

Novel Bioactive Paper Coated with Green Synthesized Nanosilver/  
Magnetic oxide for Food Packaging  
กระดาษออกฤทธิ์ทางชีวภาพซิลเวอร์นาโน/เหล็กออกไซด์ สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร

Natnaree Sr Chiangsa (ณัฏฐ์นรี ศรีเชียงใหม่)\* Dr.Pornnapa Kasemsiri (ดร.พรนภา เกษมศิริ)\*\*

ABSTRACT

To avoid infections by bacteria and viruses from food products, the use of antibacterial packaging would be an interesting alternative. In this study, coating paper packaging with nanosilver-decorated magnetic oxide ( $Ag@Fe_3O_4$ ) has been developed. The  $Ag@Fe_3O_4$  was prepared by a facile and environmentally friendly method using spent coffee ground extract. The effect of  $Ag@Fe_3O_4$  content on properties of coated paper was investigated. The overall properties of coated paper improved when the  $Ag@Fe_3O_4$  content increased up to 0.15 %w/v. The increase in tensile index and decrease in water vapor permeability was found in coated paper with 0.15 %w/v  $Ag@Fe_3O_4$ . Furthermore, this coated paper also exhibited the synergistic effect on antibacterial activities against *E. coli* and *S. aureus*. The release of metal ions in food simulants and kinetic release parameters were studied. The release of silver ions was lower than the requirements of European Standard and ferrous ion release did not exceed the recommended iron intake for humans. The coated paper with 0.15 %w/v  $Ag@Fe_3O_4$  had better capabilities to maintain quality and extend shelf- life of tomatoes. The obtained coated paper  $Ag@Fe_3O_4$  is a promising bioactive food packaging to retain food freshness.

บทคัดย่อ

เพื่อหลีกเลี่ยงการติดเชื้อจากแบคทีเรียและไวรัสในอาหาร การใช้บรรจุภัณฑ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจึงเป็นแนวทางที่ได้รับความสนใจ ในงานวิจัยนี้การเคลือบกระดาษด้วยนาโนซิลเวอร์ที่ปรับแต่งบนอนุภาคแม่เหล็ก ( $Ag@Fe_3O_4$ ) ได้ถูกพัฒนาขึ้น  $Ag@Fe_3O_4$  สามารถเตรียมได้จากวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้สารสกัดจากกากกาแฟ ผลของ  $Ag@Fe_3O_4$  ต่อคุณสมบัติการเคลือบกระดาษได้ถูกศึกษา สมบัติโดยรวมของกระดาษเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของ  $Ag@Fe_3O_4$  เพิ่มขึ้นที่ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ค่าดัชนีแรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้น และการลดลงของการซึมผ่านไอน้ำถูกพบเมื่อมีการเคลือบด้วย  $Ag@Fe_3O_4$  0.15 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้กระดาษที่เคลือบยังคงพบการเกิดงานร่วมในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสำหรับ *Escherichia coli* (*E. coli*) และ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) การปลดปล่อยไอออนของโลหะในอาหารจำลองและตัวแปรทางจลนศาสตร์ได้ทำการศึกษาการปลดปล่อยซิลเวอร์และเฟอร์รัสไอออน พบว่ามีค่าน้อยกว่าที่ระบุในมาตรฐาน EU 10/2011 และเฟอร์รัสไอออนไม่ได้เกินตามปริมาณเหล็กที่ควรได้รับสำหรับมนุษย์ การเคลือบกระดาษด้วย  $Ag@Fe_3O_4$  ที่ปริมาณ 0.15 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการคงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศ กระดาษที่เคลือบด้วย  $Ag@Fe_3O_4$  ที่ได้นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อคงความสดของอาหาร

**Keywords:** Silver nanoparticle, Magnetic oxide, Bioactive packaging

**คำสำคัญ:** อนุภาคนาโนซิลเวอร์ อนุภาคเหล็กออกไซด์ บรรจุภัณฑ์ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

\*Student, Master of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

\*\*Associate Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Chemical Engineering, Khon Kaen University