

# เวลาและสัดส่วนที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวนาหว่าน

## Suitable Splitting Proportions and Timing of N Fertilizer Application in Direct-seeded Rice

กฤษณ์ ลินวัฒนา<sup>1</sup>      วิเรนดา พาล ซิงห์<sup>2</sup>      โยวีโน เอส ลาเลส<sup>3</sup>  
Grisana Linwattana<sup>1</sup>      Virendra Pal Singh<sup>2</sup>      Joveno S. Lales<sup>3</sup>

---

### ABSTRACT

Direct-seeded rice cultivation is continuously expanding due to lower labor costs, increasing need to intensify cropping, and availability of effective herbicides for weed control. But shifting to direct seeding may affect stand establishment because of non-availability of field-tested nitrogen management technology as is known for the transplanted rice. This study was therefore, conducted for two wet and one dry season during 1999-2000 to determine the suitable splitting proportions and time of N application that could enhance grain yield of direct-seeded rice at Ubon Ratchathani, Thailand.

Regardless of season and rice variety used, 60 kg N/ha applied in three splits, i.e. 15 kg N/ha at 15 and 30 days after emergence (DAE) and the remaining 30 kg N/ha at 45 DAE consistently gave the highest grain yield. The crop that received this type of splitting proportion and time of N application had the tallest plants, highest number of tillers, highest shoot biomass, higher leaf area index, higher N content of above ground plant parts and higher nitrogen uptake, and thus, the highest grain yield. Plant height, number of tillers, and N uptake were positively correlated with grain yield. Conversely, when half of the total amount of N rate was applied 5 DAE, and one-fourth at 20 and 35 DAE, grain yield and almost all other agronomic/growth parameters were lower. The results indicate that in direct-seeded rice, greater response to nitrogen application can be obtained when the nitrogen application was done at a time close to the reproductive stage, e.g. 45 DAE. There is greater demand of N at this stage. Higher number of tillers bearing panicle can be attained through higher seeding rate but tiller maintenance in direct-seeded rice was obtained through applying higher dose of N at a time close to the reproductive stage.

**Keywords :** nitrogen management, direct-seeded rice, reproductive stage

---

1 สถานีทดลองพืชสวนบ้าน อ เมือง จ. น่าน (054-771663)

1 Nan Horticulture Research Station, Thailand

2 สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ ฟิลิปปินส์

2 International Rice Research Institute, Philippines

3 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยแห่งฟิลิปปินส์ ลอสบักญอส ฟิลิปปินส์

3 College of Agriculture, University of the Philippines, Los Baños, Philippines

## บทคัดย่อ

การทำนาหว่าน กำลังเป็นที่นิยมของชาวนาในหลายๆ พื้นที่ เพราะเป็นการลดต้นทุนการผลิต หรือชาวนาต้องการเพิ่มการปลูกพืชหลังการทำนา และเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปัจจุบันมีสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ แต่การทำนาหว่านอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควรอันเนื่องมาจากยุงขาดแคลนเทคโนโลยีในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อเทียบกับการทำนาดำ จึงได้มีการศึกษาถึงสัดส่วนและเวลาที่เหมาะสมของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีระหว่าง ปี 2541 ถึง 2542 เพื่อเป็นแนวทางเพิ่มผลผลิตในข้าวนาหว่าน ทั้งในฤดูนาปรังและฤดูนาปี ผลการศึกษาปรากฏว่า ข้าวให้ผลผลิตดีที่สุดในฤดูนาปรังเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 60 กก./ไร่/เฮกตา แบ่งใส่เป็น 3 สัปดาห์ โดย 15 กก./ไร่/เฮกตา ใส่เมื่อ 15 วัน และ 30 วันหลังข้าวงอก และที่เหลืออีก 30 กก./ไร่/เฮกตา ใส่เมื่อเวลา 45 วันหลังข้าวงอก ทั้งฤดูนาปรังและนาปี การแตกกอ อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบรวมทั้งความสูงมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และพบว่าความสูง อัตราการเจริญเติบโต จำนวนหน่อ และการดูดปุ๋ยไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต ในทางตรงกันข้ามรูปแบบของสัดส่วนปุ๋ยไนโตรเจน เมื่อ แบ่งใส่ที่ 30, 15 และ 15 กก./ไร่/เฮกตา ใส่ในรูปแบบเวลา 5, 20 และ 35 วันหลังข้าวงอกให้ผลผลิตต่ำสุด พร้อมทั้งการเจริญเติบโตลดลง แสดงให้เห็นว่าในข้าวนาหว่าน จะตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ในช่วงเวลาใกล้ๆ กับการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะออกดอก เช่นเมื่อข้าวเริ่มตั้งท้อง (Panicle initiation) มีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนมากในระยะนี้ ในความเป็นจริงแล้ว ปริมาณหน่อในข้าวนาหว่านสามารถกำหนดได้โดยใช้อัตราเมล็ดต่อไร่ แต่การรักษาปริมาณหน่อไว้ในขณะที่มีการแข่งขันสูงและในสภาพพื้นที่จำกัดโดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

ครึ่งหนึ่งของทั้งหมดในระยะนี้ เป็นสิ่งที่สำคัญดังจะเห็นได้จากผลของกรรมวิธีที่ สัดส่วนของ ครึ่งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน เมื่อใส่ที่ 45 วัน ให้ปริมาณหน่อมากและผลผลิตสูง

คำหลัก : การจัดการปุ๋ยไนโตรเจน ข้าวนาหว่าน ระยะออกดอก

## คำนำ

โดยทั่วไปการทำนาดำเป็นวิธีที่นิยมในการปลูกข้าว แต่จากปัญหาของค่าจ้างแรงงานในการปักดำ ฝนทิ้งช่วงต้นฤดูปลูก ความต้องการเพิ่มการปลูกพืชหลังฤดูการทำนาตลอดจนปัจจุบันมีสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพ ชาวนาในหลายๆ พื้นที่จึงหันมาทำนาหว่านกันมากขึ้น ในทางสรีรวิทยา อัตราการสังเคราะห์แสงของทรงพุ่ม และ อัตราการเจริญเติบโต ของข้าวนาหว่านจะลดลงในระยะหลังจากข้าวออกรวง เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนในใบลดต่ำลงและมีการบังแสงแดดในทรงพุ่ม ซึ่งกันและกัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวนาดำ ซึ่งมีระยะปลูกที่พอเหมาะ (Dingkuhn *et al.*, 1990, 1991; Schnier *et al.*, 1990) อย่างไรก็ตามผลผลิตของวิธีการปลูกข้าวทั้งสองวิธีไม่ต่างกัน เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระยะการเจริญเติบโตที่เหมือนกัน เนื่องจากไม่มีการชงก์เรื่องการเจริญของรากในข้าวนาหว่านจึงสันนิษฐานว่าปุ๋ยไนโตรเจนอาจจะใส่และข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เร็วกว่าการปลูกข้าวนาดำ เพื่อเร่งให้ข้าวเพิ่มการแตกกอมากขึ้น เทคโนโลยีบางอย่าง เช่น การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวนาหว่าน อาจยังมีการศึกษาไม่มาก ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเวลาในการใส่ และสัดส่วนของปุ๋ย (Linwattana, 2001) เพื่อเป็นแนวทางเพิ่มผลผลิตในข้าวนาหว่าน

## อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลองคือ กข 23 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ปลูกในฤดูฝนช่วง กันยายน 2541 ถึงมกราคม 2542 เป็นการทดลองครั้งที่ 1 และฤดูแล้ง ช่วงกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน 2542 เป็นการทดลองครั้งที่ 2 และใช้พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวไวแสง ปลูกในฤดูฝนช่วง กรกฎาคม ถึงธันวาคม 2542 เป็นการทดลองครั้งที่ 3 ทั้ง 3 การทดลอง ปลูกในพื้นที่เดียวกันในดินชุดโคราช ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 Factorial in Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือรูปแบบของเวลาในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ครั้ง ต่อหนึ่งฤดูปลูกได้แก่ 1) ใส่เมื่อเวลา 5, 20, 35 DAE และ 2) ใส่เมื่อเวลา 15, 30, 45 DAE ส่วนปัจจัยที่ 2 คือรูปแบบของสัดส่วนการใส่ปุ๋ย 3 ครั้งต่อ หนึ่งฤดูปลูก (ไนโตรเจนอัตรา 60 กก./เฮกตา) ได้แก่ 1) 20, 20, 20 กก.ไนโตรเจน/เฮกตา 2) 15, 15, 30 กก.ไนโตรเจน/เฮกตา 3) 15, 30, 15 กก.ไนโตรเจน/เฮกตา 4) 30, 15, 15 กก.ไนโตรเจน/เฮกตา ใช้ขนาดแปลงย่อย 7 x 7 ม. ปฏิบัติเช่นเดียวกันทั้ง 3 การทดลอง

TREATMENT No.	TIME OF APPLICATION (Days After Emergence, DAE)	RATE (Kg N/ha)
T1	5, 20, 35	20, 20, 20
T2	5, 20, 35	15, 15, 30
T3	5, 20, 35	15, 30, 15
T4	5, 20, 35	30, 15, 15
T5	15, 30, 45	20, 20, 20
T6	15, 30, 45	15, 15, 30
T7	15, 30, 45	15, 30, 15
T8	15, 30, 45	30, 15, 15

### การปฏิบัติงานในการทดลอง

การปฏิบัติงานในการทดลอง แสดงไว้ใน Table 1

### การบันทึกข้อมูล

1. ความสูง โดยวัดจากพื้นดินถึงส่วนยอดที่สูงสุด ของใบในระยะการเจริญเติบโต 7, 21, 49 และ 77 วันหลังข้าวออก (Days after emergence, DAE) ทั้ง 3 งานทดลอง โดยการสุ่ม 20 ต้นในแปลงย่อย

2. จำนวนหน่อ นับ 6 จุด จากพื้นที่ขนาด 0.5 x 0.5 ม. แล้วปรับเป็นจำนวนหน่อต่อ 1 ตรม. และ

นับจากการสุ่มที่จุดเดิม ระยะเวลาห่างกัน 14 วันหลังข้าวออก เริ่มจาก 14 DAE ในการปลูก ครั้งที่ 1 จำนวนหน่อนับเมื่อเวลา 14, 28, 42, 56 และ 70 DAE และครั้งที่ 2 นับเมื่อเวลา 14, 28, 42, และ 56 DAE ครั้งที่ 3 นับเมื่อเวลา 14, 28, 42, 56, 70 และ 84 DAE

3. น้ำหนักแห้ง เก็บตัวอย่างจากในแปลงย่อย 2 ตัวอย่าง ในพื้นที่ 0.5 x 0.5 ม. แล้วปรับให้เป็นต่อ ตรม. โดยเก็บตัวอย่างเมื่อเวลา 14, 34, 54, 74 และ 94 DAE ทั้ง 3 งานทดลองโดยเก็บเกี่ยวจาก ส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน แล้วนำไปเข้าตู้อบที่ 70 °C เป็นเวลา 3 วัน ก่อนที่จะชั่งน้ำหนัก

4. ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ 0.5 x 0.5 ม. จำนวน 2 ตัวอย่าง จากการสุ่มในระยะเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างของน้ำหนักรากแห้ง วัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบในห้องปฏิบัติการในขณะที่ใบยังสด

5. ผลผลิต ผลผลิตเก็บเกี่ยวจากพื้นที่ 2 x 4 ม. ในแต่ละแปลงย่อย หลังจากการตากแดดเพื่อลดความชื้น ทำความสะอาด และชั่งน้ำหนักแล้วปรับให้เป็น กก./เฮกตา และปรับความชื้นในเมล็ดให้เป็น 14 % ให้เท่ากันทุกตัวอย่าง

6. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของต้นข้าวเหนือพื้นดิน ใช้ตัวอย่างเดียวกับตัวอย่างน้ำหนักรากแห้ง ทุกๆ ระยะการเจริญเติบโต นำตัวอย่างมาบดและวิเคราะห์โดยวิธีของ micro Kjeldahl digestion (Bremner and Mulvaney, 1982) ใช้หน่วยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์

7. การวัดไนโตรเจน ปริมาณการดูดไนโตรเจน คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนในส่วนเหนือพื้นดินในข้าว คูณด้วยน้ำหนักรากแห้ง และปรับให้เป็น กรัมต่อตรม.

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ ความแปรปรวน (Analysis of variance) เพื่อทดสอบความแตกต่าง ของกรรมวิธีต่างๆ ใช้หลักการที่อธิบายไว้โดย Steel and Torrie (1980) และ Gomez and Gomez (1983) ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี ตามหลักการที่อธิบายไว้โดย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ ลักษณะที่เก็บตัวอย่าง

#### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การเจริญเติบโตและการแตกกอที่ตอบสนองต่อเวลาและสัดส่วนในการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

โดยอาศัยการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัย (Factorial) ระหว่างรูปแบบเวลาและรูปแบบสัดส่วนในการใส่ปุ๋ยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ หรืออิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย จึงได้ศึกษาอิทธิพลแต่ละปัจจัย

Table 2 แสดงให้เห็นว่าโดยทั่วไปลักษณะทางการเกษตร เช่น การเจริญเติบโตและการดูดปุ๋ยไนโตรเจน (Growth parameters) จะตอบสนองต่อรูปแบบเวลาในการใส่ปุ๋ยทำนองเดียว กันในข้าวทั้ง 2 พันธุ์ และในการปลูกทั้ง 3 ครั้ง เมื่อแบ่งใส่ปุ๋ยที่เวลา 15, 30 และ 45 DAE (ตัวแทนข้าวนาดำ) ส่งเสริมให้ข้าวมีการเจริญเติบโต เช่น ความสูง น้ำหนักรากแห้ง ดัชนีพื้นที่ใบ และมีอัตราการดูดปุ๋ยไนโตรเจนสูงกว่าเมื่อแบ่งใส่ปุ๋ยที่เวลา 5, 20 และ 35 DAE (ตัวแทนข้าวนาหว่าน) โดยให้ผลชัดเจนในการเพิ่มน้ำหนักรากแห้งในฤดูปลูกที่ 2 และ ที่ 3 สำหรับการแบ่งสัดส่วนของปุ๋ยในการใส่ พบว่าข้าวมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันในทางสถิติในการปลูกทั้ง 3 ครั้ง แต่มีแนวโน้มว่า ครั้งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน (30, 15, 15 กก./เฮกตา คือ กลุ่มของกรรมวิธีที่ 4 และ 8) เมื่อใส่ที่เวลา 5 หรือ 15 DAE มีการเจริญเติบโตต่ำสุดในขณะที่ครั้งหนึ่งของสัดส่วนปุ๋ย (15, 15, 30 กก./เฮกตา คือ กลุ่มของกรรมวิธีที่ 2 และ 6) ใส่ที่เวลา 35 หรือ 45 DAE มีการเจริญเติบโตดีกว่า การแบ่งใส่ปุ๋ยปริมาณสูงในช่วงแรก เช่นที่เวลา 5 DAE ไม่ได้ส่งเสริมการเจริญเติบโตในความเป็นจริงลักษณะทางการเกษตรต่างๆ เช่น ความสูงจำนวนหน่อ น้ำหนักรากแห้ง ดัชนี พื้นที่ใบ และ

การดุดปุ๋ยไนโตรเจนที่ได้รับจากกรรมวิธีนี้ข้าวตอบสนองไม่มากนัก แสดงว่าสัดส่วนที่สูงของปุ๋ยไนโตรเจนใส่ที่เวลา 5 DAE มีปริมาณมากเกินไปที่พืชจะเอาไปใช้ประโยชน์ และเกิดการสูญเสีย หรือถูกชะล้างลงดิน แต่เมื่อเลื่อนเวลาในการใส่ปุ๋ยสัดส่วนที่สูงไปที่เวลา 20 หรือ 35 DAE พืชตอบสนองดีกว่า แสดงว่าในเวลานี้ข้าวมีการพัฒนาระบบราก และส่วนต่าง ๆ ของข้าวมากขึ้น ดังนั้น จึงมีความสามารถที่จะดึงเอาปุ๋ยไปใช้ประโยชน์ได้มาก แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเกษตรเกือบทั้งหมด เช่น น้ำหนักแห้ง พื้นที่ใบ การดุดปุ๋ยไนโตรเจน ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในระยะการแตกกอหรือ 20 - 35 DAE

Table 3 แสดงอิทธิพลรูปแบบเวลาและสัดส่วนของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการแตกกอ ในระหว่าง 2 สัปดาห์ หลังข้าวงอกจนถึงระยะออกดอก การแตกกอของข้าวที่ปลูกโดยเมล็ดโดยตรงทั้ง 2 พันธุ์ ในการปลูก 3 ครั้ง ตอบสนองต่อรูปแบบเวลาในการใส่ปุ๋ยทำนองเดียวกัน คือ ในระยะแรกของการเจริญเติบโต เช่น 14 - 28 DAE พบว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยที่เวลา 5, 20 และ 35 DAE ส่งเสริมให้ข้าวมีการแตกกอมากกว่า การแบ่งใส่ปุ๋ยที่เวลา 15, 20 และ 45 DAE โดยให้ผลเด่นชัดในการปลูกครั้งที่ 2 อย่างไรก็ตามในฤดูปลูกเดียวกันนี้ที่ระยะ 56 DAE การแบ่งใส่ปุ๋ยที่เวลา 15, 30 และ 45 DAE ในทางตรงกันข้าม, ทำให้การแตกกอของข้าวเพิ่มมากขึ้นแตกต่างกันในทางสถิติและพบแนวโน้มเช่นเดียวกันในฤดูปลูกที่ 1 และ 2 ส่วนรูปแบบของสัดส่วนในการใส่ปุ๋ย พบว่าครึ่งหนึ่งของการแบ่งใส่ปุ๋ยที่เวลา 30 หรือ 45 DAE (กลุ่มของกรรมวิธีที่ 2 และ 6) ส่งเสริมให้มีการแตกกอสูงสุดที่ระยะออกดอก โดยมีความแตกต่างในทางสถิติกับรูปแบบอื่นๆ ในการปลูกครั้งที่ 2 การแบ่งใส่ปุ๋ยในสัดส่วนต่างๆ โดยที่จำนวนครึ่งหนึ่งของทั้งหมดใส่ในระยะแรกๆ ของการเติบโตเช่นที่เวลา 5 DAE ให้จำนวนหน่อมากกว่า แต่เมื่อ สัดส่วนนี้เลื่อนการใส่ไปที่เวลา 30 หรือ 45 DAE ภายใน 2 สัปดาห์พบว่าจำนวนหน่อของข้าวมีปริมาณ

ไม่แตกต่างกันกับการใส่ที่เวลา 5 DAE แสดงให้เห็นว่าจำนวนหน่อสามารถเพิ่มให้มากได้โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เวลา 15 DAE หรือเมื่อระบบรากของข้าวใช้เวลาพัฒนาไประยะหนึ่ง

Table 3 หลังจาก 28 DAE พบว่าปริมาณหน่อลดลงในบางกรรมวิธี เมื่อ ครึ่งหนึ่งหรือ 30 กก. / เฮกตา ของปุ๋ยไนโตรเจนใส่ในระยะแรกของการเติบโต เช่นที่เวลา 5 DAE แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวนมากในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโตเร่งการสร้างจำนวนหน่อมาก และมีผลทำให้เกิดการแข่งขันกันขึ้น สัดส่วนที่เหลือ 15กก./เฮกตา สุดท้ายมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะรักษาปริมาณหน่อไว้ได้ จึงทำให้จำนวนหน่อลดลงในระยะท้ายๆ ของการเจริญเติบโต จำนวนหน่อหรือการแตกกอสูงสุดตรวจพบได้ในระยะ 42 DAE ในทุกๆ กรรมวิธี ซึ่งเป็นระยะแตกกอสูงสุด และประมาณ 60-65% จะเหลือรอดในระยะก่อนเก็บเกี่ยว แต่หลังจาก 42 DAE พบว่าปริมาณหน่อลดลงในทุกๆ กรรมวิธี ทั้งนี้เป็นเพราะการแห้งตายของหน่อซึ่งเป็นผลมาจากการบังแสงแดดในทรงพุ่มซึ่งกันและกัน และปริมาณไนโตรเจนในใบที่ลดลง ซึ่งเป็นลักษณะที่พบในข้าวนาหว่าน (Dingkhun *et al.*, 1990; Schnire *et al.*, 1990) Fageria *et al.*, (1991) ได้รายงานไว้ เช่นกันว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบที่ต่ำกว่า 2.5% เป็นสาเหตุที่ทำให้หน่อของข้าวแห้งตายได้ จากการทดลองครั้งนี้พบว่ากรรมวิธีที่ ครึ่งหนึ่งหรือ 30 กก./เฮกตาของปุ๋ยไนโตรเจนใส่ที่เวลา 45 DAE ให้ปริมาณหน่อสูงสุดเมื่อ 56 -84 DAE (ในการปลูกทั้ง 3 ครั้ง) โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ครึ่งหนึ่ง ของปุ๋ยทั้งหมดที่ใส่ในระยะแรกของการเจริญเติบโตเช่นที่เวลา 5 DAE แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของปุ๋ยสูงๆ ใส่ที่ 45 DAE ข้าวนำไปใช้ในการรักษาปริมาณหน่อ ให้พันธุ์วิกฤตที่เกิดจากการแข่งขัน และนำไปเสริมสร้างลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ไม่ได้ใช้เพื่อเพิ่มการแตกกอ เนื่องจากที่เวลา 45 DAE ผ่านระยะการแตกกอสูงสุดมาแล้ว

## ผลผลิตของข้าวที่ตอบสนองต่อสัดส่วนและเวลาการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

ผลผลิตของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ในการปลูกทั้ง 3 ครั้ง ที่ตอบสนองต่อรูปแบบเวลาและสัดส่วนในการใส่ปุ๋ยพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์หรืออิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย Figure 1 แสดงอิทธิพลของรูปแบบสัดส่วนในการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าครึ่งหนึ่งของสัดส่วนปุ๋ย (15, 15 และ 30 กก./เฮกตา คือ กลุ่มของกรรมวิธีที่ 2 และ 6) ใส่ที่เวลา 35 หรือ 45 DAE ให้ผลผลิตสูงสุด ขณะที่ครึ่งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน(15, 30, 15 กก.ไนโตรเจน/เฮกตา เช่นกลุ่มของ กรรมวิธีที่ 3 และ 7) เมื่อใส่ที่เวลา 20 หรือ 30 DAE ให้ผลผลิตกลาง ๆ และสัดส่วนที่เท่า ๆ กัน (20, 20, 20 กก.ไนโตรเจน/เฮกตา เช่นกลุ่มของกรรมวิธีที่ 1 และ 5 ) ใส่ที่เวลา 20 หรือ30 DAE ให้ผลผลิตใกล้เคียง ๆ กับ เมื่อ ครึ่งหนึ่งของทั้งหมดใส่ที่เวลา 35 หรือ 45 DAE และครึ่งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน (30,15,15 กก./เฮกตา คือ กลุ่มของกรรมวิธีที่ 4 และ 8) เมื่อใส่ที่เวลา 5 หรือ 15 DAE ให้ผลผลิตต่ำสุด

Figure 2 แสดงอิทธิพลของรูปแบบเวลาการใส่ปุ๋ย 2 เวลา คือ 5, 20, 35 DAE (ตัวแทนข้าวนาหว่าน) และ 15, 30, 45 DAE (ตัวแทนข้าวนาดำ) รูปแบบเวลาของปุ๋ยใส่ที่ 15, 30 และ 45 DAE (กลุ่มของกรรมวิธีที่ 5-8) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่ารูปแบบเวลาของปุ๋ยใส่ที่ 5, 20 และ 35 DAE (กลุ่มของกรรมวิธีที่ 1-4 ) เวลาของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน 10 วันให้ผลแตกต่างในทางสถิติพบในการปลูกครั้งที่ 2 ซึ่งโดยทั่วไป 15 วัน หลังปักดำ เป็นเวลาที่แนะนำในการเริ่มใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจาก ข้าวจะใช้เวลาประมาณ 10-15 วัน ในการพัฒนาของราก หรือฟื้นจากการชะงักในการเจริญของราก (Transplanting shock) ก่อนที่จะสามารถดูดปุ๋ยที่ใส่ ในขณะที่การปลูกข้าวโดยการใช้เมล็ดโดยตรง พืชไม่มีการชะงักเรื่องการเจริญเติบโตของราก ดังนั้นเพื่อเร่งการแตกกอจึงคาดว่า 5 วันหลัง

ข้าววงอก เป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะใส่ปุ๋ย แต่จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในข้าวนาหว่าน จุดวิกฤตที่ข้าวต้องการปุ๋ยไนโตรเจนจะอยู่ระหว่างระยะแตกกอ (Active tillering) ถึงระยะตั้งท้อง (Panicle initiation) หรือ 15-45 DAE หรือเป็นระยะที่ต้องการปุ๋ยเช่นเดียวกับข้าวนาดำ ซึ่งปุ๋ยไนโตรเจน ที่แบ่งใส่ในเวลา 15, 30, และ 45 DAE ให้ผลผลิตสูงในการทดลองนี้ ตรงกับรายงานของ Heenan (1984) และ Murata (1969) ที่ว่าไนโตรเจนจะมีอิทธิพล และจะถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพจนที่สุดคือ 1) ระยะการแตกกอจะมีผลทำให้เกิดรวงข้าว และ 2) ระหว่างระยะตั้งท้องจนถึงระยะติดเมล็ดซึ่งเป็นระยะที่จะก่อให้เกิดจำนวนเมล็ดข้าวต่อรวง

## สรุปผลการทดลอง

ข้าวพันธุ์ กข 23 ปลูกในฤดูนาปรังและฤดูนาปี และข้าวหอมมะลิ 105 ปลูกในฤดูนาปีให้ผลตอบสนองต่อสัดส่วนและเวลาในการใส่ปุ๋ยเหมือนๆ กัน แต่ข้าว กข 23 ในฤดูนาปรังจะเห็นผลตอบสนองชัดเจนมากกว่า รูปแบบของ สัดส่วนการใส่ ปุ๋ย 1/4, 1/4 และ 1/2 ของไนโตรเจน 60 กก./เฮกตา ใส่ที่รูปแบบเวลา 15, 30 และ 45 วันหลังข้าววงอกให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ การแตกกอ อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบรวมทั้งความสูงมากกว่า กรรมวิธีอื่นๆ และพบว่าความสูง อัตราการเจริญเติบโต จำนวนหน่อ และการดูดปุ๋ยไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตในทางตรงกันข้าม รูปแบบของ สัดส่วนการใส่ ปุ๋ยเมื่อแบ่งใส่ที่ 1/2, 1/4 และ 1/4 ของ 60 กก./เฮกตา ใส่ที่รูปแบบเวลา 5, 20 และ 35 วันหลังข้าววงอกให้ผลผลิตต่ำสุด พร้อมทั้งการเจริญเติบโตลดลง แสดงให้เห็นว่าในข้าวนาหว่าน จะตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ในช่วงเวลาใกล้ๆ กับการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะออกดอก เช่น เริ่มตั้งท้อง (Panicle initiation )

มีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนมากในระยะนี้ ในความเป็นจริงแล้ว ปริมาณหน่อในข้าวนาหว่านสามารถกำหนดได้โดยใช้อัตราเมล็ดต่อไร่ แต่การรักษาปริมาณหน่อไว้ในขณะที่มีการแข่งขันสูงและในสภาพพื้นที่จำกัด โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งหนึ่งของทั้งหมดในระยะนี้ เป็นสิ่งสำคัญที่จะเห็นได้จากผลที่รูปแบบสัดส่วนของ ครึ่งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน เมื่อใส่ที่ 45 วัน ให้ปริมาณหน่อมากและผลผลิตสูง

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ดร.สุระพงษ์ สาคะรัง คุณนพพร สุภาพจน์ พร้อมกับเจ้าหน้าที่ทุกท่านใน IRRI-Ubon และ ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำที่มีคุณค่าตลอดระยะเวลาของการทดลอง และคุณจันทนา บดีศรี สำหรับคำปรึกษาทางด้านสถิติ

Table 1 The field and crop management practices for the three crops in the field experiments.

Field operation	First crop WS (RD 23)	Second crop DS (RD 23)	Third crop WS (KDML 105)
Land preparation	The first plowing was carried out in mid August, second plowing was done in early September and harrowing was done before seeding.	The first plowing was done in late January after harvesting the first crop. The second plowing was carried out in mid February and harrowing was done before seeding.	The first plowing was done in mid June after harvesting the second crop. The second plowing was carried out in late June and harrowing was done before seeding.
Method of crop establishment	Pre-germinated seeds of RD23 rice were broadcasted on to the puddled soil.	Dry seeds of RD23 rice were dibbled in 10 cm x 10 cm hill and row, distances, respectively.	Dry seeds of KDML 105 were broadcasted on to the dry soil and covered with soil.
Seeding rate	One hundred (100) kg/ha seeds of RD23.	2 to 5 seeds of RD 23 per hill, amounting to a total of about 100 kg/ha.	One hundred (100) kg/ha seeds of KDML 105

Field operation	First crop WS (RD 23)	Second crop DS (RD 23)	Third crop WS (KDML 105)
<b>Water management</b>	Water was drained out of the plots one day after seeding. From five days after seeding, when seedlings were established, the crops was totally dependent on the rainfall but irrigation was applied at grain filling to harvesting time.	Crop was irrigated every seven days throughout the growing season, till harvest.	The rice crop was rainfall-dependent until harvesting time.
<b>Fertilizer application</b> Phosphorus and Potassium	60 kg/ha phosphorus ( $P_2O_5$ ), and 30 kg/ha potassium ( $K_2O$ ) were applied to all the treatments. Full amount of phosphorus and potassium in the form of solophos and muriate of potash, respectively were applied during the last harrowing.	Same as the first crop.	Same as the first crop.
<b>Nitrogen</b>	Each plot of 49 m <sup>2</sup> was marked into four quadrats in order to equally distribute the amount of N fertilizer to the plot area. The amount and time of application are indicated in the treatment application.	Same as first crop.	Same as first crop.

Field operation	First crop WS (RD 23)	Second crop DS (RD 23)	Third crop WS (KDML 105)
Crop care	Leaf blight was controlled by using Probenazole at active tillering stage	Same as first crop.	Same as first crop.
Weed control	One and a half liter/ha oxadiazone was sprayed after seeding to control the weeds. Hand weeding was carried out whenever necessary.	Same as first crop.	Same as first crop.
Bird and rat damage control	After seeding, about 0.5 m high asbestos fence was installed around the field to protect the plants from rats. During grain filling stage, the plants were covered with fishnets to protect from bird damage.	Same as first crop.	Same as first crop.

**Table 2** Growth parameters of rice at final count as affected by time and splitting proportions of N fertilizer application.

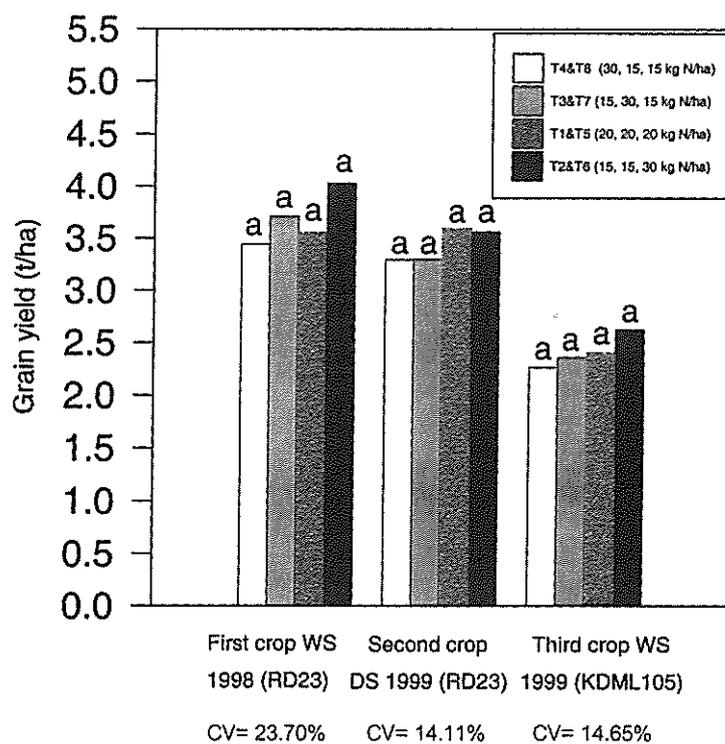
Treatment		Plant height (cm)	Shoot biomass (g/m)	Leaf area index	N uptake (g/m <sup>2</sup> per day)
————— First crop WS (RD23) —————					
Timing of N fertilizer	5, 20, 35 DAE	69.2 a	629.5 a	0.90 a	6.7 a
	15, 30, 45 DAE	73.6 a	660.3 a	1.21 a	7.6 a
Splitting of N fertilizer	20, 20, 20 Kg N/ha	73.0 a	572.8 a	1.04 a	6.4 a
	15, 15, 30 Kg N/ha	69.1 a	655.3 a	1.16 a	7.9 a
	15, 30, 15 Kg N/ha	70.7 a	710.3 a	1.06 a	6.5 a
	30, 15, 15 Kg N/ha	72.9 a	641.1 a	0.96 a	7.7 a
	(CV%)	20.1	33.3	46.0	38.0
————— Second crop DS (RD23) —————					
Timing of N fertilizer	5, 20, 35 DAE	78.3 a	724.8 b	1.08 b	5.6 a
	15, 30, 45 DAE	83.5 a	860.7 a	1.54 a	6.7 a
Splitting of N fertilizer	20, 20, 20 Kg N/ha	81.9 a	722.4 b	1.28 a	6.5 a
	15, 15, 30 Kg N/ha	83.0 a	914.2 a	1.37 a	6.2 a
	15, 30, 15 Kg N/ha	81.1 a	798.2 ab	1.34 a	6.1 a
	30, 15, 15 Kg N/ha	77.6 a	736.1 ab	1.26 a	5.9 a
	(CV%)	11.1	16.0	22.5	31.7
————— Third crop WS (KDML 105) —————					
Timing of N fertilizer	5, 20, 35 DAE	117.5 a	710.3 b	2.31 a	6.4 a
	15, 30, 45 DAE	121.9 a	766.4 a	2.48 a	6.9 a
Splitting of N fertilizer	20, 20, 20 Kg N/ha	120.0 a	686.6 a	1.95 a	6.6 a
	15, 15, 30 Kg N/ha	119.5 a	800.6 a	2.60 a	6.9 a
	15, 30, 15 Kg N/ha	121.7 a	741.2 a	2.41 a	6.7 a
	30, 15, 15 Kg N/ha	117.7 a	724.9 a	2.64 a	6.5 a
	(CV%)	8.1	11.0	32.5	26.9

In column within each cropping, means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

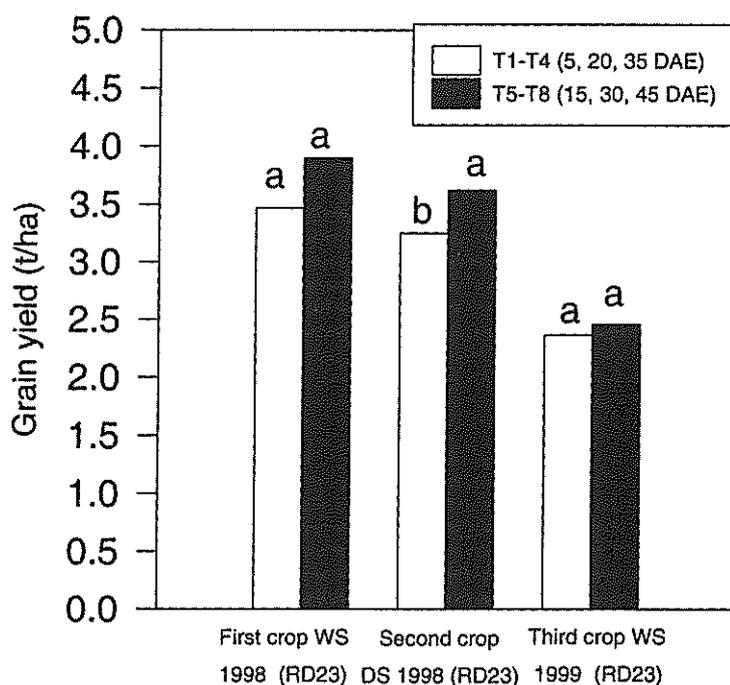
Table 3 Number of tillers per square meter of rice at different dates after emergence as affected by time and splitting proportions of N fertilizer application.

Splitting (Kg N/ha)	Measurement at dates after emergence																		
	14			28			42			56			70			84			
	Time (DAE)			Time (DAE)			Time (DAE)			Time (DAE)			Time (DAE)			Time (DAE)			
	5, 20, 30, 45	15, 30, 45	mean	5, 20, 30, 45	15, 30, 45	mean	5, 20, 30, 45	15, 30, 45	mean	5, 20, 30, 45	15, 30, 45	mean	5, 20, 30, 45	15, 30, 45	mean	5, 20, 30, 45	15, 30, 45	mean	
	First crop WS (RD23)																		
20, 20, 20	475.3	452.2	463.8 a	792.1	796.3	794.2 a	772.2	787.7	788.0	635.3	728.0	681.7 a	401.9	458.6	430.3 a				
15, 15, 30	518.7	446.4	482.6 a	772.8	826.8	799.8 a	813.0	799.3	774.7	705.9	774.7	740.3 a	465.4	484.3	474.9 a				
15, 30, 15	479.1	428.6	453.9 a	816.6	730.7	773.7 a	894.1	762.0	650.6	643.5	647.1 a	409.1	426.3	417.7 a					
30, 15, 15	562.9	383.0	473.0 a	853.1	767.7	810.4 a	784.7	754.5	720.8	648.6	684.7 a	414.7	454.8	434.8 a					
Mean time	509.0 a	427.6 b		808.7 a	780.4 a		816.0 a	775.9 a		658.3 a	718.5 a		422.8 a	456.0 a					
CV(%)	14.8			10.3			14.9			14.4			13.1						
	Second crop DS (RD23)																		
20, 20, 20	475.20	488.70	481.95 a	546.20	511.90	529.05 a	544.30	600.80	416.80	350.00	416.80	383.40 b							
15, 15, 30	471.50	398.80	435.15 a	536.00	425.00	480.50 a	608.50	580.30	472.90	391.00	472.90	431.95 a							
15, 30, 15	445.50	457.80	451.65 a	574.30	543.60	558.95 a	555.70	558.10	417.80	382.70	417.80	400.25 b							
30, 15, 15	507.40	508.30	507.85 a	527.70	458.60	493.15 a	536.70	514.00	386.50	369.80	386.50	378.15 b							
Mean time	474.90 a	463.40 a		546.05 a	484.78 b		561.30 a	563.30 a		373.38 b	423.50 a								
CV(%)	15.44			14.75			8.69			6.07									
	Third crop WS (KDML 105)																		
20, 20, 20	410.33	382.66	396.50 a	663.01	532.16	597.59 a	548.33	546.49	464.50	472.66	464.50	468.58 a	376.67	328.34	352.51 a	319.83	257.00	288.42 a	
15, 15, 30	430.00	423.50	426.75 a	648.01	539.34	593.68 a	559.67	524.33	492.17	506.16	492.17	499.17 a	392.00	370.33	381.17 a	333.34	314.83	324.09 a	
15, 30, 15	482.17	383.67	432.92 a	698.83	519.16	609.00 a	545.00	538.16	473.16	481.83	473.16	477.50 a	407.00	364.83	385.92 a	334.33	302.16	318.25 a	
30, 15, 15	458.34	455.33	456.84 a	641.33	587.01	614.17 a	519.50	589.33	504.84	462.00	504.84	483.42 a	371.33	407.67	389.50 a	304.00	338.50	321.25 a	
Mean time	445.21 a	411.29 a		662.80 a	544.42 b		543.13 a	549.58 a		480.66 a	483.67 a		386.75 a	367.79 a		322.88 a	303.12 a		
CV(%)	13.64			8.38			7.79			7.94			15.63						

In column and row, within different days after emergence, means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.



**Figure 1** Comparison of rice grain yield (t/ha) among different treatments of nitrogen splits supplying the higher N dose (30 kg N/ha) at early (T4 and T8), middle (T3 and T7), and late (T2 and T6) stages of vegetative phase and the three equal splits (T1 and T5).



**Figure 2** Comparison of rice grain yield (t/ha) between early (5, 20, 35 DAE) and late (15, 30, 45 DAE) application of nitrogen.

## เอกสารอ้างอิง

- Bremner J.M. and C.S. Mulvaney 1982. Nitrogen-total. Pages 595-624. In: A.L. Page *et al.*, (eds.). *Method of Soil Analysis, Part 2*. American Society of Agronomy, Madison, WI. USA.
- Cassman, K.G; S.K. DeDatta; D.C. Oik. J. Alcantara; M. Samson; J.Descalsota and M. Dizon 1995. Yield decline and the nitrogen economy of long-term experiments on continuous irrigated rice systems in the tropics. Pages 181-218. In: Lal and Stewart (eds.). *Soil Management Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality*. Ohio State University, Ohio.
- Dingkhun, M.; H.F. Schnier; S.K. De Datta; K. Javellana and R. Pamplona 1990. Diurnal and developmental changes in canopy gas exchange in relation to growth in transplanted and direct-seeded flooded rice. *Aust. J. Plant Physiol.* 17: 119-134.
- Dingkhun, M; H.F. Schnier; S.K. De Datta; K. Dorffling and C. Javellana 1991. Relationships between ripening-phase productivity and crop duration, canopy photosynthesis and senescence in transplanted and direct-seeded lowland rice. *Field Crops Res.* 26: 327-345.
- Fageria, N.K.; V.C. Baligar and C.A. Jones. 1991. Chapter 6 Rice. In: *Growth and mineral nutrition of field crops*. Marcel. Inc. New York and Basel. Hong Kong.
- Gomez K.A. and A.A. Gomez 1983. *Statistical procedures for agricultural research*. International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines. 680 p.
- Heenan, D.P. 1984. Low temperature induced floret sterility in the rice cultivars Calrose and Inga as influenced by nitrogen supply. *Australia. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24: 255-259
- Linwattana, G. 2001 *Nitrogen Management for Direct-seeded rice (Oryza sativa L.) in Drought-prone Lowlands of Ubon Ratchathani, Thailand*, Ph.D. Thesis, University of the Philippines Los Baños Laguna, Philippines, 134 p.
- Murata, Y. 1969. Physiological responses to nitrogen in plants. Pages 235-259. In: J.D. Eastin; F.A., Haskins; C.Y. Sullivan and C.H. Van Bavel, (eds.), *Physiological Aspects of Crop Yield*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Schnier, H.F.; M. Dingkhun; S.K. De Datta; K. Mengel; E. Wijangco and C. Javellana 1990. Nitrogen economy and canopy carbon dioxide assimilation of tropical lowland rice. *Agron. J.* 82: 451-459.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie 1980. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach*. McGraw-Hill Book Company New York. 633 p.