



การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเชิงสิ่งแวดล้อมของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในสวนยางพาราบริเวณพื้นที่ลาดชันของจังหวัดน่าน จรรย์ธร บุญญาณภาพ^{1,2*}, วันวิสาข์ ปันศักดิ์¹ และกัญญาณัชญา เม้าลี²

Environmental Cost-Benefit Analysis of Soil and Water Conservation Measures for Para Rubber Plantation in Sloping Regions of Nan Province

Jaruntorn Boonyanuphap^{1,2*}, Wanwisa Pansak¹ and Kanchaya Maosew²

¹คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

²สถานที่ปรึกษาและพัฒนาโยบายสาธารณะด้านการวางแผนและการจัดการที่ดินของภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

¹Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand

²Consultant and Development Center for Public Policy in Land Planning and Management of Lower Northern Thailand, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand

* Corresponding author: E-mail address: charuntomb@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของระบบการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเชิงอนุรักษ์บนพื้นที่ลาดชันในเขตพื้นที่บ้านดู่พงษ์ หมู่ 2 ตำบลดู่พงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน คณะวิจัยและตัวแทนของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาได้ร่วมกันออกแบบมาตรการการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเชิงอนุรักษ์บนพื้นที่สูงชันจำนวน 5 มาตรการ ทั้งนี้ จากการสอบถามเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายจำนวน 103 ราย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมาตรการการเพาะปลูกพืช ทำให้ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิภายใต้ระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นการคาดการณ์ภายใต้สถานการณ์ที่ระบบดังกล่าวอยู่ในระหว่างการดำเนินการที่ยังไม่เสร็จสิ้นในพื้นที่ศึกษา การศึกษาค้นคว้านี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบทางการเงินระหว่างระบบการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจบนพื้นที่ลาดชันแต่ละระบบ พร้อมทั้งดำเนินการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางอ้อมที่ได้จากการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเชิงอนุรักษ์ควบคู่กันด้วย จากการศึกษาพบว่า การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงที่สุดไร่ละ 42,456.41 บาทต่อปี รองลงมาได้แก่ การปลูกยางพาราโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช (ระบบ T5) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (มาตรการควบคุม: CT) การปลูกยางพาราโดยไม่มีการทำชั้นบันไดดิน (มาตรการ T3) และการปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไดดิน (มาตรการ T2) โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิไร่ละ 34,522.08 21,319.58 17,294.50 และ 16,407.70 บาทต่อปี ตามลำดับ นอกจากนี้ มาตรการ T4 เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการลดการชะล้างพังทลายของดินมากกว่ามาตรการอื่น การประมาณการด้วยอุปกรณ์ Gerlach troughs พบว่า มาตรการ T4 ทำให้เกิดมูลค่าของผลตอบแทนจากการลดการชะล้างพังทลายตลอดระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี เท่ากับ 14,175.53 บาทต่อไร่ ในทางตรงกันข้าม การปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียวโดยปราศจากการปลูกพืชร่วมหรือการใช้วัสดุหรือพืชคลุมดิน (มาตรการ T2 หรือ T3) ทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินและเกิดการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดินสูงกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT) โดยเฉพาะในช่วงระยะเริ่มต้น 1-5 ปีของการปลูกยางพารา

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน, ไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, สวนยางพารา, ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

Abstract

This study aims to conduct economics and environmental cost-benefit analysis of conservation economic cropping system on slopping area in DuPhong village, DuPhong Sub-District, Suntisook District, Nan Province. Cooperative design of 5 measures for conservative economic cropping on the sloping land was done by researchers and representatives of local farmers. 103 respondents of the target were asked to collect the information used to analyze the economic environment costs and benefits of conservation economic cropping systems, thereafter the net present value under the period of 20 years were obtained. In this study, cost-benefit analysis was conducted during the implementation of conservative economic cropping systems. Furthermore,



comparative financial analysis was conducted for all conservation economic cropping measures. Indirect benefits gained from conservation economic cropping measures was also considered. The study found that the rubber tree intercropped with maize (Measure T4) provided the highest net present value of 42,456.4 Baht/Rai/year followed by no-weeding rubber tree plantation (Measure T5), no-tillage maize planting on the sloping area (Conril system: CT), rubber tree plantation without terracing (Measure T3), and rubber tree plantation with terracing (Measure T2) with the net present values of 34,522.1 21,319.6 17,294.5 and 16,407.7 Baht/ Rai/ year, respectively. Measure T4 shows an effective soil erosion reduction, which was estimated by Gerlach troughs, resulting in more benefit value gained from erosion control than other systems of 14,175.53 Baht/Rai/year. On the contrary, the Para rubber plantation without either intercropping or mulching (Measure T2 or T3) can contribute soil and nutrients losses, which is higher than no-tillage maize planting on sloping land (CT) particulare in 1-5 yares of the begining state of planting Para rubber.

Keywords: Cost-benefit analysis, Maize field, Para rubber plantation, Soil and water conservation system

บทนำ

จังหวัดน่านมีพื้นที่ 11,472 ตารางกิโลเมตร ประมาณร้อยละ 87 เป็นเทือกเขาสูงที่มีป่าไม้ปกคลุม โดยมีพื้นที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกอยู่เพียงร้อยละ 12 ของพื้นที่จังหวัด และอีกร้อยละ 1 เป็นพื้นที่สำหรับอยู่อาศัย ทั้งนี้ จังหวัดน่านยังเป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำหลายสาย รวมถึงแม่น้ำน่าน ในปัจจุบันจังหวัดน่านประสบกับปัญหาเรื่อง ความเสื่อมโทรมจากพื้นที่ป่าต้นน้ำ อันเนื่องมาจากการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อจับจองที่ดินทำกินและที่อยู่อาศัย รวมถึง ภัยพิบัติธรรมชาติ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของเกษตรกร จากเดิมที่ปลูกพืชหลากหลายชนิดไว้บริเวณ โดยเฉพาะการปลูกข้าวทั้งในพื้นที่ราบและข้าวไร่ในพื้นที่สูง แต่ปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากตั้งแต่ปี 2524 เกษตรกรส่วนใหญ่ในจังหวัดน่านได้เปลี่ยนมาทำไร่ข้าวโพดและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีการปลูกไม้สักและทำสวนยางพาราบริเวณที่ดอนและพื้นที่ลาดชันเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันพื้นที่ ปลูกข้าวโพดมีเนื้อที่ลดลง ขณะที่พื้นที่ปลูกยางพารามีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน (Santisuk District Agricultural Office, 2013) ทั้งนี้ การเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินของเกษตรกรเป็นไปตามอิทธิพลของนโยบายและมาตรการ ส่งเสริมของภาครัฐมาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชเชิงพาณิชย์ อย่างรวดเร็ว อาทิ โครงการส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ยางพารา เพื่อทดแทนการทำไร่ข้าวโพดในปี 2553 และโครงการประกันรายได้เกษตรกรในปี 2552 เป็นต้น ถึงแม้ว่าโครงการเหล่านี้จะมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงด้าน รายได้ให้แก่เกษตรกร แต่ส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว เห็นได้จากการขยายพื้นที่ไร่ ข้าวโพดและสวนยางพาราที่ส่วนใหญ่พบบริเวณภูเขาสูงชันโดยไม่มีการจัดการทรัพยากรดินและที่ดินอย่างเหมาะสม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและโครงสร้างของดิน เป็นการเร่งให้คุณภาพของดินเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว (Punsak et al., 2015) การที่ภาครัฐส่งเสริมให้ปลูกยางพาราทดแทนการทำไร่ข้าวโพดในปัจจุบัน โดยเฉพาะบนพื้นที่ สูงและพื้นที่ลาดชันบริเวณแหล่งต้นน้ำ ประกอบกับสวนยางพารามีเรือนยอดเพียงชั้นเดียว อีกทั้งเกษตรกรนิยมกำจัด วัชพืชในสวนยางพาราทำให้ไม่มีพืชพื้นล่างปลูกคลุมผิวดิน โดยเฉพาะช่วงเริ่มต้นของการทำสวนยางพาราที่อยู่ในช่วง อายุ 1-4 ปี ทรงพุ่มหรือเรือนยอดของยางพารามีขนาดเล็กและมีช่องว่างระหว่างเรือนยอดค่อนข้างมาก ทำให้ ศักยภาพในการสกัดกั้นน้ำฝนของเรือนยอดยางพารา (Canopy rainfall interception) มีน้อย ส่งผลให้น้ำฝนตกลงมาสู่ พื้นดินอย่างรวดเร็วและกลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินลงสู่ลำธารในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งเป็นกระบวนการเร่งทำให้เกิดการ ชะล้างพังทลายของดินหรือมีความรุนแรงทำให้เกิดภัยพิบัติดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันในช่วงฤดูฝนได้ จึงเป็น เหตุทำให้จังหวัดน่านเป็นพื้นที่ประสบอุทกภัยอยู่เป็นประจำ

แม้ว่าในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐได้ดำเนินการกำหนดเขตการใช้ที่ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา รวมถึงการ ส่งเสริมให้เกษตรกรที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ลาดชันต้องดำเนินการมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อลดผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อม แต่ในปัจจุบันการดำเนินการดังกล่าวยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากขาดข้อมูลเชิงวิชาการที่

แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชัน เช่น การสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน การสูญเสียความสามารถในการเก็บกักน้ำของพื้นที่ และความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ รวมถึงยังขาดข้อมูลด้านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนั้น การศึกษาดังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับสวนยางพาราบนพื้นที่ลาดชัน ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลเชิงวิชาการที่สำคัญสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้ในการส่งเสริมมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม อันส่งผลให้เกิดความยั่งยืนในระบบการปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชัน และพื้นที่แหล่งต้นน้ำของจังหวัดน่าน

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาดังนี้ดำเนินการในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และสวนยางพาราในพื้นที่บ้านดู่พงษ์ หมู่ 2 ตำบลดู่พงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนอยู่ทางด้านตะวันตก โดยมีความลาดชันระหว่าง 25-35% มีระดับความสูงตั้งแต่ 323-490 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง บริเวณเทือกเขาสูงด้านตะวันตกของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยหินดินดานเป็นหลัก ส่วนใหญ่เนื้อหินแตกหักง่าย บริเวณที่ราบเป็นแอ่งที่ราบขนาดเล็กมีการสะสมตัวของตะกอนทางน้ำที่ถูกพัดพามา ขณะที่ พื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่สำรวจพบชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung series : Ws) จำแนกอยู่ในวงศ์ดิน Fine, mixed, active, isohyperthermic, Typic Haplustalfs โดยลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวและพบเศษหินปน มีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง จะพบเศษหินและชั้นหินผุซึ่งเป็นหินต้นกำเนิด ความเป็นกรดเป็นด่างของดินชั้นบนเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลาง (5.0-7.0) ความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ดินมีพัฒนาการค่อนข้างสูงจัดอยู่ในอันดับ Alfisols (Punsak et al., 2015) จากสถิติข้อมูลสภาพภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดน่าน (ปี 2545-2557) พบว่า มีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,274 มิลลิเมตร โดยมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 118 วัน ปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ย 96 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนสิงหาคม รวม 154.7 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 25 องศาเซลเซียส ประชากรส่วนใหญ่ในตำบลดู่พงษ์ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยมีพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 33.4 ของพื้นที่ทั้งหมด (Punsak et al., 2015)

กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษาดังนี้ดำเนินการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบทางการเงินระหว่างระบบการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และสวนยางพาราแต่ละระบบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนทางอ้อมที่ได้จากมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำควบคู่กันด้วย โดยให้ความสำคัญกับมูลค่าของผลตอบแทนสุทธิที่ตกอยู่กับสังคมโดยรวมภายใต้การใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การตัดสินใจเพื่อเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจพื้นที่ภูเขาสูงชันในเขตตำบลดู่พงษ์ อยู่ภายใต้แนวคิดเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนแบบปรับค่าของเวลา เนื่องจากระยะเวลาในการดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และยางพาราร่วมกับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละระบบมีระยะเวลามากกว่า 1 ปี โดยได้กำหนดระยะเวลาการดำเนินการเป็นเวลา 20 ปี เพื่อให้สอดคล้องกับช่วงอายุของการทำสวนยางพาราในพื้นที่ศึกษา ประกอบกับผลตอบแทนสุทธิของระบบเพาะปลูกแต่ละระบบมีความแตกต่างกันในแต่ละปี หรือมีบางกรณีที่ผลตอบแทนสุทธิของระบบเพาะปลูกมีมากน้อยสลับกันในแต่ละปี ส่งผลให้มูลค่าของเงินมีความแตกต่างกันในแต่ละปี ซึ่งเป็นการยากต่อการตัดสินใจเลือกว่าระบบการเพาะปลูกที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้น การปรับค่าของเวลาสำหรับรายการต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละมาตรการให้อยู่บนฐานเวลาเดียวกันจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยปรับให้อยู่ในเวลาปัจจุบัน ($t=0$; มูลค่าปัจจุบัน) และมีการหักลดมูลค่าของเงินที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วยอัตราคิดลด (Discount rate; r)



กลุ่มตัวอย่างและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เกษตรกรที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และยางพาราในเขตพื้นที่หมู่ 2 บ้านดู่พงษ์ มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 233 ครัวเรือน ซึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักร้อยละ 70 ทำให้ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนในการศึกษาครั้งนี้เป็นจำนวน 163 ครัวเรือน และได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือเกษตรกรที่ทำสวนยางพาราเท่านั้น ทั้งนี้ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างคำนวณด้วยวิธีการกำหนดเกณฑ์ให้เท่ากับร้อยละ 25 ของจำนวนประชากร (Lumpai, 2006) โดยได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 ราย อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีและมีขนาดเพียงพอที่สามารถอธิบายถึงลักษณะของประชากรเป้าหมายที่ศึกษาได้อย่างถูกต้อง การศึกษาครั้งนี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 103 ราย

ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยตรงจากครัวเรือนของเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และยางพาราในพื้นที่หมู่ 2 บ้านดู่พงษ์ โดยการใช้แบบสอบถามทั้งแบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง ข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยใช้แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลรูปแบบการจัดการและค่าใช้จ่าย/ผลผลิต/รายได้ระดับรายแปลงที่เกษตรกรดำเนินการจริงในพื้นที่ศึกษา และ ส่วนที่ 3 แสดงข้อมูลต้นทุน/ผลตอบแทนในการปลูกพืชเศรษฐกิจร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดชัน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

(1) การออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

คณะผู้วิจัยร่วมกับสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 และองค์การบริหารส่วนตำบลดู่พงษ์ ดำเนินการจัดเวทีรับฟังความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และทำสวนยางพาราในพื้นที่หมู่ที่ 2 บ้านดู่พงษ์ ตำบลดู่พงษ์ จำนวน 40 คน จากจำนวนครัวเรือนที่ทำอาชีพเกษตรกรรมทั้งหมด 163 ครัวเรือน โดยผู้เข้าประชุมร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ ทั้งนี้ มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำดังกล่าว เป็นการผสมผสานของวิธีพืชพรรณและวิธีกลเพื่อลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินเป็นหลัก โดยเน้นการเพิ่มพื้นที่การปกคลุมเรือนยอดด้วยการปลูกชนิดพันธุ์พืชเศรษฐกิจร่วมกันและการปล่อยให้วัชพืชขึ้นปกคลุมผิวดินของแปลงเกษตรกรรม ซึ่งลดผลกระทบจากกระบวนการแตกกระจายของเม็ดดินอันเนื่องมาจากน้ำฝน (Soil detachment) ทั้งนี้ การสร้างชั้นบันไดดินตามแนวระดับขวางความลาดเทมีบทบาทสำคัญในการชะลอกระบวนการน้ำไหลบ่าหน้าดิน เพื่อลดการสูญเสียดินและการพัดพาตะกอนดิน (Sediment transport) อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการทับถมหรือการสะสมของตะกอน (Sediment deposition) ไม่ให้สูญเสียดินออกจากพื้นที่เกษตรกรรม โดยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1.1) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (Control treatment: CT)

วิธีการปลูกข้าวโพดแบบไม่ไถพรวนดินเป็นระบบเกษตรกรรมหลักที่พบในพื้นที่ศึกษา และกำหนดให้เป็นมาตรการควบคุมหรือเป็นระบบเกษตรกรรมหลักในปัจจุบัน (Status quo) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอื่น ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ โดยหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดจะเหลือเศษตอซังข้าวโพดไว้ในแปลงเพื่อคลุมหน้าดิน มีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชโดยไม่มีการไถและเผาเพื่อเตรียมแปลงสำหรับการเพาะปลูกในฤดูกาลใหม่ มีระยะปลูก 70 ซม. x 75 ซม. โดยปลูกข้าวโพดตามแนวขวางของลาดเขา

(1.2) การปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไดดิน (Treatment 2: T2)

การทำชั้นบันไดดินตามแนวขวางความลาดเท มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บกักน้ำไหลบ่าหน้าดินในแต่ละช่วงและลดอัตราการชะล้างพังทลายของดิน โดยลดการสูญเสียดินที่อุดมสมบูรณ์ไม่ให้ถูกพัดพาไปโดยง่ายจากบริเวณพื้นที่ลาดชัน ชั้นบันไดดินมีความกว้าง 1.5 เมตร และระยะห่างระหว่างชั้นบันไดดินตามแนวราบ 8 เมตร ซึ่งเท่ากับความกว้างของพุ่มต้นยางพาราเมื่อโตเต็มที่ และปลูกต้นยางพาราระหว่างชั้นบันไดดินแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent terrace, IT) มีระยะห่างระหว่างต้น 3 เมตร และระยะห่างระหว่างแถว 7 เมตร โดยปลูกต้นยางพาราจำนวน 65 ต้นต่อไร่

(1.3) การปลูกยางพารา โดยไม่มีการทำชั้นบันไดดิน (Treatment 3: T3)

การทำสวนยางพาราวิธีนี้ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มาตรการนี้เป็นรูปแบบการปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชันโดยทั่วไปของเกษตรกรในจังหวัดน่าน (เกษตรกรจะสนใจทำชั้นบันไดดินก็ต่อเมื่อได้รับการสนับสนุนจากกรมพัฒนาที่ดิน) ซึ่งมาตรการนี้มีระยะปลูกระหว่างต้นยางพารา 3 เมตร และระยะห่างระหว่างแถวของยางพารา 7 เมตร โดยปลูกต้นยางพาราจำนวน 65 ต้นต่อไร่

(1.4) การปลูกยางพาราอายุ 1 ปี ร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Treatment 4: T4)

มาตรการนี้ ต้นยางพารามีระยะการปลูกระหว่างต้นยางพารา 3 เมตร และระยะห่างระหว่างแถวของยางพารา 7 เมตร โดยปลูกต้นยางพาราจำนวน 65 ต้นต่อไร่ มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แทรกระหว่างแถวของต้นยางพารา ซึ่งเป็นพืชแซมยางเพื่อเสริมรายได้แก่เกษตรกรในช่วงก่อนการเปิดกรีดยางครั้งแรก การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระหว่างแถวที่ปลูกต้นยางพารายังเป็นเพิ่มการปกคลุมหน้าดิน ซึ่งทำให้ลดการระเหยของน้ำจากดิน รักษาความชื้นในดิน และป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนและแรงลม

(1.5) การปลูกยางพารา โดยไม่มีการกำจัดวัชพืช (Treatment 5: T5)

มาตรการนี้เป็นการปลูกยางพาราบนพื้นที่ลาดชันเชิงอนุรักษ์โดยให้มีวัชพืชปกคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นของดิน ลดการระเหยน้ำจากดิน และเพิ่มพื้นที่ปกคลุมดินของพืชทำให้ลดการกระแทกของเม็ดฝนและการชะล้างพังทลายของหน้าดินในช่วงฤดูฝน รวมถึงเกษตรกรทำได้ง่ายในกรณีที่เกษตรกรไม่ต้องการใช้ระบบการปลูกพืชแซมยางพาราในช่วงยางพารามีอายุ 1-3 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นยางพารามีทรงพุ่มขนาดเล็ก โดยมีระยะปลูกระหว่างต้นยางพารา 3 เมตร และระยะห่างระหว่างแถวของยางพารา 7 เมตร โดยปลูกต้นยางพาราจำนวน 65 ต้นต่อไร่

(2) ระบุรายการต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ข้อมูลรายการต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ถูกกำหนดจากการขั้นตอนการออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยผู้เข้าร่วมเวทีรับฟังความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และทำสวนยางพาราในพื้นที่หมู่ที่ 2 บ้านดู่พงษ์ และจากการทบทวนเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเงื่อนไขต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดขึ้นมาให้สอดคล้องกับระยะเวลาภายใน 20 ปี ที่ได้ดำเนินการลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และทำสวนยางพารา

(3) การออกแบบแบบสอบถามและการดำเนินการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามได้ออกแบบคำถามให้สอดคล้องกับข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี แบบสอบถามที่ได้ออกแบบมาครั้งแรกได้นำไปทดสอบก่อนที่นำไปใช้จริง โดยนำไปทดลองสอบถามกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และทำสวนยางพาราที่ไม่อยู่ในพื้นที่บ้านดู่พงษ์ หมู่ 2 จำนวน 20 ครัวเรือน ทั้งนี้ ผลที่ได้การทดสอบแบบสอบถามได้ถูกนำมาปรับปรุงคำถามให้มีความน่าเชื่อถือและมีความเที่ยงตรงมากยิ่งขึ้นและควบคุมเวลาในการทำแบบสอบถามแต่ละชุด หลังจากนั้น ดำเนินการสำรวจแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด จำนวน 103 คน โดยเลือกหัวหน้าครัวเรือนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม

(4) การคำนวณปริมาณและประเมินมูลค่าของการลงทุน ผลผลิต และผลตอบแทน

การศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลราคาตลาดของสินค้าและอัตราค่าจ้างแรงงานในพื้นที่เป็นข้อมูลหลักเพื่อใช้ประเมินมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการลงทุนการผลิตและค่าตอบแทนจากผลผลิตการเกษตร ทั้งนี้ การประเมินมูลค่าของการลดการชะล้างพังทลายของดิน ได้กำหนดขอบเขตของการประเมินมูลค่าในประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ 1) การลดการสูญเสียหน้าดิน และ 2) การลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดิน (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในรูปที่เป็นอินอนที่ถูกดูดซับอยู่กับอนุภาคดิน) การประเมินมูลค่าของการลดการชะล้างพังทลายของดินที่ได้จากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบราคาตลาดซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



(4.1) การประเมินมูลค่าการลดการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ผลการศึกษาปริมาณการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี ถูกนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการสูญเสียหน้าดินจากวิธี “การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน” (CT) จากนั้นดำเนินการประเมินมูลค่าผลต่างของปริมาณการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี โดยเปรียบเทียบกับราคาซื้อขายหน้าดินในท้องตลาดที่ใช้ในการปรับแต่งพื้นที่หรือการก่อสร้าง ซึ่งมีการซื้อขายหน้าดินชุดเท่ากับ 800 บาท/ไร่บรรทุกขนาด 6 ลูกบาศก์เมตร (รถบรรทุก 6 ล้อ) โดยดินขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเท่ากับ 1.5 ตัน และมีราคาเท่ากับ 133 บาท/ลูกบาศก์เมตร (Nuanmano, 2013) สามารถคำนวณมูลค่าได้ดังนี้

$$S_L = Q_S \times P_S \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ S_L = มูลค่าของการลดการสูญเสียหน้าดิน (บาท); Q_S = ปริมาณดินที่ลดการสูญเสีย (ลูกบาศก์เมตร); P_S = ราคาดินต่อหน่วยน้ำหนัก (บาท/ลูกบาศก์เมตร)

(4.2) การประเมินมูลค่าการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดิน

คำนวณจากการเปรียบเทียบผลต่างของปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี (T2 T3 T4 และ T5) กับวิธีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดิน (CT) จากนั้นผลต่างของปริมาณการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีที่ได้เปรียบเทียบกับวิธี CT ถูกนำมาประเมินมูลค่าโดยเปรียบเทียบมูลค่าจากราคาแม่ปุ๋ยของกรมการค้าในปีปัจจุบัน เนื่องจากการซื้อขายปุ๋ยในท้องตลาดไม่มีการซื้อขายปุ๋ย N P และ K แยกขายอย่างใดเพียงอย่างหนึ่งโดยไม่ผสม โดยประเมินมูลค่าของธาตุอาหารไนโตรเจน (N) เทียบกับราคาแม่ปุ๋ยไนโตรเจน สูตร 46-0-0 มูลค่าของธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) นำมาเทียบกับราคาแม่ปุ๋ยฟอสเฟต (DAP) สูตร 18-46-0 และมูลค่าของธาตุอาหารโพแทสเซียม (K) นำมาเทียบกับราคาแม่ปุ๋ยโพแทสเซียม (MOP) สูตร 0-0-60 มีสูตรในการคำนวณหามูลค่า (Nuanmano, 2013) ทั้งนี้ ปริมาณธาตุอาหารหลักในดินที่ลดการสูญเสีย คำนวณจากปริมาณการลดการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี คูณด้วยสัดส่วนของธาตุอาหารในดิน จากนั้นเมื่อได้ปริมาณธาตุอาหารหลักจากการลดการสูญเสียดินแล้ว นำมาคำนวณมูลค่าการลดการสูญเสียธาตุอาหารในดิน โดยใช้สมการดังนี้

$$N_L = Q_{Ni} \times P_{Ni} \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อ $i = N, P, K$; N_L = มูลค่าการลดการสูญเสียธาตุอาหารในดิน (บาท); Q_{Ni} = ปริมาณของธาตุอาหารที่ลดการสูญเสีย (กิโลกรัม); P_{Ni} = ราคาต่อหน่วยของธาตุอาหาร (บาท/กิโลกรัม)

(5) การกำหนดอัตราคิดลดในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit analysis : CBA) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบมูลค่าของต้นทุนกับมูลค่าของผลตอบแทนเพื่อใช้ตัดสินใจที่จะเลือกโครงการที่เหมาะสมแก่การลงทุน จำเป็นต้องมีการปรับมูลค่าของเงินตามเวลา (Time value of money) สำหรับรายการต้นทุนและผลตอบแทนทุกรายการให้อยู่บนฐานของเวลาเดียวกันในเบื้องต้น ตามแนวคิดที่ว่ามูลค่าของเงินจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ในการพิจารณาเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำได้อย่างเหมาะสมต้องมีการคำนวณหามูลค่าปัจจุบัน (Present value) ของทั้งต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการดำเนินการ 20 ปี ของแต่ละมาตรการ ซึ่งการคำนวณอัตราคิดลดได้ถูกนำมาใช้เพื่อแปลงมูลค่าของเงินในอนาคต (Future Value: FV) ให้เป็นมูลค่าปัจจุบันสำหรับรายการต้นทุนและผลตอบแทนทุกรายการของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี ด้วยการใช้อัตราคิดลดปัจจุบัน หรือ $(1+i)^n$ ซึ่งเป็นส่วนกลับของตัวคูณมูลค่าในอนาคต (Future Value Interest Factor: FVIF) หรือ $(1+i)^n$ ดังนั้น ในการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันนั้นเป็นการคิดลดมูลค่าของเงินในอนาคต ทั้งนี้

การเลือกใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากส่งผลต่อการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน โดยปกติการเลือกอัตราคิดลดเพียงค่าใดค่าหนึ่งค่อนข้างยากที่จะพิสูจน์ได้ว่าเป็นค่าที่เหมาะสม จึงใช้ช่วงค่าของอัตราคิดลดมาใช้ในการคำนวณเพื่อทดสอบความอ่อนไหวของผลการวิเคราะห์ CBA เมื่อค่าของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เปลี่ยนไปหรือกรณีที่ข้อมูลตัวแปรมีความไม่แน่นอน การศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้อัตราคิดลดที่ร้อยละ 7.5 เป็นกรณีฐาน ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยให้สินเชื่อเฉลี่ยประเภทเงินกู้ระยะยาวลูกค้ารายย่อยทั่วไป (Minimum Retail Rate; MRR) ของธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศ ตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย (Bank of Thailand, 2016) และใช้ช่วงของอัตราคิดลดที่ร้อยละ 3 5 10 และ 12 ต่อปี ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี (Project sensitivity analysis) สำหรับการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (PVC) และมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (PVB) ของแต่ละมาตรการ ใช้สมการดังนี้

$$PVB \text{ (or PVC)} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t \text{ (or } C_t)}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t ; C_t = ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในปีที่ t ; i = อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ย; t = ปีของโครงการที่ใช้คำนวณ คือ ปีที่ 0, 1, 2, 3, ..., n ; n = อายุของโครงการ 20 ปี; ปีที่ 0 = ปีที่มีการลงทุนเริ่มแรก (Initial investment)

(6) การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ดำเนินการเปรียบเทียบผลรวมของผลตอบแทนและต้นทุนที่อัตราส่วนลดในช่วงต่าง ๆ ซึ่งทำให้ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี โดยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมและคุ้มค่าแก่การลงทุนต้องมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิตั้งบวกกว่า 0 หรือมีค่าเป็นบวก ซึ่งหมายความว่ามูลค่าของผลตอบแทนที่ได้จากการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำดังกล่าวมีมากกว่าต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายตลอดอายุของการดำเนินการในช่วงระยะเวลา 20 ปี มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงที่สุดถือได้ว่าเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพมากกว่ามาตรการอื่น สำหรับมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$NPV = PVB - PVC = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (4)$$

เมื่อ NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ; PVB = มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับหรือผลตอบแทนของโครงการ; PVC = มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายหรือต้นทุนของโครงการ; B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t ; C_t = ค่าใช้จ่ายในปีที่ t ; i = อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ย; t = ปีของโครงการที่ใช้คำนวณ คือ ปีที่ 0, 1, 2, 3, ..., n ; n = อายุของโครงการ (20 ปี); ปีที่ 0 = ปีที่มีการลงทุนเริ่มแรก (Initial investment)

การใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นเกณฑ์การตัดสินใจในการเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมเพียงอย่างเดียวอาจมีข้อจำกัดในการจัดลำดับความเหมาะสมของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งนี้ การคำนวณอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit–Cost Ratio: B/C Ratio) สามารถนำมาใช้เพื่อพิจารณาถึงมูลค่าของผลตอบแทนที่มีมากกว่าหรือน้อยกว่ามูลค่าของต้นทุน โดย B/C Ratio ตลอดอายุของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมต้องมีค่ามากกว่า 1 หรืออย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 1 ($B/C \geq 1$) ซึ่งสมการคำนวณดังนี้

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \dots\dots\dots (5)$$



ผลการทดลองและวิจารณ์

การคำนวณปริมาณของต้นทุนและผลตอบแทนสำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี

ผลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บางครัวเรือนมีการเสียค่าเช่าที่ดินโดยเฉลี่ยปีละ 520 บาท ต่อไร่ ขณะที่เกษตรกรที่ทำสวนยางพาราจะปลูกในแปลงที่ดินที่ตนเองถือครองโดยไม่มีค่าเช่าที่ดิน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีในกรณีที่เกษตรกรไม่ต้องเช่าที่ดินทำกิน สำหรับรายละเอียดของรายการต้นทุนและผลตอบแทนสำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีแสดงใน Table 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของรายการต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

รายการต้นทุนและผลตอบแทน	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ : การดำเนินการ
- ค่าใช้จ่ายในการเตรียมแปลงสำหรับปลูกข้าวโพด	มาตรการ CT : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20) มาตรการ T4 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3
- ค่าใช้จ่ายในการทำชั้นบนไถดิน	มาตรการ T2 : ปีที่ 1
- ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการปลูกข้าวโพด	มาตรการ CT : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20) มาตรการ T4 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3
- ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาข้าวโพด	มาตรการ CT : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20) มาตรการ T4 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3
- ค่าใช้จ่ายในการเก็บผลผลิตข้าวโพด	มาตรการ CT : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20) มาตรการ T4 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3
- ค่าเสื่อมอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลืองในการปลูกข้าวโพด	มาตรการ CT : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20) มาตรการ T4 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3
- ค่าใช้จ่ายในการเตรียมแปลงในการปลูกยางพารา	มาตรการ T4 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3
- ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการปลูกยางพารา	มาตรการ T2 T3 T4 และ T5 : ปีที่ 1
- ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมบำรุงรักษาต้นยางพารา	มาตรการ T2 T3 T4 และ T5 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 17
- ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมเก็บผลผลิตยางพารา (ยางก้อนถ้วย)	มาตรการ T2 T3 T4 และ T5 : เริ่มจากปีที่ 7 ถึงปีที่ 20
- ผลตอบแทนจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	มาตรการ CT : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20)
- ค่าเสื่อมอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลืองในการทำสวนยางพารา	มาตรการ T2 T3 T4 และ T5 : ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20
- ผลตอบแทนจากยางก้อนถ้วย	มาตรการ T2 T3 T4 และ T5 : เริ่มจากปีที่ 7 ถึงปีที่ 20
- ผลตอบแทนจากการขายท่อนไม้ยางพารา	มาตรการ T2 T3 T4 และ T5 : ปีที่ 20
- ผลตอบแทนจากมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	ทุกมาตรการ : ทุกปี (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 20)

หมายเหตุ: CT การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน, T2 การปลูกยางพาราอายุระหว่างชั้นบนไถดิน, T3 การปลูกยางพารา โดยไม่มีการทำชั้นบนไถดิน, T4 การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, และ T5 การปลูกยางพารา โดยไม่มีการกำจัดวัชพืช

การประเมินมูลค่าของผลตอบแทนจากมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแต่ละวิธีได้กำหนดประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ศึกษา 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ การลดการสูญเสียหน้าดิน การลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดิน และการลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน โดยคำนวณจากผลต่างของปริมาณการสูญเสียหน้าดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีเปรียบเทียบกับปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT) ทั้งนี้การดำเนินการมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อลดหรือบรรเทาปัญหาหลักด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ประเด็นดังกล่าว มีความเกี่ยวข้องอย่างยิ่งกับความอุดมสมบูรณ์ของดินด้านเกษตรกรรมและยังส่งผลโดยตรงต่อผลิตภาพของดินด้านการเกษตรในอนาคต

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นการแสดงนัยถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้กำไรสุทธิระยะยาว (Long-run net profitability) ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้ดำเนินการ ซึ่ง

ข้อเท็จจริงการประเมินมูลค่าของการเปลี่ยนแปลงทั้งต้นทุนและผลตอบแทนเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ดำเนินการมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต้องมีการศึกษาในระยะยาว เป็นการดำเนินการที่ใช้เวลานานและทำงานค่อนข้างยากลำบากในการเก็บรวบรวมข้อมูลและตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังต้องใช้งบประมาณสูงตลอดช่วงระยะเวลาดำเนินการ ซึ่งการประเมินปริมาณการสูญเสียหน้าดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักสำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีในช่วงระยะเวลา 1-5 ปี ของการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลจากการศึกษาจริงในพื้นที่ศึกษาระหว่างปี 2557-2558 (ตารางที่ 2)

สำหรับข้อมูลปริมาณการสูญเสียหน้าดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักสำหรับช่วงระยะเวลามากกว่า 5 ปี จนถึง 20 ปี ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางวิชาการที่มีการศึกษาวิจัยจากแหล่งอื่นที่มีรูปแบบของมาตรการและลักษณะของสภาพพื้นที่ใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ โดยความเป็นไปได้ของการประเมินปริมาณการสูญเสียหน้าดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักสำหรับช่วงระยะเวลา 6-10 ปี และ 10-20 ปี ได้จากผลการศึกษาของ Kiriratnikom and Bhothisuntorn (2012) ที่ได้ศึกษาการสูญเสียดินและปริมาณธาตุอาหารในพื้นที่สวนยางพาราที่ไม่มีการทำชั้นบันไดดิน (มาตรการ T3) ในช่วงอายุระหว่าง 6 - 20 ปี บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีการสูญเสียหน้าดินเฉลี่ยปีละ 430.40 และ 86.40 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับสวนยางพาราอายุระหว่าง 6-10 ปี และมากกว่า 10 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ; หน่วย : กิโลกรัม/ไร่/ปี

ระยะเวลาการดำเนินการมาตรการ	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ				
	CT	T2	T3	T4	T5
1-5 ปี	2,479.05	6,276.81	6,586.68	812.69	2,676.15
6-10 ปี	2,479.05	410.15	430.40	53.10	174.87
10-20 ปี	2,479.05	82.34	86.40	10.66	35.10
สัดส่วนของการสูญเสียหน้าดิน	-	0.95	1.00	0.12	0.41

หมายเหตุ: *เปรียบเทียบสัดส่วนของการสูญเสียหน้าดินกับมาตรการที่สูญเสียหน้าดินมากที่สุดในช่วงระยะเวลา 1-5 ปี (มาตรการ T3), CT การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน, T2 การปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไดดิน, T3 การปลูกยางพารา โดยไม่มีการทำชั้นบันไดดิน, T4 การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, และ T5 การปลูกยางพารา โดยไม่มีการทำจัดวัชพืช

ขณะที่ ข้อมูลปริมาณการสูญเสียหน้าดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักสำหรับช่วงระยะเวลา 6-10 ปี และ 10-20 ปี ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอีก 3 มาตรการที่เหลือ (ยกเว้น CT) ยังขาดข้อมูลทางวิชาการที่สามารถนำไปอ้างอิงได้ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แนวคิดของการเปรียบเทียบสัดส่วนของการสูญเสียหน้าดินของแต่ละมาตรการกับมาตรการที่สูญเสียหน้าดินมากที่สุดในช่วงระยะเวลา 1-5 ปี (มาตรการ T3) เป็นข้อมูลฐานเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณการสูญเสียหน้าดินในช่วงระยะเวลา 6-10 ปี และ 10-20 ปี สำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี (ตารางที่ 2) ในทางเดียวกัน การประเมินการสูญเสียธาตุอาหารหลักของแต่ละมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในช่วงระยะเวลา 6-10 ปี และ 10-20 ปี ได้คำนวณจากสัดส่วนของปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักกับปริมาณการสูญเสียหน้าดินที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษาระหว่างปี 2557-2558 (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4) โดยอยู่บนข้อสมมติฐานที่ว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบวิธีพืชพรรณมีประสิทธิภาพในการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินเพิ่มมากขึ้นตามอายุและการเจริญเติบโตของพืชพรรณที่เลือกใช้ สำหรับมาตรการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดิน (CT) ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกเพียงฤดูกาลเดียวในรอบปี จึงได้กำหนดให้ปริมาณการสูญเสียหน้าดินและการลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี



ตารางที่ 3 สัดส่วนระหว่างปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักกับปริมาณการสูญเสียหน้าดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี

ปริมาณการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารหลัก (กิโลกรัม/ไร่/ปี) ^a	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ				
	CT	T2	T3	T4	T5
การสูญเสียหน้าดิน	2,479.05	6,276.81	6,586.68	812.69	2,676.15
การสูญเสียไนโตรเจนทั้งหมด	17.88	50.23	47.52	4.39	18.26
การสูญเสียฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.0461	0.0570	0.0285	0.0077	0.0445
การสูญเสียโพแทสเซียมทั้งหมด	2.428	7.021	7.352	1.082	3.930
สัดส่วนการสูญเสียธาตุอาหารหลัก/การสูญเสียหน้าดิน					
ไนโตรเจนทั้งหมด	0.00721	0.00800	0.00722	0.00541	0.00682
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.000019	0.000009	0.000004	0.000009	0.000017
โพแทสเซียมทั้งหมด	0.00098	0.00112	0.00112	0.00133	0.00147

หมายเหตุ: ^a ปริมาณการสูญเสียหน้าดินและปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาระหว่างปี 2557-2558

ตารางที่ 4 ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดินตลอดระยะเวลาดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ; หน่วย : กิโลกรัม/ไร่/ปี

ธาตุอาหารหลัก	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ				
	CT	T2	T3	T4	T5
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)					
ระยะเวลา 1-5 ปี	17.88	50.23	47.52	4.39	18.26
ระยะเวลา 6-10 ปี [*]	17.88	3.28	3.11	0.29	1.19
ระยะเวลา 11-20 ปี ^{**}	17.88	0.66	0.62	0.06	0.24
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P)					
ระยะเวลา 1-5 ปี	0.0461	0.0570	0.0285	0.0077	0.0445
ระยะเวลา 6-10 ปี [*]	0.0461	0.0037	0.0019	0.0005	0.0029
ระยะเวลา 11-20 ปี ^{**}	0.0461	0.0007	0.0004	0.0001	0.0006
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K)					
ระยะเวลา 1-5 ปี	2.428	7.021	7.352	1.082	3.930
ระยะเวลา 6-10 ปี [*]	2.428	0.459	0.480	0.071	0.257
ระยะเวลา 11-20 ปี ^{**}	2.428	0.092	0.096	0.014	0.052

หมายเหตุ: ^{*} ผลคูณระหว่างปริมาณการสูญเสียหน้าดินในระหว่างปีที่ 6-10 กับสัดส่วนการสูญเสียธาตุอาหารหลักต่อการสูญเสียหน้าดิน,

^{**} ผลคูณระหว่างปริมาณการสูญเสียหน้าดินในระหว่างปีที่ 11-20 กับสัดส่วนการสูญเสียธาตุอาหารหลักต่อการสูญเสียหน้าดิน

ทั้งนี้ ผลต่างของการลดปริมาณการสูญเสียหน้าดินและการลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารหลักของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT) สำหรับช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน ได้แสดงอยู่ในรูปของน้ำหนักของหน้าดินและน้ำหนักของธาตุอาหารหลักต่อหน่วยพื้นที่ จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเริ่มต้นของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (ระยะเวลา 1-5 ปี) ปริมาณการสูญเสียหน้าดินและการสูญเสียธาตุอาหารหลักของมาตรการ T2 T3 และ T5 มีการสูญเสียมากกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT) ขณะที่การปลูกยางพาราพร้อมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) สามารถลดการสูญเสียดิน 925.75 กิโลกรัม/ไร่/ปี และลดการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้ 13.49 0.038 และ 1.347 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบวิธีพืชพรรณยาวนานขึ้น (ระยะเวลา 6-20 ปี) ประสิทธิภาพของการลดการสูญเสียหน้าดินและการสูญเสียธาตุอาหารหลักมีเพิ่มมากขึ้นตามอายุและการเจริญเติบโตของพืชพรรณที่เลือกใช้ โดยในช่วงระยะเวลามาตรการการปลูกยางพาราพร้อมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (T4) สามารถลดการสูญเสียหน้าดินและลดการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารหลักได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการอื่น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณการลดการสูญเสียหน้าดินและการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเปรียบเทียบกับ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT); หน่วย : กิโลกรัม/ไร่/ปี

ระยะเวลาการดำเนินการ	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ			
	T2	T3	T4	T5
ปริมาณการลดการสูญเสียหน้าดิน				
1-5 ปี	-3797.76	-4107.63	1,666.36	-197.10
6-10 ปี	2068.90	2048.65	2,425.95	2304.18
10-20 ปี	2396.72	2392.65	2468.39	2443.95
ปริมาณการลดการสูญเสียไนโตรเจนทั้งหมด				
1-5 ปี	-32.35	-29.64	13.49	-0.37
6-10 ปี	14.60	14.78	17.60	16.69
10-20 ปี	17.22	17.26	17.83	17.64
ปริมาณการลดการสูญเสียฟอสฟอรัสทั้งหมด				
1-5 ปี	-0.011	0.018	0.038	0.002
6-10 ปี	0.0423	0.0442	0.0456	0.0432
10-20 ปี	0.0453	0.0457	0.0460	0.0455
ปริมาณการลดการสูญเสียโพแทสเซียมทั้งหมด				
1-5 ปี	-4.593	-4.923	1.347	-1.502
6-10 ปี	1.9695	1.9479	2.3576	2.1715
10-20 ปี	2.3362	2.3319	2.4141	2.3767

หมายเหตุ: มาตรการที่มีค่าติดลบหมายถึงส่วนต่างของปริมาณการสูญเสียดินที่มีมากกว่าการดำเนินการตามมาตรการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT)

การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลตอบแทนสำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี

สำหรับวัตถุประสงค์ของการเปรียบเทียบมูลค่าที่ได้จากการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินในการศึกษาครั้งนี้ รายการของต้นทุนและผลตอบแทนทั้งหมดจะถูกแปลงให้เป็นมูลค่าทางการเงิน โดยราคาตลาดของสินค้า วัสดุ และ อุปกรณ์ รวมถึงอัตราค่าจ้างแรงงานในพื้นที่ เป็นต้นทุนส่วนใหญ่ของการเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก การบำรุงรักษา การทำชั้นบันไดดิน และการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 6) สำหรับการตีมูลค่าของการลดการสูญเสียหน้าดินและการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักของมาตรการอนุรักษ์ดินแต่ละวิธีของการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบกับราคาซื้อขายหน้าดินในท้องตลาดที่ใช้ในการปรับแต่งพื้นที่หรือการก่อสร้าง และราคาแม่ปุ๋ยของกรมการค้าในปีปัจจุบันตามลำดับ ทั้งนี้ แม่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 หนักกระสอบละ 50 กิโลกรัม มีราคาเท่ากับ 750 1,200 และ 850 บาทต่อกระสอบ หรือมีน้ำหนักของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในแม่ปุ๋ยกระสอบละ 23 23 และ 30 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยแม่ปุ๋ยสูตรดังกล่าวมีมูลค่าของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 15 24 และ 7 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 6 การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลตอบแทนสำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ; หน่วย : บาท/ไร่/ปี

กิจกรรม	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ				
	CT	T2	T3	T4	T5
มูลค่าของต้นทุนและค่าใช้จ่าย (Costs)					
1. ค่าเตรียมแปลงในการปลูกข้าวโพด					
1.1 ค่าแรงงานในการตัดหญ้าพร้อมน้ำมันเชื้อเพลิง	250	250	250	250	250
1.2 สารเคมีกำจัดวัชพืช : ไกลโฟเซต ปริมาณที่ใช้ 1 ลิตร	125	140	140	140	140
1.3 ค่าแรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมี	150	50	50	50	50
1.4 ค่าทำชั้นบันไดดิน ราคา เมตรละ 10 บาท/ไร่	-	1600	-	-	-
1.5 ค่าเช่าที่ดิน (เกษตรกรเป็นเจ้าของแปลงที่ดิน)	520	-	-	-	-



ตารางที่ 6 (ต่อ)

2. กิจกรรมการปลูกข้าวโพด						
2.1 ค่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด พันธุ์โพเนย์	495	-	-	330	-	-
2.2 ค่าจ้างแรงงานปลูกข้าวโพด	500	-	-	500	-	-
2.3 ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืชใช้หลังปลูก (พาราควอตจำนวน 1 ลิตร)	122	-	-	122	-	-
2.4 ค่าแรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช	150	-	-	150	-	-
2.5 ค่าถ้ำยางพารา พันธุ์ RRIM600 (65 ต้น/ไร่ ต้นละ 30 บาท)	-	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950
2.6 ค่าพาหนะและน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งต้นกล้า	-	100	100	100	100	100
2.7 ค่าใช้จ่ายในการปลูกพร้อมชุดหลุม วางแนว และใส่ปุ๋ยรองพื้น	-	325	325	325	325	325
2.8 ค่าปุ๋ยอินทรีย์หมักกรองกลิ่น	-	280	280	280	280	280
3. ขั้นตอนบำรุงรักษา (เมื่อได้ 1 เดือนหรือ 20-25 วัน)						
3.1 ค่าปุ๋ยเคมีผสม บำรุงต้นข้าวโพด สูตร 46-0-0 + 15-15-15 (50 กก./ไร่)	713	-	-	713	-	-
3.2 ค่าจ้างแรงงานในการใส่ปุ๋ย	130	-	-	130	-	-
3.3 ค่าสารเคมีที่ใช้ในการคุมหญ้า เอเทร็ก 90 ดับบลิวจี (กรัม/ไร่)	110	-	-	110	-	-
3.4 ค่าแรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมี	150	-	-	150	-	-
3.5 ค่าปุ๋ยเคมี บำรุงต้นยางพารา คิดเป็นเงิน ปีละ 2 ครั้ง	-	389.52	389.52	389.52	389.52	389.52
3.6 ค่าจ้างแรงงานในการใส่ปุ๋ย ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 100 บาท ต่อไร่	-	200	200	200	200	200
3.7 ค่าจ้างแรงงานในการตัดหญ้าพร้อมน้ำมันเชื้อเพลิง ปีละ 2 ครั้ง	-	500	500	500	-	-
3.8 ค่าสารเคมีปราบวัชพืชและปราบศัตรูพืช	-	180	180	180	-	-
3.9 ค่าจ้างแรงงานในการฉีดพ่นสารเคมี 50 บาท/ไร่	-	50	50	50	-	-
3.10 ค่าแรงงานตัดแต่งกิ่งยาง (บาท/ไร่)	-	-	-	-	-	-
4. ขั้นตอนการเก็บผลผลิต						
4.1 ค่าจ้างแรงงานในการเก็บข้าวโพด	600	-	-	600	-	-
4.2 ค่าจ้างแรงงานในการแบกกระสอบข้าวโพด	200	-	-	200	-	-
4.3 ค่าจ้างแรงงานในการกรีดยางและเก็บน้ำยาง (บาท/ไร่)						
- ค่าจ้างกรีดยาง และเก็บยางก้อนถ้วย ร้อยละ 50 ของผลผลิต สำหรับยางอายุ 7 ปี (บาทต่อไร่)	-	2,689.5	2,689.5	2,689.5	2,689.5	2,689.5
มูลค่าของต้นทุนและค่าใช้จ่าย (Costs)						
- ค่าจ้างกรีดยาง และเก็บยางก้อนถ้วย ร้อยละ 50 ของผลผลิต สำหรับยางอายุ 8 ปี (บาทต่อไร่)	-	3,085.5	3,085.5	3,085.5	3,085.5	3,085.5
- ค่าจ้างกรีดยาง และเก็บยางก้อนถ้วย ร้อยละ 50 ของผลผลิต สำหรับยางอายุ 9 ปี (บาทต่อไร่)	-	3,382.5	3,382.5	3,382.5	3,382.5	3,382.5
- ค่าจ้างกรีดยาง และเก็บยางก้อนถ้วย ร้อยละ 40 ของผลผลิต สำหรับยางอายุ 10-14 ปี (บาทต่อไร่)	-	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300
- ค่าจ้างกรีดยาง และเก็บยางก้อนถ้วย ร้อยละ 45 ของผลผลิต สำหรับยางอายุ 14-20 ปี (บาทต่อไร่)	-	3,712.5	3,712.5	3,712.5	3,712.5	3,712.5
5. ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลือง						
5.1 ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลือง ปีที่ 1-20	-	30	30	30	30	30
5.2 ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ และค่าวัสดุสิ้นเปลือง ปีที่ 2-5	-	140	140	140	140	140
5.3 ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ และค่าวัสดุสิ้นเปลือง ปีที่ 7-20	-	756.03	756.03	756.03	756.03	756.03
5.4 ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ในการทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	376	-	-	376	-	-
มูลค่าของผลตอบแทน						
1. มูลค่าผลผลิตข้าวโพด (กิโลกรัม/ไร่)						
กิโลกรัมละ 8 บาท ผลผลิต 750 และ 700 กิโลกรัม/ไร่	6,000	-	-	5,600.00	-	-
2. มูลค่าเฉลี่ยของผลผลิตยางก้อนถ้วย (บาท/ไร่)						
	-	8,805.39	8,805.39	8,805.39	8,805.39	8,805.39
3. มูลค่าจากการขายไม้ยางพารา (จำนวน 65 ต้น/ไร่)						
	-	56,740.00	56,740.00	56,740.00	56,740.00	56,740.00
4. มูลค่าจากการลดการสูญเสียดิน						
มูลค่าปริมาณการลดการสูญเสียดิน ปีที่ 1-5	-	-2,109.87	-2,282.02	925.75	-109.50	-109.50
มูลค่าปริมาณการลดการสูญเสียดิน ปีที่ 6-10	-	1,149.39	1,138.14	1,347.75	1,280.10	1,280.10



ตารางที่ 6 (ต่อ)

มูลค่าปริมาณการลดการสูญเสียดิน ปีที่ 11-20	-	1,331.51	1,329.25	1,371.33	1,357.75
4.1 มูลค่าการลดการสูญเสียไนโตรเจนจากการสูญเสียดิน					
มูลค่าการลดการสูญเสีย N ปีที่ 1-5	-	-223.22	-204.53	93.07	-2.57
มูลค่าการลดการสูญเสีย N ปีที่ 6-10	-	99.62	101.96	107.33	103.13
มูลค่าการลดการสูญเสีย N ปีที่ 11-20	-	118.62	119.09	120.17	119.32
4.2 มูลค่าการลดการสูญเสียฟอสฟอรัสจากการสูญเสียดิน					
มูลค่าการลดการสูญเสีย P ปีที่ 1-5	-	-0.12	0.19	0.42	0.02
มูลค่าการลดการสูญเสีย P ปีที่ 6-10	-	0.47	0.49	0.46	0.43
มูลค่าการลดการสูญเสีย P ปีที่ 11-20	-	0.50	0.50	0.50	0.49
4.3 มูลค่าการลดการสูญเสียโพแทสเซียมจากการสูญเสียดิน					
มูลค่าการลดการสูญเสีย K ปีที่ 1-5	-	-46.85	-50.22	13.74	-15.32
มูลค่าการลดการสูญเสีย K ปีที่ 6-10	-	19.86	19.87	18.93	18.32
มูลค่าการลดการสูญเสีย K ปีที่ 11-20	-	23.78	23.78	23.60	23.47

หมายเหตุ: ต้นทุนคงที่ (Fixed costs), CT การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน, T2 การปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไดดิน, T3 การปลูกยางพารา โดยไม่มีการทำชั้นบันไดดิน, T4 การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, และ T5 การปลูกยางพารา โดยไม่มีการกำจัดวัชพืช

จากตาราง 7 พบว่า การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) ทำให้ได้มูลค่ารวมของการลดการสูญเสียหน้าดินและการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักสูงกว่ามาตรการอื่น และคิดเป็นมูลค่ารวมจากการลดการสูญเสียหน้าดินและการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักตลอดโครงการทั้ง 20 ปี เท่ากับ 27,827.92 บาท

ตารางที่ 7 มูลค่าของผลตอบแทนที่ได้จากการลดการสูญเสียหน้าดินและการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักสำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT); หน่วย : บาท/ไร่/ปี

ระยะเวลาการดำเนินมาตรการ	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ			
	T2	T3	T4	T5
มูลค่าจากการลดการสูญเสียหน้าดิน				
1-5 ปี	-2,109.87	-2,282.02	925.75	-109.50
6-10 ปี	1,149.39	1,138.14	1,347.75	1,280.10
10-20 ปี	1,331.51	1,329.25	1,371.33	1,357.75
มูลค่าจากการลดการสูญเสียไนโตรเจนทั้งหมด				
1-5 ปี	-223.22	-204.53	93.07	-2.57
6-10 ปี	100.74	101.96	121.41	115.16
10-20 ปี	118.84	119.09	122.99	121.74
มูลค่าจากการลดการสูญเสียฟอสฟอรัสทั้งหมด				
1-5 ปี	-0.12	0.19	0.42	0.02
6-10 ปี	0.47	0.49	0.50	0.48
10-20 ปี	0.500	0.504	0.507	0.502
มูลค่าจากการลดการสูญเสียโพแทสเซียมทั้งหมด				
1-5 ปี	-46.85	-50.22	13.74	-15.32
6-10 ปี	20.09	19.87	24.05	22.15
10-20 ปี	23.83	23.78	24.62	24.24

หมายเหตุ: มูลค่าของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม คำนวณจากการเทียบกับราคาแม่ปุ๋ยสูตร 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 (N-P-K) โดยมีราคาธาตุอาหารเท่ากับ 6.9, 11.04 และ 10.2 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ



การชะล้างพังทลายของดินเป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณภูเขาสูงชัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงต่อการสูญเสียผลิตภาพของดินหรือศักยภาพในการผลิตของดิน (Loss of soil productivity) ขณะที่การทับถมของตะกอนดินและการสะสมของธาตุอาหารประเภทสารประกอบฟอสฟอรัสและไนโตรเจน (Sedimentation and eutrophication) ในแหล่งน้ำเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่โดยรอบ (Off-site impacts) Pimentel et al. (1995) รายงานว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกา การดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมมีศักยภาพในการลดอัตราการชะล้างพังทลายของดินตั้งแต่ 2 เท่า ถึง 1,000 เท่า รวมทั้งสามารถลดการสูญเสียน้ำออกจากพื้นที่ตั้งแต่ 1.3 เท่า ถึง 21.7 เท่า การลดการสูญเสียดินและธาตุอาหารจากมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ ค่าใช้จ่ายทุก 1 ดอลลาร์สหรัฐ ที่ใช้ในการลงทุนเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลาย (Erosion control) สามารถลดมูลค่าความเสียหาย (On-site and off-site damages) ได้ถึง 5.24 ดอลลาร์สหรัฐ หรือมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน เท่ากับ 5.24 สำหรับการศึกษามูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์จากผลกระทบของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย Nuanmano (2013) รายงานว่า สวนยางพาราที่มีความลาดชัน 19-20 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่เขาควงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีอัตราการสูญเสียดินประมาณ 15.6 ตัน/ไร่/ปี โดยมีมูลค่าการสูญเสียปีละ 1,386.63 บาท/ไร่ ขณะที่มูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ของสวนยางพาราปีละ 27,987 บาท/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกกะหล่ำปลินที่สูงที่มีความลาดชันเกิน 35 เปอร์เซ็นต์ มีมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารหลักเพียง 2,247.7 บาท/ไร่/ปี (Kaykum, 2008) อย่างไรก็ตาม ไม่เพียงแต่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน การปฏิบัติทางการเกษตรที่เหมาะสม และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ส่งผลต่อความผันแปรของการสูญเสียดินและธาตุอาหารหลักเท่านั้น สมบัติของดินชั้นบน ลักษณะการตกของฝน และลักษณะภูมิประเทศเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่ออัตราการชะล้างพังทลายของดินในภูมิภาคเขตร้อนชื้นเช่นกัน (El-Swaify, Dangler, & Armstrong, 1982)

การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่กรณีฐาน

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทุกวิธีมีสัดส่วนมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนผันแปรมากกว่าร้อยละ 70 ของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ขณะที่มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนส่วนใหญ่มาจากรายได้สุทธิจากการขายผลผลิตการเกษตร ทั้งนี้ การปลูกยางพาราโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช (มาตรการ T5) มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการอื่น ขณะที่มาตรการดังกล่าวให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวมสูงกว่ามาก ซึ่งทำให้มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.029 และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 34,522.08 บาทต่อไร่ สำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีการปลูกต้นยางพาราเป็นไม้เศรษฐกิจหลัก พบว่าเกษตรกรเริ่มเปิดกรีดยางครั้งแรกเมื่ออายุครบ 7 ปี ซึ่งขายเป็นยางก้อนถ้วย แล้วทำการกรีดอย่างต่อเนื่องไปจนถึงระยะเวลาดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในปีที่ 20 ซึ่งมูลค่าปัจจุบันจากการขายยางก้อนถ้วยของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ปลูกยางพารา (T2 T3 T4 และ T5) มีค่าเท่ากับ 44,837.78 บาทต่อไร่ นอกจากนี้ เมื่อสวนยางพาราอายุ 20 ปี จะมีรายได้สุทธิจากการขายท่อนไม้ยางพาราไร่ละ 14,359.14 บาท ขณะที่มูลค่าปัจจุบันจากการขายเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของมาตรการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (CT) มีค่าเท่ากับ 65,754.47 บาทต่อไร่ ตลอดระยะเวลาดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ อย่างไรก็ตาม มูลค่าปัจจุบันของผลผลิตทางการเกษตรขึ้นอยู่กับราคาของผลผลิตในปีปัจจุบัน (Current year) ที่ใช้ในการคำนวณ

การดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการทำสวนยางพาราบนพื้นที่ลาดชันบริเวณตำบลทุ่งพงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน ทำให้เกษตรกรเจ้าของแปลงที่ดินได้รับผลตอบแทนทางอ้อมจากการลดการสูญเสียหน้าดินและการลดการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดิน โดยเฉพาะในช่วงระยะเวลา 10 ปีหลังจากดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทุกวิธีสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้มากกว่ามาตรการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดิน (มาตรการ CT) อย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงระยะเริ่มต้น 1-5 ปี ของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่า มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทุกวิธี ยกเว้นการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) ทำให้เกิดการสูญเสียมูลค่าปัจจุบันของ

ผลตอบแทนจากการลดการสูญเสียหน้าดินเท่ากับ 9,176.50 9,925.23 และ 476.25 บาทต่อไร่ สำหรับมาตรการ T2 T3 และ T5 ตามลำดับ ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 8 นอกจากนี้ การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 42,456.41 บาทต่อไร่ ตลอดระยะเวลา 20 ปีของการดำเนินมาตรการ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระหว่างแถวของต้นยางพารา (มาตรการ T4) เป็นการเพิ่มพื้นที่การปกคลุมหน้าดินจากเรือนยอดของทั้งต้นยางพาราและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นการป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนและแรงลมต่อหน้าดินโดยตรง ทำให้เกิดมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนจากการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีอื่น โดยมีมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 14,175.53 บาทต่อไร่ รองลงมาได้แก่ การปลูกยางพาราโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช (มาตรการ T5) โดยมีมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 8,863.46 บาทต่อไร่ ตลอดระยะเวลา 20 ปี ของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ขณะที่การปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไดดิน (มาตรการ T2) และการปลูกยางพาราโดยไม่มีการทำชั้นบันไดดิน (มาตรการ T3) ทำให้เกิดการสูญเสียมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนจากการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินประมาณ 1,419.62 และ 2,132.81 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีดังกล่าว

ตารางที่ 8 มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลตอบแทน และมูลค่าปัจจุบันสุทธิของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการทำสวนยางพาราบนพื้นที่ลาดชัน (ในระยะเวลา 20 ปี ที่อัตราคิดลดร้อยละ 7.5) ; หน่วย : บาท/ไร่

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลตอบแทน	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ				
	CT	T2	T3	T4	T5
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน					
ต้นทุนคงที่ (Total fixed cost : TFC)					
ค่าเช่าที่ดิน (สำหรับทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์)	-	-	-	-	-
ค่าเสื่อมอุปกรณ์/ค่าวัสดุสิ้นเปลืองในการปลูก	4,120.61	-	-	1,051.13	-
ค่าเสื่อมอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลือง ปีที่ 1-20	-	328.77	328.77	328.77	328.77
ค่าเสื่อมอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลือง ปีที่ 2-5	-	364.07	364.07	364.07	364.07
ค่าเสื่อมอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลือง ปีที่ 7-20	-	3,980.67	3,980.67	3,980.67	3,980.67
ต้นทุนผันแปร (Total variable cost : TVC)	40,314.27	36,696.08	35,096.08	40,846.54	28,864.77
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (Total cost : TC)	44,434.89	41,369.60	39,769.60	46,571.19	33,538.29
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน					
ผลตอบแทนจากผลผลิตการเกษตร					
- รายได้จากการขายเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	65,754.47	-	-	15,655.16	-
- รายได้จากการขายยางก้อนถ้วย	-	44,837.78	44,837.78	44,837.78	44,837.78
- รายได้จากการขายท่อนไม้ยางพารา	-	14,359.14	14,359.14	14,359.14	14,359.14
ผลตอบแทนจากการลดการสูญเสียหน้าดิน					
- มูลค่าการลดการสูญเสียหน้าดิน ปีที่ 1-5	-	-9,176.50	-9,925.23	4,026.40	-476.25
- มูลค่าการลดการสูญเสียหน้าดิน ปีที่ 6-10	-	3,395.35	3,362.12	3,981.32	3,781.48
- มูลค่าการลดการสูญเสียหน้าดิน ปีที่ 11-20	-	4,680.05	4,672.12	4,820.01	4,772.28
ผลตอบแทนจากการลดการสูญเสียธาตุอาหาร					
- ไนโตรเจนทั้งหมด					
ระหว่างปีที่ 1-5	-	-970.85	-889.55	404.79	-11.19
ระหว่างปีที่ 6-10	-	294.29	301.21	317.07	304.66
ระหว่างปีที่ 11-20	-	416.93	418.58	422.37	419.41
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด					
ระหว่างปีที่ 1-5	-	-0.52	0.85	1.84	0.08
ระหว่างปีที่ 6-10	-	1.37	1.44	1.37	1.27
ระหว่างปีที่ 11-20	-	1.76	1.77	1.76	1.73



ตารางที่ 8 (ต่อ)

- โฟแทลเซียมทั้งหมด					
ระหว่างปีที่ 1-5	-	-203.75	-218.41	59.75	-66.64
ระหว่างปีที่ 6-10	-	58.66	58.69	55.91	54.12
ระหว่างปีที่ 11-20	-	83.59	83.60	82.94	82.51
มูลค่าผลตอบแทนจากการลดการชะล้างพังทลาย		-1,419.62	-21,32.81	14,175.53	8,863.46
มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนรวม		65,754.47	57,777.30	57,064.10	89,027.60
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ		21,319.58	16,407.70	17,294.50	42,456.41
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน		1.480	1.397	1.435	1.912

หมายเหตุ: ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเช่าที่ดิน (สำหรับทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) ค่าเสื่อมอุปกรณ์และค่าวัสดุสิ้นเปลืองในการปลูกข้าวโพดและ การทำสวนยางพารา

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี

ทุกมาตรการมีมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิมากกว่า 0 และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมากกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกมาตรการคุ้มค่าแก่ดำเนินการ แต่อย่างไรก็ตาม ผลจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่าการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงที่สุดในทุกกรณี (ตารางที่ 9) ขณะที่ การปลูกยางพาราโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช (มาตรการ T5) มีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) สูงที่สุดในทุกกรณีของอัตราคิดลด เนื่องจากเป็นมาตรการที่มีต้นทุนทั้งหมดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการอื่น

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำตามอัตราคิดลด กรณีที่เกษตรกรไม่ต้องเช่าที่ดินทำกิน (ระยะเวลา 20 ปี; NPV หน่วยเท่ากับ บาท/ไร่)

มาตรการ	เกณฑ์การตัดสินใจ	อัตราคิดลด (อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน)					
		0%	3%	5%	7.5%	9%	12%
CT	NPV	38,705.00	29,559.61	25,241.58	21,319.58	19,193.77	16,137.58
	B/C Ratio	1.476	1.474	1.474	1.480	1.474	1.474
T2	NPV	91,617.75	49,036.62	31,110.83	16,407.70	9,698.53	5,339.92
	B/C Ratio	2.099	1.785	1.594	1.397	1.255	1.172
T3	NPV	92,373.00	50,471.45	32,916.15	17,294.50	11,003.10	1,951.99
	B/C Ratio	2.130	1.844	1.666	1.435	1.312	1.069
T4	NPV	121,167.41	77,635.56	58,866.59	42,456.41	35,529.85	25,412.29
	B/C Ratio	2.359	2.160	2.043	1.912	1.845	1.728
T5	NPV	115,290.66	68,634.00	51,401.32	34,522.08	27,471.91	17,104.58
	B/C Ratio	2.604	2.277	2.215	2.029	1.932	1.735

สรุป

การศึกษานี้ได้ประเมินมูลค่าปัจจุบันสุทธิของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำจำนวน 4 มาตรการ ในบริเวณพื้นที่ลาดชันของตำบลคู่งษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน โดยเปรียบเทียบกับการทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน ซึ่งเป็นระบบเกษตรกรรมหลักที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ศึกษา มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำดังกล่าว ถูกออกแบบร่วมกันระหว่างคณะวิจัยกับตัวแทนของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา โดยเน้นการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบได้ผสมผสานวิธีพืชพรรณและวิถีกลเข้าด้วยกัน ทั้งนี้ ได้เลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และต้นยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก เนื่องจากมีการปลูกพืชทั้งสองชนิดอย่างแพร่หลายในพื้นที่ศึกษา สำหรับบางมาตรการมีการทำชั้นบนไถดินเสริมหรือมีการปลูกพืชแซมพืชเศรษฐกิจหลักเพื่อเพิ่ม

การปกคลุมพื้นที่ของเรือนยอดและช่วยชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดิน รวมถึงบรรเทาการสูญเสียหน้าดินและการสูญเสียธาตุอาหารในดินด้วยเช่นกัน

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการทำสวนยางพาราบนพื้นที่ลาดชันภายใต้ระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี พบว่า การปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงสุดเท่ากับ 36,757.69 บาทต่อไร่ ซึ่งเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดการชะล้างพังทลายของดิน โดยทำให้เกิดมูลค่าของผลตอบแทนจากการลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินมากกว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีอื่น อันมีมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 14,175.53 บาทต่อไร่ ขณะที่ การปลูกยางพาราโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช (มาตรการ T5) มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิรองลงมาเท่ากับ 28,823.36 บาทต่อไร่ นอกจากนี้ ยังพบว่าในบริเวณที่มีความลาดชันสูงการปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว (แม้ว่าจะทำหรือไม่ทำชั้นบันไดดิน) โดยปราศจากพืชปลูกร่วมหรือพืชคลุมดิน (เช่น มาตรการ T2 และ T3) พบว่ามีแนวโน้มในการสูญเสียหน้าดินและเกิดการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดินสูงกว่าการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวนดินบนพื้นที่ลาดชัน (มาตรการ CT) โดยเฉพาะในช่วงระยะเริ่มต้น 1-5 ปี ของการปลูกยางพารา อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (มาตรการ T4) จะให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงสุด แต่ผลการศึกษาทัศนคติของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีเพียงร้อยละ 2.86 เท่านั้นที่เลือกมาตรการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขณะที่ ร้อยละ 47.62 ของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างเลือกมาตรการปลูกยางพาราระหว่างชั้นบันไดดิน (มาตรการ T2) โดยมีความเห็นว่าการทำชั้นบันไดดินทำให้เกิดความสะดวกในการกรีดยาง อีกทั้งมีทัศนคติที่ว่าชั้นบันไดดินทำหน้าที่ชะลอน้ำไหลบ่าหน้าดินและสามารถรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่แต่ละแห่ง อาจไม่ได้พิจารณาถึงเฉพาะมูลค่าปัจจุบันสุทธิของมาตรการทางเลือกแค่เพียงเท่านั้น เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในพื้นที่แปลงทดลอง มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธี (On-site costs and benefits) ซึ่งไม่ได้ครอบคลุมผลกระทบในทุกด้าน โดยเฉพาะผลกระทบเชิงลบหรือปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบของพื้นที่ศึกษา เช่น การทับถมของดินตะกอนในแหล่งน้ำ (Reservoir siltation) นอกจากนี้ การตัดสินใจเชิงนโยบายต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน รวมถึงประเด็นเรื่องความเป็นธรรมทางสังคมของการใช้ทรัพยากรภายในท้องถิ่น โดยเฉพาะการส่งเสริมมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ในพื้นที่แหล่งต้นน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัย เลขที่สัญญา RDG5630007 และขอขอบคุณเกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- Bank of Thailand. (2016). *Financial Market Statistics: Minimum Retail Rate*. Retrieved from https://www.bot.or.th/thai/statistics/financialmarkets/interestrate/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx
- El-Swaify, S. A., Dangler, E. W., & Armstrong, C. L. (1982). *Soil Erosion by Water in the Tropics*. Honolulu, Hawaii: University of Hawaii. Retrieved from http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnaar134.pdf
- Kaykum, P. (2008). *Impact of Highland Agriculture on Soil Erosion at Farm Plot: A Case Study on Pra K'nyan Huai Sompoi*. Changmai: Changmai University.



- Kiratnikom, A., & Bhothisuntorn, S. (2012). *Soil and Nutrient Loss by Soil Erosion in Para Rubber Planting Area*. Thamohd District Phatthalung Province, Thaksin University.
- Lumpai, W. (2006). *Research Techniques in Social Science* (2nd Ed.). Bangkok: Kasetsart University.
- Nuanmano, N. (2013). *Soil Erosion on Kho Hong Hill and Its Econmic Loss*. Hat Yai Dostrict, Songkhla Province: Prince of Songkla University.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., ... Blair, R. (1995). Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation. Benefits. *Science, New Series*, 267(5201), 1117-1123. Retrieved from http://www.rachel.org/files/document/Environmental_and_Economic_Costs_of_Soil_Erosi.pdf
- Punsak, W., Narongrit, C., Rakngam, J., Homhuan, W., Boonyanuphap, J., & Takrattarasaran, N. (2015). *Impact of change in cropping system to para rubber plantation in Nan watershed*. Final Research Report: The Thailand Research Fund.
- Santisuk District Agricultural Office. (2013). *Agricultural Development Plan Year 2014-2016 for Doopong Sub-District Santisuk District Nan Province*. Department of Agriculture Extension: Ministry of Agriculture and Cooperatives.