

**PHYSICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF STARCH-  
CHITOSAN MIXTURES DURING PASTING**



**SUPAWADEE CHAWANTHAYATHAM**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
(BIOTECHNOLOGY)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

**2010**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

## PHYSICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF STARCH-CHITOSAN MIXTURES DURING PASTING

SUPAWADEE CHAWANTHAYTHAM 4937897 SCBT/M

M.Sc. (BIOTECHNOLOGY)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: MANOP SUPHANTHARIKA, Ph.D.,  
PAIROJ LUANGPITUKSA, D.Agr.Chem., ATITAYA SIRIPINYANOND, Ph.D.

### ABSTRACT

The effects of molecular weights ( $M_w$ ) of chitosan (CS) on the physical and rheological properties of native and modified tapioca starches were investigated. Rapid Visco Analysis (RVA) results showed that the addition of chitosan at various molecular weights increased the peak, breakdown, setback, and final viscosities, and pasting temperatures of native tapioca starch (NT), anionic tapioca starch (AT), and cationic tapioca starch (CT) to different degrees, except for the peak viscosities of CT/CS with medium and low  $M_w$  and the breakdown viscosities of all CT/CS which decreased as compared with those of the control CT alone. The presence of chitosan slightly increased swelling powers of NT and AT but greatly decreased those of CT due to electrostatic repulsion between the positively charged starch and gum molecules. CS formed a sheet structure in gel matrix and wrapped around NT and AT granules but did not wrap CT granules. These effects were more pronounced with increasing  $M_w$  of CS. Differential scanning calorimetry (DSC) data demonstrated that addition of CS regardless of their  $M_w$  resulted in a significant increase in the onset ( $T_o$ ), peak ( $T_p$ ) and conclusion ( $T_c$ ) gelatinization temperatures of NT and AT but did not affect those of CT. The gelatinization enthalpies ( $\Delta H_1$ ) were affected by CS addition in different ways, i.e. decreased for NT, increased for AT, and no effect for CT. Dynamic viscoelasticity measurement indicated that the addition of any of these CS resulted in an increase in the storage modulus ( $G'$ ) and loss modulus ( $G''$ ) of the fresh native and modified tapioca starch pastes. The  $\tan \delta$  values of NT and AT were increased by the addition of CS whereas those of CT tended to decrease. Steady flow tests illustrated the time-dependent shear-thinning (thixotropic) behaviour of all pastes. The hysteresis loop areas of NT and AT pastes were reduced by the addition of CS, indicating high shear resistant and structure recovery of starches in the presence of CS. In contrast, those of CT pastes increased, suggesting CS weakened the network structure of the CT pastes.

KEYWORDS: NATIVE TAPIOCA STARCH/ CATIONIC TAPIOCA STARCH/ ANIONIC TAPIOCA STARCH/ CHITOSAN/ STARCH-CHITOSAN MIXTURES/ SWELLING POWER/ GELATINIZATION/ VISCOELASTICITY

80 pages

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและรีโอโลยีของของผสมระหว่างแป้งและไคโตซานระหว่างให้ความร้อน  
 PHYSICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF STACRH-CHITOSAN DURING PASTING

สุภาวดี ชวัลทยาธรรม 4937897 SCBT/M

วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : มาณพ สุพรรณธริกา, Ph.D., ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์, D.Arg.Chem., อทิชา ศิริภิญญานนท์, Ph.D.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของไคโตซานที่มีขนาดโมเลกุลต่างๆ ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรีโอโลยีของแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปร โดยการศึกษาคุณสมบัติในระหว่างการต้มสุกของแป้งผลการทดลองโดยใช้เครื่องวัดความหนืดในขณะต้มสุก (RVA) แสดงให้เห็นว่า ไคโตซานแต่ละชนิดเพิ่มค่า ความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดที่ลดลงในช่วงการให้ความร้อน ค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้นในช่วงการลดอุณหภูมิ ค่าความหนืดสุดท้าย และอุณหภูมิที่เกิดการเจลาติไนเซชันของของผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังหรือแป้งมันสำปะหลังดัดแปรและไคโตซานในระดับที่แตกต่างกัน ยกเว้นค่าความหนืดสูงสุดของของผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุบวกและไคโตซานที่มีโมเลกุลขนาดปานกลางและเล็ก และค่าความหนืดที่ลดลงในช่วงการให้ความร้อนของแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุบวกและไคโตซานทุกชนิดซึ่งมีค่าลดลง การเติมไคโตซานทำให้ค่าการพองตัวของแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดประจุลบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ทำให้การพองตัวของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดประจุบวกลดลงอย่างมากเนื่องจากแรงผลักรวมกันที่มีประจุบวกและไคโตซาน จากการศึกษาด้วยการใช้กล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า เม็ดแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุลบแทรกอยู่ระหว่างแผ่นไคโตซานแต่แป้งมันสำปะหลังชนิดบวกไม่ถูกห่อหุ้มด้วยไคโตซาน โดยผลของการห่อหุ้มมากขึ้นเมื่อเพิ่มขนาดสายโมเลกุลของไคโตซานที่ใช้ ข้อมูลที่ได้จาก DSC แสดงให้เห็นว่า ไคโตซานมีผลเพิ่มอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเจลาติไนเซชัน ( $T_0$ ) อุณหภูมิสูงสุด ( $T_p$ ) และอุณหภูมิเมื่อสิ้นสุดการเกิดเจลาติไนเซชัน ( $T_f$ ) อย่างมีนัยสำคัญต่อแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดมีประจุลบ แต่ไม่มีผลต่อแป้งมันสำปะหลังชนิดมีประจุบวกไคโตซานมีผลลดค่าพลังงานความร้อน (enthalpy) ที่ใช้ในการเจลาติไนเซชัน ( $\Delta H_1$ ) ของแป้งมันสำปะหลัง แต่ในเพิ่มแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุลบและไม่มีผลกระทบต่อแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุบวก การวัดรีโอโลยีแบบไดนามิกแสดงให้เห็นว่าไคโตซานทุกชนิดมีผลเพิ่มค่า  $G'$  และ  $G''$  ของเจลแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ไคโตซานมีผลลดค่า  $\tan \delta$  ของแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดมีประจุลบ แต่มีแนวโน้มเพิ่มค่า  $\tan \delta$  ในแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุบวกลดลง การศึกษาคุณสมบัติการไหลแสดงให้เห็นว่าของผสมทุกชนิดมีพฤติกรรมการไหลแบบ Time-dependent shear-thinning (thixotropic) ค่า hysteresis loop area ของเจลแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดประจุลบจะลดลงโดยการเติมไคโตซาน ในทางตรงกันข้าม ไคโตซานเพิ่มค่า hysteresis loop area ของเจลแป้งมันสำปะหลังชนิดประจุบวกซึ่งทำให้โครงสร้างของเจลอ่อนแอลง จากการศึกษาสรุปได้ว่า การกระทำระหว่างแรงไอออนิกของกัมกับแป้ง มีบทบาทสำคัญในการเกิดเจลาติไนเซชัน และสมบัติทางรีโอโลยีของแป้งสุก