



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน
ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ (ปีที่ 2)

The development of sustainable rubber agroforestry
in degraded forest, Northern Thailand (First year)

โดย

ดร. จงรัก วชิรินทร์รัตน์ และ คณะ

มิถุนายน 2563



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ (ปีที่ 2)

The development of sustainable rubber agroforestry in degraded forest, Northern Thailand (the second year)

โดย

ดร.จรงค์ วัชรินทร์รัตน์	(ผู้อำนวยการแผนงาน)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.สคาร ที่จันทัก	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 2)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ชัชชัย ตันตสิรินทร์	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 3)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 4)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายอนุชา ทะรา	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.วิษณุภาส สังพาลี	(นักวิจัยร่วม)	คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ดร.วาทีณี สอนผกา	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายเจษฎา วงศ์พรหม	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.สมพร แม่ลิ้ม	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.สุภัทรา ถีกสถิต	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. นรินทร์ จำวงศ์	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นางสาวประภัสสร ยอดสง่า	(นักวิจัยร่วม)	วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. สุวิมล อุทัยรัมย์	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. ฉัตรชัย เงินแสงสรวย	(นักวิจัยร่วม)	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี	(นักวิจัยร่วม)	วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเป็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่าอย่างพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ

The development of sustainable rubber agroforestry in degraded forest,
Northern Thailand

คณะผู้วิจัย

ดร.จรงค์ วชรินทร์รัตน์	(ผู้อำนวยการแผนงาน)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.สคาร ทิจันทร์	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 2)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ชัชชัย ตันตสิรินทร์	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 3)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน	(หัวหน้าโครงการย่อยที่ 4)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายอนุชา ทะรา	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.วิษณุภาส สังพาลี	(นักวิจัยร่วม)	คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ดร.วาทินี สอนผกา	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายเจษฎา วงศ์พรหม	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.สมพร แม่ลิ้ม	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.สุภัทรา ถีกสถิต	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. นรินทร์ จำวงษ์	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นางสาวประภัสสร ยอดสง่า	(นักวิจัยร่วม)	วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร. สุวิมล อุทัยศรี	(นักวิจัยร่วม)	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. ฉัตรชัย เงินแสงสรวย	(นักวิจัยร่วม)	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี	(นักวิจัยร่วม)	วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทสรุปโครงการวิจัย

จากความต้องการใช้ยางธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ยางพาราเป็นชนิดพืชที่สร้างรายได้หลักเข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล ทำให้หลายชาติโดยเฉพาะประเทศไทย ได้ให้น้ำหนักมากกับการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ การขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพารา อาจจะทำให้ได้มากจนยากต่อการควบคุม โอกาสการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราไปในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมีมากขึ้น ทั้งพื้นที่นาข้าวที่ม่น้ำทำนาอย่างอุดมสมบูรณ์ และนาข้าวที่เคยถูกทิ้งร้าง และพื้นที่ป่า ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ของไทยซึ่งมีน้อยอยู่แล้ว ยิ่งน้อยลงไปอีก (สมบุญ, 2554) ก่อให้เกิดกระแสการต่อต้านการปลูกยางพารา ซึ่งประเด็นที่กล่าวถึงมากที่สุดคือการก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปลูกสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (monoculture) ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน อย่างไรก็ตามไม้ยางพาราเป็นไม้ยืนต้น

ซึ่งสามารถให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ หากมีการจัดการให้สอดคล้องกับมิติทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น มีความคล้ายคลึงระบบนิเวศดั้งเดิม มีความหลากหลายของพรรณพืชพันธุ์สัตว์ มีการจัดโครงสร้างเรือนยอดที่ซับซ้อน ซึ่งทางวิชาการเรียกเกษตรกรรมรูปแบบนี้ว่า “วนเกษตร”

การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือ จาก การบูรณาการองค์ความรู้ทางด้านป่าไม้ เศรษฐกิจ สังคม และการเกษตร จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาครอบคลุมทั้งในระดับประเทศและระดับชุมชนที่ต้องพึ่งพิงป่า จากการขยายฐานการผลิตยางพาราของประเทศ การยุติกระแสการต่อต้านการปลูกไม้ยางพาราในสังคม การสร้างแหล่งไม้เพื่อการใช้สอย แหล่งอาหาร และรายได้แก่ชาวบ้าน และการอำนวยความสะดวกทางด้านสิ่งแวดล้อมแก่ประเทศต่อไป

โครงการย่อยที่ 1 เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราเพื่อการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ (Economic and Adoption of Rubber Agroforestry for Application in Degraded Forest, Northern Thailand)

โครงการวิจัยนี้มีการดำเนินการศึกษา 2 ปี โดยในปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพารา สำหรับในปีที่ 2 เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาวนเกษตรป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ

ดำเนินการสำรวจและรวบรวมข้อมูลการทำวนเกษตรป่ายางพารา โดยรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารวิชาการ รายงานวิจัย และข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ ที่มีการรายงานเกี่ยวกับการทำวนเกษตรป่ายางพาราในพื้นที่ศึกษา และทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ศึกษา รวมถึงการศึกษาด้านทุนผลตอบแทนทางการเงิน และการยอมรับของการทำวนเกษตรป่ายางพารา โดยคัดเลือกตัวแทนพื้นที่สวนยางพาราขนาดเล็ก (พื้นที่ไม่เกิน 15 ไร่) ที่มีการทำวนเกษตรและเกษตรกรเก็บผลผลิตน้ำยางแล้ว ประกอบด้วยรูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางเปรียบเทียบกับ การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ทำการเก็บข้อมูลของแปลงตัวแทนโดยใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของแปลง

ผลการศึกษา พบว่า รูปแบบวนเกษตรป่ายางพาราที่พบในพื้นที่ศึกษาแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ ยางพาราร่วมไม้ผล ยางพาราร่วมไม้ป่า และป่ายาง โดย รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมไม้ผล ได้แก่ ยางพาราร่วมกับลำไย และ ยางพาราร่วมกับกาแฟ รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมไม้ป่าส่วนใหญ่จะปลูกไม้สักเป็นขอบเขตแปลงสวนยางพารา ไม้มะแขว่นปลูกแทรกในสวนยางพารา และไผ่รวกปลูกเป็นขอบเขตแปลงยางพารา รูปแบบป่ายาง เป็นรูปแบบที่พบน้อยมากเนื่องจากเป็นรูปแบบ

เฉพาะที่ไม่มีความแน่นอนทั้งระบบการปลูกและชนิดพืชที่ปลูก โดยชนิดพืชที่ปลูกร่วมในยางพาราแตกต่างกันไป เช่น การปลูกยางพาราร่วมกับหวาย สัก มะแขว่น กล้วย ลำไย หรือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้มะขม หวาย กาแฟ ชาเมี่ยง เป็นต้น ทั้งนี้สวนยางพาราที่มีการปลูกพืชร่วมแบบวนเกษตรมีอายุไม่เกิน 10 ปี

กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุอยู่ในช่วง 36-50 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือน 3-4 คน ส่วนใหญ่มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน 1-2 คน ส่วนใหญ่มีพื้นที่เกษตรกรรม 6-10 ไร่ โดยมีขนาดพื้นที่ดินเฉลี่ยเท่ากับ 13.48 ไร่/ครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นที่ดินของตนเอง พื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกรส่วนใหญ่มีความลาดชันในช่วง 12-25 % อาชีพหลักคือเกษตรกรรม มีรายได้ครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 50,001-100,000 บาท/ปี ส่วนใหญ่ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมวนเกษตรและได้รับข้อมูลข่าวสารด้านวนเกษตร ตลอดจนคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐเกี่ยวกับวนเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับวนเกษตรในระดับน้อย ปัญหาสำคัญของการทำสวนยางพาราของเกษตรกรที่อยู่ในระดับรุนแรงมาก ได้แก่ ราคาผลผลิตตกต่ำ/ไม่แน่นอน และราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของทั้ง 4 รูปแบบในช่วงอายุโครงการ 10 ปี ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 พบว่า ยางพาราปลูกร่วมลำไย มีค่า NPV สูงสุดเท่ากับ 14,108.60 บาท/ไร่ รองลงมาเป็นยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง ยางพาราปลูกร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า NPV เท่ากับ 6,600.72, 6,354.60, 5,461.45 และ 4,248.11 บาท/ไร่ ตามลำดับ อัตราผลประโยชน์ต่อทุน (BCR) พบว่า ยางพาราร่วมลำไย มีค่า BCR สูงสุดเท่ากับ 1.31 รองลงมาเป็นยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง ร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า BCR เท่ากับ 1.91, 1.27, 1.25 และ 1.21 ตามลำดับ และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) พบว่า ยางพาราร่วมลำไย มีค่า IRR สูงสุดเท่ากับ 21.95 รองลงมาเป็นยางพาราร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง และป่ายาง มีค่า BCR เท่ากับ 16.95, 16.79, 16.00 และ 15.58 ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร ความแน่นอนตลาดรับซื้อผลผลิตของพืชปลูกร่วมยาง และราคาผลผลิตพืชปลูกร่วมยาง โดยทั้ง 3 ปัจจัยมีอิทธิพลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราอยู่ประมาณ 48.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 51.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลจากปัจจัยอื่น

จากผลการศึกษา เห็นได้ว่า ในช่วงอายุยางพารา 10 ปี การทำสวนยางพาราวนเกษตรทั้งการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล การปลูกยางพาราร่วมกับกาแฟ ยางพาราปลูกไม้เป็นขอบแปลง และป่ายาง ตลอดจนสวนยางพาราเชิงเดี่ยว มีความคุ้มค่ากับการลงทุน อย่างไรก็ตาม ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของป่ายางพาราวนเกษตรขึ้นอยู่กับระยะเวลา (อายุยางพารา) และปัจจัยราคาผลผลิต ซึ่งส่งผลต่อ

ความคุ้มค่าในการลงทุนในระยะยาว นอกจากนี้ การส่งเสริมวนเกษตรป่ายางพาราให้กับเกษตรกร จำเป็นต้องมีการให้ความรู้ด้านวนเกษตรกับเกษตรกรให้มากยิ่งขึ้นผ่านกระบวนการต่างๆ ตลอดจนส่งเสริมพืชที่มีศักยภาพปลูกร่วมยางพาราที่มีตลาดรองรับและมีราคาผลผลิตที่ดีเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับเกษตรกรปลูกพืชควบยางพาราแบบวนเกษตรมากยิ่งขึ้น

โครงการย่อยที่ 2 ลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (Plant Community Structure, Growth and Natural Regeneration in Rubber Agroforestry System in Degraded Forest, Northern Thailand)

แนวทางหนึ่งของการลดผลกระทบจากปัญหาการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในลักษณะของการปลูกเชิงเดี่ยวโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือ นั้น แนวทางหนึ่งคือ การปรับเปลี่ยนจากระบบการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวมาเป็นการปลูกยางพาราสผสมผสานกับพืชชนิดอื่น ซึ่งสามารถปลูกได้ด้วยกันหลายรูปแบบ โดยเฉพาะรูปแบบการปลูกยางพาราที่มีไม้ยืนต้น เช่น ไม้ป่า ไม้ผล ไม้พุ่มเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบ หรือที่เรียกว่า ระบบวนเกษตรป่ายางพารา (rubber agroforestry) ในการประเมินความยั่งยืนของระบบวนเกษตร สามารถประเมินได้ด้วย 3 ตัวชี้วัด คือ 1) ผลผลิตภาพ (productivity) 2) ถาวรภาพ (sustainability) และ 3) การยอมรับ (adoption) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาทั้งในด้านการเติบโต ผลผลิตน้ำยาง ตลอดจนผลผลิตเนื้อไม้ ในตัวชี้วัดที่ 1 สำหรับตัวชี้วัดที่ 2 พิจารณาจากความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของผลผลิตที่ได้ คือ น้ำยางและผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมในพื้นที่ ตัวชี้วัดที่ 3 ใช้การประเมินจากผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 สำหรับในโครงการย่อยที่ 2 นี้เป็นส่วนที่จะเป็นเครื่องมือในตัวชี้วัดที่ 1 และ 2 โดยการศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างของชนิดพรรณไม้ที่ถูกสร้างขึ้นมา การเติบโตหรือการสร้างผลผลิตของพืชพรรณที่อยู่ในระบบทั้งหมด และพัฒนาการของสังคมพืชที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป

ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่จะก่อให้เกิดความสำเร็จของการปลูกป่ายางพาราแบบวนเกษตร ส่วนหนึ่งมาจากการตั้งตัวของกล้าไม้ โดยเฉพาะกล้าไม้ที่เกิดจากเมล็ด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำศึกษาแหล่งที่มาของเมล็ด ดิน และการเกิดขึ้นของกล้าไม้ รวมถึงการรอดตาย และการเติบโตของกล้าไม้ที่ขึ้นอยู่ในองค์ประกอบของหมู่ไม่ว่าทั้งที่เป็นไม้ยางพาราและไม้ชนิดอื่นๆ ที่ขึ้นร่วมอยู่จะเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินถึงความสำเร็จในด้านการสร้างผลผลิต และการรักษาเสถียรภาพของสังคมพืช

วัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชและผลผลิต ในพื้นที่เสื่อมโทรมที่มีการปลูกยางพาราในรูปแบบต่างๆ และพื้นที่ที่ยังคงสภาพเป็นป่าอยู่ ประกอบด้วย ชนิดและปริมาณเมล็ดที่สะสมในดิน (soil seed bank) ชนิดและปริมาณของเมล็ดไม้จากการร่วงหล่น (seed

rain) การเจริญทดแทนตามธรรมชาติและการเติบโตของกล้าไม้และไม้หนุ่ม รูปแบบการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางพารา ชนิดและความหลากหลายขององค์ประกอบของสังคมพืช

วิธีการศึกษา ได้แก่ การสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราเพื่อหาแปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของการปลูกยางพารา 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) สวนยางพาราเชิงเดี่ยว 2) สวนยางพาราร่วมกับไม้ป่า 3) สวนยางพาราร่วมกับไม้ผล และ 4) ป่ายางพารา หลังจากนั้นคัดเลือกแปลงตัวอย่างจำนวน 12 แปลง ในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน และวางแผนทดลองขนาด 1 ไร่ หรือ 40×40 เมตร ในบริเวณที่เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ ในแต่ละแปลงตัวอย่างดำเนินการเก็บข้อมูลสังคมพืชครอบคลุมทั้งกล้าไม้ ไม้หนุ่ม และไม้ต้น

การศึกษาฝนเมล็ด (seed rain) ในแต่ละแปลงตัวอย่างวางกับดักเมล็ดที่ทำจากตาข่ายพลาสติก และท่อเหล็กขนาด $1 \times 1 \times 1$ เมตรจำนวน 5 อัน (4 มุม และตรงกลางแปลง) เก็บเมล็ดที่อยู่ในกับดักเมล็ด แล้วนำมาทำการจำแนกชนิดไม้ บันทึกจำนวนเมล็ดแยกตามชนิดไม้ทุก 15 วัน เป็นระยะเวลา 12 เดือน สำหรับเมล็ดที่อยู่ในดิน ในแต่ละแปลงตัวอย่างเก็บดินขนาด $20 \times 20 \times 5$ เซนติเมตร จำนวน 5 จุด (4 มุม และตรงกลางแปลง) นำดินที่เก็บได้มาแบ่งเป็น ซากพืช ดินลึก 0-2 เซนติเมตร และดินลึก 2-5 เซนติเมตร และนำแต่ละชั้นมาร่อนเพื่อคัดเมล็ดออกจากดิน และซากพืช บันทึกจำนวนของเมล็ดแยกตามชนิดไม้ หลังจากนั้นนำเมล็ดที่ได้ทั้งหมดมาศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดไม้ โดยนำมาเพาะแล้วบันทึกร้อยละการงอกของเมล็ดทุกวันนานหนึ่งเดือน

ลักษณะสังคมพืช พบว่าทุกแปลงตัวอย่างไม้ใหญ่ที่พบจะไม้ยางพาราเป็นไม้เด่นในทุกแปลง เนื่องจากเกษตรกรมุ่งปลูกไม้ยางพาราเป็นวัตถุประสงค์หลัก โดยพบจำนวนต้นผันแปรตามการจัดการ และวัตถุประสงค์ของเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ ระหว่าง 31-97 ต้นต่อไร่ แปลงที่พบจำนวนต้นยางพาราน้อยที่สุดคือ แปลงตัวอย่างป่ายางพาราในจังหวัดเชียงรายและจังหวัดน่าน จำนวน 31 และ 51 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ บ่งบอกว่าเกษตรกรเจ้าของพื้นที่พยายามจัดสรรพื้นที่เพื่อปลูกพืชชนิดอื่นร่วมกับยางพาราด้วย ทำให้แปลงตัวอย่างป่ายางพาราพบพืชชนิดอื่นขึ้นร่วมด้วยในพื้นที่เดียวกันมากที่สุดทั้งไม้ต้น ไม้หนุ่ม และกล้าไม้ ในทางตรงกันข้ามแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวจะพบจำนวนต้นของยางพารายู่ระหว่าง 64-97 ไร่ และพบว่าไม่มีพืชชนิดอื่นขึ้นปะปนเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

การเติบโตของต้นไม้ในพื้นที่สามารถบ่งบอกปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ซึ่งในพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด และรูปแบบแปลง 4 รูปแบบ พบว่า จังหวัดเชียงราย รูปแบบแปลงป่ายางพารามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด จังหวัดพะเยา รูปแบบแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด และจังหวัดน่าน รูปแบบแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด จะเห็นได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินไม่อาจนำเกณฑ์รูปแบบแปลงตัวอย่างมากำหนดได้ เนื่องจากมีการ

กระจายที่ไม่คงที่ สำหรับปริมาณน้ำยางพาราของการปลูกยางพาราแบบเดียวกัน แต่พื้นที่ต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมาก ประมาณ 20 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน

เมล็ดที่สะสมในดินมีจำนวนชนิดน้อยกว่าเมล็ดที่ร่วงหล่น เนื่องจากมีชนิดไม้ไม่กี่ชนิดไม้ที่เมล็ดยากต่อการย่อยสลาย แต่มีปริมาณเมล็ดที่สะสมในดินมากกว่าเมล็ดที่ร่วงหล่น อาจเนื่องมาจากการสะสมของเมล็ดมาเป็นระยะเวลานาน สำหรับเมล็ดที่พบมาก ได้แก่ ยางพารา สัก ประดู่ แก้วขาว ซึ่งพบในช่วงปลายฤดูแล้ง (มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2557) มากกว่าต้นฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม พ.ศ. 2557) เมล็ดส่วนใหญ่ไม่มีชีวิตแล้ว ยกเว้นเมล็ดยางพาราที่ยังสามารถงอกได้ สำหรับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านแสงพบว่าเนื่องจากการปกคลุมเรือนยอดที่มาก (ร้อยละ 65.16-89.22) ทำให้แสงที่ส่องลงมามีความเข้มข้นน้อย (45.44-57.65) ประกอบกับปริมาณซากพืชโดยเฉพาะใบยางและกิ่งยางที่ร่วงหล่นมาก รวมถึงการกำจัดวัชพืชในสวนยางของเกษตรกรทำให้ไม่พบกล้าไม้ในแปลงใดๆ เลย

โครงการย่อยที่ 3 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (The roles of rubber agroforestry in degraded forest on soil properties and hydrological characteristic)

พื้นที่ต้นน้ำลำธารทางภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งมีลักษณะเป็นภูเขาสูงชันถูกเปลี่ยนไปเป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยวแทนพืชการปลูกพืชเกษตรชนิดอื่นมากยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อสมบัติของดินและลักษณะทางอุทกวิทยา แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และเกษตรกรก็ยังสามารถได้รับผลตอบแทนจากการใช้ที่ดินก็คือการปลูกยางพาราแบบผสมผสานในลักษณะของวนเกษตร

วัตถุประสงค์การศึกษา คือ เพื่อศึกษาสมบัติของดิน และตรวจวัดลักษณะทางอุทกวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำพืชยึด การซึมผ่านผิวดิน การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน และปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ของแต่ละรูปแบบการปลูก เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบผลของการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวกับการปลูกแบบวนเกษตร ได้แก่ ป่ายางพารา ยางพาราสวนไม้ผลและยางพาราสวนไม้ป่า ที่มีต่อสมบัติของดินและลักษณะทางอุทกวิทยา

วิธีการศึกษา ได้แก่ เลือกแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 1 ไร่ เพื่อเป็นตัวแทนของรูปแบบการปลูกยางแบบต่างๆ ทั้ง 4 รูปแบบในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน และเก็บตัวอย่างดินทั้งชั้นบนและล่างแบบรวบรวนโครงสร้าง เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง และแบบไม่รวบรวนโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์ ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค และความพรุนรวม รวมทั้งตรวจวัดลักษณะทางอุทกวิทยาจากการตัวอย่างดินแบบไม่รวบรวนโครงสร้าง เพื่อหาค่าสมรรถนะซึมผ่านผิวดิน และค่าสภาพน้ำของดินอิ่มตัว และติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนทั้งหมดเหนือเรือนยอด น้ำฝนผ่าน

เรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น แล้วนำมาประมาณค่าปริมาณน้ำพืชยึด รวมทั้งวางแผนทดลองน้ำไหลบ่าหน้าดินขนาด 4×20 เมตร เพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้ จากแต่ละรูปแบบด้วยวิธี ANOVA

ผลการศึกษา พบว่าลักษณะเนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง และความหนาแน่นอนุภาค ทั้งดินบนและล่าง ของรูปแบบการปลูกแบบต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเนื้อดินทั้งชั้นบนและล่างเกือบทุกแปลงทดลองจัดอยู่ในประเภทดินเหนียว ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินบนของการปลูกแบบป่ายางพารามีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ดินล่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ความหนาแน่นรวมทั้งดินบนและล่างของการปลูกแบบป่ายางพารามีค่าต่ำที่สุด ส่งผลให้ค่าความพรุนรวมของการปลูกแบบป่ายางพารามีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ส่วนค่าทางลักษณะทางอุทกวิทยาต่างๆ ด้าน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่าสภาพน้ำน้ำของดินอิมตัวของดินล่างเท่านั้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า เรือนยอดของการปลูกแบบยางพาราเชิงเดี่ยวสกัดน้ำฝนไว้ได้น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นค่าสมรรถนะการซึมผ่านผิวดินและสภาพน้ำน้ำของดินอิมตัวบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น ในขณะที่ค่าสภาพน้ำน้ำของดินอิมตัวของ การปลูกแบบป่ายางพารามีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินในสัดส่วนที่น้อยที่สุด

กล่าวโดยสรุปคือการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวมีผลต่อดินชั้นบนที่แน่นทึบขึ้น และมีปริมาณธาตุอาหารที่ต่ำกว่าการปลูกแบบวนเกษตรอื่นๆ ในทางตรงกันข้ามการปลูกแบบป่ายางพารามีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าสูง ความแน่นทึบของดินน้อย ซึ่งส่งผลต่อความพรุนของดินที่สูง การเคลื่อนที่ของน้ำผ่านดินได้ดี และเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้น้อย เมื่อเทียบกับการปลูกรูปแบบอื่นๆ

การสูญเสียน้ำจากกระบวนการน้ำพืชยึดของพื้นที่แปลงตัวอย่าง ยางพาราเชิงเดี่ยว ป่ายางพารา ยางพาราผสมไม้ผล และยางพาราผสมไม้ป่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 12.6 17.3 27.4 และ 17.7 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ตามลำดับ และเมื่อนำข้อมูลที่ตรวจวัดในปี พ. ศ. 2557 มาคำนวณสรุปเป็นค่าเฉลี่ยได้เท่ากับร้อยละ 8.7 12.6 21.0 และ 13.5 ของปริมาณน้ำฝน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการปลูกยางพาราแบบวนเกษตรมีผลทำให้มีปริมาณการสูญเสียน้ำที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดในรูปแบบของน้ำพืชยึดมากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว แต่ก็ช่วยสกัดกั้นน้ำฝนไม่ให้ตกกระทบลงสู่พื้นดินได้มากกว่า

การสูญเสียน้ำจากกระบวนการน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดขึ้นบริเวณป่ายางพารามีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือยางพาราผสมไม้ป่า ยางพาราเชิงเดี่ยว และยางพาราผสมไม้ผล ตามลำดับ โดยมีผลรวมของร้อยละของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน เท่ากับ 0.0546 0.0762 0.0895 และ 0.4574 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่าป่ายางพารายังคงมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.0951

รองลงมาคือยางพาราผสมไม้ป่า ยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราผสมไม้ผล คิดเป็นร้อยละ 0.1642 0.3397 และ 0.5279 ตามลำดับ

การสูญเสียดินรวมที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปแบบการปลูกยางพารา พบว่า ปริมาณการสูญเสียดินมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน กล่าวคือ หากมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินมากปริมาณการสูญเสียดินก็จะมากด้วยเช่นกัน โดยสรุป พื้นที่ป่ายางพารามีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุด มีค่าประมาณ 52 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 0.08 ตัน/เฮกแตร์ รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราผสมไม้ป่า และยางพาราผสมไม้ผล วัดปริมาณการสูญเสียดินได้ประมาณ 531 728 และ 5,986 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 0.85 1.16 และ 9.58 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ

โครงการย่อยที่ 4 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและการเติบโต (Screening for Potential Species to Plant with Rubber Tree using Photosynthesis Analysis and Growth Rate)

การปลูกยางพาราในปัจจุบันไม่ได้มีการปลูกอยู่เฉพาะในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกเท่านั้น แต่ได้ขยายพื้นที่ปลูกออกไปทั่วประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ในภาคเหนือ ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งปลูกยางพาราใหม่ เกษตรกรเริ่มให้ความสนใจในการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น โดยระยะปีแรกจนถึงปีที่สาม เกษตรกรนิยมปลูกพืชชนิดอื่นๆ แทรกระหว่างแถวยางพาราเพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ แต่หลังจากปีที่สามเกษตรกรจะไม่สามารถปลูกพืชร่วมกับยางพาราได้ เนื่องจากเรือนยอดยางพาราอยู่ชิดกัน ทำให้บริเวณพื้นล่างได้รับแสงไม่เพียงพอ ทำให้พบเห็นการปลูกยางพาราเพียงชนิดเดียวอยู่ทั่วไป ซึ่งในแง่ของการอนุรักษ์การปลูกยางพาราเพียงชนิดเดียวในพื้นที่ถือว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยวซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างสูง ทั้งในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพรรณพืช ผลกระทบต่อดิน การชะล้างพังทลายของหน้าดิน ธาตุอาหาร การกักเก็บน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือซึ่งพื้นที่ปลูกยางพาราส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชัน ดังนั้นเพื่อเป็นการลดหรือช่วยบรรเทาปัญหาเหล่านี้ ควรมีการนำพรรณพืชชนิดอื่นๆ มาปลูกร่วมกับยางพารา โดยชนิดพืชที่นำมาปลูกต้องสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีแสงจำกัด มีคุณค่าด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการศึกษาวิจัย 2 ปี เพื่อคัดเลือกชนิดพรรณพืชที่สามารถนำไปปลูกและเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาวะร่มเงาในสวนยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย สำหรับวัตถุประสงค์ในปีที่ 1 นี้ทำการสำรวจชนิดพรรณพืชที่ขึ้นอยู่ร่วมในสวนยางพารา และวัดความเข้มแสงในสวนยางพารา รวมทั้งศึกษาการกระจายของรากยางพาราที่ระดับอายุต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบการทดลองในปีที่ 2 เพื่อหาชนิดพรรณพืชที่เหมาะสมที่จะนำมาปลูกร่วมกับยางพารา

วิธีการศึกษา ได้แก่ การสำรวจชนิดพรรณพืชที่ขึ้นร่วมในสวนยางพาราทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมีการนำเข้ามาปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงราย จังหวัดแพร่ และจังหวัดน่าน รวมทั้งทำการตรวจเอกสารการปลูกพืชร่วมกับยางพาราในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศ และทำการคัดเลือกพรรณไม้ที่น่าจะมีศักยภาพด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจมาทดลองในปลูกในปีที่ 2 หลังจากนั้นทำการศึกษาปริมาณแสงบริเวณเรือนยอดของต้นยางพารา โค่นต้น และบริเวณกิ่งกลางระหว่างทางเดิน ในสวนยางพารา พันธุ์ PRIM 600 ที่มีระยะปลูก 7x3 เมตร อายุ 1-10 ปี ณ บริเวณตำบลเชียงเคี่ยน อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย โดยใช้เครื่องวัดแสงอัตโนมัติ และทำการศึกษากการกระจายของรากยางพารา พันธุ์ PRIM 600 ที่มีระยะปลูก 7x3 เมตร อายุ 1-10 ปี โดยทำการขุดหลุมให้มีขนาดความกว้าง ความยาว และลึกเท่ากับ 20x20x20 เซนติเมตร โดยมีระยะห่างตามแนวระนาบจากโคนต้น ห่างกันทุก 30 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 3 เมตร

ชนิดพรรณพืชที่ขึ้นร่วมอยู่ในสวนยางพาราทั้งที่ขึ้นอยู่เองตามธรรมชาติและมีการนำเข้าไปปลูกในจังหวัดเชียงราย จังหวัดแพร่ และจังหวัดน่าน รวมทั้งที่ได้จากการตรวจเอกสารในพื้นที่อื่นของประเทศ จำนวน 144 ชนิด โดยแบ่งออกเป็นไม้เลื้อย 9 ชนิด เฟิร์น 6 ชนิด หญ้า 7 ชนิด ไม้ล้มลุก 51 ชนิด ปาล์ม 5 ชนิด ไม้พุ่ม 17 ชนิด และไม้ต้น 49 ชนิด ซึ่งได้ทำการคัดเลือกพรรณพืชจำนวน 15 ชนิด มาทำการปลูกทดลองในสภาพเรือนทดลองในปีที่ 2 ได้แก่ (1) ไม้ล้มลุก - ลิ้นจี่ เฟิร์น ข่า หวาย สะพ้อ (2) ไม้พุ่ม - ชาเมียง กาแฟ ผักเหลียง มะตูมแขก มั่นปูล และ (3) ไม้ต้น - พะยูง สัก ตะเคียนทอง มะแขว่น มะม่วง

สำหรับปริมาณความเข้มแสงที่วัดได้จากในสวนยางพาราอายุ 1-10 ปี พบว่า ปริมาณแสงในแต่ละชั้นอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแบ่งออกได้เป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ (1) ยางพาราอายุ 1 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 95 (2) ยางพาราอายุ 2 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 74 (3) ยางพาราอายุ 3 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 64 (4) ยางพาราอายุ 4 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 41 (5) ยางพาราอายุ 5 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 23 (6) ยางพาราอายุ 6-7 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 17-18 (7) ยางพาราอายุ 8 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 12 และ (8) ยางพาราอายุ 9-10 ปี ปริมาณแสงที่ได้รับร้อยละ 9 และจากผลการศึกษาจะได้นำมาทำการจำลองปริมาณแสงเพื่อใช้ในการศึกษาการสังเคราะห์แสงและการเติบโตของกล้าพรรณพืชจำนวน 15 ชนิดในการทดลองปีที่ 2 โดยแบ่งระดับความเข้มแสงออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่

- (1) ร้อยละ 100 (ชุดควบคุมและจำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 1 ปี)
- (2) ร้อยละ 75 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 2 ปี)
- (3) ร้อยละ 60 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 3 ปี)
- (4) ร้อยละ 40 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 4 ปี)
- (5) ร้อยละ 20 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 5 - 7 ปี)

(6) ร้อยละ 10 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 8 – 10 ปี)

ส่วนการกระจายของรากยางพาราในแต่ละชั้นอายุมีแนวโน้มกระจายออกในทุกทิศทางรอบๆ ต้น และกระจายอย่างเท่าๆ กันตั้งแต่โคนต้นจนถึงระยะ 3 เมตร โดยอายุของต้นยางพารามีผลต่อปริมาณรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยยางพาราอายุ 4-7 ปี พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพแห้งของรากสูงที่สุด รองลงมาได้แก่อายุมากกว่า 7 ปี และน้อยที่สุดในอายุ 1-3 ปี

จากการคัดเลือกพรรณพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู ลิ้นงาเหวอ หวาย เหลียง กาแฟ ชาเมี่ยง มะตูมแขก มันปู ตะเคียนทอง พะยูง มะแขว่น มะม่วง และสัก ซึ่งเป็นพืชที่น่าจะมีศักยภาพในการปลูกร่วมกับยางพารา โดยพิจารณาจากนิเวศวิทยาการกระจายพันธุ์ เป็นพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศ มาทำการทดลองปลูกในสภาพโรงเรือนที่มีการจำลองระดับความเข้มแสงบริเวณพื้นล่างของสวนยางพาราอายุ 1-10 ปี เพื่อหาชนิดพรรณที่เหมาะสมในการนำไปปลูกร่วมกับยางพาราในแต่ละชั้นอายุ ผลจากการศึกษาพบว่า สวนยางพาราที่อายุ 1-3 ปี ซึ่งมีปริมาณแสงที่ส่องมาถึงบริเวณพื้นล่าง

เมื่อเทียบกับเรือนยอดยางพาราอยู่ที่ร้อยละ 60-100 สามารถปลูกพืชทั้ง 15 ชนิดได้ โดยพืชที่เติบโตดีที่สุด คือ ข่า ชะพลู สัก มะม่วง มะแขว่น กาแฟ เตย แต่หลังจากยางพารามีอายุ 3 ปีขึ้นไป จะมีปริมาณความเข้มแสงที่บริเวณพื้นล่างลดน้อยลง คือ น้อยกว่าร้อยละ 40 จะทำให้พืชบางชนิดมีการเติบโตลดลง แต่มีพืชบางชนิดที่สามารถเติบโตได้ โดยชนิดที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู พะยูง มะแขว่น และสัก ซึ่งควรปลูกผสมกันไปเนื่องจากเตย ข่า และชะพลู ซึ่งเป็นพืชที่อายุสั้น สามารถเก็บไปประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี ส่วนพะยูง มะแขว่น และสัก เป็นไม้ต้นที่มีระยะเวลาในการปลูกนานกว่าจะตัดฟันเนื้อไม้หรือเก็บผลไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้การปลูกไม้ต้นจะช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน และชะลอการไหลบ่าของน้ำ เนื่องจากมีระบบรากที่ลึก และเป็นการเพิ่มความหลากหลายของชนิดพรรณพืชในพื้นที่ด้วย

รูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

การดำเนินแผนงานวิจัย “การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ” มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำวนเกษตรแบบป่ายางพาราและบทบาท ตลอดจนผลกระทบทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือ และเผยแพร่องค์ความรู้ของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือแก่ภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรที่สนใจ โดยมีกรอบแนวคิดคือ รูปแบบ (ทางเลือก) การปลูกไม้ยางพาราตามหลักวนเกษตร ที่พัฒนาจากการศึกษาและวิจัยโดยการบูรณาการองค์ความรู้ทุกสาขาที่เกี่ยวข้อง ภายใต้หลักการปฏิบัติได้จริง จะเป็น

เครื่องมือที่สร้างความยั่งยืนให้แก่การขยายฐานทรัพยากรที่มีไม้ยางพาราเป็นหลักของประเทศไทย ทั้งด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

จากการประเมินความยั่งยืนร่วมกันทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามสมการของ สุกัญญา (2556) โดยนำเข้าตัวชี้วัดด้านวนเกษตร (Agro – Forestry Indices: AFI) ตามที่สมการกำหนดทั้งหมด 8 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ 3 ตัวชี้วัด คือ การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และการใช้ทรัพยากร ตัวชี้วัดทางด้านสังคม คือ ขนาดพื้นที่ถือครอง และการยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ และตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน และความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช ซึ่งข้อมูลตัวชี้วัดต่าง ๆ ได้จากการสำรวจ สัมภาษณ์ และตรวจวัดจริงในพื้นที่ โดยโครงการย่อยที่ 1 2 และ 3 เพื่อประเมินระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพาราทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน

เมื่อนำทั้ง 8 ตัวชี้วัด มาวิเคราะห์และจัดชั้นข้อมูลตามค่าที่กำหนด ในภาพรวมพบว่า รูปแบบการปลูกยางพาราแบบป่ายางพารามีระดับความยั่งยืนสูงที่สุด รองลงมาคือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว และการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล ซึ่งพบเพียงตัวชี้วัดเรื่องมูลค่าปัจจุบันสุทธิในช่วงอายุ 1-10 ปี ที่ป่ายางมีระดับคะแนนต่ำกว่าการปลูกยางพาราแบบอื่น โดยมีรายละเอียดสนับสนุนในแต่ละตัวชี้วัดดังนี้

- ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ

- ✓ การกระจายของรายได้ ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ของปีปลูกที่ 1-10 พบว่าป่ายางพาราสามารถเก็บผลผลิตจากแปลงปลูกได้ตลอดทั้งปี (10-12 เดือน) ซึ่งประเด็นสำคัญคือ ในช่วงที่ไม่สามารถรีดน้ำยางหรือช่วงที่น้ำยางมีราคาตกต่ำไม่คุ้มกับการกรีด เกษตรกรยังสามารถเก็บผลผลิตจากพืชร่วมที่มีมากชนิดและมีช่วงให้ผลผลิตต่างกันได้ในขณะที่การปลูกยางพารารูปแบบอื่น จะมีระยะเวลาในการเก็บผลผลิตน้อยกว่า (8-10 เดือน) แตกต่างกันไปตามชนิดของพืชที่ปลูกร่วม

- ✓ การใช้ทรัพยากรในครัวเรือน พิจารณาถึงการพึ่งพาตนเองของเกษตรกรโดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ และการใช้ทรัพยากรจากภายนอก อาทิ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช น้ำมัน น้ำชลประทาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรทั้งสิ้น พบว่าป่ายางพารามีการพึ่งพิงทรัพยากรในพื้นที่มากที่สุด ร้อยละ 62.6 อาทิ พืชอาหาร พืชสมุนไพร และการปลูกสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าต่ำสุด ร้อยละ 18.2 เพราะต้องซื้อปุ๋ย และวัสดุจากภายนอกเป็นหลัก

- ✓ มูลค่าปัจจุบันสุทธิในช่วงอายุ 1-10 ปี พบว่าป่ายางพารามีมูลค่าต่ำกว่า (ระดับ 2) รูปแบบการปลูกยางพาราอื่น ที่อยู่ในระดับเดียวกัน (ระดับ 3) เนื่องจากในช่วงอายุ 1-10

ปี พืชที่ปลูกร่วมจะใช้ในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ หากเหลือก็เพียงขายในชุมชน แต่หากมองในมุมกลับ หากราคายางหรือราคาไม้ผลตกต่ำ ก็จะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งมีความเสี่ยงต่อความผันผวนของราคามากกว่าการปลูกยางร่วมกับพืชชนิดอื่น ๆ

- ตัวชี้วัดทางด้านสังคม

- ✓ ขนาดพื้นที่ถือครอง พบว่าเกษตรกรที่ตัดสินใจทำป่ายางพาราจะมีพื้นที่ถือครองขนาดเล็ก (7.5 ไร่) สามารถดูแลพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง สำหรับการปลูกยางพารารูปแบบอื่น เกษตรกรมีขนาดพื้นที่ถือครองใกล้เคียงกัน คือ 11-20 ไร่ ซึ่งเกษตรกรจะใช้เวลาในการดูแลพื้นที่ขนาดใหญ่นี้น้อยกว่ารูปแบบป่ายางพารา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการจ้างเหมาดูแลและจัดการพื้นที่ เช่น จ้างเหมาปลูก ลิดกิ่ง กรีดยาง ใส่ปุ๋ย เป็นต้น ทำให้ต้องลงทุนสูงและพึ่งพิงปัจจัยภายนอกสูง (แรงงาน ผู้รับเหมา สารเคมี ฯลฯ)

- ✓ การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ พบว่าเกษตรกรที่ปลูกป่ายางพารา มีความรู้สึกด้านบวกต่อการปลูกพืชหลายชนิดผสมผสานในแปลงปลูก เนื่องจากผลผลิตจากพืชร่วมสามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคในครัวเรือน และแบ่งขายได้ โดยเฉพาะในช่วงที่ราคายางตกต่ำ เกษตรกรยังคงกรีดยางแต่ก็ยังสามารถพึ่งพาตนเองได้ อีกรูปแบบหนึ่งที่เกษตรกรยอมรับคือ การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล (กาแฟ) รองลงมาคือ การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า (สัก) และยางพาราเชิงเดี่ยว น้อยที่สุด ตามลำดับ

- ตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ✓ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื่องจากป่ายางพารามีการปลูกพืชผสมผสานหลายระดับชั้น ทำให้พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่สูงร้อยละ 4.64 รองลงมาคือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่าร้อยละ 3.93 สำหรับการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราร่วมกับไม้ผลได้ค่าคะแนนอยู่ในระดับ 2 คือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ร้อยละ 2.66 – 3.60 ตามลำดับ

- ✓ การกร่อนของดิน ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณฝน พบว่าพื้นที่ศึกษามีการกร่อนของดินในระดับต่ำ คือน้อยกว่า 1,239.01 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เนื่องจากมีปริมาณการตกของฝนน้อย ยกเว้นในแปลงปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผลที่พบว่าเกิดการกร่อนของดินสูงมาก 5,985.81 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

- ✓ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช ป่ายางพาราพบว่าการปลูกพืชผสมผสานหลายชนิดและหลายชั้นเรือนยอด อีกทั้งยังมีการทดแทนของพืชอื่น ๆ ตามธรรมชาติด้วย ทำให้ระดับความหลากหลายของพืชพรรณสูง สำหรับรูปแบบการปลูกยางเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีความหลากหลายของพืชพรรณน้อยกว่า 0.81

เพราะฉะนั้นในพื้นที่เสื่อมโทรมทางภาคเหนือ โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน การปลูกยางพาราตามรูปแบบวนเกษตร โดยเฉพาะแบบป่ายางพารา คือ “รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่าและพืชอื่น ๆ อย่างไม่เป็นระบบ ทำให้เกิดโครงสร้างใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ คือมีพืชหลายชนิดและหลายชั้นเรือนยอด” ก่อให้เกิดผลดีทั้งทางนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ และสังคม

ทั้งนี้ จากการประเมินความยั่งยืนของป่ายางพารา พบว่าตัวชี้วัดเรื่องมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ในช่วงอายุ 1-10 ปี มีระดับคะแนนต่ำกว่าการปลูกยางพารารูปแบบอื่น เนื่องจากในช่วงอายุ 1-10 ปี พืชที่ปลูกร่วมจะใช้ในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ หากเหลือก็เพียงขายในชุมชน ทางโครงการย่อยที่ 4 จึงได้ศึกษาถึงชนิดพืชที่ควรปลูกร่วมกับยาง โดยพิจารณาจาก (1) เป็นพรรณพืชที่พบว่ามีกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่ในพื้นที่ หรือมีการนำเข้ามาปลูกในพื้นที่อยู่แล้วและมีการเติบโตได้ดี (2) เป็นพรรณพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือมีแนวโน้มว่าจะพัฒนาในเชิงการค้าได้ และ (3) เป็นพรรณพืชที่มีคุณค่าทางระบบนิเวศ เช่น ช่วยรักษาดินและน้ำ ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน หรือเป็นชนิดพรรณพืชที่หายาก จำนวน 15 ชนิด จำแนกเป็น ไม้ล้มลุก (Herb) 5 ชนิด ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู ลิ้นงาเหวอหรือหางงา และ หวาย ไม้พุ่ม (Shrub) 5 ชนิด ได้แก่ ผักเหลียง กาแฟ ชาเมี่ยง มะตูม แขก และมันปู และ ไม้ต้น (Tree) 5 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนทอง พะยูง มะแขว่น มะม่วง และสัก ซึ่งได้ข้อมูลเป็นแนวทางแก่เกษตรกร คือ สวนยางพาราที่อายุ 1-3 ปี สามารถปลูกพืชร่วมได้ทั้ง 15 ชนิด ผสมผสานกันในพื้นที่ แต่เมื่อยางพาราอายุเกิน 3 ปี และเรือนยอดเริ่มชิดกัน พันธุ์ไม้ที่ยังเติบโตได้ดี ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู พะยูง มะแขว่น และสัก ซึ่งเกษตรกรสามารถนำหลักการจัดการสวนป่ามาปฏิบัติ เช่น การกำหนดระยะปลูก และการลิดกิ่ง ปรับใช้กับการปลูกยางพาราในระบบวนเกษตร เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ที่สามารถจัดการพื้นที่และเพิ่มผลผลิตที่จะเกิดขึ้นจากทั้งยางพาราและพืชที่ปลูกร่วมได้

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ: การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

ชื่อนักวิจัย: จงรัก วชิรินทร์รัตน์ และคณะ

อีเมลล์: fforcrw@ku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

จากความต้องการใช้ยางธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ยางพาราเป็นชนิดพืชที่สร้างรายได้หลักเข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล ทำให้หลายชาติโดยเฉพาะประเทศไทย ได้ให้น้ำหนักมากกับการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ ในมุมมองกลับกัน การขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพารา อาจจะกล่าวได้ว่ามากจนยากต่อการควบคุม โอกาสการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราไปในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมีมากขึ้น ทั้งพื้นที่นาข้าวที่มีน้ำทำนออย่างอุดมสมบูรณ์ และนาข้าวที่เคยถูกทิ้งร้าง และพื้นที่ป่า ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ของไทยซึ่งมีน้อยอยู่แล้ว ยิ่งน้อยลงไปอีก (สมบุรณ์, 2554) การดำเนินแผนงานวิจัย “การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ” มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำวนเกษตรแบบป่ายางพาราและบทบาท ตลอดจนผลกระทบทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือ และเผยแพร่องค์ความรู้ของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือแก่ภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรที่สนใจ

การดำเนินโครงการในปีที่หนึ่ง นักวิจัยได้ดำเนินการ สำรวจ คัดเลือก และวางแผนแปลงตัวอย่างในพื้นที่ที่มีการปลูกไม้ยางพาราร่วมกับพืชเกษตรอื่นๆ ตามแนวทางระบบวนเกษตร จำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า ป่ายางพารา และการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวอีก 1 รูปแบบ รวมทั้งได้ดำเนินการเก็บข้อมูลผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ ลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ ข้อมูลเชิงพื้นที่ สมบัติดิน และลักษณะทางอุทกวิทยา และคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพารา และเพื่อให้ผลการศึกษาเสร็จสมบูรณ์ ในปี 2 จะมีการนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ถึงรูปแบบการทำวนเกษตรแบบป่ายางพาราและบทบาท ตลอดจนผลกระทบทางด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือของประเทศไทย

การปลูกยางพาราในภาคเหนือ ส่วนใหญ่พบว่ามีปลูกเป็นเชิงเดี่ยว ระยะปลูก 3 x 7 เมตร หรือ 3 x 8 เมตร รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากความต้องการเปลี่ยนสวนผลไม้เป็นสวนยางพารา และมีการนำยางพาราไปปลูกแทรกในสวนผลไม้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นลำไย และมะขาม เพราะฉะนั้นจะพบว่ายางพารามีอายุน้อยกว่าไม้ผลทั้งหมด และเมื่อยางพาราโตคลุมไม้ผลก็

จะโคนไม้ผลออกไป โดยเจ้าของสวนมีความคาดหวังว่าการปลูกยางพาราจะให้ผลตอบแทนดีกว่าไม้ผลนั้นเอง รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า มีวัตถุประสงค์ต่างออกไปจากการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล คือ เจ้าของสวนมีความต้องการให้ยางพาราและไม้ป่าเติบโตไปพร้อมกัน ซึ่งจะมีการปลูกยางพาราและไม้ป่าพร้อมกัน ลักษณะที่พบมากที่สุดคือ การปลูกไม้ป่าเป็นขอบเขตแปลงยางพารา และโดยมากจะเป็นไม้สัก ที่มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่ในพื้นที่ที่ศึกษาอยู่แล้ว โดยพบว่ายางพารามีการเติบโตดีกว่าไม้ป่า และช่วงอายุยางพารา 7-10 ปีนี้ เรือนยอดยางพาราจะคลุมพื้นที่ ทำให้ไม้ป่าเติบโตได้ไม่เต็มที่ ในกรณีนี้จำเป็นต้องให้ความรู้แก่เกษตรกรในเรื่องการตัดแต่งกิ่งยางพาราเพื่อเปิดแสงให้ไม้ป่าด้วย เนื่องจากเกษตรกรไม่มีความรู้เรื่องการตัดแต่งกิ่งและยังคิดว่าการตัดแต่งกิ่งจะทำให้ได้ผลผลิตน้ำยางน้อยด้วย สำหรับรูปแบบป่ายางพาราทั้งหมดที่พบ พบในพื้นที่สูงชันตั้งแต่ 40% ขึ้นไป แสดงให้เห็นถึงองค์ความรู้และความตระหนักทางด้านสิ่งแวดล้อมของเกษตรกร ที่ต้องการจะอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ โดยคงความหลากหลายของพรรณพืชในพื้นที่ไว้

การศึกษาทางการเงินและผลตอบแทนชี้ให้เห็นว่าการปลูกยางพาราในรูปแบบวนเกษตรในช่วงอายุ 10 ปีแรก ให้ผลตอบแทนสูงกว่าการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว และมีการยอมรับในระดับสูง

เมื่อพิจารณาข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าแปลงยางพาราที่ปลูกตามระบบวนเกษตรทั้ง ยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา มีองค์ประกอบของชนิดพรรณไม้ทั้งไม้ใหญ่และไม้หนุมสูงกว่าการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว และการมีอัตราการเจริญทดแทนตามธรรมชาติสูงกว่าด้วย โดยเฉพาะรูปแบบป่ายางพารา ซึ่งการพบพรรณไม้หลายชนิด ย่อมทำให้เกิดหลายชั้นของเรือนยอดและเรือนราก ส่งผลต่อคุณสมบัติของดินที่พบว่า ในพื้นที่ที่มีการปลูกยางพาราในระบบวนเกษตร โดยเฉพาะป่ายางพารา มีคุณสมบัติของดินดีกว่าคือ มีอินทรีย์วัตถุในดินสูง ความหนาแน่นร่วนน้อย และความพรุนรวมสูง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณป่ายางพารามีการเจริญเติบโตของไม้พื้นล่าง และมีเศษซากพืช ปกคลุมมากกว่า ทำให้อุณหภูมิของดินไม่สูงเกินไป ความชื้นไม่สูญเสียมากเกินไป ส่งผลเกิดการย่อยสลายเศษซากพืช และทำให้สะสมเป็นปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มากกว่า และส่งผลต่อไปยังความพรุนของดินที่สูงกว่า เมื่อความพรุนสูงกว่า ก็มีผลต่อความหนาแน่นรวมที่ต่ำกว่า และยังส่งผลต่อการอนุรักษ์และการกักเก็บน้ำของพื้นที่ ในพื้นที่วนเกษตรทั้ง 3 แบบพบว่า สามารถกักเก็บปริมาณน้ำฝนไว้ได้มากกว่าเท่าตัว เมื่อเทียบกับการปลูกแบบยางพาราเชิงเดี่ยว ส่วนเรือนยอดของป่ายางพาราจากแปลงตัวอย่างที่ศึกษาไม่ได้แสดงผลในการกักเก็บปริมาณน้ำฝนสูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากต้นยางพาราที่ปลูกยังมีอายุน้อย (ประมาณ 5 ปี) และยังขยายเรือนยอดไม่คลุมทั้งพื้นที่ อย่างไรก็ตามอิทธิพลของสมบัติดินที่มีความหนาแน่นต่ำ ความพรุนสูง และการซึมผ่านผิวดินได้ดี ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน การสูญเสียดินและน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่นี้มีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการปลูกรูปแบบอื่นๆ

จากผลการศึกษาทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อม มีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่า การปลูกยางพาราตามระบบวนเกษตร ล้วนส่งผลด้านบวกทั้งต่อความกินดีอยู่ดีของเกษตรกรและการรักษา

สภาพแวดล้อมของพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่เสื่อมโทรมทางภาคเหนือที่เป็นต้นน้ำสำคัญของคนทั้งประเทศ โดยผู้วิจัยพรรณไม้ที่มีศักยภาพทั้งหมด 15 ชนิด แบ่งออกเป็น (1) ไม้ล้มลุก ได้แก่ ลิงลาว เพิน ข่า หวาย ชะพลู (2) ไม้พุ่ม ได้แก่ ขาเมี่ยง กาแฟ ผักเหลียง มะตูมแขก มันปู และ (3) ไม้ต้น ได้แก่ พะยูง สัก ตะเคียนทอง มะแขว่น มะม่วง สวนยางพาราที่อายุ 1-3 ปี สามารถปลูกได้ทั้ง 15 ชนิด ผสมผสานกันในพื้นที่ แต่เมื่อยางพาราอายุเกิน 3 ปี และเรือนยอดเริ่มชิดกัน พันธุ์ไม้ที่ยังเติบโตได้ดี ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู พะยูง มะแขว่น และสัก

เมื่อนำช่วงชั้นของตัวแปร 8 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การใช้ทรัพยากร ขนาดพื้นที่ถือครอง การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ มาประเมินความยั่งยืนร่วมกันทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามสมการของ สุภัญญา (2556) พบว่า รูปแบบการปลูกยางพาราแบบป่ายางพารามีระดับความยั่งยืนสูงสุด รองลงมาคือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว และการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล

การนำหลักการจัดการสวนป่ามาปฏิบัติ เช่น การกำหนดระยะปลูก และการลิดกิ่ง มาปรับใช้กับการปลูกยางพาราในระบบวนเกษตร เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ที่สามารถจัดการพื้นที่และผลผลิตที่จะเกิดขึ้นจากทั้งยางพาราและพืชที่ปลูกร่วมได้

คำสำคัญ: ยางพารา ระบบวนเกษตร การพัฒนาอย่างยั่งยืน ป่าเสื่อมโทรม ภาคเหนือ

Abstract

Project Title: The development of sustainable rubber agroforestry in degraded forest, Northern Thailand

Researcher: Chongrak Wachrinrat and others

E-mail Address: fforcrw@ku.ac.th

Project Period: 2 year

The demand for natural rubber increased steadily. Cause a significant expansion of rubber plantations in Thailand. Conversion of cash crop to pure stand of rubber plantation on mountainous head watershed of northern Thailand has been increasing. The objective of this research plan was to study the suitable model of para rubber agroforestry in the northern Thailand.

The financial return between monoculture rubber plantation and rubber agroforestry systems including rubber intercropped with longan, rubber intercropped with coffee, rubber intercropped with teak and jungle rubber agroforestry under 10 years of investment project in degraded forest lands in Chiangrai, Pha-yao and Nan Provinces. The results showed that agroforestry patterns including rubber intercropped with coffee, rubber intercropped with rattan and jungle rubber agroforestry provided higher financial return than monoculture rubber plantation. Intercropping rubber with teak provided high financial return in a long term. However, increasing of the land size for rubber plantation or using teak as the boundary of rubber planting should be performed. Intercropping rubber with longan was not suitable in rubber plantation in a long term.

Structure of plant communities and natural regeneration under rubber stand, this study was found pararubber was dominant tree in all sample plots. The species of seed in soil was less than seed rain. In the other hand the amount accumulated of seed in the soil was more than seed rain. Seeds which found a large quantity were para rubber, *Tectona grandis* Linn., *Dalbergia glomeriflora* Kurz and *Pterocarpus indicus* Willd. The seeds were dried, except rubber seed can germinate. Because of dense and

large canopy (65.16-89.22 %), the light trough crown cover was low intensity (45.44-57.65), because a lot of ground litter, the saplings cannot germinated.

This study was found that soil texture, pH and PD are not significant difference. The soil textures of top and sub layer of almost all plots were classified as clay soil. Average pH of the top soil layer of R, RF, RO and RT are 4.36, 4.43, 4.34 and 4.47 and of the sub layer are 4.49 4.53 4.44 and 4.61 respectively. Average PD of the top soil layers are 2.57, 2.48, 2.66 and 2.63 g/cm³ and of the sub soil layer are 2.89, 2.63, 2.77 and 2.75 g/cm³ respectively. OM of the top soil of RF is significantly highest but not significantly difference in the sub soil. Average OM of the top soil layer of R, RF, RO and RT are 3.31, 4.64, 3.50 and 3.93 percent and of the sub soil are 1.55, 2.39, 2.46 and 2.26 percent respectively. BD of the top and sub soil layer of RF are significantly lowest. Average BD of the top soil layer of R, RF, RO and RT are 1.13, 0.96, 1.18 and 1.07 g/cm³ and of the sub soil layer are 1.32, 1.22, 1.28 and 1.38 g/cm³ respectively. As the result, only TP of the top soil of RF are significantly highest. Average TP of the top soil layer are 56.26, 60.37, 55.57 and 59.33 percent and of the sub soil are 53.34, 53.09, 53.49 and 51.61 percent respectively. All hydrological parameters are significantly difference except Ks of the sub soil layer. Canopy of the R can significantly catch the lowest rainfall amount. There are 4.8, 8, 14.7 and 9.3 percent of total rainfall respectively. In addition f_c and Ks of R are the lowest rate compares to others land cover. While Ks of the RF are significantly highest causing the lowest propotion of surface runoff. Values of f_c are 125, 474, 366 and 618 mm/hr and Ks are 253, 1,402, 835 and 1334 mm/hr respectively. Proportions of the surface runoff are 0.25, 0.14, 0.65 and 0.59 percent of total rainfall respectively.

In this study, we investigated 15 species including five herbaceous species; (1) *Pandanus amaryllifolius* Roxb. (2) *Alpinia galangal* (L.) Wild.) (3) *Piper sarmentosum* Roxb. (4) *Tupistra albiflora* K. Larsen (5) *Calamus* sp.; five shrub species ; (6) *Gnetum gnemon* L. (7) *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (8) *Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (J.W.Mast.) Kitam (9) *Schinus terebinthifolius* Raddi (10) *Glochidion wallichianum* Muell.; and five tree species ; (11) *Hopea odorata* Roxb. (12) *Dalbergia cochinchinensis* Pierre (13) *Zanthozylum rhetsa* (Roxb.) DC (14) *Mangifera indica* L. and (15) *Tectona grandis* L.f. The results showed that the relative growth rate of all species decreased as light intensity decreased (as pararubber age increased). The overall

growth in tree species was the highest followed by herb and shrub species. Three species with the highest growth rates in this study were *A. galangal*, *P. sarmentosum*, and *T. grandis*. The next best species in terms of growth rates included *M. indica*, *Z. rhetsa*, *C. canephora*, *P. amaryllifolius* and *Calamus* sp. Species with the lowest growth rates were *S. terebinthifolius*, *G. gnemon*, and *T. albiflora*. All 15 species in this study could be intercropped with pararubber aged between 1–3 years (light intensity 100%-60%) without growth reduction. However, when the pararubber older than 3 years, only shade tolerant species are recommended including *A. galangal*, *P. sarmentosum*, *P. amaryllifolius*, *D. cochinchinensis*, *Z. rhetsa* and *T. grandis*. The evidence from this study indicates that the physical parameters were effectively used to predict plant growth due to the high correlation between those parameters and growth in species studied here.

Assessed the environmental, economic and social sustainability of agroforestry from 8 variables, ie organic matter, soil erosion, species diversity, income distribution, Net Present Value (NPV), resource usage, holding area and acceptance of para-agro forestry. It was found that jungle rubber agroforestry had the highest sustainability. The second is rubber intercropped with teak, monoculture rubber plantation and rubber intercropped with fruit, respectively.

Keywords: rubber tree, agroforestry, sustainable development, degraded forest, Northern Thailand

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ท
สารบัญ	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1-1
1.2 วัตถุประสงค์	1-3
1.3 กรอบแนวทางการวิจัย	1-5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วนเกษตร	2-1
2.2 การพัฒนาอย่างยั่งยืน	2-9
2.3 ป่าเสื่อมโทรม	2-11
2.4 ยางพารา	2-12
2.5 การปลูกยางพาราในประเทศไทย	2-21
2.6 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากการปลูกยางพารา	2-26
2.7 การสังเคราะห์แสงของพืช	2-27
2.8 การเจริญทดแทน	2-28
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2-31
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	
3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา	3-1
3.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลเศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา (โครงการย่อยที่ 1)	
3.2.1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลการทำวนเกษตรป่ายางพารา	3-11
3.2.2 การศึกษาผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพารา และการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกร	3-11
3.3 การศึกษาลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของ ระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2)	
3.3.1 การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในแปลงปลูกยางพาราและป่าธรรมชาติ	3-16
3.3.2 การศึกษากลิ่นไม้และไม้หนุ่ม	3-17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.3 การศึกษาฝนเมล็ด (seed rain)	3-17
3.3.4 การศึกษาเมล็ดที่สะสมในดิน	3-17
3.3.5 การศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดไม้	3-17
3.3.6 การศึกษาการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ	3-18
3.3.7 การศึกษาการเติบโตและผลผลิตของต้นไม้ในแปลงปลูกยางพาราและป่าธรรมชาติ	3-18
3.3.8 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในแปลงตัวอย่าง	3-18
3.3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล	3-18
3.4 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทาง อุทกวิทยา (โครงการย่อยที่ 3)	
3.4.1 การเลือกพื้นที่ศึกษา	3-23
3.4.2 การศึกษาการศึกษาการสูญเสียน้ำ	3-24
3.4.3 การศึกษาสูญเสียดิน	3-34
3.4.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการสูญเสียดินและน้ำ	3-34
3.5 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตรา การสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)	
3.5.1 ชนิดกล้าไม้ที่เลือกมาทดลอง แหล่งที่มาของกล้าไม้ และการย้ายปลูกกล้าไม้	3-34
3.5.2 การเตรียมโรงเรือนสำหรับการทดลองและแบ่งกลุ่มการทดลอง (treatments)	3-36
3.5.3 การวัดการเติบโตของกล้าไม้ในแต่ละชุดการทดลอง	3-38
3.5.4 การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืชแต่ละกลุ่มทดลอง	3-39
3.6 การทดสอบรูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม	3-42
3.7 จัดการประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา” แก่กลุ่มเกษตรกร ในพื้นที่เป้าหมาย/พื้นที่ศึกษา จำนวน 100 คน	3-46

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์

4.1 เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา (โครงการย่อยที่ 1)	
4.1.1 รูปแบบการทำวนเกษตรป่ายางพารา	4-1
4.1.2 ผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพาราและการยอมรับ การทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกร	4-5
4.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพารา	4-29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ลักษณะโครงสร้างการเติบโตและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตร แบบป่าอย่างพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2)	
4.2.1 แปลงศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	4-30
4.2.2 ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดพะเยา	4-36
4.2.3 ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดน่าน	4-39
4.2.4 ความหลากหลายของชนิด Shannon-Wiener's Index (H')	4-42
ในพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน	
4.2.5 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน	4-45
4.2.6 ปริมาณน้ำยางพาราในพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน	4-46
4.2.7 จำนวนชนิดและเมล็ดไม้ที่สะสมในดิน	4-47
4.2.8 ปริมาณการร่วงหล่นของเมล็ด	4-48
4.2.9 อัตราการงอกของเมล็ด	4-49
4.2.10 อัตราการงอกของเมล็ดที่ร่วงหล่น	4-50
4.2.11 ปริมาณการสะสมของซากพืชที่สะสมในดิน	4-50
4.2.12 ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช	4-51
4.2.13 ภาพถ่ายเรือนยอดในรอบปี	4-52
4.3 บทบาทของวนเกษตรแบบป่าอย่างพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดิน และลักษณะทางอุทกวิทยา	
4.3.1 สมบัติของดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (การศึกษาในปีที่ 1)	4-54
4.3.2 การสูญเสียน้ำ	4-57
4.3.3 การสูญเสียดิน	4-68
4.4 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตรา การสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)	
4.4.1 ข้อมูลสภาพอากาศบริเวณโรงเรือนทดลอง และความเข้มแสงในแต่ละระดับ	4-71
4.4.2 การเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate) ของกล้าไม้แต่ละชนิด	4-73
4.4.3 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อปริมาณความเข้มแสงแต่ละชุดการทดลอง	4-88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 รูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม	
4.5.1 การแบ่งช่วงชั้นตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม	4-96
4.5.2 ความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	4-101
4.6 การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา”	4-103

บทที่ 5 สรุปผล

5.1 เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา (โครงการย่อยที่ 1)	5-1
5.2 ลักษณะโครงสร้างการเติบโตและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2)	5-3
5.3 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดิน และลักษณะทางอุทกวิทยา	5-4
5.4 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)	5-5
5.5 รูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม	5-6
5.6 ความคิดเห็นของเกษตรกรจากการประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา”	5-9

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง-1

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 รูปแบบการทำวนเกษตรในสวนยางพาราวนเกษตรที่สำรวจพบในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน	ภาคผนวก-2
ภาคผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-7
ภาคผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ป่ายางพารา อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-9
ภาคผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารา ผสมไม้ผล อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-10

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวกที่ 5	ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชัดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารา ผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-11
ภาคผนวกที่ 6	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-13
ภาคผนวกที่ 7	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ป่ายางพารา อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-15
ภาคผนวกที่ 8	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ผล อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-16
ภาคผนวกที่ 9	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-17
ภาคผนวกที่ 10	ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-19
ภาคผนวกที่ 11	ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ป่ายางพารา อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-21
ภาคผนวกที่ 12	ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ผล อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-22
ภาคผนวกที่ 13	ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558	ภาคผนวก-23

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550-2554	2-16
2-2 การผลิต การใช้ การส่งออกของยางพาราในปี พ.ศ. 2550-2554	2-16
2-3 ระยะปลูกยางพาราที่เหมาะสม	2-19
2-4 พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย แสดงเป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2550-2560	2-21
2-5 พื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือแยกตามรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2555	2-22
2-6 ชนิดไม้ป่าที่แนะนำให้ปลูกในสวนยางพารา	2-24
2-7 ปริมาณน้ำพืชยืตบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ	2-37
3-1 ข้อมูลพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ศึกษาช่วงปีเพาะปลูก 2555-2556 (เริ่มดำเนินโครงการ)	3-2
3-2 จำนวนแปลงตัวอย่างเพื่อศึกษาเศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราเพื่อการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 1)	3-4
3-3 ชนิดพรรณกล้าไม้ที่นำมาทดลอง และแหล่งที่มาของกล้าไม้	3-36
3-4 ตัวแปรที่ใช้พิจารณาความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ	3-45
3-5 ระดับความยั่งยืนของระบบวนเกษตร	3-46
4-1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวแทนเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา	4-7
4-2 ระดับความรู้เกี่ยวกับวนเกษตรของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา	4-10
4-3 ความรู้เกี่ยวกับการทำวนเกษตรของเกษตรกรตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา	4-11
4-4 ปัญหาการทำสวนยางของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา	4-13
4-5 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-20
4-6 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราร่วมกาแฟในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-21
4-7 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราร่วมลำไยในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-23
4-8 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราร่วมไม้สักขอบแปลงในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-25
4-9 ต้นทุน และผลตอบแทนการเงินของการปลูกป่ายางในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-27
4-10 ต้นทุน ผลตอบแทน และกำไรสุทธิของการทำวนเกษตรป่ายางพารารูปแบบต่างๆ ในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-28
4-11 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน มูลค่าปัจจุบัน และอัตราตอบแทนภายในของการทำวนเกษตรป่ายางพาราในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา	4-29
4-12 สมการถดถอยของการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา	4-30
4-13 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดเชียงราย	4-32
4-14 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดเชียงราย	4-32

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-15 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดเชียงราย	4-33
4-16 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดเชียงราย	4-33
4-17 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า จังหวัดเชียงราย	4-34
4-18 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดเชียงราย	4-35
4-19 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดเชียงราย	4-36
4-20 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดพะเยา	4-36
4-21 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดพะเยา	4-37
4-22 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า จังหวัดพะเยา	4-38
4-23 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า จังหวัดพะเยา	4-38
4-24 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดพะเยา	4-39
4-25 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดพะเยา	4-39
4-26 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดน่าน	4-40
4-27 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดน่าน	4-40
4-28 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดน่าน	4-41
4-29 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า จังหวัดน่าน	4-41
4-30 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า จังหวัดน่าน	4-42
4-31 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดน่าน	4-42
4-32 จำนวนชนิด จำนวนต้นต่อไร่ ค่าความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index (H') ของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และไม้ใหญ่+ไม้รุ่น ปีที่ 2 (พ.ศ.2558)	4-44
4-33 เปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index (H') ของไม้ใหญ่ ปีที่ 1 และ ปีที่ 2 (พ.ศ.2557 และ 2558) จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง	4-45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-34 เปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ปีที่ 1 และ ปีที่ 2 (พ.ศ.2557 และ 2558) จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง	4-46
4-35 เปรียบเทียบปริมาณน้ำยางพาราที่กรี๊ดได้และน้ำยางพาราที่ค้างอยู่ในถ้วย จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง	4-46
4-36 ผลผลิตยางพาราต่อเนื้อที่กรี๊ด	4-47
4-37 ปริมาณการสะสมของเมล็ดในดิน	4-48
4-38 ปริมาณการร่วงหล่นของเมล็ด	4-49
4-39 อัตราการงอกของเมล็ดที่ระดับชั้นดิน	4-49
4-40 อัตราการงอกของเมล็ดที่ร่วงหล่น	4-50
4-41 ปริมาณซากพืชที่สะสมในดิน	4-51
4-42 ปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่น	4-52
4-43 ภาพถ่ายเรือนยอด	4-53
4-44 ผลของการปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกันที่มีต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา บริเวณแปลงตัวอย่างในจังหวัดเชียงราย น่าน และพะเยา	4-55
4-45 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่านน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2558	4-58
4-46 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่านน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558	4-61
4-47 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่านน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2558	4-64
4-48 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่านน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558	4-67
4-49 ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่านน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2558	4-69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-50 ปริมาณแสงเฉลี่ยในรอบวันก่อนเริ่มการทดลองใน 5 ชุดการทดลองเปรียบเทียบกับชุดควบคุม	4-73
4-51 การแบ่งชั้นของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมจากช่วงค่าของตัวแปรที่ได้จากโครงการ	4-96
4-52 การแบ่งชั้นของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจและสังคมจากข้อมูลที่ได้จากโครงการ	4-97
4-53 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การใช้ทรัพยากร ขนาดพื้นที่ถือครอง การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ	4-99
4-54 ช่วงชั้นของปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การใช้ทรัพยากร ขนาดพื้นที่ถือครอง การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ	4-100
4-55 ตัวชี้วัดด้านวนเกษตรและระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	4-102
4-56 ตัวชี้วัดด้านวนเกษตรและระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม	4-102
4-57 ตัวชี้วัดด้านวนเกษตรและระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคม	4-102
5-1 พืชที่แนะนำให้ปลูกร่วมกับยางพาราที่อายุต่าง ๆ	5-5

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดของการพัฒนารูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ	1-6
1-2 ความเชื่อมโยงของ 4 โครงการย่อยในแผนงานวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ	1-9
2-1 ความเชื่อมโยงของมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	2-11
2-2 กระบวนการเจริญทดแทน	2-29
3-1 ตำแหน่งแปลงทดลองในพื้นที่จังหวัดเชียงราย	3-6
3-2 ตำแหน่งแปลงทดลองในจังหวัดพะเยา	3-7
3-3 ตำแหน่งแปลงทดลองในจังหวัดน่าน	3-8
3-4 ขอบเขตบริเวณพื้นที่สำรวจสวนยางพาราอายุ 1-10 ปี ตำบลเชียงเคี่ยน อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย	3-9
3-5 อุณหภูมิ (เส้นทึบและวงกลม) ปริมาณน้ำฝน (แท่ง) จำนวนวันที่ฝนตก (ตัวเลขในแท่ง) และอัตราการคายระเหย (เส้นทึบ) รายเดือน จากข้อมูลภูมิอากาศ ย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2545–2555) ในจังหวัดเชียงราย	3-10
3-6 ตัวแปรอิสระในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตร	3-14
3-7 ที่ตั้งแปลงตัวอย่างการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ บริเวณอำเภอนาน้อย และอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน	3-24
3-8 เครื่องวัดน้ำฝนทั้งหมดและเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว (ซ้าย) และ 8 นิ้ว (ขวา)	3-25
3-9 การปกคลุมของเรือนยอดและการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่าง ที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณบ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-26
3-10 การปกคลุมของเรือนยอด และการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่าง ที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า (สัก) บริเวณบ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-26
3-11 การปกคลุมของเรือนยอด และการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่าง ที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล (มะขาม) บริเวณบ้านนาจอย ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-27
3-12 การปกคลุมของเรือนยอด และการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่าง ป่ายางพารา บริเวณบ้านผาหลัก ตำบลยอด อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน	3-28
3-13 การติดตั้งเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น บริเวณแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราผสมไม้ผล และยางพาราผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-14 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-30
3-15 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างสวนยางพาราร่วมกับไม้ป่า (สัก) บ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-30
3-16 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างสวนยางพาราร่วมกับไม้ผล (มะขาม) บ้านห้วยจ้อย ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	3-31
3-17 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างป่ายางพารา บ้านผาหลัก ตำบลยอด อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน	3-32
3-18 ลักษณะแปลงทดลองน้ำไหลบ่าหน้าดินและการสูญเสียดิน	3-33
3-19 แผนผังแสดงตำแหน่งชุดการทดลอง 6 ชุด ในการศึกษาปริมาณแสงที่มีผลต่อการเติบโตของกล้าพรณพีช 15 ชนิด โดยจำลองปริมาณแสงภายใต้ร่มยางพาราในชั้นอายุ 1-10 ปี	3-37
4-1 รูปแบบปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล (ก) ยางพาราร่วมกับลำไย (ข) ยางพาราร่วมกับกาแฟ	4-2
4-2 รูปแบบปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า (ก) สักแทรกหว่างแถว (ข) สักปลูกขอบแปลง	4-3
4-3 ป้ายางพารา (ก) ยางพาราร่วมกับหวาย มะขม กาแฟ ร่วมยาง (ข) ยางพาราร่วมกับมะแขว่น หวาย ร่วมยาง	4-4
4-4 แผนภูมิสรุปผลของการปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกันที่มีต่อสมบัติดิน และลักษณะทางอุทกวิทยา บริเวณแปลงตัวอย่างในจังหวัดเชียงราย น่าน และพะเยา	4-56
4-5 ปริมาณน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558	4-59
4-6 ปริมาณน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2557 และ 2558	4-62
4-7 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558	4-68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-8 สภาพอุณหภูมิ (เส้นทึบ) และความชื้นสัมพัทธ์ (เส้นประ) ในอากาศ: (a) ในรอบเดือนเฉลี่ยในปี 2558 (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน) และ (b) ในรอบวันเฉลี่ยจากข้อมูลอากาศตลอดทั้งปี ตั้งแต่เวลา 7.00–18.00 น. ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2 กิโลเมตรจากโรงเรียนทดลอง)	4-72
4-9 การเติบโตของเตย (<i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.) (H1)	4-73
4-10 การเติบโตของข่า (<i>Alpinia galangal</i> (L.) Wild.) (H2)	4-74
4-11 การเติบโตของชะพลู (<i>Piper sarmentosum</i> Roxb.) (H3)	4-74
4-12 การเติบโตของลิงลาว (<i>Tupistra albiflora</i> K. Larsen) (H4)	4-75
4-13 การเติบโตของหวาย (<i>Calamu</i> ssp.) (H5)	4-75
4-14 การเติบโตของเหลียง (<i>Gnetum gnemon</i> L.) (SH1)	4-76
4-15 การเติบโตของกาแฟ (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner) (SH2)	4-76
4-16 การเติบโตของชาเมี่ยง (<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze var. <i>assamica</i> (J.W.Mast.) Kitam. (SH3)	4-77
4-17 การเติบโตของมะตูมแขก (<i>Schinus terebinthifolius</i>) Raddi (SH4)	4-77
4-18 การเติบโตของมันปู (<i>Glochidion wallichianum</i> MuelL.) (SH5)	4-78
4-19 การเติบโตของตะเคียนทอง (<i>Hopea odorata</i> Roxb.) (T1)	4-78
4-20 การเติบโตของพะยุง (<i>Dalbergia cochinchinensis</i> Pierre) (T2)	4-79
4-21 การเติบโตของมะแขว่น (<i>Zanthozylum rhetsa</i> (Roxb.) DC.) (T3)	4-79
4-22 การเติบโตของมะม่วง (<i>Mangifera indica</i> L.) (T4)	4-80
4-23 การเติบโตของสัก (<i>Tectona grandis</i> L.f.) (T5)	4-80
4-24 การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (relative diameter rate) ของพืชจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยุง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5) โดยที่ไม้ล้มลุก (herb: H1–H5) ไม่ได้นำมาคิดรวมด้วย เนื่องจากส่วนใหญ่ไม่มีการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง	4-82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-25 การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง (relative height rate) ของพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิงลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)	4-83
4-26 การเติบโตสัมพัทธ์ทางการเพิ่มจำนวนใบ (relative leaf number rate) ของพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิงลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)	4-84
4-27 ปริมาณคลอโรฟิลล์จากการวัดด้วยเครื่องมือ SPAD (Model SPAD-502) ในพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิงลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)	4-89
4-28 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของการสังเคราะห์ด้วยแสง (Performance Index: PI) ด้วยเครื่อง Chlorophyll fluorometer (Model OS-30p+) ในพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิงลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)	4-90
4-29 การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ (stomatal conductance) ในหน่วยมิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) (ซ้าย) และ ความแตกต่างระหว่างความดันไอพืชและอากาศ (leaf-to-air vapor pressure deficit: LAVPD) ในหน่วยกิโลปาสกาล (kPa) (ขวา) ใน ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย (a) เตย (H1) (b) ชำ (H2) (c) ชะพลู (H3) (d) ลิงลาว (H4) และ (e) หวาย (H5)	4-93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-30 การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ และ LAVPD ในไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย (a) เหลียง (SH1) (b) กาแฟ (SH2) (c) ชาเมียง (SH3) (d) มะตูมแขก (SH4) และ (e) มันปู (SH5)	4-94
4-31 การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ และ LAVPD ใน ไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย (a) ตะเคียนทอง (T1) (b) พะยุง (T2) (c) มะแขว่น (T3) (d) มะม่วง (T4) และ (e) สัก (T5)	4-95
4-32 การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา” วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2559 เวลา 9.00-15.00 น. ณ ที่ว่าการอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน	4-106

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากความต้องการใช้อย่างธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปี 2550-2555 ทำให้ยางพาราเป็นชนิดพืชที่สร้างรายได้หลักเข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล โดยในพ.ศ. 2554 พบมูลค่าการส่งออกยางธรรมชาติกว่า 4.4 แสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) สมบูรณ์ (2554) รายงานว่าในช่วงปีพ.ศ. 2531-2553 อัตราการเติบโต (growth rate) ของการใช้อย่างธรรมชาติของโลกอยู่ที่ระดับ 3.78 ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเติบโตของการผลิตอยู่ที่ระดับ 3.59 หรืออัตราการใช้อย่างธรรมชาติสูงกว่าอัตราการผลิตร้อยละ 0.19 ต่อปี ในช่วงเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ยังได้พยากรณ์ต่อไปว่าในปี พ.ศ. 2563 ปริมาณการใช้อย่างธรรมชาติของจีนซึ่งมีการใช้อย่างธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งนับตั้งแต่ พ.ศ. 2544 จะสูงถึง 13,128 พันตัน ทำให้หลายชาติโดยเฉพาะประเทศไทย ได้ให้น้ำหนักมากกับการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ

ต่อมาในช่วง พ.ศ. 2556 ยางพาราเริ่มมีราคาตกต่ำอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าในปีพ.ศ. 2559 มูลค่าการส่งออกยางธรรมชาติลดลงเหลือ 1.55 แสนล้านบาท (สถาบันพลาสติก, 2560) ส่งผลกระทบกับเกษตรกรผู้ปลูกยางทั่วประเทศ ศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจ ทีเอ็มบี ประเมินแนวโน้มราคายางพาราในช่วงปี 2559 – 2560 จะทรงตัว จากปัจจัยหลัก ได้แก่ 1) ปริมาณความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อที่อาจเติบโตตามอุตสาหกรรมยานยนต์ประมาณร้อยละ 3 ต่อปี 2) ปริมาณการผลิตยางพาราจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี จากขยายพื้นที่ปลูกของอินโดนีเซีย เวียดนาม จีน และอินเดีย 3) ปริมาณสต็อกยางพาราที่ปรับตัวเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2553 ของอินโดนีเซีย เวียดนาม และจีน 4) ราคายางสังเคราะห์ที่เป็นสินค้าทดแทนยางพารา จะทรงตัวในระดับต่ำตามราคาน้ำมันดิบโลก ทำให้ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางปรับสัดส่วนการใช้ยางสังเคราะห์มากขึ้น

จากนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพาราที่ผ่านมา เกิดการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราอย่างรวดเร็วในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือที่เรียกกันว่า แหล่งปลูกยางใหม่ โอกาสการขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราไปในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมีมากขึ้น ทั้งพื้นที่นาข้าวที่มึ่น้ำทำนาอย่างอุดมสมบูรณ์ และนาข้าวที่เคยถูกทิ้งร้าง และพื้นที่ป่า ส่งผลให้พื้นที่ป่าไม้ของไทยซึ่งมีน้อยอยู่แล้ว ยิ่งน้อยลงไปอีก (สมบูรณ์, 2554) ก่อให้เกิดกระแสการต่อต้านการปลูกยางพารา โดยเฉพาะประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม อาทิ ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพ เพิ่มการพังทลายของดิน ลดการเกาะยึดของเม็ดดินเนื่องจากมีระบบรากตื้น ก่อให้เกิดภัยธรรมชาติ และก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการยอมรับจากนักวิชาการและนักสิ่งแวดล้อมตามมา โดยเฉพาะการปลูกสวนยางพาราเชิงเดี่ยว (monoculture) ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของประเทศ

อย่างไร หากมีการจัดการพื้นที่ปลูกให้สอดคล้องกับมิติทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น มีความคล้ายคลึงระบบนิเวศดั้งเดิม มีความหลากหลายของพรรณพืชพันธุ์สัตว์ มีการจัดโครงสร้างเรือนยอดที่ซับซ้อน ซึ่งทางวิชาการเรียกเกษตรกรรมรูปแบบนี้ว่า “วนเกษตร” วนเกษตรแบบป่ายาง เป็นรูปแบบวนเกษตรที่มีมาอย่างยาวนานในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น อินโดนีเซีย และทางภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยปลูกยางผสมผสานกับไม้ป่าตลอดจนปล่อยให้มีการเจริญทดแทนตามธรรมชาติจนมีสภาพใกล้เคียงป่า ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนของระบบนิเวศ น้ำฝน (2555) พบว่า สภาพป่าที่เขาคอหงส์ พบบางพาราเป็นไม้เด่น ปะปนกับ จำปาตะ สะตอ มังตาล แดง ในขณะที่พบว่ามีลูกไม้และกล้าไม้อย่างพาราที่สามารถเจริญทดแทนตามธรรมชาติได้ ดังนั้นจึงเป็นแนวทางที่สามารถประยุกต์ใช้และยอมรับได้ทั้งด้านวิชาการและเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

จากพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ในเรื่องการปลูกต้นไม้ “...ต้องปลูกป่าที่ขึ้นเร็วส่วนหนึ่ง และเป็นป่าสวนผสม ด้วยต้นไม้ที่ขึ้นช้าและไม้แข็ง ไม้ที่คนเขาหวง อยากได้ ไม้ที่แข็งนี้ส่วนมากรากลึก ต้องปลูกผสมกันมีครั้งต่อครั้งก็ได้ ปลูกต้นไม้ที่ขึ้นเร็วและขึ้นช้า ได้ผลที่ว่าแก้ไขปัญหาดินถล่ม น้ำท่วม ไม้บางชนิดได้ประโยชน์ เช่น ไม้ยางพารา มีประโยชน์ขึ้นเร็ว เวลาขึ้นมาแล้วใช้ประโยชน์ในทางน้ำยาง และใช้ประโยชน์ไม้ยาง 20 ปีก็ใช้ได้ หมายความว่า ค่าขายได้แต่ก็รากไม่หยั่งลึกไม่สามารถรักษาดินถล่มได้ เห็นได้จาก นครศรีธรรมราช ดินถล่ม คนตายไปเยอะแยะ มาตอนหลังดินถล่มภาคเหนือก็มีแพร่ น่าน ก็มี ...แต่ถ้าสามารถปลูกไม้แข็ง มีรากลึกก็จะป้องกันดินถล่ม...” และ พระราชดำรัสเกี่ยวกับแนวทาง “การปลูกป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง” ในวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2520 “....การปลูกป่าทดแทนตามไหล่เขา จะต้องปลูกต้นไม้หลายชนิด เพื่อให้ได้ประโยชน์เอนกประสงค์ คือ มีทั้งไม้ผล ไม้สำหรับก่อสร้าง และไม้สำหรับทำฟืน ซึ่งราษฎรจะต้องใช้เป็นประจำซึ่งเมื่อตัดไปใช้แล้ว ก็ถูกทดแทนเพื่อหมุนเวียนทันที” และ วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2524 “....การปลูกป่า 3 อย่าง แต่ให้ประโยชน์ได้ถึง 4 อย่าง ซึ่งได้ ไม้ผล ไม้สร้างบ้าน และไม้ฟืนนั้น สามารถใช้ประโยชน์ได้ถึง 4 อย่าง คือนอกจากประโยชน์ในตัวเองตามชื่อแล้ว ยังสามารถใช้ประโยชน์อันที่ 4 ซึ่งเป็นข้อสำคัญ คือ สามารถช่วยอนุรักษ์ดินและต้นน้ำลำธารด้วย”จากพระราชดำรัส แสดงถึงสายพระเนตรอันกว้างไกลและพระอัจฉริยภาพในการจัดการป่าอย่างยั่งยืน และสามารถประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือได้โดยตรง ซึ่ง นายสุวิทย์ รัตนมณี อธิบดีกรมป่าไม้ รายงานว่าในพื้นที่ 8 ลุ่มน้ำหลักในภาคเหนือตอนบน พบพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมถึง 8.46 ล้านไร่ (เดลินิวส์, 2555)

การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือ จาก การบูรณาการองค์ความรู้ทางด้านป่าไม้ เศรษฐกิจ สังคม และการเกษตร จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาครอบคลุมทั้งในระดับประเทศและระดับชุมชนที่ต้องพึ่งพิงป่า จากการขยายฐานการผลิตยางพาราของประเทศ การยุติกระแสการต่อต้านการปลูกไม้ยางพาราในสังคม การสร้างแหล่งไม้เพื่อการใช้สอย

แหล่งอาหาร รายได้แก่ชาวบ้าน และลดความเสี่ยงจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยว และการอำนวยความสะดวกทางด้านสิ่งแวดล้อมแก่ประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการพัฒนาระบบวนเกษตรแบบปายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือเป็นโครงการต่อเนื่อง 2 ปี ซึ่งการดำเนินงานในปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ คัดเลือก และวางแผนตัวอย่างในพื้นที่ที่มีการปลูกไม้ยางพาราร่วมกับพืชเกษตรอื่นๆ ตามแนวทางระบบวนเกษตร อย่างน้อย 4 รูปแบบ และดำเนินการเก็บข้อมูลด้านเศรษฐกิจสังคม (โครงการย่อยที่ 1) ลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ (โครงการย่อยที่ 2) สมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (โครงการย่อยที่ 3) และ พรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพารา (โครงการย่อยที่ 4) วัตถุประสงค์ในปีที่ 2 ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ผลการศึกษา ดังนี้

1.2.1 วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำวนเกษตรแบบปายางพาราและบทบาท ตลอดจนผลกระทบทางด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม
- 2) เพื่อพัฒนาระบบวนเกษตรแบบปายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยการบูรณาการองค์ความรู้ทุกสาขาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เทคนิคและรูปแบบการปลูกสร้างสวนยางพารา องค์ความรู้ด้านนิเวศวิทยา วนวัฒนวิทยา เศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น
- 3) เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ของระบบวนเกษตรแบบปายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือแก่ภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรที่สนใจ

1.2.2 วัตถุประสงค์ของโครงการย่อยที่ 1 “เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบปายางพาราเพื่อการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ”

- 1) เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรปายางพารา (ปีที่ 1)
- 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรปายางพารา
- 2) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบวนเกษตรปายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือ

1.2.3 วัตถุประสงค์ของโครงการย่อยที่ 2 “ลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ”

- 1) เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช ในพื้นที่เสื่อมโทรมที่มีการปลูกยางพาราในรูปแบบต่างๆ และพื้นที่ที่ยังคงสภาพเป็นป่าอยู่
- 2) เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณเมล็ดที่สะสมในดิน (soil seed bank) ในระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราที่ปลูกในรูปแบบต่างๆ
- 3) เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของเมล็ดไม้จากการร่วงหล่น (seed rain) ในระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราที่ปลูกในรูปแบบต่างๆ
- 4) เพื่อศึกษาการเจริญทดแทนตามธรรมชาติและการเติบโตของกล้าไม้และไม้หนุ่มในระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราที่ปลูกในรูปแบบต่างๆ
- 5) เพื่อศึกษารูปแบบการเติบโตและผลผลิตของไม้ยางพารา (น้ำยางและเนื้อไม้)
- 6) เพื่อศึกษาชนิดและความหลากหลายขององค์ประกอบของสังคมพืช ในพื้นที่เสื่อมโทรมที่มีการปลูกยางพาราในรูปแบบต่างๆ และพื้นที่ที่ยังคงสภาพเป็นป่าอยู่
- 7) เปรียบเทียบความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสียของการจัดการพื้นที่เสื่อมโทรมในภาคเหนือด้วยการปลูกยางพาราในรูปแบบต่างๆ และการคงสภาพเป็นป่าอยู่
- 8) เพื่อใช้ข้อมูลในการวางแผนแนวทางการจัดการระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน

1.2.4 วัตถุประสงค์ของโครงการย่อยที่ 3 “บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา”

- 1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการปลูกยางพาราแบบพืชเกษตรเชิงเดี่ยวกับรูปแบบวนเกษตรป่ายางพาราแบบต่างๆ ที่มีต่อสมบัติของดิน
- 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการปลูกยางพาราแบบพืชเกษตรเชิงเดี่ยวกับรูปแบบวนเกษตรป่ายางพาราแบบต่างๆ ที่มีต่อลักษณะทางอุทกวิทยา

1.2.5 วัตถุประสงค์ของโครงการย่อยที่ 4 “การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและการเติบโต”

“เพื่อคัดเลือกชนิดพรรณไม้ป่าที่สามารถนำไปปลูกและเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาวะร่มเงาในสวนยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยW โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

- 1) เพื่อสำรวจชนิดและประเมินการสังเคราะห์แสงของพรรณไม้ป่าที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ธรรมชาติโดยวิธีวัดการเปิดปิดของปากใบ (ปีที่ 1)
- 2) เพื่อคัดเลือกชนิดพรรณไม้ป่าที่มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงได้ดีในสภาวะร่มเงามาปลูกในแปลงทดลอง (ปีที่ 1)
- 3) เพื่อศึกษาปริมาณการสังเคราะห์แสงและการเติบโตที่ระดับความเข้มแสงแตกต่างกันในแปลงทดลองของพรรณไม้ป่าที่คัดเลือกได้จากข้อ 2) (ปีที่ 2)
- 4) เพื่อคัดเลือกชนิดพรรณไม้ป่าที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในแต่ละระดับความเข้มแสงและนำไปปลูกให้เหมาะสมกับสภาวะร่มเงาที่แตกต่างกันในพื้นที่สวนยางพารา พร้อมทั้งศึกษาการเติบโตในระยะแรก (ปีที่ 2)

1.3 กรอบแนวทางการวิจัย

การดำเนินแผนงานวิจัย “การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ” มีกรอบแนวคิดดังภาพที่ 1-1 คือ รูปแบบ (ทางเลือก) การปลูกไม้ยางพาราตามหลักวนเกษตร ที่พัฒนาจากการศึกษาและวิจัยโดยการบูรณาการองค์ความรู้ทุกสาขาที่เกี่ยวข้อง ภายใต้หลักการปฏิบัติได้จริง จะเป็นเครื่องมือที่สร้างความยั่งยืนให้แก่การขยายฐานทรัพยากรที่มีไม้ยางพาราเป็นหลักของประเทศไทย ทั้งด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

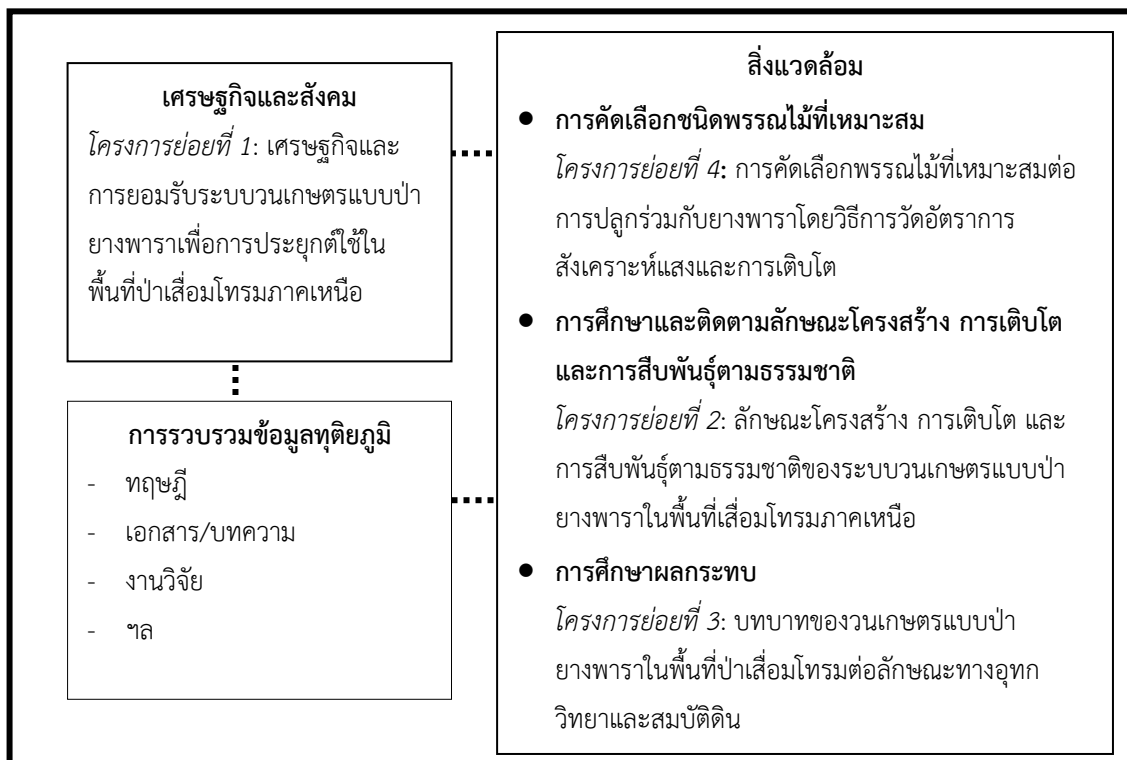
จากภาพที่ 1-1 เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ จึงมีการศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ด้าน ที่ส่งผลต่อความเหมาะสมของรูปแบบการปลูกยางพาราต่างๆ ได้แก่ **ด้านเศรษฐกิจและสังคม** คือ ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการทำป่ายางพาราวนเกษตร รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับของเกษตรกรซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับการส่งเสริมการทำวนเกษตรป่ายางพาราของหน่วยงานภาครัฐต่อไป ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลการศึกษาในด้านดังกล่าวยังมีอยู่ค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือที่ได้มีการขยายพื้นที่ปลูกมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาในเรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลให้กับเกษตรกร รวมทั้งให้หน่วยงานภาครัฐ และผู้เกี่ยวข้อง ศึกษาโดยนักวิจัยจากโครงการย่อยที่ 1

**Outcomes: ความยั่งยืนของการใช้ประโยชน์ทรัพยากรจากระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา
ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม**

- การถ่ายทอดองค์ความรู้รูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนแก่ชาวบ้าน ในรูปแบบการจัดประชุมระหว่างการศึกษาวิจัย อย่างน้อย 2 ครั้ง
- คู่มือกระบวนการจัดทำวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน 1 ฉบับ
- แปลงสาธิตรูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน อย่างน้อย 4 แปลง
- ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ อย่างน้อย 5 เรื่อง
- บทความวิชาการ อย่างน้อย 5 เรื่อง
- เพิ่มศักยภาพนักวิจัยรุ่นใหม่ อย่างน้อย 5 คน

Outputs

รูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ
โดย การนำแนวพระราชดำริด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยมียางพาราเป็นฐานมาประยุกต์ใช้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดของการพัฒนารูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ

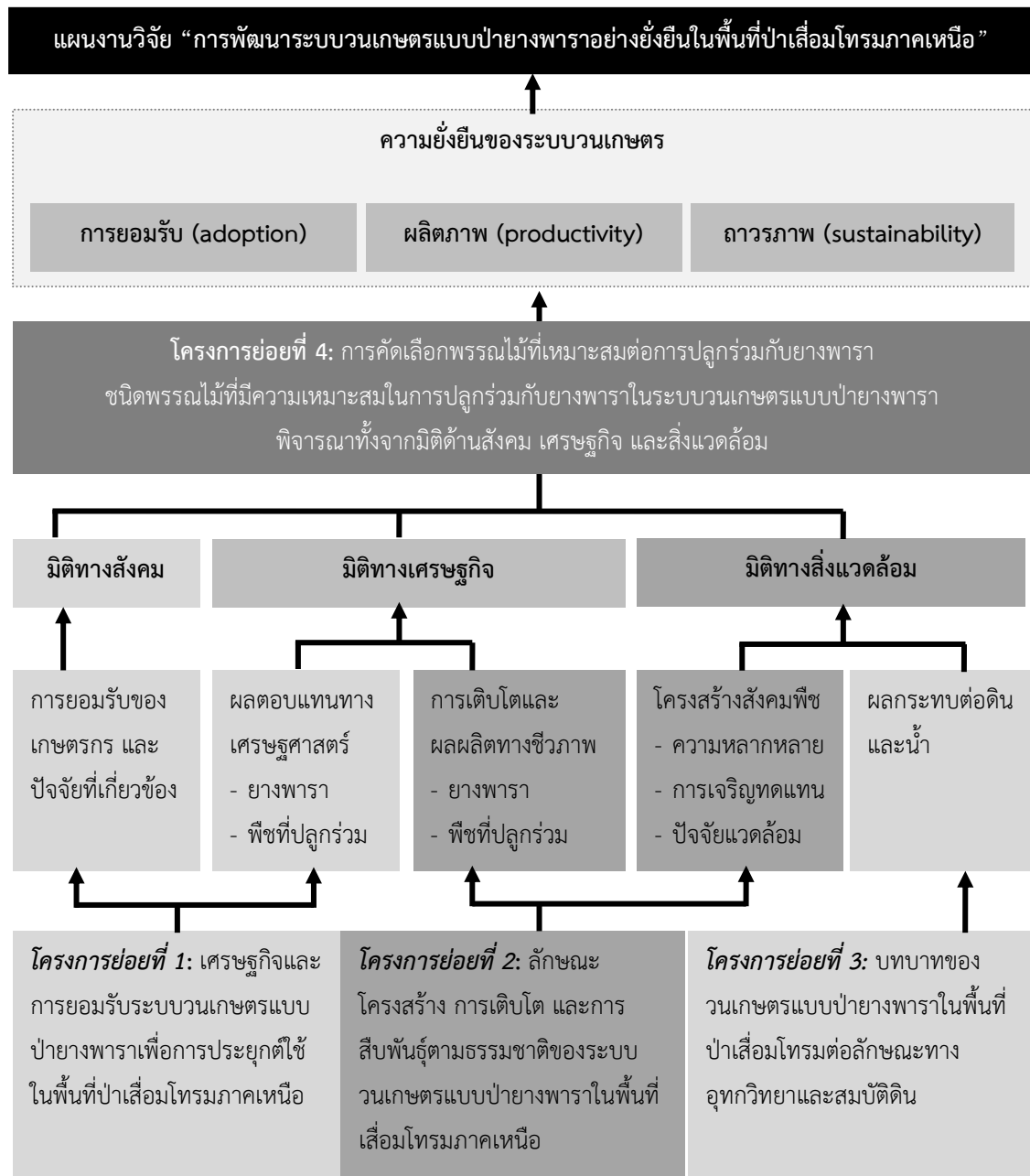
ด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การศึกษาลักษณะโครงสร้างของรูปแบบการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร ร่วมกับลักษณะการทดแทนของสังคมพืช โดยเฉพาะในการปลูกยางพาราแบบวนเกษตรจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ส่วนหนึ่งมาจากการตั้งตัวของกล้าไม้ โดยเฉพาะกล้าไม้ที่เกิดจากเมล็ด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำศึกษาแหล่งที่มาของเมล็ดทั้งที่โปรยร่วงหล่นจากแม่ไม้และเมล็ดที่สะสมอยู่ในดิน การเกิดขึ้นของกล้าไม้ รวมถึงการรอดตาย และการเติบโตของกล้าไม้ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะใช้ตรวจสอบและเป็นข้อมูลที่บ่งชี้ให้เห็นถึงข้อได้เปรียบ ข้อเสียเปรียบในบางกรณีเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการปลูกยางพาราแบบชนิดเดียวล้วน ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะนี้จะทำให้เห็นข้อแตกต่างของการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามาก่อน ในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยการประเมินทางนิเวศวิทยา ด้วยการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชที่ปกคลุมพื้นที่นั้นอยู่การตรวจวัดการรอดตายและการเติบโตของพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ในองค์ประกอบของหมู่ไม้ทั้งที่เป็นไม้ยางพาราและไม้ชนิดอื่นๆ ที่ขึ้นร่วมอยู่ ก็จะเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินถึงความสำเร็จในด้านการสร้างผลผลิต และการรักษาเสถียรภาพของสังคมพืช ซึ่งก็ได้ดำเนินการในโครงการย่อยในส่วนนี้ด้วยเช่นกัน ศึกษาโดยนักวิจัยจากโครงการย่อยที่ 2

การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของวนเกษตรแบบปลูกยางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา เนื่องด้วยในช่วงสิบปีที่ผ่านมา ผลจากราคายางพาราที่สูงขึ้น ทำให้เกษตรกรหลายๆ พื้นที่ในประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ต้นน้ำลำธารทางภาคเหนือของประเทศ เริ่มหันมาให้ความสนใจปลูกยางพาราแทนพืชเกษตรชนิดอื่นมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การปลูกในเชิงพาณิชย์แบบพืชเชิงเดี่ยวในพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงชัน ย่อมไม่ส่งผลดีต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมดังที่พงษ์ศักดิ์ และพิณทิพย์ (2552) ได้นำเสนอไว้ ในขณะเดียวกันกับที่ไม่สามารถหยุดยั้งการใช้พื้นที่ของเกษตรกรบนที่สูงได้ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และเกษตรกรก็ยังสามารถได้รับผลตอบแทนจากการใช้ที่ดินก็คือการปลูกยางพาราแบบผสมผสานในลักษณะของวนเกษตร ดังนั้นการศึกษาของโครงการย่อยที่ 3 จึงเป็นความพยายามที่จะค้นหารูปแบบวนเกษตรที่เหมาะสมต่อการลดผลกระทบที่มีต่อโครงสร้างของดินและลักษณะทางอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายและเป็นต้นแบบให้เกษตรกรผู้สนใจสามารถนำไปปฏิบัติเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมได้ต่อไป

การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพารา โดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและการเติบโต เป็นการศึกษาเพื่อคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกภายใต้ร่มเงาของหมู่ไม้ยางพารา โดยใช้วิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าแสงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชต้องการแสงในช่วงคลื่นที่เหมาะสมในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นอาหารหลักของพืช แต่ในพื้นที่ป่าหรือสวนป่า บริเวณพื้นล่างจะได้รับแสงที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงน้อย เนื่องจากการปกคลุมของเรือนยอดจากไม้หลักที่ปลูก เพราะฉะนั้นในการที่จะปลูกพืชชนิดอื่นๆ ร่วมกับไม้หลักในสวนป่าจำเป็นต้องมีการศึกษาหาชนิดพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาพแสงน้อย และเพื่อเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากการปลูก

ยางพารา การทดลองเพื่อหาชนิดพรรณพืชที่มีความทนทานต่อร่มเงาเพื่อจะนำไปปลูกภายในสวนยางพาราจึงมีความจำเป็น และเนื่องจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต ดังนั้นการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืชจะสามารถตอบคำถามได้ว่าพืชชนิดใดเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในสวนยางพารา

การจะบรรลุถึงวัตถุประสงค์ของแผนงานได้นั้น จำเป็นต้องพิจารณาจาก 3 ตัวชี้วัด คือ 1) ผลิตภาพ (productivity) 2) ถาวรภาพ (sustainability) และ 3) การยอมรับ (adoption) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาทั้งในด้านการเติบโต ผลผลิตน้ำยาง ตลอดจนผลผลิตเนื้อไม้ ในตัวชี้วัดที่ 1 สำหรับตัวชี้วัดที่ 2 พิจารณาจากความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของผลผลิตที่ได้ คือน้ำยางและผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมในพื้นที่ ตัวชี้วัดที่ 3 ใช้การประเมินจากผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 สำหรับในโครงการย่อยที่ 2 นี้เป็นส่วนที่จะเป็นเครื่องมือในตัวชี้วัดที่ 1 และ 2 โดยการศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างของชนิดพรรณไม้ที่ถูกสร้างขึ้นมา การเติบโตหรือการสร้างผลผลิตของพืชพรรณที่อยู่ในระบบทั้งหมด และพัฒนาการของสังคมพืชที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป ซึ่งสามารถสรุปความเชื่อมโยงของโครงการย่อยและผลที่คาดว่าจะได้รับ ได้ดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 ความเชื่อมโยงของ 4 โครงการย่อยในแผนงานวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 วนเกษตร

2.1.1 นิยาม

วนเกษตร (agroforestry) เป็นศัพท์ที่ใช้เรียก ระบบเกษตรที่มีการปฏิบัติในประเทศไทยมาช้านาน ในลักษณะสวนไม้ผลผสมผสานกับไม้ใช้สอยหลังบ้าน ลักษณะเฉพาะของระบบวนเกษตร คือ มีการปลูกไม้ยืนต้น (tree) ร่วมกับพืชเศรษฐกิจ (crop) หรือปศุสัตว์ (livestock) ผสมผสานกัน มีหลายหน่วยงานให้คำจำกัดความของคำว่า วนเกษตร (สุรจิต, 2549) เช่น ญัฐวัฒน์ (2550) กล่าวว่า “ระบบวนเกษตร (agroforestry systems) เป็นระบบการใช้ที่ดินที่มีการปลูกต้นไม้ร่วมกับพืชเกษตร และหรือปศุสัตว์ โดยมีการจัดการช่องว่างหรือจัดช่วงเวลาให้เหมาะสม โดยองค์ประกอบภายในระบบ มีปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสมทั้งด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ อันเป็นการใช้ที่ดินที่ผสมผสานความกลมกลืนให้เกิดขึ้นระหว่างไม้ยืนต้นกับกิจกรรมการเกษตรต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสมดุลทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของที่ดินหน่วยหนึ่งซึ่งอาจเป็นในระดับแปลง ระดับฟาร์ม ระดับลุ่มน้ำ ไปจนถึงระดับประเทศ”

พิทยา (2540) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับวนเกษตรว่า เป็นเครื่องมือหรือวิชาของการจัดการรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างผสมผสานระหว่างกิจกรรมหลักด้านการป่าไม้ การเกษตร และ/หรือ ปศุสัตว์ ในพื้นที่หนึ่งๆ ในเวลาเดียวกันหรือสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันไประหว่างกิจกรรมหลักดังกล่าว เพื่อให้ได้ผลผลิตรวมต่อเนื่องที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอตลอดไป โดยประยุกต์วิชาการหลายๆ ด้าน ที่มีอยู่ในพื้นที่นั้นๆ มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงความถนัดและความต้องการของชุมชนนั้นๆ โดยตรง

คณะกรรมการเครือข่ายการศึกษาวนเกษตรแห่งประเทศไทย (2547) กล่าวว่า ระบบวนเกษตรเป็น “กลยุทธ์” “เครื่องมือ” หรือ “วิธี” ของการจัดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างผสมผสานระหว่างกิจกรรมด้านการป่าไม้ การเกษตร รวมทั้งการเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่เดียวกันหรือสลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันไป เพื่อให้ได้ผลผลิตอย่างสม่ำเสมอตลอดไป โดยเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์วิชาการแทบทุกด้านที่สามารถปฏิบัติเองเพื่อนำเอาพลังงานและทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่นั้นๆ มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศน์เป็นสำคัญ เพื่อตอบสนองความต้องการและความถนัดทางสังคมของมนุษย์ โดยเฉพาะชาวชนบทที่เกี่ยวข้องในพื้นที่นั้นๆ มากที่สุด

มณฑล และสมภัทร (2541) ได้สรุปจากคำจำกัดความของคำว่าวนเกษตรไว้เป็นประเด็นที่ควรศึกษาไว้ดังนี้

1) วนเกษตร จะเกี่ยวข้องกับพืชไม่น้อยกว่า 2 ชนิด และหนึ่งในจำนวนนั้นจะต้องเป็นพืชที่ให้น้ำ (woody perennial) ซึ่งอาจเป็น ไม้ป่า ไม้ผล ไม้ไผ่ ปาล์ม เป็นต้น

- 2) วนเกษตรมีเป้าหมายที่การผลิตอย่างยั่งยืนและเป็นที่ยอมรับได้ของผู้ปฏิบัติ
- 3) การจัดเรียงระหว่างองค์ประกอบของไม้ยืนต้นและองค์ประกอบอื่นจะอยู่ในที่ดินเดียวกันในระดับเล็กที่สุดคือแปลง และใหญ่ขึ้นเป็นระดับฟาร์ม ระดับชุมชน จนกระทั่งประเทศ โดยจัดเรียงไปตามพื้นที่ (spatial arrangement) หรือจัดเรียงไปตามเวลา (temporal arrangement)
- 4) ผลผลิตจากระบบวนเกษตรมักจะมีมากกว่า 2 อย่าง และวัฏจักรของระบบในเกษตรจะมากกว่า 1 ปีขึ้นไป
- 5) ระบบวนเกษตรจะมีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว
- 6) ในบางสถานการณ์ การมีต้นไม้และพืชเกษตรขึ้นอยู่ร่วมกันอาจไม่เรียกว่าระบบวนเกษตรก็ได้ ถ้าไม่ได้มีการจัดการให้เกิดผลด้านเศรษฐกิจหรือนิเวศวิทยา เช่น ต้นไม้ที่ถูกทิ้งทิ้งกระจายตามหัวไร่ปลายนา

2.1.2 องค์ประกอบของระบบวนเกษตร

หากอาศัยลักษณะการปรากฏร่วมกันขององค์ประกอบในระบบวนเกษตร ได้แก่ ต้นไม้ร่วมกับพืชเกษตร ต้นไม้ร่วมกับสัตว์เลี้ยง หรือ ต้นไม้ร่วมกับพืชเกษตรและสัตว์เลี้ยง ก็อาจจำแนกออกเป็นระบบได้ดังนี้

- 1) ระบบเกษตรป่าไม้ (agrisilviculture systems) เป็นระบบการใช้ที่ดินร่วมกันระหว่างพืชเกษตรและไม้ยืนต้น เน้นที่การผลิตด้านการเกษตรเป็นหลัก ได้แก่ ระบบพักดิน สวนไม้ผล ไม้โอเณกประสงค์ในพื้นที่เกษตรกรรม สวนไม้ควบพืชสวน และแถวไม้พุ่มในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น
- 2) ระบบป่าไม้เกษตร (silviagriculture systems) เป็นระบบการใช้ที่ดินร่วมกันระหว่างพืชเกษตรและไม้ยืนต้น เน้นที่การผลิตด้านการปลูกป่าเป็นหลัก ได้แก่ ระบบตอยางหรือการปลูกพืชควบในสวนป่า สวนไม้ป่าชุมชน และแถบไม้กั้นลม เป็นต้น
- 3) ระบบป่าไม้ปศุสัตว์ (silvopastoral systems) เป็นการใช้ที่ดินร่วมกันระหว่างไม้ยืนต้นและการเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ การเลี้ยงสัตว์ในสวนป่า การปลูกไม้อาหารสัตว์แล้วตัดไปเลี้ยงวัว ไม้อาหารสัตว์ และการปลูกต้นไม้และไม้พุ่มในทุ่งหญ้า เป็นต้น
- 4) ระบบเกษตรป่าไม้ปศุสัตว์ (agrisilvopastoral systems) เป็นการใช้ที่ดินร่วมกันเกษตร ปศุสัตว์ และไม้ยืนต้น ได้แก่ ระบบสวนบ้านที่มีการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น
- 5) นอกจากนี้ยังมีระบบผสมผสานในการปลูกไม้ คือ ระบบวนเกษตรเชิงซับซ้อน (complex agroforestry) ซึ่งเป็นการทำการเกษตรเลียนแบบธรรมชาติ

2.1.3 บทบาทของระบบวนเกษตร

1) ด้านนิเวศวิทยา บนพื้นฐานด้านนิเวศวิทยา ระบบวนเกษตรก่อให้เกิดประโยชน์ที่เหมาะสมภายใต้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดไม้ พืชเกษตร และหรือสัตว์เลี้ยง โดยเฉพาะระบบวนเกษตรแบบดั้งเดิมที่มีลักษณะนิเวศคล้ายกับป่าธรรมชาติซึ่งมีความเชื่อว่าทำให้เกิดความยั่งยืน ซึ่งจะได้จากการมีความหลากหลายของชั้นเรือนยอดของไม้ยืนต้นและองค์ประกอบอื่น (Farrell and Altieri, 1995) ไม้ยืนต้นจะส่งผลกระทบต่อความชื้นในดิน ปริมาณธาตุอาหารในดิน และความหลากหลายทางชีวภาพ (Young, 1989) อย่างไรก็ตาม ระบบวนเกษตรซึ่งเป็นระบบนิเวศเฉพาะจะมีวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม และการเลือกวิธีการทำวนเกษตรที่เหมาะสมส่วนมากจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมจำเพาะหนึ่งๆ (Young, 1984)

- ความชื้นในดิน (soil moisture) ความชื้นในดินมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มหรือเคลื่อนย้ายธาตุในดิน ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนรายปีและอุณหภูมิ รวมทั้งทิศด้านลาด ความลาดชัน ลม และการปกคลุมของพืชพรรณ (Yaalon, 1983) กิจกรรมการเกษตรได้ส่งผลให้อุณหภูมิและความชื้นบริเวณผิวน้ำดินเปลี่ยนไปซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมทั้งการสูญเสียธาตุอาหารของหน้าดินจะสูงตามอัตราการไหลบ่าของน้ำหน้าดินมีปริมาณและความเร็วเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการชะล้างธาตุในดินบางอย่างออกไป (Daniels and Hammer, 1994)

- ปริมาณธาตุอาหารในดิน (soil nutrient) ระบบการเกษตรแบบดั้งเดิม (traditional agriculture) เป็นรูปแบบของการทำการเกษตรที่แสดงให้เห็นถึงความยั่งยืนของการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งจะถูกเก็บรักษาโดยการหมุนเวียนของเศษซากพืชและมูลสัตว์ วัชพืชถูกนำมาใช้เพื่อปกคลุมดินและป้องกันการเกิดกษัยการของดิน ทั้งนี้เนื่องจากระบบการเกษตรแบบดั้งเดิมจะมีลักษณะคล้ายกับระบบนิเวศธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ภายใต้ระบบการเกษตรทางเลือก พบว่า ดินเกิดการกษัยการและถูกชะล้างซึ่งทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง (Marten, 1990) ดังนั้นการปลูกพืชแบบวนเกษตรจึงจะช่วยเก็บรักษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ระดับของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โครงสร้างดิน อัตราการซึมซับน้ำ เป็นต้น รวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการหมุนเวียนธาตุอาหาร ป้องกันและลดการเกิดกษัยการของดิน การตรึงไนโตรเจนของไม้จำพวกตระกูลถั่ว ซึ่งเกิดจากการไซซอนของรากไม้ยืนต้นในดิน สิ่งเหล่านี้จึงเป็นข้อดีของระบบวนเกษตรต่อผลิตภาพของดิน (Lal, 1989a; Lal 1989b; Lal, 1989c)

- ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ในบางครั้งการมีถาวรภาพ (stability) และเสถียรภาพ (sustainability) ของระบบวนเกษตรแบบดั้งเดิมนับเป็นพื้นฐานของความหลากหลายทางชีวภาพภายในระบบ ความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณพืชจะวัดโดยจำนวนและความหลากหลายของชนิดพืชที่เกษตรกรปลูก ซึ่งจะประกอบทั้งชนิดพันธุ์พืชจากป่าหรือนำมาเพาะเลี้ยงไว้เพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารหรือเพื่อประโยชน์อย่างอื่น (Brookfield and Padoch, 1994) ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรจะลดความเสี่ยงโดยการปลูกพืชหรือไม้หลายชนิดและหลายพันธุ์ เช่น ป่ายาง (jungle rubber

system) ในเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งพบว่ามีชนิดพืชอยู่ 226 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับ 6 ชนิดที่พบในสวนยางพารา และ 382 ชนิดที่พบในป่าธรรมชาติ (Gouyon, 1996)

2) ด้านเศรษฐกิจ (economic Aspects) ระบบวนเกษตรถูกคาดหวังว่าจะสร้างมูลค่าของผลผลิตสูงกว่าเมื่อใช้ต้นทุนทรัพยากรเท่ากัน หรือมีจำนวนผลผลิตเท่ากันแต่ใช้ทรัพยากรน้อยกว่า ระบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (Hoeksatra, 1987) ข้อดีของระบบวนเกษตรมาจากผลกระทบเชิงบวกด้านชีววิทยาซึ่งส่งผลด้านดีทางเศรษฐกิจ และหรือจากวิธีการจัดการ ตัวอย่างเช่น การใช้แรงงานที่ลดลงโดยการเก็บไม้ฟืนไปพร้อมกับการดูแลสวนในทุ่งหญ้า (Hoekstra, 1990) การผสมผสานต้นไม้ในการใช้ที่ดินจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจที่หลากหลายและเป็นการแรงจูงใจ กล่าวคือ ประการแรก ต้นไม้จะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารจากการร่วงหล่นของซากพืชซึ่งจะช่วยลดต้นทุนของการใช้ปุ๋ย ต้นไม้ช่วยลดการเกิดกษัยการของดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงธาตุอาหารที่อยู่ในดินระดับลึกมาใช้ประโยชน์ ประการที่สอง มูลค่าทางเศรษฐกิจของต้นไม้ซึ่งจะช่วยเพิ่มจำนวนผลผลิตทั้งหมดของการใช้ที่ดิน นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดจะลดความเสี่ยงจากความล้มเหลวของการปลูกพืชชนิดเดียว และต้นไม้ยังเป็นต้นทุนที่สามารถนำมาใช้เมื่อจำเป็นด้วย (Arnold, 1983) ภาคการเกษตรในปัจจุบันเกษตรกรอาจต้องการปัจจัยด้านแรงงานขั้นต่ำและมีรายได้สูงสุดโดยการปลูกพืชเชิงเดี่ยวเพื่อตลาดที่มีแน่นอน (Charlton, 1987) แต่ในประเภทการผลิตโดยภาพกว้าง นับว่าเป็นสิ่งที่ยากที่จะก่อให้เกิดการบริโภคอย่างพอเพียงได้ เมื่อพิจารณาจากความต้องการสินค้าเพื่อการอุปโภคและบริโภคของคนในท้องถิ่น (Spears, 1980) สังเกตได้ง่ายจากการเข้าถึงตลาดและมีความคุ้มค่าจำเป็นต้องมีผลผลิตที่หลากหลายจากระบบการผลิตของระบบวนเกษตร (Denevan et al, 1985)

3) ด้านสังคม (social aspects) แม้ว่าจะมีระบบวนเกษตรหลายรูปแบบที่เหมาะสมทั้งระบบวนเกษตรแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ อย่างไรก็ตาม การถ่ายทอดและนำเทคโนโลยีวนเกษตรไปใช้อาจต้องประสบปัญหาแรงบีบคั้นด้านเศรษฐกิจสังคม Charlton (1987) ได้จำแนกและแบ่งแรงบีบคั้นออกเป็น 4 ด้านหลัก ได้แก่ วัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมือง และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการยอมรับระบบการเกษตรแบบยั่งยืน ด้านวัฒนธรรม ตัวอย่างเช่น การทำสวนชาของชาวเขาทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นระบบวนเกษตรที่ช่วยรักษาไม้ป่าเพื่อทำหน้าที่เป็นร่มเงาและเป็นปุ๋ยให้กับต้นชา แต่มองอีกด้านหนึ่ง การทำไร่เลื่อนลอยโดยชาวเขาบางรายก็ส่งผลให้เกิดการทำลายป่าอย่างรุนแรง (Preechapanya, 1993) ดังนั้นเกษตรกรที่มีการเพาะปลูกแบบไร่เลื่อนลอยจึงมีความยั่งยืนน้อยกว่าการทำสวนชา

2.1.4 เศรษฐกิจของระบบวนเกษตร

การประเมินวนเกษตรโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์สามารถทำได้ 2 ด้านได้แก่ 1) ผลิตภาพ (productivity) ในรูปของผลผลิต (ผลผลิตต่อไร่หรือต่อหน่วยลงทุน) ผลผลิตต่อหน่วยลงทุนนอกจากแสดงให้เห็นถึงศักยภาพทางภาพของพื้นที่ในการให้ผลผลิตแล้ว ยังเป็นตัวชี้วัดถึงความสามารถในด้านเทคนิค

การจัดการรวมถึงความรู้ความสามารถของเกษตรกรด้วย 2) ผลตอบแทน (profitability) แสดงถึงกำไรสุทธิต่อไร่หรือต่อหน่วยลงทุน ในกรณีของฟาร์มที่ทำแบบยังชีพ (subsistence farm) ผลตอบแทนอาจหมายถึง การพึ่งพาตนเองของฟาร์มไม่ใช่ตัวเงินแต่อาจเป็นอาหารเป็นหลัก และการที่ไม่ต้องพึ่งปัจจัยภายนอกมากนัก ส่วนฟาร์มที่มีการลงทุนเพื่อผลตอบแทนในรูปเงินอาจวัดผลสำเร็จโดยใช้รายได้สุทธิต่อหน่วยการลงทุน เช่น ที่ดิน เงินลงทุน หรือต่อหน่วยแรงงานที่ใช้ เป็นต้น การวัดผลตอบแทนของการทำวนเกษตรอาจวัดโดยใช้ 3 วิธีการ ได้แก่

1) รายได้ทั้งหมด (Net Return: NR) เหมาะสมสำหรับใช้วัดผลการดำเนินการในรูปของบัญชีเงินสดเพื่อดูความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการทำวนเกษตร โดยหาได้จาก

$$NR = TGR - TC$$

โดย TGR (Total Gross Return) คือ รายได้ทั้งหมดของกิจกรรมหรือผลผลิตทั้งหมด (อาจรวมถึงผลพลอยได้อื่นๆ ด้วย) คูณกับราคา ส่วน TC (Total Cost) คือต้นทุนทั้งหมด แบ่งออกเป็น ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

2) กำไรสุทธิ (Gross Margin: GM) เป็นตัววัดที่เหมาะสมที่สุดของการประเมินประสิทธิภาพของการทำวนเกษตรมากกว่าดูแต่เรื่องของบัญชี เช่น ต้องการเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการผลิตของระบบวนเกษตรว่าองค์ประกอบใดภายในระบบให้ผลตอบแทนสูงสุด

$$GM = TGR - VC$$

โดย VC (Variable Cost) คือ ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนกับขนาดหรือหน่วยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์พืช ปุ๋ย แรงงาน ฯลฯ

3) ต้นทุนต่อผลผลิต 1 หน่วย (Cost of Production: COP) หาได้จากต้นทุนทั้งหมดหารด้วยผลผลิตที่ได้จากต้นทุนต่อหน่วยการผลิต

นอกจากนี้การประเมินผลตอบแทน สามารถวัดได้โดยใช้ผลตอบแทนของการลงทุนต่อหน่วยทรัพยากรการผลิต โดยวัดผลตอบแทนในรูปของรายได้สุทธิต่อหน่วยการผลิต 1 หน่วย เช่น ต่อที่ดิน 1 ไร่ หรือต่อแรงงานครอบครัว 1 วันงาน เป็นต้น ดังนี้

1) การวัดกำไรสุทธิต่อหน่วยพื้นที่: คำนวณโดย กำไรสุทธิ (ต้นทุนผันแปรที่ใช้หาจากรวมมูลค่าการใช้แรงงานทั้งหมด) หารด้วยพื้นที่การผลิต เช่น 1 ไร่ หรืออาจเป็นบ่อปลา 1 บ่อ เป็นต้น

2) การวัดกำไรสุทธิต่อแรงงานที่ใช้: คำนวณโดย กำไรสุทธิ (ต้นทุนผันแปรไม่คิดรวม แรงงานที่ใช้ทั้งหมด (รวมถึงแรงงานจ้าง) หาดด้วยจำนวนแรงงานที่ใช้ทั้งหมด ประโยชน์ที่ได้คือทราบ ผลตอบแทนต่อวันของการใช้แรงงาน ถ้าต่ำกว่าค่าจ้างในตลาดแรงงาน เกษตรกรอาจพิจารณาจ้างนอก ฟาร์มมากกว่า ยกเว้นกรณีการผลิตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อยังชีพเป็นหลัก

อย่างไรก็ดี เนื่องจากโครงการวนเกษตรเป็นการดำเนินการในระยะยาว ดังนั้นการประเมินความ เป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ว่ามีความคุ้มค่ากับการลงทุนมากน้อยเพียง จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทาง การเงินของโครงการวนเกษตรที่ส่งเสริมเพื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีโครงการ

สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการวนเกษตรในรูปของตัวเงินโดยคิดเฉลี่ยต่อพื้นที่ จะใช้หลักเกณฑ์การวัดความเหมาะสมของการลงทุน 3 วิธีด้วยกัน (ชูชีพ, 2540) คือ

1) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: BCR) คือ อัตราส่วนระหว่าง มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุของโครงการ มี สูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$B/C = \sum_{t=1}^n B_t(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^n C_t(1+r)^{-t}$$

เมื่อ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

t = ระยะเวลาของโครงการ (1, 2,..., n)

เกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจในการลงทุน คือ $B/C > 1$

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของ ผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุโครงการ มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ย

t = ระยะเวลาของโครงการ (1, 2, ..., n) โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ

เกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจในการลงทุน คือ $NPV > 0$ หรือมีค่าเป็นบวก

3) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งก็คืออัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เมื่อกำหนดให้ r คือ IRR แล้วค่า r จะสามารถหาได้จากการแก้สมการดังต่อไปนี้

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

เมื่อ B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ย

t = ปีที่ 1, 2,, n โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการยอมรับโครงการ คือ

เมื่อ $IRR > \text{ค่าเสียโอกาสของทุน}$ หรือ $IRR > \text{อัตราดอกเบี้ยเงินกู้}$

2.1.5 การประเมินด้านการยอมรับระบบวนเกษตร

การประเมินการยอมรับเทคโนโลยีวนเกษตรนั้น ไม่ใช่การประเมินในลักษณะที่วัดเพียงแต่ประสิทธิภาพเกี่ยวกับเทคโนโลยีวนเกษตรที่นำไปส่งเสริมแต่เพียงอย่างเดียวว่าหากมีผลผลิตภาพและถาวรภาพหรือความยั่งยืนของระบบสูงก็จะทำให้เกิดการยอมรับของเกษตรกรได้ง่าย แต่ในบางครั้งยังมีปัจจัยแวดล้อมของเกษตรกรและชุมชนที่ส่งผลต่อการยอมรับเช่นเดียวกัน โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยอมรับระบบวนเกษตรนอกเหนือจากปัจจัยด้านผลิตภาพและความยั่งยืนของระบบอาจสรุปได้เป็น 5 ด้าน ได้แก่

1) สิทธิในที่ดินทำกิน เรื่องสิทธิทำกินในที่ดินของเกษตรกรนับเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรยอมรับระบบวนเกษตรไปใช้ เพราะหากเกษตรกรมีความรู้สึกไม่มั่นคงในการพัฒนาการใช้ที่ดินแล้ว หากพัฒนาระบบวนเกษตรซึ่งต้องลงทุนและลงแรงมากในระยะเวลาอันยาวนานแล้วจะไม่ถูกยึดกลับไปเป็นของรัฐเพื่อปลูกป่าใหม่ แต่ในทางกลับกันในหลายพื้นที่เงื่อนไขกลับเป็นแรงกระตุ้นสำคัญในการชักนำให้เกษตรกรหันกลับมาพัฒนาการใช้ที่ดินโดยระบบวนเกษตร อย่างไรก็ตาม การมีสิทธิในที่ดินทำกินก็ไม่ใช่เครื่องการันตีว่าเกษตรกรจะยอมรับนำวนเกษตรไปใช้ เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

2) แรงงาน ระบบวนเกษตรที่ส่งเสริมบางครั้งนักวิจัยต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้แรงงานของเกษตรกรให้สอดคล้องกับกิจกรรมของระบบวนเกษตรที่ได้แนะนำไป ซึ่งหากเป็นระบบต้องใช้แรงงานครัวเรือนหรือแรงงานจากภายนอกเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกษตรกรมีเวลาไปทำกิจกรรมอื่นๆ กับครอบครัวหรือชุมชนลดน้อยลง โอกาสที่เกษตรกรจะนำระบบวนเกษตรก็ย่อมลดน้อยลงด้วย ดังนั้นความเข้มข้นของการใช้แรงงานในการจัดการแปลงเป็นสิ่งสำคัญซึ่งรูปแบบวนเกษตรแต่ละประเภทก็จะมี

ความเข้มข้นของการใช้แรงงานแตกต่างกัน Raintree and Warner's (1986) โดยเริ่มจากระบบวนเกษตรที่มีต้องอาศัยแรงงานไม่มากเช่น การทำไร่เลื่อนลอย จนไปสู่ระบบวนเกษตรที่ต้องใช้แรงงานอย่างเข้มข้น เช่น ระบบวนเกษตรแบบหลายชั้นเรือนยอด ความยากง่ายของเทคโนโลยี บางครั้งระบบวนเกษตรที่ส่งเสริมนั้นมีการใช้เทคโนโลยีที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน จำเป็นต้องนำเข้าปัจจัยการผลิตจากภายนอกมากขึ้น เช่น เครื่องจักรกล อุปกรณ์ทันสมัย เป็นต้น หรือต้องใช้แรงงานอย่างประณีตในการบำรุงรักษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร ในขณะที่หากเทคโนโลยีวนเกษตรที่ส่งเสริมเป็นอะไรที่ง่ายสำหรับการปฏิบัติของเกษตรกรสอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเดิม ไม่มีการลงทุนหรือลงทุนเพิ่มไม่มากนักโอกาสที่เกษตรกรจะนำวนเกษตรไปทดลองใช้ก็ย่อมง่ายกว่า ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของเกษตรกรด้วย

3) ตลาด ระบบการตลาดสำหรับผลผลิตวนเกษตรเป็นแรงจูงใจสำคัญทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยีวนเกษตร ทั้งนี้เนื่องจากหากระบบวนเกษตรมีผลผลิตและถาวรภาพสูงมาก แต่ผลผลิตที่ได้มีตลาดรองรับน้อย หรือตลาดอยู่ห่างไกลต้องจ่ายค่าขนส่งสูง ซึ่งข้อจำกัดของตลาดจะส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีวนเกษตรได้สูง อย่างไรก็ดี ในบางครั้งการส่งเสริมระบบวนเกษตรก็จำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการแปรรูปผลผลิตจากวนเกษตรควบคู่กันไปด้วย เพื่อจะการช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและขยายช่องทางการตลาดมากยิ่งขึ้น

4) ความสอดคล้องกับวิถีชีวิต สังคม และวัฒนธรรม การส่งเสริมเทคโนโลยีระบบวนเกษตรสู่เกษตรกรนั้น ต้องยึดหลักว่าต้องเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของเกษตรกร ตลอดจนลักษณะของสังคมและวัฒนธรรมของชุมชนด้วย เนื่องจากมีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำวนเกษตรหรือไม่โดยเฉพาะในบางพื้นที่ที่ต้องคำนึงถึงปัจจัยในด้านนี้เป็นอย่างมาก เช่น ตัวอย่างของข้อจำกัดในการพัฒนาระบบวนเกษตรในพื้นที่ของภาคเหนือ ได้แก่

- ความเชื่อในเรื่องการปลูกไม้ใหญ่ลงในพื้นที่ไร่ ถือว่าไม่สมควรกระทำเพราะไปบดบังข้าวไร่ที่ปลูกไว้
- ความเชื่อในการเผาไร่ ถือว่าเป็นการทำลายหนอนบางชนิดที่กักดินารากข้าว เป็นการลดจำนวนวัชพืชและเป็นการเพิ่มปุ๋ยให้กับดิน ในขณะที่ระบบวนเกษตรนั้นพยายามลดการเผาไร่ให้มากที่สุด
- ลักษณะการใช้ที่ดินแบบเดิม ทั้งในลักษณะไร่หมุนเวียนและไร่เลื่อนลอย ส่วนใหญ่แล้วใช้ระบบการใช้แรงงานร่วมกัน และการใช้ที่ดินแปลงใหญ่ติดต่อกันทั้งชุมชน ดังนั้นหากเกษตรกรคนใดพัฒนาการใช้ที่ดินอย่างถาวรจะประสบปัญหามากในการใช้แรงงานร่วมกันของชุมชน

2.1.6 ประโยชน์ของระบบวนเกษตร

ระบบวนเกษตรเป็นการผสมผสานการปลูกไม้ยืนต้น และกิจกรรมการเกษตรอื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลดีทางนิเวศวิทยา และเศรษฐกิจ สังคม ดังต่อไปนี้ **ด้านนิเวศวิทยา** วนเกษตรจัดได้ว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งในพื้นที่ชุมชน เป็นการใช้ที่ดินที่มีข้อดีว่าการเกษตรอื่นๆ ในแง่ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชนและเกื้อกูลให้ระบบการผลิตอื่นๆ ดีขึ้น โดยเป็นการใช้ทรัพยากรในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งทรัพยากรที่อยู่เหนือพื้นดิน และที่อยู่ใต้ดิน ช่วยฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการหมุนเวียนธาตุอาหาร ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และ ทำให้ภูมิอากาศในท้องถิ่นดีขึ้น **ด้านเศรษฐกิจและสังคม** ระบบวนเกษตรก่อให้เกิดผลผลิตที่ยั่งยืน และสนองความต้องการที่หลากหลายของชุมชน ดังนี้ เป็นแหล่งอาหารเสริมซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน เป็นแหล่งอาหารสัตว์ เป็นแหล่งผลิตที่หลากหลาย ช่วยลดต้นทุนการผลิตในฟาร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการบำรุงรักษา เช่น การใส่ปุ๋ย การถางวัชพืช

2.2 การพัฒนาอย่างยั่งยืน

การพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ sustainable development โดยสมัชชาโลกจาก World Commission on Environment (2526) ได้ให้นิยามว่า “การพัฒนาที่ยั่งยืน คือ รูปแบบของการพัฒนาที่ตอบสนองต่อความต้องการของคนในรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ทำให้รุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมยอมลดทอนความต้องการในการที่จะตอบสนองความต้องการของตนเอง” และได้มีนักวิชาการหลายท่านได้พยายามอธิบายแนวคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

คณะกรรมการกำกับการอนุรักษ์ตามแผนปฏิบัติการ 21 และการพัฒนาที่ยั่งยืน ร่วมกับสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ได้หาข้อยุติด้านคำนิยามของการพัฒนาที่ยั่งยืนในการจัดทำข้อเสนอของประเทศไทยในการประชุมสุดยอดของโลกว่าด้วยการพัฒนาที่ยั่งยืน ณ นครโจฮันเนสเบิร์ก ประเทศแอฟริกาใต้ เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ว่า “การพัฒนาที่ยั่งยืนในบริบทของประเทศไทย เป็นการพัฒนาที่ต้องคำนึงถึงความ เป็นองค์รวมของทุกๆ ด้านอย่างสมดุล บนพื้นฐานของทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิปัญญา และวัฒนธรรมไทย ด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชนทุกกลุ่ม ด้วยความเอื้ออาทรเคารพซึ่งกันและกัน เพื่อสามารถพึ่งตนเอง และคุณภาพชีวิตที่ดีเท่าเทียมกัน” (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549)

นอกจากนี้ นักวิชาการบางท่านได้ให้ความหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนในบริบทของประเทศไทย ว่า “กระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสังคมและของสถาบันต่างๆ ทางสังคม ในหลายมิติ ตลอดจนทัศนคติ ค่านิยม และระบบคุณค่า เป็นการเปลี่ยนแปลงจากเชิงปริมาณไปสู่เชิงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น ปลอดภัยจากระบบผูกขาดทางเศรษฐกิจและการเมือง เอื้ออำนวยต่อเศรษฐกิจนั้นให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีคุณภาพระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี โดยมีการแบ่งปันผลประโยชน์จากการพัฒนาอย่างเป็นธรรม สร้างความเสมอภาคทางโอกาส ขจัดความยากจน”

Barbier (1989) กล่าวว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นรูปแบบของการพัฒนาที่ตอบสนองต่อเป้าหมายของ 3 ระบบหลัก คือ ระบบทางชีววิทยาหรือระบบนิเวศ ระบบเศรษฐกิจ และระบบสังคม โดยแต่ละระบบสามารถพัฒนาไปสู่เป้าหมายของตนเองได้ ซึ่งเป้าหมายของแต่ละระบบ คือ

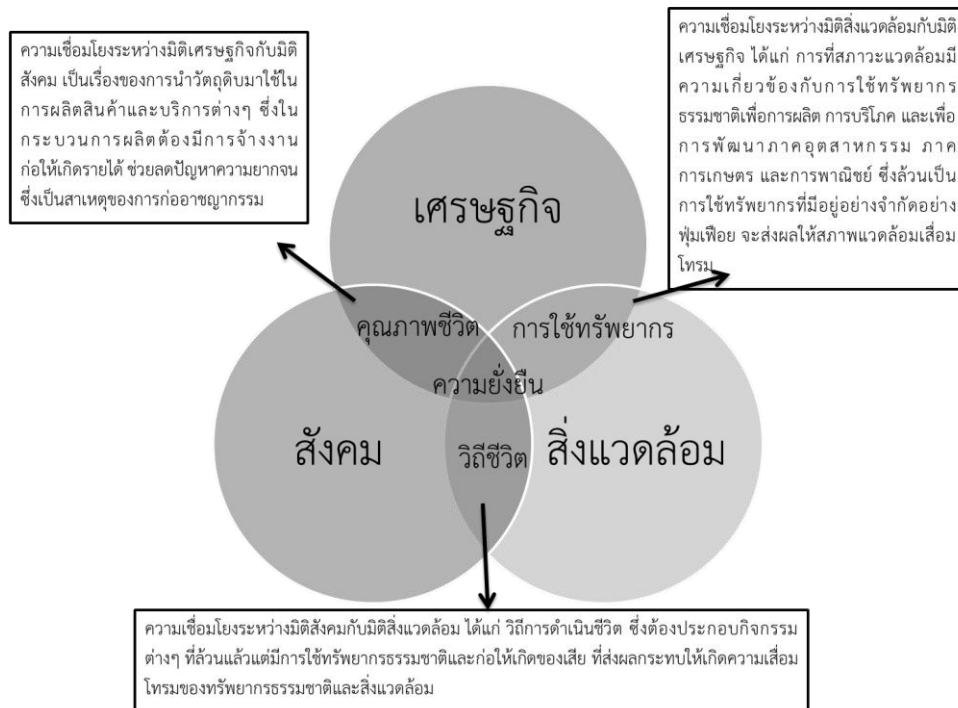
1) เป้าหมายของระบบนิเวศ คือ การนำไปสู่ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ความสามารถในการกลับสู่สมดุลในกรณีที่ถูกรบกวนหรือถูกใช้ไป (resilience) ความสามารถในการกลับคืนสู่สมดุลให้ผลผลิตทางชีวภาพ (biological productivity)

2) เป้าหมายของระบบเศรษฐกิจ คือ การนำไปสู่ความได้รับความต้องการขั้นพื้นฐานอย่างพอเพียง ส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกัน (equity enhancing) การมีสินค้าและบริการเพิ่มขึ้น

3) เป้าหมายของระบบสังคม คือ การนำไปสู่ความหลากหลายทางวัฒนธรรม (cultural diversity) มีสถาบันที่ยั่งยืนยาวนาน

กล่าวโดยสรุป การพัฒนาที่ยั่งยืน คือ การพัฒนาและการเจริญเติบโตอย่างมีสมดุล ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนาเศรษฐกิจการใช้ทรัพยากรของประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมและวัฒนธรรม รวมถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อสิ่งแวดล้อม (WCED, 1987) ซึ่งตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่ทำให้รุ่นต่อไปในอนาคตต้องประนีประนอมยอมลดทอนความต้องการในการที่จะตอบสนองความต้องการของตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2549)

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้สังคมมนุษย์อยู่ได้อย่างมีความสุขคือการพัฒนาสังคมในแบบยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (environmentally sustainable society) สังคมที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน คือสังคมที่ตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ แต่ไม่ลดหรือทำลายทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาที่ยั่งยืน คำนึงถึงประโยชน์ร่วม 3 ทาง คือ เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม (จิมา, 2552) ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ความเชื่อมโยงของมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม
ที่มา; สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2549)

2.3 ป่าเสื่อมโทรม

คำนิยามเกี่ยวกับป่าเสื่อมโทรม (degraded forest) ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2530 “ป่าเสื่อมโทรม หมายความว่า ป่าที่มีสภาพเป็นป่าไม้ร้าง หรือทุ่งหญ้า หรือเป็นป่าที่ไม่มีไม้มีค่าขึ้นอยู่เลย หรือ มีไม้มีค่าลักษณะสมบูรณ์เหลืออยู่เป็นส่วนน้อยและป่านั้นยากที่จะฟื้นคืนดีตามธรรมชาติได้” หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการกำหนดสภาพป่าเสื่อมโทรมตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2530 แก้ไขเพิ่มเติมโดยมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2532 คือ

1) เป็นป่าไม้ที่ไม่มีไม้มีค่าที่มีลักษณะสมบูรณ์เหลืออยู่เป็นส่วนน้อย และป่านั้นยากที่จะกลับฟื้นคืนดีได้ตามธรรมชาติ โดยมีไม้ขนาดความโตวัดโดยรอบลำต้นตรงที่สูง 130 เซนติเมตร ตั้งแต่ 50-100 เซนติเมตร ขึ้นไป ขึ้นกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 8 ต้น หรือมีไม้ขนาดความโตเกิน 100 เซนติเมตร ขึ้นไป ขึ้นกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 2 ต้น

2) ในกรณีที่มีป่าน้อยอยู่ในพื้นที่ต้นน้ำลำธารชั้นที่ 1A ชั้นที่ 1B และชั้นที่ 2 แม้จะมีต้นไม้ขึ้นน้อยเพียงใดก็ตาม ก็มีให้กำหนดเป็นป่าเสื่อมโทรม

การศึกษาครั้งนี้จะมุ่งไปที่พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมในภาคเหนือที่ได้กรรมสิทธิ์ทั้งในรูป สปก. (ที่ดินบริเวณที่ได้ประกาศให้เป็นเขตปฏิรูปที่ดิน ซึ่งจะอยู่ภายใต้การดูแลของสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยไม่สามารถนำมาออกเอกสารสิทธิตามประมวลกฎหมายที่ดินได้ หรือจะเรียกกันง่ายๆ ก็คือ ที่ดิน ส.ป.ก. เป็นที่ดินที่ทางภาครัฐยกให้แก่เกษตรกรเพื่อสำหรับใช้

เป็นที่ดินในการทำมาหากินด้านการเกษตร) และ สทก. (ที่ดินในเขตป่าสงวนและเป็นป่าไม้เสื่อมโทรม ต้องเป็นพื้นที่ที่ได้ทำประโยชน์หรืออยู่อาศัยอยู่แล้ว จึงประกาศเป็นเขตปรับปรุงป่าสงวนแห่งชาติ ฉะนั้น สทก. ยังเป็นที่ป่าสงวนอยู่ โดยกรมป่าไม้เป็นผู้อนุญาตและทำการรังวัด ไม่สามารถซื้อขายได้ แต่ตกทอดเป็นมรดกแก่ทายาทได้)

2.4 ยางพารา

2.4.1 ข้อมูลทั่วไปของยางพารา

ยางพารามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hevea brasiliensis* (Kunth) Müll. Arg. อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มีชื่อท้องถิ่นว่า กะเต้าหู้ ka-to (Malay-Peninsular); Brazilian rubber tree; Para rubber (สำนักงานหอพรรณไม้, 2557) เป็นไม้ต้นผลัดใบขนาดใหญ่มีความสูง 7 เมตรขึ้นไป เรือนยอดรูปทรงกลมหรือรูปรีโปร่ง ในช่วงแรกทรงพุ่มจะเจริญเติบโตเป็นกลุ่มๆ เรียงลำดับเป็นชั้นๆ อย่างชัดเจน ลำต้น เปลือกตรงเปลือกลำต้นชั้นนอกสีเทาดำ เทา หรือน้ำตาล เปลือกเรียบหรือแตกร่อนแบบสะเก็ด (scaly bark) เปลือกลำต้นชั้นในสีน้ำตาลเหลือง มีน้ำยางสีขาว ใบ ใบประกอบ (compound leaf) แบบ palmate โดยทั่วไปประกอบด้วยใบย่อย 3 ใบ แต่ในยางพาราบางพันธุ์อาจพบใบย่อย 4-5 ใบ ก้านใบยาว 3-15 เซนติเมตร ก้านใบย่อยยาว 0.5-1 เซนติเมตร ใบย่อยเป็นรูปไข่กลับหรือรูปไข่กลับแกมรูปหอกหรือรูปรี ฐานใบสอบเรียว (attenuate) ปลายใบแหลม (acuminate) หรือติ่งแหลม (cuspidate) มีเส้นใบชัดเจนทั้งด้านหน้าใบและหลังใบ แผ่นใบเกลี้ยง ใบแก่ก่อนร่วงสีเหลือง ส้ม แดง ดอก ช่อดอกแยกแขนงออกตามซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ช่อดอกมีความยาว 10-31 เซนติเมตร ดอกเป็นดอกแยกเพศ ในช่อดอกประกอบไปด้วยดอกเพศเมียและดอกเพศผู้ โดยดอกเพศเมียมีขนาดใหญ่ อยู่ส่วนปลายสุดของแขนงช่อดอก ประกอบด้วย กลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ สีเขียวอ่อนเมื่อแก่เต็มที่จะพร้อมที่จะผสมพันธุ์จะมีสีค่อนข้างเหลือง เมื่อบานรูปร่างคล้ายระฆัง (bell-shape) จำนวน 5 กลีบ ไม่มีกลีบดอก เกสรเพศเมียซึ่งประกอบด้วยรังไข่ 3 พู และยอดเกสรเพศเมียที่ไม่มีก้านชู (sessile stigma) มีลักษณะ 3 แฉก เกสรเพศผู้ซึ่งเป็นหมัน (staminode) จำนวน 5 อัน ส่วนดอกเพศผู้มีขนาดเล็ก อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าดอกเพศเมียในแขนงเดียวกันของช่อดอก ในช่อดอกหนึ่งๆ จะมีดอกเพศผู้ประมาณ 60-80 ดอก ประกอบด้วย กลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ สีเขียวอ่อนเมื่อแก่เต็มที่จะพร้อมที่จะผสมพันธุ์จะมีสีค่อนข้างเหลือง ไม่มีกลีบดอก เกสรเพศผู้ที่ไม่มีก้านชูละอองเกสร (sessile stamen) จำนวน 10 อันเรียงกันเป็น 2 วง วงละ 5 อัน ผล ผลแห้งแก่แล้วแตก ทรงกลมแบน ขนาด 6 x 4 เซนติเมตร มี 3 พู ขั้วผลและปลายผลบวม มีเมล็ด 3 เมล็ด รูปกลมหรือรูปรี มีลวดลายสีน้ำตาลปนขาวเป็นมัน ระบาย ยางพารามีระบบรากแก้วยาวประมาณ 1.5-2.5 เมตร มีรากแขนงและรากฝอยแผ่กระจายไปทั่วบริเวณทรงพุ่มและอยู่หนาแน่นมากบริเวณทรงพุ่ม (กลุ่มยางพารา, 2533) ซึ่งการกระจายของรากหาอาหารทางด้านแนวดิ่ง มีความหนาแน่นที่สุดที่ผิวดินถึงความลึก 15 เซนติเมตร รองลงมาที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร และหนาแน่นน้อยที่สุดในระดับความลึก 30-45 เซนติเมตร

ในการศึกษาการกระจายของรากยางพาราทางด้านแนวนอน ในยางพาราพันธุ์สงขลา 36 (KRS 156) อายุ 10 ปี พบว่า มีความหนาแน่นมากที่ระยะ 0.5-2.5 เมตร (สมยศ และคณะ, 2541) ซึ่งจากการรายงานของจินตนา และ สุนทรี (2549) กล่าวว่า ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM600 ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน ตอนล่าง ภาคตะวันออก ภาคใต้ตอนบนและตอนล่าง ที่อายุ 1-25 ปี มีการกระจายของรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร บริเวณดินที่มีความลึก 0-20 เซนติเมตรมากที่สุด และลงลึกถึง 60 เซนติเมตร และรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร จะพบว่ามีกระจายมากในช่วง 0-40 เซนติเมตรเช่นกัน และจากการศึกษาของ ลิขิต และคณะ (2535) ได้กล่าวว่ายางพาราพันธุ์ RRIM600 ที่มีอายุ 4-5 ปี มีการกระจายของรากที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับความลึก 30 และ 40 เซนติเมตร ตามลำดับ และความหนาแน่นทางแนวนอน พบว่า มีความหนาแน่นมากที่ระยะห่างจากต้น 100 เซนติเมตรที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และยางพาราพันธุ์ GT1 อายุ 10-11 ปี พบว่าความหนาแน่นของรากที่ห่างจากโคนต้นประมาณ 300 เซนติเมตร ที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร มีการกระจายของรากหนาแน่นที่สุด ซึ่งการกระจายของรากจะขึ้นอยู่กับอายุของยางพารา และจากการตรวจสอบเอกสารไม่พบว่ามีการศึกษาถึงปริมาณการกระจายของรากยางพาราในแต่ละชั้นอายุเพื่อเปรียบเทียบกัน

ดังนั้นในการคัดเลือกชนิดพรรณพืชเพื่อมาปลูกร่วมกับยางพารา ควรพิจารณาเรื่องการแก่งแย่งแข่งขันของรากระหว่างยางพารากับชนิดพรรณพืชอื่นที่จะนำมาปลูกแซม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของยางพารา โดยพืชที่นำมาปลูกเสริมควรเป็นพืชที่มีระบบเรือนรากแผ่กว้างและไม่ลงลึกจนเกินไปเพื่อลดการแก่งแย่งแข่งขันกับรากของยางพาราที่เป็นระบบรากลึก เช่น หวาย พริก มะเขือ ถั่วลิสง ถั่ว หนุ่ย เป็นต้น โดยการศึกษาผลกระทบของพืชแซมยางที่ปลูกร่วมกับยางพาราได้มีศึกษามากในด้านการปลูกพืชแซมยางนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของยางพารา (พิสมัย และคณะ, 2541ก; ไววิทย์ และคณะ, 2541) แต่ไม่ได้มีการศึกษาลงลึกในส่วนของระบบเรือนรากที่อาจมีการแก่งแย่งธาตุอาหารหรือน้ำของพืชร่วมยาง

ซึ่งลักษณะการออกดอกติดผล ยางพาราจะเริ่มออกดอกในช่วงอายุ 4-5 ปี ซึ่งจะออกดอกหลังจากที่ต้นยางพาราผลัดใบ โดยออกพร้อมๆ กับใบที่แตกใหม่หรือออกหลังจากที่ออกใบเต็มที่แล้ว โดยปกติยางพาราจะผลิใบปีละครั้งคือ ในช่วงเดือนปลายเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ และออกดอกปีละสองครั้งคือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายน และช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ซึ่งในการออกดอกครั้งแรกเป็นการออกดอกตามฤดูกาล ซึ่งจะให้ผลและเมล็ดมากกว่าครั้งที่สอง ทั้งนี้ช่วงระยะเวลาในการออกดอกผลิใบ และให้เมล็ดอาจแตกต่างกันตามพื้นที่ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศ และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ กัน และรวมถึงชนิดพันธุ์ยางที่ปลูกด้วย เช่น ในพื้นที่ภาคตะวันออก จะเริ่มผลัดใบในช่วงปลายเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ (สมศักดิ์, 2549) ภาคใต้จังหวัดนราธิวาสจะผลัดใบประมาณต้นเดือนมีนาคมถึงเมษายน (สมยศ และคณะ, 2541)

2.4.2 ประวัติความเป็นมาของยางพารา

ยางพารามีถิ่นกำเนิดจากอเมริกาใต้ (บราซิล) และอเมริกากลาง (Thawatchi and Kai, 2007) เริ่มตั้งแต่คริสต์เฟอร์ โคลัมบัส เดินทางไปอเมริกา ใน ค.ศ. 1493 ครั้งนั้นมีชาวจีโนว (Genoese) ร่วมเดินทางไปด้วย ชาวจีโนวเห็นชาวพื้นเมืองของเกาะไฮติ (Haiti) ใช้ยางทำลูกบอลสำหรับเล่นเกมต่างๆ จึงได้นำยางไปปลูกในยุโรป ต่อมาได้มีการนำยางพาราจากแหล่งกำเนิดมาปลูกในประเทศแถบเอเชีย เริ่มขึ้นตั้งแต่ ค.ศ. 1860 แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ และได้มีความพยายามหลายครั้งในระยยะต่อมา จนกระทั่งประสบผลสำเร็จใน ค.ศ. 1876 โดย Sir Henry Wickham ซึ่งรวบรวมเมล็ดยางจำนวน 70,000 เมล็ดจากตำบล Boim ริมฝั่งแม่น้ำ Tapajos ในมลรัฐพาราของประเทศบราซิล นำไปเพาะที่สวนพฤกษชาติคิว (Kew Botanical Garden) ประเทศอังกฤษ ได้ต้นกล้ายางพาราจำนวน 2,700 ต้น ในจำนวนนี้ 1,900 ต้น ได้ส่งไปปลูกที่สวนพฤกษชาติ Heneratgoda ประเทศศรีลังกา และใน ค.ศ. 1877 ได้ส่งต้นกล้าจากศรีลังกา 22 ต้น ไปปลูกที่สวนพฤกษชาติสิงคโปร์ 13 ต้น อีก 9 ต้น นำไปปลูกในสวนข้าหลวงอังกฤษ Sir Hugh Low ที่กัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย จากต้นกล้ายางพาราจำนวน 22 ต้นนี้เอง ที่กล่าวได้ว่าเป็นฐานพันธุ์กรรมของต้นยางที่ปลูกเป็นการค้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนี้ (กรรณิการ์, 2556)

สำหรับประวัติยางพาราในประเทศไทยนั้น พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี ได้นำยางพาราเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรก เมื่อประมาณ พ.ศ. 2442-2444 โดยนำยางจากรัฐเปร์รี ประเทศมาเลเซีย มาปลูกที่ อำเภอกันตรัง จังหวัดตรัง ใน พ.ศ. 2454 และนายปุม ปุณศรี (ต่อมาได้เป็นหลวงราชไมตรี) ได้ซื้อเมล็ดพันธุ์ยางพารามาจากประเทศมาเลเซียไปปลูกที่ตำบลคมบาง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี นับเป็นการแพร่กระจายเข้าสู่ภาคตะวันออกเป็นครั้งแรก ทำให้ยางพาราแพร่ขยายไปปลูกยังที่ต่างๆ ในภาคตะวันออกทั่วไป เช่น จังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง ชลบุรี และใน พ.ศ. 2521 ได้เริ่มปลูกกันอย่างจริงจังตามหลักวิชาการในแหล่งปลูกยางใหม่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ทดลองปลูกในพื้นที่จังหวัดหนองคาย บุรีรัมย์ และสุรินทร์ซึ่งผลสำเร็จของการปลูกทำให้กระตุ้นงานวิจัยและพัฒนาการปลูกยางในพื้นที่แห้งแล้ง ถือเป็นการเริ่มขยายเขตปลูกยางพาราสู่แหล่งปลูกยางใหม่และมีส่งเสริมให้ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างจริงจัง (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พิซไร่, 2548)

2.4.3 การใช้ประโยชน์และข้อมูลด้านเศรษฐกิจ

การใช้ประโยชน์จากยางพาราส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์จากน้ำยางเป็นหลัก ซึ่งยางพาราจะต้องใช้ระยะเวลานานถึง 6 ปี จึงจะสามารถกรีตน้ำยางได้ปกติ โดยผลผลิตน้ำยางจะออกสู่ตลาดเกือบทั้งปี แต่จะออกสู่ตลาดมากในช่วงปลายปีต่อเนื่องจนถึงต้นปี เนื่องจากเป็นช่วงปลายฤดูฝน น้ำยางที่กรีตได้นั้นประมาณร้อยละ 90 ถูกผลิตเป็นแผ่นยางดิบ เพื่อนำไปแปรรูปเป็นยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครฟ และที่เหลือร้อยละ 10 จะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำยางข้น ซึ่งอุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ สำหรับอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็น

อุตสาหกรรมแปรรูปขั้นต้นที่นำเอายางพาราสดมาแปรรูปให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางพาราต่อไป อุตสาหกรรมแปรรูปยางพาราแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้), 2557 อ้างถึง อมรรัตน์, 2551) คือ (1) ยางแห้ง ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครฟ ยางแผ่นผึ่งแห้ง และยางสกิม (2) ยางน้ำ ได้แก่ น้ำยางข้น หรือยางลาเท็กซ์

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดในโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 การส่งออกยางธรรมชาติของไทยส่งออกในรูปของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ยาง ไม้อย่างพาราแปรรูป และผลิตภัณฑ์ไม้ ซึ่งสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรสวนยางพารา ตลอดจนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอีกมากมาย ยางพาราจึงมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมการผลิตยางประเทศไทยจะผลิตยางแท่งเอสทีอาร์มากที่สุด รองลงมาเป็น ยางแผ่นรมควัน น้ำยางข้น ยางผสม และอื่นๆ ดังตารางที่ 2-1 ซึ่งปริมาณการผลิต การใช้ การส่งออก ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550-2554 มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 2-2 (สถาบันวิจัยยาง, 2555)

ตารางที่ 2-1 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550-2554

พ.ศ.	ยางแท่งเอสทีอาร์	ยางแผ่นรมควัน	ยางชั้น	ยางผสม	ยางอื่นๆ	รวม
2550	1,218,326	957,337	663,926	151,437	64,979	3,056,005
2551	1,282,036	973,273	587,047	154,485	92,910	3,089,751
2552	1,058,892	837,294	703,817	487,160	77,216	3,164,379
2553	1,235,802	813,033	552,841	520,355	130,104	3,252,135
2554	1,455,094	892,249	713,804	428,275	79,610	3,569,032

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2555) อ้างถึง สถิติยางประเทศไทย (2554)

ตารางที่ 2-2 การผลิต การใช้ การส่งออกของยางพาราในปี พ.ศ. 2550-2554

พ.ศ.	การผลิต (ตัน)	การใช้ (ตัน)	การส่งออก (ตัน)	รวม (ตัน)
2550	3,056,005	373,659	2,703,762	6,133,426
2551	3,089,751	397,595	2,675,283	6,162,629
2552	3,164,379	399,415	2,726,193	6,289,987
2553	3,252,135	458,637	2,866,447	6,577,219
2554	3,569,033	486,745	2,952,381	7,008,159

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2555) อ้างถึง สถิติยางประเทศไทย (2554)

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกและการเติบโตของยางพารา

แม้ว่าในอดีตการปลูกยางพาราในประเทศไทยจะจำกัดอยู่เฉพาะพื้นที่ทางภาคใต้และภาคตะวันออกในบางจังหวัด แต่ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพัฒนาสายพันธุ์ยางพาราให้สามารถนำไปปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกยางพาราให้มีการเติบโตดี เปิดกรีดได้เร็ว และให้ผลผลิตสูงนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ หลายประการ ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่และภูมิอากาศ ปัจจัยด้านลักษณะดิน ปัจจัยเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมหรือพันธุ์ยางพารา รวมถึงระบบการปลูกและการจัดการดูแลสวนยางพาราที่ถูกต้อง

1) สภาพพื้นที่และภูมิอากาศ ในอดีตการปลูกยางพาราจะปลูกในแถบเส้นศูนย์สูตรระหว่าง 10 องศาเหนือและ 10 องศาใต้ โดยบริเวณเส้นศูนย์สูตรระหว่าง 6 องศาเหนือ และ 6 องศาใต้เป็นพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการปลูกยางพารา คือ มีปริมาณน้ำฝน 2,000-4,000 มิลลิเมตรต่อปี มีวันฝนตกไม่น้อยกว่า 100 วันต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ย 26-30 องศาเซลเซียส

เป็นพื้นที่ราบหรือลาดเทเล็กน้อย ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่ควรเกิน 600 เมตร ดังนั้นจังหวัดในภาคใต้ และภาคตะวันออก (จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด) จึงเป็นพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมเหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา

สำหรับพื้นที่ในการปลูกยางพาราในปัจจุบันนั้นควรเป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร และเป็นพื้นที่ราบหรือมีความลาดเทไม่เกิน 35 องศา เนื่องจากการปลูกยางพาราในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะทำให้เกิดการชะล้างผิวดินสูงจนอาจเกิดแผ่นดินถล่มได้ง่ายหากมีฝนตกในปริมาณที่มากติดต่อกันหลายวัน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพาราเฉลี่ยตลอดปี 28 องศาเซลเซียส และไม่ควรปลูกยางพาราในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้ต้นยางพาราชะงักการเติบโต ดังนั้นการปลูกยางในพื้นที่สูงจึงมีผลต่อการเติบโตของต้นยางพารา ทั้งนี้เนื่องจากระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตรจะทำให้อุณหภูมิลดลง 0.5 องศาเซลเซียส ยางพาราเป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่สามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปีและมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,000 มิลลิเมตรต่อปี อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่านี้ คือ 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี ก็สามารถปลูกยางพาราได้ แต่ทั้งนี้ต้องมีจำนวนวันฝนตก 120-150 วันต่อปีมี และช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่, 2548; สถาบันวิจัยยางพารา, 2555)

2) ลักษณะดิน ดินที่จะปลูกยางพาราควรมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เหมาะสม ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความลึกของหน้าดิน โดยปกติดินบริเวณที่ต้องการปลูกยางพาราต้องมีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ไม่มีชั้นหินหรือดินดานขัดขวางการเจริญเติบโตของราก มีการระบายน้ำได้ดี ไม่มีน้ำขัง และระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 1 เมตร โครงสร้างดินควรเป็นดินที่มีลักษณะเป็นก้อนเหลี่ยมมุมมน มีความร่วนเหนียวพอเหมาะ อุ่มน้ำได้ดี เนื้อดินควรเป็นดินเหนียว ร่วนเหนียว ร่วนหรือร่วนปนทราย คือ มีควรมีอนุภาคดินเหนียวอย่างน้อยประมาณร้อยละ 35 เพื่อให้ดินสามารถเก็บความชื้นและดูดซับธาตุอาหารได้ดีและมีอนุภาคดินทรายประมาณร้อยละ 30 เพื่อให้ดินมีการระบายอากาศดี ส่วนดินที่ไม่มีความเหมาะสมกับการปลูกยางพาราจะเป็นเนื้อดินทราย ซึ่งมีอนุภาคของดินทรายประมาณร้อยละ 80 ดินเช่นนี้จะดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้น้อย ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและขาดความชื้นในฤดูแล้ง ส่วนคุณสมบัติทางเคมี ควรเป็นดินที่มีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองอย่างเพียงพอ แต่ต้องไม่มากเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายกับยางพารา และควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ไม่เป็นดินด่าง ดินเค็ม หรือดินเกลือ

3) ลักษณะทางพันธุกรรมหรือพันธุ์ยางพารา เนื่องจากในปัจจุบันมีการปลูกยางพาราในพื้นที่ที่มีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมไม่เอื้อต่อการเติบโตของยางพารา ทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าปกติ จึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ยางพาราขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหา ดังกล่าวเกษตรกรควรเลือกพันธุ์ยางพาราให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และความต้องการ ซึ่งพันธุ์ยางพาราที่แนะนำให้ปลูกในปี พ.ศ. 2554 แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ (1) พันธุ์ยางพาราที่ผลิตน้ำยางสูง (2) พันธุ์ยางพาราที่ผลิตน้ำยางและเนื้อไม้สูง และ (3) พันธุ์ยางพาราที่ผลิตเนื้อไม้สูง ซึ่งลักษณะของแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างกัน (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร,

2554) ทั้งนี้สำหรับพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกยางพาราแหล่งใหม่ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ได้แนะนำพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสม 5 พันธุ์ ได้แก่

3.1) พันธุ์สถาบันวิจัยยาง 251 (RRIT 251) เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดปานกลาง มีลักษณะการผลัดใบแบบทยอยผลัดใบ มีทรงพุ่มใหญ่ (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554) ให้ผลผลิต 10 ปี กรีดเฉลี่ย 411.3 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีในแหล่งปลูก ไม่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ที่มีหน้าดินตื้นและพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2553)

3.2) พันธุ์ BPM 24 มีลักษณะการแตกกิ่งมากและมีการทิ้งกิ่งน้อย พุ่มใบค่อนข้างทึบ ทรงพุ่มมีขนาดปานกลางเป็นรูปกรวย เริ่มผลัดใบเร็วและทยอยผลัดใบ สามารถปลูกได้ในพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ที่มีความชื้นสูง หน้าดินตื้น และพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554) ผลผลิต 10 ปี กรีดเฉลี่ย 335 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อได้สารเคมีเร่งน้ำยาง (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2553)

3.3) พันธุ์ PB 235 มีระยะการเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีดดีมาก ทำให้เปิดกรีดได้เร็ว มีการผลัดใบช้าและทยอยผลัดใบ ไม่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ที่มีหน้าดินตื้น และพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554) สามารถปลูกได้ในพื้นที่ลาดชัน ให้ผลผลิต 10 ปี กรีดเฉลี่ย 330 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2553)

3.4) พันธุ์ RRIC 110 มีการเจริญเติบโตเร็วมาก ทำให้เปิดกรีดได้เร็ว แต่การเจริญเติบโตในระหว่างการกรีดจะช้าลงเล็กน้อย เปลือกเดิมและเปลือกนอกใหม่จะบาง จะให้ผลผลิต 10 ปี กรีดเฉลี่ย 324 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2553)

3.5) พันธุ์ RRIM 600 มีการเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดปานกลาง มีการแตกกิ่งช้า ทรงพุ่มมีลักษณะเป็นรูปพัด สามารถปลูกได้ในพื้นที่ลาดชัน (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554) ให้ผลผลิต 10 ปี กรีดเฉลี่ย 342 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และผลผลิตจะลดลงในช่วงผลัดใบในพื้นที่แห้งแล้ง

4) การปลูกและการจัดการดูแล มีข้อแนะนำวิธีการปฏิบัติไว้ดังนี้

4.1) การกำหนดระยะและการวางแผนปลูก โดยต้นยางพาราจะเจริญเติบโตได้ดีต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตรต่อ 1 ต้น ซึ่งระยะห่างจะใช้เท่าไรขึ้นอยู่กับว่าจะปลูกพืชแซมหรือไม่ การใช้ระยะระหว่างแถวกว้างมากเกินไปจะทำให้มีปริมาณวัชพืชมาก แต่ถ้าใช้ระยะระหว่างแถวแคบเกินไป ต้นยางพาราจะเบียดเสียดกัน แย่งธาตุอาหารกัน ซึ่งสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางได้กำหนดระยะปลูกไว้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ระยะปลูกยางพาราที่เหมาะสม

ระยะปลูกยาง (เมตร x เมตร)	จำนวน (ต้น/ไร่)	หมายเหตุ
3x7	76	สามารถปลูกพืชแซมได้
2.5x8	76	สามารถปลูกพืชแซมได้
3x8	67	สามารถปลูกพืชแซมได้
3.5x7	67	สามารถปลูกพืชแซมได้
4x6	67	ไม่สามารถปลูกพืชแซมได้

ที่มา: สมศักดิ์ (2531)

4.2) การปลูกซ่อม หลังจากปลูกยางพาราจำเป็นต้องมีการปลูกซ่อมต้นยางพาราที่ตายให้เร็วที่สุด เพื่อให้ต้นยางพารามีการเติบโตที่สม่ำเสมอ แต่หากต้นยางพารามีอายุมากกว่า 2 ปี ไม่ควรมีการปลูกซ่อม เพราะต้นยางพาราจะเจริญเติบโตไม่ทันกัน และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปลูกซ่อมควรเป็นช่วงฤดูฝน

4.3) การแต่งกิ่งและการสร้างทรงพุ่ม ควรตัดแต่งกิ่งบริเวณลำต้นในช่วงบริเวณที่อ่อนอยู่ เพื่อให้มีพื้นที่กรีดยางสูง ปราศจากกิ่งก้านและปุ่มปม นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ใบรวมให้มากขึ้น มีผลทำให้ขนาดลำต้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการตัดแต่งกิ่ง ไม่ควรตัดแต่งในช่วงฤดูแล้ง การตัดแต่งกิ่งควรเริ่มทำตั้งแต่ยางพาราอายุ 1 ปี ที่ระดับต่ำกว่า 2 เมตร โดยใช้กรรไกรตัดให้ชิดกับลำต้น และควรหาสารเคมีเพื่อป้องกันโรคบริเวณรอยแผลตัด

4.4) การให้ปุ๋ย เป็นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของยางพารา โดยเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติดินให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการปฏิบัติที่สำคัญในการปรับปรุงดิน ได้แก่ การใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุปรับปรุงดิน และการอนุรักษ์ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นการลดต้นทุนการผลิตวิธีหนึ่ง ซึ่งหากเกษตรกรใช้ปุ๋ยตามอัตราและวิธีการที่ทางราชการแนะนำก็จะทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและรายได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการเพิ่มผลผลิตยางพาราต้องมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม โดยที่โพแทสเซียมและไนโตรเจนเป็นธาตุที่สูญเสียง่ายจากการชะล้างพังทลายและสูญเสียไปกับน้ำยาง มีรายงานว่ามีปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปในรูปของเนื้อยางแห้ง 232 กิโลกรัมต่อไร่ จะเป็นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 3.8, 0.77 และ 5.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดินในพื้นที่ปลูกยางส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งการปลูกยางในพื้นที่เดิมจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ต้นยางและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่, 2548)

4.5) การป้องกันกำจัดวัชพืช ยางพารามีการปลูกอยู่ทั่วไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นปาร้าง ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ตามเชิงเขา และที่ลาดชันมาก่อน จึงสามารถพบพืชชนิดอื่นขึ้นในพื้นที่ได้ และโดยส่วนใหญ่จะเป็นวัชพืช สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

(สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2545) วัชพืชฤดูเดียว มีวงจรชีวิตภายในฤดูเดียวเป็นพวกหญ้าชนิดต่างๆ เช่น หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้าใบไผ่ สาบแร้งสาบกา หญ้ายาง และ วัชพืชข้ามปี ส่วนใหญ่เป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยต้น ราก เหง้า หัว และไหล เช่น หญ้าคา สาบเสือ ขี้ไก่ย่าน ลิเกา ผักกูด และต้นสามร้อยยอด เป็นต้น

วัชพืชส่วนใหญ่ที่พบจะมีลักษณะขัดขวางการเจริญเติบโตของต้นยางพารา โดยมีการแย่งน้ำ อาหาร แสงแดด และเป็นที่ยาอาศัยของโรคและแมลง การกำจัดวัชพืชจึงเป็นเรื่องสำคัญโดยมีวิธีการป้องกัน คือ ไถพรวนดินอย่างน้อย 2 ครั้งก่อนปลูก แล้วนำวัชพืชออกจากแปลงให้หมด หรือตัดวัชพืชก่อนออกดอก หรือใช้วัสดุคลุมดิน เช่น เปลือกถั่ว ฟางข้าว ชังข้าวโพด กระจาดหนังสือพิมพ์โดยคลุมเฉพาะต้น หรืออาจปลูกพืชคลุมดินตระกูลถั่ว ได้แก่ คาโลโปโกเนียม เซนโตริมา เพอราเรีย และซีลูเลียม โดยปลูกให้มีระยะห่างจากแถวยางพาราประมาณ 2 เมตร และวิธีสุดท้าย คือ การฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช เช่น พาราควอต ไกลโฟเซต เป็นต้น (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่, 2548)

4.6) การปลูกยางพาราร่วมกับพืชชนิดอื่นๆ เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพารามีรายได้เสริม นอกเหนือจากผลผลิตน้ำยาง โดยการปลูกพืชในสวนยางพาราจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาด้วยกัน (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2553)

4.6.1) การปลูกพืชระหว่างแถวยางพาราในขณะที่ต้นยางพารามีอายุไม่เกิน 3 ปี เรียกว่า “พืชแซมยาง” โดยพืชที่ปลูกควรเป็นพืชล้มลุก ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา และเป็นที่ต้องการของตลาด ชนิดของพืชแซมยางพาราที่นิยมแนะนำให้ปลูก ได้แก่ สับปะรด ข้าวไร่ ข้าวโพดหวาน ถั่วฝักยาว หญ้าอาหารสัตว์ อ้อยคั้นน้ำ ส่วนมันสำปะหลังนั้นจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา หากต้องการปลูกควรปลูกให้ห่างจากแถวยางไม่น้อยกว่า 2 เมตร

4.6.2) การปลูกพืชระหว่างแถวยางพาราโดยอาศัยร่มเงาของต้นยางพารา เรียกว่า “พืชร่วมยาง” ซึ่งจะต้องไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นยางพาราหรือการปฏิบัติงานในสวนยางพารา การเลือกปลูกพืชควรเป็นพืชที่เป็นความต้องการของตลาดแบ่งออกได้ 5 ประเภท คือ (1) ไม้ป่าเศรษฐกิจ ได้แก่ สะเดาเตี้ยม หัง พะยอม ยมหอม เคี่ยม มะฮอกกานี ตะเคียนทอง ยางนา ยมหิน ทุเรียนป่าแดง ประดู่ (2) ไม้ผล ได้แก่ มังคุด ลองกอง พืชสกุลระกำ (3) ไม้ยืนต้น เช่น สะตอ เนียง ผัดเหลียง (4) สมุนไพรและเครื่องเทศ เช่น ไม้วงศ์ขิง ข่า ขมิ้น กระวาน และ (5) ไม้ดอกไม้ประดับ เช่น ดาหลา ไม้สกุลหน้าวัว ไม้สกุลเฮลิโกเนีย จั๋ง หมากแดง

จะเห็นได้ว่าการปลูกพืชใน 2 ลักษณะที่กล่าวมานั้นจะเน้นชนิดพืชเกษตรเป็นหลัก แต่ก็มีการวิจัยและเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในบางพื้นที่ได้ทำการปลูกพืชร่วมที่ไม่ใช่พืชเกษตรเพื่อเป็นรายได้เสริมและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพรรณพืช การอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งการปลูกยางพาราร่วมกับพรรณไม้ป่าเป็นหนึ่งในแนวทางของการทำระบบวนเกษตร

2.5 การปลูกยางพาราในประเทศไทย

2.5.1 พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็น 1 ใน 3 ของผู้ผลิตยางพารารายใหญ่ของโลก (อินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซีย) โดยในปี พ.ศ. 2554 มีเนื้อที่กรีดยางมากเป็นอันดับ 2 รองจากอินโดนีเซีย และมีแนวโน้มที่ผลผลิตจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางทั้งหมดในปี พ.ศ. 2555 คือ 19.28 ล้านไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 จำนวน 6.85 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) และภาคที่มีพื้นที่การปลูกยางพารามากที่สุด คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่การปลูกยางในแต่ละภาคมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ, 2556) ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย แสดงเป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2550-2560

ภาค	พื้นที่ปลูกยางพารา (ไร่)					
	2550	2551	2552	2553	2554	2555
เหนือ	399,017	600,578	693,812	840,588	935,379	1,042,475
ตะวันออกเฉียงเหนือ	2,143,206	2,799,209	2,984,097	3,326,456	3,575,769	3,735,253
กลาง	1,706,807	1,977,460	2,063,418	2,171,582	2,509,644	2,296,039
ใต้	11,113,318	11,339,698	11,512,990	11,756,402	12,009,104	12,199,174
รวม	15,362,348	16,716,945	17,254,317	18,095,028	19,029,896	19,272,941

ที่มา: พื้นที่ปลูกยางพารา รวบรวมจากสถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปีพ.ศ. 2550-2555

2.5.2 พื้นที่ปลูกยางพาราในภาคเหนือ

ยางพาราแต่เดิมส่วนใหญ่นิยมปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย และบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราไปในพื้นที่ภาคเหนือและพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2546 ตามมติคณะรัฐมนตรีอนุมัติให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินโครงการปลูกยางพาราเพื่อยกระดับรายได้และความมั่นคงให้แก่เกษตรกรในแหล่งปลูกยางใหม่ ระยะที่ 1 ในเนื้อที่ 1,000,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2547-2549 แบ่งเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 700,000 ไร่ และภาคเหนือ 300,000 ไร่ จนถึงปัจจุบันยางพาราได้แพร่กระจายอยู่ตามจังหวัดต่างๆ ทั่วภาคเหนือของประเทศไทย โดยจังหวัดที่มีพื้นที่

ยางพารามากที่สุด คือ จังหวัดเชียงราย พืชปลูก และพะเยา ตามลำดับ โดยแต่ละจังหวัดในบริเวณภาคเหนือมีพื้นที่การปลูกยางพารา ดังตารางที่ 2-5 (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ, 2556)

จากข้อมูลที่มีการรายงานไว้ว่า จังหวัดเชียงรายเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกยางพารามากที่สุด คือ 311,685 ไร่ โดยพื้นที่อำเภอที่มีการปลูกมากที่สุด คือ อำเภอเชียงของ อำเภอพญาเม็งราย และอำเภอกิ่งดอยหลวง ตามลำดับ

ตารางที่ 2-5 พื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือแยกตามรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2555

ลำดับ	จังหวัด	พื้นที่ปลูก(ไร่)	ร้อยละของพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ
1	เชียงราย	311,685	1.62
2	พิจิตร	167,733	0.87
3	พะเยา	145,149	0.75
4	น่าน	109,292	0.57
5	กำแพงเพชร	49,915	0.26
6	เพชรบูรณ์	39,493	0.2
7	เชียงใหม่	34,374	0.18
8	ลำปาง	32,796	0.17
9	อุทัยธานี	29,748	0.15
10	สุโขทัย	24,253	0.13
11	ตาก	22,404	0.12
12	แพร่	21,800	0.11
13	อุดรธานี	20,497	0.11
14	นครสวรรค์	16,339	0.08
15	ลำพูน	10,155	0.05
16	แม่ฮ่องสอน	3,945	0.02
17	พิจิตร	2,897	0.02
รวม		1,042,475	5.41

ที่มา: สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ (2556)

2.5.3 แนวคิดการทำวนเกษตรในสวนยางพารา

การทำวนเกษตรในสวนยางพาราหรือที่สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ใช้คำว่า การปลูกพืชแซม/ร่วมยางพารา มีข้อควรพิจารณาที่สำคัญอยู่ 2 ประการ (สถาบันวิจัยยาง, มปป.) ได้แก่

1) ชนิดพืชที่ปลูก

1.1) พืชล้มลุก

การคัดเลือกชนิดพืชมาปลูกแซมหรือปลูกร่วมยาง ลำดับแรกต้องพิจารณาถึงความต้องการแสงสว่างในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของพืช โดยชนิดพืชที่ต้องการแสงสว่างมากจะสามารถปลูกในสวนยางพาราในช่วงอายุไม่เกิน 3 ปี อาทิ สับปะรด ข้าวโพด ข้าวไร่ ถั่วต่างๆ พืชผักกล้วย มะละกอ เป็นต้น เมื่ออายุยางพารามากขึ้นก็ควรเลือกพืชที่ทนต่อสภาพร่มเงามากขึ้นมาปลูก อาทิ ขิง ข่า ขมิ้น กระวาน เร่วผักพื้นบ้าน และพืชสมุนไพรบางชนิด พืชสกุลละอาก้า หวาย ไม้ดอกสกุลหน้าวัว ไม้ดอกวงศ์ชিং เช่น ชิงแดง ดาหลา หงส์เหิน กระเจียวพังกา กระเจียวส้ม และบัวขึ้น ไม้ดอกสกุลเฮลิโกเนีย เช่น ลีอบสเตอร์คลอว์วัน บัคกี และก้ามปูแดงดอกใหญ่และไม้ประดับบางชนิด การปลูกพืชล้มลุกอายุสั้นควรปลูกในระบบหมุนเวียนเพื่อป้องกันโรคและศัตรูพืช และเศษซากพืชหลังเก็บเกี่ยวควรทิ้งไว้ในพื้นที่แล้วไถกลบหรือนำไปคลุมโคนต้นยางในช่วงแล้งเพื่อช่วยรักษาความชื้นในดิน ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมวัชพืชและปลดปล่อยธาตุอาหารสู่พื้นดิน

นอกจากนี้ การเลือกชนิดพืชปลูกในสวนยางพารายังต้องคำนึงถึงตลาดรองรับแรงงาน เงินทุน ขนาดพื้นที่ การคมนาคม และสภาพแวดล้อมอื่นๆ อีกด้วย

1.2) ไม้ยืนต้น

1.2.1) ไม้ป่า ชนิดไม้ป่าที่สามารถปลูกในสวนยางพารา อาจแบ่งเป็น 3 ประเภทตามรอบอายุการตัดฟันไม้ไปใช้ประโยชน์ ได้แก่

- ไม้รอบตัดฟันสั้น (4-5 ปี) ได้แก่ กระถินเทพา กระถินณรงค์ จะปลูกในช่วงยางพาราอายุ 1-2 ปี และต้องตัดฟันเมื่อไม้มีอายุ 4-5 ปี เพราะหากปล่อยให้โตเกินไปจะเป็นอันตรายต่อต้นยางพาราได้

- ไม้รอบตัดฟันปานกลาง (10-20 ปี) ได้แก่ สะเดาไทย สะเดาเทียม ยมหอม มะฮอกกานี พะยอม จะปลูกในช่วงยางพาราอายุ 1-2 ปี

- ไม้รอบตัดฟันยาว (20-30 ปี) ได้แก่ ยางนา ตะเคียนทอง ประดู่ป่า แดง พะยูง เคี่ยมคะนอง ตำเสา สารธร จะปลูกในช่วงยางพาราอายุ 1-3 ปี ขึ้นกับชนิดไม้ป่าบางชนิดต้องการร่มเงาบ้างในการเจริญเติบโต ไม้ป่าโตช้าควรตัดฟันพร้อมกับการโค่นยางพารา

สถาบันวิจัยยาง (มปป) ได้แนะนำชนิดไม้ป่าที่เหมาะสมจะปลูกในสวนยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-6 ชนิดไม้ป่าที่แนะนำให้ปลูกในสวนยางพารา

รอบตัดฟันไม้ไปใช้	แหล่งปลูก		
	ภาคใต้	ภาคตะวันออก	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
รอบตัดฟันสั้น	กระถินเทพา	กระถินเทพา	กระถินเทพา
(4 – 5 ปี)	กระถินณรงค์	กระถินณรงค์	กระถินณรงค์
รอบตัดฟันปานกลาง	สะเดาเทียม ทั้ง	กฤษณา สะเดาไทย	สะเดาไทย
(10 – 20 ปี)	พะยอม มะฮอกกานี	ยมหอม	
รอบตัดฟันช้า	เคี่ยม ตะเคียนทอง	ตะเคียนทอง	ยางนา ตะเคียนทอง แดง
(20 – 30 ปี)	ยางนา ยมหิน	ยมหิน ยางนาแดง	ยมหิน พะยูง สารธร
	ตำเสา	ประดู่ป่า	ประดู่ป่า

ที่มา : สถาบันวิจัยยาง (มปป.)

1.2.2) ไม้ผล นอกจากไม้ป่ายืนต้นดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถปลูกไม้ผลยืนต้นร่วมกับสวนยางพาราได้ เช่น

- มังคุด ควรปลูกก่อนโค่นยางประมาณ 5 ปี เพื่อเปลี่ยนสวนยางเป็นสวนมังคุด จะทำให้เวลาการปลูกมังคุดเร็วขึ้น 5 ปีเช่นกัน เพราะจะประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพราะการที่มังคุดอยู่ในร่มเงาสวนยางพาราทำให้ไม่ต้องรดน้ำในช่วงแล้ง ไม่ต้องกำจัดวัชพืช และได้รับปุ๋ยบางส่วนจากสวนยางพาราอีกด้วย

- ไม้ผลประเภทอื่นๆ เช่น ลองกอง ขนุน เนียง สะตอ ซึ่งพืชบางชนิดสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุยังน้อย และบางชนิดให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำแต่นำมาใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้เมื่อพบว่ายังไม่ส่งผลกระทบต่อต้นยางก็สามารถปล่อยให้เจริญเติบโตต่อไปในสวนยาง แต่ควรบำรุงรักษาด้วยเพื่อไม่ให้มีผลเสียหายต่อต้นยาง

สิ่งที่ควรปฏิบัติเกี่ยวกับการปลูกไม้ป่าในสวนยาง มีดังนี้ ไม่ควรปลูกไม้ป่าในแหล่งที่มีโรคราสีชมพู ไฟทอปโทรา และโรครากต่างๆ เช่น โรครากขาว และรากแดงระบาด เพราะอาจเพิ่มความรุนแรงของโรคให้มากขึ้น และควรปลูกในที่ที่มีเอกสารสิทธิ์ ซึ่งสามารถนำไม้ทุกประเภทเพื่อใช้สอยและจำหน่ายได้ (ยกเว้น ไม้ยางและไม้สัก ที่ต้องอนุญาตหน่วยงานราชการก่อนตัดฟัน)

2) การจัดวางองค์ประกอบ

2.1) พืชล้มลุก พืชล้มลุกขนาดเล็ก ควรปลูกห่างจากแถวยางประมาณ 1 เมตร หรือพืชอาหารสัตว์ เช่น หญ้าลูซี่ หญ้าโคโร หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าขน ปลูกห่างแถวยางประมาณ 1.5 - 2 เมตร ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานในแถวยาง สำหรับพืชล้มลุกขนาดกลาง เช่น ถั่ว และ

มะละกอ ควรปลูก 1-2 แถวในระหว่างแถวยาง และปลูกห่างจากแถวยางประมาณ 2-3 เมตร ระยะห่างระหว่างต้นของกล้วยและมะละกอประมาณ 3 เมตร และควรปลูกแบบสลับฟันปลา

2.2) ไม้ยืนต้น ควรปลูกในสวนยางพาราที่ใช้ระยะปลูก (ระยะระหว่างต้น x ระยะระหว่างแถว) 3 x 7 เมตรหรือ 2.5 x 8 เมตร การปลูกแบ่งเป็น 3 รูปแบบดังนี้

2.2.1) การปลูกไม้ป่าในระหว่างแถวยางพารา ปลูกกึ่งกลางระหว่างแถวยางพารา โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 4-6 เมตร ซึ่งสามารถปลูกไม้ป่าได้ทั้งไม้ป่าโตเร็ว โตปานกลาง และโตช้า จะได้จำนวนไม้ป่าประมาณ 30-50 ต้น ต่อพื้นที่ปลูกยางพารา 1 ไร่

2.2.2) การปลูกไม้ป่าเพื่อทดแทนการปลูกซ่อมแซมยางพารา ในกรณีที่ต้นยางพาราอายุประมาณ 2 ปี ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะปลูกซ่อม แล้ว ให้ปลูกไม้ป่าทดแทนต้นยางพาราที่ตายไป หลุมว่างที่ติดต่อกันไม่เกิน 4 หลุมให้ปลูกไม้ป่าในหลุมว่างดังกล่าวได้ แต่ถ้ามีหลุมว่างมากกว่า 4 หลุมขึ้นไปให้ขยายระยะระหว่างต้นไม้ป่าห่างกันประมาณ 4 เมตร เพื่อให้เจริญเติบโตได้ดีขึ้น ชนิดไม้ป่าที่แนะนำคือ ไม้โตปานกลางและโตช้า เพื่อให้ผลตอบแทนสูงและลดผลกระทบต่อนต้นยางพารา

2.2.3) การปลูกไม้ป่าร่วมยางพารา เพื่อให้ได้จำนวนต้นมากที่สุด เป็นการปลูกผสมผสานในระหว่างการปลูกตามรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 แต่ไม่ควรปลูกจำนวนไม้ป่ามากกว่ายางพารา

การพัฒนากระบวนการเกษตรในสวนยางพาราโดยการปลูกแทรกเป็นแนวทางหนึ่งของการสร้างแหล่งรายได้เสริมหรือเพื่อการบริโภคของเกษตรกรเจ้าของสวน และส่งผลดีด้านสิ่งแวดล้อมในด้านช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินและป้องกันการชะล้างหน้าดินในสวนยางพารา ทั้งนี้การนำระบบเกษตรไปประยุกต์ใช้จำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดพืชที่แทรกในสวนยาง และการจัดวางรูปแบบการปลูกที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงภาวะตลาด แรงงาน ทุน ขนาดพื้นที่ และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ด้วย

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร (2553) เสนอแนะการปลูกพืชชนิดอื่นๆ ร่วมกับยางพาราเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกยางพารามีรายได้เสริม นอกเหนือจากผลผลิตน้ำยาง โดยการปลูกพืชในสวนยางพาราจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาด้วยกัน ดังนี้

1) การปลูกพืชระหว่างแถวยางพาราในขณะที่ต้นยางมีอายุไม่เกิน 3 ปี เรียกว่า “พืชแซมยาง” โดยพืชที่ปลูกควรเป็นพืชล้มลุก ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง และเป็นที่ต้องการของตลาด ชนิดของพืชแซมยางที่นิยมแนะนำให้ปลูก ได้แก่ สับปะรด ข้าวไร่ ข้าวโพดหวาน กล้วย หน่ออาหารสัตว์ อ้อยคั้นน้ำ ส่วนมันสำปะหลังนั้นจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง หากต้องการปลูกควรปลูกให้ห่างจากแถวยางไม่น้อยกว่า 2 เมตร

2) การปลูกพืชระหว่างแถวยางโดยอาศัยร่มเงาของต้นยางพารา เรียกว่า “พืชร่วมยาง” ซึ่งจะต้องไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นยางหรือการปฏิบัติงานในสวนยาง การ

เลือกปลูกพืชควรเป็นพืชที่เป็นความต้องการของตลาด ชนิดที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ ฝรั่ง หวาน สละ หวาย สะเดาเทียม กระวาน เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าการปลูกพืชใน 2 ลักษณะที่กล่าวมานั้นจะเน้นชนิดพืชเกษตรเป็นหลัก แต่ก็มีการวิจัยและเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในบางพื้นที่ได้ทำการปลูกพืชร่วมที่ไม่ใช่พืชเกษตรเพื่อเป็นรายได้เสริมและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพรรณพืช การอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งการปลูกยางพาราร่วมกับพรรณไม้ป่าไม้เป็นหนึ่งในแนวทางของการทำระบบวนเกษตร

2.6 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากการปลูกยางพารา

เนื่องจากในปัจจุบันความต้องการใช้ประโยชน์จากยางพารามีเพิ่มมากขึ้นและยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ทำให้ปริมาณความต้องการวัตถุดิบเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น หากมองในแง่เศรษฐกิจเป็นการเพิ่มพูนรายได้ให้เกษตรกรได้เป็นอย่างดี แต่ในขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นได้ อาทิเช่น (เครือข่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภาคอีสาน, 2550; สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2556)

2.6.1 การชะล้างพังทลายของดินและการสูญเสียธาตุอาหาร พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ปลูกยางพาราค่อนข้างจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและธาตุอาหารบางส่วนถูกนำออกจากดินในรูปของน้ำยาง โดยน้ำยาง 1 ตัน จะสูญเสียธาตุไนโตรเจน 20 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม โพแทสเซียม 25 กิโลกรัม แมกนีเซียม 5 กิโลกรัม รวมทั้งธาตุอื่นๆ เช่น แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ทำให้ดินขาดความสมดุลของธาตุอาหาร

2.6.2 การใช้ยาฆ่าแมลงและปราบศัตรูพืช ทำให้มีสารเคมีตกค้างและแพร่กระจายในดินซึ่งจะทำลายสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์หรือจุลินทรีย์ในดิน และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในสวนยางพารา เช่น สารกำจัดวัชพืชที่ออกฤทธิ์กับพืชมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืชชั้นต่ำด้วย สารกำจัดแมลงก็มีผลต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อระบบนิเวศ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน

2.6.3 สวนยางพาราอยู่ในเขตพื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่ลาดชัน เนื่องจากการปลูกยางพารามีการใส่ปุ๋ยเคมีและสารกำจัดวัชพืชและแมลง ดังนั้นเมื่อเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินผ่านพื้นที่ปลูกปลูกยางพาราทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ โดยจะทำให้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติ เช่น น้ำเน่าเสีย พืชและสัตว์น้ำมีการลดจำนวนลง รวมถึงอาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ที่สัมผัสน้ำในแหล่งน้ำหรือนำน้ำไปใช้ประโยชน์ อาจเกิดการแพ้หรือระคายเคืองได้

2.6.4 ความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้ในพื้นที่ลดลง ยกตัวอย่างการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพทั้งแง่ของแหล่งอาหาร สมุนไพร พลังงาน และไม้ใช้สอย ในพื้นที่ป่าโคก ป่าเต็งรัง ป่าบุงป่าทาม พื้นที่ป่าสาธารณะ ป่าตามหัวไร่ปลายนา

2.7 การสังเคราะห์แสงของพืช

พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้น ระดับน้ำในดิน ปริมาณแร่ธาตุในดิน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น การสังเคราะห์แสงส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตพืช ดังนั้นหากปัจจัยแวดล้อมไม่เหมาะสมเช่น ปริมาณแสงที่ส่องผ่านมาถึงใบน้อยเกินกว่าที่พืชต้องการ ก็จะส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชชะงัก พืชแต่ละชนิดต้องการแสงในกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ต่างกัน ซึ่งการตอบสนองของพืชต่อปริมาณแสงที่ต่างกันสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของความเข้มแสงและการสังเคราะห์แสง (light response curve) (Herrick and Thomas, 1999)

พืชซึ่งน่าจะเป็นไปได้ในการนำไปปลูกในสวนป่าจึงควรที่จะมีความสามารถในการสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโตในที่ที่มีความเข้มแสงพื้นล่างต่ำ นอกจากนี้พืชที่มีความไวต่อแสงแม้เพียงช่วงสั้นๆ จะมีความสามารถในการเจริญเติบโตภายใต้ร่มเงาของไม้ใหญ่ เนื่องจากแม้ว่าเรือนยอดของไม้ใหญ่จะหนาแน่นแต่ก็จะมีบางช่วงที่แสงสามารถส่องทะลุช่องว่างของเรือนยอดตรงลงมาถึงพื้นล่าง (sunflecks) แต่จะเป็นเพียงช่วงเวลาสั้นๆ (Percy *et al.*, 1997) ดังนั้นพืชที่มีความไวต่อแสงจะมีความเป็นไปได้สูงในการนำมาปลูกเสริมในสวนป่า

เกณฑ์ในการคัดเลือกชนิดพันธุ์ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์มีหลายเกณฑ์ แต่การสังเคราะห์แสงเป็นตัววัดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตโดยตรง (Smethurst and Shabala, 2003) กระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการที่พืชใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ทำให้น้ำแตกตัวเพื่อให้ได้ออกซิเจนและสร้างสารจำพวกน้ำตาล แสงที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง คือแสงในช่วงคลื่น 400–700 นาโนเมตร โดยประมาณแล้วเมื่อแสงตกกระทบบที่ส่วนยอดของไม้ใหญ่ แสงประมาณร้อยละ 85–90 จะถูกดูดซับด้วยใบที่เรือนยอด ประมาณร้อยละ 10 จะถูกสะท้อนกลับไปในบรรยากาศ เหลือเพียงประมาณร้อยละ 5 ที่ส่องทะลุผ่านใบมาที่ชั้นถัดไป ดังนั้นถ้าไม้ที่มีเรือนยอดสูงมีปริมาณใบมากและมีหลายชั้นก็จะยิ่งทำให้ปริมาณแสงที่ส่องมาถึงพื้นล่างมีทั้งปริมาณและคุณภาพที่ต่ำ (Taiz and Zeiger, 2006) อย่างไรก็ตาม พืชบางชนิดก็สามารถสังเคราะห์แสงได้แม้ในสภาพแสงคุณภาพต่ำ (Loach, 1967) แต่ก็มีพืชอีกหลายชนิดที่ยังไม่มีผู้ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงภายใต้สภาพแสงต่างๆ อย่างไรก็ตามพืชส่วนใหญ่มีความสามารถในการปรับตัวต่อร่มเงาได้ แต่ในระดับที่มากน้อยแตกต่างกัน (Lambers *et al.*, 1998) ดังนั้นถ้าหากมีให้พืชมีโอกาสปรับตัวต่อสภาพที่มีร่มเงาสูง พืชก็อาจจะสามารถเจริญเติบโตได้ปกติในสภาพที่มีร่มเงาได้

ประเทศไทยได้ร่วมมือกับหน่วยงาน CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development) และ INRA (French National Centre for Agricultural Research) สร้างหอคอยขนาดสูง 25 เมตร เพื่อวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามวิธี Eddy covariance พร้อมทั้งวัดความเข้มแสงที่ผ่านเข้ามาในเรือนยอดของสวนป่ายางพารา อายุ 12 ปีที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 6 เฮกเตอร์ ในปี พ.ศ. 2549 จนถึงปัจจุบัน ในโครงการ “The rubber flux project” (Thaler *et al.*, 2007)

นอกจากระดับแสงที่น้อยกว่าปกติในพื้นที่ล่างของสวนป่าแล้ว อุณหภูมิที่ต่ำกว่าเรือนยอดก็ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงเช่นกัน อย่างไรก็ตามในสภาพแสงที่ต่ำส่งผลโดยตรงของอุณหภูมิต่อการสังเคราะห์แสงอาจจะน้อยเนื่องจากแสงกลายเป็นปัจจัยจำกัด แต่อุณหภูมิจะส่งผลทางอ้อมต่อปากใบ (stomata) ในกระบวนการคายน้ำ โดยอาจจะส่งผลให้การคายน้ำลดลง และปากใบปิด ซึ่งจะส่งผลให้การสังเคราะห์ลดลงตามไปด้วย (Bidwell, 1974) ปากใบเป็นเส้นทางแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง และเป็นช่องทางในการคายน้ำในขณะเดียวกัน ดังนั้นประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเทียบกับการสูญเสียน้ำจากกระบวนการคายน้ำ (water use efficiency: WUE) ก็ถูกนำมาเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของพืชแต่ละชนิด (Chaerle *et al.*, 2005) โดยพืชที่สามารถสังเคราะห์แสงได้สูงสุดโดยสูญเสียน้ำจากการคายน้ำน้อยที่สุดจะถือว่าเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง เหมาะแก่การนำมาปลูก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีน้ำในดินน้อย

2.8 การเจริญทดแทน

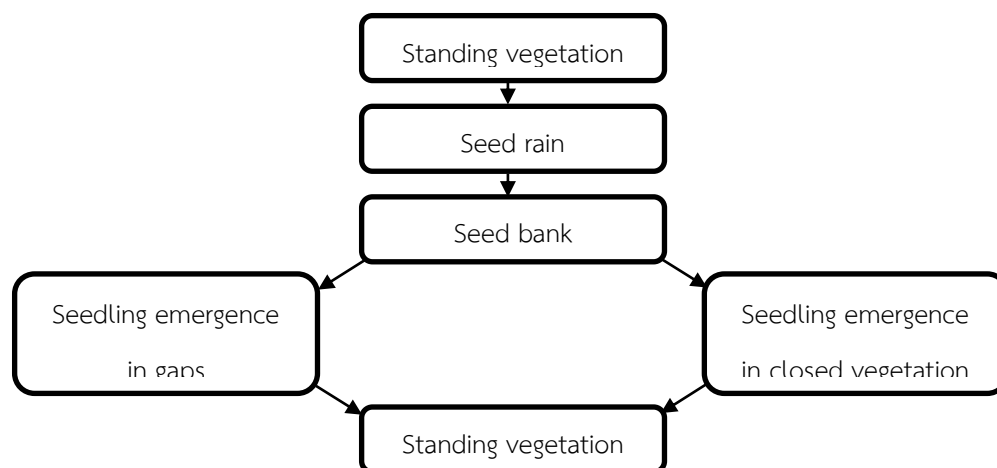
ป่าไม้เป็นระบบนิเวศพื้นฐานทางธรรมชาติที่มีความสอดคล้องกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางโครงสร้างของสังคมพืชที่ไม่สอดคล้องกับระบบนิเวศดั้งเดิมจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามการเปลี่ยนแปลงใดก็ตามที่ยังคงลักษณะบางประการของระบบนิเวศเดิมไว้ได้ จะทำให้ลักษณะของปัจจัยสิ่งแวดล้อมยังคงสภาพไว้ได้ หรือไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบนิเวศนั้น

การปลูกยางพาราแบบชนิดเดียวล้วนเป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางชนิดพรรณไม้ของสังคมพืชและโครงสร้างของป่าด้วย ถ้าการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร ผสมผสานกับต้นไม้ หรือพืชพรรณชนิดอื่นๆ ไปด้วยถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางชนิดพรรณไม้ แต่สามารถปรับให้เกิดโครงสร้างให้คล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติได้ ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้สิ่งแวดล้อมยังคงมีสภาพที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติได้ พร้อมทั้งสามารถเอื้อประโยชน์ทางอ้อมให้กับระบบนิเวศอื่นๆ ได้

การเจริญทดแทน (natural regeneration) หมายถึงการที่ต้นไม้ใหม่เกิดขึ้นจากต้นไม้เดิมในป่าธรรมชาติ โดยมีกระบวนการเริ่มจากการผลิตเมล็ด (seed production) การกระจาย (dispersal) ของผลและเมล็ด การงอก (germination) ของเมล็ด (germination) และการตั้งตัว (establishment) ของกล้าไม้บนพื้นป่า การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของต้นไม้มักปรากฏเป็นหย่อมๆ เมื่อเกิดช่องว่างขึ้น (เทอด, 2525) ทั้งนี้เพื่อรักษาและเพิ่มเพิ่มจำนวนประชากร การเจริญทดแทนตามธรรมชาติจะประสบผลสำเร็จได้ต้องมีพื้นที่และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม (วิสุทธิ, 2539)

จากภาพที่ 2-2 เมล็ดเป็นปัจจัยแรกของกระบวนการเจริญทดแทน ตามมาด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมแวดล้อมจุลภาคหลังจากที่เมล็ดตกลงสู่พื้นดิน ซึ่งอาจจะทำให้เมล็ดเหล่านั้นงอกหรือสะสมในดิน หรือตาย

(Simpson *et al.* 1989) เมล็ดที่ไม่ได้ถูกฝังในดินหรือฝังอยู่ใกล้ผิวดิน (soil surface) ส่วนมากจะมีชีวิตสั้นกว่าเมล็ดที่ฝังอยู่ใต้ดินกล้าไม้หลังการรอกจะเติบโตและรอดตายเนื่องจากปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ธาตุอาหาร ดังนั้น จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษากระบวนการเจริญทดแทนของกล้าไม้ในป่าฟื้นฟู (Welling, 2002)



ภาพที่ 2-2 กระบวนการเจริญทดแทน

ที่มา: Welling (2002)

ต้นไม้กำเนิดมาจากเมล็ด ความสำเร็จในการฟื้นตัวของป่าจึงขึ้นอยู่กับแม่ไม้ที่ให้เมล็ดในบริเวณใกล้เคียง ในพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายเป็นบริเวณกว้าง ต้นไม้บางชนิดอาจเหลืออยู่หรืออาจมีป่าผืนเล็กๆ เหลืออยู่ในบางจุดซึ่งจะเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ที่หลากหลาย ระยะทางจากแหล่งของเมล็ดไม้มีผลต่ออัตราเร็วในการฟื้นตัวและความหลากหลายของชนิดต้นไม้ที่จะกลับเข้ามาในพื้นที่ ดังนั้น การรักษาดินไม้ที่ให้ผลในพื้นที่ป่าถูกทำลายจึงมีประโยชน์อย่างมากในการส่งเสริม การฟื้นตัวตามธรรมชาติของระบบนิเวศป่า (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2549)

การติดดอกออกผลของต้นไม้ในป่าเขตร้อนมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของต้นไม้ พื้นที่ รวมทั้งสภาพแวดล้อมในแต่ละปีต้นไม้ส่วนใหญ่ให้ผลปีละครั้ง แต่บางชนิดอาจออกผลปีละสองครั้ง บางชนิดติดผลเพียงครั้งเดียวก่อนตาย (monocarpy) พืชในกลุ่มก่อและยางหลายชนิดมีการออกดอกและติดผลพร้อมกันทั้งหมดโดยอาจออกดอกหลายๆ ปีครั้งหนึ่ง พืชต่างชนิดกันจะติดดอกออกผลในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน แต่ถ้ามองในภาพรวม ต้นไม้ในป่าเดียวกันมักติดดอกออกผลและกระจายเมล็ดในช่วงเวลาต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าผลัดใบเขตร้อน การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ในรอบปีนี้คือ การศึกษาชีพ

ลักษณะ ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ต้นไม้ส่วนใหญ่ที่แพร่กระจายเมล็ดด้วยลมจะติดผลและให้เมล็ดในช่วงฤดูแล้งมีเพียง ส่วนน้อยเท่านั้นที่ติดผลในฤดูฝน โดยจะให้เมล็ดมากที่สุดในช่วงปลายฤดูแล้งหรือประมาณเดือนเมษายน ประมาณร้อยละ 43 ของต้นไม้ที่กระจายเมล็ดด้วยลมจะให้ผลในช่วงนี้ซึ่งเป็นช่วงที่ลมแรงที่สุดก่อนเข้าฤดูมรสุม (Elliott *et al.*, 1994) ในทางกลับกันพรรณไม้ที่ต้องอาศัยสัตว์ในการกระจายเมล็ดพันธุ์จะติดผลเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน โดยมีจำนวนสูงสุดในช่วงปลายฤดูฝน

พื้นดินของป่าที่ถูกทำลายเป็นแหล่งของเมล็ดพรรณไม้นานาชนิด การสำรวจจำนวนเมล็ดในดินทำได้โดยเจาะเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ นำมาเกลี่ยลงบนภาตเพาะ รดน้ำ และนับจำนวนของเมล็ดที่งอกขึ้นมา ซึ่งปกติแล้วจะนับในหน่วยของเมล็ดต่อลูกบาศก์เมตรของดิน สำหรับการศึกษา จำนวนเมล็ดพรรณไม้ในดินเพื่อการฟื้นฟูป่านั้นจะศึกษาอยู่ 2 แนวหลัก ๆ คือ การสำรวจจำนวนเมล็ดที่เหลือในดินจากป่าดั้งเดิม (soil seed bank) และจำนวนเมล็ดที่กระจายเข้ามาในพื้นที่หลังจากการถูกทำลาย (seed rain) ในการฟื้นฟูป่าบนพื้นที่ที่เคยมีการทำไม้และมีการเข้าไปใช้ประโยชน์ต่อกันเป็นเวลานาน ๆ เมล็ดพันธุ์จากป่าเดิมเพียงส่วนน้อยเท่านั้นจะงอกและเติบโตขึ้นมาแทนที่ไม่ได้เดิม แม้ว่า เมล็ดไม้บางชนิดอาจสามารถพักตัวอยู่ในดินได้นานถึง 2 - 3 ปี แต่เมล็ดส่วนใหญ่จะหมดความสามารถในการงอกภายใน 2-3 อาทิตย์หรือเพียงไม่กี่เดือน จากพรรณไม้ของภาคเหนือจำนวน 262 ชนิดที่ทางหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่าได้ศึกษาพบว่า มีเพียงร้อยละ 5.3 เท่านั้นที่มีระยะพักตัวของเมล็ดนานกว่าหนึ่งปี ดังนั้น แหล่งเมล็ดพันธุ์ในดินของพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายส่วนใหญ่จึงมาจากเมล็ดของต้นไม้ที่ให้ผลในบริเวณใกล้เคียง การกระจายเมล็ดพันธุ์จากป่าใกล้ๆ เข้ามาในพื้นที่จึงมีความสำคัญยิ่งสำหรับการฟื้นตัวตามธรรมชาติของระบบนิเวศป่า (หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, 2549)

เมล็ดพรรณไม้ที่เข้ามาในพื้นที่นั้นมีทั้งที่ถูกนำมาพร้อมกับ คน สัตว์หรือปัจจัยอื่นๆ ปริมาณของเมล็ดที่เข้ามาในพื้นที่นั้นศึกษามาจากการวางที่ดักเมล็ดที่ทราบขนาดแน่นอนไว้ในพื้นที่ และนับจำนวนเมล็ดที่พบต่อตารางเมตรในแต่ละเดือน ซึ่งอาจนับรวมกันทั้งหมดหรือแยกตามชนิดต้นไม้ลักษณะของต้นไม้ (ไม้ต้น ไม้ล้มลุก ฯลฯ) หรือกลไกในการกระจายเมล็ดพันธุ์ ความหนาแน่นของเมล็ดในพื้นที่ขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างพื้นที่นั้นกับป่าที่อยู่ใกล้เคียงและประสิทธิภาพในการกระจายเมล็ดพันธุ์ เมล็ดที่เข้ามาในพื้นที่จะมีความหนาแน่นสูงสุดและมีจำนวนชนิดมากที่สุดบริเวณที่อยู่ใกล้กับป่า และความหนาแน่นจะลดลงเรื่อยๆ ในบริเวณที่ลึกเข้าไปในพื้นที่ที่ถูกทำลาย ถ้าหากปริมาณของเมล็ดที่ถูกนำเข้ามาในพื้นที่ลดลงจะทำให้การฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่าเกิดขึ้นไม่ได้ หรือความหลากหลายของต้นไม้ในบริเวณนั้นลดลง การกระตุ้นให้เกิดการนำเมล็ดเข้ามาในพื้นที่มากขึ้น จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อความสำเร็จในการฟื้นตัวของป่า เมล็ดของต้นไม้ส่วนใหญ่จะกระจายอยู่ในระยะทางเพียงไม่กี่เมตรจากต้นแม่ จำนวนเมล็ดต่อพื้นที่ของต้นไม้แต่ละต้นจะลดลงอย่างชัดเจนตามระยะทางจากต้นแม่ที่เพิ่มขึ้น

การร่วงหล่นของเมล็ด เมล็ดที่สะสมในดิน และเมล็ดที่แพร่กระจายเข้ามาในพื้นที่ในประเทศไทยนั้น มีการศึกษาน้อยมาก พบเพียง 2 รายงาน คือ Sharp (1995) ศึกษาจากกักดับเมล็ดบนดอยสุเทพ-ปุย พบเมล็ดทั้งหมด 75 ชนิด โดย 16 ชนิดพบได้เฉพาะพื้นที่รกร้าง อีก 16 ชนิดพบได้เฉพาะในป่า ส่วนที่เหลือ 33 ชนิด และความหลากหลายของชนิดเมล็ดไม้ยังแปรผันตามฤดูกาล และ Meng (1997) วิจัยผล

จากการป้องกันไฟป่าต่อเมล็ดไม้ภายในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยศึกษาเมล็ดจากกับดักเมล็ดและเมล็ดที่สะสมในดิน พบว่า ในป่าที่มีการป้องกันไฟเมล็ดของไม้ยืนต้นตกลงมาเฉลี่ย 38.4 เมล็ด/ตร.ม./เดือน มี 21 ชนิดและมีเมล็ดที่สะสมในดิน 53.75 เมล็ด/ตร.ม. จำนวน 11ชนิด ในป่าที่มีไฟไหม้เมล็ดของไม้ยืนต้นตกลงมาเฉลี่ย 23.25 เมล็ด/ ตร.ม./เดือน มี 12 ชนิด และมีเมล็ดที่สะสมในดิน 21.25 เมล็ด/ตร.ม. จำนวน 9 ชนิด

ในต่างประเทศมีการศึกษาด้านนี้ ได้แก่ ประเทศบราซิลในกับดักเมล็ด 60 อัน พบเมล็ดทั้งหมด 88,552 เมล็ด ซึ่งเป็นเมล็ดของไม้ป่า 95.8% (Barbosa and Pizo, 2006) ประเทศคอสตาริกาในกับดักเมล็ด พบเมล็ดทั้งหมด 21,729 เมล็ด (Zamora and Montagnini, 2007) ประเทศศรีลังกาพบความหนาแน่นของเมล็ดที่สะสมในดินของทุ่งหญ้า พื้นที่ระหว่างป่าและทุ่งหญ้า และป่าไม้เท่ากับ 8,339 6,990 และ 583 เมล็ด/ตร.ม. ตามลำดับ (Perera, 2005) ประเทศปานามาความหนาแน่นของเมล็ดที่สะสมในดิน 800 – 3,100 เมล็ด/ตร.ม. (Dalling and Denslow, 1998)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 การยอมรับระบบวนเกษตร

สุจิตรา (2541) ได้ทำการศึกษากระบวนการตัดสินใจยอมรับเทคโนโลยีการผลิตของการทำเกษตรของเกษตรกรรายย่อยเปรียบเทียบระหว่างวนเกษตรรูปแบบสวนหลังบ้าน และการทำเกษตรกระแสหลักที่ทำนาหรือสวนมะม่วงในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยพิจารณาถึงเทคโนโลยีในการทำเกษตร 2 รูปแบบ ได้แก่ เทคโนโลยีสำเร็จรูป ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการผลิตที่คิดค้นและพัฒนาได้ภายในห้องทดลองแล้วผลิตออกจำหน่ายโดยบริษัทเอกชน และเทคโนโลยีที่เหมาะสมซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาโดยภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีลักษณะประหยัดเรียบง่ายรักษาสภาพแวดล้อมให้ยั่งยืนและไม่ต้องพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอกท้องถิ่นมากนัก โดยผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่ทำวนเกษตรนั้นมีการยอมรับเทคโนโลยีที่เหมาะสมมากกว่าเทคโนโลยีสำเร็จรูป ส่วนการทำเกษตรกระแสหลักเป็นไปในทางตรงกันข้ามคือ มีการยอมรับเทคโนโลยีสำเร็จรูปมากกว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสม

พรชัย (2540) ได้ศึกษาความเหมาะสมของระบบวนเกษตรที่เหมาะสมในการพัฒนาแหล่งต้นน้ำในภาคเหนือตอนบนกรณีศึกษาในพื้นที่ป่าเต็งรังและเบญจพรรณ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาและเก็บข้อมูลผลผลิตหรือผลตอบแทน ความยั่งยืนของระบบการปลูกพืช และการยอมรับนำไปปฏิบัติใช้ โดยประเมินผลในลักษณะของการวิเคราะห์ให้คะแนนเป็นเกณฑ์ตัดสินเพื่อเลือกระบบวนเกษตรที่เหมาะสมไปใช้ใน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ระบบวนเกษตรที่เหมาะสม คือ ระบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้า โกโก้ กระจับปี่อินโดนีเซีย และเลี้ยงปลา ระบบวนเกษตรที่ต้องมีการปรับปรุง ได้แก่ ระบบการปลูกมะม่วงและสับปะรดในป่าเต็งรัง ระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้าและ

กระถินอินโดนีเซีย ระบบการปลูกไม้ผลในสวนป่าผสม ระบบการปลูกเสาวรสในป่าเบญจพรรณ ระบบการปลูกหญ้าดาวในป่าเต็งรัง ระบบการปลูกพืชผสมในป่าเต็งรัง ระบบการปลูกกาแฟโรบัสต้า การปลูกกาแฟอาราบิก้าและพริกไทยในป่าเบญจพรรณ และระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้า ตะไคร้ ดอกไม้จีน และดอกคำใต้

Pattanayak และ Mercer (1998) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการยอมรับรูปแบบวนเกษตรของเกษตรกรในจังหวัด Visayas ประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าเกษตรกรที่นำระบบวนเกษตรมาใช้เป็นผู้ที่มีความคุ้นเคยในการปลูกไม้ยืนต้นมาก พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและได้รับการช่วยเหลือของภาครัฐและเอกชน และเกษตรกรที่ไม่นำรูปแบบวนเกษตรมาใช้คือผู้ที่มีระยะเวลาอาศัยในถิ่นฐานนานและเกษตรกรที่เช่าที่ทำกิน

2.9.2 การปลูกยางพาราร่วมกับพืชชนิดอื่นหรือการทำวนเกษตรในสวนยางพารา (การคัดเลือกชนิดพันธุ์พืช การศึกษาระยะปลูก วิธีการปลูก)

สำหรับการปลูกยางพาราร่วมกับพรรณไม้ป่าในส่วนใหญ่นั้นส่วนใหญ่ได้มีการดำเนินการในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกบางจังหวัด ทั้งในลักษณะของป่ายาง คือ มีการปลูกยางพาราร่วมกับชนิดพรรณพรรณไม้ป่าหลากหลายชนิดจนกระทั่งพื้นที่มีลักษณะคล้ายป่าธรรมชาติ หรืออีกลักษณะหนึ่งเป็นการปลูกพรรณไม้ป่าในระหว่างแถวของยางพารา โดยชนิดพรรณพรรณไม้ป่าที่นิยมนำมาปลูก ได้แก่ กฤษณา สะเดาเทียม ผักหวานป่า ผักเหลียง มันปู ทำมัง สะตอ ตะเคียนทอง เป็นต้น โดยมีงานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลการเติบโต ผลผลิตน้ำยาง และชนิดพรรณพืชที่ปลูกร่วมหลายงานวิจัย

ณัฐวัฒน์ และคณะ (2553) ได้สำรวจการทำวนเกษตรในสวนยางพาราของเกษตรกรในจังหวัดตราด พบว่า ชนิดพืชที่ปลูกแซมในสวนยางพาราแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไม้ป่า อาทิ กฤษณา ยางนา ตะเคียนทอง กระถินเทพา กลุ่มไม้ผล อาทิ มังคุด ลองกอง เงาะ มะไฟ กระท้อน สละ กลุ่มพืชไร่ อาทิ สับปะรด ถั่วลิสง เป็นต้น

พิศมัย และคณะ (2541) ได้ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกกฤษณา กระถินเทพา สะเดาบ้าน และประดู่ป่า เป็นพืชร่วมกับการปลูกยางพารา ณ ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา อำเภอสนามชัยเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า การทดลองปลูกกฤษณาหลังปลูกยาง 1, 2, 3 และ 4 ปี และปลูกยางชนิดเดียวยางพาราใช้ระยะปลูก 2.5 x 10 เมตร และปลูกกฤษณาแทรกระหว่างแถวยาง (ระยะปลูกระหว่างต้น 5 เมตร) พบว่า หลังจากปลูกไปแล้ว 37 เดือน ขนาดเส้นรอบวงของต้นยางที่ปลูกชนิดเดียวเปรียบเทียบกับที่ปลูกกฤษณาแทรกไม่มีความแตกต่างทางสถิติช่วงเวลาการปลูกและเวลาตัดกระถินเทพา สะเดาบ้าน และยางพารา พบว่าการปลูกสะเดาบ้านพร้อมปลูกยาง และการปลูกสะเดาบ้านหลังปลูกยาง 1 ปี สะเดาบ้านมีขนาดลำต้น 18.15-19.47 เซนติเมตร และ 7.67-14.49 เซนติเมตร ในขณะที่กระถินเทพาที่ปลูกหลังปลูกยาง 1 ปีและ 2 ปี มีขนาดลำต้น 19.15-30.69 เซนติเมตร และ 3.56-9.96 เซนติเมตร

วันเพ็ญ และคณะ (2541) ได้ปลูกทดลองผักเหลียง ผักหวานป่า มันปูและทำม้ง ร่วมกับยางพารา อายุ 16 ปี ระยะปลูก 2.5 x 8 เมตร โดยปลูกแถวเดียวกึ่งกลางระหว่างแถวยาง ระยะห่าง 2.5 เมตร พบว่า หลังจากปลูก 3 ปี ผักเหลียงมีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยในปีที่ 3 มีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 71.0 เซนติเมตร และผลผลิตเฉลี่ย 30.8 กรัม/ต้น/ครั้ง หรือ 29.6 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับมันปูและทำม้งมีความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 62.6 และ 39.3 เซนติเมตร และผลผลิตเฉลี่ย 37.0 และ 52.5 กรัม/ต้น/ครั้ง หรือ 35.5 และ 50.4 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่าผักเหลียงมีแนวโน้มว่าจะเหมาะสมที่สุด โดยมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ผลผลิตเป็นที่นิยมและมีราคาสูง ส่วนผักหวานป่าไม่เหมาะสำหรับการปลูกร่วม เนื่องจากมีการเจริญเติบโตช้า ในขณะที่มันปูและทำม้งสามารถปลูกร่วมกับยางพาราได้เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มความหลากหลายของชนิดพรรณ

ไววิทย์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาการปลูกพืชร่วมยางพาราแบบผสมผสานในสวนยางพาราอายุ 3 ปี ในพื้นที่ลาดเท โดยทำการปลูกพืชร่วมยาง 4 รูปแบบ ได้แก่ ยางพาราร่วมกับมะฮอกกานียางพาราร่วมกับมะฮอกกานีและระกำ ยางพาราร่วมกับพะยอม และ ยางพาราร่วมกับพะยอมและระกำ พบว่า ต้นยางพารา พะยอม และระกำ เจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

สุเมธ และคณะ (2541) ได้ทำการศึกษาอัตราการปลูกที่เหมาะสมของกระวานบางพันธุ์ เมื่อปลูกในสภาพร่มเงายางพาราในเขตภาคใต้ตอนบน จากผลการทดลองพบว่า การปลูกกระวานไม่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของยาง ในขณะที่ สุทัศน์ และคณะ (2541) พบว่า มีกระวานบางพันธุ์เท่านั้นที่สามารถ เจริญเติบโตได้ดีในแปลงศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี

ไววิทย์ และคณะ (2541) ได้ทดลองปลูกมะฮอกกานี สะเทาเทียม และพะยอมเป็นพืชร่วมยางใน สภาพพื้นที่ลาดเทที่สถานีทดลองยางยะลา เพื่อเป็นไม้กันลมและป้องกันการพังทลายของดิน และปรับ สภาพนิเวศให้ดีขึ้น พบว่า ในช่วงยางอายุ 4 ปี 6 เดือน และพรรณไม้ป่าอายุ 3 ปี 2 เดือน พรรณไม้ป่าไม่มี ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไม้ยางพารา ถึงแม้ว่าจะใช้ระยะปลูกกึ่งกลางแถวยางพารา

สมพงศ์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาการปลูกไม้ผลและไม้ป่าร่วมกับยางพารา พบว่า การปลูกไม้ ผลร่วมกับยางพารา ควรใช้ระยะปลูก 2.5 x 10 เมตร และปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล ระยะระหว่างต้น 10 เมตร ไม้ผลมีการเจริญเติบโตดี สำหรับสะเดาเทียมสามารถปลูกร่วมกับยางพาราได้ดี แต่ควรจะปลูก หลังการปลูกยางแล้ว 1-2 ปี

สุทัศน์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาผลกระทบของกระถินเทพาที่ปลูกระหว่างแถวยางในระยะเวลา ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของยางพารา โดยได้ทดลอง 8 กรรมวิธี ได้แก่ ปลูกยางเพียงอย่างเดียว และ ปลูกกระถินเทพาร่วมยางและตัดต้นกระถินเมื่ออายุ 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ปี พบว่า การปลูกกระถิน เทพาระหว่างแถวยาง หากเริ่มต้นปลูกพร้อมยาง ควรตัดโค่นต้นกระถินเทพาออกเมื่ออายุไม่เกิน 4 ปี เพราะอัตราการเจริญเติบโต และทรงพุ่มของกระถินเทพาสูงกว่ายางพารามาก และเริ่มเบียดทรงพุ่มยาง จนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของยาง

สุทัศน์ และคณะ (2541) ได้ทดลองปลูกหวายตะค้าทองระยะปลูกต่างๆ ในสวนยางอายุ 13 ปี โดยใช้ระยะปลูกของหวายเท่ากับ 2, 3, 4 และ 5 เมตร พบว่า ภายหลังจากปลูกหวาย 5 ปี ระยะ

ปลูกไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของหวาย และผลผลิตยางพาราแต่อย่างใด รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโตของหวายในแต่ละระยะปลูกก็ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ

อาร์กซ์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาการปลูกสร้างสวนผสมร่วมกับการเกษตรกรรมยางพารา จังหวัดแพร่ โดยทดลอง 3 รูปแบบๆ ละ 2 ซ้ำ รูปแบบที่ 1 ปลูกยางระยะ 2.5 x 7 เมตร จำนวน 4 แถวๆ ละ 12 ต้น เว้น 1 แถวปลูกไม้ผล ชนิดที่ 1 (มะไฟ) ปลูกยาง 4 แถว เว้น 1 แถว ปลูกไม้ผลชนิดที่ 2 (ลางสาด) ปลูกยาง 4 แถว เว้น 1 แถว ปลูกไม้ผลชนิดที่ 3 (มะปราง) จำนวนต้นยางพารา 73 ต้นต่อไร่ จำนวนต้นยางลดลงร้อยละ 18 รูปแบบที่ 2 ปลูกยางระยะ 3 x 5 เมตร จำนวน 4 แถวๆ ละ 12 ต้น เว้นระยะห่างจากแถวยาง 9 เมตร ปลูกมะไฟ 1 แถว ปลูกยาง 4 แถว เว้นห่างจากแถวยาง 9 เมตร ปลูกลางสาด และปลูกยาง 4 แถว เว้นห่างจากแถวยาง 9 เมตร ปลูกมะปราง จำนวนต้นยาง จำนวนต้นยางพารา 66 ต้นต่อไร่ จำนวนต้นยางลดลงร้อยละ 26 รูปแบบที่ 3 ปลูกยางพาราอย่างเดียว ระยะปลูก 3 x 6 เมตร จำนวน 89 ต้นต่อไร่ จากผลการทดลองพบว่า ยางอายุ 22 เดือน รูปแบบที่ 2 และ 3 มีขนาดเส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 5.44, 6.28 และ 5.85 เซนติเมตร สำหรับการเจริญเติบโตของไม้ผลอายุ 22 เดือน พบว่า รูปแบบที่ 1 มะปราง, ลางสาด และมะไฟ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.29, 0.67 และ 1.09 เซนติเมตร ตามลำดับ รูปแบบที่ 2 มะปราง ลางสาด และมะไฟ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.07, 0.44 และ 0.74 เซนติเมตร ตามลำดับ

จากการศึกษาที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าพรรณไม้ป่าหลายชนิดมีศักยภาพที่จะนำมาปลูกร่วมกับยางพาราได้ ซึ่งเป็นพืชที่มีประโยชน์ทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม และนอกจากที่กล่าวมาแล้วยังมีชนิดพืชอื่นๆ ที่มีการพบว่ามีปลูกร่วมกับยางพาราในพื้นที่ต่างๆ แต่ยังไม่มีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง เช่น พะยอม การบูร ยางนา ยางเหียง และตะเคียนทอง เป็นต้น

2.9.3 ผลของการปลูกยางพาราต่อสมบัติดิน

ปัญญาณัฐ (2547) ได้ประเมินมูลค่าผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ดินในระบบวนเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแร่-คลองพืด จังหวัดตราด โดยเปรียบเทียบระหว่างการปลูกสับปะรดเชิงเดี่ยว ยางพาราเชิงเดี่ยว และสับปะรดในสวนยางพารา พบว่า จากกิจกรรมการเพาะปลูกทั้ง 3 รูปแบบ อายุโครงการ 21 ปี แต่ละกิจกรรมมีขนาดพื้นที่ 20 ไร่ ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 6 การเพาะปลูกสับปะรดเชิงเดี่ยวมีมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิสูงที่สุด รองลงมาเป็นสับปะรดในสวนยางพารา และยางพาราเชิงเดี่ยว อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนในการเพาะปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นสับปะรดเชิงเดี่ยว และสับปะรดในสวนยางพารา ตามลำดับ

การศึกษาของ Aweto (1987) ได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในสวนยางพาราอายุ 1 7 11 14 และ 18 ปี ในประเทศไนจีเรีย เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดังกล่าวตามช่วงอายุ พบว่า เนื้อดิน (soil texture) ทั้งดินบนและดินล่างจากแปลงตัวอย่างทุกชั้นอายุมีส่วนอนุภาคดินทรายมากกว่าร้อยละ 80 ความหนาแน่นรวมมีค่าเท่ากับ 1.14 1.26 1.28 1.24

และ 1.11 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ความพรุนรวม (total porosity) มีค่าเท่ากับร้อยละ 57.0 50.8 51.7 53.2 และ 58.1 ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) ของดินบนเท่ากับร้อยละ 1.04 1.10 0.99 1.10 และ 1.16 ส่วนดินล่างมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.87 0.64 0.52 0.46 และ 0.75 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินบนเท่ากับ 6.0 5.8 5.6 5.3 และ 5.1 ตามลำดับ ส่วนดินล่างมีค่าเท่ากับ 5.2 5.8 5.0 5.3 และ 4.8 ตามลำดับ สมบัติดังกล่าวจากแปลงตัวอย่างที่ชั้นอายุต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวแตกต่างจากตัวอย่างที่ตรวจวัดได้จากแปลงป่าธรรมชาติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการปลูกยางพาราไม่ได้ทำให้สมบัติของดินทางกายภาพและเคมีมีการพัฒนาให้ดีขึ้นและมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ

Noguchi และคณะ (2003) ศึกษาเปรียบเทียบความลึกและสมบัติทางกายภาพบางประการของดินในป่าและสวนยางพาราที่ประเทศมาเลเซีย พบว่า ดินในป่าธรรมชาติมีความลึกมากกว่าในสวนยางพารา และมีค่าสภาพนำน้ำของดินอิ่มตัว (saturated soil hydraulic conductivity; Ks) ในป่าระหว่าง 23 – 2,703 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่สวนยางพารามีค่าระหว่าง 6 – 2,044 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยมีค่าเฉลี่ยที่ระดับดินลึก 10 และ 80 เซนติเมตร เท่ากับ 1,466 และ 169 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าในสวนยางพาราซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ระดับดินลึก 10 และ 40 เซนติเมตร เท่ากับ 68 และ 24 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

Zhang และ Zhang (2005) ค้นพบว่า การทำสวนยางพาราที่มีกิจกรรมของมนุษย์อย่างเข้มข้นในประเทศจีน ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ในดินมีค่าลดลง และสอดคล้องกับผลการศึกษาเพิ่มเติมของ Zhang และคณะ (2007) ที่พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารสารประกอบในดินที่มีประจุบวก (cation) และความเป็นกรด-ด่างของดิน มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน และ Zhang และคณะ (2013) พบว่าการย่อยสลายของเศษซากพืชเพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) ของสวนยางพารามีต่ำกว่าที่พบในพื้นที่ป่า

Oku และคณะ (2012) ศึกษาผลของยางพาราที่อายุแตกต่างกันระหว่าง 7 16 39 และ 41 ปี ต่อสมบัติทางเคมีของดินในประเทศไนจีเรีย พบว่า ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 4.06 4.24 และ 4.08 ตามลำดับ และมีค่าอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.97 1.79 1.99 และ 3.24 ตามลำดับ

Shaliha และคณะ (2012) เปรียบเทียบสมบัติของดินบริเวณที่มีการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่ป่าที่ถูกทำไม้ (logged-over forest) ป่าฟื้นฟู (rehabilitation forest) สวนปาล์มน้ำมัน (oil palm) และสวนยางพารา (rubber plantation) ในประเทศมาเลเซีย พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินในพื้นที่ป่าฟื้นฟู สวนปาล์มน้ำมัน และสวนยางพารา มีค่าใกล้เคียงกันในพื้นที่ป่าที่ถูกทำไม้ โดยมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 4 – 5 ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณพื้นที่ป่าที่ถูกทำไม้มีค่าสูงสุด โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 5.2 – 9.8 เฉลี่ยทั้งหน้าตัดดินจากความลึกประมาณ 0 – 150 เซนติเมตรเท่ากับร้อยละ 7.35 ในขณะที่พื้นที่ป่าฟื้นฟู สวนปาล์มน้ำมัน และสวนยางพารามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.6 – 5.4 6.98 – 7.10 และ 6.95 – 7.03 ตามลำดับ หรือเฉลี่ยทั้งหน้าตัดดินเท่ากับร้อยละ 4.8 7.02 และ 6.99 ตามลำดับ

Li และคณะ (2012) ศึกษาความแตกต่างของสมบัติดินบริเวณที่มีการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่ป่าฝนเขตร้อนที่สมบูรณ์ ป่าฝนเขตร้อนที่ถูกรบกวน สวนยางพาราอายุ 3 18 และ 28 ปี พื้นที่เกษตรกรรมที่ถูกทิ้งร้าง และพื้นที่สวนชา ในจังหวัดสโขงปันนา ประเทศจีน พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.16 1.06 1.27 1.42 1.29 1.26 และ 1.27 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ และที่ระดับความลึก 10 – 20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.30 1.18 1.39 1.43 1.39 1.30 และ 1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับลึก 0 – 20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 4.95 6.12 4.96 5.10 4.81 และ 4.83 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของอินทรีย์วัตถุเท่ากับร้อยละ 3.19 3.66 2.69 2.41 3.01 2.50 และ 2.28 ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงป่าไปเป็นสวนยางพารา สวนชา และพื้นที่รกร้าง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความพรุนรวม อินทรีย์วัตถุในดินที่น้อยลง และส่งผลการอัดแน่นตัวของดินที่สูงขึ้น

2.9.4 ผลของการปลูกยางพาราต่อลักษณะทางอุทกวิทยา

1) น้ำพืชยึด (น้ำฝนที่ติดค้างบนเรือนยอด, canopy intercepted water)

น้ำพืชยึดคือน้ำฝนที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดของต้นไม้ น้ำฝนส่วนนี้คือน้ำส่วนที่จะระเหยกลับสู่บรรยากาศ ซึ่งในทางอุทกวิทยาถือว่าเป็นน้ำส่วนที่สูญเสียออกไปจากระบบ หากมีการติดค้างบนเรือนยอดมาก ปริมาณน้ำที่จะเข้าสู่พื้นที่จะมีปริมาณน้อยลง (Dingman, 2002) ผลการศึกษาเรื่องนี้มีการดำเนินการเป็นจำนวนมากในต่างประเทศดังตัวอย่างผลการศึกษาที่รวบรวมโดย Carlyle-Moses (2004) สำหรับประเทศไทยก็มีการศึกษาไว้เป็นจำนวนมากทั้งในส่วนที่เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติประเภทต่างๆ เช่น ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเต็ง-รัง เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีการศึกษาในพื้นที่เกษตรกรรม เช่น สวนผลไม้ และพืชไร่ ด้วยเช่นกัน ซึ่งนิพนธ์และคณะ (2545) ได้ทำการรวบรวมไว้หลายชนิด นอกจากนั้น กุลธิดา (2546) กฤษดาพร (2548) และ จักรกริช (2550) ได้รวบรวมผลการศึกษาเพิ่มเติมไว้ด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 2-7) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในพื้นที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยว และในรูปแบบของวนเกษตรผสมยางพารา นั้นยังมีไม่มากนัก การศึกษาที่ใกล้เคียงดำเนินการโดยพงษ์ศักดิ์และสมาน (2528) พบว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นสวนยางพาราทำให้ความสามารถสูงสุดของเรือนยอดในการรองรับน้ำฝนลดลงจาก 13 มิลลิเมตร เป็น 8 มิลลิเมตร ผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ที่ผ่านมาในอดีตสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2-7 ปริมาณน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่การใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ

พืชพรรณที่ปกคลุม	ร้อยละของน้ำฝนรายปี		
	น้ำพืชยึด	น้ำฝนผ่านเรือนยอด	น้ำตามลำต้น
ป่าธรรมชาติ			
ป่าดิบเขา (hill-evergreen) ดอยปู่	8.9	91.34	0.52
ป่าดิบเขา (hill-evergreen) ดอยปู่	11.6	-	-
ป่าดิบแล้ง (dry-evergreen) สะแกราช	4.07	94.8	0.97
ป่าดิบแล้ง (dry-evergreen) ระยอง	30.34	69.38	0.21
ป่าสักธรรมชาติ แม่หวด จ. ลำปาง	62.67	37.44	0.02
ป่าเต็งรัง (dry-dipterocarp) แม่หวด	61.04	39.08	0.01
ป่าเบญจพรรณไม้สัก ดอยเชียงดาว	39.21	60.31	0.38
ป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous) จ. น่าน	12.72	86.64	0.62
ป่าเต็งรัง (dry-dipterocarp) จ. น่าน	3.75	95.79	0.44
ป่าไผ่ อายุ 3 ปี			
- ไผ่ผาก (<i>Gigantochloa nigruciliata</i>)	69.77	24.1	6.13
- ไผ่หนวล (<i>Gendrocalamas membranaceus</i>)	75.75	23.46	0.79
สวนป่า			
กระถินณรงค์ (<i>Acacia auriculaeformis</i>)	30.96	67.65	1.39
กระถินเทพา (<i>A. mangium</i>) อายุ 3 ปี	34.1	58.4	7.5
ยางนา (<i>Dipterocarpus alatus</i>)	26.75	70.43	0.51
ยูคาลิปตัส (<i>E. Camandulensis</i>)	15.67	82.21	2.12
ตะเคียนทอง (<i>Hopea odorata</i>) อายุ 5 ปี	36.35	60.71	2.95
สัก (<i>Tectona grandis</i>)	36.11	61.62	1.97
เลี่ยน (<i>Melia azedarach</i>)	7.61	90.38	2.18
กระถินยักษ์ (<i>Leucaena leucocephala</i>)	26.06	72.52	1.42
ไม้ผล			
เงาะ (<i>Nephelium lappaceum</i>)	27.27	70.39	1.16
ทุเรียน (<i>Durio zibethinus</i>)	19.27	80.04	0.71
มะม่วง (<i>Mangifera</i> spp.)	34.31	64.25	1.15
ยางพารา (<i>Hevea brasiliensis</i>)	15.6	87.66	0.44
ขนุน (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)	46.51	65.41	1.36
กระท้อน (<i>Sandoricum indicum</i>)	36.33	61.13	1.16
มังคุด (<i>Garcinia mangostana</i>)	48.2	49.3	2.5
ชมพู (<i>Eugenia aequa</i> Burm.f.)	23.24	94.53	2.6
พืชไร่			
มันสำปะหลัง (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	14	86	-
กล้วย (<i>Musa paradisiaca</i> Linn.)	17.5	80.8	1.7
ชะอม (<i>Acacia pennata</i>)	13.68	85.13	0.93

ที่มา: นิพนธ์และคณะ (2545)

การศึกษาที่ดำเนินการในป่าธรรมชาติที่เคยทำการศึกษามานั้น นิพนธ์ (2513) พบว่า เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำพืชยึดในป่าดิบเขาบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย จ. เชียงใหม่ มีค่าร้อยละ 10.15 ซึ่งมีความผันแปรที่ไม่แน่นอน ในบางครั้งที่มีฝนตกน้อย กลับมีปริมาณ Throughfall มาก แต่ปริมาณ Interception กลับมีค่าน้อย ส่วนเกษมและคณะ (2514) พบว่ามีค่าร้อยละ 8.9 ในขณะที่ Tanaka et al. (2001) ทำการศึกษาในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกัน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำพืชยึด 11.6% และปริมาณน้ำพืชยึดมีความผันแปรสูง ทั้งนี้บางครั้งปริมาณน้ำพืชยึดที่ได้มีค่าติดลบ ซึ่งเกิดจากหยดหมอกชั้น ทำให้ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดมีความสูงกว่าน้ำฝนเหนือเรือนยอดอย่างไรก็ตามอิทธิพลของหยดหมอก นั้นพบได้ไม่บ่อยนักซึ่งนักวิจัยให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าควรมีการตรวจวัดน้ำฝนเหนือเรือนยอดใกล้กับแปลง ที่ทำการศึกษานี้ เพื่อลดความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึด เกษม และคณะ (2514) เปรียบเทียบ การศึกษาในพื้นที่ป่าอื่น ๆ พบว่าป่าสักธรรมชาติ แม่หวด จ.ลำปาง มีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือร้อยละ 62.67 ของปริมาณน้ำฝนที่ตก รองลงมาคือป่าเต็ง – รัง จ. ลำปาง ร้อยละ 61.04 ป่าดิบเขา ดอยปุย จ.เชียงใหม่ ร้อยละ 8.9 และป่าดิบแล้ง สะแกราช จ. นครราชสีมา ร้อยละ 4.07 ซึ่งความหนักเบาและ ปริมาณของฝนที่ตก รวมทั้งความแห้งแล้งของอากาศก่อนวันที่ฝนตกและระหว่างที่ฝนตกแต่ละครั้งเป็น ปัจจัยที่สำคัญต่อปริมาณน้ำพืชยึด ทั้งนี้ยังรวมถึงอิทธิพลของความแตกต่างทางลักษณะภูมิประเทศที่ ส่งผลให้ปริมาณฝนที่ตกในป่าแต่ละแห่งมีปริมาณไม่เท่ากันด้วยเช่นกัน ส่วนป่าเบญจพรรณ และป่าเต็ง-รัง ซึ่ง วารินทร์และคณะ (2529) ได้ทำการศึกษาที่ จ.น่าน พบว่ามีปริมาณน้ำพืชยึดร้อยละ 12.72 และ 3.75 ตามลำดับ ในขณะที่ป่าเบญจพรรณไม้สักที่ดอยเชียงดาวมีน้ำพืชยึดร้อยละ 39.21 (อุทัยและถนัด, 2520) ป่าดิบแล้งที่ทำการศึกษาใน จ. ระยองมีปริมาณน้ำพืชยึดร้อยละ 30.40 (พงษ์ศักดิ์และทรงธรรม, 2530) นอกจากนี้การศึกษาในป่าไผ่ผาก และ ป่าไผ่ฉาว ซึ่งเป็นไผ่ชนิดหนึ่งในป่าไผ่ธรรมชาติจากการศึกษาของ ประเดิมชัยและคณะ (2528) มีปริมาณน้ำพืชยึด ร้อยละ 69.77 และ 75.75 ตามลำดับ

ในส่วนของพื้นที่ปลูกยางพารานั้น พงษ์ศักดิ์ (2526) ศึกษาปริมาณน้ำฝนบนเรือนยอดไม้ ผล จังหวัดระยอง พบว่าปริมาณน้ำพืชยึดของยางพาราเชิงเดี่ยวเท่ากับร้อยละ 15.6 ของน้ำฝน เป็น ประมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 87.66 และน้ำไหลตามลำต้นเท่ากับร้อยละ 0.44 และยัง พบว่าปริมาณน้ำพืชยึดของมังคุดมีปริมาณน้ำพืชยึดเท่ากับร้อยละ 48.2 ของน้ำฝน เป็นประมาณน้ำฝน ผ่านเรือนยอดร้อยละ 49.3 และน้ำไหลตามลำต้นเท่ากับร้อยละ 2.5 เมื่อมีปริมาณฝนตกเพิ่มขึ้นปริมาณ น้ำฝนผ่านเรือนยอดและน้ำไหลตามลำต้นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำฝน ในขณะที่น้ำพืชยึดจะมีค่าลดลง นอกจากนั้น พงษ์ศักดิ์และสมาน (2528) พบว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นสวนยางพาราทำให้ ความสามารถสูงสุดของเรือนยอดในการรองรับน้ำฝนลดลงจาก 13 มิลลิเมตร เป็น 8 มิลลิเมตร

ส่วนในพื้นที่สวนป่าซึ่งมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นเหมือนกับการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวที่เคย ทำการศึกษาด้านปริมาณน้ำพืชยึดเช่น สวนป่ากระถินณรงค์มีปริมาณน้ำพืชยึดร้อยละ 30.96 (ชเยนทร์ และพงษ์ศักดิ์, 2530) สวนป่ากระถินเทพาร้อยละ 34.10 (วิชัยและคณะ, 2531) สวนป่ายางนาร้อยละ 70.43 (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2524) สวนป่ายูคาลิปตัสร้อยละ 15.67 (วีระและคณะ, 2527) สวนป่าสัก ร้อยละ 36 (สุพจน์และคณะ, 2532) สวนป่าไม้เลื้อยร้อยละ 7.61 (วารินทร์และคณะ, 2530) และสวน

ป่าไม้กระถินยักษ์ร้อยละ 26 (สมชาย, 2538) นอกจากการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นป่า สวนยางพารา และ สวนปาล์มแล้ว ไม้ผลและพืชไร่ซึ่งถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอย่างหนึ่งของประเทศก็เคยมีการศึกษาน้ำพืชียึด มาก่อน ดังการศึกษาในไร่มันสำปะหลังพบว่ามึน้ำพืชียึดร้อยละ 14 (Witthawatchutikul และ Tangtham, 1986) ไร่กล้วยร้อยละ 17.50 ะอมร้อยละ 13.68 (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2529 ข,ค) และ ไร่มะละกอร้อยละ 25.25 (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2530) ส่วนในการศึกษาในพื้นที่ที่มีการปลูกระบบพืชผสม พงศ์ธร (2545) ศึกษาปริมาณน้ำพืชียึดที่ บริเวณบ้านศิรีวง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดย ทำการสุ่มเลือกไม้ในระบบพืชผสม จำนวน 10 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 1 ไร่ พบว่าปริมาณน้ำพืชียึด ของระบบพืชผสมเท่ากับร้อยละ 9.06 ของน้ำฝน เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นที่ลุ่มน้ำประมาณร้อยละ 90.94 โดยเป็นน้ำผ่านเรือนยอดหรือน้ำฝนผ่านเรือนยอดเท่ากับร้อยละ 89.74 และน้ำไหลตามลำต้น เท่ากับร้อยละ 1.23 เมื่อมีปริมาณฝนตกเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำพืชียึดจะมีค่าลดลง ในขณะที่น้ำฝนผ่านเรือน ยอดและน้ำตามลำต้นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำฝน

พงษ์ศักดิ์ และสมาน (2525) ศึกษาเรื่องการซึมน้ำของดินในสวนยางพาราที่จังหวัด ระยองพบว่า สวนยางพารามีสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงสุด (f_0) โดยเฉลี่ย 808 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และมีค่าสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (f_c) ซึ่งเป็นอัตราการซึมน้ำในขณะที่ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำโดย เฉลี่ย 75 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง โดยมีช่วงระหว่าง 15 – 250 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนพีรชัย (2537) ศึกษา ผลของการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน จังหวัดระยองเช่นกัน พบว่า ค่า f_0 ช่วงฤดูฝนในป่าธรรมชาติมีค่าสูงสุด เท่ากับ 1,173 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และต่ำสุด ได้แก่ สวนยางพารา อายุ 4 ปี เท่ากับ 129 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากอิทธิพลความพรุนของดิน ปริมาณอนุภาคทราย ปริมาณอนุภาคตะกอนทราย โดยมีค่า f_c ในป่าธรรมชาติสูงที่สุดเท่ากับ 516 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนค่า ต่ำสุดได้แก่ สวนยางพารา อายุ 15 ปี เท่ากับ 54 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงจาก สภาพป่าธรรมชาติไปเป็นพื้นที่เกษตรเป็นผลให้สมรรถนะการซึมน้ำของดินลดลง สำหรับในพื้นที่ภาคใต้ จารุชาติ (2549) ได้ทำการศึกษาศักยภาพและผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ต้นน้ำภาคใต้ พบว่าให้ผลการศึกษาไปในแนวทางเดียวกันกับจังหวัดระยองซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกคือสมรรถนะการซึม น้ำในป่าธรรมชาติมีค่าสูงสุด รองลงมาคือสวนสมรมและ พืชเชิงเดี่ยวตามลำดับ แต่สมรรถนะการซึมน้ำมี ค่าแตกต่างกัน โดยป่าธรรมชาติในภาคใต้มีค่า f_c เท่ากับ 27.2 เซนติเมตรต่อชั่วโมง สวนสมรมมีค่าเท่ากับ 27.17 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และพืชเชิงเดี่ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-6.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง

Jackson (2000) ศึกษาปริมาณน้ำพืชียึดในระบบวนเกษตร (agroforestry) ซึ่งได้ทำการศึกษา ระบบวนเกษตรในเขตกิ่งแห้งแล้งของประเทศ Kenya ที่ปลูก *Grevillea robusta* และ ข้าวโพด (maize) พบว่าในพื้นที่ซึ่งไม่มีข้าวโพดปกคลุมอยู่พื้นล่าง มีน้ำพืชียึดร้อยละ 10.2 ส่วนในพื้นที่ที่มีการ ปลูกพืชสองชนิดร่วมกันมีปริมาณน้ำพืชียึดร้อยละ 9.8 ซึ่งน้ำพืชียึดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของ เรือนยอดที่ปกคลุม และอัตราฝนตกเฉลี่ยที่ผันแปรในแต่ละเดือน

2) น้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายดิน

การศึกษาปริมาณการสูญเสียดินและน้ำจากกระบวนการชะล้างพังทลายดินและน้ำไหลบ่าหน้าดินโดยใช้แปลงทดลองน้ำไหลบ่าหน้าดิน (runoff plot) ในประเทศไทยมักดำเนินการควบคู่กันเสมอ และมีผลการศึกษาเป็นจำนวนมาก ครอบคลุมทั้งพื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่ป่าที่ถูกกรบกรวน พื้นที่สวนป่า พื้นที่เกษตรกรรมทั้งที่พืชไร่และไม้ยืนต้น รวมทั้งที่เป็นระบบวนเกษตรด้วยเช่นกัน (ปรีชา, 2518; เกษม และคณะ, 2519; สมาน, 2522; พรชัย, 2527; เรือง, 2529; สมศักดิ์, 2530; นิพนธ์ และคณะ, 2531; มงคลและอุทัย 2536; สุวัฒน์, 2539; ศุภมิตร, 2539; พรชัย และคณะ, 2542; เจนจิรา, 2542; วีระ, 2544; สิทธิศักดิ์, 2545; สมคิด, 2546 และ พุทธพร, 2553) อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่เกิดจากการปลูกยางพารายังมีอยู่น้อยมาก เท่าที่รวบรวมไม่พบการศึกษาในพื้นที่ที่ปลูกยางพาราผสมผสานกับพืชชนิดอื่น ๆ เลย มีแต่ผลการศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว คือการศึกษาของ สมาน (2522) พงษ์ศักดิ์ (2531) สุวัฒน์ (2539) จารุชาติและคณะ (2544) และสมคิด (2546) สรุปได้ดังนี้

สมาน (2522) ศึกษาเปรียบเทียบการพังทลายของดินจากการปลูกยางพาราบนชั้นบันไดและที่ลาดชันเทียบกับป่าธรรมชาติและพืชชนิดอื่น ๆ บริเวณสถานีทดลองยางคลองท่อม จังหวัดกระบี่ และสถานียางธารโต จังหวัดยะลา พบว่าแปลงการปลูกยางพาราบนชั้นบันไดที่สถานีทดลองยางคลองท่อมมีปริมาณตะกอนน้อยกว่าที่ปลูกบนที่ลาดชัน แต่ผลที่ได้กลับตรงกันข้ามกับที่วัดได้ที่สถานีทดลองยางธารโต อย่างไรก็ตามปริมาณตะกอนที่เกิดจากพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ส่วนการศึกษาน้ำไหลบ่าหน้าดินพบว่า ถ้าไม่มีพืชคลุมดินหรือพืชคลุมดินถูกกรบกรวนมากแล้ว ฝนที่ตกลงมาครั้งหนึ่ง ๆ จะมีผลทำให้น้ำไหลบ่าหน้าดินถึงร้อยละ 37.38 และทำให้เกิดตะกอนดินถึงร้อยละ 40.50

พงษ์ศักดิ์ (2531) พบว่าน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่แปลงสวนยางพาราอายุ 7 ปี

สุวัฒน์ (2539) ทำการศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนที่ถูกกักตะกอนในสวนยางพาราที่อายุแตกต่างกันเทียบกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ ในพื้นที่จังหวัดสงขลา พบว่าปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายดินมีค่าสูงสุดในแปลงสวนยางพาราอายุ 7 ปี เท่ากับ 124.74 มิลลิเมตร และ 1499.42 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 29.88 มิลลิเมตร และ 26.05 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

จารุชาติ และคณะ (2544) ศึกษาการสูญเสียดินและน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยทรายขาว อำเภอพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ.2535-2543 โดยเก็บข้อมูลจากแปลงทดลองขนาด 4 x 20 เมตร จำนวน 18 แปลง ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ 3 รูปแบบ ได้แก่ พื้นที่ป่าทดแทนรุ่นสอง พื้นที่สวนยางพารา และพื้นที่รกร้าง จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการสูญเสีย

ดินเท่ากับ 55.67 ต้นต่อตารางกิโลเมตรต่อปี โดยป่าทดแทนรุ่นสองมีการสูญเสียดินมากที่สุด รองลงมาคือสวนยางพารา และพื้นที่รกร้างซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.72 68.98 และ 27.31 ต้นต่อตารางกิโลเมตรต่อปี

สมคิด (2546) ทำการศึกษาการสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กห้วยแครง – คลองพืด อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด โดยมีพืชที่ศึกษาได้แก่ ยางพารา เงาะ ขนุน สับปะรด มะม่วงหิมพานต์ พื้นที่ไร่ร้าง สวนป่าอินทนิล ป่าธรรมชาติ การทดลองพบว่า การสูญเสียดินจากแปลงทดลองสับปะรดมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 19.68 ต้น/เฮกเตอร์ รองลงมาคือ แปลงสวนป่าอินทนิล สวนเงาะ สวนยางพารา ขนุน ไร่ร้าง มะม่วงหิมพานต์ และไร่ร้าง มีค่าเท่ากับ 13.14, 7.94, 6.11, 5.41, 3.25, 2.01 และ 1.08 ต้น/เฮกเตอร์ ตามลำดับ ส่วนการสูญเสียน้ำมากที่สุดคือจากแปลงสับปะรดเท่ากับ 29.21 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สวนป่าอินทนิล ยางพารา เงาะ ขนุน มะม่วงหิมพานต์ ไร่ร้าง และป่าธรรมชาติ เท่ากับ 18.60, 18.09, 13.00, 11.49, 9.66, 9.05 และ 5.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ

พงษ์ศักดิ์และวารินทร์ (2542) พบว่า การเกิดน้ำท่าภายหลังการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นสวนยางพารา ทำให้น้ำท่าในลำธารจะเปลี่ยนแปลงไปทั้งปริมาณและลักษณะของการไหล กล่าวคือ ปริมาณน้ำท่าจะไหลมากขึ้นจากร้อยละ 16.17 เป็นร้อยละ 22.14 ของฝนที่ตกลงมาทั้งหมดแต่ละครั้ง ส่วนลักษณะการไหลของน้ำท่า พบว่ามีความรุนแรงมากขึ้น กล่าวคือน้ำท่าจะสูงขึ้นมากกว่าเดิมอย่างรวดเร็วภายหลังฝนเริ่มตกได้ไม่นาน และจะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกันภายหลังจากการหยุดตกของฝน โดยเป็นผลมาจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำท่าเปลี่ยนแปลงไปจากน้ำใต้ดินกลายเป็นน้ำผิวดิน

2.9.5 การสังเคราะห์แสงของยางพารา

จากการศึกษาแสงในชั้นเรือนยอดของสวนยางพาราอายุ 12 ปี ในประเทศบราซิลที่ปลูกกาแฟควบเป็นพืชพื้นล่างพบว่ากาแฟสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามปกติเมื่อระดับแสงมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 จากระดับแสงสูงสุดที่เรือนยอดชั้นบนได้รับ โดยถ้าหากได้รับแสงน้อยกว่าร้อยละ 50 จะทำผลผลิตลดลง โดยดัชนีพื้นที่ผิวใบ (leaf area index: LAI) จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นลำดับแรกเมื่อได้รับความเข้มแสงต่ำ (Righi *et al.*, 2007)

จากการศึกษาเรื่องปริมาณความเข้มแสงระดับเรือนยอดในพื้นที่แปลงยางพารา พบว่า ปริมาณความเข้มแสงที่เป็นปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์บริเวณกลางแจ้งเฉลี่ย 17.3-17.8 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน และภายใต้ร่มยางที่มีอายุ 9 ปี มีค่าเฉลี่ย 3.5 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ในช่วงยางพารายังไม่ผลัดใบ (พนัส และคณะ, 2547) และในยางอายุ 5 ปี มีค่าเฉลี่ย 9.7 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ในช่วงยางพารายังไม่ผลัดใบเช่นกัน (พนัส และคลอง, 2547) และจะพบว่าปริมาณแสงภายใต้ร่มยางจะผันแปรไปตามช่วงฤดูกาลผลัดใบจนถึงแตกใบอ่อน และช่วงชั้นอายุของยางพารา ซึ่งจะพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงใต้ทรงพุ่มจะมีค่าสูงที่สุด คือ ช่วงที่ใบยางผลัดใบหมด (สมยศ และคณะ, 2541) ซึ่งยางพาราในแต่ละชั้นอายุจะมีค่าความเข้มแสงที่แตกต่างกัน แต่ยังไม่มีการศึกษาในทุกชั้นอายุ มีเพียงแค่การศึกษาบางช่วงอายุเท่านั้น

นอกจากระดับแสงที่น้อยกว่าปกติในพื้นที่ล่างของสวนป่าแล้ว อุณหภูมิที่ต่ำกว่าเรือนยอดก็ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเช่นกัน อย่างไรก็ตามในสภาพแสงที่ต่ำ ผลโดยตรงของอุณหภูมิต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงอาจจะน้อยกว่าเรื่องของแสง เนื่องจากแสงกลายเป็นปัจจัยจำกัด แต่อุณหภูมิจะส่งผลทางอ้อมต่อปากใบ (stomata) ในกระบวนการคายน้ำ โดยอาจจะส่งผลให้การคายน้ำลดลง และปากใบปิด ซึ่งจะส่งผลให้คาร์บอนไดออกไซด์มีโอกาสในการเข้าไปในชั้นคลอโรฟิลล์น้อย ส่งผลให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงตามไปด้วย (Bidwell, 1974) ปากใบเป็นเส้นทางแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และในขณะเดียวกันก็เป็นช่องทางในการคายน้ำด้วย ดังนั้นประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงเทียบกับการสูญเสียน้ำจากกระบวนการคายน้ำ (water use efficiency: WUE) จึงถูกนำมาเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของพืชแต่ละชนิด (Chaerle *et al.*, 2005) โดยพืชที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้สูงสุดโดยมีการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำน้อยที่สุดจะถือว่าเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูง เหมาะแก่การนำมาปลูก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีน้ำในดินน้อย

2.9.10 การฟื้นฟูระบบนิเวศ

มีการตัวอย่างการศึกษามากมายถึงการฟื้นฟูระบบนิเวศด้วยการเริ่มต้นด้วยการปลูกต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นต้นไม้พื้นถิ่นเดิมหรือเป็นต้นไม้จากจากถิ่น เมื่อดำเนินการฟื้นฟูไปแล้วต้นไม้ที่ปลูกจะเติบโตและปรับสภาพทางนิเวศวิทยาที่ดีกว่าพื้นที่เปิดโล่ง ทั้งในด้านอุณหภูมิและความชื้น จากนั้นจะทำให้เกิดการชักนำให้ต้นไม้ชนิดอื่นๆ กระจายเข้ามาได้เพิ่มมากขึ้น ดังการศึกษาของ สคาร (2552) ที่พบว่าเมื่อปลูกต้นไม้ฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำเสื่อมโทรมบริเวณศูนย์พัฒนาภูฟ้าอันเนื่องมาจากพระราชดำริด้วยระบบวนเกษตรไปแล้ว 5 ปี ปรากฏว่ามีการเพิ่มขึ้นของชนิดไม้ตามธรรมชาติ อาทิ ก่อนก มะขามป้อม ทะโล้ ประดู่ แคนทราวย ซึ่งเป็นผลให้สังคมพืชมีความหลากหลายที่มากขึ้น ตามลำดับ เทียบเคียงในกรณีของการปลูกยางพาราถ้าเกษตรกรกรเข้าใจถึงความสำคัญของการรักษาความหลากหลายของพรรณไม้ในสังคมพืชได้ เมื่อมีพรรณไม้เพิ่มขึ้นในแปลงปลูกยางพาราเกษตรกรจะสามารถจะเก็บพรรณไม้ที่เพิ่มขึ้นนี้ไว้เป็นองค์ประกอบของภูมิไม้ในแปลงปลูกยางพาราได้ และจะเป็นการเพิ่มความหลากหลายขององค์ประกอบทางชนิดไม้ ซึ่งทำให้เกิดศักยภาพในการป้องกันภัยทางสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าการจัดการให้มีเฉพาะไมยางพาราแต่เพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาของ น้ำฝน (2555) และ Jakrapong (2007) พบว่า การทำระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราแบบดั้งเดิมที่มีไม้หลากหลายชนิดขึ้นปะปนอยู่ เมื่อพัฒนาไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพและความสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

การดำเนินแผนงานวิจัย “การพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ” มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำวนเกษตรแบบป่ายางพาราและบทบาทตลอดจนผลกระทบทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือ และเผยแพร่องค์ความรู้ของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทางภาคเหนือแก่ภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรที่สนใจ โดยมีกรอบแนวคิดคือ รูปแบบ (ทางเลือก) การปลูกไม้ยางพาราตามหลักวนเกษตร ที่พัฒนาจากการศึกษาและวิจัยโดยการบูรณาการองค์ความรู้ทุกสาขาที่เกี่ยวข้อง ภายใต้หลักการปฏิบัติได้จริง จะเป็นเครื่องมือที่สร้างความยั่งยืนให้แก่การขยายฐานทรัพยากรที่มีไม้ยางพาราเป็นหลักของประเทศไทย ทั้งด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาดำเนินการในปีที่ 1 ในพื้นที่ 3 จังหวัดทางภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย น่าน และพะเยา ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด 3 อันดับแรกของภาคเหนือ โดยจังหวัด เชียงรายมีพื้นที่ปลูกยางพารา 240,364 ไร่ จังหวัดพะเยา 124,942 ไร่ และจังหวัดน่าน 66,588 ไร่ (กระทรวง เกษตรและสหกรณ์การเกษตร, 2554) และเป็นพื้นที่ต้นน้ำทางภาคเหนือ โดยข้อมูลพื้นที่ปลูกยางพารา ช่วงปี พ.ศ. 2555-2556 ในพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย พะเยา และน่าน (ตารางที่ 3-1) พบว่า ในฤดูกาลเพาะปลูก 2556/57 จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดจำนวน 377,738 ไร่ โดยมี พื้นที่ปลูกที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 174,438 ไร่ และยังไม่เก็บเกี่ยวผลผลิต 203,300 ไร่ โดยอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามาก ได้แก่ อำเภอเชียงของ เทิง ดอยหลวง เวียงเชียงรุ้ง เป็นต้น จังหวัดพะเยา พบว่า ในฤดูกาลเพาะปลูก 2555/56 มีพื้นที่ปลูกยางพาราจำนวน 155,555 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ที่สามารถเก็บผลผลิต ได้แล้ว 31,965 ไร่ และยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 123,588 ไร่ โดยอำเภอที่มีการปลูกยางพารากัน มากได้แก่ เชียงคำ ภูซาง และปง จังหวัดน่าน พบว่า ในฤดูกาลเพาะปลูก 2555/56 มีพื้นที่ปลูกยางพารา ประมาณ 120,329 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว 17,689 ไร่ และพื้นที่ยังไม่เก็บเกี่ยวผลผลิต 102,640 ไร่ โดยอำเภอที่มีการปลูกยางพารามากได้แก่ เมืองน่าน นาน้อย และภูเพียง

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ศึกษาช่วงปีเพาะปลูก 2555-2556 (เริ่มดำเนินโครงการ)

จังหวัด/อำเภอ	พื้นที่ปลูกทั้งหมด (ไร่)		
	พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต	พื้นที่ยังไม่เก็บเกี่ยวผลผลิต	รวม
จังหวัดเชียงราย*	174,438	203,300	377,738
อ.เชียงของ	29,522	34,039	63,560
อ.เทิง	21,244	25,735	46,978
อ. ดอยหลวง	19,380	24,224	43,603
อ.เวียงเชียงรุ้ง	15,449	18,844	34,292
อ.เชียงแสน	14,888	14,533	29,420
อ.พญาเม็งราย	13,235	14,774	28,008
อ.เวียงแก่น	12,236	15,378	27,614
อ.เมือง	10,937	11,750	22,687
อ.เวียงชัย	8,905	8,538	17,443
อ.แม่จัน	7,553	8,704	16,257
อ.แม่สรวย	4,623	5,010	9,633
อ.เวียงป่าเป้า	4,457	4,905	9,361
อ.พาน	4,193	4,929	9,122
อ.แม่ฟ้าหลวง	1,515	5,457	6,972
อ.แม่ลาว	2,064	2,942	5,006
อ.ขุนตาล	2,750	1,746	4,496
อ.ป่าแดด	1,372	1,376	2,748
จังหวัดพะเยา	31,965	123,588	155,553
อ.เชียงคำ	13,458	26,420	39,878
อ.ภูซาง	9,500	25,073	34,573
อ.ปง	2,500	23,100	25,600
อ.จุน	924	17,359	18,283
อ.เมืองพะเยา	3,348	11,938	15,286
อ.ดอกคำใต้	1,361	8,906	10,267
อ.เชียงม่วน	600	5,650	6,250
อ.แม่ใจ	227	4,263	4,490
อ.ภูกามยาว	47	879	926

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

จังหวัด/อำเภอ	พื้นที่ปลูกทั้งหมด (ไร่)		รวม
	พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต	พื้นที่ยังไม่เก็บเกี่ยวผลผลิต	
จังหวัดน่าน	17,689	102,640	120,329
อ. เมืองน่าน	2,678	17,779	20,457
อ. นาน้อย	2,650	17,605	20,255
อ. ภูเพียง	5,018	14,597	19,615
อ. เวียงสา	1,795	11,591	13,386
อ. แม่จริม	1,070	10,426	11,496
อ. ท่าวังผา	469	10,683	11,152
อ. นาหมื่น	331	6,023	6,354
อ. สันติสุข	2,732	2,732	5,464
อ. ปัว	42	2,795	2,837
อ. เชียงกลาง	431	2,373	2,805
อ. บ้านหลวง	363	2,044	2,407
อ. ท่าช้าง	108	2,204	2,312
อ. สองแคว	2	1,606	1,608
อ. บ่อเกลือ	-	183	183
อ. เฉลิมพระเกียรติ	-	-	-

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดน่าน สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย

* เป็นข้อมูลปีเพาะปลูก 2556/57

3.1.1 รูปแบบการปลูกยางพารา

กำหนดรูปแบบการปลูกยางพาราที่ศึกษาจำนวน 4 รูปแบบ และเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน จึงกำหนดนิยามเพื่อใช้เรียก 4 รูปแบบที่ศึกษา ดังนี้

- 1) ยางพาราเชิงเดี่ยว คือ รูปแบบการปลูกยางพาราชนิดเดียว
- 2) ยางพาราร่วมกับไม้ผล คือ รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผลอย่างเป็นระบบ ซึ่งในที่นี้หมายถึงรวมถึงกาแฟด้วย แปลงที่พบรูปแบบนี้ทั้งหมดจะเป็นการปลูกสลับระหว่างแถว
- 3) ยางพาราร่วมกับไม้ป่า คือ รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า (ไม้ยืนต้น) อย่างเป็นระบบ เช่น การปลูกสลับระหว่างแถว การปลูกไม้ป่าเป็นรั้วรอบแปลง เป็นต้น
- 4) ป่ายางพารา คือ รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่าและพืชอื่นๆ อย่างไม่เป็นระบบ ทำให้เกิดโครงสร้างใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ คือมีพืชหลายชนิดและหลายชั้นเรือนยอด

3.1.2 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

หลังจากกำหนดนิยามของพื้นที่ศึกษาแล้ว จึงดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ตามวัตถุประสงค์ และวิธีการศึกษาของแต่ละโครงการย่อยดังนี้

1) เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราเพื่อการประยุกต์ใช้ใน พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 1)

พื้นที่ศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 มุ่งเก็บข้อมูลเชิงสัมภาษณ์เจ้าของพื้นที่ถึงปัจจัยและ ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจและสังคม จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการ และจำนวนแปลงตัวอย่างที่ สำนวณพบ/คัดเลือกแล้วเสร็จ แสดงดังตารางที่ 3-2

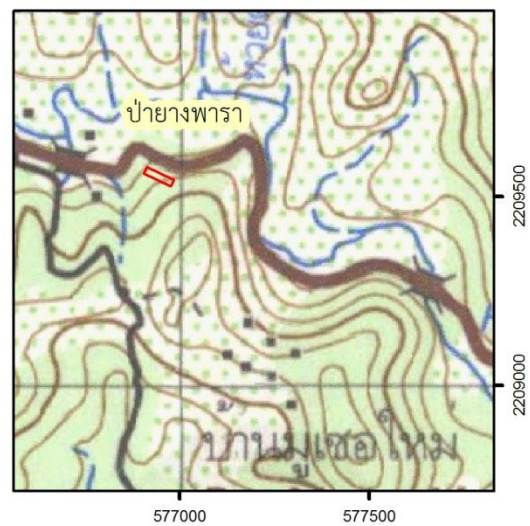
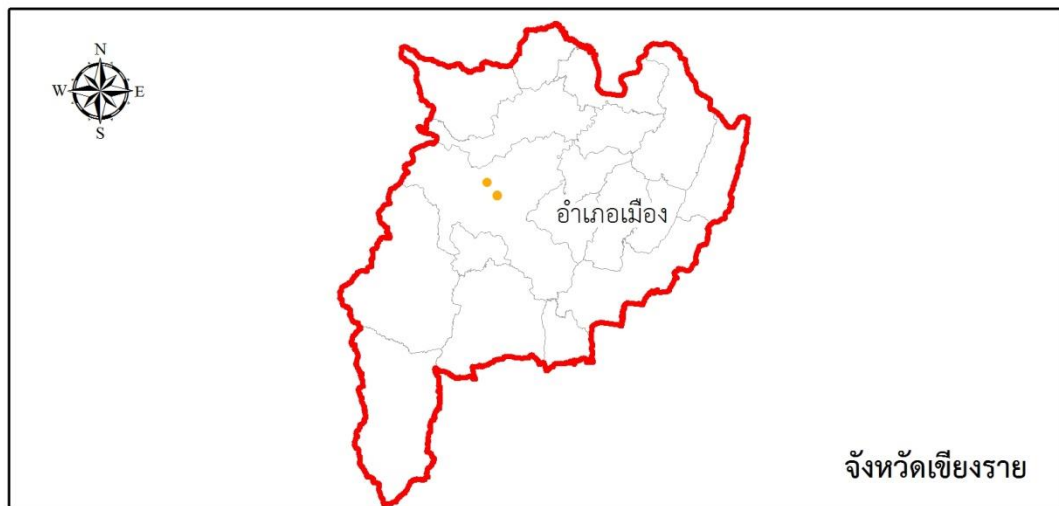
ตารางที่ 3-2 จำนวนแปลงตัวอย่างเพื่อศึกษาเศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา เพื่อการประยุกต์ใช้ใน พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 1)

แปลงตัวอย่าง	
จำนวนเป้าหมาย	จำนวนที่สำรวพบ/คัดเลือก
1) ยางพาราเชิงเดี่ยว 20 แปลง	1) ยางพาราเชิงเดี่ยว 40 แปลง
2) ยางพาราร่วมกับไม้ผล 20 แปลง	2) ยางพาราร่วมกับไม้ผล 34 แปลง* - ยางพาราร่วมกับกาแฟ 19 แปลง - ยางพาราร่วมกับลำไย 15 แปลง
3) ยางพาราร่วมกับไม้ป่า 20 แปลง	3) ยางพาราร่วมกับไม้ป่า 5 แปลง**
4) ป่ายางพารา 20 แปลง	4) ป่ายางพารา 1 แปลง***
หมายเหตุ:	* แปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล พบว่าการปลูกยางพาราร่วมกับกาแฟและลำไยมาก ที่สุด เพื่อให้การศึกษาครอบคลุมรูปแบบการปลูกทั้งหมด จึงคัดเลือกแปลงจำนวน 34 แปลงเพื่อศึกษา ** แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า สำนวณพบทั้งหมด 22 แปลง แต่เมื่อพิจารณาอายุ จำนวนต้น รูปแบบการปลูก และการให้ผลผลิต ซึ่งจะส่งผลต่อการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ คัดเลือกเหลือจำนวน 5 แปลง ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้ *** แปลงป่ายางพาราพบเพียง 3 แปลง ใน 3 จังหวัด ส่วนใหญ่ที่พบยางพารามีอายุน้อยและ พืชที่ปลูกร่วมกันยังไม่ให้ผลผลิต มีเพียง 1 แปลง ที่เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว และสามารถ นำมาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้

2) การศึกษาลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2) และบทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (โครงการย่อยที่ 3)

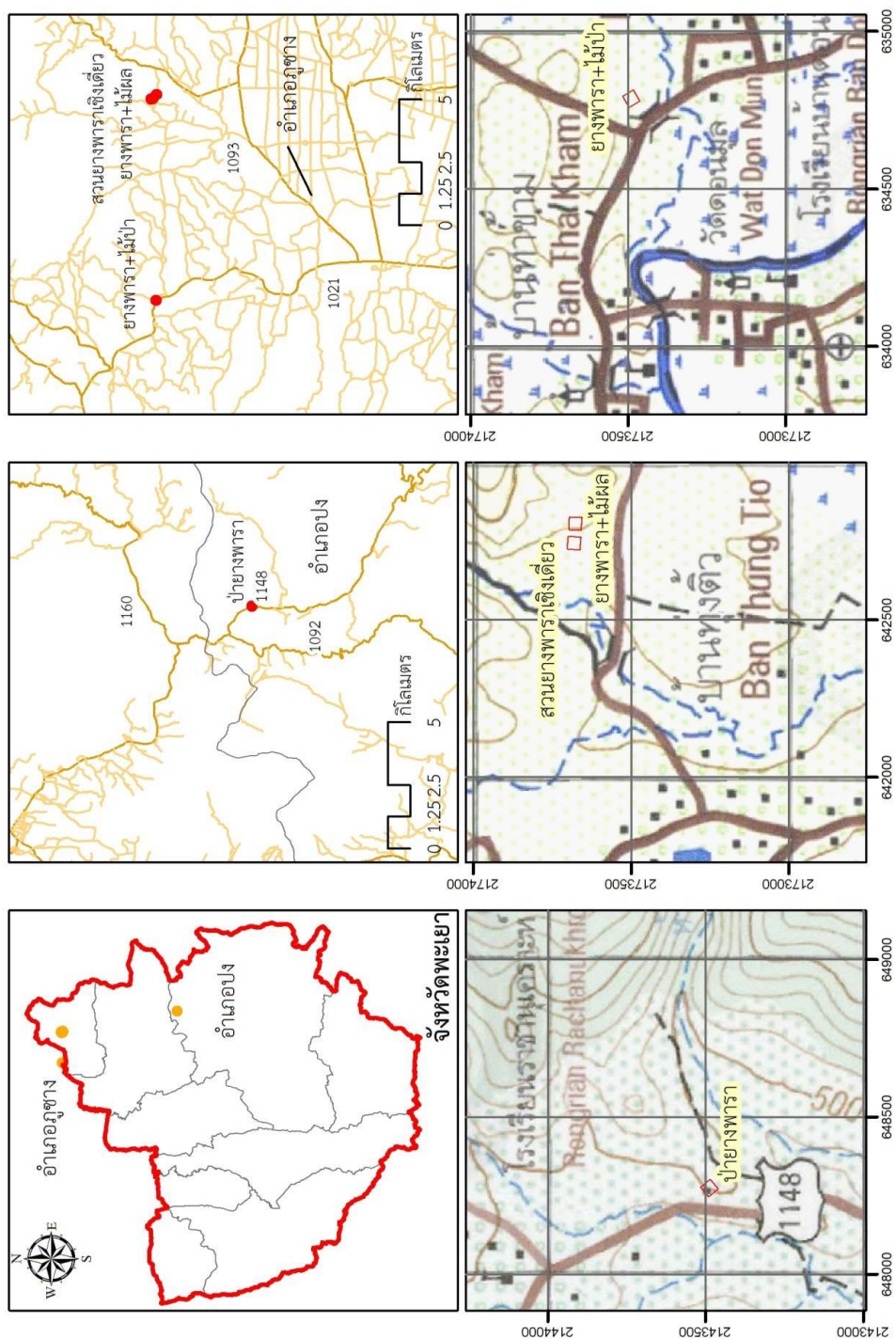
พื้นที่ศึกษาของโครงการย่อยที่ 2 และ 3 จะใช้พื้นที่ศึกษาร่วมกัน โดยสามารถคัดเลือกแปลงตัวอย่างของทั้ง 4 รูปแบบ รวม 12 แปลง กระจายในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน ทุกแปลงปลูกยางพาราพันธุ์ RRIM600 แปลงทดลองส่วนใหญ่นักวิจัยได้วางไว้ มีขนาด 40 x 40 เมตร ลักษณะภูมิประเทศของแปลงทดลองในพื้นที่จังหวัดพะเยามีลักษณะเป็นพื้นราบ ส่วนพื้นที่แปลงทดลองในจังหวัดเชียงรายและน่านมีลักษณะเป็นที่ลาดชัน และทุกแปลงทดลองสามารถนำรถยนต์เข้าถึงพื้นที่ได้ ดังนี้

- (1) จังหวัดเชียงราย (ภาพที่ 3-1) ประกอบด้วย
 - (1.1) ยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณบ้านริมกก ตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง
 - (1.2) ยางพาราผสมไม้ผล บริเวณบ้านริมกก ตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง
 - (1.3) ยางพาราผสมไม้ป่า บริเวณบ้านริมกก ตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง
 - (1.4) ป่ายางพารา บริเวณบ้านมูเซอใหม่ ตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง
- (2) จังหวัดพะเยา (ภาพที่ 3-2) ประกอบด้วย
 - (2.1) ยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณบ้านทุ่งตั่ว ตำบลภูซาง อำเภอภูซาง
 - (2.2) ยางพาราผสมไม้ผล บริเวณบ้านทุ่งตั่ว ตำบลภูซาง อำเภอภูซาง
 - (2.3) ยางพาราผสมไม้ป่า บริเวณบ้านท่าข้าม ตำบลท่าวา อำเภอเทิง
 - (2.4) ป่ายางพารา บ้านสิบสองพัฒนา ตำบลผาซางน้อย อำเภอปง
- (3) จังหวัดน่าน (ภาพที่ 3-3) ประกอบด้วย
 - (3.1) ยางพาราเชิงเดี่ยว บ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย
 - (3.2) ยางพาราผสมไม้ผล บ้านนาจอย ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย
 - (3.3) ยางพาราผสมไม้ป่า บ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย
 - (3.4) ป่ายางพารา บ้านผาหลัก ตำบลยอด อำเภอสองแคว



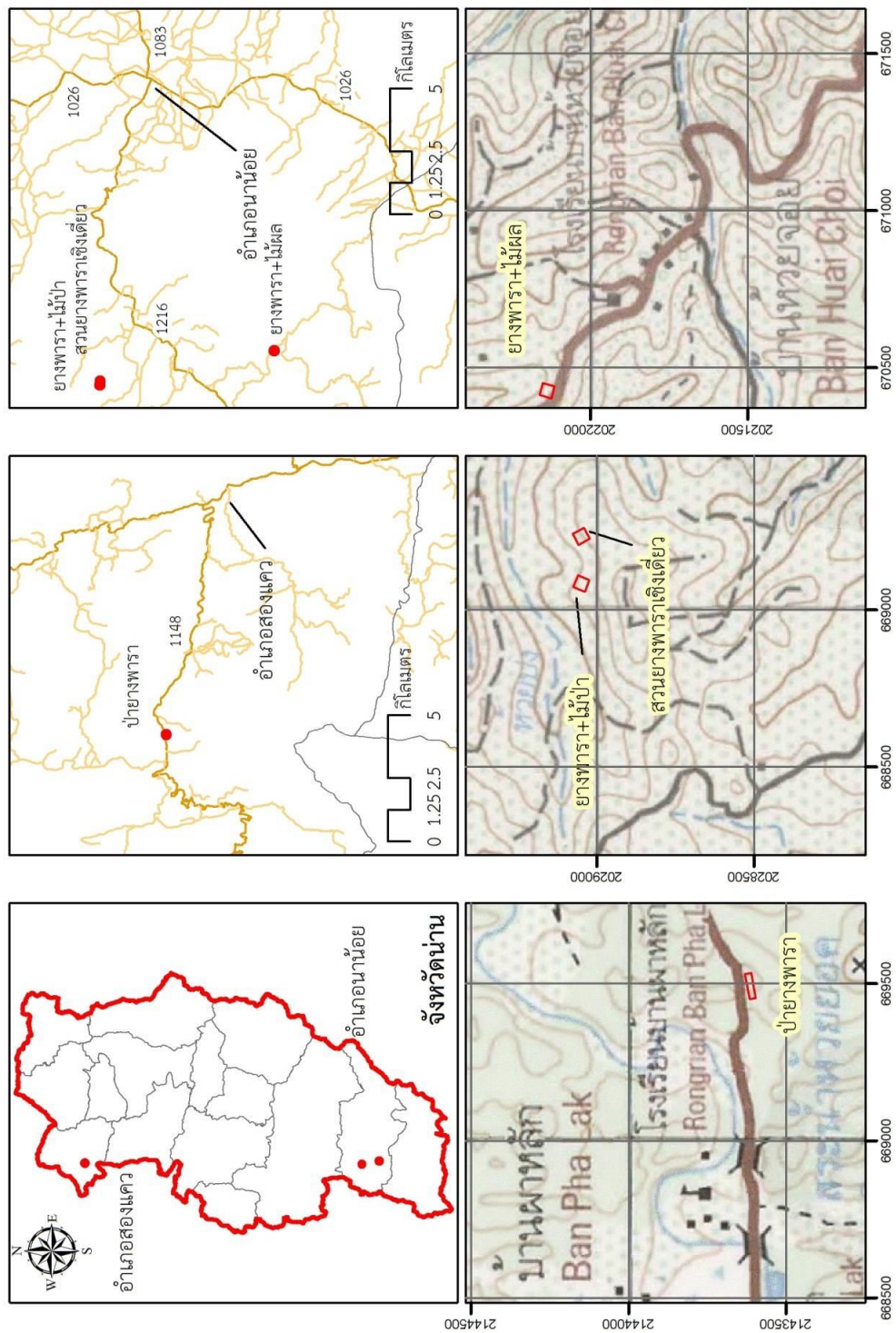
ระบบพิกัด UTM WGS 84 Zone 47N

ภาพที่ 3-1 ตำแหน่งแปลงทดลองในพื้นที่จังหวัดเชียงราย



ภาพที่ 3-2 ตำแหน่งแปลงทดลองในจังหวัดพะเยา

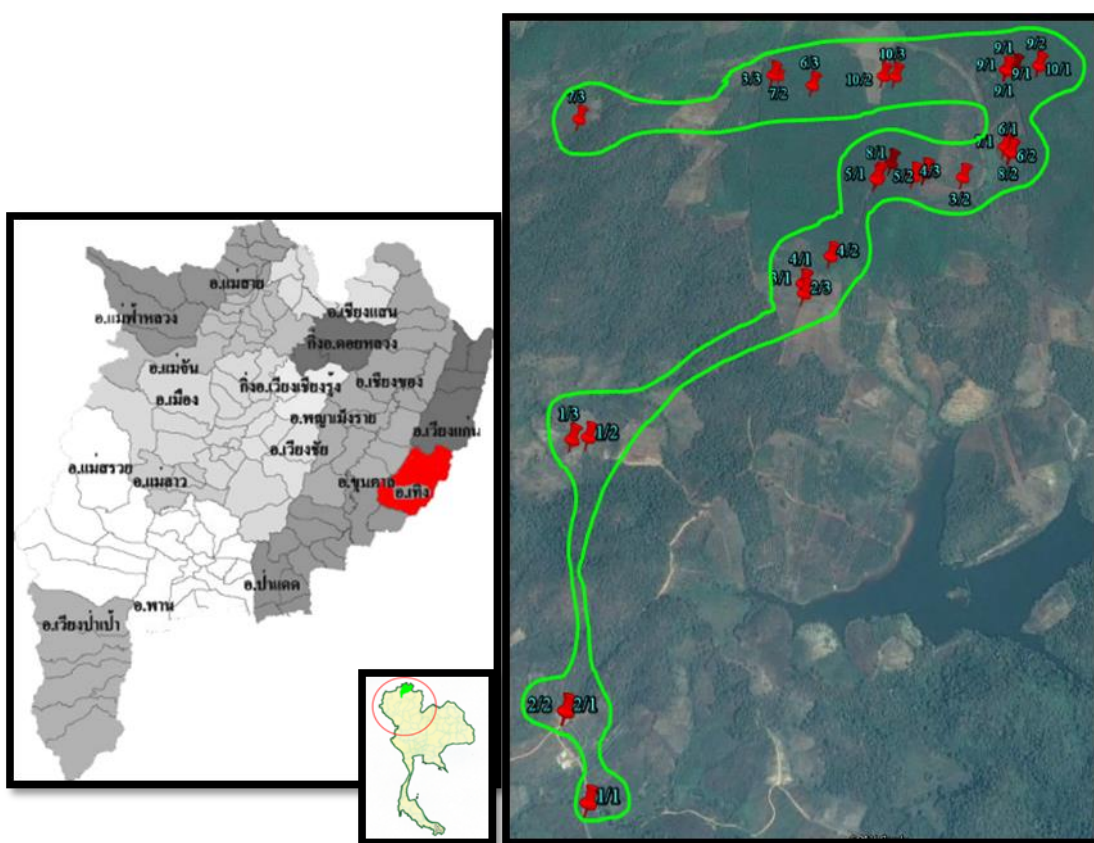
ภาพที่ 3-3 ตำแหน่งแปลงทดลองในจังหวัดน่าน



ระบบพิกัด UTM WGS 84 Zone 47N

3) การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตรา
การสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)

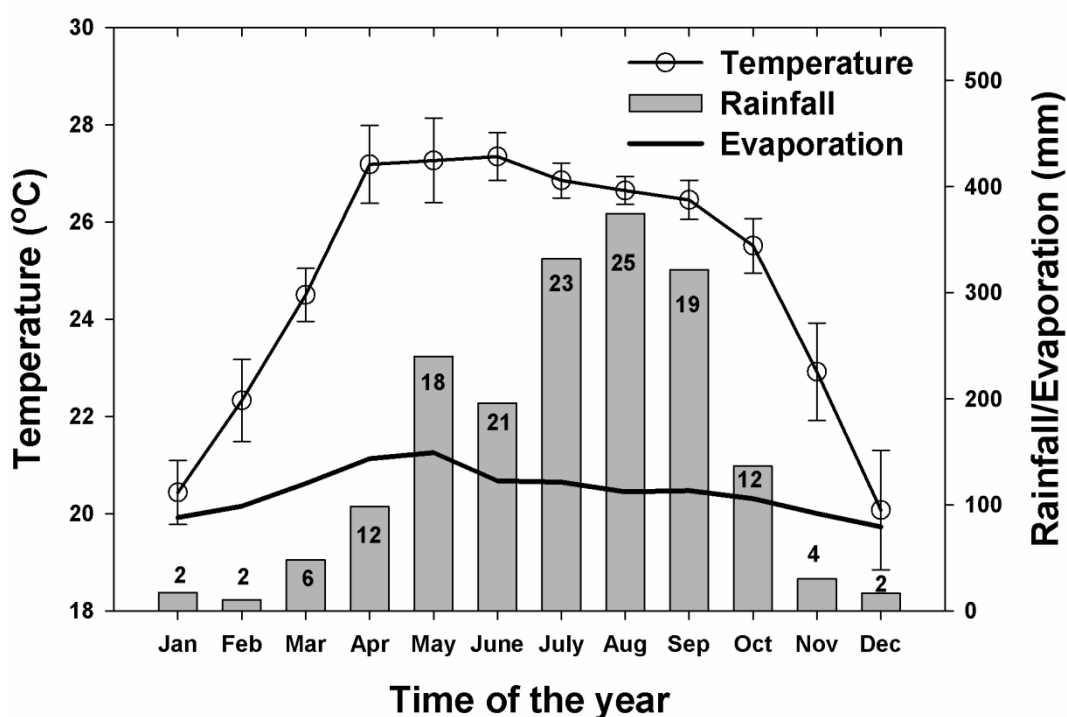
พื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้คือ พื้นที่ในตำบลเชียงเคี่ยน อำเภอกะทิง จังหวัด
เชียงราย ซึ่งมีความเหมาะสม โดยเป็นการปลูกยางพาราบนภูเขาสูงหลังหมู่บ้าน ซึ่งเจ้าของสวนยางพารา
เป็นชาวบ้านในหมู่บ้านแถบนั้น และมีการแบ่งสรรปันเขตกันอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถที่จะ
ตรวจสอบอายุและปีที่ปลูกยางพาราได้ด้วย จึงได้ทำการเลือกพื้นที่นี้ในการศึกษาปริมาณแสงในสวน
ยางพาราและข้อมูลการกระจายของรากยางพารา โดยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตในการศึกษา และทำ
การสำรวจหาพื้นที่สวนยางพาราที่มีอายุปลูกตั้งแต่ 1 ปี จนถึง 10 ปี ขอบเขตพื้นที่ทั้งหมดมีประมาณ 1.4
ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขอบเขตบริเวณพื้นที่สำรวจสวนยางพาราอายุ 1-10 ปี ตำบลเชียงเคี่ยน อำเภอกะทิง จังหวัด
เชียงราย

สภาพพื้นที่ที่ทำการศึกษาในอดีตเคยเป็นพื้นที่ป่าเต็งรังมาก่อน และได้มีการตัดถางเพื่อนำยางพาราเข้ามาปลูก โดยพื้นที่บางส่วนเปลี่ยนจากการปลูกข้าวโพดหรือข้าวไร่มาเป็นการปลูกยางพารา ซึ่งพื้นที่ทั้งหมดเป็นพื้นที่บนภูเขา มีความลาดชันสูงเกินกว่าร้อยละ 35 ดินชั้นและเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและมีดินกรวดปะปนมาก มีลักษณะเป็นสีแดง มีการระบายน้ำได้เร็ว

จากข้อมูลภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดเชียงรายรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2545–2555) จากกรมอุตุนิยมวิทยา (ภาพที่ 3-5) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 24 องศาเซลเซียส เดือนที่อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายนจนถึงเดือนกันยายน โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส เดือนที่อุณหภูมิต่ำที่สุดคือช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม เฉลี่ยอยู่ที่ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบ 10 ปี ประมาณร้อยละ 76 ปริมาณฝนในแต่ละปีเฉลี่ยในช่วง 10 ปีประมาณ 1,800 มิลลิเมตร โดยช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกันยายนเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนและจำนวนวันที่ฝนตกสูง เฉลี่ยอยู่ที่เดือนละ 300 มิลลิเมตร และจำนวนวันที่ฝนตก 20 วันต่อเดือน ซึ่งนับว่าเป็นพื้นที่ที่ฝนตกชุกและมีความชื้นสูงตลอดปี โดยมีอัตราการคายระเหยต่ำเฉลี่ยประมาณ 100 มิลลิเมตรในแต่ละเดือน



ภาพที่ 3-5 อุณหภูมิ (เส้นทึบและวงกลม) ปริมาณน้ำฝน (แท่ง) จำนวนวันที่ฝนตก (ตัวเลขในแท่ง) และอัตราการคายระเหย (เส้นทึบ) รายเดือน จากข้อมูลภูมิอากาศย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2545–2555) ในจังหวัดเชียงราย

3.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลเศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา (โครงการย่อยที่ 1)

3.2.1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลการทำวนเกษตรป่ายางพารา

1) รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ จากเอกสารวิชาการ รายงานวิจัย และข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ ที่มีการรายงานเกี่ยวกับการทำวนเกษตรป่ายางพาราในพื้นที่ศึกษา

2) การคัดเลือกพื้นที่สำรวจภาคสนาม ทำการได้เลือกพื้นที่ศึกษาที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตยางพาราค่อนข้างมาก โดยจังหวัดเชียงรายเลือกสำรวจในพื้นที่อำเภอเชียงของ อำเภอเทิง และอำเภอดอยหลวง จังหวัดพะเยาเลือกสำรวจพื้นที่อำเภอภูซาง อำเภอเชียงของ และอำเภอปง ส่วนจังหวัดน่านเลือกพื้นที่สำรวจในอำเภอนาน้อย อำเภอสันติสุข และอำเภอภูเพียง

3) การสำรวจข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ศึกษาโดยมีวิธีการสำรวจอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่

3.1) สำรวจข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants) ในพื้นที่แต่ละจังหวัดที่เป็นตัวแทน เพื่อสอบถามข้อมูลการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกร เช่น เจ้าหน้าที่สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรจังหวัด ผู้นำเกษตรกร ฯลฯ เป็นต้น

3.2) สำรวจโดยใช้ยานพาหนะสำรวจพร้อมทั้งถ่ายภาพ จดบันทึกตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์แปลงวนเกษตรป่ายางพาราที่สำรวจพบพร้อมทั้งบันทึกชนิดไม้ที่ปลูกร่วมกับยางพารา

3.2.2 การศึกษาผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพาราและการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกร

1) กลุ่มตัวอย่างประชากรและการสุ่ม

ได้ทำการสุ่มคัดเลือกเกษตรกรที่ปลูกสวนยางพาราในพื้นที่ศึกษา จำนวน 150 ราย โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) แบ่งเป็นเกษตรกรที่ทำวนเกษตรป่ายางพารา จำนวน 60 ราย และเกษตรกรที่ทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว จำนวน 90 ราย เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพารา สำหรับการศึกษาผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพารา ได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มเกษตรกรที่มีการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวและปลูกวนเกษตรป่ายางพาราที่มีเนื้อที่ปลูกไม่เกิน 15 ไร่ (เนื่องจากเป็นขนาดเนื้อที่ซึ่งเกษตรกรสามารถพึงพิงแรงงานครัวเรือนเป็นหลักได้) และยางพาราสามารถเก็บผลผลิตได้แล้ว ซึ่งจากการคัดเลือกตามเกณฑ์ดังกล่าวได้กลุ่มเกษตรกรที่ทำวนเกษตรป่ายางพาราจำนวน 40 ราย และกลุ่มตัวอย่างปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวจำนวน 40 ราย

2) การเก็บข้อมูล

2.1) เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาในประเด็นต่างๆ โดยใช้แบบสอบถามที่ออกแบบขึ้นมา โดยการออกแบบสอบถามจะนำแบบสอบถามไปทดลองสัมภาษณ์เกษตรกรที่ไม่ถูกคัดเลือกเป็นตัวแทนในพื้นที่ศึกษาจำนวน 10 ราย จากนั้นนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขข้อความบางส่วน เพื่อให้ได้ความถูกต้องเที่ยงตรง ก่อนนำไปสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างต่อไป

2.2) รูปแบบและจำนวนแปลงวนเกษตรป่าอย่างพาราที่ทำการวิเคราะห์ทางการเงิน ได้กำหนดจำนวน 5 รูปแบบหลักในพื้นที่ ได้แก่ ยางพาราปลูกร่วมกาแฟ จำนวน 15 แปลง ยางพาราปลูกร่วมลำไย จำนวน 19 แปลง ยางพาราปลูกร่วมไม้สักเป็นขอบแปลง จำนวน 5 แปลง ป่าอย่าง (เป็นรูปแบบการปลูกพืชหลายชนิด ได้แก่ ยางพารา หวายขม มะขม กาแฟ ชาเมี่ยง) จำนวน 1 แปลง ทั้งนี้ เนื่องจากสำรวจพบป่าอย่างจำนวนไม่กี่แปลงและส่วนใหญ่ที่พบยางพารามีอายุน้อยและพืชที่ปลูกร่วมก็ยังไม่ให้ผลผลิต และยางพาราเชิงเดี่ยว จำนวน 40 แปลง

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1) การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

ได้กำหนดอายุโครงการไว้ 10 ปี ทั้งนี้เนื่องจากสวนยางพาราในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เริ่มปลูกในช่วงปี พ.ศ. 2545-2547 ซึ่งรัฐบาลมีโครงการส่งเสริมปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือ และกำหนดอัตราดอกเบี้ยที่ร้อยละ 10 สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการวนเกษตรในรูปของตัวเงิน โดยคิดเฉลี่ยต่อพื้นที่ จะใช้หลักเกณฑ์การวัดความเหมาะสมของการลงทุน 3 วิธีด้วยกัน คือ

3.1.1) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: BCR) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุของโครงการ มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$B/C = \sum_{t=1}^n B_t(1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^n C_t(1+r)^{-t}$$

B_t หมายถึง ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t หมายถึง ต้นทุนโครงการในปีที่ t

r หมายถึง อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

t หมายถึง ระยะเวลาของโครงการ (1, 2,..., n)

เกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจในการลงทุน คือ $B/C > 1$

3.1.2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุโครงการ มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

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

B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ย

t = ระยะเวลาของโครงการ (1, 2,, n) โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ

เกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจในการลงทุน คือ $NPV > 0$ หรือมีค่าเป็นบวก

3.1.3) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คือผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งก็คืออัตราผลตอบแทนภายในโครงการ เมื่อกำหนดให้ r คือ IRR แล้วค่า r จะสามารถหาได้จากการแก้สมการดังต่อไปนี้

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

B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ย

t = ปีที่ 1, 2,, n โดย n คือ ระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการยอมรับโครงการ คือ เมื่อ $IRR > \text{ค่าเสียโอกาสของทุน}$ หรือ $IRR > \text{อัตราดอกเบี้ยเงินกู้}$

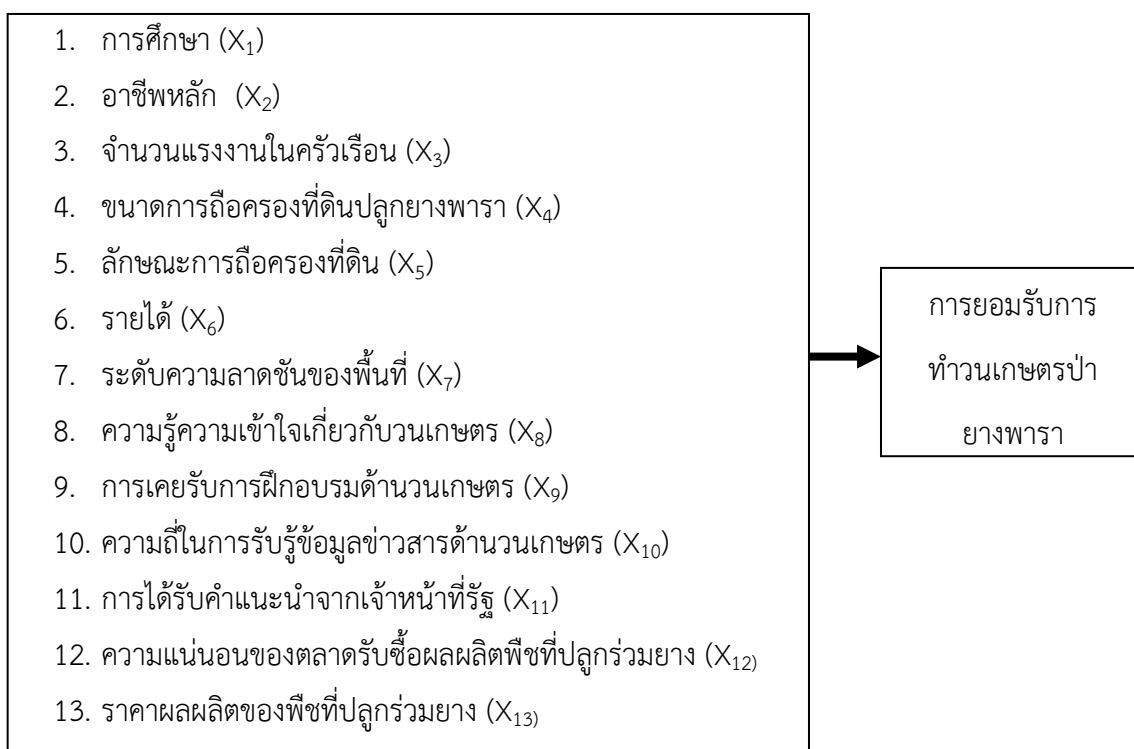
3.2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการวนเกษตรปาล์วยางพารา

3.2.1) การศึกษาเรื่องนี้ได้กำหนดตัวแปรอิสระไว้ทั้งหมด 13 ตัว ได้แก่

การศึกษา อาชีพหลัก จำนวนแรงงานในครัวเรือน ขนาดการถือครองที่ดิน ลักษณะการถือครองที่ดิน รายได้ ระดับความลาดชันของพื้นที่ ความรู้ความเข้าใจวนเกษตร การเคยรับการฝึกอบรมด้านวนเกษตร ความถี่ในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านวนเกษตร การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ ความแน่นอนของตลาดรับซื้อผลผลิตพืชที่ปลูกร่วมยาง และราคาผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมยาง (ภาพที่ 3-6)

ตัวแปรอิสระ X

ตัวแปรตาม Y



ภาพที่ 3-6 ตัวแปรอิสระในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตร

3.2.2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรแบบ ปาล์วยางพารา จะใช้สถิติเชิงอนุมาน เพื่อทดสอบสมมุติฐานหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression) กำหนดให้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับการวิเคราะห์โดยใช้สถิติอนุมาน ได้กำหนดตัวแปรอิสระไว้ 13 ตัว โดยกำหนดค่าต่างๆ ของตัวแปรให้เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง (interval scale) เพื่อให้ระดับวัดความเหมาะสมกับวิธีทางสถิติ ดังนี้

- ระดับการศึกษา ใช้ค่าเป็นจำนวนปีที่ศึกษาจริง เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง
- อาชีพหลัก ใช้ค่าเป็นอาชีพที่ทำ เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง

- จำนวนแรงงานในครัวเรือน ใช้ค่าเป็นจำนวนแรงงาน เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง
- ขนาดการถือครองที่ดินปลูกยางพารา ใช้ค่าเป็นจำนวนเนื้อที่เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง
- ลักษณะการถือครองที่ดิน แปลงค่าจากตัวแปรระดับกลุ่มมาเป็นตัวแปรหุ่น โดยกำหนดให้ 0 เท่ากับ เช่า และ 1 เท่ากับ ที่ดินของตนเอง
- รายได้ ใช้ค่าเป็นรายได้ เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง
- ระดับความลาดชันของพื้นที่ ใช้ค่าเป็นระดับความลาดชันเป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง
- ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร เป็นตัวแปรที่เกิดจากการรวมคะแนนในการตอบคำถาม โดยทำให้ตัวแปรใหม่มีค่าเป็นตัวแปรระดับช่วง
- การเคยรับการฝึกอบรมด้านวนเกษตร เป็นตัวแปรกลุ่ม แปลงค่าเป็นตัวแปรหุ่นโดยกำหนดให้ 0 เท่ากับ ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรม และ 1 เท่ากับ เคยเข้ารับการฝึกอบรม
- ความถี่ในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านวนเกษตร ใช้ค่าจำนวนครั้ง/ปี เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง
- การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ เป็นตัวแปรกลุ่ม แปลงค่าเป็นตัวแปรหุ่นโดยกำหนดให้ 0 เท่ากับ ไม่เคยได้รับ และ 1 เท่ากับ เคยได้รับ
- ความแน่นอนของตลาดที่รับซื้อผลผลิตของพืชร่วมยาง เป็นตัวแปรกลุ่ม แปลงค่าเป็นตัวแปรหุ่นโดยกำหนดให้ 0 เท่ากับ ไม่แน่นอน และ 1 เท่ากับ แน่นอน
- ราคาผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมยาง ใช้ค่าเป็นราคา เป็นตัวแปรที่มีค่าระดับช่วง

ทั้งนี้ได้กำหนดสมการถดถอยพหุ ดังนี้คือ

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 + b_{10}X_{10} + b_{11}X_{11} + b_{12}X_{12} + b_{13}X_{13}$$

เมื่อ Y = การยอมรับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราของเจ้าของสวนยาง

X_1 = การศึกษา

X_2 = อาชีพหลัก

X_3 = จำนวนแรงงานในครัวเรือน

X_4 = ขนาดการถือครองที่ดิน

X_5 = ลักษณะการถือครองที่ดิน

X_6 = รายได้

X_7 = ระดับของความลาดชันของพื้นที่

X_8 = ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร

X_9 = การเคยรับการฝึกอบรมด้านวนเกษตร/เกษตรยั่งยืน

X_{10} = ความถี่ในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านวนเกษตร

X_{11} = การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ

X_{12} = ความแน่นอนตลาดรับซื้อผลผลิตจากพืชที่ปลูกร่วมยาง

X_{13} = ราคาผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมยาง

b_0 = ค่าคงที่

$b_1 \dots b_{12}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

3.3 การศึกษาลักษณะโครงสร้าง การเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2)

3.3.1 การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในแปลงปลูกยางพาราและป่าธรรมชาติ

1) เลือกแปลงตัวอย่างในแปลงปลูกยางพาราแต่ละรูปแบบระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา วางเป็นแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 3 แปลงตัวอย่าง ในแต่ละรูปแบบการปลูก

2) ในแต่ละแปลงตัวอย่างวางแปลงตัวอย่างจะดำเนินการศึกษาสังคมพืชโดยมีขั้นตอน

ดังนี้

2.1) วางแปลงตัวอย่างขนาด 1 x 1 เมตร จำนวน 5 แปลง ทำการบันทึกชื่อชนิดพันธุ์ และความสูงของกล้าใหญ่ที่มีความสูงน้อยกว่า 130 เซนติเมตร และติดหมายเลขกล้าไม้ทุกต้นในแปลง

2.2) วางแปลงตัวอย่างขนาด 4 x 4 เมตร จำนวน 5 แปลง ทำการบันทึกชื่อชนิดพันธุ์ ขนาดความโตที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) หรือที่ 130 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน และขนาดความสูงของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 130 เซนติเมตร และติดหมายเลขไม้หนุ่มทุกต้นในแปลง

2.3) ในแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง ทำการบันทึกชื่อชนิดพันธุ์ ขนาดความโตที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) หรือที่ 130 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน และขนาดความสูงของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มากกว่า 4.5 เซนติเมตร และติดหมายเลขไม้หนุ่มทุกต้นในแปลง วัดขนาดความโต ความสูงของต้นไม้ทุกต้น และบันทึกข้อมูลไว้

3.3.2 การศึกษากล้าไม้และไม้หนุ่ม

ในแต่ละแปลงตัวอย่าง (1 ไร่) วางแปลงตัวอย่างขนาด 1 x 1 เมตร จำนวน 5 แปลง แปลง (4 มุม และตรงกลางแปลง) ทำการบันทึก ชื่อชนิดพันธุ์ และความสูงของกล้าใหญ่ที่มีความสูงน้อยกว่า 130 เซนติเมตร และติดหมายเลขกล้าไม้ทุกต้นในแปลง

3.3.3 การศึกษาฝนเมล็ด (seed rain)

1) ในแต่ละแปลงตัวอย่างวางกับดักเมล็ดที่ทำจากตาข่ายพลาสติก และท่อเหล็ก ขนาด 1x1x1 เมตร จำนวน 5 อัน (4 มุม และตรงกลางแปลง)

2) เก็บเมล็ดที่อยู่ในกับดักเมล็ด แล้วนำมาทำการจำแนกชนิดไม้ บันทึกจำนวนเมล็ดแยกตามชนิดไม้ทุก 15 วัน เป็นระยะเวลานาน 12 เดือน

3.3.4 การศึกษาเมล็ดที่สะสมในดิน

1) ในแต่ละแปลงตัวอย่างเก็บดินขนาด 20 x 20 x 5 เซนติเมตร จำนวน 5 จุด (4 มุม และตรงกลางแปลง)

2) นำดินที่เก็บได้มาแบ่งเป็น ซากพืช ดินลึก 0-2 เซนติเมตร และดินลึก 2-5 เซนติเมตร และนำแต่ละชั้นมาร่อนเพื่อคัดเมล็ดออกจากดิน และซากพืช บันทึกจำนวนของเมล็ดแยกตามชนิดไม้

3.3.5 การศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดไม้

1) เพาะเมล็ดแต่ละชนิดจากข้อ 13.2 และ 13.3 จำนวน 50 เมล็ด 4 ซ้ำ

2) บันทึกร้อยละการงอกของเมล็ดทุกวันนานหนึ่งเดือน

3.3.6 การศึกษาการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ

- 1) นับจำนวนชนิดและวัดความสูงของกล้าไม้ จากแปลงตัวอย่างในข้อ 13.1 2) โดยจะทำการตรวจวัดปีละ 1 ครั้ง
- 2) บันทึกชนิด ความโตและความสูงของไม้หนุ่ม จากแปลงตัวอย่างในข้อ 13.1 3) โดยจะทำการตรวจวัดปีละ 1 ครั้ง

3.3.7 การศึกษาการเติบโตและผลผลิตของต้นไม้ในแปลงปลูกยางพาราและป่าธรรมชาติ

- 1) ทำการตรวจวัดการเติบโตของต้นไม้ทุกต้นที่อยู่ในแปลงตัวอย่างในระยะ 1 ปี ในทุกๆ แปลงตัวอย่าง เพื่อศึกษาการเติบโตของต้นไม้ทั้งยางพาราและไม้อื่นๆ ทั้งตามหลักนิเวศวิทยาและตามระบบของกรมวิชาการเกษตร
- 2) ทำการตรวจวัดผลผลิตของน้ำยาง
- 3) ทำการประเมินผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วม

3.3.8 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในแปลงตัวอย่าง

ทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่คาดว่าจะจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการปลูกยางพารา อาทิ การสะสมซากพืชบนพื้นที่ป่า อุณหภูมิที่ผิวดิน ความชื้นแสงที่บริเวณพื้นป่า ศึกษาโดยการตรวจวัดค่าปริมาณปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแปลงตัวอย่างในระยะ 1 ปี ในทุกๆ แปลงตัวอย่าง เพื่อนำมาสร้างความสัมพันธ์กับรูปแบบการปลูกยางพาราและไม้อื่นๆ เปรียบเทียบการป่าธรรมชาติ

3.3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) จำแนกสังคมพืชโดยวิธีการจัดกลุ่ม

ทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่มของหมู่ไม้โดยวิธี Cluster Analysis ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PC-Ord 4 โดยหลักในการวิเคราะห์มีขั้นตอนดังนี้

1.1.) คำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่างหมู่ไม้จากการปรากฏและไม่ปรากฏของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่างโดยใช้ Relation Euclidean Distance (RED) ซึ่งจะได้ค่าระยะทางของคู่ ระหว่างหมู่ไม้ (j, k) ดังสมการ

$$RED = \sqrt{\sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^s X_{ij}^2}} \right) - \left(\frac{X_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^s X_{ik}^2}} \right) \right]^2}$$

เมื่อ X_{ij} = การปรากฏของพรรณไม้ชนิด i ในหมู่ไม้ j มีค่าเท่ากับ 1
 X_{ik} = การไม่ปรากฏของพรรณไม้ชนิด i ในหมู่ไม้ j มีค่าเท่ากับ 0
 S = ชนิดพรรณไม้

1.2) นำค่า RED นี้ไปจัดทำเป็นเมทริกซ์ของความคล้ายคลึง โดยใช้ระยะทางดังกล่าวข้างต้นเป็น D matrix จากนั้นตรวจสอบว่ามีระยะทางของกลุ่มของหมู่ไม้ใดเป็นระยะทางที่น้อยที่สุดซึ่งจะเป็นหมู่ไม้ตัวอย่างเริ่มต้นคู่แรกที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด

1.3) คำนวณหาระยะทางระหว่างกลุ่มแรกที่ได้จากข้อ 1.2) กับหมู่ไม้ที่เหลือโดยใช้สมการ linear combination ของ Lance และ Williams (1967) เพื่อใช้ในการคำนวณหาระยะทางของกลุ่มหมู่ไม้ใหม่ดังนี้

$$D_{(j, k)(h)} = \alpha_1 D_{(j, h)} + \alpha_2 D_{(k, h)} + \beta D_{(j, k)}$$

โดยกำหนดให้ α_1 เท่ากับ 0.625 α_2 เท่ากับ 0.625 และ β เท่ากับ -0.25 ซึ่งจะทำให้ได้ matrix ใหม่ (D matrix) ที่ลดจำนวนลงแล้ว

1.4) พิจารณาค่าระยะทางที่น้อยที่สุดที่ได้ในข้อ 1.3) เพื่อจับกลุ่มเข้ากับคู่แรกจากข้อ 1.2)

1.5) กระทำข้อ 1.1) 1.2) 1.3) และ 1.4) ซ้ำจนกระทั่งหมู่ไม้ตัวอย่างเชื่อมต่อกันทุกหมู่ไม้ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพต้นไม้ หรือ dendrogram

2) วิเคราะห์หาค่าความสำคัญต่างๆ ของสังคมพืช

นำข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น และขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นของไม้ใหญ่ ไม้หนุม และกล้าไม้ของหมู่ไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่างมาทำการคำนวณเพื่อหาลักษณะเชิงปริมาณและค่าความสำคัญต่างๆ ของแต่ละแปลงตัวอย่างดังนี้

2.1) ความหนาแน่น (Density, D) คือ รายชื่อชนิดพันธุ์ไม้ที่ปรากฏอยู่ในหมู่ไม้ในตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$D = \frac{\text{จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ชนิดนั้น}}{\text{ขนาดพื้นที่ทั้งหมดที่ทำการสำรวจ}}$$

2.2) ความถี่ (Frequency, F) หมายถึงอัตราร้อยละของจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรากฏพันธุ์ไม้ชนิดนั้นต่อจำนวนแปลงที่ทำการสำรวจ

$$F = \left(\frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ชนิดไม้ นั้นปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}} \right) \times 100$$

2.3) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (Dominance, Do) คือ ขนาดพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ต่อพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$Do = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ชนิดนั้น}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดที่ทำการสำรวจ}}$$

2.4) ค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่นของชนิดไม้ (Relative Density, RD) คือ ค่าความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นร้อยละ

$$RD = \left(\frac{\text{ความหนาแน่นของไม้ชนิดนั้น (D)}}{\text{ผลรวมความหนาแน่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \right) \times 100$$

2.5) ค่าความสัมพันธ์ด้านความถี่ของชนิดไม้ (Relative Frequency, RF) คือ ค่าความสัมพันธ์ของความถี่ของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความถี่ทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นร้อยละ

$$RF = \left(\frac{\text{ความถี่ของไม้ชนิดนั้น (F)}}{\text{ผลรวมของความถี่ของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \right) \times 100$$

2.6) ค่าความสัมพันธ์ด้านความเด่นของชนิดไม้ (Relative Dominance, RDo) คือ ค่าความสัมพันธ์ของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นร้อยละ

$$RDo = \frac{\text{ความเด่นของไม้ชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมความเด่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

2.7) ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณพืช (Importance Value Index, IVI) คือ ผลรวมของค่าความ สัมพันธ์ต่างๆ ของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคม นิยมใช้ค่าความสัมพันธ์ด้านความถี่ ความหนาแน่น และความเด่นรวมกัน

$$IVI = RF + RD + RDo$$

2.8) จำนวนชนิดไม้เด่นในแต่ละสังคมพืช โดยพิจารณาจากค่า d ต่ำสุด ตามวิธีการของ (Ohsawa, 1984) อ้างตาม Wachrinrat, 2000) โดยมีสมการดังนี้

$$d = \frac{1}{S} \left[\sum_{i \in T} (X_i - X')^2 + \sum_{j \in U} X_j^2 \right]$$

เมื่อ X_i = ค่า IVI ของชนิดที่มีค่า IVI สูงสุด หรือชนิดที่เลือกในลำดับถัดลงมา

X' = ส่วนร้อยละของชนิดพันธุ์สูงสุด

X_j = ส่วนร้อยละของชนิดพันธุ์ที่เหลือ

S = จำนวนชนิดพันธุ์

d = ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง IVI ที่มีอยู่และส่วนของร้อยละที่คาดหวังไว้

จากการตอบสนองแบบจำลองชนิดไม้เด่นร่วม

2.9) ดัชนีความร่ำรวย (Richness Index) ในรูปของ richness index (R) หรือ Margalef's index (Margalef, 1958) ดังนี้

$$R = \frac{S-1}{\ln(n)}$$

เมื่อ S = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมดในแปลง

n = จำนวนต้นไม้อะไรรวมทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง

$\ln$ = ลอการิทึมฐานธรรมชาติ

2.10) ดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon-Wiener Index of Diversity) คำนวณตามวิธีการของ Krebs (1972) ดังนี้

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

เมื่อ p_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพรรณไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด (เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, s$)

S = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

$\ln$ = ลอการิทึมฐานธรรมชาติ

2.11) ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) คำนวณโดย

$$E = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{H}{\log_2 S}$$

เมื่อ E = ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์

H = ค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์

$H_{\max}$ = ค่าความหลากหลายที่มีค่ามากที่สุด

S = จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมด

$\log_2$ = ลอการิทึมฐาน 2

3) การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

3.1) ชนิด การสะสมซากพืช และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการตรวจวัด ของแต่ละสังคมพืช จะวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

3.2) ชนิดของพรรณไม้ปรากฏในแปลงตัวอย่าง ชนิดของเมล็ดไม้ที่ร่วงหล่น/ปรากฏในดิน และต้นไม้ที่พบในแปลงตัวอย่าง จะนำมาวิเคราะห์ค่า Sørensen's similarity index (C_s) (Sørensen, 1948)

$$C_s = 2j / (a+b)$$

เมื่อ j = จำนวนชนิดที่พบในแปลงตัวอย่างสังคมพืช

a = จำนวนชนิดที่พบในแปลงตัวอย่าง A

b = จำนวนชนิดที่พบในแปลงตัวอย่าง B

3.3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีของสังคมพืชกับค่าปริมาณของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม โดยการใช้ความสัมพันธ์ในรูปแบบ regression correlation

3.4) ชนิดและจำนวนเมล็ด จากการร่วงหล่นและที่สะสมในดินของแต่ละสังคมพืช จะวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

3.5) คำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าหนาแน่นของเมล็ดที่ร่วงหล่น/สะสมในดินและปริมาณของเมล็ดในแต่ละชนิดไม้ด้วย Pearson correlation

4) การวิเคราะห์ค่าทางสถิติของกล้าไม้ที่สืบพันธุ์ตามธรรมชาติ

คำนวณค่าความหนาแน่น, ความถี่, ค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่นของชนิดไม้, ค่าความสัมพันธ์ด้านความถี่ของชนิดไม้, ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณพืช, จำนวนชนิดไม้เด่นในแต่ละสังคมพืช, ดัชนีความร่ำรวย, ดัชนีความหลากหลายชนิด และดัชนีความสม่ำเสมอ

5) การวิเคราะห์ค่าทางสถิติของกล้าไม้ของเมล็ดที่ร่วงหล่นและสะสมในดิน

นำค่าร้อยละการงอก และการเติบโตของกล้าไม้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

(ANOVA)

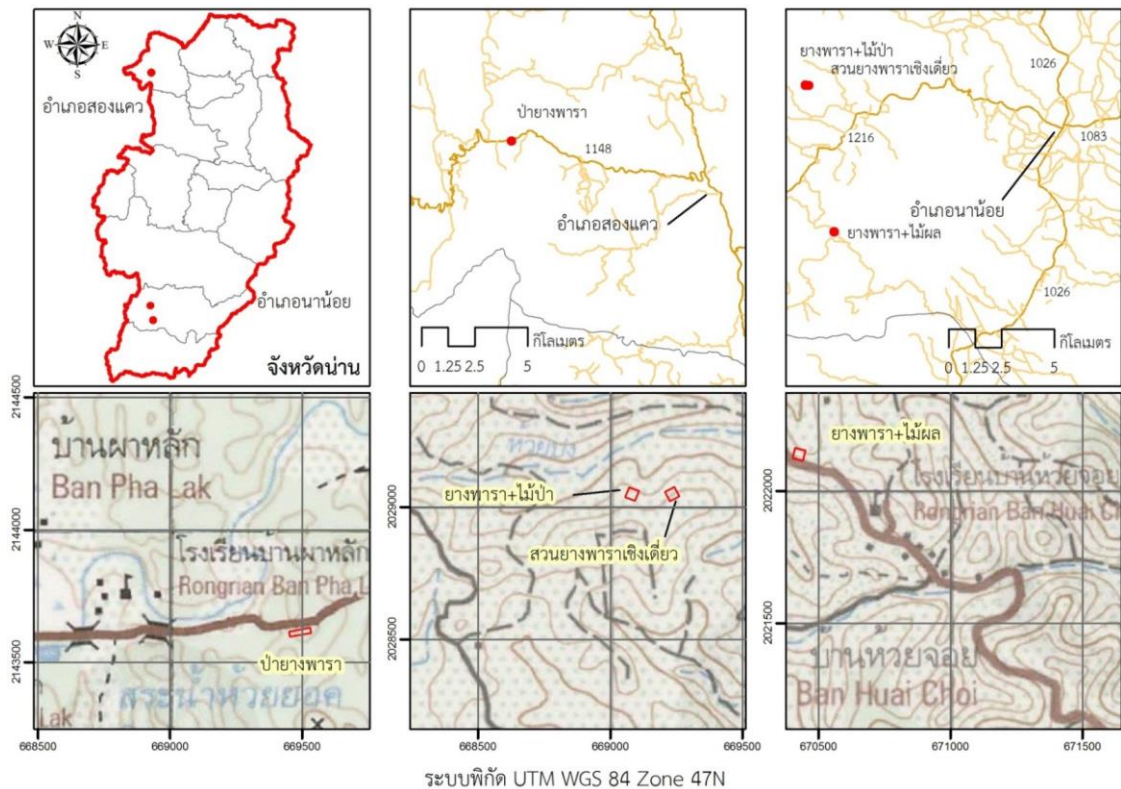
3.4 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (โครงการย่อยที่ 3)

การศึกษารูปแบบของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา มีสมมติฐานดังนี้ “**ระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารามีผลกระทบต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยาน้อยกว่าการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว**”

3.4.1 การเลือกพื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการต่อเนื่องในแปลงตัวอย่างเดียวกันกับการศึกษาในปี พ. ศ. 2557 ซึ่งเป็นแปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนการปลูกยางพาราแบบต่าง ๆ คือ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา ในพื้นที่อำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน จำนวน 4 แปลง (ภาพที่ 3-7) ได้แก่

- 1) ยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณบ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย
- 2) ยางพาราร่วมกับไม้ผล บริเวณบ้านนาจอย ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย
- 3) ยางพาราร่วมกับไม้ป่า บริเวณบ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย
- 4) ป่ายางพารา บริเวณบ้านผาหลัก ตำบลยอด อำเภอสองแคว



ภาพที่ 3-7 ที่ตั้งแปลงตัวอย่างการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ บริเวณอำเภอน่านและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

3.4.2 การศึกษาการศึกษากการสูญเสีย

1) ปริมาณน้ำพืชยึด

การศึกษาปริมาณน้ำพืชยึด (rainfall intercepted water) ดำเนินการโดยตรวจวัดข้อมูลทุกวันตลอดช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2558 ซึ่งการศึกษานี้เป็นการประมาณค่าโดยการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (gross rainfall, P) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (throughfall, Th) และน้ำไหลตามลำต้น (stemflow, St) และนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำพืชยึดจากผลต่างระหว่างปริมาณน้ำฝนทั้งหมดกับผลรวมระหว่างน้ำฝนผ่านเรือนยอดและน้ำไหลตามลำต้นจากสมการ $I = P - (Th + St)$ มีรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

1.1) การวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ดำเนินการโดยติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง (ภาพที่ 3-8) ไว้บริเวณที่โล่งใกล้แปลงตัวอย่าง แต่ละแปลงตัวอย่าง ยกเว้นแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวและแปลงยางพาราผสมไม้ป่า ที่ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนทั้งหมดเพียง 1 เครื่อง และใช้ข้อมูลจากเครื่องวัดน้ำฝนทั้งหมดเครื่องเดียวกัน เนื่องจากแปลงตัวอย่างอยู่ใกล้กัน

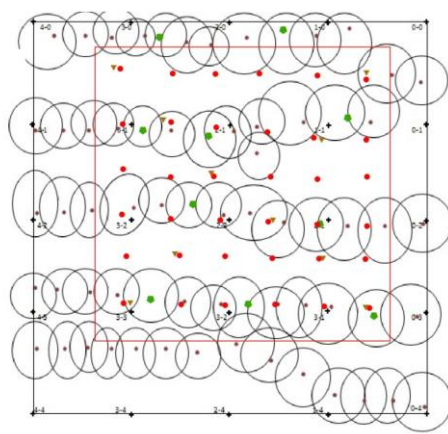
1.2) การวัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด ดำเนินการโดยติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว (ภาพที่ 3-8) กระจายอย่างเป็นระบบซ้อนอยู่ภายใต้เรือนยอดในแปลงตัวอย่าง จำนวน 6 x 6 แถว มีระยะห่างระหว่างเครื่องประมาณ 5 x 5 เมตร รวมทั้งหมด 36 เครื่อง ใน

แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว (ภาพที่ 3-9) ยางพาราผสมไม้ป่า (สัก) (ภาพที่ 3-10) และ ยางพาราผสมไม้ผล (มะขาม) (ภาพที่ 3- 11) ส่วนในแปลงป่ายางพารา ติดตั้งจำนวน 4 x 9 แถว (ภาพที่ 3-12) เนื่องจากสภาพภูมิประเทศบริเวณแปลงทดลองไม่สามารถวางแปลงทดลองขนาด 30 x 30 เมตรได้ นอกจากนั้นได้ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ภายใต้เรือนยอดในทุกแปลงทดลอง แปลงละ 10 เครื่อง วางคู่กับเครื่องวัดน้ำฝนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว กระจายอย่างเป็นระบบครอบคลุมทั้งแปลงทดลอง เพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลน้ำฝนผ่านเรือนยอด

1.3) การวัดปริมาณน้ำไหลผ่านตามลำต้น ดำเนินการวัดเฉพาะในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราผสมไม้ผล และยางพาราผสมไม้ป่า โดยสายยางพันรอบลำต้น เพื่อเป็นทางให้น้ำฝนที่ไหลมาตามลำต้นไหลไปตามสายยางลงสู่ถังรองรับน้ำ และใช้แผ่นพลาสติกพันเป็นรางรอบลำต้น และอุดรอยรั่วระหว่างสายยางกับลำต้น และสายยางกับแผ่นพลาสติกด้วยซิลิโคน จากนั้นต่อสายยางไปยังถังพลาสติกขนาดบรรจุ 20 ลิตร ที่ต่อเชื่อมกัน 2 ถัง ด้วยสายยาง สำหรับรองรับน้ำฝนที่ไหลลงมาปริมาณมาก (ภาพที่ 3-13) ติดตั้งทั้งหมด 10 ต้น กระจายครอบคลุมทั่วแปลงทดลอง ยกเว้นแปลงป่ายางพาราไม่มีการติดตั้งเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น เนื่องจากต้นไม้ในแปลงทดลองมีขนาดเล็ก จึงอนุมานว่าปริมาณน้ำไหลตามลำต้นมีค่าน้อยมาก

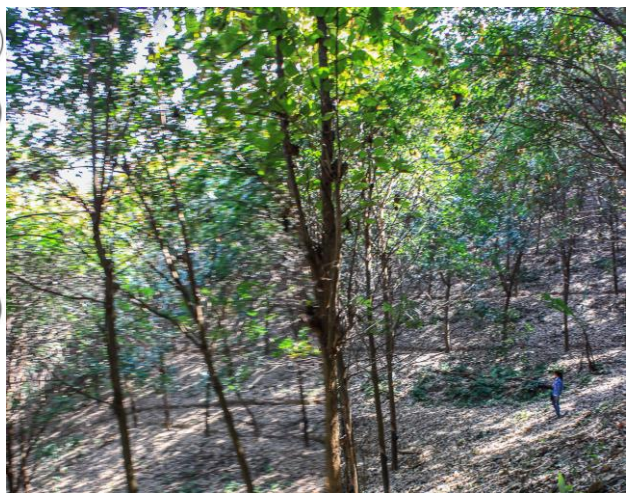
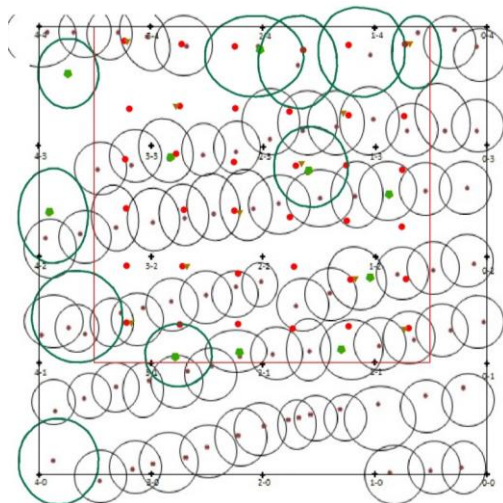


ภาพที่ 3-8 เครื่องวัดน้ำฝนทั้งหมดและเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว (ซ้าย) และ 8 นิ้ว (ขวา)



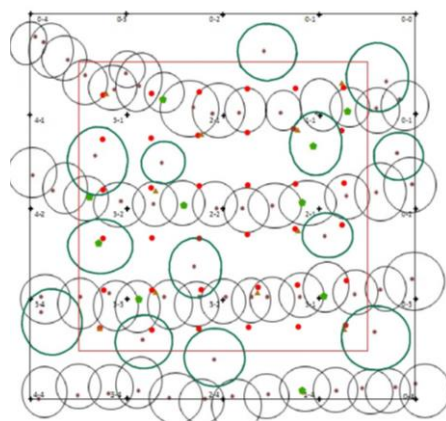
- แปลงตัวอย่าง 40x40 เมตร
- แปลงทดลอง 30x30 เมตร
- ▲ เครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาด 8 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาด 3 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น

ภาพที่ 3-9 การปกคลุมของเรือนยอดและการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว บริเวณบ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน



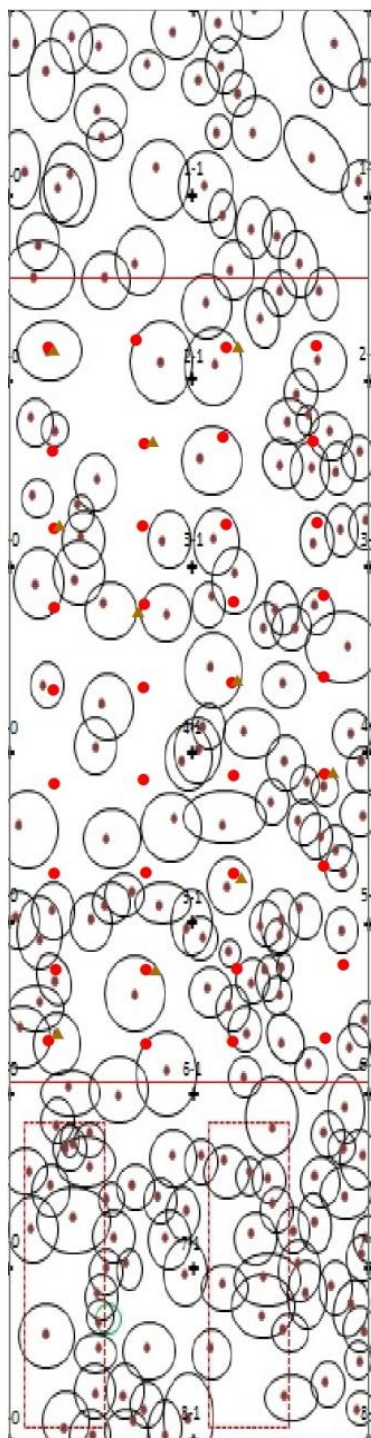
- แปลงตัวอย่าง 40x40 เมตร
- แปลงทดลอง 30x30 เมตร
- เรือนยอดสัก
- ▲ เครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาด 8 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาด 3 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น

ภาพที่ 3-10 การปกคลุมของเรือนยอด และการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า (สัก) บริเวณบ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน



- แปลงตัวอย่าง 40x40 เมตร
- แปลงทดลอง 30x30 เมตร
- เรือนยอดมะขาม
- ▲ เครื่องวัดน้ำผ่านเรือนยอดขนาด 8 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำผ่านเรือนยอดขนาด 3 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น

ภาพที่ 3-11 การปกคลุมของเรือนยอด และการติดตั้งเครื่องวัดน้ำผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล (มะขาม) บริเวณบ้านนาจอย ตำบลสันทะ อำเภอน่าน จังหวัดน่าน



- แปลงตัวอย่าง 80x20 เมตร
- แปลงทดลอง 45x20 เมตร
- ▲ เครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาด 8 นิ้ว
- เครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาด 3 นิ้ว

ภาพที่ 3 - 12 การปกคลุมของเรือนยอด และการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงตัวอย่าง
ป่ายางพารา บริเวณบ้านผาหลัก ตำบลยอด อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน



ภาพที่ 3-13 การติดตั้งเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น บริเวณแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว
ยางพาราผสมไม้ผล และยางพาราผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน

2) ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน

การศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface runoff) ดำเนินการบริเวณแปลงตัวอย่าง ทั้ง 4 รูปแบบ ตรวจวัดข้อมูลทุกวันตลอดช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนเมษายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งมี รายละเอียดของการศึกษานี้ดังนี้

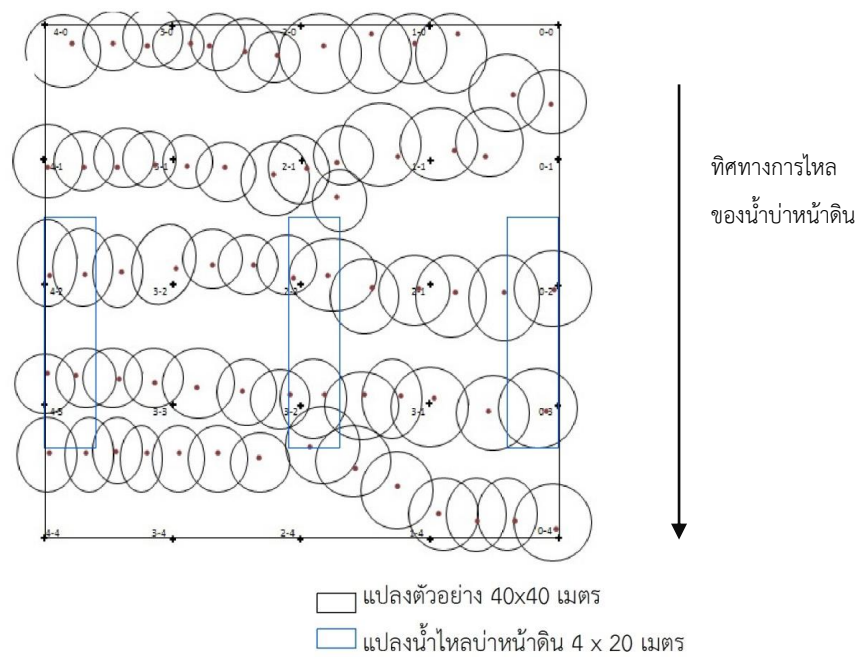
2.1) วางแปลงศึกษาหน้าไหลบ่า (runoff plot) ขนาดประมาณ 4 x 20 เมตร จำนวน 3 แปลงภายในแปลงตัวอย่างแต่ละรูปแบบ โดยการกำหนดตำแหน่งแปลงตามทิศที่มีความ สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งของต้นไม้และการปกคลุมของเรือนยอด ดังแสดงตำแหน่งที่ตั้ง แปลงและการปกคลุมของเรือนยอดในพื้นที่แปลงตัวอย่างในภาพที่ 3 - 14 ถึง ภาพที่ 3 - 17 และมี ลักษณะของแปลงทดลองในพื้นที่จริงดังแสดงในภาพที่ 3 - 18

2.2) ตรวจวัดความสูงของน้ำในถังรับน้ำขนาด 100 ลิตร ที่วางอยู่ด้านท้ายของ แปลง จำนวน 3 ด้านในแต่ละถัง ทุกวันที่มีฝนตก วันละ 1 ครั้ง

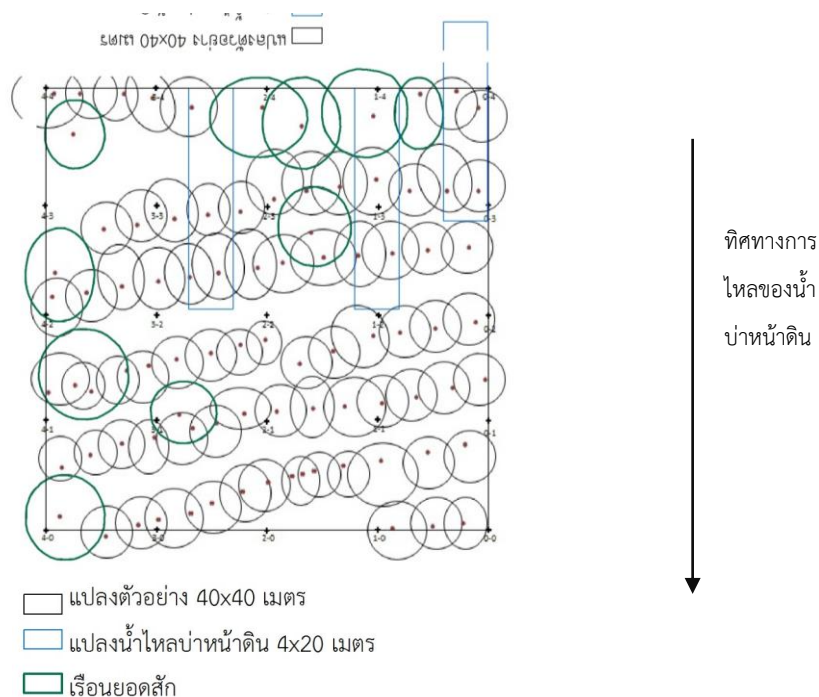
2.3) คำนวณปริมาตรน้ำไหลบ่าหน้าดินของแต่ละแปลงทดลองของแต่ละวัน ได้ จากผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดกับค่าความสูงเฉลี่ยของน้ำในถังที่ตรวจวัดได้

2.4) เปลี่ยนหน่วยปริมาตรน้ำเป็นหน่วยความสูงของน้ำไหลบ่าหน้าดินแต่ละ แปลงย่อยจากสมการ ความสูงไหลบ่าหน้าดิน = ปริมาตรน้ำไหลบ่าหน้าดิน / พื้นที่แปลงทดลอง

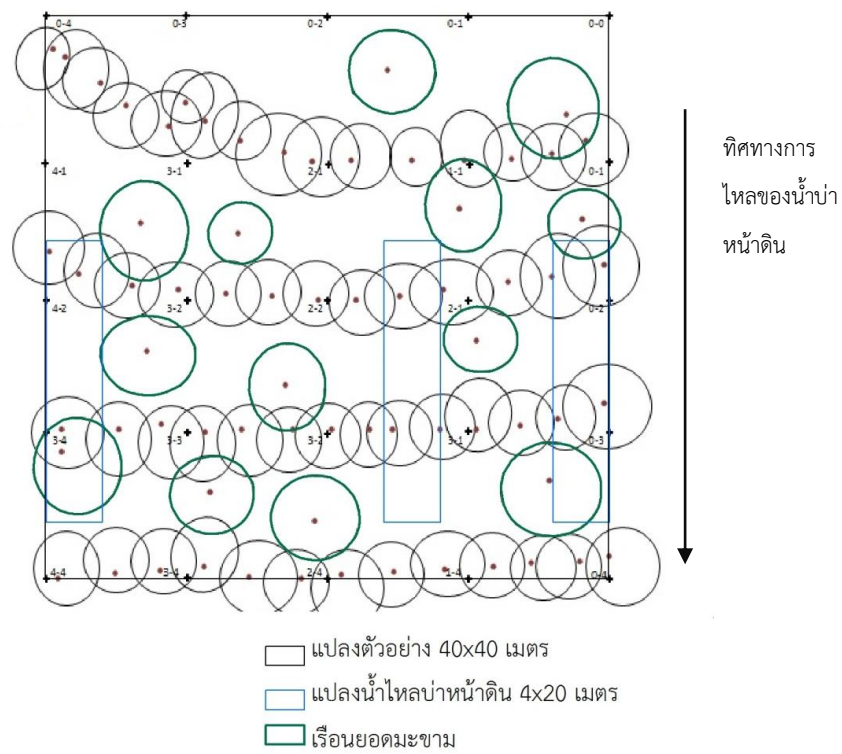
2.5) หาผลรวมของปริมาตรน้ำไหลบ่าหน้าดินจากแปลงทดลองต่าง ๆ รวมตลอดทั้งช่วงระยะเวลาที่ตรวจวัด



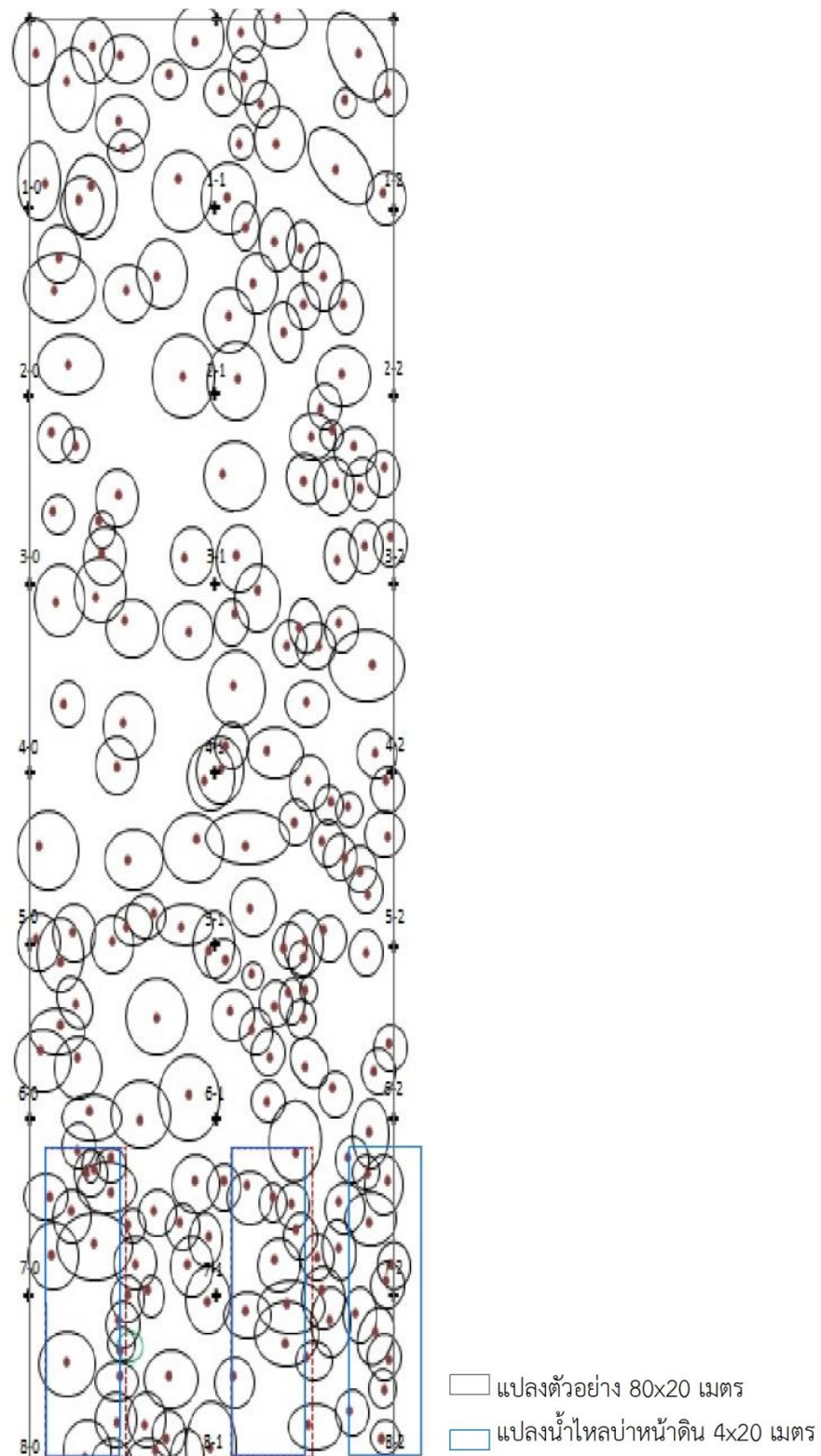
ภาพที่ 3 - 14 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างสวนยางพาราเชิงเดี่ยว บ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน



ภาพที่ 3-15 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างสวนยางพาราร่วมกับไม้ป่า (สัก) บ้านใหม่มงคล ตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน



ภาพที่ 3 – 16 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างสวนยางพาราร่วมกับไม้ผล (มะขาม) บ้านห้วยจอย ตำบลสันทะ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน



ภาพที่ 3- 17 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งแปลงน้ำไหลบ่าหน้าดิน บริเวณแปลงตัวอย่างป่า
 ยางพารา บ้านผาหลัก ตำบลยอ อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน



ภาพที่ 3 - 18 ลักษณะแปลงทดลองน้ำไหลบ่าหน้าดินและการสูญเสียดิน

3.4.3 การศึกษาสูญเสียดิน

การศึกษาการสูญเสียดินคือการศึกษ ปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างจากผิวน้ำดิน และถูกพัดพา และแขวนลอย (suspended sediment) ไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่พื้นที่ตอนล่าง การศึกษานี้ ดำเนินการควบคู่ไปกับการตรวจวัดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินในช่วงเวลาและพื้นที่เดียวกับที่กล่าวแล้วใน หัวข้อที่ผ่านมา มีรายละเอียดในการศึกษาดังนี้

- 1) กวนน้ำในถังเก็บน้ำให้ตะกอนฟุ้งกระจาย แล้วเก็บตัวอย่างน้ำในถังของแต่ละแปลงน้ำ ไหลบ่าหน้าดินจำนวน 500 มิลลิลิตร นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- 2) อบกระดาชกรองแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก และนำตัวอย่างน้ำที่ได้มารองด้วยกระดาช กรองผ่านชุดกรองสุญญากาศ
- 3) นำกระดาชกรองเข้าตู้อบแล้วนำมาหาผลต่างของน้ำหนักก่อนและหลังอบ เพื่อคำนวณน้ำหนักของตะกอนแขวนลอย
- 4) เปลี่ยนหน่วยน้ำหนักตะกอนที่ได้เป็น กิโลกรัม/ลิตร แล้วนำไปคูณกับปริมาตรของ น้ำไหลบ่าหน้าดินที่ตรวจวัดได้ในแต่ละแปลง
- 5) หาผลรวมของปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองต่าง ๆ รวมตลอดทั้งช่วง ระยะเวลาที่ตรวจวัด

3.4.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการสูญเสียดินและน้ำ

วิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าปริมาณการสูญเสียดินและน้ำด้วยวิธีการ วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA)

3.5 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์ ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)

3.5.1 ชนิดกล้าไม้ที่เลือกมาทดลอง แหล่งที่มาของกล้าไม้ และการย้ายปลูกกล้าไม้

ชนิดกล้าไม้ที่เลือกมาทดลองในสภาพโรงเรือน เพื่อศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการ เติบโต ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือก คือ (1) เป็นพรรณพืชที่พบว่ามี การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่ ในพื้นที่ หรือมีการนำเข้ามาปลูกในพื้นที่อยู่แล้วและมีการเติบโตได้ดี (2) เป็นพรรณพืชที่มีคุณค่าทาง เศรษฐกิจ หรือมีแนวโน้มว่าจะพัฒนาในเชิงการค้าได้ และ (3) เป็นพรรณพืชที่มีคุณค่าทางระบบนิเวศ เช่น ช่วยรักษาดินและน้ำ ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน หรือเป็นชนิดพรรณพืชที่หายาก ซึ่งจากเกณฑ์การ พิจารณาที่ได้กล่าวมานี้ ได้ทำการพิจารณาคัดเลือกกล้าไม้มาจำนวน 15 ชนิด เพื่อใช้ในการทดลอง โดย แบ่งออกเป็น

ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่

- 1) เตย (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.); H1
- 2) ข่า (*Alpinia galangal* (L.) Wild.); H2
- 3) ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb.); H3
- 4) ลิ้นจาวหรือนางลาว (*Tupistra albiflora* K. Larsen); H4
- 5) หวาย (*Calamus* sp.); H5

ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่

- 1) ผักเหลียง (*Gnetum gnemon* L.); SH1
- 2) กาแฟ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner); SH2
- 3) ชาเมี่ยง (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (J.W.Mast.) Kitam.); SH3
- 4) มะตูมแขก (*Schinus terebinthifolius* Raddi); SH4
- 5) มั่นปู้ (*Glochidion wallichianum* Muell.); SH5

ไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ได้แก่

- 1) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.); T1
- 2) พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre); T2
- 3) มะแขว่น (*Zanthozylum rhetsa* (Roxb.) DC.); T3
- 4) มะม่วง (*Mangifera indica* L.); T4
- 5) สัก (*Tectona grandis* L.f.); T5

การเตรียมกล้าไม้เริ่มโดยการจัดหากล้าไม้ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม 2557 จากแหล่งต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3-3 และทำการย้ายปลูกในกระถางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13.3 เซนติเมตร ด้วยดินปลูก จากนั้นนำกล้าไม้ทั้งหมดไปไว้ในสวนที่มีแดดรำไรประมาณหนึ่งเดือนเพื่อให้กล้าไม้ปรับสภาพเข้ากับพื้นที่ โดยในระหว่างนี้ได้ทำการจัดเตรียมโรงเรือนเพื่อทำการศึกษา ซึ่งใช้ระยะเวลาในการติดตั้งและตรวจสอบระบบประมาณ 1 เดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนมกราคม 2558 จากนั้นจึงนำกล้าไม้ไปไว้ในโรงเรือนตามชุดการทดลอง และเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2558

ตารางที่ 3-3 ชนิดพรรณกล้าไม้ที่นำมาทดลอง และแหล่งที่มาของกล้าไม้

รหัส	ชนิดพรรณพืช	แหล่งที่มา	ช่วงเวลาในการจัดหา จัดซื้อ และย้ายกล้า
H1	เตย	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนธันวาคม ย้ายกล้าเดือนธันวาคม
H2	ชำ	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
H3	ชะพลู	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนธันวาคม ย้ายกล้าเดือนธันวาคม
H4	ลิงลาว	จังหวัดเชียงราย	จัดหาเดือนสิงหาคม จัดซื้อเดือนพฤศจิกายน ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
H5	หวาย	จังหวัดน่าน	จัดหาเดือนสิงหาคม จัดซื้อเดือนพฤศจิกายน ย้ายกล้าเดือนธันวาคม
SH1	ผักเหลียง	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
SH2	กาแฟ	จังหวัดเชียงใหม่	จัดหาเดือนกันยายน จัดซื้อเดือนพฤศจิกายน ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
SH3	ชาเมี่ยง	จังหวัดเชียงใหม่	จัดหาเดือนกันยายน จัดซื้อเดือนพฤศจิกายน ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
SH4	มะตูมแขก	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
SH5	มันปู	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
T1	ตะเคียนทอง	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
T2	พะยุง	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
T3	มะแขว่น	จังหวัดแพร่	จัดหาเดือนสิงหาคม จัดซื้อเดือนพฤศจิกายน ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
T4	มะม่วง	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน
T5	สัก	จังหวัดปทุมธานี	จัดซื้อเดือนตุลาคม ย้ายกล้าเดือนพฤศจิกายน

3.5.2 การเตรียมโรงเรือนสำหรับการทดลองและแบ่งกลุ่มการทดลอง (treatments)

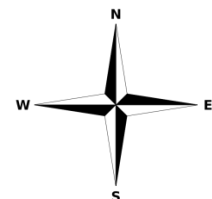
จากการวัดปริมาณแสงในสวนยางพาราอายุ 1-10 ปี ในตำบลเชียงเคี่ยน อำเภอกะทิง จังหวัด เชียงราย โดยทำการติดตั้งเครื่องวัดแสงอัตโนมัติบริเวณเหนือเรือนยอดยางพารา ในช่วงเดือนเมษายน-เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 พบว่า ยางพาราในพื้นที่ได้รับแสงในปริมาณที่เพียงพอต่อการเติบโต โดยมี ค่าเฉลี่ยของแสงที่ได้รับเท่ากับ 1,200 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที อายุของยางพาราส่งผลต่อ ปริมาณแสงที่ส่องมาถึงพื้นล่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณแสงที่ส่องมาถึงพื้นได้สูงสุดที่ยางพารา อายุ 1 ปี ซึ่งแสงที่พื้นล่างได้รับมีค่าสูงถึงร้อยละ 95 เมื่อเทียบกับแสงบริเวณเหนือเรือนยอด และปริมาณ แสงที่ส่องถึงพื้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อยางพารามีอายุเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อยางพารามีอายุ

4 ปี ปริมาณแสงที่ส่องถึงพื้นได้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 40 ของแสงที่เรือนยอดยางพาราได้รับ และแสงที่ส่องถึงพื้นลดต่ำลงถึงระดับร้อยละ 10-20 เมื่อเทียบกับแสงบริเวณเหนือเรือนยอดเมื่อยางพาราอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป การศึกษารังนี้จึงเป็นการนำเสนอสิ่งที่เป็นความรู้ทั่วไปที่ชาวสวนยางพาราเข้าใจว่าในปีแรกๆของการปลูกยางพาราสามารถปลูกพืชร่วมยางได้ และปีหลังๆ ไม่สามารถปลูกได้ เนื่องมาจากปริมาณแสงที่ส่องมาถึงพื้นได้นั้นมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อยางพาราอายุมากขึ้น โดยปริมาณแสงที่พื้นล่างได้รับภายใต้อายุของยางพาราที่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับแสงที่เรือนยอดยางพาราแบ่งเป็น 6 ระดับดังนี้

- 1) ร้อยละ 100 (ชุดควบคุมและจำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 1 ปี)
- 2) ร้อยละ 80 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 2 ปี)
- 3) ร้อยละ 60 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 3 ปี)
- 4) ร้อยละ 40 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 4 ปี)
- 5) ร้อยละ 20 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 5-7 ปี)
- 6) ร้อยละ 10 (จำลองแสงที่ได้รับเมื่อยางพาราอายุ 8-10 ปี)

โรงเรือนที่ใช้สำหรับการทดลองในครั้งนี้ ใช้สถานที่ของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีขนาดพื้นที่โรงเรือนประมาณ 9×12 เมตร โดยแบ่งพื้นที่โรงเรือนออกเป็น 6 ส่วน มีขนาด 1.5×2 เมตร และทำการสุ่มเลือกพื้นที่ให้เป็นตัวแทนของแต่ละชุดการทดลอง โดยมีผังชุดการทดลองดังภาพที่ 3-19

10%	60%	100%
20%	40%	80%



ภาพที่ 3-19 แผนผังแสดงตำแหน่งชุดการทดลอง 6 ชุด ในการศึกษาปริมาณแสงที่มีผลต่อการเติบโตของกล้าพรณพีช 15 ชนิด โดยจำลองปริมาณแสงภายใต้ร่มยางพาราในชั้นอายุ 1-10 ปี

ในแต่ละชุดการทดลองจะทำการคลุมด้วยตาข่ายกรองแสงที่แตกต่างกัน ดังนี้

- 1) ร้อยละ 100 (ชุดควบคุม) ไม่มีการใช้ตาข่ายกรองแสง ให้ได้รับแสงตามธรรมชาติ
- 2) ร้อยละ 80 ใช้ตาข่ายกรองแสงร้อยละ 50 แล้วนำมาตัดช่องเล็กๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้รับปริมาณแสงที่ต้องการที่ร้อยละ 80 ของแสงตามธรรมชาติ

- 3) ร้อยละ 60 ใช้ตาข่ายกรองแสงร้อยละ 40 ซึ่งมีขายอยู่ตามท้องตลาด เพื่อให้ได้รับแสงปริมาณร้อยละ 60 ของแสงตามธรรมชาติ
- 4) ร้อยละ 40 ใช้ตาข่ายกรองแสงร้อยละ 60 ซึ่งมีขายอยู่ตามท้องตลาด เพื่อให้ได้รับแสงปริมาณร้อยละ 40 ของแสงตามธรรมชาติ
- 5) ร้อยละ 20 ใช้ตาข่ายกรองแสงร้อยละ 80 ซึ่งมีขายอยู่ตามท้องตลาด เพื่อให้ได้รับแสงปริมาณร้อยละ 20 ของแสงตามธรรมชาติ
- 6) ร้อยละ 10 ใช้ตาข่ายกรองแสงร้อยละ 90 ซึ่งมีขายอยู่ตามท้องตลาด เพื่อให้ได้รับแสงปริมาณร้อยละ 10 ของแสงตามธรรมชาติ

การกั้นตาข่ายกรองแสงนั้นจะกั้นพื้นที่ทั้งด้านบนและด้านข้างโดยรอบ เพื่อให้ปริมาณแสงที่ได้รับเป็นไปตามที่ตั้งไว้ และทำการติดตั้งระบบรดน้ำแบบสเปรย์ทั่วพื้นที่พร้อมๆ กัน เพื่อทำการให้น้ำแก่กล้าไม้อย่างทั่วถึง โดยทำการรดน้ำวันเว้นวัน จากนั้นทำการวัดปริมาณแสงในแต่ละชุดทดลองด้วยเครื่องวัดแสงและอุณหภูมิอัตโนมัติ (Model HOBO UA-002-64, Pendant Temp/Light, 64 K, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA) ทำการวางเครื่องมือ 3 ชุดในแต่ละชุดการทดลอง และตั้งเวลาเก็บข้อมูลในทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 3 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าปริมาณแสงที่ได้รับในแต่ละชุดการทดลองตรงตามที่ต้องการหรือไม่

หลังจากที่ปรับปริมาณแสงในแต่ละชุดการทดลองในโรงเรือนให้มีปริมาณแสงตามที่ต้องการได้แล้ว นำกล้าไม้ทั้ง 15 ชนิดที่เตรียมไว้เข้ามาในโรงเรือน โดยแต่ละชุดการทดลองจะมีจำนวนซ้ำของพรรณไม้แต่ละชนิดจำนวน 7 ต้น โดยสุ่มวางกระจายบนโต๊ะเหล็กภายในชุดการทดลองแต่ละความเข้มแสง ดังนั้นผังการทดลองจึงเป็นแบบ split plot โดยมีปริมาณแสงเป็นปัจจัยหลัก (main factor) ซึ่งมีทั้งหมด 6 ระดับ และภายในแต่ละความเข้มแสงจะมีพืช (subplots) 15 ชนิด แต่ละชนิดมีจำนวน 7 ซ้ำ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงใช้กล้าไม้ทั้งหมด 630 ต้น

3.5.3 การวัดการเติบโตของกล้าไม้ในแต่ละชุดการทดลอง

ก่อนการศึกษาจะทำการวัดความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้น และจำนวนใบของกล้าไม้ทุกต้นไว้ในเดือนกุมภาพันธ์ 2558 และจะทำการวัดซ้ำในทุกๆ 3 เดือน คือ เดือนพฤษภาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน 2558 เพื่อวิเคราะห์การเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate) ของแต่ละต้นภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน โดยการเติบโตจะคำนวณโดยแยกออกเป็นการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter at breast height: DBH) สำหรับไม้พุ่มและไม้ยืนต้น (รวม 10 ชนิด) การเติบโตทางด้านความสูง สำหรับทุกชนิด (15 ชนิด) และการเพิ่มจำนวนใบของทุกชนิด (15 ชนิด) ซึ่งการเติบโตสัมพัทธ์ของทั้ง 3 คำนี้นี้ คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{การเติบโตสัมพัทธ์} = \frac{\text{การเติบโตในเดือนพฤศจิกายน (สุดท้าย)} - \text{การเติบโตในเดือนกุมภาพันธ์ (เริ่ม)}}{\text{การเติบโตในเดือนกุมภาพันธ์ (เริ่ม)}} \times 100$$

ซึ่งเป็นการวัดการเติบโตสัมพัทธ์ที่เทียบกับค่าเริ่มต้นของแต่ละต้นในเวลาเริ่มต้นและเวลาสุดท้าย หน่วยที่ได้คือร้อยละ (%) ดังนั้นค่าที่ได้จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบทางสถิติได้

3.5.4 การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืชแต่ละกลุ่มทดลอง

ข้อมูลทางสรีรวิทยาทำการเก็บในทุกๆ เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤศจิกายน (10 เดือน) โดยระยะเวลาการเก็บข้อมูลในแต่ละเดือนประมาณ 6–10 วัน โดยทำการเก็บค่าดังนี้

1) การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (chlorophyll content) ด้วยเครื่อง SPAD (Model SPAD-502, Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan)

โดยอาศัยหลักการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงคลื่นสีแดงและอินฟราเรดและทำการคำนวณออกมาเป็นสัดส่วนของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ หน่วยที่วัดได้เป็นหน่วย SPAD โดยปริมาณของ SPAD ที่วัดได้มีปริมาณผันแปรโดยตรงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นตัวชี้วัดว่าพืชมีแนวโน้มที่จะเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้สูง เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสำคัญสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยเฉพาะ ดังนั้นหากในพื้นที่ใบที่เท่ากัน (ช่องที่ใช้วัดคลอโรฟิลล์ในเครื่อง SPAD) พืชที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สูงกว่า สามารถอนุมานได้ว่าพืชชนิดนั้นจะมีโอกาสใช้คลอโรฟิลล์นั้นในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อให้ได้อาหารมาใช้ในการเติบโตของพืชได้มากตามไปด้วย

วิธีการวัดทำโดยเลือกใบที่สมบูรณ์และโตเต็มที่ในแต่ละต้น ทำการวัดค่าโดยการหนีบใบด้วยเครื่องมือ และอ่านค่า โดยแต่ละใบของแต่ละต้นจะวัดจำนวน 10 ครั้ง และเฉลี่ยจากค่าที่วัดได้ 10 ค่า เป็น 1 ค่าในแต่ละต้น โดยสามารถทำการวัดได้ตลอดทั้งวัน ซึ่งในแต่ละเดือนจะใช้เวลาในการวัดประมาณ 2 วัน

2) การวัดประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยวิธีวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (photochemistry efficiency) ด้วยเครื่อง Chlorophyll fluorometer (Model OS-30p+, Opti-Sciences, Inc., Hudson, NH, USA) ด้วยวิธีการ JIP test

โดยใช้หลักการวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเมื่อได้รับแสงแล้ว นำไปคำนวณประสิทธิภาพในการใช้แสงของคลอโรฟิลล์เพื่อนำมาประเมินประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะได้ค่าที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ดัชนีชี้วัดการทำงานโดยรวม (performance index: PI_{ABS}) จะไม่มีหน่วย (unitless) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงในคลอโรฟิลล์เมื่อได้รับแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยค่านี้มีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์ด้วย

แสง เนื่องจากกระบวนการแรกของการสังเคราะห์ด้วยแสงเริ่มต้นที่คลอโรฟิลล์ถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่ได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์ไปในระบบจนเกิดพลังงาน เรียกว่าเป็นขั้นตอนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ต้องใช้แสง (light reaction) ก่อนที่จะถ่ายทอดพลังงานที่ได้จากการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปสู่ขั้นตอนการสังเคราะห์กลูโคสในวัฏจักรคัลวิน (calvin cycle reaction) ดังนั้นหากกระบวนการรับแสงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก็สามารถทำนายว่าขั้นตอนการสังเคราะห์กลูโคสซึ่งเป็นอาหารหลักในการเติบโตของพืชสามารถเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน นำไปสู่การเติบโตที่ดีต่อไป

วิธีการวัดทำโดยนำคลิปปาหนิบที่ตัวใบ ซึ่งคลิปปาสามารถเปิด-ปิดได้ ทำการปิดตัวคลิปปเพื่อให้พืชได้ปรับตัวในความมืดเป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้บริเวณที่จะวัดอยู่ในสภาพที่มืดสนิท ไม่มีแสงรบกวน ซึ่งในขณะนี้ส่วนที่ถูกคลิปปาหนิบจะไม่มีแสงได้รับ และไม่เกิดกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนขึ้นในคลอโรฟิลล์ หลังจาก 15 นาทีใช้เครื่องมือซึ่งปล่อยแสงในช่วงคลื่นที่พืชใช้สังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะถูกกระตุ้นโดยแสงที่ปล่อย ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน โดยเมื่อถูกกระตุ้นอิเล็กตรอนจะได้รับพลังงานจากระดับพื้นฐาน (ground stage) ขึ้นไปอยู่ในระดับที่ถูกกระตุ้น (excited stage) แต่เมื่อเวลาผ่านไปอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นนั้นก็กลับมามีอยู่ในระดับพื้นฐานอีกครั้ง ซึ่งการกลับลงมานี้จะมีการปลดปล่อยพลังงานในรูปของความร้อนและในรูปของฟลูออเรสเซนซ์ ดังนั้นในพืชที่มีดัชนีชี้การทำงานของคลอโรฟิลล์โดยรวมสูง ย่อมหมายถึงการทำงานที่มีประสิทธิภาพของอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนั่นเอง วิธีการวัดทำในพืชทุกต้น โดยในแต่ละต้นวัด 2 ใบ เพื่อนำค่ามาเฉลี่ยกันในแต่ละต้น เนื่องจากการวัดค่าไม่ควรมีแสงแดดรบกวนมาก จึงทำการเก็บข้อมูลในเวลา 6.00–8.00 น. โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 วัน สำหรับในแต่ละปริมาณความเข้มแสง 6 ระดับ

3) การวัดการเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ (stomatal conductance: g_s) ใช้เครื่องมือ porometer (Model SC-1 Decagon, Decagon Device Inc., Pullman, WA, USA)

โดยเลือกใบที่โตเต็มที่และได้รับแสงแดดเต็มที่ในทุกต้น ต้นละ 1 ใบ พร้อมกันนั้นทำการวัดอุณหภูมิใบไปพร้อมกันด้วยเครื่อง Infrared thermometer (Model LT760GX Thermometer, Lega Technologies, Co., Ltd., Japan) โดยทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 11.00–14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณแสงและอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ในรอบวัน ดังนั้นในแต่ละวันจะเก็บข้อมูลได้เพียง 1 ชุด การทดลองเท่านั้น ดังนั้นรวมระยะเวลาการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 วัน การเปิดปิดปากใบเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนแรกในการที่พืชจะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเข้าไปภายในใบและไปถึงส่วนของคลอโรฟิลล์ ในขณะที่ไอน้ำจะสูญเสียออกจากใบผ่านทางปากใบ ดังนั้นหากมีการเปิดปากใบ โดยเฉพาะในเวลาที่อากาศแห้งและอุณหภูมิสูงที่สุดในรอบวันสามารถอนุมานถึงโอกาสในการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงตามวัฏจักรคัลวิน

วิธีการวัดทำได้โดยใช้เครื่อง porometer หนีบใบ และใช้การวัดแบบออตโนมัติ โดยเครื่องจะคำนวณค่าความชื้นที่พืชปล่อยออกมา ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการเปิดปากใบ ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิโมลล์ของน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ส่วนค่าอุณหภูมิใบที่วัดได้นั้นจะนำมาคำนวณหาค่าความแตกต่างของความดันไอระหว่างใบพืชและอากาศ (leaf-to-air vapor pressure deficit: LAVPD) มีหน่วยเป็น กิโลปาสกาล (kPa) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแห้งของอากาศภายนอกเมื่อเทียบกับใบพืช ยิ่งค่า LAVPD ที่สูง จะหมายถึงความแตกต่างระหว่างแรงดันไอน้ำในอากาศต่างจากในใบสูงมาก โดยมีการคำนวณดังนี้

$$\text{LAVPD} = e_{\text{leaf}} - e_{\text{air}},$$

โดย e_{leaf} คือ แรงดันไอน้ำในใบพืช

e_{air} คือ แรงดันไอน้ำในอากาศ โดยแรงดันไอน้ำ (vapor pressure) สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Vapor pressure (e)} = 0.6108 \exp ((17.37T/(T+237.3))),$$

โดย e คือ แรงดันไอน้ำในหน่วยกิโลปาสกาล (kPa)

T คือ อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส

(หากคำนวณค่า e_{leaf} อุณหภูมิที่ใช้คืออุณหภูมิใบที่วัดจากเครื่องมือ infrared thermometer และหากคำนวณค่า e_{air} อุณหภูมิที่ใช้คืออุณหภูมิอากาศที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ของคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยห่างจากพื้นที่ทำการวิจัยประมาณ 2 กิโลเมตร)

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

ในสภาพโรงเรือนมีการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศควบคู่ไปด้วยโดยได้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยอยู่ห่างจากโรงเรือนทดลอง 2 กิโลเมตร โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในอากาศทุกๆ 1 นาที และเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงเดือนพฤศจิกายน จากนั้นนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นในรอบปี และในรอบวันตั้งแต่ 7.00–18.00 น.

นำข้อมูลจากการวัดค่าทางสรีรวิทยาทั้ง 3 ค่าได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ ดัชนีการทำงานของคลอโรฟิลล์ และการเปิดปากใบเพื่อให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปสู่คลอโรฟิลล์ในพืชแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ร่วมกันทำให้สามารถประเมินการเติบโตของพืชแต่ละชนิดได้ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับการเติบโตที่วัดโดยวิธีการวัดโดยตรงจากความเติบโตสัมพัทธ์ ความสูงสัมพัทธ์ และปริมาณใบสัมพัทธ์ จะช่วย

ให้สามารถเห็นถึงความสัมพันธ์ของการวัดค่าทางสถิติที่สามารถใช้ในการบ่งบอกถึงอัตราการเติบโตที่แท้จริงได้ในอนาคตอีกด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผังการทดลองเป็นแบบ split plot โดยมีปริมาณแสงเป็นปัจจัยหลัก (main factor) มีทั้งหมด 6 ระดับ และภายในแต่ละความเข้มแสงจะมีพืช (subplots) 15 ชนิด โดยแต่ละชนิดจะมีจำนวน 7 ซ้ำ ดังนั้นกล้าไม้ที่ใช้ทั้งหมดในการทดลองครั้งนี้คือ 630 ต้น ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความเติบโตสัมพัทธ์ ความสูงสัมพัทธ์ และปริมาณใบสัมพัทธ์ ปริมาณคลอโรฟิลล์ ดัชนีการทำงานของคลอโรฟิลล์ และการเปิดปากใบ โดยนำข้อมูลของทุกระดับความเข้มแสงมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละชนิด และในแต่ละชนิดทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับความเข้มแสง นอกจากนี้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแต่ละความเข้มแสงโดยนำข้อมูลของทุกชนิดมารวมกัน การวิเคราะห์สถิติไม่ทำการวิเคราะห์แบบมีความสัมพันธ์ร่วม (interaction) เนื่องจากค่าความแตกต่างที่ได้ไม่สามารถนำมาแปลผลได้อย่างมีความหมาย จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังที่กล่าวมาข้างต้น ด้วยโปรแกรมด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ด้วย GLM procedure (version 9.0; SAS Institute, Cary, NC, USA).

3.6 การทดสอบรูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

จากผลการศึกษาของโครงการย่อยที่ 1 เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราเพื่อการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมภาคเหนือ โครงการย่อยที่ 2 ลักษณะโครงสร้างการเติบโต และการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ และ โครงการย่อยที่ 3 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา นำค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาทดสอบแบบจำลองความยั่งยืนของระบบวนเกษตรตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้แบบจำลองของสุกัญญา (2556) ที่ได้มีการรวบรวมตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม โดยการทบทวนเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 80 ท่าน โดยสมการแสดงดังด้านล่าง

$$AFI = \frac{[10[(0.10R_{OM}) + (0.69R_{ERO}) + (0.21R_{SPD})] + [8[(0.30R_{ICD}) + (0.09R_{NPV}) + (0.61R_{RU})] + [10[(0.17R_{LHS}) + (0.83R_{ALU})]]]}{28}$$

โดย

AFI = agroforestry indices

R_{OM} = ranking of organic matter (ช่วงชั้นของปริมาณอินทรีย์วัตถุ) (1)

R_{ERO} = ranking of soil erosion (ช่วงชั้นของการกร่อนของดิน) (2)

R_{SPD} = ranking of species diversity (ช่วงชั้นของความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช) (3)

R_{ICD} = ranking of income distribution (ช่วงชั้นของการกระจายรายได้) (4)

- R_{NPV} = ranking of net present value (ช่วงชั้นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลผลิตในพื้นที่) (5)
- R_{RU} = ranking of resource using (ช่วงชั้นของการใช้ประโยชน์ทรัพยากร) (6)
- R_{LHS} = ranking of land holder size (ช่วงชั้นของขนาดพื้นที่ถือครอง) (7)
- R_{ALU} = ranking of acceptance of land use (ช่วงชั้นของการยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร) (8)

3.6.1 อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter: OM)

อินทรีย์วัตถุ หมายถึง สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งกระบวนการย่อยสลายประกอบด้วยหลายขั้นตอน ตั้งแต่อยู่ในรูปเดิม หรือเปลี่ยนแปลงแต่ยังจำรูปเดิมได้ จนถึงเปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยสมบูรณ์ อาจกล่าวได้ว่าอินทรีย์วัตถุคือสิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ขยะต่างๆ ไปจนถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว อินทรีย์วัตถุเมื่อย่อยสลายต่อไปขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส ฮิวมัสเป็นสารที่เสถียรมีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง สามารถดูดซับน้ำได้ดี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบหนึ่งในดินที่มีความสำคัญต่อการควบคุมสมบัติด้านต่างๆ ของดินแต่ไม่ว่าเป็นสารอินทรีย์วัตถุ หรือฮิวมัสต่างก็มีประโยชน์ต่อดินและพืช

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมรายได้ส่วนใหญ่ของประเทศมาจากการเกษตร แต่ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของการเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ ยังอยู่ระดับต่ำทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกขาดความอุดมสมบูรณ์ พื้นที่บางแห่งอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม และจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณ 224.9 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 70.13 ของพื้นที่ทั่วประเทศและเมื่อพิจารณาถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของประเทศไทย พบว่าพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุอยู่ต่ำกว่าร้อยละ 2 เป็นจำนวนสูงถึง 191 ล้านไร่ ประมาณร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งประเทศและดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1.5 มีปริมาณ 98.7 ล้านไร่ ภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและอิทธิพลของลมมรสุม ซึ่งส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินเกิดอย่างรวดเร็ว การทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่ได้เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินรวมถึงปัจจัยอื่นๆ แก่สภาพพื้นดินที่มีความลาดเอียง การใช้ที่ดินไม่ถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ดิน การที่ดินมีหน้าดินในบริเวณที่เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับปริมาณของอินทรีย์วัตถุให้เพิ่มขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, มปป.)

3.6.2 การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion)

การชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง ปรากฏการณ์ซึ่งที่ดินถูกชะล้าง กัดเซาะ พังทลาย ด้วยพลังงานที่เกิดจากน้ำ ลม หรือโดยเหตุอื่นใดให้เกิดการเสื่อมโทรม สูญเสียเนื้อดินหรือความอุดมสมบูรณ์ของดิน (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2551) จรูญ (2557) กล่าวว่า การชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง กระบวนการทำลายและเคลื่อนย้ายของวัตถุที่เป็นดินและหินด้วยการกระทำของน้ำ ลม และแรงโน้มถ่วงของโลก

การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ได้เคยมีการประเมินในปีพ.ศ. 2527 โดย อรรถ และ คณะ (2527) ว่าประเทศไทยมีการชะล้างพังทลายของดินประมาณ 108 ล้านไร่ และเมื่อเวลาผ่านไปกว่า 20 ปี สถิติการชะล้างพังทลายของดินในแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2550-2554 ที่จัดทำ โดยกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2553) พบว่าจำนวนของพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ กับจำนวนเดิม คือประมาณ 108 ล้านไร่ หรือร้อยละ 33 ของพื้นที่ประเทศ และพบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ของโลก (ร้อยละ 23) และค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศในเอเชียและแปซิฟิก (ร้อยละ 25) เหตุผลหนึ่งอาจเป็น เพราะที่ดินในประเทศไทยมีคุณสมบัติง่ายต่อการชะล้างพังทลาย ซึ่งจะส่งผลให้พื้นที่นั้นเกิดความเสื่อม โทรมต่อไปในอนาคต

3.6.3 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช (species diversity)

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species diversity) หมายถึงจำนวนชนิด และจำนวนหน่วย สิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิก ของแต่ละชนิดที่มีอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยในประชากรนั้น ๆ หรือหมายถึงความ หลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต (species) ที่มีอยู่ในพื้นที่หนึ่งนั่นเอง สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะ หมายถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชที่พบในพื้นที่แปลงศึกษาทั้งไม้ใหญ่ (tree) คือ ต้นไม้ที่มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป และมีความสูงตั้งแต่ 1.30 เมตร และ ไม้หนุม (sapling) คือ ต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความ สูงตั้งแต่ 1.30 เมตรขึ้นไป ที่พบในแปลงตัวอย่างทั้ง 12 แปลง ซึ่งค่าที่นำมาบอกคือค่า Shanon index (H') ซึ่งได้กล่าวถึงในโครงการย่อยที่ 2

3.6.4 การกระจายของรายได้ (income distribution)

การที่รายได้รวมของประเทศถูกจัดสรรไปยังประชาชนกลุ่มต่างๆ ในประเทศอย่างไร ใน การศึกษาครั้งนี้หมายถึงความถึงการกระจายรายได้ไปสู่เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในรูปแบบต่างๆ หมายถึงรวมถึงรายได้ที่ได้จากยางพาราและพืชที่ปลูกร่วม

ในที่นี้จะหมายถึงค่าการกระจายของรายได้จากยางพาราพืชร่วมในระยะเวลา 1 ปี

3.6.5 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

ในที่นี้หมายถึงมูลค่าปัจจุบันสุทธิของทรัพยากรในพื้นที่ปลูกยางพารานั้นๆ ซึ่งรวมถึงพืชอื่นที่ ปลูกร่วมด้วย

3.6.6 การใช้ประโยชน์ทรัพยากร (resource using)

พิจารณาถึงการพึ่งพาตนเองของเกษตรกรโดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ ซึ่งระดับการ พึ่งพาตนเองเป็นประเด็นสำคัญในการประเมินผลของความยั่งยืนที่เกิดขึ้น ประเมินจากระดับการ พึ่งพิง/การใช้ทรัพยากรจากภายนอกพื้นที่เป็นหลัก อาทิ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช น้ำมัน น้ำชลประทาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรทั้งสิ้น

3.6.7 ขนาดพื้นที่ถือครอง (land holding size)

ขนาดพื้นที่ถือครองพิจารณาจากพื้นที่ที่เกษตรกรเป็นเจ้าของทั้งหมด

3.6.8 การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร (acceptance of land use)

การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเป็นข้อมูลหลักที่โครงการย่อยที่ 1 จะดำเนินการในปีที่ 2 ซึ่งผลที่ได้จะนำมาจัดขึ้นการยอมรับ และนำมาพิจารณาร่วมในสมการต่อไป

ตัวชี้วัดด้านวนเกษตร (Agro – Forestry Indices: AFI) จะบอกถึงระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพาราแต่ละรูปแบบ (ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ป่า ยางพาราร่วมกับไม้ผล และปายางพารา) ซึ่งเป็นการพิจารณาความยั่งยืนใน 3 ด้านหลัก และแต่ละตัวแปรจะได้จากโครงการย่อย 1 2 และ 3 (ตารางที่ 3-4) และเมื่อได้ค่าตัวชี้วัดด้านวนเกษตร (AFI) แล้ว จะสามารถทราบระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ โดยพิจารณาจากตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-4 ตัวแปรที่ใช้พิจารณาความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ

หมายเลข	ตัวแปร	มิติความยั่งยืน	โครงการย่อยที่
(1)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	ด้านสิ่งแวดล้อม	3
(2)	การชะล้างของดิน	ด้านสิ่งแวดล้อม	3
(3)	ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช	ด้านสิ่งแวดล้อม	2
(4)	การกระจายรายได้	ด้านเศรษฐกิจ	1
(5)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลผลิตในพื้นที่	ด้านเศรษฐกิจ	1
(6)	การใช้ประโยชน์ทรัพยากร	ด้านเศรษฐกิจ	1
(7)	ขนาดพื้นที่ถือครอง	ด้านสังคม	1
(8)	การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร	ด้านสังคม	1

ตารางที่ 3-5 ระดับความยั่งยืนของระบบวนเกษตร

Agroforestry index class (AFIC)	Agroforestry index (AFI)	Sufficiency economy (SE) level
1	4.5-5.0	Highest
2	3.4-4.2	High
3	2.6-3.4	Moderate
4	1.8-2.6	Low
5	1.0-1.8	Lowest

ที่มา: สุกัญญา (2556)

ในขั้นตอนท้ายสุดจะเป็นการทดสอบถึงระดับความยั่งยืนที่จะเกิดขึ้นจากการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาถึง (1) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมเพียงอย่างเดียว (2) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจร่วมกับสังคม และ (3) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ร่วมกัน จากผลการดังกล่าวด้วย

นอกจากนี้ จะมีการเชื่อมโยงงานทุกองค์ประกอบของด้วยกัน โดยการประชุมคณะทำงานเป็นประจำอย่างน้อยสองเดือนครั้ง หรือบ่อยขึ้นหากมีความจำเป็น เพื่อนำเสนอถึงความก้าวหน้าของงานในแต่ละส่วน โดยยึดถือกรอบการวิจัยที่โครงการย่อยได้เสนอมาเป็นสำคัญ

3.7 จัดการประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา” แก่กลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย/พื้นที่ศึกษา จำนวน 100 คน

การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรป่ายางพารา” นำเสนอผลของการศึกษาของแผนงานวิจัยตลอด 2 ปี ดำเนินการในวันพฤหัสบดี ที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เวลา 09.00-15.00 น. ณ ที่ว่าการอำเภอนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี

กลุ่มเป้าหมายในการประชุมครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกร ผู้นำชาวบ้าน และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง รวม 100 คน ดังนี้

- 1) ผู้นำชาวบ้าน ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน กำนัน สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล
- 2) เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา สมาชิกเครือข่ายกลุ่มส่งเสริมอาชีพเกษตรกร (ยางพารา)
- 3) หน่วยงานราชการ ได้แก่ สำนักงานเกษตรจังหวัดนนทบุรี สำนักงานเกษตรอำเภอ ศูนย์ปฏิบัติการสงเคราะห์สวนยาง สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ สำนักงานป่าไม้จังหวัดนนทบุรี กรมป่าไม้ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนนทบุรี

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์

4.1 เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา (โครงการย่อยที่ 1)

4.1.1 รูปแบบการทำวนเกษตรป่ายางพารา

จากผลการศึกษา พบว่า รูปแบบวนเกษตรป่ายางพาราในพื้นที่ศึกษาแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ ยางพาราร่วมไม้ผล ยางพาราร่วมไม้ป่า และป่ายาง (เป็นระบบที่มีการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ยืนต้นและพืชหลายชนิด) โดยรูปแบบการปลูกยางพาราร่วมไม้ผลที่พบส่วนใหญ่เป็นการปลูกยางพาราร่วมกับลำไยและยางพาราร่วมกับกาแฟ และพบแปลงยางพาราปลูกร่วมกับเงาะเพียงแปลงเดียว รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมไม้ป่าจะเป็นการปลูกยางพาราร่วมกับไม้สัก รองลงมาปลูกร่วมกับมะเขว่น (หรือกำจัดต้น) และไผ่รวก ส่วนใหญ่ปลูกสักเป็นขอบแปลงยางพารา และพบปลูกแทรกระหว่างแถวยางพาราอยู่เพียงแปลงเดียว ส่วนไม้มะเขว่นพบปลูกแทรกในสวนยางพารา และไผ่รวกปลูกเป็นขอบเขตแปลงยางพาราเท่านั้น สำหรับรูปแบบป่ายางพบอยู่จำนวนน้อยมากในพื้นที่ศึกษา

ชนิดพันธุ์พืชที่ปลูกในสวนวนเกษตรป่ายาง พบว่า ยางพาราเป็นพันธุ์ RRIM 600 ลำไยพันธุ์อีดอกาแฟพันธุ์อาราบิก้า หวายเป็นพวกหวายขม หวายผาด ระยะเวลาปลูกยางพารา พบว่า ส่วนใหญ่ปลูก 3x8 เมตร และ 3x7 เมตร ส่วนลำไยปลูกแทรกระหว่างแถวและปลูกห่างกัน 8 เมตร กาแฟพบทั้งปลูกแบบ 2 แถวและ 1 แถวระหว่างร่องแถวยางพารา ส่วนอายุของพืช พบว่า ยางพาราในแปลงตัวอย่างจะมีช่วงอายุประมาณ 5-10 ปี กาแฟอายุอยู่ในช่วง 1-6 ปี สำหรับลำไยมีอายุในช่วง 5-10 ปีเช่นเดียวกับยางพารา เพราะส่วนใหญ่ปลูกพร้อมยางพารา พื้นที่ส่วนใหญ่จะมีความลาดชันในช่วง 10-30 เปอร์เซ็นต์ และพบในพื้นที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300-800 เมตร

จำนวนแปลงสวนยางพาราวนเกษตรในแต่ละจังหวัด พบว่า จังหวัดเชียงราย มีแปลงยางพาราปลูกร่วมกับลำไยจำนวน 12 แปลง แปลงยางพาราปลูกร่วมกับกาแฟ 4 แปลง แปลงยางพาราปลูกร่วมกับไม้ป่า 3 แปลง และแปลงป่ายางพารา 1 แปลง จังหวัดพะเยาพบแปลงยางพาราปลูกร่วมกับลำไย 6 แปลง ยางพาราปลูกร่วมกับกาแฟ 6 แปลง แปลงยางพาราปลูกร่วมกับไม้ป่า 4 แปลง และแปลงป่ายางพารา 1 แปลง จังหวัดน่าน พบ แปลงยางพาราปลูกร่วมกับลำไย 3 แปลง ยางพาราปลูกร่วมกับกาแฟ 4 แปลง ยางพาราร่วมกับเงาะ 1 แปลง ยางพาราร่วมกับไม้สัก 2 แปลง ยางพาราร่วมกับไม้ไผ่ 1 แปลง และแปลงป่ายางพารา จำนวน 1 แปลง รวมสำรวจพบทั้งหมด 50 แปลง (รายละเอียดดังแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 1)

เห็นได้ว่า การทำวนเกษตรสวนยางพาราในพื้นที่ศึกษาได้เริ่มดำเนินการมาในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือได้รับการส่งเสริมและขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2548-49 ตามนโยบายของรัฐบาล อย่างไรก็ตาม การทำสวนยางพาราวนเกษตรในพื้นที่

ภาคเหนือยังไม่มีกรณียกทำกันมากนักเมื่อเทียบกับสวนยางพาราในภาคใต้หรือภาคตะวันออกที่มีการปลูกลำไยพารามาอย่างยาวนานและมีทำวนเกษตรในสวนยางพาราอย่างแพร่หลายและหลากหลายรูปแบบ



(ก)

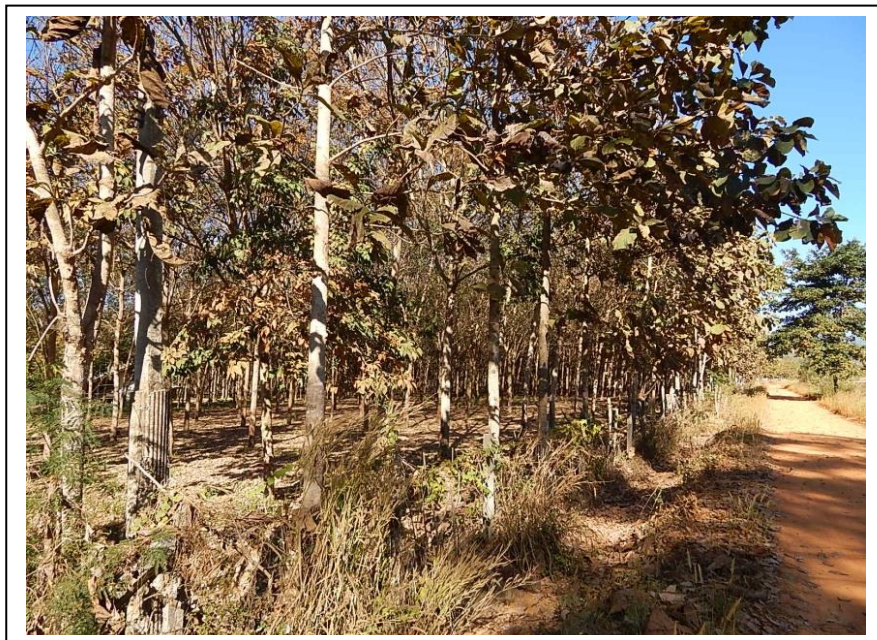


(ข)

ภาพที่ 4-1 รูปแบบปลูกลำไยร่วมกับยางพารา (ก) ลำไยร่วมยาง (ข) กาแฟร่วมยาง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-2 รูปแบบปลูกไม้ป่าร่วมกับยางพารา (ก) สักแทรกระหว่างแถวยาง (ข) สักปลูกขอบแปลงยาง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-3 รูปแบบปลูกแบบป่ายาง (ก) หวาย มะขม กาแฟ ร่วมยาง (ข) มะแขว่น หวาย ร่วมยาง

4.1.2 ผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพาราและการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกร

การศึกษาเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงินของวนเกษตรป่ายางพารารูปแบบต่าง ๆ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

1) ข้อทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร

สำหรับข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา มีรายละเอียดผลการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 4-1

เพศ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 80.7 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 29.3

อายุ พบว่า ส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 36-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 57.3 รองลงมาเป็นมากกว่า 51-65 ปี ช่วงอายุ 21-35 ปี และมากกว่า 65 ปี คิดเป็นร้อยละ 23.5, 11.8 และ 7.4 ตามลำดับ

ระดับการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่จบการศึกษาประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 42.6 รองลงมาเป็นมัธยมต้น มัธยมปลาย ไม่ได้เรียนหนังสือ และอนุปริญญา/ปวส. คิดเป็นร้อยละ 23.5, 22.1, 7.4 และ 2.9 ตามลำดับ และจบปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 1.5

สมาชิกในครัวเรือน พบว่า ส่วนใหญ่มีสมาชิกในครัวเรือน 3-4 คน คิดเป็นร้อยละ 59.1 รองลงมามีจำนวน 5-6 คน สมาชิกในครัวเรือน 1-2 คน และ สมาชิกในครัวเรือน 7-8 คน คิดเป็นร้อยละ 36.0, 2.9 และ 2.0 ตามลำดับ

จำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน พบว่า ส่วนใหญ่มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน 1-2 คน คิดเป็นร้อยละ 63.2 รองลงมามีจำนวน 3-4 คน และ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 35.3 และ 1.5 ตามลำดับ

พื้นที่เกษตรกรรม พบว่า ส่วนใหญ่มีพื้นที่เกษตรกรรม 6-10 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 41.2 รองลงมามีพื้นที่ 11-15 ไร่, 16-20 ไร่, มากกว่า 25 ไร่, 1-5 ไร่ และ 21-25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.5, 16.2, 7.4, 5.9 และ 2.9 ตามลำดับ โดยมีพื้นที่เกษตรกรรมเฉลี่ยเท่ากับ 13.48 ไร่/ครัวเรือน

การถือครองที่ดิน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นที่ดินของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 97.1 รองลงมาเป็นเช่าที่ดินทำกินและที่ดินของญาติ คิดเป็นร้อยละ 1.5 เท่ากัน

ความลาดชันของพื้นที่ พบว่า ส่วนใหญ่พื้นที่เกษตรกรรมมีความลาดชันในช่วง 12-25 % คิดเป็นร้อยละ 69.1 รองลงมามีความลาดชันน้อยกว่า 12 % และมากกว่า 35 % คิดเป็นร้อยละ 23.5 และ 7.4 ตามลำดับ

อาชีพหลัก พบว่า ส่วนใหญ่อาชีพเกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 82.5 รองลงมาเป็นอาชีพค้าขายและข้าราชการ คิดเป็นร้อยละ 10.3 และ 7.2 ตามลำดับ

รายได้ครัวเรือน พบว่า ส่วนใหญ่มีรายได้ครัวเรือนอยู่ในช่วง 50,001-100,000 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 37.3 รองลงมาได้้อยู่ในช่วง 100,001-150,000, 150,001-200,000, 10,000-50,000 และ มากกว่า 200,000 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 21.7, 18.3, 11.3 และ 10.7 ตามลำดับ

การเข้าร่วมกลุ่มทางการเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่เข้าร่วมกลุ่มเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 66.2 รองลงมาเป็นไม่เข้ากลุ่ม และกลุ่มแม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 17.6 และ 16.2 ตามลำดับ

การเข้าร่วมกลุ่มสถาบันการเงิน พบว่า ส่วนใหญ่เข้าร่วมกลุ่มธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) คิดเป็นร้อยละ 77.9 รองลงมาเป็นกลุ่มสหกรณ์ และไม่เข้าร่วม คิดเป็นร้อยละ 14.7 และ 7.4 ตามลำดับ

การเข้ารับการฝึกอบรมเกษตรกร พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 85.3 และเคยเข้ารับการฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละ 14.7

ความถี่ในการได้รับข้อมูลข่าวสารนเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับข้อมูลข่าวสารนเกษตร คิดเป็นร้อยละ 59.4 รองลงมาได้รับข้อมูลข่าวสารนเกษตรจำนวน 1-3 ครั้ง/ปี, 4-6 ครั้ง/ปี และ มากกว่า 6 ครั้ง/ปี คิดว่า 21.3, 16.0 และ 3.3 ตามลำดับ

การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ คิดเป็นร้อยละ 76.5 และเคยได้รับการแนะนำ คิดเป็นร้อยละ 23.5

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวแทนเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1) เพศ		
ชาย	121	80.7
หญิง	29	29.3
รวม	150	100.0
2) อายุ (ปี)		
21-35	18	11.8
36-50	86	57.3
51-65	35	23.5
>65	11	7.4
รวม	150	100.0
3) ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียนหนังสือ	11	7.4
ประถม	64	42.6
มัธยมต้น	35	23.5
มัธยมปลาย	33	22.1
อนุปริญญา/ปวส.	4	2.9
ปริญญาตรี	2	1.5
รวม	150	100.0
4) สมาชิกในครัวเรือน (คน)		
1-2	4	2.9
3-4	89	59.1
5-6	54	36.0
7-8	3	2.0
รวม	150	100.0
5) จำนวนแรงงานภาคเกษตรในครัวเรือน (คน)		
1-2	95	63.2
3-4	53	35.3
5	2	1.5
รวม	150	100.0

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
6) พื้นที่เกษตรกรรม (ไร่)		
1-5	9	5.9
6-10	62	41.2
11-15	40	26.5
16-20	24	16.2
21-25	4	2.9
มากกว่า 25	11	7.4
รวม	150	100.0
7) การถือครองที่ดิน		
ของตนเอง	146	97.1
เช่าที่ทำกิน	2	1.5
ที่ดินของญาติ	2	1.5
รวม	150	100.0
8) ความลาดชันของพื้นที่ (%)		
น้อยกว่า 12	35	23.5
12-25	104	69.1
มากกว่า 35	11	7.4
รวม	150	100.0
8) อาชีพหลัก		
เกษตรกรรม	124	82.5
ค้าขาย	15	10.3
ข้าราชการ	11	7.2
รวม	150	100.0
9) รายได้ครัวเรือน (บาท/ปี)		
10,000 - 50,000	17	11.3
50,001 - 100,000	56	37.3
100,001 - 150,000	33	21.7
150,001 - 200,000	28	18.3
มากกว่า 200,000	16	10.7
รวม	150	100.0

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
10) การเข้าร่วมกลุ่มทางการเกษตร		
ไม่เข้า	26	17.6
กลุ่มเกษตรกร	99	66.2
กลุ่มแม่บ้าน	24	16.2
รวม	150	100.0
11) การเข้าร่วมกลุ่มสถาบันการเงิน		
ไม่เข้า	11	7.4
ธ.ก.ส.	117	77.9
สหกรณ์	22	14.7
รวม	150	100.0
12) การเข้ารับการฝึกอบรมเกษตรกร		
เคย	22	14.7
ไม่เคย	128	85.3
รวม	150	100.0
13) ความถี่ในการได้รับข้อมูลข่าวสารเกษตร (ครั้ง/ปี)		
ไม่เคย	89	59.4
1-3	32	21.3
4-6	24	16.0
มากกว่า 6	5	3.3
รวม	150	100.0
14) การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ		
ไม่เคย	115	76.5
เคย	35	23.5
รวม	150	100.0

ความรู้เกี่ยวกับเกษตรกรของกลุ่มตัวอย่าง สำหรับระดับความรู้เกี่ยวกับเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาจำนวน 150 ราย แบ่งออกเป็น 3 ระดับตามช่วงคะแนน ได้แก่ ระดับน้อย (0-3 คะแนน) ระดับปานกลาง (4-7 คะแนน) และระดับมาก (8-10 คะแนน)

จากผลการศึกษา (ตารางที่ 4-2) พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 55.0 มีความรู้เกี่ยวกับเกษตรกรในระดับน้อย รองลงมาเป็นระดับกลาง และระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 25.0 และ 20.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-2 ระดับความรู้เกี่ยวกับวนเกษตรของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

คะแนน	จำนวน	ร้อยละ
0-3	83	55.0
4-7	37	25.0
8-10	30	20.0
รวม	150	100.0

เมื่อพิจารณาประเด็นความรู้เกี่ยวกับการทำวนเกษตรของเกษตรกรตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา จำแนกรายข้อ (ตารางที่ 4-3) พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบถูก 7 ข้อ แต่มีเพียง 3 ข้อที่ตอบถูกน้อยกว่าร้อยละ 50 คือ 1) การทำวนเกษตรเป็นการปลูกไม้ยืนต้นสลับกับพืชเกษตรเท่านั้น 2) การทำวนเกษตรจำเป็นต้องใช้แรงงานมากกว่าทำเกษตรเชิงเดี่ยว และ 3) การทำวนเกษตรทำให้ผลผลิตโดยรวมต่อพื้นที่ลดลง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 55.0, 51.7 และ 55.0 ตอบไม่ถูกต้อง

เห็นได้ว่า การส่งเสริมการทำวนเกษตรในพื้นที่ศึกษา ควรมีการสร้างความเข้าใจในประเด็นการทำวนเกษตรให้กับเกษตรกรมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะประเด็นรูปแบบการทำวนเกษตรที่มีหลากหลายไม่จำเป็นต้องปลูกสลับกันเพียงรูปแบบเดียว ตลอดจนการทำวนเกษตรเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แรงงาน และการทำวนเกษตรเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตหรือรายได้รวมต่อพื้นที่ให้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องและสามารถประยุกต์ใช้วนเกษตรในการทำสวนยางพารามากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4-3 ความรู้เกี่ยวกับการทำวนเกษตรของเกษตรกรตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

ประเด็น	ตอบถูก		ตอบผิด	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1) การทำวนเกษตร คือ การปลูกไม้ยืนต้นผสมผสานกับพืชเกษตร	113	75.0	38	25.0
2) การทำวนเกษตรเป็นการช่วยเพิ่มความหลากหลายของผลผลิต	128	85.0	23	15.0
3) การทำวนเกษตรช่วยลดปัญหาการกัดเซาะหน้าดิน	115	76.7	35	23.3
4) การทำวนเกษตรทำให้มีรายได้เสริม	140	93.3	10	6.7
5) การทำวนเกษตรในช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีและการกำจัดวัชพืช	98	65.0	53	35.0
6) การทำวนเกษตรโดยการปลูกพืชหลายชนิดร่วมกับไม้ยืนต้นจะทำให้ดินขาดอุดมสมบูรณ์	90	60.0	60	40.0
7) การทำวนเกษตรไม่ควรทำในพื้นที่ลาดชัน	98	65.0	53	35.0
8) การทำวนเกษตรเป็นการปลูกไม้ยืนต้นสลับกับพืชเกษตรเท่านั้น	68	45.0	83	55.0
9) การทำวนเกษตรจำเป็นต้องใช้แรงงานมากกว่าทำเกษตรเชิงเดี่ยว	73	48.3	78	51.7
10) การทำวนเกษตรทำให้ผลผลิตโดยรวมต่อพื้นที่ลดลง	68	45.0	83	55.0

ปัญหาการทำสวนยางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา จากการวิเคราะห์ปัญหาการทำสวนยางพาราของกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 150 คน จากแบบสอบถาม โดยแบ่งระดับคะแนนความรุนแรงของปัญหาออกเป็น 4 ระดับ คือ 0-0.75 = รุนแรงน้อยที่สุด 0.76-1.50 = รุนแรงน้อย 1.51-2.25 = รุนแรงปานกลาง 2.26- 3.0 = รุนแรงมาก (ตารางที่ 4-4)

ปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ/ไม่แน่นอน และราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น เป็นปัญหาที่อยู่ในระดับรุนแรงมาก โดยมีคะแนนเท่ากับ 2.69 และ 2.36 ตามลำดับ ส่วนปัญหาระดับรุนแรงปานกลาง ได้แก่ ที่ดินไม่เพียงพอ ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ที่ดินขาดเอกสารสิทธิ์ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ขนาดแคลนแหล่งน้ำ พื้นที่มีการชะล้างพังทลายของดิน ขนาดแคลนพันธุ์ที่มีคุณภาพ ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ลมพายุแรง ฝนแล้ง พ่อค้ากดราคา ขนส่งไม่สะดวก และฝนทิ้งช่วง ปัญหาระดับรุนแรงน้อย ได้แก่ ค่าแรงงานสูง และปัญหาโรคและแมลงรบกวน ส่วนปัญหาเรื่องน้ำท่วมมีความรุนแรงน้อยที่สุด

เห็นได้ว่า การทำสวนยางพาราของกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาที่ประสบปัญหาระดับความรุนแรงมาก คือ ราคาผลผลิตตกต่ำหรือมีความผันแปรไม่แน่นอน และปัจจัยการผลิตที่มีราคาเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น การส่งเสริมปลูกพืชผสมผสานในสวนยางพารา เช่น วนเกษตร ที่ช่วยสร้างผลผลิตที่หลากหลายกว่า รวมถึงยังเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกัน จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดความเสี่ยงต่อความไม่คุ้มค่าในการลงทุนปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ การส่งเสริมการทำวนเกษตรในสวนยางพารายังเป็นการช่วยลดปัญหาการล้างพังทลายของดินโดยเฉพาะเมื่อปลูกในพื้นที่ลาดชัน ช่วยลดปัญหาความรุนแรงของลมพายุภายในสวนยางพารา และยังเป็นการช่วยเพิ่มผลิตภาพของการใช้ที่ดินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นภายใต้ข้อจำกัดของขนาดพื้นที่ปลูก สำหรับปัญหาเรื่องการกดราคาผลผลิตของพ่อค้าหรือผู้ซื้อ การขนส่งไม่สะดวก อาจจำเป็นต้องมีการส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรเพื่อให้มีอำนาจในการต่อรองราคากับพ่อค้าคนกลางมากยิ่งขึ้น และการสร้างตลาดกลางของกลุ่มยังช่วยลดต้นทุนการขนส่งผลผลิตของเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

ตารางที่ 4-4 ปัญหาการทำสวนยางของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

ประเด็น	คะแนน
1) ที่ดินไม่เพียงพอ	1.72
2) ดินขาดความอุดมสมบูรณ์	1.89
3) ที่ดินขาดเอกสารสิทธิ์	1.53
4) พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง	1.73
5) พื้นที่ขาดแคลนแหล่งน้ำ	1.92
6) พื้นที่มีการชะล้างพังทลายของดิน	1.66
7) ขาดแคลนพันธุ์ที่มีคุณภาพ	1.71
8) ราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น	2.36
9) ขาดแคลนแรงงาน	1.28
10) ค่าเช่าที่ดินสูง	0.91
11) ผลผลิตมีปริมาณต่ำ	2.06
12) ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ	1.71
13) ราคาพืชผลตกต่ำ/ราคาไม่แน่นอน	2.69
14) พ่อค้า/ผู้ซื้อ มีการกดราคา	1.66
15) การขนส่งสินค้าไม่สะดวก/ตลาดห่างไกล	1.76
16) ฝนแล้ง	2.04
17) ฝนทิ้งช่วง	1.97
18) น้ำท่วม	0.55
19) ปัญหาศัตรูพืช-แมลงรบกวน	1.43
20) ลมพายุรุนแรง	2.09

2) ผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพารา

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของระบบวนเกษตรป่ายางพารา ได้คัดเลือกรูปแบบวนเกษตรหลักในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีการเก็บผลผลิตยางพาราและพืชที่ปลูกร่วมในช่วงอายุโครงการ 10 ปี จำนวน 5 รูปแบบ ได้แก่ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับลำไย ยางพาราร่วมกับกาแฟ ยางพาราร่วมกับไม้ป่า (ไม้สักขอบแปลง) และป่ายาง รายละเอียดผล การศึกษา มีดังนี้

2.1) ลักษณะแปลงตัวอย่างที่ศึกษา

(1) แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว

ลักษณะของแปลงยางพาราเชิงเดี่ยว พบว่า พันธุ์ยางพาราที่ปลูกคือ RRIM 600 ปลูกด้วยระยะปลูก 3x7 เมตร (76 ต้น/ไร่) เกษตรกรมีการกรีดยางแบบ 2 วันเว้น 1 วัน ผลผลิตจะเก็บในรูยางก้อน โดยเริ่มกรีดยางพาราเมื่ออายุ 6 ปี โดยในรอบ 1 ปี เกษตรกรจะเก็บผลผลิตยางก้อนประมาณ 9-10 เดือน ส่วนใหญ่ใช้แรงงานครัวเรือนเก็บผลผลิตเนื่องจากเป็นส่วนยางพาราขนาดเล็ก

(2) แปลงยางพาราร่วมกับกาแฟ

ลักษณะของแปลงยางพาราร่วมกับกาแฟ พบว่า พันธุ์ยางพาราที่ปลูกคือ RRIM 600 ปลูกด้วยระยะปลูก 3x7 เมตร (76 ต้น/ไร่) เกษตรกรมีการกรีดยางแบบ 2 วันเว้น 1 วัน ผลผลิตจะเก็บรูยางก้อน โดยเริ่มกรีดยางพาราเมื่ออายุ 6 ปี สำหรับพันธุ์ของกาแฟคือ อาราบิก้า โดยนำมาปลูกในร่องแถวยางพาราเมื่อยางพาราอายุได้ 4 ปี จำนวน 1 แถว ระยะห่างระหว่างต้น 2 เมตร คิดเป็นจำนวนต้นกาแฟ 114 ต้น/ไร่ กาแฟเริ่มเก็บผลผลิตเมื่อกาแฟมีอายุ 3 ปี

(3) แปลงยางพาราร่วมกับลำไย

ลักษณะของแปลงยางพาราร่วมกับลำไย พบว่า พันธุ์ยางพาราที่ปลูกคือ RRIM 600 ปลูกด้วยระยะปลูก 3x8 เมตร (67 ต้น/ไร่) เกษตรกรมีการกรีดยางแบบ 2 วันเว้น 1 วัน ผลผลิตจะเก็บเป็นยางก้อน โดยจะเริ่มกรีดยางเมื่ออายุ 6 ปี พันธุ์ลำไยที่ปลูก ได้แก่ พันธุ์ฮิโด โดยนำมาปลูกในร่องแถวยางพารา ปลูกระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 25 เมตร คิดเป็นจำนวน 25 ต้น/ไร่ ส่วนใหญ่เกษตรกรเริ่มเก็บผลผลิตเมื่อลำไยอายุ 4 ปี

(4) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า (ปลูกไม้สักขอบแปลง)

ลักษณะของแปลงยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง พบว่า พันธุ์ยางพาราที่ปลูกคือ RRIM 600 ปลูกด้วยระยะปลูก 3x7 เมตร (62 ต้น/ไร่) เกษตรกรมีการกรีดยางแบบ 2 วันเว้น 1 วัน ผลผลิตจะเก็บเป็นยางก้อน โดยจะเริ่มกรีดยางเมื่ออายุ 6-7 ปี ไม้สักปลูกเป็นขอบแปลงสวนยางพารา ระยะห่างระหว่างต้นสักเท่ากับ 2 เมตร และห่างจากยางพารา 2 เมตร คิดเป็นจำนวน 76 ต้น/ไร่

(5) แปลงป๋ายาง

ลักษณะของแปลงป๋ายาง พบว่า พันธุ์ยางพาราที่ปลูกคือ RRIM 600 ระยะปลูก 3.5x 7 เมตร (65 ต้น/ไร่) เกษตรกรมีการกรีดยางแบบ 2 วันเว้น 1 วัน ผลผลิตจะเก็บในรูปยางก้อน โดยจะเริ่มกรีดยางเมื่อยางอายุ 6 ปี ระหว่างร่องยางพาราจะปลูกหวายขมระยะห่างระหว่างต้น 4 เมตร มีจำนวนต้น 50 ต้น และปลูกต้นมะขม จำนวน 30 ต้น แทรกอยู่ในร่องแถวยางพารา โดยมีมะขมจำนวน 4 ต้น ที่มีอายุ 4 ปี และให้ผลผลิตแล้วมา 2 ปี ส่วนที่เหลือเพิ่งมีอายุ 2 ปี สำหรับหวายมีอายุ 8 ปี โดยหวายขมจะเก็บหน่อ 2 เดือนครั้ง แต่แต่ละครั้งจะให้ผลผลิต 3-5 หน่อต่อต้น ส่วนมะขมจะเก็บผลผลิตปีละ 2 ครั้ง ผลผลิตประมาณ 4 กิโลกรัมต่อต้น

2.2) ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน

ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการทำวนเกษตรป๋ายางพาราทั้ง 5 รูปแบบ ได้แก่ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับกาแฟ ยางพาราร่วมกับลำไย ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง และป๋ายาง ในช่วงอายุ 10 ปี แสดงไว้ในตารางที่ 4-5 ถึง 4-10 รายละเอียดผลการศึกษามีดังนี้

(1) การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว

ค่าใช้จ่ายในการปลูกและบำรุงรักษายางพาราในช่วงอายุโครงการ 10 ปี พบว่า มีค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้แก่ ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าแรงงานที่ใช้ เช่น ค่าหมายแนวปลูกและปักหลักปลูก ค่าขุดหลุมปลูก ค่าปลูก ค่ากำจัดวัชพืช ค่าใส่ปุ๋ย ค่าตัดแต่งกิ่ง ค่าปลูกซ่อมยางพารา ค่ากรีดยาง ฯลฯ ค่าวัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ ค่ากล้ายาง ค่าปุ๋ยรองกันหลุม ค่าปุ๋ยเคมี ค่าปุ๋ยคอก ค่าสารกำจัดวัชพืช ค่าเครื่องพ่นยา ค่ากรรไกรตัดแต่งกิ่ง ค่ามีดกรีดยาง ค่าจอบ ค่ามีดพรวน ค่าถั่วรองยาง ลั่นร่อนน้ำยาง ลวดร่อนน้ำยาง หม้อแบตเตอรี่ ไม้กวาดน้ำยาง ถังใส่น้ำยาง รองเท้ายาง หินลับมีดกรีดยาง ฯลฯ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง รวมเป็นค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 29,635.50 บาท/ไร่

ผลผลิตของยางก้อนในช่วงอายุโครงการ 10 ปี พบว่า มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,184.5 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งเป็นผลผลิตยางก้อนเมื่อยางอายุ 6-9 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 233.4, 293.5, 324.5 และ 343.1 กิโลกรัม/ไร่ ราคาขายก้อนยางในช่วงปี พ.ศ. 2554- 2559 ในพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 35 บาท/กิโลกรัม รวมเป็นรายรับทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 41,457.50 บาท/ไร่ โดยมีกำไรสุทธิเท่ากับ 11,822.2 บาท/ไร่

(2) แปลงยางพาราร่วมกับกาแฟ

ค่าใช้จ่ายการปลูกและบำรุงรักษายางพาราที่ปลูกร่วมกับกาแฟในช่วงอายุโครงการ 10 ปี ประกอบด้วย ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าแรงงานที่ใช้ เช่น ค่าหมายแนวปลูกและปักหลักปลูก ค่าขุดหลุมปลูก ค่าปลูก ค่ากำจัดวัชพืช ค่าใส่ปุ๋ย ค่าตัดแต่งกิ่ง ค่าปลูกซ่อมยางพาราและกาแฟ ค่ากรีดยาง ฯลฯ ค่าวัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ ค่ากล้วยาง ค่ากล้วยากาแฟ ค่าปุ๋ยรองกันหลุม ค่าปุ๋ยเคมี ค่าปุ๋ยคอก ค่าสารกำจัดวัชพืช ค่าเครื่องพ่นยา ค่ากรรไกรตัดแต่งกิ่ง ค่ามีดกรีดยาง ค่าจอบ ค่ามีดพรวน ค่าถั่วรองยาง ลั่นร่อนน้ำยาง ลวดร่อนน้ำยาง หม้อแบตเตอรี่ ไม่วาดน้ำยาง ถังใส่น้ำยาง รองเท้ายาง หินลับมีดกรีดยาง ฯลฯ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวมเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 38,588.3 บาท/ไร่

ผลผลิตของยางก้อนในช่วงอายุโครงการ 10 ปี พบว่า มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,159.3 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งเป็นผลผลิตยางก้อนในช่วงอายุ 6-9 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 234.7, 284.6, 315.7 และ 364.3 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตสดของกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 759.3 กิโลกรัม/ไร่ ราคาขายก้อนยางในช่วงปี พ.ศ. 2554- 2559 ในพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 35 บาท/กิโลกรัม และราคาผลกาแฟสด (ผลเชอรี่) เฉลี่ย 18 บาทต่อกิโลกรัม รวมรายรับยางพาราและกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 55,624.9 บาท/ไร่ โดยมีกำไรสุทธิของการปลูกยางพาราร่วมกาแฟในช่วงอายุโครงการ 10 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 17,054.6 บาท/ไร่

(3) แปลงยางพาราร่วมกับลำไย

ค่าใช้จ่ายการปลูกและบำรุงรักษายางพาราที่ปลูกร่วมกับลำไย อายุโครงการ 10 ปี ประกอบด้วย ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าแรงงานที่ใช้ เช่น ค่าหมายแนวปลูกและปักหลักปลูก ค่าขุดหลุมปลูก ค่าปลูก ค่ากำจัดวัชพืช ค่าใส่ปุ๋ย ค่าตัดแต่งกิ่งยางพาราและลำไย ค่าปลูกซ่อมยางพาราและลำไย ค่าให้น้ำ ค่าพ่นยาป้องกันโรคและแมลง ค่าขนส่งลำไย ค่ากรีดยาง ฯลฯ ค่าวัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ ค่าปั้มน้ำไฟฟ้า ค่าเครื่องพ่นยา ค่ากล้วยางและลำไย ค่าปุ๋ยรองกันหลุม ค่าปุ๋ยเคมี ค่าปุ๋ยคอก ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ค่าสารกำจัดวัชพืช ค่าเครื่องพ่นยา ค่ากรรไกรตัดแต่งกิ่ง ค่ามีดกรีดยาง ค่าจอบ ค่ามีดพรวน ค่าถั่วรองยาง ลั่นร่อนน้ำยาง ลวดร่อนน้ำยาง หม้อแบตเตอรี่ ไม่วาดน้ำยาง ถังใส่น้ำยาง รองเท้ายาง หินลับมีดกรีดยาง ฯลฯ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง รวมเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 75,895.4 บาท/ไร่

ผลผลิตของยางก้อนในช่วงอายุโครงการ 10 ปี พบว่า มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,292.5 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งเป็นผลผลิตยางก้อนในช่วงอายุ 6-9 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 211.5, 219.6, 262.7, 287.4 และ 311.3 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตลำไย 3,951.0 กิโลกรัม/ไร่ ราคาขายก้อนเฉลี่ย 35 บาทต่อกิโลกรัม ราคาผลสดลำไยเฉลี่ยเท่ากับ 20 บาทต่อกิโลกรัม รวมรายรับจากยางพาราและลำไยเฉลี่ยเท่ากับ 98,652.0 บาท/ไร่ โดยมีกำไรสุทธิของการปลูกยางพาราร่วมลำไยในช่วงอายุโครงการ 10 ปี เท่ากับ 22,666.6 บาท/ไร่

(4) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า (ไม้สักขอบแปลง)

ค่าใช้จ่ายการปลูกและบำรุงรักษายางพาราที่ปลูกไม้สักเป็นขอบแปลงในช่วงอายุโครงการ 10 ปี ประกอบด้วย ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าแรงงานที่ใช้ เช่น ค่าหมายแนวปลูกและปักหลักปลูก ค่าขุดหลุมปลูก ค่าปลูก ค่ากำจัดวัชพืช ค่าใส่ปุ๋ย ค่าตัดแต่งกิ่ง ค่าปลูกซ่อมยางพาราและไม้สัก ค่ากรีดยาง ฯลฯ ค่าวัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ ค่ากล้วยาง ค่ากล้าไม้สัก ค่าปุ๋ยรองกันหลุม ค่าปุ๋ยเคมี ค่าปุ๋ยคอก ค่าสารกำจัดวัชพืช ค่าเครื่องพ่นยา ค่ากรรไกรตัดแต่งกิ่ง ค่ามีดกรีดยาง ค่าจอบ ค่ามีดพรวน ค่าถั่วรองยาง ลินรองน้ำยาง ลวดรองน้ำยาง หม้อแบตเตอรี่ ไม่กวาดน้ำยาง ถังใส่น้ำยาง รองเท้ายาง หินลับมีดกรีดยาง ฯลฯ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวมเป็นค่าใช้จ่ายเท่ากับ 35,335.67 บาท/ไร่

ผลผลิตของยางก้อนในช่วงอายุโครงการ 10 ปี พบว่า มีผลผลิตเท่ากับ 959.2 กิโลกรัม/ไร่ ไม้สักอายุ 9 ปี มีเส้นรอบวงเฉลี่ยในช่วง 35-40 เซนติเมตร สูงประมาณ 10.10 เมตร มีปริมาตรต่อต้นเฉลี่ย 0.074 ลบ.ม./ต้น คิดเป็นปริมาตรไม้สักเมื่ออายุ 9 ปี เท่ากับ 5.624 ลบ.ม./ไร่ ราคาขายก้อนยางในช่วงปี พ.ศ. 2554- 2559 ในพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 35 บาท/กิโลกรัม และราคาซื้อไม้สักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ขนาดเส้นรอบวง 35-39 ซม. ความยาวท่อนไม้มากกว่า 4 เมตร – ต่ำกว่า 6 เมตร มีราคาเท่ากับ 4,200 บาท/ลบ.ม. รวมรายรับยางพาราและไม้สักเท่ากับ 69,118.0 บาท/ไร่ มีกำไรสุทธิในช่วงอายุโครงการ 10 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 27,161.9 บาท/ไร่ (ทั้งนี้ รายได้จากไม้สักเป็นการประเมินราคาในกรณีที่จะมีการตัดขายในช่วงโครงการ 10 ปี ซึ่งโดยปกติการปลูกไม้สักเพื่อให้ราคาดีควรมีอายุตัดฟันมากกว่า 25 ปีขึ้นไป)

(5) แปลงป่ายาง

ค่าใช้จ่ายในการปลูกและบำรุงรักษาป่ายางในช่วงอายุโครงการ 10 ปี ประกอบด้วย ค่าเตรียมพื้นที่ ค่าแรงงานที่ใช้ เช่น ค่าหมายแนวปลูกและปักหลักปลูก ค่าขุดหลุมปลูก ค่าปลูก ค่ากำจัดวัชพืช ค่าใส่ปุ๋ย ค่าตัดแต่งกิ่ง ค่าปลูกซ่อมยางพารา ค่าเก็บหน่อหวาย ค่ากรีดยาง ฯลฯ ค่าวัสดุและอุปกรณ์การเกษตร ได้แก่ ค่ากล้วยาง ค่ากล้าหวายขม ค่าปุ๋ยรองกันหลุม ค่าปุ๋ยเคมี ค่าปุ๋ยคอก ค่าสารกำจัดวัชพืช ค่าเครื่องพ่นยา ค่ากรรไกรตัดแต่งกิ่ง ค่ามีดกรีดยาง ค่าจอบ ค่ามีดพรวน ค่าถั่วรองยาง ลินรองน้ำยาง ลวดรองน้ำยาง หม้อแบตเตอรี่ ไม่กวาดน้ำยาง ถังใส่น้ำยาง รองเท้ายาง หินลับมีดกรีดยาง ฯลฯ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง รวมเป็นค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนเท่ากับ 31,763.1 บาท/ไร่

ผลผลิตของยางก้อนในช่วงอายุโครงการ 10 ปี พบว่า มีผลผลิตเท่ากับ 966.4 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งเป็นผลผลิตยางก้อนในช่วงอายุ 6-9 ปี เท่ากับ 195.3, 221.6, 256.7 และ 292.8 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตหน่อหวายขม เท่ากับ 1,150 หน่อ/ไร่ ผลผลิตมะขม เท่ากับ 64 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายก้อนเฉลี่ยเฉลี่ย 35 บาท/กิโลกรัม ราคาหน่อหวายขมเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 บาท/หน่อ ราคาผล

มะขมเฉลี่ยเท่ากับ 22.5 บาท/ไร่ ผลผลิตหว่ายขมเท่ากับ 1,575 หน่อ/ไร่ ราคาหน่อละ 6.5 บาท รวมรายรับของป่ายางเฉลี่ยในช่วงอายุโครงการ 10 ปี เท่ากับ 42,739.0 บาท/ไร่ หรือมีกำไรสุทธิ เท่ากับ 10,975.0 บาท/ไร่

เมื่อพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของทั้ง 4 รูปแบบในช่วงอายุโครงการ 10 ปี ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 (ตารางที่ 4-11) พบว่า ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง มีค่า NPV สูงสุดเท่ากับ 7,964.21 บาท/ไร่ รองลงมาเป็นยางพาราปลูกร่วมกับลำไย ยางพาราปลูกร่วมกับกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า NPV เท่ากับ 7,064.74, 3,854.22, 2,674.37 และ 2,190.62 บาท/ไร่ ตามลำดับ อัตราผลตอบแทนต่อทุน (BCR) พบว่า ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง มีค่า BCR สูงสุดเท่ากับ 1.85 รองลงมาเป็นยางพาราปลูกไม้สักร่วมกับลำไย ร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า BCR เท่ากับ 1.28, 1.25, 1.19 และ 1.17 ตามลำดับ และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) พบว่า ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลงมีค่า IRR สูงสุดเท่ากับ 17.73 รองลงมาเป็นยางพารา ลำไย ยางพาราร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า BCR เท่ากับ 15.45, 14.67, 12.76 และ 12.53 ตามลำดับ

เห็นได้ว่า ในช่วงอายุ 10 ปี สวนยางพารารวมเกษตรทั้งรูปแบบที่ปลูกยางพาราโดย ปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับกาแฟ และป่ายาง ตลอดจน สวนยางพาราเชิงเดี่ยว มีความคุ้มค่ากับการลงทุนเนื่องจากให้ค่า NPV มากกว่า 0 ค่า BCR มากกว่า 1 และมีอัตราผลตอบแทนภายในสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนด

อย่างไรก็ดี ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของป่ายางพารารวมเกษตรขึ้นอยู่กับ ระยะเวลา (อายุยางพารา) และปัจจัยราคาผลผลิตเป็นหลัก ซึ่งส่งผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุน ตัวอย่างเช่น ยางพาราปลูกร่วมกับลำไย จากการเก็บข้อมูลเกษตรกรในพื้นที่เมื่อยางพารามีอายุมากขึ้น เกษตรกรบางรายเริ่มตัดลำไยออกหรืออาจปล่อยให้ลำไยไว้โดยไม่มีการจัดการ เนื่องจากเรือนยอด ยางพารapakคลุมต้นลำไย ส่งผลให้ผลผลิตลำไยลดลงไม่คุ้มค่ากับการดูแล ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกร ปลูกยางพาราแถวห่างกันประมาณ 7-8 เมตร ซึ่งอาจแคบเกินไปสำหรับลำไยที่ต้องการแสงสว่างใน การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตโดยเฉพาะเมื่ออายุมากขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมปลูกไม้ผลร่วมกับ ยางพาราจำเป็นต้องพิจารณาเรื่องของแสงสว่างในแปลงโดยการกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของ ยางพาราให้กว้างพอสมควรเช่นกัน

นอกจากนี้ เมื่อราคาผลผลิตตกต่ำโดยเฉพาะพืชหลักยางพารา การทำป่ายางพารา รวมเกษตรมีแนวโน้มให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนสูงกว่ายางพาราเชิงเดี่ยวเนื่องจากให้ผลผลิตที่ หลากหลายกว่าแทนที่จะพึ่งผลผลิตจากยางพาราเพียงอย่างเดียว หรือในกรณีที่ราคาผลผลิตของ พืชปลูกร่วมยางลดลง เช่น ลำไย กาแฟ ก็จะมีผลตอบแทนของป่ายางพารารวมเกษตรแต่ละ รูปแบบเช่นกัน ดังนั้น การทำป่ายางพารารวมเกษตรที่มีการปลูกพืชร่วมมากกว่า 1 ชนิด ที่มีการจัดการ

องค์ประกอบที่ดีทั้งชนิดพืชที่ปลูกร่วม การจัดเรียงองค์ประกอบ และการจัดการ จึงมีแนวโน้มที่ให้ความคุ้มค่าต่อการลงทุนสูงกว่าการปลูกพืชร่วมชนิดเดียวเพื่อลดความเสี่ยงจากความผันแปรของราคาผลผลิตพืชที่ปลูกร่วม

อย่างไรก็ดี เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการวิเคราะห์ในช่วงอายุยางพาราเพียง 10 ปี เท่านั้น ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการทำวนเกษตรป่ายางพารารูปแบบไหนดีกว่ากันในช่วงอายุยางพารา 20-25 ปี เนื่องจากในช่วงอายุปีที่ 11-25 ผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมหรือยางพาราอาจมีแนวโน้มลดลงจากการแก่งแย่งทางเรือนยอดและเรือนรากระหว่างกัน ดังนั้นจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลผลตอบแทนการเงินในระยะยาวต่อไป

ตารางที่ 4-5 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวอายุโครงการ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

(บาท/ไร่)

รายการ	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
1. ค่าไถพรวนเตรียมพื้นที่	540.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ค่าอุปกรณ์เกษตร										
เครื่องพ่นยา	875.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
จอบ	30.0	-	-	30.0	-	-	30.0	-	-	30.0
มีดพรวน	48.0	-	-	48.0	-	-	48.0	-	-	48.0
กรรไกรตัดกิ่ง	103.5	-	-	103.5	-	-	103.5	-	-	103.5
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	-	-	18.4	-	18.4	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	193.0	-	-	-
ลวดรองถ้วยยาง	-	-	-	-	-	-	149.0	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	-	-	177.1	-	177.1	-
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	20.7	-	-	-
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ										
2.1 ค่าแรงงาน										
ปักหลักแนวปลูก	105.6		-	-	-	-	-	-	-	-
ขุดหลุมปลูก	380.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลูก	450.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลูกซ่อม	-	125	-	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ยรองกันหลุม	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ย	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	192.0	212.0	212.0	212.0	212.0
กำจัดวัชพืช	650.2	650.2	650.2	470.3	470.2	470.2	470.2	360.6	360.6	360.6
ตัดแต่งกิ่ง	400.0	400.0	400.0	-	-	-	-	-	-	-
กรีดยาง	-	-	-	-	-	-	25.0	25.0	25.0	25.0
2.2 ค่าวัสดุ										
ค่าต้นพันธุ์ยาง	1,520	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าต้นพันธุ์ปลูกซ่อม	-	200.0	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้หลัก	45.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยรองกันหลุม	52.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยเคมี	690.6	690.6	690.6	920.4	920.4	920.4	1410.6	1410.6	1410.6	1410.6
ปุ๋ยคอก	121.4	126.6	121.7	115.2	115.2	115.2	125.8	125.8	125.8	125.8
สารเคมีกำจัดวัชพืช	131.2	126.6	121.7	115.2	115.2	115.2	100.4	100.4	100.4	100.4
น้ำกรด	-	-	-	-	-	-	179.2	199.1	199.1	199.1
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0
หม้อแบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	45.0	45.0	45.0	45.0
หินลับมีด	-	-	-	-	-	-	10.0	10.0	10.0	10.0
รองเท้ายาง	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
3. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	300.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	200.0	200.0	200.0	200.0
รวมค่าใช้จ่าย	6748.0	2622.9	2288.1	2106.5	1924.9	1924.9	3532.8	2703.4	2898.9	2884.9
ผลผลิตและรายได้เฉลี่ย										
ผลผลิต (กก./ไร่)	-	-	-	-	-	-	223.4	293.5	324.5	343.1
ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)	-	-	-	-	-	-	35.0	35.0	35.0	35.0
รายได้เฉลี่ย (บาท/ไร่)	0	0	0	0	0	0	7819.0	10272.5	11,357.5	12008.5
กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	-6748.0	-2622.9	-2288.1	-2106.5	-1924.9	-1924.9	4286.2	7569.1	8458.6	9123.6

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4-6 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราร่วมกาแฟ อายุโครงการ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

(บาท/ไร่)

รายการ	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
1. ค่าไถพรวนเตรียมพื้นที่	540.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ค่าอุปกรณ์เกษตร										
เครื่องพ่นยา	920.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
จอบ	28.0	-	-	28.0	-	-	28.0	-	-	28.0
มีดพรวน	45.0	-	-	45.0	-	-	45.0	-	-	45.0
กรรไกรตัดกิ่ง	100.2	-	-	120.2	-	-	159.2	-	-	159.2
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	-	-	18.4	-	18.4	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	193.0	-	-	-
ลวดรองถ้วยยาง	-	-	-	-	-	-	149.0	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	-	-	177.1	-	177.1	-
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ										
2.1 ค่าแรงงาน										
ปักหลักหมายแนวปลูก	105.6		-	-	-	-	-	-	-	-
ขุดหลุมปลูก	380.0	-	-	339.0	-	-	-	-	-	-
ปลูก	450.0	-	-	232.0	-	-	-	-	-	-
ปลูกซ่อม	-	125	-	-	25.0	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ยรองกันหลุม	100.0	-	-	22.8	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ย	179.0	179.0	179.0	249.0	249.0	269.0	269.0	269.0	269.0	269.0
กำจัดวัชพืช	624.2	624.2	624.2	393.3	394.3	393.3	393.3	283.1	283.1	283.1
ตัดแต่งกิ่ง	379.0	379.0	379.0	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0
กรีดยาง	-	-	-	-	-	-	25.0	25.0	25.0	25.0
2.2 ค่าวัสดุ										
ค่าต้นพันธุ์	1,520.0	-	-	912.0	-	-	-	-	-	-
ค่าต้นพันธุ์ปลูกซ่อม	-	200.0	-	-	72.0	-	-	-	-	-
ไม้หลัก	45.6	-	-	68.4	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยรองกันหลุม	52.5	-	-	79.8	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยเคมี	690.6	690.6	690.6	1182.6	1313.7	1313.7	2721.6	2197.2	2197.2	2197.2
ปุ๋ยคอก	120.5	119.6	123.2	342.6	343.2	343.2	353.8	581.8	581.8	581.8
สารเคมีกำจัดวัชพืช	120.9	113.3	113.3	123.5	123.5	123.5	89.7	89.7	89.7	89.7
น้ำกรด	-	-	-	-	-	-	114.1	193.1	193.1	193.1
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0
หม้อแบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	42.0	42.0	42.0	42.0
หินลับมีด	-	-	-	-	-	-	12.0	12.0	12.0	12.0
รองเท้ายาง	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
3. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	300.0	100.0	100.0	150.0	100.0	100.0	200.0	200.0	220.0	220.0
รวมค่าใช้จ่าย	6714.3	2543.9	2222.5	4301.4	2633.9	2555.9	5121.4	4009.1	4224.6	4261.3

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

(บาท/ไร่)

รายการ	ปี									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ผลผลิตและรายได้เฉลี่ย										
ผลผลิตยางก้อน (กก./ไร่)	-	-	-	0	-	0	234.7	284.6	315.7	364.3
ผลผลิตกาแฟผลสด (กก./ไร่)	-	-	-	-	-	0	120.4	181.2	212.6	245.1
ราคาเฉลี่ยยางก้อน (บาท/กก.)	-	-	-	-	-	0	35.0	35.0	35.0	35.0
ราคาเฉลี่ยกาแฟผลสด (บาท/กก.)	-	-	-	-	-	0	18	18	18	18
รายได้เฉลี่ย (บาท/ไร่)	0	0	0	0	0	0	10381.7	13222.6	14876.3	17162.3
กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	-6714.3	-2543.9	-2222.5	-4301.4	-2633.9	-2555.9	5260.3	9213.5	10651.7	12901.0

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4-7 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราร่วมลำไย อายุโครงการ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

(บาท/ไร่)

รายการ	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
1. ค่าไถพรวนเตรียมพื้นที่	540.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ค่าอุปกรณ์เกษตร										
เครื่องปัมน้ำไฟฟ้า	1,950	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เครื่องพ่นยา	875.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
จอบ	30.0	-	-	30.0	-	-	30.0	-	-	30.0
มีดพรวน	48.0	-	-	48.0	-	-	48.0	-	-	48.0
กรรไกรตัดกิ่ง	103.5	-	-	103.5	-	-	103.5	-	-	103.5
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	-	-	18.4	-	18.4	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	167.5	-	-	-
ลวดรองถ้วยยาง	-	-	-	-	-	-	130.6	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	-	-	156.1	-	156.1	-
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	18.5	-	-	-
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ										
2.1 ค่าแรงงาน	120.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปักหลักแนวปลูก	460.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ขุดหลุมปลูก	538.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลูก	-	125.0	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลูกซ่อม	115.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ยรองกันหลุม	231.8	231.8	231.8	231.8	231.8	249.4	249.4	249.4	249.4	249.4
ใส่ปุ๋ย	564.6	564.6	583.2	419.4	419.4	419.4	325.7	325.7	325.7	325.7
กำจัดวัชพืช	-	103.6	103.6	150.7	150.7	150.7	121.4	121.4	121.4	121.4
พ่นยาป้องกันโรค/แมลง	452.6	352.6	352.6	101.9	101.9	101.9	193.5	193.5	193.5	193.5
ตัดแต่งกิ่งยาง/ลำไย	110.0	82.6	82.6	50.3	50.3	50.3	93.7	93.7	93.7	93.7
การให้น้ำ	-	-	-	-	412.6	412.6	934.8	934.8	934.8	934.8
เก็บเกี่ยวลำไย	-	-	-	-	56.2	56.2	96.8	96.8	96.8	96.8
ขนส่งลำไย	-	-	-	-	-	-	25.0	25.0	25.0	25.0
กรีดยาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2 ค่าวัสดุ										
ค่าต้นพันธุ์	1,715	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าต้นพันธุ์ปลูกซ่อม	-	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้หลัก	55.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยรองกันหลุม	73.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยเคมี	2160.3	1943.8	1943.8	2731.9	5371.4	5493.6	5493.6	5493.6	5493.6	5493.6
ปุ๋ยคอก	107.0	111.6	107.3	101.6	101.6	110.9	110.9	110.9	110.9	110.9
สารเคมีกำจัดวัชพืช	120.9	113.3	113.3	123.5	123.5	210.6	210.6	210.6	210.6	210.6
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	24.6	63.5	65.5	65.5	160.6	160.6	160.6	124.2	124.2	124.2
น้ำกรด	-	-	-	-	-	-	104.6	179.2	199.1	199.1
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0
หม้อแบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	45.0	45.0	45.0	45.0
หินลับมีด	-	-	-	-	-	-	10.0	10.0	10.0	10.0
รองเท้ายาง	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

(บาท/ไร่)

รายการ	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
3. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	700.0	700.0	700.0	700.0
4. ค่าไฟฟ้า	52.0	52.0	52.0	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
รวมค่าใช้จ่าย	10760.1	4156.3	3947.6	4555.2	7577.1	7813.3	9648.3	9013.9	9208.3	9215.3
ผลผลิตและรายได้เฉลี่ย										
ผลผลิตยางก้อน (กก./ไร่)	-	-	-	-	-	-	211.5	219.6	262.7	287.4
ผลผลิตลำไย (กก./ไร่)		-	-	-	250.0	520	600	650	630	561
ราคาเฉลี่ยยางก้อน (บาท/กก.)	-	-	-	-	-	-	35.0	35.0	35.0	35.0
ราคาเฉลี่ยลำไยสด (บาท/กก.)	-	-	-	-	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
รายได้เฉลี่ย (บาท/ไร่)	0	0	0	0	5000.0	10400.0	19402.5	20686.0	21794.5	21279.0
กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	-10760.1	-4156.3	-3947.6	-4555.2	-2577.1	2586.7	9754.2	11672.1	12586.2	12063.7

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4-8 ต้นทุนและผลตอบแทนการเงินของการปลูกยางพาราร่วมไม้สักขอบแปลงในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

(บาท/ไร่)

รายการ	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
1. ค่าไถพรวนเตรียมพื้นที่	540.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ค่าอุปกรณ์เกษตร										
เครื่องพ่นยา	926.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
จอบ	26.0	-	-	26.0	-	-	26.0	-	-	26.0
มีดพร้า	50.0	-	-	50.0		-	50.0	-	-	50.0
กรรไกรตัดกิ่ง	115.7	-	-	115.7	-	-	115.7	-	-	115.7
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	-		20.3	-	20.3	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-		155.0	-	-	-
ลวดรองถ้วยยาง	-	-	-	-	-		121.0	-	-	-
ลื่นยาง	-	-	-	-	-		144.4	-	144.4	-
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	-		18.5	-	-	-
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ										
2.1 ค่าแรงงาน										
ปักหลักแนวปลูก	86.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ขุดหลุมปลูก	310.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลูก	367.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปลูกซ่อม	-	124.0	-	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม	81.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ย	234.9	234.9	234.9	234.9	234.9	234.9	259.35	259.35	259.35	259.35
กำจัดวัชพืช	795.6	795.6	795.6	575.55	575.4	575.4	575.4	441.3	441.3	441.3
ตัดแต่งกิ่ง	326.3	326.3	326.3	-	-	-	-	-	-	-
กรีดยาง	-	-	-	-	-	-	20.4	20.4	20.4	20.4
2.2 ค่าวัสดุ										
ค่าต้นพันธุ์	2380.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าต้นพันธุ์ปลูกซ่อม	-	283.2	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้หลัก	84.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยรองก้นหลุม	90.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยเคมี	901.4	901.4	901.4	1201.4	1201.4	1201.4	1841.3	1841.3	1841.3	1841.3
ปุ๋ยคอก	99.0	103.3	99.3	94.0	94.0	94.0	102.6	102.6	102.6	102.6
สารเคมีกำจัดวัชพืช	171.2	165.28	158.88	150.4	150.4	150.4	131.04	131.04	131.04	131.04
น้ำกรด	-	-	-	-	-	-	85.3	146.2	162.4	162.4
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0
หม้อแบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	43.0	43.0	43.0	43.0
หินลับมีด	-	-	-	-	-	-	12.0	12.0	12.0	12.0
รองเท้ายาง	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

(บาท/ไร่)

รายการ	ปี									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
3. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	300.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
รวมค่าใช้จ่าย	7898.1	3146.58	2728.98	2660.55	2468.7	2468.7	3936.89	3212.79	3393.69	3420.69
ผลผลิตและรายได้เฉลี่ย										
ผลผลิตยางก้อน (กก./ไร่)	-	-	-	-	-		183.2	241.4	262.7	271.9
ผลผลิตไม้สัก (ลบ.ม./ไร่)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.624
ราคาเฉลี่ย (บาท/ กก.)	-	-	-	-	-		35.0	35.0	35.0	35.0
ราคาเฉลี่ยไม้สัก (บาท/ลบ.ม.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,200
รายได้ (บาท/ไร่)	0	0	0	0	0	0	6630.2	8725.4	9492.2	37649.8
กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	-7898.1	-3146.58	-2728.98	-2660.55	-2468.7	-2468.7	2693.3	5512.6	6098.5	34229.1

ที่มา: จากการคำนวณ

* ราคาซื้อขายไม้สักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ขนาดเส้นรอบวง 35-39 ซม. ความยาวท่อนไม้มากกว่า 4 เมตร – ต่ำกว่า 6 เมตร

ตารางที่ 4-9 ต้นทุน และผลตอบแทนการเงินของการปลูกปาล์มในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

(บาท/ไร่)

รายการ	ปีที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
1. ค่าไถพรวนเตรียมพื้นที่	540.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ค่าอุปกรณ์เกษตร										
เครื่องพ่นยา	950.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
จอบ	35.0	-	-	35.0	-	-	35.0	-	-	35.0
มีดพรวน	50.0	-	-	50.0	-	-	50.0	-	-	50.0
กรรไกรตัดกิ่ง	128.0	-	-	128.0	-	-	128.0	-	-	128.0
มีดกรีดยาง	-	-	-	-	-	-	15.7	-	15.7	-
ถ้วยรองน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	165.1	-	-	-
ลวดรองถ้วยยาง	-	-	-	-	-	-	127.4	-	-	-
ลิ้นยาง	-	-	-	-	-	-	151.5	-	151.5	-
ถังเก็บน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	20.5	-	-	-
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ										
2.1 ค่าแรงงาน										
ปักหลักแนวปลูก	90.3	-	75.2	-	-	-	-	-	-	-
ขุดหลุมปลูก	325.0		150.0	-	-	-	-	90.0	-	-
ปลูก	385.3		125.0	-	-	-	-	30.0	-	-
ปลูกซ่อม	-	125	-	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม	85.5	-	50.0	-	-	-	-	-	-	-
ใส่ปุ๋ย	164.2	164.2	189.2	189.2	189.2	189.2	206.3	206.3	206.3	206.3
กำจัดวัชพืช	556.1	556.1	556.1	452.2	452.1	452.1	358.4	378.4	378.4	378.4
ตัดแต่งกิ่ง	342.1	342.1	342.1	-	-	-	-	-	-	-
กรีดยาง	-	-	-	-	-	-	25.0	25.0	25.0	25.0
เก็บหน่อหวาย	-	-	-	-	-	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
2.2 ค่าวัสดุ										
ค่าต้นพันธุ์	1,300.0	-	350.0	-	-	-	-	-	-	-
ค่าต้นพันธุ์ปลูกซ่อม		60.0	35.0	-	-	-	-	-	-	-
ไม้หลัก	39.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยรองก้นหลุม	44.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปุ๋ยเคมี	585.1	585.1	585.1	1003.6	1003.6	1003.6	1429.5	1475.5	1475.5	1475.5
ปุ๋ยคอก	95.7	95.7	114.2	93.5	93.5	93.5	105.8	105.8	105.8	105.8
สารเคมีกำจัดวัชพืช	112.2	108.3	104.1	83.6	83.6	83.6	85.9	85.9	85.9	85.9
น้ำกรด	-	-	-	-	-	-	89.5	153.3	170.3	170.3
ไม้กวาดน้ำยาง	-	-	-	-	-	-	3.0	3.0	3.0	3.0
หม้อแบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	40.0	40.0	40.0	40.0
หินลับมีด	-	-	-	-	-	-	10.0	10.0	10.0	10.0

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

(บาท/ไร่)

รายการ	ปี									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน										
รองเท้ายาง	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
3. คำนวณต้นทุนเชื้อเพลิง	300.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
รวมค่าใช้จ่าย	6140.3	2248.4	2887.9	2247	2033.9	2533.9	3758.5	3315.1	3379.3	3218.8
ผลผลิตและรายได้เฉลี่ย										
ผลผลิตยางก้อน (กก./ไร่)	-	-	-	-	-	-	195.3	221.6	256.7	292.8
ผลผลิตหน่อหวาย (หน่อ/ไร่)	-	-	-	-	-	150	250	250	250	250
ผลผลิตผลมะขม (กก./ไร่)	-	-	-	-	-	-	-	-	32	32
ราคายางก้อนเฉลี่ย (บาท/กก.)	-	-	-	-	-	-	35	35	35	35
ราคาหน่อหวายเฉลี่ย (บาท/หน่อ)	-	-	-	-	-	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
ราคาผลมะขมเฉลี่ย (บาท/กก.)	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	22.5
รายได้เฉลี่ย(บาท/ไร่)	0	0	0	0	0	975.0	8460.5	9381.0	11329.5	12593.0
กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)	-6140.3	-2248.4	-2887.9	-2247.0	-2033.9	-1558.9	4702.0	6065.9	7950.2	9374.2

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 4-10 ต้นทุน ผลตอบแทน และกำไรสุทธิของการทำวนเกษตรป่ายางพาราในรูปแบบต่างๆ

อายุโครงการ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

รูปแบบการปลูก	ต้นทุน (บาท/ไร่)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	กำไรสุทธิ (บาท/ไร่)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	29,635.3	41,457.5	11,822.2
ยางพาราร่วมกาแฟ	38,588.3	55,642.9	17,054.6
ยางพาราร่วมลำไย	75,895.4	98,562.0	22,666.6
ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง	35,335.6	62,497.6	27,161.9
ป่ายาง	31,763.1	42,739.0	10,975.9

ตารางที่ 4-11 อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน มูลค่าปัจจุบัน และอัตราผลตอบแทนภายในของการทำวนเกษตรป่ายางพาราในช่วงอายุ 10 ปี ในพื้นที่ศึกษา

รูปแบบการปลูก	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท/ไร่)	อัตราผลประโยชน์ ต่อต้นทุน	อัตราผลตอบแทน ภายใน
ยางพาราเชิงเดี่ยว	2,674.37	1.19	12.76
ยางพาราร่วมกาแฟ	3,854.22	1.25	14.67
ยางพาราร่วมลำไย	7,064.74	1.28	15.45
ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง	7,964.21	1.85	17.73
ป่ายาง	2,190.62	1.17	12.53

4.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพารา

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา ได้จากการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 150 คน โดยแบ่งเป็นเกษตรกรที่ทำวนเกษตรจำนวน 60 ราย และเกษตรกรที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวจำนวน 90 ราย โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดอิสระ 13 ตัวชี้วัด ได้แก่ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก จำนวนแรงงานในครัวเรือน ขนาดการถือครองที่ดิน ลักษณะการถือครองที่ดิน รายได้ครัวเรือน ระดับความลาดชันของพื้นที่ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร ความถี่ในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารวนเกษตร การได้รับการฝึกอบรมด้านวนเกษตร การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ ความแน่นอนของตลาดรับซื้อผลผลิตที่ปลูกยาง และราคาผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมยาง

จากการวิเคราะห์สมการถดถอย พบว่า ตัวชี้วัดอิสระจำนวน 3 ตัว คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร มีอิทธิพลต่อตัวชี้วัดตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนความแน่นอนของตลาดรับซื้อผลผลิตพืชปลูกร่วมยาง และราคาผลผลิตพืชปลูกร่วมยาง มีอิทธิพลต่อตัวชี้วัดตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (ตารางที่ 4-12)

เห็นได้ว่า ความแปรปรวนของการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร ความแน่นอนตลาดรับซื้อผลผลิตของพืชปลูกร่วมยาง และราคาผลผลิตพืชปลูกร่วมยางที่ระดับ 48.50 เปอร์เซนต์ ส่วนที่เหลืออีก 51.50 เปอร์เซนต์จะมาจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้ศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของเกษตรกรจะเป็นปัจจัยในด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรัชชาติและคณะ (2558) ที่ศึกษาปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการปลูกยางพาราของเกษตรกรเป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เช่น ความคาดหวังว่าจะได้รับผลตอบแทนสูงจากราคายางพารา และมีตลาดรองรับในอนาคต หรือจากการศึกษาของนัดดา และคณะ (2560) ที่ศึกษาการปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพารา พบว่า เกษตรกรต้องการความรู้เพิ่มเกี่ยวกับชนิดของพืชที่สามารถปลูกเสริมรายได้ในสวนยางพารา วิธีการดูแลรักษา การใส่ปุ๋ย การใช้

สารป้องกันและการกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชที่ถูกต้อง การตรวจวิเคราะห์ดิน ดังนั้น การส่งเสริมวนเกษตรป่ายางพาราให้กับเกษตรกรจำเป็นต้องมีการให้ความรู้ด้านวนเกษตรมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการส่งเสริมพืชที่มีศักยภาพปลูกร่วมยางพาราที่มีตลาดรองรับและมีราคาผลผลิตสร้างแรงจูงใจให้กับเกษตรกรในการหันมาปลูกพืชควบยางพาราแบบวนเกษตรมากยิ่งขึ้น

สำหรับการปรับปรุงสวนยางพาราจากเชิงเดี่ยวมาทำวนเกษตรในสวนยางพารา เกษตรกรจำเป็นต้องเลือกชนิดไม้ยืนต้นหรือพืชล้มลุกที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ ตลอดจนคำนึงถึงแสงสว่างในสวนยางพาราที่จะแผ่ไปตามอายุยางพาราซึ่งจะส่งผลต่อชนิดพืชล้มลุกที่ปลูกแทรก ในกรณีที่ปลูกไม้ป่ามีค่าในสวนยางพารา เกษตรกรต้องมีการกำหนดระยะปลูกของยางพาราให้ห่างขึ้น (ยางพาราควรปลูกหนาแน่น 40-50 ต้นต่อไร่) เพื่อให้สามารถปลูกไม้มีค่าแทรกหว่างแถวสวนยางพารา และสามารถนำพืชล้มลุกเศรษฐกิจแทรกหว่างแถวยางพารากับไม้ป่ามีค่า โดยไม้ป่ามีค่าที่จะปลูกร่วมในสวนยางพาราอาจยึดหลักการปลูกป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง กล่าวคือ มีทั้งไม้เศรษฐกิจ ไม้เชื้อเพลิง และไม้กินได้ ปลูกผสมผสานในสวนยางพารา

ตารางที่ 4-12 สมการถดถอยของการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

ตัวชี้วัดอิสระ	b	T	Sig
ระดับการศึกษา	0.143	0.835	0.062
อาชีพหลัก	0.053	1.042	0.072
จำนวนแรงงานในครัวเรือน	-0.162	-3.637	0.163
ขนาดถือครองที่ดินปลูกยางพารา	-0.185	-2.355	0.087
ลักษณะการถือครองที่ดิน	0.202	2.760	0.081
รายได้ครัวเรือน	-0.351	-1.347	0.472
ระดับของความลาดชันของพื้นที่	-0.520	-4.631	0.213
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร	0.262	2.164*	0.031
การได้รับการฝึกอบรมวนเกษตร	0.368	4.625	0.230
ความถี่ในการได้รับข้อมูลข่าวสารวนเกษตร	0.164	3.732	0.074
การได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐ	0.405	1.752	0.153
ความแน่นอนตลาดรับซื้อผลผลิตพืชปลูกร่วมยาง	0.203	3.035**	0.000
ราคาผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมยาง	0.624	4.256**	0.000
ค่าคงที่	4.163		
$R^2 = 0.485$			
$F = 14.47$			
$Sig. = 0.000$			

หมายเหตุ: * มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 **มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4.2 ลักษณะโครงสร้างการเติบโตและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2)

ลักษณะโครงสร้างการเติบโตและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ ดำเนินการศึกษาในระหว่างเดือนสิงหาคม 2556 – เดือนกรกฎาคม 2558 เป็นระยะเวลา 2 ปี เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช ความหลากหลาย ชนิดและปริมาณเมล็ดที่สะสมในดิน (soil seed bank) และเมล็ดไม้จากการร่วงหล่น (seed rain) การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ และการเติบโตของกล้าไม้และไม้หนุม ในพื้นที่เสื่อมโทรมที่มีการปลูกยางพาราในรูปแบบต่างๆ และพื้นที่คงสภาพเป็นป่าอยู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราอย่างยั่งยืน ผลการศึกษามีดังนี้

4.2.1 แปลงศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

1) แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 2 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 66 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 18.78 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 13.36 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 2.173 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 285.451 รองลงมาคือ มะไฟ มีค่าเท่ากับ 14.549 (ตารางที่ 4-13)

ไม้หนุม (sapling) พบจำนวน 2 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 12 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.034 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ มะไฟ มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 175.806 รองลงมาคือ สะเดา มีค่าเท่ากับ 124.194 (ตารางที่ 4-14) ส่วนกล้าไม้นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-13 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	64	19.58	13.94	2.164	88.889	99.592	96.970	285.451
2	มะไฟ	2	5.24	3.50	0.009	11.111	0.408	3.030	14.549
	รวม	66			2.173	100.000	100.000	100.000	300.000
	เฉลี่ย		18.78	13.36					

ตารางที่ 4-14 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	มะไฟ	6	3.32	4.00	0.026	50.000	75.806	50.000	175.806
2	สะเดา	6	2.94	4.00	0.008	50.000	24.194	50.000	124.194
	รวม	12			0.034	100.000	100.000	100.000	300.000
	เฉลี่ย		3.21	4.00					

2) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 4 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 97 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 14.10 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 10.79 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.662 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 278.683 รองลงมา 2 อันดับแรก คือ เพกา และยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 8.180 และ 6.621 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-15)

ไม้หนุ่ม (sapling) พบจำนวน 3 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 25 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.017 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 141.759 รองลงมาคือ ทูเรียน และมะม่วง มีค่าเท่ากับ 91.761 และ 66.479 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-16) ส่วนกล้าไม้นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-15 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	94	14.41	11.01	1.622	84.211	97.566	96.907	278.683
2	เพกา	1	19.98	8.50	0.031	5.263	1.886	1.031	8.180
3	ยูคาลิปตัส	1	5.85	8.00	0.005	5.263	0.327	1.031	6.621
4	เถาวัลย์	1	4.84	4.50	0.004	5.263	0.222	1.031	6.516
รวม		97			1.662	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			14.10	10.79					

ตารางที่ 4-16 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	13	3.55	5.25	0.007	50.000	39.759	52.000	141.759
2	ทุเรียน	6	3.88	5.00	0.007	25.000	42.761	24.000	91.761
3	มะม่วง	6	2.48	3.00	0.003	25.000	17.479	24.000	66.479
รวม		25			0.017	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			3.36	4.63					

3) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 6 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 93 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 11.56 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 11.45 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.880 ตารางเมตร ต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 210.719 รองลงมา 2 อันดับแรก คือ สัก และมะค่าโมง มีค่าเท่ากับ 53.885 และ 12.019 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-17) ส่วนไม้หนุม (sapling) และกล้าไม้นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-17 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า
จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	73	14.04	11.45	1.402	57.692	74.532	78.495	210.719
2	สัก	13	8.64	13.46	0.389	19.231	20.675	13.978	53.885
3	มะค่าโมง	3	6.38	6.38	0.021	7.692	1.101	3.226	12.019
4	สะตอ	2	12.06	12.50	0.028	7.692	1.485	2.151	11.328
5	มะแขว่น	1	12.01	9.50	0.023	3.846	1.207	1.075	6.129
6	กำจัดต้น	1	10.88	9.50	0.019	3.846	1.000	1.075	5.921
รวม		93			1.880	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			11.56	11.45					

4) แปลงป่ายางพารา

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 23 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 64 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 23.28 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 16.54 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 3.663 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 129.127 รองลงมา 2 อันดับแรก คือ อะราง และ มะหาด มีค่าเท่ากับ 26.110 และ 25.164 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-18)

ไม้หนุม (sapling) พบจำนวน 9 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 61 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.054 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ เหมือดคุดง มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 73.872 รองลงมา 2 ลำดับแรก คือ แคหัวหมู และ *Rubiaceae* sp. มีค่าเท่ากับ 35.908 และ 34.779 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-19) ส่วนกล้าไม้ชั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-18 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	28	30.63	22.32	2.303	22.500	62.877	43.750	129.127
2	อะราง	6	21.73	15.92	0.247	10.000	6.735	9.375	26.110
3	มะหาด	3	34.56	18.00	0.475	7.500	12.976	4.688	25.164
4	ประดู่ขาว	3	13.03	11.75	0.028	7.500	0.766	4.688	12.954
5	ข้าวสารหลวง	2	15.17	10.00	0.074	5.000	2.028	3.125	10.153
6	ลำไยป่า	2	23.51	12.75	0.139	2.500	3.785	3.125	9.410
7	กางหลวง	2	4.93	7.25	0.004	5.000	0.105	3.125	8.230
8	Lauraceae	1	34.65	20.00	0.094	2.500	2.573	1.563	6.636
9	ตัวเกลี้ยง	2	13.79	13.50	0.030	2.500	0.827	3.125	6.452
10	คูน	1	30.48	21.00	0.073	2.500	1.991	1.563	6.054
11	กาสามปีก	2	8.81	2.50	0.006	2.500	0.166	3.125	5.791
12	หาดรุม	1	27.68	20.00	0.060	2.500	1.642	1.563	5.705
13	ซ้อ	1	25.17	13.00	0.050	2.500	1.358	1.563	5.420
14	ตะแบกเลือด	1	21.03	14.00	0.035	2.500	0.948	1.563	5.011
15	ลูบลิบ	1	12.92	12.00	0.013	2.500	0.358	1.563	4.420
16	แข้งกวาง	1	10.60	6.00	0.009	2.500	0.241	1.563	4.303
17	ปอหนูช้าง	1	8.02	10.00	0.005	2.500	0.138	1.563	4.200
18	พลับพลา	1	7.92	7.00	0.005	2.500	0.135	1.563	4.197
19	แคหัวหมู	1	6.36	5.50	0.003	2.500	0.087	1.563	4.149
20	มะกล่ำตาไก่	1	6.36	7.00	0.003	2.500	0.087	1.563	4.149
21	หว่าซี่แพะ	1	5.79	3.00	0.003	2.500	0.072	1.563	4.134
22	เก็ดขาว	1	5.31	5.00	0.002	2.500	0.061	1.563	4.123
23	ตะเคียนหนู	1	4.61	6.00	0.002	2.500	0.046	1.563	4.108
รวม		64			3.663	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			23.28	16.54					

ตารางที่ 4-19 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	เหมือดคนดง	13	2.87	2.88	0.018	20.000	32.560	21.311	73.872
2	แคหัวหมู	6	4.30	5.00	0.009	10.000	16.072	9.836	35.908
3	Rubiaceae	6	2.85	2.75	0.008	10.000	14.943	9.836	34.779
4	เหมือดโลด	6	3.40	4.50	0.005	10.000	10.096	9.836	29.932
5	ยางพารา	6	3.25	6.00	0.005	10.000	9.175	9.836	29.011
6	ซ้อ	6	2.61	4.00	0.003	10.000	5.929	9.836	25.766
7	ตัวเกลี้ยง	6	2.32	3.00	0.003	10.000	4.699	9.836	24.535
8	ลำไยป่า	6	2.23	3.00	0.002	10.000	4.321	9.836	24.157
9	Lauracea	6	1.59	2.50	0.001	10.000	2.205	9.836	22.041
รวม		61			0.054	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			2.84	3.46					

4.2.2 ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดพะเยา

1) แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) เพียงชนิดเดียว คือ ยางพารา มีจำนวนต้นเท่ากับ 97 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 18.45 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 11.86 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 2.659 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 300.000 (ตารางที่ 4-20) ส่วนไม้หนุ่ม (sapling) และ กล้าไม้ นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-20 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	97	18.45	11.86	2.659	100.000	100.000	100.000	300.000
รวม		97			2.659	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			18.45	11.86					

2) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 3 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 125 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 12.30 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 8.92 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.666 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 219.944 รองลงมาคือ ลำไย และ สองสี มีค่าเท่ากับ 75.937 และ 4.119 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-21) ส่วนไม้หนุม (sapling) และ กล้าไม้นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-21 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	99	13.54	10.37	1.485	51.613	89.131	79.200	219.944
2	ลำไย	25	8.51	3.32	0.180	45.161	10.776	20.000	75.937
3	สองสี	1	4.45	4.50	0.002	3.226	0.094	0.800	4.119
	รวม	125			1.666	100.000	100.000	100.000	300.000
	เฉลี่ย		12.30	8.92					

3) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 2 ชนิด คือ ยางพารา และสัก มีจำนวนต้นเท่ากับ 80 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 15.75 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 10.13 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.611 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 243.201 รองลงมาคือ สัก มีค่าเท่ากับ 56.799 (ตารางที่ 4-22)

ไม้หนุม (sapling) พบเพียงชนิดเดียวคือ ยางพารา มีจำนวนต้นเท่ากับ 13 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.016 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 300.000 (ตารางที่ 4-23) ส่วนกล้าไม้นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-22 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า
จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	70	16.18	10.01	1.478	64.000	91.701	0.875	243.201
2	สัก	10	12.74	10.90	0.134	36.000	8.299	0.125	56.799
	รวม	80			1.611	100.000	100.000	1.000	300.000
	เฉลี่ย		15.75	10.13					

ตารางที่ 4-23 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า
จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	13	3.90	3.75	0.016	100.000	100.000	100.000	300.000
	รวม	13			0.016	100.000	100.000	100.000	300.000
	เฉลี่ย		3.90	3.75					

4) แปลงป่ายางพารา

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 6 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 74 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 17.59 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 10.71 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.791 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 256.132 รองลงมา 2 อันดับแรก คือ เงานะ และ พุเรียน มีค่าเท่ากับ 13.691 และ 7.875 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-24)

ไม้หนุม (sapling) พบจำนวน 2 ชนิด คือ ชาเมียง และ มะขาม มีจำนวนต้นเท่ากับ 213 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.006 ตารางเมตรต่อไร่ ชาเมียง และ มะขาม มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 158.360 และ 141.640 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-25) ส่วนกล้าไม้นั้น พบกระจายอยู่เพียงชนิดเดียว คือ ชาเมียง

ตารางที่ 4-24 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	68	17.59	11.19	1.688	70.000	94.240	91.892	256.132
2	เงาะ	2	8.32	5.67	0.018	10.000	0.988	2.703	13.691
3	ทุเรียน	1	18.65	8.00	0.027	5.000	1.524	1.351	7.875
4	มะม่วง	1	17.50	5.00	0.024	5.000	1.343	1.351	7.694
5	มะละกอ	1	16.61	6.00	0.022	5.000	1.209	1.351	7.561
6	มังคุด	1	12.60	6.00	0.013	5.000	0.696	1.351	7.047
รวม		74			1.791	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			17.15	10.71					

ตารางที่ 4-25 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุม (sapling) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ชาเมียง	125	0.53	1.79	0.00298	50.000	49.675	58.685	158.360
2	มะขาม	88	0.63	2.02	0.00302	50.000	50.325	41.315	141.640
รวม		213			0.00600	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			0.57	1.89					

4.2.3 ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดน่าน

1) แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) เพียงชนิดเดียว คือ ยางพารา มีจำนวนต้นเท่ากับ 59 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 19.05 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 10.91 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.887 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 300.000 (ตารางที่ 4-26) ไม่ปรากฏไม้หนุม (sapling) ในแปลงตัวอย่าง ส่วนกล้าไม้นั้น พบจำนวน 2 ชนิด คือ ยางพารา และเหमीอด

ตารางที่ 4-26 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	59	19.05	10.91	1.887	100.000	100.000	100.000	300.000
	รวม	59			1.887	100.000	100.000	100.000	300.000
	เฉลี่ย		19.05	10.91					

2) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 4 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 181 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 9.84 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 7.94 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.414 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ยางพารา มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 153.681 รองลงมาคือ มะแขว่น ขนุน และ สอยดาว มีค่าเท่ากับ 137.841, 4.362 และ 4.117 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-27)

ไม้หนุม (sapling) พบจำนวน 4 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 50 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 2.53 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.027 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ มะแขว่น มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 196.223 รองลงมาคือ ไข่เน่า กล้วยฤๅษี และมะเดื่อปล้อง มีค่าเท่ากับ 42.874, 31.796 และ 29.107 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-28) ส่วนกล้าไม้ที่พบในแปลงตัวอย่างนั้น พบจำนวน 2 ชนิด คือ ลำไยป่า และ คอแลน

ตารางที่ 4-27 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	84	11.26	8.04	0.851	47.059	60.213	46.409	153.681
2	มะแขว่น	95	8.49	7.82	0.542	47.059	38.296	52.486	137.841
3	ขนุน	1	12.50	8.00	0.012	2.941	0.868	0.552	4.362
4	สอยดาว	1	10.60	10.00	0.009	2.941	0.623	0.552	4.117
	รวม	181			1.414	100.000	100.000	100.000	300.000
	เฉลี่ย		9.84	7.94					

ตารางที่ 4-28 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล
จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	มะแขว่น	25	3.08	3.58	0.024	50.000	96.223	50.000	196.223
2	ไผ่น้ำ	13	0.22	1.35	0.001	16.667	0.208	26.000	42.874
3	กล้วยฤๅษี	6	1.27	1.40	0.001	16.667	3.129	12.000	31.796
4	มะเดื่อปล้อง	6	0.48	1.80	0.001	16.667	0.440	12.000	29.107
รวม		50			0.027	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			1.81	2.53					

3) แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 2 ชนิด คือ ยางพารา และ สัก มีจำนวนต้นเท่ากับ 84 ต้น ต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 19.12 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 9.18 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 2.763 ตารางเมตรต่อไร่ ยางพารา และ สัก มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 214.808 และ 85.192 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-29)

ไม้หนุ่ม (sapling) พบจำนวน 4 ชนิด มีจำนวนต้นเท่ากับ 24 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 0.009 ตารางเมตรต่อไร่ ชนิดไม้เด่นคือ ตะคร้ำ มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 131.812 รองลงมาคือ ยางพารา ฝ่าเสี้ยน และกระพี้เขาควาย มีค่าเท่ากับ 64.936, 51.731 และ 51.521 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-30) ส่วนกล้าไม้ที่พบในแปลงตัวอย่างนั้น พบจำนวน 3 ชนิด คือ ยางพารา โมกหลวง และเก็ดดำ

ตารางที่ 4-29 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	73	17.17	9.05	1.766	64.000	63.904	86.905	214.808
2	สัก	11	30.22	9.92	0.997	36.000	36.096	13.095	85.192
รวม		84			2.763	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			19.12	9.18					

ตารางที่ 4-30 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้หนุ่ม (sapling) ในแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ป่า
จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ตะคร้ำ	6	3.50	4.00	0.006	25.000	81.812	25.000	131.812
2	ยางพารา	6	1.50	1.30	0.001	25.000	14.936	25.000	64.936
3	ผ้าเสียน	6	0.51	1.30	0.001	25.000	1.731	25.000	51.731
4	กระพี้เขาควาย	6	0.48	1.90	0.001	25.000	1.521	25.000	51.521
รวม		24			0.009	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			1.50	2.13					

4) แปลงป่ายางพารา

พบชนิดไม้ใหญ่ (tree) จำนวน 2 ชนิด คือ ยางพารา และ มะขาม มีจำนวนต้นเท่ากับ 68 ต้นต่อไร่ ความโตเฉลี่ยเท่ากับ 11.17 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 6.29 เมตร พื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1.294 ตารางเมตรต่อไร่ ยางพารา และ มะขาม มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เท่ากับ 192.252 และ 107.748 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-31) ส่วนไม้หนุ่ม (sapling) และ กล้าไม้นั้นไม่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

ตารางที่ 4-31 ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงตัวอย่างป่ายางพารา จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชนิด	จำนวน ต้น	เส้นผ่านศูนย์กลาง ที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย (cm)	ความสูง เฉลี่ย (m)	พื้นที่หน้าตัด รวม (m ² /rai)	ความถี่ สัมพัทธ์ RF	ความเด่น สัมพัทธ์ RD _o	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ RD	IVI
1	ยางพารา	51	14.07	8.17	0.827	53.333	63.919	75.000	192.252
2	มะขาม	17	8.86	4.70	0.467	46.667	36.081	25.000	107.748
รวม		68			1.294	100.000	100.000	100.000	300.000
เฉลี่ย			11.17	6.29					

4.2.4 ความหลากหลายของชนิด Shannon-Wiener's Index (H') ในพื้นที่ระบบวนเกษตรใน สวนยางพารา จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน

พื้นที่ศึกษาทั้ง 3 จังหวัด คือ จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน ในแต่ละจังหวัดประกอบด้วยรูปแบบแปลงตัวอย่าง 4 รูปแบบ คือ 1) ยางพาราเชิงเดี่ยว 2) ยางพาราร่วมกับไม้ป่า 3) ยางพาราร่วมกับไม้ผล และ 4) ป่ายางพารา ซึ่งแต่ละพื้นที่แต่ละรูปแบบนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน อาทิ ชนิด และจำนวนต้น จึงสามารถนำค่าเหล่านี้มาคิดวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสังคม ในพื้นที่นั้นๆ ได้ดังนี้

จังหวัดเชียงราย ไม้ใหญ่ (tree) ในแปลงป่ายางพารามีจำนวนชนิดมากที่สุด และแปลงยางพารา ร่วมกับไม้ผลมีจำนวนต้นมากที่สุด และในไม้หนุ่ม (sapling) แปลงป่ายางพารามีชนิดและจำนวนต้นมากที่สุด เมื่อนำไม้ใหญ่และไม้หนุ่มมาพิจารณาร่วมกันปรากฏว่า แปลงป่ายางพารา มีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากที่สุด รองลงมา คือ แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และยางพาราเชิงเดี่ยว ตามลำดับ นำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงสังคมพบว่า ค่าดัชนีความหลากหลาย (H) ค่าดัชนีความร่ำรวย (R) และ ค่าดัชนีความเท่าเทียม (E) มีค่าสูงสุดในแปลงป่ายางพารา แสดงให้เห็นว่ารูปแบบแปลงตัวอย่างนี้มีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากที่สุดกว่ารูปแบบแปลงอื่น ทั้งยังมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ หากมองในแง่สิ่งแวดล้อมถือว่าอยู่ในระดับดี เมื่อเทียบกับรูปแบบแปลงอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแปลงยางพาราเชิงเดี่ยว ที่มีชนิดเพียง 1-2 ชนิด (ตารางที่ 4-32)

จังหวัดพะเยา แปลงป่ายางพารามีจำนวนชนิดไม้ใหญ่มากที่สุด และแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล มีจำนวนต้นมากที่สุด และในไม้หนุ่ม แปลงป่ายางพารามีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากที่สุด เมื่อนำไม้ใหญ่และไม้หนุ่มมาพิจารณาร่วมกันปรากฏว่า แปลงป่ายางพารา มีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากที่สุด รองลงมา คือ แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และยางพาราเชิงเดี่ยว ตามลำดับ เช่นเดียวกับในพื้นที่จังหวัดเชียงราย หากแต่เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงสังคมพบว่า แปลงยางพารา ร่วมกับไม้ผลมีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด แปลงป่ายางพารามีค่าดัชนีความร่ำรวยสูงสุด และแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงสุด เมื่อพิจารณาร่วมกันทั้งไม้ใหญ่และไม้หนุ่มพบว่า แปลงป่ายางพารา เป็นแปลงที่มีค่าดัชนีต่างๆ สูงสุด (ตารางที่ 4-32) กล่าวได้ว่าชนิดและจำนวนต้นมีการกระจายตัวที่ดี

จังหวัดน่าน แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลมีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากที่สุด และในไม้หนุ่ม แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลและแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า มีจำนวนชนิดเท่ากันแตกต่างกันเพียงจำนวนต้น ซึ่งแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลมีจำนวนต้นมากกว่า เมื่อนำไม้ใหญ่และไม้หนุ่มมาพิจารณาร่วมกัน ปรากฏว่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลมีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากที่สุด รองลงมาคือ แปลงยางพารา ร่วมกับไม้ป่า ป่ายางพารา และยางพาราเชิงเดี่ยว ตามลำดับ นำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงสังคมพบว่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล มีค่าดัชนีต่างๆ อยู่ในอันดับแรก (ตารางที่ 4-32)

ตารางที่ 4-32 จำนวนชนิด จำนวนต้นต่อไร่ ค่าความหลากหลาย Shannon-Wiener' s Index (H') ของไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และไม้ใหญ่+ไม้พุ่ม ปีที่ 2 (พ.ศ.2558)
จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง

จังหวัด	รูปแบบแปลง	ไม้ใหญ่ (tree)					ไม้พุ่ม (sapling)					ไม้ใหญ่+ไม้พุ่ม (tree + sapling)				
		ชนิด	ต้น	H	R	E	ชนิด	ต้น	H	R	E	ชนิด	ต้น	H	R	E
เชียงราย	ยางพาราเชิงเดี่ยว	2	66	0.136	0.239	0.196	2	12	0.693	0.402	1.000	3	78	0.593	0.459	0.540
เชียงราย	ยางพารา+ไม้ป่า	6	93	0.756	1.103	0.422						6	93	0.756	1.103	0.422
เชียงราย	ยางพารา+ไม้ผล	4	97	0.172	0.653	0.124	3	25	1.025	0.621	0.933	6	122	0.529	1.041	0.296
เชียงราย	ป่ายางพารา	23	64	2.322	5.290	0.740	9	61	2.154	1.946	0.980	27	125	2.688	5.385	0.816
พะเยา	ยางพาราเชิงเดี่ยว	1	97	-	-	-						1	97	-	-	-
พะเยา	ยางพารา+ไม้ป่า	2	80	0.377	0.228	0.544	1	13	-	-	-	2	93	0.341	0.221	0.492
พะเยา	ยางพารา+ไม้ผล	3	125	0.545	0.414	0.496						3	125	0.545	0.414	0.496
พะเยา	ป่ายางพารา	6	74	0.408	1.162	0.228	2	213	0.678	0.187	0.978	8	287	1.179	1.237	0.567
น่าน	ยางพาราเชิงเดี่ยว	1	59	-	-	-						1	59	-	-	-
น่าน	ยางพารา+ไม้ป่า	2	84	0.388	0.225	0.560	4	24	1.386	0.944	1.000	5	108	0.943	0.854	0.586
น่าน	ยางพารา+ไม้ผล	4	181	0.752	0.577	0.542	4	50	1.206	0.767	0.870	7	231	1.107	1.102	0.569
น่าน	ป่ายางพารา	2	68	0.562	0.237	0.811						2	68	0.562	0.237	0.811

หมายเหตุ: H = Shannon-Wiener's Index R = Richness Index E = Evenness Index

เมื่อนำค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index (H') ของไม้ใหญ่ จากการศึกษากันทั้งในปีที่ 1 และ ปีที่ 2 มาเปรียบเทียบกับ พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลาย ในปีที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน หากแต่อาจมีเพียงบางแปลงที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไป คือ มีค่าลดลง อาจเนื่องจากจำนวนต้นที่เปลี่ยนแปลงไป พื้นที่จังหวัดเชียงราย แปลงป่าอย่างพารามีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่และรูปแบบแปลงทั้งหมด ค่าดัชนีความหลากหลายของรูปแบบแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลในจังหวัดพะเยา และน่าน มีค่าสูงสุดและใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4-33)

ตารางที่ 4-33 เปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index (H') ของไม้ใหญ่ ปีที่ 1 และ ปีที่ 2 (พ.ศ.2557 และ 2558) จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง

รูปแบบแปลง	ตัวย่อ	ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener's Index (H') ของไม้ใหญ่					
		จังหวัดเชียงราย		จังหวัดพะเยา		จังหวัดน่าน	
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 1	ปีที่ 2
ยางพาราเชิงเดี่ยว	P	0.130	0.136	-	-	0.079	-
ยางพารา+ไม้ป่า	PT	0.979	0.756	0.380	0.377	0.422	0.388
ยางพารา+ไม้ผล	PA	0.376	0.172	0.516	0.545	0.752	0.752
ป่าอย่างพารา	PJ	2.179	2.322	0.418	0.408	0.574	0.562

4.2.5 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน

การเติบโตของต้นไม้ในพื้นที่สามารถบ่งบอกปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ซึ่งในพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด และรูปแบบแปลง 4 รูปแบบ พบว่า จังหวัดเชียงราย รูปแบบแปลงป่าอย่างพารามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด จังหวัดพะเยา รูปแบบแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด และจังหวัดน่าน รูปแบบแปลงยางพาราร่วมกับไม้ปามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด จะเห็นได้ว่า ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินไม่อาจนำเกณฑ์รูปแบบแปลงตัวอย่างมากำหนดได้ เนื่องจากมีการกระจายที่ไม่คงที่ (ตารางที่ 4-34)

ตารางที่ 4-34 เปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ปีที่ 1 และ ปีที่ 2 (พ.ศ.2557 และ 2558)
จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง

รูปแบบแปลง	ตัวย่อ	มวลชีวภาพเหนือดิน (ตันต่อไร่)					
		จังหวัดเชียงราย		จังหวัดพะเยา		จังหวัดน่าน	
		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 1	ปีที่ 2
ยางพาราเชิงเดี่ยว	P	9.66	12.97	11.65	13.78	8.12	9.08
ยางพารา+ไม้ป่า	PT	9.10	10.55	4.70	7.39	15.00	11.45
ยางพารา+ไม้ผล	PA	5.17	8.50	4.67	7.53	2.86	5.61
ป่ายางพารา	PJ	24.65	30.79	8.53	8.66	2.52	4.39

4.2.6 ปริมาณน้ำยางพาราในพื้นที่ระบบวนเกษตรในสวนยางพารา จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน

จากการสอบถามเจ้าของสวนยางพาราในพื้นที่แปลงทดลอง พบว่า ผลผลิตของการปลูกยางพารา รูปแบบเดียวกัน แต่พื้นที่ต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมาก ปริมาณน้ำยางประมาณ 20 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อวัน ช่วงเวลาในการกรีดยางจะอยู่ในช่วง 05.30-07.30 และในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 20.00-22.30 น. สามารถกรีดยางพาราได้ดีในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม รองลงมาเป็นช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม จะไม่สามารถกรีดยางได้ผลผลิตที่ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนไหลลงไปปะปนด้วย ดังนั้นชาวบ้านจึงเลือกที่จะหยุดกรีดยางในช่วงฤดูดังกล่าว ระยะเวลาในการกรีดยางจะทำ 2 วัน เว้น 1 วัน ดังนั้นใน 1 สัปดาห์จะสามารถกรีดยางได้ 4-5 วัน (ตารางที่ 4-35)

ตารางที่ 4-35 เปรียบเทียบปริมาณน้ำยางพาราที่กรีดยางได้และน้ำยางพาราที่ค้างอยู่ในถ้วย จำแนกตามจังหวัดและรูปแบบแปลง

รูปแบบแปลง	ตัวย่อ	ปริมาณน้ำยางพาราที่กรีดยางได้ ต่อไร่ ต่อวัน (กิโลกรัม)			ปริมาณน้ำยางพาราที่ค้างอยู่ในถ้วย (กรัม/ถ้วย)		
		เชียงราย	พะเยา	น่าน	เชียงราย	พะเยา	น่าน
ยางพาราเชิงเดี่ยว	P				400	560	450
ยางพารา+ไม้ป่า	PT		20		300	400	350
ยางพารา+ไม้ผล	PA						
ป่ายางพารา	PJ	20		20	200	400	330

ข้อมูลจากศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ตารางที่ 4-36) ระบุว่า ปี พ.ศ.2557 และ 2558 ผลผลิตยางพาราต่อเนื้อที่กรีดยางทั่วประเทศ เท่ากับ 251 และ 237 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามภาค พบว่า ภาคเหนือ ผลผลิตยางพาราต่อเนื้อที่กรีดยาง เท่ากับ 175 และ 156 กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อจำแนกตามจังหวัดตามโครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่า จังหวัดเชียงราย มีผลผลิตต่อเนื้อที่กรีดยาง เท่ากับ 205 และ 189 กิโลกรัม ตามลำดับ จังหวัดพะเยา มีผลผลิตต่อเนื้อที่กรีดยาง เท่ากับ 204 และ 189 กิโลกรัม ตามลำดับ และจังหวัดน่าน มีผลผลิตต่อเนื้อที่กรีดยาง เท่ากับ 108 และ 98 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4-36 ผลผลิตยางพาราต่อเนื้อที่กรีดยาง

ปี พ.ศ.	เนื้อที่กรีดยางได้* (ไร่)				
	รวมทั้งประเทศ	ภาคเหนือ	จังหวัด		
			เชียงราย	พะเยา	น่าน
2557	18,223,833	564,166	218,645	46,891	65,491
2558	18,846,009	652,394	243,111	56,893	73,241
ผลผลิต* (กิโลกรัม/ไร่/ปี)					
2557	251	175	205	204	108
2558	237	156	189	180	98
รูปแบบแปลง		ตัวอย่าง	ผลผลิตจากการสอบถาม (กิโลกรัม/ไร่/ปี)		
2558	ยางพาราเชิงเดี่ยว	P	150	160	100
2558	ยางพารา+ไม้ป่า	PT	120	130	80
2558	ยางพารา+ไม้ผล	PA	100	120	80
2558	ป่ายางพารา	PJ	100	100	70

หมายเหตุ *ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

4.2.7 จำนวนชนิดและเมล็ดไม้ที่สะสมในดิน

จากการศึกษาจำนวนชนิดและเมล็ดไม้ที่สะสมในดินในแต่ละระดับชั้นดิน ซึ่งมีรูปแบบการปลูกยางพาราที่แตกต่างกัน ได้แก่ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ป่า ยางพาราร่วมกับไม้ผล และป่ายางพารา ผลการศึกษา พบว่า 1) ที่ระดับชั้นบนเหนือดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นได้ว่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า พบมากที่สุด คือ 2 ชนิด จำนวน 31,429 เมล็ด/ไร่ และรองลงมาคือแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล 1 ชนิด จำนวน 2,667 เมล็ด/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งจะพบเมล็ดเพียง 2 แปลงตัวอย่างเท่านั้น 2) ระดับดินที่ความลึก 0-2 เซนติเมตร จาก 4 รูปแบบการปลูกยางพารา ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่า ป่ายางพาราพบเมล็ดมากที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า และแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล (3 ชนิด

จำนวน 830,000 เมล็ด/ไร่, 2 ชนิด จำนวน 517,333 เมล็ด/ไร่, 3 ชนิด จำนวน 357,143 เมล็ด/ไร่ และ 4 ชนิด จำนวน 250,667 เมล็ด/ไร่ ตามลำดับ) 3) ระดับดินที่ความลึก 2-5 เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลพบเมล็ดมากที่สุด รองลงมาแปลงยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า และแปลงตัวอย่างป่ายางพารา ซึ่งพบ 2 ชนิด จำนวน 544,000 เมล็ด/ไร่, 2 ชนิด จำนวน 541,333 เมล็ด/ไร่, 2 ชนิด จำนวน 477,143 เมล็ด/ไร่, และ 1 ชนิด จำนวน 146,667 เมล็ด/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.37) จะเห็นได้ว่าชั้นบนเหนือดินในแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่าพบจำนวนเมล็ดมาก เนื่องจากแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีต้นไม้หลากหลายชนิด จึงทำให้มีเมล็ดที่สะสมในดินมีปริมาณมากและเป็นพื้นที่ที่ถูกรบกวนน้อยกว่าแปลงยางพาราอื่นๆ

ตารางที่ 4-37 ปริมาณการสะสมของเมล็ดในดิน

แปลงตัวอย่าง	ชั้นบน		ชั้น 0-2 ซม.		ชั้น 2-5 ซม.	
	ชนิด	จำนวน	ชนิด	จำนวน	ชนิด	จำนวน
		(เมล็ัด/ไร่)		(เมล็ัด/ไร่)		(เมล็ัด/ไร่)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	0 ^a	0 ^a	2	517,333	2	541,333
ยางพารา+ไม้ป่า	2 ^b	31,429 ^b	3	357,143	2	477,143
ยางพารา+ไม้ผล	1 ^a	2,667 ^a	4	250,667	2	544,000
ป่ายางพารา	0 ^a	0 ^a	3	830,000	1	146,667
P-Value	0.05*	0.00*	0.90 ^{ns}	0.86 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.68 ^{ns}

4.2.8 ปริมาณการร่วงหล่นของเมล็ด

ผลการศึกษาการร่วงหล่นของเมล็ด 1) ในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างป่ายางพาราผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบจำนวน 1 ชนิด จำนวน 213 เมล็ด/ไร่, 4 ชนิด จำนวน 8,457 เมล็ด/ไร่, 6 ชนิด จำนวน 3,200 เมล็ด/ไร่ และ 5 ชนิด จำนวน 933 เมล็ด/ไร่ ตามลำดับ 2) เดือนมิถุนายน-สิงหาคม พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบจำนวน 1 ชนิด จำนวน 533 เมล็ด/ไร่, 2 ชนิด จำนวน 1,371 เมล็ด/ไร่, 1 ชนิด จำนวน 320 เมล็ด/ไร่ และ 2 ชนิด จำนวน 667 เมล็ด/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-38) เนื่องจากในทุกรูปแบบการปลูกของยางพาราเป็นไม้เด่น และมีความหลากหลายชนิดและความร่ำรวยของพืชน้อยจึงทำให้มีปริมาณของเมล็ดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4-38 ปริมาณการร่วงหล่นของเมล็ด

แปลงตัวอย่าง	มีค 57-พค 57		มิย 57 –สค 57	
	จำนวน (ชนิด/ไร่)	จำนวน (เมล็ด/ไร่)	จำนวน (ชนิด/ไร่)	จำนวน (เมล็ด/ไร่)
ยางพารา	1	213	1	533
ยางพารา+ไม้ป่า	4	8,457	2	1,371
ยางพารา+ไม้ผล	6	3,200	1	320
ป่ายางพารา	5	933	2	667
P-Value	0.65 ^{ns}	0.40 ^{ns}	0.82 ^{ns}	0.48 ^{ns}

4.2.9 อัตราการงอกของเมล็ด

ผลการศึกษาอัตราการงอกของเมล็ด ที่ระดับชั้นบน พบอัตราการงอกของเมล็ดที่แปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล เท่ากับ 1 เมล็ด/วัน ที่ระดับความลึกของดิน 0-2 เซนติเมตร ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า และแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล เท่ากับ 1 2 และ 2 เมล็ด/วัน ตามลำดับ และที่ระดับความลึกของดิน 2-5 เซนติเมตร ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างป่ายางพารา เท่ากับ 3 4 1 และ 1 เมล็ด/วัน ตามลำดับ จากการศึกษาทั้ง 3 ระดับชั้นความลึกของดินพบที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-39) เนื่องจากเมล็ดที่พบส่วนใหญ่ไม่มีชีวิตแล้ว

ตารางที่ 4-39 อัตราการงอกของเมล็ดที่ระดับชั้นดิน

แปลง	ชั้นบน	0-2 ซม.	2-5 ซม.
	เมล็ด/วัน		
ยางพารา	-	1	3
ยางพารา+ไม้ป่า	-	2	4
ยางพารา+ไม้ผล	1	2	1
ป่ายางพารา	-	-	1
P-Value	0.44 ^{ns}	0.78 ^{ns}	0.66 ^{ns}

4.2.10 อัตราการงอกของเมล็ดที่ร่วงหล่น

ผลการศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม ในแปลงตัวอย่างยางพารา ร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างปายางพารา มีค่าเท่ากับ 3 2 และ 2 เมล็ด/วัน ตามลำดับ และในช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม ในแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพารา ร่วมกับไม้ป่า และแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล เท่ากับ 1 1 และ 1 เมล็ด/วัน ตามลำดับ จากการศึกษา พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-40) เนื่องจากเมล็ดที่งอกส่วนใหญ่เป็นเมล็ด ยางพาราซึ่งเป็นพันธุ์เดียวกันและมีอายุใกล้เคียงกันจึงมีอัตราการงอกที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-40 อัตราการงอกของเมล็ดที่ร่วงหล่น

แปลง	มีค 57-พค 57	มิย 57 –สค 57
	เมล็็ด/วัน	
ยางพารา	-	1
ยางพารา+ไม้ป่า	3	1
ยางพารา+ไม้ผล	2	1
ปายางพารา	2	-
P-Value	0.63 ^{ns}	0.50 ^{ns}

4.2.11 ปริมาณการสะสมของซากพืชที่สะสมในดิน

จากการศึกษาปริมาณซากพืชสะสมในดิน ในแปลงยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ป่า ยางพาราร่วมกับไม้ผลและปายางพารา ผลการศึกษาที่ระดับชั้นบนเหนือดินพบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณซากพืชของแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลมากที่สุด รองลงมายางพารา ร่วมกับไม้ ปายางพารา และยางพาราเชิงเดี่ยว มีปริมาณเท่ากับ 47.41 42.35 41.40 และ 34.53 กรัม ตามลำดับ ระดับดินที่ความลึก 0-2 ซม. ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณซากพืชของแปลงยางพาราเชิงเดี่ยว รองลงมายางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และ ปายางพารา มีปริมาณเท่ากับ 113.20 112.87 99.80 และ 82.13 กรัม ตามลำดับ ระดับดินที่ความลึก 2-5 ซม. ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณซากพืชของแปลงยางพารา ร่วมกับไม้ผล รองลงมายางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และปายางพารา มีปริมาณเท่ากับ 119.60 117.13 109.53 และ 76.27 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4-41) เนื่องจากมียางพาราเป็นไม้เด่น ซึ่งเป็นพันธุ์เดียวกันและมีอายุใกล้เคียงกัน จึงทำให้ปริมาณการสะสมของซากพืชที่สะสมในดินใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-41 ปริมาณซากพืชที่สะสมในดิน

แปลง	ชั้นบนG	ชั้น 0-2 ซม	ชั้น 2-5 ซม
ยางพารา	34.53	113.20	117.13
ยางพารา+ไม้ป่า	42.35	99.80	109.53
ยางพารา+ไม้ผล	47.41	112.87	119.60
ป่ายางพารา	41.40	82.13	76.27
P-Value	0.92 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.27 ^{ns}

4.2.12 ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช

ผลการศึกษาปริมาณของซากพืชที่ร่วงหล่นในรอบปี แปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างป่ายางพารา ซึ่งปริมาณของซากพืชที่ร่วงหล่น ช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม จากการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีปริมาณมากที่สุด รองลงมา ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล และป่ายางพารา มีปริมาณเท่ากับ 47.37 37.48 26.67 และ 17.29 กรัม ตามลำดับ ช่วงเดือน มิถุนายน – สิงหาคม จากการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาป่ายางพารา ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่า มีปริมาณเท่ากับ 75.18 61.55 30.59 23.29 กรัม ตามลำดับ ช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน จากการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าแปลงป่ายางพารามีปริมาณมากที่สุด รองลงมายางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และยางพาราร่วมกับไม้ผล มีปริมาณเท่ากับ 115.90 109.19 69.01 และ 33.71 กรัม ช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ จากการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า รองลงมาป่ายางพารา ยางพาราเชิงเดี่ยว และยางพาราร่วมกับไม้ผล มีปริมาณเท่ากับ 22.12 21.75 16.72 และ 14.52 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4-42) จากข้อมูลทั้ง 4 รูปแบบของการปลูกยางพารามีการร่วงของปริมาณซากพืชแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องจากมียางพาราเป็นไม้เด่น ซึ่งเป็นพันธุ์เดียวกันและมีอายุใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-42 ปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่น

แปลง	มีค 57-พค 57	มีย 57 –สค 57
ยางพารา	37.48	75.18
ยางพารา+ไม้ป่า	47.37	23.29
ยางพารา+ไม้ผล	26.67	30.59
ป่ายางพารา	17.29	61.55
P-Value	0.82 ^{ns}	0.49 ^{ns}

4.2.13 ภาพถ่ายเรือนยอดในรอบปี

ผลการศึกษาภาพถ่ายเรือนยอดใน แปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างป่ายางพารา พบว่าช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม ช่องว่างระหว่างเรือนยอดของแต่ละรูปแบบการปลูกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงยางพารามีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด รองลงมา คือ แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราเชิงเดี่ยว และ ยางพาราร่วมกับไม้ป่า มีค่าเท่ากับ 36.81 31.85 31.00 และ 27.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ช่วงเดือน มิถุนายน-สิงหาคม จากการศึกษพบว่าช่องว่างระหว่างเรือนยอดของแต่ละรูปแบบการปลูกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผลมีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด รองลงมา คือ แปลงป่ายางพารา ยางพาราเชิงเดี่ยว และยางพาราร่วมกับไม้ป่า มีค่าเท่ากับ 23.06 19.60 16.09 และ 10.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาภาพถ่ายเรือนยอดใน แปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างป่ายางพารา พบว่า ช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม การปกคลุมเรือนยอดของแต่ละรูปแบบการปลูกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด รองลงมา คือ แปลงยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล และป่ายางพารา มีค่าเท่ากับ 72.42 69.00 68.15 และ 63.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม พบว่าการปกคลุมเรือนยอดของแต่ละรูปแบบการปลูกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด รองลงมายางพาราเชิงเดี่ยว ป่ายางพารา และ ยางพาราร่วมกับไม้ผล มีค่าเท่ากับ 89.35 83.91 80.40 และ 76.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาภาพถ่ายเรื้อนยอดโน แปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยว แปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่า แปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล และแปลงตัวอย่างปายางพารา พบว่าช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม ความเข้มแสงของแต่ละรูปแบบการปลูกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด รองลงมาปายางพารา ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราเชิงเดี่ยว มีค่าเท่ากับ 46.96 46.87 46.84 และ 46.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม พบว่าความเข้มแสงของแต่ละรูปแบบการปลูกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด รองลงมาปายางพารา ยางพาราเชิงเดี่ยว และแปลงยางพาราร่วมกับไม้ผล มีค่าเท่ากับ 50.80 50.27 49.83 และ 48.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-43) เนื่องจากแปลงยางพาราทั้ง 4 รูปแบบการปลูกเป็นยางพาราพันธุ์เดียวกันที่มีอายุใกล้เคียงกันทำให้ค่าร้อยละช่องว่าง การปกคลุมของเรื้อนยอด และความเข้มแสงมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-43 ภาพถ่ายเรื้อนยอด

ช่วงเวลา	แปลง	ช่องว่าง (%)	การปกคลุมเรื้อนยอด (%)	ความเข้มแสง (%)
มี.ค. 57-พ.ค. 57	ยางพารา	31.00	69.00	46.65
	ยางพารา+ไม้ป่า	27.58	72.42	46.96
	ยางพารา+ไม้ผล	31.85	68.15	46.84
	ปายางพารา	36.81	63.19	46.87
	P-Value	0.65 ^{ns}	0.65 ^{ns}	1.00 ^{ns}
มิ.ย. 57-ส.ค. 57	ยางพารา	16.09	83.91	49.83
	ยางพารา+ไม้ป่า	10.65	89.35	50.80
	ยางพารา+ไม้ผล	23.06	76.94	48.57
	ปายางพารา	19.60	80.40	50.27
	P-Value	0.37 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.89 ^{ns}

4.3 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (โครงการย่อยที่ 3)

4.3.1 สมบัติของดินและลักษณะทางอุทกวิทยา (การศึกษาในปีที่ 1)

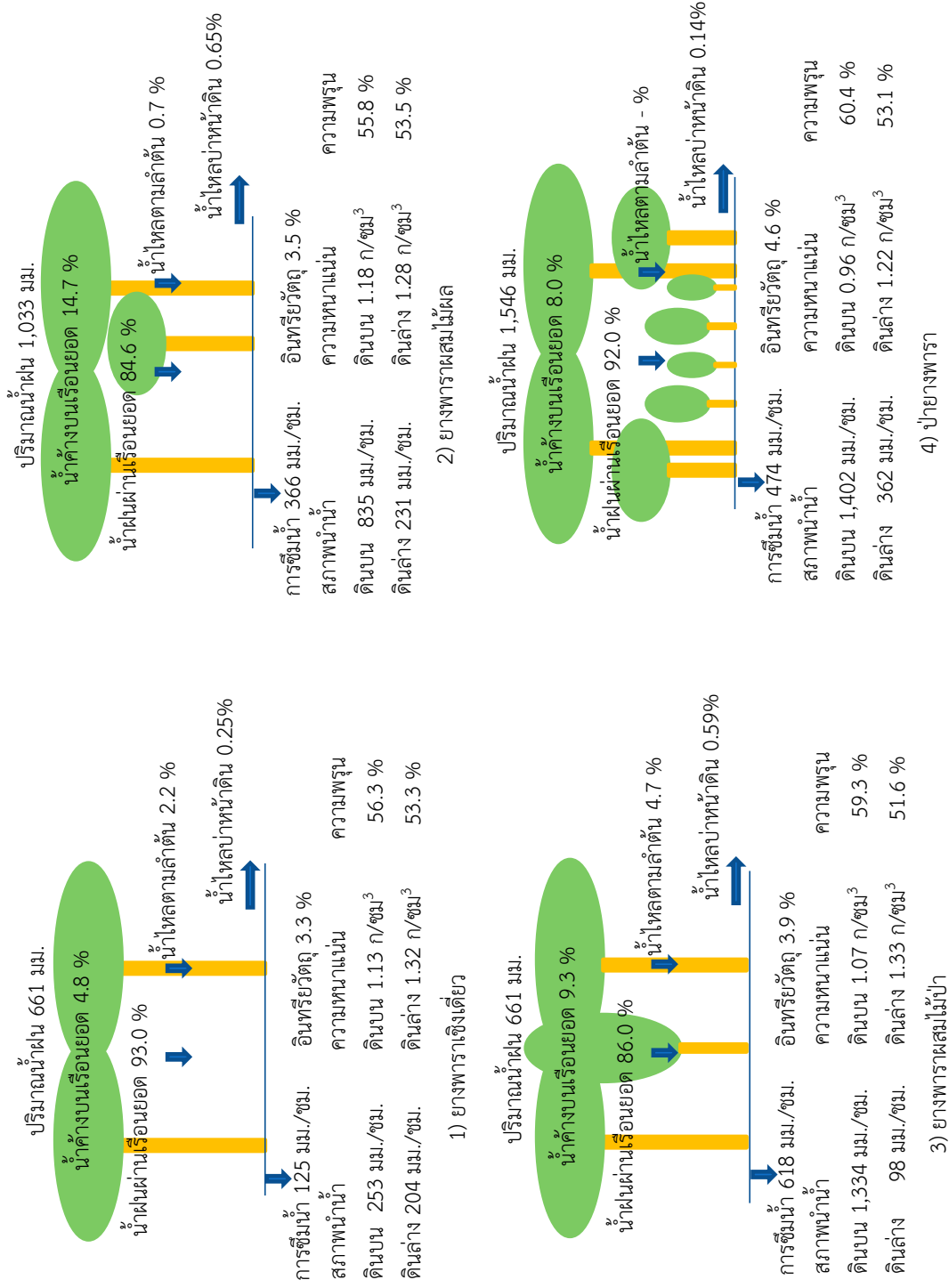
การศึกษาในปีที่ 1 ดำเนินการศึกษาถึงสมบัติของดิน และลักษณะทางอุทกวิทยา การรวบรวมข้อมูลตัวอย่างดินจากแปลงตัวอย่างในจังหวัดเชียงราย น่าน และพะเยา และการวางแผนทดลองศึกษาปริมาณน้ำพืชยึดและน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณจังหวัดน่าน สามารถสรุปถึงบทบาทของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราที่มีต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา ได้ดังนี้

บทบาทของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราที่มีต่อสมบัติดิน พบว่า สมบัติดินที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างรูปแบบการปลูกยางพาราแบบต่างๆ ที่ชัดเจน คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความหนาแน่นรวม และความพรุนรวมของดิน โดยดินบริเวณป่ายางพารามีอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุด ความหนาแน่นรวมน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าความพรุนรวมที่มากที่สุด ในขณะที่ดินบริเวณที่มีการปลูกยางพาราแบบเชิงเตี้ยมีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุด มีความหนาแน่นของดินมากกว่า และมีความพรุนรวมน้อยกว่าดินในป่ายางพารา ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณป่ายางพารามีการเจริญเติบโตของไม้พื้นล่าง และมีเศษซากพืช ปกคลุมมากกว่า ทำให้อุณหภูมิของดินไม่สูงเกินไป ความชื้นไม่สูญเสียมากเกินไป ส่งผลเกิดการย่อยสลายเศษซากพืช และทำให้สะสมเป็นปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มากกว่า และส่งผลต่อไปยังความพรุนของดินที่สูงกว่า เมื่อความพรุนสูงกว่า ก็มีผลต่อความหนาแน่นรวมที่ต่ำกว่า (ตารางที่ 4-44 และ ภาพที่ 4-4)

บทบาทของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราที่มีต่อลักษณะทางอุทกวิทยา พบว่า ปริมาณน้ำพืชยึด การซึมผ่านผิวดิน การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน (สภาพน้ำของดินอิมตัว) และน้ำไหลบ่าหน้าดินของพื้นที่การปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการเคลื่อนที่ของน้ำในดินชั้นล่างที่ไม่มีความแตกต่างกัน โดยเรือนยอดของการปลูกยางพาราเชิงเตี้ยมีปริมาณน้ำฝนที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดน้อยที่สุด เมื่อรวมกับปริมาณน้ำไหลตามลำต้นแล้ว ทำให้มีปริมาณน้ำฝนเคลื่อนผ่านลงสู่พื้นดินได้มากที่สุด ในขณะที่เรือนยอดของการปลูกรูปแบบวนเกษตรทั้ง 3 แบบ สามารถสกัดกั้นปริมาณน้ำฝนไว้ได้มากกว่าเท่าตัวเมื่อเทียบกับการปลูกแบบยางพาราเชิงเตี้ย ส่วนเรือนยอดของป่ายางพาราจากแปลงตัวอย่างที่ศึกษาไม่ได้แสดงผลในการสกัดกั้นปริมาณน้ำฝนสูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากต้นยางพาราที่ปลูกยังมีอายุน้อย (ประมาณ 5 ปี) และยังขยายเรือนยอดไม่คลุมทั้งพื้นที่ อย่างไรก็ตามอิทธิพลของสมบัติดินที่มีความหนาแน่นต่ำ ความพรุนสูง และมีการซึมผ่านผิวดินได้ดี ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่นี้มีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการปลูกรูปแบบอื่น ๆ (ภาพที่ 4-4)

ตารางที่ 4-44 ผลของการปลูกยางพาราในรูปแบบที่แตกต่างกันที่มีต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา บริเวณแปลงตัวอย่างในจังหวัดเชียงใหม่ และพะเยา

พารามิเตอร์	หน่วย	ชั้นดิน	ยอดสูงของ L _{0.05} L _{0.1} L _{0.2} L _{0.5} L _{1.0} L _{2.0} L _{5.0} L _{10.0}	ยผสูงของ L _{0.05} L _{0.1} L _{0.2} L _{0.5} L _{1.0} L _{2.0} L _{5.0} L _{10.0}	พื้นที่ผสูงของ L _{0.05} L _{0.1} L _{0.2} L _{0.5} L _{1.0} L _{2.0} L _{5.0} L _{10.0}	ความแตกต่างทางสถิติ
สมบัติดิน	เนื้อดิน	ดินบน	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
		ดินล่าง	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
	ความเป็นกรด-ด่าง	ดินบน	4.36	4.34	4.47	4.43
		ดินล่าง	4.49	4.44	4.61	4.53
	อินทรียวัตถุ	ดินบน	3.31	3.50	3.93	4.64
		ดินล่าง	1.55	2.46	2.26	2.39
	ความหนาแน่นรวม	ดินบน	1.13	1.18	1.07	0.96
		ดินล่าง	1.32	1.28	1.33	1.22
	ความหนาแน่นอนุภาค	ดินบน	2.57	2.66	2.63	2.48
		ดินล่าง	2.89	2.77	2.75	2.63
ลักษณะทางอุทกวิทยา	ปริมาณน้ำพืชยึด	ดินบน	56.26	55.57	59.33	60.37
		ดินล่าง	53.34	53.49	51.61	53.09
	การซึมน้ำผ่านผิวดิน	ดินบน	4.8	14.7	9.3	8
		ดินล่าง	125	366	618	474
	สภาพน้ำหน้าของดินอิมตัว	ดินบน	253	835	1334	1402
		ดินล่าง	204	231	98	362
	น้ำไหลผ่านดิน	-	0.25	0.65	0.59	0.14
		-	4.8	14.7	9.3	8
	ร้อยละของปริมาณน้ำฝน	-	125	366	618	474
		-	253	835	1334	1402
	ร้อยละของปริมาณน้ำฝน	-	204	231	98	362
		-	0.25	0.65	0.59	0.14



ภาพที่ 4-4 แผนภูมิสรุปผลของการปลูกยางพาราในรูปแบบที่แตกต่างกันที่มีต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา บริเวณแปลงตัวอย่างในจังหวัดเชียงราย น่าน และพะเยา

4.3.2 การสูญเสียน้ำ

กระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกี่ยวกับการสูญเสียน้ำออกไปจากระบบนิเวศที่ทำการศึกษาคั้งนี้ ดำเนินการตรวจวัด 2 กระบวนการคือ การสูญเสียน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำพืชยึดที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอด (canopy intercepted water) และการสูญเสียน้ำเนื่องจากกระบวนการน้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface runoff) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) ปริมาณน้ำพืชยึด

ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากกระบวนการน้ำพืชยึดหรือน้ำที่ติดค้างบนเรือนยอดของพื้นที่ที่มีการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา จากข้อมูลที่ทำการศึกษาตรวจวัดระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม พ. ศ. 2558 แสดงไว้ใน ตารางผนวกที่ 2 ถึง ตารางผนวกที่ 5 ได้ผลสรุปดังแสดงในตารางที่ 4-45 และภาพที่ 4-5 ดังนี้

1.1) พื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว

จำนวนวันที่ฝนตกระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษาตรวจวัดคือ 59 วัน วัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (gross rainfall) ได้ประมาณ 692 มิลลิเมตร เป็นน้ำฝนที่ตกทะลุผ่านเรือนยอดลงสู่พื้นดินประมาณ 588 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 85.0 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ไหลไปตามลำต้นประมาณ 16 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2.3 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดประมาณ 88 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.6 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด โดยมีการกระจายของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงการตกของฝนอยู่ระหว่างร้อยละ 9.2 – 32.2

1.2) พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล

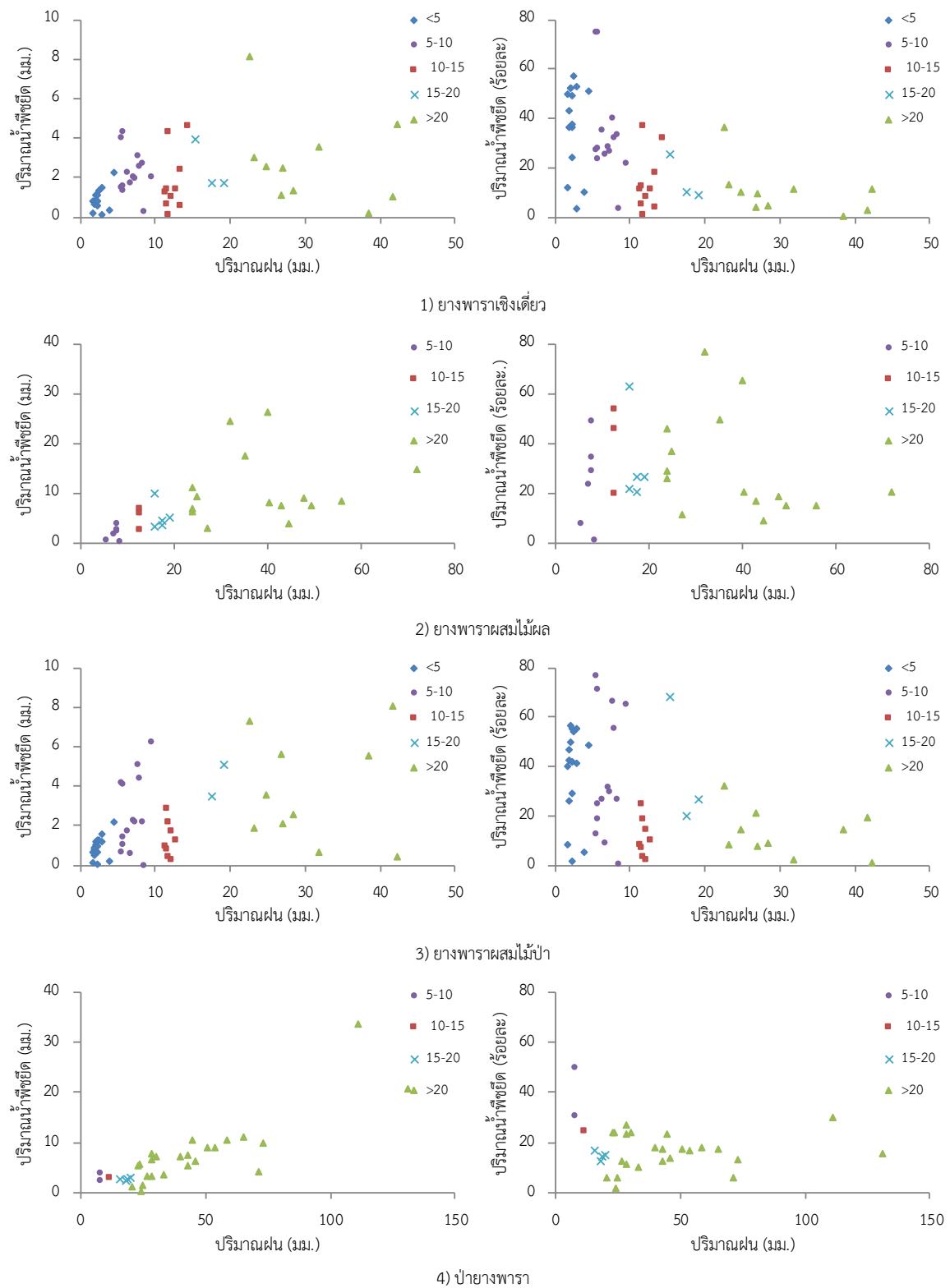
วัดฝนที่ตกได้จำนวน 30 วัน มีปริมาณน้ำฝนทั้งหมดประมาณ 770 มิลลิเมตร และน้ำฝนที่ตกทะลุผ่านเรือนยอดลงสู่พื้นดินประมาณ 547 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 71.0 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ไหลไปตามลำต้นประมาณ 13 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 1.6 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดประมาณ 211 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 27.4 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด โดยมีการกระจายของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงการตกของฝนอยู่ระหว่างร้อยละ 19.8 – 39.9

1.3) พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า

ฝนที่ตกบริเวณพื้นที่นี้มีจำนวน 59 วัน วัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมดได้ประมาณ 692 มิลลิเมตร เป็นน้ำฝนที่ตกทะลุผ่านเรือนยอดลงสู่พื้นดินประมาณ 551 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 79.6 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ไหลไปตามลำต้นประมาณ 19 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2.7 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดประมาณ 122 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.7 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด โดยมีการกระจายของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงการตกของฝนอยู่ระหว่างร้อยละ 8.5 – 37.8

ตารางที่ 4-45 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยัดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราแบบที่แตกต่างกัน
จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอขนานน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน
ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2558

รูปแบบการปลูก	ช่วงชั้น ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	จำนวน วันที่ บันทึก ข้อมูล	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
			น้ำฝน ทั้งหมด (มม.)	น้ำฝน ผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหล ตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพืชยัด (มม.)	น้ำฝน ผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหล ตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยัด (ร้อยละ)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	0-5	17	41	31	2	8	75.4	4.3	20.3
	5-10	14	98	64	2	31	65.5	2.3	32.2
	10-15	14	175	157	4	14	89.4	2.4	8.2
	15-20	4	71	63	3	5	88.2	4.5	7.4
	>20	10	307	274	5	28	89.3	1.5	9.2
	สรุป	59	692	588	16	88	85.0	2.3	12.6
ยางพาราผสมไม้ผล	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-10	6	45	34	0	11	74.3	1.0	24.7
	10-15	3	38	22	1	15	58.2	1.9	39.9
	15-20	6	103	80	3	21	77.5	2.6	19.8
	>20	15	583	411	9	164	70.4	1.5	28.1
	สรุป	30	770	547	13	211	71.0	1.6	27.4
ยางพาราผสมไม้ป่า	0-5	17	41	24	2	15	58.5	3.7	37.8
	5-10	14	98	59	2	36	60.6	2.5	36.9
	10-15	14	175	155	5	15	88.6	2.9	8.5
	15-20	4	71	49	4	18	68.4	5.6	25.9
	>20	10	307	264	6	38	85.9	1.8	12.3
	สรุป	59	692	551	19	122	79.6	2.7	17.7
ป่ายางพารา	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-10	2	16	9	-	6	59.5	-	40.5
	10-15	1	12	9	-	3	75.0	-	25.0
	15-20	4	73	62	-	11	85.2	-	14.8
	>20	24	1,126	934	-	192	83.0	-	17.0
	สรุป	31	1,227	1,015	-	212	82.7	-	17.3



ภาพที่ 4-5 ปริมาณน้ำพืชยืนบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณ อำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2558

1.4) พื้นที่ป่ายางพารา

จำนวนวันที่ฝนตกวัดได้ 31 วัน มีปริมาณน้ำฝนทั้งหมดได้ประมาณ 1,227 มิลลิเมตร เป็นน้ำฝนที่ตกทะลุผ่านเรือนยอดลงสู่พื้นดินประมาณ 1,015 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 82.7 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดประมาณ 212 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.3 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด โดยมีการกระจายของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงการตกของฝนอยู่ระหว่างร้อยละ 17.0 – 40.5

เมื่อเปรียบเทียบการกระจายของปริมาณการตกของฝนแต่ละแปลงตัวอย่างพบว่า ฝนที่ตกบริเวณพื้นที่แปลงตัวอย่างที่อยู่ในอำเภอนาน้อย ได้แก่ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่า ส่วนใหญ่มีปริมาณต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร ซึ่งตรงกันข้ามกับการตกของฝนที่ตรวจวัดได้บริเวณแปลงป่ายางพาราซึ่งอยู่บริเวณอำเภอสองแคว (ตารางที่ 4-45)

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการตกของฝนกับปริมาณน้ำพืชยึดที่วัดได้ในแต่ละช่วงชั้นของปริมาณน้ำฝนมีลักษณะใกล้เคียงกันคือ ปริมาณน้ำพืชยึดที่วัดได้ในแต่ละช่วงชั้นของปริมาณน้ำฝน มีการกระจายของข้อมูลสูงมาก แต่พอสรุปแนวโน้มได้ว่า เมื่อปริมาณฝนที่ตกมีมากขึ้น ปริมาณน้ำฝนจะติดค้างอยู่บนเรือนยอดมากขึ้น แต่ถ้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของปริมาณน้ำฝนที่ตก พบว่าเมื่อฝนที่ตกมีปริมาณน้อย น้ำฝนจะติดค้างที่เรือนยอดเป็นสัดส่วนที่มากกว่าวันที่มีฝนตกในปริมาณมาก (ภาพที่ 4-5)

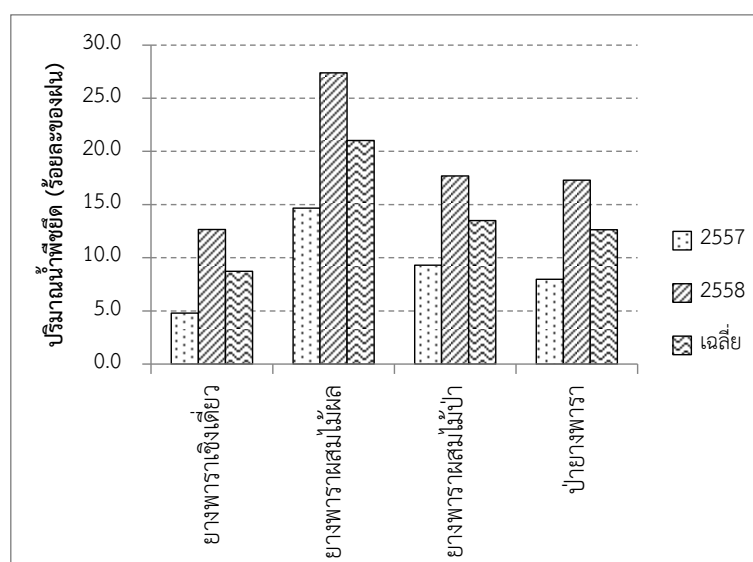
การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของปริมาณน้ำพืชยึดบริเวณแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ป่ายางพารา ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่า ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 12.6 17.3 27.4 และ 17.7 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ตามลำดับ พบว่า ร้อยละของปริมาณน้ำพืชยึดบริเวณป่ายางพารามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำพืชยึดบริเวณปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราร่วมกับไม้ป่า ทั้งนี้เนื่องจากความผันแปรของข้อมูลมีค่าสูงมาก

เมื่อนำผลการศึกษาที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาในปีนี้ เปรียบเทียบกับที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาเดียวกันคือระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม ปี พ. ศ. 2557 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-46 และภาพที่ 4-6 พบว่า ปริมาณน้ำพืชยึดที่ตรวจวัดได้ในปี พ. ศ. 2558 ของทุกแปลงตัวอย่างมีค่ามากกว่าที่วัดได้ในปี พ. ศ. 2557 ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนวันและปริมาณของฝนที่ตกน้อยกว่า (ยกเว้นบริเวณแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราร่วมกับไม้ป่าซึ่งมีตำแหน่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าเล็กน้อย) การที่มีจำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าส่งผลให้น้ำที่ติดค้างอยู่บนใบมีโอกาสระเหยไไปได้มากกว่า ทำให้ใบมีความแห้งพอที่จะรองรับน้ำฝนที่ตกลงมาใหม่และติดค้างอยู่บนใบได้มากกว่ากรณีที่ฝนตกติดต่อกันหลาย ๆ วัน ใบจะเปียกอยู่ตลอดเวลามากกว่า ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาไม่สามารถติดยึดและค้าง

อยู่บนใบได้มากเท่ากับสภาวะที่ใบแห้ง นอกจากนั้น อาจเป็นไปได้ว่า ปีใดที่มีฝนตกน้อย ความหนักเบาในการตกก็อาจจะน้อย ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาสู่ใบมีโอกาสติดอยู่ที่ใบได้มากกว่าฝนที่มีความหนักเบาสูง ๆ

ตารางที่ 4-46 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยึดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558

รูปแบบการปลูก	ปีการศึกษา	จำนวนวันที่บันทึกข้อมูล	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
			น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่านเรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตามลำต้น (มม.)	น้ำพืชยึด (มม.)	น้ำฝนผ่านเรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตามลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยึด (ร้อยละ)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	2557	66	661	615	15	32	93.0	2.2	4.8
	2558	59	692	588	16	88	85.0	2.3	12.6
	เฉลี่ย		677	601	15	60	89.0	2.3	8.7
ยางพาราผสมไม้ผล	2557	56	1,033	874	7	152	84.6	0.7	14.7
	2558	30	770	547	13	211	71.0	1.6	27.4
	เฉลี่ย		902	710	10	181	77.8	1.2	21.0
ยางพาราผสมไม้ป่า	2557	66	661	569	31	61	86.0	4.7	9.3
	2558	59	692	551	19	122	79.6	2.7	17.7
	เฉลี่ย		677	560	25	92	82.8	3.7	13.5
ป่ายางพารา	2557	44	1,546	1,423	-	123	92.0	-	8.0
	2558	31	1,227	1,015	-	212	82.7	-	17.3
	เฉลี่ย		1,387	1,219	-	168	87.4	-	12.6



ภาพที่ 4-6 ปริมาณน้ำพืชไร่บริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราแบบที่ต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณ อำเภอน่าน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 และ 2558

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณน้ำพืชไร่ที่ตรวจวัดได้จากทั้ง 2 ปี สรุปเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำพืชไร่ของแปลงตัวอย่างที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ป่ายางพารา ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่าจากข้อมูลที่วัดได้ทั้ง 2 ปี คือร้อยละ 8.7 12.6 21.0 และ 13.5 ของปริมาณน้ำฝนตามลำดับ ซึ่งพบว่า การปลูกยางพาราแบบวนเกษตรมีผลทำให้มีปริมาณน้ำพืชไร่มากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกแบบวนเกษตรมีจำนวนชั้นเรือนยอดมากกว่าและมีพื้นที่ผิวใบมากกว่า ทำให้มีปริมาณน้ำที่ติดอยู่กับผิวใบได้มากกว่า

เมื่อนำผลที่ได้จากการศึกษานี้ไปเปรียบเทียบกับผลที่เคยศึกษาไว้ในอดีต (ตารางที่ 2-7) พบว่า ปริมาณน้ำพืชไร่ในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่วัดได้จากการศึกษานี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.7 น้อยกว่าที่วัดได้โดยพงษ์ศักดิ์และสมาน (2526) ที่ทำการศึกษาที่จังหวัดระยองซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 15.6 และเมื่อนำค่าดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้จากป่าธรรมชาติ โดยในกรณีนี้เทียบกับพื้นที่ป่าดิบเขาและป่าเบญจพรรณเนื่องจากน่าจะมีความเป็นไปได้ที่บริเวณที่ทำการศึกษาน่าจะมีสิ่งปกคลุมดินเดิมเป็นชนิดดังกล่าว พบว่า ค่าที่วัดได้จากการศึกษานี้มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับที่ตรวจวัดได้ในป่าดิบเขาซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 9 – 12 (เกษมและคณะ, 2514; Tanaka *et al.*, 2001) นอกจากนั้นค่าที่วัดได้จากแปลงตัวอย่างป่ายางพารา ยางพาราร่วมกับไม้ป่า ก็มีค่าใกล้เคียงกับที่ตรวจวัดได้ในป่าดิบเขาเช่นกัน ส่วนค่าที่ตรวจวัดได้จากแปลงตัวอย่างยางพาราร่วมกับไม้ผล (ในการศึกษานี้คือมะขาม) มีค่ามากกว่าที่ตรวจวัดได้ในป่าดิบเขา แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับที่วัดได้ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ พบว่า ค่าที่ตรวจวัดได้จากแปลงตัวอย่างทุกแปลงมีค่าน้อยกว่าค่าที่วัดได้จากป่าเบญจพรรณซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างประมาณร้อยละ

13 – 39 (อุทัยและถนัด, 2520; วารินทร์และคณะ, 2529) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การปลูกไม้ยืนต้นที่เป็นพืชเกษตรเชิงเดี่ยวชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างประมาณร้อยละ 19 - 48 พบว่า ค่าที่ตรวจวัดได้จากแปลงตัวอย่างยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าน้อยกว่ามาก และค่าที่วัดได้จากแปลงตัวอย่างการปลูกยางพาราแบบวนเกษตรก็มีค่าน้อยกว่าด้วยเช่นกัน

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสามารถพิจารณาบทบาทของการปลูกยางพาราแบบวนเกษตรได้ 2 มิติ คือ ทางด้านการอนุรักษ์ดิน และทางด้านการสูญเสียน้ำออกจากระบบ การที่มีปริมาณน้ำพืชยืนมากแสดงว่ามีการสูญเสียน้ำจากกระบวนการนี้มาก นั้นหมายความว่า การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำออกจากระบบจากกระบวนการน้ำพืชยืนน้อยกว่าการปลูกแบบระบบวนเกษตรและป่าธรรมชาติ แต่ในทางตรงกันข้าม การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวช่วยในการสกัดกั้นน้ำฝนไม่ให้ตกกระทบลงดินได้น้อยกว่าการปลูกแบบวนเกษตรและป่าธรรมชาติ

2) น้ำไหลบ่าหน้าดิน

ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ที่มีการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา จากข้อมูล que ทำการตรวจวัดระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม พ. ศ. 2558 แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 6 ถึงตารางผนวกที่ 9 สรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 4-47 พบว่า

ตารางที่ 4-47 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่ต่างกัน จากแปลง
ตัวอย่างบริเวณอำเภอนาโยงและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึง
เดือนตุลาคม พ. ศ. 2558

รูปแบบการปลูก	ช่วงชั้น ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	จำนวน วันที่ บันทึก ข้อมูล	จำนวน วันที่เกิด น้ำไหลบ่า	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน	
					ปริมาณ (มม.)	ร้อยละของ ปริมาณน้ำฝน (ร้อยละ)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	0-5	17	1	40.84	0.0065	0.0160
	5-10	14	6	97.56	0.0252	0.0258
	10-15	14	14	175.14	0.1033	0.0590
	15-20	4	4	70.98	0.0587	0.0828
	>20	10	10	307.20	0.4256	0.1385
	สรุป	59	35	691.72	0.6193	0.0895
ยางพาราผสมไม้ผล	0-5	-	-	-	-	-
	5-10	6	1	45.20	0.0079	0.0174
	10-15	3	-	38.20	-	-
	15-20	6	3	103.45	0.0926	0.0895
	>20	15	11	583.30	3.4219	0.5866
	สรุป	30	15	770.15	3.5224	0.4574
ยางพาราผสมไม้ป่า	0-5	17	1	40.84	0.0071	0.0175
	5-10	14	6	97.56	0.0416	0.0427
	10-15	14	14	175.14	0.1037	0.0592
	15-20	4	4	70.98	0.0528	0.0743
	>20	10	10	307.20	0.3221	0.1049
	สรุป	59	35	691.72	0.5273	0.0762
ป่ายางพารา	0-5	-	-	-	-	-
	5-10	2	2	15.92	0.0047	0.0298
	10-15	1	1	11.78	0.0029	0.0245
	15-20	4	4	73.05	0.0342	0.0468
	>20	24	24	1,126.18	0.6278	0.0557
	สรุป	31	31	1,226.93	0.6697	0.0546

2.1) พื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว

วัดปริมาณน้ำฝนได้ประมาณ 692 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินจำนวน 35 วัน จากวันที่บันทึกข้อมูลทั้งหมด 59 วัน มีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินเท่ากับ 0.6193 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.0895 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

2.2) พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล

วัดปริมาณน้ำฝนได้ประมาณ 770 มิลลิเมตร มีวันที่เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินจำนวน 15 วัน จากวันที่บันทึกข้อมูลทั้งหมด 30 วัน วัดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินได้เท่ากับ 3.5224 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.4574 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

2.3) พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า

ตรวจวัดวันที่เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้จำนวน 35 วัน จากวันที่มีบันทึกข้อมูลทั้งหมด 59 วัน วัดปริมาณน้ำฝนได้ประมาณ 692 มิลลิเมตร และน้ำไหลบ่าหน้าดินได้เท่ากับ 0.5273 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.0762 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

2.4) พื้นที่ป่ายางพารา

ฝนตกระหว่างช่วงเวลาที่ตรวจวัดข้อมูล จำนวน 31 วัน วัดปริมาณน้ำฝนได้ประมาณ 1,227 มิลลิเมตร เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินทุกวันที่เกิดฝนตก วัดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินได้เท่ากับ 0.6697 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.0546 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

เมื่อพิจารณาปริมาณการตกของฝนในแต่ละช่วงชั้นกับจำนวนครั้งในการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินในแต่ละแปลงตัวอย่างในตารางที่ 4-47 พบว่าส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ของน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เกิดขึ้น เกิดจากฝนที่ตกมากกว่า 10 มิลลิเมตรขึ้นไป และมีแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินกับปริมาณการตกของฝนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือเมื่อปริมาณน้ำฝนที่ตกมีมากขึ้น ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจะเพิ่มมากขึ้น

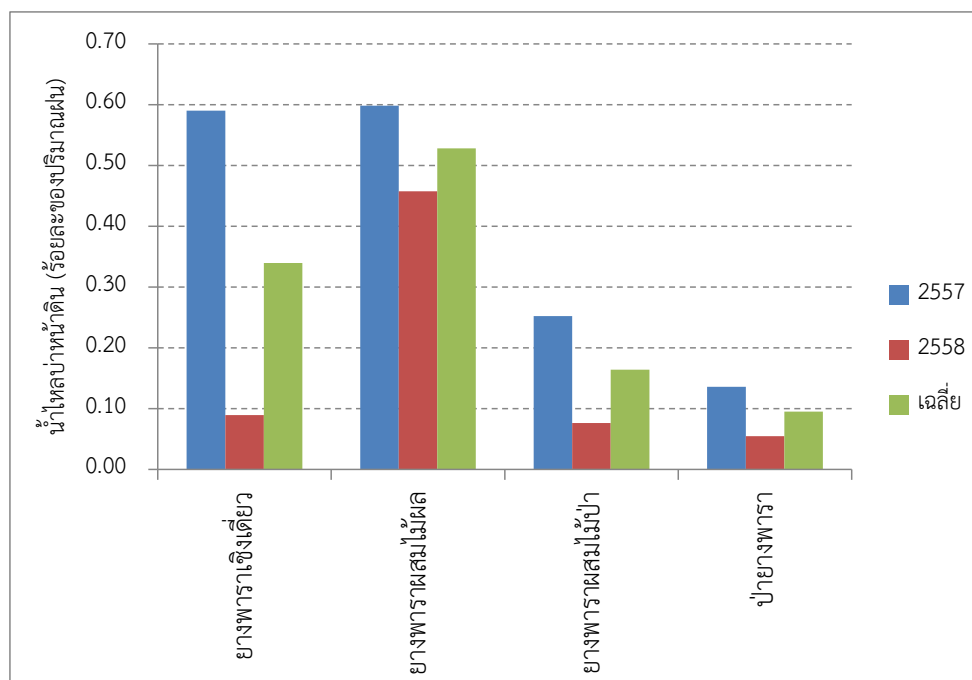
เมื่อนำผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ไปเปรียบเทียบกับผลของปีงบประมาณที่ผ่านมา พบว่ามีลำดับความมากน้อยของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินความสอดคล้องกับที่ตรวจวัดได้ในปี พ. ศ. 2557 ดังแสดงในตารางที่ 4-48 และภาพที่ 4-7 อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบปริมาณในหน่วยร้อยละของฝนที่ตก ค่าที่วัดได้ในปี พ. ศ. 2558 มีค่าน้อยกว่าที่วัดได้ในปี พ. ศ. 2557 อย่างมาก สาเหตุหลักน่าจะเนื่องจากลักษณะการตกของฝนที่แตกต่างกัน ซึ่งได้แก่ ความยาวนาน ความหนักเบา และความถี่ในการตกของฝนที่ตกติดต่อกันในแต่ละวัน โดยปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการซึมน้ำผ่านผิวดินและปริมาณความชื้นใน

ดินก่อนหน้าที่ฝนจะตก (antecedent soil moisture) กล่าวคือ หากฝนที่ตกมีความยาวนานหรือระยะเวลาในการตกสั้น ปริมาณน้ำที่ซึมลงดินยังมีน้อย ดินจึงยังไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ โอกาสเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินจึงมีน้อย และหากมีความหนักเบาต่ำจะส่งผลให้มีปริมาณการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงทำให้มีโอกาสในการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อย และหากวันก่อนหน้าไม่มีฝนตกหรือมีความถี่ในการตกของฝนติดต่อกันน้อยวัน น้ำในดินชั้นบนสามารถระบายลงสู่ดินชั้นล่างได้มากขึ้น ทำให้ช่องว่างในดินมีมาก ส่งผลให้น้ำซึมลงดินได้มาก โอกาสเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินก็มีน้อย อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าความแตกต่างกันที่ตรวจพบนั้นมีสาเหตุมาจากปัจจัยใด ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีงบประมาณในการติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนและเครื่องวัดความชื้นในดินอัตโนมัติ

เมื่อนำค่าเฉลี่ยการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เกิดขึ้นจากการศึกษาทั้ง 2 ปี มาเปรียบเทียบกัน พบว่า บริเวณป่ายางพารามีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือยางพาราร่วมกับไม้ป่า ยางพาราเชิงเดี่ยว และยางพาราร่วมกับไม้ผล ตามลำดับ โดยมีผลรวมของร้อยละของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินเท่ากับ 0.0951 0.1642 0.3397 และ 0.5279 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-48) ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินบน ได้แก่ ความหนาแน่นรวม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.73 1.05 1.13 และ 1.20 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ และความพรุนรวมของดิน ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 72.30 58.35 55.20 และ 53.61 ของปริมาตรของก้อนดิน ตามลำดับ โดยที่ความหนาแน่นรวมที่น้อยที่สุดและความพรุนรวมที่มากที่สุดของป่ายางพาราเมื่อเทียบกับแปลงตัวอย่างอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าดินมีช่องว่างมากกว่าทำให้มีสมรรถนะในการซึมน้ำได้มากกว่าจึงทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยกว่า

ตารางที่ 4-48 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราแบบที่แตกต่างกัน จากแปลง
ตัวอย่างบริเวณอำเภอนาน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึง
เดือนตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558

รูปแบบการปลูก	ปีที่ทำการ ศึกษา	จำนวน วันที่ บันทึก ข้อมูล	จำนวน วันที่เกิด น้ำไหลบ่า	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน	
					ปริมาณ (มม.)	ร้อยละของ ปริมาณน้ำฝน (ร้อยละ)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	2557	53	28	505	2.9823	0.5901
	2558	59	35	692	0.6172	0.0892
	เฉลี่ย	-	-	599	1.7997	0.3397
ยางพาราผสมไม้ผล	2557	50	29	952	5.6981	0.5985
	2558	30	15	770	3.5224	0.4574
	เฉลี่ย			861	4.6102	0.5279
ยางพาราผสมไม้ป่า	2557	53	23	505	1.2741	0.2521
	2558	59	35	692	0.5273	0.0762
	เฉลี่ย			599	0.9007	0.1642
ป่ายางพารา	2557	43	41	1,514	2.0548	0.1357
	2558	31	26	1,227	0.6697	0.0546
	เฉลี่ย			1,371	1.3622	0.0951



ภาพที่ 4-7 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่าน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558

4.3.3 การสูญเสียดิน

การศึกษาการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ที่มีการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ป่ายางพารา ยางพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่า จากข้อมูลที่ทำการศึกษาตรวจวัดระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม พ. ศ. 2558 แสดงไว้ใน ตารางผนวกที่ 10 ถึง ตารางผนวกที่ 13 สรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 4-49 และภาพที่ 4-8 พบว่า

1) พื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว

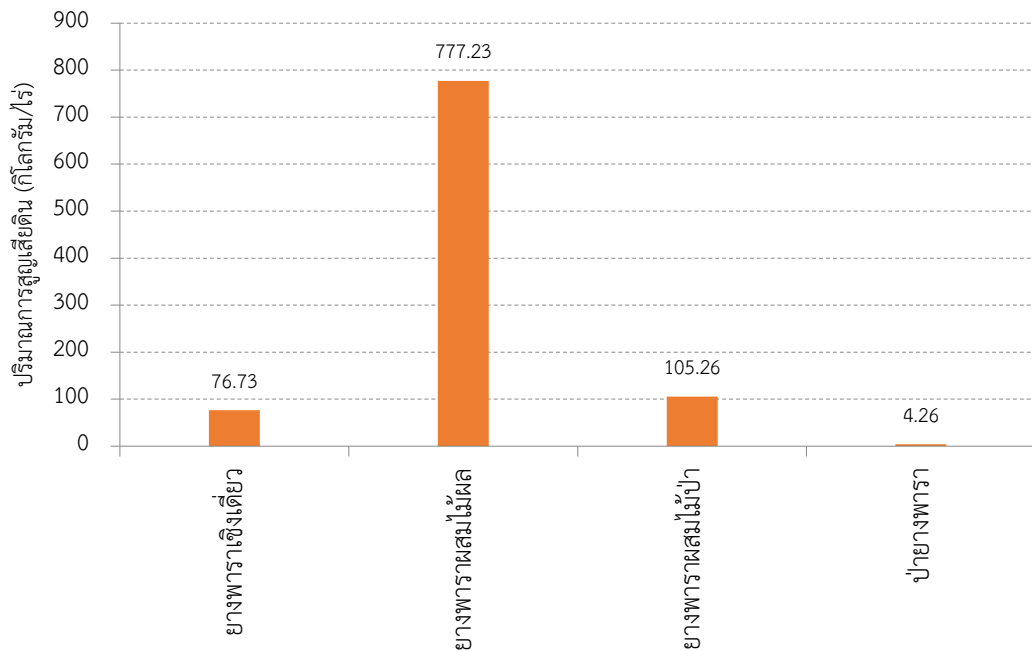
วัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมดประมาณ 692 มิลลิเมตร ตรวจวัดการสูญเสียดินได้จำนวน 28 วัน จากวันที่บันทึกข้อมูลทั้งหมด 59 วัน คิดเป็นปริมาณการสูญเสียดินประมาณ 531 กิโลกรัม/ไร่ (0.85 ตัน/เฮกตาร์) หรือประมาณ 77 กิโลกรัม/ไร่/ปริมาณน้ำฝน 100 มิลลิเมตร

2) พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล

วัดปริมาณน้ำฝนได้ประมาณ 770 มิลลิเมตร วัดการสูญเสียดินได้จำนวน 15 วัน จากวันที่บันทึกข้อมูลทั้งหมด 30 วัน วัดปริมาณการสูญเสียดินได้ประมาณ 5,986 กิโลกรัม/ไร่ (9.58 ตัน/เฮกตาร์) หรือประมาณ 777 กิโลกรัม/ไร่/ปริมาณน้ำฝน 100 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4-49 ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่าง
บริเวณอำเภอนาโยงและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือน
ตุลาคม พ. ศ. 2558

รูปแบบการปลูก	ช่วงชั้น ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	จำนวน วันที่ บันทึก ข้อมูล	จำนวนวันที่ ที่วัดการ สูญเสียดินได้	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)	
					ปริมาณ	เทียบกับ ปริมาณน้ำฝน 100 มม.
ยางพาราเชิงเดี่ยว	0-5	17	-	40.84	-	-
	5-10	14	-	97.56	-	-
	10-15	14	14	175.14	19.97	11.40
	15-20	4	4	70.98	11.49	16.19
	>20	10	10	307.20	499.28	162.52
	สรุป	59	28	691.72	530.74	76.73
ยางพาราผสมไม้ผล	0-5	-	-	-	-	-
	5-10	6	1	45.20	2.22	4.90
	10-15	3	-	38.20	-	-
	15-20	6	3	103.45	34.60	33.45
	>20	15	11	583.30	5,948.99	1,019.88
	สรุป	30	15	770.15	5,985.81	777.23
ยางพาราผสมไม้ป่า	0-5	17	-	40.84	-	-
	5-10	14	2	97.56	0.97	0.99
	10-15	14	14	175.14	20.08	11.46
	15-20	4	3	70.98	35.03	49.36
	>20	10	10	307.20	672.00	218.75
	สรุป	59	29	691.72	728.08	105.26
ป่ายางพารา	0-5	-	-	-	-	-
	5-10	2	1	15.92	0.10	0.63
	10-15	1	-	11.78	-	-
	15-20	4	-	73.05	-	-
	>20	24	20	1,126.18	52.21	4.64
	สรุป	31	21	1,226.93	52.31	4.26



ภาพที่ 4-8 ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบที่แตกต่างกัน จากแปลงตัวอย่าง บริเวณอำเภอน่าน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือน ตุลาคม พ. ศ. 2557 และ 2558

3) พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า

วัดการสูญเสียดินได้จำนวน 29 วัน จากวันที่มีบันทึกข้อมูลทั้งหมด 59 วัน มีค่าประมาณ 728 กิโลกรัม/ไร่ (1.16 ตัน/เฮกเตอร์) หรือประมาณ 105 กิโลกรัม/ไร่/ปริมาณน้ำฝน 100 มิลลิเมตร

4) พื้นที่ป่ายางพารา

ฝนตกระหว่างช่วงเวลาที่ตรวจวัดข้อมูล จำนวน 31 วัน วัดปริมาณน้ำฝนได้ประมาณ 1,227 มิลลิเมตร วัดการสูญเสียดินได้ 21 วัน คิดเป็นประมาณ 52 กิโลกรัม/ไร่ (0.08 ตัน/เฮกเตอร์) หรือประมาณ 4 กิโลกรัม/ไร่/ปริมาณน้ำฝน 100 มิลลิเมตร

เมื่อพิจารณาการตกของฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินของพื้นที่ปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ ในแต่ละแปลงตัวอย่างที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจากตารางผนวกที่ 10 ถึงตารางผนวกที่ 13 พบว่า ในวันที่ฝนตกน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เป็นวันที่ไม่เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินหรือเกิดในปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถวัดปริมาณการสูญเสียดินได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสูญเสียดินรวมที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปแบบการปลูกยางพารา พบว่า ปริมาณการสูญเสียดินมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน กล่าวคือ หากมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินมากปริมาณการสูญเสียดินก็จะมากด้วยเช่นกัน โดยสรุป พื้นที่ป่ายางพารามีปริมาณการ

สูญเสียน้ำน้อยที่สุด มีค่าประมาณ 52 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 0.08 ตัน/เฮกเตอร์ รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และยางพาราร่วมกับไม้ผล วัดปริมาณการสูญเสียน้ำได้ประมาณ 531 728 และ 5,986 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 0.85 1.16 และ 9.58 ตัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ

สาเหตุที่พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผลมีปริมาณการสูญเสียน้ำมากกว่าการปลูกยางพารารูปแบบอื่น ๆ ก็คือ การปกคลุมของเรือนยอดและสิ่งปกคลุมดินที่มีน้อยกว่าพื้นที่แปลงอื่น ๆ โดยต้นยางพาราที่ปลูกมีอายุเพียง 7 ปี เรือนยอดของต้นยางยังไม่ปกคลุมทั้งพื้นที่ ถึงแม้จะมีการปลูกมะขามแทรกระหว่างแถวต้นยางพารา แต่ก็ยังมีพื้นที่เปิดโล่งอยู่มาก ประกอบกับมีปริมาณการตกของฝนที่มากกว่า 20 มิลลิเมตรที่มากกว่า สิ่งนี้มีผลต่อการที่ดินถูกเม็ดฝนปะทะโดยตรงทำให้เกิดการอัดตัวแน่นกว่าดินในพื้นที่อื่น ๆ ประกอบกับสมรรถนะการซึมผ่านผิวดินที่น้อยกว่าเนื่องจากการอัดแน่นตัวของดินที่มากกว่า ส่งผลต่อความพรุนรวมที่น้อยกว่า และสอดคล้องกับปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินที่มีมากกว่ารูปแบบการปลูกยางพาราอื่น ๆ จึงทำให้พื้นที่ปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผลมีปริมาณการสูญเสียน้ำมากกว่าการปลูกยางพารารูปแบบอื่น ๆ

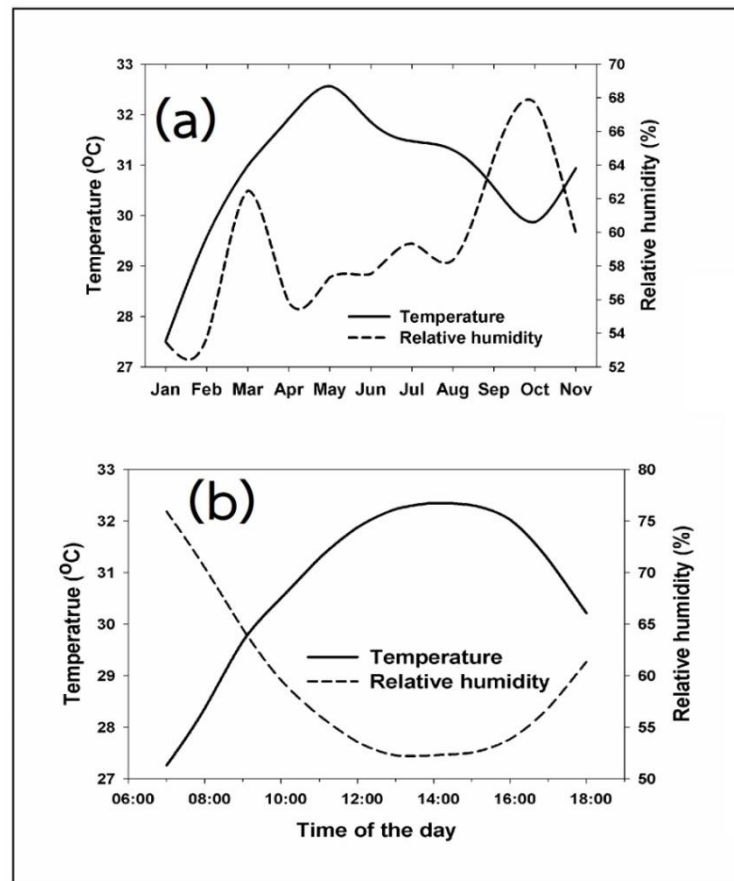
4.4 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)

4.4.1 ข้อมูลสภาพอากาศบริเวณโรงเรือนทดลอง และความเข้มแสงในแต่ละระดับ

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณโดยรอบโรงเรือนเฉลี่ยในรอบปีพบว่า อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยที่ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ประมาณร้อยละ 60 (ภาพที่ 4-8a) โดยอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม มีค่า 32.5 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนมกราคม มีค่า 27.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มีจุดสูงสุดอยู่ 2 ช่วง คือในเดือนมีนาคมที่ร้อยละ 62 และเดือนตุลาคมที่ร้อยละ 68 และความชื้นต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ร้อยละ 52 ดังนั้นสภาพอากาศในรอบปีจึงจัดว่ามีอากาศที่ค่อนข้างร้อนชื้น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แต่ละเดือนในรอบปีไม่แตกต่างกันมากนัก

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันพบว่า อุณหภูมิเริ่มเพิ่มสูงขึ้นจากเวลา 7.00 น. ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุด (27 องศาเซลเซียส) จากนั้นเพิ่มขึ้นสูงสุดในเวลา 11.00 น. และคงที่อยู่อันถึงเวลา 16.00 น. ที่อุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงค่อยๆ ลดต่ำลง (ภาพที่ 2b) ดังนั้นเวลาที่อุณหภูมิสูงที่สุดจะสัมพันธ์กับเวลาที่ดวงอาทิตย์แผ่รังสีสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับเวลาในการวัดค่าการเปิดปิดปากใบซึ่งเป็นค่าที่มีความผันแปรต่อสภาพแวดล้อม ณ ขณะที่วัดเป็นอย่างมาก จึงได้เลือกเวลา 11.00–14.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์ให้พลังงานค่อนข้างคงที่ ส่วนความชื้นในรอบวันนั้นแปรผกผันกับอุณหภูมิโดยที่อากาศที่ชื้นที่สุดอยู่ที่เวลา 7.00 น. ที่ร้อยละ 75 จากนั้นจะเริ่มลดต่ำลงเรื่อยๆ จนถึงเวลา 12.00–16.00 น. ที่ความชื้นในอากาศมีค่าต่ำที่สุดที่ประมาณร้อยละ 52 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อีกครั้ง (ภาพที่ 4-8b)

ปริมาณความเข้มแสงในการทดลองครั้งนี้มีความใกล้เคียงกับปริมาณแสงที่ต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 4-50



ภาพที่ 4-8 สภาพอุณหภูมิ (เส้นทึบ) และความชื้นสัมพัทธ์ (เส้นประ) ในอากาศ: (a) ในรอบเดือนเฉลี่ยในปี 2558 (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน) และ (b) ในรอบวันเฉลี่ยจากข้อมูลอากาศตลอดทั้งปี ตั้งแต่เวลา 7.00–18.00 น. ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2 กิโลเมตรจากโรงเรือนทดลอง)

ตารางที่ 4-50 ปริมาณแสงเฉลี่ยในรอบวันก่อนเริ่มการทดลองใน 5 ชุดการทดลองเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ชุดการทดลอง (treatments) ร้อยละแสงเทียบกับแสงธรรมชาติ (ร้อยละ)	ปริมาณแสงที่วัดได้เฉลี่ยในรอบวัน (ร้อยละ) $\pm$ ความแปรปรวน
80 (จำลองจากแสงภายใต้เรือนยอดยางพาราอายุ 2 ปี)	75.68 $\pm$ 1.48
60 (จำลองจากแสงภายใต้เรือนยอดยางพาราอายุ 3 ปี)	56.24 $\pm$ 0.79
40 (จำลองจากแสงภายใต้เรือนยอดยางพาราอายุ 4 ปี)	41.32 $\pm$ 0.81
20 (จำลองจากแสงภายใต้เรือนยอดยางพาราอายุ 5-7 ปี)	19.80 $\pm$ 0.70
10 (จำลองจากแสงภายใต้เรือนยอดยางพาราอายุ 8-10 ปี)	10.16 $\pm$ 0.45

4.4.2 การเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate) ของกล้าไม้แต่ละชนิด

การวัดการเติบโตสัมพัทธ์เป็นการวัดการเติบโตของกล้าไม้แต่ละต้นเทียบกับตัวของมันเองเมื่อเวลาผ่านไป โดยใช้ค่าเริ่มต้นและค่าสุดท้ายในระยะเวลาที่กำหนดมาคำนวณและแสดงเป็นค่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลาง ส่วนสูง และจำนวนใบ ดังนั้นจึงสามารถนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบทางสถิติได้ แม้ว่าต้นไม้แต่ละชนิดจะมีรูปแบบการเติบโต (life form) ที่แตกต่างกันก็ตาม โดยการเติบโตของกล้าไม้แต่ละชนิดในแต่ละระดับความเข้มแสงที่แตกต่างกันตั้งแต่ระดับร้อยละ 100, 80, 60, 40, 20 และ 10 แสดงในภาพที่ 4-9 ถึง 4-27 ตามลำดับ ได้แก่ ไม้พุ่ม (H1-H5) ไม้ล้มลุก (SH1-SH5) และไม้ต้น (T1-T5)



ภาพที่ 4-9 การเติบโตของเตย (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) (H1)



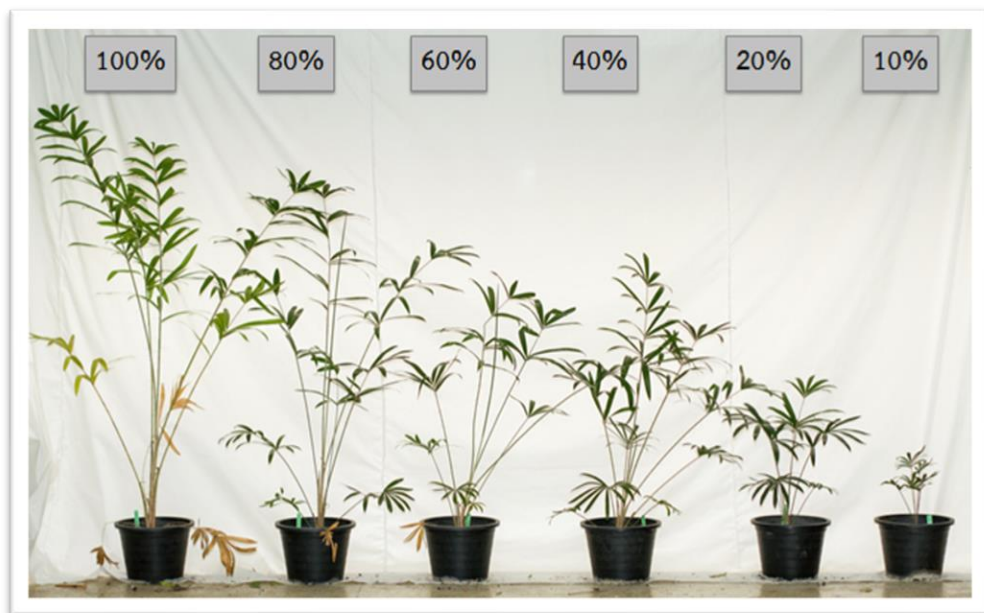
ภาพที่ 4-10 การเติบโตของข่า (*Alpinia galangal* (L.) Wild.) (H2)



ภาพที่ 4-11 การเติบโตของชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb.) (H3)



ภาพที่ 4-12 การเติบโตของลึงลาว (*Tupistra albiflora* K. Larsen) (H4)



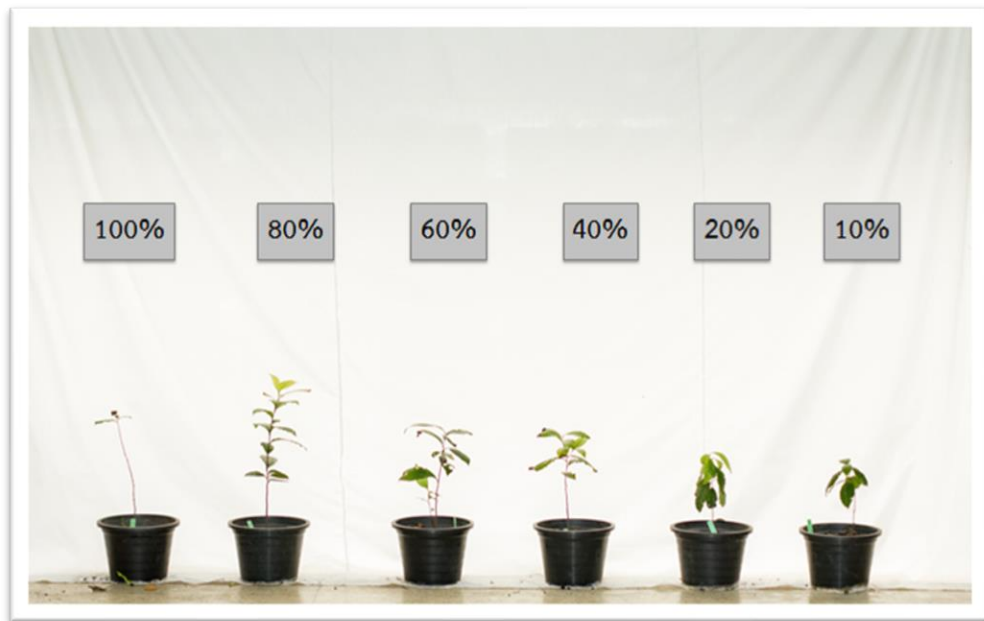
ภาพที่ 4-13 การเติบโตของหวาย (*Calamu ssp.*) (H5)



ภาพที่ 4-14 การเติบโตของเหลียง (*Gnetum gnemon* L.) (SH1)



ภาพที่ 4-15 การเติบโตของกาแฟ (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) (SH2)



ภาพที่ 4-16 การเติบโตของชาเมี่ยง (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (J.W.Mast.) Kitam. (SH3)



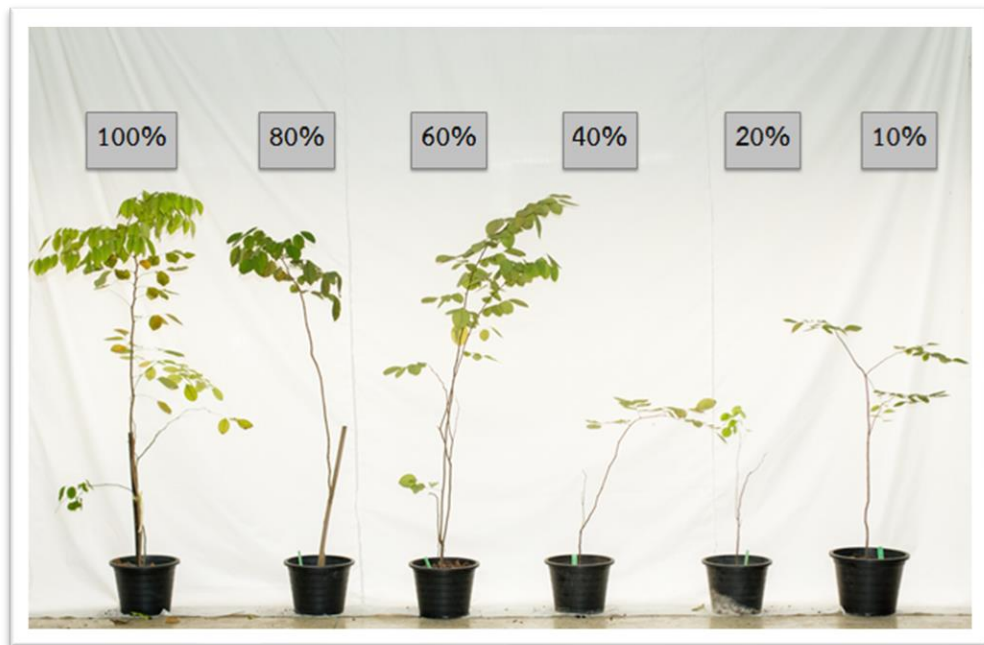
ภาพที่ 4-17 การเติบโตของมะตูมแขก (*Schinus terebinthifolius*) Raddi (SH4)



ภาพที่ 4-18 การเติบโตของมันปู (*Glochidion wallichianum* Muell.) (SH5)



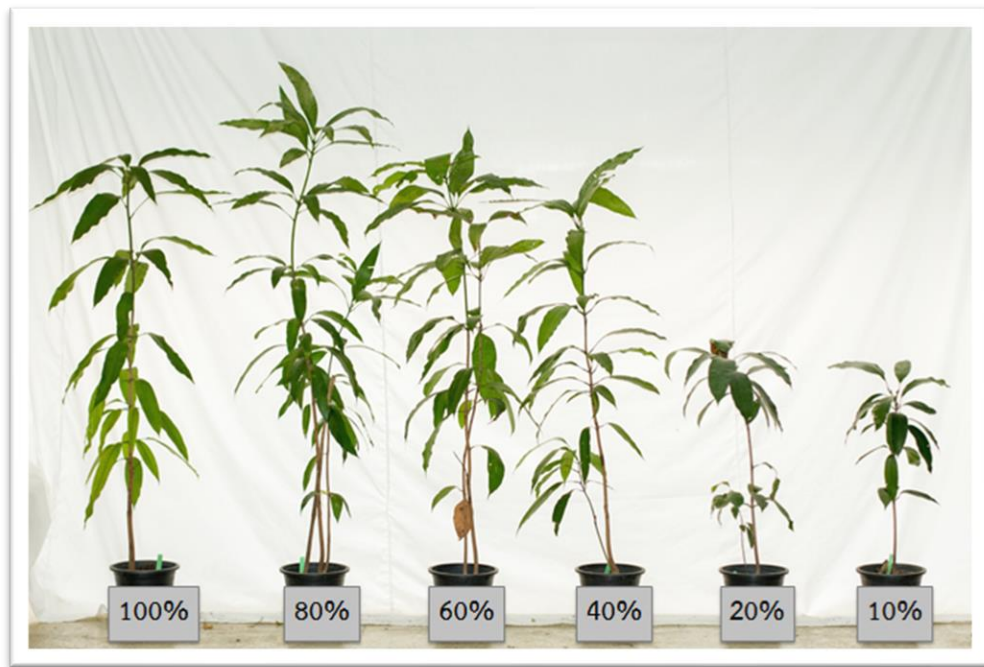
ภาพที่ 4-19 การเติบโตของตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) (T1)



ภาพที่ 4-20 การเติบโตของพะยูน (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) (T2)



ภาพที่ 4-21 การเติบโตของมะแขว่น (*Zanthoxylum rhetsa* (Roxb.) DC.) (T3)

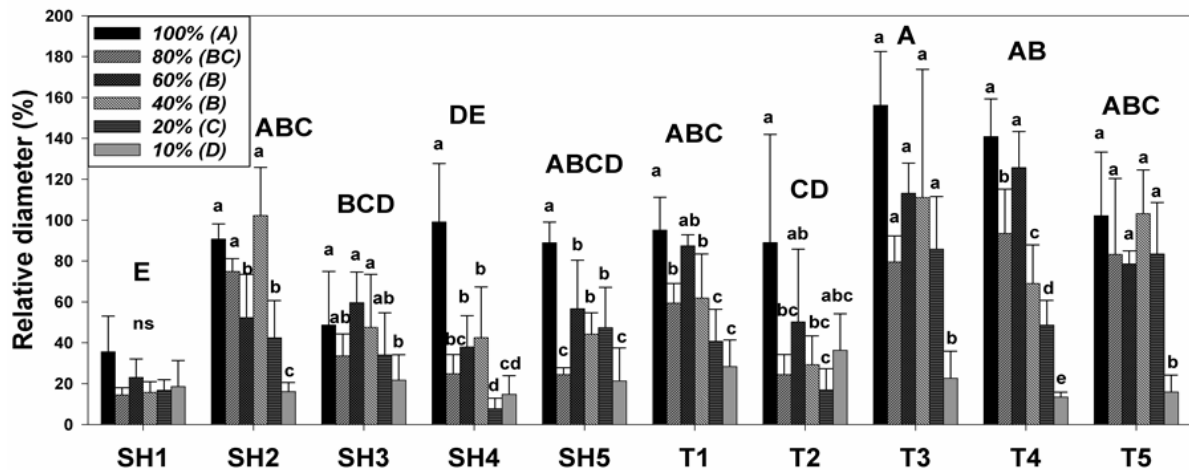


ภาพที่ 4-22 การเติบโตของมะม่วง (*Mangifera indica* L.) (T4)



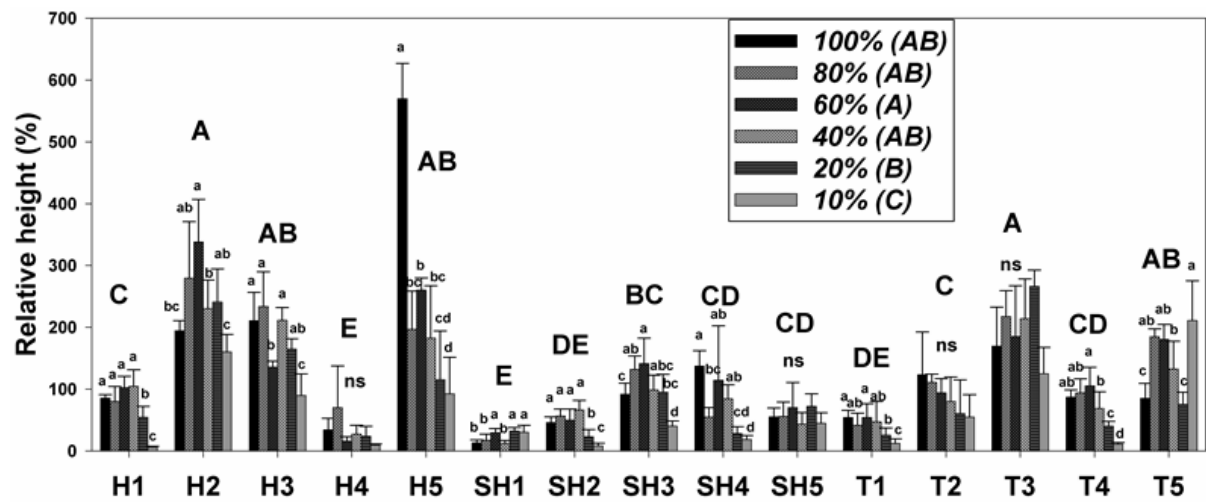
ภาพที่ 4-23 การเติบโตของสัก (*Tectona grandis* L.f.) (T5)

โดยรวมแล้วการเติบโตสัมพันธ์ของพืชจะลดลงเมื่อระดับความเข้มแสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.001$ และเมื่อนำข้อมูลการเติบโตที่วัดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนพฤศจิกายน มาทำการวิเคราะห์การเติบโตสัมพันธ์ในด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (relative diameter rate) ความสูง (relative height rate) และจำนวนใบ (relative leaf number rate) ดังภาพที่ 4-24 ถึง 4-26 พบว่าการเติบโตสัมพันธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลดลงตามระดับความเข้มแสงตั้งแต่ที่ระดับแสงร้อยละ 80 ซึ่งหมายถึงเรือนยอดยางพาราในสภาพธรรมชาติ แม้ว่าจะเป็นยางพาราอายุ 2 ปีก็ส่งผลให้การเติบโตสัมพันธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางของพืชพื้นล่างลดต่ำลงอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ (ภาพที่ 4-24) ส่วนการเติบโตสัมพันธ์ทางด้านความสูง ลดลงเมื่อระดับความเข้มแสงที่ร้อยละ 20 ซึ่งหมายถึงเมื่อยางพาราอายุ 5 ปีขึ้นไป จึงจะเริ่มส่งผลกระทบต่อการเติบโตสัมพันธ์ทางด้านความสูง (ภาพที่ 4-25) ในขณะที่การเติบโตสัมพันธ์ทางด้านการเพิ่มจำนวนใบได้รับผลกระทบจากระดับความเข้มแสงน้อยมาก โดยความเข้มแสงจะต้องลดต่ำลงจนถึงร้อยละ 10 หรือเทียบเท่ากับอายุยางพารา 8 ปีขึ้นไป จึงจะเริ่มส่งผลให้การเพิ่มจำนวนใบลดลง (ภาพที่ 4-26)



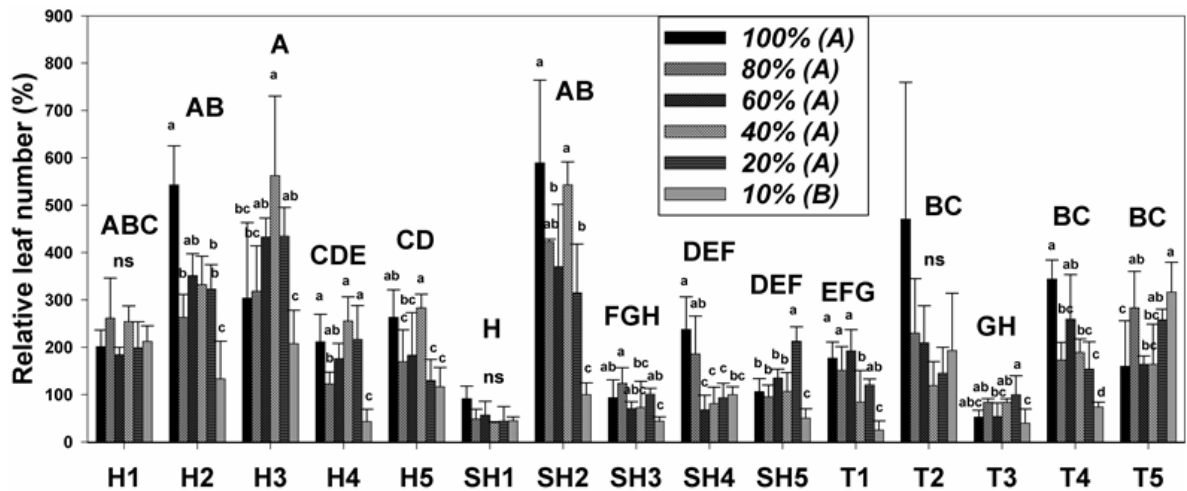
ภาพที่ 4-24 การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง (relative diameter rate) ของพืชจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะเขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5) โดยที่ไม้ล้มลุก (herb: H1–H5) ไม่ได้นำมาคิดรวมด้วย เนื่องจากส่วนใหญ่ไม่มีการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง

หมายเหตุ ค่าการเติบโตสัมพัทธ์แสดงในรูปแบบแท่ง โดยแต่ละแท่งเฉลี่ยมาจาก 7 ซ้ำ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเหนือแท่งแสดงถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบกันในแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มแสงแตกต่างกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เหนือแต่ละชนิด แสดงถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการเติบโตสัมพัทธ์ของพืชแต่ละชนิดโดยนำการเติบโตสัมพัทธ์ในทุกุระดับความเข้มแสงมาเฉลี่ย (N = 42) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เอียงในวงเล็บในกรอบของคำอธิบายระดับความเข้มแสง แสดงถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการเติบโตสัมพัทธ์ของพืชในแต่ละระดับความเข้มแสงโดยนำการเติบโตสัมพัทธ์ของทุกชนิดมาเฉลี่ย (N = 70) โดยตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึงค่าการเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ส่วน ns หมายถึงค่าการเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



ภาพที่ 4-25 การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง (relative height rate) ของพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิ้นจี่ (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)

หมายเหตุ ค่าการเติบโตสัมพัทธ์แสดงในรูปแบบแท่ง และมีการวิเคราะห์ทางด้านสถิติเช่นเดียวกับการเติบโตสัมพัทธ์ด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง ในภาพที่ 4-24



ภาพที่ 4-26 การเติบโตสัมพันธ์ทางด้านการเพิ่มจำนวนใบ (relative leaf number rate) ของพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิงลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)

หมายเหตุ ค่าการเติบโตสัมพันธ์แสดงในรูปแบบแท่ง และมีการวิเคราะห์ทางด้านสถิติเช่นเดียวกับการเติบโตสัมพันธ์ด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง ในภาพที่ 4-24

ดังนั้นโดยรวมแล้วการเติบโตของพืชแซมยางจะลดลงเมื่ออายุยางพาราเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณแสงที่ลดลงตามการปกคลุมเรือนยอดของยางพารา โดยที่การเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง จะได้รับผลกระทบเร็วที่สุดเมื่อปริมาณแสงลดลง ในขณะที่ความสูงและจำนวนใบนั้นยังสามารถเติบโตได้ตามปกติ โดยไม่ได้รับผลกระทบจากปริมาณแสงที่ลดลงจนกว่ายางพาราจะมีอายุ 5 ปีขึ้นไป ดังนั้นพืชที่แนะนำให้ปลูกแซมยางพาราเพื่อนำการเสริมรายได้ทางเศรษฐกิจควบคู่กับยางพาราจึงเป็นพืชที่ไม่เน้นการใช้ประโยชน์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางหรือขนาดของลำต้นเป็นหลัก แต่เน้นเป็นพืชที่ใช้ใบ หรือหัวใต้ดินเป็นหลัก เช่น พืชล้มลุกในการศึกษาครั้งนี้ คือ เตย (H1) ชำ (H2) และชะพลู (H3) ส่วนไม้พุ่มและไม้ยืนต้นแนะนำให้ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในระยะยาว และมุ่งเน้นเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นหลัก โดยปลูกเพื่อยึดดินไม่ให้สูญหายไปในพื้นที่ลาดชันและชะลอการไหลของน้ำบ่าหน้าดินอีกด้วย

เมื่อพิจารณาเฉพาะการเติบโตสัมพันธ์ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง พบว่าพืชโดยรวมมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยภายในระยะเวลา 10 เดือนในการทดลองประมาณร้อยละ 60-120 ซึ่งชนิดที่มีการเติบโตสูงสุด ได้แก่ มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) รองลงมาได้แก่ สัก (T5) ตะเคียนทอง (T1) กาแฟ (SH2) และ มันปู

(SH5) ในขณะที่มี 3 ชนิดที่มีการเติบโตต่ำที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีการเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในเวลา 10 เดือนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 20–60 ได้แก่ เหลียง (SH1) มะตูมแขก (SH4) และ พะยูง (T2) (ภาพที่ 4-24) แต่เมื่อพิจารณาถึงการเติบโตในแต่ละระดับความเข้มแสงของทั้ง 3 ชนิดนี้พบว่า ที่ระดับความเข้มแสงต่ำที่สุด (ร้อยละ 10–20) การเติบโตสัมพัทธ์ของทั้ง 3 ชนิดยังมีอัตราที่ใกล้เคียงหรือแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มที่ได้รับแสงในระดับปกติ ในขณะที่ชนิดอื่นๆ มีการเติบโตที่คล้ายกันคือ การเติบโตลดลงเมื่อระดับความเข้มแสงลดลง โดยเฉพาะความเข้มแสงระดับต่ำ (ร้อยละ 10–20) แต่ที่ความเข้มแสงระดับปานกลางและสูงไม่พบความแตกต่างทางสถิติในพืชส่วนใหญ่

สำหรับการเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านการเพิ่มสูงนั้น มีอัตราเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 150–200 (ภาพที่ 4-25) ชนิดที่มีการเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านความสูง คือ ข่า (H2) และมะแขว่น (T3) ตามมาด้วยชะพลู (H3) หวาย (H5) และ สัก (T5) ตามลำดับ ส่วนชนิดที่มีการเติบโตสัมพัทธ์ต่ำที่สุด คือ ลิ้นจี่ (H4) เหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) และ ตะเคียนทอง (T1) ซึ่งมีการเพิ่มความสูงเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 100 สิ่งที่น่าสนใจคือ ลิ้นจี่ (H4) เหลียง (SH1) มันทู (SH5) พะยูง (T2) และ สัก (T5) เป็นชนิดที่แม้ว่าในความเข้มแสงระดับต่ำสุด (ร้อยละ 10) พืชเหล่านี้ยังสามารถเพิ่มความสูงได้เทียบเท่ากับต้นอื่นในชนิดเดียวกันที่ได้รับแสงในระดับสูงกว่า เพียงแต่หากมองในแง่การเพิ่มความสูงโดยรวมที่ดีด้วยแล้วมีเพียง สัก (T5) เพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่แสดงให้เห็นว่าแม้ปริมาณแสงจะต่ำแต่สักก็สามารถที่จะเติบโตภายใต้ร่มเงาของพาราได้ แม้ว่าพารานั้นจะมีอายุมากกว่า 8 ปีขึ้นไปแล้วก็ตาม พร้อมทั้งมีอัตราการเพิ่มความสูงที่อยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน ส่วนชนิดอื่นๆ แม้จะเพิ่มความสูงในร่มเงาได้ แต่อัตราการเพิ่มความสูงยังจัดว่าต่ำ จึงอาจจะเหมาะในการปลูกเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำมากกว่าที่จะปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณความเข้มแสงที่ระดับสูง (ร้อยละ 80–100) ส่งผลให้การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านการเพิ่มสูงในพืชส่วนใหญ่ต่ำกว่าในความเข้มแสงระดับปานกลาง (ร้อยละ 40–60) ซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากในช่วงแรกของการเติบโต กล้าไม่ต้องการแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งในช่วงแสงระดับสูงนั้น แสงน่าจะมีมากพอต่อความต้องการของพืชทุกชนิดโดยที่ไม่ต้องแก่งแย่งกัน แต่เมื่อแสงลดลงในระดับปานกลาง แสงเริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการ กล้าไม่จึงพยายามที่จะยืดลำต้นขึ้นเพื่อให้ได้รับแสงอย่างเต็มที่ โดยอาศัยพลังงานจากกระบวนการสลายอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง มากกว่าที่จะใช้เพื่อการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง จึงส่งผลให้การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านการเพิ่มสูงมากกว่าทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง และมีการเติบโตสูงที่สุดในระดับความเข้มแสงปานกลางดังที่แสดงในภาพที่ 4-25 แต่เมื่อระดับความเข้มแสงลดลงจนถึงระดับต่ำ ทำให้แสงไม่เพียงพอต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้การเติบโตทางด้านความสูงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับระดับแสงอื่นๆ

การเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านการเพิ่มจำนวนใบ มีความผันแปรระหว่างชนิดมากที่สุด โดยมีช่วงการเติบโตที่กว้างมาก โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 100–400 พบว่าการเติบโตสูงที่สุด ได้แก่ ชะพลู (H3) ข่า (H2) กาแฟ (SH2) และ เตย (H1) ตามด้วย พะยูง (T2) มะม่วง (T4) และสัก (T5) ส่วนชนิดที่มีการเติบโต

ต่ำที่สุด ได้แก่ เหลียง (SH1) มะแขว่น (T3) ชาเมียง (SH3) ตะเคียนทอง (T1) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) (ภาพที่ 4-26) โดยจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ไม้ล้มลุกจะมีการเพิ่มจำนวนใบในปริมาณที่สูง ในขณะที่ไม้พุ่มจะมีการเพิ่มจำนวนใบต่ำที่สุด และส่วนใหญ่พืชจะมีการลดลงของการเพิ่มจำนวนใบที่ระดับความเข้มแสงต่ำสุด (ร้อยละ 10) ยกเว้นใน เตย (H1) พะยูง (T2) สัก (T5) ที่พบว่าแม้ในระดับความเข้มแสงต่ำสุด ยังสามารถเพิ่มปริมาณใบได้เท่ากับหรือสูงกว่าการเพิ่มปริมาณใบในระดับความเข้มแสงอื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นชนิดที่นำจะพิจารณาเพื่อนำมาปลูกในสวนยางพาราอายุ 8 ปีขึ้นไป เนื่องจากชั้นเรือนยอดของยางพาราจะปกคลุมจนปริมาณแสงมีน้อยมาก แต่ก็ยังมีพืชชนิดที่กล่าวมาที่สามารถเพิ่มจำนวนใบได้ในระดับดี (ร้อยละ 200–300 เมื่อเทียบกับก่อนเริ่มการทดลอง) (ภาพที่ 4-26)

การเติบโตสัมพันธ์โดยรวมจากทั้ง 3 ด้านพบว่า ไม้ต้น (T) มีการเติบโตโดยรวมสูงที่สุด ตามมาด้วยไม้ล้มลุก (H) และไม้พุ่ม (SH) ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากไม้พุ่มนั้นมีกิ่งก้านสาขามากกว่า การเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงจึงถูกแบ่งไปเพื่อเป็นการเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่นำจำนวนกิ่งก้านมาคำนวณการเติบโตรวมด้วย และนอกจากนี้ไม้พุ่มยังมีการเพิ่มจำนวนใบต่ำมาก นั่นคือไม่มีการเพิ่มปริมาณพื้นที่ที่จะสังเคราะห์อาหาร ส่งผลให้การเติบโตโดยรวมน้อยกว่าในกลุ่มอื่นๆ ในขณะที่ไม้ต้นมีการเติบโตอย่างดีในทั้ง 3 ด้าน ส่วนไม้ล้มลุกแม้จะไม่มีการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางแต่การเติบโตทั้งด้านความสูงและการเพิ่มจำนวนใบนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในทั้ง 2 ด้าน (ภาพที่ 4-24 ถึง 4-26)

เมื่อนำแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบการเติบโตโดยรวมพบว่า ชนิดที่มีการเติบโตโดยรวมสูงสุด ได้แก่ ข้า (H2) ชะพลู (H3) สัก (T5) และรองลงมาได้แก่ มะม่วง (T4) มะแขว่น (T3) กาแฟ (SH2) เตย (H1) และหวาย (SH5) และชนิดที่มีการเติบโตสัมพันธ์ต่ำที่สุดในการศึกษารุ่นนี้ได้แก่ ลิ้นลาว (H4) เหลียง (SH1) และ มะตูมแขก (SH4) โดยลิ้นลาวมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในภาคเหนือ พบในพื้นที่ป่าส่วนใหญ่ที่เป็นบริเวณที่ลาดชัน ร่องหินริมห้วย หน้าผาหินปูนหิน และหน้าผาหินน้ำตก ชอบขึ้นในบริเวณใต้ร่มของไม้ยืนต้นที่มีแสงส่องรำไร โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ดินปนหินหรือพื้นที่ดินชั้นแต่ไม่แฉะ (วิชระ และคณะ, 2556; สวิง, 2556) ดังนั้นสภาพแวดล้อมในโรงเรือนทดลองที่มีความแตกต่างจากแหล่งการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอย่างชัดเจนจึงอาจส่งผลให้ลิ้นลาวเติบโตไม่ดี เนื่องจากกล้าไม้ลิ้นลาวนั้นได้รับมาจากการขยายพันธุ์จากพื้นที่อนุบาลกล้า จังหวัดเชียงราย ส่วนเหลียงนั้นพบมากในภาคใต้ โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันตก (จังหวัดพังงา ระนอง กระบี่ ตรัง) สามารถเติบโตได้ดีภายใต้ร่มเงา พบบริเวณเนินเขาและที่ราบ โดยขึ้นในบริเวณที่มีดินร่วนซุย และมีความอุดมสมบูรณ์สูง มีปริมาณฝนตกชุก (กุล, 2536; สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2542) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเหลียงต้องการพื้นที่ที่มีน้ำมากและอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ส่วนมะตูมแขกนั้นเป็นไม้นำเข้า โดยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้แถบประเทศบราซิล อาร์เจนตินา และปารากวัย (สถานีพัฒนาที่ดินพระนครศรีอยุธยา, ม.ป.ป.) ซึ่งจะเห็นได้ว่าโดยรวมแล้วพืชที่มีการเติบโตต่ำในการศึกษารุ่นนี้เป็นพืชที่มีรายงานว่า เป็นพืชทนร่มอยู่แล้ว และชอบขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่ชื้นแฉะ ซึ่งอัตราการ

เติบโตด้วยตัวของชนิดนั้นก็จะต่ำกว่าชนิดอื่นอยู่แล้วเป็นปกติ อีกทั้งพื้นที่ทดลองมีอุณหภูมิที่สูงกว่าพื้นที่นิเวศธรรมชาติ และมีความชื้นที่ต่ำกว่าอีกด้วย (ภาพที่ 4-8)

ดังนั้นสรุปการเติบโตโดยรวมได้ว่า พืชมีอัตราการเติบโตสัมพันธ์ลดลงตามปริมาณแสงที่ลดลง (ตามอายุยางพาราที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง) โดยที่การเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางจะตอบสนองต่อแสงที่ลดลงเร็วกว่าการเติบโตทางด้านความสูง และการเพิ่มจำนวนใบได้รับผลกระทบจากปริมาณแสงที่ลดลงน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง ที่ยางพาราอายุ 1–3 ปี (ระดับแสงร้อยละ 100–60) นั้นสามารถปลูกพืชได้ทั้ง 15 ชนิดที่กล่าวมา เนื่องจากแสงในระดับดังกล่าวนี้ส่งผลกระทบท่อการเติบโตของพืชอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสามารถปลูกพืชชนิดอื่นๆ ได้นอกเหนือจาก 15 ชนิดที่ได้ทำการศึกษา โดยความรู้ที่ชาวสวนยางพาราได้ให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัยไว้ก่อนหน้านี้แล้วว่าได้มีการปลูกข้าวโพด ข้าวไร่ สับปะรด มันสำปะหลัง เป็นพืชแซมยางในช่วงยางพาราอายุไม่เกิน 3 ปี ซึ่งเป็นพืชเกษตรที่สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้เกษตรกรปลูก ดังนั้นความรู้นี้จึงไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่เป็นครั้งแรกที่มีการยืนยันสิ่งที่ชาวสวนยางพาราสังเกตมาด้วยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีกระบวนการทดลองอย่างมีแบบแผน และมีการทดสอบทางสถิติ และพบว่าเป็นจริงอย่างที่ชาวสวนยางพาราแนะนำ และเมื่อยางพาราอายุเพิ่มขึ้นพืชเหล่านี้ก็ไม่สามารถปลูกได้ เนื่องจากปริมาณแสงส่งผลกระทบต่อการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการเลือกปลูกพืชแซมยางในช่วง 3 ปีแรก จึงแนะนำว่าควรเป็นพืชมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 3 ปี หรือถ้าหากต้องการผลผลิตอย่างต่อเนื่องควรเป็นชนิดที่อายุสั้นและให้ผลผลิตทุกปี (annual crop) เช่นในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ เตย ข่า และชะพลู เป็นต้น ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปีอีกด้วย ควบคู่กับการปลูกไม้ต้น เช่น สัก พะยูง หรือมะม่วง เพื่อให้ได้ผลผลิตในระยะยาวเมื่อพืชอายุสั้นไม่สามารถปลูกได้ในพื้นที่

เมื่อยางพาราอายุมากกว่า 3 ปี พืชที่ทนร่มและมีการเติบโตที่สูงแม้ว่าแสงจะลดลงเป็นชนิดที่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ โดยจากการศึกษาชนิดที่แนะนำให้ปลูก ได้แก่ เตย (H1) ข่า (H2) ชะพลู (H3) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) และ สัก (T5) ซึ่งควรปลูกผสมกันไปเนื่องจากเตย ข่า และชะพลู เป็นพืชที่อายุสั้น และสามารถใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี ส่วนไม้ต้นให้ปลูกควบคู่เพื่อประโยชน์ในระยะยาวจากการตัดฟันเพื่อใช้เนื้อไม้ หรือจากการกินผล พร้อมทั้งช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน และชะลอการไหลบ่าของน้ำ เนื่องจากมีระบบรากที่ลึก ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อรากของยางพาราที่มีกระจายอยู่มากในช่วง 0–15 เซนติเมตร นอกจากนี้วิธีการที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ยังเป็นวิธีมาตรฐานที่สามารถนำไปปรับใช้กับการคัดเลือกชนิดพรรณพืชแซมยางอื่นๆ โดยหากอยากรู้อีกว่าเมื่อยางพาราอายุเท่าไรควรจะปลูกพืชชนิดใดก็นำปริมาณแสงที่เทียบไว้ไปใช้ได้ แต่ข้อควรระวังคือ แต่ละพื้นที่อาจจะมีสภาพแปรปรวนของปริมาณแสงที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ระดับความเข้มแสงร้อยละ 10 หรือ 20 ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำที่สุดเมื่อเรือนยอดของยางพาราแผ่คลุมจนเต็มพื้นที่ในการทดสอบ เพื่อลดปริมาณงาน อีกทั้งหากพืชยังสามารถเติบโตที่ระดับแสงต่ำนี้ได้เป็นอย่างดี นั่นหมายถึงพืชชนิดนั้นเหมาะที่จะนำมาปลูกควบคู่กับยางพาราได้

4.4.3 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อปริมาณความเข้มแสงแต่ละชุดการทดลอง

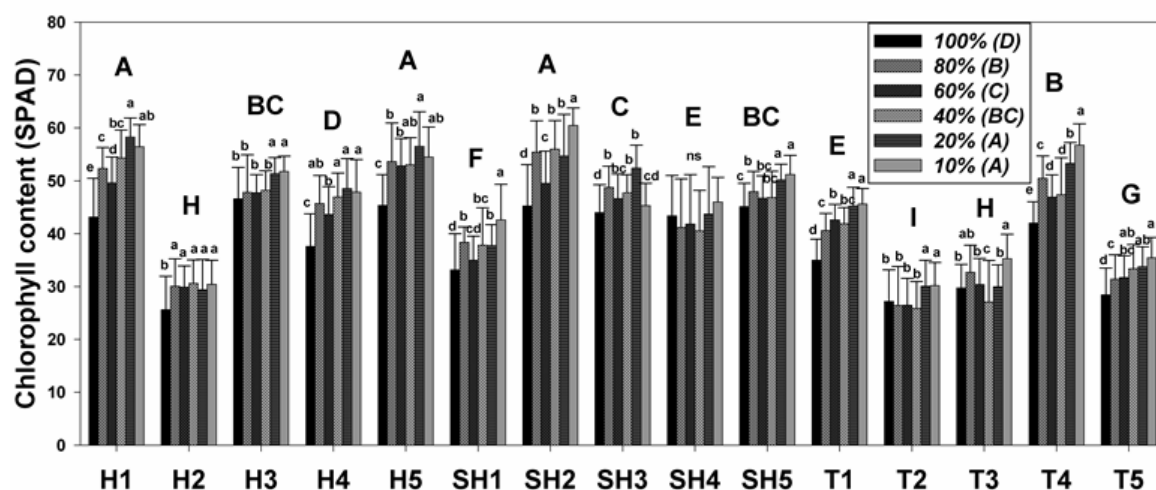
1) ปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content)

การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่องมือ SPAD นั้นมีการทดลองที่หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้จากการบดตัวอย่างและนำเข้าเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์และวัดด้วย SPAD พบว่าทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Bielinis *et al.*, 2015) โดยมีค่าความสัมพันธ์ (correlation) โดยเฉลี่ยมากกว่า 0.9 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์เช่นกัน และได้ค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ 0.93 ซึ่งทำให้สรุปได้ว่าค่าที่ได้จาก SPAD ซึ่งมีหน่วยคือ SPAD ที่สูงหมายถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สูงด้วยเช่นกัน จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ในพื้นที่ใบที่มีขนาดเท่ากัน (2x3 มิลลิเมตร) พืชชนิดที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุดได้แก่ เตย (H1) หวาย (H5) กาแฟ (SH2) รองลงมาได้แก่ มะม่วง (T4) ชะพลู (H3) และ มันปู (SH5) ส่วนชนิดที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุด ได้แก่ พะยูง (T2) ข่า (T2) และ มะแขว่น (T3) และโดยรวมปริมาณคลอโรฟิลล์จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณความเข้มแสงลดลง (ภาพที่ 4-27) ปริมาณความเข้มแสงสูงมากจนเกินไปจะส่งผลให้ส่วนที่ต้องรับแสงทำงานไม่ได้ดีเท่าที่ควร และเกิดการสะสมความร้อน และคลอโรฟิลล์จะถูกทำลายจนลดปริมาณลง (Mlinaric *et al.*, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดต่ำลงที่ระดับความเข้มแสงร้อยละ 100 และปริมาณคลอโรฟิลล์ในความเข้มแสงที่ต่ำจะพบมากกว่าในระดับแสงที่สูง

อย่างไรก็ตามการแปลผลของปริมาณคลอโรฟิลล์มีสิ่งที่ควรต้องระวังเนื่องจากปริมาณที่วัดได้นั้นเป็นเพียงปริมาณจากขนาดพื้นที่ในเครื่องมือคือเพียง 6 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งหากจะนำปริมาณคลอโรฟิลล์ไปสัมพันธ์กับค่าการเติบโต จำเป็นต้องนำพื้นที่ผิวใบของทั้งต้นมาคิดด้วย เนื่องจากพืชที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สูงอาจจะมีปริมาณใบที่ต่ำ ส่งผลให้พื้นที่ผิวใบต่ำไปด้วย และส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของทั้งต้นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับชนิดที่อาจจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วัดได้ต่ำ แต่มีพื้นที่ผิวใบในต้นสูงกว่า ก็ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมทั้งหมดสูงกว่าก็เป็นไปได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการวัดพื้นที่ผิวใบทั้งหมด จึงอาจจะมีข้อจำกัดในการแปลผลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และการเติบโต เพราะเพียงแต่จำนวนใบ หรือการเพิ่มปริมาณใบสัมพันธ์อาจทำให้การแปลผลผิดเพี้ยนไปได้

เนื่องจากพืชบางชนิดมีใบขนาดใหญ่ ดังนั้นการเพิ่มจำนวนอาจจะไม่มาก แต่จะเป็นการเพิ่มขนาดแทน เช่น สัก ในขณะที่บางชนิดมีขนาดเล็กจึงทำให้มีการเพิ่มปริมาณได้มากกว่า เช่น ชะพลู เป็นต้น ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์กับการเติบโตหรือไม่ในการศึกษานี้ เนื่องจากขาดข้อมูลพื้นที่ผิวใบของทั้งต้น แต่อาจกล่าวโดยรวมได้ว่าการที่พืชชนิดใดมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง ก็หมายถึงมีโอกาสดูดคลอโรฟิลล์เหล่านั้นจะรับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ได้มาก และส่งผลให้มีการสังเคราะห์อาหารได้เพิ่มมากขึ้น (Mlinaric *et al.*, 2016) แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงก็ยังไม่ได้ขึ้นอยู่กับเฉพาะปริมาณคลอโรฟิลล์ หากแต่ยังขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ที่จะรับ

พลังงานแสงอาทิตย์และถ่ายทอดอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรเคลวินต่อไป (Taiz and Zieger, 2006) ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพการใช้แสงจึงจำเป็นในการศึกษาครั้งนี้เช่นกัน



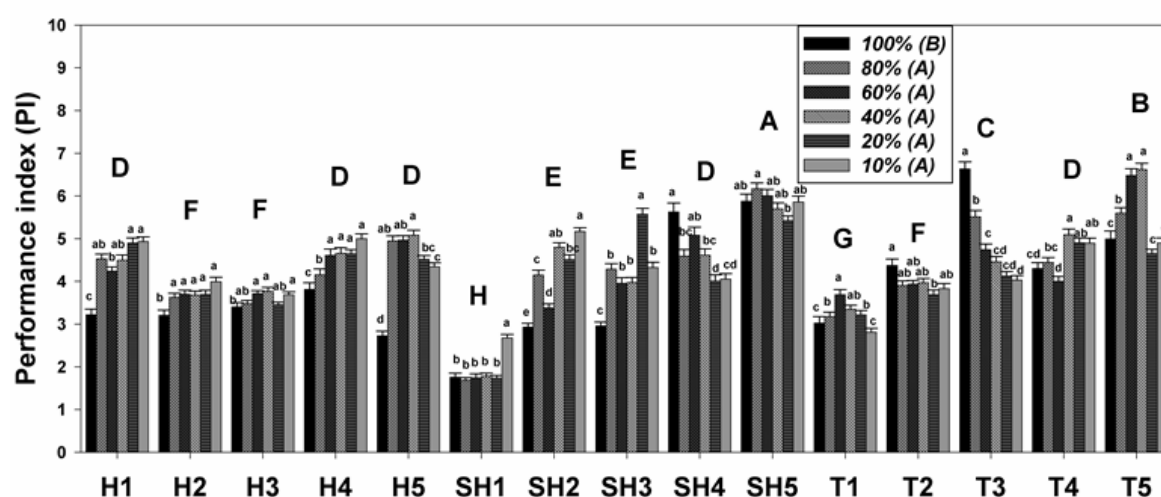
ภาพที่ 4-27 ปริมาณคลอโรฟิลล์จากการวัดด้วยเครื่องมือ SPAD (Model SPAD-502) ในพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ชำ (H2) ชะพลู (H3) ลิ้นลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)

หมายเหตุ ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์แสดงในรูปแบบแท่ง โดยแต่ละแท่งคือค่าเฉลี่ยจาก 7 ต้นที่วัดเป็นเวลา 10 เดือน (N = 70) ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านสถิติมีการแปลผลเช่นเดียวกับการเติบโตสัมพัทธ์ด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง ในภาพที่ 4-28

2) การวัดประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยวิธีวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์

หลักการของฟลูออเรสเซนซ์มาจากเมื่อคลอโรฟิลล์ได้รับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ พลังงานนั้นจะถูกใช้ไปใน 3 รูปแบบ คือ (1) ใช้เพื่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อให้ได้อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคส (2) เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และ (3) ปลดปล่อยพลังงานออกมาอีกครั้งในรูปแบบของแสง หรือที่เรียกว่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์นั่นเอง ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบนี้จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน และจะมีการแข่งขันกัน คือหากค่าใดเพิ่มขึ้น อีกสองค่าที่เหลือก็จะลดลง ดังนั้นหากทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ก็จะสามารถประเมินแสงส่วนที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ถึงแม้ว่าสัดส่วนของคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์จะน้อยประมาณร้อยละ 1-2 แต่เป็นสิ่งที่วัดได้ง่าย จึงนิยมใช้การวัดนี้เพื่ออนุมานถึงประสิทธิภาพในการใช้แสงของคลอโรฟิลล์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Maxwell and Johnson, 2000)

สำหรับค่าประสิทธิภาพโดยรวมของการสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถแสดงได้ด้วยค่าที่เรียกว่า Performance index (PI) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงควมมีชีวิตของพืช (plant vitality) ได้มาจากการคำนวณค่าของ 3 ขั้นตอนการสังเคราะห์แสง ได้แก่ (1) การดูดซับพลังงานแสง (absorption of light energy) ที่ศูนย์กลางการเกิดกระบวนการ (reaction center :RC) และความหนาแน่นของศูนย์กลางการเกิดกระบวนการ (2) ค่าการจับพลังงานแสงที่ถูกกระตุ้น (trapping of excitation energy: TR) และ (3) ค่าการแปลงพลังงานที่ถูกกระตุ้นนั้นให้เป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (electron transport: ET) เพื่อถ่ายทอดพลังงานต่อไปในระบบ ซึ่งค่าประสิทธิภาพโดยรวมของการสังเคราะห์ด้วยแสง (PI) นี้เป็นค่าที่ถูกนำมาใช้อ้างอิงในการศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างแพร่หลาย และเป็นค่าที่นำมาอนุมานหรือทำนายการเติบโตของพืชได้อย่างเป็นนัย (Bussotti *et al.*, 2010) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของการสังเคราะห์ด้วยแสง (PI) (ภาพที่ 4-28) ของพืชแต่ละชนิดเพื่อเปรียบเทียบกัน และเพื่อเปรียบเทียบกับค่าการเติบโตอีกด้วย



ภาพที่ 4-28 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของการสังเคราะห์ด้วยแสง (Performance Index: PI) ด้วยเครื่อง Chlorophyll fluorometer (Model OS-30p+) ในพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย เตย (H1) ข่า (H2) ชะพลู (H3) ลิ้นลาว (H4) หวาย (H5) ไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ผักเหลียง (SH1) กาแฟ (SH2) ชาเมี่ยง (SH3) มะตูมแขก (SH4) และมันปู (SH5) และไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย ตะเคียนทอง (T1) พะยูง (T2) มะแขว่น (T3) มะม่วง (T4) สัก (T5)

หมายเหตุ ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์แสดงในรูปแบบแท่ง โดยแต่ละแท่งคือค่าเฉลี่ยจาก 7 ต้นที่วัดเป็นเวลา 10 เดือน (N = 70) ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านสถิติมีการแปลผลเช่นเดียวกับการเติบโตสัมพันธ์ด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง ในภาพที่ 4-28

พืชที่มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงโดยรวมสูงสุดได้แก่ มันปู (SH5) และ สัก (T5) รองลงมาได้แก่ มะแขว่น (T3) ส่วนชนิดที่ต่ำที่สุดได้แก่ เหลียง (SH1) และตะเคียนทอง (T1) ซึ่งเป็นไปตามที่ว่าการนี้สามารถใช้ทำนายการเติบโตได้ เนื่องจากสักเป็นชนิดที่เติบโตได้ดีในทุกระดับแสง แม้แต่ในระดับแสงที่ต่ำ และมันปูก็เป็นชนิดที่มีการเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางที่สูง เพียงแต่มีการเติบโตด้านความสูงและการเพิ่มจำนวนใบในระดับกลาง และเหลียงเป็นชนิดที่มีการเติบโตต่ำที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนตะเคียนทองมีการเติบโตด้านความสูงและจำนวนใบในระดับต่ำมาก นอกจากนี้ยังมีพืชชนิดอื่นๆ ที่มีการเติบโตที่ดีและสอดคล้องกับการที่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงโดยรวมสูงเช่นกัน เช่น เตย (H1) หวาย (H5) มะม่วง (T4) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่ามีบางพืชชนิดที่มีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงโดยรวมค่อนข้างต่ำแต่ยังมีอัตราการเติบโตสูง เช่น ชำ (H2) และชะพลู (H3) ซึ่งในชะพลูนั้นมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง (ภาพที่ 4-27) จึงอาจเป็นไปได้ว่าแม้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงโดยรวมจะต่ำแต่เมื่อรวมกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สูง จึงยังส่งผลให้มีการเติบโตที่สูงได้ ส่วนชำนั้นแม้ว่าจะมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงโดยรวมและปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ต่ำ แต่มีจำนวนใบในปริมาณสูง (ภาพที่ 4-26) ซึ่งทำให้การเติบโตโดยรวมดี ดังนั้นตามที่กล่าวว่า พื้นที่ผิวใบนั้นมีความจำเป็นในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการวัดค่าทางสรีรวิทยาและการเติบโต เนื่องจากแม้ว่าค่าทางสรีรวิทยามีค่าต่ำ แต่หากมีปริมาณผิวใบสูงก็อาจส่งผลให้การเติบโตดีเทียบเท่ากับชนิดที่มีค่าทางสรีรวิทยาสูงเช่นกัน นอกจากนี้การเติบโตของพืชจะเกิดขึ้นไม่ได้แม้ว่าจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สูงหรือมีประสิทธิภาพเพียงใดก็ตามหากไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในวัฏจักรคัลวินเพื่อการสังเคราะห์กลูโคส ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้ามาถึงส่วนของคลอโรพลาสต์ได้ผ่านทางปากใบ ในขณะเดียวกันก็ต้องสูญเสียน้ำออกจากใบเช่นกัน ดังนั้นการเปิดปิดปากใบจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องศึกษาควบคู่ไปด้วยกับปริมาณและประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์เพื่อศึกษาการเติบโตของพืช

3) การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ (stomatal conductance)

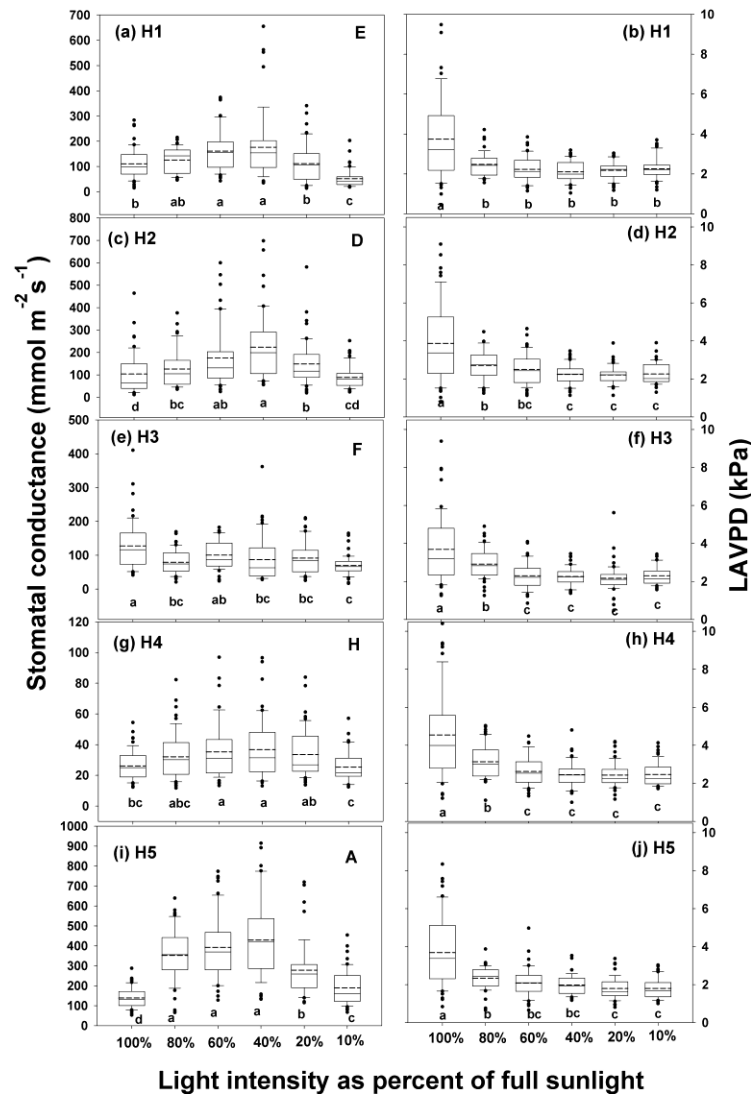
การเหนี่ยวนำให้เกิดการเปิดปากใบนั้นเป็นการวัดค่าการเปิดปากใบของพืช ซึ่งเป็นที่แลกเปลี่ยนก๊าซ เพื่อให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาสู่กระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคัลวิน และสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส และเป็นการสูญเสียน้ำในรูปของไอน้ำออกจากพืชเช่นเดียวกัน ดังนั้นพืชจึงมีกลไกในการควบคุมการเปิดปากใบภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ การวัดการเปิดปากใบนั้นบ่งบอกถึงโอกาสที่พืชจะได้รับคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยการเปิดหรือปิดปากใบนั้นเป็นการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ณ ขณะนั้น ซึ่งไม่เหมือนกับปริมาณคลอโรฟิลล์หรือประสิทธิภาพในการใช้แสงของคลอโรฟิลล์ที่ไม่ผันแปรตามสภาพแวดล้อม ณ ขณะนั้นมากนัก ดังนั้นการวัดค่าการเปิดปากใบจึงต้องระบุเวลาและสภาพแวดล้อมที่ทำด้วย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ทำการวัดการเปิดปากใบในเวลาที่มีปริมาณแสงและอุณหภูมิในรอบวันสูงที่สุด (ภาพที่ 4-8) เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่พืชจะตอบสนองต่อสภาพอากาศอย่างชัดเจนที่สุด โดยที่เวลาที่วัดนอกจากอุณหภูมิที่สูงสุดในรอบวันแล้วยังเป็นช่วงที่ความชื้นลดต่ำลงที่สุด โดยทั้งอุณหภูมิและความชื้นนั้นส่งผลโดยตรงต่อการเปิดปากใบของพืช และเป็นแรงขับเคลื่อน

ให้พืชเปิดปากใบคายน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิใบไม่ให้สูงจนเป็นอันตรายต่อพืชเอง ซึ่งค่าที่ใช้บ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างความดันไอพืชและอากาศแวดล้อมที่นิยมใช้ เนื่องจากบ่งบอกถึงแรงขับเคลื่อนให้พืชคายน้ำได้นั้นคือค่าที่เรียกว่า leaf-to-air water pressure deficit (LAVPD) ซึ่งค่า LAVPD ที่สูงจะหมายถึงแรงขับเคลื่อนให้พืชคายน้ำที่สูง เนื่องจากอากาศที่แห้งและอุณหภูมิที่อากาศที่สูงนั่นเอง

ค่า LAVPD แสดงในภาพที่ 4-29 ถึง 4-31 ควบคู่ไปกับค่าการเปิดปากใบ เพื่อบ่งชี้ถึงแรงขับเคลื่อนและการเปิดปากใบของพืช โดยค่า LAVPD แสดงในหน่วยกิโลปาสกาล (kPa) ซึ่งมีค่าสูงที่สุดที่ระดับความเข้มแสงร้อยละ 100 และลดต่ำเมื่อระดับความเข้มแสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (เฉลี่ยประมาณ 10 kPa เทียบกับ 2 kPa) เนื่องจากร่มเงาช่วยให้ปริมาณความเข้มแสงลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลงตามไปด้วย ทำให้ค่า LAVPD ลดต่ำลงตามไปด้วย ซึ่งจากการหาค่าความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (linear regression) ระหว่างค่า LAVPD กับค่าการเปิดปากใบของพืชในแต่ละระดับความเข้มแสงโดยรวมแล้วพบว่า ความสัมพันธ์นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 นั่นแสดงว่า แม้ค่า LAVPD จะสูงก็ไม่ได้ส่งผลให้การเปิดปากใบสูงตามไปด้วย ในทางกลับกันค่า LAVPD ที่สูงอาจจะส่งผลตรงกันข้ามคือทำให้การเปิดปากใบลดต่ำลงหรือปิดปากใบ เพื่อลดการสูญเสียน้ำออกจากพืช และส่งผลให้อุณหภูมิใบสูงขึ้นได้

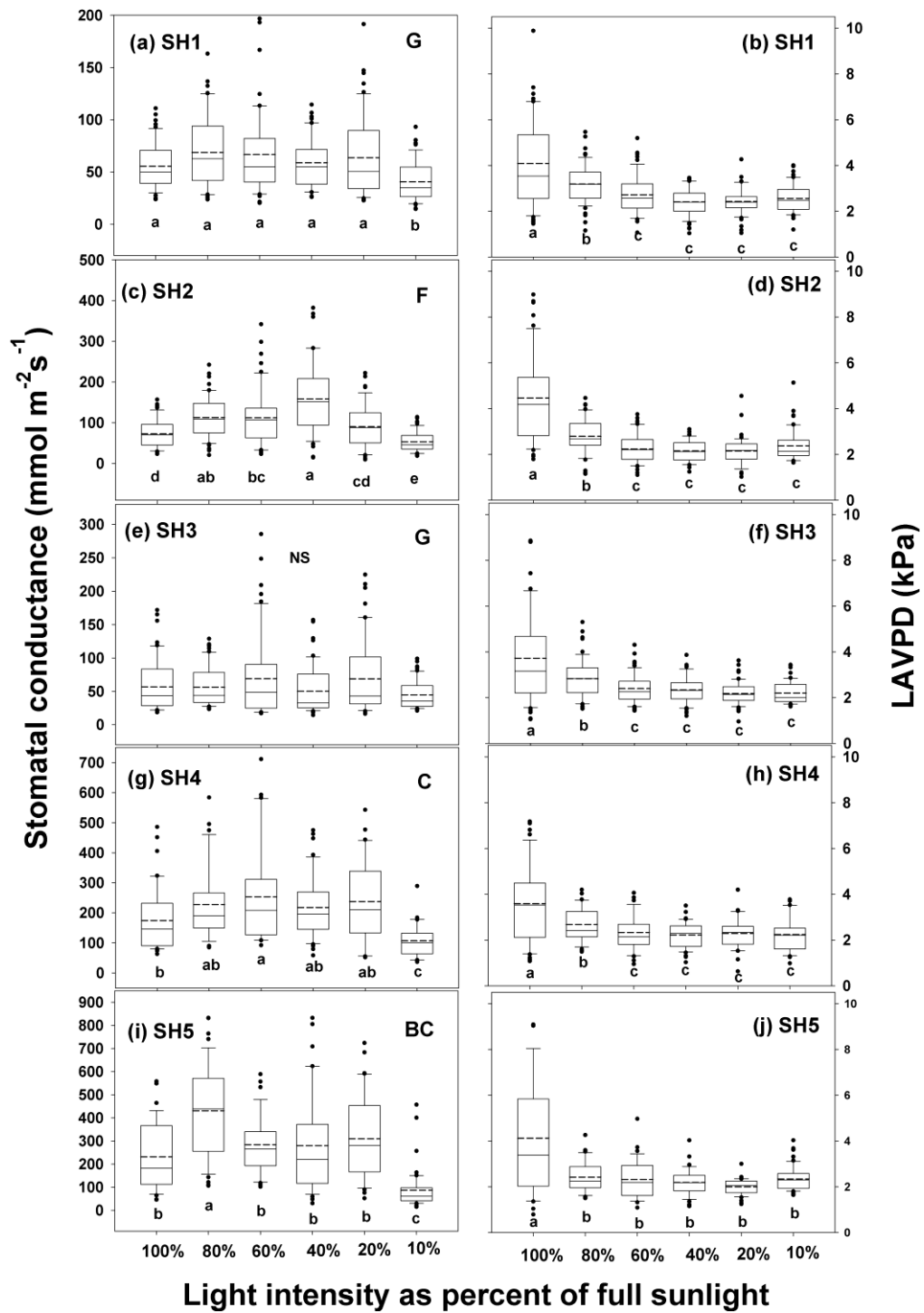
การเปิดปากใบของพืชโดยรวมแล้วมีค่าสูงที่สุดที่ระดับความเข้มแสงปานกลาง คือ ที่ร้อยละ 80-40 และมีการเปิดปากใบต่ำที่สุดที่ระดับความเข้มแสงต่ำสุด (ร้อยละ 10) และที่ระดับความเข้มแสงสูงสุด (ร้อยละ 100) แสดงให้เห็นว่า แสงที่สูงมากเกินไปทำให้พืชสูญเสียน้ำมากเกินไป ดังนั้นพืชจึงจำเป็นต้องปิดปากใบเพื่อรักษาน้ำไว้ในช่วงเวลาที่แสงและอุณหภูมิสูงสุดในรอบวัน ซึ่งพืชอาจจะเปิดปากใบสูงในช่วงเวลาเช้าหรือเวลาเย็น ที่อุณหภูมิและแสงแดดไม่สูงจนเกินไป ส่วนในระดับความเข้มแสงที่ต่ำนั้น พืชได้รับแสงไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นการเปิดปากใบ ส่งผลให้มีการเปิดปากใบน้อยกว่าระดับความเข้มแสงอื่นๆ ส่วนพืชที่มีการเปิดปากใบโดยรวมในเวลาที่ได้รับแสงแดดสูงสุดในรอบวันได้แก่ หวาย (H5) สัก (T5) และ มันปู (SH5) รองลงมาได้แก่ มะแขว่น (T3) มะตูมแขก (SH4) ชนิดที่มีการเปิดใบน้อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ลิ้นสาว (H4) เหลียง (SH1) และ ชาเมียง (SH3) ซึ่งการเปิดปากใบนั้นสอดคล้องกับการเติบโตของพืชในการศึกษาครั้งนี้คือ ชนิดที่มีการเติบโตโดยรวมสูงจะมีการเปิดปากใบสูง ในขณะที่ชนิดที่มีการเติบโตรวมต่ำ การเปิดปากใบก็ต่ำตามไปด้วย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการวัดค่าทางสรีรวิทยาทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วย SPAD ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยรวม (PI) และการเปิดปากใบ (stomatal conductance) สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินค่าการเติบโตในอนาคตของพืชได้ แต่ต้องประกอบกับพื้นที่ผิวใบของต้นด้วยจึงจะสามารถทำนายได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้แม้ว่าจะไม่ได้เก็บข้อมูลพื้นที่ผิวใบ แต่ค่าที่วัดได้ก็มีความสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเติบโต จึงสรุปได้ว่าหากมีการศึกษาในครั้งต่อไปสามารถใช้ค่าทางสรีรวิทยาเพื่อมาทำนายการเติบโตของพืชที่นำมาทดสอบได้โดยไม่ต้องรอเวลาเพื่อวัดการเติบโต



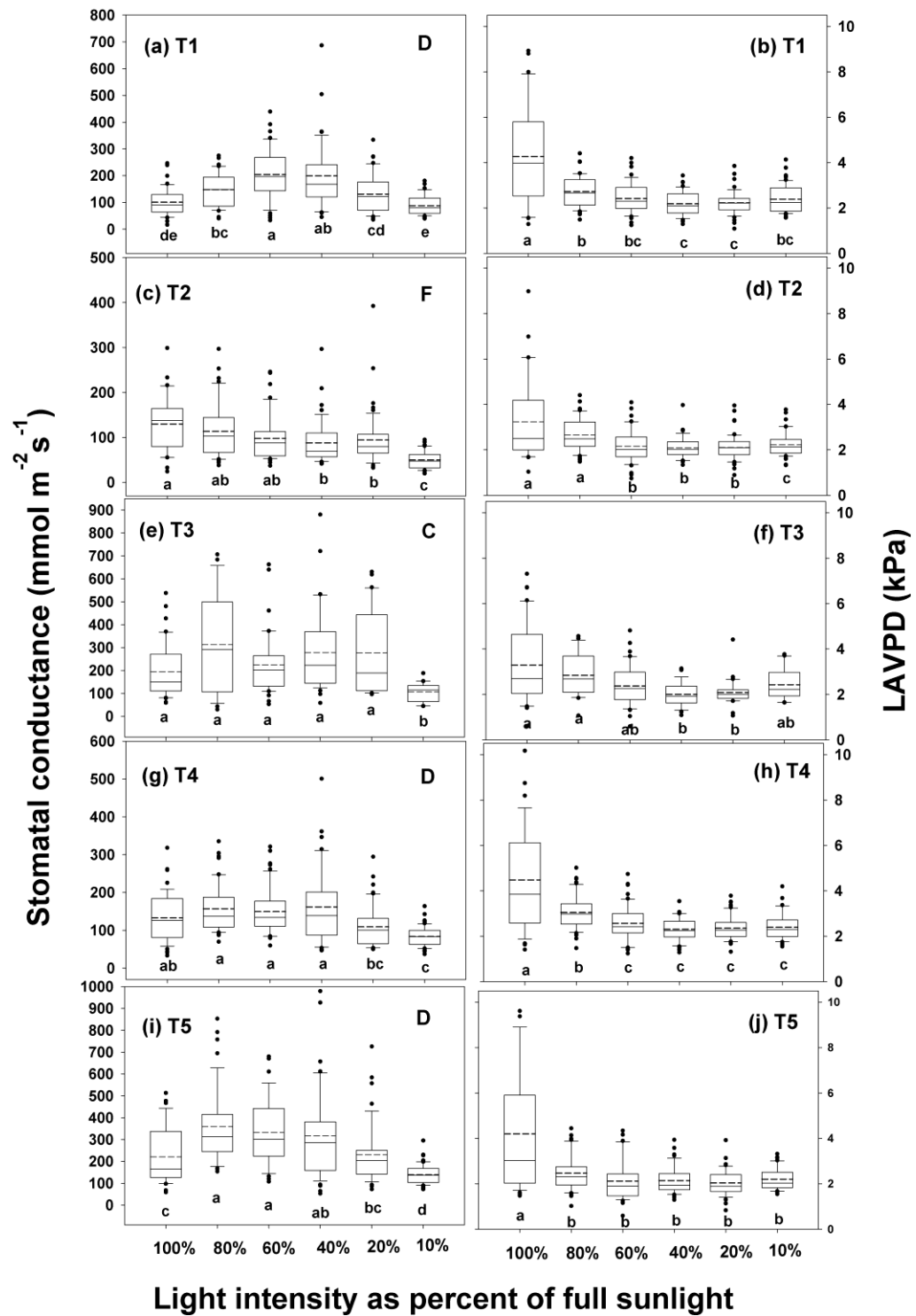
ภาพที่ 4-29 การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ (stomatal conductance) ในหน่วยมิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (ซ้าย) และ ความแตกต่างระหว่างความดันไอพืชและอากาศ (leaf-to-air vapor pressure deficit: LAVPD) ในหน่วยกิโลปาสกาล (kPa) (ขวา) ในไม้ล้มลุก (Herb) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย (a) เตย (H1) (b) ข่า (H2) (c) ชะพลู (H3) (d) ลิ้นจาว (H4) และ (e) หวาย (H5)

หมายเหตุ แสดงค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับความเข้มแสงโดยเฉลี่ยมาจาก 10 เดือน ($N = 70$) ภาพแสดงในรูปแบบกล่อง (box plot) โดยแสดงถึงค่าต่ำสุดและสูงสุดในขีดกลางและขีดบนของกล่อง ส่วนจุดที่อยู่ทีปลายที่แต่ข้างของกล่องหมายถึงค่าที่สูงและต่ำมากผิดปกติ (outliers) ของค่าที่วัดได้ เส้นทึบในกล่องหมายถึงค่ากลาง (mean) ของข้อมูล ส่วนเส้นประหมายถึงค่าเฉลี่ย (average) ของข้อมูล ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กใต้กล่องแต่ละกล่องแสดงถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบกันภายในแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มแสงแตกต่างกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ด้านขวามือของภาพการเหนี่ยวนำให้เปิดปากใบ (ซ้าย) แสดงถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบการเหนี่ยวนำการเปิดปากใบของพืชแต่ละชนิดทั้ง 15 ชนิดที่ทำการศึกษาในครั้งนี้) โดยนำการเหนี่ยวนำการเปิดปากใบในทุกระดับความเข้มแสงมาเฉลี่ย ($N = 420$) ตัวอักษรทั้งตัวพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันหมายถึงค่าการเหนี่ยวนำการเปิดปากใบและ LAVPD เฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ส่วน ns หมายถึงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



ภาพที่ 4-30 การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ และ LAVPD ในไม้พุ่ม (Shrub) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย (a) เหลียง (SH1) (b) กาแฟ (SH2) (c) ชาเมียง (SH3) (d) มะตูมแขก (SH4) และ (e) มั่นปู้ (SH5)

หมายเหตุ การวิเคราะห์ทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับภาพที่ 4-33



ภาพที่ 4-31 การเหนี่ยวนำการเปิดปากใบ และ LAVPD ใน ไม้ต้น (Tree) จำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย (a) ตะเคียนทอง (T1) (b) พะยูง (T2) (c) มะแขว่น (T3) (d) มะม่วง (T4) และ (e) สัก (T5)

หมายเหตุ การวิเคราะห์ทางสถิติเป็นเช่นเดียวกับภาพที่ 4-33

4.5 รูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

4.5.1 การแบ่งช่วงชั้นตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter: OM) ในดินชั้นบน การกร่อนของดิน (soil erosion) ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช (diversity index Shanon index: H') และตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจและสังคม 5 ตัวชี้วัด ได้แก่ การกระจายรายได้(ระยะเวลาการเก็บผลผลิต) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การใช้ทรัพยากร ขนาดพื้นที่ถือครอง และการยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร มาจัดช่วงชั้นเป็น 1 – 5 (ต่ำสุด – สูงสุด) ดังตารางที่ 4-51 และ 4-52

ตารางที่ 4-51 การแบ่งชั้นของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมจากช่วงค่าของตัวชี้วัดที่ได้จากโครงการ

ชั้น	ช่วงของข้อมูล		
	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM; %)	การกร่อนของดิน (soil erosion; กก./ไร่/ปี)	ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช diversity index Shanon index (H')
5	> 5.50	< 1,239.01	> 2.22
4	4.56 – 5.50	1,239.02 – 2,425.71	1.76 - 2.22
3	3.61 – 4.55	2,425.72 – 3,612.41	1.29 - 1.75
2	2.66 – 3.60	3,612.42 – 4,798.82	0.82 - 1.28
1	< 2.65	> 4,798.82	< 0.81

หมายเหตุ: ปริมาณอินทรีย์วัตถุ สูงสุด = 6.44%, ต่ำสุด = 1.70%
การกร่อนของดิน สูงสุด = 5,985.81 กก./ไร่/ปี , ต่ำสุด = 52.31 กก./ไร่/ปี
ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช สูงสุด = 2.688, ต่ำสุด 0.341

ตารางที่ 4-52 การแบ่งชั้นของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจและสังคมจากข้อมูลที่ได้จากโครงการ

ชั้น	ช่วงของข้อมูล				
	การกระจาย ¹ รายได้ (เดือน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท/ไร่/ปี)	การใช้ทรัพยากร ² (ร้อยละ)	ขนาดพื้นที่ ถือครอง (ไร่)	การยอมรับ รูปแบบ การใช้ ประโยชน์ที่ดิน ของเกษตรกร (ค่าคะแนน)
5	10 - 12	>15,000	> 80.00	1 - 10	> 4.5
4	8 - <10	10,001 – 15,000	60.00 – 79.99	11 - 20	3.5 – 4.4
3	6 - <8	5,001 – 10,000	40.00 - 59.99	21 - 30	2.5 – 3.4
2	4 - <6	1,001 – 5,000	20.00 – 39.00	31 - 40	1.5 – 2.4
1	<4	≤1,000	< 20.00	> 40	< 1.5

หมายเหตุ: ¹ การกระจายรายได้พิจารณาจากการกระจายของระยะเวลาที่สามารถเก็บผลผลิตในช่วง 1 ปี

² ร้อยละของทรัพยากรที่ใช้ (แรงงาน/ปุ๋ย/สารเคมี/เครื่องมือ) เป็นของตนเอง/ผลิตเอง

นำผลการศึกษาของทั้ง 8 ตัวชี้วัด ที่ได้จากการเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างของการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา จากพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน (ตารางที่ 4-53) มาจัดชั้นข้อมูลตามค่าที่กำหนด ได้ผลดังตารางที่ 4-54 โดยภาพรวมพบว่าป่ายางพารามีค่าคะแนนสูงเกือบทุกตัวชี้วัด ยกเว้นเพียงค่าเดียวคือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ รายละเอียดในแต่ละตัวชี้วัดมีดังนี้

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื่องจากมีการปลูกพืชผสมผสานหลายระดับชั้น ทำให้พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่สูงร้อยละ 4.64 รองลงมาคือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่าร้อยละ 3.93 สำหรับการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราร่วมกับไม้ผลได้ค่าคะแนนอยู่ในระดับ 2 คือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ร้อยละ 2.66 – 3.60

การร่อนของดินซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณการตกของฝน พบว่าพื้นที่ศึกษา มีการร่อนของดินในระดับต่ำ คือน้อยกว่า 1,239.01 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เนื่องจากมีปริมาณการตกของฝนน้อย ยกเว้นในแปลงปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผลที่พบว่าเกิดการร่อนของดินสูงมาก 5,985.81 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ความหลากหลายของพืชพรรณป่าอย่างพาราพบว่ามีการปลูกพืชผสมผสานหลายชนิดและหลายชั้น เรือนยอด อีกทั้งยังมีการทดแทนของพืชอื่นๆ ตามธรรมชาติด้วย ทำให้ระดับความหลากหลายของพืชพรรณสูง สำหรับรูปแบบการปลูกยางเชิงเดี่ยว อย่างพาราร่วมกับไม้ผล และยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีความหลากหลายของพืชพรรณน้อยกว่า 0.81

การกระจายของรายได้ ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ของปีปลูกที่ 1-10 พบว่าป่าอย่างพาราสามารถเก็บผลผลิตของพืชที่ปลูกร่วมได้ตลอดทั้งปี (10-12 เดือน) สำหรับการปลูกยางพารารูปแบบอื่นๆ สามารถเก็บผลผลิตได้ในระยะเวลาใกล้เคียงกัน คือ 8-10 เดือน

มูลค่าปัจจุบันสุทธิในช่วงอายุ 1-10 ปี พบว่าป่าอย่างพารามีมูลค่าต่ำกว่า (ระดับ 2) รูปแบบการปลูกยางพาราอื่น ที่อยู่ในระดับเดียวกัน (ระดับ 3) เนื่องจากในช่วงอายุ 1-10 ปี เนื่องจากพืชที่ปลูกร่วมจะใช้ในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ หากเหลือก็เพียงขายในชุมชน แต่หากมองในมุมกลับ หากราคายางหรือราคาไม้ผลตกต่ำ ก็จะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งมีความเสี่ยงต่อความผันผวนของราคามากกว่าการปลูกยางร่วมกับพืชชนิดอื่นๆ

การใช้ทรัพยากรในครัวเรือน พิจารณาถึงการพึ่งพาตนเองของเกษตรกรโดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ ซึ่งระดับการพึ่งพาตนเองเป็นประเด็นสำคัญในการประเมินผลของความยั่งยืนที่เกิดขึ้น ประเมินจากระดับการพึ่งพิง/การใช้ทรัพยากรจากภายนอกพื้นที่เป็นหลัก อาทิ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช น้ำมัน น้ำชลประทาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรทั้งสิ้น พบว่าป่าอย่างพารามีการพึ่งพิงทรัพยากรในพื้นที่มากที่สุด ร้อยละ 62.6 และการปลูกสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าต่ำสุด ร้อยละ 18.2 เพราะต้องซื้อปุ๋ย และวัสดุจากภายนอกเป็นหลัก

ขนาดพื้นที่ถือครอง พบว่าเกษตรกรที่ตัดสินใจทำป่าอย่างพาราจะมีพื้นที่ถือครองขนาดเล็ก (7.5 ไร่) สามารถดูแลพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง สำหรับการปลูกยางพารารูปแบบอื่นเกษตรกรมีขนาดพื้นที่ถือครองใกล้เคียงกัน คือ 11-20 ไร่

การยอมรับรูปแบบการใช้ที่ดินวนเกษตร พบว่าเกษตรกรที่ปลูกป่าอย่างพารา มีความรู้สึกด้านบวกต่อการปลูกพืชหลายชนิดผสมผสานในแปลงป่าอย่างพารา เนื่องจากผลผลิตจากพืชร่วมสามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคในครัวเรือน และแบ่งขายได้ โดยเฉพาะในช่วงที่ราคายางตกต่ำ เกษตรกรงดกรีดยางแต่ก็ยังสามารถพึ่งพาตนเองได้ อีกรูปแบบหนึ่งที่เกษตรกรยอมรับคือ การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล (กาแฟ) รองลงมาคือ การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า (สัก) และยางพาราเชิงเดี่ยว ตามลำดับ

ตารางที่ 4-53 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การใช้ทรัพยากร
ขนาดพื้นที่ถือครอง การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ

รูปแบบการปลูก ยางพารา	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ (%)	การกร่อน ของดิน (กก./ไร่/ปี)	ความหลากหลาย ของชนิดพันธุ์พืช (H')	การกระจาย รายได้ ¹ (เดือน)	มูลค่า ปัจจุบันสุทธิ (บาท/ไร่)	การใช้ ทรัพยากร ² (ร้อยละ)	ขนาดพื้นที่ ถือครอง (ไร่)	การยอมรับรูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดินขอเกษตรกร (ค่าคะแนน)
ยางพาราเชิงเดี่ยว	3.31	530.74	0.59	8 -10	5,645.45	18.20	13.10	2.67
ยางพาราร่วมกับไม้ผล ³	3.50	5,985.81	0.73	8 -10	6,354.60	26.30	11.20	4.24
ยางพาราร่วมกับไม้ป่า	3.93	728.08	0.68	8 - 10	6,600.72	20.4	10.80	3.99
ป่ายางพารา	4.64	52.31	1.48	10 - 12	4,248.11	62.60	7.50	4.55

หมายเหตุ: ¹ การกระจายรายได้พิจารณาจากการกระจายของระยะเวลาที่สามารถเก็บผลผลิตในช่วง 1 ปี

² ร้อยละของทรัพยากรที่ใช้ (แรงงาน/ปุ๋ย/สารเคมี/เครื่องมือ) เป็นของตนเอง/ผลิตเอง

³ ค่าเฉลี่ยของการปลูกยางพาราร่วมกับกาแฟ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นมูลค่าปัจจุบันของการปลูกในช่วง 10 ปี

ตารางที่ 4-54 ช่วงชั้นของปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การใช้ทรัพยากร
ขนาดพื้นที่ถือครอง การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ

รูปแบบการปลูก ยางพารา	ค่าคะแนน (1 - 5)							
	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ	การกร่อน ของดิน	ความหลากหลาย ของชนิดพันธุ์พืช	การกระจาย รายได้	มูลค่า ปัจจุบันสุทธิ	การใช้ ทรัพยากร	ขนาดพื้นที่ ถือครอง	การยอมรับรูปแบบการใช้ ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกร
ยางพาราเชิงเดี่ยว	2	5	1	4	3	1	4	3
ยางพาราร่วมกับไม้ผล	2	1	1	4	3	2	4	5
ยางพาราร่วมกับไม้ป่า	3	5	1	4	3	2	5	4
ป่ายางพารา	4	5	3	5	2	4	5	5

4.5.2 ความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

เมื่อนำค่าคะแนนจากตารางที่ 4-54 มาวิเคราะห์ความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามสมการของ สุภัญญา (2556) พบว่า ป่ายางพารามีระดับความยั่งยืนสูงสุดที่สุด (4.6) รองลงมาคือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ป่า การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว และการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล โดยมีตัวชี้วัดด้านวนเกษตร 3.6 3.1 และ 2.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-55) เมื่อแทนค่าตัวชี้วัดในสมการเฉพาะค่าคะแนนของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม (ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน และความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช) พบว่าระดับความยั่งยืนของทุกรูปแบบอยู่ในระดับต่ำที่สุด และเมื่อแทนค่าตัวชี้วัดในสมการเฉพาะค่าคะแนนของตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจและสังคม พบว่า ป่ายาง มีค่าความยั่งยืนในระดับปานกลาง (3.0) ยางพาราร่วมกับไม้ผลและยางพาราร่วมกับไม้ป่า มีค่าความยั่งยืนระดับต่ำ และการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าความยั่งยืนระดับต่ำสุด

แสดงให้เห็นว่าระบบวนเกษตรเป็นการผสมผสานการปลูกไม้ยืนต้น และกิจกรรมการเกษตรอื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลดีทางนิเวศวิทยา และเศรษฐกิจ สังคม ดังต่อไปนี้ ด้านนิเวศวิทยา วนเกษตรจัดได้ว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งอยู่ในพื้นที่ชุมชน เป็นการใช้ที่ดินที่มีข้อดีกว่าการเกษตรอื่นๆ ในแง่ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชนและเกื้อกูลให้ระบบการผลิตอื่นๆ ดีขึ้น โดยเป็นการใช้ทรัพยากรในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งทรัพยากรที่อยู่เหนือพื้นดิน และที่อยู่ใต้ดิน ช่วยฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการหมุนเวียนธาตุอาหาร ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และ ทำให้ภูมิอากาศในท้องถิ่นดีขึ้น ด้านเศรษฐกิจและสังคม ระบบวนเกษตรก่อให้เกิดผลผลิตที่ยั่งยืน และสนองความต้องการที่หลากหลายของชุมชน ดังนั้นเป็นแหล่งอาหารเสริมซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน เป็นแหล่งอาหารสัตว์ เป็นแหล่งผลิตที่หลากหลาย ช่วยลดต้นทุนการผลิตในฟาร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการบำรุงรักษา เช่น การใส่ปุ๋ย การถางวัชพืช เป็นต้น

ตารางที่ 4-55 ตัวชี้วัดด้านวนเกษตรและระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

รูปแบบการปลูกยางพารา	ตัวชี้วัดด้านวนเกษตร Agroforestry index (AFI)	ระดับความยั่งยืน Sufficiency economy (SE) level
ยางพาราเชิงเดี่ยว	3.1	ปานกลาง (moderate)
ยางพาราร่วมกับไม้ผล	2.9	ปานกลาง (moderate)
ยางพาราร่วมกับไม้ป่า	3.6	สูง (High)
ป่ายางพารา	4.6	สูงที่สุด (Highest)

ตารางที่ 4-56 ตัวชี้วัดด้านวนเกษตรและระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

รูปแบบการปลูกยางพารา	ตัวชี้วัดด้านวนเกษตร Agroforestry index (AFI)	ระดับความยั่งยืน Sufficiency economy (SE) level
ยางพาราเชิงเดี่ยว	1.2	ต่ำที่สุด (lowest)
ยางพาราร่วมกับไม้ผล	1.2	ต่ำที่สุด (lowest)
ยางพาราร่วมกับไม้ป่า	1.2	ต่ำที่สุด (lowest)
ป่ายางพารา	1.5	ต่ำที่สุด (lowest)

ตารางที่ 4-57 ตัวชี้วัดด้านวนเกษตรและระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพารารูปแบบต่างๆ เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจและสังคม

รูปแบบการปลูกยางพารา	ตัวชี้วัดด้านวนเกษตร Agroforestry index (AFI)	ระดับความยั่งยืน Sufficiency economy (SE) level
ยางพาราเชิงเดี่ยว	1.7	ต่ำที่สุด (lowest)
ยางพาราร่วมกับไม้ผล	2.5	ต่ำ (low)
ยางพาราร่วมกับไม้ป่า	2.3	ต่ำ (low)
ป่ายางพารา	3.0	ปานกลาง

4.6 การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา”

การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา” ดำเนินการในวันพฤหัสบดี ที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เวลา 9.00-15.00 น. ณ ที่ว่าการอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกร ผู้นำชาวบ้าน และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง รวม 100 คน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่เป้าหมาย และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้รับทราบข้อมูลเบื้องต้นและเข้าใจแนวทางการดำเนินงานของแผนงานวิจัยการพัฒนาระบบวนเกษตรแบบปายางพาราอย่างยั่งยืน ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

การประชุมมีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 197 คน ได้แก่ เกษตรกร ผู้นำชาวบ้าน และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง โดยนักวิจัยนำเสนอผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจากโครงการทั้งหมด และรับฟังข้อข้อคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมประชุม (ภาพที่ 4-36) สรุปได้ดังนี้

1) ด้านการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- ควรส่งเสริม สนับสนุนให้มีการปลูกต้นไม้ที่สามารถขึ้นได้ในปายางพารา เพื่อเป็นรายได้เสริม และให้ความรู้เกี่ยวกับพันธุ์ไม้ที่สามารถปลูกได้ และได้ผลจริงในแต่ละพื้นที่
- ปลูกพืชคลุมหน้าดินที่ชะลอการไหลของน้ำ เช่น หญ้าแฝก หรือพืชคลุมดินประเภทอื่นๆ ที่สามารถขึ้นได้ในสวนยางพารา
- จัดพื้นที่การปลูกพืชให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม
- รัฐควรสนับสนุนต้นกล้าแก่เกษตรกรปลูกในสวนยางอย่างผสมผสาน เพื่อเกษตรกรจะได้มีรายได้เพียงพอกับค่าครองชีพ
- รัฐควรส่งเสริมพืชชนิดอื่นแทนข้าวโพด เพราะข้าวโพดเป็นพืชที่ใช้ต้นทุนมากที่สุด คือ ขยายไม่มีกำไรเลยแต่จำเป็นต้องทำเพราะไม่มีอาชีพอื่นทำ สำหรับยางพาราทุกพื้นที่ ชาวบ้านปลูกเกือบเท่าปลูกข้าวโพด ดังนั้นควรมีการส่งเสริมปลูกเป็นวนเกษตรก่อนที่ ยางพาราจะราคาตกมากกว่านี้
- ให้การสนับสนุนปลูกพืชผสมผสานเป็นไม้ยืนต้นและสามารถเก็บผลผลิตได้
- ควรมีการอบรมเรื่องการใช้ปุ๋ยจากอินทรีย์วัตถุ มูลสัตว์ หรือปุ๋ยหมักให้มาก เพื่อเป็นการลดต้นทุนการทำสวนยาง

2) ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีการทำวนเกษตรสวนยางพาราและคุณภาพเกษตรกร

- ส่งเสริมด้านการตลาด ให้ความรู้แก่เกษตรกร เพราะเกษตรกรทำตามคนอื่น และขาดความรู้ความเข้าใจ ทดลองแบบผิดๆ ถูกๆ
- ต้องมีการจัดอบรมและจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้แก่ชาวสวนยางให้มีการเรียนรู้อย่างจริงจัง
- ควรมีการจัดตั้งโรงงานแปรรูปไม้ในพื้นที่
- ควรมีตลาดรองรับซื้อพืชทุกชนิดที่ส่งเสริมให้ปลูก ให้ราคาสม่ำเสมอ
- ควรให้ทีมงานวิจัยเกี่ยวกับยางพาราให้มากขึ้น
- สนับสนุนพันธุ์สัตว์ที่สามารถเลี้ยงในพื้นที่สวนยางได้มากขึ้น
- ส่งเสริมให้มีการปลูกไม้ในสวนยาง แล้วเอาไม้แปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์หรือเฟอร์นิเจอร์

3) ด้านการปฏิรูปนโยบาย/กฎหมาย/ระเบียบ

- ต้องมีนโยบายส่งเสริมอย่างจริงจังและให้สิทธิแก่เกษตรกรได้มีหลักฐานในการครอบครองที่ดินของตน เพื่อความมั่นคงของการทำกินในพื้นที่นั้นๆ
- รัฐบาลควรช่วยเหลือส่วนต่างคนที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ที่ทำกิน ให้เหมือนกับคนที่มีเอกสารสิทธิ์ที่ทำกินให้เท่าเทียมกัน เพราะที่ผ่านมารัฐช่วยเหลือเฉพาะผู้มีเอกสารสิทธิ์ แต่ผู้ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ไม่ได้รับความช่วยเหลือจากรัฐบาล
- งดการปลูกลูกยางพาราในพื้นที่ใหม่
- ให้มีการประกันราคาน้ำยางขั้นต่ำ 30 บาท
- อยากให้พื้นที่ที่ไม่มีเอกสารสิทธิ์ทำกิน หากเปลี่ยนมาทำวนเกษตรป่ายางพาราแล้วสามารถรับรองสิทธิ์ทำกินในพื้นที่นั้นๆ ได้ เพื่อแลกเปลี่ยนการบุกรุกพื้นที่ป่าใหม่ และรักษาป่าเดิมนั้นเอาไว้ และมีที่ทำกินในขอบเขตของตัวเองได้
- ควรมีนโยบายควบคุมการปลูกข้าวโพดและการตัดไม้อย่างจริงจัง และไม่ควรมสนับสนุนการปลูกลูกยางพาราเชิงเดี่ยวในพื้นที่ภาคเหนือ ควรให้ทุนสนับสนุนเฉพาะเกษตรกรที่ทำวนเกษตรเพื่อสร้างแรงจูงใจ
- ควรมีกฎหมายห้ามปลูกลูกยางในพื้นที่สูงเป็นข้อกำหนด
- จัดให้มีการอบรมเกี่ยวกับกฎหมายให้กับเกษตรกร

4) ข้อคิดเห็นอื่นๆ

- เกษตรกรต้องการการสนับสนุนตลาดที่จะรองรับผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งทุกวันนี้เกษตรกรสามารถปลูกได้แต่ขายไม่ได้
- ถ้ารัฐบาลสนับสนุนการปลูกแล้วควรมีการตลาดรองรับการขายบ้างให้มากที่สุด
- ควรมีศูนย์วิจัยส่งเสริมและพัฒนาวนเกษตรสวนยางพาราที่เป็นแหล่งเรียนรู้ แลกเปลี่ยนที่ใกล้บ้านในแต่ละพื้นที่
- อยากให้มีโรงงานรับซื้อยางพาราอยู่ในจังหวัดน่าน ขอให้รัฐบาลสนับสนุนการเลี้ยงสัตว์
- ควรพัฒนาระบบการรับซื้อผลผลิตและการกระจายสินค้าให้มีความเป็นธรรมกับเกษตรกร
- ควรมีนโยบายให้เกษตรกรปลูกไม้ผลหรือพืชอื่นๆปลูกผสมผสานกันในสวนข้าวโพด เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าในอนาคต
- ควรให้หน่วยงานของรัฐ เช่น ธกส. เกษตรอำเภอ เป็นหน่วยงานรับซื้อผลผลิต ไม่ใช่แค่เกษตรกรนำไปขายให้ผู้ประกอบการเอง



ภาพที่ 4-32 การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา” วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2559 เวลา 9.00-15.00 น. ณ ที่ว่าการอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน

บทที่ 5 สรุปผล

5.1 เศรษฐกิจและการยอมรับระบบวนเกษตรแบบป่ายางพารา (โครงการย่อยที่ 1)

5.1.1 รูปแบบการทำวนเกษตรป่ายางพารา

รูปแบบวนเกษตรป่ายางพาราที่พบในพื้นที่ศึกษาแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ ยางพาราร่วมไม้ผล ยางพาราร่วมไม้ป่า และป่ายาง โดย รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมไม้ผล ได้แก่ ยางพาราร่วมกับลำไย และ ยางพาราร่วมกับกาแฟ รูปแบบการปลูกยางพาราร่วมไม้ป่า ส่วนใหญ่จะปลูกไม้สักเป็นขอบเขตแปลงสวนยางพารา ไม้มะแขว่นพบปลูกแทรกในสวนยางพารา และไผ่รวกปลูกเป็นขอบเขตแปลงยางพารา รูปแบบป่ายาง เป็นรูปแบบที่พบน้อยมากเนื่องจากเป็นรูปแบบเฉพาะที่ไม่มีความแน่นอนทั้งระบบการปลูกและชนิดพืชที่ปลูก โดยชนิดพืชที่ปลูกร่วมในยางพาราแตกต่างกันไป เช่น การปลูกยางพาราร่วมกับหวาย สัก มะแขว่น กล้าย ลำไย หรือการปลูกยางพาราร่วมกับไม้มะขม หวาย กาแฟ ชาเมี่ยง เป็นต้น ทั้งนี้สวนยางพาราที่มีการปลูกพืชร่วมแบบวนเกษตรมีอายุไม่เกิน 10 ปี

5.1.2 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มเกษตรกร

กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุอยู่ในช่วง 36-50 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาประถมต้น มีสมาชิกในครัวเรือน 3-4 คน ส่วนใหญ่มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน 1-2 คน ส่วนใหญ่มีพื้นที่เกษตรกรรม 6-10 ไร่ โดยมีขนาดพื้นที่ดินเฉลี่ยเท่ากับ 13.48 ไร่/ครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นที่ดินของตนเอง พื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกรส่วนใหญ่มีความลาดชันในช่วง 12-25 % อาชีพหลักคือเกษตรกรรม มีรายได้ครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 50,001-100,000 บาท/ปี ส่วนใหญ่ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมวนเกษตรและได้รับข้อมูลข่าวสารด้านวนเกษตร ตลอดจนคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐเกี่ยวกับวนเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับวนเกษตรในระดับน้อย ปัญหาสำคัญของการทำสวนยางพาราของเกษตรกรที่อยู่ในระดับรุนแรงมาก ได้แก่ ราคาผลผลิตตกต่ำ/ไม่แน่นอน และราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น

5.1.3 ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการทำวนเกษตรป่ายางพารา

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของทั้ง 4 รูปแบบในช่วงอายุโครงการ 10 ปี ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 พบว่า ยางพาราปลูกร่วมลำไย มีค่า NPV สูงสุดเท่ากับ 14,108.60 บาท/ไร่ รองลงมาเป็นยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบเขตแปลง ยางพาราปลูกร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า NPV เท่ากับ 6,600.72, 6,354.60, 5,461.45 และ 4,248.11 บาท/ไร่ ตามลำดับ อัตราผลประโยชน์ต่อทุน (BCR) พบว่า ยางพาราร่วมลำไย มีค่า BCR สูงสุดเท่ากับ 1.31 รองลงมาเป็นยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบเขตแปลง ร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว และป่ายาง มีค่า BCR เท่ากับ 1.91, 1.27, 1.25 และ 1.21 ตามลำดับ และอัตรา

ผลตอบแทนภายใน (IRR) พบว่า ยางพาราร่วมลำไย มีค่า IRR สูงสุดเท่ากับ 21.95 รองลงมาเป็นยางพาราร่วมกาแฟ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราปลูกไม้สักเป็นขอบแปลง และป่ายาง มีค่า BCR เท่ากับ 16.95, 16.79, 16.00 และ 15.58 ตามลำดับ

5.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพารา

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวนเกษตร ความแน่นอนตลาดรับซื้อผลผลิตของพืชปลูกร่วมยาง และราคาผลผลิตพืชปลูกร่วมยาง โดยทั้ง 3 ปัจจัยมีอิทธิพลต่อการยอมรับการทำวนเกษตรป่ายางพาราอยู่ประมาณ 48.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 51.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลจากปัจจัยอื่น

จากผลการศึกษา เห็นได้ว่า ในช่วงอายุยางพารา 10 ปี การทำสวนยางพาราวนเกษตรทั้งการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล การปลูกยางพาราร่วมกับกาแฟ ยางพาราปลูกไม้เป็นขอบแปลง และป่ายาง ตลอดจนสวนยางพาราเชิงเดี่ยว มีความคุ้มค่ากับการลงทุน อย่างไรก็ตาม ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของป่ายางพาราวนเกษตรขึ้นอยู่กับระยะเวลา (อายุยางพารา) และปัจจัยราคาผลผลิต ซึ่งส่งผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนในระยะยาว นอกจากนี้ การส่งเสริมวนเกษตรป่ายางพาราให้กับเกษตรกรจำเป็นต้องมีการให้ความรู้ด้านวนเกษตรกับเกษตรกรให้มากยิ่งขึ้นผ่านกระบวนการต่าง ๆ ตลอดจนส่งเสริมพืชที่มีศักยภาพปลูกร่วมยางพาราที่มีตลาดรองรับและมีราคาผลผลิตที่ดีเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับเกษตรกรปลูกพืชควบยางพาราแบบวนเกษตรมากยิ่งขึ้น

สำหรับข้อเสนอแนะจากการศึกษานี้ เนื่องจากการทำวนเกษตรในสวนยางพาราในพื้นที่ภาคเหนือยังเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่สำหรับเกษตรกร ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับวนเกษตรป่ายางพาราให้กับเกษตรกรมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม เช่น การจัดฝึกอบรม การจัดทำเอกสารเผยแพร่ การส่งเจ้าหน้าที่ส่งเสริมไปให้ความรู้ ฯลฯ ทั้งในเรื่องชนิดพืชที่เหมาะสมปลูกร่วมยาง การจัดการสวนวนเกษตรป่ายาง รวมถึงให้ความรู้ด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของการทำวนเกษตรป่ายางพารา ตลอดจนควรสร้างแปลงสาธิตต้นแบบการทำวนเกษตรป่ายางพาราในพื้นที่เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและเป็นแหล่งสาธิตเรียนรู้ของเกษตรกรในพื้นที่เพื่อเลือกรูปแบบวนเกษตรไปประยุกต์ได้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ของตนเอง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของวนเกษตรป่ายางพาราอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตยางพารา (20-25 ปี) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมรูปแบบวนเกษตรป่ายางพาราอย่างยั่งยืนต่อไป

5.2 ลักษณะโครงสร้างการเติบโตและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของระบบวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่เสื่อมโทรมภาคเหนือ (โครงการย่อยที่ 2)

5.2.1 ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช

จากผลการศึกษาพบว่าทุกแปลงตัวอย่างไม้ใหญ่ที่พบจะไม้ยางพาราเป็นไม้เด่นในทุกแปลง เนื่องจากเกษตรกรมุ่งปลูกไม้ยางพาราเป็นวัตถุประสงค์หลัก โดยพบจำนวนต้นผืนแปรตามการจัดการและวัตถุประสงค์ของเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ ระหว่าง 31-97 ต้นต่อไร่ แปลงที่พบจำนวนต้นยางพาราน้อยที่สุดคือ แปลงตัวอย่างป่ายางพาราในจังหวัดเชียงรายและจังหวัดน่าน จำนวน 31 และ 51 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ บ่งบอกว่าเกษตรกรเจ้าของพื้นที่พยายามจัดสรรพื้นที่เพื่อปลูกพืชชนิดอื่นร่วมกับยางพาราด้วย ทำให้แปลงตัวอย่างป่ายางพาราพบพืชชนิดอื่นขึ้นร่วมด้วยในพื้นที่เดียวกันมากที่สุดทั้งไม้ต้น ไม้หนุม และกล้าไม้ ในทางตรงกันข้ามแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวจะพบจำนวนต้นของยางพาราอยู่ระหว่าง 64-97 ไร่ และพบว่ามีพืชชนิดอื่นขึ้นปะปนเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

5.2.2 ผลผลิต

การเติบโตของต้นไม้ในพื้นที่สามารถบ่งบอกปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ซึ่งในพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด และรูปแบบแปลง 4 รูปแบบ พบว่า จังหวัดเชียงราย รูปแบบแปลงป่ายางพารามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด จังหวัดพะเยา รูปแบบแปลงยางพาราเชิงเดี่ยวมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด และ จังหวัดน่าน รูปแบบแปลงยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด จะเห็นได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินไม่อาจนำเกณฑ์รูปแบบแปลงตัวอย่างมากำหนดได้ เนื่องจากมีการกระจายที่ไม่คงที่

ปริมาณน้ำยางพารา ของการปลูกยางพารารูปแบบเดียวกัน แต่พื้นที่ต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมาก ประมาณ 20 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน

5.2.3 การเจริญทดแทนตามธรรมชาติ

เมล็ดที่สะสมในดินมีจำนวนชนิดน้อยกว่าเมล็ดที่ร่วงหล่น เนื่องจากมีชนิดไม้ไม่กี่ชนิดไม้ที่เมล็ดยากต่อการย่อยสลาย แต่มีปริมาณเมล็ดที่สะสมในดินมากกว่าเมล็ดที่ร่วงหล่น อาจเนื่องมาจากการสะสมของเมล็ดมาเป็นระยะเวลานาน สำหรับเมล็ดที่พบมาก ได้แก่ ยางพารา สัก ประดู่ เก็ดขาว ซึ่งพบในช่วงปลายฤดูแล้ง (มีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2557) มากกว่าต้นฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคมพ.ศ. 2557) เมล็ดส่วนใหญ่ไม่มีชีวิตแล้ว ยกเว้นเมล็ดยางพาราที่ยังสามารถงอกได้ สำหรับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านแสงพบว่าเนื่องจากการปกคลุมเรือนยอดที่มาก (ร้อยละ 65.16-89.22) ทำให้แสงที่ส่องลงมามีความเข้มข้นน้อย (45.44-57.65) ประกอบกับปริมาณซากพืชโดยเฉพาะใบยางและกิ่งยางที่ร่วงหล่นมาก รวมถึงการกำจัดวัชพืชในสวนยางของเกษตรกรทำให้ไม่พบกล้าไม้ในแปลงใดๆ เลย

5.3 บทบาทของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อสมบัติดินและลักษณะทางอุทกวิทยา

การศึกษารูปแบบของวนเกษตรแบบป่ายางพาราในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมต่อการสูญเสียดินและน้ำ โดยการวางแผนแปลงตัวอย่างบริเวณอำเภอน่าน้อยและอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน เพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำพืชยึด (น้ำที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดและระเหยออกไปจากระบบนิเวศ) น้ำไหลบ่าหน้าดิน และปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ถูกชะล้างไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน ระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม ปี พ. ศ. 2558 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวกับการปลูกแบบวนเกษตรรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ป่ายางพารา ยางพาราผสมไม้ป่า (สัก) และยางพาราผสมไม้ผล (มะขาม) ได้ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

5.3.1 การสูญเสียน้ำจากกระบวนการน้ำพืชยึดของพื้นที่แปลงตัวอย่าง ยางพาราเชิงเดี่ยว ป่ายางพารา ยางพาราผสมไม้ผล และยางพาราผสมไม้ป่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 12.6 17.3 27.4 และ 17.7 ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ตามลำดับ และเมื่อนำข้อมูลที่ตรวจวัดในปี พ. ศ. 2557 มาคำนวณสรุปเป็นค่าเฉลี่ยได้เท่ากับร้อยละ 8.7 12.6 21.0 และ 13.5 ของปริมาณน้ำฝน ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการปลูกยางพาราแบบวนเกษตรมีผลทำให้มีปริมาณการสูญเสียน้ำที่ติดค้างอยู่บนเรือนยอดในรูปแบบของน้ำพืชยึดมากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว แต่ก็ช่วยสกัดกั้นน้ำฝนไม่ให้ตกกระทบลงสู่พื้นดินได้มากกว่า

5.3.2 การสูญเสียน้ำจากกระบวนการน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดขึ้นบริเวณป่ายางพารามีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือยางพาราผสมไม้ป่า ยางพาราเชิงเดี่ยว และยางพาราผสมไม้ผล ตามลำดับ โดยมีผลรวมของร้อยละของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน เท่ากับ 0.0546 0.0762 0.0895 และ 0.4574 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่าป่ายางพารายังคงมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.0951 รองลงมาคือยางพาราผสมไม้ป่า ยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราผสมไม้ผล คิดเป็นร้อยละ 0.1642 0.3397 และ 0.5279 ตามลำดับ

5.3.3 การสูญเสียดินรวมที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปแบบการปลูกยางพารา พบว่า ปริมาณการสูญเสียดินมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน กล่าวคือ หากมีปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินมากปริมาณการสูญเสียดินก็จะมากด้วยเช่นกัน โดยสรุป พื้นที่ป่ายางพารามีปริมาณการสูญเสียดินน้อยที่สุด มีค่าประมาณ 52 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 0.08 ตัน/เฮกเตอร์ รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราผสมไม้ป่า และยางพาราผสมไม้ผล วัดปริมาณการสูญเสียดินได้ประมาณ 531 728 และ 5,986 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 0.85 1.16 และ 9.58 ตัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ

5.4 การคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพาราโดยวิธีการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโต (โครงการย่อยที่ 4)

5.4.1 พรรณไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับยางพารา

จากการคัดเลือกพรรณพืชจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู ลิ้นจี่ หวาย เหลียง กาแฟ ชาเมี่ยง มะตูมแขก มันปู ตะเคียนทอง พะยูง มะแขว่น มะม่วง และสัก ซึ่งเป็นพืชที่นำจะมีศักยภาพในการปลูกร่วมกับยางพารา โดยพิจารณาจากนิเวศวิทยาการกระจายพันธุ์ เป็นพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศ มาทำการทดลองปลูกในสภาพโรงเรือนที่มีการจำลองระดับความเข้มแสงบริเวณพื้นล่างของสวนยางพาราอายุ 1-10 ปี เพื่อหาชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสมในการนำไปปลูกร่วมกับยางพาราในแต่ละชั้นอายุ โดยสรุปผลการศึกษาดังตารางที่ 3 โดยแนะนำให้ปลูกไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นผสมกันไป เนื่องจากไม้ล้มลุกเป็นพืชที่อายุสั้น สามารถเก็บไปประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี ส่วนเป็นไม้พุ่มและไม้ยืนต้นที่มีระยะเวลาในการปลูกลานกว่าจะตัดฟันเนื้อไม้หรือเก็บผลไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้การปลูกไม้ต้นจะช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน และชะลอการไหลบ่าของน้ำ เนื่องจากมีระบบรากที่ลึก และเป็นการเพิ่มความหลากหลายของชนิดพรรณพืชในพื้นที่ด้วย โดยการบำรุงดูแลรักษาพืชร่วมยางนั้นควรมีการดูแลอย่างเข้มข้นในช่วงแรกโดยมีการรดน้ำและใส่ปุ๋ย พร้อมทั้งกำจัดวัชพืชเพื่อให้พืชเหล่านั้นสามารถตั้งตัวได้ก่อน แต่หลังจากนั้นระบบนิเวศวนเกษตรจะมีการพัฒนาพลวัตในการอยู่ร่วมกันจนสามารถมีผลผลิตที่ยั่งยืนโดยมนุษย์เข้าไปรบกวนน้อยที่สุด

ตารางที่ 5-1 พืชที่แนะนำให้ปลูกร่วมกับยางพาราที่อายุต่าง ๆ

อายุยางพารา (ปี)	ปริมาณแสงเทียบกับเรือนยอด (ร้อยละ)	พืชที่แนะนำให้ปลูก
1 – 3	60 – 100	ปลูกได้ทุกชนิดที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในระยะ 3 ปี
4	40	ไม้ล้มลุก: เตยหอม ข่า และชะพลู ไม้พุ่ม: ชาเมี่ยง กาแฟ และมันปู ไม้ยืนต้น: มะแขว่น พะยูง และสัก
5 – 7	20	ไม้ล้มลุก: เตยหอม ข่า และชะพลู ไม้พุ่ม: ชาเมี่ยง ไม้ยืนต้น: พะยูง และสัก
> 8	10	ไม้ล้มลุก: เตยหอม ข่า และชะพลู ไม้ยืนต้น: พะยูง และสัก

5.4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต

- เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดพื้นที่โรงเรียนที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ระยะห่างในการวางกระถางกล้าไม้แต่ละต้นอาจจะแคบเกินไปสำหรับกล้าไม้บางชนิด ทำให้มีการเติบโตแผ่กิ่งก้านปกคลุมกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อการเติบโตได้ อีกทั้งขนาดของกระถางที่ใช้ปลูกพืชในการทดลองมีขนาดเท่ากันทั้งหมด ซึ่งอาจจะเป็นขนาดที่เล็กเกินไปสำหรับพืชบางชนิด ทำให้รากไม่สามารถขยายได้เต็มที่ ส่งผลให้ต้นพืชมีการเติบโตไม่เต็มที่ ดังนั้นหากในอนาคตมีการศึกษาในพืชชนิดอื่นๆ หรือมีการศึกษาเพิ่มเติม ควรมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับขนาดการเติบโตของกล้าไม้แต่ละชนิด เพื่อจะได้พิจารณาออกแบบระยะการวางกล้าไม้ และขนาดกระถางได้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด เพื่อให้พืชสามารถเติบโตได้อย่างเต็มที่
- การศึกษาค้นคว้านี้ได้ดำเนินการในสภาพโรงเรียนที่คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ โดยทำการออกแบบสภาพของโรงเรียนให้มีความเข้มแสงในระดับต่าง ๆ ตามที่ได้ทำการศึกษาวัดข้อมูลจากพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคเหนือซึ่งได้ศึกษาไว้ในปีที่ 1 และได้พยายามควบคุมปัจจัยด้านอื่น ๆ ให้มีสภาพใกล้เคียงกับพื้นที่ปลูกจริงมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามมีสภาพแวดล้อมบางประการที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น สภาพอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเติบโตของพืชบางชนิด โดยเฉพาะพืชที่มีนิเวศวิทยาการกระจายพันธุ์ในภาคเหนือ ดังนั้นหากต้องการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชแซมในพื้นที่สวนยางพารา ควรจะมีการนำไปปลูกทดสอบในพื้นที่จริงด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น แต่หากไม่สามารถกระทำได้ก็สามารถใช้ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นพื้นฐานในการคัดเลือกพรรณพืชไปปลูกร่วมกับยางพาราได้

5.5 รูปแบบการปลูกยางพาราตามดัชนีความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

จากการประเมินความยั่งยืนร่วมกันทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามสมการของ สุกัญญา (2556) โดยนำเข้าตัวชี้วัดด้านวนเกษตร (Agro – Forestry Indices: AFI) ตามที่สมการกำหนดทั้งหมด 8 ตัวชี้วัด ได้แก่ ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ 3 ตัวชี้วัด คือ การกระจายรายได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และการใช้ทรัพยากร ตัวชี้วัดทางด้านสังคม คือ ขนาดพื้นที่ถือครอง และการยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ และตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การกร่อนของดิน และความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช ซึ่งข้อมูลตัวชี้วัดต่าง ๆ ได้จากการสำรวจ สัมภาษณ์ และตรวจวัดจริงในพื้นที่ โดยโครงการย่อยที่ 1 2 และ 3 เพื่อประเมินระดับความยั่งยืนของการปลูกยางพาราทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ยางพาราเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล ยางพาราร่วมกับไม้ป่า และป่ายางพารา ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน

เมื่อนำทั้ง 8 ตัวชี้วัด มาวิเคราะห์และจัดชั้นข้อมูลตามค่าที่กำหนด ในภาพรวมพบว่า รูปแบบการปลูกยางพาราแบบป่ายางพารามีระดับความยั่งยืนสูงที่สุด รองลงมาคือการปลูกยางพารา

ร่วมกับไม้ป่า การปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว และการปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล ซึ่งพบเพียงตัวชี้วัดเรื่องมูลค่าปัจจุบันสุทธิในช่วงอายุ 1-10 ปี ที่ป่ายางมีระดับคะแนนต่ำกว่าการปลูกยางพารารูปแบบอื่นโดยมีรายละเอียดสนับสนุนในแต่ละตัวชี้วัดดังนี้

- ตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐกิจ

- ✓ การกระจายของรายได้ ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ของปีปลูกที่ 1-10 พบว่าป่ายางพาราสามารถเก็บผลผลิตจากแปลงปลูกได้ตลอดทั้งปี (10-12 เดือน) ซึ่งประเด็นสำคัญคือ ในช่วงที่ไม่สามารถกรีดย้ำยางหรือช่วงที่น้ำยางมีราคาตกต่ำไม่คุ้มกับการกรีดยาง เกษตรกรยังสามารถเก็บผลผลิตจากพืชร่วมที่มีมากชนิดและมีช่วงให้ผลผลิตต่างกันได้ ในขณะที่การปลูกยางพารารูปแบบอื่นจะมีระยะเวลาในการเก็บผลผลิตน้อยกว่า (8-10 เดือน) แตกต่างกันไปตามชนิดของพืชที่ปลูกร่วม

- ✓ การใช้ทรัพยากรในครัวเรือน พิจารณาถึงการพึ่งพาตนเองของเกษตรกรโดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ และการใช้ทรัพยากรจากภายนอก อาทิ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช น้ำมัน น้ำชลประทาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรทั้งสิ้น พบว่าป่ายางพารามีการพึ่งพิงทรัพยากรในพื้นที่มากที่สุด ร้อยละ 62.6 อาทิ พืชอาหาร พืชสมุนไพร และการปลูกสวนยางพาราเชิงเดี่ยวมีค่าต่ำสุด ร้อยละ 18.2 เพราะต้องซื้อปุ๋ย และวัสดุจากภายนอกเป็นหลัก

- ✓ มูลค่าปัจจุบันสุทธิในช่วงอายุ 1-10 ปี พบว่าป่ายางพารามีมูลค่าต่ำกว่า (ระดับ 2) รูปแบบการปลูกยางพาราอื่น ที่อยู่ในระดับเดียวกัน (ระดับ 3) เนื่องจากในช่วงอายุ 1-10 ปี พืชที่ปลูกร่วมจะใช้ในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ หากเหลือก็เพียงขายในชุมชน แต่หากมองในมุมกลับ หากราคายางหรือราคาไม้ผลตกต่ำ ก็จะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งมีความเสี่ยงต่อความผันผวนของราคามากกว่าการปลูกยางร่วมกับพืชชนิดอื่น ๆ

- ตัวชี้วัดทางด้านสังคม

- ✓ ขนาดพื้นที่ถือครอง พบว่าเกษตรกรที่ตัดสินใจทำป่ายางพาราจะมีพื้นที่ถือครองขนาดเล็ก (7.5 ไร่) สามารถดูแลพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง สำหรับการปลูกยางพารารูปแบบอื่น เกษตรกรมีขนาดพื้นที่ถือครองใกล้เคียงกัน คือ 11-20 ไร่ ซึ่งเกษตรกรจะใช้เวลาในการดูแลพื้นที่ขนาดใหญ่ไม่น้อยกว่ารูปแบบป่ายางพารา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการจ้างเหมาดูแลและจัดการพื้นที่ เช่น จ้างเหมาปลูก ลิดกิ่ง กรีดยาง ใส่ปุ๋ย เป็นต้น ทำให้ต้องลงทุนสูงและพึ่งพิงปัจจัยภายนอกสูง (แรงงาน ผู้รับเหมา สารเคมี ฯลฯ)

- ✓ การยอมรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของการปลูกยางพารารูปแบบต่าง ๆ พบว่าเกษตรกรที่ปลูกป่ายางพารา มีความรู้สึกด้านบวกต่อการปลูกพืชหลายชนิดผสมผสานในแปลงปลูก เนื่องจากผลผลิตจากพืชร่วมสามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคในครัวเรือน และแบ่งขายได้ โดยเฉพาะในช่วงที่ราคายางตกต่ำ เกษตรกรยังคงกรีดยางแต่ก็ยังสามารถพึ่งพาตนเองได้ อีกรูปแบบหนึ่ง

ที่เกษตรกรยอมรับคือ การปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผล (กาแฟ) รองลงมาคือ การปลูกยางพาราร่วมกับ ไม้ป่า (สัก) และยางพาราเชิงเดี่ยว น้อยที่สุด ตามลำดับ

- ตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม

- ✓ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื่องจากป่ายางพารามีการปลูกพืชผสมผสานหลายระดับชั้น ทำให้พบปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่สูงร้อยละ 4.64 รองลงมาคือ การปลูกยางพาราร่วมกับ ไม้ป่าร้อยละ 3.93 สำหรับการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวและยางพาราร่วมกับไม้ผลได้ค่าคะแนนอยู่ในระดับ 2 คือมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ร้อยละ 2.66 – 3.60 ตามลำดับ

- ✓ การกร่อนของดิน ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณฝน พบว่าพื้นที่ศึกษาที่มีการกร่อนของดินในระดับต่ำ คือน้อยกว่า 1,239.01 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เนื่องจากมีปริมาณการตกของฝนน้อย ยกเว้นในแปลงปลูกยางพาราร่วมกับไม้ผลที่พบว่าเกิดการกร่อนของดินสูงมาก 5,985.81 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

- ✓ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช ป่ายางพาราพบว่าการปลูกพืชผสมผสานหลายชนิดและหลายชั้นเรือนยอด อีกทั้งยังมีการทดแทนของพืชอื่น ๆ ตามธรรมชาติด้วย ทำให้ระดับความหลากหลายของพืชพรรณสูง สำหรับรูปแบบการปลูกยางเชิงเดี่ยว ยางพาราร่วมกับไม้ผล และ ยางพาราร่วมกับไม้ป่ามีความหลากหลายของพืชพรรณน้อยกว่า 0.81

เพราะฉะนั้นในพื้นที่เสื่อมโทรมทางภาคเหนือ โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และ น่าน การปลูกยางพาราตามรูปแบบวนเกษตร โดยเฉพาะแบบป่ายางพารา คือ “รูปแบบการปลูก ยางพาราร่วมกับไม้ป่าและพืชอื่น ๆ อย่างไม่เป็นระบบ ทำให้เกิดโครงสร้างใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ คือมีพืชหลายชนิดและหลายชั้นเรือนยอด” ก่อให้เกิดผลดีทั้งทางนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ และสังคม

ทั้งนี้ จากการประเมินความยั่งยืนของป่ายางพารา พบว่าตัวชี้วัดเรื่องมูลค่าปัจจุบันสุทธิในช่วง อายุ 1-10 ปี มีระดับคะแนนต่ำกว่าการปลูกยางพารารูปแบบอื่น เนื่องจากในช่วงอายุ 1-10 ปี พืชที่ ปลูกร่วมจะใช้ในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ หากเหลือก็เพียงขายในชุมชน ทาง โครงการย่อยที่ 4 จึงได้ศึกษาถึงชนิดพืชที่ควรปลูกร่วมกับยาง โดยพิจารณาจาก (1) เป็นพรรณพืชที่ พบว่าการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่ในพื้นที่ หรือมีการนำเข้ามาปลูกในพื้นที่อยู่แล้วและมีการเติบโต ได้ดี (2) เป็นพรรณพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือมีแนวโน้มว่าจะพัฒนาในเชิงการค้าได้ และ (3) เป็น พรรณพืชที่มีคุณค่าทางระบบนิเวศ เช่น ช่วยรักษาดินและน้ำ ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน หรือเป็น ชนิดพรรณพืชที่หายาก จำนวน 15 ชนิด จำแนกเป็น ไม้ล้มลุก (Herb) 5 ชนิด ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู ลิ้ง ลาวหรือนางลาว และ หวาย ไม้พุ่ม (Shrub) 5 ชนิด ได้แก่ ผักเหลียง กาแฟ ชาเมี่ยง มะตูมแขก และ มันทู และ ไม้ต้น (Tree) 5 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนทอง พะยูง มะแขว่น มะม่วง และสัก ซึ่งได้ข้อมูลเป็น แนวทางแก่เกษตรกร คือ สวนยางพาราที่อายุ 1-3 ปี สามารถปลูกพืชร่วมได้ทั้ง 15 ชนิด ผสมผสานกัน

ในพื้นที่ แต่เมื่อยางพาราอายุเกิน 3 ปี และเรือนยอดเริ่มชิดกัน พันธุ์ไม้ที่ยังเติบโตได้ดี ได้แก่ เตย ข่า ชะพลู พะยูง มะแขว่น และสัก ซึ่งเกษตรกรสามารถนำหลักการจัดการสวนปามาปฏิบัติ เช่น การกำหนดระยะปลูก และการลิดกิ่ง ปรับใช้กับการปลูกยางพาราในระบบวนเกษตร เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ที่สามารถจัดการพื้นที่และเพิ่มผลผลิตที่จะเกิดขึ้นจากทั้งยางพาราและพืชที่ปลูกร่วมได้

5.6 ความคิดเห็นของเกษตรกรจากการประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา”

การประชุมเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ “วนเกษตรในสวนยางพารา” ดำเนินการในวันพฤหัสบดี ที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เวลา 9.00-15.00 น. ณ ที่ว่าการอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน มี ผู้ เข้าร่วม ทั้งหมด 197 คน ได้แก่ เกษตรกร ผู้นำชาวบ้าน และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง โดยนักวิจัยนำเสนอผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจากโครงการทั้งหมด และรับฟังข้อข้อคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมประชุม โดยประเด็นสำคัญ ที่ผู้เกี่ยวข้องควรพิจารณา เพื่อส่งเสริมให้เกิดการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวไปเป็นการปลูกพืชผสมผสานให้ใกล้เคียงป่า เพื่อลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ต้นน้ำของประเทศ รวมถึงการสนับสนุนให้เกษตรกรพึ่งพาตนเองตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง ดังนี้

- 1) การสนับสนุนความรู้ ทักษะ แก่เกษตรกร รวมถึงการจัดหาตลาดรองรับผลผลิตจากพืชร่วมที่จะเกิดขึ้น
- 2) การสร้างแปลงสาธิตเพื่อเป็นตัวอย่างเชิงประจักษ์แก่เกษตรกรในพื้นที่
- 3) ต้องมีนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพาราตามระบบวนเกษตรอย่างจริงจัง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2542. **พรรณไม้ต้นของประเทศไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- กรณีการ ธีระวัฒนสุข. 2556. **พฤกษศาสตร์และพันธุ์ยาง**, หน้า 1-25. ใน สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. การจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 2554. **โครงการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ยางพาราปี 2553**. การสำรวจข้อมูลระยะไกลและเทคโนโลยีสารสนเทศ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กฤษดา สังข์สิงห์ และ สุพินยา จันทรมี. 2554. การเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของยางพาราที่ปลูกในเขตภาคเหนือ. **วารสารยางพารา ฉบับอิเล็กทรอนิกส์** ตุลาคม-ธันวาคม 554: 15-20.
- กฤษดาพร บัวแสง. 2548. **อิทธิพลของลักษณะการตกของฝนต่อกระบวนการเกิดน้ำพืชยัดในป่าดิบเขา ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มยางพารา. 2533. **คู่มือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เรื่อง ยางพารา**. กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่. 2548. **เอกสารวิชาการยางพารา**. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- กุล จุลแก้ว. 2536. **เหมียง ผักพื้นบ้านเศรษฐกิจที่น่าสนใจ**. โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการผักพื้นบ้านสำนักงานเกษตรจังหวัดพังงา กรมส่งเสริมการเกษตร.
- กุลธิดา แพทย์พันธุ์. 2546. **ผลของการตัดสางขยายระยะไม้ต่างถิ่นต่อปริมาณน้ำพืชยัด บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เกษม จันทรแก้ว, ปรีชา คุรัตน์, สามัคคี บุญยะวัฒน์, ปรีชา ธรรมานนท์ และนฤตย์ พันธุ์บุรณะ. 2519. **การสูญเสียดินและน้ำ บริเวณป่าแม่หวด จังหวัดลำปาง ใน การวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า เล่มที่ 28**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คณะกรรมการเครือข่ายการศึกษาวนเกษตรแห่งประเทศไทย. 2547. **เทคนิคการจัดทำหลักสูตรวนเกษตร**, กรุงเทพฯ. แปลจาก Rudebjer, G. P. Taylor, P. Castillo, R.D. A Guide to Learning Agroforestry. คณะกรรมการเครือข่ายการศึกษาวนเกษตรแห่งประเทศไทยและคณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าไม้และไม้โตเร็วอนุกรมประมง. 2540. **ไม้เนื้อแข็งประมงกินได้**. บริษัทเฟื่องฟ้า พรินติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

- คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้). 2557. **ประโยชน์และการแปรรูป**. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). แหล่งที่มา : <http://www.arda.or.th/>, 16 พฤศจิกายน 2557
- เครือข่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภาคอีสาน. 2550. นโยบายยางพารา ภาวะคุกคามสิ่งแวดล้อมและสุขภาพคนอีสาน. แหล่งที่มา: <http://www.esaainvoice.net/esainvoice/know/show.php?Category=information&No=1317>, 10 สิงหาคม 2555.
- จักรกริช ไชยเนตร. 2550. การประยุกต์แบบจำลอง Rutter เพื่อศึกษากระบวนการน้ำพืชยึดในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน บริเวณลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จารุชาติ ปราชญ์นคร. 2549. ศักยภาพและผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ต้นน้ำภาคใต้. กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- จินตนา บางจั่น และ สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2549. มวลชีวภาพของต้นยางพาราพันธุ์ RRIM600. ว.วิจัย. 37(4): 341-351.
- จีมา ศรีลัมพ์. 2552. การจัดการสิ่งแวดล้อมเชิงวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ม.ป.ท.
- เจนจิรา จรูญกิจถาวร. 2542. การสูญเสียดินและน้ำภายหลังการปลูกหญ้าแฝกร่วมกับสวนป่าบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ถาง อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ฉัตรรุฬ อ่างแก้ว, พสุธา สุนทรห้าว, และวิพัทธ์ จินตนา. 2555. การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน รอบแนวเขตอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี. น. 331-338. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม วันที่ 31 ม.ค.-2 ก.พ. 2555, กรุงเทพฯ.
- ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ. 2540. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ และมณฑล จำเริญพุกฤษ. 2553. การวิจัยและพัฒนาระบบวนเกษตรในสวนยางพาราเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยทุนอุดวิจัย มก. ประจำปี 2553. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. (เอกสารโรเนียว)
- ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์. 2550. เศรษฐกิจพอเพียงบนฐานการพัฒนาระบบวนเกษตร. สถาบันวิจัยวนเกษตรตราดสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.
- เดลินิวส์. 2555. ฟันปูป่าต้นน้ำ “8 ลุ่มน้ำหลัก” ป้องกัน-แก้ไขปัญหาอุทกภัย. วันพุธที่ 25 กรกฎาคม 2555. ที่มา; <http://www.dailynews.co.th/article/224/137533>.
- เทอด สุปรีชากร. 2525. วนศาสตร์เบื้องต้น. อมรินทร์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

- ธงชัย สถาพรวรศักดิ์ และ จิราภา จอมไธสง. 2543. **ผักพื้นบ้าน เล่ม 1. กองส่งเสริมพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.**
- น้ำฝน พลอยนิลเพชร เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี และ ประกาศ สว่างโชติ. 2555. **การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านเนื้อไม้บนเขาคอหงส์ ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในการประชุมวิชาการประจำปี สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศึกษาศาสตร์: อาเซียน มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติกับอนาคตประเทศไทย. วันที่ 23-24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ณ โรงแรมรอยัลริเวอร์ กรุงเทพฯ. หน้า 224-233.พิทยา, 2540**
- นิพนธ์ ตั้งธรรม, บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์ และเรือง จันทรมหเสถียร. 2531. **การสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่ปลูกป่านบนชั้นบนไคดิน บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ใน วารสารวนศาสตร์ 7:51-65.**
- นุชนารถ กังพิศดาร, มนัญญา รัตนโชติ, ปุติตา เปรมกระสิน, ธมลวรรณ ขิวรัมย์, ลาวัลย์ จันทน์อัมพร และ นันต์ ทองภู. 2556. **การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับยางพาราเฉพาะพื้นที่. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.**
- บุญณรงค์ ธานีรัตน์ และ สมพงษ์ สันทนาคณิต. 2536. **กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.**
- ปฎิญา สระกวี, ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี และ สายัณห์ สดุดี. 2551. **ผลของการเจริญเติบโตและผลผลิตของลองกองที่ปลูกเป็นพืชร่วมในระบบวนเกษตร. ใน การประชุมวิชาการระบบวนเกษตรครั้งที่ 4 “วนเกษตรเพื่อการพัฒนาคุณภาพคุณภาพสิ่งแวดล้อม วันที่ 22-23 พฤศจิกายน 2551 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**
- ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ. 2538. **วิเคราะห์สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**
- ปรีชา คุรัตน์. 2518. **การสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองของพืชคลุมดินสี่ลักษณะ บริเวณป่าแม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**
- พงศ์ธร บรรณโสภิชฐ์. 2545. **น้ำพืชยืดของระบบพืชผสม ที่บ้านคีรีวง อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช. รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2545. ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้.**
- พงษ์ศักดิ์ วิทวัสขัติกุล และ วารินทร์ จิระสุขทวีกุล. 2542. **แบบจำลองน้ำท่า และผลกระทบทางอุทกวิทยาหลังการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นสวนยางพารา ที่ระยอง ใน วารสารวิชาการป่าไม้ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1. หน้า 62-71.**
- พงษ์ศักดิ์ วิทวัสขัติกุล และ สมาน รวยสูงเนิน. 2528. **การกระจายของน้ำฝนได้ไม้ผลบางชนิดที่ระยอง ใน บันทึกวิจัยเล่มที่ 39 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินลาด ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำกรมป่าไม้ 5 น.**

- พงษ์ศักดิ์ วิทวัสสุติกุล และสมาน รวยสูงเนิน. 2525. การขมิ้นน้ำของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่างๆ จังหวัดระยองตอนใต้. บันทึกวิจัยเล่มที่ 27. สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินลาด ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้
- พนัส แพชนะ และ คล่อง สุขเกื้อ. 2547. บทคัดย่องานวิจัยและพัฒนายางพาราปี 2537-2546. กรุงเทพฯ.
- พนัส แพชนะ และ สมยศ สิ้นธุระหัส. 2541. รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- พนัส แพชนะ, สมยศ ชูกำเนิด, ไวยวิทย์ บุรณธรรม และ สมเดช วรลักษณภักดี. 2547. บทคัดย่องานวิจัยและพัฒนายางพาราปี 2537-2546. กรุงเทพฯ.
- พรชัย ปรีชาปัญญา. 2527. การสูญเสียดินและน้ำจากการประยุต์ระบบวนเกษตร : การศึกษาเฉพาะกรณีการทำสวนกาแฟในป่าดิบเขาที่ดอยปู่ เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2540. ระบบวนเกษตรที่เหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำในภาคเหนือตอนบน : กรณีศึกษาในพื้นที่ป่าเต็งรังและเบญจพรรณ ใน รายงานการวิจัยฉบับที่ 1 เชียงใหม่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
- พรชัย ปรีชาปัญญา, ชัชวาล จันทร์กล้า, ชชาติชาย ณ ลำปาง, ธรรมบุญ แก้วอำ พุท และ พิณทิพย์ ธิติโรจนวัฒน์. 2542. การศึกษาการชะล้างหน้าดินและการไหลบ่าหน้าดินจากป่าเบญจพรรณ บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำดอยเชียงดาว เชียงใหม่ ใน วารสารวิชาการป่าไม้ 2 (2): 50-63
- พิศมัย จันทมา, อารักษ์ จันทมา, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง, สว่างรัตน์ สมนาค, ประสิทธิ์ สิงหนาค และอรัญ แจ่มชัด. 2541ก. ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกกฤษณาเป็นพืชร่วมในสวนยาง. รายงานผลงานวิจัย แผนงานวิจัยและพัฒนายาง ประจำปี 2541. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. แหล่งที่มา: <http://it.doa.go.th/rrit/web/index.php?p=p3&id=159>.
- พิศมัย จันทมา, อารักษ์ จันทมา, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง, สว่างรัตน์ สมนาค, ดารุณี โกสยเสวี และ เสมอ สมนาค. 2541ข. ช่วงเวลาการปลูกและเวลาตัดกระถินเทพา สะเดาบ้าน ประดู่ และยางพาราในเขตแห้งแล้ง. ใน รายงานผลการวิจัยยางพารา. แหล่งที่มา: <http://it.doa.go.th/rrit/web/index.php?p=p3&id=158>.
- พีรชัย กุลชัย. 2537. ผลของการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อสมรรถนะการขมิ้นน้ำผ่านผิวดิน บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินลาด จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พุทธพร แสงคำ. 2553. การศึกษาการสูญเสียดิน น้ำ และธาตุอาหารจากแปลงทดลองโดยใช้เครื่องจำลองฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทธิ์. 2532. **เทคโนโลยีการผลิตชา**. ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, เชียงใหม่.
- ภัสรา ขวประดิษฐ์. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. **มะแขว่น เครื่องเทศของชาวเหนือ**. แหล่งที่มา:
http://www.agriman.doae.go.th/home/news3/news3_1/samunpri/0034_pasara%2808.09.10%29.pdf, 19 พฤศจิกายน 2557.
- มงคล วรรณประเสริฐ และอุทัย ทองมี. 2536. **การสูญเสียดินและน้ำจากแปลงที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน ในวารสารวนศาสตร์** 12:107-117.
- มณฑล จำเริญพฤกษ์ และ สมภัทร คลังทรัพย์. 2541. **พืชสำคัญในระบบวนเกษตร**. สถาบันวิจัยวนเกษตร ตราด สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มะลิวัลย์ หลุทัยธนาสันต์, เกษม หลุทัยธนาสันต์, เอกพงษ์ ธนะวัตติ, ศักดา พรหมเลิศ และเอกชัย ป้ายแสงจันทร์. 2553. **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ**.
- รัศมี สุรวาณิช, กฤษดา สังข์สิงห์, วิทยาพรหมมี วิจารณ์, ดำริ เข้มตระกูล และสุเทพ บุญสิงห์. 2549. **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ**.
- เรือง จันทรมหเสถียร. 2529. **การสูญเสียดินและน้ำจากการปลูกป่าขึ้นบนไคดิน บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลิขิต นวลศรี, ยุบล สิมจิตติ, นุชนารถ กังพิศดาร, จิตติวรรณ มหิสรากุล, วิมล ปิ่นไพฑูรย์ และรังสรรค์ ไชยขุ่ม. 2535. **การกระจายของรากยางพาราโดยวิธีนิวเคลียร์เทคนิค**. **วารสารยางพารา** 12: 102-111.
- วันเพ็ญ หวังเกียรติ, เจริญวรรณ ภูศิลป์ และกมลศิลป์ รัตนะ. 2541. **การปลูกผักเหลียง ผักหวานป่า มันปูและทำม้ง ร่วมกับยางพารา**. ใน รายงานผลการวิจัยยางพารา. แหล่งที่มา:
<http://it.doa.go.th/rrit/web/index.php?p=p3&id=130>.
- วันเพ็ญ หวังเกียรติ, เจริญวรรณ ภูศิลป์ และกมลศิลป์ รัตนะ. 2541. **การปลูกผักเหลียง ผักหวานป่า มันปู และทำม้ง ร่วมกับยางพารา**. รายงานผลงานวิจัยแผนงานวิจัยและพัฒนายาง ประจำปี 2541. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- วิชร นันตะยานา สวิง ชันทะสา และ วรชัย ทองคำฟู. 2556. **การจัดการต้นลิงลาวสู่เศรษฐกิจชุมชนตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงของตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่**. **วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่** 5(6): 5-20.
- วิชาญ เอียดทอง. 2550. **คู่มือไม้ต้นสะแกราช เล่ม 1**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิสุทธิ สุวรรณภินันท์. 2539. **ระบบวนวัฒน์**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระ พุกจรรย์. 2544. บทบาทของกระต่ายในการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กลุ่มลุ่มน้ำ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ.

ไวยวิทย์ บุรณธรรม, ผลึก บำรุงวงศ์, ทวี แจ่มจันทร์, นิพนธ์ แก้วปฏีมา และนิลรัตน์ โชติมณี. 2541. การปลูกพืชร่วมยางแบบผสมผสานในสวนยางสภาพพื้นที่ลาดเท. รายงานผลงานวิจัยแผนงานวิจัยและพัฒนา ยาง ประจำปี 2541. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ไวยวิทย์ บุรณธรรม, ผลึก บำรุงวงศ์, สมยศ ชูกำเนิด, สมจิต คงเหมือนเพชร และนิลรัตน์ โชติมณี. 2541. ระยะปลูกมะฮอกกานี สะเดาเทียม และพะยอมเป็นพืชร่วมยางในสภาพพื้นที่ลาดเท. ใน รายงานผลการวิจัยยางพารา.

แหล่งที่มา:<http://it.doa.go.th/rrit/web/index.php?p=p3&id=102>.

ศุภนิมิตร จารุณัฐลักษณ์. 2539. การสูญเสียดินและน้ำจากการปลูกพืชระบบวนเกษตรบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำภูเวียง อำเภอกุเวียง จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สคาร ทิจันทร์. 2552. การฟื้นฟูพื้นที่ดินน้ำเสื่อมโทรมโดยใช้ป่าไม้เป็นฐาน. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถานีพัฒนาที่ดินพระนครศรีอยุธยา. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. ข้อมูลพืชที่ปลูกในหลุมพอเพียง. แหล่งที่มา: <http://r01.1dd.go.th/aya/information/packet3/ชนิดพืช.pdf>, 5 พฤศจิกายน 2557.

สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542. ผักพื้นบ้านภาคใต้. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2545. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2545. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

_____. 2553. คำแนะนำในการปลูกยางพาราภาคเหนือ. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

_____. 2553. คำแนะนำการปลูกยางพาราในท้องที่ปลูกยางใหม่. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 46 หน้า.

_____. 2554. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2554. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา ปี 2555. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

.....ไม่มีปีที่พิมพ์. การปลูกพืชร่วมยาง. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

(เอกสารโรเนียว)

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. การส่งเสริมการปลูกหวายบ้านโป่งคำ. แหล่งที่มา:

http://www.hrdi.or.th/hrdi2/dmdocuments/artical/DocInterest/way_naen.pdf, 9 พฤศจิกายน 2557.

สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2553. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมคิด แก้วพรมทะ. 2546. การศึกษาเบื้องต้นของการสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กห้วยแ้ง-คลองพืด อำเภอบ่อไร่ และอำเภอเมือง จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมบุญ เจริญจิระตระกูล. 2554. การขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพารา ความห่วงใยและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย. แผนงานสนับสนุนความมั่นคงทางอาหาร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, กรุงเทพฯ.

สมยศ ชูกำเนิด, สมพงศ์ คงสีพันธ์, ไวยวิทย์ บุรณธรรม, นิลรัตน์ โชติมณี และ สุขุม แก้วกลับ. 2541.

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตหวายบางพันธุ์ที่ปลูกเป็นพืชร่วมในสวนยาง. รายงานผลการวิจัยเรื่องเดิมประจำปี 2541 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สมยศ หุ่นหว้า, ศิริจิต หุ่นหว้า และยุพิน รามานี. 2542. การพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนสำหรับเกษตรกรชาวสวนยางพารา : ความเป็นไปได้ในการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในสวนยางพารา จังหวัดสงขลาและสตูล. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. ปีที่ 30 ฉบับที่ 2. น.95-109.

สมศักดิ์ เหลืองสะอาด. 2530. การทดสอบการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีผลต่อการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินและส่งผลกระทบต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง บนชุดดินมาบบอนในบริเวณลุ่มน้ำแกแล อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2549. ยางพารา. ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.

สมาน รวยสูงเนิน. 2522. การศึกษาไม้ยางพาราในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ. ฝายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้.

สันต์ ละอองศรี. 2535. ขา. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรอำเภอเชียงรุ่ง. ข้อมูลการปลูกยางพารา จังหวัดเชียงราย ปี 2552. แหล่งที่มา : <http://kasetchaingroung.blogspot.com/>, 4 พฤศจิกายน 2557.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2549. คู่มือการจัดทำตัวชี้วัดการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ. 2556. รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำจากการปลูกยางพารา.

สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,
กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. กาแฟ Coffee. แหล่งที่มา:

<http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/coffee/controller/index.php>, 12 พฤศจิกายน
2557.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. ศูนย์สารสนเทศ

การเกษตร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. ศูนย์สารสนเทศ

การเกษตร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานหอพรรณไม้. 2557. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.

2557. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์
ป่า และพันธุ์พืช.

สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้. 2553. ตะเคียนทอง. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการ
ปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สิทธิศักดิ์ หมุกคำหล้า. 2545. ผลของการตัดสางขยายระยะต่อปริมาณการสูญเสียดินและน้ำในสวน
ป่าไม้ต่างถิ่นบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุทัศน์ ด้านสกุลผล, ประสาน บุญมรดก, สมยศ สันธะหัส, สุวิทย์ สันเมือง และเฉลิมพันธุ์ จงรักษ์. 2541.

ระยะปลูกที่เหมาะสมของหวายตะค้าทองในสวนยางหนุม. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม
ประจำปี 2541 (เล่ม 2). สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สุทัศน์ ด้านสกุลผล, สมยศ สันธะหัส, ประสาน บุญมรดก, เฉลิมพันธุ์ จงรักษ์, คล่อง สุขเกื้อ และ สุเมธ
พฤกษ์วรรณ. 2541. อัตราปลูกที่เหมาะสมของกระวานบางพันธุ์เมื่อปลูกได้รวมเงาของหนุม.

ใน รายงานผลการวิจัยยางพารา. แหล่งที่มา:

<http://it.doa.go.th/rrit/web/index.php?p=p3&id=186>.

สุเมธ พฤกษ์วรรณ, พิเชษฐ ไชยพานิชย์, โสมยพร ชาลีสุวรรณ, จินดา วิมล, ประภา พงษ์อุทธา และประนัย
เพ็ญจิตร. 2541. อัตราการปลูกที่เหมาะสมของกระวานบางพันธุ์เมื่อปลูกในสภาพร่มเงาของ

ต้นยางพารา. ใน รายงานผลการวิจัยยางพารา. แหล่งที่มา:

<http://it.doa.go.th/rrit/web/index.php?p=p3&id=185>.

สุรจิต ภูศักดิ์. 2549. วนเกษตร. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สุวัฒน์ จันทิวงศ์ 2539 การสูญเสียดินและน้ำหลังการทำสวนยางพาราในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. สถานีวิจัยลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. กลุ่มลุ่มน้ำ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่า
ไม้.

- หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า. 2549. **ปลูกให้เป็นป่า: เทคนิคและวิธีการฟื้นฟูป่าเขตร้อน**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- Arnold, J.E.M. 1983. **Economic considerations in agroforestry project**. Agroforestry System 1:299-311.
- Aweto A. O. 1987. **Physical and nutrient status of soil under rubber (*Hevea brasiliensis*) of different ages in South-Western Nigeria**. Agricultural Systems. 23: 63-72.
- Barbier, E.B. 1989. **Natural-Resource scarcity and development**. Earthscan, London.
- Barbosa, K.C. and M. Pizo. 2006. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. **Restoration Ecology** 14(4): 504-515.
- Bidwell R.G.S. 1974. **Plant Physiology**. Macmillan Publishing. NY. USA.
- Brookfield, H. and C. Padoch. 1994. **Appreciating agrobiodiversity**. Environment 36(5):7-11 and 37-45.
- Buakla, Jakrpong. 2007. **Plant Diversity and Soil Properties in Smallholding Rubber-Based Agroforestry Plantations in Phatthalung and Nakhon Si Thammarat Provinces**. M.S. (Forestry) Thesis, Kasetsart University, Bangkok.
- Calder, I. R. 1998. **Water-resource and land-use issues**. SWIM Paper 3. Colombo, Sri Lanka : International Water Management Institute.
- Carlyle-Moses, D.E. 2004. **Throughfall, stem flow, and canopy interception loss fluxes in a semiarid Sierra Madre Oriental matorral community** In J. of Arid Environments. 58: 181-202.
- Chaerle L., N. Saibo, and D. Van Der Straeten. 2005. Tuning the pores: toward engineering plants for improved water use efficiency. **Trend Biotech**. 23:308 – 315.
- Charlton, C. A. 1987. **Problems and prospects for sustainable agricultural systems in the humid tropics**. Applied Geography 7:153-174.
- Dalling, J.W. and J.S. Denslow. 1998. Soil seed bank composition along a forest chronosequence in seasonally moist tropical forest, Panama. **Journal of Vegetation Science** 9: 669-678.
- Daniels, R.B. and R.D. Hammer. 1994. **Soil geomorphology**. John Wiley & Sons. 236 pp.

- Denevan, W.M., J.M. Treacy., J.B. Alcorn., C. Padoch., J. Denslow. and S.F. Paitan. 1985. **Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indian management of swidden fallows.** In: J. Hemming. ed. *Change in the Amazon Basin*, vol.1: Man=s Impact on Forest and Rivers. Manchester, Manchester University Press. p.137-155.
- Elliott, S., S. Promkutkaew and J. F. Maxwell. 1994. The phenology of flowering and seed production of dry tropical forest trees in northern Thailand. *Proc. Int. Symp. On Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed*, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Project, pp 52-62.
- Farrell, J.G. and M.A. Altieri. 1995. **Agroforestry Systems.** In: A.A. Altieri. ed. 2nd edition. *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press, Colorado, USA. and London, UK. 433 p.
- Gouyon, A. 1996. **Ecological and socio-economic conditions of rubber agroforestry in the Dipterocarp ecosystems of Indonesia.** In: Schulte, A. and D. Schone. eds. *Dipterocarp Forest Ecosystems: Towards Sustainable Management*. World Scientific, Singapore. 666 p.
- Herrick J.D. and R.B. Thomas. 1999. Effects of CO₂ enrichment on the photosynthetic light response of sun and shade leaves of canopy sweetgum trees (*Liquidambar styraciflua*) in a forest ecosystem. *Tree Physiol.* 19: 779–786.
- Hoekstra, D.A. 1987. **Economics of agroforestry.** *Agroforestry Systems* 5:293-300.
- _____. 1990. **Economics of agroforestry.** In: MacDicken, K.G. and N.T. Vergara, eds. *Agroforestry Classification and Management*. John Wiley & Sons, New York. 382 p.
- Jackson, N.A. 2000. **Measured and modelled rainfall interception loss from an agroforestry system in Kenya** In *Agricultural and Forest Meteorology* 100 (4) : 323 – 336.
- Krebs, C.J. 1972. **Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance.** Harper & Row, New York. 694 p.
- Lal, R. 1989a. **Potential of agroforestry as a sustainable alternative to shifting cultivation: concluding remarks.** *Agroforestry Systems* 8:239-242.
- Lal, R. 1989b. **Agroforestry systems and soil surface management of a tropical alfisol: III. Changes in soil chemical properties.** *Agroforestry Systems* 8:113-132.

- Lal, R. 1989c. **Agroforestry systems and soil surface management of a tropical alfisol: IV. Effects on soil physical and mechanical properties.** *Agroforestry Systems* 8:197-215.
- Lambers, H., F.S. Chapin, and T.L.Pons. 1998. **Plant Physiological Ecology.** Springer Science, NY, USA.
- Li, H., Y. Ma, W. Liu and W. Liu. 2012. **Soil changes induced by rubber and tea plantation establishment: comparison with tropical rain forest soil in Xishuangbanna, SW China.** *Environmental Management*. DOI 10.1007/s00267-012-9942-2.
- Loach K. 1967. Shade tolerance in tree seedlings I. leaf photosynthesis and respiration in plants raised under artificial shade. *New Phytol.* 66:607 – 621.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3:36-71.
- Marten, G.G. 1990. **Small-scale agriculture in southeast Asia.** In: Altieri, M. A. and S.B. Hecht, eds. *Agroecology and Small Farm Development.* CRC. Press, Florida. 262 p.
- Meng, M. 1997. **Effects of forest fire protection on seed dispersal, seed bank, and tree seedling establishment in a deciduous dipterocarp-oak forest in Doi Suthep-Pui National Park.** M.S. Thesis, Chiang Mai University.
- Milo, R., P. Jorgensen, U. Moran, G. Weber, and M. Springer. 2010. BioNumbers-the database of key numbers in molecular and cell biology. *Nucleic Acids Research* 38:750 – 753. doi: 10.1093/nar/gkp889
- Noguchi, S., B. Kasran, Z. Yusop, Y. Tsuboyama and M. Tani. 2003. **Depth and physical properties of soil in a forest and a rubber plantation in Peninsular Malaysia.** *Journal of Tropical Forest Science.* 2003;15(4):513-530.
- Ohsawa, M. 1984. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the sub-alpine region of Mount Fuji. *Vegetatio* 57: 15-52.
- Oku E., A. Iwara and E. Ekuinam. 2012. **Effects of age of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) plantation on pH, organic carbon, organic matter, nitrogen and micronutrient status of Ultisols in the humid forest zone.** *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 46 : 684 – 693.
- Pattanayak, S. and D. E. Mercer. 1998. **Valuing Soil Consevation Benefit of Agroforestry: Contour Hedgerows in the Eastern Visaya, Philipines.** *Agricultural Economic* 18 : 31-46.

- Pearcy R.W., L.J. Gross, and D. He. 1997. An improved dynamic model of photosynthesis for estimation of carbon gain in sunfleck light regimes. *Plant Cell Environ.* 20:411 – 424.
- Perera, G.A.D. 2005. Spatial heterogeneity of the soil seed bank in the tropical semi-deciduous forest at Wasgomuwa National Park, Sri Lanka. *Tropical Ecology* 46(1): 79-89.
- Preechapanya, P. 1993. **Indigenous ecological knowledge about the sustainability of tea garden in the hill evergreen forest of northern Thailand.** Thai Journal of Forestry 12:18-26.
- Raintree, J.B. 1987. **Agroforestry, tropical land use and tenure.** In: J.B. Raintree, ed. Land, trees and tenure. International Council for Research in Agroforestry and the Land Tenure Center, Nairobi, Kenya and Madison, Wisconsin, USA. p. 35-78.
- Righi C.A., M.S. Bernardes, A.M.P. Lunz, C.R. Pereira, D.D. Neto, and J. L. Favarin. 2007. Measurement and simulation of solar radiation availability in relation to the growth of coffee plants in an agroforestry system with rubber trees. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.195-207.
- Shaliha, A., A. Arifin, A. H. Hazandy, S. Abdul-Latib, N. M. Majid and J. Shamshuddin. 2012. **Emphasizing the properties of soils occurring in different land use types of tropical rainforest in Sarawak, Malaysia.** African Journal of Agricultural Research Vol. 7(48), pp. 6479-6487.
- Sharp, A. 1995. **Seed dispersal and predation in primary forest and gap on Doi Suthep.** M.S. Thesis, Chiang Mai University.
- Simpson, R.L., Leck M.A. and V.T. Parker. 1989. **Seed bank: General concepts and methodological issues.** p. 3 – 8. In Leck M.A., Parker V.T., and R.L. Simpson (eds). Ecology of soil seed bank. Academic press, San Diego, California.
- Smethurst C.F. and S. Shabala. 2003. Screening methods for waterlogging tolerance in lucerne: comparative analysis of waterlogging effects on chlorophyll fluorescence, photosynthesis, biomass and chlorophyll content. *Func. Plant Biol.* 30: 335 – 343.
- Spears, J.S. 1980. **Can farming and forestry coexist in the tropics.** *Unasylva* 32:2-12.
- Susswein, P. M., M. van Noordwijk and B. Verbist. 2001. **Forest watershed functions and tropical land use change.** International Center for Research in Agroforestry,

- Taiz L. and E. Zeiger. 2006. **Plant Physiology**. Fourth edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.
- Thaler P. and P. Kasemsap. 2007. **Site Presentation rubber flux, CO₂, water and energy budget of rubber plantations in Thailand**. AsiaFlux Newsletter. No. 22 (June 2007). Beijing, China.
- Thawatchai Santisuk and Kai Larsen. 2007. **Flora of Thailand** volume 8 part 2.
- Welling, P. 2002. **Regeneration by seeds and vegetation structure in alpine plant communities, subarctic Finland**. University of Oulu, Finland.
- World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. **Our Common Future**. Oxford University Press, Oxford.
- Yaalon, D.H. 1983. **Climate, time and soil development**. In: Wilding, L.P., N.E. Smeck and G.F. Hall, eds. *Pedogenesis and Soil Taxonomy I. Concept and interactions*. Elsevier, NY. p. 233-251.
- Young, A. 1984. **Land evaluation for agroforestry: the tasks ahead**. ICRAF Working paper no.24. ICRAF, Nairobi. 54 p.
- _____. 1989. **Agroforestry for Soil Conservation**. C.A.B. International. 276 pp.
- Zamora, C.O. and F. Montagnini. 2007. Seed rain and seed dispersal agents in pure and mixed plantation of native trees and abandoned pastures at La Selva Biological Station, Costa Rica. **Restoration Ecology** 15(3): 453-461.
- Zhang H. and Zhang G.L. 2005. **Landscape-scale soil quality change under different farming systems of a tropical farm in Hainan, China**. *Soil Use Manage.* 21, 58–64.
- Zhang H., G. Zhang, Y. Zhao, W. Zhao and Z. Qi. 2007. **Chemical degradation of a Ferralsol (Oxisol) under intensive rubber (*Hevea brasiliensis*) farming in tropical China**. *Soil & Tillage Research* 93:109–116.
- Zhang M., D. A. Schaefer, O.C. Chan and X. Zou. 2013. **Decomposition differences of labile carbon from litter to soil in a tropical rain forest and rubber plantation of Xishuangbanna, southwest China**. *European Journal of Soil Biology* 55:55–61.

ภาคผนวก

ภาคผนวก-1

ภาคผนวกที่ 1 รูปแบบการทำวนเกษตรในสวนยางพาราในเกษตรกรที่สำรวจพบในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน

จังหวัด	รูปแบบการปลูก	ชนิดพืชที่ปลูก	แปลงที่	ลักษณะการปลูก	อายุไม้ (ปี)		ระยะปลูก (m.m.)		พิกัด		ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความลาดชันพื้นที่ (%)
					ยางพารา	พืชร่วม	ยางพารา	พืชร่วม	N	E		
เชียงราย	ยางพาราร่วมไม้ผล	ยางพารา ร่วมกับลำไย	1	ปลูกสลับแถวกัน	10	10	3x8	8x8	604752	2170451	413	10
			2	ปลูกสลับแถวกัน	7	9	3x8	8x8	604950	2172767	541	10
			3	ปลูกสลับแถวกัน	8	8	3x8	8x8	625365	2223684	433	15
			4	ปลูกสลับแถวกัน	7	7	3x8	8x8	638540	2223972	381	20
			5	ปลูกสลับแถวกัน	10	10	3x8	8x8	639300	2210761	381	15
			6	ปลูกสลับแถวกัน	7	7	3x7	8x8	638519	2209605	362	15
			7	ปลูกสลับแถวกัน	6	6	3x8	8x8	639726	2188211	473	20
			8	ปลูกสลับแถวกัน	8	8	3x8	8x8	643050	2191713	545	30
			9	ปลูกสลับแถวกัน	7	7	3x7	8x8	648414	2197250	800	30
			10	ปลูกสลับแถวกัน	7	10	3x8	8x8	639300	2210761	318	20
			11	ปลูกสลับแถวกัน	5	5	3x8	8x8	629724	2222198	410	20
			12	ปลูกสลับแถวกัน	8	8	3x8	8x8	630791	2221406	389	15
ยางพาราร่วมกาแฟ	1	ปลูกกาแฟ 2 แถวระหว่างร่องยาง	8	1	3x8	2x2	608932	2174085	551	10		
	2	ปลูกกาแฟ 2 แถวระหว่างร่องยาง	6	1	3x8	2x2	643378	2234083	383	15		

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	รูปแบบการปลูก	ชนิดพืชที่ปลูก	แปลงที่	ลักษณะการปลูก	อายุไม้ (ปี)		ระยะปลูก (ม.ม.)		พิกัด		ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความลาดชันพื้นที่ (%)
					ยางพารา	พืชร่วม	ยางพารา	พืชร่วม	N	E		
พะเยา	ยางพาราร่วมไม้ป่า	ยางพาราร่วมไม้สัก	3	ปลูกกาแฟ 2 แถวระหว่างร่องยาง	7	3	3x7	2x2	617342	2193014	467	20
			4	ปลูกกาแฟ 2 แถวระหว่างร่องยาง	8	4	3x7	2x2	616462	2202062	425	10
			1	ปลูกสักเป็นรั้วแปลงยาง	8	8	3x7	ระยะห่างระหว่างต้น 2 ม.	60549	2173831	566	15
	ป่ายางพารา	ยางพารา ร่วมกับพืชหลายชนิด (สัก, มะเขือวัน, หวาย, กัลลวย)	2	ปลูกสักเป็นรั้วแปลงยาง	7	7	3x7	ระยะห่างระหว่างต้น 2 ม.	609013	2173986	528	10
			3	ปลูกสลัดกัน	7	7	3x8	4x8	611191	2174034	419	10
			1	ปลูกผสมกัน	8	หลายชั้นอายุ	3x8	ไม่แน่นอน	604382	2169611	379	15
	พะเยา	ยางพาราร่วมไม้ป่า	1	ปลูกสลัดกัน	6	6	3x8	8x8	634051	2173572	392	10
			2	ปลูกสักเป็นรั้วแปลงยาง	10	10	3x6	ระยะห่างระหว่างต้น 2 ม.	643257	2170744	546	10
			3	ปลูกสักเป็นรั้วแปลงยาง	8	8	3x7	ระยะห่างระหว่างต้น 2 ม.	649651	2148232	555	10

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	รูปแบบการปลูก	ชนิดพืชที่ปลูก	แปลงที่	ลักษณะการปลูก	อายุไม้ (ปี)			ระยะปลูก (ม.ม.)			พิกัด		ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความลาดชันพื้นที่ (%)
					ยางพารา	พืชร่วม	ยางพารา	ยางพารา	พืชร่วม	พืชร่วม	N	E		
			4	ปลูกหลักเป็นรั้วแปลงยาง	7	7	3x7	ระยะห่างระหว่างต้น 1 ม.	ระยะห่างระหว่างต้น 1 ม.	ระยะห่างระหว่างต้น 1 ม.	625922	2133156	420	10
			5	ปลูกหลักเป็นรั้วแปลงยาง	7	7	3x7	ระยะห่างระหว่างต้น 1 ม.	ระยะห่างระหว่างต้น 1 ม.	ระยะห่างระหว่างต้น 1 ม.	647888	2137526	458	15
ยางพารารวมไม่ผล	ยางพารารวม	ลำไย	1	ปลูกสลับกัน	7	7	3x8	8x8	8x8	8x8	642693	2173589	439	10
			2	ปลูกสลับกัน	10	10	3x8	8x8	8x8	8x8	636994	2134995	360	15
			3	ปลูกสลับกัน	9	9	3x8	8x8	8x8	8x8	646787	2142561	519	20
			4	ปลูกสลับกัน	7	7	3x8	8x8	8x8	8x8	639175	2134702	350	15
			5	ปลูกสลับกัน	6	6	3x8	8x8	8x8	8x8	646194	2146884	471	10
			6	ปลูกสลับกัน	8	8	3x8	8x8	8x8	8x8	6248913	2147959	555	20
	ยางพารารวมกาแฟ		1	ปลูกกาแฟ 1 แถวระหว่างร่องยาง	10	4	3x7	2x7	2x7	2x7	642926	2173467	433	20
			2	ปลูกกาแฟ 1 แถวระหว่างร่องยาง	10	4	3x7	2x7	2x7	2x7	652328	2149938	600	25
			3	ปลูกกาแฟ 2 แถวระหว่างร่องยาง	7	3	3x8	2x2	2x2	2x2	636467	2122521	550	15
			4	ปลูกกาแฟ 2 แถวระหว่างร่องยาง	7	1	3x8	2x2	2x2	2x2	639682	2131711	347	10

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	รูปแบบการปลูก	ชนิดพืชที่ปลูก	แปลงที่	ลักษณะการปลูก	อายุไม้ (ปี)	ระยะปลูก (ม.ม.)	พิกัด	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความลาดชันพื้นที่ (%)
ปลูก			5	ปลูกกาแฟ 2 แถว ระหว่างร่องยาง	ยางพารา	พืชร่วม	ยางพารา	พืชร่วม	N E
					7	2	3x7	2x2	2124251
			6	ปลูกกาแฟ 2 แถว ระหว่างร่องยาง	7	3	3x7	2x2	2145362
					10	หลายชั้นอายุ	3.5x7	ไม่แน่นอน	2169611
			1	ปลูกผสมกัน ร่วมกับพืชหลายชนิด (มะขม, ชาเมี่ยง, หว้ายขม, กาแฟ)	ยางพารา	พืชร่วม	ยางพารา	พืชร่วม	N E
					10	หลายชั้นอายุ	3.5x7	ไม่แน่นอน	2169611
น่าน	ยางพาราร่วมไม่ผล	ยางพาราร่วม ลำไย	1	ปลูกสลับกัน	10	10	3x8	8x8	2102593
			2	ปลูกสลับกัน	6	6	3x8	8x8	2099638
			3	ปลูกสลับกัน	6	6	3x10	8x10	2022117
	ยางพาราร่วมกาแฟ	ยางพาราร่วมกาแฟ	1	ปลูกกาแฟ 2 แถว ระหว่างร่องยาง	7	1	3x8	2x8	2023060
			2	ปลูกกาแฟ 1 แถว ระหว่างร่องยาง	7	1	3x8	2x8	2022317
			3	ปลูกกาแฟ 2 แถว ระหว่างร่องยาง	8	2	3x7	2x8	2024021

ภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ภาคผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยัดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว
อำเภอขนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
	น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพืชยัด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยัด (ร้อยละ)
11/04/2558	1.91	1.61	0.51	-0.22	84.55	26.96	-
12/04/2558	15.28	10.32	1.05	3.91	67.53	6.85	25.62
22/04/2558	17.51	14.83	0.96	1.72	84.71	5.46	9.83
25/04/2558	2.23	7.19	0.20	-5.16	322.62	8.93	-
28/04/2558	9.55	7.07	0.42	2.06	74.04	4.36	21.60
08/05/2558	19.10	16.77	0.58	1.74	87.82	3.05	9.12
12/05/2558	12.10	10.74	0.33	1.02	88.81	2.76	8.44
16/05/2558	7.64	4.42	0.13	3.08	57.91	1.76	40.33
17/05/2558	2.86	2.71	0.05	0.10	94.63	1.78	3.60
18/05/2558	19.10	20.65	0.58	-2.14	108.14	3.04	-
19/05/2558	2.23	1.35	0.07	0.81	60.53	3.18	36.29
25/05/2558	1.91	1.03	0.05	0.82	54.10	2.76	43.13
26/05/2558	7.96	5.29	0.14	2.53	66.48	1.71	31.81
27/05/2558	13.37	12.45	0.38	0.54	93.12	2.84	4.04
02/06/2558	27.06	23.97	0.58	2.50	88.60	2.16	9.24
03/06/2558	1.59	0.75	0.05	0.79	47.24	3.00	49.76
08/06/2558	2.23	1.61	0.07	0.54	72.35	3.29	24.36
27/06/2558	5.73	4.29	0.10	1.33	74.95	1.76	23.29
03/07/2558	11.63	11.51	0.49	-0.36	98.91	4.22	-
08/07/2558	14.32	15.74	0.45	-1.88	109.95	3.17	-
09/07/2558	3.82	3.23	0.20	0.38	84.67	5.32	10.01
11/07/2558	13.42	13.77	0.43	-0.77	102.55	3.21	-
14/07/2558	11.78	11.33	0.36	0.08	96.23	3.06	0.72
15/07/2558	8.59	8.01	0.28	0.30	93.22	3.31	3.47
16/07/2558	2.23	1.32	0.07	0.84	59.30	2.97	37.73
19/07/2558	1.91	1.16	0.06	0.69	60.81	3.06	36.13
21/07/2558	12.10	12.11	0.35	-0.37	100.16	2.89	-
23/07/2558	2.07	0.93	0.06	1.08	44.81	2.78	52.41
27/07/2558	2.23	1.07	0.06	1.10	47.83	2.88	49.29
31/07/2558	2.86	1.29	0.07	1.51	45.03	2.33	52.64
01/08/2558	1.75	1.51	0.04	0.21	86.22	2.02	11.76
02/08/2558	24.83	21.90	0.34	2.59	88.21	1.37	10.42
03/08/2558	31.83	28.02	0.26	3.55	88.03	0.81	11.15
04/08/2558	5.41	3.70	0.24	1.47	68.36	4.46	27.18

ภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
	น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพืชยึด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยึด (ร้อยละ)
06/08/2558	6.68	4.83	0.16	1.69	72.33	2.41	25.27
05/08/2558	11.46	9.76	0.28	1.42	85.18	2.43	12.39
07/08/2558	11.30	9.82	0.21	1.26	86.93	1.89	11.18
11/08/2558	13.37	10.73	0.26	2.39	80.24	1.91	17.85
12/08/2558	2.39	0.94	0.08	1.37	39.49	3.33	57.19
13/08/2558	26.74	25.19	0.43	1.11	94.21	1.63	4.16
16/08/2558	28.33	26.46	0.52	1.35	93.39	1.84	4.77
17/08/2558	6.37	4.00	0.12	2.24	62.88	1.92	35.20
18/08/2558	23.27	19.83	0.41	3.03	85.22	1.75	13.03
31/08/2558	7.16	5.04	0.08	2.04	70.42	1.05	28.53
03/09/2558	11.46	10.68	0.15	0.63	93.19	1.30	5.51
04/09/2558	8.28	5.44	0.08	2.75	65.78	0.99	33.23
06/09/2558	11.78	7.33	0.13	4.32	62.20	1.10	36.71
08/09/2558	5.73	1.34	0.09	4.30	23.34	1.56	75.10
10/09/2558	2.16	0.97	0.06	1.13	44.85	2.72	52.43
14/09/2558	4.46	2.11	0.08	2.27	47.30	1.73	50.97
17/09/2558	38.52	37.80	0.54	0.18	98.14	1.39	0.46
23/09/2558	14.32	9.48	0.21	4.63	66.20	1.47	32.33
01/10/2558	42.34	37.04	0.58	4.71	87.50	1.38	11.12
02/10/2558	5.73	3.99	0.16	1.58	69.68	2.77	27.55
03/10/2558	12.73	11.07	0.22	1.44	86.97	1.74	11.29
08/10/2558	7.32	5.17	0.19	1.97	70.59	2.55	26.86
11/10/2558	41.70	40.06	0.58	1.06	96.08	1.38	2.54
12/10/2558	5.41	1.28	0.08	4.05	23.63	1.57	74.80
20/10/2558	22.60	14.13	0.32	8.16	62.50	1.41	36.09
รวม	691.72	588.18	16.03	87.50	-	-	-
เฉลี่ย	-	-	-	-	85.03	2.32	12.65

ภาคผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยัดบริเวณพื้นที่ป่าบางพารา อำเภอสองแคว
จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
	น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพืชยัด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยัด (ร้อยละ)
11/04/2558	28.65	25.38	-	3.26	88.61	-	11.39
12/04/2558	24.51	24.09	-	0.42	98.28	-	1.72
29/04/2558	42.97	35.55	-	7.42	82.73	-	17.27
10/05/2558	24.83	23.30	-	1.53	93.83	-	6.17
18/05/2558	33.42	29.93	-	3.49	89.56	-	10.44
24/05/2558	11.78	8.84	-	2.94	75.04	-	24.96
31/05/2558	43.29	37.76	-	5.53	87.23	-	12.77
06/06/2558	19.89	16.84	-	3.05	84.66	-	15.34
10/06/2558	44.56	34.12	-	10.44	76.57	-	23.43
13/06/2558	7.96	3.97	-	3.99	49.84	-	50.16
15/06/2558	19.10	16.33	-	2.77	85.50	-	14.50
20/06/2558	30.24	22.90	-	7.34	75.74	-	24.26
26/06/2558	18.14	15.82	-	2.32	87.20	-	12.80
00/7/2558	73.21	63.35	-	9.86	86.53	-	13.47
19/07/2558	28.65	21.91	-	6.73	76.49	-	23.51
24/07/2558	71.62	67.26	-	4.36	93.91	-	6.09
27/07/2558	23.87	18.19	-	5.68	76.20	-	23.80
29/07/2558	22.92	17.47	-	5.45	76.23	-	23.77
03/08/2558	58.89	48.27	-	10.62	81.96	-	18.04
05/08/2558	65.25	53.98	-	11.28	82.72	-	17.28
11/08/2558	26.74	23.39	-	3.35	87.46	-	12.54
13/08/2558	46.15	39.79	-	6.36	86.21	-	13.79
15/08/2558	54.11	45.07	-	9.05	83.28	-	16.72
17/08/2558	7.96	5.51	-	2.45	69.20	-	30.80
23/08/2558	28.33	20.64	-	7.69	72.86	-	27.14
31/08/2558	21.01	19.77	-	1.24	94.08	-	5.92
01/09/2558	50.93	42.02	-	8.91	82.50	-	17.50
04/09/2558	130.83	109.94	-	20.89	84.03	-	15.97
07/09/2558	15.92	13.26	-	2.66	83.31	-	16.69
23/09/2558	111.41	77.74	-	33.67	69.78	-	30.22
02/10/2558	39.79	32.52	-	7.27	81.73	-	18.27
รวม	1,226.93	1,014.89	-	212.03	-	-	-
เฉลี่ย	-	-	-	-	82.72	-	17.28

ภาคผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยัดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ผล
อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
	น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพืชยัด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยัด (ร้อยละ)
27/03/2558	23.87	17.47	0.21	6.19	73.18	0.89	25.93
12/04/2558	7.96	5.64	0.00	2.31	70.93	0.00	29.07
13/04/2558	7.96	5.18	0.05	2.73	65.05	0.63	34.33
23/04/2558	27.06	23.25	0.71	3.10	85.92	2.62	11.45
25/04/2558	17.51	12.74	0.14	4.63	72.78	0.79	26.43
09/05/2558	17.51	13.67	0.24	3.59	78.10	1.39	20.51
16/05/2558	7.16	5.44	0.03	1.69	76.02	0.44	23.54
27/05/2558	24.99	15.51	0.23	9.25	62.06	0.93	37.01
03/06/2558	7.96	4.02	0.03	3.91	50.52	0.39	49.10
04/06/2558	17.51	22.94	0.78	-6.21	131.04	4.45	-35.49
09/06/2558	15.92	12.04	0.47	3.41	75.62	2.96	21.42
30/06/2558	12.73	5.85	0.06	6.83	45.92	0.47	53.61
09/07/2558	49.34	40.90	0.89	7.55	82.89	1.80	15.31
10/07/2558	12.73	9.77	0.41	2.55	76.75	3.22	20.02
14/07/2558	35.01	17.04	0.58	17.40	48.65	1.66	49.69
16/07/2558	23.87	12.31	0.54	11.03	51.56	2.24	46.20
17/07/2558	12.73	6.61	0.26	5.86	51.95	2.06	45.99
23/07/2558	40.11	13.49	0.45	26.16	33.65	1.13	65.22
24/07/2558	15.92	5.40	0.51	10.01	33.91	3.22	62.87
31/07/2558	31.83	7.39	0.04	24.40	23.21	0.13	76.66
03/08/2558	55.70	46.29	0.87	8.54	83.10	1.56	15.33
04/08/2558	19.10	13.40	0.59	5.11	70.14	3.11	26.75
05/08/2558	23.87	16.17	0.72	6.98	67.73	3.03	29.24
18/09/2558	40.43	31.50	0.71	8.21	77.93	1.76	20.32
19/09/2558	5.57	4.99	0.16	0.42	89.66	2.82	7.52
02/10/2558	44.56	40.13	0.47	3.96	90.06	1.06	8.88
03/10/2558	47.75	38.02	0.73	8.99	79.64	1.53	18.83
08/10/2558	42.97	34.91	0.69	7.37	81.24	1.61	17.15
09/10/2558	8.59	8.32	0.17	0.11	96.80	1.97	1.23
13/10/2558	71.94	56.28	0.82	14.85	78.23	1.13	20.64
รวม	770.15	546.68	12.58	210.89	-	-	-
เฉลี่ย	-	-	-	-	70.98	1.63	27.38

ภาคผนวกที่ 5 ปริมาณน้ำในกระบวนการน้ำพืชยัดบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ป่า
อำเภอขนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
	น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพืชยัด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพืชยัด (ร้อยละ)
11/04/2558	1.91	1.14	0.28	0.49	59.56	14.64	25.80
12/04/2558	15.28	3.64	1.27	10.37	23.84	8.30	67.86
22/04/2558	17.51	12.90	1.16	3.44	73.70	6.64	19.66
25/04/2558	2.23	2.12	0.08	0.03	95.01	3.68	1.30
28/04/2558	9.55	3.04	0.31	6.20	31.82	3.27	64.91
08/05/2558	19.10	13.27	0.79	5.04	69.46	4.12	26.41
12/05/2558	12.10	9.99	0.38	1.72	82.57	3.17	14.26
16/05/2558	7.64	2.46	0.10	5.07	32.22	1.35	66.42
17/05/2558	2.86	1.63	0.05	1.19	56.98	1.62	41.40
18/05/2558	19.10	18.77	0.77	-0.44	98.29	4.03	-2.32
19/05/2558	2.23	1.23	0.06	0.94	55.25	2.76	41.99
25/05/2558	1.91	1.05	0.05	0.81	54.85	2.66	42.49
26/05/2558	7.96	3.44	0.12	4.40	43.17	1.56	55.28
27/05/2558	13.37	9.75	0.39	3.23	72.91	2.94	24.15
02/06/2558	27.06	24.13	0.82	2.11	89.17	3.02	7.81
03/06/2558	1.59	0.91	0.05	0.64	56.95	2.85	40.20
08/06/2558	2.23	1.51	0.07	0.65	67.59	3.30	29.11
27/06/2558	5.73	4.21	0.09	1.44	73.43	1.51	25.06
03/07/2558	11.63	12.54	0.73	-1.63	107.77	6.24	-14.01
08/07/2558	14.32	18.25	0.17	-4.10	127.44	1.16	-28.60
09/07/2558	3.82	3.42	0.20	0.20	89.61	5.24	5.15
11/07/2558	13.42	12.18	0.48	0.76	90.72	3.61	5.67
14/07/2558	11.78	11.04	0.32	0.42	93.74	2.73	3.53
15/07/2558	8.59	8.33	0.26	0.00	96.98	2.97	0.05
16/07/2558	2.23	1.23	0.06	0.93	55.18	2.89	41.94
19/07/2558	1.91	0.96	0.06	0.89	50.20	3.16	46.64
21/07/2558	12.10	11.38	0.47	0.25	94.10	3.87	2.03
23/07/2558	2.07	0.85	0.05	1.17	41.20	2.39	56.40
27/07/2558	2.23	0.94	0.06	1.23	42.37	2.53	55.10
31/07/2558	2.86	1.22	0.05	1.59	42.76	1.78	55.46
01/08/2558	1.75	1.56	0.05	0.14	89.34	2.68	7.99
02/08/2558	24.83	20.83	0.43	3.56	83.90	1.74	14.36
03/08/2558	31.83	30.79	0.36	0.68	96.73	1.12	2.15
04/08/2558	5.41	4.55	0.18	0.68	84.09	3.31	12.59

ภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณ				ร้อยละของปริมาณน้ำฝน		
	น้ำฝนทั้งหมด (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (มม.)	น้ำไหลตาม ลำต้น (มม.)	น้ำพีชียด์ (มม.)	น้ำฝนผ่าน เรือนยอด (ร้อยละ)	น้ำไหลตาม ลำต้น (ร้อยละ)	น้ำพีชียด์ (ร้อยละ)
06/08/2558	6.68	5.86	0.24	0.58	87.70	3.62	8.68
05/08/2558	11.46	10.31	0.35	0.80	89.96	3.08	6.96
07/08/2558	11.30	9.91	0.44	0.95	87.71	3.89	8.39
11/08/2558	13.37	10.03	0.37	2.97	75.00	2.77	22.23
12/08/2558	2.39	0.99	0.11	1.29	41.33	4.78	53.88
13/08/2558	26.74	20.67	0.48	5.59	77.31	1.79	20.91
16/08/2558	28.33	25.19	0.61	2.53	88.91	2.16	8.93
17/08/2558	6.37	4.51	0.16	1.70	70.79	2.45	26.77
18/08/2558	23.27	21.01	0.38	1.88	90.29	1.64	8.07
31/08/2558	7.16	4.75	0.14	2.26	66.39	2.01	31.60
03/09/2558	11.46	8.37	0.25	2.84	73.02	2.20	24.79
04/09/2558	8.28	5.93	0.15	2.20	71.61	1.86	26.53
06/09/2558	11.78	9.36	0.21	2.21	79.47	1.79	18.73
08/09/2558	5.73	1.51	0.14	4.08	26.36	2.40	71.24
10/09/2558	2.16	0.98	0.11	1.07	45.39	5.10	49.52
14/09/2558	4.46	2.15	0.13	2.17	48.34	2.90	48.77
17/09/2558	38.52	32.27	0.67	5.57	83.79	1.73	14.47
23/09/2558	14.32	10.93	0.23	3.17	76.28	1.62	22.10
01/10/2558	42.34	41.12	0.80	0.41	97.13	1.89	0.98
02/10/2558	5.73	4.47	0.19	1.07	78.02	3.38	18.61
03/10/2558	12.73	11.15	0.29	1.29	87.59	2.30	10.11
08/10/2558	7.32	4.86	0.28	2.18	66.34	3.83	29.83
11/10/2558	41.70	32.98	0.68	8.05	79.08	1.62	19.30
12/10/2558	5.41	1.17	0.11	4.14	21.54	1.95	76.52
20/10/2558	22.60	14.88	0.45	7.27	65.84	2.00	32.15
รวม	691.72	550.60	18.75	122.37	-	-	-
เฉลี่ย	-	-	-	-	79.60	2.71	17.69

ภาคผนวกที่ 6 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอนาน้อย
จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มม.)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	1.91	-	-	-	-
12/04/2558	15.28	0.0065	0.0125	0.0131	0.0107
22/04/2558	17.51	-	0.0163	0.0065	0.0076
25/04/2558	2.23	-	-	-	-
28/04/2558	9.55	-	0.0025	0.0065	0.0030
08/05/2558	19.10	0.0196	0.0171	0.0196	0.0188
12/05/2558	12.10	0.0065	0.0069	0.0065	0.0067
16/05/2558	7.64	-	-	-	-
17/05/2558	2.86	-	-	-	-
18/05/2558	19.10	0.0131	0.0191	0.0327	0.0216
19/05/2558	2.23	-	-	-	-
25/05/2558	1.91	-	-	-	-
26/05/2558	7.96	-	-	-	-
27/05/2558	13.37	0.0065	0.0091	0.0065	0.0074
02/06/2558	27.06	0.0524	0.0329	0.0458	0.0437
03/06/2558	1.59	-	-	-	-
08/06/2558	2.23	-	-	-	-
27/06/2558	5.73	-	-	-	-
03/07/2558	11.63	0.0131	0.0061	0.0131	0.0108
08/07/2558	14.32	0.0065	0.0108	0.0131	0.0101
09/07/2558	3.82	0.0065	-	0.0065	0.0065
11/07/2558	13.42	0.0065	0.0092	0.0065	0.0074
14/07/2558	11.78	0.0065	0.0064	0.0065	0.0065
15/07/2558	8.59	0.0065	0.0008	0.0065	0.0046
16/07/2558	2.23	-	-	-	-
19/07/2558	1.91	-	-	-	-
21/07/2558	12.10	0.0065	0.0069	0.0065	0.0067
23/07/2558	2.07	-	-	-	-
27/07/2558	2.23	-	-	-	-
31/07/2558	2.86	-	-	-	-
01/08/2558	1.75	-	-	-	-

ภาคผนวกที่ 6 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มม.)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
02/08/2558	24.83	0.0131	0.0291	0.0131	0.0184
03/08/2558	31.83	0.0262	0.0412	0.0262	0.0312
04/08/2558	5.41	0.0065	-	0.0065	0.0044
05/08/2558	6.68	0.0065	-	0.0065	0.0044
06/08/2558	11.46	0.0065	0.0058	0.0065	0.0063
07/08/2558	11.30	0.0065	0.0055	0.0065	0.0062
11/08/2558	13.37	0.0065	0.0091	0.0065	0.0074
12/08/2558	2.39	-	-	-	-
13/08/2558	26.74	0.0262	0.0324	0.0262	0.0282
16/08/2558	28.33	0.0916	0.0352	0.0393	0.0554
17/08/2558	6.37	0.0065	-	0.0065	0.0044
18/08/2558	23.27	0.0524	0.0263	0.0262	0.0350
31/08/2558	7.16	-	-	-	-
03/09/2558	11.46	0.0065	0.0058	0.0065	0.0063
04/09/2558	8.28	0.0065	0.0003	0.0065	0.0045
06/09/2558	11.78	0.0065	0.0064	0.0065	0.0065
08/09/2558	5.73	-	-	-	-
10/09/2558	2.16	-	-	-	-
14/09/2558	4.46	-	-	-	-
17/09/2558	38.52	0.0524	0.0529	0.0654	0.0569
23/09/2558	14.32	0.0065	0.0108	0.0065	0.0080
01/10/2558	42.34	0.0785	0.0595	0.0654	0.0678
02/10/2558	5.73	-	-	-	-
03/10/2558	12.73	0.0065	0.0080	0.0065	0.0070
08/10/2558	7.32	-	-	-	-
11/10/2558	41.70	0.0785	0.0584	0.0916	0.0762
12/10/2558	5.41	-	-	-	-
20/10/2558	22.60	0.0065	0.0252	0.0065	0.0128
	691.72	0.6545	0.5686	0.6283	0.6193

ภาคผนวกที่ 7 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ป่ายางพารา อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่าง
เดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มม.)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	28.65	0.0262	0.0183	0.0065	0.0170
12/04/2558	24.51	0.0170	0.0170	0.0013	0.0118
29/04/2558	42.97	0.0262	0.0314	0.0013	0.0196
10/05/2558	24.83	0.0262	0.0406	0.0131	0.0266
18/05/2558	33.42	0.0288	0.0236	0.0052	0.0192
24/05/2558	11.78	0.0026	0.0039	0.0021	0.0029
31/05/2558	43.29	0.0288	0.0275	0.0082	0.0215
06/06/2558	19.89	0.0105	0.0131	0.0035	0.0090
10/06/2558	44.56	0.0314	0.0183	0.0013	0.0170
13/06/2558	7.96	0.0013	0.0013	0.0021	0.0016
15/06/2558	19.10	0.0223	0.0092	0.0092	0.0135
20/06/2558	30.24	0.0262	0.0131	0.0100	0.0164
26/06/2558	18.14	0.0092	0.0105	0.0035	0.0077
00/7/2558	73.21	0.0484	0.0497	0.0131	0.0371
19/07/2558	28.65	0.0196	0.0131	0.0073	0.0133
24/07/2558	71.62	0.0275	0.0262	0.0092	0.0209
27/07/2558	23.87	0.0065	0.0065	0.0032	0.0054
29/07/2558	22.92	0.0131	0.0105	0.0051	0.0096
03/08/2558	58.89	0.0196	0.0314	0.0013	0.0175
05/08/2558	65.25	0.0327	0.0301	0.0039	0.0223
11/08/2558	26.74	0.0196	0.0131	0.0065	0.0131
13/08/2558	46.15	0.0458	0.0314	0.0262	0.0345
15/08/2558	54.11	0.0327	0.0288	0.0209	0.0275
17/08/2558	7.96	0.0039	0.0026	0.0029	0.0032
23/08/2558	28.33	0.0236	0.0131	0.0065	0.0144
31/08/2558	21.01	0.0131	0.0131	0.0026	0.0096
01/09/2558	50.93	0.0262	0.0209	0.0236	0.0236
04/09/2558	130.83	0.1963	0.0851	0.0785	0.1200
07/09/2558	15.92	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039
23/09/2558	111.41	0.1440	0.0654	0.0393	0.0829
02/10/2558	39.79	0.0524	0.0262	0.0026	0.0271
	1,226.93	0.9857	0.6990	0.3243	0.6697

ภาคผนวกที่ 8 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ผล อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มม.)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	23.87	-	-	-	-
12/04/2558	7.96	-	-	-	-
13/04/2558	7.96	-	-	-	-
23/04/2558	27.06	-	-	-	-
25/04/2558	17.51	-	-	-	-
09/05/2558	17.51	0.0350	0.0308	0.0471	0.0376
16/05/2558	7.16	-	-	-	-
27/05/2558	24.99	0.0471	0.0589	0.1071	0.0710
03/06/2558	7.96	0.0236	-	-	0.0079
04/06/2558	17.51	0.0353	-	-	0.0118
09/06/2558	15.92	0.0471	0.0471	0.0353	0.0432
30/06/2558	12.73	-	-	-	-
09/07/2558	49.34	0.0471	0.0471	0.0471	0.0471
10/07/2558	12.73	-	-	-	-
14/07/2558	35.01	0.0118	0.0236	0.0353	0.0236
16/07/2558	23.87	-	-	-	-
17/07/2558	12.73	-	-	-	-
23/07/2558	40.11	0.0357	0.0471	0.0589	0.0472
24/07/2558	15.92	-	-	-	-
31/07/2558	31.83	-	-	-	-
03/08/2558	55.70	0.0825	0.0471	0.1767	0.1021
04/08/2558	19.10	-	-	-	-
05/08/2558	23.87	0.0707	0.0847	0.4123	0.1892
18/09/2558	40.43	0.0825	0.2247	0.3299	0.2123
19/09/2558	5.57	-	-	-	-
02/10/2558	44.56	0.0942	0.0589	0.1649	0.1060
03/10/2558	47.75	0.5537	0.5890	1.0603	0.7343
08/10/2558	42.97	0.9071	0.9425	0.6244	0.8247
09/10/2558	8.59	-	-	-	-
13/10/2558	71.94	1.2723	0.5890	1.3312	1.0642
	770.15	3.3458	2.7906	4.4307	3.5224

ภาคผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัด
น่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มม.)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	1.91	-	-	-	-
12/04/2558	15.28	0.0065	-	-	0.0022
22/04/2558	17.51	0.0065	0.0060	0.0065	0.0064
25/04/2558	2.23	-	-	-	-
28/04/2558	9.55	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
08/05/2558	19.10	0.0196	0.0345	0.0065	0.0202
12/05/2558	12.10	0.0065	0.0070	0.0065	0.0067
16/05/2558	7.64	-	-	-	-
17/05/2558	2.86	-	-	-	-
18/05/2558	19.10	0.0131	-	0.0589	0.0240
19/05/2558	2.23	-	-	-	-
25/05/2558	1.91	-	-	-	-
26/05/2558	7.96	-	-	-	-
27/05/2558	13.37	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
02/06/2558	27.06	0.0458	0.0274	0.0458	0.0397
03/06/2558	1.59	-	-	-	-
08/06/2558	2.23	-	-	-	-
27/06/2558	5.73	-	-	-	-
03/07/2558	11.63	0.0131	0.0214	0.0065	0.0137
08/07/2558	14.32	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
09/07/2558	3.82	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
11/07/2558	13.42	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
14/07/2558	11.78	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
15/07/2558	8.59	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
16/07/2558	2.23	-	-	-	-
19/07/2558	1.91	-	-	-	-
21/07/2558	12.10	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
23/07/2558	2.07	-	-	-	-
27/07/2558	2.23	-	-	-	-
31/07/2558	2.86	-	-	-	-
01/08/2558	1.75	-	-	-	-

ภาคผนวกที่ 9 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มม.)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
02/08/2558	24.83	0.0131	0.0115	0.0131	0.0126
03/08/2558	31.83	0.0262	0.0178	0.0262	0.0234
04/08/2558	5.41	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
05/08/2558	6.68	0.0065	0.0131	0.0065	0.0087
06/08/2558	11.46	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
07/08/2558	11.30	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
11/08/2558	13.37	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
12/08/2558	2.39	-	-	-	-
13/08/2558	26.74	0.0393	0.0440	0.0262	0.0365
16/08/2558	28.33	0.0393	0.0131	0.0393	0.0305
17/08/2558	6.37	0.0065	-	0.0065	0.0044
18/08/2558	23.27	0.0393	0.0737	0.0065	0.0399
31/08/2558	7.16	-	-	-	-
03/09/2558	11.46	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
04/09/2558	8.28	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
06/09/2558	11.78	0.0065	0.0083	0.0065	0.0071
08/09/2558	5.73	-	-	-	-
10/09/2558	2.16	-	-	-	-
14/09/2558	4.46	-	-	-	-
17/09/2558	38.52	0.0327	0.0524	0.0131	0.0327
23/09/2558	14.32	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
01/10/2558	42.34	0.0589	0.0393	0.0589	0.0524
02/10/2558	5.73	-	-	-	-
03/10/2558	12.73	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
08/10/2558	7.32	-	-	-	-
11/10/2558	41.70	0.0524	0.0393	0.0524	0.0480
12/10/2558	5.41	-	-	-	-
20/10/2558	22.60	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
	691.72	0.5432	0.5414	0.4974	0.5273

ภาคผนวกที่ 10 ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราเชิงเดี่ยว อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน
ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	1.91	-	-	-	-
12/04/2558	15.28	0.87	1.77	1.18	1.27
22/04/2558	17.51	-	1.38	0.13	0.50
25/04/2558	2.23	-	-	-	-
28/04/2558	9.55	-	-	-	-
08/05/2558	19.10	2.84	4.67	1.40	2.97
12/05/2558	12.10	0.85	0.55	0.07	0.49
16/05/2558	7.64	-	-	-	-
17/05/2558	2.86	-	-	-	-
18/05/2558	19.10	11.18	6.15	2.91	6.75
19/05/2558	2.23	-	-	-	-
25/05/2558	1.91	-	-	-	-
26/05/2558	7.96	-	-	-	-
27/05/2558	13.37	0.86	0.82	0.09	0.59
02/06/2558	27.06	48.00	22.54	18.40	29.65
03/06/2558	1.59	-	-	-	-
08/06/2558	2.23	-	-	-	-
27/06/2558	5.73	-	-	-	-
03/07/2558	11.63	33.06	0.92	3.77	12.58
08/07/2558	14.32	0.87	1.45	1.16	1.16
09/07/2558	3.82	-	-	-	-
11/07/2558	13.42	0.86	0.83	0.09	0.59
14/07/2558	11.78	0.85	0.49	0.07	0.47
15/07/2558	8.59	-	-	-	-
16/07/2558	2.23	-	-	-	-
19/07/2558	1.91	-	-	-	-
21/07/2558	12.10	0.85	0.55	0.07	0.49
23/07/2558	2.07	-	-	-	-
27/07/2558	2.23	-	-	-	-
31/07/2558	2.86	-	-	-	-
01/08/2558	1.75	-	-	-	-

ภาคผนวกที่ 10 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
02/08/2558	24.83	4.55	7.40	1.38	4.44
03/08/2558	31.83	19.95	18.96	6.89	15.27
04/08/2558	5.41	-	-	-	-
05/08/2558	6.68	-	-	-	-
06/08/2558	11.46	0.84	0.43	0.07	0.45
07/08/2558	11.30	0.84	0.40	0.07	0.44
11/08/2558	13.37	0.86	0.82	0.09	0.59
12/08/2558	2.39	-	-	-	-
13/08/2558	26.74	75.88	13.59	30.91	40.13
16/08/2558	28.33	222.18	30.99	17.22	90.13
17/08/2558	6.37	-	-	-	-
18/08/2558	23.27	112.80	14.28	12.78	46.62
31/08/2558	7.16	-	-	-	-
03/09/2558	11.46	0.84	0.43	0.07	0.45
04/09/2558	8.28	-	-	-	-
06/09/2558	11.78	0.85	0.49	0.07	0.47
08/09/2558	5.73	-	-	-	-
10/09/2558	2.16	-	-	-	-
14/09/2558	4.46	-	-	-	-
17/09/2558	38.52	60.53	46.89	20.21	42.54
23/09/2558	14.32	0.87	1.05	0.10	0.67
01/10/2558	42.34	264.21	63.50	42.78	123.49
02/10/2558	5.73	-	-	-	-
03/10/2558	12.73	0.85	0.68	0.08	0.54
08/10/2558	7.32	-	-	-	-
11/10/2558	41.70	130.99	70.77	114.06	105.27
12/10/2558	5.41	-	-	-	-
20/10/2558	22.60	0.93	4.08	0.18	1.73
	691.72	999.06	316.87	276.28	530.74

ภาคผนวกที่ 11 ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ป่ายางพารา อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ระหว่าง
เดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	28.65	1.52	0.78	0.48	0.93
12/04/2558	24.51	0.84	0.54	0.05	0.48
29/04/2558	42.97	0.14	0.33	0.01	0.16
10/05/2558	24.83	0.34	0.88	0.20	0.47
18/05/2558	33.42	-	-	-	-
24/05/2558	11.78	-	-	-	-
31/05/2558	43.29	-	-	-	-
06/06/2558	19.89	-	-	-	-
10/06/2558	44.56	-	-	-	-
13/06/2558	7.96	0.14	0.03	0.13	0.10
15/06/2558	19.10	-	-	-	-
20/06/2558	30.24	0.59	0.94	0.43	0.65
26/06/2558	18.14	-	-	-	-
00/7/2558	73.21	1.59	2.27	0.46	1.44
19/07/2558	28.65	0.66	1.24	0.42	0.77
24/07/2558	71.62	0.77	2.05	7.03	3.28
27/07/2558	23.87	-	-	-	-
29/07/2558	22.92	0.59	1.08	0.34	0.67
03/08/2558	58.89	1.01	0.85	0.05	0.64
05/08/2558	65.25	2.98	1.16	0.23	1.46
11/08/2558	26.74	0.85	10.68	2.54	4.69
13/08/2558	46.15	5.24	1.16	20.57	8.99
15/08/2558	54.11	3.59	2.88	7.91	4.79
17/08/2558	7.96	-	-	-	-
23/08/2558	28.33	1.23	1.91	0.59	1.24
31/08/2558	21.01	0.13	0.94	0.10	0.39
01/09/2558	50.93	1.21	1.56	6.50	3.09
04/09/2558	130.83	0.47	2.52	10.30	4.43
07/09/2558	15.92	-	-	-	-
23/09/2558	111.41	0.92	10.52	18.60	10.01
02/10/2558	39.79	5.57	4.96	0.35	3.63
	1,226.93	30.36	49.28	77.30	52.31

ภาคผนวกที่ 12 ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ผล อำเภอนาน้อย จังหวัด
น่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	23.87	-	-	-	-
12/04/2558	7.96	-	-	-	-
13/04/2558	7.96	-	-	-	-
23/04/2558	27.06	-	-	-	-
25/04/2558	17.51	-	-	-	-
09/05/2558	17.51	13.70	6.59	9.54	9.94
16/05/2558	7.16	-	-	-	-
27/05/2558	24.99	22.64	14.82	101.46	46.31
03/06/2558	7.96	6.65	-	-	2.22
04/06/2558	17.51	9.25	-	-	3.08
09/06/2558	15.92	20.51	26.28	17.95	21.58
30/06/2558	12.73	-	-	-	-
09/07/2558	49.34	8.97	4.49	8.97	7.48
10/07/2558	12.73	-	-	-	-
14/07/2558	35.01	2.35	4.22	18.61	8.39
16/07/2558	23.87	-	-	-	-
17/07/2558	12.73	-	-	-	-
23/07/2558	40.11	22.21	10.59	51.74	28.18
24/07/2558	15.92	-	-	-	-
31/07/2558	31.83	-	-	-	-
03/08/2558	55.70	65.78	21.60	185.48	90.95
04/08/2558	19.10	-	-	-	-
05/08/2558	23.87	115.81	30.10	914.72	353.55
18/09/2558	40.43	84.58	162.64	696.68	314.63
19/09/2558	5.57	-	-	-	-
02/10/2558	44.56	147.63	26.48	376.05	183.39
03/10/2558	47.75	1,181.83	1,471.68	1,669.32	1,440.94
08/10/2558	42.97	1,459.40	3,377.09	1,264.27	2,033.58
09/10/2558	8.59	-	-	-	-
13/10/2558	71.94	2,244.42	656.44	1,423.90	1,441.59
	770.15	5,405.71	5,813.01	6,738.70	5,985.81

ภาคผนวกที่ 2

ปริมาณการสูญเสียดินบริเวณพื้นที่ปลูกยางพาราผสมไม้ป่า อำเภอนาน้อย จังหวัด
น่าน ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม พ. ศ. 2558

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
11/04/2558	1.91	-	-	-	-
12/04/2558	15.28	-	-	-	-
22/04/2558	17.51	0.86	0.86	1.24	0.99
25/04/2558	2.23	-	-	-	-
28/04/2558	9.55	0.69	0.67	0.21	0.52
08/05/2558	19.10	18.63	23.38	1.45	14.49
12/05/2558	12.10	0.74	0.65	0.54	0.65
16/05/2558	7.64	-	-	-	-
17/05/2558	2.86	-	-	-	-
18/05/2558	19.10	51.90	-	6.79	19.56
19/05/2558	2.23	-	-	-	-
25/05/2558	1.91	-	-	-	-
26/05/2558	7.96	-	-	-	-
27/05/2558	13.37	0.77	1.04	0.71	0.84
02/06/2558	27.06	140.60	40.86	4.36	61.94
03/06/2558	1.59	-	-	-	-
08/06/2558	2.23	-	-	-	-
27/06/2558	5.73	-	-	-	-
03/07/2558	11.63	23.86	7.46	0.48	10.60
08/07/2558	14.32	0.79	1.13	0.83	0.92
09/07/2558	3.82	-	-	-	-
11/07/2558	13.42	0.77	1.04	0.71	0.84
14/07/2558	11.78	0.74	0.88	0.50	0.71
15/07/2558	8.59	0.66	0.58	0.09	0.44
16/07/2558	2.23	-	-	-	-
19/07/2558	1.91	-	-	-	-
21/07/2558	12.10	0.74	0.91	0.54	0.73
23/07/2558	2.07	-	-	-	-
27/07/2558	2.23	-	-	-	-
31/07/2558	2.86	-	-	-	-
01/08/2558	1.75	-	-	-	-

ภาคผนวกที่ 13 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณการสูญเสียดิน (กก./ไร่)			
		แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	เฉลี่ย
02/08/2558	24.83	9.62	5.26	5.34	6.74
03/08/2558	31.83	50.13	16.80	18.14	28.35
04/08/2558	5.41	-	-	-	-
05/08/2558	6.68	-	-	-	-
06/08/2558	11.46	0.73	0.85	0.46	0.68
07/08/2558	11.30	0.72	0.51	0.44	0.56
11/08/2558	13.37	0.77	0.67	0.71	0.72
12/08/2558	2.39	-	-	-	-
13/08/2558	26.74	76.31	60.35	108.78	81.81
16/08/2558	28.33	194.84	15.29	70.97	93.70
17/08/2558	6.37	-	-	-	-
18/08/2558	23.27	124.75	107.47	1.99	78.07
31/08/2558	7.16	-	-	-	-
03/09/2558	11.46	0.73	0.85	0.46	0.68
04/09/2558	8.28	-	-	-	-
06/09/2558	11.78	0.74	0.88	0.50	0.71
08/09/2558	5.73	-	-	-	-
10/09/2558	2.16	-	-	-	-
14/09/2558	4.46	-	-	-	-
17/09/2558	38.52	133.10	71.50	5.10	69.90
23/09/2558	14.32	0.79	0.74	0.83	0.79
01/10/2558	42.34	310.50	84.10	73.70	156.10
02/10/2558	5.73	-	-	-	-
03/10/2558	12.73	0.76	0.62	0.62	0.67
08/10/2558	7.32	-	-	-	-
11/10/2558	41.70	162.44	77.42	42.06	93.97
12/10/2558	5.41	-	-	-	-
20/10/2558	22.60	0.98	1.36	1.90	1.41
	691.72	1,309.65	524.13	350.45	728.08