

# การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยระบบเกษตรยั่งยืน

## Green Manure as a Means to Sustain Sugarcane Production in Thailand

ปรีชา พรหมณี<sup>(1)</sup> เจริญ บัวคงดี<sup>(1)</sup> ประชา ถ้ำทอง<sup>(1)</sup> อรรถสิทธิ์ บุญธรรม<sup>(1)</sup>  
เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง<sup>(1)</sup> จักรินทร์ ศรีทชาพร<sup>(1)</sup> มล.จักรานพคุณ ทองใหญ่<sup>(2)</sup> พรพิมล ชัยวรรณคุปต์<sup>(3)</sup>  
P. Prammanee<sup>(1)</sup> C. Buakangdee<sup>(1)</sup> P. Thumthong<sup>(1)</sup> A. Boonthum<sup>(1)</sup>  
C. Lairungreong<sup>(1)</sup> C. Sruttagporn<sup>(1)</sup> C. Thongyai<sup>(2)</sup> P. Chaiwannakupt<sup>(3)</sup>

### ABSTRACT

Most sugarcane in the western sugarcane belt of Thailand is grown in silty clay loam soil. After planting with cane for a long period, this soil becomes compact, has a low infiltration rate and always has a surface crust. Field trials, <sup>15</sup>N tracer studies and microplot experiments were conducted at Suphan Buri Field Crops Research Center during 1991-1993 to evaluate the benefit of green manuring in this soil. By using green manure the soil physical conditions and the organic matter level were improved. Cane yield were increased by using green manuring in combination with chemical fertilization. <sup>15</sup>N studies indicated that the green manure contributed ca. 17% of the N taken up by the sugarcane.

**Keywords :** Green manure, fertilizers, yields, organic matter, Thailand.

### บทคัดย่อ

ดินที่ผ่านการไถพรวนปลูกอ้อยมาเป็นเวลานาน จะเสื่อมสภาพลงทั้งลักษณะโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะในแหล่งปลูกอ้อยภาคตะวันตก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นดินซุดก้ำแฉนมีส่วนประกอบของอนุภาค silt มากทำให้เกิดการอัดแน่นได้ง่าย วิธีที่ดีที่สุดในการปรับปรุงดินเหล่านี้ คือการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักจะไม่เพียงพอสำหรับไร่อ้อยขนาดใหญ่ ปุ๋ยคอกมีราคาแพงไม่สะดวกในการขนส่งและหาได้ยาก การปลูกพืช

ตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดอาจปฏิบัติได้ง่ายกว่า

ในปี 2534 ได้ทำการทดลองเบื้องต้นขึ้นพบว่าแนวทางที่จะใช้ปุ๋ยพืชสดกับอ้อยเป็นไปได้อย่างยิ่ง ในปี 2535 ถึง 2537 จึงทำการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มขึ้น เช่น หาผลตอบสนองของอ้อยต่อการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมี ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ การใช้ปุ๋ยกัมมันตภาพรังสี (<sup>15</sup>N) ศึกษาปริมาณไนโตรเจนที่อ้อยได้รับจากการใช้ปุ๋ยพืชสด การใช้ Microplot Technique ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วม

- (1) ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี  
Suphan Buri Field Crops Research Center, U-Thong, Suphan Buri
- (2) งานวิจัยปฐพีกายภาพ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร  
Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok
- (3) งานวิจัยนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร  
Nuclear Research in Agriculture, Division of Agricultural Chemistry, Department of Agriculture, Bangkok

กับปุ๋ยพืชสด ตลอดจนหาวิธีการดังกล่าวไปทดสอบในไร้เกษตรกร

ผลการทดลองพบว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสดทำให้อินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของดินชั้นบนลดลง ดินมีช่องว่างเก็บกักน้ำและอากาศได้มากขึ้น ทำให้อ้อยแตกกอเพิ่มขึ้น ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 1-3 ต้นต่อไร่ ผลการทดลองในไร้เกษตรกรพบว่า การไถกลบถั่วพราง โสนแอฟริกัน และปอเทือง เพิ่มผลผลิตของอ้อยปลูกได้ 1-2 ต้นต่อไร่ และเพิ่ม 1-3 ต้นต่อไร่ในอ้อยต่อ 1 การศึกษาโดยใช้ปุ๋ยกัมมันตภาพรังสีพบว่า การไถกลบปอเทืองและโสนแอฟริกันเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน 11 กิโลกรัมต่อไร่ และอ้อยดูดไนโตรเจนส่วนนี้ไปใช้ 2 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่ทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีลดลงแต่อย่างใด ขณะนี้กำลังหาแนวทางส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติ แต่ยังมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ ขาดความชื้นในดินในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมตลอดจนความไม่สะดวกในการปฏิบัติ ซึ่งควรหาแนวทางแก้ไขต่อไป

## คำนำ

ปัจจุบัน ดินที่ใช้ในการทำไร้อ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเสื่อมสภาพลงมาก เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ดินอุ้มน้ำได้น้อย เมื่อเกิดฝนแล้ง อ้อยจะแสดงอาการเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็ว ดินแน่นทึบ รากอ้อยไม่เจริญเติบโต อ้อยแคะแกระแกร็น สาเหตุที่ธาตุอาหารในดินลดลง และโครงสร้างของดินเสื่อมลงเนื่องจาก

1. การตัดอ้อยเข้าโรงงาน ทำให้ธาตุอาหารในดินถูกขนย้ายออกจากดินปริมาณมหาศาล
2. การใช้รถบรรทุกลงเหยียบย่ำในแปลง และการใช้รถตัดอ้อยขนาดใหญ่ น้ำหนักของรถจะทำให้ดินอัดแน่น โครงสร้างของดินเสียไป
3. การไถพรวนย่อยดินจนละเอียดจะทำให้อนุภาคทรายแป้ง (silt) แยกตัวออกมา เมื่อฝนตกหรือให้น้ำ จะฉาบผิวดินเป็นแผ่นแข็ง การไถพรวนระดับเดียวกันนานๆ ทำให้เกิดดินดานได้รอยไถ น้ำซึมผ่าน

ได้ยาก รากอ้อยแทงทะลุลงไปได้ยาก อ้อยจะแกร็น

4. การเผาอ้อยทำให้อินทรีย์วัตถุหมดไป ความเสื่อมของดินที่เกิดจากสาเหตุเหล่านี้ การใช้ปุ๋ยเคมีจะช่วยได้น้อย วิธีที่ดีที่สุด คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก กากขานอ้อย กากตะกอนซีเมนต์จากโรงงาน หรือปุ๋ยพืชสด แต่ในปัจจุบัน ปุ๋ยคอกราคาแพงขึ้น และหาได้ยาก ปุ๋ยหมักก็หายากและมีปริมาณไม่พอ สำหรับไร้อ้อยขนาดใหญ่ การปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถปฏิบัติได้ง่ายกว่า (Arunin *et al.* 1987)

ในขณะที่ปุ๋ยเคมีราคาสูงและวัสดุในการผลิตปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักขาดแคลนปุ๋ยพืชสดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดในการปรับปรุงดิน และโสนอินเดีย (*Sesbania sp.*) เป็นพืชที่เหมาะสมกว่าพืชอื่น เพราะมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารปรับปรุงโครงสร้างของดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Evans and Rotar 1986, Ragland *et al.* 1986 and Singhabutra *et al.* 1987) Rinaudo (1983) พบว่า ปมของโสนสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่ดินถึง 2 ใน 3 ของไนโตรเจน ที่ตรึงจากอากาศ

ปอเทือง (*Crotalaria sp.*) เป็นพืชอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพของดินเนื่องจากเจริญเติบโตเร็ว และให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง จากการทดลองปลูกปอเทืองร่วมกับข้าวโพดโดย Phetchawee *et al.* (1985) พบว่า แปลงที่ไม่มีมีการใช้ปุ๋ยเคมีปอเทืองเพิ่มผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวโพดจาก 1.75 ตัน/ไร่ เป็น 2.15 ตัน/ไร่ ข้อมูลนี้ได้รับการยืนยันอีกครั้งหนึ่งจากรายงานของ Chairaj *et al.* (1989) การไถกลบพืชตระกูลถั่วก่อนปลูกอ้อยนิยมปฏิบัติกันในประเทศออสเตรเลีย แต่ยังไม่มีการนำมาปฏิบัติในประเทศไทย จึงได้ทำการทดลองขึ้นตั้งแต่ปี 2534-2537 โดยมีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงดินในไร้อ้อยโดยการเพิ่มอินทรีย์วัตถุจากพืชตระกูลถั่ว
2. เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนที่พืชตระกูลถั่วปลดปล่อยให้แก่ดินหลังจากไถกลบ
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยพืชสด

4. เพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยในแนวทางเกษตรยั่งยืน

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี และไร่กสิกร. อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี ในดินชุดกำแพงแสน ซึ่งในปัจจุบันจัดไว้เป็น Silty Haplustaffs (non calcic brown soils) (อิทธิชัย 2531) ในชั้นไถพรวนมีเนื้อดินประเภท silty clay loam ประกอบด้วยอนุภาคทราย (sand) แป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) เท่ากับ 17.5, 54.6 และ 27.9% ตามลำดับ มีอินทรีย์วัตถุ 2.28 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 186 และ 363 ppm pH 7.4 (ดิน : น้ำ เท่ากับ 1:1) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) 21.3 milliequivalent/100 g soil ค่าการอิ่มตัวด้วยต่าง 95.8% การทดลองแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

### 1. การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของการไถกลบปุ๋ยพืชสดต่อคุณสมบัติของดินและผลผลิตอ้อย

วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in RCB มี 4 ซ้ำ ปัจจัยแรกประกอบด้วยการใช้ปุ๋ยพืชสด และไม่มีใช้ ปัจจัยที่สองประกอบด้วยการใช้ปุ๋ยเคมีและไม่มีใช้ ขนาดของแปลงย่อย 5x6 ตารางเมตร

วิธีการที่ใช้ปุ๋ยพืชสด ทำการหว่านปอเทืองและโสนแอฟริกันอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วสับกลบลำต้นและใบลงในดิน อายุปุ๋ยพืชสด 2 เดือน ปลูกอ้อยหลังจากไถกลบ 1 เดือน วิธีการใส่ปุ๋ยเคมีใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ เมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน โดยโรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบ

ก่อนปลูกอ้อยทำการเก็บตัวอย่างดิน และหลังจากปลูกอ้อยแล้วทำการเก็บตัวอย่างดินทุกเดือนเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, ความเหนียวนำไฟฟ้า และ pH ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-10 ซม., 10-20 ซม. และ 20-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวม ความชื้น อัตราส่วนของอนุภาคของดิน น้ำ และอากาศ เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน 6 เดือน และเมื่อเก็บเกี่ยว (10 เดือน)

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยวิธีของ Walkley and Black method (Nelson and Sommers, 1982) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดย Semi-micro Kjeldahl digestion method (Bremner and Mulvaney, 1982) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Bray 2 (Murphy & Riley 1962) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์โดยวิธี flame photometer determination (Knudsen et al. 1982) วัดค่า pH electrometrically (1: 5 ของดิน : น้ำ) การวัดค่าหนาแน่นรวมโดยวิธี Core method (Blake and Hartge 1982) การหาสัดส่วนดิน น้ำ และอากาศ ทำโดยวิธีของ Danielson and Sutherland (1982).

เก็บเกี่ยวอ้อยแปลงทดลองโดยตัดอ้อย 2 แถวกลาง แล้วหาผลผลิตน้ำหนกอ้อย คุณภาพของอ้อย เช่น ปริมาณน้ำตาลเชิงพาณิชย์ (CCS), ปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อย (pol), ปริมาณสารละลายในน้ำอ้อย (Brix), ปริมาณเยื่อใย (Fiber) และ หาความบริสุทธิ์ของน้ำอ้อย (Purity)

### 2. ศึกษาการตอบสนองของอ้อยต่อการไถกลบปุ๋ยพืชสด และอัตราของปุ๋ยเคมีไนโตรเจน

วางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorial in RCB มี 4 ซ้ำ

ปัจจัยแรก ประกอบด้วย 3 วิธีการ คือ

1. ปลูกปอเทือง (*Crotalaria* sp.) เป็นปุ๋ยพืชสด
2. ปลูกโสนแอฟริกัน (*Sesbania* sp.) เป็นปุ๋ยพืชสด
3. ไม่ปลูกปุ๋ยพืชสด (Control)

ปัจจัยที่ 2 เป็นระดับของปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0, 6, 12 และ 18 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกปุ๋ยพืชสดแล้วสับกลบลำต้นและใบลงในดิน เมื่อปุ๋ยพืชสดอายุได้ 2 เดือน ให้อ้อยปุ๋ยพืชสดย่อยสลายในดิน เป็นเวลา 1 เดือน จึงทำการปลูกอ้อย โดยวางท่อนพันธุ์ลงกลางแถวแล้วกลบดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 ครั้ง ตลอดฤดูปลูก วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เก็บเกี่ยวอ้อยแปลงทดลองแล้วหาผลผลิต น้ำหนกอ้อย คุณภาพของอ้อย

เช่น CCS, Pol, Brix, Fiber และ Purity หลังจากตัดอ้อยแล้วทำการศึกษากาการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยต่อ 1 ต่อไป

### 3. การใช้ปุ๋ยกัมมันตภาพรังสี ( $^{15}\text{N}$ ) ติดตามการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจนจากพืชตระกูลถั่วไปสู่อ้อย

ทำการทดลองโดยใช้ปุ๋ยกัมมันตภาพรังสี ( $^{15}\text{N}$  tracer technique) โดยทำการทดลองในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ไม่มีขี้ เนื่องจากปุ๋ย  $^{15}\text{N}$  มีปริมาณจำกัด ทำการปลูกปอเทือง และโสนแอฟริกันอย่างละ 2 ต้น รวมกันใน 1 กระถาง อีก 1 กระถางปลูกถั่วเขียว 4 ต้น เตรียมสารละลาย  $^{15}\text{N}$  โดยใช้  $^{15}\text{N}$ -labelled urea (10.2 atom % excess  $^{15}\text{N}$ ) ประมาณ 0.3007 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร แล้วนำไปรดกระถาง หลังจากถั่วเขียว, ปอเทือง และโสนแอฟริกันงอกประมาณ 10 วัน เมื่อถั่วเขียว ปอเทืองและโสนแอฟริกัน ออกดอกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการตัดแล้วชั่งน้ำหนักสด แล้ววิเคราะห์หาปริมาณ  $^{15}\text{N}$  ในดินใหม่จากแปลงในศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี มาคลุกเคล้าให้ทั่ว แล้วแบ่งใส่กระถาง 3 ใบ ใบที่ 1 ทำการปลูกอ้อย โดยไม่มีการปฏิบัติอย่างอื่น ใบที่ 2 นำตัวอย่างปอเทืองและโสนแอฟริกัน (ซึ่ง labelled ด้วย  $^{15}\text{N}$ ) ไปคลุกเคล้าให้ทั่วแล้วจึงทำการปลูกอ้อยใบที่ 3 ใส่ดินถั่วเขียว ซึ่ง labelled ด้วย  $^{15}\text{N}$  ลงไปคลุกเคล้าให้ทั่วแปลงจึงทำการปลูกอ้อย เมื่ออ้อยอายุ 9 เดือน จึงทำการเก็บเกี่ยว แล้ววิเคราะห์หา  $^{15}\text{N}$  โดยวิธี mass spectrometry โดยงานวิจัยนิวเคลียร์เทคนิค กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

### 4. ศึกษาการเปลี่ยนรูปและสมดุลของไนโตรเจนเมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรดร่วมกับการไถกลบปุ๋ยพืชสด

ขณะที่ทำการศึกษากาการตอบสนองของอ้อยต่อปุ๋ยเคมี ร่วมกับการไถกลบเศษซากพืช ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีอาจถูกจำกัด โดยกระบวนการตรึงไนโตรเจนไปใช้โดยจุลินทรีย์ดิน (immobilization) ทำให้อ้อยอาจขาดไนโตรเจนได้ในระยะแรกของการเจริญเติบโต จึงทำการศึกษาในรายละเอียดว่า หลังจากใส่ปุ๋ยเคมี

แล้วธาตุไนโตรเจนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปใดบ้าง คงเหลืออยู่ปริมาณเท่าใด โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 วิธีการ คือ 1. ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ค่าวิเคราะห์ดินเป็น background ของการทดลอง 2. ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรดอย่างเดียว 3. ปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วไถกลบร่วมกับการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด 4. ปลูกโสนแอฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วไถกลบร่วมกับการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด

แปลงที่ปลูกปุ๋ยพืชสดทำการปลูกปอเทือง และโสนแอฟริกัน เมื่ออายุได้ 2 เดือน จึงทำการไถกลบ หลังจากนั้นจึงเตรียมดินปลูกอ้อย ปลูกอ้อยแปลงย่อยละ 4 แถว แถวยาว 6 เมตร เมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน ทำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 18 กิโลกรัมต่อไร่ ศึกษาการเคลื่อนย้ายของปุ๋ยโดยใช้ microplot technique (Prammanee *et al* 1989) ประกอบด้วยท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 103 มิลลิเมตร ฝังลงกลางแปลงย่อย โดยมีขอบไหล่พื้นดิน 80 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการไหลของปุ๋ยออกจาก microplot หลังจากใส่ปุ๋ยแล้วปิดฝาท่อด้วยตะแกรงลวดเพื่อป้องกันแมลงและสัตว์อื่นๆ เข้าไปรบกวน สุ่มเก็บตัวอย่างวันที่ 1, 15, 30, 45 และ 60 วัน นำตัวอย่างดินออกจากท่อแบ่งเป็นชั้นๆ ละ 50 มิลลิเมตร แต่ละชั้นทำการคลุกเคล้าให้ทั่วแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปหาความชื้น อีกส่วนหนึ่งนำไปสกัดด้วยสารละลาย 2 M potassium chloride แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ammonium และ nitrate+nitrite โดยการกลั่นกับ magnesium oxide และ Devarda's alloy (Keeney and Nelson, 1982) ปริมาณไนโตรเจนที่คงเหลืออยู่จะเป็นผลรวมของ ammonium+nitrate+nitrite โดยหักเอาปริมาณไนโตรเจนจาก background ออก

### 5. การทดสอบการไถกลบปุ๋ยพืชสดในไร่เกษตรกร

จากการทดลองในศูนย์วิจัยฯ พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดได้ผลดีแล้ว จึงนำผลการทดลองดังกล่าวไปทดสอบอีกครั้งในสภาพไร่ของเกษตรกร โดยทำการทดลองที่ไร่อ้อยของ นายศรี ปานมา หมู่บ้านทกหลัง

ตำบลหนองลาน อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ในดินชุดกำแพงแสน ทำการปลูกปุ๋ยพืชสด ประมาณเดือนตุลาคม 2535 โดยวางแผนการทดลอง RCB มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ประกอบด้วยปุ๋ยพืชสด 5 ชนิด คือ ถั่วพราง (*Canavalia ensiformis*) ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) ถั่วเขียว (*Vigna mungo*) ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) และโสนแอฟริกัน (*Sesbania rostrata*) โดยมีกรรมวิธีที่ไม่ปลูกปุ๋ยพืชสดเป็นตัวเปรียบเทียบ (Control) ทำการไถกลบปุ๋ยพืชสด แล้วตากดินไว้ประมาณ 2 เดือน จึงทำการพรวนยกร่อง แล้วปลูกอ้อยประมาณเดือนมีนาคม 2536 เมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เก็บเกี่ยวอ้อยโดยตัดอ้อยแปลงย่อยละ 2 แถว แถวยาว 6 เมตร (18 ตารางเมตร) หาผลผลิตน้ำหนักอ้อย, องค์กรประกอบของผลผลิต เช่น ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง ลำ จำนวนปล้อง และจำนวนลำ วัดคุณภาพของอ้อย เช่น CCS, pol, fiber และ purity

### ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองเบื้องต้นในปี 2534 พบว่า การไถกลบปอเทืองและโสน ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงขึ้นกว่าแปลงที่ไม่ได้ทำการไถกลบปุ๋ยพืชสด (Fig. 1) ในสภาพที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียวเพิ่มผลผลิตของอ้อยจาก 16.5 ตันต่อไร่ เป็น 17.1 ตันต่อไร่ แต่ถ้าใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะเพิ่มผลผลิตอ้อยเป็น 20.1 ตันต่อไร่ (Table 1) ปุ๋ยพืชสดช่วยลดความหนาแน่นของดินในระดับชั้นไถพรวน จากค่าเฉลี่ย 1.5 เป็น 1.4 ช่วยเพิ่มช่องว่างในดินทำให้ดินอุ้มน้ำ

และอากาศดีขึ้น (Table 2 และ 3)

การทดลองการตอบสนองของอ้อยต่อการไถกลบปุ๋ยพืชสดพบว่า ในอ้อยปลูกการไถกลบปอเทือง และโสนแอฟริกันก่อนปลูกอ้อยเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก 15.8 ตันต่อไร่ เป็น 18.4 และ 19.0 ตันต่อไร่ (Table 4) และอ้อยต่อ 1 การไถกลบปุ๋ยพืชสด เพิ่มผลผลิตอ้อยจาก 9.9 ตันต่อไร่เป็น 13.5 และ 12.0 ตันต่อไร่ (Table 5) ผลจากการไถกลบปุ๋ยพืชสดที่ทำให้อ้อยผลผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากอ้อยมีการแตกกอเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มจำนวนลำอ้อยจาก 13,985 ลำต่อไร่ เป็น 15,123 และ 15,131 ลำต่อไร่ (Table 6)

เมื่อใช้ปุ๋ยกัมมันตภาพรังสี ( $^{15}\text{N}$ ) ติดตามการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจนจากพืชตระกูลถั่วไปสู่อ้อยพบว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสดช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน 11.5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อ้อยดูดไนโตรเจนส่วนนี้ไปใช้ได้เพียง 2.4 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับการไถกลบถั่วเขียว ซึ่งช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน 4.5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อ้อยดูดไปใช้ได้เพียง 1.1 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 7)

เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับการไถกลบปุ๋ยพืชสด พบว่า ในช่วง 15 วัน หลังจากไถกลบปอเทือง และโสนแอฟริกัน ไนโตรเจนประมาณ 6 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์อาจถูกดูดตั้งไปใช้โดยจุลินทรีย์ดิน ขบวนการ nitrification เกิดขึ้นรวดเร็วมาก โดย 14-20 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่จะเปลี่ยนรูปจาก ammonium ไปเป็น nitrate + nitrite ในระยะเวลาเพียง 1 วัน การทดลองยังพบอีกว่า การสูญหายของไนโตรเจนมีน้อย เนื่องจากในระยะเวลา 2

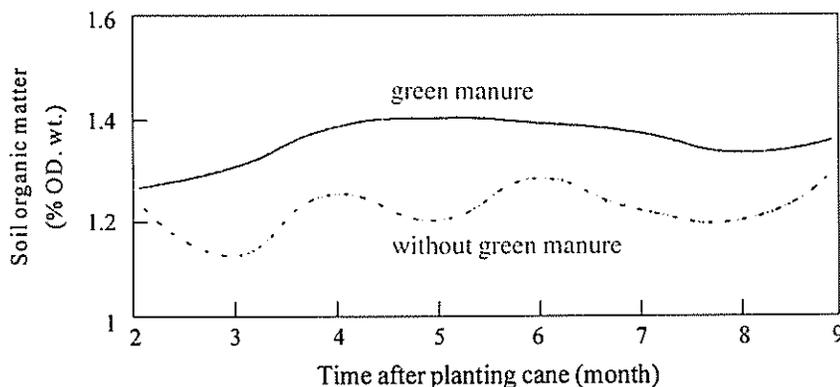


Figure 1. Change of soil organic matter affected by incorporation of green manure in 1991.

**Table 1. Cane yield (tons/rai) at 10 months after using chemical fertilizer and green manure in 1991.**

	Fertilizer	No fertilizer	Average
Green manure	20.1	17.1	18.6
Without green manure	22.1	16.5	19.3
Average	22.1	16.8	

F-test : green manure<sup>ns</sup>, fertilizer<sup>ns</sup>, green manure x fertilizer<sup>ns</sup>, CV.22.3%

**Table 2. Bulk density of soil under sugarcane as influenced by chemical fertilizer and green manure in 1991.**

Treatment	Soil depth (cm)	Time after planting		
		3 month	6 month	10 month
Green manure+chem. fert.	0-10	1.39	1.32	1.34
	10-20	1.37	1.37	1.38
	20-30	1.43	1.38	-
Green manure	0-10	1.30	1.36	1.28
	10-20	1.39	1.32	1.39
	20-30	1.48	-	-
Chemical fertilizer	0-10	1.48	1.36	1.35
	10-20	1.44	1.40	1.37
	20-30	1.50	-	-
Control	0-10	1.42	1.37	1.40
	10-20	1.36	1.40	1.37
	20-30	1.64	-	-

**Table 3. Three phase distribution (% Vol.) of solid, water and air of sugarcane soil affected by chemical fertilizer and green manure in 1991.**

Treatment	Soil depth (cm)	Time after planting					
		3 month			10 month		
		soil	water	air	soil	water	air
G+F	0-10	51	25	24	48	4	49
	10-20	50	22	29	52	4	44
	20-30	54	22	24	49	6	45
G+O	0-10	49	29	22	52	6	42
	10-20	54	29	18	51	5	44
	20-30	54	26	20	-	-	-
G+F	0-10	55	28	17	50	7	43
	10-20	55	27	18	50	6	44
	20-30	53	25	21	-	-	-
O+O	0-10	53	21	26	55	8	37
	10-20	53	21	26	55	8	38
	20-30	55	18	27	50	9	41

**Table 4. Yield (kg/rai) of sugarcane affected by green manure and chemical fertilizer in 1992 experiment.**

Green Manure	Fertilizer, nitrogen (kg/rai)				
	0	6	12	18	average
Control	16.4	17.5	12.8	17.0	15.8 b
<i>Crotalaria</i> sp.	17.7	18.8	18.2	21.4	19.0 a
<i>Sesbania</i> sp.	17.4	18.9	19.5	17.9	18.4 a
average	17.2	18.2	16.8	18.8	CV.=12.6%

**Table 5. Yield (kg/rai) of sugarcane affected by green manure and chemical fertilizer in 1993 experiment.**

Green Manure	Fertilizer, nitrogen (kg/rai)				
	0	6	12	18	average
Control	9.5	12.4	7.1	10.7	9.9 b
<i>Crotalaria</i> sp.	10.1	15.4	11.8	16.3	13.5 a
<i>Sesbania</i> sp.	12.6	16.0	15.3	16.3	12.0 a
average	10.8 b	14.6 b	11.4 b	14.6	
CV.=22.2%	GM**, N**, GM x N <sup>ns</sup>				

**Table 6. No. of millable stalk (stalk/rai) affected by green manure and chemical fertilizer in 1992 experiment.**

Green Manure	Fertilizer, nitrogen (kg/rai)				
	0	6	12	18	average
Control	14800	14308	12369	14462	13985
<i>Crotalaria</i> sp.	15016	14862	14770	15847	15123
<i>Sesbania</i> sp.	14954	15477	14862	15231	15131
average	14923	14882	14000	15180	CV.=7.14%

**Table 7. Mineralization and distribution of nitrogen in sugarcane (kg/rai) after incorporating green manure (sesbania+sunnhemp) and mungbean**

Parameter	Mungbean	sesbania+sunnhemp
1. N in soil mineralized from decaying green manure	4.50	11.48
2. Mineralized N from green manure and uptaken by sugarcane	1.12	2.37
3. % N in Sugarcane which mineralized from green manure compared with total N	8.12	17.07

**Table 8. Transformations and balance of nitrogen at 60 days after application of ammonium sulfate to sugarcane soil under green manure management in 1992 experiment.**

Treatments	Depth (cm)	Ammonium % of Applied	Nitrate+Nitrite % of Applied	NH <sub>4</sub> + NO <sub>2</sub> + N	Total
Control	0-5	10.8	1.8	12.6	51.2
	5-10	11.1	1.6	12.7	
	10-15	12.6	2.5	15.1	
	15-20	11.9	1.9	13.9	
Crotalaria	0-5	10.0	1.4	11.4	50.8
	5-10	11.0	2.0	13.0	
	10-15	11.7	2.2	13.9	
	15-20	10.9	1.6	12.5	
Sesbania	0-5	11.4	1.6	13.0	52.5
	5-10	11.2	2.0	13.2	
	10-20	11.4	2.8	14.2	
	20-30	10.8	1.6	12.3	

**Table 9. Cane yield, sugar content and sugar yield after incorporation of green manure in the farmer's field in 1993.**

Green Manure	Yield (tons/rai)	CCS	Stalk/rai	Sugar Yield (tons/rai)
1. Control	14.4 bc	14.2	9744 ab	2.04
2. Sword bean	16.4 a	15.3	11385 a	2.51
3. Sunnhemp	14.1 cd	14.9	10359 a	2.10
4. Mungbean	12.8 d	13.6	9539 b	1.74
5. Sorghum	13.4 cd	14.2	10462 a	1.90
6. Sesbania	15.5 ab	13.4	10462 a	2.08
CV(%)	4.8	6.6	4.4	

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

เดือน ปุ๋ยไนโตรเจนยังเหลืออยู่ในดินถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยแปลงที่ไถกลบสับแอฟริกันมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอีก 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 8)

ผลการทดลองในไร่การพบว่า การไถกลบถั่วพรางและสับแอฟริกันเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก 14.4 ตันต่อไร่ เป็น 16.4 และ 15.5 ตันต่อไร่ ผลผลิตของอ้อยเพิ่มขึ้น เนื่องจากอ้อยมีการแตกกอเพิ่มขึ้นจาก 9,744 ลำต่อไร่ เป็น 11,385 และ 10,462 ลำต่อไร่ (Table 9)

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งหมดสรุปผลได้ดังนี้

1. การไถกลบพืชตระกูลถั่วช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้อ้อยแตกกอดีขึ้น
2. การไถกลบพืชตระกูลถั่วช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน 11.5 กิโลกรัมต่อไร่ และอ้อยดูดไนโตรเจนส่วนนี้ไปใช้ 2.4 กิโลกรัมต่อไร่
3. ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยพืชสดไม่ลดลง เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยวิธีปกติ ในระยะเวลา 2 เดือน หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนยังเหลืออยู่ในดินถึง 50 เปอร์เซ็นต์
4. การไถกลบปุ๋ยพืชสด ช่วยเพิ่มผลผลิตอ้อย 2.6 ถึง 3.2 ตันต่อไร่ ในอ้อยปลูก และ 2.1 ถึง 3.6 ตันต่อไร่

ในอ้อยตอ

5. ในสภาพไร่กสิกร การไถกลบตั่วพำ และ ไส้แอฟริกัน ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 1 ถึง 2 ตันต่อไร่

ผลการทดลองดังกล่าวจะเป็นแนวทางใหม่ที่เกษตรกรจะนำไปปรับปรุงดินในไร่อ้อยของตนเอง โดยวิธีที่ไม่ยุ่งยากมากนัก ลงทุนต่ำโดยลงทุนเฉพาะค่าเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยพืชสด ซึ่งอาจได้รับบริการฟรีจากสถานีพัฒนาที่ดินที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ เกษตรกรอาจลงทุนเพิ่มเพียงค่าไถพรวนไร่ละ 300 บาท แล้วหว่านปุ๋ยพืชสด ถ้าเทียบกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 2 ถึง 3 ตันแล้ว เกษตรกรยังมีกำไรเพิ่มไร่ละ 1,066 ถึง 1,312 บาท ในอ้อยปลูก (คิดราคาอ้อยตันละ 560 บาท ที่ซีซีเอสมาตรฐาน 10) และเพิ่มไร่ละ 861 ถึง 1,476 บาท ในอ้อยตอ นอกจากรายได้ที่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ดินให้เสื่อมสภาพได้ช้าลง ทำให้ทำการผลิตอ้อยได้ยั่งยืนขึ้น ผลดีอีกประการหนึ่ง คือ การปลูกพืชตระกูลถั่วสลับจะช่วยตัดวงจรของโรคและแมลง ช่วยลดความรุนแรงจากการระบาดของโรคและแมลงได้

การปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบก่อนปลูกอ้อยนี้นิยมปฏิบัติกันมากในประเทศออสเตรเลีย เนื่องจากเกษตรกรพบว่า ทำให้อ้อยมีความสม่ำเสมอดี

และแตกกอดีขึ้น ขณะนี้ได้นำผลการทดลองนี้ไปเผยแพร่ให้เกษตรกร ซึ่งมีเกษตรกรหลายรายนำไปปฏิบัติกันแพร่หลายมากแล้ว ทางด้านกลุ่มอารักขาพืชก็แนะนำวิธีการดังกล่าวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาว ปัจจุบันกรมส่งเสริมการเกษตรได้นำผลการทดลองนี้ไปจัดเป็นโครงการส่งเสริมให้สมาคมชาวไร่อ้อยทุกเขตทั่วประเทศนำไปเผยแพร่ปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้อุตสาหกรรมการผลิตอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทยมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มผลผลิตและรายได้ และยังเป็นการสร้างระบบเกษตรยั่งยืนให้แก่อุตสาหกรรมอ้อยอีกด้วย

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ Dr. Paul Saffigne คณบดี Graduate School of Environmental Sciences and Engineering มหาวิทยาลัย Griffith ประเทศออสเตรเลีย ที่ให้ความอนุเคราะห์ปุ๋ยกัมมันตภาพรังสี เพื่อใช้ในการทดลอง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคุณจริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ แห่งกลุ่มงานวิจัยนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ในการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์และตรวจสอบผลการวิเคราะห์หาปริมาณ  $^{15}\text{N}$  โดยวิธี mass spectrometry

## เอกสารอ้างอิง

- อิทธิชัย อ่อนนัฏเดชะ 2531. การศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองของข้าวฟ่างต่อปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในดินก้ำแวงแสน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 175 หน้า
- Arunin, S., Dissataporn, C. Anuluxitipan, Y. and Nana, D. 1987 Potential of sesbania as a green manure in saline rice soils in Thailand. Proceedings of Symposium on South East Asia. Sustainable Agriculture. IRRRI. pp. 83-95.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1982. Bulk density. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy series No.9 ASA pp. 363-375.
- Bremner, J.M. and Mulvancy, C.S. 1982. Nitrogen. total. Methods of soil analysis. Parts 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy series No.9 ASA pp. 595-623
- Chairoj, P., Masangsa, W., Phetchawee, S., Cholikul, W., and Watanabe, M. 1989. Effect of long term application of organic material on the yield of corn. Studies on the Improvement of Soil Productivity through Incorporation of Organic Matter into Upland Soil of Thailand. Department of Agriculture, Thailand pp. 29-52.
- Danielson, R.E., and Sutherland, P.L. 1982. Porosity. Methods of soil analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods series No. 9. ASA pp. 443-460.
- Evans, D.O., and Rotar, P.P. 1986. Role of sesbania in agriculture. Westview Press. Boulder. Colorado. 192 p.
- Keeney, D.R., and Nelson, D.W. 1982. Nitrogen-Inorganic forms. In: Page, A.L., Miller, R.J., and Keeney, D.R. (eds.), Method of soil analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. Agronomy series No.9, American Society of Agronomy, pp. 643-698.
- Knudsen, D.M. Peterson, G.A. and Pratt, P.F. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. Methods of soil analysis Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy series No.9. ASA pp. 225-245.
- Murphy, J. and Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27 : 31-36.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982 Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy series. No.9. ASA. pp. 539-577.
- Phetchawee, S. Vibulsukh, N. Theppoolpan, M. Igarashi, T. Uehara, Y. and Suriyapan, O. 1985. Effect of leguminous intercropping on the yield of corn. Improvement Soil Fertility through Nitrogen Cycle in Upland Soil of Thailand. Department of Agriculture. Thailand pp. 166-176.
- Prammance, P., Saffigna, P.G., Wood, A.W., and Frency, J.R. 1989. Loss of nitrogen from urea and ammonium sulfate applied to sugarcane crop residues. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., 1989. Conf. pp. 76-84.
- Ragland, J., Craig, I., Chouangcham, P. 1986. Northeast rainfed agriculture development project. U. of Kentucky Technical Assistance team. USAID. Bangkok.
- Rinaudo, G. Areyfus, B. Dommergues, Y. 1983. *Sesbania rostrata* a green manure and the nitrogen content of rice crop and soil. Soil Biol. Biochem : 15(1): 111-113.
- Singhabutra, N., Arunin, S. and Anuluxitipan, Y. 1987. Experiment on two rhizobium strains for inoculation into *Sesbania* spp. use as a green manure on the reclamation of saline soil. Proceedings Annual Technical Meeting. Kasetsart University. Bangkok. 25 p.