การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

DEVELOPMENT OF CANNED VEGETARIAN FRIED RICE

ภูวดล สังข์ชาติ

PHOWADON SANGCHAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-AI-M-055-300

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

DEVELOPMENT OF CANNED VEGETARIAN FRIED RICE

ภูวดล สังข์ชาติ

PHOWADON SANGCHAT

b2651735
TM0004

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-AI-M-055-300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF CANNED VEGETARIAN FRIED RICE

PHOWADON SANGCHAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF FOODSCIENCES

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-AI-M-055-300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

DEVELOPMENT OF CANNED VEGETARIAN FRIED RICE

ชื่อนักศึกษา นายภูวดล สังข์ชาติ

รหัสประจำตัว 56608033

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล	
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
รศ.ดร.ระติพร มูลสาร	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 18 มิถุนายน 2561 เวลา 13.00-15.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง
นักศึกษา	นายภูวดล สังข์ชาติ
รหัสนักศึกษา	56608033
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล

บทคัดย่อ

อาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติ ซึ่งอาหารที่เหมาะสมกับผู้ประสบภัยควรมีคุณค่าทางโภชนาการ อิ่มนาน มีอายุการเก็บรักษานาน และสะดวกต่อการรับประทานหรือสามารถรับประทานได้ทันที ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่เหมาะสำหรับช่วงภัยพิบัติและสภาวะปกติ โดยศึกษาชนิดของถั่วและธัญพืชที่เหมาะสม โดยเลือกถั่วและธัญพืชทั้งหมด 7 ชนิด คือ ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ข้าวบาร์เล่ย์และลูกเดือย และจัดกลุ่มละ 3 ชนิด นำมาผลิตเป็นข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง และทำการจัดกลุ่มเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Balanced incomplete block designs (BIBD) และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale พบว่ากลุ่มที่มี ถั่วดำ ถั่วเหลือง และลูกเดือย มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังนั้นจึงเลือก ถั่วดำ ถั่วเหลืองและลูกเดือย เพื่อใช้ในการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง จากนั้นศึกษาคุณภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี โดยวิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลสและวิเคราะห์คุณภาพการหุงต้มของข้าว พบว่าข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 14.38 และ 22.14 (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ และข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณการดูดซึมน้ำและมีปริมาตรการขยายตัวน้อยกว่าข้าวสุพรรณบุรี แต่ข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีมากกว่าข้าวสุพรรณบุรี โดยศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี คือ 10:90 30:70 และ 50:50 ในการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุจากนั้นวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส โดยทดสอบทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการประเมินความพอดีของเนื้อสัมผัส พบว่าอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี (50:50) ผู้บริโภคให้คะแนนพอดีทาง ด้านความร่วน ความเกาะติด และความแข็งของเมล็ดข้าว มากกว่าอัตราส่วนอื่น จากนั้นนำข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่ใช้อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี (50:50) มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องมีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ แคลเซียมที่สูงกว่า และปริมาณไขมันและโซเดียมที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม ในขั้นตอนสุดท้ายศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุก 1 สัปดาห์ มาวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ พบว่าเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลานานขึ้นมีผลให้ค่าความแข็ง (hardness) และค่าแรงยึดเกาะผิว (adhesiveness) ของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น และแต่ค่าแรงยึดเกาะตัว (cohesiveness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1-6 และลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 ของการเก็บรักษา และจากผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อยีสต์และรา *Clostridium perfringens*, *Coliforms* และ *Escherichia coli* ตลอดอายุการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Development of canned vegetarian fried rice.
Student	Mr. Phowadon Sangchat
Student ID.	56608033
Program	Food Catering and Service Technology
Degree	Master of Science
Year	2018
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Naphatrapi Luangsakul

Abstract

Food is the most important factor for people suffering natural disasters. Food, which is suitable for the victims should be shelf stable and ready-to-eat meal. Also, it should be full of nutrition and give long satiety when consumed. This research aimed to develop the canned vegetarian fried rice using during disaster and normal situation. For selecting appropriate beans and cereals adding in the canned vegetarian fried rice, the 7 types of beans and cereals which are black bean, kidney bean, soy bean, mung bean, peanut, barley and millet were grouped by each group including three types of beans or cereals. Sensory evaluation was done by BIBD method using 5-point hedonic scale. It was found that the group of black bean, soy bean and millet gained the highest hedonic score ($P<0.05$) on taste, texture and overall-liking. Then, the group of black bean, soy bean and millet was used as ingredients added in the canned vegetarian fried rice product. Then, the amylose content and cooking quality water uptake ratio, volume expansion and dissolved solid content) of Jasmine 105 rice and Suphanburi rice was studied. It was found that the amylose content of Jasmine 105 rice and Suphanburi rice were 14.38 and 22.14 (% dry weight), respectively. The cooking quality of the rices showed the water uptake and dissolved solid content of Jasmine 105 rice was higher than those of Suphanburi rice ($P<0.05$). The volume expansion of Jasmine 105 rice was lower than that of Suphanburi rice ($P<0.05$). After that, the appropriate ratio of Jasmine 105 rice to Suphanburi rice added in the product was further studied. The ratio of Jasmine 105 rice to

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suphanburi rice (10:90, 30:70 and 50:50) was varied. The optimun ratio of Jasmine 105 rice to Suphanburi rice was 50:50, which showed the Just-About-Right score on crumbliness, adhesiveness and hardness more than those of the other ratio. The nutrition value of the developed canned vegetarian fried rice was compared to the commercial mushroom garlic fired rice. It was seen that protein, fiber, vitamins A and calcium of the canned vegetarian fried rice was higher than the commercial mushroom garlic fired rice whereas its fat and sodium content was lower than those of the commercial mushroom garlic fried rice. For shelf life of the developed canned vegetarian fired rice product, it was studied by keeping at accelerated condition (55°C for 12 weeks), The sample was taken every 1 week for determining the texture quality and analyzing the microorganism. The result showed that hardness and adhesiveness of cooked rice were increased through 12 weeks. Its cohesiveness increased up to week 6th and then decreased until week 12th. The result of microorganism determination showed no microorganisms including total microorganisms (detecting by total plate count), yeast and mold, *Clostridium perfringens, Coliforms bacteria* and *Escherichia coli* in found in the developed canned vegetarian fried rice kept at 55 °C for 12 weeks.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภัสรพี เหลืองสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ ช่วยเหลือ และแก้ไขสิ่งที่บกพร่อง และให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์มาโดยตลอด อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อศิษย์ นับตั้งแต่แนวคิดตลอดจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม คณบดี คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพร พืชกมุทร และรองศาสตราจารย์ ดร.ระติพร มูลสาร ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาชี้แนะ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางพร้อมทั้งให้กำลังใจในการวิทยานิพนธ์ และคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บริษัท อัลบาทรอส จำกัด จังหวัดกาญจนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณสืนวล คงสุข (ตา) คุณจวน คงสุข (ยาย) และครอบครัวตระกูลคงสุข และ ร.ต.ทวี สังข์ชาติ (บิดา) คุณละอวน สังข์ชาติ (มารดา) ที่ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ด้านอื่นๆและให้กำลังใจเสมอจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณนางสาวลำพึง พุ่มจันทร์และบุคคลากร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ซึ่งคอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ภูวดล สังข์ชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... IX

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 อาหารมังสวิรัติ..... 4

2.2 พืชตระกูลถั่ว..... 5

2.3 ตัวอย่างชนิดถั่วและเมล็ดแห้ง..... 8

2.4 ธัญพืช..... 12

2.5 อาหารกระป๋อง..... 16

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง..... 29

3.1 วัตถุดิบ..... 29

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 30

3.3 วิธีการทดลอง..... 31

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 42

4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องเพื่อศึกษาชนิดของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม..... 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 42

4.2 ผลการศึกษาคุภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี 45

4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสมในการนำมาทำผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง 47

4.4 ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง 51

4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ 12 สัปดาห์ 53

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 57

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 64

ก. การวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ 65

ข. ขั้นตอนการเตรียมส่วนของข้าวผัดมังสวิรัติ 76

ค. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 79

ง. ฉลากแสดงคุณค่าทางโภชนาการ 82

จ. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 86

ประวัติผู้วิจัย 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การจัดกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืช..... 32
ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมซอสข้าวผัด..... 33
ตารางที่ 3.3 ส่วนผสมของข้าวผัดมังสวิรัติ..... 35
ตารางที่ 3.4 การวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Balanced incomplete block designs..... 37
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่กำหนดพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม..... 43
ตารางที่ 4.2 ปริมาณอะมิโลสและคุณภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี... 46
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของอัตราที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง..... 47
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง... 49
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางการประเมินความพอดีด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง (n=100)..... 50
ตารางที่ 4.6 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องและข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม..... 52
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่อายุการเก็บสัปดาห์ที่ 0-12..... 54
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่อายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์..... 55
ตารางภาคผนวกที่ ข3 แสดงผลกระบวนการให้ความร้อนภายในเครื่องหม้อนึ่งความดันน้ำ..... 78
ตารางภาคผนวกที่ ง2 แสดงสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป..... 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ..... 25
ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตซอสข้าวผัด..... 34
ภาพที่ 3.2 กระบวนการผลิข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง..... 36
ภาพภาคผนวกที่ ก2.1 ขั้นตอนการหาปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าว..... 66
ภาพภาคผนวกที่ ก2.2 ขั้นตอนการหาปริมาณการดูดซึมน้ำของข้าว..... 67
ภาพภาคผนวกที่ ก2.3 ขั้นตอนการหาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าว..... 67
ภาพภาคผนวกที่ ก2.4 ตัวอย่างกราฟแรงกับเวลาในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (TPA)..... 69
ภาพภาคผนวกที่ ก2.5 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวภายในกระป๋อง..... 69
ภาพภาคผนวกที่ ก2.6 ตัวอย่างกราฟการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวภายในผลิตภัณฑ์
ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง..... 69
ภาพภาคผนวกที่ ข1 ขั้นตอนการเตรียมถั่วและธัญพืช..... 76
ภาพภาคผนวกที่ ข2 ขั้นตอนการเตรียมข้าว..... 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1) ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันภัยพิบัติทางธรรมชาติเกิดขึ้นให้เห็นเป็นประจำในหลายๆประเทศ ซึ่งเหตุการณ์แต่ละครั้งส่งผลกระทบต่อประชาชนจำนวนมาก ทั้งการสูญเสียทางวัตถุ สภาพแวดล้อมที่ดินทำการเกษตร ความเจ็บป่วยทางร่างกายและจิตใจของผู้ประสบภัย แม้กระทั่งการเสียชีวิตของประชาชนในพื้นที่ที่ประสบภัย และสมดุลทางธรรมชาติที่เสียไป ดังเช่นเหตุการณ์คลื่นยักษ์สึนามิที่เกิดในเอเชียแปซิฟิค พายุนาร์กิสที่เกิดในประเทศพม่า แผ่นดินไหวในมณฑลเสฉวน ประเทศจีน เกิดแผ่นดินไหวในประเทศเนปาลในปี พ.ศ.2558 เป็นเหตุการณ์นำมาซึ่งความเสียหายและส่งผลกระทบต่อประชากรซึ่งอยู่พื้นที่ประสบภัยพิบัติ คือ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค อาหาร และระบบสาธารณูปโภค โดยกลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบมีทั้งกลุ่มผู้สูงอายุ เด็ก คนป่วย และกลุ่มคนทานมังสวิรัติ (เปรมใจ, 2555) สำหรับประเทศไทยภัยพิบัติที่เกิดเป็นประจำคือ ภัยพิบัติที่เกิดจากพายุ น้ำท่วม ซึ่งได้รับผลกระทบ โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตร ซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบในการประกอบอาหารเพื่อใช้ดำรงชีพ เมื่อไม่มีแหล่งวัตถุดิบในการประกอบอาหาร ผู้ที่ได้รับผลกระทบจึงขาดแคลนอาหารที่ใช้ในการดำรงชีพ และเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉินดังกล่าวทางภาครัฐและภาคเอกชนได้บริจาคอาหารช่วยเหลือผู้ที่ได้รับผลกระทบภัยพิบัติทางธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาหารปรุงสุกหรืออาหารสด ซึ่งอาจเสี่ยงเกิดโรคอาหารเป็นพิษและโรคอุจจาระร่วง ประเภทของอาหารที่เหมาะช่วยเหลือผู้ที่ได้รับผลกระทบควรเป็นอาหารกระป๋องสำเร็จรูปพร้อมทาน ที่สำคัญควรคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการมีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ และควรมีรายการอาหารสำหรับผู้รับประทานอาหารมังสวิรัติ เช่น เมนูที่ประกอบด้วย ไข่ ถั่ว ธัญพืช นมUHT และอาหารที่นำไปบริจาคควรเป็นอาหารที่มีอายุในการเก็บรักษายาวนาน ให้พลังงานสูง อิ่มท้อง และถูกหลักโภชนาการ ควรเป็นอาหารกลุ่ม ข้าว แป้ง ถั่ว ธัญพืช ผลไม้แห้ง น้ำพริก อาหารกระป๋องสำเร็จรูป (สำนักโภชนาการ, 2554)

อาหารที่เหมาะกับผู้ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติควรเป็นอาหารที่เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วทำให้ร่างกายรู้สึกอิ่มนาน คือ อาหารจำพวกโปรตีนที่ได้จากถั่ว และคาร์โบไฮเดรตจำพวก ข้าวที่ไม่ขัดสี ธัญพืช ซึ่งอาหารจำพวกพืชตระกูลถั่วและธัญพืชยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งมีวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งถั่วและธัญพืชนำมาเป็นส่วนประกอบในอาหารมังสวิรัติเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วเขียว ข้าวบาร์เล่ย์ ลูกเดือย และยังสามารถทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ (Mason, 1994) และชนิดของอาหารที่เหมาะสมกับสถานการณ์ภัยพิบัตินั้นควรเป็นอาหารที่สามารถเตรียมได้ง่าย เช่น ข้าวผัด เพราะข้าวผัดมีวิธีการทำและยังสามารถดัดแปลงส่วนผสมได้ง่าย และยังเป็นเมนูที่คนทั่วไปรู้จัก ซึ่งผู้บริโภคสามารถรับประทานกันได้ทุกกลุ่ม รวมถึงกลุ่มคนทานอาหารมังสวิรัติ ซึ่งสามารถทำเป็นข้าวผัดมังสวิรัติโดยใช้พืชตระกูลถั่วและธัญพืชเป็นส่วนผสมหลักและยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและให้พลังงานที่เป็นประโยชน์

จากปัญหาเบื้องต้นที่กล่าวมางานวิจัยนี้จึงศึกษาชนิดพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่เหมาะสมนำมาผลิตข้าวผัดมังสวิรัติ โดยศึกษาชนิดของข้าวที่เหมาะสมร่วมกับถั่วและธัญพืชชนิดต่างๆ ที่จะนำมาพัฒนาข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง เพื่อผู้ที่ได้รับผลกระทบสามารถรับประทานได้ทั้งกลุ่มคนทั่วไป เด็ก ผู้สูงอายุ คนป่วย มุสลิมและผู้ที่ทานอาหารมังสวิรัติ

1.2) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.) เพื่อศึกษาชนิดของถั่วและธัญพืชที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

2.) เพื่อศึกษาคุณภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี

3.) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

4.) เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

5.) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง 55 องศาเซลเซียส 12 สัปดาห์

1.3) ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มจากการคัดเลือกชนิดของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง และศึกษาคุณภาการหุงต้มของข้าวทั้ง 2 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี เพื่อนำมาศึกษาอัตราส่วนของข้าวทั้ง 2 ชนิด ที่นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวภายในกระป๋อง หลังจากผ่านกระบวนการผลิตเป็นอาหารกระป๋อง ด้วยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer และวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารมังสวิรัติ (Vegetarian)

มังสวิรัติ มีรากศัพท์มาจากภาษาบาลี โดย คำว่า มังสะ แปลว่า เนื้อสัตว์ คำว่า วิรัติ แปลว่า การงดเว้น เมื่อรวมเข้าด้วยกันจึงแปลว่า "การงดเว้นการรับประทานเนื้อสัตว์" ในภาษาอังกฤษจะเรียกนักมังสวิรัติว่า Vegetarian (เวจจิแทเรียน) แปลตรงตัวได้ว่า "ผู้นิยมรับประทานผัก"คนทั่วไปจะเรียกสั้นๆว่า Veggie (เวจจี้) หรือ VG (วีจี) (เฉลิม, 2552)

การแบ่งกลุ่มของนักกินมังสวิรัติ สามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ได้ 5 กลุ่ม คือ ตามความเคร่งครัดและตามชนิดของอาหารที่รับประทาน (ประไพศรี, 2541)

1.) Strict vegetarian หรือ Vegan หรือ Pure vegetarian คือกลุ่มที่รับประทานเฉพาะพืช ผัก และผลไม้

2.) Lacto-ovo-vegetarian คือกลุ่มคนที่รับประทานพืช ผัก ผลไม้ ผลิตภัณฑ์จากนม และไข่

3.) Lacto-vegetarian คือกลุ่มคนที่รับประทานพืช ผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์จากนม

4.) Fruitarian คือกลุ่มคนที่รับประทานผลไม้แห้งและสด น้ำผึ้ง และมะกอก

5.) Zen macrobiotic หรือ New vegetarian คือ กลุ่มคนที่ปฏิบัติอย่างเคร่งครัดประเภทหนึ่ง แบ่งออกเป็น 10 เกรด ตั้งแต่ -3 ถึง +7 ขึ้นอยู่กับความเคร่งครัดของผู้ปฏิบัติ คือ ถ้าได้พลังงานจากธัญพืช 10% จะอยู่ในระดับที่ -3 และถ้าได้พลังงานจากธัญพืช 100% จะอยู่ในระดับที่ +7 ถ้ายิ่ง + มากขึ้นก็หมายถึงเคร่งครัดมากขึ้น

2.1.1 คุณค่าอาหารจากมังสวิรัติ (ประไพศรี, 2541)

2.1.1.1 คาร์โบไฮเดรต

คือสารอาหารประเภทแป้ง จัดอยู่ในประเภทอาหารที่ให้พลังงาน พบทั่วไปในผลไม้ที่มีรสหวาน ข้าวและธัญพืชต่างๆ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี เผือก มัน พืชหัวทุกชนิด น้ำอ้อย น้ำตาลปึก และควรรับประทานข้าวอย่างน้อย 6-11 ส่วนต่อวัน ซึ่ง 1 ส่วน เทียบได้กับทานข้าว 1 ทัพพี หรือ 110 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 โปรตีน

คือสารอาหารที่ได้จากพืชที่ให้สารอาหารโปรตีนสูง มีให้เลือกมากมาย หาได้ง่าย และราคาถูก เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วเมล็ดแห้ง เห็ด โดยเฉพาะถั่วเหลือง มีโปรตีนที่สมบูรณ์ หรืออาหารที่ทำจากแป้งถั่วเหลืองในรูปแบบโปรตีนเกษตร ซึ่งให้สารอาหารประเภทโปรตีนเทียบเท่ากับเนื้อสัตว์และ ควรรับประทานอย่างน้อย 4-6 ส่วนต่อวัน ซึ่ง 1 ส่วน เทียบได้กับโปรตีนเกษตร 1 ช้อนโต๊ะ หรือ 30 กรัม

2.1.1.3 ไขมัน

คือสารอาหารที่ให้พลังงานและได้จากน้ำมันที่ได้จากผลิตภัณฑ์พืช เนย เมล็ดผลไม้ ถั่ว งา ซึ่งควรรับประทานเพียง 1 ส่วนหรือน้อยกว่า 1 ส่วน คิดเป็นน้ำมัน 1 ช้อนชา หรือ 5 กรัม

2.1.1.4 วิตามินและเกลือแร่

ได้จากผัก ผลไม้ ซึ่งมีวิตามินและเกลือแร่ชนิดต่างๆ อยู่รวมกัน และยังมีกากใยอาหาร ช่วยในเรื่องของการขับถ่าย และควรรับประทานผัก ผลไม้สดดีกว่าผัก ผลไม้ที่ได้ผ่านการแปรรูปด้วยขบวนการต่างๆ ควรรับประทานผักอย่างน้อย 3-5 ส่วน และผลไม้ 2-4 ส่วน โดย 1 ส่วน เทียบได้กับผักสด 1 ถ้วยตวง หรือผลไม้ 1 ผลใหญ่ เช่น ส้มเขียวหวาน กล้วยหอม หรือแอปเปิ้ล เป็นต้น

2.1.1.5 น้ำ ควรดื่มน้ำสะอาดบริสุทธิ์อย่างน้อยวันละ 8 แก้ว

2.2 พืชตระกูลถั่ว (Legume)

พืชตระกูลถั่ว (Legume) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Fabaceae หรือ Leguminosae

2.2.1 ประเภทของถั่ว (Duranti, 2006)

2.2.1.1 แบ่งตามลักษณะของเมล็ดถั่ว ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1.) ถั่วฝัก (Bean) เป็นถั่วในฝักที่มีเมล็ดไม่กลม กินได้ทั้งฝัก เช่น ถั่วแขก ถั่วพู ถั่วฝักยาว ถั่วแปบ หรือกินเฉพาะเมล็ด เช่น ถั่วเหลือง ถั่วปากอ้า

2.) ถั่วฝักเมล็ดกลม (Pea) เป็นถัวในฝักที่มีเมล็ดกลม กินฝักสดที่ยังไม่แก่เต็มที่ บางครั้งเรียกว่า Green Pea เช่น ถั่วลันเตา ถั่วชิกพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ถั่วเมล็ดแบน (Lentil) ลักษณะเมล็ดแบนเล็กเหมือนนัยน์ตาคน มีหลายสี เช่น เขียว น้ำตาล

2.2.1.2 แบ่งตามองค์ประกอบเมล็ดของถั่วแห้ง ได้ 2 กลุ่มดังนี้

1.) Oilseed คือ ถั่วที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง ซึ่งจะสะสมพลังงานอยู่ในรูปไขมัน ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง

2.) Pulse คือ ถั่วที่มีปริมาณโปรตีนสูงและไขมันต่ำ ซึ่งสะสมพลังงานในรูปของคาร์โบไฮเดรต และเมล็ดมีแป้งสูง เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วแดงหลวง ถั่วพุ่ม ถั่วลาย ถั่วปากอ้า ฯลฯ และผลเปลือกแข็งเมล็ดเดียว (Nut) ได้แก่ ส่วนเม็ดมะม่วงหิมพานต์ อัลมอนด์ พิสทาชิโอ วอลนัท แมคาเดเมีย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้น ลำต้นสูง มีเปลือกผลแข็งมาก แม้ "นัท" จะมีโปรตีนน้อยกว่าถั่วเมล็ดแห้งแต่นัทเกือบทุกชนิดโดยเฉพาะอัลมอนด์อุดมไปด้วยแมกนีเซียมสูง ซึ่งในถั่วเมล็ดแห้งนั้นมีเพียงน้อยนิด

2.2.1.3 โครงสร้างของถั่วเมล็ดแห้ง (Duranti, 2006)

1.) เปลือกนอกเมล็ด (seed coat หรือ testa)

เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ด สี ของเปลือกนอกมีหลายสีด้วยกัน เช่น สีเหลืองอ่อน สีเหลืองเข้ม สีเหลืองแกมเขียว สีเขียว สีน้ำตาลอ่อน และสีดำ ทางด้านเว้าของเมล็ดจะพบ hilum หรือ seed scar ซึ่งเป็นจุดที่เมล็ดติดกับฝัก มีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ เช่น สีดำ สีน้ำตาล และสีเหลืองเข้ม ทางปลายด้านหนึ่งของ hilum มีรูเล็กๆ เรียกว่า micropyle ซึ่งเป็นทางออกของ radicle ซึ่งงอกเป็นราก

2.) ต้นอ่อนขณะอยู่ในเมล็ด (embryo)

เป็นเนื้อเยื่อทั้งหมดที่อยู่ในเมล็ด ประกอบด้วย

- ใบเลี้ยง (cotyledon) จำนวน 2 ใบ ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเปลือกนอกเข้าไป มีขนาดใหญ่ ทำหน้าที่ในการสะสมอาหาร จะหายไปเมื่อพืชมีการเจริญเติบโต

- ส่วนยอดของต้นอ่อน ขณะอยู่ในเมล็ด (plumule) เป็นจุดเจริญ ซึ่งจะเจริญเป็นใบจริงและลำต้นต่อไป เอพิคอทิล (epicotyl) คือ ส่วนที่อยู่เหนือตำแหน่งที่ยึดติดกับใบเลี้ยง ส่วนนี้เมื่อเจริญเติบโตจะเป็นลำต้น ใบและดอก ไฮโพทอคิล (hypocotyl) คือ ส่วนที่อยู่ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ติดของใบเลี้ยงกับตำแหน่งของรากแก้ว ส่วนนี้เมื่อเจริญเติบโตต่อไปจะเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นและเรดิเคิล (radicle) เป็นส่วนล่างสุดของเอมบริโอ อยู่ต่อจากไฮโพคอทิลลงมาต่อไปจะเจริญเป็นรากแก้ว

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วแห้ง (Duranti, 2006)

2.2.2.1 คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตในถั่วเมล็ดแห้ง มีปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของถั่ว เช่น ถั่วเขียวมีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 60 ขณะที่ถั่วเหลืองมีร้อยละ 30 ถั่วลิสงมีเพียงร้อยละ 23 คาร์โบไฮเดรตในถั่วเมล็ดแห้ง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสตาร์ช (starch) จะถูกนำมาสกัดเป็นสตาร์ชเพื่อใช้ประโยชน์ นอกจากสตาร์ช แล้วในถั่วยังมีคาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharides) เช่น แรฟฟิโนส (raffinose) และสตาร์ชิโอส (stachyose) ซึ่งน้ำตาลทั้งสองชนิดนี้ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ แต่จุลินทรีย์ในทางเดินอาหารบางชนิดใช้ได้ ทำให้เกิดการหมักและเกิดก๊าซมากในทางเดินอาหาร

2.2.2.2 ไขมัน (fat)

ถั่วเมล็ดแห้งส่วนใหญ่มีไขมันน้อยประมาณร้อยละ 1-2 ยกเว้นถั่วเหลือง มีไขมันร้อยละ 20 และถั่วลิสง มีปริมาณไขมันสูงถึงร้อยละ 50 จึงสามารถนำมาสกัดน้ำมัน เพื่อใช้ในการประกอบอาหาร กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไขมันในถั่วมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าไขมันที่ได้จากสัตว์ เนื่องจากมีกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัว และมีกรดไขมันที่จำเป็น คือ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และ กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) ไม่มีคอเลสเตอรอล (cholesterol) ทำให้น้ำมันที่ได้จากถั่ว เช่น น้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันพืชที่เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่มีภาวะไขมันสูงในเลือด

2.2.2.3 โปรตีน (protein)

ถั่วเมล็ดแห้งมีโปรตีนสูง เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญ ซึ่งสามารถทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ ถั่วเมล็ดแห้งมีโปรตีนประมาณร้อยละ 20-40 เช่น ถั่วเหลืองมีโปรตีนประมาณร้อยละ 38 ถั่วลิสงมีร้อยละ 25 ถึงแม้ว่าคุณภาพของโปรตีนจะด้อยกว่าโปรตีนในเนื้อสัตว์ เช่น ปลา ไข่ขาว เนื่องจาก ถั่วเมล็ดแห้งไม่มีกรดแอมิโนที่จำเป็นบางชนิด เช่น ถั่วเหลืองขาดเมไทโอนีน (methionine) ดังนั้นผู้รับประทานอาหารเจ หรืออาหารมังสวิรัติ จึงควรรับประทานถั่วเมล็ดแห้งร่วมกับเมล็ดธัญพืช โดยเฉพาะที่มีการขัดสีน้อย เช่น ข้าวกล้อง งา เมล็ดทานตะวัน เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟักทอง เพื่อช่วยเสริมกรดแอมิโนที่จำเป็นให้ครบถ้วนสมบูรณ์เพื่อให้ได้อาหารมีคุณภาพโปรตีนเท่าเทียมโปรตีนจากเนื้อสัตว์

2.2.2.4 เส้นใยอาหาร (dietary fiber)

ถั่วเมล็ดแห้ง มีเส้นใยอาหารสูง ทั้งชนิดที่ละลายในน้ำและไม่ละลายในน้ำ ชนิดที่ไม่ละลายในน้ำจะช่วยเพิ่มกากเส้นใยอุ้ม ทำให้การขับถ่ายสะดวกขึ้น ส่วนชนิดที่ละลายในน้ำช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือดได้

2.3 ตัวอย่างชนิดของถั่วเมล็ดแห้ง (มาฤดี และคณะ, 2556)

2.3.1 ถั่วแดงหลวง (Red kidney bean)

ถั่วแดงหลวง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus vulgaris* มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกา ถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกโดยโครงการหลวงในปี พ.ศ. 2516 เพื่อจุดประสงค์ให้ชาวเขาปลูกเป็นพืชทดแทนฝิ่น และช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินบนที่สูง มีเมล็ดสีแดง รูปร่างคล้ายไต เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 500-1500 เมตร น้ำหนักเมล็ด 100-1000 มิลลิกรัม ถั่วแดงหลวงเป็นพืชที่ออกดอก และตอบสนองต่อช่วงแสงสั้น การเจริญเติบโตมีทั้งแบบทอดยอดและไม่ทอดยอด (ศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร, 2558)

คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วแดงมีสารอาหารโปรตีน 22.53 กรัม คาร์โบไฮเดรต 61.29 กรัม แคลเซียม 8.3 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 4.06 มิลลิกรัม เหล็ก 6.69 มิลลิกรัม วิตามินเอ, บี, ซี และเป็นอาหารที่มีส่วนประกอบของเส้นใยอาหารสูงมาก เมื่อเทียบกับผักและผลไม้แล้วถือว่าถั่วแดงมีเส้นใยอาหารในปริมาณที่มากกว่า ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล และช่วยป้องกันการเกิดภาวะเส้นเลือดในสมองปริแตก ถั่วแดงมีคุณประโยชน์ช่วยในการขับปัสสาวะ แก้ประจำเดือนมาไม่ปกติ แก้ลมพิษ ดีซ่าน บรรเทาอาการปวดข้อและบวม กำจัดหนอง แก้อาหารเป็นพิษ รักษาอาการลำไส้อักเสบหรือขับถ่ายเป็นเลือด

2.3.2 ถั่วดำ (Black bean)

ถั่วดำ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna mungo radiate* (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2558) ในกรณีของถั่วดำที่ใช้ในการศึกษาคือ ถั่วดำพันธุ์ชัยนาท 80 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพันธุ์ปราจีนกับพันธุ์ NBG 5 ลักษณะการเจริญเติบโตตั้งตรงทอดยอดเล็กน้อยโดยระยะเป็นต้นอ่อน ต้นอ่อนมีใบเลี้ยงสีม่วง ใบ ก้านใบและฝักไม่มีขน กลีบดอกสีเหลือง ฝักอ่อนมีสีเขียวเข้ม เมล็ดมีลักษณะรูปทรงกระบอก อายุการเก็บเกี่ยว 83 วัน มีจำนวนฝัก 45 ฝักต่อต้น จำนวนเมล็ด 7 เมล็ดต่อฝัก ความยาวฝัก 5.2 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 250 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับการเพาะถั่วงอก โดยน้ำหนักถั่วงอกสดสูงกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 ร้อยละ 6 และมีรสชาติหวานกว่าพันธุ์พิษณุโลก 2 เป็นพันธุ์ที่ไม่มีขนที่ใบ และฝักทำให้เก็บเกี่ยวง่าย อายุการเก็บเกี่ยวสั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วดำมีสัดส่วนของโปรตีนร้อยละ 40 และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 20 และมีคุณค่าทางโภชนาการอีกมาก เช่น เส้นใยอาหาร แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบี1 บี 2 ไนอาซิน และถั่วดำสามารถป้องกันโรคมะเร็ง เพราะสารเจนิสตินในถั่วมีประโยชน์ในการป้องกันโรคมะเร็ง และลดความเสี่ยงที่จะเป็นมะเร็งลำไส้ตรงร้อยละ 80 และมะเร็งลำไส้ใหญ่ร้อยละ 40 ทั้งยังป้องกันมะเร็งกระเพาะอาหาร ถั่วมีสารไอโซฟลาโวนส์ เป็นสารสีประเภทฟลาโวนอยด์ ซึ่งสารดังกล่าวช่วยป้องกันเซลล์ที่เจริญเติบโตผิดปกติ ปัญหาการหลั่งฮอร์โมนผิดปกติจนกลายเป็นโรคอ้วน และพิเศษไปกว่านั้นสามารถป้องกันมะเร็งต่อมลูกหมาก ที่มีสาเหตุมาจากการหลั่งฮอร์โมนแอนโดรเจน (ฮอร์โมนเพศชาย) มากเกินไปได้ และยังช่วยป้องกันความดันโลหิตสูงและลดคอเลสเตอรอล เพราะถั่วดำอุดมด้วยวิตามินอี และโปตัสเซียมที่ลดความดันโลหิต โดยการขยายเส้นโลหิตให้กว้างขึ้น กับแคลเซียมที่ทำให้กล้ามเนื้อของเส้นเลือดมีความยืดหยุ่นมากขึ้น อีกทั้งยังมีสารที่มีประโยชน์อีกมากมาย เช่น วิตามินบี 12 กรดโฟลิก เบต้าแคโรทีนที่ป้องกันโรคโลหิตจาง กับธาตุเหล็กที่สูงกว่าเนื้อสัตว์ถึง 4 เท่า จึงมีประโยชน์ต่อผู้ที่เป็นโลหิตจางเป็นอย่างมาก

2.3.3 ถั่วเขียว (Mung bean)

ถั่วเขียวผิวมัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna radiate* (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2558) เป็นพืชที่มีอายุสั้น ใช้ปลูกก่อนหรือหลังการทำไร่หรือทำนา เพื่อตัดวงจรการระบาดของศัตรูพืช ช่วยบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มไนโตรเจนได้ดีในดิน และถั่วเขียวใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้ง วุ้นเส้น ถั่วงอกและประกอบอาหารอื่นๆ ในกรณีของถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 72 ที่ใช้ในการศึกษา จะมีเสถียรภาพดีในการให้ ผลผลิต สามารถปลูกได้ในดินด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต แต่ใบจะแสดงอาการเหลืองเล็กน้อย ในระยะแรกของการเจริญเติบโต

ลักษณะประจำพันธุ์คือ มีโคนต้นสีเขียว ความสูงของต้นเฉลี่ย 66 เซนติเมตร ใบสีเขียวอ่อน ก้านใบสีเขียว ดอกสีเหลืองอ่อน ฝักแก่สีดำ อายุการเก็บเกี่ยว 63 วัน จำนวนฝักต่อต้น 15 ฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก 11 เมล็ด เมล็ดมีรูปร่างค่อนข้างกลม มีสีเขียว น้ำหนัก 1000 เมล็ด 66 กรัม สามารถปลูกได้ทุกฤดู และทุกภาคของประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วเขียวมีปริมาณไขมันน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไขมันถั่วเมล็ดแห้ง 100 กรัม ในขณะที่ถั่วลิสงมีไขมัน 44.1 กรัม ถั่วเหลืองมีไขมัน 16.7 กรัม ถั่วเขียวมีไขมันเพียง 1.5 กรัม จึงไม่สามารถใช้ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบผลิตน้ำมันสำหรับปรุงอาหารได้ และถั่วเขียวยังมีโปรตีนร้อยละ 21.7 ซึ่งถือว่ามีโปรตีนสูง อีกทั้งการเลือกกินโปรตีนจากพืชแทนเนื้อสัตว์ยังช่วยหลีกเลี่ยงการได้รับไขมันเกินความจำเป็น วิตามินและแร่ธาตุที่มีในถั่วเขียว เช่น วิตามินบี 1 ป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ป้องกันโรคปากนกกระจอก ธาตุเหล็กที่จำเป็นสำหรับการสร้างเม็ดเลือด แคลเซียมและฟอสฟอรัสที่จำเป็นต่อความแข็งแรงของกระดูกและฟัน ถั่วเขียวยังปริมาณมีเส้นใยอาหารสูงเกือบเท่าถั่วเหลือง แต่เมื่อรับประทานจะได้รับเส้นใยอาหารจากถั่วเขียวมากกว่าถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นถั่วที่มีเนื้อแข็ง จึงมักกินถั่วเหลืองที่ผ่านขั้นตอนการแปรรูปแล้ว ซึ่งสูญเสียเส้นใยอาหารไปเป็นจำนวนมาก ในขณะที่เรานำถั่วเขียวมาปรุงอาหารได้ทั้งเมล็ด จึงได้รับเส้นใยอาหารจากถั่วเขียวในปริมาณที่สูงกว่า เส้นใยอาหารนี้ช่วยควบคุมระดับไขมันในเลือดและลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่

2.3.4 ถั่วเหลือง (Soy bean)

ถั่วเหลือง (Soy bean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max,* (L.) Merrill. เป็นพืชที่จัดอยู่ระหว่างกลุ่มของพืชตระกูลถั่ว (Legumes) และพืชน้ำมัน (Oilseeds) ถั่วเหลืองเป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออก และเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 40 แต่มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 20 ซึ่งน้อยกว่าพวกพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญอันดับหนึ่งของโลก น้ำมันที่ได้จากถั่วเหลืองเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) สูง คือมีปริมาณกรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) และ กรดไลโนเลนิก (Linolenic acid) ร้อยละ 52 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 ของกรดไขมันทั้งหมด กรดไขมันชนิดนี้มีประโยชน์ต่อร่างกาย คือสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยลดภาวะหลอดเลือดแข็ง และโรคหัวใจขาดเลือด (ณัฐนันท์, 2547)

คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนจากพืชที่สำคัญ โปรตีนจากถั่วเหลืองและถั่วชนิดต่างๆ จะเป็นโปรตีนที่ไม่สมบูรณ์ คุณภาพของโปรตีนจะด้อยกว่าโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ ทั้งนี้เพราะถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนเมไทโอนิน (Methionine) และ ซีสเทอีน (Cystein) ที่จำกัด แต่เป็นแหล่งของไลซีน (Lysine) และยังเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยเกลือแร่ และวิตามิน โดยเฉพาะแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และโพแทสเซียม สำหรับแคลเซียมเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นในการเจริญเติบโตของกระดูกในร่างกาย ธาตุเหล็กช่วยในการบำรุงโลหิต และฟอสฟอรัสช่วยในการบำรุงประสาทและสมอง ถั่วเหลืองจะมีวิตามินเอ บี1 บี2 และดี

2.3.5 ถั่วลิสง (Peanut)

ถั่วลิสง (Peanut หรือ Groundnut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Arachis hypogaea* จัดเป็นพืชล้มลุกตระกูลถั่ว มีถิ่นกำเนิดในบริเวณเขตร้อนของอเมริกาใต้ ลักษณะเด่นที่แตกต่างจากพืชในตระกูลเดียวกัน คือ ออกดอกเหนือพื้นดิน แต่มีฝักอยู่ใต้ดิน โดยฝักอาจขึ้นเดี่ยวๆ หรือขึ้นเป็นกลุ่มก็ได้ เมื่อฝักแก่จะมีลักษณะแข็ง และเปราะ มองเห็นลายเส้นที่เปลือกฝัก สีของฝักขาวนวล หรือน้ำตาลอ่อน ลักษณะภายในฝักมีเมล็ดภายในเรียงกัน 1 – 4 เมล็ด แต่ละเมล็ดมีเยื่อหุ้ม หรือเปลือกเมล็ดบางๆ (Seed coat หรือ Testa) ซึ่งเยื่อนี้จะมีสีม่วงแดง แดง หรือขาวนวลตามลักษณะพันธุ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2522)

คุณค่าทางโภชนาการ

ถั่วลิสงเป็นแหล่งของสารอาหารประเภทโปรตีนและให้พลังงาน ถั่วลิสงมีโปรตีนประมาณร้อยละ 25 – 30 ไขมันร้อยละ 45 - 50 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20 โปรตีนในถั่วลิสงมีปริมาณเทียบเท่าถั่วชนิดอื่นๆ แม้ว่าจะมีปริมาณต่ำกว่าถั่วเหลือง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำกว่าที่ต้องการ คือ ไลซีน ทริโอนีน และเมธไทโอนิน และเมื่อทำให้สุกจะทำให้ปริมาณต่ำลง ซึ่งการใช้ความร้อนสูงตั้งแต่ 145 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มทำให้คุณค่าทางโภชนาการน้อยลง แต่ไขมันในถั่วลิสงนั้นมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ โอเลอิก และไลโนเลอิกสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีประมาณร้อยละ 80 จึงเหมาะสำหรับใช้บริโภค นอกจากนี้น้ำมันที่ได้จากถั่วลิสง ยังมีอัตราส่วนของกรดไขมันที่อิ่มตัวต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำกว่า น้ำมันพืชชนิดอื่นทำให้เก็บรักษาได้นานกว่า (อารีย์, 2544)

2.4 ธัญพืช (Cereal grain)

ธัญพืช (cereal grain) เป็นเมล็ดจากพืชวงศ์ *Gramineae* และ *Poaceae* เมล็ดธัญพืชเป็นผลจากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่ใช้เป็นอาหารหลักของประชาการส่วนใหญ่ของโลก ซึ่งแต่ละภูมิภาคมีการบริโภคเมล็ดธัญพืชแตกต่างกัน เช่น ในแถบเอเชีย บริโภค ข้าว (rice) เป็นอาหารหลัก ส่วนประชาการในอเมริกา หรือยุโรปบริโภคข้าวสาลี (wheat) เป็นต้น เมล็ดธัญพืชมีเปลือกแข็งต้องผ่านการขัดสีก่อนจึงจะนำมาบริโภค หรือนำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อการแปรรูปอาหาร แป้ง (flour) หรือสตาร์ช (starch) เพื่อนำไปแปรรูปต่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมปัง (bread) พาสต้า (pasta) บะหมี่ (noodle) เป็นต้น และสามารถใช้หมักให้เกิดแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (alcoholic beverage) เช่น ข้าว เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิต สาเก (sake) สาโท อุ เป็นต้น ข้าวบาร์เลย์นำมาเพาะเป็นมอลต์ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเบียร์

2.4.1 ส่วนประกอบสำคัญของเมล็ดธัญพืช

2.4.1.1 เปลือกหุ้มเมล็ด

เมล็ดธัญพืชมีเปลือกหุ้มหลายชั้น ชั้นนอกสุดเป็นชั้นแกลบ (husk หรือ hull) ซึ่งเป็นเซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ซึ่งจะถูกขัดสีออก ถัดมาเป็นชั้นของรำ (bran) ซึ่งเป็นแหล่งที่ดีของเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อย่อยอีก 4 ชั้น ได้แก่ เพอร์ริคาร์บ (pericarp) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอก ถัดไปเป็น เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) ชั้นของ nucellus และ aleuron layer

2.4.1.2 เอนโดสเปิร์ม (endosperm)

คือเนื้อในของเมล็ดธัญพืช เป็นส่วนประกอบหลักที่ใช้รับประทาน มีคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ซึ่งมีสตาร์ช (starch) เป็นองค์ประกอบหลัก อยู่ในรูปของเม็ดสตาร์ช(starch granule) ภายในอัดแน่นด้วยโมเลกุลของอะมิโลส (amylose) และ อะมิโลเพคติน (amylopectin)

2.4.1.3 จมูกข้าว หรือ คัพภะ (germ)

อยู่ภายในเมล็ด เป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับต้นอ่อน (embryo) มีโปรตีน และลิพิด (lipid) วิตามิน (vitamin) และแร่ธาตุ เป็นส่วนประกอบหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ตัวอย่างชนิดของธัญพืช (มาฤดี และคณะ, 2556)

2.4.2.1 ข้าวบาร์เลย์ (Barley)

ข้าวบาร์เลย์ (Barley) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hordeum sp. L.* อยู่ในตระกูล Poaceae มีถิ่นกำเนิดในแถบซีเรียและอิรัก ซึ่งเชื่อว่าเป็นบริเวณที่มีการเพาะปลูกเป็นแห่งแรก ชาวกรีกและโรมันโบราณ นำข้าวบาร์เลย์มาทำขนมปังและเค้กเมื่อ 2,000 ปีมาแล้ว ต่อมาผู้คนหันไปรับประทานข้าวสาลีมากกว่าในปัจจุบัน ข้าวบาร์เลย์ใช้มากในการผลิตมอลท์สำหรับอุตสาหกรรมเบียร์และวิสกี้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ข้าวบาร์เลย์เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ธัญชาติอบกรอบ และขนมอบ

คุณค่าทางโภชนาการ

ข้าวบาร์เลย์ประกอบด้วยวิตามินหลายชนิด ได้แก่ เอ บี1 บี2 บี6 บี12 ซี ดี อี และ เค ซึ่งมีความจำเป็นต่อการทำงานของสมอง ช่วงสร้างเม็ดเลือดแดง ควบคุมความสมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย การย่อยอาหาร การดูดซึมของไขมันและโปรตีน และการสร้างระบบภูมิต้านทานในร่างกายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2.2 ลูกเดือย (Job's tear, Millet)

ลูกเดือย (Job's tear, Millet) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Coix lachryma-jobl Linn* เป็นธัญพืชที่จัดอยู่ในตระกูลเดียวกับข้าว เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และในประเทศไทยถือเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เพาะปลูกมากแถวภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นพืชที่มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีเส้นใยอาหารสูง มีลักษณะของต้นคล้ายต้นข้าวโพด ลักษณะของเม็ดจะเป็นสีขาว ออกกลมๆ รีๆ รสชาติออกมันเล็กน้อย ลูกเดือยมีทั้งที่กินได้และกินไม่ได้ ชนิดที่กินได้นั้นจะมีเปลือกผลอ่อนซึ่งเรียกว่า เดือยกิน ปลูกไว้เพื่อใช้ทำเป็นอาหารและยา

คุณค่าทางโภชนาการ

ลูกเดือย จัดเป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับร่างกาย อย่าง วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินอี ธาตุแคลเซียม ธาตุฟอสฟอรัส โดยเฉพาะวิตามินบี1 ที่มีปริมาณสูงมาก นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนหลายชนิดที่สูงกว่าความต้องตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก อาทิเช่น กรดกลูตามิก ลูซีน อลานีน โปรลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาลีน ฟีนิลอลานีน ไอโซลูซีน อาร์จีนีน เป็นต้น และยังมีกรดไขมันจำเป็นชนิดที่ไม่อิ่มตัว อาทิเช่น กรดลิโนเลอิก กรดโอเลอิค และกรดไขมันชนิดอิ่มตัว อาทิเช่น ปาล์มิติก และสเตียริก

2.4.3 ข้าว (Rice) (กรมการข้าว, 2556)

ข้าว (Rice) ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชียที่นิยมรับประทานข้าวเป็นอาหารประจำวันมากกว่าในภูมิภาคอื่นๆของโลก การผลิต บริโภค และการค้าข้าวส่วนใหญ่จึงกระจุกตัวอยู่ในทวีปเอเชีย แต่ข้าวที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะใช้ในการบริโภคภายในประเทศ ทำให้มีข้าวเพียงร้อยละ 6 เท่านั้นที่เข้าสู่ตลาดการค้าข้าวระหว่างประเทศ โดยประเทศที่มีบทบาทมากที่สุดในการส่งออกข้าว คือประเทศไทย รองลงมาคือ อินเดีย เวียดนาม จีนและพม่า ตามลำดับ โดยไทยส่งออกข้าวปีละประมาณ 7 ล้านตัน เป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 30 ของการส่งออกข้าวทั้งหมดทั่วโลก

2.4.3.1 พันธุ์ข้าว

ข้าวที่นำมาปลูกเป็นอาหารนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ข้าว *Oryza saiva* ปลูกในทวีปเอเชียและ *Oryza glaberrima* ปลูกในทวีปแอฟริกา แต่ข้าวที่ค้าขายกันในตลาดโลกเกือบทั้งหมดเป็นข้าวที่ปลูกจากแถบเอเชีย ซึ่งข้าวชนิดดังกล่าวยังสามารถแบ่งได้ตามแหล่งปลูกอีก คือ

ข้าวอินดิกา (Indica) มีลักษณะเมล็ดยาวรี ต้นสูง เป็นข้าวที่ปลูกในเอเชียเขตมรสุมตั้งแต่ จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินโดนีเซีย อินเดีย และศรีลังกา ข้าวพันธุ์นี้ค้นพบครั้งแรกในอินเดียและต่อมาได้พัฒนาไปปลูกที่ทวีปอเมริกา

ข้าวจาปอนิกา (Japonica) เป็นข้าวที่ปลูกในเขตอบอุ่น เช่น จีน ญี่ปุ่น เกาหลี มีลักษณะเมล็ดป้อมกลมรี ต้นเตี้ย

ข้าวจาวานิกา (Javanica) ปลูกในอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ มีเมล็ดป้อมใหญ่ แต่ไม่ได้รับความนิยมเพราะให้ผลผลิตต่ำ

สำหรับข้าวที่ปลูกในไทยเป็นพันธุ์ข้าวเมล็ดยาว คือ ข้าวอินดิกา แต่ประกอบด้วยหลายพันธุ์ทั้งที่มีการพัฒนาขึ้นใหม่ และข้าวพันธุ์พื้นเมืองซึ่งมีอยู่ประมาณ 3,500 พันธุ์ ซึ่งมีข้าวป่า ข้าวพื้นเมือง และข้าวที่ผสมโดยมนุษย์ขึ้นมาใหม่ แต่ข้าวพันธุ์ที่สร้างชื่อเสียงให้กับไทยมากที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิ (กรมการเจรจาระหว่างประเทศ, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 การแบ่งกลุ่มชนิดข้าวตามปริมาณอะมิโลส

ปริมาณอะมิโลส (Apparent amylose - content) แป้งข้าวจะมีอะมิโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลักและอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง แต่โดยทั่วไปมักนิยมแบ่งประเภทข้าวโดยกล่าวถึง อะมิโลสเป็นหลักสำคัญอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ข้าวที่มีอะมิโลสสูงในระหว่างการหุงต้ม จะสามารถดูดน้ำได้มากกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ ปริมาณอะมิโลสทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลง หรือร่วนมากขึ้น ขึ้นอยู่กับปริมาณอะมิโลสของข้าว ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (0 - 2%) เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุก จะเหนียวมาก ได้แก่ ข้าวเหนียวสันป่าตอง กข6 และ กข10 ส่วนข้าวเจ้าเนื่องจากมีจำนวนหลายพันธุ์ เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกจะแตกต่างกัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ข้าวอะมิโลสต่ำ

เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 10 - 19 เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกจะนุ่มเหนียว ได้แก่ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข15 กข21 ปทุมธานี 1 ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และข้าวสังข์หยดพัทลุง ฯลฯ

2) ข้าวอะมิโลสปานกลาง

เป็นข้าวที่มีอะมิโลสร้อยละ 20 - 25 เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกค่อนข้างนุ่มเหนียวเล็กน้อย ได้แก่ ข้าวพันธุ์ กข7 กข23 สุพรรณบุรี 60 ขาวปากหม้อ ขาวตาแห้ง 17 สุพรรณบุรี 2 เข็มทอง เล็บนกปัตตานี ไข่มดริ้น ดอกพยอม และหอมจันทร์ ฯลฯ

3) ข้าวอะมิโลสสูง

เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสมากกว่าร้อยละ 25 เมื่อหุงต้มลักษณะข้าวสุกจะร่วนค่อนข้างแข็ง ได้แก่ ข้าวพันธุ์ นางพญา 132 กู้เมืองหลวง แก่นจันทร์ กันตัง เฉี้ยงพัทลุง ชัยนาท 1 กข25 กข1 กข13 ลูกแดงปัตตานี ปทุมธานี 60 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 90 เหลืองประทิว 123 และปราจีนบุรี 1 ฯลฯ

ตัวอย่างพันธุ์ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำและปริมาณอะมิโลสสูง

ข้าวหอมมะลิ 105 (Jasmine rice) (กรมการข้าว, 2556)

ข้าวหอมมะลิ 105 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa L.*เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในไทย **ได้รับการ**รับรองพันธุ์จากคณะกรรมการการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับรอง เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502 ความหอมของข้าวหอมมะลิ เกิดจากสารระเหยชื่อ 2-acetyl-1-pyroline ซึ่งมีลักษณะกลิ่นหอมคล้ายใบเตยมีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 12 - 17 จัดเป็นข้าวนาปี ปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในพื้นที่นาน้ำฝนที่มีระดับน้ำไม่เกิน 80 เซนติเมตร แต่คุณภาพข้าวสุกจะนุ่มและมีกลิ่นหอมมากที่สุด เมื่อปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นข้าวจ้าวชนิด ไวต่อช่วงแสง ต้นสูงเฉลี่ย 140 เซนติเมตร กอตั้ง ต้นข้าวอ่อนล้มง่าย รวงข้าวค่อนข้างยาวแน่น คอรวงยาว ระแง้ถี่ ก้านรวงอ่อน เป็นข้าวเจ้าที่มีคุณภาพเมล็ดดีมาก เมล็ดข้าวสารใส แข็งแรง ทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและดินเค็ม มีความทนแล้ง ได้ดีพอสมควร ผลผลิตประมาณ 363 กิโลกรัมต่อไร่ ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกเฉลี่ย กว้าง 2.1 มิลลิเมตร ยาว 7.5 มิลลิเมตร หนา 2.8 มิลลิเมตร มีปริมาณอะมิโลสอยู่ที่ร้อยละ 10-19 คุณภาพของข้าวเมื่อหุงสุกจะมีลักษณะเหนียว และนุ่ม

ข้าวสุพรรณบุรี (Suphanburi rice) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551)

ข้าวสุพรรณบุรี มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. var.*indica* cv. Suphanburi ได้จากการผสม 3 ทาง คือระหว่างพันธุ์เหลืองทองนาปรังและ C4-63 กับ พันธุ์IRภค ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ในฤดูนาปี พ.ศ.2523 และนาปรัง พ.ศ.2524 ปลูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPRLR81074-61-1-1 และคณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530 ข้าวสุพรรณบุรีเป็นข้าวจ้าวนาสวน สูงประมาณ 133 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120-122 วัน ทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้ม ใบสีเขียวเข้ม มีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาว รวงค่อนข้างแน่น เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง 2.2 มิลลิเมตร ยาว 7.3 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร มีปริมาณอะมิโลสสูงร้อยละ 20 - 25 คุณภาพของข้าวเมื่อหุงสุกจะร่วนและแข็ง

2.5 อาหารกระป๋อง

การผลิตอาหารกระป๋อง เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบสเตอริไลเซชั่น (sterilization) ค้นพบโดย นิโคลัส แอพเพิร์ต (Nicholus Appert) ชาวฝรั่งเศส ในปี พ.ศ. 2338 โดยบรรจุอาหารในขวดแก้วปากกว้าง ปิดฝาด้วยจุกไม้ก๊อก แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด และทำให้เย็นสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ยาวนาน ต่อมาปี พ.ศ. 2353 ปีเตอร์ ดูแรนด์ (Perter Durand) ชาวอังกฤษ เริ่มใช้กระป๋องเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉาบดีบุกขึ้นเป็นครั้งแรก จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้กระป๋องโลหะแทนขวดแก้วจนเป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2539)

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารกระป๋องเป็นการผลิตอาหารบรรจุในภาชนะปิดผนึกอากาศซึมผ่านเข้าออกไม่ได้ ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนก่อน หรือหลังการบรรจุและปิดผนึกในช่วงระยะเวลาหนึ่งที่อุณหภูมิเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นต้นเหตุให้อาหารเสื่อมคุณภาพ เน่าเสีย และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เป็นการถนอมอาหารที่บรรจุภายในไม่ให้เน่าเสียหรือเปลี่ยนแปลงในสภาวะการเก็บรักษาปกติได้เป็นระยะเวลานาน (วิวัธน์, 2535)

2.5.1 ความเป็นกรดด่างของอาหาร

ในทางวิทยาศาสตร์การอาหารวิธีการถนอมรักษาอาหารไว้ในภาชนะบรรจุปิดสนิทขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรดด่างของอาหาร ซึ่งสามารถแบ่งอาหารตามลักษณะค่าความเป็นกรดด่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.5.1.1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid foods)

หมายถึง อาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 4.5 ขึ้นไปและจะมีค่า water activity มากกว่า 0.85 ยกเว้นในผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศและเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์บางชนิด (Kautter และคณะ, 1992)

2.5.1.2 อาหารที่มีความเป็นกรด (acid foods)

หมายถึง อาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.5 หรือน้อยกว่าซึ่งส่วนใหญ่จะได้แก่อาหารหมักดอง ผลไม้และน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ การให้ความร้อนที่อุณหภูมิร่วมกับเวลาแตกต่างกันนั้น ขึ้นกับความเป็น กรดด่างของอาหารเนื่องจากแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ไม่สามารถเจริญได้ที่ความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 3.7 การให้ความร้อนแก่อาหารที่เป็นกรดสูงจึงเป็นเพียงทำลายจุลินทรีย์ที่เจริญได้ และก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ยีสต์และรา ส่วนอาหารที่มีความเป็นกรดด่างประมาณ 4.5 จำเป็นต้องพิจารณาถึงปริมาณความร้อนที่สามารถทำลายแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ และก่อให้เกิดอันตรายเมื่อบริโภค (Sikorski, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 วัสดุที่ใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร

2.5.2.1 กระป๋องเคลือบดีบุก (plain can)

ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก เหมาะสำหรับบรรจุผักและผลไม้ที่มีสีอ่อน มีความเป็นกรดต่ำ (pH สูงกว่า 4.5) มีโปรตีนต่ำ เช่น ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ แห้ว สับปะรด ถ้าบรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุก จะมีรสชาติดีกว่าบรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์เพราะกรดในผลไม้ เมื่อทำปฏิกิริยากับดีบุก จะทำอาหารมีกลิ่นรสเฉพาะ

2.5.2.2 กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ (lacqured can)

ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกหรือแผ่นเหล็กเคลือบโครเมียม หรืออลูมิเนียม แล้วเคลือบแลคเกอร์ที่ผิวอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้คุณภาพอาหารเสียไป เหมาะสำหรับบรรจุอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ปลาที่มีสารประกอบกำมะถันสูง อาหารที่มีกรดค่อนข้างสูง รวมทั้งอาหารที่มีการเติมสารฟอกสีพวกเมตาไบซัลไฟต์ เมื่อกำมะถันทำปฏิกิริยากับดีบุกที่เคลือบกระป๋อง จะทำให้เกิดรอยดำ ถึงแม้ว่าจะไม่เป็นอันตราย แต่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงควรใช้กระป๋องเคลือบแลคเกอร์

2.5.2.3 กระป๋องอลูมิเนียม (aluminium can)

มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด มีน้ำหนักเบาใช้บรรจุอาหารจำพวกปลากระป๋อง นมผง เป็นต้น

2.5.3 สารเคลือบกระป๋อง (สมใจ, 2539)

สารเคลือบที่นิยมใช้เคลือบภายในและภายนอกกระป๋อง คือ แลคเกอร์ (Lacquer or enamel) แลคเกอร์หรือ เรซิ่ง (Resin) ที่ละลายในสารละลาย และเมื่อเคลือบผิวแผ่นเหล็กแล้วจะแห้งโดยการระเหยของตัวทำละลาย แลคเกอร์ทำหน้าที่เคลือบผิวโลหะเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างโลหะกับกระป๋องที่อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนของกระป๋อง ในกรณีที่อาหารนั้นมีกำมะถันประกอบอยู่ แลคเกอร์จะทำหน้าที่ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบของกำมะถันกับเหล็ก หรือดีบุก ที่จะทำให้เกิดรอยด่างดำ (Sulphur staining) ในกระป๋อง แลคเกอร์ที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมอาหารโดยทั่วไปมี 8 ชนิด คือ

2.5.3.1 Oleoresinous

เป็นแลคเกอร์ที่ใช้เคลือบกระป๋องบรรจุอาหาร โดยทั่วไปใช้เป็นแลคเกอร์เคลือบขั้นแรกหรือรองพื้น ก่อนที่จะมีการเคลือบด้วยแลคเกอร์ชนิดที่สองต่อไป แลคเกอร์ชนิดนี้สามารถใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบกระป๋องได้ทุกชนิด ยกเว้นกระป๋องแบบ Drawn และ Redrawn เหมาะสำหรับที่ใช้บรรจุเบียร์ เครื่องดื่ม และน้ำผลไม้

2.5.3.2 Phenolic resin

แลคเกอร์ชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้เคลือบภายในกระป๋องที่เคลือบด้วยแลคเกอร์ชนิดนี้แล้ว ทนการกัดกร่อนได้ดีมาก ใช้ได้ดีกับอาหารที่มีส่วนผสมประกอบของกำมะถันสูง นิยมใช้กับกระป๋องชนิด 3 ชิ้น เหมาะสำหรับบรรจุอาหารประเภท เนื้อ ปลา ซุปต่างๆ และผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง

2.5.3.3 Epoxy-phenolic

เป็นแลคเกอร์ที่ใช้กับกระป๋องบรรจุอาหารทั่วไป แลคเกอร์ชนิดนี้สามารถผสมกับสารเจือปนอื่นเพื่อเพิ่มคุณสมบัติตามต้องการดังนี้

- ผสมกับสี ซึ่งจะให้ความเข้มข้นของสีแตกต่างกันตามปริมาณสีที่ใส่ลงไปเหมาะกับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่นซุปมะเขือเทศ เป็นต้น

- ผสมกับอลูมิเนียมปริมาณ 50% สำหรับบรรจุอาหารประเภทที่มีซัลเฟอร์สูงหรืออาหารทะเล เช่น เนื้อ ปลา เป็นต้น

- ผสมกับสังกะสีออกไซด์ เหมาะสำหรับบรรจุอาหารเหลว เช่น ซุปและผัก Epoxy-phenolic สามารถเคลือบได้ทั้งภายในและภายนอกกระป๋องที่ผลิตจาก ETP และ เคลือบบนตัวกระป๋องและฝากระป๋อง ชนิด Drawn can และ DRD can

2.5.3.4 Epoxy-amino lacquer

เป็นแลคเกอร์ใสที่มีความทนทานต่อสภาวะการเชื้อด้วยความร้อนสูง และสารเคมีได้ดี ส่วนใหญ่จะใช้เป็นแลคเกอร์ภายนอก แม้เคลือบเพียงชั้นเดียวก็สามารถป้องกันการผุกร่อนภายนอกกระป๋องได้ดี เหมาะสำหรับใช้ภายนอกกระป๋องกับกระป๋อง 3 ชิ้น และฝาของกระป๋องชนิด Dawn can และ DRD can

2.5.3.5 Vinyl resin

มีคุณสมบัติติดแน่นบนผิววัสดุโดยเฉพาะบนผิวอลูมิเนียม และยืดหยุ่นดีปราศจากกลิ่นและรสชาติ แต่อาจจะไหม้ได้ที่อุณหภูมิสูงๆ และเมื่อแห้งแล้วสามารถละลายได้อีกด้วยตัวทำละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารเคลือบฝาจุกและฝาเกลียวอลูมิเนียมที่เป็น Deep drawn ใช้เคลือบภายในและภายนอกกระป๋องบรรจุอาหารแห้ง เป็น lining สำหรับเบียร์ ไวน์ และเครื่องดื่มบางชนิด ใช้มากในการเคลือบภายในชั้นที่สองของกระป๋องเบียร์ และกระป๋องเครื่องดื่มชนิด 3 ชิ้น

2.5.3.6 Organosol

ใช้เคลือบผิววัสดุเพียงชั้นเดียวก็มีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมีได้ดี ไม่มีกลิ่นและรส มีความมันเงาน้อย โดยเฉพาะเมื่อใช้กับ ETP การใช้งานจะใช้กับกระป๋องบรรจุอาหาร ฝาจุก ฝาเกลียว lining ในกระป๋องเบียร์ใช้กับวัสดุ ETP TFS และอลูมิเนียม ในการทำกระป๋องชนิด Dawn can และ DRD โดยใช้กับกระป๋อง 3 ชิ้น และฝากระป๋อง นอกจากนี้ Organosol ยังใช้เป็นแลคเกอร์สำหรับตะเข็บกระป๋อง เป็น internal side stripe ใช้กันมากในกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มด้วยการเคลือบเพียงปริมาณน้อยก็เพียงพอที่จะใช้งานได้ สามารถทนความร้อนได้สูง เคลือบได้ทั้งสีใส หรือผสมผงอลูมิเนียมสีเงิน เหมาะกับอาหารประเภทเนื้อ น้ำผลไม้ น้ำมะเขือเทศ เป็นต้น

2.5.3.7 Acrylic

เป็น resin สีใสชนิดไม่คืนรูป ทนความร้อนได้ดีเป็นพิเศษ ดั้งนั้นจึงมีความทนทานต่อขบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูง โดยทั่วไปจะใช้ในการเคลือบภายนอก ใช้มากกับกระป๋องเบียร์ และเครื่องดื่มชนิดกระป๋อง 2 ชั้น

2.5.3.8 Polyether phenolic resin

เป็น resin ชนิดล่าสุดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เมื่อเคลือบแล้วจะมีสีขาวขุ่นใช้ได้ดีกับทั้งกระป๋องบรรจุอาหารที่มีความเป็นกรดสูงและอาหารที่มีองค์ประกอบของกำมะถันสูง

2.5.4 กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง

กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง ประกอบด้วยการขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการบรรจุ การไล่อากาศออกจากภาชนะบรรจุ การปิดผนึก การฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อ และการทำให้เย็น

2.5.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ (กิตติพงษ์, ม.ป.ป.)

1.) การแช่ (soaking)

เป็นวิธีการทำความสะอาดที่ง่ายที่สุด โดยทั่วไปมักใช้วิธีนี้กับการทำความสะอาดพืชหัว ผัก พืชตระกูลถั่วและธัญพืช ทำให้สิ่งเจือปนที่เกาะอยู่ที่ผิวอ่อนตัวและหลุดออก โดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปแช่ในถัง หรืออ่างผสมก้นลึก และการแช่ยังช่วยให้วัตถุดิบที่มีความแห้ง เช่น เมล็ดถั่ว เห็ดหอม ฯลฯ ทำให้วัตถุดิบมีการดูดซึมน้ำเข้า ให้กลับสู่ลักษณะคงเดิม

2.) การต้ม (boiling)

เป็นการทำอาหารให้สุกโดยใช้น้ำหรือของเหลวปริมาณมาก ซึ่งเป็นตัวกลางนำความร้อน โดยใส่วัตถุดิบที่ต้องการจะทำให้สุกลงในของเหลวนั้นๆ ซึ่งของเหลวนั้นเดือดแล้วลดความร้อนลงให้เดือดเบา หรืออาจจะใส่วัตถุดิบลงในของเหลวที่อุณหภูมิห้องและให้เดือดไปพร้อมกัน แล้วจึงลดความร้อนลง ให้เดือดเบาๆเหมือนการตุ๋น (พงษ์ศักดิ์, 2546)

3.) การลวก (blanching)

เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับผักและผลไม้ และการลวกไม่จัดเป็นกระบวนการแปรรูปที่สมบูรณ์ในตัวเอง แต่เป็นกระบวนการตั้งต้นสำหรับการแปรรูปอาหาร การลวกทำให้วัตถุสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งต้องการให้สุก หมดกลิ่นไม่พึงประสงค์ หรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ โดยต้มน้ำให้เดือด แล้วนำวัตถุดิบลงในน้ำเดือด เมื่อผิวนอกเริ่มเปลี่ยนสีหรือได้ความสุกที่ต้องการ ก่อนนำไปแปรรูปในขั้นต่อไป (วิไล, 2543)

4.) การกรองหรือการสะเด็ดน้ำ (filtration)

การแยกของเหลวหรือที่เป็นผงละเอียดให้แบ่งออกจากส่วนที่เป็นของแข็ง โดยเทผ่านตัวกลางที่มีช่องพรุน ลงบนผ้าขาวบางหรือกระชอนให้ส่วนที่เป็นของเหลวหรือผงละเอียดผ่านไป แต่เหลือส่วนที่แข็งอยู่

5.) การคลุกหรือการผสม (mixing)

การทำให้วัตถุหลายสิ่งตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป หลายรสชาติ ผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันหรือกระจายส่วนผสมหนึ่งให้ผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ โดยใช้มือ ช้อนหรืออุปกรณ์ ผสมให้วัตถุนั้นผสมจนได้รสชาติเสมอกัน (อบเชย และขนิษฐา, 2554)

2.5.4.2 การบรรจุกระป๋อง

เป็นขั้นตอนที่นำวัตถุดิบบรรจุใส่กระป๋อง โดยต้องคำนึงถึงน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ต่อจากนั้นจึงเติมส่วนผสมอื่นลงไปในกระป๋องจนได้น้ำหนักที่ต้องการ

2.5.4.3 การไล่อากาศออกจากภาชนะบรรจุ

อาหารที่บรรจุกระป๋องก่อนการปิดผนึกต้องงผ่านการไล่อากาศเพื่อลดปริมาณออกซิเจนในอาหารและภาชนะบรรจุที่อยู่ในส่วน headspace (ช่องว่างระหว่างฝากระป๋องกับอาหาร) ถ้าปริมาณอากาศที่อยู่ใน headspace มีมากเกินไป อาจทำให้กระป๋องบวม เนื่องจากอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวในระหว่างการฆ่าเชื้อ เนื่องจากอากาศตรง headspace และอาหารเกิดการขยายตัวพร้อมๆ กัน ถ้าฝากระป๋องไม่สามารถทนแรงดันที่เกิดขึ้นได้ก็จะทำให้บวม หรือ ระเบิดได้ในขณะฆ่าเชื้อ นอกจากนั้นเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอาหาร เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างออกซิเจนที่เหลืออยู่ภายในกระป๋องกับไขมันที่อยู่ภายในอาหาร ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ (Aurand และ Woods, 1973) ซึ่งการไล่อากาศออกจากผลิตภัณฑ์สามารถทำได้หลายวิธีเช่น บรรจุอาหารในขณะที่อาหารร้อนจัด วิธีดูดอากาศออกจากอาหารด้วยปั๊มดูดอากาศ หรือวิธีนึ่งอาหารที่บรรจุในกระป๋องแล้วเพื่อใช้ไอน้ำไล่อากาศภายในภาชนะบรรจุออกไปด้วยวิธีไล่อากาศด้วยไอน้ำ (Fellows, 2000)

2.5.4.4 การปิดผนึก

อาหารกระป๋องที่ผ่านการไล่อากาศออก จะต้องผ่านเข้าเครื่องปิดกระป๋องทันที การปิดผนึกกระป๋องนั้นสามารถใช้เครื่องกึ่งอัตโนมัติหรืออัตโนมัติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำลังผลิตหรือขนาดของโรงงานเป็นสำคัญ(ประภาศรี, 2547)

2.5.4.5 การฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อ

อาหารกระป๋องที่ปิดผนึกแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องรีทอร์ด เพื่อฆ่าเชื้อทั้งหมดที่ปนเปื้อนหรืออาจเหลือรอดมาจากขั้นตอนต่างๆ การให้ความร้อนแก่อาหารกระป๋องจำเป็นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อและเวลาที่ความร้อนแทรกซึมเข้าไปถึงจุด Cold point ของผลิตภัณฑ์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและสามารถทำลายเชื้อและสปอร์ของ *Clostridium botulinum* จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ซึ่งทนความร้อน รวมถึงจุลินทรีย์ซึ่งก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (USFDA, 1997)

2.5.4.6 การทำให้เย็น

อาหารกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จะต้องผ่านการทำให้เย็นถึงแม้การทำให้เย็นจะเกิดขึ้นตั้งแต่หลังการฆ่าเชื้อในขณะที่อยู่ในเครื่องฆ่าเชื้อ หลังจากอาหารกระป๋องนั้นออกจากเครื่องจะนำไปไว้ในบริเวณที่ใช้สำหรับให้กระป๋องเย็น โดยสถานที่นั้นเป็นสถานที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ค่อนข้างโปร่ง การทำให้เย็นในบริเวณนี้มักอาศัยพัดลมช่วย

2.5.5 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารด้วยความร้อน (ประมวล, ม.ป.ป.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาเวลาของกระบวนการฆ่าเชื้อในอาหารด้วยความร้อน มีสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร 3 ค่า ได้แก่ ค่า D ค่า Z และค่า F สัญลักษณ์เหล่านี้บอกให้ทราบถึงความต้านทานความร้อนของแบคทีเรียและบ่งชี้ว่าการให้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อนั้นๆ มีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์มากน้อยเพียงใด (อรวินท์ และคณะ, 2555)

2.5.5.1 ค่า D (decimal reduction time หรือ death rate constant)

หมายถึง เวลา (นาที) ที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ไปร้อยละ 90 ของปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิม ณ อุณหภูมิหนึ่ง ข้อมูลที่ได้นำมาสร้างกราฟความอยู่รอด (survivor cure) บนกระดาษเซมิล็อกโดยพลอทระหว่าง log10 ของจำนวนเชื้อที่อยู่รอด (survivor) บนแกนล็อก (แกน Y)และเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิหนึ่งๆ บนแกนธรรมดา (แกน X) กราฟที่ได้จะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง จุลินทรีย์ที่มีค่า D สูงจะทนทานต่อความร้อนสูงกว่าจุลินทรีย์ที่มีค่า D ต่ำ ซึ่งค่า D หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$D = \frac{t}{\log(N_o - N_t)}$$

เมื่อ t = เวลา (นาที)

N_0 = ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น

N_t = ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป t นาที

Pflug (1981) ได้กำหนดค่าความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ กับค่าD ดังนี้

จุลินทรีย์ทนทานต่อความร้อนสูงมาก (extremely high heat resistance) เช่น *B.stearothermophilus* ค่า D250 > 1.0

จุลินทรีย์ทนทานต่อความร้อนสูง (high heat resistance) เช่น *C. botulinum* ค่า D250 > 0.1

จุลินทรีย์ที่ทนทานต่อความร้อน (heat resistance) เช่น *B. coagulans* ค่า D250 > 0.01

จุลินทรีย์ที่ไม่ทนทานต่อความร้อน (not heat resistance) ค่า D250 $\leq$ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.2 ค่า Z (Z value)

หมายถึง จำนวนองศาเซลเซียส (oซ) หรือองศาฟาเรนไฮท์ (oฟ) ที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนไป 1 วงจรล็อก หรือ 10 เท่า ค่า Z ได้จากการสร้างกราฟเวลาที่ทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน โดยพลอทระหว่างค่า D ของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง (บนแกนล็อก) กับอุณหภูมิต่างๆ ที่ใช้ฆ่าเชื้อ(บนแกนธรรมดา) จะได้กราฟเป็นเส้นตรงเรียกว่า thermal death time curve (TDT)

2.5.5.3 ค่า F (sterilizing value)

หมายถึง ระยะเวลาเป็นนาทีที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนในอาหารภายใต้สภาวะที่กำหนด การใช้ค่า F จำเป็นต้องระบุอุณหภูมิ (process temperature) ที่ใช้และค่า Z ของจุลินทรีย์ที่เป็นเป้าหมาย โดยปกติจะใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น F_0 อุณหภูมิที่ใช้อ้างอิงมาตรฐาน คือ 250 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ 121.1 องศาเซลเซียส ค่า Z มีค่าเท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ 10 องศาเซลเซียส ซึ่ง F_0 มีค่าเท่ากับ 2.52 นาที คือ เวลาที่ต้องการลดสปอร์ *C. botulinum* จาก 10^{12} ให้เหลือ 10^0 หรือเรียกว่า 12D คอนเสพท์ (concept) ค่า F มักเรียกว่า process lethality เมื่อต้องการเปรียบเทียบกระบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน

$$\text{Lethal Rate} = 10^{(CT-250)/Z}$$

เมื่อ CT = อุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดในภาชนะบรรจุ

การคำนวณค่า F_0 ต้องใช้ข้อมูลของอุณหภูมิและเวลาที่ได้จากการถ่ายเทความร้อนที่จุดร้อนช้าที่สุด

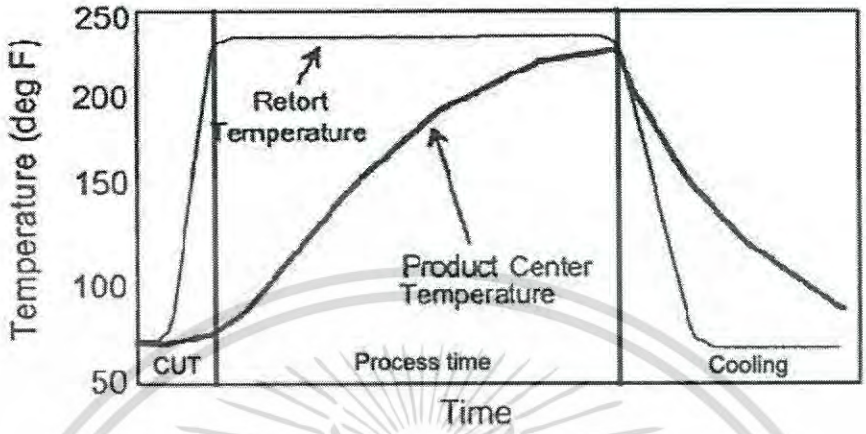
2.5.5.4 ขั้นตอนการดำเนินการให้ความร้อนในเครื่องหม้อนึ่งความดันน้ำ

1.) การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิขณะฆ่าเชื้อ โดยนำชิ้นอาหารมาเสียบกับเทอร์โมคับเบิล ที่มีสายต่อเข้ากับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัดอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุให้ตรงกับจุดร้อนช้าที่สุด ถ้าในภาชนะบรรจุที่เป็นกระป๋องที่วางในแนวนอน จุดร้อนช้าที่สุดเป็นบริเวณกึ่งกลางของกระป๋อง

2.) การเปลี่ยนแปลงขณะฆ่าเชื้อ ในสภาวะการฆ่าเชื้อในเครื่องฆ่าเชื้อประกอบไปด้วย ช่วงของการเพิ่มอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อ (come up time, CUT) ช่วงการให้ความร้อน (process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

time) และช่วงของการทำให้อาหารเย็น (cooling) ซึ่งผลของการติดตามอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ

ที่มา: Larousse และ Brown (1997)

3.) ช่วงเวลาจากเริ่มให้ความร้อนแก่น้ำร้อนจนถึงเวลาที่อุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อสูงถึงอุณหภูมิที่กำหนดเรียกว่า come up time การควบคุมแรงดัน เพื่อไม่ให้น้ำร้อนเปลี่ยนแปลงไปเป็นไอน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการควบคุมการทำงานในหม้อฆ่าเชื้อชนิด hot water spray ความดันที่ใช้ควบคุมแรงดัน จะมาจากแรงดันลมจากภายนอก

4.) ช่วงการให้ความร้อน เป็นช่วงของการควบคุมอุณหภูมิ และเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด โดยการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว (M.I.G. thermometer) ตลอดการฆ่าเชื้อ เวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมได้จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (heat penetration test) และการคำนวณ

5.) การทำให้อาหารเย็น หลังจากปิดน้ำร้อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อ ควรถูกทำให้เย็นลงทันที เพื่อให้เกิด microbial shock ทำให้สปอร์ของจุลินทรีย์เสื่อมความสามารถในการเจริญ และรักษาคุณภาพของอาหารไม่ให้อาหารสุกเกินไประหว่างนี้ความดันในกระป๋องอาหารจะสูงกว่าภายนอก จึงยังต้องใช้แรงดันลมจากภายนอกเพื่อควบคุมไม่ให้กระป๋องเสียรูปและอาจเกิดรอยรั่วบริเวณตะเข็บของกระป๋องแตกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วุฒิชัย (2539) ทำการศึกษากระบวนการแปรรูปข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง โดยทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ข้าว 3 สายพันธุ์ที่มีปริมาณอะมิโลสต่างกัน คือข้าวหอมมะลิ 105 อะมิโลสร้อยละ 17.16 ข้าวรวงแก้ว อะมิโลสร้อยละ 22.92 และข้าวปิ่นแก้ว อะมิโลสร้อยละ 30.06 และทำการศึกษาค่า F_0 3 ระดับ คือ 1 3 และ5 นาที โดยกำหนดอุณหภูมิในหม้อนึ่งความดันน้ำไว้ที่ 115 องศาเซลเซียส จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale พบว่า ข้าวบรรจุกระป๋องที่ทำจากข้าวหอมมะลิมีการให้คะแนนความชอบด้านการเกาะติดกันของเมล็ดข้าว ความนุ่ม กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมากกว่าข้าวทั้ง 2 ชนิด คือ ข้าวรวงแก้ว และข้าวปิ่นแก้ว และพบว่าการเพิ่มค่า F_0 จาก 1 เป็น 3 นาที ทำให้คะแนนความชอบดานลักษณะปรากฏ และกลิ่นเพิ่มขึ้น แต่การใช้ค่า F_0 เท่ากับ 5 นาที มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นลดลง

ทศรฐ (2543) ศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูป และการเปลี่ยนแปลงของข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยนำข้าวเหนียวมาต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ก่อนบรรจุกำหนดเวลา 4, 6 และ 8 นาที และเวลาการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ (F_0) 3, 5 และ 7 นาที พบว่า ข้าวที่ต้มเป็นเวลา 4 นาที มีความเหมาะสมที่สุด จากนั้นนำข้าวบรรจุกระป๋องขนาด 307 × 113 ฆ่าเชื้อในรีทอร์ตที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ระดับความร้อนในการฆ่าเชื้อ (F_0) เท่ากับ 3 และทำการวิเคราะห์ผลทางด้านจุลินทรีย์ ในระหว่างอายุการเก็บรักษา 6 เดือน ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญคือ *Clostridium botulinum, Bacillus cereus* และ *Bacillus stearothermophillus*

บุปผา (2547) ได้ศึกษากระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตข้าวนึ่งบรรจุกระป๋อง โดยใช้ข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผ่านการแช่น้ำ 60 นาที ลงบรรจุในกระป๋องขนาด 307 × 113 น้ำหนัก 140 กรัม ต่อกระป๋อง นำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อในรีทอร์ตที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 20 25 และ 35 นาที และนำข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105 มาทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพในการหุงต้ม พบว่า เมล็ดข้าวมีการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 2.18 เท่า ปริมาตรการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.35±0.21 ของปริมาณข้าวสารและมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ร้อยละ 12.47 และนำข้าวนึ่งบรรจุกระป๋องมาวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะ 6 เดือน พบว่า ไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *Bacillus sp.* และ *Clostridium sp.* และใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผู้บริโภคได้มีการให้คะแนนยอมรับมากที่สุดคือระยะเวลาฆ่าเชื้อที่ 25 นาที

สิริกาญจน์ และคณะ (2551) ศึกษาเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก 6 ชนิด ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) กข 15 (RD 15) ปทุมธานี 1 (PTT 1) ชัยนาท 1 (CNT 1) สุพรรณบุรี 1(SPB 1) และพิษณุโลก 2 (PNL 2) วัดด้วยเครื่องมือโดยใช้วิธีวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัส (TPA) 5 คุณลักษณะ คือ ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าแรงยึดเกาะกัน (Adhesive) ค่าแรงยึดเกาะกัน (Cohesiveness) ค่าแรงในการเคี้ยว (Chewiness) ค่าการคืนตัว (Springiness) พบว่า ตัวอย่างข้าวทั้ง 6 ชนิด มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน และจากการประเมินลักษณะด้านเนื้อสัมผัสต่างๆ ของข้าวด้วยวิธี PCA ร่วมกับการจำแนกกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เทคนิค Cluster analysis สามารถแบ่งข้าวออกได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ KDML 105 PTT 1 และ RD 15 เป็นข้าวที่นุ่ม เหนียว กลุ่มที่ 2 คือ CNT 1 และSPB 1 เป็นข้าวที่ต้องใช้แรงในการเคี้ยว สำหรับกลุ่มที่ 3 คือ PNL 2 เป็นข้าวที่ต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด

Yadav และคณะ (2007) ศึกษาคุณสมบัติด้านการหุงต้มของข้าวอินเดีย 6 สายพันธุ์ คือ Jaya (อะมิโลสร้อยละ 2.25) HKR-120 (อะมิโลสร้อยละ 4.32) P-33 (อะ มิโลสร้อยละ 5.97) Sharbati (อะมิโลสร้อยละ 7.10) Bas-370 (อะมิโลสร้อยละ 20.58) และHBC-19 (อะมิโลสร้อยละ 22.21) พบว่า ข้าวสายพันธุ์ที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เมื่อทำการหุงต้มจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำ และปริมาตรการขยายตัวมากกว่าข้าวสายพันธุ์ที่มีปริมาณะมิโลสต่ำ เพราะผลจากความร้อนทำให้ผิวนอกของเมล็ดข้าวแตก ส่งผลให้โมเลกุลของน้ำแทรกตัวเข้าไป ทำให้เม็ดแป้งดิบที่เรียงตัวกันอย่างหนาแน่นคลายตัวทำให้เกิดการดูดซึมน้ำและขยายตัวขึ้น แต่ในขณะเดียวกันข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูงกว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เพราะผลจากการหุงต้มทำให้อะมิโลสจะแตกออกมาจากเม็ดแป้งทำให้น้ำที่หุงต้มมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้สูง

Nagarathnamma และ Siddappa (1965) ศึกษาข้าว 4 สายพันธุ์ คือ Bagara Sanna, Busmathi, Firiga Sanna and Paachodi นำมาผลิตเป็นข้าวกระป๋อง โดยการทำให้เมล็ดข้าวสุกบางส่วน (partial precooking) และทำการรินน้ำออก (draining) เพื่อให้ได้ความชื้นประมาณร้อยละ 56 โดยเปรียบเทียบกับวิธีการเติมน้ำร้อนลงในกระป๋อง โดยใช้อัตราเมล็ดข้าวสารต่อน้ำ คือ 2:1 พบว่าวิธีการทำให้เมล็ดข้าวสุกบางส่วน ส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวภายในกระป๋อง มีความสุกสม่ำเสมอและเป็นเนื้อเดียวกันของเมล็ดข้าว

Narkrugsa และ Saelew (2009) ศึกษาผลิตภัณฑ์ข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากข้าว 3 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ อะมิโลสร้อยละ 15.55 ขาวตาแห้ง อะมิโลสร้อยละ 33.52 และโคชิฮิคาริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะมิโลสร้อยละ15.55 ผ่านกระบวนการสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส ที่ F_0 เท่ากับ 1 และ 5 นาที แล้ววัดความแข็งของเมล็ดข้าวในกระป๋องด้วยวิธี Modified Single Kermel พบว่าเมล็ดข้าวมีค่าความแข็งมากขึ้น เมื่อระยะในการเก็บรักษานานขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋องที่ผลิตจากข้าวขาวตาแห้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะเกิดการรีโทรกราเดชั่นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากข้าวขาวดอกมะลิและโคชิฮิคาริที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ

Syamsir และคณะ (2009) ได้ศึกษาผลของปริมาณอะมิโลสของข้าว 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Cisadane มีอะมิโลสร้อยละ 19.50 IR64 มีอะมิโลสร้อยละ 23.88 และ IR42 มีอะมิโลสร้อยละ 28.24 และระดับการฆ่าเชื้อ (F_0) ที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮต์ 2 ระดับ ได้แก่ 15 และ 20 นาที ต่อค่าเนื้อสัมผัสของข้าวปรุงรสบรรจุกระป๋อง พบว่า ข้าวพันธุ์ Cisadane ซึ่งมีปริมาณอะมิโลสสูงทำให้ได้ค่าเนื้อสัมผัสของข้าวมีความแข็ง ความเหนียวยึดติด และความยืดหยุ่นสูงกว่า แต่มีค่าการยึดติดต่ำกว่าข้าวสายพันธุ์ IR64 และIR42 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1	ข้าวหอมมะลิ 105	บริษัทเนเจอร์ฟูด จำกัด
3.1.2	ข้าวสุพรรณบุรี	ห้างหุ้นส่วนจำกัดสุวรรณกิจ
3.1.3	ถั่วแดง	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.4	ถั่วดำ	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.5	ถั่วเหลือง	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.6	ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.7	ถั่วลิสง	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.8	ลูกเดือย	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.9	ข้าวบาร์เลย์	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.10	ซอสหอยนางรมเห็ดหอม	ตรา เด็กสมบูรณ์ บริษัท หยั่น หว่อ หยุ่น คอร์ปอเรชั่น จำกัด
3.1.11	ซีอิ๊วขาวเห็ดหอม	ตรา เด็กสมบูรณ์ บริษัท หยั่น หว่อ หยุ่น คอร์ปอเรชั่น จำกัด
3.1.12	ผงปรุงรสผัก	ตรา ฟ้าไทย บริษัท เอฟ-พลัส จำกัด
3.1.13	น้ำมันรำข้าว โอรีซานอล 4000 PPM	ตรา คิง บริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด
3.1.14	พริกไทยขาวป่น	ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด
3.1.15	น้ำตาลทราย	ตรา มิตรผล บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด
3.1.16	เกลือ	ตรา ปรุงทิพย์ บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธ์ จำกัด
3.1.17	กระเทียมจีน	บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด(มหาชน)
3.1.18	แครอทแช่แข็ง	บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด(มหาชน)
3.1.19	ถั่วลันเตาแช่แข็ง	บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด(มหาชน)
3.1.20	ไข่ไก่	บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด(มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

3.2.1.1 กระป๋องเคลือบ Aluminized organosol ชนิดกระป๋อง 3 ชิ้น ขนาดบรรจุ 307 × 113 (8.7×4.3 cm) ขนาดบรรจุ 6 ¾ ออนซ์ (191 กรัม) บริษัท โลหะกิจรุ่งเจริญทรัพย์ จำกัด

3.2.1.2 รางไล่อากาศ (Exhauster)

3.2.1.3 เครื่องปิดผนึกฝากระป๋อง (Seamer)

3.2.1.4 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันพ่นน้ำ (Waterspray overpressure retort)

3.2.1.5 เตาแก๊ส

3.2.1.6 อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น กระทะ อ่างผสม ทัพพี มีด เขียง หม้อ กระชอน เป็นต้น

3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.2.2.1 Hot air oven (Memmert รุ่น FED 53, USA)

3.2.2.2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (รุ่น BD-400 บริษัท Scientific Promotion Co., Ltd)

3.2.2.3 Aluminium can

3.2.2.4 เครื่องแก้ว

3.2.2.5 นาฬิกาจับเวลา

3.2.2.6 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

3.2.2.7 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (รุ่น PB3002-L, Mettler Toledo, Switzerland)

3.2.2.8 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (รุ่น ML204, Mettler Toledo, Switzerland)

3.2.2.9 โถสำหรับดูดความชื้น (desiccator)

3.2.2.10 ตะแกรงต้มข้าว

3.2.2.11 Hot plate

3.2.2.12 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT Plus, UK)

3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

3.2.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วในการเตรียมและวิธีการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

3.2.3.2 อุปกรณ์ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

3.2.3.3 ตู้อบในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.3.4 ตู้ฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.4.1 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถาม

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษาชนิดของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

3.3.1.1 การเตรียมพืชตระกูลถั่วและธัญพืชก่อนนำมาผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

นำพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่ใช้ในการศึกษา 7 ชนิด ได้แก่ ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ข้าวบาร์เลย์และลูกเดือย ล้างทำความสะอาด 3 ครั้ง แช่น้ำทิ้งไว้ 5-6 ชั่วโมง โดยกำหนดอัตราส่วนของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชต่อน้ำคือ 500 กรัมต่อน้ำ 1000 มิลลิลิตร เมื่อแช่ครบตามเวลาที่กำหนด ล้างทำความสะอาดอีก 1 ครั้ง แล้วนำ ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และลูกเดือย ต้มที่อุณหภูมิ 95-96 องศาเซลเซียส 15 นาที โดยกำหนดอัตราส่วนของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชต่อน้ำคือ 500 กรัมต่อน้ำ 1000 มิลลิลิตร และนำถั่วเขียว ข้าวบาร์เล่ย์ นึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 10 นาที (ภาคผนวก ข.) จากนั้นนำพืชตระกูลถั่วและธัญพืช 7 ชนิด จัดกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชนิด โดยกำหนดเงื่อนไขไม่ให้มีชนิดของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชซ้ำกัน สามารถคำนวณจำนวนกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืช โดยใช้สมการการจัดกลุ่มแบบไม่เลือกซ้ำ (combination) ดังสมการต่อไปนี้

$$C n_2 r = \frac{n!}{(n-r)!r!}$$

$$C7_1 3 = \frac{7!}{(7-3)!3!} = \frac{7\times6\times5\times4!}{4!3!} = \frac{7\times5\times6}{3\times2\times1} = \frac{210}{6} = 35$$

เมื่อ C = จำนวนวิธีการที่ใช้ในการจัดกลุ่มตามเงื่อนไขที่กำหนด

n = จำนวนตัวอย่าง

r = จำนวนในการสุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม

จากการคำนวณสามารถจับกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืช ได้ 35 กลุ่ม แต่ในการทดลองได้กำหนดเงื่อนไขคือ ทดสอบทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นในด้านสีและเนื้อสัมผัสของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่มีสีใกล้เคียงกันและมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มจนเกินไปออก ดังนั้นจะได้กลุ่มพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตระกูลถั่วและธัญพืช ที่จะทดลองใช้ในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องเหลือ 28 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืช

1. abc	8. adf	15. bcg	22. cde
2. abf	9. adg	16. bce	23. cef
3. abg	10. aef	17. bcf	24. ceg
4. acd	11. aeg	18. bcg	25. cfg
5. acf	12. afg	19. bef	26. def
6. acg	13. bcd	20. beg	27. deg
7. aec	14. bcf	21. bfg	28. dfg

หมายเหตุ ถั่วดำ (a), ถั่วแดง (b), ถั่วเหลือง (c), ถั่วเขียว (d), ถั่วลิสง (e), ข้าวบาร์เลย์ (f), ลูกเดือย (g)

3.3.1.2 วิธีการเตรียมส่วนผสมในการทำข้าวผัดมังสวิรัติ

ขั้นตอนในการเตรียมส่วนผสมและวัตถุดิบของข้าวผัดมังสวิรัติ เริ่มต้นด้วยการเตรียมซอสข้าวผัด เตรียมไข่ไก่ปรุงสุก เตรียมข้าวสุกกึ่งปานกลาง และขั้นตอนการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมซอสข้าวผัด

ส่วนผสม	ร้อยละ
ซีอิ๊วขาว	17.18
น้ำมันหอยนางรมเห็ดหอม	34.36
น้ำตาลทราย	17.18
ผงปรุงรสผัก	0.85
พริกไทยป่น	0.85
น้ำเปล่า	20.61
*น้ำมันกระเทียมเจียว	5.15
กระเทียมเจียว	3.43
เกลือ	0.34

1.) วิธีการเตรียมกระเทียมเจียว

นำกระเทียมปลอกเปลือก ล้างทำความสะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ 15 นาที นำมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำไปเจียวในน้ำมันที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที โดยกำหนดอัตราส่วนกระเทียมต่อน้ำมัน คือ 500 กรัมต่อ 1000 มิลลิลิตร พอกระเทียมเหลือง ตักออกและพักจนสะเด็ดน้ำมันเป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปเป็นส่วนผสมของซอสข้าวผัด

2.) วิธีการเตรียมซอสข้าวผัด

โดยนำส่วนผสมทั้งหมดยกเว้น กระเทียมเจียว มาผสมให้เข้ากัน ตั้งไฟปานกลางวัดอุณหภูมิให้ได้ 125 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ปิดไฟใส่กระเทียมเจียว ผสมให้เข้ากัน พักให้เย็น แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติก เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ขั้นตอนดังภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน ยกเว้นกระเทียมเจียว

↓

นำส่วนผสมมาตั้งไฟปานกลาง 125 องศาเซลเซียส เคี่ยว 5 นาที

↓

ใส่กระเทียมเจียว

↓

ซอสข้าวผัด

ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตซอสข้าวผัด

3.) วิธีการเตรียมไข่ปรุงสุก

นำไข่ไก่มาล้างงเปลือกให้สะอาด ซับน้ำให้แห้ง ตอกไข่ไก่ใส่อ่างผสม แล้วตีให้ไข่แดง และไข่ขาวผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งกระทะไฟอ่อน ใส่น้ำมัน 10 กรัม พอร้อนเทไข่ไก่ลงรวนให้สุก เมื่อสุกแล้วพักให้เย็น

4.) วิธีการเตรียมข้าวสุกบางส่วน

นำข้าวสารมาล้างผ่านน้ำ 1 ครั้งเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นตั้งน้ำบนเตาใช้หม้อเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว สูง 12 นิ้วโดยกำหนดอัตราส่วนข้าวต่อน้ำคือ 500 กรัม ต่อ 1000 มิลลิลิตร ต้มให้น้ำมีอุณหภูมิ 95-96 องศาเซลเซียส แล้วนำข้าวสารมาต้มเป็นเวลา 4 นาที เมื่อต้มครบตามเวลายกลงเทใส่กระชอน แล้วล้างน้ำไหลผ่าน 2 นาที พักให้สะเด็ดน้ำ 2 นาที ขั้นตอนดังภาคผนวก ข2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3. ส่วนผสมข้าวผัดมังสวิรัติ

ส่วนผสม	ร้อยละ
ข้าวหอมมะลิสุกปานกลาง	38.71
ไข่ไก่ปรุงสุก	12.90
ถั่วและธัญพืช	19.35
แครอทแช่แข็ง	6.45
ถั่วลันเตาแช่แข็ง	3.23
ต้นหอม	3.23
ซอสข้าวผัด	12.90
กระเทียมเจียว	3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวหอมมะลิสุกบางส่วน

↓

นำข้าวมาผสม ซอสข้าวผัด กระเทียมเจียว ต้นหอม ตามตารางที่ 3.3

↓

บรรจุข้าวลงกระป๋องเคลือบ 2 ชิ้น ขนาดบรรจุ 307×113 กระป๋องๆ ละ 65 กรัม

นำถั่วและธัญพืช แครอท ถั่วลันเตา ไข่ไก่ ใส่ด้านบนข้าวที่บรรจุ เหลือ Head space 1 เซนติเมตร

↓

นำเข้ารางไล่อากาศที่อุณหภูมิ 90 °C 6 นาที

↓

ปิดผนึก

↓

ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 °C 45 นาที

↓

พักให้เย็นจนถึงอุณหภูมิ 37 °C

↓

ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ภาพที่ 3.2. กระบวนการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

3.3.1.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องจากการจัดกลุ่มพืชตระกูลถั่วและธัญพืช

หลังจากการจัดกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชดังตารางที่ 3.1 นำมาทำข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องโดยกำหนดอัตราส่วนผสมในตารางที่ 3.2 และ 3.3 และวิธีการทำในภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2 ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5- point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม และใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Balanced incomplete block designs (BIBD) โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 63 คน โดยกำหนดผู้ทดสอบ 1 คน ได้ชิมตัวอย่างคนละ 4 ตัวอย่างทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ จัดกลุ่มได้ดังนี้ตารางที่ 3.3 (รายละเอียดของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในภาคผนวก ค1)

ตารางที่ 3.4. การวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Balanced incomplete block designs (Wadley, 2015)

PLANS

Plan 11.38 $t = 28, k = 4, r = 9, b = 63, \lambda = 1, E = .78$, Type I

Block	Rep. I			
(1)	28	1	10	19
(2)	2	9	13	16
(3)	3	8	11	18
(4)	4	7	23	24
(5)	5	6	20	27
(6)	12	17	22	25
(7)	14	15	21	26

	Rep. II			
(2)	28	2	11	20
(9)	3	1	14	17
(10)	4	9	12	10
(11)	5	8	24	25
(12)	6	7	21	19
(13)	13	18	23	26
(14)	15	16	22	27

	Rep. III			
(15)	28	3	12	21
(16)	4	2	15	18
(17)	5	1	13	11
(18)	6	9	25	26
(19)	7	8	22	20
(20)	14	10	24	27
(21)	16	17	23	19

	Rep. IV			
(22)	28	4	13	22
(23)	5	3	16	10
(24)	6	2	14	12
(25)	7	1	26	27
(26)	8	9	23	21
(27)	15	11	25	10
(28)	17	18	24	20

	Rep. V			
(29)	28	5	14	23
(30)	6	4	17	11
(31)	7	3	15	13
(32)	8	2	27	19
(33)	9	1	24	22
(34)	16	12	26	20
(35)	18	10	25	21

	Rep. VI			
(36)	28	6	15	24
(37)	7	5	18	12
(38)	8	4	16	14
(39)	9	3	19	20
(40)	1	2	25	23
(41)	17	13	27	21
(42)	10	11	26	22

	Rep. VII			
(43)	28	7	16	25
(44)	8	6	10	13
(45)	9	5	17	15
(46)	1	4	20	21
(47)	2	3	26	24
(48)	18	14	19	22
(49)	11	12	27	23

	Rep. VIII			
(50)	28	8	17	26
(51)	9	7	11	14
(52)	1	6	18	16
(53)	2	5	21	22
(54)	3	4	27	25
(55)	10	15	20	23
(56)	12	13	19	24

	Rep. IX			
(57)	28	9	18	27
(58)	1	8	12	15
(59)	2	7	10	17
(60)	3	6	22	23
(61)	4	5	19	26
(62)	11	16	21	24
(63)	13	14	20	25

3.3.1.4 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยมีกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่มเป็นตัวแปรต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์การแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 21 เลือกชนิดของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่มีคะแนนความชอบสูงสุดนำมาเป็นส่วนผสมในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาคุณภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี

ข้าวที่ใช้ในการศึกษาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง คือข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี โดยนำข้าวสารทั้ง 2 ชนิดมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

3.3.2.1 วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (Juliano, 1971)

3.3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพการหุงต้ม (Cooking quality) (Batcher และคณะ, 1958)

1.) ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าว

ชั่งข้าวสาร 8 กรัม ใส่ในตระแกรงลวดทรงกระบอกสูง วัดความสูงของข้าวสาร บันทึกค่าความสูงของข้าวโดยรอบตะแกรง 3 จุด นำบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร ใส่น้ำ 160 มิลลิลิตร ตั้งบน Hot plate นำตะแกรงลวดที่บรรจุข้าวสารใส่ลงในบีกเกอร์ ให้ความร้อนจนน้ำมีอุณหภูมิ 96 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 1 นาที ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา ต้มต่อด้วยความร้อนต่ำ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ยกตระแกรงลวดขึ้นจากน้ำ ปล่อยให้น้ำไหลออกจากตะแกรงเป็นเวลา 2 นาที พร้อมทั้งวัดความสูงของข้าวสุกในตะแกรง 3 จุด บันทึกเพื่อนำค่าคำนวณปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าว ดังสมการ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก2.1.)

$$\text{ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าว (เท่า)} = \frac{\text{ความสูงเฉลี่ยของข้าวสุก}}{\text{ความสูงเฉลี่ยของข้าวสาร}}$$

2.) การดูดซึมน้ำของข้าว

นำข้าวที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าวทั้งหมดนำมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่านำไปคำนวณหาการดูดซึมของข้าวดังสมการ

$$\text{ปริมาณที่ดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสุก} - \text{น้ำหนักข้าวสาร}}{\text{น้ำหนักข้าวสาร}} \times 100$$

3.) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำข้าว

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าว หาได้จากการดูดน้ำข้าวจากการต้มข้าวในบีกเกอร์ 10 มิลลิลิตรใส่ในอะลูมิเนียมแคน (Aluminium can) (ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน) นำไปชั่งน้ำหนักบันทึกค่า แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เวลา 18 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกผล นำค่าที่ได้มาคำนวณดังสมการ

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำข้าว (ร้อยละ)} = \frac{[(X)\times(160)]}{10} \times \frac{100}{Y}$$

เมื่อ X = น้ำหนักของปริมาณของแข็งที่เหลือจากการอบแห้งน้ำข้าวที่ต้ม 10 มิลลิลิตร

Y = น้ำหนักข้าวสารเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลที่ได้จากการศึกษาของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี ที่มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มของข้าว จะถูกนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Independent Samples T-test ด้วยโปรแกรมวิเคราะผลทางสถิติ SPSS เวอร์ชั่น 21

3.3.3 ศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสมในการนำมาทำข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ทำการศึกษาหาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสมนำมาทำข้าวผัดมังสวิรัติ โดยนำข้าวทั้ง 2 ชนิดมากำหนดอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี คือ 10:90 30:70 และ 50:50 และนำมาทำเป็นข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องตามขั้นตอนในภาพที่ 3.2 แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ทางคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.3.3.1 วิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของข้าวจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

วิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT plus ดัดแปลงวิธีการของ เทวีและสิริชัย (2553) โดยนำเมล็ดข้าวภายในกระป๋อง 50 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เกลี่ยให้ได้ความสูง 2 เซนติเมตร ใช้หัววัด Cylinder Probe ทรงกระบอกขนาด 35 มิลลิเมตร (P/35) กำหนดความเร็วของหัวกด ก่อนวัด ขณะวัดและหลังวัด คือ 1.0 1.0 และ 10.0 มม./วินาที ตามลำดับ ระยะกด 50% ของตัวอย่าง และใช้การวิเคราะห์แบบ Texture Profile Analysis โดยวัดค่า ความแข็ง (hardness, กิโลกรัม.แรง) ค่าแรงเกาะผิว (adhesiveness, กิโลกรัมแรง. วินาที) ค่าแรงเกาะกัน (cohesiveness) และค่าแรงในการเคี้ยว (chewiness, กิโลกรัม.แรง) ดังภาคผนวก ก2.2

3.3.3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาอัตราส่วนของข้าวสุพรรณบุรีต่อข้าวหอมมะลิ 105 ที่เหมาะสมโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน 100 คน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5- point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบ 3 = เฉยๆ 4 = ชอบปานกลาง 5 = ชอบมากที่สุด) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ร่วมกับการทดสอบประเมินความพอดีของเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวภายในกระป๋องโดยใช้แบบทดสอบการประเมินความพอดี Just About Right (JAR) แบบ 3 ระดับ (น้อยไป พอดี และมากไป) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน คือ ความร่วนของเมล็ดข้าว ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกาะติดของเมล็ดข้าว และความแข็งของเมล็ดข้าว โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน (รายละเอียดของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในภาคผนวก ค2 และ ค3)

3.3.3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของข้าวจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยมีอัตราส่วนของข้าวเป็นตัวแปรต้น ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS เวอร์ชั่น 21

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องเพื่อหาอัตราส่วนของข้าวสุพรรณบุรีต่อข้าวหอมมะลิ 105 โดยมีอัตราส่วนของข้าวเป็นตัวแปรต้น ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS เวอร์ชั่น 21 และ Just About Right (JAR) โดยเลือกจากจำนวนผู้บริโภคที่เลือกระดับความพอดีของอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน

3.3.4 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่เลือกได้ในข้อ 3.3.3 โดยใช้วิธีการ Compendium of Methods for Food Analysis (2003) และ AOAC (2012)

3.3.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยใช้วิธีการเร่งสภาวะในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเร่งโดยเก็บผลิตภัณฑ์ในตู้บ่ม ทำการสุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษาและทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

วิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ตามวิธีในข้อ 3.5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.2 วิเคราะห์จุลินทรีย์ภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา *Clostridium perfringens*, *Coliforms* และ*Escherichia coli* วิธีการ BAM (2001)

3.3.5.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ โดยมีอายุการเก็บรักษาเป็นตัวแปรต้น โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS เวอร์ชั่น 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องเพื่อศึกษาพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม

คัดเลือกพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 7 ชนิด ทดลองโดยจัดกลุ่มพืชตระกูลถั่วและธัญพืช กลุ่มละ 3 ชนิด โดยกำหนดเงื่อนไขไม่ให้มีชนิดของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชซ้ำกัน สามารถจัดกลุ่มพืชตระกูลถั่วและธัญพืชได้ 28 กลุ่ม (ตารางที่ 3.1) และนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยนำพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม มาทำเป็นข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องตามขั้นตอนในภาพที่ 3.2 จากนั้นทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5- point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม และใช้วิธีการวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Balanced incomplete block designs (BIBD) โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 63 คน จำนวน 3 ซ้ำ ได้ผลดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่กำหนดพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	$3.37^{abcd}\pm0.97$	$3.19^{abcde}\pm0.88$	$3.07^{cdef}\pm0.78$	$3.22^{abcdef}\pm0.80$	$3.33^{ab}\pm0.96$	$3.30^{abcd}\pm0.78$
2	$3.11^{bcdef}\pm0.58$	$2.74^{defg}\pm0.66$	$2.78^{f}\pm0.64$	$2.63^{g}\pm0.79$	$2.78^{bcd}\pm0.80$	$2.78^{e}\pm0.80$
3	$2.89^{defg}\pm0.89$	$2.78^{cdefg}\pm1.15$	$3.63^{a}\pm0.84$	$3.04^{bcdefg}\pm0.98$	$3.00^{abc}\pm1.07$	$3.33^{abcd}\pm0.83$
4	$3.26^{abcde}\pm0.53$	$3.11^{abcdef}\pm0.75$	$3.19^{abcdef}\pm0.74$	$3.81^{abcd}\pm0.89$	$3.04^{abcd}\pm0.71$	$3.30^{abcd}\pm0.78$
5	$3.63^{a}\pm1.01$	$3.22^{abcde}\pm0.64$	$3.44^{abcd}\pm0.51$	$3.56^{ab}\pm1.01$	$3.22^{abcd}\pm1.15$	$3.41^{abcd}\pm0.84$
6	$3.30^{abcde}\pm0.99$	$3.33^{abcd}\pm0.68$	$3.59^{ab}\pm0.80$	$3.67^{a}\pm0.83$	$3.41^{a}\pm0.93$	$3.74^{a}\pm0.76$
7	$3.11^{bcdef}\pm0.90$	$3.11^{abcde}\pm0.97$	$3.48^{abcd}\pm1.01$	$3.44^{abcd}\pm0.75$	$3.22^{abcd}\pm0.75$	$3.44^{abc}\pm0.85$
8	$3.11^{defg}\pm0.80$	$2.89^{bcdefg}\pm0.70$	$3.30^{abcde}\pm0.67$	$3.00^{bcdefg}\pm0.83$	$2.85^{abcd}\pm0.46$	$3.11^{bcde}\pm0.51$
9	$2.89^{defg}\pm0.64$	$2.78^{bcdefg}\pm0.85$	$3.30^{abcde}\pm0.61$	$3.15^{abcdefg}\pm0.66$	$2.93^{abcd}\pm0.96$	$3.11^{bcde}\pm0.58$
10	$2.89^{defg}\pm0.58$	$3.04^{abcdef}\pm0.71$	$3.22^{abcdefr}\pm0.51$	$3.30^{abcde}\pm0.72$	$3.33^{ab}\pm0.55$	$3.44^{abc}\pm0.64$
11	$2.93^{cdefg}\pm0.55$	$2.89^{bcdefg}\pm0.64$	$2.89^{ef}\pm0.97$	$2.85^{cfg}\pm0.95$	$2.85^{abcd}\pm0.99$	$2.92^{de}\pm0.73$
12	$2.59^{ab}\pm0.80$	$3.30^{abcd}\pm1.17$	$3.44^{abcd}\pm1.12$	$3.15^{abcdefg}\pm0.99$	$2.85^{abcd}\pm0.82$	$3.15^{bcde}\pm0.72$
13	$3.04^{cdef}\pm0.81$	$3.07^{abcdef}\pm0.62$	$3.07^{cdef}\pm0.62$	$2.96^{defg}\pm1.11$	$3.07^{abcd}\pm1.04$	$2.96^{cde}\pm0.85$
14	$3.44^{abc}\pm0.85$	$3.56^{a}\pm1.09$	$3.15^{bcdef}\pm0.77$	$3.15^{abcdefg}\pm1.03$	$2.96^{abcd}\pm0.81$	$3.26^{abcde}\pm0.86$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่กำหนดพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม (ต่อ)

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
15	$3.30^{abcde}\pm0.67$	$3.44^{ab}\pm1.01$	$3.48^{abcd}\pm0.85$	$3.52^{abc}\pm0.89$	$2.67^{d}\pm0.68$	$3.30^{abcd}\pm0.72$
16	$3.26^{abcde}\pm0.59$	$3.11^{abcde}\pm0.70$	$3.22^{abcdef}\pm0.70$	$3.48^{abcd}\pm0.80$	$3.26^{abcd}\pm0.81$	$3.37^{abcd}\pm0.49$
17	$3.14^{abcdef}\pm0.77$	$2.77^{cdefg}\pm1.01$	$3.11^{cdef}\pm0.42$	$3.30^{abcde}\pm0.72$	$2.81^{abcd}\pm0.88$	$2.96^{cde}\pm0.65$
18	$3.04^{cdef}\pm0.76$	$3.15^{abcde}\pm0.91$	$3.19^{abcdef}\pm0.79$	$2.93^{defg}\pm1.04$	$2.93^{abcd}\pm0.96$	$3.19^{bcde}\pm0.74$
19	$2.81^{efg}\pm1.04$	$2.74^{defg}\pm0.76$	$3.44^{abcd}\pm0.75$	$2.70^{fg}\pm1.03$	$3.07^{abcd}\pm0.87$	$3.04^{cde}\pm0.90$
20	$2.70^{fg}\pm0.67$	$2.67^{efg}\pm1.04$	$3.07^{cdef}\pm0.27$	$2.96^{cdefg}\pm1.13$	$2.89^{abcd}\pm1.89$	$2.78^{e}\pm0.93$
21	$2.78^{efg}\pm0.89$	$2.93^{bcdefg}\pm1.00$	$3.04^{def}\pm0.44$	$2.78^{efg}\pm0.64$	$2.70^{cd}\pm1.03$	$2.96^{cde}\pm0.90$
22	$3.11^{bcdef}\pm0.80$	$2.81^{cdefg}\pm0.88$	$3.08^{cdef}\pm0.62$	$3.15^{abcdefg}\pm0.72$	$3.22^{abcd}\pm0.97$	$3.11^{bcde}\pm0.58$
23	$3.19^{abcdef}\pm0.89$	$2.96^{bcdefg}\pm0.71$	$3.15^{bcdef}\pm0.91$	$3.44^{abcd}\pm0.85$	$3.30^{abc}\pm0.78$	$3.59^{ab}\pm0.75$
24	$3.04^{cdef}\pm0.81$	$2.78^{cdefg}\pm0.94$	$2.96^{ef}\pm0.52$	$3.19^{abcdefg}\pm0.83$	$3.11^{abcd}\pm0.80$	$3.11^{bcde}\pm0.58$
25	$3.22^{abcdef}\pm0.80$	$3.19^{abcde}\pm0.96$	$3.11^{cdef}\pm0.51$	$3.22^{abcdef}\pm0.85$	$3.11^{abcd}\pm0.97$	$3.22^{bcde}\pm0.51$
26	$2.70^{fg}\pm0.67$	$2.52^{fg}\pm0.80$	$3.89^{ef}\pm0.51$	$3.30^{abcde}\pm0.87$	$3.37^{ab}\pm0.84$	$3.26^{abcde}\pm0.81$
27	$2.52^{g}\pm0.64$	$2.44^{g}\pm0.80$	$3.11^{cdef}\pm0.42$	$3.33^{abcd}\pm0.68$	$3.33^{ab}\pm0.88$	$3.07^{cde}\pm0.62$
28	$3.30^{abcde}\pm0.81$	$3.44^{ab}\pm0.90$	$3.52^{abc}\pm0.70$	$3.26^{abcdef}\pm0.77$	$3.37^{ab}\pm1.04$	$3.30^{abcd}\pm0.91$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่แบ่งพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 28 กลุ่ม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ พบว่า ผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ ด้านลักษณะปรากฏในกลุ่มที่ 5 (ถั่วดำ ถั่วเขียวและข้าวบาร์เล่ย์) มากที่สุดเท่ากับ 3.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจาก ส่วนผสมมีความคล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างในชนิดของถั่วและธัญพืช ทำให้กลุ่มของถั่วดำ ถั่วเขียวและข้าวบาร์เลย์ เมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ทำให้เมื่อเปิดกระป๋องลักษณะปรากฏของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องมีความน่ารับประทานมากขึ้น ซึ่งในด้านสีมีการให้คะแนนกลุ่มที่ 14 (ถั่วดำ ถั่วเหลืองและข้าวบาร์เล่ย์) มากที่สุดเท่ากับ 3.56 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจาก สีของถั่วดำ ถั่วเหลืองและข้าวบาร์เลย์ เมื่อคลุกผสมกับข้าวก่อนรับประทาน ทำให้ข้าวผัดน่ารับประทานเพิ่มขึ้น ในด้านกลิ่นมีการคะแนนกลุ่มที่ 3 (ถั่วดำ ถั่วแดงและข้าวบาร์เลย์) มากที่สุดเท่ากับ 3.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจาก ถั่วดำ ถั่วแดงและข้าวบาร์เลย์ ไม่มีกลิ่นถั่วที่รุนแรง จึงไม่มีผลกระทบต่อกลิ่นของข้าวผัดมังสวิรัติ และในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม คือกลุ่มที่ 6 (ถั่วดำ ถั่วเหลืองและลูกเดือย) มากที่สุดเท่ากับ 3.67 3.41 และ 3.74 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจาก ถั่วดำ ถั่วเหลือง และลูกเดือย มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน จึงทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวผัดที่มีส่วนผสมของถั่วดำ ถั่วเหลือง และลูกเดือยเป็นที่ยอมรับมากที่สุด เมื่อเทียบกับข้าวผัดมังสวิรัติที่มีส่วนผสมของกลุ่มพืชตระกูลถั่วและธัญพืชกลุ่มอื่น ดังนั้น จึงเลือกส่วนผสมของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชในกลุ่มที่ 6 คือ ถั่วดำ ถั่วเหลือง และลูกเดือย เป็นส่วนผสมของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในการศึกษาขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี

ข้าวที่ใช้ในการศึกษาเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง คือ ข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี โดยนำข้าวทั้ง 2 ชนิด มาวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส และวิเคราะห์คุณภาพการหุงต้มของข้าวทั้ง 2 ชนิด โดยศึกษาทางด้านค่าปริมาตรที่เพิ่มขึ้น การดูดซึมน้ำและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ของข้าวทั้ง 2 ชนิด นำผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณอะมิโลสและคุณภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และ ข้าวสุพรรณบุรี

ตัวอย่าง	ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละน้ำหนักแห้ง)	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าวสุกเทียบกับข้าวสาร (จำนวนเท่า)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (ร้อยละ)
ข้าวหอมมะลิ105	14.38	$192.85^{b} \pm 8.74$	$3.97^{b} \pm .67$	$7.79^{a} \pm .50$
ข้าวสุพรรณบุรี	22.14	$312.80^{a} \pm 10.34$	$4.41^{a} \pm .00$	$6.20^{b} \pm .78$

จากตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณอะมิโลสและผลการศึกษาคุณภาพการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี พบว่า ข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 14.38 และ 22.14 (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ งามชื่น (2546) สุนันทา และคณะ (2550) และสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว (2561) กล่าวว่า ข้าวหอมมะลิ 105 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (ปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 9-20) เมื่อหุงสุกจะได้ข้าวที่มีลักษณะนุ่ม เหนียว และข้าวสุพรรณบุรีจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง (ปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 20-25) เมื่อหุงสุกจะได้ข้าวที่มีลักษณะค่อนข้างนุ่ม เหนียวเล็กน้อย และทางด้านปริมาณการดูดซึมน้ำข้าวหอมมะลิ 105 มีการดูดซึมน้ำร้อยละ 192.85 และข้าวสุพรรณบุรีมีการดูดซึมน้ำร้อยละ 312.80 แสดงให้เห็นว่าข้าวหอมมะลิ 105 ดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าข้าวสุพรรณบุรี และข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาตรการขยายตัวของเมล็ดข้าวน้อยกว่าข้าวสุพรรณบุรี คือ 3.97 และ 4.41 เท่า ตามลำดับ และข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมากกว่าข้าวสุพรรณบุรี ร้อยละ 7.94 และ 6.20 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yadav และคณะ (2007) ละมุล (2555) และ ธนาภร (2559) กล่าวว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เมื่อทำการหุงต้ม เมล็ดข้าวจะมีความสามารถดูดซึมน้ำและปริมาตรการขยายตัวของเมล็ดข้าวได้มากกว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ เพราะผลจากความร้อนจะทำให้เม็ดแป้งดิบที่เรียงตัวกันอย่างหนาแน่นคลายตัว ส่งผลให้โมเลกุลของน้ำแทรกตัวเข้าไปเม็ดแป้งดิบเกิดการดูดซึมน้ำและขยายตัวขึ้น แต่ในขณะเดียวกันข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ เมื่อทำการหุงต้มปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีปริมาณที่สูงกว่ากว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เนื่องจากระหว่างการหุงต้มอะมิโลสจะแตกออกมาจากเม็ดแป้งทำให้น้ำที่หุงต้มมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสมในการนำมาทำผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสม นำมาผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยกำหนดข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี คือ 10:90 30:70 และ50:50 นำทั้ง 3 อัตราส่วนมาผลิตเป็นข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง แล้วนำมาวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องโดยใช้เครื่อง Texture analyzer และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5- point hedonic scale ร่วมกับการทดสอบประเมินความพอดีของเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวภายในกระป๋อง

4.3.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

จากการศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี ที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยกำหนดอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อ ข้าวสุพรรณบุรี คือ 10:90 30:70 และ 50:50 โดยน้ำหนัก แล้วนำมาทำเป็นข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องตามขั้นตอนในภาพที่ 3.2 แล้วนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิ105: ข้าวสุพรรณบุรี	ค่าความแข็ง (กิโลกรัม.แรง) (hardness)	ค่าแรงยึดเกาะผิว (กิโลกรัม.วินาที) (adhesiveness)	ค่าแรงยึดเกาะกัน (cohesiveness)	ค่าแรงในการเคี้ยว (กิโลกรัม.แรง) (chewiness)
10:90	1522.24^{a}±23.93	56.90^{b}±9.08	0.20^{b}±0.00	211.72^{a}±19.61
30:70	1127.71^{b}±55.58	124.58^{ab}±52.78	0.23^{a}±0.01	161.29^{a}±8.35
50:50	895.41^{c}±27.31	171.76^{a}±31.46	0.23^{a}±0.00	133.82^{b}±14.92

หมายเหตุ : ^{a,b,c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี คือ 10:90, 30:70 และ 50:50 พบว่า เมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ส่งผลทำให้ค่าความแข็ง (hardness) ลดลง คือ 1522.24, 1127.71 และ 895.41 กิโลกรัม.แรง ตามลำดับ และค่าแรงในการเคี้ยว (chewiness) ลดลง คือ 211.72, 161.29 และ 133.82 กิโลกรัม.แรง ตามลำดับ แต่จะมีแรงยึดเกาะพื้นผิว (adhesiveness) เพิ่มขึ้น คือ 56.90, 124.58 และ 171.76 กิโลกรัม.แรงต่อวินาที และค่าแรงยึดเกาะกัน (cohesiveness) เพิ่มขึ้น คือ 0.20, 0.23, และ 0.23 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากข้าวหอมมะลิ 105 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ เมื่อข้าวสุกจะมีลักษณะของเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวที่เหนียว นุ่ม ส่วนข้าวสุพรรณบุรี จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง ในเมื่อข้าวสุกจะมีลักษณะของเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวที่นุ่มและค่อนข้างร่วน (งามชื่น, 2546) ดังนั้นเมื่อทำการเพิ่มอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ทำให้เนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในกระป๋องมีความเหนียว นุ่ม ไม่แข็งกระด้าง

4.3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

จากการศึกษาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี ในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ 5- point hedonic scale ในด้านสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ผลแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิ105: ข้าวสุพรรณบุรี	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
10:90	$3.44^{ns} \pm 0.60$	$3.22^{b} \pm 0.59$	$3.31^{ns} \pm 0.64$	$1.91^{c} \pm 0.68$	$2.66^{b} \pm 0.60$
30:70	$3.31^{ns} \pm 0.61$	$3.21^{b} \pm 0.57$	$3.36^{ns} \pm 0.57$	$2.52^{b} \pm 0.62$	$2.97^{b} \pm 0.36$
50:50	$3.58^{ns} \pm 0.62$	$3.48^{a} \pm 0.63$	$3.48^{ns} \pm 0.57$	$4.42^{a} \pm 0.60$	$4.12^{a} \pm 0.55$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\geq0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวผัดที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ มีการให้คะแนนในอัตราส่วนข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีอัตราส่วน 50:50 คือ 3.58, 3.48และ 3.48 ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคได้ให้คะแนนมากกว่าในอัตราส่วนอื่น และในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมในอัตราส่วนข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี อัตราส่วน 50:50 มีคะแนนคือ 4.42 และ 4.12 ตามลำดับ ซึ่งมีการให้คะแนนด้านความชอบมากกว่าอัตราส่วนอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เพราะข้าวในอัตราส่วน 50:50 มีลักษณะเนื้อสัมผัส เหนียว นุ่ม และไม่แข็งกระด้าง ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105ต่อข้าวสุพรรณบุรี ในอัตราส่วน 50:50 ในการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องซึ่งสอดคล้องกับผลด้านเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.3 ในอัตราส่วนข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี ที่ 50:50 ที่มีเนื้อสัมผัสของข้าวในกระป๋องมีความเหนียว นุ่ม ไม่แข็งกระด้าง

4.3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสทางการประเมินความพอดีด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านทางการประเมินความพอดีของด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยใช้แบบทดสอบการประเมินความพอดี Just About Right (JAR) แบบ 3 ระดับ (น้อยไป พอดี และมากไป) โดยใช้ผู้ทดสอบทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทสัมผัสที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน เมื่อพิจารณาในเรื่องความร่วน ความเกาะติดและความแข็งของเมล็ดข้าวในแต่ละอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี ผลแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางการประเมินความพอดีด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง (n=100)

อัตราส่วนข้าวหอมมะลิ105: ข้าวสุพรรณบุรี	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก(ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
10:90	ความร่วนของเมล็ดข้าว	1	5	94
	การเกาะติดของเมล็ดข้าว	88	11	1
	ความแข็งของเมล็ดข้าว	0	7	93
30:70	ความร่วนของเมล็ดข้าว	3	6	71
	การเกาะติดของเมล็ดข้าว	72	25	3
	ความแข็งของเมล็ดข้าว	3	22	75
50:50	ความร่วนของเมล็ดข้าว	14	82	0
	การเกาะติดของเมล็ดข้าว	23	76	1
	ความแข็งของเมล็ดข้าว	1	88	11

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านทางการประเมินความพอดีของด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง พบว่า อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105ต่อข้าวสุพรรณบุรีในอัตราส่วนที่ 10:90 และ 30:70 มีความร่วนของเมล็ดข้าวมากไปอยู่ที่ร้อยละ 94 และ 71 ตามลำดับ การเกาะติดของเมล็ดข้าวน้อยไปอยู่ที่ร้อยละ 88 และ 72 ตามลำดับ และความแข็งของเมล็ดข้าวมากไปอยู่ที่ร้อยละ 93 และ 75 ตามลำดับ ดังนั้นข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในอัตราส่วน 10:90 และ 30:70 เป็นอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมนำมาทำผลิตเป็นข้าวผัดมังสวิรัติ และอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในอัตราส่วนที่ 50:50 มีความพอดีในด้านความร่วนของเมล็ดข้าวที่ร้อยละ 82 ด้านความเกาะติดของเมล็ดข้าวที่ร้อยละ 76 และด้านความแข็งของเมล็ดข้าวที่ร้อยละ 88 ดังนั้นจึงเลือกข้าวที่มีอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อข้าวสุพรรณบุรีในอัตราส่วนที่ 50:50 มาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี (ในตารางที่ 4.3) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องมีผลทำให้ความร่วนของเมล็ดข้าวและความแข็งของเมล็ดข้าวลดลง แต่มีความเกาะติดของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณอะมิโลสต่ำกว่าข้าวสุพรรณบุรี

จากผลการทดสอบประเมินความพอดีของด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ในอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีที่อัตราส่วนแตกต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบการประเมินความพอดี Just About Right (JAR) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสประเมินความพอดีด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง เลือกอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรีในอัตราส่วนที่ 50:50 เพราะผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนใหญ่มีการประเมินในคุณลักษณะ ในด้านความร่วน ด้านการเกาะติด และความแข็งของเมล็ดข้าวมีความพอดีมากกว่าในอัตราส่วนอื่น และทางด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเมล็ดข้าวภายในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมีการให้คะแนนสูงสุดในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ในอัตราส่วนที่ 50:50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 เพราะผู้บริโภคชอบเนื้อสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติที่มีเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวที่ไม่แข็ง และไม่ร่วนจนเกินไป ซึ่งสองคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของอัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ในตารางที่ 4.3 พบว่าอัตราส่วนที่มีการเพิ่มขึ้นของข้าวหอมมะลิ 105 ทำให้ค่าความแข็งและค่าแรงในการเคี้ยวลดลง แต่จะมีแรงยึดเกาะพื้นผิวและค่าแรงเกาะกัน เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี คือ อัตราส่วนที่ 50:50 มาใช้ในการผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

4.4 ข้อมูลโภชนาการของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

จากผลการศึกษากลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่เหมาะสมในข้อที่ 4.1 และผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรีที่เหมาะสมในข้อที่ 4.3 นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องตามวิธีในข้อ 3.2 และนำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการด้วย แล้วนำมาเทียบกับข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม(นิรนาม, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องและข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม

ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณต่อ 1 หน่วยบริโภค	สารอาหาร													
		พลังงาน กิโลแคลอรี่	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	โคเลสเตอรอล (มก.)	ใยอาหาร(กรัม)	น้ำตาล (กรัม)	โซเดียม (มก.)	วิตามินซี(มคก.)	วิตามินบี 1 (มก.)	วิตามินบี 2 (มก.)	แคลเซียม(มก.)	ธาตุเหล็ก (มก.)
ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง	160	260 (10.8%)	40 (13.3%)	11 (22%)	6 (9.2%)	1.50 (8%)	110 (37%)	6 (24%)	8 (-)	610 (25.4%)	17.4 (2%)	0	0.07 (4%)	39.2 (49%)	1.41 (10%)
ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม	160	416 (17.3%)	56.19 (18.7%)	6.2 (12.4%)	18 (27.6%)	2.8 (14%)	0 (0%)	3.74 (14.9%)	-	907 (37.7%)	5.39 (0.67%)	-	-	11.2 (1.4%)	2 (13.3%)

หมายเหตุ : (%) คือตัวเลข RDI โดยเทียบกับสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป โดยกำหนดพลังงานทั้งหมด 2400 กิโลแคลอรี่ (รายละเอียดตาราง RDI อยู่ในภาคผนวก ง2)

: ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม (นิรนาม, 2561)

ตารางที่ 4.6 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง 1 หน่วยบริโภค (น้ำหนักสุทธิ 160 กรัม) ให้พลังงาน 260 กิโลแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 40 กรัม โปรตีน 11 กรัม ไขมัน 6 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.50 กรัม โคเลสเตอรอล 110 มิลลิกรัม ใยอาหาร 6 กรัม โซเดียม 610 มิลลิกรัม วิตามินเอ 17.4 ไมโครกรัม แคลเซียม 39.2 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 1.41 มิลลิกรัม และเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของเมนูข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องมีปริมาณสารอาหารในกลุ่มโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ แคลเซียมที่สูงกว่า และมีปริมาณไขมันและโซเดียมต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม เนื่องจาก ในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง มีวัตถุดิบจำพวก ไข่ไก่ ถั่วดำ ถั่วเหลือง และลูกเดือย ซึ่งส่งผลให้ในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติมีปริมาณของสารอาหารในกลุ่มของโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ และแคลเซียมสูงกว่า และในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องมีวัตถุดิบและเครื่องปรุงบางชนิดที่ให้โซเดียมน้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง มีปริมาณสารอาหารในกลุ่มโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ และแคลเซียมสูง แต่มีปริมาณไขมันและโซเดียมต่ำ จึงเหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคทุกกลุ่ม ยกเว้นกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่สามารถรับประทานพืชตระกูลถั่วและธัญพืชได้

4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ 12 สัปดาห์

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง โดยใช้วิธีการเร่งสภาวะในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ตามวิธีของ ประมวล(ม.ป.ป.)และทำการสุ่มตัวอย่างในแต่ละสัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-12 ทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง และวิเคราะห์จุลินทรีย์ภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

4.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่มีอายุการเก็บ 0-12 สัปดาห์

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่อายุการเก็บสัปดาห์ที่ 0-12

สัปดาห์ (ที่อายุการเก็บ)	ค่าความแข็ง (กิโลกรัม.แรง) (hardness)	ค่าแรงยึดเกาะผิว (กิโลกรัม.วินาที) (adhesiveness)	ค่าแรงยึดเกาะตัว (cohesiveness)
0	895.41^{defg}±27.31	171.76^{cd}±31.46	0.23^{bcd}±0.00
1	825.42^{i}± 29.29	168.47^{d}±75.84	0.26^{a}±0.01
2	864.86^{gh}± 26.52	250.36^{bcd}±19.25	0.25^{ab}±0.01
3	891.12^{efgh}±20.66	270.51^{ab}±20.83	0.24^{abc}±0.00
4	888.37^{fgh}±29.88	249.83^{bcd}±6.66	0.25^{ab}±0.01
5	905.32^{chef}±10.99	249.31^{bcd}±61.84	0.24^{abc}±0.01
6	925.04^{cd} ±15.41	257.29^{abcd} ±47.08	0.24^{abc} ±0.01
7	861.13^{h}±3.44	213.89^{bcd} ±37.92	0.23^{bcd} ±0.00
8	937.61^{bc} ±6.39	261.39^{abc} ±37.97	0.22^{cd} ±0.01
9	923.40^{cde} ±10.31	211.50^{bcd} ±59.29	0.23^{cd} ±0.01
10	986.21^{a} ±0.51	280.75^{ab} ±51.73	0.23^{bcd} ±0.01
11	984.22^{a} ±6.30	342.60^{a} ±63.24	0.24^{abc} ±0.01
12	958.96^{ab} ±11.58	299.80^{ab} ±41.38	0.21^{d} ±0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-12 พบว่า ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องเมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัตินานขึ้น มีผลทำให้ค่าความแข็ง (hardness) เพิ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 -10 คือ 895.41- 986.21 กิโลกรัม.แรง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่จะมีแรงยึดเกาะพื้นผิว (adhesiveness) เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 -11 คือ 171.76 - 342.60 กิโลกรัมแรงต่อวินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าแรงยึดเกาะกัน (cohesiveness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างสัปดาห์ที่ 1-6 คือ 0.26-0.24 และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7-11 คือ 0.22-0.24 มีแนวโน้มค่าแรงยึดเกาะตัวลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัตินานขึ้นส่งผลให้เมล็ดข้าวในกระป๋องมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าความแข็งของเมล็ดข้าว แต่ค่าแรงยึดเกาะพื้นผิว และค่าแรงยึดเกาะกันมีแนวโน้มลดลงในช่วงหลัง ทำให้เมล็ดข้าวมีลักษณะปรากฏแฉะ ตามระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Narkrugsa และ Saelew (2009) กล่าวว่า ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีแนวโน้มการเกิดรีโทรเกรเดชั่น(retrogradation) เพิ่มขึ้น เมื่อมีการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นานขึ้น และส่งผลให้เมล็ดข้าวมีความแข็งเพิ่มขึ้น

4.5.2 วิเคราะห์จุลินทรีย์ภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่การเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในสัปดาห์ที่ 0 - 12 โดยใช้วิธีการของ Bacteriological Analytical Manual (BAM, 2001) วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา *Clostridium perfringens*, *Coliforms* และ*Escherichia coli* ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่อายุการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์

คุณภาพทางจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (logCFU/g.)
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	ไม่พบ
ปริมาณยีสต์และรา	ไม่พบ
Clostridium perfringens	ไม่พบ
Coliforms	ไม่พบ
Escherichia coli	ไม่พบ

จากผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4.9 พบว่า ตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อยีสต์และรา *Clostridium perfringens Coliforms* และ *Escherichia coli* แสดงว่าอุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 45 นาที ค่าเอฟ (F_0) เท่ากับ 5.2 นาที เพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2556) ฉบับที่ ๓๕๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท(รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ1.) และสอดคล้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2556) ฉบับที่ ๓๖๔ เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ2.) ในข้อที่ ๒ กล่าวว่า อาหารตามบัญชีหมายเลข ๑ คือ ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เว้นแต่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามชนิด และปริมาณที่ระบุไว้ในบัญชีหมายเลข ๓(๖) คือ ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที ในข้อย่อยที่ ๒ กล่าวว่า อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันทีทำจากธัญพืชหรือมีแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก มีชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและปริมาณที่กำหนด คือ แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*) ต้องไม่พบใน 25 กรัม สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ไม่พบใน 0.1 กรัม และ แบซิลลัสซีเซียส (*Bacillus cereus*) ต้องไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 45 นาที ค่าเอฟ (F_0) เท่ากับ 5.2 นาที และเก็บรักษาในอุณหภูมิเร่งที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0-12 สัปดาห์ ตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อยีสต์และรา *Clostridium perfringens Coliforms* และ *Escherichia coli* ซึ่งไม่เกินมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข (2556) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และสามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย ในช่วงเลา 12 สัปดาห์ อุณหภูมิเก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการทดลอง

1. การคัดเลือกกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชทั้ง 7 ชนิด ที่จะนำมาเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสได้เลือกกลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืช คือ ถั่วดำ ถั่วเหลือง และลูกเดือย มีการให้คะแนนในด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด

2. จากการศึกษาคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี โดยทำการปริมาณอะมิโลสและคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี พบว่า ข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 14.38 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ และข้าวสุพรรณบุรี มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 22.14 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง และในด้านคุณสมบัติการหุงต้มของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวสุพรรณบุรี พบว่า ข้าวหอมมะลิ 105 มีอัตราการดูดซึมน้ำ และปริมาตรการขยาตัวของเมล็ดข้าวน้อยกว่าข้าวสุพรรณบุรี และข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมากกว่าข้าวสุพรรณบุรี

3. จากการศึกษาผลอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี ที่เหมาะสมนำมาผลิตข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสได้เลือกข้าวที่มีอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี คือ อัตราส่วนที่ 50:50 ซึ่งมีการให้คะแนนความชอบในด้านสีกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เพราะผู้บริโภคชอบลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่นิ่ม ไม่แข็งกระด้าง และไม่ร่วนจนเกินไป

4. จากการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง 1 หน่วยบริโภค (น้ำหนักสุทธิ 160 กรัม) ให้พลังงาน 260 กิโลแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 40 กรัม โปรตีน 11 กรัม ไขมัน 6 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.50 กรัม โคเลสเตอรอล 110 มิลลิกรัม ใยอาหาร 6 กรัม โซเดียม 610 มิลลิกรัม วิตามินเอ 17.4 ไมโครกรัม แคลเซียม 39.2 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 1.41 มิลลิกรัม และเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม พบว่า ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องมีปริมาณของสารอาหารในกลุ่มโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ และแคลเซียมสูง และมีปริมาณของไขมันและโซเดียมน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม

5. จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ที่เก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า เมื่อวัดคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวภายในกระป๋อง เห็นได้ว่าเมื่อมีระยะการเก็บนานขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็ง(hardness) และค่าแรงยึดเกาะผิว(adhesiveness) ของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ แต่จะมีแนวโน้มค่าแรงยึดเกาะตัว(cohesiveness) เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 และลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 และผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องที่อายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในสัปดาห์ที่ 0 - 12 พบว่า ตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อยีสต์และรา *Clostridium perfringens Coliforms* และ *Escherichia coli* แสดงว่าอุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 45 นาที ค่าเอฟ (F_0) เท่ากับ 5.2 นาที เพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีอยู่ในอาหาร

5.2. ข้อเสนอแนะ

1.) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ศึกษาชนิดของข้าว และสภาวะในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการทำข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ดังนั้น แนวทางในการพัฒนาต่อไป โดยศึกษาวิธีการทำข้าวผัดมังสวิรัติให้อยู่ในรูปแบบอื่น หรือศึกษาสูตรหรืออัตราส่วนของส่วนผสม โดยคำนึงถึงปริมาณโซเดียมของตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบโจทย์ในด้านสุขภาพ เพื่อตอบสนองของผู้บริโภคในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. 2556. **พันธุ์ข้าว.** http://www.brrd.in.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2558.

กรมการเจรจาระหว่างประเทศ. 2545. **ข้าว.** http://www.thaifta.com. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2558.

กรมวิชาการเกษตร. 2522. **ถั่วลิสง.** http://www.doa.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2558.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **ถั่วเขียว.** http://www.doa.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2558.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **พันธุ์พืชไร่.** กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. **พันธุ์ข้าว.** http://www.doae.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2558.

กระทรวงสาธารณะสุข. 2556. **อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.** ฉบับที่ 355, 88-100.

กระทรวงสาธารณะสุข. 2556. **มาตราฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค.** ฉบับที่ 364, 88-100. ลง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. ม.ป.ป. **กระบวนการแปรรูปอาหาร.** เอกสารประกอบการสอน. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2539. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2546. **ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว.** กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

เฉลิม ศรีภิรมย์. 2552. **อาหารมังสวิรัติ.** สำนักพิมพ์อมรินทร์ Cuisine. กรุงเทพฯ. 132 หน้า.

ณัฐนันท์ วิเศษสุภมิตร. 2547. **การศึกษาปริมาณสารไอโซฟลาโวนในกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองและการสกัดสารไอโซฟลาโวนในกากถั่วเหลืองเพื่อการนำไปใช้เป็นอาหารสุขภาพ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.

ทศรฐ อินแปลง. 2543. **การศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง.** สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เทวี คุ้มวงศ์ และสิริชัย ส่งเสริมพงษ์. 2553. **ผลของสารชะลอการเกิดรีโทรเกรเดชันในข้าวสำเร็จรูปพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋อง.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธนาภร รติธรรมธร. 2559. **ผลของการให้ความร้อนและการทำให้เย็นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการย่อยแป้ง.** บทความวิชาการ. คณะพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยเซนต์เทเรซา.

นิรนาม. 2561. **พลังงานและสารอาหารจากข้าวผัดกระเทียมเห็ดหอม**. http://www.calforlife.com สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2561.

บุปผา นุชนาถ. 2547. **การผลิตข้าวนึ่งบรรจุกระป๋อง.** ปัญหาพิเศษ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.

ประมวล ศรีกาหลง. ม.ป.ป. **การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร.** เอกสารประกอบการสอน. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประไพศรี ศิริจักรวาล. 2541. **"มังสวิรัติ" ในการดูแลสุขภาพแบบธรรมชาติ.** โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ.101-119.

ประภาศรี เทพรักษา. 2547. **การผลิตอาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน**. สถาบันอาหาร, บรรณาธิการ. หลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. หจก.ภรณ์ภัทรสิน, กรุงเทพฯ. 5-24.

เปรมใจ วังศิริไพศาล. 2555. **ภัยพิบัติทางธรรมชาติในเอเชีย.** ศูนย์วิจัยย้ายถิ่นแห่งเอเชีย สถาบันเอเชียศึกษา.

พงษ์ศักดิ์ ทรงพระนาม. 2546. **อาหารไทย 2.** เอกสารประกอบการสอน. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, อำนาจ คูตะคุ, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, กรุณา วงษ์กระจ่าง และชมดาว ลิกขะมณฑล. 2556. **การผลิตอาหารเพื่อสุขภาพจากถั่ว 5 สี สำหรับผู้สูงวัยด้วยกรรมวิธีเอ็กทรูชัน**. คณะวิศวะกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ละมุล วิเศษ. 2555. **ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการหุงต้มของข้าว.** วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 17(1), 172-180.

วิวัธน์ ปฐมโยธิน. 2535. **การใช้เครื่องฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง.** อาหาร, 22(3), 46 – 48

วิไล รังสาดทอง. 2543. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วุฒิชัย นาครักษา. 2539. **การศึกษากระบวนการแปรรูปโดยความร้อนของข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง.** วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 243-258.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2558. **พืชตระกูลถั่ว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http:// www. phtnet.org. วันที่สืบค้น 26 กุมภาพันธ์ 2558

ศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. **ถั่วแดงหลวง.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://esc.agritech.doae.go.th. วันที่สืบค้น 26 กุมภาพันธ์ 2558.

สมใจ ชุมสุวรรณ์. 2539. **กระป๋องโลหะสำหรับบรรจุอาหาร.** สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา.

สิริกาญจน์ เกียรธนะไพบูลย์. จินตนา อุปดิสสกุล และธงชัย สุวรรณสิชณ์. 2551. **ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวไทยจากการประเมินทางประสาทสัมผัสและการวัดด้วยเครื่องมือ.** ปริญญานิพนธ์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันทา วงศ์ปิยชน, งามชื่น คงเสรี และพูลศรี สว่างจิต. 2550. **การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิบรรจุกระป๋อง.** สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 36-49.

สำนักโภชนาการ. 2554. **คำแนะนำด้านการจัดอาหารและโภชนาการในภาวะน้ำท่วม.** กรมอนามัย 18 และ 20 ตุลาคม 2554.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2561. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี.** http://www.ricethailand.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2561.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูลผลกุล. 2554. **หลักการประกอบอาหาร.** ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวินท์ เลาหรัชตนันท์, ศศิมน ปรีดา, โชคชัย ธีรกุลเกียร, วราวุฒิ ครูส่ง, สมบัติ ขอทวีวัฒนา, สายสนม ประดิษฐ์ดวง, เทวี โพธิผล และรุ่งนภา วิสิฐอุดรการ. 2555. **เทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร.** สาขาวิชามนุษยนิเวศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 32-41.

อารีย์ วรัญญูวัฒน์. 2544. **ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และละหุ่ง.** โรงพิมพ์โชติวงศ์. กรุงเทพฯ.

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed., AOAC international, Gaithersburg, USA.

Aurand, L.W. and Woods, A.E. 1973. **Food Chemisty.** The AVI Publishing Company, Inc., Weatport, Connecticut.

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual (BAM). Avilable from: http://www.fisheries.go.th/fiqc_surat/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=56, August 23, 2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Batcher, O.M., Helmintolle, K.F. and Dawson, E.H. 1958. Development and Application of Methods of Evaluation Cooking and Eating Quality of Rice. **Journal of Rice. 59,** 4-8, 32.

Compendium of Methods for Food Analysis. 2003. 1st ed., Thailand. p. 2-18.

Duranti, M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. **Department of AgriFood Molecular Sciences**, Università degli Studi di Milano, Italy.

Fellows, P. 2000. Food Processing Technology: Principle and Practice. 2nd ed. CRC Press, New York.

Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. **Cereal Science Today**, 16, 334-338.

Kautter, D.A., Landry, W.L., Schwab, A.H.and Lancette, G.1992. A examination of canned foods. **In Food and Drug Administration: Bacteriological Analytical Manual.** 7th. A.O.A.C. International. Arlington, Virginia.

Larousse, J. and Brown, B.E. 1997. **Food canning Technology**. Wiley-VHC, New York.

Nagarathnamma, K. and Siddappa, G.S. 1965. Canning of rice. **Journal of food Sicnce and Technology**. 2(4), 128-131.

Narkrugsa, W. and Saeleaw, M. 2009. Effects of Amylose and Sterilizing Value (F_0) on the Retrogradation of Canned Rice During Storage. **King Mongkut' s Agro- Industry Journal**. 1(1), 25-33.

Mason, P. 1994. **Nutrition and Dietary Advice in the Pharmacy**. Cornwall: Hartnolls Ltd. 184-190.

Pflug, I.J., Davidson, P.M. and Holcomb, R.G. 1981. Incidence of Canned Food Spoilage at the Retial Level. **Journal of Food Protein**, 44, 682-685.

Sikorski, Z.E. 1990. Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. CRC Press, Florida.

Syamsir, E., Suhartone, M.T. and Valentina, S. 2009. Effect of time-temperture schedules and amylose content of rice on color and texture of rice-based emergency canned food.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In international Seminar Current Issues and Challenges in food Safety. IPB International Convention Center, Bogor, Indonesia. p.391-398.

Wadley, F.M. 2015. **Incomplete-block design adapted to paired tests of mosquito repellents**. Avilable from: https://onlinecourses.science.psu.edu/stat503/sites/onlinecourses.science.psu.edu.stat503/files/lesson04/Cochran_Cox.pdf. May 15. 2015.

U.S. Food and Drug Administration. 1997. **Low Acid Canned Foods.** FDA State Training Branch: Course Manual, Maryland.

Yadav, R.B., Khatkar, B.S., and Yadav, B.S. (2007). Morphological, physicochemical and cooking properties of some Indian rice (Oryza sativa L.) cultivars. **Journal of Agricultural Technology**. 3(2), 203-210.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์

ก1 การวิเคราะห์ทางเคมี

ก1.1 การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (Juliano, 1971)

การเขียนกราฟมาตรฐาน

ชั่งอะมิโลสบริสุทธิ์ (amylose from potato) ประมาณ 40 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมเอทานอล (ethyl alcohol) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นและถ่ายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมตรขนาด 100 มิลลิลิตร ใบที่ 1-5 ตามลำดับ เติมกรดอะซิติก (acetic acid) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรใบที่ 1-5 ตามลำดับ เติมสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรแต่ละใบ ใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอะมิโลส (ร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40) กับค่าการดูกลืนแสง

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างประมาณ 100 มิลลิกรัม (น้ำหนักแน่นอน) ใส่ในหลอดทดลอง เติมเอทานอล (ethyl alcohol) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นและถ่ายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติก (acetic acid) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร และเติมสารละลายไอโอดีนปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร และหาปริมาณอะมิโลสโดยอ่านจากกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก2.1 วิเคราะคุณภาพการหุงต้ม

ก2.1.1 ขั้นตอนการหาปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าว

ชั่งข้าวสาร 8

นำข้าวสารใส่ในตระแกรงลวดทรงกระบอกสูง วัดความสูงของข้าวสาร บันทึกค่าความสูงของข้าวโดยรอบตะแกรง 3 จุด

นำบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร ใส่น้ำ 160 มิลลิลิตร ตั้งบน Hot plate นำตะแกรงลวดที่บรรจุข้าวสารใส่ลงในบีกเกอร์ ให้ความร้อนมีอุณหภูมิ 96 °C ทิ้งไว้ 1 นาที ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา ต้มต่อที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 20 นาที

ยกตระแกรงลวดขึ้นจากน้ำ ปล่อยให้น้ำไหลออกจากตะแกรงเป็นเวลา 2 นาที พร้อมทั้งวัดความสูงของข้าวสุกในตะแกรง 3 จุด บันทึกเพื่อนำค่าคำนวณ

ภาพภาคผนวกที่ ก2.1 ขั้นตอนการหาปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก2.1.2 ขั้นตอนการหาปริมาณการดูดซึมน้ำของข้าว

ชั่งน้ำหนักข้าวสาร
จดบันทึก

นำข้าวที่ได้จากการต้มหารปริมาตรที่เพิ่มขึ้น
นำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกค่านำไปคำนวณหา
การดูดซึมของข้าว

ภาพภาคผนวกที่ ก2.2 ขั้นตอนการหาปริมาณการดูดซึมน้ำของข้าว

ก2.1.3 ขั้นตอนการหาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าว

ดูดน้ำข้าวจากการต้มข้าวในบีกเกอร์
10 มิลลิลิตรใส่ในอะลูมิเนียมแคน

แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 °C
เวลา 18 ชั่วโมง

ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ 1 ชั่วโมง

นำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกผล

ภาพภาคผนวกที่ ก2.3 ขั้นตอนการหาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก2.2 วิเคราะห์คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของข้าวจากข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง texture analyzer รุ่น TA.XT plus โดยนำข้าวภายในกระป๋อง 50 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เกลี่ยให้ได้ความสูง 2 เซนติเมตร ใช้หัววัด Cylinder Probe ทรงกระบอก ขนาด 35 มิลลิเมตร (P/35) กำหนดความเร็วของหัวกด ก่อนวัด ขณะวัดและหลังวัด คือ 1.0 1.0 และ 10.0 มม./วินาที ตามลำดับ ระยะกด 50% ของตัวอย่าง โดยใช้สภาวะดังนี้

TA.XT plus Setting Mode	: Measure force in compression
Option	: Return to start
Pre – test speed	: 1.0 mm/s
Test speed	: 1.0 mm/s
Post –test speed	: 10.0 mm/s
Strain	: 50 mm/s
Time	: 5 sec.
Trigger type	: Auto (Force)
Trigger Force	: 5.0 g.
Tare Mode	: Auto
Advanced Options	: On
Probe Height Calibration	
Return Distance (mm.)	: 100
Return Speed (mm./Sec.)	: 10
Contact Force (g.)	: 1

ตัวอย่างกราฟการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ทำการวัดค่าดังนี้

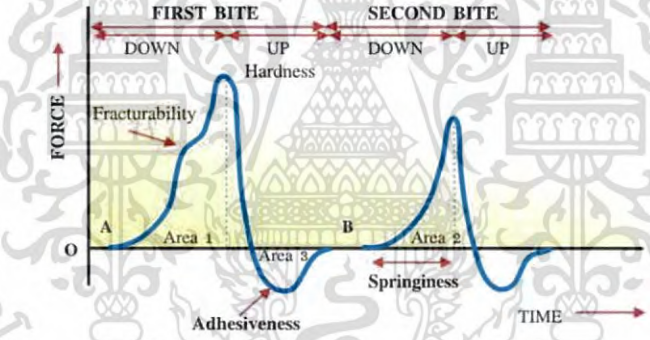
1.) ค่าความแข็ง (hardness) คือ แรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดหรือเทียบได้กับการเคี้ยวครั้งแรก มีหน่วยเป็นหน่วยของแรง เช่น นิวตัน (N)

2.) ค่าแรงเกาะผิว (adhesiveness) งานที่จำเป็นในการดึงหัววัด หรือหัวกด หรือฟันออกจากตัวอย่าง หรืออาหาร ในกราฟ TPA คือพื้นที่ใต้กราฟส่วนที่มีค่าเป็นลบของช่วงการกดหรือการเคี้ยวที่ 1 (Area 3) มีหน่วยเป็นแรงคูณด้วยเวลา เช่น นิวตันต่อวินาที (N.s) บางครั้งเรียก stickiness

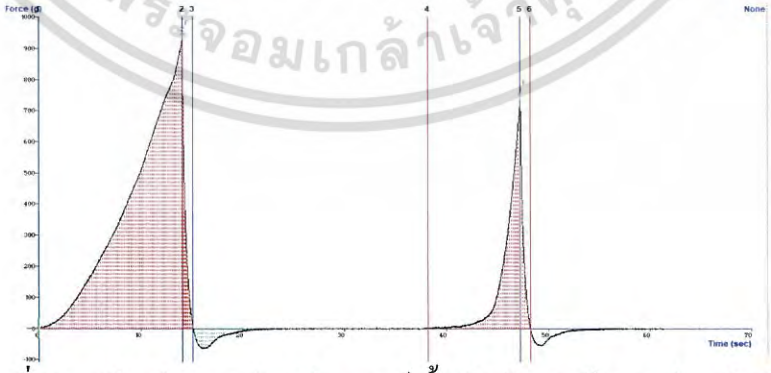
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ค่าแรงยึดเกาะกัน (cohesiveness) คือ เป็นพลังงานยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร หาได้จาก อัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟส่วนที่เป็นค่าบวกของการกดหรือการเคี้ยวครั้งที่ 2 (Area 2) และครั้งที่ 1 (Area 1)

ภาพภาคผนวกที่ ก2.4 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวภายในผลิตภัณฑ์



ภาพภาคผนวกที่ ก2.5 ตัวอย่างกราฟแรงกับเวลาในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (TPA)



ภาพภาคผนวกที่ ก2.6 ตัวอย่างกราฟการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวภายในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก3 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ก3.1 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี (total plate count, TPC) (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1.) จานเพาะเชื้อ (petri dish)

2.) หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด (test tube)

3.) ไมโครปิเปต

4.) อ่างควบคุมอุณหภูมิ

5.) ตู้บ่มเชื้อ

6.) หม้อนึ่งความดัน

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1.) อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar

2.) 0.1 % peptone

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ (plate count agar, PCA) ปริมาณ 23.5 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 - 124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง

เตรียมสารละลายเปปโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยทำการชั่งเปปโตนปริมาณ 50 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มิลลิลิตร

วิธีการ

1.) ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงไปในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1: 10 หรือ 10^{-1}

2.) ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อปิเปต 1 มิลลิลิตร ของการเจือจางที่ 10^{-1} เท่า ถึง 10^{-5} เท่าลงใน petri dish

3.) ให้เทอาหาร (plate count agar, PCA) ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส แล้วทำการผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจานเป็นวงกลมอย่างช้าๆ ทิ้งให้อาหารแข็งตัว

4.) นำ petri dish ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

5.) นับจำนวนโลนีเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารในแต่ละความเจือจาง (30 - 300 โคโลนี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) คำนวณเชื้อจุลินทรีย์เป็น (log CFU / ml)

การตรวจนับโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อครบตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่จำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หาค่าจำนวนโคโลนีเฉลี่ยจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานตรวจนับในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU / g)

ก3.2 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (yeast and mold) (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1.) จานเพาะเชื้อ (petri dish)

2.) หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด (test tube)

3.) ไมโครปิเปต

4.) อ่างควบคุมอุณหภูมิ

5.) ตู้บ่มเชื้อ

6.) หม้อนึ่งความดัน

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1.) อาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran Glycerol (DG18) agar

2.) 0.1 % peptone

3.) 10 % tartalic acid

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran Glycerol (DG18) agar ปริมาณ 39.0 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 - 124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปรับความเป็นกรด - ด่าง ของอาหารเลี้ยงเชื้อให้เท่ากับ 3.5 โดยเติม 10 % tartalic acid ลงไป

การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจาง

เตรียมสารละลายเปปโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยทำการชั่งเปปโตนปริมาณ 50 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1.) ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงไปในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลาย

2.) ใช้ปิเปตดูดสารละลายจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer) จะได้สารละลาย

3.) ตัวอย่างที่เจือจาง 1: 100 หรือ 10^{-2} จนได้ระดับเจือจางของสารละลายตัวอย่างที่ต้องการ สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1: 100 หรือ 10^{-1} ปิเปต 1 มิลลิลิตร ของการเจือจางที่ 10-1 เท่า ถึง 10-5 เท่าลงใน Petri dish

4.) ให้เทอาหาร Dichloran Glycerol (DG 18) Agar ที่อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส แล้วทำการผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจานเป็นวงกลมอย่างช้าๆ ทิ้งให้อาหารแข็งตัว

5.) นำ petri dish ไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 วัน

6.) นับจำนวนโคโลนีเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารในแต่ละความเจือจาง (30 - 300 โคโลนี)

7.) คำนวณเชื้อจุลินทรีย์เป็น (log CFU / ml)

ก3.3 การวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1.) จานเพาะเชื้อ (petri dish)

2.) หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตรพร้อมฝาปิด (test tube)

3.) ไมโครปิเปต

4.) อ่างควบคุมอุณหภูมิ

5.) ตู้บ่มเชื้อ

6.) หม้อนึ่งความดัน

7.) Egg yolk emulsion, 50%

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

1.) อาหารเลี้ยงเชื้อ SFP Agar Base (SFP) (M 196)

2.) Peptone dilution fluid (PDF) (R 56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1.) ชั่งตัวอย่าง 25.0 ±0.1 กรัม เติม Peptone dilution fluid (PDF) จำนวน 225 มิลลิลิตร ปั่นตัวอย่าง ด้วยเครื่องตีปั่นน ความเร็วรอบต่ำ เวลา 1-2 นาที

2.) ทำการเจือจางให้ได้ระดับการเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-6} โดยปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวด PDF 90 มิลลิลิตร จะได้ความเจือจาง 10^{-2} เขย่าให้เชื้อกระจายทั่วทั้งขวด และเตรียมในลักษณะเดียวกัน แต่ใช้ตัวอย่างที่มีความเจือจางจากขวด 10^{-2},10^{-3},10^{-4} และ 10^{-5} ตามลำดับ

3.) เทอาหาร SFP without egg yolk agar ประมาณ 6-7 มิลลิลิตร ตั้งไว้ให้แข็งตัว

4.) ปิเปตสารละลายตัวอย่าง จำนวน 1 มิลลิลิตร ต่อเพลท (ระดับความเจือจางละ 2 เพลท)

5.) เทอาหาร SFP without egg yolk agar ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการหมุนเบาๆ ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว หงายเพลทแล้วนำไปใส่ใน anaerobic jar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

6.) นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะโคโลนี สีดำ 2-4 มม. มีโซนใสขาวรอบโคโลนี ช่วง 20-200 โคโลนี รายงานผลปริมาณเชื้อ *Clostridium perfringens* CFU/g.

ก3.4 การวิเคราะห์ *Coliforms* และ*Escherichia coli* (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1.) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

2.) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

3.) ตู้อบฆ่าความร้อนแห้ง

4.) ตู้บ่มเชื้อ

5.) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

6.) เครื่องตีตัวอย่าง

7.) จานเพาะเชื้อ

8.) ปิเปต

9.) ตะเกียงแก๊ส

10.) แอลกอฮอล์ (70% v/v)

11.) loop เขี่ยเชื้อ

12.) ปากคีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.) ตะแกรงวางหลอดทดลอง (Rack)

14.) หลอดทดลอง

15.) หลอดดักแก๊ส (Durham tube)

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารทดสอบ

1.) Butterfield's phosphate-buffered water (R 11)

2.) Phosphate buffered dilution water

3.) Lauryl Tryptose Broth (Single Strength) (M 76)

4.) Lauryl Tryptose Broth (Triple Strength) (M 76a)

5.) EC broth (M 49)

6.) Levine's Eosin-Methylene Blue (L-EMB) agar (M 80)

7.) Tryptone (Tryptophane) broth (M 164)

8.) MR-VP medium (M 104) 5.2.9 Kovac's reagent (R 38)

10.) Voges Proskauer (α -napthol solution 5%) (R 89)

11.) Methyl red indicator (R 44)

12.) VRBA (Violet red bile agar) (M 174)

13.) Brilliant Green Lactose Bile Broth (M 25)

14.) Koser's citrate broth (M 72)

15.) Nutrient agar slant (M 112)

16.) Mineral-modified glutamate medium (MMG)

17.) Tryptone bile glucuronide agar (TBX)

วิธีการและวิธีการทดสอบ

1.) การเตรียมตัวอย่าง ชั่งตัวอย่าง (ตัวอย่างอาหารทั่วไป ยกเว้นหอย) 50.0 ± 0.1 กรัม ลงในถุงปั่นตัวอย่าง จากนั้นเติม 450 มิลลิลิตร ของ Butterfield's phosphate-buffered water ปั่นตัวอย่างนาน 2 นาที แล้วนำมาเจือจาง เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ หมายเหตุ สำหรับอาหารแช่แข็ง ก่อนชั่งน้ำหนักตัวอย่างต้องทำให้อาหารละลายในตู้เย็นอุณหภูมิ 2 - 5 °C เป็น เวลาไม่เกิน 18 ชั่วโมง ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง

2.) วิธีทดสอบ *Coliforms*, *Fecal coliforms* และ *Escherichia coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN Method) เจือจางตัวอย่างให้มีระดับความเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} จากนั้นให้ทำ 3-tube MPN โดยใช้ series 3:3:3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 MPN - Presumptive test for *coliforms*, *fecal coliforms* and *Escherichia coli* ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ในแต่ละระดับความเจือจางของ 3 tube MPN อย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LST ที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ ความเจือจางละ 3 หลอด รวม 9 หลอด (ให้สังเกตด้วยว่าไม่มีฟองอากาศอยู่ในหลอดดักแก๊ส) นำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35±1 °C เริ่มคัดหลอดที่เกิดแก๊สที่เวลา 24±2 ชั่วโมง สำหรับหลอดที่ไม่เกิดแก๊ส ให้บ่มต่อไปอีก ให้ครบเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง เลือกหลอดที่เกิดแก๊ส และบันทึกผลลงใน แบบฟอร์ม BACTERIOLOGICAL ANALYSIS : *Coliform*, *Fecal coliform* และ *Escherichia coli*

2.2 MPN - Confirmed test for *coliforms* ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่เกิดแก๊สลงใน BGLB หลอดละ 1 loop นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±1 °C เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง เลือกหลอดที่เกิดแก๊ส นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN มีหน่วยเป็น MPN/g ตัวอย่าง และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม

2.3 MPN - Confirmed test for *fecal coliforms* and *Escherichia coli* ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส ลงใน EC broth ที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ หลอดละ 1 loop โดยถ่ายเชื้อหลอดต่อหลอด นำ EC broth ไปบ่มใน Water bath ที่อุณหภูมิ 45.5±0.2 °C เป็นเวลา 48± 2 ชั่วโมง เริ่มคัดหลอดที่เกิดแก๊สที่เวลา 24±2 ชั่วโมง ถ้าให้ผล negative (ไม่เกิดแก๊ส) ให้บ่มต่อไปอีกจนครบเวลา 48±2 ชั่วโมง คัดเลือกหลอด EC broth ที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN ค่าที่อ่านได้เป็นค่าของ *Fecal coliforms* มีหน่วยเป็น MPN/g ตัวอย่าง และบันทึกผลลงใน แบบฟอร์ม

2.4 MPN - Completed test for *Escherichia coli* ใช้ loop ถ่ายเชื้อจาก EC broth ที่เกิดแก๊สมา Streak บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ L-EMB agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35± 1 °C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *E. coli*. บน L-EMB agar จะมีลักษณะสีม่วงหรือดำ ตรงกลางโคโลนีมีสีดำ อาจมีหรือไม่มีลักษณะมันวาวคล้ายโลหะ (Metallic sheen)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมของข้าวผัดมังสวิรัติ

ข1 ขั้นตอนการเตรียมถั่วและธัญพืช

นำถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วลิสง ถั่วเขียว ลูกเดือย และข้าวบาร์เล่ย์ นำมาล้างผ่านน้ำ

นำมาแช่น้ำเป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาล้างน้ำสะอาด 2 ครั้ง

นำไปต้มในน้ำเดือด 96 °C 15-30 นาที จนสุก

นำถั่วเขียว และข้าวบาร์เล่ย์ นึ่งด้วยไอน้ำ 15 นาที จนสุก

ภาพภาคผนวก ข1 ขั้นตอนการเตรียมถั่วและธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข2 ขั้นตอนการเตรียมข้าว

ล้างข้าวผ่านน้ำ 1 ครั้ง เป็นเวลา 2 นาที

นำไปต้มในน้ำเดือด 96 ℃

เป็นเวลา 4 นาที

เมื่อต้มข้าวครบตามเวลา ยกลงเทใส่กระชอน

แล้วล้างน้ำไหลผ่าน 2 นาที

พักให้สะเด็ดน้ำ 2 นาที

ภาพภาคผนวก ข2 ขั้นตอนการเตรียมข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข3 ผลของกระบวนการให้ความร้อนที่ บริษัท อัลบาทรอส จำกัด

ตารางที่ ข3 แสดงผลของกระบวนการให้ความร้อนภายในเครื่องหม้อนึ่งความดันน้ำ

Heat Penetration Test Result for Product

Product	Vegetarian fried rice (solid pack)
Can size	307×113 (3 pieces)
Minimum initial product temperature*	45 °C (113 °F)
Minimum Come Up Time*	15 minutes
Minimum overpressure during cooking period*	2.0 bar
Container orientation*	Vertical orientation
Setting temperature*	121 °C (249.8 °F)
Process temperature*	120 °C (248.0 °F)
Process time*	45 minutes
j value	1.51
f_h value	27.28
F_0 (Ball formula method)	5.2

Alternative Process

The parameters are used to calculate as following;

$j = 1.51$ $f_h = 27.28$ $F_0 = 5.2$

Temperature (°C)		Process Time (minute)	
Initial	Process	Calculated	Suggested
35	118	52.08	53
35	119	49.05	50
35	120	46.43	47
40	118	51.35	52
40	119	48.32	49
40	120	45.72	46
45	118	50.56	51
45	119	47.55	48
45	120	44.95	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวก ข3 ภาพผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ภาพภาคผนวก ข4 ภาพวัตถุดิบและเมล็ดข้าวภายในกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ค1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการเลือกกลุ่มของชนิดพืชตระกูลถั่วและธัญพืช

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

คำอธิบาย แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษากลุ่มของพืชตระกูลถั่วและธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในปริมาณที่เหมาะสม จึงขอความร่วมมือจากท่านประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และให้คะแนนความรู้สึกของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง				หมายเหตุ
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการเลือกอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ .....

คำอธิบาย แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรบุรี ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในอัตราส่วนที่เหมาะสม จึงขอความร่วมมือจากท่านประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และให้คะแนนความรู้สึกของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			หมายเหตุ
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค3 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการเลือกอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี

แบบประเมิณความพอดีของผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

คำอธิบาย แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาความพอดีของเนื้อสัมผัสของข้าวในอัตราส่วนข้าวหอมมะลิ 105 ต่อข้าวสุพรรณบุรี ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋องในอัตราส่วนที่เหมาะสม จึงขอความร่วมมือจากท่านประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสประเมิณความพอดี โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด หลังจากท่านชิมผลิตภัณฑ์ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			หมายเหตุ
	น้อยไป	พอดี	มากไป	
ความร่วนของเมล็ดข้าว				
ความเกาะติดของเมล็ดข้าว				
ความแข็งของเมล็ด				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ฉลากแสดงคุณค่าทางโภชนาการ

ง1 ฉลากแสดงคุณค่าทางโภชนาการ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

วันที่ออก : 22 มิถุนายน 2558
เลขที่รายงาน : TR 58/22239
หน้า : 1/2

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง
รหัสตัวอย่าง	58/11406-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง ภาชนะบรรจุ : กระป๋องเปิดสะดวก, จำนวน : 8 กระป๋อง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 197 กรัม/กระป๋อง, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	09 มิถุนายน 2558
วันที่ทดสอบ	09 มิถุนายน 2558 - 22 มิถุนายน 2558

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ต่อ 100 กรัม	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	%RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
พลังงานทั้งหมด(กิโลแคลอรี)	159.58	260.00	-	In-house method TE-CH-169 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
พลังงานจากไขมัน(กิโลแคลอรี)	32.94	50.00	-	In-house method TE-CH-169 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
ไขมันทั้งหมด (ก.)	3.66	6.00	9	AOAC (2012) 922.06
ไขมันอิ่มตัว (ก.)	0.99	1.50	8	In-house method TE-CH-208 based on AOAC (2012) 996.06
โคเลสเตอรอล (มก.)	67.84	110.00	37	In-house method TE-CH-143 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
โปรตีน (ก.) (%N x 6.25)	6.60	11.00	-	In-house method TE-CH-042 based on AOAC (2012), 981.10
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	25.06	40.00	13	In-house method TE-CH-169 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
ใยอาหาร (ก.)	3.56	6.00	24	In-house method TE-CH-076 based on AOAC (2012) 985.29
น้ำตาล (ก.)	4.79	8.00	-	In-house method TE-CH-074 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
โซเดียม (มก.)	378.86	610.00	25	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2012), 984.27, by ICP-OES
วิตามินเอ (มคก.)	11.09	(17.74)	2	In-house method TE-CH-024 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
วิตามินบี 1 (มก.)	น้อยกว่า 0.030	(0.00)	0	In-house method TE-CH-057 based on AOAC (2012) 942.23
วิตามินบี 2 (มก.)	0.042	(0.07)	4	In-house method TE-CH-057 based on J. Agric. Food Chemistry (1984), 32
แคลเซียม (มก.)	24.50	(39.20)	4	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2012), 984.27, by ICP-OES
เหล็ก (มก.)	0.88	(1.41)	10	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2012) 999.10 by ICP-OES
เถ้า (ก.)	1.44	-	-	AOAC (2012) 920.153
ความชื้น (ก.)	63.24	-	-	AOAC (2012) 950.46 (B)

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-032-R00(09/02/55)P1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Central Lab
One Stop & Fast Service

วันที่ออก : 22 มิถุนายน 2558
เลขที่รายงาน : TR 58/22239
หน้า : 2/2

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 กระป๋อง (160 กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ กระป๋อง : 1

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค

พลังงานทั้งหมด 260 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 50 กิโลแคลอรี)

	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
ไขมันทั้งหมด 6 ก.	9%
ไขมันอิ่มตัว 1.5 ก.	8%
โคเลสเตอรอล 110 มก.	37%
โปรตีน 11 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 40 ก.	13%
ใยอาหาร 6 ก.	24%
น้ำตาล 8 ก.	
โซเดียม 610 มก.	25%

ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *

วิตามินเอ	2%	วิตามินบี 1	0%
วิตามินบี 2	4%	แคลเซียม	4%
เหล็ก	10%		

* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65	ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20	ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300	มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300	ก.
ใยอาหาร		25	ก.
โซเดียม	น้อยกว่า	2400	มก.

พลังงาน(กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9; โปรตีน = 4; คาร์โบไฮเดรต = 4

อนุมัติผลโดย
(นางสาวนวย ทองลือ)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง2 ตาราง สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

ตารางที่ ง2 แสดงสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

บัญชีหมายเลข 3
แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป
(THAI RECOMMENDED DAILY INTAKES-THAI RDI)

ลำดับที่ (No.)	สารอาหาร (Nutrient)	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai RDI)	หน่วย (Unit)
1.	ไขมันทั้งหมด (Total Fat)	65*	กรัม (g)
2.	ไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat)	20*	กรัม (g)
3.	โคเลสเตอรอล (Cholesterol)	300	มิลลิกรัม (mg)
4.	โปรตีน (Protein)	50*	กรัม (g)
5.	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate)	300*	กรัม (g)
6.	ใยอาหาร (Dietary Fiber)	25	กรัม (g)
7.	วิตามินเอ (Vitamin A)	800	ไมโครกรัม อาร์ อี (µg RE)
8.	วิตามินบี 1 (Thiamin)	1.5	มิลลิกรัม (mg)
9.	วิตามินบี 2 (Riboflavin)	1.7	มิลลิกรัม (mg)
10.	ไนอะซิน (Niacin)	20	มิลลิกรัม เอ็น อี (mg NE)
11.	วิตามินบี 6 (Vitamin B6)	2	มิลลิกรัม (mg)
12.	โฟเลต (Folate)	200	ไมโครกรัม (µg)
13.	ไบโอติน (Biotin)	150	ไมโครกรัม (µg)
14.	กรดแพนโทธินิค (Pantothenic Acid)	6	มิลลิกรัม (mg)
15.	วิตามินบี 12 (Vitamin B12)	2	ไมโครกรัม (µg)
16.	วิตามินซี (Vitamin C)	60	มิลลิกรัม (mg)
17.	วิตามินดี (Vitamin D)	5	ไมโครกรัม (µg)
18.	วิตามินอี (Vitamin E)	10	มิลลิกรัม แอลฟา-ที อี (mgα-TE)
19.	วิตามินเค (Vitamin K)	80	ไมโครกรัม (µg)
20.	แคลเซียม (Calcium)	800	มิลลิกรัม (mg)
21.	ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	800	มิลลิกรัม (mg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ (No.)	สารอาหาร (Nutrient)	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai RDI)	หน่วย (Unit)
22.	เหล็ก (Iron)	15	มิลลิกรัม (mg)
23.	ไอโอดีน (Iodine)	150	ไมโครกรัม (µg)
24.	แมกนีเซียม (Magnesium)	350	มิลลิกรัม (mg)
25.	สังกะสี (Zinc)	15	มิลลิกรัม (mg)
26.	ทองแดง (Copper)	2	มิลลิกรัม (mg)
27.	โพแทสเซียม (Potassium)	3,500	มิลลิกรัม (mg)
28.	โซเดียม (Sodium)	2,400	มิลลิกรัม (mg)
29.	แมงกานีส (Manganese)	3.5	มิลลิกรัม (mg)
30.	ซีลีเนียม (Selenium)	70	ไมโครกรัม (µg)
31.	ฟลูออไรด์ (Fluoride)	2	มิลลิกรัม (mg)
32.	โมลิบดินัม (Molybdenum)	160	ไมโครกรัม (µg)
33.	โครเมียม (Chromium)	130	ไมโครกรัม (µg)
34.	คลอไรด์ (Chloride)	3,400	มิลลิกรัม (mg)

* ปริมาณของไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ที่แนะนำให้บริโภคต่อวันคิดจากการเปรียบเทียบพลังงานที่ควรได้จากสารอาหารดังกล่าวเป็นร้อยละ 30, 10, 10 และ 60 ตามลำดับของพลังงานทั้งหมดหากพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวันเป็น 2,000 กิโลแคลอรี

(ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี, โปรตีน 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี, คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี)

หมายเหตุ 1. สำหรับน้ำตาลไม่ควรบริโภคเกินร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมดที่ได้รับต่อวัน

2. คำอธิบายหน่วยของวิตามินเอ ไนอะซิน วิตามินอี และวิตามินดี

2.1 วิตามินเอ RE = Retinol equivalent

1 RE = 1 µg retinol = 6 µg β-carotene = 3.33 IU

2.2 ไนอะซิน NE = Niacin equivalent

1 NE = 1 mg niacin = 60 mg tryptophan

2.3 วิตามินอี α-TE = α-Tocopherol equivalent

1 α-TE = 1 mg D-α-tocopherol = 1.5 IU

2.4 วิตามินดีมีหน่วยเป็น ไมโครกรัม โดยคำนวณเป็น cholecalciferol

1 µg = 40 IU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

จ1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๓๕๕

หน้า ๘๘
เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๘๗ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๕๖

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๓๕๕) พ.ศ. ๒๕๕๖
เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง อาหารในภาชนะในบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๕) (๖) (๗) (๙) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐

(๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙

ข้อ ๒ ให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายความว่า

(๑) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก จึงเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ หรือ

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminate) ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

ข้อ ๔ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๒) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๓) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๔) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(๔.๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

ดีบุก ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

สังกะสี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ทองแดง ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(๔.๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ ๕ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ ไม่มีวัตถุกันเสีย เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรท์ หรือโซเดียมไนไตรท์ หรือโพแทสเซียมไนเตรท หรือโซเดียมไนเตรท ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับเนื้อหมักชนิดเดียวมีทโพรดัก (cured meat product)

ข้อ ๖ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และ ข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วย คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ ๗ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ ๔.๖ ลงมา และข้อ ๓ (๒) นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๑) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ดังนี้

(๑.๑) ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส หรือ ๕๕ องศาเซลเซียส สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๑)

(๑.๒) ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๒)

(๒) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน ๑๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม

(๓) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า ๓ ต่ออาหาร ๑ กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

ข้อ ๘ ผู้ผลิตอาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ ต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(๑) ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ค่า F0 (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า ๓ นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินั่ม (Clostridium botulinum) ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heatpenetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้น ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

(๒) เติมกรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด - ด่างของอาหาร ไม่เกิน ๔.๖

ทั้งนี้ วิธีการปรับให้ได้สภาพความเป็นกรด - ด่างสมดุล (Equilibrium pH) และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

ข้อ ๙ ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ ๒ ต้อง

(๑) สะอาด

(๒) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(๓) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสีอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแล็กเคอร์หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(๔) ไม่รั่วหรือบวม

(๕) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ ๑๐ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้ เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้ การตรวจหาน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีของสมาคม AOAC International ฉบับที่เป็นปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ ๑๑ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ ๑๒ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับอาหารที่มิใช่ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดสำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๑๓ การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในกรณีของฟรุตคอกเทลและฟรุตสลัด ให้ได้รับยกเว้นการปฏิบัติตามข้อ ๓ (๕) ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๔๓ เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๓ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ แต่ทั้งนี้ให้แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญโดยไม่ต้องแจ้งปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนัก

ข้อ ๑๔ ประกาศฉบับนี้ไม่ใช้บังคับกับ

(๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ ๓ (๒) ดังนี้

(๒.๑) อาหารขบเคี้ยวประเภทคุกกี้ เวเฟอร์ แครกเกอร์ บิสกิต อาหารอบกรอบ ชนิดที่ไม่มีการสอดไส้ ข้าวเกรียบ เมล็ดธัญพืชคั่วหรืออบ ถั่วคั่วหรืออบ นัตคั่วหรืออบ พืชผักผลไม้อบหรือทอดกรอบ อาหารขบเคี้ยวชนิดอบพอง (Extruded snack) และเมล็ดพืชอบแห้งหรือทอด

(๒.๒) ผงเครื่องเทศ ผงเครื่องปรุงต่างๆ

(๒.๓) แป้งประกอบอาหาร

(๒.๔) อาหารอัดเม็ด

(๒.๕) พืชผัก ผลไม้ ที่ทำให้แห้ง

(๒.๖) เนื้อสัตว์ที่ทำให้แห้ง

ข้อ ๑๕ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙ ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ ๑๖ ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๖
ประดิษฐ สินธวณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร

ประเภทอาหาร	ชนิด	น้ำหนักเนื้ออาหารเป็นร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
ผลไม้	๑. ชิ้นหรือแว่น	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๒. ทั้งผล	ไม่น้อยกว่า ๔๐
พืชผัก	๑. ชิ้น	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๒. เมล็ด	ไม่น้อยกว่า ๕๐
	๓. ฝักหรือหัว	ไม่น้อยกว่า ๔๐
	๔. ดองเค็มหรือหวาน เช่น ซีเซกฉ่าย กิงฉ่าย ตั้งฉ่าย	ไม่น้อยกว่า ๖๕
	๕. เต้าหู้ยี้	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๖. เต้าเจี้ยว	ไม่น้อยกว่า ๕๐
เนื้อสัตว์	๑. บรรจุในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๒. เนื้อหอยในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง	ไม่น้อยกว่า ๕๐
	๓. ไส้กรอกในน้ำเกลือ	ไม่น้อยกว่า ๕๐
อาหารปรุงสำเร็จที่ทำให้สุกแล้ว	๑. แกงเผ็ดต่าง ๆ	ไม่น้อยกว่า ๕๐
	๒. พะแนงต่าง ๆ	ไม่น้อยกว่า ๖๕
	๓. แกงกะหรี่หรือมัสมั่น	ไม่น้อยกว่า ๖๐
	๔. ผัดเผ็ดอย่างแห้ง เช่น ผัดพริกขิง ผัดเผ็ดปลาหรือกุ้ง	ไม่น้อยกว่า ๘๐
	๕. กุ้งเค็มหรือหวาน	ไม่น้อยกว่า ๘๐
	๖. หมูหวาน	ไม่น้อยกว่า ๗๕
	๗. ไก่หรือหมูพะโล้/ไก่หรือหมู หรือขาหมูต้มเค็ม	ไม่น้อยกว่า ๕๕

อาหารประเภทหรือชนิดตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแต่มีลักษณะพิเศษที่มิอาจกำหนดเนื้ออาหารให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในบัญชีได้ หรืออาหารประเภทอื่นที่มิได้กำหนดไว้ในบัญชี ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหารตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ2. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๓๖๔

หน้า ๔๒
เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๑๔๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๓๑ ตุลาคม ๒๕๕๖

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ ๓๖๔) พ.ศ. ๒๕๕๖

เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๒) และ (๓) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ลงวันที่ ๑๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๒

ข้อ ๒ อาหารตามบัญชีหมายเลข 1 ท้ายประกาศนี้ ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เว้นแต่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามชนิดและปริมาณที่ระบุไว้ในบัญชีหมายเลข 2 และบัญชีหมายเลข 3 ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๓ ประกาศนี้ไม่ใช้บังคับกับผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร วัตถุเจือปนอาหาร และอาหารอื่นซึ่งได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไว้โดยเฉพาะ

ข้อ ๔ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๖

ประดิษฐ สินธวณรงค์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-2-

บัญชีหมายเลข 1

รายชื่ออาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

---

1. นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก
2. อาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก
3. อาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก
4. นมโค
5. นมปรุงแต่ง
6. ผลิตภัณฑ์ของนม
7. เนยแข็ง
8. ครีม
9. ไอศกรีม
10. เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
11. น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
12. น้ำแข็ง
13. ช็อกโกแลต
14. อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก
15. อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
16. อาหารกึ่งสำเร็จรูป
17. ซอสบางชนิด
18. ผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง
19. ไข่เยี่ยวม้า
20. นมเปรี้ยว
21. เครื่องดื่มเกลือแร่
22. ชา
23. กาแฟ
24. น้ำนมถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
25. น้ำแร่ธรรมชาติ
26. น้ำมันเนย
27. เนยเทียม เนยผสม ผลิตภัณฑ์เนยเทียม และผลิตภัณฑ์เนยผสม
28. น้ำผึ้ง
29. แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
30. เนยใสหรือกี (Ghee)
31. เนย
32. ชาสมุนไพร
33. วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่
34. ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
35. ขนมปัง
36. แป้งข้าวกล้อง
37. ข้าวเติมวิตามิน
38. อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 2
มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
1. นมดัดแปลงสำหรับทารก (ชนิดผงหรือแห้ง) 2. อาหารทารก (ชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. ครอโนแบคเตอร์ ซากาซากิ (*Cronobacter sakazakii*)	ไม่พบใน 10 กรัม (g)
3. นมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก (ชนิดผงหรือแห้ง) 4. อาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก (ชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 cfu/g
5 .อาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก (ชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
6. ผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์		
(6.1) นมโค (6.2) นมปรุงแต่ง (6.3) ผลิตภัณฑ์ของนม (6.4) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากนมของสัตว์อื่นที่มิใช่นมของโค	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 มิลลิลิตร (ml)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	4. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*)	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)
7. นมผง 8. นมปรุงแต่ง (ชนิดแห้ง) 9. ผลิตภัณฑ์นม (ชนิดแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
10. เนยแข็ง		
(10.1) ที่มี $a_w \geq 0.9$	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	5. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
(10.2) ที่มี a_w ระหว่าง 0.82-0.9	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
(10.3) ที่มี $a_w \leq 0.82$	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
11. ครีม		
(11.1) ครีมที่ทำให้แห้ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(11.2) ครีมที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. *Listeria monocytogenes*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
12. ไอศกรีม		
(12.1) ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. *Listeria monocytogenes*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
(12.2) ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม (ชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ และชนิดผงหรือแห้ง)	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
13 ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคชนิดเหลวที่มี pH $\geq$ 4.3 เฉพาะที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอไรส์		
(13.1) เครื่องดื่ม[1] (13.2) ชา (13.3) กาแฟ (13.4) น้ำนมถั่วเหลือง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*)	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 มิลลิลิตร (ml)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml) เว้นแต่เครื่องดื่มรังนก ไม่เกิน 1,000 ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	5. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*)[2]	ไม่พบใน 25 มิลลิลิตร (ml)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
14. เครื่องดื่มชนิดเข้มข้น หรือชนิดแห้ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) [3]	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	5. ลิสทีเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*) [2]	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
15. อาหารกึ่งสำเร็จรูป		
(15.1) ก๋วยจั๊บ ก๋วยเตี๋ยว บะหมี่เส้นหมี่ วุ้นเส้นที่ปรุงแต่ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(15.2) เครื่องปรุงที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุ ก๋วยเตี๋ยว ก๋วยจั๊บ บะหมี่ เส้นหมี่ และวุ้นเส้น	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
15. อาหารกึ่งสำเร็จรูป (ต่อ)		
(15.3) ข้าวต้มและโจ๊กที่ปรุงแต่ง แกงจืด และซุป ชนิดผงหรือชนิดแห้ง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. *Bacillus cereus*	ไม่เกิน 200 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(15.4) แกงจืด และซุป ชนิดเข้มข้น [4] ชนิดก้อน	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(15.5) แกงและน้ำพริกต่างๆ [4]	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
16. ซอสบางชนิด [4]	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. *Clostridium perfringens*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
17. ผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g) หรือ ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g) หรือ ใน 1 มิลลิลิตร (cfu/ml)
18. ไข่เยี่ยวม้า	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
19. อาหารตามบัญชีหมายเลข 1 ลำดับที่ 1-32 ทั้งชนิดอาหารและกระบวนการผลิตที่นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในลำดับที่ 1-18 ของบัญชีหมายเลข 2	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml) เว้นแต่น้ำและน้ำแข็งไม่พบใน 100 มิลลิลิตร (ml)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g) หรือ มิลลิลิตร (ml) เว้นแต่น้ำและน้ำแข็งไม่พบใน 100 มิลลิลิตร (ml)

หมายเหตุ

(1) ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 13 (13.1) ที่เป็นเครื่องดื่มผ่านทางจมูกเข้า ให้ตรวจแพาะ แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.), สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) และ แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)

(2) ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 13 ทุกรายการที่ใส่นม และลำดับที่ 14 แพาะเครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ใส่นม ต้องตรวจ ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส (*Listeria monocytogenes*) ด้วย

(3) ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 14 ที่เป็นเครื่องดื่มชนิดผง ต้องตรวจ คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ด้วย

(4) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต ที่มิได้กรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 3
มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
1. วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ที่มิใช่ชนิดแห้ง	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
2. ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท [4]		
(2.1) น้ำจิ้มชนิดต่าง ๆ	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส *(Bacillus cereus)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(2.2) เต้าเจี้ยว	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส *(Bacillus cereus)*	ไม่เกิน 2,500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(2.3) ซอสชนิดต่างๆ	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. *Bacillus cereus*	ไม่เกิน 500 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
3. ขนมปัง	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส *(Bacillus cereus)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส์ *(Clostridium perfringens)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
4. แป้งข้าวกล้อง	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส *(Bacillus cereus)*	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
5. ข้าวเติมวิตามิน	1. แซลโมเนลลา *(Salmonella spp.)*	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส *(Bacillus cereus)*	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์	ชนิดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	ปริมาณที่กำหนด
6. อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที		
(1) คุกกี้ บิสกิต แครกเกอร์ ขนมปังกรอบ	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
	4. คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*)	ไม่เกิน 1,000 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(2) อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันทีที่ทำจากธัญพืช หรือมีแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 กรัม (g)
	3. แบซิลลัสซีเรียส (*Bacillus cereus*)	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/g)
(3) อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคอื่น	1. แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	ไม่พบใน 25 กรัม (g)
	2. สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	ไม่พบใน 0.1 ใน 1 กรัม (cfu/g)

หมายเหตุ

(4) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต ที่มีใช้กรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป ที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล	นายภูวดล สังข์ชาติ
วัน เดือน ปีเกิด	1 พฤศจิกายน 2533 จังหวัดนครศรีธรรมราช
ที่อยู่	27/4 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
ประวัติการศึกษา	- พ.ศ. 2555 จบการศึกษาหลักสูตร คหกรรมบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี - พ.ศ. 2556 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปี 2561
การนำเสนอผลงาน	- นำเสนอผลงานด้วยวาจา เรื่อง **การพัฒนาข้าวผัดมังสวิรัติบรรจุกระป๋อง** ในโครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 “ประเทศไทย 4.0 นวัตกรรมสร้างสรรค์สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน” ในวันที่ 21 กรกฎาคม 2560 ณ ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้