**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** การผลิตฟิล์มแป้งมันสำปะหลังต้านอนุมูลอิสระ

**ผู้เขียน** นางสาววิรงรอง ทองดีสุนทร

**ปริญญา** วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

**คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** ผศ. ดร. พรชัย ราชตนะพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
Assoc. Prof. Dr. Lisa J. Mauer อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ. ดร. ศศิธร วงศ์เรือง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
อ. ดร. เพ็ญศิริ ศรีบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

## บทคัดย่อ

งานวิจัย นี้ได้ศึกษาและพัฒนาวัสดุใหม่เพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แอคทีฟจากฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง โดยเริ่มจากการศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง (5% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ที่มี กลีเซอรอลเป็นพลาสติไซเซอร์เพื่อ ศึกษาผลของความเข้มข้นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) และเจลาติน (0 10 20 30 และ 40% โดยน้ำหนัก) และความชื้นสัมพัทธ์ ( 34 และ 54%) ที่มีต่อสมบัติของฟิล์ม พบว่า ฟิล์มแป้งมันสำปะหลังที่ผสม CMC หรือเจลาติน 30% มีความแข็งแรงมากกว่าและมีการยืดตัว ณ จุดขาดที่เหมาะสมกว่าอัตราส่วนอื่นๆ

จากนั้นจึงเติมสารต้านอนุมูลอิสระ ( quercetin และ tertiary butylhydroquinone, TBHQ) ที่ปริมาณต่างๆ (0 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อ 200 มิลลิลิตรของสารละลายฟิล์ม) ลงในฟิล์มแป้ง-CMC และฟิล์มแป้ง-เจลาติน และศึกษาสมบัติของฟิล์มที่ได้ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณ quercetin และ TBHQ จะทำให้ความ ต้านทานแรงดึงของฟิล์มเพิ่มขึ้น แต่ทำให้การยืดตัวลดลง โดยฟิล์มผสมที่เติม quercetin มีความต้านทานแรงดึงมากกว่า แต่ยืดตัวน้อยกว่าฟิล์มผสมที่เติม TBHQ นอกจากนั้นศึกษาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลด้วย Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) วัดจุดหลอมเหลวด้วย differential scanning calorimetry (DSC) และศึกษาสัณฐานวิทยาโดยวิธีส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รวมทั้งหาความสามารถในการละลายน้ำของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟิล์ม จากสเปกตรัมของ FT-IR พบพีคใหม่เกิดขึ้นในฟิล์มผสมที่มี quercetin และ TBHQ ซึ่งบ่งชี้ถึงการเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลขององค์ประกอบของฟิล์ม ผลจาก X-ray diffraction (XRD) ช่วยยืนยันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเนื้อฟิล์มแป้ง-เจลาติน และแป้ง -CMC กับสารต้านอนุมูลอิสระที่เติม โดยแสดงการลดลงของผลึกในฟิล์มที่เติมสารต้านอนุมูลอิส ระ แผนภาพความร้อนจาก DSC และภาพถ่ายระดับจุลภาคจาก SEM ช่วยยืนยันความเป็นเนื้อเดียวกันของฟิล์มผสมที่เติมสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณการเติม quercetin และ TBHQ ที่เพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการละลายน้ำและอัตราการซึมผ่านของไอน้ำของฟิล์มแป้ง-เจลาตินเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของฟิล์มแป้ง-CMC ลดลง ระดับการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของฟิล์มทดสอบได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์การดักจับอนุมูลอิสระและวิธีของ Folin-Ciocalteu ตามลำดับ พบว่าทั้งปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและระดับการต้านอนุมูลอิสระมีระดับคงที่ในทุกฟิล์มที่เติมสารต้านอนุมูลอิสระตลอดอายุการเก็บ ( 30 วัน) ในการประยุกต์กับอาหาร ฟิล์มแป้ง -เจลาตินและฟิล์มแป้ง-CMC ที่เติม quercetin และ TBHQ สามารถชะลอการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันหมู ( ตลอดช่วงเวลาการเก็บ 35 วัน) และชะลอการเปลี่ยนสีแดงของเนื้อหมูได้

ฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง -เจลาติน และฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง -CMC ที่มี quercetin และ TBHQ มีศักยภาพที่จะใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แอคทีฟโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอาหารที่มี ไวต่อออกซิเจนและมีไขมัน เนื่องจากมีความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Thesis Title** Production of Antioxidant Cassava Starch Based Films

**Author** Miss Wirongrong Tongdeesoontorn

**Degree** Doctor of Philosophy (Biotechnology)

**Thesis Advisory Committee** Asst. Prof. Dr. Pornchai Rachtanapun Advisor
Assoc. Prof. Dr. Lisa J. Mauer Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Sasitorn Wongruong Co-advisor
Dr. Pensiri Sriburi Co-advisor

## ABSTRACT

In this research, new antioxidant active food packaging materials were developed and evaluated from cassava starch based films. First of all, cassava starch (5% w/v) based films plasticized with glycerol (30 g/100 g starch) were characterized with respect to the effect of carboxymethyl cellulose (CMC) and gelatin concentrations (0, 10, 20, 30 and 40% w/w total solid) and relative humidity (34 and 54% RH) on the properties of the films. Cassava starch films with 30% (w/w) of CMC or gelatin had better strength and moderate elongation at break than the other ratios.

Cassava starch-CMC and cassava starch-gelatin films added various antioxidants contents [quercetin and tertiary butylhydroquinone, TBHQ] (0, 50, 100 and 200 mg/200 mL film solution) were then developed and determined their mechanical properties. Increasing quercetin and TBHQ concentrations increased tensile strength and reduced elongation at break of the blended films. The blended films containing quercetin showed higher tensile strength but lower elongation at break than films with TBHQ. Additionally, intermolecular interactions were determined by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), melting temperature by differential scanning calorimetry (DSC), and morphology by scanning electron microscopy (SEM).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Water solubility of the films was also determined. New peaks presented in FT-IR spectra of cassava starch-gelatin and cassava starch-CMC films containing quercetin and TBHQ were indicative of intermolecular interactions between film components. The X-ray diffraction (XRD) micrographs also confirmed the interactions of the cassava starch-gelatin and cassava starch-CMC matrix with the antioxidants and showed a decrease in crystallinity in films containing antioxidants. DSC thermograms and SEM micrographs confirmed homogeneity of the blended films containing quercetin and TBHQ. Increasing quercetin and TBHQ contents increased water solubility and water vapor transmission rate (WVTR) of cassava starch-gelatin blended films but decreased water solubility of cassava starch-CMC films.

Antioxidative activity and total phenolic content of the films were determined by the free radical scarvenging assay (DPPH) and the Folin-Ciocalteu method, respectively, and both total phenolic content and antioxidative activity remained in all films with antioxidant throughout storage (30 days). In food application studies, the cassava starch-gelatin and cassava starch-CMC films containing quercetin and TBHQ retarded the oxidation of lard (throughout storage period 35 days) and delayed the redness discoloration of pork.

Cassava starch-gelatin and cassava starch-CMC blended films containing quercetin and TBHQ can be potentially used as an active packaging, especially for the oxygen-sensitive and fatty foods, due to their retardative oxidations in foods.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved