Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 133-136 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 133-136 (2557)

การพัฒนาเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาของไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยแสงสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้

Development of Titanium Dioxide Photo-catalytic Generator for Prolonging Storage Life of Mango cv. 'Nam Dok Mai'

วิลาวัลย์ คำปวน[1,2] ปริญญา จันทรศรี[1,2] สุวิทย์ วงศิลา[1] และ สุภาพ ชูพันธ์[3]
Wilawan Kumpoun[1,2] Prinya Jantrasri[1,2] Suvit Wongsila[1] and Supap Shupan[3]

Abstract

Our previous research revealed that a titanium dioxide photo-catalytic generator coupled with an ultraviolet (UV) lamp and a stainless steel mesh, the cloth cover of which was coated with titanium dioxide, could remove ethylene in a storage chamber. However, this treatment could not extend mango storage life at ambient temperature (29°C). In this research, a titanium dioxide photo-catalytic generator was improved. A new method of coating titanium dioxide was studied, viz coating it on stainless steel sieve and burning at 400°C for 4 hours. The improved model was tested on 'Nam Dok Mai' mango fruits stored at 15±2°C compared with the previous version and control fruits. In addition, the effect of light source: UV-A and black light, was also investigated. The results indicated that the photo-catalytic generator with the new titanium dioxide-coated sheet and an UV-A lamp showed the highest efficiency in reducing ethylene in the mango box (53.9 % of the initial concentration remained) while in the old model, 69.4 % of the remaining ethylene was detected. After 16 days in storage, the mango fruit of this treatment showed a sign of incomplete ripening with highest firmness and total acidity. However, its total soluble solid content was the lowest. This indicated that the improved photo-catalytic generator could extend the mango storage life.

Keywords: mango, titanium dioxide, photo-catalytic

บทคัดย่อ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาของไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วยหลอด UV-A และแผงไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ที่เคลือบบนผ้าพันรอบตะเกรงเหล็ก สามารถกำจัดเอทิลีนในกล่องที่ไม่มีมะม่วงได้ แต่ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงในสภาพอุณหภูมิโดยรอบ (29 องศาเซลเซียส) ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง ด้วยการเคลือบสารไทเทเนียมไดออกไซด์ลงบนตะแกรงเหล็กไร้สนิม เปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบที่มีอยู่เดิมและชุดควบคุม และใช้หลอดกำเนิดแสงเป็นหลอด black light เปรียบเทียบกับหลอด UV-A เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า เครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วยหลอด UV-A และมีการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์แบบใหม่ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเอทธิลีนในกล่องที่บรรจุมะม่วงได้ดีที่สุด (เหลือเพียง 53.9 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่เครื่องที่มีการเคลือบแบบเดิมมีการลดลงของเอทิลีนเหลือเพียง 69.4 เปอร์เซ็นต์ ผลมะม่วงที่เก็บรักษาด้วยวิธีนี้ มีค่าความแน่นเนื้อและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด หลังจากเก็บรักษานาน 16 วัน ซึ่งแสดงว่าเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงแบบใหม่นี้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงได้นานกว่าแบบเดิม

คำสำคัญ: มะม่วง, ไทเทเนียมไดออกไซด์, เร่งปฏิกิริยาด้วยแสง

[1] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200
[1] Science and Technology Research Institute Chiang Mai University, Mueng, Chiang Mai, 50200
[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ. เชียงใหม่50200
[2] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Mueng, Chiang Mai 50200
[3] ภาควิชาชีวฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Physic, Faculty of Science, Chiang Mai University, Mueng, Chiang Mai 50200

คำนำ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาของไทเทเนี่ยมไดออกไซด์ด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วยหลอด UV-A และแผงไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบบนผ้าพันตะเกรงเหล็ก สามารถกำจัดเอทิลีนในกล่องที่ไม่มีมะม่วงได้ แต่ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงในสภาพอุณหภูมิห้อง (29 องศาเซลเซียส) (วิลาวัลย์ และคณะ 2554) เมื่อนำเอาเครื่องต้นแบบดังกล่าวไปใช้กับผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 35 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 21 วัน (บัณฑิต และคณะ 2556) และเครื่องต้นแบบดังกล่าวสามารถลดการเกิดโรคของผลมะม่วงได้ (ปริญญา และคณะ 2556) แต่การใช้เครื่องต้นแบบดังกล่าวยังมีข้อจำกัดเนื่องจากมีการหลุดลอกของไทเทเนียมไดออกไซด์จากแผ่นผ้าที่เคลือบ ซึ่งจะต้องทำการเคลือบก่อนใช้งานทุกครั้ง ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง ด้วยการเคลือบสารไทเทเนียมไดออกไซด์ลงบนตะแกรงเหล็กไร้สนิมเพื่อสามารถนำไปใช้ได้เป็นเวลานาน และทดสอบประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นด้วยการเปลี่ยนวิธีการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยการเคลือบบนตะแกรงเหล็กไร้สนิม และเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบเครื่องต้นแบบเดิมที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนแผ่นผ้าที่พันบนตะแกรงเหล็ก และทดสอบชนิดของหลอดกำเนิดแสงสองชนิดคือ หลอด UV-A และหลอด black light เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีไทเทเนียมไดออกไซด์ และชุดควบคุมที่ไม่มี UV-A ต่อการลดปริมาณเอทิลีนในกล่องเก็บรักษา โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 การใช้เอทิลีนบริสุทธิ์ฉีดเข้าไปในกล่องที่มีเครื่องต้นแบบวิธีต่างๆ ให้มีความเข้มข้นในอากาศประมาณ 5 ppm ที่อุณหภูมิโดยรอบ (28 องศาเซลเซียส) แล้วทำการตรวจวัดหาปริมาณก๊าซเอทิลีนด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ ในระยะเวลาต่างๆ นาน 23 ชั่วโมง 5 วิธีการ ได้แก่ (A) ชุดควบคุม พัดลม+TiO_2 (B) พัดลม+หลอด UV-A (C) พัดลม+TiO_2 (แผ่นโลหะ)+หลอด black light (D) พัดลม+TiO_2 เคลือบบนแผ่นผ้า+หลอด UV-A และ (E) พัดลม+TiO_2 (แผ่นโลหะ)+หลอด UV-A โดยทำกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ และ การทดลองที่ 2 นำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ระยะการแก่ 80 % เก็บเกี่ยวจากสวนเกษตรกรในอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ นำมาตัดขั้ว กำจัดยาง และล้างด้วยน้ำประปาผึ่งให้แห้ง บรรจุผลมะม่วงลงในกล่องตามวิธีการต่างๆ 5 วิธี เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยใช้มะม่วงวิธีการละ 20 ผล นำกล่องมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 15±2 องศาเซลเซียส ตรวจประเมินการสุกของมะม่วงทุกวัน และนำผลมะม่วงมาตรวจวัดคุณภาพเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

ผลและวิจารณ์ผล

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมา พบว่าเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงซึ่งประกอบด้วยหลอด UV-A และมีการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์แบบใหม่ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเอทิลีนในกล่องบรรจุมะม่วงได้ดีที่สุดโดยมีปริมาณลดลงเหลือเพียง 53.9 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากกล่องอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เครื่องที่มีการเคลือบแบบเดิมมีการลดลงของเอทิลีนเหลือ 69.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกล่องที่มีเพียงไทเทเนียมไดออกไซด์ และมีเพียงหลอด UV-A สำหรับกล่องที่ใช้หลอด black light เป็นแหล่งกำเนิดแสงแทนหลอด UV-A มีการลดลงของปริมาณเอทิลีนใกล้เคียงกับชุดควบคุม (Figure 1) ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับ วิลาวัลย์ และคณะ (2555)

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่ามะม่วงในกล่องที่มีเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนตะแกรงเหล็กไร้สนิมและมีหลอด UV-A มีการสุกช้าที่สุดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส นาน 16 วัน จากการตรวจสอบลักษณะภายนอก และการเกิดโรค พบว่า ผลมะม่วงในกล่องที่มีเครื่องต้นแบบที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนตะแกรงเหล็กไร้สนิมและมีหลอด UV-A มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวใกล้เคียงกัน แต่ในชุดควบคุมที่มีเพียงพัดลมและแผงไทเทเนียมไดออกไซด์แต่ไม่มีหลอดกำเนิดแสงผลมะม่วงเกิดโรคมากกว่าผลมะม่วงในวิธีการอื่น ๆ ที่มีหลอด UV-A และ black light แสดงว่าหลอดกำเนิดแสงทั้งสองชนิดมีผลต่อการเกิดโรคหลังเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพภายใน พบว่าผลมะม่วงในกล่องที่มีเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนตะแกรงเหล็กไร้สนิม และมีหลอด UV-A มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 19.3°Brix มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ และค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.94 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Figure 2) ในขณะที่ผลมะม่วงในกล่องที่มีเครื่องต้นแบบเดิมที่มีการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนผ้าหุ้มบนตะแกรงเหล็กและชุดควบคุมที่มีเพียงหลอด UV-A และพัดลมไม่มีไทเทเนียมไดออกไซด์ มี

การสุกมากกว่าวิธีการอื่นๆ โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 20.52 และ 19.74°Brix มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับ 0.21 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ และค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 0.63 และ 0.56 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากภายในกล่องที่มีหลอดกำเนิดแสงมีอุณหภูมิสูงขึ้น 2-3 องศาเซลเซียส เนื่องจากความร้อนจากหลอดไฟ จึงทำให้ผลมะม่วงมีการสุกเร็วกว่าชุดควบคุมที่มีเพียงไทเนียมไดออกไซด์และพัดลมแต่ไม่มีหลอดกำเนิดแสง ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.96 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่เก็บไว้ในกล่องที่มีเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนตะแกรงเหล็กไร้สนิมและมีหลอด UV-A ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อ 0.94 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แสดงว่าเครื่องต้นแบบที่พัฒนาได้ที่มีในกล่องบรรจุมะม่วงสามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ การที่เครื่องต้นแบบดั้งเดิมดูเหมือนไม่มีประสิทธิภาพในการชะลอการสุกของผลมะม่วง แตกต่างจากการทดลองของบันฑิตและคณะ (2555) อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงกว่า และการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนผ้าซึ่งหลุดร่อนทำให้มีประสิทธิภาพไม่คงที่ ดังนั้นการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์แบบใหม่จึงมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำมากกว่าแบบเก่า

สรุปผลทดลอง

1. การออกแบบและการพัฒนาต้นแบบเครื่องกำเนิดการเร่งปฏิกิริยาของไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยแสงพบว่าการกระตุ้นด้วยหลอด UV-A มีประสิทธิภาพดีกว่าหลอด black light

2. เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาด้วยการเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนตะแกรงเหล็กไร้สนิมและเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเอทิลีนในกล่องบรรจุมะม่วงและชะลอการสุกของผลได้ดีกว่าเครื่องต้นแบบเดิมที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์บนแผ่นผ้าที่พันบนตะแกรงเหล็ก

เอกสารอ้างอิง

บัณฑิต เจริญทรัพย์, จำนงค์ อุทัยบุตร และ วิลาวัลย์ คำปวน. 2555. การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43 (3พิเศษ): 331-334.

ปริญญา จันทรศรี, บัณฑิต เจริญทรัพย์ และ วิลาวัลย์ คำปวน. 2555. การใช้ปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติกจากไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสในระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43 (3พิเศษ): 596-599.

วิลาวัลย์ คำปวน, ปริญญา จันทรศรี และ จำนงค์ อุทัยบุตร. 2554. ผลของไทเทเนียมไดออกไซด์จากกระบวนการโฟโตแคตาไลติกที่มีต่อบรรยากาศในห้องเก็บรักษาเพื่อยืดอายุมะม่วงน้ำดอกไม้. รายงานฉบับสมบูรณ์, ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 65 หน้า

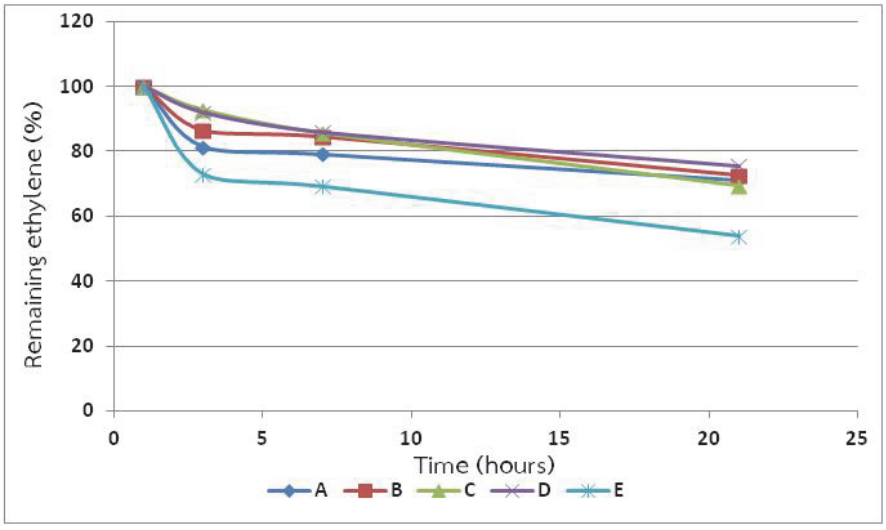

Figure 1 Percentage of ethylene remaining from the initial concentration in the chamber of each treatment at 28°C

A = Fan+TiO_2 B = Fan+UV-A

C = Fan+TiO_2 (coated on stainless steel)+black light D = Fan+TiO_2 (coated on cotton sheet)+UV-A

E = Fan+TiO_2 (coated on stainless steel)+UV-A

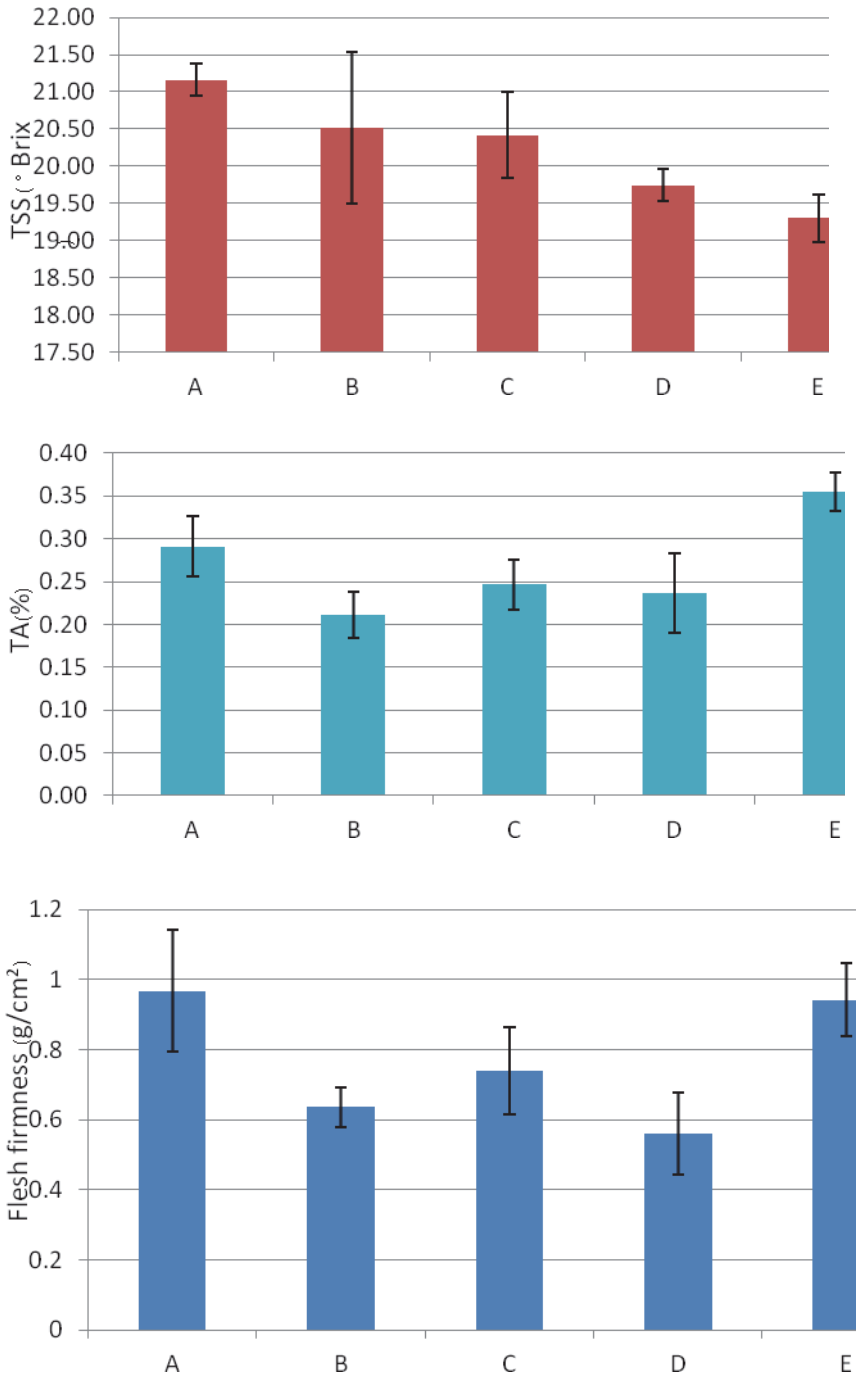

Figure 2 Total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and flesh firmness of 'Nam Dok Mai' mango fruits stored at 15 °C for 16 days in each chamber containing a titanium dioxide photo-catalytic generator

A = Fan + TiO_2 B = Fan + UV-A

C = Fan + TiO_2 (coated on stainless steel) + black light D = Fan + TiO_2 (coated on cotton) + UV-A

E = Fan + TiO_2 (coated on stainless steel) + UV-A