,872-2,880	2,080-2,400	3,220-3,600	3,100-3,600	3,584-5,120	2,360-4,800
ค่าแรงแปรรูปยางแผ่นดิบ[2]	2,113	1,925-2,008	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงสับมีด2	537	163-170	468-720	260-300	805-900	155-180	299-427	295-600
ค่าแรงไถดันต้นไม้[2]	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
ค่าแรงทำไม้ยางพารา[2]	7,457	24,616	8,639	26,336	7,549	25,132	8,432	28,733
ค่าแรงทำไม้พืชร่วม[2]	-	2,930	-	46,253	-	2,343	-	4,417
ค่าวัสดุผันแปร								
ไม้ชะมบ[1]	76	76	128	64	76	60	85	80
ปุ๋ยรองก้อนหลุม[1]	120	120	120	187	120	-	249	120
พันธุ์ยางพารา[1]	1,900	1900	1,900	1900	1,900	1900	532	1900
พันธุ์ยางพารา (ปลูกซ่อม)[1]	417	125	225	350	188	250	1,900	14
พันธุ์ไม้พืชร่วม[2]	-	290	-	66-285	-	-	-	-
ปุ๋ยบำรุง[2]	2182	1,052-2,104	748-1,496	748	1,403-1,870	1,403-1,870	748-1,496	701-1,430
กรดฟอร์มิก[2]	107	42-117	-	-	-	-	-	-
ตะกง	233	105	-	-	-	-	-	-
ราวตากยางแผ่นดิบ	7	5	-	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า[2]	28	10	-	-	-	-	-	-

รายการ	มูลค่าต้นผันแปรของแต่ละพื้นที่ศึกษา (บาท/ไร่/ปี)							
	MN1	AE1	MN2	AE2	MN3	AN3	MN4	AN4
เชื้อเพลิง[2]	320	60	-	-	900	90	427	600
					805	805	299	295
รวมต้นทุนผันแปร	***25,586***	***53,054***	***25,396***	***87,935***	***29,873***	***46,800***	***30,637***	***51,444***

หมายเหตุ: [1]เป็นต้นทุนที่เกิดเฉพาะปีที่มีการปลูกเท่านั้น [2] แสดงตัวเลขเป็นช่วงเนื่องจากความแตกต่างกันไปตามปีที่มีการดำเนินกิจกรรมนั้นและตามจำนวนของปัจจัยผันแปรที่ใช้ ซึ่งสามารถดูรายละเอียดต้นทุนโดยละเอียดตามรายปีได้ในภาคผนวก ช

4.2.2 ผลการศึกษาผลประโยชน์

ผลประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดของ MA (2005) เพื่อจำแนกผลประโยชน์ต่าง ๆ ที่สวนยางพาราทั้ง 8 พื้นที่ศึกษามีต่อเกษตรกร สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยผลการศึกษาบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ประกอบด้วย 6 บริการ ได้แก่ บริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น ด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ ด้านการดูดซับ CO_2 ด้านการผลิต O_2 และด้านการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.2.1 ผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ

ผลผลิตยางธรรมชาติจัดเป็นผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศด้านการจัดหา (provisioning service) ที่สวนยางพาราแต่ละแห่งมีให้แก่เกษตรกรและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเมื่อมีการนำผลผลิตดังกล่าวไปจำหน่ายตามจุดรับซื้อ พบว่า ผลประโยชน์ด้านผลผลิตยางพารามีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่ ยางแผ่นดิบ ซึ่งเป็นผลผลิตของสวนทั้งหมด 2 พื้นที่ และน้ำยางสด ซึ่งเป็นผลผลิตของสวนทั้งหมด 6 พื้นที่ โดยแต่ละพื้นที่มีปริมาณผลผลิตและมูลค่าในแต่ละช่วงปีดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ปริมาณและมูลค่ารายปีของบริการทางระบบนิเวศด้านผลผลิตยางธรรมชาติของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา (ตามปีที่เกิดมูลค่านั้นและยังไม่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบัน)

พื้นที่ศึกษา	ผลผลิต	ช่วงปีที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ปริมาณ (กิโลกรัม/ไร่/ปี)	มูลค่า (บาท/ไร่/ปี)
MN1	ยางแผ่นดิบ	7-25, 32-50	161	292	10,665
AE1	ยางแผ่นดิบ	7-12	170	228	8,309
		13-15	170	269	9,819
		16-27	170	321	11,707
		28-30	163	227	8,309
		31-50	163	114	4,154
MN2	น้ำยางสด	7, 32	180	117	4,154
		8-9, 33-34	180	140	4,984
		10-25, 35-50	117	160	5,690

พื้นที่ศึกษา	ผลผลิต	ช่วงปีที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ปริมาณ (กิโลกรัม/ไร่/ปี)	มูลค่า (บาท/ไร่/ปี)
AE2	น้ำยางสด	7	150	130	4,615
		8-9	150	156	5,538
		10-50	130	218	7,753
MN3	น้ำยางสด	7-8, 32-33	180	180	6,390
		9-13, 34-38	180	216	7,668
		14-19, 39-44	161	252	8,946
		20-25, 45-50	161	234	8,307
AN3	น้ำยางสด	7-10	144	208	7,384
		11-24	144	240	8,520
		25-50	124	208	7,384
MN4	น้ำยางสด	7-12, 32-37	160	217	7,695
		13-15, 38-40	160	270	9,571
		16-25, 41-50	112	249	8,842
AN4	น้ำยางสด	7-11	120	217	7,695
		12-16	120	270	9,585
		17-20	120	249	8,842
		21-34	120	172	6,106
		35-39	120	221	7,846
		40-49	120	246	8,727
		50	59	140	4,970

4.2.2.2 ผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น

ผลประโยชน์ด้านนี้จัดเป็นอีกหนึ่งบริการทางระบบนิเวศด้านการจัดหา ซึ่งเกิดจากการเก็บหาผลผลิตอื่น ๆ นอกเหนือจากยางพารา จากการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลา 1 ปี พบว่า สวนยางพาราที่มีการเก็บหาผลผลิตเหล่านี้มีเพียง 2 สวน ซึ่งเป็นสวนยางพาราวนเกษตร ได้แก่ AE1 และ AN4 โดยผลผลิตของ AE1 ประกอบด้วย ผักกูด ผักหนาม และไข่มดแดง ซึ่งถูกเก็บหาโดยคนในชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับสวนเพื่อบริโภคในครัวเรือน แต่ไม่บ่อยนัก ทั้งที่ผลผลิตเหล่านี้มีศักยภาพในการให้ผลประโยชน์ได้อย่างมาก (กมล สามห้วย, สัมภาษณ์เมื่อ 12 ธันวาคม 2559) คนในชุมชนเริ่มมีการเข้ามาเก็บหาเมื่อสวนยางมีอายุ 20 ปีเป็นต้นมา ดังนั้น ข้อมูลมูลค่าผลประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้ถือว่ายังเป็นมูลค่าที่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยราคาท้องถิ่นของผักกูดและผักหนามเท่ากับ 5 บาทต่อกำ และไข่มดแดงเท่ากับ 200 บาทต่อกิโลกรัม

ขณะที่ผลผลิตของ AN4 คือ ยอดกะพ้อและเห็ดโคน เป็นผลผลิตที่สามารถเก็บหาได้หลังจาก AN4 ปรับเปลี่ยนรูปแบบจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเป็นสวนยางพาราวนเกษตร โดยเกษตรกร

สามารถเก็บหาได้ตั้งแต่ปีที่ 36 เป็นต้นมา เพื่อการจำหน่าย แจกจ่าย และบริโภคในครัวเรือน โดยราคาท้องถิ่นของยอดกะพ้อเท่ากับใบละ 1 บาท และเห็ดโคนกิโลกรัมละ 100 บาท

อนึ่งในสวน AE2 ยังมีการปลูกสละอินโดและไผ่กิมซุง แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ยังไม่มีการให้ผลผลิต อีกทั้งยังไม่สามารถพยากรณ์การเติบโตและผลผลิตได้ จึงไม่ได้รวมผลประโยชน์ส่วนนี้ไว้ ซึ่งทำให้ผลประโยชน์ที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง

ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่นของสวนยางพาราวนเกษตรทั้ง 2 แห่ง มีรายละเอียดดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ปริมาณและมูลค่ารายปีของบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่นของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา (ตามปีที่เกิดมูลค่านั้นและยังไม่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบัน)

พื้นที่ศึกษา	ปีที่เริ่มมีการเก็บหา (ปีที่)	ผลผลิต	ปริมาณ (หน่วย/ไร่/ปี)	มูลค่า (บาท/ไร่/ปี)
AE1	20	ผักกูด	1.50 กำ	15
		ผักหนาม	0.75 กำ	8
		ไข่มดแดง	0.025 กก.	5
		รวมมูลค่า		***28***
AN4	36	ยอดกะพ้อ	167.5 ใบ	168
		เห็ดโคน	6.5 กก.	650
		รวมมูลค่า		***818***

4.2.2.3 ผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้

เนื้อไม้จัดเป็นอีกหนึ่งบริการทางระบบนิเวศด้านการจัดหา ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับเมื่อมีการตัดโค่นไม้ในปีใดก็ตามที่มีการตัดโค่น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ผลประโยชน์ด้านเนื้อไม้เกิดขึ้นเฉพาะในปีสุดท้าย ซึ่งในกรณีของสวนยางพาราวนเกษตรเป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในปีที่ 50 ขณะที่กรณีของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในปีที่ 25 และปีที่ 50 โดยพบว่า AE2 มีมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้สูงที่สุดเท่ากับ 703,982 บาทต่อไร่ ขณะที่ MN2 มีมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านดังกล่าวต่ำสุดเท่ากับ 71,018 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา (ตามปีที่เกิดมูลค่านั้นและยังไม่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบัน)

พื้นที่ศึกษา	ชนิดพรรณไม้ (ปีที่ตัดโค่น)	ปริมาณ	หน่วย	มูลค่าเนื้อไม้ (บาท/ไร่)
MN1	ยางพารา (25)	18,265.83	กก./ไร่	35,509
	ยางพารา (50)	18,265.83	กก./ไร่	35,509
	รวมมูลค่า			***71,018***
AE1	ยางพารา (50)	60,297.28	กก./ไร่	117,218
	ยางนา (50)	2.31	ลบ.ม./ไร่	21,910
	สะเดาเทียม (50)	1.02	ลบ.ม./ไร่	11,558
	รวมมูลค่า			***150,686***
MN2	ยางพารา (25)	21,160.84	กก./ไร่	41,137
	ยางพารา (50)	21,160.84	กก./ไร่	41,137
	รวมมูลค่า			***82,274***
AE2	ยางพารา (50)	64,510.73	กก./ไร่	125,409
	ตะเคียนทอง (50)	13.27	ลบ.ม./ไร่	234,584
	ตะกู (50)	5.83	ลบ.ม./ไร่	14,576
	มะฮอกกานี (50)	0.68	ลบ.ม./ไร่	9,559
	สะเดาเทียม (50)	2.65	ลบ.ม./ไร่	30,116
	พะยอม (50)	9.60	ลบ.ม./ไร่	152,740
	ยางเสียน (50)	7.94	ลบ.ม./ไร่	75,344
	ยางนา (50)	3.53	ลบ.ม./ไร่	33,513
	สำโรง (50)	8.98	ลบ.ม./ไร่	28,141
	รวมมูลค่า			***703,982***
MN3	ยางพารา (25)	18,490.44	กก./ไร่	35,945
	ยางพารา (50)	18,490.44	กก./ไร่	35,945
	รวมมูลค่า			***71,890***
AN3	ยางพารา (50)	61,562.47	กก./ไร่	119,677
	พืชท้องถิ่น (ไม้ใหญ่) (50)	2.66	ลบ.ม./ไร่	55
	พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้ออ่อน) (50)	12.51	นิ้ว/ไร่	633
	พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้อแข็ง) (50)	39.80	นิ้ว/ไร่	8,328
	รวมมูลค่า			***128,693***
MN4	ยางพารา (25)	20,655.28	กก./ไร่	40,154
	ยางพารา (50)	20,655.28	กก./ไร่	40,154
	รวมมูลค่า			***80,308***
AN4	ยางพารา (50)	70,381.98	กก./ไร่	136,823
	พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้ออ่อน) (50)	58.88	นิ้ว/ไร่	260
	พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้อแข็ง) (50)	168.71	นิ้ว/ไร่	2,683

พื้นที่ศึกษา	ชนิดพรรณไม้ (ปีที่ตัดโค่น)	ปริมาณ	หน่วย	มูลค่าเนื้อไม้ (บาท/ไร่)
	พืชท้องถิ่น (ไม้ใหญ่) (50)	5.01	ลบ.ม./ไร่	15,701
	รวมมูลค่า			***155,467***

4.2.3.4 ผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศด้านการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจัดเป็นบริการทางระบบนิเวศด้านการควบคุม (regulating service) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเติบโตของพรรณไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี ดังนั้น มูลค่าด้านการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารา และในแต่ละปีจะมีปริมาณแตกต่างกันตามสูตรการคำนวณซึ่งขึ้นอยู่กับการเติบโตรายปีของพรรณไม้ โดยมีปริมาณและมูลค่าของบริการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดดังตารางที่ 4-12 สำหรับปริมาณและมูลค่ารายปีในแต่ละปีสามารถดูได้ในภาคผนวก ช

ตารางที่ 4-12 ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา (มูลค่ายังไม่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบัน)

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณดูดซับ CO_2 (ตัน $CO_{2\ eq}$ /ไร่/ปี)	มูลค่าดูดซับ CO_2 (บาท/ตัน $CO_{2\ eq}$/ไร่/ปี)
MN1	0.5-4.15	25-830
AE1	0.01-15.71	3-2,843
MN2	0.01-5.48	3-1,096
AE2	0.002-21.55	0.4-4,309
MN3	0.03-410	7-821
AN3	0.06-8.14	13-1,627
MN4	0.04-4.50	0.2-899
AN4	0.01-7.51	2-1,501

4.2.3.5 ผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศด้านการผลิตก๊าซออกซิเจน

การผลิตก๊าซออกซิเจนจัดเป็นอีกหนึ่งบริการทางระบบนิเวศด้านการควบคุมเช่นเดียวกับการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปการผลิตออกซิเจนจะเกิดควบคู่กับการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเติบโตของพรรณไม้ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ ดังนั้น มูลค่าการผลิตก๊าซออกซิเจนของแต่ละสวนจึงเกิดขึ้นต่อเนื่องตามการเติบโตของพรรณไม้ในแต่

ละพื้นที่ซึ่งแตกต่างกันไป โดยปริมาณและมูลค่าของบริการผลิตก๊าซออกซิเจนต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษามีรายละเอียดดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 ปริมาณและมูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการผลิตก๊าซออกซิเจนต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา (มูลค่ายังไม่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบัน)

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณดูดซับ O_2 (กก. O_2/ไร่/ปี)	มูลค่าดูดซับ O_2 (บาท/กก. O_2/ไร่/ปี)
MN1	24.72-2,719.02	377-41,405
AE1	8.31-10,752.30	126-163,736
MN2	8.52-3,592.16	130-54,701
AE2	1.17-14,802.20	18-225,408
MN3	22.82- 40,944.10	348-40,944
AN3	41.31-5,143.29	629-82,926
MN4	23.40-2,946.89	356-44,875
AN4	6.60-6,506.18	101-99,076

4.2.3.6 ผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศด้านการศึกษา

บริการทางระบบนิเวศด้านการศึกษาจัดเป็นบริการทางวัฒนธรรม (cultural service) ตามแนวคิดของ MA (2005) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จำแนกบริการดังกล่าวออกเป็น 2 ชนิด คือ การเป็นแหล่งศึกษาดูงาน และการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเป็นแหล่งศึกษาดูงาน

ผลการศึกษาผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งศึกษาดูงาน ด้วยการใช้ต้นทุนในการเดินทางของผู้ที่สนใจมาศึกษาดูงานในสวนยางพาราที่เป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ ตลอดระยะเวลา 1 ปี พบว่า มีเพียงสวนยางพาราวนเกษตร ได้แก่ AE2 และ AN4 ที่ถูกใช้เป็นแหล่งศึกษาดูงาน โดยสวนยางพาราทั้ง 2 พื้นที่ มีลักษณะเปิดให้เป็นพื้นที่เรียนรู้ของประชาชนทั่วไป สถาบันการศึกษา และองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ โดยมีจำนวนของประชาชนทั่วไป สถาบันการศึกษา และองค์กรหน่วยงานต่าง ๆ โดย AE2 มีจำนวนผู้มาศึกษาดูงานทั้งหมด 1,136 คน และมีต้นทุนในการเดินทางทั้งหมด 17,560 บาทต่อไร่ ขณะที่ AN2 มีจำนวนผู้มาศึกษาดูงานทั้งหมด 879 คน และมีต้นทุนในการเดินทางทั้งหมด 14,271 บาทต่อไร่

เมื่อพิจารณาถึงบริการทางระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งศึกษาดูงานที่จะเกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของสวนยางพาราข้างต้น พบว่า เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราทั้ง 2 พื้นที่ มีความ

ตั้งใจให้สวนของตนเองเป็นพื้นที่ศึกษาดูงานของผู้ที่สนใจไปตลอดอายุโครงการทำสวนยางซึ่งสิ้นสุดเมื่ออายุครบ 50 ปี โดย AE2 เริ่มเปิดให้มีการเข้ามาศึกษาดูงานเมื่อสวนยางพาราอายุ 10 ปี ขณะที่ AN4 เปิดให้มีการเข้ามาศึกษาดูงานเมื่อสวนยางอายุ 41 ปี ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดให้มูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงานของสวนยางพาราทั้งสองแห่งมีค่าคงที่ตั้งแต่เปิดเป็นศูนย์เรียนรู้ไปตลอดจนสิ้นสุดโครงการที่ 50 ปี

2) การเป็นแหล่งศึกษาวิจัย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของบริการทางระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยในสวนยางพาราแต่ละแห่ง พบว่า ตั้งแต่ปลูกสวนยางพารามาถึงปัจจุบัน สวนยางพาราแต่ละพื้นที่ได้ถูกใช้เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยอยู่ระหว่าง 1-5 งานวิจัย ในช่วงอายุปีที่แตกต่างกัน โดย AN4 มีมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยสูงที่สุดเท่ากับ 14,443 บาทต่อไร่ต่อปี ขณะที่ MN3 และ AN3 มีมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยน้อยที่สุดเท่ากับ 1,389 บาทต่อไร่ต่อปี ดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 มูลค่าบริการทางระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยในแต่ละพื้นที่ศึกษา (มูลค่ายังไม่ได้คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบัน)

งานวิจัย	มูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย (บาท/ไร่)							
	MN1	AE1	MN2	AE2	MN3	AN3	MN4	AN4
สาระ บำรุงศรี และคณะ								5,725
(2554)								(45)
โครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์		357						3,572
(2555)		(30)						(46)
เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ	2,174	2,174						2,222
(2557)	(23)	(32)						(48)
ณัฐธิดา ศักสงโสภา				225				
(2557)				(8)				
วจนพร เทพศร	130	130	600	600				750
(2558)	(24)	(33)	(9)	(9)				(49)
Waiyarat	304	304						
(2016)	(24)	(33)						
งานวิจัยครั้งนี้	543	543	2,500	2,500	1,389	1,389	2,174	2,174
	(25)	(34)	(10)	(10)	(20)	(33)	(16)	(50)
รวมมูลค่า	***3,152***	***3,509***	***3,100***	***3,325***	***1,389***	***1,389***	***2,174***	***14,443***

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคืออายุปีของสวนยางพาราที่มีงานวิจัยเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่สวนยางพารา

4.2.3 มูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์รวมตลอดอายุโครงการ

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ต่าง ๆ ในแต่ละสวนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ 50 ปี มาปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราคิดลดร้อยละ 8.75 พบว่า ด้านต้นทุน MN1 มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (ต้นทุนคงที่รวมต้นผันแปร) มากที่สุดเท่ากับ 108,839 บาทต่อไร่ ขณะที่ AE2 มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนดังกล่าวต่ำที่สุดเท่ากับ 33,146 บาทต่อไร่ สำหรับด้านผลประโยชน์ พบว่า AE2 มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมของบริการทางระบบนิเวศทุกด้านมากที่สุดเท่ากับ 748,674 บาทต่อไร่ ขณะที่ MN1 มีมูลค่าต่ำสุดเท่ากับ 291,028 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 4-15 และสามารถดูรายละเอียดข้อมูลทั้งหมดในแต่ละปีตลอดอายุโครงการได้ในภาคผนวก ซ

ตารางที่ 4-15 มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา

รายละเอียด	มูลค่าปัจจุบัน (บาท/ไร่)							
	MN1	AE1	MN2	AE2	MN3	AN3	MN4	AN4
ต้นทุน								
ต้นทุนคงที่	5,552	2,475	841	892	1,715	1,016	1,401	1,908
ต้นทุนผันแปร	103,287	71,335	45,473	32,254	66,500	51,743	63,060	57,476
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	***108,839***	***73,810***	***46,313***	***33,146***	***68,214***	***52,759***	***64,461***	***59,384***
ผลประโยชน์								
แหล่งผลิตยางธรรมชาติ	65,928	61,262	33,438	48,312	48,707	53,469	51,898	53,658
แหล่งอาหารและผลผลิตอื่นเพื่อใช้ประโยชน์	-	60	-	-	-	-	-	355
แหล่งผลิตเนื้อไม้ (ยางพารา)	4,897	1,768	5,673	1,892	4,957	1,805	5,537	2,064
แหล่งผลิตเนื้อไม้ (พืชร่วม)	-	505	-	8,728	-	136	-	281
แหล่งดูดซับ CO_2	4,318	4,414	5,932	11,326	4,749	4,841	4,913	5,123
แหล่งผลิต O_2	215,445	223,559	295,943	585,635	236,924	241,762	236,549	262,085
แหล่งศึกษาดูงาน	-	-	-	91,303	-	-	-	3,232
แหล่งศึกษาวิจัย	441	236	1,363	1,478	259	87	568	291
รวมผลประโยชน์	***291,028***	***292,371***	***342,347***	***748,674***	***295,450***	***302,101***	***299,465***	***327,089***

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ 50 ปี ด้วยการคิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบันและใช้หลักเกณฑ์ของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราตอบแทนภายในโครงการ (IRR) พบว่า เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนต่าง ๆ และผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศทุกด้าน ได้แก่ ด้านแหล่งผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น ด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ ด้านการดูดซับ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้านการผลิตก๊าซออกซิเจน และด้านแหล่งการศึกษา พบว่า สวนยางพาราทุกพื้นที่ศึกษา มีความคุ้มค่าในการลงทุน โดย AE2 มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิสูงที่สุดเท่ากับ 715,528 บาทต่อไร่ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 22.59 และอัตราตอบแทนภายในโครงการร้อยละ 65.26 ขณะที่ MN1 มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิน้อยที่สุดเท่ากับ 182,189 บาทต่อไร่ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.67 และอัตราตอบแทนภายในโครงการร้อยละ 31.05 ดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 ผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนและผลประโยชน์ทุกชนิดด้วย NPV, B/C ratio และ IRR ของแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	NPV (บาท/ไร่)	B/C ratio	IRR (%)
MN1	182,189	2.67	31.05
AE1	218,561	3.96	49.20
MN2	296,034	7.39	73.02
AE2	715,528	22.59	65.26
MN3	227,236	4.33	56.74
AN3	249,342	5.73	48.66
MN4	235,003	4.65	53.73
AN4	267,705	6.29	57.21

อนึ่ง การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ข้างต้นนั้นได้รวมบริการทางระบบนิเวศทุกด้านเข้าไป เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของการทำสวนยางพาราที่เกิดแก่สังคมส่วนรวม (social net present value of benefit) อย่างไรก็ตาม ในมุมมองของเกษตรกร รายได้จากบริการบางประเภทก็ไม่ได้เกิดในรูปของรายรับเงินสดแก่เกษตรกร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงลองวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์โดยรวมเฉพาะบริการทางระบบนิเวศที่สามารถสร้างรายได้จริงให้แก่เกษตรกรจากการนำผลประโยชน์เหล่านั้นไปจำหน่ายในระบบตลาด ได้แก่ ด้านแหล่งผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น และด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ เพื่อตรวจดูความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในแง่ของเกษตรกรเท่านั้น (private net present value of benefit) พบว่า มีเพียงสวนยางพาราวนเกษตร AE2 และ AN3 เท่านั้นที่คุ้มค่ากับการลงทุน โดย AE2 มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิสูงที่สุดเท่ากับ 25,786 บาทต่อไร่ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.78 และอัตราตอบแทนภายในโครงการร้อยละ 14.89 รองลงมา คือ AN3 มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิเท่ากับ 2,651 บาทต่อไร่ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.11 และอัตราตอบแทนภายในโครงการร้อยละ 9.59 และ

MN1 มีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิน้อยที่สุดเท่ากับ -38,014 บาทต่อไร่ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 0.65 และอัตราตอบแทนภายในโครงการร้อยละ -1.33 ดังตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 ผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนและผลประโยชน์เฉพาะที่เกษตรสามารถซื้อขายในระบบตลาดด้วย NPV B/C ration และ IRR ของแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	NPV (บาท/ไร่)	B/C ratio	IRR (%)
MN1	-38,014	0.65	-1.33
AE1	-9,647	0.87	0.05
MN2	-7,203	-0.16	5.93
AE2	25,786	1.78	14.89
MN3	-14,696	0.78	3.03
AN3	2,651	1.11	9.59
MN4	-7,026	0.89	6.29
AN4	-3,026	1.08	7.68

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองเปลี่ยนค่าตัวแปรที่คาดว่ามีผลสำคัญต่อการคำนวณผลประโยชน์สุทธิประกอบด้วย 5 ตัวแปร ได้แก่ การปรับราคาผลผลิตยางพาราเท่ากับราคาประกันของรัฐบาล การปรับจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของทุกสวนเท่ากัน การเพิ่มขึ้นของค่าจ้างขั้นต่ำ การเพิ่มขึ้นของราคาเนื้อไม้ของพืชร่วม และการปรับอายุโครงการในการวิเคราะห์เท่ากับ 25 ปี โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การปรับราคาผลผลิตยางพาราเท่ากับราคาประกันของรัฐบาล

เนื่องจากปัญหาราคาผลผลิตยางพาราในปัจจุบันมีราคาตกต่ำ รัฐบาลจึงได้ออกมาตรการชั่วคราวเพื่อช่วยเหลือด้วยการจ่ายเงินชดเชยส่วนต่างระหว่างราคาผลผลิตที่เกษตรกรขายได้จริงและราคาประกันผลผลิตยางพาราที่รัฐบาลประกาศ โดยราคาประกันผลผลิตยางแผ่นดิบคุณภาพดีเท่ากับ 60 บาทต่อกิโลกรัม และผลผลิตน้ำยางสด (DCR) เท่ากับ 57 บาทต่อกิโลกรัม (การยางแห่งประเทศไทย, 2562)

ดังนั้น ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวในสถานการณ์นี้ ผู้วิจัยได้ลองปรับราคาผลผลิตยางพาราในแต่ละสวนให้เท่ากับราคาประกันดังกล่าวของรัฐบาล เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่จะ

เกิดขึ้นในอนาคตรัฐบาลสามารถแก้ไขปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ โดยอาศัยราคาประกันผลผลิตนี้เป็นราคาขั้นต่ำที่เกษตรกรควรได้รับจากการขายผลผลิต โดยผลการวิเคราะห์พบว่า สวนยางพาราที่เป็นพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่ง จะมีค่า NPV B/C ratio และ IRR เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-18

2) การปรับจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราของทุกสวนเท่ากัน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่า สวนยางพาราแต่ละแห่งจะมีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตสะสมในแต่ละรอบปีแตกต่างกัน ซึ่งนอกจากเป็นผลมาจากการเลือกใช้ระบบกรีดที่แต่ละสวนมีความแตกต่างกันแล้ว ยังเป็นผลมาจากสภาพอากาศในบางช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว หรือเป็นผลมาจากเหตุผลส่วนตัวของเกษตรกรที่จำเป็นต้องหยุดการเก็บเกี่ยวในบางช่วงเวลา

ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแต่ละพื้นที่ศึกษาโดยการปรับตัวแปรบางตัว

สถานการณ์การปรับตัวแปรต่าง ๆ			
สถานการณ์ที่ 1 การปรับราคาผลผลิตยางพาราเท่ากับราคาประกันของรัฐบาล			
พื้นที่ศึกษา	**NPV (บาท/ไร่)**	**B/C ratio**	**IRR (%)**
MN1	⬆ 224,636	⬆ 3.06	⬆ 33.87
AE1	⬆ 257,000	⬆ 4.49	⬆ 52.43
MN2	⬆ 316,285	⬆ 7.83	⬆ 73.88
AE2	⬆ 745,037	⬆ 23.65	⬆ 66.40
MN3	⬆ 257,295	⬆ 4.81	⬆ 58.48
AN3	⬆ 281,725	⬆ 6.34	⬆ 50.95
MN4	⬆ 266,434	⬆ 5.13	⬆ 55.71
AN4	⬆ 300,202	⬆ 6.91	⬆ 59.48
สถานการณ์ที่ 2 การปรับจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของทุกสวนเท่ากัน			
พื้นที่ศึกษา	**NPV (บาท/ไร่)**	**B/C ratio**	**IRR (%)**
MN1	⬇ 182,044	⬇ 2.68	⬇ 31.04
AE1	⬇ 217,410	⬆ 4.04	⬇ 49.12
MN2	⬇ 298,789	⬇ 6.93	⬇ 72.94
AE2	⬆ 725,162	⬇ 21.02	⬆ 65.84
MN3	⬇ 225,913	⬆ 4.46	⬇ 56.66
AN3	⬆ 253,627	⬇ 5.50	⬆ 48.87
MN4	⬆ 239,080	⬇ 4.51	⬆ 53.75
AN4	⬆ 272,841	⬆ 5.52	⬆ 57.57
สถานการณ์ที่ 3 การปรับเพิ่มค่าจ้างขั้นต่ำ			
พื้นที่ศึกษา	**NPV (บาท/ไร่)**	**B/C ratio**	**IRR (%)**
MN1	⬇ 179,982	⬇ 2.62	⬇ 30.81

สถานการณ์การปรับตัวแปรต่าง ๆ			
AE1	⬇ 216,463	⬇ 3.85	⬇ 48.87
MN2	⬇ 295,045	⬇ 7.24	⬇ 72.29
AE2	⬇ 714,506	⬇ 21.91	⬇ 64.60
MN3	⬇ 225,948	⬇ 4.25	⬇ 56.11
AN3	⬇ 247,833	⬇ 5.57	⬇ 48.10
MN4	⬇ 233,131	⬇ 4.51	⬇ 53.10
AN4	⬇ 265,536	⬇ 6.07	⬇ 56.34
สถานการณ์ที่ 4 การปรับเพิ่มราคาเนื้อไม้ของพืชร่วม			
พื้นที่ศึกษา	**NPV (บาท/ไร่)**	**B/C ratio**	**IRR (%)**
MN1	■ 182,189	■ 2.67	■ 31.05
AE1	⬆ 218,723	⬆ 3.96	⬆ 49.20
MN2	■ 296,034	■ 7.39	■ 73.02
AE2	⬆ 718,309	⬆ 22.67	⬆ 65.26
MN3	■ 227,361	■ 4.34	■ 56.74
AN3	⬆ 249,385	⬆ 5.73	⬆ 48.66
MN4	■ 235,003	■ 4.65	■ 53.73
AN4	⬆ 267,795	⬆ 6.29	⬆ 57.21
สถานการณ์ที่ 5 การปรับอายุโครงการในการวิเคราะห์เท่ากับ 25 ปี			
พื้นที่ศึกษา	**NPV (บาท/ไร่)**	**B/C ratio**	**IRR (%)**
MN1	⬇ 161,949	⬇ 2.66	⬇ 31.05
AE1	⬇ 157,179	⬇ 3.45	⬇ 49.20
MN2	⬇ 263,801	⬇ 7.40	⬇ 73.02
AE2	⬇ 467,398	⬇ 15.16	⬇ 65.27
MN3	⬇ 202,519	⬇ 4.34	⬇ 56.74
AN3*	⬇ 187,051	⬇ 4.88	⬇ 48.65
MN4	⬇ 216,985	⬇ 4.78	⬇ 53.73
AN4*	⬇ 193,526	⬇ 4.63	⬇ 57.21

⬆ ค่าในการวิเคราะห์มีการปรับเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปกติ, ⬇ ค่าในการวิเคราะห์มีการปรับลงจากการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปกติ และ ■ ค่าในการวิเคราะห์คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปกติ

*AN3 เริ่มปรับสวนยางพาราเป็นวนเกษตรเมื่อสวนยางพาราอายุ 26 ปี และ AN4 เริ่มเมื่อ 30 ปี ดังนั้น การปรับอายุโครงการเท่ากับ 25 ปี ส่งผลให้สวนทั้งสองยังคงอยู่ในรูปแบบสวนยางเชิงเดี่ยว

เพื่อที่จะสะท้อนให้เห็นผลประโยชน์ของการทำสวนยางพาราแต่ละแบบให้ชัดเจนมากขึ้น ผู้วิจัยได้ทดลองวิเคราะห์ผลประโยชน์โดยกำหนดให้จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตเท่ากับ 160 วัน เท่ากันทุกสวนตลอดอายุโครงการ ซึ่งเป็นจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราขั้นต่ำของเกษตรกรในภาคใต้ (Albarracín *et al*. 2006) โดยผลการวิเคราะห์พบว่า หลังจากกำหนดให้วันเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราให้ทุกสวนเท่ากันพบว่า สวนยางพาราวนเกษตรจะมีค่า NPV B/C ratio และ IRR เพิ่มขึ้น

ขณะที่ สวนยางพาราเชิงเดี่ยวจะมีค่าลดลง อย่างไรก็ตาม สวนยางพาราวนเกษตรจะมีค่า NPV สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-18

3) การเพิ่มขึ้นของค่าจ้างขั้นต่ำ

แรงงานเป็นปัจจัยและเป็นองค์ประกอบของต้นทุนรวมที่สำคัญในการดำเนินโครงการสวนยางพารา เช่น การเก็บเกี่ยวผลผลิต การแปรรูปผลผลิต การบำรุงดูแลรักษาสวน เป็นต้น ในการศึกษาพบว่า ความแตกต่างของค่าจ้างแรงงานเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลผประโยชน์สุทธิของแต่ละสวนแตกต่างกัน โดยการศึกษาครั้งนี้พิจารณาใช้ค่าจ้างขั้นต่ำในแต่ละจังหวัดของพื้นที่ศึกษาสำหรับการคำนวณ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาถึงความอ่อนไหวของโครงการหามีการปรับอัตราค่าจ้างแรงงานเพื่อมขึ้น ทั้งนี้ จากข้อมูลของกระทรวงแรงงาน (2563) การปรับขึ้นค่าจ้างขั้นต่ำใน พ.ศ. 2556 จนถึงปัจจุบัน พ.ศ. 2563 ในแต่ละจังหวัดที่เป็นพื้นที่ศึกษามีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 5 จึงเป็นตัวเลขที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการปรับค่าจ้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 5

ดังนั้น เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นของแต่ละสวนในกรณีที่มีการปรับขึ้นค่าจ้างขั้นต่ำในอนาคต ผู้วิจัยจึงใช้ค่าจ้างขั้นต่ำของแต่ละจังหวัดจากเดิม จังหวัดสงขลาและพัทลุงเท่ากับ 320 บาทต่อวัน และตรังเท่ากับ 315 บาทต่อวัน ปรับขึ้นอีกร้อยละ 5 จังหวัดสงขลาและพัทลุงจึงมีค่าเท่ากับ 336 บาทต่อวัน และตรังเท่ากับ 330.75 บาทต่อวัน โดยผลการวิเคราะห์พบว่าสวนยางพาราทุกพื้นที่ศึกษามีค่า NPV B/C ratio และ IRR ลดลงเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปัจจุบัน ดังตารางที่ 4-18

4) การปรับเพิ่มขึ้นของราคาเนื้อไม้ของพืชร่วม

จากข้อมูลราคานำเข้าไม้ท่อนชนิดต่าง ๆ นอกเหนือจากยางพาราจากต่างประเทศระหว่าง พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2559 พบว่า ราคาไม้ท่อนแต่ต้นไม้แต่แต่ละชนิดเฉลี่ยแล้วมีราคาสูงขึ้นในอัตราร้อยละ 0.65 ต่อปี (กรมป่าไม้, 2554, 2559) ดังนั้น ในอนาคตจึงมีแนวโน้มว่าราคาไม้ท่อนเหล่านี้อาจมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น

เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์บริการแหล่งผลิตเนื้อไม้จากพืชร่วมตามราคาในอนาคตที่อาจเพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงพิจารณาใช้อัตราการเพิ่มของราคาไม้ท่อนนำเข้าร้อยละ 0.65 ต่อปี เพื่อคำนวณมูลค่าบริการทางระบบนิเวศแหล่งผลิตเนื้อไม้ในที่เกษตรกรตัดสินใจโค่นล้มเพื่อจำหน่าย ซึ่งตรงกับปีที่ 50 โดยผลจากการวิเคราะห์พบว่า สวนยางพาราวนเกษตรทุกสวน มีค่า NPV B/C ratio และ IRR เพิ่มสูงขึ้น ขณะที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวค่าของ NPV B/C ratio และ IRR ยังคงที่เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ในสถานการณ์ปัจจุบัน ดังตารางที่ 4-18

5) การปรับอายุโครงการในการวิเคราะห์เท่ากับ 25 ปี

เพื่อแสดงให้ผลประโยชน์ของสวนยางพารวานเกษตร หากเกษตรกรแต่ละรายตัดสินใจหยุดดำเนินโครงการในปีที่ 25 การวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ทดลองการวิเคราะห์อายุโครงการของสวนยางพาราทุกชนิดเท่ากับ 25 ปี จากเดิมสวนยางพาราทุกชนิดจะมีอายุโครงการ 50 ปี โดยสวนยางพาราเชิงเดี่ยวจะมีรอบของโครงการจำนวนสองรอบ รอบละ 25 ปี ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรจะมีรอบของโครงการเพียงหนึ่งรอบ รอบละ 50 ปี โดยผลการวิเคราะห์พบว่า NPV B/C ratio และ IRR ของสวนยางพาราทุกพื้นที่ศึกษาลดลงเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์โครงการในสถานการณ์ปัจจุบันที่อายุโครงการเท่ากับ 50 ปี ดังตารางที่ 4-18

กล่าวโดยสรุป กรณีที่ทำให้สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมี NPV เพิ่มขึ้น ได้แก่ การปรับราคาผลผลิตยางพาราเท่ากับราคาประกันของรัฐบาล ขณะเดียวกัน กรณีที่จะทำให้สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมี NPV ลดลง ได้แก่ การปรับเพิ่มค่าจ้างขั้นต่ำ และการปรับอายุโครงการในการวิเคราะห์เท่ากับ 25 ปี ส่วนกรณีที่จะทำให้สวนยางพาราวนเกษตรมี NPV เพิ่มขึ้น ได้แก่ การปรับราคาผลผลิตยางพาราเท่ากับราคาประกันของรัฐบาล และการปรับเพิ่มราคาเนื้อไม้ของพืชร่วม ขณะเดียวกัน กรณีที่จะทำให้สวนยางพาราวนเกษตรมี NPV ลดลง ได้แก่ การปรับเพิ่มค่าจ้างขั้นต่ำ และการปรับอายุโครงการในการวิเคราะห์เท่ากับ 25 ปี

กรณีการปรับเพิ่มค่าจ้างขั้นต่ำ สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรมี NPV เพิ่มขึ้นและลดลงแตกต่างกันไป เมื่อปรับให้จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกสวนเท่ากันเท่ากับ 160 วันต่อปี สวนยางพาราที่มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตสูงกว่า 160 วันต่อปี NPV ลดต่ำลง ได้แก่ MN1 AE1 MN2 MN3 และสวนยางพาราที่มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตต่ำกว่า 160 วันต่อปี มี NPV เพิ่มขึ้น ได้แก่ AE2 AN3 MN4 และAN4 และกรณีการปรับเพิ่มราคาเนื้อไม้ของพืชร่วม สวนยางพาราเชิงเดี่ยว NPV จะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จากผลการศึกษาในบทนี้ ได้แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการสวนยางพาราของพื้นที่ศึกษาทั้ง 8 สวน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนและผลประโยชน์ด้านบริการทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นซึ่งนำมาสู่การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้งจากสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นด้วยการวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยในบทถัดไปจะเป็นการอภิปรายถึงผลการศึกษาด้านต่าง ๆ

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

ในบทนี้ผู้วิจัยมุ่งหมายที่จะอภิปรายผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยทั้ง 3 ข้อ ได้แก่ การอภิปรายผลการศึกษารูปแบบการทำสวนยางพารา การอภิปรายผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์การทำสวนยางพารา และการเสนอแนวทางการทำสวนยางพารา ดังนี้

5.1 การอภิปรายผลการศึกษารูปแบบการทำสวนยางพารา

5.1.1 การทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

รูปแบบการทำสวนยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว และมีจำนวนน้อยมากที่ทำสวนยางพาราแบบวนเกษตร ในการเลือกหาพื้นที่เพื่อเป็นกรณีศึกษาเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ในพื้นที่เดียวกันระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรจึงไม่ใช่เรื่องง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยการจดบันทึกปริมาณผลผลิต รายรับและรายจ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทำสวนยางพารา ซึ่งเกษตรกรน้อยรายที่จะสะดวก จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 8 สวน

สาเหตุสำคัญที่สวนยางพาราส่วนใหญ่ยังมีรูปแบบการทำสวนยางแบบเชิงเดี่ยวมากกว่าวนเกษตร มาจากนโยบายการส่งเสริมการปลูกยางพารา ซึ่งมี 2 หน่วยงานสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย

สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่พัฒนาศักยภาพการผลิตตั้งแต่การปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต การแปรรูปขั้นต้น แปรรูปขั้นกลาง และการเพิ่มมูลค่ายางพาราของไทย อีกทั้งยังทำหน้าที่ในการศึกษาวิเคราะห์ วิจัย พัฒนา เผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับยางพารา รวมทั้งส่งเสริม สนับสนุนให้มีการปลูกแทนและการปลูกใหม่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือเกษตรกรชาวสวนยาง (กยท, 2560) โดยเมื่อทบทวนนโยบายทางด้านยางพาราของประเทศพบว่า รัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการปลูกยางพาราโดยเน้นการส่งเสริมให้เพิ่มปริมาณการผลิตยางพาราเป็นหลักมาตั้งแต่ปี 2444 จนถึงปัจจุบัน แม้ว่าจะมีบางช่วงที่มีการควบคุมการปลูกและการค้ายางพาราในปี 2478-2503 แต่ภายหลังก็ได้มีการส่งเสริมการเพิ่มปริมาณยางพาราและคุณภาพการผลิตอีกครั้งในปี 2504-2542 และควบคุมพื้นที่ปลูกอีกครั้งในปี 2542-2545 ก่อนจะยกเลิกนโยบายควบคุมดังกล่าวในปี 2546 เนื่องจากยางพารามีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้รัฐบาลไทยส่งเสริมการเพาะปลูกยางพาราในพื้นที่ปลูกแห่งใหม่ไปทุกภูมิภาคของประเทศ จนทำให้เกิดการขยายตัวของพื้นที่

ปลูกยางพาราเข้าไปในพื้นที่ป่าและพื้นที่นาเป็นจำนวนมาก (นิธิตา สิริพงศ์ทักษิณ, 2562) โดยนโยบายการส่งเสริมการเพิ่มปริมาณการผลิตยางพารานั้น เป็นการมุ่งเน้นส่งเสริมการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับคำให้สัมภาษณ์ของเกษตรกรเจ้าของสวนยางพาราทั้ง 8 สวน ซึ่งต่างให้ข้อมูลสอดคล้องกันว่า รูปแบบการทำสวนยางพาราของตน โดยเฉพาะการทำสวนยางพารารูปแบบเชิงเดี่ยว ได้รับความรู้การจัดอบรมและจากสื่อสิ่งพิมพ์ของสถาบันวิจัยยาง

2) สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.)

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่มีส่วนกำหนดรูปแบบการทำสวนยางพาราให้เป็นแบบเชิงเดี่ยว เนื่องจาก สกย. เป็นหน่วยงานที่นำข้อมูลรูปแบบการทำสวนยางพาราจากสถาบันวิจัยยางมาเป็นระเบียบข้อกำหนดต่าง ๆ ให้เกษตรกรปฏิบัติตามระหว่างการขอทุนสงเคราะห์การทำสวนยางพาราจาก สกย. และเมื่อพิจารณาลักษณะการดำเนินงานของ สกย. พบว่า ในช่วงเริ่มต้นตั้งแต่ พ.ศ. 2503 ระเบียบข้อกำหนดของ สกย. ได้กำหนดให้พื้นที่สวนยางพาราที่จะได้รับสนับสนุนเงินนั้น ต้องกำจัดพรรณไม้ทุกชนิดออกก่อนที่จะปลูกทดแทนด้วยยางพาราสายพันธุ์ดีที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ ถึงแม้ในปี 2540 สกย. ได้ผ่อนปรนให้ในพื้นที่สวนยางพาราสามารถมีพรรณไม้ชนิดอื่นได้ไม่เกิน 15 ต้น ซึ่งเป็นผลมาจากข้อเรียกร้องของเกษตรกร และผลการวิจัยของสถาบันวิจัยยางที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการปลูกพืชร่วมยางเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร (สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ, 2558 และบัญชา สมบูรณ์สุข และไชยยะ คงมณี, 2561) แต่ก็ไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจังจนกระทั่ง พ.ศ. 2557 จึงได้มีการประกาศหลักเกณฑ์ในการสงเคราะห์การทำสวนยางพาราในรูปแบบการเกษตรผสมผสาน (ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี และ สุรชาติ เพชรแก้ว, 2560) เพื่อต้องการให้เกษตรกรมีพืชที่สร้างรายได้เสริมทดแทนรายได้อันเนื่องมาจากผลผลิตยางพาราที่กำลังประสบปัญหาราคาตกต่ำ (บัญชา สมบูรณ์สุข และไชยยะ คงมณี, 2561)

อย่างไรก็ตาม หลักเกณฑ์ดังกล่าวมิได้ปรากฏอยู่ในลักษณะข้อบังคับเพื่อมุ่งเน้นส่งเสริมให้เกษตรกรทำสวนยางพาราวนเกษตร แต่เป็นเพียงหนึ่งในตัวเลือกของเกษตรกร สอดคล้องกับการศึกษาของบัญชา สมบูรณ์สุข และไชยยะ คงมณี (2561) ที่อธิบายว่า สกย. หรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพารา ยังคงขาดความชัดเจนในการดำเนินนโยบายส่งเสริมการทำสวนยางพาราที่มีการปลูกพืชร่วม ด้วยเหตุนี้จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้การทำสวนยางพาราในปัจจุบันยังคงเป็นรูปแบบเชิงเดี่ยว (สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ, 2558)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาดูสถานการณ์การส่งเสริมการปลูกยางพาราของประเทศอื่นในภูมิภาคเดียวกันกับประเทศไทยพบว่า การทำสวนยางพาราวนเกษตรในประเทศอื่น ๆ ที่เป็นผู้ผลิต

ยางธรรมชาติรายใหญ่ของโลก ได้แก่ อินโดนีเซียและมาเลเซียนั้น ก็ยังไม่เป็นที่นิยม ซึ่งเหตุผลหลักนั้นเป็นผลมาจากการขาดนโยบายที่ส่งเสริมการทำสวนยางพาราในรูปแบบวนเกษตรที่จริงจัง (Wicke, 2019) ด้วยเช่นกัน

รูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ศึกษา จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการทำสวนยางพาราแบบเชิงเดี่ยวที่เป็นกรณีศึกษามีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน ทั้งในด้านระยะการปลูก การจัดการภายในสวน ตลอดจนการเก็บเกี่ยวและจัดการกับผลผลิต ตามอิทธิพลการสนับสนุนความรู้ในการปลูกยางพาราของสถาบันวิจัยยาง และพบว่า การเลือกสายพันธุ์ยางพาราที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ ระยะการปลูก การแบ่งพื้นที่กรีดบนลำต้นยางพารา และการบำรุงดูแลรักษาสวนยางพารานั้นสอดคล้องกับข้อมูลความรู้ที่สถาบันวิจัยยางส่งเสริมมาตลอด (สถาบันวิจัยยาง, 2554a, 2554b, 2559)

จากการสะท้อนความเห็นของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาที่ยังคงทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและไม่ปรับเปลี่ยนไปเป็นสวนยางพาราวนเกษตรพบว่า สาเหตุที่ตัดสินใจทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว เนื่องจากกังวลว่าการปลูกพืชหรือปล่อยให้มีพืชชนิดอื่นในสวนอาจส่งผลกระทบต่อการแย่งชิงธาตุอาหารในดินระหว่างยางพาราและพืชชนิดอื่น ซึ่งอาจส่งผลต่อการลดลงของผลผลิตยาง โดยถึงแม้ในปัจจุบันราคาผลผลิตยางพาราตกต่ำ แต่รายได้จากสวนยางพาราก็ยังพอเป็นแหล่งรายได้เสริมแก่ครอบครัวได้ อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่า เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้พึ่งพิงรายได้จากสวนยางพาราเพียงช่องทางเดียว การที่ยางพารามีราคาตกต่ำจึงอาจทำให้ไม่เกิดผลกระทบโดยตรงกับรายได้ของครอบครัวมากนัก จึงไม่จำเป็นต้องปลูกพืชชนิดอื่นเพื่อสร้างรายได้เสริม

นอกจากนี้ ถึงแม้ว่าเกษตรกรจะทราบว่าการทำสวนยางพาราวนเกษตรเป็นผลดีกับสิ่งแวดล้อม แต่เกษตรกรก็มีความกังวลมากกว่าเกี่ยวกับสัตว์มีพิษชนิดต่าง ๆ ที่อาจอาศัยอยู่ภายในสวนวนเกษตรที่ค่อนข้างรกกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติเป็นอย่างมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายขณะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ อีกทั้ง เกษตรกรมีความกังวลในประเด็นของความชื้นที่สะสมอยู่ในอากาศภายในสวน ซึ่งอาจส่งผลกระทบให้จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตลดลง ผู้วิจัยจะได้อภิปรายถึงข้อกังวลต่าง ๆ เหล่านี้ในหัวข้อการทำสวนยางพาราวนเกษตรต่อไปเพื่อหาข้อสรุปว่าควรกังวลกับประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่อย่างไร

5.1.2 การทำสวนยางพาราวนเกษตร

รูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาการทำสวนยางพาราแบบวนเกษตรในพื้นที่ศึกษาพบว่า รูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่มีความแตกต่างกัน

ในเรื่องของลักษณะและจำนวนของพรรณไม้ที่ปลูกหรือปล่อยให้พืชร่วมขึ้นเอง แต่ลักษณะการจัดการภายในสวนโดยทั่วไปยังคงมีความคล้ายคลึงกัน เมื่อพิจารณารูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรของสวนยางพาราที่เป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับรูปแบบที่เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้เลือกสำหรับทำสวนยางพารา โดยการศึกษาของ สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล และคณะ (2557) ได้ศึกษาการทำสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา และตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง และพบว่าเกษตรกรนิยมทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้เศรษฐกิจเป็นพืชร่วม เช่น ตะเคียนทอง พะยอม มะฮอกกานี สะเดาเทียม เป็นต้น และบางสวนอาจมีการปลูกพืชอาหารเสริมเข้าไปภายในสวน เช่น มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) ทุเรียน (*Durio ziberhinus* Merr.) เป็นต้น และส่วนน้อยที่จะเลือกทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม

การทำสวนยางพาราวนเกษตรที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาแต่ละสวนนั้น เป็นรูปแบบที่เกิดจากมุมมองของเกษตรกรที่เชื่อว่าการปลูกยางพาราเพียงชนิดเดียวในสวนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่ป่าธรรมชาติลดลง ซึ่งส่งผลต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นำไปสู่การลดลงของบริการทางระบบนิเวศ จึงมีจุดประสงค์ที่จะปรับเปลี่ยนให้สวนยางพาราของตนมีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติเพื่อชดเชยพื้นที่ป่าที่สูญเสียไปเป็นหลัก ดังนั้น เพื่อให้สวนของตนเองมีสภาพเป็นป่าไม้ที่ช่วยบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อม เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราวนเกษตรในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีแนวคิดที่ไม่กำหนดอายุโครงการทำสวนยางพาราไว้เพียง 25 ปี เหมือนกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว และตั้งใจจะปล่อยให้เป็นสวนในลักษณะดังกล่าวไปไว้ตลอดไป

เนื่องจากในปัจจุบันการทำสวนยางพาราวนเกษตรยังมีอยู่ไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงจะอภิปรายเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงมุมมองและแนวคิดของเกษตรกรแต่ละรายโดยละเอียดเพื่อเป็นข้อมูลและบทเรียนสำหรับเกษตรกรอื่นที่สนใจต่อไป

สวนยางพาราวนเกษตร AE1

แรงบันดาลใจ สำหรับแนวคิดในการทำสวนยางพาราวนเกษตรในการศึกษาครั้งนี้ เกษตรกร AE1 ตัดสินใจเลือกเก็บต้นกล้ายางนาจากป่าธรรมชาติมาปลูกเป็นชนิดแรกตรงกลางระหว่างแถวยางพารา เนื่องจากมีความประทับใจว่ายางนาเป็นพืชที่พระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงได้ทดลองปลูกในพระราชวังไกลกังวลเพื่อสนับสนุนให้มีประชาชนปลูกอนุรักษ์ แต่เมื่อปลูกยางพาราจนเต็มพื้นที่สวน ในปีเดียวกันจึงตัดสินใจเก็บต้นกล้าสะเดาเทียมที่งอกในสวนพื้นที่อื่นมาปลูกในแถวเดียวกับยางนา โดยปลูกระหว่างยางนาแต่ละต้น เพื่อต้องการให้ภายในสวนมีจำนวนของต้นไม้ที่หนาแน่นใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติยิ่งขึ้น

ประสบการณ์และมุมมองจากการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร เกษตรกรได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมว่า การปลูกพืชร่วมภายใต้เรือนยอดยางพาราที่มีอายุเกิน 7 ปี (เกษตรกรปลูกพืชร่วมเมื่อยางพาราอายุ 15 ปี) สามารถกระทำได้โดยเฉพาะพืชในกลุ่มวงศ์ยาง (*Dipterocarpaceae*) สอดคล้องกับคำแนะนำของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 (2559) ที่ระบุว่าพืชในกลุ่มวงศ์ยางสามารถเติบโตภายใต้เรือนยอดยางพาราได้ดี ข้อสังเกตดังกล่าวยังสอดคล้องกับข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ที่ได้จากการวัดขนาดของยางนาซึ่งเป็นพืชในกลุ่มดังกล่าว พบว่า DBH ของยางนาอายุ 19 ปีในสวนดังกล่าว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.7 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับ DBH ของยางนาอายุ 9 ปีที่ปลูกในสวนยางพาราพื้นที่อื่น ๆ ในภาคใต้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.8 เซนติเมตร (จากคำนวณจากสมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น)

ในทางตรงกันข้าม การปลูกสะเดาเทียมอาจไม่เหมาะสมกับการปลูกใต้เรือนยอดยางพาราที่อายุเกิน 7 ปีขึ้นไป เนื่องจากอายุสวนดังกล่าวจะมีชั้นเรือนยอดของยางพาราที่เริ่มปกคลุมหนาแน่น ปริมาณแสงแดดที่ส่องเข้ามาในสวนลดน้อยลงมาก สังเกตได้จากการกำจัดวัชพืชภายในสวนยางพาราของเกษตรกรส่วนใหญ่ที่จะลดความถี่ในการกำจัดวัชพืชเหลือปีละ 1 ครั้งเมื่อยางพาราอายุประมาณ 7 ปี ซึ่งการปลูกสะเดาเทียมในช่วงเวลาดังกล่าวอาจทำให้การเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับการวัดขนาด DBH ของสะเดาเทียมจากสวนดังกล่าวที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยเพียง 6.43 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าขนาด DBH ของสะเดาเทียมที่ปลูกในสวนยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ควรมีขนาด 30.12 เซนติเมตร (คำนวณจากสมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น)

สวนยางพาราวนเกษตร AE2

แรงบันดาลใจ เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนได้มีส่วนร่วมในการเข้าไปดูแลป่าชุมชนของหมู่บ้านจึงเกิดความสนใจที่จะปลูกป่าภายในสวนยางพาราของตนเอง นอกจากเพื่อประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว เกษตรกรมีความเชื่อว่าการปลูกพรรณไม้หลากหลายชนิดจะมีส่วนช่วยปรับปรุงดินจากการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุเหมือนกับในป่าธรรมชาติ ที่แม้ไม่ต้องใส่ปุ๋ยบำรุง แต่ต้นไม้ในป่าก็สามารถเติบโตได้ เกษตรวางแผนที่จะปลูกพรรณไม้ในกลุ่มของไม้ป่าเศรษฐกิจหลากหลายชนิดลงในที่ว่างระหว่างแถวสวนยางพารา เพื่อรองรับความต้องการใช้ประโยชน์หากเกิดขึ้นในอนาคต อย่างไรก็ตาม การปลูกพรรณไม้ในลักษณะดังกล่าวลงในพื้นที่สวนยางพารา ณ เวลาที่เริ่มต้นของเกษตรกรรายนี้ไม่สอดคล้องกับระเบียบเงื่อนไขในการขอรับทุนสงเคราะห์ของ สกย. ในขณะนั้น ที่กำหนดให้มีพืชชนิดอื่นนอกเหนือจากยางพาราได้เพียง 15 ต้น เกษตรกรจึงปฏิเสธการรับทุนสงเคราะห์ โดยเกษตรเลือกที่จะทยอยปลูกพรรณไม้พืชร่วมจำนวนสองแถวตรงกลางระหว่างแถวของยางพารา หลังจากที่ต้นยางพารามีอายุ 4 ปี เพื่อลดโอกาสการเกิดปัญหาชั้นเรือนยอดของพืชร่วมบดบังแสงแดดยางพารา

ประสบการณ์และมุมมองจากการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร เกษตรกรได้สะท้อนความคิดเห็นที่เกี่ยวกับทำสวนยางพาราวนเกษตรตามแบบของตนว่า การปลูกพืชร่วมในจำนวนมากในพื้นที่สวนยางพาราของเกษตรกร อาจส่งผลให้การเติบโตของพรรณไม้พืชร่วมด้วยกันเองไม่ดีเท่าที่ควร อันเป็นผลมาจากการแย่งชิงธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน หากปลูกเพื่อหวังผลประโยชน์จากเนื้อไม้เป็นหลักอาจไม่เหมาะสม แต่จากการวัดขนาด DBH พรรณไม้ต่าง ๆ เท่าที่ผู้วิจัยสามารถนำมาเปรียบเทียบกับขนาดที่สามารถพยากรณ์จากสมการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น พบว่า พรรณไม้ส่วนใหญ่แล้วมีค่าเฉลี่ย DBH ใกล้เคียงกับขนาด DBH ที่ได้จากสมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ของผู้วิจัย ยกเว้นสะเดาเทียมที่มีค่าต่ำกว่า ซึ่งอาจเป็นผลกระทบในทำนองเดียวกับ AE1 ที่สะเดาเทียมถูกปลูกในสวนที่มีการปกคลุมเรือนยอดที่สูงจึงทำให้การเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ค่าเฉลี่ย DBH ของพรรณไม้ใน AE2 และขนาด DBH ที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ในงานวิจัยครั้งนี้

ชนิดพืชร่วม	อายุ	ค่าเฉลี่ย DBH ในพื้นที่ AE2 (ซม.)	DBH จากสมการพยากรณ์ของผู้วิจัย (ซม.)
ตะเคียนทอง	7	5.2	5.8
มะฮอกกานี	5	8.4	6.2
สะเดาเทียม	5	5.5	12.0
พะยอม	4	5.0	4.8
ยางนา	2	1.9	1.8

ความคิดเห็นของเกษตรกรดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของอรุณี ภู่สุดแสวง (2553) ที่อธิบายว่า การปลูกพืชในกลุ่มไม้ป่าเศรษฐกิจ แต่ละต้นควรมีที่ว่างไม่ต่ำกว่า 3 เมตร เพื่อลดการแย่งชิงแสงแดดทางเรือนยอด และการแย่งชิงธาตุอาหารทางระบบราก ขณะที่พืชร่วมในพื้นที่ของ AE2 มีระยะห่างระหว่างกันเพียง 1.5 เมตร และห่างกับต้นยางพาราประมาณ 2.7 เมตร ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าในอนาคตการเติบโตของพืชร่วมในสวนแห่งนี้อาจน้อยกว่านี้

สวนยางพาราวนเกษตร AN3

แรงบันดาลใจ สวนยางพาราวนเกษตร AN3 เป็นการปลูกในลักษณะของการปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม จากการให้สัมภาษณ์ของเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนอธิบายว่า นอกจากต้องการปรับเปลี่ยนสวนยางพาราเป็นพื้นที่ป่าเพื่ออนุรักษ์พรรณไม้ท้องถิ่นที่กำลังจะสูญหายไปเพราะการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวนั้น ตนเองได้สังเกตว่าอุณหภูมิในป่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

และยางพาราสามารถให้ผลผลิตน้ำยางได้ดีเมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำ จึงทดลองปล่อยให้พรรณไม้ท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาเป็นป่า เพื่อหวังว่าจะช่วยให้อากาศภายในสวนมีอุณหภูมิที่ต่ำเพื่อที่ยางพาราจะให้ผลผลิตน้ำยางที่มากขึ้นเมื่อกรีด

ประสบการณ์และมุมมองจากการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวน AN3 สะท้อนความคิดเห็นว่า การทำสวนยางพาราในรูปแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม เกษตรกรทั่วไปสามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้เงินหรือแรงงานในการลงทุน แต่ในช่วงแรกที่เริ่มปล่อยนั้นอาจมีวัชพืชกลุ่มหญ้าหรือพืชล้มลุกชนิดต่าง ๆ ขึ้นปกคลุมอย่างหนาแน่น ซึ่งอาจต้องระวังสัตว์มีพิษชนิดต่าง ๆ แต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่ง พืชจำพวกไม้ยืนต้นจะเริ่มฟื้นฟูขึ้นมากและบดบังแสงแดดทำให้วัชพืชกลุ่มของหญ้าหรือพืชล้มลุกเหล่านั้นไม่สามารถเติบโตได้และลดจำนวนลงไปในที่สุด โดยไม้ยืนต้นเหล่านั้นหลายชนิดสามารถให้ผลประโยชน์ต่อเกษตรกรได้ดี เนื่องจากหลายชนิดเป็นไม้เนื้อแข็งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างอาคารบ้านเรือน หรือเครื่องใช้ต่าง ๆ ได้ เช่น นาคบุด นวล เป็นต้น และหากเริ่มปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมยางพาราตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นการทำสวนยางพารา ก็จะยิ่งเพิ่มผลประโยชน์ต่าง ๆ ให้เกษตรกรมากยิ่งขึ้น

สวนยางพาราวนเกษตร AN4

แรงบันดาลใจ เกษตรกรให้เหตุผลว่าตนมีความผูกพันและชื่นชอบที่จะศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับพรรณไม้ท้องถิ่นตั้งแต่เด็ก เมื่อตนเองได้รับสวนยางพาราที่เป็นมรดกของครอบครัวมา จึงตัดสินใจปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาเพื่อเป็นการอนุรักษ์พืชเหล่านั้นเช่นเดียวกับ AN3 ซึ่งขณะนั้นสวนยางพารามีอายุ 30 ปี และมีหน้ายางที่ค่อนข้างเสื่อมโทรม เปลือกแข็ง กรีดได้ยาก และให้ปริมาณผลผลิตน้ำยางสด (DCR) ที่ค่อนข้างต่ำที่ปีละประมาณ 172 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าหลังจากปล่อยให้พืชท้องถิ่นเหล่านั้นฟื้นฟูขึ้นมาเป็นเวลา 5 ปี ถึงแม้จะไม่ได้ใส่ปุ๋ยบำรุง สภาพของหน้ายางกลับค่อย ๆ ฟื้นฟูขึ้น เปลือกนิ่มลง กรีดได้ง่ายขึ้น และปริมาณผลผลิตน้ำยางสดเพิ่มสูงขึ้นเป็นปีละประมาณ 221 กิโลกรัมต่อไร่

ประสบการณ์และมุมมองจากการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร เกษตรกรได้สะท้อนความคิดว่า การทำสวนยางพาราในลักษณะนี้ นอกจากเป็นการอนุรักษ์พืชท้องถิ่นแล้ว ยังช่วยเพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์ชนิดต่าง ๆ จากการสังเกตของเกษตรกรพบว่า ปัจจุบันในสวนยางพาราวนเกษตรของตนเองนั้นเริ่มมีสัตว์ป่าเข้ามาอยู่อาศัย ได้แก่ ไก่ป่า และกระจง นอกจากนี้ ยังพบว่าจำนวนนกภายในสวนมีจำนวนมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่อยู่ใกล้เคียง สอดคล้องกับการศึกษาของ สาระ บำรุงศรี และคณะ (2555) ที่เคยสำรวจความหลากหลายชนิดของนกและค้างคาวในพื้นที่ของ AN4 เปรียบเทียบกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่อยู่รอบ AN4 พบว่า ในพื้นที่ AN4 มีความหลากหลายของนก

และค้างคาวมากกว่าในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว และยังสอดคล้องกับการศึกษาสวนยางพาราวนเกษตรในรูปแบบ jungle rubber ซึ่งเป็นการปลูกยางพาราร่วมกับพืชท้องถิ่นในประเทศอินโดนีเซีย ของ Beukema และคณะ (2007) ที่พบว่า ความหลากหลายชนิดของนกในสวนยางพาราวนเกษตรมีมากกว่าในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว โดยสาเหตุสำคัญที่ทำให้สวนยางพาราวนเกษตรมีความหลากหลายชนิดของสัตว์สูงกว่าในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเป็นผลมาจากในสวนยางพาราวนเกษตรนั้นมีแหล่งอาหารของสัตว์เหล่านั้นมากกว่าในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (Beukema *et al.* 2007 และสาระ บำรุงศรี และคณะ, 2555)

สวนยางพาราวนเกษตรกับปริมาณผลผลิตยางพาราและต้นทุน

นอกจากการสะท้อนถึงแรงบันดาลใจและประสบการณ์ในการทำสวนยาวพาราวนเกษตรแล้ว เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่ยังได้สะท้อนความคิดเห็นว่า ถึงแม้ภายในสวนยางพาราของตนเองจะมีพืชร่วม แต่พืชร่วมเหล่านั้นไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในแต่ละวันมากนัก ซึ่งข้อคิดเห็นนี้ตรงกับผลการเก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตยางพาราของผู้วิจัยระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นคู่กรณีศึกษาเปรียบเทียบ พบว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวได้ในแต่ละวันระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก และสวนยางพาราวนเกษตรมีแนวโน้มที่สูงกว่าเล็กน้อย (ตารางที่ 5-2) ยกเว้น AE1 ที่มีปริมาณผลผลิตต่ำกว่า ME1 ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการบำรุงดูแลรักษาสวนของ ME1 ที่แต่ละปีมีการใส่ปุ๋ยบำรุงปีละ 2 ครั้งตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารามาโดยตลอด แต่ที่ AE1 ใส่ปุ๋ยบำรุงเพียงปีละ 1 ครั้ง และสวนยางพาราอื่น ๆ นั้น ใส่ปุ๋ยบำรุงแค่เฉพาะช่วงก่อนเปิดกรีดปีละ 2 ครั้ง แต่เมื่อเปิดกรีด ได้ความถี่ในการใส่ปุ๋ยบำรุงเหลือปีละ 1 ครั้ง หรืออาจลดลง 2 ปีต่อครั้ง หรือหยุดใส่ปุ๋ยบำรุง

ตารางที่ 5-2 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยรายวันของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	จำนวนวันกรีดในรอบปี (วัน/ปี)	ปริมาณผลผลิต (กก./วัน/ไร่)
MN1	161	1.82
AE1	163	0.84
ME2	117	1.37
AE2	130	1.68
MN3	161	1.50
AN3	124	1.68
MN4	112	2.22
AN4	56	2.38

สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตยางพาราของสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกับสวนยางพาราวนเกษตร ทั้ง ๆ ที่สวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่มีการหยุดใส่ปุ๋ยบำรุงหรือใส่ในปริมาณที่น้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวนั้น น่าจะเป็นเพราะสภาพสิ่งแวดล้อมภายในสวนยางพาราวนเกษตรเอื้อต่อการให้ผลผลิตของยางพารา ในที่นี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึง 2 ปัจจัย ได้แก่

1) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายของจำนวนและชนิดพรรณไม้ภายในสวน ส่งผลให้มีการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุ (litterfall) ในปริมาณที่สูงเมื่อเทียบกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (Waiyarat, 2016 และสาระ บำรุงศรี และคณะ, 2554) ซึ่งอินทรียวัตถุเหล่านี้ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) (Cuevas and Lugo, 1998) และเมื่อเกิดการสลายตัว อินทรียวัตถุเหล่านี้จะปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ดิน (สถาบันวิจัยยาง, 2554b) โดยธาตุอาหารในดินที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตน้ำยาง คือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และอินทรียวัตถุในดิน (สถาบันวิจัยยาง, 2554b) ส่วนฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องกับการเติบโตระบบราก การออกดอก การติดเมล็ด (สถาบันวิจัยยาง, 2554b) ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรแต่ละคู่ที่เป็นกรณีศึกษาเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียม และอินทรียวัตถุในดินของสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (ตารางที่ 5-3) ยกเว้น MN1 ที่มีปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่า AE1 ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก MN1 มีการใส่ปุ๋ยบำรุงปีละ 2 ครั้งมาโดยตลอด ขณะที่ AE1 ใส่ปุ๋ยบำรุงน้อยกว่า โดยใส่ปีละ 1 ครั้ง

ตารางที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินของแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณธาตุอาหารในดิน			
	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	โพแทสเซียม (มก./กก.)	อินทรียวัตถุ (%)
MN1	0.12	114.47	19.70	1.51
AE1	0.09	101.84	23.89	1.81
MN2	0.06	112.17	18.66	1.34
AE2	0.07	100.49	22.03	1.53
MN3	0.04	103.71	20.64	1.04
AN3	0.08	108.26	38.12	1.69
MN4	0.05	66.73	12.38	1.12
AN4	0.08	72.46	13.82	1.39

2) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ การปกคลุมของชั้นเรือนยอดที่หนาแน่นมีส่วนช่วยลดปริมาณแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาในสวน ซึ่งส่งผลต่อการช่วยรักษาอุณหภูมิอากาศภายในสวนให้มีค่าต่ำ (Yunis *et al*. 1990 และ Brooks and Kyker-Snowman, 2008) ซึ่งอุณหภูมิที่ต่ำมีส่วนช่วยชะลอการแข็งตัวของน้ำยางภายในท่อน้ำยาง (latex tube) (นุชนารถ กังพิศดาร และคณะ, 2556) ส่งผลให้การไหลของน้ำยางจากรอยกรีดมีระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น เกษตรกรจึงมีโอกาสได้รับผลผลิตน้ำยางที่มากขึ้น

จากผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศรายชั่วโมงตลอดหนึ่งอาทิตย์ระหว่างสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยวโดยผู้วิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของสวนยางพาราวนเกษตรต่ำกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว 1.44 องศาเซลเซียส ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของสวนยางพาราวนเกษตรจะมีค่าสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ดังตาราที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
MN1	29.90	71.12
MN2	28.85	82.10
MN3	25.76	95.92
MN4	27.43	88.14
ค่าเฉลี่ยของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว	*27.98*	*84.32*
AE1	28.08	76.32
AE2	27.79	85.49
AN3	24.71	98.81
AN4	25.60	96.22
ค่าเฉลี่ยของสวนยางวนเกษตร	*26.54*	*89.21*

AE1 MN1 AN4 และ MN4 เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3-10 สิงหาคม 2560 ขณะที่ AE2 MN2 AN3 และ MN3 เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 12-19 สิงหาคม 2560

ถึงแม้การปกคลุมเรือนยอดจะมีส่วนช่วยลดอุณหภูมิในการอากาศ แต่ก็ยังมีผลช่วยให้เกิดการสะสมความชื้นภายในสวนที่สูงขึ้นเช่นกัน (Brooks and Kyker-Snowman, 2008; Islam *et al*. 2016 และ Özkan and Gökbulak, 2017) สังเกตได้จากตารางที่ 5-4 ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของสวนยางพาราวนเกษตรมีสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว 4.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความชื้นดังกล่าวเป็นอุปสรรคสำคัญที่ส่งผลให้ในบางวันเกษตรกรของสวนยางพาราวนเกษตรไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางได้ โดยเฉพาะหลังฝนตก จากการสัมภาษณ์เกษตรกรสวนยางพารา

เชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรพบว่า ระยะเวลาหลังฝนตกที่ความชื้นจะลดลงและเข้าไปเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวจะสั้นกว่าสวนยางพาราวนเกษตร กล่าวคือ หากในวันที่ฝนตกในปริมาณที่ไม่สูงมาก เมื่อฝนหยุดตกแล้วเป็นเวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมง ความชื้นในอากาศภายในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวก็จะลดลงจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ในทางตรงข้ามสวนยางพาราวนเกษตรอาจต้องใช้เวลานาน 8-12 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นภายในสวนลดลง จึงจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ บางครั้งที่เกษตรกรสวนยางพาราวนเกษตรไม่สามารถรอให้ความชื้นในอากาศลดลงในระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เกษตรกรจึงต้องตัดสินใจหยุดพักการเก็บเกี่ยวผลผลิตในวันนั้น หากเกษตรฝืนเก็บเกี่ยวในขณะที่อากาศมีความชื้นสูง นอกจากเสี่ยงต่อเชื้อราเข้าสู่ต้นยางพาราผ่านรอยกรีดแล้ว (สถาบันวิจัยยาง, 2561) น้ำยางที่ออกมาจากรอยกรีดจะไหลบ่าออกนอกแนวกรีดและไม่ลงสู่ถ้วยรองรับน้ำยาง

นอกจากนี้ จากผลการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า รูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรมีต้นทุนในการกำจัดวัชพืชและต้นทุนในการใส่ปุ๋ยต่ำกว่าสวนยางเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นผลมาจากการปกคลุมของชั้นเรือนยอดและอัตราการร่วงหล่นในสวนยางพาราวนเกษตรมีมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายของชนิดพรรณและจำนวนของพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตร (สาระ บำรุงศรี และคณะ, 2555) ที่ช่วยลดแสงแดดส่องผ่านเข้ามาในพื้นที่ส่วน (Yunis *et al*. 1990 และ Brooks and Kyker-Snowman, 2008) ส่งผลให้วัชพืชต่าง ๆ ที่มีความต้องการแสงแดดในการเติบโต (De Wit *et al*. 2016) ส่งผลให้จำนวนวัชพืชที่เกษตรกรต้องกำจัดมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่มีการปกคลุมของชั้นเรือนยอดที่น้อยกว่า ขณะเดียวกันอัตราการร่วงหล่นสูงทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินของสวนยางพาราวนเกษตรสูงโดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นด้วย โดยรายละเอียดของมูลค่าต้นทุนในการกำจัดวัชพืช ผู้วิจัยจะอภิปรายอีกครั้งในหัวข้อ 5.2

ผลการศึกษาด้านผลผลิตยางพาราดังกล่าว สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) และ Warren-Thomas และคณะ (2020) พบว่า ปริมาณผลผลิตยางพาราระหว่างสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยไม่มีความแตกต่างกัน

ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ค้นพบว่า แรงจูงใจในการหันมาทำสวนยางพาราวนเกษตรของทั้ง 4 สวนมีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เกษตรกรมองเห็นถึงประโยชน์ของการปล่อยให้สวนมีลักษณะคล้ายกับสวนป่าในธรรมชาติ ไม่ว่าจะเนื่องจากประสบการณ์ส่วนตัวที่สังเกตเห็นว่าน้ำยางของต้นยางพาราที่เติบโตในสวนป่ามีปริมาณน้ำยางมากกว่าต้นยางพาราในสวนเชิงเดี่ยว หรือการสังเกตเห็นถึงการมีความหลากหลายของพืชและสัตว์ในสวนยางพาราวนเกษตรก็ตาม หรือการมองเห็นถึงความหลากหลายของรายได้เพื่อรองรับกรณีราคายางตกต่ำก็ตาม ในส่วนนี้ผู้วิจัยตั้ง

ข้อสังเกตว่า ในการที่จะเชิญชวนให้เกษตรกรหันมาสนใจการทำสวนยางวนเกษตรนั้น อาจต้องทำให้เกษตรกรเห็นถึงผลประโยชน์ดังกล่าวด้วยตัวเองก่อน จึงจะทำให้เกษตรกรหันมาสนใจการทำสวนยางพาราวนเกษตรนั้น

5.2 การอภิปรายผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์การทำสวนยางพาราในแต่ละรูปแบบ

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์การทำสวนยางพาราในแต่ละรูปแบบเมื่อรวมผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศทั้งหมดที่ประกอบด้วย บริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น ด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ ด้านการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้านการผลิตก๊าซออกซิเจน และด้านการศึกษา พบว่า มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของสวนยางพาราวนเกษตรทั้ง 4 พื้นที่มีมูลค่าสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่กรณีศึกษา ดังนั้น สวนยางพาราวนเกษตรจึงเป็นรูปการทำสวนยางพาราที่เหมาะสม โดยสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่ ได้แก่ AE1 AN3 และ AN4 มีมูลค่าผลประโยชน์สุทธิที่ใกล้เคียงกัน ขณะที่ AE2 มีมูลค่าสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตรพื้นที่อื่นค่อนข้างมาก ซึ่งผู้วิจัยจะอภิปรายถึงปัจจัยที่น่าจะส่งผลต่อผลการศึกษาดังกล่าว ดังนี้

1) ปัจจัยทางด้านต้นทุน

การทำสวนยางพาราวนเกษตร นับเป็นการทำการเกษตรอีกรูปแบบหนึ่งที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำ (Gouyon *et al*. 1993) จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อปริมาณต้นทุนของแต่ละสวนประกอบด้วย ค่าจ้างแรงงาน ค่าปุ๋ย จำนวนพื้นที่ และจำนวนพืชต่อไร่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ค่าจ้างแรงงาน

จากการศึกษาข้อมูลต้นทุนที่เกิดขึ้นในสวนยางพาราทั้ง 8 สวน พบว่า ค่าจ้างแรงงานในแต่ละสวนนั้นมีสัดส่วนสูงสุดเมื่อเทียบกับต้นทุนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพารา โดยสวนแต่ละพื้นที่มีสัดส่วนอยู่ระหว่างร้อยละ 48-75 ดังนั้น รูปแบบการดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับค่าจ้างแรงงานในแต่ละสวน จึงมีอิทธิพลสำคัญอย่างยิ่งเมื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์ สังเกตได้จากสวนยางพาราที่จำหน่ายผลผลิตในรูปยางแผ่นดิบ ได้แก่ MN1 และ AE1 ซึ่งมีการใช้แรงงานในการแปรรูปยางแผ่นดิบมากกว่าสวนอื่น ๆ เมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว ค่าจ้างแรงงานแปรรูปยางแผ่นดิบของ MN1 มีค่าเท่ากับ 13,062 บาทต่อไร่ และ AE1 มีค่าเท่ากับ 13,452 บาทต่อไร่ เพิ่มขึ้นมาจากสวนอื่น ในขณะที่สวนยางพาราพื้นที่อื่น ๆ ไม่มีต้นทุนด้านค่าจ้างแรงงานในการแปรรูปยางแผ่นดิบเนื่องจากจำหน่ายผลผลิตในรูปน้ำยางสด จึงเป็นสาเหตุสำคัญให้ต้นทุนผันแปรและต้นทุนรวมของสวนยางพารา MN1 และ AE1 มีค่าสูงกว่าสวนยางพาราสวนอื่น ๆ (ตารางที่ 4-15)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่า ต้นทุนที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร คือ ต้นทุนด้านแรงงานกำจัดวัชพืช ซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรที่มีความหลากหลายชนิดและจำนวนของพืชร่วมในพื้นที่สวนที่ส่งผลต่อการเพิ่มการปกคลุมชั้นเรือนยอด (สาระ บำรุงศรี และคณะ, 2554 และเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ, 2557) ซึ่งช่วยลดปริมาณแสง (*Yunis et al.* 1990 และ Brooks and Kyker-Snowman, 2008) ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของวัชพืช (De Wit *et al*. 2016) ดังนั้น ปริมาณของวัชพืชที่เกษตรกรต้องกำจัดจึงมีปริมาณน้อย ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการกำจัดได้ ดังเช่น AE1 และ AN3 ในแต่ละปีจะจ้างแรงงานนอกครัวเรือนกำจัดวัชพืชแค่เฉพาะบริเวณรอบโคนต้นยางพารา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่แสงส่องผ่านระหว่างรอยต่อเรือนยอดของยางพาราและพืชร่วม AN4 ลดความถี่การกำจัดวัชพืชเหลือ 5 ปีต่อครั้ง เนื่องจากวัชพืชในสวนเติบโตช้า และ AE2 หยุดกำจัดวัชพืชตั้งแต่สวนยางพาราอายุ 5 ปี เนื่องจากแทบไม่มีวัชพืชจำพวกหญ้าขึ้นปกคลุมในพื้นที่สวน โดยความแตกต่างทางมูลค่าต้นทุนแรงงานกำจัดวัชพืชระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรสามารถสังเกตได้จากตารางที่ 5-5 ซึ่งสวนยางพาราวนเกษตรทุกสวนมีต้นทุนกำจัดวัชพืชต่ำกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

ตารางที่ 5-5 มูลค่าต้นทุนการกำจัดวัชพืชตลอดอายุโครงการสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนกำจัดวัชพืชตลอดอายุโครงการ (บาท/ไร่)
MN1	5,690
AE1	4,119
MN2	5,716
AE2	364
MN3	4,899
AN3	4,548
MN4	7,769
AN4	608

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ทดลองปรับเพิ่มค่าจ้างขั้นต่ำของแต่ละพื้นที่ศึกษาเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ซึ่งค่าจ้างขั้นต่ำ ถูกใช้ในการคำนวณมูลค่าของต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับแรงงานในแต่ละสวน พบว่า สวนยางพาราทั้ง 8 สวน มีมูลค่าผลประโยชน์สุทธิลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4-18) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ค่าแรงจ้างแรงงานล้วนเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในแต่ละสวน และหากเกษตรกรยังคงพึ่งพาปัจจัยการผลิตเป็นจำนวนมาก ในอนาคตผลประโยชน์สุทธิของสวนยางพาราแต่ละแห่งมีแนวโน้มที่จะลดลง

1.2) ค่าปุ๋ย

ปุ๋ยบำรุงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนแปรผันและต้นทุนรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในสวนยางพาราทั้ง 8 แห่ง โดยการทำสวนยางพาราวนเกษตรช่วยลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยบำรุงได้ทั้งต้นทุนจากแรงงานในการใส่ปุ๋ยและต้นทุนของปุ๋ย ซึ่งจากรูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ส่วนใหญ่มีการใส่ปุ๋ยบำรุงน้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ดังนี้ AE2 หยุดใส่ปุ๋ยเคมีหลังจากสวนยางอายุ 5 ปี AN3 ใส่ปุ๋ยเคมีในความถี่ 2 ปีต่อ 1 ครั้ง AN4 หยุดใส่ปุ๋ยเคมีตั้งแต่สวนยางอายุ 25 ปี ส่วน AE1 ยังคงใส่ปุ๋ยในความถี่ปกติแต่ปรับเปลี่ยนจากการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยอินทรีย์

จากมูลค่าปัจจุบันของค่าปุ๋ยบำรุงที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ 50 ปี ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรแต่ละคู่ที่ศึกษาเปรียบเทียบ สวนยางพาราเชิงเดี่ยวทุกสวนมีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าปุ๋ยบำรุงสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตร ด้วยเหตุนี้ต้นทุนผันแปรและต้นทุนรวมของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวจึงมีค่าสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นคู่ศึกษาเปรียบเทียบ (ตารางที่ 4-15) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง MN1 ที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยบำรุงให้ยางพาราปีละ 2 ครั้งตลอดอายุโครงการทำสวนยาง ดังนั้น มูลค่าของปุ๋ยบำรุงที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราของ MN1 จึงมีค่าสูงแตกต่างจากสวนอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด ดังตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-6 มูลค่าปัจจุบันของปุ๋ยบำรุงตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนปุ๋ยบำรุงตลอดอายุโครงการ (บาท/ไร่)
MN1	24,557
AE1	8,149
MN2	12,215
AE2	5,857
MN3	18,159
AN3	14,413
MN4	12,215
AN4	10,199

1.3) ขนาดพื้นที่สวน

ขนาดของพื้นที่สวนยางพาราเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแตกต่างของต้นทุนรวมของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนคงที่ที่ไม่ได้แปรผันตามกำลังผลิตหรือขนาดที่ดินของสวนยางพารา ดังนั้น สวนยางพาราที่มีขนาดใหญ่จึงมีต้นทุนคงที่ที่ต่ำกว่าสวนยางพาราที่มีขนาดเล็กกว่า ตัวอย่างเช่น มูลค่าของโรงเรือนที่จัดเป็นต้นทุนคงที่ของสวน AE1 ใช้โรงเรือนขนาดใหญ่เพื่อดำเนินกิจกรรมแปรรูปยางแผ่นดิบ ซึ่งมีต้นทุนการก่อสร้างโรงเรือน 36,000 บาท เพื่อใช้แปรรูปยางแผ่นดิบจากสวนยางพาราจำนวน 40 ไร่ ดังนั้น เมื่อคำนวณเป็นมูลค่าต่อพื้นที่ ต้นทุนโรงเรือนของ AE1 มีมูลค่าเท่ากับ 900 บาทต่อไร่ ขณะที่ MN1 แม้ใช้โรงเรือนขนาดเล็กกว่า ซึ่งมีมูลค่า 10,000 บาท แต่ใช้เพื่อแปรรูปยางแผ่นดิบจากสวนยางพาราขนาดเพียง 6 ไร่ และเมื่อคำนวณเป็นมูลค่าต่อพื้นที่ ต้นทุนโรงเรือนของ MN1 มีมูลค่าเท่ากับ 1,667 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่า AE1 เป็นต้น สำหรับมูลค่าต้นทุนในการดำเนินกิจกรรมอื่น ๆ ของสวนยางพาราแต่ละพื้นที่ศึกษา สามารถอ่านเพิ่มได้ที่ภาคผนวก ซ

1.4) จำนวนพืชต่อไร่

เนื่องจากสวนยางพาราทุกสวนในครั้งนี้ มีการปลูกยางพาราด้วยระยะห่างเดียวกันคือ 3x7 เมตร ดังนั้น จำนวนต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับยางพาราจึงมีความใกล้เคียงกัน แต่ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตรนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับพืชร่วมนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะในสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วม ได้แก่ AE1 และ AE2 ซึ่งเป็นต้นทุนของต้นกล้าที่เกษตรกรนำมาปลูก และค่าแรงงานในการปลูกต้นกล้าเหล่านั้น

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้มูลค่าของต้นทุนกล้าไม้พืชร่วมและค่าแรงในการปลูกกล้าไม้พืชร่วมเหล่านั้นมีมูลค่าที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับต้นทุนอื่น ๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าเหล่านั้นระหว่างสวน AE1 และ AE2 ก็จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันตามจำนวนพรรณไม้พืชร่วม กล่าวคือ AE1 มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนกล้าไม้พืชร่วมเท่ากับ 83 บาทต่อไร่ และมีมูลค่าปัจจุบันของค่าแรงงานในการปลูกกล้าไม้พืชร่วมเท่ากับ 11 บาทต่อไร่ ขณะที่ AE2 ที่มีจำนวนของพรรณไม้พืชร่วมในพื้นที่สวนยางพาราสูงกว่า AE1 นั้น มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนกล้าไม้พืชร่วมเท่ากับ 460 บาทต่อไร่ และมีมูลค่าปัจจุบันของค่าแรงงานในการปลูกกล้าไม้พืชร่วมเท่ากับ 488 บาทต่อไร่

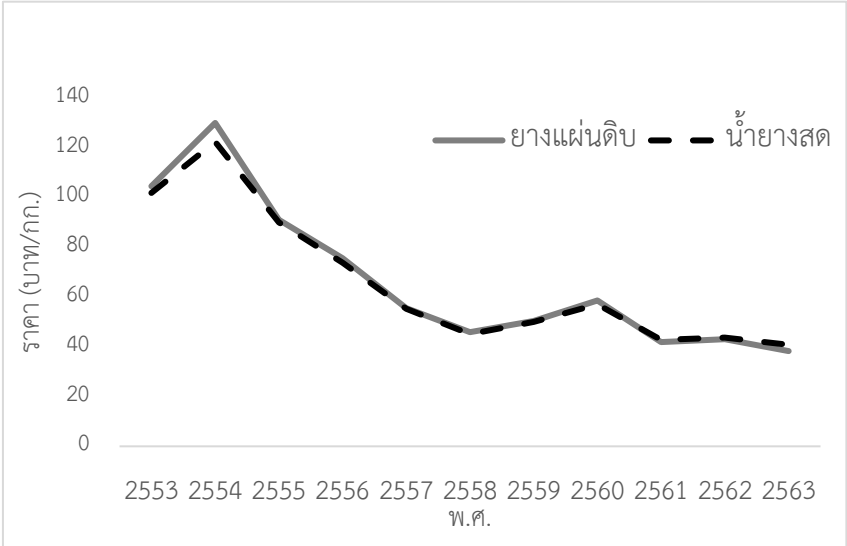
2) ปัจจัยทางด้านผลประโยชน์

นอกเหนือจากต้นทุนแล้ว ผลประโยชน์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อการคำนวณผลประโยชน์สุทธิ โดยองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่าผลประโยชน์สุทธิประกอบด้วย ราคา

ผลผลิตยางพารา จำนวนวันกรีด ราคาและจำนวนเนื้อไม้ต่อพื้นที่ และบริการทางระบบนิเวศด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1) ราคาผลผลิตยางพารา

การศึกษาครั้งนี้ใช้ราคาผลผลิตยางพารา ยางแผ่นดิบเท่ากับ 36.50 บาทต่อกิโลกรัม และราคาน้ำยางสด (DCR) เท่ากับ 35.5 บาทต่อกิโลกรัม ประจำวันที่ 27 มีนาคม 2563 จากสำนักงานตลาดกลางยางพารา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (การยางแห่งประเทศไทย, 2563) ซึ่งราคาดังกล่าวถือว่าเป็นราคาที่ต่ำมาก อันเป็นผลกระทบจากปัญหาราคาผลผลิตยางพาราตกต่ำที่เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2555 ประเทศไทยเผชิญปัญหาราคาผลผลิตยางพาราตกต่ำมาโดยตลอด ดังภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 ราคาเฉลี่ยรายปีของผลผลิตยางพาราระหว่าง พ.ศ. 2553-2563
ที่มา: การยางแห่งประเทศไทย (2563)

จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์พบว่า ถึงแม้การทำสวนยางพาราทั้งสองรูปแบบยังคงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่แล้วมีค่าค่อนข้างต่ำ และการที่มูลค่าดังกล่าวยังมีความคุ้มค่านั้นได้มีการวิเคราะห์โดยรวมผลประโยชน์จากบริการทางระบบนิเวศต่าง ๆ เข้าไปด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์จากตารางที่ 4-17 ซึ่งเป็นการคิดเฉพาะผลประโยชน์ที่เกษตรกรสามารถนำไปจำหน่ายในระบบตลาดได้เท่านั้น (ไม่รวมมูลค่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การผลิตก๊าซออกซิเจน และการศึกษา) สวนยางพาราเชิงเดี่ยวทุกสวนจะไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนและมีมูลค่า

ปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิติดลบทุกสวน มีเพียงสวนยางพาราวนเกษตร AE2 และ AN3 เท่านั้น ที่ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุน

สาเหตุที่ AE2 และ AN3 ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุนนั้น เป็นผลมาจากสวนยางพาราวนเกษตรทั้ง 2 สวน มีมูลค่าของต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินการทำสวนยางพาราที่ต่ำที่สุด ซึ่งเป็นจุดเด่นของสวนยางพาราวนเกษตรที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นรูปแบบของการทำเกษตรที่ใช้ปัจจัยการผลิตที่ต่ำ (Gouyon *et al*. 1993) และสวนยางพาราทั้งสองยังมีมูลค่าผลประโยชน์จากพืชร่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง AE2 ที่มีมูลค่าผลประโยชน์จากเนื้อไม้ของพืชร่วมซึ่งเป็นไม้ป่าเศรษฐกิจที่มีมูลค่าสูง

ทั้งนี้ เมื่อผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้วยการปรับราคาผลผลิตยางพาราให้เท่ากับราคาประกันของรัฐบาล ซึ่งราคายางแผ่นดิบเท่ากับ 60 บาทต่อกิโลกรัม และผลผลิตน้ำยางสดเท่ากับ 57 บาทต่อกิโลกรัม พบว่ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของการทำสวนยางพาราทุกพื้นที่นั้นเพิ่มสูงขึ้นดังตารางที่ 4-18 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าราคาประกันดังกล่าวเป็นราคาที่ทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการทำสวนยางพารา

2.2) จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพารา

จำนวนของวันเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพารา นอกจากมีความสัมพันธ์กับต้นทุนค่าจ้างแรงงานที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ในปัจจัยด้านต้นทุนแล้ว ยังมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณผลผลิตยางพาราที่เกษตรกรได้รับในแต่ละรอบปี (สถาบันวิจัยยาง, 2554a) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ตัวเลขของจำนวนวันกรีดของสวนยางพาราวนเกษตรกับจำนวนผลผลิตต่อไร่มีความน่าสนใจ กล่าวคือ มีเพียงคู่เดียวเท่านั้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวให้ผลผลิตด้านน้ำยางสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตรทั้ง ๆ ที่มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน (MN1 กับ AE1) ส่วนสวนยางพาราคู่ที่ 2 จำนวนวันกรีดของสวนยางพาราวนเกษตรไม่ได้ลดลงตามที่เกษตรเคยกังวลใจ (MN2 กับ AE2) และปริมาณน้ำยางก็ยังมากอยู่ด้วย สำหรับสวนยางพาราคู่ที่ 3 (MN3 กับ AN3) และ 4 (MN4 กับ AN4) นั้นมีจำนวนวันกรีดที่น้อยมาก อันเนื่องมาจากสาเหตุที่เกษตรกรไม่ว่างกรีด เพราะมีภาระหน้าที่อย่างอื่นเป็นหลัก ไม่ใช่เป็นเหตุผลเพราะการกรีดไม่ได้เนื่องจากความชื้นสูง และผลผลิตน้ำยางก็ยังไม่ถือว่าน้อย ซึ่งหากพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยต่อวันของสวนทั้งหมด ก็จะพบว่าสวนยางพาราวนเกษตรมีผลผลิตยางธรรมชาติสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวถึง 3 คู่ ดังตารางที่ 5-7 ดังนั้นในกรณีของสวนที่ 3 และ 4 หากมิใช่เพราะติดภารกิจจึงกรีดยางไม่ได้ ผลประโยชน์ด้านผลผลิตยางธรรมชาติก็ไม่ได้ด้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเลย

ตารางที่ 5-7 จำนวนวันกรีดและผลผลิตยางธรรมชาติ ณ ปีที่เก็บข้อมูล (2559)

พื้นที่ศึกษา	จำนวนวันกรีด	ผลผลิตต่อไร่ต่อปี	ผลผลิตเฉลี่ยต่อวันกรีด
MN1	161	292.17	1.81
AE1	163	134.53	0.83
MN2	117	160.64	1.37
AE2	130	218.48	1.60
MN3	161	234.32	1.46
AN3	124	208.13	1.68
MN4	112	249.06	2.22
AN4	59	139.66	2.37

นอกจากนี้ ยังมีประเด็นที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่งเกี่ยวกับจำนวนวันกรีดก็คือ ถึงแม้จากการสะท้อนความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันว่า จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของสวนยางพาราวนเกษตรมีแนวโน้มน้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นผลมาจากการสะสมความชื้นภายในสวน แต่เมื่อพิจารณาตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารา 50 ปี พบว่า สวนยางพาราวนเกษตร AE1 และ AE2 มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่กรณีศึกษาเปรียบเทียบ ขณะที่ AN3 และ AN4 มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตที่น้ำกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่กรณีศึกษาเปรียบเทียบ (ตารางที่ 5-8)

ทั้งนี้ สาเหตุที่สวนยางพาราวนเกษตร AE1 และ AE2 มีจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตสูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่ศึกษาเปรียบเทียบนั้น เนื่องจากการทำสวนยางพาราวนเกษตรมีรอบการทำสวนยางพาราที่ยาวนานถึง 50 ปี จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีที่ 7-50 ขณะที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เฉพาะในช่วงปีที่ 7-25 แล้วก็ต้องโค่นล้มยางพาราเพื่อปลูกใหม่ และต้องรอเวลาอีก 7 ปี จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อีกครั้งในปีที่ 33-50 ซึ่งทำให้ต้องมีช่วงเวลาระหว่างปีที่ 26-32 ที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ โดยรวมแล้วสวนยางพาราวนเกษตรจึงมีจำนวนวันกรีดมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวตลอดอายุโครงการ 50 ปี ขณะที่ AN3 และ AN4 ที่มีจำนวนวันกรีดน้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่กรณีศึกษาเปรียบเทียบ เนื่องจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราวนเกษตรทั้งสองนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะติดภารกิจส่วนตัว ไม่ได้เกิดจากการสะสมความชื้นภายในสวนจนไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ จำวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

ตารางที่ 5-8 จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดอายุโครงการในแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดอายุโครงการ (วัน)*
MN1	6,118
AE1	7,319
MN2	4,824
AE2	5,780
MN3	6,384
AN3	5,816
MN4	5,120
AN4	4,019

*จำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ 50 ปี ของสวนยางพาราแต่ละสวนไม่คงที่ สามารถอ่านข้อมูลจำนวนวันกรีดในแต่ละปีจากตารางที่ 4-9 หรือภาคผนวก ซ

ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่า การทำสวนยางพาราวนเกษตรมีจุดเด่นที่เหนือกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในด้านของจำนวนวันเก็บเกี่ยว ที่เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวได้อย่างต่อเนื่องตลอด 50 ปี ถึงแม้ในบางช่วง เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพาราวนเกษตรจะไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เนื่องจากการสะสมความชื้นภายในสวน แต่ถือได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวนั้น เป็นช่วงเวลาที่บังคับให้เกษตรกรหยุดพักการกรีด เพื่อลดผลกระทบจากการที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้ระบบกรีดความถี่สูงที่เป็นสาเหตุสำคัญของอาการเปลือกแห้งในยางพารา (สถาบันวิจัยยาง, 2561) ซึ่งเป็นอาการผิดปกติที่เกิดการสร้างเซลล์ทาโลส (Talose) ภายในท่อน้ำยางเป็นจำนวนมากจนเกิดการอุดตัน (สถาบันวิจัยยาง, 2561)

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาที่มีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่า จำนวนวันกรีดของสวนยางพาราทุกแห่งนั้น ไม่ได้ขึ้นปัจจัยทางสภาพอากาศหรือความชื้นที่สะสมในอากาศที่ส่งผลต่อจำนวนเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่ยังคงมีปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัวของเกษตรกรอีกด้วย เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์จากการทำสวนยางพาราวนเกษตรที่ไม่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิต ผู้วิจัยทดลองปรับจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราของทุกสวนเท่ากันที่ 160 วัน ซึ่งเป็นจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิตขั้นต่ำสุดที่เกษตรในพื้นที่ภาคใต้ควรมี พบว่า สวนยางพาราวนเกษตรมีมูลค่าผลประโยชน์สุทธิที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวดังตารางที่ 4-18 นั้นแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้จำนวนวันกรีดระหว่างสวนยยาพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรในแต่ละปีเท่ากัน แต่ด้วยความได้เปรียบที่สวนยางพาราวนเกษตรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องตลอด 50 ปีนั้น จึงเป็นผลให้สวนยางพาราวนเกษตรยังคงสามารถให้มูลค่าผลประโยชน์สุทธิที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

2.3) ราคาและจำนวนเนื้อไม้ต่อพื้นที่

เนื้อไม้เป็นผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศที่สำคัญ ซึ่งสามารถสร้างรายได้แก่เกษตรกรได้ในปีสุดท้ายหรือปีที่ตัดโค่นล้มและนำเนื้อไม้เหล่านั้นไปจำหน่ายในระบบตลาด ในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากได้กำหนดอายุโครงการไว้ 50 ปี ดังนั้น จึงพบว่าผลประโยชน์จากเนื้อไม้ยางพาราในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตร (ตารางที่ 4-15) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวนั้น สามารถจำหน่ายเนื้อไม้ยางพาราได้ 2 รอบในปีที่ 25 และปีที่ 50 ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรจำหน่ายเนื้อไม้ยางพาราได้เพียง 1 รอบ ซึ่งอาจจะถือว่าเป็นจุดด้อยสำหรับสวนยางพาราวนเกษตรอยู่บ้าง อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาจากผลประโยชน์มูลค่าเนื้อไม้พืชร่วมของ AE2 พบว่า มีมูลค่าที่สูงมากซึ่งเพียงพอที่จะทดแทนมูลค่าเนื้อไม้ยางพาราของสวนยางพาราวนเกษตรที่มีมูลค่าต่ำกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวได้ ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรอื่น ๆ นั้น มีมูลค่าเนื้อไม้ของพืชร่วมที่ต่ำมาก

ปัจจัยที่สำคัญทำให้ AE2 มีมูลค่าผลประโยชน์เนื้อไม้พืชร่วมที่สูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตรสวนอื่น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวน AE2 ปลูกพรรณไม้ที่มีราคาซื้อขายสูงและปลูกเป็นจำนวนมาก และเริ่มทยอยปลูกตั้งแต่ปีที่ 4 ของการทำสวนยางพารา ดังนั้น เมื่อสิ้นสุดอายุโครงการปีที่ 50 พรรณไม้เหล่านั้นจึงมีขนาดที่ใหญ่และมีจำนวนมาก ซึ่งมีผลต่อการคำนวณมูลค่าผลประโยชน์สุทธิด้านเนื้อไม้อย่างมาก ขณะที่สวนอื่น ๆ มีการปลูกพืชร่วมในปีที่ล่าช้ากว่ามาก ดังนี้ AE1 ปลูกพืชร่วมในปีที่ 15 AN3 ปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาในปีที่ 16 และ AN4 ปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาในปีที่ 30 ดังนั้นสวนยางพาราวนเกษตรสวนอื่น ๆ เมื่อสิ้นสุดโครงการที่ 50 ปี พรรณไม้พืชร่วมจึงยังมีขนาดเล็กกว่าพรรณไม้ใน AE2 ประกอบกับพรรณไม้ในสวนยางพาราวนเกษตรทั้ง 3 สวนไม่ใช่พรรณไม้เศรษฐกิจที่มีราคาสูง และยังมีจำนวนที่น้อยกว่า AE2 ด้วย ส่งผลให้มูลค่าผลประโยชน์เนื้อไม้จึงต่ำกว่า AE2 เป็นอย่างมาก

สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเนื้อไม้ของพรรณไม้ในสวนยางพารานั้น จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยพบเพียงการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อไม้ของยางพาราในการศึกษาของระวีเจียรวิภา และคณะ (2552) ที่ศึกษาปริมาตรเนื้อไม้ยางพาราในแปลงทดลองสถานีวิจัยเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา พบว่า ต้นยางพาราอายุ 25 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 0.29 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น เมื่อคำนวณปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 76 ต้นต่อไร่ จึงมีค่าเท่ากับ 22.18 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งคำนวณเป็นน้ำหนักเนื้อไม้ด้วยสมการของกฤษดา สังข์สิงห์ และคณะ (2550) พบว่า มีค่าเท่ากับ 22,400 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่งานวิจัยครั้งนี้ สวนยางพาราที่อายุ 25 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้อยู่ระหว่าง 18.09-21.27 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และมีน้ำหนักเนื้อไม้อยู่ระหว่าง 18,265.83-21,478.89 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 5-9

ตารางที่ 5-9 ปริมาตราเนื้อไม้และน้ำหนักเนื้อไม้ยางพาราของพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งที่อายุ 25 ปี

พื้นที่ศึกษา	ปริมาตรเนื้อไม้ยางพารา (ลบ.ม. / ไร่)	น้ำหนักเนื้อไม้ยางพารา (กก. / ไร่)
MN1	18.09	18,265.83
AE1	20.37	20,576.46
MN2	20.95	21,160.84
AE2	20.32	20,518.43
MN3	18.31	18,490.44
AN3	20.15	20,347.08
MN4	20.45	20,655.28
AN4	21.27	21,478.89

สาเหตุที่ปริมาตรเนื้อไม้และน้ำหนักเนื้อไม้ของยางพาราที่ 25 ปีในแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาต่ำกว่างานวิจัยของระวี เจียรวิภา และคณะ (2552) นั้น อาจมีสาเหตุจากหลายปัจจัย แต่ปัจจัยที่มีอิทธิพลสำคัญ คือ การที่สวนยางพาราส่วนใหญ่ใช้ระบบกรีดความถี่สูง ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตของยางพารา (Silpi *et al.* 2006) และการดูแลบำรุงรักษาดิน ที่พบว่าสวนยางพาราแต่ละแห่งที่เป็นพื้นที่ศึกษามีปริมาณธาตุอาหารในดินที่ต่ำ (ตารางที่ 5-3) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารในดินของสถาบันวิจัยยาง (2554b) (ตารางที่ 5-10) โดยการเติบโตของยางพารานั้นมีอิทธิพลสำคัญต่อการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักของเนื้อไม้ยางพารา

ตารางที่ 5-10 ค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารในดินของสวนยางพารา

ธาตุอาหาร	หลักเกณฑ์		
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ไนโตรเจน (%)	<0.11	0.11-0.25	>0.25
ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	<11	11-30	>30
โพแทสเซียม (มก./กก.)	<40	40-60	>60
อินทรียวัตถุ (%)	<0.5	0.5-1.5	>1.5

อย่างไรก็ตาม มูลค่าเนื้อไม้ของ AE2 ที่ประเมินได้นั้นมีข้อสังเกตบางประการที่ต้องกล่าวถึงไว้ในที่นี้ นั่นคือ การปลูกพืชร่วมในพื้นที่ AE2 ค่อนข้างจะมีความหนาแน่นสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตรพื้นที่อื่น ๆ จากการที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลขนาดพรรณไม้เพื่อนำมาใช้สร้างสมการพยากรณ์การเติบโตนั้น พบว่า AE2 ปลูกพืชร่วมจำนวน 2 แถวตรงกลางที่ว่างระหว่างแถวของ

ยางพารา โดยแต่ละระหว่างแถวและระหว่างต้นพืชร่วมมีระยะห่างเพียงแค่ 1.5 เมตร ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่ ปลูกพืชร่วมเพียง 1 แถว ตรงกลางของพื้นที่ว่างระหว่างแถวยางพาราและระหว่างพืชร่วมมีระยะห่างประมาณ 3 เมตร จากการทบทวนเอกสารพบว่า ระยะห่างเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของพืช (อรุณี ภู่สุดแสวง, 2553) ดังนั้น การที่ระยะห่างของพืชใน AE2 น้อยกว่าสวนยางวนเกษตรพื้นที่อื่น ๆ จึงมีความเป็นไปได้ว่า การใช้สมการพยากรณ์การเติบโตที่ส่วนใหญ่สร้างจากข้อมูลขนาดของพืชร่วมที่มีระยะปลูกแตกต่างจาก AE2 อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการเติบโตของพืชร่วม AE2 ที่สูงเกินจริง สำหรับประเด็นนี้ควรต้องมีการศึกษาโดยละเอียดต่อไปในอนาคตเพื่อให้ได้คำตอบที่แน่ชัดมากขึ้นเกี่ยวกับความหนาแน่นที่เหมาะสมของพืชร่วมในสวนยางพาราวนเกษตร

นอกจากนี้ ในระยะหลังพบว่า แนวโน้มราคาเนื้อไม้ของพืชร่วมมีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กรมป่าไม้, 2554, 2559) ตามความต้องการใช้ประโยชน์ในทั่วโลกที่เพิ่มสูงขึ้น (FAO, 2010) ซึ่งปัจจัยนี้จะมีส่วนช่วยให้มูลค่าสุทธิของการทำสวนยางพาราวนเกษตรมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวในสถานการณ์ที่ 4 (ตารางที่ 4-18) โดยปรับเพิ่มราคาเนื้อไม้พืชร่วมให้สูงขึ้นกว่าราคาในปัจจุบัน ก็พบว่า มูลค่าผลประโยชน์สุทธิของสวนยางพาราวนเกษตรมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น

ดังนั้น การทำสวนยางพาราวนเกษตร หากเกษตรกรมีความต้องการจะได้รับผลประโยชน์จากเนื้อไม้ของพืชร่วมสูงที่สุด พรรณไม้ที่จะใช้เป็นพืชร่วมภายในสวนต้องคำนึงถึงราคาซื้อขายเป็นหลัก และควรปลูกตั้งแต่ในช่วงเริ่มต้นของการทำสวนยางพารา แต่ต้องคำนึงถึงจำนวนความหนาแน่นของพืชที่เหมาะสมด้วย เพื่อที่จะให้พรรณไม้พืชร่วมเหล่านั้นมีขนาดใหญ่และสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้สูงที่สุดเมื่อถึงเวลาโค่นล้มในช่วงสิ้นสุดโครงการทำสวนยางพารา

2.4) ปริมาณการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2

การดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 เป็นบริการทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นคู่กันระหว่างการเติบโตของพรรณไม้ หากพิจารณาถึงสัดส่วนการให้ผลประโยชน์ในสวนยางพาราทั้ง 8 แห่ง พบว่า การดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 สามารถให้มูลค่าผลประโยชน์เป็นอันดับต้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ (ตารางที่ 4-15)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสวนยางพาราวนเกษตรและสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นกรณีศึกษา พบว่า ในทุกคู่มีมูลค่าปริมาณการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ของสวนยางพาราวนเกษตรที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว โดยสาเหตุสำคัญเป็นผลมาจากระยะเวลาในการปลูกยางพาราในสวนยางพาราวนเกษตรนั้นมีระยะยาวต่อเนื่องตลอด 50 ปี ส่งผลให้ยางพาราในสวนยางพาราวนเกษตรสามารถให้บริการทางระบบนิเวศด้านการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ได้อย่างต่อเนื่อง ปริมาณและมูลค่า

ของการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 จึงสูงกว่ายางพาราที่ปลูกในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ที่เมื่อเกษตรกรปลูกครบ 25 ปี ก็จะทำการโค่นและปลูกทดแทนใหม่ นอกจากนี้ ในสวนยางพาราวนเกษตรเองยังมีพืชร่วมที่ช่วยเสริมศักยภาพในการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ให้สูงมากยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 5-11

ตารางที่ 5-11 ปริมาณและมูลค่าปัจจุบันของการดูดซับก๊าซ CO_2 และการผลิต O_2 ตลอดอายุโครงการในแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	พรรณไม้	การดูดซับ CO_2 ตลอดอายุโครงการ		การผลิต O_2 ตลอดอายุโครงการ	
		ปริมาณ (ตัน CO_2/ไร่)	มูลค่า (บาท/ตัน CO_2 /ไร่)	ปริมาณ (กก. O_2/ไร่)	มูลค่า (บาท/กก. O_2/ไร่)
MN1	ยางพารา	132.47	4,318	86,801.68	215,445
	รวม	***132.47***	***4,318***	***86,801.68***	***215,445***
AE1	ยางพารา	153.29	4,112	100,446.54	205,137
	พืชร่วม	67.33	302	46,829.12	18,422
	รวม	***220.62***	***4,414***	***147,275.66***	***223,559***
MN2	ยางพารา	168.69	5,932	110,536.24	295,943
	รวม	***168.69***	***5,932***	***110,536.24***	***295,943***
AE2	ยางพารา	164.34	4,656	107,686.23	232,313
	พืชร่วม	466.21	6,670	324,340.61	353,322
	รวม	***630.55***	***11,326***	***432026.84***	***585,635***
MN3	ยางพารา	138.27	4,749	90,605.50	236,924
	รวม	***138.27***	***4,749***	***90,605.50***	***236,924***
AN3	ยางพารา	181.79	4,769	119,122.64	237,949
	พืชร่วม	16.27	72	11,320.83	3,813
	รวม	***198.06***	***4,841***	***130443.47***	***241,762***
MN4	ยางพารา	147.82	4,913	81,378.47	236,549
	รวม	***147.82***	***4,913***	***81,378.47***	***236,549***
AN4	ยางพารา	190.83	5,025	138,254.96	256,887
	พืชร่วม	15.99	98	11,125.69	5,197
	รวม	***206.82***	***5,123***	***149,380.65***	***262,084***

จากตารางที่ 5-11 สังเกตได้ว่า AE2 สามารถให้ผลประโยชน์การดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ที่สูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตรอื่น ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลในลักษณะเดียวกับการให้ผลประโยชน์ด้านเนื้อไม้ที่ได้อธิบายไว้ข้างต้นแล้ว คือ AE2 เริ่มทยอยปลูกพรรณไม้พืชร่วมตั้งปีการทำสวนยางพาราในปีที่ 4 ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรแปลงอื่น ๆ เริ่มต้นการปลูกหรือปล่อยให้มี

พืชร่วมช้ากว่า AE2 เป็นเวลานาน โดย AE1 ปลูกพืชร่วมในปีที่ 15 AN3 ปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาในปีที่ 16 และ AN4 ปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมาในปีที่ 30

สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดซับ CO_2 ของพรรณไม้ในสวนยางพารานั้น จากการทบทวนเอกสาร ผู้วิจัยพบเพียงการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับยางพารา และยังไม่พบการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับพืชร่วมยางพาราชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในการศึกษาครั้งนี้ โดยพบว่า ปริมาณการดูดซับ CO_2 ของยางพาราในแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ มีค่าอยู่ระหว่าง 2.70-3.80 ตัน CO_2 ต่อไร่ต่อปี (ตารางที่ 5-12) ซึ่งมีค่าต่ำกว่างานวิจัยขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554) ที่พบว่าสวนยางในประเทศไทยมีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 ประมาณปีละ 4 ตัน CO_2 ต่อไร่ต่อปีและงานวิจัยของระวี เจียรวิภาและคณะ (2555) ที่ศึกษาประมาณการกักเก็บคาร์บอนของสวนยางพาราในอำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นปริมาณการดูดซับ CO_2 ในแต่ละปีเฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 4.37 ตัน CO_2 ต่อไร่ต่อปี

ตารางที่ 5-12 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดซับ CO_2 ของยางพาราแต่ละปีของสวนยางพาราแต่ละสวน

พื้นที่ศึกษา	MN1	AE1	MN2	AE2	MN3	AN3	MN4	AN4
ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดซับ CO_2 รายปีของยางพารา (CO_2 ตัน/ปี/ไร่)	2.70	3.07	3.37	3.29	2.80	3.64	2.96	3.80

สาเหตุที่ยางพาราในแต่ละสวนที่เป็นพื้นที่ศึกษาครั้งนี้ดูดซับ CO_2 ได้ต่ำกว่างานวิจัยอื่น ๆ นั้น เช่นเดียวกับที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ในการเปรียบเทียบปริมาตรและน้ำหนักเนื้อไม้ยางพาราก่อนหน้านี้ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลสำคัญ คือ การที่สวนยางพาราส่วนใหญ่ใช้ระบบกรีดความถี่สูง ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตของยางพารา (Silpi *et al.* 2006) และการดูแลบำรุงรักษาดิน ที่พบว่าสวนยางพาราแต่ละแห่งที่เป็นพื้นที่ศึกษามีปริมาณธาตุอาหารในดินที่ต่ำ (ตารางที่ 5-3) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารในดินของสถาบันวิจัยยาง (2554b) (ตารางที่ 5-10) โดยการเติบโตของยางพารานั้นมีอิทธิพลสำคัญต่อขนาดของต้นยางพาราและการคำนวณปริมาณการดูดซับ CO_2 (Meepol, 2010)

อย่างไรก็ตาม การให้ผลประโยชน์การดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 ของ AE2 อาจมีค่าสูงเกินจริง ซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นของจำนวนพรรณไม้ใน AE2 ที่มีสูงกว่าสวนอื่น ๆ ที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลขนาดพรรณไม้เพื่อใช้การสร้างสมการพยากรณ์ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้

2.5) ผลประโยชน์ด้านผลผลิตอื่น ๆ นอกเหนือจากยางพารา

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถประเมินมูลค่าผลผลิตอื่น ๆ นอกเหนือจากยางพาราได้ครบทุกรายการ เช่น ผลผลิตด้านสมุนไพร ซึ่งพบในพื้นที่ AN4 ได้แก่ กำลังหนุมาน (*Dracaena conferta* Ridl.) และม้ากระทืบโรง (*Ficus foveolata* Wall.) เนื่องจากกำลังหนุมานและม้ากระทืบโรงไม่ปรากฏอยู่ในแปลงสำรวจที่สุ่มพบ (แต่เกษตรกรเจ้าของสวนให้ข้อมูลว่ามีชนิดพรรณไม้ดังกล่าว) จึงทำให้ไม่อยู่ในรายการประเมินมูลค่า ประกอบกับเกษตรกรเองก็ไม่ได้เก็บหาเพื่อใช้ประโยชน์ เพราะต้องการอนุรักษ์ไว้ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตต่าง ๆ เหล่านี้ถือว่ามีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในอนาคต

ปริมาณศักยภาพผลผลิตนี้ ก็พบในสวน AE1 เช่นเดียวกัน กล่าวคือ มีผักกูด ผักหนาม และไข่มดแดงจำนวนมาก แต่เกษตรกรไม่ได้เก็บหาเพื่อใช้ประโยชน์ มีเพียงคนในชุมชนที่เข้ามาเก็บหาผลผลิตเหล่านั้นเป็นบางครั้งคราวตามความต้องการของคนเหล่านั้น ดังนั้น มูลค่าผลผลิตนอกเหนือจากยางพาราของ AE1 จึงควรมีมากกว่าที่ปรากฏในผลการศึกษาครั้งนี้

สำหรับในสวนยางพาราวนเกษตรพื้นที่อื่น จากการสำรวจพบว่า AN3 มีผลผลิตที่มีศักยภาพในการให้ผลประโยชน์ต่อเกษตรกร แต่เกษตรไม่ได้มีการเก็บหาเช่นกัน เช่น ผลของต้นฉิ่ง ผลของต้นกำชำ เป็นต้น และ AE2 ภายในสวนมีการปลูกต้นสละอินโดและไผ่กิมซุง แต่ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลา 1 ปี สละอินโดภายในสวนยังมีอายุไม่ครบที่จะให้ผลผลิต ส่วนไผ่กิมซุง ณ เวลาที่เก็บข้อมูลเกษตรกรยังไม่ถึงเวลาใช้ประโยชน์เช่นเดียวกัน เนื่องจากเกษตรกรต้องการให้ไผ่กิมซุงในพื้นที่สวนเพิ่มจำนวน อีกทั้งยังไม่มีสมการพยากรณ์ผลผลิต ดังนั้น มูลค่าของผลผลิตเหล่านี้จึงไม่ปรากฏอยู่ในผลการศึกษา

จึงสามารถกล่าวได้ว่า ในการประเมินมูลค่าผลประโยชน์ในครั้งนี้ ยังมีมูลค่าที่ต่ำกว่าผลประโยชน์จริงและศักยภาพการให้ผลประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตรด้วย ซึ่งหากเกษตรมีการเก็บหาผลผลิตเหล่านั้นอย่างเต็มศักยภาพ ผลผลิตเหล่านั้นก็สามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกช่องทางหนึ่ง

2.6) ผลประโยชน์การเป็นแหล่งศึกษา

ผลประโยชน์การเป็นแหล่งศึกษาดูงาน สวนยางพาราวนเกษตรให้ผลประโยชน์แก่สังคมในด้านของการเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ทั้งในด้านของการเป็นแหล่งศึกษาดูงานและแหล่งศึกษาวิจัย ซึ่งทำให้เกิดการสร้างความรู้ทั้งในด้านระบบนิเวศและการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีเพียง AE2 และ AN4 ที่ถูกใช้เป็นแหล่งศึกษาดูงานของคนในสังคม โดยมูลค่าผลประโยชน์ด้านนี้ของ AE2 มีสูงกว่า AN4 ซึ่งเป็นผลมาจาก 2 ประการ

คือ ประการแรก ปัจจุบันองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ มุ่งเน้นส่งเสริมการทำสวนยางพาราในรูปแบบของการปลูกพืชร่วมด้วยไม้เศรษฐกิจ สังเกตได้จากโครงการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการทำสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่มุ่งเน้นส่งเสริมการปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจลงในพื้นที่ทางการเกษตร เช่น โครงการธนาคารต้นไม้ (ธนาคารเพื่อการเกษตร, 2558) โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจเพื่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) เป็นต้น ส่งผลให้มีความสนใจศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรของ AE2 ที่เป็นการปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจในพื้นที่สวนยางพารามากกว่า AN4 ที่เป็นการปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูขึ้นมา และประการที่สอง คือ AE2 เปิดเป็นศูนย์เรียนรู้ตั้งแต่สวนยางพาราอายุ 10 ปี จึงมีระยะเวลาในการให้บริการการเป็นแหล่งศึกษาดูงานยาวนานกว่า AN4 ที่เปิดให้เป็นแหล่งศึกษาดูงานขณะที่สวนยางพารามีอายุ 41 ปี

ผลประโยชน์การเป็นแหล่งศึกษาวิจัย จากผลการศึกษา พบว่า สวนยางพาราเชิงเดี่ยวส่วนใหญ่มีมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตร ทั้งที่ตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารา สวนยางพาราวนเกษตรมีจำนวนของงานวิจัยที่ใช้พื้นที่สำหรับศึกษาวิจัยมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ดังตารางที่ 5-13 สาเหตุที่มูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวสูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตรเมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละคู่ศึกษานั้นเป็นผลจากการคำนวณมูลค่าตามกาลเวลาและการคิดสัดส่วนของงบประมาณวิจัยหารด้วยจำนวนพื้นที่ศึกษาด้วย ทำให้ตัวเลขผลประโยชน์จากการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยไม่อาจสะท้อนมูลค่าด้านสิ่งแวดล้อมได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาของเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ใช้ทุนวิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลจาก AE1 และ เท่ากับพื้นที่ละ 2,174 บาทต่อไร่ ซึ่งช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลนั้น AE1 มีอายุ 32 ปี และ MN1 มีอายุ 23 ปี เมื่อคำนวณมูลค่าตามกาลเวลาโดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8.75 มูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยของ AE1 เท่ากับ 148 บาทต่อไร่ ซึ่งน้อยกว่า MN1 ที่มีมูลค่าเท่ากับ 316 บาทต่อไร่ เป็นต้น

ตารางที่ 5-13 จำนวนงานวิจัยที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราในแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	จำนวนงานวิจัย (เรื่อง)
MN1	4
AE1	5
MN2	2
AE2	3
MN3	1
AN3	1
MN4	1
AN4	5

ผู้วิจัยสังเกตว่า การใช้แนวคิดของมูลค่าตามกาลเวลาในการวิเคราะห์บริการแหล่งศึกษาวิจัยอาจไม่ใช่ตัวชี้วัดที่สะท้อนให้ถึงผลประโยชน์ของการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยที่ดี โดยตัวชี้วัดที่น่าจะมีความเหมาะสม คือ จำนวนของงานวิจัยที่เกิดขึ้น ซึ่งจำนวนงานวิจัยที่ใช้พื้นที่ของสวนยางพาราวนเกษตรมีมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว และหากพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่เกิดขึ้นระหว่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ต้องการมุ่งเน้นศึกษาผลประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตรเป็นหลัก แต่อาศัยข้อมูลของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเพื่อเป็นกรณีศึกษาเปรียบเทียบ หากไม่สนใจศึกษาข้อมูลของสวนยางพาราวนเกษตร ก็จะไม่เกิดการศึกษาสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่ศึกษาเปรียบเทียบ ดังนั้น ในแง่การเป็นแหล่งศึกษางานวิจัยสวนยางพาราวนเกษตรจึงมีแนวโน้มของความสำคัญมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว จึงอาจต้องมีการหาทางประเมินมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยด้วยวิธีประเมินมูลค่าแบบอื่นเพื่อให้สะท้อนผลประโยชน์ที่แท้จริงที่เกิดกับสังคมซึ่งจะได้รับประโยชน์จากงานวิจัยต่อไป

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้เมื่อคำนวณด้วยมูลค่าตามกาลเวลาสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีมูลค่าการเป็นแหล่งศึกษางานวิจัยที่สูงกว่าสวนยางพาราวนเกษตร แต่มูลค่าเหล่านั้นมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลประโยชน์ด้านอื่น และไม่ได้ส่งผลต่อการพิจารณาความคุ้มค่าของการลงทุนที่ใช้หลักการเกณฑ์ของ NPV B/C ration IRR ที่พบว่า เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคู่ของพื้นที่ศึกษา สวนยางพาราวนเกษตรจะมีความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวทั้งในสถานการณ์ปัจจุบัน และสถานการณ์ในอนาคตผ่านทางการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

2) ด้านอายุโครงการ

อายุโครงการเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของโครงการแตกต่างกันได้ โดยตลอดอายุโครงการ 50 ปี ก่อให้เกิดความแตกต่างของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร นอกจากประเด็นของผลผลิตยางพาราที่สวนยางพาราสามารถเก็บเกี่ยวได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีที่ 7-50 แต่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวสามารถเก็บเกี่ยวได้เฉพาะช่วงปีที่ 7-25 และ 33-50 ยังมีประเด็นของผลประโยชนด้านเนื้อไม้ของพรรณภายในสวนที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวตลอดอายุโครงการ 50 ปี สามารถได้รับผลประโยชน์จากเนื้อไม้ยางพาราได้ 2 รอบ คือ ปีที่ 25 และปีที่ 50 ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรสามารถจำหน่ายได้เฉพาะปีที่ 50 และเมื่อคำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันที่ใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8.75 จึงทำให้สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีมูลค่าผลประโยชน์จากเนื้อไม้ยางพาราที่สูงกว่าครึ่งหนึ่งของสวนยางวนเกษตรดังตารางที่ 4-15

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยทดลองปรับการวิเคราะห์ โดยกำหนดให้สวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรมีอายุโครงการ 25 ปี พบว่า สวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่มีมูลค่าสุทธิที่น้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่กรณีศึกษาเปรียบเทียบ (ตารางที่ 4-18) ยกเว้น AE2 ที่เริ่มทำสวนยางพาราวนเกษตรตั้งแต่ปีที่ 4 ของการทำสวนยางพารา เมื่อคำนวณผลประโยชน์สุทธิที่ 25 AE2 จึงมีมูลค่าที่สูงมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ขณะที่สวนยางพาราวนเกษตรอื่น ๆ เริ่มต้นเมื่อปีที่ 16-30 จึงแสดงให้เห็นว่า หากเกษตรกรเริ่มปรับเปลี่ยนสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเป็นสวนยางพาราวนเกษตรในช่วงแรกเริ่ม สวนยางพาราวนเกษตรสามารถให้ผลประโยชน์ที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ ยังแสดงให้เห็นว่า เมื่อปรับลดอายุโครงการเท่ากับ 25 ปี สวนยางพาราทั้ง 8 สวน มีมูลค่าสุทธิลดลงต่ำกว่าขณะที่กำหนดให้อายุโครงการเท่ากับ 50 (ตารางที่ 4-16) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การทำสวนยางพาราในระยะยาวมีความคุ้มค่ามากกว่าในระยะสั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำสวนยางพาราวนเกษตรที่สามารถให้ผลประโยชน์สุทธิที่มากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

3) ต้นทุนและผลประโยชน์อื่น ๆ ที่ไม่ถูกรวมอยู่ในการวิจัยครั้งนี้

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการทำสวนยางพารา ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ผู้วิจัยพิจารณาศึกษาในครั้งนี้ จึงเป็นเฉพาะต้นทุนและผลประโยชน์ที่ผู้วิจัยสามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์ถึงปริมาณและมูลค่าที่จะเกิดขึ้นในแต่ละปี อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนเอกสารได้แสดงให้เห็นว่ายังคงมีต้นทุนและผลประโยชน์อื่น ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในสวนยางพารา แต่ต้นทุนและผลประโยชน์เหล่านี้ นอกจากจะไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าแต่ละปีจะมีปริมาณและมูลค่าเป็นไร วิธีการศึกษายังคงมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถทำได้ในการศึกษาครั้งนี้ เช่น ต้นทุนผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ซึ่งพื้นที่ที่จะศึกษาได้นั้นต้องมีความลาดชันที่เหมาะ และในการเก็บข้อมูลการชะล้างพังทลายของหน้าดินนั้นจะต้องเก็บทันทีหลังจากฝนหยุดตก (นิติพัฒน์ นวนมะโน, 2555) ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งอยู่ห่างไกลกัน จึงไม่สามารถเดินทางไปเก็บข้อมูลได้ทันทีหลังฝนหยุดตก ขณะที่ด้านผลประโยชน์ เช่น ผลประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ จะต้องทราบข้อมูลชนิดของพืชและสัตว์ทั้งหมดในสวนแต่ละสวน ซึ่งการที่จะศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพก็ต้องมีขั้นตอนวิธีการที่ไม่สามารถทำได้ในการศึกษาครั้งนี้

อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินที่ได้ในครั้งนี้สามารถสะท้อนมูลค่าขั้นต่ำของผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากสวนยางพาราวนเกษตรได้ เนื่องจากแม้จะไม่ได้ทำการศึกษาในกรณีของการชะล้างหน้าดินหรือความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ทั้ง 2 ประเด็นนี้ จากการตรวจเอกสารส่วนใหญ่ก็พบว่า ปริมาณการชะล้างพังทลายของหน้าดินในสวนยางพาราวนเกษตรจะเกิดขึ้นน้อยกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว และจำนวนชนิดของสัตว์และพืชที่พบในสวนยางพาราวนเกษตรจะพบมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว

ซึ่งล้วนแต่เป็นการสนับสนุนผลประโยชน์ของบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวทั้งสิ้น

5.3 การเสนอแนวทางการทำสวนยางพาราที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

จากผลการศึกษาทั้งหมดในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบของสวนยางพาราวนเกษตรทั้งสองรูปแบบ คือ สวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจและสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมสามารถให้ผลประโยชน์มากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ทั้งใน***ด้านเศรษฐกิจ***ที่สามารถสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรด้วยพืชร่วมชนิดต่าง ๆ ซึ่งพืชร่วมเหล่านั้นไม่ได้สร้างผลกระทบต่อผลผลิตยางพารา ***ด้านสังคม***ที่สามารถเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ของคนในสังคม และ***ด้านสิ่งแวดล้อม*** จากการมีศักยภาพในการเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการผลิตก๊าซออกซิเจน

ดังนั้น เพื่อให้สามารถนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านการสร้างแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการทำสวนยางพารา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะต่อแนวทางการทำสวนยางพาราดังต่อไปนี้

1. ควรส่งเสริมให้มีการปรับรูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวให้เป็นรูปแบบสวนยางพาราวนเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์วิกฤตราคายางพาราตกต่ำและวิกฤตทางสิ่งแวดล้อมที่เกษตรกรต้องเผชิญอยู่ในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่จะต้องเผชิญต่อไปในอนาคต สวนยางพาราวนเกษตรจึงเป็นทางออกที่เหมาะสมกับสถานการณ์

โดยรูปแบบสวนยางพาราวนเกษตรที่ปลูกยางพาราด้วยระยะการปลูกแบบแถวเดี่ยว (single row planting pattern) ได้แก่ 3x6 3x7 และ 3x8 เมตร ซึ่งเป็นระยะการปลูกที่สถาบันวิจัยยาง (2561) ได้แนะนำไว้ ในส่วนของการปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เป็นสวนยางพาราวนเกษตรนั้น สามารถทำได้ตั้งแต่ช่วงแรกเริ่มของการทำสวนยางพารา หลังจากปลูกยางพาราแล้วประมาณ 4 ปี (สถาบันวิจัยยาง, 2561) ซึ่งสอดคล้องกับผลประโยชน์ที่วิเคราะห์ในงานนี้ของสวนที่เริ่มปลูกพืชร่วมในปีที่ 4 ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อลดการแย่งชิงแสงแดดระหว่างยางพาราและพืชร่วม อันจะนำไปสู่ผลกระทบต่อการลดลงของผลผลิตยางพารา และการเริ่มปรับรูปแบบเป็นสวนยางพาราวนเกษตรตั้งแต่ในช่วงเริ่มต้นนั้น ยังมีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพการให้บริการทางระบบนิเวศต่าง ๆ ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2 รวมทั้งจะช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตด้านเนื้อไม้ให้สูงขึ้นเพราะขนาดไม้ที่จะโตมากกว่าเมื่อถึงเวลาโค่นล้ม ตลอดจนผลผลิตด้านต่าง ๆ ทั้งอาหารและสมุนไพรซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งตัวเกษตรกรเอง ชาวบ้านในชุมชนรอบสวน และเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ ในการเลือกพืชร่วม ถ้ามองเฉพาะจากที่พบในงานครั้งนี้พบว่า การปลูกพืชร่วมที่เป็นไม้เศรษฐกิจให้ผลตอบแทนทางตรงต่อเกษตรกรสูงกว่าพืชร่วมที่เป็นพืชท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม ในแง่ของสิ่งแวดล้อม ยังคงต้องมีการศึกษาต่อไปว่าการทำสวนยางพาราวนเกษตร แบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจจะให้ผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศด้านอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากบริการทางระบบนิเวศที่มีการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ที่สูงกว่าหรือไม่ เพราะยังมีผลประโยชน์อีกหลายประการที่ไม่ได้ประเมินมูลค่าไว้ในงานนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมูลค่าด้านความหลากหลายทางชีวภาพ มูลค่าด้านการป้องกันการสูญเสียหน้าดิน เป็นต้น

2. นอกจากข้อเสนอที่กล่าวไปในข้อ 1 แล้วนั้น การพิจารณาเลือกรูปแบบของสวนยางพาราวนเกษตรระหว่างรูปแบบที่เป็นการปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมและรูปแบบการปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมนั้น ควรพิจารณาจากพื้นที่ปลูกเป็นหลัก เพื่อป้องกันและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากการทำสวนยางพารา และเพื่อเสริมสร้างบริการทางระบบนิเวศให้มากขึ้น โดยผู้วิจัยมีแนวทางการพิจารณาเลือกทำสวนยางพาราวนเกษตรแต่ละรูปแบบ ดังนี้

2.1 พื้นที่ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เช่น พื้นที่ป่าต้นน้ำ พื้นที่ป่าธรรมชาติ เป็นต้น หรือพื้นที่ที่อยู่ใกล้เคียงที่สามารถเป็นแนวกันชนสำหรับพื้นที่สำคัญดังกล่าว ควรเลือกการทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นฟื้นฟูเป็นพืชร่วม ทั้งนี้เพื่อเป็นการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมพืชท้องถิ่น (Gouyon *et al.* 1993) ที่มีแนวโน้มเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์จากการรุกรานของพืชต่างถิ่น *(Laikre et al*. 1998 และ Downey and Richardson, 2016) อันเป็นผลมาจากการปลูกพืชของมนุษย์ในกิจกรรมต่าง ๆ (Xu *et a*l. 2020) นอกจากนี้ พืชท้องถิ่นเหล่านี้เมื่อปล่อยให้เติบโตได้ระยะหนึ่ง จะมีส่วนช่วยให้สภาพของสวนยางพาราวนเกษตรมีลักษณะคล้ายคลึงกับป่าทุติยภูมิ (Beukema *et al.* 2007) ที่สามารถให้ผลประโยชน์ด้านบริการระบบนิเวศที่เหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่แห่งนั้นมากกว่าไม้ป่าเศรษฐกิจที่เป็นพืชต่างถิ่น (Veldman *et al.* 2015 และ Xu *et al.* 2020)

อนึ่ง ถึงแม้ว่าสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมจะมีมูลค่าผลประโยชน์ด้านเนื้อไม้ต่ำกว่าสวนยางพาราวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจ แต่รูปแบบสวนยางพาราดังกล่าว มีความโดดเด่นในด้านของผลผลิตของพืชร่วมที่เกษตรกรสามารถเก็บหาเพื่อจำหน่ายเป็นรายได้ตลอดอายุโครงการสวนยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นพืชในกลุ่มของสมุนไพรที่สามารถฟื้นฟูขึ้นมาได้ในสวนยางพารารูปแบบนี้ (โครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์, 2555) และพืชสมุนไพรเหล่านี้มีมูลค่าสูง (ทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร, 2550) จึงสามารถเป็นแหล่งรายได้เสริมที่สำคัญอีกช่องทางหนึ่ง

นอกจากนี้ เพื่อเพิ่มรายได้ของเกษตรกรที่ตัดสินใจเลือกทำสวนยางพาราวนเกษตรแบบปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ที่สนับสนุนการทำสวนยางพารารูปแบบดังกล่าว โดยเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนและสร้างแรงจูงใจของเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การจ่ายค่าตอบแทนทางบริการทางระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Service) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าว สามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรและสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรเหล่านั้นดูแลพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรให้มีประสิทธิภาพในการให้บริการทางระบบนิเวศอย่างยั่งยืน (Winrock internation, 2011)

2.2 พื้นที่มีความสำคัญทางระบบนิเวศต่ำหรือไม่มีความอ่อนไหวสูง พื้นที่ลักษณะนี้เกษตรกรสามารถปลูกพืชร่วมได้ เนื่องจากไม่มีประเด็นการรบกวนพืชท้องถิ่นที่ส่งผลต่อการให้บริการทางระบบนิเวศที่มีความสำคัญในเฉพาะพื้นที่ดังในพื้นที่ที่มีความสำคัญทางระบบนิเวศสูงซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ อย่างไรก็ตาม เพื่อสร้างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมสูงสุด การทำสวนยางพาราวนเกษตรบนพื้นที่นี้ ควรเน้นการใช้ประโยชน์พื้นที่ว่างในสวนยางพาราให้คุ้มค่า โดยในช่วง 1-3 ปีแรกของการปลูกยางพารา เกษตรกรควรปลูกพืชล้มลุกที่ไม่กระทบต่อการเติบโตของยางพารา โดยเฉพาะกลุ่มพืชอาหารที่ให้ผลประโยชน์ในระยะสั้น เช่น ข้าวโพด พริก มะเขือ สับปะรด กล้วย มะละกอ เป็นต้น (Somboonsuke *et al.* 2011 และสถาบันวิจัยยาง, 2561) นอกจากเป็นการเพิ่มรายของเกษตรกรได้ระหว่างรอการเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราแล้ว พืชเหล่านั้นมีส่วนช่วยในการปกคลุมหน้าดินซึ่งช่วยลดการชะล้างหน้าดิน (Zuazo and Pleguezuelo, 2008) และในปีที่ 4 ของการทำสวนยางพารา ควรปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจที่สามารถเติบโตได้ภายใต้เรือนยอดของยางพารา เช่น ตะเคียนทอง (ไววิทย์ บุรณธรรม และคณะ, 2546; สถาบันวิจัยยาง, 2561 และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8, 2559) พะยอม มะฮอกกานี (ไววิทย์ บุรณธรรม และคณะ, 2546) ยางนา (สถาบันวิจัยยาง, 2561 และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8, 2559) เป็นต้น เพื่อตอบสนองความต้องการใช้ประโยชน์เนื้อไม้ของทั่วโลกที่กำลังเพิ่มสูงขึ้น (FAO, 2010) ซึ่งการปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจชนิดที่ตรงตามความต้องการและเพียงพอต่อปริมาณความต้องการใช้ประโยชน์ของทั่วโลกนั้น เป็นหนึ่งในแนวทางที่จะลดการลักลอบตัดไม้ในป่าธรรมชาติ (ปริญญารัตน์ เลี้ยงเจริญ, 2560) อันเป็นแหล่งผลิตบริการทางระบบนิเวศที่สำคัญ (MA, 2005) อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ปีที่ 4 ของการทำสวนยางพารา เกษตรสามารถเลือกพืชร่วมชนิดอื่น ๆ เพื่อผสมผสานกับไม้เศรษฐกิจได้ตามจุดประสงค์และความสอดคล้องกับวิถีชีวิตของเกษตรกรเอง

กรณีเกษตรกรที่ประกอบอาชีพทำสวนยางพาราเพียงอาชีพเดียว พึ่งพารายได้จากการทำสวนยางพาราเป็นหลัก มีวิถีชีวิตที่สะดวกต่อการปลูก บำรุงดูแลรักษา และเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืชร่วมระยะสั้นตลอดอายุการทำสวนยางพารา มีจุดประสงค์ของการปลูกพืชร่วมเพื่อเพิ่มช่องทางรายได้

ให้หลากหลายต่อเนื่องตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารา ตั้งแต่ปีที่ 4 ของการทำสวนยางพารา เกษตรกรควรปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจควบคู่กับพืชร่วมที่สามารถเติบโตภายใต้ร่มเงาของเรือนยอดพรรณไม้ และสามารถให้ผลผลิตได้ในระยะสั้นและต่อเนื่อง เช่น พืชสกุลระกำ (พนัส แพชนะ และคณะ, 2541) ผักเหลียง (เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ, 2557) ไผ่ (โครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์, 2555) เป็นต้น เพื่อสร้างรายได้เพิ่มเติมและกระจายรายได้แก่เกษตรกรให้ต่อเนื่องตลอดอายุโครงการทำสวนยางพารา

กรณีเกษตรกรประกอบอาชีพอื่นร่วมกับการทำสวนยางพารา มีรายได้นอกเหนือจากการทำสวนยางพารา มีวิถีชีวิตที่ไม่สะดวกต่อการปลูก บำรุงดูแลรักษา และเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืชร่วมระยะสั้นตลอดอายุการทำสวนยางพารา จุดประสงค์ของการปลูกพืชร่วมเพื่อเพิ่มรายได้เฉพาะในปีสุดท้ายของการทำสวนยางพารา เกษตรกรควรเน้นปลูกเพียงไม้ป่าเศรษฐกิจที่หลากหลายชนิด เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบาดและความเสียงด้านราคาเนื้อไม้ที่อาจผันผวนในอนาคต

การปลูกที่เน้นเฉพาะไม้ป่าเศรษฐกิจนอกจากสามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรได้ปริมาณที่สูงในปีสุดท้าย การบำรุงดูแลรักษาพืชเหล่านี้จะเกิดขึ้นแค่เฉพาะในช่วงแรกของการปลูก (โครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับวิถีชีวิตของเกษตรที่ประกอบอาชีพหลากหลาย ไม่สะดวกต่อการใช้เวลาในการบำรุงดูแลรักษาสวนยางพาราเพียงด้านเดียว อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรต้องการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในสวนให้สูงขึ้น สามารถปล่อยให้พืชท้องถิ่นฟื้นฟูร่วมกับการปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจ ซึ่งนอกจากเป็นการเพิ่มความหลากหลายของพรรณไม้ในพื้นที่สวนแล้ว (สาระ บำรุงศรี และคณะ, 2554) ความหลากหลายของพรรณไม้เหล่านั้น มีส่วนช่วยเพิ่มที่อยู่อาศัยแหล่งอาหารของสัตว์ชนิดต่าง ๆ นำมาสู่การเพิ่มความหลากหลายของสัตว์ภายในสวนอีกช่องทางหนึ่ง (Beukema *et al.* 2007; Warren-Thomas *et al.* 2020 และสาระ บำรุงศรี และคณะ 2554)

3. ควรให้ความสำคัญกับการจัดการสวนยางพาราให้เหมาะสมและจริงจัง นอกจากการเลือกรูปแบบของสวนยางพาราวนเกษตรที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกแล้ว ประเด็นของการจัดการภายในสวนก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะในการเพิ่มผลผลิตน้ำยางของสวนยางพาราวนเกษตรทั้งสองรูปแบบให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนควรปฏิบัติตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (2561) อย่างเคร่งครัด ซึ่งจากผลการศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราที่เป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังละเลยในการปฏิบัติตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง 2 ด้านที่สำคัญ ได้แก่

3.1 การบำรุงดูแลรักษาดิน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ที่บ่งชี้ว่าปริมาณธาตุอาหารในดินที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตน้ำยางอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำและปานกลางเท่านั้น

ดังนั้น ถึงแม้จะเป็นการทำสวนยางพาราวนเกษตรที่มีความโดดเด่นในการเติมธาตุอาหารในดินด้วยการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุ แต่ควรค้นหาหรือปฏิบัติตามวิธีการบำรุงดินที่เหมาะสมเพื่อให้ปริมาณธาตุอาหารในดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการปริมาณการให้ผลผลิตยางพาราโดยตรง (สถาบันวิจัยยาง, 2554b)

3.2 การใช้ระบบกรีด ซึ่งจากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้ระบบกรีดที่มีความถี่สูง โดยกรีดยางติดต่อกันมากกว่า 2 วัน เช่น การใช้ระบบกรีด d1 3d/4 เป็นต้น ขณะที่สถาบันวิจัยยางแนะนำให้เกษตรใช้ระบบกรีดความถี่ต่ำ (สถาบันวิจัยยาง, 2554a) ซึ่งกรีดยางติดต่อกันน้อยกว่า 2 วัน ดังนั้น เกษตรกรควรเลือกใช้ระบบกรีดความถี่ต่ำ ที่สามารถช่วยให้เกษตรกรได้รับผลผลิตน้ำยางในปริมาณที่มากขึ้นและสม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดความถี่สูง (สถาบันวิจัยยาง, 2554a) นอกจากนี้ในการเลือกระบบกรีดที่มีความถี่ต่ำ ยังสามารถลดต้นทุนค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลประโยชน์สุทธิของการทำสวนยางลดลงด้วย ที่สำคัญหากเกษตรกรสามารถลดความถี่ของการกรีดยางลง จะมีเวลาเหลือในการดูแลรักษาสวนหรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้มากขึ้น

3.3 การลดการใช้แรงงาน ซึ่งต้นทุนค่าจ้างแรงงาน ทั้งส่วนที่เป็นแรงงานของเกษตรกรเองที่ไม่ได้มีการจ่ายเงินส่วนนี้ออกไป (แต่ในทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนส่วนนี้ถือเป็นค่าเสียโอกาสแรงงานด้วย) รวมถึงต้นทุนค่าจ้างแรงงานที่จ่ายออกไปเพื่อจ้างคนอื่นมาทำงานก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าต้นทุนเหล่านี้มีมูลค่าสูง ดังนั้น การทำสวนยางวนเกษตรจะช่วยให้ลดการใช้แรงงานในหลายกิจกรรมลงไปดังที่ได้อภิปรายไปแล้วก่อนหน้านี้ ซึ่งก็จะทำให้ผลประโยชน์สุทธิของการทำสวนยางสูงขึ้น

4. เพื่อการปรับตัวตามสถานการณ์ปัจจุบันที่หลายประเทศผู้นำเข้าผลผลิตยางธรรมชาติจากประเทศไทยกำลังดำเนินนโยบายในลักษณะกีดกันทางการค้า ด้วยมาตรฐานการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืนของหน่วยงาน Forest Stewardship Council (FSC) ที่ส่งผลให้กลุ่มประเทศผู้รับซื้อผลผลิตยางพาราปฏิเสธการรับซื้อผลผลิต (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2562) เกษตรกรจึงควรปรับรูปแบบการจัดการสวนยางพาราวนเกษตรให้สอดคล้องกับมาตรฐานของ FSC อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาจากรูปแบบการทำสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นกรณีศึกษา พบว่า รูปแบบการจัดการสวนยางพาราวนเกษตรส่วนใหญ่สอดคล้องกับหลักการจัดการสวนป่าตามแนวทาง FSC (รายละเอียดของการจัดการสวนป่าตามแนวทาง FSC สามารถอ่านได้ในภาคผนวก ด) แต่อาจจะยังมีบางประเด็นที่เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาต้องปรับปรุง ได้แก่ การใช้สารเคมีที่เหมาะสม การใช้อุปกรณ์เครื่องมือด้านความปลอดภัยที่เหมาะสม การกำหนดแผนจัดการสวนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และการติดตามและประเมินถึงปริมาณผลผลิตหรือผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยแนวทางการทำสวนยางพาราที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ดังนั้น สรุปได้ว่า สวนยางพาราวนเกษตรเป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการทำสวนยางพารา ที่นอกจากช่วยเพิ่มรายให้เกษตรกรจากผลผลิตของพืชร่วมแล้ว ยังเพิ่มบริการทางระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมให้สูงขึ้น และหากมีการปฏิบัติตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำสวนยางพาราให้สอดคล้องตามหลักการจัดการสวนป่าตามแนวทาง FSC แล้ว จะช่วยให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการศึกษาทั้งหมด และนำเสนอข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์การวิจัย 3 ประการ คือ เพื่อศึกษารูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตรที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อศึกษาต้นทุน ผลประโยชน์ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเมื่อพิจารณาถึงมูลค่าบริการทางระบบนิเวศจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร และเพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบการทำสวนยางพาราที่มีความยั่งยืนต่อเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ผ่านการศึกษาด้วยวิธีการเชิงบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ ในพื้นที่กรณีศึกษาสวนยางพาราเชิงเดี่ยวและสวนยางพาราวนเกษตร จำนวน 8 สวนในพื้นที่จังหวัดตรัง พัทลุง และสงขลา

การเก็บรวบรวใข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสวนยางพารา สำหรับการศึกษาในประเด็นของรูปแบบการทำสวนยางพารา ต้นทุนในการทำสวนยางพารา บริการทางระบบนิเวศด้านผลผลิตยางธรรมชาติ ด้านแหล่งผลิตอาหารและผลผลิตอื่น และด้านการศึกษา และใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลพรรณไม้จากแปลงสำรวจในพื้นที่สวนยางพารา เพื่อศึกษาบริการทางระบบนิเวศด้านแหล่งผลิตเนื้อไม้ การดูดซับ CO_2 และการผลิต O_2

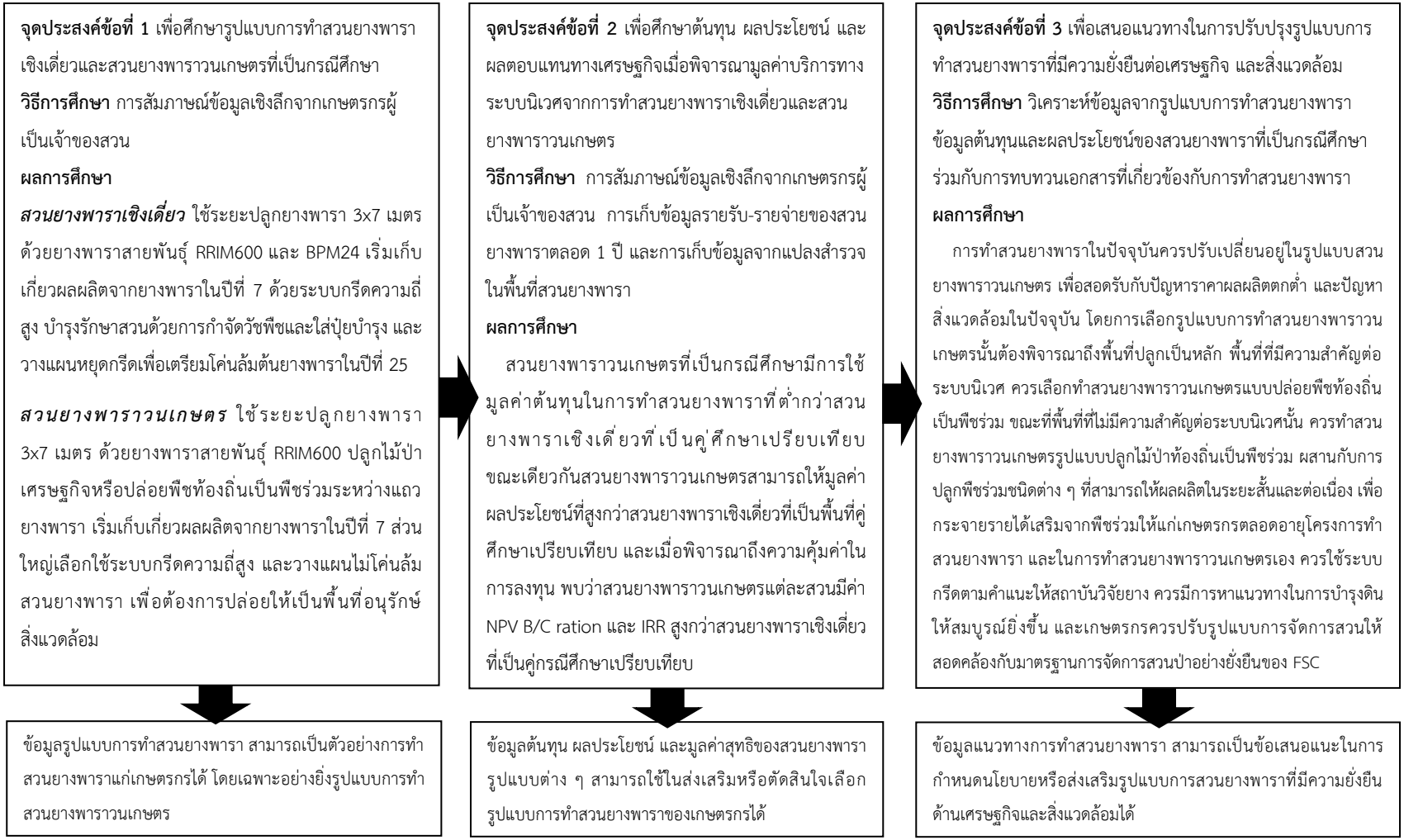
ผลการศึกษาด้านรูปแบบการทำสวนยางพาราที่เป็นกรณีศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มีรูปแบบการทำสวนยางพาราใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับอิทธิพลของการส่งเสริมและนโยบายต่าง ๆ ในการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวจากสถาบันวิจัยยางและสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ได้แก่ การปลูกยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 และ BPM24 จำนวน 76 ต้นต่อไร่ ด้วยระยะห่าง 3x7 เมตร มีการบำรุงดูแลรักษาสวนด้วยการกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยบำรุง เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตจากยางพาราในปีที่ 7 และวางแผนหยุดกรีดและโค่นล้มต้นยางพาราเพื่อเตรียมปลูกยางพาราใหม่ทดแทนในปีที่ 25

ขณะที่การทำสวนยางพาราวนเกษตรในการศึกษาครั้งนี้ เกิดจากแนวคิดของเกษตรกรที่ต้องการปรับเปลี่ยนสวนยางพาราให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับป่า โดยพัฒนารูปแบบมาจากการทำสวนยางพารามาจากสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ที่มีการปลูกยางพาราด้วยสายพันธ์ RRIM600 จำนวน 76 ต้นต่อไร่ ด้วยระยะปลูก 3x7 เมตร เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตจากยางพาราปีที่ 7 แต่ เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง เกษตรกรได้ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจหรือปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมในที่ว่างระหว่างแถวยางพารา ซึ่ง

ความหลากหลายของพรรณไม้ในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรมีส่วนช่วยในการลดต้นทุนการกำจัดวัชพืช ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน ช่วยควบคุมอุณหภูมิที่เอื้อต่อการให้ผลผลิตน้ำยาง รวมทั้งบริการทางระบบนิเวศด้านอื่น ๆ ได้แก่ การดูดซับ CO_2 การผลิต O_2 และการศึกษา โดยการทำสวนยางพารารูปแบบดังกล่าว เกษตรกรมีความตั้งใจว่าจะไม่โค่นล้มสวนยางพารา เพื่อต้องการให้สวนยางพาราของตนเองกลายเป็นพื้นที่มีส่วนช่วยในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า สวนยางพาราวนเกษตรทุกสวนมี NPV B/C ration และ IRR ที่สูงกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่เป็นคู่ศึกษาเปรียบเทียบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสวนยางพาราวนเกษตรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนและสามารถให้ผลประโยชน์สุทธิที่มากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ด้วยเหตุนี้จึงนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงรูปแบบการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวให้อยู่ในรูปแบบสวนยางพาราวนเกษตรที่ต้องพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกเป็นหลัก เพื่อลดผลกระทบจากการทำสวนยางพาราและก่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันการทำสวนยางพาราวนเกษตรเองก็ต้องมีการพัฒนารูปแบบให้ดียิ่งขึ้นให้สอดคล้องกับคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืนของ FSC เพื่อที่สวนยางพาราวนเกษตรจะมีความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นไป

ภาพที่ 6-1 สรุปการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดตามวัตถุประสงค์ วิธีการศึกษา และผลการศึกษาในครั้งนี้



ภาพที่ 6-1 สรุปผลการวิจัย

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอข้อเสนอแนะที่ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะที่เป็นบทเรียนและประสบการณ์จากงานวิจัย ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยต่อองค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 ข้อเสนอแนะที่เป็นบทเรียนและประสบการณ์จากงานวิจัย

1) ทักษะของผู้เก็บข้อมูล

เนื่องจากการศึกษาในลักษณะนี้ต้องอาศัยข้อมูลจากเกษตรกรและข้อมูลจากแปลงสำรวจ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เก็บข้อมูลนั้น ต้องมีทักษะในการสื่อสารที่ดีและมีทักษะในการเก็บข้อมูลจากแปลงสำรวจ ซึ่งต้องมีความรู้ทางด้านเทคนิคการสุ่มพื้นที่ การวางแปลงสำรวจ การวัดขนาดพรรณไม้ และการจำแนกชนิดพรรณไม้ในเบื้องต้นได้

ดังนั้น ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจทำงานวิจัยในลักษณะนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดี มีการฝึกทักษะการสื่อสารและทักษะในการเก็บข้อมูลจากแปลง หรือต้องจัดเตรียมผู้ช่วยวิจัยที่มีความรู้ความชำนาญในทักษะต่าง ๆ ที่ได้กล่าวในข้างต้น เพื่อที่จะสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง

2) ประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดขนาดพรรณไม้

ข้อมูลขนาดพรรณไม้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาลักษณะนี้ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการใช้คำนวณผลประโยชน์ด้านบริการทางระบบนิเวศ นอกจากทักษะของผู้เก็บข้อมูลแล้ว ประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวัดขนาดพรรณไม้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเครื่องมือในการวัดความสูงของพรรณไม้ ซึ่งเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมีส่วนช่วยให้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมนั้นมีความเที่ยงตรงและแม่นยำ

ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ที่สนใจทำงานวิจัยในลักษณะนี้ ต้องจัดหาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งศึกษาทำความเข้าใจวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ อย่างถูกต้อง เพื่อที่จะวัดขนาดพรรณไม้ได้อย่างแม่นยำและเที่ยงตรงที่สุด

3) สภาพอากาศ

เนื่องจากการศึกษาในลักษณะนี้ จำเป็นต้องเก็บข้อมูลภายในพื้นที่สวนยางพารา หากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง มีลมพัดรุนแรงหรือฝนตกหนัก อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุกับผู้ที่ทำวิจัยได้ หรืออาจส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการใช้เครื่องมือวัดขนาดพรรณไม้ต่าง ๆ โดยเฉพาะเครื่องมือวัดความสูง

ดังนั้น ในการเก็บข้อมูลในพื้นที่สวน จำเป็นที่จะต้องดำเนินการในช่วงที่สภาพอากาศปกติ และก่อนที่จะกำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลในพื้นที่สวนนั้น ผู้วิจัยควรตรวจสอบสภาพอากาศจากผลการพยากรณ์อากาศในช่องทางต่าง ๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น และเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

6.2.2 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยต่อองค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1) การบริหารจัดการพื้นที่

ปัจจุบันประเทศไทยยังคงขาดการบริหารจัดการพื้นที่ (zoning) อย่างชัดเจน ส่งผลให้การเลือกพื้นที่ปลูกยางพาราทำได้อย่างอิสระ บ่อยครั้งพื้นที่ปลูกยางพาราเหล่านั้นมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตยางพาราและสร้างผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การกำหนดพื้นที่ปลูกยางพาราอย่างชัดเจนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรกำหนดให้ชัดเจนด้วยว่า พื้นที่ใดเหมาะสมกับการทำสวนยางพารารูปแบบใด เพื่อที่จะให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมสูงที่สุด

2) การเพิ่มการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพาราวนเกษตร

แม้ปัจจุบันจะเริ่มมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพาราวนเกษตรมากขึ้น แต่จำนวนงานวิจัยยังคงมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ส่งผลให้องค์ความรู้เกี่ยวกับสวนยางพาราวนเกษตรยังคงมีไม่หลากหลาย องค์ความรู้ในปัจจุบันยังไม่สามารถตอบคำถามในบางประเด็นที่เกษตรกรมีความกังวล เช่น ระยะการปลูกพืชร่วมที่เหมาะสมที่สุด พรรณพืชร่วมที่เหมาะสมต่อการใช้เป็นพืชร่วมกับยางพารา เป็นต้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานภาครัฐ และสถาบันศึกษายังคงต้องผลิตงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำสวนยางพาราวนเกษตรมากยิ่งขึ้น

3) การกำหนดรูปแบบการทำสวนยางพารา

แม้ว่างานวิจัยนี้และงานวิจัยบางชิ้นมีผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า การทำสวนยางพาราวนเกษตรมีผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมากกว่าสวนยางพาราเชิงเดี่ยว แต่เกษตรผู้ปลูก

ยางพาราส่วนใหญ่ยังคงเลือกทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวเนื่องจากยังไม่ได้รับข้อมูลด้านประโยชน์ของสวนยางพาราวนเกษตรที่แท้จริง ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรนำข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ไปพิจารณาในการสร้างความเชื่อมั่นให้กับเกษตรกร ตลอดจนควรมีนโยบายที่ส่งเสริมการทำสวนยางพาราวนเกษตรอย่างชัดเจน ไม่ควรเป็นเพียงนโยบายทางเลือกเหมือนในปัจจุบัน หรืออาจต้องมีนโยบายในเชิงบังคับให้เกษตรกรทำสวนยางพาราวนเกษตร โดยเฉพาะบนพื้นที่ที่มีความสำคัญทางระบบนิเวศ ขณะเดียวกันควรลดนโยบายที่เป็นการส่งเสริมการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว เพราะนอกจากสวนยางพาราวนเกษตรจะช่วยบรรเทาปัญหารายได้ของเกษตรกรที่เป็นผลมาจากสภาวะราคาผลิตยางพาราตกต่ำแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กำลังทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น

4) การเพิ่มเงินสนับสนุนไม้ป่าเศรษฐกิจ

ถึงแม้ในปัจจุบัน สกย. ได้ประกาศหลักเกณฑ์การสงเคราะห์การทำสวนยางพาราแบบการเกษตรผสมผสาน แต่ปัจจุบัน การปลูกยางพาราควบคู่กับพืชร่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชร่วมในกลุ่มไม้ป่าเศรษฐกิจยังคงไม่ได้รับความนิยม หนึ่งในแนวทางที่อาจช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้เกษตรกรปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมมากขึ้นคือการเพิ่มเงินสนับสนุนสำหรับเกษตรกรที่สนใจปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจร่วมกับยางพารา ซึ่งไม้ป่าเศรษฐกิจเหล่านี้นอกจากมีส่วนช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรแล้ว ยังมีส่วนช่วยเพิ่มบริการทางระบบนิเวศอันเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับนโยบายการเพิ่มพื้นที่ป่าของรัฐบาล

5) การกำหนดราคากลางของไม้ป่าเศรษฐกิจ

ปัจจุบันจากนโยบายของหน่วยงานภาครัฐที่มีการส่งเสริมให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไปปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจ ส่งผลให้การปลูกไม้ดังกล่าวเริ่มมีความนิยมและแพร่หลายมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการค้นหาข้อมูลราคาเนื้อไม้ของไม้ป่าเศรษฐกิจพบว่า ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานที่ควบคุมดูแล หรือประกาศราคากลางของไม้ป่าเศรษฐกิจ ส่งผลให้ส่วนใหญ่แล้วราคาซื้อขายไม้ป่าเศรษฐกิจในประเทศไทยเกิดจากความพึงพอใจระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายเป็นหลัก ซึ่งนอกจากจะทำให้งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับมูลค่าของไม้ป่าเศรษฐกิจขาดแคลนข้อมูลในการคำนวณแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ไม่มีราคาในการอ้างอิงเพื่อจำหน่าย จนอาจนำไปสู่ปัญหาการกำหนดราคาซื้อขายที่ไม่เป็นธรรม ดังนั้น เพื่อสอดรับกับสถานการณ์ในอนาคต ที่จะมีการซื้อขายไม้ป่าเศรษฐกิจจำนวนมากขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีองค์กรหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบต่อการกำหนด หรือนำเสนอ

ราคาการซื้อขายเนื้อไม้ป่าเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ สำหรับให้เกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปใช้อ้างอิงเพื่อการซื้อขาย

6) การสร้างระบบตลาดซื้อขายบริการทางระบบนิเวศ

จากปัญหาราคาผลผลิตยางพาราตกต่ำที่ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร และปัญหาทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่รุนแรงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อคนในสังคม การสร้างระบบตลาดซื้อขายบริการทางระบบนิเวศจึงน่าจะมีส่วนช่วยในการบรรเทาปัญหาทั้งสองควบคู่กันไปได้ ดังนั้น องค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการทำวิจัยหรือสร้างตลาดที่เกษตรกรสามารถนำบริการทางระบบนิเวศจากสวนยางพาราของตนเองมาจำหน่ายในระบบตลาดดังกล่าวอย่างเร่งด่วน เพื่อที่เกษตรกรจะสามารถนำบริการทางระบบนิเวศจากสวนยางพาราของตนมาขายผ่านระบบตลาด ซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้เกษตรดูแลระบบนิเวศภายในสวนยางพาราชองตนเองให้มีศักยภาพการให้บริการทางระบบนิเวศ ซึ่งส่งผลให้สวนยางพาราสามารถให้บริการทางระบบนิเวศแก่สังคมได้อย่างยั่งยืน

6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) การพยากรณ์ขนาดพรรณไม้

การพยากรณ์ขนาดพรรณไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ AE2 ที่เกษตรกรปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจอย่างหนาแน่นและมีระยะห่างระหว่างต้นค่อนข้างต่ำ จึงมีความเป็นได้ว่าผลการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ผู้วิจัยใช้สมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ซึ่งสร้างจากข้อมูลขนาดพรรณไม้ในสวนยางพาราวนเกษตรที่ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจที่แต่ละต้นมีระยะห่างระหว่างต้นมากกว่าในพื้นที่ AE2 ซึ่งในการสร้างสมการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ของ AE2 เป็นข้อจำกัดอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันสวนยางพาราที่ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจเป็นพืชร่วมยังมีจำนวนน้อย และแต่ละสวนเองก็ปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจในระยะห่างที่แตกต่างจาก AE2

ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ขนาดพรรณไม้ ในการพิจารณาเลือกใช้สมการณ์พยากรณ์ขนาดพรรณไม้ ควรให้ความสำคัญกับการพิจารณาถึงความเหมาะสมของสมการในการพยากรณ์และบริบทของพื้นที่ศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพื่อที่จะลดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ให้เหลือน้อยที่สุด

2) การประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่ม

ถึงแม้จากการทบทวนเอกสารแสดงให้เห็นว่ามีงานวิจัยในอดีตที่ได้สร้างสมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่ม แต่สมการดังกล่าวเป็นสมการสำหรับประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มเฉพาะในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ยังคงขาดการสร้างสมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มในพื้นที่ป่าดิบชื้นซึ่งเป็นกลุ่มพรรณไม้ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องจากการสร้างสมการขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถทำได้ เพราะจำเป็นต้องมีการตัดพรรณไม้เหล่านั้นเพื่อมาชั่งน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อพรรณไม้ในพื้นที่สวนยางพาราของเกษตรกร การศึกษาครั้งนี้จึงพิจารณาใช้สมการประเมินมวลชีวภาพของไม้ใหญ่สำหรับป่าดิบแล้งทดแทน ซึ่งผลการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของไม้หนุ่มอาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรมีการสร้างสมการประเมินมวลชีวภาพไม้หนุ่มที่เหมาะสมกับพรรณไม้ป่าดิบชื้นหรือเหมาะสมกับพรรณไม้ในพื้นที่ภาคใต้ เพื่อรองรับกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมที่มีแนวโน้มจะเกิดมากขึ้นตามปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่กำลังรุนแรงมากขึ้น เพื่อที่งานวิจัยเหล่านั้นจะสามารถประเมินมวลชีวภาพของพรรณไม้หนุ่มได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

3) การประเมินมูลค่าต้นทุนผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและบริการทางระบบนิเวศที่ครบถ้วน

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ ส่งผลให้ไม่สามารถประเมินมูลค่าของต้นทุนผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผลกระทบจากสารเคมีที่ใช้ในการทำสวนยางพารา และไม่สามารถประเมินมูลค่าบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราได้อย่างครบถ้วน เช่น มูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพ มูลค่าการควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมวัฏจักรของน้ำ เป็นต้น ส่งผลให้ NPV ในของการทำสวนยางพาราในแต่ละรูปแบบของการศึกษาครั้งนี้ อาจไม่สะท้อนถึงมูลค่าอย่างแท้จริง ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรต้องประเมินมูลค่าต้นทุนผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราให้ครบถ้วน เพื่อจะแสดงให้เห็นถึง NPV ของการทำสวนยางพาราแต่ละรูปแบบอย่างแท้จริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการพัฒนาการทำสวนยางพาราวนเกษตรขององค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

4) การพัฒนาเทคนิควิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่สะท้อนมูลค่าของการเป็นแหล่งศึกษาวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มูลค่าที่ใช้ในการคำนวณบริการด้านวัฒนธรรม ประเภทการเป็นแหล่งศึกษาวิจัยนั้นยังไม่สามารถสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงของสวนยางพาราวนเกษตรได้ จึงควรจะต้องมีการพัฒนาวิธีการประเมินที่เหมาะสมมากขึ้นกว่านี้ในอนาคตด้วย

5) การศึกษาผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของพืชร่วมแต่ละชนิด

ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสวนยางพาราวนเกษตรที่ปลูกไม้ป่าเป็นพืชร่วมกับที่ปล่อยพืชท้องถิ่นเป็นพืชร่วมนั้นสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่แตกต่างกัน แต่ในงานนี้ยังมิได้เจาะจงเปรียบเทียบว่าไม้ที่ควรปลูกร่วมนั้นควรเป็นไม้ชนิดใดบ้างที่จะสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้มากกว่าและควรปลูกมากน้อยเท่าไรจึงจะเหมาะสม ดังนั้น ควรมีการศึกษาในประเด็นนี้ต่อไป เพื่อที่ช่วยในการส่งเสริมการทำสวนยางพาราวนเกษตรที่สามารถบรรเทาผลกระทบจากปัญหาราคาผลผลิตยางพาราตกต่ำและปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างทันท่วงที

6) การศึกษาการใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ในการสร้างแรงจูงใจสำหรับสวนยางพาราวนเกษตร

การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาด้านการสร้างตลาดซื้อขายบริการทางระบบนิเวศสำหรับสวนยางพาราวนเกษตร เช่น การซื้อขาย CO_2 หรือการสร้างกลไกการจ่ายค่าตอบแทนบริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรต่อไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2563. ราคาสินค้าปุ๋ยเคมี. https://www.dit.go.th/region/SUKHOTHAI/Content?id=1144.

กรมป่าไม้. 2554. ราคานำเข้าไม้ท่อนและไม้แปรรูป พ.ศ. 2554. http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/stat2554/TAB20(1).pdf.

กรมป่าไม้. 2559. ราคานำเข้าไม้ท่อนและไม้แปรรูป พ.ศ. 2559. http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/stat2559/Table 22.pdf.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. ม.ป.ป. ปริมาณน้ำฝนรายปีของบางจังหวัด. www.dnp.go.th/statistics/2553/ตาราง29.xls.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2554. วนเกษตร คนอยู่ ป่ายัง. http://www.aseangreenhub.in.th/envinat-ac/index.php/th/savetheworldsection/ 1 0 7 - savetheworld-2.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2561. โครงการส่งเสริมปลูกไม้เศรษฐกิจเพื่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน. http://www.mnre.go.th/th/infographic/detail/341

กระทรวงแรงงาน. 2563. อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ. https://www.mol.go.th/อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ/.

กฤษดา สังข์สิงห์, พนัส แพชนะ และ พิเวษฐ์ ไชยพานิชย์. 2550. การสำรวจและประเมินไม้ยางพารา เพื่อการซื้อขายในสวนยางก่อนโค่น. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2552. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Excel. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2552. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: บริษัทธรรมสาร จำกัด.

การยางแห่งประเทศไทย. 2559. สรุปราคาซื้อ – ขายไม้ยางพารา. https://km.raot.co.th/uploads/dip/userfiles/intra_ฝ่ายวิจัยและพัฒนาเศรษฐกิจยาง/111111.pdf.

การยางแห่งประเทศไทย. 2560. การคำนวณเพื่อประมาณราคาไม้ยางในสวนยางพาราก่อนโค่น. https://km.raot.co.th/km-knowledge/detail/222

การยางแห่งประเทศไทย. 2562. โครงการประกันรายได้เกษตรกรชาวสวนยาง. https://www.rubber.co.th/ewt_news.php?nid=8296

การยางแห่งประเทศไทย. 2563. สถิติราคาผลผลิตยางธรรมชาติ. การยางแห่งประเทศไทย. http://www.rubber.co.th/rubber2012/rubberprice_1a.xls

ขนิษฐา เสถียรพีระกุล, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และสมชาย นองเนือง. ม.ป.ป. การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสวนป่าสนสามใบ พื้นที่ต้นน้ำภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. ศูนย์สนเทศทางการเกษตรแห่งชาติ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC5009002.pdf.

คณะวนศาสตร์. 2553. โครงการศึกษาความเหมาะสมในการจัดทำแนวเชื่อมต่อทางนิเวศวิทยาของผืนป่าในกลุ่มป่าที่สำคัญของประเทศไทย. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 เล่มที่ 1 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์. 2555. การจัดการความรู้เรื่องการจัดการสวนยางพาราแบบวนเกษตร เพื่อความยั่งยืนของชุมชนและสิ่งแวดล้อมในภาคใต้. https://www.psffoundation.com/Content/uploads/contents/d67a516f-e7a9-46cd-8912-5d9c05288840.pdf.

จตุรภัทร จันทร์ทิตย์. 2548. การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน-ผลตอบแทนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างการทำสวนยางพารากับสวนไม้ยางพาราในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาธุรกิจเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จิราภรณ์ ชาวงษ์. ม.ป.ป. การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis). เอกสารประกอบการสอนวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจhttp://utccutcc.ac.th/faculties/economic/econsweb/upload/b_econ8.ppt.

เจนจิรา หมื่นเร็ว, เด่น เครือสาร, วิมลรัตน์ บุตรดาซุย และสุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. 2555. การศึกษาความหลากหลายพันธุ์พืชบริเวณป่าชุมชนอาเภอภูกามยาว จังหวัดพะเยา. การประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 1 ณ มหาวิทยาลัยพะเยา. 12-13 มกราคม 2555.

ฉลวยรัตน์ ภูมี. 2549. การใช้ประโยชน์ป่าชุมชน: กรณีศึกษา ป่าชุมชนบ้านซำผักหนาม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชมพูนุช แสนภพ. 2554. การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาการบริหาทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลธิดา เชิญขุนทด และธิติ วิสารัตน์. 2550. การเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่าแต่ละช่วงอายุ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 มกราคม- 2 กุมภาพันธ์ 2550. 747-754.

ชาญ บุญญสิริกูล. 2525. *การคณิตป่าไม้*. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชิงชัย วิริยะบัญชา, ภาณุมาศ ลาดปาละ และวัฒนา ศักดิ์ชูวงษ์. 2554. การสะสมคาร์บอนของเถาวัลย์ในป่าธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. http://www2.dnp.go.th/res_res/wp-content/uploads/2012/08/CTC2011.pdf.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. *คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้.* กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร

ณรงค์ศักดิ์ ธนวิบูลย์ชัย, นวลทิพย์ ควกุล และส่งศักดิ์ ทิตาราม. 2540. *หลักเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชวนชื่นพิมพ์.

ณรงค์ศักดิ์ พิทักษ์ตันสกุล, วิลาศ คำภาวงษ์ และประสิทธิ มั่นมงคล. 2553. โครงการวิจัยแบบมีส่วนร่วมเรื่องความหลากหลายพรรณพืชและการใช้ประโยชน์ด้านพืชอาหารและพืชสมุนไพรในป่าชุมชนเขาเตียน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา. *วารสารวิจัยพืชเขตร้อน* 3:59-66.

ณัชพล สามารถ. ม.ป.ป. ระบบการผลิตพืช. เอกสารประกอบการเรียนวิชา เกษตรเบื้องต้น http://kasetday.agri.ubu.ac.th/upload/ciprut/root/home/natchapol/public_html/1200_111/3.3-%C3%D0%BA%BA%A1%D2%C3%BC%C5%D4%B5%BE%D7%AA.pdf.

ณัฏฐ์พล จงพิทักษ์สกุล. ม.ป.ป. มูลค่าของเงินตามเวลา. เอกสารประกอบการเรียน มูลค่าเงินตามเวลา. http://teacher.aru.ac.th/nattaphon/images/FRA/time%20value%20of%20money.pdf.

ณัฐนาฏ ณ วงศ์. 2549. ความชุกชุมตามฤดูกาล และชนิดของด้วงบนเรือนยอดไม้ บริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขานิเวศวิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดุสิต เสรเมธากุล. 2537. การหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศน์ของระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักบนที่สูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ตรีภาพ ทิพยศักดิ์. 2540. การศึกษาสถานภาพพื้นที่ป่าไม้และทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำของจังหวัดแม่ฮ่องสอน. กลุ่มพัฒนาการจัดการป่าไม้และป่าสาธิต ส่วนวิจัยเศรษฐกิจและพัฒนาการจัดการป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2549. การวิเคราะห์ความถดถอย. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร. 2550. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของศักยภาพการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธนาคาเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 2563. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมแก่ลูกค้ารายคนและสถาบัน.

ธนาคารเพื่อการเกษตร. 2558. ธนาคารต้นไม้. https://www.baac.or.th/treebank/baac-tree-bank-2015.pdf

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2563. อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ.https://www.bot.or.th/thai/_layouts/application/exchangerate/exchangerate.aspx

ธรรมนูญ เต็มไชย และทรงธรรม สุขสว่าง. 2560. สมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก และความสูงของไม้ต้นบางชนิดในกลุ่มป่าแก่งกระจาน. *วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย* 1 (1).

ธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี และรินมนัส วัยรัตน์. 2553. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนที่สะสมในส่วนเหนือดินบริเวณพื้นที่ป่าดั้งเดิมและป่าที่ฟื้นตัวบริเวณเขาคอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธายุกร พระบำรุง, ชนิภรณ์ มีศรี, บุษบา บุตรัตน์, นิศาชน นันทะศรี และวันวิสา รินทระ. 2560. ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จอมปลวกและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ เกี่ยวข้องสำหรับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน:กรณีศึกษา เขตห้ามล่าสัตว์ป่าดูนลำพัน จ.มหาสารคาม. https://termite-data.msu.ac.th/report/fullreport.pdf

ธิติ วิสารัตน์ และชลธิดา เชิญขุนทด. 2547. องค์ประกอบของชนิดพันธุ์พืชและปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในป่าดิบแล้ง. http://www.dnp.go.th/environment/01/fileloadbase/18.Thiti.pdf.

ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ, พรชัย อุทรักษ์, อุษา กลิ่นหอม, ชาลี นาวานุเคราะห์, เชษฐพงษ์ บุตรเทพ, สาเม็ก เจ เอช, สโคล และ เดวิด แอล. 2554. การสำรวจและพัฒนาระบบฐานข้อมูลการสะสม

คาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่วนเกษตรประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม* 30: 403-410.

นันทิญาณี เธียรนันท์. 2545. การวิเคราะห์ต้นและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จากระบบวนเกษตร: กรณีศึกษาวนเกษตรในจังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์. 2550. ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในราก และคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก. *Environment and Natural Resources Journal* 5 (2): 109-121.

น้ำฝน พลอยนิลเพชร. 2555. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเนื้อไม้ ไม้หนุ่ม ลูกไม้และกล้าไม้บนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิติพัฒน์ นวนมะโน. 2556. การชะล้างพังทลายของดินบนเขาคอหงส์ และมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิธิตา สิริพงศ์ทักษิณ. 2562. ผลกระทบจากนโยบายยางพาราของรัฐบาลต่อการปลูกยางพาราในไทย. *วารสารวิจัยและพัฒนา* 11 (2).

นิศา ชูโต. 2538. *การประเมินผลโครงการ*. กรุงเทพมหานคร: เฟมโปรดักชั่นส์.

นุชจะรินทร์ สังยวน. 2545. การศึกษาความหลากหลายของชนิดนกในพื้นที่ป่าด้านนอกและพื้นที่ป่าด้านใน ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขานิเวศวิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นุชนารถ กังพิศดาร, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, พิศมัย จันทุมา, พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์ และปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. 2556. *การจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

บรรจบ โพธิ์ชัย และธัญนรินทร์ ณ นคร. 2535. ผลการจัดทำตารางปริมาตรไม้โดยใช้ Spiegel Relaskop บริเวณแปลงสาธิตแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง. กองจัดการป่าไม้, กรมป่าไม้.

บัญชา สมบูรณ์สุข และไชยยะ คงมณี. 2561. สาเหตุของปัญหาในการขับเคลื่อนสวนยางพาราที่มีความหลากหลายระบบการผลิต: รากเหง้าของปัญหาและทางเลือกของเกษตรกรสวนยางพาราภายใต้ภาวะราคายางตกต่ำ. *วารสารบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์* 1 (3): 1–16.

บัญชา สมบูรณ์สุข, ประวัติ เวทย์ประสิทธิ์, ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต, อาซีซัน แกสมาน, และพีระพงศ์ ทีฆสกุล. 2556. แนวทางแก้ไขปัญหาราคายางพาราตกต่ำ. http://www.pbwatch.net/Events/Rubber/NR_Seminar_20130903_01.pdf

บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ และสมพร กฤษณะทรัพย์. 2537. ศึกษาต้นทุนการผลิตยางของประเทศไทย ปี 2536. รายงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2536 เล่ม 1 เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพาราปีที่ 2537 ณ โรงแรมธารินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 22-25 กุมพาพันธ์ 2537. รวบรวมโดย ฝ่ายติดตามและประเมินผล สถาบันวิจัยยาง.

ปฏิญญา สระกวี, สายัณห์ สดุดี และปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี. 2553. ผลของระบบการปลูกพืชร่วมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของลองกองและยางพารา. การประชุมสัมมนาวิชาการ ระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ระบบเกษตรเพื่อความสมดุลของชีวิตและสิ่งแวดล้อม. 89-99.

ปฏิญญา สระกวี. 2553. ผลของการจัดการในระบบวนเกษตรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของลองกองและยางพาราภายใต้ระบบการปลูกร่วม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการทรัพยากรดิน คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ดุริยะ สถาพร และเจด็จ รัตนแก้ว. ม.ป.ป. การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้บางชนิดที่ปลูก ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร. รายงานผลการศึกษาวิจัยการพัฒนาต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ปาและพันธุ์พืช. http://www.frcdb.forest.ku.ac.th/frcdb/bulletin/watershed_detail.php?id=110.

ประพันธ์ สัมพันธ์พานิช. 2537. ลักษณะโครงสร้าง ปริมาณการร่วงหล่นและอัตราการสลายตัวของซากพืชในระบบวนเกษตรแบบสวนบ้าน บริเวณอ้าเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาพรรณ กำภู. 2545. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบางองค์ประกอบของป่าดิบชื้น: กรณีศึกษาป่าราด อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประสิทธิ์ วรเวทย์ชลิต. 2533. การหมุนเวียนภายในของธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกยางพาราบริเวณสถานีทดลองยางโป่งแรด จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราโมทย์ แก้ววงศรี. 2549 . ความเป็นไปได้ต่อการเลี้ยงแพะแกะฮาลาลในระบบวนเกษตร. เอกสารประกอบฝึกอบรมการเลี้ยงแพะในระบบเกษตรผสมผสาน. 16-17 กรกฎาคม 2549 ณ สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี และสุรชาติ เพชรแก้ว. 2560. วนเกษตรยางพารา. http://hsmi2.psu.ac.th/upload/forum/project_423_5d7912d0006105d791.pdf

ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักวนเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปริญญารัตน์ เลี้ยงเจริญ. 2560. พันธบัตรป่าไม้: กลไกการคลังฟื้นป่าเศรษฐกิจ. https://tdri.or.th/2017/08/11-kt-opinion/.

ปวรีน สุวรรณอินทร์. 2550. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของดินที่ต่างชนิดกัน และการกำหนดค่า correction factor ของวิธี Walkley-Black โดยใช้เทคนิคการเผาให้แห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปาริฉัตร วงศ์พานิช. 2546. การจัดทำเส้นทางศึกษาธรรมชาติเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน: กรณีศึกษาป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เปรมใจ สัจจะอารีวัฒน์. ม.ป.ป. การวิเคราะห์ทางการเงิน เพื่อการตัดสินใจลงทุน. http://home.kku.ac.th/psconference/Financial55/pdf/Pramejai_Capital_budgeting.pdf.

พงศ์พิทักษ์ ศรีบัณฑิต, ประทีป ด้วงแค และพัฒนี จันทรโรทัย. 2553. ความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กบริเวณสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราดจังหวัดตราด และศูนย์ศึกษาธรรมชาติเชิงนิเวศเจ็ดคด-โป่งก้อนเส้าจังหวัดสระบุรี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 17 (1): 44-54.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และพิณทิพน์ ธิติโรจนะวัฒน์. 2551. ทำไมสวนยางพาราจึงใช้ทดแทนป่าต้นน้ำไม่ได้. ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. http://www.dnp.go.th/watershed/knowledge_files/P005111.pdf.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล. 2536. แนวความคิดของการใช้วนเกษตรในสวนยางพาราที่ระยอง. *วารสารวนศาสตร์* 12: 159-167.

พนัส แพชนะ สมยศ สินธุรหัส และเฉลิมพันธ์ จงรักษ์. 2541. การปลูกระกำและสละเป็นพืชร่วมยางพารา.http://it.doa.go.th/rrit/web/download.php?idload=138.

พรพรรณ แซ่หว่อง. 2552. ผลของการปรับปรุงระบบกรีดต่อผลผลิตยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) และเศรษฐกิจสังคมของเกษตรกรชาวสวนยางขนาดเล็ก: กรณีศึกษา บ้านหูแร่ ตำบลทุ่งต้าเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรรณทิพา ปันทะรัตน์ . 2554. การวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์ของระบบการผลิตแบบวนเกษตรและระบบพืชเชิงเดี่ยว: กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พละชัย พรหมจันทร์. 2555. การศึกษาความหลากหลายพรรณไม้ยืนต้นและการใช้ประโยชน์ ในโครงการพระราชดำริพัฒนาป่าโคกกุดเลาะ จังหวัดนครพนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตรศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

พสุธา สุนทรห้าว, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และนรินธร จำวงษ์. 2563. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการผลประโยชน์ร่วมทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของการปลูกป่าบนพื้นที่สูงเพื่อการกักเก็บคาร์บอน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรินทร์ ศรีวารินทร์. 2545. การประชุมวิชาการยางพาราครั้งที่ 1 ประจำปี 2545 20-22 กุมภาพันธ์ 2545 ณ โรงแรมหนองคายแกรนด์ จังหวัดหนองคาย.

พิทยา เพชรมาก. 2536. เอกสารวิชาการ เรื่องเกษตรยั่งยืน: อนาคตของเกษตรกรไทย. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิทักษ์ หางาม, ประทีป ด้วงแค และจงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2549. การสำรวจชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน บริเวณสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จ.ตราด. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 13 (1): 190-200.

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร. ม.ป.ป. บวชป่าแม่วงก์เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว 5 ธันวามหาราช. http://www.seub.or.th/index.php?view=details&id=215%3Aevent&option=com_eventlist.

เมธี วงศ์หนัก. 2545. ความหลากหลายของพืชพรรณธรรมชาติประจำถิ่นเพื่อการวางแผนอนุรักษ์ในเขตป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุพิน รามณีย์. 2542. การพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนสำหรับเกษตรกรชาวสวนยางพารา ความเป็นไปได้ในการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ในสวนยางพารา จังหวัดสงขลาและสตูล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาพัฒนาการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เยาวนิจ กิตติธรกุล, สาระ บำรุงศรี, ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี, ผกามาศ ทองคำ, รินมนัส วัยรัตน์, นรันต์ ณัฏฐารมณ์ และวิจิตรา อุตมะมุณีย์. 2557. การศึกษาเปรียบเทียบมิติความยั่งยืนเชิงบูรณาการระหว่างสวนยางพาราแบบวนเกษตรกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยว. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เยาวลักษณ์ วงศ์สิงห์, ศศิธร พ่วงปาน และ พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์. 2555. ความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและใต้ดินของกล้าไม้วงศ์ยาง. *วารสารพฤกษศาสตร์ไทย* 4: 37-46. 2555.

ระวี เจียรวิภา อิบรอเฮม ยีดำ และสายัณห์ สดุดี. 2552. การประเมินปริมาตรไม้และน้ำยางพาราในเขตพื้นที่สงเคราะห์การทำสวนยางพารา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 17 (1): 66-77.

ระวี เจียรวิภา, สุรชาติ เพชรแก้ว, มนตรี แก้วดวง และวิทยา พรหมมี. 2555. การประเมินการเก็บกักคาร์บอนและรายได้จากการชดเชยคาร์บอนในสวนยางพารา. *ว. วิทยาศาสตร์บูรพา* 17 (2): 91-102.

รักฉัตร เลหวนิช. 2543. ศึกษาการออกแบบเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติด้วยตนเอง บริเวณป่าชุมชนบ้านร่วมโพธิ์ทอง ตำบลคลองตะเกราะ อำเภอท่า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รักชาติ สุขสำราญ. 2536. ผลผลิตของสวนไม้ยางพารา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน.

รังสฤษฏ์ วรรณวิริยวุฒิ. 2546. การวิเคราะห์ต้นทุน ผลตอบแทนและความเสี่ยงของการผลิตข้าวโพดหวานภายใต้ระบบสัญญาข้อตกลง: กรณีศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี ปีการเพาะปลูก 2544/2545. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โรงพยาบาลสทิงพระ. 2563. รายงานการจัดซื้อวัสดุการทางการแพทย์ประจำปีงบประมาณ 2563.

โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชินีนาถ ณ อำเภอนาทวี. 2563. รายงานการจัดซื้อวัสดุการทางการแพทย์ประจำปีงบประมาณ 2563.

วรรณพงษ์ ดุรงคเวโรจน์. 2559. ผลกระทบภายนอกเชิงลบ (Externalities): สิ่งที่ถูกมองข้ามจากสังคม. http://www2.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/Eco59.pdf

วราภรณ์ งามสมสุข. 2549. การประเมินมูลค่าการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วสันต์ จันทร์แดง. 2553. การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส บริเวณสวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีวนวัฒน์ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน. 2543. *เศรษฐศาสตร์เบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 5. ปทุมธานี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิจารณ์ มีผล. 2553. การเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง. *วารสารการจัดการป่าไม้* 4 (7): 29-44.

วิทยา เต่าสา. 2551. แนวคิดการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร. http://www.oknation.net/blog/print.php?id=323550.

ไววิทย์ บุรณธรรม, อารักษ์ จันทุมา, พิสมัย จันทุมา, พนัส แพชนะ, ผลึก บำรุงวศ์, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง, สว่างรัตน์ สมนาค และประสาน บุญมรกต. 2546. การปลูกไม้ป่าเศรษฐกิจร่วมกับยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษ่ตร.

ศันสนีย์ เทพปัญญา. ม.ป.ป. การประเมินโครงการลงทุน. http://tulip.bu.ac.th/~sansanee.t/capital_budgeting.ppt.

ศิริจิต ทุ่งหว้า และ พิษณุ ดำรัตนา. 2554. การปฏิบัติงานในสวนยางพาราที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาวะของเกษตรกร อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. 1-4 ก.พ. 2554. 101-107.

ศุภมิตร จารุธัญลักษณ์. 2539. การสูญเสียดินและน้ำจากการปลูกพืชระบบวนเกษตรบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำภูเวียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาการจัดการลุ่มน้ำ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2552. โครงการส่งเสริมปลูกต้นไม้เพื่อเป็นทุนระยะยาว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์ ศูนย์วิจัยป่าไม้.

ศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2542. ประเภทและจำนวนของพืชที่ใช้ประโยชน์ในครัวเรือนปาเกาะญอ. http://www.mcc.cmu.ac.th/agsust/highland_SA/localfood_highland.htm.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง. มหาวิทยาลัยมหิดล. http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/photosynthesis/chapter21.htm.

สถาบันนวัตกรรมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่คุ้มครอง สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2556. สถิตินักท่องเที่ยวทั้งหมดปี 2556. http://www.dnp.go.th/NPRD/develop/data/stat56/fthai_56.pdf.

สถาบันวิจัยยาง. 2549. วิธีป้องกันและกำจัดโรคยางพาราจากเชื้อราในฤดูฝน. http://www.rubberthai.com/news/newsinfo/2549/news_jul49/news_0701.htm.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. อย่ากรีดถี่ อายุขัยต้นยางจะสั้นเร็ว ให้ใช้ 5 ระบบกรีดแนะนำ. http://www.rubberthai.com/news/newsinfo/2550/news_July50/news_1301.htm.

สถาบันวิจัยยาง. 2554. คำแนะนำการปลูกยางพารา. http://www.rubberthai.com/rubberthai/index.php?option=com_content&view=article&id=16695:2011-11-25-17-44-25.).

สถาบันวิจัยยาง. 2554a. คำแนะนำการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง. สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยยาง. 2554b. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพาราปี 2554. สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยยาง. 2556. มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของไทย. http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm.

สถาบันวิจัยยาง. 2559. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2559. สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยยาง. 2561. ข้อมูลวิชาการยางพารา ปี 2561. http://online.pubhtml5.com/lfcj/oubi/#p=7

สถาบันวิจัยยาง. ม.ป.ป. โรคและศัตรูยางพารา. 2550. http://www.rubberthai.com/information/Wichakan50/14.pdf.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2556. สภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง. http://www.haii.or.th/wiki/index.php/สภาพปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่เกี่ยวข้องลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.

สมจิตรติยา ศรีสุวรรณ. 2555. การวิเคราะห์ทางการเงินของการท้าวนเกษตรในระดับครัวเรือนภายใต้เครือข่ายวนเกษตรภูพานจังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวนศาสตร์ชุมชน คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย นองเนือง, สุนทร ค้ายอง, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ นิวัติ อนงค์รักษ์. 2553. ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในมวลชีวภาพของป่าดิบเขาที่เหลือเป็นหย่อมบนพื้นที่ต้นน้ำที่สูง. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่ 6 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก. 1 - 2 สิงหาคม 2553. 131-141.

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล, พลากร สัตย์ซื่อ และอริศรา ร่มเย็น. 2557. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้ระบบสวนยางพารา. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล, พลากร สัตย์ซื่อ, และอริศรา ร่มเย็น. 2558. ความรู้ภาคปฏิบัติและบทเรียนกับการขับเคลื่อนเชิงนโยบายเพื่อเพิ่มพื้นที่การปลูกพืชร่วมยาง. *วารสารพัฒนาสังคม* 17 (2): 35–50.

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล. 2537. เศรษฐศาสตร์การผลิตและการจัดการทางการเกษตร. โครงการจัดตั้งภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมหญิง บู่แก้ว, เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ และธวัดชัย ธานี. 2552. ความหลากชนิดของพรรณไม้และการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในป่าชุมชนโคกใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และดุริยะ สถาพร. 2552. การกักเก็บคาร์บอนของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกบนคันนาในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา. *วารสารวนศาสตร์* 28 (3): 72-84.

สาระ บำรุงศรี, ประกาศ สว่างโชติ, จันร์จีราเทพดนตรี, นรันต์ ณัฏฐารมณ์, กรรณิกา บัวลอย, นฤมล ชายชาติ และเสาวลักษณ์ บิลละโสย. 2554. อัตราการร่วงหล่นและการย่อยสลายของใบไม้ ความหนาแน่นของไส้เดือน ความสามารถในการเก็บคาร์บอน ความหลากหลายของนกและค้างคาวในสวนวนเกษตรยางพารา (ป่ายาง) เปรียบเทียบกับสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในจังหวัดสงขลาและพัทลุง. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงบประมาณ. 2561. อัตราราคางานต่อหน่วย. http://www.dnp.go.th/info_office/%2525E0%2525B8%2525AD%2525E0%2525B8%2525B1%2525E0%2525B8%252595%2525E0%2525B8%2525A3%2525E0%2525B8%2525B2%2525E0%2525B8%2525A3%2525E0%2525B8%2525B2%2525E0%2525B8%252584%2525E0%2525B8%2525B2%2525E0%2525B8%252595%2525E0%2525B9%252588%2525E0%2525B8%2525AD%2525E0%2525B8%2525AB%2525E0%2525B8%252599%2525E0%2525B9%252.

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การท้าสวนยาง. 2556. การคำนวณเพื่อประมาณราคาไม้ยาง ในสวนยางพาราก่อนโค่น. http://km.rubber.co.th/.

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2556. การปลูกพืชร่วมยาง. http://km.rubber.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=111:2011-05-11-04-21-39&catid=40:2011-05-11-03-00-30&Itemid=103.

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. 2562. มาตรการแก้วิกฤต หลังยางพาราไทยถูกกีดกันทางการค้า ด้วย FSC. https://www.nrct.go.th/news/วชจับมือ-สกสว-หนุน-6-มาตรการ-แก้วิกฤต-หลังยางพาราไทยถูกกีดกันทางการค้า-ด้วย-มาตรการทางการค้าที่มิใช่ภาษี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. http://www.oae.go.th/download/download_journal/yearbook55.pdf.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557. http://www.oae.go.th/download/download_journal/2558/yearbook57.pdf.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2557. http://www.oae.go.th/download/download_journal/2558/commodity57.pdf.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2562. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8. 2559. ทางเลือกการปลูกพืชแซมยาง พืชร่วมยาง และกิจกรรมเสริมรายได้ ของชาวสวนยาง. http://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=1193.

สุจิตรา วาสนาดำรงดี และ ปิยสุทธิ์ เอี่ยมอิทธิพล . 2551. การประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาทบทวนการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย.

สุจิตรา สันธนาภรณ์. 2541. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโดยรวมต้นทุนสุขภาพจากการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชของการทำวนเกษตรและเกษตรกระแสหลัก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุธัญญา ทองรักษ์. 2542. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. โครงการจัดตั้งภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภาพร ธีรนุสนธิ์. 2548. การวิเคราะห์โครงการลงทุนในการทำสวนยางพาราของเกษตรกรรายย่อยในตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์. 2552. ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรและผักพื้นบ้าน บริเวณพื้นที่วนเกษตร ต.แม่พูล อ.ลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. http://industrial.uru.ac.th/ururesearch/information/research_show.php?idresearch=90.

สุภาวรรณ วงค์คำจันทร์. 2549. การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของพืชในเข้าแม่กระทู้ อำเภอแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สุรจิต ภูภักดิ์. 2549. วนเกษตร. เอกสารประกอบการเรียน. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. www.agri.ubu.ac.th/sura/LectureN/agroforestry_Lac.pdf

เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี, โรจนัจฉริย์ ด่านสวัสดิ์ และประภาพรรณ กำภู. 2550. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านเนื้อไม้ของป่าเขาหัวช้างตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง. *วารสารเศรษฐศาสตร์ ธรรมศาสตร์* 1 (25).

เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี. 2548. การประเมินและวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของการจัดการของเสียของโรงงานน้ำยางข้น. รายงานโครงการวิจัย ภายใต้ชุดโครงการวิจัยเรื่อง การจัดการของเสียอุตสาหกรรมน้ำยางข้น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี. 2549. การประเมินคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าชุมชนในภาคใต้: กรณีศึกษา ป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี. 2556. *เอกสารการสอนวิชาเศรษฐศาสตร์นิเวศและสิ่งแวดล้อม.* คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี. 2558. *เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักจัดการสิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา: โรงพิมพ์ดิจิตอล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

แสงคำ ผลเจริญ. 2552. ศึกษาความหลากหลายของชนิดพืชลักษณะดินและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านทรายทองตำบลป่าสักอำเภอเมืองจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป าไม้. http://ghgreduction.tgo.or.th/download-tver/download/2160/1200/32.html

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. ม.ป.ป. ก๊าซเรือนกระจก คือ อะไร.องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=46:what-is-ghg&catid=35:greenhouse-effect&Itemid=55.

อเนก กุณาละสิริ, สุภาพร บัวแก้ว, สมจิตต์ ศิขรินมาศ,จุมพฏ สุขเกื้อ และพัชรินทร์ ศรีวารินทร์. 2546. ต้นทุนการผลิตยางของสวนยางขนาดเล็ก. รายงานวิจัยฉบับเต็ม ประจำปี 2546 เล่ม 3.

อภิชาติ พิกุลทอง. 2541. ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการชะล้างพังทลายของดิน บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำปากพนัง บ้านคีรีวง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2551. ปฏิวัติเขียว จากความหิวโหยสู่ความอิ่มเอม. โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเกษตร เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/ebooks/2011-002-0182/files/assets/pages/page0157.swf.

อริสรา จันทร์แก้ว. 2549. วิเคราะห์ต้นทุนการลงทุนการทำสวนยางของเกษตรกร อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อรุณี ภู่สุดแสวง. 2553. การปลูกและจัดการสักเชิงเศรษฐกิจ สำหรับเกษตรกร และภาคเอกชน. http://forprod.forest.go.th/forprod/KM/PDF/1_Teak plantation manual.pdf.

อารักษ์ จันทุมา, ธีรชาติ วิชิตชลชัย, พิสมัย จันทุมา, สุจินต์ แม้นเหมือน, วันเพ็ญ พฤกษ์วิวัฒน์,พนัส แพชนะ, สว่างรัตน์ สมนาค, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง และสิริวัตร เต็มสงสัย. การเก็บรักษาก๊าซคาร์บอนในสวนยาง. ศูนย์วิจัยยาฉะเชิงเทรา. http://www.geocities.ws/oard6/Data/System_Research/Sys2.htm.

อิบรอเฮม ยีด้า, ระวี เจียรวิภา และสายัณห์ สดุดี. 2550. การใช้แบบจำลองการผลิตพืชเพื่อการประเมินปริมาตรไม้และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยางพารา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุบลวรรณ ไชโย, สาวิตรี การีเวทย์ และกอบศักดิ์ วันธงไชย. 2554. การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำพาชี จังหวัดราชบุรี. http://www.conference.tgo.or.th/download/2011/research/PPT/180811/J14/04_r.pdf.

โอปอ แสงงาม. 2557. การออกแบบเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติและการสื่อความหมายบนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Adedeji, O.H. and Gbadegesin, A.S. 2014. Dynamics and Fluxes of Nutrient in Throughfall in Rubber Plantation (*Hevea brasiiliensis (Willd). Muell.Arg*) at Ikenne, SW, Nigeria. *Trends in Applied Sciences Research* 9 (5): 200-218.

Agduma, A.R., Achondo, M.J.M.M., Bretana, B.L.P., Bello, V.P., Remollo, L.L., Mancao, L.S., Supremo, J.P., Salem, J.G.C. and Salvana, F.R.P. 2011. Diversity of Vascular Plant Species in an Agroforest: The Case of a Rubber (*Hevea brasiliensis*) Plantation in Makilala, North Cotabato. Philippine. *Journal of Crop Science* 36 (3): 57-64.

Albarracín, G., Kalame, F. B., Glover, E., Takuathung, O., Koskipää, T., Makkonen, S., and Takuathung, C. N. 2006. Rubber plantations in southern Thailand: management and social and economic functions. http://patricklepetit.jalbum.net/0 1 - THEMES/AGRICULTURE/LIBRARY/Rubber Plantations.pdf.

Alignier, A., & Deconchat, M. 2013. Patterns of forest vegetation responses to edge effect as revealed by a continuous approach. *Annals of Forest Science* 70 (6): 601–609.

Baishya, R., Barik, S.J. and Upadhaya, K. 2009. Distribution pattern of above ground biomass in natural and plantation forests of humid tropics in northeast India. *Tropical Ecology* 50 (2): 295-304.

Baskent, E.Z., Keles, S. and Yolasigmaz H.A. 2008. Comparing multipurpose forest management with timber management, incorporating timber, carbon and oxygen values: A case study. Scandinavian. *Journal of Forest Research* 23: 105-120.

Bertomeu, M.G. 2003. Smallholder maize-timber agroforestry systems in Northern Mindanao, Philippines: Profitability and contribution to the timber industry sector. The International Conference on Rural Livelihoods, Germany, 19-23 May 2003.

Beukema, H., Danielsen, F., Vincent, G., Hardiwinoto, S., and Van Andel, J. 2007. Plant and bird diversity in rubber agroforests in the lowlands of Sumatra, Indonesia. Agroforestry Systems.

Bohora, S.B. and Cao, Q.V. 2014. Prediction of tree diameter growth using quantile regression and mixed-effects models. *Forest Ecology and Management* 319: 62-66.

Bowman, D.M.J.S., Brienen, R.J.W, Gloor, E., Phillips, O.L. and Prior, L.D. 2013. Detecting trends in tree growth: not so simple. *Trends in Plant Science* 1 (18): 11-7.

Brack, C. n.d. Merchantable height of a single tree. http://fennerschool-associated.anu.edu.au/mensuration/merchhgt.htm.

Braz, E. M., Mattos, P. P., Thaines, F., De Madron, L. D., Garrastazu, M. C., Canetti, A., and D'Oliveira, M. V. N. 2015. Criteria to be considered to achieve a sustainable second cycle in Amazon Forest. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 35 (83).

Brooks, R. T., and Kyker-Snowman, T. D. 2008. Forest floor temperature and relative humidity following timber harvesting in southern New England, USA. *Forest Ecology and Management* 254 (1): 65–73.

Brown, S., Gillespie, A. and Lugo, A. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Sci* 35: 881-902.

Burtis, J.C., Fahey, T.J. and Yavitt J.B. 2014. Impact of invasive earthworms on Ixodes scapularis and other litter-dwelling arthropods in hardwood forests, central New York state, USA. Applied Soil Ecology 148–157.

Cairns, E.H., Brown, S., Helmer, E.H. and Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111: 1-11.

Cao, Q. V. 2004. *Annual Tree Growth Prediction from Periodic Measurements*. In K. F. Connor (Ed.), 12th biennial southern silvicultural research conference (pp. 212–215).

Carbon Trade Watch. 2014. Monocultures. http://www.carbontradewatch.org/issues/monoculture.html.

Carson, R.M. and Bergstrom, J.C. 2003. A Review of Ecosystem Valuation Techniques. Department of Agricultural & Applied Economics College of Agricultural & Environmental Sciences The University of Georgia. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/16651/1/fs0303.pdf.

Chaudhuri, P.S., Bhattacharjee, S., Dey, A., Chattopadhyay, S. and Bhattacharya, D. 2012. Impact of age of rubber (*Hevea brasiliensis*) plantation on earthworm communities of Trupura (India). *Journal of Environmental* Biology 34: 59-65.

Chave, D. Navarrete, S. Almeida, E. A lvarez, L.E.O.C. Aragao, D. Bonal, P. Chatelet, J. E. Silva-Espejo, J.-Y. Goret6, P. von Hildebrand2, E. Jimenez, S. Pati no, M.C. Penuela, O. L. Phillips, P. Stevenson1, and Malhi, Y. 2010. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. *Biogeosciences* 7: 43–55.

Cuevas, E. and Lugo, A. E. 1998. Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species. *Forest Ecology and Management* 112 (3): 263–279.

Dangerfield, J.M. 1993. Characterization of soil fauna communities. In: M.R. Rao, & R.J. Scholes (eds.) Report on characterization of an experimental field at KARI farm Muguga. Kenya 51-67.

Darlington, R. B., and Hayes, A. F. 2016. *Regression analysis and linear models: Concepts, applications, and implementation*. Guilford Publications.

De Wit, M., Galvão, V. C. and Fankhauser, C. 2016. Light-Mediated Hormonal Regulation of Plant Growth and Development. In Annual Review of Plant Biology.

DeLay, J.K. and Foote, D. 2009. Evapotranspiration and energy balance of native wet montane cloud forest in Hawai. *Agricultural and Forest Meteorology* 149: 230–243.

Department of Finance and Administration. 2006. Handbook of Cost-Benefit Analysis January 2006. http://www.finance.gov.au/finframework/docs/Handbook_of_CB_analysis.pdf.

Department of Finance. 1991. Techniques to value environmental resources: an introductory handbook. Department of Finance, Canberra Australia.

Devaranavadgi, S. B., Bassappa, S. and Wali, S. Y. 2013. Height-Age Growth Curve Modelling for Different Tree Speciesin Drylands of North Karnataka. *Global Journal of Science Frontier Research Angriculture and Veterinary Sciences* 13 (1).

Dombois, M. and Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York: John Wiley and Son.

Downey, P. O. and Richardson, D. M. 2016. Alien plant invasions and native plant extinctions: a six-threshold framework. *AoB Plants* 8.

Eastham, J., Scott, P.R. and Steckis, R. 1994. Components of the water balance for tree species under evaluation for agroforestry to control salinity in the wheatbelt of Western Australia. *Agroforestry Systems* 26 (3): 157-169.

Feintrenie, L., Schwarze, S. and Levang, P. 2010. Are local people conservationists? Analysis of transition dynamics from agroforest to monoculture plantationsin Indonesia. *Ecol. Soc.* 15.

Ffolliott, P.F., Irving, F.D. and Duncan, D.P. 1960. The growth potential of Black Walnut in Southeastern Minnesota. https://www.forestry.umn.edu/sites/forestry.umn.edu/files/MinnesotaForestryNotes_97.pdf.

Fonte, S.J., Barrios, E., and Six, J. 2010. Earthworms, soil fertility and aggregate-associated soil organic matter dynamics in the Quesungual agroforestry system. Geoderma 155: 320-328.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study. http://www.fao.org/3/W8301E/w8301e07.htm#6.1 trend of wood supply and demand.

Food and agriculture organization of the united nations. 2008. The state of food insecurity in the world 2008. ftp://193.43.36.93/docrep/fao/011/i0291e/i0291e00.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Agroforestry. http://www.fao.org/forestry/9469/en/.

Food and agriculture organization of the united nations. 2014. Biodiversity and ecosystem services. http://www.fao.org/agriculture/crops/corethemes/theme/biodiversity0/en/#bio1.

Frost, J. 2020. Curve Fitting using Linear and Nonlinear Regressionjim.com. https://statisticsbyjim.com/regression/curve-fitting-linear-nonlinear-regression/.

Giambelluca, T.W., Martin, R.E., Asner, G.P., Huang, M., Mudd, R.G., Nullet, M.A., DeLay, J.K., Foote, D. 2009. Evapotranspiration and energy balance of native wet montane cloud forest in Hawai. *Agricultural and Forest Meteorology* 149: 230–243.

Goncalves, P.D.S., Junior, E.J.S., Martins, M.A., Moreno, R.M.B, Brabco, R.B.F and Goncalves, E.C.P. 2011. Assessment of growth and yield performance of rubber tree clones of the IAC 500 series. *Pesq.agropec. bras* 46.

Gouyon, A., de Foresta, H. and Levang, P. 1993. Does “jungle rubber” deserve its name? An analysis of rubber agroforestry systems in southeast Sumatra. *Agroforestry Systems* 22(3): 181–206.

Guo, Z., Xiao, X., Gan, Y. and Zheng, Y. 2001. Ecosystem functions, services and their values - A case study in Xingshan County of China. *Ecological Economics* 38: 141-154.

Gurrea, S.D. and Neuberger, J.A. n.d. Sensitivity Analysis in Economic Modeling. http://www.ei.com/vieweconink.php?id=243.

Hasanuzzaman, M. and Hossain, M. 2014. Litter production and nutrient return through leaf litter of selected cropland agroforest tree species in southwestern Bangkadesh. Agriculture & Forestry 60 (1): 221-233.

International Centre for Research in Agroforestry. 1993. report of the first external program and management review of the international center or research in agroforestry. http://library.cgiar.org/bitstream/handle/1 0 9 4 7 / 5 5 0 / icrafr9 3 . pdf?sequence=1.

Islam, M., Salim, S. H., Kawsar, M. H. and Rahman, M. 2016. The effect of soil moisture content and forest canopy openness on the regeneration of Dipterocarpus turbinatus C.F. Gaertn. (Dipterocarpaceae) in a protected forest area of Bangladesh. *Tropical Ecology* 57 (3): 455–464.

Ives, M. 2013. The rise of rubber takes toll on forests of southwest China. Yale Environmen 360. http://e360.yale.edu/feature/the_rise_of_rubber_takes_ toll_on_forests_of_southwest_china/2677/.

Jones, J.W., Turell, M.J., Sardelis, M.R., Watts. D.M. Coleman, R.E., Fernandez, R., Carbajal, F.C., Pecor, J.E., Calampa, C. and Klein, T.A. 2004. Seasonal Distribution, Biology, and Human Attraction Patterns of Culicine Mosquitoes (*Diptera: Culicidae*) in a Forest near Puerto Almendras, Iquitos, Peru. *Journal of Medical Entomology* 41 (3): 349-360.

Jose, D.F.M., Raj, R.E., Prasad, B.D., Kennedy, Z.R. and Ibrahim, A.M. 2011. A multi-variant approach to optimize process parameters for biodiesel extraction from rubber seed oil. *Applied Energy* 88: 2056-2063.

Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforest Syst* 76: 1–10.

Ju-sheng, J. and Ru-song, W. 2003. Hydrological eco-service of rubber plantation in Hainan Island and it effect on local economic development. *Journal of Environmental Science* 15(5): 701-709.

Kirby K.R. and Potvin, C. 2007. Variation in carbon storage among tree species: implications for the management of a small-scale carbon sink project. *Forest Ecology and Management* 246: 208–221.

Lackmann, S. 2011. Plot shape. Lesson 8 - Good Practice in Designing a Forest Inventory. http://www.rainforestcoalition.org/TinyMceFiles/CD%20REDD%20II,%20May%202011/11%20Forest%20Inventory_SteffenLackmann.pdf.

Laikre, L., Palmé, A., Josefsson, M., Utter, F. and Ryman, N. 1998. Release of Alien Populations in Sweden. *Ambio* 27 (8): 764–766.

Laing, M. n.d. The advantages & dsadvantages of agroforestry. http://www.ehow.com/info_8396716_advantages-disadvantages-agroforestry.html.

Leak, W.B. 1985. Relationships of tree age to diameter in old-growth northern hardwoods and spruce-fir. U.S. Department of Agriculture. http://www.fs.fed.us/ne/newtown_square/publications/research_notes/pdfs/scanned/OCR/ne_rn329.pdf

Lee, C.M., Kwon, T., Park, Y.K., Kim, S., Sung, J.H. and Lee, Y.G., 2014. Diversity of beetles in Gariwangsan Mountain, South Korea: Influence of forest management and sampling efficiency of collecting method. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 3 (7): 319-346.

Lin B.B. 2010. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 510–518.

Linder, S. 1981. Studia forestalia suecica Understanding and Predicting Tree Growth. https://pub.epsilon.slu.se/5287/1/SFS160.pdf?fbclid=IwAR2MjFV_mz9gxYRbCR0kKyRLJcw5AFPDUBn3ZDB2AVAXlAVzzyW6Jy6xef4.

Lipton, D.W., Jame, D.E., Mester, A.D., Bower, B.T. and Dixon, J.A. 1983. *Environment, Natural System and Development: An Economic Valuation Guide.* The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Ludang, Y. and Jaya, H.P. 2007. Biomass and cabon content in tropical forest of central Kalimantan. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation* 2: 7-12.

Magnussen, S. 2004. Modeling for Estimation and Monitoring. http://www.fao.org /forestry/17109/en/.

Manchester Metropolitan University. 2010. Benefit. http://www.search.mmu.ac.uk /search?q=Benefit&sort=date% 3 AD% 3 AL% 3 Ad1 &output=xml_no_dtd&i=UTF-8 &oe=UTF-8 &client=mmu2 0 0 8 &proxystylesheet= mmu2 0 0 8 &site =default_collection.

Manivong, V., Cramb, R.A., 2008. Economics of smallholder rubber expansion in Northern Laos. *Agroforestry Syst* 74: 113–125.

Margaret, K., Alvaro, C. and Tim, M. 2002. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantation, Panama. *Forest Ecol. Manag* 173: 213-225.

McDonald, M.A. and Healey J.R. 2000. Nutrient cycling in secondary forests in the Blue Mountains of Jamaica. *Forest Ecology and Management* 139(1): 257-278

McDonald, M.A., Healey J.R. and Stevens, P.A. 2002. The effects of secondary forest clearance and subsequent land-use on erosion losses and soil properties in the Blue Mountains of Jamaica. Agriculture, *Ecosystems and Environment* 92: 1-19.

McGroddy, M.E., Daufresne, T. and Hedin, L.O. 2004. Scaling of C:N:P stoichiometry in forests worldwide:Implications of terrestrial Redfield-type ratios. *Ecology* 85: 2390-2401.

Meekaew, K. 2008. Silviculture of Mansonia Gagei J.R. Drummond. In Prachuapkhirikhan province. Ph.D.Thesis, Graduate School, Kasetsart University

Michon, G., Mary, F. and Bompard, J. 1986. Multistoried agroforestry garden system in West Sumatra, Indonesia. Agroforestry Systems 4: 315-338.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Mitchell, R.C. and Carson, R.T. 1989. *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Washington D.C.: Resources for the Future.

Monumental Trees. e.d. How can you measure the volume of a tree?. http://www.monumentaltrees.com/en/content/measuringvolume/.

Murbach, M. R., Boaretto, A. E., Muraoka, T. and Souza, E. C. A. de. 2003. Nutrient cycling in a RRIM 600 clone rubber plantation. *Scientia Agricola* 60(2): 353-357.

Narain, P., Singh, R.K., Sindhwal, N.S. and Joshie, P. 1998. Agroforestry for soil and water conservation in the western Himalayan Valley Region of India. *Agroforestry Systems* 39: 175–189.

National wildlife federation. 2014. Ecosystem Services. http://www.nwf.org/Wildlife /Wildlife-Conservation/Ecosystem-Services.aspx.

Nguyen, T.T., Pham, V.D. and Tenhunen, J. 2013. Linking regional land use and payments for forest hydrological services: A case study of HoaBinh Reservoir in Vietnam. *Land Use Policy* 33: 130–140.

Nhoybouakong, M., Malivarn, S., Souphonphacdy, D., Rajvong, A., Baylatry, M., Voravong, S. and Khamphanh, S. 2009. Rubber: Costs or Benefits to the Lao PDR?.The Sustainable Mekong Research Network. http://www.sumernet.org/old_sumernet /2009Learning_Forum/Rubber_by_ERI_Benefit_or_cost_to_Laos.pdf.

Nowak, D.J., Hoehn, R. and Crane, D.E. 2007. Oxygen production by urban trees in the United States. *Arboriculture and Urban Forestry* 33: 220-226.

Özkan, U., & Gökbulak, F. (2017). Effect of vegetation change from forest to herbaceous vegetation cover on soil moisture and temperature regimes and soil water chemistry. *Catena* 149: 158-166.

Patton, D. R. 2011. *Forest wildlife ecology and habitat management*. CRC Press.

Peiris, W.B.K., Fernando, M.T.N., Hitinayake, H.M.G.S.B., Dassanayaka, K.B., Gunatilaka, H.A.J., Subasinghe, S.D.J.N. 2003. Economic Feasibility and Biological Productivity of Coconut-based Agroforestry Models in Sri Lanka. *Cocos* 15: 38-52.

Phommexay, P., Satasook, C., Bates, P., Pearch, M., and Bumrungsri, S. 2011. The impact of rubber plantations on the diversity and activity of understorey insectivorous bats in southern Thailand. *Biodiversity and Conservation*, 20 (7): 1441-1456.

Poppenborg, P. and Holscher, D. 2009. The influence of emergent trees on rainfall distribution in a cacao agroforest (*Sulawesi, Indonesia*). *Flora* 204: 730-736.

Preti, F. 2013. Forest protection and protection forest: Tree root degradation over hydrological shallow landslides triggering Federico. *Ecological Engineering* 61: 633– 645.

Rantala, L. 2006. Rubber plantation performance in the Northeast and East of Thailand in relation to environmental conditions. http://www.helsinki.fi/vitri/publications /theses/Rubber_theses/Thesis_final_Rantala.pdf.

Root, H.T., Geiser, L.H., Fenn, M.E., Jovan, S., Hutten, M.A., Ahuja, S., Dillman, K., Schirokauer, D., Berryman, S., and McMurray, J.A. 2013. A simple tool for estimating throughfall nitrogen deposition in forests of western North America using lichens. *Forest Ecology and Management* 306: 1–8.

Saaludin, N., Harun, S., Yahya, Y. and Ahmad, W. S. C. W. 2014. Modeling individual tree diameter increment for dipterocarpaceae and non-dipterocarpaceae in tropical rainforest. *Journal of Research in Agriculture and Animal Science* 2 (3): 1–8.

Saengruksawong, C., Khamyong, S., Anongrak, N. and Pinthong, J. 2012. Growths and Carbon Stocks of Para Rubber Plantations on Phonpisai Soil Series in Northeastern Thailand. *Rubber Thai Journal* 1: 1-18.

Saha, D. and Sundriyal. 2012. Utilization of non-timber forest products in humid tropics: Implications for management and livelihood. *Forest Policy and Economics* 14: 28-40.

Schaafsma, M., Morse-Jones, S., Posen, P., Swetnam, R.D., Balmford, A., Bateman, I.J., Burgess, N.D., Chamshama, S.A.O., Fisher, B., Freeman, T., Geofrey, V., Green, R.E., Hepelwa, A.S., Hernández-Sirvent, A., Hess, S., Kajembe, G.C., Kayharara, G., Kilonzo, M., Kulindwa, K., Lund, J.F., Madoffe, S.S., Mbwambo, L., Meilby, H., Ngaga, Y.M., Theilade, I., Treue, T., van Beukering, P., Vyamana, V.G. and Turner. R.k. 2014. The importance of local forest benefits: Economic valuation of Non-Timber Forest Products in the Eastern Arc Mountains in Tanzania. *Global Environmental Change* 24: 295–305.

Sharrow, S.H. and Ismail, S. 2004. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA. *Agroforest Syst* 60: 123-130.

Shogren, J.F., Shin, S.Y., Hayes, D.J. and Kliebenstein, J.B. 2013. Resolving Differences in Willingness to Pay and Willingness to Accept. The American Economic Review 255-269.

Shono, K., & Snook, L. K. 2006. Growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in natural forests in Belize. *Journal of Tropical Forest Science* 18 (1): 66–73.

Sileshi, G. and Mafongoya, P.L. 2006. Variation in macrofaunal communities under contrasting landuse systemsin eastern Zambia. *Applied Soil Ecology* 33: 49–60.

Somarribaa, E., Cerdaa, R., Orozco, L., Cifuentesa, M., Davila, H. Espin, T., Mavisoy, H., Avila, G., Alvarado, E., Poveda, V., Astorga, C., Say, E. and Deheuvels, O. 2013. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 46– 57.

Somboonsuke, B., Wetayaprasit, P., Chernchom, P., & Pacheerat, K. 2011. Diversification of smallholding rubber agroforestry system (SRAS) Thailand. Kasetsart J. 32 (2): 327–339.

Stecker, B. 1996. Ecotourism: Potential for Conservation and Sustainable Use of Tropical. http://www.mekonginfo.org/assets/midocs/0001629-environment-ecotourism-potential-for-conservation-and-sustainable-use-of-tropical-forestsa-case-study-on-the-national-parks-taman-negara-and-endau-rompin-in-mala.pdf.

Sumida, A., Miyaura, T. and Torii, H. 2013. Relationships of tree height and diameter at breast height revisited: analyses of stem growth using 20-year data of an even-aged Chamaecyparis obtuse stand. *Tree Physiology* 1-13.

Sumodan, P.K. 2012. Species Diversity of Mosquito Breeding in Rubber Plantations of Kerala, India. *Journal of the American Mosquito Control Association* 28 (2): 114-115.

Tadesse, G., Zavaleta, E. and Shennan, C. 2014. Effects of land-use changes on woody species distribution and above- ground carbon storage of forest-coffee systems. Agriculture, *Ecosystems and Environment* 197: 21–30.

Takimoto, A., Nair, P.K.R. and Nair, V.D. 2008. Carbon stock and sequestration potential of traditional and improved agroforestry systems in the West African Sahel. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 125: 159–166.

Tata, H.L., Rasnovi, S., Noordwijk, M.V., Werger, M.J.A. 2003. Can rubber agroforests conserve biodiversity in Jambi (Sumatra). https://portals.iucn.org/2012forum/sites/2012forum/files/can20rafconservebiodive-issmproceedings.pdf.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity. n.d. Ecosystem services. http://www.teebweb.org/resources/ecosystem-services/.

The Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html.

Tian, G., Kang, B.T. and Brussaard, L. 1997. Effect of mulch quality on earthworm activity and nutrient supply in the humid tropics. *Soil Biology and Biochemistry* 29: 369–73.

Treasury Board of Canada Secretariat. 2007. Canadian Cost-Benefit Analysis Guide. http://www.tbs-sct.gc.ca/rtrap-parfa/analys/analys-eng.pdf.

Tsutsumi, T., Yoda, K., Dhanmanonda, P., and Prachaiyo, B. 1983. Forest: Felling, burning and regeneration. In K. Kyuma & C. Pairintra (Eds.), *Shifting Cultivation: An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics* (pp. 13–62).

Udawatta, R.P., Krstansky, J.J., Henderson, G.S. and Garrett, H.E. 2002. Agroforestry Practices, Runoff, and Nutrient Loss: A Paired Watershed Comparison. *J. Environ. Qual*. 31: 1214-1225.

Veldman, J. W., Overbeck, G. E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G. W., Durigan, G., Buisson, E., Putz, F. E. and Bond, W. J. 2015. Where Tree Planting and Forest Expansion are Bad for Biodiversity and Ecosystem Services. *BioScience* 65 (10).

Waiyarat, R. 2016. Litter Fall and Rubber Leaf Decomposition in Rubber Agroforest and Monoculture Rubber Plantation in Southern Thailand. Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University.

Warren-Thomas, E., Nelson, L., Juthong, W., Bumrungsri, S., Brattström, O., Stroesser, L., Chambon, B., Penot, É., Tongkaemkaew, U., Edwards, D. P. and Dolman, P. M. 2020. Rubber agroforestry in Thailand provides some biodiversity benefits without reducing yields. Journal of Applied Ecology, 57 (1): 17–30.

Wasserman, L. 2013. *All of statistics: a concise course in statistical inference*. Springer Science & Business Media.

Watanasit, S. and Nhu-eard, T. 2011. Diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in two rubber plantations in Songkhla Province, Southern Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol*. 33 (2): 151-161.

Wauters, J.B., Coudert, S., Grallien, E., Jonard, M. and Ponette, Q. 2008. Carbon stock in rubber tree plantations in Western Ghana and Mato Grosso (Brazil). *Forest Ecology and Management* 255: 2347-2361.

Westfall, J. A., and Laustsen, K. M. 2006. A merchantable and total height model for tree species in Maine. *Northern Journal of Applied Forestry* 23 (4): 241–249.

Wicke, J. 2019. Agroforestry in Southeast Asia's Rubber Sector. roforestry-in-Southeast-Asiass-Rubber-Sector.-einhorn-research-paper.pdf

Nguyen, T. B. T., Nguyen, C. T., Nguyen, P. T., Pham, T. N., Bonnardeaux, D., and Riedel, D. C. 2011. *Payment for forest environmental services: a case study on pilot implementation in Lam Dong Province, Vietnam 2006-2010*. Winrock International.

Wolfe, M. n.d. Monoculture and disease. New Agriculturist. http://www.new-ag.info/01-1/perspect.html.

World Agroforestry Centre. 1993. Report of the fchrst external programme and management review of the international centre of research in agroforestry. http://library.cgiar.org/bitstream/handle/10947/550/icrafr93.pdf?sequence=1.

World Agroforestry Centre. 2014. How an agroforestry programme is helping smallholders in Malawi to grow more food and improve their livelihoods. http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/B15589.PDF.

Wright, J.P. 1961. Computation of Height Growth on Continuous Forest Inventory plots. http://www.fsl.orst.edu/rna/Documents/publications/Growth% 2 0 and %20mortality%20in%20the%20Wind%20river%20natural%20area%201961.pdf.

Wuensch, K. L. 2018. Curvilinear Bivariate Regression. http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/StatsLessons.htm#MultReg.

Wulan, Y.C., Budidarsono, S. and Joshi, L. 2006. Economic Analysis of Improved Smallholder Rubber Agroforestry Systems in West Kalimantan, Indonesia-Implications for Rubber Development. Proceedings of the Sustainable Sloping Lands and Watershed Management Conference, Lao, 12-15 December 2006.

Xu, Q. F., Liang, C. F., Chen, J. H., Li, Y. C., Qin, H., and Fuhrmann, J. J. 2020. Rapid bamboo invasion (expansion) and its effects on biodiversity and soil processes. *Global Ecology and Conservation* 21.

Yolasigmaz, H.A. And Kelse, S. 2009. Changes in carbon storage and oxygen production in forest timber biomass of Balci Forest Management Unit in Turkey between 1984 and 2006. *African Journal of Biotechnology* 19: 4872-4883.

Yunis, H., Elad, Y., and Mahrer, Y. 1990. Effects of air temperature, relative humidity and canopy wetness on gray mold of cucumbers in unheated greenhouses. *Phytoparasitica*, 18 (3): 203–215.

Yusup, S. and Khan, M. 2010. Basic properties of crude rubber seed oil and crude palm oil blend as a potential feedstock for biodiesel production with enhanced cold flow characteristics. *Biomass and Bioenergy* 34: 1523-1526.

Zimmermann, A., Francke, T., and Elsenbeer, H. 2012. Forests and erosion: Insights from a study of suspended-sediment dynamics in an overland flow-prone rainforest catchment. *Journal of Hydrology* 428: 170-181.

Zuazo, V. H. D., and Pleguezuelo, C. R. R. 2009. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers: a review. In Sustainable agriculture (pp. 785-811). Springer, Dordrecht.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการทางระบบนิเวศของป่าไม้ตามแนวคิดของ MA (2005)

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
1. บริการจัดหา		
- แหล่งอาหารและสมุนไพร	สมหญิง บู่แก้ว และคณะ (2552) ศึกษาการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในป่าชุมชนโคกใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม	ปริมาณของอาหารแต่ละชนิดที่ชุมชนสามารถเก็บหาได้ในพื้นที่ป่า ได้แก่ เห็ดป่า 22,582.10 กิโลกรัมต่อปี ผัก 1,956.90 กิโลกรัมต่อปี ผลไม้ป่า 1,465.80 กิโลกรัมต่อปี พืชกินหัว 295.30 กิโลกรัมต่อปี หญ้าเลี้ยงสัตว์ 43,450 กระสอบต่อปี และสมุนไพร 14 ชนิด ปริมาณ 255 ตำรับต่อปี
	ศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2542) สำรวจจำนวนชนิดของพืชอาหารและสมุนไพร ที่ชุมชนเก็บหาได้ในพื้นที่ป่าดิบเขา ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี	จำนวนชนิดของพรรณพืชที่ชุมชนใช้ประโยชน์เป็นอาหารเท่ากับ 92 ชนิด และใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพร 175 ชนิด
	ฉลวยรัตน์ ภูมี (2549) ศึกษาการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านซำผักหนาม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น	ในพื้นที่ป่า ชุมชนสามารถเก็บหาอาหารจำพวกหน่อไม้ป่า 11,504 กิโลกรัมต่อปี เห็ด 3,256.20 กิโลกรัมต่อปี ผักป่า 387 กิโลกรัมต่อปี ไข่มดแดง 12 กิโลกริมต่อปี และแมลง 176 กิโลกรัม
	ณรงค์ศักดิ์ พิทักษ์ตันสกุล และคณะ (2553) ศึกษาการใช้ประโยชน์ด้านพืชอาหารและพืชสมุนไพรในป่าชุมชนเขาเตียน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา	ในพื้นที่ป่าชุมชนมีการใช้ประโยชน์ของพืชอาหาร 26 ชนิด และพืชสมุนไพร 58 ชนิด
	Saha และ Sundriyal (2012) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของป่าในเขตร้อนชื้น ประเทศอินเดีย	ในพื้นที่ป่ามีพรรณพืชที่ชุมชนเก็บหามาสำหรับเป็นยา 163 ชนิด ผลไม้ 75 ชนิด และผัก 65 ชนิด
- แหล่งผลิตเชื้อเพลิง	สมหญิง บู่แก้ว และคณะ (2552) ศึกษาการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในป่าชุมชนโคกใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม	ชุมชนมีการใช้ประโยชน์จากพรรณไม้สำหรับเป็นไม้ฟืนมีปริมาณเท่ากับ 1,956 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	ฉลวยรัตน์ ภูมี (2549) ศึกษาการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านซำผักหนาม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น	ปริมาณไม้ฟืนที่ชุมชมเก็บหาได้ในพื้นที่ป่าเท่ากับ 18,576 กิโลกรัมต่อปี
	Schaafsma และคณะ (2014) ศึกษาผลผลิตจากป่าไม้บริเวณเทือกเขา Arc ประเทศแทนซาเนีย	ปริมาณไม้ฟืนที่มีการเก็บหาในพื้นที่ป่าเท่ากับ 1,258,923 กิโลกรัม
- แหล่งผลิตเนื้อไม้	ฉลวยรัตน์ ภูมี (2549) ศึกษาการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านซำผักหนาม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น	ความยาวของชิ้นส่วนพรรณไม้ที่ชุมชนเก็บหามาใช้ในงานการหัตถกรรมในพื้นที่ป่าของคนในชุมชนมีค่าเท่ากับ 120 เมตรต่อปี
	แสงคำ ผลเจริญ (2552) ศึกษาการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านทรายทอง ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	ชุมชนมีการใช้ประโยชน์จากพรรณไม้ป่าสำหรับทำไม้ก่อสร้างจำนวน 43 ชนิด และสำหรับทำไม้ใช้สอย 45 ชนิด
	Schaafsma และคณะ (2014) ศึกษาผลผลิตจากป่าไม้บริเวณเทือกเขา Arc ประเทศแทนซาเนีย	ปริมาณไม้ที่ชุมชนเก็บหามาเพื่อทำไม้เสาเท่ากับ 18,349 กิโลกรัม
2. บริการวัฒนธรรม		
- แหล่งศึกษาเรียนรู้	ปาริฉัตร วงศ์พานิช (2546) จัดทำเส้นทางศึกษาธรรมชาติเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ บริเวณป่าชุมชนเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง	จัดทำเส้นทางศึกษาธรรมชาติในเขตสงวน มีเนื้อหาการสื่อความหมายที่สอดคล้องกับแนวทางการดำเนินชีวิตของชุมชนที่พึ่งพิงธรรมชาติ
	รักฉัตร เลหวนิช (2543) ศึกษาการออกแบบเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติด้วยตนเอง บริเวณป่าชุมชนบ้านร่วมโพธิ์ทอง ตำบลคลองตะเกราะ อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา	ออกแบบเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติด้วยตนเอง ที่มีการสื่อความหมายสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งป่าชุมชนบ้านร่วมโพธิ์ ที่ต้องการให้มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการศึกษาหาความรู้ทางธรรมชาติ
	โอปอ แสงงาม (2557) ออกแบบเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติและการสื่อความหมายบนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	ออกแบบเส้นทางศึกษาธรรมชาติมีระยะทาง 1 กิโลเมตร มีลักษณะเส้นทางแบบวนกลับ และมีสถานีการเรียนรู้ทั้งหมด 16 สถานีเพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าไม้

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Lawrence และคณะ (2009) ศึกษาผลประโยชน์ด้านการศึกษาในด้านพื้นที่ป่า Hill Holt Wood ประเทศอังกฤษ	ในพื้นที่ป่า Hill Holt Wood มีการจัดกิจกรรมแก่เด็กและผู้ใหญ่ เพื่อเรียนรู้ถึงผลประโยชน์ของป่าไม้
- แหล่งคุณค่าด้านจิตวิญญาณ	มูลนิธิสืบนาคะเสถียร (2556) การจัดกิจกรรมบวชป่าแม่วงก์ พื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์	จัดกิจกรรมบวชป่าแม่วงก์ ในป่าพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ เมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2556 เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสเฉลิมพระชนมพรรษา 86 พรรษา
	ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม กระทรวงวัฒนธรรม (2555) พิธีบวชป่าสืบชะตาแม่น้ำแม่ลาย	พิธีบวชป่าสืบชะตาแม่น้ำแม่ลาย เป็นการปลูกฝังจิตวิญญานของวิถีพอเพียง แบ่งปัน ผูกพัน ดิน น้ำ ป่า เป็นสิ่งที่คนในชุมชนต้องการสร้างและสืบสานต่อไปชั่วลูกชั่วหลาน พิธีกรรมนี้ไม่ได้มีมาแต่โบราณเป็นกุศโลบายซึ่งประยุกต์ความเชื่อและประเพณีวัฒนธรรมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยประยุกต์จากการบวชคนมาเป็นการบวชป่า เอาการสืบชะตาคน ชะตาชุมชน มาสืบชะตาแม่น้ำพิธีกรรมบวช โดยพิธีดังกล่าวจะจัดขึ้นในเดือนพฤษภาคมของทุกปี ในพื้นที่ตำบลห้วยแก้ว อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่
- แหล่งนันทนาการ	สถาบันนวัตกรรมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่คุ้มครอง สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2556) สถิตินักท่องเที่ยวที่เข้าไปในเขตอุทยานแห่งชาติ	ในปี 2556 มีนักท่องเที่ยวที่เข้าไปในเขตอุทยานแห่งชาติทั้งหมด 11,275,874 คน
	Stecker (1996) ปริมาณนักท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติ Endau Rompin ประเทศมาเลเซีย	ปริมาณนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในพื้นที่อุทยานมีกว่า 5,000 คนต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นกลุ่มของนักเรียนชาวมาเลเซีย
- การกักเก็บคาร์บอน	Ludang และ Jaya (2007) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของในป่าเขตร้อน บริเวณตอนกลางของกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย	พรรณไม้ใหญ่ในพื้นที่ป่าสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 340 ตันต่อเฮกแตร์

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Lu และคณะ (2010) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าดิบแล้งบริเวณภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน	ในพื้นที่ป่าสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ทั้งหมด 303 ตันต่อเฮกแตร์
	วสันต์ จันทร์แดง (2553) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในป่าเต็งรัง บริเวณจังหวัดขอนแก่น	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในป่าเต็งเร็งมีค่าเท่ากับ 22.17 ตันต่อเฮกแตร์
- การผลิตออกซิเจน	Yolasigmaz และ Keles (2009) ศึกษาปริมาณการผลิตออกซิเจนของพรรณไม้ในป่าปี 1984 และ 2006 บริเวณพื้นที่ Balci Forest Management Unit ประเทศตุรกี	ในปี 1984 ปริมาณออกซิเจนที่ป่าผลิตได้เท่ากับ 3.279 ตันต่อเฮกแตร์ และในปี 2006 ผลิตได้ 4.309 ตันต่อเฮกแตร์
	Baskent และคณะ (2011) ศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ป่าที่สามารถผลิตได้ใน 100 ปี บริเวณพื้นที่ Yalnızcam Forest Planning Unit ประเทศตุรกี	พบว่าในรอบ 100 ปี พื้นที่ป่าแห่งนี้สามารถผลิตออกซิเจนได้ 2.6 ล้านตัน
- การชะล้างพังทลายของดิน	McDonald และคณะ (2002) ศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ป่าทุติยภูมิ บริเวณ Blue Mountains ประเทศจาไมก้า	พื้นที่ป่ามีค่าการชะล้างพังทลายของดินที่น้อยกว่า 500 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
	Zimmermann และคณะ (2012) ศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ป่าบนเกาะ Barro Colorado ประเทศปานามา	ในพื้นที่ป่ามีอัตราการการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 2 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี
	Preti (2013) ศึกษาความสามารถในการป้องกันแผ่นดินถล่มของรากพรรณพืชบริเวณพื้นที่ลาดชันในป่า ทางเหนือของเมือง Toscana ประเทศอิตาลี	การปกคลุมดินของพรรณพืชสามารถป้องกันการถล่มของดินบริเวณพื้นที่ลาดชันของป่าได้
	นิติพัฒน์ นวนมะโน (2553) ศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ป่าทดแทนบนเขาคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	พื้นที่ป่าทดแทนบนเขาคอหงส์มีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 4.49 ตันต่อไร่ต่อปี

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
4. บริการสนับสนุน		
- การหมุนเวียนของธาตุอาหาร	McDonald และ Healey (2000) ศึกษาการหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าทุติยภูมิ บริเวณ Blue Mountains ประเทศจาไมก้า	ในพื้นที่ป่ามีปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุในปีที่ 1 ของการศึกษาเท่ากับ 9,530 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ปีที่ 2 เท่ากับ 9,107 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี และพบว่าการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุสามารถให้ไนโตรเจนในปีที่ 1 ของการศึกษาเท่ากับ 81.90 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ปีที่ 2 เท่ากับ 79.75 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี สามารถให้ฟอสฟอรัสในปีที่ 1 ของการศึกษาเท่ากับ 7.61 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ปีที่ 2 เท่ากับ 7.84 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
	Chave และคณะ (2010) ศึกษารูปแบบการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุในพื้นที่ป่าปฐมภูมิและป่าทุติยภูมิ บริเวณป่าดิบชื้นทางตอนใต้ของทวีปอเมริกาใต้	ในพื้นป่าปฐมภูมิมีปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุเท่ากับ 8.61±1.91 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และในพื้นที่ป่าทุติยภูมิมีปริมาณการร่วงหล่นเท่ากับ 8.01±3.14 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี
	Root และคณะ (2013) ศึกษาปริมาณไนโตรเจนซึ่งอยู่ในน้ำฝนที่ทะลุผ่านชั้นเรือนยอดต้นไม้ ในพื้นที่ป่าทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา	น้ำฝนที่ทะลุผ่านชั้นเรือนยอดต้นไม้ในพื้นที่ป่ามีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.14-39 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
- การหมุนเวียนของน้ำ	Nguyen และคณะ (2013) ศึกษาการหมุนเวียนของน้ำ ในป่าบริเวณอ่างเก็บน้ำ Hoa Binh ประเทศเวียดนาม	ในพื้นที่ป่ามีปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดไม้เท่ากับ 321.2±44.55 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนไหลตามลำต้นเท่ากับ 95.5±12.03 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนที่ซากอินทรียวัตถุเก็บไว้เท่ากับ 46.1±3.67 มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณการระเหยของน้ำเท่ากับ 420±250.78 มิลลิเมตรต่อปี
	Giambelluca และคณะ (2009) ศึกษาปริมาณการระเหยของน้ำในพื้นที่ป่าอุทยานแห่งชาติ Volcanoes ของเกาะฮาวาย	พื้นที่ป่าแห่งนี้มีการระเหยของน้ำเท่ากับ 1,232 มิลลิเมตรต่อปี

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
- แหล่งผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ	Ludang and Jaya (2007) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในป่าเขตร้อนบริเวณตอนกลางของกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย	พรรณไม้ใหญ่ในพื้นที่ป่ามีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 600 ตันต่อเฮกแตร์
	Baishya และคณะ (2009) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นป่าธรรมชาติและป่าปลูกในเขตร้อนชื้น ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย	ในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 323.9 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งน้อยกว่ามวลชีวภาพในพื้นที่ป่าปลูกที่มีปริมาณเท่ากับ 406.4 ตันต่อเฮกแตร์
	วสันต์ จันทร์แดง (2553) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพสุทธิของต้นไม้ในป่าเต็งรัง บริเวณจังหวัดขอนแก่น	ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าเต็งรังมีค่าเท่ากับ 43.85 ตันต่อเฮกแตร์
- ความหลากหลายทางชีวภาพ	สมหญิง บู่แก้ว และคณะ (2552) ศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้ป่าในป่าชุมชนโคกใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม	ในพื้นที่ป่ามีดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener Index) ของพรรณไม้ใหญ่เท่ากับ 2.42 ไม้หนุ่ม 2.76 และไม้พื้นล่าง 2.81 และพบดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของพรรณไม้ใหญ่เท่ากับ 0.68 ไม้หนุ่ม 0.65 และไม้พื้นล่าง 0.72
	Lee และคณะ (2014) ศึกษาความหลากหลายของแมลงปีกแข็งบริเวณพื้นที่ป่าของภูเขา Gariwangsan ประเทศเกาหลีใต้	ในพื้นที่ป่าพบแมลงปีกแข็งทั้งหมด 310 ชนิด
	เจนจิรา หมื่นเร็ว และคณะ (2555) ศึกษาความหลากหลายพันธุ์พืชบริเวณป่าชุมชน อำเภอภูกามยาว จังหวัดพะเยา	ในพื้นที่ป่ามีดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener Index) ของพรรณไม้ในป่าชุมชนบ้านสันป่าแดงเท่ากับ 2.01 ชุมชนหนองลาว 2.52 ชุมชนห้วยทรายขาว 1.81 ชุมชนหาดแฟน 2.75 และชุมชนอิงโค้ง 2.67
	ฉลวยรัตน์ ภูมี (2549) ศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้ยืนต้นในป่าชุมชนบ้านซำผักหนาม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น	มีความหนาแน่นของพรรณไม้ยืนต้นเท่ากับ 895.625 ต้นต่อเฮคแตร์ และมีดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ยืนต้น (Simpson Index) เท่ากับ 6.9499

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	แสงคำ ผลเจริญ (2552) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพืช ลักษณะดินและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านทรายทอง ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	ป่าชุมชนแห่งนี้ประกอบด้วยป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ในพื้นที่ป่าเต็งรังแปลงที่ 1 มีความหนาแน่นของพรรณไม้เท่ากับ 2,583 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ (Shannon-Wiener Index) เท่ากับ 3.80 แปลงที่ 2 มีความหนาแน่นของพรรณไม้เท่ากับ 5,647 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้เท่ากับ 3.33 ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณแปลงที่ 1 มีความหนาแน่นของพรรณไม้เท่ากับ 1,285 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้เท่ากับ 6.09 แปลงที่ 2 มีความหนาแน่นของพรรณไม้เท่ากับ 4,766 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้เท่ากับ 4.48
	นุชจะรินทร์ สังยวน (2545) การศึกษาความหลากหลายของชนิดนกในพื้นที่ป่าด้านนอกและพื้นที่ป่าด้านใน ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา	ในพื้นที่ป่าด้านนอกเป็นลักษณะป่าดิบแล้งและถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมสูง มีดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Weiner Index) ของนกเท่ากับ 3.57 และมีดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของนกเท่ากับ 0.89 ในพื้นที่ป่าด้านในที่มีลักษณะเป็นป่าดิบชื้นและถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมต่ำ มีดัชนีความหลากหลายของนกเท่ากับ 3.98 และมีค่าความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.90
	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2553) ศึกษาความหลากหลายของสัตว์ในพื้นที่ป่าดงพญาเย็น เขาใหญ่	สำรวจในพื้นที่ป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่ มีการอยู่อาศัยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 81 ชนิด นก 331 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 48 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 18 ชนิด
	ณัฐนาฎ ณ วงศ์ (2548) ศึกษาความชุกชุมตามฤดูกาล และชนิดของด้วงบนเรือนยอดไม้ บริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้า จังหวัดสงขลา	บริเวณพื้นที่ป่าที่ถูกมนุษย์รบกวนมีดัชนีความหลากหลายของด้วง (Shannon-Weiner Index) เท่ากับ 4.68 และมีดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index) ของด้วงเท่ากับ 0.76 ในพื้นที่ป่าธรรมชาติดั้งเดิม มีดัชนีความหลากหลายของด้วงเท่ากับ 0.48 และมีดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.79

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Burtis และคณะ (2014) ศึกษาชนิดของไส้เดือนและสัตว์ขาปล้องในพื้นที่ป่าบริเวณเมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา	ในพื้นที่ป่าพบการอาศัยของไส้เดือนทั้งหมด 6 ชนิด และสัตว์ขาปล้อง 15 ชนิด
	Jones และคณะ (2004) ศึกษาความหลากหลายชนิดของยุงในพื้นที่ป่าทางตะวันตกเฉียงใต้ของเมือง Iquitos ประเทศเปรู	จากการสำรวจในพื้นที่ป่าพบมีการอยู่อาศัยของยุงทั้งหมด 70 ชนิด
	Phommexay และคณะ (2009) ศึกษาความหลากหลายของค้างคาวกินแมลงในพื้นที่ลุ่มป่าฝนเขตร้อน ทางตอนใต้ของประเทศไทย บริเวณจังหวัดสงขลา พัทลุง และตรัง	ในพื้นที่ป่าพบค้างคาวกินแมลงทั้งหมด 24 ชนิด

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวตามแนวคิดของ MA (2005)

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
1. บริการจัดหา		
- แหล่งผลิตยางธรรมชาติ	พรพรรณ แซ่หว่อง (2552) ศึกษาปริมาณน้ำยางพาราในระบบกรีดแบบ 1 รอยกรีด และแบบ 2 รอยกรีด ในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณบ้านหูแร ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวในระบบกรีดแบบ 1 รอยกรีด ให้ผลผลิตน้ำยางพารา 221.61 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และในระบบกรีดแบบ 2 รอยกรีด ให้ผลผลิตน้ำยางพารา 261.21 กิโลกรัมต่อไรต่อปี
	อิบรอเฮม ยีดำ และคณะ (2550) ศึกษาปริมาณน้ำยางของต้นยางพาราในแต่ละช่วงอายุ บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา	ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2550 พบว่าต้นยางพาราอายุ 16 ปี ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.08 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้งกรีด มากกว่าต้นยางพาราอายุ 26 ปี ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.24 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้งกรีด และต้นยางพาราอายุ 12 ปี ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.94 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้งกรีด
	Goncalves และคณะ (2011) ศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำยางพาราของกลุ่มสายพันธุ์ IAC 500 ในพื้นที่สถานีทดลอง Votuporanga รัฐเซาเปาโล ประเทศบราซิล	หลังจากเปิดกรีด 4 ปี ปริมาณผลผลิตน้ำยางพาราของยางพาราสายพันธุ์ IAC 500 เท่ากับ 66.81 กรัมต่อการกรีด และสายพันธุ์ IAC 502 เท่ากับ 62.37 กรัมต่อการกรีด
	Nhoybouakong และคณะ (2009) ศึกษาปริมาณน้ำยางพาราที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวได้พื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว รัฐมหาราษฎระ ประเทศอินเดีย	เกษตรกรในพื้นที่สามารถเก็บเกี่ยวน้ำยางพาราได้ในปริมาณ 1,116 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณผลผลิตยางแห้งในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวสามารถให้ผลผลิตยางแห้งเท่ากับ 20.37±5.51 กิโลกรัมต่อการกรีดหนึ่งครั้ง

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
- แหล่งผลิตเนื้อไม้ยางพารา	Rantala (2006) ศึกษาปริมาตรเนื้อไม้ยางพาราสายพันธุ์ BPM 24 และ RRIM 600 ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย	ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์พบว่า สวนยางพาราอายุ 19 ปี สายพันธุ์ BPM 24 มีปริมาตรไม้เท่ากับ 75 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ และสายพันธุ์ RRIM 600 มีปริมาตรไม้เท่ากับ 88 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์
	ปฏิญญา สระกวี (2553) ศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำยางสดในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวสามารถให้ผลผลิตน้ำยางสดเท่ากับ 1,600 กรัมต่อต้นต่อปี
	อิบรอเฮม ยีดำ และคณะ (2550) ศึกษาปริมาตรเนื้อไม้ยางพาราในแต่ละช่วงอายุ บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา	พบว่าต้นยางพาราอายุ 2 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 0.67 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ 5 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 4.13 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ 12 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 10.70 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ 16 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 16.55 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 26 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 23.32 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
	รักชาติ สุขสำราญ (2536) ศึกษาปริมาตรไม้ยางพาราในพื้นที่ภาคตะวันออกและภาคใต้	ต้นยางพาราอายุ 25 ปี มีปริมาตรเนื้อไม้เท่ากับ 34.53 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่
	World Agroforestry Centre: ICRAF (n.d.) ศึกษาศักยภาพปริมาตรไม้ยางพาราในประเทศอินโดนีเซีย	ในปี 1993 เมืองจาวามีศักยภาพเนื้อไม้ยางพาราเท่ากับ 864 ลูกบาศก์เมตร เกาะสุมาตรามีศักยภาพเนื้อไม้ยางพาราเท่ากับ 8,043 ลูกบาศก์เมตร เกาะกาลิมันตันมีศักยภาพเนื้อไม้ยางพาราเท่ากับ 2,310 ลูกบาศก์เมตร
	สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2556) ศึกษาปริมาตรไม้เสาเข็มและไม้เลื่อยหลังการตัดโค่นในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	การตัดโค่นยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ไม้เสาเข็มปริมาตร 2.87 ลูกบาศก์เมตร และไม้เลื่อย 20.4 ลูกบาศก์เมตร
- แหล่งผลิตเมล็ดยางพารา	Jose และคณะ (2011) ศึกษาปริมาณการให้ผลผลิตเมล็ดยางพาราของประเทศอินเดีย	ประเทศอินเดียสามารถให้ผลผลิตเมล็ดยางพาราได้เท่ากับ 160 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Yusup และ Khan (2010) ศึกษาปริมาณการให้ผลผลิตเมล็ดยางพาราของประเทศมาเลเซีย	ประเทศมาเลเซียสามารถให้ผลผลิตเมล็ดยางพาราได้เท่ากับ 150 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
- แหล่งผลิตเชื้อเพลิง	Nhoybouakong และคณะ (2009) ศึกษาจำนวนประชากรของเพศชายและเพศหญิงในแต่ละครัวเรือนของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่เก็บหาไม้ฟืนจากสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ในจังหวัด Luang Nam จังหวัด Tha Oudomxay และจังหวัด Champassak ประเทศลาว	จากจำนวน 210 ครัวเรือนที่ทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ทั้ง 3 จังหวัด พบว่า มีการเก็บหาไม้ฟืนจากพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวของประชากรของเพศที่หญิงจาก 123 ครัวเรือน และจากเพศชาย 75 ครัวเรือน
	สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2556) ศึกษาปริมาตรไม้ฟืนหลังการตัดโค่นในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว	การตัดโค่นยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ไม้ฟืนประมาณ 21.09 ลูกบาศก์เมตร
2. บริการวัฒนธรรม		
	ไม่พบงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการวัฒนธรรมของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว	
3. บริการควบคุม		
- การกักเก็บคาร์บอน	ระวี เจียรวิภา และคณะ (2555) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางพาราในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวแต่ละช่วงอายุ บริเวณอำเภอเทพา จังหวัดสงขลา	การเก็บกักคาร์บอนในสวนยางพารามีความสัมพันธ์กับช่วงอายุยางพารา โดยสามารถประเมินการเก็บกักคาร์บอนทั้งหมดในสวนยางพาราช่วง 25 ปี ได้สูงสุดเท่ากับ 193.72 ตันต่อเฮกแตร์
	อารักษ์ จันทุมา และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 25 ปี สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ประมาณ 42.65 ตันต่อไร่

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Wauters และคณะ (2008) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ทางตะวันตกของประเทศกานา และพื้นที่รัฐมาตูโกรสซู ประเทศบราซิล	ต้นยางพาราอายุ 14 ปีในพื้นที่ทางตะวันตกของประเทศกานามีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 76.3 ตันต่อเฮกแตร์ และในพื้นที่รัฐมาตูโกรสซู ประเทศบราซิลมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 41.7 ตันต่อเฮกแตร์
	ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ์ (ม.ป.ป.) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณศูนย์การพัฒนาภูพาน จังหวัดสกลนคร	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 73.21 ตันต่อเฮกแตร์
- การชะล้างพังทลายของดิน	Ives (2013) ศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พื้นที่มณฑล Xishuangbanna ประเทศจีน	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่มณฑล Xishuangbanna มีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 22.5 ตันต่อปี
	นิติพัฒน์ นวนมะโน (2556) ศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายดินของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณพื้นที่เขาคอหงส์ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่เขาคอหงส์มีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 15.60 ตันต่อไร่ต่อปี
	เยาวนิจ กิตติธรกลุ และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	ในระยะเวลาศึกษา สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 440.38±156.00 กิโลกรัมต่อไร่
4. บริการสนับสนุน		
- การหมุนเวียนธาตุอาหาร	ประสิทธิ์ วรเวทย์ชลิต (2533) ศึกษาการหมุนเวียนธาตุอาหารในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณพื้นที่สถานีทดลองยางโป่งแรด จังหวัดจันทบุรี	ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในระบบหมุนเวียนระหว่างดินและพืชในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวประกอบด้วย ไนโตรเจน 4,710.91 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ฟอสฟอรัส 49.85 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และโพแทสเซียม 427.17 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	ระวี และเจียรวิภา (2555) ศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวแต่ละช่วงอายุ บริเวณอำเภอเทพา จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 2 ปี มีปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.61±0.06 ตันต่อเฮกแตร์ 5 ปี เท่ากับ 5.08±0.10 ตันต่อเฮกแตร์ 12 ปี เท่ากับ 6.63±0.20 ตันต่อเฮกแตร์ 16 ปี เท่ากับ 6.15±0.14 ตันต่อเฮกแตร์ และ 26 ปี เท่ากับ 5.89±0.09 ตันต่อเฮกแตร์
	Adedeji และ Gbadegesin (2014) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในน้ำฝนผ่านเรือนยอดไม้ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณเมือง Ikenne ประเทศไนจีเรีย	ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 15 ปี พบว่า น้ำฝนผ่านเรือนยอดไม้สามารถเติมธาตุแคลเซียม 28.39 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี แมกนีเซียม 4.49 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี โพแทสเซียม 38.9 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และไนโตรเจน 3.54 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
	Murbach และคณะ (2003) ศึกษาปริมาณการร่วงหล่นอินทรียวัตถุและความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารของยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว เมือง Rio Claro ประเทศบราซิล	ในพื้นที่สวนยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 อายุ 13 ปี มีปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุเท่ากับ 1700 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ซึ่งสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจน 5 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 2 กิโลกรัม และโพแทสเซียม 5 กิโลกรัม
- แหล่งผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ	ระวี เจียรวิภา และคณะ (2555) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพต้นยางพาราในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวแต่ละช่วงอายุ บริเวณอำเภอเทพา จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 2 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 6.69±0.37 ตันต่อเฮกแตร์ 5 ปี เท่ากับ 61.62±4.84 ตันต่อเฮกแตร์ 12 ปี เท่ากับ 144.55±9.41 ตันต่อเฮกแตร์ 16 ปี เท่ากับ 226.68±17.28 ตันต่อเฮกแตร์ และ 26 ปี เท่ากับ 327.44±22.13 ตันต่อเฮกแตร์
	อารักษ์ จันทุมา และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง	ต้นยางพาราอายุ 25 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 49 เมตรตันต่อไร่

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Saengruksawong และคณะ (2012) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณจังหวัดหนองคาย ประเทศไทย	สวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 1 ปีมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 21.25 ตันต่อเฮกแตร์ 5 ปี เท่ากับ 55.24 ตันต่อเฮกแตร์ 10 ปี เท่ากับ 102.39 ตันต่อเฮกแตร์ 15 ปี เท่ากับ 140.50 ตันต่อเฮกแตร์ และ 20 ปี เท่ากับ 215.39 ตันต่อเฮแตร์
	ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ์ (ม.ป.ป.) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในต้นไม้ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณศูนย์การพัฒนาภูพาน จังหวัดสกลนคร	ปริมาณมวลชีวภาพในต้นไม้ของสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 150.98 ตันต่อเฮกแตร์
- การหมุนเวียนของน้ำ	Ju-sheng และ Ru-song (2003) ศึกษาการหมุนเวียนของน้ำในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พื้นที่เกาะ Hainan ประเทศจีน	ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีปริมาณฝนตกต่อปีเท่ากับ 2,668.3 มิลลิเมตร โดยชั้นเรือนยอดไม้สามารถสกัดน้ำฝนไม่ให้ตกลงบนพื้นได้ 14.3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นดิน 85.7 เปอร์เซ็นต์ จะกลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน 46.7 เปอร์เซ็นต์ และระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ 53.3 เปอร์เซ็นต์
	Adedeji and Gbadegesin (2014) ศึกษาการหมุนเวียนของน้ำในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว เมือง Ikenne ประเทศไนจีเรีย	จากปริมาณน้ำฝน 1,540 มิลลิเมตรต่อปี สวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 15 ปี มีปริมาณการสกัดน้ำฝนที่ชั้นเรือนยอดเท่ากับ 291 มิลลิเมตรต่อปี มีปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดเท่ากับ 1,037 มิลลิเมตรต่อปี และมีปริมาณน้ำฝนไหลตามลำต้นเท่ากับ 303 มิลลิเมตรต่อปี
- ความหลากหลายทางชีวภาพ	Chaudhuri และคณะ (2012) ศึกษาความหลากหลายของไส้เดือนในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวแต่ละช่วงอายุ พื้นที่ Taranagar Rubber Research Farm เมือง Mohanpur ประเทศอินเดีย	พบค่าดัชนีความหลากหลายของไส้เดือนในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 3 ปีเท่ากับ 0.84 10 ปี เท่ากับ 0.29 14 ปี เท่ากับ 0.48 20 ปี เท่ากับ 0.50 และ 25 ปี เท่ากับ 0.53 และพบค่าความหนาแน่นของไส้เดือนในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวอายุ 3 ปี เท่ากับ 35.33±5.66 ตัวต่อตารางเมตร อายุ 10 ปี เท่ากับ 52.5±13.4 ตัวต่อตารางเมตร อายุ 14 ปี เท่ากับ 67.75±3.6 ตัวต่อตารางเมตร อายุ 20 ปี เท่ากับ 69.48±5.68 ตัวต่อตารางเมตร และอายุ 25 ปี เท่ากับ 82.53±7.37 ตัวต่อตารางเมตร

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	Watansit และ Nhu-eard (2011) ศึกษาความหลากหลายของมดในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณเขาคอหงส์ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย	ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวพบจำนวนชนิดพันธุ์มดทั้งหมด 62 ชนิด
	Sumodan (2012) ศึกษาความหลากหลายของยุงในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว เมือง Keala ประเทศอินเดีย	ในช่วงฤดูมรสุม ซึ่งเหมาะต่อการขยายพันธุ์ของยุง พบมียุงทั้งหมด 12 ชนิด ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว
	Phommexay และคณะ (2009) ศึกษาความหลากหลายของค้างคาวกินแมลงในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว ทางตอนใต้ของประเทศไทย บริเวณจังหวัดสงขลา พัทลุง และตรัง	ในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวพบค้างคาวกินแมลงทั้งหมด 8 ชนิด

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการทางระบบนิเวศของสวนยางพาราวนเกษตรตามแนวคิดของ MA (2005)

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
1. บริการจัดหา		
- แหล่งผลิตอาหารและสมุนไพร	ปฏิญญา สระกวี (2553) ศึกษาปริมาณผลผลิตลองกองในวนเกษตรยางพาราร่วมลองกอง ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราวนเกษตรสามารถให้ผลผลิตลองกองเท่ากับ 38.18 กิโลกรัมต่อต้น
- แหล่งผลิตยางธรรมชาติ	ปฏิญญา สระกวี (2553) ศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำยางสดในวนเกษตรยางพาราร่วมลองกอง ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราวนเกษตรสามารถให้ผลผลิตน้ำยางสดเท่ากับ 1,516.23 กรัมต่อต้นต่อปี
	Wulan และคณะ (2006) ศึกษาปริมาณผลผลิตยางแห้งในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร บริเวณทิศตะวันตกของ Kalimantan ประเทศอินโดนีเซีย	สวนยางพาราวนเกษตรสามารถให้ผลผลิตยางแห้งเท่ากับ 1,131 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี
	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณผลผลิตยางแห้งในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล	สวนยางพาราวนเกษตรสามารถให้ผลผลิตยางแห้งเท่ากับ 24.35±13.88 กิโลกรัมต่อการกรีดหนึ่งครั้ง
2. บริการวัฒนธรรม		
	ไม่พบงานศึกษาวิจัยที่สามารถแสดงถึงการให้บริการวัฒนธรรมของสวนยางพาราวนเกษตร	
3. บริการควบคุม		

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
- การกักเก็บคาร์บอน	สาระ บำรุงศรี และคณะ (2554) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในบริเวณสวนยางพาราวนเกษตร อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง	สวนยางพาราวนเกษตรสามรถเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินได้เท่ากับ 10,883.14 ตันต่อเฮกแตร์
	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราวนเกษตรสามารถกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินได้เท่ากับ 13.32 ตันต่อไร่
- การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	ในระยะเวลาศึกษาสวนยางพาราวนเกษตรมีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 306.73 ± 198.42 กิโลกรัมต่อไร่
4 บริการสนับสนุน		
- การหมุนเวียนธาตุอาหาร	สาระ บำรุงศรี และคณะ (2554) ศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุในบริเวณสวนยางพาราวนเกษตรและ อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง	สวนยางพาราวนเกษตรมีปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุเท่ากับ 3,513.17 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์
	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตุในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	ในระยะเวลาศึกษา สวนยางพาราวนเกษตรมีปริมาณการร่วงหล่นของอินทรียวัตถุเท่ากับ 854 กิโลกรัมต่อไร่
- แหล่งผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ	สาระ บำรุงศรี และคณะ (2554) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในบริเวณสวนยางพาราวนเกษตร อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง	สวนยางพาราวนเกษตรมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่เท่ากับ 19874.18 ตันต่อเฮกแตร์ ไม้หนุ่มเท่ากับ 1,892.1 ตันต่อเฮกแตร์ ไม้พื้นล่างเท่ากับ 1.5 ตันต่อเฮกแตร์ และซากอินทรียวัตถุเท่ากับ 0.24 ตันต่อเฮกแตร์

บริการทางระบบนิเวศ	ตัวอย่างงาน ชื่อผู้แต่ง และประเด็นศึกษา	สรุปผลการศึกษา
	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพพื้นดินในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราวนเกษตรสามารถกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินได้เท่ากับ 26.64 ตันต่อไร่
- การหมุนเวียนของน้ำ	เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557) ศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	สวนยางพาราวนเกษตรมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินเท่ากับ 17.60±13.14 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อครั้งที่ฝนตก
- ความหลากหลายทางชีวภาพ	Agduma และคณะ (2011) ศึกษาความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียง ในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร เมือง Makilala ประเทศฟิลิปปินส์	พบชนิดของกลุ่มของพืช Angiosperm 100 ชนิด Gymnosperm 1 ชนิด และ Pteridophyte 9 ชนิด
	พงศ์พิทักษ์ ศรีบัณฑิต และคณะ (2553) ศึกษาความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร บริเวณสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด จังหวัดตราด	พื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรของสถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กทั้งหมด 9 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener Index) เท่ากับ 1.68 และพื้นที่วนเกษตรของศูนย์ศึกษาธรรมชาติเชิงนิเวศเจ็ดคด-โป่งก้อนเส้า พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กทั้งหมด 13 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.06
	พิทักษ์ หางาม และคณะ(2549) การสำรวจชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตร บริเวณสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด	ในพื้นที่สวนยางพาราวนเกษตรวนเกษตรพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานทั้งหมด 60 ชนิด แบ่งเป็นกบ 22 ชนิด เต่า 3 ชนิด กิ้งก่า 21 ชนิด และงู 14 ชนิด

ภาคผนวก ง

การกลั่นกรองบริการทางระบบนิเวศที่พิจารณาศึกษา

บริการทางระบบนิเวศ	ความเป็นไปได้ในการประเมิน			ผลการกลั่นกรอง
	มีการได้รับผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศชนิดนี้ในพื้นที่	สามารถประเมินปริมาณของบริการทางระบบนิเวศชนิดนี้ได้	สามารถประเมินมูลค่าของบริการทางระบบนิเวศชนิดนี้ได้	
1. บริการจัดหา				
- ผลิตอาหาร	✓	✓	✓	ทำการประเมิน
- สมุนไพร	✓	×	✓	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากไม่สามารถคาดการได้ว่า บริการชนิดนี้จะเกิดขึ้นปริมาณปีละเท่าไร
- ผลิตเนื้อไม้	✓	✓	✓	ทำการประเมิน
- ผลิตเชื้อเพลิง	×	✓	×	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากในพื้นที่ไม่มีการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้เพื่อเป็นเชื้อเพลิง
- ผลิตน้ำยางธรรมชาติ	✓	✓	✓	ทำการประเมิน
- ผลิตเมล็ดยางพารา	×	✓	✓	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากในพื้นที่ไม่มีการใช้ประโยชน์จากเมล็ดยางพารามา
2. บริการวัฒนธรรม				
- ศึกษาเรียนรู้	✓	✓	✓	ทำการประเมิน
- คุณค่าด้านจิตวิญญาณ	✓	×	×	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากผู้ที่ได้ประโยชน์จากบริการชนิดนี้ มีจำนวนน้อยและขาดความหลากหลายส่งผลให้การใช้ CVM อาจไม่สามารถสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงได้ (Mitchell and Carson ,1989)
- พักผ่อนหย่อนใจ	×	×	×	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากไม่มีผู้ที่ได้รับผลประโยชน์จากบริการชนิดนี้ ส่งผลให้ไม่มีกลุ่มประชากรที่ใช้ในการประเมินปริมาณของบริการ
3. บริการควบคุม				
- ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	✓	✓	✓	ทำการประเมิน
- ผลิตก๊าซออกซิเจน	✓	✓	✓	ทำการประเมิน

บริการทางระบบนิเวศ	ความเป็นไปได้ในการประเมิน			ผลการกลั่นกรอง
	มีการได้รับผลประโยชน์บริการทางระบบนิเวศชนิดนี้ในพื้นที่	สามารถประเมินปริมาณของบริการทางระบบนิเวศชนิดนี้ได้	สามารถประเมินมูลค่าของบริการทางระบบนิเวศชนิดนี้ได้	
- ชะล้างพังทลายของดิน	×	✓	✓	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อจำกัดในการเดินทางไปเก็บข้อมูลน้ำไหลบ่าหน้าดินทุกครั้งที่ฝนตกอย่างต่อเนื่อง (นิติพัฒน์ นวนมะโน, 2555) จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด
4. บริการสนับสนุน				
- หมุนเวียนธาตุอาหาร*	✓	✓	✓	ทำการประเมิน
- หมุนเวียนน้ำ	✓	×	×	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อจำกัดในการเดินทางไปเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งทุกครั้งที่ฝนตกอย่างต่อเนื่อง (Poppenborg and Holscher, 2009) จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด
- ผลิตผลผลิตขั้นปฐมภูมิ	×	✓	×	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากไม่มีการได้รับประโยชน์จากบริการชนิดนี้ และไม่พบวิธีการประเมินมูลค่าบริการชนิดนี้ที่เหมาะสมได้
- ความหลากหลายทางชีวภาพ	✓	✓	×	ไม่ทำการประเมิน เนื่องจากผู้ที่ได้ประโยชน์จากบริการชนิดนี้มีจำนวนน้อยและขาดความหลากหลายส่งผลให้การใช้ CVM อาจไม่สามารถสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงได้ (Mitchell and Carson ,1989)

*บริการที่ผู้วิจัยพิจารณาประเมินมูลค่าหากระหว่างทำการวิจัยสามารถหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนธาตุอาหารในพื้นที่ศึกษา

ภาคผนวก จ

สมการพยากรณ์การเติบโตและอัตราการเติบทางขนาดของพรรณไม้แต่ละชนิด

สมการพยากรณ์การเติบโตขนาดพรรณไม้

Tree species	Regression type	Regression model
ยางพารา (ก่อนกรีด)	Power	$DBH = 2.095x^{1.060}$
H. brasiliensis (before tapping)	Power	$TH = 3.337x^{0.655}$
	Exponential	$MH = 2.387e^{0.167x}$
ยางพารา (หลังกรีด)	Power	$DBH = 5.845x^{0.467}$
H. brasiliensis (after tapping)	Power	$TH = 3.850x^{0.468}$
	Exponential	$MH = 5.276e^{0.020x}$
ตะเคียนทอง	Exponential	$DBH = 2.748e^{0.108x}$
H. odorata	Exponential	$TH = 2.777e^{0.086x}$
	Exponential	$MH = 1.575e^{0.099x}$
พะยอม	Power	$DBH = 1.160x^{1.030}$
S. roxburghii	Exponential	$TH = 3.580e^{0.067x}$
	Exponential	$MH = 2.190e^{0.078x}$
มะฮอกกานี	Exponential	$DBH = 3.248e^{0.130x}$
S. macrophylla	Exponential	$TH = 4.281e^{0.084x}$
	Exponential	$MH = 2.859e^{0.094x}$
ยางนา	Exponential	$DBH = 2.746e^{0.072x}$
D. alatus	Exponential	$TH = 2.752e^{0.067x}$
	Exponential	$MH = 1.801e^{0.070x}$
สะเดาเทียม	Sigmoid	$DBH = e^{3.733-6.227/x}$
A. excelsa	Sigmoid	$TH = e^{3.253-4.147/x}$
	Sigmoid	$MH = e^{2.978-4.204/x}$

DBH; ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (ซม.), TH; ความสูงทั้งหมด (ม.), MH; ความสูงที่เป็นสินค้า (ม.) and x; อายุของพรรณไม้ (ปี)

อัตราการเติบโตทางขนาดของยางพาราในแต่ละปี

อายุ (ปี)	DBH (ซม./ปี)	TH (ม./ปี)	MH (ม./ปี)
1	2.273	1.917	0.513
2	2.345	1.598	0.606
3	2.394	1.421	0.716
4	2.430	1.302	0.846
5	2.460	1.215	1.000
6	1.007	0.666	0.120
7	0.933	0.617	0.123
8	0.873	0.577	0.125
9	0.823	0.544	0.128
10	0.780	0.516	0.130
11	0.743	0.492	0.133
12	0.710	0.470	0.135

อายุ (ปี)	DBH (ซม./ปี)	TH (ม./ปี)	MH (ม./ปี)
13	0.682	0.451	0.138
14	0.656	0.434	0.141
15	0.633	0.419	0.144
16	0.613	0.406	0.147
17	0.594	0.393	0.150
18	0.576	0.382	0.153
19	0.560	0.371	0.156
20	0.546	0.361	0.159
21	0.532	0.352	0.162
22	0.519	0.344	0.165
23	0.507	0.336	0.169
24	0.496	0.329	0.172
25	0.486	0.322	0.176
26	0.476	0.315	0.179
27	0.467	0.309	0.183
28	0.458	0.303	0.187
29	0.449	0.298	0.190
30	0.442	0.292	0.194
31	0.434	0.287	0.198
32	0.427	0.283	0.202
33	0.420	0.278	0.206
34	0.413	0.274	0.210
35	0.407	0.270	0.215
36	0.401	0.266	0.219
37	0.396	0.262	0.223
38	0.390	0.258	0.228
39	0.385	0.255	0.233
40	0.380	0.252	0.237
41	0.375	0.248	0.242
42	0.370	0.245	0.247
43	0.365	0.242	0.252
44	0.361	0.239	0.257
45	0.357	0.236	0.262
46	0.353	0.234	0.267
47	0.349	0.231	0.273
48	0.345	0.229	0.278
49	0.341	0.226	0.284

อัตราการเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตรต่อปี) ความสูงทั้งหมด (เมตรต่อปี) และความสูงที่เป็นสินค้า (เมตรต่อปี) ของพรรณไม้แต่ละชนิด

อายุ (ปี)	ตะเคียนทอง			พะยอม			มะฮอกกานี			ยางนา			สะเดาเทียม		
	DBH	TH	MH	DBH	TH	MH	DBH	TH	MH	DBH	TH	MH	DBH	TH	MH
1	0.349	0.272	0.181	1.209	0.265	0.192	0.514	0.408	0.310	0.220	0.204	0.140	1.775	2.844	2.108
2	0.389	0.296	0.200	1.228	0.284	0.208	0.585	0.444	0.340	0.237	0.218	0.150	3.387	3.240	2.438
3	0.433	0.323	0.221	1.240	0.303	0.224	0.666	0.483	0.374	0.254	0.233	0.161	3.568	2.680	2.030
4	0.483	0.352	0.244	1.250	0.324	0.243	0.758	0.525	0.410	0.273	0.249	0.173	3.219	2.114	1.607
5	0.538	0.383	0.269	1.257	0.347	0.262	0.864	0.571	0.451	0.294	0.267	0.185	2.776	1.673	1.275
6	0.599	0.418	0.297	1.264	0.371	0.284	0.984	0.621	0.495	0.316	0.285	0.199	2.367	1.345	1.027
7	0.667	0.455	0.328	1.269	0.397	0.307	1.120	0.675	0.544	0.339	0.305	0.213	2.020	1.100	0.840
8	0.744	0.496	0.362	1.274	0.424	0.332	1.276	0.735	0.598	0.365	0.326	0.229	1.734	0.913	0.699
9	0.828	0.541	0.400	1.278	0.453	0.358	1.453	0.799	0.657	0.392	0.349	0.245	1.499	0.769	0.589
10	0.923	0.589	0.441	1.282	0.485	0.388	1.655	0.869	0.721	0.421	0.373	0.263	1.306	0.656	0.503
11	1.028	0.642	0.487	1.286	0.518	0.419	1.884	0.945	0.792	0.453	0.399	0.282	1.146	0.566	0.434
12	1.145	0.700	0.538	1.289	0.554	0.453	2.146	1.028	0.871	0.486	0.426	0.302	1.013	0.493	0.378
13	1.276	0.763	0.594	1.292	0.593	0.490	2.444	1.118	0.956	0.523	0.456	0.324	0.901	0.433	0.332
14	1.422	0.831	0.655	1.295	0.634	0.529	2.783	1.216	1.051	0.562	0.487	0.348	0.806	0.384	0.294
15	1.584	0.906	0.724	1.297	0.678	0.572	3.169	1.323	1.154	0.604	0.521	0.373	0.726	0.342	0.262
16	1.764	0.987	0.799	1.300	0.725	0.619	3.609	1.438	1.268	0.649	0.557	0.400	0.656	0.307	0.235
17	1.965	1.076	0.882	1.302	0.775	0.669	4.110	1.564	1.393	0.697	0.596	0.429	0.596	0.277	0.212
18	2.190	1.173	0.974	1.304	0.829	0.723	4.681	1.702	1.530	0.749	0.637	0.460	0.543	0.251	0.192
19	2.439	1.278	1.075	1.306	0.886	0.782	5.331	1.851	1.681	0.805	0.681	0.494	0.498	0.228	0.175
20	2.718	1.393	1.187	1.308	0.947	0.845	6.071	2.013	1.847	0.865	0.728	0.530	0.457	0.209	0.160
21	3.027	1.518	1.311	1.310	1.013	0.914	6.914	2.189	2.029	0.930	0.779	0.568	0.422	0.191	0.147
22	3.373	1.654	1.447	1.312	1.083	0.988	7.874	2.381	2.229	0.999	0.833	0.609	0.390	0.176	0.135
23	3.757	1.803	1.598	1.313	1.158	1.068	8.967	2.590	2.448	1.074	0.890	0.653	0.362	0.163	0.125
24	4.186	1.965	1.764	1.315	1.239	1.155	10.212	2.817	2.690	1.154	0.952	0.701	0.336	0.151	0.116

ภาคผนวก ฉ

อัตราการเติบโตเฉลี่ยในแต่ละช่วงชั้นของขนาดพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษา AN3 และ AN4

อัตราเติบโตทางขนาดของพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษา AN3

อัตราเติบโตทางขนาด DBH ในแต่ละช่วงชั้น

ช่วงของ DBH (ซม.)	**อัตราเติบโต DBH (ซม./ปี)**
0.19 - 0.25	0.38
2.53 - 4.86	0.54
4.87 - 7.20	0.55
7.21 - 9.55	0.61
9.56 - 11.89	0.98

อัตราเติบโตทางขนาด TH ในแต่ละช่วงชั้น

ช่วงของ TH (ม.)	**อัตราเติบโต TH (ม./ปี)**
1.6 - 3.08	0.40
3.09 - 4.57	0.88
4.58 - 6.06	1.18
6.07 -7.55	0.66
7.56 - 9.04	0.78

อัตราเติบโตทางขนาด MH ในแต่ละช่วงชั้น

ช่วงของ MH (ม.)	**อัตราเติบโต MH (ม./ปี)**
1 - 2.16	0.40
2.17 - 3.33	0.65
3.34 - 4.5	0.83
4.51 - 5.67	0.87
5.68 - 6.84	0.35

อัตราเติบโตทางขนาดของพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษา AN4

อัตราเติบโตทางขนาด DBH ในแต่ละช่วงชั้น

ช่วงของ DBH (ซม.)	**อัตราเติบโต DBH (ซม./ปี)**
0.32 - 3.98	0.15
3.99 - 7.65	0.39
7.66 -11.32	0.27
11.33 - 14.99	0.45
15 - 18.66	0.73

อัตราเติบโตทางขนาด TH ในแต่ละช่วงชั้น

ช่วงของ TH (ม.)	**อัตราเติบโต TH (ม./ปี)**
1.6 - 3.92	0.33
3.93 - 6.25	0.41
6.26 - 8.58	0.63
8.59 - 10.91	0.84
10.92 - 13.24	0.37

อัตราเติบโตทางขนาด MH ในแต่ละช่วงชั้น

ช่วงของ MH (ม.)	**อัตราเติบโต MH (ม./ปี)**
1.47 - 3.46	0.35
3.47 - 5.46	0.45
5.47 - 7.46	0.22
7.47 - 9.46	0.64
9.47 - 11.46	0.20

ภาคผนวก ซ

ต้นทุนและผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการทำสวนยางพาราของแต่ละพื้นที่ศึกษา

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ MN1 (บาทต่อไร่)

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1. ต้นทุนคงที่					
ไฟฉายคาดศีรษะ	ชุด	2	220	440	73
มีดกรีดยาง	เล่ม	2	100	200	33
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	ใบ	2	30	60	10
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	ใบ	1	200	200	33
ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร	ใบ	2	300	600	100
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	2	10	20	3
ที่กรองน้ำยางหยาบ	ชิ้น	1	100	100	17
ที่กรองน้ำยางระเอียด	ชิ้น	1	200	200	33
กระบอกตวง	ชิ้น	2	40	80	13
ไม้พายน้ำยาง	ชิ้น	1	50	50	8
จักรีดยาง ติดมอเตอร์ไฟฟ้า	คู่	1	30,000	30,000	5,000
ค่าบำรุงจักรรีดยาง	ลูก	2	300	600	100
โรงเรือน	ตารางเมตร	1	10,000	10,000	1,667
ถ้วยรองน้ำยาง	ถ้วย	76	10		760
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	เส้น	76	2.5		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0.3		23
2. ต้นทุนผันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าปรับแต่งพื้นที่ 3 จาน ปีที่ 1 และ 26	ครั้ง	1	350		350
ค่าปรับแต่งพื้นที่ 7 จาน ปีที่ 1 และ 26	ครั้ง	1	350		350
ค่าขุดหลุม ปีที่ 1 และ 26	หลุม	76	3		228
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม ปีที่ 1 และ 26	หลุม	76	1		76
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	ครั้ง	2	350		700
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 32-50	ครั้ง	1	350		350
ค่าจ้างลับมีด	ด้าม	2	10	20	537
ค่าแรงไถ่ดัน ปีที่ 25 และ 50	ไร่	1	1500		1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	บาท	18265.8	0.40824		7457
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***315***		
ค่าแรงในกำหนดแนว ปีที่ 1 และ 26	ชม.	24	39.375		158
ค่าแรงในการปลูกยาง ปีที่ 1 และ 26	ชม.	32	39.375		210
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง ปีที่ 1 และ 26	ชม.	24	39.375		158
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง	ชม.	16	39.375		105
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 1-2 และ 26-27	ชม.	208	39.375		1,365
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 3-4 และ 28-29	ชม.	48	39.375		315
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-25, 32-50	ชม.	644	39.375		4,226
ค่าแรงในการทำยางแผน	ชม.	322	39.375		2,113
2.2 ค่าวัสดุผันแปร					
ค่าไม้ชะมบ ปีที่ 1 และ 26	ลำ	76	1		76
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม ปีที่ 1 และ 26	กระสอบ	1	120		120
ค่าพันธุ์ยาง ปีที่ 1 และ 26	ต้น	76	25		1900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง (100ต้น/6ไร่) ปีที่ 1 และ 26	ต้น	100	25		417
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-50	กระสอบ	14	935		2,182
กรดฟอร์มิก	ขวด	32	20		107

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
ตะกง	ชิ้น	20	70		233
ไม้ตากยางแผ่น	ลำ	2	20		7
ค่าไฟ ปีที่ 7-25 และ 32-50	บาท	1	170		28
ค่าเชื้อเพลิง ปีที่ 7-25 และ 32-50	บาท	12	160		320
3.ผลประโยชย์					
ผลผลิตยางแผ่นดิบ ปีที่ 7-25 และ 32-50	กก.	292.2	36.5		10,665
เนื้อไม้ยาง	กก.	18265.83	1.944		35,509
การดูดซับ CO_2		ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
การผลิต O_2					
งานวิจัยเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	เรื่อง	100000			2,174
งานวิจัยวนจนพร เทพศร (2558)	เรื่อง	6000			130
งานวิจัย Waiyarat (2016)	เรื่อง	14000			304
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง	25000			543

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ MN1 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปี	1-2	3-4	5	6	7	...	23	24	25	26-27	28-29	30	31	32	...	50
1 ต้นทุนคงที่																
ไฟฉายคาดศีรษะ	-	-	-	-	73	-	73	-	73	-	-	-	-	73	-	73
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	33	33	33	33	33	-	-	-	-	33	33	33
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	-	-	-	-	10	-	10	-	10	-	-	-	-	10	-	10
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	-	-	-	-	33	-	33	-	-	-	-	-	-	33	-	-
ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร	-	-	-	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	3	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3	3
ที่กรองน้ำยางหยาบ	-	-	-	-	17	-	17	-	17	-	-	-	-	17	-	17
ที่กรองน้ำยางระเอียด	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-
กระบอกตวง	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-
ไม้พายน้ำยาง	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
จักรีดยาง ติดมอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-	-	5,000	-	-	-	-	-	-	-	-	667	-	-
ค่าบำรุงจักรรีดยาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-
โรงเรือน	-	-	-	-	1,667	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	760	-	-	-	-	-	-	-	-	760	-	-
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-	190	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	-	-	23	-	-	-	-	23	-	23
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	7,964	37	270	37	159	-	-	-	-	1,964	136	159
2 ต้นทุนผันแปร																
2.1 ค่าจ้างแรงงาน																
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน																
ค่าปรับแต่งพื้นที่ 3 จาน	350	-	-	-	-	-	-	-	-	350	-	-	-	-	-	-
ค่าปรับแต่งพื้นที่ 7 จาน	350	-	-	-	-	-	-	-	-	350	-	-	-	-	-	-
ค่าขุดหลุม ปีที่ 1 และ 26	228	-	-	-	-	-	-	-	-	228	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม	76	-	-	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช	700	700	700	700	-	-	-	-	-	700	700	700	700	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช	-	-	-	-	350	350	350	350	350	-	-	-	-	350	350	350
ค่าจ้างลับมีด	-	-	-	-	537	537	537	537	537	-	-	-	-	537	537	537
ค่าแรงโค่นต้น	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	7,457	-	-	-	-	-	-	7,457
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในกำหนดแนว	158	-	-	-	-	-	-	-	-	158	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยาง	210	-	-	-	-	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปี	1-2	3-4	5	6	7	...	23	24	25	26-27	28-29	30	31	32	...	50
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	158	-	-	-	-	-	-	-	-	158	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง	1,365	-	-	-	-	-	-	-	-	1,365	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง	-	315	-	-	-	-	-	-	-	-	315	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต	-	-	-	-	4,226	4,226	4,226	4,226	4,226	-	-	-	-	4,226	4,226	4,226
ค่าแรงในการทำยางแผน	-	-	-	-	2,113	2,113	2,113	2,113	2,113	-	-	-	-	2,113	2,113	2,113
2.2 ค่าวัสดุผันแปร																
ค่าไม้ชะมบ	76	-	-	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยาง	19,000	-	-	-	-	-	-	-	-	19,000	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	417	-	-	-	-	-	-	-	-	417	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182	2,182
กรดฟอร์มิก	-	-	-	-	107	107	107	107	107	-	-	-	-	107	107	107
ตะกง	-	-	-	-	233	-	-	-	-	-	-	-	-	233	-	-
ไม้ตากยางแผ่น	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
ค่าไฟ	-	-	-	-	28	28	28	28	28	-	-	-	-	28	28	28
ค่าเชื้อเพลิง	-	-	-	-	320	320	320	320	320	-	-	-	-	320	320	320
รวมต้นทุนผันแปร	25,493	3,302	2,987	2,987	10,208	9,968	9,968	9,968	18,925	25,493	3,302	2,987	2,987	10,208	9,968	18,925
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	25,493	3,302	2,987	2,987	18,172	10,004	10,238	10,004	19,084	25,493	3,302	2,987	2,987	12,172	10,104	19,084
3 ผลประโยชน์																
ผลผลิตยางพาราแผ่นดิบ	-	-	-	-	10,665	10,665	10,665	10,665	10,665	-	-	-	-	10,665	10,665	10,665
เนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	35,509	-	-	-	-	-	-	35,509
การดูดซับ CO_2	-	8	211	429	719	426	797	814	830	-	8	211	429	719	814	830
การผลิต O_2	-	377	10,529	21,389	35,867	21,255	39,760	40,596	41,405	-	377	10,529	21,389	35,867	40,596	41,405
งานวิจัยเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	-	-	-	-	-	-	2,174	-	-	-	-	-	-	-	-	-
งานวิจัยวนจนพร เทพศร (2558)	-	-	-	-	-	-	-	130	-	-	-	-	-	-	-	-
งานวิจัย Waiyarat (2016)	-	-	-	-	-	-	-	304	-	-	-	-	-	-	-	-
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	-	543	-	-	-	-	-	-	-
รวมผลประโยชน์	-	384	10,740	21,817	47,252	32,347	53,396	52,509	88,953	-	384	10,740	21,817	47,252	-	88,409
ผลประโยชน์สุทธิ	-25,493	-2,918	7,753	18,831	29,080	22,342	43,158	42,505	69,869	-25,493	-2,918	7,753	18,831	35,080	-25,493	69,325

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ AE1 (บาทต่อไร่)

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1. ต้นทุนคงที่					
ไฟฉายคาดศีรษะ	ชุด	4	220	880	22
มีดกรีดยาง	เล่ม	4	100	400	10
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	ใบ	4	30	120	3
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	ใบ	4	200	800	20
ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร	ใบ	2	300	600	15
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	4	10	40	1
ที่กรองน้ำยางหยาบ	ชิ้น	2	100	200	5
ที่กรองน้ำยางละเอียด	ชิ้น	1	200	200	5
กระบอกตวง	ชิ้น	2	40	80	2
ไม้พายกวนน้ำยาง	ชิ้น	1	50	50	1
จักรรีดยางติดมอเตอร์ไฟฟ้า	คู่	1	50,000	50,000	1,250
ค่าบำรุงจักรรีดยาง	ลูก	2	300	600	5
โรงเรือน	ตารางเมตร	72	500	36,000	900
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	76	10		760
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	เส้น	76	3		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0		23
2. ต้นทุนผันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าปรับแต่งพื้นที่ ไถ่ 3 จาน	ครั้ง	1	350		350
ค่าปรับแต่งพื้นที่ ไถ่ 7 จาน	ครั้ง	1	350		350
ค่าขุดหลุม	หลุม	76	3		228
ค่าแรงในกำหนดแนวปลูก	ต้น	76	1		76
ค่าแรงในการปลูกยาง	ต้น	76	1		76
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	ต้น	76	5		380
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม	หลุม	76	1		76
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช 6 ปีแรก	ครั้ง	2	350		700
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืชหลัง ปีที่ 7-25	ครั้ง	1	350		350
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืชหลัง ปีที่ 26-50	ครั้ง	1	250		250
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-27	ด้าม	680	10	6800	170
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 28-50	ด้าม	652	10	6520	163
ค่าไถดัน	ไร่	1	1,500		1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	กก.	60,297.28	0.4082		24,616
ค่าจ้างทำไม้ยางนา	ลบ.ม.	2	881		2,035
ค่าแรงไม้สะเดาเทียม	ลบ.ม.	1	881		895
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	*วัน*	1	315		
ค่าแรงในการปลูกพืชร่วมยาง	ชม.	1	39		39
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง 6 ปีแรก	ชม.	1	39		39
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุงหลัง 6 ปี	ชม.	0.5	39		20
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2	ชม.	624	39		614
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4	ชม.	144	39		142
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-27	ชม.	4,080	39		4,016
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 28-50	ชม.	3,912	39		3,851
ค่าแรงในการทำยางแผ่นดิบ ปีที่ 7-27	ชม.	2,040	39		2,008
ค่าแรงในการทำยางแผ่นดิบ ปีที่ 28-50	ชม.	1,956	39		1,925
2.2 ค่าวัสดุผันแปร					

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
ค่าไม้ไม้ชะมบ	ลำ	76	1		76
ค่าพันธุ์ยาง	ถุง	76	25		1,900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง (200 ต้น/40ไร่)	ถุง	200	25		125
ค่าพันธุ์พืชร่วมยาง	ต้น	53	5		290
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	กระสอบ	1	120		120
ค่าปุ๋ยเคมี 6 ปีแรก	กระสอบ	2	935		2,104
ค่าปุ๋ยเคมีหลัง 6 ปี	กระสอบ	1	935		1,052
ค่าปุ๋ยอินทรีย์	กก.	228	8		1,915
กรดฟอร์มิก ปี 7-12	ขวด	166	20		83
กรดฟอร์มิก ปี 13-15	ขวด	196	20		98
กรดฟอร์มิก ปี 16-27	ขวด	233	20		117
กรดฟอร์มิก ปี 28-30	ขวด	166	20		83
กรดฟอร์มิก ปี 31 -50	ขวด	83	20		42
ตะกง	ชิ้น	60	70		105
ไม้ไผ่ตากยาง	ลำ	10	20		5
ค่าไฟฟ้าสำหรับจักรรีดยาง	บาท	1	400		10
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต	บาท	12	200		60
3 ผลประโยชน์					
ผลผลิตยางแผ่นดิบ 7-12 ปี	กก.	228	37		8,309
ผลผลิตยางแผ่นดิบ 13-15 ปี	กก.	269	37		9,819
ผลผลิตยางแผ่นดิบ 16-27 ปี	กก.	321	37		11,707
ผลผลิตยางแผ่นดิบ 28-30 ปี	กก.	228	37		8,309
ผลผลิตยางแผ่นดิบ 31-50 ปี	กก.	135	37		4,910
เนื้อไม้ยางพารา	กก.	60,297.28	1.9		117,218
เนื้อไม้ยางนา	ลบ.ม.	2	9,490		21,910
เนื้อไม้สะเดาเทียม	ลบ.ม.	1	11,382		11,558
ผักกูด	กำ	2	10		15
ผักหนาม	กำ	1	10		8
ไข่มดแดง	กก.	0	200		5
การดูดซับ CO_2		ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี			
การผลิต O_2		จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
งานวิจัย โครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์ (2555)	เรื่อง	1			357
งานวิจัย เยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	เรื่อง	1			2,174
งานวิจัย วนจนพร เทพศร (2558)	เรื่อง	1			130
งานวิจัย Waiyarat (2016)	เรื่อง	1			304
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง	1			543

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ AE1 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปีที่	1	2	3-4	5-6	7	...	15	...	20	...	30	31	32	33	34	...	50
1 ต้นทุนคงที่																	
ไฟฉายคาดศีรษะ	-	-	-	-	22	-	22	-	-	22	-	22	-	22	-	22	-
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	-	-	-	-	3	-	3	-	-	3	-	3	-	3	-	3	-
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	-	-	-	-	20	-	20	-	-	-	-	20	-	-	-	20	-
ถังรวมน้ำยาง 100 ลิตร	-	-	-	-	15	-	15	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ที่กรองน้ำยางหยาบ	-	-	-	-	5	-	5	-	-	5	-	5	-	5	-	5	-
ที่กรองน้ำยางละเอียด	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
กระบอกตวง	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
ไม้พายกวนน้ำยาง	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
จักรรีดยางติดมอเตอร์ไฟฟ้า	-	-	-	-	1,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าบำรุงจักรรีดยาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
โรงเรือน	-	-	-	-	900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	760	-	-	760	-	-	-	-	-	-	760	-	-
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	190	-	-	-	-	-	-	190	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	-	23	-	-	-	23	-	-	23	-	-
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	2,404	181	246	181	181	211	174	239	187	204	174	224	174
2 ต้นทุนผันแปร																	
2.1 ค่าจ้างแรงงาน																	
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปรับแต่งพื้นที่ ไถ่ 3 จาน	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปรับแต่งพื้นที่ ไถ่ 7 จาน	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าขุดหลุม	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในกำหนดแนวปลูก	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยาง	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6	700	700	700	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืชหลัง ปีที่ 7-25	-	-	-	-	350	350	350	350	350	350	-	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปีที่	1	2	3-4	5-6	7	...	15	...	20	...	30	31	32	33	34	...	50
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืชหลัง ปีที่ 26-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	250	250	250	250	250	250
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-27	-	-	-	-	170	170	170	170	170	170	-	-	-	-	-	-	-
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 28-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163	163	163	163	163	163	163
ค่าไถดัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,616
ค่าจ้างทำไม้ยางนา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,035
ค่าจ้างทำไม้สะเดาเทียม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	895
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.																	
ค่าแรงในการปลูกพืชร่วมยาง	-	-	-	-	-	-	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	39	39	39	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุงหลัง ปีที่ 7-50	-	-	-	-	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2	614	614	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4	-	-	142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-28	-	-	-	-	4,016	4,016	4,016	4,016	4,016	4,016	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 29-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,851	3,851	3,851	3,851	3,851	3,851	3,851
ค่าแรงในการทำยางแผ่นดิบ ปีที่ 7-28	-	-	-	-	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	2,008	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการทำยางแผ่นดิบ ปีที่ 29-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925	1,925
2.2 ค่าวัสดุผันแปร																	
ค่าไม้ไม้ชะมบ	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง (200 ต้น/40ไร่)	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์พืชร่วมยาง	-	-	-	-	-	-	290	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมี ปีที่ 1-6	2,104	2,104	2,104	2,104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยเคมี ปีที่ 7-25	-	-	-	-	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยอินทรีย์ 26/50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,915	1,915	1,915	1,915	1,915	1,915	1,915
กรดฟอร์มิก ปี 7-12	-	-	-	-	83	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กรดฟอร์มิก ปี 13-15	-	-	-	-	-	-	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กรดฟอร์มิก ปี 16-27	-	-	-	-	-	-	-	117	117	117	-	-	-	-	-	-	-
กรดฟอร์มิก ปี 28-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-	-
กรดฟอร์มิก ปี 31 -50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	42	42	42	42	42
ตะกง	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปีที่	1	2	3-4	5-6	7	...	15	...	20	...	30	31	32	33	34	...	50
ไม้ไผ่ตากยาง	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
ค่าไฟฟ้าสำหรับจักรรีดยาง	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต	-	-	-	-	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
รวมต้นทุนผันแปร	7,214	3,457	2,985	2,843	8,682	7,599	7,944	8,605	7,632	7,632	8,114	8,096	8,078	8,073	9,046	8,073	37,281
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	7,214	3,457	2,985	2,843	11,086	7,780	8,190	8,786	7,813	7,843	8,288	8,335	8,265	8,277	9,220	8,297	37,292
3. ผลประโยชน์																	
ผลผลิตจากยางแผ่นดิบ 7-12 ปี	-	-	-	-	8,309	8,309	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตจากยางแผ่นดิบ 13-15 ปี	-	-	-	-	-	-	9,819	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตจากยางแผ่นดิบ 16-27 ปี	-	-	-	-	-	-	-	11,707	11,707	11,707	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตจากยางแผ่นดิบ 28-30 ปี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,309	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตจากยางแผ่นดิบ 31-50 ปี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,910	4,910	4,910	4,910	4,910	4,910
เนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117,218
เนื้อไม้ยางนา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,910
เนื้อไม้สะเดาเทียม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,558
ผักกูด	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15	15	15
ผักหนาม	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ไข่มดแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5
การดูดซับ CO_2	-	3	40	167	587	356	517	535	607	624	775	795	817	841	867	892	2,843
การผลิต O_2	-	126	1,983	8,333	29,274	17,772	25,797	26,700	30,364	31,233	39,191	40,306	41,530	42,877	44,372	45,933	163,736
งานวิจัยโครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์ (2555)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357	-	-	-	-	-	-
งานวิจัยเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,174	-	-	-	-
งานวิจัยวนจนพร เทพศร (2558)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	-	-	-
งานวิจัย Waiyarat (2016)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	304	-	-	-
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	543	-	-
รวมผลประโยชน์	-	129	2,023	8,500	38,170	26,437	36,134	38,943	42,706	43,592	48,660	46,039	49,459	49,091	50,721	51,763	322,203
ผลประโยชน์สุทธิ	-7,214	-3,328	-962	5,657	27,084	18,657	27,944	30,157	34,893	35,749	40,371	37,705	41,194	40,814	41,501	43,466	284,911

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ MN2 (บาทต่อไร่)

รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1. ต้นทุนคงที่					
ไฟฉายคาดศีรษะ	ชุด	1	200	200	40
มีดกรีดยาง	เล่ม	2	150	300	60
ถังเก็บน้ำยาง	ใบ	1	40	40	8
ถังรวมน้ำยาง	ใบ	1	200	200	40
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	1	10	10	2
ที่กรองน้ำยาง	ชิ้น	1	100	100	20
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	76	3		228
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	เส้น	76	3		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0		23
2. ต้นทุนฝันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าปรับแต่งพื้นที่	ครั้ง	1	350		350
ค่าขุดหลุม	หลุม	76	3		228
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	ไร่	2	350		700
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 32-50	ไร่	1	350		350
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-10 และ 32-35	ด้าม	360	10	3,600	720
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 11-25 และ 35-50	ด้าม	234	10	2,340	468
ค่าโค่นล้ม/ไถดัน ปีที่ 25 และ 50	ไร่	1	1,500		1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	กก.	21160.84	0.408		8,639
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***320***		
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ ปีที่ 1 และ 26	ชม.	16	40		128
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก ปีที่ 1 และ 6	ชม.	32	40		256
ค่าแรงปลูกยางครั้งแรก	ชม.	56	40		448
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง ปีที่ 1 และ 26	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม ปีที่ 1 และ 26	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	ชม.	16	40		128
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 1-2 และ 26-27	ชม.	208	40		1,664
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 3-4 และ 28-29	ชม.	48	40		384
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-10 และ 32-35	ชม.	360	40		2,880
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 11-25 และ 36-50	ชม.	234	40		1,872
2.2 ค่าวัสดุผันแปร					
ค่าพันธุ์ยาง	ต้น	76	25		1,900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	ต้น	45	25		225
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	กระสอบ	1	120		120
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 แบะ 26-31	กระสอบ	8	935		1,496
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50	กระสอบ	4	935		748
3. ผลประโยชน์					
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7 และ 32	กก.	117	36		4,154
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 8-9 และ 33-34	กก.	140	36		4,984
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 10-25 และ 35-50	กก.	160	36		5,690
เนื้อไม้ยางพารา	กก.	21,160.84	1.94		41,137
การดูดซับ CO_2	ตัน CO_2	ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี			
การผลิต O_2	กก. O_2	จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
งานวิจัยวจนพร เทพศร (2558)	เรื่อง				600
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง				2,500

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ MN2 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7-8	9	10	11	...	25	26	27	28-29	30-31	32	...	50
1. ต้นทุนคงที่																	
ไฟฉายคาดศีรษะ	-	-	-	-	40	40	-	40	-	40	-	-	-	-	40	-	40
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	60	-	-	60	-	-	-	-	-	-	60	-	-
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	8	8	-	8	-	8	-	-	-	-	8	-	8
ถังรวมน้ำยาง	-	-	-	-	40	-	-	40	-	-	-	-	-	-	40	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	2	2	2
ที่กรองน้ำยาง	-	-	-	-	20	20	-	20	-	20	-	-	-	-	20	-	20
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228	-	-
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	23	-	-	23	-	-	-	-	23	-	23
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	890	790	722	638	470	538	-	-	-	-	890	722	538
2. ต้นทุนฝันแปร																	
2.1 ค่าจ้างแรงงาน																	
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน																	
ค่าปรับแต่งพื้นที่	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350	-	-	-	-	-	-
ค่าขุดหลุม	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	700	700	700	700							700	700	700	700			
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 32-50					350	350	350	350	350	350					350	350	350
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-10 และ 32-35	-	-	-	-	720	720	720				-	-	-	-	720	720	
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 11-25 และ 35-50	-	-	-	-				468	468	468	-	-	-	-			468
ค่าโค่นล้ม/ไถดัน ปีที่ 25 และ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,639	-	-	-	-	-	-	8,639
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.																	
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ ปีที่ 1 และ 26	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก ปีที่ 1 และ 6	256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	256	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงปลูกยางครั้งแรก	448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง ปีที่ 1 และ 26	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม ปีที่ 1 และ 26	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	128	128	128	128							128	128	128	128			
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50					64	64	64	64	64	64					64	64	64

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7-8	9	10	11	...	25	26	27	28-29	30-31	32	...	50
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 1-2 และ 26-27	1,664	1,664		-	-	-	-	-	-	-	1,664	1,664		-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 3-4 และ 28-29			384										384				
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-10 และ 32-35	-	-	-	-	2,880	2,880	2,880				-	-	-	-	2,880	2,880	
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 11-25 และ 36-50								1,872	1,872	1,872							1,872
2.2 ค่าวัสดุผันแปร																	
ค่าพันธุ์ยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,900	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	225	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 แบะ 26-31	1,496	1,496	1,496	1,496							1,496	1,496	1,496	1,496			
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50					748	748	748	748	748	748					748	748	748
รวมต้นทุนฝันแปร	7,771	3,988	2,708	2,324	4,762	4,762	4,762	3,502	3,502	13,641	7,771	3,988	2,708	2,324	4,762	4,762	13,641
รวมต้นทุนคงที่และฝันแปร	7,771	3,988	2,708	2,324	5,373	4,832	4,787	3,672	3,504	13,734	7,771	3,988	2,708	2,324	5,373	4,764	13,734
3. ผลประโยชน์																	
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7 และ 32	-	-	-	-	4,154	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,154	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 8-9 และ 33-34	-	-	-	-	-	4,984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,984	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 10-25 และ 35-50	-	-	-	-	-	-	5,690	5,690	5,690	5,690	-	-	-	-	-	-	5,690
เนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,137	-	-	-	-	-	-	41,137
การดูดซับ CO_2	-	1	100	753	1,844	1,104	1,156	1,138	1,181	1,583	-	1	100	753	1,844	1,046	1,583
การผลิต O_2	-	10	1,164	8,764	21,464	12,851	13,458	13,254	13,752	18,425	-	10	1,164	8,764	21,464	12,184	18,425
งานวิจัยวจนพร เทพศร (2558)	-	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
งานวิจัยงานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-		2,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวมผลประโยชน์	-	132	2,890	22,735	59,951	39,015	43,206	40,181	41,482	94,833	-	132	2,890	22,735	59,951	36,671	94,833
ผลประโยชน์สุทธิ	-7,771	-3,856	182	20,411	54,579	34,183	38,419	36,509	37,978	81,099	-7,771	-3,856	182	20,411	54,579	31,907	81,099

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ AE2 (บาทต่อไร่)

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1. ต้นทุนคงที่					
อุปกรณ์ไฟฉาย	ชุด	1	200	200	40
มีดกรีดยาง	ล่ม	1	150	150	30
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	ใบ	1	40	40	8
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	ใบ	1	200	200	40
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	1	10	10	2
ที่กรองน้ำยาง	ชิ้น	1	100	100	20
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	76	3		228
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	เส้น	76	3		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0		23
2. ต้นทุนฝันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าปรับแต่งพื้นที่	ครั้ง	1	350		350
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-10	ด้าม	150	10	1,500	300
ค่าจ้างลับมีด หลังปีที่ 11-50	ด้าม	130	10	1,300	260
ค่าโค่นล้ม ไถดัน	ไร่	1	1,500		1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	กก.	64,510.73	0.408		26,336
ค่าจ้างทำไม้ตะเคียนทอง	ลบ.ม.	13	881		11,698
ค่าจ้างทำไม้พะยอม	ลบ.ม.	10	881		8,464
ค่าจ้างทำไม้มะฮอกกานี	ลบ.ม.	1	881		596
ค่าจ้างทำไม้ยางเสียน	ลบ.ม.	8	881		6,997
ค่าจ้างทำไม้ตะกู	ลบ.ม.	6	881		5,138
ค่าจ้างทำไม้สำโรง	ลบ.ม.	9	881		7,916
ค่าจ้างทำไม้สะเดาเทียม	ลบ.ม.	3	881		2,332
ค่าจ้างทำไม้ยางนา	ลบ.ม.	4	881		3,112
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***320***		
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในกำหนดแนวปลูก	ชม.	16	40		128
ค่าแรงในการขุด	ชม.	40	40		320
ค่าแรงใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการปลูกยางพารา	ชม.	56	40		448
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	ชม.	16	40		128
ค่าแรงในการปลูกตะเคียนทอง ปีที่ 4	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการปลูกตะกู ปีที่ 5	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการปลูกมะฮอกกานี ปีที่ 6	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการปลูกสะเดาเทียม ปีที่ 6	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการปลูกพะยอม ปีที่ 7	ชม.	16	40		128
ค่าแรงในการปลูกยางเสียน ปีที่ 8	ชม.	32	40		256
ค่าแรงในการปลูกยางนา ปีที่ 9	ชม.	24	40		192
ค่าแรงในการปลูกสำโรง ปีที่ 9	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-2	ชม.	16	40		128
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 3-4	ชม.	8	40		64
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-5	ชม.	16	40		128
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 1-2	ชม.	208	40		1,664
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 3-4	ชม.	48	40		384
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-9	ชม.	300	40		2,400

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 10-50	ชม.	260	40		2,080
2.2 ค่าวัสดุผันแปร					
ค่าพันธุ์ยาง	ต้น	76	25		1,900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	ต้น	70	25		350
ค่าพันธุ์ตะเคียนทอง ปีที่ 4	ต้น	12	5		66
ค่าพันธุ์ตะกู ปีที่ 5	ต้น	12	5		66
ค่าพันธุ์มะฮอกกานี ปีที่ 6	ต้น	8	5		44
ค่าพันธุ์สะเดาเทียม ปีที่ 6	ต้น	8	5		44
ค่าพันธุ์พะยอม ปีที่ 7	ต้น	16	5		88
ค่าพันธุ์ยางเสียน ปีที่ 8	ต้น	48	5		263
ค่าพันธุ์ยางนา ปีที่ 9	ต้น	40	5		219
ค่าพันธุ์สำโรง ปีที่ 9	ต้น	12	5		66
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	กระสอบ	1	935		187
ค่าปุ๋ยบำรุง	กระสอบ	4	935		748
3. ผลประโยชน์	**หน่วย**	**จำนวน**	**ราคาต่อหน่วย**		**ราคาต่อไร่**
รายได้จากน้ำยางสด ปีที่ 7	กก.	130	36		4,615
รายได้จากน้ำยางสด ปีที่ 8-9	กก.	156	36		5,538
รายได้จากน้ำยางสด ปีที่ 10-50	กก.	218	36		7,753
มูลค่าเนื้อไม้ยางพารา	กก.	64,510.73	1.94		125,409
มูลค่าเนื้อไม้ตะเคียนทอง	ลบ.ม.	13	17,672		234,584
มูลค่าเนื้อไม้ตะกู	ลบ.ม.	6	2,500		14,576
มูลค่าเนื้อไม้มะฮอกกานี	ลบ.ม.	1	14,136		9,559
มูลค่าเนื้อไม้สะเดาเทียม	ลบ.ม.	3	11,383		30,116
มูลค่าเนื้อไม้พะยอม	ลบ.ม.	10	15,903		152,740
มูลค่าเนื้อไม้ยางเสียน	ลบ.ม.	8	9,490		75,344
มูลค่าเนื้อไม้ ยางนา	ลบ.ม.	4	9,490		33,513
มูลค่าเนื้อไม้สำโรง	ลบ.ม.	9	3,133		28,141
การดูดซับ CO_2	ต้น	ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
การผลิต O_2	กก.				
การเป็นแหล่งศึกษาดูงาน					
งานวิจัยณัฐธิดา ศักสงโสภา (2557)	เรื่อง	1			225
งานวิจัยวจนพร เทพศร (2558)	เรื่อง	1			600
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง	1			2,500

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ AE2 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	48	49	50
1 ต้นทุนคงที่															
อุปกรณ์ไฟฉาย	-	-	-	-	-	-	40	-	40	-	40	-	-	40	-
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	-	-	30	-	30	-	30	-	-	30	-
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	-	-	-	-	-	-	8	-	8	-	8	-	-	8	-
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	40	-	-	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ที่กรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	20	-	20	-	20	-	-	20	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	228	-	-	-	-	-	-	-	-
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	-	-	23	-	-	23	-	-	-	23	-
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	-	-	440	302	400	302	400	262	262	360	262
2 ต้นทุนผันแปร															
2.1 ค่าจ้างแรงงาน															
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปรับแต่งพื้นที่	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-10	-	-	-	-	-	-	300	300	300	300	-	-	-	-	-
ค่าจ้างลับมีด หลังปีที่ 11-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260	260	260	260	260
ค่าโค่นล้ม ไถดัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125,409
ค่าจ้างทำไม้ตะเคียนทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,698
ค่าจ้างทำไม้พะยอม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,464
ค่าจ้างทำไม้มะฮอกกานี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	596
ค่าจ้างทำไม้ยางเสียน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,997
ค่าจ้างทำไม้ตะกู	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,138
ค่าจ้างทำไม้สำโรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,916
ค่าจ้างทำไม้สะเดาเทียม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,332
ค่าจ้างทำไม้ยางนา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,112
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในกำหนดแนวปลูก	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	48	49	50
ค่าแรงในการขุด	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยางพารา	448	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกตะเคียนทอง ปีที่ 4	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกตะกู ปีที่ 5	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกมะฮอกกานี ปีที่ 6	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกสะเดาเทียม ปีที่ 6	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกพะยอม ปีที่ 7	-	-	-	-	-	-	128	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยางเสียน ปีที่ 8	-	-	-	-	-	-	-	256	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยางนา ปีที่ 9	-	-	-	-	-	-	-	-	192	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกสำโรง ปีที่ 9	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-2	128	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 3-4	-	-	64	64	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-5	128	128	128	128	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 1-2	1,664	1,664	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง ปีที่ 3-4	-	-	384	384	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-9	-	-	-	-	-	-	2,400	2,400	2,400	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 10-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080	2,080
2.2 ค่าวัสดุผันแปร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ตะเคียนทอง ปีที่ 4	-	-	-	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ตะกู ปีที่ 5	-	-	-	-	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์มะฮอกกานี ปีที่ 6	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์สะเดาเทียม ปีที่ 6	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์พะยอม ปีที่ 7	-	-	-	-	-	-	88	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางเสียน ปีที่ 8	-	-	-	-	-	-	-	263	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางนา ปีที่ 9	-	-	-	-	-	-	-	-	219	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์สำโรง ปีที่ 9	-	-	-	-	-	-	-	-	66	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	48	49	50
รวมต้นทุนผันแปร	7,355	3,416	2,072	2,202	1,818	216	3,056	2,919	2,941	2,103	2,080	2,080	2,080	2,103	59,621
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	7,355	3,416	2,072	2,202	1,818	216	3,496	3,221	3,341	2,405	2,480	2,342	2,342	2,463	59,883
3 ผลประโยชน์															
รายได้จากน้ำยางสด ปีที่ 7	-	-	-	-	-	-	4,615	-	-	-	-	-	-	-	-
รายได้จากน้ำยางสด ปีที่ 8-9	-	-	-	-	-	-	-	5,538	5,538	-	-	-	-	-	-
รายได้จากน้ำยางสด ปีที่ 10-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,753	7,753	7,753	7,753	7,753	7,753
มูลค่าเนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,608
มูลค่าเนื้อไม้ตะเคียนทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	234,584
มูลค่าเนื้อไม้ตะกู	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,576
มูลค่าเนื้อไม้มะฮอกกานี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,559
มูลค่าเนื้อไม้สะเดาเทียม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,116
มูลค่าเนื้อไม้พะยอม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152,740
มูลค่าเนื้อไม้ยางเสียน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75,344
มูลค่าเนื้อไม้ ยางนา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,513
มูลค่าเนื้อไม้สำโรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,141
การดูดซับ CO_2	-	0	20	104	267	488	773	515	644	817	863	1,010	4,295	4,302	4,309
การผลิต O_2	-	18	1,017	5,195	13,337	24,375	38,635	25,958	32,720	41,797	44,222	51,970	224,678	225,046	225,408
การเป็นแหล่งศึกษาดูงาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560	17,560
งานวิจัยณัฐธิดา ศักสงโสภา (2557)	-	-	-	-	-	-	-	225	-	-	-	-	-	-	-
งานวิจัยวจนพร เทพศร (2558)	-	-	-	-	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	-
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,500	-	-	-	-	-
รวมผลประโยชน์	-	18	1,037	5,299	13,604	24,864	44,023	32,237	39,502	70,427	70,398	78,294	254,286	254,661	959,012
ผลประโยชน์สุทธิ	-7,355	-3,398	-1,035	3,097	11,787	24,648	40,526	29,016	36,161	68,023	67,918	75,952	251,944	252,198	882,581

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ MN3 (บาทต่อไร่)

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1. ต้นทุนคงที่					
อุปกรณ์ไฟฉาย	ชุด	1	220	220	110
มีดกรีดยาง	เล่ม	1	100	100	50
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	ใบ	1	30	30	15
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	ใบ	1	200	200	100
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	1	10	10	5
ที่กรองน้ำยาง	ชิ้น	1	100	100	50
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	76	10		760
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	เส้น	76	2.5		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0.3		22.8
2. ต้นทุนฝันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าจ้างปรับแต่งพื้นที่ รถไถ 7 จาน	ไร่	1	350		350
ค่าจ้างขุดหลุม	หลุม	76	3		228
ค่าซื้อไม้ปักแนว	ลำ	76	1		76
ค่าจ้างกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	ไร่	2	300		600
ค่าจ้างกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 31-50	ไร่	1	300		300
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-18 และ 32-43	ด้าม	180	10	1800	900
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 19-25 และ 44-50	ด้าม	161	10	1610	805
ค่าจ้างไถดัน	ไร่	1	1500		1500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	กก.	18,490.44	0.408		7,549
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***320***		
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก	ชม.	16	40		320
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม	ชม.	6	40		120
ค่าแรงในการปลูกยาง	ชม.	16	40		320
ค่าแรงในการปลูกยางซ่อม	ชม.	6	40		120
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	ชม.	4	40		80
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 31-50	ชม.	2	40		40
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2 และ 26-27	ชม.	104	40		2080
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4 และ 28-29	ชม.	24	40		480
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-13 และ 32-38	ชม.	180	40		3600
ค่าแรงในการการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 14-25 และ 39-50	ชม.	161	40		3220
2.2 ค่าวัสดุฝันแปร					
ค่าพันธุ์ยาง	ต้น	76	25		1900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	ต้น	15	25		187.5
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	กระสอบ	1	120		120
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	กระสอบ	4	935		1870
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 31-50	กระสอบ	3	935		1402.5
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-13 และ 32-38	บาท	180	10		900
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 14-25 และ 39-50	บาท	161	10		805
3.ผลประโยชน์					
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 7-8 และ 32-33	กก.	180	35.5		6390
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 9-13 และ 34-38	กก.	216	35.5		7668
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 14-19 และ 39-44	กก.	252	35.5		8946
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 20-25 และ 45-50	กก.	234	35.5		8307
เนื้อไม้ยางพารา ปีที่ 25 และ 50	กก.	18,490.44	1.94		35,945
การดูดซับ CO_2	ตัน CO_2	ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี			
การผลิต O_2	กก. O_2	จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)					1388.88

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ MN3 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปี	1	2	3-4	...	7	...	19	20	...	25	26	27	28-29	...	32	...	44	...	50
1. ต้นทุนคงที่																			
อุปกรณ์ไฟฉาย	-	-	-	-	110	-	110	-	110	110	-	-	-	-	110	-	110	-	110
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	50	-	50	-	-	50	-	-	-	-	50	-	50	-	50
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	15	-	15	-	15	15	-	-	-	-	15	-	15	-	15
ถังรวมน้ำยาง	-	-	-	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	5	5	5	5	5
ที่กรองน้ำยาง	-	-	-	-	50	-	50	-	50	50	-	-	-	-	50	-	50	-	50
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	1,230	905	1,135	810	985	1,035	-	-	-	-	1,230	905	1,135	810	1,035
2. ต้นทุนฝันแปร																			
2.1 ค่าจ้างแรงงาน																			
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน																			
ค่าจ้างปรับแต่งพื้นที่ รถไถ 7 จาน	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าจ้างขุดหลุม	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าซื้อไม้ปักแนว	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าจ้างกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	600	600	600	600						300	600	600	600	600					300
ค่าจ้างกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 31-50					300	300	300	300	300						300	300	300	300	
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 7-18 และ 32-43					900	900									900	900			
ค่าจ้างลับมีด ปีที่ 19-25 และ 44-50	-	-	-	-			805	805	805	805	-	-	-	-			805	805	805
ค่าจ้างไถดัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,549	-	-	-	-	-	-	-	-	7,549
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.																			
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองหลุม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยาง	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยางซ่อม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	80	80	80	80							80	80	80	80					
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 31-50					40	40	40	40	40	40					40	40	40	40	40
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2 และ 26-27	2,080	2,080			-	-	-	-	-	-	2,080	2,080			-	-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4 และ 28-29			480	480									480	480					
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-18 และ 32-43					3,600	3,600									3,600	3,600			
ค่าแรงในการการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 19-25 และ 44-50	-	-	-	-			3,220	3,220	3,220	3,220	-	-	-	-			3,220	3,220	3,220

รายการ / ปี	1	2	3-4	...	7	...	19	20	...	25	26	27	28-29	...	32	...	44	...	50
2.2 ค่าวัสดุผันแปร																			
ค่าพันธุ์ยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	1,870	1,870	1,870	1,870							1,870	1,870	1,870	1,870					
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 31-50					1,403	1,403	1,403	1,403	1,403	1,403					1,403	1,403	1,403	1,403	1,403
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	760	-	-	-	-
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	-	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	23	-	-	23	-	-	-	-	23	-	23	-	23
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-18 และ 32-43					900	900									900	900			
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 19-25 และ 44-50	-	-	-	-			805	805	805	805	-	-	-	-			805	805	805
รวมต้นทุนผันแปร	8,472	4,630	3,030	2,550	7,143	7,143	6,573	6,573	6,573	15,621	8,472	4,630	3,030	2,550	7,143	7,143	6,573	6,573	15,621
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	8,472	4,630	3,030	2,550	8,445	7,148	6,925	6,578	6,753	15,874	8,472	4,630	3,030	2,550	8,445	7,148	6,925	6,578	15,874
3. ผลประโยชน์																			
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 7-8 และ 32-33	-	-	-	-	6,390	6,390	-	-	-	-	-	-	-	-	6,390	6,390	-	-	-
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 9-13 และ 34-38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 14-18 และ 39-43																			
ผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 19-25 และ 44-50							8,307	8,307	8,307	8,307							8,307	8,307	8,307
เนื้อไม้ยางพารา ปีที่ 25 และ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,945	-	-	-	-	-	-	-	-	35,945
การดูดซับ CO_2	-	-	7	340	821	486	718	733	740	793	-	-	7	340	821	486	718	733	793
การผลิต O_2	-	-	348	16,988	40,944	24,267	35,820	36,573	36,914	39,564	-	-	348	16,988	40,944	24,267	35,820	36,573	39,564
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	1,389	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวมผลประโยชน์	-	-	354	17,328	48,155	31,143	44,845	47,002	45,961	84,610	-	-	354	17,328	48,155	31,143	44,845	45,613	84,610
ผลประโยชน์สุทธิ	-8,472	-4,630	-2,676	14,778	39,709	23,996	37,920	40,425	39,208	68,736	-8,472	-4,630	-2,676	14,778	39,709	23,996	37,920	39,036	68,736

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ AN3 (บาทต่อไร่)

รายการต้นทุน	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1. ต้นทุนคงที่					
ไฟฉายคาดศีรษะ	ชุด	2	220	440	28
มีดกรีดยาง	ด้าม	2	100	200	13
ที่กรองน้ำยาง	ชิ้น	1	100	100	6
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	ใบ	2	30	60	4
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	ใบ	2	200	400	25
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	2	10	20	1
หินลับมีด (หยาบ)	ก้อน	1	10	10	1
หินลับมีด (ละเอียด)	ก้อน	1	10	10	1
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	76	10		760
ลวดแขวนน้ำยาง	เส้น	76	3		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0		23
2. ต้นทุนฝันแปร					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6	ไร่	2	300		600
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25	ไร่	1	300		300
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 26-50	ไร่	1	150		150
ค่าไถดัน	ไร่	1	1,500		1,500
ค่าจ้างทำไม้ยาง	กก	61,562.47	0.41		25,132
ค่าจ้างทำไม้พืชร่วม (ไม้ใหญ่)	ลบ.ม.	3	881		2,343
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***320***		
ค่าแรงงานปรับแต่งที่ดิน	ชม.	640	40		1,600
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	ชม.	24	40		60
ค่าแรงกำหนดระยะปลูก	ชม.	96	40		240
ค่าแรงขุดหลุม	ชม.	160	40		400
ค่าแรงในการปลูกยาง	ชม.	120	40		300
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	ชม.	36	40		90
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	ชม.	48	40		120
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-50	ชม.	24	40		60
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2	ชม.	416	40		1,040
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4	ชม.	96	40		240
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-24	ชม.	1,440	40		3,600
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 25-50	ชม.	1,240	40		3,100
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 7-24	นาที	4,320	1		180
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 25-50	นาที	3,720	1		155
2.2 ค่าวัสดุฝันแปร					
ค่าพันธุ์ยาง	ต้น	76	25		1,900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	ต้น	10	25		250
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	กระสอบ	2	935		1,870
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-50	กระสอบ	2	935		1,403
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-24	บาท	144	10		90
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 25-50	บาท	124	10		78
3.ผลประโยชน์					
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7-10	กก.	208	36		7,384
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 11-24	กก.	240	36		8,520
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 25-50	กก.	208	36		7,384
เนื้อไม้ยางพารา	กก.	61,562.47	1.94		119,677
เนื้อไม้พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้ออ่อน)	นิ้ว	13	4		55
เนื้อไม้พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้อแข็ง)	นิ้ว	40	16		633
เนื้อไม้พืชท้องถิ่น (ไม้ใหญ่)	ลบ.ม.	3	3,133		8,328
การดูดซับ CO_2	ตัน CO_2		ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี		
การผลิต O_2	กก. O_2		จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้		
งานวิจัย งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง				1,389

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ AN3 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	8	...	25	26	...	48	49	50
1.ต้นทุนคงที่													
ไฟฉายคาดศีรษะ	-	-	-	-	28	-	28	28	-	28	-	28	-
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	13	-	13	13	-	13	-	13	-
ที่กรองน้ำยาง	-	-	-	-	6	-	6	6	-	6	-	6	-
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	-	-	-	-	4	-	4	4	-	4	-	4	-
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	-	-	-	-	25	-	-	-	-	25	-	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
หินลับมีด (หยาบ)	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
หินลับมีด (ละเอียด)	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	760	-	-	-	-	-	-	-	-
ลวดแขวนน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	-	23	-	-	-	23	-
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	78	3	53	53	3	78	3	53	3
2.ต้นทุนฝันแปร													
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน													
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6	600	600	600	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25	-	-	-	-	300	300	300	300	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 26-50	-	-	-	-	-	-	-	-	150	150	150	150	150
ค่าไถดัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,132
ค่าจ้างทำไม้พืชร่วม (ไม้ใหญ่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,343
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.													
ค่าแรงงานปรับแต่งที่ดิน	1,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงกำหนดระยะปลูก	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงขุดหลุม	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกยาง	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	120	120	120	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-50	-	-	-	-	60	-	60	60	-	60	-	60	-

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	8	...	25	26	...	48	49	50
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2	1,040	1,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4	-	-	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-24	-	-	-	-	3,600	3,600	3,600	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 25-50	-	-	-	-	-	-	-	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 7-24	-	-	-	-	180	180	180	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 25-50	-	-	-	-	-	-	-	155	155	155	155	155	155
2.2 ค่าวัสดุผันแปร													
ค่าพันธุ์ยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	1,870	1,870	1,870	1,870	1,870	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-50	-	-	-	-	-	1,403	-	-	1,403	-	1,403	-	1,403
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-24	-	-	-	-	90	90	90	-	-	-	-	-	-
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 25-50	-	-	-	-	-	-	-	78	78	78	78	78	78
รวมต้นทุนผันแปร	8,470	3,630	2,830	2,590	6,100	5,573	4,230	3,693	4,885	3,543	4,885	3,543	33,860
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	8,470	3,630	2,830	2,590	7,150	5,575	4,283	3,768	4,888	3,620	4,888	3,618	33,862
3.ผลประโยชน์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7-10	-	-	-	-	7,384	7,384	7,384	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 11-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 25-50	-	-	-	-	-	-	-	7,384	7,384	7,384	7,384	7,384	7,384
เนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119,677
เนื้อไม้พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้ออ่อน)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
เนื้อไม้พืชท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้อแข็ง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	633
เนื้อไม้พืชท้องถิ่น (ไม้ใหญ่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,328
การดูดซับ CO_2	-	-	13	171	691	432	451	793	808	822	1,460	1,540	1,627
การผลิต O_2	-	-	629	8,553	34,485	21,534	22,518	39,558	40,300	41,021	74,094	78,322	82,926
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวมผลประโยชน์	-	-	642	8,725	42,560	29,349	30,353	47,735	48,492	49,227	82,937	87,246	220,631
ผลประโยชน์สุทธิ	-8,470	-3,630	-2,188	6,135	35,410	23,774	26,070	43,967	43,604	45,607	78,050	83,628	186,769

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ MN4 (บาทต่อไร่)

รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1.ต้นทุนคงที่					
อุปกรณ์ไฟฉาย	ชุด	2	250	500	67
มีดกรีดยาง	เล่ม	2	150	300	40
ถังเก็บน้ำยาง	ใบ	1	25	25	3
ถังรวมน้ำยาง	ใบ	1	200	200	27
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	2	10	20	3
ที่กรองน้ำยาง	ชิ้น	1	100	100	13
หินลับมีด (กลาง)	ก้อน	1	20	20	3
หินลับมีด (ละเอียด)	ก้อน	1	20	20	3
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	76	10		760
ลวดแขนน้ำยาง	เส้น	76	3		190
ลิ้นยาง	ชิ้น	76	0		22.8
2.ต้นทุนผันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าจ้างปรับแต่งพื้นที่	ไร่	1	350		350
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	ไร่	2	400		800
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 32-50	ไร่	1	400		400
ค่าจ้างไถดัน	ไร่	1	1,500		1500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา ปีที่ 25 และ 50	กก.	20,655.28	0.41		8,432
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***320***		
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	ชม.	16	40		85
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก	ชม.	80	40		427
ค่าแรงปลูกยางครั้งแรก	ชม.	80	40		427
ค่าแรงในการขุด (ซ่อม)	ชม.	80	40		427
ค่าแรงปลูก (ซ่อม)	ชม.	80	40		427
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองก้อนหลุม	ชม.	20	40		107
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	ชม.	16	40		85
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50	ชม.	8	40		43
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2 และ 26-27	ชม.	312	40		1,664
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4 และ 28-29	ชม.	72	40		384
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-15 และ 32-40	ชม.	960	40		5,120
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 16-25 และ 41-50	ชม.	672	40		3,584
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 7-15 และ 32-40	นาที	4,800	1		427
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 16-25 และ 41-50	นาที	3,360	1		299
2.2 ค่าวัสดุผันแปร					
ค่าพันธุ์ยาง	ต้น	76	7		532
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	ต้น	76	25		1,900
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	กระสอบ	2	935		249
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	กระสอบ	12	935		1,496
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50	กระสอบ	6	935		748
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-15 และ 32-40	บาท	160	20		426
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 16-25 และ 41-50	บาท	112	20		299
3.ผลประโยชน์	**หน่วย**	**จำนวน**	**มูลค่าต่อหน่วย**		**มูลค่าต่อไร่**
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7-12 และ 32-37	กก.	217	36		7,695
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 13-15 และ 38-40	กก.	270	36		9,571
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 16-25 และ 41-50	กก.	249	36		8,842
เนื้อไม้ยางพารา	กก.	20,655.28	1.94		40,154
การดูดซับ CO_2	ตัน CO_2	ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี			
การผลิต O_2	กก. O_2	จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง				2,174

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการของ MN4 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	13	...	16	...	25	26	27	28-29	30-31	32	...	41	...	50
1.ต้นทุนคงที่																				
อุปกรณ์ไฟฉาย	-	-	-	-	67	-	67	-	-	67	67	-	-	-	-	67	-	-	67	67
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	40	-	40	-	-	40	40	-	-	-	-	40	-	-	40	40
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-	3	-	-	-	-	3	-	3	-	3
ถังรวมน้ำยาง	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3	3	3	3
ที่กรองน้ำยาง	-	-	-	-	13	-	13	-	-	13	13	-	-	-	-	13	-	-	13	13
หินลับมีด (กลาง)	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3	3	3	3
หินลับมีด (ละเอียด)	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3	3	3	3
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	760	-	-	-	-	760	-	-	-	-	-	760	-	-	760	-
ลวดแขนน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	190	-	-	190	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	23	-	23	-	23	-	-	-	-	23	-	23	-	23
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	1,131	8	154	8	34	1,078	154	-	-	-	-	1,131	8	34	1,078	154
2.ต้นทุนฝันแปร																				
2.1 ค่าจ้างแรงงาน																				
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน																				
ค่าจ้างปรับแต่งพื้นที่	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6 และ 26-31	800	800	800	800	-	-	-	-	-	-	-	800	800	800	800	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-25 และ 32-50	-	-	-	-	400	400	400	400	400	400	400	-	-	-	-	400	400	400	400	400
ค่าจ้างไถ่ดัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา ปีที่ 25 และ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,432	-	-	-	-	-	-	-	-	8,432
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างรายชม.																				

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	13	...	16	...	25	26	27	28-29	30-31	32	...	41	...	50
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก	427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	427	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงปลูกยางครั้งแรก	427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	427	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการขุด (ซ่อม)	427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	427	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงปลูก (ซ่อม)	427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	427	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองก้อนหลุม	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	85	85	85	85	-	-	-	-	-	-	-	85	85	85	85	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50	-	-	-	-	43	43	43	43	43	43	43	-	-	-	-	43	43	43	43	43
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2 และ 26-27	1,664	1,664	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,664	1,664	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4 และ 28-29	-	-	384	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	384	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 7-15 และ 32-40	-	-	-	-	5,120	5,120	5,120	5,120	-	-	-	-	-	-	-	5,120	5,120	-	-	-
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต ปีที่ 16-25 และ 41-50	-	-	-	-	-	-	-	-	3,584	3,584	3,584	-	-	-	-	-	-	3,584	3,584	3,584
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 7-15 และ 32-40	-	-	-	-	427	427	427	427	-	-	-	-	-	-	-	427	427	-	-	-
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 16-25 และ 41-50	-	-	-	-	-	-	-	-	299	299	299	-	-	-	-	-	-	299	299	299
2.2 ค่าวัสดุผันแปร																				
ค่าพันธุ์ยาง	532	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	532	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	249	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	249	-	-	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	13	...	16	...	25	26	27	28-29	30-31	32	...	41	...	50
ค่าปุ ยบำรุง ปีที่ 1-6 และ 26-31	1,496	1,496	1,496	1,496	-	-	-	-	-	-	-	1,496	1,496	1,496	1,496	-	-	-	-	-
ค่าปุยบำรุง ปีที่ 7-25 และ 32-50	-	-	-	-	748	748	748	748	748	748	748	-	-	-	-	748	748	748	748	748
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-15 และ 32-40	-	-	-	-	427	427	427	427	-	-	-	-	-	-	-	427	427	-	-	-
เชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 16-25 และ 41-50	-	-	-	-	-	-	-	-	299	299	299	-	-	-	-	-	-	299	299	299
รวมต้นทุนผันแปร	8,975	4,045	2,765	2,381	7,164	7,164	7,164	7,164	5,372	5,372	15,304	8,975	4,045	2,765	2,381	7,164	7,164	5,372	5,372	15,304
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	8,975	4,045	2,765	2,381	8,295	7,172	7,318	7,172	5,406	6,450	15,458	8,975	4,045	2,765	2,381	8,295	7,172	5,406	6,450	15,458
3.ผลประโยชน์																				
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7-12 และ 32-37	-	-	-	-	7,695	7,695	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,695	7,695	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 13-15 และ 38-40	-	-	-	-	-	-	9,571	9,571	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 16-25 และ 41-50	-	-	-	-	-	-	-	-	8,842	8,842	8,842	-	-	-	-	-	-	8,842	8,842	8,842
เนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,154	-	-	-	-	-	-	-	-	40,154
การดูดซับ CO2	-	0.003	7	258	870	512	648	674	723	746	899	-	0.003	7	258	870	512	723	746	899
การผลิต O2	-	0.165	356	12,853	43,421	25,530	32,308	33,629	36,072	37,209	44,875	-	0.12	246	8,779	29,582	17,385	24,533	25,305	30,504
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,174	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวมผลประโยชน์	-	0.17	363	13,111	51,986	33,737	42,526	43,873	47,810	46,796	94,770	-	0.12	253	9,036	38,147	25,591	34,098	34,892	80,398
ผลประโยชน์สุทธิ	- 8,975	- 4,045	- 2,402	10,730	43,691	26,565	35,208	36,701	42,404	40,346	79,312	- 8,975	- 4,045	- 2,513	6,655	29,852	18,419	28,692	28,442	64,940

สรุปข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของ AN4 (บาทต่อไร่)

รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
1.ต้นทุนคงที่					
ไฟฉายคาดศีรษะ	ชุด	2	250	500	125
มีดกรีดยาง	เล่ม	2	150	300	75
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	ใบ	2	25	50	13
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	ใบ	1	200	200	50
ไม้กวาดน้ำยาง	ด้าม	2	10	20	5
ที่กรองน้ำยาง	ชิ้น	1	100	100	25
หินลับมีด (ละเอียด)	ก้อน	1	20	20	5
หินลับมีด (หยาบ)	ก้อน	1	20	20	5
ถ้วยรองน้ำยาง	ใบ	304	10	3,040	760
ลวดแขวนถถ้วยรองน้ำยาง	เส้น	304	3	760	190
ลิ้นยาง	ชิ้น	304	0	91	23
2.ต้นทุนฝันแปร					
2.1 ค่าจ้างแรงงาน					
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน					
ค่าไถดัน	ไร่	1	1,500	6,000	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	กก.	70,381.98	0.408		28,733
ค่าจ้างทำไม้พืชท้องถิ่น (ไม้ใหญ่)	ลบ.ม.	5	881	3,525	4,417
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.	***วัน***	***1***	***320***		
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	ชม.	8	40	320	80
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก	ชม.	32	40	1,280	320
ค่าแรงขุดหลุม	ชม.	64	40	2,560	640
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม	ชม.	8	40	320	80
ค่าแรงในการปลูกยาง	ชม.	12	40	480	120
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	ชม.	2	40	60	15
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6	ชม.	16	40	640	160
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-31	ชม.	8	40	320	80
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 32-50	ชม.	4	40	160	40
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	ชม.	4	40	160	40
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25	ชม.	2	40	80	20
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2	ชม.	208	40	8,320	2,080
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4	ชม.	48	40	1,920	480
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 7-49	ชม.	480	40	19,200	4,800
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 50	ชม.	236	40	9,440	2,360
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 7-49	นาที	3,600	1	2,400	600
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 50	นาที	1,770	1	1,180	295
2.2 ค่าวัสดุผันแปร					
ค่าพันธุ์ยาง	ต้น	304	25	7,600	1,900
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	ต้น	10	5	55	14
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	กระสอบ	4	120	480	120
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	กระสอบ	6	935	5,610	1,403
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25	กระสอบ	3	935	2,805	701
ค่าเชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-49	บาท	120	10	1,200	300
ค่าเชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 50	บาท	59	10	590	148
3.ผลประโยชน์					
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7-11	กก.	217	36		7,695
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 12-16	กก.	270	36		9,585

รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อไร่
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 17-20	กก.	249	36		8,842
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 21-34	กก.	172	36		6,106
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 35-39	กก.	221	36		7,846
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 40-49	กก.	246	36		8,727
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 50	กก.	140	36		4,970
เนื้อไม้ยางพารา	กก.	70,381.98	1.94		136,823
เนื้อไม้ท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้ออ่อน)	นิ้ว	59	4		260
เนื้อไม้ (ไม้หนุ่มเนื้อแข็ง)	นิ้ว	169	16		2,683
เนื้อไม้ท้องถิ่น (ไม้ใหญ่)	ลบ.ม.	5	3,133		15,701
ยอดกะพ้อ	ใบ	168	1		168
เห็ดโคน	กก.	7	100		650
การดูดซับ CO_2	ตัน CO_2	ปริมาณการดูดซับ CO_2 และผลิต O_2 จะเปลี่ยนแปลงรายปี			
การผลิต O_2	กก. O_2	จึงไม่สามารถสรุปได้ในตารางนี้ได้			
แหล่งศึกษาดูงาน	บาท				14,271
งานวิจัยสาระ บำรุงศรี และคณะ (2554)	เรื่อง	1			5,725
งานวิจัยโครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์ (2555)	เรื่อง	1			3,572
งานวิจัยเยาวนิจ กิตติธรกุล และคณะ (2557)	เรื่อง	1			2,222
งานวิจัยวจนพร เทพศร (2558)	เรื่อง	1			750
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	เรื่อง	1			2,174

ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ AN4 (บาทต่อไร่)

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	11	...	16	17	...	20	...	34	...	39	40	41	...	45	46	47	48	49	50
1.ต้นทุนคงที่																									
ไฟฉายคาดศีรษะ	-	-	-	-	125	-	125	-	-	125	-	-	125	-	125	125	-	125	-	125	-	125	-	125	-
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	75	-	-	-	75	-	-	-	-	75	-	-	75	-	-	-	75	-	-	75	-
ถังเก็บน้ำยาง 16 ลิตร	-	-	-	-	13	-	-	-	13	-	-	-	-	13	-	-	13	-	-	-	13	-	-	13	-
ถังรวมน้ำยาง 60 ลิตร	-	-	-	-	50	-	50	-	-	-	-	-	-	-	50	50	-	-	-	-	-	50	-	-	-
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ที่กรองน้ำยาง	-	-	-	-	25	-	25	-	-	25	-	-	25	-	25	25	-	25	-	25	-	25	-	25	-
หินลับมีด (ละเอียด)	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
หินลับมีด (หยาบ)	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	760	-	-	-	-	760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	760	-	-	-
ลวดแขวนถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	190	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	23	-	-	-	23	-	-	-	-	23	-	-	23	-	-	-	23	-	-	23	-
รวมต้นทุนคงที่	-	-	-	-	1,275	15	215	15	125	1,115	15	15	165	125	215	215	125	165	15	165	125	1,165	15	275	15
2.ต้นทุนผันแปร																									
2.1 ค่าจ้างแรงงาน																									
ค่าจ้างเหมาหรือคิดตามหน่วยการทำงาน																									
ค่าไถ่ดัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500
ค่าจ้างทำไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,733
ค่าจ้างทำไม้พืชท้องถิ่น (ไม้ใหญ่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,417
ค่าแรงคิดตามค่าจ้างราย ชม.																									
ค่าแรงตัดไม้ชะมบ	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงกำหนดแนวปลูก	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงขุดหลุม	640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	11	...	16	17	...	20	...	34	...	39	40	41	...	45	46	47	48	49	50
ค่าแรงในการปลูกยาง	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการปลูกซ่อมยาง	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 1-6	160	160	160	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	40	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 7-31	-	-	-	-	80	80	80	80	80	80	80	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการกำจัดวัชพืช ปีที่ 32-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	40	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	40	40	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25	-	-	-	-	20	20	20	20	20	20	20	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 1-2	2,080	2,080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงตัดแต่งกิ่งยางพารา ปีที่ 3-4	-	-	480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 7-49	-	-	-	-	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	-
ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง ปีที่ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,360
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 7-49	-	-	-	-	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	-
ค่าแรงลับมีด ปีที่ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	295
2.2 ค่าวัสดุผันแปร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยาง	1,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าพันธุ์ยางปลูกซ่อมยาง	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยรองก้นหลุม	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 1-6	1,403	1,403	1,403	1,403	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าปุ๋ยบำรุง ปีที่ 7-25	-	-	-	-	701	701	701	701	701	701	701	701	701	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าเชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 7-49	-	-	-	-	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	-

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	11	...	16	17	...	20	...	34	...	39	40	41	...	45	46	47	48	49	50
ค่าเชื้อเพลิงขนส่งผลผลิต ปีที่ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148
รวมต้นทุนผันแปร	6,971	3,683	2,083	1,603	6,501	6,501	6,501	6,501	6,501	6,501	6,501	6,501	6,501	5,700	5,700	5,700	5,700	5,740	5,740	5,700	5,740	5,740	5,700	5,700	2,803
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร	6,971	3,683	2,083	1,603	7,777	6,516	6,716	6,516	6,627	7,616	6,516	6,516	6,666	5,825	5,915	5,915	5,825	5,905	5,755	5,865	5,865	6,905	5,715	5,975	2,818
3.ผลประโยชน์																									
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 7-11	-	-	-	-	7,695	7,695	7,695	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 12-16	-	-	-	-	-	-	-	9,585	9,585	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 17-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,842	8,842	8,842	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 21-34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,106	6,106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 35-39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,846	7,846	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 40-49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,727	8,727	8,727	8,727	8,727	8,727	8,727	8,727	-
ผลผลิตน้ำยางสด ปีที่ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,970
เนื้อไม้ยางพารา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	136,823
เนื้อไม้ท้องถิ่น (ไม้หนุ่มเนื้ออ่อน)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260
เนื้อไม้ (ไม้หนุ่มเนื้อแข็ง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,683
เนื้อไม้ท้องถิ่น (ไม้ใหญ่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,701
ยอดกะพ้อ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
เห็ดโคน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650

รายการ / ปี	1	2	3-4	5-6	7	...	11	...	16	17	...	20	...	34	...	39	40	41	...	45	46	47	48	49	50
การดูดซับ CO_2	-	2	18	216	757	428	527	555	651	674	695	737	755	1,034	1,041	1,123	1,150	1,170	1,187	1,289	1,322	1,363	1,422	1,464	1,501
การผลิต O_2	-	101	890	10,778	37,754	21,365	26,282	27,676	32,497	33,623	34,701	36,882	37,712	56,786	56,774	63,028	65,394	66,960	68,202	77,899	81,014	85,021	91,218	95,366	99,076
แหล่งศึกษาดูงาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,271	14,271	14,271	14,271	14,271	14,271	14,271	14,271
งานวิจัยสาระ บำรุงศรี และคณะ (2554)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,725	-	-	-	-	-
งานวิจัยโครงการร่วมอนุรักษ์เขาคอหงส์ (2555)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,572	-	-	-	-
งานวิจัยเยาวนิจ กิตติธรกุลและคณะ (2557)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,222	-	-
งานวิจัยวจนพร เทพศร (2558)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750	-
งานวิจัยครั้งนี้ (2559)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,174
รวมผลประโยชน์	-	103	907	10,994	46,205	29,488	34,504	37,816	42,734	43,138	44,238	46,461	44,573	63,925	65,661	72,814	76,088	91,945	93,203	108,729	109,723	110,199	118,677	121,394	278,276
ผลประโยชน์สุทธิ	-6,971	-3,580	-1,175	9,391	38,429	22,972	27,787	31,300	36,107	35,522	37,721	39,945	37,907	58,100	59,746	66,899	70,263	86,040	87,448	102,864	103,857	103,294	112,962	115,419	275,458

ภาคผนวก ฌ

มูลค่าการเป็นแหล่งศึกษาดูงานของพื้นที่ศึกษา AE1 และ AN4

ต้นทุนการเดินของผู้ที่มาศึกษาดูงานในพื้นที่ AE2

เดือน	หน่วยงาน	จำนวนคน	ที่อยู่	ชนิดพาหนะ	จำนวนพาหนะ	ระยะทางไป-กลับ (กม.)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)	ต้นทุนในการเดินทาง (บาท)
มิถุนายน 2559	นักเรียน	36	อ.เมือง จ.ยะลา	รถบัส	1	300	100	2,365
	นักเรียน	20	ต.เขต อ.ธารโต จ.ยะลา	รถตู้	2	432	62	2,919
	นักเรียน	38	อ.กาบัง จ.ยะลา	รถบัส	1	312	104	2,460
กรกฎาคม 2559	นักเรียน	21	ต.บาโร๊ะ อ.ยะหา จ.ยะลา	รถตู้	2	318	159	7,521
	นักเรียน	69	จ.นราธิวาส	รถบัส	2	440	147	6,937
	นักเรียน	65	ต.บาละ อ.กาบัง จ.ยะลา	รถบัส	2	312	104	4,919
	นักเรียน	41	อ.ยะหา ยะลา	รถบัส	1	298	99	2,349
สิงหาคม 2559	นักศึกษาและอาจารย์จาก ม.ทักษิณ	32	อ.เมือง จ.สงขลา	รถบัส	1	92	31	727
	เกษตรลูกค้า ธกส.	50	ต.ลำใหม่ อ.เมือง จ.ยะลา	รถบัส	1	300	100	2,365
	เกษตรลูกค้า ธกส.	80	อ.บันนังสตา จ.ยะลา	รถบัส	2	372	124	5,865
	ประชาชน	5	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	รถยนต์	1	116	17	391
	เกษตรลูกค้า ธกส.	106	อ.บันนังสตา จ.ยะลา	รถบัส	2	372	124	5,865
				รถตู้	1	372	53	1,257
กันยายน 2559	เกษตรลูกค้า ธกส.	29	อ.ยะหา อ.ยะลา	รถตู้	2	298	43	2,014
	นักเรียน	65	ต.กาตอง อ.ยะหา จ.ยะลา	รถบัส	1	298	99	2,349
				รถตู้	1	298	43	1,007
	เกษตรลูกค้า ธกส.	32	อ.บาเจาะ จ.นราธิวาส	รถบัส	1	382	127	3,011
	คนกล้าคืนถิ่น	6	อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช	รถตู้	1	392	56	1,324
มกราคม 2560	นักศึกษาและอาจารย์ ม.สงขลานครินทร์	15	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	รถตู้	1	56	8	191
	นักเรียน	52	อ.ยะหา ยะลา	รถบัส	1	298	99	2,349
	นักเรียน	49	อ.ยะหา ยะลา	รถบัส	1	298	43	1,007
	นักเรียน			รถยนต์	1	298	37	881
กุมภาพันธ์ 2560	เกษตรลูกค้า ธกส.	33	ต.ธารคีรี อ.ยะหา จ.ยะลา	รถบัส	1	268	89	2,113
	นักเรียน	52	อ.นาทวี จ.สงขลา	รถบัส	1	175	58	1,376

เดือน	หน่วยงาน	จำนวนคน	ที่อยู่	ชนิดพาหนะ	จำนวนพาหนะ	ระยะทางไป-กลับ (กม.)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)	ต้นทุนในการเดินทาง (บาท)
				รถตู้	1	175	25	590
	เกษตรลูกค้า ธกส.	113	อ.บันนังสตา จ.ยะลา	รถบัส	3	372	124	8,798
	เกษตรลูกค้า ธกส.	44	อ.ยะหา ยะลา	รถบัส	1	298	99	2,349
	เกษตรลูกค้า ธกส.	44	ต.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขัน	รถบัส	1	1,164	388	9,176
พฤษภาคม 2560	ประชาชน	17	จ.สตูล	รถตู้	1	163	23	551
	ประชาชน	1	อ.ฉวาง จ.นครศรีธรรมราช	รถยนต์	1	438	55	1,295
	ประชาชน	2	อ.เมือง จ.สงขลา	รถยนต์	1	101	13	298
	นักศึกษามหาลัยชีวิต	19	อ.นาทวี จ.สงขลา	รถตู้	2	175	25	1,180
						รวมต้นทุนการเดินทางทั้งหมด (บาท)		87,800
						ต้นทุนการเดินทางต่อไร่ (บาท/ไร่)		17,560

หมายเหตุ - อัตราการการใช้น้ำมันของ รถบัส: 3 กิโลเมตรต่อลิตร, รถตู้: 7 กิโลเมตรต่อลิตร, รถยนต์: 8 กิโลต่อลิตร (หน่วยอาคารและสถานที่ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555)

- ราคาเชื้อเพลิงประจำวันที่ 22 มีนาคม 2563 น้ำมันดี: 23.65 บาทต่อลิตร และ (บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด, 2563)

ต้นทุนการเดินของผู้ที่มาศึกษาดูงานในพื้นที่ AN4

เดือน	หน่วยงาน	จำนวนคน	ที่อยู่	ชนิดพาหนะ	จำนวนพาหนะ	ระยะทางไป-กลับ (กม.)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)	ต้นทุนในการเดินทาง (บาท)
สิงหาคม 2559	ประชาชน	5	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	จักรยานยนต์	5	3	0.1	11
	หน่วยงานรัฐ	10	ต.แม่ขรี อ.ตะโหดม จ.พัทลุง	รถตู้	1	12	2	80
	กรมป่าไม้	60	อ.เมือง จ.พัทลุง	รถบัส	4	50	17	3,153
	ประชาชน	1	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	จักรยานยนต์	1	3	0.1	2
	ประชาชน	1	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	จักรยานยนต์	1	3	0.1	2
กันยายน 2559	ประชาชน	1	ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา	รถยนต์	1	90	11	533
	คณะวิทย์ ม.ทักษิณ	30	อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง	รถบัส	1	82	27	1,288
	อาจารย์จาก ม.สงขลานครินทร์	4	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	รถยนต์	1	75	9	443
	มูลนิธิเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย	6	ลาดพร้าว กทม.	รถยนต์	1	914	114	5,404
	เจ้าหน้าที่ ธกส. สาขาแม่ขรี่	3	ต.แม่ขรี อ.ตะโหดม จ.พัทลุง	รถยนต์	1	14	2	82
	นักศึกษาและอาจารย์จาก ม.สงขลานครินทร์	44	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	รถบัส	1	75	25	1,183
ธันวาคม 2559	อาจารย์จาก ม.ทักษิณ	1	อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง	รถยนต์	1	82	10	483
	ประชาชน	2	จ.อุดรธานี	รถยนต์	1	1,457	182	8,615
	นักศึกษาและอาจารย์จาก ม.ทักษิณ	70	อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง	รถบัส	2	82	27	2,576
	สภากาชาดไทย	20	อ.เมือง จ.พัทลุง	รถตู้	2	50	7	676
	สนง. เกษตร ตะโหมด	10	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	รถตู้	1	11	2	77
	ประชาชน	1	ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา	รถยนต์	1	90	11	533
	ประชาชน	60	อ.ควนขนุน จ.พัทลุง	รถตู้	5	64	9	2,149
	ประชาชน	4	อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช	รถยนต์	1	130	16	769
	สนง เกษตร ตะโหมด	7	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	รถตู้	1	11	2	77
	เครือข่ายชะอวดชุ่มเย็น	100	อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช	รถบัส	3	100	33	4,730
	คณะอกม.พัทลุง	7	ต.มะกอกเหนือ อ.ควนขนุน จ.พัทลุง	รถยนต์	2	73	9	860
	สนง เกษตร ตะโหมด	10	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	รถยนต์	2	11	1	135

เดือน	หน่วยงาน	จำนวนคน	ที่อยู่	ชนิดพาหนะ	จำนวนพาหนะ	ระยะทางไป-กลับ (กม.)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)	ต้นทุนในการเดินทาง (บาท)
	อาจารย์จาก ม.สงขลานครินทร์	8	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	รถตู้	1	75	11	507
	ประชาชน	5	ท่าศาลา นครศรีธรรมราช	รถยนต์	1	182	23	1,076
	นักเรียน	3	อ.เมือง พัทลุง	จักรยานยนต์	3	51	1	137
	ประชาชน	5	บางกะปิ กทม.	รถยนต์	1	902	113	5,333
	ประชาชน	8	อ.เมือง จ.สงขลา	รถยนต์	2	94	12	1,116
	ประชาชน	1	อ.บางกล่ำ จ.สงขลา	รถยนต์	1	63	8	370
	ศูนย์ศึกษาและพัฒนาวนศาสตร์ชุมชนที่ 12	35	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	รถยนต์	3	2	0.2	34
	บมจ. มติชน จำกัด นิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน	3	จตุจักร กทม.	รถตู้	1	900	129	6,081
	ประชาชน	3	อ.บางแก้ว จ.พัทลุง	รถยนต์	1	28	3	163
	กศน ตะโหมด	60	อ.ตะโหมด จ.พัทลุง	จักรยานยนต์	35	2	0.04	66
	นักศึกษาและอาจารย์ ม.ทักษิณ	45	อ.เมือง จ.สงขลา	รถบัส	1	75	25	1,181
	นักศึกษาและอาจารย์ ม.ทักษิณ	37	อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง	รถบัส	1	82	27	1,288
	นักเรียนและคุณครู รร. ม.อ.วิทยานุสรณ์	200	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	รถบัส	4	81	27	5,089
	นักศึกษาและอาจารย์ ม.สงขลานครินทร์	10	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	รถตู้	1	75	11	507
	ศูนย์เรียนรู้สินธุ์แพรทอง	17	อ.ศรีครินทร์ พัทลุง	รถตู้	1	41	6	274
						รวมต้นทุนการเดินทางทั้งหมด (บาท)		57,083
						ต้นทุนการเดินทางต่อไร่ (บาท/ไร่)		14,271

หมายเหตุ - อัตราการการใช้น้ำมันของ รถบัส: 3 กิโลเมตรต่อลิตร, รถตู้: 7 กิโลเมตรต่อลิตร, รถยนต์: 8 กิโลเมตรต่อลิตร, รถจักยานยนต์: 50 กิโลเมตรต่อลิตร (หน่วยอาคารและสถานที่ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555)

- ราคาเชื้อเพลิงประจำวันที่ 22 มีนาคม 2563 น้ำมันดี: 23.65 บาทต่อลิตร น้ำมันแก๊สโซฮอล 91: 23.53 (บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด, 2563)

ภาคผนวก ด

รายละเอียดของการจัดการสวนป่าตามแนวทาง FSC

(การยางแห่งประเทศไทย, 2563)

หลักการจัดการสวนป่าตามแนวทาง FSC

หลักการที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างกฎหมายกับหลักการของ FSC

สวนยางพาราที่เข้าร่วมโครงการ FSC จะต้องไม่ละเมิดกฎหมายและต้องเสียภาษีที่ดินให้ทางราชการและปฏิบัติตามกฎหมายระหว่างประเทศอื่นที่เกี่ยวข้องเช่น CITES, CBD, ILO และ ITTO

หลักการที่ 2 สิทธิการถือครองและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สวนยางพาราจะต้องมีหลักฐานที่ดินถูกต้องตามกฎหมาย ไม่อยู่ในเขตป่าสงวน หรือที่ดินสาธารณะอื่น ๆ

หลักการที่ 3 สิทธิของคนในท้องถิ่น

หากพบชนพื้นเมือง เช่น ซาไก ปากากะยอ ฯลฯ จะต้องได้รับการยอมรับและคุ้มครอง

หลักการที่ 4 ความสัมพันธ์กับชุมชนและสิทธิของคนงาน

แรงงานในพื้นที่จะต้องได้รับการพิจารณาจ้างก่อน มีการอบรมการใช้สารเคมีอย่างถูกวิธีให้กับคนงาน มีอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยที่เหมาะสมให้กับคนงาน มีการจ่ายค่าแรงหรือค่าจ้างอย่างเป็นธรรม มีสวัสดิการสำหรับคนงานและอื่น ๆ ตามที่กฎหมายกำหนด

หลักการที่ 5 ประโยชน์จากป่าไม้

มีการใช้ประโยชน์จากสวนป่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการสูญเสียผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

หลักการที่ 6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จะต้องตระหนักถึงการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศน์ ปกป้องพื้นที่หายากไม่ให้มีการล่าสัตว์ป่า หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีอันตรายและการกำจัดสารเคมีที่ใช้แล้วโดยวิธีที่เหมาะสม

หลักการที่ 7 แผนการจัดการสวนป่า

มีการกำหนดแผนการเป็นลายลักษณ์อักษรเกี่ยวกับเป้าหมายในการจัดการตัดไม้ การลงทุนการป้องกันสภาพแวดล้อม การป้องกันพืชสัตว์หายาก โดยจัดทำแผนการติดตามตรวจตราแก้ไขผลกระทบด้านต่าง ๆ

หลักการที่ 8 การตรวจติดตามและการประเมิน

การตรวจตราดูแลและจะต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับผลผลิตไม้ อัตราการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม กระบวนการควบคุมการเคลื่อนย้ายของสินค้าไม้ที่ได้รับการรับรองแล้ว

หลักการที่ 9 การฟื้นฟูรักษาป่าที่มีคุณค่าการอนุรักษ์สูง

จะต้องดูแลหรือส่งเสริมพื้นที่ป่าไม้ให้มีผลกระทบ และมีคุณค่าด้านการอนุรักษ์ต่อบริเวณใกล้เคียง และพื้นที่มีคุณค่าด้านการอนุรักษ์ (HCV)

หลักการที่ 10 การบริหารสวนป่า

วางแผนและจัดการกับพื้นที่สวนป่าให้สอดคล้องกับหลักการรายละเอียด 1-9 จัดระเบียบที่เป็นประโยชน์ด้านสังคมและเศรษฐกิจสร้างความพึงพอใจให้กับประชากรโลกด้านการส่งเสริมฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าธรรมชาติ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายนรันต์ ณัฏฐารมณ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5510930018

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	สถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2554

ทุนการศึกษา

1. ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีงบประมาณ 2559
2. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2560

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

Nattharom, N., Roongtawanreongsri, S. and Bumrungsri, S. 2016. Ecosystem services of rubber agroforestry system: A review. In S.D.B. Picken (Eds.), The Asian Conference on the Social Sciences 2016 (pp. 405-413). Japan: The International Academic Forum.

Nattharom, N., Roongtawanreongsri, S., and Bumrungsri, S. 2020. Growth prediction for rubber tree and intercropped forest trees to facilitate environmental services valuation in South Thailand. *Biodiversitas* 21 (5): 2019–2034.