บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การทดลอง ณ ศูนย์ฯแม่สะป๊อกซึ่งดินเป็นกรดที่ pH 5.2-5.4

การปลูกถั่วพุ่มในฤดูกาลปลูกครั้งแรกซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน ในพื้นที่สูงซึ่งดินเป็นกรด (pH 5.2-5.4) โดยพื้นที่เป็นลักษณะขั้นบันไดตัดใหม่ ต้นถั่วมีการสร้างปมได้แม้ไม่มีการใส่เชื้อ แสดงว่าในพื้นที่ที่ใช้ทดลองมีเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วอยู่แล้วในดินตามธรรมชาติ ซึ่งจากผลการทดลอง ดินในพื้นที่นี้มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว $1.26x10^2$ เซลล์/กรัมโดยต้นถั่วมีน้ำหนักแห้งของปมที่ระยะ R. 3.5 ประมาณ 0.17 กรัม/ต้น อย่างไรก็ตามปริมาณของปมถั่วจากต้นถั่วที่ไม่ได้คลุกเชื้อ จากการทดลองนี้ ถือว่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปมถั่วพุ่มที่ปลูกในดินหนองหอยที่มี pH 5.2 และไม่ได้คลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วซึ่งจุฑามาศ (2551) รายงานว่าต้นถั่วพุ่มที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้อที่ปลูกในกระถาง โดยใช้ดินดังกล่าวให้น้ำหนักแห้งของปมประมาณ 0.69 กรัม/ต้น ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากผู้วิจัยไม่สามารถเก็บปมที่เกิดขึ้นกับต้นถั่วในแปลงทดลองได้หมด เนื่องจากในการทดลองผู้วิจัยไม่สามารถจะเก็บข้อมูลด้านการเกิดปมได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ข้อมูลนี้จึงไม่สามารถใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของกรรมวิธีการทดลองได้ดีนัก

สำหรับผลการทดลองซึ่งพบว่าในช่วงฤดูร้อนถั่วที่ปลูกโดยไม่ใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วมีดัชนี ureide สัมพัทธ์ประมาณ 71% มี %N ที่ได้จากการตรึง 84% คิดเป็นปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงประมาณ 5.7 กก.N/ไร่ ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพในการตรึง N อยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของจุฑามาศ (2551) ซึ่งพบว่าจากการทดลองปลูกถั่วพุ่มในกระถางต้นถั่วพุ่มที่ปลูกในดินจากศูนย์ฯหนองหอยซึ่งมี pH 5.2 ให้ค่าดัชนี ureide สัมพัทธ์เพียง 60 % และมี N ที่ได้จากการตรึงประมาณ 68% ของปริมาณ N ทั้งหมดในต้น จากลักษณะของดินที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นดินทรายปนกรวดมีดินเหนียวเพียงเล็กน้อยมีอินทรียวัตถุเพียง 1.82% และเป็นพื้นที่ที่มีการปรับพื้นที่เป็นขั้นบันไดจึงคาดว่าดินที่ใช้ในแปลงทดลองน่าจะเป็นดินชั้นล่างซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองต้นถั่วพุ่มที่ปลูก ณ ศูนย์ฯแม่สะป๊อกในช่วงฤดูร้อนยังคงสามารถให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินอยู่ในเกณฑ์ทั่วไปตามข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน (คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน, 2544 อ้างโดย พงศ์ปิยะ,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2547) ซึ่งระบุว่าถั่วพุ่มสามารถให้น้ำหนักสดประมาณ 1-4 ตัน/ไร่ สภาพดินเช่นนี้คาดว่าดินที่ใช้ในการทดลองมีความเป็นประโยชน์ของ N ต่ำซึ่งเอื้ออำนวยให้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วประกอบกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนได้ดี (Bergersen, 1977) ในแง่ของมวลชีวภาพของส่วนเหนือดินการสะสม N ของต้นถั่วที่ปลูกในแปลงทดลองของศูนย์ฯแม่สะป๊อกในช่วงฤดูร้อนโดยไม่ใส่เชื้อให้ข้อมูลข้างต้นใกล้เคียงกันกับต้นถั่วที่ปลูกในศูนย์ฯหนองหอยในช่วงฤดูหนาว ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่ศูนย์ฯแม่สะป๊อกในฤดูร้อนการเจริญเติบโตของต้นถั่วพุ่มยังไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งปัจจัยที่คาดว่ามีผลได้แก่ ความชื้นและความเป็นประโยชน์ของ N ในดินต่ำ ส่วน pH ของดินในระดับ 5.2-5.4 คาดว่าไม่น่าจะเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของถั่วพุ่มเพราะมีรายงานว่าถั่วพุ่ม (cowpea) เป็นถั่วที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดินกรด (Duke and James, 1981; John *et al*., 1992)

จากผลการทดลองในช่วงฤดูร้อนซึ่งพบว่า การใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทั้ง 3 สายพันธุ์ให้ผลไม่แตกต่างกันและแต่ละสายพันธุ์ไม่ทำให้ต้นถั่วมีของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงแตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อในทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 มีแนวโน้มให้ผลดีกว่าการไม่ใส่เชื้อในแง่ของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง การที่เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพดีในสภาพดินในพื้นที่ศูนย์ฯแม่สะป๊อกที่มี pH 5.2-5.4 ชี้ให้เห็นว่าเชื้อสายพันธุ์นี้น่าจะมีประสิทธิภาพในการปลูกถั่วพุ่มในดินที่เป็นกรดดีกว่าสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของจุฑามาศ (2551) ซึ่งพบว่าในดินหนองหอยที่เป็นกรดมี pH 5.2 เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าเชื้อสายพันธุ์อื่นแม้จะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติในแง่ของการเกิดปมและการตรึง N ก็ตาม สำหรับการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 มีแนวโน้มทำให้ต้นถั่วมีปริมาณ N สะสมในส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 21.15% และปริมาณ N ที่ตรึงได้ 17.21% การที่ต้นถั่วพุ่มที่ได้รับการใส่เชื้อสายพันธุ์นี้มีแนวโน้มทำให้ต้นถั่วมีปริมาณ N สะสมในส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นโดยที่เชื้อดังกล่าวไม่มีอิทธิพลต่อการตรึง N เลยคาดว่าเชื้อสายพันธุ์นี้น่าจะสามารถสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของราก ส่งผลให้ต้นถั่วพุ่มสามารถใช้ประโยชน์จาก N ที่มีอยู่ในดินได้ดีขึ้น เพราะมีรายงานว่าการที่ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตและดูดใช้ N ในดินได้ดีขึ้นไม่จำเป็นที่จะต้องมาจากผลของการตรึง N ก็ได้ เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วจัดเป็นเชื้อจุลินทรีย์บริเวณรอบรากพืชที่สามารถสร้างฮอร์โมนได้ดังรายงานของ Bano *et al*. (2010) ซึ่งพบว่าเชื้อ *Bradyrhizobium Japonicum* สายพันธุ์ Chall-Tal-8 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีสำหรับการปลูกถั่ว chick pea สามารถช่วยลดผลกระทบของความแห้งแล้งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตได้ ซึ่งจากการทดสอบเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่าเชื้อ *Bradyrhizobium* สายพันธุ์นี้สามารถสร้าง Gibberellic acid (GA) และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

indole-3-acetic acid (IAA) ได้ในปริมาณที่มากและยังลดปริมาณของ abscisic acid (ABA) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มักพบในต้นพืชในสภาวะที่แห้งแล้ง ในการทดลองยังพบว่าต้นถั่ว chick pea ที่ปลูกโดยการใส่เชื้อสายพันธุ์ Chall-Tal-8 มีน้ำหนักของรากตลอดจนปริมาณของ GA และ IAA ในใบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้รายงานของ Hunter (1989) ก็พบว่าเชื้อ *Bradyrhizobium Japonicum* ในปมรากถั่วสามารถผลิต IAA ได้สูงและ IAA ที่สร้างได้สะสมอยู่ในปมด้วย จึงอาจเป็นไปได้ว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 อาจมีความสามารถในการสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชซึ่งมีผลทำให้ต้นถั่วที่ปลูกโดยการใส่เชื้อสายพันธุ์นี้มีปริมาณรากเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถดูดใช้ N จากดินได้ดีขึ้นและส่งผลให้การสะสม N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามข้อสันนิฐานนี้น่าจะได้มีการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคตเพื่อให้ทราบแน่ชัดว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 มีความสามารถในการสังเคราะห์สารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้จริง

การศึกษาความจำเป็นในการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วซ้ำในการปลูกถั่วพุ่มในฤดูกาลที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ซึ่งผลการทดลองพบว่า ถั่วพุ่มให้น้ำหนักสดในส่วนเหนือดินในช่วงตั้งแต่ 2350-2680 กก./ไร่ คิดเป็นน้ำหนักแห้ง ในช่วงตั้งแต่ 286-321 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการปลูกในช่วงฤดูร้อน แสดงว่าในฤดูฝนต้นถั่วได้รับความชื้นและธาตุอาหารพืชในดินได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณมวลชีวภาพของถั่วพุ่มในฤดูกาลนี้ยังถือว่าต่ำกว่าถั่วที่ปลูกในพื้นที่ศูนย์ฯหนองหอยในช่วงช่วงฤดูฝนซึ่งต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อให้น้ำหนักแห้งในส่วนเหนือดินถึง 694 กก./ไร่ ความแตกต่างของมวลชีวภาพของต้นถั่วที่ปลูกในพื้นที่ศูนย์ฯแม่สะป๊อกและศูนย์ฯหนองหอย แสดงว่าดินในพื้นที่ศูนย์ฯหนองหอยมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าในพื้นที่ศูนย์ฯแม่สะป๊อก นอกจากมวลชีวภาพแล้วปริมาณการสะสม N ในส่วนเหนือดินของต้นถั่วที่ปลูกศูนย์ฯแม่สะป๊อกในฤดูกาลนี้มีประมาณ 8.06 กก.N/ไร่ในขณะที่ศูนย์ฯหนองหอยให้ปริมาณการสะสม N สูงถึง 20 กก.N/ไร่ ข้อมูลดังกล่าวสนับสนุนว่า ความเป็นประโยชน์ของ N ในดินของศูนย์ฯแม่สะป๊อกต่ำกว่าดินศูนย์ฯหนองหอย ในแง่ของการเกิดปมซึ่งผลการทดลองพบว่าถั่วพุ่มที่ปลูกในฤดูฝนของต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อให้น้ำหนักแห้งปม 0.06 กรัม/ต้นซึ่งต่ำกว่าต้นถั่วพุ่มที่ปลูกในฤดูร้อน (0.16 กรัม/ต้น) คาดว่ามีสาเหตุมาจากข้อจำกัดในด้านดินในแปลงทดลองมีความสามารถในการระบายน้ำได้ไม่ดีเนื่องจากเป็นดินชั้นล่าง ดังนั้นจึงคาดว่าปริมาณความชื้นในดินในแปลงทดลองน่าจะสูงเกินไป และจากการสังเกตพบว่าปมที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเป็นปมเน่าซึ่งอาจมีผลทำให้ต้นถั่วมีน้ำหนักแห้งปมน้อย อย่างไรก็ตามสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับการตรึง N ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์และปริมาณที่ได้จากการตรึงของต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อมีประมาณ 72% คิดเป็นปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงประมาณ 5.87 กก.N/ไร่ ซึ่งต่ำกว่าการตรึง N ของต้นถั่วที่ปลูกในช่วงฤดูร้อนเล็กน้อย ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าช่วงฤดู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฝนถึงแม้ความเป็นประโยชน์ของ N ในดินศูนย์ฯแม่สะป๊อกจะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณอนินทรีย์ N ในดินยังไม่สูงถึงระดับที่จะมีผลกระทบต่อการตรึง N ของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่อยู่ในปมเหมือนกับที่เกิดขึ้นกับถั่วพุ่มที่ปลูกในศูนย์ฯหนองหอยในช่วงฤดูฝน และการที่ต้นถั่วในกรรมวิธีที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อยังสามารถตรึง N ได้สูงถึง 72% ทั้งที่ดินมีสภาพความชื้นสูงการระบายน้ำไม่ดี ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าเชื้อในดินตามธรรมชาตินำจะสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดังกล่าว

จากข้อมูลด้านมวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดินของต้นถั่วพุ่มที่ปลูกโดยการใส่เชื้อทุกกรรมวิธี ณ ศูนย์ฯแม่สะป๊อกซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมด้วย ส่วนน้ำหนักแห้งปมก็ไม่แตกต่างด้วยเช่นกัน และการใส่เชื้อแต่ละสายพันธุ์ไม่ว่าจะใช้ครั้งเดียวหรือใช้เชื้อซ้ำในฤดูปลูกที่ 2 ให้ผลไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ของน้ำหนักแห้งปม น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน ดัชนี ureide สัมพัทธ์ เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงก็ตาม แต่ในกรรมวิธีที่ใส่เชื้อ CP-PHT4 เฉพาะฤดูกาลปลูกครั้งแรก มีแนวโน้มทำให้ต้นถั่วมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน การสะสม N ในส่วนเหนือดินและปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงต่ำกว่าการไม่ใส่เชื้อ ในขณะที่การใส่เชื้อซ้ำในฤดูกาลที่ 2 มีแนวโน้มทำให้ต้นถั่วมีการสะสม N เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อในช่วง 5-6% แต่ในกรรมวิธีที่ใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 กลับมีแนวโน้มให้ผลดีกว่าการไม่ใส่เชื้อไม่ว่าจะใส่เชื้อเฉพาะฤดูกาลที่ 1 หรือทั้ง 2 ฤดูกาล แต่จากข้อมูลด้านเปอร์เซ็นต์ของปมที่เกิดขึ้นจากเชื้อที่ใช้คลุกเมล็ดซึ่งผลการทดลองพบว่าเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์มีความสามารถอยู่รอดในดินได้น้อยโดยเฉพาะสายพันธุ์ CP-NK3 ที่ไม่สามารถเข้าสร้างปมได้เลยเมื่อใส่เพียงครั้งเดียว ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าแนวโน้มที่กรรมวิธีการใส่เชื้อให้ผลดีในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่ได้เป็นผลมาจากเชื้อที่คลุกเมล็ด

จากข้อมูลด้านการเกิดปมของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้คลุกเมล็ดในการปลูกถั่วพุ่มครั้งแรกซึ่งผลการทดลองพบว่า จากจำนวนปมทั้งระบบรากเชื้อที่ใช้ทั้ง 3 สายพันธุ์ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดปมไม่แตกต่างกันคืออยู่ในช่วง 46.9-51.8% และการเกิดปมที่ระยะราก 0-5 5-10 และมากกว่า 10 ซม.เชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ก็ให้ผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 มีแนวโน้มว่าสามารถเข้าไปสร้างปมที่ระดับราก 0-5 ซม. ได้มากกว่าเชื้ออีกสองสายพันธุ์คือ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมในช่วงนี้ถึง 65.4% จากรายงานของ Mcdermott and Graham (1990) พบว่าสายพันธุ์ที่แข่งขันได้ไม่ค่อยดีจะเข้าไปสร้างปมในตำแหน่งใกล้กับปลายรากและมีจำนวนปมไม่มากนัก ฉะนั้นจึงเป็นไปได้ว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 น่าจะมีแนวโน้มสามารถแข่งขันในการสร้างปมได้ดีกว่าอีก 2 สายพันธุ์ที่เหลือ แต่ข้อมูลจากแปลงทดลองถั่วพุ่มที่ปลูกโดยใช้เชื้อสายพันธุ์นี้มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงไม่ดีกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใช้เชื้อแต่มีปริมาณสะสม N ในส่วนเหนือดินสูงกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้อถึง 21% ฉะนั้นสายพันธุ์นี้อาจมีบทบาทในการสร้างฮอร์โมนที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จากผลการทดลองด้านเปอร์เซ็นต์การเกิดปมจากเชื้อที่ใช้และข้อมูลด้านการตอบสนองของต้นถั่วพุ่มต่อการคลุกเชื้อสำหรับการปลูกถั่วครั้งที่ 1 สนับสนุนรายงานของ Theis *et al.* (1991) ที่กล่าวว่า ถ้ามีการเกิดปมจากเชื้อที่ใช้ไม่ถึง 66% การตอบสนองของถั่วต่อการใช้เชื้อไม่มีนัยสำคัญ และสนับสนุนรายงานของ Beattie and Handelsman (1993) อ้างโดย Palaniappan *et al.* (1997) ที่กล่าวว่าถ้าดินมีเชื้อพื้นเมืองมากกว่า 100 เซลล์/กรัมดินและเป็นเชื้อที่มีประสิทธิภาพดี ต้นถั่วที่ปลูกในพื้นที่ดังกล่าวจะมีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อน้อยหรือไม่มี

จากผลศึกษาการเกิดปมของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้คลุกเมล็ดสำหรับการปลูกถั่วพุ่มในฤดูกาลปลูกที่สอง ซึ่งผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีการทดลองที่มีการใส่เชื้อแต่ละสายพันธุ์เพียงครั้งเดียว เชื้อทุกสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่ระบบรากทั้งหมดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ปมที่เกิดจากการใส่เชื้อเพียงครั้งเดียวมีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-23.5% และต้นถั่วจากกรรมวิธีที่มีการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 ไม่มีปมที่เกิดจากเชื้อสายพันธุ์นี้เลย ส่วนการใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 และ CP-NK3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปม 23.5% และ 21.6% ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกถั่วครั้งแรกเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมในช่วง 46.5-51.8% ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าปริมาณของเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ในดินในช่วงการปลูกถั่วครั้งที่สองน่าจะมีปริมาณลดลงโดยเฉพาะเชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 ซึ่งน่าจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ในดินหลังจากการปลูกถั่วพุ่มครั้งแรกในดินจากศูนย์ฯแม่สะป๊อกที่มีสภาพเป็นกรด ความเป็นกรดของดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดการมีชีวิตอยู่รอดของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วและการคงอยู่ของเชื้อในดิน (Ibekwe *et al*., 1997 อ้างโดย Appunu *et al*., 2009; Taylor *et al*., 1991; Bayoumi *et al*., 1995 อ้างโดย Appunu and Dhar, 2006) จากข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่เกิดจากเชื้อที่ใช้คลุกที่ระดับราก 0-5 และ 5-10 ซม. ซึ่งผลการทดลองพบว่า ต้นถั่วที่ปลูกโดยการใช้เชื้อเพียงครั้งเดียวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมของเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันและเปอร์เซ็นต์การเกิดปมจะมีไม่เกิน 34% ข้อมูลนี้สนับสนุนว่าเชื้อที่ใช้ในฤดูการปลูกครั้งแรกมีอยู่ในดินในปริมาณน้อยลงเช่นกัน การปลูกถั่วพุ่มในฤดูกาลที่สองนี้การใช้เชื้อซ้ำผลการทดลองพบว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 สามารถเข้าสร้างปมได้ถึง 59.3% ซึ่งต่างจากเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 ซึ่งสามารถเข้าสร้างปมได้เพียง 16.5% และ 12.7% ตามลำดับ นอกจากนี้เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 ยังสามารถเข้าไปสร้างปมที่ระดับรากทุกระยะได้มากที่สุดโดยที่ระดับราก 0-5 ซม.เชื้อสายพันธุ์นี้เข้าสร้างปมได้มากถึง 66.5% ในขณะที่เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ CP-NK3 สามารถเข้าสร้างปมได้เพียง 16.2% และ 28.1% ตามลำดับ และที่ระดับราก 5-10 ซม. ปมที่เกิดจากเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 สามารถสร้างเปอร์เซ็นต์การเกิดปมได้ถึง 57.5% ส่วนเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 สามารถเข้าสร้างปมได้เพียง 4.2% และ 7.2% ตามลำดับ ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 มีความสามารถในการแข่งขันการสร้างปมได้ดีกว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 ในสภาพดินกรด ถึงแม้ว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 สามารถเข้าแข่งขันเกิดปมได้ดีโดยสร้างปมได้ถึง 59.3% ของจำนวนปมทั้งระบบราก แต่ผลจากการทดลองในแปลงทดลองถั่วพุ่มที่ปลูกโดยการใช้เชื้อสายพันธุ์นี้ไม่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงแตกต่างจากถั่วที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้อจึงคาดว่าภายใต้สภาพดินที่เป็นกรดและมีความชื้นในดินสูงกิจกรรมการตรึง N ของเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 ในปมถั่วน่าจะต่ำกว่าเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติ สำหรับต้นถั่วพุ่มที่ใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 ซึ่งจากการทดลองในการปลูกถั่วฤดูกาลที่สองในแปลงทดลอง ณ ศูนย์ฯแม่สะป๊อก พบว่าต้นถั่วพุ่มที่ใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 เพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งปมมากกว่าถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อถึง 33% แต่ข้อมูลด้านการเกิดปมโดยเชื้อสายพันธุ์นี้พบว่า ในการปลูกถั่วพุ่มฤดูปลูกที่สองต้นถั่วพุ่มที่ปลูกโดยการใช้เชื้อสายพันธุ์ดังกล่าวเพียงครั้งเดียวไม่มีปมที่เกิดจากเชื้อสายพันธุ์นี้เลย ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าน้ำหนักปมแห้งที่เพิ่มขึ้นในสภาพแปลงทดลองไม่น่าจะเป็นผลจากเชื้อสายพันธุ์นี้ที่ใส่ในการปลูกครั้งแรก

การทดลอง ณ ศูนย์ฯหนองหอยซึ่งดินมี pH 7.0-7.6

การปลูกถั่วพุ่มในแปลงทดลองในฤดูกาลปลูกครั้งแรกซึ่งเป็นฤดูฝนดินมี pH 7.0-7.6 มีเชื้อปริมาณเชื้อแบคทีเรียในธรรมชาติ $2.22x10^2$ เซลล์/กรัม ถั่วพุ่มที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดในครั้งแรกซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนก็ไม่ตอบสนองต่อการใช้เชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญเช่นกันในแง่ของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง อีกทั้งถั่วพุ่มที่ปลูกโดยการไม่ใส่เชื้อยังให้น้ำหนักแห้งในส่วนเหนือดินสูงถึง 694 กก./ไร่ และมี N ที่สะสมในส่วนเหนือดินถึง 20.5 กก.N /ไร่ แต่เปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงมีเพียง 33.8% ของปริมาณ N ทั้งหมดที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดิน แต่จากรายงานของจุฑามาศ (2551) ในพื้นที่แปลงทดลองของศูนย์ฯหนองหอยก็ปลูกถั่วพุ่มในฤดูฝน จากกรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วสายพันธุ์ CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 มีผลทำให้ %N ที่ได้จากการตรึงเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่เชื้อถึง 10.98-20.5 โดยเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่ต่างกันในทางสถิติ การที่ในการทดลองนี้การใส่เชื้อไม่มีผลทำให้ถั่วพุ่มมี %N ที่ได้จากการตรึงเพิ่มขึ้นซึ่งต่างจากรายงานของจุฑามาศ (2551) คาดว่าน่าจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีสาเหตุมาจากความแตกต่างด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินในแปลงทดลอง เพราะแปลงทดลองที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นแปลงปลูกที่อยู่ในระดับต่ำกว่าแปลงทดลองของจุฑามาศ (2551) และเป็นแปลงที่มีการปลูกผักอินทรีย์และใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกอย่างสม่ำเสมอสำหรับการปลูกผักในแต่ละครั้งโดยใช้มูลวัว 8 ตัน/ไร่หรือมูลไก่ 2.8 ตัน/ไร่ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมัก 2.3 ตัน/ไร่และมีการฉีดพ่นน้ำหมักปลาทุกอาทิตย์ ดังนั้นระดับของ N ทั้งหมดและ N ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินคาดว่ามีอยู่ในระดับสูง ในสภาพดินเช่นนี้ถั่วพุ่มย่อมไม่มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว ดังรายงานของ Sparrow *et al.*(1982) ซึ่งพบว่าถ้าดินมีอนินทรีย์ N ในระดับสูง (30 ppm) และมีเชื้ออยู่ในดินตามธรรมชาติจะทำให้การตรึง N ของถั่วลดลง นอกจากนี้ในการทดลองของจุฑามาศ (2551) ไม่เพียงแต่ให้เปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงเพิ่มขึ้นเท่านั้นการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุกสายพันธุ์มีแนวโน้มทำให้ถั่วพุ่มที่ปลูกในฤดูนี้มีน้ำหนักแห้งปมและปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงตลอดจนมวลชีวภาพของถั่วพุ่มเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้ถึงแม้การใส่เชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่ทำให้ข้อมูลที่ได้บันทึกแตกต่างจากการไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญ แต่การใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 และ CP-NK3 ก็ยังมีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งปมสูงขึ้นร้อยละ 13 และ 21 ตามลำดับ และการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 มีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงเพิ่มขึ้นร้อยละ 4

การปลูกถั่วพุ่มในแปลงทดลองในฤดูกาลปลูกที่สองซึ่งเป็นฤดูหนาว ต้นถั่วที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้อมีน้ำหนักแห้งปม การเจริญเติบโต มวลชีวภาพของต้นถั่วพุ่มน้อยกว่าถั่วพุ่มที่ปลูกในฤดูกาลปลูกแรกซึ่งเป็นฤดูฝน แต่เปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงกลับสูงขึ้นถึง 58.62% การที่ถั่วพุ่มที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้อที่ปลูกในฤดูหนาวมีน้ำหนักแห้งปมและมวลชีวภาพของต้นถั่วพุ่มลดลงน่าจะเป็นเพราะในฤดูกาลนี้ความชื้นในดินมีน้อยกว่าและดินมีอุณหภูมิต่ำ ปัจจัยดังกล่าวน่าจะมีผลทำให้เจริญเติบโตของถั่วพุ่มตลอดจนการประกอบกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินและการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงการปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้จากอินทรียวัตถุลดลง จากรายงานของ Cassman and Munns (1980) อุณหภูมิและความชื้นในโปรไฟล์ของดินมีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการเกิด N mineralization ในดิน โดยการเกิด N mineralization เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงกว่าปริมาณที่คาดคะเนจากสมการ regression เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 ^{0}C ในขณะที่กระบวนการดังกล่าวเกิดน้อยลงเมื่อความชื้นในดินลดลงโดยมีการลดลงอย่างเด่นชัดในช่วงที่ความเครียดของความชื้นในดินอยู่ในช่วง 0.3-2 บาร์ นอกจากนี้รายงานของ Chen *et al.* (2009) ก็รายงานว่าการเกิด N ammonification และอัตราการเกิด N mineralization สุทธิ (net N mineralization rate) ของดินบนที่สูงซึ่งเป็นดินแดงในเขตที่มีสภาวะอากาศแบบ mid-subtropical ของประเทศจีนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยมีการเกิดในที่อุณหภูมิ 36 ^{0}C มากกว่าที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 24 และ 12 ^{0}C สำหรับดินที่มีระดับความชื้นประมาณครึ่งหนึ่งของความชื้นที่ดินสามารถอุ้มได้สูงสุดมีการเกิด N mineralization ดีกว่าระดับความชื้นที่ต่ำกว่าหรือที่ระดับความชื้นสูงสุดสูงสุดที่ดินอุ้มไว้ได้ ในสภาวะที่ปริมาณของอนินทรีย์ N ในดินมีน้อยลงย่อมเอื้ออำนวยให้การตรึง N ของแบคทีเรียปมรากถั่วเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองที่พบว่าการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทั้ง 3 สายพันธุ์ซ้ำในฤดูกาลปลูกที่สองไม่มีผลทำให้การเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงแตกต่างจากการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วเพียงครั้งเดียว และการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วไม่ว่าจะเป็นการใส่เชื้อซ้ำหรือการใส่เชื้อเพียงครั้งเดียวก็ให้ผลไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญในทุกข้อมูลที่ได้บันทึก แต่ทุกกรรมวิธีที่มีการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วยกเว้นการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 ที่มีการใส่เชื้อเพียงครั้งเดียว (PHT-1) มีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงเพิ่มจากต้นถั่วพุ่มที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อโดยเปอร์เซ็นต์ที่ได้จากการตรึงและปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 1.5-16.9% และ 4-14% ตามลำดับ สำหรับถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 ซ้ำในฤดูกาลปลูกที่สองมีเปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงสูงถึง 75.5 นั้น กล่าวได้ว่าในสภาพที่มีข้อจำกัดด้านการเจริญเติบโตของถั่วพุ่มเช่น อุณหภูมิ ความชื้นในดินไม่เหมาะสม เชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์นี้ยังสามารถตรึง N ได้ดีพอสมควร โดยปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงมีถึง 75% ของปริมาณที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดิน แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว ฉะนั้นปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงจึงไม่สูงนัก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ N ทั้งหมดที่สะสมอยู่ในช่วงเหนือดินของถั่วพุ่มที่ปลูกในช่วงฤดูฝน จากการทดลองของจุฑามาศ (2551) เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 มีแนวโน้มว่าเป็นเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 ทั้งจากการทดลองในกระถางและในแปลงทดลองที่ใช้ดินศูนย์ฯหนองหอย แต่จากการทดลองนี้ เชื้อ CP-TLA5 มีแนวโน้มว่าเป็นเชื้อที่ดีกว่าเชื้อ CP-PHT4 และ CP-NK3 ในแง่ของประสิทธิภาพการตรึง N ในฤดูกาลปลูกที่สองซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเชื้อสายพันธุ์นี้สามารถดำเนินกิจกรรมการตรึง N ได้ดีในสภาวะที่ดินมีอุณหภูมิและความชื้นในดินต่ำซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาวิจัยในพื้นที่สูงและมีอุณหภูมิต่ำที่อาศัยน้ำฝนในอนาคต

การทดลองด้านความสามารถในการเข้าไปสร้างปมที่รากของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในการปลูกถั่วครั้งแรก ถึงแม้ว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดปมของแต่ละสายพันธุ์ที่ระยะต่างๆของรากถั่วพุ่มที่ปลูกในฤดูกาลแรกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เปอร์เซ็นต์การเกิดปมของสายพันธุ์ CP-PHT4 ที่ระดับราก 0-5 ซม.สูงกว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 สามถึงสองเท่าตัวตามลำดับ อีกทั้งสายพันธุ์นี้ยังมีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากในระยะ 0-5 และ 5-10 ซม.สูงถึง 71.7% และ 64.2%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามลำดับ ในขณะที่ปมที่เกิดจากสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 มีไม่ถึง 50% สำหรับที่ระยะ 0-5 ซม.และที่ระยะ 5-10 ซม.มีไม่เกิน 30% จากลักษณะการเกิดปมที่รากถั่วพุ่มของสายพันธุ์ CP-PHT4 ชี้ให้เห็นว่าเชื้อสายพันธุ์นี้น่าจะมีความสามารถแข่งขันกับเชื้อธรรมชาติได้ดีกว่าสายพันธุ์ CP-TLA5 และ CP-NK3 เพราะจากรายงานของ Mcdermott and Graham (1990) ซึ่งได้ศึกษาความสามารถในการแข่งขันและประสิทธิภาพในการเกิดปมของ *Bradyrhizobium Japonicum* 9 สายพันธุ์กับถั่วเหลือง พบว่าเชื้อสายพันธุ์ที่มีความสามารถด้อยกว่าในการแข่งขันการเกิดปมจะสร้างปมในตำแหน่งส่วนบนของรากได้น้อยกว่า สำหรับผลการทดลองในแปลงทดลองซึ่งพบว่าการใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 มีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งปมของต้นถั่วพุ่มมากกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อ 13% มีความสอดคล้องกับผลการทดลองด้านเปอร์เซ็นต์ปมที่เกิดจากการใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 อย่างไรก็ตามถึงแม้เชื้อสายพันธุ์นี้สามารถแข่งขันได้ดีและมีการเกิดปมที่รากได้ถึง 60% แต่ก็ไม่ทำให้การตรึง N และมวลชีวภาพของถั่วพุ่มสูงกว่าการไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองนี้สนับสนุนการทดลองของ Thies *et al.* (1991) ซึ่งรายงานว่าการตอบสนองต่อการใส่เชื้อและความสามารถในการแข่งขันจะแปรผกผันกับจำนวนเชื้อในธรรมชาติ ถ้าในดินมีเชื้อในธรรมชาติ 50 เซลล์/กรัม ถั่วจะไม่ตอบสนองต่อการใส่เชื้อและแม้เชื้อที่ใช้คลุกอยู่ในปมได้ถึง 50% ผลผลิตก็ไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มขึ้น ผลผลิตถั่วจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญได้เมื่อเชื้อที่ใช้สามารถสร้างปมถึง 66% อนึ่งผลการทดลองที่พบว่าการใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 ก็มีแนวโน้มทำให้ถั่วพุ่มที่ปลูกในแปลงทดลองมีน้ำหนักแห้งปมเพิ่มขึ้นประมาณ 21% แต่ผลการทดลองในกระถางเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่ปมของเชื้อสายพันธุ์นี้มีเพียง 32% ของจำนวนปมที่เกิดขึ้นที่ราก เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่าแนวโน้มที่ต้นถั่วในแปลงทดลองจากกรรมวิธีที่มีการคลุกเชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 อาจไม่ใช่ผลที่มาจากการใช้เชื้อสายพันธุ์นี้

การทดลองการปลูกถั่วพุ่มในกระถางในฤดูกาลที่สอง ซึ่งผลการทดลองพบว่า ถึงแม้กรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแง่ของเปอร์เซ็นต์ปมที่เกิดตามระยะรากของถั่วพุ่มที่ปลูกในฤดูกาลที่สอง แต่เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดปมทั้งระบบรากในระหว่างกรรมวิธีการทดลอง การใส่เชื้อครั้งเดียวต้นถั่วที่มีการใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมเพียง 14.8% ในขณะที่ต้นถั่วที่ปลูกโดยการใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 และ CP-NK3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปม 38.9% และ 33.5% ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่เกิดจากการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในกรรมวิธีที่ใช้เชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 และ CP-TLA5 เพียงครั้งเดียวต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดปมของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวในการปลูกครั้งแรก ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าเชื้อที่ใช้คลุกเมล็ดสำหรับการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปลูกถั่วในครั้งแรกอาจมีปริมาณลดลงเมื่ออยู่ในดินหรือปริมาณเชื้อในดินตามธรรมชาติมีปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การเกิดปมโดยเชื้อทั้งสองสายพันธุ์สำหรับถั่วที่ปลูกครั้งที่สองลดลง ส่วนการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-NK3 ซึ่งผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่เกิดจากเชื้อสายพันธุ์นี้ในการปลูกครั้งแรกกับการใส่เชื้อเพียงครั้งเดียวในฤดูปลูกที่ 1 แต่ไม่ใส่ซ้ำในฤดูกาลปลูกที่ 2 อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ชี้ให้เห็นว่าประชากรของเชื้อสายพันธุ์นี้อาจจะสามารถอยู่รอดได้ในดินได้ดีกว่าสายพันธุ์ CP-PHT4 และ CP-TLA5

เมื่อมีการใช้เชื้อซ้ำในฤดูกาลปลูกที่สอง ซึ่งผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดปมของรากทั้งระบบของเชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันคืออยู่ในช่วง 27.2-41% สำหรับเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่ระดับราก 0-5 ซม.ก็อยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือ 41.6-51.8% ซึ่งใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์การเกิดปมในการปลูกถั่วครั้งแรก ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าการใส่เชื้อโดยการคลุกเมล็ดน่าจะช่วยทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้เพิ่มขึ้นในบริเวณรอบรากถั่วจึงทำให้สามารถเข้าแข่งขันการเกิดปมในช่วงระดับราก 0-5 ซม.ได้ดีขึ้น ผลการทดลองนี้สนับสนุนรายงานของ Hungria *et al.* (2002) ซึ่งพบว่าจากการทดลองในแปลงทดลองจำนวน 13 การทดลองในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองของประเทศบราซิล ซึ่งมีการปลูกถั่วโดยการใส่เชื้อ *Bradyrhizobium* และประชากรของเชื้อ *Bradyrhizobium* ในดินตามธรรมชาติมากถึง 10^3-10^6 เซลล์/กรัม การใช้เชื้อซ้ำทำให้ถั่วเหลืองจากการทดลองส่วนใหญ่มีจำนวนและน้ำหนักปมตลอดจนเปอร์เซ็นต์ปมที่เกิดจากเชื้อที่ใช้คลุกเมล็ดเพิ่มขึ้น

จากข้อมูลด้านเปอร์เซ็นต์การเกิดปมของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้คลุกในการปลูกถั่วครั้งที่สอง ซึ่งผลการทดลองพบว่าการใช้เชื้อซ้ำในกรรมวิธี PHT-2 TLA-2 และ NK-2 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมโดยเชื้อที่ใช้คลุกแต่ละสายพันธุ์ 35% 41% และ 21% ตามลำดับซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการใส่เชื้อเพียงครั้งเดียวและการใส่เชื้อซ้ำพบว่า เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดปมของต้นถั่วพุ่มในกรรมวิธี TLA-2 มีมากถึง 41% ในขณะที่การใส่เชื้อครั้งเดียวมีไม่ถึง 15% และปมที่เกิดจากเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 สำหรับต้นถั่วในกรรมวิธี TLA-2 ที่ระยะ 0-5 และ 5-10 ซม.มีประมาณ 42% และ 50% ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การเกิดปมในกรรมวิธี TLA-1 มีเพียง 9% และ 15% นั้นผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 ที่ใส่ซ้ำในฤดูกาลที่สองสามารถแข่งขันกับเชื้อในธรรมชาติได้ดีขึ้น เพราะการใส่เชื้อซ้ำในฤดูกาลที่สองทำให้ประชากรของเชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 ในระบบรากเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองในแปลงทดลองในการปลูกถั่วครั้งที่ 2 ซึ่งพบว่าต้นถั่วที่ปลูกในกรรมวิธี TLA-2 มีเปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงสูงสุด (75.47%) ในขณะที่ต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อมีเปอร์เซ็นต์ N ที่ได้จากการตรึงเพียง 58.62% ลักษณะในการตอบสนองของถั่วพุ่มต่อการใส่เชื้อสายพันธุ์ CP-TLA5 ซ้ำในฤดูกาลปลูกที่สองเป็นไปในทิศทางเดียวกับเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่เกิดจากเชื้อสายพันธุ์นี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองในแปลงทดลองซึ่งพบว่าถั่วพุ่มที่ปลูกในพื้นที่ศูนย์ฯหนองหอยไม่ตอบสนองต่อการใส่เชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ในฤดูกาลปลูกครั้งแรกซึ่งเป็นฤดูฝน และการปลูกถั่วพุ่มในฤดูปลูกที่สองซึ่งเป็นฤดูหนาว การใส่เชื้อสำหรับการปลูกถั่วพุ่มในฤดูกาลปลูกที่สองก็ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้เชื้อเฉพาะในฤดูกาลแรกในแง่ของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน เปอร์เซ็นต์และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงตลอดฤดูปลูก ชี้ให้เห็นว่าไม่มีความจำเป็นในการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วสำหรับการปลูกถั่วในพื้นที่ดังกล่าว ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Thies *et al.* (1991); Singleton and Tavares (1986); Ikram and Broughton (1980); Beattie and Handelsman (1993) อ้างโดย Palaniappan *et al.* (1997) ซึ่งพบว่าในพื้นที่ซึ่งมีแบคทีเรียปมรากถั่วในดินตามธรรมชาติและมีประสิทธิภาพดีต้นถั่วไม่ตอบสนองต่อการใส่เชื้อและสนับสนุนการทดลองของ Sparrow *et al.* (1982) ที่รายงานว่า ถ้าดินมีอนินทรีย์ N ในดินสูง (30 ppm) และมีเชื้ออยู่ในดินตามธรรมชาติ ถั่วจะไม่ตอบสนองต่อการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว

จากการทดลองที่กล่าวมาทั้งหมด กล่าวได้ว่าพื้นที่สูงที่ใช้ทดลองทั้ง 2 พื้นที่ซึ่งเป็นดินที่มีเชื้ออยู่แล้วตามธรรมชาติไม่ต่ำกว่า 10^2 เซลล์/กรัม เมื่อปลูกถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสดไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในการคลุกเมล็ดก่อนปลูก สำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและเป็นกรด การใช้เชื้อที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามีประสิทธิภาพดีเช่น สายพันธุ์ CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 ก็มีเพียงเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 ที่สามารถสร้างปมได้ทั้งระบบรากตั้งแต่ 46.5-59.3% แต่เชื้อสายพันธุ์นี้ก็ไม่สามารถปรับตัวและตรึง N ได้ดีภายใต้สภาพดินดังกล่าว แต่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงซึ่งมี pH 7.0-7.6 การใช้เชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์ก็สามารถสร้างปมได้ไม่เกิน 60.5% และไม่สามารถตรึง N ได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. พื้นที่สูงซึ่งดินมีสภาพเป็นกรด (pH 5.2-5.4) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในธรรมชาติอยู่ $1.26x10^2$ เซลล์/กรัมดินชื้น ถั่วพุ่มที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดซึ่งปลูกในช่วงฤดูร้อนโดยไม่ได้รับการใส่เชื้อให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน 183.4 กก./ไร่ การสะสม N ในส่วนเหนือดิน 6.53 กก.N/ไร่ น้ำหนักแห้งปม 1.67 กรัม/ต้น % การตรึง N 84.35 คิดเป็นปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง 5.72 กก.N/ไร่ การปลูกถั่วพุ่มโดยการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 ไม่ทำให้ถั่วพุ่มตอบสนองต่อการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในแง่ของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน ดัชนี ureide สัมพัทธ์ % N และปริมาณ N ที่ตรึงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เชื้อที่ใช้คลุกเมล็ดทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันในด้านการแข่งขันในการเกิดปมโดยสามารถสร้างปมได้ในระบบรากทั้งหมดในช่วง 46.5-51.8%

ในการปลูกถั่วในฤดูกาลที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนถั่วพุ่มที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน 321.06 กก./ไร่ การสะสม N ในส่วนเหนือดิน 8.06 กก.N/ไร่ น้ำหนักแห้งปม 0.6 กรัม/ต้น % การตรึง N 72.29 คิดเป็นปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง 5.87 กก.N/ไร่ การใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วซ้ำสำหรับการปลูกถั่วพุ่มในฤดูกาลปลูกถัดไปไม่ทำให้ถั่วพุ่มมีการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน ดัชนี ureide สัมพัทธ์ % N และปริมาณ N ที่ตรึงได้แตกต่างจากต้นถั่วที่ปลูกโดยการใช้เชื้อเพียงครั้งเดียว และต้นถั่วที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นถั่วที่ปลูกโดยการใช้เชื้อเพียงครั้งเดียวมี %การเกิดปมที่เกิดจากการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วคลุกของทั้งระบบรากอยู่ในช่วง 0-23.5 แต่การใช้เชื้อซ้ำในฤดูกาลปลูกที่ 2 ทำให้การเกิดปมโดยเชื้อที่ใช้คลุกเพิ่มขึ้น โดย % การเกิดปมในช่วงตั้งแต่ 12.7-59.3 และเชื้อสายพันธุ์ CP-PHT4 เป็นสายพันธุ์ที่สามารถเข้าไปสร้างปมได้ดีที่สุด ข้อมูลทั้งหมดนี้ชี้ให้เห็นว่า ไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วสำหรับการปลูกถั่วพุ่มที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในดินสภาพดังกล่าว

2. พื้นที่สูงซึ่งดินมี pH 7.0-7.6 มีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีเชื้อปริมาณเชื้อแบคทีเรียในธรรมชาติ $2.22x10^2$ เซลล์/กรัมดินชื้น ถั่วพุ่มที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดในช่วงฤดูฝนไม่ตอบสนองต่อการใช้เชื้อทั้ง 3 สายพันธุ์เช่นกันในแง่ของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน ดัชนี ureide สัมพัทธ์ % N ตลอดจนปริมาณ N ที่ตรึงได้ อีกทั้งถั่วพุ่มที่ปลูกโดยการไม่ใส่เชื้อยังให้น้ำหนักแห้งในส่วนเหนือดินสูงถึง 694.1 กก./ไร่ และมี N ที่สะสมในส่วนเหนือดินถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

20.48 กก.N /ไร่ แต่ %N ที่ได้จากการตรึงมีเพียง 33.8% ของปริมาณ N ทั้งหมดในดิน แสดงว่าดินมีความเป็นประโยชน์ต่อ N ในระดับสูง สภาพเช่นนี้คาดว่าทำให้ต้นถั่วไม่ตอบสนองต่อการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว สำหรับเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้คลุกทั้ง 3 สายพันธุ์มี % การเกิดปมไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสามารถในการสร้างปมได้ 28.3-60.5% ของจำนวนปมที่เกิดขึ้นของรากทั้งระบบซึ่งไม่มากพอที่จะทำให้ต้นถั่วพุ่มมีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วอย่างมีนัยสำคัญ

การปลูกถั่วในฤดูกาลถัดไปซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว กรรมวิธีการทดลองที่ใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วเพียงครั้งเดียวหรือการใช้เชื้อซ้ำในฤดูการปลูกที่ 2 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และให้ผลไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อด้วยในแง่ของการเกิดปม มวลชีวภาพและปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดิน ดัชนี ureide สัมพัทธ์ % N และปริมาณ N ที่ตรึงได้สำหรับต้นถั่วที่ไม่คลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในฤดูนี้สามารถให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน 202.15 กก./ไร่ ปริมาณ N สะสมในส่วนเหนือดิน 6.32 กก./ไร่ %N ที่ได้จากการตรึง 58.62 ส่วนต้นถั่วที่ปลูกโดยการใช้เชื้อเพียงครั้งเดียวมี % ปมที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้อยู่ในช่วง 14.8-38.9 ซึ่งต่ำกว่าที่พบในการปลูกถั่วฤดูกาลแรก การใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วซ้ำในฤดูกาลปลูกที่ 2 สามารถเข้าสร้างปมอยู่ในช่วง 27.2-41.0% ซึ่ง % การเกิดปมจากเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่ใช้ในระดับนี้ยังไม่มากพอที่จะมีผลส่งเสริมให้ถั่วพุ่มมีการเจริญเติบโตและการตรึง N ได้ดีกว่าถั่วพุ่มที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว และชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่นี้ก็ไม่มีความจำเป็นในการใช้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วสำหรับการปลูกถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสดเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved