เทวิกา กีรติบูรณะ : ผลการดัดแปรทางกายภาพและเอนไซม์ของสตาร์ชข้าวดิบต่อสมบัติด้านโครงสร้าง สมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติเชิงหน้าที่ (IMPACT OF PHYSICAL AND ENZYMATIC MODIFICATION OF GRANULAR RICE STARCH ON STRUCTURAL, PHYSICOCHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา ทองทา และรองศาสตราจารย์ ดร.แอนเดรียส เบลนนาว, 142 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการดัดแปรสตาร์ชข้าวดิบด้วยวิธีทางกายภาพและเอนไซม์เพื่อผลิตสตาร์ชข้าวดิบที่มีรูพรุนและเพื่อดัดแปรต่อด้วยเอนไซม์ต่อกิ่ง (branching enzyme, BE) ในส่วนแรกสตาร์ชข้าวดิบถูกทำให้มีรูพรุนด้วยเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส (amyloglucosidase, AMG) หรือมอลโตเจนิคแอลฟา-อะไมเลส (maltogenic α-amylase, MA) โดยศึกษาลักษณะพื้นผิวของสตาร์ชกรานูล สมบัติด้านโครงสร้างและสมบัติทางเคมีกายภาพ พบว่า เอนไซม์ทั้ง 2 ชนิด สามารถทำให้เกิดรอยบุ๋มและรูพรุนแต่ไม่ทำให้รูปร่างของกรานูลเปลี่ยนแปลง โดย AMG ทำให้เกิดรูขนาดใหญ่และตื้น ซึ่งขนาดของรูพรุนมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับ MA แต่อย่างไรก็ตามการดัดแปรด้วย MA ส่งผลต่อโครงสร้างของสตาร์ช โดยเพิ่มอะมิโลเพคตินสายสั้นและลดขนาดโมเลกุลของสตาร์ชข้าวดิบ และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการดัดแปรด้วย MA พบว่า ความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มขึ้นแต่กำลังการพองตัวและปริมาณอะมิโลสลดลง อย่างไรก็ตามการดัดแปรด้วย AMG และ MA ทำให้ความเป็นผลึกและเอนทาลปีของสตาร์ชข้าวดิบเพิ่มสูงขึ้น

ส่วนที่สองเป็นการศึกษาการดัดแปรสตาร์ชข้าวดิบด้วยเทคนิคการเกิดผลึกน้ำแข็งใหม่ร่วมกับการละลายน้ำแข็งโดยการใช้อัลตร้าโซนิค (ultrasound-assisted ice recrystallization, US+IR) จำนวน 7 รอบ จากนั้นนำตัวอย่างสตาร์ชข้าวดิบมาดัดแปรต่อด้วยเอนไซม์ AMG หรือ MA พบว่า US+IR ทำให้เกิดร่องและรอยบุ๋มที่ผิวของกรานูล นอกจากนี้ยังพบว่า US+IR ทำให้ค่าความเป็นผลึก ปริมาณอะมิโลส และกำลังการพองตัวลดลง การดัดแปรด้วย US+IR ตามด้วยเอนไซม์ทำให้สตาร์ชข้าวดิบเกิดรูพรุนมากขึ้นและทำให้อุณหภูมิเจลลาติไนเซชัน ค่าความเป็นผลึกและค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้น ในขณะที่กำลังการพองตัวและปริมาณอะมิโลสลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการดัดแปรต่อด้วยเอนไซม์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรดังกล่าวเห็นเด่นชัดกับตัวอย่าง US+IR→MA นอกจากนี้สตาร์ชข้าวดิบที่ผ่านการดัดแปรด้วยวิธี US+IR มีความไวต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ย่อยแป้งมากกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านการดัดแปร และการดัดแปรด้วย US+IR ตามด้วยเอนไซม์แสดงค่าคงที่อัตราการย่อยต่ำกว่าตัวอย่างสตาร์ชข้าวที่ไม่ผ่านการดัดแปรและสตาร์ชข้าวที่ผ่านการดัดแปรด้วย US+IR

ในส่วนสุดท้ายได้ศึกษาผลของการเตรียมตัวอย่างสตาร์ชข้าวดิบที่มีผลต่อสมบัติด้านโครงสร้าง สมบัติทางเคมีกายภาพและอัตราการย่อยด้วยเอนไซม์ย่อยแป้งเพื่อนำไปดัดแปรต่อด้วยเอนไซม์ BE โดยเตรียมตัวอย่างด้วยการดัดแปรด้วยเอทานอลร่วมกับการใช้ความร้อน (ethanol-heating, ETS) ดัดแปรด้วยเอนไซม์ MA และดัดแปรเอทานอลตามด้วยเอนไซม์ MA (ETS→MA) พบว่า ETS ทำให้กรานูลเชื่อมติดกัน มีกำลังการพองตัวสูงและไม่มีรูพรุนเกิดขึ้นที่ผิวของกรานูล ในขณะที่ MA ทำให้ผิวกรานูลเกิดรอยแตก การดัดแปรด้วย ETS→MA ทำให้สตาร์ชข้าวดิบจับกลุ่มเป็นก้อนและเกิดรูพรุน อย่างไรก็ตามการดัดแปรต่อด้วย BE ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผิวกรานูลเล็กน้อย การลดลงของค่าความเป็นผลึกและค่าเอนทัลปีแสดงอย่างชัดเจนกับตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมด้วย ETS และ ETS→MA ขณะที่ค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นในตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมด้วย MA การดัดแปรต่อด้วยเอนไซม์ BE ทำให้ค่าความเป็นผลึก อัตราส่วนพันธะ α-1,6 ต่อพันธะทั้งหมดและค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความไวต่อเอนไซม์ย่อยแป้งลดลง นอกจากนี้สตาร์ชข้าวที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ ตามด้วยการดัดแปรด้วยเอนซ์ BE แสดงกำลังการพองตัวลดลงและกรานูลมีความแข็งแรงโดยแยกออกเป็นกรานูลเดี่ยวๆ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ดัดแปรด้วยเอนซ์ไซม์ BE

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

THEWIKA KEERATIBURANA : IMPACT OF PHYSICAL AND ENZYMATIC MODIFICATION OF GRANULAR RICE STARCH ON STRUCTURAL, PHYSICOCHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUNANTA TONGTA, Ph.D., AND ASSOC. PROF. ANDREAS BLENNOW. Ph.D., 142 PP.

POROUS STARCH/AMYLOGLUCOSIDASE/MALTOGENIC α-AMYLASE/ BRANCHING ENZYME/ULTRASOUND TREATMENT/ICE RECRYSTALLIZATION

This research was performed to modify granular rice starch using physical and enzymatic methods mainly producing porous starch and for further modification by branching enzyme (BE). Firstly, porous rice starch was carried out separately by amyloglucosidase (AMG) or maltogenic α-amylase (MA). The granular morphology, structural and physicochemical properties were examined. Both enzymes had generated several dents and holes but had no effect on granular shape. AMG induced big and shallow pores with a diversity of pore diameters compared to MA. However, MA obviously modified the fine structure by increasing the short amylopectin chains and decreasing the molecular weight fractions. As compared to the corresponding control, MA increased the solubility but the swelling capacity and amylose content were reduced. Moreover, enzymatic treatments increased the crystallinity and the enthalpy of starch treated samples.

Secondly, the combination of seven repeated cycles of ultrasound-assisted ice recrystallization (US+IR) following treatment with AMG or MA was studied. Generally, US+IR created grooves and indentations on the surface granules. The

US+IR decreased the crystallinity, amylose content and swelling capacity. The sequential US+IR followed by enzymes hydrolysis exhibited more pores and increased gelatinization temperature, crystallinity and the enthalpy while swelling capacity and amylose content were further decreased as compared to their control. The most obvious change of those parameters was found for US+IR→MA. Moreover, the US+IR treated starch showed a higher susceptibility to amylolytic enzymes than native starch. In addition, the combined treatments, especially US+IR→MA exhibited lower digestion rate constant.

Lastly, the effects of pre-treatments of granular rice starch on structural, physiochemical properties and the rate of digestion to amylolytic enzymes for further BE catalysis were studied. The pre-treatments were performed by ethanol-heating (ETS), MA and sequential ETS→MA. The ETS displayed coapted granules, noticeable swelling with no pores whereas MA caused fissures on granular surface. The sequential of ETS→MA created agglomerated and perforated granules. However, further BE catalysis exhibited minor surface changes. The reduction of crystallinity and the enthalpy was pronounced by ETS and ETS→MA, whereas those of values increased for MA. The subsequent BE catalysis increased the crystallinity, α-1,6 glucosidic linkage ratio, the enthalpy and less susceptibility to amylolytic degradation. Moreover, after BE modification pre-treated starch showed less swelling, more intact granules and granular separation compared to the corresponding control.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Food Technology

Academic Year 2019

Student's Signature Thewik2

Advisor's Signature

Advisor's Signature