บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพื้นที่เกษตรกรรมบนพื้นที่สูง ในเขตอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยทำการศึกษาตลอดเส้นทางถนนแพร่-น่าน จำนวนทั้งสิ้น 29 พื้นที่ตัวอย่าง โดยพบว่า พื้นที่ตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยทั้งสิ้นจะทำการเกษตรกรรมบนพื้นที่สูง โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งสิ้น และมีพืชคลุมดินในพื้นที่เป็นหญ้า ซึ่งจากการนำดินตัวอย่างทั้ง 29 ตัวอย่างไปวิเคราะห์เพื่อหาชุดดินพบว่า โดยส่วนใหญ่เป็นชุดที่ 47 C D และ E และชุดดินที่ 55 C D และ E ซึ่งมีสมบัติเป็นดินร่วนปนทราย มีค่ายึดตัวของดินปานกลาง และมีค่าความเหนียวของดินน้อยถึงปานกลาง มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูง มีความชันเฉลี่ยร้อยละ 10 โดยส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการเกษตรกรรมพื้นที่สูง เช่น ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอื่นๆ เล็กน้อย ซึ่งมีประวัติการปรับโครงสร้างหน้าดินบ่อยครั้ง เพื่อการเกษตรกรรม โดยปลูกข้าวโพดที่มีลักษณะรากสั้น ทำให้ยึดเกาะหน้าดินไม่ดีเมื่อมีความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ประกอบกับการศึกษาปริมาณน้ำฝนย้อนหลังไป 12 ปี 2546 -2558 พบว่า ปริมาณน้ำฝนสะสมที่ตกในพื้นที่ตลอดปีอยู่ระหว่าง 900 – 1,550 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อพิจาณาปัจจัยอื่นร่วมทั้ง ปัจจัยความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน ปัจจัยความยาวและลาดชันของความลาดเท ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช ปัจจัยเกี่ยวกับการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน สัมประสิทธิ์ปัจจัยการจัดการพืชและการป้องกันการชะล้างพังทลาย โดยนำมาวิเคราะห์ผ่านสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) พบว่า ตัวอย่างทั้ง 29 ตัวอย่างมีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในช่วงรุนแรงและรุนแรงมาก คือ 86.44 -187.32 ตัน/เฮคแตร์/ปี

ขณะที่ศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมของพืชและความสัมพันธ์ของพืชพรรณต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้กระถินไทยที่มีความสามารถในการดำรงชีวิตของตนเองในสภาวะที่เลวร้ายได้ดี ขึ้นง่าย ดูแลง่าย โดยพิจารณาความสามารถในการยึดเกาะของดินเมื่อดินมีความชื้นในดินสูงขึ้น โดยการพิจารณาสมบัติของรากกระถินตามอายุ ซึ่งได้แก่ 3 5 7 9 และ 11 เดือน ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาสมบัติทางวิศวกรรมโดยเฉพาะค่า tensile ของรากกระถินช่วงอายุต่างๆ พบว่ามีความสามารถในการทนแรงดึงจากสภาวะภายนอกได้ดี โดยขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของราก ซึ่งขนาดของรากใหญ่กระถินจะมีความสามารถในการทนต่อแรงดึงสูงขึ้น ซึ่งสามารถต้านทานแรงลมที่มากระกระทำโยตรงได้ดี อีกทั้งสมบัติของรากที่มีการแตกตัวออกไปตามแนว VH หรือ แนวขวางและแนวดิ่งทำให้รับแรงดึงได้ดี รวมถึงรากยึดหรือ (anchor root) มีความยาวถึง 1 เมตรทำให้รับแรงดึงได้สูงมาก ขณะที่รากของกระถินสามารถเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของดินในบริเวณรัศมีของรากกระถินให้ยึดเกาะกันได้ดี จากผลการศึกษาพบว่า รากกระถินที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะทำให้ดินสามารถอุ้มน้ำในดินได้เพิ่มขึ้น ซึ่งแปลว่าดินในพื้นที่ที่มีกระถินขึ้นอยู่จะสามารถรับปริมาณน้ำในดินที่อิ่มตัวได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้โอกาสที่ดินจะพังทลายเนื่องจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำลดลงไปนั่นเอง โดยในห้องปฏิบัติการรากกระถินสามารถยึดเกาะดินที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดถึงร้อยละ 55 ของความชื้นในดิน

อภิปรายผล

การศึกษาโดยใช้รากของต้นกระถินอายุต่าง ๆ เพื่อลดการชะล้างพังทลาย มีบทบาทมากขึ้นในแนวคิดในการป้องกันทรัพยากรธรรมชาติโดยระบบนิเวศ เนื่องจากระบบรากของต้นกระถินในแต่ละช่วงอายุจะทำให้ดินอยู่ในบริเวณดังกล่าวมีการเสริมแรงจากรากต้นกระถิน (Root reinforcement) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ลักษณะรากของต้นกระถินแต่ละช่วงอายุจะมีระบบรากแบบ VH type คือ มีรากในแนวดิ่งที่หยั่งลึกผ่านแนวการพิบัติ (shear plane) ของลาดและมีรากที่มีกำลังรับแรงดึงได้สูง เป็นไปในทิศทางเดียวกับกับการศึกษาของ Osman, N. & Abdullah, MN. ในปี ค.ศ. 2011 ซึ่งได้ทำการศึกษาทดสอบแรงดึงของรากพืช 2 ชนิด คือ กระถินไทย และกระถินเทพา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า กระถินไทยที่มีรูปแบบรากเป็นแบบ VH type สามารถรับแรงดึง หรือ (pull-out force) ได้สูงถึง 104.83 นิวตัน/มม.^{2} ซึ่งสูงกว่ากระถินเทพา ซึ่งมีรูปแบบรากแบบ H type โดยสามารถรับแรงดึง ได้เพียง 54.37 นิวตัน/มม.^{2} เท่านั้น นอกจากนี้การศึกษาของ Gray & Stotir ในปี ค.ศ. 1994 พบว่าดินที่มีรากขนาดเล็กอย่างกระถิน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-20 มิลลิเมตร) เช่น รากฝอย และมีการกระจายของรากกันอย่างหนาแน่นเป็นจำนวนมาก จะสามารถช่วยเสริมกำลังเฉือนบริเวณหน้าดินนั้นได้ดีกว่าพืชที่มีรากขนาดใหญ่กว่าในปริมาณรากเท่ากัน ซึ่งระบบรากที่มีลักษณะเป็นแบบ VH type นั้นจะช่วยเสริมเสถียรภาพลาดดินและต้านทานต่อแรงลมได้ดีด้วย (นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2549)

ขณะที่ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอายุรากต้นกระถินในช่วงอายุ 3 5 7 9 และ 11 เดือน มีผลต่อความสามารถในการเพิ่มเสถียรภาพลาดดินที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะ รากต้นกระถินที่มีอายุ 11 เดือนจะสามารถส่งเสริมเสถียรภาพลาดดินให้มั่นคงได้ โดยเมื่อรากมีอายุมากขึ้น เส้นผ่านศูนย์ของรากก็เพิ่มขึ้นตาม จึงส่งผลให้สามารถรับแรงเค้นที่กระทำต่อรากเพิ่มขึ้น โดยการศึกษาพบว่า รากกระถินสามารถรับแรงเค้นสูงสุดได้ถึง 22 x 10^6 นิวตัน ทำให้สามารถรับแรงดึง (pull-out force) ได้เพิ่มขึ้น ซึ่งรากกระถินที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อพื้นที่สัมผัสของรากและดินทำให้มีผิวสัมผัสสูงกว่าพืชที่มีรากขนาดใหญ่ โดยรากกระถินที่มีขนาดเล็กกว่าจะช่วยเสริมแรงในดินได้ดีกว่าพืชที่มีรากขนาดใหญ่เมื่อมีพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากัน (อภินิติ โชติสังกาศ, 2556) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Bai และคณะ ในปี ค.ศ. 2015 Dong-Hai ในปี ค.ศ. 2005 และ Yong-Hong ในปี ค.ศ. 2007 พบว่ากระถินในช่วงอายุ 3 4 5 6 7 8 9 10 และ 11 เดือนหลังปลูกจะมีความสูง ความยาวราก รัศมีรากและแขนงรากเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งระบบรากของกระถินที่เพิ่มตามอายุนี้มีผลโดยตรงกับความสามารถในการรับแรงเฉือน (shear strength) และแรงดึง (tensile strength) ที่กระทำกับดินบริเวณที่มีรากกระถินอยู่ได้เพิ่มขึ้น โดยรากกระถินที่มีอายุ 11 เดือนสามารถรับแรงเฉือนและแรงดึงได้เท่ากับ 12.35-33.3 กิโลปาสคาล และ 8.59-38.53 นิวตัน/มม.^{2}

นอกจากนี้จากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าระบบรากของกระถินที่มีอายุ 3 5 7 9 และ 11 เดือน โดยเฉพาะรากกระถินที่มีอายุที่ 11 เดือน จะช่วยลดแรงดันในช่องว่างของดินที่เกิดจากน้ำในดิน ทำให้เกิดแรงดูด (suction force) หรือแรงดึง (tension force) ของน้ำในดินได้ดีทำให้เกิดจากสภาวะดินไม่อิ่มน้ำได้สูงสุดถึง ร้อยละ 50 ทำให้สามารถรับแรงเฉือนในดินได้เพิ่มขึ้นจากเดิม (Normaniza, at. el., 2008) ทำให้เกิดเสถียรภาพลาดดินเพิ่มขึ้นด้วยลดความเสี่ยงของการเกิดดินถล่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hairiah และคณะ ในปี ค.ศ. 2006 ซึ่งได้ทำการศึกษาความสามารถของรากพืชต่อเสถียรภาพลาดดินในซัมเบอจายา ลำปังในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งได้ศึกษารูปแบบการกระจายของรากพืช ขนาดรากพืช การ

สูญเสียดินในพื้นที่การเกษตรกรรม โดยใช้พืชพรรณทดลอง 27 ชนิด ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การกระจายตัวของรากพืชที่มีความหลากหลายมีความสามารถในการลดความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มในพื้นที่ได้สูง และระบบรากพืช ความยาวรากที่มากและหนาแน่นจะทำให้การยึดเกาะดินของพืชจะทำให้ดินยึดเกาะตัวกันได้ดีทำให้การชะล้างพังทลายของดินลดลง โดยรากพืชสามารถเพิ่มความสามารถในการทนทานของดินต่อการแรงเฉือนต่อหน้าดินได้เพิ่มขึ้น ลดปัญหาความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดี และลดปัญหาการพังทลายของดินริมตลิ่งแม่น้ำ Way Ringkih และ แม่น้ำ Way Petai ซึ่งผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Latech ในปี ค.ศ. 2013 และ Jain ในปี ค.ศ. 2013 เช่นกัน ซึ่งเป็นการศึกษาผลของระบบรากที่มีความซับซ้อนกันมากๆ และมีการผสมผสานของรากที่มีความหลากหลายของพืชพรรณ จะทำให้สามารถลดแรงเฉือนที่กระทำต่อหน้าดินได้เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะจากกิจกรรมทางการเกษตรซึ่งมักก่อให้เกิดปัญหาดินหลุดร่วงจากหน้าดินเดิม เมื่อมีแรงอิทธิพลภายนอกมากระทำ เช่น น้ำฝน และลม เป็นต้น โดยหากมีระบบรากกระถินจะช่วยทำให้ลดแรงดึงที่กระทำต่อหน้าดินได้ถึง ร้อยละ20 -30 (Richar, LJ., 2004; Thomas, R.E. and Pollen-Bankhead, R.E.,2009; Code, K.D., 2010; Burylo, M., Hudel, C and Rey, F, 2011)

ข้อเสนอแนะ

1. ประเมินจำนวนรากฝอยและเส้นผ่านศูนย์กลางของรากรวมถึงการนับจำนวนรากฝอยในแต่ละช่วงอายุเพื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการรับแรงเฉือนและแรงดึงของดิน

2. ศึกษาระดับความชื้นในดินโดยใช้ digital tensiometer แบบ real time เพื่อประเมินการอิ่มตัวของดินจากน้ำฝนที่ตกลงมาแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้ผลประเมินที่ถูกต้องมากขึ้น

3. ติดตั้งเครื่อง mini-rhizotrol แบบ กริด เพื่อประเมินปริมาณรากพืชและความสามารถในการรับแรงดึงและแรงเฉือนในระดับ plot ได้

4. พิจารณาพารามิเตอร์ที่ถูกต้องเพื่อนำไปใช้ในการปรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายผลของชะล้างพังทลายของดินแบบพลวัตแทนการใช้สมการ USLE เนื่องจากไม่สามารถคำนวณในเหตุการณ์ที่ผิดปกติเช่น ฝนตกหนักหรือมีพายุที่รุนแรงได้