

การปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนพืชหลัก : ระบบการปลูกพืชเพื่อการเกษตรยั่งยืน Crop-Pasture Rotation : Cropping System for Sustainable Agriculture

ชินจิต แก้วกัญญา^{1/}

Chunjit Kaewkunya^{1/}

ABSTRACT

Monoculture has been known as a cause lead to the soil degradation resource and economical problem which due to the unsustainability of agricultural occupation. An alternative of cropping system is a necessary requirement to create agricultural sustainability. Crop-pasture rotation system is an effective alternative of land utilization by using a proper crop-pasture rotation system with economic crops, such as maize, rice, wheat or cassava. The purpose of this system is not only to produce forage crop for livestock but also to enrich the soil fertility resulting to the increase in productivity and growth of following crops. Moreover, this system will benefit farmer's income from main crop production, the pasture crop for livestock and soil improvement. This article covers to the type, method, caution and advantage of land use management by crop-pasture rotation for agricultural sustainable system.

Key words : forage legumes, corp rotation, crop-pasture rotation, sustainable agriculture

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการปลูกพืชเชิงเดี่ยวนำมาซึ่งความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน ตลอดจนเกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ ทำให้การประกอบอาชีพเกษตรกรรมไม่เกิดความยั่งยืน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องหารูปแบบการผลิตพืชที่มีผลให้เกิดความยั่งยืน ระบบการปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนกับพืชเศรษฐกิจเป็นรูปแบบหนึ่งของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีประสิทธิภาพ โดยวิธีการจัดระบบการปลูกพืชที่ใช้

^{1/} สาขาทรัพยากรเกษตรชีวภาพ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร อ.เมือง จ.สกลนคร 47000

^{1/} Program in Agro-bioresources, Faculty of Natural Resource and Agro-industry, Kasetsart University, Chalemphakiat Sakon Nakhon Province Campus, Mueang district, Sakon Nakhon province 47000

พืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมปลูกหมุนเวียนกับพืชไร่เศรษฐกิจ เช่น ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลีหรือมันสำปะหลัง ระบบนี้นอกจากจะสามารถผลิตพืชอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักแล้ว ยังสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินส่งผลให้พืชหลักที่ปลูกตามมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จะมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตพืชหลักแล้ว ยังได้ประโยชน์จากถั่วอาหารสัตว์เพื่อการเลี้ยงปศุสัตว์ และการปรับปรุงบำรุงดินควบคู่กันไป บทความนี้ได้กล่าวถึงรูปแบบ วิธีการ ข้อควรระวังและประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ระบบการปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนพืชเศรษฐกิจเพื่อนำไปสู่ระบบการเกษตรที่ยั่งยืน

คำหลัก: พืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนพืชเศรษฐกิจ เกษตรยั่งยืน

คำนำ

พืชอาหารสัตว์นอกจากจะมีความสำคัญในการเป็นอาหารหลักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ยังมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดิน (สายนท์, 2540) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ (forage legumes) ซึ่งเป็นพืชวงศ์ถั่วที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยอาศัยจุลินทรีย์ (*Rhizobium* spp.) เช่นเดียวกับพืชวงศ์ถั่วชนิดอื่นๆ เมื่อส่วนต่างๆ ของพืชรวมถึงปมของรากหลุดร่วงเกิดการย่อยสลายแล้วจะปลดปล่อยธาตุ

อาหารที่เป็นประโยชน์ลงในดิน โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน (People *et al.*, 1995) เป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้น และยังทำให้ความหนาแน่นของดินลดลง และเพิ่มช่องว่างในดินได้ ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินทำให้ดินร่วนซุยและอุ้มน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้พืชปลูกสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในสารละลายดินได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (Mandal *et al.*, 2003) ดังนั้นการปลูกพืชวงศ์ถั่วจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ซึ่งสามารถลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ถึงแม้ว่าการปลูกพืชอาหารสัตว์จะมีผลดีตามที่กล่าวข้างต้นแต่เกษตรกรไทยไม่นิยมปฏิบัติ เนื่องจากโดยทั่วไปเกษตรกรปลูกพืชเป็นอาชีพหลัก และมีการเลี้ยงปศุสัตว์เป็นอาชีพรอง การส่งเสริมให้เกษตรกรทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ถาวร เพื่อเลี้ยงปศุสัตว์โดยตรงอย่างประเทศที่พัฒนาค่อนข้างเป็นไปได้ยาก (สายนท์, 2547) ดังนั้นจึงต้องหาทางส่งเสริมการปลูกพืชอาหารสัตว์แบบผสมผสานกับการปลูกพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้ อย่างมีประสิทธิภาพ การปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนกับพืชเศรษฐกิจ (crop-pasture rotation, C-PR) หรือการปลูกพืชอาหารสัตว์สลับพืชไร่ (ley farming) เป็นรูปแบบหนึ่งของการปลูกพืชอาหารสัตว์ในระบบการปลูกพืชที่มีความเป็นไปได้สูง วิธีการปฏิบัติไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมาะสมกับระบบการปลูกพืชไร่ของไทย วิธีการนี้ปฏิบัติกันมานานแล้วในต่างประเทศ เป็นเทคนิคการฟื้นฟูและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชอาหารสัตว์สลับกับการปลูก

พืชไร่เศรษฐกิจ (สายนท์, 2547) ระบบนี้จะได้ผลผลิตจากพืชเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง หลังจากได้ประโยชน์จากแปลงพืชอาหารสัตว์ระยะหนึ่ง และยังได้ประโยชน์จากการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกทางหนึ่ง ส่งผลให้พืชหลักซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกตามมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Hare, 2000) จึงนับได้ว่าเป็นวิธีจัดการเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งนำไปสู่ความยั่งยืนได้อีกรูปแบบหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรยั่งยืน (sustainable agriculture) คือการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรโดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นของมนุษย์ และในขณะเดียวกันก็รักษาและฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (วิฑูรย์, 2547)

1. การจัดการดินเพื่อความยั่งยืน

การใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกในรูปแบบซึ่งทำให้ดินยังคงสภาพที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตสูงอยู่เสมอ (เกิดความยั่งยืน) จะต้องมีมาตรการในการปรับปรุงสมบัติของดินทั้งทางด้านเคมี กายภาพและชีวภาพ ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ของดิน อานาจ (2536) เสนอมาตรการที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว โดยมีวิธีการปฏิบัติแบบผสมผสานซึ่งต้องประกอบด้วย

1. การทดแทนธาตุอาหารพืชที่สูญเสียไปจากดิน ในส่วนที่ติดไปกับผลผลิตพืชที่เก็บเกี่ยวไปใช้ประโยชน์
2. มีการปฏิบัติที่ไม่ทำให้สมบัติทางเคมีทางกายภาพ และชีวภาพของดินเสื่อมลง

3. มีการป้องกันการเกิดภัยการหรือการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อป้องกันการสูญเสียหน้าดินแสดงว่ามาตรการในการใช้ประโยชน์จากที่ดินเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต้องเน้นการปฏิบัติแบบผสมผสาน สำหรับตัวชี้วัดความยั่งยืนในด้านผลิตภาพ (productivity) สามารถใช้ผลผลิตพืชและคุณภาพของดินเป็นตัวชี้วัด (Hess et al., 2000) ดังนั้นพืชจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในหลาย ๆ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการคงอยู่และการเสื่อมสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินจะเกิดการเสื่อมโทรมเร็วหรือช้ามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดพืชและความหนาแน่นของต้นพืชที่ปกคลุมผิวดิน พืชชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์เพื่อช่วยยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีขึ้นจัดว่าเป็น “พืชบำรุงดิน” พืชวงศ์ถั่วจัดว่าเป็นพืชบำรุงดินที่ดี เนื่องจากสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยอาศัยจุลินทรีย์ในกลุ่มของไรโซเบียมที่อาศัยอยู่ในปมซึ่งสิ่งมีชีวิตทั้งสองได้ประโยชน์ร่วมกัน (สมศักดิ์, 2541) พืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์โดยส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนเช่นเดียวกับพืชวงศ์ถั่วชนิดอื่นๆ ดังนั้นการปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน และยังเป็นวิธีการลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมีอีกรูปแบบหนึ่ง นอกจากนี้สภาพพื้นที่ที่มีการจัดทำเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ถาวร (permanent pasture) ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่มีมีการไถพรวนดินเป็นระยะเวลานาน ทำให้มีสภาพคล้ายกับระบบนิเวศธรรมชาติ (natural ecosystem) โดยในเขตอบอุ่นการปลูกพืชอาหารสัตว์เพื่อบำรุงรักษา

ความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้น พืชวงศ์ถั่วมีความสำคัญกว่าพืชวงศ์หญ้าและในเขตร้อน การปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์เพื่อปรับปรุงบำรุงดินนั้นวันจะเพิ่มความสำคัญมากยิ่งขึ้น (Hare, 2000)

2. รูปแบบ วิธีการใช้พืชอาหารสัตว์และชนิดพืชที่เหมาะสมในระบบการปลูกหมุนเวียน

2.1 ความหมายและความสำคัญของระบบการปลูกพืช

ระบบการปลูกพืช (cropping system) หมายถึง การปลูกพืชให้มากกว่าครั้งในพื้นที่ที่กำหนดในเวลาที่กำหนด เช่น 1 ปี แต่ระบบการปลูกพืชดังกล่าวจะต้องมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่เกษตรกรมีอยู่ และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนก่อให้เกิดรายได้และผลผลิตให้แก่เกษตรกรสูงกว่าการปลูกพืชดั้งเดิมที่เคยปฏิบัติอยู่ (อภิพรธ, 2544) การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) เป็นรูปแบบหนึ่งของระบบการปลูกพืช โดยใช้พืชต่างชนิดปลูกหมุนเวียนในพื้นที่เดียวกัน จัดชนิดและระยะเวลาปลูกให้เหมาะสม โดยใช้พืชที่มีระบบรากลึกสลับกับพืชที่มีระบบรากตื้น เช่น ปลูกพืชเศรษฐกิจหมุนเวียนกับพืชวงศ์ถั่ว หรือวงศ์หญ้า (ศักดิ์และคณะ, 2530) อภิพรธ (2524) ได้นำเสนอข้อดีและความเหมาะสมของพืชวงศ์ถั่วในระบบการปลูกพืชดังนี้ 1) พืชวงศ์ถั่วที่ใช้ผลิตเมล็ด (grain legumes) เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียวและถั่วลิสง เป็นต้น และเป็นพืชอายุสั้น จึงเหมาะที่จะปลูกเป็นพืชเสริมก่อนหรือหลังพืชหลัก ซึ่งไม่ทำให้เสียเวลาต่อการปลูกพืช

หลัก และเกษตรกรสามารถมีรายได้เพิ่มขึ้น และ 2) พืชวงศ์ถั่วเป็นพืชที่มีส่วนช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยขบวนการตรึงก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเป็นกิจกรรมของแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมกับพืชวงศ์ถั่ว

2.2 รูปแบบและวิธีการปลูกพืชอาหารสัตว์ในระบบปลูกพืชหมุนเวียน

การปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนกับพืชเศรษฐกิจ (C-PR) หรือการปลูกพืชอาหารสัตว์สลับกับการปลูกพืช เป็นรูปแบบหนึ่งของการปลูกพืชอาหารสัตว์ในระบบการปลูกพืชที่มีความเป็นไปได้สูง (สายพันธ์, 2547) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจแบบดั้งเดิมมาสลับกับแปลงพืชอาหารสัตว์ เป็นระบบที่ปฏิบัติกันมาอย่างยาวนานในประเทศแถบยุโรป อเมริกาและออสเตรเลีย ระบบนี้จะได้ผลผลิตจากพืชเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง หลังจากได้ประโยชน์จากแปลงพืชอาหารสัตว์ระยะหนึ่ง และยังสามารถได้ประโยชน์จากการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกทางหนึ่ง ส่งผลให้พืชหลักซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกตามมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Hare, 2000) โดย C-PR เป็นระบบการปลูกพืชที่ทำให้ดินเสื่อมโทรมหรือดินที่ถูกชะล้างสามารถฟื้นฟูได้โดยการปลูกเป็นพืชคลุมดินเป็นเวลา 2-3 ปี ตามด้วยปลูกพืชเศรษฐกิจ หรือสามารถปลูกพืชคลุมดินเป็นพืชแบบหมุนเวียนเพื่อช่วยฟื้นฟูสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี ตลอดจนชีวภาพของดิน รวมทั้งอินทรีย์วัตถุในดินให้เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้นมากกว่าการปลูกพืชเศรษฐกิจต่อ

เนื่องเป็นเวลานาน (Wilson *et al.*, 1982) และที่สำคัญพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ยังสามารถผลิตเมล็ดร่วงหล่นลงดินซึ่งเป็นการสร้างธนาคารเมล็ด (seed bank) ในดินและพร้อมที่จะงอกเมื่อฝนตกหรือมีความชื้นในดิน ซึ่งการสร้างธนาคารเมล็ดนับว่าเป็นการปรับปรุงบำรุงดินที่ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และสามารถผลิตมวลชีวภาพได้สูงที่สุด เนื่องจากมีเมล็ดอยู่ในดินแล้ว จึงพร้อมที่จะงอกเมื่อฝนแรกของปีตกลงมา ทำให้ได้เปรียบในด้านเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อบำรุงดินที่นิยมปฏิบัติในปัจจุบัน และธนาคารเมล็ดในดินสามารถรักษาให้คงอยู่ตลอดไป (สุขุม, 2546) โดยมีข้อมูลสนับสนุนจากการศึกษาในประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีการใช้ถั่วอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวสาลีในระบบ ley farming มีพืชวงศ์ถั่วหลายชนิดที่งอกเป็นต้นใหม่จากเมล็ดที่ร่วงหล่น และฝังอยู่ในดินพร้อมที่จะงอกเป็นต้นใหม่เมื่อได้รับความชื้นในฤดูถัดไป หลังไถกลบและย่อยสลายจะเกิดประโยชน์แก่พืชที่ปลูกตามได้ (Carr *et al.*, 2005) ชาวนุชัย (2546) รายงานว่าในความเป็นจริง ley farming คือการใช้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินแบบหนึ่ง แต่มีความแตกต่างกันคือ การใช้ปุ๋ยพืชสดธรรมดาเป็นการใช้พืชวงศ์ถั่วหวานปลูกในแปลงที่ต้องการปรับปรุงบำรุงดิน หรือให้ปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อพืชวงศ์ถั่วเริ่มงอกงามและออกดอกจึงไถกลบดินทิ้งไว้เป็นระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงปลูกพืชที่ต้องการ พืชปุ๋ยสดจะเน่าเปื่อยเป็นปุ๋ยแก่พืชที่ปลูกตาม ส่วน ley farming เป็นระบบการปลูก

พืชแบบหนึ่งโดยวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ และได้ปุ๋ยบำรุงดินควบคู่กันไป โดยต้องใช้เวลาปลูกพืชอาหารสัตว์ซ้ำ 2-3 ปี แล้วจึงปลูกพืชหลักตาม ทั้งนี้ต้องแบ่งพื้นที่สำหรับปลูกพืชอาหารสัตว์ส่วนหนึ่งของแปลงปลูกหมุนเวียนไป 2-3 ปี จนเต็มพื้นที่ (Figure 1) (สายัณห์, 2547) โดยพืชอาหารสัตว์จะสะสมปุ๋ยในแปลงตามธรรมชาติ

นอกจากนี้ยังมีการจัดระบบการปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์หมุนเวียนที่ใช้ระยะเวลาสั้นเพียง 1 ปี และปลูกพืชหลักตามโดยมีการจัดการกับเศษซากพืชด้วยการเผา หรือตัดคลุมดินก่อนปลูกพืชหลักตาม เช่นการทดลองในประเทศลาวของ Saito และคณะ (2006) ซึ่งศึกษาวิธีการปลูกข้าวเป็นพืชหลัก เปรียบเทียบกับการปลูกข้าวหมุนเวียนกับถั่วสโตไล (*Stylosanthes guianensis* (Aublet) Sw.) ระหว่างปี พ.ศ. 2002-2004 (Figure 2)

2.3 ชนิดพืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมในระบบการปลูกหมุนเวียน และข้อควรระวัง

สำหรับชนิดพืชอาหารสัตว์ที่มีความเหมาะสมในระบบการปลูกหมุนเวียน นั้น Schultze-Kraft (1998) รายงานว่า 1) ต้องมีศักยภาพในการผลิตเมล็ดได้สูง 2) เมล็ดง่ายต่อการตั้งตัว หรือมีการพักตัวต่ำ 3) สามารถควบคุมได้ง่ายในระยะเวลาการปลูกพืชหลัก (เพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหาหากกลายเป็นวัชพืชตามมา) ซึ่งลักษณะเช่นนี้ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ 4) สามารถตรึงไนโตรเจนได้สูง 5) ทนแล้ง ทนทาน

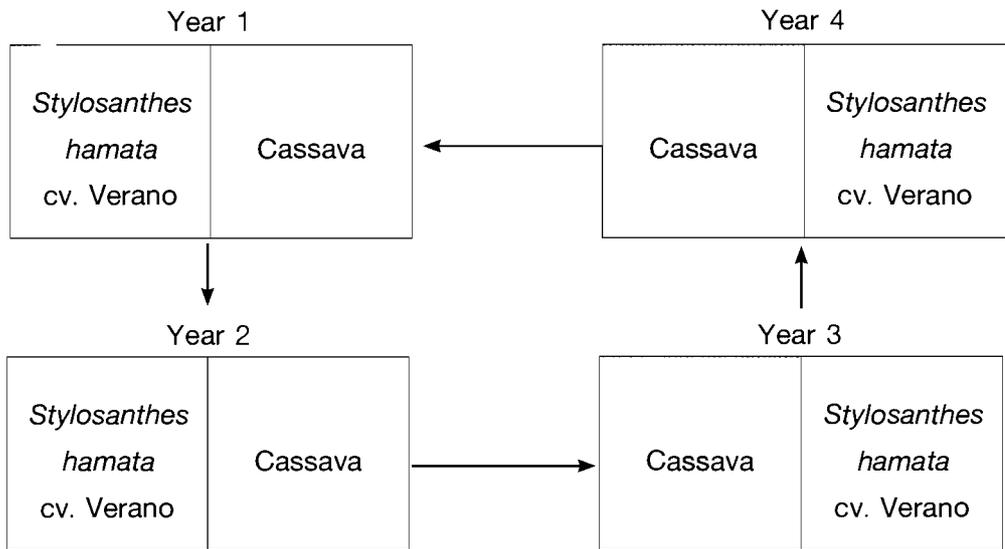


Figure 1. Ley farming system (*Stylosanthes hamata* cv. Verano and Cassava) (Sayan, 2547)

Year	2002			2003			2004		
Month	5-10	11	12	5-10	11	12	1-3	4	5-10
Experiment 1 (initiated in 2002)									
Rice monoculture	Rice	Fallow vegetation					Residue management		Rice
							Burning		
1-year stylo-fallow system	Rice	<i>Stylosanthes guianensis</i>					Burning		Rice
Experiment 1 (initiated in 2003)									
Rice monoculture	Rice	Fallow vegetation					Mulching	Rice	
							Burning	Rice	
Dry season stylo-fallow	Rice	<i>Stylosanthes guianensis</i>					Mulching	Rice	
							Burning	Rice	

Figure 2. Experiment cropping calendars (Saito et al., 2006)

ต่อโรคและแมลงศัตรูพืช และ 6) ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพ (คุณค่าทางโภชนาการ) จากลักษณะที่กล่าวมาแสดงว่าพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ มีความเหมาะสมมากกว่าหญ้าอาหารสัตว์ ทั้งนี้ เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นคือสามารถตรึงไนโตรเจน จากอากาศโดยอาศัยจุลินทรีย์ในกลุ่มไรโซเบียมที่

อาศัยอยู่ในปมราก และมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง โดยเฉพาะมีปริมาณโปรตีนที่มากกว่า จากรายงานในประเทศออสเตรเลียมีพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนหลายชนิดที่ได้รับการพัฒนา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เพื่อใช้สำหรับระบบการปลูกหมุนเวียน (Table 1) และมีหลายชนิดที่มีอีก

Table 1. Perennial tropical pasture legume cultivars developed since 1992 (Nichols *et al.*, 2007).

Species	Common name	Cultivar	Origin	Year released	Description
<i>Clitoria ternatea</i>	Buttery pea	Milgarra	Mixture of 20 introduced and naturalized accessions	1992	Hall (1992)
<i>Lablab purpureus</i>	Lablab	Endurance ^a	Crossbred	1998	Lui (1998)
<i>Macroptilium</i>	Burgundy	Cardaga	Brazil	2002	Cook <i>et al.</i>
<i>bracteatum</i>	bean	Juanita	Brazil	2002	(2005)

^a Plant Breeders Protection granted in Australia

Table 2. Preferred soil type, some optimum farming system of Mediterranean annual pasture legume species for which cultivar development has occurred since 1992 (Nichols *et al.*, 2007).

Species	Preferred soil properties		Optimum farming system			
	Texture ^{1/}	pH	Ley	Short term ^{2/}	Long term ^{3/} and permanent	Fodder
<i>Medicago orbicularis</i>	2-4	5.8-9.0	✓		✓	
<i>M. polymorpha</i>	4-5	5.2-8.5	✓		✓	
<i>Ornithopus sativar</i> (cv Margurita, Erica)	1-4	3.5-6.5	✓	✓		✓
<i>Trifolium dasyurum</i>	3-5	5.0-8.0	✓	✓		✓
<i>T. glanduliferum</i>	3-5	4.5-8.0	✓	✓		
<i>T. versiculosum</i>	2-4	4.5-7.5	✓	✓		✓

^{1/} 1, deep infertile sand ; 2, sand ; 3, sandy loam; 4, loam; 5, lay loam

^{2/} 1-3 years; ^{3/} >3 years

ความเหมาะสมสำหรับการใช้ในระบบ ley farming (Table 2)

3. คุณสมบัติของการใช้ถั่วอาหารสัตว์ในระบบการปลูกพืช

วัตถุประสงค์หลักของระบบการปลูกถั่ว

อาหารสัตว์หมุนเวียนพืชเศรษฐกิจคือ การผลิตอาหารสัตว์ให้เพียงพอสำหรับการเลี้ยงปศุสัตว์ และการฟื้นคืนหรือรักษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินให้กับพืชที่ปลูกตาม (Schultze-Kraft, 1998) โดยเมื่อพิจารณาประโยชน์ที่ได้รับคือการปรับปรุงสมบัติของดิน (กายภาพ เคมีและ

ชีวภาพ) ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และส่งผลให้พืชที่ปลูกตามมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

3.1 การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

C-PR เป็นระบบการปลูกพืช ที่ช่วยในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีรายงานในต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง คือที่เมือง Balcarce ประเทศอาร์เจนตินา การปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนในระบบการปลูกพืช จะช่วยให้ดินที่เสื่อมโทรมจากระบบการปลูกพืชแบบไถพรวนปกติ (conventional tillage)ฟื้นคืนสภาพได้ จากการศึกษาในระบบหมุนเวียนพืชหลักที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิ (ข้าวสาลีฤดูใบไม้ผลิ) มันฝรั่ง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทานตะวันและข้าวโอ๊ต) และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (crop-pasture) ประกอบด้วย หญ้าไรส์ ไวท์โคลเวอร์ เรดโคลเวอร์และถั่วอัลฟัลฟา โดยมีสัดส่วนระหว่างพืชหลักและพืชอาหารสัตว์ที่แตกต่างกันคือ 50:50 และ 75:25 การปลูกทุ่งหญ้า 3 ถึง 4 ปี ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (soil organic carbon, SOC) เพิ่มขึ้น 36.7 และ 37.7 ก./กก. ส่วนในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนแบบปกติ (ไถพรวน) ติดต่อกัน 6-7 ปี ปริมาณ SOC รวมในดินลดลงไม่น้อยกว่า 50 % และการปลูกทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ 3 ปี ทำให้ค่า (light-fraction carbon, LFC) ค่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (microbial biomass nitrogen, MBN) ซึ่งมีความสำคัญในการหมุนเวียนไนโตรเจน และค่าดัชนีความเสถียรของเม็ดดิน (aggregate stability index, ASI) มีค่า 0.9 ก./กก. 39.0 มก./กก.

และ 43.9 โดยเพิ่มขึ้น 91 - 95 % และเพิ่มขึ้น 95 - 98 % เมื่อปลูก 4 ปี ซึ่งค่าทั้ง 3 ที่กล่าวมาเป็นดัชนีการประเมินคุณภาพของดินถ้ามีค่าสูงแสดงว่าดินมีคุณภาพดี (Guillermo *et al.*, 1997) จากการเปรียบเทียบผลระยะยาวของระบบการปลูกพืชหลักอย่างต่อเนื่องแสดงว่าดินมีปริมาณ SOC ลดลงอย่างต่อเนื่องในขณะที่ระบบ C-PR ดินมีปริมาณ SOC ในปริมาณที่สูงกว่าและไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก (Figure 3)

การศึกษาโดย Germn และคณะ (2008) พบว่า C-PR มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของชุดดิน Mollisols ที่เมือง Balcarce ประเทศอาร์เจนตินา โดยแปลงปลูกพืชตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 และนำตัวอย่างดินในปี พ.ศ. 2543 2546 และ 2549 ศึกษาพบว่าดินมีความหนาแน่นรวม (bulk density) ในสภาพการปลูกทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์หมุนเวียนกับพืชหลัก ซึ่ง Guillermo

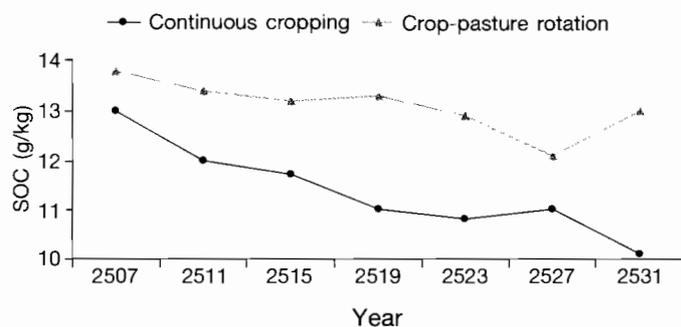


Figure 3. Change in soil organic carbon (SOC) concentration (0-20 cm depth) from 2507 through 2531 in two contrasting cropping systems with conventional tillage in a Typic Argiudoll (Gracia-Prchac *et al.*, 2004)

และคณะ (1997) รายงานการทดลองปลูกพืชหลัก 50 % : พุ่หญ้าเลี้ยงสัตว์ 50 % และปลูกพืชหลัก 75 % : พุ่หญ้าเลี้ยงสัตว์ 25 % ของพื้นที่ มีค่า 1.14-1.33 Mg/m³ ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ซึ่งต่ำกว่าแปลงปลูกพืชหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง โดยปลูกพืชหลัก 100 % และการปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียน 3 ปี ทั้งในสภาพปลูกแบบไม่ไถพรวน หรือการไถพรวนปกติทำให้ค่าดัชนีความเสถียรของเม็ดดินเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับแปลงควบคุม ที่ปลูกพุ่หญ้าเลี้ยงสัตว์ต่อเนื่อง แสดงว่าการปลูกพุ่หญ้าเลี้ยงสัตว์ในระยะสั้นเป็นกลยุทธ์ในการฟื้นคืนสภาพทางกายภาพของหน้าดินได้ การศึกษาในประเทศไทยในดินลูกรังชุดดินโพนพิสัย ภายใต้สภาพแวดล้อม จ.สกลนคร ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 - พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 โดยชินจิตและคณะ (2553) ศึกษา ระบบการปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ติดต่อกัน 2 ปี และปลูกข้าวโพดสัตว์ตามในปีที่ 3 โดยเปรียบเทียบระบบการปลูกถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนจำนวน 6 ชนิด กับระบบการปลูกข้าวโพดอย่างต่อเนื่อง พบว่าระบบการปลูกพืชวงศ์ถั่วแลบแลบ (*Lablab purpureus* L. Sweet) 2 ปี แล้วปลูกข้าวโพดตามส่งผลให้ดินมีค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ค่าความหนาแน่นรวมและอัตราการแทรกซึมน้ำของดินดีที่สุดคือ 5.57 1.92 % 1.23 ก./ลบ.ซม. และ 6.94 มม./นาที ตามลำดับ นอกจากนี้ดินที่ปลูกพืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะถั่วอาหารสัตว์สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพ (biological property) ของดินได้ เนื่องจากพืชวงศ์ถั่วสามารถเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน

ชั้นดีให้กับจุลินทรีย์ดินเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ โดยนำไปเป็นสารประกอบโครงสร้างของเซลล์ (นิรนาม, 2548)

3.2 การเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกตาม

ในระบบการปลูกพืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ติดต่อกัน 1-2 ปี หรือมากกว่านั้น ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้พืชหลักที่ปลูกตามมีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตสูงขึ้น โดยมีรายงานในทวีปอัฟริกาตะวันตก พบว่าระบบการปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์สกุลสโตโล (*Stylosanthes* spp.) เป็นเวลา 1 2 และ 3 ปี ก่อนปลูกข้าวโพดตามทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเมล็ด และมีปริมาณไนโตรเจนในดินสูงกว่าระบบการปลูกข้าวโพดติดต่อกัน 3 ปี และสภาพการปล่อยพื้นที่ว่างก่อนปลูกพืชหลักอย่างชัดเจน (Table 3) และการศึกษาในประเทศไทย กับชุดดินโคราชระหว่างปี พ.ศ. 2545-2546 พบว่าการปลูกมันสำปะหลังตามพืชวงศ์ถั่วท่าพระสโตโล (Tha Phra Stylo) และพืชวงศ์ถั่วยามาตา หรือเวอรานอสโตโล (Verano Stylo) ภายใต้สภาพการเล็มกินของโคสามารถให้ผลผลิตหัวสด 3.97 และ 3.31 ตัน/ไร่ ซึ่งสูงกว่าระบบการปลูกมันสำปะหลังติดต่อกัน (จตุมาและคณะ, 2548) และการปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนยังสามารถตัดวงจรการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ตลอดจนสามารถควบคุมวัชพืชภายในแปลงปลูกได้ (Loi et al., 2005)

นอกจากนี้ระบบ C-PR ยังได้พืชอาหารสัตว์ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตหลัก โดยผลผลิตที่ได้จะ

แตกต่างกันไปตามชนิดพืช สมบัติของดินและสภาพแวดล้อมที่ปลูกเป็นสำคัญ การศึกษาในชุดดินโคราชที่ อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 – มีนาคม พ.ศ. 2548 ซึ่งการปลูกพืชวงศ์ถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) 2 ปี และปลูกมันสำปะหลังตามในปีที่ 3 สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมของพืชวงศ์ถั่ว (ตัดสูงจากพื้น 15 ซม.) ในฤดูฝนสูงที่ 3,210 กก./ไร่ (จตุมา, 2548) และการทดลองบนดินลูกรังชุดดินโพนพิสัย ในพื้นที่ อ.เมือง จ.สกลนคร โดยศึกษาศักยภาพของพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์เพื่อการจัดการดินในระบบการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยปลูกพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์ 2 ปี และปลูกข้าวโพดตามในปีที่ 3 พบว่าการปลูกถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* Taeb. cv. Verano) สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวม 2 ปี สูงที่ 2,000 กก./ไร่ รองลงมาคือพืชวงศ์ถั่วท่าพระสไตโล (*S. guianensis* (Aublet) Sw. cv. Tha Phra) และพืชวงศ์ถั่วคาวาลเคด (*Centrosema pascuorum* Mart. ex Benth. cv. Calvacade) ซึ่งให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวม 1,674 และ 1,581 กก./ไร่ โดยระบบการปลูกถั่วฮามาต้า 2 ปี และปลูกข้าวโพดตาม (H-H-M) เป็นระบบที่มีศักยภาพสูงสุดในการจัดการดินลูกรัง เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตพืชหลักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระบบการปลูกข้าวโพดติดต่อกัน 3 ปี (M-M-M) โดยให้ผลผลิตเมล็ด 753 และ 782 กก./ไร่ สำหรับระบบ H-H-M และ M-M-M ตามลำดับ นอกจากนี้ให้ผลผลิตทั้งพืชอาหารสัตว์และข้าวโพด

เลี้ยงสัตว์ และยังสามารถปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้นได้ (ชินจิตและคณะ, 2553)

Table 3. Maize grain yield after previous alternative land uses (Moharned Saleem et al., 1986)

Previous land use	Maize grain yield at zero N	N contribution
	(kg/ha)	^{1/} (kg/ha)
Cropped 3 years	461	
Natural fallow	1,275	30
<i>Stylosanthes hamata</i> 2 years	1,369	32
<i>S. hamata</i> 3 years	2,507	90
<i>S. guianensis</i> 1 year	1,643	44
<i>S. guianensis</i> 2 years	2,696	100

^{1/} Amount of N required on cropped soil to give a yield to that at zero N after respective land use

สรุปผลการทดลอง

ระบบการปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนพืชหลักเป็นการผสมผสานการปลูกพืชอาหารสัตว์ เพื่อเลี้ยงปศุสัตว์ร่วมกับการปลูกพืชเศรษฐกิจ เป็นวิธีการแก้ปัญหาในระบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ซึ่งทำให้ดินเสื่อมโทรมหรือดินที่ถูกชะล้างให้สามารถฟื้นฟูได้ โดยการปลูกพืชอาหารสัตว์ (หญ้าหรือพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์) เป็นพืชคลุมดินเป็นเวลา 2-3 ปี แล้วปลูกพืชเศรษฐกิจตาม เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าว ข้าวสาลีหรือมันสำปะหลัง เป็นต้น หรือปลูกเป็นพืชคลุมดินแบบหมุนเวียน 1 ฤดูปลูก เพื่อช่วยฟื้นฟูสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี ตลอดจนชีวภาพของดิน รวมทั้งอินทรีย์วัตถุในดินให้เพิ่มขึ้น ทำให้

โครงสร้างของดินดีขึ้นส่งผลให้พืชที่ปลูกตามมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ โดยพืชอาหารสัตว์ที่นิยมปลูกในระบบ C-PR ต้องมีศักยภาพในการผลิตเมล็ดที่สูง เมล็ดง่ายต่อการตั้งตัว หรือมีการพักตัวต่ำ สามารถควบคุมได้ง่าย ในระยะการปลูกพืชหลักเพื่อป้องกันไม่ก่อให้เกิดปัญหากลายเป็นวัชพืชตามมา และที่สำคัญคือสามารถตรึงไนโตรเจนได้สูง มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม โรคและแมลงศัตรูพืช ตลอดจนสามารถให้ผลผลิตอาหารสัตว์ที่สูงและมีคุณค่าทางโภชนาการ จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงนิยมใช้ถั่วอาหารสัตว์ในระบบ C-PR โดยพืชวงศ์ถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ พืชวงศ์ถั่วฮามาต้า ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วแลบแลบ เป็นต้น ดังนั้นการปลูกพืชอาหารสัตว์หมุนเวียนพืชหลัก จึงเป็นระบบการปลูกพืชที่มีความเป็นไปได้สูง ซึ่งสามารถนำไปสู่ความยั่งยืนสำหรับการทำการเกษตรในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ได้ ระบบนี้นอกจากจะผลิตพืชอาหารสัตว์ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลัก แล้วยังสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินส่งผลให้พืชหลักที่ปลูกตามมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับการปลูกหลักอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกเป็นสำคัญ นอกจากนี้จะมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตพืชหลักแล้ว ยังได้ประโยชน์จากถั่วอาหารสัตว์เพื่อการเลี้ยงปศุสัตว์ และการปรับปรุงบำรุงดินควบคู่กันไป จึงน่าจะเป็นระบบการเกษตรรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปสู่ความยั่งยืนได้

เอกสารอ้างอิง

- จตุมา เวชวิทย์วรากุล. 2548. การใช้พืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพการเล็มกินของโคเพื่อปลูกมันสำปะหลังอย่างยั่งยืนบนชุดดินโคราชที่จ.ขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น. 151 หน้า.
- จตุมา เวชวิทย์วรากุล บุญญา วิไลพล พรชัย ล้อวิลัย และชุตินา อรรคแสง. 2548. การใช้พืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพการเล็มกินของโคเพื่อการปลูกมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน (2) อิทธิพลของไนโตรเจนและพืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพการเล็มกินของโคที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง. ว. เกษตร 33(2) : 147-153.
- ชาญชัย มณีดุล. 2546. Ley Farming กับการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังน่าจะเป็นงานชิ้นโบว์แดง. ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ 8 (2) : 8-11.
- ชินจิต แก้วกัญญา สายัณห์ ทัดศรี สุนันทา จันทกุล สมเจตน์ จันทวัฒน์ และชาญชัย มณีดุล. 2553. ศักยภาพของการใช้ถั่วอาหารสัตว์ในระบบการปลูกพืชเพื่อการจัดการดินลูกรังอย่างยั่งยืน. ว. วิทย.เกษตร 41(1) : 143-154.
- นิรนาม. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2547. เกษตรยั่งยืน วิถี

- การเกษตรเพื่ออนาคต : ประมวลความรู้ และประสบการณ์การเกษตรยั่งยืนจาก 47 ประเทศ. มูลนิธิสายใยแผ่นดิน กรุงเทพฯ. 335 หน้า.
- ศักดิ์ดา สุขวิบูลย์ ประพัฒน์ พวงวรินทร์ และ ชุมพล คนศิลป์. 2530. *คู่มือการจัดการพืช เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 137 หน้า.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2540. *พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ*. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว กรุงเทพฯ. 376 หน้า.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2547. *พืชอาหารสัตว์เขตร้อน*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 534 หน้า.
- สมศักดิ์ วั่งใน. 2541. *การตรึงไนโตรเจน: ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 251 หน้า.
- สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์. 2546. ศักยภาพของพืชตระกูลถั่วเขตร้อนในการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อการผลิตข้าวโพดไร่อย่างยั่งยืน. หน้า 191-200 ใน : *การประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติครั้งที่ 31*. วันที่ 11-15 พฤษภาคม 2546 โรงแรมโรสการ์เด็นท์ จ.นครปฐม.
- อภิพรณ พุกภักดี. 2524. พืชวงศ์ถั่วในระบบการปลูกพืช. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์* 26(4) : 1-11.
- อภิพรณ พุกภักดี. 2544. *ระบบการปลูกพืชและ*
- การวิจัยพัฒนาระบบการทำฟาร์ม* ผู้ถาวรภาพของเกษตรกรกรม. ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 165 น.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ. 2536. การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. *ว.ดินและปุ๋ย* 15: 218-245.
- Carr, P.M., W. W. Poland and T. J. Tisor. 2005. Forage legume regeneration from the soil seed bank in Western North Dakota. *Agron. J.* 97:505-513.
- Cook, B.G., Pengelly, B.C., Brown, S.D., Donnelly, J.L., Eagles, D.A., Franco, M.A., Hanson, J., Mullen, B.F., Partridge, I.J., Peters, M., R. Schultze-Kraft, 2005. *Tropical Forages : An Interactive Selection Tool*. CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT and ILRI. Brisbane, Australia. http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Macroptilium__bra-cteatum.html, 2/9/2011.
- Guillermo A. S., E.E. Hernan and M.C. Elda. 1997. Crop-pasture rotation for sustaining the quality and productivity of Typic Argiudoll. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 61: 1466-1472.
- German F.D. and A.S. Guillermo. 2008. *Crop-pasture Rotation and Tillage Effects on Physical Properties of Mollisols at Balcarce, Argentina.*

- 2008 Joint Annual Meeting 5-9 October 2008, Houston. Texas, George R. Brown Convention Centre. Available source : <http://a-c-s.confex.com/crops/2008am/webprogram/Paper42697.html>, 22/6/2011.
- Gracia-Prchac.F., O. Ernst, G. Siri-Prieto and J.A.Terra. 2004. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. *Soil & Tillage Res.* 77: 1-13.
- Hall, T.J., 1992. *Clitoria ternatea* L. (Butterfly pea) cv. Milgarra. *Aust. J. Expt. Agric.* 32 (547-548).
- Hare, M.D., 2000. *Paper for Lecture on Pasture Management and Systems of Pasture Production for Thailand.* Faculty of Agriculture, Ubol Ratchathani University, Ubol Ratchathani. 114 p.
- Hess, G.R., C.L. Campbell, D.A. Fiscus, A.S. Hellkamp, B.F. Maquaid, M.J. Munster, S.L. Peck and S.R. Shafer. 2000. A conceptual model and indicators for assessing the ecological condition of agriculture lands. *J. of Environ. Qual.* 149 (4):13-16.
- Lui, C.J., 1998. Description of perennial lablab (*Lablab purpureus*) 'Endurance'. *Plant Var. J.* 11(4), 26-27.
- Loi, A., J.G. Howieson, B.J. Nutt and S.J.Carr. 2005. A second generation of annual pasture legumes and their potential for inclusion in Mediterranean type farming systems. *Aust. J. Exp. Agric.* 45: 289-299.
- Mandal, U.K., G. Singh, U.S. Victor and K.L.,Sharma. 2003. Greenmanuring : its effect on soil properties and crop growth under rice –wheat cropping system. *Eur. J. Agro.* 19:225-237.
- Mohamed Saleem, M. A. and H. Suleiman.1986. Fodder bank: dry season feed supplementation for traditionally manage cattle in the sub humid zone. *W. Anim. Rev.* 59:11-17.
- Nichols, P.G.H., A. Loi, B.J. Nutt, P.M. Evans, A.D. Craig, B.C. Pengelly, B.C. Dear, D.L. Lloyd, C.K. Revell, R.M. Nair, M.A. Ewing, J.G. Howieson, G.A. Auricht, J.H. Howie, G.A. Sandral, S.J. Carr, C.T. de Koning, B.F. Hackney, G.J. Crocket, R. Snowball, S.J. Hughes, E.J. Hall, K.J. Foster, P.W. Skinner, M.J. Barbetti and M.P. You. 2007. New

- annual and short-lived perennial pasture legumes for Australian agriculture-15 years of revolution. *Field Crops Res.* 104 :10-23.
- People, M.B., D.F. Herridge and J.K. Ladha. 1995. Biological nitrogen fixation : an efficient source of nitrogen for sustainable agriculture. *Plant Soil* 174: 3-18.
- Saito K., B. Linqvist, B. Keobualapha, K. Phathathaboon, T. Shiraiwa and T. Horie. 2006. *Stylosanthes guinensis* as a short-term fallow crop for improving upland rice productivity in northern Laos. *Field Crops Res.* 96 : 438-447.
- Schultze-Kraft, R. 1998. *Forage Legumes for Ley Farming in the Tropics.* Available source : <http://www.Fao.org/Ag/agp/agpc/doc>, 11/8/11 2010.
- Wilson, G.F., R. Lal and B.N. Okigbu. 1982. Effect of cover crops on soil structure and on yield of subsequent arable crops grown under strip tillage on an cropped Alfisol. *Soil and Tillage Res.* 2:233-250.