

ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์
ร่วมกับการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

**Effect of Arbuscular Mycorrhiza fungi and Endophytic Bacteria
Combined with Fertilizer Application on Growth and Inflorescence Quality
of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.**

อภิรยา เทพสุคนธ์^{1,2} และ โสระยา ร่มรังษี^{1,3}
Apiraya Thepsukhon^{1,2} and Soraya Ruamrungsri^{1,3}

Abstract

The effect of fertilizer application and arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) inoculation mixed with endophytic bacteria on growth and inflorescence quality of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. were studied by factorial experimental design in CRD with two factors. The first factor has 2 levels of fertilizer application i.e. 1) not use fertilizer and 2) supplied 16-16-16 fertilizer. The second factor were 4 methods of microorganism use i.e. 1) uninoculated 2) inoculated with AMF and *Sphingomonas pseudosanguinis* (HQ024490) 3) inoculated with AMF and *Bacillus drentensis* (HQ024491) 4) inoculated with AMF and HQ024490 plus HQ024491. The result showed that the fertilizer application treatment gave better in plant growth and development compared with control (no use fertilizer) except number of leaves/plant and dry weight of storage and fibrous roots. Inoculation of AMF and endophytic bacteria gave better results in terms of plant height, leaves dry weight and inflorescence quality than uninoculated treatment. The inoculation of AMF+HQ024491 gave the highest of plant height. The interaction between two factors indicated that fertilizer application combined with AMF+HQ024490 or AMF+HQ024491 inoculation had the best of plant height and leaves dry weight which significantly different from the other treatments. The fertilizer application and microorganism inoculation could stimulate plant height, leaves dry weight, inflorescence width and number of coma bracts. The fertilizer application combined with AMF+ HQ024491 inoculation increased the inflorescence width and the number of coma bracts.

Keywords: arbuscular mycorrhiza, *Curcuma alismatifolia* Gagnep., endophytic bacteria, plant growth

¹ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

²ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการ การอุดมศึกษา (AG-BIO/PERDO-CHE)

³ศูนย์บริการการพัฒนขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

²Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok, Thailand

³H.M. The King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

รับเรื่อง: ตุลาคม 2553

E-mail address correspondence: sdosarn@chiangmai.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยร่วมกับการเติมเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์และเชื้อราอาบัสคูลารีไมคอร์ไรซา (AMF) ต่อการเติบโตและคุณภาพดอกของปทุมมา ดำเนินการโดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียล จำนวน 2 ปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 มี 2 ระดับ คือ 1) การไม่ใส่ปุ๋ย 2) ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ปัจจัยที่ 2 การเติมเชื้อจุลินทรีย์จำนวน 4 วิธี ได้แก่ 1) ไม่เติมเชื้อ 2) เติมเชื้อ AMF และ *Sphingomonas pseudosanguinis* (HQ024490) 3) เติมเชื้อ AMF และ *Bacillus drentensis* (HQ024491) และ 4) เติมเชื้อ AMF และ HQ024490+HQ024491 ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยทำให้ต้นมีการเจริญเติบโตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น จำนวนใบต่อต้น น้ำหนักแห้งของตุ่มราก และรากฝอย การเติมเชื้อ AMF และแบคทีเรียเอนโดไฟต์ทำให้พืชมีความสูงของต้น น้ำหนักแห้งของใบ และคุณภาพของช่อดอกมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการเติมเชื้อ โดยกรรมวิธีที่ปลูกร่วมกับการเติมเชื้อชนิด AMF+HQ024491 ทำให้พืชมีความสูงของลำต้นมากที่สุด ผลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยพบว่า กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยร่วมกับการเติมเชื้อชนิด AMF+HQ024490 และเชื้อชนิด AMF+HQ024491 ให้ต้นที่มีความสูง และน้ำหนักแห้งของใบมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่น การใส่ปุ๋ยร่วมกับการเติมเชื้อช่วยส่งเสริมความสูงของต้น น้ำหนักแห้งของใบ ความกว้างช่อดอก และ จำนวนกลีบประดับสีชมพู โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการเติมเชื้อชนิด AMF+HQ024491 มีผลทำให้ความกว้างช่อดอก และจำนวนกลีบประดับสีชมพูมากกว่ากรรมวิธีอื่น

คำสำคัญ: เชื้อราอาบัสคูลารีไมคอร์ไรซา, ปทุมมา, เชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์, การเติบโตของพืช

คำนำ

ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) เป็นไม้ดอกเมืองร้อนของประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ขิงข่า (Zingiberaceae) มีถิ่นกำเนิด แถบอินโดจีน เช่น พม่า ไทย ลาว และเขมร ระหว่างปี 2000-2005 พบว่าประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออก ปทุมมาและกระเจียวสูงถึง 2,436 ล้านบาท จำแนกเป็นมูลค่าการส่งออกหัวพันธุ์ 228 ล้านบาท (9.35 %) ไม้กระถาง 1,440 ล้านบาท (55.11 %) และไม้ตัดดอก 768 ล้านบาท (31.54 %) โดยมีตลาดในต่างประเทศที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย นอกจากนี้ยังพบว่าความต้องการปทุมมาในตลาดต่างประเทศยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Boontiang *et al.*, 2009) การปลูกปทุมมาต้องใช้ปุ๋ยเคมีปริมาณมาก โดยในระยะใบแก่แรกคลี่เต็มที่ใส่ปุ๋ยสูตร 21-7-14 หรือ 16-16-16 จำนวน 15 กรัมต่อต้นต่อเดือน เมื่อออกดอกและลงหัวใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ในอัตราเดียวกัน (Department of Agricultural Extension, 2005) Ruamrungsri and Apavatjrit (2003) รายงานว่า

ไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต คุณภาพหัวและดอกของปทุมมา หากพืชขาดไนโตรเจน จะส่งผลให้ต้นแคระแกร็น คุณภาพของดอกและหัวลดลง นอกจากการใช้ปุ๋ยเคมีแล้วยังพบว่า มีจุลินทรีย์หลายชนิดที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช Bandara *et al.*, (2006) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ ที่สามารถตรึงไนโตรเจนและสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชได้ จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังมีเชื้อราอาบัสคูลารีไมคอร์ไรซาซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเชื้อราจะสร้างเส้นใยช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารพืช (P, N, S, Ca, Fe, Mg, Zn) (Deacon, 1980 and Schenck, 1981) ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพื่อใช้ในการช่วยดูแลรักษาให้กับพืช ทำให้พืชแข็งแรง และมีความต้านทานโรคได้มากขึ้นด้วย ซึ่งน่าจะเป็นผลดีในการช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตปทุมมา เป็นการลดต้นทุนในการผลิต งานวิจัยนี้จึง

มุ่งศึกษาผลของเชื้อราอราบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์กับการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา ซึ่งข้อมูลในเรื่องนี้ยังมีไม่มากนัก ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปทุมมา และเพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัสดุทดลอง

เตรียมหัวพันธุ์ปทุมมาโดยเลือกหัวปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่สีชมพู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร มีตุ่มรากเฉลี่ย 4-6 ตุ่ม นำหัวพันธุ์มาล้างน้ำกลั่นให้สะอาด จากนั้นเตรียมเชื้อราอราบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ได้แก่ AMF จำนวน 1 ไอโซเลท โดยใช้เชื้อซึ่งได้จากงานทดลองของ Thepsukhon *et al.* (2010) และเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ (endophytic bacteria; EDB) ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนที่ดีที่สุด จำนวน 1 ไอโซเลท ได้แก่ *Bacillus drentensis* (HQ024491) และเชื้อที่มีการสังเคราะห์ไอเอเอทีที่ดีที่สุด จำนวน 1 ไอโซเลท ได้แก่ *Sphingomonas pseudosanguinis* (HQ024490) ซึ่งเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ได้จากงานทดลองของ Hamtison (2007)

2. วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomized Design) จำนวน 2 ปัจจัย 4 ขั้ว (10 ต้นต่อขั้ว) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบ Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีด้วย Least Significant Difference (LSD) ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 การใส่ปุ๋ย จำนวน 2 แบบ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยให้กับพืช สูตร 16-16-16 ในระยะ ไบคลี อัตรา 7.5 กรัมต่อกอทุก 2 สัปดาห์ และปุ๋ยสูตร 13-13-21 ในระยะออกดอก และระยะลงหัว

ปัจจัยที่ 2 การเติมเชื้อ จำนวน 4 แบบ คือ 1) ไม่เติมเชื้อ 2) การเติมเชื้อ AMF + *Sphingomonas pseudosanguinis* (HQ024490) 3) AMF + *Bacillus drentensis* (HQ024491) และ 4) AMF + HQ024490 + HQ024491 การเติมเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ ทำโดยการแช่หัวพันธุ์ในสารละลายที่มีเชื้อ

แบคทีเรียเอนโดไฟต์แต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้น 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง ก่อนนำหัวไปปลูกการเติมเชื้อราอราบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทำโดยการเติมสปอร์ของเชื้อ AMF จำนวนสปอร์ 200 สปอร์ต่อถุงปลูก ลงในวัสดุปลูกบริเวณรอบหัวพันธุ์ โดยใช้ ดิน:ทราย:แกลบดิบ: ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1:1 เป็นวัสดุปลูกลงในถุงขนาด 16X12 นิ้ว จำนวน 1 หัวต่อถุง

บันทึกผลการทดลองในระยะดอกจริงดอกแรกบาน ดังนี้ ความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบเมื่อรวบใบขึ้น) จำนวนใบต่อต้น ค่าความเข้มของสีใบ (SPAD Reading) ด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (SPAD-502, Minolta, Japan) ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียว จำนวนกลีบประดับสีชมพู น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆของพืช

ผลและวิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่า ปัจจัยเรื่องการใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ความสูงของต้น และความเข้มของสีใบ (SPAD Reading) มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น จำนวนใบต่อต้น และน้ำหนักแห้งของตุ่มราก (ตารางที่ 1 และ 2) สอดคล้องกับรายงานของ Ruamrungsri *et al.*, (2006) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อลิตร กับต้นปทุมมา ทำให้ความสูง และคุณภาพดอกสูงที่สุด ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการใส่ปุ๋ยช่วยให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะไนโตรเจน ซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญเติบโต และช่วยให้ปริมาณ กรดอะมิโนอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งพืชจะนำไปเก็บสะสมไว้สำหรับการเจริญเติบโตของยอดใหม่ (Ohtake *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยทำให้มีคุณภาพดอกดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ยกเว้น จำนวนกลีบประดับสีเขียว และความยาวก้านดอก สำหรับปัจจัยเรื่องการเติมเชื้อ AMF และเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์แต่ละชนิดกับพืช พบว่าทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการเติมเชื้อ โดยต้นที่ได้รับเชื้อชนิด AMF+HQ024491 ทำให้ต้นมีความสูง

มากที่สุด เฉลี่ย 46.9 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมเชื้อ AMF และเชื้อแบคทีเรีย เอนโดไฟต์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ทำให้พืชมีน้ำหนักแห้งของใบและช่อดอกมากกว่าต้นที่ไม่เติมเชื้อหรือเติมเชื้อ AMF+HQ024490+HQ024491 (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่า การเติมเชื้อ AMF+HQ024491 ช่วยทำให้คุณภาพของช่อดอก ได้แก่ ความยาวก้านช่อ ความยาวช่อ ความกว้างช่อ จำนวนกลีบประดับสีชมพูมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) สาเหตุที่กรรมวิธีที่มีการเติมเชื้อ AMF ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์แล้ว ทำให้การเจริญเติบโตดีกว่ากรรมวิธีควบคุม อาจเนื่องจากการที่เชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ HQ024491 สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้มากที่สุด ($100.8 \text{ nmole C}_2\text{H}_4/10^6 \text{ cells/hr}$) (Hamtison, 2007) ดังนั้นจึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มคุณภาพผลผลิต นอกจากนี้ยังช่วยกระจายไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้ (Rosenblueth and Martinez-Romero, 2006) อัตราการตรึงไนโตรเจนของเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ในพืชแต่ละชนิดนั้น มีค่าการตรึงไนโตรเจนแตกต่างกัน เช่น เชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ในข้าวพบอัตราการตรึงไนโตรเจน 2-74 ไมโครโมลเอทริลีน/ต้น/24 ชั่วโมง, ในข้าวสาลีพบอัตราการตรึงไนโตรเจน 0.6-3.1 ไมโครโมลเอทริลีน/ต้น/24 ชั่วโมง และในกล้วยไม้ *Dendrobium crystallinum* มีอัตราการตรึงไนโตรเจน 0.02-6.23 ไมโครโมลเอทริลีน/ต้น/24 ชั่วโมง (Anwar, 1999; Chuanchaisit, 2006) ส่วนความสามารถของเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ที่สร้างฮอร์โมนไอเอเอไอนั้นก็มีค่าแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด เช่น เชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ใน *Calanthe vestita* สามารถสร้างฮอร์โมนไอเอเอไอได้ 1.18-6.60 ไมโครกรัมไอเอเอ/มิลลิลิตร (Tsavkelova et al., 2005) ใน *Azolla filiculoides* สามารถสร้างฮอร์โมนไอเอเอไอได้ 1.5-10.1 ไมโครกรัมไอเอเอ/มิลลิลิตร (Forni et al., 1992) จากการศึกษาเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ชนิดตรึงไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของข้าวพบว่าต้นข้าวที่ปลูกร่วมกับเชื้อแบคทีเรียช่วยเพิ่มชีวมวล, ปริมาณ คลอโรฟิลล์, พื้นที่ใบ, ความสูง และจำนวนเมล็ดข้าว การเติมเชื้อ *Herbaspirillum seropediae* ในข้าวปี ทำให้พืชมีน้ำหนักราก, ต้น และใบเพิ่มขึ้น (Teaumroong et al., 2001)

ผลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับการใส่ปุ๋ยร่วมกับการเติมเชื้อชนิด AMF+HQ024490 และเชื้อชนิด AMF+HQ024491 ทำให้พืชมีความสูงต้นมากที่สุด เฉลี่ย 49.81 และ 47.92 เซนติเมตร และน้ำหนักแห้งของใบมากที่สุด เฉลี่ย 3.81 และ 3.57 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนจำนวนใบต่อต้น น้ำหนักแห้งของหัวเก่า ตุ่มรากเก่า รากฝอย และหัวใหม่ ในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4 และ 5) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักแห้งของช่อดอก ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับการไม่เติมเชื้อหรือเติมเชื้อชนิด AMF+HQ024490 และ เชื้อชนิด AMF+HQ024491 ทำให้น้ำหนักแห้งช่อดอกสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าเฉลี่ย 3.44, 3.32 และ 3.49 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) กรรมวิธีที่พืชได้รับการใส่ปุ๋ยและเติมเชื้อชนิด AMF+ HQ024491 มีผลทำให้ได้ความกว้างช่อดอก และจำนวนกลีบประดับสีชมพูมากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนความยาวก้าน และจำนวนกลีบประดับสีเขียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) การใส่ปุ๋ยร่วมกับการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้น และเพิ่มคุณภาพของผลผลิต อาจเนื่องจากผลของเชื้อราและแบคทีเรีย โดยเชื้อ AMF ซึ่งอาศัยอยู่กับรากพืชแบบ symbiosis สร้างเส้นใยเข้าสู่เซลล์รากพืช เพื่อช่วยดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินให้แก่พืช โดยเฉพาะฟอสฟอรัส และช่วยพัฒนาระบบรากพืช ส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชดีขึ้นด้วย ส่วนเชื้อราจะได้รับคาร์โบไฮเดรตจากการสังเคราะห์แสงของพืช ต้นที่ปลูกร่วมกับเชื้อ AMF มีการเจริญเติบโตและพัฒนาของปลายยอดสูง การดูดใช้ฟอสฟอรัสปริมาณมาก และมีปริมาณฟอสฟอรัสในต้นพืชมีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (Fortuna et al., 1996) จากรายงานหลายฉบับแสดงให้เห็นว่าเชื้อ AMF มีความสำคัญอย่างมากต่อการทำการเกษตร และการปลูกพืชสวน (Berta et al., 1995; Gianinazzi-Pearson et al., 1996; Azcon-Aguilar et al., 1998; Barea, 1991 และ Johansson et al., 2004) นอกจากนี้เชื้อรายังช่วยให้พืชทนต่อสภาพความเครียดในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ลดความต้องการธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโลหะต่างๆ เช่น Zn, Cu, Fe และ Co (Youpensuk, 2006) ส่วนเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์ช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ให้แก่

พืชอีกทางหนึ่ง การที่ต้นได้รับเชื้อแบคทีเรีย เอนโตไฟต์ที่มีอัตราตรึงไนโตรเจนดีที่สุดมีการเจริญเติบโต และคุณภาพดอกดีกว่ากรรมวิธี อื่นนั้น เป็นเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่พืชต้องการใน ปริมาณมาก เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบของเซลล์ กรดอะ

มิโนชนิดต่าง ๆ กรดนิวคลีอิก ฮอร์โมนพืช และ สารประกอบไนโตรเจนอื่นที่พืชสะสมไว้ (Osotsapar, 2003) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อ พืชเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 1 ผลของการใส่ปุ๋ย และการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ต่อความสูงของลำต้น จำนวนใบต่อต้น และค่าความเข้มของสีใบ ของปทุมมาในระยะดอกบาน

ปัจจัย		ความสูงของต้น (ซม)	จำนวนใบต่อ ต้น	ค่าความเข้มของสี ใบ
1) การใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	41.20 b	3.60	45.60 b
	ใส่ปุ๋ย	46.20 a	3.70	48.60 a
F-test		*	ns	*
LSD _{0.05}		1.03	0.17	2.59
2) การเติม				
เชื้อ	ไม่เติมเชื้อ	40.20 d	3.60	44.20
	AMF+HQ024490	45.10 b	3.60	47.90
	AMF+HQ024491	46.90 a	3.80	49.00
	AMF+HQ024490+HQ024491	42.80 c	3.60	44.20
F-test		*	ns	ns
LSD _{0.05}		1.46	0.24	3.67

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก ในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ย และการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ต่อน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆของปทุมมาในระยะดอกบาน

ปัจจัย		น้ำหนักแห้ง (กรัม)					
		หัวเก่า	ตุ้มรากเก่า	รากฝอย	หัวใหม่	ใบ	ช่อดอก
1) การใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	0.50 b	1.66	2.06 a	1.78 b	2.55 b	2.42 b
	ใส่ปุ๋ย	0.72 a	1.75	1.32 b	1.99 a	3.26 a	3.18 a
F-test		*	ns	*	*	*	*
LSD _{0.05}		0.05	0.15	0.17	0.10	1.16	0.21
2) การเติมเชื้อ							
	ไม่เติมเชื้อ	0.59	1.56	1.65	1.88	2.60 b	2.84 a
	AMF+HQ024490	0.62	1.73	1.68	1.94	3.09 a	2.84 a
	AMF+HQ024491	0.63	1.81	1.78	1.92	3.24 a	3.05 a
	AMF+HQ024490+HQ024491	0.60	1.72	1.65	1.80	2.70 b	2.46 b
F-test		ns	ns	ns	ns	*	*
LSD _{0.05}		0.07	0.21	0.24	0.14	0.23	0.30

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$), NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลของการใส่ปุ๋ย และการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ต่อคุณภาพช่อดอกของปทุมมาในระยะดอกบาน

ปัจจัย		คุณภาพของช่อดอก				
		ความยาวก้านดอก (ซม)	ความยาวช่อดอก (ซม)	ความกว้างช่อดอก (ซม)	จำนวนกลีบประดับสีเขียว	จำนวนกลีบประดับสีชมพู
1) การใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	51.14	14.90 b	5.18 b	9.00 a	11.20 b
	ใส่ปุ๋ย	52.51	16.73 a	5.96 a	8.80 b	11.80 a
F-test		ns	*	*	*	*
LSD _{0.05}		1.50	0.52	0.32	0.25	0.37
2) การเติมเชื้อ						
	ไม่เติมเชื้อ	47.77 b	15.82 b	5.46 b	9.30 a	11.30 b
	AMF+HQ024490	51.16 b	15.45 b	5.23 b	8.90 b	11.40 b
	AMF+HQ024491	56.30 a	16.61 a	6.26 a	8.80 b	12.10 a
	AMF+HQ024490+HQ024491	52.07 b	15.37 b	5.34 b	8.60 b	11.20 b
F-test		*	*	*	*	*
LSD _{0.05}		2.18	0.74	0.45	0.35	0.52

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$), NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ย และการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ต่อความสูงลำต้น จำนวนใบต่อต้น และค่าความเข้มข้นของสีของปทุมมาในระยะดอกบาน

การใส่ปุ๋ย	การเติมเชื้อ	ความสูงของต้น (ซม)		จำนวนใบต่อต้น	ค่าความเข้มของสีใบ
1) ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	37.03	d	3.5	39.00
	AMF+HQ024490	42.28	bc	3.6	48.20
	AMF+HQ024491	43.91	b	3.8	47.70
	AMF+HQ024490+HQ024491	41.70	c	3.6	47.20
2) ใส่ปุ๋ย	ไม่เติมเชื้อ	43.28	bc	3.6	49.50
	AMF+HQ024490	47.92	a	3.6	47.60
	AMF+HQ024491	49.81	a	3.8	50.20
	AMF+HQ024490+HQ024491	43.80	b	3.6	47.20
F-test		*		ns	ns
LSD _{0.05}		2.06		0.33	5.18

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ผลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ย และการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ต่อน้ำหนักแห้งของส่วนต่างของปทุมมาในระยะดอกบาน

การใส่ปุ๋ย	การเติมเชื้อ	น้ำหนักแห้ง (กรัม)							
		หัวเก่า	หัวใหม่	ตุ่มราก	รากฝอย	ใบ	ช่อดอก		
1) ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	0.47	1.67	1.47	2.18	2.38	c	2.24	b
	AMF+HQ024490	0.50	1.84	1.73	2.06	2.61	bc	2.37	b
	AMF+HQ024491	0.50	1.86	1.70	2.12	2.67	bc	2.61	b
	AMF+HQ024490+HQ024491	0.54	1.76	1.74	1.88	2.54	bc	2.45	b
2) ใส่ปุ๋ย	ไม่เติมเชื้อ	0.70	2.09	1.64	1.12	2.82	b	3.44	a
	AMF+HQ024490	0.45	2.05	1.73	1.30	3.57	a	3.32	a
	AMF+HQ024491	0.76	1.97	1.92	1.45	3.81	a	3.49	a
	AMF+HQ024490+HQ024491	0.67	1.84	1.70	1.42	2.85	b	2.48	b
F-test		ns	ns	ns	ns	*	*		
LSD _{0.05}		0.10	0.30	0.35	0.20	0.32		0.43	

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ผลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ย และการเติมเชื้อทั้งสองชนิด ต่อคุณภาพช่อดอกของปทุมมาในระยะดอกบาน

การใส่ปุ๋ย	การเติมเชื้อ	คุณภาพของช่อดอก				
		ความยาว ก้านดอก (ซม)	ความยาว ช่อดอก (ซม)	ความ กว้างช่อ ดอก (ซม)	จำนวน กลีบ ประดับสี เขียว	จำนวน กลีบ ประดับสี เขียว
1) ไม่ใส่ปุ๋ย	ไม่ใส่ปุ๋ย	46.18	14.45 a	4.82 d	9.3	10.7 d
	AMF+HQ024490	51.58	14.82 cd	5.04 cd	9.2	11.4 bcd
	AMF+HQ024491	55.03	15.20 bcd	5.46 c	8.8	11.5 bc
	AMF+HQ024490+HQ024491	51.77	15.12 bcd	5.40 cd	8.8	11.2 bcd
2) ใส่ปุ๋ย	ไม่เติมเชื้อ	49.36	17.20 a	6.10 b	9.3	11.9 b
	AMF+HQ024490	50.74	15.92 b	5.42 cd	8.6	11.4 bcd
	AMF+HQ024491	57.56	18.02 a	7.05 a	8.8	12.6 a
	AMF+HQ024490+HQ024491	52.37	15.78 bc	5.28 cd	8.4	11.1 cd
F-test		ns	*	*	ns	*
LSD _{0.05}		3.00	1.04	0.63	0.50	0.72

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป

จากการศึกษาการใส่ปุ๋ยเคมี ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียเอนโดไฟต์แต่ละชนิด และเชื้อราอับสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (AMF) ต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และคุณภาพช่อดอกของปทุมมา พบว่าการใส่ปุ๋ยยังมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพช่อดอกของปทุมมา ส่วนการเติมเชื้อทั้งสองชนิดช่วยส่งเสริมให้พืชมีความสูงของลำต้น น้ำหนักแห้งของใบ ความกว้างช่อดอก และจำนวนกลีบประดับสีชมพู มากกว่าการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการเติมเชื้อ AMF+*Bacillus drentensis* (HQ024491) ให้ผลดีที่สุด รองลงมาได้แก่ การเติมเชื้อ AMF+ *Sphingomonas pseudosanguinis* (HQ024490)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่ง จากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (AG-BIO/PERDO-CHE) โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Anwar, G. 1999. Production of growth hormones and nitrogenase by diazotrophic bacteria and their effect on plant growth. Ph.D. Thesis, University of the Punjab, Lahore. 205 p
- Azcon-Aguilar, C., L.L. Handley and C.M. Schrimgeour. 1998. The ¹⁵N of lettuce and barley are affected by AM status and external concentration of N. *New Phytol.* 138: 19-26.
- Bandara, W.M.M.S., G. Seneviratne and S.A. Kulasoorya. 2006. Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. *J. Biosci.* 31: 645-650.
- Barea, J.M. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizas as modifiers of soil fertility. *Adv. Soil Sci.* 15: 1-40.
- Berta, G., A. Trotta, A. Fusconi, J.E. Hooker, M. Munro, D. Atkinson, M. Giovannetti, S. Morin, P. Fortuna, B. Tisserant, V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi. 1995. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiol.* 15: 281-293.
- Boontiang, K., S. Khumkratok, T. Chanaboon, K. Wongpakam, B. Chutchudet, P. Chutchudet and S. Kaesit. 2009. Patumma and Krajeaw: Current status and research trends. *J. Sci. Technol. MSU.* 28(3): 366-377. (In Thai)
- Chuanchaisit, W. 2006. Specific character of endophytic bacteria in *Dendrobium* tissue from tissue culture. M.S. Thesis, Graduate School. Chiang Mai University, Chiang Mai. 103 pp. (In Thai)
- Deacon, J.W. 1980. Introduction to modern mycology. pp 256-378. In: J.F. Wilkinson, (eds), *Basic microbiology*. Blackwell Scientific Publication. Edinbergh University.
- Department of Agricultural Extension. 2005. Patumma. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd. Press. 131 p. (In Thai)
- Forni C, J. Riov, M.G. Caiola, L. Tel-Or. 1992. Indole-3-acetic acid (IAA) production by *Arthrobacter* species isolated from *Azolla*. *J. Gen. Microbiol.* 138: 377-381.
- Fortuna, P., A.S. Citernes, S. Morini, C. Vitagliano and M. Giovannetti. Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphate fertilization on shoot apical growth of micropropagated apple and plum rootstocks. *Tree Physiol.* 16: 757-763.
- Gianinazzi-Pearson, V., E. Dumas-Gaudot, A. Gollotte, A. Tahiri-Alaouia, and S. Gianinazzi. 1996. Cellular and molecular defense related root responses to invasion by arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 133: 45-57.
- Hamtisong, N. 2007. Nitrogen fixation and IAA synthetic efficiency of endophytic bacteria in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. M.S. Thesis, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Chiang Mai. 89 p. (In Thai)
- Johansson, J., L.R. Paul and R.D. Finlay. 2004. Microbial interaction in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiol. Ecol.* 48: 1-13.
- Ohtake, N., S. Ruamrungsri, S. Ito, K. Sueyoshi, T. Ohyama and P. Apavatjirut. 2006. Effect of nitrogen supply on nitrogen and carbohydrate constituent accumulation in rhizomes and storage roots of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. *Soil Sci. Plant Nutr.* 52: 711-716.
- Osotsapar, Y. 2003. Plant Nutrition. Kasetsart University Press. Bangkok. 424 p. (In Thai)

- Rosenblueth, M. and E. Martinez-Romero. 2006. Bacteria endophytes and their interactions with hosts. The American Phytological Society 19: 827-873.
- Ruamrungsri, S. and P. Apavatjirut. 2003. Effect of nutrient deficiency on the growth and development of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. Proceedings of the 3rd Symposium on the family Zingiberaceae, pp. 98-104. Khon Kaen, Thailand.
- Ruamrungsri, S., N. Ohtake, K. Sueyoshi and T. Ohyama. 2006. Determination of the uptake and utilization of nitrogen in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. using ¹⁵N isotope. Soil Sci. Plant Nutr., 52: 221-225.
- Schenck, D. J. 1981. Can mycorrhizal control root disease. Plant Disease 65(3): 230-234.
- Teaumroong, N., K. Teamtaisong, T. Sooksa-nguan and N. Boonkred. 2001. The diazotrophic endophytic bacteria in thai rice. Biotechnol Sustain Util Biol Resour Trop. 15: 261-267 p.
- Thepsukhon, A., S. Chunlaechanon, S. Tajima. and S. Ruamrungsri. 2010. Effect of arbuscular mycorrhiza fungi on growth of *Curcuma alismatifolia* plantlets. The 3rd Joint Symposium between Chiang Mai University and Kagawa University. 24-26 August 2010.
- Tsavkelova, E.A., T.A. Cherdyntseva and A.I. Netrusov. 2005. Auxin production by bacteria associated orchid roots. J. Micro. 74: 46-53.
- Youpensuk, S. 2006. Mycorrhiza. Department of biology Press. Faculty of science, Chiang Mai University, Chiang Mai. 103 p.(In Thai)