อัจฉรา โด่งดัง: ผลของสภาวะการบ่มต่อพฤติกรรมการเกิดผลึกและแป้งทนย่อยของแป้งมันสำปะหลังตัดกิ่ง (EFFECT OF INCUBATION CONDITION ON CRYSTALLIZATION BEHAVIOR AND RESISTANT STARCH FORMATION OF DEBRANCHED NORMAL AND WAXY CASSAVA STARCH) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา ทองทา, 98 หน้า.

คำสำคัญ: การเกิดผลึก/สภาวะการบ่ม/อุณหภูมิ/รีโทรเกรเดชัน/แป้งต้านทานการย่อย/แป้งตัดกิ่ง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจพื้นฐานของพฤติกรรมการเกิดผลึกของแป้งมันสำปะหลังตัดกิ่ง โดยแป้งมันสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสแตกต่างกันถูกนำมาศึกษาพฤติกรรมการผลึกช่วงระหว่างการตัดกิ่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และภายใต้สภาวะการบ่มที่อุณหภูมิ 15, 25, 45, 65 และ 85 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ เวลาในการตัดกิ่งและกระบวนการทำแห้งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผลึกของแป้งตัดกิ่ง จึงได้ทำการเปรียบเทียบเวลาการตัดกิ่ง (2 และ 6 ชั่วโมง) และวิธีการทำแห้ง (การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและการทำแห้งแบบถาด) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดผลึกอันเนื่องมาจากปัจจัยดังกล่าว แป้งต้านทานการย่อย สัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางความร้อนของแป้งมันสำปะหลังตัดกิ่งก็ถูกตรวจวัดเพื่อหาความสัมพันธุ์ด้วยเช่นกัน

ในกระบวนการการตัดกิ่ง เวลาที่มากกว่าทำให้ปริมาณผลึกและปริมาณแป้งต้านการย่อยเพิ่มขึ้น แป้งมันสำปะหลังตัดกิ่งที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งสนับสนุนการเกิดโครงสร้างผลึกชนิดบี (B-type) โดยอนุภาคแสดงลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำ ขณะที่การทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ส่งเสริมการเกิดโครงสร้างผสมระหว่างบีและเอ (C_B-type) และอนุภาคมีลักษณะแน่น การทำแห้งแบบถาดยังส่งเสริมการเพิ่มขึ้นปริมาณของผลึก ปริมาณของแป้งต้านทานการย่อย และอุณหภูมิการทำลายผลึกมากกว่าการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

เทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมกว้างจากแหล่งกำเนิดแสงซินโครตรอนเชิงเวลา ถูกใช้ติดตามพฤติกรรมการผลึกของสตาร์ชตัดกิ่งช่วงระหว่างการตัดกิ่งและระหว่างการบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าช่วงระหว่างการตัดกิ่งแป้งที่มีสายโซ่ยาวพิเศษเกิดการตกผลึกเป็นผลึกชนิดบี (B-type) แต่แป้งที่ไม่มีสายโซ่ยาวพิเศษไม่แสดงโครงสร้างของผลึก (amorphous) และการเกิดผลึกภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดการก่อตัวของโครงสร้างผลึกชนิดบี (B-type) ในขณะที่สภาวะอุณหภูมิสูงสนับสนุนการก่อตัวของโครงสร้างผลึกชนิดเอ (A-type) แบบจำลองสมการอัฟรามี (Avrami) ถูกใช้ในการวิเคราะห์อัตราการเกิดผลึก (k) ของแป้งตัดกิ่ง ซึ่งพบว่า อัตราการเกิดผลึกได้รับการสนับสนุนโดยสายโซ่ยาวพิเศษและอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ ความสัมพันธุ์ของปริมาณผลึกและขนาดของผลึกที่อุณหภูมิ 15, 25, และ 45 องศาเซสเซียส แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณผลึกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนาดของผลึกเพิ่มขึ้นด้วย

การบ่มที่อุณหภูมิที่สูงกว่าสนับสนุนขนาดของผลึกที่ใหญ่กว่า อีกทั้งยังส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของแป้งต้านทานการย่อยและอุณหภูมิการทำลายผลึกของสตาร์ชตัดกิ่งมากกว่าการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ลายมือชื่อนักศึกษา ฉัตรลา โก่งดัง

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ATCHARA DONGDANG: EFFECT OF INCUBATION CONDITION ON CRYSTALLIZATION BEHAVIOR AND RESISTANT STARCH FORMATION OF DEBRANCHED NORMAL AND WAXY CASSAVA STARCH. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SUNANTA TONGTA, Ph.D., 98 PP.

Keyword: Crystallization/Incubation condition/Temperature/Retrogradation/Resistant starch/ Debranched starch

The purpose of this research was to develop a fundamental understanding of the crystallization behavior of debranched cassava starch. Normal and waxy cassava starch, which are different in amylose content, were used to study crystallization behavior during debranching at 55°C and isothermal incubation at 15, 25, 45, 65, and 85 °C, respectively. Additionally, the impact of debranching time (2 and 6 hours) and using a drying method (freeze-drying and tray-drying) on the crystallization of debranched starch were examined as they are significant factors in the process. Furthermore, resistant starch content, morphology, and thermal properties were investigated to determine their relationships with regard to crystallization behavior.

During debranching, a longer debranching time led to an increase in crystallinity and resistant starch content. Debranched cassava starch that underwent freeze-drying induced the formation of a B-type polymorph with a porous spongy-like structure. On the other hand, tray-drying at a temperature of 50°C promoted the formation of a mixed structure between B- and A- polymorph (C_B-type) with denser particle characteristics. Tray-drying also contributed to higher crystallinity, increased resistance to starch content, and elevated melting temperatures of the crystallized starch when compared to freeze-drying.

An in-situ synchrotron wide-angle X-ray scattering (In-situ synchrotron WAXS) technique was used to monitor the crystallization behavior of starch during debranching and incubation at various temperatures. During debranching, the debranched starch with super long-chains exhibited a B-type crystalline structure while starch without super long-chains showed an amorphous structure. Under low-temperature incubation, B-type crystalline structure was observed. High-temperature incubation promoted the formation of an A-type crystalline structure. The Avrami equation model was used

to determine the crystallization rate (k) of the debranched starches. The crystallization rate was influenced by super long-chains and low-temperature incubation. Furthermore, the relationship between crystallinity and lateral crystal size at temperatures of 15, 25, and 45°C, respectively, indicated that an increase in crystallinity resulted in an increase in lateral crystal size. The higher incubation temperature supported larger lateral crystal size, an increase in resistant starch content, and a higher melting temperature of crystallized starch when compared to a lower incubation temperature.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Food Technology

Academic Year 2022

Student's Signature Atchara Dongdang

Advisor's Signature