Kasetsart J. (Nat. Sci.) 33 : 10 - 20 (1999)

ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 33 : 10 - 20 (2542)

การศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบธาตุอาหารพืชของอ้อย

A Study on Yields and Nutrient Element Compositions of Sugarcane

สุรเดช จินตกานนท์[1] เกษม สุขสถาน[2] และ ผกาทิพย์ จินตกานนท์[1]

Suradej Jintakanon, Kasem Sooksathan, and Pakatip Jintakanon

ABSTRACT

Yields and nutrient element compositions of Vesta sugarcane variety were studied and the crop was grown on Kamphang Saen soil series at the experimental farm of Kasetsart University, Kamphang Saen, Nakhon Pathom province during January 1993 to January 1995. Sixteen plots were utilized throughout. Each plot size was 240 square metres. Only ammonium sulfate fertilizer was applied to all plots at the rate of 100 kg N/ ha. One-third of the total fertilizer was applied 2 months after planting or harvesting (for ratoon cane), and the rest 2/3 was applied 3 months after the first application. Plant cane and ratoon cane were harvested at the age of twelve months.

The results revealed that 138.13 tons/ha of fresh millable cane were obtained from plant cane, and the ratio of millable cane to trash was 7.95. However for the first ratoon , the average of fresh millable cane was reduced to 96.25 tons/ha, and the ratio of millable cane to trash was 5.88. The composition of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, and B in any parameter presented were different between plant cane and first ratoon cane.

Key words : sugarcane, green cane harvesting, yield, nutrient composition.

1 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Soils, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphang Saen Campus, Nakorn Pathom 73140, Thailand.

2 ภาควิชาพืชไร่-นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphang Saen Campus, Nakorn Pathom 73140, Thailand.

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบธาตุอาหารพืชของอ้อยพันธุ์ Vesta ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ. นครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม 2536 ถึงเดือนมกราคม 2538 โดยทำการทดลองทั้งหมด 16 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีขนาดแปลงปลูก 240 ตารางเมตร ทุกแปลงใส่เฉพาะแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตรา 16 กก. N/ไร่ ทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 โดยใส่ครั้งแรกในอัตรา 1/3 ของปริมาณทั้งหมดเมื่ออ้อยปลูกมีอายุ 2 เดือน หรือหลังจากการแต่งตอแล้ว 2 เดือน อีก 2/3 ที่เหลือใส่หลังการใส่ปุ๋ยครั้งแรกแล้วนาน 3 เดือน การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระทำเมื่ออ้อยมีอายุครบ 12 เดือนทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1

ผลการทดลองปรากฏว่า ในอ้อยปลูกพันธุ์ Vesta สามารถให้น้ำหนักลำอ้อยสดเฉลี่ย 22.1 ตัน/ไร่ และมีสัดส่วนของลำอ้อย : เศษอ้อยเหลือ เท่ากับ 7.95 ส่วนอ้อยตอ 1 ให้น้ำหนักลำอ้อยสดเฉลี่ยลดลงเหลือเพียง 15.4 ตัน/ไร่ และมีสัดส่วนของลำอ้อย : เศษเหลืออ้อย เท่ากับ 5.88 สำหรับองค์ประกอบของธาตุอาหารพืช N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, และ B ในทุกชุดข้อมูลศึกษา มีความแตกต่างกันระหว่างอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1

คำนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทยมีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้กลายเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลมากเป็นอันดับต้น ๆ ประเทศหนึ่ง อาทิเช่น ในปีการผลิต 2538/39 ซึ่งเป็นปีที่ถือว่าดีที่สุดในช่วงของทศวรรษ ในปีดังกล่าว ประเทศไทยมีผลผลิตน้ำตาลรวมทั้งสิ้น 60,283,756.31 กระสอบ (1 กระสอบหนัก 100 กิโลกรัม) มาจากอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานผลิตน้ำตาลทั้งสิ้น 57,693,351.563 ตัน ปลูกกระจายอยู่ในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก รวมเป็นพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 6,247,478 ไร่ ผลผลิตอ้อยจากแปลงปลูกทั้งหมดจะเริ่มทยอยตัด และรวบรวมส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายในช่วงประมาณเดือนธันวาคม และยาวนานติดต่อกันไปประมาณ 4-5 เดือน โรงงานที่รับอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย ตั้งกระจายอยู่ตามพื้นที่ปลูกต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 46 โรงงาน โดยอยู่ในภาคเหนือ 10 โรงงาน ภาคกลาง 19 โรงงาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 11 โรงงาน และภาคตะวันออก 6 โรงงาน มูลค่าของผลิตภัณฑ์น้ำตาลในปีดังกล่าวมีดังนี้ คือ มูลค่าส่งออกน้ำตาลทราย 31,075.4 ล้านบาท จัดอยู่ในลำดับที่ 10 ของมูลค่าสินค้าส่งออกทุกประเภทของประเทศ มูลค่าน้ำตาลทรายที่จำหน่ายภายในประเทศ 17,851.9 ล้านบาท และยังมีรายได้อื่น ๆ ของระบบอ้อยและน้ำตาลทรายอีก 6,045.8 ล้านบาท (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2531-40)

การตัดอ้อยเพื่อส่งเข้าสู่โรงงานผลิตน้ำตาลนั้น ชาวไร่โดยทั่วไปจะเผาอ้อยในแปลงก่อน เพื่อความสะดวกในการตัดอ้อยและเก็บรวบรวมอ้อยขึ้นรถบรรทุก โดยจะเห็นได้จากอ้อยที่ส่งเข้าสู่โรงงานฯ นั้นมีเปอร์เซ็นต์อ้อยไฟไหม้สูงขึ้นเรื่อย ๆ จาก 3.82 เปอร์เซ็นต์ในปีการผลิต 2530/31 สูงขึ้นเป็น 77.53 เปอร์เซ็นต์ในปีการผลิต 2539/40 ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อ้อยไฟไหม้ที่นำส่งโรงงานฯ คิดตามรายภาคจะมีค่อนข้างสูง อาทิเช่น ในปีการผลิต 2539/40 ในภาคกลางมีอ้อยไฟไหม้ทั้งสิ้น 69.86 เปอร์เซ็นต์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 70.85 เปอร์เซ็นต์ ภาคเหนือ 91.11 เปอร์เซ็นต์ และภาคตะวันออกซึ่งมีอ้อยไฟไหม้สูงที่สุดคือ 93.02 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2531-40) นอกจากนั้นในขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ปรากฏว่า

กสิกรส่วนใหญ่จะเผาเศษเหลือในแปลงอ้อยจนหมดสิ้นเพื่อความสะดวกในการเข้าปฏิบัติงานในแปลง ไม่ว่าจะเป็นการรื้อตอเพื่อปลูกใหม่ หรือการแต่งตอที่เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการบำรุงตออ้อย นอกจากนั้นยังเป็นการกระทำเพื่อลดโอกาสเสี่ยงที่อ้อยตอดังกล่าวจะถูกไฟไหม้ในช่วงระหว่างฤดูร้อนอีกด้วย

จากข้อมูลที่รายงานถึงปริมาณเศษเหลือหลังการเก็บเกี่ยวที่คงค้างอยู่ในแปลงอ้อย ประกอบด้วยส่วนปลายยอดอ้อยที่คงติดใบบางส่วน รวมกับเศษของใบและกาบใบอื่น ๆ ที่ถูกกำจัดออกจากลำอ้อย ได้แสดงไว้ใน Table 1 และหากจะใช้ข้อมูลที่รายงานสำหรับประเทศไทยโดย Jakeway and Santo (1991) เพื่อคำนวณปริมาณเศษเหลืออ้อยที่ควรจะมีคงค้างในแปลงปลูกอ้อยทั้งประเทศสำหรับปีการผลิต 2539/40 จะได้ตัวเลขประมาณการสูงมากถึง 10,995,561 ตันคิดเป็นน้ำหนักแห้ง และเป็นการแน่นอนว่าเศษเหลืออ้อยจำนวนดังกล่าวในที่สุดจะถูกเผาทิ้งทั้งสิ้น ผลกระทบในเชิงลบจากการเผาอ้อยทั้งก่อนตัดและหลังการตัดที่มีต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทยได้มีรายงานไว้หลายประเด็น อาทิเช่น ผลกระทบต่อคุณภาพความหวานและผลผลิตอ้อย (อรรถสิทธิ์และคณะ, 2539) ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและประสิทธิภาพของโรงงานน้ำตาล (กล้าณรงค์, 2540 ; สุรเดช, 2540) รวมทั้งผลกระทบต่อดินและสภาวะแวดล้อมอันสืบเนื่องมาจากการเผาแปลงอ้อย (วิสุทธิ์และสุรเดช, 2533 ; สุรเดช, 2540)

อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าปริมาณของเศษเหลือคงค้างในแปลงอ้อยหลังการตัดจะเปลี่ยนแปลงได้อย่างมากมาย ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์อ้อย อายุอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยว การดูแลรักษาอ้อยตลอดอายุการปลูก ระดับผลผลิตอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยว ปริมาณความชื้นในเศษเหลืออ้อยขณะทำการบันทึกและอื่น ๆ ดังนั้นในการรายงานผลครั้งนี้จะเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนของสัดส่วนของน้ำหนักลำอ้อยสดต่อเศษเหลือที่คงค้างในแปลง ความชื้นของส่วนต่าง ๆ ของอ้อยที่เป็นส่วนเหนือดินที่บันทึกทันทีหลังการเก็บเกี่ยวแล้วเสร็จ สำหรับองค์ประกอบของธาตุอาหารพืชในส่วนของอ้อยที่อยู่เหนือดิน แม้จะมีรายงานไว้บ้าง เช่น Anderson (1997) ซึ่งมีเฉพาะธาตุ N, P, และ K ในลำอ้อย หรือแม้แต่ในรายงานของสุรเดชและผกาทิพย์ (2540) ที่รายงานถึงความเข้มข้นและปริมาณทั้งหมดในส่วนลำอ้อย เศษเหลืออ้อยทั้งส่วนปลายของยอดอ้อยกับเศษใบรวมกับกาบใบอื่น ๆ ในอ้อยปลูก 2 พันธุ์ คือ กพส 85-11-2 และ กพส 85-1-56 แต่ก็มีเฉพาะธาตุ N, P, และ K เช่นกัน ในรายงานนี้จะให้ข้อมูลทั้งปริมาณและความเข้มข้นของ

Table 1 Collectable sugarcane residue (trash) on dry weight basis of various countries (tons/ha).

Location	Reference	Trash
Australia	King *et al*., 1965	19
	Stewart and Kingston, 1979	8-16
Hawaii	Ander, 1988	25
	Jakeway and Santo, 1991	12
India	Rasal *et al*., 1987	10
Jamica	Jakeway and Santo, 1991	12
Thailand	Jakeway and Santo, 1991	11

ธาตุอาหารพืชจำนวน 11 ธาตุ ในส่วนต่าง ๆ ของอ้อยพันธุ์ Vesta ในส่วนเหนือดินส่วนต่าง ๆ ทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 ที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน

อุปกรณ์และวิธีการ

ดินที่ใช้ทดลอง

แปลงทดลองอยู่ในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม เป็นดินชุดกำแพงแสน (Ks : Typic Haplustalfs, fine-silty, mixed) ที่เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างดีถึงดี ผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินจาก composite sample ที่เก็บจากแปลงปลูกดังกล่าว (ประมาณ 3.5 ไร่) พบว่า ไนโตรเจนน่าจะเป็นธาตุอาหารพืชอันดับแรกที่จะกำหนดผลผลิตของอ้อยที่ปลูก ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นดังนี้คือ pH (1:2) 6.4, EC_e 1.46 mmho/cm, CEC 10.3 meq/100 gm, OM 1.02 %, Avail P (Bray II) 40 ppm และ Exch K 140 ppm.

การจัดการแปลงปลูก

ปลูกอ้อยพันธุ์ Vesta ในพื้นที่แปลงย่อยขนาดกว้าง 12 เมตร ยาว 20 เมตร จำนวน 16 แปลงย่อย แปลงย่อยทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ติดต่อกันขนาด 60 × 90 ตารางเมตร (ประมาณ 3.5 ไร่) ระยะปลูกที่ใช้ในทุกแปลงย่อยคือ 1.5 × 0.5 เมตร ใส่เฉพาะปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ในอัตรา 16 กก N/ไร่ เป็นปุ๋ยแต่งหน้า โดยครั้งแรกจะใส่ 1/3 ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมดเมื่ออ้อยมีอายุ 2 เดือน อีก 2/3 ของปุ๋ยทั้งหมดใส่หลังจากใส่ครั้งแรกแล้วนาน 3 เดือน หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้ทำการแต่งตอและใส่ปุ๋ยบำรุงตออ้อยทั้งชนิด ปริมาณ และเวลาเช่นเดียวกับอ้อยปลูกทุกประการ โดยครั้งแรกใส่หลังการแต่งตอแล้วนาน 2 เดือน เศษเหลือจากการเก็บเกี่ยวอ้อยในแต่ละแปลงย่อยได้ถูกนำมาเกลี่ยอย่างสม่ำเสมอและปล่อยให้สลายตัวผุพังในแปลง การดูแลป้องกันกำจัดศัตรูอ้อยไม่ว่าจะเป็นวัชพืช โรค และแมลง ได้กระทำตามความจำเป็นโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 กระทำเมื่ออ้อยมีอายุการเจริญเติบโตในแปลงครบ 12 เดือน การทดลองในแปลงปลูกกระทำระหว่างเดือนมกราคม 2536 ถึงเดือนมกราคม 2538

การเก็บข้อมูล

ผลผลิต ทำการเก็บเกี่ยวอ้อยทุกลำในแต่ละแปลงย่อย โดยทำการริดใบอ้อยออก ตัดโคนชิดดิน และตัดยอดอ้อยออกที่จุดหักธรรมชาติ บันทึกน้ำหนักลำอ้อยสด และเศษเหลืออ้อยต่าง ๆ ที่คงค้างในแปลงปลูกทันทีหลังการเก็บเกี่ยวแล้วเสร็จในแต่ละแปลงย่อย

องค์ประกอบของธาตุอาหารพืช ก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการสุ่มตัวอย่างอ้อยในแต่ละแปลงย่อย ๆ ละ 16 ลำ นำมาแยกเป็น 3 ส่วนคือ ลำอ้อย ยอดอ้อย (ตั้งแต่จุดหักธรรมชาติขึ้นไป) และเศษเหลืออื่น ๆ (ใบอื่น ๆ รวมกับบางส่วนของกาบใบ) บันทึกน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบในตู้อบพืชที่อุณหภูมิ 65 C จนได้น้ำหนักคงที่เพื่อบันทึกน้ำหนักแห้ง นำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, และ B ตามวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

อนึ่งในส่วนของลำอ้อย ก่อนนำเข้าตู้อบ ได้แบ่งแต่ละลำอ้อยเป็น 3 ท่อนเท่า ๆ กัน นำเฉพาะส่วนกลางที่ยาว 15 เซนติเมตรของแต่ละท่อนมาตัดตามยาวให้เป็นชิ้นบาง ๆ ด้วยมีดที่คม เพื่อให้การอบแห้งกระทำได้รวดเร็วขึ้น

ผล

ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ความชื้น

จาก Table 2 ปรากฏว่าผลผลิตของอ้อยพันธุ์ Vesta ที่อายุครบ 12 เดือน อ้อยปลูกจะสูงกว่าอ้อยตอ 1 ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักลำอ้อย น้ำหนักเศษเหลืออ้อยทั้งหมด และสัดส่วนน้ำหนักสดระหว่างลำอ้อย : เศษเหลืออ้อย แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าน้ำหนักสดของยอดอ้อย ซึ่งคำนวณมาจากฐานข้อมูลที่บันทึกจากตัวอย่างลำอ้อยที่สุ่มเก็บก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ ปรากฏว่า อ้อยตอ 1 มีน้ำหนักยอดอ้อยสดสูงกว่าอ้อยปลูก

ค่าความชื้นที่คงอยู่ในอ้อยที่วันเก็บเกี่ยว ปรากฏค่อนข้างจะชัดเจนว่า อ้อยปลูกจะมีความชื้นในผลผลิตสูงกว่าในอ้อยตอ 1 ในทุกชุดข้อมูล และที่ชัดเจนมากก็คือ ในส่วนของเศษเหลือใบอื่น ๆ ที่อยู่ต่ำกว่าจุดหักธรรมชาติลงมา ในอ้อยตอ 1 จะมีค่าความชื้นต่ำมาก (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับอาการแห้งตายของใบเหล่านั้นโดยทั่วไปในแปลงปลูกในระยะประมาณ 1 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยว

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้อยในห้องปฏิบัติการดังแสดงใน Table 4 สามารถสรุปเป็นประเด็นหลัก ๆ ได้ดังนี้

มหธาตุ (macro nutrients)

ธาตุอาหารหลัก (primary elements) ซึ่งประกอบด้วยธาตุ N, P, และ K เห็นได้ชัดเจนว่าในส่วนของยอดอ้อย (ตั้งแต่จุดหักธรรมชาติขึ้นไป) จะมีความเข้มข้นสูงที่สุด รองลงมาเป็นส่วนเศษเหลืออื่น ๆ (ต่ำกว่าจุดหักธรรมชาติลงมา) ในลำอ้อยมีความเข้มข้นต่ำสุด เป็นจริงทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และยังชัดเจนอีกด้วยว่าในอ้อยปลูก ความเข้มข้นของ N, P, และ K จะสูงกว่าอ้อยตอ 1 อย่างชัดเจนในทุกส่วนของตัวอย่างอ้อยที่เก็บศึกษา ยกเว้นเฉพาะกรณีของ K ในลำอ้อย

Table 2 The average of fresh yields of Vesta variety (tons/ha).

	Plant cane	First ratoon cane
Millable cane	138.13	96.25
Trash		
Top leaves	7.94	12.42
Remaining leaves	9.44	3.96
Millable cane : Trash	7.95	5.88

Table 3 The average of moisture content of different plant parts (% by wt.).

	Plant cane	First ratoon cane
Millable cane	79.0	64.5
Trash		
Top leaves	66.7	53.9
Remaining leaves	41.6	16.3

Table 4 The average of nutrient element concentrations in dry, different plant part at harvest of Vesta variety.

Elements	Millable cane		Top leaves		Remaining leaves	
	Plant cane	First ratoon	Plant cane	First ratoon	Plant cane	First ratoon
Macro elements (%)						
N	0.20	0.12	1.12	0.74	0.66	0.35
P	0.08	0.07	0.20	0.15	0.12	0.06
K	0.94	1.06	1.73	1.18	1.30	0.90
Ca	0.06	0.10	0.15	0.56	0.22	0.56
Mg	0.05	0.06	0.11	0.15	0.14	0.17
S	0.12	0.12	0.18	0.19	0.25	0.33
Micro elements (ppm)						
Fe	287.5	179.8	160.2	239.7	248.5	234.4
Mn	61.3	78.6	187.1	299.3	241.8	257.0
Zn	34.8	9.0	40.1	14.4	34.4	9.3
Cu	10.9	2.2	10.9	5.1	10.9	2.8
B	4.8	6.8	6.3	8.6	8.2	7.7

ธาตุอาหารรอง (secondary elements) กลับปรากฏว่าในส่วนของเศษเหลืออื่น ๆ ที่อยู่ใต้จุดหักธรรมชาติลงมามีความเข้มข้นสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ยอดอ่อน สำหรับลำอ้อยจะมีความเข้มข้นของ Ca, Mg, และ S ต่ำที่สุด เป็นจริงทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และยังปรากฏอีกด้วยว่าอ้อยตอ 1 จะมีความเข้มข้นค่อนข้างสูงกว่าอ้อยปลูกเกือบทุกส่วนที่แยกศึกษา ยกเว้นธาตุกำมะถันในลำอ้อยและยอดอ้อย กับธาตุแมกนีเซียมในลำอ้อย

จุลธาตุ (micro nutrients)

ธาตุ Mn, และ Zn จะพบมีความเข้มข้นสูงในส่วนของยอดอ้อย รองลงมาเป็นส่วนเศษเหลืออื่น ๆ และในลำอ้อยมีความเข้มข้นน้อยที่สุด โดย Mn จะพบว่าทุกส่วนที่ศึกษาในอ้อยตอ 1 จะสูงกว่าอ้อยปลูก แต่ Zn กลับให้ผลในทางตรงกันข้าม

ธาตุ Fe ในอ้อยปลูก ส่วนลำอ้อยมีความเข้มข้นสูงที่สุด รองลงมาเป็นส่วนของเศษเหลืออื่น ๆ และยอดอ้อยมีค่าต่ำที่สุด ในอ้อยตอ 1 กลับปรากฏว่าความเข้มข้นของเหล็กในลำอ้อยมีค่าต่ำที่สุด ในขณะที่ส่วนของยอดอ้อยมีเหล็กมากกว่าและใกล้เคียงกับเศษเหลืออื่น ๆ สำหรับความแตกต่างระหว่างอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่าเฉพาะยอดอ้อยเท่านั้นที่อ้อยตอ 1 มีเหล็กสูงกว่า แต่ในส่วนอื่น ๆ กลับปรากฏว่าอ้อยปลูกจะสูงกว่า

ธาตุ Cu ความเข้มข้นในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตที่อยู่เหนือดินไม่แตกต่างกันในอ้อยปลูก ในขณะที่อ้อยตอ 1 ยอดอ้อยมีความเข้มข้นสูงที่สุด ลำอ้อยและเศษเหลืออื่น ๆ มีค่าความเข้มข้นใกล้เคียงกัน และที่ชัดเจนมากคือความเข้มข้นของ Cu ในอ้อยปลูกจะสูงกว่าในอ้อยตอ 1 ในทุกส่วนของอ้อยที่อยู่เหนือดิน

ธาตุ B ในอ้อยปลูก ความเข้มข้นของ B สามารถจัดลำดับจากสูงไปต่ำได้ดังนี้คือเศษเหลืออื่น ๆ > ยอดอ้อย > ลำอ้อย ในขณะที่อ้อยตอ 1 มีลำดับ

การจัดเรียงเป็นดังนี้ คือ ยอดอ้อย > เศษเหลืออื่น ๆ > ลำอ้อย นอกจากนั้นยังพบอีกด้วยว่า ในแต่ละส่วนของอ้อยที่ศึกษา อ้อยตอ 1 จะมีความเข้มข้นของ B มากกว่าในอ้อยปลูก ยกเว้นเฉพาะในส่วนของเศษเหลืออื่น ๆ เท่านั้น

ปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมด

จาก Table 5 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การนำผลผลิตอ้อย (ลำอ้อย) ออกจากแปลงปลูกมีส่วนสำคัญในการลดความอุดมสมบูรณ์ของดินลงไปอย่างมาก ในกลุ่มของมหธาตุ โปแตสเซียมจะถูกเคลื่อนย้ายติดไปกับลำอ้อยสูงที่สุด ในขณะที่กลุ่มจุลธาตุเหล็กจะเป็นธาตุที่สูญเสียมากที่สุด เป็นจริงทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และเมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมดที่มีอยู่ในเศษเหลือที่ควรจะมีคงค้างอยู่ในแปลงอ้อย ก็เห็นได้ชัดเจนเช่นกันว่าการคงเศษเหลือดังกล่าวนั้นไว้ในแปลงอ้อย จะสามารถลดปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่กลับคืนสู่ดินลงไปได้อย่างมากเช่นกัน โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งมีในปริมาณที่มากกว่าในลำอ้อยเสียอีก การงดเว้นไม่เผาเศษเหลือทั้งหมดนอกจากจะเป็นการเพิ่มอินทรียสาร (ปุ๋ยอินทรีย์) อย่างมากมายแล้ว ยังเป็นการลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชในดินโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนอย่างมากอีกด้วย

วิจารณ์

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าเศษเหลืออ้อยจะมีคงค้างในแปลงปลูกมากน้อยเพียงใดมีปัจจัยหลายปัจจัยเข้ามามีส่วนในการกำหนด อาทิเช่น อายุอ้อยที่

Table 5 The average of total nutrient elements uptake in millable cane and trash at harvest of Vesta variety.

Element	Plant cane[1/]		First ratoon cane[2/]	
	Millable cane	Trash	Millable cane	Trash
Macro elements (kg/ha)				
N	52.8	65.6	40.94	53.81
P	23.3	11.8	23.88	10.56
K	273.6	90.1	361.67	96.95
Ca	17.5	16.0	34.12	50.35
Mg	14.6	10.5	20.47	14.14
S	34.9	18.4	40.94	21.65
Micro elements (g/ha)				
Fe	8366.25	1801.01	6134.78	2137.62
Mn	1783.83	1834.99	2681.83	2552.81
Zn	1012.68	296.70	307.08	112.83
Cu	317.19	89.24	75.06	38.35
B	139.68	62.11	232.02	74.38

1/ Fresh weights of millable cane and trash 138.13 and 17.38 tons/ha, respectively.
2/ Fresh weights of millable cane and trash 96.25 and 16.38 tons/ha, respectively.

เก็บเกี่ยว พันธุ์อ้อย สภาพภูมิอากาศร่วมกับการดูแลรักษาอ้อยตลอดฤดูปลูก และอื่น ๆ แต่จากการคำนวณน้ำหนักเศษเหลืออ้อยที่ได้จากแปลงทดลองครั้งนี้บนพื้นฐานน้ำหนักแห้ง (อบที่ 60-70 C จนได้น้ำหนักคงที่) ปรากฏว่าตัวเลขที่คำนวณได้ทั้งในอ้อยปลูก (1.31 ตัน/ไร่) และอ้อยตอ 1 (1.44 ตัน/ไร่) ต่างก็อยู่ในช่วงของตัวเลขที่มีรายงานไว้ก่อนแล้วโดย Stewart and Kingston, 1979 (1.28-2.56 ตัน/ไร่) แต่อาจจะต่ำกว่าตัวเลขที่ให้ไว้โดย Jakeway and Santo (1991) ที่ได้จากการศึกษาในพื้นที่แปลงอ้อยของโรงงานน้ำตาลหนองใหญ่ จ.ชลบุรี (1.76 ตัน/ไร่) ทั้งสองรายงานดังกล่าวมิได้ระบุชนิดพันธุ์และอายุอ้อยเมื่อทำการเก็บเกี่ยวแต่อย่างใด

หากพิจารณาจากสัดส่วนของน้ำหนักสดระหว่างลำอ้อย : เศษเหลืออ้อย ทั้งจากอ้อยปลูกและอ้อยตอในแต่ละปีการผลิต กำหนดให้น้ำหนักอ้อยสดที่ชั่ง ณ โรงงานน้ำตาลทั่วประเทศจำนวน 1/3 ของผลผลิตมาจากอ้อยปลูก ส่วนที่เหลือ 2/3 เป็นน้ำหนักอ้อยจากแปลงอ้อยตอ จะพบว่ามีจำนวนเศษเหลืออ้อยที่สามารถใช้เป็นอินทรียสารเพื่อการปรับปรุงดินปลูกอ้อยได้อย่างมากมาย อาทิเช่น ในปีการผลิต 2538/39 ซึ่งมีน้ำหนักอ้อยทั้งสิ้นที่ส่งโรงงานฯ เป็นจำนวน 57,693,351 ตัน จะมีเศษเหลืออ้อยรวมทั้งสิ้นประมาณ 8,960,202 ตัน หรือเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 ตัน/ไร่ ปริมาณดังกล่าวนั้นมากกว่าพิกัดต่ำสุดที่ Smith *et al.* (1985) รายงานว่าสามารถใช้ในการควบคุมวัชพืชในแปลงอ้อยได้เป็นอย่างดี หากมีการเกลี่ยได้อย่างสม่ำเสมอ จากนั้นแล้วยังจะมีส่วนในการลดการระเหยน้ำออกจากดิน รวมทั้งลดการสูญเสียหน้าดินอันเนื่องมาจากฝนและลมได้อีกด้วย ดังเช่นรายงานจากประเทศออสเตรเลียของ BSES (1983) พบว่าการปล่อยเศษเหลืออ้อยคลุมแปลงที่มีการจำลองสถานการณ์ฝนตกในอัตรา 88 มม./ชม. และตกนาน 30 นาที เปอร์เซ็นต์การชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำมีเพียง 2% เทียบกับ 33% จากแปลงที่มีการเผาเศษเหลืออ้อยทั้งหมดทิ้ง ในขณะที่มีรายงานจากประเทศเปอร์โตริโกโดย Bonnet *et al.* (1950) ว่าแปลงที่ไม่มีการคลุมดินเลย การสูญเสียหน้าดินจะสูงกว่าแปลงที่มีการคลุมดินด้วยเศษเหลืออ้อยถึง 91 เปอร์เซ็นต์ Lindstorm (1986) รายงานว่าหากการสูญเสียหน้าดินเกินกว่า 1.8 ตัน/ไร่/ปีขึ้นไป จะส่งผลกระทบต่อการสูญเสียธาตุอาหารพืชออกไปจากดินอย่างชัดเจน โดยให้ตัวเลขประมาณการณ์การสูญเสียธาตุ N P และ K ออกไปจากพื้นที่ปลูกไว้ดังนี้ คือ 22.24, 8.48 และ 8.16 กก./ไร่ ตามลำดับ นอกจากนั้นแล้วการคงเศษเหลือพืชไว้ให้คลุมดินในแปลงปลูก ยังช่วยลดการเกิดชั้นดินที่อัดตัวกันแน่นฉาบผิวดินบาง ๆ (thin crusted layer) อันเป็นผลจากแรงของเม็ดฝนที่ปะทะผิวดิน ไปทำลายการเกาะยึดกันของเม็ดดิน ทำให้การซาบซึมน้ำของดินลดลง เกิดน้ำไหลบ่าบนผิวดิน และลดความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินในที่สุด ซึ่งเป็นผลทำให้ Ridge *et al.* (1979) และ Smith *et al.* (1985) สรุปผลจากการทดลองว่า การที่อ้อยในแปลงปลูกที่มีการคลุมดินด้วยเศษเหลืออ้อย ให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้คลุมดินนั้น เป็นเพราะแปลงที่มีเศษเหลืออ้อยคลุมดิน มีความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในดินสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการคลุมดินนั่นเอง

ในประเด็นของธาตุอาหารพืชที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในเศษเหลืออ้อย แม้จะมีบางรายงานที่ชี้ให้เห็นถึงความไม่แตกต่างกันระหว่างการปล่อยเศษเหลือไว้ในแปลง กับการเผาเศษเหลือทิ้งทั้งหมด อาทิเช่น รายงานของ Fogliata *et al.* (1986) ที่ชี้ว่าการเผาทำลายเศษเหลืออ้อย จะสูญเสียเพียงธาตุ N ประมาณ 90% ออกไปในรูปของออกไซด์ แต่เถ้าถ่านซึ่งตกค้างในแปลงจะยังคงมีธาตุอาหารธาตุอื่น ๆ อยู่อย่างครบถ้วน Lal and Ghuman (1989) ยังรายงานต่อไปอีกด้วยว่าเฉพาะธาตุ P และ K ในเถ้าถ่านนี้ อ้อยสามารถจะใช้เป็นประโยชน์ได้ทันที ไม่

ต้องรอเวลาให้ปลดปล่อยออกมาในขั้นตอนการย่อยสลายตามธรรมชาติ นอกจากนั้น Thompson (1966) และ Ng Kee Kwong *et al.* (1987) ยังรายงานไว้อีกด้วยว่าปริมาณ N ในเศษเหลืออ้อยไม่น่าจะมีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อยตอที่เจริญเติบโตตามมา เพราะสัดส่วนของ C : N ในเศษเหลืออ้อยมีค่าที่กว้างมาก (80-124) ซึ่งเกินกว่าที่จะเกิด N-mineralization ได้ (Hagihara, 1974 ; Asghar and Rasal *et al.*, 1987) ค่าของสัดส่วนของ C : N ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 28-35 (Christensen, 1985) ดังนั้นหากต้องการให้อ้อยตอที่เจริญเติบโตตามมาได้ประโยชน์จาก N ทันที จำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยเคมี N เพิ่มเติมในกระบวนการย่อยสลายอินทรียสารดังกล่าวด้วย นอกจากนั้นยังมีรายงานอีกด้วยว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในแปลงที่มีการเผาเศษเหลืออ้อยเป็นประจำติดต่อกันนานถึง 32 ปี ในออสเตรเลีย (King *et al.*, 1965) และ 12 ปีในแอฟริกาใต้ (Barnes, 1974) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแปลงที่ปล่อยให้มีเศษเหลืออ้อยคงค้างไว้ในแปลงตลอดเวลา สำหรับโรคและแมลงศัตรูอ้อย เท่าที่มีรายงานจากประเทศออสเตรเลีย หลังจากมีความสำเร็จในการรณรงค์ตัดอ้อยสดและปล่อยเศษเหลืออ้อยคลุมแปลง Baxter (1983) และ Smith *et al. (1985)* รายงานว่ามีหนอนที่ออกหากินกลางคืนชื่อ *Pseudaletia separata* และ *Leucania loreyimima* ระบาดเพิ่มขึ้น และความเสียหายจะรุนแรงมากในช่วงฤดูแล้ง นอกจากนั้นยังพบโรค Pachymetra ระบาดเพิ่มขึ้นอีกด้วย (BSES, 1990)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าข้อมูลต่าง ๆ ยังคงมีความขัดแย้งกันในผลดีและผลเสียของการคงเศษเหลืออ้อยไว้ในแปลง แต่ในสถานการณ์ของพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ (light soil) มีอินทรียวัตถุต่ำมาก รวมทั้งมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ต่ำ หน่วยราชการที่เกี่ยวข้องพยายามเน้นการปรับปรุงบำรุงดิน โดยแนะนำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง นอกเหนือจากการพยายามรณรงค์ด้วยวิธีการต่างๆ ที่จะนำมาซึ่งการลดการเกิดการชะล้างพังทลายของพื้นที่การเกษตรเหล่านั้น เศษเหลืออ้อยในแปลงจัดได้ว่าเป็นอินทรียสารที่น่าจะใช้เพื่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของพื้นที่ปลูกอ้อยได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีเป็นปริมาณมากในทุกปี เกษตรกรไม่ต้องเสียเงินซื้อ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง รายจ่ายที่อาจมีบ้างก็คือการเกลี่ยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่เท่านั้น อินทรียสารดังกล่าวนี้จะถูกย่อยสลายได้ในเวลาไม่นานนัก เนื่องจากสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง และด้วยความจริงนี้หรือไม่ที่ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในแปลงที่มีการคงไว้ซึ่งเศษเหลืออ้อย ไม่มีความแตกต่างไปจากแปลงที่มีการเผาทำลายเศษเหลืออ้อย หรืออีกประการหนึ่งที่อาจเป็นไปได้ว่าอินทรียสารที่คงค้างในแปลง ยังมีปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้อินทรีย์คาร์บอนในดินมีเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน สำหรับประเด็นของค่า C : N ที่สูงเกินกว่าจุดเหมาะสมต่อการเกิดกระบวนการ N-mineralization และอาจชักนำให้อ้อยแสดงอาการขาด N ได้เนื่องมาจากเกิด N-immobilization นั้น ในทางปฏิบัติ เกษตรกรมักจะใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งแรกให้กับอ้อยตอภายในไม่เกิน 2-3 เดือนหลังการเก็บเกี่ยวแล้วเสร็จ ในช่วงเวลาก่อนหน้านั้น การเจริญเติบโตของอ้อยตอในส่วนเหนือดินยังคงมีน้อย ความต้องการธาตุ N โดยรวมจึงยังคงไม่น่าจะสูงนักจึงไม่น่าจะส่งผลกระทบต่ออ้อยอย่างชัดเจน และ N ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของเศษเหลืออ้อยก็ไม่สูญหายออกไปจากดิน แต่จะเข้าไปอยู่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ของจุลินทรีย์ดินที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายอินทรียสาร และในที่สุดเมื่อจุลินทรีย์ดินเหล่านั้นตายลง N ดังกล่าวก็จะถูกปลดปล่อยออกมาสู่ดินในที่สุด

ดังนั้นจึงอาจกล่าวโดยสรุปในเรื่องของธาตุอาหารพืชได้ว่า การคงไว้ซึ่งเศษเหลืออ้อยในแปลงสามารถลดปริมาณปุ๋ยเคมี N ที่จะต้องใส่กลับคืนเพื่อรักษาคุลยภาพของความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ หากคำนวณเป็นปริมาณ N ทั้งหมดในแต่ละปีการผลิตจะมีมูลค่าเมื่อเทียบเป็นปุ๋ยเคมีได้มากมาย อาทิเช่น ในปีการผลิต 2538/39 ปริมาณ N ทั้งหมดที่มีในเศษเหลืออ้อยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในประเทศมากถึง30,618.933 ตัน คิดเป็นมูลค่าเท่ากับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 จำนวน 1,331,257 กระสอบ และหากคำนวณต่อไปเป็นตัวเงินเพื่อการจัดซื้อปุ๋ยยูเรียปริมาณดังกล่าวจะมีค่าสูงยิ่ง จึงเห็นชัดเจนว่าการคงเศษเหลืออ้อยไว้ในแปลงสามารถลดต้นทุนการผลิตอ้อยที่มาจากปุ๋ยเคมีได้มากมาย

เพื่อให้การคงไว้ซึ่งเศษเหลืออ้อยมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ งานวิจัยที่มีความมุ่งหมายให้ได้มาซึ่งผลดีและ/หรือผลเสียที่จะเกิดขึ้นจากการคงเศษเหลืออ้อยไว้คลุมแปลงในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ควรจะได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรให้เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในแปลงปลูกที่มีเศษเหลืออ้อยคลุมแปลงน่าจะได้รับการจัดลำดับความสำคัญไว้ในอันดับต้น ๆ

คำขอบคุณ

ผลการทดลองที่นำมารายงานครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานในโครงการที่ได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจาก Winrock International ระหว่างเดือนมกราคม 2536 ถึงเดือนมีนาคม 2538

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2540. ผลกระทบของอ้อยไฟไหม้ต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลไทย, น. 21-25. *ใน* การประชุมใหญ่สามัญประจำปี 2540. สมาคมชาวไร่อ้อยเขต 5 สิงห์บุรี.

วิสุทธิ์ วีรสาร, และสุรเดช จินตกานนท์. 2533. ผลกระทบต่อดินและสภาวะแวดล้อมอันสืบเนื่องจากการเผาแปลงอ้อย. วารสารข่าวศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง 4 : 2-4.

สุรเดช จินตกานนท์ และผกาทิพย์ จินตกานนท์. 2540. การปรับปรุงบำรุงดินที่ใช้ปลูกอ้อยอย่างสอดคล้องกับความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน. วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย 4 : 28-52.

สุรเดช จินตกานนท์. 2540. ตัดอ้อยอย่างไรจึงจะได้ประโยชน์สูงสุด. วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย 4 : 28-33.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม. รายงานการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศ ฉบับปิดหีบ 2540. เอกสารโรเนียว. กรุงเทพฯ.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, จรัญ อารีย์, นริศร ขจรผล, และประชา ถ้ำทอง. 2539. ผลของการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวและทิ้งไว้เวลาต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพความหวานและผลผลิตอ้อย. วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย 3 : 21-25.

Ander, M.M. 1988. Sugarcane growth and yield response to nitrogen, irrigation and environment. Ph.D. Dissertation. Univ. of Hawii.

Anderson, D.L. 1997. Nitrogen (N) requirement and the sugarcane plant (Nitrogen series No.3) Sugar J. : 6-7

Asghar, M. and Y. Kanehiro. 1976. Effect of sugarcane trash and pineapple residue incorporation on soil nitrogen, pH and redox potential. Plant and Soil 44 : 209-218.

Asghar, M. and Y. Kanehiro. 1980. Effect of

sugarcane trash and pineapple residue on soil pH, redox potential, extractable Al, Fe, and Mn. Trop. Agri. (Trinidad) 57 : 245-258.

Barns, A.C. 1974. The Sugar Cane. 2nded., Leonard Hill, London. 580 p.

Baxter, B. 1983. Green cane harvest review. We're treading new ground. Australian Canegrower. June : 67-69.

Bonnet, J.A., F. Abruna, and M.A. Lugo Lopez. 1950. Trash disposal and its relationship to cane yield, soil and water losses. Hour. of Agric. Univ. Puerto Rico. 34 : 286-293.

BSES. 1983. Trash blankets reduce surface water runoff. BSES Bulletin No.3 : 20-21.

BSES. 1990. Annual Report. Qld, Aust. 220p.

Christensen, B.T. 1985. Wheat and barley straw decomposition under field conditions : Effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. Soil Biol. Biochem. 17 : 691-697.

Fogliata, F.A., J. Leiderman, and R.E. Matiussi. 1986. Effect of trash burning on the temperature and microbial population of soil, pp. 720-732. *In* ISSCT Proc. 13th Congress. 1986.

Hagihara, H.H. 1974. Effect of cane trash mulching and filter cake incorporation on sugarcane, pp. 55-59. *In* HST Reports 1974.

Jakeway, L.A. and L.T. Santo. 1991. Results of cane residue recovery trials, 1987-89, final report. HSPA., Aiea, Hawaii. 120 p.

King, N.J., R.W. Montgomery, and C.G. Hughes. 1965. Manual of Cane-Growing. Angus and Robertsons, Sydney. 170 p.

Lal, R. and B.S. Ghuman. 1989. Biomass burning in wind rows after clearing a tropical rainforest : Effects on Soil properties, evaporation and crop yields. Field Crops Res. 22 : 247-255.

Lindstorm, M.J. 1986. Effects of residue harvesting on water runoff, soil erosion and nutrient loss. Agric. Ecosystems and Environ. 16 : 103-112.

Ng Kee Kwong, N.F., J. Deville, P.C. Cavalot, and V. Riviere. 1987. Plant and Soil. 120 : 79-83.

Rasal, P.H., V.V. Shinte, and P.L. Patil. 1987. A study on direct incorporation of sugarcane trash on yield of sugarcane. J. of Environ. Bio. 8 : 361-364.

Ridge, D.R., A.P. Hurney, and K.J. Chandler. 1979. Trash disposal after green cane harvesting, pp. 89-93. *In* Proc. of Aust. Soc. of Sugar Cane Tech.

Smith, N.J., P.M. McGuire, J. Mackson, and R.C. Hickling. 1985. Green cane harvesting ; A review with particular reference to the Mulgrave mill area. Sugar Cane No.5 : 3-8.

Stewart, G.A. and G. Kingston. 1979. An Estimate of the Production of Sugarcane Top and Trash in Queensland. Resource Recovery and Conservation. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 56 p.

Thompson, G.D. 1966. The production of trash and its effects as a mulch on the soil and sugarcane nutrition, pp. 333-342. *In* Proc. of the South African Sugar Technologists Assoc. March, 1966.

วันรับเรื่อง : 21 เม.ย. 41
วันรับตีพิมพ์ : 1 ก.ค. 41