

อิทธิพลของอายุกล้าและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อ การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพ ของข้าวขาวดอกมะลิ 105

Effects of Seedling Ages and Nitrogen Rates on Growth, Yield and Grain Quality of KDML105

ชุติวัดน์ วรรณสาย¹⁾ นีวัฒน์ นภีรงค์¹⁾ ดิเรก อินตาพรอม¹⁾
สุพัตรา สุวรรณชาติ¹⁾ สอง ไชยรินทร์¹⁾
Chutiwat Wannasai¹⁾ Nivat Nabheerong¹⁾ Dirake Intaprom¹⁾
Supatra Suwanthada¹⁾ Sa-ang Chairin¹⁾

ABSTRACT

A field experiment was conducted to investigate the effects of seedling ages and nitrogen rates on KDML 105, an aromatic rice variety, at Phitsanulok Rice Research Center during July to December 1994. The experiment was designed as 3x6 factorial in RCB with 3 replications. Treatments are 3 seedling ages (30, 40 and 60 days) and 6 nitrogen rates (0, 6, 9, 12, 15 and 18 kgN/rai). The results showed that aged seedlings (45 and 60 days) of KDML 105 decreased plant height and tiller number, while nitrogen increased them. Rice transplanted with 45 and 60 day seedlings gave lower yield than that with 30 day seedlings. However, nitrogen application could increase the yield. Physical and chemical grain quality were not affected by different seedling ages or nitrogen rates.

Keywords: KDML 105, seedling age, nitrogen

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุกล้าและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2537 วางแผนการทดลองแบบ 3x6 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยแรกคืออายุกล้า 30, 45 และ 60 วัน ปัจจัยที่สอง คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 0, 6, 9, 12, 15 และ 18 กก.น/ไร่ ผลการทดลองปรากฏว่ากล้าแก่ อายุ 45 และ 60 วัน ทำให้ความสูงและการแตกกอของข้าวลดลง แต่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวมีความสูงและการแตกกอเพิ่มขึ้น การปักดำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วย

กล้าแก่อายุ 45 และ 60 วัน ทำให้ผลผลิตต่ำกว่ากล้าปกติอายุ 30 วัน แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ สำหรับคุณภาพเมล็ดทั้งกายภาพ และเคมีไม่ได้รับผลกระทบจากอายุกล้าและปุ๋ยไนโตรเจน

คำหลัก : ข้าวดอกมะลิ 105 อายุกล้า ปุ๋ยไนโตรเจน

คำนำ

พื้นที่ปลูกข้าวในสภาพนาข้าวของประเทศไทยปี 2532/33 มีประมาณ 44 ล้านไร่ หรือ 75% ของพื้นที่นาทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2534) ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้พันธุ์ข้าวไวต่อ

1) ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65130
Phitsanulok Rice Research Center, Wang Thong, Phitsanulok 65130

ช่วงแสงซึ่งมีต้นสูง ตกกล้าในช่วงต้นฤดูฝน (พ.ค.-ก.ค.) และปักดำเมื่อกล้าอายุได้ประมาณ 30 วัน แต่บางปีที่ฝนทิ้งช่วง เกษตรกรจำเป็นต้องเลื่อนเวลาปักดำออกไปโดยใช้กล้าอายุมากหรือกล้าแก่ปักดำ ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตลดลง Singh และ Tarat (1978) รายงานว่าการปลูกข้าวที่อินเดียให้ผลผลิตสูงเมื่อใช้กล้าอายุ 29 วัน และยังคงให้ผลผลิตสูงเมื่อใช้กล้าอายุไม่เกิน 39 วัน ส่วนเจิม และคณะ (2521) พบว่า อายุกล้า 30 และ 45 วัน ของพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ผลผลิตทัดเทียมกันแต่สูงกว่ากล้าอายุ 60 วัน แต่ในพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงอายุกล้า 30 วัน ให้ผลผลิตสูงกว่าอายุกล้า 45 และ 60 วัน (วิทยาและคณะ, 2533) ดังนั้นการใช้กล้าอายุเกิน 40-45 วัน ปักดำอาจทำให้ผลผลิตลดลงได้ ในการปรับปรุงผลผลิตของข้าว เมื่อใช้กล้าแก่ปักดำอาจทำได้โดยการปักดำให้มีระยะถี่ขึ้น (เจิมและคณะ 2521) หรือเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อให้ข้าวแตกกอมากขึ้น (Singh et al. 1985) แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และลักษณะพันธุ์ข้าว เป็นต้น

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอายุกล้าและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวหอมที่ได้รับความนิยม และขายได้ราคาสูงทั้งในและต่างประเทศและโดยเฉพาะเพื่อหาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม สำหรับข้าวเมื่อใช้กล้าแก่ปักดำ ในสภาพนาหน้าฝนของเขตภาคเหนือตอนล่าง

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2537

ดินในแปลงทดลองเป็นดินเหนียว มี organic matter 1.85%, available P 18 ppm, available K 124 ppm และ pH 5.0

ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวหอมไวต่อช่วงแสง โดยวิธีปักดำ ระยะ 25x25 ซม.

ขนาดแปลงย่อย 3x5 ม. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมก่อนปักดำอัตรา 6 กก. P_2O_5 /ไร่ และ 6 กก. K_2O /ไร่ ตามลำดับ

วางแผนการทดลองแบบ 3x6 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยที่หนึ่ง คือ อายุกล้า 3 อายุได้แก่ 30, 45 และ 60 วัน ซึ่งตกกล้าวันเดียวกัน (7 ก.ค. 2537) และทยอยปักดำตามอายุ ปัจจัยที่สอง คือ อัตราปุ๋ยไนโตรเจน 6 ระดับ คือ 0, 6, 9, 12, 15 และ 18 กก. N/ไร่ โดยแบ่งใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปักดำจำนวนครึ่งหนึ่ง ที่เหลือใส่ที่ระยะกำเนิดรวงอ่อน (ประมาณ 30 วันก่อนข้าวออกรวง)

บันทึกข้อมูลความสูงและการแตกกอในระยะก่อนเก็บเกี่ยว สุ่มตัวอย่างรวงข้าวเพื่อหา องค์ประกอบผลผลิต ซึ่งประกอบด้วยจำนวน/ตารางเมตร จำนวนเมล็ด/รวง เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด (filled spikelet) และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิต เก็บเกี่ยวจากพื้นที่กลางแปลงขนาด 2x4 ม. และนำมาปรับน้ำหนักที่ความชื้น 14% ทำการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ คือขนาดของเมล็ด และความเป็นท้องไข่ และคุณภาพเมล็ดทางเคมีได้แก่ ปริมาณมิโลส ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) และความหอม

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

ผลการทดลองพบว่าอายุกล้าและปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวทั้งในด้านความสูงและการแตกกอ โดยการใช้กล้าแก่หรือกล้าอายุ 45 วัน และ 60 วัน ปักดำทำให้ความสูงลดลง ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นข้าวสูงขึ้นเฉพาะในกล้าอายุ 30 และ 45 วัน (Table 1) สำหรับการแตกกอของข้าวนั้นพบว่า จำนวนต้น/กอจากการปักดำกล้าอายุ 30 วัน และ 45 วัน สูงกว่าอายุ 60 วัน และปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวแตกกอเพิ่มขึ้นถึงแม้อัตราปุ๋ย 9-18 กก. N/ไร่ ไม่ทำให้ข้าวแตกกอแตกต่างกัน แต่สูงกว่าอัตรา 6 กก. N/ไร่ หรือไม่ใส่ปุ๋ย (Table 2) การใช้กล้าอายุมากปักดำแล้วทำให้ความสูง

และการแตกกอลดลงอาจเป็นเพราะข้าวขาว-ดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสงเมื่อปลูกช้ากว่าปกติ ทำให้มีช่วงการเจริญเติบโตสั้นลง จึงทำให้ความสูงและการแตกกอลดลงไปด้วย (Yoshida 1981, อานันท์และคณะ 2532)

องค์ประกอบผลผลิต

จำนวนรวง/ตารางเมตรของข้าวที่ปักดำด้วยกล้าอายุ 30 และ 45 วัน สูงกว่ากล้าอายุ 60 วัน และปุ๋ยในโตรเจน 9-18 กก. N/ไร่ ไม่ทำให้จำนวนรวง/ตารางเมตร แตกต่างกัน แต่สูงกว่าอัตรา 6 กก. N/ไร่ และไม่ใส่ปุ๋ย (Table 3)

กล้าอายุ 30 วัน ให้จำนวนเมล็ด/รวงสูงสุด รองลงมาได้แก่อายุ 45 วัน และต่ำสุดคืออายุ 60 วัน ส่วนอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้จำนวนเมล็ด/รวงแตกต่างกัน แต่ยังคงสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย

สำหรับเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดไม่ได้รับผลกระทบจากปุ๋ยในโตรเจน แต่การใช้กล้าอายุ 60 วัน ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดลดลง

สำหรับน้ำหนัก 1,000 เมล็ดนั้น พบว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจนทำให้น้ำหนักเมล็ดสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย แต่อายุกล้าไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ด

ผลผลิต

ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากการปักดำด้วยกล้าอายุ 45 วัน และ 60 วัน ต่ำกว่าที่ปักดำด้วยกล้าปักดำอายุ 30 วัน (Table 4) 5.6 และ 6.0% ตาม

Table 1. Plant height at harvest of KDML 105 as affected by seedling ages and nitrogen rates.

Nitrogen rate (kg/rai)	Plant height (cm)		
	Seedling age (day)		
	30	45	60
0	94 d	80 c	70 a
6	105 c	87 bc	71 a
9	112 bc	88 bc	70 a
12	111 c	92 b	74 a
15	120 ab	95 ab	76 a
18	125 a	105 a	73 a

CV = 5.8%

Mean separation in a column by DMRT at 5% level
LSD 0.5 value for comparing means in a row is 9 cm

ลำดับ ซึ่งแตกต่างกับผลการทดลองของเจิม และคณะ (2521) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพบว่ากล้าอายุ 45 วัน ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับกล้าอายุ 30 วัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะช่วงเวลากักดำแตกต่างกัน โดยการปักดำข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มเร็วกว่าภาคเหนือตอนล่าง จึงทำให้ข้าวมีช่วงการเจริญเติบโตก่อนออกดอกยาวกว่า สำหรับสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกันในการทดลองนี้มาจากการแตกกอหรือจำนวนรวง/ตารางเมตร และจำนวนเมล็ด /รวงของข้าวลดลงเมื่อใช้กล้าแก่

การใส่ปุ๋ยในโตรเจนทำให้ผลผลิตข้าวจากการปักดำด้วยกล้าทั้ง 3 อายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนรวง/ตารางเมตร และจำนวนเมล็ด/รวงเพิ่มขึ้น ถ้าพิจารณาในรายละเอียดจะเห็นว่า เมื่อต้องการให้

Table 2 Effect of different nitrogen rates (a) and seedling ages (b) on tiller number of KDML 105.

(a)		(b)	
Nitrogen rate (kg/rai)	Tiller number (plant/hill)	Seedling age (day)	Tiller number (plant/hill)
0	9.3 c	30	11.3 a
6	10.4 b	45	11.2 a
9	11.1 ab	60	9.8 b
12	11.4 a		
15	11.4 a		
18	10.9 ab		

CV = 6.7%

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

Table 3. Yield components of KDML 105 as affected by different seedling ages and nitrogen rates.

Seedling age (day)	Panicle/m ²	Spikelet/panicle	% filled spikelet	1,000 grain weight (g)
30	181 a	180 a	90 a	27.0 a
45	179 a	161 b	88 a	27.0 a
60	157 b	147 c	85 b	27.0 a
Nitrogen rate (kg/rai)				
0	149 c	149 b	87 a	26.2 b
6	167 b	161 ab	86 a	27.2 a
9	178 ab	163 ab	88 a	26.9 a
12	183 a	166 a	89 a	26.8 a
15	183 a	166 a	86 a	27.2 a
18	174 ab	171 a	88 a	27.1 a
CV (%)	6.7	9.8	2.8	1.8

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

ผลผลิตข้าวจากกล้าอายุ 45 และ 60 วัน ทัดเทียมกับกล้าปักดำอายุ 30 วัน ซึ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำ 6 กก./ไร่ จะต้องใส่ปุ๋ยอัตรา 9 กก./ไร่ สำหรับลักษณะการตอบสนองของผลผลิตข้าวที่ปักดำด้วยกล้าอายุต่างๆ ต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง (quadratic) ที่คล้ายคลึงกัน (Fig.1) จากสมการผลผลิต $Y = a+bx-cx^2$ ($Y =$ ผลผลิต, กก./ไร่ และ $X =$ อัตราปุ๋ยไนโตรเจน, กก./ไร่) เราสามารถประมาณการอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่จะให้ผลผลิตสูงสุดของกล้าทั้ง 3 อายุ ได้จาก

Table 4. Yield of KDML 105 as affected by different seedling ages and nitrogen rates.

Nitrogen (kg/rai)	Yield (kg/rai)			
	Seedling age (day)			
	30	45	60	Mean
0	512	513	511	512 d
6	641	606	613	620 c
9	709	670	641	673 ab
12	703	707	644	684 a
15	707	648	682	679 a
18	697	600	636	644 bc
Mean	661 a	624 b	621 b	

CV = 5.3%

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

$N_y = -b/2C$ (Gomez and Gomez, 1984)

เมื่อ $N_y =$ อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้ผลผลิตสูงสุด

b และ $c =$ สัมประสิทธิ์ regression

ดังนั้นอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่จะให้ผลผลิตสูงสุด

ของกล้าอายุ 30, 45 และ 60 วัน จากการทดลองนี้คือ 13.6, 11.1 และ 13.8 กก./ไร่ โดยได้ผลผลิต 714, 675 และ 661 กก./ไร่ ตามลำดับ

คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเมล็ดข้าว

อัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอายุกล้าไม่มีผลต่อขนาดของเมล็ดข้าวและความเป็นท้องไขของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเฉลี่ยเมล็ดมีความยาว ความกว้างและความหนา 7.59, 2.14 และ 1.76 มม. ตามลำดับ และมีค่าความเป็นท้องไขเฉลี่ย 0.2 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ แต่ในข้าวบางพันธุ์ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้เมล็ดมีขนาดเพิ่มขึ้นและท้องไขลดลงเล็กน้อย (บุญลักษณ์ และคณะ 2517)

สำหรับปริมาณอมิโลสในเมล็ดข้าวซึ่งมีผลต่อลักษณะความร่วนเหนียวของข้าว ไม่ได้รับผลกระทบจากอายุกล้าและอัตราปุ๋ยไนโตรเจน โดยมีเปอร์เซ็นต์อมิโลสเฉลี่ย 16.6% (จัดอยู่ในระดับต่ำ) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของงามชื่นและคณะ (2531) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อปริมาณ

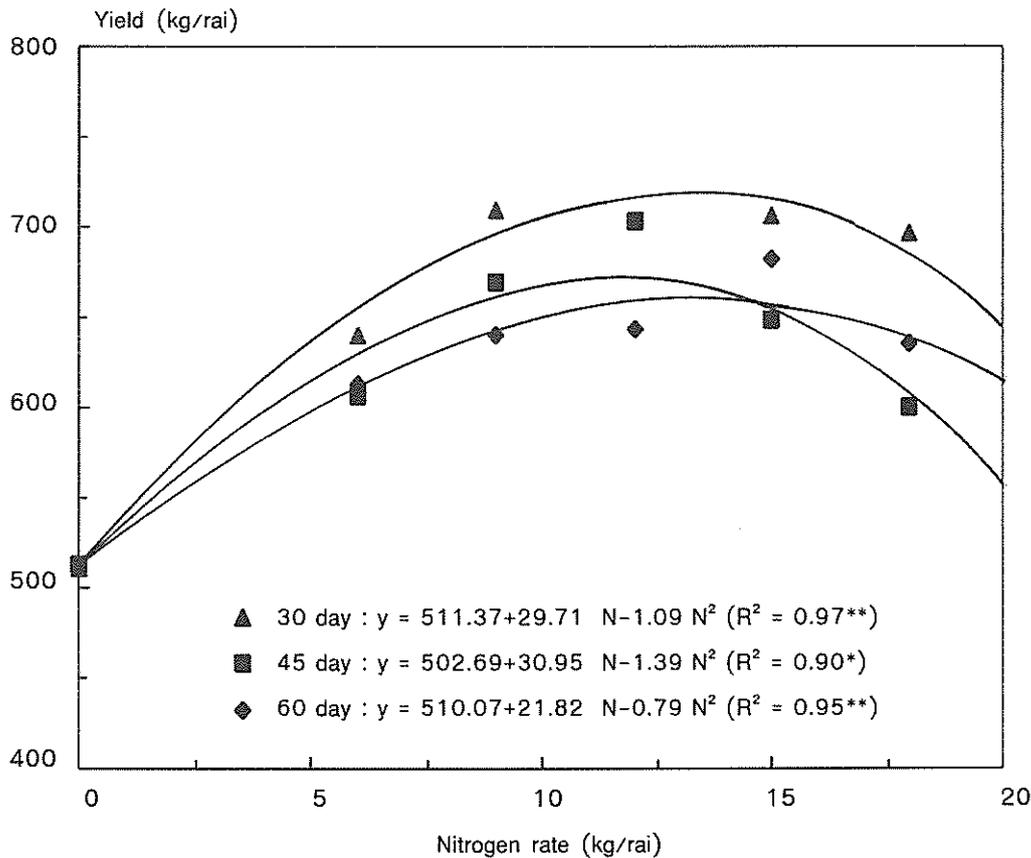


Figure 1. Nitrogen response of KDML 105 transplanted with different aged seedlings (30, 45 and 60 days).

Table 5. Gel consistency of KDML 105 grain as affected by different seedling ages.

Seedling age (day)	Gel consistency (mm)
30	92.1 b
45	98.4 a
60	97.1 a

CV = 2.5%

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

อมีโลสของเมล็ดข้าวชาวดอกมะลิ 105 แต่โปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ย 8-10 กก. N/ไร่ ส่วนความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) ซึ่งใช้บ่งชี้ความนุ่มของเมล็ดข้าวนั้น เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากการใช้กล้าแก่ ปักดำ (Table 5) แต่ทั้งหมดยังจัดว่ามีแป้งสุกอ่อนคือมีค่ามากกว่า 60 มม. ดังนั้น จึงไม่อาจจะบ่งชี้ได้ว่ามีผลกระทบทำให้คุณภาพข้าวสุกแตกต่างกัน ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อความคงตัวของแป้งสุกโดยมี

ค่าเฉลี่ย 96 มม. สำหรับความหอมของเมล็ดนั้น พบว่ามีความหอมไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

การปักดำข้าวชาวดอกมะลิ 105 ด้วยกล้าแก่อายุ 45 และ 60 วัน ให้ผลผลิตต่ำกว่าการใช้กล้าปักดำอายุ 30 วัน แต่สามารถเพิ่มผลผลิตได้โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น คือ เมื่อต้องการให้ผลผลิตทัดเทียมกับกล้าอายุ 30 วัน ที่ใช้ปุ๋ยอัตราปกติ 6 กก.N/ไร่ ต้องใส่ปุ๋ยอัตรา 9 กก.N/ไร่ และเมื่อต้องการให้ผลผลิตสูงสุด ต้องใส่ปุ๋ยประมาณ 11 และ 14 กก.N/ไร่ สำหรับกล้าอายุ 45 และ 60 วัน ตามลำดับ โดยใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปักดำครั้งหนึ่งและที่เหลือใส่ในระยะกำเนิดรวงอ่อน (ประมาณ 30 วัน ก่อนข้าวออกดอก) สำหรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นนั้น ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพทั้งทางกายภาพและเคมีรวมทั้งความหอม

เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี, พูลศรี สว่างจิต, อัญชลี คร้ามศรี, ประนอม มงคลบรรจง และกัมปนาท มุขดี. 2531. ผลการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณสมบัติการหุงต้มและรับประทานของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. ผลงานวิจัยปี 2531. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. หน้า 348-359.
- เจิม แสงเทียน, อรุณ จักษุจินดา, ชยงค์ นามเมือง และวิทยา ศรีทานันท์. 2521. อิทธิพลของเวลาในการใส่ปุ๋ยระยะปักดำ และเวลาปักดำต่อผลผลิตข้าว. รายงานการทดลองปุ๋ยข้าว 2521. กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร. หน้า 95-102.
- บุญลักษณ์ วงศ์สุทธาชิน, ขอบ คณະฤกษ์, งามชื่น คงเสรี, เครือวัลย์ อัดตะวีริยะกุล และอัมพวัน อัดตะวีริยะกุล. 2517. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ต่อคุณภาพของเมล็ดข้าว. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2517. กองการข้าวและกองแผนงาน กรมวิชาการเกษตร
- วิทยา ศรีทานันท์, เจิม แสงเทียน, อรุณ จักษุจินดา และทรงชัย วัฒนพ่ายกุล. 2523. อิทธิพลของเวลาในการใส่ปุ๋ยระยะปักดำ และเวลาปักดำการผลิตข้าว. รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าว 2523. กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2534. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ฉบับย่อ ปีเพาะปลูก 2533/34. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 431. หน้า 100-106.
- Gomez, K.A. and A.A Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research: 2nd Ed. John Wiley and Sons, N.Y. 680 pp.
- Singh, S.S and R.K. Tarat. 1978. Effect of seedling age on the growth and yield of rice varieties. Int. Rice Res. Newsl. 3(1) : 5-6.
- Singh, B.K. ; Thakur, R.B. and R.P. Singh. 1985. Nitrogen requirement and spacing for late-transplanted, photoperiod-sensitive, tall indica rice. Int. Rice. Res. Newsl. 10 (4) : 24-25.
- Yoshida, S. 1981. Fundamental of rice crop science. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. 269 pp.