Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 596-599 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 596-599 (2555)

การใช้ปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกจากไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสในระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้

Using of Titanium Dioxide Photo-Catalytic Reaction for Reducing of Anthracnose Disease Infection During Storage of 'Nam Dork Mai' Mango Fruit

ปริญญา จันทรศรี[1, 2, 3] บัณฑิต เจริญทรัพย์[3] และ วิลาวัลย์ คำปวน[1, 2, 3]
Parinya Chantrasri[1, 2, 3], Bandit Charernsup[3] and Wilawan Kumpoun[1, 2, 3]

Abstract

Using titanium dioxide photocatalytic to reduce infection of anthracnose disease on 'Nam Dork Mai' mango fruit during storage was studied. The mango fruit cv. 'Nam Dork Mai' was inoculated with *Collectotrichum gloeosporiodes*. The inoculation methods were done by 2 methods: spraying conidial suspension and placing culture disc on the mango fruit surface. The inoculated fruits were stored at 29°C with 5 different conditions of storage box as follows: Treatment 1 using electric fan (Ef)+UV-A; Treatment 2 using Ef+UV-A+Thin coating TiO_2; Treatment 3 using Ef+UV-A+Thick coated TiO_2; Treatment 4 using UV lamp coated with TiO_2; and Treatment 5 using commercial mosquito tab (Black Hole). The results showed that efficiency of the photocatalytic reaction box containing ultraviolet (UV) lamp and titanium dioxide (TiO_2) on anthracnose reduction was varied due to the thickness of TiO_2 coated film and the position of TiO_2 pad. The use of UV-A lamp and TiO_2 pad was not effective in controlling latent infections in fruit tissue, but apparently retarded the disease development during storage.

Keywords: mango, storage, anthracnose disease, titanium dioxide, photocatalytic

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของไทเทเนียมไดออกไซด์ จากกระบวนการโฟโตแคตาไลติคที่มีต่อการลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระหว่างการที่เก็บรักษา โดยการปลูกเชื้อ *Collectotrichum gloeosporiodes* บนผลมะม่วงด้วย 2 วิธีการ คือ การฉีดพ่นด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา และปลูกเชื้อด้วยการวางชิ้นเชื้อ (culture disc) บนผลมะม่วง และบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ในสภาพกล่องที่เก็บรักษาไว้แตกต่างกัน 5 รูปแบบ คือ กรรมวิธีที่ 1 ใช้พัดลมร่วมกับ UV-A, กรรมวิธีที่ 2 ใช้พัดลมร่วมกับ UV-A และแผง TiO_2 เคลือบบาง, กรรมวิธีที่ 3 ใช้พัดลม ร่วมกับ UV-A และแผง TiO_2 ที่เคลือบหนา, กรรมวิธีที่ 4 ใช้หลอด UV เคลือบด้วย TiO_2, กรรมวิธีที่ 5 ใช้เครื่องดักยุงที่มีจำหน่าย (Black Hole) ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของกล่องปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติคที่มีหลอดอุลตร้าไวโอเลต และไทเทเนียมไดออกไซด์ในการลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส แตกต่างกันไปตามความหนาของการเคลือบ และตำแหน่งของแผงไทเทเนียมไดออกไซด์ และหลอด UV การใช้แสง UV-A และไทเทเนียมไดออกไซด์ ไม่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อก่อโรคที่เจริญแบบแฝง แต่สามารถช่วยชะลอการเกิดโรคบนผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: มะม่วง, การเก็บรักษา, แอนแทรคโนส, ไทเทเนียมไดออกไซด์, โฟโตแคตาไลติก

[1] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
[1] Science and Technology Research Institute Chiang Mai University Chiang Mai, 50200,Thailand
[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ. เชียงใหม่50200
[2] Postharvest Technology research Institute/ Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กทม. 10400
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on higher Education, Bangkok, 10400, Thailand

บทนำ

โรคแอนแทรคโนสมีสาเหตุเกิดจากการทำลายของเชื้อรา *Collectotrichum gloeosporioides (Penz) Penz and Sacc.* โดยลักษณะการเข้าทำลาย คือ เชื้อสามารถเจริญแฝงอยู่กับมะม่วงในทุกระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะช่อดอก ผลอ่อนจนกระทั่งปรากฏพบอาการชัดเจน เมื่อมะม่วงสุกหลังเก็บเกี่ยว ที่ผ่านมาผู้ปลูกมะม่วงจะใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา ในการควบคุมโรคโดยเฉพาะในระยะหลังเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา แต่ผลจากการใช้สารเคมีอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้และยังเป็นข้อห้ามสำหรับการนำเข้าผลไม้สำหรับบางประเทศด้วย ดังนั้นการหาวิธีการควบคุมโรคโดยไม่ใช้สารเคมีจึงมีความสำคัญสำหรับการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกของไทเทเนียมไดออกไซด์มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ โดยรายงานชิ้นแรกสุดในการนำไทเทเนียมไดออกไซด์มาใช้ยับยั้งจุลินทรีย์ คือ ใช้กับเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* (Matsunaga *et al*., 1985) และงานวิจัยต่อๆ มาได้นำมาใช้ในวงกว้างมากขึ้น ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ในกลุ่มจุลินทรีย์หลายชนิดทั้งไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา สาหร่าย และแม้กระทั่งกับเซลล์มะเร็ง (Blake *et al*., 1999; Makowski and Wardas, 2001) ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำไทเทเนียมไดออกไซด์ มาใช้ทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรคอย่างแพร่หลายในแวดวงสาธารณสุข และด้านสุขอนามัยของอาหาร และได้รับการยอมรับจาก FDA ของสหรัฐอเมริกา (The American Food and Drug Administration) ที่อนุญาตให้ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เวชภัณฑ์ และเครื่องสำอาง นอกจากนี้ Maneerat และ Hayata (2006) ได้รายงานถึงผลการใช้ปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกของไทเทเนียมไดออกไซด์ ว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium expansum* ในผักผลไม้หลายชนิด ในงานวิจัยนี้จึงได้ทดสอบปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกของไทเทเนียมไดออกไซด์ ถึงความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ลดการเข้าทำลายของเชื้อแอนแทรคโนสในระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่ 80 เปอร์เซ็นต์จากสวนเกษตรกร อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ตัดขั้ว สะเด็ดน้ำยาง และล้างด้วยน้ำประปา ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยการเช็ดด้วย 70% ethanol แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ และปล่อยให้แห้งก่อนนำมาใช้ในการทดลอง ทดสอบการยับยั้งเชื้อโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงด้วยการปลูกเชื้อบนผล 2 วิธี วิธีที่ 1 เตรียมสารแขวนลอยของสปอร์ของเชื้อ (spore suspension) จากเชื้อบริสุทธิ์ *C. gloeosporioides* ที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน และมีการสร้างกลุ่มสปอร์สีส้มบนอาหาร นำมาผสมให้น้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วให้ได้ความเข้มข้นของสปอร์ ประมาณ 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยตรวจนับด้วย haemacytometer (เตรียมใช้ในการทดลอง 500 มิลลิตรผสมด้วย Tween 20, 50 ไมโครลิตร) ทำการปลูกเชื้อบนผลมะม่วง 2 แบบ คือ ฉีดพ่นด้วยสารแขวนลอยของสปอร์ของเชื้อที่เตรียมไว้ และวิธีที่ 2 ใช้ชิ้นเชื้อ (culture disc) ที่ตัดด้วย Cork Borer เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จากโคโลนีของเชื้อที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน นำมาวางบนผิวเปลือกของผลจำนวน 3 ตำแหน่ง ทั้ง 2 วิธีนำไปบรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 60x90 เซนติเมตร ที่ออกแบบไว้เป็นกรรมวิธีต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±2°C) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ดังนี้ คือ กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control) ใช้หลอด UV-A และพัดลม กรรมวิธีที่ 2 ใช้หลอด UV-A และพัดลม และแผงไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) 100% ที่เคลือบบาง กรรมวิธีที่ 3 ใช้หลอด UV-A และพัดลม และแผง TiO_2 100% ที่เคลือบหนา กรรมวิธีที่ 4 ใช้หลอด TiO_2 กรรมวิธีที่ 5 ใช้เครื่องดักยุงที่มี TiO_2 (Black hole) บันทึกผลหลังการบ่มเชื้อไว้ 7 วัน

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของ TiO_2 ที่มีต่อการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงในกล่องที่ออกแบบไว้สำหรับการติดตั้งหลอด TiO_2 ที่แบ่งเป็นกรรมวิธีต่างๆ พบว่าผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผ่านการปลูกเชื้อโดยวิธีฉีดพ่นสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อให้ทั่วผิวผล แล้วนำไปบ่มไว้ในกล่องที่ออกแบบไว้ ไม่พบความแตกต่างของการเกิดรอยแผลแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงหลังบ่มเชื้อไว้ 7 วัน ในทุกกรรมวิธีเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยผิวมะม่วงยังไม่พบการพัฒนารอยแผลแอนแทรคโนสที่ปรากฏเป็นรอยแผลที่ชัดเจน แต่สำหรับวิธีการปลูกเชื้อด้วย mycelial disk บนผล เมื่อวัดขนาดตามความกว้าง และยาวของรอยแผลที่เกิดขึ้นหลังการบ่มไว้ 7 วัน พบรอยแผลแอนแทรคโนสขยายขนาดใหญ่ขึ้น โดยที่ขนาดของแผลบนผลมะม่วงที่อยู่ในกล่องกรรมวิธีที่ 3 ที่ใช้หลอด UV-A และพัดลม และแผง TiO_2 100% ที่เคลือบหนา กรรมวิธีที่ 4 ที่ใช้หลอด TiO_2 และกรรมวิธีที่ 5 ใช้เครื่องดักยุงที่มี TiO_2 (Black hole) โดยเฉพาะผลที่อยู่ใกล้กับแผง จะมีขนาดรอยแผลที่เล็กกว่าชุดควบคุม และผลในกรรมวิธีที่ 2 ที่ใช้หลอด UV-A และพัดลม และแผง TiO_2 100% ที่เคลือบบาง แสดงให้เห็นถึงผลของความหนาของการเคลือบและตำแหน่งของแผง TiO_2 และหลอด UV มีผลโดยตรงกับการยับยั้ง (Figure 1) การใช้ปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกของไททา

เนียมไดออกไซด์ ไม่ได้แสดงถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนส เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่เป็นเพียงแค่ชะลอการพัฒนาของรอยแผลแอนแทรคโนสเท่านั้น การใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ ในการศึกษาครั้งนี้ ที่ไม่สามารถควบคุมหรือยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อแบบแฝง (latent infection) สอดคล้องกับรายงานของ Jae-Seoun Hur และคณะ (2004) ที่รายงานผลการใช้ TiO_2 photocatalytic oxidation ร่วมกับ ozone ควบคุมโรคเน่าหลังเก็บเกี่ยวของกีวี ซึ่งพบว่าไม่มีผลต่อการควบคุมเชื้อโรคที่เจริญแบบแฝงในผลกีวี แต่สามารถชะลอการพัฒนาของโรคในวิธีการปลูกเชื้อแบบใช้ mycelial disk ซึ่งให้เส้นใยเชื้อก่อโรคสัมผัสกับผิวพืชโดยตรง และเป็นการเข้าทำลายของเชื้อเฉพาะจุดได้ง่ายยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับการฉีดพ่นด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อ โดยจะเห็นว่าเกิดรอยแผลที่เห็นได้ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธีที่ออกแบบอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าช่วยชะลอการเกิดโรคเท่านั้นซึ่งดูจากการพัฒนาของขนาดรอยแผลที่เกิดขึ้น ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยต่อไปเกี่ยวกับรูปแบบของการใช้ปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกของไทเทเนียมไดออกไซด์ กับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ทั้งนี้ผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่มีโอกาสได้รับแสงจากธรรมชาติในระหว่างที่อยู่ในโรงคัดบรรจุและร้านค้าที่รอวางจำหน่าย ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงดังกล่าวในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวร่วมกับไทเทเนียมไดออกไซด์ จึงเป็นโจทย์วิจัยที่น่าสนใจในการศึกษา และพัฒนาต่อไปเช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบผลของปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติคของไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต ไม่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อก่อโรคแอนแทรคโนสที่เจริญแบบแฝงในผลมะม่วง โดยการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วงที่มีการปลูกเชื้อแบบฉีดพ่นผลด้วยสปอร์แขวนลอยของเชื้อแล้วเก็บรักษาผลไว้ในกล่องที่ออกแบบไว้ พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการเกิดโรคบนผลที่บรรจุในกล่องที่มีปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติคของไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่พบว่าสามารถช่วยชะลอการเกิดโรคบนผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา โดยดูจากการพัฒนาขนาดของรอยแผลแอนแทรคโนสที่เกิดขึ้นในวิธีการปลูกเชื้อด้วยชิ้นเชื้อ (culure disc) แล้วเก็บรักษาผลไว้ในกล่องที่ออกแบบไว้ ที่มีปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกของไทเทเนียมไดออกไซด์ ซึ่งพบว่ามีรอยแผลที่มีขนาดเล็กกว่า ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดโรคของผลมะม่วงภายในกล่องที่ออกแบบ ขึ้นอยู่ความหนาของการเคลือบ และตำแหน่งของแผงไทเทเนียมไดออกไซด์ และหลอด UV

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย ตลอดจนสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Blake, D., P.C. Maness, Z. Huang, E. Wolfrum, J. Huang and W. Jacoby. 1999. Application of the photocatalytic chemistry of titanium dioxide to disinfection and the killing of cancer cells. Separation and Purification Methods 28 (1): 1–50.

Hur, J.S., S.O. Oh, K.M. Lim, J.S. Jung, J.W. Kim and Y.J. Koh. 2005. Novel effects of TiO_2 photocatalytic ozonation on control of postharvest fungal spoilage of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology 35 (1): 109-113.

Matsunaga, T., R. Tomada, T. Nakajima and H. Wake. 1985. Photoelectrochem-ical sterilization of microbial cells by semiconductor. FEMS Microbiology Letters 29 (1–2): 211–214.

Maneerat, C. and Y. Hayata. 2006. Antifungal activity of TiO_2 photocatalysis against *Penicillium expansum* and in fruit tests. International Journal of Food Microbiology 107 (2): 99-103.

Makowski, A. and W. Wardas. 2001. Photocatalytic degradation of toxins secreted to water by cyanobacteria and unicellular algae and photocatalytic degradation of the cells of selected microorganisms. Current Topics in Biophysics 25 (1): 19–25.

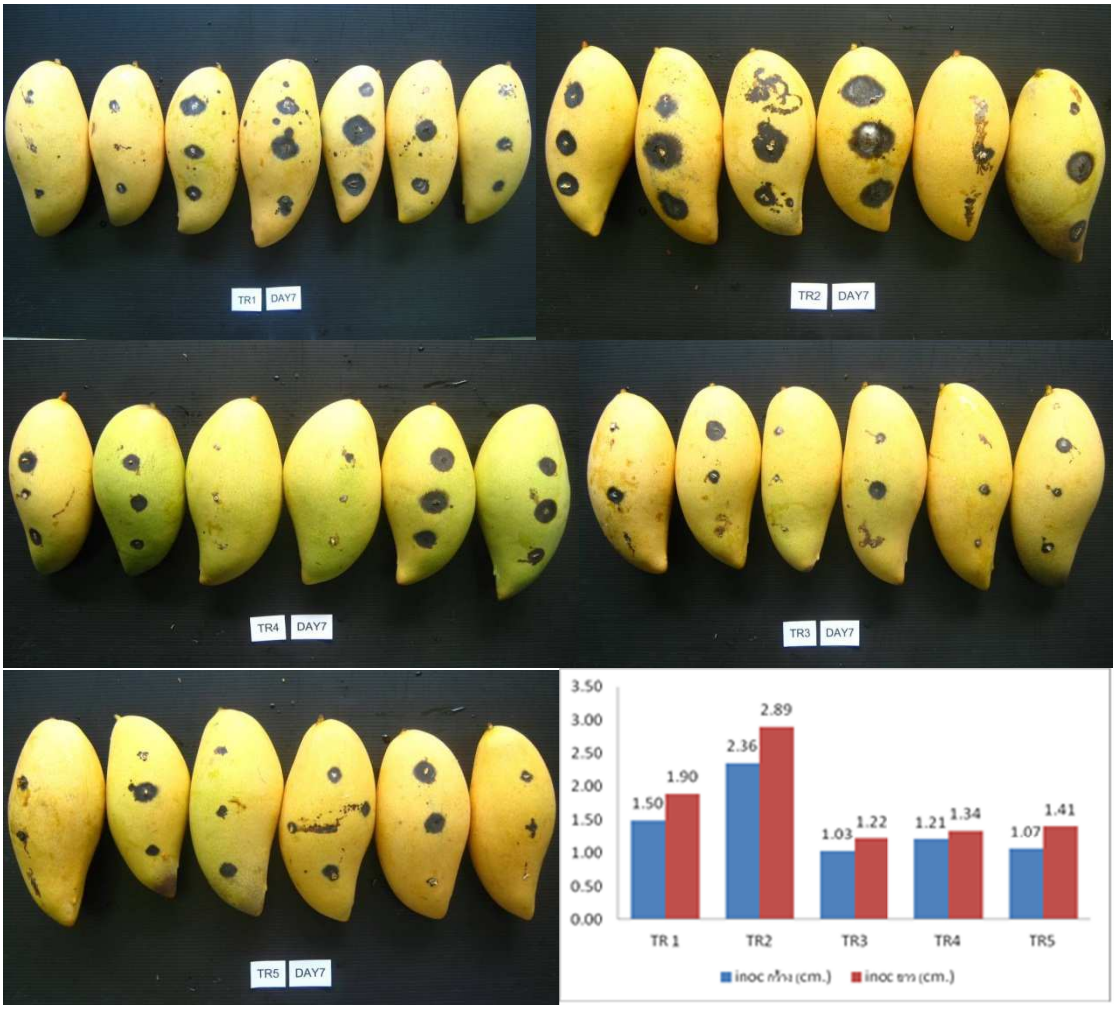

Figure 1 Comparison of symptom severity occurred on mango fruits, keeping in boxes incorporation with electric fan (Ef) and UV-A (Tr1) ; Ef, UV-A and thin coating TiO_2(Tr2); Ef, UV-A and thick coating TiO_2 (Tr3); UV lamp coating with TiO_2 (Tr4) and commercial mosquito tab (Black Hole) (Tr5) for control of anthracnose disease of mango fruits (Nam Dork Mai), after inoculation with the fungal culture disc and storage at 29°C for 7 days.