วรวิกัลยา เกียรติ์พงษ์ลาภ : การผลิตแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากแป้งมันสำปะหลัง (PRODUCTION OF ENZYME-RESISTANT STARCH FROM CASSAVA STARCH) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันทา ทองทา , 126 หน้า.

การศึกษาการผลิตแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ชนิด 3 จากมันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) โดยทำการตัดกิ่งแป้งเปียก (ความเข้มข้นร้อยละ 5, 8 และ 10) ด้วยเอนไซม์พูลลูลาเนส ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ 5, 15 และ 30 พูลลูลาเนสยูนิตต่อกรัมแป้งเป็นระยะเวลา 0 ถึง 44 ชั่วโมง พบว่า ระดับการย่อยเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาการย่อยเพิ่มขึ้นในช่วงปริมาณแป้งร้อยละ 5 ถึง 8 โดยระดับการย่อยมีค่าสูงสุดที่ปริมาณแป้งร้อยละ 8 และปริมาณเอนไซม์พูลลูลาเนส 15 และ 30 พูลลูลาเนสยูนิต การตัดกิ่งแป้งร้อยละ 8 ด้วยเอนไซม์พูลลูลาเนส 15 พูลลูลาเนสยูนิต เป็นระยะเวลา 30 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ทำให้ระดับการตัดกิ่งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 58.9 ถึงร้อยละ 89.3 และจำนวนสายโซ่เฉลี่ยมีมากขึ้นจาก 22 เป็น 42 สายโซ่ ขณะที่ระดับการพอลิเมอร์ไรเซชันเฉลี่ยลดลงจาก 117 ถึง 61 เมื่อระดับการตัดกิ่งเพิ่มขึ้น โมเลกุลที่มีมวลโมเลกุลต่ำและโมเลกุลเส้นตรงหลุดออกมามากขึ้น ซึ่งตรวจสอบจากความสามารถในการจับกับไอโอดีนและความสามารถในการอุ้มน้ำ ในระหว่างการตัดกิ่งโมเลกุลเส้นตรงเกิดการจัดเรียงตัวเป็นโครงสร้างที่เป็นระเบียบ ทำให้แป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์เกิดขึ้นในปริมาณร้อยละ 18.25 ที่ระดับการตัดกิ่งร้อยละ 89.3 การรีโทรเกรดแป้งตัดกิ่งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน ทำให้ปริมาณแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12.02 ถึง 27.56 ที่ระดับการตัดกิ่งร้อยละ 58.9 ถึง 89.3 การศึกษาคุณสมบัติทางผลึกของแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ตรวจสอบโดยเอกซ์-เรย์ดิฟแฟรกชัน พบว่า เมื่อระดับการตัดกิ่งเพิ่มขึ้น ปริมาณผลึกเพิ่มมากขึ้น โดยแป้งตัดกิ่งแสดงรูปแบบผลึกชนิด C และ C_A แต่แป้งตัดกิ่งที่เกิดการรีโทรเกรดแสดงรูปแบบผลึกชนิด C_B จากสัดส่วนการดูดกลืนแสงของฟูริเออร์ทรานสฟอร์ม อินฟราเรดที่หมายเลขคลื่น 1045 ต่อ 1037 เซนติเมตร$^{-1}$ พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณผลึกสูงขึ้น อุณหภูมิการหลอมเหลวของแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากแป้งตัดกิ่งมีอุณหภูมิในช่วง 50 ถึง 120 องศาเซลเซียส ขณะแป้งตัดกิ่งที่เกิดการรีโทรเกรดมีอุณหภูมิที่สูงกว่าในช่วง 130 ถึง 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การศึกษาการเก็บแป้งตัดกิ่งในสภาวะอุณหภูมิแบบวนรอบต่างๆ กัน เพื่อเพิ่มปริมาณแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ โดยทำการศึกษาการเก็บในอุณหภูมิแบบวนรอบที่อุณหภูมิการเกิดนิวเคลียสที่ 5 และ 55 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิการเติบโตผลึกที่ 80 และ 120 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิการเกิดนิวเคลียสที่ 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิการเติบโตผลึกที่ 80 องศาเซลเซียส มีผลเชิงบวกกับปริมาณแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ปริมาณผลึก และเอนทาลปีโดยรวม โดยที่การเก็บในอุณหภูมิแบบวนรอบที่ “5 และ 80 องศาเซลเซียส” ทำให้แป้งตัดกิ่งที่ระดับ

การตัดกิ่งร้อยละ 80.6 มีปริมาณแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 37.83 โครงสร้างทางผลึกของแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับการตัดกิ่งสูง (ระดับการตัดกิ่งร้อยละ 80.6 และ 89.3) เมื่อเก็บในอุณหภูมิแบบวนรอบที่ “5 และ 80 องศาเซลเซียส” และ “55 และ 80 องศาเซลเซียส” แสดงรูปแบบผลึกชนิด B อย่างชัดเจน สำหรับอุณหภูมิการหลอมเหลวของแป้งตัดกิ่งที่เก็บในอุณหภูมิแบบวนรอบที่ “5 และ 80 องศาเซลเซียส” และ “5 และ 120 องศาเซลเซียส” มีอุณหภูมิในช่วง 90 ถึง 117 องศาเซลเซียส และ 135 ถึง160 องศาเซลเซียส และพบว่าการเก็บในอุณหภูมิแบบวนรอบที่ “55 และ 80 องศาเซลเซียส” และ “55 และ 120 องศาเซลเซียส” อุณหภูมิการหลอมเหลวของแป้งตัดกิ่งเพิ่มสูงถึง 110 ถึง 140 องศาเซลเซียส และ 141 ถึง 177 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ แป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากการตัดกิ่งและเก็บในอุณหภูมิแบบวนรอบแสดงความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ซึ่งตรวจสอบจากการลดลงของค่าดัชนีการอุ้มน้ำและดัชนีการละลายน้ำ

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2550 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

WORAWIKUNYA KIATPONGLARP : PRODUCTION OF ENZYME RESISTANT STARCH FROM CASSAVA STARCH. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUNANTA TONGTA, Ph.D. 126 PP.

ENZYME-RESISTANT STARCH/DEBRANCHING/RETROGRADATION/ TEMPERATURE CYCLING

Starch from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) was investigated for a production of resistant starch type III (RS_3). Starch paste (5, 8 and 10%) was debranched by pullulanase at the concentration of 5, 15 and 30 PUN/g of starch for 0-44 h. The degree of hydrolysis (D.H.) increased with increasing enzyme concentration and hydrolysis time at 5 and 8% starch. The maximum D. H. was obtained at 8% starch and 15 and 30 PUN pullulanase. The debranching of 8% starch paste with 15 PUN pullulanase for 0.5-24 h resulted in increasing the degree of debranching (D.B) from 58.9% to 89.3%. The average number of chain ($\overline{NC}$) also increased from 22 to 42, while the average degree of polymerization ($\overline{DP}_n$) decreased from 117 to 61. With increasing D.B., the high amount of low molecular weight molecules and linear fragment molecules were liberated, as indicated by iodine binding capacity and water holding capacity. During debranching, linear molecules associated into an ordered structure, resulting in RS formation for 18.25% at the 89.3% D.B. RS content of debranched starch (DBS) at D.B. of 58.9%-89.3% increased from 12.02 to 27.56% as DBS was retrograded at 5°C for 4 days. The crystallinity of RS was monitored using X-ray diffraction. As the D.B. was increased, the relative crystallinity became greater and the crystallites of DBS showed C and C_A polymorph, while C_B polymorph was

observed in retrograded-debranched starch (RDBS). The absorbance ratio of the Fourier transform infrared (FITR) band at 1045 to 1037 cm^{-1} increased with the relative crystallinity. The melting temperature of RS from DBS was in the range of 50-120°C, while that of RDBS was in higher temperature of 130-150°C.

The DBS was subjected to different temperature cycles to improve RS content. The temperature cycling at the nucleation temperature of 5 and 55°C and the propagation temperature of 80 and 120°C was studied. The nucleation temperature at 5°C and propagation temperature at 80°C had a positive effect on RS content, relative crystallinity and total enthalpy. The RS content of DBS at 80.6% D.B increased up to 37.83% after subjecting to the temperature cycling of "5/80°C". The crystallites of RS containing high D.B. (80.6% and 89.3% D.B.) showed a distinct B-type polymorph after temperature cycling at "5/80°C" and "55/80°C". The melting temperatures of DBS were in the range of 90-117 and 135-160°C after subjecting to temperature cycling of "5/80°C" and "5/120°C". Furthermore, the melting temperature increased to 110-140 and 141-117°C at temperature cycling of "55/80°C" and "55/120°C". In addition, RS obtained from debranching and temperature cycling showed low water holding ability as indicated by a decrease in water absorption index and water solubility index.

School of Food Technology Student's Signature _____

Academic Year 2007 Advisor's Signature _____