การวิจัยเรื่อง " การปรับปรุงวิธีการปลูกพืชต้านการชะกร่อนและเพิ่มการเก็บเกี่ยวน้ำในการปลูกพืชเชิงแถบอนุรักษ์เพื่อเพิ่มการผลิตพืชผสมในระบบเกษตรน้ำฝนอย่างยั่งยืนบนพื้นที่ลาดชัน" ได้ดำเนินการระหว่างเดือนเมษายน 2550 - มีนาคม 2553 บนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 4 แห่งที่มีลักษณะความลาดชัน ภูมิสัณฐาณและธรณีวิทยาของดินแตกต่างกัน คือ Site A, B และ C ที่หมู่บ้านบ่อไครัและจ่าโบ่ อ.ปางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน ตลอดทั้ง 3 ปี และ Site D ในปีที่ 4 ที่บ้านถวน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์คือ (i) ทดสอบผลของการใช้วัสดุคลุมดินที่ย่อยสลายได้ชนิดต่าง ๆซึ่งหาได้ง่ายในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่เพาะปลูก ต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (ii) ทดสอบระบบพืชผสมที่มีความหลากหลาย(ทั้งพืชไร่และไม้ผล) ในระบบการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับแบบบุรณาการ สำหรับเพิ่มผลิตภาพของพืชผสมระบบเกษตรน้ำฝนบนที่ลาดชัน ภายใต้สภาพอากาศ และลักษณะดินที่แตกต่างกัน

ได้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) ในแปลงทดลองทั้ง 4 แห่ง ซึ่งต่างประกอบด้วยตำหรับการทดลองปลูกพืชต้านการชะกร่อนตามแนวระดับ 4 วิธี จำนวน 3 ซ้ำ คือ (i) การปลูกแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (CP) (ii) การปลูกในร่องระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมร่วมกับถั่วสไตโล (CF-AL) (iii) การปลูกในร่องที่คลุมดินระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมถั่วสไตโล ด้วยใบตองจากต้นกล้วยน้ำว้า (*Musa acuminata)* ในแปลง Site A (CF-BnM-AL) หญ้าไม้กวาด *(Thysannolaena maxima Kuntze)* ในแปลง Site B และ D (CF-BgM-AL) และหญ้าแฝก (*Vetiveria nemoralis A. Camus)* ในแปลง Site C (CF-VgM-AL) และ (iv) การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมที่คลุมดินระหว่างแถบอนุรักษ์ไม้ผลผสมตามแบบที่ (iii) (Site A, CP-BnM-AL, Site B, CP-BgM-ALและ Site C, CP-VgM-AL)

ระบบพืชที่ปลูกหมุนเวียนเหลื่อมฤดู 3 พืชในแต่ละปี ได้แก่ ข้าวโพดหวาน *(Zea mays Linn.)* ปลูกเป็นพืชแรก ระหว่างต้น-กลางฤดูฝน ในทุกแปลงและทุกปี ส่วนพืชที่ 2 ปลูกระหว่างกลาง-ปลายฤดูฝน คือข้าวไร่ *(Oryza sativa Linn.)* ในปี 2550-2551 และ ขิง *(Zingiber officinale Roscoe.)* ในปี 2552 ในครึ่งแปลงส่วนบนของทุกแปลง ส่วนครึ่งแปลงล่างได้แก่ ถั่วเหลือง/แดงหลวง *(Glycine max L./ Phaseolus Vulgaris)* พริกขี้หนู *(Capsicum frutescens L.)* และถั่วลิสง *(Arachis hypogaea L.)* หมุนเวียนสลับ ในแปลง site A, B, C และ D ในปี 2550, 2551 และ 2552 ตามลำดับ สำหรับพืชที่ 3 ปลูกระหว่างปลายฤดูฝน-กลางฤดูแล้ง คือถั่วแปยี *(Lablab perpureus Linn.)* และถั่วไก่*(Cicer arietinum L.)* ในครึ่งแปลงส่วนบนและส่วนล่างของทุกแปลงทุกปี ส่วนไม้ผลผสมในแถบอนุรักษ์ซึ่งมีอยู่ดั้งเดิมจากการทดลองในโครงการ NRCT-DFG – Phase II ระหว่างพ.ศ. 2547-2550 และได้ปลูกเสริมเพิ่มเติมในต้นฤดูฝนปีแรกของการทดลองนี้ ได้แก่ มะม่วงพันธ์ต่างๆ (*Mangifera indica Linn.*), มะนาวไร้เมล็ด (*Citrus*

aurantifolia), มะเฟืองหวาน (*Averrhoa carambola Linn*), ละมุด (*Manilkara achras Fosberg*) และฝรั่งเวียดนาม (*Psidium guajava L.*) ผสมกับถั่วแกรมสไตโล (*Stylosanthes guianensis*) คลุมดินได้ต้นไม้ผล

ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์และวัดสมบัติต่าง ๆของดิน 3 ครั้งต่อปี คือในต้นฤดู กลางฤดูและปลายฤดูฝนของแต่ละปี สมบัติดินที่ทำการวัดได้แก่ ระดับความเป็นกรดด่างของดิน (Soil acidity, pH) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter, OM) ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable phosphorus and potassium, Ext.P & Ext.K) ความหนาแน่นรวม (Bulk density, BD), ความพรุนทั้งหมด (Total porosity,TP), ความจุความชื้นในสนาม (Field capacity,FC) และ ความพรุนที่ระบายอากาศดี (Aeration porosity, AP) (0-20 cm.) ปริมาณเม็ดดินที่เสถียรที่คำนวณเป็นร้อยละของเม็ดดินแห้งและมวลดินแห้งทั้งหมด (Stable aggregate based on dry aggregate, SAD and total soil mass, SAT) ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินที่เสถียร (Mean weight diameter, MWD) (0-5 cm.) โดยใช้วิธีมาตรฐานที่นิยมปฏิบัติในการวิเคราะห์สมบัติดินทั่วไป วัดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินที่คงที่ (Steady infiltration rate, IR) ในแปลงโดยตรงโดยใช้แผ่นจานซึมน้ำ (disk permeameter) วัดปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและการสูญเสียดินใน Site A, C และ D หลังฝนตกทุกครั้งที่เกิดน้ำไหลบ่าตลอดช่วงฤดูฝนโดยใช้ถังดักตะกอนโดยตรง วัดความชื้นดินที่ระดับความลึกต่าง ๆด้วยเครื่องมือวัดความชื้น TDR และคำนวณปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินในช่วงความลึกดิน 1 ม. ตลอดช่วงการเจริญเติบโตของพืชตลอด 3 ปีการทดลอง วัดการเจริญเติบโต (น้ำหนักแห้งทั้งหมด)และผลผลิตพืชในช่วงเก็บเกี่ยวผลิตผลในปลายฤดูปลูกของพืชแต่ละชนิดที่ทำการเพาะปลูก

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับทั้ง 4 วิธี คือ CP, CF-AL, CF-Bn/Bg/VgM-Al และ CP-Bn/Bg/VgM-Al ส่วนใหญ่ไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติต่อค่าเฉลี่ย pH, OM, BD, TP, FC และ AP ตลอดช่วงฤดูการปลูกพืช ระหว่างต้นฤดู-ปลายฤดูฝนในปีที่ 1 ในแปลงทดลองทั้ง 4 แห่ง อย่างไรก็ดีค่าเฉลี่ย OM, BD, TP และ AP ในปีที่ 2 และค่าเฉลี่ย Ext. P, Ext. K, SAD SAT และ IR ตลอด 2 ปี ต่างมีค่าสูงสุดในแปลงปลูกพืชแบบ CF-Bn/Bg/VgM-Al และมีค่าต่ำสุดในแปลงที่ปลูกแบบ CP โดยเฉพาะในแปลงทดลอง Site A, B และ D เมื่อเปรียบเทียบกับแปลง CF-AL และ CP-Bn/Bg/VgM-AL ที่ให้ค่าเฉลี่ยสมบัติดินดังกล่าวสูงเป็นอันดับสองและสามตามลำดับ อย่างไรก็ตามการตอบสนองของสมบัติดินต่าง ๆ ต่อวิธีการปลูกพืชทั้ง 4 วิธี ดังกล่าวข้างต้นต่างมีความผันแปรอยู่บ้างในบางช่วงเวลาระหว่างการทดลอง 2 ปี ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลา อัตรา และปริมาณปุ๋ยที่ใส่ การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก ตลอดจนปริมาณ การกระจายและความเข้มของฝนในแต่ละปี

ปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินเกิดขึ้นสูงสุดภายใต้ CP เท่านั้น ส่วนที่เกิดขึ้นภายใต้ CF-Bn/Bg/VGM-AL, CF-AL และ CP-Bn/Bg/VGM-AL มีปริมาณไม่แตกต่างกันและค่อนข้างสม่ำเสมอในอัตราใกล้เคียงกันตลอดช่วงฤดูฝนทั้ง 3 ปี ซึ่งปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินรวม 3 ปี ในแปลงทดลอง Site A, Site C และ Site D โดย CP ให้ค่าสูงที่สุด เป็น 1,111, 555 และ 289 m^{-3} ha^{-1} ขณะ CF-AL ให้ค่าเป็น 448, 188 และ 97 m^{-3} ha^{-1}, CF-Bn/Bg/VGM-AL ให้ค่าเป็น 439, 209 และ 103 m^{-3} ha^{-1} และ CP-Bn/Bg/VGM-AL มีค่าเป็น 444, และ 141 m^{-3} ha^{-1} (Site A และ C) ซึ่งมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน ส่วนการสูญเสียดินสะสมเกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างเด่นชัดในช่วงต้นฤดูฝนทุกปี ภายใต้วิธีการปลูกพืชทั้ง 4 วิธี ซึ่งปริมาณดินสูญเสียสะสม

โดยรวมทั้งหมดตลอด 3 ปี ในแปลงทดลอง Site A, C และ D ภายใต้ CP มีค่ารวมสูงสุดเป็น 6578, 7010 และ 4826 kg ha^{-1} ขณะที่ CF-Bn/Bg/VGM-ALมีค่ารวมต่ำที่สุดเป็น 146, 177 และ 443 kg ha^{-1} ส่วน CF-AL ให้ค่าดินสูญเสียรวมต่ำเป็นอันดับ 2 คือ 227, 188 และ 816 kg ha^{-1} และ CP-Bn/Bg/VGM-AL ให้ค่าต่ำเป็นอันดับ 3 คือ 554, และ 2269 kg ha^{-1} (Site A และ C) ตามลำดับ

การตอบสนองของปริมาณการกักเก็บน้ำในดินต่อวิธีการปลูกพืช 4 วิธี ในแปลงทดลองทั้ง 4 แห่ง มีลักษณะที่เป็นเอกภาพและคล้ายคลึงกันอย่างมาก โดย CF-Bn/Bg/VgM-AL และ CP มีแนวโน้มให้การกักเก็บน้ำในดินในช่วงความลึก 1 ม.ในปริมาณสูงที่สุดและต่ำที่สุดตามลำดับ เกือบตลอดฤดูกาลปลูกพืช ขณะที่ CF-AL และ CP-Bn/Bg/VgM-AL ให้ปริมาณการกักเก็บน้ำในดินสูงเป็นอันดับสองและสามตามลำดับ ผลของปริมาณการกักเก็บน้ำในดินดังกล่าวได้ส่งผลให้ข้าวโพดซึ่งปลูกเป็นพืชที่ 1 และข้าวไร่ถั่วลิสง ถั่วเหลือง และพริก ที่ปลูกเป็นพืชที่ 2 รวมทั้งถั่วแปยี ซึ่งเป็นพืชที่ 3 ในแปลง Site A, B, C และ D มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่สูงที่สุดในแปลงที่ปลูกพืชแบบ CF-Bn/Bg/VgM-AL และเลวที่สุดในแปลงปลูกแบบ CP เมื่อเปรียบเทียบกับแปลง CF-AL และแปลง CP-Bn/Bg/VgM-AL ซึ่งผันแปรสอดคล้องตามปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินอย่างใกล้ชิด

ผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นบ่งชี้ให้เห็นว่า CF-Bn/Bg/VgM-AL เป็นวิธีการปลูกพืชที่ปรับปรุงสมบัติดินและต้านการชะกร่อนที่ดีที่สุด ซึ่งส่งเสริมให้มีการเก็บเกี่ยวน้ำฝนเข้าสู่ดินและปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินสูงที่สุด ทำให้การใช้น้ำของพืชเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การสร้างผลผลิตของพืชที่ปลูกภายใต้วิธี CF-Bn/Bg/VgM-AL สูงที่สุด ขณะที่ CP มีผลในทางตรงกันข้ามคือมีแนวโน้มทำให้คุณภาพดินเสื่อมโทรมลง ส่งเสริมให้เกิดการชะกร่อนสูญเสียดินในปริมาณสูงสุด และมีปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินน้อยที่สุด ทำให้ผลผลิตของพืชต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกแบบ CF-AL หรือ CP-Bn/Bg/VgM-AL ซึ่งเป็นวิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับที่ดีเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ

Research on "The improvement of anti-erosive and water harvesting practices in alley cropping to increase sustainable rainfed multiple crop production on sloping land" was carried out during April, 2007-March, 2010 on the 4 sub-catchments of different slope gradients, soil morphology and geological structure, which were Site A, B, C at Borkrai and Jabo Village, Pang Mapa District, Mae Hongson Province through the 3 year-trial and Site D in the 4th year, at Banthuan, Mae Chaem District, Chiang Mai Province. The experiment aimed to **(i)** test the effects of different biodegradable mulching materials and readily available nearby the growing area, on efficiency of soil and water conservation, and **(ii)** test the possibility of growing different mixed varieties of cropping systems (both annual and fruit trees) in the integrated conservative contour cultural practices for increasing rainfed multiple crop productivity on sloping land under different weather conditions and soils types.

A completely randomize design (CRD) was conducted in the 4 experimental plots, comprising 3 replicates of 4 contour anti-erosive cultural practices. **(i)** conventional planting (CP), **(ii)** cultivated furrow in alley cropping (CF-AL) **(iii)** cultivated furrow mulched with banana leave *(Musa acuminata)* in Site A (CF-BnM-AL), bamboo grass *(Thysannolaena maxima Kuntze)* in Site B (CF-BgM-AL) and vetiver grass, *(Vetiveria nemoralis A. Camus)* in Site C (CF-VgM-AL) in alley cropping, **(iv)** conventional planting mulched with plant residues as (iii), Site A (CP-BnM-AL), Site B (CP-BgM-A) and Site C (CP-VgM-AL).in alley cropping,

The three rotational relay-cropping systems each year were sweet corn *(Zea mays Linn.)* grown as the 1st crop during early-mid rainy season in every plot and every year. The 2nd crops grown during mid-late rainy season were upland rice *(Oryza sativa Linn.)* in 2007-2008 and ginger *(Zingiber officinale Roscoe.)* in 2009 in the upper half of every subplot, whilst soybean/red kidney bean *(Glycine max L./ Phaseolus Vulgaris), chili (Capsicum frutescens L.)* and peanut *(Arachis hypogaea L.)* were rotational alternately grown in the lower half of each subplot in Site A, B, C and D during 2007, 2008 and 2009 respectively. Lablab bean *(Lablab perpureus Linn.)* and chickpea *(Cicer arietinum L.)* were grown as the 3rd crop in the upper half and lower half every plots during the late rainy – mid dry seasons every year.

The hedgerows of mixed fruit-trees in alley cropping treatments continued growing from the previous Pproject NRCT-DFG – Phase II, and additional fruit trees were planted during the 1st year early rainy season of this trial. The fruit-trees consisted of different strains of mango (*Mangifera indica Linn),* seedless lemon (*Citrus aurantifolia*), sweet star fruit *(Averrhoa carambola Linn.)* and sapodilla *(Manilkara achras Fosberg)* plus ground cover with Graham Stylo *(Stylosanthes guianensis)* under the fruit trees.

Soil sampling and measurements of soil properties were conducted 3 times per year, in the early, mid and late rainy season each year. The measured soil properties were soil acidity, (pH), Organic matter (OM), extractable phosphorus and potassium (Ext.P & Ext.K), Bulk density (BD), Total porosity (TP), Field capacity (FC), and Aeration porosity (AP) (0-20 cm.), Stable aggregate based on dry aggregate (SAD and total soil mass (SAT), Mean weight diameter (MWD) (0-5 cm.) using the general conventional standard method of soil analysis. Steady infiltration rate (IR) were directly measured in the field using disk permeameter.

Surface runoff and soil loss were measured in Site A, C and D after every effective rainstorm throughout all the rainy seasons. Soil water contents at different soil depths were measured by time domain reflectometry (TDR) method, and total stored water within 1 m soil depth were calculated throughout the crop growing seasons in all 3 experimental years. Crop development (total dry biomass) and yields were measured and harvested at the end of each crop growing.

The results showed that the 4 contour conservative cultural practices, CP, CF-AL, CF-Bn/Bg/VgM-Al and CP-Bn/Bg/VgM-Al mainly were not significantly different in affecting the average values of pH, OM, BD, TP, FC and AP throughout the growing season during the early-late rainy season in the 1st year in the 4 experimental plots. However, the mean values of OM, BD, TP and AP in the 2nd year, and Ext. P, Ext. K, SAD SAT and IR in both years were highest in CF-Bn/Bg/VgM-Al plot and lowest in CP plot, particularly, in the experimental plots, Site A, B and D when compared to CF-AL and CP-Bn/Bg/VgM-AL which gave the 2nd and 3rd high average values of such soil properties respectively. However, the above responses of different soil properties to the 4 cultural practices were slightly varied during the 2 experimental years depending on times, rates and amount of fertilizer applications, crop growth, including the amount, distribution and intensity of rainfall each year.

The highest amounts of surface runoff were found under CP only, whilst the runoff amount under CF-Bn/Bg/VGM-AL, CF-AL and CP-Bn/Bg/VGM-AL were not different and rather identical with similar runoff rate throughout the 3 rainy seasons. The highest total amount of surface runoff during the 3 experimental years in Site A, C and D, given by CP were 1,111, 555 and 289 m^{-3} ha^{-1}, whilst by CF-AL were 448, 188 and 97 m^{-3} ha^{-1}, by CF-Bn/Bg/VGM-AL were 439, 209 and 103 m^{-3} ha^{-1} and by CP-Bn/Bg/VGM-AL were 444, and 141 m^{-3} ha^{-1} (Site A and C), which tended to be non-differences. The cumulative soil loss under the 4 cultural practices were significantly different during early rainy season every year. The 3 year- total amounts of soil loss in Site A, C and D, found under CP were the highest, 6578, 7010 and 4826 kg ha^{-1}, whilst CF-Bn/Bg/VGM-AL gave the lowest values, 146, 177 and 443 kg ha^{-1}, CF-AL gave the 2nd low values, 227, 188 และ 816 kg ha^{-1}, and CP-Bn/Bg/VGM-AL gave the 3rd low values, 554, and 2269 kg ha^{-1} (Site A and C) respectively.

The responses of the stored soil water amounts to the 4 cultural practices in the 4 experimental plots were identical and very similar to each other. CF-Bn/Bg/VgM-AL and CP tended to give the highest and the lowest amounts of stored soil water within 1 m soil depth respectively, almost throughout the growing season. While CF-AL and CP-Bn/Bg/VgM-AL gave the 2nd and the 3rd high amounts of stored soil water respectively. The above results of stored soil water had been leading to the highest crop growth and yields of the 1stcrop (sweet corn) and the 2nd crops (upland rice, peanut, soybean and chili), including the 3rd crop (lablab bean) in Site A, B, C and D, under CF-Bn/Bg/VgM-AL. Whilst the lowest crop growth and yields were found under CP, compared to those found under CF-Al and CP-Bn/Bg/VgM-AL which were closely related to the amounts of stored soil water.

The above results indicated that CF-Bn/Bg/VgM-AL was the best cultural practice to improve soil properties and anti-erosion, giving the highest amounts of harvested rain and stored soil water, leading to the highest crop yields. On the other hand, CP tended to degrade soil quality, increase the highest amount of soil erosion, giving the lowest amounts of harvested rain and stored soil water, leading to the lowest crop yields, when compared to either CF-AL or CP-Bn/Bg/VgM –AL which were the 2nd and the 3rd best respectively.