

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ยชีวภาพ
ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร
กิจกรรม : 1. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพ
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : 1.4 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไม
โคไรซ่าแบบลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น
3. **ชื่อการทดลอง** : 1.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ด
ชื่อการทดลอง : Efficiency of Arbuscular Mycorrhiza fungus granular inoculum
Production
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : มณฑิกานธิ์ สังข์น้อย กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน : ภัสชญาน หมั่นแจ่ม กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
5. **บทคัดย่อ**

ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่ามีประโยชน์ ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารแก่พืช ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า (แบบผง) หัวเชื้อได้จากการใช้สปอร์เลี้ยงในต้นพืชอาศัย และเก็บเกี่ยวเมื่อพืชอาศัยอายุ 4 เดือน ซึ่งจะใช้เวลาในการผลิต ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยพัฒนาการผลิตราอาบัสคูลาไมโคไรซ่ารูปแบบใหม่ (แบบเม็ด) ใช้เป็นแนวทางในการลดระยะเวลาผลิต การทดสอบประสิทธิภาพของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ด โดยนำราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า สกุล *G. Intraradices* ผลิตเป็นแบบเม็ดด้วยวิธีการตรึงเซลล์ วางแผนการทดลองแบบ 4×4 Factorial in RCB โดยมีอัตราการใช้ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเป็นปัจจัย A (ไม่ใส่, แบบผง 10 กรัม/กระถาง, แบบเม็ด 5 กรัม/กระถาง, แบบเม็ด 2.5 กรัม/กระถาง) ความเข้มข้นของปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัย B (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ใส่ปุ๋ยเคมี 3-1-3 กรัม/กระถาง, ใส่ปุ๋ยเคมี 2.25-0.75-2.25 กรัม/กระถาง, ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับหินฟอสเฟต NRPK 2.25-2-2.25 กรัม/กระถาง) ปลูกร่วมกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ในดินผสมทรายที่นิ่งฆ่าเชื้อจนอายุครบ 3 เดือน ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบผง 10 กรัม และแบบเม็ด

5 กรัม ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มสูตร และใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งสูตร ทำให้น้ำหนักแห้งต่อกระถางของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ 72.92, 59.66, 60.00 และ 58.21 กรัม/กระถาง ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโครไรซา แบบเม็ด 5 กรัม/กระถาง ทำให้มีปริมาณสปอร์เพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 3,873 สปอร์ต่อน้ำหนักดิน 100 กรัม ผลจากการทดลองนี้ทำให้ได้เทคโนโลยีการผลิตราอาบัสคูลาไมโครไรซาแบบเม็ด ซึ่งสามารถลดระยะเวลาการผลิตได้ 1 เดือน และลดอัตราการใช้ต่อกระถางลงเหลือ 5 กรัม โดยที่ประสิทธิภาพ ยังไม่แตกต่างกับอัตราการใช้แบบผง 10 กรัม/กระถาง

6. คำนำ

ราอาบัสคูลาไมโครไรซาดำรงชีวิตแบบ obligated symbiosis จำเป็นต้องอาศัยพืชอาศัย จึงจะเจริญครบตามชีพจักร (life cycle) และผลิตสปอร์ (Azco'n-Aguilar *et al.*, 1998). การเพิ่มปริมาณของเชื้อได้จากการใช้สปอร์เลี้ยงในต้นพืชอาศัยในกระถาง (pot culture) (Menge, 1983 ; Menge, 1984; สุภาพร, 2549) โดยสปอร์เริ่มงอกเส้นใยเข้าหารากพืช จากนั้นสร้างโครงสร้าง appressorium เกาะยึดกับผิวรากพืช เส้นใยเจริญจาก appressorium เข้าสู่ภายในรากของชั้นคอร์เท็กซ์ และสร้างโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า arbuscule ทำหน้าที่สำคัญในการสะสมธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส แลกเปลี่ยนธาตุอาหารจากราสู่รากพืช และรับคาร์โบไฮเดรตจากรากพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (Solaiman and Saito, 1997) หลังจากที่ได้รับอาหารจากรากพืช เส้นใยจะเจริญไปตามผิวราก สามารถสร้างจุดที่เข้าสู่รากพืชในตำแหน่งใหม่ รวมทั้งการเจริญออกไปในดินขยายเส้นใยให้กว้างขวางขึ้น และสร้างสปอร์บนเส้นใยนอกกรากพืช เพิ่มขึ้นในดิน สปอร์เหล่านี้จะใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโครไรซา กรมวิชาการเกษตรได้ศึกษาวิจัยราอาบัสคูลาไมโครไรซาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่า 30 ปี ในปี 2547 สุภาพร ธรรมสุระกุล ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโครไรซาอยู่ในรูปแบบผงขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งประกอบไปด้วยราอาบัสคูลาไมโครไรซาที่มีชีวิต มีจำนวนสปอร์ไม่ต่ำกว่า 25 สปอร์ต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม (จิระศักดิ์ และคณะ, 2550) เมื่อใช้ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโครไรซาพืชจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งมักถูกตรึงอยู่ในดินในรูปที่พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง นอกจากนี้ยังช่วยดูดซับธาตุไนโตรเจน (Tobar *et al.*, 1994) โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม (Liu *et al.*, 2002) ทองแดง (Li *et al.*, 1991) และสังกะสี (Chen *et al.*, 2003) ทำให้ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมี ช่วยให้พืชทนทานต่อความแห้งแล้ง (Subramanian *et al.*, 1997) และป้องกันโรคจากเชื้อราที่เกิดกับระบบราก (St-Arnaud *et al.*, 1995)

การผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโครไรซาเชิงการค้านี้ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากการเพิ่มปริมาณด้วยวิธี pot culture ใช้ระยะเวลาประมาณ 3-4 เดือน ในการผลิต อีกทั้งสภาพแวดล้อมก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อ

การเจริญและปริมาณการสร้างสปอร์ในดิน (Saito and Muramoto, 2002) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยพัฒนาการผลิตราอาบัสคูลาไมโคไรซ่ารูปแบบใหม่ (แบบเม็ด) ใช้เป็นแนวทางในการลดระยะเวลาการผลิต และลดอัตราการใช้ต่อกระถาง โดยใช้ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าชนิดที่สร้างเส้นใยและผลิตส่วนขยายพันธุ์ในรากเป็นปริมาณมาก จากนั้นนำมาผลิตเป็นแบบเม็ดด้วยเทคนิคการตรึงเซลล์ ด้วยวิธี Entrapment แบบ Lattices Type ซึ่งเป็นการห่อหุ้มชิ้นส่วนของรากพืชที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าอยู่ภายในช่องสามมิติของเจลซึ่งเป็นสารพวกโพลีเมอร์ และทดสอบประสิทธิภาพพราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบผงในกระถาง

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าวโพด (*Zea mays* L.)
2. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ
3. ถ้วยเพาะขนาด 12 ออนซ์
4. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
5. เครื่องกวนสารแบบให้ความร้อน
6. ดินผสมทรายอัตรา 1 : 1 นึ่งฆ่าเชื้อ
7. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว
8. น้ำยาย้อมราก Trypan Blue Lactic-Glycerol Solution
9. ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าสกุล *Glomus intraradices*
10. ตะแกรงร่อนสปอร์ขนาด 63–450 ไมครอน
11. สารเคมีและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง
12. เครื่องปั่นเหวี่ยง ที่มีความเร็วจะไม่ต่ำกว่า 2,000 รอบต่อนาที

วิธีการ

การทดสอบประสิทธิภาพของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ด

นำราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่ผลิตเป็นแบบเม็ด วางแผนการทดลองแบบ 4 × 4 Factorial in RCB ซึ่งมี 2 ปัจจัย คือปัจจัย A มี 4 ระดับ ได้แก่ ไม้ใส่, แบบผง 10 กรัม/กระถาง, แบบเม็ด 5 กรัม/กระถาง, แบบเม็ด

2.5 กรัม/กระถาง ปัจจัย B มี 4 ระดับ ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี, ใส่ปุ๋ยเคมี NPK 3-1-3 กรัม/กระถาง, ใส่ปุ๋ยเคมี NPK 2.25-0.75-2.25 กรัม/กระถาง, ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับหินฟอสเฟต NRPK 2.25-2-2.25 กรัม/กระถาง ศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ย ปริมาณสปอร์ และปริมาณการเข้าอาศัยของราออบัสคูลาไมโคไรซ่าในรากพืช โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. นำราออบัสคูลาไมโคไรซ่าสกุล *G. Intraradices* มาผลิตแบบเม็ด ด้วยการตรึงเซลล์ ดัดแปลงจาก Vassilev และคณะ (2001) โดยนำรากปริมาตร 20 กรัม จากกระถางที่คัดเลือกไว้ ล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ และแช่ในสารละลาย (Tween 80, Karnamycin, Chloramin-T) เป็นเวลา 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ใช้กรรไกรตัดรากพืชให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วผสมขึ้นรากพืชปริมาตร 20 กรัม กับสารละลาย โซเดียมอัลจินต ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วใช้ปิเปตดูดให้หยดลงสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร โดยกวนผสมที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาทีอย่างต่อเนื่อง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ล้างออบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ด ด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ จำนวน 1 ครั้ง กรองแยกด้วยกระแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร บรรจุลงเพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

2. ทดสอบประสิทธิภาพของราออบัสคูลาไมโคไรซ่าในพืชอาศัย (ข้าวโพด) ตามแผนการทดลอง โดยใช้ดินและทรายผสมกันอัตราส่วน 1:1 นำไปหนึ่งฆ่าเชื้อ อบไอน้ำ 3 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง ที่ความร้อนประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส ก่อนปลูกใส่ราออบัสคูลาไมโคไรซ่าไว้ก้นหลุม หลังจากนั้น นำเมล็ดข้าวโพดที่ฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ด ด้วยการแช่ในสารละลายคลอโร็กซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 3-5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ ปลูกลงในกระถางดินเผาเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ซึ่งบรรจุดินผสมทรายไว้ เมื่ออายุครบ 3 เดือน ทำการสุ่มดินมานับจำนวนสปอร์ และวัดการเข้าอาศัยในรากพืชของราออบัสคูลาไมโคไรซ่า

3. การวัดผลการเจริญเติบโตของข้าวโพดในกระถาง น้ำหนักแห้ง จำนวนสปอร์ และเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากของราออบัสคูลาไมโคไรซ่า และนำข้อมูลที่ได้อภิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างโดย วิธี Duncan's Multiple Rang Test

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ความสูงของต้นข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 อายุ 3 เดือน ในกระถาง พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซ่าปริมาณต่างๆ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันมีผลต่อความสูง น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด และจำนวนปริมาณสปอร์ในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การใส่ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ด 5 กรัม และแบบผง 10 กรัม/กระถาง ที่ความเข้มข้นของปุ๋ยเคมี อัตรา 3-1-3 กรัม/กระถาง ทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดไม่แตกต่างกันทาง

สถิติกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 2.25-0.75-2.25 กรัม/กระถาง คือ 147.33 166.33 174.00 และ 159.00 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่การใส่แบบเม็ด 5 กรัม/กระถาง ร่วมกับความเข้มข้นของปุ๋ยอัตรา 2.25-0.75-2.25 กรัม/กระถาง มีแนวโน้มทำให้ต้นข้าวโพดสูงที่สุด (ตารางที่ 1) ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์แบบผง 10 กรัม แบบเม็ด 5 และ 2.5 กรัม ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงใกล้เคียงกัน คือ 141.66 140.16 และ 137.16 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

การใส่ปุ๋ยชีวภาพอราบัสคูลาไมโครไรซาแบบเม็ด 5 กรัม และแบบผง 10 กรัม/กระถาง ที่ความเข้มข้นของปุ๋ยเคมี อัตรา 3-1-3 กรัม/กระถาง ทำให้ได้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดต่อกระถางไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 2.25-0.75-2.25 กรัม/กระถาง คือ 59.66 72.92 58.21 และ 60.00 กรัม/กระถาง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์แบบผง 10 กรัม และแบบเม็ด 5 กรัม ทำให้ต้นข้าวโพดได้น้ำหนักแห้งต่อกระถางใกล้เคียงกัน คือ 45.93 และ 47.62 กรัมต่อกระถาง (ตารางที่ 5) การใช้ปุ๋ยในอัตรา 3-1-3 กรัม/กระถาง และในอัตรา 2.25-2-2.25 ทำให้ได้น้ำหนักแห้งต่อกระถางใกล้เคียงกัน คือ 43.26 และ 36.93 กรัม/กระถาง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ย 20.93 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 6)

จำนวนการสร้างสปอร์ในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการใช้ผลิตภัณฑ์แบบเม็ด 5 กรัม/กระถาง ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 2.25-0.75-2.25 มีจำนวนสปอร์สูงที่สุด คือ 3,873 สปอร์/ดิน 100 กรัม การใช้ผลิตภัณฑ์แบบเม็ด 5 กรัม ร่วมกับที่ความเข้มข้นของปุ๋ยเคมี อัตรา 3-1-3 กรัม/กระถาง มีจำนวนสปอร์ต่ำที่สุด คือ 228 สปอร์/ดิน 100 กรัม (ตารางที่ 3) ในดินที่มีการใส่ปุ๋ยในระดับต่ำ(2.25-0.75-2.25) จะมีจำนวนสปอร์ในดินสูง ส่วนในดินที่มีการใส่ปุ๋ยในระดับสูงกลับมีจำนวนสปอร์ในดินต่ำ (3-1-3)

ผลิตภัณฑ์แบบผง 10 กรัม และเม็ด 5 กรัม มีประสิทธิภาพในการเข้าอาศัยในรากข้าวโพดไม่แตกต่างกันทางสถิติ 91.52 และ 83.95 เปอร์เซ็นต์ แต่การใส่แบบเม็ด 2.5 กรัมร่วมกับใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 3-1-3 กรัม มีแนวโน้มประสิทธิภาพในการเข้าอาศัยในรากข้าวโพดดีที่สุด 96.66 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1. ค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 อายุ 3 เดือน หลังจากใส่ปุ๋ยชีวภาพอราบัสคูลาไมโครไรซาแบบผง และ แบบเม็ดอัตราต่างๆ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยความเข้มข้นต่างๆ

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)				เฉลี่ย (NRPK)
	0-0-0	3-1-3	2.25-0.75-2.25	2.25-2-2.25	
ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ	98.66 d	126.00 bcd	130.66 bc	104.33 cd	114.91
ใส่แบบผง 10 กรัม	119.33 cd	166.33 a	159.00 a	122.00 bcd	141.66
ใส่แบบเม็ด 5 กรัม	116.00 cd	147.33 ab	174.00 a	123.33 bcd	140.16

ใส่แบบเม็ด 2.5 กรัม	108.66 cd	149.66 ab	126.00.bcd	147.33 ab	132.91
เฉลี่ย	110.66	147.33	147.41	124.24	-
C.V. (%) 10.92					

ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวโพดที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อกระถางของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 อายุ 3 เดือน หลังจากใส่ปุ๋ยชีวภาพอบัสคูลาไมโครไรซา แบบผง และแบบเม็ดอัตราต่างๆ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยความเข้มข้นต่างๆ

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งต่อกระถาง (กรัม/กระถาง)				เฉลี่ย
	0-0-0	3-1-3	2.25-0.75-2.25	2.25-2-2.25 (NRPK)	
ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ	11.87 e	22.00 de	19.62 de	13.72 e	16.80
ใส่แบบผง 10 กรัม	34.72 cd	72.92 a	60.00 ab	47.70 bc	54.33
ใส่แบบเม็ด 5 กรัม	22.30 de	59.66 ab	58.21 ab	52.30 b	48.11
ใส่แบบเม็ด 2.5 กรัม	14.84 e	24.11 de	14.05 e	34.01 cd	21.86
เฉลี่ย	20.93	44.67	37.97	36.93	-
C.V. (%) 30.38					

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 3. จำนวนสปอร์ต่อน้ำหนักดิน 100 กรัม หลังจากใส่ปุ๋ยชีวภาพอบัสคูลาไมโครไรซาแบบผง และแบบเม็ดอัตราต่างๆ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยความเข้มข้นต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณสปอร์ / น้ำหนักดิน 100 กรัม				เฉลี่ย
	0-0-0	3-1-3	2.25-0.75-2.25	2.25-2-2.25 (NRPK)	
ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ	-	-	-	-	-
ใส่แบบผง 10 กรัม	1,390 cde	1,490 cde	1,113 def	968 ef	1,240
ใส่แบบเม็ด 5 กรัม	1,750 bcd	228 g	3,873 a	490 fg	1,585
ใส่แบบเม็ด 2.5 กรัม	1,105 def	1,810 bc	2,130 b	278 g	1,330

เฉลี่ย	3,508	1,176	2,372	579	-
C.V. (%)	34.33				

ค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากของราออบัสคูลาไมโครไรซา ของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัย				เฉลี่ย
	0-0-0	3-1-3	2.25-0.75-2.25	2.25-2-2.25 (NRPK)	
ไมใส่ปุ๋ยชีวภาพ	-	-	-	-	-
ใส่แบบผง 10 กรัม	86.66 a	94.44 a	95.00 a	65.55 c	85.41
ใส่แบบเม็ด 5 กรัม	84.16 ab	95.55 a	93.88 a	96.66 a	92.56
ใส่แบบเม็ด 2.5 กรัม	65.55 c	96.66 a	62.22 c	93.88 a	79.57
เฉลี่ย	78.79	95.55	83.7	85.36	-
C.V. (%)	16.17				

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากของต้นข้าวโพดที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 5. ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพออบัสคูลาไมโครไรซาแบบต่างๆ ที่มีผลต่อความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)			น้ำหนักแห้ง (กรัม)
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	3 เดือน
ไมใส่ปุ๋ยชีวภาพ	41.83 c	84.25 b	114.91 b	14.90 b
ใส่แบบผง 10 กรัม	59.00 a	117.50 a	141.66 a	45.93 a
ใส่แบบเม็ด 5 กรัม	59.16 b	118.00 a	140.16 a	47.62 a
ใส่แบบเม็ด 2.5 กรัม	49.16 b	108.75 a	137.16 a	21.75 b
เฉลี่ย	52.28	107.12	133.47	32.55

ค่าเฉลี่ยความสูง และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 6. ผลของการใช้ปุ๋ยความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5

	ความสูง (เซนติเมตร)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
--	---------------------	--------------------

กรรมวิธี	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	3 เดือน
0-0-0	60.08 a	98.50 b	110.66 c	20.93 c
3-1-3	44.83 c	117.16 a	147.33 a	43.26 a
2.25-0.75-2.25	42.41 c	122.83 a	147.41 a	29.07 bc
2.25-2-2.25	51.83 b	90.00 b	128.50 a	36.93 ab
เฉลี่ย	49.78	107.12	133.47	32.54

ค่าเฉลี่ยความสูง และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

9. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองนี้ทำให้ได้เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากมูลสุราไมโครไรซาแบบเม็ด ซึ่งประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับการใช้แบบผง โดยการใส่แบบผง 10 กรัม และแบบเม็ด 5 กรัม ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มสูตร และใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งสูตร ทำให้น้ำหนักแห้งต่อกระถางของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการผลิตแบบเม็ด สามารถลดระยะเวลาการผลิตได้ 1 เดือน และลดอัตราการใช้ต่อกระถางลงเหลือ 5 กรัม โดยที่ประสิทธิภาพ ยังไม่แตกต่างกับอัตราการใส่แบบผง 10 กรัม/กระถาง

10. การนำไปใช้ประโยชน์

สามารถนำเทคนิคการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากมูลสุราไมโครไรซาแบบเม็ด ไปต่อยอดเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

11. เอกสารอ้างอิง

- จิระศักดิ์ อรุณศรี ภาวนา ลิกขานานนท์ สุภาพร ธรรมสุระกุล และสมปอง หมั่นแจ่ม. 2550. เอกสารวิชาการ ปุ๋ยชีวภาพและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ. ISBN 974-436-435-1 . ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพฯ. 1-39. น
- สุภาพร ธรรมสุระกุล. 2549. การผลิตและการใช้เชื้อไมโครไรซา. ผลงานเผยแพร่ขอเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตร 7ว กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- Azco'n-Aguilar C, Bago B, Barea JM. 1998. Saprophytic growth of AMF. In: Varma A, Hock B, eds. Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag. 391–407.

- Chen, B.D., Li . X.L. Tao, P. Christie and M.H .Wong. 2003. The role of arbuscular mycorrhizae in zinc uptake by red clover growing in calcareous soil spiked with various quantities of zinc. *Chemosphere*. 50: 839-846.
- Li, X-L., E. George, and H. Marschner. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA- mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant Soil*. 136: 41-48.
- Liu A., C. Hamel, A. Elmi, C. Costa, B. Ma and D.L. Smith. 2002. Concentration of K, Ca and Mg in maize colonized by arbuscular mycorrhiza fungi under field conditions. *Can.J.Soil Sci*. 82: 271-278.
- Menge, J.A. 1983. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. *Can. J. Bot*. 61: 1015-1024.
- Menge, J.A. 1984. Inoculum production. p. 187-203. *In* C.L. Powell and D.J. Bagyaraj (ed.) VA mycorrhiza. CRC Press, Boca Raton. FL.
- Ojala, J.C., and W.M. Jarrell. 1980. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. *Plant Soil* 57: 297-303.
- Saito, M.and T. Marumoto. 2002. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi: The status quo in Japan and the future prospects. *Plant and Soil*. 244: 273-279.
- Solaiman, M. D. Z. & Saito, M. 1997. Use of sugars by intraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi revealed by radiorespirometry. *New Phytol*. 136: 533–538.
- St-Arnaud, M., C. Hamel, B. Vimard, M. Caron and J. A. Fortin. ୧୯୯୫. 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* ୫: ୧୩୭-୧୩୯.
- Subramanian, K. S., C. Charest, L. M. Dwyer and R. I. Hamilton. 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.

Tobar, R., R. Azcon and J.M. Barea .1994. Improved nitrogen uptake and transport from ¹⁵N labeled nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. *New Phytol.* 126:119–122.