**Thesis Title** Photocatalytic and Antibacterial Properties of Titanium Dioxide and Iron Oxide Nanoparticles

**Author** Mr. Wiradej Thongsuwan

**Degree** Doctor of Philosophy (Materials Science)

**Thesis Advisory Committee** Assoc. Prof. Dr. Pisith Singjai Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Narin Sirikulrat Member

Asst. Prof. Dr. Supab Choopun Member

## ABSTRACT

Titanium dioxide nanoparticles (NPs) were successfully prepared by sparking off two titanium tips into water for 1–5 h. The nanoparticles dispersed water was obtained for further characterization. The transmission electron microscopy result shows that the particle size is in the range of 1–5 nm. The electron diffraction patterns and Raman spectra reveal that the as-prepared and the annealed samples at 250 °C show anatase phase. However, the anatase–rutile phase transformation was observed from the samples at annealing temperature of as low as 500 °C. The result of methylene blue-decoloration testing under sunbath suggests that the NPs possess good photocatalytic property.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Antibacterial properties of $TiO_2$ NPs against *Escherichia coli (E.coli)* were examined by the so-called antibacterial-drop test. The results show that a survival rate of *E.coli* treated with colloidal $TiO_2$ NPs under UV light abruptly decreased with increasing reaction time and highly decreased in the dark. The scanning electron microscopy result shows that most of the treated *E.coli* cell walls were deteriorated by the photocatalytic activity. Moreover, the transmission electron microscopy result confirms that the NPs migrated through the cell wall into the bacterial cells causing structural changes and finally, the cell death.

Iron oxide nanoparticles were prepared from an iron nitrate solution by a pyrosol technique. The precursor solution was atomized by a mist generator in order to form an aerosol which was brought into a tube furnace by a controlled flowing air stream. The pyrolysis of the aerosol was occurred to form the particles inside the furnace at 350 ºC. Scanning electron microscopy images have shown that a mean diameter of the particles is in good agreement with the third root of the precursor concentration. X-ray diffraction patterns have revealed that the main peaks from the samples are corresponding to the $\alpha$-$Fe_2O_3$ phase.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** สมบัติโฟโตแคทาลิติกและสมบัติยับยั้งแบคทีเรียของอนุภาคนาโนของไทเทเนียมไดออกไซด์และเหล็กออกไซด์

**ผู้เขียน** นายวีระเดช ทองสุวรรณ

**ปริญญา** วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

**คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** รศ.ดร. พิศิษฐ์ สิงห์ใจ ประธานกรรมการ

รศ.ดร. นรินทร์ สิริกุลรัตน์ กรรมการ

ผศ.ดร. สุภาพ ชูพันธ์ กรรมการ

**บทคัดย่อ**

อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์เตรียมได้โดยการสปาร์คจากปลายลวดไทเทเนียมลงในน้ำเป็นเวลา 1 - 5 ชั่วโมง อนุภาคนาโนที่กระจายอยู่ในน้ำเมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด พบว่าขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 1-5 นาโนเมตร จากการวิเคราะห์ด้วย รูปแบบการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนและรามานสเปคตรา พบว่าชิ้นงานที่ไม่ได้อบอ่อนและอบอ่อนที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเฟสอะนาเทส เมื่ออบอ่อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นถึง 500 องศาเซลเซียส พบว่า มีการเปลี่ยนเฟสเป็นอะนาเทสและรูไทล์ตามลำดับ ผลจากการทดสอบชิ้นงานด้วยเมทิลีนบลูภายใต้แสงอาทิตย์ พบว่า ชิ้นงานมีสมบัติโฟโตแคทาลิติกที่ดี

สมบัติยับยั้งแบคทีเรียอีโคไลด้วยอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ สามารถทดสอบได้โดยวิธีหยดสารทดสอบลงบนแผ่นเลี้ยงเชื้อ ผลการทดสอบ พบว่า อัตราการรอดชีวิตของเชื้ออีโคไลที่ใช้อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า ผนังเซลล์ของเชื้ออีโคไลถูกทำลายโดยปฏิกิริยาโฟโตแคทาลิติกของอนุภาคนาโนไทเทเนียมได

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกไซด์ นอกจากนั้น ผลจากการวิเคราะด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด พบว่าอนุภาคนาโนเข้าไปภายในเซลล์ มีผลทำให้โครงสร้างภายในเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงจนทำให้เซลล์ไม่เจริญเติบโตและตายในที่สุด

อนุภาคนาโนของเหล็กออกไซด์สามารถเตรียมได้จากสารละลายเหล็กไนเตรตโดยวิธีไพโรซอล ซึ่งสารละลายตั้งต้นถูกกระตุ้นด้วยเครื่องกำเนิดหมอก ทำให้เกิดละอองของสารละลายและถูกนำเข้าไปในเตาโดยการควบคุมการไหลของอากาศ เกิดอนุภาคภายในเตาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ผลจากการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคแปรผันกับรากที่สามของความเข้มข้นของสารตั้งต้น ผลจากการวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์พบว่าแถบการเลี้ยวเบนของชิ้นงานตัวอย่างสอดคล้องกับเหล็กออกไซด์เฟสแอลฟา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved