

ผลของการใช้โสณอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดกับข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เป็นเวลา 4 ปี

Effect of *Sesbania rostrata* as Green Manure on 4 Rice Varieties

จำลอง โพธราชเจริญ¹

Jamlong Pothacharoen¹

Abstract : The study on *Sesbania rostrata* as green manure in rice - soybean system was carried out at Multiple Cropping Center Experiment Station, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University from 1993 to 1996 on San Sai soil series with organic matter 1-1.27%, 70-120 ppm of P and 17-22 ppm of K. The result showed that all of the four varieties, namely RD6, RD7, Neaw Sanpatong and KDML 105 responded to sesbania green manure of 50 days old incorporated 7 days before transplanting rice. The four-years average grain yields of the four varieties with sesbania green manure were 712, 783, 750 and 677 kg/rai compared with control 633, 622, 632 and 574 kg/rai, respectively. However, the soil organic matter content did not show any significant changes.

บทคัดย่อ : การศึกษาการใช้โสณอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดในระบบข้าว - ถั่วเหลือง ที่สถานีทดลองเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2539 ในดินชุดต้นทรายที่มีอินทรีย์วัตถุ 1-1.27 % P 70-120 ppm K 16-22 ppm โดยทดลองกับข้าว 4 พันธุ์ มีพันธุ์ กข 6, กข 7, เหนียวสันป่าตอง และขาวดอกมะลิ 105 ผลการทดลองพบว่าข้าวทั้ง 4 พันธุ์ตอบสนองต่อการใช้โสณอัฟริกันทุก ๆ พันธุ์ ทุก ๆ ปี โดยผลผลิตของข้าว 4 พันธุ์ที่ใช้โสณอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด เฉลี่ย 4 ปี ได้เท่ากับ 712, 783, 750 และ 677 กก./ไร่ ขณะที่แปลงเปรียบเทียบได้ 633, 622, 632 และ 574 กก./ไร่ โดยที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไม่แตกต่างหรือเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ

Index words : ปุ๋ยพืชสด ข้าว โสณอัฟริกา
green manure, rice, *sesbania rostrata*

¹ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Multiple Cropping Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ข้าว นอกจากจะเป็นอาหารหลักของคนไทยแล้ว ยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศ ด้วย ประกอบกับประชากรของประเทศเพิ่มจำนวนมากขึ้น การเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ และการรักษาเสถียรภาพของผลผลิต จึงมีความจำเป็น การเพิ่มผลผลิตของพืชในด้าน เกษตรมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้านด้วยกัน ปัจจัยที่มีความสำคัญอันหนึ่งได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดิน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต และการให้ ผลผลิตของพืชที่ปลูก การใส่ปุ๋ยเป็นแนวทางการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชให้แก่ดิน ปุ๋ยมี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ การใช้ปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มผลผลิต นอกจากทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เพราะปุ๋ยเคมีราคาแพง หรือปลอมปน ขาดมาตรฐานแล้วอาจทำให้คุณสมบัติของดินและสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เมื่อใช้ปุ๋ยดังกล่าวใน ปริมาณสูงและติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2535 อ้างโดย ประพฤติ, 2538) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น่าจะมียอผลมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์ประกอบด้วยปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ย พืชสด การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ให้ผลดี แต่ปุ๋ยดังกล่าวมีธาตุอาหารค่อนข้างต่ำจึงจำเป็นต้องใช้ปริมาณมาก อาจมีปัญหาด้าน แรงงาน การขนส่ง ปุ๋ยเข้าพื้นที่ ส่วนการใช้ปุ๋ยพืชสดลงทุนเพียงเล็กน้อยโดยจัดหาเมล็ดพืชปุ๋ยสดบำรุงดิน ประมาณ 5-8 กิโลกรัมต่อไร่ มาปลูกดูแลรักษา เล็กน้อยเมื่ออายุพืชปุ๋ยสดครบกำหนดก็ ไถกลบ เป็นพืชปุ๋ยสดบำรุงดินได้ โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) เป็นพืชตระกูลถั่วที่กำลังได้รับความสนใจในการใช้เป็น ปุ๋ยพืชสดในนาข้าวที่ ได้ผลดี หลายงานเช่น การศึกษาอิทธิพลของพืชบำรุงดิน ชนิดต่างๆ ต่อผลผลิตข้าวในนาเขตชลประทาน ของทัศนีย์และคณะ

(2536) รายงานว่าผลผลิต ของข้าวที่เพิ่มขึ้นผันแปรตามน้ำหนักสดของพืช บำรุงดินก่อนการไถกลบ โสนอัฟริกันให้น้ำหนัก สดก่อนการไถกลบสูงสุด ประกอบกับ โสนอัฟริกัน มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเพราะปลูกง่าย ทนสภาพน้ำขังและทนแล้งได้ดี ตรึงไนโตรเจนได้มาก สามารถเกิดปมได้ทั้งที่ราก และลำต้นเจริญเติบโตเร็วมีกิ่งก้าน ใบมากทำให้ได้น้ำหนักสูง ลำต้นเปราะ ไถกลบง่าย การใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวเป็นเวลานานน่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และรักษาเสถียรภาพของผลผลิตข้าวได้ วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดที่มีต่อข้าวพันธุ์ต่างๆ และคุณสมบัติของดินบางประการ เมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

งานทดลองนี้ได้ทำการทดลองที่สถานีทดลองการเกษตรเขตชลประทาน ของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2536 ถึงเดือนธันวาคม 2539

วางแผนการทดลองแบบ Spilt Plot Design ทำ 4 ซ้ำ ขนาดแปลง 20x40 เมตร 4 แปลงแต่ละแปลงแบ่งออกเป็นแปลงขนาด 10x40 เมตร กรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด และไม่ใช่โสนอัฟริกันเป็น Main plot ใช้พันธุ์ข้าว กข 6, กข 7, ขาวดอกมะลิ 105 และเหนียวสันป่าตองเป็น Sub-plot ก่อนการปักดำข้าว ทำการหว่านโสนอัฟริกัน อัตรา 6 กก./ไร่และไถกลบ เมื่ออายุ 50 วันก่อนการปักดำข้าว 1 สัปดาห์ การปลูกข้าวใช้กล้าอายุ 25 วัน ปักดำ 3-5 ต้น/จับ ปลูกระยะ 25x25 ซม. ปักดำบน

แปลงย่อยพื้นที่ 9x9 ตารางเมตร ควบคุมกำจัดวัชพืชด้วยสารเคมีบิวตาคลอร์ (Butachlor) อัตรา 5 กก./ไร่ และแรงงานคนกำจัดโรคแมลงตามความจำเป็น หลังการเก็บเกี่ยวข้าวทำการปลูกถั่วเหลือง ในการบำรุงรักษาถั่วเหลืองได้ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ หลังปลูก 20 วัน ใน ทุก ๆ กรรมวิธี ที่ใช้ทดลอง

การเก็บตัวอย่าง ก่อนการหว่านโสนอัฟริกัน และหลังการเก็บเกี่ยวข้าวทำการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ ดูความเปลี่ยนแปลงด้านคุณสมบัติทางเคมีของดินและธาตุอาหารพืชในดิน ตัวอย่างโสนอัฟริกันก่อนไถกลบได้สุ่มเก็บเป็นพื้นที่ 1 ตารางเมตร เพื่อหาจำนวนต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณธาตุอาหาร ส่วนตัวอย่างข้าวเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว สุ่มเก็บจากพื้นที่ 2 ตารางเมตร เพื่อวัดผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและลักษณะทางพืชไร่อื่น ๆ

ผลการทดลองและวิจารณ์

โสนอัฟริกัน

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างโสนอัฟริกัน ก่อนการไถกลบจากแปลงทดลองทั้ง 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตารางเมตร เพื่อบันทึกจำนวนต้น ซึ่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ในส่วนของดินและใบพบว่า โสนอัฟริกันมีความแตกต่างกันที่น้ำหนักสดต่อไร่ ในปีที่ 1 โสนอัฟริกันมีน้ำหนักสดต่ำกว่า 2 ต้น/ไร่ และ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ในปีที่ 3 จะสูงแตกต่าง มากกว่าปีที่ 1, 4 และต่ำสุด ปีที่ 2 ที่มีไนโตรเจน 2.59 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

Table 1 Plant density, fresh weight, dry weight, nitrogen content and N accumulation of *Sesbania rostrata*.

Year	No. of plants/sq.m	Fresh weight (kg/rai)	Dry weight (kg/rai)	% N	Total N accumulation (kg/rai)
1 st year(1993)	130	1702 a	407	3.06 b	12.4
2 nd year (1994)	76	2562 b	546	2.59 c	14.17
3 rd year (1995)	141	2773 b	448	3.54 a	15.89
4 th year(1996)	126	2637 b	466	3.06 b	14.32
Mean	118 ns	2418	467ns	3.06	14.19 ns

a-c Means in the same column with the different letter are significantly different at $p < 0.05$

ns not significant

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าว

ผลผลิตข้าว

จากการทดลองผลผลิตข้าว ระหว่างปีที่ทดลองไม่มีความแตกต่างกันทุกปีที่ทดลอง แต่พบว่าผลผลิตข้าวของกรรมวิธีการใช้โสณอัฟริกัน เป็นปุ๋ยพืชสด สามารถทำให้ผลผลิตของข้าวทุกาพันธุ์ที่ใช้ทดลองได้ผลผลิตมากและแตกต่างกับแปลงเปรียบเทียบที่ไม่ได้ใช้โสณอัฟริกัน เป็นปุ๋ยพืชสดอย่างมีนัยสำคัญทุกปี ($p < 0.01$) ผลผลิตของข้าวเฉลี่ยทุกาพันธุ์ในกรรมวิธีการใช้ โสณอัฟริกัน เป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ข้าวได้ผลผลิต สูงสุดที่ 783 กก./ไร่ และต่ำสุดที่ 677 กก./ไร่ เฉลี่ยทั้ง 4 พันธุ์ 4 ปีได้ 731 กก./ไร่ ซึ่งมากกว่าแปลงเปรียบเทียบที่ไม่ได้ใช้โสณอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดที่ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย

ทุกาพันธุ์สูงและ ต่ำสุดที่ 633 และ 574 กก./ไร่ เฉลี่ย 4 ปี 4 พันธุ์ได้ 615 กก./ไร่ แตกต่างกัน 116 กก./ไร่ การใช้โสณอัฟริกันทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลผลิตระหว่างพันธุ์ข้าวที่ใช้ทดลองพบว่ามีค่าแตกต่างกันในปีที่ 2 และปีที่ 3 พันธุ์ข้าวที่มีความแตกต่างในปีที่ 2 คือพันธุ์ กข 6 ขาวดอกมะลิ 105 และเหนียวสันป่าตอง แตกต่างกับพันธุ์ กข 7 ในปีที่ 3 ก็เช่นเดียวกันกับปีที่ 2 และข้าว สามพันธุ์เดิม กข 6 ขาวดอกมะลิ 105 และเหนียว สันป่าตอง แตกต่างกับพันธุ์ กข 7 ส่วนในผลผลิตโดยรวมนั้นพบว่าข้าวพันธุ์ กข 6 และเหนียวสันป่าตองได้ผลผลิต เฉลี่ย 700 และ 698 กก./ไร่ ซึ่งแตกต่างกับพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 7 ที่ได้ผลผลิตเฉลี่ย 671 และ 623 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

Table 2 Average grain yield (kg/rai) of 4 rice cultivars of 4-year experiment, using *Sesbania rostrata* (+SR) and Control (-SR) .

Rice cultivars	1st (1993)		2nd (1994)		3rd (1995)		4th (1996)		4-year average		% yield increase
	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	
RD 6	696	662	831	679	770	651	717	595	753	647	16.38
RD 7	707	596	758	529	588	551	695	562	687	560	22.68
Niew	766	673	750	654	820	695	637	589	743	653	13.78
Sanpatong											
Khao	679	602	793	627	825	631	660	552	739	603	22.55
Dawkmal105											
Mean	712	633	783	622	750	632	677	574	731	615	18.86
CV (a)	7.87%		118.54%		1.36%		5.44%				
CV(b)	8.61%		121.89%		9.45%		7.40%				
LSD0.05(a)	59.76		96.57		10.58		38.32				
LSD0.05(b)	60.90		56.39		68.59		48.62				

ความสูงของข้าว

จากการทดลองพบว่า ความสูงของข้าวระหว่างปีที่ทดลองมีความแตกต่างกันในปีที่ 3, 4 เฉลี่ยสูง 136 และ 139 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งสูงแตกต่างกับปีที่ 1 และปีที่ 2 ที่เฉลี่ยสูง 124 และ 119 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดนั้นก็พบว่าข้าวมีความสูงแตกต่างกับแปลงเปรียบเทียบการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดทำให้ข้าวทุกพันธุ์ เฉลี่ยสูงสุดที่ 147 เซนติเมตรและต่ำสุดที่ 125 เซนติเมตร เฉลี่ยสูง 135

เซนติเมตร ขณะที่แปลงเปรียบเทียบที่ไม่ได้ใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดเฉลี่ยทุกพันธุ์ สูงสุดที่ 131 เซนติเมตร และต่ำสุดที่ 113 เซนติเมตร เฉลี่ยสูง 122 เซนติเมตรแตกต่างกัน 13 เซนติเมตร ส่วนความสูงระหว่างพันธุ์ข้าว นั้น ก็พบว่ามีความแตกต่างกันทุกๆพันธุ์ทุกๆปี เฉลี่ย 4 ปี จากพันธุ์ กข 6, เหนียว สันป่าตอง, ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 7 มีความสูง 136, 149, 130 และ 101 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

Table 3 Mean plant height (cm) of 4 rice cultivars of 4-year experiments using *Sesbania rostrata*(+SR) and control (-SR).

Cultivars	1 st (1993)		2 nd (1994)		3 rd (1995)		4 th (1996)		Mean	
	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR
RD 6	133	127	131	115	150	132	160	142	144	129
RD 7	98	99	103	100	112	105	104	95	104	99
Niew	141	141	143	129	162	146	173	157	155	143
Sanpatong										
Khao Dawk	129	123	124	108	144	133	150	130	137	123
Mali105										
Mean	125	123	125	113	142	129	147	131	135	124
CV (a)	2.64%		3.28%		3.97%		1.68%			
CV (b)	2.62%		1.87%		4.49%		2.78%			
LSD 0.05(a)	3.69		4.34		6.06		2.63			
LSD 0.05(b)	3.41		2.37		6.39		4.06			

จำนวนหน่อตอก

จากการทดลองพบว่า จำนวนหน่อตอก ระหว่างปีที่ทดลองมีความแตกต่างกันในปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ที่มีจำนวนหน่อเฉลี่ย 13 หน่อตอก แตกต่าง กับปีที่ 3 และปีที่ 4 ที่มี 12 และ 11 หน่อตอก ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีการใช้ไส้แอฟริกัน เป็นปุ๋ย พืชสด ทำให้จำนวนหน่อตอกของข้าว ทุกๆ พันธุ์ ที่ทดลองมีความแตกต่างกันกับแปลงเปรียบเทียบ ในปีที่ 1 และเฉลี่ยโดยรวม 4 ปี การใช้ไส้แอฟริกัน มีจำนวนหน่อเฉลี่ยทุกพันธุ์ปีที่ 1 มี 15 หน่อตอก

4 ปีเฉลี่ยมี 13 หน่อตอก ขณะที่แปลงเปรียบเทียบ เฉลี่ยทุกพันธุ์ ปีที่ 1 มี 12 หน่อตอก เฉลี่ย 4 ปี มีเพียง 11 หน่อตอก แตกต่างกัน 2 หน่อตอก ส่วนจำนวนหน่อระหว่างพันธุ์นั้น พบว่ามีความ แตกต่างกันทุกๆ พันธุ์ทุกๆ ปี จำนวนหน่อ ข้าวพันธุ์ กข 7 เฉลี่ย 4 ปีมี 15 หน่อตอก ซึ่งสูงสุดในกลุ่ม ขณะที่พันธุ์ กข 6 เหนียวสันป่าตอง และขาว ดอกมะลิ เฉลี่ย 4 ปีมี 12, 10 และ 13 หน่อตอก ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

Table 4 Mean tiller density (no. of tiller/hill) of 4 rice cultivars of 4-year experiment using *Sesbania rostrata*(+SR) and control (-SR).

Cultivars	1 st (1993)		2 nd (1994)		3 rd (1995)		4 th (1996)		Mean	
	+SR	- SR	+SR	- SR	+SR	- SR	+SR	- SR	+SR	- SR
RD 6	15	12	13	12	12	11	12	9	13	11
RD 7	16	13	17	14	17	16	14	13	16	14
Niew	13	10	12	10	12	9	9	9	11	9
Sanpatong										
Khao Dawk	17	13	15	12	14	12	12	10	14	12
Mali 105										
Mean	15	12	14	12	14	12	12	10	14	12
CV (a)	13.61%		16.03%		17.05%		12.41%			
CV (b)	9.06%		11.31%		9.43%		17.87%			
LSD 0.05(a)	2.08		2.38		2.47		1.55			
LSD 0.05(b)	1.29		1.56		1.27		2.08			

จำนวนรวงตอก

จากการทดลองพบว่า จำนวนรวงตอก ระหว่างปีที่ทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ปีที่ 1, 3 มี 12 รวงตอก แตกต่าง กับปีที่ 2, 4 ที่มี 10 รวงตอก ส่วน กรรมวิธีการใช้ ไส้แอฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด มีผลทำให้จำนวนรวง ตอกของข้าวเฉลี่ยทุกๆ พันธุ์ 4 ปีมี 12 รวงตอก

ซึ่งมากกว่าและแตกต่าง กับแปลงเปรียบเทียบที่ไม่ ได้ใช้ไส้แอฟริกันทุกๆ ปีเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่มี 10 รวง ตอก ส่วนจำนวนรวง ระหว่างพันธุ์นั้นก็พบว่า มี ความแตกต่างกันทุก ๆ พันธุ์ทุก ๆ ปี จำนวนรวง ของข้าวพันธุ์ กข 7 เฉลี่ยมี 13 รวงตอก ส่วนพันธุ์ กข 6 เหนียวสันป่าตอง และขาวดอกมะลิ เฉลี่ยมี 11, 9 และ 11 รวงตอก ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

Table 5 Mean panicle density(no.of panicles/hill) of 4 cultivars of 4-year experiments using *Sesbania rostrata* (+SR) and control(-SR).

Cultivars	1 st (1993)		2 nd (1994)		3 rd (1995)		4 th (1996)		Mean	
	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR
RD 6	14	11	11	10	13	11	11	9	12	10
RD 7	14	12	14	12	14	14	13	13	14	13
Niew	11	9	9	8	11	9	9	8	10	8
Sanpatong										
Khao Dawk	15	11	12	10	13	11	11	9	13	10
Mail105										
Mean	14	10	11	10	13	11	11	10	12	10
CV (a)	15.93%		8.16%		11.93%		10.97%			
CV (b)	9.13%		8.72%		10.37%		13.51%			
LSD 0.05	3.03		0.99		1.45		1.28			
LSD 0.05	2.14		0.99		1.28		1.47			

น้ำหนักฟาง

น้ำหนักฟางระหว่างปีที่ทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง($p < 0.01$) ปีที่ 4 น้ำหนักฟางเฉลี่ยได้ 1293 กก./ไร่ ซึ่งได้มากกว่าและแตกต่างกับปีที่ 2 ที่ได้ 1105 กก./ไร่ ที่มากและแตกต่างกับปีที่ 1 และปีที่ 3 ที่ได้ 852 และ 778 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีการใช้ ไส้แอมโมเนียเป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ได้น้ำหนักฟางแตกต่างกับแปลงเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทุก ๆ ปี และทุก ๆ พันธุ์ การใช้ไส้แอมโมเนียเป็นปุ๋ย พืชสดทำให้ได้น้ำหนักฟางเฉลี่ย ทุก ๆ พันธุ์ ปีที่ 1 ได้ 926 กก./ไร่ และปีที่ 4 ได้มากถึง 1,520 กก./ไร่ เฉลี่ย 4 ปีได้ 1,174 กก./ไร่ ขณะที่แปลงเปรียบเทียบที่ไม่ได้ใช้ ไส้แอมโมเนียเฉลี่ยทุก ๆ พันธุ์ ปีที่ 1 ได้น้ำหนักฟาง 778 กก./ไร่ สูงสุดในปีที่ 4 เฉลี่ยได้ 1,066 กก./ไร่ เฉลี่ย 4 ปีได้เพียง 839 กก./ไร่ แตกต่างกับกรรมวิธี

การใช้ไส้แอมโมเนียถึง 335 กก./ไร่ ส่วนน้ำหนักฟางระหว่างพันธุ์นั้น ปีที่ 1 พันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตอง ได้ 973 กก./ไร่ แตกต่างกับพันธุ์ กข 6 และข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 7 ที่ได้ 907, 816 และ 712 กก./ไร่ ตามลำดับปีที่ 2 พบว่าข้าวพันธุ์ กข 6 ได้ 1,354 กก./ไร่ แตกต่างกับพันธุ์ข้าวเหนียว สันป่าตองที่ได้ 1,254 และ ข้าวดอกมะลิ กข 7 ที่ได้ 1,140 และ 669 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนปีที่ 3 พบว่าเหนียวสันป่าตองได้ 881 กก./ไร่ แตกต่างกับข้าวดอกมะลิ และ กข 6 ที่ได้ 813 และ 794 กก./ไร่ แตกต่างกับ กข 7 ที่ได้เพียง 626 กก./ไร่ ปีที่ 4 เป็นปีที่ได้น้ำหนักฟาง สูงสุด แต่ก็ยังมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าว กข 6 และเหนียวสันป่าตองเฉลี่ยได้ 1,396 และ 1,392 กก./ไร่ ที่แตกต่างกับพันธุ์ข้าวดอกมะลิและ กข 7 ที่ได้ 1,214 และ 1,168 กก./ไร่ (ตารางที่ 6)

Table 6 Mean rice straw weight (kg/rai) of 4 cultivars of 4-year experiment using *Sesbania*(+SR) and Control (-SR).

Cultivars	1 st (1993)		2 nd (1994)		3 rd (1995)		4 th (1996)		Mean	
	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR
RD 6	988	826	1615	1095	938	650	1615	1182	1289	938
RD 7	811	614	748	591	684	568	1425	952	917	681
Niew	1038	908	1442	978	1034	729	1606	1195	1280	952
Sanpatong										
Khao Dawk	868	764	1476	806	984	643	1452	1225	1195	859
Mali105										
Mean	926	778	1320	867	910	648	1525	1138	1170	858
CV (a)	10.24%		14.68%		2.68%		15.65%			
CV (b)	13.98%		10.29%		9.13%		20.02%			
LSD. 0.05(a)	99.43		182.56		23.54		27.24			
LSD. 0.05(b)	125.44		119.45		74.70		203.22			

ผลการวิเคราะห์ดิน

ผลของการวิเคราะห์ดิน ที่ใช้ทดลองเป็นดินชุดสันทราย มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P) 102.96 ppm. โพแทสเซียม(K) 19.37 ppm. จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการปลูกข้าวเดือนพฤษภาคมและหลังการเก็บเกี่ยวข้าวเดือนธันวาคม มีดังนี้

pH ระหว่างปีที่ทดลองพบว่า ก่อนการปลูกข้าวและหลังการเก็บเกี่ยวข้าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) คือ ก่อนการปลูกข้าวปีที่ 3 มี pH 5.81 สูงแตกต่างกับ ปีที่ 4,2 ที่มี pH 5.4 และ 5.37 ตามลำดับ ส่วน หลังการเก็บเกี่ยวปีที่ 2 มี pH 5.58 สูง แตกต่างกับ ปีที่ 3,4 ที่มี pH 5.3 และ 4.9 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า pH ของดินลดต่ำลงทุกๆปี ส่วนกรรมวิธีการใช้ โสณอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดกับแปลงเปรียบเทียบ ที่ไม่ได้ใช้โสนอัฟริกัน pH ของดินไม่แตกต่างกัน

อินทรีย์วัตถุ ผลของระหว่างปีที่ทดลอง

พบว่าอินทรีย์วัตถุ มีความแตกต่างกันที่ ก่อนปลูกคือปีที่ 2 มี 1.0% ซึ่งต่ำและแตกต่างกัน กับปีที่ 1,3,4 ที่มี 1.2% ส่วนหลังการเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกันกับกรรมวิธีการใช้โสน อัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดกับแปลงเปรียบเทียบ ที่ไม่มีความแตกต่างกัน

ฟอสฟอรัส (P) ระหว่างปีที่ทดลองพบว่า

ก่อนการปลูกข้าวปีที่ 4 มี P 119.79 ppm และปีที่ 1 มี P 102.95 ppm ทั้งสองปีนี้จะสูงและแตกต่างกับ ปีที่ 2,3 ที่มี P 71.86 และ 77.69 ppm ส่วนหลังการเก็บเกี่ยวข้าวมีเพียงปีที่ 3 ที่มี P 136.65 ppm ซึ่งสูงและแตกต่างกับปีที่ 1,2,4 ที่มี P 92.34, 81.82 และ 74.40 ppmตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดกับแปลง เปรียบเทียบที่ไม่ได้ใช้โสนอัฟริกันไม่มีความแตกต่างกัน

โปแตสเซียม (K) ระหว่างปีที่ทดลอง พบว่า ก่อนการปลูกข้าวในปีที่ 4 มี K 21.53 ppm มากและ แตกต่างกับปีที่ 1,2,3 ที่มี K 19.37,18.59 และ 17.87 ppm ตามลำดับ ส่วนหลังการเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนกรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืช

สดกับแปลงเปรียบเทียบที่ไม่ได้ใช้โสนอัฟริกัน พบว่ามีความแตกต่างกัน ที่ก่อนการปลูกข้าวปีที่ 4 กรรมวิธีการใช้โสน อัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดมี K 22.31 ppm ขณะที่ แปลงเปรียบเทียบมีเพียง 20.75 ppm

Table 7 Soil analysis before transplanting (May).

Year	pH		%O.M		P(ppm)		K(ppm)	
	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR
1 st (1993)	-	-	1.27	1.18	109.89	96.04	20.62	18.12
2 nd (1994)	5.32	5.42	1.07	1	71.82	76.97	16.25	16.87
3 rd (1995)	5.85	5.77	1.26	1.21	75.71	79.77	18.62	17.12
4 th (1996)	5.43	5.37	1.26	1.16	121.19	118.38	22.31	20.75
Mean	5.53	5.52	1.21	1.13	94.62	92.79	19.45	18.21
CV (a)%	2.41		10.71		13.98		6.75	
LSD 0.05	0.12		0.09		11.90		1.48	

Table 8 Soil analysis after harvesting (December).

Year	pH		% O.M		P(ppm)		K(ppm)	
	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR	+SR	-SR
1 st (1993)	-	-	1.07	1.00	71.82	77.0	16.25	16.87
2 nd (1994)	5.50	5.62	1.06	1.00	75.83	87.82	16.25	21.25
3 rd (1995)	5.35	5.31	1.14	1.14	140.14	133.13	18.87	16.75
4 th (1996)	4.98	5.00	1.16	1.07	104.88	79.81	18.75	19.37
Mean	5.27	5.31	1.10	1.05	98.16	94.44	17.53	18.56
CV (a)%	.95		10.57		14.86		10.73	
LSD 0.05	0.04		0.08		11.02		2.64	

ผลการทดลองและวิจารณ์

การที่พันธุ์ข้าว กข 6, กข 7, เหนียว สันป่าตอง และขาวดอกมะลิ 105 ทดลองปลูก ลงไปในดินชุดดินทรายที่มีอินทรีย์วัตถุ 1.27% P 102.96 ppm K 19.37 ppm ที่ได้มีการหว่านเมล็ดโสนอัฟริกันอัตรา 6 กก./ไร่ มีจำนวนต้นเฉลี่ย 118 ต้น/ตรม น้ำหนักสด 2.4 ต้น/ไร่ น้ำหนักแห้ง 465 กก./ไร่ มีปริมาณไนโตรเจนสะสมเฉลี่ย 14.19 กก./ไร่ โกลบเมื่อมีอายุ 50 วัน ทำให้ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยทุกพันธุ์ 731 กก./ไร่ มากกว่าและแตกต่างกับแปลงเปรียบเทียบตั้งแต่ปีที่ 1-4 ทุกๆ ปีที่ทดลองนั้นแสดงให้เห็นว่าโสนอัฟริกันเมื่อโกลบลงไปในดินก็จะมี การปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนให้แก่ดินและพืชใช้ (แหวดตา, 2534) ทำให้ต้นข้าวดูดธาตุอาหารไนโตรเจนไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต และสร้างลำต้นมีจำนวนหน่อและรวงมาก ได้ผลผลิตข้าวมากตามจำนวนรวงของข้าว พันธุ์ข้าวที่ใช้ ทดลองได้ผลผลิตใกล้เคียงและ ค่อนข้าวสูงกว่าการแนะนำข้าวของระริน และคณะ (2531) อยู่เพียงสามพันธุ์คือ พันธุ์ กข 6, เหนียว สันป่าตอง และขาวดอกมะลิ 105 ส่วนพันธุ์ กข 7 ผลผลิตต่ำกว่าระดับที่มีการแนะนำ ทั้งนี้ สอดคล้องกับการวิเคราะห์หาไนโตรเจนที่เมล็ดข้าว ของแหวดตา (2534) ที่พบว่าข้าวพันธุ์ กข 7 จะตอบสนองต่อวิธีการใช้ปุ๋ยยูเรีย 20 กก./ไร่ มากกว่าการโกลบโสนอัฟริกันอายุ 50 วัน และ สมทรง (2538) ก็พบว่าข้าวพันธุ์ กข 7 มีการดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนจากโสนอัฟริกันต่ำสุด และยังได้วิจารณ์ต่อไปอีกว่า การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากโสนอัฟริกัน มีความสัมพันธ์กับอายุของข้าวเป็นหลัก พันธุ์ข้าวที่มีอายุยาวจะมีการสะสมปริมาณไนโตรเจนมากกว่าพันธุ์ข้าวที่มีอายุสั้นถึงอย่างไร ก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวพันธุ์ลูกผสมกับข้าวพันธุ์พื้นเมืองแล้ว ก็จะพบว่าข้าวพันธุ์ลูก

ผสม จะมีปริมาณไนโตรเจนสะสมมากกว่าพันธุ์พื้นเมือง ดังนั้น ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่จะใช้ปลูกภายหลังการโกลบโสนอัฟริกันควรเป็นข้าวไวแสงที่มีอายุยาวเพื่อที่จะใช้ในโตรเจนที่ปลดปล่อยจากโสนอัฟริกันได้อย่างมีประสิทธิภาพข้าวพันธุ์ กข 7 เป็นพันธุ์ที่ตอบสนอง ต่อปุ๋ยในอัตราสูง (บริบูรณ์, 2523) การใช้โสนอัฟริกันเพื่อผลิตข้าวลูกผสม (กข 7) จึงทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าเกณฑ์

ในส่วนการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดินให้เหมาะสมกับการปลูกพืชตลอดจนการเพิ่มศักยภาพการผลิต ให้สูงขึ้นนั้นจากการวิเคราะห์ดินไม่พบว่าการเปลี่ยนแปลงและมีความแปรปรวนมาก แต่ก็สามารถพบได้ว่าดินมีคุณสมบัติดีขึ้น เมื่อ พิจารณาถึงความสูงของข้าวในกรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดเฉลี่ยทุกพันธุ์ ปีที่ 1 สูงเพียง 125 ซม. พอปีที่ 3, 4 เฉลี่ยทุกพันธุ์สูงเป็น 142, 146 ซม. สูงเพิ่มขึ้น 17, 21 ซม. ตามลำดับ ขณะที่แปลงเปรียบเทียบสูงเฉลี่ยทุกพันธุ์ปีแรกสูง 123 ซม. พอปีที่ 3, 4 มีความสูงเฉลี่ย 129 และ 131 ซม. ตามลำดับ สูงเพิ่มขึ้น 6 และ 8 ซม. ความสูงของข้าวสอดคล้องกับการทดลองของทัศนีย์ และคณะ (2536) ที่พบว่าความสูงของข้าวก่อนการทดลองเฉลี่ยสูง 117 ซม. ข้าวที่ปลูกตามโสนอัฟริกัน 4 ปีมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดโดยมีความสูงเฉลี่ย 124 ซม. สูงเพิ่มขึ้น 17 ซม. และสิ่ง ที่บอกถึงคุณสมบัติของดินดีขึ้นอีก ประการหนึ่ง ก็คือผลการวิเคราะห์ดินก่อนการ ปลูกข้าวในปีที่ 4 และหลังการเก็บเกี่ยวข้าวปีที่ 3, 4 ที่พบว่ามีฟอสฟอรัส (P) แปลงกรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มว่ามากกว่าแปลงเปรียบเทียบและส่วนโปแตสเซียม (K) ก็พบว่าในแปลงกรรมวิธีการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดมีมาก และแตกต่างกับแปลงเปรียบเทียบในปีที่ 4 นั้น เพราะเกิดจากการใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12

ให้แก่ถั่วเหลืองทุกปีที่ผ่านมาและการหว่านโปแตสเซียมคลอไรด์ อัตรา 20 กก./ไร่ ให้แก่ข้าวทุกกรรมวิธีที่ทดลองในปีที่3 แสดงว่าดินในแปลงที่มีการใช้ไนโตรเจนเป็นปุ๋ยพืชสด ดินมีอินทรีย์วัตถุมากที่ช่วยให้ดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้สูง เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีพื้นผิวหน้าสัมผัสมาก กล่าวคือมีความดูดซับและ แลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า (C.E.C.) ได้สูงกว่า ดินเหนียวชนิดอื่น ๆ จึงเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารพืชยึดเหนี่ยวธาตุอาหารไม่ให้ถูกน้ำชะล้างเพราะธาตุอาหารจะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของดิน ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ ไปได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะดินทรายอินทรีย์วัตถุจะช่วยกรณีนี้ได้มากที่สุด และอินทรีย์วัตถุที่มีธาตุอาหารพืช ในรูปของไอออนบวกดังกล่าวที่ถูกดูดซับอยู่ก็จะค่อย ๆ ปลดปล่อยไอออนบวกเหล่านี้ออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้ เป็นการช่วยให้ปุ๋ยเคมีที่เราใส่ลงไปมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กล่าวคือธาตุอาหารพืชละลายออกมาจากปุ๋ยเคมีบางส่วนที่พืชดูดนำไปใช้ไม่ทัน อินทรีย์วัตถุจะดูดซับเอาไว้มิให้สูญหายไปจากดิน (ปรีชญาและคณะ, 2537) ไนโตรเจนที่โลกกลับลงไป จะเป็นอินทรีย์วัตถุอยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยเฉพาะช่วงฤดูทำนาการย่อยสลายของไนโตรเจน ในสภาพดินนาจะช้ากว่าสภาพไร่ (Patchorapreecha *et al.*, 1991 อ้างโดยนิรันดร์, 2537) เมื่อมีการหว่านปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ลงไปจึงทำให้ดินในกรรมวิธีที่ใช้ไนโตรเจนเป็นปุ๋ยพืชสดมีฟอสฟอรัส(P)และโปแตสเซียม(K) ตกค้างมากและแตกต่างกับแปลงเปรียบเทียบดังกล่าว ส่วนเหตุที่ผลตกค้างของอินทรีย์วัตถุไม่มีความแตกต่างกันนั้น นิทัศน์ (2539) ได้อ้างถึง Hallam and Bartholomew, (1953) ว่าการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินจากการไถกลบซากพืชมีผลการทำให้เร่งการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเดิมที่มีอยู่ในดิน โดยวัดจากการบ่อนไดออกไซด์ ที่

ปลดปล่อยออกมา พืชลำต้นอ่อนหรืออวบน้ำอาจช่วยเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนหรือดูดซับธาตุอาหารอื่นๆ ได้ แต่ในระยะยาวไม่ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน นอกจากใช้ปริมาณมาก (50 ตัน/เฮกตาร์) และการสูมเก็บตัวอย่างของไนโตรเจน จากงานทดลองนี้ก็ยังมีความน้อยน้ำหนักสดเฉลี่ย 2.4 ตัน/ไร่ และน้ำหนักแห้งเพียง 467 กก./ไร่ ประกอบกับสภาพดินฟ้าอากาศอยู่ในเขตมรสุม ซึ่งอากาศร้อนและมีฝนชุกทำให้อินทรีย์วัตถุ สลายตัวสูญหายไปจากดินได้อย่างรวดเร็ว (ปรีชญาและคณะ, 2537) จึงไม่พบว่าอินทรีย์วัตถุมีความแตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

การไถกลบไนโตรเจนเป็นปุ๋ยพืชสด ที่มีอายุ 50 วัน ซึ่งได้น้ำหนักแห้ง 400-500 กก./ไร่ และให้ธาตุอาหารไนโตรเจนประมาณ 14 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 14-23 % พันธุ์ข้าว ที่ตอบสนองดีที่สุดคือข้าวพันธุ์ กข 7 ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 23 % สูงสุดในกลุ่ม ส่วนพันธุ์ที่ผลผลิต เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือพันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตอง ผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียง 14 % ส่วนพันธุ์ข้าว กข 6 และ ข้าวดอกมะลิ 105 ผลผลิตเพิ่มขึ้น 16 และ 22 % ตามลำดับ องค์ประกอบผลผลิตก็เป็นไปตาม เบอร์เชนด์การเพิ่มขึ้นของผลผลิต นั่นก็คือ ข้าวพันธุ์ กข 7 การใช้ไนโตรเจน ทำให้มีจำนวน รวง 14 รวง/กอ ขณะที่ข้าวเหนียวสันป่าตองมีเพียง 10 รวง/กอ ส่วนพันธุ์ กข 6 และข้าวดอกมะลิ 105 มี 12,13 รวง/กอตามลำดับ ถึงแม้ว่าข้าวพันธุ์ กข 7 จะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดแต่ผลผลิตที่ได้ ยังไม่เต็มศักยภาพของพันธุ์ ซึ่งข้าวพันธุ์ กข 7 น่าจะได้ผลผลิตมากกว่านี้ถ้าให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนพันธุ์ข้าว กข 6 ข้าวดอกมะลิ 105 และเหนียวสันป่าตอง นั้นได้ผลผลิตเพียงพอที่จะนำไปแนะนำเกษตรกรได้

อย่างไรก็ตามงานทดลองนี้ กรรมวิธีที่ใช้้น้อยไป ไม่สามารถทำให้ข้าวพันธุ์ ต่าง ๆ แสดงศักยภาพ ออกมาได้เต็มที่เพื่อการศึกษาศักยภาพของพันธุ์ข้าว ควรเสริมปุ๋ยเคมี หรือใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับ โสโนอัฟริกัน ฯลฯ ส่วนความอุดม สมบูรณ์ของดินจะเริ่มเห็นผล เมื่อมีการใช้โสโนอัฟริกัน เป็นปุ๋ยพืชสดในที่เดิม 3 ปี ขึ้นไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์พฤษชัยมันตะศิริ ที่ให้ การสนับสนุน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดา จงแก้ววัฒนา ช่วยเหลือการวิเคราะห์ข้อมูลและ แนะนำการเขียน คุณจิรวัฒน์เวชขยแพทย์ตรวจสอบ แนะนำการเขียน และเจ้าหน้าที่ทดลอง ศูนย์วิจัยฯ ที่ช่วยเหลืองานงานทดลองนี้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. ใส่ปุ๋ยเคมีนานๆ ทำให้ดินแข็ง และเหนียวหรือเป่ล่า จดหมายข่าวหมอดินเอกสาร เพื่อการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเพื่อพี่น้องชาว เกษตรกร 1(3) : 2 . ใน ประพจน์ พรหมสมบูรณ์ โสโนอัฟริ กัน พื ชตระกูล ถั่ว วม ห้ ศจรย์ วารสารศูนย์บางพระ ปีที่ 32 ฉบับที่ 2 (ก.ย - พ.ย) 2538 หน้า 4.

ทัศนีย์ สงวนสง, ไพจิตร คงเจริญ, สารนิติ สงวนสง, จันทนา สรสิริ, แพรพรรณ กลุณทิทิพย์ และ ยลิศร์อินทรสถิตย์. 2536. อิทธิพลของพืชบำรุงดิน ชนิดต่างๆ ต่อผลผลิตข้าวในเขตนาชลประทาน รายงานการสัมมนาเรื่อง การพัฒนาข้าวและธัญพืช เมืองหนาว ครั้งที่ 5 วันที่ 9-10 มีนาคม 2536 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. หน้า 186.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์ . 2523. ข้าวพันธุ์ดีสำหรับเกษตรกร ภาคเหนือ เอกสารประกอบการบรรยายการอบรม เกษตรกร โครงการการเพิ่มผลผลิตข้าว และพืช หมุนเวียนในนา วันที่ 15-16 กรกฎาคม 2523 ณ สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ (โรเนียว).

ปรัชญา ชาญญาติ, เมธี มณีวรรณ, ปรีดี ศิริรักษา, พิรัชมา วาสนานุกูล. 2537. ความรู้เรื่องอินทรีย์วัตถุในดิน คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐเรื่อง การปรับปรุงบำรุงดิน ด้วย อินทรีย์วัตถุ โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วย อินทรีย์ วัตถุกลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้. กองอนุรักษ์ ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 4,6.

ระริน บุญดวง, สมพล อุซชิน. 2531. เอกสารแนะนำข้าว และธัญพืชเมืองหนาว พันธุ์ดี 59 พันธุ์ สำหรับ เกษตรกรทั่วประเทศ สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 7,11

แวตาวาสนานุกูล,เมธีเอกะสิงห์, อำพรพรณ พรมศิริ และ พฤษชัย ยิบมันตะศิริ. 2534. การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ เพื่อผลผลิตภาพของดินในระบบข้าว-ถั่วเหลือง ในที่ราบลุ่มเชียงใหม่. เอกสารนำเสนอในการ สัมมนาระบบการทำฟาร์ม ครั้งที่ 8 :สู่ระบบเกษตร ที่ยั่งยืน วันที่ 20-22 มีนาคม 2534 ณ ห้องประชุม อาคารเรียนรวม คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ (โรเนียว).

สมทรง บุญรักษ์. 2538. การตอบสนองของข้าวต่อการ
ไถกลบไส้แอฟริกัน. ปญหาพิเศษ ภาควิชา
ปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน้า 13-15.

Hallam, M.J. and W.V. Bartholomew, 1953. Influence of
rate of plant residue addition in accelerating the
decomposition of soil organic matter Soil Sci. Soc.
Am.Proc.17:365-368 ใน นิทัศน์ สิทธิวงศ์ (2539).
ผลของไส้แอฟริกันที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย
ไนโตรเจนของข้าวสาลีในระบบการปลูกข้าว -
ข้าวสาลี วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน้า 6

Pacharapreecha, P. Taja,D. and Wada. H. 1991 b. Re-
markable increase in growth and yield of paddy
rice. Part 5: Submitted to Kasetsart j. Natural Sci.
ใน นิรันดร์ สุขจันทร์ (2537). ผลของไส้แอฟริกัน
ต่อการปรับปรุงดิน รายงานการสัมมนา เรื่อง
การพัฒนาข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 6 วันที่
8-9 มีนาคม 2537 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก หน้า 46