

ผลของปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อการเจริญเติบโตของไผ่และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน
Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Bio-Fertilizer
on Growth of Bamboo and Soil Organic Carbon

นาฏยา แพทย์พิทักษ์*, ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และพัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Nattaya Patpithak*, Thanpisit Phungchik and Phakpen Poomipan

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของไผ่ รวมทั้งปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินบริเวณเขตรากไผ่ โดยวางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งปัจจัยที่ 1 คือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของไผ่ จำนวน 3 ชนิด 2 สายต้น ได้แก่ ไผ่กิมชุง (*Bambusa beecheyana*) ไผ่ตงลิ้มแล้ง (*Bambusa beecheyana*) ไผ่ชางหม่น (*Dendrocalamus* sp.) และไผ่ชางนวล (*Dendrocalamus membranaceus*) ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของไผ่ชางหม่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อไผ่ชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อจำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อฝ่อของไผ่ทุกชนิด นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยชีวภาพทำให้ความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบทั้งในชั้นดินบนและล่างบริเวณรากไผ่ทุกชนิดเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินล่างบริเวณรากไผ่ตงลิ้มแล้งเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา; ไผ่; อินทรีย์คาร์บอนในดิน

Abstract

The study on effect of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi bio-fertilizer on growth and yield of bamboo and organic carbon in soil of bamboo rhizosphere was undertaken in 2 x 4 factorial in completely randomized

design with 4 replications. The 1st factor was application of AM fungi bio-fertilizer and the 2nd factor was varieties of bamboo, including 3 species, 2 clones of bamboo, namely; Kim Sung (*Bambusa beecheyana*) Tong Luem Lang (*Bambusa beecheyana*) Sang Mon (*Dendrocalamus* sp.) and Sang Nuan (*Dendrocalamus membranaceus*). The results revealed that the application of AM fungi bio-fertilizer significantly increased diameters of Sang Mon's culm but did not in other bamboo. However, the application of bio-fertilizer did not affect on new shoot number and died shoot number of any bamboo. Otherwise, the application of bio-fertilizer increased infectivity of AM fungi in both topsoil and subsoil layer under any bamboo rhizosphere and increased organic carbon in subsoil layer of Tong Luem Lang rhizosphere.

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi; bamboo; soil organic carbon

1. บทนำ

ไผ่ (bamboo) เป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีขนาดลำต้นใหญ่มากที่สุด สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด เจริญเติบโตรวดเร็วและสามารถปรับตัวได้ดีต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากทุกส่วนของไผ่สามารถนำมาใช้สอยให้เกิดประโยชน์ได้มากมาย ไผ่แก่ ที่อยู่อาศัย อุปโภค บริโภค ทำพลังงานชีวมวล ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อใช้ภายในประเทศและการส่งออก เป็นต้น [1] ดังนั้นการปลูกไผ่จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ปัจจุบันมีการปลูกไผ่เป็นการค้าและอุตสาหกรรม โดยปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งนี้เพราะให้ผลตอบแทนเร็วเมื่อเทียบกับไม้เศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ และมีอุตสาหกรรมทำพลังงานชีวมวลรองรับ ในอนาคตจึงคาดว่าไผ่จะเป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้น [2,3] ซึ่งสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของประเทศไทยนั้นมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมการปลูกไผ่ เพื่อนำไผ่เป็นวัตถุดิบให้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลทดแทนการ

พึ่งพาลังงานจากต่างประเทศได้ในอีกทางหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการสร้างพื้นที่ป่าไม้ให้เพิ่มมากขึ้น และยังเป็น การสนับสนุนให้คนสามารถอยู่กับป่าได้และมี รายได้อย่างยั่งยืน สามารถแก้ปัญหาการลักลอบตัดไม้ ทำลายป่า นอกจากนี้ ไผ่ยังเป็นพืชที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม เพราะมีศักยภาพสูงกว่าในการดูดซับและ กักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น [4] เนื่องจากไผ่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ทั้งต้น และใบ และมีอัตราการเจริญเติบโตด้านชีวมวล ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ในขณะที่ป่าโดยทั่วไปมี อัตราการเจริญเติบโตด้านชีวมวลประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเท่านั้น ดังนั้นไผ่จึงเป็นพืชที่มี ศักยภาพสูงในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนได้อย่าง ดี [3]

การจัดการด้านธาตุอาหารของการปลูกไผ่เพื่อ ผลิตหน่อและลำในประเทศไทยนั้น มีวิธีการจัดการ โดยการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี [5] อย่างไรก็ตาม จาก งานวิจัยในประเทศจีน ญี่ปุ่น และอินเดีย ได้มีการนำ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ในการจัดการธาตุ อาหารในการปลูกไผ่ เนื่องจากการดำรงชีวิตร่วมกัน แบบพึ่งพาอาศัยระหว่างรากกับรากพืช ทำให้มีการ แลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างรากกับพืช โดยราช่วยดูด

ชั้นธาตุอาหารจากดินมาให้กับพืช และได้รับคาร์โบไฮเดรตจากพืช การดำรงชีวิตในลักษณะนี้ ทำให้พืชได้รับประโยชน์ในด้านการได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส [6] ช่วยให้พืชมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความแห้งแล้ง [7] ความเค็ม [8] การปนเปื้อนโลหะหนักในดิน [9] การเกิดโรคในระบบราก [10] และมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเก็บคาร์บอนในดิน [11] ซึ่งนับว่าเป็นบทบาทสำคัญของรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการลดภาวะโลกร้อน การศึกษาในต่างประเทศพบว่ารารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ใส่ให้กับต้นกล้าไม้ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม้ และเพิ่มชีวมวลได้ [12] เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Muthukumar and Udaiyan ซึ่งพบว่ารารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเข้าอยู่ในรากของไม้ได้ดี และมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และรากไม้เพิ่มมากขึ้น [13] นอกจากนี้ Verma and Arya ยังพบว่าเมื่อใส่อินทรีย์วัตถุร่วมกับการใส่รารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ไม้มีความสูงและน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น [14] อย่างไรก็ตาม Panan and Highland พบว่าไม้แต่ละชนิดมีการเข้าอยู่อาศัยของรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า *Bambusa tulda* มีการเข้าอยู่อาศัยมากที่สุด รองลงมาคือ *Dendrocalamus hookerii*, *Dendrocalamus hamiltonii* และ *Phyllostachys manii* ตามลำดับ ซึ่งอาจจะมีผลทำให้เกิดความแตกต่างของการตอบสนองต่อรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ [15] จากรายงานการวิจัยข้างต้นนี้เห็นได้ว่ารารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับไม้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการนำรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้จัดการธาตุอาหารในการปลูกไม้จะ

สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยในการผลิตไม้ลดลงไปด้วย และยังเป็น การช่วยอนุรักษ์ดินและสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไม้และรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก จึงต้องทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของไม้เศรษฐกิจ 3 ชนิด 2 สายต้น รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยชีวภาพรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ร่วมกับการปลูกไม้ในประเทศไทยต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ การไม่ใส่และใส่ปุ๋ยชีวภาพรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบริเวณโคนกอไม้ และปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของไม้ จำนวน 3 ชนิด 2 สายต้น ได้แก่ ไม้กิมซุง (*Bambusa beecheyana*) ไม้ตงลิ้มแล้ง (*Bambusa beecheyana*) ไม้ซางหม่น (*Dendrocalamus* sp.) และ ไม้ซางนวล (*Dendrocalamus membranaceus*) ดังนั้นสิ่งทดลองจึงมีทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง ได้แก่

2.1.1 สิ่งทดลองที่ 1 ไม้กิมซุงที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (K-NM)

2.1.2 สิ่งทดลองที่ 2 ไม้กิมซุงที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพรารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (K-AM)

2.1.3 สิ่งทดลองที่ 3 ไม้ตงลิ้มแล้งที่ไม่ใส่

ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (T-NM)

2.1.4 สิ่งทดลองที่ 4 ไม้ตงลิ้มแล้งที่ใส่ปุ๋ย

ชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (T-AM)

2.1.5 สิ่งทดลองที่ 5 ไม้ขางหม่นที่ไม่ใส่

ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CM-NM)

2.1.6 สิ่งทดลองที่ 6 ไม้ขางหม่นที่ใส่ปุ๋ย

ชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CM-AM)

2.1.7 สิ่งทดลองที่ 7 ไม้ขางนวลที่ไม่ใส่

ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CN-NM)

2.1.8 สิ่งทดลองที่ 8 ไม้ขางนวลที่ใส่ปุ๋ย

ชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CN-AM)

2.2 การเตรียมหน่วยทดลอง

เตรียมแปลงทดลองขนาด 4 x 10 เมตร จำนวน 8 แปลง (1 สิ่งทดลองต่อแปลง) จัดแปลงเป็น ลักษณะแปลงขกร่อง โดยมีร่องน้ำกว้าง 1.0 เมตร ลึก 0.5 เมตร กั้นระหว่างแต่ละแปลง โดยมีไม้แปลงละ 8 กอ แต่คัดเลือกกอที่มีจำนวนลำและขนาดลำที่ใกล้เคียงกันเพียงแค่ 4 กอต่อแปลง เพื่อใช้เป็นหน่วยทดลอง ใส่ปุ๋ยคอก (มูลวัว) ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อ กอ โดยโรยบริเวณรอบทรงพุ่มไม้

ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สำหรับไม้ยืนต้นของกรมวิชาการเกษตรที่มีความหนาแน่นของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 25 สปอร์ต่อปุ๋ยชีวภาพ 1 กรัม จำนวน 2.5 กิโลกรัมต่อแปลง (เฉพาะในสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ ชนิด และสายต้นละ 1 แปลง) โดยใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาลงในหลุมซึ่งขุดไว้ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร บริเวณรอบทรงพุ่มไม้ จำนวน 10 หลุมต่อแปลง

2.3 การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลก่อนการทดลอง (เพื่อเป็นข้อมูลเริ่มต้น) ได้แก่ ความสูงของไม้โดยวัดจากโคนลำติดดินถึงปลายยอดสุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม้โดย

ใช้ vernier caliper วัดสูงจากพื้นดิน 1 นิ้ว เมื่อใบยอดของหน่อคลี่ออกแล้ว และจำนวนลำตอก

บันทึกผลระหว่างการทดลอง (ทุกเดือนเป็นระยะเวลา 8 เดือน) ได้แก่ จำนวนหน่อที่เกิดใหม่ จำนวนหน่อฝ่อ ความสูงของลำไม้ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (เปอร์เซ็นต์) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม้ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบ disturbed samples ที่ความลึก 2 ระดับ คือ 5-10 (ชั้นดินบน) และ 20-30 (ชั้นดินล่าง) เซนติเมตร แปลงละ 2 จุด นำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธี Walkley-Black และประเมินการพัฒนาของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน โดยวัดจากความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในแต่ละแปลง ตามวิธีของ McGonigle และคณะ (1990) และ Trouvelet และคณะ (1985) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบ disturbed samples ที่ความลึก 2 ระดับ คือ 5-10 (ชั้นดินบน) และ 20-30 (ชั้นดินล่าง) เซนติเมตร แปลงละ 2 จุด

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความผันแปรและความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.5 สถานที่ และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ แปลงปลูกไม้ของเกษตรกรในตำบลสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งอายุของไม้ประมาณ 1 ปี และห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เริ่มการทดลองในเดือนกรกฎาคม 2555 และสิ้นสุดในเดือนพฤษภาคม 2556

3. ผลการวิจัย

3.1 ข้อมูลของไผ่ก่อนการทดลอง

ความสูงของลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ลำและจำนวนลำต่อกอของไผ่ก่อนการใส่ปุ๋ยชีวภาพ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าไผ่กิมชุง ไผ่ดงลิ้มแล้ง และไผ่ชางหม่นมีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง ลำมากกว่าไผ่ชางนวล แต่จำนวนลำต่อกอของไผ่ชางหม่นและไผ่ชางนวลมีมากกว่าไผ่กิมชุงและไผ่ดงลิ้มแล้ง (ตารางที่ 1)

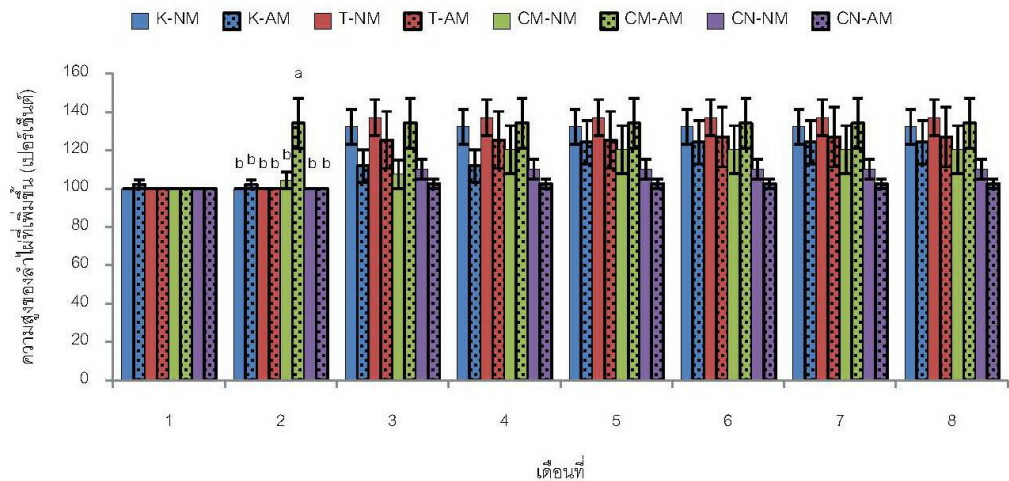
3.2 ความสูงของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้น

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและสายต้นของไผ่ และปุ๋ยชีวภาพรากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความสูงของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นเฉพาะในเดือนที่ 2 ของการศึกษา กล่าวคือไผ่ชางหม่นที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยชีวภาพมีเปอร์เซ็นต์ความสูงที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ คือ 134 และ 104 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (P = 0.0136) แต่ผลการศึกษาในเดือนที่ 3-8 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อความสูงของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นของไผ่ทุกชนิดและสายต้น (รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไผ่ก่อนใส่ปุ๋ยชีวภาพรากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

หน่วยทดลอง	ความสูง* (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ* (เซนติเมตร)	จำนวนลำต่อกอ
ไผ่กิมชุง	669 ^a ± 49	5.3 ^a ± 0.3	5 ^b ± 0.4
ไผ่ดงลิ้มแล้ง	690 ^a ± 37	5.3 ^a ± 0.3	3 ^c ± 0.4
ไผ่ชางหม่น	637 ^{ab} ± 13	5.2 ^a ± 0.1	6 ^a ± 0.4
ไผ่ชางนวล	545 ^b ± 35	3.3 ^b ± 0.2	6 ^a ± 0.4
P-value	0.039	<0.001	<0.001
C.V. (เปอร์เซ็นต์)	16.02	14.21	20.27

*ค่าเฉลี่ยของไผ่ 8 กอ ± ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



รูปที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความสูงของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน

3.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไผ่ที่เพิ่มขึ้น

อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและสายต้นของไผ่ และปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นได้แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งจากผลการศึกษาในเดือนที่ 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นของไผ่ทุกชนิดและสายต้น ($P = 0.0807$) แต่ผลการศึกษาในเดือนที่ 2-8 พบว่าไผ่ชางหม่นที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยชีวภาพมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำเพิ่มขึ้น มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำที่เพิ่มขึ้นของไผ่กิมซุง ไผ่ดงลิ้มแล้ง และไผ่ชางนวล

3. 4 จำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อฝ่อทั้งหมด

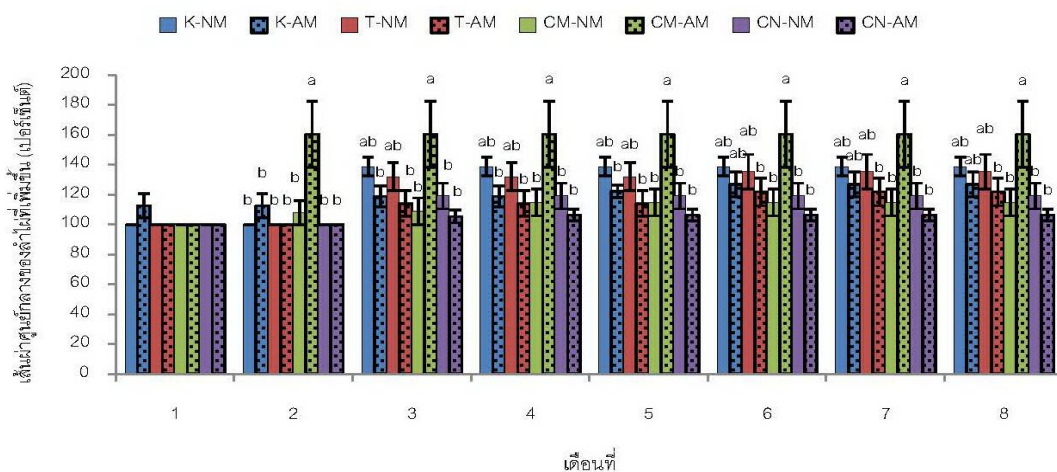
จากการศึกษาพบว่าทั้งจำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อที่ฝ่อทั้งหมดตลอดระยะเวลา 8 เดือน ของไผ่ชนิดและสายต้นต่าง ๆ ซึ่งปลูกโดยไม่ใส่และใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในเดือนที่ 1 พบว่าไผ่ทุกชนิดและสายต้นมีการแตกหน่อโดยเฉลี่ย 1-2 หน่อต่อ

กอ ในเดือนที่ 7-8 ไผ่ทุกชนิดและสายต้นไม่มีการแตกหน่อ ซึ่งตลอดระยะเวลาทดลองไผ่ทั้งหมดมีอัตราหน่อเกิดใหม่ประมาณ 2.00-5.50 หน่อต่อกอ โดยมีอัตราหน่อฝ่อประมาณ 0.25-3.00 หน่อต่อกอ (ตารางที่ 2)

3.5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ใส่ลงไปไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินบนในบริเวณรากไผ่ทุกชนิดและสายต้นตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยดินบริเวณรากไผ่ที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 1.60-2.77 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 3)

ในชั้นดินล่างบริเวณเขตรากไผ่พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของไผ่ และปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยในชั้นดินล่างบริเวณรากของไผ่ดงลิ้มแล้งที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนมากกว่าบริเวณรากไผ่ดงลิ้มแล้งที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนที่ 4-8 หลังใส่ปุ๋ย



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน

ตารางที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ยชีวภาพต่อจำนวนหน่อที่เกิดขึ้นใหม่และจำนวนหน่อฝ่อตลอดระยะเวลาการศึกษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง		หน่อเกิดใหม่ (หน่อตอก)	หน่อฝ่อ (หน่อตอก)	การฝ่อของหน่อ (เปอร์เซ็นต์)
NM		3.50±0.59 *	1.19±0.36 *	33.16±9.73*
AM		3.56±0.60	1.88±0.58	36.61±8.83
K		3.75±0.70	1.75±0.09	34.68±9.87
T		3.50±0.84	2.25±0.86	48.95±16.09
CM		2.75±0.70	1.50±0.60	43.75±15.09
CN		4.13±1.09	0.63±0.37	12.16±6.63
K-NM		2.50±0.29	0.50±0.29	16.65±9.62
K-AM		5.00±1.08	3.00±1.35	52.70±12.10
T-NM		2.50±0.50	1.50±0.96	50.00±28.87
T-AM		4.50±1.55	3.00±1.47	47.90±19.36
CM-NM		3.50±1.04	1.75±0.85	54.18±20.84
CM-AM		2.00±0.91	1.25±0.95	33.33±23.57
CN-NM		5.50±1.89	1.00±0.71	11.83±6.99
CN-AM		2.75±0.85	0.25±0.25	12.50±12.50
P-value	ปุ๋ยชีวภาพ	0.9803	0.3818	0.7117
	ชนิดไม้	0.6197	0.3993	0.3050
	ปุ๋ยชีวภาพ*ชนิดไม้	0.0808	0.2596	0.4182
C.V. (เปอร์เซ็นต์)		31.61	48.43	77.73

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

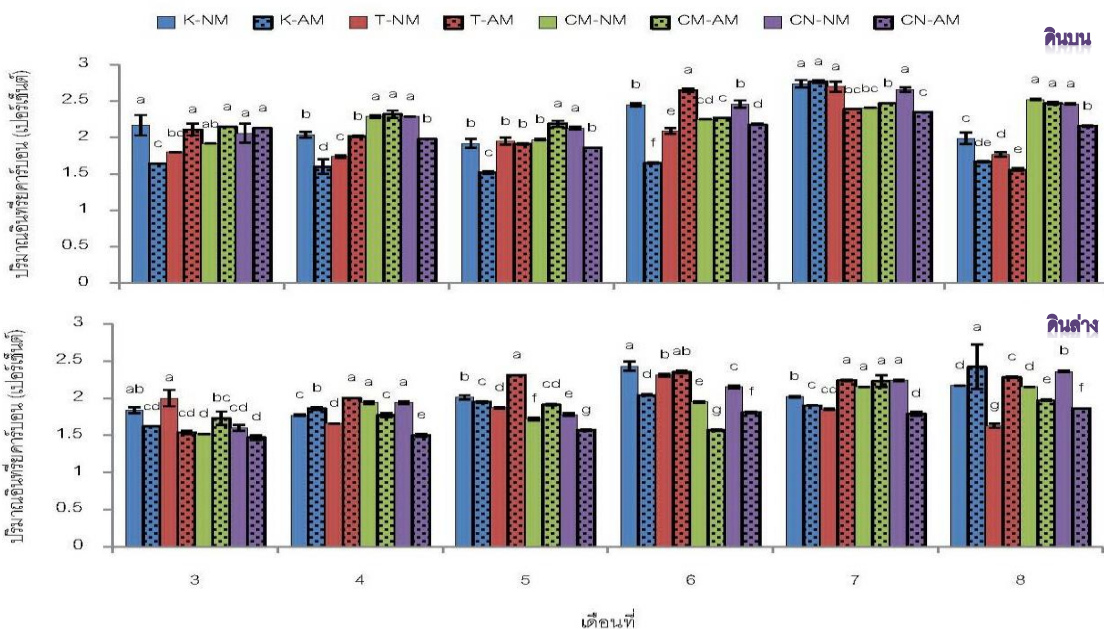
ชีวภาพ ส่วนในดินบริเวณรากไม้เข็มชั่ง ไม้ซางหม่น และไม้ซางนวลที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพบเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนโดยรวมไม่แตกต่างจากดินบริเวณรากที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยชีวภาพ (รูปที่ 3)

3.6 ความสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในดินบริเวณเขตรากไม้

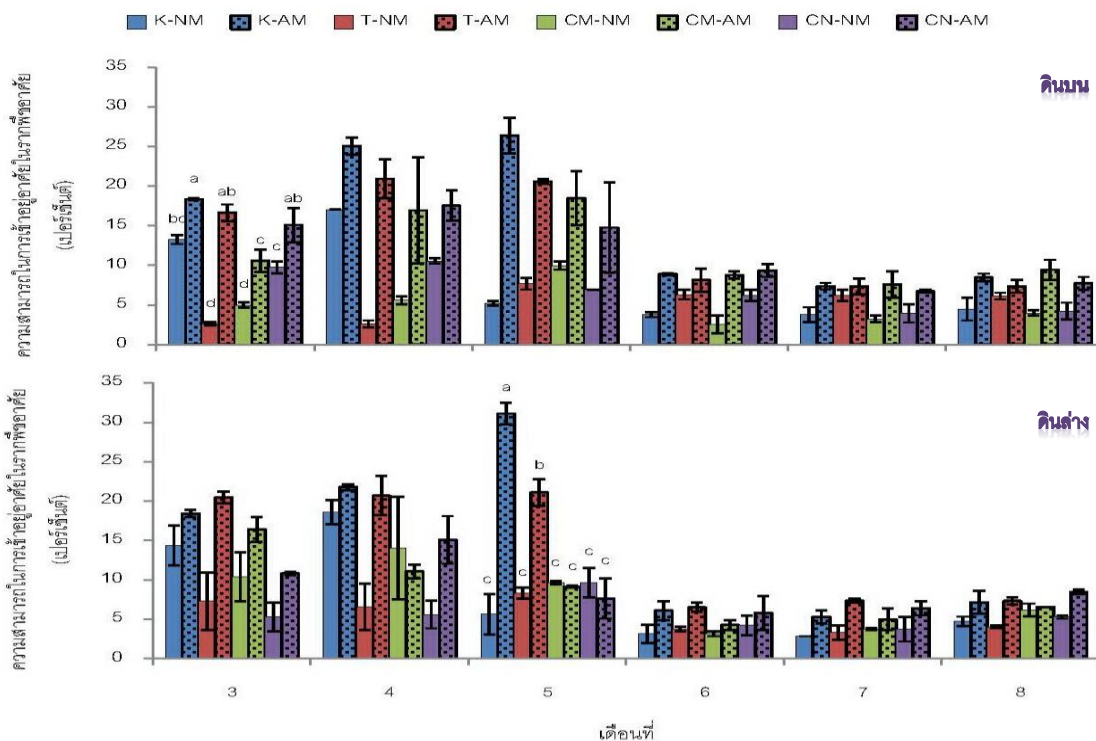
ความสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในชั้นดินบนและล่าง

บริเวณเขตรากไม้พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของไม้และปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัย ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในดินที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีค่าเฉลี่ยความสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในดินบริเวณรากไม้มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ

อย่างมีนัยสำคัญในทุกะระยการศึกษา (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินบนและล่างบริเวณเขตรากไม้



รูปที่ 4 ความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบดินบริเวณเขตรากไม้

4. วิจารณ์

จากการศึกษาความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อประเมินการพัฒนาของราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินหลังจากใส่ปุ๋ยชีวภาพ พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ความสามารถของราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบบริเวณเขตรากไม้ทุกชนิดและสายต้นมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มประชากรราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นในบริเวณเขตรากของไม้ทุกชนิดและสายต้น ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของฝั่ซางหม่นที่ปลูกแบบใส่ปุ๋ยชีวภาพราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบที่ไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารให้กับพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คอปเปอร์ และเหล็ก ทำให้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น [6,16] ช่วยดูดซับน้ำให้กับพืชผ่านทางเส้นใยที่แพร่กระจายในดิน [17] และทำให้พืชมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงขึ้น [18] แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่าปุ๋ยชีวภาพราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของฝั่กิมซุง ฝั่ตงลิ้มแล้ง และฝั่ซางนวล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพืชและชนิดของราที่เรียกว่า preferential association [19] อย่างเช่น การศึกษาของ Ravikumar และคณะ [12] ที่พบความสัมพันธ์แบบ preferential association ระหว่างฝั่ *Dendrocalamus strictus* Nees. และราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus fasciculatum* โดยพบว่าราราร์บัสคูลาร์

ไมคอร์ไรซาชนิดนี้มีการเข้าอยู่อาศัยในรากของฝั่ดังกล่าวอย่างหนาแน่นในหลายพื้นที่ ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Jha และคณะ [20] พบว่าราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของ *D. strictus* ได้มากกว่า *B. bambos* เช่นเดียวกับรายงานของ Dash และคณะ [21]

ความหนาแน่นของประชากรราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการเกิดและการมีชีวิตของหน่อฝั่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลองทั้ง 8 เดือน พบว่าฝั่มีปริมาณหน่อฝั่แปรไปตามสภาพอากาศ โดยหากว่าฝั่ได้รับน้ำและมีความชื้นสม่ำเสมอจะช่วยกระตุ้นให้มีการเกิดหน่อขนาดใหญ่จำนวนมาก [22] ซึ่งในเดือนที่ 1-3 มีฝั่แตกซูก ฝั่มีการเกิดหน่อประมาณ 1-3 หน่อต่อกอต่อเดือน เดือนที่ 4 พบว่าอัตราการออกหน่อลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำฝนลดลง แต่หน่อที่เกิดมายังสามารถเจริญเติบโตได้เพราะมีการให้น้ำ ในเดือน 5-6 ไม่มีน้ำฝนทำให้ฝั่มีหน่อค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะฝั่ซางหม่นไม่มีการเกิดหน่อเนื่องจากฝั่พักการเจริญเติบโตชั่วคราวในฤดูแล้ง [23] และเดือนที่ 7-8 พบว่าฝั่ทั้งหมดพักการเจริญเติบโต

การศึกษากการใส่ปุ๋ยชีวภาพราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินปลูกฝั่ได้ ซึ่งอาจจะเป็นผลอันเนื่องมาจากบทบาทของราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศผ่านกลไกการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยและกักเก็บไว้ในรูปอินทรีย์คาร์บอนได้ [24] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Graham พบว่าสารประกอบคาร์บอนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชถูกนำมาใช้ในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารกับราราร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาประมาณ 4-20 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด นั่นความหมายว่า ถ้าซคาร์บอนได

ออกไซด์จากชั้นบรรยากาศที่พืชตรึงได้ส่วนหนึ่ง ถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูปอินทรีย์คาร์บอนในเส้นใยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา [25] ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงพบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพดังกล่าวทำให้ชั้นดินล่างบริเวณราก ไม้ตงล้มแล้งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินบริเวณรากของไม้ชนิดอื่น ๆ ซึ่งประโยชน์ของราต่อพืชมักมีความผันแปร เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรากพืชแตกต่างกัน [26] โดยจากการสังเกตไม้ตงล้มแล้งมีลักษณะรากที่อวบอ้วน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร น่าจะเป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนให้มีความหนาแน่นของกลุ่มประชากร ความหลากหลายทางชีวภาพ และมีการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชในชั้นดินล่างได้มากกว่า จึงมีปริมาณของเส้นใยภายนอกรากซึ่งเป็นส่วนกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนแผ่กระจายในดินมาก [25] นอกจากนี้เส้นใยนอกรากของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของอินทรีย์คาร์บอนในดิน เนื่องจากชีวมวลของเส้นใยนอกรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความหนาแน่นประมาณครึ่งหนึ่งของชีวมวลจุลินทรีย์ดินทั้งหมด [27] เมื่อรวมกับปริมาณรากของไม้ตงล้มแล้งทำให้มีอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าบริเวณอื่น

5. สรุป

5.1 การใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ไม้ตงล้มแล้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อความสูง การเกิดหน่อ และการผ่อของหน่อไม้ ในช่วงระยะเวลา 8 เดือน หลังใส่ปุ๋ยชีวภาพ

5.2 การใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินล่างบริเวณเขตราก ไม้ตงล้มแล้งเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4, 5, 7 และ 8 หลังใส่ปุ๋ยชีวภาพ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปี 2554-2555

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เกรียงไกร ไทยอ่อน, 2552, มหัทศจรยพันธุ์ไม้, หจก. ธรรมชาติการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 90 น.
- [2] สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์, 2544, การปลูกไม้ไผ่, สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 200 น.
- [3] กรกัญญา อักษรเนียม และปานศิริ นิบุญธรรม, 2554, ไม้ : พืชพรรณสร้างโลก, ว.เคทการเกษตร 35(11): 76-99.
- [4] Nath, A.J., Das, G. and Das, A.K., 2009, Above ground standing biomass and carbon storage in village bamboos in North East India, Biomass and bioenergy 33: 1188-1196.
- [5] สุทัศน์ เล้าสกุล, 2555, การปลูกการรักษาสวนไผ่, นิตยสารเกษตรวาไรตี้รู้แล้วรวย (เขียนไผ่), โรงพิมพ์สามารต สแกน จำกัด, สมุทรปราการ, 93 น.
- [6] Marschner, H. and Dell, B., 1994, Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis, Plant Soil 159: 89-102.
- [7] Subramanian, K.S., Charest, C., Dwyer, L.M. and Hamilton, R.I., 1997, Effect of arbuscular

- mycorrhizae on leaf water potential, sugar content and P content during drought and recovery of maize, *Can. J. Bot.* 75: 1582-1591.
- [8] Bhoopander, G. and Mukerji, K.G., 2004, Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: Evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake, *Mycorrhiza* 14: 307-312.
- [9] Bagyaraj, D.J., 1995, Influence of agricultural practice on vesicular mycorrhizal fungi in soil, *Soil Biol. Ecol.* 15: 109-116.
- [10] St-Arnaud, M., Hamel, C., Vimard, B., Caron, M. and Fortin, J.A., 1995, Altered growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Chrysanthemi* in an *in vitro* dual culture system with the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* growing on *Daucus carota* transformed roots, *Mycorrhiza* 5: 431-438.
- [11] Lovelock, C.E, Wright, S.F., Clark, D.A. and Ruess, R.W., 2004, Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape, *J. Ecol.* 92 : 278-287.
- [12] Ravikumar, R, Ananthkrishnan, G., Appasamy, T. and Ganapathi, A., 1997, Effect of endomycorrhizae (VAM) on bamboo seedling growth and biomass productivity, *Forest Ecol. Manag.* 98: 205-208.
- [13] Muthukumar, T. and Udaiyan, K., 2006, Growth of nursery-grown bamboo inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria in two tropical soil types with and without fertilizer application, *New Forests* 31: 469-485.
- [14] Verma, R.K, and Arya, I.D., 1998, Effect of arbuscular mycorrhizal fungal isolates and organic manure on growth and mycorrhization of micropropagated *Dendrocalamus asper* plantlets and on spore production in their rhizosphere, *Mycorrhiza* 8: 113-116.
- [15] Panan, D. and Highland, K., 2010, Arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophyte colonization in bamboo from Northeast India, *Front. Agric. China* 4: 375-382.
- [16] Schnepf, A., Leitner, D., Klepsch, S., Pellerin, S. and Mollier, A., 2011, Modelling Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant System, pp. 113-133, In Bunemann, E.K., Oberson, A., and Frossard, E., Phosphorus in Action: Biological Processes in Soil Phosphorus Cycling, Springer, Heidelberg.
- [17] Faber, B.A., Zasoski, R.J., Munns, D.N. and Shackel, K., 1991, A method for measuring hyphal nutrient and water uptake in mycorrhizal plants, *Can. J. Bot.* 69: 87-94.
- [18] Schreiner, R.P., Tarara, J.M. and Smithyman, R.P., 2007, Deficit irrigation promotes arbuscular colonization of fine roots by mycorrhizal fungi in grapevines (*Vitis vinifera* L.) in an arid climate, *Mycorrhiza* 17: 551-562.
- [19] Bever, J.D., Richardson, S.C., Lawrence, B.M., Holmes, J. and Watson, M., 2009, Preferential allocation to beneficial symbiont

- with spatial structure maintains mycorrhizal mutualism, *Ecol. Lett.* 12: 13-21.
- [20] Jha, A., Kumar, A. and Saxena, R.K., 2012, Effect of arbuscular mycorrhizal inoculations on seedling growth and biomass productivity of two bamboo species, *Indian. J. Microbiol.* 52: 281-285.
- [21] Dash, D., Naugraiya, M.N. and Gupta, S.B., 2008, Response of three bamboo species to vesicular arbuscular mycorrhiza inoculation in nursery, *Range Manage Agrofor.* 29: 125-128.
- [22] รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, บุญฤทธิ ภูริยากร และวลัยพร สติตวิบูลย์, 2554, ไม้ไผ่ในประเทศไทย, โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์, กรุงเทพฯ, อ้างจาก Thaiutsa, B., 2000, Bamboo plantations of the royal project, pp. 1-5, In Puangchit, L., Thaiutsa, B. and Thammincha, S. (Eds.), *Bamboo 2000, Proceedings of the International Symposium, Chiangmai.*
- [23] รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, บุญฤทธิ ภูริยากร และวลัยพร สติตวิบูลย์, 2554, ไม้ไผ่ในประเทศไทย, โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 120 น.
- [24] Johnson, D., Leake, J.R. and Read, D.J., 2002, Transfer of recent photosynthate into mycorrhizal mycelium of an upland grassland: Short-term respiratory losses and accumulation of ^{14}C , *Soil Biol. Biochem.* 34: 1521-1524.
- [25] Graham, J.H., 2000, Assessing Cost of Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis in Agroecosystems, pp. 127-140, In Podila, G.K., Douds, Jr., D.D. (Eds.), *Current Advances in Mycorrhizal Research*, APS Press, St. Paul, N.M.
- [26] Smith, F.A., Smith, S.E. and Timonen, S., 2003, Mycorrhizas, pp. 257-295, In de Karoon, H. and Visser, E.J.W. (Eds.), *Root Ecology*, Springer, Berlin.
- [27] Rillig, M.C., Wright, S.F., Nichols, K.A., Schmid, W.F. and Tom, M.S., 2002, The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: Comparing effects of five plant species, *Plant Soil* 238: 325-333.