

ผลของฟอสฟอรัสและการคลุกเชื้อไรโซเบียมต่อการเจริญเติบโต
และการตรึงไนโตรเจนของถั่วเซนโตรซีมา

**EFFECT OF PHOSPHORUS AND INOCULATION ON
GROWTH AND NITROGEN FIXATION OF
CENTROSEMA PUBESCENS BENTH.**

วิโรจ อิมพิทักษ์

วรรณกรณ์ รุ่งรัตนกลิน

Viroch Impituksa

Vanakorn Rungratanakasin

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 3 อัตรา คือ 0, 25.64 และ 102.56 มก. P/กระถาง และการคลุกเชื้อไรโซเบียมต่อผลผลิตน้ำหนักแห้ง ผลผลิตไนโตรเจน และปริมาณการตรึงไนโตรเจนที่อายุการเก็บเกี่ยว 2, $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ และ 4 เดือน ของถั่วเซนโตรซีมาที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน ซึ่งเป็นชุดดินบริเวณที่มีการเลี้ยงโคนมมากที่สุดในภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศไทย โดยทำการทดลองในกระถาง เป็นระยะเวลา 6 เดือน ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ร่วมกับการคลุกเชื้อไรโซเบียม จะมีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและผลผลิตไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตน้ำหนักแห้งและผลผลิตไนโตรเจนของถั่วเซนโตรซีมาจะมีค่าสูงสุดที่อายุ 4 เดือน การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะมีผลทำให้ถั่วเซนโตรซีมาตรึงไนโตรเจนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกอัตราฟอสฟอรัส และที่ทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียวจะไม่ทำให้ถั่วเซนโตรซีมาตรึงไนโตรเจนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณการตรึงไนโตรเจนของถั่วเซนโตรซีมาตรวจสอบโดยวิธี Acetylene-Ethylene Reduction Assay เฉลี่ยสูงสุดที่อายุ $3\frac{1}{2}$ เดือน โดยสามารถตรึงได้ $0.29 \mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{ต้น/ชม}$. ในกรณีไม่คลุกเชื้อไรโซเบียม และ $6.52 \mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{ต้น/ชม}$. ในกรณีคลุกเชื้อไรโซเบียม

ABSTRACT

Pot experiment was established to determine the influences of Rhizobium inoculation (non-inoculation and inoculation) and three phosphorus rates 0, 25.64 and 102.56 mg P/Pot on oven-dry matter N yield and nitrogen fixation activity at different ages of harvesting 2, 2 $\frac{1}{2}$, 3, 3 $\frac{1}{2}$ and 4 months of Centrosema pubesens Benth. grown on Kamphaeng Saen Soil Series which was one of the most common soil used for growing forage crops for dairy cattle in the central and western parts of Thailand. The experiment was conducted at Kasetsart University (Bangkhen campus) for 6 months.

Oven-dry matter and N yield of Centrosema sp. were significantly increased with phosphorus fertilization and Rhizobium inoculation at all ages of harvesting. Oven-dry matter and N yield of this legume were the highest at the age of 4 months. The amount of nitrogen fixation which measured by Acetylene Ethylene reduction method was significantly increased with Rhizobium inoculation at all rates of phosphorus fertilization and at all ages of harvesting. The amount of nitrogen fixation was not significantly increased with phosphorus fertilization without Rhizobium inoculation. Maximum nitrogen fixation of this legume was observed at the age of 3 $\frac{1}{2}$ months at the rate of 0.29 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{plant}/\text{h}$ for non-inoculation and at the rate of 6.25 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{plant}/\text{h}$ for inoculation.

คำนำ

พืชตระกูลถั่วเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกที่สุดสำหรับเลี้ยงสัตว์ เพราะพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้ โดยเป็นการกระทำร่วมกันระหว่างพืชตระกูลถั่วและเชื้อไรโซเบียมที่ราก จึงสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่มีราคาแพงลงไปได้เป็นอย่างมาก พืชตระกูลถั่วจะสามารถช่วยปรับปรุงให้ปริมาณและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตของสัตว์ต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มระดับธาตุไนโตรเจนในดินให้สูงขึ้นอีกด้วย การปลูกเชื้อไรโซเบียมให้กับเมล็ดถั่วก่อนปลูก มีจุดประสงค์เพื่อให้เมล็ดถั่วได้รับเชื้อไรโซเบียมที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตของถั่วสูงตามไปด้วย

พืชตระกูลถั่วมีความต้องการฟอสฟอรัสสูง เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญต่อขบวนการตรึงไนโตรเจน เมื่อขาดฟอสฟอรัสจะทำให้การสังเคราะห์โปรตีนในพืชต่ำลง⁵ การขาดฟอสฟอรัสอย่างรุนแรงบ่อย ๆ จะจำกัดการตรึงไนโตรเจน และจำกัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วที่เป็นพืชอาศัย (host plant)³ Steel และ Humphreys รายงานว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับถั่วอาหารสัตว์ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของถั่ว ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต น้ำหนักแห้ง ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในถั่วด้วย⁴ ดินเขตร้อนส่วนมากมีปริมาณฟอสฟอรัสจำกัด ดังนั้นพืชตระกูลถั่วมักจะตอบสนอง

ต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสโดยจะให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น^{1,2}

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองปลูกถั่วเซนโตรซีมาบนชุดดินกำแพงแสนในกระถาง ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ใช้เวลาในการทดลอง 6 เดือน โดยการวางแผนการทดลองแบบ Factorial experiment in completely-randomized design ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ

1. การคลุมเชื้อไรโซเบียม ประกอบด้วย ไม่มีการคลุมเชื้อ และมีการคลุมเชื้อไรโซเบียม
2. อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 0, 25.64 และ 102.56 มก. P/กระถาง
3. อายุการเก็บเกี่ยว ประกอบด้วยการตัดที่อายุ 2, $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ และ 4 เดือน

ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ คิดเป็น 30 ชุดการทดลอง (treatment) ใช้ดินจำนวน 5 กก. ใส่กระถางดินเผา ปลูกถั่วโดยใช้เมล็ดถั่วที่ผ่านการทำลายระยะพักตัวแล้วมาแช่น้ำค้างคืน โรยบนดินในกระถางซึ่งได้ใส่ปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยฟอสฟอรัสตามอัตราที่กำหนด รดน้ำเชื้อไรโซเบียม ซึ่งได้จากการเชื้อเชื้อจากปมถั่วเซนโตรซีมาที่เก็บจากสำนักงานพัฒนาการปศุสัตว์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น และจากสถานีพืชอาหารสัตว์ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในชุดการทดลอง ที่มีการคลุมเชื้อไรโซเบียม จำนวน 25 มล./กระถาง โรยดินกลบเมล็ดถั่วบาง ๆ รดน้ำให้ดินมีความชื้นที่จุด field capacity เมื่อถั่วออกจนมีใบจริง 4-5 ใบ ทำการถอนแยกให้เหลือถั่วกระถางละ 10 ต้น เก็บเกี่ยวตามชุดการทดลองที่ได้กำหนดไว้ที่อายุ 2, $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$ และ 4 เดือน โดยตัดสูงจากพื้นดินเล็กน้อยคือ ประมาณข้อแรกของต้นถั่ว จากการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง นำส่วนต้นไปอบที่อุณหภูมิ 60-70° ซ. จนน้ำหนักคงที่ บันทึกน้ำหนักแห้งแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชจนละเอียด จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Micro Kjeldahl Method คำนวณหาผลผลิตไนโตรเจน โดยนำส่วนรากและปมถั่วมาเขย่าให้ดินหลุดร่วงหมด และล้างน้ำให้สะอาด ใส่ในขวดแก้วปากกว้างซึ่งมีฝาพร้อมจุกยางปิดสนิท แล้วนำไปวัดหาปริมาณการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation activity) โดยวิธี Acetylene Ethylene Reduction Assay

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance หากข้อมูลแสดงความแตกต่างในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ขึ้นไป นำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์

ผลผลิตน้ำหนักร้าง

ผลผลิตน้ำหนักร้างเฉลี่ยถั่วเซนโตรซีมาจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และคลุกเชื้อไรโซเบียม การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ผลผลิตน้ำหนักร้างเพิ่มขึ้นไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับ การคลุกเชื้อไรโซเบียม (ตารางที่ 1) การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะทำให้ผลผลิตน้ำหนักร้างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ทุกอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัส และทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว ยกเว้นที่อายุการเก็บเกี่ยว 2 เดือน ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องจากที่จุดเริ่มต้นการเจริญเติบโตของถั่วมีฟอสฟอรัสต่ำ จึงทำให้ถั่วครึ่งในโตรเจนได้ต่ำ แต่จะมีการครึ่งในโตรเจนได้มากขึ้นเมื่อถั่วมีอายุมากขึ้น ผลผลิตน้ำหนักร้างจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) ไม่ว่าจะใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส หรือไม่คลุกหรือคลุกเชื้อไรโซเบียม ถั่วจะมีน้ำหนักร้างสูงสุดที่อายุ 4 เดือน

ผลผลิตในโตรเจน

ผลผลิตในโตรเจนเฉลี่ยจะได้ผลเช่นเดียวกับผลผลิตน้ำหนักร้างเฉลี่ย คือจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและคลุกเชื้อไรโซเบียม การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะทำให้ผลผลิตในโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ทุกอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและทุกอายุการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 3) ยกเว้นที่อายุการเก็บเกี่ยว 2 เดือน การคลุกและไม่คลุกเชื้อไรโซเบียมจะให้ผลผลิตในโตรเจนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากที่ระยะเริ่มต้นการเจริญเติบโตของถั่วยังไม่มีการครึ่งในโตรเจน หรือมีการครึ่งในโตรเจนน้อย แต่เมื่อถั่วมีอายุมากขึ้นการคลุกไรโซเบียมจะให้ผลผลิตในโตรเจนดีกว่า และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) และจะมีการผลิตในโตรเจนสูงสุดที่อายุ 4 เดือน

ปริมาณในโตรเจนที่ครึ่งได้

ปริมาณการครึ่งในโตรเจนเฉลี่ยถั่วเซนโตรซีมาจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีการคลุกเชื้อไรโซเบียม ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราใด (ตารางที่ 5) หรือที่ทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 6) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะไม่ทำให้ถั่วครึ่งในโตรเจนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียม (ตารางที่ 7) แต่จะทำให้ถั่วครึ่งในโตรเจนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการคลุกเชื้อไรโซเบียม ถั่วจะครึ่งในโตรเจนได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงอายุการเก็บเกี่ยวในกรณีที่ไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียม (ตารางที่ 8) แต่ถั่วจะครึ่งในโตรเจนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงอายุการเก็บเกี่ยวที่คลุกเชื้อไรโซเบียม และจะครึ่งในโตรเจนได้สูงสุดอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการเก็บเกี่ยว $3\frac{1}{2}$ เดือน ซึ่งสามารถตรึงได้สูงถึง $6.5221 \mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{ต้น}/\text{ชม.}$ จะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส นั้น สามารถช่วยให้ถั่วตรึงไนโตรเจนได้สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยซึ่งอาจจะเนื่องมาจากดินที่ปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสเกือบจะเพียงพอต่อความต้องการของถั่วแล้ว แต่การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะช่วยให้ถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนได้สูงขึ้นมากในทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว สำหรับช่วงที่ถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนได้สูงสุดคือที่อายุ $3\frac{1}{2}$ เดือน หลังจากนั้นความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของถั่วจะลดลง

สรุป

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการคลุกเชื้อไรโซเบียมจะมีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง และผลผลิตไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งและผลผลิตไนโตรเจนถั่วเช่นโตรซีมาจะมีค่าสูงสุดที่อายุ 4 เดือน การคลุกเชื้อไรโซเบียมจะมีผลทำให้ถั่วเช่นโตรซีมาตรึงไนโตรเจนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ทุกอัตราฟอสฟอรัส และที่ทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะไม่ทำให้ถั่วเช่นโตรซีมาตรึงไนโตรเจนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถ้าไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียม ปริมาณการตรึงไนโตรเจนของถั่วเช่นโตรซีมาจะมีค่าสูงสุดที่อายุ $3\frac{1}{2}$ เดือน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้รับความเอื้อเฟื้อในการวัดปริมาณการตรึงไนโตรเจน โดยวิธี Acetylene-Ethylene Reduction จากหมวดจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. Fisher, M.J. and Campbell, N.A. The initial and residual response to phosphorus fertilizer of Townsville stylo in pure ungrazed sward at Katherine N.T. *Australian J. Exptl. Agr. Animal Husbandry*, 1972, **12**, 488-494.
2. Jones, R.J. The place of legumes in tropical pasture. *ASPAC Food Fertilizer Technol. Centre Tech. Bull.*, 1972, **9**.
3. Munns, D.N. Mineral nutrition and the legume symbiosis. In Hardy, R.W.F.(ed.). A. Treatise on Dinitrogen Fixation. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, 1977, 353-391.
4. Steel, R.J.H. and Humphreys, R.L. Growth and phosphorus response of some pasture legume sown under coconuts in Bali. *Trop. Grasslands*, 1974, **8**, 171-178.
5. Whyte, R.Q., Leisenner, C.N. and Trumble, H.C. Legume in Agricultural Studies, no. 21, F.A.O. Rome, 1953.

ตารางที่ 1. ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเซนโตรซีมาที่มีการคลุมเชื้อไรโซเบียมร่วมกับฟอสฟอรัส ในช่วงอายุการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ (ก./กระถาง)

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	การคลุมเชื้อไรโซเบียม	อัตราฟอสฟอรัส (มก. P/กระถาง)			ค่าเฉลี่ย
		0	25.64	102.56	
2	ไม่คลุมเชื้อไรโซเบียม	2.21 a	2.45 a	2.69 a	2.45
	คลุมเชื้อไรโซเบียม	2.40 a	3.25 b	3.55 b	3.07
	ค่าเฉลี่ย	2.31	2.85	3.12	
2½	ไม่คลุมเชื้อไรโซเบียม	3.26 a	3.40 a	3.53 a	3.40
	คลุมเชื้อไรโซเบียม	7.27 b	7.31 b	7.56 b	7.38
	ค่าเฉลี่ย	5.27	5.36	5.55	
3	ไม่คลุมเชื้อไรโซเบียม	3.59 a	3.82 a	4.27 a	3.89
	คลุมเชื้อไรโซเบียม	9.87 b	10.11 b	10.61 b	10.20
	ค่าเฉลี่ย	6.73	6.97	7.44	
3½	ไม่คลุมเชื้อไรโซเบียม	4.17 a	4.32 a	4.54 a	4.34
	คลุมเชื้อไรโซเบียม	12.35 b	17.72 b	17.81 b	15.96
	ค่าเฉลี่ย	8.26	11.02	11.18	
4	ไม่คลุมเชื้อไรโซเบียม	4.39 a	4.55 a	5.22 a	4.72
	คลุมเชื้อไรโซเบียม	18.50 b	18.58 b	18.86 b	18.65
	ค่าเฉลี่ย	11.45	11.57	12.04	

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ ของแต่ละช่วงอายุการเก็บเกี่ยว หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 2. ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเซนโตรซิมมาที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวร่วมกับการคลุมเชื้อไรโซเบียมที่ฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ (ก./กระถาง)

อัตราฟอสฟอรัส (มก. P/กระถาง)	อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	การคลุมเชื้อไรโซเบียม		ค่าเฉลี่ย
		ไม่คลุมเชื้อไรโซเบียม	คลุมเชื้อไรโซเบียม	
0	2	2.21 a	2.40 a	2.31
	2½	3.26 b	7.27 b	5.27
	3	3.59 bc	9.87 c	6.73
	3½	4.17 cd	12.35 d	8.26
	4	4.39 d	18.50 e	11.45
	ค่าเฉลี่ย		3.52	10.08
25.64	2	2.45 a	3.25 a	2.85
	2½	3.40 b	7.31 b	5.36
	3	3.82 bc	10.11 c	6.97
	3½	4.32 c	17.72 d	11.02
	4	4.55 c	18.58 e	11.57
	ค่าเฉลี่ย		3.71	11.39
102.56	2	2.69 a	3.55 a	3.12
	2½	3.53 b	7.56 b	5.55
	3	4.27 bc	10.61 c	7.44
	3½	4.54 cd	17.81 d	11.18
	4	5.22 d	18.86 e	12.04
	ค่าเฉลี่ย		4.05	11.68

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ ของแต่ละอัตราฟอสฟอรัส หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 3. ผลผลิตไนโตรเจนเฉลี่ยของถั่วเซนโตรซีมาที่มีการคลุมเชื้อโรโซเบียมร่วมกับฟอสฟอรัส ที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ (มก./กระถาง)

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	การคลุมเชื้อโรโซเบียม	อัตราฟอสฟอรัส (มก. P/กระถาง)			ค่าเฉลี่ย
		0	25.64	102.56	
2	ไม่คลุมเชื้อโรโซเบียม	38.75 a	48.29 a	54.15 a	47.06
	คลุมเชื้อโรโซเบียม	50.20 a	68.40 a	73.85 a	64.15
	ค่าเฉลี่ย	44.48	58.35	64.00	
2½	ไม่คลุมเชื้อโรโซเบียม	48.03 a	52.57 a	56.79 a	52.46
	คลุมเชื้อโรโซเบียม	131.37 b	146.21 b	164.48 b	147.35
	ค่าเฉลี่ย	89.70	99.39	110.64	
3	ไม่คลุมเชื้อโรโซเบียม	56.29 a	60.78 a	71.47 a	62.85
	คลุมเชื้อโรโซเบียม	218.12 b	229.59 b	239.35 b	229.02
	ค่าเฉลี่ย	137.21	145.19	155.41	
3½	ไม่คลุมเชื้อโรโซเบียม	71.45 a	74.95 a	80.33 a	75.58
	คลุมเชื้อโรโซเบียม	315.00 b	494.12 b	499.70 b	436.27
	ค่าเฉลี่ย	193.23	284.54	290.02	
4	ไม่คลุมเชื้อโรโซเบียม	71.94 a	75.03 a	86.44 a	77.80
	คลุมเชื้อโรโซเบียม	448.91 b	496.79 b	514.06 b	486.59
	ค่าเฉลี่ย	260.43	285.91	300.25	

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ ของแต่ละช่วงอายุการเก็บเกี่ยวหมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 4. ผลผลิตไนโตรเจนเฉลี่ยของถั่วเซนโตรซีมาที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว ร่วมกับการคลุมเชื้อโรโซเบียมที่ฟอสฟอรัสอัตราต่าง ๆ (มก./กระถาง)

อัตราฟอสฟอรัส (มก. P/กระถาง)	อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	การคลุมเชื้อโรโซเบียม		ค่าเฉลี่ย
		ไม่คลุมเชื้อโรโซเบียม	คลุมเชื้อโรโซเบียม	
0	2	38.75 a	50.20 a	44.48
	2 $\frac{1}{2}$	48.03 ab	131.37 b	89.70
	3	56.29 ab	218.12 c	137.21
	3 $\frac{1}{2}$	71.45 b	315.00 d	193.23
	4	71.94 b	448.91 e	260.43
	ค่าเฉลี่ย	57.29	232.72	
25.64	2	48.29 a	68.40 a	58.35
	2 $\frac{1}{2}$	52.57 a	146.21 b	99.39
	3	60.78 a	229.59 c	145.19
	3 $\frac{1}{2}$	74.95 a	494.12 d	284.54
	4	75.03 a	496.79 d	285.91
	ค่าเฉลี่ย	62.32	287.02	
102.56	2	54.15 a	73.85 a	64.00
	2 $\frac{1}{2}$	56.79 a	164.48 b	110.64
	3	71.47 ab	239.35 c	155.41
	3 $\frac{1}{2}$	80.33 ab	499.70 d	290.02
	4	86.44 b	514.06 d	300.25
	ค่าเฉลี่ย	69.84	298.29	

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ของฟอสฟอรัสแต่ละอัตรา หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 5. ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้เฉลี่ยของถั่วเซนโตรซิม่าที่มีการปลูกเชื้อไรโซเบียมที่ฟอสฟอรัส อัตราต่าง ๆ ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4$ /ต้น/ชม.)

การปลูกเชื้อไรโซเบียม	อัตราฟอสฟอรัส (มก. P/กระถาง)		
	0	25.64	102.56
ไม่ปลูกเชื้อไรโซเบียม	0.0918 a	0.1102 a	0.1545 a
ปลูกเชื้อไรโซเบียม	2.2895 b	2.8185 b	2.8345 b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 6. ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้เฉลี่ยของถั่วเซนโตรซิม่าที่มีการปลูกเชื้อไรโซเบียมที่ช่วงอายุ การเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4$ /ต้น/ชม.)

การปลูกเชื้อไรโซเบียม	ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)				
	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4
ไม่ปลูกเชื้อไรโซเบียม	0.0150 a	0.0616 a	0.1277 a	0.2879 a	0.1021 a
ปลูกเชื้อไรโซเบียม	0.3521 b	1.8592 b	2.7732 b	6.5221 b	1.7309 b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 7. ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้เฉลี่ยของถั่วเซนโตรซิม่าที่ได้รับฟอสฟอรัสร่วมกับการคลุกและไม่คลุกเชื้อไรโซเบียม ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{ต้น/ชม.}$)

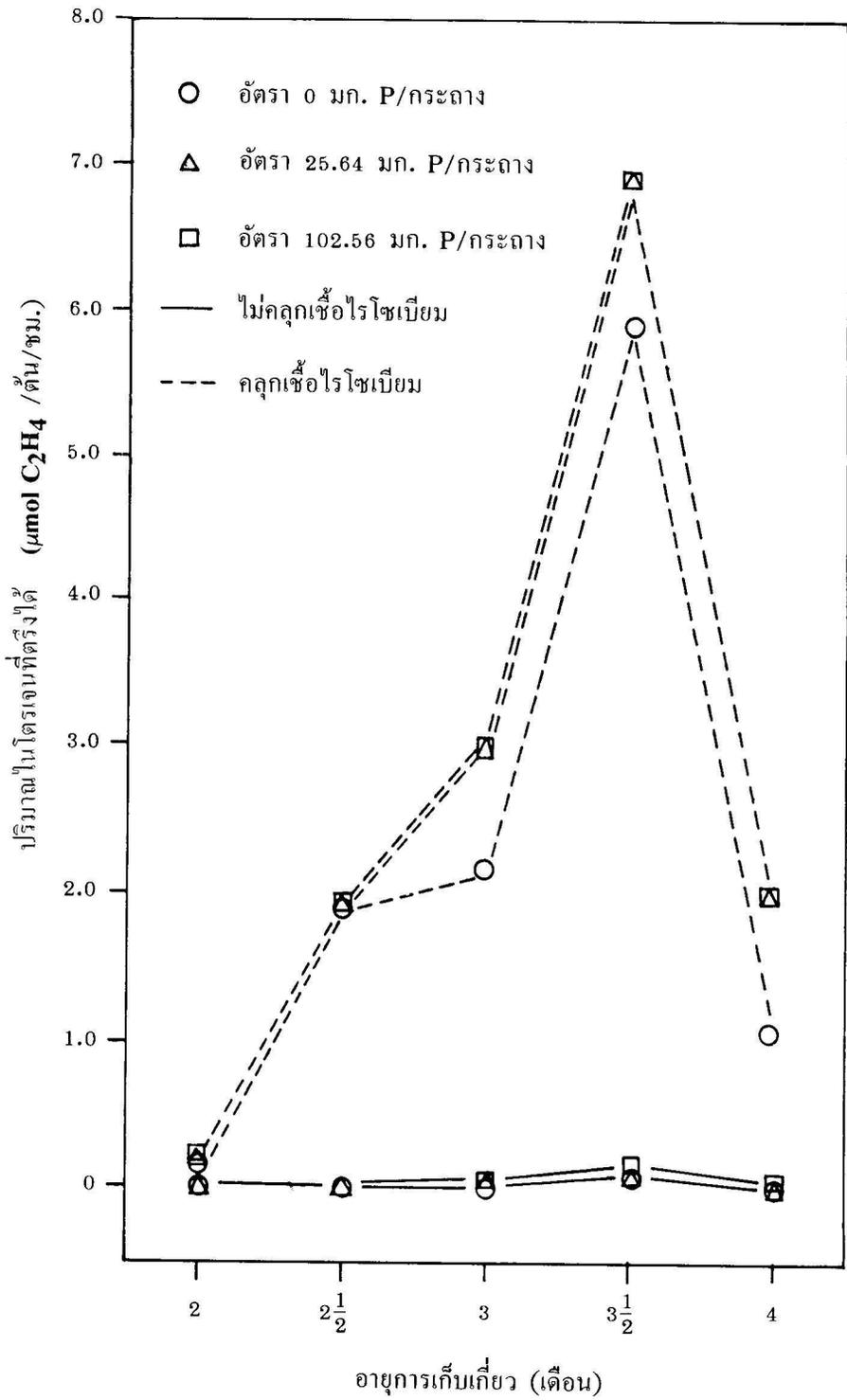
อัตราฟอสฟอรัส (มก. P/กระถาง)	การคลุกเชื้อไรโซเบียม	
	ไม่คลุกเชื้อไรโซเบียม	คลุกเชื้อไรโซเบียม
0	0.0918 a	2.2895 a
25.64	0.1102 a	2.8185 b
102.56	0.1545 a	2.8345 b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%

ตารางที่ 8. ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้เฉลี่ยของถั่วเซนโตรซิม่าในช่วงอายุการเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้รับการคลุกและคลุกเชื้อไรโซเบียม ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{ต้น/ชม.}$)

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	การคลุกเชื้อไรโซเบียม	
	ไม่คลุกเชื้อไรโซเบียม	คลุกเชื้อไรโซเบียม
2	0.0150 a	0.3521 a
2 $\frac{1}{2}$	0.0616 a	1.8592 b
3	0.1277 a	2.7732 c
3 $\frac{1}{2}$	0.2879 a	6.5221 d
4	0.1021 a	1.7309 b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95%



รูปที่ 1. ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้เฉลี่ยของถั่วเซนโตรซิมมา