หัวข้อวิทยานิพนธ์ การดัดแปรเนื้อสัมผัสและกระบวนการผลิตข้าวเหนียวดำสุกเร็วด้วยไมโครเวฟ

ผู้เขียน นางสาวเฉลิมขวัญ สมใจ

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.พิไลรัก อินธิปัญญา

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการดัดแปรเนื้อสัมผัสของข้าวกล้อง (ข้าวเหนียวดำ) โดยการใช้เอนไซม์เซลลูเลสและทำให้คงตัวด้วยไมโครเวฟ และเปรียบเทียบกับการอบด้วยลมร้อนและไมโครเวฟ พร้อมทั้งศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเหนียวดำหุงสุกเร็ว สภาวะที่เหมาะสมในการหุงข้าวสุกเร็วด้วยไมโครเวฟ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของข้าวเหนียวดำดัดแปรเนื้อสัมผัสชนิดหุงสุกเร็ว

จากการศึกษาการดัดแปรเนื้อสัมผัสโดยการใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสสำหรับการย่อยเส้นใยในข้าวเหนียวดำกล้องที่ระดับความเข้มข้น 1.5, 3.5 และ 5.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และระยะเวลาในการย่อย 1, 2 และ 3 นาที โดยใช้สัดส่วนข้าวต่อสารละลายเอนไซม์เท่ากับ 1.0 : 1.5 แล้วสะเด็ดน้ำและให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟทันทีที่ระดับ 850 วัตต์ เป็นเวลา 1.5 นาที พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาในการย่อยเพิ่มขึ้น ทำให้ข้าวเหนียวดำกล้องมีค่าสี b, WUR, LER, VER, adhesiveness, cohesiveness และค่า setback viscosity เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) แต่ค่าสี a, OCT, hardness, T_{gel}, peak viscosity, breakdown viscosity, final viscosity, FFA, แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ลดลงเล็กน้อย ($P > 0.05$) ส่วนค่า L, กิจกรรมเอนไซม์ไลเพส และเซลลูโลสของตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) การย่อยข้าวกล้องด้วยเอนไซม์มีผลทำให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องควบคุม โดยสภาวะที่เหมาะสมในการใช้เอนไซม์เพื่อดัดแปรเนื้อสัมผัส คือ ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ 1.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เวลาในการย่อย 2 นาทีข้าวที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ที่สภาวะที่เหมาะสมถูกทำให้คงตัวด้วยพลังงานไมโครเวฟโดยศึกษาที่ระดับ 450, 600

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ 850 วัตต์ และเวลาให้ความร้อน 30, 60 และ 90 วินาที พบว่า เมื่อระดับพลังงานไมโครเวฟและเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นทำให้ค่า WUR, LER, adhesiveness, peak viscosity, breakdown viscosity, final viscosity, T_{gel} และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) ส่วนค่า OCT, hardness, cohesiveness, FFA, แอนโทไซยานิน และกิจกรรมเอนไซม์ไลเพสลดลง ($P \leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับค่าสี และเซลลูโลส ($P > 0.05$) ซึ่งการให้ความร้อนไมโครเวฟที่ 850 วัตต์ เป็นเวลา 90 วินาที มีค่า OCT, hardness และ FFA ต่ำที่สุด แต่ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด จึงเลือกเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเพื่อยับยั้งการทำงานของเซลลูเลส

จากการศึกษาการดัดแปรเนื้อสัมผัสโดยวิธีอบด้วยความร้อน โดยอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที แล้วนำตัวอย่างข้าวกล้องที่ผ่านการอบไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 60 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1.0 : 1.5 จากนั้นให้ความร้อนข้าวเหนียวดำด้วยไมโครเวฟ กำลัง 850 วัตต์ เวลา 1, 3, 5, 7 และ 9 นาที โดยไม่ต้องเทน้ำที่แช่ข้าวออก พบว่า เมื่อเวลาในการอบด้วยลมร้อน และเวลาในการให้ความร้อนต่อเนื่องด้วยไมโครเวฟเพิ่มขึ้น ค่า a, adhesiveness, cohesiveness, WUR, LER และ ค่า VER เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) ส่วนค่า peak viscosity, breakdown viscosity และ final viscosity เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ 5 นาที แล้วค่าต่างๆ จึงลดลง สำหรับค่า T_{gel} มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถหาค่าได้เมื่อใช้เวลาในการอบด้วยลมร้อนแล้วให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟสูงขึ้น ส่วนค่าสี L, b, hardness, OCT, FFA, แอนโทไซยานิน, สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และกิจกรรมเอนไซม์ไลเพส ลดลง ($P \leq 0.05$) โดยสภาวะการให้ความร้อนด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และการให้ความร้อนต่อเนื่องด้วยไมโครเวฟพร้อมน้ำที่แช่ เป็นเวลา 5 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการดัดแปรเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องโดยใช้ความร้อน

จากการศึกษาวิธีการผลิตข้าวกล้อง (ข้าวเหนียวดำ) หุงสุกเร็ว 4 วิธี คือ Dry-Soak-Steam (DSS), Soak–Boil–Dry, Dry Heat Treatment (DH) และ Freeze-Thaw-Dry (FTD) ของตัวอย่างข้าวกล้องที่ผ่านการดัดแปรเนื้อสัมผัสด้วยเอนไซม์และความร้อน พบว่า วิธี FTD เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหุงสุกเร็วสำหรับข้าวกล้องดัดแปรเนื้อสัมผัสด้วยเอนไซม์ และวิธี DSS เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหุงสุกเร็วสำหรับข้าวกล้องดัดแปรเนื้อสัมผัสด้วยความร้อน

จากการศึกษาสภาวะการหุงที่เหมาะสมด้วยไมโครเวฟ โดยหาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ, กำลังไมโครเวฟ และระยะเวลาให้ความร้อน พบว่า ข้าวที่ผ่านการดัดแปรเนื้อสัมผัสด้วยเอนไซม์ แล้วหุงสุกเร็วด้วยวิธี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

FTD และข้าวกล้องที่ผ่านการดัดแปรเนื้อสัมผัสด้วยความร้อน แล้วผลิตเป็นข้าวหุงสุกเร็วด้วยวิธี DSS จะใช้ระดับพลังงานไมโครเวฟ 600 วัตต์ โดยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 7 และให้ความร้อนเป็นเวลา 16 นาที

จากการศึกษาการเก็บรักษาข้าวกล้องควบคุมและดัดแปรผ่านกระบวนการทำให้หุงสุกเร็วในสภาวะที่เหมาะสม 2 วิธี คือ วิธี FTD และวิธี DSS บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนชนิดเคลือบอะลูมิเนียมและไม่เคลือบอะลูมิเนียม โดยปิดผนึกแบบธรรมดาและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า การเก็บรักษาข้าวด้วยถุงพอลิเอทิลีนชนิดเคลือบอะลูมิเนียม ปิดผนึกแบบสุญญากาศ ที่ 30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สี เนื้อสัมผัส และความหนืดของสตาร์ช การเปลี่ยนแปลงเคมี ได้แก่ ความชื้น, a_w, กรดไขมันอิสระ, ฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน, กิจกรรมเอนไซม์ไลเพส, แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และการยอมรับทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุด ($P \leq 0.05$) ดังนั้น จึงคัดเลือกเป็นสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Textural Modification and Microwavable Quick-cooking Process of Black Glutinous Rice (*Oryza sativa* L. *indica*)
Author	Miss Chalermkwan Somjai
Degree	Master of Science (Food Science and Technology)
Advisor	Dr. Pilairuk Intipunya

Abstract

This thesis was aimed to obtain a suitable condition for modification of texture of unpolished black glutinous rice using enzymatic treatment and microwave heating and compared with high heat method using hot air oven and microwave heating. Studies to find appropriate method to produce quick-cooking rice (QCR) and microwave cooking condition were also conducted. Changes in quality of the modified black glutinous rice during 6 months storage were examined.

A study on the effect of enzyme concentration and soaking time for rice fiber degradation were conducted at the enzyme concentrations of 1.5, 3.5 and 5.5 mg/mL and soaking time of 1, 2 and 3 min. The ratio of rice to enzyme solution was 1.0:1.5 and the samples were drained and heated immediately in microwave at 850 W for 1.5 min after enzymatic process. It was found that when the enzyme concentration and soaking time increased, *b* value, WUR, LER, VER, adhesiveness, cohesiveness and setback viscosity increased while *a* value, OCT hardness, T_{gel}, peak viscosity, breakdown viscosity, final viscosity, FFA, anthocyanins and total phenolic compound decreased ($P \leq 0.05$). There was no statistically significant difference ($P > 0.05$) amongst the treatments for L value, lipase activity and cellulose content. The enzyme treated samples had higher sensorial acceptance scores than those of the control sample. It was found that the optimum condition for texture modification of unpolished black glutinous rice was the use of 1.5 mg/mL enzyme concentration and 2 min soaking time.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Modified rice at the optimum enzymatic treatment condition was stabilized by microwave heating at 450, 600 and 850 W and the heating time was varied at 30, 60 and 90 s. It was found that when the microwave power and heating time increased, WUR, LER, adhesiveness, peak viscosity, breakdown viscosity, final viscosity, T_{gel} and total phenolic compounds increased, although OCT, hardness, cohesiveness, FFA, anthocyanins and lipase activity decreased ($P \leq 0.05$). The color value and cellulose content were not different between treatments ($P > 0.05$). The stabilized rice using microwave heating at 850 W for 90 s had lower OCT, hardness and FFA while total phenolic compound and sensory acceptance scores were the highest. The condition was chosen to be suitable for cellulase inactivation.

Texture modification by dry heat method was done by drying the unpolished black glutinous rice in hot air oven at 100°C for 5, 10 and 15 min. Then the rice samples were soaked in water at 60°C for 30 min with rice to water ratio of 1.0:1.5. The samples were immediately heated in microwave at 850 W for 1, 3, 5, 7 and 9 min with soaking water. The results showed that *a* value, adhesiveness, cohesiveness, WUR, LER and VER of the rice samples were increased when drying and microwave heating times increased ($P \leq 0.05$). Peak viscosity, breakdown viscosity and final viscosity were increased to the maximum when microwave heating time was 5 min, after that they were reduced. T_{gel} increased with increasing microwave heating time. T_{gel} cannot be analyzed when drying and microwave heating times increased further. L value, *b* value, hardness, OCT, FFA, anthocyanins, total phonolic compound and lipase activity were decreased when drying and microwave heating times increased ($P \leq 0.05$). The optimum condition for texture modified rice was 5 min of hot air drying with 5 min microwave heating.

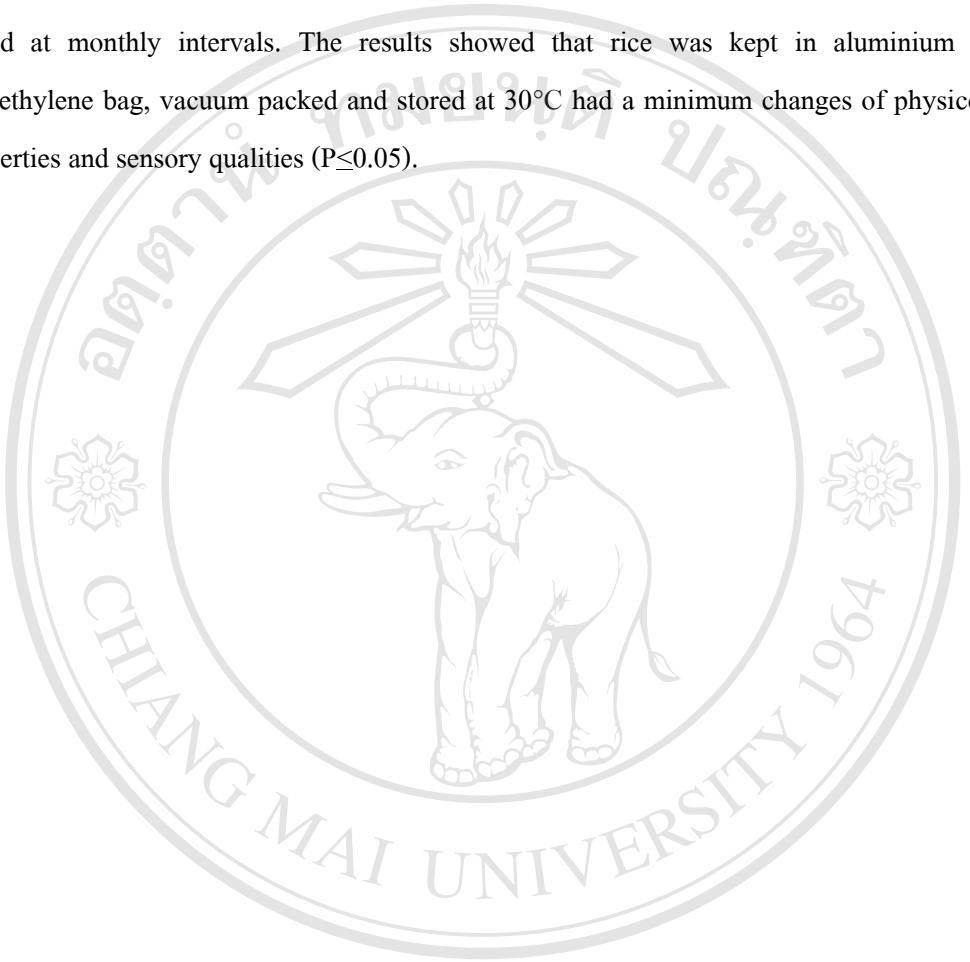
The QCR processes, including Dry-Soak-Steam (DSS), Soak-Boil-Dry (SBD), Dry Heat Treatment (DH) and Freeze-Thaw-Dry (FTD) were applied to the modified rice. It was found that the FTD process was suitable for the enzymatic texture modified rice and the DSS process was suitable for dry thermal modified rice.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The optimum microwave cooking process of QCR by microwave was studied by varying rice to water ratio, microwave power and heating time. It was found that enzymatic modified-FTD and

thermal modified-DSS rice samples could be optimally cooked using microwave power of 600 W with rice to water ratio of 1:7 for 16 min.

The storage of the control sample and texture modified rice samples (enzymatic modified-FTD and thermal modified-DSS) were packed in polyethylene bag and aluminium laminated bag with and without vacuum. The samples were stored for 6 months at 30, 40 and 50°C. The rice qualities were tested at monthly intervals. The results showed that rice was kept in aluminium laminated polyethylene bag, vacuum packed and stored at 30°C had a minimum changes of physicochemical properties and sensory qualities ($P \leq 0.05$).



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved