

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเกล็ดยูเรีย ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ด ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดเคลือบสะเดาแขก และ ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดเคลือบ สารสังเคราะห์ลดการสูญเสียของไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของ ข้าวนาดำ

**Relative Efficiency of Prilled Urea, Urea Supergranules (USG),
and Coated USG by Neem (*Azadirachta indica*) and Dicyandiamide on
Transplanted Rice**

พิชัย สราญรมย์¹

Pichai Saranrom

ABSTRACT

A field experiment was made with rice variety Pusa 169 during July to November 1986 and 1987 at the Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, to compare the prilled urea and urea supergranules for transplanted rice. Furthermore, the advantage of coating urea supergranules with nitrification inhibitor DCD or neem cake, an indigeneous material having nitrification inhibiting properties, was also investigated.

Application of 120 kg N/ha produced taller plants, more tillers and panicles/hill, longer and heavier panicles, more spikelets and grains / panicle and higher 1,000 grain weight than 60 kg N/ha. Grain and straw yield of rice was also significantly higher with 120 kg N/ha than 60 kg N/ha. Split application of N ($\frac{1}{2}$ dose 10 days after transplanting and the remaining $\frac{1}{2}$ at panicle initiation) gave higher numbers total and effective tillers, longer panicles, more spikelet, grains / panicle and 1,000 - grain weight. Grain and straw yields of rice were higher with split application.

Urea supergranules was significantly superior to prilled urea for all the growth characters, Yield attributes, grain and straw yields. The advantage of coating urea supergranules with neem cake and DCD over uncoated urea supergranules was seen in the case of plant height, panicle/hill length and weight of panicles, 1,000 grain weight, grain and straw yields of rice. The nitrification inhibitor can reduce ammonia volatilization, denitrification, leaching and surface runoff of nitrogen which gain to rice as said. The result of these experiment should be inform to farmer and concerned person for next step of extension.

¹ คณะวิชาเกษตรและอุตสาหกรรม วิทยาลัยรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

Faculty of Agriculture and Agro-industry, Rambhaibarni College, Chanthaburi Province 22000, Thailand.

บทคัดย่อ

ทดลองปลูกข้าวโดยใช้ข้าวพันธุ์ Pusa - 169 ปลูกในระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน ของปี 2529 และปี 2530 ณ สถาบันวิจัยการเกษตรประเทศ อินเดีย นิวเดลี เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวนาดำ เมื่อมีการใช้ปุ๋ยเกล็ดยูเรียและปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดใน 2 อัตรา และการแบ่งปุ๋ยใส่ นอกจากนั้นยังศึกษาเพิ่มเติมถึง ประสิทธิภาพของสารเคลือบปุ๋ยยูเรียในการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยยูเรียโดยการใส่สารเคมีสังเคราะห์ (Dicyandiamide) และสารธรรมชาติสะเดาแชกลด การสูญเสียของไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ผลการทดลอง ปรากฏว่าปุ๋ยที่ระดับ 120 กิโลกรัม ไนโตรเจน/เฮกตาร์ นั้น ทำให้อา้งมีผลผลิตสูงกว่าที่ระดับ 60 กิโลกรัม ไนโตรเจน/เฮกตาร์ โดยสอดคล้องกันกับจำนวนกอ, จำนวนรวง, จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และ ฟางด้วย สำหรับการแบ่งปุ๋ยใส่ในอาน้ำนั้น ก็ทำให้ผล ผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ทางด้านปุ๋ยยูเรียอัด เม็ด นั้น ให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นของข้าวสูงกว่าปุ๋ยเกล็ด ยูเรีย ในขณะเดียวกัน การเคลือบปุ๋ยด้วยการใช้สาร ธรรมชาติและสารสังเคราะห์นั้นช่วยลดการสูญเสียของ ไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ เช่น การระเหย, denitrifica- tion และอื่น ๆ ซึ่งทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มมากขึ้น

สมควรที่จักได้แนะนำให้เกษตรกรและผู้เกี่ยว ข้องในประเทศไทยทราบข้อมูล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ และศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ผลิตข้าว เพื่อใช้บริโภคภายในประเทศ และยังเป็นผลผลิตที่ทำ รายได้เข้าประเทศที่สำคัญ มาเป็นเวลาช้านาน อย่างไร ก็ตาม ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวทั่วประเทศ ได้เพียง 1.9 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่เกาหลี, ญี่ปุ่น, อัฟริกาเหนือ, สหรัฐอเมริกา, ไต้หวัน, อินโดนีเซีย, มาเลเซีย มีผล ผลิต 6.2, 5.8, 5.3, 5.1, 4.5, 2.8 และ 2.5 ตัน/เฮก-

ตาร์ ตามลำดับ (De Datta 1978, 1981, 1986) ซึ่งปัจ- จักรต่าง ๆ ในการที่ทำให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของข้าว สูงนั้น ได้แก่ พันธุ์ข้าวที่ดี, การป้องกันกำจัดโรคแมลง, การเกษตรกรรม, การชลประทาน และอื่น ๆ โดยเฉพาะการจัดการเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน หรือการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพนั้น เป็นวิธีการในการ เพิ่มผลผลิตให้เพิ่มขึ้นได้อีกวิธีหนึ่งอย่างชัดเจนและ สะดวกรวดเร็วในบรรดาปุ๋ยต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเพิ่มผล ผลิตของข้าว นั้น ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปุ๋ยที่มีบทบาทสำคัญมาก ที่สุดปุ๋ยหนึ่ง (Prabuddham, 1983, Kai *et al.*, 1983, Kanareugsa *et al.*, 1983, Kupkanchankeel and Vergara, 1980, Luangchaisiri and Umeba- yashi, 1983) ซึ่งการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกข้าว นั้น มักจะประสบปัญหาสูญเสียไนโตรเจนอันเนื่องมา จาก

1. ขบวนการ denitrification
2. การระเหยไปในรูปของแอมโมเนีย (ammo- nia volatilization)
3. การซึมลึกลงไปในดินจนเกินระดับรากของ ข้าว (leaching)
4. การพัดพาออกไปจากบริเวณแปลงข้าว (sur- face runoff)

การแก้ไขปัญหสำหรับ denitrification และ ammonia volatilization สามารถกระทำได้หลายทาง เช่น การใช้สารปลดปล่อยยูเรียแบบช้า ๆ (Slow release urea) ซึ่งได้แก่ Ureaform, Isobutylidene diurea, Crotonylidene diurea, Sulfur coated urea และ Sulfur coated supergranule หรืออีกแนว ทางหนึ่ง โดยการใช้สารป้องกันขบวนการ ในการ เปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ (Nitri- fication inhibitor) (Prasad *et al.*, 1984, Bain *et al.*, 1971, Nuti and Verona, 1973, Prasad, 1976.) โดยมีขั้นตอนคร่าว ๆ ดังนี้

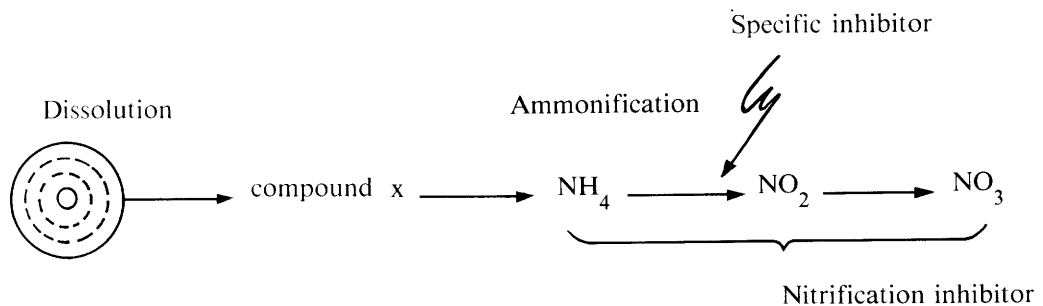


Figure 1. Showing nitrification inhibitor action process.

ซึ่งในบรรดา Nitrification inhibitor ที่นิยมใช้ ได้แก่ Nitrapyrin, Dicydiamide, A.M. (2-amino-4-chloro-6-methyl pyrimidine), ST. (2-sulfanilamidiothiazole) นอกจากนั้นก็อาจจะมีสารที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติต่าง ๆ เช่น จากสะเดาแขก (Neem = *Azadirachta indica* A. Juss) การใช้ Nitrification inhibitor นี้ สามารถใช้ได้ผลดีในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น, สหรัฐอเมริกา, อินเดีย, เนเธอร์แลนด์ และประเทศอื่น ๆ (Muirhead et,al 1986, Prakasa and Prasad 1982, Prasad and De Datta 1979, Reddy 1964, Singh and Prasad 1985, Sudhakara and Prasad 1986)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยเกล็ดยูเรียและปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดที่มีต่อผลผลิตของข้าวนาดำ
2. เพื่อศึกษาถึงความเป็นประโยชน์ในการเคลือบปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดด้วย nitrification inhibitor ระหว่างสะเดาแขก และ Dicyandiamide ที่มีต่อผลผลิตของข้าวนาดำ
3. เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยยูเรียในนาข้าว
4. เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยยูเรีย และการแบ่งใส่ในข้าวนาดำ ตลอดจนผลผลิตของข้าวจากแปลงงานทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองครั้งนี้ใช้ข้าวพันธุ์ Pusa - 169 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ส่งเสริมของอินเดียที่มีผลผลิตและคุณภาพสูงปลูกได้แทบทุกภาคของประเทศ ทดลองปลูก ณ สถาบันวิจัยการเกษตรแห่งประเทศอินเดีย นิวเดลี ปลูกในดิน Sandy clay loan ซึ่งมี Sand : Silt : clay = 51.3 : 22.0 : 26.7, pH = 7.8, C.E.C. = 14.6, Moisture tension at $\frac{1}{3}$ atm - 15 atm = 24.8 - 10.3%, Electrical conductivity = 0.65 mmhos/cm, Organic matter = 0.50%, available N = 170 kg/ha, available P = 20 ug/g.soil, available K = 160 ug/g.soil โดยปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม - พฤศจิกายน ของปี 2529 และปี 2530 โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design มี 3 ขั้ว โดยมีปัจจัยใหญ่ (Main treatment) ดังนี้

Main treatment เป็นการรวม (Combination) ของระดับปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ และการแบ่งใส่ 2 ระดับ คือ

1. ปุ๋ยไนโตรเจน 60 กก./เฮกตาร์ ใส่ทั้งหมด 10 วันหลังจากปักดำ
2. ปุ๋ยไนโตรเจน 60 กก./เฮกตาร์ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อ 10 วันและ 30 วัน หลังจากปักดำ
3. ปุ๋ยไนโตรเจน 120 กก./เฮกตาร์ ใส่ทั้งหมด

120 วันหลังจากปักดำ

4. ปุ๋ยไนโตรเจน 120 กก./เฮกตาร์ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อ 10 วัน และ 30 วัน หลังจากปักดำ

สำหรับปัจจัยย่อย (Sub treatment) เป็นชนิดของปุ๋ย และการเคลือบปุ๋ยมีทั้งหมด 4 ระดับ ดังนี้

1. ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเกล็ดยูเรีย (prilled urea) ซึ่งมีไนโตรเจน 46% โดยให้ปุ๋ยด้วยวิธีการหว่าน

2. ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรียอัดเม็ด (Urea supergranule or Urea briquettes) โดยมีน้ำหนักเม็ดละ 1 กรัม ให้ปุ๋ยโดยวิธีการฝังลงในดินลึกประมาณ 2 - 3 นิ้ว ระหว่างแถวข้าว

3. ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรียอัดเม็ดเคลือบด้วยสารธรรมชาติที่มีคุณสมบัติของ Nitrification inhibitor คือ สะเดาแขก หรือ สะเดาอินเดีย ให้ปุ๋ยโดยการฝังลงในดินลึกประมาณ 2 - 3 นิ้ว ระหว่างแถวข้าว

4. ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรียอัดเม็ดเคลือบ

ด้วยสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติของ Nitrification inhibitor คือ DCD = Dicyandiamide ให้ปุ๋ยโดยฝังลงในดินลึก 2 - 3 ซม. ระหว่างแถวข้าว

ขนาดของแปลงทดลองย่อยมีขนาด 2 ม. × 4 ม., ขนาดในการเก็บเกี่ยว 1.5 ม. × 2.5 ม. จำนวนทั้งหมดในแต่ละปี 46 แปลงย่อย ปลูกระยะห่าง 20 ซม. × 15 ซม. เวลาปักดำใช้ต้นกล้าข้าวประมาณ 3 ต้นต่อกอ

การเก็บข้อมูล ได้ดำเนินการเก็บและศึกษาข้อมูลทางด้านต่าง ๆ คือ ความสูงของต้นข้าว, จำนวนต้นข้าวต่อกอ, จำนวนรวงหรือจำนวนต้นที่มีรวงต่อกอ, ความยาวรวง, น้ำหนักรวงข้าว, กิ่งแขนงย่อย ในรวงข้าว, จำนวนเมล็ดต่อรวง, น้ำหนัก 1,000 เมล็ด, น้ำหนักข้าวเปลือก, น้ำหนักฟางข้าว และดัชนีการเก็บเกี่ยวคือ

$$= \frac{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก ฟาง}} \times 100$$

$$(\text{harvest index} = \frac{\text{Economical yield}}{\text{Biological yield}} \times 100)$$

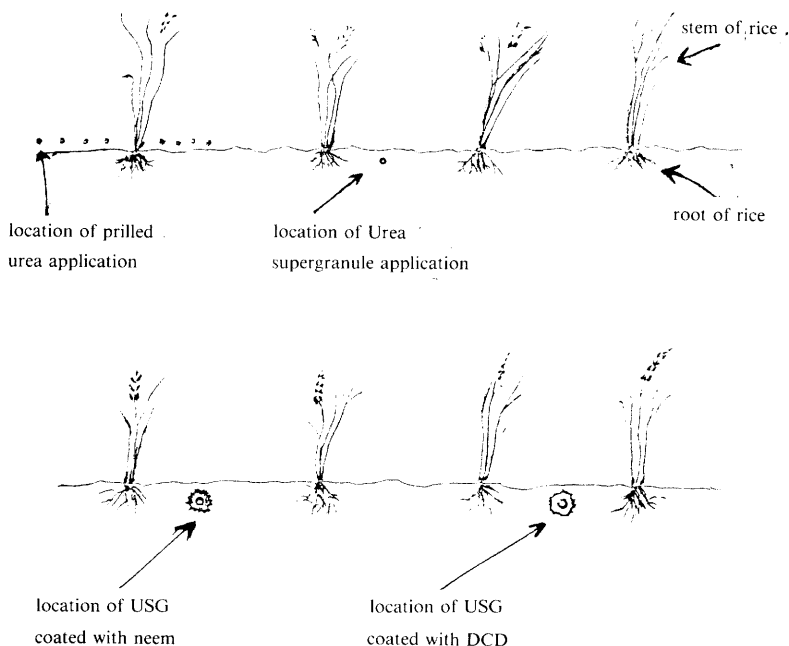


Figure 2. Showing location of prilled urea, Urea supergranule (USG), USG coated with neem (*Azadirachta indica*) and USG coated with Dicyandiamide.

ผล

จากการทดลองทั้งในปี 2529 และ 2530 สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

Table 1 Effect of 2 level of nitrogen, split application, source of fertilizer and coating fertilizer on height and number of tiller of rice

factors	height (cm)		no of tillers	
	2529	2530	2529	2530
Level of nitrogen (kg/ha)				
60	65.40	88.40	13.20	8.45
120	70.40	91.80	14.30	10.30
F.test	**	NS	**	**
C.D. (5%)	2.20	-	0.71	0.50
Split application of fertilizer (days after transplanting)				
10 days	67.20	90.20	13.00	9.50
10, 30 days	68.60	89.90	14.50	9.20
F.test	NS	NS	**	NS
C.D. (5%)	-	-	0.71	-
Source of nitrogen				
Prilled urea	65.20	88.00	12.50	9.70
Urea supergranule	67.30	89.00	14.10	9.20
USG coated with neem	68.30	92.70	14.10	9.60
USG coated with DCD	70.80	90.30	14.40	9.90
F.test	**	**	**	NS
C.D. (5%)	3.11	3.43	1.01	-

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ในด้านระดับปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ คือ 60 และ 120 กก./เฮกตาร์ นั้น การใส่ปุ๋ยระดับสูงคือ 120 กก./เฮกตาร์ มีผลต่อความสูง และจำนวนกอของข้าว ตามรายละเอียดใน Table 1 สำหรับการแบ่งปุ๋ยใส่เมื่อ 10 และ 30 วันหลังจากปักดำนั้น แตกต่างกันอย่างไม่เด่นชัดนัก สำหรับความสูงและจำนวนกอของข้าว

ในการนี้ถึงชนิดหรือแหล่งของปุ๋ยไนโตรเจนนั้น การใช้ปุ๋ยเกล็ดยูเรียหว่านลงในแปลงทดลอง จะให้ความ

สูงและจำนวนกอดำสุด เมื่อมีการจัดการปุ๋ยโดยการอัดปุ๋ยเกล็ดยูเรียให้เป็นปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดแล้ว ทำให้สะดวกในการฝังลงไปใ้นดิน จึงทำให้ปุ๋ยยูเรียมักอยู่ในดินในแปลงข้าวได้นานกว่า เพราะอย่างน้อยก็ลดการสูญเสียทางกระเหย (Volatilization) เนื่องจากถูกฝังลงไปใ้นดิน จึงยังคงมีปุ๋ย คอยโอกาสให้รากข้าวมานำไปใช้ประโยชน์มากกว่า ซึ่งในด้านของความสูงและจำนวนต้นต่อกอนั้น ถึงแม้จะไม่มีความสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีความแตกต่างเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีการ

ใช้ Nitrification inhibitor ช่วยลดการสูญเสียของไนโตรเจนในรูปของ denitrification ด้วยแล้ว ยิ่งทำให้ข้าวมีโอกาสนำไนโตรเจนมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งจำนวนมากกว่าและนานกว่าด้วย ดังจะเห็นได้จากความสูงและจำนวนต้นมากขึ้น ซึ่งการสูญเสียของไนโตรเจนใน

ลักษณะต่าง ๆ คือ denitrification, การระเหย, การซึมลึกและการพัดพา จะลดลง แต่การศึกษากครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาว่า ลดการสูญเสียแบบใดไปอย่างละเท่าใด ซึ่งคงจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปอีก

Table 2 Showing effect of 2 level of nitrogen, split application source of fertilizer and coating fertilizer on panicle/hill, length of panicle and weight of panicle.

factors	panicle/hill		length of panicle		weight of panicle	
	2529	2530	2529	2530	2529	2530
Level of nitrogen (kg/ha)						
60	11.00	7.73	19.70	25.70	1.63	2.15
120	12.20	9.60	21.70	27.30	1.93	2.27
F.test	**	**	**	**	**	**
C.D. (5%)	0.57	0.39	0.37	0.92	0.10	0.119
Split application (days after transplanting)						
10 days	11.00	8.80	20.20	26.30	1.76	2.19
10 and 30 days	12.20	8.60	21.20	26.60	1.80	2.22
F.test	**	NS	**	NS	NS	NS
C.D. (5%)	0.57	-	0.37	-	-	-
Source of nitrogen						
Prilled urea	10.50	8.02	19.00	25.20	1.46	2.15
Urea super granule	11.50	8.70	20.10	26.70	1.78	2.19
USG coated with neem	12.30	8.90	21.60	26.80	1.78	2.10
USG coated with DCD	12.30	9.10	22.10	27.10	1.95	2.22
F.test	**	NS	**	**	**	NS
C.D. (5%)	0.80	-	0.56	0.56	0.141	-

จากการทดลองใน Table 2 จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ 120 กก./เฮกตาร์ จะทำให้จำนวนรวงต่อกอ, ความยาวรวง และน้ำหนักรวงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการแบ่งปุ๋ยใส่ เมื่อ 10 และ 30 วัน นั้น การแตกต่างยังไม่ชัดเจนนัก อาจจะเป็นเพราะงานทดลองนี้ ได้เน้นหนักที่ชนิดหรือแหล่งของปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารเคลือบ nitrification inhi-

bitor ก็เป็นการช่วยยืดอายุของปุ๋ยให้อยู่ยาวนานออกไปอยู่แล้ว ดังนั้น เมื่อมีการใช้สารเคลือบผิวด้วย nitrification inhibitor แล้ว ความจำเป็นในการแบ่งใส่ก็จะลดน้อยลง ซึ่งจะเป็นการประหยัดแรงงานอีกด้วย

ในด้านแหล่งของปุ๋ยไนโตรเจนนั้น การใช้ปุ๋ยเกล็ดยูเรียจะทำให้ได้จำนวนรวงต่อกอ, ความยาวรวง และน้ำหนักรวงต่ำสุด เพราะการใช้ปุ๋ยเกล็ดยูเรียนั้น เกิดการระเหยสูญเสียไปได้ต่อและการสูญเสียในลักษณะ

การพดพาหรืออื่น ๆ ก็ง่ายอีกเช่นเดียวกัน เมื่อปรับปรุงปุ๋ยเกล็ดยูเรียให้อยู่ในรูปของปุ๋ยอัดเม็ด ซึ่งนอกจากจะลดพื้นที่ในการสูญเสียลงแล้ว ยังสะดวกในการฝังลงไปดิน เพื่อลดการสูญเสียในรูปอื่น ๆ ที่จะตามมาอีกด้วย และเมื่อมีการเคลือบผิวด้วยสาร nitrification inhibitor ด้วยแล้ว ประสิทธิภาพก็จะสูงขึ้นไปอีก ดังจะเห็นได้จากค่าของจำนวนรวงต่อกอเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1 – 2 รวงต่อกอ ซึ่งการเพิ่มจำนวนรวงต่อกอนี้ จะส่งผลกระทบต่อให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นอีกมากมายเพราะเมื่อพิจารณาต่อหน่วยพื้นที่ขนาดใหญ่แล้ว จะเพิ่มอีกในปริมาณมาก

สำหรับ nitrification inhibitor ที่ได้จากสาร

ธรรมชาติ คือ สะเดาแขก นั้น ถึงแม้ว่าในบางปีจะให้ตัวเลขของจำนวนรวง, ความยาวรวงและน้ำหนักรวงน้อยกว่าการใช้ nitrification inhibitor จากสารสังเคราะห์ คือ Dicyandiamide แต่ตัวเลขก็ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหากสารสังเคราะห์มีราคาแพง ก็อาจจะหาสารธรรมชาติที่มีคุณสมบัติของ nitrification inhibitor มาทดแทนได้ ซึ่งแหล่งของสารธรรมชาติ ที่มีคุณสมบัติของ nitrification inhibitor ในประเทศไทยควรจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยเฉพาะในลักษณะของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือหลีกเลี่ยงโอกาสที่จะมีมลภาวะหรือผลกระทบในทางไม่ดี ควรจะได้ศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

Table 3 Showing effect of 2 level of nitrogen, split application source of fertilizer and coating. fertilizer on no of branch in panicle, seeds/panicle and 1000 grain weight

factors	branch/panicle		seeds/panicle		1000 grain weight	
	2529	2530	2529	2530	2529	2530
Level of nitrogen (kg/ha)						
60	75.00	101.20	71.40	82.00	17.22	33.25
120	77.80	109.40	73.30	87.00	18.09	22.55
F.test	**	**	**	**	**	NS
C.D. (5%)	0.61	3.65	1.02	2.41	0.122	-
Split application (days after Transplanting)						
10 days	75.90	105.30	71.30	84.50	17.30	23.81
10 and 30 days	76.90	105.20	73.30	84.50	17.93	23.99
F.test	**	NS	**	NS	**	NS
C.D. (5%)	0.61	-	1.02	-	0.122	-
Source of nitrogen						
Prilled urea	74.20	99.20	69.50	78.50	17.09	23.85
Urea supergranule	75.90	108.10	72.60	84.90	17.50	23.70
USG coated with neem	77.20	100.20	73.10	85.80	17.95	23.58
USG coated with DCD	78.20	105.50	73.80	88.70	18.09	24.48
F.test	**	**	**	**	**	NS
C.D. (5%)	0.86	3.69	1.44	2.57	0.176	-

จากการทดลองใน Table 3 จะพบว่า การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจาก 60 เป็น 120 กก./เฮกตาร์ จะทำให้กิ่งย่อยในรวง, จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการแบ่งใส่ปุ๋ยก็เข้าลักษณะเดียวกันกับที่ได้กล่าวไปแล้วในเรื่องของจำนวนรวง, ความยาวรวง และน้ำหนักรวง

สำหรับแหล่งของปุ๋ย จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบกับเหตุผลต่าง ๆ ที่ว่า การอัดเม็ดและการเคลือบผิวนั้นจะช่วยลดการสูญเสียของไนโตรเจนในลักษณะต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ซึ่งจาก Table 3 พอจะสรุปถึงประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 4 แหล่งว่า ประสิทธิภาพของปุ๋ยเกล็ด

ยูเรีย < ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ด < ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดเคลือบสะเดา < ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดเคลือบสารสังเคราะห์ DCD ซึ่งหากได้มีการศึกษาถึงสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติของ nitrification inhibitor ตัวอื่น ๆ เช่น Nitrapyrin, A.M., ST. และข้อปลีกย่อยเกี่ยวกับคุณสมบัติและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเพิ่มเติม ก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่เกิดประโยชน์มากเพิ่มขึ้นต่อไป โดยเฉพาะสารสังเคราะห์ต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ล้วนแต่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศทั้งสิ้น ดังนั้น จึงควรที่จะศึกษารายละเอียดข้อปลีกย่อยต่าง ๆ ให้ดี ขณะเดียวกัน ตามแนวความคิดของผู้วิจัยคิดว่า ในประเทศไทย น่าที่จะผลิตสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติ nitrification inhibitor ขึ้นใช้ภายในประเทศเอง เพราะเทคโนโลยีด้านนี้ เมื่อลงทุน

Table 4 Showing effect of 2 level of nitrogen, split application, source of fertilizer and coating fertilizer on weight of paddy rice, hay and harvest index.

factors	weight of paddy		hay		harvest index	
	rice (100 kg/ha)		(100 kg/ha)			
	2529	2530	2529	2530	2529	2530
Level of nitrogen (kg/ha)						
60	47.50	46.59	81.38	94.50	36.90	34.39
120	52.70	48.86	79.34	101.70	39.07	33.38
F.test	**	**	NS	**	NS	NS
C.D. (5%)	2.16	1.21	-	3.93	-	-
Split application (days after transplanting)						
10 days	49.00	46.68	79.79	97.23	38.27	33.60
10 and 30 days	51.30	48.77	81.33	100.00	37.70	34.36
F.test	**	**	NS	NS	NS	NS
C.D.	2.16	1.21	-	-	-	-
Source of nitrogen						
Prilled urea	46.50	43.23	76.76	86.14	37.05	35.10
Urea supergranule	49.50	48.06	83.17	100.00	37.79	34.50
USG coated with neem	52.40	50.44	80.00	105.96	37.96	32.31
USG coated with DCD	52.20	49.10	81.53	104.31	38.98	34.03
F.test	**	**	NS	**	NS	NS
C.D. (5%)	3.05	3.69	-	7.24	-	-

แล้วสามารถแนะนำให้เกษตรกรใช้ได้ทั่วประเทศ ซึ่งจะเป็นแนวทางอีกแนวหนึ่ง ในการช่วยยกระดับผลผลิตเฉลี่ยของประเทศจาก 1.9 ตันต่อเฮกตาร์ ให้กลายเป็น 5 หรือ 6 ตันต่อเฮกตาร์ ดังเช่นประเทศอื่น ๆ ที่กำลังผลิตได้ในขณะนี้และแนวความรู้ด้านนี้ จะไม่ได้เกิดประโยชน์เฉพาะข้าว แต่สามารถนำไปใช้กับพืชอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นผัก, ไม้ผล และอื่น ๆ ได้อีกต่อไปด้วย

จากผลการทดลองใน Table 4 จะพบว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยจาก 60 เป็น 120 กก./เฮกตาร์นั้น ทำให้น้ำหนักข้าวเปลือกและน้ำหนักฟางข้าวเพิ่มขึ้น แต่ดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่เพิ่มขึ้นสำหรับการแบ่งปุ๋ยนั้น ก็จะทำให้ผลผลิตของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกรณีของน้ำหนักฟางข้าวและดัชนีการเก็บเกี่ยว ยังไม่เด่นชัดนัก

สำหรับชนิดของแหล่งปุ๋ยนั้น พบว่า เมื่อพิจารณาผลผลิตของข้าวเปลือกนั้น การใช้ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดจะให้ผลผลิตข้าวเปลือกดีกว่า และเมื่อเคลือบปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดด้วย nitrification inhibitor ก็จะทำให้ผลผลิตดียิ่งขึ้น โดยแตกต่างจากปุ๋ยเกล็ดยูเรียหรือแม้แต่ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านน้ำหนักฟางข้าวก็ให้แนวโน้มเช่นเดียวกัน เว้นแต่ทางด้านดัชนีของการเก็บเกี่ยวนั้น ลดลงโดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

วิจารณ์

การใช้ปุ๋ยยูเรียอัดเม็ด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยยูเรียให้สูงขึ้นโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการที่ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญนั้น น่าจะเนื่องมาจากการลดอัตราการสูญเสียของไนโตรเจนในรูปแบบของการระเหย, การพัดพา และอื่น ๆ จึงทำให้ต้นข้าวสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้ดีขึ้น ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับฟาร์มของปุ๋ยยูเรียอัดเม็ดในขนาดและรูปแบบที่เหมาะสม น่าจะได้รับการศึกษาต่อไป ตลอด

จนกระทั่งระยะห่างจากต้นข้าวและความลึกในการฝังปุ๋ยยูเรียอัดเม็ด สมควรจักได้มีการศึกษาเพิ่มเติม

การเคลือบปุ๋ยยูเรียอัดเม็ด ด้วย nitrification inhibitor สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยยูเรียในนาข้าวให้สูงขึ้น ซึ่งในประเทศไทย สมควรที่จะได้มีการศึกษาถึงชนิดต่าง ๆ ของ nitrification inhibitor ทั้งจากสารธรรมชาติและสารสังเคราะห์ นอกจากนั้นการห่อหุ้มหรือทำให้ปุ๋ยอยู่ในลักษณะที่ค่อย ๆ ปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา ไม่ว่าจะเป็นห่อหุ้มด้วยดินเหนียว, ครั่ง, พลาสติก, กัมมะถัน หรืออื่น ๆ ก็สามารถกระทำได้ตามสภาพความเหมาะสม ซึ่งหากสามารถทำได้พร้อม ๆ กับการดำต้นกล้าข้าวโดยไม่ทำอันตรายแก่กล้าข้าว ก็จะเป็นการประหยัดแรงงาน ทั้งในการที่จะต้องใช้ไถรอบสองหรือแม้แต่การกำจัดวัชพืช

ปุ๋ยยูเรียเม็ดจะไม่ใช้ปุ๋ยตัวเดียวที่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น แต่ก็เป็นตัวสำคัญมากตัวหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นในช่วงระยะเวลาเดิม, พื้นที่เท่าเดิม, การใช้น้ำและปัจจัยต่าง ๆ เท่าเดิม หรือเพิ่มมากขึ้นแต่กำไรสุทธิสูงขึ้น ซึ่งหากสามารถพัฒนาจนเป็นระบบอุตสาหกรรม หรือการค้า เพื่อให้ชาวนาไทยนำไปใช้ปฏิบัติกัน ก็จะช่วยเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของประเทศไทยจาก 1.9 ไปเป็น 5.2 ตันต่อเฮกตาร์ ได้โดยไม่มียาก ยิ่งในบริเวณที่ทำมากกว่า 1 ครั้งต่อปีแล้ว ประสิทธิภาพก็จะสูงขึ้น

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 120 กก./เฮกตาร์ ให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นจาก 60 กก./เฮกตาร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในระดับ 120 กก./เฮกตาร์ สมควรที่จะแนะนำให้เกษตรกรใช้ต่อไป ซึ่งหากประสิทธิภาพของ nitrification inhibitor หรือ slow releasing fertilizer สูงแล้ว สามารถใส่ปุ๋ยได้ในครั้งแรก คือในช่วงปักดำได้ทั้งหมดไม่จำเป็นต้องแบ่งใส่ในครั้งที่ 2 หรือ 3 ต่อไป โอกาสที่จะถูกวัชพืชมาแย่งไปใช้หรือการสูญเสียโดยการพัดพา หรือซึ่มลึกก็จะน้อยลงไปด้วย ซึ่ง

ผลผลิตของข้าวจากการทดลองดังกล่าวจะได้ 5.2 ตันต่อเฮกตาร์ หากสามารถควบคุมปริมาณน้ำในแปลงข้าวให้ได้ตามที่ต้องการ ไม่ปล่อยให้ดินแห้งจนแตก ในช่วง 1 - 2 เดือนแรก ก็จะทำให้ผลผลิตดีขึ้น เมื่อผนวกกับการจัดการต่าง ๆ เช่น วัชพืช โรคแมลง และปุ๋ยรองตัวอื่น ๆ แล้ว ผลผลิตของข้าวสามารถสูงกว่า 6 ตันต่อเฮกตาร์ ได้อย่างแน่นอน

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ Prof.Dr. Rajendra Prasad แห่งสถาบันวิจัยการเกษตรแห่งประเทศไทย ที่เป็นผู้ให้การปรึกษาในโครงการวิจัยด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- Bains, S.S., R. Prasad, and Bhatia 1971. Use of indigeneous materials to enhance the efficiency of fertilizer nitrogen for rice. *Fertilizer News* 16 (3) : 30 - 32.
- De Datta, S.K. 1978. Fertilizer management for efficient use in wetland rice soils. *Soil and Rice* pp. 671 - 701, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- _____. 1981. Chemical changes in submerged rice soils. *Principles and Practice of rice production* p. 100. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- _____. 1986. Improving nitrogen fertilizer efficiency in low land rice in tropical Asia. *Fertilizer Research* 9 : 171 - 186.
- Kai, H., S. Kawaguchi, J. Charoen, T. Aibe, N. Khomthong, K. Nalang, H. Kunathai, and S. Kuanthawon, 1983 N^{15} tracer experiment in S. Vacharotayan and Y. Takai eds. *Paddy nitrogen Economy*. pp. 164 - 182 Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Japan.
- Kanareugsa, C., P. Songmuang, N. Khomthong, K. Naklang, K. Limsomwong, Y. Hasathon, W. Kuanthawon, S. Kawaguchi, M. Kumura, M. Nonaka, Y. Takai, and K. Yone-bayashi, 1983. Effect of fertilizers and rice straw composts application on rice growth, rice yield and soil properties in S. vacharotayan and Y. Takai eds. *Paddy Nitrogen Economy* pp. 67 - 81 Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Japan.
- Kupkanchankéel, T. and B.S. Vergara, 1980. Nitrogen response of rice growth in medium deep water. *Thailand journal of Agricultural Science*. 13, 213 - 225.
- Luangchaisiri, N and M. Umebayashi, 1983. Dynamics of dissolved gas in S. Vacharotayan and Y. Takai eds. *Paddy nitrogen Economy* pp. 159 - 163. Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Japan.
- Muirhead, W.A., S.K. De Datta, and R.M. Gusto, 1986. Can algicides improve nitrogen efficiency in rice by reducing ammonia Volatilization IRRI Special Seminar 16 July 1986, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Nuti, M.P., and O, Verona, 1973. The effect of dicyandiamide on soil microorganisms with particular reference to the inhibiting nitrification. *Agriculture Italiana* 28 (2), 65 - 76.
- Prakasa Rao, E.V.S. and R. Prasad, 1982. Relative efficiency of N. carriers and methods for increasing their efficiency in lowland rice. *Journal of Agronomy & Crop Science* 151, 329 - 337.
- Prabuddham, P. 1983, Nitrogen absorption of rice plant in S. Vacharotayan, and Y. Takai eds. *Paddy Nitrogen Economy* : pp. 82 - 92. Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Japan.

- Prasad, M. 1976. Gaseous loss of ammonia from sulphur coated urea, ammonium sulphate. And urea applied to calcareous soil. J. Amer. Soc. Soil Sci. 40, 130 - 134.
- Prasad, R, and S.K. De Datta, 1979. Increasing fertilizer Nitrogen efficiency in wetland rice. Nitrogen and Rice pp. 456 - 484. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Prasad, R, S. Singh and R.De. 1984. Effect of time and method of application on the relative efficiency of prilled urea and urea supergranule for rice. J. Agr. Sci. Cambridge 103 : 539 - 542.
- Reddy, G.R. 1964. Effect of varying quantities of dicyandiamide with ammonium fertilizers on nitrification of ammonia in soils. Can. J. Soil. Sci. 44, 254 - 259.
- Singh, S. and R. Prasad 1985. Studies on nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD), for increasing the efficiency of nitrogen applied to rice. J. Agr. Sci. Cambridge, 104, 425 - 428.
- Sadhakara, R. and R. Prasad, 1986. Relative efficiency of prilled urea, urea supergranules (USG) and USG coated with neem cake and PCD for direct - seeded rice. J. Agr. Sci. Cambridge 106, 185 - 190.