ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249824

การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์

ผศ. ดร.พิทักษ์ จันทร์เจริญ
ผศ. ดร.ผดุงศักดิ์ วานิชชัง
นายกิตติศักดิ์ วสันติวงศ์
ผศ. ดร.ใจทิพย์ วานิชชัง
นางสาวอารีรัตน์ อิ่มศิลป์
นางสาวศรีสกุล แก้วกระจ่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

b00254373

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249824

การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์

ผศ. ดร.พิทักษ์ จันทร์เจริญ
(Ed.D: Education Administration)
ผศ. ดร.ผดุงศักดิ์ วานิชชัง
(ปร.ด: เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)
นายกิตติศักดิ์ วสันติวงศ์
(วศ.ม: วิศวกรรมเกษตร)
ผศ. ดร. ใจทิพย์ วานิชชัง
(ปร.ด: เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)
นางสาวอารีรัตน์ อิ่มศิลป์
(วท.ม: วิทยาศาสตร์การอาหาร)
นางสาวศรีสกุล แก้วกระจ่าง
(วท.ม: พลังงานทดแทน)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ปีการศึกษา 2553)

หัวข้อวิจัย การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์

ผู้ดำเนินการวิจัย ผศ.ดร. พิทักษ์ จันทร์เจริญ[1]
ผศ.ดร. ผดุงศักดิ์ วานิชชัง[2]
นายกิตติศักดิ์ วสันติวงศ์[3,4]
ผศ.ดร. ใจทิพย์ วานิชชัง[2]
นางสาวอารีรัตน์ อิ่มศิลป์[3,4]
นางสาวศรีสกุล แก้วกระจ่าง[4]

หน่วยงาน [1]สำนักกิจการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
[3]สาขาเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน
[4]โครงการโรงสีข้าว สำนักกิจการพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ปีการศึกษา 2554

249824

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเปลี่ยนข้าวสารใหม่พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวสารเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการด้านการแปรรูปข้าว สหกรณ์การเกษตร และกลุ่มเกษตรกร เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบติดกับตัวตู้ ห้องอบอยู่ใต้แผงรับรังสี และถังบรรจุข้าวสารพร้อมฝาปิดสนิท ตัวถังบรรจุข้าวสารออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ขนาดช่องกว้าง 15 เซนติเมตร จำนวน 4 ช่อง และชุดที่ 2 ขนาดช่องกว้าง 20 เซนติเมตร จำนวน 3 ช่อง ถังแต่ละใบถูกออกแบบให้ติดกันโดยมีระยะห่างระหว่างช่องขนาด 5 เซนติเมตร ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์นาน 14 วัน จะทำให้ข้าวสารเปลี่ยนเป็นข้าวเก่า โดยสมบัติที่มีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนที่สุดคือ ค่าความคงตัวของแป้งสุก (Setback viscosity) ที่มีค่าเพิ่มขึ้นโดยเปลี่ยนจากค่าลบเป็นค่าบวก ค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ลดลง ในขณะที่ค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) และอุณหภูมิการสุก (Pasting temperature) มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง และสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ค่าความมันของเมล็ดข้าวสารจะมีค่าลดลง ส่วนคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวสารมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และเมื่อเพิ่มเวลาเก็บข้าวเปลือกในเครื่องอบแสงอาทิตย์เป็น 21 วัน จะทำ

249824

ให้ข้าวเปลือกเปลี่ยนเป็นข้าวเก่ามากขึ้นไม่มากนัก โดยเฉพาะคุณสมบัติการหุงต้มมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนขนาดของภาชนะไม่มีผลต่อคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวสาร แต่ทำให้ข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเป็นข้าวเก่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังนั้น จึงเลือกใช้ภาชนะขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถบรรจุข้าวเปลือกได้มากขึ้น

การเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกเก็บเกี่ยวใหม่ใช้ภาชนะความกว้าง 20 เซนติเมตร ในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บในอุณหภูมิปกติ โดยข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าความขาวลดลงซึ่งแตกต่างกับข้าวสารและข้าวเปลือกที่อุณหภูมิปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนค่าความมันของข้าวสารและข้าวเปลือกไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ขณะที่ค่าสี L, a และ b แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย มีค่าอุณหภูมิแป้งสุก (Pasting temperature) สูงกว่าข้าวที่เก็บอุณหภูมิปกติเล็กน้อย แสดงว่าข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนเป็นข้าวเก่าโดยมีคุณสมบัติเท่ากับข้าวเก่าที่เก็บที่อุณหภูมิปกตินาน 3—4 เดือน

จากผลการวิจัยจึงสรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์จะทำให้ข้าวใหม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นข้าวเก่ามากขึ้น ขนาดของภาชนะบรรจุในการเก็บข้าวไม่มีผลต่อสมบัติการหุงต้มของข้าวสารแต่ทำให้ข้าวมีการเปลี่ยนเป็นข้าวเก่า และการเก็บข้าวในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้ข้าวเปลี่ยนเป็นข้าวเก่ามากกว่าตัวอย่างข้าวควบคุม

Research Title	Development of aged rice production by solar dryers
Researcher	Assist. Prof. Dr. Pitauk Chanchareon
	Assist. Prof. Dr. Padungsak Wanitchang
	Mr. Kittisak Wasantiwong
	Assist. Prof. Dr. Jaitip Wanitchang
	Miss Areerat Imsilp
	Miss Srisakul Kaewkrajang
Organization	[1]The Office of Business Affairs, Suan Dusit Rajabhat University
	[2]Department of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra campus, Amphor Sriracha, Chonburi province
	[3]Program in Food Processing Technology, School of Culinary Arts
	[4]Rice Mill Project, The Office of Business Affiars, Suan Dusit Rajabhat University
Academic Year	2011

249824

The objectives of this study were to investigate rice aging information using solar energy, to develop solar dryers for rice aging and technology transfer to rice processing manufacturer, agricultural cooperative and farmers group. The solar heated cabinet consists of solar collector, heated cabinet and container with cover. The container was designed into two sets, four items with15 centimeters thickness and three items with 20 centimeters thickness. All items were fixed together with 5 centimeters apart. The experiment was evaluated by using Kao Dawk Mali 105 (KDML105) rice varieties. The results showed that the storage of milled and paddy rice at airtight containers in solar dryers for 14 days significantly changes the aging property of rice. Setback property

249824

was the most highly change which increased value from minus to plus, consequently final viscosity and pasting temperature also increase. Not only the physiochemical properties of rice were changed but also the color and a few change in cooking properties of milled rice. When keeping duration of paddy increases to 21 days a little changes the aging property of rice occurred with nearly the same cooking quality. Furthemore, size of container was not significantly changes cooking quality but showed more aging property changed than that the control samples, so 20 centimeter width containers was selected for using, which could keep more paddy.

When storage of 20 centimeter width airtight containers of newly harvest paddy and milled rice in solar dryer for 21 days significantly changes the physical property of rice at 95 % with whiteness and milling degree decreased while received few changes in L, a, b . The pasting temperature was higher than that the control samples, while water absorption rate and expansion ratio were demonstrated few change. The paddy and milled rice received were trend to be the same property as 3-4 mouths stored paddy.

From this study, it can be concluded that when increases the duration of storage paddy or milled rice in solar dryer, the aging property of rice increase, while increasing the containers' size did not affected the cooking quality of milled rice but aging property was changed. The storage duration of paddy or milled rice in solar dryer showed more aging property than that the control samples.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างดีจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนวิจัยให้สำเร็จลุล่วงอย่างดี ตลอดจนแก้ไขและตรวจสอบ จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และพนักงานของบริษัท โรงสีข้าวสวนดุสิต จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ สำหรับความอนุเคราะห์ตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แก่คณะวิจัยจนเสร็จสิ้นการวิจัย

คุณค่าแห่งงานวิจัยที่พึงมี คณะวิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา รวมถึงครูอาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะวิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		จ
สารบัญ		ฉ
สารบัญตาราง		ซ
สารบัญภาพ		ฎ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	ขอบเขตการวิจัย	3
	นิยามศัพท์	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	**แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	5
	ข้าวหอมมะลิ	5
	กลไกการเกิดความเก่าของข้าว	6
	เทคนิคการเร่งความเก่าของข้าว	8
	ผลของการเร่งความเก่าต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าว	14
	การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	18
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	35
	วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์	35
	วิธีดำเนินการวิจัย	36

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 45

ปัจจัยของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบในการผลิตข้าวสารเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 45

ปัจจัยของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบในการผลิตข้าวเปลือกเก่าด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 77

ปัจจัยขนาดของภาชนะบรรจุในการผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ 108

การผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ 111

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 120

สรุปผลการวิจัย 120

ข้อเสนอแนะ 122

รายการอ้างอิง 124

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ส่วนประกอบชุดผลิตข้าวเก่าด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ 134

ภาคผนวก ข ลักษณะของเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์และซองบรรจุข้าว 136

ภาคผนวก ค การติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ 138

ภาคผนวก ง แบบทดสอบชิมคุณภาพทางประสาทสัมผัส 140

ประวัติผู้วิจัย 142

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวหอมมะลิที่เพาะปลูกในพื้นที่แตกต่างกัน	5
2.2	ขนาดเมล็ดของข้าวหอมมะลิเปรียบเทียบกับข้าวที่มีกลิ่นหอมพันธุ์อื่นที่ไม่ใช่ข้าวหอมมะลิ	6
3.1	แผนการทดลองเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	38
4.1	สภาวะอากาศตลอด 24 ชั่วโมงที่ทดลองเก็บข้าวสาร นาน 5 วัน	46
4.2	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	46
4.3	ค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวสาร นาน 5 วัน	47
4.4	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	49
4.5	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	52
4.6	สภาวะอากาศตลอด 24 ชั่วโมงที่ทดลองเก็บข้าวสาร นาน 7 วัน	55
4.7	ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	56
4.8	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	58
4.9	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	61
4.10	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านการหุงต้มของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	64
4.11	สภาวะอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทดลองเก็บข้าวสาร นาน 14 วัน	65
4.12	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวสารนาน 14 วัน	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.13	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	68
4.14	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	71
4.15	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านการหุงต้มของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	74
4.16	ผลของระยะเวลาการเร่งความเก่าต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกที่ผ่านการเร่งความเก่าจากข้าวสารด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อวัดด้วยวิธี Back Extrusion	76
4.17	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน	77
4.18	สภาวะอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทดลองเก็บข้าวเปลือก นาน 9 วัน	78
4.19	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนอุณหภูมิเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวเปลือก นาน 9 วัน	79
4.20	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและการสีของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	81
4.21	คุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	84
4.22	สภาวะอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทดลองเก็บข้าวเปลือก นาน 14 วัน	86
4.23	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนอุณหภูมิเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวเปลือก นาน 14 วัน	87
4.24	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและการสีของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.25	คุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	92
4.26	การขยายปริมาตรของข้าวสุก อัตราการดูดซึมน้ำ การดูดซับน้ำและปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	95
4.27	สภาวะอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทดลองเก็บข้าวเปลือก นาน 21 วัน	97
4.28	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนอุณหภูมิเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวเปลือก นาน 21 วัน	98
4.29	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและการสีของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	100
4.30	คุณสมบัติด้านความหนืดของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	102
4.31	การขยายปริมาตรของข้าวสุก อัตราการดูดซึมน้ำ การดูดซับน้ำและปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	105
4.32	ผลของระยะเวลาการเร่งความเก่าต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกที่ผ่านการเร่งความเก่าจากข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อวัดด้วยวิธี Back Extrusion	107
4.33	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน	108
4.34	ผลของภาชนะบรรจุขนาด 15 และ 20 เซนติเมตรต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวสารที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	110
4.35	ผลของภาชนะบรรจุขนาด 15 และ 20 เซนติเมตรต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	111
4.36	สภาวะอากาศช่วงการทดลองเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	112

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.37	อุณหภูมิภายในห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ เปรียบเทียบกับอุณหภูมิเครื่องวัด (temperature sonsor no. 1)	114
4.38	คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับที่เก็บในอุณหภูมิปกติ	116
4.39	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางด้านความหนืดของข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับข้าวสารและข้าวเปลือกควบคุม	117
4.40	อัตราการดูดซึมน้ำและค่าการขยายปริมาตรของข้าวสุกของข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในอุณหภูมิปกติ	119

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สเปคตรัมการแผ่รังสีของพลังงานแสงอาทิตย์	18
2.2	การเก็บกักความร้อนหรือพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยวัตถุสีดำ	19
2.3	ประเภทของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	25
2.4	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบการไหลของอากาศเป็นแบบการกระจายตามธรรมชาติ	27
2.5	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแผงรับรังสีและปล่อง	28
2.6	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับการไหลของอากาศที่มีหลังคาเป็นตัวเก็บความร้อน	29
2.7	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับการไหลของอากาศที่มีผนังเป็นตัวเก็บความร้อน	29
2.8	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบสภาวะเรือนกระจก	33
2.9	เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม	34
3.1	กราฟ RVA ที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของน้ำแป้งของข้าวเก่า	42
3.2	กราฟลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกจากการวัดด้วยวิธี Back extrusion เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)	44
4.1	อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวสาร นาน 5 วัน	48
4.2	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เมื่ออบข้าวสาร นาน 5 วัน	48
4.3	ปริมาณข้าวหักของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่าง เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	50
4.4	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5	ค่าความมัน ค่าสี a และค่าสี b ของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	51
4.6	ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุก และค่าความหนืดสุดท้ายของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	53
4.7	ค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	53
4.8	อุณหภูมิแป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	54
4.9	เวลาที่ทำให้แป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลางและล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 5 วัน	54
4.10	อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวสาร นาน 7 วัน	56
4.11	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่ออบข้าวสาร นาน 7 วัน	57
4.12	ปริมาณข้าวหักของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบอยู่ในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	59
4.13	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลางและล่าง เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบอยู่ในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.14	ค่าความมัน ค่าสี a และค่าสี b ของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่าง เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่อออบอยู่ในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	60
4.15	ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุกและค่าความหนืดสุดท้ายของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	62
4.16	ค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	62
4.17	เวลาที่ทำให้แป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่าง เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	63
4.18	อุณหภูมิแป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่าง เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	63
4.19	การขยายปริมาตรของข้าวสุกและอัตราการดูดซึมน้ำของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	64
4.20	ปริมาณความชื้นของข้าวสุกและการดูดซับน้ำของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 7 วัน	65
4.21	อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวสาร นาน 14 วัน	67
4.22	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่ออบข้าวสาร นาน 14 วัน	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.23	ปริมาณข้าวหักของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่าง เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	69
4.24	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	69
4.25	ค่าความมัน ค่าสี a และค่าสี b ของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	70
4.26	ค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุกและค่าความหนืดสุดท้ายของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์นาน 14 วัน	72
4.27	ค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	72
4.28	เวลาที่ทำให้แป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	73
4.29	อุณหภูมิแป้งสุกของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	73
4.30	การขยายปริมาตรของข้าวสุก และอัตราการดูดซึมน้ำของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.31	ปริมาณความชื้นของข้าวสุกและการดูดซับของข้าวสารที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน กลาง และล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	75
4.32	อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวเปลือก นาน 9 วัน	80
4.33	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่ออบข้าวเปลือก นาน 9 วัน	80
4.34	ปริมาณข้าวกล้อง ผลผลิตข้าวรวม และผลผลิตต้นข้าวของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	82
4.35	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	82
4.36	ค่าความมัน ค่าสี a และค่าสี b ของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นเล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	83
4.37	ค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุก และค่าความหนืดสุดท้ายของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	84
4.38	ค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	85
4.39	เวลาที่ทำให้แป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.40	อุณหภูมิแป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 9 วัน	86
4.41	อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวเปลือก นาน 14 วัน	88
4.42	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่ออบข้าวเปลือก นาน 14 วัน	88
4.43	ปริมาณข้าวกล้อง ผลผลิตข้าวรวม และผลผลิตต้นข้าวของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	90
4.44	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	90
4.45	ค่าความมัน ค่าสี a และค่าสี b ของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นเล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	91
4.46	ค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุก และค่าความหนืดสุดท้ายของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	93
4.47	ค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	93
4.48	เวลาที่ทำให้แป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.49	อุณหภูมิแป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน	94
4.50	การขยายปริมาตรของข้าวสุกและอัตราการดูดซึมน้ำของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวสารควบคุม	96
4.51	ปริมาณความชื้นของข้าวสุกและการดูดซับน้ำของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 14 วัน เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุม	96
4.52	อุณหภูมิภายในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างการทดลองอบข้าวเปลือก นาน 21 วัน	98
4.53	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เมื่ออบข้าวเปลือก นาน 21 วัน	99
4.54	ปริมาณข้าวกล้อง ผลผลิตข้าวรวม และผลผลิตต้นข้าวของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	100
4.55	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	101
4.56	ค่าความมัน ค่าสี a และค่าสี b ของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นเล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	101
4.57	ค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุก และค่าความหนืดสุดท้ายของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่ออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	103

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.58	ค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	103
4.59	เวลาที่ทำให้แป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	104
4.60	อุณหภูมิแป้งสุกของข้าวเปลือกที่บรรจุในภาชนะบรรจุชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุมเมื่อออบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน	104
4.61	การขยายปริมาตรของข้าวสุกและอัตราการดูดซึมน้ำของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุม	106
4.62	ปริมาณความชื้นของข้าวสุกและการดูดซับน้ำของข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ นาน 21 วัน เปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวเปลือกควบคุม	106
4.63	ความเร็วลมระหว่างการทดลองเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	112
4.64	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการทดลองเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	113
4.65	ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ระหว่างทดลองเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	113
4.66	อุณหภูมิภายในห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ เปรียบเทียบกับเครื่องวัด (temperature sonsor no. 1)	115
4.67	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับอุณหภูมิเครื่องวัดตามเวลาระหว่างการทดลองเก็บข้าวสารและข้าวเปลือกในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์	115

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.68	ค่าความขาว ระดับการขัดสี และค่าสี L ของข้าวสารและข้าวเปลือกเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมเมื่อเก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิปกติ	116
4.69	ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำเย็น ค่าการแตกตัวของแป้งสุก ค่าความหนืดสุดท้าย และค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าวสารและข้าวเปลือกเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมเมื่อเก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิปกติ	118
4.70	เวลาที่ทำให้แป้งสุกและอุณหภูมิแป้งสุกของข้าวสารและข้าวเปลือกเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมเมื่อเก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิปกติ	118
4.71	อัตราการดูดซึมน้ำและค่าการขยายปริมาตรของข้าวสุกของข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับข้าวสารและข้าวเปลือกที่เก็บในอุณหภูมิปกติ	119