

# การศึกษาพฤติกรรมของไรโซเบียมในดินที่มีความชื้นต่ำ

ธีรชัย อารยางกูร\*    ปรีชา วดีศิริศักดิ์\*  
วิโรจน์ วจนานาวจ\*    และวิทยา ธานานุสนธิ์☆

## Study on Rhizobium Behavior in Low Moisture Content Upland Soil

Thianchai Arayangkoon\*    Preecha Wadeesirisak\*  
Viroj Wajananawaj\*    and Vithaya Thananusont☆

### บทคัดย่อ

การศึกษาการมีชีวิตอยู่รอดและประสิทธิภาพของไรโซเบียมในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกถั่วเหลือง การทดลองที่หนึ่ง ดำเนินการในเดือนมกราคม พ.ศ. 2530 เปรียบเทียบการคลุกไรโซเบียมอย่างเดียวกับคลุกไรโซเบียมแล้วเคลือบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต และเคลือบด้วยหินฟอสเฟตบด ปลูกในดินร่วนปนทรายที่มีความชื้น 2-4% (โดยน้ำหนัก) อุณหภูมิสูงสุด 45°C. แล้วให้อยู่ในสภาพแห้งในระยะเวลาต่างกัน 0 1 3 5 7 และ 10 วัน การทดลองที่สองเปรียบเทียบระหว่างการไม่คลุกไรโซเบียม การคลุกไรโซเบียม และการคลุกไรโซเบียมปลูกในดินใส่หินฟอสเฟตบด 100 กก./ไร่ แล้วให้อยู่ในสภาพแห้งนาน 0 10 15 และ 20 วัน ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2531 ทั้งสองการ

### Abstract

Soybean seeds (8 kg/rai, rate) inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* (200 g peat carrier,  $7.80 \times 10^8$  cell/g, peat) were sown in hot (42-45°C), dry (2-4% by weight) soils, at 0, 1, 3, 5, 7 and 10 days in January, 1987 and 0, 10, 15 and 20 days before the first irrigation in February, 1988.

YMA-plate counts showed that survival of inoculated rhizobia decreased, with every day after sowing, but rhizobia survival were not less than  $1.00 \times 10^5$  cell/seed, even in the 20 days treatment. There was not recovery of much decrease in  $N_2$ -fixation

\* ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สันทราย เชียงใหม่ 50210

☆ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

\* Chiangmai Field Crops Research Center, Sansai, Chiangmai 50210

☆ Soil Science Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

ทดลองวางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB มี 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าปริมาณไรโซเบียมที่มีชีวิตอยู่รอดติดกับเมล็ด ซึ่งประเมินโดยวิธี YMA-plate count ในกรรมวิธีคลุกไรโซเบียมอย่างเดียวยังมีปริมาณใกล้เคียงกับกรรมวิธีเคลือบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต การให้น้ำทันทีหลังปลูกเสร็จทำให้การอยู่รอดของไรโซเบียมสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติจากการให้น้ำภายหลังแม้เพียง 1 วันหลังปลูก แต่อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีไรโซเบียมอยู่รอดสูงกว่า  $10^5$  เซลล์ต่อเมล็ด ซึ่งเป็นระดับที่ไม่กระทบกระเทือนต่อการดำเนินกิจกรรมของไรโซเบียมต่อไป การประเมินกิจกรรมของไรโซเบียมพบว่าจำนวนและน้ำหนักปมสูงมากในกรรมวิธี 7 และ 10 วัน และค่าเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี Acetylene Reduction Assay (ARA) มีค่าสูงมากในกรรมวิธี 7 วันด้วย นอกจากนี้ได้ประเมินเปอร์เซ็นต์การเข้าสร้างปมโดยวิธีทางซีรั่มวิทยา (serology test) พบว่าปมรากถั่วที่เกิดจากไรโซเบียมสายพันธุ์ที่ใช้คลุกมี 35.54 ถึง 48.32% สูงกว่าปมที่เกิดจากไรโซเบียมเค็มในดินจากกรรมวิธีไม่คลุกไรโซเบียมซึ่งมีเพียง 8.06% จึงเป็นการยืนยันได้ว่าไรโซเบียมที่สร้างปมนี้ส่วนใหญ่เกิดจากไรโซเบียมที่คลุกเมล็ดถั่ว ดังนั้น ถ้าไม่สามารถปลูกถั่วเหลืองในดินชื้น หรือไม่สามารถให้น้ำได้ทันทีหลังปลูก การคลุกไรโซเบียมปลูกในดินแห้งแล้วให้อยู่ในสภาพแห้งนานถึง 20 วัน ไรโซเบียมที่มีชีวิตอยู่รอดติดเมล็ดยังคงมีอยู่ในปริมาณสูงถึงระดับไม่กระทบต่อการดำเนินกิจกรรมต่อไป

คำหลัก : ถั่วเหลือง ความชื้น ไรโซเบียม

การคลุกไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพสูงช่วยให้ปริมาณการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น มีผลให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น (เรียร์ชีย์ และคณะ 2529) แต่การปลูกถั่วเหลืองในสภาพไร่เขตใช้น้ำฝนบางครั้งมีความจำเป็นต้องปลูกถั่วเหลืองในขณะดินแห้งทำให้ไรโซเบียมที่คลุกเมล็ดต้องอยู่ในสภาพความชื้นต่ำและอุณหภูมิสูง ซึ่งอาจมีผลกระทบต่ออัตราการอยู่รอดของไรโซเบียมและประสิทธิภาพในการเกิดปมที่รากถั่วเหลือง

ได้มีการทดลองเกี่ยวกับผลกระทบจากสภาพอุณหภูมิ

activity by ARA method or in nodule dry weight inoculated rhizobia evaluated by the fluorescent antibody technique, were much higher than from un-inoculated plot, It is suggested that inoculating soybean with *Bradyrhizobium japonicum* before sowing in dry soil of rain-fed area will increase soybean yield.

Keywords : soybean, moisture, rhizobium

สูงบริเวณรอบรากพืชจำนวนมากกับพืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ แต่เป็นการทดลองในสภาพสามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมได้ Hernandez - Armenta *et al.* (1989) ได้ทดลองปลูก common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) โดยใช้ทรายเป็นเครื่องปลูก ในห้องควบคุมแสงและอุณหภูมิคงที่ในเวลากลางวัน 13 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิวิกฤตของการสร้างปมคือ 38°C. และการดำเนินกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของปมที่อุณหภูมิ 32°C. La Favre and Eaglesham (1987) ทดลองปลูกถั่วเหลือง

ในทรายในห้วงควบคุมแสงและอุณหภูมิ พบว่าถ้าอุณหภูมิสูงกว่า  $41^{\circ}\text{C}$ . จะยับยั้งกิจกรรมการตรึงไนโตรเจน จึงได้มีการทดลองในสภาพไร่ที่แท้จริงซึ่งมีสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา คือ มีอุณหภูมิสูงเพียงบางช่วงเท่านั้น และในเวลากลางวันดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นซึ่งอาจมีผลต่อการมีชีวิตอยู่รอดของไรโซเบียมได้อีกทางหนึ่ง การทดลองนี้เพื่อจะได้ทราบว่าทำอย่างไรจะช่วยให้ไรโซเบียมมีชีวิตอยู่รอดได้ในปริมาณมากพอ และเวลานานเท่าใดในสภาพต่าง ๆ กันที่ไรโซเบียมยังสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินงาน 2 การทดลองต่างสถานที่กันในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2530 และ 2531 โดยปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ 5 ในพื้นที่สภาพไร่ซึ่งไม่เคยปลูกถั่วเหลืองมาก่อน ใช้ไรโซเบียมสายพันธุ์ THA 7 วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB 4 ซ้ำ การทดลองปีที่ 1 (พ.ศ. 2530) มีการใช้ปัจจัย 3 กรรมวิธี เป็น main plot ประกอบด้วยคลุกไรโซเบียม คลุกไรโซเบียมแล้วเคลือบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต คลุกไรโซเบียมแล้วเคลือบด้วยหินฟอสเฟตบด และระยะเวลาที่เมล็ดถั่วเหลืองฝังในดินแห่งเป็น sub plot คือ ให้น้ำทันทีหลังปลูก (T-0) ให้น้ำหลังปลูก 1 (T-1) 3 (T-3) 5 (T-5) 7 (T-7) และ 10 วัน (T-10) ส่วนการทดลองปีที่ 2 (พ.ศ. 2531) การใช้ปัจจัย 3 กรรมวิธี เป็น main plot มีไม่คลุกไรโซเบียม คลุกไรโซเบียม คลุกไรโซเบียม + ใส่หินฟอสเฟตบดในพื้นที่ปลูก 100 กก./ไร่ และระยะเวลาที่เมล็ดถั่วเหลืองฝังในดินแห่งเป็น sub plot คือ ให้น้ำทันทีหลังปลูก (T-0) ให้น้ำหลังปลูก 10 (T-10) 15 (T-15) และ 20 วัน (T-20)

**การปลูกพืช** ปลูกในสภาพดินแห้ง ความชื้น 2-4% (โดยน้ำหนัก) อุณหภูมิดินสูงสุด  $42-45^{\circ}\text{C}$ . ใช้ระยะปลูก  $50 \times 20$  ซม. 5 เมล็ดต่อหลุม ดำเนินการปฏิบัติในกรรมวิธีต่าง ๆ ดังนี้

การคลุกไรโซเบียม ใช้น้ำเชื่อมเจือจาง (30% น้ำตาลทรายในน้ำ) เป็นสารเชื่อมระหว่างไรโซเบียมในผงพีท (peat) 200 กรัมกับเมล็ดถั่วเหลือง 8 กก./ไร่ ส่วนการเคลือบเมล็ด

หลังคลุกไรโซเบียมแล้วใส่สารเคลือบอัตรา 1 กก./ไร่ ลงคลุกเคล้าคือแคลเซียมคาร์บอเนตหรือหินฟอสเฟตบด (4% ซิเตรทโซลูชัน) สำหรับการใส่ปุ๋ย ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ รองพื้นในอัตรา 6 กก.  $\text{K}_2\text{O}$ /ไร่ ปุ๋ยทริบิลเฟอโรฟอสเฟต อัตรา 9 กก.  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ไร่ ใส่รองพื้นทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟตบดจะหว่านหินฟอสเฟตบด (4% ซิเตรทโซลูชัน) อัตรา 100 กก./ไร่แล้วสับกลบ การให้น้ำ ในการทดลองปีที่ 1 ปลูกพร้อมกันทุกตำรับหลังปลูกเสร็จให้น้ำทันทีในกรรมวิธี T-0 โดยใช้บัวรดน้ำทุกวันเพื่อป้องกันความเสียหายในตำรับอื่น หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลากำหนดในกรรมวิธีอื่นจึงให้น้ำโดยวิธีเดียวกัน ส่วนการทดลองปีที่ 2 ปลูกกรรมวิธี T-20 เป็นชุดแรก แล้วจึงปลูกกรรมวิธี T-15 T-10 และ T-0 หลัง T-20 เป็นเวลา 5 10 และ 20 วัน ตามลำดับ แล้วให้น้ำพร้อมกันทั้งหมดหลังปลูก T-0 เสร็จ ในด้านการบันทึกผล วัดความชื้นดินขณะปลูกและก่อนให้น้ำครั้งแรกทุกกรรมวิธีและวัดอุณหภูมิสูงสุดของดินในระดับฝังเมล็ดทุกวันก่อนเมล็ดงอก เก็บสถิติการงอก ศึกษาปริมาณไรโซเบียมที่ติดเมล็ดขณะปลูกและก่อนให้น้ำครั้งแรกโดยวิธี YMA - plate count จากเมล็ดในหลุมตัวอย่างที่หุ้มด้วยกระดาษทึบบาง ๆ หลังคลุกไรโซเบียมแล้วศึกษาปริมาณการสร้างปมโดยไรโซเบียมสายพันธุ์ที่คลุกโดยวิธี Fluorescent Antibody Technique วัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนเมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 45 วัน โดยวิธี Acetylene Reduction Assay (ARA) และเปรียบเทียบผลผลิตถั่วเหลืองทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ระหว่างมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2530 และกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2531

## ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาพฤติกรรมของไรโซเบียมในดินสภาพไร่ที่มีความชื้นต่ำมาก ภายใต้การจัดการคลุกไรโซเบียมกับเมล็ดแตกต่างกันแล้วปลูก ในสภาพดินแห่งเป็นเวลานานต่างกันเพื่อรอการชลประทานครั้งแรก การทดลองนี้ได้ศึกษาปริมาณไรโซเบียมที่สามารถอยู่รอดติดกับเมล็ดถั่วเหลืองตั้งแต่เริ่มคลุกเมล็ด และวันสุดท้ายที่อยู่ในสภาพดินแห่งก่อนการได้รับน้ำชลประทาน พร้อมทั้งศึกษาประสิทธิภาพของไรโซเบียมได้ผลการทดลองดังนี้ ปริมาณไรโซเบียม (Table 1) จาก

**Table 1. Survival of *Bradyrhizobium japonicum* (log 10) on soybean seed after inoculation (cell/seed).**

Treatments	Days after inoculation						Mean
	0	1	3	5	7	10	
Inoculation	7.21	6.16	6.00	5.70	5.49	5.36	5.99
Inoculation + *CaCO <sub>3</sub>	7.08	5.96	5.81	5.52	5.72	5.35	5.91
Inoculation + *RP.	6.98	5.88	5.47	5.37	5.22	5.17	5.73
Mean	7.09	6.00	5.85	5.53	5.48	5.30	
C.V. (%)	a : 2.0 b : 2.3						
L.S.D. 0.05	A × B						0.19

Note : \*CaCO<sub>3</sub>, RP. (rock phosphate) by pelleting

ผลการตรวจสอบโดยวิธี YMA-plate count พบว่าปริมาณไรโซเบียมที่สามารถอยู่รอดติดกับเมล็ด (ค่า log 10) ในปีแรก ทั้งวิธีการจัดการและระยะเวลาที่อยู่ในสภาพดินแห่งนี้มีความสัมพันธ์กัน การคลุกไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีปริมาณเซลล์ใกล้เคียงกับการเคลือบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต แต่แตกต่างจากการเคลือบเมล็ดด้วยหินฟอสเฟตบด และปริมาณเซลล์ไรโซเบียมที่มีชีวิตอยู่รอดติดกับเมล็ดถั่วเหลืองจะลดลงอย่างรวดเร็วจากกรรมวิธีให้น้ำทันทีหลังปลูก (T-0) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีให้น้ำหลังปลูก 1 วัน (T-1) แล้วลดลงตามลำดับเมื่อเวลาในการปลูกอยู่ในสภาพแห้งเพิ่มขึ้นและต่ำที่สุดในกรรมวิธี T-10 มีเซลล์  $2.29 \times 10^5$  เซลล์ต่อเมล็ดในกรรมวิธีคลุกไรโซเบียมอย่างเดียว และ  $2.24 \times 10^5$  เซลล์/เมล็ดใน

กรรมวิธีเคลือบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต (ข้อมูลไม่ได้นำมาแสดง) เช่นเดียวกันในการทดลองปีที่ 2 พบว่าในกรรมวิธี T-10 มีเซลล์อยู่รอดติดกับเมล็ดประมาณ  $10^5$  เซลล์/เมล็ด และคงอยู่ในระดับนี้ต่อไปเมื่ออยู่ในสภาพดินแห้งนานถึง 15 และ 20 วัน (T-15 และ T-20) มีปริมาณไม่น้อยกว่าที่ Burton (1965) พบว่าไรโซเบียมสามารถเข้าสร้างปมในรากถั่วเหลืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น Burton (1976) ยังพบว่าถ้ามีปริมาณเซลล์ไรโซเบียมเกาะติดเมล็ดขณะปลูกเพิ่มขึ้นจาก  $0.75 \times 10^5$  เป็น  $3.75 \times 10^5$  เซลล์/เมล็ดจะทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันทางสถิติ

การสร้างปมและการตรึงไนโตรเจน (Table 2) การทดลองปีแรกพบว่า ทั้งจำนวนปมน้ำหนักปมแห้งและประสิทธิ-

**Table 2. Nodule number (no./pl.) dry weight (g/plant (pl.)) and N-ase activity ( $\mu$  mole C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/pl./hr.) of soybean SJ. 5 (45 DAE).**

Day after inoculation (days)	Nodule no.	Nodule dry wt.	N-ase activity
0	46	0.33	15.55
1	36	0.26	13.21
3	38	0.27	13.46
5	31	0.22	11.65
7	54	0.41	20.18
10	40	0.33	12.09
C.V. (%)	39	32	36
L.S.D. 0.05	12.7	0.079	4.21

ภาพการตรึงไนโตรเจนกรรมวิธี T-0 มีค่าค่อนข้างสูง แล้วลดลงมากใน T-1, T-3 และ T-5 ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะกลับสูงขึ้นใน T-7 ซึ่งมีค่าสูงที่สุด และลดลงอีกใน T-10 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ T-0 ผลการเปรียบเทียบนี้จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนจะสูงหรือต่ำเป็นลำดับขั้นตามน้ำหนักปมแห้ง หมายความว่าถ้าเนื้อเยื่อปมมากไรโซเบียมจะสามารถตรึงไนโตรเจนได้สูง (Bowen, 1959 และ Date, 1970)

เปอร์เซ็นต์การเข้าสร้างปมโดยไรโซเบียมที่คลุกเมล็ด การตรวจปมเพื่อประเมินผลการเข้าสร้างปมโดยไรโซเบียมที่คลุกเมล็ดด้วยวิธี Fluorescent Antibody Technique ในปีแรก (ข้อมูลไม่ได้นำมาแสดง) พบว่าไรโซเบียมที่คลุกเมล็ดสามารถเข้าสร้างปมในรากถั่วเหลืองได้ค่อนข้างสูงมากคือพบใน T-1 75.2% และ T-3 62.2% และการทดลองปีที่สอง (Table 3) จะพบไรโซเบียมสายพันธุ์เดียวกับ THA 7 ที่ใช้ในการทดลองอยู่บ้างในกรรมวิธีไม่คลุกไรโซเบียม แต่ปริมาณ

Table 3. *Bradyrhizobium japonicum* recovery percentage in soybean nodulation at 45 (DAE).

	Days after inoculation				
	0	10	15	20	Mean
Untreated check	1.92	6.44	11.85	12.03	8.06
Inoculation	52.93	40.39	41.02	58.94	48.32
Inoculation + RP.	41.50	45.29	17.39	37.97	35.54
Mean	32.12	30.70	23.42	36.31	

ไม่สูงเพียง 8.06% ของปมทั้งหมดในรากถั่ว และเพิ่มขึ้นมากเมื่อคลุกไรโซเบียมโดยตรวจพบสูงถึง 35.54 และ 48.32% ยิ่งกว่านั้นยังสามารถแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า ถึงแม้ปล่อยให้เมล็ดถั่วเหลืองอยู่ในสภาพแห้งเป็นเวลานานถึง 20 วัน ยังจะพบไรโซเบียมเข้าสร้างปมได้สูงถึง 36.31% แสดงว่าในดินนี้มีปริมาณไรโซเบียมอยู่เดิมในปริมาณไม่สูงมากนัก และไรโซเบียมที่มีชีวิตอยู่รอดติดเมล็ดแล้วสามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปได้เป็นไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพสูง ดังที่ Caldwell and Vest (1970) ได้พิสูจน์ว่าการเกิดปมของถั่วเหลืองโดยไรโซเบียมที่คลุกลงไปจะสูงหรือไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณไรโซเบียมเดิมในดินด้วย การติดปมจะสูงเมื่อไรโซเบียมที่คลุกเป็นไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพสูง

การศึกษาพฤติกรรมของไรโซเบียมโดยการประเมินผลดังกล่าวข้างต้นพบว่าการคลุกไรโซเบียม  $7.80 \times 10^8$  เซลล์ในพีท 1 กรัม ในอัตราพีท 200 กรัม/เมล็ดถั่วเหลือง 8 กก. โดยใช้หน้าเชื่อมเจือจางเป็นสารเชื่อม ปลูกในดินที่มีความชื้นต่ำมากเพียง 2-4% (โดยน้ำหนัก) และอุณหภูมิดินในช่วงที่

ยังไม่ได้รับน้ำชลประทานบางวันสูง 42-45°C. ปริมาณเซลล์ไรโซเบียมจะลดลงอย่างรวดเร็วจากช่วงที่ปลูกแล้วให้น้ำทันทีเมื่อเปรียบเทียบกับปล่อยให้อยู่ในสภาพดินแห้งแม้เพียง 1 วัน แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ปล่อยให้เมล็ดที่คลุกไรโซเบียมอยู่ในสภาพเช่นนี้นานถึง 10 วัน 15 และ 20 วัน ยังพบว่าไรโซเบียมสามารถอยู่รอดได้ในปริมาณสูง

การเปรียบเทียบผลผลิตถั่วเหลือง (Table 4) พบว่าผลผลิตถั่วเหลืองลดลงตามลำดับจาก T-0 ให้ผลผลิตสูงสุด 365 กก./ไร่แล้วลดลงอย่างมากใน T-5 และ T-10 ได้ผลผลิต 308 และ 270 กก./ไร่ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากจำนวนต้นเก็บเกี่ยวลดลงเพราะเก็บเกี่ยวเพียง 98 หลุม ทั้งสองกรรมวิธี ส่วน T-0 เก็บเกี่ยว 108 หลุม ในพื้นที่ 12 ตร.ม. ทั้งนี้มีสาเหตุเริ่มมาจากอัตราการงอกซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนหลุมเก็บเกี่ยว ซึ่งสูงสุดที่กรรมวิธี T-0 แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในกรรมวิธี T-7 แม้อัตราการงอกและจำนวนหลุมเก็บเกี่ยวต่ำ แต่ผลผลิตลดลงไม่มากนัก ได้ผลผลิตถึง 325 กก./ไร่ ซึ่งเป็นผลคล้ายตามกิจกรรมไรโซเบียมใน (Table 2) ที่มีน้ำหนัก

Table 4. Emergence rate, harvested hill number (hill/12m<sup>2</sup>) and grain yield (kg/rai) of soybean SJ. 5.

Day after inoculation	Emergence rate	Harvested hill no.	Grain yield
0	0.971	108	365
1	0.966	108	360
3	0.970	104	336
5	0.928	98	308
7	0.918	99	325
10	0.915	98	270
C.V. (%)	5	6	15
L.S.D. 0.05	0.038	4.98	41.2

ปมและการตรึงไนโตรเจนสูงมาก เช่นเดียวกับการทดลองของ Boonkerd *et al.* (1978) พบว่าน้ำหนักปมและปริมาณการตรึงไนโตรเจน มีความสัมพันธ์กันแล้ว ถั่วเหลืองจะให้ผลผลิตสูงถ้าตรึงไนโตรเจนสูง

### สรุปผลการทดลอง

การคลุกโรโซเบียมกับเมล็ดถั่วเหลืองโดยใช้น้ำเชื่อมเจือจางเป็นสารเชื่อมปลูกในดินแห้งทั้งไว้นาน 7 ถึง 10 วันหรืออาจนานถึง 20 วัน ปริมาณโรโซเบียมยังสามารถมีชีวิตอยู่รอดติดเมล็ด ในปริมาณมากเกินพอกับความต้องการที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนให้กับถั่วเหลืองได้อย่างปกติ ดังนั้นเกษตรกรที่จำเป็นต้องปลูกถั่วเหลืองรอฟฝนจึงสามารถคลุกโรโซเบียมโดยใช้น้ำเชื่อมเจือจางเป็นสารเชื่อมแล้วปลูกในสภาพดินแห้งได้โดยกลบหลุมปลูกเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสแสงแดดโดยตรง

### เอกสารอ้างอิง

เชียรชัย อารายงกูร, ปรีชา วดีศิริศักดิ์, วิโรจน์ วจนนานวัช, ชลุต ชาติถนพันธุ์ และวิจิตร ขจรมาลี. 2529. ผลงานวิจัยการใช้โรโซเบียมถั่วเหลืองในจังหวัดเชียงใหม่

ประจำปี 2529, น. 187-204. ในรายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลือง ครั้งที่ 2 ปี 2530 เล่มที่ 1, ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร.

- Boonkerd, N., D.F. Bezdicek and D.F. Weber. 1978. Comparative evaluation of *Rhizobium japonicum* strains by acetylene reduction and other methods. *Legume Research* 2(1) : 1-10.
- Bowen, G.D. 1959. Specificity and nitrogen fixation in the *Rhizobium* symbiotic of *Centrosema pubescens* Benth. *Qsld. J. Agric. Sci.* 19 : 267-281.
- Burton, J.C. 1965. The *Rhizobium* - legume association. In Glimore, C.M. and O.N. Allen. *Microbiology and soil fertility*, Oregon State University Press.
- Burton, J.C. 1976. Problems in obtaining adequate inoculation of soybeans. *World Soybean Research*. 1976 : 170-179.
- Caldwell, B.E. and G. Vest. 1970. Effects of *Rhizobium japonicum* strains on soybean yield. *Agron J.* 10 : 19-21.
- Date, R.A. 1970. Microbiological problems in the inoculation and nodulation of legumes. *Plant and Soil.* 32 : 703-725.
- Hernandez-Armenta, R., W.C. Wien, and A.R.J. Eaglesham. 1989. Carbohydrate partitioning and nodule function in common bean after heat stress. *Crop Sci.* 29 : 1292-1297.
- La Faver, A.K. and A.J.K. Eaglesham. 1987. Effects of high temperature and starter nitrogen on the growth and nodulation of soybean. *Crop Sci.* 27 : 742-745.