การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวกรุณา ชัยเสถียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-581-949-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3 S.A. 2546

I19243820

RICE BRAN AS A SOURCE OF DIETARY FIBER IN LOW-CALORIE COOKIES

MISS KARUNA CHAISATIEN

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-581-949-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ
โดย	นางสาวกรุณา ชัยเสถียร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ศิราพร วิเศษสุรการ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส)

.... กรรมการ

(อาจารย์ศิราพร วิเศษสุรการ)

.... กรรมการ

(นางสาวพรดี ชนะนิธิธรรม)

กรุณา ชัยเสถียร : การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ (RICE BRAN AS A SOURCE OF DIETARY FIBER IN LOW-CALORIE COOKIES) อ.ที่ปรึกษา : อ.ศิราพร วิเศษสุรการ, ผศ.ดร.สุวรรณา สุภิมารส, 149 หน้า. ISBN 974-581-949-2

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารโดยผ่านกระบวนการแช่ในด่างในผลิตภัณฑ์คุกกี้เปรียบเทียบกับรำข้าวสกัดน้ำมัน ในอัตราส่วนของรำข้าวร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 (โดยน้ำหนักแป้ง) พบว่า เมื่อระดับการทดแทนรำข้าวมากขึ้น แป้งสาลีผสมรำข้าวทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใย และใยอาหารรวมเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต และค่าพลังงานลดลง และสมบัติในการเกิดโด เมื่อระดับการทดแทนรำข้าวมากขึ้น ปรากฏว่า โดที่ได้จากส่วนผสมรำข้าวสกัดน้ำมัน มีค่า water absorption, dough development time และ mixing tolerance index เพิ่มขึ้น แต่ค่า dough stability, resistance to extension และ extensibility ลดลง ในขณะที่โดที่ได้จากส่วนผสมรำข้าวที่ผ่านกระบวนการจะมีค่าต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ยกเว้น mixing tolerance index ลดลง เมื่อนำโดทั้ง 2 ชนิด มาผลิตคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง พบว่า ปริมาณของรำข้าวที่เพิ่มขึ้นทำให้คุกกี้ที่ผลิตได้มีปริมาณใยอาหารรวม และค่าความแข็ง (hardness) เพิ่มขึ้น แต่ค่า spread factor ค่าพลังงานและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลง คุกกี้ที่ผลิตโดยใช้โดทั้ง 2 ชนิด ที่มีปริมาณรำข้าวร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด และไม่แตกต่างจากคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leqslant 0.05$) นอกจากนี้ได้ศึกษาการใช้ potato maltodextrin [PASELLI SA2 gel (20% w/w)] ร้อยละ 40, 50 และ 60 (โดยน้ำหนักไขมัน) ทดแทนไขมันบางส่วนในคุกกี้ พบว่าปริมาณสารทดแทนไขมันในอัตราส่วนร้อยละ 50 (โดยน้ำหนักไขมัน) ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leqslant 0.05$) คุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำขนาดชิ้นละ 15 กรัม ที่ผลิตจากแป้งผสมรำข้าวสกัดน้ำมัน และแป้งผสมรำข้าวที่ผ่านกระบวนการ มีปริมาณใยอาหารรวม 0.18 และ 0.40 กรัม คิดเป็นปริมาณใยอาหารรวม 6 และ 13 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน และมีค่าพลังงาน 52.7 และ 51.9 แคลอรี่ตามลำดับ คิดเป็นพลังงานลดลง 30% เมื่อเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน คุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดสามารถเก็บในถุง polyethylene ได้ 2 เดือน และเก็บในถุง metallized film ได้ถึง 3 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร	ลายมือชื่อนิสิต กรุณา ชัยเสถียร
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศ. วิเศษ
ปีการศึกษา 2535	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

C226246 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEY WORD: RICE BRAN / DIETARY FIBER / LOW-CALORIE / COOKIES

KARUNA CHAISATIEN : RICE BRAN AS A SOURCE OF DIETARY FIBER IN LOW-CALORIE COOKIES. THESIS ADVISORS : SIRAPORN VISESSURAKARN, M.Phil., ASSIST. PROF. SUWANNA SUBHIMAROS, Dr.Ing., 149 pp.
ISBN 974-581-949-2

Comparison between oil extracted rice bran (OERB) and alkaline hydrogen peroxide treated oil extracted rice bran (AHP-OERB) was studied for use as dietary fiber in cookies production. Wheat flour was substituted by 10, 20, 30 and 40% (flour basis) with OERB and AHP-OERB in the mixture. The results from both showed increases in protein, ash, crude fiber and total dietary fiber contents and decreases in fat, carbohydrate and energy contents with increasing levels of substitution. Dough properties of wheat flour with increasing levels of OERB exhibited greater water absorbency as well as longer dough development time and higher mixing tolerance index but lower dough stability, resistance to extension and extensibility. On the other hand, all except mixing tolerance index of the AHP-OERB dough properties were increased. High-fiber chocolate chip cookies, produced from wheat flour with increasing levels of either OERB or AHP-OERB, contained higher total dietary fiber with corresponding increase in hardness and decreases in spread factor, energy content and sensory score. Cookies containing 10% (flour basis) of OERB or AHP-OERB were found to be the most acceptable showing no significant differences from plain wheat flour cookies. By substituting the fat in the mixture with 40, 50 and 60% (fat basis), potato maltodextrin [PASELLI SA2 gel (20% w/w)], it was found that at 50% (fat basis) level of fat replacement there was no significant difference from the nonsubstituted mixture in terms of sensory acceptability ($P \leq 0.05$). OERB and AHP-OERB containing chocolate chip cookies of 15 g a piece were analysed to contain 0.18 g and 0.40 g total dietary fiber, 6 times and 13 times the level found in the plain chocolate chip cookies respectively. The energy contents of the OERB and AHP-OERB chocolate chip cookies were found to be 52.7 Calories and 51.9 Calories respectively, approximately 30% less in Calories than the plain chocolate chip cookies. Results from the storage test of the sensorily selected cookies of both OERB and AHP-OERB indicated a shelf-life at room temperature of 2 months in polyethylene bag and 3 months in metallized film bag.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร	ลายมือชื่อนิสิต [signature]
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [signature]
ปีการศึกษา 2535	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ศิราพร วิเศษสุรการ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวด้านวิชาการ พร้อมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอแสดงความขอบพระคุณต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคุณพรดี ชนะนิธิธรรม ที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

แป้งสาลีและเครื่องมือวิจัยเกี่ยวกับแป้งในงานวิจัยนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท แหลมทองสหการ จำกัด ผ่านคุณกมล พันพรสิน และคุณสุภาพรรณ ตุลย์พิรุฬหศิลป์ ส่วนสารทดแทนไขมัน (PASELLI SA2) ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท วินเนอร์กรุ๊ป จำกัด ผ่านคุณวรรณพร วองอิสริยะกุล ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนบางส่วนในงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

ท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณพี่และน้อง ๆ ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนด้านการศึกษาด้วยดีตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	8
3. วิธีการวิจัย	22
4. ผลการทดลอง	32
5. วิจารณ์ผลการทดลอง	80
6. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	96
รายการอ้างอิง	102
ภาคผนวก ก	109
ภาคผนวก ข	110
ภาคผนวก ค	119
ภาคผนวก ง	123
ภาคผนวก จ	127
ภาคผนวก ฉ	138
ประวัติผู้เขียน	149

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราคนไทยที่ตายด้วยสาเหตุที่สำคัญ (ต่อประชากร 100,000 คน) พ.ศ. 2530-2534	3
2	ปริมาณใยอาหารรวม (Total Dietary Fiber, TDF) ในอาหารประเภทต่าง ๆ (กรัมต่อส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม)	5
3	ความสัมพันธ์ระหว่างผนังเซลล์ของพืช และใยอาหาร	8
4	องค์ประกอบของใยอาหารในผนังเซลล์พืช	9
5	ความแตกต่างระหว่างเส้นใย (Crude Fiber) และใยอาหารรวม (Dietary Fiber)	10
6	องค์ประกอบทางเคมี และค่าพลังงานของรำข้าว และรำข้าวสกัดน้ำมัน	15
7	สูตรคุกกี้ชอคโกแลตชิพ (สูตรควบคุม)	28
8	องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว OERB และรำข้าว AHP-OERB	33
9	ค่าพลังงานของรำข้าว OERB และรำข้าว AHP-OERB	34
10	การกระจายของขนาดอนุภาคของรำข้าว OERB และรำข้าว AHP-OERB ...	36
11	ความสามารถในการอุ้มน้ำของรำข้าว OERB และรำข้าว AHP-OERB	37
12	Bulk Density ของรำข้าว OERB และรำข้าว AHP-OERB	38
13	ค่าที่อ่านได้จาก Farinogram และ Extensigram ของแป้งสาลี และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ	39
14	ค่าที่อ่านได้จาก Farinogram และ Extensigram ของแป้งสาลี และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ	40
15	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีอเนกประสงค์ (Medium wheat Flour) และแป้งสาลีทำขนมปัง (Hard Wheat Flour)	47
16	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ	48
17	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ	49

ตารางที่ หน้า

18 ค่าพลังงานของแป้งสาลีอเนกประสงค์ (Medium Wheat Flour) และแป้งสาลีทำขนมปัง (Hard Wheat Flour) 50

19 ค่าพลังงานของแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 50

20 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 53

21 ความกว้าง ความหนา และ spread factor ของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 54

22 สูตรคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 55

23 สูตรคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 56

24 ค่าพลังงานและปริมาณใยอาหารรวมของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 58

25 ค่าพลังงานและปริมาณใยอาหารรวมของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ 58

26 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูงที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน 59

27 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูงที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน 60

28 ค่าแรงต้านการเจาะของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน ... 62

29 ค่าแรงต้านการเจาะของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน . 63

30 สูตรคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ 64

ตารางที่ หน้า

31 ค่าพลังงานและปริมาณใยอาหารรวมของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ 66

32 ค่าพลังงานและปริมาณใยอาหารรวมของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ 67

33 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ 68

34 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ 69

35 ค่าเฉลี่ยแรงต้านการเจาะของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ 70

36 ค่าเฉลี่ยแรงต้านการเจาะของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ 71

37 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนร้อยละ 50 (โดยน้ำหนักไขมัน) เปรียบเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพ ที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน 74

ตารางที่		หน้า

38 ค่าพลังงานและปริมาณใยอาหารรวมของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนร้อยละ 50 (โดยน้ำหนักไขมัน) เปรียบเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพ ที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน 75

39 ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน.................................... 76

40 ค่า POV (mg/kg ของไขมันในตัวอย่าง) เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน 77

41 คะแนนเฉลี่ยจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน 78

42 คะแนนเฉลี่ยจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตที่อุณหภูมิห้อง ในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน 79

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	14
2	ส่วนประกอบและตำแหน่งของรำ (bran) ในเมล็ดข้าว	14
3	ผังการเตรียมรำข้าว AHP-OERB	25
4	ลักษณะปรากฏของรำข้าว OERB เปรียบเทียบกับรำข้าว AHP-OERB	32
5	ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของรำข้าว OERB ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microsope (200X)	34
6	ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของรำข้าว AHP-OERB ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microsope (200X)	35
7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมน้ำของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	41
8	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการผสมของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	42
9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงตัวของโดของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	43
10	ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความอ่อนตัวของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	44
11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนต่อแรงยืดของโดที่ตำแหน่งสูงสุดของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	45
12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนต่อแรงยืดของโดที่ระยะทาง 5 เซนติเมตรของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	45
13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยืดของโดของแป้งสาลีและแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าวในอัตราส่วนต่าง ๆ	46
14	ลักษณะการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี	51

รูปที่		หน้า
15	ลักษณะการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี	52
16	ลักษณะของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ	57
17	ลักษณะของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนต่าง ๆ	57
18	ลักษณะของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB ร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ	65
19	ลักษณะของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ	65
20	ลักษณะของคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูง-แคลอรี่ต่ำ ที่ทำจากแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว OERB และแป้งสาลีทำขนมปังผสมรำข้าว AHP-OERB ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) และทดแทนไขมันด้วย PASELLI SA2 ในอัตราส่วนร้อยละ 50 (โดยน้ำหนักไขมัน) เปรียบเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพที่ทำจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ล้วน	73