

ผลของ Effective Microorganisms ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Effect of Effective Microorganisms for Growth of *Glycine max* (L.) Merrill)

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์^{1*}, อรวรรณ สมบูรณ์เงิน², ไตรมาศ บุญไทย³, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย⁴

Subuntith Nimrat^{1*}, Orawan Somboonngern², Traimat Boonthai³, Verapong Vuthiphandchai⁴

Received : 10 June 2012 ; Accepted : 3 September 2012

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาผลของจุลินทรีย์อีเอ็ม (Effective Microorganisms) ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน โดยการนำจุลินทรีย์อีเอ็มมาคลุกกับเมล็ดของถั่วเหลืองและปลูกเป็นระยะเวลานาน 30 วัน ผลการศึกษาพบว่าถั่วเหลืองที่มีการคลุกด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มมีความสูงกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ได้คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่มีค่าเท่ากับ 33.90 ± 0.16 และ 30.94 ± 0.21 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินพบว่า ชุดการทดลองที่คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มสามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่างของดินได้จาก 7.21 ± 0.04 เป็น 7.09 ± 0.07 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รวมทั้งสามารถรักษาปริมาณสารอินทรีย์ในดินของชุดทดลองที่คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มในปริมาณ $35.50 \pm 0.95\%$ ซึ่งสูงกว่าชุดที่ไม่ได้คลุกจุลินทรีย์อีเอ็ม ($32.23 \pm 0.94\%$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามการคลุกจุลินทรีย์อีเอ็มไม่มีผลต่อปริมาณแอมโมเนียมไอออนและฟอสฟอรัสในดินหลังการปลูกถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 30 วัน ดังนั้นการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งรักษาและฟื้นฟูสภาพของดินที่ทำการเพาะปลูกพืชได้

คำสำคัญ: จุลินทรีย์อีเอ็ม ถั่วเหลือง การเจริญเติบโต ความเป็นกรด-ด่าง สารอินทรีย์ แอมโมเนียมไอออน ฟอสฟอรัส

Abstract

In the present study, the effect of effective microorganisms (EM) on growth of *Glycine max* (L.) Merrill and physical and chemical characteristics of soil was investigated. Seed of *G. max* (L.) Merrill was mixed with EM granules and cultivated for 30 days. Results demonstrated that *G. max* (L.) Merrill mixed with EM showed a significantly higher growth ($p < 0.05$) over that of the control which were 33.90 ± 0.16 and 30.94 ± 0.21 cm, respectively. In the case of physical and chemical characteristics of soil, EM-mixed treatment was capable of significantly reducing ($p < 0.05$) the pH value of soil from 7.21 ± 0.04 to 7.09 ± 0.07 and maintaining organic matter for $35.50 \pm 0.95\%$, which was significantly higher than ($p < 0.05$) that of treatment with no EM mixture ($32.23 \pm 0.94\%$). However, mixture of EM did not affect the ammonium ion and phosphorus contents in soil after cultivation for 30 days. Indeed, application of EM is one of the alternative procedures for promotion of plant growth, maintaining and remediation of soil used for plant cultivation.

Keyword: Effective Microorganisms, *Glycine max* (L.) Merrill, pH, Organic matter, Ammonium ion, Phosphorus

¹ ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

² ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

⁴ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹ Department of Microbiology and Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University

² Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University

³ Biological Science Program, Faculty of Science, Burapha University

⁴ Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

* Corresponding author: Subuntith Nimrat, Dept. of Microbiology and Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri 20131. Tel. +6638-103120 E-mail: subunti@buu.ac.th

บทนำ

อีเอ็ม (EM) มาจากคำว่า Effective Micro-organisms ค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร.เทโรฮะ ฮิงะ (Terou Higa) แห่งมหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น (ภาพที่ 1) ในช่วงต้นทศวรรษที่ 1980 โดยอีเอ็มประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง เช่น *Rhodospseudomonas plastris*, *Rhodobacter sphaeroides* และไซยาโนแบคทีเรีย กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* และ *Streptococcus lactis* กลุ่มยีสต์ เช่น *Saccharomyces* sp. กลุ่มแอคทีโนมัยซีทส์ เช่น *Streptomyces* sp. กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน

เช่น *Azotobacter* sp. และ *Rhizobium* sp. และเชื้อรา เช่น *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp.^{1,2} (ภาพที่ 2) อีเอ็มเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดินและน้ำ ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุดมน้ำและอากาศผ่านได้ดี ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเพื่อให้เป็นปุ๋ยแก่พืชในการดูดซึมไปเป็นอาหารได้ดี และช่วยสร้างฮอร์โมนพืชทำให้พืชให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีขึ้น^{3,4} รวมทั้งช่วยปรับปรุงสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น⁵



Figure 1 Professor Dr.Terou Higa

(ที่มา: <http://emrojapan.com/about-em/dr-higas-philosophy.html>)

ปัจจุบันจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพที่เรียกว่าจุลินทรีย์อีเอ็มนี้ถูกนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นเพื่อลดอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรและตอบสนองต่อความต้องการอาหารปลอดภัยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน ผลการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มช่วยเพิ่มผลผลิตและทำให้ผลผลิตทางการเกษตรนั้นมีคุณภาพที่ดีขึ้น^{6, 7, 8} ยกตัวอย่างเช่น Hussain และคณะ⁹ พบว่าการใช้จุลินทรีย์อีเอ็มสามารถเพิ่มผลผลิต

ข้าวและข้าวสาลีได้ รวมทั้งยังให้ผลกำไรสูงกว่าการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก

ดังนั้นในงานวิจัยในครั้งนี้จึงทำการศึกษาถึงผลของจุลินทรีย์อีเอ็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและคุณสมบัติของดินที่ทำการเพาะปลูกเพื่อทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไอออน ฟอสฟอรัส ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งมีผลต่อการเจริญของพืช

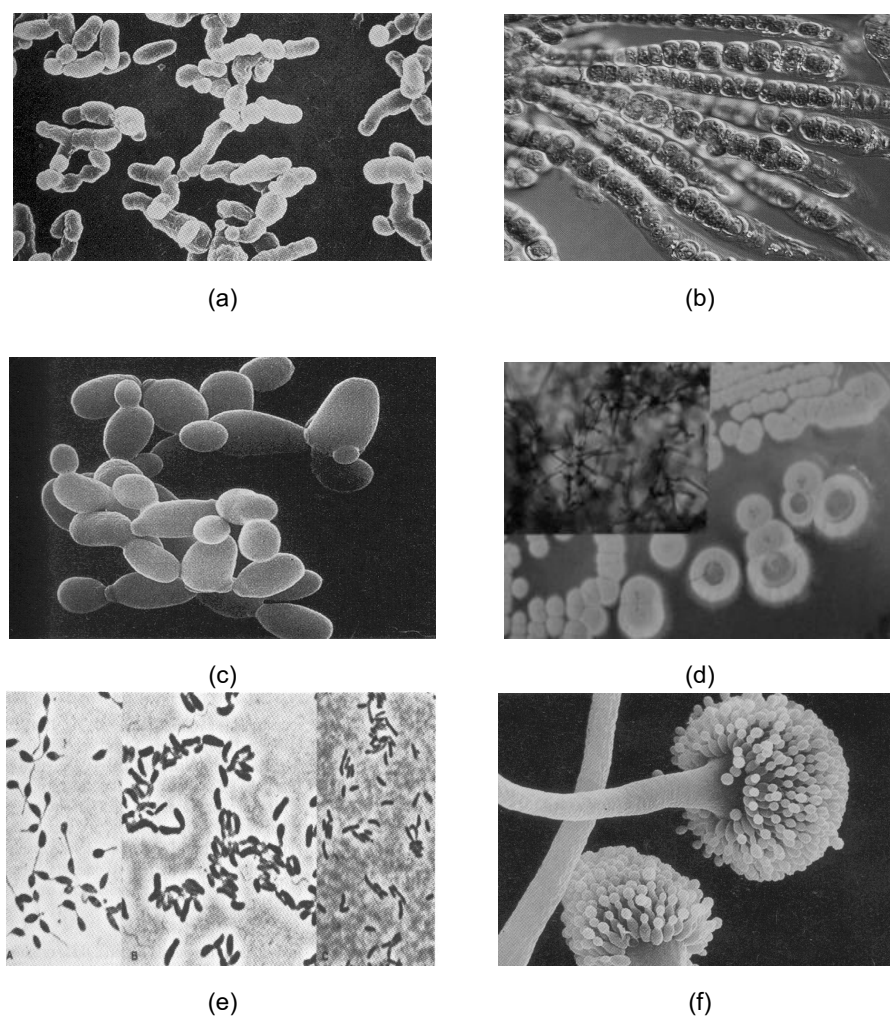


Figure 2 Effective Microorganisms^{10,11}

- | | |
|----------------------------------|--|
| (a) Cyanobacteria | (b) Nitrogen Fixing bacteria (Rhizobium) |
| (c) Actinomycetes | (d) Yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) |
| (e) Fungi (<i>Aspergillus</i>) | (f) Photosynthetic bacteria (<i>Rhodospseudomonas</i>) |

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. การเตรียมแปลงปลูกถั่วเหลือง

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมาคลุกจุลินทรีย์อีเอ็มที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์หลากหลายชนิด ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน เช่น อโซโตแบคเตอร์ และไรโซเบียม กลุ่มจุลินทรีย์แอคทีโนไมซีเทส เช่น สเตรปโตไมซิส กลุ่มยีสต์ กลุ่มเชื้อรา เช่น เพนิซิลเลียม ไตรโคเดอมา ฟูซารีเยม และปลูกในแปลงที่ออกแบบไว้เป็นรางไม้ ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ

100 x 50 x 30 เซนติเมตร เพื่อทำการปลูกถั่วเหลืองดังกล่าว และศึกษาคุณภาพดินทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีดังในรายละเอียดในการวิเคราะห์สารชนิดต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ชุดการทดลองที่เมล็ดคลุกด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม และชุดการทดลองที่ไม่ได้คลุกด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม (ชุดควบคุม) ดังภาพที่ 3 รวมทั้งหมด 6 แปลง โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหยอดลงในหลุม 2-3 เมล็ดต่อหลุม ทั้งหมด 15 หลุมต่อแปลง แต่ละหลุมห่างกัน 20 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4

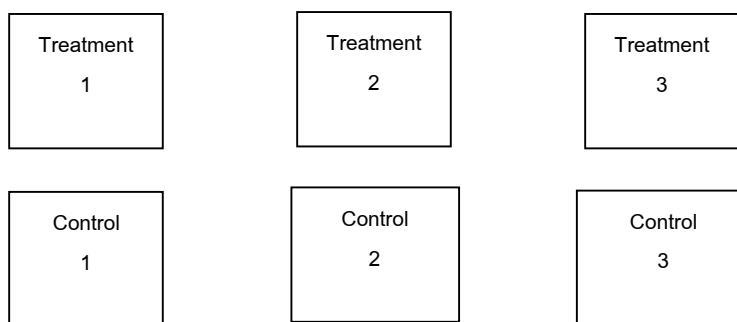
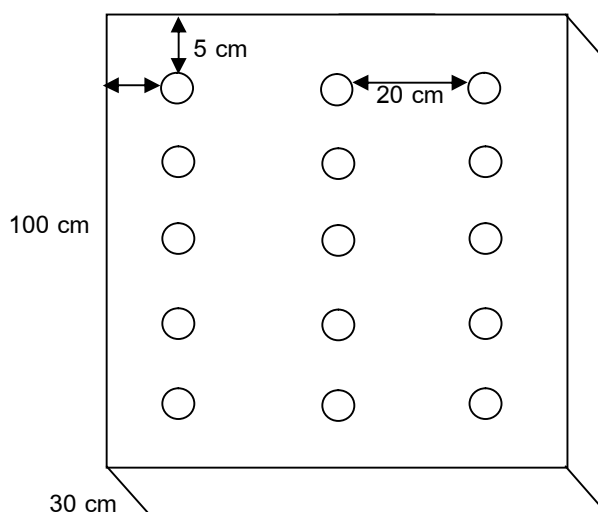


Figure 3 Schematics of Treatment

Figure 4 Preparation of *Glycine max* (L.) Merrill cultivation plot

2. การวัดความสูงต้นถั่วเหลือง

วัดความสูงของต้นถั่วเหลืองเป็นเซนติเมตร โดยวัดจากส่วนเหนือดินจนถึงปลายยอด ด้วยวิธีการรวบปลายใบสูงสุดของต้นถั่วเหลือง ทำการวัดทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยทำการสุ่มวัดจำนวน 5 ต้นต่อแปลง

3. การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงดังแสดงในภาพที่ 5 จากนั้นนำกระบอเก็บตัวอย่างเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินตามระดับความลึก คือ 0-10 เซนติเมตร จากแปลงทดลอง นำตัวอย่างดินที่เก็บได้มาผึ่งในที่ร่ม บดให้ละเอียดแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

4. การวิเคราะห์สารชนิดต่าง ๆ

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม
โดยวิธี **Colorimetric**¹²

ชั่งดิน 10 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 2 N ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองแล้วนำส่วนที่ได้จากการกรองได้มาวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม โดยนำส่วนที่ได้จากการกรองมา 5 มิลลิลิตร เติมน้ำในขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำโซเดียมซัลไฟต์ (C₇H₅NaO₃) 5 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับค่ากราฟมาตรฐาน

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่มีเป็นประโยชน์ (available phosphorus) ด้วยวิธี Ascorbic acid method¹²

นำดินตัวอย่าง 5 กรัม ที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

เติมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ความเข้มข้น 0.05 M ตามอัตราส่วนของดินต่อสารละลาย 1:5 เขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 เก็บไว้ในขวดที่สะอาดปิดจุก เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป โดยดูดสารละลายที่สกัดได้ 5 มิลลิลิตร เติมในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เติมกรดบอริก (H_2BO_3) ความเข้มข้น 2% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วเติม Murphy's reagent ลงไป 5 มิลลิลิตร และกรดแอสคอร์บิก ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) ความเข้มข้น 2.5% ลงไป 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ให้เกิดสีแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

4.3 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter¹²

ชั่งดิน 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนดิน และน้ำให้เข้ากันก่อนวัดประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้ 30 นาที ควรคนดินเป็นครั้งคราว

4.4 การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุโดยวิธี Loss on ignition¹²

ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร นำดินที่ชั่งใส่บีกเกอร์ไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำบีกเกอร์ออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งน้ำหนักของดิน และจดบันทึก นำดินเข้าตู้อบอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 360 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำบีกเกอร์ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นอีกครั้งที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักดิน และจดบันทึก

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองได้แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุด การทดลอง ๑ ละ 3 ซ้ำ ข้อมูลจากการทดลองแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดการทดลองด้วย Independent t test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

จากการศึกษาถึงผลของจุลินทรีย์อีเอ็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและคุณสมบัติของดินที่ทำการศึกษา ผลการศึกษาดังตารางที่ 1 ดังนี้

Table 1 Effect of EM on height, physical and chemical factors of Glycine max (L.) Merrill cultivated for 30 days

Treatment	Physical and chemical factors				
	Height of G. max (L.) Merrill (cm)	pH	Organic matter (%)	NH_4^+ (mg/kg)	Phosphorus (mg/kg)
Seed of G. max (L.) Merrill mixed with EM	33.90 $\pm$ 0.16 ^a	7.09 $\pm$ 0.07 ^b	35.50 $\pm$ 0.95 ^b	0.019 $\pm$ 0.00006 ^a	0.0294 $\pm$ 0.0018 ^a
Seed of G. max (L.) Merrill mixed without EM	30.94 $\pm$ 0.21 ^b	7.21 $\pm$ 0.04 ^a	32.23 $\pm$ 0.94 ^c	0.021 $\pm$ 0.00085 ^a	0.0236 $\pm$ 0.0008 ^a
Soil	-	6.76 $\pm$ 0.03 ^c	52.79 $\pm$ 0.00 ^a	0.017 $\pm$ 0.0008 ^a	0.0236 $\pm$ 0.0011 ^a



Figure 6 Growth of Glycine max (L.) Merrill cultivated for 30 days; Seed of G. max (L.) Merrill without EM (Left), Seed of G. max (L.) Merrill mixed with EM (Right)



Figure 7 Vegetative growing of Glycine max (L.) Merrill



Figure 8 Flowering of Glycine max (L.) Merrill

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าเมื่อนำจุลินทรีย์อีเอ็มมาคลุกกับเมล็ดถั่วเหลืองและปลูกเป็นระยะเวลา 30 วัน ถั่วเหลืองที่มีการคลุกด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มมีความสูงเท่ากับ 33.90 ± 0.16 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ได้คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มที่มีค่าเท่ากับ 30.94 ± 0.21 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนดินของชุดการทดลองที่คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มมีความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่าชุดที่ไม่ได้คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 7.09 ± 0.07 และ 7.21 ± 0.04 ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารอินทรีย์ของดินในชุดการทดลองที่คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มหลังจากปลูกถั่วเหลืองเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่ามีค่าเท่ากับ $35.50 \pm 0.95\%$ ซึ่งสูงกว่าชุดที่ไม่ได้เติมจุลินทรีย์อีเอ็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่มีค่าเท่ากับ $32.23 \pm 0.94\%$

ส่วนปริมาณแอมโมเนียมไอออนและฟอสฟอรัสที่คงเหลือในดินของชุดการทดลองที่คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มและชุดการทดลองที่ไม่คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าเมื่อมีการนำจุลินทรีย์อีเอ็ม ซึ่งตามฉลากได้มีการระบุว่าประกอบด้วยจุลินทรีย์หลากหลายชนิด (กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน เช่น อซิโตแบคเตอร์ และไรโซเบียม กลุ่มจุลินทรีย์แอคทีโนไมซีเทส เช่น สเตราโตไมซิส กลุ่มยีสต์ กลุ่มเชื้อรา เช่น เพนิซิลเลียม ไตรโคเดอมา ฟูซารีเยียม) มาคลุกกับเมล็ดถั่วเหลืองและปลูกเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าถั่วเหลืองที่มีการคลุกด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มมีความสูงกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ได้คลุกจุลินทรีย์อีเอ็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจจะเกิดจากจุลินทรีย์อีเอ็มมีความ

สามารถในการสร้างฮอร์โมนพืชทำให้พืชให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีขึ้น^{3,4} จึงทำให้ถั่วเหลืองที่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มมีความสูงกว่าชุดที่ไม่มีการเติมจุลินทรีย์ดังกล่าว

นอกจากนั้นอาจจะเกิดจากจุลินทรีย์อีเอ็มส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มเฮเทอโรโทรป ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในดินให้เป็นสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนขนาดเล็กหรือสารอนินทรีย์ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้รวดเร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมจุลินทรีย์อีเอ็ม^{10, 13, 14, 15} ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าดินของชุดการทดลองที่มีการเติมจุลินทรีย์อีเอ็มมีปริมาณสารอินทรีย์คงเหลือจากการปลูกถั่วเหลืองในปริมาณที่เท่ากับ $35.50 \pm 0.95\%$ ซึ่งสูงกว่าชุดที่ไม่ได้เติมจุลินทรีย์อีเอ็ม ($32.23 \pm 0.94\%$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งอาจจะเกิดมาจากการเสริมจุลินทรีย์อีเอ็มทำให้พืชใช้สารอินทรีย์ขนาดใหญ่ในปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากจุลินทรีย์อีเอ็มมีประสิทธิภาพในการช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์และเกิดผลิตภัณฑ์ที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโต และในขณะเดียวกันจุลินทรีย์อีเอ็มเองนั้นก็เป็นส่วนหนึ่งของสารประกอบอินทรีย์อีกประเภทหนึ่งแก่พืช¹⁶ ดังนั้นชุดการทดลองที่มีการเติมจุลินทรีย์อีเอ็มจึงทำให้พืชมีความสามารถในการดูดซึมสารอินทรีย์ไปเป็นอาหารได้ดีกว่าชุดที่ไม่เติมจุลินทรีย์อีเอ็ม ทำให้ชุดทดลองนี้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ตั้งต้นในปริมาณที่น้อยกว่าแต่พืชได้สารอาหารครบถ้วนมากกว่าชุดที่ไม่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มที่ต้องย่อยสลายสารอินทรีย์ตั้งต้นในปริมาณที่มากกว่านั่นเอง ส่วนการศึกษาที่พบว่าในชุดการทดลองที่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มสามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่างของดินได้จาก 7.21 ± 0.04 เป็น 7.09 ± 0.07 จากผลการศึกษาอาจจะเกิดจากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มเฮเทอโรโทรปและสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ขนาดใหญ่

ได้รวดเร็วและเกิดเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการย่อยสลายได้แก่ กรดอินทรีย์ขนาดเล็กต่าง ๆ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ¹⁷ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้ของชุดที่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มจะมีมากกว่าชุดที่ไม่ได้เติมจุลินทรีย์อีเอ็ม จึงทำให้ชุดทดลองที่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มมีความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่าชุดการศึกษาที่ไม่ได้คลุกจุลินทรีย์อีเอ็ม รวมทั้งแบคทีเรียแลกติกที่เป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญอีกกลุ่มหนึ่งในจุลินทรีย์อีเอ็ม ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สามารถหมักย่อยน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอมอื่น ๆ โดยแบคทีเรียแลกติกประกอบด้วยแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฮอมอเฟอโรเมนเททีฟ (Homofermentative) และกลุ่มเฮเทอโรเฟอโรเมนเททีฟ (Heterofermentative) โดยกลุ่มแรกสามารถผลิตกรดแลกติกได้จากการหมักย่อยน้ำตาลดังกล่าวได้สูงประมาณร้อยละ 95 ที่เหลืออีกร้อยละ 5 จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกรดแอซิดอีกเล็กน้อย สำหรับแบคทีเรียกลุ่มหลังจากการหมักย่อยน้ำตาลดังกล่าวแล้วจะผลิตกรดแลกติก ประมาณร้อยละ 50 และอีกร้อยละ 50 ผลิตกรดแอซิด กรดฟอร์มิก รวมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเอทานอล^{18,19} ดังนั้นอาจจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่าชุดที่ไม่เติมจุลินทรีย์อีเอ็ม ส่วนผลของการเติมจุลินทรีย์อีเอ็มต่อปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่คงเหลือในดิน พบว่าสารกลุ่มแอมโมเนียมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของชุดการทดลองที่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มและชุดการทดลองที่ไม่เติมจุลินทรีย์อีเอ็มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์อีเอ็มไม่มีผลต่อปริมาณของสารทั้ง 2 ชนิดในดินที่ทำการเพาะปลูกถั่วเหลือง แต่อย่างไรก็ตามคาดว่าจุลินทรีย์อีเอ็มที่ประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงโดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้นอกจากทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตสารอินทรีย์ให้แก่ดินและพืชในบริเวณดังกล่าวแล้ว ยังทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสารที่เป็นพิษต่อพืช ยกตัวอย่างเช่น สารในกลุ่มไฮโดรเจนซัลไฟด์ ให้เปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลเฟอร์รูปแบบอื่นที่มีประโยชน์ต่อพืช นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำให้เป็นก๊าซออกซิเจน ซึ่งก๊าซออกซิเจนเหล่านี้ช่วยให้พืชมีก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงยังเป็นจุลินทรีย์ที่ช่วยให้กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนสามารถดำเนินการตรึงก๊าซไนโตรเจนได้^{10, 14, 16, 20, 21}

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้จุลินทรีย์อีเอ็มเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนั้นพบว่า จุลินทรีย์อีเอ็มสามารถช่วยในด้านความสูงของถั่วเหลืองรวมทั้งการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง นอกจากนั้นยังทำให้การใช้สารอินทรีย์

ในปริมาณที่ลดลงแต่มีประสิทธิภาพต่อถั่วเหลืองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Higa¹⁶ ที่พบว่า จุลินทรีย์อีเอ็มช่วยรักษาและฟื้นฟูสภาพของดินที่ทำการเพาะปลูกพืช รวมทั้งช่วยในการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์อีเอ็มน่าจะเป็นแหล่งที่ผลิตสารที่มีประโยชน์มากมายหลายชนิดให้แก่พืชและจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินที่ทำการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งควรดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของจุลินทรีย์อีเอ็มในเชิงลึกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ที่งานวิจัยขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา และภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยสนับสนุนอุปกรณ์และความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า

เอกสารอ้างอิง

1. Condor Golec AF. Perez PG. Lokare YC. Effective microorganisms: myth or reality? Rev Peru Biol 2007;14: 315-319.
2. Javaid A. Bajwa R. Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. Turk J Agric For 2011;35: 443-452.
3. Higa T. What is EM technology? EM World Journal 2000;1: 1-6.
4. Hussain T. Anjum AD. Tahir J. (2002) Technology of beneficial microorganisms. Nature Farming Environ 2002;3: 1-14.
5. Higa T. Wididana G.N. The concept and theories of Effective Microorganisms. In: Parr JF, Hornick SB, Whitman CE, editors. Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.; 1991. p.118-24.
6. Daly MJ. Stewart DPC. Influence of "effective microorganisms" (EM) on vegetative production and carbon mineralization - a preliminary investigation. J Sustain Agric 1999;14: 15-25.
7. Iwaishi S. Effect of organic fertilizer and effective microorganisms on growth, yield and quality of paddy-rice varieties. J Crop Prod 2000;3: 269-273.

8. Javaid A. Foliar application of effective microorganisms as an alternative fertilizer for pea. *Agron Sustain Dev* 2006;26: 257-262.
9. Hussain T. Javaid T. Parr JF. Jilani G. Haq MA. Rice and wheat production in Pakistan with effective microorganisms. *Am J Altern Agric* 1999; 14: 30-36.
10. สุบัณฑิต นิมิตรน. จุลชีววิทยาทางดิน. กรุงเทพฯ: โอเดียน สโตร์. 2549.
11. สุบัณฑิต นิมิตรน. และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน: บทบาทของจุลินทรีย์และการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552.
12. ทศนีย์ อัดตะนันท์ และจรัสภรณ์ จันทร์เจริญสุข. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542.
13. สุบัณฑิต นิมิตรน. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548.
14. Atlas, RM. Bartha, R. *Microbial Ecology*. 3rd ed. Redwood: The Benjamin/Cummings Publishing Company; 1993.
15. Higa T. Effective microorganisms: a new dimension for nature farming. In: Parr JF, Hornick SB, Simpson ME, editors. *Proceedings of the 2nd International Conference on Kyusei Nature Farming*. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C; 1994. p. 20-22.
16. Higa T. Parr JF. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan; 1994.
17. Alexander, M. *Acclimation in biodegradation and bioremediation*. New York: Academic Press; 1994.
18. Wood, BFB. *The Lactic Acid Bacteria in Health & Disease*. London: Elsevier Applied Science; 1992.
19. Holt, IG. Krieg, NR. Sneath, PHA. Stanley, JT. Williams, ST. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994.
20. Bitton, G. *Wastewater Microbiology*. Chichester: John Wiley & Sons; 1994.
21. Brock, TD. Madigan, MT. Martinko, JM. Parker, J. *Biology of microorganisms*. 7th ed. New Jersey: Prentice-Hall; 1994.