ผลของปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อการเจริญเติบโตของไผ่และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

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

นาฏยา แพทย์พิทักษ์*, ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และพักตร์เพ็ญ 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 ไผ่กิมซุ่ง (*Bambusa beecheyana*) ไผ่ตงลืมแล้ง (*Bambusa beecheyana*) ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamus* sp.) และไผ่ซางนวล (*Dendrocalamus membranaceus*) ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของไผ่ซางหม่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อไผ่ชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อจำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อฝ่อของไผ่ทุกชนิด นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยชีวภาพทำให้ความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอไรซาที่พบทั้งในชั้นดินบนและล่างบริเวณรากไผ่ทุกชนิดเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินล่างบริเวณรากไผ่ตงลืมแล้งเพิ่มขึ้น

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

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** nattaya_kao@hotmail.com

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 rhizoshere.

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi; bamboo; soil organic carbon

1. บทนำ

ไผ่ (bamboo) เป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีขนาดลำต้นใหญ่มากที่สุด สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด เจริญเติบโตรวดเร็วและสามารถปรับตัวได้ดีต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากทุกส่วนของไผ่สามารถนำมาใช้สอยให้เกิดประโยชน์ได้มากมาย ได้แก่ ที่อยู่อาศัย อุปโภคบริโภค ทำพลังงานชีวมวล ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อใช้ภายในประเทศและการส่งออก เป็นต้น [1] ดังนั้นการปลูกไผ่จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ปัจจุบันมีการปลูกไม้ไผ่เป็นการค้าและอุตสาหกรรม โดยปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งนี้เพราะให้ผลตอบแทนเร็วเมื่อเทียบกับไม้เศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ และมีอุตสาหกรรมการทำพลังงานชีวมวลรองรับ ในอนาคตจึงคาดว่าไผ่จะเป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้น [2,3] ซึ่งสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของประเทศไทยนั้นมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมการปลูกไผ่ เพื่อนำไม้ไผ่เป็นวัตถุดิบให้กับโรงไฟฟ้าชีวมวลทดแทนการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศได้ในอีกทางหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการสร้างพื้นที่ป่าไม้ให้เพิ่มมากขึ้น และยังเป็นการสนับสนุนให้คนสามารถอยู่กับป่าได้และมีรายได้อย่างยั่งยืน สามารถแก้ปัญหาการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า นอกจากนี้ ไผ่ยังเป็นพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพราะมีศักยภาพสูงกว่าในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น [4] เนื่องจากไผ่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ทั้งต้นและใบ และมีอัตราการเจริญเติบโตด้านชีวมวลประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ในขณะที่ป่าโดยทั่วไปมีอัตราการเจริญเติบโตด้านชีวมวลประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเท่านั้น ดังนั้นไผ่จึงเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนได้อย่างดี [3]

การจัดการด้านธาตุอาหารของการปลูกไผ่เพื่อผลิตหน่อและลำในประเทศไทยนั้น มีวิธีการจัดการโดยการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี [5] อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยในประเทศจีน ญี่ปุ่น และอินเดีย ได้มีการนำราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ในการจัดการธาตุอาหารในการปลูกไผ่ เนื่องจากการดำรงชีวิตร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยระหว่างรากับรากพืช ทำให้มีการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างรากับพืช โดยราช่วยดูด

ซับธาตุอาหารจากดินมาให้กับพืช และได้รับคาร์โบไฮเดรตจากพืช การดำรงชีวิตในลักษณะนี้ ทำให้พืชได้รับประโยชน์ในด้านการได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส [6] ช่วยให้พืชมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความแห้งแล้ง [7] ความเค็ม [8] การปนเปื้อนโลหะหนักในดิน [9] การเกิดโรคในระบบราก [10] และมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเก็บคาร์บอนในดิน [11] ซึ่งนับว่าเป็นบทบาทสำคัญของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการลดภาวะโลกร้อน การศึกษาในต่างประเทศพบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ใส่ให้กับต้นกล้าไผ่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าไผ่ และเพิ่มชีวมวลได้ [12] เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Muthukumar and Udaiyan ซึ่งพบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเข้าอยู่ในรากของไผ่ได้ดี และมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และรากไผ่เพิ่มมากขึ้น [13] นอกจากนี้ Verma and Arya ยังพบว่าเมื่อใส่อินทรียวัตถุร่วมกับการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ไผ่มีความสูงและน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น [14] อย่างไรก็ตาม Panan and Highland พบว่าไผ่แต่ละชนิดมีการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า *Bambusa tulda* มีการเข้าอยู่อาศัยมากที่สุด รองลงมาคือ *Dendrocalamus hookerii*, *Dendrocalamus hamiltonii* และ *Phyllostachys manii* ตามลำดับ ซึ่งอาจจะมีผลทำให้เกิดความแตกต่างของการตอบสนองต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ [15] จากรายงานการวิจัยข้างต้นนี้เห็นได้ว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับไผ่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการนำราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้จัดการธาตุอาหารในการปลูกไผ่จะสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยในการผลิตไผ่ลดลงไปด้วย และยังเป็นการช่วยอนุรักษ์ดินและสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไผ่และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก จึงต้องทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของไผ่เศรษฐกิจ 3 ชนิด 2 สายต้น รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ร่วมกับการปลูกไผ่ในประเทศไทยต่อไป

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 การไม่ใส่และใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบริเวณโคนกอไผ่ และปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของไผ่ จำนวน 3 ชนิด 2 สายต้น ได้แก่ ไผ่กิมซุ่ง (*Bambusa beecheyana*) ไผ่ตงลืมแล้ง (*Bambusa beecheyana*) ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamus* sp.) และไผ่ซางนวล (*Dendrocalamus membranaceus*) ดังนั้นสิ่งทดลองจึงมีทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง ได้แก่

2.1.1 สิ่งทดลองที่ 1 ไผ่กิมซุ่งที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (K-NM)

2.1.2 สิ่งทดลองที่ 2 ไผ่กิมซุ่งที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (K-AM)

2.1.3 สิ่งทดลองที่ 3 ไผ่ตงลืมแล้งที่ไม่ใส่

ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (T-NM)

2.1.4 สิ่งทดลองที่ 4 ไผ่ตงลืมแล้งที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (T-AM)

2.1.5 สิ่งทดลองที่ 5 ไผ่ซางหม่นที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CM-NM)

2.1.6 สิ่งทดลองที่ 6 ไผ่ซางหม่นที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CM-AM)

2.1.7 สิ่งทดลองที่ 7 ไผ่ซางนวลที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CN-NM)

2.1.8 สิ่งทดลองที่ 8 ไผ่ซางนวลที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (CN-AM)

2.2 การเตรียมหน่วยทดลอง

เตรียมแปลงทดลองขนาด 4 x 10 เมตร จำนวน 8 แปลง (1 สิ่งทดลองต่อแปลง) จัดแปลงเป็นลักษณะแปลงยกร่อง โดยมีร่องน้ำกว้าง 1.0 เมตร ลึก 0. 5 เมตร กั้นระหว่างแต่ละแปลง โดยมีไผ่แปลงละ 8 กอ แต่คัดเลือกกอที่มีจำนวนลำและขนาดลำที่ใกล้เคียงกันเพียงแค่ 4 กอต่อแปลง เพื่อใช้เป็นหน่วยทดลอง ใส่ปุ๋ยคอก (มูลวัว) ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อกอ โดยโรยบริเวณรอบทรงพุ่มไผ่

ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสำหรับไม้ยืนต้นของกรมวิชาการเกษตรที่มีความหนาแน่นของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 25 สปอร์ต่อปุ๋ยชีวภาพ 1 กรัม จำนวน 2.5 กิโลกรัมต่อแปลง (เฉพาะในสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ ชนิด และสายต้นละ 1 แปลง) โดยใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาลงในหลุมซึ่งขุดไว้ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร บริเวณรอบทรงพุ่มไผ่ จำนวน 10 หลุมต่อแปลง

2.3 การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลก่อนการทดลอง (เพื่อเป็นข้อมูลเริ่มต้น) ได้แก่ ความสูงของไผ่โดยวัดจากโคนลำติดดินถึงปลายยอดสุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไผ่โดยใช้ vernier caliper วัดสูงจากพื้นดิน 1 นิ้ว เมื่อใบยอดของหน่อคลี่ออกแล้ว และจำนวนลำต่อกอ

บันทึกผลระหว่างการทดลอง (ทุกเดือน เป็นระยะเวลา 8 เดือน) ได้แก่ จำนวนหน่อที่เกิดใหม่ จำนวนหน่อฝ่อ ความสูงของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (เปอร์เซ็นต์) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (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 news multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2.5 สถานที่ และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ แปลงปลูกไผ่ของเกษตรกรในตำบลสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งอายุของไผ่ประมาณ 1 ปี และห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เริ่มการทดลองในเดือนกรกฎาคม 2555 และสิ้นสุดในเดือนพฤษภาคม 2556

3. ผลการวิจัย

3.1 ข้อมูลของไผ่ก่อนการทดลอง

ความสูงของลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำและจำนวนลำต่อกอของไผ่ก่อนการใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าไผ่กิมซุ่ง ไผ่ตงลืมแล้ง และไผ่ซางหม่นมีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำมากกว่าไผ่ซางนวล แต่จำนวนลำต่อกอของไผ่ซางหม่นและไผ่ซางนวลมีมากกว่าไผ่กิมซุ่งและไผ่ตงลืมแล้ง (ตารางที่ 1)

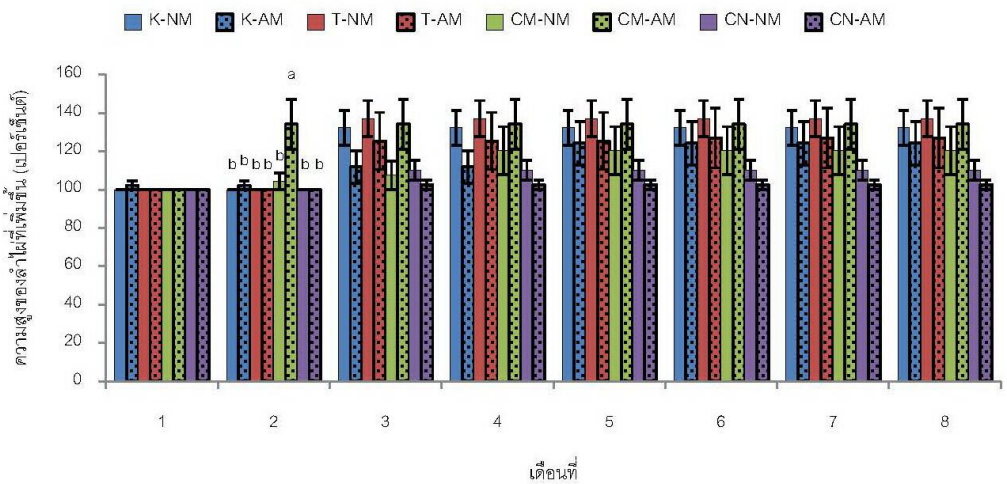
3.2 ความสูงของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้น

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

ตารางที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไผ่ก่อนใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

หน่วยทดลอง	ความสูง* (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ* (เซนติเมตร)	จำนวนลำต่อกอ
ไผ่กิมซุ่ง	$669^{a} \pm 49$	$5.3^{a} \pm 0.3$	$5^{b} \pm 0.4$
ไผ่ตงลืมแล้ง	$690^{a} \pm 37$	$5.3^{a} \pm 0.3$	$3^{c} \pm 0.4$
ไผ่ซางหม่น	$637^{ab} \pm 13$	$5.2^{a} \pm 0.1$	$6^{a} \pm 0.4$
ไผ่ซางนวล	$545^{b} \pm 35$	$3.3^{b} \pm 0.2$	$6^{a} \pm 0.4$
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 และปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อเปอร์เซ็นต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นได้แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งจากผลการศึกษาในเดือนที่ 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นของไผ่ทุกชนิดและสายต้น ($P = 0.0807$) แต่ผลการศึกษาในเดือนที่ 2-8 พบว่าไผ่ซางหม่นที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยชีวภาพมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำเพิ่มขึ้น มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำที่เพิ่มขึ้นของไผ่กิมซุ่ง ไผ่ตงลืมแล้ง และไผ่ซางนวล

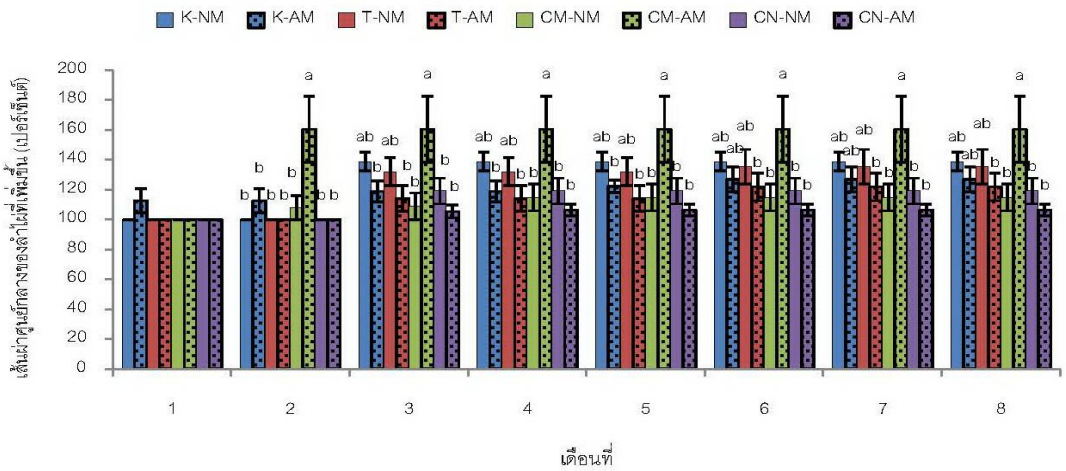
3. 4 จำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อฝ่อทั้งหมด

จากการศึกษาพบว่าทั้งจำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อที่ฝ่อทั้งหมดตลอดระยะเวลา 8 เดือน ของไผ่ชนิดและสายต้นต่าง ๆ ซึ่งปลูกโดยไม่ใส่และใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในเดือนที่ 1 พบว่าไผ่ทุกชนิดและสายต้นมีการแตกหน่อโดยเฉลี่ย 1-2 หน่อต่อกอ ในเดือนที่ 7-8 ไผ่ทุกชนิดและสายต้นไม่มีการแตกหน่อ ซึ่งตลอดระยะการทดลองไผ่ทั้งหมดมีอัตราหน่อเกิดใหม่ประมาณ 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)

ในชั้นดินล่างบริเวณเขตรากไผ่พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของไผ่ และปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาตลอดระยะการศึกษา โดยในชั้นดินล่างบริเวณรากของไผ่ตงลืมแล้งที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนมากกว่าบริเวณรากไผ่ตงลืมแล้งที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนที่ 4 - 8 หลังใส่ปุ๋ย



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำไผ่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน

ตารางที่ 2 ผลของการใส่ปุ๋ยชีวภาพต่อจำนวนหน่อที่เกิดใหม่และจำนวนหน่อฝ่อตลอดระยะการศึกษา 8 เดือน

สิ่งทดลอง		หน่อเกิดใหม่ (หน่อต่อกอ)	หน่อฝ่อ (หน่อต่อกอ)	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
	ชนิดไผ่	0.6197	0.3993	0.3050
	ปุ๋ยชีวภาพ*ชนิดไผ่	0.0808	0.2596	0.4182
C.V. (เปอร์เซ็นต์)		31.61	48.43	77.73

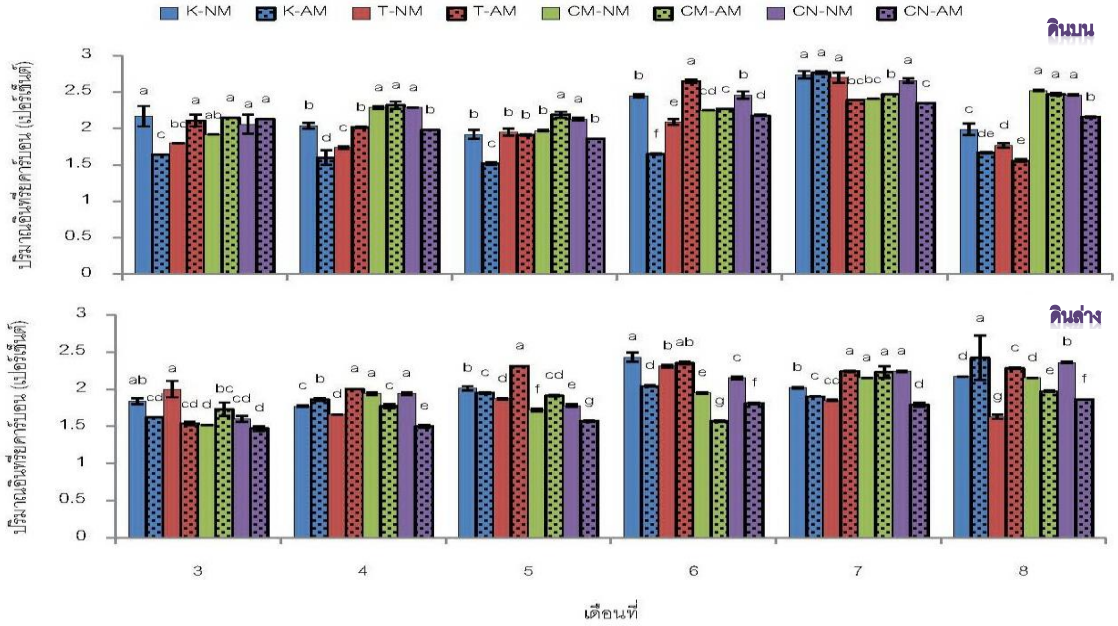
*ค่าเฉลี่ย ± ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ชีวภาพ ส่วนในดินบริเวณรากไผ่กิมซุ่ง ไผ่ซางหม่น และไผ่ซางนวลที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพบเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนโดยรวมไม่แตกต่างจากดินบริเวณรากที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยชีวภาพ (รูปที่ 3)

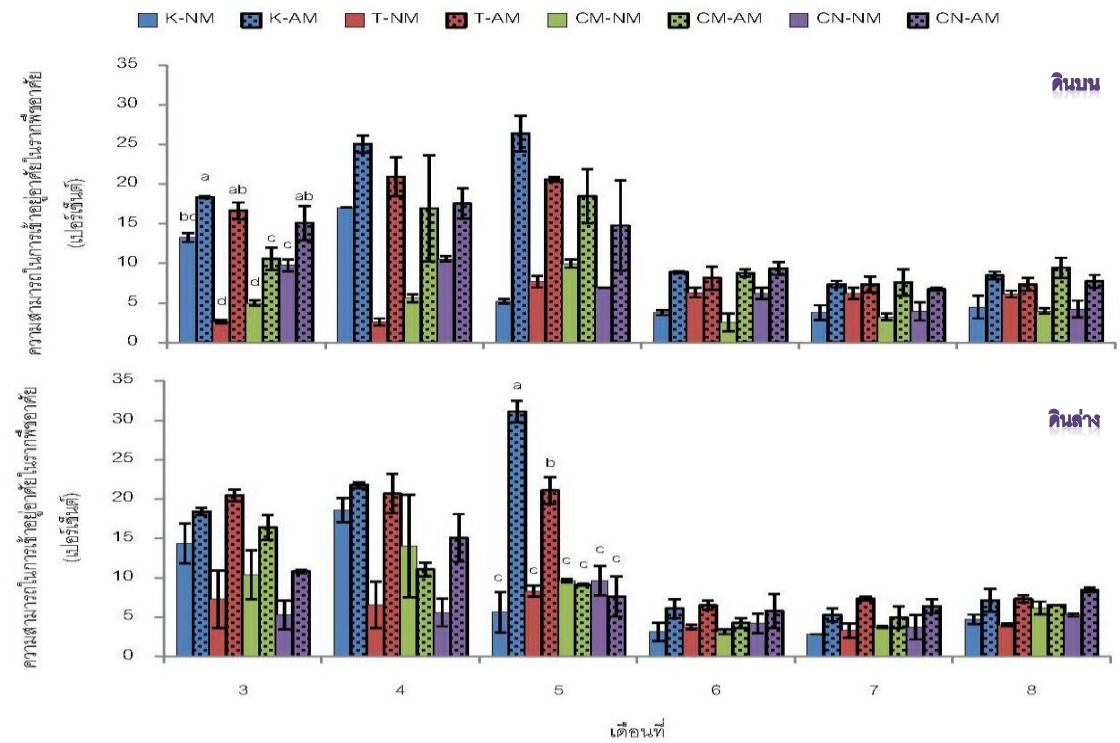
3.6 ความสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบดินบริเวณเขตรากไผ่

ความสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในชั้นดินบนและล่างบริเวณเขตรากไผ่พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของไผ่และปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัย ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในดินที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีค่าเฉลี่ยความสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในดินบริเวณรากไผ่มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ

อย่างมีนัยสำคัญในทุกระยะการศึกษา (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินบนและล่างบริเวณเขตรากไผ่



รูปที่ 4 ความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบดินบริเวณเขตรากไผ่

4. วิจารณ์

จากการศึกษาความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อประเมินการพัฒนาของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินหลังจากใส่ปุ๋ยชีวภาพ พบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ความสามารถของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบบริเวณเขตรากไผ่ทุกชนิดและสายต้นมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากพืชอาศัยเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มประชากรราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นในบริเวณเขตรากของไผ่ทุกชนิดและสายต้น ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของไผ่ซางหม่นที่ปลูกแบบใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบที่ไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารให้กับพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คอปเปอร์ และเหล็ก ทำให้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น [6,16] ช่วยดูดซับน้ำให้กับพืชผ่านทางเส้นใยราที่แพร่กระจายในดิน [17] และทำให้พืชมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงขึ้น [18] แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้พบว่าปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไผ่กิมซุ่ง ไผ่ตงลืมแล้ง และไผ่ซางนวล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพืชและชนิดของราที่เรียกว่า preferential association [19] อย่างเช่น การศึกษาของ Ravikumar และคณะ [12] ที่พบความสัมพันธ์แบบ preferencetial association ระหว่างไผ่ *Dendrocalamus strictus* Nees. และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus fasciculatum* โดยพบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดนี้มีการเข้าอยู่อาศัยในรากของไผ่ดังกล่าวอย่างหนาแน่นในหลายพื้นที่ ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Jha และคณะ [20] พบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของ *D. strictus* ได้มากกว่า *B. bambos* เช่นเดียวกับรายงานของ Dash และคณะ [21]

ความหนาแน่นของประชากรราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเกิดและการมีชีวิตของหน่อไผ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลองทั้ง 8 เดือน พบว่าไผ่มีปริมาณหน่อผันแปรไปตามสภาพอากาศ โดยหากว่าไผ่ได้รับน้ำและมีความชื้นสม่ำเสมอจะช่วยกระตุ้นให้มีการเกิดหน่อขนาดใหญ่จำนวนมาก [22] ซึ่งในเดือนที่ 1-3 มีฝนตกชุก ไผ่มีการเกิดหน่อประมาณ 1-3 หน่อต่อกอต่อเดือน เดือนที่ 4 พบว่าอัตราการออกหน่อลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนลดลง แต่หน่อที่เกิดมายังสามารถเจริญเติบโตได้เพราะมีการให้น้ำ ในเดือน 5-6 ไม่มีน้ำฝนทำให้ไผ่มีหน่อค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะไผ่ซางหม่น ไม่มีการเกิดหน่อเนื่องจากไผ่พักการเจริญเติบโตชั่วคราวในฤดูแล้ง [23] และเดือนที่ 7-8 พบว่าไผ่ทั้งหมดพักการเจริญเติบโต

การศึกษาการใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินปลูกไผ่ได้ ซึ่งอาจจะเป็นผลอันเนื่องมาจากบทบาทของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศผ่านกลไกการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยและกักเก็บไว้ในรูปอินทรีย์คาร์บอนได้ [24] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Graham พบว่าสารประกอบคาร์บอนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชถูกนำมาใช้ในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารกับราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาประมาณ 4-20 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด นั่นความหมายว่า ก๊าซคาร์บอนได

ออกไซด์จากชั้นบรรยากาศที่พืชตรึงได้ส่วนหนึ่ง ถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูปอินทรีย์คาร์บอนในเส้นใยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา [25] ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงพบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพดังกล่าวทำให้ชั้นดินล่างบริเวณรากไผ่ตงลืมแล้งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินบริเวณรากของไผ่ชนิดอื่น ๆ ซึ่งประโยชน์ของราต่อพืชมักมีความผันแปร เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรากพืชแตกต่างกัน [26] โดยจากการสังเกตไผ่ตงลืมแล้งมีลักษณะรากที่อวบอ้วน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร น่าจะเป็นปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนให้มีความหนาแน่นของกลุ่มประชากร ความหลากหลายทางชีวภาพ และมีการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชในชั้นดินล่างได้มากกว่า จึงมีปริมาณของเส้นใยภายนอกรากซึ่งเป็นส่วนกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนแผ่กระจายในดินมาก [25] นอกจากนี้เส้นใยนอกรากของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของอินทรีย์คาร์บอนในดิน เนื่องจากชีวมวลของเส้นใยนอกรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความหนาแน่นประมาณครึ่งหนึ่งของชีวมวลจุลินทรีย์ดินทั้งหมด [27] เมื่อรวมกับปริมาณรากของไผ่ตงลืมแล้งทำให้มีอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าบริเวณอื่น

5. สรุป

5.1 การใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ไผ่ซางหม่นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อความสูง การเกิดหน่อ และการฝ่อของหน่อไผ่ ในช่วงระยะเวลา 8 เดือน หลังใส่ปุ๋ยชีวภาพ

5.2 การใส่ปุ๋ยชีวภาพราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นดินล่างบริเวณเขตรากไผ่ตงลืมแล้งเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4, 5, 7 และ 8 หลังใส่ปุ๋ยชีวภาพ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปี 2554-2555

7. เอกสารอ้างอิง

[1] เกรียงไกร ไทยอ่อน, 2552, มหัศจรรย์พันธุ์ไผ่, หจก. ธรรมชาติการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 90 น.

[2] สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์, 2544, การปลูกไม้ไผ่, สำนักพิมพ์เกษตรสาสตร์, กรุงเทพฯ, 200 น.

[3] กรกัญญา อักษรเนียม และปานศิริ นิบุญธรรม, 2554, ไผ่ : พืชพรรณสร้างโลก, ว.เคหการเกษตร 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, นิตยสารเกษตรวาไรตี้ รู้แล้วรวย (เซียนไผ่), โรงพิมพ์สามารถ 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. *Chrysathemi* 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, Ananthakrishnan, 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., Obserson, 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 viniifera* 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, บุญฤทธิ์ ภูริยากร และวลัยพร สถิตวิบูรณ์, 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, บุญฤทธิ์ ภูริยากร และวลัยพร สถิตวิบูรณ์, 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.