สุรีย์พร บุญนา : ผลของการดัดแปรด้วยเอนไซม์และการดัดแปรทางกายภาพแป้งมันสำปะหลังต่อการเกิดแป้งย่อยช้าและแป้งต้านทาน สมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงหน้าที่ (EFFECT OF ENZYMATIC AND PHYSICAL MODIFICATION OF CASSAVA STARCH ON THE FORMATION OF SLOWLY DIGESTIBLE STARCH AND RESISTANT STARCH AND THEIR PHYSICAL AND FUNCTION PROPERTIES) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา ทองทา, 209 หน้า.

การศึกษาผลของการใช้ความร้อนร่วมกับน้ำ (hydrothermal treatment) แบบรอบเดียวและสองรอบของการอบอ่อน (annealing, ANN) และการใช้ความร้อนชื้น (heat-moisture treatment, HMT) ต่อการย่อยของเอนไซม์ สมบัติทางความร้อน และความคงทนต่อการหุงต้มของแป้งมันสำปะหลังตัดกิ่งที่ผ่านการตกผลึก(crystallized debranched cassava starch) พบว่า แป้งที่ผ่านHMT มีปริมาณแป้งต้านทานสูงกว่าเมื่อเทียบกับแป้งที่ผ่าน ANN การใช้ความร้อนร่วมกับน้ำแบบสองรอบของ HMT→ANN สามารถปรับปรุงผลผลิตของแป้งต้านทาน (71%RS) ได้มากกว่าการทำ ANN→HMT (46%RS) อย่างไรก็ตามการทำ ANN→HMT พบว่า มีอุณหภูมิหลอมที่สูงกว่า นอกจากนี้ความคงทนต่อการหุงต้มที่ความชื้น 50 และ 70% ก็ดีขึ้นเมื่อใช้ความร้อนร่วมกับน้ำแบบสองรอบ

การศึกษาการดัดแปรแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ตัดต่อสายกลูแคน(amylomaltase, AM) พบว่า แป้งที่ดัดแปรด้วย AM มีปริมาณอะไมโลสลดลง การวิเคราะห์โครงสร้างทางโมเลกุลของแป้งที่ดัดแปรด้วย AM นาน 5 นาทีและ 4 ชั่วโมงก่อนและหลังการย่อยด้วยเอนไซม์เบต้าอะมิเลส พบว่า มวลโมเลกุลของแป้งที่ดัดแปรด้วย AM ค่อย ๆ ลดลงตามเวลาการทำปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้น จากการตรวจสอบโดยโปรตอน-นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่า แป้งที่ดัดแปรด้วย AM นาน 5 นาที มีความยาวสายโซ่โดยเฉลี่ย ความยาวสายโซ่ภายนอกโดยเฉลี่ย และค่าเปอร์เซ็นต์เบต้าอะมิโลไลซิสสูงกว่าแป้งที่ดัดแปรด้วย AM นาน 4 ชั่วโมง สัดส่วนสายโซ่ยาว (DP 25-80) ของแป้งตัดกิ่งดัดแปรด้วย AM ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าเอนไซม์ AM สามารถเพิ่มความยาวของสายโซ่แป้งมันสำปะหลังได้ เมื่อนำแป้งตัดกิ่งที่ดัดแปรด้วย AM ไปตกผลึกโดยการบ่มแบบอุณหภูมิคงที่และการใช้ความร้อนชื้น พบว่า ปริมาณแป้งต้านทานและการทนต่อความร้อนมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับแป้งที่ไม่ได้ดัดแปรด้วย AM โดยแป้งที่ผ่านการบ่มแบบอุณหภูมิคงที่แสดงปริมาณแป้งต้านทานสูงกว่า (58%RS) ขณะที่แป้งที่ผ่านการให้ความร้อนชื้นมีอุณหภูมิหลอมอยู่ในช่วงสูงกว่า (104-132°ซ) กระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อน (Thermo-molding) ได้ถูกนำมาใช้กับแป้งตัดกิ่งที่ดัดแปรด้วย AM นาน 5 นาที โดยตัวอย่างแม่พิมพ์ที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรต่ำ (1.93 ต่อมิลลิเมตร) มีปริมาณ

แป้งต้านทานมากกว่า และลักษณะพื้นผิวที่ได้มีความแน่นและเรียบ อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตแป้งต้านทานของตัวอย่างแม่พิมพ์ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร

การศึกษาความสามารถในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอะไมโลสกับไขมัน (amylose-lipid complexes, AMLs) โดยกระบวนการเอกซ์ทรูชันแป้งมันสำปะหลังที่เติมกลีเซอรอล กรดลอริค (C12) และกรดสเตียริก (C18) ปริมาณ 5% (โดยน้ำหนัก) พบว่า C12 และ C18 มีดัชนีการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนสูงกว่าเมื่อเทียบกับกลีเซอรอล อุณหภูมิการแตกตัวของ AMLs ประเภท I และ II ของตัวอย่างเอกซ์ทรูเดตสูงขึ้นตามความยาวสายโซ่ของกรดไขมัน เอนทัลปีของการแตกตัวของ AMLs ประเภท II มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณความชื้นของกระบวนการเอกซ์ทรูชันเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเอกซ์ทรูเดตมีลักษณะพื้นผิวที่หยาบ แน่น และมีรูพรุน รูปแบบการดูดกลืนรังสีเอกซ์มุมกว้างแสดงการเกิดโครงสร้างผลึกแบบ V_h ซึ่งแสดงถึงการเกิด AMLs หลังจากนำเอกซ์ทรูเดตมาผ่านการขึ้นรูปด้วยความร้อน พบว่า ตัวอย่างแม่พิมพ์มีลักษณะโครงสร้างพื้นผิวที่แน่นขึ้นและเรียบ จึงมีผลในการเพิ่มปริมาณผลผลิตแป้งย่อยช้า

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ลายมือชื่อนักศึกษา_______________________________

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_______________________

SUREEPORN BOONNA : EFFECT OF ENZYMATIC AND PHYSICAL MODIFICATION OF CASSAVA STARCH ON THE FORMATION OF SLOWLY DIGESTIBLE STARCH AND RESISTANT STARCH AND THEIR PHYSICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUNANTA TONGTA, Ph.D., 209 PP.

HYDROTHERMAL TREATMENTS/AMYLOMALTASE/EXTRUSION/THERMO-MOLDING/SLOWLY DIGESTIBLE STARCH/RESISTANT STARCH

The effects of single and dual hydrothermal treatments of annealing (ANN) and heat-moisture treatment (HMT) on enzyme digestibility, thermal properties and cooking stability of crystallized debranched cassava starch were studied. All HMT-treated starches showed a higher resistant starch (RS) content compared with all ANN-treated starches. Dual hydrothermal treatment of HMT→ANN (71%RS) could improve the RS content more than ANN→HMT (46%RS). Nevertheless, the ANN→HMT treated starch showed a higher melting temperature. In addition, the cooking stability (at 50 and 70% moisture) can be improved by dual hydrothermal treatments.

The modification of cassava starch with amylomaltase (AM) was investigated. The AM-treated starches showed a decreased amylose content. The molecular structure of AM-treated starch for 5 min (AM5min) and 4 h (AM4h) before and after β-amylolysis were characterized. The molar mass of both AM-treated starches gradually decreased with time. The AM5min demonstrated a higher average chain length (CL), external CL, and β-amylolysis than AM4h as determined by H^1-NMR. Both AM-treated starches showed larger proportions of long chain (DP 25-80),

indicating that AM could elongate the starch chain length. After subjected to isothermal incubation and HMT, the crystallized, debranched AM-treated starches showed more RS content and higher thermal stability as compared with the non-AM-treated starch. The isothermal-treated starch showed a higher RS content (58%RS) whereas the HMT-treated starch showed a higher melting temperature (104-132^{o}C). The thermo-molding process was applied with debranched AM5min. The molded sample with a small surface area to volume ratio (1.93 mm^{-1}) showed a higher RS yield (65.1%RS). Its surface morphology was a densely packed structure with a smooth surface. However, the RS yield of the molded sample depends on its surface area to volume ratio.

The ability to form amylose-lipid complexes by extrusion cooking of cassava starch with the addition of glycerol, lauric acid (C12) and stearic acid (C18) at 5% (w/w) was studied. The C12 and C18 showed a higher complexing index as compared with glycerol. The dissociation temperature of amylose-lipid complexes type I and II of extruded samples increased with the longer chain of fatty acid and the dissociation enthalpy of amylose-lipid complexes type II tended to decrease as the extrusion moisture content was increased. The extruded sample had a rough and condensed surface with porosity. Its wide angle X-ray diffraction pattern showed a V_h-type crystalline structure, implying a amylose-lipid complexes formation. After subjected to thermo-molding, the molded samples showed a densely packed or a compact structure with a smooth surface, resulting in the increase of slowly digestible starch yield.

School of Food Technology Student's Signature____________________

Academic Year 2016 Advisor's Signature____________________

Co-advisor's Signature_________________