

ข้าวพันธุ์และอัตราปุ๋ยที่ให้ผลตอบแทนเหมาะสม
ในดินนาเนื้อหยาบสภาพน้ำฝนของจังหวัดพิษณุโลก
Suitable Rice Variety and Fertilizer for Beneficial Return in Rainfed
Lowland Coarse Texture Soils at Phitsanulok

อนนท์ สุขสวัสดิ์^{1/}

Anon Sooksawad^{1/}

ควพร พุ่มเชย^{1/}

Kawaporn Pumchoei^{1/}

ABSTRACT

Comparison of beneficial return between KDML105 and high yielding rice variety grown in coarse texture of unfertilized lowland rice soils under rainfed condition. The experiments were conducted in two phases : the first one was to compare the beneficial return KDML 105 and RD 23 rice at different rates of fertilizer applications, in both transplanting and pregerminated direct-seeded rice at Phitsanulok Rice Research Centre. The second phase was the study beneficial return of two rice varieties namely KDML 105 and the high yielding varieties : Phatumthani 1, Phitsanulok 2, Chainat 1 with fertilizer at the rates of 6 - 3 - 1.5 and 12 - 6 - 3 kg N-P₂O₅-K₂O/rai in farmers fields at Phitsanulok Rice Research Centre. KDML 105 gave higher yield than RD 23 from the lower rates of fertilizer applications at 0 - 4 kgN/rai in trasplanted rice. Increasing of fertilizer, the yield gaps were narrow. In pre-germinated direct-seeded rice, application of high fertilizer rates at 12 - 16 kg N/rai, RD 23 gave higher yield than KDML105. However, the beneficial return KDML105 obtained was higher than RD 23 in both planting methods. In farmers fields, yield of the both varieties were not clearly different. In shallow water relief, KDML105 tended to give higher yield than another; but in the flat areas, the reverse results were found. In case of the beneficial returns, KDML 105 was found to be more suitable variety than the others.

Key words: beneficial return, KDML 105, high yielding varieties, coarse texture soil, rainfed low land

^{1/} ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สำนักวิจัยและพัฒนาเขตที่ 2 อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000

^{1/} Phitsanulok Rice Research Centre, Office of Agricultural Research and Development Region 2, Department of Agriculture Wang Thong district, Phitsanulok province 65000

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงไม่ไวต่อช่วงแสง ในสภาพนาหน้าฝนที่เป็นดินเนื้อหยาบมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดำเนินการทดลองเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างข้าว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข 23 ที่ปลูกแบบปักดำและหว่านน้ำตม โดยใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ คือ 0-0-0, 4-2-1 8-4-2, 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ระยะที่ 2 ทดสอบในแปลงนาเกษตรกรเปรียบเทียบผลตอบแทนของข้าว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและไม่ไวต่อช่วงแสง 3 พันธุ์คือ ปทุมธานี 1 พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1 ใส่ปุ๋ย 2 อัตรา 6 - 3 - 1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราต่ำ (0 - 4 กก. N/ไร่) ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จะให้ผลผลิต 619 - 706 กก./ไร่ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ กข 23 ผลผลิต 450 - 494 กก./ไร่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก แต่เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราสูงขึ้น ความแตกต่างของข้าวทั้ง 2 พันธุ์จะลดลงจาก 116 เหลือ 36 ในนาดำ และในนาหว่านน้ำตมเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 12 - 16 กก. N/ไร่ ผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 23 สูงกว่าข้าวดอกมะลิ 105 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 สูงกว่า กข 23 ทั้งในนาดำและในนาหว่านน้ำตม ส่วนการทดสอบในนาเกษตรกร ผลผลิตของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ไม่แตกต่างกัน ในสภาพนาที่ดอนกักเก็บน้ำได้ยาก ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง แต่ถ้าสภาพนาสม่ำเสมอ กักเก็บน้ำได้ ข้าวพันธุ์ต้นเดียวไม่ไวต่อช่วงแสงให้

ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 สำหรับผลตอบแทนข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงกว่า ข้าวต้นเดียวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

คำหลัก : ผลตอบแทน ข้าวดอกมะลิ 105 ข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ดินเนื้อหยาบ นาหน้าฝน

คำนำ

ในพื้นที่ปลูกข้าวที่เป็นสภาพนาดอนเขตอาศัยน้ำฝน ลักษณะของดินส่วนใหญ่จะเป็นดินเนื้อหยาบ (coarse texture soils) ได้แก่ ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทราย ดินทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทรายและดินร่วน ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไปได้ง่ายจากขบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ชะล้าง (leaching) การไหลซึมผ่าน (percolation) น้ำไหลบ่า (runoff) และการระเหย (volatilization) (De Datta, 1981; Patrick and Reddy, 1997) เนื่องจากเป็นดินเนื้อหยาบ จึงมีค่าของการแลกเปลี่ยนประจุแคตไอออน (cation exchange capacity, CEC) ต่ำ ดูดซับอนุมูล NH₄⁺ ไว้ได้น้อย ลักษณะพื้นที่เช่นนี้เกษตรกรปลูกข้าวพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงอายุเบา ซึ่งต้องการธาตุอาหารจากปุ๋ยไม่มากนัก เช่น พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กข 15 เป็นต้น ยลิศรีและคณะ (2536) พบว่าข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ปลูกในดินนาหว่านน้ำตม ชุดบางมูลนากและหล่มสัก ให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจน 12-18 กก./N/ไร่ ขณะพันธุ์ข้าว กข 23 ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยเคมีสูงกว่า 8 กก./N/ไร่ สำหรับนาดำข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ผลผลิตสูงกว่านา

หว่านน้ำตม ส่วนผลตอบแทน อนันท์และคณะ (2543) พบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายให้ผลตอบแทนสูงสุดอัตราปุ๋ยไม่เกิน 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่พันธุ์ข้าว กข 23 เพิ่มผลตอบแทนเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีสูงขึ้น แต่ในบางพื้นที่ ๆ อยู่ใกล้กับพื้นที่นาชลประทาน อิทธิพลของพันธุ์ข้าวที่ใช้สำหรับนาชลประทานหรือพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงไม่ไวต่อช่วงแสง แต่ต้องการธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีในปริมาณมาก ได้เข้ามาแทนที่ เช่น กข 23 สุพรรณบุรี 1 ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 เป็นต้น จึงได้ทำการทดสอบเพื่อหาผลตอบแทนของข้าวทั้ง 2 ชนิด คือ ข้าวอายุเบาที่ไวต่อช่วงแสงและมีคุณภาพสูง ได้แก่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับข้าวต้นเตี้ยบางพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ กัน ในดินนาเนื้อหยาบสภาพนาน้ำฝน ทั้งในสภาพของศูนย์วิจัยและของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

การดำเนินการระยะที่ 1

แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 2 แปลง คือ

แปลงที่ปลูกแบบปักดำและแปลงที่ปลูกแบบหว่านน้ำตม โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot มีปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 5 อัตรา คือ 0-0-0 4-2-1 8-4-2 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ เป็น main plot และข้าว 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 23 เป็น sub plot มี 4 ซ้ำ แปลงที่ปลูกแบบปักดำ ระยะปักดำ 25 x 25 ซม. แปลงที่หว่านน้ำตมใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กก./ไร่ แปลงย่อยขนาด 4 x 6 ม. มีการบันทึกผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 % ราคาข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิและข้าว 5 % (สำหรับพันธุ์ กข 23)ในเดือนธันวาคม และราคาปุ๋ยเคมีในเดือนกรกฎาคมและกันยายน ของปีที่ปลูกต้นทุนการผลิตข้าวของ จ.พิษณุโลก ค่าแรงในการใส่ปุ๋ยและค่าแรงในการปักดำ ดำเนินการทดลองในฤดูนาปี พ.ศ. 2540 - 2543 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ซึ่งมีคุณสมบัติของดิน (Table 1)

Table 1. Soil perperties of transplanted and pre-germinated direct-seeded rice in 1997-2000

Method of planting	pH	OM (%)	P (mg P ₂ O ₅ /kg)	K (mg K ₂ O/kg)	Soil texture
Transplanted rice	5.2	0.36	29	25	Sandy loam
Pre-germinated direct-seeded rice	4.9	0.30	65	15	Sandy loam

Remarks : trial was so heavy infested with brown plant hopper (BPH) that caused high level of yield losses.

การดำเนินการระยะที่ 2

ดำเนินการในนาเกษตรกรที่เป็นแหล่งปลูกข้าวชาวดอกมะลิ 105 และดินเป็นเนื้อหยาบ โดยไม่มีแผนการทดลองปลูกข้าวชาวดอกมะลิ 105 เปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ต้นเตี้ยไม่ไวต่อช่วงแสงที่เกษตรกรนิยมปลูก คือ ปทุมธานี 1 พิษณุโลก 2 และชัยนาท 1 ข้าวทั้ง 2 ชนิดใส่ปุ๋ย 2 อัตรา คือ 6 - 3 - 1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ในนาเกษตรกรให้เกษตรกรเป็นผู้ปลูกข้าวเอง แต่ผู้ดำเนินการทดลองสนับสนุนปัจจัยต่าง ๆ ในการปลูก ได้แก่ พันธุ์ข้าว ปุ๋ยเคมีและสารป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ปลูกข้าวทั้ง 2 พันธุ์ในพื้นที่ทดสอบพันธุ์ละประมาณ 1 ไร่ ในแต่ละพันธุ์ใส่ปุ๋ย 2 อัตรา คือ 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ โดยครั้งแรกใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 3-3-1.5 และ 6-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ตามลำดับ และในระยะกำเนิดช่อดอกใส่ปุ๋ยยูเรีย (46 % N) อัตรา 3 และ 6 กก. N/

ไร่ (6.5 และ 13 กก. ปุ๋ยยูเรีย/ไร่) ตามลำดับ เก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ 3 X 4 ม. กรรมวิธีละ 2 จุด มีบันทึกผลผลิตข้าวที่ความชื้น 14 % และราคาข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าว 5% ที่ขายได้ในเดือนธันวาคมของปีที่ปลูก จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (นिरนาม, 2544 ; 2545) ดำเนินการในนาเกษตรกรที่เป็นแหล่งปลูกข้าวชาวดอกมะลิ 105 โดยแบ่งเป็น Farm A B C D E และ F ตามเกษตรกรเจ้าของนา คือ นายวิเชียร โฉมแดง นายพยุ่ง จีวังาม อ.เมือง นายนง จันทรคุ้ม อ.วังทอง นายฝั่ง บางเบ็ด อ.ท่ามะปร่าง นายบัวลอย สระทองชม อ.พรหมพิราม และนางลัดดา พิ้งชานา ตามลำดับ และดินมีลักษณะเป็นดินเนื้อหยาบในเขต อ.เมือง อ.วังทอง อ.เนินมะปร่าง และ อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก ในฤดูนา ปีพ.ศ. 2544 และ 2545 ซึ่งแสดงคุณสมบัติของดิน (Table 2)

Table 2. Soil properties of farm trials in 2001-2002

Farmers' field	pH	OM (%)	P (mg P ₂ O ₅ /kg)	K (mg K ₂ O/kg)	Texture
Farm A	4.4	1.48	6.8	64	Clay loam
Farm B	4.4	1.01	5.21	17	Sandy loam
Farm C	5.04	0.94	2.52	85	Sandy loam
Farm D	4.74	1.24	8.05	71	Loam
Farm E	5.15	0.87	3.7	12	Sandy loam
Farm F	5.37	1.33	7.76	73	Clay loam

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปี พ.ศ. 2540

1.1 ผลผลิตข้าว

นาดำ อัตราปุ๋ยและพันธุ์ข้าวมีปฏิกริยาสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่า กข 23 ทั้งอัตราปุ๋ย 0-0-0 และ 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ และเมื่อเปรียบเทียบอัตราปุ๋ยต่าง ๆ สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากอัตราปุ๋ยต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน สำหรับข้าวพันธุ์ กข 23 อัตราปุ๋ย 8-4-2 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าที่อัตรา 0-0-0 และ 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (Table 3)

นาหว่านน้ำตม อัตราปุ๋ยและพันธุ์ข้าวมีปฏิกริยาสัมพันธ์กัน ผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าข้าวพันธุ์ กข 23 ที่อัตราปุ๋ย 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ที่ปุ๋ยอัตรา 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ กข 23 จะให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีทุกอัตราให้ผลผลิตไม่แตกต่างสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย สำหรับข้าวพันธุ์ กข 23 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางแต่ให้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยอัตรา 0-0-0 และ 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตต่ำสุด (Table 3)

Table 3. Yields of KDML105 and RD 23 Rice, grown by transplanting and pre-germinated direct-seeded rice, applied with different rates of chemical fertilizer on coarse texture soil at Phitsanulok Rice Research Centre in 1997.

Rate of fertilizer N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/rai	Yield (kg/rai) ^{1/}					
	Transplanted rice			Pre-germinated direct-seeded rice		
	KDML105	RD 23	Diff.	KDML105	RD 23	Diff.
0-0-0	619	494 b	125 *	392 b	347 c	45 NS
4-2-1	706	450 b	256 **	498 a	424 b	74 *
8-4-2	651	630 a	21 NS	500 a	478 ab	22 NS
12-6-3	698	622 a	76 NS	454 ab	525 a	-71 *
16-8-4	694	694 a	0 NS	511 a	532 a	-21 NS
Mean	674	578	471	461		
CV (%)	(a) 16.0		(a) 10.3			
	(b) 9.4		(b) 8.3			

^{1/} Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Between two varieties for each planting method compared by LSD : * significant, ** highly significant

NS = non significant

1.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนผันแปรจากการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ รวมทั้งค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยที่อัตรา 0-0-0 4-2-1 8-4-2 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ คือ 0 130.75 248.50 366.50 และ 484.50 บาท/ไร่ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลกำไรสุทธิจากต้นทุนรวมทั้งหมด พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้กำไรสุทธิสูงสุด 3,293 บาท/ไร่

ที่อัตราปุ๋ย 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ในนาดำ และได้กำไรสุทธิสูงสุด 2,075 บาท ที่อัตราปุ๋ย 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ในนาหว่านน้ำตม สำหรับข้าวพันธุ์ กข 23 ได้กำไรสุทธิสูงสุด 2,144 บาท/ไร่ที่อัตราปุ๋ยสูงสุด คือ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ในนาดำ และได้กำไรสุทธิสูงสุด 1,308 บาท/ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 8-4-2 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ในนาหว่านน้ำตม (นิรนาม, 2541ก; 2541ข และ 2541ค) (Table 4)

Table 4. Comparison of net benefit between KDML105 and RD 23, grown by transplanting and broadcasting, applied with different chemical fertilizer rates on coarse texture soil at Phitsanulok Rice Research Centre in 1997.

Variety	Fert. rates (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Cost (baht/rai)						Benefit (baht/rai)			
		Transplanting			Pre-germinated direct-seeded rice			Transplanting		Pre-germinated direct-seeded rice	
		Fixed cost	Variable ^{1/} cost	Total	Fixed cost	Variable ^{1/} cost	Total	Field ^{2/} benefit	Net benefit	Field ^{2/} benefit	Net benefit
KDML 105	0-0-0	1,587.52	0	1,587.52	1,347.52	0	1,347.52	4,393.66	2,806	2,782.42	1,435
	4-2-1	1,587.52	130.75	1,718.27	1,347.52	130.75	1,478.27	5,011.19	3,293	3,534.80	2,057
	8-4-2	1,587.52	248.50	1,836.02	1,347.52	248.50	1,596.02	4,620.80	2,785	3,549.00	1,953
	12-6-3	1,587.52	366.70	1,954.22	1,347.52	366.70	1,714.22	4,954.40	3,000	3,222.49	1,508
	16-8-4	1,587.52	484.50	2,072.02	1,347.52	484.50	1,832.02	4,926.01	2,854	3,627.08	1,795
RD 23	0-0-0	1,587.52	0	1,587.52	1,347.52	0	1,347.52	3,001.05	1,413	2,108.03	761
	4-2-1	1,587.52	130.75	1,718.27	1,347.52	130.75	1,478.27	2,733.75	1,016	2,575.80	1,098
	8-4-2	1,587.52	248.50	1,836.02	1,347.52	248.50	1,596.02	3,827.25	1,991	2,903.85	1,308
	12-6-3	1,587.52	366.70	1,954.22	1,347.52	366.70	1,714.22	3,778.65	1,824	3,189.38	1,475
	16-8-4	1,587.52	484.50	2,072.02	1,347.52	484.50	1,832.02	4,216.05	2,144	3,231.90	1,400

^{1/} Fertilizer price : 16-16-8 was 6,000 baht/ton, 21-0-0 was 4,500 baht/ton (Anon, 2541 a.) Labour cost for fertilizer application was 13 baht/rai

^{2/} Paddy price : KDML105 was 7,098 baht/ton, RD 23 was 6,075 baht/ton (Anon, 2541 a.)

2. ปี พ.ศ. 2541

2.1 ผลผลิตข้าว

นาดำ ผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าพันธุ์ กข 23 ที่อัตราปุ๋ย 0-0-0 4-2-1 8-4-2 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงที่ระดับ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ผลผลิตข้าวลดลง และลดต่ำที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-4

กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ กข 23 ปุ๋ยเคมีทุกอัตราไม่ทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกัน ผลผลิตที่มีแนวโน้มต่ำสุดคือ 283 กก/ไร่ (Table 5)

นาหว่านน้ำตม ข้าวพันธุ์ กข 23 จะให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อัตราปุ๋ย 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราสูงสุด คือ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ผลผลิตข้าว

จะต่ำสุด คือ 238 กก/ไร่ ส่วนข้าว กข 23 ผลผลิตข้าวจะสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ คือ 431 กก/ไร่ และจะต่ำที่สุดเมื่อใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น คือ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ คือ 300 กก/ไร่ (Table 5)

2.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนต้นแปรค่าปุ๋ยและค่าแรงในการใส่ปุ๋ย ที่อัตรา 0-0-0 4-2-1 8-4-2 12-6-3 และ 16-8-4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ คือ 0 150.58 288.15 426.16 และ 563.74 บาท/ไร่ตามลำดับค่าแรงในการหว่านปุ๋ย 2 ครั้ง 13 บาท/ไร่ เมื่อพิจารณาถึงผลกำไรสุทธิจากต้นทุนรวมทั้งหมด ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้งนาดำและนาหว่านน้ำตม ได้กำไรสุทธิสูงสุด 885 และ 754

บาท/ไร่เมื่อไม่ได้ใส่ปุ๋ย พันธุ์ กข 23 ในนาดำได้ผลกำไรสุทธิสูงสุด 160 บาท/ไร่ เมื่อไม่ได้ใส่ปุ๋ยสำหรับนาหว่านน้ำตมได้กำไรสุทธิสูงสุด 664 บาท/ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (นิรนาม, 2541ก; 2541ข และ 2541ค) (Table 6)

ในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ กข 23 แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น ความแตกต่างระหว่างผลผลิตของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ลดลงและข้าวพันธุ์ กข 23 มีแนวโน้มว่าให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวดอกมะลิ 105 โดยเฉพาะในนาหว่านน้ำตมการตอบสนองของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ยังไม่ชัดเจนมากนักในบางปี คือ ปี พ.ศ. 2541 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปุ๋ยไนโตรเจน 12 - 18 กก. N/ไร่ ผลผลิตข้าวจะลด

Table 5. Yields of KDML105 and RD 23 rice, grown by transplanting and broadcasting, applied with different rates of chemical fertilizer on coarse texture soil at Phitsanulok Rice Research Centre in 1998.

Fert. rate N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/rai	Yield (kg/rai) ^{1/}					
	Transplanted rice			Pre-germinated direct-seeded rice		
	KDML105	RD 23	Diff.	KDML105	RD 23	Diff.
0-0-0	393 ab	311	82 **	334 a	338 bc	- 4 ^{NS}
4-2-1	404 ab	288	116 **	346 a	385 ab	- 39 ^{NS}
8-4-2	425 a	283	142 **	337 a	350 bc	- 13 ^{NS}
12-6-3	355 bc	298	57 *	303 a	431 a	- 128 **
16-8-4	319 c	283	36 ^{NS}	238 b	300 c	- 62 *
Mean	379	293	312	336	336	
CV (%)	(a) 10.3 %			(c) 11.1 %		
	(b) 10.2 %			(d) 10.1 %		

^{1/} Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Between two varieties for each planting method compared by LSD : * significant, ** highly significant

NS = non significant

Table 6. Comparison of net benefit between KDML105 and RD 23, grown as transplanting and broadcasting, with different chemical fertilizer rates on coarse texture soil at Phitsanulok Rice Research Centre in 1998.

Variety	Fert. rates (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Cost (baht/rai)						Benefit (baht/rai)			
		Transplanting			Pre-germinated direct-seeded rice			Transplanting		Pre-germinated direct-seeded rice	
		Fixed	Variable ¹	Total	Fixed	Variable ¹	Total	Field ²	Net	Field ²	Net
	cost	cost		cost	cost		benefit	benefit	benefit	benefit	
KDML105	0-0-0	1,587.52	0	1,587.52	1,347.52	0	1,347.52	2,472	885	2,101	754
	4-2-1	1,587.52	150.58	1,738.10	1,347.52	150.58	1,498.10	2,542	804	2,177	679
	8-4-2	1,587.52	288.15	1,875.67	1,347.52	288.15	1,635.67	2,674	798	2,120	484
	12-6-3	1,587.52	426.16	2,013.68	1,347.52	426.16	1,773.68	2,233	219	1,906	132
	16-8-4	1,587.52	563.74	2,151.26	1,347.52	563.74	1,911.26	2,007	-144	1,497	-414
RD 23	0-0-0	1,587.52	0	1,587.52	1,347.52	0	1,347.52	1,747	160	1,898	551
	4-2-1	1,587.52	150.58	1,738.10	1,347.52	150.58	1,498.10	1,617	-121	2,162	664
	8-4-2	1,587.52	288.15	1,875.67	1,347.52	288.15	1,635.67	1,589	-287	1,966	330
	12-6-3	1,587.52	426.16	2,013.68	1,347.52	426.16	1,773.68	1,674	-340	2,421	647
	16-8-4	1,587.52	563.74	2,151.26	1,347.52	563.74	1,911.26	1,589	-562	1,685	-226

¹ Fertilizer price : 16-16-8 was 7,700 bahts/ton, 21-0-0 was 4,350 bahts/ton (Anon, 2541 a.) labour cost for fertilizer application was 13 bahts/rai

² Paddy price : KDML105 was 6,291 bahts/ton, RD 23 was 5,616 bahts/ton. (Anon, 2541 a.)

ลงเนื่องจากการล้มของต้นข้าวในระยะออกดอก ยลิศรีและคณะ (2536) รายงานว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินนาชุดบางมูลนากและหล่มสัก ให้ผลผลิตสูงสุดที่ระดับปุ๋ย 8 กก. N/ไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ กข 23 เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีสูงกว่า 8 กก. N/ไร่ ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในสภาพนาดำผลผลิตเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าที่ปลูกแบบน้ำตม เนื่องจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวพันธุ์ที่ไวต่อแสง ต้นสูงเมื่อปลูกแบบหว่านน้ำตม ซึ่งมีความหนาแน่นของจำนวนต้นมากกว่านาดำ จึงล้มได้ง่ายโดยเฉพาะเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในนาหว่านน้ำตมต่ำ สำหรับพันธุ์ กข 23 ในปี พ.ศ. 2540 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวนาดำสูงกว่านาหว่านน้ำตม แต่ในปี พ.ศ. 2541 ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวนาหว่านน้ำตมสูงกว่านาดำ อาจเป็นเพราะ

ว่าผลผลิตข้าวโดยทั่ว ๆ ไป จะต่ำเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศ โดยเฉพาะความเข้มของแสงและการกระจายของฝนไม่เหมาะสมจากการสังเกตถ้าปีใดผลผลิตข้าวโดยทั่วไปต่ำ การตอบสนองต่อปุ๋ยก็จะต่ำด้วย แต่โดยทั่วไปแล้วการปลูกข้าวแบบปักดำที่มีการจัดการที่เหมาะสมผลผลิตข้าวจะสูงกว่านาหว่านน้ำตม ในสภาพดินนาเนื้อหยาบมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมักจะเป็นนาที่เป็นที่ดอนกักเก็บน้ำไว้ได้ไม่นาน ในสภาพเช่นนี้เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีลงไปโดยเฉพาะปุ๋ย N จะทำให้เกิดการสูญเสียได้ง่ายจากขบวนการผ่านการชะล้าง และน้ำไหลบ่า ไปกับน้ำที่คั่นนากักเก็บไว้ไม่อยู่และบางส่วนการไหลซึมลงใต้ดิน (percolation) และบางส่วนสูญเสียไปจากขบวนการดีไนทริฟิเคชัน จากสภาพที่มีน้ำขังและไม่มีน้ำขังในแปลงนา (Patrick and Reddy,1997) รวมทั้งสูญเสียไปในรูปของ volatilization จาก

ดินเนื้อหยาบที่มีค่าการแลกเปลี่ยนประจุแคตไอออนต่ำ (De Datta, 1981) ลักษณะเช่นนี้ข้าวทั้ง 2 พันธุ์จะนำธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ไปใช้ได้น้อย ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง จึงยังคงให้ผลผลิตที่ดีในสภาพดินที่มีธาตุอาหารต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวต้นเตี้ยไม่ไวต่อช่วงแสงอย่าง กข 23 ซึ่งต้องการธาตุอาหารในปริมาณมากกว่าเพื่อเพิ่มผลผลิต

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่ปลูกแบบปักดำและหว่านน้ำตม ในสภาพดินนาที่เป็นดินร่วน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้ง 2 ปีของการทดลอง ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงกว่าข้าวพันธุ์กข 23 อย่างชัดเจน และการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำได้ผลตอบแทน หรือกำไรสุทธิสูงกว่าปลูกแบบหว่านน้ำตม ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ได้ผลตอบแทนสูงสุดจากการใส่ปุ๋ยไม่เกินอัตรา 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่ผลตอบแทนของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ทางภาคใต้ให้ผลตอบแทนดีที่สุด เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่คิดเป็นปุ๋ยอัตรา 5.3-4-0 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (วิเชียร, 2540) ข้าวพันธุ์กข 23 ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการใส่ปุ๋ย ตั้งแต่อัตรา 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ขึ้นอยู่กับ การตอบสนองของผลผลิตข้าวต่ออัตราปุ๋ยในแต่ละปี

3. ผลการทดสอบในแปลงนาเกษตรกร

ปี พ.ศ. 2544

ผลผลิตของเกษตรกรแต่ละราย (Farm) ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีผลตอบแทนต่างกัน

ไปโดยที่ผลตอบแทนเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนสูงกว่า ปทุมธานี 1 831 บาท/ไร่ แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยเป็น 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนสูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 169 บาท/ไร่ ผลตอบแทนของ Farm B เมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนมากกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 531 และ 725 บาท/ไร่ ตามลำดับ ส่วนผลตอบแทนของ Farm C เมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนมากกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 183 และ 210 บาท/ไร่ตามลำดับ และให้ผลตอบแทนเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนมากกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 3 และ 690 บาท/ไร่ (Table 7)

ปี พ.ศ. 2545

ผลผลิตข้าวทุกพันธุ์ของทุกฟาร์มมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน แต่ Farm B มีแนวโน้มผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่ำเนื่องจากน้ำท่วมในระยะแตกกอและแล้งในช่วงข้าวออกดอก ส่วนผลตอบแทนของ Farm E เมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนมากกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 864 และ 84 บาท/ไร่ ขณะที่ผลตอบแทนเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มให้ผล

Table 7. Comparison of the benefit between KDML105 and the high yielding varieties with two rates of chemical fertilizer on the rice farmers fields in Phitsanulok province in 2001 - 2002.

Ferti. rates		Farm ^{1/}		Farm ^{1/}		Different
N-P2O5 - K2O (kg/rai)	Yield (kg/rai)	benefit (baht/rai)	Yield (kg/rai)	benefit (baht/rai)	benefit (baht/rai)	
Farm A'2001		KDML 105		PTT 1		
6-3-1.5	424	2,572	287	1,385	1,187	
12-6-3	407	1,964	436	2,103	-139	
Farm B'2001						
6-3-1.5	447	2,712	452	2,181	531	
12-6-3	479	2,906	451	2,181	725	
Farm C' 2001						
6-3-1.5	369	2,238	426	2,055	183	
12-6-3	391	2,372	448	2,162	210	
Farm D' 2002						
6-3-1.5	608	3,688	765	3,691	-3	
12-6-3	591	3,585	886	4,275	-690	
Farm D' 2002						
6-3-1.5	506	2,813	622	2,967	-154	
12-6-3	587	3,263	629	3,000	263	
Farm E' 2002		KDML 105		PSL 2		
6-3-1.5	473	2,629	370	1,765	864	
12-6-3	511	2,841	578	2,757	84	
Farm F' 2002						
6-3-1.5	483	2,685	410	1,956	729	
12-6-3	457	2,540	468	2,232	308	
Farm B' 2002		KDML 105		CNT 1		
6-3-1.5	289	1,607	385	1,837	-230	
12-6-3	266	1,479	275	1,312	167	

^{1/} Paddy price in 2001 : KDML105 was 6,067 baht/ton, paddy for milled rice 5% was 4,825 baht/ton (Anon, 2544)
Paddy price in 2002 : KDML105 was 5,559 baht/ton, paddy for milled rice 5% was 4,770 baht/ton (Anon, 2545)

ตอบแทนมากกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 729 และ 308 บาท/ไร่ และ Farm D ให้ผลตอบแทนเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนต่ำกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 154 บาท/ไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ย 12-6-3กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงกว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 263 บาท/ไร่ (Table 7)

แต่ของ Farm D ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้ง 2 ปี เนื่องจากว่าแปลงนาสามารถกักเก็บน้ำได้ดี การสูญเสียของธาตุอาหารจึงมีน้อย ผลตอบแทนของ Farm B เป็นไปในทำนองเดียวกันกับ Farm D ซึ่งที่อัตราปุ๋ย 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มผลตอบแทนต่ำกว่าและสูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 230 และ 167 บาท/ไร่ (Table 7)

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว ผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ตันเตี้ยไม่ไผ่แสงในแต่ละแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน ผลผลิตข้าวทั้ง 2 พันธุ์ก็ไม่ได้เพิ่มขึ้น อนันท์และคณะ (2543) สรุปได้ว่าเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยเคมี หรือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีแนวโน้มผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ กข 23 ในดินร่วนปนทราย แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นความแตกต่างระหว่างผลผลิตข้าวทั้ง 2 พันธุ์ลดลง

ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยอัตราสูงและอัตราต่ำในข้าวทั้ง 2 พันธุ์ โดยส่วนใหญ่แล้วข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงกว่าพันธุ์ตันเตี้ยไม่ไผ่ต่อช่วงแสง ในบางแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยอัตราต่ำจะให้ผลตอบแทนสูงกว่า และ

ในบางแปลงเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นให้ผลตอบแทนสูงกว่า อนันท์และคณะ (2543) พบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข 23 ที่ปลูกในดินร่วนปนทรายข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงสุดที่อัตราปุ๋ยไม่เกิน 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ และข้าวพันธุ์ กข 23 เพิ่มตอบแทนเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีสูงขึ้น

สรุปผลการทดลอง

เมื่อปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพนาที่มีเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกักเก็บน้ำไม่ค่อยอยู่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ กข 23 ที่อัตราปุ๋ยต่ำคือ 0-0-0 และ 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงกว่าข้าวพันธุ์ กข 23 การปลูกข้าวแบบปักดำจะให้ผลตอบแทนหรือกำไรสุทธิสูงกว่าปลูกแบบหว่านน้ำตม ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลตอบแทนสูงสุดที่อัตราปุ๋ยไม่เกิน 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ สำหรับข้าวพันธุ์ กข 23 ให้ผลตอบแทนสูงสุดต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น และเมื่อปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เปรียบเทียบกับพันธุ์ตันเตี้ยไม่ไผ่ต่อช่วงแสงโดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 6-3-1.5 และ 12-6-3 กก. 4-2-1 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ข้าวตันเตี้ยที่ไม่ไผ่ต่อช่วงแสงเมื่อใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นส่วนใหญ่แล้วผลผลิตเพิ่ม และให้ผลตอบแทนโดยรวมข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าพันธุ์ตันเตี้ยไม่ไผ่ต่อช่วงแสง

ดังนั้น สภาพพื้นที่นาที่เป็นดินเนื้อหยาบและเป็นดินดอน ควรจะพิจารณาปลูกข้าวพันธุ์พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งให้ผลตอบแทนสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม 2541 ก. ข้าวการผลิต การตลาดผลผลิต การเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 19 (50) : 21-27.
- นิรนาม, 2541 ข. ข้าวเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 44(494) : 47.
- นิรนาม, 2541 ค. ข้าวเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 52(504) : 44.
- นิรนาม 2544. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. www.oae.go.th.
- นิรนาม 2545. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. www.oae.go.th.
- ยลิศร์ อินทรสถิตย์, ดิเรก อินตาพรหม สวาง ไชยรินทร์ สุพัตรา สุวรรณธาดา และสมบัติ รุจาคม. 2536. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินนาชุดห่มสั๊ก บางมูลนาก ร้อยเอ็ดและราชบุรี. หน้า 248 - 249. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2536 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกและสถานีทดลองเครื่องช่าย สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิเชียร โพธิ์ทิพย์. 2540. ผลของพันธุ์และอัตราปุ๋ยที่ให้ผลกำไรสูงสุดในการปลูกข้าวในเขตลุ่มน้ำปากพนัง. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2540. (โรเนียว).
- อนนท์ สุขสวัสดิ์ วิญญู วงศ์อุบล ดิเรก อินตาพรหม และพนัส สุวรรณธาดา. 2543. เปรียบเทียบผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ กัน ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 23 ในดินร่วนปนทราย I. นาดำ II. นาหว่านน้ำตม หน้า 54 - 74. ใน: ผลงานวิจัยประจำปี 2543 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และสถานีทดลองข้าวเครื่องช่าย สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- De Datta, S.K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Son, New York, Chichester, Brisbane, Toronto. 618 p.
- Patrick, W.H. and K.R. Reddy. 1977. Fertilizer reactions in flooded soils. Pages 119 - 134. In : Nitrogen and Rice. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.