# ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อผลผลิตและปริมาณโปรตีนของข้าว

## The Effect of Algal Biofertilizer on Yield and protein Content of Rice

โดย

พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ ประเสริฐ อะมริต อาภารัตน์ เชษฐสุมน

และ พรทิพย์ ตัณฑ์เจริญรัตน์

สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

The Effect of Algal Biofertilizer on Yield and Protein Content of Rice

Pongtep Antarikanonda Prasert Amarit

Aparat Chetsumon and Porntip Tancharoenrat

Biotechnology Department

Thailand Institute of Scientific and Technological

Research

### ABSTRACT

Four strains of nitrogen fixing blue-green algae, namely *Anabaena siamensis, Anabaena lutea, Nostoc* sp. 46 and *Nostoc* sp. 79. Mixed cultures were applied as biofertilizers to four paddy soil samples, taken from Rangsit, Khok Sumrong, Sakhon Nakorn and Surin areas. Pots which were arranged in completely randomized design consisted of 3 replications and 2 treatment in each replication.These treatments comprise an unbiofertilizer and a biofertilizer which biofertilizer rate was applied equally at 4 grams of blue green algae per 10 kilograms of soil sample.

The results showed that algal biofertilizer enhanced the growth and yield of the rice significantly, which was noticable in the dry weight of the straw and grain of rice, for all sources of soil. Grain yield of rice in these soils increased from the check of 32.07, 34.87, 8.86 and 21.49 to 53.14, 49.53, 20.02 and 49.60 grams per pot, respectively. The responsiveness of rice which received algal biofertilizer was difference. The percentage increase in yield ranged from 42% in Khok Sumrong soil and 66% in Rangsit soil, to 126 and 131% in Sakhon Nakorn and Surin soil, respectively.

Significant increase in protein content of rice with the application of algal biofertilizer was from the check of 5.03, 5.14, 6.75 and 5.25 to 6.45, 6.53, 7.80 and 7.11 percent respectively. The difference in plant N-uptake level, after the application of algal biofertilizer gave 383.50, 310.00, 222.20 and 480.70 milligrams per pot, respectively.

## บทคัดย่อ

การศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวผสม 4 สายพันธุ์ คือ *Anabaena siamensis, Anabaena lutea, Nostoc* sp. 46 และ Nostoc sp. 79 ต่อผลผลิตและปริมาณโปรตีนของข้าวพันธุ์ กข. 23 ซึ่งปลูกในดินนา 4 ตัวอย่าง คือ ดินรังสิต ดินโคก-สำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี 2 ตำรับ คือ ตำรับที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพ และตำรับที่ได้รับปุ๋ยชีวภาพ โดยแต่ละดินได้รับปุ๋ยชีวภาพอัตรา 4 กรัมของน้ำหนักแห้งสาหร่ายต่อกระถางซึ่งบรรจุดิน 10 กิโลกรัม ผลการทดลองปรากฏว่า ปุ๋ยชีวภาพมีผลทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คือ น้ำ-หนักแห้งของเมล็ดข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวข้างต้น จาก 32.07 34.87 8.86 และ 21.49 กรัมต่อกระถาง เพิ่มขึ้นเป็น 53.14 49.53 20.02 และ 49.60 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ และการตอบสนองของข้าวเมื่อได้รับปุ๋ยชีวภาพจะให้ผลแตกต่างกัน คือ ดินสุรินทร์และดินสกลนครให้ค่าสูง (ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 131 และ 126) ส่วนดินโคกสำโรงให้ค่าต่ำ (ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 42) นอกจากนั้น ปุ๋ยชีวภาพมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คือ จากร้อยละ 5.03 5.14 6.75 และ 5.25 ของน้ำหนักเมล็ดของข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวข้างต้น เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 6.45 6.53 7.80 และ 7.11 ของน้ำหนักเมล็ด ส่วนปริมาณไนโตรเจนในข้าวที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพจะแตกต่างกัน คือ ดินสุรินทร์ ดินรังสิต ดินโคกสำโรง และดินสกลนคร จะให้ค่าคือ 480.70 383.50 310.006 และ 222.20 มิลลิกรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

## คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญยิ่งต่อประเทศ แต่การผลิตข้าวในสภาพปัจจุบันพบว่า ผลผลิตต่อไร่ต่ำประมาณ 305 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2527) ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของข้าว คือ การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์หรือธาตุอาหารให้กับดินโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน เนื่องจากธาตุนี้เป็นธาตุอาหารที่ต้นข้าวต้องการใช้ในปริมาณมากในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต แต่ในดินนาส่วนใหญ่ของประเทศมักขาดธาตุนี้ (วิศิษฐ์ โชลิตกุล, 2522) การเพิ่มธาตุไนโตรเจนในดินนาโดยการใส่ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็ว แต่ในขณะนี้ปุ๋ยเคมีมีจำนวนจำกัดและราคาแพง จึงทำให้กสิกรไม่สามารถใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้อย่างเพียงพอ ด้วยเหตุนี้นักวิชาการจึงได้เปลี่ยนแปลงแนวความคิดมาสนใจเกี่ยวกับแหล่งของไนโตรเจนจากกิจกรรมธรรมชาติ คือการตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยจุลินทรีย์ในดิน เพื่อใช้ทดแทนหรือเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (Antarikanonda, 1982, 1984)

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นจุลินทรีย์ในดินที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี โดยเฉพาะในสภาพดินนาและพืชสามารถนำธาตุดังกล่าวไปใช้ได้ทันที (Stewart และคณะ, 1979; De, 1939, Venkataraman, 1979 และ Alimagno และคณะ, 1977) นอกจากนั้นยังมีรายงานว่า สาหร่ายดังกล่าวสามารถปลดปล่อยสารเร่งการเจริญเติบโตของข้าว ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดข้าวดีขึ้น (Venkataraman, 1979 และ Antarikanonda, 1984)

รายงานนี้เสนองานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของปุ๋ยชีวภาพ (จากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว) ต่อผลผลิตและปริมาณโปรตีนในข้าวที่ปลูกในดินนาจากแหล่งต่าง ๆ โดยทดลองในกระถางและในเวลาหนึ่งฤดูการเพาะปลูก ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะนำไปใช้ในการประเมินผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการทดลองในภาคต่าง ๆ ของประเทศต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

ดินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร จำนวน 4 ตัวอย่าง คือ

ดินรังสิต เก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองของเอกชน

ดินโคกสำโรง เก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองของสถานีทดลองข้าวโคกสำโรง

ดินสกลนคร เก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองของสถานีทดลองข้าวสกลนคร

ดินสุรินทร์ เก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองของ

สถานีทดลองข้าวสุรินทร์

สมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของตัวอย่างดินที่ใช้ในการศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 1

ข้าวพันธุ์ กข.23 ที่มีอายุประมาณ 20 วัน ใช้ปลูกเป็นพืชทดสอบ และปุ๋ยชีวภาพที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจำนวน 4 สายพันธุ์ (รูปที่ 1) คือ *Anabaena siamensis, Anabaena lutea, Nostoc* sp. 46 และ *Nostoc* sp. 79 ซึ่งได้จากการคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนจากดินนาในประเทศไทย

การทดลองปลูกพืชในกระถาง (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว สูง 12 นิ้ว) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design) ในทุกตัวอย่างดินประกอบด้วย 2 ตำรับการทดลอง (treatment) คือไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพและใส่ปุ๋ยชีวภาพจำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ตัวอย่างดินบรรจุลงในกระถางอัตรา 10 กิโลกรัมต่อกระถางสำหรับดินรังสิตและดินสุรินทร์ ส่วนดินโคกสำโรงและดินสกลนครใช้ตัวอย่างดินอัตรา 6 กิโลกรัมต่อกระถาง ปักดำกล้าข้าวพันธุ์ กข.23 อายุ 20–30 วัน จำนวน 3 ต้นต่อกระถาง และใส่ปุ๋ยชีวภาพที่เลี้ยงในอาหารเหลวสำหรับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (Antarikanonda, 1980) ในแต่ละกระถางโดยแบ่งใส่ 3 ช่วง การเจริญเติบโตของข้าว คือ ช่วงปักดำ ช่วงข้าวแตกกอ และช่วงข้าวออกใบธง โดยใส่ปุ๋ยชีวภาพคิดเป็นน้ำหนักแห้งของสาหร่าย 2, 1 และ 1 กรัมต่อกระถางตามลำดับ และทุกครั้งที่เติมปุ๋ยชีวภาพจะเติมอาหารเหลวในปริมาณเท่ากันให้แก่กระถางในตำรับที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพด้วย

สูตรอาหารเหลวสำหรับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ (Antarikanonda, 1980) ประกอบด้วย

| สารอาหาร (มก./ล.) | |
|---|---|
| $K_2HPO_4.3H_2O$ | 600.00 |
| $MgSO_4.7H_2O$ | 380.00 |
| $CaCl_2$ | 600.00 |
| $FeSO_4.7H_2O$ | 10.00 |
| Titriplex III | 27.00 |
| $MnCl_2.4H_2O$ | 2.00 |
| $NaMoO_4.2H_2O$ | 8.00 |
| $ZnSO_4$ | 0.30 |
| $CuSO_4.5H_2O$ | 0.08 |
| $CoCl_2.6H_2O$ | 0.02 |
| $H_3BO_3$ | 3.00 |

การเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลองมีดังนี้คือ ในช่วงการเจริญเติบโตจะบันทึกจำนวนต้นต่อกอ ความสูงของต้น และในช่วงเก็บเกี่ยว เมื่อข้าวสุกประมาณ 100 วันหลังจากการย้ายปลูก ผลผลิตจะวัดผลจากน้ำหนักแห้งของฟางและเมล็ด การวิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตซึ่งได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดดี นอกจากนั้นยังวิเคราะห์โปรตีนในเมล็ดข้าวหาได้จากการคำนวณโดยใช้ส่วนประกอบที่เป็นไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) คูณด้วย 6.25

**Table 1 Some chemical and physical properties of the soil samples**

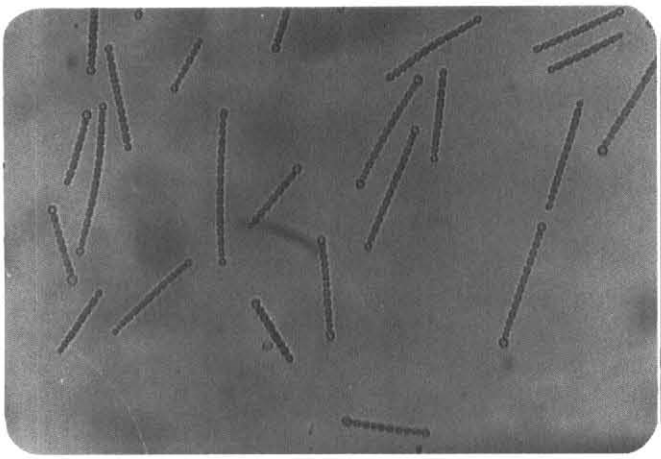
| Soil sample | Soil series | Texture[1] | pH[2] | % OM[3] | % N[4] |
|---|---|---|---|---|---|
| Rangsit | Rangsit | clay | 4.1 | 1.95 | 0.077 |
| Khok Sumrong | Nakorn Pathom | sandy clay | 6.5 | 0.60 | 0.040 |
| Sakon Nakorn | Phen | sandy loam | 5.0 | 0.70 | 0.026 |
| Surin | Roi Et | loamy sand | 4.8 | 0.60 | 0.026 |

1 hydrometer (Day, 1965)

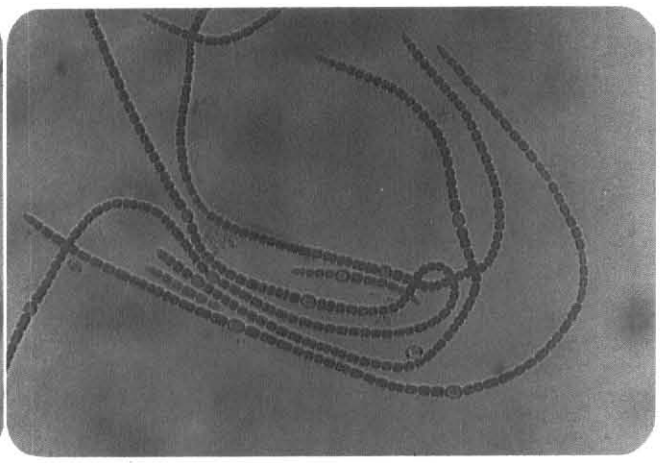
2 soil : water = 1:1

3 Walkley and Black (Walkley and Black, 1934)

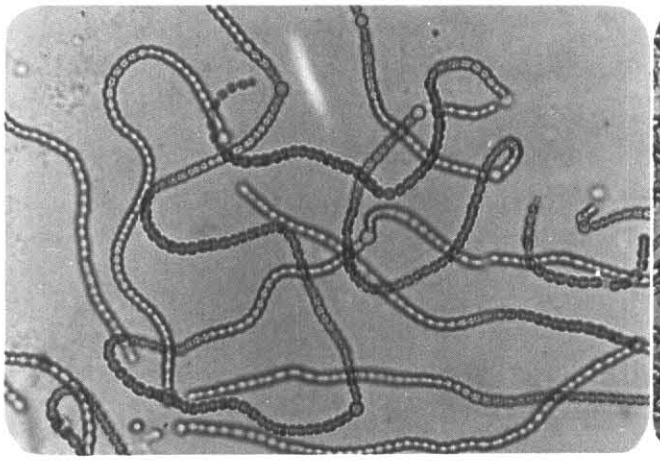
4 micro-kjeldahl (Jackson, 1958)



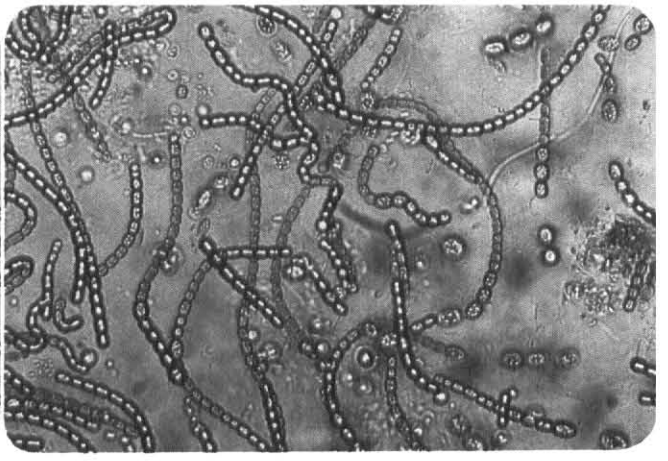
a. Anabaena siamensis



b. Anabaena lutea



c. **Nostoc** sp. 46



d. **Nostoc** sp. 79

**Fig. 1** Species of $N_2$-fixing blue-green algae used in biofertilizer production

## ผลการทดลอง

### ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของข้าว

**น้ำหนักฟาง** อิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อน้ำหนักฟางแสดงไว้ในตารางที่ 2 และรูปที่ 2 การทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งของฟางข้าวที่ปลูกในดินนาทุกดินที่นำมาทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ เมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพให้ค่าน้ำหนักของฟางข้าว 48.37 46.47 23.40 และ 39.63 กรัมต่อกระถาง เปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพ ให้ค่าน้ำหนักของฟางข้าว 34.10 39.53 15.10 และ 24.10 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงร้อยละของน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่เพิ่มขึ้นของแต่ละดินคือ ดินสุรินทร์ ดินสกลนคร ดินรังสิต ดินโคกสำโรง โดยให้ผลเป็นร้อยละ

64.44 55.00 41.85 และ 17.56 ตามลำดับ

**การแตกกอและความสูงของต้นข้าว** อิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น คือ จำนวนต้นต่อกอ และความสูงของต้นข้าวแสดงไว้ในตารางที่ 2 และรูปที่ 3 การทดลองพบว่า ข้าวที่ปลูกในทุกดิน (ยกเว้นดินโคกสำโรง) มีจำนวนต้นต่อกอและความสูงของต้นข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ ซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้จำนวนต้นต่อกอของข้าว 7.33 6.56 4.56 และ 6.44 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพ ให้ค่าจำนวนต้นต่อกอ 6.11 6.22 3.33 และ 4.67 ตามลำดับ ส่วนความสูงของต้นข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 103.33 110.00 91.33 และ 99.33 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 96.67 110.00 80.33 และ 95.00 เซนติเมตร ตามลำดับ

## ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อผลผลิตของข้าว

**น้ำหนักเมล็ด** อิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดของข้าวที่ปลูกในดินนาต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3 และรูปที่ 2 การทดลองพบว่า น้ำหนักเมล็ดของข้าวที่ปลูกในดินนาทุกดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ น้ำหนักเมล็ดข้าวที่ปลูกในดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ ซึ่ง ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 53.14 49.53 20.02 และ 49.60 กรัมต่อกระถาง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่าน้ำหนักเมล็ดข้าว 32.07 34.87 8.86 และ 21.49 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงร้อยละของน้ำหนักเมล็ดที่เพิ่มขึ้นของแต่ละดิน คือ ดินสุรินทร์ ดินสกลนคร ดินรังสิต ดินโคกสำโรง ให้ผลเป็นร้อยละ 130.81 125.96 65.70 และ 42.04 ตามลำดับ ซึ่งให้ผลเป็นไปตามแนวเดียวกับน้ำหนักฟางข้าว

**องค์ประกอบของผลผลิต** เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวที่ปลูกในดินนาต่าง ๆ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3 และรูปที่ 3 การทดลองพบว่า จำนวนรวงต่อกอ และจำนวนเมล็ดดีต่อรวง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ยกเว้นดินโคกสำโรงซึ่งจะให้ค่าจำนวนรวงต่อกอไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ย) กล่าวคือ จำนวนรวงต่อกอของข้าวที่ปลูกในดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ ซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 7.33 6.44 4.56 และ 6.33 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในดินเดียวกันแต่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่าจำนวนรวงต่อกอ 6.00 6.33 3.22 และ 4.56 ตามลำดับ ส่วนจำนวนเมล็ดดีต่อรวงของข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวข้างต้นซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 107.64 144.44 71.18 และ 114.28 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในดินเดียวกันแต่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่าจำนวนเมล็ดดีต่อรวง 76.86 83.15 43.13 และ 74.54 ตามลำดับ

สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่าให้ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญ แต่น้ำหนัก 1,000 เมล็ดให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันยกเว้นดินสุรินทร์ กล่าวคือ ข้าวที่ปลูกในดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ที่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ 11.52 11.70 22.18 และ 12.10 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ 20.30 27.27 34.40 และ 24.81 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดดีของข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวข้างต้นซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 22.52 22.40 20.65 และ 22.89 เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 23.16 22.14 21.10 และ 20.77 ตามลำดับ

## ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวและปริมาณโปรตีนในเมล็ด

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในต้นข้าวแสดงไว้ในตารางที่ 4 การทดลองพบว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในข้าว (ฟางและเมล็ด) เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในส่วนของเมล็ดมีค่าสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ข้าวที่ปลูกในดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ ซึ่งได้รับปุ๋ย

ชีวภาพให้ค่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในเมล็ด 1.03 1.04 1.25 และ 1.14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 0.81 0.82 1.08 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนในเมล็ดแสดงไว้ในตารางที่ 4 และรูปที่ 2 พบว่า ข้าวที่ปลูกในทุกตัวอย่างดิน (ดินรังสิต ดินโคก-สำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์) ให้ค่าปริมาณโปรตีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คือจากร้อยละ 5.03 5.14 6.75 และ 5.25 ของน้ำหนักเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 6.45 6.53 7.80 และ 7.11 ของน้ำหนักเมล็ด ตามลำดับ

## ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในต้นข้าว

อิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวแสดงไว้ในตารางที่ 5 และรูปที่ 2 การทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนในข้าวทั้งในส่วนฟางและเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ข้าวที่ปลูกในดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ ซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่าปริมาณธาตุไนโตรเจนในฟาง 257.4 268.9 151.8 และ 207.9 มิลลิกรัมต่อกระถาง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 164.1 189.2 85.3 และ 115.6 มิลลิกรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวข้างต้นซึ่งได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 548.3 517.1 250.5 และ 568.4 มิลลิกรัมต่อกระถาง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพให้ค่า 258.1 286.8 94.8 และ 180.0 มิลลิกรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

สำหรับปริมาณไนโตรเจนในข้าวที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพในดินต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 6 การทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนดังกล่าวในข้าวจะแตกต่างกันในแต่ละดิน กล่าวคือ ดินสุรินทร์ ดินรังสิต ดินโคกสำโรง และดินสกลนคร ให้ค่า 480.70 383.50 310.00 และ 222.20 มิลลิกรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

## วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพ (สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว) ต่อผลผลิตข้าวในดินนาต่าง ๆ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ข้าวที่ปลูกในดินต่าง ๆ โดยไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพจะให้ผลผลิตต่ำและแตกต่างกันในแต่ละดิน (ตารางที่ 3) กล่าวคือ ดินรังสิต และดินโคกสำโรงจะให้ผลผลิต (32.07 และ 34.87 กรัมต่อกระถาง) ซึ่งสูงกว่าดินสุรินทร์และดินสกลนคร (21.49 และ 8.86 กรัมต่อกระถาง) เพราะดินแต่ละแห่งที่นำมาทดลองมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพไม่เหมือนกัน (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีความอุดมสมบูรณ์ (อินทรียวัตถุปละปริมาณไนโตรเจนในดิน) สูงกว่าดินเนื้อหยาบและจะให้ผลผลิตสูงกว่าซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Curfs, 1976

เมื่อเพิ่มปุ๋ยชีวภาพให้กับข้าวที่ปลูกในดินต่าง ๆ พบว่าข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นยังทำให้คุณภาพของเมล็ดข้าวดีขึ้น คือ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำ และมีน้ำหนักเมล็ดดีมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Stewart และคณะ, 1979 และ Venkataraman, 1979 เพราะปุ๋ยชีวภาพหรือสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่ข้าวโดยการตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศ แล้วยังสังเคราะห์และปลดปล่อยวิตามิน และ growth substance จำพวก วิตามิน B12 auxin และ ascorbic acid ซึ่งจะช่วยในการเจริญเติบโตของข้าว (Rao, 1977) และเมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวที่ได้รับปุ๋ยชีวภาพในดินต่าง ๆ (ตารางที่ 2 และ 3) พบว่า ดินรังสิต > ดินโคกสำโรง > ดินสุรินทร์ > ดินสกลนคร จะเห็นได้ว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดั้งเดิมอยู่แล้วและได้รับปุ๋ยชีวภาพเพิ่มเติมจะส่งเสริมให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดดึงไปใช้ (uptake) ระหว่างข้าวที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยในแต่ละดิน พบว่า ข้อมูลทั้งสามให้ผลไปในแนวเดียวกันคือ ดินสุรินทร์ > ดินสกลนคร > ดินรังสิต > ดินโคกสำโรง จะเห็นได้ว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะตอบสนองต่อธาตุไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจากปุ๋ยชีวภาพดีกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

**Table 2 Effect of biofertilizer on straw weight, stem number/tiller and height in dif- ferent types of soil samples**

| Recipe | | Straw weight (g/pot) | Stem No. tiller | height (cm) |
|---|---|---|---|---|
| **Rangsit soil** | control | 34.10 | 6.11 | 96.67 |
| | treatment | 48.37** | 7.33** | 103.33** |
| | % increase | 41.85 | | |
| **Khok Samrong soil** | control | 39.53 | 6.22 | 110.00 |
| | treatment | 46.47** | $6.56^{ns}$ | $110.00^{ns}$ |
| | % increase | 17.56 | | |
| **Sakon Nakorn soil** | control | 15.10 | 3.33 | 80.33 |
| | treatment | 23.40** | 4.56** | 91.33** |
| | % increase | 55.00 | | |
| **Surin soil** | control | 24.10 | 4.67 | 95.00 |
| | treatment | 39.63** | 6.44** | 99.33** |
| | % increase | 64.44 | | |
| LSD.° = | | 3.38 | 0.44 | 2.26 |
| LSD.° – | | 4.66 | 0.61 | 3.12 |
| **CV (%)** | | 11.50 | 9.00 | 1.3 |

**Remarks** ns non significant

** highly significant

**Table 3 Effect of biofertilizer on seed weight, no. of panicle's/tiller, no. of filled grain's/panicle, % of unfilled grain's and weight of 1,000 filled grains**

| Recipe | | Grain weight (g/pot) | No. of panicle's/ | No. of filled grain's/ panicle | Unfilled grains (%) | Weight of 1,000 filled grains (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rangsit soil** | control | 32.07 | 6.00 | 76.86 | 20.30 | 23.16 |
| | treatment | 53.14** | 7.33** | 107.64** | 11.52** | 22.52$^{ns}$ |
| | % increase | 65.70 | | | | |
| **Khok Samrong soil** | control | 34.87 | 6.33 | 83.15 | 27.27 | 22.14 |
| | treatment | 49.53** | 6.44$^{ns}$ | 144.44** | 11.70** | 22.40$^{ns}$ |
| | % increase | 42.04 | | | | |
| **Sakon Nakorn soil** | control | 8.86 | 3.22 | 43.13 | 34.40 | 21.10 |
| | treatment | 20.02** | 4.56** | 71.18** | 22.18** | 20.65$^{ns}$ |
| | % increase | 125.96 | | | | |
| **Surin soil** | control | 21.49 | 4.56 | 74.54 | 24.81 | 20.77 |
| | treatment | 49.60** | 6.33 | 114.28** | 12.10** | 22.89** |
| | % increase | 130.81 | | | | |
| $LSD_{.05}$ | | 5.88 | 0.49 | 9.00 | 5.58 | 1.21 |
| $LSD_{.01}$ | | 8.10 | 0.68 | 12.41 | 7.68 | 1.67 |
| CV (%) | | 14.30 | 10.20 | 12.10 | 31.43 | 3.20 |

**Remarks** ns non significant

** highly significant

**Table 4 Effect of algal biofertilizer on the nitrogen concentration and the protein content of the grain**

| Recipe | | Nitrogen concentration (%) | | | Protein 1/ content of the grain (g/100 g or %) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Straw | Grain | Straw and grain | |
| **Rangsit soil** | control | 0.49 | 0.81 | 1.30 | 5.03 |
| | treatment | 0.53 | 1.03** | 1.56 | 6.45** |
| | % increase | | | | |
| **Khok Samrong soil** | control | 0.48 | 0.82 | 1.30 | 5.14 |
| | treatment | 0.59** | 1.04** | 1.61 | 6.53** |
| | % increase | | | | |
| **Sakon Nakorn soil** | control | 0.58 | 1.08 | 1.66 | 6.75 |
| | treatment | 0.65* | 1.25** | 1.90 | 7.80** |
| | % increase | | | | |
| **Surin soil** | control | 0.49 | 0.84 | 1.33 | 5.25 |
| | treatment | 0.53 | 1.14** | 1.66 | 7.11** |
| | % increase | | | | |
| $LSD_{.05}$ | | 3.38 | 0.44 | | 2.26 |
| $LSD_{.01}$ | | 4.66 | 0.61 | | 3.12 |
| CV (%) | | 11.0 | 5.30 | | 5.30 |

**Remarks** 1/ Protein content in grain (%) = % of nitrogen concentration in grain × 6.25

ns non significant

* significant

** highly significant

**Table 5 Effect of biofertilizeron nitrogen uptake**

| Recipe | | Amount of nitrogen uptake (mg/pot) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Straw | Grain | Sum of straw and grain |
| **Rangsit soil** | control | 164.1 | 258.1 | 422.1 |
| | treatment | 257.4** | 548.3** | 805.7 |
| | % increase | | | 90.88 |
| **Khok Samrong soil** | control | 189.2 | 286.8 | 476.0 |
| | treatment | 268.9** | 517.1** | 786.0 |
| | % increase | | | 65.13 |
| **Sakon Nakorn soil** | control | 85.3 | 94.8 | 180.1 |
| | treatment | 151.8** | 250.5** | 402.3 |
| | % increase | | | 123.38 |
| **Surin soil** | control | 115.6 | 180.0 | 295.6 |
| | treatment | 207.9** | 568.4** | 776.3 |
| | % increase | | | 162.62 |
| $LSD_{.05}$ | | 0.02 | 0.11 | |
| $LSD_{.01}$ | | 0.03 | 0.15 | |
| CV (%) | | 13.7 | 18.7 | |

**Remarks** ** highly significant

**Table 6 Effect of biofertilizer on the increase of nitrogen content**

| Soil sample | Nitrogen content increase by The application of biofertilizer (mg/pot) |
|---|---|
| Rangsit soil | 383.5 |
| Khok Samrong soil | 310 |
| Sakon Nakorn soil | 222.2 |
| Surin soil | 480.7 |

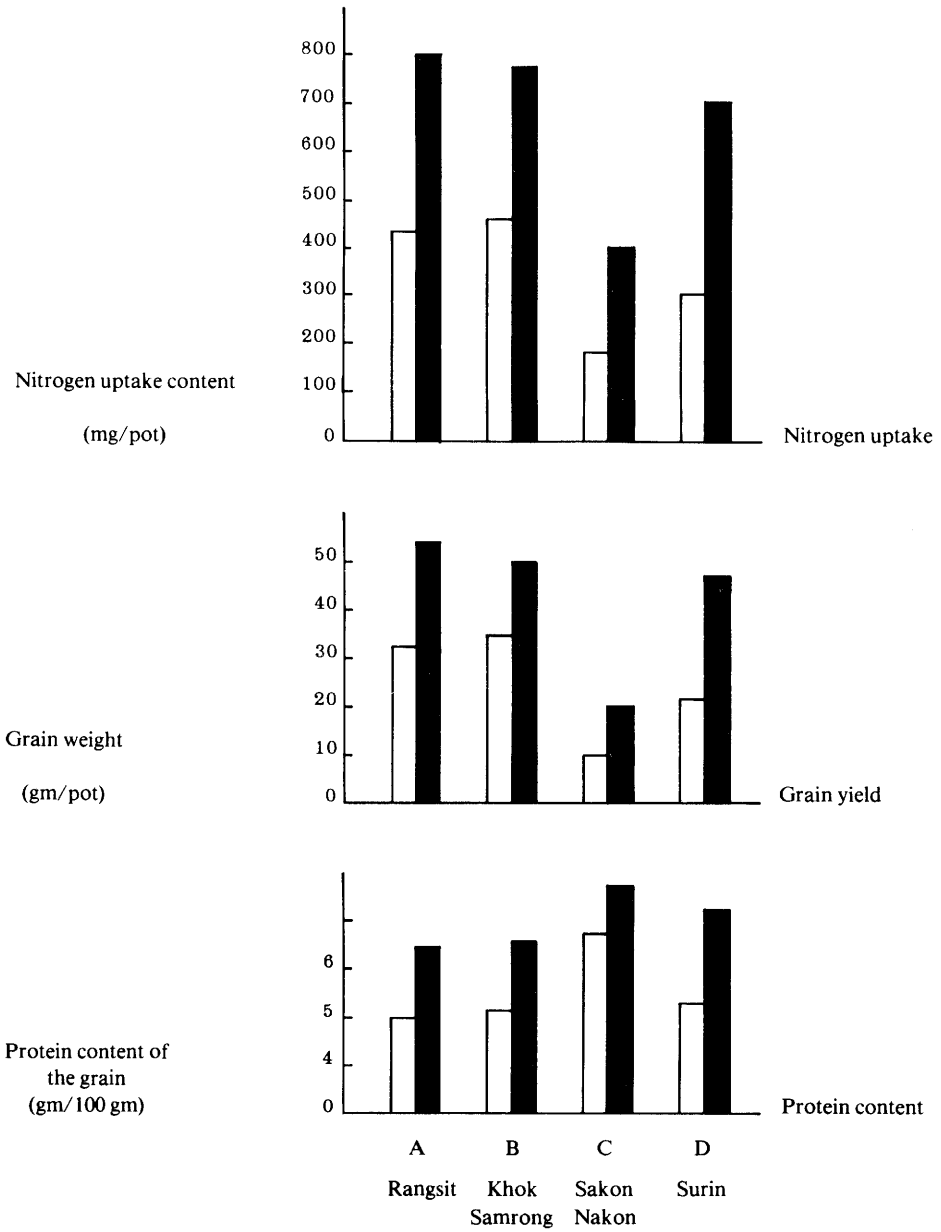



**Fig. 2** The effect of biofertilizer on nitrogen uptake, grain yield and protein content of the grain

□ no biofertilizer

■ added biofertilizer

Tiller stage
A no biofertilizer

Fig. 3 The effect of biofertilizer on rice growth

Panicle stage
B Added biofertilizer

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าว และคุณภาพของเมล็ดข้าวโดยพิจารณาจากปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว (ตารางที่ 4) การทดลองจะเห็นได้ว่าทั้งความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวสูงขึ้นในทุกดินอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Grant และคณะ, 1986 เพราะสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่เจริญเติบโตร่วมกับข้าวมีการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้แก่พืช ซึ่งทำให้ข้าวมีธาตุไนโตรเจนสะสม ในความเข้มข้นที่สูงกว่าข้าวที่ไม่ได้ปลูกร่วมกับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว และธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุองค์ประกอบที่สำคัญในโปรตีน (Alimagno และคณะ, 1977 ; Stewart และคณะ, 1979 และ Venkataraman, 1979)

## สรุปผลการทดลอง

ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อผลผลิตและปริมาณโปรตีนของข้าวพันธุ์ กข.23 ที่ปลูกในตัวอย่างดินนาจาก 4 แหล่ง คือ ดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ สามารถสรุป (รูปที่ 2) คือ

1. การใช้ปุ๋ยชีวภาพหรือสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวปลูกร่วมกับข้าวมีผลให้ข้าวเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำ แล้วยังทำให้คุณภาพของเมล็ดข้าวคือปริมาณโปรตีนในเมล็ดสูงขึ้นด้วย

2. การตอบสนองของข้าวที่ปลูกในตัวอย่างดินนาต่าง ๆ ต่อการใช้ปุ๋ยชีวภาพโดยพิจารณาจากการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดึงดูดไปใช้ (uptake) ระหว่างข้าวที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพในแต่ละดิน จากผลการทดลองการตอบสนองของข้าวที่ปลูกในแต่ละดินจะแตกต่างกันและสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

ดินที่ให้ผลตอบสนองต่อข้าวสูงเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ดินสุรินทร์ และสกลนคร

ดินที่ให้ผลตอบสนองต่อข้าวปานกลางเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ดินรังสิต

ดินที่ให้ผลตอบสนองต่อข้าวต่ำเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ดินโคกสำโรง

## เอกสารอ้างอิง

วิศิษฐ์ โชลิตกุล. 2522. ความอุดมสมบูรณ์ของดินนาของประเทศไทย. น. 55–71, *ใน* รายงานการสัมมนาเรื่องสถานการณ์ดินและปุ๋ยของประเทศไทย. ชมรมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2527. รายงานผลการสำรวจเนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตข้าว. ปีเพาะปลูก 2527/28 เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 166. โดย ศูนย์สถิติการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Alimagno, B.V. and T. Yoshida. 1977. In situ acetylene-ethylene assay biology nitrogen fixation in low land rice soils. Plant Soil. 47:239-244.

Antarikanonda, P. 1980. Eco-physiological, morphological and biochemical studies with the rapidly-growing, $N_2$-fixing blue-green alga (Cyanobacterium) Anabaena sp. TA l isolated from paddy soils of Bangkok, Thailand. Ph.D. thesis, University of Gottingen. 129 p.

Antarikanonda, P. & H. Lorenzen, 1982. $N_2$-fixing blue-green algae (Cyanobacteria) of high effeciency from paddy soils of Bangkok, Thailand: Characterization of species and $N_2$-fixing capacity in the laboratory-Arch. Hydrobiol. Suppl. 63, Algological Studies. 30, 53-70.

Antarikanonda, P. 1984. A new species of the genus Anabaena: Anabaena siamensis sp. nov. (Cyanophyceae) from Thailand. Nova Hedwigia, 40 p. (inpress).

Curfs, H.P.E. 1976. Systems development in agricultural mechanisation with special reference to soil tillage and weed control. Communications Agricultural University

Wageninger. The Netherlands. p. 179.

Day, D.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 546-566. In C.A. Black (ed). Methods of Soil Analysis. Part II. Amer. Soc. Agron, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A.

De, P.K. 1939. The role of blue-green algae in nitrogen fixation in rice field. *Proc. Roy. Soc.* (London) B.127 : 121-139.

Grant, I.F., Roger, P.A., Watanabe, I. 1986. Ecosystem manipulation for increasing biological $N_2$-fixing by blue-green algae (Cyanobacteria) in lowland rice fields. Biological Agriculture and Horticulture 3 (2/3). 299-315.

Jackson, M .L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 498 p.

Rao, N.S.S. 1977. Soil Microorganisms and Plant Growth. New Delhi : Moham Primlani, Oxford & IBH publishing.

Stewart, W.D.P., P. Rowell, J.K. Ladha and M.J.A.M. Sampio. 1979. Blue-green algae (Cyanobacteria) some aspects related to their role as source of fixed nitrogen in paddy soil. pp. 263-285. In International Rice Research Institute. Nitrogen and Rice. Los Banos, Philippines .

Venkataraman, G.S. 1979. Algal inoculation in rice fields. pp. 311-321. In International Rice Research Institute. Nitrogen and Rice. Los Banos, Philippines.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Sci. 37:29-39.

## ขอขอบคุณ

สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ที่ให้เมล็ดพันธุ์ข้าว

กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยข้าว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ตัวอย่างดินในการทดลอง CEC ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้ทุนดำเนินงานวิจัย

คุณจันทนา สรสิริ ฝ่ายวิเคราะห์ทางสถิติ กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร และงานคอมพิวเตอร์ ศูนย์บริการเอกสารวิจัยแห่งประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูล

ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน วิเคราะห์ไนโตรเจนในดินและพืช