ผลของการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย *Bacillus subtilis* ต่อความงอกของเมล็ดและการรอดชีวิตของต้นกล้าในโรงเรือนที่เคยมีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียว

Effect of Tomato Seed Priming with *Bacillus subtilis* on Seed Germination, and Seedling Survival in Outbreak Bacterial Wilt in Greenhouse Condition

ปัทมาวดี คุณวัลลี[1*], เทวี มณีรัตน์[1] และ กนกวัน ปลอดจินดา[1]

Pattamavadee Kunwanlee[1*], Tewee Maneerat[1] and Kanokwan Plodjinda[1]

[1]สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[1]Division of Agricultural Innovation and Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University

*Corresponding author: pattamavadee.k@psu.ac.th

Received: 30 April 2023; Accepted: 26 May 2023; Published: 1 June 2023

บทคัดย่อ

การปลูกมะเขือเทศมักประสบปัญหาจากโรคเหี่ยวเขียว เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* จัดเป็นเชื้อโรคในดินที่สำคัญ *Bacillus subtilis* เป็นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่สามารถควบคุมโรคเหี่ยวเขียวได้ การเตรียมความพร้อมเมล็ดร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (Bio-priming) สามารถควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเมล็ดพันธุ์และจากดินได้ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย *Bacillus subtilis* ต่อความงอกของเมล็ดและการรอดชีวิตของต้นกล้าในโรงเรือนที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียว วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ พบว่า การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย *B. subtilis* ทำให้ความงอกมาตรฐาน (98.00%-100.00%) ความเร็วเฉลี่ยในการงอก 4.08-4.18 วัน และความงอกในสภาพแปลง 96.00%-97.00% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้ามะเขือเทศภายหลังการย้ายปลูกในสภาพพื้นที่ที่เคยมีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียวในสัปดาห์ที่ 2 พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สัปดาห์ที่ 4 และ 6 พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าลดลง ยกเว้น T3 (100.00%) และ T4 (100.00%) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่าการเตรียมความพร้อมของเมล็ดมะเขือเทศด้วยน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ *B. subtilis* เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตในในโรงเรือนที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียว อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นเพียงการทดสอบเบื้องต้นสำหรับทดสอบความงอกและการรอดชีวิตเท่านั้น ยังมีความจำเป็นต้องศึกษาการเตรียมความพร้อมของเมล็ดเพื่อความสามารถในการควบคุมโรคพืช

คำสำคัญ: มะเขือเทศ; การเตรียมความพร้อมเมล็ด; โรคเหี่ยวเขียว *Bacillus subtilis*; ความงอก; การรอดชีวิตของต้นกล้า

ABSTRACT

Tomato cultivation is often suffered from bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*), an important soil-born plant disease. *B. subtilis* is an antagonist bacterium of controlling bacterial wilt. Seed priming with antagonist microorganisms (Bio-priming) can control seed- and soil born

wilt. Therefore, this study was aimed to investigate the effects of tomato seed priming with *B. subtilis* on seed germination and seedling survival in greenhouses with bacterial wilt outbreak. Completely randomized design of 4 replications was conducted. Results found that tomato seeds priming with *B. subtilis* gave standard germination (98.00%-100.00%), mean germination time (4.08-4.18 days) and field emergence (96.00%-97.00%) were not statistically different. The survival percentage of tomato seedlings after transplanting in the area with bacterial wilt at the second week shown non statistically different. In week 4 and 6 found that percentage of seedling survival of T1 T2 and T5 were decreased, except T3 and T4 which had the highest of seedling survival at 100% with significant statistical difference. This study could be concluded that tomato seed priming with water for 24 hours and *B. subtilis* for 12 hours gave seedlings could grow in greenhouses with an outbreak of bacterial wilt. However, this study is only preliminary seed germination and seedling survival testing. It is also necessary to further study seed priming on controlling plant diseases.

Keywords: Tomato; Seed priming; *Bacillus subtilis*; Bacterial wilt; Seed germination; Seedling survival

คำนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill) อยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ผลของมะเขือเทศสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ทั้งบริโภคผลสด และด้านอุตสาหกรรม ได้แก่ มะเขือเทศเข้มข้น ซอสมะเขือเทศ น้ำมะเขือเทศ เป็นต้น มะเขือเทศสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีในทุกภาคของประเทศไทย ให้ผลผลิตต่อไร่สูง (Ketsakul *et al*., 2015) อย่างไรก็ตามการปลูกมะเขือเทศในภูมิประเทศที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้นมักประสบปัญหาโรคพืชที่ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ปลูกที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งหนึ่งในปัญหาโรคพืชที่สำคัญในมะเขือเทศ คือ โรคเหี่ยวเขียว (bacterial wilt) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* จัดเป็นเชื้อโรคในดินที่สำคัญ เนื่องจากสามารถเข้าทำลายพืชได้มากกว่า 250 ชนิด มากกว่า 30 ตระกูล ทั้งพืชเศรษฐกิจ เช่น มะเขือเทศ พริก มันฝรั่ง ขิง ยาสูบ ถั่วลิสง กล้วย วัชพืช ไม้ยืนต้น โดยเฉพาะพืชในวงศ์ Solanaceae การเกิดโรคจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว และรุนแรง โดยจะแสดงอาการเหี่ยว และตายทั้งต้นภายในเวลาไม่กี่วันหลังจากที่เชื้อแบคทีเรียเข้าทำลาย (Soontarasing, 1987)

การป้องกันกำจัดหรือการควบคุมลดความเสียหายที่จะเกิดโรคนี้ได้ สามารถทำได้โดยการเลือกใช้พันธุ์ต้านทาน การปลูกพืชหมุนเวียน การทำการเขตกรรม การปรับปรุงดินด้วยยูเรียและแคลเซียมออกไซด์ นอกจากนี้การป้องกันกันการเกิดโรคเหี่ยวเขียวสามารถใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวเขียว ได้แก่ *Bacillus* spp. *Pseudomonas fluorescens* (Leksomboon and Jumpee, 2007) และ *Streptomyces* sp. โดยสามารถทำได้ตั้งแต่ในขั้นตอนการเตรียมดิน เพื่อป้องกันโรคก่อนการปลูก หรือการฉีดพ่นลงบนต้นพืชในระยะการเจริญเติบโตของต้นพืช ทั้งวิธีการนี้ยังเป็นวิธีการที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

การบูรณาการการนำเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์มาใช้ร่วมกับเทคนิคการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์หรือการไพร์มเมล็ด (seed priming) ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยส่งเสริมให้พืชมีความแข็งแรงตั้งแต่ระยะต้นกล้า เมล็ดมีความงอกสูงและสม่ำเสมอ ส่งผลให้ได้ผลผลิตสูง (Bewley and Black, 1982) และยังส่งผลให้เมล็ดสามารถงอกได้ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ได้ (Mathre *et al*., 1994) ดังนั้นการไพร์มเมล็ดร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (Bio-priming) ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ทางด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชที่ทำให้สามารถควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเมล็ด

พันธุ์และจากดินได้ (El-Mohamedy, 2008) การเลือกใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์สำหรับการควบคุมโรคเหี่ยวเขียวเชื้อสาเหตุ *R. Solanacearum* ได้ ได้แก่ *Bacillus* sp., *Pseudomonas fluorescens* (Anuratha and Gnanamanickam 1990), *Stenotrophomonas maltophilia*, *Streptomyces setonii* อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการเลือกหาในท้องถิ่นนั้นด้วย ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *Bacillus subtillis* เพื่อศึกษาผลของการไพร์มเมล็ดมะเขือเทศด้วย *Bacillus subtillis* ต่อความงอกของเมล็ด และการรอดชีวิตในสภาพโรงเรือนแปลงปลูกพืชที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียว

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลของการเตรียมเมล็ดด้วย *Bacillus subtilis* ต่อความงอกของเมล็ด

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

บ่มเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สำเร็จรูป โดยใช้ความเข้มข้นและอัตราตามคำแนะนำที่ระบุไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ ได้แก่ *Bacillus subtilis* (บ.3P Protection) ความเข้มข้นของเชื้อ 1×10^8 CFU/กรัม อัตรา 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร บ่มในอุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

การเตรียมเมล็ดพันธุ์

ล้างเมล็ดมะเขือเทศเชอรี่ลูกผสมพันธุ์ Lucky 107 (Siam star seeds CO.,LTD.) ด้วยสารละลาย Sodium hypochlorite ความเข้มข้น 0.02% เขย่า 1 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ผึ่งลมให้แห้งในอุณหภูมิห้องจากนั้นนำเมล็ดแช่ในสารละลายแขวนลอยของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* และแช่น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักเมล็ด 2 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร โดยจัดทรีตเมนต์ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 (T1) เมล็ดปกติ

ทรีตเมนต์ที่ 2 (T2) แช่เมล็ดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ที่ 3 (T3) แช่เมล็ดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ที่ 4 (T4) แช่เมล็ดในสารแขวนลอย *Bacillus subtilis* เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ที่ 5 (T5) แช่เมล็ดในสารแขวนลอย *Bacillus subtilis* เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

หลังจากการไพร์มเมล็ดทุกวิธีการ นำเมล็ดผึ่งลมให้แห้งในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างแต่ละทรีตเมนต์ทดสอบความงอกมาตรฐาน ความเร็วในการงอกของเมล็ด และความงอกในสภาพแปลงปลูก ดังนี้

- การทดสอบความงอกมาตรฐาน

สุ่มเมล็ดมะเขือเทศแต่ละทรีตเมนต์จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ทดสอบความงอกโดยวิธี Top of paper (TP) วางตัวอย่างในตู้เพาะความงอก ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติครั้งแรก (first count) 5 วันหลังเพาะ และครั้งสุดท้าย 14 วัน หลังเพาะ (ISTA, 2018) คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด โดย

$$\text{ความงอก } (\%) = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด}} \times 100$$

- ความเร็วเฉลี่ยในการงอก (Mean germination time; MGT)

เพาะเมล็ดตามวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน โดยตรวจนับจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติทุกวันจนครบ 14 วันหลังเพาะ คำนวณหาความเร็วเฉลี่ยในการงอก โดย

$$MGT = \Sigma(\frac{nD}{\Sigma n})$$

n = จำนวนเมล็ดที่งอกในวันที่ D
D = จำนวนวัน

การศึกษาผลของการเตรียมเมล็ดด้วย *Bacillus subtilis* ต่อรอดชีวิตของต้นกล้าอายุ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก

การเตรียมพื้นที่ปลูก

สำรวจและเลือกพื้นที่ปลูกมะเขือเทศที่ได้รับผลกระทบจากโรคเหี่ยวเขียวของเกษตรกรในอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา เกษตรกรปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนขนาด 6×12 เมตร (Figure 1A) ภายในโรงเรือนมีต้นมะเขือเทศที่ได้รับความเสียหายจากโรคเหี่ยวเขียว (Figure 1B) ทำการเก็บต้นมะเขือเทศมาทดสอบโรคพืชเบื้องต้น โดยตัดส่วนของต้นพืชเหนือดินตามยาวหรือตามขวาง สังเกตท่อน้ำท่ออาหารมีลักษณะสีน้ำตาลเนื่องจากการเข้าทำลายของโรค และตัดส่วนลำต้นพืชตามขวางแช่น้ำใสสักครู่จะพบเมือกของแบคทีเรียไหลออกมาในน้ำ (bacterial ooze) (Figure 1C)

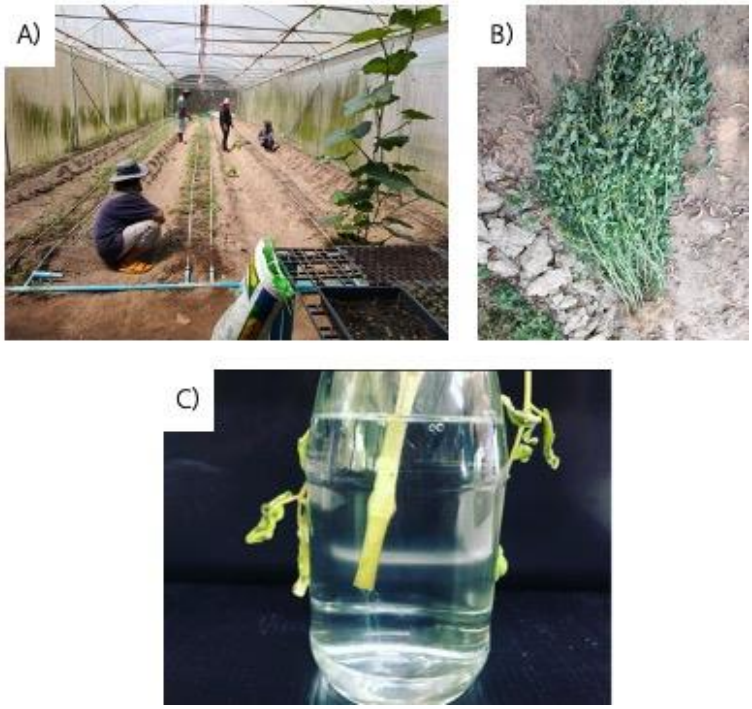

Figure 1 Tomato planting areas suffer from bacterial wilt (A) tomato plant suffered from bacterial wilt (B) and bacterial ooze (C)

การเตรียมต้นกล้าและการย้ายปลูก

เพาะเมล็ดมะเขือเทศในถาดหลุมขนาด 105 หลุม ใช้พีทมอสเป็นวัสดุในการเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ย้ายปลูกต้นกล้าในโรงเรือนปลูกมะเขือเทศขนาด 6×12 เมตร พื้นที่แปลงปลูกขนาด 1.5×5 เมตร ระยะห่างระหว่างต้น 80×70 เซนติเมตร

การรอดชีวิตของต้นกล้า

นับจำนวนต้นกล้าอายุ 2 4 และ 6 สัปดาห์หลังย้ายปลูก คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต โดย

$$\text{การรอดชีวิต } (\%) = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่รอดชีวิต}}{\text{จำนวนต้นกล้าทั้งหมด}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองโดยวิธี Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม R statistic analysis version 2.14.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วย *Bacillus subtilis* ต่อความงอก ความเร็วเฉลี่ยในการงอก

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วย *B. subtilis* ต่อความงอก และความเร็วเฉลี่ยในการงอก จำนวน 5 ทรีตเมนต์ (Table 1) พบว่า ความงอกมาตรฐาน ความเร็วในการงอก และความงอกในสภาพแปลงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดในชุดควบคุม มีความงอกตั้งแต่ 98.00% (T3 และ T4) ถึง 100.00% (T1) มีความเร็วเฉลี่ยในการงอก 4.08 วัน (T5) ถึง 4.18 วัน (T1) และมีความงอกในสภาพแปลง 96.00% (T3 T4 และ T5) ถึง 97.00% (T1 และ T2) อย่างไรก็ตามการเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำ และ *B. subtilis* มีแนวโน้มในการงอกเร็วกว่าเมล็ดชุดควบคุม Bewley and Black (1982) รายงานว่า การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดพันธุ์ โดยการแช่เมล็ดในน้ำ หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นเหมาะสม ในอุณหภูมิที่เหมาะสม ในระยะเวลาที่เพียงพอที่จะทำให้เมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมี และสรีรวิทยาต่างๆ ของเมล็ด

Table 1 Mean values of percentage of seed germination, mean germination time and percentage of field emergence.

Treatments	Germination (%)	MGT (Days)	Field emergence (%)
T1 (Control)	100	4.18	97
T2 (DW 12 hours)	99	4.11	97
T3 (DW 24 hours)	98	4.14	96
T4 (B.S. 12 hours)	98	4.17	96
T5 (B.S. 24 hours)	99	4.08	96
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.45	2.77	3.63

ผลของการเตรียมความพร้อมเมล็ดด้วย *Bacillus subtilis* ต่อรอดชีวิตของต้นกล้า

การศึกษาผลของการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วย *B. subtilis* ต่อการรอดชีวิตของต้นกล้ามะเขือเทศภายหลังการย้ายปลูกในสภาพพื้นที่ที่เคยมีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียว เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 2 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ T3 และ T4 ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมเมล็ดด้วยน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ *B. subtilis* เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มให้ต้นกล้ารอดชีวิตในสภาพที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียวสูงสุด (100%) ในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าลดลง โดย T3 (100.00%) และ T4 (100.00%) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Mahmood *et al*. (2016) รายงานว่า การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้จุลินทรีย์ชีวภาพเป็นวิธีการที่ดีวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยให้เมล็ดมีความงอกดี งอกได้อย่างสม่ำเสมอ และได้ต้นกล้าที่แข็งแรง ซึ่งการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้จุลินทรีย์สามารถทำให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนประชากรที่ผิวของเมล็ดผ่านการแช่น้ำหรือสารละลาย โดยการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยแบคทีเรียสามารถเพิ่มจำนวนจาก 10 เป็น 10,000 เท่าได้ (Callan *et al*., 1990) จึงทำให้การเตรียมความพร้อมเมล็ดด้วย *B. subtilis* เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลให้ต้นกล้ามีชีวิตรอดสูงสุด ในขณะที่การเตรียมความพร้อมด้วยน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีผลให้ต้นกล้ามีชีวิตรอดสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ การเตรียมความพร้อมเมล็ดด้วย *B. subtilis* เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมความพร้อมด้วยน้ำ สามารถชักนำให้ต้นกล้าแข็งแรง และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ (Fakthongphan, 2016) อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่สำคัญของวิธีการแช่เมล็ดในน้ำ หรือสารละลาย คือ อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ (Kaya *et al*., 2006) ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยให้เมล็ดมีความงอก งอกได้สม่ำเสมอ (Bewley and Black, 1985)

Table 2 Percentage of tomato seedling survival in outbreak bacterial wilt in greenhouse condition.

Treatments	Percentage of seedling survival (%)		
	Week 2	Week 4	Week 6
T1 (Control)	80.09	78.09 b	78.09 ab
T2 (DW 12 hours)	80.87	72.47 b	63.86 b
T3 (DW 24 hours)	100.00	100.00 a	100.00 a
T4 (B.S. 12 hours)	100.00	100.00 a	100.00 a
T5 (B.S. 24 hours)	97.83	97.83 a	91.31 a
F-test	ns	*	*
C.V. (%)	10.84	8.24	9.67

สรุป

การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* และน้ำ ช่วยส่งเสริมให้เมล็ดมีแนวโน้มงอกได้เร็ว ได้ต้นกล้าที่มีความแข็งแรง โดยการเตรียมความพร้อมของเมล็ดมะเขือเทศด้วย *B. subtilis* เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตในในโรงเรือนที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวเขียวได้ดี อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นเพียงการทดสอบเบื้องต้นสำหรับทดสอบความงอกและการรอดชีวิตเท่านั้น ยังมีความจำเป็นต้องศึกษาการเตรียมความพร้อมของเมล็ดเพื่อความสามารถในการควบคุมโรคพืช

กิตติกรรมประกาศ

ขอบขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากศูนย์วิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 3 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

Anuratha C.S. and S.S. Gnanamanickam. 1990. Biological control of bacterial wilt cause by *Pseudomonas solanacearum* in India with antagonistic bacteria. **Plant and Soil** 124:109-116.

Bewley, J. D. and M. Black. 1985. **Seeds Physiology of Development and Germination**. Plenum Press, New York. 392 p.

Bewley, J.D. and Black, M. 1982. **Physiology and Biochemistry of Seed in Relation to Germination** .Vol. II. Dormancy and Environmental Control, Springer-Verlay, New York.

Bewley, J.D. and M. Black. 1982. **Physiology and bio-chemistry of seeds in relation to germination**. 2nd edition, Springer-Verlag press, New York, 365.

Callan, N.W., Mathre, D. and Miller, J.B. 1990. Bio-priming seed treatment for biological control of Pythium ultimumpreemergence damping-off in sh-2 sweet corn. **Plant Disease Journal** 74: 368-372.

El-Mohamedy, R.S.R. and M.M.H. Abd El-Baky. 2008. Evaluation of different types of seed treatment on control of root rot disease, improvement growth and yield quality of Pea plant in Nobaria province. **Res. J. Agric. & Biol. Sci**. 4(6):611-622.

Fakthongphan, J. 2016. Seed priming for unfavorable condition tolerance. **Thai Agricultural Research Journal**. 34: 196 - 210. (in Thai)

ISTA. 2018. **International Rules for Seed Testing**, Edition 2018. International Seed Testing Association, Bassersdorf.

Ketsakul, S., Austin, J., Siriyan, R., Rukkaphan, A., Sirisuwanma, P., KaewSida, W., *et al.* 2015. **Tomato Production Technology**. Department of Agriculture. (in Thai)

Kaya, M.D., G. Okcu, M. Atak, Y. Cikili and O. Kolsarici. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Eur. J. Agron**. 24: 291–295.

Leksomboon, C. and Jumpee, N. 2007. Effect of antagonistic bacterium Bacillus subtilis on the growth of sugarcane. *In* The 8th National Plant Protection Conference, Amarin lagoon hotel, Phitsanulok, 20-22 November 2007. 296 – 302. (in Thai)

Mahmood, A., Turgay, O.C., Farooq, M. and Hayat, R. 2016. Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: a review. **FEMS Microbiology Ecology**. 92(8): 1-14. fiw112.

Mathre D.E., N.W. Callan, R.H. Johnston, J.B. Miller and A. Schwend. 1994. Factors influencing the control of *Pythium ultimum*-induces seed decay by seed treatment with *Pseudomonas aureofaciens* AB254. **Crop Protection** 13(4):301-307.

Soontarasing, S. 1987. **Vegetable diseases and control**. Department of plant pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)