ผลของการย่อยสลายของซากถั่วเหลืองฝักสดต่อปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนและการให้ผลผลิตของผักคะน้า

Effect of vegetable soybean decomposition on quantity of N-uptake and yield of Chinese kale

วิวัฒน์ มัธยกุล[1*], จักรี เส้นทอง[2], ดำเนิน กาละดี[2] และ สุทัศน์ จุลศรีไกวัล[1]

Wiwat Matayakul[1*], Chuckree senthong[2], Dumnern Karladee[2] and Suthat Julsrigival[1]

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของผักคะน้าที่ได้รับจากการปลดปล่อยของการย่อยสลายซากถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้เทคนิคไอโซโทปไนโตรเจน 15 และเพื่อการศึกษาปริมาณชีวมวลของถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับผักคะน้า โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ซึ่งการทดลองที่ 1 ได้ดำเนินการวิจัยที่แปลงของเกษตรกร จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม 2548 และการทดลองที่ 2 ได้ดำเนินการศึกษาที่แปลงทดลองของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2549 ผลการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายของซากถั่วเหลืองฝักสดจะมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 11.82 กก.N/ไร่ และค่อยๆ ลดลงจนเหลือเฉลี่ยเพียง 0.28 กก.N/ไร่ ในสัปดาห์ที่ 6 การเจริญเติบโตของผักคะน้าหลังสับกลบซากถั่วเหลืองฝักสด พบว่ามีเพียงสัปดาห์ที่ 4 ที่ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในกรรมวิธีที่สับกลบถั่วเหลืองฝักสดในปริมาณ 2.4 ตัน/ไร่ จะทำให้ผลผลิตของผักคะน้ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,345.79 กก./ไร่ สำหรับเปอร์เซ็นต์และน้ำหนักของการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนจากซากถั่วเหลืองไปยังผักคะน้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.36 % คิดเป็นน้ำหนักเท่ากับ 11.87 กก.N/ไร่. การศึกษาปริมาณชีวมวลของถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับผักคะน้าเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 21.1 กก.N/ไร่ พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 21.1 กก.N/ไร่ จะทำให้ผักคะน้ามีผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,645.47 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างไปจากกรรมวิธีที่สับกลบซากถั่วเหลืองในอัตรา 6,474 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตของผักคะน้าเท่ากับ 1,537.20 กก./ไร่

คำสำคัญ: ถั่วเหลืองฝักสด, ^{15}N, เทคนิคไอโซโทป, การปลดปล่อยไนโตรเจน, ผักคะน้า

ABSTRACT: The objective of this research was aimed to evaluate the availability of mineralized N from vegetable soybean for Chinese kale growth by using ^{15}N technique and to find out the suitable rate of soybean biomass to be used as fertilizer for Chinese kale. Experiment 1 was conducted at the farmer's plot in Chiang Rai province during September to November 2005 and the experiment 2, was conducted in the experimental plot of the Faculty of Agriculture Chiang Mai University during January 2006 to June 2006. Soybean decomposed in 2 weeks and had everage of 11.82 kgN/rai and slightly reduced until 0.28 kgN/rai in 6 weeks. Growth of Chinese kale after soybean green manure application in 4 weeks, indicated that fresh weight had non significant difference. Yield of Chinese kale had everage between 995.10 to 1,345.79 kg/rai in 6 weeks and the highest yield was found in treatment that was

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เขต 1 เชียงใหม่ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
Office of Agriculture Economics Zone 1 Office of Agriculture Economics Ministry of Agriculture and Co-operation

[2] ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Agronomy Faculty of Agriculture Chiang Mai University

[*] Corresponding author: wiwat.m@hotmail.com

incorporated with biomass 2.4 t/rai which gave yield of 1,345.79 kg/rai. Estimation of ^{15}N recoveries from soybean to Chinese kale for all treatments were averaged about 30.36% or 11.87 kgN/rai. Yield of Chinese kale from treatment that used 21.1 kgN/rai had highest yield of 1,645.47 kg/rai which were not significantly difference from the treatment that incorporated soybean biomass with root at the rate of 6,474 kg/rai which gave yield of 1,532.20 kg/rai.

Keywords: vegetable soybean, ^{15}N, Isotope Technique, N-mineralization, chinese kale

บทนำ

การผลิตพืชอินทรีย์เพื่อสนองนโยบายของรัฐที่มุ่งเน้นงดหรือลดการใช้สารเคมีและหันไปใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนนั้นในส่วนของปุ๋ยอินทรีย์หากพิจารณาจากปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักแล้วต้องใช้ถึง ไร่ละ 1-2 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2535) นับว่ามากพอสมควร ประกอบกับปัจจุบันปุ๋ยคอกจากกระบือมีจำนวนลดลง โดยในปี 2536 มีจำนวนทั้งสิ้น 4,753,697 ตัว และลดลงเหลือ 1,612,534 ตัวในปี 2545 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) ในขณะที่การใช้ปุ๋ยจากมูลไก่ก็มีปัญหาในเรื่องยาปฏิชีวนะ ดังนั้นปุ๋ยพืชสดจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตพืชอินทรีย์เนื่องจากมีข้อดี คือ สามารถสับกลบลงบนที่เดิมไม่ต้องเป็นภาระในการขนย้าย โดยเฉพาะปุ๋ยคอกซึ่งเกษตรกรที่ไม่มีรถยนต์ของตนเองต้องเสียเงินจ้างขนและค่าปุ๋ยคอก วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยไนโตรเจนของถั่วเหลืองฝักสดที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดและการดูดใช้ไนโตรเจนของผักคะน้าหลังจากสับกลบต้นถั่วเหลืองฝักสด การเลือกถั่วเหลืองฝักสดมาใช้ในการศึกษาเนื่องจากเกษตรกรสามารถขายผลผลิตฝักสดได้ทำให้มีรายได้ไปส่วนหนึ่งแล้วส่วนที่เหลือคือ ลำต้นและใบ ยังสามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยได้ประโยชน์อีกต่อหนึ่งด้วย ซึ่งจากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่าหากการปลูกพืชเพื่อหวังสับกลบเป็นปุ๋ยเพียงอย่างเดียวเกษตรกรมักไม่เห็นความสำคัญเนื่องจากไม่มีรายได้ นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยพืชสดเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับพืชที่ปลูกตาม ควรจะต้องทราบปริมาณ การถ่ายเท ช่วงเวลาการปลดปล่อย เพื่อวางแผนการปลูกพืชตามให้เหมาะสมกับระยะต่างๆ ดังกล่าว สำหรับการทดสอบผลผลิตผักคะน้าที่ปลูกตามหลังสับกลบปุ๋ยพืชสดโดยเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในอัตรา และเวลาที่ใส่ปุ๋ยตามเอกสารคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรภายใต้เงื่อนไขที่ทราบปริมาณไนโตรเจนที่ผักใช้จากซากถั่วเหลืองแล้ว ประการสุดท้ายเหตุผลที่เลือกผักมาศึกษาเป็นพืชปลูกตามหลังเนื่องจากผักสร้างผลผลิตใบโดยใช้ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักและการย่อยสลายของซากถั่วเหลืองจะปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในรูป NH_4^+-N และ NO_3^--N ให้แก่ผัก (Carmen *et al.*, 2000) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไอโซโทป 15 เป็นตัวติดตามผลเพื่อความแม่นยำ

วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดลองที่ตำบลแม่ขะจาน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนกันยายน-ธันวาคม 2548 ดินที่ศึกษามีคุณสมบัติดังนี้คือ มี pH4.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 2.1% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 35 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 95 มก./กก. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block design (RCBD) ประกอบด้วยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 16, 32 และ 48 กก./ไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่รองก้นหลุมก่อนหยอดเมล็ดและครั้งที่ 2 ใส่เมื่อต้นถั่วอายุ 25 วัน ทุกตำรับใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตรา 9 กก P_2O_5/ไร่ และ 6 กก K_2O/ไร่ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ปลูกถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ NO 75 บนแปลงย่อยขนาด 1.2x6 ตารางเมตร ระยะปลูก 50x20 ซม.ภายในแปลงย่อยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ศึกษาผลผลิต และพื้นที่ใช้ปุ๋ยไอโซโทปไนโตรเจน ขนาด 25x50 ซม. ล้อมด้วยกรอบสังกะสี สำหรับต้นถั่วเหลืองแปลงไอโซโทปหลังจากเก็บฝักสดออกแล้วโดยนำไปล้างน้ำให้สะอาดแล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 700°C

นาน 48 ชั่วโมง แล้วบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.6 mesh ส่งตัวอย่างทั้งหมดไปวิเคราะห์ที่กลุ่มวิจัยนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยเครื่อง Elemental Analysis (NC 2500) ที่ติดตั้ง Stable Isotope Ratio Analysis (SIRA) Mass Spectometer (Iso Prime) เพื่อวิเคราะห์สัดส่วน ^{14}N:^{15}N ในรูปของ %^{15}N atom excess %^{15}N abundance ส่วนแปลงศึกษาผลผลิตชั่งน้ำหนักเพื่อหา Biomass จากนั้นนำถั่วเหลืองฝักสด นำมาตัดให้มีขนาดประมาณ 3-5 ซม. แล้วกลบลงดินลึกประมาณ 5-10 ซม.ในแปลงปลูกเดิมทั้งพื้นที่ผลผลิตและพื้นที่ไอโซโทป ทิ้งไว้นาน 3 สัปดาห์ก่อนปลูกผักคะน้า

การปลูกและการประเมินการเจริญเติบโตของผักคะน้า

ใช้กล้าคะน้าอายุ 21 วันที่เพาะด้วยวัสดุเพาะกล้าในถาดหลุม ปลูกในแปลงขนาด 1.2x6 เมตร หลุมละ 1 ต้น ระยะห่างระหว่างแถว 15 ซม. ระหว่างหลุม 15 ซม. ดูแลรักษาโดยรดน้ำสม่ำเสมอ และป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น บันทึกข้อมูลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทุก 7 วัน จนถึงอายุ 56 วัน

การวิเคราะห์การถ่ายเทไนโตรเจนจากซากต้นถั่วไปยังผักคะน้า

เก็บรวบรวมผักคะน้าในพื้นที่ที่ใช้ปุ๋ยไอโซโทปไนโตรเจนและพื้นที่ศึกษาผลผลิตเมื่อผักคะน้ามีอายุ 56 วัน ผักคะน้าในพื้นที่ไอโซโทปไนโตรเจนทำการวิเคราะห์หาปริมาณไอโซโทปไนโตรเจน ทำเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ถั่วเหลืองฝักสด ส่วนผักคะน้าในพื้นที่ศึกษาผลผลิตนำมาชั่งหาน้ำหนักสดและแห้ง

การวิเคราะห์การปลดปล่อยไนโตรเจนในดิน

เก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองเพื่อวิเคราะห์หาการปลดปล่อยไนโตรเจน (N-mineralization) โดยวิเคราะห์ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจน (NH_4^+ และ NO_3^--N) ในดินโดยใช้ 2M KCl เป็นสารละลายสกัดดินแล้วกลั่นด้วย MgO และ Devarda's alloy ตามวิธีของ Mulvaney (1996) โดยทำการเก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ หลังสับกลบต้นถั่วเหลืองเป็นเวลา 6 สัปดาห์

การใช้ปริมาณซากถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อผลผลิตผักคะน้า

ดำเนินการทดลองที่ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน 2549 ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสดและเก็บเกี่ยวเพื่อนำซากถั่วเหลืองที่ปราศจากฝักมาดำเนินการทดลองโดยใช้ซากถั่วเหลืองในปริมาณต่างๆ กันเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับผักคะน้า วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) ประกอบด้วยการใส่ซากถั่วเหลือง 4 ระดับ ได้แก่ 0, 3.6, 4.9 และ 6.5 ตัน/ไร่ (นำผลการทดลองที่ผ่านมาคือ เปอร์เซ็นต์การถ่ายเทจากถั่วเหลืองมายังผักคะน้าเฉลี่ย 27% คำนวณหาปริมาณซากถั่วเหลืองเท่ากับ 6.47 ตัน/ไร่) ใส่ระหว่างเตรียมแปลงปลูกครั้งเดียวเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีปริมาณ 21.1 กก.N/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2545) แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ระยะ คือ ก่อนปลูกและหลังถอนแยก ดินของแปลงทดลองที่มีคุณสมบัติดังนี้คือ มี pH 5.36 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.94% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 167 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 94 มก./กก. ส่วนการปลูกและประเมินการเจริญเติบโตของผักคะน้าทำเช่นเดียวกับการทดลองครั้งแรกเพียงแต่ใช้กล้าผักคะน้าอายุ 21 วันปลูกหลังสับกลบซากถั่วเหลืองแล้ว 2 สัปดาห์ (เนื่องจากการทดลองที่ผ่านมาพบว่าหลังสับกลบซากถั่วเหลือง 2 สัปดาห์ให้ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การปลดปล่อยไนโตรเจนจากต้นถั่วเหลือง

หลังจากสับกลบต้นถั่วเหลืองฝักสดแล้วทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาการปลดปล่อยไนโตรเจน

(mineralization) เป็นระยะทุกสัปดาห์ พบว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด **(Table 1)** เริ่มมีการปลดปล่อยตั้งแต่สัปดาห์แรก ซึ่งมีปริมาณ 0.71, 2.15, 3.65 และ 3.82 กก./ไร่ ในดินที่ไม่มีการสับกลบและสับกลบในอัตรา 2.0, 2.3 และ 2.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ การปลดปล่อยเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 โดยการสับกลบต้นถั่วเหลืองในอัตรา 2.0 ตัน/ไร่ ให้ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด 11.99 กก./ไร่ ส่วนการสับกลบต้นถั่วเหลืองในอัตรา 2.3 และ 2.4 ตัน/ไร่ ปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนออกมาเท่ากับ 17.19 และ 16.88 กก./ไร่ หลังจากนั้นการปลดปล่อยลดลงค่อนข้างเร็ว ในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 แต่การลดลงเริ่มช้าลงในสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งในสัปดาห์ที่ 6 มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนน้อยมากเกือบเท่ากับในดินที่ไม่ได้สับกลบต้นถั่วเหลือง จากการทดลองของ Franzluebbers และคณะ, 1995 ได้ศึกษาถั่ว cowpea เป็นปุ๋ยพืชสด พบว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดส่วนใหญ่มาจากใบโดยปลดปล่อย Total N ปริมาณ 74% ภายใน 5 สัปดาห์ เมื่อแยกพิจารณาการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N) และไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^--N) พบว่าในสัปดาห์แรกไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาเกือบทั้งหมดอยู่ในรูป NH_4^+-N โดยมีปริมาณ 2.15, 3.65 และ 3.82 กก./ไร่ จากการสับกลบต้นถั่วเหลืองในอัตรา 2.0 , 2.3 และ 2.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ **(Table 2)** การปลดปล่อย NH_4^+-N เริ่มลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 และลดลงในอัตราเร็วขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 จนถึงสัปดาห์ที่ 5 ซึ่ง Carmen และคณะ, 2000 รายงานว่าการใส่ถั่วเหลืองเป็นปุ๋ยพืชสดในปริมาณ 687.5-875 กก./ไร่ จะให้ NH_4^+-N 4.8 กก.N/ไร่ ในสัปดาห์แรกและลดลงอย่างรวดเร็วใน 3 สัปดาห์ ขณะที่ Kumar และคณะ, 2006 พบว่าการใช้ *Sesbania aculata* อัตรา 996-1,046.88 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยพืชสดจะให้ NH_4^+-N 4.08-4.3 กก.N/ไร่ ใน 3 สัปดาห์ ส่วน NO_3^--N นั้นพบน้อยมากในสัปดาห์แรก และพบมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นปริมาณ NO_3^-N ก็ลดลงเช่นเดียวกันกับ NH_4^+-N **(Table 3)** ในทำนองเดียวกับ Carmen และคณะ, 2000 พบว่าการใส่ถั่วเหลืองเป็นปุ๋ยพืชสดปริมาณ 687.5- 875 กก./ไร่ จะให้ NO_3^--N 12.8-19.2 กก.N/ไร่ ภายใน 2-6 สัปดาห์ เช่นเดียวกับ Kumar et al. (2006) พบว่าหลังสับกลบปุ๋ยพืชสดในสัปดาห์ที่ 5 ปริมาณ NO_3^--N เท่ากับ 18.9-19.7 กก.N/ไร่ การที่ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปนั้นอาจเป็นเพราะส่วนหนึ่งถูกดูดไปใช้โดยผักคะน้า

Table 1 The quantity of total N-mineralization (kgN/rai) during 1-6 weeks after amendment of vegetable soybean residues.

	week					
Treatment	1	2	3	4	5	6
Control	0.71 b	1.24 b	2.38 b	0.90 b	0.25 b	0.31
Biomass 2.0 t/rai	2.15 ab	11.99 a	8.49 ab	4.48 ab	2.99 a	0.30
Biomass 2.3 t/rai	3.65 a	17.19 a	12.11 a	5.73 a	3.24 a	0.20
Biomass 2.4 t/rai	3.82 a	16.88 a	5.50 ab	3.32 ab	2.56 a	0.33
Average	2.58	11.82	7.12	3.61	2.26	0.28
$LSD_{0.05}$	2.58	8.07	9.40	4.55	0.74	0.63
CV(%)	50.01	34.14	66.09	63.11	16.34	111.15

Means within the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by LSD.

Table 2 Mineralization quantity of NH_4^+-N (kgN/rai) during 1-6 weeks after amendment of vegetable soybean residures.

	week					
Treatment	1	2	3	4	5	6
Control	0.691 b	0.358 b	0.358 b	0.038 b	0.253	0.106
Biomass 2.0 t/rai	2.153 ab	2.346 ab	1.958 ab	0.418 ab	0.375	0.233
Biomass 2.3 t/rai	3.653 a	3.295 a	2.019 a	0.389 ab	0.502	0
Biomass 2.4 t/rai	3.819 a	3.408 a	1.259 ab	1.061 a	0.198	0.1
Average	2.58	2.35	1.40	0.48	0.33	0.11
$LSD_{0.05}$	2.58	2.89	1.63	0.94	0.40	0.47
CV(%)	50.07	61.42	58.29	98.38	60.25	147.72

Means within the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by LSD.

Table 3 Mineralization quantity of NO_3^+-N (kgN/rai) during 1-6 weeks after amendment of vegetable soybean residures.

	week					
Treatment	1	2	3	4	5	6
Control	0.02	0.88 b	2.03 b	0.86 b	0 b	0.20
Biomass 2.0 t/rai	0	9.64 a	6.53 ab	4.06 ab	2.62 a	0.07
Biomass 2.3 t/rai	0	13.9 a	10.09 a	5.34 a	2.74 a	0.20
Biomass 2.4 t/rai	0	13.5 a	4.25 ab	2.26 ab	2.36 a	0.03
Average	0.01	9.48	5.72	3.13	1.93	0.13
$LSD_{0.05}$	0.02	6.03	8.07	4.21	0.66	0.52
CV(%)	178.43	31.85	70.55	67.35	17.08	208.56

Means within the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by LSD.

ที่ปลูกลงไปในระยะนี้ การเจริญเติบโตของผักคะน้าและการดูดใช้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากต้นถั่วเหลืองหลังจากปลูกคะน้าลงไปในดินที่สับกลบต้นถั่วเหลืองทิ้งไว้นาน 21 วันพบว่าต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามลำดับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 หลังจากปลูกผักคะน้า โดยในแต่ละสัปดาห์ผักคะน้ามีน้ำหนักสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือการสับกลบต้นถั่วเหลืองทำให้คะน้ามีน้ำหนักสดมากกว่าการปลูกโดยไม่สับกลบต้นถั่วเหลือง โดยเฉลี่ยแล้วส่วนใหญ่ การสับกลบต้นถั่วเหลืองในอัตรา 2.4 ตัน/ไร่ ทำให้ได้น้ำหนักสดของผักคะน้ามากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม อัตราของการสับกลบต้นถั่วเหลืองฝักสดตั้งแต่ 2.0 ถึง 2.4 ตัน/ไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตของผักคะน้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาผลผลิตของผักคะน้าที่อายุ 48 วันหรือสัปดาห์ที่ 5 หลังปลูก ซึ่งเป็นระยะที่ใกล้เคียงกับความเหมาะสมของอายุเก็บเกี่ยวตามคำแนะนำทั่วไปที่ปลูกเป็นการค้าคือ ที่ 45 วันพบว่า ผักคะน้าที่ปลูก

ในดินที่สับกลบต้นถั่วเหลืองให้ผลผลิตระหว่าง 1,074 ถึง 1,079 กก./ไร่ ถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักมากกว่าคะน้าที่ปลูกในดินที่ไม่ได้สับกลบต้นถั่วเหลือง แต่ก็ยังมีผลผลิตน้อยกว่าการปลูกคะน้าโดยทั่วไปได้ผลผลิตประมาณ 1,422 กก./ไร่ (จตุรงค์, 2548) และเมื่อปล่อยให้ผักคะน้าเจริญเติบโตต่อไปจนถึงอายุ 56 วัน ผักคะน้าที่ปลูกในดินที่สับกลบต้นถั่วเหลืองให้ผลผลิตระหว่าง 1,195-1,346 กก./ไร่ โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากต้นคะน้าที่ปลูกโดยไม่สับกลบต้นถั่วเหลืองอยู่ที่ 20.1, 26.8 และ 35.2% ในดินที่สับกลบต้นถั่วเหลืองอัตรา 2.0, 2.3, และ 2.4 ตัน/ไร่ตามลำดับ **(Figure 1)** แต่อย่างไรก็ตามคะน้าที่อายุขนาดนี้ (56 วัน) มีคุณภาพแข็ง และเหนียวจนไม่เหมาะสำหรับรับประทานได้

จากการวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยใช้เทคนิคไอโซโทปเพื่อประเมินความเป็นประโยชน์ต่อต้นคะน้า (อำนาจ, 2531) พบว่าต้นคะน้าสามารถดูดใช้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากต้นถั่วเหลืองอยู่ระหว่าง 10.70-12.53 กก.N/ไร่ หรือคิดเป็น 29.59 ถึง 31.01% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในต้นคะน้า โดยการไถกลบในอัตรา 2.3 และ 2.4 ตัน/ไร่ มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของผักคะน้ามากกว่าอัตรา 2.0 ตัน/ไร่ **(Table 4)** ซึ่งประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนที่

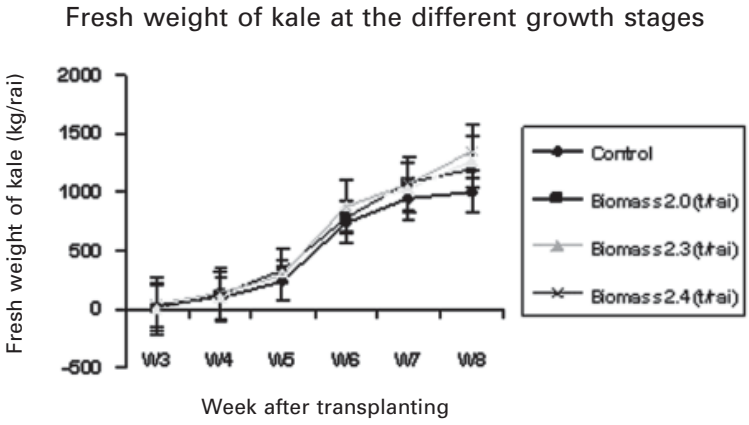


Figure 1 Fresh weight of Chinese kale at the different growth stages response to amendment of green manure plant growth and nitrogen translocation.

Table 4 Efficiency of N-Uptake in Chinese Kale affected by vegetable soybean Decomposition.

Biomass quantities (t/rai)	%N-Uptake in Chinese kale from vegetable soybean residue decomposition	
	%N-uptake	kgN/rai
Biomass2.0 (16kgN/rai)	29.59	10.70
Biomass2.3 (32kgN/rai)	30.48	12.39
Biomass2.4 (48kgN/rai)	31.01	12.53
Average	30.36	11.87
$LSD_{0.05}$	ns	ns
CV%	10.93	20.35

Means with the same letter are not significantly different at alpha level =0.05

Table 5 Comparison of kale fresh weight (kg/rai) as affected by different levels of application rate of soybean biomass with root and urea fertilizer

	week					
Treatment	2	3	4	5	6	% increase from control
	21 DAP	28 DAP	35 DAP	42 DAP	48 DAP	at 6th week (at harvest)
control	34.57 b	54.22 b	182.80 c	629.06 c	952.69 b	0
Biomass 3.64 t/rai	43.43 a	56.03 ab	208.48 bc	897.37 b	1385.54 a	20.20
Biomass 4.86 t/rai	32.88 b	63.98 ab	254.80 bc	1025.64 b	1389.55 a	20.55
Biomass 6.47 t/rai	38.33 ab	64.33 ab	279.08 b	1115.93 b	1532.20 a	32.92
Urea 21.2 kgN/rai	41.52 a	69.59 a	475.73 a	1549.54 a	1645.47 a	42.75
$LSD_{0.05}$	5.61	12.12	90.94	244.17	367.53	
CV(%)	7.82	14.07	17.24	12.43	14.13	

Means with the same letter are not significantly different at alpha level =0.05

ปลดปล่อยจากต้นถั่วเหลืองหลังจากมีการไถกลบลงดิน มีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืชที่ปลูกตามและสภาพแวดล้อมเช่นจากรายงานของ Ladd et al. (1986) ได้ใช้ถั่วเหลืองเป็นปุ๋ยพืชสดโดยใช้เทคนิคด้วยไอโซโทป^{15}N และปลูกข้าวสาลีตาม พบว่าข้าวสาลีดูดใช้ไนโตรเจนจากถั่วเหลืองได้ 17% ขณะที่ Norman et al. (1990) รายงานว่าการใช้ถั่วเหลืองเป็นปุ๋ยพืชสดปลูกข้าว ต้นข้าวสามารถดูดใช้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากต้นถั่วเหลืองได้ 11% แต่ จิตติมาและคณะ (2541) ที่ได้ศึกษาเช่นเดียวกันกับ Norman พบว่าการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ปลดปล่อยจากต้นถั่วเหลืองเท่ากับ 36.7%

การใช้ปริมาณซากถั่วเหลืองที่เหมาะสมต่อผลผลิตผักคะน้า

การเจริญเติบโตของผักคะน้าและการดูดใช้ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากต้นถั่วเหลือง หลังจากปลูกคะน้าลงไปในดินที่สับกลบต้นถั่วเหลืองทิ้งไว้นาน 14 วัน พบว่าต้นคะน้ามีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามลำดับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 หลังจากปลูกผักคะน้าโดยในแต่ละสัปดาห์ผักคะน้ามีน้ำหนักสดแตกต่างอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การสับกลบต้นถั่วเหลืองทำให้คะน้ามีน้ำหนักสดมากกว่าการปลูกโดยไม่สับกลบต้นถั่วเหลือง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีแล้ว พบว่าผลผลิตผักคะน้าที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูงสุดเท่ากับ 1645.47 กก./ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม อัตราของการสับกลบต้นถั่วเหลืองฝักสดตั้งแต่ 3.64 ตัน/ไร่ จนถึงการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ทำให้ผลผลิตของผักคะน้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแนวโน้มการใส่ซากถั่วเหลือง 6.47 ตัน/ไร่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 21.1 กก.N/ไร่ **(Table 5)**

สรุป

ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ No75 หลังสับกลบลงในดินเป็นปุ๋ยพืชสดพบว่ามีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาแตกต่างกันเมื่อใช้อัตราต้นถั่วเหลือง 2.0, 2.3 และ 2.4 ตัน/ไร่ สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา 22.63, 32.95, 26.2 กก./ไร่ หลังจากสับกลบ 21 วัน และไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมานี้ ต้นคะน้าที่ปลูกตามสามารถดูดใช้ได้ประมาณ 29.59 ถึง 31.01%

การนำค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดใช้ไนโตรเจนของผักคะน้าจากซากถั่วเหลืองมาคำนวณหาปริมาณซากถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักคะน้านั้น ผลผลิตที่ได้จะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีแต่ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และประการสุดท้ายหากเทียบราคาผักปลอดสารเคมีกับผักทั่วไปที่ใช้ปุ๋ยเคมีแล้ว

ราคาต่อหน่วยแตกต่างกันถึงหนึ่งเท่าตัวคือ ผักทั่วไปกิโลกรัมละ 10 บาทแต่ผักอินทรีย์จะขายได้กิโลกรัมละ 20 บาท

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร. สุดชล วุ้นประเสริฐ รศ.ดร.สมพร ชุนห์ลือชานนท์ และ ดร.อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้แนวทางการศึกษาวิจัย ตลอดจนคุณจริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ ที่กรุณาวิเคราะห์หาไอโซโทปตัวอย่างพืช

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2535. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรปุ๋ยชีวภาพ รุ่นที่ 9, กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับผักกาดกวางตุ้งและผักคะน้า ลำดับที่ 6. ISSN-974-436-020-8. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก, กรุงเทพฯ.

จตุรงค์ พวงมณี. 2548. คู่มือผลิตผักไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

จิติมา ยถาภูธานนท์, พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, สุดชล วุ้นประเสริฐ, และเธียรชัย อารยางกูร. 2541. การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึง ไนโตรเจนของถั่วที่มีต่อผลผลิตข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน ข้าว-ถั่วเหลือง โดย N-15 Technique. กลุ่มงานวิจัยนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2545/46, กรุงเทพฯ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2531. การใช้ไนโตรเจน-15 ในการวิจัยเกี่ยวกับดิน ปุ๋ย และพืช (เล่มที่ 1). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Carmen, T., D.J. Midmore., J.K. Ladha., R.J. Holmer and U. Schmidhaiter. 2000. Tomato crop response to short-duration legume green manures in tropical vegetable systems. Agronomy journal 92: 245-253 .

Franzluebbers, A.J., F.M. Hons., D.A. Zuberer. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass,and mineralizable carbon and N in sorghum. Soil Science Society of America Journal. 59: 460-466.

Kumar, S., J. Shekhar., B.S. Mankotia and A. Mishra. 2006. Evaluation of N management practices in rice under wet temperature mid hills of H.P. Res.On crops 7(1): 63-66. CSK HPKV Rice and wheat Research Centre, Malan-176047 (H.P.), India.

Ladd, J.N and M.Amato .1986.The fate of N from legume and fertilizer sources in soils successively cropped with wheat under field conditions. Soil Biology and Biochemistry 18 (4):417-425.

Mulvaney, R.L.1996.Nitrogen-inorganicform. In : D.L.Sparks., A.L.Page., P.A.Helmlee., R.H.Loeppert., P.A.Soltanpour., M.A.Taba tabai., C.T.Johnston and M.E.Summer. SSSA. Book Series:5. Method of Soil Analysis Part 3. Chemical Method. SSSA. USA.pp.1139-1223.

Norman, R.J., J.T. Gilmour., B.R. Wells. 1990. Mineralization of N from ^{15}N labeled crop residues and utilization by rice. Soil Science Society of America Journal. 54: 1351-1356.