ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อมะเขือเทศสีดา *Solanum lycopersicum* L. ที่การให้น้ำระดับต่างกัน

นางสาวสิริพร สิริชัยเวชกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2554

EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON SEEDA TOMATO *Solanum lycopersicum* L. AT VARIOUS LEVELS OF WATER APPLICATION

Siriporn Sirichaiwetchakul

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Crop Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2011

ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อมะเขือเทศสีดา *Solanum lycopersicum* L. ที่การให้น้ำระดับต่างกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผศ. ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ)
ประธานกรรมการ

_____

(รศ. ดร.ยุวดี มานะเกษม)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(รศ. ดร.พิศาล ศิริธร)
กรรมการ

_____

(รศ. ดร.สุชีลา เตชะวงค์เสถียร)
กรรมการ

_____

(ผศ. ดร.ฐิติพร มะชิโกวา)
กรรมการ

_____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สิริพร สิริชัยเวชกุล : ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อมะเขือเทศสีดา *Solanum lycopersicum* L. ที่การให้น้ำระดับต่างกัน (EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON SEEDA TOMATO *Solanum lycopersicum* L. AT VARIOUS LEVELS OF WATER APPLICATION อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี มานะเกษม, 163 หน้า.

ความแห้งแล้งเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศสีดาลดลง การใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มความทนทานของพืชภายใต้สภาพแห้งแล้งที่ได้รับน้ำอย่างจำกัด การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือก และศึกษาผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผล ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในโรงเรือนควบคุม และในแปลงทดลอง ได้ทำการวิจัย 3 การทดลองที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในเดือนกันยายน 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2554 การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ คือ *Glomus* sp. 1, *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *Glomus mosseae*, *Acaulospora* sp. 1, *Entrophospora schenkii*, *Scutellospora fulgida* และไม่ใส่เชื้อรา มี 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น พบว่า เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ทั้ง 7 สายพันธุ์ สามารถเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดา และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้มะเขือเทศสีดามีผลผลิต และคุณภาพผลสูงที่สุด ให้น้ำหนักผล 21.36 กรัมต่อผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล 31.53 มิลลิเมตรต่อผล ผลผลิตรวม 248 กรัมต่อต้น ซึ่งผลผลิตรวมเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 79.35 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 5.75% brix และปริมาณกรดแอสคอบิค 272 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วันหลังย้ายกล้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองในโรงเรือนควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยการให้น้ำปกติ (กลุ่มควบคุม = 100 เปอร์เซ็นต์), 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของกลุ่มควบคุมร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae*, *Glomus* sp. 2, *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และไม่ใส่เชื้อรา มี 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น พบว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ซึ่งสามารถปรับปรุงการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา โดยการเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ การปรับลดศักยภาพของสารละลายในใบ เพิ่มแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง และสถานะของน้ำในใบให้สูงขึ้น รวมทั้งให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลสูงที่สุด ในขณะที่ปริมาณโพรลีนต่ำสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และให้น้ำหนักผล 22.58 กรัมต่อผล และ

ผลผลิตรวม 766 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 34.68 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการไม่ใส่เชื้อรา ดังนั้น การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งไม่แตกต่างกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน การทดลองที่ 3 เป็นการทดลองในแปลง วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยการให้น้ำปกติ (กลุ่มควบคุม = 100 เปอร์เซ็นต์) และ 75 เปอร์เซ็นต์ของกลุ่มควบคุมร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และไม่ใส่เชื้อรา มี 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 ต้น พบว่า การให้รับน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตรวม 3510.90 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้แนวโน้มน้ำหนักผล 37.45 กรัมต่อผล ในขณะที่การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักผล 37.96 กรัมต่อผล และผลผลิตรวม 3648.74 กรัมต่อต้น ที่อายุ 120 วัน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80.75 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา และไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มน้ำหนักผลสูงสุด 39.29 กรัมต่อผล และผลผลิตรวมสูงสุด 3813.75 กรัมต่อต้น สรุปได้ว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาที่เพิ่มขึ้น ในโรงเรือนควบคุม และในแปลงทดลอง การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 80.11 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผลในแปลงเกษตรกร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SIRIPORN SIRICHAIWETCHAKUL : EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON SEEDA TOMATO *Solanum lycopersicum* L. AT VARIOUS LEVELS OF WATER APPLICATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. YUVADEE MANAKASEM, Ph.D., 163 PP.

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI/SEEDA TOMATO/GROWTH/YIELD

Drought is a major factor affecting growth and yield of Seeda tomatoes. Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) plays an important role in drought tolerance mechanism of plants under limiting water. The study was conducted to find out the most promising AMF and its efficiency on improvement physiological mechanism of drought tolerance, growth and yield of Seeda tomatoes under varying levels of irrigation in the glasshouse and field conditions at Suranaree University of Technology from September 2009 to June 2011. The first experiment was set up as a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications (10 plants per replication). The seven indigenous species of AMF; *Glomus* sp. 1, *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *G. mosseae*, *Acaulospora* sp. 1, *Entrophosapora schenkii* and *Scutellospora fulgida* and only water as a control were inoculated in to Seeda tomatoes. The results showed that all AMF species were able to colonize on Seeda tomato roots. The *G. mosseae* gave a significantly higher yield and fruit quality with the fruit weight of 21.36 g per fruit, the fruit diameter of 31.53 mm per fruit and the total yield of 248 g per plant. The total yield was increased up to 79.35% compared with control. In addition, the quality of fruit showed significantly higher total soluble solid and ascorbic acid which were 5.75% brix and 272 mg per 100 g fresh weight, respectively, at 120 days after planting. The second experiment was set up in a

glasshouse using a Factorial in RCBD with 3 replications (10 plants per replication). The 4 levels of irrigation water (100%, 75%, 50% and 25%) and the inoculation of 3 indigenous species of AMF *G. mosseae*, *Glomus* sp. 2, *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 and only water as a control were inoculated into Seeda tomato plants. The results showed the interaction between 100% irrigation level and the inoculation of *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 on improving water use efficiency and the physiological changes such as increasing leaf water potential, osmotic potential, turgor potential, photosynthetic rate, and leaf relative water content of Seeda tomatoes. Furthermore, this treatment also gave a significantly higher percentage of colonization, growth, yield and fruit quality while the amount of proline showed the lowest level. The fruit weight and total yield were 22.58 g per fruit and 766 g per plant at 120 days after planting increasing up to 34.68% compared to irrigation at 25% and non AMF inoculation. Therefore, the results showed that the irrigation at 100% and inoculation with *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 could increase physiological mechanism, growth and yield of Seeda tomatoes. However, the irrigation at 75% had no statistical significance on physiological mechanism compared with 100% irrigation plus inoculation *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 The third experiment was set in the field using a split plot in RCBD with 3 replications (20 plants per replication). The 2 levels of irrigation water (100% and 75%) were set up as a main plot. The inoculation of indigenous species of AMF *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 and non AMF inoculation were set up as a sub plot. The results showed that the irrigation at 75% gave a significant difference in total yield of 3510.90 g per plant at 120 days after planting and gave the trend of the highest fruit weight of 37.45 g per fruit. While the inoculation of *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 gave a significantly higher fruit weight

of 37.96 g per plant and total yield of 3648.74 g per plant at 120 days after planting. The total yield was increased up to 80.75% compared with non AMF inoculation. However, there was no plus *Glomus* sp. 2 Gave a significantly higher fruit weight of 37.96 g per plant and total yield of 3648.74 g per plant at 120 days after planting. The total yield was increased up to 80.75% compared with non AMF inoculation. However, there was no interaction between irrigation at 75% and the inoculation of *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 The results also showed a trend toward the highest fruit weight of 39.29 g per fruit and total yield of 3813.75 g per plant. In conclusion, the combination of irrigation at 100% and at 75% with the inoculation of *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 could increase the physiological changes, growth, yield and fruit quality under glasshouse and the field conditions. The inoculation of *G. mosseae* plus *Glomus* sp. 2 could increase the fruit weight up to 80.11% compared with the fruit weight of Seeda tomatoes grown by farmers in field condition.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Crop Production Technology Student's Signature _____

Academic Year 2011 Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ที่ได้ช่วยเหลือ และสนับสนุนให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ได้แก่

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี มานะเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำให้การช่วยเหลือ และให้โอกาสทางการศึกษา และช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.พิศาล ศิริธร รองศาสตราจารย์ ดร.สุชีลา เตชะวงค์เสถียร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร มะชิโกวา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยช่วยเหลือ ให้โอกาส และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดชล วุ้นประเสริฐ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้โอกาส และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

Peter C. Bint ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของภาษาต่างประเทศ คุณกิตติมา กฤษณสุวรรณ ที่ช่วยเหลือในการตรวจสอบเอกสารและความถูกต้องของการจัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเมตตาและเอาใจใส่ คุณนวลปรางค์ อุทัยดา และคุณสมยง พิมพ์พรหม ที่ให้คำแนะนำในงานปฏิบัติการ และฟาร์มมหาวิทยาลัยที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือการปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

ขอขอบคุณเป็นพิเศษ ดร.นิจพร ณ พัทลุง ดร.บุญร่วม คิดค้า ดร.สุพินญา บุญมานพ คุณวิโรจน์ เชาว์วิเศษ คุณภัทราพร ยุธาชิต คุณสุกัญญา ไหมเครือแก้ว และคุณรัสรินทร์ ฉัตรทองพิศุทธิ์ ที่ช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่ให้โอกาสศึกษาต่อระดับดุษฎีบัณฑิตแก่ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยทุนพัฒนาอาจารย์

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อณรงค์รัตน์ คุณแม่รัชนี สิริชัยเวชกุล ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู และส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณกิตติพร คุณนิติพร คุณกิตติพจน์ สิริชัยเวชกุล และคุณปรีดา ไชยกาล ที่เป็นพลังผลักดันและสนับสนุนให้ผู้วิจัยสามารถฟันฝ่าอุปสรรคจนประสบความสำเร็จ

สิริพร สิริชัยเวชกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ณ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ 3

1.6 รายการอ้างอิง 3

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเขือเทศ 6

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 6

2.1.2 การเจริญเติบโต 7

2.1.3 สรรพคุณและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา 7

2.2 กลไกของการต้านทานต่อสภาวะการขาดน้ำ 8

2.2.1 การหลบหลีกการแห้งแล้ง 8

2.2.2 การทนทานต่อความแห้งแล้ง 9

2.3 เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 10

2.3.1 การจัดจำแนกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 10

2.3.2 ชนิดของเชื้อราไมคอไรซ่า 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 บทบาทที่สำคัญของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 14
2.4 บทบาทของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเพิ่มการทนแล้งในกระบวนการทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพผลของพืช 15
2.5 รายการอ้างอิง 16
3 เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ในโรงเรือนควบคุม
บทคัดย่อ 28
3.1 บทนำ 29
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 30
3.2.1 การเตรียมการทดลอง 30
3.2.2 การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ในกระถาง 32
3.2.3 การเตรียมดิน 32
3.2.4 การเตรียมต้นมะเขือเทศสีดา 32
3.2.5 การแยกสปอร์จากดิน 33
3.2.6 การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากพืช 33
3.2.7 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต 35
3.2.8 การบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิต 35
3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล 37
3.3 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 37
3.3.1 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีแดง 38
3.3.2 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสีดา 41
3.3.3 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อคุณภาพผลผลิต 54
3.4 สรุปผลการวิจัย 57
3.5 รายการอ้างอิง 57

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาการทนแล้ง การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้สภาวะแห้งแล้ง ในโรงเรือนควบคุม

บทคัดย่อ 62

4.1 บทนำ 63

4.2 วิธีดำเนินการวิจัย 64

4.2.1 การเตรียมการทดลอง 64

4.2.2 การเตรียมต้นมะเขือเทศสีดา 65

4.2.3 การเตรียมดิน 65

4.2.4 การให้น้ำ 65

4.2.5 การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากพืช 66

4.2.6 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต 66

4.2.7 การบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา 67

4.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล 70

4.3 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 70

4.3.1 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ากับมะเขือเทศสีดา 71

4.3.2 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อสรีรวิทยาการทนแล้งของมะเขือเทศสีดา 76

4.3.3 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสีดา 84

4.3.4 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา 91

4.4 สรุปผลการวิจัย 97

4.5 รายการอ้างอิง 97

5 เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง

บทคัดย่อ 102

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 บทนำ 103

5.2 วิธีดำเนินการวิจัย 103

5.2.1 การเตรียมการทดลอง 103

5.2.2 การเตรียมต้นมะเขือเทศสีดา 104

5.2.3 การเตรียมแปลงทดลอง 104

5.2.4 การให้น้ำแก่พืช 104

5.2.5 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต 106

5.2.6 การบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิต 107

5.2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 109

5.3 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 109

5.3.1 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต ของมะเขือเทศสีดา 110

5.3.2 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อคุณภาพผลผลิต ของมะเขือเทศสีดา 116

5.4 สรุปผลการวิจัย 127

5.5 รายการอ้างอิง 127

6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 129

ภาคผนวก

ประวัติผู้เขียน 163

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 จำนวนชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่าใน genera ต่าง ๆ 12

3.1 ลักษณะสปอร์ที่ใช้ในการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ และการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากมะเขือเทศสีดา 31

3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง 37

3.3 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ ปริมาณสปอร์ในดิน ผลผลิตรวม และน้ำหนักแห้งยอดและรากต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 46

3.4 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 53

3.5 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อการเทียบสี น้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 56

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง 70

5.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง 109

5.2 ผลของการให้น้ำ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่ระดับต่าง ๆ ต่อน้ำหนักแห้งยอดและรากต่อต้น เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของไมคอไรซ่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า และผลผลิตต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 120

5.3 ผลของการให้น้ำและการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ระดับต่าง ๆ ต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 121

5.4 ผลของการให้น้ำและการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ระดับต่าง ๆ ต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน 122

5.5 ผลของการให้น้ำและการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ระดับต่าง ๆ ต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน 123

5.6 ผลของการให้น้ำและการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ระดับต่าง ๆ ต่อจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน 124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.7 ผลของการให้น้ำและการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ระดับต่าง ๆ ต่อ จำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 66, 73, 80, 87 และ 120 วัน 125

5.8 ผลของการให้น้ำ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ระดับต่าง ๆ ต่อ การเทียบสี น้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล, ความแน่นเนื้อ % brix และปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 126

ตารางผนวกที่

1 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อ ความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน 132

2 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อ เส้นผ่าศูนย์กลางต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน 132

3 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อ จำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน 133

4 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อ จำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน 133

5 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อ จำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน 134

6 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อ ผลผลิตรวม % Dry Matter, น้ำหนักแห้งรากและยอด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 134

7 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 135

8 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณสปอร์ในดิน 100 กรัม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 135

9 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อน้ำหนักแห้งราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 136

10 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่พึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

11 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน 137

12 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของน้ำในใบ (LWP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน 137

13 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 138

14 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของน้ำในใบ (LWP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 138

15 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน 139

16 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของน้ำในใบ (LWP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน 139

17 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน 140

18 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน 140

19 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน 141

20 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน 141

21 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 142

22 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 142

23 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน 143

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

24 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน 143

25 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน 144

26 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน 144

27 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อการตรวจวัดสถานะของน้ำในใบพืช (%RWC) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 145

28 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน 145

29 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 146

30 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน 146

31 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน 147

32 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน 147

33 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 87 วัน 148

34 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 148

35 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อน้ำหนักผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 149

36 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน 149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

37 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 150

38 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 150

39 ค่าการแปลงหน่วยความดัน 151

40 คุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ หรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวถาวร 152

41 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, ETp) สำหรับจังหวัดต่าง ๆ 153

42 ปริมาณการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดาในแต่ละเดือน ในแปลงทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 155

43 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น เฉลี่ยแต่ละเดือนของปี พ.ศ.2552 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา 157

44 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น เฉลี่ยแต่ละเดือนของปี พ.ศ.2553 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา 158

45 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น เฉลี่ยแต่ละเดือนของปี พ.ศ.2554 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา 158

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การจัดจำแนกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 11

3.1 การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในรากพืช 34

3.2 ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา
อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 39

3.3 น้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา
อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 39

3.4 น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา
อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 40

3.5 การเปรียบเทียบความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน
ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 40

3.6 การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์
ในรากมะเขือเทศสีดาที่อายุ 60 วัน (กำลังขยาย x 40) 45

3.7 ลักษณะของเวสสิเคิล และอาบัสคูลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า
ในรากมะเขือเทศสีดาที่อายุ 60 วัน (กำลังขยาย x 40) 49

3.8 เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน
ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 49

3.9 ความสูงต้นของมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน
ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 50

3.10 จำนวนช่อดอกของมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน
ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 50

3.11 จำนวนดอกของมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน
ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 51

3.12 จำนวนผลของมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน
ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 53

3.13 การเปรียบเทียบความสูงของมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน (A) และ 66 วัน (B)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF)จำนวน 7 สายพันธุ์ 52
4.1 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ในรากมะเขือเทศสีดา ที่อายุ 120 วัน 74
4.2 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณสปอร์ในดิน100 กรัม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 74
4.3 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อน้ำหนักแห้งยอดและราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 75
4.4 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน 75
4.5 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 81
4.6 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 81
4.7 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อศักยภาพของน้ำในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 82
4.8 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อศักยภาพของสารละลายในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 82
4.9 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน 83
4.10 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อสถานะของน้ำในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 83
4.11 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 89
4.12 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.13 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 90
4.14 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 90
4.15 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 94
4.16 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อน้ำหนักผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 95
4.17 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน 95
4.18 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน 96
4.19 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน 96

ภาพผนวกที่

1 กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอบิค ในการทดลองบทที่ 3 159
2 กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอบิค ในการทดลองบทที่ 4 159
3 กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอบิค ในการทดลองบทที่ 5 160
4 กราฟมาตรฐานของโพรลีน 160
5 โรงเรือนที่ใช้ปลูกมะเขือเทศสีดา 161
6 การอบฆ่าเชื้อดินที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้สารดาโซเมท 161
7 ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 35 วัน ที่ใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ 162
8 ต้นมะเขือเทศสีดาอายุ 45 วัน ที่ปลูกในแปลงทดลอง 162

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum* L.) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการ สามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด มีสรรพคุณทางยาค่อนข้างสูง ช่วยป้องกันการแข็งตัวของหลอดเลือด และโรคหัวใจ (Pauling, 1992) มีฤทธิ์ขับปัสสาวะจึงสามารถแก้อาการความดันโลหิตสูง มะเขือเทศมีวิตามินเอจึงสามารถรักษาโรคตาได้ (Elizabeth, 2002) อีกทั้งมีวิตามินซีมาก จึงทำให้สามารถป้องกันและรักษาโรคลักปิดลักเปิด (Fonorow, 2006) นอกจากนี้มะเขือเทศมีสารไลโคพีน (lycopene) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการเป็นแอนตี้ออกซิเดนท์ สามารถป้องกันและต่อต้านเซลล์ที่ผิดปกติ ทำให้สามารถต้านทานมะเร็ง และรักษาโรคหลอดเลือดหัวใจได้อีกด้วย (Blum *et al*., 2005) คนไทยคุ้นเคยกับการรับประทานมะเขือเทศผลเล็ก สีชมพู มานาน โดยนำไปใช้ปรุงรส และกลิ่นของอาหารหลายชนิด เช่น ส้มตำ ซุปเนื้อ ซุปไก่ น้ำพริกอ่อง ผัดเปรี้ยวหวาน เป็นต้น อีกทั้งมะเขือเทศสีดายังได้รับนิยมในการบริโภคตลอดทั้งปี มะเขือเทศสีดานิยมปลูกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกษตรกรพยายามที่จะปลูกมะเขือเทศสีดานอกฤดู โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากมีราคาสูง โดยมีราคาสูงที่สุดช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม (สถิติราคาขายส่งผัก ณ ตลาดสี่มุมเมืองรังสิต, 2553) เพราะมีผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย สาเหตุเนื่องมาจากสภาพขาดน้ำ สภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง ทำให้การออกดอก ติดผลมีน้อย รวมทั้งเกิดปัญหาด้านโรคและแมลงรบกวนมาก มีหลายแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น การเลือกปลูกบริเวณที่มีแหล่งน้ำ การใช้พันธุ์ทนแล้งร่วมกับการจัดการที่ดี การฉีดพ่นสารฮอร์โมนเร่งดอกและผล เป็นต้น ในปัจจุบันมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (arbuscular mycorrhizal) ต่อการเพิ่มความทนแล้งของพืช โดยพบว่าเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) ระหว่างพืชและเชื้อรา โดยเชื้อราจะได้รับสารอาหารต่างๆที่จำเป็นกับการเจริญจากพืช ขณะที่พืชได้รับธาตุอาหารต่างๆ และน้ำเพิ่มขึ้นจากการช่วยดูดซึมของเชื้อรา เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ายังมีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช การเพิ่มความต้านทานโรค และทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตในดินเค็ม และในสภาพที่มีสารโลหะหนัก ยิ่งไปกว่านั้น พบว่า เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า สามารถปรับปรุงการใช้น้ำของพืชได้หลายชนิด ทำให้พืชเหล่านั้น สามารถทนแล้งได้มากกว่าพืชปกติ (Augè, 2004)

โดยการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราโดยตรง อันเป็นผลทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำดีขึ้นโดยผ่านทางเส้นใย (Faber *et al*., 1991; Ruiz- Lozano and Azcon, 1995; Augè *et al*., 2003) หรือเกิดจากการที่พืชได้รับธาตุอาหารมากขึ้น (Nelsen and Safir, 1982b) หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยาของพืช เช่น ลดความต้านทานการไหลของน้ำในรากพืช (Koide, 1993; Augè *et al*., 1995) การเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ (Porcel *et al*., 2004; Wu *et al*., 2007) ช่วยปรับลดศักยภาพของสารละลายภายในเซลล์ โดยการเพิ่มการสะสมสารละลายแป้ง น้ำตาล และลดการสะสมของโพรลีน ซึ่งการลดลงของโพรลีน สามารถบ่งบอกถึงการกระทบแล้งของพืชลดลง แสดงว่าพืช ที่มีเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าอาศัยอยู่ในรากพืช สามารถปรับปรุงการใช้น้ำของพืชได้ (Goicochea *et al*., 1997; Kubikova, 2001; Ruiz-Lozano, 2003) เพิ่ม stomata conductance ของพืช (Auge', 2000; Duan *et al*., 1996) และเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช (Davies *et al*., 1993; Ruiz-Lozano *et al*., 1996) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการควบคุม plant hormones ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ที่ต้านทานการเกิดอนุมูลอิสระ (Alguacil *et al*., 2003; Porcel *et al*., 2003) ดังนั้นการศึกษานี้เพื่อให้ทราบถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่อการเพิ่มความทนแล้ง จึงทำการคัดเลือกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา และทำการทดสอบเบื้องต้นในสภาพแปลง อันจะนำไปสู่การนำไปใช้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อคัดเลือกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่คาดว่าจะส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่คาดว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาการทนแล้ง การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในสภาพโรงเรือนควบคุม

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การทดลองที่หนึ่ง กลุ่มตัวอย่างคือเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ มาศึกษาการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่าในรากมะเขือเทศสีดา และทำการคัดเลือกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ ที่คาดว่าจะส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาสูงสุดไปใช้ในการทดลองที่สอง

1.3.2 การทดลองที่สองนำสายพันธุ์ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าจากการทดลองที่หนึ่งมาศึกษาผลต่อการปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยาการทนแล้ง การเจริญเติบโต ผลผลิตของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในสภาพโรงเรือนควบคุม ทำการวัดศักยภาพของน้ำในใบ พืชศักยภาพของสารละลายในใบ แรงดันเต่งของเซลล์ในใบ ปริมาณโพรลีน และอัตราการสังเคราะห์แสง

1.3.3 การทดลองที่สามนำสายพันธุ์ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยาสูงสุดจากการทดลองที่สอง นำไปทดสอบประสิทธิภาพในแปลงทดลอง ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่า ที่เข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศ และสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิต และกระบวนการทางสรีรวิทยาการทนแล้งภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน

1.4.2 ทราบแนวทางการนำผลการวิจัยสู่การพัฒนาและการนำไปใช้ประโยชน์ให้มีความเหมาะสมต่อสภาพแปลงปลูก ให้มีประสิทธิภาพ

1.5 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.5.1 หน่วยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า

1.5.2 สถาบันการศึกษาทั่วไป

1.5.3 เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป

1.6 รายการอ้างอิง

Alguacil, M., Hernandez, J.A., Caravaea, F., Portillo, B., and Roldan, A. (2003). Antioxidant enzyme activities in shoots from three mycorrhizal shrub species afforested in a degraded semi-arid soil. **Physiol Plant**. 118: 562-570.

Augè, R.M. (2000). Stomatal behavior of arbuscular mycorrhizal plants. In : Kapulnik Y, Douds D (eds). **Mycorrhizal symbiosis : molecular biology and physiology** Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. 201-237 p.

Augè, R.M., Moore, J.L., Stutz, J.C., Sylvia, D.M., Al-Agely, A.K., and Saxton, A.M. (2003). Relation foliar dehydration tolerance of mycorrhizal *Phaseolus vulgaris* to soil and root colonization by hyphae. **J Plant Physiol**. 160: 1147-1156.

Augè, R.M. (2004). Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. **Can J Soil Sci.** 84: 373-381.

Augè, R.M., Stodola, A.J., Ebel, R.C., and Duan, X.R. (1995). Leaf elongation and water relations of mycorrhizal sorghum in response to partial soil drying: two *Glomus* species at varying phosphorus fertilization. **J Exp Bot.** 46: 297-307.

Blum, A., Monir, M., Wirsansky, I., and Ben-Arzi, S. (2005). The beneficial effects of tomatoes. **J Internal Medicine**. 16: 402-404.

Davies, F.T., Potter, J.R., and Linderman, R.G. (1993). Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independent of leaf P-concentration response in gas exchange and water relations. **Physiol Plant**. 87: 45-53.

Duan, X., Neuman, D.S., and Reiber, J.M. (1996). Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. **J Exp Bot.** 47: 1541-1550.

Elizabeth, J.J. (2002). The role of carotenoids in human health. **Nutrition in Clinical Care.** 5 (2): 56–65.

Faber, B.A., Zasoski, R.J., Munns, D.N., and Schakel, K. (1991). A method for measuring hyphal uptake in mycorrhizal plants. **Can J Bot.** 69: 87-94.

Fonorow, O.R. (2006). The natural of vitamin C. [Online]. Available: http://www. Vitamin c foundation .org/NaturalC.pdf

Goicoechea, N., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. (1997). Influence of arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought-stressed alfalfa. **Plant Soil**. 192: 261-268.

Koide, R.T. (1993). Physiological of the mycorrhizal plant. **Adv Plant Pathol.** 9: 33-54.

Kubikova, E., Moore, J.L., Ownlew, B.H., Mullen, M.D., and Augé, R.M. (2001). Mycorrhizal impact on osmotic adjustment in *Ocimum basilicum* during a lethal drying episode. **J Plant Physiologist**. 116: 303-311.

Nelsen, C.E., and Safir, G.R. (1982). Increased drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused by improved phosphorous nutrition. **Planta.** 154: 407-413.

Pauling, L. (1992). **A unified theory of cardiovascular disease.** ION. (video). 60 min.

Porcel, R., Barea , J.M., and Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal

soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. **New Phytologist.** 157: 135-143.

Porcel, R., and Ruiz-Lozano, J.M. (2004). Arbuscular mycorrhizal influence on leaf water potential, solute accumulation, and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. **J Exp Bot.** 55: 1743-50

Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress, new perspectives for molecular studies. **Mycorrhiza**. 13: 309-317.

Ruiz-Lozano, J.M., and Azcon, R. (1995). Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants affected by the fungal species and water status. **Physiol Plant**. 95: 472-478.

Ruiz-Lozano, J.M., and Azcon, R. (1996). Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. **Agric Ecosys Environ**. 60: 175-181.

Wu, Q.S., Xia, R.X., Zou, Y.N., and Wang, G.Y. (2007). Osmotic solute responses of mycorrhizal citrus (*Poncirus trifoliata*) seedlings to drought stress. **J Acta Physiol Plant.** 29: 543-549.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเขือเทศ

มะเขือเทศ [*Solanum lycopersicum* L.] มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบชายฝั่งทะเลตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ แถบเปรู ชิลี และอีเควเตอร์ เป็นพืชในวงศ์ Solanaceae หรือ night shade และอยู่ในกลุ่ม Solanaceous vegetable มีโครโมโซม 2n= 24 มะเขือเทศเป็นพืชฤดูเดียว สามารถขึ้นได้กับดินแทบทุกชนิด แต่ชอบดินร่วนที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ในช่วงระหว่าง 6.0-6.8 และความชื้นของดินพอเหมาะ ต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ระหว่าง 21-24 องศาเซลเซียส (นิพนธ์ ไชยมงคล, ม.ป.ป.)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

นิพนธ์ ไชยมงคล (ม.ป.ป.) รายงานว่า มะเขือเทศสร้างลำต้น และระบบกิ่งก้านที่แตกแขนงสลับกันเป็นจำนวนมาก ลำต้นอ่อนมีขนปกคลุม เมื่อแก่ลำต้นมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ในระยะแรกของการเจริญลำต้นตั้งตรงระยะหนึ่ง ต่อมาเมื่อลำต้นสูง 1-2 ฟุต จะทอดไปในแนวราบ ใบเป็นใบประกอบค่อนข้างใหญ่ เจริญสลับกันเป็นแบบใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ (odd-pinnately compound leaves) (Muller, 1940) บางพันธุ์มีใบย่อยกว้าง บางสายพันธุ์ใบจะยาวและแคบ มีขนอ่อนขึ้นบนใบ และมีต่อมสารระเหยที่ขน เมื่อถูกรบกวนจะปลดปล่อยสารที่มีกลิ่นออกมา สายพันธุ์ส่วนใหญ่ขอบใบเป็นหยัก นอกจากกลุ่ม *Solanum lycopersicum* L. var. *gradiforium* Bailey และ *S. pimpinelliforium* Mill. จำนวนใบที่เจริญก่อนที่ช่อดอกเจริญแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และสายพันธุ์พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่จะมีใบประมาณ 7 ใบ ต่อจากนั้นจะปรากฏช่อดอกเจริญห่างกัน 3-5 ใบ ระบบรากมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้ว มีระบบรากกว้าง 4-5 ฟุต และลึก 2-3 ฟุต ดอกมะเขือเทศจะอยู่สลับกันในช่อ เรียก ราซีม (raceme หรือ monochasial cyme) ช่อดอกสามารถแตกกิ่งมากกว่าสองกิ่ง และการเจริญของกิ่งจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งดอกช่อแรกบาน สายพันธุ์โดยทั่วไปจะมีจำนวน 4-5 ดอกต่อช่อ แต่บางสายพันธุ์มีมากกว่า โดยเฉพาะสายพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก ดอกมะเขือเทศเป็นแบบสมบูรณ์เพศ (complete or perfect flower) ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (calyx, sepal) สีเขียว กลีบดอก (corolla, petals) สีเหลือง จำนวน 5-6 กลีบ เกสรตัวผู้ (stamen)จำนวน 5 อัน อยู่ถัดจากกลีบรองดอก ล้อมรอบเกสรตัวเมีย (style) ปกติก้านเกสรตัวเมีย (pistill) จะอยู่ต่ำกว่าถุงหรืออับละอองเกสรตัวผู้ (anther) เพื่อที่จะรองรับละอองเกสร ผลเป็นแบบ

ผลเดี่ยวชนิดผลมีเนื้อหลายเมล็ด (berry) สร้างเมล็ดในผนังชั้นกลางที่อ่อนนุ่ม (fleshy mesocarp) โดยเมล็ดจะมีรก (placenta) เชื่อมติดอยู่ในโพรง (pocket or locule) ผลประกอบด้วยโพรงจำนวน 2-15 ช่อง (locules) ผลมีลักษณะอวบ สด มีรูปร่าง ขนาด และสี แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ผิวของมะเขือเทศจะไม่มีสีผิว ส่วนผลสีชมพู หรือเหลือง เกิดจากสีของเนื้อมะเขือเทศ ลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน เช่น กลม (globe) กลมแป้น (oblate) กลมยาว (pear shape) หรือเป็นเหลี่ยม (square or blocky shape)

2.1.2 การเจริญเติบโต

ลักษณะการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ 1) แบบเลื้อย มะเขือเทศประเภทนี้ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะสามารถเจริญเติบโตสูงขึ้นเรื่อย ๆไม่สิ้นสุด มีกิ่งแขนงขนาดใกล้เคียงกับลำต้น 2-3 แขนง และมีแขนงย่อยได้อีกไม่จำกัด ช่อดอกแรกเกิด ระหว่างข้อที่ 8 และ 9 ช่อดอก ต่อมาจะเกิดขึ้นทุก ๆ 3 ข้อ ลำต้นอาจสูงหรือยาวกว่า 10 เมตร 2) แบบพุ่ม มีลำต้นตั้งตรง กิ่งแขนงหลายแขนง เกิดตามข้อบนลำต้นด้านล่าง และอาจมีแขนงย่อยได้อีก ช่อดอกเกิดระหว่างข้อทุกข้อในเวลาใกล้เคียงกัน เมื่อตายอดเกิดช่อดอกแล้วจะหยุดการเจริญเติบโต 3) แบบกึ่งเลื้อย มะเขือเทศบางพันธุ์เมื่อตายอดเกิดช่อดอกแล้วจะมีกิ่งแขนงเกิดที่ข้อใต้ช่อดอกเติบโตต่อไปเรื่อย ๆ

มะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ใบ และออกดอกได้ดีตลอดทั้งปี แต่การติดผลของมะเขือเทศต้องการสภาพอากาศค่อนข้างเย็น Watt (1962) พบว่า การปลูกมะเขือเทศในอุณหภูมิแตกต่างกันจะให้ผลผลิต และคุณภาพแตกต่างกัน โดยผลผลิตจะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 18-28 องศาเซลเซียส ซึ่งต้นจะแข็งแรง และติดผลมาก ถ้าความชื้นของอากาศและอุณหภูมิสูงจะทำให้ผลผลิตและคุณภาพลดลง และทำให้เกิดโรคทางใบและทางรากระบาดรุนแรงได้ ดังนั้นฤดูปลูกที่เหมาะสมที่สุด จึงอยู่ในช่วงฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโตของมะเขือเทศในประเทศไทย มะเขือเทศจะเริ่มออกดอกเมื่อย้ายปลูกได้ประมาณ 30-45 วัน และการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะเขือเทศ แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 70-90 วัน นับตั้งแต่เพาะกล้า ซึ่งระยะเริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยวนั้นจะใช้เวลาประมาณ 4-5 เดือน

2.1.3 สรรพคุณและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

2.1.4.1 เป็นแหล่งวิตามิน A, B, C, E และ ธาตุโพแทสเซียม

2.1.4.2 ทำให้เจริญอาหาร แก้กระหายน้ำ และเบื่ออาหาร เป็นยาระบายอ่อนๆ

2.1.4.3 ช่วยกระตุ้นและบำรุงกระเพาะอาหาร ไต และลำไส้ ช่วยขับพิษ และสิ่งคั่งค้างต่าง ๆ ในร่างกาย

2.1.4.4 น้ำจากผลมะเขือเทศที่คั้นใหม่ ๆใช้ทำความสะอาดผิว

2.1.4.5 เป็นยาเย็นใช้ทาแก้ผิวหนังถูกแดดเผา

2.1.4.6 มีฤทธิ์แก้โรคผิวหนังจากเชื้อรา

2.1.4.7 ช่วยรักษาสิว สมานผิวหน้าให้เต่งตึง

2.1.4.8 น้ำคั้นจากผลมีฤทธิ์เป็นแอนตี้อ๊อกซิเด้นท์อย่างอ่อน

2.1.4.9 น้ำคั้นจากผล ยับยั้งการเกิดมะเร็งที่กระเพาะปัสสาวะ (carcinogenesis) ในหนูตัวผู้ และช่วยลดสาเหตุการเกิดมะเร็งที่ระบบทางเดินอาหาร การรับประทานผลจะได้รับไลโคพีน (lycopene) และสารอื่นที่อาจลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก

2.1.4.10 สารที่มีชื่อเรียกว่า tomatoside ในมะเขือเทศแสดงคุณสมบัติของอินเตอร์เฟียรอน (interferon) ซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการป้องกันและรักษาการติดเชื้อไวรัสในมนุษย์และสัตว์

2.1.4.11 สารเล็คทินสกัดหยาบจากมะเขือเทศสีดา สามารถใช้ในการพิสูจน์ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อเบต้า ฮีโมลัยติค สเตร็ปโตค็อคคัส กลุ่มบี

2.2 กลไกของการต้านทานต่อสภาวะการขาดน้ำ

การเกิดความเครียดน้ำในพืชมีความสำคัญต่อพืชผลทางการเกษตร เนื่องจากมีผลทำให้ลดการเจริญเติบโตของลำต้น ใบ การออกดอก ตลอดจนผลผลิตก็จะลดลง พืชเกิดสภาวะความกดดันน้ำ ได้ 2 กรณี คือ เกิดจากการได้รับน้ำมากเกินไป (water excess) และเกิดจากการที่พืชขาดน้ำ (water deficit) ถ้าพืชเกิดความเครียดน้ำอันเนื่องมาจากพืชขาดน้ำหรือเกิดความแห้งแล้ง มักเรียกสั้น ๆ ว่า water stress หรือ drought stress (Levitt, 1980) เมื่อพืชประสบสภาวะแห้งแล้ง พืชจะมีกลไกของความต้านทานต่อสภาวะการขาดน้ำ (drought resistance) ในการปรับตัวเพื่อให้มีชีวิตอยู่รอด และสามารถให้ผลผลิตได้ โดยมีการปรับตัว 2 ลักษณะคือ การหลบหลีกการแห้งแล้ง (drought avoidance) และการทนทานต่อความแห้งแล้ง (drought tolerance) ซึ่งจะมีการทำงานผ่านปฏิกิริยาทางเคมี และสรีรวิทยา มีผลออกมาในรูปการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง (morphological change) หรือทางสรีรวิทยา (physiological change) ดังนี้

2.2.1. การหลบหลีกการแห้งแล้ง (drought avoidance) กลไกที่พืชสามารถสร้างสภาวะแวดล้อมภายในของพืช ทำให้เซลล์ไม่อยู่ในสภาวะความกดดัน ถึงแม้สภาวะแวดล้อมภายนอกจะอยู่ในสภาพที่กดดันอย่างมาก ซึ่งกลไกในการหลบหลีกการแห้งแล้งมี 2 ลักษณะ คือ การหลบหลีกโดยการใช้น้ำอย่างประหยัด และการหลบหลีกโดยการดูดซับน้ำเข้ามาไว้ในต้นอย่างเพียงพอใน เวลาอันรวดเร็ว และเก็บรักษาไว้ก่อนถึงช่วงเวลาที่พืชจะขาดน้ำ พืชจะค่อยๆปลดปล่อยน้ำออกมา ใช้ประโยชน์เมื่อพบว่าพืชเกิดการกระทบแล้ง พืชที่เก็บรักษาน้ำได้ในลักษณะนี้ส่วนใหญ่มักเป็นพืช

อวบน้ำ เช่น พืชตระกูลกระบองเพชร (Levitt, 1980, อ้างถึงใน อเนก รัตน์รองใต้, 2545) ในการหลบหลีกโดยการใช้น้ำอย่างประหยัด พืชจะมีกลไกการปรับตัวโดยการปิดปากใบ การเพิ่มความหนาของคิวติเคิล การลดพื้นที่ผิวที่ทำให้เกิดการคายน้ำ การเพิ่มความลึกและการแผ่กว้างของราก (สุมน ทิพย์ บุญนาค, 2531) การปิดปากใบของพืชจะเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการลดกระบวนการลำเลียง และการถูกจำกัดการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แต่มีส่วนช่วยรักษาความเต่งของเซลล์ การเจริญเติบโต และป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับออร์แกนเนลล์ต่างๆ เมื่อเซลล์ของพืชได้รับความเครียดน้ำ (Davies and Kozlowski, 1977) ในสภาวะที่พืชเกิดความเครียด จะพบปริมาณกรดแอบซิซิคเพิ่มมากขึ้นที่บริเวณราก และมีผลต่อการปิดปากใบ (Levitt, 1980; Shashidhar *et al*., 1996; Taylor *et al*., 2000) ซึ่งจะเห็นว่าการสังเคราะห์กรดแอบซิซิค จะเป็นกลไกที่สนับสนุนให้มีการเก็บรักษาน้ำไว้ในต้นก่อนที่จะมีการสูญเสียน้ำของใบ (Blake and Ferell, 1977)

2.2.2. การทนทานต่อความแห้งแล้ง (drought tolerance) กลไกการปรับตัวให้ทนทานต่อความแห้งแล้งของพืช ทำให้พืชมีความสามารถในการทนทานต่อการสูญเสียน้ำ ถึงแม้สภาพภายในเซลล์จะเกิดสภาวะกดดันเช่นเดียวกับสภาวะแวดล้อมภายนอก พืชมีการเพิ่มศักยภาพของน้ำใน ลำต้น ใบ (leaf water potential) จะทำให้พืชสามารถเก็บรักษาน้ำไว้ในต้นได้ดีขึ้น พืชมีการปรับลดค่าออสโมติค (osmotic adjustment) เพื่อรักษาความเต่งของเซลล์เอาไว้ โดยเพิ่มการสะสมสารละลาย น้ำตาล แป้ง เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น จะไปลดความต่างศักย์ของน้ำในเซลล์ (water potential) จึงทำให้น้ำที่อยู่บริเวณใกล้เคียงไหลเข้าไปในเซลล์ ทำให้เซลล์เต่งอยู่อย่างพอเหมาะ (Slatyer, 1967) การปรับค่าออสโมติค เกิดขึ้นในลำต้น ใบ และผล (Nonami, 1998; Patakas *et al*., 2002) นอกจากนี้จะพบการสะสมสารละลายบางชนิด (solute accumulation) เช่น กรดอะมิโนอิสระ โดยเฉพาะโพรลีน (proline) ในเนื้อเยื่อใบมากขึ้นในสภาวะที่เกิดความเครียดจากสิ่งแวดล้อม เช่น การกระทบแล้ง ความเค็ม สภาพอุณหภูมิสูง การขาดธาตุอาหาร และความเป็นพิษจากสารโลหะหนัก (Oncel *et al*., 2000) โพรลีนจะมีบทบาทต่อการป้องกันโครงสร้างเซลล์ การสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Mani *et al*., 2002) และไม่ทำให้ค่าออสโมติคโพเทนเชียลลดลง แต่จะช่วยปกป้องเอ็นไซม์ที่ต่อต้านการสูญเสียน้ำ และสะสมเกลือ (Thomas, 1990) การสะสมของปริมาณโพรลีนเนื่องจากสภาวะขาดน้ำเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความทนแล้งในข้าวบาร์เลย์ 3 สายพันธุ์ (อมรรัตน์ พรหมบุญ และนวรัตน์ อุดมประเสริฐ, 2537) และปริมาณกรดแอบซิซิค เป็นสาเหตุในการเพิ่มขึ้นของระดับการสะสมโพรลีนเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (Nieves *et al*., 2001; Ünyayar *et al*., 2004) การฉีดพ่นกรดแอบซิซิคให้แก่ต้นกล้าข้าว กข. 23 สายพันธุ์ทนเค็มที่คัดเลือกรุ่นลูกหลาน 6 ชั่วรุ่น ภายใต้สภาวะเครียดจะส่งผลให้มีการสะสมของโพรลีนได้รวดเร็ว ซึ่งถูกสังเคราะห์จากกลูตาเมท (glutamate) และคะตะไลท์ (catalyse) โดย pyrroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) pyrroline-5-carboxylate reductase (P5CR) และ glutamate dehydrogenase (GDH) จะมีการ

แสดงออกของยีนได้มากขึ้น ดังนั้นการชักนำให้มีการแสดงออกของยีน P5CS ร่วมกับการสะสมโพรลีนที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถถูกชักนำได้ด้วยกรดแอบซิซิคจากภายนอกนั้น อาจมีส่วนทำให้ต้นกล้าข้าวมีความสามารถในการต้านทานการทนแล้ง และสภาวะเค็มในสารละลายได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะ glutamate dehydrogenase (GDH) จะมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อการตอบสนองกับระดับของยูเรีย การเพิ่มอัตราการสังเคราะห์กรดแอบซิซิคในพืช เป็นกลไกพื้นฐานในการปรับตัวต่อสภาวะขาดน้ำ (พงศธร กล่อมสกุล, 2547; Barron, 1998; Lutts *et al*., 1999; Hare *et al*., 1999) และในสภาวะที่พืชได้รับความเครียด (stress) ต่าง ๆ กรดแอบซิซิค จะมีผลต่อการแสดงออกของระดับเอ็นไซม์ และการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เช่น superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APOX), glutathione reductase (GR), β-carotene, lycopene, α-tocophenol, ascorbic acid และ glutathione สามารถขัดขวางสารอนุมูลอิสระ (free radical) ไม่ให้เกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ซึ่งมีผลต่อการเสื่อมสภาพของผนังเซลล์ และขบวนการเมทาโบลิซึ่มภายในเซลล์ และการทรีตด้วยกรดแอบซิซิค เพียงอย่างเดียวจะกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ superoxide dismutase และ catalase ในขณะที่การ ทรีตด้วยกรดแอบซิซิคร่วมกับโพรลีนจะกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ peroxidase (Jiang *et al*., 2001; Yildiz Aktase *et al*., 2007; Purvis และ Shewfelt ,1993; Shewfelt และ Rosario, 2000; Fazeli and Niknam , 2007) นอกจากนี้ในสภาวะที่พืชกระทบแล้ง จะพบการสร้างโปรตีนชนิดใหม่ขึ้นมา พืชที่มีความต้านทานอาจสร้างโปรตีนพิเศษซึ่งสามารถรวมตัวกับน้ำได้ในโครงสร้างที่คล้าย ๆ ผลึกน้ำแข็งซึ่งดึงออกจากไซโตพลาสซึ่มได้ยากหรือเป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างที่ทนต่อการเสื่อมสภาพ (denature) เนื่องจากการขาดน้ำและความทนทานของพืชขึ้นอยู่กับความสามารถของพืชในการสังเคราะห์โปรตีนชนิดนี้ (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป.)

2.3 เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (arbuscular mycorrhizal fungi)

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า สามารถทำการจัดจำแนกโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสปอร์เป็นหลัก (spore morphological characteristic) ซึ่งลักษณะที่สำคัญที่ใช้ในการจำแนก คือ การพัฒนาการของสปอร์ (spore development) การจัดลำดับของสปอร์ (spore arrangement) รูปร่างของสปอร์ (spore shape) ขนาดของสปอร์ (spore size) ลักษณะลวดลายของผนังสปอร์ (spore ornamentation) ชั้นผนังของสปอร์ (spore wall layers) และการงอกของสปอร์ (spore germination) (Schenck and Perez, 1988; Schenck and Perez, 1990) รวมทั้งศึกษาส่วนเส้นใย และโครงสร้างอื่น ๆ ที่เชื้อราสร้างขึ้น อีกทั้งคุณสมบัติทางชีวเคมีก็นำมาพิจารณาเพื่อช่วยในการจัดจำแนกอีกด้วย (Morton,1988; Brundrett *et al*., 1996) ในปัจจุบันมีการนำเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดจำแนกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จึงถูกจัดจำแนกใหม่อยู่ใน

Phylum Glomeromycota, Class Glomeromycetes (SchÜßler *et al*., 2001) และสามารถจำแนกเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่าใน genera ต่างๆ ได้ 196 species ดังแสดงในตารางที่ 1 (SchÜßler *et al*., 2001; Walker and SchÜßler, 2004)

Superkingdom : Eukaryota
Kingdom : Eumycota
Phylum : Glomeromycota
Class : Glomeromycetes
Order : Glomerales
Family : Glomaceae
Genus : *Glomus*
Order : Paraglomerales
Family : Paraglomaceae
Genus : *Paraglomus*
Order : Diversisporales
Family : Gigasporaceae
Genus : *Gigaspora* and *Scutellospora*
Family : Acaulosporaceae
Genus : *Acaulospora* and *Entrophospora*
Family : Pacisporaceae
Genus : *Pacispora*
Family : Diversisporaceae
Genus : *Diversispora*
Order : Archaeosporales
Family : Archaeosporaceae
Genus : *Archaeospora*
Family : Geosiphonaceae
Genus : *Geosiphon*

ภาพที่ 2.1 การจัดจำแนกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (SchÜßler *et al*., 2001)

ตารางที่ 2.1 จำนวนชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่าใน genera ต่างๆ (SchÜßler *et al*., 2001; Walker and SchÜßler, 2004)

Genus	Number of species
Acaulospora	32
Archaeospora	3
Diversispora	1
Enthophospora	5
Geosiphon	1
Gigaspora	9
Glomus	103
Pacispora	7
Paraglomus	2
Scutellospora	33

เชื้อราไมคอไรซ่าจะอาศัยอยู่ร่วมกับรากพืชพวก vascular plant ซึ่งต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ร่วมกัน (symbiosis) โดยเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าจะอาศัยอยู่ที่บริเวณรากของพืชที่แผ่กว้างในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ และได้รับสารอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นกับการเจริญจากพืช โดยเฉพาะสารประกอบคาร์โบไฮเดรท ขณะที่พืชได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ เพิ่มขึ้นจากการช่วยดูดซึมของเชื้อราเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต เชื้อราไมคอไรซ่า จำแนกได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. เชื้อรา เอ็คโตไมคอไรซ่า (ectomycorrhiza) เป็นเชื้อราที่สามารถสร้างเส้นใยรารอบ ๆ รากพืชอัดกันแน่นเป็นแผ่น ครอบคลุมผิวรากคล้ายกับเปลือกของรากอีกชั้นหนึ่งเรียกโครงสร้างนี้ว่า แมนเทิล (mantle) ในขณะเดียวกันเส้นใยราบางส่วนจะเจริญเข้าไปภายในรากระหว่างเซลล์ (intercellular hyphae) เข้าสู่ชั้นคอร์เท็กซ์เกิดลักษณะที่เป็นร่างแห เรียกว่า ฮาร์ติกเน็ท (hartignet) (Muchove, 2004) พบในพืชประมาณ 2,000 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นไม้ป่า ได้แก่ พืชในวงศ์ Pinceae และอื่นๆ พบเชื้อราเอ็คโตไมคอไรซ่า ประมาณ 5,000 ชนิด (Siverding, 1991) ในสภาพธรรมชาติพืชอาศัยของเชื้อรามีตั้งแต่พืชจิมโนเสปิมส์ (gymnosperm) และแองกิโอเสปิมส์ (angiosperm) (Kilronomos and Kendrick, 1993) การอยู่รวมกันของเชื้อราพวกนี้กับรากพืชมีประโยชน์อย่างชัดเจนในแง่ที่สามารถทำให้ต้นไม้นั้นได้รับแร่ธาตุอาหารพอเพียงที่จะทนทานต่อความแห้งแล้งได้ พันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งอาจมีอาจมีเชื้อราอาศัยอยู่หลายชนิด ในไม้สน (pine) ส่วนใหญ่จะมีเชื้อราเอ็คโตไมคอไรซ่าอยู่รวมกันตั้งแต่ 3 ชนิดขึ้นไป

2. เชื้อราเอ็นโดไมคอไรซ่า (endomycorrhiza) เป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช โดยจะแทงเส้นใยผ่านผนังเซลล์ชั้นนอกของรากเข้าไปเจริญเติบโตในชั้นคอร์เท็กซ์ (cortex) ของรากพืช (Muchove, 2004) เส้นใยที่อยู่ภายในเซลล์จะพัฒนาตัวเองสร้างโครงสร้างสำหรับดูดอาหารขึ้นมา 2 รูปแบบ คือ

2.1 อาบัสคูล (arbuscule) เป็นโครงสร้างที่อยู่ภายในรากพืชชั้นคอร์เท็กซ์เกิดจากการแตกแขนงของเส้นใยราแบบ 2 แขนงต่อเนื่อง แขนงของเส้นใยราจะแทรกทะลุผนังเซลล์ของพืชเข้าไปในเซลล์ ปลายแขนงสุดท้ายของใยรามีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาอาบัสคูลมีอายุสั้น ประมาณ 1-2 สัปดาห์ จากนั้นผนังก็จะสลายไป บางส่วนของไซโตพลาซึ่มจะไหลกลับไปยังเส้นใยราหลัก

2.2 เวสสิเคิล (vesicle) เป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างคล้ายโป่งพองออกบริเวณส่วนปลายของเส้นใยรา ภายในประกอบด้วยหยดไขมัน เป็นโครงสร้างที่ใช้สำหรับเก็บสะสมอาหารของเชื้อรา เมื่อผิวนอกเนื้อเยื่อชั้นคอร์เท็กซ์ของรากหลุดออกไป เวสสิเคิลจะโผล่ออกมาสู่ผิวดิน ต่อมาอาจจะงอก และทำหน้าที่เป็นส่วนขยายพันธุ์ของราต่อไป เวสสิเคิลจะเกิดขึ้นหลังอาบัสคูล และมักเกิดกับรากฝอยมากกว่ารากอื่น ๆ (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป.)

จากการพบลักษณะโครงสร้างทั้งสองรูปแบบในเซลล์ของรากพืชชนิดเดียวกัน จึงเรียกเชื้อราพวกนี้ว่า เวสสิคิวล่า-อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (vesicular-arbuscular mycorrhiza) แต่เนื่องจากในปัจจุบันพบว่า เชื้อราพวกนี้บางชนิดไม่สร้างโครงสร้างเวสสิเคิล จะสร้างเฉพาะอาบัสคูลเท่านั้น จึงอาจเรียกเชื้อรากลุ่มนี้ว่า เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (arbuscular mycorrhizal fungi) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า AM fungi (Quilambo, 2000) ในกระบวนการเข้าอยู่อาศัยในระบบรากพืชจะเริ่มจากการงอกของสปอร์ และการเจริญเติบโตของเจิมส์ทิวป์ (germ tube) ในดินเจริญออกมาเป็นเส้นใย การเจริญของเส้นใยจะเพิ่มมากขึ้นหากมีรากพืชอาศัยอยู่ใกล้ ๆ ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าสารหลั่งจากราก (root exudate) จะให้สารอาหารที่เหมาะกับการเจริญของเส้นใย หลังจากที่สารอาหารซึ่งสะสมอยู่ในสปอร์ถูกใช้หมดหลังสปอร์งอกแล้ว การเจริญของเส้นใยจะเกิดขึ้นเมื่อมีรากอยู่ใกล้ ๆ หากอยู่ไกลเกินไปเส้นใยจะไม่สามารถจับทิศทางเข้าหารากได้ จากนั้นเชื้อราเริ่มเข้าอยู่อาศัยในรากพืชโดยจะมีการสร้างเส้นใยพิเศษแทรกผนังเซลพืชเข้าไป ที่เรียกว่า appressorium เจริญอยู่ทั้งในเซลล์ และระหว่างเซลล์ในรากพืชชั้นคอร์เทกซ์ และมีการพัฒนาของโครงสร้างภายในเซลล์ราก โดย เชื้อราจะสร้างเส้นใยที่มีลักษณะแตกเป็นกิ่งก้าน (dichotomous branch) ภายใน 2-5 วันหลังจากเข้าไปอยู่อาศัยในรากพืช โครงสร้างเส้นใยที่มีลักษณะแตกเป็นกิ่งก้านเรียกว่าอาบัสคูล (arbuscule) ซึ่งจะถูกล้อมรอบโดย plasmalemma บริเวณนี้จะมีการแลกเปลี่ยนสารเมตาโบไลท์ (metabolites) จากพืชและธาตุอาหารจากเส้นใยของเชื้อรา อาบัสคูล (arbuscule) มีอายุประมาณ 4-15 วัน (Sieverding, 1990) และจะถูกย่อยสลายโดยพืชอาศัย นอกจากนี้ยังมีเชื้อราบางชนิดสามารถสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า เวสสิเคิล (vesicle) ภายในหรือระหว่างเซลล์พืช เส้นใยจะมีลักษณะโป่งพองเป็นรูปวงรีหรือรูปไข่ ภายในจะบรรจุไขมันไว้เพื่อให้พืชใช้ในสภาวะขาดแคลน หลังจากที่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ามีการเจริญเติบโตในรากพืชระยะหนึ่งแล้ว เส้นใยจะเจริญออกนอกรากพืชและเข้าสู่บริเวณรอบราก (root zone) ที่เรียกว่า external mycelium หลังจากนั้นจะเป็นระยะที่เชื้อราเริ่มสร้างสปอร์

เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ โดยเชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสปอร์ทั้งในดินและในรากพืช (Sieverding, 1991)

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช โดยเส้นใยที่อยู่ภายนอกรากพืช จะทำหน้าที่เหมือนรากฝอยของพืช ช่วยดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น โดยเฉพาะธาตุอาหารเคลื่อนที่ได้ยากในดิน เช่น ฟอสฟอรัส สังกะสี และทองแดง และส่งผ่านธาตุอาหารดังกล่าวไปสู่พืช (Sanders and Tinker, 1971; Koide, 1991; Marschner and Dell, 1994; George *et al*.,1995; Smit and Read, 1997) นอกจากนี้ช่วยให้พืชเพิ่มการทนแล้งได้มากกว่าพืชปกติ (Davies *et al*., 2002; Ruiz-Lozano, 2003; Porcel *et al*., 2004; Wu and Xia, 2004, 2006; Wu *et al*.,2007) ช่วยให้พืชมีความต้านทานโรค (Newsham *et al*., 1995; Lingua *et al*., 2002; Pozo *et al*., 2002) ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตในดินเค็ม และในสภาพที่มีสารโลหะหนัก (Harley and Smith, 1983; Shetty *et al*., 1995; Diaz *et al*., 1996; Al-Karaki *et al*., 2001; Feng *et al*., 2002; Mohammad *et al*., 2003) และช่วยเพิ่มการดูดซึมธาตุอาหารรองได้ดีขึ้น (Gildon and Tinker, 1983; Faber *et al*., 1990; Kothari *et al*., 1991; Li *et al*., 1991; Azaizeh *et al*., 1995) มีการใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่มีความสามารถในการเข้าอยู่อาศัย และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชต่าง ๆ ทั้งพืชไร่ ไม้ผล ไม้ดอก เช่น ข้าวโพด (Na bhadalung, 2005) ถั่วเหลือง (Khalil *et al*., 1994) ถั่วลิสง (ปัทมา เหล่านิพนธ์, 2539) หญ้าแฝกหอม (ภัทรวดี สุ่มทอง, 2543) ทานตะวัน (อรจิรา ทองสุกมาก, 2548) ส้มเขียวหวาน มะนาว ส้มโอ และส้มเกลี้ยง (สมจิตร อยู่เป็นสุข และเบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, 2550) ดาวเรือง (Abhinya Plikomol and Porntip Charoenplwatpong, 1996) รวมทั้งไม้ยืนต้นอื่น ๆ และไม้ปลูกป่าต่าง ๆ หลายชนิด (MacDicken, 1993)

2.4 บทบาทของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเพิ่มการทนแล้งในกระบวนการทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพผลของพืช

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ากับรากพืชอาศัย พบว่า เชื้อราไมคอไรซ่าสามารถทำให้น้ำหนักแห้งของยอดมะเขือเทศเพิ่มขึ้นถึง 243 เปอร์เซ็นต์ (Sylvia *et al*., 2001) สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวโพด (Na bhadalung, 2005), น้ำหนักแห้งยอดและราก จำนวนดอก ผลผลิต และปรับปรุงคุณภาพผลของมะเขือเทศ (Copetta *et al*., 2011; และ Tahat *et al*., 2008) โดยพบว่ามะเขือเทศจะมีการสร้างกลูโคส มาเลท แคโรทีนอย์ และปริมาณกรดแอสคอบิคสูงกว่าที่ไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งสอดคล้องกับ Salvioli *et al*. (2008) ที่รายงานว่าเชื้อรา *Glomus mosseae* ช่วยเพิ่มผลผลิต และระยะเวลาการผลิตให้ยาวนานขึ้น การเพิ่มขึ้นของแคโรทีนอย์และปริมาณกรดแอสคอบิคสูงกว่าที่ไม่ใส่เชื้อรา พบว่าการมีแคโรทีนอยด์ กรดแอสคอบิค กลูโคส

ฟรุคโตส และซิเตรทที่เพิ่มสูงขึ้นนี้ จะมีความสำคัญต่อคุณค่าทางอาหาร ช่วยกระตุ้นโปรวิตตามินเอ มีคุณสมบัติในการเป็นแอนตี้ออกซิเด้นท์ และช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง นอกจากนี้ยังช่วยในการเพิ่มกลิ่น และรสชาติที่ดีของมะเขือเทศ (Faser and Bramley, 2004; Baldwin *et al*., 2000) การสะสมแคโรทีนอยด์ ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงสีของผลมะเขือเทศ (Gillaspy and Colleague, 1993) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของผลจะเป็นตัวบ่งบอกระยะเวลาเก็บเกี่ยว สีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากเหลืองไปเป็นส้ม (Salvioli *et al*., 2008) ดังนั้นการสะสมของแคโรทีนอยด์ที่สูงกว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีเร็วกว่า การเก็บเกี่ยวจะเร็วขึ้น นอกจากนี้พืชที่มีไมคอไรซ่า ยังช่วยให้ต้นไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพพื้นที่แห้งแล้ง ทนทานต่อความเป็นพิษของดิน พบว่า เมื่อพืชเกิดสภาวะแห้งแล้งเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ามีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มการเจริญเติบโต การออกดอก ผลผลิต คุณภาพผลผลิต การดูดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส น้ำหนักแห้งของต้น ปริมาณกรดแอสคอบิค และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid : TSS) ที่สูงกว่าที่ไม่มีเชื้อราไมคอไรซ่า ภายใต้สภาวะแห้งแล้งของมะเขือเทศ (Subramanian *et al*., 2006) จากการทดลองของ Kaya *et al*. (2003) และ Bolandnazar *et al*. (2007) พบว่า เชื้อราไมคอไรซ่าช่วยปรับปรุงผลผลิต คุณภาพผล และช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำในดินที่อบ และไม่อบฆ่าเชื้อของแตงโม และหอมหัวใหญ่ ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ เชื้อราสามารถปรับปรุงการใช้น้ำของพืช โดยการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา ทำให้พืชสามารถเพิ่มการทนแล้งมากกว่าพืชปกติ (Auge', 2004; Subramanian *et al*., 1997; Von Reichenbach and Schonbeck, 1995; Auge' *et al*., 1986b, 1987a; Davies *et al*., 1993; Goicochea *et al*., 1997b; Kubikova, 2001; Ruiz-Lozano, 2003; Auge' 2000; Ibrahim *et al*., 1990; Duan *et al*., 1996) ภายใต้สภาวะความเครียดจากการขาดน้ำที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ (leaf water potential) ของพืช หากพืชนั้นมีไมคอไรซ่าอยู่ด้วยพบว่า ค่าศักยภาพของน้ำในใบของพืชที่ไม่มี ไมคอไรซ่าจะให้ชลศักย์ของน้ำ (water potential) เท่ากับ -0.94 Mpa ขณะที่พืชที่มีไมคอไรซ่าจะให้ ชลศักย์ของน้ำเท่ากับ -0.74 Mpa การเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ จะมีผลทำให้พืชเก็บรักษาน้ำในในต้นและใบได้ดีขึ้น และยังพบอีกว่าเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีบทบาทต่อการปรับเพิ่มค่า stomatal conductance ทำให้ลดความต้านทานของปากใบ (50-70%) ซึ่งการลดความต้านทานในพืชนั้นจะมีผลทำให้การดูดซึมน้ำดีขึ้น พบว่าพืชที่มีไมคอไรซ่าจะให้ค่าแรงดึงน้ำของปากใบ (stomatal conductance) เท่ากับ 129.38 $mmolm^{-2}s^{-1}$ และพืชที่ไม่มีไมคอไรซ่า จะให้ค่าแรงดึงน้ำของปากใบเท่ากับ 100.38 $mmolm^{-2}s^{-1}$ นอกจากนี้พบว่าพืชมีการปรับลดศักยภาพของสารละลายในเซลล์พืช (osmotic adjustment) โดยเพิ่มการสะสมสารละลายน้ำตาล แป้ง และลดการสะสมโพรลีน ทำให้ลดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ พืชที่มีไมคอไรซ่าจะมีความเข้มข้นของโพรลีนในลำต้น และรากต่ำกว่าที่ ไม่มีไมคอไรซ่า โดยพบการสะสมปริมาณโพรลีนในใบ และรากของพืชที่มีไมคอไรซ่า เท่ากับ 0.93 และ 0.08 $mgg^{-1}fwt$ และพืชที่ไม่มีไมคอไรซ่าจะมีปริมาณโพรลีน

เท่ากับ 1.52 และ 0.69 mgg^{-1}fwt (Porcel *et al*., 2004; Wu, Q.S. and Xia, R.X., 2006; Wu *et al*., 2007) และพบการลดลงเล็กน้อยของสารโพรลีนในพืชที่มีไมคอไรซ่าภายใต้สภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ (Levy and Krikun ,1980) พืชมีการเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง และการแลกเปลี่ยนก๊าซในใบ พืชที่มีไมคอไรซ่าจะมีอัตราการสังเคราะห์แสง เท่ากับ 6.91 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ขณะที่พืชที่ไม่มีไมคอไรซ่า จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 4.14 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (Davies *et al*., 1993; Ruiz-Lozano *et al*., 1996a; Sanchez-Diaz *et al*., 1990; Porcel *et al*., 2004; Wu and Xia, 2006; Wu *et al*., 2007) นอกจากนี้พืชที่มีไมคอไรซ่าจะลดความต้านทานการไหลของน้ำในรากพืช (Graham and Syvertsen, 1984; Nobel and Cui, 1992; Koide, 1993; Auge *et al*., 1994, 1995) มีการเปลี่ยนแปลงของความยืดหยุ่นภายในผนังเซลล์ (Auge' *et al*., 1987b; Sanchez-Diaz and Honrubia, 1994) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ catalase, superoxide dismutase ในใบและรากของต้นกล้าส้ม ทำให้ลดการเกิดความเสียหายของเซลล์เมมเบรนจากสารอนุมูลอิสระ (Alguacil *et al*., 2003; Porcel *et al*., 2003; Ruiz-Lozano *et al*., 1996b) และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง plant hormones (Allen *et* al., 1982; Barea and Azco'n-Aguilar, 1982; Danneberg *et al*., 1992; Goicoechcea *et al*., 1997a) โดยพบการเพิ่มของฮอร์โมน ซีอาติน (zeatin), กรดอินโดลแอซีติค (IAA), จิบเบอเรลลิน (GA_3) และมีผลต่อการลดลงของกรดแอบซิซิคในใบและรากข้าวโพด และฝ้ายภายใต้สภาวะแล้ง (Lui *et al*.,2000) และพืชที่มีไมคอไรซ่า จะมีปริมาณรากและการใช้น้ำตาลสูงกว่าพืชที่ไม่มีไมคอไรซ่า (Subramanian and Charest, 1995)

2.5 รายการอ้างอิง

นิพนธ์ ไชยมงคล. (ม.ป.ป.). **มะเขือเทศ.** [ออนไลน์]. ได้จาก:
http://www.agric prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/tomato.pdf

ปัทมา เหล่านิพนธ์. (2539). **ชนิดการเข้าอยู่อาศัยในรากและผลของเชื้อราเวสสิคูลา-อาบัสคูลา ไมคอไรซ่าร่วมกับไรโซเบียมต่อการเจริญของถั่วลิสง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พงศธร กล่อมสกุล. (2547). **การศึกษาผลของการให้กรดแอบไซซิกจากภายนอกที่มีต่อการเติบโต การสะสมโพรลีน และการแสดงออกของยีน deltal (superscript 1)- pyrroline-5-carboxylate synthetase ในข้าว (Oryzal sativa L.) เมื่ออยู่ในภาวะแล้งและภาวะเค็ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. (ม.ป.ป.). **เอกสารคำสอนวิชาชีววิทยาของไมคอไรซ่า.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ภัทรวดี สุ่มทอง. (2543). **ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตระดับต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกหอม แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2526). **หลักการชลประทาน.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 274 หน้า.

สุมนทิพย์ บุญนาค. (2531). **สรีรวิทยาของพืช.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อมรรัตน์ พรหมบุญ และนวรัตน์ อุดมประเสริฐ. (2537). **การใช้ลักษณะการสะสมปริมาณโพรลีนเนื่องจากสภาวะขาดน้ำบ่งบอกถึงความทนแล้งในข้าวบาร์เลย์.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32. 62-71 แผ่น.

อรจิรา ทองสุกมาก. (2546). **ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตระดับต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

อเนก รัตน์รองใต้. (2540). **การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกทนแล้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมจิตร อยู่เป็นสุข และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. (2550). **การเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดธาตุอาหารในต้นกล้าส้มเขียวหวาน มะนาว ส้มโอ และส้มเกลี้ยง ด้วยเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซ่า.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ม.เชียงใหม่.

Abhinya, P., and Porntip, C. (1996). Effects of vesicular arbuscular mycorrhizae on growth and yield of marigold. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. Bangkok. pp. 491-495.

Alguacil, M., Hernandez, J.A., Caravaea, F., Portillo, B., and Roldan, A. (2003). Antioxidant enzyme activities in shoots from three mycorrhizal shrub species afforested in a degraded semi-arid soil. **Physiol Plant.** 118: 562-570.

Allen, M.F., Moore, T.S., and Christensen, M. (1982). Phytohormone changes in Bouteolua gracils infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. II. Altered levels of gibberellin-like substances and abscisic acid in the host plant. **Can J Bot.** 60: 468-471.

Al-Karaki, G.N., Hammad, R., and Rusan, M. (2001). Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. **Mycorrhiza**. 11: 43-47.

Augè, R.M. (2000). Stomatal behavior of arbuscular mycorrhizal plants. In : Kapulnik Y, Douds D (eds). **Mycorrhizal symbiosis : molecular biology and physiology.** Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 201-237.

Augè, R.M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza.** 11: 3-42.

Augè, R.M., Moore, J.L., Stutz, J.C., Sylvia, D.M., Al-Agely, A.K., and Saxton, A.M. (2003). Relation foliar dehydration tolerance of mycorrhizal *Phaseolus vulgaris* tosoil and root colonization by hyphae. **J Plant Physiol.** 160: 1147-1156.

Augè, R.M. (2004). Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. **Can. J. Soil Sci.** 84: 373-381.

Augè, R.M., Duan, X.R., Ebel, R.C., and Stodola, A.J. (1994). Nonhydraulic signaling of soil drying in mycorrhizal maize. **Planta.** 193: 74-82.

Augè, R.M., Stodola, A.J., Ebel, R.C., and Duan, X.R. (1995). Leaf elongation and water relations of mycorrhizal sorghum in response to partial soil drying: two *Glomus* species at varying phosphorus fertilization. **J Exp Bot.** 46: 297-307.

Augè, R.M., Schekel, K.A., and Wample, R.L. (1986b). Osmotic adjustment in leaves of VA mycorrhizal non mycorrhizal rose plants in response to drought stress. **Plant Physiol.** 82 : 765-770.

Augè, R.M., Schekel, K.A., and Wample, R.L. (1987b). Rose leaf elasticity in response to mycorrhizal colonization and drought acclimation. **Physiol Plant.** 70: 175-182.

Azaizeh, H.A., Marchner, H., Romheld, V., and Wittenmayer, L. (1995). Effects of a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of soil grown maize plants. **Mycorrhizal.** 5: 321-327.

Baldwin, E.A., Shewmaker, C.K., and Schuch, W. (2000). Flavor trivia and tomato aroma: Biochemistry and possible mechanism for control of important aroma components. **Hortscience.** 35: 1013-1022.

Barea, J.M., and Azcón-Aguilar, C. (1982). Production of plant growth regulating substances by vesicular arbuscular mycorrhizal *Glomus mosse*ae. **Appl Environ Microbiol.** 43: 810-813.

Barron, M.C., and De Mejia, E.G. (1998). Comparative study of enzymes related to praline metabolism in tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) and common bean (*Phaseolus*

Vulgaris) under drought and irrigated conditions, and various urea concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition.** 52 (2): 119-132.

Blake, J., and Ferrell, W.K. (1977). The assoclation between soil and xylem water potential, leaf resistance and abscisic acid content in droughted seedling of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). **Physiol Plant.** 39: 106-109.

Blum, A., Monir, M., Wirsansky, I., and Ben-Arzi, S. (2005). The beneficial effects of tomatoes. **J Internal Medicine.** 16: 402-404.

Bolandnazar, S., Aliasgarzad, N., Neishabury, M.R., and Chaparzadeh, N. (2007). Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa* L.) yield and water use efficiency under water deficit condition. **Scientia Horticulture.** 114: 11-15.

Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., and Malajczuk, N. (1996). Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. **ACIAR Monograph 32. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.** pp. 374.

Copetta, A., Bardi, L., Bertolone, E., and Berta, G. (2011). Fruit production and quality of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) are affected by green compost and arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant Biosystems.** 145(1): 106-115.

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

Danneberg, G., Latus, C., Zimmer, W., Hundesshagen, B., Schneder-Poetsch, H.J., and Bothe, H. (1992). Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal on phytohormone balance in maize (*Zea mays* L.). **J. Plant Physiol.** 141: 33-39.

Davies, W.J., and Kozlowski, T.T. (1977). Variation among woody plants in stomatal conductance and photosynthesis during and after drought. **Plant Soil.** 46: 435-444.

Davies, F.T., Olalde-portugal, V., Aguilera-Gomez, L., Alvarado, M.J., Ferrera-Cerrato, R.C., and Boutton, T.W. (2002). Alleviation of drought stress of Chile ancho pepper (*Capsicum annuun* L. cv. San Luis) with arbuscular mycorrhiza indigenous to Mexico. **Sci Hortic.** 92: 347-359.

Davies, F.T., Potter, J.R., and Linderman, R.G. (1993). Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independent of leaf P-concentration response in gas exchange and water relations. **Physiol Plant.** 87: 45-53.

Diaz, G., AzconAguilar, C., and Honrubia, M. (1996). Influence of arbuscular mycorrhizae on heavy metal (Zn and Pb) uptake and growth of *Lygeum spartum* and *Anthyllis cytisoides*. **Plant Soil.** 180: 241-249.

Duan, X., Neuman, D.S., and Reiber, J.M. (1996). Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. **J Exp Bot.** 47: 1541-1550.

Elizabeth, J.J.(2002). The role of carotenoids in human health. **Nutrition in Clinical Care** 5(2):56–65.

Faber, B.A., Zasoski, R.J., Burau, R.G., and Uriu, K. (1990). Zinc uptake by corn as affected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. **Plant Soil.** 129: 121-130.

Faber, B.A., Zasoski, R.J., Munns, D.N., and Schakel, K. (1991). A method for measuring hyphal uptake in mycorrhizal plants. **Can J Bot.** 69: 87-94.

Fazeli, F., Ghorbanli, M., and Niknam, V. (2007). Effect of drought on biomass, protein content, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in two sesame cultivars. **Biologia Plantarum.** 51(1) : 98-103.

Feng, G., Zhang, F.S., Li, X.L., Tian, C.Y., Tang, C., and Rengel, Z. (2002). Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. **Mycorrhiza.** 12: 185-190.

Fonorow, O.R. (2006). The natural of vitamin C. [Online] Available : http://www. Vitamin c foundation .org/NaturalC.pdf

Fraser, P.D., and Bramley, P.M. (2004). The Biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research.** 43: 228-265.

George, E., Marschner, H., and Jakobsen, I. (1995). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. **Crit Rev Biotech.** 15: 257-270.

Gerdeman, J.W., and Nicolson, T.H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone extractable from soil by wet sieving and decanting. **Trans Br Mycol Soc.** 46: 235-244.

Gildon, A., and Tinker, P.B. (1983). Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infections and heavy metals in plants. II. The effects of infection on uptake of copper. **New Phytol.** 95: 263-268.

Gillaspy, G., Bendavid, H., and Gruissem, W. (1993). Fruits-A Development Perspective. **Plant Cell.** 5: 1439-1451.

Goicoechea, N., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. (1997a). Gas exchange is related to the hormone balance in mycorrhizal or nitrogen-fixing alfafa subjected to drought. **Physiol Plant.** 100: 989-997.

Goicoechea, N., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. (1997b). Influence of arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought-stressed alfalfa. **Plant Soil.** 192: 261-268.

Graham, J.H., and Syvertsen, J.P. (1984). Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the hydraulic conductivity of roots of two citrus rootstocks. **New Phytol.** 97: 277-284.

Hare, P.D., Cress, W.A., and Van Staden, J. (1999). Proline synthesis and degradation: a model system for elucidating stress-related signal transduction**. J. Exp. Bot.** 50: 413-434.

Harley, J.L., Smith, S.E. (1983). **Mycorrhizal Symbiosis**. Academic Press, New York, USA. pp. 483.

Ibrahim, M.A., Campbell, W.F., Rupp, L.A., and Allen, E.B. (1990). Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis, and stomatal conductance under drought conditions. **Arid Soil Res Rehabil.** 4: 99-107.

INVAM. (2000). Taxonomy AMF in to genus. INVAM. [Online] Available : http://invam.caf.wvu.edu./co_Info/Taxonomy/genuskey.htm

INVAM. (2004). Classification of AMF. INVAM. [Online] Available : http : //invam. Caf .wvu. edu./Myco_Info/Taxonomy/genuskey.htm, June 5, 2004.

Jiang, M.Y, and Zhang, J.H. (2001). Effect of absicsic acid on active oxygen species, antioxidative defence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. **Plant Cell Physiol.** 42: 1265-1273.

Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., and Tas, I. (2003). Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) grown under well-watered and water-stresse3d conditions. **Plant Soil.** 253(2): 287-292.

Khalil, S., Loynachan, T.E., and Tabatabai, M.A. (1994). Mycorrhizal dependency and nutrient uptake by improved and unimproved corn and soybean cultivars. **Agron J.** 86: 946-958.

Kilronomos, J.N., and Kendrick, W.B. (1993). Research on mycorrkizas : trends in the past 40 years as expressed in the “MYCOLIT” database. **New Phytol.** 125: 595-600.

Koide, R.T. (1991). Nutrient supply nutrient demand and plant-response to mycorrhizal infection. **New Phytol.** 117: 365-386.

Koide, R.T. (1993). Physiological of the mycorrhizal plant. **Adv Plant Pathol.** 9: 33-54.

Kothari, S.K., Marschner, H., and Romheld, V. (1991). Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. **Plant Soil**. 131: 177-185.

Kubikova, E., Moore, J.L., Ownlew, B.H., Mullen, M.D., and Augè, R.M. (2001). Mycorrhizal impact on osmotic adjustment in *Ocimum basilicum* during a lethal drying episode. **J Plant Physiologist.** 116: 303-311.

Levitt, J. (1980). **Responce of plant to environmental stresses.** Vol. II. 2nd Ed. Academic Press. Inc. New York.

Levy, Y., and Krikun, J. (1980). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on *Citrus jambhiri* water relations. **New Phytol.** 85: 25-31.

Li, X.L., Marschner, H., and George, E. (1991). Acquisition of phosphorus and copper by VA-mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. **Plant Soil.** 136: 49-57.

Lingua, G., Agostino, G.D., Massa, N., Antosiano, M., and Berta, G. (2002). Mycorrhiza-induced differential response to a yellows disease in tomato. **Mycorrhiza.** 12: 191-198.

Lui, R., Li, M., and Meng, X. (2000). Effects of AM fungi on Endogenous hormones in corn and cotton plants. **Mycosystem.** 19: 91-96.

Lutts, S., Majerus, V., and Kinet, J.M. (1999). Nacl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa*) seedlings. **Physiol Plant.** 105: 450-458.

MacDicken, K.G. (1993). Research results : inoculation of forest trees : the use of rhizobium, frankia and mycorrhiza. **Food and Agricultre Organization of the United Nations, Bangkok.** pp. 40.

Marschner, H., and Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizai symbiosis. **Plant and Soil.** 159: 89-102.

Mani, S., Cotte, B.V., Montagu, M.V., and Verbruggen, N. (2002). Altered levels of proline dehydrogenase cause hypersensitivity to proline and its analogs in Arabidopsis. **Plant Physiol**. 128: 73–83.

Mohammad, M.J., Malkawi, H.I., and Shibli, R. (2003). Effects of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. **J Plant Nutr.** 26: 125-137.

Moore, T.C. (1981). **Reserch Experimental in Plant Physiology**. 2nd Ed. Spring-Vieleg New York Inc. U.S.A. pp. 11-320.

Morton, J.B. (1988). Taxonomy of mycorrhizal fungi : classification, nomenclature and identification. **Mycotaxon**. 32: 267-324.

Muchove, R.M. (2004). **Importance of mycorrhizae for agricultural crops.** Document SS-AGR-170, Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32611.

Müller, C.H. (1940). A revision of the genus *Lycopersicon*. USDA Misc Publ 382: 1-29.

Na Bhadalung, N., Suwanarit, A., Dell, B., Nopamornbodi, O., Thamchaipenet, A., and Rungchuang, J. (2005). Effects of long-term NP-fertilization on abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi under a maize cropping system. **Plant and Soil**. 270: 371-382.

Nonami, H. (1998). Plant water relations and control of cell elongation at low water potentials. **J Plant Res.** 111: 373-382.

Nelsen, C.E., and Safir, G.R. (1982). Increased drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused by improved phosphorous nutrition. **Planta.** 154: 407-413.

Nieves, N., Martinez , M-E., Castillo, R., Blanco, M-A., and Gonzalez-Olmedo, J-L. (2001). Effect of abscisic acid and jasmonic acid on partial desiccation of encapsulated somatic embryos of sugarcane. **Plant Cell Tissue and Organ Culture.** 65 : 15-21.

Newsham, K.K., Fitter, A.H., and Watkinson, A.R. (1995). Multi-functionality and biodiversity in arbuscular mycorrhizas. **Trends Ecol Evol.** 10: 407-411.

Nobel, P.S., and Cui, M. (1992). Hydraulic conductances of the soil, the root-soil air gap, and the root: changes for desert succulents in drying soil. **J Exp Bot.** 43: 319-326.

Öancel, I., Keles, Y., and Ustun, A.S. (2000). Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. **Environ Pollut.** 107: 315-320.

Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K., and Noitsakis, B. (2002). The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. **Plant science**. 163: 361-367.

Pauling, L. (1992). **A unified theory of cardiovascular disease.** ION. (video). 60 min.

Phillip, T.A., and Hayman, O.S. (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.

Planchette, C., Fortin, J.A., and Furlan, V. (1983). Growth response of several plant species to mycorrhiza in a soil of moderate fertility. I Mycorrhizal dependency under field conditions. **Plant Soil.** 70: 199-209.

Porcel, R., Barea, J.M., and Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. **New Phytologist.** 157: 135-143.

Porcel, R., and Ruiz-Lozano, J.M. (2004). Arbuscular mycorrhizal influence on leaf water potential, solute accumulation, and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. **J Exp Bot.** 55: 1743-50

Pozo, M.J., Cordier, C., Dumas-Gaudot, E., Gianinazzi, S., Barea, J.M., and Azcon-Aguilar, C. (2002). Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. **J Exp Bot.** 53: 525-534.

Purvis, A.C., and Shewfelt, R.L. (1993). Does the alternative pathway ameliorate chilling injury in sensitive plant tissue. **Physiol Plant.** 94: 743-749.

Quilambo, O.A. (2000). **Functioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under nutrient deficiency and drought stress in relation to symbiotic associations.** Ph.D. thesis. University of Groningen, the Netherlands. Van Denderen B.V., ISBN 903671284X

Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress, new perspectives for molecular studies. **Mycorrhiza.** 13: 309-317.

Ruiz-Lozano, J.M., and Azcon, R. (1995). Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants affected by the fungal species and water status. **Physiol Plant**. 95: 472-478.

Ruiz-Lozano, J.M., and Azcon, R. (1996). Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. **Agric Ecosys Environ.** 60: 175-181.

Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R., and Plama, J.M. (1996b). Superoxide dismutase activity in arbuscular mycorrhizal *Lactuca sativa* plants subjected to drought stress. **New Phytol.** 134: 327-333.

Salisbury, F.B., and Ross, C.W. (1992). **Plant Physiology.** Belmont, Calif. Wadwork.

Salvioli, A., Novero, M., Lacourt, I., and Bonfante, P. (2008). The impact of mycorrhizal symbiosis on tomato fruit quality. In : Neuhoff, D. [et al.] (eds.), Cultivation the Future Based on Science, Volume 2: Livestock, Socio-economy and Cross disciplinary Research in Organic Agriculture. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR), Modena, Italy, 18-20 June 2008. ISOFAR, Bonn 332-335. ISBN: 978037360248.

Sanchez-Diaz, M., Pardo, M., Pena, J., and Aguirreolea, J. (1990). Effect of water stress on photosynthetic activity in the *Medicago-Rhizobium-Glomus* symbiosis. **Plant Sci.** 71: 215-221.

Sanchez-Diaz, M., and Honrubia, M. (1994)**. Water elations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants. In Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems (S.Gianninazai and H. Schuepp (eds).** pp. 167-178. Birkhauser Veriag, Basel, Switzerland. ISBN 3-7643-5000-8.

Sanders, F.E., and Tinker, P.B. (1971). Mechanism of absorption of phosphate from soil by *Endogone* mycorrhizas. **Nature.** 233: 278-279.

Schenck, N.C., and Perez, Y. (1988). **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi.** 2*nd* ed. Synergistic publications, Gainesville, FL. pp. 241.

Schenck, N.C., and Perez, Y. (1990). **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi.** 2*rd* ed. Synergistic publications, Gainesville, Fla.

Schüßler, A., Schwarzott, D., and Walker, C. (2001). A new fungal phylum, the *Glomeromycota* : phylogeny and evolution. **Mycological Research** 105: 1421-1413.

Shashidhar, V-R., Prasad, T-G., and Sudharshan, L. (1996). Hormone signals from roots to shoot of sunflower (*Helianthus annuus* L.) moderate soil drying increases delivery of abscisic acid and depresses delivery of cytokinins in xylem sap. **Annals of Botany.** 78: 151-155.

Shetty, K.G., Hetrick, B.A.D., and Schwab, A.P. (1995). Effects of mycorrhizae and fertilizer amendments on zinc tolerance of plants. **Environ Pollut.** 88: 307-314.

Shewfelt, R.L., and Del Rosario, B.A. (2000). The role of lipid peroxidation in storage disorders of fresh fruits and vegetables. **Hort Sci.** 35(4): 575-579.

Sieverding, E. (1990). Ecology of vesicular-arbuscular mycorrhiza in tropical agrosystems. **Agric. Ecosys. & Environ.** 29: 369-390.

Sieverding, E. (1991). Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. **Technical Coorperation, Federral Republic of Germany, Germany**. pp. 372.

Slatyer, R.O. (1967). **Plant Water Relationshipes.** Acadamic Press. London.

Smith, S.E., and Read, D.J. (1997). **Mycorrhizal Symbiosis.** Academic Press. London.

Subramanian, K.S., and Charest, C. (1995). Influence of arbuscular mycorrhizae on the metabolism of maize under drought stress. **Mycorrhiza.** 5: 273-278.

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.

Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P., and Balasubramanian, P. (2006). Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. **Scientia Horticulturae.** 107: 245-253.

Syvia, DM., Alagely, A.K., Chellemi, D.O., and Demchenko, L.W. (2001). Arbuscular mycorrhizal fungi influence tomato competition with bahiagrass. **Bio Fertil Soil.** 34: 448-452.

Tahat, M.M., Kamaruzaman, S., Radziah, O., Kadir, J., and Masdek, H.N. (2008). Response of (*Lycopersicum esculentum* Mill.) to Different Arbuscular mycorrhizal fungi Species. **Asian J Plant Sci.** 7(5): 479-484.

Taylor, I-B., Burbidge, A., and Thompson, A-J. (2000). Control of abscisic acid synthesis. **J Ext Bot.** 51: 1563-1574.

Thomas, H. (1990). Osmotic adjustment in *Lolium perenne*; its heritability and the nature of solute accumulation. **Annals of Botany.** 66: 521-530.

Trouvelot, A., Kough, J.L., and Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorhization VA d'un systeme radiculaire. Recherche de methods d'estimation ayantune signification fonctionnelle, pp. 217-221. *In* V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi, eds. **Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae.** INRA Press, Paris.

Turner, N.C. (1986). Crop water deficits : a decade of progress. **Adv Agron.** 39: 1-51.

Ünyayar, S., Keles Y., and Ünal, E. (2004). Proline and ABA levels in two sunflower genotypes subjected to water stress. **Plant Physiol.** 30 (3-4): 34-47.

Von Reichenbach, H.G., and Schonbeck, F. (1995). Influence of VA-mycorrhiza on drought tolerance of flax (*Linum usitstissimum* L.). 2.Effect of VA-mycorrhiza on stomatal gas

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

exchange, shoot water oitential, phosphorus nutrition and the accumulation of stress metabolites**. J Appl Bot.** 69: 183-188.

Walker, C., and Schüßler, A. (2004). Nomenclatural clarifications and new taxa in the *Glomerom ycota*. **Mycological Research** 108: 981-982.

Watts, V.M. (1962). Some factors which influence growth and fruiting of the tomato. Ark. Bull. pp. 267.

Wu, Q.S., and Xia, R.X. (2004). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and osmotic adjustment matter content of trifoliate orange seedlings under water stress. **J Plant Physiology Mol Biol** 30: 583-588.

Wu, Q.S., and Xia, R.X. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. **J Plant Physiology.** 163: 417-425.

Wu, Q.S., Xia, R.X., Zou, Y.N., and Wang, G.Y. (2007). Osmotic solute responses of mycorrhizal citrus (*Poncirus trifoliata*) seedlings to drought stress. **J Acta Physiol Plant.** 29: 543-549.

Yildiz Aktas, L., Türkyilmaz, B., Akca, H., and Parlak, S. (2007). Role of abscisic acid and proline treatment on induction of antioxidant enzyme activities and drought tolerance responses of *Laurus nobilis* L. seedlings. **Fen Bilimleri Dergisi.** 14-27.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ในโรงเรือนควบคุม

บทคัดย่อ

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช และการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆจากดินให้แก่รากพืช ได้คัดเลือกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา จำนวน 7 สายพันธุ์ คือ *Glomus* sp. 1, *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *Glomus mosseae*, *Acaulospora* sp. 1, *Entrophospora schenkii*, *Scutellospora fulgida* และไม่ใส่เชื้อรา (กลุ่มควบคุม) ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ เริ่มทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45 วัน และทำการวัดข้อมูลทุก 7 วัน พบว่า เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ สามารถเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาได้ การใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 3 และ *Entrophosapora schenkii* มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่สูงที่สุด 68.86 และ 68.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้มะเขือเทศสีดามีการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลสูงที่สุด โดยให้ความสูง 79.04 เซนติเมตรต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วันหลังย้ายกล้า และให้จำนวนดอก 67.5 ดอกต่อต้น จำนวนผล 24 ผลต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 87 วันหลังย้ายกล้า ให้ผลผลิตรวม 248 กรัมต่อต้น น้ำหนักผล 21.36 กรัมต่อผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล 31.53 มิลลิเมตรต่อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 5.75 % brix และปริมาณกรดแอสคอบิค 272 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วันหลังย้ายกล้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังนั้นเชื้อรา *G. mosseae* จึงถูกนำไปใช้ในการทดสอบเบื้องต้นในสภาวะการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ในโรงเรือนควบคุม อันจะนำไปสู่การนำไปใช้ทดสอบในแปลงทดลอง และการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

3.1 บทนำ

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพผล และปริมาณธาตุอาหารของพืช ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่า จะช่วยสนับสนุนการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆจากดินทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองได้มากขึ้น เนื่องจากเส้นใยที่อยู่นอกรากจะทำหน้าที่เหมือนรากฝอยของพืช ซึ่งเป็นการเพิ่มระบบของรากพืชในการดูดธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุที่เคลื่อนที่ยากในดิน เช่น ฟอสฟอรัส สังกะสี ทองแดง และส่งถ่ายธาตุอาหารดังกล่าวไปสู่พืช (Sanders and Tinker, 1971; Koide, 1991; Marschner and Dell, 1994; George *et al*.,1995; Smit and Read, 1997) ในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ เชื้อราไมคอไรซ่าจะช่วยสนับสนุนการดูดซึมฟอสฟอรัสของพืช ทำให้พืชที่มีไมคอไรซ่ามีการดูดซับฟอสฟอรัสสูงขึ้น จากการวัดอัตราการเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสของรากพืชซึ่งมีการเข้าอาศัยอยู่ของไมคอไรซ่า และรากซึ่งไม่มีการเข้าอาศัยอยู่ของไมคอไรซ่าในดิน พบว่า พืชที่มีไมคอไรซ่าจะดูดซึมฟอสฟอรัสประมาณ $18x10^{-14}$ $molcm^{-1}s^{-1}$ หรือประมาณ 6 เท่าของรากพืชที่ไม่พบการเข้าอาศัยอยู่ (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป.) Na Bhadalung (2005) รายงานว่า ในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ เชื้อราไมคอไรซ่าจะช่วยสนับสนุนการดูดซึมฟอสฟอรัสของพืช และมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต และใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 และ *Glomus* sp. 3 ทำให้เพิ่มความสูง และน้ำหนักแห้งยอดของข้าวโพดสูงที่สุด ขณะที่การใส่ปุ๋ย ฟอสเฟตอัตรา 210 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันชัดเจนของความสูง และน้ำหนักแห้งยอด จากรายงานวิจัยผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต Sylvia *et al*. (2001) พบว่า เชื้อราไมคอไรซ่าทำให้น้ำหนักแห้งยอดมะเขือเทศ เพิ่มขึ้นถึง 243 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า Tahat *et al*. (2008) พบว่า เชื้อรา *G. mosseae* สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งยอดและราก จำนวนของดอก และเพิ่มการเจริญเติบโตของราก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับ Salvioli *et al*. (2008) ที่รายงานว่า เชื้อรา *G. mosseae* สามารถให้ผลผลิตที่มาก และช่วงระยะการผลิตที่ยาวนานกว่า และพบว่ามีจำนวนแคโรทีนอย์ ปริมาณกรดแอสคอบิคที่สูงขึ้นในมะเขือเทศ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้จากเชื้อราไมคอไรซ่าสามารถเพิ่มธาตุอาหารในดิน โดยเฉพะธาตุฟอสเฟตที่เพิ่มสูงขึ้น และการเพิ่มขึ้นของจำนวนแคโรทีนอย์ ปริมาณกรดแอสคอบิค กลูโคส ฟรุคโตส และซิเตรทนี้ จะมีความสำคัญต่อคุณค่าทางอาหาร ช่วยกระตุ้นโปร-วิตตามินเอ ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นแอนตี้ออกซิเด้นท์ และช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง (Fraser and Bramley, 2004) นับได้ว่าเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลผลิตของมะเขือเทศ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อคุณภาพผล ช่วยในการเพิ่มกลิ่นและรสชาติที่ดีของมะเขือเทศอีกด้วย (Baldwin *et al*., 2000) ในการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศการเปลี่ยนสีของผลจะเป็นตัวบ่งบอกระยะเวลาการเก็บเกี่ยว สีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากเหลืองไปเป็นส้ม Gillaspy and

colleagues (1993) รายงานว่า การสะสมของแคโรทีนอย์สามารถทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงสีของผลมะเขือเทศ และจากการทดลองของ Suwannarit และคณะ (1992) ได้ศึกษาผลของเชื้อราไมคอไรซ่า 4 ชนิด ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่า ทรีตเมนต์ที่มีการใส่เชื้อรา *Acaulospora spinosa* และเชื้อรา *Gigaspara gigantean* และทรีตเมนต์ที่มีการใส่เชื้อราร่วมกัน 4 ชนิด จะมีความสูงแตกต่างจากทรีตเมนต์ซึ่งไม่ใส่เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งนั้น ทรีตเมนต์ซึ่งใส่เชื้อรา *Acaulospora spinosa* และทรีตเมนต์ที่มีการใส่เชื้อราร่วมกัน 4 ชนิด จะสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jasper (1994) พบว่าเชื้อราไมคอไรซ่า อาจไม่สามารถแสดงบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ถ้าใช้สายพันธุ์เชื้อราที่ไม่เหมาะสม การมีฟอสฟอรัสในดินสูง ความแตกต่างกันเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากพืชได้น้อย และความแตกต่างของดินในสภาพแปลง

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่างๆกัน มาชักนำให้มะเขือเทศสีดาสามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิต และคุณภาพผลที่สูงขึ้น เพื่อจะคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อราไมคอไรซ่าที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเตรียมการทดลอง

ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในระหว่างเดือนกันยายน 2552 ถึงเดือนมกราคม 2553 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล๊อก [Randomized Complete Block design (RCBD)] ใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าแต่ละสายพันธุ์ (ตารางที่ 3.1) จัดเป็นทรีตเมนต์ได้ทั้งหมด 8 ทรีตเมนต์ๆละ 4 ซ้ำ (10 ต้นต่อซ้ำ) ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ใส่เชื้อรา (control)
ทรีตเมนต์ที่ 2 ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 1
ทรีตเมนต์ที่ 3 ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2
ทรีตเมนต์ที่ 4 ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 3
ทรีตเมนต์ที่ 5 ใส่เชื้อรา *G. mosseae*
ทรีตเมนต์ที่ 6 ใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. 1
ทรีตเมนต์ที่ 7 ใส่เชื้อรา *Entrophospora schenkii*
ทรีตเมนต์ที่ 8 ใส่เชื้อรา *Scutellospora fulgida*

ตารางที่ 3.1 ลักษณะสปอร์ที่ใช้ในการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ และการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากมะเขือเทศสีดา (Na Bhadalung, 2005)

ชนิดเชื้อราไมคอไรซ่า	การเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดา	ลักษณะของสปอร์
Glomus sp. 1	ได้	รูปร่างกลม, ขนาด 80-125 µm, สีขาวถึงครีม, สร้าง chlamydospore แบบเดี่ยว, ผนังสปอร์ 4-5 ชั้น, ความหนา 4-7.5 µm
Glomus sp. 2	ได้	ไม่มีสิ่งปกคลุม sporocarp, สร้าง chlamydospore กลมหรือค่อนข้างกลม 60-120 µm, สีเหลืองอ่อน, สร้างสปอร์ในราก, ผนังสปอร์ 3 ชั้น, ความหนา 4-5 µm
Glomus sp. 3	ได้	ไม่มีสิ่งปกคลุม sporocarp, สร้าง chlamydospore กลมหรือค่อนข้างกลม 60-120 µm, สีเหลืองอ่อนถึงสีเหลือง, สร้างสปอร์ในราก, ผนังสปอร์ 2-3 ชั้น, ความหนา 2.5-4 µm
G. mosseae	ได้	รูปร่างกลม, 120-300 µm, สีเหลืองอ่อนถึงสีเหลือง, ลักษณะ septum โค้ง, ผนังสปอร์ 2 ชั้น, ความหนา 4-5 µm
Acaulospora sp.1	ได้	รูปร่างกลม, 76-112.5 µm, สีขาวถึงสีส้ม, สร้างสปอร์บริเวณคอของ sproriferous succule (80-100 µm), ผนังสปอร์ 2 ชั้น, ความหนา 4-5 µm
Entrophospora schenkii	ได้	รูปร่างกลม, 68-80 µm, สีใส, สร้างสปอร์บริเวณคอของ sproriferous succule (60-80 µm), ผนังสปอร์ 3 ชั้น, ความหนา 2.5-5 µm
Scutellospora fulgida	ได้	รูปร่างกลม, 168-240 µm, สีขาวถึงสีครีม, สปอร์เกิดบนเซลล์ที่โป่งพอง และมีการสร้าง auxiliary cell, ผนังสปอร์ 5 ชั้น, ความหนา 4-8 µm

3.2.2 การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในกระถาง

โดยการใช้หัวเชื้อในรูปดินที่ประกอบไปด้วยชิ้นรากที่มีเชื้อราอาศัย เส้นใยและสปอร์ การจะได้ดินหัวเชื้อที่มีคุณภาพดีหรือไม่ขึ้นกับการเลือกพืชอาศัย และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ส่วนใหญ่นิยมใช้ข้าวโพด หญ้า เป็นพืชอาศัยในการผลิตสปอร์ ตามวิธีการของพูนพิไล (ม.ป.ป.) มีขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อดังนี้

1. ทำความสะอาดกระถางและเครื่องมือทุกชนิดที่ใช้ ด้วยแอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์
2. ล้างฆ่าเชื้อที่ผิวหน้าของเมล็ดข้าวโพด และเพาะเมล็ดในกระดาษเพาะ เมื่อเมล็ดเริ่มงอกรากเล็ก ๆ ยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำดินทรายที่อบฆ่าเชื้อแล้วมาใช้เป็นวัสดุเพาะ โดยใส่ดินทรายที่อบฆ่าเชื้อลงไปในกระถางขนาดเล็ก โรยดินหัวเชื้อบนดินทรายที่อบฆ่าเชื้อ แล้วจึงนำเมล็ดข้าวโพดวางลงบนดินหัวเชื้อจำนวน 5 เมล็ด โรยปิดทับด้านบนด้วยดินทรายอบฆ่าเชื้อ รดน้ำทันทีด้วยน้ำกลั่นที่อบฆ่าเชื้อแล้ว
3. คลุมกระถางด้วยพลาสติก เจาะรู 2-3 รู ให้อากาศถ่ายเทได้
4. ปล่อยให้พืชเจริญเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทำการเปลี่ยนกระถางที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
5. ปล่อยให้พืชเจริญต่อไปประมาณ 3-4 เดือน ใส่สารละลายธาตุอาหาร (nutrient solution) 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อพืชเริ่มออกดอกให้ตัดช่อทิ้ง เพื่อป้องกันการติดเมล็ด
6. ตรวจดูการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากพืช 2 สัปดาห์หลังย้ายปลูก
7. เก็บเกี่ยวโดยการตัดพืชบริเวณเหนือดินและปล่อยให้ดินแห้ง นำดินออกจากกระถาง คลุกเคล้าดินในแต่ละกระถางให้ทั่ว ตัดรากให้เป็นชิ้นเล็กๆ เก็บหัวเชื้อไว้ในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง

3.2.3 การเตรียมดิน

การปลูกในโรงเรือน (ภาพผนวกที่ 5) ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทำการทดลองในกระถางโดยใช้ดินที่ผสมขึ้นเอง ขุดดินจากแปลงในระดับผิวดินลึก 30 เซนติเมตร นำดินมาผสมกับปุ๋ยคอกเก่าในสัดส่วนดิน : ปุ๋ยคอกเก่า เท่ากับ 2 : 1 ทำการอบฆ่าเชื้อในดินผสมขึ้น ด้วยการใช้สารดาโซเมท (tetrehydro-3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazine-2-thione) อัตรา 60 กรัมต่อดิน 100 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 1 เดือนก่อนนำมาใช้งาน (ภาพผนวกที่ 6) บรรจุดินผสมที่อบฆ่าเชื้อแล้วลงกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 7 กิโลกรัมต่อกระถาง รดน้ำให้ชุ่มก่อนย้ายปลูกมะเขือเทศสีดา

3.2.4 การเตรียมต้นมะเขือเทศสีดา

นำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมะเขือเทศสีดาพันธุ์เพชรชมพู บริษัท เจียไต๋ ล้างฆ่าเชื้อที่ผิวหน้าของเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 4 ครั้ง นำเมล็ดมาเพาะลงในพีทมอสที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว และนำดินหัวเชื้อที่มีสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอ

ไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ได้แก่ *Glomus* sp. 1, *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *G. mosseae, Acaulospora* sp.1, *Entrophospora schenckii* และ *Scutellospora fulgida* (Na Bhadalung, 2005) และกลุ่มควบคุมมาใส่ลงในถาดหลุมเพาะเมล็ด สายพันธุ์ละ 1 ถาด โดยดินหัวเชื้อจะมีปริมาณสปอร์ 50-100 สปอร์ต่อต้น กลบเมล็ดด้วยพีทมอสที่อบฆ่าเชื้อ เมื่อกล้ามะเขือเทศอายุ 30-35 วัน ย้ายลงในกระถางพลาสติกดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ให้น้ำ เช้า-เย็น เริ่มทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่อมะเขือเทศสีดา อายุประมาณ 45-50 วัน และทำการย้อมสีรากเพื่อดูโครงสร้างเวสสิเคิล (vesicle) และอาบัสคูล (arbuscule) และทำการตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากมะเขือเทศสีดา โดยวิธีของ Phillip and Hayman (1970) และ Trouvelet's method (1985)

3.2.5 การแยกสปอร์จากดิน

โดยนำตัวอย่างดินตัวอย่างละประมาณ 200 กรัม ทำการแยกสปอร์ออกจากดิน โดยวิธี Wet sieving and decanting method (Gerdeman and Nicolsan, 1963) ตามด้วยวิธี modified sucrose centrifigation (Daniels and Skipper, 1982) ขั้นตอนการแยกสปอร์จากดิน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. นำดินตัวอย่างประมาณ 200 กรัมใส่บีกเกอร์ เติมน้ำประมาณ 1,000 มิลลิลิตร
2. คนให้ดินแตกตัว แล้วทิ้งไว้ 10 วินาที
3. เทดินผ่านตระแกรงร่อนขนาด 600, 250, 125 และ 45 ไมครอน ตามลำดับ
4. เทตะกอนดินบนตะแกรงร่อนขนาด 600ใส่จานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้
5. ส่วนตะกอนดินบนตะแกรงร่อนขนาด 250, 125 และ 45 ไมครอน เทใส่ในหลอดพลาสติกขนาด 14 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วนำไปเหวี่ยง (modified sucrose centrifugation) ที่ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที
6. เทน้ำใสเหนือตะกอนทิ้ง
7. เติมสารละลายซูโครส 40 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเหวี่ยง ที่ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที
8. เทสารละลายซูโครส 40 เปอร์เซ็นต์ เหนือตะกอนดินลงในตะแกรงร่อนขนาด 45 ไมครอน
9. ใช้กระบอกฉีดล้างน้ำตาลออกให้หมด
10. เทสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ เพื่อการตรวจนับใต้กล้อง stereo microscope

3.2.6 การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากพืช

ทำการตรวจนับการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในมะเขือเทศสีดา ใช้วิธีของ Phillip and Hayman (1970) และ Trouvelet's method (1986) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างราก

และล้างให้สะอาดด้วยน้ำ จากนั้นต้มรากพืชใน KOH 5-10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วนำไปต้มกรด HCl 1 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 3-4 นาที และอุ่นในสารสีน้ำเงิน (trypan blue) เป็นเวลา 10-20 นาที ในน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เพื่อย้อมสีราก จากนั้นให้ตัดรากออกมาให้มีความยาว 1 เซนติเมตร จำนวน 30 ราก และนำกลุ่มตัวอย่างนี้ไปตรวจดูจำนวนการเข้าอยู่ของเชื้อราใต้กล้อง compound microscope เพื่อดูโครงสร้าง vesicle และ arbuscule และตรวจนับดูเปอร์เซ็นต์ของการเข้าอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ด้วยสูตรดังนี้

$$\%\text{colonization (M)} = \frac{95(n_5)+70(n_4)+30(n_3)+5(n_2)+n_1}{n}$$

เมื่อ n คือจำนวนของรากที่นำมาตรวจหาจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า

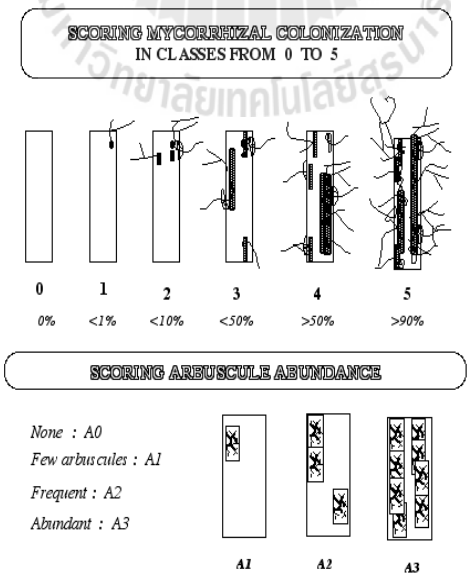
n_1 คือจำนวนรากที่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าน้อยกว่า 1 %

n_2 คือจำนวนรากที่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าน้อยกว่า 10 %

n_3 คือจำนวนรากที่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าน้อยกว่า 11-50 %

n_4 คือจำนวนรากที่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าน้อยกว่า 51-90 %

n_5 คือจำนวนรากที่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ามากกว่า 90 %



ภาพที่ 3.1 การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ในรากพืชอาศัย โดยวิธีการของ Trouvelet's method (1986)

3.2.7 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต

3.2.7.1 ความสูงต้น เริ่มวัดความสูงต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 45-50 วัน ทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ วัดความสูงจากตำแหน่งของใบเลี้ยงไปจนถึงข้อสุดท้ายของยอดที่สูงที่สุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.7.2 เส้นผ่าศูนย์กลางต้น เริ่มวัดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 45-50 วัน ทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ วัดโดยใช้เวอร์เนียตำแหน่งของข้อที่3-4 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.7.3 จำนวนช่อดอก เริ่มนับจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาออกดอกได้ 50 เปอร์เซนต์ ทำการนับทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.7.4 จำนวนดอกต่อต้น เริ่มนับจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาออกดอกได้ 50 เปอร์เซนต์ ทำการนับทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.7.5 จำนวนผล เริ่มนับจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 55-60 วัน ทำการนับทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.7.6 ผลผลิตรวม เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตเฉพาะผลแก่ที่มีสีแดงนำมาชั่งน้ำหนัก (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และนับจำนวนผลด้วยทุกครั้งที่เก็บเกี่ยวผลผลิต จากนั้นสุ่มผลผลิตจำนวน 10 ผลต่อต้นต่อทรีตเมนต์ ไปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล ชั่งน้ำหนักผล แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.7.7 น้ำหนักแห้งยอดและราก เก็บตัวอย่างต้นมะเขือเทศสีดาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตออกไปหมดแล้ว ตัดส่วนต้นที่อยู่เหนือผิวดินประมาณ 1 นิ้ว นำรากแยกออกจากดินโดยการล้างด้วยน้ำที่มีตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำรากที่ได้มาแยกเอาเศษพืชและวัตถุอื่นๆ ออกไป นำยอดและรากที่ได้ไปชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.7.8 ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช เก็บตัวอย่างต้นมะเขือเทศสีดา นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จนแห้งสนิท บดตัวอย่างพืชให้ละเอียด จากนั้นทำการวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช โดยวิธีการของ Kjeldahl วิเคราะห์ฟอสฟอรัสในพืชโดยวิธีการ Vanadomolybdate (Boron) และวิเคราะห์โปแตสเซี่ยม โดยใช้เครื่อง Flame photometer (โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช, 2546)

3.2.8 การบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิต

3.2.8.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผิวผลมะเขือเทศสีดา ทำการวัดค่าสีผิวของผลมะเขือเทศสีดา ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter CR-300 ตามระบบ The Hunter's L, a b Color Space (DeMan, 1999) โดยค่า L คือ ทิศทางสีในด้านความสว่าง ถ้าค่า L = 0 หมายถึง มืด (สีดำ) และค่า L = 100 หมายถึง สว่าง (สีขาว) , ค่า a คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีแดง (+a) ถึงสีเขียว (-a), ค่า b คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีเหลือง (+b) ถึงสีน้ำเงิน (-b) เก็บวัดจำนวน 4 ครั้ง มีจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำๆละ 10 ผล

3.2.8.2 ความแน่นเนื้อของผลมะเขือเทศสีดา โดยใช้เครื่อง fruit firmness tester ที่รับแรงกด 5 กิโลกรัม โดยใช้แท่งกดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร สำหรับความแน่นเนื้อของผลมะเขือเทสสีดา โดยกดลึก 0.5 เซนติเมตร เก็บวัดจำนวน 4 ครั้ง มีจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำๆละ 5 ผล ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นคำนวณค่าที่ได้เป็น นิวตัน (newtons) โดยคูณด้วย 9.807

3.2.8.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอบิค (ascorbic acid) ทำการวัดปริมาณกรดแอสคอบิค โดยวิธีการของกนกอร (2548) มีขั้นตอนดังนี้

1. ปิเปตกรดแอสคอบิคมาตราฐาน เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เจือจางด้วยกรดเมตตาฟอสฟอริค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (กรดแอสคอบิค 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

2. ปิเปตสารละลายสี 2,6–ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร

3. ปิเปตกรดแอสคอบิคมาตราฐาน จากข้อ 1 ปริมาตร 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง แล้วปรับปริมาตรด้วยเมตตาฟอสฟอริค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็น 5 มิลลิกรัม ในหลอดทดลอง (กรดแอสคอบิค 0, 0.04, 0.08, 0.12, 0.16 และ 0.20 มิลลิกรัม)

4. เติมสารละลายสีอินโดฟีนอลเจือจาง จากข้อ 2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร อย่างรวดเร็วแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสง ภายใน 15-20 วินาที ที่ความยาวคลื่น 518 นาโนเมตร ใช้เมตตาฟอสฟอริค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปรับ T เท่ากับ 100 และ A เท่ากับ 0.00

5. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายสีอินโดฟีนอล และวัดค่าการดูดกลืนแสงเช่นเดียวกับข้อ 4

6. สร้างกราฟมาตราฐาน (standard curve) ระหว่างปริมาณกรดแอสคอบิค และค่าการดูดกลืนแสงใช้ค่าที่วัดได้จากข้อ 5 เปรียบเทียบหาปริมาณกรดแอสคอบิคในตัวอย่างจากกราฟมาตราฐาน

3.2.8.4 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid: TSS) ทำการวัดปริมาณ TSS ตามวิธีการของ Subramanian *et al*. (2006) มีขั้นตอนดังนี้

1. นำผลมะเขือเทศสีดา จำนวน 10 กรัม ร่วมกับน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ลงบดในโกร่งบดให้เนื้อเปื่อยยุ่ยจนเป็นเนื้อเดียวกัน

2. กรองด้วยผ้าบาง ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน porcelain basin และเก็บในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

3. นำกากของเหลวที่เหลือทิ้งไว้ไปชั่งน้ำหนัก ซึ่งค่าที่ทำการบันทึกก็คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid)

3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ของทุกตัวแปร (ความสูงต้นจำนวนช่อดอก จำนวนดอก จำนวนผล ผลผลิตรวม น้ำหนักแห้งยอดและราก ปริมาณกรดแอสคอบิค ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้) ของแต่ละทรีตเมนต์ด้วยวิธี F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 14 (Statistical Package for Social Science) (Levesque and SPSS Inc., 2006)

3.3 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน พบว่าลักษณะเนื้อดินละเอียด (ดินเหนียว) อุ้มน้ำดี กักเก็บน้ำได้ดี มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.45 มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้ในสารละลายดิน 503 µs/cm มีอินทรียวัตถุในดินสูง 11.02 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 5.51 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 0.1532 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุโปแตสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ 2.02 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม และปริมาณธาตุแคลเซียม 3.88 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง

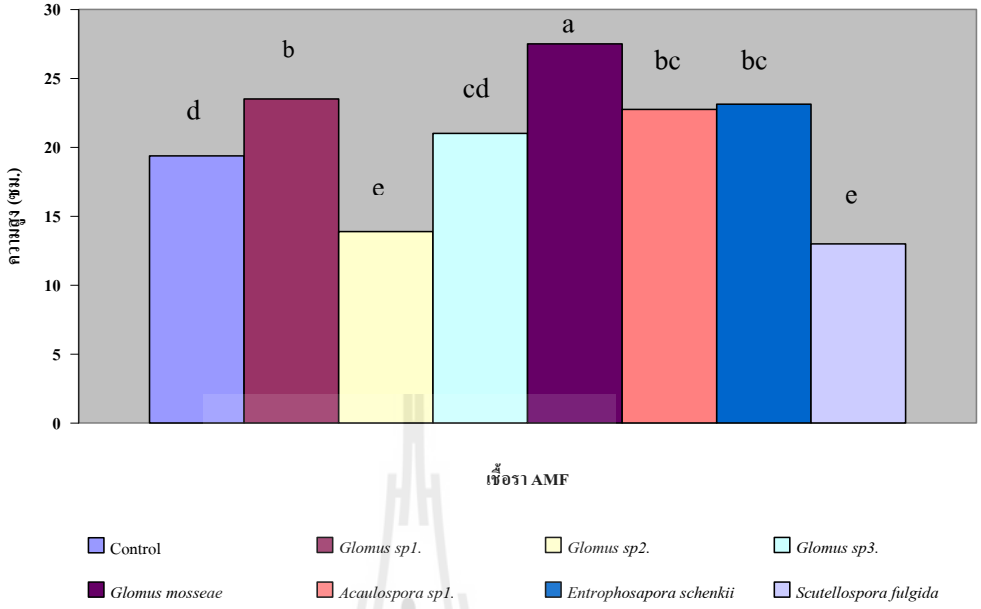
องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน	ค่าที่วัดได้
ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	7.45
มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้ในสารละลายดิน (µs/cm)	503
อินทรียวัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	11.02
ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	5.51
ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	0.153
ปริมาณธาตุโปแตสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	2.02
ปริมาณธาตุแคลเซียม (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	3.88

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ทั้ง 7 สายพันธุ์ ที่คาดว่ามีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาในสภาพโรงเรือน ได้ผลดังต่อไปนี้

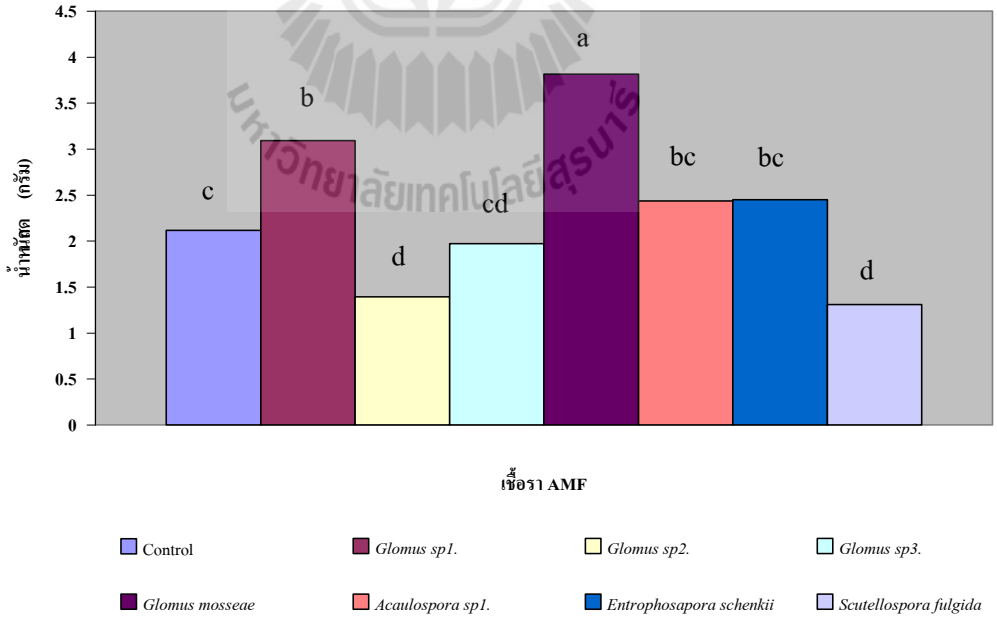
3.3.1 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศสีดา

เมื่อพิจารณาผลการทดลองของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาในถาดเพาะเมล็ดที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า พบว่า *G. mosseae* ให้ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกล้า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ 27.50 เซนติเมตร 3.18 และ 0.33 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่นๆ

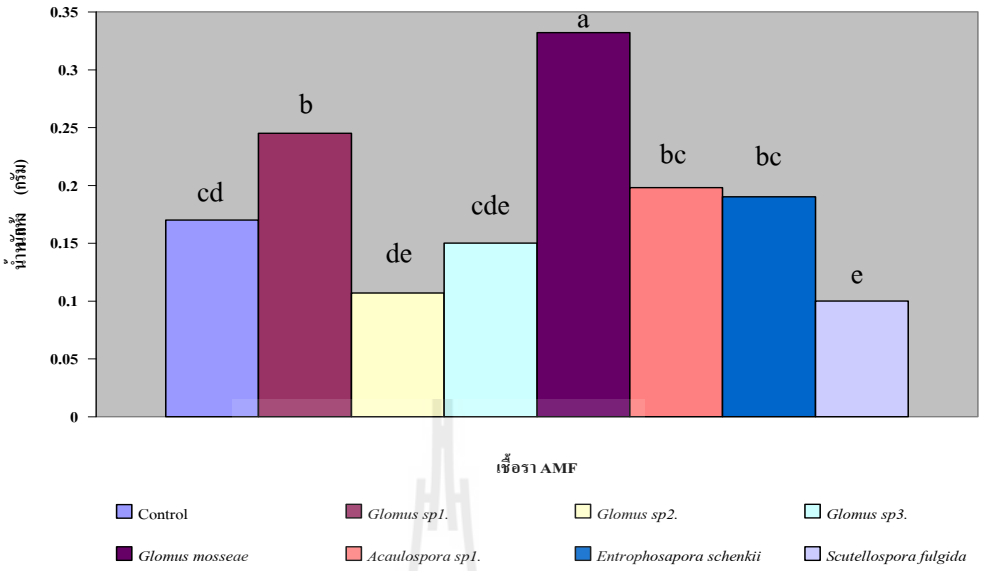
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



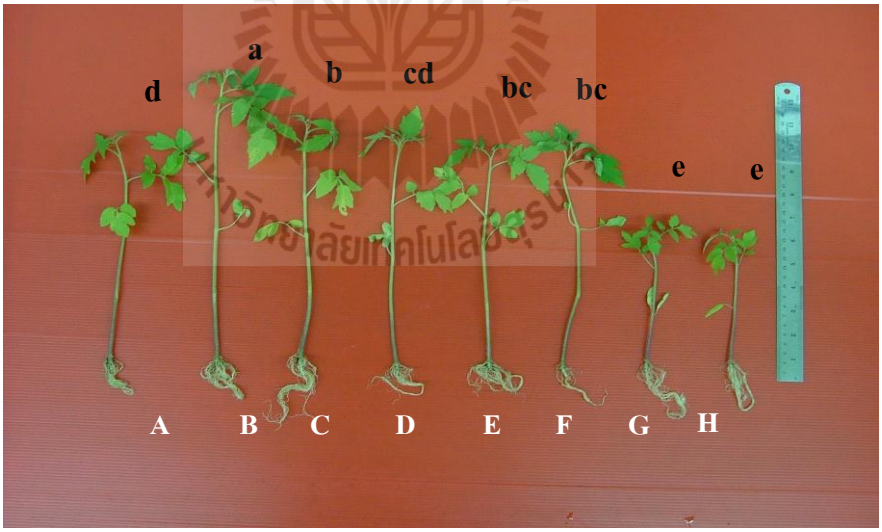
ภาพที่ 3.2 ความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์



ภาพที่ 3.3 น้ำหนักสดของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์



ภาพที่ 3.4 น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์



A = ไม่ใส่เชื้อรา (control)
B = ใส่เชื้อรา *G. mosseae*
C = ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 1
D = ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 3
E = ใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. 1
F = ใส่เชื้อรา *Entrophospora schenckii*
G = ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2
H = ใส่เชื้อรา *Scutellospora fulgida*

ภาพที่ 3.5 การเปรียบเทียบความสูงของต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 30 วัน ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์

3.3.2 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสีดา

3.3.2.1 การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในรากมะเขือเทศสีดา พบว่าเชื้อราไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ สามารถเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดา (ภาพที่ 3.6 และ 3.7) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากรากมะเขือเทศสีดา สามารถสร้างสารหลั่งจากราก (root exudates) ซึ่งจะให้สารอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และกรดอะมิโน ที่เหมาะกับการเจริญของเส้นใย ทำให้เส้นใยราสามารถจับทิศทางเข้าหาราก และสามารถแทงเส้นใยผ่านผนังเซลล์ชั้นนอกเข้าไปเจริญเติบโตในชั้นคอร์เท็กซ์ (cortex) ของรากมะเขือเทศได้ นอกจากนี้อาจเนื่องจากความหนาแน่นของสปอร์ในดินหัวเชื้อที่นำมาใช้ และชนิดของดินที่มีธาตุอาหารต่ำ ทำให้ไม่เป็นพิษต่อเชื้อราไมคอไรซ่า ช่วยเพิ่มศักยภาพการเข้าอาศัยอยู่ให้สูงขึ้น (Tahat *et al*., 2008) จากการทดลองพบว่า การใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 3 และ *Entrophospora schenckii* (ตารางที่ 3.3) มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาสูงที่สุด คือ 68.86 และ 68.16 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เชื้อรา *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 1, *Acaulospora* sp. 1, *Scutellospora fulgida* และ *G. mosseae* มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดารองลงมา คือ 62.80, 61.48, 60.26, 59.46 และ 58.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่าบางสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสูง แต่อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลต่ำ ดังเช่นการใส่เชื้อรา *Entrophospora schenckii*, *Glomus* sp. 1 มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาสูง แต่ให้ความสูง จำนวนช่อดอก จำนวนดอก จำนวนผล และปริมาณกรดแอสคอบิคต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Na Bhadalung (2005) ที่รายงานว่า *Acaulospora* sp 1., *Scutellospora fulgida*, *Entrophospora schenckii*, *Glomus* sp. 1 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งยอด และความสูงของข้าวโพดลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับเชื้อราแบบสภาวะแก่งแย่งมากกว่าแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน Klironomos (2003) พบว่าการตอบสนองของเชื้อราไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบนิเวศวิทยา ได้วิวัฒนาการความสัมพันธ์ของการอยู่ร่วมกันระหว่างพืชและเชื้อราค่อนข้างกว้าง ตั้งแต่ความสัมพันธ์แบบภาวการณ์แก่งแย่งจนถึงความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และเมื่อทำการย้อมสีรากเพื่อดูโครงสร้างเวสสิเคิล และอาบัสคูล พบว่า เชื้อรา *Glomus* sp. และ *Acaulospora* sp 1. สร้างทั้งเวสสิเคิล และอาบัสคูลในรากมะเขือเทศสีดา ซึ่งสอดคล้องกับ INVAM (2000) ที่รายงานว่าเชื้อราในกลุ่ม Glomaceae และ Acualosporaceae สามารถสร้างเวสสิเคิล และอาบัสคูลในรากพืช ขณะที่กลุ่มเชื้อรา Gigasporinease สามารถสร้างแต่อาบัสคูลในรากพืชเท่านั้น

3.3.2.2 จำนวนสปอร์ในดิน 100 กรัม พบว่า มีความแตกต่างอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 และ *Acaulospora* sp. 1 ทำให้จำนวนสปอร์ในดินสูงสุด คือ 214, 211.75 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม (ตารางที่ 3.3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะของ

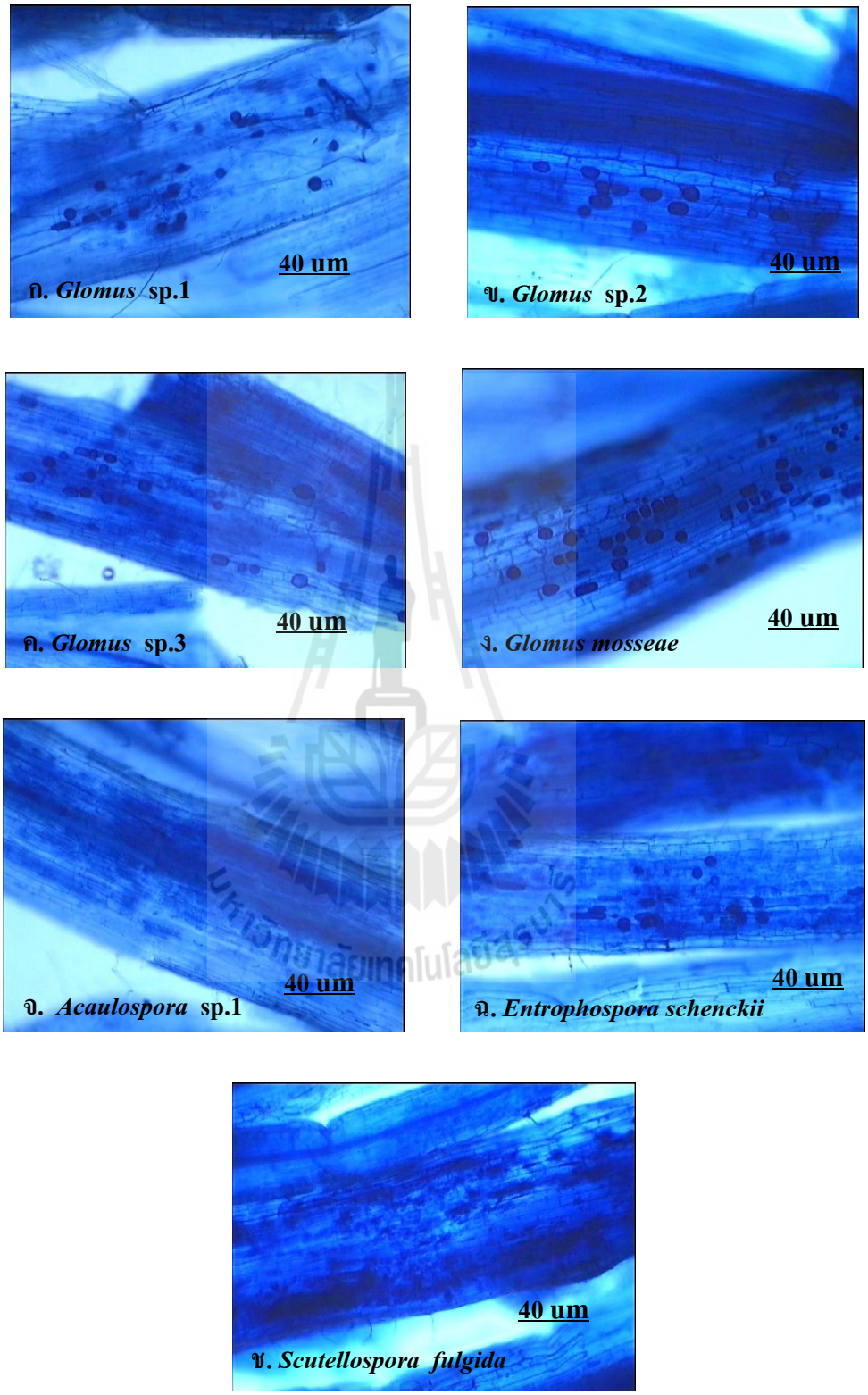
สปอร์ที่แตกต่างกัน หรืออาจเป็นเพราะลักษณะเนื้อดินมีความเหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณสปอร์ และการใส่เชื้อรา *Scutellospora fulgida*, *Entrophospora schenckii*, *Glomus* sp. 3 ให้จำนวนสปอร์ในดินรองลงมาคือ 211.75, 129.75, 39.0 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ ขณะที่เชื้อรา *Glomus* sp. 1 และ *G. mosseae* ให้จำนวนสปอร์ในดินต่ำสุด คือ 15 และ 14.5 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม จากการทดลองพบว่าเชื้อรา *G. mosseae* ให้จำนวนสปอร์ในดิน และการเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาต่ำที่สุด อาจเนื่องมาจาก เชื้อรา *G. mosseae* มีขนาดของสปอร์ค่อนข้างใหญ่ หรืออาจเป็นเพราะลักษณะเนื้อดินไม่มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณสปอร์

3.3.2.3 ผลผลิตรวม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 248.0 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *Acaulospora* sp. 1, *Scutellospora fulgida* และ *Entrophospora schenckii* ให้ผลผลิตรวม คือ 233.8, 227.5, 213.6, 197.5 และ 169.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3) การใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 1 ให้ผลผลิตรวมต่ำสุด คือ 124.9 กรัมต่อต้น จากการทดลองของ Tahat *et al*., (2008) พบว่า เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้มะเขือเทศมีผลผลิตสูงกว่าการใส่เชื้อราสายพันธุ์อื่น เนื่องจากมะเขือเทศที่มีการใส่ เชื้อรา *G. mosseae* มีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงกว่าการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์อื่น Ortas (2010) รายงานผลของการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าที่มีในท้องถิ่น, *G. mosseae, G. etunicatum, G. clarum, G. caledonium* และการคลุกเชื้อราไมคอไรซ่าร่วมกันทั้ง 4 สายพันธุ์ ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดซึมธาตุอาหารของแตงกวาในสภาพแปลงปลูกในปี 1998, 2001, 2002 และ 2004 พบว่า ปี 1998 การใส่เชื้อรา *G. caledonium* ทำให้ผลผลิตของแตงกวาสูงที่สุด ขณะที่ในปี 2001 พบการใส่เชื้อรา *G. etunicatum* ทำให้ผลผลิตของแตงกวาสูงที่สุด ส่วนในปี 2002 การใส่เชื้อราสายพันธุ์ท้องถิ่น ทำให้ผลผลิตของแตงกวาสูงที่สุด และในปี 2004 การใส่เชื้อรา *G. mosseae, G. etunicatum* และ *G. caledonium* สามารถเพิ่มผลผลิตของแตงกวาได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์อื่น และจากการทดลองของ Rasouli-Sadaghiani (2010) พบว่า การใส่เชื้อรา *G. fasciculatum* ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางต้น น้ำหนักแห้งยอดและราก ธาตุอาหารในต้น และผลผลิตของ *Ocimum basilicum* เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์อื่น Thamsurakul *et al*., (2000) รายงานว่า การใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ช่วยเพิ่มผลผลิตของสับปะรด

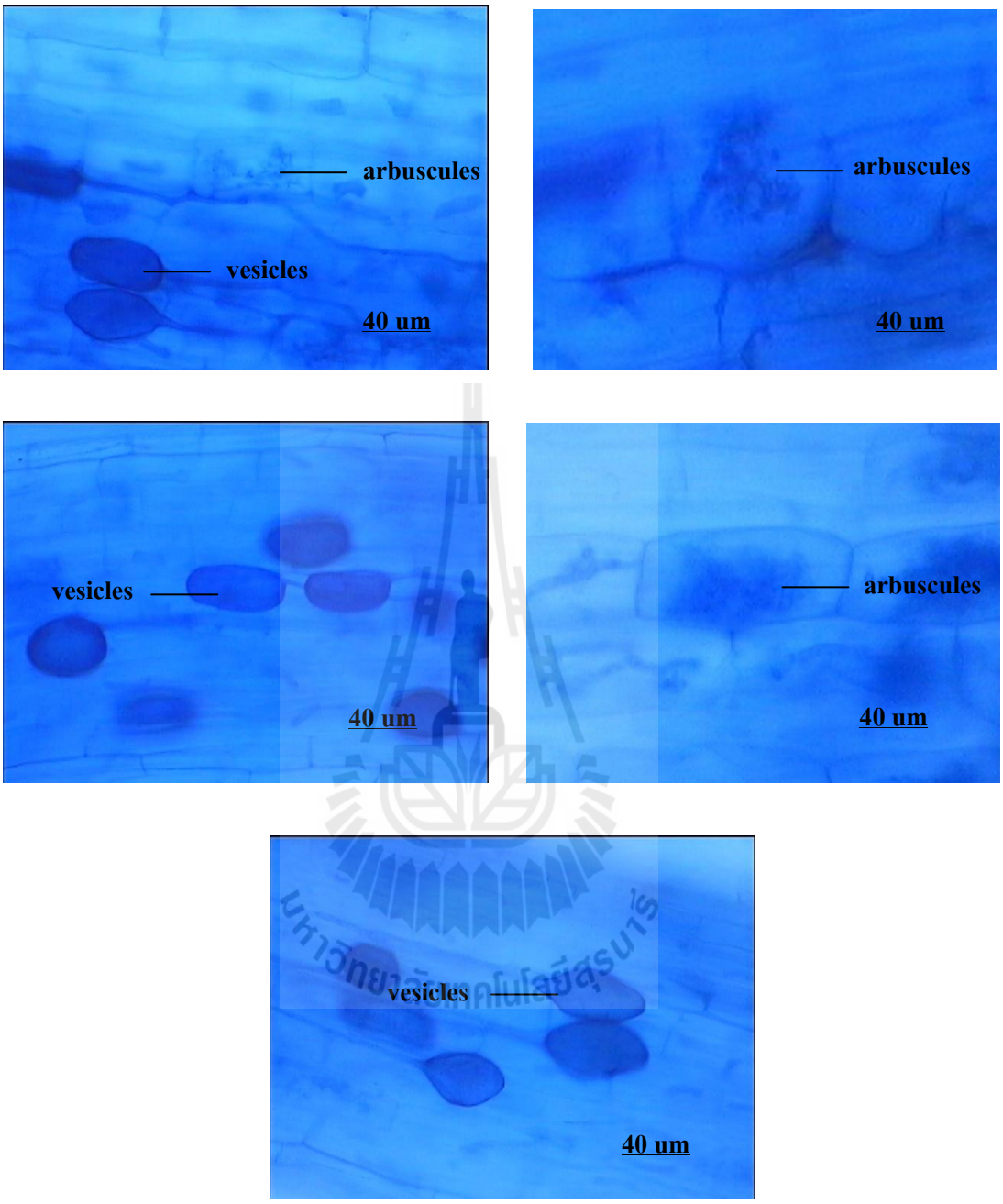
3.3.2.4 น้ำหนักแห้งยอดและราก พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้น้ำหนักแห้งราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักแห้งรากสูงที่สุด คือ 1.73 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae*, *Scutellospora fulgida*, *Acaulospora* sp. 1, *Glomus* sp. 3, *Entrophospora schenckii*,

Glomus sp. 1 และตัวควบคุม ซึ่งให้น้ำหนักแห้งราก คือ 1.40, 1.32, 1.21, 1.13, 0.81 และ 0.72 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรากที่เกิดขึ้น เนื่องจากเชื้อราไมคอไรซ่า เป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างพืชและเชื้อรา โดยเชื้อราจะอาศัยอยู่บริเวณรากของพืช เชื้อราไมคอไรซ่าจะดูดซับธาตุอาหารไว้ และมาสะสมอยู่ที่เส้นใยราซึ่งอยู่รอบ ๆ ราก ส่งถ่ายธาตุอาหารสู่พืชเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้พืชมีการเพิ่มพื้นที่ผิวราก ปริมาณของราก ความแข็งแรง และความทนทานให้แก่ระบบรากของต้นไม้ (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป.) ในขณะที่น้ำหนักแห้งยอดไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากดินที่นำมาใช้ในการทดลองมีธาตุอาหารค่อนข้างสูง ซึ่งเชื้อราไมคอไรซ่า สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มีธาตุอาหารต่ำ ส่งผลให้งานทดลองไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักแห้งยอด Mendeiros *et al*. (1994) พบว่า ธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนย้ายในดินสามารถเพิ่มน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งยอดและรากของมะเขือเทศ พบว่า เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จะช่วยในการดูดซึมธาตุฟอสฟอรัส และธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนย้ายในดินโดยการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากดินผ่านเส้นใยของเชื้อราไปยังพืช (Hatting *et al*., 1973 และ Plenchette *et al*., 2005)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 3.6 การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ ในรากมะเขือเทศสีดาที่อายุ 60 วัน (กำลังขยาย x 40)



ภาพที่ 3.7 ลักษณะของเวสสิเคิล และอาบัสคูลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ในรากมะเขือเทศสีดาที่อายุ 60 วัน (กำลังขยาย x 40)

ตารางที่ 3.3 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัย, ปริมาณสปอร์ในดิน, ผลผลิตรวม และน้ำหนักแห้งยอดและรากต่อต้นของมะเขือเทศสีดาที่อายุ 120 วัน

เชื้อรา	เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัย	ปริมาณสปอร์ในดิน	ผลผลิตรวม (กรัม)	น้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)	
				ยอด	ราก
Control	0 e	0 f	196.8 ab	7.737	0.805 b
Glomus sp. 1	61.48 bc	15.0 e	124.9 b	8.428	0.720 b
Glomus sp. 2	62.80 b	214.0 a	233.8 a	12.88	1.730 a
Glomus sp. 3	68.86 a	39.0 d	227.5 a	11.405	1.212 ab
G. mosseae	58.65 d	14.5 e	248.0 a	12.608	1.408 ab
Acaulospora sp. 1	60.26 cd	211.75 a	213.6 ab	11.508	1.322 ab
Entrophospora schenckii	68.16 a	129.75 c	169.3 ab	10.117	1.135 ab
Scutellospora fulgida	59.46 cd	171.75 b	197.5 ab	10.704	1.398 ab
F-test	**	**	*	ns	*
C.V. (%)	2.74	13.06	11.92	16.10	16.25

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3.2.5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต้น ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 3.8) เนื่องจากมะเขือเทศเป็นพืชที่จัดอยู่ในประเภทกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่ และมีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่ปลายยอดของพืช (apical meristem) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น เพราะทำหน้าที่เป็นจุดเจริญจะมีการแบ่งเซลล์ต่อไปเรื่อย ๆ จนพัฒนาเป็นลำต้น (อภิพรรณ พุกภักดี และคณะ, 2529) ดังนั้นการเจริญเติบโตของมะเขือเทศจะเกิดจากการพัฒนาของปลายยอด และเกิดการแบ่งเซลล์ไปเรื่อยๆมากกว่าการพัฒนาการเจริญเติบโตทางด้านข้างลำต้น ทำให้การเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นไม่ความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม พบแนวโน้มการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะเขือเทศสีดาที่อายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน สูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ

3.3.2.6 ความสูงต้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่เชื้อรา *G. mosseae* มีความสูงต้นสูงสุด คือ 30.75, 43.17 และ 62.08 เซนติเมตรต่อต้น (ภาพที่ 3.9 และ 3.13) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52 และ 59 วัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Tahat *et al*.,

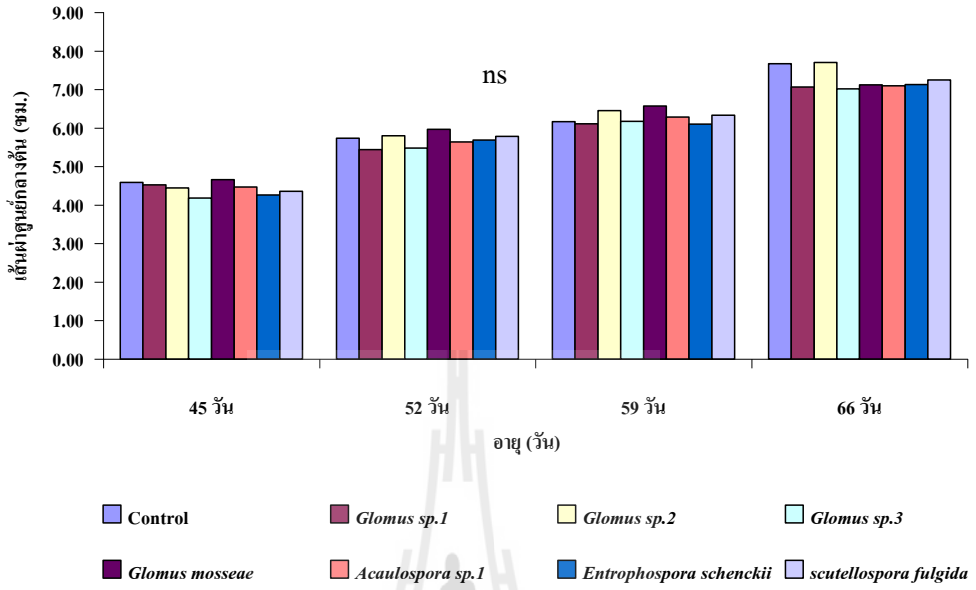
(2008) และ Rahman *et al*. (2006) ที่รายงานว่า เชื้อรา *G. mosseae* สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนดอก น้ำหนักแห้งยอดและราก ปริมาณธาตุอาหารในพืช ตลอดจนโครงสร้างทางกายวิภาค และความยาวของราก เนื่องจากเชื้อรา *G. mosseae* ส่งเสริมให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงกว่าพืชที่มีการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์อื่น แต่เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน พบว่า ความสูงต้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะการเจริญเติบโตของมะเขือเทศผ่านพ้นการเจริญทางด้านวัฒนภาค (vegetative growth) เข้าสู่ระยะการเจริญพันธุ์หรือระยะที่พืชสร้างดอก (reproductive growth) ดังนั้นการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสีดาในช่วงนี้ส่วนใหญ่จะเกิดขบวนการเกิดและพัฒนาของดอกมากกว่าความสูงต้น (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2536)

3.3.2.7 จำนวนช่อดอก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้จำนวนช่อดอกสูงสุด คือ 8.87, 11.87, 14.33 และ 13.50 ช่อดอกต่อต้น (ภาพที่ 3.10) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับ Sramek and Ing on product symbivit® (1998) พบว่า การใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ทำให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนช่อดอก ความยาวของยอดทั้งหมด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเวอร์บีน่า (verbena) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการคลุกด้วยเชื้อรา Trichoderma harzianum ร่วมกับเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า และตัวควบคุม และจากการทดลองของ Scagel (2003) รายงานว่าในดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. intraradices* ในลูกผสมฟรีเซียทั้ง 3 สายพันธุ์ ให้จำนวนดอก จำนวนช่อดอก และจำนวนใบสูงที่สุด และยังพบอีกว่าในลูกผสมฟรีเซีย สายพันธุ์ที่มีดอกสีขาว ในสภาพดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ให้จำนวนช่อดอกสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเม้นต์อื่น Johnson (1993) รายงานว่าจากการศึกษาทดลองในต้นหญ้า big bluestem ในสภาพโรงเรือนควบคุมกับการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ในสภาพดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ร่วมกับการเสริมธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ทำให้จำนวนช่อดอก น้ำหนักยอด โครงสร้างอาบัสคูล และเส้นใยเชื้อราสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในสภาพดินที่อุดมสมบูรณ์ร่วมกับการเสริมธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

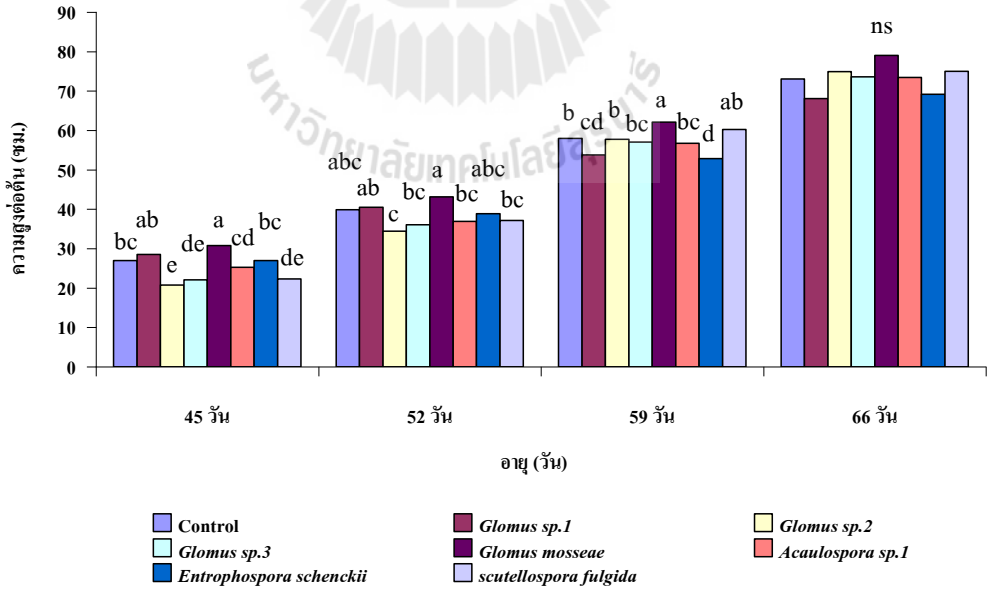
3.3.2.8 จำนวนดอก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้จำนวนดอกสูงสุด คือ 51.95, 68.62, 62.08 และ 67.50 ดอกต่อต้น (ภาพที่ 3.11) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับ Tahat *et al*. (2008) รายงานว่า เชื้อรา *G. mosseae* สามารถเพิ่มจำนวนดอก (23.75 ดอก), น้ำหนักแห้งยอด (2.82 กรัม) และจำนวนรากแก้ว (2712.5 ราก), ความยาวราก (1108.2 เซนติเมตร), การแผ่กว้างของราก (517.5 ตารางเซนติเมตร), น้ำหนักแห้งราก (3.00 กรัม) และปริมาตรราก (18.56 ตารางเซนติเมตร) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อราไมคอไรซ่าสามารถเพิ่มการผลิตตาดอกในพริกไทย (Dodd *et*

al., 1983), เพิ่มจำนวนดอกในถั่วเหลือง และมะเขือเทศ (Schenk & Smith 1982; Bryla and Koide, 1990a) สอดคล้องกับการทดลองของ Perner *et al*. (2007) พบว่า พืชในวงค์ Pelargonium ที่มีการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่า สามารถเพิ่มจำนวนตาดอก จำนวนดอก และมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซี่ยมสูงเช่นเดียวกับที่พบในยอด จากการทดลองครั้งนี้ยังพบอีกว่า เชื้อรา *Glomus* sp. 1 และ *Entrophospora schenckii* ให้จำนวนดอกลดลง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 87 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อราไมคอไรซ่าทั้งสองชนิดมีความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับเชื้อราแบบสภาวะแก่งแย่ง (parasite) มากกว่าแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis)

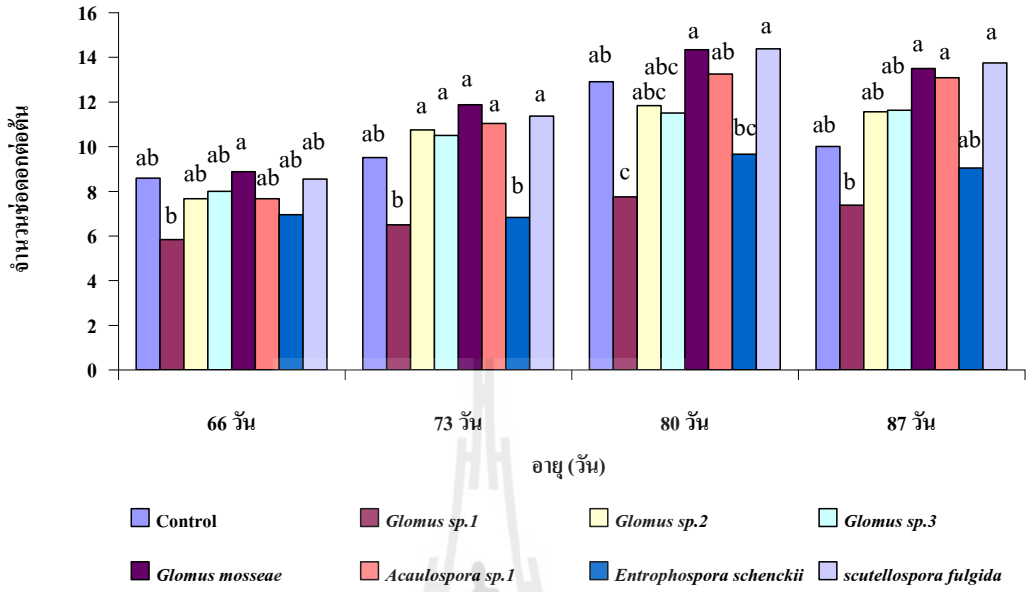
3.3.2.9 จำนวนผลพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้จำนวนผลสูงสุด คือ 10.58, 21.83, 24.62 และ 24 ผลต่อต้น (ภาพที่ 3.12) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนียสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *Acaulospora* sp. 1, *Scutellospora fulgida* และ control จากการทดลองของ Yildiz Dasgan *et al*. (2008) รายงานว่า การใส่เชื้อรา *G. fasciculatum* โดยใช้เพอร์ไลต์ (perlite) เป็นวัสดุปลูก ในสภาพโรงเรือนไฮโดรโปนิคสองระบบ คือ ระบบปิด และระบบเปิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของการเจริญเติบโตทางลำต้น และการดูดซึมธาตุอาหารของมะเขือเทศ แต่พบความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตรวม และจำนวนผล เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม Imbrahim *et al*. (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า 3 สายพันธุ์ คือ *G. mosseae*, *G. fasciculatum* และ *G. aggregatum* ร่วมกับแบคทีเรียสายพันธุ์ *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตในต้น Balady Guava ในระหว่างปี 2007 ถึง 2008 และปี 2008-2009 ผลการทดลองพบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าร่วมกับแบคทีเรีย สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลักในใบ ผลผลิต จำนวนผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ความยาวผล ความหนาเนื้อผล น้ำหนักผล ปริมาณวิตตามินซี ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า หรือการใส่เชื้อแบคทีเรีย เพียงชนิดเดียว และตัวควบคุม



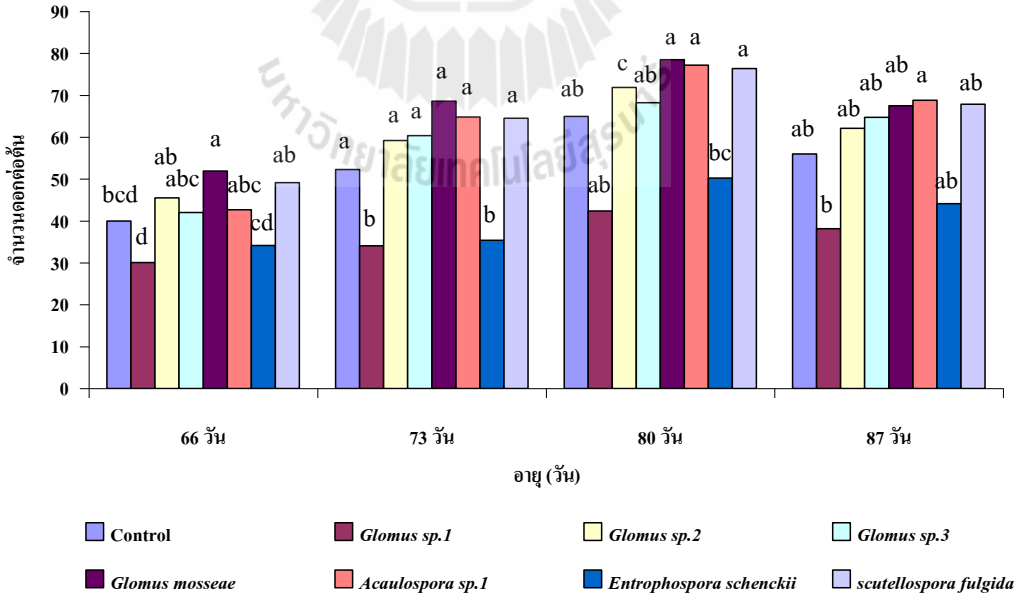
ภาพที่ 3.8 เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์



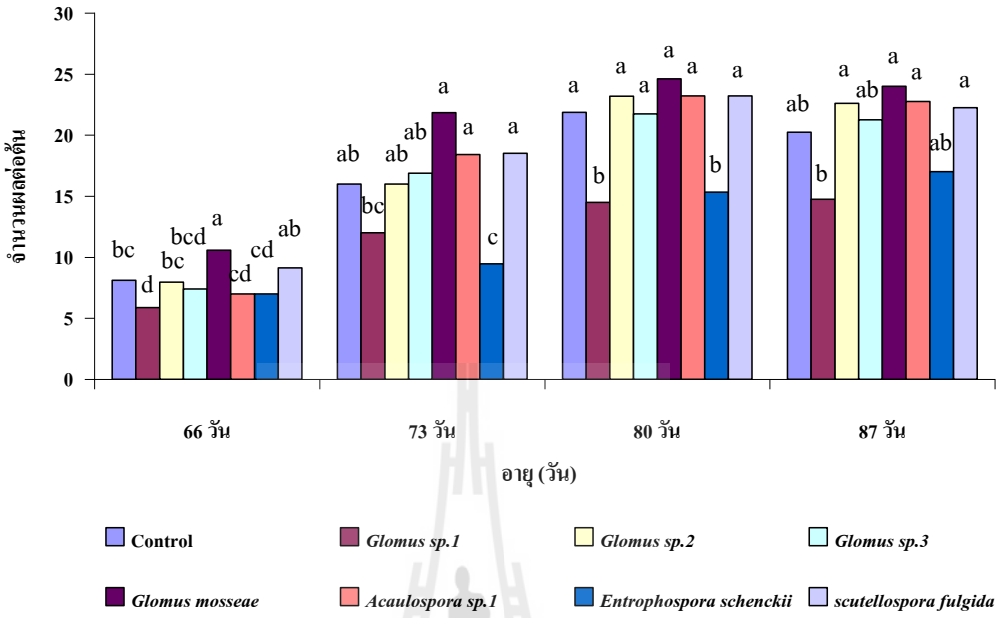
ภาพที่ 3.9 ความสูงต้นของมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์



ภาพที่ 3.10 จำนวนช่อดอกของมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์



ภาพที่ 3.11 จำนวนดอกที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน



ภาพที่ 3.12 จำนวนผลของมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน ที่มีการใส่เชื้อรา อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1 = ไม่ใส่เชื้อรา (control)
2 = ใส่เชื้อรา *Glomus* sp.1
3 = ใส่เชื้อรา *Glomus* sp.2
4 = ใส่เชื้อรา *Glomus* sp.3
5 = ใส่เชื้อรา *Glomus mossae*
6 = ใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp.1
7 = ใส่เชื้อรา *Entrophospora schenckii*
8 = ใส่เชื้อรา *Scutellospora fulgida*

ภาพที่ 3.13 การเปรียบเทียบความสูงของมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน (A) และ 66 วัน (B) ที่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์

3.3.2.10 ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณธาตุไนโตเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม (ตารางที่ 3.4) เนื่องจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ทำการทดลองพบว่า มีปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวสูงมาก ส่งผลให้การใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า สามารถส่งเสริมการสะสมธาตุอาหารเหล่านั้นของพืชไม่แตกต่างจากพืชที่ไม่ได้ใส่เชื้อราดังกล่าว แต่มีแนวโน้มว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในต้นมะเขือเทศสีดาสูงสุด คือ 0.398, 0.043 กรัมต่อต้น และพบว่าเชื้อรา *Glomus* sp 2. ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุด คือ 0.243 กรัมต่อต้น ซึ่งพืชปกติที่ไม่ใส่ เชื้อราจะให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมต่ำสุด คือ 0.170, 0.024 และ 0.240 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสามารถจะดูดซับธาตุอาหารได้ดีในสภาพที่ดินมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะธาตุฟอสเฟต ดังเช่นการทดลองของ Sainz และ Arines (1988) รายงานว่า ผลผลิตของเรดโคลเวอร์ (Red clover) ที่คลุกด้วยเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จะสูงกว่าพืชปกติ 4 เท่า และผลผลิตสูงสุดของพืชที่มีเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่าเมื่อมีฟอสเฟตในระดับต่ำ 14 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับพืชปกติที่มีผลผลิตสูงสุดเมื่อมีระดับฟอสเฟต 25 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 3.4 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

เชื้อรา	ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช (กรัมต่อต้น)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปแตสเซี่ยม
Control	0.170	0.240	0.024
Glomus sp. 1	0.216	0.312	0.027
Glomus sp. 2	0.243	0.394	0.041
Glomus sp. 3	0.195	0.314	0.036
G. mosseae	0.200	0.398	0.043
Acaulospora sp. 1	0.193	0.350	0.030
Entrophospora schenckii	0.219	0.338	0.029
Scutellospora fulgida	0.192	0.286	0.029
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.82	20.03	18.91

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3.3 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศสีดา

3.3.3.1 การเทียบสี จากการวัดค่าสีในระบบ Hunter's scale รายงานผลเป็น ค่า L, a และ b พบว่าค่า L คือ ทิศทางสี เมื่อ L = 0 จะเป็นสีดำ (มืด) และค่า L = 100 จะเป็นสีขาว (สว่าง) ขณะที่ค่า a คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีแดง (+a) ถึงสีเขียว (-a) และค่า b คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีเหลือง (+b) ถึงสีน้ำเงิน(-b)

เมื่อพิจารณาผลของค่า L และค่า a ของผลมะเขือเทศที่ได้จากการทดลอง พบว่าค่า L มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตรงข้ามกับค่า a ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเชื้อราทั้ง 7 สายพันธุ์ (ตารางที่ 3.5) โดยค่า L มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่า สีผลให้โทนสีขาว และพบแนวโน้มว่า เชื้อรา *Glomus* sp. 1 ให้สีผลออกโทนสีขาวมากที่สุด ส่วนค่า a เป็นบวก และให้ค่าเข้าใกล้ 0 สีของผลมีความเข้มของสีแดงอ่อน และพบแนวโน้มการไม่ใส่เชื้อรา (control) จะให้สีของผลมีความเข้มของสีแดงน้อยที่สุด

ส่วนค่า b พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า b มีค่าเป็นบวก แสดงว่าโทนสีของผลเป็นสีเหลืองอ่อน และพบว่าการไม่ใส่เชื้อรา (control) ให้โทนสีของผลเป็นสีเหลืองอ่อนที่สุด

3.3.3.2 น้ำหนักผล พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสูงสุด คือ 21.36 กรัมต่อผล (ตารางที่ 3.5) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อราและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. 1, *Entrophospora schenckii* และ *Scutellospora fulgida* ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผล คือ 18.80, 17.97 และ 20.33 กรัมต่อผล ตามลำดับ

3.3.3.3 เส้นผ่าศูนย์กลางผล พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงสุด คือ 31.53 มิลลิเมตรต่อผล (ตารางที่ 3.5) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อรา และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. 1, *Entrophospora schenckii*, *Scutellospora fulgida* และ *Glomus* sp. 3 ให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางผล คือ 30.43, 30.12, 30.69 และ 29.97 มิลลิเมตรต่อผล ตามลำดับ

3.3.3.4 ความแน่นเนื้อ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *Scutellospora fulgida* และ *Acaulospora* sp. 1 มีความแน่นเนื้อของผลมากที่สุด คือ 7.65 และ 7.47 นิวตัน (ตารางที่ 3.5) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อรา และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Entrophospora schenckii* และ *Glomus* sp. 3 ให้ค่าความแน่นเนื้อของผล คือ 6.59 และ 6.54 นิวตัน ตามลำดับ

3.3.3.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด คือ 5.75% brix (ตารางที่ 3.5) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อรา และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. 1, *Glomus* sp. 2, *Scutellospora fulgida*, *Glomus* sp. 3 และ*Entrophospora schenckii* ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ คือ 5.72, 5.70, 5.67, 5.65 และ 5.42% brix ตามลำดับ

3.3.3.6 ปริมาณกรดแอสคอบิค พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ทำให้ปริมาณกรดแอสคอบิคสูงสุด คือ 272 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 3.5) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อรา และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. 1, *Glomus* sp. 2 และ *Scutellospora fulgida* ซึ่งให้ปริมาณกรดแอสคอบิคคือ 268, 263.7 และ 257 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อการเทียบสี, น้ำหนักผล, เส้นผ่าศูนย์กลางผล, ความแน่นเนื้อ,ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

เชื้อรา	การเทียบสี			น้ำหนักผล	เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความแน่นเนื้อ	TSS	ปริมาณกรดแอสคอบิค
	L	a	b	(กรัม)	ผล (มม.)	(นิวตัน)	(% brix)	(มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)
Control	85.77 ab	9.83	4.38 b	16.17 bc	27.47 bc	5.54 b	5.10 b	241.6 bc
Glomus sp.1	89.12 a	10.29	5.70 ab	13.03 c	26.04 c	5.44 b	5.35 ab	222.7 cd
Glomus sp.2	83.37 b	10.50	4.79 ab	15.71 bc	28.21 abc	6.20 b	5.70 a	263.7 a
Glomus sp.3	85.07 ab	9.96	5.83 ab	17.01 abc	29.97 ab	6.54 ab	5.65 a	220.5 d
Glomus mosseae	84.29 b	10.66	4.99 ab	21.36 a	31.53 a	5.61 b	5.75 a	272.0 a
Acaulospora sp.1	87.08 ab	11.26	6.45 ab	18.80 ab	30.43 ab	7.47 a	5.72 a	268.0 a
Entrophospora	83.90 b	12.26	7.95 a	17.97 ab	30.12 ab	6.59 ab	5.42 ab	214.2 d
schenckii	85.22 ab	11.27	6.99 ab	20.33 ab	30.69 ab	7.65 a	5.67 a	257.0 ab
Scutellospora fulgida								
F-test	*	ns	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	2.39	16.87	12.68	12.76	6.08	8.83	3.37	4.09

หมายเหตุ : 1/ ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 % เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ; *, ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %

ค่า L คือทิศทางสีในด้านความสว่าง; ค่า a คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีแดงถึงสีเขียว; ค่า b คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีเหลืองถึงสีน้ำเงิน

3.4 สรุปผลการวิจัย

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ สามารถเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาได้ และเชื้อรา *Glomus* sp. 3 และ *Entrophosapora schenkii* มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่สูงสุด พบว่าเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช และเชื้อราไมคอไรซ่าที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาได้ดีที่สุด คือ เชื้อรา *G. mosseae* จึงนำไปใช้ในการทดสอบเบื้องต้นในสภาวะการกระทบแล้ง อันจะนำไปสู่การนำไปใช้ทดสอบในแปลงทดลอง เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

3.5 รายการอ้างอิง

กนกอร อินทราพิเชฐ. (2548). **คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร.** สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.

โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. (2546). คู่มือวิธีมาตราฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช. 117 หน้า.

พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. (ม.ป.ป.). **เอกสารคำสอนวิชาชีววิทยาของไมคอไรซ่า.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2536). **สรีรวิทยาของพืช.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.

อภิพรรณ พุกภักดี ไสว พงษ์เก่า และวิจารณ์ วิชชุกิจ. (2529). เอกสารคำสอนวิชา พร.451 **สรีรวิทยาการผลิตพืช.** ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

Baldwin, EA, Scott, J.W., Shewmaker, C.K., and Schuch, W. (2000). Flavor trivia and tomato aroma: Biochemistry and possible mechanisms for control of important aroma components. **Hortscience**. 35: 1013-1022.

Bryla, D.R. and Koide, R.T. (1990). Regulation of reproduction in wild and cultivated *Lycopersicon esculentum* Mill. by vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. **Oecologia**. 84: 74–81.

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

DeMan, J.D. (1999). **Principles of Food Chemistry.** 3rd Eds. Aspen Publishers Inc., Gaithers burg, Maryland. pp. 520.

Dodd, J., Krikun, J., Haas, J. (1983). Relative effectiveness of indigenous populations of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi from four sites in Negev, Israel. **Israel Journal of Botany.** 32: 10–21.

Fraser, P.D., and Bramley, P.M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**. 43: 228-265.

George, E., Marschner, H., and Jakobsen, I. (1995). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. **Crit Rev Biotech.** 15: 257-270.

Gerdeman, J.W., and Nicolson, T.H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone extractable from soil by wet sieving and decanting. **Trans Br Mycol Soc.** 46: 235-244.

Gillaspy, G., Bendavid, H., and Gruissem, W. (1993). Fruits - A Developmental Perspective. **Plant Cell.** 5: 1439-1451.

Hatting, M.J., Gray, L.E. and Gerdemann, J.W. (1973). Uptake and translocation of 32P-labeled phosphate to onion roots by endomycorrhizal fungi. **Soil Sci.** 116 : 383-387.

INVAM. (2000). Taxonomy AMF into genus. INVAM. [online] Available: http://invam.caf. wvu. edu./Myco_Info/Taxonomy/genuskey.htm

Ibrahim1, H.I.M., Zaglol, M.M.A and Hammad, A.M.M. (2010). Response of Balady Guava Trees Cultivated in Sandy Calcareous Soil to Biofertilization with Phosphate Dissolving Bacteria and/or VAM Fungi. **Journal of American Science.** 6(9): 399-404.

Jasper, D.A. (1994). Management of Mycorrhizas in Revegetation. In: Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry. 1 st Edn. Robson, A.D., L.K. Abbot and N. Malajczuk (Eds.). Kluwer, Dordrecht, ISBN-13: 978-0792327004, pp. 211-219.

Johnson, N.C. (1993). Can fertilization of soil select less mutalistic mycorrhizae. **Ecological Applications,** 3 (4): 749-757.

Klironomos**,** J.N. (2003). Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. **Ecology.** 84: 2292-2301.

Koide, R.T. (1991). Nutrient supply nutrient demand and plant-response to mycorrhizal infection. **New Phytol.** 117: 365-386.

Levesque, R. and SPSS, Inc. (2006). **SPSS programming and data management,** 3rd edition. SPSS institute. USA.

Marschner, H., and Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizai symbiosis. **Plant and Soil.** 159: 89-102.

Medeiros, C.A.B., Clark, R.B. and Ellis, J.R. (1994). Growth and nutrient uptake of sorghum cultivated with vesicular-arbuscular mycorrhiza isolates at varying pH. **Mycorrhiza.** 4: 185-191.

Na Bhadalung, N., Suwanarit, A., Dell, B., Nopamornbodi, O., Thamchaipenet, A., and Rungchuang, J. (2005). Effects of long-term NP-fertilization on abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi under a maize cropping system. **Plant and Soil**. 270: 371–382.

Ortas, I. (2010). Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. **Spanish Journal of Agricultural Research**. 8(S1): S116-S122.

Perner, H., Schwarz, D., Bruns, C., Mäder, P. and Eckhard, G. (2007). Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. **Mycorrhiza.** 17: 469-474.

Phillip, T.A., and Hayman, O.S. (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.

Plenchette, C., Clermont-Dauphin, C., Meynard, J.M., and Fortin, J.A. (2005). Managing arbuscular mycorrhizal fungi in cropping systems. **Can J Plant Sci.** 85: 31-40.

Rahmam, M.K., Kabir, S.M., Mohin, G.M. and Didarul Alam, M. (2006). Interaction of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and phosphorus on growth and nutrient uptake of maize plants grown under different soil conditions. **Bangladesh J Bot.** 35(1): 1-7.

Rasouli-Sadaghiani, M., Hassani, A., Barin, M., Danesh.,Y.R., and Sefidkon, F. (2010). Effects of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on growth, essential oil production and nutrients uptake in basil. **J Med Plant Res.** 4(21): 2222-2228.

Sainz, M., Arines, J., and Vilarino, A. (1988). Effect of different inocula of vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi on manganese content and concentration in red clover (*Trifolium pretense* L.) plants. **New Phytol.** 112: 215-219.

Salvioli, A., Novero, M., Lacourt, I., Bonfante, P. (2008). The impactof mycorrhizal symbiosis on tomato fruit quality. In: Neuhoff, D. [et al.] (eds.), Cultivating the Future Based on Science, Volume 2: Livestock, Socio-economy and Cross disciplinary Research in Organic Agriculture. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR), Modena, Italy, 18-20 June 2008. ISOFAR, Bonn 332-335. ISBN : 9783037360248.

Sanders, F.E., and Tinker, P.B. (1971). Mechanism of absorption of phosphate from soil by *Endogone* mycorrhizas. **Nature.** 233: 278-279.

Scagel, C.F. (2003). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alter nutrient allocation and flowering of *freesia* x hybrida[1]. **J Environ Hort.** 21(4): 196-205.

Schenck, N.C., and Smith, G.S. (1982). Responses of six species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their effects on soybean at four soil temperatures. **New Phytologist.** 92: 193–201.

Smith, S.E., and Read, D.J. (1997). **Mycorrhizal Symbiosis.** Academic Press. London.

Sramek and Ing. (1998). Testing of efficacy of arbuscular mycorrhizal product symbivit® on three species of balcony plants. **Research Institute of Ornamental Gardening, Kvetinove nam. 391, 252 43, Průhonice, Czech Republic.** [Online]. Available: http://www.symbiom.cz/sites/File/.../EN_Reference-Symbivit- Balcony_ plants.pdf

Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P., and Balasubramanian, P. (2006). Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. **Scientia Horticulturae.** 107: 245-253.

Syvia, D.M., Alagely, A.K., Chellemi, D.O., and Demchenko, L.W. (2001). Arbuscular mycorrhizal fungi influence tomato competition with bahiagrass. **Biol Fertil Soils.** 34: 448-452.

Tahat, M.M., Kamaruzaman, S., Radziah, O., Kadir, J., and Masdek, H.N. (2008). Response of (*Lycopersicum esculentum* Mill.) to Different Arbuscular mycorrhizal fungi Species. **Asian J Plant Sci.** 7(5): 479-484.

Thamsurakul, S., Nopamornbodi, O., Charoensook, S., and Roenrungroeng, S. (2000). Increaseing pineapple yield by using VA mycorrhizal fungi. **Acta Horticulture**. 529: 199-2

Trouvelot, A., Kough, J.L., and Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorhization

VA d'un systeme radiculaire. Recherche de methods d'estimation ayantune signification fonctionnelle, pp. 217-221. *In* V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi, eds. **Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae.** INRA Press, Paris.

Yildiz Dasgan, H., Kusvuran S., and Ortas, I. (2008). Responses of soilless grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal (*Glomus fasciculatum*) colonization in re-cycling and open systems. **African Journal of Biotechnology**. 7(20): 3606-3613.

บทที่ 4
ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างกัน ในโรงเรือนควบคุม

บทคัดย่อ

ในแหล่งปลูกมะเขือเทศทั่วไปของพื้นที่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักประสบปัญหาสภาพแห้งแล้งอยู่เสมอ และส่งผลให้ผลผลิตของมะเขือเทศลดลง จึงศึกษาผลของเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่า ต่อการกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ในโรงเรือนควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยการให้น้ำปกติ (กลุ่มควบคุม = 100 เปอร์เซ็นต์), 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของตัวควบคุม ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2, ใส่เชื้อรา *G. mosseae*, ใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และไม่ใส่เชื้อรา พบว่า การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา และให้การเจริญเติบโตสูงสุด ในขณะที่ปริมาณโพรลีนต่ำสุด และให้ผลผลิตรวม 638.1 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศอายุ 120 วัน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 51.25 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุด อย่างไรก็ตามการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งไม่แตกต่างกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน ในขณะที่การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถปรับปรุงการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา โดยเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ มีค่าศักยภาพของสารละลายในใบสูงขึ้น เพิ่มแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง สถานะของน้ำในใบให้สูงขึ้น เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่า ปริมาณกรดแอสคอบิค และการเจริญเติบโตสูงสุด ในขณะที่ปริมาณโพรลีนต่ำสุด และให้ผลผลิตรวม 598 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 66.67 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน และพบว่าเกิดปฏิกริยาสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp.2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทำให้เกิดการ

มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา สถานะของน้ำในใบสูงขึ้น รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณกรดแอสคอบิคสูงสุด ในขณะที่ปริมาณโพรลีนต่ำสุดและให้น้ำหนักผล 22.58 กรัม และให้ผลผลิตรวม 766 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน เพิ่มขึ้นคิด เป็นร้อยละ 34.68 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการไม่ใส่เชื้อรา ดังนั้นการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงสุด อย่างไรก็ตามการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งไม่แตกต่างกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 เช่นกัน

4.1 บทนำ

ความแห้งแล้งเป็นปัญหาที่มีความสำคัญ ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง การใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและความทนทานของพืชภายใต้สภาพที่ได้รับน้ำอย่างจำกัด Subramanian *et al*. (2006) และ Al-Karaki *et al*. (2004) รายงานว่า การใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าภายใต้สภาวะความแห้งแล้งของมะเขือเทศ และข้าวสาลี สามารถเพิ่มการทนแล้งทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้งยอดและราก จำนวนดอก จำนวนผล ผลผลิต คุณภาพผล ธาตุไนโตรเจน ฟอสเฟต และธาตุอาหารอื่นๆ ในต้นสูงกว่าที่ไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า สอดคล้องกับ Fitter (1988) ซึ่งรายงานว่า อิทธิพลของเชื้อราไมคอไรซ่าที่มีต่อการดูดน้ำ และการลำเลียงภายในพืช ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของธาตุฟอสฟอรัสในพืชได้ดี ในการปรับปรุงการใช้น้ำของพืชที่มีเชื้อราไมคอไรซ่า เชื้อราสามารถช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืชนั้น (Augé, 2001) มีหลายกลไกที่นำมาอธิบายบทบาทของเชื้อราไมคอไรซ่าในการปรับปรุงความสัมพันธ์เรื่องน้ำของพืช โดยอาจเป็นผลมาจากการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราโดยตรง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำดีขึ้นโดยผ่านทางเส้นใย (Faber *et al*., 1991; Ruiz-Lozano and Azcon, 1995; Augé *et al*., 2003) หรือเกิดจากการที่พืชได้รับธาตุอาหารมากขึ้น (Nelsen and Safir, 1982b) หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยาของพืช การนำเอาวิธีการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น ค่าความสัมพันธ์ระหว่างศักยภาพของน้ำในใบ (Ψ_w) ศักยภาพของสารละลายในใบ (Ψ_π) และแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (Ψ_p) มาร่วมใช้ในการคัดเลือกเชื้อราไมคอไรซ่าที่มีผลต่อการเพิ่มความทนแล้ง จะทำให้ได้ผลการคัดเลือกเชื้อราไมคอไรซ่าที่แม่นยำ และถูกต้องขึ้น ดังการศึกษาในถั่วเหลือง (Porcel *et al*., 2004), ข้าวฟ่าง (Imbrahim *et al*., 1990), ส้ม (Wu *et al*., 2006), ข้าวโพด (Subramanian *et al*., 1997), ข้าวสาลี (Al-Karaki et al., 2004) และมะเขือเทศ (Dell´Amico *et al*., 2002) พืชที่มีเชื้อราไมคอไรซ่าสามารถหลีกเลี่ยงการขาด

น้ำด้วยการปิดปากใบ การมีคิวติเคิลหนาขึ้น การมีจำนวนปากใบและท่อลำเลียงต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น การทิ้งใบ การเพิ่มความลึกและแผ่กว้างของราก ขณะที่กลไกความทนทานต่อการขาดน้ำในพืชที่มีเชื้อราไมคอไรซ่า พบว่า มีการเพิ่มศักยภาพของน้ำใบ (Porcel *et al*., 2004; Wu *et al*., 2007) ช่วยปรับลดศักยภาพของสารละลายภายในเซลล์ โดยการเพิ่มการสะสมสารละลายแป้ง น้ำตาล และลดการสะสมของโพรลีน (Goicochea *et al*., 1997; Kubikova, 2001; Ruiz-Lozano, 2003) การลดความต้านทานการไหลของน้ำในรากพืช (Koide, 1993; Auge *et al*., 1995), การเพิ่มค่าการชักนำปากใบ (Auge, 2000; Duan *et al*., 1996), การเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง (Davies *et al*., 1993; Ruiz-Lozano *et al*., 1996) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการควบคุมฮอร์โมนพืช (Allen *et al*., 1982; Barea and Azcón-Aguilar, 1982; Danneberg *et al*., 1992) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ที่ต้านทานการเกิดอนุมูลอิสระ (Alguacil *et al*., 2003; Porcel *et al*., 2003)

การศึกษาในครั้งนี้ จึงใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาที่ได้จากการทดลองในบทที่ 3 มาศึกษาผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิตของมะเขือเทศสีดาภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในสภาพโรงเรือนควบคุม

4.2 วิธีดำเนินการวิจัย

4.2.1 การเตรียมการทดลอง

ทำการทดลองที่ฟาร์ม และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนธันวาคม 2553 วางแผนการทดลองแบบ 2^4 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) 16 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ (10 ต้นต่อซ้ำ) รวม 480 ต้น มี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 : สภาพที่ได้รับน้ำ 4 ระดับ คือ

ก) ให้น้ำปกติ (กลุ่มควบคุม = 100%)

ข) ให้น้ำ 75% ของกลุ่มควบคุม

ค) ให้น้ำ 50% ของกลุ่มควบคุม

ง) ให้น้ำ 25% ของกลุ่มควบคุม

ปัจจัยที่ 2 : การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า มี 4 ระดับ คือ

ก) ไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

ข) ใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2

ค) ใส่เชื้อรา *G. mosseae*

ง) ใส่เชื้อราร่วมกันระหว่าง *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2

4.2.2 การเตรียมต้นมะเขือเทศสีดา

นำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมะเขือเทศสีดาพันธุ์เพชรชมพู บริษัทเจียไต๋ ล้างฆ่าเชื้อที่ผิวหน้าของเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70 % นาน 5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 4 ครั้ง นำเมล็ดมาเพาะลงใน พีทมอสที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว และนำดินหัวเชื้อที่มีสปอร์ของเชื้อราไมคอไรซ่าที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่ดี จากการทดลองในบทที่ 3 ใส่ลงในถาดหลุมเพาะเมล็ด จำนวน 50-100 สปอร์ต่อต้น กลบเมล็ดด้วยพีทมอสที่อบฆ่าเชื้อ ย้ายกล้ามะเขือเทศที่อายุ 30-35 วัน ลงในกระถางพลาสติกดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ที่บรรจุดินข้อ 4.2.3

4.2.3 การเตรียมดิน

ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นการทดลองในกระถางโดยใช้ดินที่ผสมขึ้นเองโดยขุดจากแปลงในระดับผิวดินลึก 30 เซนติเมตร นำดินมาผสมกับปุ๋ยคอกเก่าในสัดส่วนดิน : ปุ๋ยคอกเก่า เท่ากับ 2:1 ทำการอบฆ่าเชื้อดินปลูกพืชด้วยการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15-20 นาที ก่อนนำมาใช้งาน บรรจุดินที่ผสมแล้วใส่ลงกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว จำนวน 7 กิโลกรัมต่อกระถาง รดน้ำให้ชุ่มก่อนย้ายปลูกมะเขือเทศสีดา

4.2.4 การให้น้ำ

ทำการคำนวณหาความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้น (available moisture capacity : AMC) ซึ่งอยู่ระหว่างค่าความจุในสนาม (field capacity : FC) กับค่าจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point : PWP) ดังนั้น ผลต่างระหว่างความชื้นในดินสองค่านี้ก็คือ ความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้น ดังสมการ (ดิเรก ทองอร่าม, 2545)

$$AMC = FC-PWP$$

หาค่าความจุในสนาม (FC) และค่าจุดเหี่ยวถาวร (PWP) (อเนก รัตน์รองใต้, 2540) โดยทำการปลูกมะเขือเทศสีดา มีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอทุกวัน ตั้งแต่เพาะกล้า จนกระทั่งมะเขือเทศ อายุประมาณ 45-50 วัน จึงเริ่มให้น้ำแก่มะเขือเทศสีดาทุกกระถาง โดยการให้น้ำบนผิวดินทางปากกระถางจนน้ำส่วนเกินไหลทิ้งไปทางรูระบายน้ำก้นกระถาง (drainage) ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาค่า FC หลังจากนั้นไม่มีการให้น้ำกับมะเขือเทศสีดาจนกระทั่งแสดงอาการเหี่ยวจนไม่ฟื้นตัวเมื่อปล่อยไว้ข้ามคืน ทำการเก็บตัวอย่างดิน PWP จากนั้นนำดินทั้ง 2 ระดับ ผึ่งจนแห้งในที่ร่ม ร่อนผ่านตะกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำมาชั่งและอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ซึ่งผลต่างระหว่างความชื้นในดินสองค่านี้ก็คือ ความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้น (AMC) และนำมาคำนวณต่อปริมาณดินที่ใช้ในการทดลอง (7 กิโลกรัมต่อกระถาง) ซึ่งทำให้ทราบปริมาณน้ำที่เป็น

ประโยชน์ของดิน รดน้ำลงดินที่ใช้ในการทดลองให้ชุ่มก่อนย้ายกล้ามะเขือเทศสีดา การให้น้ำแก่มะเขือเทศสีดาในแต่ละวัน โดยให้น้ำบนผิวดินทางปากกระถางจนน้ำส่วนเกินไหลทิ้งไปทางรูระบายน้ำก้นกระถาง ปริมาณน้ำที่ถูกทดลงไปในกระถาง คือ ปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่พืชในแต่ละวันมีค่า 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการคำนวณการให้น้ำ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชในแต่ละวัน โดยเริ่มกระทบแล้งเมื่อมะเขือเทศสีดาอยู่ในระยะก่อนการออกดอกจนถึงระยะติดผล และทำการตรวจวัดความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้นเป็นระยะๆ เพื่อประเมินว่าดินมีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับเดิมหรือไม่ โดยการวัดความชื้นในดินโดยตรงจากการชั่งและอบแห้ง ตามวิธีการดังกล่าวข้นต้น

4.2.5 การตรวจนับเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในรากพืช

ทำการตรวจนับการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่าในมะเขือเทศสีดา ใช้วิธีของ Phillip and Hayman (1970) และ Trouvelet's method (1986) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างรากและล้างให้สะอาดด้วยน้ำ จากนั้นต้มรากพืชใน KOH 5-10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5-10 นาที แล้วนำไปต้มกรด HCl 1 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 3-4 นาที และอุ่นในสารสีน้ำเงิน (trypan blue) เป็นเวลา 10-20 นาที ในน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เพื่อย้อมสีราก จากนั้นให้ตัดรากออกมาให้มีความยาว 1 เซนติเมตร จำนวน 30 ราก และนำกลุ่มตัวอย่างนี้ไปตรวจดูจำนวนการเข้าอยู่ของเชื้อราใต้กล้อง compound microscope เพื่อดูโครงสร้าง vesicle และ arbuscule และตรวจนับดูเปอร์เซ็นต์ของการเข้าอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ดังการทดลองในบทที่ 3

4.2.6 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต

4.2.6.1 ความสูงต้น เริ่มวัดความสูงต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 45-50 วัน จากนั้นทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ วัดความสูงจากตำแหน่งของใบเลี้ยงไปจนถึงข้อสุดท้ายของยอดที่สูงสุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.2.6.2 จำนวนช่อดอกต่อต้น เริ่มนับจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาออกดอกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการนับทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.2.6.3 จำนวนดอก เริ่มนับจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาออกดอกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการนับทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.2.6.4 จำนวนผล เริ่มนับจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 55-60 วัน ทำการนับทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.2.6.5 ผลผลิตรวม เริ่มเก็บผลผลิตเฉพาะผลแก่ที่มีสีแดงนำมาชั่งน้ำหนัก (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และนับจำนวนผลด้วยทุกครั้งที่เก็บผลผลิต จากนั้นสุ่มผลผลิต

จำนวน 10 ผลต่อ 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ ไปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล ชั่งน้ำหนักผล แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.2.6.6 น้ำหนักแห้งยอดและราก เก็บตัวอย่างต้นมะเขือเทศสีดาที่เก็บผลผลิตออกไปหมดแล้ว ตัดส่วนต้นที่อยู่เหนือผิวดินออก แล้วนำรากแยกออกจากดินโดยการล้างด้วยน้ำที่มีตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำรากที่ได้มาแยกเอาเศษพืชและวัตถุอื่นๆ ออกไป นำยอดและรากที่ได้ไปชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4.2.7 การบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา

4.2.7.1 การวัดศักยภาพของน้ำในใบ [leaf water potential (Ψ_w)] ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pressure bomb รุ่น 3005 ตามวิธีการของ Moore (1981) ทำการวัดในเวลากลางวันประมาณ 12.00-14.00 น. ทำการสุ่มใบที่ไม่อ่อนไม่แก่จนเกินไป ส่วนใหญ่จะสุ่มจากใบในลำดับที่ 4-6 ของลำต้นหลักหรืออาจสุ่มจากใบที่ 4-6 ของกิ่งแขนงก็ได้ ใช้มีดโกนคมๆ ตัดที่ก้านใบแล้วรีบนำไปวัด water potential ซึ่งค่าที่อ่านได้จาก pressure bomb มีหน่วยเป็น kg/cm^2 เพื่อให้อยู่ในรูปสากล จึงเปลี่ยนหน่วย kg/cm^2 ให้เป็นหน่วยของระบบ SI คือ MPa ซึ่งทำได้ดังนี้

จาก	1	lb/in^2	=	6.895×10^3 Pa
	1	kg	=	2.2046 lb
ดังนั้น	1	lb	=	1/2.2046 kg
	1	in	=	2.54 cm
	1/2.2046	$kg/(2.54\ cm)^2$	=	6.895×10^3 Pa
	1	kg/cm^2	=	$6.895 \times 10^3 \times (2.54)^2 \times 2.2046$ Pa
			=	0.09807×10^6 Pa
			=	0.09807 MPa

4.2.7.2 การวัดศักยภาพของสารละลายในใบ [osmotic potential (Ψ_π)] ทำการวัดโดยใช้เครื่อง osmometer รุ่น 5520 โดยทำการวัดจากน้ำคั้น (sap) ที่ได้จากเนื้อเยื่อใบที่ถูกแช่แข็ง (freezing) จากนั้นนำน้ำคั้นที่ได้ใส่หลอดไมโครทิวป์ (microtube) นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) แล้วดูดเอาส่วนที่เป็นของเหลวส่วนบน (supertanent extract) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ไปวัดหาความเข้มข้นของสารละลายในน้ำคั้นด้วยเครื่อง osmometer ซึ่งค่าที่อ่านได้เป็นค่าของความเข้มข้นของสารละลายที่ละลายอยู่ในน้ำคั้น มีหน่วยเป็น molarity (moles ของ solute ต่อ 1 kg ของน้ำ) ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เป็น Mpa เสียก่อนโดยใช้ความสัมพันธ์ของ Van't Hoff ที่

คิดค้นขึ้นในปี 1887 ซึ่งสามารถคำนวณค่าประมาณของ osmotic potential ได้จากความเข้มข้นของสารละลายใน sap โดยความสัมพันธ์ระหว่าง osmotic potential กับความเข้มข้นของสารละลายใน sap สามารถอธิบายได้โดยใช้ law of perfect gases ดังนี้ (Salisbury and Ross, 1992)

$$\Psi_\pi = - CiRT$$

Ψ_π = Osmotic potential

C = concentration of the solution expressed as molality (moles of solute per kg H_2O)

I = a constant that accounts for ionization of the solute and/or other deviation from perfect solutions

R = the gas constant (0.00831 kg.Mpa.$mol^{-1}.K^{-1}$,0.00831 kg.kj.$mol^{-1}.K^{-1}$ or 0.0831 kg.bars.$mol^{-1}.K^{-1}$ or 0.08025 kg.atm.$mol^{-1}.K^{-1}$ or 0.0357 kg.cal.$mol^{-1}.K^{-1}$)

T = absolute temperature (K) = degrees C + 273

4.2.7.3 การวัดแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ [turgor potential (Ψ_p)] สำหรับการคำนวณค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (turgor potential) นั้นสามารถคำนวณโดยการนำเอาค่า Ψ_π ที่คำนวณได้ตามวิธีการของ Moore (1981) ไปลบออกจาก Ψ_w

$$\Psi_p = \Psi_w - \Psi_\pi$$

4.2.7.4 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (photosynthesis rate : Pn) ทำการวัดโดยเครื่อง leaf chamber analyzer รุ่น LCA 4 โดยวัดใบที่แผ่ขยายเต็มที่ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป เป็นใบที่อยู่ในตำแหน่งที่ 4-6 นับจากส่วนยอดลงมา และต้องเป็นใบที่ไม่ถูกบังแสงแดด และมีความเข้มของแสงแดดที่เพียงพอ และต้องไม่มีเมฆหรือฝนในขณะที่ทำการวัด โดยทำการวัดในช่วงเวลา 10.00-12.00 น.

4.2.7.5 การวิเคราะห์หาปริมาณโพรลีน ทำการวัดปริมาณโพรลีน โดยวิธีของ Bates *et al*. (1973, อ้างถึงใน วันชัย สังฆ์สุข, 2541) มีขั้นตอนดังนี้

1) นำใบพืชตัวอย่าง จำนวน 0.1 กรัม บดให้ละเอียด แล้วเติม 3 % sulphosalicylic acid 3 มล. แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1

2) ใช้ปิปเปตดูดสารสกัด 0.5 มล. เติม 0.5 มล. ninhydrin* และเติม 0.5 มล. glacial acetic acid นำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

3) หยุดปฏิกิริยาทันทีโดยการนำหลอดทดลองไปแช่ใน ice bath นาน 10 นาที

4) เติม toluene 4 มล. เขย่าให้เข้ากัน นาน 15-20 วินาที จนได้สารที่แยกชั้นตั้งทิ้งไว้ 1-2 นาที

5) ดูดสารละลายที่มีสีเหนือผิว toluene 2 มล. ใส่ใน spectrophotometer cell

6) นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยใช้ toluene เป็น blank

7) นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) เพื่อหาปริมาณโพรลีนในตัวอย่างพืช

* การเตรียมสารละลาย acid ninhydrin 1.25 กรัม ผสมกับ glacial acetic acid 30 มล. และ 6 M phospholic acid 20 มล. นำไปอุ่นโดยให้ความร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เก็บสารละลายไว้ในที่เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส (สารที่เตรียมได้ต้องใช้ภายใน 24 ชั่วโมง)

4.2.7.6 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า

(mycorrhizal dependency : MD) หาค่าเฉลี่ยของผลผลิต แล้วนำมาเข้าสูตรการคำนวณตามวิธีการของ Planchette *et al*. (1983) ดังนี้

$$MD\ (\%) = \frac{\text{fruit yield (M+)} - \text{(M-)}}{\text{fruit yield (M+)}} \times 100$$

เมื่อ

(M+) คือใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

(M-) คือไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

4.2.7.7 การตรวจวัดสถานะของน้ำในใบพืช (leaf relative water content : RWC ทำการเก็บใบตัวอย่างมะเขือเทศ โดยนับจากปลายยอดลงมาประมาณใบที่ 4-5 เพื่อตรวจวัดสถานะของน้ำในใบพืชกับการทนแล้งที่มีการใส่ และไม่ใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า โดยใช้สูตรการคำนวณตามวิธีการของ Turner (1986) ดังนี้

$$RCW\ (\%) = \frac{FW-DW}{TW-DW} \times 100$$

เมื่อ

FW คือน้ำหนักใบพืชสด

DW คือน้ำหนักใบพืชแห้ง (หลังจากนำไปไว้ที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 24 ชั่วโมง)

TW คือน้ำหนักใบพืชที่เต่ง (หลังจากนำไปแช่ด้วยน้ำกลั่นนาน 4 ชั่วโมง)

4.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ของทุกตัวแปร (ความสูง จำนวนช่อดอก จำนวนดอก จำนวนผล ผลผลิตรวม น้ำหนักแห้งยอดและราก ค่าศักยภาพของน้ำในใบ ค่าศักยภาพสารละลายในใบ หาค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ อัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณกรดแอสคอบิค ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่พึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า และการวัดสถานะของน้ำในใบพืช) ของแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยวิธี F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 14 (Statistical Package for Social Science) (Levesque and SPSS Inc., 2006)

4.3 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน พบว่าลักษณะเนื้อดินละเอียด อุ้มน้ำดี กักเก็บน้ำได้ดี มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.12 มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้ในสารละลายดิน 655 µs/cm มีอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง 3.47 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงมาก 1.74 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 0.080 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมสูงในรูปที่ละลายน้ำได้ 1.446 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน	ค่าที่วัดได้
ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	7.12
มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้ในสารละลายดิน (µs/cm)	655
อินทรียวัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	3.47
ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	0.174
ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	0.080
ปริมาณธาตุโปแตสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	1.446

ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ในสภาพโรงเรือน

4.3.1 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ากับมะเขือเทศสีดา

4.3.1.1 การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในรากมะเขือเทศสีดา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดาสูงสุด คือ 41.48 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.1 และตารางผนวกที่ 7) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการให้น้ำระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดา 38.68 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการให้น้ำ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดารองลงมา 30.46 และ 16.41 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองการให้ระดับของน้ำที่ลดลง (การกระทบแล้ง) ทำให้การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราลดลง สอดคล้องกับ Wu *et al.* (2009) พบว่า ในสภาวะที่ต้นส้มเกิดการกระทบแล้ง ส่งผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่าและโครงสร้างอาบัสคูลของเชื้อราในรากจะลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแลกเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรทกับพืชอาศัยลดลง หรือสปอร์งอกได้น้อย และสอดคล้องกับ Al-Karaki *et al.* (1997) รายงานว่า ในสภาวะที่ข้าวสาลีได้รับน้ำปกติ จะมีการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่าในรากข้าวสาลีสูงกว่าในสภาวะกระทบแล้ง ในขณะที่การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดาสูงสุด คือ 46.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดา 42.96 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองนี้ยังพบว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดาสูงสุดคือ 59.44 % ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดา 55.27 และ 54.11 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่เหลือ

4.3.1.2 จำนวนสปอร์ในดิน 100 กรัม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทุกทรีตเมนต์ ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้จำนวนสปอร์ในดินสูงสุด คือ 201.7 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม (ภาพที่ 4.2 และตารางผนวกที่ 8) ขณะที่การให้น้ำ 100, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนสปอร์ในดินรองลงมา 182.6, 74.08 และ 43.25 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม จากผลการทดลองการให้ระดับของน้ำที่ลดลง (การกระทบ

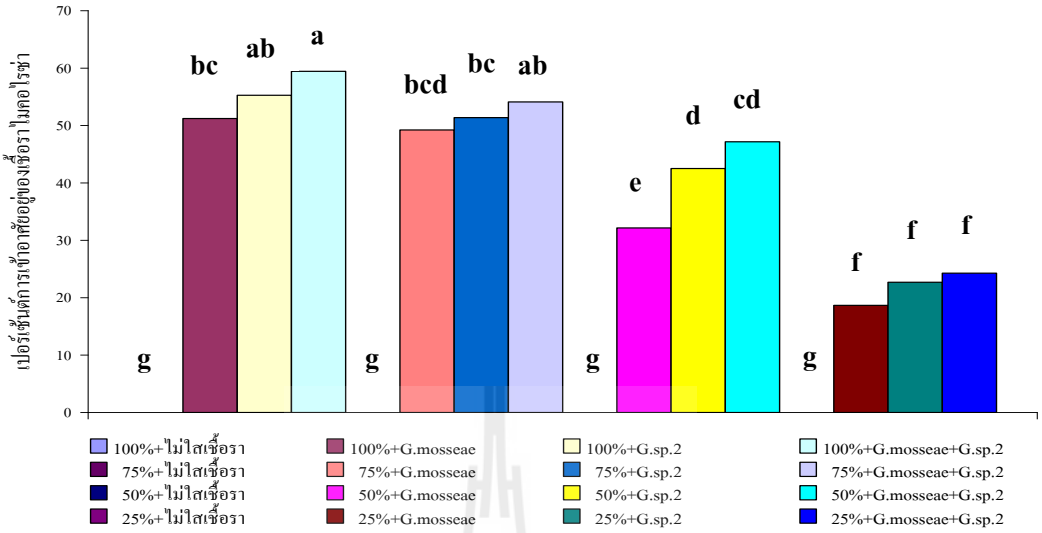
แล้ง) ทำให้จำนวนสปอร์ในดินลดลง สอดคล้องกับ Shamshiri *et al*. (2011) พบว่า ในสภาวะที่กระทบแล้งส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสปอร์ของพิทูเนีย ส่วนการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนสปอร์ในดินสูงสุด คือ 206.5 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างกันของลักษณะสปอร์ในแต่ละสายพันธุ์ โดยพบว่า เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีขนาดของสปอร์เล็ก หรือมีความหนาแน่นของสปอร์ที่นำมาใช้ในการทดลองมากกว่า (Na Bhadalung, 2005) จากการทดลองนี้ยังพบว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนสปอร์ในดินสูงสุด คือ 330.3 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนสปอร์ในดิน 310.7 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่เหลือ

4.3.1.3 น้ำหนักแห้งยอดและราก พบว่าน้ำหนักแห้งยอด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักแห้งยอดสูงสุด คือ 33.54 กรัมต่อต้น(ภาพที่ 4.3 และตารางผนวกที่ 9) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 51.18 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งยอด 31.87 กรัมต่อต้น แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการให้น้ำ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งยอดรองลงมา 25.76 และ16.31 กรัมต่อต้น ดังนั้นผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การให้ระดับของน้ำที่ลดลง (การกระทบแล้ง) ทำให้น้ำหนักแห้งยอดลดลง สอดคล้องกับ Ruiz-Lozano *et al*. (1995) พบว่า ภายใต้สภาวะการกระทบแล้ง มีผลต่อการลดลงของน้ำหนักแห้งยอดและรากของผักกาดหอม เนื่องจากพบว่าในสภาวะที่กระทบแล้งพบการเคลื่อนย้ายธาตุฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมที่ลดลง นอกจากนี้การทดลองยังพบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักแห้งยอดสูงสุด คือ 29.29 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 93.42 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้น้ำหนักแห้งยอด 28.62 กรัมต่อต้น นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ของน้ำหนักแห้งยอด

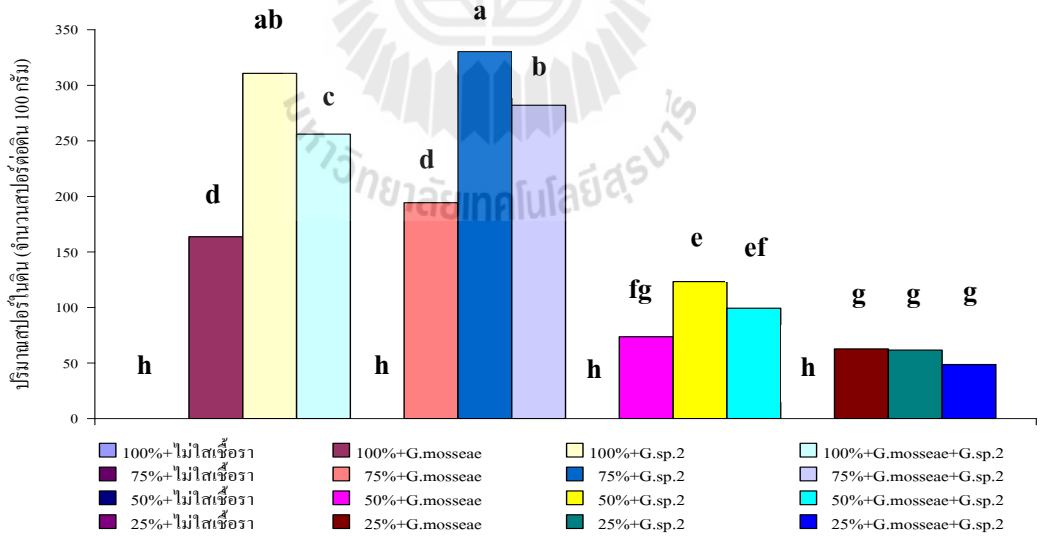
ผลน้ำหนักแห้งราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ภายใต้การให้ที่ระดับต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักแห้งรากสูงสุด คือ 3.356 กรัมต่อต้น (ภาพที่ 4.3 และตารางผนวกที่ 9) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 63.39 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งราก 3.283 กรัมต่อต้น แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการให้น้ำ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งรากรองลงมา 2.57 และ 2.13 กรัมต่อต้น ดังนั้นผลการทดลองชี้ให้เห็น

ว่า การให้ระดับของน้ำที่ลดลง (การกระทบแล้ง) ทำให้น้ำหนักแห้งรากลดลง สอดคล้องกับ Wu และ Xia (2006) ภายใต้สภาวะการกระทบแล้ง มีผลต่อการลดลงของน้ำหนักแห้งรากของต้นส้ม นอกจากนี้การทดลองยังพบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ทำให้น้ำหนักแห้งรากสูงสุด คือ 3.309 กรัมต่อต้น มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่างๆ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักแห้งรากสูงสุด คือ 4.16 กรัมต่อต้น

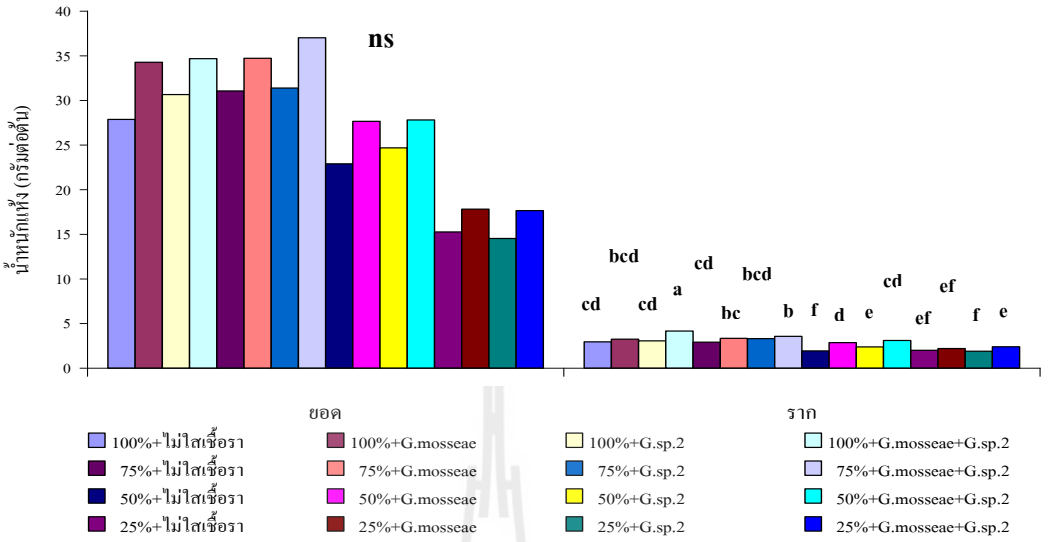
4.3.1.4 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าสูงสุด คือ 28.85 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.4 และตารางผนวกที่ 10) จากการทดลองของ Subramanian *et al*. (2006) ศึกษาผลของการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าในสภาวะกระทบแล้ง 4 ระดับ ต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่าของมะเขือเทศในสภาพแปลงทดลอง พบว่า ในสภาวะที่กระทบแล้งแบบรุนแรง จะให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าสูงกว่าการกระทบแล้งปานกลาง เล็กน้อย และไม่กระทบแล้ง ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองนี้ โดยพบว่าการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ควรจะให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าสูงสุด แต่กลับให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าต่ำสุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำการปลูกในกระถาง เส้นใยของเชื้อราไมคอไรซ่าไม่สามารถแผ่กว้าง และหยั่งลึกในการหาน้ำให้กับมะเขือเทศสีดา ทำให้สภาวะของการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าลดลง ส่วนผลการทดลองการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าสูงสุด คือ 33.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ โดยการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าสูงสุด คือ 42.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่า 39.80 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่เหลือ



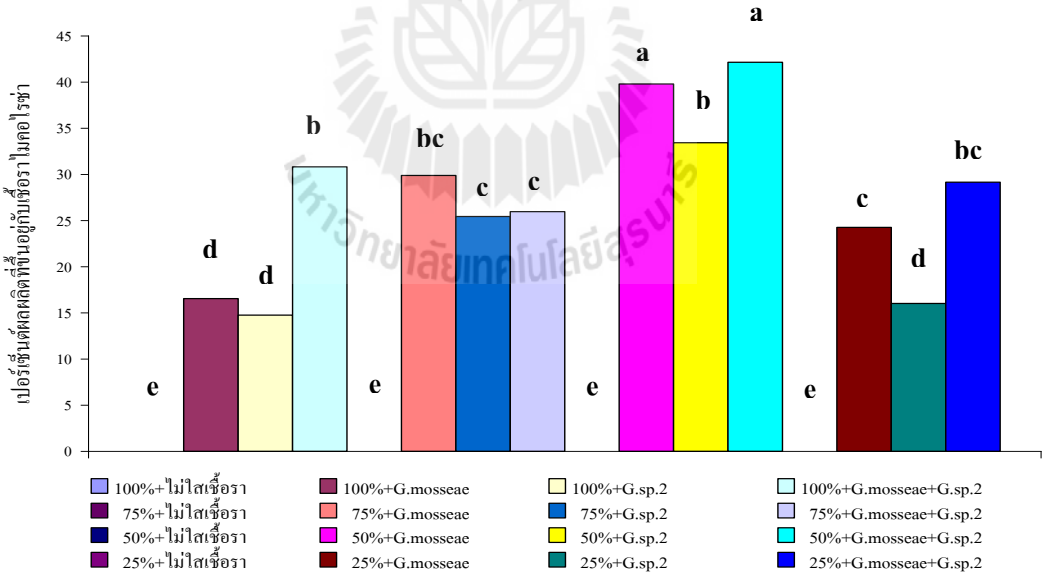
ภาพที่ 4.1 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ในรากมะเขือเทศสีดาที่อายุ 120 วัน



ภาพที่ 4.2 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณสปอร์ในดิน100 กรัม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน



ภาพที่ 4.3 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อน้ำหนักแห้งยอดและราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน



ภาพที่ 4.4 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

4.3.2 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อสรีรวิทยาการทนแล้งของมะเขือเทศสีดา

4.3.2.1 ผลการสะสมปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมปริมาณโพรลีนต่ำสุด คือ 0.49, 0.49, 0.13 และ 0.32 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5 และตารางผนวกที่ 11, 13, 15 และ 17) การสะสมของปริมาณ โพรลีน ในสภาวะขาดน้ำเป็นดัชนี และเครื่องชี้วัดที่บ่งบอกถึงการปรับกลไกของพืชให้เกิดความทนแล้ง กล่าวคือ หากมีปริมาณโพรลีนสะสมมาก แสดงว่าพืชเกิดการกระทบแล้งมาก โดยโพรลีนมีบทบาทต่อการป้องกันโครงสร้างเซลล์ การสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Mani *et al*., 2002) และไม่ทำให้ค่าออสโมติคโพเทนเชียลลดลง แต่ช่วยปกป้องเอ็นไซม์ที่ต่อต้านการสูญเสียน้ำและสะสมเกลือ (Thomas, 1990) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณโพรลีนต่ำสุด คือ 0.75, 0.90, 0.23 และ 0.40 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทุกทรีตเมนต์ ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อราไมคอไรซ่าสามารถปรับปรุงการใช้น้ำของพืช โดยเส้นใยของเชื้อราจะช่วยดูดน้ำและอาหาร ทำให้เพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ (leaf water potential) พืชสามารถเก็บรักษาน้ำไว้ในต้นได้ดีขึ้น (Auge', 2004; Porcel *et al*., 2004) ทำให้ปริมาณโพรลีนที่สะสมไว้ในใบลดลง ดังนั้นการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถปรับปรุงการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดาได้ดีที่สุด ทำให้การกระทบแล้งลดลง และเกิดการทนแล้งได้ดีกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ สอดคล้องกับ Wu *et al*. (2006) พบว่าในสภาวะที่ต้นส้มได้รับน้ำปกติ จะมีการสะสมปริมาณโพรลีนที่ต่ำกว่าในสภาวะความแห้งแล้ง และเมื่อใส่เชื้อรา *G. versiforme* ภายใต้สภาวะความแห้งแล้ง สามารถลดการสะสมปริมาณโพรลีนลง นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณโพรลีนต่ำสุด คือ 0.17, 0.19, 0.006 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

4.3.2.2 ผลอัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 13.37 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน (ภาพที่ 4.6 และตารางผนวกที่ 18) และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 15.94, 14.76 และ 14.42 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59 และ 73 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสง 14.26 และ 13.86 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 73 วัน และจากผลการทดลองนี้ยังพบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 13.24,

12.72, 12.19 และ 12.27 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้อัตราการสังเคราะห์แสง 11.83 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่เหลือ สอดคล้องกับ Wu *et al*. (2006) พบว่า การใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในสภาวะที่ต้นส้มเกิดการกระทบแล้ง สามารถเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าที่ไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 15.75 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้อัตราการสังเคราะห์แสง 15.43 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ และการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสง 15.12 $\mu molm^{-2}s^{-1}$

4.3.2.3 ผลศักยภาพของน้ำในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าศักยภาพน้ำในใบสูงสุด คือ -0.797, -0.828, -0.906 และ -0.996 MPa ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7 และตารางผนวกที่ 12, 14 และ 16) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าศักยภาพน้ำในใบ -0.815 และ -0.934 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 และ 66 วัน ในขณะที่การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทุกทรีตเมนต์ มีค่าศักยภาพน้ำในใบสูงสุด คือ -0.770, -0.874, -0.897 และ -1.101 MPa ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อมะเขือเทศสีดาเกิดการกระทบแล้งส่งผลทำให้ศักยภาพของน้ำในใบลดลง และเมื่อมีการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า เส้นใยของเชื้อราจะช่วยดูดน้ำและอาหารให้กับพืช และส่งผลต่อการเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบให้สูงขึ้น อันมีผลทำให้พืชเก็บรักษาน้ำในในต้นและใบได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Porcel *et al*. (2004) พบว่า ในสภาวะที่ถั่วเหลืองกระทบแล้ง ค่าศักยภาพของน้ำในใบถั่วเหลืองลดลง เมื่อใส่เชื้อรา *G. intraradices* ในสภาวะที่กระทบแล้ง ช่วยปรับเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบให้สูงขึ้น ทำให้ถั่วเหลืองเก็บรักษาน้ำในต้น และใบได้ดีขึ้น และสามารถทนแล้งได้มากกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ใส่เชื้อรา นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีค่าศักยภาพน้ำในใบสูงสุด คือ -0.713, -0.734 และ -0.760 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59 และ 66 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีค่า

ศักยภาพน้ำในใบ -0.773 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน และการให้น้ำ 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 มีค่าศักยภาพน้ำในใบ -0.753 และ -0.740 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 และ 66 วัน และการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว และไม่ใส่ เชื้อรา มีค่าศักยภาพน้ำในใบ -0.753 และ -0.990 MPa มะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

4.3.2.4 ผลศักยภาพของสารละลายในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าศักยภาพสารละลายในใบสูงสุด โดยค่าที่ได้จะติดลบน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ คือ -0.920, -0.751, -0.705 และ -0.855 MPa ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8 และตารางผนวกที่ 19, 21, 23 และ 25) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าศักยภาพสารละลายในใบ -0.946, -0.788 และ -0.755 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59 และ66 วัน และการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าศักยภาพสารละลายในใบ -0.965 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน ทั้งนี้เนื่องจากในสภาวะที่เกิดการกระทบแล้ง พืชมีการปรับลดค่าศักยภาพของสารละลายในใบ เพื่อรักษาความเต่งของเซลล์เอาไว้ ซึ่งกลไกในการปรับลดค่าศักยภาพของสารละลายในใบเกิดขึ้นโดยอาศัยเอ็นไซม์บางชนิด เช่น α-amylase และ ribonuclease ไปย่อยแป้งและสารชนิดอื่นๆ ทำให้ได้สารชนิดต่างๆ เช่น สารละลายน้ำตาล แป้ง โพรลีน ที่ละลายในไซโตรพลาสซึ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าศักยภาพสารละลายในใบเป็นลบมากขึ้น เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น จะไปลดความต่างศักย์ของน้ำในเซลล์ จึงทำให้น้ำที่อยู่บริเวณใกล้เคียงไหลเข้าไปในเซลล์ ทำให้เซลล์เต่งอยู่อย่างพอเหมาะ (Slatyer, 1967) ส่วนผลการทดลองการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ มีค่าศักยภาพของสารละลายในใบสูงสุด คือ -0.943, -0.826, -0.837 และ -1.041 MPa ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีค่าศักยภาพของสารละลายในใบ -1.003, -0.879, -0.867 และ -1.151 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน และยังพบอีกว่าเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 เพียงชนิดเดียว มีค่าศักยภาพของสารละลายในใบสูงสุด คือ -0.895, -0.699, -0.656 และ -0.784 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน

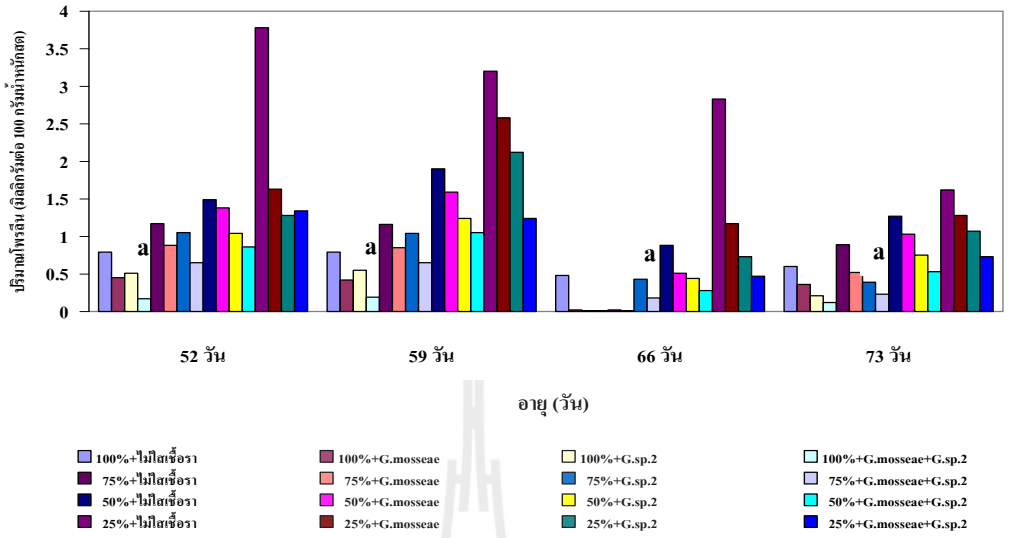
4.3.2.5 ผลแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบสูงสุด คือ 0.123 และ -0.077 MPa (ภาพที่ 4.9 และตารางผนวกที่ 20, 22, 24 และ 26) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 และ 59 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ 0.131, -0.094 MPa และการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ 0.113, -0.076 MPa แต่เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 และ 73 วัน กลับพบว่าการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบสูงสุด คือ -0.086 และ -0.089 MPa ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ เชื้อราไมคอไรซ่าสามารถปรับลดศักยภาพของสารละลายภายในเซลล์ได้ดี ทำให้น้ำจากเซลล์ข้างเคียงแพร่เข้ามาในเซลล์ ทำให้มะเขือเทศสีดาสูญเสียความเต่งน้อยลง เมื่อเกิดการกระทบแล้งนานขึ้น ส่วนผลการทดลองการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ให้ค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบสูงสุด คือ 0.173, -0.048, -0.060 และ -0.060 MPa ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ -0.081 และ -0.087 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 73 วัน และการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ คือ -0.072 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน นอกจากนี้การทดลองยังพบว่าเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบสูงสุด คือ 0.210 และ -0.041 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 และ 66 วัน และการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 มีค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบสูงสุด คือ -0.020 และ -0.024 MPa เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 73 วัน

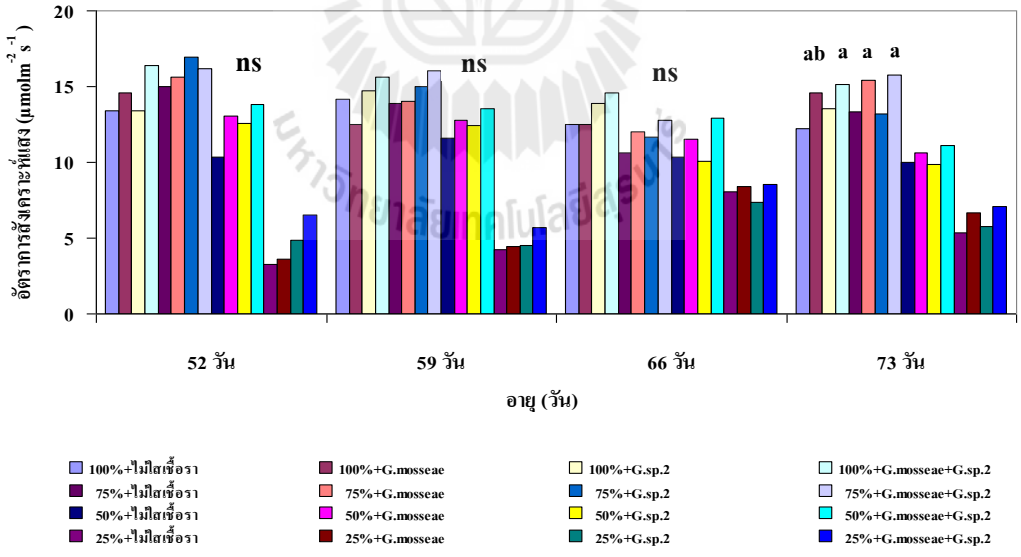
4.3.2.6 ผลสถานะของน้ำในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสถานะของน้ำในใบสูงสุด คือ 89.65, 97.16, 92.47 และ 92.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10 และตารางผนวกที่ 27) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสถานะของน้ำในใบ 89.24 และ 92.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 66 วัน ส่วนผลการทดลองการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีค่าสถานะของน้ำในใบสูงสุด คือ คือ 90.66, 95.62, 95.28 และ 92.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีค่าสถานะของน้ำในใบ 95.62, 91.11 และ 89.74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66 และ 73 วัน และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* มีค่าสถานะของน้ำในใบ 89.77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน สอดคล้องกับ Subramanian *et al*. (2006) ศึกษาผลของการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าในสภาวะกระทบแล้ง 4 ระดับ ต่อสถานะของน้ำในใบมะเขือเทศในแปลงทดลอง พบว่าในสภาวะที่ไม่กระทบแล้ง และกระทบแล้งแบบเล็กน้อย ให้เปอร์เซ็นต์สถานะของน้ำในใบมะเขือเทศสูงกว่าการกระทบแล้งแบบรุนแรง และกระทบแล้งแบบ

ปานกลาง นอกจากนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 มีค่าสถานะของน้ำในใบสูงสุด คือ 98.09 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีค่าสถานะของน้ำในใบ 97.82 เปอร์เซ็นต์ และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 มีค่าสถานะของน้ำในใบ 97.73 เปอร์เซ็นต์ และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีค่าสถานะของน้ำในใบ 97.65 เปอร์เซ็นต์

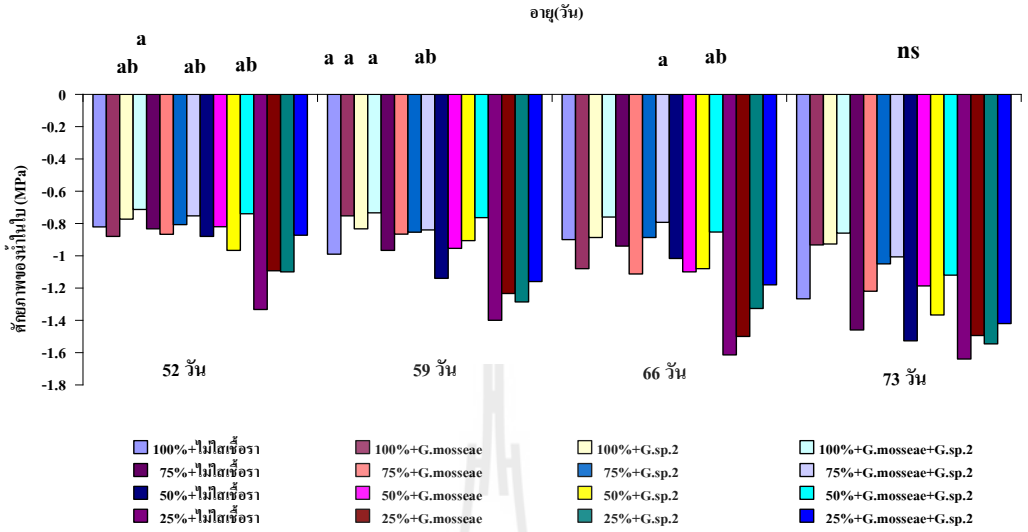
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



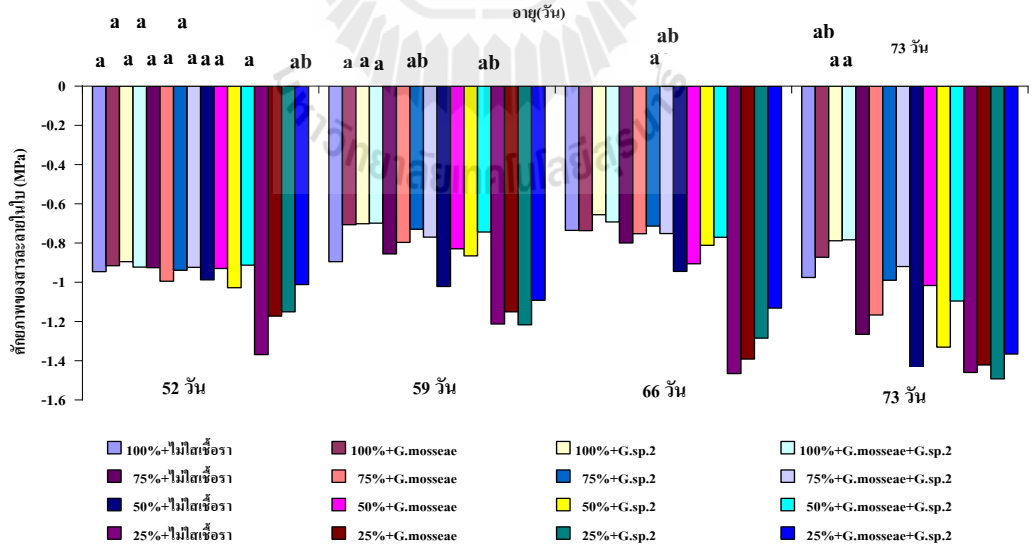
ภาพที่ 4.5 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



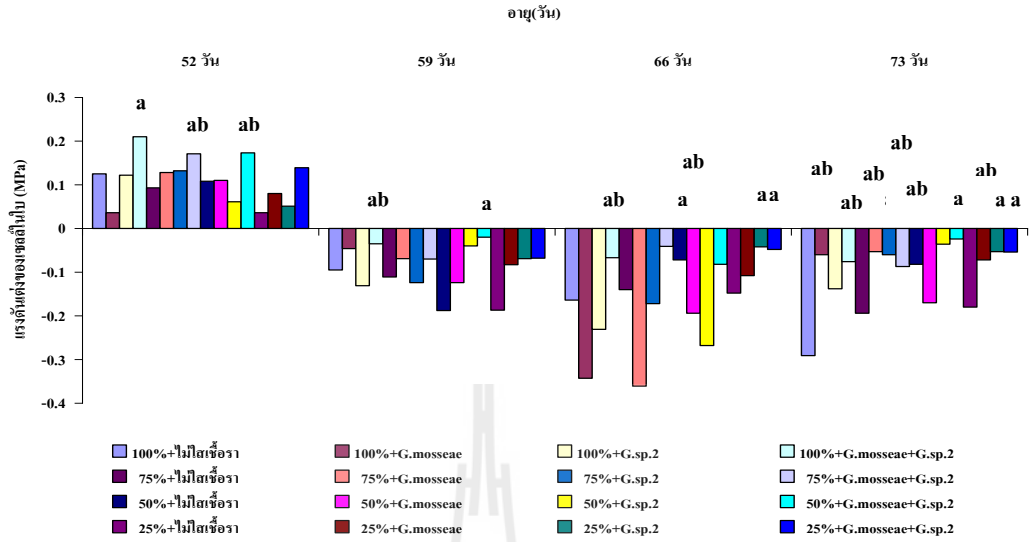
ภาพที่ 4.6 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



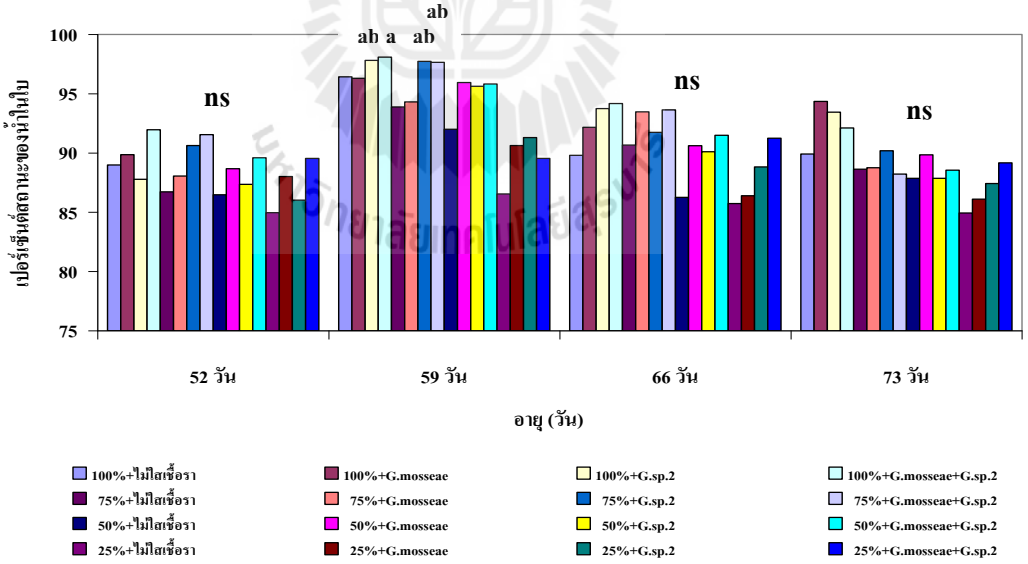
ภาพที่ 4.7 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อศักยภาพของน้ำในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 4.8 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อศักยภาพสารละลายในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 4.9 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน



ภาพที่ 4.10 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อสถานะของน้ำในใบ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน

4.3.3 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสีดา

4.3.3.1 ความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ความสูงต้นสูงสุด คือ 68.90, 88.08, 106.8 และ 121.6 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11 และตารางผนวกที่ 28) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน ให้ความสูง 118.1 เซนติเมตร ผลของการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าร่วมกับการให้น้ำระดับน้ำที่ลดลง มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในช่วงท้ายของการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากการแพร่กระจายและพัฒนาของเส้นใยราซึ่งอยู่ภายนอกราก และเจริญอยู่รอบ ๆ รากภายในดิน มักจะอาศัยระยะเวลาในการเจริญของเส้นใย และระยะเวลาจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของดิน พืช และเชื้อรา (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป) การให้น้ำที่ลดลง จะทำให้ความสูงลดลง คือ 121.6, 118.1, 107.8 และ 85.94 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สอดคล้องกับ Wu *et al.* (2006) และ Subramanian *et al.* (2006) พบว่าการกระทบแล้งทำให้ความสูงของต้นส้ม และมะเขือเทศลดลง ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ให้ความสูงต้นสูงสุด คือ 68.46, 85.87, 100.9 และ 114.9 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้ความสูง 98.02 และ 114.2 เซนติเมตร เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 และ 73 วัน ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืชจากผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมสูงกว่าเชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์อื่น ๆ ดังนั้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มความสูงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 จากการทดลองในบทที่ 3 พบว่าการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 จะส่งผลที่ดีต่อผลผลิต และคุณภาพผล ในช่วงท้ายของการทดลอง ซึ่งเป็นระยะที่พืชสร้างดอก (reproductive growth) มากกว่าระยะเจริญทางวัฒนภาค (vegetative growth) ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าร่วมกันเชื้อราจะให้ผลที่สนับสนุนกัน ทำให้ความสูงต่อต้นสูงกว่าการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าเพียงชนิดเดียว สอดคล้องกับ Tahat *et al.* (2008) และ Rahman *et al.* (2006) ที่รายงานว่าเชื้อรา *G. mosseae* สามารถส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่สูงกว่าเชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์อื่น นอกจากนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการ

ให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูงต้นสูงสุด คือ 125.2 และ 124.6 เซนติเมตร เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูง 124.0 และ 122.8 เซนติเมตร ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด ดังนั้น การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถเพิ่มให้ความสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา

4.3.3.2 จำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนช่อดอกสูงสุด คือ 4.12, 6.42, 11.22 และ 12.22 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12 และตารางผนวกที่ 29) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนช่อดอก คือ 6.33 และ 11.66 ช่อดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 73 วัน และการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนช่อดอก คือ 6.03 ช่อดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน การให้น้ำที่ลดลง ทำให้จำนวนช่อดอกลดลง คือ 12.22, 11.66, 9.26 และ 7.53 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนช่อดอกสูงสุด คือ 4.29, 6.58, 10.43 และ 11.48 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วันตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน ให้จำนวนช่อดอก คือ 4.00 ช่อดอกต่อต้น ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศอายุ 73 วัน และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืชจากการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมสูงกว่าเชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์อื่น ดังนั้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มจำนวนช่อดอกสูงกว่าการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 จากการทดลองในบทที่ 3 พบว่าการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 จะส่งผลที่ดีต่อผลผลิต และ

คุณภาพผล ในช่วงท้ายของการทดลอง ซึ่งเป็นระยะที่พืชสร้างดอก (reproductive growth) มากกว่าระยะเจริญทาง วัฒนภาค (vegetative growth) นอกจากนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนช่อดอกสูงสุด คือ 7 ช่อดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ*Glomus* sp. 2 ให้จำนวนช่อดอก คือ 6.67 ช่อดอกต่อต้น และการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนช่อดอก คือ 6.67 ช่อดอกต่อต้น ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่ เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G.s mosseae* เพียงชนิดเดียว ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด ดังนั้น การให้น้ำ 100, 75 และ50 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถเพิ่มจำนวนช่อดอกเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ กับการไม่ใส่เชื้อรา และการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2

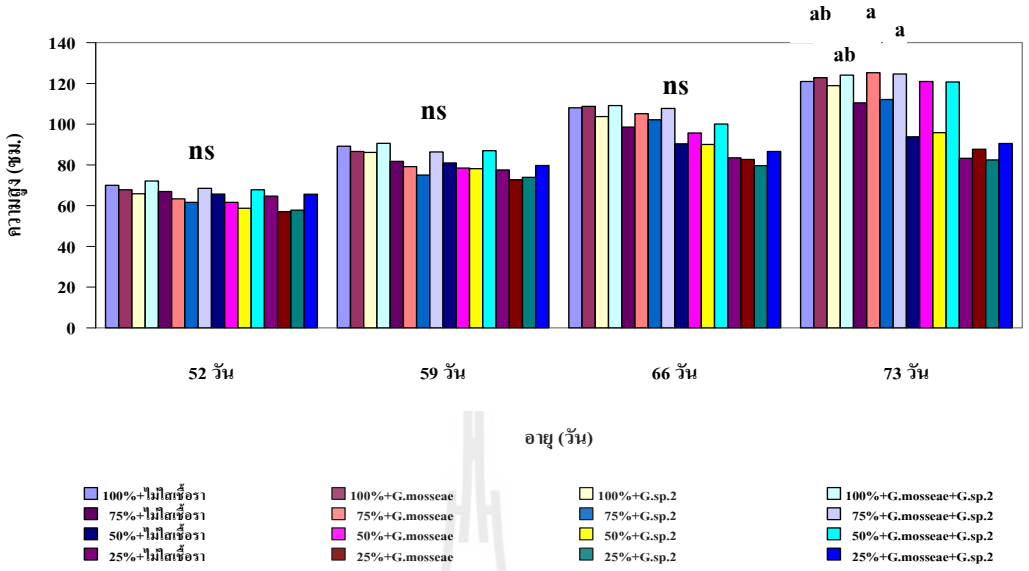
4.3.3.3 จำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ให้จำนวนดอกสูงสุด คือ 25.72, 41.97, 71.50 และ 81.10 ดอกต่อต้น ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13 และตารางผนวกที่ 30) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนดอก คือ 41.65 ดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน การให้น้ำที่ลดลง ทำให้จำนวนดอกลดลง คือ 81.10, 74.92, 62.16 และ 44.22 ดอกต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สอดคล้องกับ Shamshiri *et al*. (2011) และ Subramanian *et al.* (2006) พบว่า การกระทบแล้ง ทำให้จำนวนดอกของพิทูเนีย และมะเขือเทศลดลง และจำนวนดอกจะลดลงมากขึ้น เมื่อเกิดการกระทบแล้งที่รุนแรงขึ้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนดอกสูงสุด คือ 27.69, 41.45, 62.21 และ 69.01 ดอกต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66 และ 73 วัน ให้จำนวนดอก คือ 39.12, 60.36 และ 68.73 ดอกต่อต้น ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศอายุ 73 วัน ดังนั้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มจำนวนดอกสูงกว่าการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 จากการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2

จะส่งผลที่ดีต่อผลผลิต และคุณภาพผล ในช่วงท้ายของการทดลอง ซึ่งเป็นระยะที่พืชสร้างดอก (reproductive growth) มากกว่าระยะเจริญทางวัฒนภาค (vegetative growth) นอกจากนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นการเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนดอกสูงสุด คือ 83.61 และ 83.22 ดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้จำนวนดอก 81.94 และ 80.11 ดอกต่อต้น และการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนดอก 77 ดอกต่อต้น ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด ดังนั้น การให้น้ำ 100 และ75 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มจำนวนดอก เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2

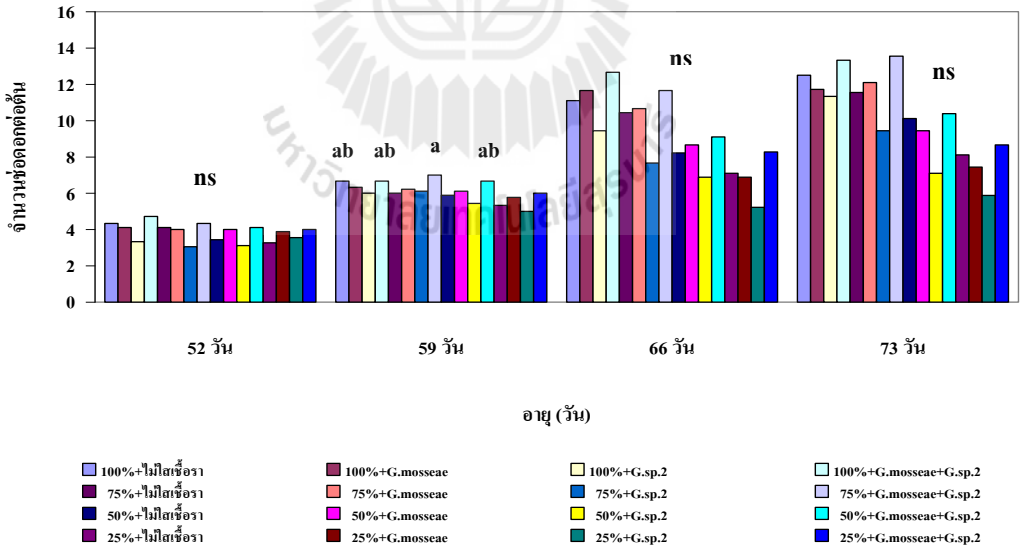
4.3.3.4 จำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73, 80 และ 87 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 23.87, 24.54 และ 37.18 ผลต่อต้น ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14 และตารางผนวกที่ 31-33) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73 และ 80 วัน และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 9.247 และ 39.22 ผลต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 87 วัน การให้น้ำที่ลดลง ทำให้จำนวนผลลดลง คือ 37.18, 34.73, 27.29 และ 20.48 ผลต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สอดคล้องกับ Subramanian *et al.* (2006) พบว่า การกระทบแล้งทำให้จำนวนผลของมะเขือเทศจะลดลง ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 9.65, 22.94, 24.55, 32.03 และ 38.23 ผลต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73, 80 และ 87 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือ *Glomus* sp. 2 เพียงชนิดเดียว เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 80 และ 87 วัน ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน ดังนั้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือ *Glomus* sp. 2 เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มจำนวนผล เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา และการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 นอกจากนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นการเกิดปฏิกิริยา

สัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 10.66 และ 44.50 ผลต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 87 วัน และการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 39.72 ผลต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 80 วัน ให้จำนวนผล คือ 10.33 และ 38.22 ผลต่อต้น และการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 87 วัน ให้จำนวนผล คือ 42.22 และ 41.72 ผลต่อต้น ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด ดังนั้น การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มจำนวนผลเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ กับการไม่ใส่เชื้อรา และการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2

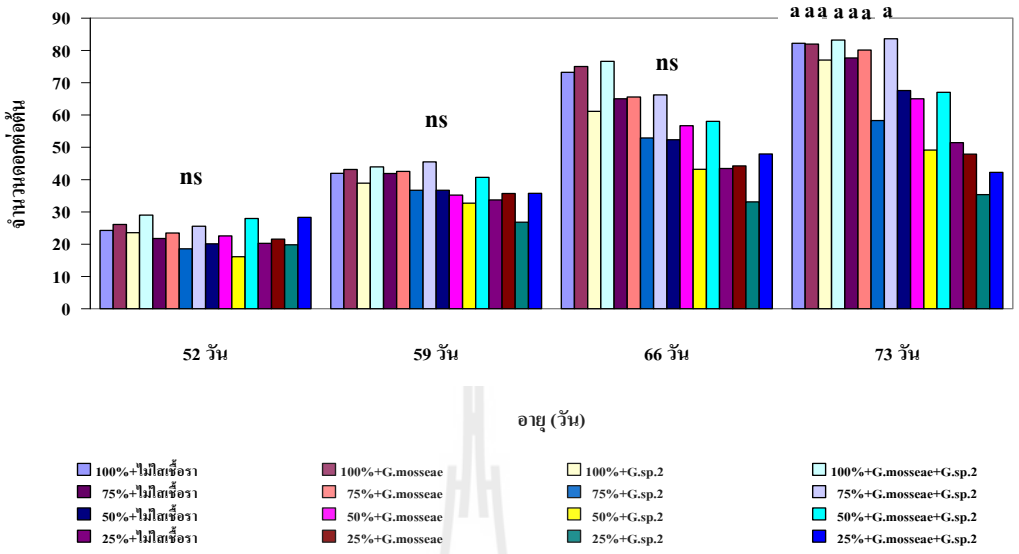
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



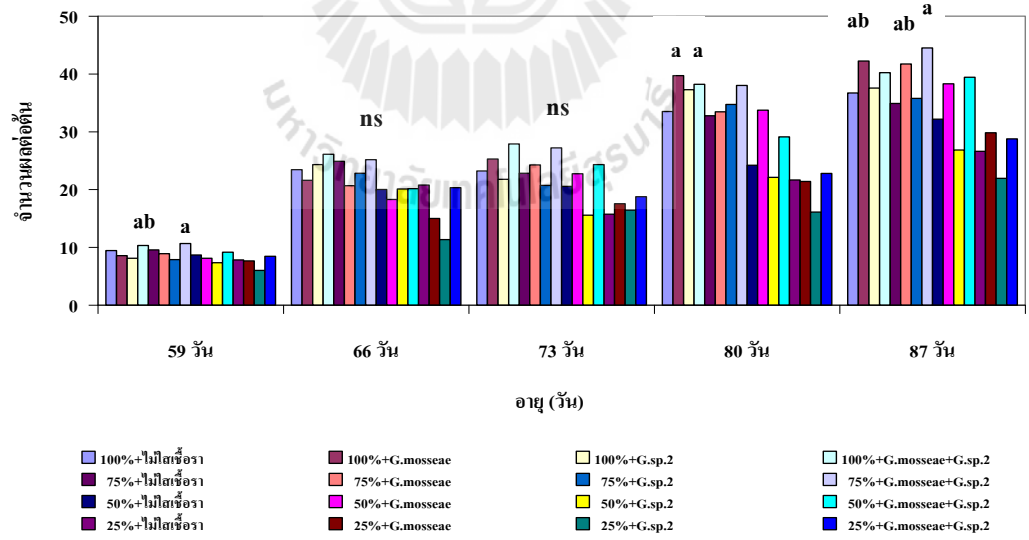
ภาพที่ 4.11 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 4.12 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 4.13 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 4.14 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่าไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73, 80 และ 87 วัน

4.3.4 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา

4.3.4.1 ผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 638.1 กรัมต่อต้น (ภาพที่ 4.15 และตารางผนวกที่ 34) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 51.25 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 598.0 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 66.67 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน สอดคล้องกับ Kaya *et al.* (2003) พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าในสภาวะที่แตงโมเกิดการกระทบแล้ง จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำ ผลผลิต น้ำหนักผล น้ำหนักแห้งยอด และราก และธาตุอาหารที่สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบอีกว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 766.0 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 34.69 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ กับไม่ใส่เชื้อรา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ดังนั้นการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 สามารถเพิ่มผลผลิตรวม เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา

4.3.4.2 น้ำหนักผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า มีความการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักผลสูงสุด คือ 21.27 กรัมต่อผล (ภาพที่ 4.16 และตารางผนวกที่ 35) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 46.31 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักผลสูงสุด คือ 19.22 กรัมต่อผล เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 73.10 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วันสอดคล้องกับ Hortencia *et al.* (2006) พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าภายใต้สภาวะแห้งแล้งของพืชสกุล *Capsicum annuum* L. cv San Luis ให้การเจริญเติบโตของผล น้ำหนักผล และคุณภาพผลสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบอีกว่า เกิดปฏิกิริยา

สัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักต่อผลสูงสุด คือ 22.58 กรัมต่อผล เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 32.62 เมื่อเปรียบเทียบกับ 25 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้น้ำหนักผล คือ 21.63 กรัมต่อผล และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักผล คือ 21.81 กรัมต่อผล ดังนั้น การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มน้ำหนักผล เมื่อเปรียบเทียบกับ 25 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่ เชื้อรา

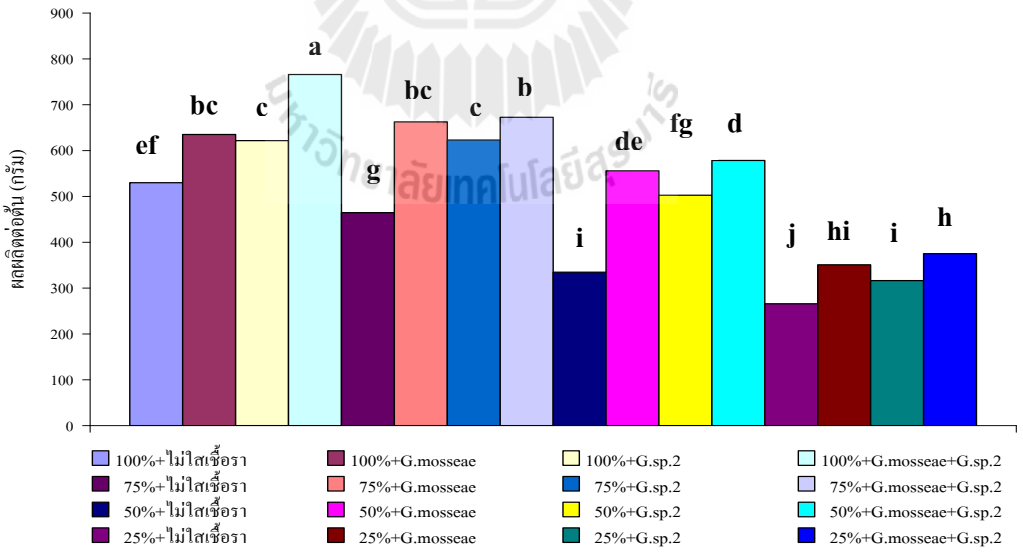
4.3.4.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำต่าง ๆ พบว่า มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงสุด คือ 33.62 มิลลิเมตรต่อผล (ภาพที่ 4.17 และตารางผนวกที่ 36) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 78.43 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 33.24 มิลลิเมตรต่อผล ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงสุด คือ 32.22 มิลลิเมตรต่อผล เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 89.35 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 31.71 มิลลิเมตรต่อผล ดังนั้น การใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงสุด คือ 34.62 มิลลิเมตรต่อผล เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 68.79 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 33.45 และ 33.68 มิลลิเมตรต่อผล และการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 34.57 มิลลิเมตรต่อผล และการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 33.50 มิลลิเมตรต่อผล ดังนั้น การให้น้ำ 100 และ75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 หรือการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ

Glomus sp. 2 สามารถเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการไม่ใส่เชื้อรา

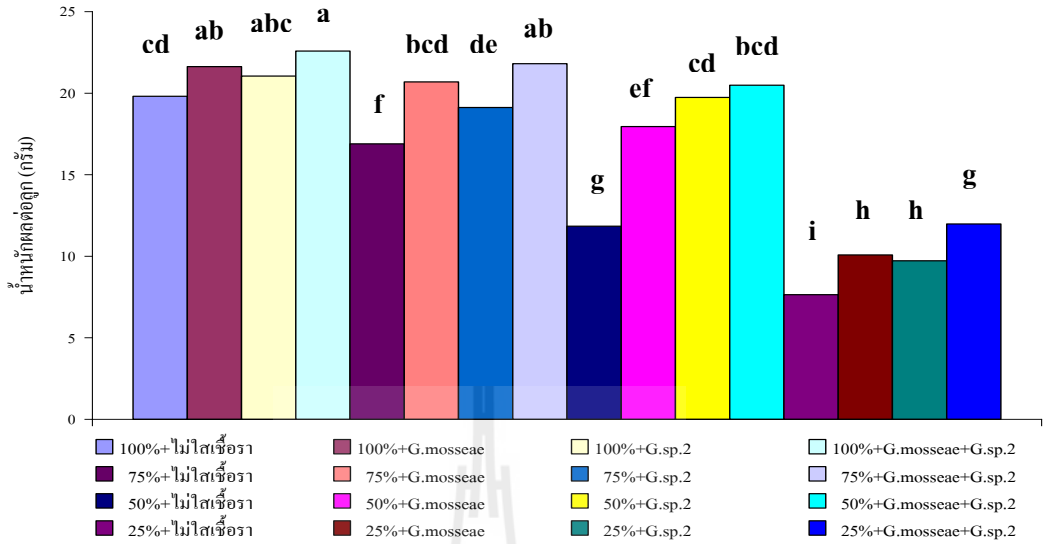
4.3.4.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด คือ 7.38% brix (ภาพที่ 4.18 และตารางผนวกที่ 37) การให้น้ำที่ลดลง ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการย่อยแป้งและสารอื่น ๆ จากเอ็นไซม์บางชนิด เช่น α-amylase และ ribonuclease ทำให้เกิดการสะสมของสารละลายบางชนิดเพิ่มสูงขึ้น เช่น กรดอมิโนอิสระ น้ำตาล แป้ง เพื่อรักษาความเต่งของเซลล์เอาไว้ ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด คือ 6.31% brix ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงให้สูงขึ้น ทำให้มีความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล และแป้งสูงขึ้น ดังเช่นการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด เมื่อมะเขือเทศอายุ 52, 59, 66 และ73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน ดังนั้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 นอกจากนี้ การทดลองยังพบอีกว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด คือ 7.78% brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ และการให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 7.58% brix ดังนั้น การให้น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* เพียงชนิดเดียว สามารถให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2

4.3.4.5 ปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ต่าง ๆ ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.19 และตารางผนวกที่ 38) ส่วนการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณกรดแอสคอบิคสูงสุด คือ 220.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 91.06 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณกรดแอสคอบิค คือ 210.26 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ให้

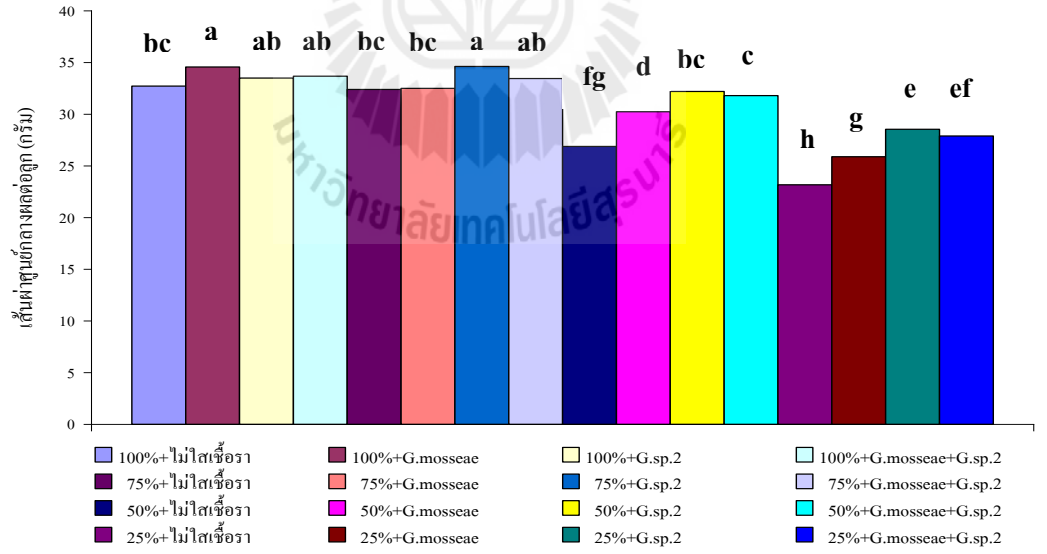
ปริมาณกรดแอสคอบิค คือ 210.53 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักสด สอดคล้องกับ Subramanian *et al.* (2006) พบ ว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าภายใต้สภาวะความแห้งแล้งของมะเขือเทศ สามารถเพิ่มปริมาณกรดแอสคอบิคสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า ดังนั้น การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 เพียงชนิดเดียว สามารถเพิ่มปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา นอกจากนี้การทดลองยังพบอีกว่าเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณกรดแอสคอบิคสูงสุด คือ 230.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.65 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณกรดแอสคอบิค 220.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ดังนั้น การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถเพิ่มปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 50 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา



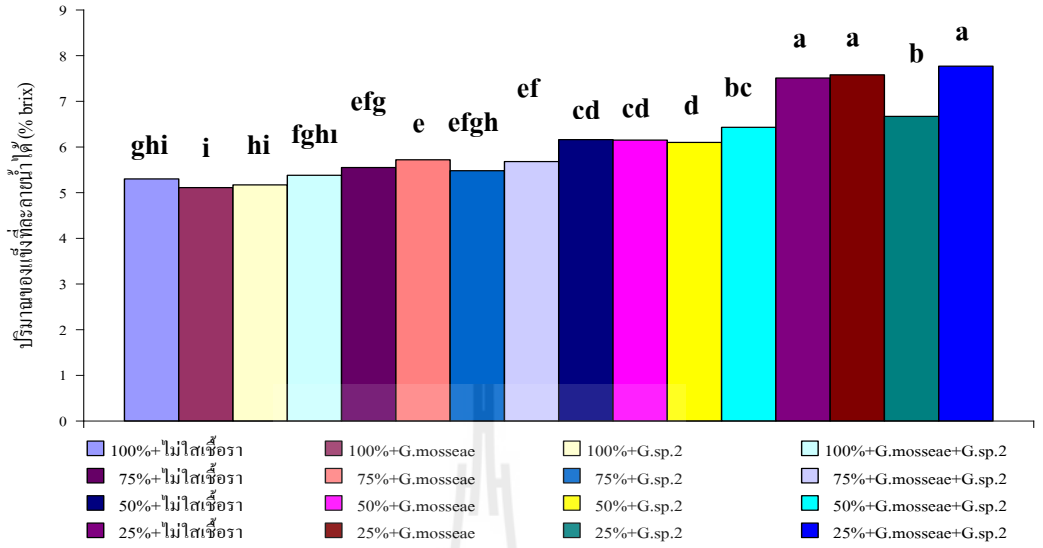
ภาพที่ 4.15 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน



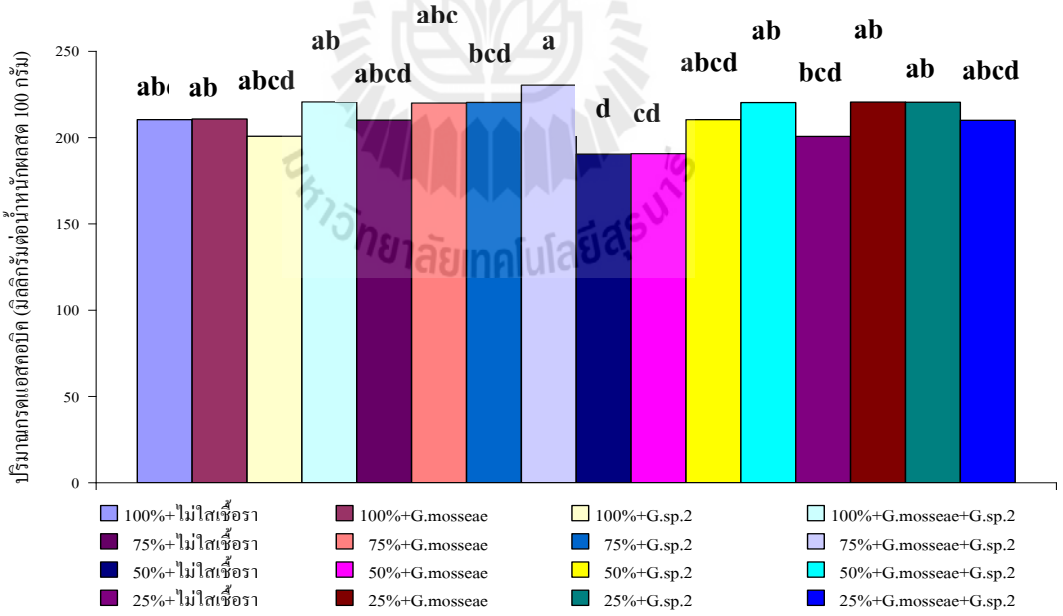
ภาพที่ 4.16 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อน้ำหนักผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน



ภาพที่ 4.17 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน



ภาพที่ 4.18 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน



ภาพที่ 4.19 ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 4 ระดับ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า 4 ระดับต่อปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

4.4 สรุปผลการวิจัย

การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 สามารถปรับปรุงการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา โดยการเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ การปรับลดศักยภาพของสารละลายในใบ เพิ่มแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง สถานะของน้ำในใบสูงขึ้น ให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่า ความสูง จำนวนช่อดอก จำนวนดอก จำนวนผล น้ำหนักแห้งยอดและราก ผลผลิตรวม น้ำหนักผล และเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงสุด ขณะที่ปริมาณโพรลีนต่ำสุด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน อย่างไรก็ตาม การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งไม่แตกต่างกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองที่ได้จะนำไปสู่การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลองต่อไป

4.5 รายการอ้างอิง

ดิเรก ทองอร่าม วิทยา ตังก่อสกุล นาวี จิระชีวี และ อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2545). **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช.** กรุงเทพฯ: ฐานการพิมพ์. 496 หน้า.

พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. (ม.ป.ป.). **เอกสารคำสอนวิชาชีววิทยาของไมคอไรซ่า.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วันชัย สังฆ์สุข. (2541). การสะสมโพรลีนและน้ำตาลของข้าวทนเค็มเมื่อได้รับภาวะเค็มและแล้ง. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

อเนก รัตน์รองใต้. (2540). **การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาเพื่อคัดเลือกพันธุ์พริกทนแล้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Alguacil, M., Hernandez, J.A., Caravaea, F., Portillo, B., and Roldan, A. (2003). Antioxidant enzyme activities in shoots from three mycorrhizal shrub species afforested in a degraded semi-arid soil. **Physiol Plant.** 118: 562-570.

Allen, M.F., Moore, T.S., and Christensen, M. (1982). Phytohormone changes in Bouteolua gracils infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. II. Altered levels of gibberellin-like substances and abscisic acid in the host plant. **Can J Bot.** 60: 468-471.

Al-Karaki, G.N., and Al-Raddad, A. (1997). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. **Mycorrhiza**. 7: 83–88.

Al-Karaki, G.N., McMichael, B., and John Zak. (2004). Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. **Mycorrhiza.** 14: 263-269.

Augè, R.M. (2000). Stomatal behavior of arbuscular mycorrhizal plants. In : Kapulnik Y, Douds D (eds). **Mycorrhizal symbiosis : molecular biology and physiology.** Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 201-237.

Augè, R.M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza.** 11: 3-42.

Augè, R.M. (2004). Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. **Can J Soil Sci.** 84: 373-381.

Augè, R.M., Stodola, A.J., Ebel, R.C., and Duan, X.R. (1995). Leaf elongation and water relations of mycorrhizal sorghum in response to partial soil drying : two *Glomus* species at varying phosphorus fertilization. **J Exp Bot.** 46: 297-307.

Augè, R.M., Moore, J.L., Stutz, J.C., Sylvia, D.M., Al-Agely, A.K., and Saxton, A.M. (2003). Relation foliar dehydration tolerance of mycorrhizal *Phaseolus vulgaris* tosoil and root colonization by hyphae. **J Plant Physiol.** 160: 1147-1156.

Barea, J.M., and Azcòn-Aguilar, C. (1982). Production of plant growth regulating substances by vesicular arbuscular mycorrhizal *Glomus mosse*ae. **Appl Environ Microbiol.** 43: 810-813.

Danneberg, G., Latus, C., Zimmer, W., Hundesshagen, B., Schneder-Poetsch, H.J., andBothe, H. (1992). Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal on phytohormone balance in maize (*Zea mays* L.). **J Plant Physiol.** 141: 33-39.

Dell'Amico. J., Torrecillas, A., Rodriguez, P., Morte, A., and Sanchez-Blanco, M.J. (2002). Responses of tomato plants associated with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus clarum* during drought and recovery. **J Agric Sci.** 138: 387-393.

Faber, B.A., Zasoski, R.J., Munns, D.N., and Schakel, K. (1991). A method for measuring hyphal uptake in mycorrhizal plants. **Can J Bot.** 69: 87-94.

Fitter, A.H. (1988). Water relations of red clover *Trifolium pretense* L. as affected by VA mycorrhizal infection and phosphorus supply before and during drought. **J Exp Bot.** 39: 595-603.

Goicoechea, N., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. (1997). Influence of arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought-stressed alfalfa. **Plant Soil.** 192: 261-268.

Hortencia, G. M-V., Omar, O-J., Luc, D., Gerardo, M-S., Jaquelina, G-C., Fred, T. D. Jr., and Víctor, O-P. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho (Capsicum annuum L. cv San Luis) plants exposed to drought. **Mycorrhiza.** 16: 261–267.

Ibrahim, M.A., Campbell, W.F., Rupp, L.A., and Allen, E.B. (1990). Effects of mycorrhizae on sorghum growth, photosynthesis, and stomatal conductance under drought conditions. **Arid Soil Res Rehabil.** 4: 99-107.

Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., and Tas, I. (2003). Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) grown under well-watered and water-stresse3d conditions. **Plant Soil.** 253 (2): 287-292.

Koide, R.T. (1993). Physiological of the mycorrhizal plant. **Adv Plant Pathol.** 9: 33-54.

Kubikova, E., Moore, J.L., Ownlew, B.H., Mullen, M.D., and Augè, R.M. (2001). Mycorrhizal impact on osmotic adjustment in *Ocimum basilicum* during a lethal drying episode. **J Plant Physiologist.** 116: 303-311.

Levesque, R. and SPSS, Inc. (2006). **SPSS programming and data management,** 3rd edition. SPSS institute. USA.

Mani, S., Cotte, B.V., Montagu, M.V., and Verbruggen, N. (2002). Altered levels of proline dehydrogenase cause hypersensitivity to proline and its analogs in Arabidopsis. **Plant Physiol**. 128: 73–83.

Moore, T.C. (1981) . **Reserch Experimental in Plant Physiology**. 2nd Ed. Spring-Vieleg New York Inc. U.S.A. pp. 11-320.

Na Bhadalung, N., Suwanarit, A., Dell, B., Nopamornbodi, O., Thamchaipenet, A., and Rungchuang, J. (2005). Effects of long-term NP-fertilization on abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi under a maize cropping system. **Plant and Soil**. 270: 371–382.

Nelsen, C.E., and Safir, G.R. (1982). Increased drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused by improved phosphorous nutrition. **Planta.** 154: 407-413.

Phillip, T.A., and Hayman, O.S. (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.

Planchette, C., Fortin, J.A., and Furlan, V. (1983). Growth response of several plant species to mycorrhiza in a soil of moderate fertility. I Mycorrhizal dependency under field conditions. **Plant Soil.** 70 :199-209.

Porcel, R., Barea, J.M., and Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. **New Phytologist.** 157: 135-143.

Porcel, R., and Ruiz-Lozano, J.M. (2004). Arbuscular mycorrhizal influence on leaf water potential, solute accumulation, and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. **J Exp Bot.** 55: 1743-50

Rahmam, M.K., Kabir, S.M., Mohin, G.M. and Didarul Alam, M. (2006). Interaction of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and phosphorus on growth and nutrient uptake of maize plants grown under different soil conditions. **Bangladesh J Bot.** 35(1): 1-7.

Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress, new perspectives for molecular studies. **Mycorrhiza.** 13: 309-317.

Ruiz-Lozano, J.M., and Azcon, R. (1995). Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants affected by the fungal species and water status. **Physiol Plant**. 95: 472-478.

Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R. and Gomez, M. (1995). Effects of Arbuscular- Mycorrhizal *Glomus* Species on Drought Tolerance: Physiological and Nutritional Plant Responses. **Applied and environmental microbiololgy.** 61(2): 456–460.

Ruiz-Lozano, J.M., and Azcon, R. (1996). Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. **Agric Ecosys Environ.** 60: 175-181.

Salisbury, F.B., and Ross, C.W. (1992). **Plant Physiology.** Belmont, Calif. Wadwork.

Shamshiri, M. H., Mozafari, V., Sedaghati, E., and. Bagheri, V. (2011). Response of Petunia Plants (*Petunia hybrida cv.* Mix*)* Inoculatedwith *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* toPhosphorous and Drought Stress. **J Agr Sci Tech.** 13: 929-942.

Slatyer, R.O. (1967). **Plant Water Relationship.** Acadamic Press. London.

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.

Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P., and Balasubramanian, P. (2006). Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. **Scientia Horticulturae.** 107: 245-253.

Tahat, M.M., Kamaruzaman, S., Radziah O., Kadir J., and Masdek, H.N. (2008). Response of *Lycopersicum esculentum* Mill. to Different Arbuscular mycorrhizal fungi Species. **Asian J Plant Sci.** 7(5): 479-484.

Thomas, H. (1990). Osmotic adjustment in *Lolium perenne*; its heritability and the nature of solute accumulation. **Annals of Botany.** 66: 521-530.

Trouvelot, A., Kough, J.L., and Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorhization VA d'un systeme radiculaire. Recherche de methods d'estimation ayant une signification fonctionnelle, pp. 217-221. *In* V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi, eds. **Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae.** INRA Press, Paris.

Turner, N.C. (1986). Crop water deficits : a decade of progress. **Adv Agron.** 39: 1-51.

Wu, Q.S., and Xia, R.X. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. **J Plant Physiology.** 163: 417-425.

Wu, Q.S., Xia, R.X., Zou, Y.N., and Wang, G.Y. (2007). Osmotic solute responses of mycorrhizal citrus (Poncirus trifoliata) seedlings to drought stress. **J Acta Physiol Plant.** 29: 543-549.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง

บทคัดย่อ

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตทางการเกษตร แต่งานวิจัยในแปลงทดลองมีไม่มากนัก การทดลองนี้ ได้ศึกษาผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยการให้น้ำปกติ (ตัวควบคุม = 100 เปอร์เซ็นต์) และ 75 เปอร์เซ็นต์ของตัวควบคุมร่วมกับใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และไม่ใส่เชื้อรา พบว่า การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งยอด 183.88 กรัมต่อต้น ผลผลิตรวม 3510.90 กรัมต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน และอัตราการสังเคราะห์แสง 16.48 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน ซึ่งทุกทรีตเมนต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูง 74.6 เซนติเมตรต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน จำนวนช่อดอก 49.43 ช่อดอกต่อต้น จำนวนดอก 319.39 ดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน น้ำหนักแห้งยอดและราก 176.99 และ 14.94 กรัมต่อต้น จำนวนผล 109.96 ผลต่อต้น ผลผลิตรวม 3648.74 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80.75 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา น้ำหนักผล 37.96 กรัมต่อผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล 41.74 มิลลิเมตรต่อผล และปริมาณกรดแอสคอบิค 201.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูง 75.4 เซนติเมตรต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน จำนวนผล 92.77 ผลต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และให้แนวโน้มน้ำหนักผลสูงสุด 39.29 กรัมต่อผล และผลผลิตรวมสูงสุด 3813.75 กรัมต่อต้น ดังนั้น การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ส่งเสริมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาได้ดีที่สุด

5.1 บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการใช้พื้นที่ทางการเกษตรทั้งหมด 131.6 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) พบว่าพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยประมาณ 80% เป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ สภาพดินเสื่อมโทรม ที่สำคัญเป็นดินที่ขาดจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์นอกจาปัญหาด้านดินแล้ว ยังประสบปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำ ต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก มีเอกสารค้นคว้าวิจัยถึงประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของเชื้อราไมคอไรซ่าที่มีผลกระทบต่อดิน สิ่งแวดล้อม และพืช ก่อนที่จะนำมาใช้ในทางการเกษตร งานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อราไมคอไรซ่าส่วนใหญ่มักจะทำการศึกษาภายใต้สภาพตู้ควบคุมอุณหภูมิ หรือในโรงเรือนควบคุม มีการทดลองในสภาพแปลงไม่มากนัก เนื่องจาก ยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่ส่งผลต่อความสำเร็จในงานวิจัยในแปลงทดลอง เช่น การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในดินเพื่อลดการแข่งขันกับไมคอไรซ่า หรือปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพอุณหภูมิ (Schenck และ Schrodes, 1974) หรือธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมต่อการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อรา (Beverge, 1972) การเลือกใช้สายพันธุ์เชื้อราที่เหมาะสมกับพืชนั้นๆ (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป.) สำหรับมะเขือเทศ Subramanian *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลของเชื้อรา *Glomus intraradices* ต่อการเจริญเติบโต จำนวนดอก ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศ ภายใต้สภาวะการกระทบแล้งในแปลงทดลอง พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งยอด จำนวนดอก จำนวนผล ผลผลิต ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในยอดและราก ปริมาณกรดแอสคอบิค สถานะของน้ำในใบ และเปอร์เซ็นต์การพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า ในปัจจุบันมีการผลิตเชื้อราไมคอไรซ่าเพื่อใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ส่วนหนึ่ง ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตทางการเกษตร แต่การใช้ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราไมคอไรซ่ายังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากเกษตรกรยังไม่รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนี้ ประกอบกับการผลิตผงเชื้อกระทำได้ค่อนข้างยาก และผลของเชื้อราไมคอไรซ่าต่อผลผลิตพืชไม่แน่นอนในสภาพแปลงปลูก แต่อีกไม่นานปุ๋ยชนิดนี้จะต้องเข้ามามีบทบาทสูงในทางการเกษตรอย่างแน่นอน

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ จึงใช้เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าที่ทำการคัดเลือกจากการทดลองที่ 4 นำไปทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง เพื่อนำผลจากการวิจัยเบื้องต้นไปสู่การพัฒนา และการนำไปใช้ประโยชน์ ต่อการเพิ่มความทนแล้ง การเจริญเติบโต การเพิ่มผลผลิต และเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพของมะเขือเทศสีดาในแปลงเกษตรกรต่อไปในอนาคต

5.2 วิธีดำเนินการวิจัย

5.2.1 การเตรียมการทดลอง

ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในระหว่างเดือนกุมภาพันธุ์ 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2554 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in Randomized Completely Block Design (RCBD) โดยมี main plot คือ การจัดการน้ำในแปลง มี 2 ระดับ คือ การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ (control) และการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ sub plot คือใส่เชื้อราไมคอไรซ่า มี 2 ระดับ คือ การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 และไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 ต้น รวม 240 ต้น โดยจัดเป็นทรีตเมนต์ได้ทั้งหมด 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

ทรีตเมนต์ที่ 2 การให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับใส่เชื้อรา *G. mosseae* และเชื้อรา *Glomus* sp. 2

ทรีตเมนต์ที่ 3 การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

ทรีตเมนต์ที่ 4 การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับใส่เชื้อรา *G. mosseae* และเชื้อรา *Glomus* sp. 2

5.2.2 การเตรียมต้นมะเขือเทศสีดา

นำเมล็ดมะเขือเทศสีดาพันธุ์เพชรชมพู ล้างฆ่าเชื้อที่ผิวหน้าของเมล็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70% นาน 5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 4 ครั้ง นำเมล็ดมาเพาะลงในพีทมอสที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว และนำดินหัวเชื้อที่มีสปอร์ของเชื้อราไมคอไรซ่าที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่ดีจากการทดลองในบทที่ 4 ใส่ลงในถาดหลุมเพาะเมล็ด จำนวน 50-100 สปอร์ต่อต้น กลบเมล็ดด้วยพีทมอสที่อบฆ่าเชื้อ ย้ายกล้ามะเขือเทศที่อายุ 30-35 วัน ทำการย้ายต้นกล้าลงแปลงที่มีการตากแดดนาน 1 เดือน

5.2.3 การเตรียมแปลงทดลอง

ทำการทดลองในแปลงที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผสมดินในแปลงกับปุ๋ยคอกเก่าในสัดส่วนดิน : ปุ๋ยคอกเก่า เท่ากับ 2 : 1 ทำการอบฆ่าเชื้อดินปลูกพืชด้วยการตากแดดฆ่าเชื้อโรค เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนนำมาใช้งาน โดยเตรียมแปลงขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 4.5 เมตร จำนวน 12 แปลงย่อย ใช้ระยะปลูก 50x30 ซม. มีการดูแลรักษาที่เหมือนกัน คือ ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยรอบต้นแล้วพรวนดินกลบปุ๋ย ใส่สัปดาห์ละครั้ง

5.2.4 การให้น้ำแก่พืช

จากสภาพของดินในแปลงทดลองจะต้องคำนวณหาความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้น (Available moisture capacity : AMC) ซึ่งอยู่ระหว่างค่าความจุในสนาม (Field capacity : FC) กับค่าจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point : PWP) ดังนั้นผลต่างระหว่างความชื้นในดินสองค่านี้ก็คือ ความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้น (ดิเรก ทองอร่าม, 2545) ดังสมการ

$$AMC = FC - PWP$$

จากการส่งดินตรวจวิเคราะห์ (อ้างอิงจาก สุมิตรา, 2554) พบว่า มีค่าค่าความจุในสนาม และค่าจุดเหี่ยวถาวร เท่ากับ 28.5 และ 17.1 และค่าความหนาแน่นรวมของดินร่วนปนทราย เท่ากับ 1.4 (ตารางผนวกที่ 40)

ดังนั้นความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินนั้น = 28.5 – 17.1

= 11.4

จากนั้นคำนวณ 75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ $= \frac{25}{100} = 0.25$

= 11.4 x 0.25

= 2.85 % โดยน้ำหนัก

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยปริมาตร (Pv) = ความชื้นโดยน้ำหนัก (Pw) x ความหนาแน่นรวมของดินนั้น (Db)

= 2.85 x 1.4

= 3.99 % โดยปริมาตร

คำนวณปริมาตรน้ำในความลึกของดินที่มีรากพืช $= \frac{\text{ความลึกของดิน x ความชื้นโดยปริมาตร}}{100}$

(ความลึกของดิน 40 ซม. หรือเท่ากับ 0.4 เมตร) = 0.4 x 3.99

= 1.596 เมตร

= 15.96 มิลลิเมตรต่อเซนติเมตร

จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (ETc) ซึ่งมีวิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากภูมิอากาศ จากการทดลองสามารถทำการคำนวณจากปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETp) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) (ตารางผนวกที่ 41) ดังสมการ

$$ETc = ETp \times Kc$$

ซึ่งจากการทดลองอยู่ในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน สามารถทำการคำนวณได้ดังนี้

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (กุมภาพันธ์) = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (กุมภาพันธ์ในจังหวัดนครราชสีมา) x สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะเขือเทศ (ระยะออกดอก-ติดผล)

= 5.11 x 1.15

= 5.88 มิลลิเมตรต่อวัน

ดังนั้น ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน มีค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช = 6.04, 6.45 5.86 และ 5.78 มิลลิเมตรต่อวัน (ตารางผนวกที่ 42)

จากนั้นคำนวณรอบเวรในการให้น้ำ $= \frac{\text{ปริมาตรน้ำในความลึกของดินที่มีรากพืช}}{\text{ปริมาณการใช้น้ำของพืช}}$

$= \frac{15.96}{5.88}$

= 2.17 วันต่อครั้ง

คำนวณระยะเวลาการให้น้ำ (นาที) $= \frac{\text{ปริมาตรน้ำในความลึกของดิน}}{\text{อัตราการให้น้ำของระบบที่เลือกใช้}}$

(อัตราการให้น้ำของระบบน้ำหยด เท่ากับ 1800 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง พื้นที่ปลูก 50 x 30 เซนติเมตร ทำให้เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1800/1500 แล้ว x 10)

$= \frac{15.96}{(1800/1500) \times 10} \times 60$

ระยะเวลาการให้น้ำ (นาที) = 79.8 นาที

** ดังนั้น การให้น้ำที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินที่ทำการทดลอง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน คือ

เดือนกุมภาพันธ์ รอบเวรการให้น้ำทุก 2.17 วัน ๆ ละ 79.8 นาที

เดือนมีนาคม รอบเวรการให้น้ำทุก 2.64 วัน ๆ ละ 79.8 นาที

เดือนเมษายน รอบเวรการให้น้ำทุก 2.48 วัน ๆ ละ 79.8 นาที

เดือนพฤษภาคม รอบเวรการให้น้ำทุก 2.72 วัน ๆ ละ 79.8 นาที

เดือนมิถุนายน รอบเวรการให้น้ำทุก 2.76 วัน ๆ ละ 79.8 นาที

เริ่มทำการทดลองเมื่อมะเขือเทศสีดาอยู่ในระยะก่อนการออกดอกจนถึงระยะติดผล

5.2.5 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต

5.2.5.1 ความสูงต้น เริ่มวัดความสูงต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาที่อายุ 45-50 วัน ทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ วัดความสูงจากตำแหน่งของใบเลี้ยงไปจนถึงข้อสุดท้ายของยอดที่สูงที่สุด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.2.5.2 จำนวนช่อดอก เริ่มนับจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศออกดอกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.2.5.3 จำนวนดอก เริ่มนับจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศออกดอกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.2.5.4 จำนวนผล เริ่มนับจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 55-60 วัน ทำการวัดทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง โดยการสุ่มจำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.2.5.5 ผลผลิตรวม เริ่มเก็บผลผลิตเฉพาะผลแก่ที่มีสีแดงนำมาชั่งน้ำหนัก (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และนับจำนวนผลด้วยทุกครั้งที่เก็บผลผลิต จากนั้นสุ่มผลผลิต จำนวน 10 ผลต่อ 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ ไปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล ชั่งน้ำหนักผล แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.2.5.6 น้ำหนักแห้งยอดและราก เก็บตัวอย่างต้นมะเขือเทศสีดาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตออกไปหมดแล้ว จำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ ตัดส่วนต้นที่อยู่เหนือผิวดินออกไปแล้ว นำรากแยกออกจากดินโดยการล้างด้วยน้ำที่มีตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำรากที่ได้มาแยกเอาเศษพืชและวัตถุอื่นๆ ออกไป นำยอดและรากที่ได้ไปชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

5.2.5.7 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับเชื้อราไมคอไรซ่า

(mycorrhizal dependency : MD)

หาค่าเฉลี่ยของผลผลิต แล้วนำมาเข้าสูตรการคำนวณตามวิธีการของ Planchette *et al*. (1983) ดังนี้

$$MD\ (\%) = \frac{\text{fruit yield (M+)} - \text{(M-)}}{\text{fruit yield (M+)}} \times 100$$

เมื่อ

(M+) คือใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

(M-) คือไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า

5.2.6 การบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิต

5.2.6.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผิวผลมะเขือเทศสีดา ทำการวัดค่าสีผิวของผลมะเขือเทศสีดา ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter CR-300 ตามระบบ The Hunter's L, a b Color Space (DeMan, 1999) โดยค่า L คือ ทิศทางสีในด้านความสว่าง ถ้าค่า L = 0 หมายถึง มืด (สีดำ) และค่า L = 100 หมายถึง สว่าง (สีขาว) , ค่า a คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีแดง (+a) ถึงสีเขียว (-a), ค่า b คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีเหลือง (+b) ถึงสีน้ำเงิน (-b) เก็บวัดจำนวน 4 ครั้ง มีจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำๆละ 10 ผล

5.2.6.2 ความแน่นเนื้อของผลมะเขือเทศสีดา โดยใช้เครื่อง fruit firmness tester ที่รับแรงกด 5 กิโลกรัม โดยใช้แท่งกดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร สำหรับความแน่น

เนื้อของผลมะเขือเทศสีดา โดยกดลึก 0.5 เซนติเมตร เก็บวัดจำนวน 4 ครั้ง มีจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำๆละ 5 ผล ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นคำนวณค่าที่ได้เป็น นิวตัน โดยคูณด้วย 9.807

5.2.6.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอบิค (ascorbic acid) ทำการวัดปริมาณกรดแอสคอบิค โดยวิธีการของกนกอร (2548) มีขั้นตอนดังนี้

1. ปิเปตกรดแอสคอบิคมาตราฐาน เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ใส่ ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เจือจางด้วยกรดเมตตาฟอสฟอริค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (กรดแอสคอบิค 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

2. ปิเปตสารละลายสี 2,6–ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร

3. ปิเปตกรดแอสคอบิคมาตราฐาน จากข้อ 1 ปริมาตร 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง แล้วปรับปริมาตรด้วยเมตตาฟอสฟอริค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ให้เป็น 5 มิลลิกรัมในหลอดทดลอง (กรดแอสคอบิค 0, 0.04, 0.08, 0.12, 0.16 และ 0.20 มิลลิกรัม)

4. เติมสารละลายสีอินโดฟีนอลเจือจาง จากข้อ 2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร อย่างรวดเร็ว แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสง ภายใน 15-20 วินาที ที่ความยาวคลื่น 518 นาโนเมตร ใช้เมตตาฟอสฟอริค เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปรับ T เท่ากับ 100 และ A เท่ากับ 0.00

5. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายสีอินโดฟีนอล และวัดค่าการดูดกลืนแสงเช่นเดียวกับข้อ 4

6. สร้างกราฟมาตราฐาน (standard curve) ระหว่างปริมาณกรดแอสคอบิค และค่าการดูดกลืนแสงใช้ค่าที่วัดได้จากข้อ 5 เปรียบเทียบหาปริมาณกรดแอสคอบิคในตัวอย่างจากกราฟมาตราฐาน

5.2.6.4 การวัดปริมาณ total soluble solid (TSS) ทำการวัดปริมาณ TSS ตามวิธีการของ Subramanian *et al*. (2006) มีขั้นตอนดังนี้

1. นำผลมะเขือเทศสีดา จำนวน 10 กรัม ร่วมกับน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ลงบดในโกร่งบดให้เนื้อเปื่อยยุ่ยจนเป็นเนื้อเดียวกัน

2. กรองด้วยผ้าบาง ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน porcelain basin และเก็บในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

3. นำกากของเหลวที่เหลือทิ้งไว้ไปชั่งน้ำหนัก ซึ่งค่าที่ทำการบันทึกก็คือ ปริมาตรของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid)

5.2.6.5 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis rate) ทำการวัดโดยเครื่อง leaf chamber analyzer รุ่น LCA 4 โดยวัดใบที่แผ่ขยายเต็มที่ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป เป็นใบที่อยู่ในตำแหน่งที่ 4-6 นับจากส่วนยอดลงมา จำนวน 5 ต้นต่อทรีตเมนต์ ต้องเป็นใบที่ไม่ถูกบัง

แสงแดด มีความเข้มของแสงแดดที่เพียงพอ และต้องไม่มีเมฆหรือฝนในขณะที่ทำการวัด โดยทำการวัดในช่วงเวลา 10.00-12.00 น.

5.2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) ของทุกตัวแปร (ความสูงต้น จำนวนดอก จำนวนช่อดอก จำนวนผล ผลผลิตรวม น้ำหนักแห้งยอดและราก ค่าศักยภาพของน้ำในใบ ค่าศักยภาพสารละลายในใบ หาค่าแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ อัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณกรดแอสคอบิค ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า และสถานะของน้ำในใบพืช) ของแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยวิธี F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเชื้อรา อาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าแต่ละสายพันธุ์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 14 (Statistical Package for Social Science) (Levesque and SPSS Inc., 2006)

5.3 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน พบว่าลักษณะเนื้อดินทรายละเอียดอุ้มน้ำดี กักเก็บน้ำได้ดี มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.23 มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้ ในสารละลายดิน 218 µs/cm มีอินทรียวัตถุในดินต่ำ 0.78 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุไนโตรเจนต่ำทั้งหมด 0.39 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสปานกลาง ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 0.029 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมสูงมาก ในรูปที่ละลายน้ำได้ 0.191 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของดิน	ค่าที่วัดได้
ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	7.23
มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้ในสารละลายดิน (µs/cm)	218
อินทรียวัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	0.78
ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	0.039
ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	0.029
ปริมาณธาตุโปแตสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ (กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม)	0.191

ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง

5.3.1 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศสีดา

5.3.1.1 การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าในรากมะเขือเทศสีดาภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากมะเขือเทศสีดา การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่าในราก คือ 29.67 และ 29.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ในทำนองเดียวกันกับผลการทดลองในบทที่ 4 พบว่าการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า 41.48 และ 38.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่าในแปลงทดลองต่ำกว่าในโรงเรือนควบคุม เนื่องจากการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่าในแปลงทดลอง มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่าในรากพืช ดังเช่น ปริมาณน้ำซึ่ง Nelsen และ Safir, (1982) พบว่า การเข้าอาศัยอยู่ในรากพืชเกิดขึ้นได้มาก ถ้าพืชผ่านระยะซึ่งแห้งแล้งมาก่อนเนื่องจากความชื้นในดินต่ำจะลดอัตราการแพร่กระจายของธาตุอาหารในดิน และทำให้การใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารต่ำลง แต่ในระหว่างการทดลองพบว่า มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ในดินมีปริมาณน้ำมาก ความชื้นในดินสูง อากาศถ่ายเทในดินไม่สะดวก อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาในแปลงทดลองเกิดขึ้นได้น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกในโรงเรือนควบคุม นอกจากนี้สภาพของอุณหภูมิและแสง อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราในโรงเรือนทดลองสูงกว่าในแปลงทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากสภาพของอุณหภูมิและแสง จะมีอิทธิพลต่อการเข้าอยู่อาศัย และการสร้างสปอร์อย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้สภาวะในโรงเรือนกระจกซึ่งมีอุณหภูมิสูง มีผลให้การเข้าอาศัยอยู่ และการสร้างสปอร์เพิ่มขึ้น (Schenck และ Schrodes, 1974) หรืออาจเกิดจากการแก่งแย่งกันระหว่างเชื้อราไมคอไรซ่ากับจุลินทรีย์ในดินธรรมชาติที่ไม่ได้อบฆ่าเชื้อ ซึ่งอาจมีทั้งจุลินทรีย์มากมายที่มีประโยชน์และโทษชนิดต่างๆในดิน ทำให้การเข้าอาศัยอยู่ลดลง (พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, ม.ป.ป.) การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp.2 ให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่าสูงสุด คือ 59.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่เชื้อรา และไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่ เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่างๆ การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า คือ 59.33 และ 59.16 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

5.3.1.2 น้ำหนักแห้งยอดและราก พบว่า น้ำหนักแห้งยอดต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วันภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งยอดสูงสุด คือ 183.88 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 73.23 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.2) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักแห้งยอดสูงสุดคือ 176.99 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 79.97 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ เนื่องจากการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืชจากการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ทำให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Wu *et al*. (2006) และ Kaya *et al.* (2003) พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า สามารถเพิ่มผลผลิต น้ำหนักแห้งยอด และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำ ทั้งในสภาวะการได้รับน้ำปกติและสภาวะกระทบแล้งของส้ม และแตงโม นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มน้ำหนักแห้งยอดสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา 203.20 และ 150.79 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 5.2) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

น้ำหนักแห้งราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แนวโน้มน้ำหนักแห้งราก คือ 12.39 และ 15.72 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 5.2) อาจเนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักแห้งรากสูงสุด คือ 14.94 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 88.22 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ เนื่องจากการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลอง ในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซี่ยมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) สอดคล้องกับ Al-Karaki และAl-Raddad (1997) พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าในสภาวะกระทบแล้ง มีผลต่อน้ำหนัก

แห้งรากสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่าของข้าวสาลี 2 สายพันธุ์ นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่าไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มน้ำหนักแห้งรากสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา คือ 13.55 และ 16.32 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 5.2) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.3 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่าต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แนวโน้มเปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า คือ 11.36 และ 7.94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.2) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่าคือ 19.30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการไม่ใส่เชื้อรา ทั้งนี้เนื่องจากการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ ที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มเปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาอาศัยเชื้อราไมคอไรซ่าการมาใส่เชื้อรา 22.71 และ 15.88 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.2) ทั้งนี้ จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.4 ผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 3510.90 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 87.84 เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.2) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ผลผลิตรวมสูงสุด คือ 3648.74 กรัมต่อต้น เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80.75 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา ทั้งนี้เนื่องจากการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) เนื่องจาก เส้นใยของเชื้อราไมคอไรซ่าจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหาร และส่งถ่ายธาตุอาหารดังกล่าวไปสู่พืช โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ยากในดิน และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า

การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มผลผลิตรวมสูงกว่าการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา คือ 3483.72 และ 3813.75 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 5.2) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.5 ความสูงต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้แนวโน้มความสูง คือ 28.4, 45.2, 59.3 และ 73.8 เซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ความสูง คือ 27.6, 45.8, 61 และ 74.6 เซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3) ทั้งนี้เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำต่างๆได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูงต้นสูงสุด คือ 74.6 เซนติเมตรต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูงต้นสูงสุด คือ 46.3 และ 74.5 เซนติเมตรต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 73 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูง คือ 45.3 เซนติเมตรต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน (ตารางที่ 5.3) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา ดังนั้น การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มความสูงเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.6 อัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 16.48 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ (ตารางที่ 5.4) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด คือ 20.35, 21.76 และ 17.35 $\mu molm^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66 และ 80 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จากการทดลองของ Wu *et al*. (2006) พบว่า การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต การปรับลดค่าศักยภาพของสารละลาย และอัตราการสังเคราะห์แสงของส้มสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา ทั้งในสภาวะการได้รับน้ำปกติและในสภาวะการกระทบแล้ง นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.7 จำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แนวโน้มจำนวนช่อดอกสูงกว่าการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 29.83, 42.83, 47.39 และ 47.76 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5.5) ทั้งนี้เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนช่อดอกสูงสุด คือ 43.56, 49.49 และ 49.43 ช่อดอกต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73 และ 80 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่าการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่ เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มจำนวนช่อดอกสูงกว่าการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์กับการไม่ใส่เชื้อรา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน (ตารางที่ 5.5) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.8 จำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แนวโน้มจำนวนดอกสูงกว่าการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 208.73, 294.69, 333.94 และ 327.70 ดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5.6) ทั้งนี้เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนดอกสูงสุด คือ 218.896 และ 295.02 ดอกต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 และ 66 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่ เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) สอดคล้องกับ Shamshiri *et al*. (2011) พบว่าการกระทบแล้งทำให้จำนวนดอกของต้นพิทูเนียลดลง นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มจำนวนดอกสูงกว่าการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ กับการไม่ใส่เชื้อรา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน (ตารางที่ 5.6) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงพบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.1.9 จำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73 และ 80 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 51.24, 78.12 และ 87.71 ผลต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5.7) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 51.14, 80.51, 89.04, 92.50 และ 109.96 ผลต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80, 87 และ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) Subramanian *et al.* (2006) พบว่า การกระทบแล้งทำให้จำนวนผลของมะเขือเทศลดลง และการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า ภายใต้

สภาวะการกระทบแล้ง ให้จำนวนผลสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้จำนวนผลสูงสุด คือ 92.77 ผลต่อต้น (ตารางที่ 5.7) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.2 ผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศสีดา

5.3.2.1 การเทียบสี จากการวัดค่าสีในระบบ Hunter's scale รายงานผลเป็น ค่า L, a และ b พบว่าค่า L คือ ทิศทางสี เมื่อ L = 0 จะเป็นสีดำ (มืด) และค่า L = 100 จะเป็นสีขาว (สว่าง) ขณะที่ค่า a คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีแดง (+a) ถึงสีเขียว (-a) และค่า b คือ ทิศทางงสี เริ่มจากสีเหลือง (+b) ถึงสีน้ำเงิน (-b)

เมื่อพิจารณาผลของค่า L, ค่า a และค่า b ของผลมะเขือเทศที่ได้จากการทดลอง และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปัจจัยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.8) แต่จะเห็นได้ว่า ค่า L มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า สีผลจะให้โทนสีมืด ให้ค่า L เท่ากับ 52.06 และ 52.22 และพบว่าค่า a เป็นบวกมาก แสดงว่าให้ค่าโทนสีผลเป็นสีแดงเข้ม ให้ค่า a เท่ากับ 18.31 และ 18.15 ขณะที่ค่า b มีค่าเป็นบวกมาก แสดงว่าให้ค่าโทนสีผลเป็นสีเหลืองเข้ม ให้ค่า b เท่ากับ 19.11 และ 19.21 ในขณะที่ปัจจัยของการใส่เชื้อราไมคอไรซ่า พบว่า มีค่า L และ ค่า a แตกต่างกันอย่ามีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ค่า L มีค่าเข้าใกล้ 0 มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า แสดงว่า ให้สีผลออกโทนสีมืด ให้ค่า L เท่ากับ 50.90 ขณะที่ค่า a เป็นบวกมากกว่าการไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า แสดงว่า สีผลแดงเข้มกว่า และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า b ให้ค่า b เท่ากับ 19.16 ให้ค่า b เป็นบวกมาก แสดงว่าให้ค่าโทนสีผลเป็นสีเหลืองเข้ม และพบว่าเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ของค่า b โดยการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการไม่ใส่เชื้อรา ให้ค่า b เป็นบวกมากที่สุด แสดงว่าให้ค่าโทนสีผลเป็นสีเหลืองเข้มที่สุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับ *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ค่า b เท่ากับ 19.52, 19.42 และ 18.90 ตามลำดับ

5.3.3.2 น้ำหนักผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักผล คือ 35.76 และ 37.45 กรัมต่อผล (ตารางที่ 5.8) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้น้ำหนักผลสูงสุด คือ 37.96 กรัมต่อผล คิดเป็นร้อยละ 92.88 แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา ทั้งนี้เนื่องจากการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืชซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 และ75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มน้ำหนักผลสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา คือ 36.63 และ 39.29 กรัมต่อผล (ตารางที่ 5.8) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.3.3 เส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้เส้นผ่าศูนย์กลางผล คือ 40.80 และ 40.71 มิลลิเมตรต่อผล (ตารางที่ 5.8) ทั้งนี้เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้เส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงสุด คือ 41.74 มิลลิเมตรต่อผล คิดเป็นร้อยละ 95.28 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา ทั้งนี้เนื่องจากการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่างๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา คือ 41.85 และ 41.63 มิลลิเมตรต่อผล (ตารางที่ 5.4) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.3.4 ความแน่นเนื้อต่อผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ความแน่นเนื้อ 8.46 และ 8.45 นิวตัน (ตารางที่ 5.8) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความแน่นเนื้อสูงสุด คือ 8.87 นิวตัน คิดเป็นร้อยละ 90.75 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆ ร่วมกับการ

ใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่างๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มความแน่นเนื้อสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา คือ 8.93 และ 8.81 นิวตัน (ตารางที่ 5.4) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.3.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ คือ 4.17 และ 4.11% brix (ตารางที่ 5.8) ทั้งนี้เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้ระดับน้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด คือ 4.20% brix เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การใส่เชื้อราไมคอไรซ่าช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงให้สูงขึ้น ทำให้มีความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล และแป้งสูงขึ้น จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา (ตารางที่ 5.4) และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช ซึ่งสนับสนุนด้วยผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* หรือการใส่เชื้อรา *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมในพืชสูงกว่าไม่ใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (ตารางที่ 3.4) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่างๆร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการไม่ใส่เชื้อราคือ 4.23 และ 4.17% brix (ตารางที่ 5.4) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

5.3.3.6 ปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน ภายใต้การให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณกรดแอสคอบิค คือ 199.86 และ 200.31 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 5.8) ทั้งนี้เนื่องจาก มีฝนตกเป็นระยะตลอดช่วงระหว่างทำการทดลอง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการให้น้ำได้ การให้น้ำที่ลดลงจึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 45) ส่วนการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ปริมาณกรดแอสคอบิคสูงสุด คือ 201.47

มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 98.62 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา สอดคล้องกับ Subramanian *et al.* (2006) พบว่า การกระทบแล้งทำให้ปริมาณกรดแอสคอบิคของต้นมะเขือเทศลดลง การกระทบแล้งที่รุนแรง ให้ปริมาณกรดแอสคอบิคต่ำสุด และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มีผลให้ให้ปริมาณกรดแอสคอบิคสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา นอกจากนี้การทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆร่วมกับการใส่เชื้อราไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* และ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มปริมาณกรดแอสคอบิคสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา คือ 201.84 และ 201.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 5.8) ทั้งนี้จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง พบว่า การให้น้ำ 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อรา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5.2 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อน้ำหนักแห้งยอดและราก เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของไมคอไรซ่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า และผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

เชื้อรา (AMF)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของไมคอไรซ่า	เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า	ผลผลิตรวม (กรัม)
	ยอด	ราก			
การให้น้ำ (A)					
ให้น้ำ 100% (Control)	134.65 b	12.39	29.67	11.36	3084.13 b
ให้น้ำ 75%	183.88 a	15.72	29.58	7.94	3510.90 a
F-test	*	ns	ns	ns	*
เชื้อรา (B)					
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	141.54 b	13.18 b	0.00 b	0.00 b	2946.29 b
G. mosseae+ *Glomus* sp. 2	176.99 a	14.94 a	59.25 a	19.30 a	3648.74 a
F-test	*	*	**	**	**
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)					
ให้น้ำ 100%+ไม่ใส่เชื้อรา	118.52	11.24	0.00	0	2684.54
ให้น้ำ 100%+ *G. mosseae*+ *G.* sp.2	150.79	13.55	59.33	22.71	3483.72
ให้น้ำ 75%+ ไม่ใส่เชื้อรา	164.57	15.11	0	0	3208.04
ให้น้ำ 75%+ *G. mosseae*+ *G.* sp.2	203.20	16.32	59.16	15.88	3813.75
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.55	7.25	10.40	12.42	2.61

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 99%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5.3 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52, 59, 66 และ 73 วัน

ปัจจัย	ความสูง (ซม.)			
	52 วัน	**59 วัน**	**66 วัน**	**73 วัน**
การให้น้ำ (A)				
ให้น้ำ 100% (Control)	28.4	45.8	60.6	74.0
ให้น้ำ 75%	27.6	45.2	59.7	74.4
F-test	ns	ns	ns	ns
เชื้อรา (B)				
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	28	45.3	59.3	73.8 b
G. mosseae + *Glomus* sp. 2	28	45.8	61.0	74.6 a
F-test	ns	ns	ns	*
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)				
ให้น้ำ 100% + ไม่ใส่เชื้อรา	28.8	46.3 a	60.3	74.1 b
ให้น้ำ 100% + *G. mosseae* +*G.* sp. 2	27.9	45.3 ab	61.0	73.8 b
ให้น้ำ 75% + ไม่ใส่เชื้อรา	27.2	44.2 b	58.4	73.5 b
ให้น้ำ 75% + *G. mosseae*+*G.* sp. 2	28.0	46.3 a	61.1	75.4 a
F-test	ns	*	ns	**
CV(%)	3.02	1.78	1.82	0.43

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 99%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5.4 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน

ปัจจัย	อัตราการสังเคราะห์แสง ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)			
	59 วัน	**66 วัน**	**73 วัน**	**80 วัน**
การให้น้ำ (A)				
ให้น้ำ 100% (Control)	18.76	20.36	17.84	15.55 b
ให้น้ำ 75%	20.0	20.72	18.36	16.48 a
F-test	ns	ns	ns	*
เชื้อรา (B)				
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	18.42 b	19.31 b	17.01	14.68 b
G. mosseae + *Glomus* sp. 2	20.35 a	21.76 a	19.19	17.35 a
F-test	**	**	ns	**
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)				
ให้น้ำ 100% + ไม่ใส่เชื้อรา	17.39	19.10	16.63	14.35
ให้น้ำ 100% + *G. mosseae* +*G.* sp. 2	20.14	21.61	19.04	16.74
ให้น้ำ 75% + ไม่ใส่เชื้อรา	19.46	19.53	17.39	15.01
ให้น้ำ 75% + *G. mosseae*+*G.* sp. 2	20.55	21.91	19.33	17.95
F-test	ns	ns	ns	ns
CV(%)	4.52	4.84	8.57	2.93

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 99%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5.5 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน

ปัจจัย	จำนวนช่อดอก			
	59 วัน	**66 วัน**	**73 วัน**	**80 วัน**
การให้น้ำ (A)				
ให้น้ำ 100% (Control)	29.0	37.21	44.76	44.47
ให้น้ำ 75%	29.83	42.83	47.36	47.76
F-test	ns	ns	ns	ns
เชื้อรา (B)				
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	28.12	36.47 b	42.63 b	42.80 b
G. mosseae + *Glomus* sp. 2	30.71	43.56 a	49.49 a	49.43 a
F-test	ns	**	**	**
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)				
ให้น้ำ 100% + ไม่ใส่เชื้อรา	29.73	35.03	41.96	42.08
ให้น้ำ 100% + *G. mosseae* +*G.* sp. 2	28.26	39.38	47.55	46.86
ให้น้ำ 75% + ไม่ใส่เชื้อรา	26.50	37.91	43.30	43.52
ให้น้ำ 75% + *G. mosseae*+*G.* sp. 2	33.17	47.74	51.42	52.00
F-test	ns	ns	ns	ns
CV(%)	7.90	7.41	5.07	4.04

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 5.6 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59, 66, 73 และ 80 วัน

ปัจจัย	จำนวนดอก			
	59 วัน	**66 วัน**	**73 วัน**	**80 วัน**
การให้น้ำ (A)				
ให้น้ำ 100% (Control)	192.61	251.78	284.42	285.93
ให้น้ำ 75%	208.73	294.69	333.94	327.70
F-test	ns	ns	ns	ns
เชื้อรา (B)				
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	182.46 b	251.44 b	295.03	294.24
G. mosseae + *Glomus* sp. 2	218.89 a	295.02 a	323.33	319.39
F-test	**	*	ns	ns
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)				
ให้น้ำ 100% + ไม่ใส่เชื้อรา	182.11	235.92	271.08	273.08
ให้น้ำ 100% + *G. mosseae* +*G.* sp. 2	203.11	267.64	297.75	298.78
ให้น้ำ 75% + ไม่ใส่เชื้อรา	182.80	266.97	318.97	315.40
ให้น้ำ 75% + *G. mosseae*+*G.* sp. 2	234.67	322.41	348.92	340.00
F-test	ns	ns	ns	ns
CV(%)	5.45	9.76	6.03	5.34

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 99%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5.7 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80, 87 และ 120 วัน

ปัจจัย	จำนวนผล				
	66 วัน	**73 วัน**	**80 วัน**	**87 วัน**	**120 วัน**
การให้น้ำ (A)					
ให้น้ำ 100% (Control)	46.08 b	69.56 b	74.99 b	81.50	98.71
ให้น้ำ 75%	51.24 a	78.12 a	87.71 a	90.37	106.31
F-test	*	*	**	ns	ns
เชื้อรา (B)					
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	46.19 b	67.18 b	73.66 b	79.37 b	95.06 b
G. mosseae + *Glomus* sp. 2	51.14 a	80.51 a	89.04 a	92.50 a	109.96 a
F-test	*	**	**	*	*
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)					
ให้น้ำ 100% + ไม่ใส่เชื้อรา	44.22	62.61	64.67 c	74.92	90.58
ให้น้ำ 100% + *G. mosseae* + *G.* sp. 2	47.94	76.52	85.32 b	88.08	106.83
ให้น้ำ 75% + ไม่ใส่เชื้อรา	48.15	71.75	82.65 b	83.82	99.53
ให้น้ำ 75% + *G. mosseae* + *G.* sp. 2	54.33	84.50	92.77 a	96.92	113.08
F-test	ns	ns	*	ns	ns
CV(%)	5.78	2.36	2.91	6.63	7.16

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 99%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5.8 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อการเทียบสี, น้ำหนักผล, เส้นผ่าศูนย์กลางผล, ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

เชื้อรา	การเทียบสี			น้ำหนักผล	เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความแน่นเนื้อ	TSS	ปริมาณกรดแอสคอบิค
	L	a	b	(กรัม)	ผล (มม.)	(นิวตัน)	% brix	(มิลลิกรัมต่อด 100 กรัมน้ำหนักสด)
การให้น้ำ (A)								
ให้น้ำ 100% (Control)	52.06	18.31	19.11	35.76	40.80	8.46	4.17	199.86
ให้น้ำ 75%	52.22	18.15	19.21	37.45	40.71	8.45	4.11	200.31
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
เชื้อรา (B)								
ไม่ใส่เชื้อรา (control)	53.38 a	17.46 b	19.16	35.26 b	39.77 b	8.05 b	4.09 b	198.70 b
G. mosseae + *Glomus* sp. 2	50.90 b	19.00 a	19.16	37.96 a	41.74 a	8.87 a	4.20 a	201.47 a
F-test	**	**	ns	**	**	**	**	**
การให้น้ำ (A) x การใส่เชื้อรา (B)								
ให้น้ำ 100% + ไม่ใส่เชื้อรา	53.16	17.37	18.81 b	34.90	39.98	7.99	4.12	197.88
ให้น้ำ 100% + *G. mosseae* + *G.* sp. 2	50.95	19.25	19.42 ab	36.63	41.63	8.93	4.23	201.84
ให้น้ำ 75% + ไม่ใส่เชื้อรา	53.60	17.55	19.52 a	35.62	39.56	8.10	4.06	199.52
ให้น้ำ 75% + *G. mosseae* + *G.* sp. 2	50.84	18.74	18.90 ab	39.29	41.85	8.81	4.17	201.10
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	0.43	1.54	1.57	2.33	0.51	0.91	0.63	0.45

หมายเหตุ : 1/ ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95 และ 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ; *, ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเชื่อมั่น 95 และ 99%; ค่า L คือทิศทางสีในด้านความสว่าง ; ค่า a คือทิศทาง สีเริ่มจากสีแดงถึงสีเขียว ; ค่า b คือ ทิศทางสี เริ่มจากสีเหลืองถึงสีน้ำเงิน

5.4 สรุปผลการวิจัย

เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง คือ การให้รับน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสง น้ำหนักแห้งยอด และผลผลิตรวมสูงสุด ขณะที่การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า อัตราการสังเคราะห์แสง น้ำหนักแห้งยอดและราก การเจริญเติบโต คุณภาพผลสูงสุด และผลผลิตรวม เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 80.75 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา และเกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้ความสูง และจำนวนผลสูงที่สุด ดังนั้นจากผลวิจัยทำให้ได้ข้อมูลในเบื้องต้นว่า การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาได้ และนำไปสู่การพัฒนา การนำไปใช้ประโยชน์ต่อ การเจริญเติบโต และการเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศสีดาในแปลงเกษตรกรต่อไป

5.5 รายการอ้างอิง

กนกอร อินทราพิเชฐ. (2548). **คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร.** สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.

ดิเรก ทองอร่าม วิทยา ตังก่อสกุล นาวี จิระชีวี และ อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2545). **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช.** กรุงเทพฯ: ฐานการพิมพ์. 496 หน้า.

พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. (ม.ป.ป.). **เอกสารคำสอนวิชาชีววิทยาของไมคอไรซ่า.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2552). **การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของประเทศไทย** [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.oae.go.th/download/use_soilNew/article_soil2552.html.

Al-Karaki, G.N., and Al-Raddad, A. (1997). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. **Mycorrhiza**. 7: 83–88.

Bevege, D.I. (1972). **Vesicular-arbuscular mycorrhizas of Araucaria: Aspects of their ecology and physiology and role in nitrogen fixation**. Ph.D. thesis. University of New England. Armidale, New South Wales.

Bolandnazar, S., Aliasgarzad, N., Neishabury, M.R., and Chaparzadeh, N. (2007). Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa* L.) yield and water use efficiency under water

deficit condition. **Scientia Horticulture.** 114: 11-15.

Claudia Castillo, R., Leonardo Sotomayor, S., César Ortiz, O., Gina Leonelli, C., Fernando Borie, B., and Rosa Rubio, H. (2009). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on an ecological crop of chili pepper (*Capsicum annuum* L.). **Chilean Journal of Agricultural research.** 69 (1): 79-87.

DeMan, J.D. (1999). **Principles of Food Chemistry.** 3rd Eds. Aspen Publishers Inc., Gaithers burg, Maryland. 520 p.

Kaya, C., Higgs, D., Kirnak, H., and Tas, I. (2003). Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) grown under well-watered and water-stresse3d conditions. **Plant Soil.** 253(2): 287-292.

Levesque, R., and SPSS, Inc. (2006). **SPSS programming and data management,** 3rd edition. SPSS institute. USA.

Nelsen, C.E., and Safir, G.R. (1982). Increased drought resistance in onion plants by mycorrhizal infection. **Planta.** 154(5): 407-413.

Planchette, C., Fortin, J.A., and Furlan, V. (1983). Growth response of several plant species to mycorrhiza in a soil of moderate fertility. I Mycorrhizal dependency under field conditions. **Plant Soil.** 70: 199-209.

Schenck, N.C., and Schroder, V.N. (1974). Temperature response of *Endogone* mycorrhiza on soybean roots. **Mycologia.** 66: 600-605.

Shamshiri, M. H., Mozafari, V., Sedaghati, E., and. Bagheri, V. (2011). Response of Petunia Plants (*Petunia hybrida cv.* Mix*)* Inoculatedwith *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* toPhosphorous and Drought Stress. **J Agr Sci Tech.** 13: 929-942.

Slatyer, R.O. (1967). **Plant Water Relationshipes.** Acadamic Press. London.

Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P., and Balasubramanian, P. (2006). Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. **Scientia Horticulturae.** 107: 245-253.

Wu, Q.S., and Xia, R.X. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. **J Plant Physiology.** 163: 417-425.

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3 ข้อ ที่ตั้งไว้คือ

1. เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าทั้ง 7 สายพันธุ์ สามารถเข้าอาศัยอยู่ในรากมะเขือเทศสีดาได้ และการใส่เชื้อรา *G. mosseae* สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาสูงที่สุด ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 คือ เพื่อคัดเลือกเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่คาดว่าจะส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา

2. การให้น้ำที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 สามารถปรับปรุงการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา โดยการเพิ่มศักยภาพของน้ำในใบ การปรับลดศักยภาพของสารละลายในใบ เพิ่มแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ เพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง และสถานะของน้ำในใบให้สูงขึ้น รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า การเจริญเติบโต ผลผลิตรวม และคุณภาพผลสูงที่สุด ในขณะที่ปริมาณโพรลีนต่ำสุด อย่างไรก็ตาม การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งไม่แตกต่างกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ เพื่อศึกษาผลของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยาการทนแล้ง การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในโรงเรือนควบคุม

3. การให้น้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตรวมสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และให้แนวโน้มน้ำหนักผลสูงสุด ในขณะที่การใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp.2 ให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอไรซ่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า อัตราการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโต ผลผลิตรวม และคุณภาพผลสูงที่สุด ซึ่งผลผลิตรวมเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 80.75 เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา และพบว่าไม่เกิดปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการให้น้ำที่ 75 เปอร์เซ็นต์กับการใส่เชื้อรา *G. mosseae* ร่วมกับ *Glomus* sp. 2 ให้แนวโน้มน้ำหนักผลสูงสุด และผลผลิตรวมสูงสุด ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดา ภายใต้การให้น้ำที่แตกต่างกัน ในแปลงทดลอง

ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าให้ได้ผลดี มีคุณภาพสูง มีสปอร์มากควร

พิจารณาถึง ชนิดของพืชอาศัยที่เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อราไมคอไรซ่าไม่สามารถเลี้ยงให้เจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ซึ่งพืชที่ใช้ได้ผลดีส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เนื่องจากเชื้อราไมคอไรซ่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี ในวัสดุปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีการระบายอากาศ และน้ำได้ดี

2. การผลิตผงเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า อาจผลิตผงเชื้อราในกระถาง ในสภาพโรงเรือนทดลองที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่า ได้ผงหัวเชื้อราที่บริสุทธิ์กว่าการผลิตในสภาพแปลง แต่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง

3. การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อรา *G. mosseae* พบว่ามีปริมาณสปอร์ในดินค่อนข้างน้อยอาจเป็นอุปสรรคในการผลิตหัวเชื้อราเพื่อการค้า แต่พบว่า *G. mosseae* มีลักษณะสปอร์ค่อนข้างใหญ่ ทำให้เก็บสปอร์ได้ง่าย และมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลที่สูงกว่าการใส่เชื้อราสายพันธุ์อื่น

4. การให้น้ำที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตกับการพึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่าสูงสุด ดังนั้นน่าจะเลือกการให้น้ำที่ระดับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ มาร่วมในการทดสอบประสิทธิภาพในแปลงทดลองด้วย อย่างไรก็ตาม การทดลองในครั้งนี้ไม่ได้นำการให้น้ำที่ระดับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบในสภาพแปลงทดลอง เนื่องจาก การให้น้ำที่ระดับน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลของมะเขือเทศสีดาได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำ 100 เปอร์เซ็นต์

5. งานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อราไมคอไรซ่าส่วนใหญ่มักอยู่ในโรงเรือนควบคุม ควรมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยในแปลงทดลองให้มากขึ้น เพื่อนำเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า มาใช้ประโยชน์ได้จริงในแปลงเกษตรกร และทำการเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจ

6. ปัจจุบันเริ่มมีการผลิตหัวเชื้อราเพื่อใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า แต่การนำเอาไปใช้จริงโดยเกษตรกรยังไม่แพร่หลาย ในอนาคตจะต้องเข้ามามีบทบาทสูงในทางเกษตร ควรมีการพัฒนาให้อยู่ในรูปที่ใช้ง่ายสะดวกขึ้น

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ66 วัน

เชื้อรา	ความสูง (ซม.)			
	45 วัน	**52 วัน**	**59 วัน**	**66 วัน**
Control	27.0 bc	39.832 abc	57.95 b	73.0825
Glomus sp. 1	28.5 ab	40.502 ab	53.79 cd	68.0825
Glomus sp. 2	20.75 e	34.417 c	57.75 b	74.9150
Glomus sp. 3	22.08 de	36.082 bc	57.08 bc	735850
G. mosseae	30.75 a	43.165 a	62.08 a	79.0425
Acaulospora sp. 1	25.25 cd	36.915 bc	56.77 bc	73.4150
Entrophospora schenckii	27.0 bc	38.835 abc	52.87 d	69.1675
Scutellospora fulgida	22.33 de	37.167 bc	60.25 ab	75.0000
F-test	**	**	**	ns
CV (%)	6.11	6.54	3.25	6.89

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางผนวกที่ 2 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 45, 52, 59 และ 66 วัน

เชื้อรา	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม.)			
	45 วัน	**52 วัน**	**59 วัน**	**66 วัน**
Control	4.5850	5.7375	6.1675	7.6675
Glomus sp. 1	4.5250	5.4425	6.1125	7.0675
Glomus sp. 2	4.4450	5.8000	6.4475	7.7000
Glomus sp. 3	4.1775	5.4775	6.1750	7.0175
G. mosseae	4.6575	5.9625	6.5725	7.1175
Acaulospora sp. 1	4.4650	5.6400	6.2825	7.1000
Entrophospora schenckii	4.2625	5.6875	6.1000	7.1275
Scutellospora fulgida	4.3550	5.7825	6.3300	7.2500
F-test	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางผนวกที่ 3 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อจำนวนดอกเมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน

เชื้อรา	จำนวนดอก			
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน
Control	39.95 bcd	52.25 a	64.917 ab	56.00 ab
Glomus sp. 1	30.08 d	34.08 b	42.37 c	38.12 b
Glomus sp. 2	45.54 ab	59.17 a	71.87 ab	62.08 ab
Glomus sp. 3	42.04 abc	60.37 a	68.25 ab	64.75 ab
G. mosseae	51.95 a	68.62 a	78.50 a	67.50 ab
Acaulospora sp. 1	42.66 abc	64.79 a	77.16 a	68.83 a
Entrophospora schenckii	34.16 cd	35.41 b	50.25 bc	44.16 ab
Scutellospora fulgida	49.12 ab	64.54 a	76.41 a	67.87 ab
F-test	**	**	**	**
CV (%)	11.48	13.76	16.18	18.21

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางผนวกที่ 4 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ 87 วัน

เชื้อรา	จำนวนช่อดอก			
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน
Control	8.58 ab	9.5 ab	12.91 ab	10.00 ab
Glomus sp. 1	5.83 b	6.5 b	7.75 c	7.37 b
Glomus sp. 2	7.66 ab	10.75 a	11.83 abc	11.56 ab
Glomus sp. 3	8.0 ab	10.50 a	11.50 abc	11.62 ab
G. mosseae	8.87 a	11.87 a	14.33 a	13.50 a
Acaulospora sp.1	7.66 ab	11.04 a	13.25 ab	13.08 a
Entrophospora schenckii	6.95 ab	6.83 b	9.66 bc	9.04 ab
Scutellospora fulgida	8.54 ab	11.37 a	14.37 a	13.75 a
F-test	*	**	**	**
CV (%)	15.91	17.34	15.94	17.44

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางผนวกที่ 5 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66, 73, 80 และ87 วัน

เชื้อรา	จำนวนผล			
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน
Control	8.12 bc	16.00 ab	21.87 a	20.25 ab
Glomus sp. 1	5.87 d	12.00 bc	14.50 b	14.75 b
Glomus sp. 2	7.95 bc	16.00 ab	23.18 a	22.60 a
Glomus sp. 3	7.41 bcd	16.87 ab	21.75 a	21.25 ab
G. mosseae	10.58 a	21.83 a	24.62 a	24.00 a
Acaulospora sp. 1	7.0 cd	18.41 a	23.20 a	22.75 a
Entrophospora schenckii	7.0 cd	9.45 c	15.33 b	17.00 ab
Scutellospora fulgida	9.12 ab	18.5 a	23.20 a	22.25 a
F-test	**	**	**	*
CV (%)	10.69	16.62	13.94	16.50

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางผนวกที่ 6 ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า จำนวน 7 สายพันธุ์ต่อผลผลิตรวม, % Dry Matter, น้ำหนักแห้งรากและยอดต่อต้น เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

เชื้อรา	ผลผลิตรวม (กรัม)	% Dry Matter	น้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)	
			ราก	ยอด
Control	196.8 ab	29.16	0.805 b	7.737
Glomus sp. 1	124.9 b	24.99	0.720 b	8.428
Glomus sp. 2	233.8 a	30.90	1.730 a	12.88
Glomus sp. 3	227.5 a	30.24	1.212 ab	11.405
G. mosseae	248.0 a	32.67	1.408 ab	12.608
Acaulospora sp. 1	213.6 ab	29.51	1.322 ab	11.508
Entrophospora schenckii	169.3 ab	28.12	1.135 ab	10.117
Scutellospora fulgida	197.5 ab	30.59	1.398 ab	10.704
F-test	*	ns	*	ns
C.V. (%)	22.77	12.42	16.10	16.25

หมายเหตุ : * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 7 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซ่า				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.00 g	51.22 bc	55.27 ab	59.44 a	41.482 a
75%	0.00 g	49.22 bcd	51.38 bc	54.11 abc	38.677 a
50%	0.00 g	32.16 e	42.50 d	47.16 cd	30.455 b
25%	0.00 g	18.66 f	22.69 f	24.28 f	16.407 c
ค่าเฉลี่ย	0.00 c	37.82 b	42.96 a	46.25 a	31.76
F-test	**				
CV(%)	9.92				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 8 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณสปอร์ในดิน 100 กรัม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณสปอร์ในดิน 100 กรัม				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.00 h	163.7 d	310.7 ab	256.0 c	182.60 b
75%	0.00 h	194.3 d	330.0 a	282.0 bc	201.57 a
50%	0.00 h	73.67 fg	123.3 e	99.33 ef	74.08 c
25%	0.00 h	62.67 g	61.67 g	48.67 g	43.25 d
ค่าเฉลี่ย	0.00 d	123.59 c	206.42 a	171.5 b	501.502
F-test	**				
CV(%)	9.92				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 9 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อน้ำหนักแห้งราก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	2.95 cd	3.25 bcd	3.06 cd	4.16 a	3.355 a
75%	2.91 cd	3.34 bc	3.31 bcd	3.57 b	3.282 a
50%	1.93 f	2.86 d	2.38 e	3.10 cd	2.568 b
25%	2.00 ef	2.20 ef	1.90 f	2.40 e	2.125 c
ค่าเฉลี่ย	2.448 d	2.912 b	2.662 c	3.307 a	2.832
F-test	**				
CV(%)	6.33				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 10 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่พึงพาเชื้อราไมคอไรซ่า เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่พึ่งพาเชื้อราไมคอไรซ่า				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.00 e	16.55 d	14.76 d	30.82 bc	15.532 c
75%	0.00 e	29.89 bc	25.44 c	25.97 c	20.325 b
50%	0.00 e	39.80 a	33.43 b	42.15 a	28.845 a
25%	0.00 e	24.26 c	16.02 d	29.16 bc	17.36 c
ค่าเฉลี่ย	0.00 d	27.625 b	22.412 c	32.025 a	20.516
F-test	**				
CV(%)	13.11				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 11 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณโพรลีน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.79 bcde	0.45 b	0.51 bc	0.17 a	0.480 a
75%	1.17 fgh	0.88 def	1.05 efg	0.65 bcd	0.937 b
50%	1.49 ij	1.38 hij	1.04 efg	0.86 cde	1.192 c
25%	3.78 k	1.63 j	1.28 ghi	1.34 ghi	2.007 d
ค่าเฉลี่ย	1.807 c	1.085 b	0.97 b	0.755 a	1.154
F-test	**				
CV(%)	10.62				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 12 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของน้ำในใบ (LWP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน

การให้น้ำ	ศักยภาพของน้ำในใบ (MPa) การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.821 abc	-0.880 bc	-0.773 ab	-0.713 a	-0.797 a
75%	-0.833 abc	-0.867 abc	-0.807 abc	-0.753 ab	-0.815 a
50%	-0.880 bc	-0.820 abc	-0.967 cd	-0.740 ab	-0.852 b
25%	-1.333 e	-1.093 d	-1.100 d	-0.873 abc	-1.099 c
ค่าเฉลี่ย	-0.967 b	-0.917 b	-0.912 b	-0.770 a	-0.891
F-test	**				
CV(%)	6.84				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 13 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณโพรลีน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.79 de	0.42 b	0.55 c	0.19 a	0.487 a
75%	1.16 fghi	0.85 ef	1.04 efg	0.65 cd	0.925 b
50%	1.90 ijk	1.59 hijk	1.24 fghi	1.05 fgh	1.445 c
25%	3.20 l	2.58 kl	2.12 jkl	1.24 fghi	2.285 d
ค่าเฉลี่ย	1.762 d	1.36 c	1.237 b	0.782 a	1.285
F-test	**				
CV(%)	7.11				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 14 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของน้ำในใบ (LWP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	ศักยภาพของน้ำในใบ (MPa) การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.990 c	-0.753 a	-0.833 abc	-0.734 a	-0.827 a
75%	-0.967 c	-0.866 abc	-0.854 abc	-0.840 abc	-0.882 b
50%	-1.140 d	-0.954 c	-0.906 bc	-0.764 ab	-0.941 c
25%	-1.400 f	-1.234 de	-1.286 ef	-1.160 de	-1.270 d
ค่าเฉลี่ย	-1.124 c	-0.952 b	-0.970 b	-0.874 a	-3.920
F-test	**				
CV(%)	5.87				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 15 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณโพรลีน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.480 h	0.018 e	0.013 c	0.007 a	0.1295 a
75%	0.015 d	0.008 b	0.426 ef	0.178 ef	0.1568 b
50%	0.878 i	0.508 i	0.435 f	0.282 ef	0.5258 c
25%	2.826 i	1.174 i	0.730 i	0.471 g	1.3002 d
ค่าเฉลี่ย	1.0497 c	0.427 b	0.401 b	0.234 a	0.528
F-test	**				
CV(%)	4.44				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 16 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของน้ำในใบ (LWP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน

การให้น้ำ	ศักยภาพของน้ำในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.900 bc	-1.080 ef	-0.887 bc	-0.760 a	-0.906 a
75%	-0.940 cd	-1.113 ef	-0.887 bc	-0.793 ab	-0.933 a
50%	-1.017 de	-1.100 ef	-1.080 ef	-0.853 abc	-1.012 b
25%	-1.614 i	-1.500 h	-1.327 g	-1.180 f	-1.405 c
ค่าเฉลี่ย	-1.118 c	-1.198 d	-1.045 b	-0.896 a	-1.064
F-test	**				
CV(%)	4.46				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 17 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณโพรลีน เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณโพรลีน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	0.60 fg	0.36 c	0.21 b	0.12 a	0.322 a
75%	0.89 hi	0.52 de	0.39 cd	0.23 b	0.507 b
50%	1.27 kl	1.03 ij	0.75 hi	0.53 ef	0.895 c
25%	1.62 l	1.28 l	1.07 jk	0.73 gh	1.176 d
ค่าเฉลี่ย	1.095 d	0.797 c	0.605 b	0.402 a	0.725
F-test	**				
CV(%)	8.24				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 18 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน

การให้น้ำ	อัตราการสังเคราะห์แสง ($\mu molm^{-2}s^{-1}$) การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	12.19 de	14.57 ab	13.56 bc	15.12 a	13.86 a
75%	13.32 cd	15.43 a	13.20 cd	15.75 a	14.42 a
50%	10.02 fg	10.63 fg	9.85 g	11.12 ef	10.41 b
25%	5.32 j	6.69 hi	5.75 ij	7.11 h	6.22 c
ค่าเฉลี่ย	10.21 b	11.83 a	10.59 b	12.27 a	11.22
F-test	*				
CV(%)	4.61				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 19 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน

การให้น้ำ (A)	**ศักยภาพของสารละลายในใบ (MPa)**				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า (B)				
	ไม่ใส่เชื้อรา	***G. mosseae***	***G.* sp. 2**	***G. mos*+ *G.* sp. 2**	**ค่าเฉลี่ย**
100%	-0.946 a	-0.916 a	-0.895 a	-0.923 a	-0.920 a
75%	-0.926 a	-0.995 a	-0.939 a	-0.924 a	-0.946 a
50%	-0.988 a	-0.930 a	-1.028 abc	-0.913 a	-0.965 a
25%	-1.369 d	-1.173 c	-1.151 bc	-1.012 ab	-1.176 b
ค่าเฉลี่ย	-1.057 b	-1.004 ab	-1.003 ab	-0.943 a	-1.002
F-test	**				
CV(%)	6.22				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 20 ผลของการให้น้ำและการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า ที่ระดับต่าง ๆ ต่อแรงดันแต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 52 วัน

การให้น้ำ (A)	**แรงดันแต่งของเซลล์ในใบ (MPa)**				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	***G. mosseae***	***G.* sp. 2**	***G. mos*+ *G.* sp. 2**	**ค่าเฉลี่ย**
100%	0.125 abc	0.036 fg	0.122 abc	0.210 a	0.123 a
75%	0.093 abc	0.128 defg	0.132 abc	0.171 ab	0.131 a
50%	0.108 bcde	0.110 bcde	0.061 g	0.173 ab	0.113 a
25%	0.036 fg	0.080 bcd	0.051 efg	0.139 abc	0.076 b
ค่าเฉลี่ย	0.090 b	0.089 b	0.091 b	0.173 a	0.110
F-test	**				
CV(%)	16.45				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 21 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	ศักยภาพของสารละลายในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.895 c	-0.707 a	-0.702 a	-0.699 a	-0.751 a
75%	-0.856 bc	-0.797 abc	-0.730 ab	-0.770 abc	-0.788 a
50%	-1.022 d	-0.830 abc	-0.866 bc	-0.744 ab	-0.866 b
25%	-1.213 e	-1.151 e	-1.217 e	-1.092 de	-1.168 c
ค่าเฉลี่ย	-0.997 b	-0.871 a	-0.879 a	-0.826 a	-0.089
F-test	**				
CV(%)	5.92				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 22 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันแต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	แรงดันแต่งของเซลล์ในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.095 abcde	-0.046 abcd	-0.131 ef	-0.035 ab	-0.077 a
75%	-0.111 bcdef	-0.069 abcde	-0.124 def	-0.070 abcde	-0.094 ab
50%	-0.118 cdef	-0.124 def	-0.040 abc	-0.020 a	-0.076 a
25%	-0.187 f	-0.083 abcde	-0.069 abcde	-0.068 abcde	-0.102 b
ค่าเฉลี่ย	-0.127 c	-0.081 ab	-0.092 b	-0.048 a	-0.087
F-test	**				
CV(%)	12.51				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 23 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน

การให้น้ำ	ศักยภาพของสารละลายในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.736 abc	-0.737 abc	-0.656 a	-0.693 ab	-0.705 a
75%	-0.800 bc	-0.753 abc	-0.714 abc	-0.752 abc	-0.755 a
50%	-0.945 e	-0.906 de	-0.812 cd	-0.771 bc	-0.859 b
25%	-1.466 h	-1.392 h	-1.285 g	-1.132 f	-1.319 c
ค่าเฉลี่ย	-0.987 b	-0.947 b	-0.867 a	-0.837 a	-0.909
F-test	**				
CV(%)	5.07				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 24 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 66 วัน

การให้น้ำ	แรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.164 bcde	-0.434 f	-0.231 de	-0.067 ab	-0.201 b
75%	-0.140 abcd	-0.361 f	-0.172 bcde	-0.041 a	-0.179 b
50%	-0.072 ab	-0.914 cde	-0.268 ef	-0.082 abc	-0.154 b
25%	-0.148 abcd	-0.108 abc	-0.042 a	-0.048 a	-0.086 a
ค่าเฉลี่ย	-0.131 b	-0.251 c	-0.178 b	-0.060 a	-0.155
F-test	**				
CV(%)	13.62				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 25 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อศักยภาพของสารละลายในใบ (OP) เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน

การให้น้ำ	ศักยภาพของสารละลายในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.976 abc	-0.873 ab	-0.789 a	-0.784 a	-0.855 a
75%	-1.266 defg	-1.167 cdef	-0.990 abc	-0.920 abc	-1.086 b
50%	-1.445 g	-1.017 abcd	-1.331 efg	-1.096 bcde	-1.222 c
25%	-1.460 g	-1.422 fg	-1.493 g	-1.366 fg	-1.435 d
ค่าเฉลี่ย	-1.287 b	-1.120 a	-1.151 a	-1.041 a	-1.149
F-test	**				
CV(%)	9.35				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 26 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อแรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (TP) เมื่อมะเขือเทศสีดา อายุ 73 วัน

การให้น้ำ	แรงดันเต่งของเซลล์ในใบ (MPa)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	-0.291 d	-0.060 ab	-0.138 bc	-0.076 ab	-0.141 b
75%	-0.194 c	-0.053 a	-0.060 ab	-0.087 ab	-0.098 a
50%	-0.082 ab	-0.170 c	-0.036 a	-0.024 a	-0.089 a
25%	-0.180 c	-0.072 ab	-0.053 a	-0.054 a	-0.089 a
ค่าเฉลี่ย	-0.186 b	-0.089 a	-0.072 a	-0.060 a	-0.104
F-test	**				
CV(%)	15.35				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 27 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อการตรวจวัดสถานะของน้ำในใบพืช เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	การตรวจวัดสถานะของน้ำในใบ (%)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	96.43 abc	96.30 bc	97.82 ab	98.09 a	97.16 a
75%	93.89 e	94.31 de	97.73 ab	97.65 ab	95.90 b
50%	92.00 f	95.94 cd	95.63 cd	95.82 cd	94.85 c
25%	86.55 h	90.62 fg	91.30 f	89.54 g	89.51 d
ค่าเฉลี่ย	92.22 c	94.30 b	95.62 a	95.28 a	94.36
F-test	**				
CV(%)	0.98				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 28 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อความสูง เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน

การให้น้ำ	ความสูง (ซม.)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	120.9 abc	122.8 ab	118.9 abc	124.0 ab	121.650 a
75%	110.4 c	125.2 a	112.1 bc	124.6 a	118.075 a
50%	93.78 de	120.9 abc	95.77 d	120.7 abc	107.787 b
25%	83.17 e	87.67 de	82.44 e	90.50 de	85.945 c
ค่าเฉลี่ย	102.062 b	114.142 a	102.302 b	114.95 a	433.457
F-test	**				
CV(%)	4.39				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 29 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนช่อดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	จำนวนช่อดอก				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	6.67 ab	6.33 abc	6.00 abcd	6.67 ab	6.42 a
75%	6.00 abcd	6.22 abc	6.11 abcd	7.00 a	6.33 a
50%	5.89 abcd	6.11 abcd	5.44 cd	6.67 ab	6.03 a
25%	5.33 cd	5.77 bcd	5.00 d	6.00 abcd	5.53 b
ค่าเฉลี่ย	5.97 bc	6.11 b	5.64 c	6.58 a	6.08
F-test	**				
CV(%)	7.35				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 30 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนดอก เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 73 วัน

การให้น้ำ	จำนวนดอก				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	82.22 a	81.94 a	77.00 a	83.22 a	81.095 a
75%	77.66 a	80.11 a	58.28 cd	83.61 a	74.915 b
50%	67.55 b	65.00 bc	49.11 ef	67.00 b	62.165 c
25%	51.44 de	47.88 ef	35.33 g	42.22 fg	44.217 d
ค่าเฉลี่ย	69.717 a	68.732 a	54.93 b	69.012 a	262.392
F-test	**				
CV(%)	5.44				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 31 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 59 วัน

การให้น้ำ	**จำนวนผล**				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	***G. mosseae***	***G.* sp. 2**	***G. mos*+ *G.* sp. 2**	**ค่าเฉลี่ย**
100%	9.443 abc	8.553 cde	8.110 cde	10.33 ab	9.109 a
75%	9.550 abc	8.887 bcde	7.887 cde	10.66 a	9.247 a
50%	8.663 bcde	8.110 cde	7.330 ef	9.163 abcd	8.317 b
25%	7.833 cde	7.663 de	6.000 f	8.443 cde	7.485 c
ค่าเฉลี่ย	8.872 b	8.303 b	7.332 c	9.650 a	8.539
F-test	**				
CV(%)	10.47				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 32 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน

การให้น้ำ	**จำนวนผล**				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	***G. mosseae***	***G.* sp. 2**	***G. mos*+ *G.* sp. 2**	**ค่าเฉลี่ย**
100%	33.50 bcd	39.72 a	37.27 abc	38.22 a	37.18 a
75%	32.78 cd	33.44 bcd	34.72 abc	38.00 abc	34.73 b
50%	24.22 e	33.72 bcd	22.11 e	29.11 d	27.29 c
25%	21.66 e	21.39 e	16.11 f	22.78 e	20.48 d
ค่าเฉลี่ย	28.04 b	32.07 a	27.55 b	32.03 a	29.92
F-test	**				
CV(%)	6.94				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 33 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อจำนวนผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 87 วัน

การให้น้ำ	จำนวนผล				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	36.72 bcd	42.22 ab	37.55 bcd	40.22 abc	39.18 a
75%	34.89 cde	41.72 ab	35.78 cd	44.50 a	39.22 a
50%	32.16 def	38.28 bc	26.83 fgh	39.44 abc	34.18 b
25%	26.61 gh	29.83 efg	21.94 h	28.78 fg	26.54 c
ค่าเฉลี่ย	32.35 b	38.01 a	30.53 b	38.23 a	34.78
F-test	*				
CV(%)	6.67				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 34 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อผลผลิตรวม เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	ผลผลิตรวม (กรัม)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	529.9 ef	635.0 bc	621.7 c	766.0 a	638.1 a
75%	464.5 g	662.6 bc	623.0 c	672.5 b	605.7 b
50%	334.6 i	555.9 de	502.6 fg	578.4 d	492.9 c
25%	265.7 j	350.8 hi	316.4 i	375.1 h	327.0 d
ค่าเฉลี่ย	398.7 d	551.1 b	515.9 c	598.0 a	515.92
F-test	**				
CV(%)	3.33				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 35 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่างๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อน้ำหนักผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	น้ำหนักผล (กรัม)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	19.81 cd	21.63 ab	21.05 abc	22.58 a	21.27 a
75%	16.89 f	20.69 bcd	19.12 de	21.81 ab	19.63 b
50%	11.84 g	17.95 ef	19.74 cd	20.49 bcd	17.50 c
25%	7.637 i	10.08 h	9.717 h	11.98 g	9.85 d
ค่าเฉลี่ย	14.05 c	17.59 b	17.41 b	19.22 a	17.06
F-test	**				
CV(%)	4.17				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 36 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 80 วัน

การให้น้ำ	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (มิลลิเมตร)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	32.72 bc	34.57 a	33.50 ab	33.68 ab	33.62 a
75%	32.40 bc	32.50 bc	34.62 a	33.45 ab	33.24 a
50%	26.88 fg	30.24 d	32.20 bc	31.80 c	30.28 b
25%	23.17 h	25.89 g	28.54 e	27.89 ef	26.37 c
ค่าเฉลี่ย	28.79 c	30.80 b	32.22 a	31.71 a	30.88
F-test	**				
CV(%)	1.95				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 37 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (% brix)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	5.300 ghi	5.110 i	5.167 hi	5.370 fghi	5.237 d
75%	5.553 efg	5.720 e	5.470 efgh	5.677 ef	5.605 c
50%	6.163 cd	6.150 cd	6.100 d	6.433 bc	6.212 b
25%	7.510 a	7.577 a	6.667 b	7.777 a	7.383 a
ค่าเฉลี่ย	6.132 b	6.139 b	5.851 c	6.314 a	6.11
F-test	**				
CV(%)	2.26				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 38 ผลของการให้น้ำที่ระดับต่าง ๆ และการใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปริมาณกรดแอสคอบิค เมื่อมะเขือเทศสีดาอายุ 120 วัน

การให้น้ำ	ปริมาณกรดแอสคอบิค (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)				
	การใส่เชื้อราไมคอไรซ่า				
	ไม่ใส่เชื้อรา	*G. mosseae*	*G.* sp. 2	*G. mos*+ *G.* sp. 2	ค่าเฉลี่ย
100%	210.44 abcd	210.77 abcd	200.75 abcd	220.71 ab	210.67
75%	210.05 abcd	220.04 abc	200.38 bcd	230.35 a	210.70
50%	190.39 d	190.73 cd	210.37 abcd	220.30 abc	200.70
25%	200.71 bcd	220.59 ab	220.51 ab	210.04 abcd	210.71
ค่าเฉลี่ย	200.65 b	210.53 ab	210.26 ab	220.35 a	208.19
F-test	**				
CV(%)	4.66				

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ถูกกำกับด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 39 ค่าการแปลงหน่วยความดัน

Pressure Conversion Table (approximate values)				
Bar	**mWG**	**kPa**	**Mpa**	**psi**
0.5 bar	5 mWg	50 kPa	0.05 MPa	7.25 psi
1 bar	10 mWg	100 kPa	0.1 MPa	14.5 psi
2 bar	20 mWg	200 kPa	0.2 MPa	29 psi
3 bar	30 mWg	300 kPa	0.3 MPa	43.5 psi
5 bar	50 mWg	500 kPa	0.5 MPa	72.5 psi
10 bar	100 mWg	1,000 kPa	1 MPa	145 psi
20 bar	200 mWg	2,000 kPa	2 MPa	290 psi
40 bar	400 mWg	4,000 kPa	4 MPa	580 psi
50 bar	500 mWg	5,000 kPa	5 MPa	725 psi
100 bar	1,000 mWg	10,000 kPa	10 MPa	1,450 psi
200 bar	2,000 mWg	20,000 kPa	20 MPa	2,900 psi
400 bar	4,000 mWg	40,000 kPa	40 MPa	5,800 psi
600 bar	6,000 mWg	60,000 kPa	60 MPa	8,700 psi
1,000 bar	10,000 mWg	100,000 kPa	100 MPa	14,500 psi
Bar	mWG	kPa	Mpa	psi

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางผนวกที่ 40 คุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ หรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวถาวร

เนื้อดิน	ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (As)	ความชื้นชลประทาน (% น.น.ดินแห้ง) (FC)	ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (% น.น.ดินแห้ง) (Pw)	ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้		
				(% น.น. ดินแห้ง) (Pw) Pw = FC-Pw	(%โดยปริมาตร) (Pv) Pv = PwxAs	(มิลลิเมตรต่อเซนติเมตร) (d) $d = \frac{PwxAsxD}{100}$
	(1)	(2)	(3)	(4) = (2)-(3)	(5) = (4) x (1)	(6) = $\frac{(4) \times (1) \times D}{100}$
1. ดินทราย	1.65 (1.55-1.80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	0.8 (0.6-1.0)
2. ดินร่วนปนทราย	1.50 (1.40-1.60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	1.2 (0.9-1.5)
3. ดินร่วน	1.40 (1.35-1.50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	1.7 (1.4-2.0)
4. ดินร่วนปนดินเหนียว	1.35 (1.30-1.40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	1.9 (1.6-2.2)
5. ดินเหนียวปนตะกอนทราย	1.30 (1.25-1.35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	2.1 (1.8-2.3)
6. ดินเหนียว	1.25 (1.20-1.30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-35)	2.3 (2.0-3.5)

ที่มา : ดิเรก ทองอร่าม 2545

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางผนวกที่ 41 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration, ETp) สำหรับจังหวัดต่าง ๆ (หน่วย:มม./วัน)

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. เชียงราย	2.99	4.46	4.88	5.63	5.08	4.75	4.35	4.01	3.27	3.92	3.49	2.92
2. แม่ฮ่องสอน	3.30	4.79	5.35	6.16	5.20	4.62	4.23	3.95	4.15	3.95	3.73	3.12
3. เชียงใหม่	3.34	4.47	5.29	5.98	5.16	4.79	3.34	3.93	4.13	3.95	3.65	3.11
4. แม่สะเรียง	3.46	4.96	5.75	6.36	5.34	4.49	4.08	3.85	4.17	4.11	3.90	3.32
5. ลำปาง	3.50	4.96	5.37	6.14	5.39	5.04	4.63	4.26	4.33	4.03	3.76	3.22
6. น่าน	3.28	4.75	5.22	5.88	5.10	4.78	4.37	4.00	4.20	4.05	3.71	3.12
7. แพร่	3.48	4.89	5.48	6.26	5.42	4.82	4.58	4.18	4.26	4.03	3.84	3.31
8. อุตรดิตถ์	3.67	5.00	5.31	6.01	5.17	4.66	4.30	3.99	4.26	4.26	4.09	3.52
9. ตาก	3.71	5.25	5.87	6.58	5.37	5.00	4.64	4.33	4.26	3.90	3.73	3.33
10. พิษณุโลก	3.63	4.93	5.31	5.83	5.13	4.77	4.38	4.05	4.27	4.16	4.02	3.48
11. แม่สอด	3.76	5.21	5.70	6.31	5.26	4.51	4.12	3.80	4.22	4.20	4.10	3.56
12. เพชรบูรณ์	3.81	5.11	5.67	6.00	5.15	4.67	4.25	3.93	4.09	4.22	4.13	3.60
13. เขื่อนภูมิพล	3.75	5.46	5.99	6.57	5.36	4.93	4.60	4.53	4.33	4.04	3.86	3.40
14. เลย	3.82	5.21	5.53	6.09	5.38	5.16	4.93	4.59	4.64	4.49	4.13	3.53
15. อุดรธานี	3.61	4.89	5.32	5.79	5.08	4.81	4.50	4.13	4.37	4.31	4.04	3.43
16. นครพนม	3.66	4.75	5.05	5.53	4.98	4.47	4.24	3.92	4.24	4.25	4.02	3.46
17. สกลนคร	3.68	4.93	5.26	5.75	4.97	4.76	4.55	4.16	4.40	4.35	4.08	3.48
18. มุกดาหาร	3.82	5.00	5.37	5.74	5.02	4.71	4.37	4.13	4.50	4.36	4.024	3.67
19. ขอนแก่น	3.78	5.11	5.41	5.90	5.22	4.93	4.72	4.29	4.39	4.22	4.19	3.63
20. ร้อยเอ็ด	3.83	5.00	5.32	5.69	5.11	4.90	4.62	4.18	4.30	4.26	4.19	3.69
21. อุบลราชธานี	4.02	5.18	5.35	5.59	5.01	4.66	4.52	4.15	4.30	4.32	4.40	3.87
22. สุรินทร์	3.85	4.96	5.22	5.39	4.83	4.56	4.36	4.04	4.13	4.06	3.97	3.56
23. นครราชสีมา	3.86	5.11	5.25	5.61	5.10	5.03	4.71	4.32	4.40	4.10	4.05	3.62
24. ชัยบ่วง	3.64	4.68	4.74	5.09	4.68	4.72	4.41	4.03	4.17	3.84	3.72	3.37
25. ชัยภูมิ	4.04	5.36	5.55	5.97	5.54	4.99	4.63	4.30	4.33	4.34	4.32	3.84
26. นครสวรรค์	3.95	5.32	5.78	6.22	5.37	5.07	4.63	4.31	4.23	4.06	4.04	3.65
27. ลพบุรี	4.23	5.43	5.70	5.95	5.20	4.94	4.56	4.25	4.38	4.29	4.35	4.12
28. สุพรรณบุรี	4.14	5.25	5.60	6.08	5.41	5.16	4.81	4.57	4.47	4.26	4.25	3.91
29. ปราจีนบุรี	4.27	5.25	5.19	5.39	4.90	4.52	4.25	5.08	4.23	4.23	4.47	4.11
30. กาญจนบุรี	4.20	5.39	5.69	6.07	5.27	4.92	4.64	4.36	4.43	4.09	4.04	3.75
31. ดอนเมือง	4.20	5.29	5.43	5.65	5.10	4.99	4.67	4.29	4.41	4.22	4.21	3.82
32. กรุงเทพฯ	3.85	4.86	4.92	5.19	4.65	4.57	4.27	4.06	4.09	3.86	3.95	3.63
33. อรัญประเทศ	4.07	5.29	5.37	5.53	5.08	4.80	4.43	4.16	4.38	4.19	4.18	3.77
34. ชลบุรี	4.23	5.00	5.40	5.69	4.94	4.97	4.62	4.38	4.37	4.23	4.35	4.18

ตารางผนวกที่ 41 (ต่อ) (หน่วย:มม./วัน)

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
35. สัตหีบ	4.52	5.57	5.52	5.68	4.88	5.25	4.88	4.69	4.61	4.29	4.57	4.47
36. จันทบุรี	4.13	4.79	4.49	4.85	4.27	4.09	3.90	3.72	3.90	3.98	4.26	4.08
37.คลองใหญ่ (ตราด)	3.99	4.64	4.42	4.56	4.16	4.00	3.84	3.59	3.88	3.90	4.07	3.97
38. เกาะสีชัง	4.30	5.36	5.36	5.69	5.01	5.06	4.70	4.47	4.46	4.42	4.49	4.24
39.หัวหิน	4.09	5.18	5.31	5.58	4.90	4.85	4.47	4.27	4.39	4.09	4.16	3.97
40. ประจวบคีรีขันธ์	4.03	5.04	5.13	5.47	4.96	4.83	4.58	4.41	4.65	4.17	4.27	4.10
41. ชุมพร	3.77	4.75	4.89	5.13	4.47	4.33	4.10	4.83	4.25	3.91	3.77	3.57
42. สุราษฎร์ธานี	3.88	5.11	5.11	5.16	4.57	4.53	4.34	4.32	3.79	3.95	3.67	3.45
43.นครศรีธรรมราช	3.74	4.89	5.06	5.08	4.60	4.67	4.56	4.36	3.35	3.99	3.65	3.45
44. สงขลา	4.18	5.14	4.94	4.90	4.35	4.42	4.36	4.30	2.64	4.00	3.77	3.73
45. นราธิวาส	4.89	4.86	4.88	5.14	4.46	4.49	4.36	4.24	3.89	4.08	3.82	3.56
46. ระนอง	4.18	5.18	5.10	5.09	4.17	3.92	3.78	8.65	3.63	3.70	3.59	3.86
47. ภูเก็ต	4.61	5.68	5.38	5.17	4.26	4.40	4.27	4.27	2.72	4.06	4.13	4.26
48. สนามบินภูเก็ต	4.32	5.36	5.07	4.93	4.40	4.24	4.12	4.03	2.92	3.88	4.00	3.95
49. ตรัง	4.50	5.64	5.35	5.16	4.23	4.03	4.12	3.97	2.41	3.92	3.89	3.96

ที่มา : ดิเรก ทองอร่าม, 2524

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางผนวกที่ 42 ปริมาณการใช้น้ำของมะเขือเทศสีดาในแต่ละเดือน ในแปลงทดลอง ที่ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เดือนกุมภาพันธุ์ ETp = 5.11

ระยะพืช	เวลา	K_c	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
การเจริญทางลำต้น-ออกดอก	0-30	0.75	3.83
ออกดอก-ติดผล	31-60	1.15	5.88
ติดผล-ผลสุก	61-90	0.85	4.34
ผลสุก-เก็บเกี่ยว	91-120	0.625	3.19

เดือนมีนาคม ETp = 5.25

ระยะพืช	เวลา	K_c	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
การเจริญทางลำต้น-ออกดอก	0-30	0.75	3.94
ออกดอก-ติดผล	31-60	1.15	6.04
ติดผล-ผลสุก	61-90	0.85	4.46
ผลสุก-เก็บเกี่ยว	91-120	0.625	3.28

เดือน เมษายน ETp = 5.61

ระยะพืช	เวลา	K_c	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
การเจริญทางลำต้น-ออกดอก	0-30	0.75	4.21
ออกดอก-ติดผล	31-60	1.15	6.45
ติดผล-ผลสุก	61-90	0.85	4.77
ผลสุก-เก็บเกี่ยว	91-120	0.625	3.51

ตารางผนวกที่ 42 (ต่อ)

เดือน พฤษภาคม ETp = 5.10

ระยะพืช	เวลา	K_c	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
การเจริญทางลำต้น-ออกดอก	0-30	0.75	3.82
ออกดอก-ติดผล	31-60	1.15	5.86
ติดผล-ผลสุก	61-90	0.85	4.33
ผลสุก-เก็บเกี่ยว	91-120	0.625	3.19

เดือน มิถุนายน ETp = 5.03

ระยะพืช	เวลา	K_c	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
การเจริญทางลำต้น-ออกดอก	0-30	0.75	3.77
ออกดอก-ติดผล	31-60	1.15	5.78
ติดผล-ผลสุก	61-90	0.85	4.27
ผลสุก-เก็บเกี่ยว	91-120	0.625	3.14

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เดือน กรกฎาคม ETp = 4.71

ระยะพืช	เวลา	K_c	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
การเจริญทางลำต้น-ออกดอก	0-30	0.75	3.53
ออกดอก-ติดผล	31-60	1.15	5.41
ติดผล-ผลสุก	61-90	0.85	4.00
ผลสุก-เก็บเกี่ยว	91-120	0.625	2.94

ตารางผนวกที่ 43 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น เฉลี่ยแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2552 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	อุณหภูมิ (^{0}C)		ความชื้น (%)	
		Max	Min	Max	Min
มกราคม	-	28.16	14.05	90.40	51.63
กุมภาพันธ์	0.08	34.53	19.79	89.66	48.61
มีนาคม	2.92	33.84	21.95	90.26	54.05
เมษายน	5.73	33.89	23.57	88.78	57.87
พฤษภาคม	5.58	33.33	23.46	89.71	59.11
มิถุนายน	3.12	34.19	23.69	88.10	56.18
กรกฎาคม	5.62	32.89	23.75	85.97	59.10
สิงหาคม	4.95	33.64	23.56	87.31	57.66
กันยายน	8.14	32.25	23.54	89.12	61.85
ตุลาคม	5.85	31.66	22.72	90.08	59.87
พฤศจิกายน	0.16	30.63	18.81	86.40	52.58
ธันวาคม	0.18	30.98	17.32	87.45	48.21
ค่าเฉลี่ย	3.53	30.15	21.35	88.60	55.56

ที่มา : โครงการชลประทานนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางผนวกที่ 44 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นเฉลี่ยแต่ละเดือนของปี พ.ศ.2553 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

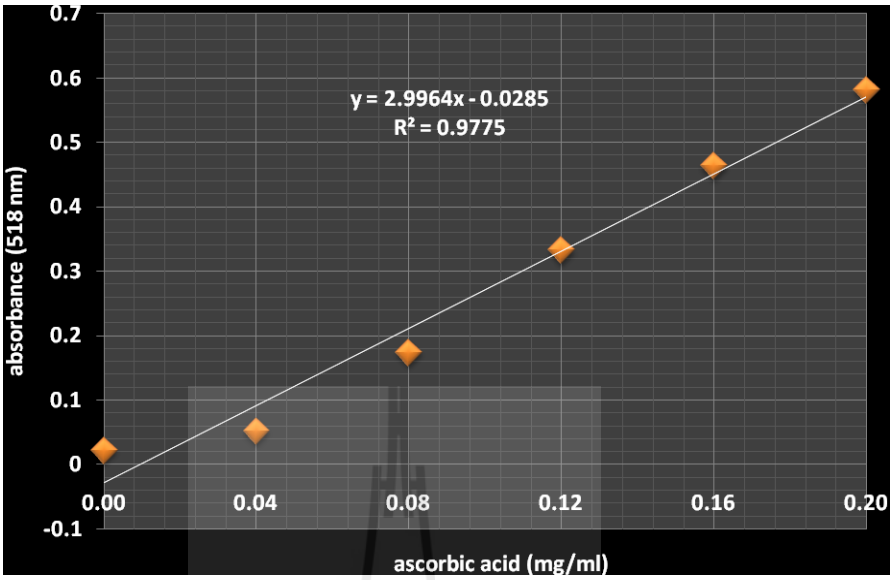
เดือน	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	อุณหภูมิ (^{0}C)		ความชื้น (%)	
		Max	Min	Max	Min
มกราคม	2.17	28.16	14.05	90.40	51.63
กุมภาพันธ์	-	34.73	21.29	84.16	45.21
มีนาคม	0.14	33.84	21.95	90.26	54.05
เมษายน	1.23	33.89	23.57	88.78	57.87
พฤษภาคม	2.59	33.33	23.46	89.71	59.11
มิถุนายน	3.10	35.88	24.68	83.05	48.83
กรกฎาคม	6.81	33.55	23.89	84.80	51.40
สิงหาคม	4.11	32.19	23.49	90.92	51.72
กันยายน	9.50	32.29	23.22	93.72	57.04
ตุลาคม	12.24	29.98	22.22	92.98	56.93
พฤศจิกายน	0.11	29.62	19.45	92.40	48.93
ธันวาคม	-	30.08	17.25	89.74	43.02
ค่าเฉลี่ย	3.5	32.30	21.54	89.24	52.14

ที่มา : โครงการชลประทานนครราชสีมา

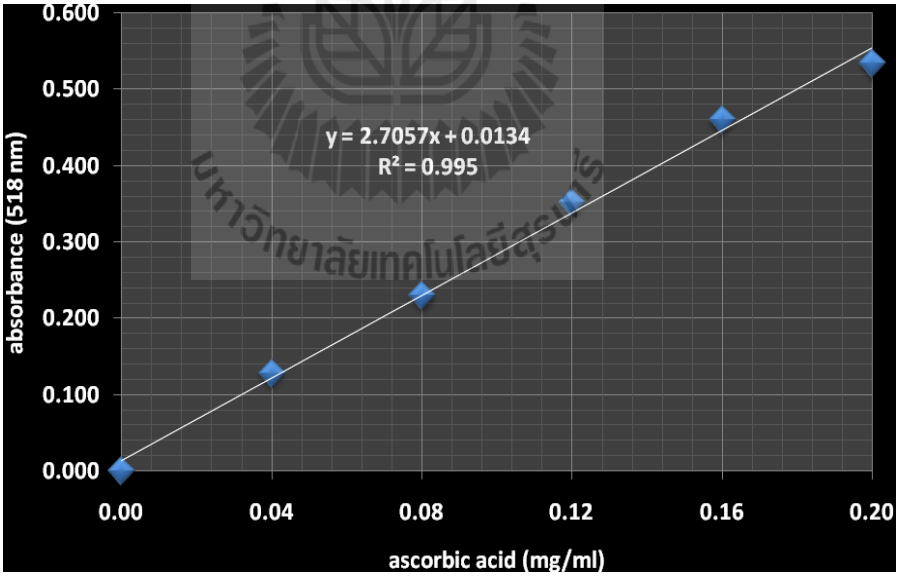
ตารางผนวกที่ 45 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นเฉลี่ยแต่ละเดือนของปี พ.ศ.2554 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	อุณหภูมิ (^{0}C)		ความชื้น (%)	
		Max	Min	Max	Min
มกราคม	-	28.01	21.60	90.62	42.56
กุมภาพันธ์	1.40	32.83	19.43	88.27	40.56
มีนาคม	1.50	30.81	19.69	86.69	39.48
เมษายน	5.12	34.03	21.53	84.35	40.81
พฤษภาคม	3.09	34.09	23.04	91.79	49.77
มิถุนายน	3.89	33.72	24.11	90.94	50.63
กรกฎาคม	4.40	33.55	23.95	90.55	49.53

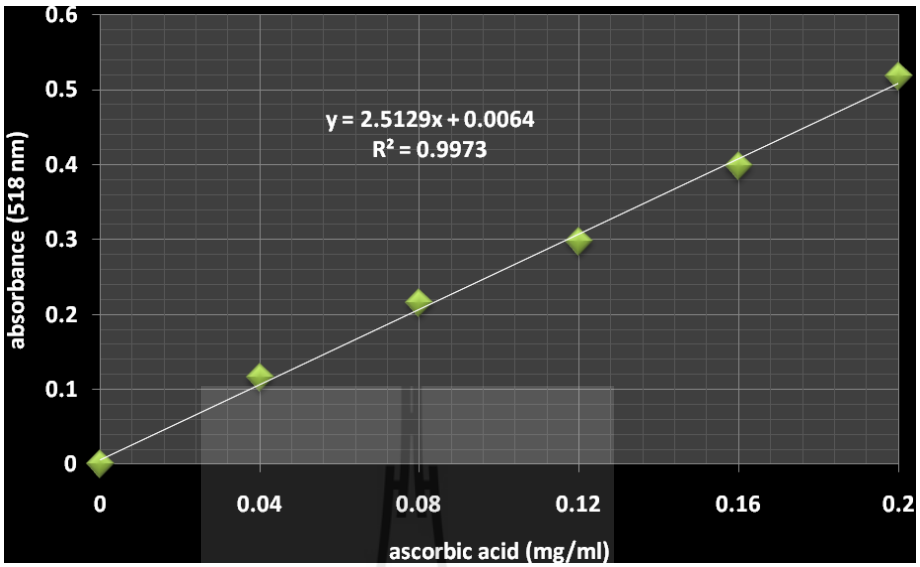
ที่มา : โครงการชลประทานนครราชสีมา



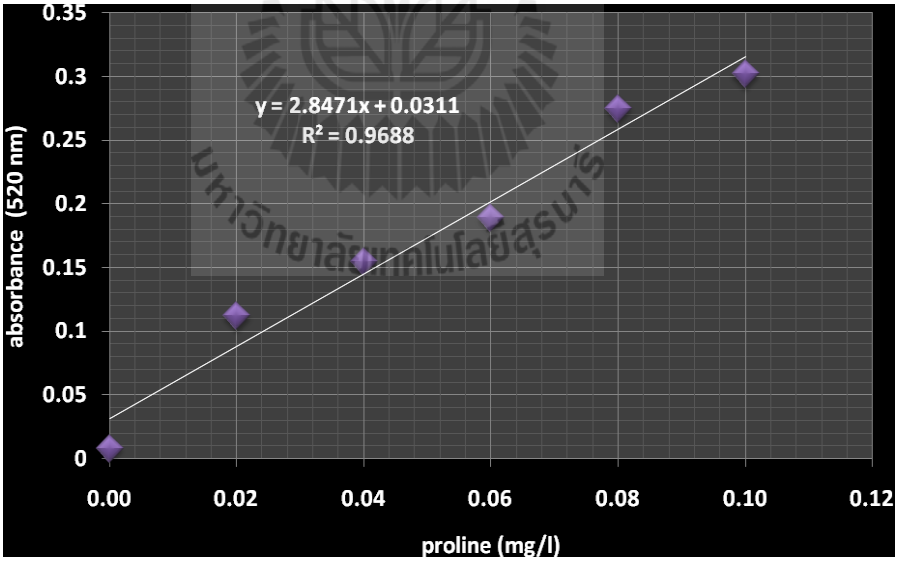
ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอบิค ในการทดลองบทที่ 3



ภาพผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอบิค ในการทดลองบทที่ 4



ภาพผนวกที่ 3 กราฟมาตรฐานของกรดแอสคอบิค ในการทดลองบทที่ 5



ภาพผนวกที่ 4 กราฟมาตรฐานของโพรลีน

ภาพผนวกที่ 5 โรงเรือนที่ใช้ปลูกมะเขือเทศสีดา

ภาพผนวกที่ 6 การอบฆ่าเชื้อดินที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้สารดาโซเมท

ภาพผนวกที่ 7 ต้นกล้ามะเขือเทศสีดาอายุ 35 วัน ที่ใส่เชื้อราอาบัสคูล่า ไมคอไรซ่า (AMF) จำนวน 7 สายพันธุ์

ภาพผนวกที่ 8 ต้นมะเขือเทศสีดาอายุ 45 วัน ที่ปลูกในแปลงทดลอง

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสิริพร สิริชัยเวชกุล เกิดวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2515 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2533-2537 ศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2538-2542 ทำงานในตำแหน่งอาจารย์พิเศษตามสัญญาจ้าง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2544-2549 และศึกษาต่อในระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยทุนพัฒนาอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2550-2554 สถานที่ติดต่อ บ้านเลขที่ 164/6 ถนนสุรนารายณ์ ซอยกันยา 11 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 E-mail address: hua1973@windowslive.com

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี