

การใช้ประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนในการผลิตพืชเศรษฐกิจบางชนิด ในภาคเหนือ

อำพรพรณ พรมศิริ

UTILIZATION OF NITROGEN FIXATION IN PRODUCTION OF SOME CASH CROPS IN THE NORTHERN REGION

Ampan bhromsiri

ABSTRACT: Utilization of biological nitrogen fixation in soybean and rice production of the Northern region were discussed. In the traditional soybean growing areas, about 44 percent of the farmers in the irrigated zone use rhizobial inoculant while 80 percent of those in the rainfed area do not inoculate their fields. Non significant responses of soybean to rhizobial inoculation in these areas have been reported. The non responsive inoculation was due to the high population of effective indigenous rhizobial strains in the soils. In the new cultivated area, nodulation and yield improvement of soybean could be achieved by rhizobial inoculation. However, duration and amount of rainfall after sowing of the inoculated seeds are two factors influencing the successful responses of soybean in the rainfed upland area. Beneficial effects of azolla utilization on rice yield and soil improvement were reported. Some limitations for the azolla usage and suggestion were discussed.

บทคัดย่อ : ในการปลูกถั่วเหลืองในภาคเหนือ เกษตรกรในเขตชลประทานใช้ผงเชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูกประมาณร้อยละ 44 ในขณะที่เกษตรกรในเขตเกษตรน้ำฝนจำนวนถึงร้อยละ 80 ไม่เคยใช้ผงคลุกเชื้อไรโซเบียมเลย สำหรับบริเวณที่มีการปลูกถั่วเหลืองเป็นเวลานาน การใช้ผงเชื้อไรโซเบียมไม่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เพราะบริเวณดังกล่าวมีเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์พื้นเมืองที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้ดี อาศัยอยู่ในดินตามธรรมชาติในปริมาณที่มากอยู่แล้ว แต่ในบริเวณที่ไม่เคยปลูกถั่วเหลืองมาก่อน การใช้ผงเชื้อไรโซเบียมช่วยทำให้การเกิดปมดีขึ้น และมีการตรึงไนโตรเจนมากพอที่จะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตาม การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะให้ผลดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับจังหวะและปริมาณของฝนที่ตกในภายหลังจากการหยอดเมล็ดที่คลุกเชื้อแล้ว สำหรับ

ภาควิชาปฐพีและอนุรักษศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002
Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
Chiang Mai 50002.

การปลูกข้าว เมื่อมีการใช้หนวดซึ่งเป็นเพื่อนน้ำจืดชนิดหนึ่งที่ครึ่งในโตรเจนได้เช่นกัน โถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น และยังเป็นการปรับปรุงดินอีกด้วย แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการในการใช้หนวด ซึ่งบทความนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

คำนำ

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่มีปมที่ราก ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียในตระกูลไรโซเบียมและจากการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้กับพืชตระกูลถั่ว ทำให้พืชชนิดนี้สามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซไนโตรเจนในอากาศได้ และสามารถเจริญเติบโตตลอดจนให้ผลผลิตแม้ดินจะมีธาตุไนโตรเจนต่ำ ในบรรดาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือ นั้น เป็นพืชตระกูลถั่ว 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วลิสง และถั่วเหลือง ซึ่งพืชทั้งสามชนิดนี้เป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนได้เช่นกันหากมีการใช้ปุ๋ยพืชสดในการปลูก เช่น หนวด อย่างไรก็ดีตามการที่พืชเศรษฐกิจเหล่านี้จะได้รับประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งน่าจะนำมาพัฒนาเพื่อหาแนวทางที่จะทำให้เกษตรกรได้มีโอกาสที่จะใช้ประโยชน์จากกระบวนการดังกล่าวในการผลิตพืชให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์การผลิตถั่วเศรษฐกิจของภาคเหนือ

ภาคเหนือเป็นแหล่งผลิตถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสงแหล่งใหญ่ของประเทศ ในฤดูกาลผลิตปี 2526/27 พื้นที่เพาะปลูกถั่วเขียวของภาคเหนือมีทั้งหมด 2,366 ล้านไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78.31 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ ผลผลิตถั่วเขียวที่ได้จากแหล่งผลิตในภาคเหนือมีทั้งหมด 233,381 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.94 ของผลผลิตทั้งประเทศ และมีผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย 106 ก.ก. จังหวัดที่ปลูกมากที่สุด คือ เพชรบูรณ์ รองลงมา คือ นครสวรรค์ พิจิตร โขงหิน และกำแพงเพชรตามลำดับ สำหรับถั่วลิสงมีพื้นที่เพาะปลูกในภาคเหนือ 4.80 แสนไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 61.34 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ มีผลผลิตทั้งหมด 94,037 ตัน คิดเป็นร้อยละ 64.70 ของผลผลิตทั้งประเทศ โดยมีผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย 202 ก.ก. จังหวัดที่ปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดลำปาง รองลงมาได้แก่ จังหวัดแพร่ และน่านตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองมีพื้นที่เพาะปลูกในภาคเหนือทั้งหมด 8.57 แสนไร่หรือร้อยละ 85.01 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ ให้ผลผลิตทั้งหมด 94,037 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 86.02 ของผลผลิตทั้งประเทศ และมีผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย 186 ก.ก. จังหวัดที่ปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดสุโขทัย ซึ่งปลูกในช่วงฤดูฝน และจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งปลูกในช่วงฤดูแล้งหลังฤดูทำนาปี (ศูนย์พัฒนาภาคเหนือ ,2529)

เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงเนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิตรวมและผลผลิตต่อไร่ของถั่วทั้ง 3 ชนิดในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2528) ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึงพ.ศ. 2527 ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเนื้อที่ปลูกถั่วเขียว และถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นในอัตรา 12.38 และ 1.43 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ส่วนเนื้อที่เพาะปลูกถั่วลิสงลดลง ผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นอยู่ในอัตราร้อยละ 2.91 และ 2.92 ต่อปีตามลำดับซึ่งเกิดจากการเพิ่มพื้นที่ปลูกและกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพการผลิตพืชทั้ง 3 ชนิดต่อไร่ ไม่มีการพัฒนา หรือ

พัฒนาน้อย ในแง่ของผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2 จะเห็นว่ารายได้สุทธิของการผลิตถั่วทั้ง 3 ชนิดต่ำกว่าต้นทุนการผลิตทั้งหมด แต่เมื่อคิดเฉพาะต้นทุนเงินสด ถือได้ว่ายังพอมีกำไร

Table 1. Changes of cultivated area, total production, average yield, cost and price of production for leguminous crops in 1974-1984 crop years.

unit: %/year

crop	cultivated area	total production	average yield/rai	cost of production		price
				total	cash	
mungbean	+12.38	+9.22	-2.95	+4.55	+4.27	+3.48
soybean	+1.43	+2.91	+1.94	+8.50	+8.52	+6.02
peanut	-0.06	-0.25	-0.32	+7.50	+13.57	+7.82

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2528).

Table 2. Comparison of the total cost of production to cash cost and price of leguminous crops in 1984.

crop	total cost	cash cost	price of production
mungbean	100	44	127
soybean	100	49	97
peanut	100	40	110

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์(2528).

เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่อยู่ในความสนใจของรัฐบาล เพราะปริมาณการผลิตต่ำกว่าปริมาณที่ต้องการใช้ ฉะนั้นจะเน้นเฉพาะการผลิตและปัญหาสำหรับถั่วเหลืองเท่านั้น จากการศึกษการผลิตและการตลาดถั่วเหลืองในประเทศไทย โดยฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรในปีพ.ศ. 2530 พบว่าต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองที่เป็นเงินสด ส่วนใหญ่เป็นค่ายากำจัดศัตรูพืชและค่าปุ๋ย (ตารางที่ 3) แต่อย่างไรก็ดี อัตราการใช้ปุ๋ยในการผลิตถั่ว

Table 3. Costs of soybean production in 1985.

Item	percentage of farmers		amount used(kg)	cost	
	used	not used		cash	credit
			(Baht/kg)	(Baht/kg)	
fertilizer	66.47	33.53	1.373	22.858	30.925
pesticide	90.47	9.41	0.352	253.785	296.320
treshing by machine	95.29	-	-	0.341	-
hand treshing	-	4.17	-	0.188	-
seed	100.00	-	11.03	9.105	13.198

ที่มา : ฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2530).

เหลืองของเกษตรกรยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก ในแง่ของปัญหาในการผลิตถั่วเหลืองสำหรับเกษตรกร ปัญหาด้านการทำลายของศัตรูพืชเป็นปัญหาที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ การขาดน้ำ ดังตารางที่ 4 ถึงแม้ข้อมูลในตารางที่ 1-4 เป็นข้อมูลระดับประเทศ แต่เนื่องจากภาคเหนือเป็นแหล่งใหญ่ในการเพาะปลูกพืชดังกล่าว ดังนั้นสถานภาพการผลิตถั่วเศรษฐกิจภาคเหนือ น่าจะมีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ในแง่ของการใช้ปุ๋ยและการใช้เชื้อโรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลือง จากการสำรวจเกษตรกรในอำเภอหางดง สันป่าตอง และแม่มริม (วิจัยศรี, 2530) พบว่าเกษตรกรร้อยละ 50 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมีที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยนาเกรด 16-20-0 อัตราการใส่ปุ๋ยอยู่ในเกณฑ์ที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในระดับต่ำกว่าอัตราแนะนำสำหรับการปลูกถั่วเหลือง นอกจากเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำแล้วยังใช้วิธีการใส่แบบหว่านไปบนผิวดิน ซึ่งเป็นวิธีการที่ปุ๋ยมีโอกาสจะสูญเสียความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยได้ง่าย โดยการ

Table 4. Problems of soybean cultivation for Thai farmers in 1985.

problems	% of farmers
lack of water	25.00
lack of seed	2.04
lack of labor	2.5
no market	1.02
lack of cash input	3.06
poor soil	1.02
pest damage	62.76
no problem	0.51
total	100.00

ที่มา : ฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2530).

ชะล้างโดยน้ำ และโดยปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในดิน ทำให้โอกาสที่ต้นถั่วจะได้รับประโยชน์จากปุ๋ยมีน้อยลง สำหรับการใส่เชื้อไรโซเบียมนั้น เกษตรกรในท้องที่ดังกล่าวประมาณร้อยละ 44 ใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลือง ส่วนพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองที่ใช้น้ำฝน เช่น จังหวัดสุโขทัยนั้น ปรากฏว่าเกษตรกรร้อยละ 80 ไม่ใช้เชื้อไรโซเบียม และบริเวณพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ใช้เชื้อไรโซเบียมนั้นมีประมาณร้อยละ 73 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด (ตารางที่ 5 : ฝ่ายฝึกและนิเทศ, 2528)

Table 5. Utilization of rhizobium inoculant in rainfed soybean growing area in Sukothai and yield of soybean.

scale of utilization	farmer		cultivated area		average yield (kg/rai)
	number	%	rai	%	
full cover	13	9.92	269	9.98	174.3
partial cover	12	9.16	457	16.97	160.1
non	106	80.92	1,968	73.05	194.8
total	131	100.00	2,6494	100.00	

ที่มา : ฝ่ายฝึกและนิเทศ สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่(2528).

เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลืองที่มีอยู่ในดินโดยธรรมชาติ

เนื่องจากเกษตรกรในแหล่งผลิตถั่วเหลืองของภาคเหนือ ได้เพาะปลูกถั่วเหลืองมาเป็นเวลานาน ฉะนั้นปริมาณของไรโซเบียมที่มีอยู่ในดินบริเวณที่เป็นแหล่งผลิตถั่วเหลือง เช่น เชียงใหม่ สุโขทัย แม่ฮ่องสอน และอุดรดิตถ์ ควรจะมีมากมาย และเป็นที่น่าสนใจว่า ธรรมชาติของเชื้อไรโซเบียมที่มีอยู่ในดินโดยธรรมชาติ ซึ่งอาจเรียกว่าไรโซเบียมสายพันธุ์พื้นเมืองเป็นเช่นไร จากการศึกษาวิจัยของ Bhormsiri and Thompson (1987) พบว่าเมื่อนำถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ เช่น ถั่วเหลืองผิวดำ ถั่วเหลืองพันธุ์พื้นเมืองจากอำเภอลำปาง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ถั่วเหลืองพันธุ์ป่า (*Glycine ussuriensis*) ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และถั่วเหลืองพันธุ์ต่างประเทศ คือ Forrest หรือ Improved pelican จากประเทศสหรัฐอเมริกาไปปลูกในพื้นที่ของเกษตรกร ในจังหวัดต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และพื้นที่เหล่านั้นเกษตรกรไม่เคยใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองมาก่อน ปรากฏว่าถั่วเหลืองทุกพันธุ์เกิดปมได้ดี และเชื้อไรโซเบียมที่แยกมาจากปมถั่วเหล่านั้นประมาณร้อยละ 50 ของจำนวนทั้งหมดเกือบ 2000 isolate ไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกับเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐานที่ใช้ผลิตผงคลุกเชื้อไรโซเบียม นอกจากนี้ยังพบว่า isolate จำนวนมากมีประสิทธิภาพดีกว่าหรือเท่ากับไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐาน ดังรูปที่ 1 และจากการศึกษาผลของการคลุกเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์มาตรฐาน สำหรับการปลูกถั่วเหลืองในบริเวณดังกล่าว เปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 50 ก.ก. ต่อเฮกตาร์ พบว่าทั้งการใส่เชื้อไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยไม่ให้ผลแตกต่างจากไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในแง่ของการเกิดปมและการเจริญเติบโต ดังรูปที่ 2 นอกจากนี้การตรึงไนโตรเจนของต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่คลุกเชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยยังอยู่ในอัตราที่สูงการทดลองดังกล่าวยืนยันได้แน่ชัดว่า เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลืองสายพันธุ์ธรรมชาติในดินเหล่านี้มีอยู่ในปริมาณที่มากและมีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจน การใช้ผงเชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูก แม้ว่าจะสามารถเข้าไปสร้างปมที่รากได้ดี คือสามารถสร้างปมได้ถึง 80-90% ของปมทั้งหมดที่เกิดขึ้นแต่ก็ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของถั่วให้ดีขึ้นไปกว่าการไม่ใช้เชื้อ เนื่องจากเชื้อที่มีอยู่แล้วในดินมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนไม่แพ้เชื้อมาตรฐาน หากดินจากแหล่งผลิตถั่วเหลืองในภาคเหนือ มีเชื้อไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงอยู่ในปริมาณมากถั่วเหลืองที่ปลูกในบริเวณดังกล่าว ย่อมไม่ตอบสนองต่อการให้ผลคลุกเชื้อในแง่ของการเพิ่มผลผลิตอย่างไรก็ดี แม้การใช้ผลคลุกเชื้อไรโซเบียมไม่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองแตกต่างจากการไม่ใช้เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้การคลุกเชื้อทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและผลผลิตที่เพิ่มขึ้นให้ผลตอบแทนมากกว่ามูลค่าของเชื้อไรโซเบียมที่ใส่ เกษตรกรที่นำที่จะใช้ผลเชื้อไรโซเบียม เพราะนอกจากได้ผลตอบแทนคุ้มค่าการลงทุนแล้ว จากการศึกษาพบว่า คุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อมีคุณภาพดี มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูง ซึ่งแสดงว่ามีโปรตีนสูงอีกด้วย

Figure 1. Effectiveness of fixation of local thai isolates.

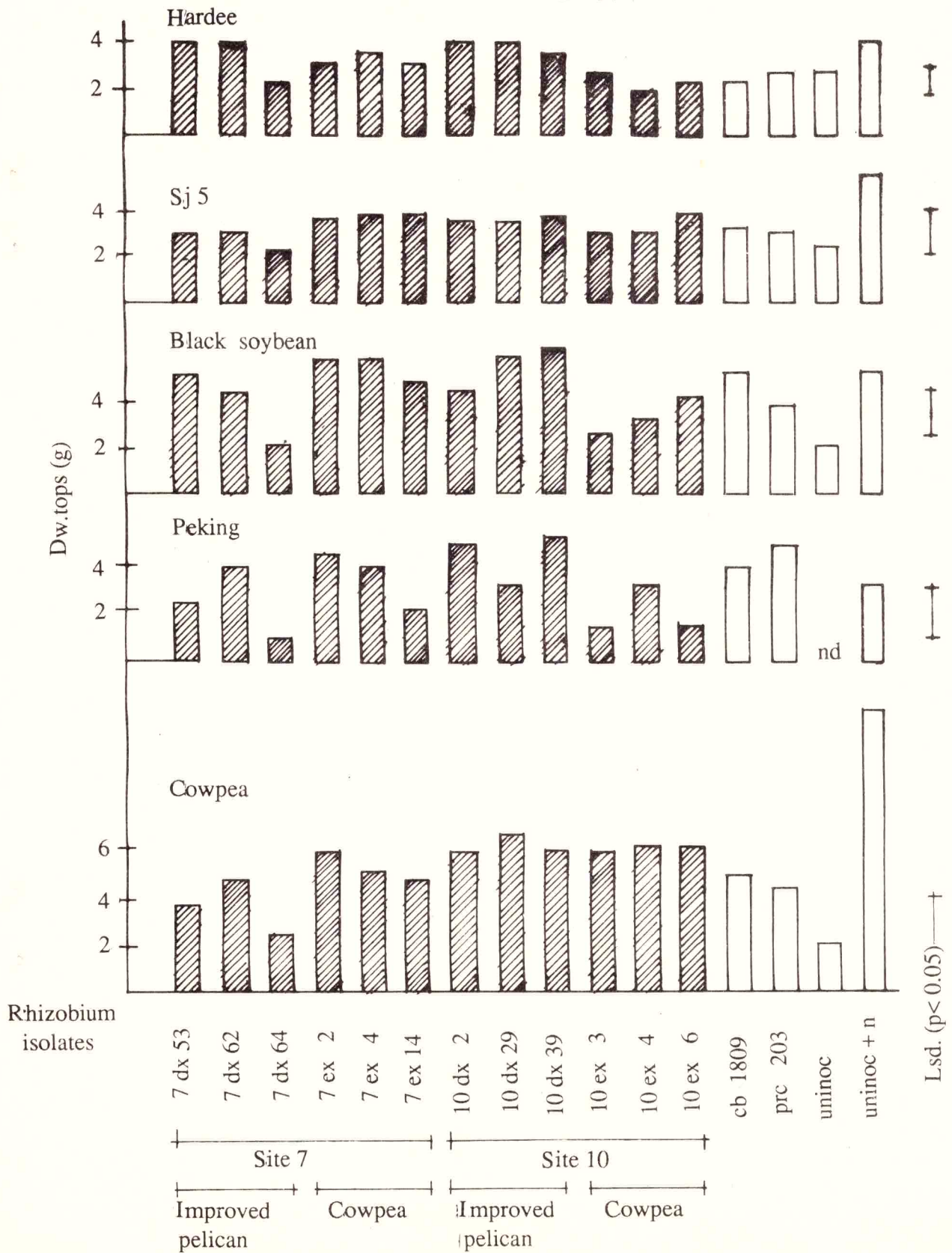
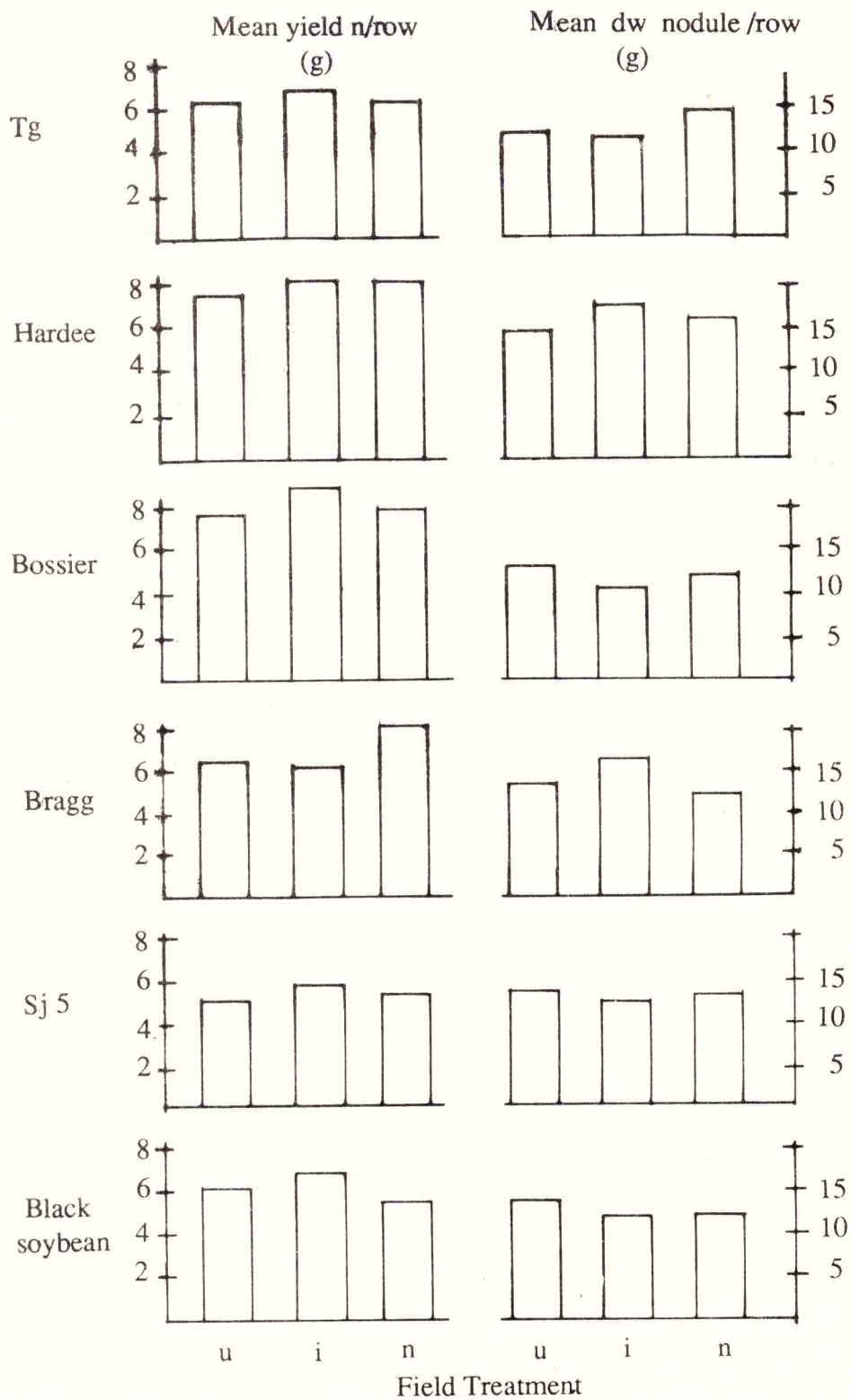


Figure 2. Effect of inoculation and fertilizer - N on N yield and nodulating of six cultivars of soybean sown at seven sites in Northern Thailand during 1987.



ปัญหาในการใช้เชื้อไรโซเบียม

ในการผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้งของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ มักมีปัญหาด้านการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากถั่วเหลืองมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ความงอกจะเสื่อมได้ง่าย เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ข้ามปีจึงไม่เหมาะที่จะใช้ปลูกในฤดูถัดไป ถ้าเกษตรกรที่อาศัยในพื้นที่อาศัยน้ำฝนในจังหวัดเชียงใหม่สามารถปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝนได้ นอกเหนือจากการปลูกข้าวหรือข้าวโพดซึ่งเป็นพืชที่มีปัญหาในเรื่องตลาดแล้ว รายได้ของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวซึ่งส่วนใหญ่ยากจน จะเพิ่มขึ้นเพราะถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปัญหาในด้านตลาดน้อยกว่า อีกทั้งยังเป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสำหรับเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มที่ปลูกถั่วเหลืองหลังนาอีกด้วย เนื่องจากพื้นที่เหล่านี้ไม่เคยถูกใช้ในการปลูกถั่วเหลืองมาก่อน การใช้เชื้อไรโซเบียมจึงเป็นสิ่งจำเป็น จากการทดลองปลูกถั่วบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน ณ สถานีทดลองแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Bhromsiri and Shutsrirung (1986) พบว่าเมื่อปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ซึ่งไม่เคยปลูกถั่วเหลืองมาก่อนในช่วงฤดูฝน การใช้เชื้อไรโซเบียมทำให้เกิดปมดื้อขึ้นและทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นจากที่ไม่คลุกเชื้อประมาณ 24% การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 4 ก.ก. ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตต่ำกว่าการใช้เชื้อไรโซเบียม เนื่องจากการมีฝนตกชุก ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยบางส่วนมีโอกาสสูญเสียไปกับการชะล้างโดยน้ำ ทำให้พืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยลงดังตารางที่ 6 การ

Table 6. Effects of rhizobial inoculation on number of nodule grain yield, yields index and good seed yield of soybean under upland rainfed condition in the wet season (Bhromsiri and Shutsrirung, 1986).

treatment	no.of ¹ nodule/plant	grain yield (kg/rai)	yield index	good seed yield (kg/rai)
control	1.69	500.8 ²	100	144
rhizobium inculation	16.45	622.4	124	227.2
4 kg N/rai	4.12	534.4	106	136.0
LSD 0.01	6.47	N.S		

N.S not significant

1) number of nodule at 49 days after planting

2) 1 square meter harvested area

ใช้เชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูกสำหรับช่วงฤดูฝน จะให้ผลดีเพียงไรขึ้นกับช่วงและปริมาณการตกของฝน ถ้าหากฝนตกหนักภายหลังที่หยอดเมล็ดไปแล้ว อาจมีปัญหาเนื่องจากดินอาจอัดตัวแน่น โดยเฉพาะดินที่มีเปอร์เซ็นต์ silt สูง และมีอินทรีย์วัตถุต่ำ ทำให้ต้นอ่อนของถั่วเหลืองไม่สามารถโผล่พ้นดินได้ง่ายและเกิดการเน่าเสีย แต่ถ้าฝนไม่ตกหลังจากการหยอดเมล็ด ถั่วเหลือง

เชื้อไรโซเบียมก็อาจจะตายไป แม้เป็นที่ทราบดีว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ผลิตได้ในช่วงฤดูฝนมักมีคุณภาพต่ำ เพราะฤดูฝนเหมาะกับการเข้าทำลายของเชื้อโรคและแมลง แต่จากการศึกษา พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อไรโซเบียมมีคุณภาพดีกว่าตารางที่ 6 สำหรับการปลูกถั่วเหลืองในช่วงปลายฝน แม้จะได้ผลผลิตต่ำกว่า เนื่องจากประสบปัญหาการขาดน้ำในระยะหลังการออกดอก แต่เมล็ดที่ได้มีคุณภาพดีกว่า เพราะในช่วงเก็บเกี่ยวไม่มีฝนตกจึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ในช่วงฤดูแล้ง แต่การผลิตถั่วเหลืองในช่วงเวลาดังกล่าวก็ไม่มีปัญหาหากจะใช้เชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิต เพราะในช่วงที่ถั่วกำลังสร้างเมล็ด ดินมีความชื้นต่ำปมถั่วอาจจะหลุดไป ทำให้สูญเสียประโยชน์ที่จะได้จากการตรึงไนโตรเจนจากไรโซเบียมในปมถั่วสำหรับการเสริมสร้างผลผลิต ตารางที่ 7 หลังจากสิ้นสุดฤดูการปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูฝนแล้ว ในเขตที่ตอนอาศัยน้ำฝนจะ

Table 7. Effects of rhizobial inoculation on number of nodule grain yield, %N of seed and % nodule occupancy by inoculated strain of soybean under upland rainfed in the post rainy season (Bhromsiri and Shutsrirung, 1986).

treatment	number of nodule per plant	grain yield kg/rai	% N of seed	% nodule occupancy
control	9.89	196.8	5.33	0
4 kg N/rai	8.80	224	5.79	0
inoculation	18.30	184	6.04	29.53
+				
2 kg N/rai	20.04	193.6	5.96	38.78
LSD 0.01	8.56	*	*	16.80

* = non significant

อยู่ในสภาพแห้งแล้งเป็นเวลานานหลายเดือน จนกว่าจะถึงฤดูฝนในปีต่อไป เชื้อไรโซเบียมที่ใช้คลุกเมล็ดถั่วเหลืองในปีแรกจะมีชีวิตอยู่รอดในดินในปริมาณไม่มากนัก ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 8 จากตารางดังกล่าว ต้นถั่วเหลืองที่ปลูกในปีที่สองโดยไม่คลุกเชื้อ มีปมที่เกิดจากเชื้อที่ใช้คลุกในปีแรกน้อยมาก และแตกต่างจากผลที่พบในปีแรกอย่างเด่นชัด ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้เชื้อไรโซเบียมสำหรับการปลูกถั่วเหลืองทุกๆปี ถ้าหากต้องการให้ปริมาณของเชื้อไรโซเบียมมีมากพอสำหรับการเสริมสร้างผลผลิตถั่วเหลือง (Bhromsiri and Shutsrirung, 1986)

Table 8. Residual effect of N fertilization and rhizobial inoculation on nodulation, % nodule occupancy of the inoculated strain and yield of soybean in the second year (Bhromsiri and Shutsrirung, 1986).

1 st year treatment	no.nodule* per plant	% nodule occupancy	seed yield* kg/rai
control	10.80	0	209.6
4 kg N/rai	11.70	0	232.0
inoculation	10.80	2.89	246.4
inoculation + 2 kg N/rai	13.90	2.67	213.2

* =non significant

การใช้แหนแดงสำหรับการผลิตข้าว

แหนแดงเป็นเฟิร์นน้ำจืด ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เนื่องจากภายในช่องภายในใบมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวก *Anabaena azollae* อาศัยอยู่ และสาหร่ายชนิดนี้ใช้ชีวิตร่วมกับแหนแดงแบบพึ่งพาอาศัยกันและกันโดยตรึงไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้แหนแดงได้ใช้ประโยชน์จากการศึกษาวิจัยของนักวิชาการจากกรมวิชาการเกษตรพบว่าแหนแดงสามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับการปลูกข้าว และทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูงเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำ และจากการศึกษาการใช้แหนแดงสำหรับการปลูกข้าว กษ.1 ณ สถานีทดลองของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Bhromsiri and Wada, 1983) พบว่าหากมีน้ำเพียงพอต่อการปักดำเป็นเวลา 1 เดือน สามารถปลูกแหนแดงในนาได้ 4 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะใช้แหนแดงสูงในอัตรา 125 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแหนแดงดังกล่าวจะขึ้นเต็มที่ได้ในเวลา 1 สัปดาห์ และให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่า ในการปลูกแหนแดงแต่ละครั้ง จะได้น้ำหนักสดประมาณ 1 ตันต่อไร่ และเมื่อไถกลบแหนแดงที่ได้ในแต่ละครั้งลงไปดิน พบว่าการไถกลบแหนแดง 4 ครั้ง ก่อนการปักดำ นอกจากจะทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มจากข้าวที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยถึง 50% ดังตารางที่ 9 แล้ว เมื่อใช้แหนแดงสำหรับการปลูกข้าวติดต่อกัน 3 ฤดูปลูกสมบัติทางกายภาพของดินในระดับความลึก 0-10 ซม. จะดีขึ้น คือความหนาแน่นลดลง ความคงทนของเม็ดดิน การยอมให้น้ำฝน และการอุ้มน้ำของดินจะดีขึ้นดังตารางที่ 10 (คลอดเฟ็ง และคณะ 2526)

เนื่องจากแหนแดงเป็นพืชที่ต้องการฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง ดังนั้นหากดินมีฟอสฟอรัสต่ำ อาจทำให้การเลี้ยงขยายแหนแดงไม่ประสบผลสำเร็จ แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับแหนแดง

Table 9. Effect of Azolla incorporation on grain yield of RDI reic variety.

treatment	yield (kg/rai)	yield index
control	355.2	100
6 kg N/rai	361.6	106
4 crops of Azolla*	534.4	150
1 crop Azolla incorporation + 3 kg N/rai	462.4	130
600 kg/rai manure	302.4	84
surface application of rice straw 1.28 T/rai	304.0	86

*Fresh weight of 1 crop of azolla = 1 T/rai

ที่มา : คอลคเพ็ง และคณะ (2526)

Table 10. Effect of Azolla incorporation and N fertilization on some physical properties of the top soil (0-10 cm depth) after continous cultivation of three crops of rice.

treatment	Bulk density (g/cc)	saturated hydraulic conductivity (cm/hr)	aggregare stability (MWD)	available soil miosture (%)
control	1.42 ^{bc}	0.51 ^b	30.99 ^c	9.83 ^c
6 kg N/rai	1.55 ^d	0.43 ^c	27.95 ^d	9.97 ^{bc}
4 crops of azolla incorporation	1.25 ^a	0.54 ^c	43.59 ^a	10.29 ^a
crop of azolla incorporation + 3 kg N/rai	1.41 ^{bc}	0.51 ^b	29.75 ^{cd}	9.80 ^c

* figures in the same column followed by the same letter were not significantly different at 0.05 % level by Duncan's new multiple range test.

ที่มา : คอลคเพ็ง และคณะ(2526)

โดยการใส่ปุ๋ยบ่อยครั้ง แม้จะทำให้หน่อดังกล่าวสามารถใช้ฟอสฟอรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะลดการสูญเสียจากปฏิกิริยาการตรึงฟอสฟอรัสให้แก่หน่อดังกล่าว แต่อาจมีปัญหาในทางปฏิบัติ การหาวิธีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่หน่อดังกล่าวโดยวิธีอื่นอาจช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ จากการศึกษาโดยการทดลองปลูกหน่อดังกล่าวในกระถาง (วงศ์ต้นกาศ, 2528) โดยใช้สารละลายที่มีธาตุอาหารต่างๆ ครอบงวนในโตรเจน และมีฟอสฟอรัสในอัตราต่างๆ ตั้งแต่ 0-160 ppm P พบว่า

1. การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสของหน่อดังกล่าวแต่ละชนิดแตกต่างกัน คือ *A. pinnata* var. *imbricata*, *A. pinnata* var. *pinnata* และ *a. mexicana* ให้น้ำหนักเพิ่ม เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย P ถึงอัตรา 40 ppm P ส่วน *A. caroliniana* ให้น้ำหนักลดลงเมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมากกว่า 10 ppm และ *A. microphylla* ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจนถึงอัตรา 160 ppm
2. % N และ % P ของหน่อดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส จนถึงอัตรา 120 ppm P สำหรับ *A. microphylla* ยังให้ % P เพิ่มขึ้นถ้าให้ฟอสฟอรัสในอัตราสูงกว่า 120 ppm P
3. อัตราการใส่ปุ๋ย P ที่ทำให้การตรึงไนโตรเจนดีที่สุด แตกต่างกันตามชนิดหน่อดังกล่าว
4. หน่อดังกล่าวที่เคยได้รับฟอสฟอรัสในอัตราสูงเมื่อนำไปปลูกในน้ำยาที่มีธาตุอาหารทุกชนิดครบ ครอบงวนในโตรเจนและฟอสฟอรัส สามารถเจริญเติบโตและให้น้ำหนักดีกว่าหน่อดังกล่าวที่เคยได้รับฟอสฟอรัสในอัตราต่ำ

การทดลองดังกล่าวให้แนวทางในการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับหน่อดังกล่าว คือ ในการปลูกหน่อดังกล่าวในดินที่ขาดฟอสฟอรัสนั้น แทนที่จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสบ่อย ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองแรงงานอาจจะปลูกหน่อดังกล่าวในภาชนะหรือในพื้นที่จำกัด โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้มากกว่าอัตราที่พอเหมาะสำหรับหน่อดังกล่าวแต่ละชนิดเพื่อให้หน่อดังกล่าวดูดฟอสฟอรัสไปสะสมไว้ในใบ ฟอสฟอรัสที่สะสมไว้สามารถนำมาใช้ได้เมื่อฟอสฟอรัสในสภาพแวดล้อมที่หน่อดังกล่าวขึ้นอยู่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการอย่างใดก็หนึ่งเนื่องจากการวิจัยดังกล่าวอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากสภาพธรรมชาติ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวภายใต้สภาพธรรมชาติ เพื่อให้แน่ใจว่าแนวทางดังกล่าวสามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพไร่นา หากสามารถเลี้ยงขยายหน่อดังกล่าวให้ได้ น้ำหนักมากพอสำหรับการใช้ปุ๋ยพืชสดสำหรับนาข้าวได้ โดยที่วิธีการเลี้ยงขยายไม่มีความยุ่งยาก และไม่ต้องไถกลบ การใช้หน่อดังกล่าวเป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับการปลูกข้าวในภาคเหนือก็จะเป็นวิธีหนึ่งที่เกษตรกรจะได้รับประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนซึ่งนอกจากจะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นแล้วก็จะทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพดีขึ้นด้วย แต่นักวิชาการควรที่จะได้ตระหนักถึงปัญหาด้านผลตกค้างของสารเคมีที่ใช้ควบคุมการทำลายหน่อดังกล่าวโดยแมลงไว้ด้วย เพราะเมื่อใช้ยากำจัดศัตรูพืชมาก โดยเฉพาะยาที่เป็นประเภทดูดซึม โอกาสที่จะมีการสะสมของสารเคมีดังกล่าวในดินข้าวหรือในดินตลอดจนแหล่งน้ำจะเกิดขึ้นได้มากขึ้นได้มากน้อยเพียงไรปัญหาดังกล่าวสมควรที่จะมีการศึกษา ด้วยเช่นกัน นอกเหนือจากการพิจารณาเฉพาะแต่ประโยชน์ที่จะได้จากหน่อดังกล่าวแต่เพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

- วิชัยศรี,บันทึก.(2530). ความเหลื่อมล้ำของผลผลิตถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกร และแปลงทดลอง. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ กรก 793 สาขาเกษตรศาสตร์เชิงระบบคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- คลอดเพ็ง, ถนอม., ประเสริฐชัย, กิจ. และ พรหมศิริ,อำพรณ. (2526). ผลของการไถกลบ แหนแดงต่อสมบัติบางประการของดิน. ว. วิทย. กษ. (16) 2.85-87.
- วงศ์ตันกาศ, นพพร.(2528). การศึกษาผลกระทบของฟอสฟอรัสต่อผลผลิต ปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของแหนแดง และผลของปริมาณฟอสฟอรัสในใบแหนแดงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแหนแดงภายใต้สภาพที่ขาดฟอสฟอรัส. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาปฐพีศาสตร์ และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 48 หน้า
- ฝ่ายฝึกและนิเทศ. (2528). รายงานการศึกษาสภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตถั่วเหลืองฤดูฝน เขตเกษตรน้ำฝน จังหวัดสุโขทัย. สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. 27 หน้า.
- ฝ่ายวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 5 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2530). การผลิตและการตลาดถั่วเหลืองปีเพาะปลูก 2528/29. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 37/2530. 63 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.(2528). ข้อเท็จจริงทางการเกษตรในประเทศไทย. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 56. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 149 หน้า.
- ศูนย์พัฒนาภาคเหนือ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2529). สภาวะเศรษฐกิจและแผนการลงทุนที่สำคัญของภาคเหนือ ในช่วงแผนพัฒนา ฉบับที่ 5. 73 หน้า.
- Bhromsiri, A. and Shutsrirung, A. (1989). Potential of rhizobial inoculation for improvement of soybean yield under upland rainfed area of northern Thailand. Paper presented at the International Seminar on Yield Maximization of Feedgrains Through Soil and Fertilizer Management, May 12-16, Bangkok, Thailand.
- Bhromsiri, A. and Wada, H (1983). Experiments to grasp general concepts of N-cycle : Chiang Mai paddy field. in Paddy Nitrogen Economy. Nodai Research Institute, Tokyo Univ. of Agriculture. pp. 109-120.
- Bhromsiri, A. and Thompson, J.A. (1987). Soybean-rhizobium compatibility and the need to inoculate soybean in Thailand. Paper presented at the International Symposium on The Contribution of Biological Nitrogen Fixation to Plant Production. August 3-7, Cisarua, Indonesia.