รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาสารเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อยืดอายุผักและผลไม้

Development of TiO_2 Coating Material for Prolonging Fresh Vegetables and Fruits

รศ.ดร.เล็ก สีคง

รศ.ดร. ดวงพร คันธโชติ

ผศ.ดร. วีรวรรณ สุทธิศรีปก

T85

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนวิจัยจากเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2552-2554

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาสารเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อยืดอายุผักและผลไม้
คณะผู้วิจัย รศ.ดร.เล็ก สีคง รศ.ดร.ดวงพร คันธโชติ และผศ.ดร.วีรวรรณ สุทธิศรีปก
ประเภททุน ทุนวิจัยเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ระยะเวลา 2 ปี (2552-2553)

บทคัดย่อ

การพัฒนาสารเคลือบชนิดไทเทเนียมไดออกไซด์ที่มีการโด๊ปสาร ($3SnO_2$, Fe^{3+}) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติกและสมบัติการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราที่ทำให้ผักและผลไม้เน่าเสีย สารเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ถูกผลิตด้วยวิธีโซล-เจล และเคลือบลงบนฟิล์มพลาสติกโพลิไวนิลคลอไรด์โดยวิธีการสเปรย์ งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาผลของปริมาณสารโด๊ป อุณหภูมิในการเผา ที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ การเกิดเฟส ประสิทธิภาพโฟโตแคตะไลติกและสมบัติการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราของผงหรือฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ ผลการวิเคราะห์เฟสของผงไทเทเนียมไดออกไซด์ พบว่าเฟสอะนาเทสเกิดขึ้นที่ 300 – 500 °C และที่อุณหภูมิ 600 °C เกิดเฟสผสมระหว่างเฟสอะนาเทสและเฟสรูไทล์ เมื่อโด๊ปด้วย SnO_2 ในปริมาณคงที่ คือ 3 mol% และโด๊ป Fe^{3+} ที่ปริมาณ 0.3-1.2 mol% จากการทดสอบประสิทธิภาพปฏิกิริยาโฟโตแคตะไลติก ของตัวอย่างที่สังเคราะห์ด้วยอุณหภูมิการเผาที่ 400 °C และเวลาในการรับรังสียูวี 4 ชั่วโมง พบว่าผง $TiO_2/3SnO_2/0.5\ Fe^{3+}$ สามารถย่อยสลายเมทิลีนบลูได้ 98.7% เมื่อเทียบกับผงไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ไม่มีสารโด๊ปที่มีค่าเท่ากับ 65.7% และเมื่อนำสูตรนี้ไปทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ผักเน่าภายในเวลารับแสงยูวี 120 นาที พบว่าสามารถฆ่าเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella typhi* ได้ 100% และที่เวลาการรับแสงยูวีเป็นเวลา 4 วัน สามารถฆ่าเชื้อ *Fusarium species* ได้ 100% ในขณะที่สามารถฆ่าเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Bipolaris maydis* ที่เวลารับแสงยูวีเป็นเวลา 20 ชั่วโมงได้ถึง 95 และ 91.67% ตามลำดับ เมื่อนำฟิล์มที่เคลือบด้วยผง $TiO_2/3SnO_2/0.5\ Fe^{3+}$ ที่ 5%w/v มาทำการทดสอบการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ผัก และนำเชื้อที่อยู่ใต้ฟิล์มที่เวลารับแสงยูวีต่างๆวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM พบว่าสำหรับเชื้อ *E. coli* และ *S. typhi* ผนังเซลล์เริ่มจากการเหี่ยวแล้วฉีกขาด และผนังเซลล์ถูกทำลายจนกระทั่งเซลล์ตาย สำหรับเชื้อ *Fusarium* sp.ฟิล์มที่เคลือบสามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ใหม่ของเชื้อได้ กรณีศึกษาการใช้ฟิล์มที่เตรียมสำหรับยืดอายุของข้าวโพดฝักอ่อน มะม่วงน้ำดอกไม้และมะเขือเทศ โดยการใช้ฟิล์มห่อผักและผลไม้ดังกล่าว และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 11 °C ภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ 10 วัตต์ซึ่งอยู่ห่างจากตัวอย่างทดสอบ 50 เซนติเมตร เก็บข้อมูลและบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างทุกๆ 3 วันเป็นเวลาทั้งสิ้น 22, 18 และ 30 วันสำหรับข้าวโพดฝักอ่อน มะม่วง และมะเขือเทศ ตามลำดับ ฟิล์มที่ผ่านการเคลือบสามารถลดความเสียหายและช่วยลดอัตราการหายใจของข้าวโพดได้ อายุการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนเพิ่มขึ้นจาก 7 วัน เป็น 16 วันหรือคิดเป็นเวลาที่ยืดอายุได้เพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า เมื่อเทียบกับฟิล์มที่ไม่ได้เคลือบ ในขณะที่อายุในการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้เพิ่มขึ้นจาก 6 วันเป็น 12 วันและอายุในการเก็บรักษามะเขือเทศเพิ่มขึ้นจาก 12 วันเป็น 24 วันหรือคิดเป็นเวลาที่ยืดอายุได้เพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับฟิล์มที่ไม่ได้เคลือบ

Thesis Title	Development of TiO_2 Coating Material for Prolonging Fresh Vegetables and Fruits
Research Team	Assoc. Prof.Dr.Lek Sikong, Assoc.Prof.Dr.Duangporn Kanthachote and Asst.Dr.Weerawan Sutthisripok
Fund	Songklanakarin
Year	2 years (2009-2011)

Abstract

The development of coating material of TiO_2 by doping with SnO_2 and Fe^{3+} to improve the photocatalytic efficiency and anti-microbial that cause vegetables rot and fruit damage. TiO_2 powders were prepared by sol-gel method and coated on polyvinyl chloride film using spray coating. This research is to focus not only on the effect of the amount of additive materials but also on the calcination temperature resulting in physical properties, phase transformation, the photocatalytic reaction and anti-microbial of TiO_2 powders and TiO_2 composite films. For TiO_2 powders, they were found that anatase phase appeared at the temperature range of 300 – 500 °C and mixed phases of anatase and rutile exist together at 600 °C. The addition of SnO_2 3 mol% and Fe^{3+} at 0.3-1.2 mol% results in a decrease in the crystal of anatase phase. In addition, the testing of photocatalytic reaction of the films calcined at temperature of 400 °C was done by means of methylene blue degradation under UV irradiation for 4 hours. It was found that $TiO_2/3SnO_2/0.5Fe^{3+}$ could degrade methylene blue by 98.7% as compared to the pure TiO_2 which was 65.7%. Furthermore, the microbial disinfection test of $TiO_2/3SnO_2/0.5Fe^{3+}$ powders calcined at the temperature of 400°C was performed under UV irradiation. It was found that both *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*, were killed 100% with UV irradiation time of 120 minutes, while spores of *Fusarium species* were inhibited within 4 days of photo-treatment. While *Colletotrichum gloeosporioides* and *Bipolaris maydis* were killed 95 and 91.67%, respectively at UV treated time 20 hours. The microbial disinfection test was also done for 5%w/v as coating by $TiO_2/3SnO_2/0.5Fe^{3+}$ films. It was revealed from SEM analysis that cell walls of *E. coli* and *S. typhi* gradually begin to shrink, fracture and finally, they are destroyed. For *Fusarium sp.* as coated which are destroyed, seem to inhibit spore formation and destroy the old ones for a long treatment period. Case study on the use of prepared films for

prolonging baby corn, Namdokmai mango and tomato life was done by wrapping them with films and keeping at a constant temperature of 11°C under 10 W fluorescent lamp which was located 50 cm far from samples. The samples were observed during 22, 18 and 30 days for baby corn, mango and tomato, respectively and the data was recorded in every 3 days – period. It was found that the $TiO_2/3SnO_2/0.5Fe^{3+}$ films can reduce damage and respiration rate of baby corn, mango and tomato resulting in the extension of fresh baby corn life from 7 days to be 16 days or about 2 times longer than that of uncoated films. While mango and tomato life extend from 6 days to be 12 days and from 12 days to be 24 days or about 2 times , respectively longer than that of uncoated films.