บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการห่อหุ้มอนุภาคยางธรรมชาติคอมปาวด์ที่ผ่านการพ่นแห้งด้วยชั้นซิลิกาตามด้วยชั้นไทเทเนียมไดออกไซด์เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติต้านแบคทีเรีย ทั้งนี้เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) มีสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันเชิงแสงที่ต้านแบคทีเรียได้แต่อาจทำให้ยางธรรมชาติแตกสลายหรือเสื่อมสภาพได้ จึงเลือกใช้ซิลิกาซึ่งมีเสถียรภาพกั้นระหว่างยางธรรมชาติและไทเทเนียมไดออกไซด์ อีกทั้งสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับยางธรรมชาติ การทดลองในงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการหาภาวะการผลิตผงยางคอมปาวด์ที่ให้ร้อยละผลได้มากที่สุด และมีความชื้นต่ำโดยใช้เครื่องพ่นแห้ง ซึ่งองค์ประกอบน้ำยางคอมปาวด์ที่เหมาะที่สุดคือ การเติม Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) ปริมาณ 36 phr ลงในน้ำยางคอมปาวด์สูตรผลิตถุงมือยางเข้มข้น 15 %TSC ประกอบกับภาวะของการพ่นแห้งได้แก่ อัตราในการป้อนน้ำยางคอมปาวด์ 5 ml/min อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 130 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของอากาศผ่านหัวฉีด 600 L/h พบว่าร้อยละผลได้เท่ากับ 50.63 และมีความชื้นร้อยละ 3.00 ผลการศึกษาสมบัติการเชื่อมขวางพบว่าผงยางคอมปาวด์มีระดับขั้นการบวมตัว (swelling degree) น้อยกว่าผงยางธรรมชาติผงยางธรรมชาติจากการพ่นแห้งน้ำยางที่ไม่เติมสารคงรูป แสดงว่าผงยางคอมปาวด์ที่ได้จากการพ่นแห้งในการทดลองนี้มีการเชื่อมขวางแล้วบางส่วน หลังจากนั้นนำผงยางธรรมชาติคอมปาวด์ไปเคลือบซิลิกาด้วยการพอกพูนไอเคมี Chemical Vapor Deposition (CVD) ของสารละลาย tetraethoxysilane (TEOS) แล้วเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยการพอกพูนเฟสของเหลว Liquid Phase Deposition (LPD) พบว่าการเคลือบซิลิกาให้โครงสร้างแบบแกน-เปลือก (natural $rubber_{core}$ - $silica_{shell}$) และวัสดุลูกผสมที่ได้ยังมีสภาพยืดหยุ่นจากการวัดด้วยเครื่อง Durometer type A ส่วนผลการต้านแบคทีเรียพบว่าอนุภาคยางคอมปาวด์ที่เคลือบด้วยซิลิกาตามด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์ปริมาณ 0.09 g สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกชนิด *Staphylococcus aureus* และแบคทีเรียแกรมลบชนิด *Escherichia coli* เข้มข้นประมาณ 10^6 CFU/ml ได้อย่างน้อยร้อยละ 99.9 ภายในระยะเวลาเพียง 1 ชั่วโมง

คำสำคัญ: อนุภาคยางธรรมชาติ, การพ่นแห้ง, ซิลิกา, ไทเทเนียมไดออกไซด์, ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

ABSTRACT

This research studied coating of silica, followed by titanium dioxide, over natural rubber compound powder, produced by spray drying, for physical and anti-bacterial properties test. However, titanium dioxide has photo-oxidative catalytic property, which disinfects bacteria but may degrade natural rubber. Therefore, it is necessary to add a stable layer of silica coating as a barrier between natural rubber compound powder and titanium dioxide. In addition, silica can enhance the physical properties of natural rubber. The experiment in this research starts with finding the optimum condition for rubber compound powder production by spray drying that leads to the highest percentage yield and an acceptably low moisture content. The most suitable rubber solution resulted from adding 36 phr of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) to the rubber gloves formulated compound latex production of 15 %TSC (Total Solid Content). The optimum spray drying conditions were the latex feed rate of 5 ml/min, the hot inlet air temperature of 130 °C, and the nozzle flow rate of 600 l/hr. These conditions produced 50.63% of rubber powder yield and 3% moisture content. The rubber powder was partially cross-linked as they had a lower swelling degree than natural rubber powder produced by spray drying of curing agent-free natural rubber latex The rubber powder was then coated with silica by Chemical Vapor Deposition (CVD) using tetraethoxysilane as the precursor. The coated rubber particles were later coated with titanium dioxide by Liquid Phase Deposition (LPD). Silica coating resulted in the core – shell structure in which natural rubber was the core and silica was the shell. The analysis of titanium dioxide/silica/rubber compound powder revealed that the hybrid material still had elasticity, as measured by Durometer Type A. As for the antibacterial aspect, it was observed that when came into contact with bacteria under natural light for at least one hour, 0.09 g of hybrid particles could disinfect at least 99.9% of either *Staphylococcus aureus*, the positive gram bacteria, or *Escherichia coli*, the negative gram bacteria, originally concentrated at about 10^6 CFU/ml.

Keyword: Natural rubber particle; Spray drying; Silica; Titanium dioxide; Antibacteria activity