

การจัดการธาตุอาหารพืชอย่างผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วลิสง

Plant Nutrient Management for Increasing Peanut Production Efficiency

สุวพันธุ์ รัตนะรัต^{1/}

Suwapan Ratanarat

กฤษณ์ รัตนประทุม^{2/}

Kris Ratanapratoom

สุภาพร รัตนะรัต^{3/}

Supaporn Ratanarat

ABSTRACT

Plant nutrient managements to sustain peanut production, grown on acid infertility soils through chemical and organic fertilizer applications had been carried out in rainy season during 2000 - 2002. Chemical fertilizer (3-9-6 kg/rai of $N-P_2O_5-K_2O$) with or without organic fertilizers namely green manuring crop (Jack bean, *Carnavalia* sp.) and peanut stover were applied. Peanut cv. Knon Kaen 60-1 seeds inoculated with rhizobium were planted on Hup Krapong soil series (Typic Haplustalfs) acid sandy loam soils of Phetchaburi province. Green manuring crop were planted in early rainy season, harvested at maximum flowering stage and mulched before peanut planting while peanut stover were mulched on top soils annually after harvest. First year results revealed that the chemical fertilizer applied alone produced peanut yield by 46-52% higher than the check and had residual effect on yield increasing by 24-27% in the following consecutive years. Green manuring crop apparently increased the uptake of N P K Mg and Zn nutrients in peanut leaves at 50 days after planting. However, significant yield increased by green manuring crop was not observed. The peanut stover applied annually after harvest improved remarkably both soil quality and peanut pod yield in the following years as compared to the stover removed. Yields increased in the following consecutive years were considerably related well with the increasing of organic matter, the availability of K, Ca and Mg nutrients and the decreasing of soil acidity (increasing soil pH) in top soils. These results led to conclude that peanut longterm yield improvement should begin with the uses of green manuring crop followed by the uses of chemical fertilizer recommended by the result of soil

^{1/} สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

Office of Senior Experts, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok. 10900

^{2/} ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิต อ.เมือง จ.เพชรบุรี 26000

Petchaburi Technical and Production Resources Service Centre, Muang district, Petchaburi province 76000

^{3/} สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

Agricultural Production Science Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok. 10900

analysis. An appropriate chemical fertilizers may be used only in the first year as a starter. The combination practices of green manuring crop with the appropriate usage of chemical fertilizer together with the return of peanut stover at harvest should be recommended for sustainable peanut production.

Key words : longterm experiment, chemical fertilizer, green manure, mulching stover, sandy loam soils, peanut

บทคัดย่อ

การศึกษาการปรับปรุงดินและธาตุอาหารพืชอย่างผสมผสาน เพื่อการผลิตถั่วลิสงโดยการปลูกถั่วพำตันฤดูฝนเป็นปุ๋ยพืชสด แล้วสับกลบก่อนปลูกถั่วลิสง ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และใช้ซากถั่วลิสงหลังจากเก็บฝักสดออกแล้วนำกลับมาบำรุงดิน และได้ศึกษาผลตกค้างของการจัดการธาตุอาหารพืชดังกล่าวต่อการผลิตถั่วลิสงในปีต่อมา โดยทดลองในดินร่วนทรายกรดจัดชุดหุบกระพง จ.เพชรบุรี ในปี พ.ศ. 2543 2544 และ 2545 พบว่า ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 ($N-P_2O_5-K_2O$) กก./ไร่ เพิ่มผลผลิตได้ 46-52 % ในปีแรก และยังมีผลตกค้างต่อการเพิ่มผลผลิตในปีถัดไปได้อีก 2 ปี โดยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 27 และ 24 % ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีซ้ำในปีต่อมา ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวในปีแรก การใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นและถั่วลิสง

ดูดีใช้แมกนีเซียม (Mg) ได้น้อยลง การใช้ถั่วพำเป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ถั่วลิสงดูดีใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) Mg และ สังกะสี (Zn) ได้เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลอย่างเด่นชัดต่อผลผลิต การใช้ซากถั่วลิสงคลุมดินทำให้ดินมีความเป็นกรดน้อยลง และเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารโพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ Mg ในดินชั้นไทรพรวน ส่งผลให้เพิ่มผลผลิตถั่วลิสงขึ้นในปีที่สองและสาม 13 และ 30 % ตามลำดับ การใช้ซากถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดินติดต่อกันให้เพิ่มผลผลิตถั่วลิสง และลงทุนต่ำกว่าการใช้ถั่วพำเป็นปุ๋ยพืชสด

คำหลัก : การทดลองระยะยาว ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด ซากพืช ดินร่วนทราย ถั่วลิสง

คำนำ

ดินในเขตร้อนชื้นส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำการจัดการธาตุอาหารพืชให้พอเพียงต่อการผลิต จำเป็นต้องเน้นการสร้างอินทรีย์วัตถุในดิน และการหมุนเวียนธาตุอาหารพืช (nutrient recycling) ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด จึงจำเป็นต้องผสมผสานระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยพืชสด พืชคลุมดินหรือซากพืช (Juo, 1989) การคลุมดินด้วยซากพืชตระกูลถั่วร่วมกับการไถพรวนน้อยครั้ง เป็นเทคโนโลยีที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร และน้ำของพืช ช่วยในการเพิ่มผลผลิตพืชได้ (Juo and Kang, 1989)

การปลูกพืชติดต่อกันนานๆ โดยเฉพาะในกลุ่มดิน Alfisols, Ultisols และ Oxisols ในเขตร้อนชื้น (humid tropics) มีผลทำให้ปฏิกิริยาของ

ดิน และธาตุอาหารพืชพวกแคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) บริเวณชั้นไทรพอร์นลดลง และ จะเห็นได้ชัดหรือเร็วขึ้นหากมีการใช้ปุ๋ยเคมีที่ออกฤทธิ์เป็นกรดร่วมด้วย (Bache *et al.*, 1969, Adepetu *et al.*, 1979; Juo *et al.*, 1995) การทดลองในดิน kaolinitic Alfisol ในประเทศไนจีเรีย พบว่า หากปลูกพืชและใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันโดยไม่มี ชากพืชคลุมดินร่วมด้วย จะทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นโดยปฏิกิริยาของดิน (pH) ลดลงจาก 6.0 เป็น 4.5 และธาตุอาหารพืช Mg ลดลงจาก 1.0 เป็น 0.2 meq./100 กรัม ภายใน 10 ปี (Juo *et al.*, 1995) จากการทดลองปลูก millet ในดิน Alfisols ที่ประเทศไนจีเรียยังพบอีกว่า การใช้ปุ๋ยเคมีหรือ ชากพืชเพียงอย่างเดียวเพิ่มผลผลิตได้ 2 เท่า และ 1 เท่า ตามลำดับ แต่หากมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับ ชากพืชจะเพิ่มผลผลิต millet ได้ถึง 3 เท่า (Bationo *et al.*, 1987)

การใช้ชากพืชคลุมดินเป็นวิธีการที่เหมาะสม สำหรับการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่ จะให้ได้ผลดีก็ต่อเมื่อหลังจากเก็บผลผลิตแล้วใช้ ชากพืชคลุมดินทันที (Sanders, 1953; Jones *et al.*, 1960) และได้มีรายงานไว้ว่า การปลูกชาบนดินกรดจัด การคลุมดินด้วยชากพืชมีผลให้ดินชั้น ไทรพอร์นลดความเป็นกรด (pH เพิ่มขึ้น) ธาตุอาหารพืชประเภทประจุบวกเพิ่มขึ้น (Smith, 1962) การเพิ่มขึ้นของ pH เนื่องมาจากการสลายตัวของ วัสดุอินทรีย์ และความเข้มข้นของธาตุประจุบวก ในดิน (Kretzschmar *et al.*, 1991) และได้กล่าวไว้ว่า ความเป็นกรดจัดของดินในเขตร้อนชื้นส่วนใหญ่ เกิดจากการสูญเสียโดยการถูกชะล้างของธาตุ ประจุบวกคือ Ca Mg และ K และการสร้าง

ความเป็นกรด (H^+) ในขบวนการ hydrolysis ของ อลูมิเนียม (Al) ดังนั้น การนำธาตุประจุบวกคือ Ca Mg และ K กลับคืนมาจากการสลายตัวของชากพืชที่ ใช้คลุมดินในฤดูปลูกที่ผ่านมา จะช่วยลดความ เป็นกรดของดินได้ คือดินมีค่า pH เพิ่มขึ้น และ ยังมีส่วนช่วยส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่งผลให้มีการสังเคราะห์ ธาตุอาหารพืชอื่นๆ เป็น ประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น และได้มีการประเมินว่า ในการผลิตถั่วลิสงให้ได้ 300 กก./ไร่ จะต้องใช้ ธาตุอาหารหลัก N P และ K ประมาณ 22.6 1.4 และ 9.5 กก./ไร่ ของเนื้อธาตุ ตามลำดับ และใช้ ธาตุอาหารรอง Ca Mg S ประมาณ 9.0 2.8 และ 2.4 กก./ไร่ ของเนื้อธาตุ ตามลำดับ ธาตุอาหารพืช N P S ส่วนใหญ่จะติดไปกับผลผลิตฝักและเมล็ด ในขณะที่ใบและลำต้นของถั่วลิสงจะมีธาตุอาหาร Ca K Mg และ S ประมาณ 91 75 81 และ 61 % ตามลำดับ ของปริมาณธาตุอาหารที่ถั่วลิสงดูดขึ้น ไปใช้ทั้งหมด (สุวพันธ์, 2542) ดังนั้น การนำดิน และใบใช้คลุมดินเมื่อสลายตัวจะได้ธาตุอาหาร Ca K Mg และ S กลับคืนมาประมาณ 8.19 7.12 2.27 และ 1.46 กก./ไร่ ตามลำดับ และจะเป็น ประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกตามหลังได้

ในการทดลองการใช้ชากถั่วลิสงคลุมดิน พบว่า ถั่วลิสงที่ปลูกตามในปีต่อมาผลผลิตเพิ่ม 17.39 % เนื่องจากทำให้ดินลดความเป็นกรด พืช ได้ใช้ประโยชน์ของธาตุอาหาร P และ K เพิ่มขึ้น และผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่ม ปริมาณ K ในใบ (สุวพันธ์ และคณะ , 2540) ใน ทำนองเดียวกัน การใช้ชากถั่วลิสงบำรุงดินใน ระบบปลูกพืชข้าว/ถั่วลิสง ข้าวโพด/ถั่วลิสง และ มันสำปะหลัง/ถั่วลิสง พบว่า การนำชากถั่วลิสง

กลับคืนสู่แปลงมีผลทำให้ข้าว ข้าวโพด หรือมันสำปะหลังที่ปลูกตามได้รับธาตุ N เพิ่ม และให้ผลผลิตสูงกว่าการนำซากถั่วออกนอกแปลง (ยรรยงและคณะ, 2534, 2536) อย่างไรก็ตาม ธาตุ K ที่ได้จากการสลายตัวของซากพืชจะถูกตรึง หรือเป็นประโยชน์ได้น้อยในฤดูหนาว หรือถูกชะล้างได้ง่ายในดินทราย หรือดินที่มีหน้าดินตื้น (Gutser, 1986)

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงบำรุงดินร่วนทรายชุดหุบกระพง (Typic Haplustalfs) ซึ่งมีความเป็นกรดจัดและมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ สำหรับการผลิตถั่วลิสงด้วยการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนศึกษาผลตกค้างของการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกตามในฤดูปลูกต่อมา ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วลิสงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พ.ศ.2543 เป็นปีแรก วางแผนการทดลองเป็นแบบ Split plot design ทำ 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลัก (main plot) เป็นการใช้ปุ๋ยเคมี 3 วิธี คือ F_0 ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี (check) F_1 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 ($N-P_2O_5-K_2O$) กก/ไร่ เฉพาะปีแรก และ F_2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 ($N-P_2O_5-K_2O$) กก/ไร่ทุกปี ส่วนปัจจัยรอง (sub plot) เป็นการใช้ปุ๋ยพืชสด 2 วิธีคือ C_0 ไม่ปลูกถั่วพราง และ C_1 ปลูกถั่วพรางต้นฤดูฝนแล้วสับกลบก่อนปลูกถั่วลิสง

พ.ศ.2544 เป็นปีที่ 2 และ พ.ศ. 2545 เป็นปีที่ 3 ใช้แปลงเดิมเพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกัน เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีครั้งเดียว การใช้ถั่วพรางเป็นปุ๋ยพืชสดติดต่อกันเปรียบเทียบกับ การใช้ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด และการใช้ซากถั่วลิสงหลังเก็บ

เกี่ยวจากปีก่อนคลุมดิน เปรียบเทียบกับการนำซากถั่วลิสงออกนอกแปลง (ไม่ใช้ซากถั่วลิสง) การทดลองเป็นแบบ Split-split plot design ดำเนินการ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือการใช้ปุ๋ยเคมี 3 วิธีคือ F_0 ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี (check) F_1 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 ($N-P_2O_5-K_2O$) กก/ไร่ เฉพาะปีแรก (2543) และ F_2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 ($N-P_2O_5-K_2O$) กก/ไร่ ทุกปี (2543 2544 2545) และปัจจัยรอง (sub plot) คือการใช้ปุ๋ยพืชสด 2 วิธีคือ C_0 ไม่ปลูกถั่วพราง และ C_1 ปลูกถั่วพรางต้นฤดูฝนแล้วสับกลบก่อนปลูกถั่วลิสง และปัจจัยเสริม (sub - sub plot) ประกอบด้วยการใช้ซากถั่วลิสง 2 วิธี เช่นกันคือ S_0 การนำซากถั่วออกนอกแปลง S_1 การนำซากถั่วเข้าคลุมดิน

แบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 3 x 12 ม. ในปีแรกและขนาด 3 x 6 ม. ในปีที่ 2 และปีที่ 3 เก็บตัวอย่างดินรวม (composite sample) ก่อนการทดลองทุกแปลงย่อยก่อนปลูก ปีที่ 2 นำไปวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดินอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารพืช แล้วปลูกถั่วพรางต้นฤดูฝน ในเดือนพฤษภาคม (C_1) ด้วยระยะปลูก 50 x 2 ซม. 3 ต้น/หลุม แล้วตัดต้นสับกลบลงดินเมื่ออายุ 55 วัน ช่วงกลางเดือนกรกฎาคม ก่อนปลูกถั่วลิสงประมาณ 1 สัปดาห์

ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตรา 3 9 และ 6 กิโลกรัม/ไร่ ของ ($N-P_2O_5-K_2O$) จากแม่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 % N, 23% S) ทริปป์เบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (45 % P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O) ตามลำดับ โดยโรเป็นแถวกันร่องแถวปลูกถั่วลิสงแล้วกลบดิน ปลูกถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น

60-1 เป็นแถวระยะปลูก 50 x 20 ซม. 3 ต้น/หลุม เมล็ดคลุกเชื้อไรโซเบียมอัตรา 1 ถัง (200 กรัม)/เมล็ด 15 กก. กำจัดวัชพืชด้วยจอบพร้อมพูนโคนต้นถั่ว เมื่อมีอายุ 20 วันหลังปลูก พ่นสารไตรอะโซฟอส (40% EC) อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกัน และกำจัดหนอนชอนใบถั่วลิสง ช่วงระยะตัดฝักและ พัฒนาฝักรวม 2 ครั้ง

เก็บตัวอย่างใบอ่อนที่โตเต็มที่แล้ว (young fully expanded leaves, YFEL) เมื่อถั่วลิสงมีอายุ 50 วัน วิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพืช เมื่อถั่วลิสงมีอายุ 100 วันเก็บเกี่ยว ในพื้นที่ 2 x 11.2 ม. ในปีแรก 2 x 5.2 ม. ในปี 2 และปีที่ 3 และชั่งน้ำหนักต้น/ฝักสด สุ่มตัวอย่าง ต้น/ฝักสดแปลงย่อยละ 2 กก. ตากให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก เพื่อนำมาคำนวณผลผลิตและนำมาอบแห้งที่ อุณหภูมิ 70 °ซ นาน 48 ชม. หรือจนกว่าแห้งสนิท บดให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 20-40 mesh เก็บตัวอย่างเมล็ดหลังกะเทาะโดยการสุ่มแปลง ย่อยละ 200 กรัม วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร และคุณภาพด้านโภชนาการในเมล็ด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ดินที่แปลงทดลองเป็นดินชุดหุบกระพง (Hup Krapong ; Hg, coarse-loamy, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs) เกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้า หรือเกิดจากการสลายตัวพุพังของหินเนื้อหยาบ สภาพพื้นที่มีความลาดเทค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด เป็นดินสีถึงสีมาก มีลักษณะร่วนปนทราย (sandy loam) มีการระบายน้ำดี การซึมของน้ำเร็ว

เนื้อดินบนมีสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลเข้มมากปนเทา มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด pH 5.25 อินทรีย์วัตถุ 0.73% กำมะถัน (S) 4.8 ppm ฟอสฟอรัส Bray P II, 8.8 ppm และโพแทสเซียม 75 ppm มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC 12 meq/100 g)

2. ผลและผลตกค้างของการใช้ปุ๋ยเคมี

ในปีแรกการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 ($N-P_2O_5-K_2O$) กก./ไร่ ทำให้เพิ่มการเจริญเติบโต และขนาดของเมล็ดถั่วลิสงและผลผลิต จาก น้ำหนักฝักแห้ง 198 เป็น 296-308 กก./ไร่ คิดเป็น 49-55% น้ำหนักต้น/ใบแห้งจาก 275 เป็น 375-382 กก./ไร่ คิดเป็น 36-39 % และขนาดของเมล็ดที่วัดจากน้ำหนัก 100 เมล็ด แต่ไม่มีผล ต่อความเปลี่ยนแปลง ของปริมาณโปรตีนและ ไขมันในเมล็ด (Table 1) การใช้ปุ๋ยเคมีมีผลตกค้าง ต่อการเพิ่มผลผลิตในปีถัดๆ ไปได้อีกจาก 270 เป็น 344 กก./ไร่ในปีที่ 2 และจาก 153 เป็น 190 กก./ไร่ในปีที่ 3 โดยเพิ่มขึ้น 27 และ 24 % ตามลำดับ (Table 2) จะเห็นได้ว่าดินร่วนทรายชุดหุบกระพง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำสำหรับการผลิตถั่วลิสง การใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มผลผลิต ได้ชัดเจน

การใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช N P S และ Zn ในใบถั่วลิสงที่อายุ 50 วันและธาตุอาหารพืช P K และ Mg ในเมล็ด ที่ระยะเก็บเกี่ยว (Table 3) เป็นไปในทางเดียวกับ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มทำให้ดินเป็นกรด และเพิ่มขึ้นเมื่อการใช้ปุ๋ยสูตรเดิมซ้ำติดต่อกันทุกปี และความเป็นประโยชน์ได้ของ Mg ในดินลดลงจาก

Table 1. Effect of chemical fertilizers and green manures on yield components and grain qualities of peanut grown on Hup Krapong sandy loam soils^{1/} ; first year experiment, 2000

Treatment	Pod yield (kg/rai)	Stover yield (kg/rai)	100 seed wt. (gm)	Seed protein (%)	Seed fat (%)
Fertilizer (F)					
F ₀	198 b	275 b	48.91 b	27.22	45.99
F ₁	296 a	375 a	52.84 a	27.23	43.95
F ₂	308 a	382 a	53.68 a	27.37	44.95
Mean	267	344	51.81	27.29	44.96
F-test	*	*	**	NS	NS
CV (a) (%)	20.7	25.2	2.4	3.8	3.9
Green manures (C)					
C ₀	271	350	51.68	27.13	45.38
C ₁	265	338	51.95	27.44	44.55
Mean	267	344	51.81	27.29	44.96
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
CV (b) (%)	6.7	4.4	5.0	4.1	2.9
F x C	NS	NS	NS	NS	NS

^{1/} Soil analysis before experiment ; pH 5.25, OM 0.73 %, avail. P 8.8 ppm, exch. K 75 ppm, exch. Ca 380 ppm, exch. Mg 36 ppm, extr. S 4.8 ppm, CEC. 12 meq/100 gm, soil texture of sandy loam F₀ = check F₁ = fertilizer formula 3-9-6 applied only 1st year F₂ = fertilizer formula 3-9-6 applied annually C₀ = no green manures applied C₁ = green manures applied before peanut planting.

* = significant

** = highly significant

NS = not significant

Means in the same column followed a common by letter are not significantly different at the 5 % level of by DMRT.

35.9 เป็น 29.3 ppm เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งเดียว และลดลงเป็น 28.4 ppm เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีซ้ำในปี ที่ 2 (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Juo และคณะ (1995) ที่ว่า การใช้ปุ๋ยเคมีที่ออกฤทธิ์ เป็นกรดติดต่อกันและหากไม่ได้ใช้ซากพืชคลุมดิน

จะทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น ธาตุอาหาร Mg ใน ดินชั้นไทรพรวนลดลง อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยเคมี ติดต่อกัน ไม่ทำให้ผลผลิตถั่วลิสงเพิ่มขึ้น เมื่อ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงครั้งเดียวในปีแรก (Table 2)

Table 2. Effect of chemical fertilizer, green manure, and peanut stover application on peanut yield (kg/rai) in the second and third year experiments, 2001 - 2002

Treatment	C ₀		Diff	C ₁		Diff
	S ₀	S ₁		S ₀	S ₁	
2 nd year						
F ₀	234 b	297 a	-63 **	260 b	289 ab	-29 NS
F ₁	309 a	316 a	-7 NS	335 a	417 a	-82 **
F ₂	302 a	353 a	-52 *	308 a	298 ab	10 NS

Mean ; F₀ = 270, F₁ = 344, F₂ = 315, C₀ = 301, C₁ = 318, S₀ = 291, S₁ = 328

F-test ; for F = NS, for C = NS, for S = **, for FxCxS = *

* = significant

** = highly significant, NS = not significant

CV (a) = 23.4 %, CV (b) = 15.8 %, CV (c) = 9.8 %

Treatment	C ₀		Diff	C ₁		Diff
	S ₀	S ₁		S ₀	S ₁	
3 rd year						
F ₀	130 b	161 b	-30 NS	143 b	177 ab	-34 NS
F ₁	131 b	231 a	-100**	174 ab	223 a	-49 *
F ₂	146 b	264 a	-118 **	231 a	182 a	49 *

Mean ; F₀ = 153, F₁ = 190, F₂ = 206, C₀ = 177, C₁ = 188, S₀ = 159, S₁ = 206

F-test. for F = NS, for C = NS, for S = **, for FxS = NS, for CxS = *, for FxCxS = *

* = significant, ** = highly significant

CV (a) = 30.6 %, CV (b) = 19.3 %, CV (c) = 15.3 %

F₀ = check F₁ = fertilizer formula 3-9-6 applied only 1st year

F₂ = fertilizer formula 3-9-6 applied annually

C₀ = no green manures applied C₁ = green manures applied before peanut planting

S₀ = peanut stover removed S₁ = peanut stover returned

* = significant, ** = highly significant

NS = not significant

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level of by DMRT.

Table 3. Nutrients uptake in peanut leaves and seeds as affected by chemical fertilizer and green manure application. first year experiment, 2000

Treatment	Nutrient in leaves 1/ (%)							Nutrient in seeds 2/ (%)			
	N	P	K	Mg	S	Ca	Zn	P	K	Mg	S
Fertilizer (F)											
F ₀	3.49 b	0.13 b	1.74	0.26	0.19 b	0.92	41.8 b	0.24 b	0.66 b	0.16 b	0.05
F ₁	3.79 a	0.24 a	1.79	0.25	0.21 a	0.94	49.7 ab	0.35 a	0.73 a	0.18 a	0.05
F ₂	3.83 a	0.24 a	1.78	0.26	0.21 a	0.94	58.7 a	0.37 a	0.74 a	0.18 a	0.04
Mean	3.70	0.21	1.77	0.26	0.20	0.94	50.1	0.32	0.71	0.17	0.05
F-test	*	*	NS	NS	*	NS	*	**	**	**	NS
CV (a) (%)	2.3	10.7	4.9	4.6	6.5	7.1	10.5	4.3	3.4	2.8	13.2
Manures (C)											
C ₀	3.58 b	0.20	1.73	0.24 b	0.20	0.96	49.9	0.32	0.72	0.16	0.04
C ₁	3.83 a	0.22	1.81	0.27 a	0.21	0.91	50.3	0.32	0.71	0.17	0.05
Mean	3.70	0.21	1.77	0.26	0.20	0.94	50.1	0.32	0.71	0.17	0.04
F-test	**	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (b) (%)	4.6	10.1	4.0	6.1	7.7	5.8	18.9	5.3	5.6	5.1	19.4
F x C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

F₀ = check F₁ = fertilizer formula 3-9-6 applied only 1st year

F₂ = fertilizer formula 3-9-6 applied annually

C₀ = no green manures applied C₁ = green manures applied before peanut planting

* = significant,

** = highly significant

NS = not significant

^{1/} young fully expanded leaves sampled at 50 days after planting

^{2/} sampled seeds at harvest

Means in the same column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level of by DMRT.

3. ผลและผลตกค้างของการใช้ปุ๋ยพืชสด

การปลูกถั่วพรีตันฤดูฝนแล้วสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนปลูกถั่วลิสงกลางฤดูฝน ทำให้ถั่วลิสงดูดธาตุ N และ Mg เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มการดูดใช้ K P และ Zn เพิ่มขึ้นเมื่อวัดในใบที่อายุ 50 วัน (Tables 1, 3) การใช้ถั่วพรีตันสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดเมื่อถั่วพรีตันสลายตัวทำให้โครงสร้างหรือสมบัติของดินดีขึ้นโดยปลดปล่อยธาตุอาหารพืชดังกล่าวให้เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้นได้ระดับหนึ่ง ถึงแม้จะไม่มีผลอย่างเด่นชัดต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสง การปลูกถั่วพรีตันเป็นปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มทำให้ดินลดความเป็นกรดลง จาก pH 4.41 เป็น 4.49 และเพิ่มมีอินทรีย์วัตถุธาตุ P K Ca และ Mg ในดินชั้นไผ่พรวน (Table 4) อาจกล่าวได้ว่า การใช้ถั่วพรีตันเป็นปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มช่วยหรือเพิ่มความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชในดิน ถึงแม้ว่าไม่มีผลอย่างชัดเจน

4) ผลและผลตกค้างของการใช้ซากถั่วลิสงคลุมดิน

การนำซากถั่วลิสงหลังจากเก็บผลผลิตออกแล้วมาคลุมดินติดต่อกัน 2 ฤดูปลูก มีผลให้ดินลดความเป็นกรดลง โดยค่า pH เพิ่มขึ้นจาก 4.36 เป็น 4.54 ในขณะที่มีอินทรีย์วัตถุ ธาตุ K Ca และ Mg ในดินชั้นไผ่พรวนเพิ่มขึ้นชัดเจน (Table 3) อาจกล่าวได้ว่า ซากของถั่วลิสงปีแรก (344 กก./ไร่) และปีที่สอง (294 กก./ไร่) เมื่อสลายตัวปรับปรุงโครงสร้างดินดีขึ้น ปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น (สุวพันธ์และคณะ, 2540; สุวพันธ์, 2542)

การใช้ซากถั่วลิสงคลุมดิน ทำให้ผลผลิต

ฝักแห้งของถั่วลิสงในปีที่ 2 และปีที่ 3 เพิ่มขึ้นจาก 291 เป็น 328 กก./ไร่ และ 159 เป็น 206 กก./ไร่ หรือเพิ่ม 12.7 และ 13.0 % ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ได้ใช้ซากถั่วคลุมดิน (Table 2)

การใช้ปุ๋ยพืชสดในรูปของซากถั่วลิสงปรับปรุงดินได้ดีกว่าการใช้ถั่วพรีตัน อาจเนื่องมาจากซากถั่วลิสงมีช่วงการเจริญเติบโตนานกว่าถั่วพรีตัน ย่อมมีธาตุอาหารในพืชมากกว่าที่ถั่วพรีตัน เนื่องจากทำการไถกลบถั่วพรีตันที่ระยะเริ่มติดฝักหรือประมาณ 50 วันหลังปลูก ทำให้ซากถั่วลิสงนำธาตุอาหารพืชจากดินล่างสู่ดินบนได้มากกว่าเมื่อพืชปุ๋ยสดสลายตัว

5) ผลและผลตกค้างของการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด และซากถั่วลิสงต่อผลผลิตถั่วลิสงในปีที่ 2 และปีที่ 3

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด และซากถั่วลิสง ต่างก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง โดยพบว่ามีปฏิกริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างการปรับปรุงดินด้วยวิธีการดังกล่าวต่อผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกตามในปีที่ 2 และปีที่ 3 สำหรับผลผลิตในปีที่ 2 ในสภาพการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มผลผลิตได้ชัดเจนในสภาพที่ไม่มีการใช้ซากถั่วบำรุงดิน ผลของการใช้ซากถั่วเห็นเด่นชัดเมื่อไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี แสดงให้เห็นว่า ดินมีธาตุอาหารพืชต่ำ การบำรุงดินด้วยปุ๋ยเคมีหรือซากถั่วลิสงต่างก็ช่วยในการเพิ่มผลผลิตพืช และการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันร่วมกับการใช้ซากถั่วคลุมดินให้ผลผลิตสูงสุดคือ 353 กก./ไร่ (Table 2)

ในสภาพการใช้ปุ๋ยพืชสด พบว่า อิทธิพล

Table 4. Effect of chemical fertilizer, green manure, and peanut stover applicagion on soil properties and nutrient concentration in top soils after second year harvest, 2001

Treatments	pH	Organic matter (%)	P	K	Ca	Mg
------(ppm)-----						
Fertilizer (F)						
F ₀	4.53	0.598 b	3.4 b	89.1	328.7	35.9 a
F ₁	4.46	0.706 a	9.4 a	87.1	338.9	29.3 b
F ₂	4.35	0.663 a	11.4 a	88.5	320.1	28.4 b
Mean	4.45	0.656	8.1	88.2	329.2	31.2
F-test	NS	*	*	NS	NS	*
CV (a) (%)	11.9	10.2	25.7	30.6	22.2	22.8
Green manures (C)						
C ₀	4.41	0.634	7.1	79.3	319.6	30.3
C ₁	4.49	0.677	9.0	97.1	338.8	32.1
Mean	4.45	0.656	8.1	88.2	329.2	31.2
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (b) (%)	8.1	25.1	25.1	45.0	39.2	44.0
Peanut stover (S)						
S ₀	4.36	0.589 b	8.2	60.9 b	286.7 b	26.7 b
S ₁	4.54	0.723 a	7.9	115.5 a	371.7 a	35.7 a
Mean	4.45	0.656	8.1	88.2	329.2	31.2
F-test	NS	**	NS	**	*	*
CV (c) (%)	9.2	18.4	24.7	32.9	37.9	44.9

F₀ = check F₁ = fertilizer formula 3-9-6 applied only 1st year F₂ = fertilizer formula 3-9-6 applied annually

C₀ = no green manures applied C₁ = green manures applied before peanut planting

S₀ = peanut stover removed S₁ = peanut stover returned

* = significant

** = highly significant

NS = not significant

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5 % level of by DMRT.

ของปุ๋ยเคมียังคงมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต แต่การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงครั้งเดียวรวมกับการใช้ซากถั่วบำรุงดินทุกปีเป็นกรรมวิธีที่เพิ่มผลผลิตถั่วลิสงได้สูงสุดที่ 417 กก./ไร่. (Table 2) การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตลดลง อาจเนื่องมาจากการที่ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Juo et al., 1995) ทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น/ใบของถั่วลิสงต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงครั้งเดียวซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงในปีต่อมา

ผลผลิตถั่วลิสงในปีที่ 3 สำหรับในสภาพไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตไม่เห็นเด่นชัดหากไม่มีการใช้ซากถั่วลิสงร่วมด้วย โดยการใช้ซากถั่วบำรุงดินทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันร่วมกับการใช้ซากถั่วจะให้ผลผลิตถั่วลิสงสูงสุดที่ 264 กก./ไร่ (Table 2) ในสภาพการใช้ปุ๋ยพืชสด ให้ผลผลิตในทำนองเดียวกันกับผลผลิตในปีที่ 2 โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตลดลง จะเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนว่า การใช้ซากถั่วบำรุงดินทำให้ผลผลิตถั่วลิสงในปีที่ 2 และปีที่ 3 สูงกว่าการไม่ได้ใช้ สอดคล้องกับการทดลองของ Bationo และคณะ (1987) ใน millet ฉะนั้นการปรับปรุงดินร่วนทรายกรดจัด จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อยกระดับผลผลิตถั่วลิสง และการใช้ปุ๋ยเคมีรวมกับการใช้ซากถั่วลิสงบำรุงดิน เพิ่มผลผลิตได้มากกว่าการไม่ใช้ แสดงให้เห็นว่า การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เป็นการปรับปรุงดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตลอดจนสร้างความสมดุลของธาตุอาหาร พืชในดินให้ดีขึ้น ทำให้พืชมีผลผลิตเพิ่มขึ้นและซากของถั่วลิสงก็สามารถหาได้จากแปลงปลูก

สรุปผลการทดลอง

การจัดการธาตุอาหารพืชอย่างผสมผสาน (Integrated Plant Nutrient Management) ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมี รักษาเสถียรภาพของการผลิตถั่วลิสง ในขณะเดียวกันช่วยชะลอความเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงครั้งเดียวในปีแรก ร่วมกับการนำซากถั่วลิสงหลังจากเก็บผลผลิตแล้วเข้าคลุมดินทุกครั้งที่เป็นการจัดการให้พืชได้ใช้ธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง (nutrient recycling) เพียงพอต่อการรักษาหรือเพิ่มคุณภาพดินและผลผลิตถั่วลิสงได้ไม่น้อยกว่า 3 ปี และไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีทุกครั้งที่ปลูกถั่วลิสง วิธีการปฏิบัติดังกล่าวเป็นการชะลอความเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของดิน ไม่ทำให้ดินเป็นกรดเร็วขึ้น หมุนเวียนธาตุอาหารพืชให้คงอยู่ในชั้นไทรยวนเพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ของถั่วลิสง ทำให้ได้ผลผลิตในระดับสูงและมีเสถียรภาพ ยิ่งไปกว่านั้น การกระทำความดังกล่าวเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากต่อการปฏิบัติของเกษตรกร ผลการทดลองเป็นการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างจำกัด ใช้วัสดุอินทรีย์บำรุงดินที่หาได้ง่ายและไม่ต้องลงทุนซื้อในท้องถิ่นผสมผสานกับการใช้ปุ๋ยเคมีเท่าที่จำเป็นเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพืชอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

บรรยง ทูมแสน วิริยะ ลิ้มปิ่นนันทน์ จักรกฤษณ์ หอมจันทร์ ภารดี ศรีภา ผ่องศรี เผ่าภูรี มัลลิกา ศรีจันทวงศ์ สุภาวดี มณีกรรณ์ สกุนา สาระนันท์ จิรวัดน์ สนิทชน สุวัฒน์ วีระพงศ์ธนาธร McDonagh, J. และ K.E. Giller. 2534. การศึกษา

- การตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสงในสภาพไร่ และผลตกค้างของไนโตรเจนที่มีต่อ ข้าวโพดที่ปลูกตาม. หน้า 302 - 310. ใน : รายงานการสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ณ โรงแรมทวินสวายน้ําใส จ.ระยอง 16-19 ตุลาคม 2534.
- บรรยง ทูมแสน วิริยะ ลิ้มปิ่นนันทน์ ภาวดี ศรีภา ผ่องศรี เผ่าภูรี สุภาวดี มณีกรรณ จีรวัดน์ สนิทชน มัลลิกา ศรีจันทวงศ์ สกุนา สาระนันท์ จักรกฤษณ์ หอมจันทร์ McDonagh, J. และ K.E. Giller 2536. การตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสงบางพันธุ์และ ผลตกค้างของไนโตรเจนต่อ มันสำปะหลัง. หน้า 465 - 476. ใน : รายงานการ สัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติครั้งที่ 11 ณ โรงแรมจันทร์สมธารา จ.ระนอง 17-21 พฤษภาคม 2536.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต กฤษณ์ รัตนประทุม สมภพ จงรวยทรัพย์ และสุภาพร รัตนะรัต. 2540. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมี ปูน และธาตุอาหาร เสริมร่วมกับซากถั่วลิสงต่อผลผลิตถั่วลิสง ระยะยาว. *วารสารดินและปุ๋ย* 19(3) : 121 - 143.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. แนวทางการปรับปรุงดิน และการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง. หน้า 55 - 79. ใน : รายงานประชุมสัมมนา ทางวิชาการเรื่อง การจัดการดินไร่และการ ใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิต พืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี วันที่ 23 - 25 กุมภาพันธ์ 2542.
- Adepetu, J.A., A.O. Obi, and E.A. Aduayi. 1979. Changes in soil fertility under continuous cultivation and fertilization in south-western Nigeria. *Nigerian J. Agric Sci.* 1:15-20.
- Bache, B.W. and R.G. Heathcote 1969. Long-term effects of fertilizers and manure on soil and leaves of cotton in Nigeria. *Expt. Agric.* 5:241-247.
- Bationo, A., C.B. Christianson, and A. Mokwunye. 1987. Soil fertility management of the millet producing sandy soils of Sahelian West Africa. The Niger experience. Page 159-168. In : *Proceedings of an International Workshop, Soil, Crop and Water Management Systems for Rainfed Agriculture in Sudano-Sahelian Zone*. Jan. 11-16. ICRISAT, Patancheru India.
- Gutser, R. 1986. Evaluation of potassium from plant residues in arable cropping systems. Page 233-214. In : *Proceedings 13th IPI-Congress on Nutrient balances and the need for potassium*. Reims, France.
- Jones, P.A., J.B.D Robison, and J. Wallis. 1960. Fertilizer, manure and mulch in Kenya coffee growing. *Empire J. Expt. Agric.* 28 : 335-352.

- Juo, A.S.R. and B.T. Kang. 1989. Nutrient effect of modification of shifting cultivation in West Africa. Pages 289-299. In : *Mineral Nutrients in Tropical Forest and Savana Ecosystems*. J. Procter (ED.) Special Publication No. 9 British Ecological Society Blackwell Scientific Publications, London, U.K.
- Juo, A.S.R. 1989. New farming systems in the wetter tropics. *Expt. Agric. (Cambridge)* 25 : 145-163.
- Juo, A.S.R., K. Franzluebbers, A. Dabiri, and B. Ikhile. 1995. Changes in soil properties during long-term fallow and continuous cultivation after forest clearing in Nigeria. *Agric. Ecosystems and Environment* 46 : 9-18.
- Kretschmar, R. M., H. Hafner, A. Bationo, and H. Marschner. 1991. Long-and short-term effects of crop residues on aluminum toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in an acid sandy soil. *Plant and Soil* 136:215-223.
- Sanders, F.R. 1953. A review of the fertilizer and mulch experiments on coffee arabica in Tanganyika *East African Agric. J.* 19 : 44-45.
- Smith, A.N. 1962. The effects of fertilizer, sultur and mulch on East African tea soils II. the effect on the base status and orgainc matter content of the soil. *East African Agric. J.* 28 : 16-21.