การสำรวจปริมาณของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดชลบุรี

Survey on population of beneficial soil microorganisms for agriculture from cassava fields in Chonburi province

บุษราพร ไชยพันธ์ [1], กรรณิกา มาลา [1] และ ภัทรารัตน์ เทียมเก่า [1*]

Butsaraphon Chaipan [1], Kannika Mala [1] and Pattrarat Teamkao [1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร รวมถึงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลักในดิน จากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในชุดดินบางละมุง จังหวัดชลบุรี เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มทั่วทั้งแปลงในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ทำการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร 5 กลุ่ม ได้แก่ เชื้อราและแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลส เชื้อราและแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม เชื้อราและแบคทีเรียละลายอนินทรีย์ฟอสเฟต แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระ และเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในแปลงปลูกมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน 5 เดือน 8 เดือน และ 11 เดือน จากการศึกษาพบว่าดินบริเวณที่ศึกษาทั้ง 4 แปลงเป็นกรดรุนแรง (3.64±0.19) และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร พบว่าปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลส เชื้อราละลายโพแทสเซียม เชื้อราและแบคทีเรียละลายอนินทรีย์ฟอสเฟต และแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระ พบมากที่สุดในแปลงอายุมันสำปะหลัง 11 เดือน ปริมาณ $2.5x10^5$, $2.6x10^5$, $1.2x10^5$, $3.2x10^4$, $2.1x10^5$ และ $1.1x10^5$ CFU/g soil ตามลำดับ การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชและจำนวนสปอร์ในดินพบมากในแปลงอายุมันสำปะหลัง 11 เดือน โดยพบจำนวน 3.72 เปอร์เซ็นต์ และ 1.24 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร พบมีจำนวนเพิ่มขึ้นในแปลงที่พืชมีอายุมากขึ้น

Abstract

This research aimed to study the amount of beneficial soil microorganisms

คำสำคัญ: เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา, มันสำปะหลัง, จุลินทรีย์ดิน

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1] Plant Production Technology Department, Faculty of Agriculture, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

* Corresponding author : pattrarat.te@kmitl.ac.th

in the cassava cultivation, including macro-nutrients available in soil from cassava (KU50 variety) cultivation areas in Banglamung soil series, Chonburi province. Soil samples were collected randomly throughout the cultivation areas in February 2016. The study focused on five groups of microorganisms including cellulolytic microorganisms, potassium solubilizing microorganisms, phosphate solubilizing microorganisms, nitrogen fixing microorganisms and arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) in four fields with different cassava ages; 1, 5, 8, and 11 months. The results showed that soil from all fields of studied were extremely acid (3.64 ±0.19) and low fertility. The study on population of beneficial soil microorganisms found that quantity of cellulolytic fungi and bacteria, potassium solubilizing bacteria, phosphate solubilizing fungi and bacteria, and nitrogen fixing bacteria were highest in the field that cassava was 11 months old, which were $2.5x10^5$, $2.6x10^5$, $1.2x10^5$, $3.2x10^4$, $2.1x10^5$ and $1.1x10^5$ CFU/g soil, respectively. AMF colonization and spore in soil were also highest in the field that cassava was 11 months old, which were 1.24% and 3.72 spore/g soil, respectively. Amount of beneficial soil microorganisms were increase in the fields with higher plant age.

Kewords: Arbuscular mycorrhizal fungi, Cassava, Soil microorganisms

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L. Crantz) เป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพืชอาหารที่สำคัญอันดับ 5 รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง (ศูนย์พัฒนาความรู้การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2007) สามารถปลูกได้ง่ายในพื้นที่เขตร้อนและเขตร้อนชื้น หัวมันสำปะหลังเป็นแหล่งสะสมแป้ง จึงเป็นอาหารประเภทแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับมนุษย์และสัตว์ และใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นพืชไร่ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบทุกจังหวัด และในภาคตะวันออกแถบจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง ข้อได้เปรียบของการปลูกพืชไร่ชนิดนี้คือสามารถปลูกให้ขึ้นและลงหัวได้ในดินดอนเกือบทุกประเภท ประเทศไทยสามารถส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังได้หลายรูปแบบ เช่น มันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง ทั้งในรูปของแป้งดิบและแป้งแปรรูป ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ของโลก เป็นอันดับ 3 รองจากประเทศบราซิลและประเทศไนจีเรีย (ศูนย์วิจัยมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์, 2551)

ปริมาณและกลุ่มจุลินทรีย์ในดินขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน พืชปลูก สภาพแวดล้อม และระบบนิเวศน์ที่แตกต่างกันทำให้จุลินทรีย์ในแต่ละท้องถิ่นมีความหลากหลาย จำนวนจุลินทรีย์กับความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดินเป็นสิ่งที่สำคัญในการทำการเกษตรและในด้านการอนุรักษ์ดิน (สายพิณ, 2547) กลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร เช่น จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน จุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต จุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม และ

ไมคอร์ไรซา (ดวงพร, 2545) จุลินทรีย์เหล่านี้มีบทบาทต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุอาหาร เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช จุลินทรีย์บางชนิดสร้างกรดอินทรีย์เพื่อละลายแร่ธาตุอาหารในดินให้เป็นประโยชน์กับพืช ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลงและเปลี่ยนรูปเป็นธาตุอาหาร ทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหาร ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยการสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโต เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเชื้อราที่อยู่ร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) พืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากจะได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และยังมีประโยชน์ต่อพืชในด้านอื่นๆ เช่น ทำให้พืชมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ความแห้งแล้ง ความเค็ม ลดการทำลายของศัตรูพืชในระบบรากพืช และยังมีบทบาทต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศ (พักตร์เพ็ญ, 2556) กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ดินยังมีส่วนช่วยในการปรับปรุงดินให้มีโครงสร้างที่ดี มีลักษณะร่วนซุย และมีการระบายน้ำและอากาศดี ทำให้ดินมีความสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืชสูงขึ้น และช่วยรักษาสภาพปฏิกิริยาดินไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (สายพิณ, 2547)

ปัจจุบันการเกษตรของไทยเป็นการทำการเกษตรแบบเชิงเดี่ยว ส่งผลให้สถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเสื่อมโทรมลงไป โดยเฉพาะจุลินทรีย์ดินซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์ การจัดการและการใช้ประโยชน์ของระบบนิเวศเกษตร ดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นดินที่มีคุณภาพต่ำ ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ธาตุอาหารพืชในดินต่ำ ทำให้ปลูกมันสำปะหลังแล้วได้ผลผลิตต่ำถึงต่ำมาก หรือเป็นดินที่เสื่อมโทรมซึ่งเกิดจากการปลูกมันสำปะหลังเพียงชนิดเดียวติดต่อกันนาน ดังนั้นจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ดินที่อยู่ในระบบการเกษตร รวมถึงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินที่มีผลต่อปริมาณของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

อุปกรณ์และวิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในชุดดินบางละมุงในเขตจังหวัดชลบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยมีอายุมันสำปะหลังที่แตกต่างกันเป็นปัจจัยที่ศึกษา เก็บตัวอย่างดิน 4 แปลง ประกอบด้วยแปลงที่ 1 อายุมันสำปะหลัง 1 เดือน แปลงที่ 2 อายุมันสำปะหลัง 5 เดือน แปลงที่ 3 อายุมันสำปะหลัง 8 เดือน และแปลงที่ 4 อายุมันสำปะหลัง 11 เดือน เก็บดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร บริเวณรอบรากพืชโดยใช้ soil tube บันทึกข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ จุดพิกัดเก็บตัวอย่างดิน ข้อมูลการใส่ปุ๋ย ประวัติการปลูกพืช และการจัดการแปลงจากเกษตรกร

1. การวิเคราะห์ดินทางเคมี

วัดค่าพีเอชโดยใช้ pH meter ที่อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 วัดค่าการนำไฟฟ้าของดินโดยใช้ Electrical conductivity bride (EC meter) ที่อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5 วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ด้วยวิธีวิเคราะห์ Kjeldahl method วิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินโดยสกัด

ด้วยน้ำยา Bray II วิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (OM) โดยใช้วิธี Lost on ignition และวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยน้ำยาสกัด NH_4OAc และวัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

2. การศึกษาจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร

ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร 5 กลุ่ม คือ จุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส จุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม จุลินทรีย์ละลายอนินทรีย์ฟอสเฟต และจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนอิสระ โดยใช้อาหารที่จำเพาะกับชนิดของจุลินทรีย์ (Table 1) นำตัวอย่างดินมาทำการเจือจางลำดับส่วนและใช้ความเข้มข้นที่ 10^{-3} และ 10^{-4} ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร Spread ลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ตรวจนับปริมาณเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดเมื่อครบ 7 วัน และตรวจนับปริมาณแบคทีเรียเมื่อครบ 3 วัน

Table 1 Culture media used for cultivation of beneficial microorganisms

Microorganisms	Media
Nitrogen fixing microorganisms	Nitrogen free agar medium
Cellulolytic fungi	Carboxyl methyl cellulose agar medium
Cellulolytic bacteria	Rivere agar medium
Phosphate solubilizing microorganisms	Pikovskaya's agar medium
Potassium solubilizing microorganisms	Aleksandrov's agar medium

3. การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช

ตรวจนับการเข้าอาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากมันสำปะหลัง โดยใช้วิธีการของ Phillip and Hayman (1970) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างรากและล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นต้มรากมันสำปะหลังใน KOH ความเข้มข้น 5-10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วนำไปต้มในกรด HCl ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3-4 นาที แล้วนำรากไปอุ่นในสารสีน้ำเงิน (trypan blue) เป็นเวลา 10-20 นาที ในน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เพื่อย้อมสีราก จากนั้นตัดรากให้มีความยาว 1 เซนติเมตร จำนวน 30 ราก ประเมินการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราในรากภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4. การตรวจนับสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

แยกสปอร์จากดินโดยวิธี Wet sieving and decanting method (Gerdeman and Nicolsan, 1963) ตามด้วยวิธี modified sucrose centrifugation (Daniels and Skipper, 1982) ชั่งตัวอย่างดิน 200 กรัมใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร คนให้ดินแตกตัว แล้วทิ้งไว้ 10

วินาที เทดินผ่านตะแกรงร่อนขนาด 40, 60, 150 และ 230 เมช ตามลำดับ เทตะกอนดินบนตะแกรงร่อนขนาด 40 เมช ใส่จานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ เทตะกอนดินบนตะแกรงร่อนขนาด 60, 150 และ 230 เมช เทใส่ในหลอดพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (modified sucrose centrifugation) ที่ 4,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที เทน้ำใสเหนือตะกอนทิ้ง และเติมสารละลายซูโครส 40 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4,000 รอบนาที เป็นเวลา 2 นาที เทสารละลายซูโครส 40 เปอร์เซ็นต์ ที่อยู่เหนือตะกอนดินลงบนตะแกรงร่อนขนาด 230 เมช และใช้กระบอกฉีดล้างน้ำตาลออกให้หมด จากนั้นเทสปอร์ของเชื้อราลงในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ เพื่อตรวจนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ประเมินความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตำรับการทดลอง โดยวิธี Ducan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์

1. สมบัติทางเคมีของดิน

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน (Table 2) พบว่าค่าพีเอช (pH) การแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และปริมาณไนโตรเจนในดินทั้ง 4 แปลง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าพีเอชของดินเฉลี่ย 3.6±0.2 ซึ่งเป็นกรดรุนแรง การแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินมีค่าเฉลี่ย 10.69±3.11 cmol/kg อินทรียวัตถุในดินปริมาณต่ำมาก มีค่าเฉลี่ย 0.25±0.12 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนต่ำ มีค่าเฉลี่ย 0.01±0.01 เปอร์เซ็นต์ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในแปลงอายุ 5 เดือน และ 8 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากแปลงอายุ 1 เดือน และ 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแปลงอายุ 1 เดือน อยู่ในระดับต่ำมาก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 2 Chemical properties of soil in each field of study

Stage (months)	pH	EC (dS/m)	CEC (cmol/kg)	OM (%)	Total N (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
1	3.66	0.03 [c]	7.88	0.33	0.02	2.35 [b]	10.65 [b]
5	3.57	0.07 [b]	12.38	0.25	0.01	75.57 [a]	71.25 [a]
8	3.77	0.06 [b]	11.25	0.21	0.01	76.72 [a]	59.97 [a]
11	3.59	0.13 [a]	11.25	0.21	0.01	71.39 [a]	57.30 [a]
F- test	ns	**	ns	ns	ns	**	*
CV (%)	5.38	13.6	26.32	49.66	49.63	8.29	58.36

** significant at $p<0.01$ *significant at $p<0.05$ ns = non significant values followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p<0.05$

จากแปลงอายุ 5 เดือน 8 เดือน และ 11 เดือน เนื่องจากเกษตรกรใส่ปุ๋ยมันสำปะหลังในระยะ 2-3 เดือนหลังปลูก แปลงอายุ 1 เดือน จึงไม่มีการสะสมของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม รวมทั้งมีการปลูกพืชหมุนเวียนสับปะรดกับมันสำปะหลัง ทำให้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมถูกดูดใช้ออกไปจากดินในปริมาณมาก ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมในดินจึงพบในปริมาณที่ต่ำ เมื่อเกษตรกรเริ่มใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง จะเห็นได้ว่าแปลงอายุ 5-11 เดือน มีการสะสมของฟอสฟอรัส ซึ่งฟอสฟอรัสที่ใส่ลงในดินมีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลือจะถูกตรึงให้อยู่ในรูปฟอสฟอรัสอนินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้เกิดการสะสมของฟอสฟอรัสในดิน (ทวีรัตน์, 2547) โดยเฉพาะดินในพื้นที่การเกษตรที่มีการใส่ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง โดยดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังทางภาคตะวันออกของไทย ควรมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5.0-6.2 อินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.8-1.8 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 5.3-10.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 38-65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2537) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษา พบว่าค่าพีเอชของดินบริเวณที่ศึกษามีความเป็นกรดรุนแรง ซึ่งแตกต่างจากคุณสมบัติดินที่เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลังมาก อินทรียวัตถุในดินต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ฟอสฟอรัสสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เหมาะสม มีเพียงในแปลงที่ 1 ที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ โพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ย 38-65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จะเห็นได้ว่าดินบริเวณที่ศึกษาทั้ง 4 แปลง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เหมาะสมของธาตุอาหารในดินสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง สาเหตุเนื่องจากการปลูกมันสำปะหลังเป็นเวลานาน มีการปลูกสลับกับการปลูกสับปะรด มีการเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินน้อยมาก และไม่มีแหล่งน้ำชลประทาน ซึ่งดินบริเวณที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตต่ำ ธาตุอาหารในดินต่ำ เนื้อดินเป็นทรายไม่อุ้มน้ำ จึงทำให้กักเก็บปุ๋ยธรรมชาติหรือดูดยึดปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงไปได้น้อย ทำให้เมื่อทำการเพาะปลูกจึงได้ผลผลิตต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ต่ำจึงมีผลต่อปริมาณของจุลินทรีย์ดินอย่างมาก จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 6.5-7) ความเป็นกรดรุนแรงของดินบริเวณที่ศึกษา ทำให้จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถเจริญได้ และธาตุอาหารบางชนิดไม่เป็นประโยชน์เนื่องจากตกตะกอนและไม่ละลายน้ำ ปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ ส่งผลต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของธาตุอาหารพืช ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลงและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์ยังมีส่วนช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างดินให้ร่วนซุย มีการระบายน้ำระบายอากาศที่ดี เป็นการเพิ่มการดูดซับน้ำและธาตุอาหารของพืชและช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (อานัฐ, 2549)

2. ปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีอายุต่างกัน

การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร ประกอบด้วยเชื้อราและแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลส เชื้อราและแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม เชื้อราและแบคทีเรียละลายอนินทรีย์ฟอสเฟต และแบคทีเรียตรึงโนโตรเจน

อิสระ โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะกับจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม พบว่าปริมาณเชื้อรายย่อยสลายเซลลูโลส เชื้อราละลายโพแทสเซียม และเชื้อราละลายอนินทรีย์ฟอสเฟต ทั้ง 4 แปลงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบปริมาณมากที่สุดในแปลงอายุ 11 เดือน จำนวน $2.5x10^5$, $1.2x10^5$ และ $3.2x10^4$ CFU/g soil ตามลำดับ (Table 3)

สำหรับผลวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ พบว่าปริมาณแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมทั้ง 4 แปลงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเฉลี่ย $3.3x10^4$ CFU/g soil แต่ปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลส แบคทีเรียละลายฟอสเฟตและแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระ พบปริมาณมากที่สุดในแปลงอายุ 11 เดือน จำนวน $2.6x10^5$, $2.1x10^5$ และ

Table 3 The amount of beneficial fungi in the field of study

Stage (month)	Amount of microorganisms (CFU/g)		
	Cellulolytic fungi	Potassium solubilizing fungi	Phosphate solubilizing fungi
1	$1.8x10^5$ ab	$5.0x10^4$ c	$4.9x10^3$ b
5	$1.0x10^5$ b	$6.7x10^4$ bc	$9.3x10^3$ b
8	$1.4x10^5$ b	$1.0x10^5$ ab	$6.2x10^3$ b
11	$2.5x10^5$ a	$1.2x10^5$ a	$3.2x10^4$ a
F- test	*	*	**
CV (%)	42.35	38.82	29.66

** significant at $p<0.01$ *significant at $p<0.05$ ns = non significant values followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p<0.05$

Table 4 The amount of beneficial bacteria in the field of study

Stage (month)	Amount of microorganisms (CFU/g)			
	Cellulolytic bacteria	Potassium solubilizing bacteria	Phosphate solubilizing bacteria	Nitrogen fixing bacteria
1	$8.0x10^4$ b	$4.0x10^4$	$2.9x10^4$ c	$9.3x10^4$ b
5	$8.0x10^4$ b	$4.1x10^4$	$6.3x10^4$ bc	$7.4x10^4$ b
8	$9.1x10^4$ b	$1.4x10^4$	$1.2x10^5$ b	$8.2x10^4$ b
11	$2.6x10^5$ a	$3.3x10^4$	$2.1x10^5$ a	$1.1x10^5$ a
F- test	**	ns	*	*
CV (%)	35.60	54.15	46.04	19.44

** significant at $p<0.01$ *significant at $p<0.05$ ns = non significant values followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p<0.05$

$1.1x10^5$ CFU/g soil ตามลำดับ และมีความแตกต่างจากแปลงอายุ 1 เดือน 5 เดือน และ 8 เดือน (Table 4)

ปริมาณของจุลินทรีย์ในดินเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยด้านพืช การศึกษาของวรรณลดา (2558) พบว่าปริมาณของจุลินทรีย์ดินบริเวณรากหญ้าแฝกที่มีอายุ 1 ปี มีจำนวนมากกว่าในดินที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก ในระบบนิเวศป่าไม้และระบบการเกษตรจะพบปริมาณจุลินทรีย์ดินมีจำนวนมากในพืชที่มีอายุมากขึ้น (พิกุล และพนิดา, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับดินที่นำมาศึกษา พบว่าแปลงอายุ 11 เดือน มีปริมาณของจุลินทรีย์ดินมากกว่าแปลงอายุ 1 เดือน 5 เดือน และ 8 เดือน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ดินยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ค่าพีเอชของดิน ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินและความชื้นของดิน (พนิดา และคณะ, 2556)

3. จำนวนสปอร์และการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

การตรวจนับสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินพบว่าทั้ง 4 แปลง มีปริมาณสปอร์ของเชื้อราแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) จำนวนสปอร์ของเชื้อราจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นและพบจำนวนสปอร์ของเชื้อรามากที่สุดในแปลงอายุ 11 เดือน จำนวน 1.24 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม (Table 5) อย่างไรก็ตาม จำนวนสปอร์ของเชื้อราที่พบมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับงานทดลองของศรัณยา (2541) ที่ทำการศึกษาเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินปลูกทุเรียนพันธุ์ต่างๆ ในจังหวัดจันทบุรีและระยอง ซึ่งพบจำนวนสปอร์ในดินรอบรากต้นทุเรียนพันธุ์กระดุม 149 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม พันธุ์หมอนทองมีจำนวนสปอร์ 109.6 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม พันธุ์พวงมณีมีจำนวนสปอร์ 25 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม แต่ใกล้เคียงกับการทดลองของอรจิรา (2546) ซึ่งพบสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีจำนวนเฉลี่ย 4-22 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม ในดินที่ปลูกทานตะวันจังหวัดนครราชสีมา พิษณุโลก สมุทรปราการ สระบุรี และลพบุรี เนื่องจากดินบริเวณที่ศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซานี้ทำให้เชื้อราพักตัวในรูปสปอร์ และเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสปอร์จะงอกและเจริญเข้าสู่รากพืช สภาพแวดล้อม

Table 5 Percentage of AMF colonization in plant roots and spores of AMF in soil

Stage (month)	Number of spore (spore/g soil)	Colonization in root (%)
1	0.73 c	2.23 b
5	0.79 c	2.31 b
8	1.02 b	3.56 a
11	1.24 a	3.72 a
F- test	**	**
CV (%)	7.82	10.56

** significant at $p<0.01$ *significant at $p<0.05$ ns = non significant values followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p<0.05$

ที่แตกต่างกันจะทำให้สปอร์มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน (ธงชัย, 2546) พืชจะปลดปล่อยสารออกมาจากรากพืช (root exudate) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน เป็นตัวชักนำให้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซางอกและเจริญเข้าหารากพืช พืชที่อายุมากจะมีทรงพุ่มขนาดใหญ่ ทำให้บริเวณรากพืชมีความชื้นสูงซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ดินและมีผลต่อการงอกและการสร้างสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอีกด้วย (สมจิต, 2549)

การศึกษาการเข้าอยู่อาศัยในของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช พบว่าการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราในรากเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพืชมีอายุเพิ่มขึ้น และพบมากที่สุดในแปลงอายุ 11 เดือน คือ 3.72 เปอร์เซ็นต์ (Table 5) เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น รากพืชจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์หรือสารต่างๆ (root exudates) ออกมามากขึ้น สารเหล่านี้เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดินและเป็นสารชักนำให้เชื้อราเจริญเข้าหารากพืช อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาพบว่าการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของพืชที่ศึกษา (จารุณี, 2558) และความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากและจำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินจะมีมากในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง (Guar และคณะ, 1998)

สรุป

1. สมบัติทางเคมีของดินบริเวณที่ศึกษาแสดงให้เห็นว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ดิน จึงทำให้บริเวณที่ศึกษาพบจุลินทรีย์ดินในปริมาณที่ต่ำ แต่ปริมาณจุลินทรีย์ดินเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น

2. แปลงมันสำปะหลังที่มีอายุ 11 เดือน พบจำนวนสปอร์และการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากที่สุด

3. แปลงมันสำปะหลังที่มีอายุ 11 เดือน พบปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลส เชื้อราละลายโพแทสเซียม เชื้อราและแบคทีเรียละลายฟอสเฟตและแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระพบมากที่สุด

4. สามารถนำข้อมูลไปปรับใช้กับการทำเกษตรโดยเลือกปรับปรุงดินหรือปรับสภาพดินให้เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ดินเพื่อให้จุลินทรีย์ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะมีผลอย่างยิ่งต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและการหมุนเวียนธาตุอาหาร ช่วยลดปริมาณและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยและทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งในด้านการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2537. เอกสารวิชาการปลูกพืชไร่. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 180 หน้า.

จารุณี มีจุ้ย. 2558. ราดาร์กเซฟเตทเอ็นโดไฟท์และราอาร์บัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาในพืชอาหารบางชนิดที่ปลูกในจังหวัดลำปาง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 20: 1-14.

ดวงพร คันธโชติ. 2545. นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 206 หน้า.

ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล. 2547. การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตในดินเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ. เข้าถึงได้จาก http://www.kmutt.ac.th/rippc/biofert.htm [เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2560].

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 300 หน้า.

พนิดา ปรีเปรมโมทย์, พิกุล เกตุชาญวิทย์ และดวงใจ วัยเจริญ. 2556. การสำรวจความหลากหลายของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ป่าไม้ภาคใต้ของประเทศไทย. แก่นเกษตร. 41(2): 103-112.

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์. 2556. บทบาทของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อพืช ดินและสิ่งแวดล้อม. ววท. 2(2):91-101.

พิกุล เกตุชาญวิทย์ และพนิดา ปรีเปรมโมทย์. 2556. การสำรวจความหลากหลายของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ในพื้นที่เกษตรอินทรีย์ ภาคใต้ของประเทศไทย. กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 14 หน้า.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2558. ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ดินบริเวณรากหญ้าแฝก เพื่อปรับปรุงดินในสภาพดินที่มีปัญหา. ศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 110 หน้า.

ศรัณยา จิวรากรานนท์. 2541. การสำรวจเชื้อวีเอไมคอร์ไรซาของทุเรียนและการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราเอวีไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุเรียนในเรือนปลูกทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 97 หน้า.

ศูนย์พัฒนาความรู้การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า. 2007. ข้อมูลพื้นฐานสินค้ามันสำปะหลัง. เข้าถึงได้จาก: http://www.aftc.or.th/itc/products_analyze.php?id=86&fgrp_id=6&fmnu_id=31[เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2560].

ศูนย์วิจัยมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์. 2551. ประวัติมันสำปะหลัง. เข้าถึงได้จาก: http://web.sut.ac.th/cassava/?name=1cas_source/cas_inthailand/me=1cas_source/cas_inthailand [เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2560].

สมจิตร อยู่เป็นสุข. 2549. ไมคอร์ไรซา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 101 หน้า.

สายพิณ ไชยนันท์. 2547. จุลินทรีย์ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 314 หน้า.

อรจิรา ทองสุกมาก. 2546. ผลของเชื้อราเวสิคูลาร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 153 หน้า.

อานัฐ ตันโช. 2549. เกษตรธรรมชาติประยุกต์ : หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี. 371 หน้า.

Daniels, B.A. and H.D. Skipper. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of Propagules from soil. pp. 29-35. In Schenck, N.C. (ed). Method and Principles of Mycorrhizal Research. Amer. U.S.A: Phytopath Soc. St, Paul, Minnesota.

Gaur, A., A. Adholeya and K.G. Krishna. 1998. A comparision of AM fungi inoculants using Capsicum and Polianthes in marginal soil amended with organic matter. Mycorrhiza. 7(6): 307-312.

Gerdemann, J.W. and T.H. Nicolson. 1963. Spore of mycorrhizal Endogone species extract from soil by wet sieving and decanting. Tran. Brit. Mycol. 46(2): 235-244.

Phillip, J.M. and D.S. Hayman. 1970. Improve procedures for cleaning roots and staining parasitic and vasicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans Brit Mycol Soc. 53: 158-161.