

การจัดการฟางข้าวเพื่อการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว

Rice Straw Management for Soil Improvement and Increasing Rice Yield

อนนท์ สุขสวัสดิ์¹

Anon Sooksavut¹

ABSTRACT

In Thailand, annual rice straw production was about 35 million tons. The major plant nutrient contents namely N,P,K were approximately 212,220-159,165-1,278,762 tons $N-P_2O_5-K_2O$ respectively. The estimated value compared with chemical fertilizer was about 20,000 million baht. Burning to dispose rice straw is considered to be the major rice straw management in Thailand. This farmers' practice gave the same results as removing rice straw and stubble. The appropriated management of rice straw is important. For an example, continuous incorporated rice straw 2,000 kg/rai for 3-4 years increased rice yield as similar as recommended chemical fertilizer rate did and in long term improved soil fertility. Whereas in some soils, incorporated rice straw caused nitrogen deficiency due to nitrogen immobilization. Because C:N of rice straw is wide, thus, rice straw compost gave similar result to incorporated rice straw, except that the compost does not cause immobilization problem, because of its narrow C:N.

Keywords: rice straw, management, straw compost, burning

¹ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130 โทร. 055-311184

¹ Phitsanulok Rice Research Center, Wangtong, Phitsanulok 65130 Tel. (055) 311184

บทคัดย่อ

ฟางข้าวในประเทศไทยมีประมาณปีละ 35 ล้านตัน คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารหลักในฟางข้าว ซึ่งประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสเฟต (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) ประมาณ 12,220, 159,165 และ 1,278,762 ตัน ตามลำดับ คิดเป็นค่าเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีประมาณ 20,000 ล้านบาท ประเทศไทยถูกประเมินว่ามีการจัดการฟางข้าวโดยการเผาทิ้งในส่วนใหญ่ ซึ่งการเผาฟางจะมีผลเช่นเดียวกับการเคลื่อนย้ายส่วนของฟางและตอซังทั้งหมดออกจากแปลง การจัดการฟางข้าวเพื่อการปรับปรุงดินเป็นสิ่งสำคัญมาก เช่น การไถกลบฟางข้าว อัตรา 2,000 กก./ไร่ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-4 ปี ผลในการเพิ่มผลผลิตข้าวได้ทัดเทียมกับปุ๋ยเคมี อัตราแนะนำและเมื่อใส่ในระยะเวลาสั้นขึ้นมีผลในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในดินบางชนิดการใส่ฟางข้าวอย่างเดียวจะมีผลทำให้ดินขาดไนโตรเจนจากขบวนการ Immobilization เนื่องจากฟางข้าวมี C:N กว้าง สำหรับปุ๋ยหมักทางข้าว ฝัสดในการปรับปรุงดินเช่นเดียวกับฟางข้าว แต่ปุ๋ยหมักทางข้าวไม่มีปัญหาในเรื่องของการขาดไนโตรเจนในดิน เนื่องจากมีอัตราส่วนของ C:N แคบ

หลัก : ฟางข้าว การจัดการฟางข้าว ปุ๋ยหมักฟางข้าว การเผาฟาง

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวในปีเพาะปลูก 2540/41 ประมาณ 68:3 ล้านไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 51 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด ได้ผลผลิตข้าวทั้งฤดูนาปีและนาปรังรวม 23.58 เมตตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542) ถ้าหากประมาณว่าอัตราส่วน เมล็ด : ฟางข้าว คือ 2:3 จะได้ฟางข้าวหมดประมาณ 35.37 ล้านตันซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญ ฟางข้าวโดยเฉลี่ยประกอบด้วย 0.6% N, 0.1% P และ 1.5% (Ponnamperuma, 1984) เมื่อประเมินเป็นปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมดในฟางข้าวแล้วจะประกอบไปด้วย ไนโตรเจน 212,220 ตัน, ฟอสเฟต (P_2O_5) 159,165 ตัน และ

โพแทสเซียม (K_2O) 1,278,762 ตัน ประเมินเป็นมูลค่ารวมประมาณ 20,375 ล้านบาท [ประเมินจากราคาปุ๋ยยูเรีย (46%N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P_2O_5) และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2543] ซึ่งมูลค่านี้ยังไม่รวมถึงคุณสมบัติของฟางข้าวทางด้านปรับปรุงดินซึ่งไม่สามารถประเมินค่าได้ การจัดการฟางข้าวส่วนใหญ่ในประเทศไทยถูกประเมินว่าถูกเผาทิ้ง มีเพียงส่วนน้อยที่นำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ (Tanaka, 1973) ดังนั้นจึงควรต้องมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ในการจัดการฟางข้าวเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว

การใช้ฟางข้าวในการปรับปรุงดิน

แนวทางการปรับปรุงดินเพื่อความยั่งยืนวิธีหนึ่งคือเมื่อได้ผลผลิตในพื้นที่พยายามนำส่วนที่จำเป็นสำหรับเพื่อการบริโภคออกจากพื้นที่เพาะปลูก ส่วนที่เหลือจะให้อยู่ในพื้นที่เพื่อเป็นการรักษาปริมาณธาตุอาหารพืช และอินทรีย์วัตถุไว้ในดิน เช่น ในนาข้าวสิ่งที่ควรจะนำออกจากพื้นที่จริง ๆ คือข้าวกล่งส่วนที่เหลือควรให้กลับคืนสู่ดิน เพื่อเป็นการใส่ธาตุอาหารพืชกลับคืนสู่ดิน ในการปลูกข้าวพันธุ์ต้นเตี้ยไม่ไวต่อช่วงแสง เช่น พันธุ์ กข.23 เมื่อให้ผลผลิตข้าวเปลือก 1 ตัน จะเคลื่อนย้ายฟอสเฟตออกไป 7.88 กก. P_2O_5 (ในฟางและเมล็ด 1.93 และ 5.95 กก. P_2O_5 ตามลำดับ) ขณะที่พันธุ์ข้าวต้นสูง ไวต่อช่วงแสง เช่น พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เมื่อได้ผลผลิต 1 ตัน จะนำปุ๋ยฟอสเฟตออกจากดิน 10.39 กก. P_2O_5 (ในฟางและเมล็ด 4.85 และ 5.54 กก. P_2O_5 ตามลำดับ)(อนันท์ และคณะ, 2542) เมื่อมีการจัดการฟางข้าวที่เหมาะสมไประยะเวลาหนึ่งแล้ว สามารถปรับปรุงดินและช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตข้าว การไถกลบฟางข้าวและปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2,000 กก./ไร่ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-4 ปี ให้ผลผลิตข้าวได้ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-44 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ และมีผลต่อการปรับปรุงดินคือทำให้อินทรีย์วัตถุในดิน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยไม่ทำให้ pH เปลี่ยนแปลง (Table 1) (ชุติวัฒน์ และดิเรก, 2540)

Table 1 Effect of rice straw management to soil improvement in 1992-1995 (4 Years) at Phitsanulok Rice Research Center.

Rice Straw Management	Organic Matter (%)	Available P (ppm)	Available K (ppm)	pH
Removed Stubble	1.80 c	9 b	101 d	5.2 a
Incorporated Stubble	1.90 bc	12 a	115 c	5.1 a
Burning	1.77 c	13 a	122 c	5.1 a
Compost 2,000 kg/rai	2.09 a	14 a	127 b	5.2 a
Straw 2,000 kg/rai	2.01 ab	14 a	134 a	5.1 a
CV(%)	5.4	16.5	4.1	1.8

In each column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Source : ชูติวัฒน์ และดิเรก, 2540

นอกจากนี้ นิรนาม (2543) ได้สรุปว่าการไถกลบฟางข้าวในดินทรายร่วนซุยร้อยละ 5 ปี ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทางสถิติ แต่สำหรับในดินร่วนเหนียวปนทรายที่สถานีทดลองข้าวโคกลำไธสงไม่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟางข้าวเป็นอินทรีย์วัตถุที่มีค่า C:N กว้างคือ ประมาณ 80 ดังนั้น ถ้าหากใส่ลงไปในดินในบางกรณีจะเกิดการขาดไนโตรเจนโดยขบวนการ Immobilization จักรพงษ์ และคณะ (2532) ได้ทำการศึกษาการปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ จากการใส่อินทรีย์วัตถุนิตต่าง ๆ ในดินนาซุยร้อยละ 5 พบว่าปริมาณ $\text{NH}_4\text{-N}$ ที่ปลดปล่อยออกมาจะมีปริมาณแตกต่างกันดังนี้ คือ แหนแดง > ดินที่ไม่ได้ใส่อินทรีย์วัตถุ > ฟางข้าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินที่ใส่ฟางข้าวมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาน้อยที่สุด ดังนั้น จึงควรพิจารณาการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฟางข้าวด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลเสียจากการเกิดขบวนการ Immobilization ของฟางข้าวในดินจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและเป็นปัญหาที่สำคัญในประเทศเขตนาว เช่น ญี่ปุ่นและจีน แต่ในเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย ผลเสียที่เกิดจากขบวนการ Immobilization นี้ไม่ใช่เป็นปัญหาที่สำคัญ (Flinn and Marciano, 1984) ถ้าหากนำฟางข้าวไปทำให้มี C:N ต่ำกว่า 20 ที่ทำให้มีการขาดไนโตรเจนลดลง (Kumada, 1977)

การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในการปรับปรุงดิน

ฟางข้าวที่นำไปทำปุ๋ยหมักเพื่อต้องการให้ C : N ลดลง มีค่าต่ำกว่า 20 ปุ๋ยหมักฟางข้าวจะมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับฟางข้าวที่เป็นวัตถุดิบและกรรมวิธีการทำปุ๋ยหมักปริมาณธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักนอกจากมาจากฟางข้าวแล้ว จะมาจากปุ๋ยเคมีและวัสดุอื่น ๆ ที่ใส่ในการหมักวิธีการทำปุ๋ยหมัก ส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักแสดงไว้ใน Table 2 ผลการทดลองการใช้ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวในการบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 0 -2000 กก./ไร่ ทั้งที่ใช้อย่างเดียวและใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวต้นเดียวไม่ไผ่ต่อช่วงแสง พันธุ์ กข.23 และข้าวต้นสูงที่ไผ่ต่อช่วงแสงพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกติดต่อกันเป็นระยะเวลา 10 ปี ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยแสดงไว้ใน Table 3 ปุ๋ยหมักฟางข้าวกับปุ๋ยเคมีไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction) นั่นคือ ปุ๋ยหมักฟางข้าวไม่ได้ช่วยเสริมให้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าว นอกจากนี้ปุ๋ยหมักฟางข้าวยังช่วยในการปรับปรุงดิน คือ เมื่อใส่ปุ๋ยหมักในอัตราที่สูงขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสในดินจะสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยหมักที่ใส่ (สภาพรและคณะ, 2536 และ 2539) นอกจากนี้ประเสริฐ และคณะ (2528)

ได้ทำการทดลองในลักษณะเดียวกันโดยใส่ปุ๋ยหมักอัตราต่าง ๆ ทั้งที่ใช้อย่างเดียวและใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลา 10 ปี ในดินเหนียวที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก นอกจากช่วยเพิ่ม

ผลผลิตข้าวแล้วยังช่วยในการปรับปรุงดินโดยช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารพืชในดินบางชนิด (Table 4)

Table 2 Nutrient content of rice straw compost

from Surin (SRN) and Rachaburi (RBR) Rice

Experiment Station								
Location	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca %	Mg	S	Moisture
SRN	7.6	2.84	1.76	2.24	4.32	0.91	0.41	58.3
RBR	7.1	2.16	0.63	0.60	1.38	0.17	0.09	43.2

Source : ประเสริฐและคณะ, 2528

Table 3 Average yield of RD23(7 years) and KDML105 (10 years) responded to rates of rice straw compost application at Chainat Rice Experiment Station

Compost kg/rai	Rice Yield (kg/rai)			
	RD23 (7 yrs.)	Increment (%)	KDML105 (10 yrs.)	Increment (%)
-	369	-	442	-
500	410	11	495	12
1,000	461	25	520	18
1,500	504	37	545	23
2,000	531	44	567	28
เฉลี่ย	455	-	514	-

Source : Adapted from สถาพรและคณะ, 2536 และ 2539

Table 4 Effect of rice straw compost applied continuously for 10 years on nutrient accumulation and soil properties at Phitsanulok Rice Research Center.

Treatments		pH	OM (%)	ppm					
				Total P	Avail. P	Avail. K	Fe	Mn	SO ₄ S
1.	Check	4.3	1.28	432	5	69	44	185	15.5
2.	RSC 500	4.3	1.68	472	8	108	40	153	20.0
3.	RSC 1000	4.2	1.68	488	9	111	232	153	24.1
4.	RSC 1500	4.1	1.68	440	13	100	216	165	24.1
5.	RSC 2000	4.0	2.01	488	20	94	216	148	30.8
6.	CF	4.3	1.61	432	7	70	124	178	28.3
7.	CF + RSC 500	4.1	1.68	416	9	59	111	110	43.3
8.	CF + RSC 1000	4.4	1.68	488	12	62	240	150	38.3
9.	CF + RSC 1500	4.2	1.95	488	15	62	111	178	41.1
10.	CF + RSC 2000	4.0	2.42	540	25	82	156	37	83.3

RSC = Rice Straw Compost 500, 1000, 1500, 2000 kg/rai

CF = Chemical Fertilizer 8-4-4 kg N-P₂O₅-K₂O/rai

Source : ประเสริฐ และคณะ, 2528

จากผลการทดลองการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในการเพิ่มผลผลิตข้าวหลาย ๆ การทดลอง มีผลสรุปค่อนข้างตรงกันว่าเมื่อใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว อัตรา 1500-2000 กก./ไร่ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-4 ครั้ง จะให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ

แต่อย่างไรก็ตามในการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวของเกษตรกรยังมีอุปสรรคมาก เนื่องจากว่าในการผลิตปุ๋ยหมักฟางข้าวจำเป็นต้องมีแหล่งน้ำ ถ้ามีการผลิตปุ๋ยหมักฟางข้าวในแปลงนาที่ไกลจากแหล่งน้ำ จึงจำเป็นต้องขนย้ายฟางข้าวไปใกล้แหล่งน้ำแล้วจะต้องขนย้ายกลับมาใส่แปลงนาอีก อนันท์และคณะ (2540) ได้ทดลองการจัดการให้ฟางข้าวย่อยสลายเป็นปุ๋ยหมักในแปลงนาโดยได้กองฟางข้าวในรูปแบบต่าง ๆ โดยอาศัยน้ำในแปลงปลูก ข้าวนาปรังเขตชลประทาน และอาศัยน้ำจากน้ำฝนที่ตกลงมาก่อนการเตรียมดินและขังในนาหลุมในเขตที่อาศัยน้ำฝน ซึ่งช่วยให้ฟางข้าวที่กองย่อยสลายไปเป็นปุ๋ยหมักได้ และที่สำคัญในปัจจุบันมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด (Combine) ทำให้ฟางข้าวทั้งหมดคงอยู่ในแปลงนาซึ่งมีประมาณ 300-1000 กก./ไร่ ถ้าปล่อยให้ฟางข้าวประมาณ 2 สัปดาห์ จะทำให้ฟางข้าวอ่อนนุ่มซึ่งจะเตรียมดินได้สะดวกขึ้น แต่ก็ยังมีเกษตรกรอีกเป็นจำนวนมากที่เผาฟางนี้ทิ้งไป เนื่องจากมีปัญหาในการเพิ่มต้นทุนในการเตรียมดิน

การเผาฟาง

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้นว่า ประเทศไทยถูกจัดว่ามีการจัดการฟางข้าวโดยการเผาทิ้งเป็นส่วนใหญ่

ซึ่งเป็นผลเสียในการปรับปรุงดินในระยะยาวและสูญเสียธาตุอาหารพืชในดินไปเป็นปริมาณมาก สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกษตรกรเผาฟาง ได้แก่ เพื่อเป็นการป้องกันกำจัดโรคแมลง ลดต้นทุนระยะเวลาและพลังงานในการเตรียมดิน และเพื่อการปลูกพืชหมุนเวียนต่อจากข้าว เช่น ถั่วเหลือง เป็นต้น แต่การเผาฟางจะมีผลเสียใกล้เคียงกับการนำฟางข้าวและตอซังออกจากแปลงนา มีงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการฟางข้าววิธีต่าง ๆ เพื่อการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเหนียวที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติประเทศฟิลิปปินส์ (Ponnamperuma, 1984) โดยมีการจัดการฟางข้าว 4 วิธีคือ นำฟางข้าวออกจากแปลง เผาฟาง ไถกลบฟางข้าว และใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ดำเนินการติดต่อกัน 16 ครั้ง (16 crops) เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างดินและผลผลิตข้าวของการปลูกข้าวครั้งที่ 16 พบว่า การไถกลบฟางข้าว และการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน และผลผลิตข้าวอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับเผาฟาง และเคลื่อนย้ายฟางออกไป (Table 5) แต่อย่างไรก็ตามมีบางรายงานการวิจัยได้กล่าวถึงข้อดีบางประการของการเผาฟาง เช่น ทำให้ pH ของดินสูงขึ้น ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (วิศิษฐ์ และประพิศ, 2535) ซึ่งเป็นข้อมูลจากในห้องปฏิบัติการและแปลงทดลอง แต่ในสภาพแปลงนาเกษตรกร ซึ่งมักจะเผาฟางข้าวประมาณเดือนมีนาคมถึงเมษายนฟางข้าวจะเป็นเถาถ่านอยู่ในแปลงนา และในช่วงประมาณปลายเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม จะมีกระแสลมแรงและพายุฤดูร้อนพัดมาเอาเถาถ่านของฟางข้าวออกไปจากแปลงนาซึ่งเป็นการสูญเสียธาตุอาหารออกไปด้วย

Table 5 Effects of 4 straw treatments on the nutrient status of clayey soil grain yield, averaged for 5 cultivars after the 16th crop.

Straw treatment	Organic C (%)	Total N (%)	Olsen P (mg/kg)	Exchange	
				able K (mmol/kg)	Grain yield (t/ha)
Removed	1.81 b	0.167 c	9 b	10.5 b	3.2 b
Burned	1.94 b	0.173 bc	12 b	12.5 a	3.4 b
Incorporated	2.17 a	0.182 b	12 b	11.6 ab	4.1 a
Composted	2.19 a	0.203 a	27 a	10.4 b	4.2 a

In each column, means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

Source : Pronnamperuma, 1984.

สรุป

การไถกลบฟางข้าวอัตรา 20 กก./ไร่ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-4 ปี ในปีต่อไปจะให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ และการไถกลบฟางข้าวในระยะเวลาต่อเนื่องกัน สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวและปรับปรุงดินได้อย่างชัดเจน การใส่ฟางข้าวปริมาณมากๆ ในแปลงนาแล้วไถกลบลงไปควรพิจารณาการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนด้วยเนื่องจากฟางข้าวมี C:N ที่กว้างมาก อาจทำให้เกิดการขาดไนโตรเจนในดินเนื่องจากขบวนการ Immobilization

ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีผลในการเพิ่มผลผลิตข้าวและปรับปรุงดินทำนองเดียวกันกับฟางข้าว แต่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่า C:N ที่แคบกว่า จึงไม่มีปัญหาในเรื่องการขาดไนโตรเจนในดินจากขบวนการ Immobilization

การเผาฟางทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารออกจากแปลงนา ซึ่งมีผลเช่นเดียวกันกับการเคลื่อนย้ายฟางและต่อซึ่งออกจากแปลงนา คือไม่ช่วยในการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ เจริญศิริ ประไพ ชัยโรจน์ และวิศิษฐ์ โชลิตกุล. 2532. ผลของการใส่วัสดุอินทรีย์ต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในดินนาชุดร่อยเอ็ด. วารสารดินและปุ๋ย. 11(2) : 119-125.

ชุดิวัฒน์ วรณสาย และดิเรก อินตาพรหม. 2540. ผลของการจัดการฟางข้าวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าว. วารสารเกษตรนเรศวร. 3(1) : 30-35.

นิรนาม. 2543. การไถกลบฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวและอินทรีย์วัตถุของดินนา. หน้า 29 ใน : เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2543. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประเสริฐ สองเมือง สมศักดิ์ เหลืองศิริวัฒน์ ทรงชัย วัฒนพ่ายพกุล กริพล ลีสมวงศ์ กรรณิกา นากลาง แพรพรรณ กุลนทีทิพย์ สว่าง โรจนกุล พงศ์ศักดิ์ เทพอรัญญ์ ชีระพันธุ์ แพทย์รักษ์ ยุดา

ประทุมแก้ว ดิเรก อินตาพรหม วิญญู วงศ์อุบล และชอบ คณะฤกษ์. 2528. การศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวที่มีต่อผลผลิตข้าวและคุณสมบัติของดินในช่วงเวลาการใส่ 10 ปี หน้า 52-58 ใน : รายงานผลการค้นคว้าวิจัยดินและปุ๋ยข้าว 2528. กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยข้าว. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

วิศิษฐ์ โชลิตกุล และประพิศ แสงทอง. 2535. ผลของการเผาฟางต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินทางภาคเหนือ หน้า 61-73 ใน : รายงานผลการวิจัยกองปฐพีวิทยา ประจำปี 2535 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

สถาพร กาญจนพันธุ์ สารนิติ สงวนสัจ จันทนา สรสิริ และยลจิต เอกอรุ. 2536. การศึกษาอัตราปุ๋ยหมักจากฟางข้าวที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี II. ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง. หน้า 59-66 ใน : รายงานประจำปี 2534 และ 2535 สถานีทดลองข้าวชัยนาท ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร

สถาพร กาญจนพันธุ์ เคนสงค์ หาดตรงจิตต์ อนนท์ สุขสวัสดิ์ ยลสิริ อินทรสถิตย์ จันทนา สรสิริ และเล็ก จันทระเกษม. 2539. การศึกษาหาอัตราปุ๋ยหมักจากฟางข้าวที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี II. ข้าวไวต่อช่วงแสง. หน้า 209-231 ใน : รายงานประจำปี 2539 สถานีทดลองข้าวชัยนาท ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2542. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก. 2540/41. หน้า 10-23. ใน : เอกสารเลขที่ 31/2542 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อนนท์ สุขสวัสดิ์ พันัส สุวรรณธาดา และดิเรก อินตาพรหม. 2540. ศึกษาการย่อยสลายตัวของฟางข้าว หน้า 54-66 ใน : การสัมมนาวิชาการ เรื่องการพัฒนาข้าวและัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 9 12-13 มีนาคม 2540 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร

- อนนท์ สุขสวัสดิ์ พันธ์ สุวรรณภาดา และติเรก อินคาพรหม 2542. อิทธิพลของฟอสฟอรัสไนโตรเจน และปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตข้าวและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน. *วารสารวิชาการเกษตร*. 17(2) : 191-204.
- Flinn, J.C. and V.P. Marciano 1984. Rice Straw and Stubble Management. Pages 593-612. In : Organic Matter and Rice. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Kumada, K. 1977. Decomposition of Organic Matter. Page 143. In: Organic Matter and Rice. IRRI, Los Banos, Laguna Philippines.
- Ponnamperuma. 1984. Straw as a Source of Nutrients for Wetland Rice. Pages 117-136. In: Organic Matter and Rice. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines.
- Tanaka. A. 1973. Methods of handling the straw in various countries. *Int Rice Comm Newsl*. 22(2) : 1-20.