ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
208823

ผลของการอบแห้งแบบถาดและการอบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 งอก ต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพในการหุง

EFFECT OF TRAY DRYING AND TRAY DRYING-TEMPERING OF GERMINATED BROWN KDML 105 ON BIOACTIVE COMPOUND CONTENTS AND COOKING QUALITY

นางสาวนวิลา กีรติบูรณะ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

b00257127

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
208823

ผลของการอบแห้งแบบถาดและการอบแห้งแบบถาดร่วมการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 งอก ต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพในการหุง

EFFECT OF TRAY DRYING AND TRAY DRYING-TEMPERING OF GERMINATED BROWN KDML 105 ON BIOACTIVE COMPOUND CONTENTS AND COOKING QUALITY

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

นางสาวเทวิกา กีรติบูรณะ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

ผลของการอบแห้งแบบถาดและการอบแห้งแบบถาดร่วมการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 งอก ต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพในการหุง

นางสาวเทวิกา กีรติบูรณะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

EFFECT OF TRAY DRYING AND TRAY DRYING-TEMPERING OF GERMINATED BROWN KDML 105 ON BIOACTIVE COMPOUND CONTENTS AND COOKING QUALITY

MISS THEWIKA KEERATIBURANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

IN FOOD TECHNOLOGY

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

2011

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ชื่อวิทยานิพนธ์ : ผลของการอบแห้งแบบถาดและการอบแห้งแบบถาดร่วมการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 งอก ต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพในการหุง

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ : นางสาวเทวิกา กีรติบูรณะ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ :

ผศ.ดร. ธนกร โรจนกร	ประธานกรรมการ
รศ.ดร. สุดารัตน์ เจียมยั่งยืน	กรรมการ
ผศ.ดร. รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย	กรรมการ
รศ. วรนุช ศรีเจษฎารักษ์	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์วรนุช ศรีเจษฎารักษ์)

..... (รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกษม นันทชัย)
คณบดีคณะเทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เทวิกา กีรติบูรณะ. 2554. **ผลของการอบแห้งแบบถาดและการอบแห้งแบบถาดร่วมการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 งอก ต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพในการหุง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาขอนแก่น.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รศ. วรนุช ศรีเจษฎารักษ์

บทคัดย่อ

208823

การศึกษาผลของการอบแห้งแบบถาดของข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 ต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าว โดยอบแห้งข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ นาน 10, 12 และ 14 ชั่วโมง พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°ซ นาน 14 ชั่วโมงมีปริมาณ GABA และปริมาณ γ-tocopherol สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิอื่นแต่ไม่แตกต่างกับการอบแห้งที่ใช้เวลานาน 10 และ12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเดียวกัน ข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40°ซ นาน 10 ชั่วโมง มีปริมาณกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นที่วัดด้วยวิธี DPPH และร้อยละต้นข้าวสูงที่สุด ดังนั้นการอบแห้งข้าวกล้องงอกควรเลือกสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°ซ นาน 10 ชั่วโมงซึ่งมีปริมาณ GABA 12.15 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนการศึกษาการอบแห้งแบบถาดร่วมการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องงอก โดยอบแห้งข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิ 40°ซ จนเหลือความชื้นเริ่มต้นร้อยละ14, 16 และ 18 แล้วเก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ นาน 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที พบว่า ปัจจัยร่วมทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่อกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นที่วัดด้วยวิธี ABTS ร้อยละต้นข้าวและความชื้นสุดท้ายของข้าวกล้องงอก ซึ่งการอบแห้งแบบถาดร่วมกับเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 50°ซ นาน 90 นาที พบว่ามีปริมาณ GABA, δ-tocopherol, γ-tocopherol, γ-oryzanol และค่าความขาวสูง มีปริมาณ α-tocopherol กิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นที่วัดด้วยวิธี DPPH วิธี ABTS และร้อยละต้นข้าวสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด (อุณหภูมิ 40°ซ นาน 10 ชั่วโมง) ข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศที่คัดเลือก (ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 50°ซ นาน 90 นาที) ตัวอย่างข้าวกล้องงอกควบคุม (อบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 50°ซ นาน 15 ชั่วโมง) และข้าวกล้อง พบว่า ปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) จากข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาดและตัวอย่างข้าวกล้องงอกควบคุมแต่มีร้อยละต้นข้าวสูงกว่า และเมื่อผ่านการหุงสุกพบว่า ข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศมีอัตราการอุ้มน้ำ การขยายปริมาตร การยึดตัวของเมล็ดและลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มมากกว่า แต่ใช้ระยะเวลาในการหุงสุกน้อยกว่าข้าวกล้อง ตัวอย่างข้าวกล้องงอกควบคุมและข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด ซึ่งข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาดแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ และตัวอย่างควบคุมยังคงมีปริมาณ GABA, α-tocopherol และกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นสูงกว่าข้าวกล้อง

Thewika Keeratiburana. 2011. **Effect of Tray Drying and Tray Drying-Tempering of Germinated Brown KDML 105 on Bioactive Compound Contents and Cooking Quality**. Master of Science Thesis in Food Technology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Voranuch Srijesdaruk

ABSTRACT

208823

Effects of tray drying of germinated brown rice KDML 105 on bioactive compounds and rice quality were studied by drying germinated rice at 40, 50 and 60°C for 10, 12 and 14 hours. Results indicated that temperature significantly affected GABA and γ-tocopherol contents. Drying at 40°C for 14 hours provided higher GABA and γ-tocopherol contents than other temperatures but not significantly ($p>0.05$) different from 10 and 12 hours at the same drying temperature. The maximum antioxidant activity measured by DPPH method and head rice yield were obtained from drying at 40°C for 10 hours, yet had a high GABA contents (12.15mg/100g). In addition, this study determined the effect of drying following by tempering treatment on bioactive compounds and rice quality. Samples dried at 40°C remained moisture content at 14, 16 and 18%. The variables of drying-tempering process were initial moisture level (14-18%), tempering temperature (40-50°C) and tempering time (0-120 minutes). Results indicated that the three factors interaction affected antioxidant activity measured by ABTS method, head rice yield and final moisture contents. The samples at condition of 18% initial moisture and tempering at 50°C for 90 minutes had a high GABA, δ-tocopherol, γ-tocopherol, γ-oryzanol and degree of whiteness, moreover this condition resulted in the highest antioxidant activity measured by DPPH method and head rice yield. Comparison of bioactive compounds and rice quality of tray drying, tray drying-tempering process of germinated brown rice, germinated brown rice (control samples; drying at 50°C for 15 hours) and brown rice (ungerminated samples) were performed. Results indicated that GABA contents of germinated brown rice obtained from tray drying-tempering, tray drying process and germinated brown rice (control) were not significantly different ($p>0.05$) but germinated brown rice using tray drying-tempering process had a higher head rice yield. After cooking, germinated brown rice obtained from tray drying-tempering process had higher water uptake ratio, volume expansion, elongation ratio and chewiness texture property than the cooked germinated brown rice obtained from tray drying process, the cooked germinated brown rice (control) and the cooked brown rice and it also had the minimum cooking time. In addition, germinated brown rice (from tray drying, drying-tempering process and control samples) contained GABA, α-tocopherol and antioxidant activity more than untreated brown rice.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับการแนะนำและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่กรุณาให้ความรู้และอบรมสั่งสอนเสมอมา โดยเฉพาะท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ท่าน รศ.วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาทั้งในและนอกเวลาราชการเพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำแนวตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รุ่นพี่และเพื่อนๆ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือตลอดช่วงเวลาทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารซึ่งช่วยสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เทวิกา กีรติบูรณะ

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
คำอุทิศ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ฐ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์	2
	3. สมมติฐานการวิจัย	2
	4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	5. ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2	วารสารปริทัศน์	4
	1. องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าว	5
	2. ข้าวกล้องงอก	6
	3. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวกล้องงอก	12
	4. คุณภาพของข้าว	15
	5. การอบแห้ง (Drying)	17
	6. การเก็บในที่อับอากาศ (Tempering)	19
บทที่ 3	วิธีดำเนินงานวิจัย	22
	1. วัตถุดิบ สารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือ	22
	2. วิธีการดำเนินงานวิจัย	24
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	29
	1. ปริมาณความชื้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าวของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	29
	2. ผลการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งแบบถาดของข้าวกล้องงอก ต่อปริมาณความชื้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าว	30
	3. ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศของข้าวกล้องงอกต่อปริมาณความชื้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าว	34

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4. ผลการเปรียบเทียบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าวของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศที่ผ่านการคัดเลือกกับข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	44
	5. ผลการศึกษาคุณภาพหุงสุกของข้าวกล้องงอกที่คัดเลือกทั้ง 2 สภาวะ (แบบถาดและแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ) ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	45
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง		54
ภาคผนวก		58
	ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	59
	ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	78
ประวัติผู้เขียน		109

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ปริมาณกรดอะมิโนอิสระ (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด)ในข้าวพันธุ์ Haiminori ที่ผ่านการแช่ในน้ำ	11
ตารางที่ 2	ตัวอย่างกิจกรรมของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวกล้องงอก	12
ตารางที่ 3	ปริมาณความชื้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าวของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	30
ตารางที่ 4	ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ	30
ตารางที่ 5	ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดเป็นระยะเวลา 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	31
ตารางที่ 6	ปริมาณ GABA และ γ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ	31
ตารางที่ 7	ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	32
ตารางที่ 8	ร้อยละต้นข้าวและค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ	33
ตารางที่ 9	ค่าความขาวของข้าวกล้องงอก ที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดเป็นระยะเวลา 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	33
ตารางที่ 10	ปริมาณกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นวิเคราะห์ด้วยวิธี ABTS ความชื้นสุดท้ายและร้อยละต้นข้าวของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้น อุณหภูมิและเวลาในการเก็บในที่อับอากาศสภาวะต่างๆ	36
ตารางที่ 11	ปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	37
ตารางที่ 12	ปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกที่เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ นาน 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที ที่มีความชื้นเริ่มต้นต่างๆ	38
ตารางที่ 13	ปริมาณ δ-tocopherol, γ-tocopherol และ α-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	39
ตารางที่ 14	ปริมาณ γ-oryzanol ของข้าวกล้องงอกที่เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	40
ตารางที่ 15	ปริมาณ Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	40

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 16	ค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	41
ตารางที่ 17	ค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18	42
ตารางที่ 18	ค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	42
ตารางที่ 19	ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพของข้าวของกล้องงอกที่ผ่านการคัดเลือกทั้ง 5 สภาวะ	43
ตารางที่ 20	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	44
ตารางที่ 21	คุณสมบัติด้านการหุงสุกของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	46
ตารางที่ 22	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังหุงสุก	49
ตารางที่ ก1	สภาวะการตั้งเครื่อง HPLC สำหรับวิเคราะห์ GABA	63
ตารางที่ ข1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความชื้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพข้าวของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควบคุม	79
ตารางที่ ข2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความชื้นของข้าวกล้องงอก ที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ เป็นเวลา 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	79
ตารางที่ ข3	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความชื้นของข้าวกล้องงอก ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40, 50 และ 60°ซ	80
ตารางที่ ข4	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความชื้นของข้าวกล้องงอก ที่เวลาอบแห้ง 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	80
ตารางที่ ข5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ เป็นเวลา 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	80
ตารางที่ ข6	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอก ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40, 50 และ 60°ซ	81
ตารางที่ ข7	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ γ-tocopherol ของข้าวกล้องงอก ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40, 50 และ 60°ซ	82
ตารางที่ ข8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของร้อยละต้นข้าวและค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 40, 50 และ 60°ซ เป็นเวลา 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ ข9	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละต้นข้าวของข้าวกล้องงอก ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40, 50 และ 60°ซ	82
ตารางที่ ข10	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความขาวของข้าวกล้องงอก ที่อุณหภูมิอบแห้ง 40, 50 และ 60°ซ	83
ตารางที่ ข11	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความขาวของข้าวกล้องงอก ที่เวลาอบแห้ง 10, 12 และ 14 ชั่วโมง	83
ตารางที่ ข12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นวัดด้วยวิธี ABTS ร้อยละต้นข้าว และ ความชื้นสุดท้ายของข้าวกล้องงอก ที่ผ่านการอบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศที่สภาวะต่างๆ	83
ตารางที่ ข13	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นที่วัดด้วยวิธี ABTS ของข้าวกล้องงอก ที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	85
ตารางที่ ข14	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละต้นข้าวของข้าวกล้องงอก ที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	87
ตารางที่ ข15	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความชื้นสุดท้ายของข้าวกล้องงอก ที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	89
ตารางที่ ข16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	91
ตารางที่ ข17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ที่ความชื้นเริ่มต้นและอุณหภูมิเก็บในที่อับอากาศต่างๆ	91
ตารางที่ ข18	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	92
ตารางที่ ข19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ GABA ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บในที่อับอากาศต่างๆ	92
ตารางที่ ข20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ δ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	93
ตารางที่ ข21	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ δ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ ข22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ γ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	94
ตารางที่ ข23	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ γ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	94
ตารางที่ ข24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ α-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	95
ตารางที่ ข25	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณ α-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	95
ตารางที่ ข26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ γ-oryzanol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	96
ตารางที่ ข27	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	96
ตารางที่ ข28	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณกิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	97
ตารางที่ ข29	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ	97
ตารางที่ ข30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	98
ตารางที่ ข31	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ	98
ตารางที่ ข32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18 เก็บในที่อับอากาศนาน 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	99
ตารางที่ ข33	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 14, 16 และ 18	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ ข34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความขาวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ โดยเก็บในที่อับอากาศอุณหภูมิ 40 และ 50°ซ นาน 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	99
ตารางที่ ข35	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาวะข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศที่คัดเลือกทั้ง 5 สภาวะ	100
ตารางที่ ข36	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของ α-tocopherol ของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศที่คัดเลือกทั้ง 5 สภาวะ	100
ตารางที่ ข37	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละต้นข้าวของข้าวกล้องงอกที่อบแห้งแบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศที่คัดเลือกทั้ง 5 สภาวะ	101
ตารางที่ ข38	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้องและตัวอย่างควบคุม	101
ตารางที่ ข39	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละต้นข้าวของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้องและตัวอย่างควบคุม	102
ตารางที่ ข40	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของ GABA ข้าวของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้องและตัวอย่างควบคุม	102
ตารางที่ ข41	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคุณสมบัติทางด้านการหุงสุกของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	102
ตารางที่ ข42	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของระยะเวลาหุงสุกของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	103
ตารางที่ ข43	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราส่วนการอุ้มน้ำของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	103
ตารางที่ ข44	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	103
ตารางที่ ข45	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการหุงต้มของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	104
ตารางที่ ข46	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการยืดตัวของเมล็ดของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ ข47	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งและความเหนียวของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	104
ตารางที่ ข48	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าความแข็งของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุม	105
ตารางที่ ข49	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความชื้น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	105
ตารางที่ ข50	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าความชื้นของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	106
ตารางที่ ข51	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่า GABA ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	106
ตารางที่ ข52	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่า δ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	106
ตารางที่ ข53	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่า γ-tocopherol ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	107
ตารางที่ ข54	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่า α-tocopherol ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	107
ตารางที่ ข55	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่า γ-oryzanol ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	107
ตารางที่ ข56	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่ากิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นวัดด้วยวิธี DPPH ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	108
ตารางที่ ข57	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่ากิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นวัดด้วยวิธี ABTS ของข้าวกล้องงอกอบแห้งแบบถาด แบบถาดร่วมกับการเก็บในที่อับอากาศ ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกควบคุมภายหลังการหุงสุก	108

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
ภาพที่ 2	อัตราของปริมาณสารอาหารที่ประกอบในข้าวกล้องงอกเปรียบเทียบกับข้าวสาร	7
ภาพที่ 3	ระยะต่างๆ ในการงอกของเมล็ดพืช	9
ภาพที่ 4	กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก	10
ภาพที่ 5	โครงสร้างของ GABA	13
ภาพที่ 6	กรอบแนวคิดการดำเนินการวิจัย	28
ภาพที่ 7	กราฟการอบแห้งของข้าวกล้องงอกที่อุณหภูมิต่างๆ	34
ภาพที่ ก1	กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณความเข้มข้นของ Trolox และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (%inhibition) เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร	67
ภาพที่ ก2	กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณความเข้มข้นของ Trolox และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (%inhibition) เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร	69