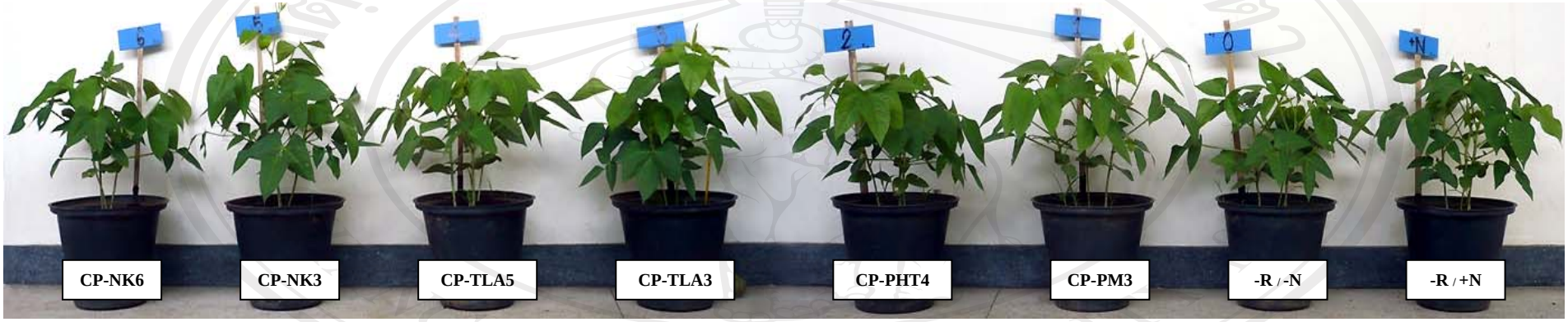
# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์

## 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วในกระถาง

เมื่อใช้ดินจากพื้นที่ของศูนย์โครงการหลวงหนองหอยที่ไม่ได้ใส่ปูนและดินมี pH 5.2 ในการปลูกถั่วพุ่ม พบว่าที่ระยะ V6 ต้นถั่วที่ได้รับการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่ และต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุก isolate มีความสูงไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระยะนี้เชื้อแบคทีเรียปมราก isolate CP-TLA3 มีประสิทธิภาพด้อยกว่าเชื้อ isolate อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเชื้อ CP-NK6 ในแง่ของผลของเชื้อที่มีต่อความสูงของต้นถั่ว โดยกรรมวิธีที่ใส่เชื้อ CP-TLA3 ทำให้ต้นถั่วมีความสูงน้อยที่สุด สำหรับการใส่เชื้อจำนวน 4 isolate ได้แก่ CP-PM3 CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 ทำให้ต้นถั่วมีความสูงไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย N อีกด้วย(ตารางที่ 4.1)

ที่ระยะ V9 และ R2 พบว่ากรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate ตลอดจนที่ใส่ปุ๋ย N ไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นถั่วอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วโดยไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N ซึ่งต้นถั่วมีความสูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 23.12 เซนติเมตรในระยะ V9 และ 32.69 เซนติเมตรที่ระยะ R2 (ตาราง 4.1) สำหรับลักษณะของต้นถั่วที่ปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่ปูน และใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกันในระยะ R2 แสดงไว้ในรูปที่ 4.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูป 4.1** ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อความสูงของลำต้นถั่วพุ่มที่ระยะ R2 ในดินที่ไม่ได้ใส่ปูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.1** [1/]ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อความสูงของต้นถั่วพุ่ม ที่ระยะ V6 V9 และ R2 ในดินที่ไม่ได้ใส่ปูน

| กรรมวิธีการทดลอง | ความสูง(เซนติเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | V6 | V9 | R2 |
| 1.ใส่เชื้อ CP-PM3 | 13.00[abc 4/] | 23.00 | 33.75 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 14.50[ab] | 24.00 | 34.25 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA3 | 10.75[c] | 20.00 | 30.50 |
| 4.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 15.25[ab] | 24.25 | 33.00 |
| 5.ใส่เชื้อ CP-NK3 | 14.75[ab] | 24.00 | 33.50 |
| 6.ใส่เชื้อ CP-NK6 | 12.13[bc] | 21.25 | 29.00 |
| 7. -R / -N [2/] | 13.00[abc] | 24.25 | 33.50 |
| 8. -R / +N [2/] | 16.00[a] | 24.25 | 34.00 |
| | | ns [3/] | ns [3/] |
| C.V. (%) | 16.29 | 12.52 | 9.05 |

หมายเหตุ :
[1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ
[2/] -R / -N = ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N
-R / +N = ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่
[3/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ที่ P<0.05
[4/] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ P<0.05

นอกจากนี้การใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุก isolate และการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่ ยังไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือต้นที่ระยะ R2 อย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย พบว่าต้นถั่วที่ได้รับการใส่การใส่ปุ๋ย N มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุดคือ 9.21 กรัม/ต้น และพบว่าการใส่เชื้อ CP-PM3ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินน้อยที่สุด คือ 7.19 กรัม/ต้น (ตาราง 4.2)

ในแง่ของการเกิดปมของต้นถั่วพุ่ม พบว่าปริมาณของปมที่เกิดขึ้นที่รากถั่วพุ่มที่ปลูกในดินที่ไม่ได้รับการใส่ปูนแต่ใช้กรรมวิธีการใส่เชื้อที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันดังรูป 4.2 การใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุก isolate ทำให้ถั่วพุ่มมีน้ำหนักแห้งของปมที่ระยะ R2 แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N อย่างมีนัยสำคัญ การใส่เชื้อ CP-PHT4 มีผลส่งเสริมให้ถั่วพุ่มมีการเกิดปมได้ดีขึ้นโดยมีน้ำหนักแห้งของปม 1.066 กรัม/ต้น ซึ่งแตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ยังพบว่าต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยก็ยังมีการเกิดปมที่คิดเป็นน้ำหนักแห้งประมาณ 0.61 กรัม/ต้น ซึ่งแสดงว่าดินที่ใช้ในการทดลองมีเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเกิดปมกับต้นถั่วพุ่ม อยู่ในดินตามธรรมชาติในปริมาณเพียงพอที่ทำให้ต้นถั่วที่ปลูกเกิดปมได้ดีพอสมควร ดังนั้นการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วโดยการคลุกเมล็ดถั่วต่อผงเชื้อก่อนปลูก จึงไม่ทำให้ต้นถั่วเกิดปมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อ

อย่างไรก็ตามการใส่เชื้อ CP-NK3 CP-TLA3 และ CP- NK6 มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของปมถั่วเพิ่มขึ้นประมาณ 23 13 และ 13% ตามลำดับ สำหรับเชื้อ CP-PM3 และ CP-TLA5 มีแนวโน้มเพิ่มน้ำหนักแห้งของปมเพียงเล็กน้อย การใส่ปุ๋ย N แม้ว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของปมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อ และไม่ใส่ปุ๋ย N ซึ่งคาดว่าการใส่ปุ๋ย N ในอัตราดังกล่าวน่าจะส่งเสริมให้ต้นถั่วมีพัฒนาการของรากและส่วนเหนือดินดีขึ้น และส่งผลให้เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติเข้าไปสร้างปมได้มากขึ้น (ตารางที่ 4.2)

สำหรับการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบด้วยเครื่อง SPAD 502 Chlorophyll meter เมื่อต้นถั่วมีอายุได้ 30 วัน พบว่าการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุก isolate ตลอดจนที่ใส่ปุ๋ย N ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD 502 Chlorophyll meter นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วโดยไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N ซึ่งค่าที่อ่านได้อยู่ในช่วง 39.175-44.200 (ตาราง 4.2)

จากการศึกษาการตรึง N ของต้นถั่วพุ่ม โดยการวิเคราะห์สัดส่วน(%)ของสารประกอบยูริไอด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่ได้จากการตรึง N ในน้ำเลี้ยงของตอรากถั่วพุ่มที่ระยะ R2 พบว่าน้ำเลี้ยงจากตอรากต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว และไม่ใส่ปุ๋ย N มี N ในรูปของสารประกอบยูริไอด์ ประมาณ 60% ของปริมาณ N ทั้งหมดในน้ำเลี้ยง หรืออีกนัยหนึ่งน้ำเลี้ยงจากตอรากในกรรมวิธีดังกล่าวมีดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ 60% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมราก ยกเว้นใส่เชื้อ CP-PM3 โดยการใส่เชื้อ CP-PHT4 ทำให้ดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์สูงสุดเท่ากับ 79.13% และพบว่าต้นถั่วที่ใส่ปุ๋ย N นั้นมีค่าดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์น้อยที่สุดคือ 52.83% หากประเมินการตรึง N จากดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์พบว่า ต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ได้ใส่ปุ๋ย N มี N ที่ได้จากการตรึง N ประมาณ 65.94% ของ N ที่ได้จากการตรึงประมาณ 139.52 มก.N/ต้น การใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่ ถึงแม้ว่ามีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของปมถั่วมากกว่าการไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย (QUI 56.70%) (ตาราง 4.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.2** [1/]ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งปมถั่วที่ระยะ R2 (38 วันหลังปลูก) และค่า SPAD ที่ระยะ V9 (30วันหลังปลูก) ในดินที่ไม่ได้ใส่ปูน

| กรรมวิธีการทดลอง | น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม / ต้น) | น้ำหนักแห้งของปมถั่ว (กรัม / ต้น) | SPAD |
|---|---|---|---|
| 1.ใส่เชื้อ CP-PM3 | 7.10 | 0.671[b 4/] | 39.175 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 8.55 | 1.066[a] | 43.025 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA3 | 8.04 | 0.778[b] | 41.100 |
| 4.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 8.62 | 0.732[b] | 41.900 |
| 5.ใส่เชื้อ CP-NK3 | 8.07 | 0.849[b] | 44.200 |
| 6.ใส่เชื้อ CP-NK6 | 7.96 | 0.776[b] | 40.875 |
| 7. -R / -N [2/] | 8.32 | 0.686[b] | 42.075 |
| 8. -R / +N [2/] | 9.21 | 0.684[b] | 40.400 |
| | ns [3/] | | ns [3/] |
| C.V. (%) | 14.53 | 16.29 | 6.77 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

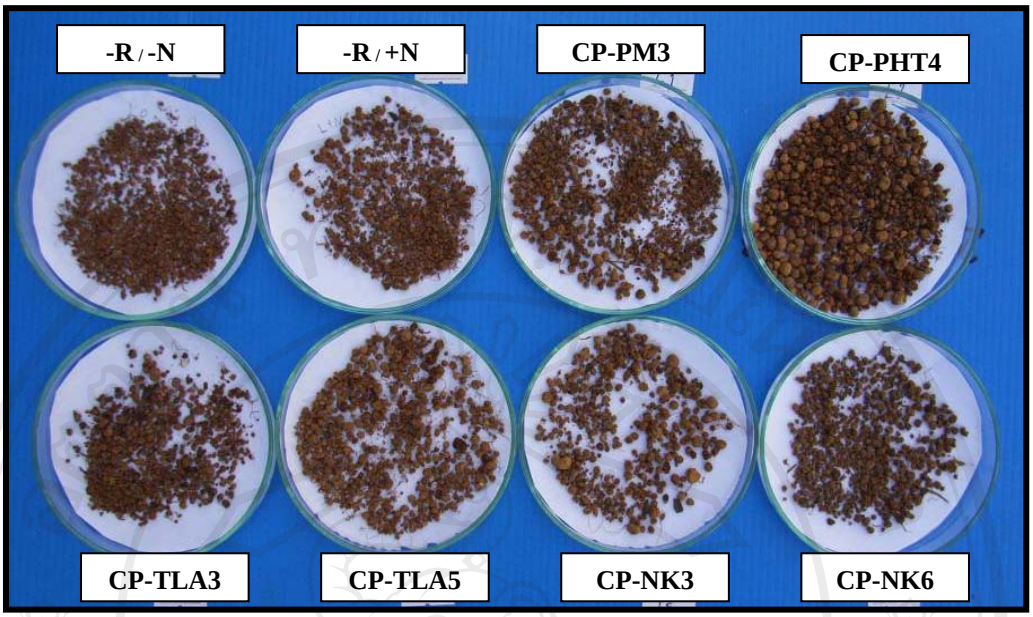
[2/] -R / -N = ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N

-R / +N = ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่

[3/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05

[4/] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ P<0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูป 4.2** ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อปมถั่วที่ระยะ R2 ในดินที่ไม่ได้ใส่ปูน

อย่างไรก็ตามความแตกต่างของดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ระหว่างกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ย N กับกรรมวิธีที่ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ในแง่ของ %N ที่ได้จากการตรึง พบว่าการใส่ปุ๋ย N ทำให้ต้นถั่วมี N ที่ได้จากการตรึงเพียง 58.97% ของปริมาณ N ทั้งหมดในต้นถั่ว ซึ่งต่ำกว่าการไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N อย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดินที่ระยะ R2 พบว่าการใส่ปุ๋ย N ทำให้ต้นถั่วมีปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดินมากที่สุด คือมากกว่าต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยประมาณ 37% (P 0.05) (ตารางที่ 4.3) สำหรับต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว CP-TLA5 ที่มีปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดินมากกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N อย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน โดยทำให้ปริมาณ N ในส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น 26% ส่วนการใส่เชื้อ CP-PHT4 ทำให้ต้นถั่วมีการสะสม N ในส่วนเหนือดินมากกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N 21% ซึ่งไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ได้รับการใส่ปุ๋ย N ในทางสถิติ และไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N ด้วย

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของกรรมวิธีที่มีการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว ทุกกรรมวิธีในแง่ของผลของเชื้อที่มีต่อการสะสม N ในส่วนเหนือดิน พบว่าเชื้อ CP-PM3 เป็นเชื้อที่ทำให้ต้นถั่วมีการสะสม N ในส่วนเหนือดินน้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากเชื้อ CP-TLA5 CP-PHT4 และ CP-NK3 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างจากเชื้อ CP-TLA3 และ CP-NK6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามเนื่องจากต้นถั่วที่ได้รับการใส่ปุ๋ย N มีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงที่สุด ดังนั้นถึงแม้ %N ที่ได้จากการตรึงจะต่ำกว่าต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อและไม่ได้ใส่ปุ๋ย N แต่ปริมาณ N ทั้งหมดที่ได้จากการตรึงที่สะสมในต้นถั่วมีประมาณ 158.30 มก.N/ต้น ซึ่งมากกว่าที่พบในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยและไม่ได้ใส่เชื้อ 14% อย่างไรก็ตามความแตกต่างของปริมาณ Nทั้งหมดที่ได้จากการตรึงของต้นถั่วทั้ง 2 กรรมวิธีก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 4.3)

สำหรับผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate ต่อ %N ที่ได้จากการตรึงพบว่า การใส่เชื้อ CP-PHT4 มีผลทำให้ต้นถั่วมี N ที่ได้จากการตรึงมากถึง 94.04% ของปริมาณ N ทั้งหมดในต้นถั่ว แต่การใส่เชื้อ isolate ดังกล่าวก็ไม่แตกต่างจากเชื้อ isolate อื่นๆที่เหลือในทางสถิติ ยกเว้นเชื้อ CP-PM3 ซึ่งเป็นเชื้อที่ทำให้ต้นถั่วมี %N ที่ได้จากการตรึงต่ำที่สุด (74.39%) ในแง่ของปริมาณ N ทั้งหมดในต้นที่ได้จากการตรึงพบว่า การใส่เชื้อ CP-PHT4 ทำให้ต้นถั่วพุ่มมีปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงสูงที่สุดคือมีปริมาณ 219 มก.N/ต้น ซึ่งสูงกว่า N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย 57% (ตาราง 4.3)

อย่างไรก็ตามปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงของต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 ก็ไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-TLA3 (187 มก.N/ต้น) CP-TLA5 (214 มก.N/ต้น ) และ CP-NK3 (197 มก.N/ต้น) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate กับปริมาณ N ในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยพบว่า การใส่เชื้อทุก isolate ยกเว้นเชื้อ CP-PM3 มีผลทำให้ปริมาณN ที่ได้จากการตรึงแตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้ใส่เชื้อ CP-TLA3 CP-TLA5 CP-NK3 และ CP-NK6 สูงกว่าปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย 34 54 41 และ 26 % ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 และ CP-TLA5 ยังมากกว่า และแตกต่างจาก N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้รับการใส่ปุ๋ย N อีกด้วย (ตาราง 4.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.3** [1/]ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ %และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง N และ N uptake ของส่วนเหนือดินของถั่วพุ่มที่ปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่ปูนที่ระยะ R2

| กรรมวิธีการทดลอง | ดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ (%) | %N ที่ได้จากการตรึง N | N uptake (มก.N/ต้น) | Nที่ได้จากการตรึง (มก.N/ต้น) |
|---|---|---|---|---|
| 1.ใส่เชื้อ CP-PM3 | 64.39$^{bc\ 3/}$ | 74.39$^{bc\ 3/}$ | 197.38$^{d\ 3/}$ | 130.73$^{e\ 3/}$ |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 79.13$^{a}$ | 94.04$^{a}$ | 277.60$^{abc}$ | 218.85$^{a}$ |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA3 | 69.58$^{ab}$ | 81.31$^{abc}$ | 242.98$^{bcd}$ | 187.43$^{abc}$ |
| 4.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 68.84$^{ab}$ | 80.32$^{abc}$ | 289.17$^{ab}$ | 214.07$^{ab}$ |
| 5.ใส่เชื้อ CP-NK3 | 73.01$^{ab}$ | 85.88$^{ab}$ | 249.53$^{bc}$ | 193.22$^{abc}$ |
| 6.ใส่เชื้อ CP-NK6 | 70.98$^{ab}$ | 83.17$^{ab}$ | 242.02$^{bcd}$ | 176.20$^{bcd}$ |
| 7. –R / -N [2/] | 60.03$^{cd}$ | 68.57$^{bc}$ | 229.12$^{cd}$ | 139.52$^{de}$ |
| 8. –R / +N [2/] | 52.83$^{d}$ | 58.97$^{d}$ | 313.83$^{a}$ | 158.30$^{cde}$ |
| C.V. (%) | 10.97 | 12.58 | 13.04 | 12.58 |

หมายเหตุ :
[1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ
[2/] -R / -N = ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N
-R / +N = ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่
[3/] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ $P<0.05$

เมื่อใช้ดินจากพื้นที่ของศูนย์ฯหนองหอยที่ได้รับการใส่ปูนในการทดลอง พบว่าการใส่ปุ๋ย N ในปริมาณ 3 กก.N/ไร่ ตลอดจนการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate ไม่มีผลทำให้ต้นถั่วมีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ได้ใส่ปุ๋ยในทุกระยะของการเจริญเติบโตที่ได้มีการบันทึกข้อมูล ซึ่งต้นถั่วมีความสูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.22 23.28 และ 32.59 ซม. ในระยะV6 V9 และ R2 ตามลำดับ (ตาราง 4.4) สำหรับลักษณะของต้นถั่วที่ปลูกในแต่ละกรรมวิธีที่ระยะ R2 แสดงไว้ในรูปที่ 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.4** [1/]ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อความสูงของลำต้นถั่วพุ่มที่ระยะ V6 V9 และ R2 ในดินที่ใส่ปูน

| กรรมวิธีการทดลอง | ความสูง(เซนติเมตร) | | |
|---|---|---|---|
| | V6 | V9 | R2 |
| 1.ใส่เชื้อ CP-PM3 | 13.75 | 23.25 | 31.75 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 13.13 | 23.25 | 32.50 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA3 | 11.75 | 21.75 | 30.75 |
| 4.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 13.63 | 24.25 | 33.75 |
| 5.ใส่เชื้อ CP-NK3 | 13.25 | 23.50 | 32.25 |
| 6.ใส่เชื้อ CP-NK6 | 13.00 | 24.00 | 34.25 |
| 7. -R / -N [2/] | 12.50 | 22.50 | 32.00 |
| 8. -R / +N [2/] | 14.75 | 23.75 | 33.50 |
| | ns [3/] | ns [3/] | ns [3/] |
| C.V. (%) | 16.18 | 11.43 | 11.97 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] -R / -N = ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N

-R / +N = ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่

[3/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05

นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ย N ในปริมาณ 3 กก.N/ไร่ ตลอดจนการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate ไม่มีผลทำให้ต้นถั่วมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ได้ใส่ปุ๋ยที่ระยะ R2 อีกด้วย สำหรับน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินจากต้นถั่วพุ่มที่ปลูกในดินที่มีการใส่ปูน มีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 7.91 -10.22 กรัม/ต้น ซึ่งต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PM3มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุดคือ 10.22 กรัม/ต้น และพบว่าต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินน้อยที่สุด คือ 7.91 กรัม/ต้น (ตาราง 4.5)

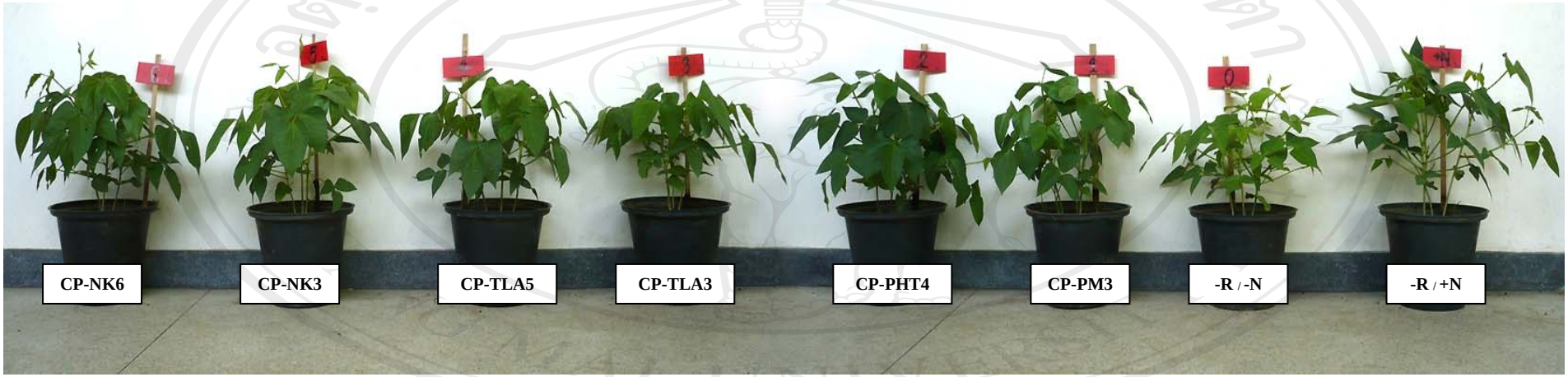
ในแง่ของการเกิดปมของต้นถั่วพุ่ม พบว่าการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุก isolate ไม่มีผลทำให้ถั่วพุ่มมีน้ำหนักแห้งของปมที่ระยะ R2 แตกต่างไปจากการไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N อย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าการใส่เชื้อ CP-PHT4 มีผลส่งเสริมให้ถั่วพุ่มมีการเกิดปมได้ดีที่สุดโดยมีน้ำหนักแห้งของปม 0.916 กรัม/ต้น ซึ่งแตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยที่คิดเป็นน้ำหนักแห้งประมาณ 0.611 กรัม/ต้น ซึ่งแสดงว่าดินที่ใช้ในการทดลองมีเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเกิดปมกับต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ถั่วพุ่ม อยู่ในดินตามธรรมชาติในปริมาณเพียงพอที่ทำให้ต้นถั่วที่ปลูกเกิดปมได้ดีพอสมควร ดังนั้น การใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วโดยการคลุกเมล็ดถั่วต่อผงเชื้อก่อนปลูก จึงไม่ทำให้ต้นถั่วเกิดปมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อ และพบว่าการใส่เชื้อ CP-NK3 มีน้ำหนักแห้งของปมน้อยที่สุดคือ 0.582 กรัม/ต้น (ตาราง 4.5)

สำหรับการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบด้วยเครื่อง SPAD 502 Chlorophyll meter เมื่อต้นถั่วมีอายุได้ 30 วัน พบว่าการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทุก isolate ตลอดจนที่ใส่ปุ๋ย N ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD 502 Chlorophyll meter นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วโดยไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N ซึ่งค่าที่อ่านได้อยู่ในช่วง 40.712-47.750 (ตาราง 4.5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูป 4.3** ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อความสูงของลำต้นถั่วพุ่มที่ระยะ R2 ในดินที่ใส่ปูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.5** [1/]ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งปมถั่วที่ระยะ 38 วันและค่าSPADที่ระยะ 30วันหลังปลูกในดินที่ใส่ปูน

| กรรมวิธีการทดลอง | น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัม / ต้น) | น้ำหนักแห้งของปมถั่ว (กรัม / ต้น) | SPAD |
|---|---|---|---|
| 1.ใส่เชื้อ CP-PM3 | 10.22 | 0.680 | 41.325 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 9.36 | 0.916 | 44.275 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA3 | 8.52 | 0.756 | 43.175 |
| 4.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 8.27 | 0.742 | 47.750 |
| 5.ใส่เชื้อ CP-NK3 | 8.25 | 0.582 | 45.612 |
| 6.ใส่เชื้อ CP-NK6 | 9.33 | 0.682 | 43.150 |
| 7. -R / -N [2/] | 7.91 | 0.611 | 40.712 |
| 8. -R / +N [2/] | 8.12 | 0.584 | 43.000 |
| | ns [3/] | ns [3/] | ns [3/] |
| C.V. (%) | 24.83 | 18.41 | 7.91 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] -R / -N = ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N

-R / +N = ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่

[3/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05

จากการศึกษาการตรึง N ของต้นถั่วพุ่ม โดยการวิเคราะห์สัดส่วน(%)ของสารประกอบยูริไอด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่ได้จากการตรึง N ในน้ำเลี้ยงของตอรากถั่วพุ่มที่ระยะ R2 พบว่าน้ำเลี้ยงจากตอรากต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว และไม่ใส่ปุ๋ย N มี N ในรูปของสารประกอบยูริไอด์ ประมาณ 56.02% ของปริมาณ N ทั้งหมดในน้ำเลี้ยง หรืออีกนัยหนึ่งน้ำเลี้ยงจากตอรากในกรรมวิธีดังกล่าวมีดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ 56.02% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นถั่วที่ได้รับการใส่ปุ๋ย N ที่มีดัชนียูริไอด์น้อยที่สุดเท่ากับ 37.03% แต่ไม่พบความแตกต่างกับต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมราก ยกเว้นการใส่เชื้อ CP-PM3(QUI 52.51%) แต่การใส่เชื้อ CP-PHT4 มีดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์สูงสุดเท่ากับ 71.16% และ หากประเมินการตรึง N จากดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์พบว่า ต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ได้ใส่ปุ๋ย N มี N ที่ได้จากการตรึง N ประมาณ 60.79%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของ N ที่ได้จากการตรึงประมาณ 154.13 มก.N/ต้น การใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่ ถึงแม้ว่ามีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของปมถั่วมากกว่าการไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย(QUI 36.45%)(ตาราง 4.6)

สำหรับปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดินในดินที่ใส่ปูนที่ระยะ R2 ทุกกรรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 ทำให้ต้นถั่วมีปริมาณ N ที่สะสมในส่วนเหนือดินมากที่สุด 348.17 มก.N/ต้น คือมากกว่าต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยประมาณ 47% (ตารางที่ 4.6)

สำหรับผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate ต่อ %N ที่ได้จากการตรึงพบว่าการใส่เชื้อ CP-PHT4 มีผลทำให้ต้นถั่วมี N ที่ได้จากการตรึงมากถึง 83.41% ของปริมาณ N ทั้งหมดในต้นถั่ว แต่การใส่เชื้อ isolate ดังกล่าวก็ไม่แตกต่างจากเชื้อ isolate อื่นๆที่เหลือในทางสถิติรวมทั้งต้นถั่วที่ไม่ได้รับการไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย ยกเว้นเชื้อ CP-TLA3 มีความแตกต่างในทางสถิติซึ่งเป็นเชื้อที่ทำให้ต้นถั่วมี %N ที่ได้จากการตรึง 58.55 % สำหรับต้นถั่วที่ใส่ปุ๋ย N ทำให้ต้นถั่วมี %N ที่ได้จากการตรึงต่ำที่สุด (37.91%) (ตารางที่ 4.6)

ในแง่ของปริมาณ N ทั้งหมดในต้นที่ได้จากการตรึงพบว่า การใส่เชื้อ CP-PHT4 ทำให้ต้นถั่วพุ่มมีปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงสูงที่สุดคือมีปริมาณ 283.60 มก.N/ต้น ซึ่งสูงกว่า N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย 84% (ตาราง 6)อย่างไรก็ตามปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงของต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 ก็ไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-TLA5 (211.60 มก.N/ต้น) CP-NK3 (1493.22มก.N/ต้น ) และCP-NK6 (176.20 มก.N/ต้น) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วแต่ละ isolate กับปริมาณ N ในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยพบว่า การใส่เชื้อทุก isolate แต่ผลทำให้ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงแตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้ใส่เชื้อ CP-NK6 CP-NK3 และ CP-TLA5 สูงกว่าปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย 47 42 และ 37 % ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อทุก isolate ยังมากกว่า และแตกต่างจาก N ที่ได้จากการตรึงในต้นถั่วที่ได้รับการใส่ปุ๋ย N อีกด้วย (ตาราง 4.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.6** [1/]ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ %และปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง N และ N uptake ของส่วนเหนือดินของถั่วพุ่มที่ปลูกในดินที่ใส่ปูน

| กรรมวิธีการทดลอง | ดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ (%) | %N ที่ได้จากการตรึง N | N uptake (มก.N/ต้น) | N ที่ได้จากการตรึง (มก.N/ต้น) |
|---|---|---|---|---|
| 1.ใส่เชื้อ CP-PM3 | 58.11[ab 4/] | 66.01[ab 4/] | 246.70 | 161.55[bc 4/] |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 71.16[a] | 83.41[a] | 348.17 | 283.60[a] |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA3 | 52.51[bc] | 58.55[bc] | 282.08 | 165.47[bc] |
| 4.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 67.30[ab] | 78.27[ab] | 271.48 | 211.60[ab] |
| 5.ใส่เชื้อ CP-NK3 | 65.22[ab] | 75.49[ab] | 281.05 | 219.00[ab] |
| 6.ใส่เชื้อ CP-NK6 | 63.22[ab] | 72.83[ab] | 295.23 | 226.57[ab] |
| 7. -R / -N [2/] | 56.02[ab] | 63.23[ab] | 237.28 | 154.13[bc] |
| 8. -R / +N [2/] | 37.03[c] | 37.91[c] | 292.95 | 118.18[c] |
| | | | ns [3/] | |
| C.V. (%) | 18.26 | 21.38 | 20.13 | 29.43 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] -R / -N = ไม่ใส่เชื้อและไม่ใส่ปุ๋ย N

-R / +N = ไม่ใส่เชื้อแต่ใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 3 กก.N/ไร่

[3/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05

[4/] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ P<0.05

เนื่องจากเชื้อ CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 เป็นเชื้อที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด 3 อันดับแรก ในแง่ของการเกิดปม ตลอดจนการตรึง N ดังนั้นในการทดลองจึงเลือกเชื้อทั้ง 3 isolate สำหรับการทดลองในภาคสนาม

ตลอดการทำการทดลองในกระถาง (เดือนเมษายน - พฤษภาคม) การผันแปรของอุณหภูมิดินมีน้อยมาก อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ในช่วงบ่าย (14.00-15.00 น.) พบว่า อยู่ในช่วง 35-37°C สำหรับในช่วงเช้า (6.00-7.00 น.)ในการตรวจสอบอุณหภูมิดินมีการผันแปรน้อยมาก อุณหภูมิต่ำสุดที่สุดอยู่ในช่วง 23-25°C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลการทดลองปลูกถั่วพุ่มในกระถางที่พบว่า ต้นถั่วพุ่มที่ปลูกในดินที่ได้รับการใส่ปูนมี %N ที่ได้จากการตรึง N ต่ำกว่าต้นถั่วที่ปลูกในดินที่ไม่ได้รับการใส่ปูนแตกต่างจากการรายงานของ Peoples และคณะ (1995) ที่พบว่าในดินที่เป็นกรดซึ่งมี pH อยู่ในช่วง 4.17-4.54 การใส่ปูนมีผลทำให้ถั่วที่ปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์มี %N ที่ได้จากการตรึง N เพิ่มขึ้นและแตกต่างจากรายงานของ Evan และคณะ(1998) ซึ่งพบว่าการเพิ่ม pH ของดินโดยการใส่ปูนทำให้จำนวนปมต่อต้นของถั่ว subterranean clover เพิ่มขึ้นการที่ถั่วพุ่มที่ปลูกในการทดลองนี้มีจำนวนปมและ %N ที่ได้จากการตรึง N น้อยกว่าถั่วพุ่มที่ปลูกในดินที่ไม่ได้รับการใส่ปูนคาดว่าเป็นเพราะการใส่ปูนทำให้ดินปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น จากรายงาน Haynes และ Swift (1998) พบว่าการใส่ปูนในดินที่เป็นกรดทำให้การเจริญและการประกอบกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้นอย่างมากและทำให้กระบวนการ N mineralization เกิดได้ดี นอกจากนี้การใส่ปูนยังส่งเสริมกิจกรรมของเอนไซม์ protease อีกด้วย สำหรับดินที่ใช้ทดลองเป็นดินที่มีอินทรียวัตถุในระดับสูง (>2.5%) ดังนั้นจึงคาดว่าการใส่ปูนน่าจะมีผลส่งเสริมให้กระบวนการ N mineralization เกิดได้ดี และปริมาณของ N ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินที่ใส่ปูนน่าจะมีมากและทำให้การเข้าสู่รากของเชื้อไรโซเบียมและกิจกรรมของเอนไซม์ไนโตรจีเนสของเชื้อในปมถั่วมีน้อยลง อย่างไรก็ตามเมื่อดินที่ได้รับการใส่ปูนมีปริมาณ N ที่เป็นประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นย่อมทำให้ต้นกล้ามีการสะสม N ในดินมากขึ้นซึ่งการทดลองนี้ก็พบว่า ต้นถั่วที่ปลูกในดินที่ได้รับการใส่ปูนมีการสะสม N ในส่วนเหนือดินมากกว่าต้นถั่วที่ปลูกในดินที่ไม่ได้รับการใส่ปูนทั้งที่% N ที่ได้จากการตรึง N ของต้นถั่วที่ปลูกในดินที่ใส่ปูนต่ำกว่า ซึ่งสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าการใส่ปูนเพิ่มปริมาณ N ที่ได้จากกระบวนการ N mineralization ในดินจากรายงานของ Alston และ Graham (1982) ที่พบว่าการตรึง N ของถั่ว Barrel medic ขึ้นกับปริมาณของอนินทรีย์ N โดยการตรึง N ลดลงเมื่อดินมีปริมาณของอนินทรีย์มาก รายงานของ Alston และ Graham (1982) สนับสนุนสมมติฐานของผู้วิจัยที่ว่าการใส่ปูนมีผลส่งเสริมกระบวนการ N mineralization ของดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินในระดับสูงและทำให้ปริมาณของ N ที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นจนมีผลทำให้การเข้าสู่รากและการตรึง N ของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วภาคสนาม**

การทดลองในภาคสนามเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วของถั่วพุ่ม สำหรับข้อมูลด้านน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักแห้งปม ดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ %N ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง N และปริมาณ N ทั้งหมดที่สะสมในส่วนเหนือดิน (N-uptake) ของถั่วพุ่มที่ปลูกในแปลงทดลองบนพื้นที่สูงในระยะ V9 และ R3.5 แสดงไว้ในตารางที่ 10 11 12 และ 13 ตามลำดับ

การปลูกถั่วพุ่มในดินจากพื้นที่สูง ซึ่งได้มีการปรับปรุง pH ของดินให้อยู่ในระดับ 6.6-6.8 ก่อนที่จะใช้ในการทดลอง พบว่าที่ระยะ 45 วันหลังปลูกต้นถั่วมีการเกิดปม (รูปที่ 4.4) แม้ว่าไม่มีการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว แสดงว่า ในดินที่ใช้ทดลองมีเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วที่สามารถเข้าไปสร้างปมกับถั่วพุ่มอยู่ในดินตามธรรมชาติ น้ำหนักแห้งปมถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อที่ระยะ 45 วันหลังปลูก(V9) มีประมาณ 0.083 กรัม/ต้น การใส่เชื้อแบคทีเรีย 2 isolate ได้แก่เชื้อ CP-PHT4 และ CP-TLA5 มีผลส่งเสริมให้ถั่วพุ่มมีการเกิดปมได้ดีขึ้น โดยมีน้ำหนักแห้งของปม 0.158 และ 0.197 กรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งทั้งสอง isolate ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญ การใส่เชื้อ CP-NK3 ทำให้ถั่วพุ่มมีน้ำหนักแห้งของปม 0.121 กรัม/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อ แต่มีประสิทธิภาพด้อยกว่าเชื้อ 2 isolate แรก ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.7) เป็นที่น่าสังเกตว่าถั่วพุ่มที่ปลูกในแปลงทดลอง ซึ่งมีอายุ 45 วันหลังปลูกมีน้ำหนักแห้งของปมน้อยกว่าถั่วพุ่มที่ปลูกในกระถางโดยใช้ดินที่ปรับ pH และมีอายุ 38 วันหลังปลูก (0.58-0.92 กรัม/ต้น) ในช่วงตั้งแต่ 4.8-7.0 เท่า ซึ่งสาเหตุอาจมาจากปัญหาในการเก็บปมออกจากรากได้ไม่หมด ถึงแม้การใส่เชื้อแบคทีเรียจำนวน 2 isolate ให้ผลดีในแง่ของการส่งเสริมให้ถั่วพุ่มมีการเกิดปมดีขึ้น แต่การใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วทั้ง 2 isolate ไม่มีผลทำให้ถั่วพุ่มที่ปลูกในแปลง มีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ ตลอดจน %N ที่ได้จากการตรึง แตกต่างจากต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อในทางสถิติ

**ตาราง 4.7** [1/]ผลการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และน้ำหนักแห้งปม ของถั่วพุ่มที่ปลูกในแปลงทดลองบนพื้นที่สูงในระยะ V9

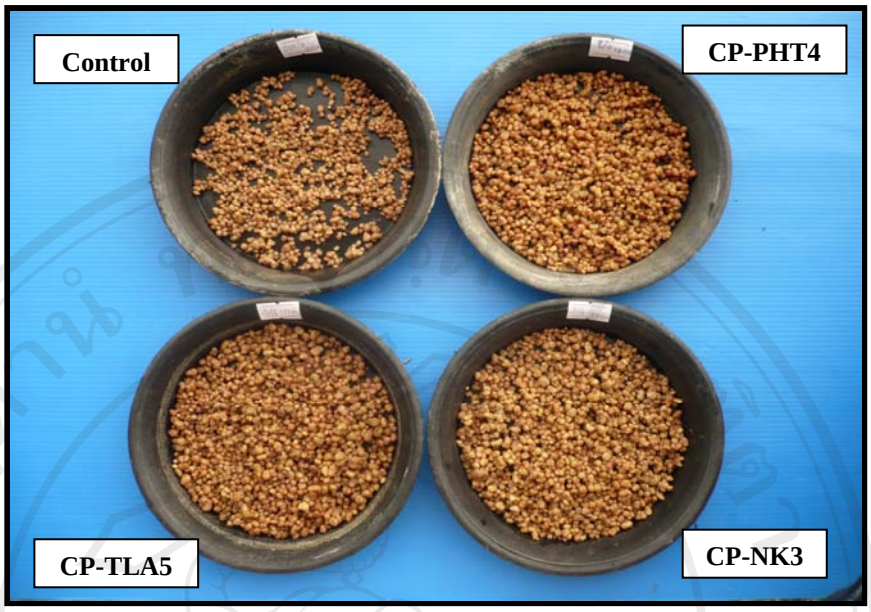
| กรรมวิธีการทดลอง | น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กก./ไร่) | น้ำหนักแห้งของปมถั่ว (กรัม / ต้น) |
|---|---|---|
| 1. ไม่ใส่เชื้อ | 182.28 | 0.083 [c 3/] |
| 2. ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 224.95 | 0.158 [ab] |
| 3. ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 186.48 | 0.197 [a] |
| 4. ใส่เชื้อ CP- NK3 | 182.96 | 0.121 [bc] |
| | ns [2/] | |
| C.V. (%) | 15.8 | 32.1 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.05$

[3/] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ $P<0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูป 4.4** ผลของการคลุกเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อปมถั่วที่ปลูกในแปลงทดลองที่ระยะ V9

จากการตรวจสอบการปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้ ในดินที่ใช้ปลูกถั่วพุ่ม โดยการบ่มดินที่เก็บจากแปลงทดลองในถุงพลาสติกและฝังถุงบ่มดินไว้ในดินในแปลงทดลอง พบว่าเมื่อบ่มดินครบ 4 สัปดาห์ ปริมาณอนินทรีย์ N ($NH_4^+$+$NO_3^-$-N) มีประมาณ 20 มก.N/กก. หรือประมาณ 0.005 มก.N/กรัม ต่อสัปดาห์โดยเฉลี่ย จากรายงานของ Theis และคณะ (1991) พบว่าเมื่อดินมีปริมาณของ N ที่ได้จากกระบวนการ N-mineralization ในช่วงตั้งแต่ 0.008-0.044 มก.N/กรัมต่อสัปดาห์ การตรึง N ของถั่วที่ปลูกโดยเชื้อไรโซเบียมลดลง เนื่องจากปริมาณอนินทรีย์ N ที่เกิดจากกระบวนการ mineralization ของดินที่ใช้ปลูกถั่วพุ่มอยู่ในระดับเดียวกันกับที่ Theis และคณะ (1991) ได้รายงานไว้ ดังนั้นการเกิดปมและการทำงานของเอนไซม์ไนโตรจีเนสที่ใช้ในการตรึง N ในปมถั่วจึงไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับการเกิดปม และการตรึงNของถั่วพุ่มที่ปลูกในกระถางซึ่งมีการให้น้ำทุกวัน ที่ระยะ V9 ซึ่งต้นถั่วมีอายุได้ 45 วันหลังปลูก ต้นถั่วพุ่มมีการสะสม N ในส่วนเหนือดินในช่วงตั้งแต่ 12-13 กก.N/ไร่ ซึ่งความแตกต่างของการสะสม N ในส่วนเหนือดินในระหว่างต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อไรโซเบียมแต่ละ isolate กับต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่ใส่เชื้อไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ สำหรับความแตกต่างของปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง N ในระหว่างต้นถั่วที่ใส่และไม่ใส่เชื้อก็ไม่มีนัยสำคัญ เช่นกัน โดยปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง N ในต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อมีประมาณ 5.94 กก.N/ไร่ ส่วนต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 CR-TLAS และ CP-NK3 มี N ที่ได้จากการตรึง 7.78 8.11 และ7.81 กก.N/ไร่ ตามลำดับ(ตารางที่ 4.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.8** [1/] ผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อ ดัชนี ยูริไอด์ สัมพัทธ์ของน้ำเลี้ยงจากตอราก %N ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง ปริมาณ N uptakeในส่วนเหนือดินของถั่วพุ่มที่ปลูกในแปลงทดลองบนพื้นที่สูงที่ระยะ V9

| กรรมวิธีการทดลอง | ดัชนียูริไอด์ สัมพัทธ์ (%) | %N ที่ได้จากการตรึง N | N uptake (กก.N/ไร่) | N ที่ได้จากการตรึง (กก.N/ไร่) |
|---|---|---|---|---|
| 1.ไม่ใส่เชื้อ | 46.37 | 50.36 | 12.05 | 5.94 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 52.19 | 58.12 | 13.10 | 7.78 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 55.91 | 63.08 | 12.56 | 8.11 |
| 4.ใส่เชื้อ CP- NK3 | 56.13 | 63.37 | 12.05 | 7.81 |
| | ns [2/] | ns [2/] | ns [2/] | ns [2/] |
| C.V. (%) | 12.8 | 15.25 | 10.3 | 13.8 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05

ที่ระยะ R3.5 ซึ่งต้นถั่วพุ่มมีอายุ 60 วันหลังปลูก จากข้อมูลในตารางที่ 12 พบว่าต้นถั่วที่ปลูกโดยการใส่เชื้อแต่ละ isolate ให้น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากต้นถั่วที่ปลูกโดยการไม่ใส่เชื้อ โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินในช่วงตั้งแต่ 425-459 กก./ไร่ มีระยะR 3.5 น้ำหนักแห้งของปมของต้นถั่วที่ไม่ได้รับการใส่เชื้อมีประมาณ 0.128 กรัม/ต้น ส่วนที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 มีน้ำหนักแห้งของปม 0.147 0.138 และ0.162 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 4.9) ซึ่งความแตกต่างระหว่างการใส่เชื้อแต่ละisolate กับการไม่ใส่เชื้อ ในด้านน้ำหนักแห้งสะสม ไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.9** [1/] ผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และ น้ำหนักแห้งปมถั่วพุ่ม ที่ปลูกในแปลงทดลองบนพื้นที่สูงที่ระยะ R3.5

| กรรมวิธีการทดลอง | น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กก./ไร่) | น้ำหนักแห้งของปมถั่ว (กรัม / ต้น) |
|---|---|---|
| 1.ไม่ใส่เชื้อ | 424.80 | 0.128 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 459.50 | 0.147 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 453.60 | 0.138 |
| 4.ใส่เชื้อ CP- NK3 | 454.50 | 0.162 |
| | ns [2/] | ns [2/] |
| C.V. (%) | 13.7 | 19.11 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.05$

ในแง่ของดัชนียูริไอด์สัมพันธ์ของน้ำเลี้ยงจากตอรากจากข้อมูลในตารางที่ 10 พบว่าต้นถั่วที่ไม่ได้ใส่เชื้อ มีค่าดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ประมาณ 64% ในขณะที่ต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อมีค่าดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ในช่วงตั้งแต่ 72-73% ซึ่งความแตกต่างระหว่างการใส่เชื้อแต่ละ isolate ไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ทุกเชื้อทำให้ค่าดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์สูงกว่าการไม่ใส่เชื้อ ($P<0.05$) ในแง่ของ %N ที่ได้จากการตรึง 73.69% ซึ่งต่ำกว่าต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อทุก isolate ซึ่งทำให้ %N ที่ได้จากการตรึงอยู่ในช่วงตั้งแต่ 94-84% สำหรับความแตกต่างของ %N ที่ได้จากการตรึงในระหว่างการใส่เชื้อทุก isolate ไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ (ตาราง 4.10)

ในแง่ของปริมาณ N ที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดิน พบว่าที่ระยะ R3.5 ต้นถั่วที่ได้รับหรือไม่ได้รับ การใส่เชื้อไรโซเบียมมีการสะสม N ในส่วนเหนือดินไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยการสะสม N อยู่ในช่วงตั้งแต่ 13.78 -14.84 กก.N/ไร่ นอกจากนี้ การใส่เชื้อหรือไม่ใส่เชื้อไรโซเบียม ยังไม่ทำให้ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง N ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย สำหรับต้นถั่วที่ไม่ใส่เชื้อมี N ที่ได้จากการตรึงNประมาณ 10.60 กก.N/ไร่ ส่วนต้นถั่วที่ได้รับการใส่เชื้อ CP-PHT4 CP-TLA5 และ CP-NK3 มี N ที่ได้จากการตรึง N 12.75 12.08 และ 13.00 กก.N/ไร่ ซึ่งถึงแม้ว่าปริมาณ N ที่ได้จากการตรึงไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อในทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มให้ N ที่ได้จากการตรึง N สูงกว่า 20 12 และ 22% ของปริมาณ N ที่ได้รับจากการตรึงของต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่ใส่เชื้อไรโซเบียม ตามลำดับ (ตาราง 4.10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.10** [1/] ผลของการใส่เชื้อแบคทีเรียปมรากถั่วต่อ ดัชนี ยูริไอด์ สัมพัทธ์ของน้ำเลี้ยงจากตอราก %N ปริมาณ N ที่ได้จากการตรึง ปริมาณ N uptakeในส่วนเหนือดินของถั่วพุ่ม ที่ปลูกในแปลงทดลองบนพื้นที่สูงที่ระยะ R3.5

| กรรมวิธีการทดลอง | ดัชนียูริไอด์สัมพัทธ์ (%) | %N ที่ได้จากการตรึง N | N uptake (กก.N/ไร่) | N ที่ได้จากการตรึง (กก.N/ไร่) |
|---|---|---|---|---|
| 1.ไม่ใส่เชื้อ | 63.87 [b 3/] | 73.69 [b 3/] | 13.78 | 10.60 |
| 2.ใส่เชื้อ CP-PHT4 | 73.25 [a] | 94.20 [a] | 14.21 | 12.75 |
| 3.ใส่เชื้อ CP-TLA5 | 72.10 [a] | 84.67 [a] | 13.84 | 12.08 |
| 4.ใส่เชื้อ CP- NK3 | 72.21 [a] | 84.81 [a] | 14.84 | 13.00 |
| | | | ns [2/] | ns [2/] |
| C.V. (%) | 5.1 | 5.6 | 14.7 | 17.9 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

[2/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05

[3/] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ P<0.05

ตลอดการทำการทดลองในแปลงทดลอง (เดือนมิถุนายน – สิงหาคม) การผันแปรของอุณหภูมิดินมีน้อยมาก อุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ในช่วงบ่าย(14.00-15.00 น.) พบว่าอยู่ในช่วง 23-25°C สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดที่วัดได้ในช่วงเช้า (6.00-7.00 น.)ในการตรวจสอบอุณหภูมิดินมีการปันแปรน้อยมากเช่นเดียวกัน นั่นคือ อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 13-14°C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**4.3 การศึกษาวิธีการจัดการดินที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณ N สำหรับการปลูกพืชในระบบอินทรีย์บนที่สูง**

ที่ระยะR3.5 ก่อนการไถกลบถั่วพุ่มต้นถั่วพุ่มมีลักษณะการเจริญเติบโตดังแสดงไว้ในรูป 4.5 หลังการเก็บเกี่ยวผึ่งต้นถั่วพุ่มให้แห้งในที่ร่มก่อนการไถกลบเพื่อให้สามารถปลูกผักในแต่ละกรรมวิธีเดียวกับกรรมวิธีของแปลงทดลองก่อนการไถกลบถั่วพุ่มแสดงไว้ในรูปที่ 4.6 ในกรรมวิธีควบคุม มูลวัวที่ใช้มี N ประมาณ 1.427% โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนปุ๋ยน้ำหมักจากปลามีความเข้มข้นของ N 0.369% ก่อนการเจือจางด้วยน้ำ สำหรับถั่วพุ่มที่ไถกลบมีความเข้มข้นของ N ในส่วนเหนือดิน 3.00% ส่วนรากมีความเข้มข้นของ N 1.43% โดยน้ำหนักแห้ง ในพื้นที่ 1 ไร่ ถั่วพุ่มที่ใช้ไถกลบให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน 450 กก./ไร่ ส่วนรากมีน้ำหนักแห้ง 148 กก./ไร่ ในแต่ละกรรมวิธีของการจัดการปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกผักคะน้า สำหรับการทดลองนี้ มีดังนี้

| กรรมวิธี | รหัสย่อ | การใส่ N (กก./ไร่) |
|---|---|---|
| 1 | Control | 128.92 |
| 2 | CP-1M | 15.62 |
| 3 | CP-1W | 15.62 |
| 4 | CP-1M+M | 38.45 |
| 5 | CP-1W+M | 38.45 |
| 6 | 2XCP | 31.25 |

หลังการย้ายปลูกคะน้าในแปลงทดลองได้ 1 เดือน และ 1 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวต้นคะน้ามีลักษณะการเจริญเติบโตดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7ก และ 4.7ข ตามลำดับ ที่ระยะ 2 เดือน หลังการย้ายปลูก คะน้าที่ปลูกในการทดลองให้ผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งการสะสม N P และ K ในส่วนเหนือดิน และมีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบที่ 3 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตาราง 4.11** [1/] ผลของไถกลบถั่วพุ่มในช่วงเวลาและอัตราต่างๆ ต่อผลผลิตของน้ำหนักสดผักสด น้ำหนักแห้ง และการสะสม N ของส่วนเหนือดินของผักคะน้า

| กรรมวิธี | รหัสย่อ | ผลผลิต (กก./ไร่) | | การสะสมธาตุอาหาร (กก./ไร่) |
|---|---|---|---|---|
| | | น้ำหนักสด | น้ำหนักแห้ง | N |
| 1 | Control | 6,862(100)[2/] | 631.3 | 15.75 |
| 2 | CP-1M | 6,187(90) | 569.2 | 18.02 |
| 3 | CP-1W | 6,009(88) | 552.8 | 18.25 |
| 4 | CP-1M+M | 6,400(93) | 588.8 | 17.76 |
| 5 | CP-1W+M | 7,147(104) | 657.5 | 21.67 |
| 6 | 2XCP | 6,258(91) | 575.7 | 17.55 |
| | | ns[3/] | ns[3/] | ns[3/] |
| | %CV | 16.29 | 16.29 | 19.75 |

หมายเหตุ : [1/] ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ ns = nonsignificant

[2/] ดัชนีผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับ control

[3/] ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.05$

การไถกลบถั่วพุ่มที่มีอายุ 50 วัน มีน้ำหนักสดประมาณ 3 ตัน/ไร่ คิดเป็นน้ำหนักแห้ง 667 กก./ไร่ ลงไปในดินเป็นเวลา 1 เดือน หรือ 1 สัปดาห์ ไม่ทำให้คะน้ามีผลผลิตไม่ว่าจะคิดเป็นน้ำหนักสดหรือน้ำหนักแห้งก็ตาม แตกต่างจากการใช้มูลวัวในอัตรา 8 ตัน/ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำหมักจากปลา ซึ่งเป็นวิธีการที่ N ในการผลิตคะน้าอินทรีย์ของศูนย์ฯหนองหอย ในทางสถิติการไถกลบถั่วพุ่มก่อนการปลูกคะน้า 1 เดือนหรือ 1 สัปดาห์ก็ให้ผลไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการไถกลบถั่วพุ่มอย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตผักคะน้าสดต่ำกว่าวิธีการทั่วไปที่ใช้ผลิตคะน้าอินทรีย์เล็กน้อย (10-12%) การใช้มูลวัวในอัตรา 1,600 กก./ไร่ร่วมกับการไถกลบถั่วพุ่มให้ผลไม่แตกต่างจากการไถกลบถั่วพุ่มอย่างเดียว ในทางสถิติ แม้ว่าการใช้มูลวัวร่วมกับการไถกลบถั่วพุ่มมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตผักคะน้าสดดีกว่าเล็กน้อยก็ตาม และการใช้มูลวัวร่วมกับการไถกลบถั่วพุ่มให้ผลไม่แตกต่างจาก control ด้วย การใช้ถั่วพุ่มไถกลบลงไปในดินอย่างเดียวโดยใช้ในอัตราที่ให้น้ำหนักสด 6 ตัน หรือ 2 เท่าของอัตราการไถกลบถั่วพุ่มในกรรมวิธีอื่นๆ ก็ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ในอัตรา 3 ตันต่อไร่ ในทางสถิติ ผลผลิตของผักคะน้าสด ที่ปลูกด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตามวิธีการที่ใช้ในการผลิตอัตราของศูนย์ฯหนองหอย มีประมาณ 6.9 ตันต่อไร่ ส่วนการใช้ถั่วพุ่มไถกลบอย่างเดียวในอัตราที่ให้น้ำหนักสด 3 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตฝักสดในช่วง 6.0-6.2 ตันต่อไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่เมื่อใช้ถั่วพุ่มร่วมกับมูลวัว ผลผลิตผักคะน้าสดอยู่ในช่วง 6.4-7.1 ตัน/ไร่ ปริมาณผลผลิตผักคะน้าสดที่ได้จากการทดลองนี้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ (ตาราง 4.11)

จากข้อมูลด้านการสะสมธาตุ N ในผลผลิตผักคะน้า พบว่าในวิธีการที่ใช้มูลวัวร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักการสะสม N ในผลผลิตผักคะน้า มีประมาณ 15.8 กก.N/ไร่ ส่วนการสะสม N ในผลผลิตผักคะน้าที่ปลูกโดยการไถกลบถั่วพุ่มอย่างเดียวในอัตราที่ให้น้ำหนักสด 3 ตัน/ไร่ มีประมาณ 18 กก.N/ไร่ แต่เมื่อใช้ถั่วพุ่มไถกลบร่วมกับการใส่มูลวัว การสะสม N ในผลผลิตผักคะน้าอยู่ในช่วง 17.7-21.7 กก.N/ไร่ ในขณะที่การไถกลบถั่วพุ่ม 6 ตัน/ไร่ ทำให้ Nในผลผลิตประมาณ 17.5 กก.N/ไร่ (ตาราง 4.11)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ N ในผลผลิตผักคะน้ากับปริมาณ N ในปุ๋ยที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี พบว่าปริมาณ N ที่สะสมในผลผลิตผักคะน้าสูงกว่าปริมาณ N ที่ได้รับจากการไถกลบถั่วพุ่มอย่างเดียว ในอัตราที่ให้น้ำหนักสด 3 ตัน/ไร่ ไม่เกิน 3 กก.N/ไร่ ในขณะที่ปริมาณ N ที่ใช้ในวิธีการปลูกผักอินทรีย์ของศูนย์ฯหนองหอย มีมากกว่า N ผลผลิตประมาณ 8 เท่าตัว ส่วนการใช้มูลวัวร่วมกับการไถกลบถั่วพุ่มในอัตราที่ให้น้ำหนักสด 3 ตัน/ไร่ เป็นการให้ N มากกว่า N ที่สะสมในผลผลิตประมาณ 2 เท่า

**ตาราง 4.12** ความเข้มข้นของอนินทรีย์ N ในดินภายหลังการไถกลบถั่วพุ่มภายหลังการบ่มเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์

| กรรมวิธี | ความเข้มข้นของ $NH_4^+$+$NO_3^-$-N ในดิน (มก.N/กก.) | |
|---|---|---|
| | บ่มดินสัปดาห์ที่ 2 | บ่มดินสัปดาห์ที่ 4 |
| ไม่ใส่ถั่วพุ่ม | 19 | 21 |
| ใส่ถั่วพุ่มอัตรา 3 ตัน/ไร่ | 39 | 48 |
| ใส่ถั่วพุ่มอัตรา 6 ตัน/ไร่ | 53 | 57 |

จากผลการศึกษาการปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้ของดินที่ไถกลบและไม่ไถกลบถั่วพุ่ม พบว่า ในช่วงเวลา 2 สัปดาห์แรกปริมาณอนินทรีย์ในดินที่ไม่ได้ไถกลบถั่วพุ่มมีประมาณ 19 มก.N/กก. และเพิ่มเป็น 21 มก.N/กก. ใน 2 สัปดาห์ต่อมา ส่วนดินที่ไถกลบถั่วพุ่มในอัตรา 3 ตัน/ไร่ มีปริมาณอนินทรีย์ N 39 มก.N/กก. ใน 2 สัปดาห์แรกและเพิ่มเป็น 48 มก.N/กก. เมื่อบ่มดินครบ 4 สัปดาห์ ในดินที่ไถกลบถั่วพุ่มในอัตรา 6 ตัน/ไร่ ปริมาณอนินทรีย์ N ในดินมีประมาณ 53 และ 57 มก.N/กก. เมื่อบ่มดินครบ 2 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ (ตาราง 4.12) หากถือว่าปริมาณอนินทรีย์ N ที่เพิ่มขึ้นในดินที่ไถกลบถั่วพุ่ม คือ N ที่ได้จากกระบวนการ N-mineralization ของถั่วพุ่ม กล่าวได้ว่า ใน 2 สัปดาห์ของการบ่ม ถั่วพุ่มที่ไถกลบในอัตรา 3 ตัน/ไร่ ปลดปล่อย N ที่เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์ได้ประมาณ 20 มก.N/ไร่ หรือประมาณ 6 กก.N/ไร่ และเพิ่มเป็น 21 มก.N/กก.หรือประมาณ 8.4 กก.N/ไร่ ภายใน 4 สัปดาห์ ส่วนการไถกลบถั่วพุ่มในอัตรา 6 ตัน/ไร่ ปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้สู่ดินประมาณ 34 มก.N/กก. หรือประมาณ 10.6 กก.N/ไร่ และเพิ่มเป็น 36 มก.N/กก. หรือประมาณ 11 กก.N/ไร่ ในสัปดาห์ที่ 4 การที่ปริมาณการปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินที่ไถกลบถั่วพุ่มในอัตรา 6 ตัน/ไร่ ใน 2 สัปดาห์หลังมีน้อย เมื่อเทียบกับการปลดปล่อย N ใน 2 สัปดาห์แรก คาดว่าน่าจะเกิดกระบวนการสูญเสีย N ในระหว่างการบ่ม ซึ่งการสูญเสีย N ที่คาดว่าเป็นไปได้ ได้แก่การสูญเสีย N ในรูปการระเหยของก๊าซแอมโมเนีย และการสูญเสีย N โดยกระบวนการ denitrification อย่างไรก็ตาม ความแปรปรวนของข้อมูลระหว่างการทดลองแต่ละซ้ำมีค่อนข้างมาก และการบ่มดินไม่ได้ใช้ตัวอย่างพืชที่บดละเอียด ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความแปรปรวนสูง ในการทดลองนี้จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการปลดปล่อย N ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินประกอบในการแปลผลการทดลอง และข้อมูลนี้ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของ N ในดิน ภายหลังการไถกลบถั่วพุ่มลงไปในดินแล้วเท่านั้น

การผลการทดลองปลูกคะน้าโดยใช้ถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสดในอัตราที่ให้น้ำหนักสด 3 ตัน/ไร่ ซึ่งเป็นอัตราที่กรมพัฒนาที่ดินแนะนำ และพบว่าปริมาณ N ที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีมากพอที่ทำให้ผักคะน้าให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการใส่มูลวัวในอัตรา 8 ตัน/ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยน้ำหมักจากปลาชี้ให้เห็นว่า วิธีการดังกล่าวมีประสิทธิภาพสำหรับการปลูกผักอินทรีย์ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการลดต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการใช้มูลวัว ซึ่งในการทดลองนี้ เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อมูลวัวแห้งประมาณ 1 บาท/กก. การใช้มูลวัวจำนวนมากถึง 8 ตัน/ไร่ สำหรับการผลิตผักอินทรีย์แต่ละครั้งก็ดูจะเป็นเรื่องที่ยากแก่การปฏิบัติสำหรับเกษตรกรโดยทั่วไปเช่นกัน โดยเฉพาะเกษตรกรบนพื้นที่สูงซึ่งส่วนใหญ่ใช้วิธีการเลี้ยงวัวโดยการปล่อยให้แทะเล็มหญ้าตามธรรมชาติ การปลูกถั่วพุ่มเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดและใช้ไถกลบเป็นแหล่งของNสำหรับการปลูกผักอินทรีย์ เป็นวิธีการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และยังเป็นวิธีที่เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ ถ้าสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วสำหรับการปลูกได้เอง จึงถือว่ามีความยั่งยืนมากกว่า อนึ่งในการปลูกถั่วพุ่มบนพื้นที่สูง จากการทดลองนี้ถ้ามีการปลูกโดยวิธีการโรยเมล็ดเป็นแถวระยะห่างระหว่างแถว 30 ซม. ถั่วพุ่มที่ปลูกบนที่สูงให้น้ำหนักมากถึง 6 ตัน/ไร่ ในขณะที่ถั่วพุ่มที่ปลูกโดยทั่วไปให้น้ำหนักสดประมาณ 1-4 ตัน/ไร่ (คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน 2544; พงศปิยะ, 2547) และให้ N ประมาณ 31 กก.N/ไร่ ซึ่งการไถกลบถั่วพุ่มในปริมาณดังกล่าวสำหรับการปลูกผักคะน้า ปริมาณ N ที่ได้จากการปลูกถั่วพุ่มที่ไถกลบมีมากกว่าปริมาณ N ที่สะสมในผลผลิตผักคะน้าในปริมาณ 6.0-7.1 ตัน/ไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการตรวจเอกสาร ผู้วิจัยพบว่าในการใช้ประโยชน์จากพืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด จำเป็นต้องมีการศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม เพราะจากรายงาน Much และคณะ (1985) Creswell และ Warming, 1972 ซึ่งอ้างโดย Franzuebbers(1999), Alexander(1967) Marie และ Pau (1999) Alston และ Graham(1982) Awonaike และคณะ(1991) ซึ่งอ้างโดย Franzluebbers และคณะ (1994) ตลอดจนรายงานของ Franzluebbers และคณะ (1994,1995) และ Ladd และคณะ (1983) มีปัจจัยหลายประการที่ต้องคำนึงเพื่อให้การปลูกถั่วมีการเกิดปม การตรึง N เกิดได้ดีและเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากถั่วที่ไถกลบเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูป 4.5** สภาพการเจริญเติบโตของถั่วพุ่มดำซึ่งปลูกในแปลงทดลองเพื่อใช้ในการไถกลบก่อนการปลูกผักคะน้า

**รูป 4.6** การเตรียมแปลงลักษณะของแปลงทดลองในช่วงที่มีการไถกลบถั่วพุ่มดำก่อนการปลูกผักคะน้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูป 4.7** การเจริญเติบโตของผักคะน้า ในแปลงทดลองหลังจากย้ายกล้าปลูกได้ 1 เดือน (ก) และ 1 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved