Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 135-138 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 135-138 (2561)

ประสิทธิภาพของสารเคมีในการเก็บรักษาหัวแก่นตะวัน

Efficiency of Chemical Agents to Storage the Jerusalem Artichoke (*Heliantus tuberosus* L.) Tuber

สุภาภรณ์ เอี่ยมเข่ง[1]* จีราภรณ์ ณ สามพระยา[1] และอดิศร นิสัยงาม[1]

Supaporn Ieamkheng[1]*, Jeeraporn Na Sampraya[1] and Adisorn Nisaingam[1]

Abstract

This research aimed to study the efficiency of four chemical substances: citric acid (1-10 percent), chitosan (1-10 percent), sodium carbonate (Na_2CO_3 5-15 percent) and sodium bicarbonate ($NaHCO_3$ 5-15 percent) in storage Jerusalem artichoke tubers. Jerusalem artichoke tubers were soaked in each substance for 3 minutes, dried, and stored at 4°C for 30 days. The results showed that all chemicals were significantly different. Chitosan is effective in slowing senescence of Jerusalem artichoke tubers. The average firmness was 11.88 newtons. Na_2CO_3 and $NaHCO_3$ average firmness was 11.46 and 10.84 Newton, while citric acid had the lowest firmness of 10.04 Newton. Study on the efficiency of chemical agents to inhibit *Fusarium* spp. rot disease in Jerusalem artichoke tuber, *Fusarium* spp. mycelium was inoculated on Jerusalem artichoke tuber after soaked in each substance at different concentration. Then, experiments were stored in the humid box at room temperature for 15 days. The results showed that all chemicals could not inhibit the growth of *Fusarium* spp. but delayed the rot disease. Citric acid (1%) and Chitosan (10%) showed the best effective inhibition of *Fusarium* spp. mycelium growth for 14 days after inoculation. Citric acid and $NaHCO_3$ showed the inhibition of *Fusarium* spp. mycelium growth for 10 days after inoculation, while Na_2CO_3 was the lowest. The *Fusarium* spp. mycelium growth was inhibited for 5 days after inoculation with no different from sterile water (control).

Keywords: GRAS, Chitosan, *Heliantus tuberosus* L.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี 4 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก (ความเข้มข้น 1-10 เปอร์เซ็นต์) ไคโตซาน (ความเข้มข้น 1-10 เปอร์เซ็นต์) โซเดียมคาร์บอเนต (ความเข้มข้น 5-15 เปอร์เซ็นต์) และโซเดียมไบคาร์บอเนต (ความเข้มข้น 5-15 เปอร์เซ็นต์) ในการเก็บรักษาหัวแก่นตะวัน โดยแช่หัวแก่นตะวันในสารแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 นาที นำไปผึ่งให้แห้ง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากการทดลองพบว่า สารเคมีทุกชนิดมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไคโตซานมีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพของหัวแก่นตะวันดีที่สุด มีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 11.88 นิวตัน รองลงมาได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ความแน่นเนื้อเฉลี่ย 11.46 และ 10.84 นิวตัน ในขณะที่กรดซิตริกมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยต่ำที่สุด 10.04 นิวตัน การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคเน่าของหัวแก่นตะวัน โดยปลูกเชื้อรา *Fusarium* spp. ภายหลังการจุ่มหัวแก่นตะวันในสารเคมีแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วเก็บในกล่องชื้น ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน พบว่า สารเคมีทุกชนิดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. แต่สามารถชะลอการเกิดโรคได้ การแช่หัวแก่นตะวันในกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และไคโตซานที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเกิดเชื้อรา *Fusarium* spp. ได้ดีที่สุด พบการเจริญของเชื้อราภายหลังการปลูกเชื้อ 14 วัน รองลงมาได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต พบการเจริญของเชื้อราภายหลังการปลูกเชื้อ 10 วัน ในขณะที่โซเดียมคาร์บอเนตมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด พบการเจริญของเชื้อราภายหลังการปลูกเชื้อ 5 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจากน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ชุดควบคุม)

คำสำคัญ: สารเคมีกลุ่มปลอดภัย (GRAS), ไคโตซาน, แก่นตะวัน

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20110

[1] Department of Plant Bioproduction, Faculty of Agriculture and Natural Resourses, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra, Sriracha, Chonburi 73140

*Corresponding email : ieamkhang@hotmail.com

คำนำ

แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) เป็นพืชผักสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้หลายชนิด เนื่องจากในหัวของแก่นตะวันอุดมไปด้วยสารอินนูลินซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุกแทน (fructan) และจัดเป็นเยื่อใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งในหัวของแก่นตะวันมีปริมาณอินนูลินอยู่ประมาณประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งหัว (Suzuki, 1993) มีรายงานการศึกษาพบว่า สารอินนูลินจะย่อยได้ยากในระบบทางเดินอาหาร ดูดซึมได้ช้าทำให้ไม่รู้สึกหิว จึงลดความเสี่ยงของการเกิดโรคอ้วน รวมทั้งช่วยลดไขมันในเลือด ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานและโรคหัวใจ (Orafti, 2005) นอกจากนี้ ยังมีการนำแก่นตะวันไปผสมกับอาหารสัตว์เพื่อลดการใช้สารปฏิชีวนะในกระบวนการเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการใช้แก่นตะวันเพื่อเป็นพลังงานทางเลือกอีกชนิดหนึ่งสำหรับการผลิตพลังงานทดแทนในอนาคตได้ (มธุรส, 2556) เนื่องจากแก่นตะวันเป็นพืชที่ใช้หัวในการบริโภคสด ดังนั้น การรักษาคุณภาพของหัวแก่นตะวันจึงมีความสำคัญ เกษตรกรมักพบปัญหาคุณภาพของหัวแก่นตะวันที่ลดลง อันเนื่องมาจากการขาดวิธีการในการเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่เหมาะสม รวมถึงปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อสาเหตุโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งส่งผลให้เชื้อสาเหตุโรคยังสามารถติดไปกับหัวพันธุ์และทำให้เกิดการแพร่ระบาดในฤดูกาลถัดไป จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาวิธีการเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่เหมาะสมเพื่อช่วยชะลอการเสื่อมสภาพและควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของแก่นตะวัน ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการเก็บรักษาหัวแก่นตะวันโดยใช้สารที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Generally recognized as safe, GRAS) และสารพอลิเมอร์ธรรมชาติซึ่งจะช่วยลดอันตรายต่อผู้บริโภค และยังช่วยในการเก็บรักษาแก่นตะวันให้มีคุณภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทดสอบประสิทธิภาพของกรดซิตริก โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และไคโตซาน ในการเก็บรักษาหัวสดแก่นตะวัน

เตรียมสารละลายทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก ความเข้มข้น 0, 1, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0, 1, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ นำหัวแก่นตะวันสดที่เก็บจากแปลงปลูกมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน และล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง จากนั้น จุ่มหัวแก่นตะวันลงในสารละลายแต่ละชนิดเป็นเวลา 3 นาที นำขึ้นผึ่งให้แห้ง แล้วนำหัวแก่นตะวันใส่ในถุงซิปใส แช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดลองแบบ CRD โดยใช้หัวแก่นตะวันจำนวน 9 หัวในแต่ละการทดลอง บันทึกผลการทดลองโดยเก็บข้อมูลความแน่นเนื้อ สีผิวเปลือก สีผิวเนื้อ ทุกๆ 10 วัน เป็นเวลา 30 วัน

2. การทดสอบประสิทธิภาพ กรดซิตริก โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และไคโตซาน ในการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวของแก่นตะวัน

นำเชื้อรา *Fusarium* spp. บริสุทธิ์ที่แยกได้จากหัวแก่นตะวันสด (สุภาภรณ์ และคณะ, 2561) มาเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 10 วัน สำหรับใช้ใน การทดลอง เตรียมสารละลายทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก ความเข้มข้น 0, 1, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0, 1, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ นำหัวแก่นตะวันสดที่เก็บจากแปลงปลูกมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน และล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง จากนั้น จุ่มหัวแก่นตะวันลงในสารละลายแต่ละชนิดเป็นเวลา 3 นาที นำขึ้นผึ่งให้แห้ง ใช้มีดสะกิดหัวแก่นตะวันให้เกิดบาดแผล (หัวละ 1 บาดแผล) ตัดชิ้นวุ้นบริเวณปลายเส้นใยเชื้อราขนาด 1x1 เซนติเมตร วางลงบนบาดแผลโดยคว่ำส่วนที่มีเชื้อลง เก็บหัวแก่นตะวันในกล่องชื้น (Humid box) ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ภายหลังการปลูกเชื้อ 48 ชั่วโมง นำชิ้นวุ้นออก เก็บข้อมูลและบันทึกผลการทดลองทุกๆ 5 วัน เป็นเวลา 15 วัน

ผล

1. การทดสอบประสิทธิภาพของกรดซิตริก โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และไคโตซาน ในการเก็บรักษาหัวสดแก่นตะวัน

จากผลการทดลองเก็บรักษาหัวแก่นตะวันในถุงซิปใสที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์หรือการเน่าเสียเกิดขึ้น ประสิทธิภาพของสารเคมีทั้ง 4 ชนิด ในการชะลอความเสื่อมสภาพของหัวแก่นตะวันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า สารเคมีทุกชนิดมีผลในการชะลอความเสื่อมสภาพของหัวสดแก่นตะวันที่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อตรวจดูลักษณะภายนอกของหัวแก่นตะวันที่แช่ในสารเคมีทุกชนิด พบว่า ลักษณะเปลือกและเนื้อที่ไม่แตกต่างกัน สีเปลือกของแก่นตะวันจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามความเข้มข้นของสารเคมี

แต่ละชนิด และลักษณะของเนื้อแก่นตะวันก็จะมีความนิ่ม ฝ่อ ตามระยะเวลาในการเก็บรักษา จากการวัดความแน่นเนื้อของแก่นตะวัน พบว่า ในช่วง 10 วันแรก หัวแก่นตะวันที่แช่ในไคโตซานทุกความเข้มข้น และโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความแน่นเนื้อของหัวแก่นตะวันลดลงมากที่สุด (28.12-44.75 นิวตัน) (Figure 1) แต่เมื่อเวลาผ่านไป 20-30 วัน พบว่า แก่นตะวันที่แช่ในกรดซิตริกทุกความเข้มข้นมีอัตราความแน่นเนื้อลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารชนิดอื่น ไม่แตกต่างจากน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ในขณะที่โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมไบคาร์บอเนตมีอัตราความแน่นเนื้อลดลงที่ไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ไคโตซานมีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพของหัวแก่นตะวันดีที่สุด มีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 11.88 นิวตัน รองลงมาได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ความแน่นเนื้อเฉลี่ย 11.46 และ 10.84 นิวตัน ในขณะที่กรดซิตริกมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยต่ำที่สุด 10.04 นิวตัน (7.11 นิวตัน) (Figure 1)

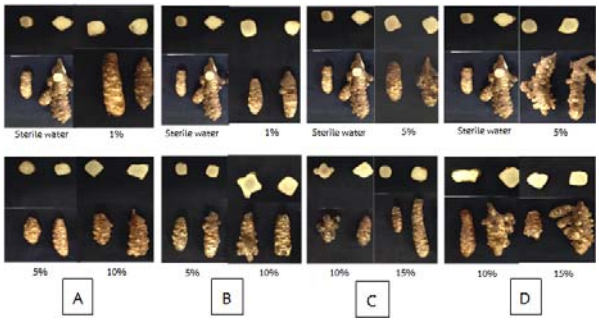

Figure 1 The effect of citric acid (A), chitosan (B), Na_2CO_3 (C) and $NaHCO_3$ (D) on physical change of the Jerusalem artichoke tuber after storage at 4°C for 30 days.

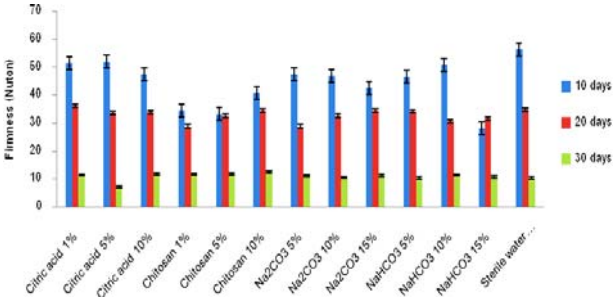

Figure 2 Efficiency of chemical agents to storage the Jerusalem artichoke tuber at 4°C for 30 days.

2. การทดสอบประสิทธิภาพกรดซิตริก โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และไคโตซาน ในการยับยั้งโรคหลังการเก็บเกี่ยวของแก่นตะวัน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมี ทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคเน่าของแก่นตะวัน เป็นเวลา 15 วัน พบว่า สารเคมีทุกชนิดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคเน่าของแก่นตะวันได้แต่สามารถชะลอการเกิดโรคได้ โดยพบว่า การแช่หัวแก่นตะวันในสารละลายไคโตซานที่ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* spp. ได้ดีที่สุด สามารถชะลอการเกิดเจริญของเชื้อรา 13-14 วันหลังการปลูกเชื้อ นอกจากนี้ ยังพบการเจริญเป็นต้นอ่อนของแก่นตะวันจากหัวแก่นตะวันที่แช่ในไคโตซาน และกรดซิตริกภายหลังการทดลองเป็นเวลา 5 วัน สารเคมีที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดเจริญของเชื้อรา 10 วันหลังการปลูกเชื้อ และโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด สามารถชะลอการเกิดเจริญของเชื้อราภายหลังการปลูกเชื้อ 5 วัน ในขณะที่น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ชุดควบคุม) พบการเจริญของเชื้อราภารยหลังการปลูกเชื้อ 5 วัน เช่นกัน (Figure 2)

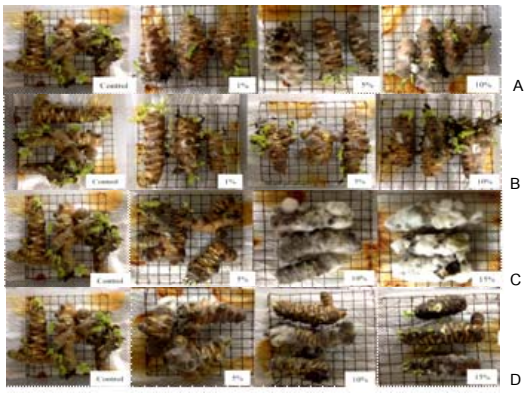

Figure 2 Efficiency of citric acid (A), chitosan (B), Na_2CO_3 (C) and $NaHCO_3$(D) to control *Fusarium* spp. causing of rot disease in Jerusalem artichoke tuber at room temperature for 15 days.

วิจารณ์ผล

วิธีการเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่เหมาะสมจะสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของหัวแก่นตะวันสดสำหรับใช้ในการบริโภคและการเก็บรักษาหัวสดเพื่อการขยายพันธุ์ได้ พบว่า อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิเหมาะสมต่อการเก็บรักษาหัวแก่นตะวัน (สมพิศ และคณะ, 2553) การศึกษาชนิดของสารเคมีในการชะลอการเสื่อมของหัวแก่นตะวันสด พบว่า ไคโตซานมีประสิทธิภาพดีที่สุด เนื่องจากเป็นสารโพลิเมอร์ธรรมชาติที่สกัดจากไคตินสามารถเข้าไปปิดช่องเปิดทางธรรมชาติของพืช ทำให้พืชลดการคายน้ำ และชะลอการเสื่อมสภาพได้ (จริงแท้, 2546) ในขณะที่ โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง รสชาติ และเนื้อสัมผัส (ดนัย, 2549) จึงสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของหัวแก่นตะวันในระดับรองลงมา สำหรับกรดซิตริกซึ่งมีความเป็นกรดอ่อนมีผลทำให้สีผิวของเปลือกแก่นตะวันเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลเข้มและมีผลทำให้สูญเสียน้ำออกจากหัวจึงทำให้หัวแก่นตะวันมีความฝ่อและนิ่ม ความแน่นเนื้อจากลดลงมากกว่าสารเคมีชนิดอื่น จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการควบคุมโรคเน่าของหัวแก่นตะวันที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp. แม้ไม่พบสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเชื้อรา *Fusarium* spp. แต่ก็สามารถชะลอการเกิดโรคได้ พบว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* spp. ได้ดีที่สุด สามารถชะลอการเกิดเจริญของเชื้อรา 13-14 วันหลังการปลูกเชื้อ เนื่องจาก ไคโตซานสามารถกระตุ้นให้พืชสร้างเอนไซม์ไคติเนสทำให้พืชมีกระบวนการป้องกันตัวเองและสามารถต้านทางต่อโรคที่เกิดจากเชื้อราได้ (เพียรใจ และคณะ, 2551) ในขณะที่ กรดซิตริกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้เชื้อรา และแบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (King and Bolin, 1989) สอดคล้องกับรายงานวิจัยของสุภาภรณ์ และคณะ (2561) ในการศึกษาวิธีการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคเหี่ยวของแก่นตะวันในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า การใช้กรดซิตริกที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. ในระดับห้องปฏิบัติการ

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีในการเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ไคโตซานมีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพของหัวแก่นตะวันดีที่สุด มีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 11.88 นิวตัน การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* spp. สาเหตุโรคเน่าของแก่นตะวัน พบว่า สารเคมีทุกชนิดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. แต่สามารถชะลอการเกิดเชื้อราได้ โดยพบว่า การแช่หัวแก่นตะวันในสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และไคโตซานที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดเชื้อรา *Fusarium* spp. ได้ดีที่สุด สามารถชะลอการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. 13-14 วัน ภายหลังการปลูกเชื้อ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย (เงินรายได้) ประจำปีงบประมาณ 2560 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก และขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่สนับสนุนครุภัณฑ์และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ดนัย บุญยเกียรติ. 2549. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 208 หน้า.

เพียรใจ กาแก้ว, ธนิตชยา พุทธมี, จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2551. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพของมะละกอดิบเส้นพร้อมบริโภค. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3 พิเศษ): 217-220.

มธุรส วงษ์ครุฑ. 2556. จับตา “แก่นตะวัน”พืช อาหาร และพลังงาน. นิตยาสารธนาคารกสิกร 86(1): 63-67.

สมพิศ สายแก้ว, รัชฎา ตั้งวงค์ไชย และอัมพร แซ่เอียว. 2553. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวแก่นตะวันสดภายหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1 พิเศษ): 249-252.

สุภาภรณ์ เอี่ยมเช่ง, ชลิตา ปิ่นเขียว และพีระวัฒน์ ใจจันทึก. 2561. เชื้อสาเหตุโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของแก่นตะวันและการควบคุมโรค ในระดับห้องปฏิบัติการ. แก่นเกษตร 46(1 พิเศษ): 1122-1129.

King, A.D. and H.R. Bolin. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally of processed fruit and vegetables. Food Technology 43(2): 132-139.

Orafti. 2005. Active food scientific monitor. An Orafti Newsletter, Nr. 12-spring 2005.

Suzuki, M. 1993. Fructans in crop production and preservation. pp 227-256. *In* M. Suzuki and N.J. Chatterton (Eds.). Science and Technology of Fructans CRC.Press, London.