

การพัฒนาผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

นางสาวอติตา ชนะสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEVELOPMENT OF BUDU-FAVOUR RICE SEASONING FROM HOT-SMOKED TILAPIA  
(*Oreochromis nilotica*)

Miss Atita Chanasit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดา รมควันร้อน
โดย	นางสาวอติตา ชนะสิทธิ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภา คงเป็นสุข

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อำนเป็อง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(อาจารย์ ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภา คงเป็นสุข)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร. ละมุล วิเศษ)

อติตา ชนสิทธิ์: การพัฒนาผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน (DEVELOPMENT OF BUDU-FAVOUR RICE SEASONING FROM HOT-SMOKED TILAPIA (*Oreochromis nilotica*) อ. ที่ปรีภษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.ชาติดา บรมพิชัยชาติกุล, อ. ที่ปรีภษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. พาสวดี ประทีปะเสน, ผศ. ดร. วรภา คงเป็นสุข, 135 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตร และกระบวนการผลิตผงโรยข้าวรสบุญดูข้าวจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน ให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ ระหว่างเก็บรักษา ขั้นตอนหนึ่งศึกษาหาภาวะการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน โดยแปรระยะเวลาในการรมควันเนื้อปลาและการอบแห้งเนื้อปลาปนเป็นเวลา 1 – 3 ชม. คัดเลือกภาวะที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่า  $a_w$  และค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) พบว่าการรมควันร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชม. ตามด้วยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชม. เป็นภาวะที่ให้ลักษณะของปลานิลกรมควันตามต้องการ จากนั้นนำปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนที่ได้มาอบและอบแห้งเนื้อปลาปนต่อพบว่าการอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 2 ชม. เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนที่สองคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญดูข้าวจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนโดยใช้สูตรต้นแบบ 2 สูตร นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ 60 คน พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ใช้กะปิเป็นส่วนผสม ขั้นตอนที่สามศึกษาภาวะการอบแห้งนํ้าบุญดูข้าวยาโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสูญญากาศ (55 °C, 1 ชม. 45 นาที) กับตู้อบลมร้อน (90 °C, 4 ชม.) พบว่าเมื่ออบแห้งบุญดูข้าวยาให้มีความชื้น 1-2% (w.b) ผงบุญดูข้าวยาที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสูญญากาศ มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าสีแดง ( $a^*$ ) มากกว่าผงบุญดูข้าวยาที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน และไม่พบความแตกต่างกันของค่า  $a_w$  ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ค่าความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ผงบุญดูข้าวยาทั้งสองวิธีการอบแห้ง แต่วิธีการใช้ตู้อบแห้งแบบสูญญากาศใช้พลังงานน้อยกว่าการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อน ขั้นตอนสี่ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าว ซึ่งมีแปรสัดส่วนระหว่างปริมาณผงบุญดูข้าวยาและปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนเป็น 3 ระดับ คือ 1:1 2:1 และ 3:1 โดยใช้ผู้ทดสอบ 60 คน พบว่าสัดส่วนของผงบุญดูข้าวยาและปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนเท่ากับ 3:1 เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด การติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน ซึ่งบรรจุในถุงลามิเนต 3 ชั้น (PE-Al-PE) ที่ 35 °C พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนมีสีและกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงไป มีปริมาณความชื้น และค่า TBA สูงขึ้น แต่มีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลดลง และไม่พบความแตกต่างกันของค่า  $a_w$  ในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราที่มีจำนวนน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ผงบุญดูข้าวยาที่เวลาในการเก็บรักษานานขึ้นพบว่า ค่าสีและกลิ่นเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนค่า TBA ปริมาณความชื้นและค่า  $a_w$  มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลดลง โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 80 วัน ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์กับราและ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อ.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรีภษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2554.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรีภษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรีภษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

# # 5272678023 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEYWORDS : BUDU / HOT SMOKED / TILAPIA / RICE SEASONING / VACUUM DRY

ATITA CHANASIT : DEVELOPMENT OF BUDU-FAVOUR RICE SEASONING FROM HOT-SMOKED TILAPIA (*Oreochromis nilotica*). ADVISOR: CHALEEDA BOROMPICHAICHARTKUL, Ph.D., CO – ADVISOR: ASST. PROF PASAWADEE PRADIPASENA, Ph.D., ASST. PROF VARAPHA KONGPENSOOK, Ph.D., 135 P.

This research was aimed to develop new rice seasoning product from Budu-khaw-yum and hot-smoked Tilapia fish. In the first part, a suitable condition for hot smoking of Tilapia fish was studied by varying smoking time (1-3 h) and drying time (1-3 h) at 60 °C. After smoking and drying process, properties of smoked fish were assessed in terms of moisture content,  $a_w$  and flesh colour ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). The results showed that the optimum condition for hot-smoked Tilapia fish was smoking at 60 °C, 3 h and followed by drying at 60 °C for 3 h, then smoked fish was ground and dried again under hot air dryer at 70 °C for 2 h could produce good quality dried hot-smoked Tilapia fish powder. In the second part, Budu-khaw-yum seasoning recipe was selected by comparing two recipes using acceptance test with 60 panelists. The most accepted recipe was the one containing shrimp paste. In the third part, a production of Budu-khaw-yum seasoning powder was studied by comparing effect of two drying processes (vacuum drying, 55 °C, 1 h. 45 min and hot air drying 90 °C, 4h.) on chemical and physical properties of Budu-khaw-yum powder at the same final moisture content of 1-2 % (w.b.). The results showed that drying Budu-khaw-yum seasoning using vacuum dryer produced Budu-khaw-yum powder which had higher  $L^*$  and  $a^*$  value than using hot air dryer. Although,  $a_w$ ,  $b^*$ , Thiobabitoric acid (TBA) and proximate composition were not different from using hot air dryer, but the total energy consumption of vacuum dryer was much less than using hot air dryer. Fourth part of this research, a suitable ratio (1:1, 2:1 and 3:1) between Budu-khaw-yum seasoning powder and hot-smoked Tilapia fish powder was determined by using acceptance test with 60 panelists. The accepted ratio of Budu-khaw-yum seasoning powder and hot-smoked Tilapia fish powder was 3 parts of Budu-khaw-yum seasoning powder to 1 part of hot-smoked Tilapia fish powder. Finally, the qualities of product during storage were determined by packing the product in laminated aluminium bag (PE/AL/PE) and stored at 35 °C. The result showed that when increasing storage time, the flesh color was changed as well as odor of hot-smoked Tilapia fish powder. The moisture content and TBA increased significantly and the overall acceptability score slightly decrease. However the value of  $a_w$  were not significant difference. Throughout 20 days storage the total bacterial count were lower than 250 CFU/g and yeast-mold count were lower than 10 CFU/g. The Budu-khaw-yum powder had increased in moisture content,  $a_w$  and TBA when storage time was increasing. The color and odor were changed and the overall acceptability score was slightly decreased. Throughout storage time for 80 days, total bacterial count, yeast mold and *staphylococcus aureus* were lower than 10 CFU/g

Department : ..... Food Technology ..... Student's Signature.....

Field of Study : ..... Food Technology ..... Advisor's Signature.....

Academic Year : ..... 2011 ..... Co-advisor's Signature.....

Co-advisor's Signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ โดยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร. ชาลีตา บรมพิชัยชาติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภา คงเป็นสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนความเอาใจใส่ดูแลและให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดมาโดยตลอด รวมถึงกรุณาช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ปราวณี อ่านเป็รื่อง ประธานกรรมการสอบ อาจารย์ ดร. ละมุล วิเศษ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาสละเวลา ให้คำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลานิลของกลุ่มเกษตรกร ในโครงการของมูลนิธิชัยพัฒนา ภายใต้ความร่วมมือระหว่างคณะวิทยาศาสตร์และมูลนิธิชัยพัฒนา ที่สนับสนุนวัสดุดิบและได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมูลนิธิชัยพัฒนา

ขอบคุณพี่ น้องและเพื่อนๆ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจตลอดมาในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่าน สำหรับการอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้สั่งสอนให้ผู้วิจัยมีความอดทน ให้กำลังใจ และความห่วงใยพร้อมทั้งสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์.....	3
2.1 ปรานิล.....	3
2.2 นูดูข้าวย่า.....	5
2.3 ผงโรยข้าว.....	9
2.4 การรมควัน.....	10
2.5 กระบวนการอบแห้งอาหาร.....	15
2.6 การเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารแห้งระหว่างการเก็บรักษา.....	21
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย.....	27
3.1 วัตถุประสงค์ สารเคมีและอุปกรณ์.....	27
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	29
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	37
4.1 ผลขององค์ประกอบในวัตถุประสงค์.....	37
4.2 ผลของภาวะการรมควันร้อนปรานิลที่เหมาะสม.....	38
4.3 ผลการคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสนูดูข้าวย่าจากปรานิลจิตรลดาการรมควันร้อน.....	42

4.4 ผลการอบแห้งน้ำบูดูข้าวยาที่เหมาะสมโดยใช้ตู้อบลมร้อนและตู้อบแห้งแบบ สุญญากาศ.....	46
4.5 ผลของการวิเคราะห์สัดส่วนของผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดาต้มวันร้อน.....	49
4.6 ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดู จากปลานิลจิตรลดาต้มวันร้อน .....	53
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ .....	72
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	72
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	73
รายการอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	91
ภาคผนวก ค .....	102
ภาคผนวก ง.....	113
ภาคผนวก จ .....	115
ภาคผนวก ฉ.....	126
ภาคผนวก ช .....	126
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	144



## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานของปลานิล.....	5
ตารางที่ 3.1	ส่วนผสมสำหรับเตรียมน้ำบดดูข้าวยา.....	31
ตารางที่ 4.1	องค์ประกอบทางเคมี และค่า TBA ของเนื้อปลานิลสด.....	37
ตารางที่ 4.2	ผลการวิเคราะห์สมบัติด้านเคมีและกายภาพของปลานิลจิตรลดาต้มคว้นร้อน ที่อุณหภูมิ 60 °C ในเวลาแตกต่างกัน.....	38
ตารางที่ 4.3	ผลการวิเคราะห์สมบัติด้านเคมีและกายภาพของปลานิลจิตรลดาต้มคว้นร้อนปน อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ในเวลาแตกต่างกัน.....	40
ตารางที่ 4.4	องค์ประกอบทางเคมีของปลานิลจิตรลดาต้มคว้นร้อนปน.....	41
ตารางที่ 4.5	พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบดดูข้าวยาใน การคัดเลือกสูตร.....	43
ตารางที่ 4.6	ผลคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของ ผงโรยข้าวรสบดดูจากปลานิลจิตรลดาต้มคว้นร้อน.....	43
ตารางที่ 4.7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่า $a_w$ ค่าสี และ TBA ของผงบดดูข้าวยา ที่อบแห้งทั้ง 2 วิธี.....	47
ตารางที่ 4.8	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำบดดูข้าวยา และผงบดดูข้าวยา ที่อบแห้งทั้ง 2 วิธี.....	48
ตารางที่ 4.9	พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบดดูข้าวยา ในการวิเคราะห์สัดส่วนผงบดดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดาต้มคว้นร้อนปน.....	49
ตารางที่ 4.10	ผลคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของผงโรยข้าวในสัดส่วนผงบดดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดาต้มคว้นร้อนปน เท่ากับ 1:1, 2:1 และ 3:1.....	50

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น ค่าสี ค่า $a_w$ และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาชนิด รมควันร้อนปน ในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 35 °C.....	55
ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าสี ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) และค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี $\Delta E$ ของ ปลานิลจิตรลดารมควันร้อนปน ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C.....	56
ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา (log CFU/g) ของปลานิลจิตรลดารมควันร้อนปน ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C.....	57
ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์กลิ่นโดยใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์ของผลิตภัณฑ์ปลานิลรมควัน ปลานิลจิตรลดารมควันร้อนปนในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C.....	60
ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น ค่า $a_w$ และค่า TBA ของผงบดข้าวย่ำ ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C.....	64
ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ค่าสี ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) และค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี $\Delta E$ ของผงบด ข้าวย่ำในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C.....	65
ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์กลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ ของผงบดข้าวย่ำ ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C .....	70

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	ปลานิลระยะตัวเต็มวัย.....	3
ภาพที่ 2.2	กลไกการอบแห้ง.....	16
ภาพที่ 4.1	ผลการประเมินความเข้มที่พอดีของผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อน สูตรที่ 1.....	45
ภาพที่ 4.2	ผลการประเมินความเข้มที่พอดีของผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อน สูตรที่ 2.....	45
ภาพที่ 4.3	ผลการประเมินความเข้มที่พอดีของผงโรยข้าวในสัดส่วนผงบุญดูข้าวยำต่อ ปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อนปน เท่ากับ 1:1.....	51
ภาพที่ 4.4	ผลการประเมินความเข้มที่พอดีของผงโรยข้าวในสัดส่วนผงบุญดูข้าวยำต่อ ปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อนปน เท่ากับ 2:1.....	52
ภาพที่ 4.5	ผลการประเมินความเข้มที่พอดีของผงโรยข้าวในสัดส่วนผงบุญดูข้าวยำต่อ ปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อนปน เท่ากับ 3:1.....	52
ภาพที่ 4.6	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของปลานิลจิตรลดา กรมคว้นร้อนปน ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C.....	58
ภาพที่ 4.7	คะแนนความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของเนื้อปลารมคว้น ความแห้งของเนื้อปลารมคว้น กลิ่นรมคว้น กลิ่นเหิน กลิ่นคาวปลา และ กลิ่นแปลกปลอมของปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อนปน ในการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 35 °C.....	59
ภาพที่ 4.8	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปลานิลจิตรลดากรมคว้นร้อนปน ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C.....	61

ภาพที่ 4.9	คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของผงงูชัวร์ย่า ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C.....	67
ภาพที่ 4.10	คะแนนความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของผงงู ความแห้งของผงงู กลิ่นงู กลิ่นกะปิ กลิ่นเหิน และกลิ่นแปลกปลอม ของผงงูชัวร์ย่า ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C.....	68
ภาพที่ 4.11	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผงงูชัวร์ย่า ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C.....	71

## บทที่ 1

### บทนำ

ปลานิลจิตรลดาเป็นปลาน้ำจืดที่เลี้ยงง่าย สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีอัตราการเจริญเติบโตสูง เนื้อปลามีรสชาติดี มีผู้นิยมรับประทานกันอย่างกว้างขวาง มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ และยังมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารประเภทโปรตีน (ปิยะฉัตร ภมรสุด, 2552) ส่งผลให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงปลานิลจิตรลดา กันมากขึ้น แต่ปลานิลจิตรลดาสายพันธุ์แท้ มีขนาดค่อนข้างเล็ก เมื่อนำไปจำหน่ายในรูปปลาสด จะมีราคาต่ำกว่าปลานิลตัวใหญ่จึงเป็นปัญหากับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล

ผงโรยข้าวเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งที่ได้รับค่านิยมในประเทศไทย มีลักษณะเป็น ผงเกล็ด มีกลิ่นของเนื้อสัตว์และเครื่องเทศผสมอยู่ เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องปรุงรสแบบแห้ง (Anonymous, 2009) จึงทำให้น้ำหนักเบา พกพาสะดวก ช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง และยัง สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาสั้น

น้ำบูดูดิบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่นิยมบริโภคกันมากในภาคตะวันตกของประเทศไทย มาเลเซีย และภาคใต้ของประเทศไทย (Rosma *et al.*, 2009) สามารถทำได้ง่ายและลงทุนน้อย ได้จากการหมักปลาทะเลขนาดเล็กกับเกลือในสัดส่วนเกลือ 1 ส่วนผสมกับปลา 2 – 3 ส่วน เป็น เวลา 6 – 12 เดือนเป็นต้นไป จากนั้นจะทำการต้มเพื่อหยุดการเจริญของจุลินทรีย์ (Lopetcharat, Choi and Daeschel, 2001; Dissaraphong *et al.*, 2005) จึงทำให้น้ำบูดูดิบเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี คุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนสูง ซึ่งน้ำบูดูดิบ 100 มิลลิกรัม มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 11.92 กรัม (สมศักดิ์ ไชยจิตต์ และอินชา ขจัดภัย, 2524) น้ำบูดูดิบสามารถแปรรูปให้เป็นบูดู สำเร็จรูปได้ อย่างเช่นน้ำบูดูทรงเครื่อง น้ำบูดูหลนและน้ำบูดูข้าวยา โดยบูดูข้าวยาเป็นอาหาร พื้นบ้านประจำภาคใต้ของประเทศไทย เป็นอาหารจานเดียวที่มีประโยชน์มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีรสชาติดี ซึ่งนอกจากจะมีส่วนผสมของน้ำบูดูดิบแล้วยังประกอบด้วยสมุนไพรหลายชนิดที่มี คุณค่าทางอาหารสูงและมีสรรพคุณทางยา

ดังนั้นงานวิจัยนี้มาจากแนวคิดที่จะทำอาหารที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น ในลักษณะ อาหารสำเร็จรูปที่มีน้ำหนักเบา สามารถพกพาได้สะดวก ไม่ต้องการการเก็บที่ต้องรักษาอุณหภูมิ ไม่ต้องการการนำไปให้ความร้อนหรือปรุงสุกอีก จึงได้ทำการแปรรูปปลานิลจิตรลดาและบูดู

ข้าวยามาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเลี้ยงปลานิลจิตรลดาสายพันธุ์แท้ให้กับเกษตรกร สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบอย่างเช่นปลานิลและผลิตภัณฑ์อาหารพื้นเมืองที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างเช่นผงข้าวยามา เพื่อส่งผลให้เกิดการส่งเสริมอาชีพและลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เพิ่มคุณค่าทางอาหารและรสชาติให้มากขึ้น นอกจากนี้ในกรณีที่เกิดเหตุอุทกภัยผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนก็สามารถนำไปใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยไม่ให้อาหารขาดแคลนอาหารได้อีกด้วย งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผงโรยข้าวรสบุญข้าวยามาจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ ระหว่างเก็บรักษา

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน
2. เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน
3. เพื่อหาภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตผงข้าวยามา
4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนและผงข้าวยามา

### ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตรงตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ปลาหยองในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.300/2547)
2. คัดเลือกสูตรต้นแบบของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน โดยให้ผู้ทดสอบ 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย (ผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคบุญ) และผู้บริโภคทั่วไปมาเป็นผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์
3. ศึกษาภาวะการอบแห้งผงข้าวยามาที่เหมาะสม โดยการเปรียบเทียบวิธีการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศและตู้อบลมร้อน
4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนและผงข้าวยามา ที่บรรจุในถุงลามิเนตซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น ทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 35 °C

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

#### 2.1 ปลานิลจิตรลดา

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oreochromis nilotica* มีถิ่นฐานเดิมในแถบบริเวณลุ่มแม่น้ำไนล์ตลอดจนบริเวณลุ่มน้ำเซเนกัลและไนเจอร์ ในแอฟริกาตะวันออก ด้านข้างของปลานิลมีลักษณะแบน ริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล มีลายพาดขวาง 9 – 10 แถบ ครีบหลังมีอันเดียว ประกอบด้วยก้านครีบอ่อน 9 – 10 อัน ที่กระดูกแก้มมีจุดเข้ม 1 จุด (อุดม เรืองนพคุณ, 2547) โดยปลานิลเป็นปลาที่เพาะเลี้ยงง่าย สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีอัตราการเจริญเติบโตสูง เนื้อปลามีรสชาติดีและมีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง ขนาดปลานิลที่ตลาดต้องการจะมีน้ำหนักประมาณ 200 – 300 กรัม (กรมประมง, 2554)



รูปที่ 2.1 ปลานิลจิตรลดา

ที่มา: จากบ่อเลี้ยงปลาศูนย์เพาะเลี้ยงปลานิลจิตรลดา  
ภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่ของมูลนิธิชัยพัฒนา  
บ้านเกาะกา อำเภอบางพลี จังหวัดนครนายก

จากองค์ประกอบของปลานิลที่แสดงในตารางที่ 1 แสดงว่าปลานิลเป็นปลาที่มีคุณค่าทางอาหารสูง คือ มีโปรตีนสูงถึง 18 – 19 % ให้พลังงาน 86 – 96 แคลอรีต่อ 100 กรัม (เสถียรพงษ์ ขาวหิโต, 2551) นอกจากนี้ในกล้ามเนื้อปลายังมีกรดอะมิโนอิสระที่สูงอีกด้วย

**ตารางที่ 2.1** องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานของปลานิล

องค์ประกอบ	ปลานิล (% น้ำหนักเปียก)
โปรตีน	18.23±0.03
ไขมัน	2.60±0.04
เกลือ	0.26±0.00
เถ้า	1.05±0.02
น้ำ	76.87±0.03

ที่มา: Yasemen, Celik และ Akamca (2005)

ปลานิลถูกนำมาสู่ประเทศไทยครั้งแรกโดยสมเด็จพระจักรพรรดิอากาฮิโต แห่งญี่ปุ่น เมื่อครั้งดำรงพระอิสริยยศมกุฎราชกุมาร ในระยะแรกพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ปล่อยลงในบ่อดินในบริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต ซึ่งปลาดังกล่าวได้เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ต่อมาจึงได้พระราชทานชื่อว่า “ปลานิล” พร้อมกับได้พระราชทานปลานิลให้แก่กรมประมง เพื่อนำไปขยายพันธุ์ที่แผนกทดลองและเพาะเลี้ยงในบริเวณเกษตรกลางบางเขน กรุงเทพฯ และสถานีประมงต่างๆ อีกจำนวน 15 แห่งทั่วพระราชอาณาจักรเพื่อดำเนินการขยายพันธุ์พร้อมกัน ปลานิลได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการเพาะเลี้ยงและแพร่ขยายพันธุ์ออกไปอย่างรวดเร็ว และเป็นพันธุ์ปลาหลักที่นำมาส่งเสริมให้ราษฎรเลี้ยงเพื่อเป็นแหล่งของโปรตีนให้ราษฎรในชนบท (อุดม เรืองนพคุณ, 2547)

ปลานิลของไทยได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำของกรมประมงทำให้เกิดเป็นปลานิลพันธุ์ใหม่ ทั้งหมด 5 พันธุ์ ได้แก่ จิตรลดาพันธุ์แท้, จิตรลดา 1, จิตรลดา 2, จิตรลดา 3 และจิตรลดา 4 (นวลมณี พงศ์ธนา, 2555)

**2.1.1 จิตรลดาพันธุ์แท้** ซึ่งยังคงเป็นพันธุ์ปลานิลเดิมจากบ่อดินในบริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต

**2.1.2 จิตรลดา 1** เป็นพันธุ์ปลานิลที่ปรับปรุงพันธุ์จากการคัดเลือกพันธุ์ของปลานิลจิตรลดาพันธุ์แท้ประมาณ 5 ชั่วโมง



2.1.3 **จิตรลดา 2 (Genetically Male Tilapia; GMT)** เป็นปลานิลที่พัฒนาพันธุ์จากปลานิลอียิปต์ (ปลานิลที่แพร่กระจายในแหล่งน้ำ 8 แห่ง ในประเทศอียิปต์ ได้แก่ Monsour, Manzalla, Timsah Lake, Ismailia, Abassa, Mariut, Suez Canal และ Idku) ภายใต้การร่วมทุนระหว่างสถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ University of Wales ประเทศสหราชอาณาจักร และ Central Luzon State University ประเทศฟิลิปปินส์ โดยการปรับเปลี่ยนพันธุกรรมในพ่อพันธุ์ที่เรียกว่า “ซูเปอร์เมล” ซึ่งมีโครโมโซมเพศ YY และเมื่อนำไปผสมกับแม่พันธุ์ปกติจะได้ลูกปลานิลเพศผู้ทั้งหมด มีลักษณะเด่นคือ เป็นเพศผู้ที่มีโครโมโซมเพศ XY

2.1.4 **จิตรลดา 3** ได้จากปลานิลที่ปรับปรุงพันธุ์เป็นรุ่นที่ 5 จากปลานิลพันธุ์ GIFT ซึ่งเป็นการผสมระหว่างปลานิลจิตรลดาพันธุ์แท้และปลานิลพันธุ์อื่นๆ อีก 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปลานิลจากกานา, เซเนกัล, เคนยา, ใต้หวัน, สิงคโปร์, อิสราเอลและอียิปต์ ซึ่งปลานิลพันธุ์นี้มีการเจริญเติบโต อัตราการรอดและผลผลิตสูงกว่าปลานิลจิตรลดาพันธุ์แท้

2.1.5 **จิตรลดา 4** เป็นปลานิลที่คัดพันธุ์มาจากปลานิลพันธุ์ GIFT รุ่นที่ 9 ของหน่วยงาน World Fish ซึ่งปลานิลชนิดนี้มีลักษณะส่วนหัวเล็ก ลำตัวกว้าง สันหนา มีการเจริญเติบโตเร็วและให้ผลผลิตสูง

## 2.2 บูดูข้าวย่านำ

บูดูข้าวย่านำเป็นอาหารพื้นบ้านประจำภาคใต้ในประเทศไทย เป็นอาหารจานเดียวประกอบด้วย ข้าวสวยหุงสุก น้ำบูดูข้าวย่านำ (ซึ่งมีโปรตีนสูง) สมุนไพรหลายชนิดที่เรียกว่า ผักหอมและเนื้อปลาปน จึงเป็นอาหารที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่อร่างกายสูง น้ำบูดูข้าวย่านำมีน้ำบูดูดิบเป็นส่วนผสมหลักและมีส่วนผสมที่สำคัญคือ สมุนไพรต่างๆ ได้แก่ กระเทียม ตะไคร้ หอมแดง ใบมะกรูด และข่า ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้เป็นแหล่งของสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายและมีสรรพคุณทางยา นอกจากนี้ยังมีการปรุงรสด้วยน้ำตาลและกะปิกอีกด้วย โดยสัดส่วนและส่วนผสมต่างๆอาจต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น ส่วนผสมของน้ำบูดูข้าวย่านำข้างต้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.2.1 น้ำบูดูดิบ

น้ำบูดูดิบเป็นอาหารหมักพื้นเมืองชนิดหนึ่ง มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ ได้จากการหมักปลาทะเลขนาดเล็กกับเกลือในอัตราส่วนเกลือ 1 ส่วน ผสมกับปลา 2 – 3 ส่วน เป็นเวลา 6 – 12 เดือนเป็นต้นไป แล้วจึงนำมาต้มเพื่อหยุดการเจริญของจุลินทรีย์ (Lopetcharat, Choi and Daeschel, 2001; Dissaraphong *et al.*, 2005; Rosma *et al.*, 2009) น้ำบูดูดิบเป็น

เครื่องปรุงรสที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้หลายประเภทและมีคุณค่าของสารอาหารที่ร่างกายต้องการหลายอย่าง โดยน้ำชูตูป 100 มิลลิลิตร มีปริมาณโปรตีน 11.92 กรัม ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 0 – 0.82 กรัม และปริมาณไขมัน 0.26 – 1.33 กรัม (สมศักดิ์ ไชยจิตต์ และอนิชา ขจัดภัย, 2524) และให้พลังงาน 24 แคลอรีต่อ 100 กรัม (กองวิเคราะห์อาหาร, 2516; พงษ์เทพ เกิดเนตร, 2533) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำชูตูปประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ถึง 18 ชนิด ได้แก่ Taurine, Aspartata, Threonine, Serine, Glutamate, Proline, Glycine, Alanine, Cysteine, Valine, Methionine, Isoleucine, Tyrosine, Phenylalanine, Tryptophan, Lysine, Histidine และ Arginin (Park *et al.*, 2000) ดังนั้นจึงถือได้ว่าน้ำชูตูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงชนิดหนึ่ง

### 2.2.2 กระเทียม

กระเทียม (garlic) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum linn.* อยู่ในวงศ์ Alliaceae ซึ่งส่วนที่ใช้ในการประกอบอาหารคือ ส่วนหัวที่อยู่ใต้ดิน (Bulb) หรือ กลีบ (Cloves) กระเทียมประกอบด้วยสารประกอบกำมะถัน ได้แก่ s-allyl-l-cysteine sulfoxide, s-methyl-l-cysteine sulfoxide และ s-propyl-l-cysteine sulfoxide ซึ่งสามารถป้องกันเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด และมีฤทธิ์เป็นยาปฏิชีวนะได้ นอกจากนี้ยังพบว่าในกระเทียมมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.22% โดยจะมี monosulfides, disulfides, and trisulfides เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมัน ดังนั้นจึงนิยมนำมาใช้ปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาวและปรุงแต่งกลิ่นของอาหาร (เจียมจิต คู่เทียม, 2527; Yu, Wu and Liou, 1988)

### 2.2.3 ตะไคร้

ตะไคร้ (lemon grass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon citrates Stapf.* อยู่ในวงศ์ Gramineae ใช้ลำต้นใต้ดินที่เรียกว่า เหง้า และก้านใบที่เป็นกาบ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้น (ประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร) มาประกอบอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว เพราะมีสารระเหยที่ให้กลิ่น โดยในตะไคร้สดมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.68% ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ geranial, myrcene, neral, neomenthol, linalyl acetate, z- $\beta$ -ocimene และ e- $\beta$ -ocimene (รุ่งรัตน์ เหลืองนที, 2535; Kasali *et al.*, 2001)

### 2.2.4 หอมแดง

หอมแดง (shallots) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn. อยู่ในวงศ์ Amaryllidaceae โดยส่วนที่นำมาใช้ประกอบอาหารคือลำต้นใต้ดินบริเวณส่วนหัว หอมแดงมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น phenolics, terpenoid, polypeptides, organic acid และ alkaloids ซึ่งมีสมบัติช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ ให้รสชาติขมและเผ็ดร้อน (รุ่งรัตน์ เหลืองนที, 2535; ทิพย์วรรณ อรัญดร, 2548; Kyung, 2011)

### 2.2.5 ใบมะกรูด

มะกรูด (kaffir lime) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus hystrix* อยู่ในวงศ์ Rutaceae ซึ่งส่วนของใบมีต่อมน้ำมันและกลิ่นหอม นิยมนำมาใช้ปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาวและปรุงแต่งกลิ่นของอาหาร (รุ่งรัตน์ เหลืองนที, 2535) และเมื่อนำใบมะกรูดมากลั่นด้วยไอน้ำจะให้น้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.08 – 1% ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น citronella (สารประกอบหลัก),  $\alpha$ -pinene, camphene,  $\beta$ -pinene, sabinene, myrcene, limonene, *trans*-ocimene,  $\gamma$ -terpinene, *p*-cymene, terpinolene, copaene, linalool,  $\beta$ -cubebene, isopulegol, caryophyllene, citronellyl acetate, geranyl acetate และ  $\delta$ -cadinene (นิจิตริ เรื่องรังษี, 2534; Lawrence *et al.*, 1971; Tinjan and Jirapakkul, 2007)

### 2.2.6 ข่า

ข่า (galangal) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Alpinia galanga* Sw. อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เป็นพืชล้มลุก เหง้ามีสีน้ำตาลอมแดงให้รสชาติขมและเผ็ดร้อน มีเส้นแบ่งข้อเป็นช่วงสั้นๆ เนื้อในเหง้ามีสีขาว (เพ็ญนภา ทรรศัยเจริญ และกัญญา ดิวิเศษ, 2542) โดยส่วนประกอบหลักของสารสกัดจากเหง้าข่าประกอบด้วย 1,8-cineole,  $\beta$ -caryophyllene,  $\beta$ -bisabolene และ  $\beta$ -selinene ซึ่งจัดเป็นสารในกลุ่มของ terpenes โดยมีสมบัติเป็นสรรพคุณทางยา เช่น ช่วยขับลม แก้อาการชักกระตุก ช่วยบรรเทาอาการอักเสบ นอกจากนี้ยังมีสมบัติช่วยในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้อีกด้วย (Mayachiew and Devahastin, 2008)

### 2.2.7 กะปิ

กะปิเป็นอาหารหมักพื้นบ้านมีลักษณะเหนียว ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แห้งหรือเปียกจนเกินไป (paste) สีชมพูม่วง กลิ่นแรง ทำมาจากเคยหมักกับเกลือประมาณ 14 – 40.1% ทิ้งไว้ 1 – 2 วัน จากนั้นนำมาเทน้ำออก นวดจนเหนียว แล้วจึงนำไปหมักต่อเป็นระยะเวลา 4 – 6 เดือน

ใช้ปรุงรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์อาหารไทยหลายชนิด (บุษกร อุตรวิชาติ, อำนาจ ภัคดีโต และ สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์, 2549; Nouchpramool, Eamsiri and Sujjabut, 2005)

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำบูดูและบูดูข้าวยา

สุมาลี กา เปี่ยมมงคล และคณะ (2536) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์บูดูดิบเป็นบูดูผง บูดูผงสำเร็จรูปและบูดูก้อน เปรียบเทียบผลการต้มน้ำบูดูดิบและไม่ต้มน้ำบูดูดิบก่อน การระเหยน้ำและเปรียบเทียบผลของการใช้วิธีการระเหยน้ำด้วยการต้มบนแก๊ส การใช้แสงแดด และการใช้ตู้อบลมร้อน ซึ่งพบว่าบูดูผงที่ทำจากน้ำบูดูดิบด้วยการระเหยน้ำทันทีโดยใช้เตาแก๊ส นาน 47 นาที หลังการกรองเอาก้างออกโดยไม่ผ่านการต้ม จากนั้นอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ  $70^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และบดจนละเอียด นำเข้าอบลมร้อนต่อเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ให้ลักษณะบูดูผงที่เป็นผงละเอียด สำหรับการผลิตบูดูผงสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ผลิตจากบูดู ผงผสมกับกรดซิตริก ปลายแห้งป่น และน้ำตาลทราย พบว่าการเสริมปลายแห้งป่นในน้ำบูดูดิบที่จะ ระเหยน้ำออกด้วยเตาแก๊ส 20% โดยน้ำหนัก มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปไม่แตกต่าง จากบูดูที่ไม่เสริมปลายแห้งป่น แต่การเสริมปลายแห้งป่นมากกว่า 20 % ในผลิตภัณฑ์จะส่งผลให้ ผลิตภัณฑ์มีคะแนนการยอมรับลดลง ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ในการทำบูดูก้อนที่ใช้น้ำบูดูดิบโดยไม่ผ่านการกรองมาต้มเคี่ยวและอบในตู้อบลมร้อนจะได้บูดูก้อนที่มีคะแนนการยอมรับสูงกว่าบูดู ก้อนที่ผ่านการกรอง

เกสร พงษ์มณี, จริยา แซ่ฮ้อย และนพรัตน์ วงศ์ศิริญเดชา (2550) ได้ศึกษา การพัฒนาการผลิตผงปรุงรสข้าวยาเสริมโยอาหาร และได้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมโดยนำ น้ำบูดูดิบมาเคี่ยวกับสมุนไพรและน้ำตาลทรายแดงจนมีลักษณะข้นเหนียว จากนั้นนำบูดู ข้าวยามาเกลี่ยกลับไปกลับมารอบบริเวณขอบกระทะจนผลิตภัณฑ์จับตัวกันเป็นก้อนแข็ง แล้วนำไป อบแห้งที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}\text{C}$  จนมีปริมาณความชื้น 5 – 6% (w.b)

### 2.4 ผลิตภัณฑ์อาหารผง

ผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารผง ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นและลักษณะผิวของผลิตภัณฑ์ โดยขนาดของผลิตภัณฑ์ มีความสำคัญมาก ซึ่งสามารถบอกถึงสมบัติทางกายภาพได้ในอาหารผง เช่นความหนาแน่น (bulk density) ความสามารถในการไหล (flowability) และการอัดตัวได้ (compressibility) อาหารผงแต่ละชนิดมีสมบัติเหล่านี้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการในการผลิตอาหารนั้นๆ เช่น กระบวนการทำแห้งแบบพ่นกระจาย หรือการอบอาหารให้เป็นผงละเอียด โดยอุณหภูมิและ

องค์ประกอบของอาหารผงอย่างเช่นปริมาณความชื้นและไขมัน เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อสมบัติของอาหารผง เช่นเมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารผงเกิด caking (การจับตัวกันเป็นก้อนบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์) จึงส่งผลให้สมบัติการไหลของผลิตภัณฑ์ลดลง (Barbosa – Canovas, Juliano and Peleg, 2006) อาหารผงที่พบส่วนใหญ่ เช่นนมผง กาแฟผง น้ำปลาผง ผงปรุงรส และผงโรยข้าว (Furikake) ก็เป็นผลิตภัณฑ์อาหารผงชนิดหนึ่ง โดยมีส่วนผสมเป็นพวกเนื้อสัตว์และเครื่องเทศต่างๆ ใช้ประกอบกับอาหารได้หลายประเภท

ฟูริคาเกะตามพระราชบัญญัติอาหารของประเทศญี่ปุ่นที่รจนา นุซนุ้ม (2551) แปลจาก Mana และ Nihon Furikake Konwakai (2001) สรุปได้ว่าฟูริคาเกะเป็นผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สัตว์น้ำ หรือปศุสัตว์ ที่สำคัญคือปลาโอแห้ง โดยกระบวนการแปรรูปในการผลิตฟูริคาเกะคือการอบแห้งและการลดขนาดเพื่อให้มีลักษณะเป็นผงเกล็ด แล้วนำมาปรุงรสหรือผสมกับส่วนผสมอื่นๆ เช่นสาหร่ายหรือองา ฟูริคาเกะเดิมใช้ปรุงรสข้าวโดยนำมาโรยบนข้าวในลักษณะแห้ง หรือมีการเติมน้ำร้อนหรือน้ำซาร้อนลงไปด้วยที่เรียกว่า chazuke ปัจจุบันใช้ปรุงรสอาหารเส้นด้วย ฟูริคาเกะมีส่วนผสมหลากหลายทำให้มีรสชาติถูกใจผู้บริโภคและบรรจุในบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆที่ทำให้เก็บได้นานไม่ขึ้นและง่ายต่อการนำไปรับประทาน จึงเป็นที่นิยมบริโภคอย่างกว้างขวางไม่เฉพาะแต่ในประเทศญี่ปุ่น

## 2.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำぶดูและบุดูข้าวยำ

อัจฉรา ไสภณท์ไพบุลย์, กิติพงษ์ อัครกุล และเกศวิดี อัจฉะวิสิทธิ์ (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงสาหร่ายปรุงรสโรยข้าว พบว่ากระบวนการผลิตส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสามารถทำได้โดยการขึ้นรูปและการอบแห้งสาหร่ายไถที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นระยะเวลา 50 นาที ส่วนการเตรียมไข่แดงอบแห้งทำได้โดยนำไข่แดงที่ผสมเกลือและน้ำตาลปนมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง และงาขาวกับงาดำเตรียมโดยการนำมาผ่านการคั่ว จากนั้นนำส่วนผสมข้างต้นผสมกันแล้วนำไปปรุงรสจากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อคะแนนความชอบรวม ความชอบต่อลักษณะปรากฏ และความรู้สึกด้านต่างๆ พบว่าการปรุงสุตรผงสาหร่ายโรยข้าวด้วยการผัดกับซอสปรุงรสซึ่งเป็นซอสถั่วเหลืองกับน้ำตาลที่ระดับ 6% เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด แต่ผู้ทดสอบมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสของงามากและมีกลิ่นรสของสาหร่ายน้อยเกินไป ดังนั้นจึงศึกษาการใช้สาหร่ายทะเลผสมสาหร่ายไถเพื่อเพิ่มกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ โดยมีสัดส่วนผสม 3 ระดับ คือ

0%, 10% และ 20% ซึ่งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคยอมรับผงสาหร่ายโรยข้าวที่ผสมสาหร่ายทะเล 20%

รจนา นุชนุ่ม (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากพลาสติกซึ่งพบว่าวิธีการเตรียมเนื้อปลาอบแห้งที่เหมาะสมคือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ  $70^{\circ}\text{C}$  เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้มีขนาด 12 เมส จากนั้นนำเนื้อปลาอบแห้งมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวโดยสูตรที่ผู้ทดสอบยอมรับคือ สูตรที่ประกอบด้วยเนื้อพลาสติกอบแห้งร้อยละ 58.35 งาขาวร้อยละ 9.73 งาดำร้อยละ 9.73 ซีอิ้วขาวร้อยละ 7.78 น้ำตาลทรายร้อยละ 3.77 เกลือร้อยละ 1.89 สาหร่ายทะเลร้อยละ 0.97 และเติมผงปรุงรสร้อยละ 3 - 5 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์สุดท้าย

## 2.6 การรมควัน

การเก็บรักษาและถนอมอาหารประเภทเนื้อปลาโดยวิธีการรมควันได้ดำเนินการต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน ซึ่งเดิมเริ่มต้นมาจากชนชาติตะวันตกที่นิยมนำเทคนิคการรมควันมาใช้เพื่อถนอมอาหาร และต่อมาก็มีการพัฒนาโดยนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตจนถึงปัจจุบัน โดยปัจจัยหลักของการเก็บถนอมคือ กระบวนการรมควัน การสูญเสียน้ำ การทำลายจุลินทรีย์ และการป้องกันกลิ่นหืน จึงทำให้สามารถเก็บเนื้อปลาได้นานขึ้น การรมควันมีทั้งการรมควันร้อนและการรมควันเย็น ซึ่งมีความแตกต่างกันไปโดยเฉพาะอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการรมควัน โดยการรมควันร้อนเป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิ  $50 - 80^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลาประมาณ 2 - 4 ชั่วโมง จึงทำให้โปรตีนเสียสภาพ เกิดการตกตะกอนของโปรตีน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรมควันประเภทนี้มีรสชาติดี แต่มีอายุการเก็บสั้นและต้องควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษา (อุณหภูมิต่ำ) ส่วนการรมควันเย็นเป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิ  $30 - 40^{\circ}\text{C}$  เป็นระยะเวลานาน ซึ่งบางครั้งอาจถึง 3 สัปดาห์ วิธีนี้จะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่าง 60 - 70% ซึ่งเป็นความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม คือไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งหรือใช้เวลาในการรมควันเย็นนานจนเกินไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรมควันเย็นดังกล่าวจะมีอายุการเก็บรักษานาน โดยความสดของปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญมากสำหรับการผลิตปลารมควัน จึงนิยมใช้ปลาสดมากกว่าปลาแช่แข็ง นอกจากนี้ควรเลือกปลาที่มีไขมันสูง เนื้อแน่น ซึ่งก่อนนำปลาไปรมควันต้องทำความสะอาด ล้างเลือดออกให้หมด ขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ หรือแลเอาเฉพาะเนื้อปลาทั้งสองข้าง โดยอาจลอกหลังปลาออกหรือหันเนื้อปลาให้เป็นชิ้น แล้วล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ต่อจากนั้นก็นำมาดองเค็ม แต่เดิมการดองเค็มมักจะทำกับผลิตภัณฑ์ปลารมควันเย็นโดยใช้ความเข้มข้นของเกลือที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ คือประมาณ 8 - 10% แต่เนื่องจาก

ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับมีปริมาณเกลือที่ใช้เพียง 2 – 4 % ดังนั้นปัจจุบันจึงใช้การดองเค็มเพื่อเพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์เท่านั้น ส่วนการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เป็นเพียงวัตถุประสงค์รอง การดองเค็มมี 2 วิธี คือการดองเค็มแบบแห้งและการแช่น้ำเกลือ โดยการดองเค็มแบบแห้งเป็นการคลุกเคล้าเกลือกับปลาแล้วตั้งทิ้งไว้ เกลือจะแพร่ผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อปลา ส่วนน้ำในเนื้อเยื่อปลาจะแพร่ผ่านออกมาทำให้เกลือที่ผสมกับปลามีลักษณะเป็นสารละลายเกลืออิ่มตัว การดองเค็มแบบแห้งนี้ควรทำในถังหรือภาชนะไม่เช่นนั้นจะทำให้น้ำไหลออกจากตัวอยู่เรื่อยๆ ทำให้ปลาสูญเสียน้ำหนักมาก หากการดองเค็มใช้เวลานานหลายเดือน ก่อนที่จะนำมารมควันจึงต้องมีการลดความเค็มโดยแช่น้ำจืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดผลึกเกลือสีขาวเกาะบนผลิตภัณฑ์ ส่วนการแช่ปลาในน้ำเกลือเป็นลักษณะการแช่ปลาในน้ำเกลือซึ่งมีความเข้มข้น โดยเวลาในการแช่น้ำเกลือจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่นขนาดของปลา ปริมาณไขมันในปลา เป็นต้น การดองเค็มโดยวิธีนี้จะใช้เวลาน้อยกว่าการดองเค็มแบบแห้งมาก ทั้งนี้เพราะเนื้อปลามีโอกาสสัมผัสกับเกลือซึ่งอยู่ในสภาพของสารละลายได้มากกว่าการดองเค็มแบบแห้ง นอกจากนี้การแช่น้ำเกลือจะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการดองเค็มแบบแห้ง (จิรวัดน์ ยงสวัสดิกุล, วราภรณ์ เจตะสานนท์ และพันธิพา จันทวัฒน์, 2532) งานวิจัยของ Sigurgisladdottir และคณะ (2000) ที่ได้ศึกษาผลของวิธีการดองเค็มที่ต่างกันต่อ yield ในเนื้อปลาแซลมอนรมควัน ก็พบว่าภายหลังจากกระบวนการรมควัน % yield ที่ได้จากการแช่น้ำเกลือมีค่ามากกว่า % yield ที่ได้จากการดองเค็มแบบแห้ง เป็นผลเนื่องมาจากการทดลองปริมาณเกลือสุดท้ายอยู่ในช่วง 2.7 – 3.4% (w/w) ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สามารถเพิ่มการละลายของเกลือในกล้ามเนื้อโปรตีนปลาได้ดี ดังนั้นในการแช่สารละลายเกลือจึงเกิดสมดุลระหว่างการแพร่ของน้ำและเกลือ ส่งผลให้ช่วยลดการสูญเสีย % yield ได้ ขณะที่การดองเค็มแบบแห้งจะส่งผลให้  $\text{Na}^+$  โมเลกุลของเกลือไปจับกับโมเลกุลของน้ำภายในเซลล์ ซึ่งเดิมจับอยู่กับโมเลกุลของโปรตีนทำให้น้ำเคลื่อนที่ออกมาออกเซลล์จึงมี % yield ลดลง

Nguyen และคณะ (2011) พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความเข้มข้นของเกลือในของเหลวของกล้ามเนื้อปลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากเกิดการแพร่ของสารละลายเกลือเข้าไปในเซลล์มากขึ้น โดยที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือต่ำ สารละลายเกลือสามารถละลายได้ดีในกล้ามเนื้อปลา แต่เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือสูงขึ้นจะทำให้  $\text{Na}^+$  โมเลกุลของเกลือไปจับกับน้ำซึ่งเดิมจับอยู่กับโปรตีนในกล้ามเนื้อปลา ดังนั้นโปรตีนภายในกล้ามเนื้อปลาจึงเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ โมเลกุลของโปรตีนจับตัวกันและชิดกันมากขึ้น

ส่งผลให้มีช่องว่างให้สารละลายเกลือสามารถละลายในของเหลวของกล้ามเนื้อปลามากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันจะส่งผลให้ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือลดลง

หลังจากการดองเค็มแล้วขั้นตอนต่อมาจะเป็นการลดความชื้นของปลา ซึ่งการลดความชื้นอาจทำได้โดยการนำปลาไปอบแห้งหรือการแขวนปลา เพื่อต้องการลดความชื้นและลดการทำงานของเอนไซม์จึงทำให้เวลาที่ใช้ในการรมควันน้อยลง โดยการอบแห้งในขั้นนี้จะทำให้ปลารมควันที่ได้มีความเลื่อมมันและหนังปลาสวยน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำไปรมควันร้อนหรือรมควันเย็นตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (จิรวัดณ์ ยงสวัสดิกุล และคณะ, 2532)

Unlusayin, Kaleli และ Gulyavuz (2001) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในปลาไหล ปลาเทราท์สายรุ้ง และปลาไค้ หลังจากกระบวนการรมควันร้อน ซึ่งพบว่าโปรตีนในเนื้อปลาทั้ง 3 ชนิดเกิดการเสียสภาพ โดยการเสียสภาพของโปรตีนทำให้โปรตีนเกิดการจับตัวใหม่ จึงเป็นผลให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจากเดิมซึ่งที่อุณหภูมิ 60 – 65 °C จะทำให้โปรตีนในเนื้อปลาส่วนใหญ่เกิดการเสียสภาพได้ถึง 90% และที่ไม่เสียสภาพซึ่งส่วนใหญ่คือ tropomyosin จะเริ่มเกิดการเสียสภาพเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึง 100 °C

Ahmed และคณะ (2010) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลานิลและปลาดุก ภายหลังจากกระบวนการรมควันร้อน พบว่ากระบวนการผลิตปลารมควันร้อนส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ในเนื้อปลานิลและปลาดุกลดลง เท่ากับ log 2.45 และ 2.25 ตามลำดับ โดยเป็นผลมาจากความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้นจากการดองเค็ม และปริมาณความชื้นที่ลดลงจากความร้อนในการรมควันจึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย

สำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการรมควันควรเป็นไม้เนื้อแข็งถึงแม้ว่าจะให้ควันน้อยแต่ก็มีความร้อนสูง โดยถ้าไม้ที่มีลิกนินต่ำเวลาเผาจะให้อุณหภูมิสูงและควันที่ได้จะมี carcinogen ต่ำ ซึ่งการรมควันที่ทำกันอยู่ในประเทศไทยมักใช้เชื้อเพลิง ช้างข้าวโพด เปลือกมะพร้าว และขาน้อย โดยในควันไม้ที่ได้จากการรมควันจะมีส่วนประกอบของสารเคมีมากกว่า 200 ชนิด และสารดังกล่าวมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีผลช่วยทำให้เกิดกลิ่นรสและสีเฉพาะในผลิตภัณฑ์อีกด้วย ซึ่งส่วนประกอบของสารเคมีดังกล่าว เช่นสารประกอบฟีนอล กรดอินทรีย์ สารประกอบคาร์บอนิล และแอลกอฮอล์ เป็นต้น โดยปริมาณที่พบจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการรมควัน ในปัจจุบันมีการนำควันเหลว (Liquid smoke) มาใช้แทนไม้ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกันในเรื่องรสชาติและให้ผลน้อยมากหรือแทบไม่ให้เกิดผลในการป้องกันการเน่าเสีย (จิรวัดณ์ ยงสวัสดิกุล และคณะ, 2532; Burt, 1988)

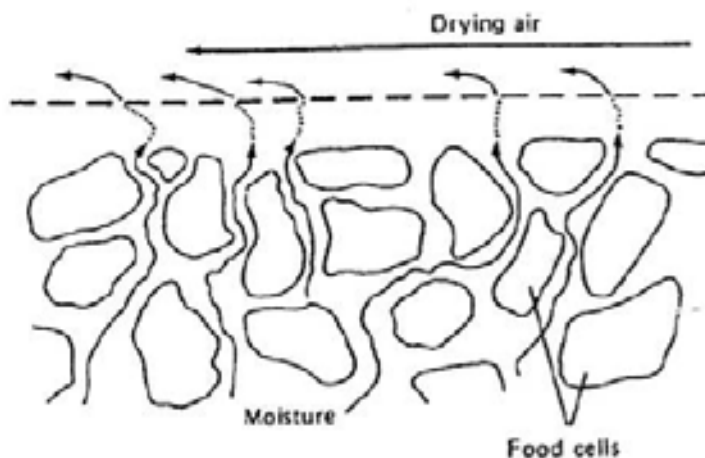


Ruiter (1995) ได้พบว่าคว้นจากกระบวนการรมคว้นมีสารประกอบคาร์บอนิล เช่น อัลดีไฮด์ และคีโตน ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับกลุ่มเอมีนของกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์รมคว้นมีสีที่เข้มขึ้น และ Chan, Toledo และ Deng (1975) ได้ศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ในการรมคว้นต่ออนุภาคของคว้นในก๊าลัมเนื้อปลาแมคเคอเรล โดยใช้ปริมาณสารประกอบ phenolic ที่พบในเนื้อปลาแทนความเข้มข้นของอนุภาคคว้นในปลา พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60% RH เป็นช่วงที่มีความเข้มข้นของคว้นมากที่สุดและลดลงมาเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง เป็นผลเนื่องมาจากอนุภาคของคว้นจะตกตะกอนได้ดีที่ผิวของเนื้อปลาที่มีความชื้น ซึ่งที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะมีการระเหยของน้ำออกไปจากผิวของเนื้อปลามาก ทำให้ผิวของเนื้อปลาแห้งอนุภาคของคว้นจึงตกตะกอนได้น้อย แต่ที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงคือ 80% RH พบว่ามีความเข้มข้นของคว้นต่ำ เป็นผลเนื่องมาจากน้ำที่ระเหยจากเนื้อปลาเมื่อไปสู่อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์เกิดการอิ่มตัวควบแน่นลงมาเป็นหยดน้ำ ทำให้เกิดการชะล้างอนุภาคของคว้นที่บริเวณผิวของเนื้อปลา ความเข้มข้นของคว้นจึงต่ำ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพบว่า การไหลของอากาศส่งผลให้ความเข้มข้นของคว้นเพิ่มขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากการไหลของอากาศจะนำพาอนุภาคของคว้นไปด้วยทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถสัมผัสอนุภาคของคว้นได้ทั่วถึงมากขึ้น ความเข้มข้นของคว้นในเนื้อปลาจึงเพิ่มขึ้น

## 2.7 หลักการและกลไกในการอบแห้ง

การอบแห้งเป็นการกำจัดความชื้นออกจากอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการถนอมอาหาร ยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งเป็นลักษณะของพัดผ่านลมร้อนไปยังบริเวณผิวหน้าของอาหารที่เปียก ทำให้น้ำในอาหารระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในของอาหาร เกิดความแตกต่างของความดันไอนี้ อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสสูงและค่อยๆลดต่ำลง เมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้งทำให้เกิดแรงดันเพื่อระเหยน้ำออกจากอาหาร (รูปที่ 2.2) โดยน้ำที่ระเหยออกไปเป็นน้ำอิสระ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระน้อยลง จึงชะลอกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ และการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งการอบแห้งมีหลายวิธี เช่น การตากแดด การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying) การอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน และการอบแห้งแบบสุญญากาศ เป็นต้น (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2535) ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง ได้แก่ ธรรมชาติของอาหาร ขนาดและรูปร่าง ตำแหน่งและลักษณะการวางอาหารในเตา ปริมาณอาหารต่อถาด ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อุณหภูมิของอากาศร้อน ความร้อนของลมร้อน

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2529; คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2540)



## รูปที่ 2.2 กลไกการอบแห้ง

ที่มา : Fellows (2000)

Nketsia-Tabiri และ Sefa-Dedeh (1995) ได้ทำการศึกษาผลผลิตภัณฑ์ปลานิลเค็มแห้ง ซึ่งพบว่าผลผลิตภัณฑ์ปลานิลเค็มแห้งที่ใช้อุณหภูมิในการอบเท่ากับ 40, 50 และ 60 °C มีคะแนนความแข็งกระด้างเฉลี่ยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งปลา โดยการอบแห้งที่ 40 °C ผลผลิตภัณฑ์มีความแข็งกระด้างลดลง ในขณะที่การอบแห้ง 50 และ 60 °C ผลผลิตภัณฑ์มีคะแนนความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้น ส่วนคะแนนด้านสีและการยอมรับพบว่าเมื่ออบแห้ง 40 °C ที่เวลาในการแช่เกลือเพิ่มขึ้น ผลผลิตภัณฑ์มีคะแนนด้านสีลดลง แต่การอบแห้งที่ 50 และ 60 °C ผลผลิตภัณฑ์มีคะแนนด้านสีเพิ่มขึ้น อีกทั้งการใช้อุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นจะส่งผลให้คะแนนการยอมรับมากขึ้นอีกด้วย

Unlusayin, Kaleli และ Gulyavuz (2001) ได้พบว่าความร้อนจากการอบแห้งทำให้โปรตีนมีคุณภาพลดลง เป็นผลเนื่องมาจากในระหว่างการอบแห้งโปรตีนสามารถที่จะไปจับตัวกับสารประกอบคาร์บอนที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพสูญเสียสมบัติของโปรตีน โดยการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

และเวลาในการอบแห้ง ซึ่งอุณหภูมิในการอบแห้งระหว่าง 70 – 80 °C จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโปรตีนเล็กน้อย แต่ที่อุณหภูมิสูง (115 °C ขึ้นไป) จะส่งผลเสียต่อคุณภาพของโปรตีนมาก

Wu และ Mao (2008) ได้พบว่าการอบแห้งมีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ปลาเกิดการเปลี่ยนแปลงไป โดยเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่อัลดีไฮด์และคีโตนจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งเป็นกลูโคสจากไกลโคเจนของกล้ามเนื้อปลา จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น

### 2.6.1 การอบแห้งแบบถาดหรือห้องอบ (tray or carbinet drying)

การอบแห้งแบบถาดหรือห้องอบจะเป็นระบบการอบแห้งโดยใช้ถาดหรือวัตถุอื่นที่สามารถให้ผลิตภัณฑ์อาหารสัมผัสกับอากาศร้อนในห้องปิด (enclosed space) ถาดที่วางผลิตภัณฑ์ภายในตู้ (carbinet) หรือห้องปิด จะสัมผัสกับอากาศร้อนเพื่อให้การอบแห้งดำเนินต่อไป โดยทั่วไปแล้วการทำงานจะเป็นลักษณะแบบกะ (batch system) โดยการอบแห้งวิธีนี้มีข้อเสียในเรื่องของการขาดความสม่ำเสมอในอากาศที่ไหลผ่านผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แห้งไม่ทั่วถึงทั้งถาด ดังนั้นจึงต้องมีการหมุนถาดผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยปรับปรุงการอบแห้งให้เกิดความสม่ำเสมอมากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2540)

### 2.6.2 การอบแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum drying)

ระบบการอบแห้งชนิดนี้จะเป็นการอบแห้งภายใต้ระบบสุญญากาศ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูพรุน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแรงดันเครื่องที่มีอยู่ การอบแห้งวิธีนี้จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านสี และกลิ่นน้อยกว่าการอบแห้งแบบห้องอบ (Krokida, Maroulis and Saravacos, 2001)

เกรียงศักดิ์ บรรลือ (2548) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการอบแห้งต่อคุณภาพปลาร้าผงโดยใช้ภาวะการอบแห้งแบบสุญญากาศ ตู้อบลมร้อน และการตากแห้ง พบว่าการอบแห้งแบบสุญญากาศให้ค่าสีที่ดีที่สุด โดยการอบแห้งแบบสุญญากาศนั้นเป็นลักษณะของการอบแห้งแบบไม่มีอากาศ ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันมีปริมาณน้อยกว่า จึงส่งผลให้สารประกอบที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างเช่นคาร์บอนิลมีปริมาณเล็กน้อยที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนในผลิตภัณฑ์ ประกอบกับวิธีนี้ยังใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ต่ำ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งแบบสุญญากาศมีค่าสีที่ดีกว่า

Krokida, Maroulis และ Saravacos (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีในการอบแห้งต่อคุณภาพด้านสีของแอปเปิ้ล กกล้วย มันฝรั่งและแครอท ซึ่งพบว่าการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อน การอบแห้งแบบสุญญากาศ และการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาลอย่างชัดเจน ส่วนการอบแห้งแบบ osmotically จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเล็กน้อย และพบว่าการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งสามารถสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบได้ นอกจากนี้ยังพบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้งเดียวกัน การอบแห้งแบบสุญญากาศจะให้ค่าสีที่ดีกว่าการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อน เนื่องจาก การอบแห้งแบบสุญญากาศนั้นเป็นลักษณะของการอบแห้งแบบไม่มีอากาศ ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันมีปริมาณน้อยกว่า จึงส่งผลให้สารประกอบที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน อย่างเช่นคาร์บอนิลมีประมาณเล็กน้อยที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนในผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งแบบสุญญากาศมีค่าสีที่ดีกว่า

Chaisawadi และ Keawboonruang (2008) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการอบแห้งเครื่องต้มยำด้วยตู้อบแห้งแบบสุญญากาศและตู้อบลมร้อน พบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้งเดียวกัน การอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบสุญญากาศจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่า

Dewi, Huda และ Ahmad (2011) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของหูลดาม (dendeng) จากกระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือการอบแห้งแบบสุญญากาศ ตู้อบลมร้อน และการตากแดด ซึ่งพบว่าองค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันจากวิธีการอบแห้งทั้ง 3 วิธี

## 2.8 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง

อาหารแห้งเป็นอาหารที่ผ่านกระบวนการลดความชื้นและค่า  $a_w$  ให้อยู่ในระดับที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ยาก ทำให้อาหารแห้งมีอายุการเก็บรักษานานกว่าอาหารสด อาหารแห้งเป็นอาหารที่มีน้ำหนักเบา พกพาสะดวก จึงช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง และยังไม่จำเป็นต้องรักษาอุณหภูมิในการเก็บ อย่างไรก็ตามอาหารแห้งมักมีสัดส่วนพื้นผิวต่อน้ำหนักสูงในระหว่างการเก็บรักษาจึงเกิดการดูดซับความชื้นจากอากาศ และหากมีโครงสร้างเป็นโพรงอากาศอยู่ด้วยจะยิ่งดูดซับความชื้นได้เร็วมากขึ้น ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้เร็วขึ้นทั้งจากจุลินทรีย์ เอนไซม์ออกซิเดชันของไขมัน และจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) โดยสามารถแบ่งการเสื่อมคุณภาพของอาหารแห้งได้ดังนี้ (รจนา นุชนุ่ม, 2551)

### 2.8.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น

อาหารแห้งที่มีความชื้นและ  $a_w$  ต่ำ จะดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่าย ซึ่งอาหารที่มีโครงสร้างเป็นโพรงอากาศและมีสัดส่วนพื้นที่ต่อน้ำหนักสูงจะดูดซับความชื้นได้เร็วยิ่งขึ้น ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อาหารเสื่อมเสียคุณภาพได้หลายแบบ เช่น อาหารสูญเสียความกรอบ อาหารผงจับตัวเป็นก้อน ทำให้สูญเสียสมบัติการละลาย เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้อาหารเหม็นหืนและมีสีที่เข้มขึ้นจนไม่เป็นที่ยอมรับ

### 2.8.2 การเสียรูปทรง

อาหารแห้งที่มีเนื้อสัมผัสกรอบเปราะ จะแตกหักง่ายระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา ทำให้ลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับและเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของอาหาร จึงอาจส่งผลให้เกิดการดูดซับความชื้นและเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

### 2.8.3 การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด

ปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นปฏิกิริยาซึ่งเกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์ ที่มีหมู่เป็นอัลดีไฮด์ หรือคีโตน เข้าไปทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนของกรดอะมิโนในโปรตีน ได้เป็นสารประกอบต่างๆ เช่น ฟูโรซีน (Furosine) และเมลานอยดิน (Melanoidin) ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ขึ้น ในผลิตภัณฑ์ (Damodaran, Parkin and Fennema, 2008) โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ได้แก่ น้ำตาล กรดอะมิโน อุณหภูมิ ค่าพีเอช ค่า  $a_w$  ปริมาณออกซิเจน แร่ธาตุ (นริยา รัตนปานนท์, 2549; Owusu – apenten, 2005)

### 2.8.4 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันทำให้เกิดกลิ่นหืน เป็นปัญหาที่พบในระหว่างการเก็บรักษาของอาหารที่มีไขมัน โดยแสง ความร้อน ความชื้นของปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ และอนุมูลอิสระบางชนิดเป็นปัจจัยที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี (นริยา รัตนปานนท์, 2549) การตรวจสอบความหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีหลายวิธี เช่น Thiobarbituric acid (TBA) Peroxide value และ Anisidine value เป็นต้น โดยการวัดค่า TBA เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งรายงานผลเป็น malonaldehyde ต่อน้ำหนักตัวอย่าง โดย malonaldehyde จะเกิดการจับตัวกันกับกรดไขมันไม่อิ่มตัว แล้วทำปฏิกิริยากับ TBA reagent ทำให้เกิดสารละลายสีชมพู (Tokur, Korkmaz and Ayas, 2006)

## 2.9 การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสในงานวิจัย

งานวิจัยต่างๆในปัจจุบันจะใช้เทคนิคทางด้านประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือในการวัดหรือประเมินงานวิจัยนั้นๆ โดยเมื่อนักวิจัยได้มีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาตอบสนองของมนุษย์ต่อสินค้าต่างๆ ก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องตระหนักถึงบทบาทของการประเมินทางประสาทสัมผัส ซึ่งกิจกรรมการวิจัยจะแยกออกมาจากส่วนต่างๆในองค์กรของบริษัทและกิจกรรมดังกล่าวมักจะเกี่ยวข้องกับวิชาการ และสถาบันวิจัย โดยทั่วไปกิจกรรมของการวิจัยในอุตสาหกรรมมักต้องการคำตอบที่ค่อนข้างรวดเร็ว และใช้เวลาไม่มากนักต่อปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ได้ผลผลิตนั้นๆ ซึ่งอาจเป็นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือการประเมินเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่มีอยู่กับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขึ้นเป็นต้น โดยเฉพาะการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาจจะมาจากการตลาดและการจำหน่ายของบริษัท หรืออาจจะมาจากส่วนของพนักงานบริษัทที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์โดยตรงกับผู้บริโภค หรืออาจจะมาจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นงานหลักอันหนึ่งในส่วนของงานวิจัยและพัฒนาในโรงงานอุตสาหกรรม (ไพโรจน์ วิริยจารีย์, 2545)

การประเมินผลิตภัณฑ์สิ่งสำคัญคือการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอของคุณภาพผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านลักษณะของผลิตภัณฑ์และความสัมพันธ์กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ในตลาด ดังนั้นผลการทดสอบของผู้ชิมควรจะตรงกันกับการยอมรับของผู้บริโภคหรือมีลักษณะสอดคล้องกัน ซึ่งการประเมินผลิตภัณฑ์อาจจะรวมถึงการพัฒนาการทดสอบทางด้านเครื่องมือโดยที่มีการทดสอบบนพื้นฐานของข้อมูลทางประสาทสัมผัสอีกด้วย

พจนาน จุลสิงห์ และธงชัย สุวรรณ (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการจำแนกกลุ่มของผลิตภัณฑ์กะทิสำเร็จรูปทางการค้าจำนวน 11 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการใช้เครื่อง Electronic nose (E-nose) กับการประเมินทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบซอร์ทติง (Sorting method) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน จำแนกกลุ่มจากประเมินลักษณะด้านกลิ่นของตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์กลิ่นด้วยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ สามารถจัดกลุ่มตัวอย่างกะทิสำเร็จรูปได้ 4 กลุ่ม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับวัตถุดิบในการผลิตและกรรมวิธีในการแปรรูปดังนี้ หนึ่งกะทิธัญพืชที่มีการดัดแปลงใช้ไขมันชนิดอื่นทดแทน สองกะทิสำเร็จรูปชนิดพาสเจอร์ไรส์ สามกลุ่มของกะทิสำเร็จรูปชนิดยูเอชทีและสเตอริไลส์ และสี่กะทิสำเร็จรูปชนิดผงจากการทำแห้งแบบพ่นฝอย ส่วนผลของการจัดกลุ่มจากการประเมินทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาแบบซอร์ทติง ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวัตถุดิบในการผลิตและกรรมวิธีในการแปรรูป ได้แก่หนึ่งกะทิที่มีการใช้ไขมันชนิดอื่นทดแทน

ลงในผลิตภัณฑ์ สองกะทิสำเร็จรูปที่ใช้คุณหมูมิในการแปรรูประดับพาสเจอร์ไรซ์และยูเอชที และสามกะทิสำเร็จรูปที่ใช้คุณหมูมิสูงที่ระดับสเตอริไลส์และการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะเห็นว่าวิธีการจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งสองวิธีให้ผลใกล้เคียงกันและสามารถจำแนกกะทิสำเร็จรูปตามชนิดและกรรมวิธีการแปรรูปได้

Rebecca และคณะ (2002) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบกับวิธีการใช้เครื่อง Electronic Tongue และการใช้เครื่อง Electronic nose ในผลิตภัณฑ์น้ำแอปเปิ้ล ซึ่งพบว่าการทดสอบด้วยเครื่อง Electronic Tongue (วิเคราะห์ด้านรสชาติของของเหลว) และการใช้เครื่อง Electronic nose (วิเคราะห์ด้านกลิ่น) จะให้ผลที่มีสัมพันธ์กันกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ ดังนั้นจึงสามารถประยุกต์เครื่องทั้ง 2 ชนิดมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำแอปเปิ้ลได้

### บทที่ 3

#### การดำเนินงานวิจัย

##### 3.1 วัตถุประสงค์สำหรับผลิตผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน

- ปลานิลจิตรลดา (ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์เพาะเลี้ยงปลานิลจิตรลดา ภายใต้โครงการพัฒนาพื้นที่ของมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านเกาะกา อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก)
- น้ำบูดูดิบที่ผลิตในบ่อเดียวกันทั้งหมด ตราบุญดูสายบุรี ผลิตเมื่อปี 2552 โดยกลุ่มอาชีพทำน้ำบูดูปะเสยะวอ ตำบลปะเสยะวอ อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี
- ข่าหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ
- ตะไคร้หั่นฝอย
- กระเทียมหั่นฝอย
- หอมแดงหั่นฝอย
- กะปิ ตราเทพา (กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านพระพุทธ ตำบลเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา) ชื่อจากซูเปอร์มาเก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร
- น้ำกลั่น
- ใบมะกรูดหั่นฝอย
- น้ำตาลทรายแดง ตรามิตรผล (กลุ่มมิตรผล จำกัด, ประเทศไทย) ชื่อจากซูเปอร์มาเก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร
- มะขามเปียก
- ข้าวหอมมะลิ ตราฉัตร (บริษัทซีพีอินเตอร์เทรด จำกัด, ประเทศไทย) ชื่อจากซูเปอร์มาเก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร

##### 3.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- |                     |              |           |            |
|---------------------|--------------|-----------|------------|
| ● Boric acid        | Univar       | Australia | A.R. grade |
| ● Hydrochloric acid | Mallinckrodt | USA       | A.R. grade |
| ● Petroleum ether   | Lab Scan     | Poland    | A.R. grade |



● Sodium hydroxide	Univar	Australia	A.R. grade
● Sulfuric acid	Merck	Germany	A.R. grade
● Thiobarbituric Acid reagent	Sigma – Aldrich	Germany	A.R. grade
● Acetic acid	Qrec	New Zealand	A.R. grade

### 3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ

- ตู้อบลมร้อน (W350, Memmert, Germany)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (SI – 234, Denver Instrument, Germany)
- อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน (Kjeltec™ 2200, Fosh, Sweden)
- เตาเผา ( Isotemp Muffle furnace, Fisher Scientific, USA)
- เครื่อง Soxhlet ( HC61, Gerhardt, Germany)
- pH meter ( F – 21 Horiba, Kyoto, Japan)
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ ( WNB22, Memmert, Germany)
- Spectrophotometer ( Genesys 10UV Thermo Spectronic ®, Massachusetts, USA)
- ชุดกลั่นอย่างง่าย (distillation set) สำหรับการวิเคราะห์ Thiobarbituric acid
- โถดูดความชื้น (Desiccater)
- จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Hycon, USA)
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Tomy SS320, USA)
- Stomacher Lab Blender ( PAS 450 10D, Seward stomacher, England)
- Chroma Meter Model CR-400 Series (Minolta, Japan)
- $a_w$  Data Logger ( AWLOG 888, Japan)

### 3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

##### 3.4.1.1 เตรียมปลานิลจิตรลดาสด

ปลานิลที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นปลานิลจิตรลดาสด ขนาดประมาณ 300 กรัม/ตัว ซึ่งบรรจุใส่ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (ถุงเย็น) ที่คลุมด้วยน้ำแข็งอัตราส่วนปลาต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:2 (วชิรา กระเตื้องเงิน, 2546) แล้วบรรจุลงในกล่องโฟมอีกชั้นหนึ่ง ขนส่งทางรถยนต์มาห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อถึงห้องปฏิบัติการทำความสะอาดปลาโดยล้างปลานิลด้วยน้ำสะอาด ขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ทำการสะเด็ดน้ำแล้วบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 °C

##### 3.4.1.2 การละลายปลานิลจิตรลดาสด

นำปลานิลจิตรลดาแช่แข็งที่เก็บไว้มาแช่น้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง ในอัตราส่วนน้ำต่อปลานิลจิตรลดาแช่แข็งเท่ากับ 2:1 จากนั้นล้างปลาให้สะอาดเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

#### 3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของปลานิลจิตรลดา ได้แก่ ไขมันตามวิธีของ

AOAC (2000) โปรตีนตามวิธีของ ISO (2005) คาร์โบไฮเดรตตามวิธีของ Compendium of method for food analysis (2003) เถ้า โยอาหารตามวิธีของ (AOAC, 2000) ปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC (2006) และวัดความชื้นของปลาสดด้วยค่า Thiobarbituric Acid (TBA) ตามวิธีของ Tokur, Korkmaz และ Ayas (2006) ทดลอง 2 ซ้ำ (ภาคผนวก ง.1)

#### 3.4.3 การศึกษากระบวนการผลิตปลานิลจิตรลดารมควันร้อน

##### 3.4.3.1 การศึกษาเพื่อเลือกภาวการณ์รมควันร้อนปลานิลจิตรลดาที่เหมาะสม

เตรียมชิ้นเนื้อปลานิลโดยนำปลานิลมาแล่เอาเฉพาะส่วนของเนื้อปลา แล้วนำมาแช่ในน้ำ ตะไคร้โดยใช้สัดส่วนโดยน้ำหนักของปลา : ตะไคร้ : น้ำ เท่ากับ 1:1:1 ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 1 ชม. จากนั้นนำเนื้อปลานิลมาวางบนตะแกรงเหล็ก แล้วนำมารมควันร้อนโดยใช้ตู้อบรมควันที่อุณหภูมิ 60 °C แปรระยะเวลาที่ใช้ในการรมควันร้อน 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ชม. นำปลาที่รมควันแล้วมาชูดหนังออก เลือกเฉพาะส่วนเนื้อปลามาเกลี่ยบนถาดให้เป็นชั้นบางๆ นำไป

อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชม. แล้วจึงนำไปบดด้วยเครื่องบดของแห้งนาน 2 นาที

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ค่า  $a_w$  (เครื่อง  $a_w$  Data Logger, รุ่น AWLOG 888, Japan) ปริมาณความชื้น (AOAC, 2006) และค่าสี (เครื่อง Minolta Chroma Meter, รุ่น CR – 300, Japan) (ภาคผนวก ง.2) คัดเลือกภาวะการรมควันร้อนที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากปริมาณความชื้น และ  $a_w$  ที่มีค่าต่ำสุด ทดลอง 3 ซ้ำ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT)

### 3.4.3.2 การศึกษาภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมของปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน

เตรียมปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนซึ่งใช้ภาวะที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนที่ 3.4.3.1 คือระยะเวลาในการรมควันปลานิลที่ 3 ชั่วโมง และอบแห้ง 3 ชั่วโมง มาศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งของปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน โดยนำมาเกลี่ยบนถาดให้เป็นชั้นบางๆ หนา 1.5 เซนติเมตร แล้วอบโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C แปรระยะเวลาในการอบแห้งเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ชม.

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ค่า  $a_w$ , ปริมาณความชื้น (AOAC, 2006) และค่าสี ทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT) คัดเลือกภาวะการอบแห้งปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (มผช. 300/2547, ปลาหยอง) และการสูญเสียของพลังงานในการผลิตน้อยที่สุด จากนั้นมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน (AOAC, 2000) โปรตีน (ISO, 2005) คาร์โบไฮเดรต (Compendium of method for food analysis, 2003) เถ้า และใยอาหาร (AOAC, 2000) ทดลอง 2 ซ้ำ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิลสดที่ได้จากข้อที่ 3.6.2.1 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย t – test

## 3.4.4 การคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญดูข้าวยาจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

### 3.4.4.1 การเตรียมผงบุญดูข้าวยา

เตรียมน้ำบุญดูข้าวยาจากบุญดูดิบโดยใช้สูตรต้นแบบที่เป็นสูตรของห้องถิ่นภาคใต้ 2 สูตร ดังตารางที่ 3.1

### ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมสำหรับเตรียมน้ำぶดูข้าวยา

วัตถุดิบ	ปริมาณ (%) สำหรับสูตรที่ 1	ปริมาณ (%) สำหรับสูตรที่ 2
น้ำぶดูดิบ	21.42	57.14
ตะไคร้	7.15	4.29
ข้าว	1.80	1.14
ใบมะกรูด	1.80	1.14
หอมแดง	14.28	12.86
น้ำเปล่า	21.42	9.14
กระเทียม	10.71	-
กะปิ	21.42	-
น้ำมะขามเปียก (มะขามเปียก : น้ำ เท่ากับ 1:1)	-	14.29
รวม	100	100

ที่มา สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากกลุ่มสตรีชุมชนตะโหมด จังหวัดพัทลุง, 2553

สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากกลุ่มสตรีชุมชนบ้านตรับ จังหวัดสงขลา, 2553

เมื่อเตรียมน้ำぶดูข้าวยาตามสูตรในตารางที่ 3.1 แล้ว จากนั้นนำมาเกลี่ยบนภาตความหนา 1 เซนติเมตร ที่มีแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์รองอยู่แล้วอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 4 ชม. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วจึงนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นของแห้งเป็นระยะเวลา 1 นาที นำไปผ่านตะแกรงร่อนขนาด 30 เมส จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ผงぶดูข้าวยาที่ได้ไปผสมกับน้ำตาลทรายแดงที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 30 เมส ในปริมาณ 42.86 % (w/w) และ 30 % (w/w) สำหรับสูตรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เพื่อปรับให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า  $a_w$  เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (มผช. 1339/2549, บูดแห้ง)

#### 3.4.4.2 การผลิตผงโรยข้าว

นำผงぶดูข้าวยาที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 3.4.4.1 ผสมกับผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนป่นที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.4.3.2 ในสัดส่วนโดยน้ำหนักผงぶดูข้าวยาต่อปลานิล

จิตรลดารมควันร้อนปนเท่ากับ 1:1 ได้เป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดารมควันร้อนแล้วจึงนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบรวมจำนวน 60 คน ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย (ผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคบุญ) คืออาจารย์และบุคลากรของโรงเรียนวัดตะโหนด อำเภอตะโหนด จังหวัดพัทลุง จำนวน 30 คน และผู้บริโภคทั่วไปคือนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับแบบสอบถามเพื่อสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะทำการทดสอบ (ภาคผนวก ค. 1)

ตัวอย่างที่ใช้ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดารมควันร้อน 4 กรัม คลุกกับข้าวหอมมะลิหุงสุก 70 กรัม (1 ทัพพี) โดยให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ด้วยฮีโดนิคสเกล 7 จุด (7 คะแนน คือชอบมาก และ 1 คะแนน คือไม่ชอบมาก) และประเมินระดับความเข้มข้นของคุณลักษณะด้านกลิ่นรมควัน กลิ่นบุญ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความละเอียดของปลารมควัน ปริมาณผงบุญ และความละเอียดของผงบุญ ด้วยสเกลระดับความพอดี (Just about right; JAR) แบบสเกลตัวเลข 7 จุด (7 คือ ความเข้มข้นมากเกินไป 4 คือ ความเข้มข้นที่พอดี และ 1 คือ ความเข้มข้นน้อยเกินไป) (ภาคผนวก ค. 2) คัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT)

#### 3.4.5 การศึกษาภาวะการทำผงน้ำบุญข้าวยาที่เหมาะสมโดยใช้ตู้อบลมร้อนเปรียบเทียบกับการใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ

ผลิตผงบุญข้าวยาจากสูตรที่คัดเลือกได้ในขั้นตอนที่ 3.4.4 คือสูตรผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดารมควันร้อนสูตรที่ 1 (ใช้กะปิ) โดยใช้การอบแห้ง 2 วิธี ได้แก่ ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 4 ชม. และตู้อบแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที โดยอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่เลือกใช้นี้ให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์คงที่คือ 1 – 2 % (wb.) ซึ่งได้จากการทดลองเบื้องต้นโดยทำการอบผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิคงที่ แล้วสุ่มตัวอย่างมาวัดปริมาณความชื้นในเวลาอบต่างๆ จนปริมาณความชื้นมีค่าคงที่ (1 – 2 % w.b.)

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของผงชูข้าวยา ได้แก่ ค่า  $a_w$ , ค่าสี, ค่า Thiobarbituric Acid (Tokur *et al.*, 2006) และปริมาณความชื้น (AOAC, 2006) ทดลอง 3 ซ้ำ และองค์ประกอบทางเคมีของผงชูข้าวยา ได้แก่ ไขมัน (AOAC, 2000) โปรตีน (ISO, 2005) คาร์โบไฮเดรต (Compendium of method for food analysis, 2003) เกล็ด และใยอาหาร (AOAC, 2000) ทดลอง 2 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำชูข้าวยาก่อนอบแห้ง คัดเลือกภาวะการอบแห้งน้ำชูข้าวยาที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากการสูญเสียขององค์ประกอบทางเคมี และการสูญเสียของพลังงานในการผลิตน้อยที่สุดไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT)

### 3.4.6 การศึกษาสัดส่วนของผงชูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนสำหรับโรยข้าว

นำผงชูข้าวยาที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนที่ 3.4.5 แล้วนำมาผ่านตะแกรงร่อนขนาด 30 เมส ผสมกับน้ำตาลทรายแดงที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 30 เมส 42.86 % (w/w) จากนั้นนำผสมกับปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน (ได้จากขั้นตอนที่ 3.4.3.2) แปรสัดส่วนโดยน้ำหนักผงชูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนเป็น 3 ระดับ คือ 1:1 2:1 และ 3:1 แล้วนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบ 2 กลุ่ม ได้แก่ผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย (ผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคชู) และผู้บริโภคทั่วไปเช่นเดียวกับข้อ 3.4.4 โดยให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ด้วยฮีโดนิคสเกล 7 จุด (7 คะแนน คือชอบมาก และ 1 คะแนน คือไม่ชอบมาก) และประเมินระดับความเข้มข้นของคุณลักษณะด้านกลิ่นรอมควัน กลิ่นชู รสหวาน รสเค็ม และปริมาณผงชู ด้วยสเกลระดับความพอดี (Just about right; JAR) แบบสเกลตัวเลข 7 จุด (7 คือ ความเข้มข้นมากเกินไป 4 คือ ความเข้มข้นที่พอดี และ 1 คือ ความเข้มข้นน้อยเกินไป) (ภาคผนวก ค. 3) คัดเลือกระดับสัดส่วนที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT)

### 3.4.7 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาผงโรยข้าวรสบุญจาก ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

บรรจุผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนป่น (ได้จากข้อ 3.4.3.2) ในถุงลามิเนต ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น Polyethylene-Aluminium-Polyethylene (PE-Al-PE) ขนาด 23×14 ตารางเซนติเมตร หนา 100 ไมครอน จากนั้นนำไปบรรจุในถุงลามิเนตจาก PE-Al-PE ขนาด 27×17 ตารางเซนติเมตร หนา 100 ไมครอน ที่ได้บรรจุผงบุญข้าวย่า (ได้จากข้อ 3.4.5) ไว้แล้ว โดยใช้สัดส่วนของผงบุญข้าวย่าต่อปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนป่นที่ได้จากข้อ 3.4.6 แล้วนำไปเก็บที่ 35 °C

ผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนป่นจะนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ภายภาคได้แก่ปริมาณความชื้น (AOAC, 2006), ค่า  $a_w$ , ค่า Thiobarbituric Acid (Tokur *et al.*, 2006) และค่าสี วิเคราะห์สมบัติทางชีวภาพได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (2006) ปริมาณยีสต์ราตามวิธีของ 3M manual, 2011 (ภาคผนวก ง. 3.1 และ ง. 3.2) โดยจะสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบทุก 5 วัน เป็นระยะเวลา 20 วัน และวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic nose, E-nose) สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 14 วัน เป็นระยะเวลา 28 วัน ทดลอง 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จากนักศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี จำนวน 50 คน ซึ่งในการทดสอบนั้นผู้ทดสอบจะใช้ประสาทสัมผัสทางด้านการมองเห็นด้วยสายตาและการดมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เพื่อประเมินความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่น ด้วยฮีโดนิสเกล 7 จุด (7 คะแนน คือชอบมาก และ 1 คะแนน คือไม่ชอบมาก) วิเคราะห์ความเข้มของลักษณะคุณภาพ (intensity scale) แบบสเกลตัวเลข 10 จุด โดยประเมินด้านความละเอียดของเนื้อปลา ความแห้งของเนื้อปลารมควัน กลิ่นรมควัน กลิ่นเหิน กลิ่นคาวปลาและกลิ่นแปลกปลอม (ภาคผนวก ค. 4.1) สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 14 วัน เป็นระยะเวลา 28 วัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ผลิตภัณฑ์ผงบุญข้าวย่าจะนำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ภายภาคได้แก่ปริมาณความชื้น (AOAC, 2006), ค่า  $a_w$ , ค่า Thiobarbituric Acid (Tokur *et al.*, 2006) และค่าสี สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบทุก 7 วัน เป็นระยะเวลา 84 วัน วิเคราะห์สมบัติทางชีวภาพได้แก่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2006) ปริมาณยีสต์รา (3M manual, 2011)

*Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ USFDA – BAM (1999) (ภาคผนวก ง. 3) สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบทุก 10 วัน เป็นระยะเวลา 80 วัน และวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น โดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic nose, E-nose) สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบทุก 14 วัน เป็นระยะเวลา 84 วัน ทดลอง 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบทั่วไปดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งในการทดสอบนั้นผู้ทดสอบจะใช้ประสาทสัมผัสทางด้านการมองเห็นด้วยสายตาและการดมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เพื่อประเมินความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่น ด้วยฮีโดนิคสเกล 7 จุด (7 คะแนน คือชอบมาก และ 1 คะแนน คือไม่ชอบมาก) และวิเคราะห์ความเข้มของลักษณะคุณภาพ (intensity scale) แบบสเกลตัวเลข 10 จุด โดยประเมินด้านความละเอียดของผงชูรส ความแห้งของผงชูรส กลิ่นชูรส กลิ่นกะปิ กลิ่นเหิน และกลิ่นแปลกปลอม (ภาคผนวก ค. 4.2) สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบทุก 14 วัน เป็นระยะเวลา 84 วัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลโดย Duncan's multiple range test (DMRT)



## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 องค์ประกอบของปลานิลจิตรลดาสด

ปลานิลจิตรลดาที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณโปรตีนสูงแต่ไขมันต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลที่เพาะพันธุ์ของคณะประมง มหาวิทยาลัย Cukurova ประเทศตุรกี ซึ่งรายงานว่ามีปริมาณโปรตีน ไข่ และไขมันเท่ากับ 76.37, 4.40 และ 11.06% (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (Yanar, Celik and Akamca, 2005) จึงบ่งบอกได้ว่าเนื้อปลานิลจิตรลดาเป็นเนื้อปลานิลที่มีคุณค่าทางอาหารที่ดีตรงกับความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุสูง แต่มีปริมาณไขมันต่ำ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของปลา ได้แก่สายพันธุ์ปลา ฤดูกาล อาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย และสภาพแวดล้อมต่างๆที่ปลาอาศัยอยู่ (รวมลี เจะดอเลาะ *et al.*, 2550; Hall, 1992; Puwastien *et al.*, 1999; Boran and Karacam, 2011) นอกจากนี้พบว่าปลานิลจิตรลดาที่ใช้ในการทดลองมีค่า Thiobarbituric acid (TBA) อยู่ในช่วง 1 – 2 mg mallonaldehyde/kg ซึ่งจีรภา หินชุย (2555) รายงานว่าค่า TBA ในช่วงดังกล่าวเป็นค่าที่แสดงถึงเนื้อปลาสดคุณภาพดี ดังแสดงในตารางที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1 ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบของปลานิลจิตรลดาสด

องค์ประกอบ	% (น้ำหนักเปียก)	% (น้ำหนักแห้ง)
ความชื้น	82.32±0.47	-
โปรตีน	16.17±0.30	91.49±4.14
ไขมัน	0.28±0.10	1.60±0.60
ไข่	0.87±0.03	4.92±0.03
ใยอาหาร	0.43±0.10	2.43±0.49
คาร์โบไฮเดรต	0.48±0.68	2.67±3.77
Thiobarbituric acid (TBA)	1.66±0.79	mg mallonaldehyde/kg

## 4.2 กระบวนการผลิตปลานิลจิตรลดาที่ร้อนที่เหมาะสม

### 4.2.1 ภาวะการรมควันร้อนปลานิลจิตรลดาที่เหมาะสม

จากผลของเวลาที่ใช้ในการรมควันที่อุณหภูมิ 60 °C ต่อสมบัติด้านเคมีและกายภาพของปลานิลจิตรลดาที่ร้อน ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าระยะเวลาในการรมควันมีผลต่อปริมาณความชื้น ค่า  $a_w$  และค่าสีอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการรมควันเนื้อปลานิลเป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนจากการรมควันที่ 1 ชั่วโมง คือลดลง 9.65 และ 3.56 % (w.b) ตามลำดับ โดยการเพิ่มระยะเวลาของการรมควันทำให้อัตราการระเหยน้ำจากผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นในปลารวมควันลดลง ซึ่งน้ำที่ระเหยออกไปเป็นน้ำอิสระจึงทำให้ค่า  $a_w$  มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกับปริมาณความชื้น (นิธิยา รัตนปานนท์, 2549)

ตารางที่ 4.2 ผลของการรมควันร้อนปลานิลจิตรลดาที่อุณหภูมิ 60 °C โดยใช้เวลาในการรมควันแตกต่างกัน

เวลา รมควัน (ชม.)	$a_w$	ความชื้น (% w.b)	ค่าสี		
			$L^*$	$a^*$	$b^{*ns}$
1	0.92 <sup>a</sup> ±0.02	46.72 <sup>a</sup> ±1.05	49.86 <sup>a</sup> ±2.78	0.74 <sup>b</sup> ±0.23	8.70±0.49
2	0.89 <sup>b</sup> ±0.01	37.07 <sup>b</sup> ±0.40	47.94 <sup>b</sup> ±1.05	0.75 <sup>b</sup> ±0.22	8.78±0.46
3	0.87 <sup>c</sup> ±0.01	33.51 <sup>c</sup> ±0.90	48.11 <sup>b</sup> ±0.38	1.49 <sup>a</sup> ±0.15	8.71±0.40

a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเพิ่มระยะเวลาในการรมควันเป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยจากการรมควันที่ 1 ชั่วโมง โดยมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ลดลง ค่าสีเขียว-แดง ( $a^*$ ) เพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่พบความแตกต่างกันของค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ( $b^*$ ) ( $p > 0.05$ ) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากการรมควันที่ได้อัตราการรมควันมีองค์ประกอบของพวกสารประกอบคาร์บอนิล เช่น อัลดีไฮด์ และคีโตน โดยสามารถทำปฏิกิริยากับกลุ่มเอมีนของกรดอะมิโนในโปรตีนของผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น (Ruiter, 1995)

จากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกระยะเวลาในการรมควันร้อนปลานิลที่ 3 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากปริมาณความชื้น และ  $a_w$  มีค่าต่ำสุด แต่

ค่า  $a_w$  ที่ได้จากระบวนการผลิตดังกล่าวยังมีค่าสูงกว่าข้อกำหนด (มผช. 300/2547, ปลาหยอง) ดังนั้นจึงต้องนำปลานิลที่ได้จากการรมควันไปอบด้วยเครื่องปั้นของแห้งเพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัส และนำไปการอบแห้งต่อไปเพื่อให้ได้ค่า  $a_w$  ตรงกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

#### 4.2.2. การอบแห้งที่เหมาะสมของปลานิลจิตรลดารมควันร้อนปน

จากผลของเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ต่อสมบัติด้านเคมีและกายภาพของปลานิลจิตรลดารมควันร้อนปน ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อปริมาณความชื้น ค่า  $a_w$  และค่าสีอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบแห้งเนื้อปลานิลเป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลง โดยในช่วงแรกของการอบแห้ง ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงอย่างชัดเจน แล้วค่อยๆลดลงอย่างช้าๆในช่วงท้าย ซึ่งที่การอบแห้งปลาในช่วงต้นมีปริมาณความชื้นลดลงเร็วกว่าช่วงท้ายเป็นผลมาจากน้ำในช่วงต้นเกิดการระเหยออกจากผิวหนังของชิ้นปลาซึ่งสัมผัสกับอากาศโดยตรง และเมื่อระยะเวลาผ่านไป การระเหยของน้ำจะเกิดจากภายในชิ้นปลา ทำให้น้ำที่ระเหยออกจากชิ้นปลาเป็นไปอย่างช้าๆ อัตราการระเหยของน้ำจึงลดลง ซึ่งน้ำที่ระเหยออกไปนั้นเป็นน้ำอิสระ จึงทำให้ค่า  $a_w$  มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับปริมาณความชื้น (Shi *et al.*, 2008)

ตารางที่ 4.3 ผลของการอบแห้งปลานิลจิตรลดาปนที่อุณหภูมิ 70 °C โดยใช้เวลาในการอบแห้งแตกต่างกัน

เวลาอบแห้ง (ชม.)	$a_w$	ความชื้น (% w.b.)	ค่าสี		
			$L^*$	$a^*$	$b^{*ns}$
1	0.50 <sup>a</sup> ±0.02	9.06 <sup>a</sup> ±1.03	48.21 <sup>a</sup> ±1.48	1.69 <sup>b</sup> ±0.13	11.54±0.61
2	0.19 <sup>b</sup> ±0.01	1.20 <sup>b</sup> ±0.23	47.42 <sup>b</sup> ±1.43	1.72 <sup>b</sup> ±0.21	10.80±0.32
3	0.14 <sup>c</sup> ±0.01	1.54 <sup>b</sup> ±0.23	46.73 <sup>b</sup> ±0.60	1.83 <sup>a</sup> ±0.22	12.38±1.01

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการอบแห้งเป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปจากที่ 1 ชั่วโมง โดยมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ลดลง ค่าสีเขียว-แดง ( $a^*$ ) เพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่พบความแตกต่างกันของค่าสีเหลือง - น้ำเงิน ( $b^*$ ) ( $p > 0.05$ ) ซึ่งความร้อนจากการอบแห้งเมื่อระยะเวลาของการอบที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป โดยเป็นผลมาจาก

ปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่อัลดีไฮด์และคีโตนจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคสจากไกลโคเจนของกล้ามเนื้อปลา) และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ไม่อึดตัวในเนื้อปลาอย่างเช่นอนุมูลอิสระหรือสารประกอบคาร์บอนิลมาทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในโปรตีนทำให้เกิดสารสีน้ำตาลจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น (Pokorny *et al.*, 1974; Thanonkaew *et al.*, 2006; Damodaran *et al.*, 2008; Shi *et al.*, 2008; Wu and Mao, 2008)

การอบแห้งปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนที่ 1 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นสูงกว่าข้อกำหนด (มผช. 300/2547, ปลาหยอง) การอบแห้งปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนที่ 2 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าข้อกำหนด (มผช. 300/2547, ปลาหยอง) ส่วนการอบแห้งที่ 3 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่าการอบแห้งที่ 2 ชั่วโมง แต่มีค่าพลังงานที่ใช้ทั้งหมดเท่ากับ 7,776 กิโลจูล ซึ่งสูงกว่าการอบแห้งที่ 2 ชั่วโมง (ค่าพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 5,184 กิโลจูล) ดังแสดงในภาคผนวก ข.1 ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาในการอบแห้งที่ 2 ชั่วโมง เป็นภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน

จากภาวะของกระบวนการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนดังที่กล่าวมาข้างต้น อาจส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงจากวัตถุดิบ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนมีปริมาณเถ้า และใยอาหารลดลง แต่มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) โดยเป็นผลเนื่องมาจากในกระบวนการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนอย่างเช่นกระบวนการแช่ปลานิลสดในน้ำตะไคร้ เพื่อลดกลิ่นคาวปลาอาจส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีบางส่วนสามารถละลายน้ำออกมาจึงทำให้มีค่าลดลง แต่ปริมาณไขมันซึ่งจะแทรกตัวอยู่ในกล้ามเนื้อปลา เมื่อผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆ อาจเกิดการซึมผ่านออกมาทำให้เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณไขมันจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน

ผลิตภัณฑ์	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักเปียก)				
	โปรตีน <sup>ns</sup>	ไขมัน	เถ้า	ใยอาหาร	คาร์โบไฮเดรต <sup>ns</sup>
ปลาสด	91.49±4.14	1.60 <sup>a</sup> ±0.60	4.92 <sup>a</sup> ±0.03	2.43 <sup>a</sup> ±0.49	2.67±3.77
ปลารมควันร้อนปน	86.00±1.24	9.85 <sup>b</sup> ±1.53	4.05 <sup>b</sup> ±0.21	0.40 <sup>b</sup> ±0.14	0.11±0.08

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.3 การคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญดูข้าวจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน เป็นการนำน้ำบุญดูข้าวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประจำท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทยมาผ่านการแปรรูปโดยใช้วิธีการทำแห้ง ดังนั้นในการคัดเลือกสูตรโดยทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจึงให้ผู้ทดสอบรวม จำนวน 60 คน ซึ่งประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย จำนวน 30 คน และผู้บริโภครวมไป จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับแบบสอบถามในการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคโดยเฉพาะผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งต้องคัดเลือกจากผู้ทดสอบที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารมีส่วนผสมของน้ำบุญดูที่ความถี่ในการรับประทานอย่างน้อย 1 – 2 ครั้งต่อเดือนทุกคน (ตารางที่ 4.5 และภาคผนวก ข. 1)

ตารางที่ 4.5 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบุญดูในการคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

การรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบุญดู	ผู้บริโภครวมไป (ร้อยละ)	ผู้บริโภคภาคใต้ (ร้อยละ)
เคย	16.67	100.00
ไม่เคย	83.33	0.00

จากนั้นจึงให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม ด้วยฮีโดนิสเกล

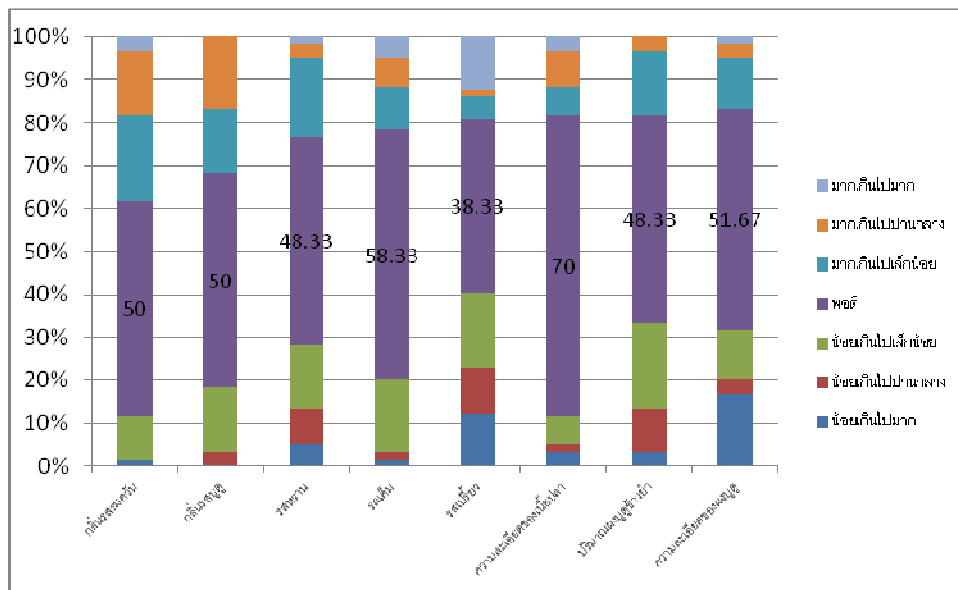
แบบสเกล 7 จุด และประเมินระดับความเข้มของคุณลักษณะด้านกลิ่นรสมควัน กลิ่นรสบุญ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความละเอียดของปลารมควัน ปริมาณผงบุญ และความละเอียดของผงบุญ ด้วยสเกลระดับความพอดี (Just about right; JAR) แบบสเกลตัวเลข 7 จุด ซึ่งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดา รสควันร้อนแต่ละสูตรของผู้ทดสอบ (ตารางที่ 4.6) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย (ผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคบุญ) และผู้บริโภคทั่วไป ( $p > 0.05$ ) จึงใช้คะแนนจากผู้ทดสอบทั้ง 60 คน พบว่าคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดา รสควันร้อนทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันของคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม ( $p > 0.05$ ) นอกจากนี้จากผลการทดลองยังสังเกตได้ว่าผู้ทดสอบโดยเฉพาะผู้บริโภคทั่วไป มีคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดา รสควันร้อนสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนทั้งหมด (มากกว่า 4 คะแนน) ซึ่งจากเดิมจะไม่ค่อยนิยมรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบุญ เนื่องจากมีกลิ่นแรง รสชาติไม่อร่อย ฝาด ไม่สะอาด ไม่กล้าชิม ไม่รู้จัก ยังมีไม่แพร่หลาย ไม่รู้ว่าน้ำบุญส่วนใหญ่นำไปประกอบอาหารประเภทใด ลักษณะบรรจุภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน ไม่คุ้นเคยกับอาหารท้องถิ่น (ภาคผนวก ข. 1) จึงแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของ น้ำบุญให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงบุญข้าวยา โดยใช้วิธีการอบแห้งจะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถยอมรับผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และ ความชอบรวมในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจาก ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน โดยสูตรที่ 1 ใช้กะปิเป็นส่วนผสมสำคัญ และสูตรที่ 2 ใช้น้ำมะขามเปียกเป็นส่วนผสมสำคัญ

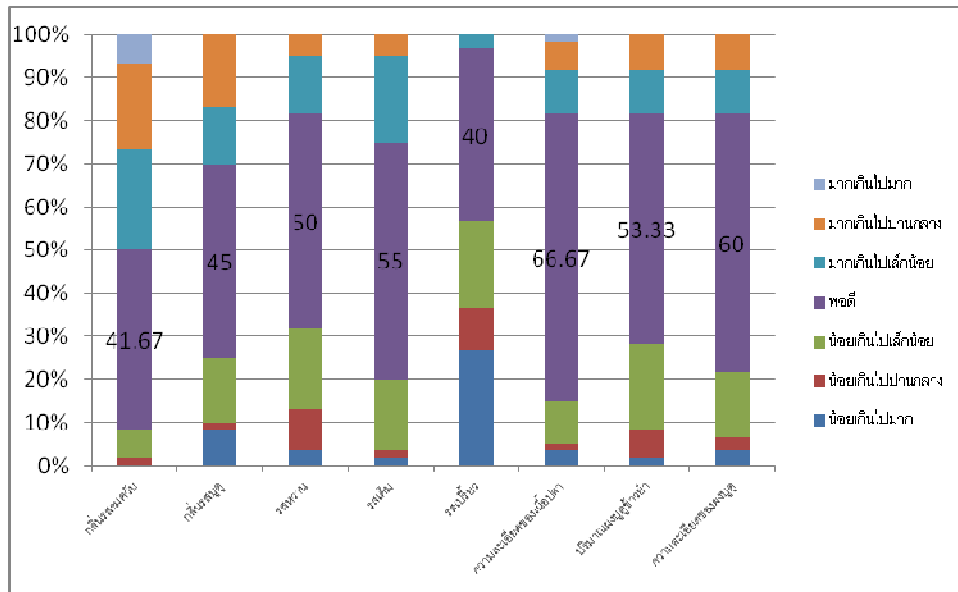
คะแนน ความชอบ	สูตรผลิตภัณฑ์	ผู้บริโภครวม ทั่วไป (n = 30)	ผู้ที่มีถิ่นอยู่ทาง ภาคใต้ (n = 30)	ผู้บริโภครวม (n = 60)
ลักษณะปรากฏ	สูตร 1	5.4±1.1	5.3±1.3	5.4±1.2
	สูตร 2	5.5±1.1	5.0±1.6	5.2±1.4
กลิ่นรส	สูตร 1	5.3±1.1	5.4±1.4	5.4±1.2
	สูตร 2	5.2±1.2	5.0±1.5	5.2±1.4
รสชาติ	สูตร 1	5.1±1.0	5.4±1.2	5.2±1.1
	สูตร 2	5.4±1.1	5.1±1.0	5.3±1.1
ความชอบ รวม	สูตร 1	5.6±1.0	5.5±1.4	5.6±1.2
	สูตร 2	5.5±1.1	5.2±1.0	5.4±1.1

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบ และระหว่างสูตรของผู้ทดสอบรวม

ผลการทดสอบระดับความเข้มข้นที่พอดีของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจาก ปลานิลจิตรลดากรมควันทั้ง 2 สูตร พบว่าลักษณะเฉพาะด้านกลิ่นรสรมควัน กลิ่นรสบุญ รสชาติหวาน รสชาติเค็ม รสชาติเปรี้ยว ความละเอียดของเนื้อปลารมควัน และปริมาณผงบุญ ข้าวยา มีคะแนนความเข้มข้นที่พอดี (สเกลที่ 4) มากที่สุด (ภาคผนวก ข. 1 – ฉ. 8) โดย สูตรที่ 1 มีคะแนนความเข้มข้นที่พอดิ์ด้านกลิ่นรสรมควัน กลิ่นรสบุญ รสชาติเค็ม และ ความละเอียดของเนื้อปลารมควันมากกว่าสูตรที่ 2 และเมื่อนำสูตรที่ 1 มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ คะแนนทั้งหมด พบว่าคะแนนความเข้มข้นที่พอดิ์ด้านกลิ่นรสบุญ กลิ่นรสรมควัน รสชาติเค็ม ความละเอียดของเนื้อปลารมควัน และความละเอียดของผงบุญข้าวยา มีคะแนน 50% ขึ้นไป ส่วนคะแนนความเข้มข้นที่พอดิ์ด้านรสหวาน รสเปรี้ยว และปริมาณผงบุญ มีคะแนน 48.33% 38.33% และ 48.33% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 – 4.2



รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรอมควัน กลิ่นบูดู รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความละเอียดของเนื้อปลา ปริมาณบูดู และ ปริมาณผงบูดูของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดากรมควนร้อน สูตรที่ 1



รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรอมควัน กลิ่นบูดู รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความละเอียดของเนื้อปลา ปริมาณบูดู และ ปริมาณผงบูดูของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดากรมควนร้อน สูตรที่ 2



จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 1 มีแนวโน้มการยอมรับของผู้ทดสอบมากกว่าสูตรที่ 2 โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ คือลักษณะความละเอียดของเนื้อปลา กลิ่นธรรมชาติ กลิ่นรสบูดู และรสชาติเค็ม อีกทั้งสูตรที่ 1 ยังเป็นสูตรได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย ดังนั้นจึงเลือกผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนสูตรที่ 1 (ใช้กะปิ) เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

#### 4.4 การทำน้ำบูดูข้าวยาที่เหมาะสมโดยใช้ตู้อบลมร้อนเปรียบเทียบกับการใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ

จากผลของการอบแห้ง 2 วิธี ได้แก่การใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 4 ชม. และตู้อบแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที ต่อสมบัติด้านเคมีและกายภาพของผงบูดูข้าวยา โดยที่ปริมาณความชื้นและ  $a_w$  ของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศให้ค่าความสว่าง  $L^*$  และค่าสีเขียว - แดง ( $a^*$ ) สูงกว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนค่าสีเหลือง - น้ำเงิน ( $b^*$ ) และค่า TBA มีค่าต่ำกว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) โดยการอบแห้งแบบสุญญากาศเป็นการอบแห้งแบบไม่มีอากาศ ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันมีปริมาณน้อยกว่า ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA ต่ำกว่า และมีค่าสีที่ดีกว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน แต่อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มากกว่า โดยอุณหภูมิที่สูงจะส่งผลทำให้กรดอะมิโนในโปรตีนที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์เกิดการ cross - linked กัน ทำให้เกิดการสูญเสียสมบัติด้านการละลายและเกิดการตกตะกอนของโปรตีนเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น (เกรียงศักดิ์ บันลือ, 2548; Ibanoglu, 2001; Dewi, Huda and Ahmad, 2011)

ตารางที่ 4.7 ผลของการอบแห้งน้ำบดขี้วัวจากวิธีการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนและการทำแห้งแบบสุญญากาศ

วิธีการอบแห้ง	ความชื้น <sup>ns</sup> (%)	a <sub>w</sub> <sup>ns</sup>	ค่าสี			TBA <sup>ns</sup> (mg mallon aldehyde /kg)
			L*	a*	b* <sup>ns</sup>	
ตู้อบลมร้อน	1.36±0.41	0.07±0.02	43.52 <sup>b</sup> ±2.17	7.12 <sup>b</sup> ±0.73	13.24±0.29	0.36±0.04
สุญญากาศ	1.42±0.43	0.06±0.02	46.99 <sup>a</sup> ±1.94	11.87 <sup>a</sup> ±1.63	13.39±1.60	0.36±0.03

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากภาวะของการผลิตผงบดขี้วัวโดยใช้วิธีการอบแห้ง 2 วิธี ดังที่กล่าวมาข้างต้น อาจส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน และอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงจากวัตถุดิบ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใย และใยอาหารของการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนและสุญญากาศ และตู้อบลมร้อน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 4.8) โดยภายหลังจากกระบวนการอบแห้งจะส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ และสูญเสียสมบัติการละลายของโปรตีน (Morris *et al.*, 2004; Wu and Mao, 2008) นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตผงบดขี้วัวอย่างเช่นการนำผลิตภัณฑ์ไปผ่านตะแกรงร่อนขนาด 30 เมช อาจจะทำให้ส่วนผสมพวกสุมุนไพรรอบชนิดไม่สามารถผ่านตะแกรงร่อนได้หมด จึงส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมี เช่นใยอาหารมีค่าลดลงเล็กน้อยได้ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 4.8 ผลของการอบแห้งน้ำบูดูข้าวยาจากวิธีการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนและการทำแห้งแบบสุญญากาศ

วิธีการอบแห้ง	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักเปียก)				
	โปรตีน <sup>ns</sup>	ไขมัน <sup>ns</sup>	เถ้า <sup>ns</sup>	ใยอาหาร	คาร์โบไฮเดรต <sup>ns</sup>
ไม่อบ	32.32±5.15	2.11±0.89	39.50±0.52	4.79 <sup>a</sup> ±0.26	26.07±5.51
อบด้วยตู้อบลมร้อน	30.33±5.61	2.89±0.37	40.29±0.77	3.74 <sup>b</sup> ±0.12	26.53±5.18
อบด้วยสุญญากาศ	30.52±5.70	2.77±0.28	40.19±0.53	3.86 <sup>b</sup> ±0.02	26.52±5.43

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์จากการอบแห้งทั้ง 2 วิธี พบว่าการอบแห้งแบบสุญญากาศจะใช้พลังงานเชื้อเพลิงเท่ากับ 67.09 กิโลจูลต่อกรัมน้ำที่ระเหยออกไปในตัวอย่าง ซึ่งน้อยกว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่จะใช้พลังงานเชื้อเพลิงเท่ากับ 101.59 กิโลจูลต่อกรัมน้ำที่ระเหยออกไปในตัวอย่าง (ภาคผนวก จ. 2) ดังนั้นจากผลการทดลองจึงเลือกการอบแห้งผงบูดูข้าวยาโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากให้ค่าสีที่ดี ค่าความชื้นที่ต่ำและมีการสูญเสียเชื้อเพลิงน้อยที่สุด

#### 4.5 สัดส่วนของผงบูดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดาหมควันร้อนปนสำหรับโรยข้าว

จากการนำผงโรยข้าวมาแปรสัดส่วนระหว่างปริมาณผงบูดูข้าวยาและปลานิลจิตรลดาหมควันร้อนปนเป็น 3 อัตราส่วน คือ 1:1 2:1 และ 3:1 แล้วนำมาคัดเลือกสัดส่วนโดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบรวม จำนวน 60 คน ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย จำนวน 30 คน และผู้บริโภครั่วไป จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับแบบสอบถามในการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคโดยเฉพาะผู้มีถิ่นที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งต้องคัดเลือกจากผู้ทดสอบที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารมีส่วนผสมของน้ำบูดูที่ความถี่ในการรับประทานอย่างน้อย 1 – 2 ครั้งต่อเดือนทุกคน (ตารางที่ 4.9 และภาคผนวก ข. 2)

ตารางที่ 4.9 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบุดู  
ข้าวยา ในการวิเคราะห์สัดส่วนผงบุดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดากรมควันปัน

การรับประทานผลิตภัณฑ์ ที่มีส่วนผสมของน้ำบุดู	ผู้บริโภคทั่วไป (ร้อยละ)	ผู้บริโภคภาคใต้ (ร้อยละ)
เคย	10.00	100.00
ไม่เคย	90.00	0.00

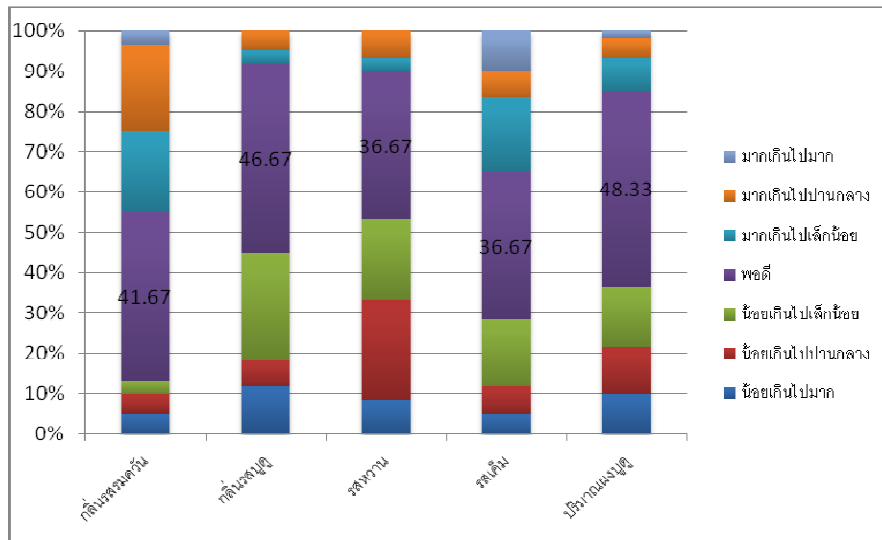
จากนั้นจึงให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทโดยประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติและความชอบรวม ด้วยฮีโดนิสเกลแบบสเกล 7 จุด และประเมินระดับความเข้มของคุณลักษณะด้านกลิ่นรสรมควัน กลิ่นรสบุดู รสชาติหวาน รสชาติเค็ม และปริมาณผงบุดู ด้วยสเกลระดับความพอดี (Just about right; JAR) แบบสเกลตัวเลข 7 จุด ซึ่งได้ว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมีคะแนนความชอบในสัดส่วนปริมาณผงบุดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนทั้ง 3 สัดส่วนไม่มีความแตกต่างกันของคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติและความชอบรวม ( $p > 0.05$ ) เช่นเดียวกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ที่มีถิ่นอยู่ทางภาคใต้ (ผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคบุดู) ซึ่งพบว่าสัดส่วนปริมาณผงบุดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนทั้ง 3 สัดส่วน ไม่มีความแตกต่างกันของคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความชอบรวม ( $p > 0.05$ ) แต่มีคะแนนความชอบด้านรสชาติแตกต่างกัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยที่สัดส่วน 2:1 และ 3:1 มีแนวโน้มสูงกว่าที่สัดส่วน 1:1 (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนผงชูข้าวย่ำต่อปลานิลจิตรลดา รมควันร้อนปนเท่ากับ 1:1, 2:1 และ 3:1

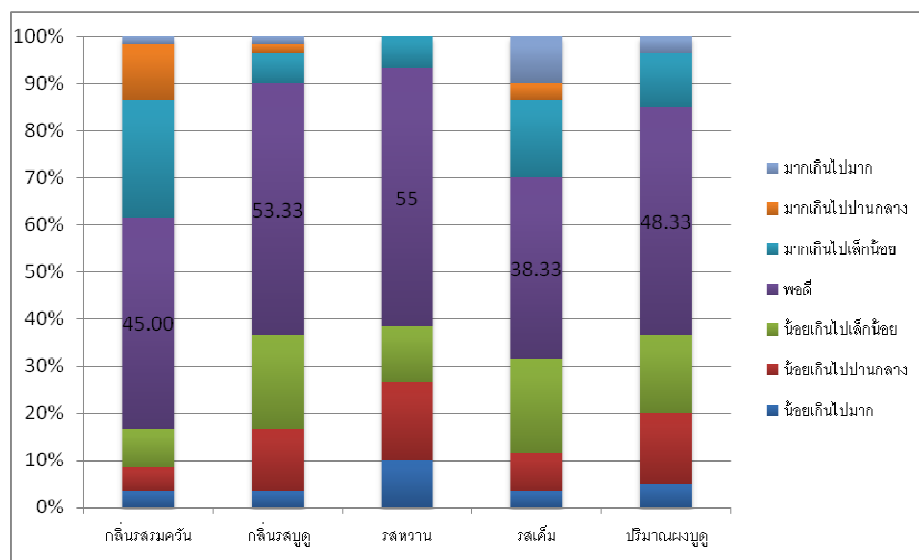
คะแนนความชอบ	สัดส่วนผงชูข้าวย่ำต่อปลานิลจิตรลดา รมควันร้อน	ผู้บริโภครวม (n = 30)	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้ (n = 30)	ผู้บริโภครวม (n = 60)
ลักษณะปรากฏ	1:1	4.6±1.4	4.9±1.0	4.8±1.2
	2:1	5.0±1.0	4.7±1.5	4.9±1.3
	3:1	4.8±1.5	5.1±1.5	5.0±1.5
กลิ่น	1:1	4.9±0.9	4.8±1.1	4.9±1.0
	2:1	4.9±1.7	5.2±1.5	5.1±1.6
	3:1	5.0±1.8	5.5±1.4	5.3±1.6
รสชาติ	1:1	4.6±1.4	4.9 <sup>b</sup> ±1.7	4.7±1.6
	2:1	4.7±1.7	5.4 <sup>a</sup> ±1.5	5.0±1.6
	3:1	5.0±1.5	5.5 <sup>a</sup> ±1.4	5.2±1.4
ความชอบรวม	1:1	4.8±1.4	5.1±1.8	4.9±1.6
	2:1	4.9±1.2	5.2±1.4	5.1±1.3
	3:1	5.3±1.4	5.3±1.2	5.3±1.3

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

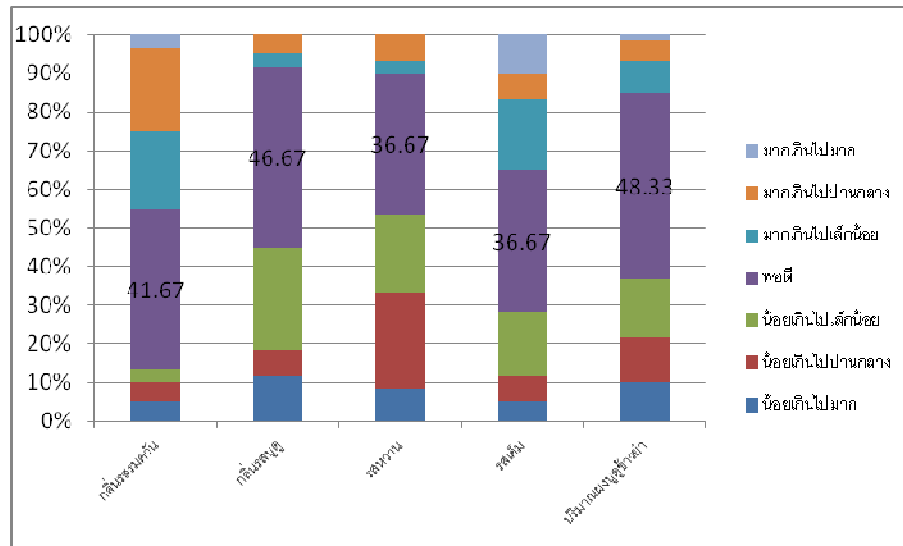
ผลการทดสอบระดับความเข้มข้นที่พอดีของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนปริมาณผงชูข้าวย่ำและปลานิลจิตรลดา รมควันร้อนปนทั้ง 3 สัดส่วน (รูปที่ 4.3 – 4.5) พบว่าลักษณะเฉพาะด้านกลิ่นรสชูชู กลิ่นรสมควัน รสชาติหวาน รสชาติเค็ม และปริมาณผงชูข้าวย่ำ มีคะแนนความเข้มข้นที่พอดี (สเกลที่ 4) มากที่สุด (ภาคผนวก ข. 9 – ข. 13 )



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรมควัน กลิ่นบูดู รสชาติหวาน รสชาติเค็ม และปริมาณผงบูดูของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดู จากปลานิลรมควันร้อน โดยใช้สัดส่วนผงบูดูข้าวฆ่าต่อปลานิลจิตรลดารมควัน ร้อนปน เท่ากับ 1:1



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรมควัน กลิ่นบูดู รสชาติหวาน รสชาติเค็ม และปริมาณผงบูดูของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดู จากปลานิลรมควันร้อน โดยใช้สัดส่วนผงบูดูข้าวฆ่าต่อปลานิลจิตรลดารมควัน ร้อนปนเท่ากับ 2:1



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสมควัน กลิ่นขม รสหวาน รสเค็ม และปริมาณผงชูรสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสขมจากปลานิล รสมควันร้อน โดยใช้สัดส่วนผงชูรสข้าวต่อปลานิลจิตรลดา รสมควันร้อน ปน เท่ากับ 3:1

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าที่สัดส่วนของผงชูรสข้าวต่อปลานิลจิตรลดา รสมควันร้อน ปน เท่ากับ 2:1 และ 3:1 มีคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบมาก โดยเฉพาะผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคขม ซึ่งลักษณะของปริมาณผงชูรส รสมควัน กลิ่นรสขม รสชาติหวาน และรสชาติเค็ม เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ และเป็นลักษณะเฉพาะที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสขมจากปลานิลจิตรลดา รสมควันร้อน อีกทั้งนี้ยังสังเกตได้ว่าที่สัดส่วนของผงชูรสข้าวต่อปลานิลจิตรลดา รสมควันร้อน ปน เท่ากับ 3:1 มีแนวโน้มสูงกว่าสูตรอื่นๆ ประกอบกับที่สัดส่วนดังกล่าวใช้ปริมาณผงชูรสข้าวมากกว่าปริมาณเนื้อปลา (ปริมาณผงชูรสข้าวมีราคาสูงกว่าปริมาณเนื้อปลา) จึงช่วยลดราคาต้นทุนให้กับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงเลือกสัดส่วนของผงชูรสข้าวต่อปลานิลจิตรลดา รสมควันร้อน ปน เท่ากับ 3:1 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสขมจากปลานิลจิตรลดา รสมควันร้อน

## 4.6 การติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญดูจาก ปลานิลจิตรลดาต้มควันร้อน

### 4.6.1 การติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดา ต้มควันร้อนปน

จากผลการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดาต้มควันร้อนปน ซึ่งบรรจุในถุงบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น Polyethylene-Aluminium-Polyethylene (PE-Al-PE) ที่อุณหภูมิ 35 °C ต่อสมบัติด้านเคมีและกายภาพ สีภาพ รวมถึงการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

#### 4.6.1.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพ

##### 4.6.1.1.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดาต้มควันร้อนปน (ตารางที่ 4.11) เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการรักษา ซึ่งพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการรักษา ( $p \leq 0.05$ ) โดยความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นเนื่องมาจากความชื้นของผลิตภัณฑ์ในตอนเริ่มต้นมีค่าต่ำจึงเกิดการดูดความชื้นจากอากาศภายในบรรจุภัณฑ์เข้ามาในตัวผลิตภัณฑ์ จนเข้าสู่ภาวะสมดุลความชื้นไม่เกิดการถ่ายเทอีก (Labuza and Breene, 1989)

##### 4.6.1.1.2 ค่า water activity ( $a_w$ )

ค่า  $a_w$  ของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดาต้มควันร้อนปน (ตารางที่ 4.11) เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ( $p > 0.05$ ) ในทิศทางเดียวกับปริมาณความชื้น ซึ่งบ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์มีการดูดซับน้ำเข้าไปทำให้เพิ่มปริมาณน้ำอิสระจึงทำให้ค่า  $a_w$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (นิตยา รัตนาปนนท์, 2549)

##### 4.6.1.1.3 Thiobarbituric acid (TBA)

ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดาต้มควันร้อนปน (ตาราง 4.11) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการรักษา ( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่าในระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มเช่นพวก polyunsaturated fatty acid (Olsen, Henderson and McAndrew, 1990) ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์มีค่า  $a_w$  อยู่ในช่วงประมาณ 0.1 - 0.2 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาประกอบกับมีปริมาณก๊าซออกซิเจนซึ่งสามารถพบได้จากอากาศภายในบรรจุภัณฑ์



และจากความสามารถในการซึมผ่านบรรจุภัณฑ์เข้ามา จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี ในผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jena และ Das (2012) ที่ศึกษาพบว่าถุงลามิเนต PE-Al-PE มีค่า Oxygen transmission rate เท่ากับ  $0.6 \text{ cm}^3\text{m}^{-2}\text{day}^{-1}$  จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ Coconut milk powder ที่เก็บที่อุณหภูมิ  $38^\circ\text{C}$  เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น (% w.b.), ค่า  $a_w$  และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ ปลาชนิดจืดลดความร้อนร้อนปนในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ  $35^\circ\text{C}$

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ความชื้น (% w.b.)	$a_w$ <sup>ns</sup>	TBA (mg.mallonaldehyde/kg)
0	4.31 <sup>a</sup> ±0.01	0.11±0.01	0.15 <sup>e</sup> ±0.00
5	3.68 <sup>b</sup> ±0.09	0.15±0.06	0.18 <sup>d</sup> ±0.00
10	3.62 <sup>bc</sup> ±0.1	0.13±0.03	0.56 <sup>c</sup> ±0.00
15	3.56 <sup>bc</sup> ±0.01	0.15±0.02	0.67 <sup>b</sup> ±0.01
20	3.48 <sup>c</sup> ±0.06	0.16±0.02	0.81 <sup>a</sup> ±0.00

a-e หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.6.1.1.4 ค่าสี $L^* a^* b^*$

ค่าความสว่าง ( $L^*$ ), ค่าสีเขียว-แดง ( $a^*$ ), ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ( $b^*$ ) และการเปลี่ยนแปลงของสี ( $\Delta E$ ) ในผลิตภัณฑ์ปลาชนิดจืดลดความร้อนร้อนปนมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.12) โดยพบว่าค่า  $a^*$  มีค่าลดลง แต่ค่า  $b^*$  มีค่าเพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนค่า  $L^*$  และค่า  $\Delta E$  มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) โดยการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์อาจเป็นผลมาจากสารประกอบที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อปลา อย่างเช่นอนุมูลอิสระหรือสารประกอบคาร์บอนิลทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในโปรตีน จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น (ตารางที่ 4.11) (Pokorny *et al.*, 1974; Thanonkaew *et al.*, 2006; Damodaran *et al.*, 2008)

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าสี  $L^*$ , ค่าสี  $a^*$ , ค่าสี  $b^*$ , ค่าสี  $\Delta E$  ของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $35^{\circ}\text{C}$

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่าสี $L^{*ns}$	ค่าสี $a^*$	ค่าสี $b^*$	$\Delta E^{ns}$
0	49.61±0.08	4.2 <sup>a</sup> ±0.03	19.21 <sup>a</sup> ±0.03	-
5	49.36±0.03	4.01 <sup>b</sup> ±0.08	18.50 <sup>b</sup> ±0.01	0.31±0.02
10	48.49±0.54	3.65 <sup>e</sup> ±0.01	18.68 <sup>ab</sup> ±0.28	1.00±0.70
15	49.02±0.82	3.90 <sup>c</sup> ±0.02	18.67 <sup>ab</sup> ±0.20	0.58±0.62
20	48.73±0.30	3.85 <sup>d</sup> ±0.04	18.51 <sup>b</sup> ±0.46	0.80±0.00

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

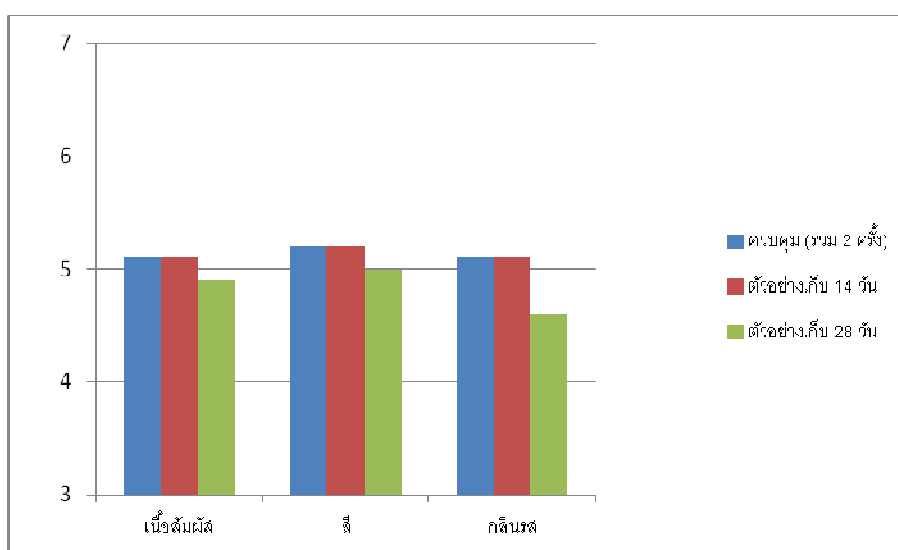
#### 4.6.1.2 สมบัติทางชีวภาพ

ผลของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนยีสต์และรามมีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ทั้งนี้เป็นผลมาจากในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้น และค่า  $a_w$  ค่อนข้างต่ำ คือมีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 6 % (w.b.) และมีค่า  $a_w$  อยู่ในช่วงระหว่าง 0.1 – 0.2 ซึ่งเป็นภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่ออาหารมีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.6 หรือต่ำกว่า (Belitz, Grosch and Schieberle, 2009)

#### 4.6.1.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 50 คน ประเมินความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรส (สเกล 7 จุด) วิเคราะห์ความเข้มของลักษณะคุณภาพ (intensity scale) ด้านความละเอียดของเนื้อปลารมควัน ความแห้งของเนื้อปลารมควัน กลิ่นรสมควัน กลิ่นรสควาปลา กลิ่นรสน้ำมัน และกลิ่นรสแปลกปลอม (สเกล 10 จุด) ของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ และผลิตภัณฑ์ควบคุม (control) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการผลิตใหม่ทุกครั้งที่ทดสอบ (เวลา 0 วัน) พบว่าตัวอย่างควบคุมที่ผลิตใหม่สำหรับการทดสอบทุกครั้งไม่มีความแตกต่างกันในทุกด้าน

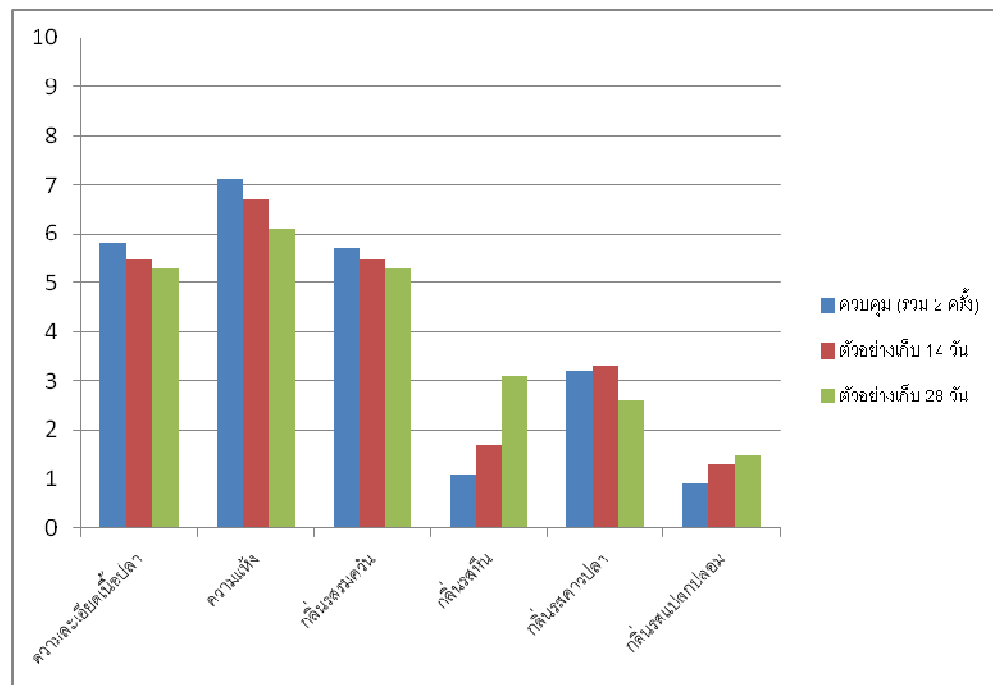
และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับคะแนนของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆกับผลิตภัณฑ์ควบคุม (ตารางภาคผนวก ข.14) พบว่าผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนในการเก็บรักษาที่สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรส ( $p > 0.05$ ) โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรสมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (รูปที่ 4.6)



รูปที่ 4.6 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ผลการทดสอบระดับความเข้มของลักษณะคุณภาพจากผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน เมื่อระยะเวลาผ่านไป พบว่าจากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ควบคุมกับผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนในการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 2 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของเนื้อปลารวมควัน ความแห้งของเนื้อปลารวมควัน กลิ่นรสรมควัน กลิ่นรสหืน กลิ่นรสคาวปลา และกลิ่นรสแปลกปลอม ( $p > 0.05$ ) และที่การเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 4 พบว่าลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนด้านความแห้งของเนื้อปลารวมควัน กลิ่นรสรมควันมีค่าลดลง แต่มีกลิ่นรสหืน และกลิ่นรส

แปดปลอมมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) และไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของเนื้อปลารมควัน และกลิ่นรสคาวปลา ( $p > 0.05$ ) (รูปที่ 4.7 และตารางภาคผนวก ที่ ฉ.15)



รูปที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของเนื้อปลารมควัน ความแข็งของเนื้อปลารมควัน กลิ่นรมควัน กลิ่นสี กลิ่นคาวปลา และกลิ่นแปดปลอมในผลิตภัณฑ์ปลารมควันร้อนปน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C

#### 4.6.1.4 ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้ Electronic nose

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นซึ่งถูกออกแบบและสร้างเพื่อตรวจสอบและจำแนกกลิ่นหรือแก๊สต่างๆ ให้คล้ายการทำงานของจมูกมนุษย์ โดยข้อดีของการวิเคราะห์กลิ่นโดยเครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ คือ ใช้งานง่ายไม่จำเป็นต้องทำลายโครงสร้างของกลิ่นก่อนการทดสอบ มีการใช้เซนเซอร์ร่วมกับโปรแกรมที่สามารถแสดงผล วิเคราะห์ และประมวลผลของข้อมูล ทั้งลักษณะทางคุณภาพและปริมาณ (พจนาน จุลสิงห์และ ธงชัย สุวรรณสิทธิพันธ์, 2554)

ผลการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.13) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนเพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นจะสังเกตได้ชัดเจนขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา ถึงแม้ว่าที่การเก็บรักษา 4 สัปดาห์ คะแนนความชอบด้านกลิ่นจะยังไม่เห็นความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นมากนัก แต่ก็ยังสังเกตเห็นว่าความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านกลิ่นหืน และกลิ่นแปลกปลอมในการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ( $p \leq 0.05$ ) จึงได้ว่าการวิเคราะห์กลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ และการวัดค่าทางประสาทสัมผัสจะมีความคล้ายคลึงกันโดยเฉพาะในการวิเคราะห์ด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน โดยกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงไปอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความหืนในระหว่างการเก็บรักษา โดยกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในผลิตภัณฑ์ (Gray, Goma and Buckley, 1996; Jensen *et al.*, 2005)

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่องจุ่มก  
อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic nose) ของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ปลานิล  
จิตรลดากรมควนร้อนปน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น
14	4.98 <sup>b</sup> ±0.58
28	35.28 <sup>a</sup> ±1.98

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัส และการวิเคราะห์กลิ่นโดยใช้เครื่อง Electronic nose แสดงให้เห็นว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควนร้อนปนเริ่มเห็นความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นด้านกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ กลิ่นหืน และความขื่นมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความหืนในระหว่างการเก็บรักษา (Gray, Gomaa and Buckley, 1996; Jensen *et al.*, 2005) และความแฉะของเนื้อปลาเป็นผลมาจากการที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ความแห้งของเนื้อปลาลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.8



(0 วัน)

(เก็บ 14 วัน)

(เก็บ 28 วัน)

รูปที่ 4.8 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควนร้อนปน  
ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C

#### 4.6.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยา

จากผลการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยา ซึ่งบรรจุในถุงบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น Polyethylene-Aluminium-Polyethylene (PE-AI-PE) ที่อุณหภูมิ 35 °C ต่อสมบัติด้านเคมีและกายภาพ ชีวภาพ รวมถึงการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

##### 4.6.2.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพ

###### 4.6.2.1.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยา (ตารางที่ 4.14) เกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการรักษา ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการรักษา ( $p \leq 0.05$ ) โดยปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงต้นของการรักษา และเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจนค่อนข้างคงที่ในช่วงท้ายของการรักษา ซึ่งความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นเนื่องมาจากความชื้นของผลิตภัณฑ์ในตอนเริ่มต้นมีค่าต่ำจึงเกิดการดูดความชื้นจากอากาศภายในบรรจุภัณฑ์เข้ามาในตัวผลิตภัณฑ์ จนเข้าสู่ภาวะสมดุลความชื้นไม่เกิดการถ่ายเทอีก (รจนา นุชนุ่ม, 2551; เชาวลิต อุปฐาก, 2552; Labuza and Breen, 1989)

###### 4.6.2.1.2 ค่า water activity ( $a_w$ )

ค่า water activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยา (ตารางที่ 4.14) เกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับปริมาณความชื้น ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีการดูดซับน้ำเข้าไปทำให้เพิ่มปริมาณน้ำอิสระจึงทำให้ค่า  $a_w$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (นิธิยา รัตนานนท์, 2549)

###### 4.6.2.1.3 Thiobarbituric acid (TBA)

ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยา (ตารางที่ 4.14) พบว่าระยะเวลาในการรักษาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า TBA ( $p \leq 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์มีค่า TBA เริ่มต้นเท่ากับ 0.478 mg malonaldehyde/kg และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 10 ซึ่งมีค่า TBA สูงสุดคือ 0.832 mg malonaldehyde/kg หลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มลดลง โดยในระหว่างการรักษาผลิตภัณฑ์จะมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าค่า  $a_w$  จะมีค่าอยู่ในช่วงที่สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้น้อยก็ตาม ( $a_w$  เท่ากับ 0.180 – 0.392) แต่ก็มีปัจจัยอื่นอย่างเช่นปริมาณก๊าซออกซิเจนซึ่งจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยก๊าซออกซิเจนดังกล่าวสามารถพบได้จากอากาศภายในบรรจุภัณฑ์เอง และจาก

ความสามารถในการซึมผ่านบรรจุภัณฑ์เข้ามา จากงานวิจัยของ Jena และ Das (2012) ที่ศึกษาพบว่าถุงลามิเนต PE-Al-PE มีค่า Oxygen transmission rate เท่ากับ  $0.6 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  ทำให้ผลิตภัณฑ์ Coconut milk powder ที่เก็บที่อุณหภูมิ  $38^\circ\text{C}$  เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ นอกจากนี้ในผลการทดลองดังกล่าวจะสังเกตเห็นว่าค่า TBA จะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งแล้วจะมีค่าลดลงมา ซึ่งการลดลงของค่า TBA เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลใน malondialdehyde ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในโปรตีนของผลิตภัณฑ์ จึงส่งผลให้ TBA มีค่าลดลง (Owusu - apenten, 2005; Damodaran *et al.*, 2008)

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น (% w.b.), ค่า  $a_w$  และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวย่ำ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $35^\circ\text{C}$

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ความชื้น (% w.b.)	$a_w$	TBA (mg.mallonaldehyde/kg)
0	2.05 <sup>hi</sup> ±0.04	0.18 <sup>i</sup> ±0.004	0.48 <sup>gh</sup> ±0.02
7	2.13 <sup>h</sup> ±0.05	0.20 <sup>l</sup> ±0.005	0.50 <sup>g</sup> ±0.02
14	2.18 <sup>h</sup> ±0.04	0.22 <sup>h</sup> ±0.001	0.51 <sup>fg</sup> ±0.01
21	2.52 <sup>g</sup> ±0.09	0.26 <sup>g</sup> ±0.003	0.52 <sup>fg</sup> ±0.03
28	2.60 <sup>f</sup> ±0.05	0.26 <sup>g</sup> ±0.001	0.54 <sup>ef</sup> ±0.03
35	3.82 <sup>e</sup> ±0.03	0.36 <sup>f</sup> ±0.002	0.57 <sup>de</sup> ±0.01
42	3.89 <sup>de</sup> ±0.04	0.37 <sup>e</sup> ±0.005	0.59 <sup>d</sup> ±0.02
49	3.90 <sup>d</sup> ±0.04	0.38 <sup>d</sup> ±0.004	0.59 <sup>d</sup> ±0.02
56	3.96 <sup>d</sup> ±0.02	0.38 <sup>cd</sup> ±0.003	0.63 <sup>c</sup> ±0.02
63	4.12 <sup>c</sup> ±0.05	0.37 <sup>cd</sup> ±0.002	0.77 <sup>b</sup> ±0.01
70	4.38 <sup>b</sup> ±0.04	0.38 <sup>bc</sup> ±0.002	0.83 <sup>a</sup> ±0.03
77	4.37 <sup>b</sup> ±0.03	0.39 <sup>b</sup> ±0.001	0.51 <sup>g</sup> ±0.02
84	4.50 <sup>a</sup> ±0.06	0.39 <sup>a</sup> ±0.003	0.46 <sup>h</sup> ±0.01

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

a-j หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



#### 4.6.2.1.4 ค่าสี $L^*$ $a^*$ $b^*$

ค่าความสว่าง ( $L^*$ ), ค่าสีเขียว-แดง ( $a^*$ ), ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ( $b^*$ ) และการเปลี่ยนแปลงของสี ( $\Delta E$ ) ของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวย่ำ พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีในผลิตภัณฑ์ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  มีค่าลดลง ส่งผลให้ค่า  $\Delta E$  มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษามากขึ้น (ตาราง 4.15) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสีอาจเป็นผลมากปริมาณความชื้น ค่า  $a_w$  และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่อัลดีไฮด์และคีโตน จากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวิซ์ และ mallondialdehyde จากปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารประกอบไนโตรเจน เช่น โปรตีน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าเมลานอยดิน (melanoidins) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวย่ำมีสีที่เข้มขึ้น (Owusu - apenten, 2005)

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ค่าสี  $L^*$ , ค่าสี  $a^*$ , ค่าสี  $b^*$ , ค่าสี  $\Delta E$  ของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวย่ำ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่าสี $L^*$	ค่าสี $a^*$	ค่าสี $b^*$	ค่าสี $\Delta E$
0	43.92 <sup>a</sup> ±0.05	8.82 <sup>a</sup> ±0.15	14.45 <sup>f</sup> ±0.08	-
7	42.99 <sup>b</sup> ±0.04	8.96 <sup>b</sup> ±0.06	14.68 <sup>d</sup> ±0.06	0.97 <sup>k</sup> ±0.08
14	43.08 <sup>c</sup> ±0.01	8.78 <sup>a</sup> ±0.01	14.48 <sup>e</sup> ±0.01	0.85 <sup>k</sup> ±0.06
21	41.42 <sup>d</sup> ±0.01	8.50 <sup>c</sup> ±0.01	15.53 <sup>c</sup> ±0.01	2.74 <sup>j</sup> ±0.05
28	40.14 <sup>e</sup> ±0.04	8.43 <sup>c</sup> ±0.11	16.79 <sup>b</sup> ±0.02	4.46 <sup>i</sup> ±0.08
35	40.19 <sup>e</sup> ±0.01	8.19 <sup>d</sup> ±0.03	17.08 <sup>a</sup> ±0.01	4.60 <sup>h</sup> ±0.04
42	37.11 <sup>f</sup> ±0.06	7.98 <sup>e</sup> ±0.04	15.48 <sup>c</sup> ±0.12	6.94 <sup>g</sup> ±0.05
49	36.22 <sup>g</sup> ±0.32	7.95 <sup>e</sup> ±0.04	14.39 <sup>f</sup> ±0.02	7.75 <sup>f</sup> ±0.17
56	32.18 <sup>h</sup> ±0.05	7.07 <sup>f</sup> ±0.03	10.56 <sup>g</sup> ±0.02	12.49 <sup>e</sup> ±0.14
63	31.88 <sup>i</sup> ±0.01	6.22 <sup>g</sup> ±0.01	9.63 <sup>h</sup> ±0.06	13.23 <sup>d</sup> ±0.08
70	31.63 <sup>j</sup> ±0.01	6.07 <sup>h</sup> ±0.03	9.61 <sup>h</sup> ±0.02	13.49 <sup>c</sup> ±0.08
77	29.84 <sup>k</sup> ±0.04	6.02 <sup>h</sup> ±0.02	8.28 <sup>i</sup> ±0.04	15.62 <sup>b</sup> ±0.07
84	28.63 <sup>l</sup> ±0.02	5.97 <sup>h</sup> ±0.06	8.00 <sup>j</sup> ±0.03	16.85 <sup>a</sup> ±0.07

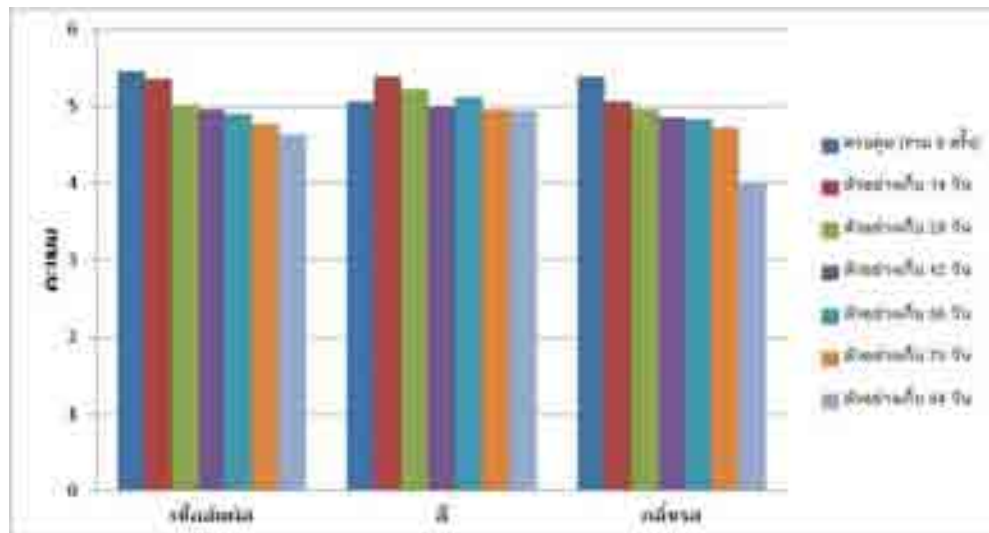
a-j หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.6.2.2 สมบัติทางชีวภาพ

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์กับรา และ *Staphylococcus aureus* มีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมตลอดการเก็บรักษา 80 วัน ทั้งนี้เนื่องมาจากสมบัติของผลิตภัณฑ์ น้ำบูดูข้าวยาสำเร็จรูป เช่น ค่า  $a_w$ , ค่า pH, ปริมาณกรดและปริมาณเกลือ เป็นภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ทิพย์วรรณ อรัญดร, 2548) ประกอบกับในกระบวนการผลิตผงบูดูข้าวยาจะให้ความร้อนสูงในการอบแห้งแบบไม่มีอากาศ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ต่ำ และตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น และค่า  $a_w$  ค่อนข้างต่ำ คือมีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 6 % (w.b.) และมีค่า  $a_w$  อยู่ในช่วง 0.18 - 0.40 ซึ่งเป็นภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่ออาหารมีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.6 หรือต่ำกว่า (Belitz, Grosch and Schieberle, 2009)

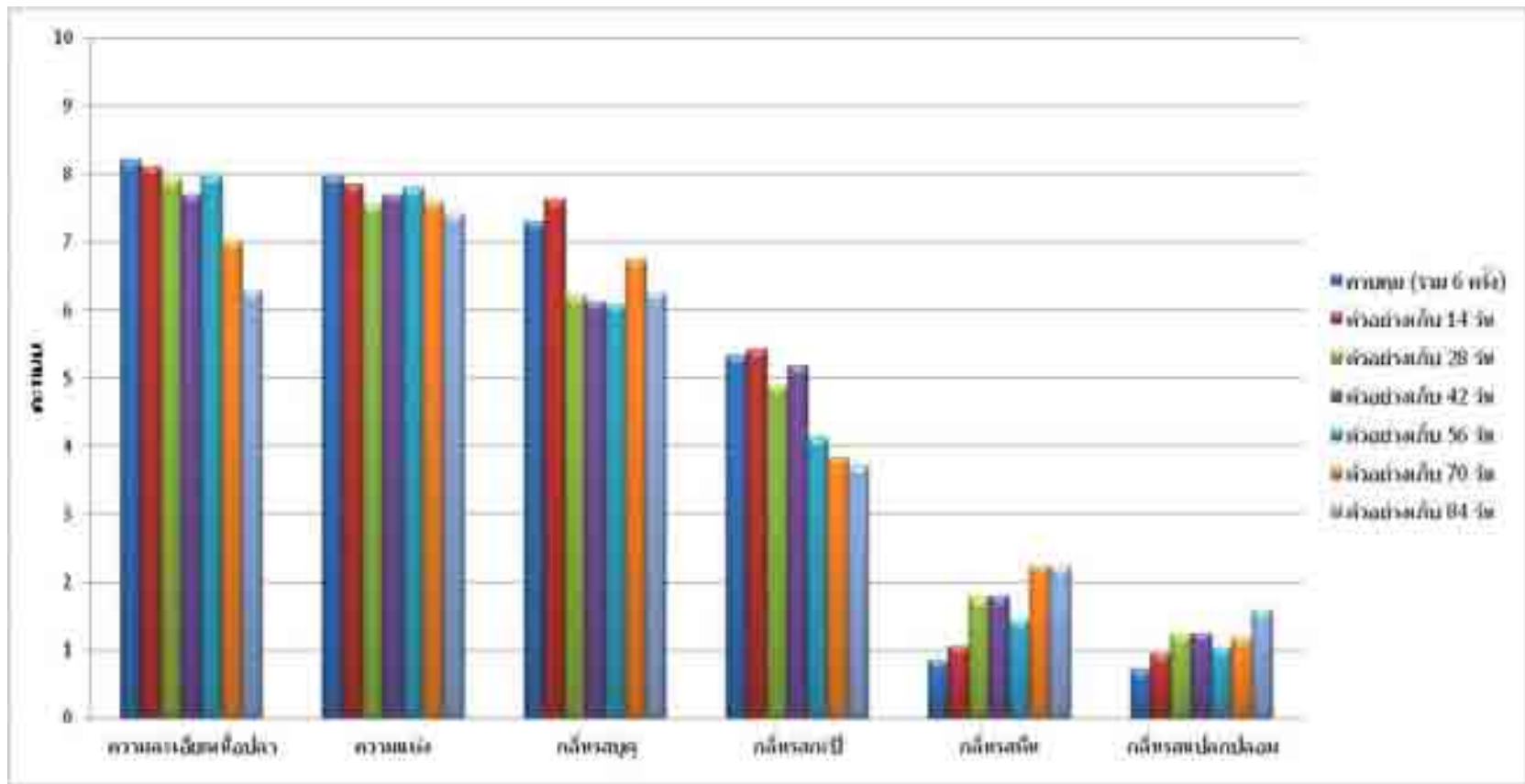
#### 4.6.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 50 คน ประเมินความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรส (สเกล 7 จุด) วิเคราะห์ความเข้มของลักษณะคุณภาพ (intensity scale) ด้านความละเอียดของผงบูดู ความแห้งของผงบูดู กลิ่นรสบูดู กลิ่นรสกะปิ กลิ่นรสเหิน และกลิ่นรสแปลกปลอม (สเกล 10 จุด) ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลา นิลจิตรลดารมควันร้อนปน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ควบคุม (control) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการผลิตใหม่ทุกครั้งที่ทดสอบ (เวลา 0 วัน) พบว่าตัวอย่างควบคุมที่ผลิตใหม่สำหรับการทดสอบทุกครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันในทุกด้าน และเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนของผลิตภัณฑ์ผงบูดูข้าวยาที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆกับ ผลิตภัณฑ์ควบคุม (ตารางภาคผนวก ข.16) ซึ่งพบว่าจากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ควบคุมกับผลิตภัณฑ์ผงบูดูข้าวยาในการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรส ( $p > 0.05$ ) แต่การเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 6 ขึ้นไป ผลิตภัณฑ์ผงบูดูข้าวยาเริ่มมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผลิตภัณฑ์ผงบูดูข้าวยากับผลิตภัณฑ์ควบคุมของคะแนนความชอบด้านสี ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นรสมีแนวโน้มลดลง (รูป 4.9) โดยเฉพาะคะแนนความชอบด้านกลิ่นที่มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 4.9 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ผงชูข้าวย่ำ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ผลการทดสอบระดับความเข้มของลักษณะคุณภาพจากผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวย่ำ เมื่อระยะเวลาผ่านไป พบว่าจากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ควบคุมกับผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวย่ำของการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 2 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของผงชูข้าว ความแห้งของผงชูข้าว กลิ่นรสชูข้าว กลิ่นรสกะปิ กลิ่นรสหิ้น และกลิ่นรสแปลกปลอม ( $p > 0.05$ ) แต่ที่การเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 4 ขึ้นไป พบว่าลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของผงชูข้าว ความแห้งของผงชูข้าว และกลิ่นรสชูข้าวมีค่าลดลง แต่กลิ่นรสหิ้น และกลิ่นรสแปลกปลอมมีค่ามากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่า การเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 8 ขึ้นไป ลักษณะเฉพาะด้านกลิ่นรสกะปิมีค่าลดลงจากผลิตภัณฑ์ควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) (รูป 4.10 และตารางภาคผนวก ข.17)



รูปที่ 4.10 คะแนนความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของผงบด ความแห้งของผงบด กลิ่นขมขรุ กลิ่นกะปิ กลิ่นเหิน และกลิ่นแปรเปลี่ยนของผลิตภัณฑ์ผงบดขำยา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

#### 4.6.2.4 การวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้ Electronic nose

ผลการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นจะสังเกตได้ชัดเจนขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.17) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่พบว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นจะมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด ( $p \leq 0.05$ ) ที่การเก็บรักษา 6 สัปดาห์ขึ้นไป โดยปัจจัยที่สังเกตได้ชัดในการทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นลดลงอาจเป็นผลมาจากกลิ่นหืน และกลิ่นแปลกปลอม จึงได้ว่าการวิเคราะห์กลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ และการวัดค่าทางประสาทสัมผัสจะมีความคล้ายคลึงกันในการวิเคราะห์กลิ่นของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยามี โดยเฉพาะกลิ่นหืนและกลิ่นแปลกปลอม โดยกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงไปอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในผลิตภัณฑ์ (Gray, Goma and Buckley, 1996; Jensen *et al.*, 2005)

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic nose) ของผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยามี ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

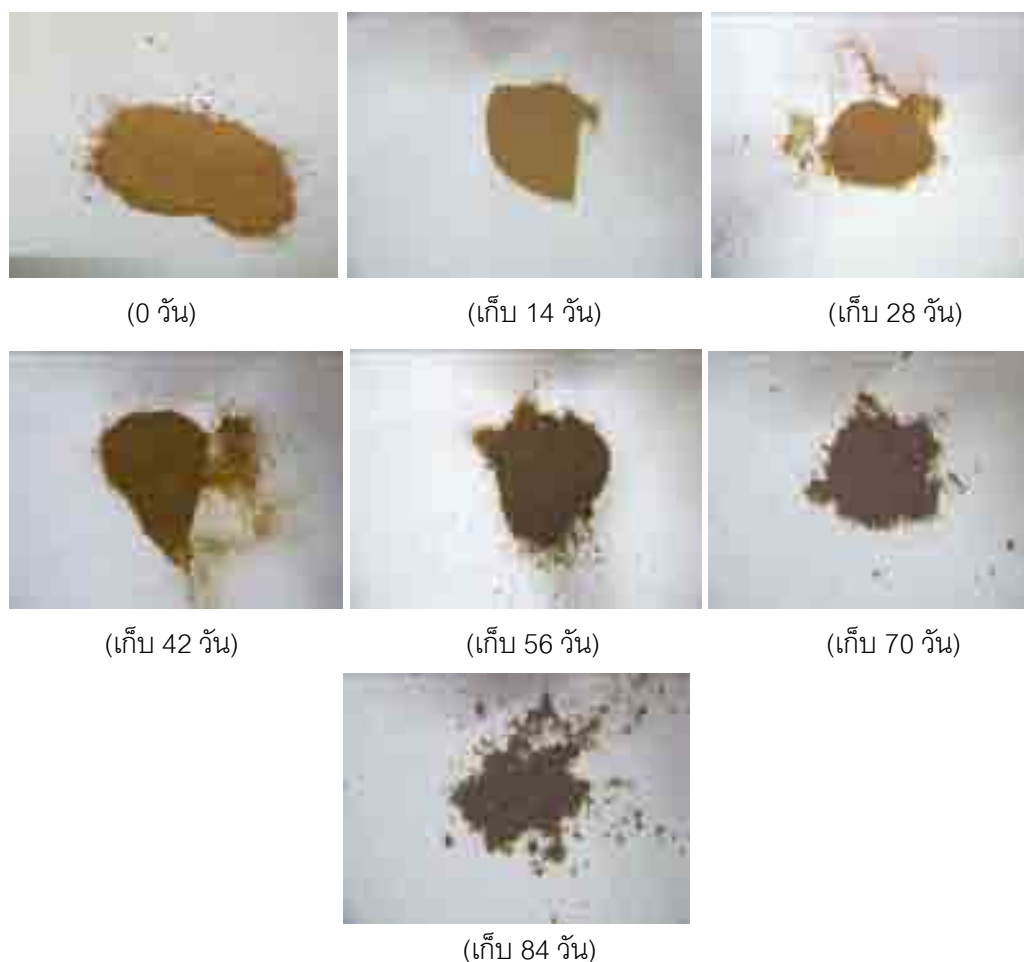
สัปดาห์ที่	ค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น
14	5.13 <sup>d</sup> ± 0.56
28	6.73 <sup>d</sup> ± 1.95
42	15.81 <sup>c</sup> ± 0.96
56	19.72 <sup>c</sup> ± 0.52
70	30.32 <sup>b</sup> ± 1.25
84	46.41 <sup>a</sup> ± 5.00

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัส และการวิเคราะห์กลิ่นโดยใช้เครื่อง Electronic nose แสดงให้เห็นว่าที่เวลาในการเก็บรักษาที่มากขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์ผงชูข้าวยามีกลิ่น

ที่ไม่พึงประสงค์ มีเนื้อสัมผัสที่หยาบขึ้น และมีสีที่คล้ำลง ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในผลิตภัณฑ์ (Gray, Goma and Buckley, 1996; Jensen *et al.*, 2005) และการที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นก้อนมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสหยาบขึ้น และจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดแบบไม่ใช้เอนไซม์ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่คล้ำลง โดยลักษณะดังกล่าวจะส่งผลให้ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ผงบดดูข้าวย่ำลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงบดดูข้าวย่ำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

กระบวนการในการผลิตปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปน คือ การรมควันร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชม. ตามด้วยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชม. จากนั้นนำปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนที่ได้มาอบ และอบแห้งเนื้อปลาปนต่อที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 2 ชม. ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีค่าสีที่ดี และมีค่า  $a_w$  อยู่ภายในข้อกำหนด (มผช. 300/2547, ปลาหยอง)

สูตรบรรจุข้าวยาที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ใช้กะปิเป็นส่วนผสมสำคัญ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ คือ ลักษณะความละเอียดของเนื้อปลา กลิ่นรสมควัน กลิ่นรสบูดู และรสชาติเค็ม อีกทั้งสูตรดังกล่าวยังเป็นสูตรได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย

กระบวนการอบน้ำบูดูข้าวยาโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (55 °C, 1 ชม. 45 นาที) เป็นภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีที่ดี และสูญเสียพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน

สัดส่วนของผงบูดูข้าวยาต่อปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนสำหรับผงโรยข้าวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สัดส่วน 3:1 โดยเฉพาะผู้ที่คุ้นเคยกับการบริโภคบูดู ซึ่งลักษณะของปริมาณผง บูดู กลิ่นรสมควัน กลิ่นรสบูดู รสชาติหวาน และรสชาติเค็ม เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการยอมรับของผู้ทดสอบ และเป็นลักษณะเฉพาะที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนปนพบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ผลิตภัณฑ์มีสีที่เปลี่ยนแปลงไป มีปริมาณความชื้น และค่า TBA สูงขึ้น ส่วน  $a_w$  มีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลดลง โดยเฉพาะการยอมรับด้านกลิ่นซึ่งสอดคล้องกับการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่องจุลกลีทริกซ์ นอกจากนี้ยังพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนยีสต์และรามามีค่าน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาของผลิตภัณฑ์ผงชูรสขาวขำ พบว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนค่า TBA ปริมาณความชื้นและค่า  $a_w$  มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาการรักษา แต่มีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งจะบ่งบอกได้ชัดเจนในคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นโดยสอดคล้องกับการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นที่ใช้เครื่องจุลทรรศน์อิเล็กทรอนิกส์ และตลอดระยะเวลาการรักษา 80 วัน ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์กับรา และ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่น ทั้งจากการวัดด้วยค่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นโดยใช้เครื่อง E-nose และการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจน

ดังนั้นในการศึกษาอายุการรักษาของผลิตภัณฑ์ จึงควรศึกษาในภาวะที่เหมาะสมที่สุด โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการบรรจุ อย่างเช่นการใช้ Oxygen absorber เพื่อลดการเกิด oxidation ในผลิตภัณฑ์



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กลุ่มสตรีชุมชนตะไหมด, จังหวัดพัทลุง. 24 พฤษภาคม 2553. สัมภาษณ์
- กลุ่มสตรีชุมชนบ้านตรับ, จังหวัดสงขลา. 25 พฤษภาคม 2553. สัมภาษณ์
- กองวิเคราะห์อาหาร. 2543. ตารางส่วนประกอบอาหารพื้นเมืองของไทย. วารสาร  
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 15. (1 - 2): 47 – 49.
- เกรียงศักดิ์ บรรลือ. 2548. การผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลาร้าผง. โครงการวิจัย  
งบประมาณรายได้ 2548. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เกสร พงมณี, จริยา แซ่ฮ้อย และนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา. 2550. การพัฒนาการผลิตผงปรุงรส  
ข้าวยำเสริมใยอาหาร. ปรินิพนธ์. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิรวุฒน์ ยงสวัสดิกุล, วราภรณ์ เจตะสานนท์ และพันธิพา จันทวัฒน์. 2532. การพัฒนา  
ผลิตภัณฑ์ปลารมควันในประเทศให้มีคุณภาพคล้าย smoked salmon. ปรินิพนธ์.  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- จีรภา หินชุย. 2555. การตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:  
[https://course.ku.ac.th/lms/files/resources\\_files/.../08-01254371.ppt](https://course.ku.ac.th/lms/files/resources_files/.../08-01254371.ppt).  
[15 กุมภาพันธ์ 2555].
- ชาวลิต อุปฐาก. 2552. การศึกษากรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงผงก๋วยเตี๋ยวผัดไทย. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ตรี วาทกิจ. 2549. การแยกและจำแนกเชื้อแบคทีเรียในปลานิลหลังการเก็บเกี่ยว และการเหลือ  
รอดของเชื้อกลุ่ม Aeromonas hydrophila ระหว่างการแปรรูปโดยการรมควันแบบเย็น.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ทิพย์วรรณ อรัญดร. 2548. การประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยาสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิจศิริ เรื่องรังษี. 2534. เครื่องเทศ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ฟ้าลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิริยา รัตนาปนนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- นิริยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- นวลมณี พงศ์ธนา, สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำของกรมประมง. 1 พฤษภาคม 2555. สัมภาษณ์
- บุษกร อุตระภีชาติ, อำนาจ ภัคดีโต, และสมบุญ ธินาศุภวัฒน์. 2549. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของแบคทีเรียกรดแลคติกชอบเค็มจากกะปิ. วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ 3. (มกราคม – มิถุนายน): 71 – 85.
- บริษัท 3 เอ็ม. 2011. 3M Petrifilm™ Yeast and Mold Count Plate. คู่มือการแปลผล. ประเทศไทย.
- ปิยฉัตร ภมรสุต. 2552. เปิดประตูสู่โครงการตามรอยทางอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศูนย์เพาะเลี้ยงปลาไนจิตรลดาของมูลนิธิรัชพัฒน์. วารสารมูลนิธิรัชพัฒน์. (เมษายน): 36 – 40.
- พงษ์เทพ เกิดเนตร. 2533. การศึกษาผลของชนิดปลาและกรรมวิธีต่อการผลิตและคุณภาพของน้ำบูดู. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พจนา จุลสิงห์, และธงชัย สุวรรณ. 2554. การเปรียบเทียบการวัดค่าด้วยวิธีจุลภาคอิเล็กทรอนิกส์และวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสแบบซอร์ทติงเพื่อจำแนกกลุ่มผลิตภัณฑ์กะทิสำเร็จรูปทางการค้า. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 49. (1): 481 – 489.
- พรพนิจรา วงศ์สวัสดิ์, มณฑิรา นพรัตน์, กฤษดา เรืองเดช, วาสนา พาพันธ์ และอำนาจ เลิศรุ่งพาณิชย์. 2546. สมบัติทางกายภาพของน้ำมันถั่วเหลืองผงและคืนรูปที่ผ่านกรรมวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 41. (1): 242 – 250.

- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ และกัญจนา ตีวิเศษ. 2542. สมุนไพรกับวัฒนธรรมไทย ตอนที่ 2 ไม้ริมรั้ว. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. การประเมินทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยี การพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มาตรฐานชุมชน, 300/2547. 2547. ปลาหยอง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [www.dmsc.moph.go.th/chiangmai/Productstandard/ ปลาหยอง. pdf](http://www.dmsc.moph.go.th/chiangmai/Productstandard/ปลาหยอง.pdf) [22 เมษายน 2553].
- มาตรฐานชุมชน, 1339/2549. 2549. บุดูแห้ง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [www.dmsc.moph.go.th/chiangmai/Productstandard/ บุดูแห้ง. pdf](http://www.dmsc.moph.go.th/chiangmai/Productstandard/บุดูแห้ง.pdf) [14 มิถุนายน 2553].
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร: การถนอมอาหาร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รจนา นุชนุ่ม. 2551. การพัฒนาผงโรยข้าว (พริกาะ) จากปลาสด. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- รอมลี เจระดอเลาะ, พัชรินทร์ภักดีฉนวน และเทวี ทองแดง. 2550. การวิเคราะห์และจัดทำ ฐานข้อมูลกรดไขมันสัตว์น้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การ อาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วชิรา กะเต็องเงิน. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสดบรรจุกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน.
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศักดิ์ ไชยจิตต์ และอนินชา ขจัดภัย. 2524. การวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารใน บุดู. วารสารสงขลานครินทร์ 3 (4): 298 – 303.
- สุธาสินี ศรีวีไล. 2552. อิทธิพลของเกลือแกล่งและสารฟอสเฟตต่อคุณภาพปลาสดรมควัน แบบร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- สุธาสินี ศรีวิไล. 2552. อิทธิพลของเกลือแกงและสารฟอสเฟตต่อคุณภาพปลาสดลิตรมควันแบบร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุมาลี กา เปี่ยมมงคล, สืบศักดิ์ กลิ่นสอน และธนูสรุา เหล่าเจริญสุข. 2536. ศึกษาการทำผลิตภัณฑ์บูดูและวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์บูดู. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- เสถียรพงษ์ ขาวहित. 2551. การใช้อาหารต่างชนิดกันต่อประสิทธิภาพของการแปลงเพศ การเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในลูกปลานิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.
- อัจฉรา ไสภณไพบูลย์, กิติพงษ์ อัครกุล และเกศวดี อัคระวิสิทธิ์. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงสาหร่ายปรุงรสโรยข้าวจากสาหร่ายไก่อ. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุดม เรืองนพคุณ. 2547. การเลี้ยงปลานิล. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยามการพิมพ์.

### ภาษาอังกฤษ

- Anonymous. 2010. Furikake. [Online]. Available from:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Furikake>. [2010, 27 June].
- A.O.A.C. 2006. Official Methods of Analysis. Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemist.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis. Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemist.
- Belitz, H – D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. Food Chemistry 4<sup>th</sup> ed. Heidelberg: Springer – Verlag Berlin.
- Boran, G. and Karacam, H. 2011. Seasonal Change in proximate composition of some fish species from the Black Sea. Turkish journal of Fisheries and Aquatic Sciences 11:01-05.

- Burt, J.R. 1988. Fish smoking and drying. London: Elsevier Applied Science.
- Chan, W. S., Toledo, R. T. and Deng, J. 1975. Effect of smokehouse temperature, humidity and air flow on smoke penetration into fish muscle. Food Science Department 40: 240 – 243.
- Chaisawadi, S and Keawboonruang, S. 2008. Comparison of hot air dryer and vacuum dryer on dried Tom Yum spices product. 35rd congress on Science and Technology of Thailand.
- Compendium of methods for food analysis. 2003. Department of medical science (DMSc). First edition 2003. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (ACFS).
- Damodaran, S., Parkin, L. and Fennema, O.R. 2008. Fennema's Food Chemistry 4<sup>th</sup> ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Dewi, R. S., Huda, N. and Ahmad, R. 2011. Changes in the physicochemical properties, microstructure and sensory characteristics of shark dendeng using different drying method. Food Technology 6(2): 149 – 157.
- Dissaraphong, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Kishimura, H. 2005. The influence of storage condition of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. Bioresource Technology 97: 2032 – 2040.
- Fellows, P. 2000. Food processing technology 2<sup>nd</sup> ed. New York: Washington D.C.
- Gray, J. I., Gomaa, E. A. and Buckley, D. J. 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science 43: 111 – 123.
- Hall, G. M. 1992. Fish processing technology. New york: VCH Publisher.
- Hultmann, L., Rora, A. M. B., Steinsland, I., Skara, T. and Rustad, T. 2004. Proteolytic activity and properties of proteins in smoked salmon (*Salmo salar*) – effects of smoking temperature. Food Chemistry 85: 377 – 387.
- Ibanoglu, E. 2001. Kinetic study on colour changes in wheat germ due to heat. Journal of Food Engineering 51: 209 – 213.

- Jena, S. and Das, H. 2012. Shelf life prediction of aluminum foil laminated polyethylene packed vacuum dried coconut milk powder. Journal of Food Engineering. 108(1): 135–142.
- Jensen, P. N., Danielsen, B., Bertelsen, G., Skibsted, L. H. and Andersen, M. L. 2005. Storage stabilities of pork scratchings, peanuts, oatmeal and muesli: Comparison of ESR spectroscopy, headspace-GC and sensory evaluation for detection of oxidation in dry foods. Food Chemistry 91: 25 – 38.
- Kasali, A. A., Oyedeji, A O. and Ashilokun, A O. 2001. Volatile leaf oil constituents of *Cymbopogon citrates* (DC) Stapf. Flavour and Fragrance journal 16: 377 – 378.
- Krokida, M K., Maroulis, Z B. and Saravacos, G D. 2001. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. International journal of food science and technology 36: 53 – 59.
- Kyung, K H. 2011. Antimicrobial properties of allium species. Current opinion in biotechnology 23: 1 – 6.
- Labuza, T. P. and Breene, W. M. 1989. Packaging and food quality. Shelf – life evaluation of foods 2<sup>nd</sup> ed. Aspen publishers.
- Lawrence, B. M., Hogg, J. W. Terhune, S. J. and Podimuang, V. 1971. Constituents of the leaf and peel oil of Citrus Hystrix. PhytoChem D.C. 2: 1404 – 1405.
- Lopetcharat, K., Choi, Y.J. and Daeschel, M. A. 2001. Fish sauce products and manufacturing: a review. Food Reviews Internation 17(1): 65 – 88.
- Madhavi, S. V., Deshpande, S. S. and Salunkhe, D. K. 1996. Food antioxidants technological, toxicological and health perspective. Marcel Dekker, Inc New York.
- Mana, K. and Nihonfurikakekonwakai. 2001. Furikake – Nihon no shoku to shisou. Tokyo: gakkuyoushobou. อ่างถึงโน รจนา นุชนุ่ม. การพัฒนาผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากปลาสด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2551.
- Mayachiew, P. and Devahastin, S. 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of Indian gooseberry and galangal extracts. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology 40: 1153 – 1159.

- Morris, A., Barnett, A. and Burrows, O – J. 2004. Effect of processing on nutrition content of food. Article continued 37: 160 – 164.
- Nawar, W.W. 1996. Lipids. In O.R. Fennema (ed), Food Chemistry 3<sup>rd</sup> ed. New York: Marcel Dekker.
- Nguyen, M. V., Thorarinsdottir, K. A., Gudmundsdottir, A., Thorkelsson, G. and Arason, S. 2011. The effects of salt concentration on conformational changes in cod (*Gadus morhua*) proteins during brine salting. Food Chemistry 125: 1013 – 1019.
- Nketsia – Tabiri, J. and Sefa – Dedeh, S. 1995. Optimization of process conditions and quality of salted dried tilapia (*Oreochromis niloticus*) using response surface methodology. Journal Science Food Agriculture 69:117 – 127.
- Nouchpramool, K., Eamsiri, J. and Sujjabut, S. 2005. The efficacy testing of irradiated shrimp paste. 31<sup>st</sup> Congress on science and technology of Thailand at Suranaree University of technology 18 -20 October.
- Olsen, R.E., Henderson, R.J. and McAndrew, B.J. 1990. The conversion of linoleic acid and linolenic acid to longer chain polyunsaturated fatty acids by *Tilapia* (*Oreochromis nilotica*) *in vivo*. Fish Physiol. Biochem 8: 261-270.
- Owusu - apenten, R. 2005. Introduction to food chemistry. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Park, J. N., Fukumoto, Y., Fujita, E., Tanaka, T., Washio, T., Otsuka, S., Shimizu, T., Watanabe, K. and Abe H. 2000. Chemical Composition of Fish Sauces Produced in Southeast and East Asian Countries. Journal of Food Composition and Analysis 14: 113 – 125.
- Pokorny, J., El Zeany, B. A. and Janicek, G. 1974. Browning reactions of oxidized fish lipid with protein. In Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Congress of Food Science and Technology 1: 217 – 223.
- Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L. 1999. Proximate Composition of Raw and Cooked Thai Freshwater and Marine Fish. Food composition and analysis 12: 9 – 16.

- Rebecca, N., Bleibaum, Herbert, S., Tsung, T., Said, L., Saint – Martin, E. and Isz, S. 2002. Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juices. *Food Quality and Preference* 13: 409 – 422.
- Rosma, A., Afiza, T.S., Wan Nadiah, W. A., Liong, M. T., and Gulam, R. R. A. 2009. Microbiological, histamine and 3 – MCPD contents of Malaysian unprocessed 'budu'. *International Food Research Journal* 16: 589 – 594.
- Ruiter, A. 1995. Fish and fishery product composition, nutritive properties and stability. Wallingford, Oxon: Cab international.
- Shi, Q. L., Xue, C – H., Zhao, Y., Li, Z – J., and Wang, X – Y. 2008. Drying Characteristics of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) dried in a heat pump dehumidifier. *Journal of food engineering* 84 : 12 – 20.
- Sigurgisladottir, S., Sigurgisladottir, M. S., Torrissen, O., Vallet, J. L. and Hafsteinsson, H. 2000. Effects of different salting and smoking process on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Food Research International* 33: 847 – 855.
- Sikorski Z E. 1997. Chemical and functional properties of food components. Technomic Publishing Company. Gdansk, Poland.
- Thai industrial standard ISO 5983 – 2. 2005. Animal feeding stuffs – determination of nitrogen content and calculation of crude protein content.
- Thanokaew, A., Bennjakul, S., Visessanguan, W. and Decker, E. A. 2006. The effect of metal ions on lipid oxidation colour and physicochemical properties of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) subjected to multiple freeze – thaw cycles. *Food Chemistry* 95: 591 – 599.
- Tinjan, P. and Jirapakkul, W. 2007. Comparative Study on Extraction Methods of Free and Glycosidically Bound Volatile Compounds from Kaffir Lime Leaves by Solvent Extraction and Solid Phase Extraction. *Kasetsart journal (Nat Sci)* 41: 300 -306.
- Tokur, B., Korkmaz, K. and Ayas, D. 2006. Comparison of Two Thiobarbituric Acid (TBA) Method for Monitor Lipid Oxidation in Fish. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 3 – 4: 331 – 334.



- Unlusayin, M., Kaleli, S., Gulyavuz, H. 2001. The determination of flesh productivity and protein components of some fish species after hot smoking. Journal of Science of Food and Agriculture 81: 661 – 664.
- USFDA – BAM. 1999. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase – positive staphylococci (staphylococcus aureus and other species) – part 1 Technique using Baird – Parker agar medium. International standard ISO 6888 – 1.
- Wu, T. and Mao, L. 2008. Influent of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. Journal Food Chemistry 110:647 – 653.
- Yanar, Y., Celik, M. and Akamca. 2005. Effects of brine concentration on shelf – life of hot – smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4°C. Food Chemistry 97: 244 – 247.
- Yu, T - H., Wu, C - M. and Liou, Y – C. 1988. Volatile Compounds from Garlic. Food Chemistry 37: 725 - 730.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
มาตรฐานผลิตภัณฑ์

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบวบแห้ง (มผช.1339/2549)

### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมน้ำบวบที่ทำให้แห้ง บรรจุในภาชนะบรรจุ

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 บวบแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักปลาทะเลกับเกลือในสัดส่วนที่เหมาะสม ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ปี จนเนื้อปลาเปื่อยหลุดออกจากก้าง นำไปกรองเอาก้างและเกล็ดออก อาจเติมน้ำตาลด้วยก็ได้ หรือได้จากการนำน้ำบวบมาเคี่ยวกับเครื่องเทศและสมุนไพรจนเข้มข้น นำมาผัดกับเนื้อปลาจนแห้ง อาจปรุงแต่งรสและนำไปอบด้วยก็ได้

### 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นผงหยาบแห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน
- 3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของบวบแห้ง
- 3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของบวบแห้ง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขมเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- 3.4 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- 3.5 วอเตอร์แอกทิวิตีต้องไม่เกิน 0.6

**หมายเหตุ** วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์

#### 3.6 สารปนเปื้อน

- 3.6.1 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 3.6.2 สารหนูในรูปอนินทรีย์ ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 3.6.3 ปรอท ต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 3.6.4 แคดเมียม ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- 3.7 วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

- 3.7.1 จุลินทรีย์
- 3.7.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^6$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- 3.7.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- 3.7.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

#### 4. การบรรจุ

- 4.1 ให้บรรจุขวดในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
- 4.2 น้ำหนักสุทธิของขวดในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

#### 5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ภาชนะบรรจุขวดแห่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น บูดูแห่ง น้ำบูดูแห่ง
- ส่วนประกอบที่สำคัญ
- น้ำหนักสุทธิ
- วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
- ข้อเสนอแนะในการบริโภคและการเก็บรักษา
- ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้

ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### 6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง บูดูแห่งที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าบูดูแห่งรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าบุดูแห่งรุ้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี สารปนเปื้อน และวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ้นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอ ให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ้นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ถึงข้อ 3.7 จึงจะถือว่าบุดูแห่งรุ้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ้นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ้นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าบุดูแห่งรุ้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

### 6.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างบุดูแห่งต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าบุดูแห่งรุ้นั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

## 7. การทดสอบ

7.1 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

7.2 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่  $(25 \pm 2)$  องศาเซลเซียส

7.3 การทดสอบสารปนเปื้อนและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

7.4 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม A.O.A.C หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

7.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาหยอง (มผช.300/2547)

### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะปลาหยองที่ทำจากเนื้อปลา บรรจู่ในภาชนะบรรจุ

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ปลาหยอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อปลาสดทำให้สุกแล้วปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น น้ำตาลเกลือ ซีอิ้วขาว ซีอิ้วดำ อาจเติมเครื่องเทศและสมุนไพร เช่น ตะไคร้ ใบมะกรูด นำไปผัดจนแห้ง อาจนำไปอบหรือไมก็ได้

### 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องมีลักษณะแห้ง พู

3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีรอยไหม้และสีดำคล้ำ

3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ มีกลิ่นหอม ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องกรอบ ไม่แข็งกระด้างเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดเท่ากับ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขน สัตว์ ดิน ทราาย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ทุกชนิด

3.7 วอเตอร์แอกทิวิตี ต้องไม่เกิน 0.4

**หมายเหตุ** วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดเดาคะแนนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสปอร์พิษของจุลินทรีย์

3.8 จุลินทรีย์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $10 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

#### 4. การบรรจุ

4.1 ให้บรรจุปลาหยองในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห่ง หนึ่งก็ได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

4.2 น้ำหนักสุทธิของปลาหยองในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

#### 5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ภาชนะบรรจุปลาหยองทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- ชื่อผลิตภัณฑ์
- น้ำหนักสุทธิ
- วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

- ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในที่แห้ง

- ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### 6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

6.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง ปลาหยองที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 4. และข้อ 6. จึงจะถือว่าปลาหยองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบ แล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าปลาหยองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร วัตถุอันตราย และจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะ



บรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 500 กรัม เมื่อตรวจสอบแล้ว ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ถึงข้อ 3.8 จึงจะถือว่าปลาหยองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างปลาหยองต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1 ข้อ 6.2.2 และข้อ 6.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าปลาหยองรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

## 8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.2 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม A.O.A.C หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.3 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่  $(25 \pm 2)$  องศาเซลเซียส

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม A.O.A.C หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

#### ภาคผนวก ข

การสำรวจข้อมูลประชากรเบื้องต้นในการคัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบเป้าหมาย

ข.1 การสำรวจข้อมูลประชากรเบื้องต้นในการคัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบเป้าหมายสำหรับการคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน

ข.1.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
เพศ	หญิง	22	25
	ชาย	8	5
อายุ	15-25 ปี	14	4
	26-35 ปี	11	4
	36-45 ปี	4	9
	46 - 55 ปี	1	7
	56 ปีขึ้นไป	0	6
รายได้ครอบครัว (ต่อเดือน)	ต่ำกว่า 15000 บาท	7	14
	15001 - 30000 บาท	10	11
	30001 - 50000 บาท	11	4
	50001 - 100000 บาท	2	1

ข.1.2 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำนมดู

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
การรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำนมดู		
เคย	5	30
ไม่เคย	25	0
ความชอบของผู้ที่เคยรับประทานต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำนมดู		
ชอบ	2	29
ไม่ชอบ	3	1
ความถี่โดยเฉลี่ยในการรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำนมดู(ต่อเดือน)		
1 - 2 ครั้ง	5	11
3 - 4 ครั้ง	0	10
5 -6 ครั้ง	0	6
มากกว่า 6 ครั้ง	0	3

ข.1.2 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำชูดู (ต่อ)

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
สาเหตุที่เลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำชูดู (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มีรสชาติอร่อย	1	28
มีคุณค่าทางอาหาร	2	19
ชอบทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ	4	7
ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย	3	14
มีคนแนะนำ	2	6
อื่นๆ	0	0
สาเหตุที่ไม่รับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำชูดู		
<p>กลิ่นแรง รสชาติไม่อร่อย ดูไม่สะอาด ยังไม่กล้าชิม          ยังไม่แพร่หลายมากนัก ไม่รู้จัก ทานไม่เป็น 知らずว่าน้ำชูดูส่วนใหญ่          นำมาประกอบอาหารประเภทใด ลักษณะบรรจุภัณฑ์          ไม่ได้มาตรฐาน ไม่คุ้นเคยกับอาหารท้องถิ่น</p>		

ข.1.3 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
การรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว		
เคย	14	4
ไม่เคย	16	26
ความชอบของผู้ที่เคยรับประทานต่อ ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว		
ชอบ	8	3
ไม่ชอบ	6	1
ความถี่โดยเฉลี่ยที่ท่านรับประทาน ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ต่อเดือน)		
1 - 2 ครั้ง	11	3
3 - 4 ครั้ง	2	1
5 - 6 ครั้ง	1	0
มากกว่า 6 ครั้ง	0	0

ข.1.3 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ต่อ)

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
สาเหตุที่เลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มีรสชาติอร่อย	10	2
มีคุณค่าทางอาหาร	13	1
ชอบทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ	6	1
ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย	8	3
มีคนแนะนำ	2	2
รับประทานง่าย/สะดวก	9	4
อื่นๆ	0	0
สาเหตุที่ไม่รับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว		
หาทานยาก ไม่รู้จัก ยังไม่แพร่หลายในท้องตลาด ไม่รู้ว่าต้อง รับประทานกับอะไร		

ข. 2 การสำรวจข้อมูลประชากรเบื้องต้นในการคัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบเป้าหมายสำหรับการวิเคราะห์สัดส่วนของมรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควนร้อน

ข. 2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
เพศ	หญิง	17	18
	ชาย	13	12
อายุ	15-25 ปี	16	4
	26-35 ปี	6	3
	36-45 ปี	2	5
	46 - 55 ปี	4	11
	56 ปีขึ้นไป	2	7
รายได้ครอบครัว (ต่อเดือน)	ต่ำกว่า 15000 บาท	8	13
	15001 - 30000 บาท	5	11
	30001 - 50000 บาท	14	6
	50001 - 100000 บาท	3	0



ข. 2.1 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบูดู

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
การรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบูดู		
เคย	3	30
ไม่เคย	27	0
ความชอบของผู้ที่เคยรับประทานต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบูดู		
ชอบ	2	27
ไม่ชอบ	1	3
ความถี่โดยเฉลี่ยในการรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบูดู (ต่อเดือน)		
1 - 2 ครั้ง	3	16
3 - 4 ครั้ง	0	12
5 - 6 ครั้ง	0	2
มากกว่า 6 ครั้ง	0	0

ข. 2.1 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบุญดู (ต่อ)

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
สาเหตุที่เลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำบุญดู (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มีรสชาติอร่อย	2	25
มีคุณค่าทางอาหาร	2	13
ชอบทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ	1	2
ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย	1	9
มีคนแนะนำ	1	1
อื่นๆ	0	0
สาเหตุที่ไม่รับประทานผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของน้ำบุญดู		
<p>สีไม่น่ารับประทาน ยังไม่แพร่หลายมากนัก ไม่รู้จัก ไม่รู้ว่าน้ำบุญดูส่วน ใหญ่นำมาประกอบอาหารประเภทใด กลิ่นแรง รสชาติไม่อร่อย ดูไม่ สะอาด ยังไม่กล้าชิม</p>		

ข. 2.2 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
การรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว		
เคย	10	3
ไม่เคย	20	27
ความชอบของผู้ที่เคยรับประทานต่อผลิตภัณฑ์ ผงโรยข้าว		
ชอบ	9	1
ไม่ชอบ	1	2
ความถี่โดยเฉลี่ยที่รับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ต่อเดือน)		
1 - 2 ครั้ง	7	3
3 - 4 ครั้ง	1	0
5 - 6 ครั้ง	2	0
มากกว่า 6 ครั้ง	0	0

ข. 2.2 พฤติกรรมการบริโภคของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ต่อ)

พฤติกรรมการบริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป (30 คน) (ความถี่)	ผู้บริโภคภาคใต้ (30 คน) (ความถี่)
สาเหตุที่เลือกรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มีรสชาติอร่อย	9	2
มีคุณค่าทางอาหาร	8	1
ชอบทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ	5	0
ผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย	3	2
มีคนแนะนำ	2	1
รับประทานง่าย/สะดวก	6	2
อื่นๆ	0	0
สาเหตุที่ไม่รับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว		
คิดว่ารับประทานอาหารสดจะได้ประโยชน์มากกว่า หาทานยาก ไม่รู้จัก ยังไม่แพร่หลายในท้องตลาด ไม่เคยได้ยิน		

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

**ค. 1 แบบสำรวจข้อมูลประชากรเบื้องต้นในการคัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบเป้าหมายสำหรับการคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน และการวิเคราะห์สัดส่วนของผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน**

**คำแนะนำ** กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน  หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงของท่าน และตอบคำถามในช่องว่าง

**ข้อมูลส่วนบุคคล**

- เพศ  ชาย  หญิง
- อายุ
- 15 – 25 ปี  26 – 35 ปี  36 – 45 ปี
- 46 – 55 ปี  56 ปีขึ้นไป

รายได้ครอบครัวโดยประมาณ (บาท/เดือน)

- ต่ำกว่า 15,000 บาท  15,001 – 30,000 บาท
- 30,000 – 50,000 บาท
- 50,001 – 100,000 บาท  มากกว่า 100,000 บาท

**ข้อมูลเชิงพฤติกรรมการบริโภค**

**นิยาม** น้ำบูดูเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำมาจากกรรมหมักปลาตัวเล็ก และใช้เกลือเป็นตัวยับยั้งไม่ให้ปลาเกิดการเน่าเสีย จึงทำให้น้ำบูดูเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนสูง อีกทั้งยังช่วยในการเพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ

**นิยาม** ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยนำเนื้อปลาแห้งมาผสมกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น งาดำ งาขาว สาหร่ายทะเล น้ำตาลทราย เกลือ เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มรสชาติ และปรับปรุงคุณลักษณะปรากฏ รับประทานโดยการโรยบนข้าวสวย บะหมี่ ก๋วยเตี๋ยว หรืออาหารประเภทซूप

1. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำบูดูหรือไม่
  - เคย  ไม่เคย (ข้ามไปทำข้อ 5)
2. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์น้ำบูดูหรือไม่
  - ชอบ  ไม่ชอบ



ค.2 แบบสอบถามสำหรับการคัดเลือกสูตรผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดา  
รมควันร้อน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดารมควันร้อน  
รหัสตัวอย่าง .....

1. ความชอบด้านลักษณะปรากฏ

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ			ชอบมาก

2. ความชอบด้านกลิ่น

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ			ชอบมาก

2.1 ระดับกลิ่นรมควัน

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี			มากเกินไปมากที่สุด

2.2 ระดับกลิ่นบุญ

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี			มากเกินไปมากที่สุด

3. ความชอบรสชาติ

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ			ชอบมาก

4. ระดับรสหวาน

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี			มากเกินไปมากที่สุด

5. ระดับรสเค็ม

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี			มากเกินไปมากที่สุด

6. ระดับรสเปรี้ยว

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี			มากเกินไปมากที่สุด



## 7. ความละเอียดของเนื้อปลารมควัน

1	2	3	4	5	6	7
ละเอียดเกินไปมากที่สุด			พอดี	หยาบเกินไปมากที่สุด		

## 8. ปริมาณผงชู

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

## 9. ความละเอียดของผงชู

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

## 10. ความชอบรวม

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ	ชอบมาก		

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

ค.3 แบบสอบถามสำหรับการวิเคราะห์สัดส่วนของผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลกรม ควัน  
ร้อน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมควันร้อน

รหัสตัวอย่าง .....

1. ความชอบด้านลักษณะปรากฏ

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ	ชอบมาก		

2. ความชอบด้านกลิ่น

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ	ชอบมาก		

2.1 ระดับกลิ่นรมควัน

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

2.2 ระดับกลิ่นบุญดู

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

3. รสชาติ

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ	ชอบมาก		

4. ความหวาน

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

5. ความเค็ม

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

6. ปริมาณผงบุญดู

1	2	3	4	5	6	7
น้อยเกินไปมากที่สุด			พอดี	มากเกินไปมากที่สุด		

## 7. ความชอบรวม

1 2 3 4 5 6 7

ไม่ชอบมาก

เฉยๆ

ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

ค.4 แบบสอบถามสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาของผงดวย  
 ข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควนร้อน

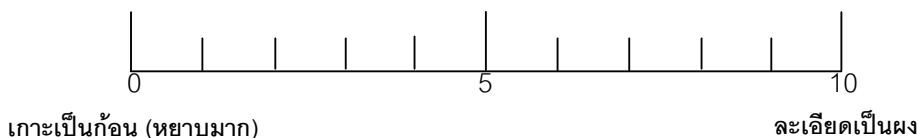
ค.4.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควนร้อนปน

โปรดทดสอบตัวอย่างปลานิลจิตรลดากรมควนร้อนปนโดยการตรวจพินิจด้วยสายตาและ  
 ดมกลิ่นเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมแล้วตอบแบบสอบถามด้านล่าง

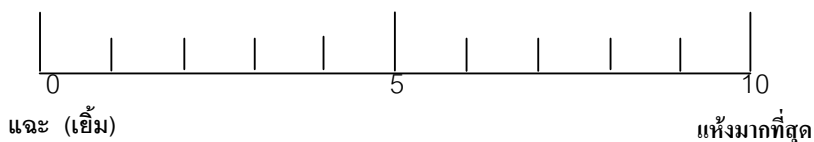
รหัสตัวอย่าง.....

การพิจารณาความเข้ม

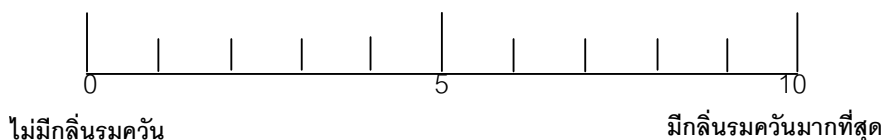
1. ความละเอียดของเนื้อปลารมควน



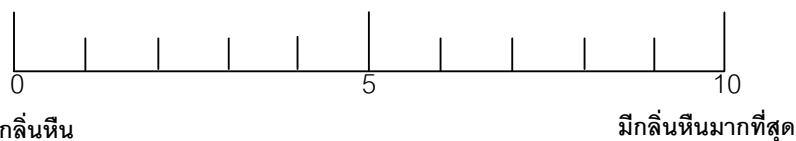
2. ความแห้งของเนื้อปลารมควน



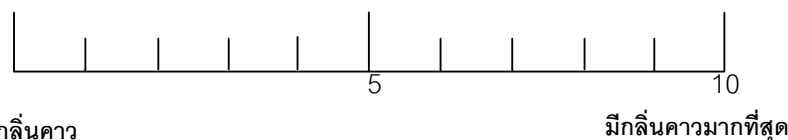
3. กลิ่นรมควน



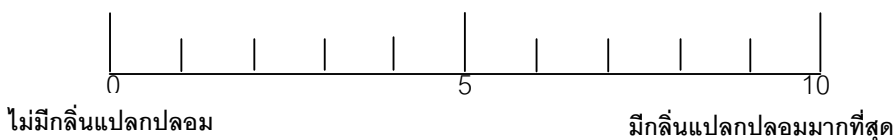
5. ไม่มีกลิ่นหืน



6. ไม่มีกลิ่นคาว



6. กลิ่นแปลกปลอม



6.1 กลิ่นแปลกปลอมที่ท่านรู้สึกได้ คือ

.....

.....

การพิจารณาความชอบ

7. ลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัส

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ		ชอบมาก	

8. ลักษณะปรากฏด้านสี

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ		ชอบมาก	

9. ลักษณะด้านกลิ่น

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ		ชอบมาก	

ข้อเสนอแนะ

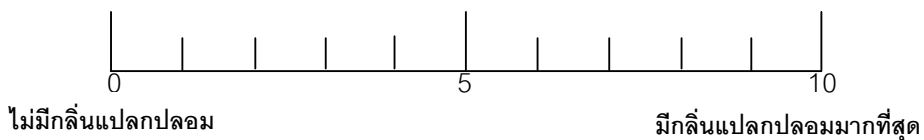
.....

.....

ขอบคุณค่ะ



6. กลิ่นแปลกปลอม



6.1 กลิ่นแปลกปลอมที่ท่านรู้สึกได้ คือ

.....

.....

การพิจารณาความชอบ

7. ลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัส

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ		ชอบมาก	

8. ลักษณะปรากฏด้านสี

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ		ชอบมาก	

9. ลักษณะด้านกลิ่น

1	2	3	4	5	6	7
ไม่ชอบมาก			เฉยๆ		ชอบมาก	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และจุลชีวภาพ



## ง. 2 การวิเคราะห์ทางเคมี

### ง. 2.1 วิธีการหาค่า Thiobarbituric Acid Number (TBA) (Tokur *et al.*, 2006)

#### 1. สารเคมี

1.1. Thiobarbituric Acid reagent (TBA Reagent) เตรียมโดยการละลาย Thiobarbituric acid 2.883 กรัม ในสารละลาย acetic acid เข้มข้นร้อยละ 90 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วย acetic acid เข้มข้นร้อยละ 90

1.2. Hydrochloric acid เข้มข้น 4M

#### 2. วิธีการวิเคราะห์

2.1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม บั่นผสมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 นาที แล้วเทใส่ขวดสำหรับกลั่น ล้างเครื่องบั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสำหรับกลั่น

2.2. เติม hydrochloric acid ความเข้มข้น 4M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้ pH ต่ำถึง

1.5 เติมสารป้องกันการเกิดฟอง และ glass bead

2.3. นำตัวอย่างไปต้มในน้ำเดือด กลั่นจนได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร

2.4. ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดที่มีฝาปิด เติมสาร TBA reagent 5 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่า แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 100 °C เป็นเวลา 35 นาที

2.5. ทำให้เย็นในน้ำประปาไหลผ่าน เป็นเวลา 10 นาที และนำไปวัดสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 538 nm

#### คำนวณ

$$\text{mg of malonaldehyde per 1 kg of sample} = \text{optical density} \times 7.8$$

### ง. 2.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (A.O.A.C 2006)

#### วัสดุอุปกรณ์

- ถ้วยอลูมิเนียม
- Desiccators

#### วิธีวิเคราะห์

1. อบ crucible พร้อมฝา โดยเปิดฝาไว้ที่อุณหภูมิ 125°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
2. นำ crucible ออกจากตู้อบโดยปิดฝาทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccators 1 ชั่วโมง
3. นำมาชั่งน้ำหนัก crucible+ฝา
4. เติมตัวอย่าง 2.00xx กรัม ปิดฝา เขย่าในแนวนอนบนที่ก้นน้ำหนักพร้อมฝา
5. นำไปอบที่ 125°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยเปิดฝา
6. นำ crucible ออกจากตู้อบเปิดฝาทิ้งให้เย็นใน desiccators 1 ชั่วโมง
7. ชั่งน้ำหนัก
8. อบ ซ้ำ ครั้งละ 2 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่
9. คำนวณปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

### ง. 2.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (A.O.A.C 2000)

#### วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดสกัดไขมัน (Avanti 2050 Soxtec Automatic)
2. Thimble
3. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
4. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น (desiccators)

#### สารเคมี

1. Petroleum ether b.p. 40 – 60 องศาเซลเซียส
2. สารละลายมาตรฐานไฮโดรคลอริก

## วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2.xxxx กรัม ลงใน Mojonnier tube
2. เติม ethanol ปริมาตร 2 ml
3. เติมกรด HCl (HCl:H<sub>2</sub>O, 25:11) ปริมาตร 10 ml
4. ปิดปากหลอด นำไปให้ความร้อนใน water bath ที่อุณหภูมิ 70-80 °C เป็นเวลา 30 - 40 นาที
5. เขย่าหลอดเป็นระยะ
6. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
7. เติม ethanol จนระดับของเหลวถึงคอขวดของ Mojonnier tube
8. เติม Diethyl ether ปริมาตร 25 ml ปิดฝา เขย่าเป็นเวลา 1 นาที
9. ล้างคราบไขมันที่ติดตามฝาด้วย Petroleum ether ในปริมาณเล็กน้อย
10. เติม Petroleum ether ปริมาตร 25 ml ปิดฝา เขย่าเป็นเวลา 1 นาที
11. ทิ้งไว้จนสารละลายแยกชั้นชัดเจน
12. เทชั้นของ ether-fat ลงในปิ๊กเกอร์ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักแล้ว
13. กัดปากของหลอด Mojonnier tube ด้วย Petroleum ether เล็กน้อย
14. สกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติม Diethyl ether ปริมาตร 15 mL และเติม Petroleum ether ปริมาตร 15 ml ผสมลำดับ เทชั้นของ ether-fat ลงในปิ๊กเกอร์เติม
15. ระเหยสารละลายจนแห้ง
16. นำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 60 นาที
17. ทิ้งให้เย็นใน desiccator 30-45 นาที
18. ชั่งน้ำหนักที่ได้
19. อบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
20. คำนวณหาปริมาณไขมัน กรัม/100กรัม

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้(กรัม)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

## ง. 2.4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ISO, 2005)

### อุปกรณ์

1. ชุดวิเคราะห์โปรตีน (รุ่น Kjeltec™ 2200)
2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

### สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (A.R. grade) ความเข้มข้น 0.1 N
3. สารละลายกรดบอริก (A.R. grade) ความเข้มข้น 4% (w/v)
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (A.R. grade) ความเข้มข้น 40% (w/v)

### วิธีวิเคราะห์

วิธีการเตรียมตัวอย่าง    ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่าง

### ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 1 g ใส่ลงใน Digestion block tubes



2. เติม Kjeltabs และ  $H_2SO_4$  12 ml ใส่ลงใน Digestion block tubes



3. เติม Antifoaming agent 2-3 หยด จากนั้นค่อยๆ เขย่าเพื่อให้  $H_2SO_4$  สัมผัสให้ทั่วกับตัวอย่าง
4. นำ Digestion block tubes ใส่ลงใน digester โดยทำการย่อยที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นยกลง และตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน Hood



### ขั้นตอนการกลั่น

1. นำ Digestion block tubes ที่ผ่านขั้นตอนการย่อย เข้าเครื่องกลั่นโปรตีน นำ Erlenmeyer Flask รองรับสารละลายที่ได้จากเครื่องกลั่นโปรตีน โดยใช้ปริมาตรของ สารละลาย Boric acid ความเข้มข้น 4 % ปริมาตร 25 ml สารละลาย Sodium Hydroxide ความเข้มข้น 40 % ปริมาตร 50 ml



### ขั้นตอนการไทเทรต

1. นำสารละลายที่ได้ใน Erlenmeyer Flask จากขั้นตอนการกลั่น มาไทเทรตกับ สารละลาย HCl (ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว)
2. ไทเทรต จนได้สารละลายสีชมพู



การคำนวณผล

การคำนวณ หาปริมาณไนโตรเจน (%)

$$\%N = \frac{1.4007(V_s - V_b)C_s}{m}$$

เมื่อ  $V_s$  = ปริมาตรของ สารละลายกรดมาตรฐาน HCl ที่ใช้ในการไทเทรตกับ ตัวอย่าง(ml)

$V_b$  = ปริมาตรของ สารละลายกรดมาตรฐาน HCl ที่ใช้ในการไทเทรตกับ Blank(ml)

$C_s$  = ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายกรดมาตรฐาน HCl (mol/L)

$m$  = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

## ง. 2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (A.O.A.C, 2000)

อุปกรณ์

1. ครูชีเบิล
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
3. เตาเผา (Muffle furnace)
4. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.25% (v/v)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (A.R. grade) ความเข้มข้น 1.25% (w/v)
3. เอทานอล

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม และ celite 1 กรัม ลงใน crucible ที่เผาแล้ว
2. นำไปย่อยด้วยกรด ซัลฟูริก 1.25%
3. หยดออกทานอล 2-3 หยด ให้ความร้อน 600 °C เป็นเวลา 30 นาที
4. ล้างด้วยน้ำอุ่น 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร
5. นำไปย่อยด้วยด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25%

6. หยดออกทานอล 2-3 หยด ให้ความร้อน 600 °C เป็นเวลา 30 นาที
7. ล้างด้วยน้ำอุ่น 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร
8. นำไปล้างด้วยอะซิโตน 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร
9. นำไปอบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือ overnight ที่อุณหภูมิ 110 °C
10. นำไปวางให้เย็นใน desiccator
11. บันทึกน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
12. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
13. บันทึกน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
14. นำมาคำนวณหาปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{[\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา(กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา(กรัม)}] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างจากการสกัดไขมัน (กรัม)}}$$

## ง. 2.6 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C, 2000)

### อุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle furnace)
2. ครูซีเบิล (Crucible)
3. Hot plate
4. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น

### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2.00xx กรัม ลงใน crucible ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักแล้ว
2. เผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 550 °C จนเถ้าเป็นสีขาวหรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่
3. ทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator
4. บันทึกน้ำหนักและคำนวณผล
5. ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้และคำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$



## ง.2.8 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Compendium of methods for food analysis, 2003)

### วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (\%)} = 100 - \% (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{เถ้า} + \text{เส้นใย} + \text{ไขมัน})$$

## ง. 2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

### ง. 2.1 วิธีการวัดค่าสี

วัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta Model CR-400 ซึ่งจะรายงานผลการวัดสีของผลิตภัณฑ์เป็นค่า Hunter's scale ประกอบด้วยค่าต่างๆ ดังนี้

ค่า  $L$  คือ ค่าแสดงความสว่างของสี ซึ่งค่า  $L$  มีค่า 0 ถึง 100 ถ้าค่า  $L$  มาก แสดงว่าสีสว่างมาก โดยที่ระดับ  $L$  เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ

ค่า  $a^*$  คือ ค่าแสดงระดับสีแดง - เขียว เมื่อค่า  $a^*$  มีค่าเป็นบวกจะแสดงลักษณะสีแดง และเมื่อค่าเป็นลบจะแสดงลักษณะสีเขียว โดยที่เมื่อค่าห่างจาก 0 มาก แสดงถึงค่าสีแดงหรือเขียวมากขึ้น

ค่า  $b^*$  คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน เมื่อค่า  $b$  มีค่าเป็นบวกจะแสดงลักษณะสีเหลือง และเมื่อเป็นลบจะแสดงลักษณะสีน้ำเงิน โดยที่เมื่อค่าห่างจาก 0 มาก แสดงถึงค่าสีเหลืองหรือน้ำเงินมากขึ้น

ค่า  $\Delta E$  เป็นค่าที่รายงานถึงความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษา สามารถคำนวณโดยใช้สูตร  $\sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$  หากค่า  $\Delta E$  มาก แสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษามาก ค่า  $\Delta E$  น้อย แสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษาน้อย

โดย  $L_0$  เป็นค่า  $L$  ที่วัดได้จากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษา;  $a_0$  เป็นค่า  $a$  ที่วัดได้จากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษา;  $b_0$  เป็นค่า  $b$  ที่วัดได้จากวันแรกที่เริ่มทำการเก็บรักษา

### ง. 3 การวิเคราะห์ทางจุลชีวภาพ

#### ง.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2006)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ด้วยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) และใส่ตัวอย่างลงในสารละลาย Normal saline ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้ว 90 มิลลิลิตร
2. ปั่นตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมในขั้นตอนที่ 1 ให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง จากขั้นตอนนี้จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10
3. เจือจางสารละลายตัวอย่างให้มีระดับความเจือจาง 1:100 ถึง 1:10<sup>6</sup> ตามลำดับ
4. ปิเปิดตัวอย่างแขวนลอย 0.1 ml จากระดับการเจือจางต่อเนื่อง 3 ระดับ ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA จากนั้นใช้แท่งแก้วที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยจนผิวหน้าของอาหารแห้ง
5. บ่มจานเพาะเชื้อ ที่อุณหภูมิ 35 ± 1 °C เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง
6. อ่านผลโดยนับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในช่วง 30-300 โคโลนีบนจานเพาะเชื้อ และคำนวณเป็นปริมาณจุลินทรีย์รวม cfu ต่อกรัมตัวอย่าง

#### ง. 3.2 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ยีสต์และรา (3M manual, 2011)

ตรวจวิเคราะห์เชื้อด้วยแผ่นเพาะเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm™ Yeast and Mold Count Plate

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ด้วยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) และใส่ตัวอย่างลงในสารละลาย Normal saline ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้ว 90 มิลลิลิตร
2. ปั่นตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมในขั้นตอนที่ 1 ให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง จากขั้นตอนนี้จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10
3. เจือจางสารละลายตัวอย่างให้มีระดับความเจือจาง 1:100 ถึง 1:10<sup>6</sup> ตามลำดับ
4. ปิเปิดตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงกลางแผ่นฟิล์มแผ่นด้านล่างที่วางบนพื้นราบ แล้วค่อยๆ ปลดแผ่นฟิล์มแผ่นบนปิด อย่าให้เกิดฟองอากาศ

5. วางแผ่นสำหรับกด (spreader) โดยให้ด้านเรียบคว่ำหน้าลงสัมผัสแผ่นฟิล์มและวงกลมครอบบริเวณหยดตัวอย่าง จากนั้นใช้นิ้วกดตรงกลางแผ่น spreader ให้ตัวอย่างกระจายทั่วบริเวณวงกลม รอ 2-3 นาที ให้เนื้อเจลแข็งตัวก่อนเคลื่อนย้าย

6. บ่มแผ่นฟิล์มที่อุณหภูมิ 20 - 25 °C เป็นเวลา 3 – 5 วัน โดยให้ด้านสีหงายขึ้น ชั้นแผ่นกันได้ไม่เกิน 20 แผ่น

7. นับโคโลนีสีเขียวอมฟ้า โคโลนีขนาดเล็กมีขอบเขตชัดเจน สำหรับจำนวนยีสต์ และนับโคโลนีสีหลากหลาย ขนาดใหญ่ขอบโคโลนีไม่ชัดเจน และมีจุดไฟกึ่งกลางโคโลนี สำหรับจำนวนรา โดยนับช่วงโคโลนีระหว่าง 15-150 โคโลนี กรณีที่ทุกแผ่นจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 10 โคโลนี ให้นับจำนวนโคโลนีในแผ่นที่มีการเจือจางน้อยที่สุด นำมาคูณกลับด้วยความเจือจาง แล้วรายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง รวม cfu ต่อกรัมตัวอย่าง

### ง.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus* (USFDA – BAM, 1999)

#### อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Baird – Parker medium 100 ml
2. Brain Heart Infusion (BHI) broth
3. Coagulase plasma

#### วิธีการวิเคราะห์

1. นำ dilution  $10^{-1} - 10^{-6}$  ของตัวอย่าง ความเจือจาง 1 มิลลิลิตรใส่บนอาหารแข็ง Baird – Parker medium ความเจือจางละ 2 จาน
2. ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อที่เกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วจาน
3. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง
4. ตรวจนับจำนวนโคโลนีที่มีสีดำ บริเวณขอบโคโลนีเป็นสีขาว รอบๆโคโลนีเป็นบริเวณใส
5. ยืนยันผลด้วยการตรวจสอบ coagulase ให้เป็นผลบวก

#### ทดสอบ coagulase

1. เลือกลูกโคโลนีที่สงสัยอย่างน้อยชนิดละ 1 โคโลนีใส่ลงในอาหาร BHI 0.3 ml บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C นาน  $24 \pm 2$  ชั่วโมง
2. ดูดตัวอย่างจากข้างต้น จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบ แล้วเติม coagulase plasma จำนวน 0.1 – 0.3 มิลลิลิตร ตรวจผลอีกครั้งเมื่อครบ 2 ชั่วโมง

3. จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $35^{\circ}\text{C}$  ตรวจสอบการจับตัวของ plasma หลังจากการบ่ม 4 – 6 ชั่วโมง

ภาคผนวก จ

วิธีการคำนวณ

จ. 1 การคำนวณพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อนป่น

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงาน} &= \text{แรงเคลื่อนของไฟฟ้า} \times \text{กระแสไฟฟ้า} \times \text{COS } \theta \\
 &= 360 \times 2 \times 1 \\
 &= 720 \text{ จูล/วินาที}
 \end{aligned}$$

● ใช้เวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงาน} &= (720 \times 2 \times 60 \times 60)/1,000 = 5,184 \text{ กิโลจูล} \\
 \text{ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการอบทั้งหมด} &= 5,184 \text{ กิโลจูล}
 \end{aligned}$$

● ใช้เวลาในการอบ 3 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{พลังงาน} &= (720 \times 3 \times 60 \times 60)/1,000 = 7,776 \text{ กิโลจูล} \\
 \text{ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการอบทั้งหมด} &= 7,776 \text{ กิโลจูล}
 \end{aligned}$$

จ. 2 การคำนวณพลังที่ใช้ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์น้ำชูข้าวยาโดยใช้ตู้อบลมร้อน  
เปรียบเทียบกับตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ

● การอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน

$$\begin{aligned} \text{พลังงาน} &= \text{แรงเคลื่อนของไฟฟ้า} \times \text{กระแสไฟฟ้า} \times \text{COS } \theta \\ &= 360 \times 2 \times 1 \\ &= 720 \text{ จูล/วินาที} \end{aligned}$$

ใช้เวลาในการอบ 4 ชั่วโมง

$$\text{พลังงาน} = (720 \times 4 \times 60 \times 60) / 1,000 = 10,368 \text{ กิโลจูล}$$

$$\text{พลังงานที่ใช้ในการอบทั้งหมด} = 10,368 \text{ กิโลจูล}$$

เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการอบจากตู้อบแห้งทั้ง 2 ประเภท ซึ่งมี  
ขนาดของตู้อบไม่เท่ากัน

ดังนั้นจึงคำนวณค่าพลังงานที่ใช้ในการอบต่อกรัมของน้ำที่ระเหยออกไปในผลิตภัณฑ์

ซึ่งได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ใช้ต่อกรัมของน้ำที่ระเหยออกไป} &= \frac{\text{พลังงานที่ใช้ในการอบทั้งหมด}}{\text{น้ำที่ระเหยออกไปในเวลา 4 ชม.}} \\ &= 10,368 / 102.06 \end{aligned}$$

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการอบต่อกรัมของน้ำที่ระเหยออกไป คือ 101.59 กิโลจูลต่อ  
กรัมน้ำที่ระเหยออกไปในตัวอย่าง

- การอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสูญญากาศ

$$\begin{aligned} \text{พลังงานในการอบของเครื่อง} &= \text{แรงเคลื่อนของไฟฟ้า} \times \text{กระแสไฟฟ้า} \times \text{COS } \theta \\ &= 230 \times 4.7 \times 1 \\ &= 1,081 \text{ จูล/วินาที} \end{aligned}$$

$$\text{พลังงานในการดูดอากาศออกจากตู้อบของบีบี} = 400 \text{ จูล/วินาที}$$

$$\text{พลังงานที่ใช้รวม} = 1,081 + 400 = 1,481 \text{ จูล/วินาที}$$

ใช้เวลาในการอบ 1 ชั่วโมง 45 นาที

$$\text{พลังงานที่ใช้รวม} = (1,481 \times 6300)/1,000 = 9,330.3 \text{ กิโลจูล}$$

$$\text{พลังงานที่ใช้ในการอบทั้งหมด} = 9,330.3 \text{ กิโลจูล}$$

เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการอบจากตู้อบแห้งทั้ง 2 ประเภท ซึ่งมีขนาดของตู้อบไม่เท่ากัน

ดังนั้นจึงคำนวณค่าพลังงานที่ใช้ในการอบต่อกรัมของน้ำที่ระเหยออกไปในผลิตภัณฑ์

ซึ่งได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ใช้ต่อกรัมของน้ำที่ระเหยออกไป} &= \frac{\text{พลังงานที่ใช้ในการอบทั้งหมด}}{\text{น้ำที่ระเหยออกไปในเวลา 4 ชม.}} \\ &= 9,330.3 / 139.07 \end{aligned}$$

ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการอบต่อกรัมของน้ำที่ระเหยออกไป คือ 67.09 กิโลจูลต่อกรัมน้ำที่ระเหยออกไปในตัวอย่าง



ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ จ. 1 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านกลิ่นรบกวนในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรรมควัน  
 ร้อยสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

กลิ่นรบกวน	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)
	ผู้บริโภค ทั่วไป	ผู้บริโภครประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภค ทั่วไป	ผู้บริโภครประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	1	0	1	1.67	0	0	0	0
น้อยเกินไปปานกลาง	0	0	0	0	0	1	1	1.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	2	4	6	10	2	2	4	6.67
พอดี	13	17	30	50	11	14	25	41.67
มากเกินไปเล็กน้อย	8	4	12	20	6	8	14	23.33
มากเกินไปปานกลาง	5	4	9	15	7	5	12	20
มากเกินไปมาก	1	1	2	3.33	4	0	4	6.67
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ ๑.2 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านกลิ่นบูดูในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบูดูจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

กลิ่นบูดู	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	0	0	0	0	2	3	5	8.33
น้อยเกินไปปานกลาง	1	1	2	3.33	0	1	1	1.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	2	7	9	15	2	7	9	15
พอดี	17	13	30	50	17	10	27	45
มากเกินไปเล็กน้อย	6	3	9	15	4	4	8	13.33
มากเกินไปปานกลาง	4	6	10	16.67	5	5	10	16.67
มากเกินไปมาก	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ ๑.3 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านรสนหวานในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควนร้อน สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

รสนหวาน	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	2	1	3	5	0	2	2	3.33
น้อยเกินไปปานกลาง	2	3	5	8.33	3	3	6	10
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	3	9	15	4	5	11	18.33
พอดี	13	16	29	48.33	16	14	30	50
มากเกินไปเล็กน้อย	5	6	11	18.33	4	4	8	13.33
มากเกินไปปานกลาง	2	0	2	3.33	3	0	3	5
มากเกินไปมาก	0	1	1	1.68	0	0	0	0
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ ๑.4 การประเมินระดับความเข้มที่พอดิตด้านรสเค็มในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญดูจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

รสเค็ม	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	0	1	1	1.67	0	1	1	1.67
น้อยเกินไปปานกลาง	0	1	1	1.67	0	1	1	1.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	4	10	16.67	4	6	10	16.67
พอดี	19	16	35	58.33	17	16	33	55
มากเกินไปเล็กน้อย	3	3	6	10	6	6	12	20
มากเกินไปปานกลาง	2	2	4	6.67	3	0	3	5
มากเกินไปมาก	0	3	3	5	0	0	0	0
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ ๑.5 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านรสเปรี้ยวในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อน สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

รสเปรี้ยว	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	0	7	7	11.67	9	7	16	26.67
น้อยเกินไปปานกลาง	1	5	6	10	1	5	6	10
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	4	10	16.67	7	5	12	20
พอดี	11	12	23	38.33	11	13	24	40
มากเกินไปเล็กน้อย	2	1	3	5	2	0	2	3.33
มากเกินไปปานกลาง	0	1	1	1.67	0	0	0	0
มากเกินไปมาก	0	0	7	11.67	0	0	0	0
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ จ. 6 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านความละเอียดของเนื้อปลาในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิล  
จิตรลดากรมควนร้อนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

ความละเอียดของ เนื้อปลา	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	1	1	2	3.33	2	0	2	3.33
น้อยเกินไปปานกลาง	1	0	1	1.67	0	1	1	1.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	1	3	4	6.67	3	3	6	10
พอดี	25	17	42	70	20	20	40	66.67
มากเกินไปเล็กน้อย	0	4	4	6.67	3	3	6	10
มากเกินไปปานกลาง	2	3	5	8.33	2	2	4	6.67
มากเกินไปมาก	0	2	2	3.33	0	1	1	1.67
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ ๑.7 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านปริมาณผงชูรสข้าวยาในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิล  
รวมควันร้อนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

ปริมาณผงชูรส ข้าวยา	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	1	1	2	3.33	0	1	1	1.67
น้อยเกินไปปานกลาง	2	4	6	10	0	4	4	6.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	6	12	20	7	5	12	20
พอดี	16	13	29	48.33	15	17	32	53.33
มากเกินไปเล็กน้อย	4	5	9	15	3	3	6	10
มากเกินไปปานกลาง	1	1	2	3.33	5	0	5	8.33
มากเกินไปมาก	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100



ตารางที่ จ. 8 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านความละเอียดของผังบัญชีในการคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสบุญจากปลานิล  
จิตรลดาธรรมควันร้อนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2

ความละเอียดของ ผังบัญชี	สูตรที่ 1				สูตรที่ 2			
	ความถี่ (คน)			ความถี่รวม (%)	ความถี่ (คน)			ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม		ผู้บริโภคทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	รวม	
น้อยเกินไปมาก	10	0	10	16.67	2	0	2	3.33
น้อยเกินไปปานกลาง	1	1	2	3.33	0	2	2	3.33
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	1	7	11.67	6	3	9	15
พอดี	11	20	31	51.67	17	19	36	60
มากเกินไปเล็กน้อย	2	5	7	11.67	1	5	6	10
มากเกินไปปานกลาง	0	2	2	3.33	4	1	5	8.33
มากเกินไปมาก	0	1	1	1.67	0	0	0	0
รวม	30	30	60	100	30	30	60	100

ตารางที่ จ. 9 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านกลิ่นรบกวนของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนปริมาณผงชูรสข้าวย่ำ และปลานิล  
 รบกวนร้อนปน เท่ากับ 1:1 2:1 และ 3:1

กลิ่นรบกวน	1:1			2:1			3:1		
	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	
น้อยเกินไปมาก	3	1	6.67	0	2	3.33	2	1	5
น้อยเกินไปปาน กลาง	4	1	8.33	1	2	5.00	2	1	5
น้อยเกินไปเล็กน้อย	9	5	23.33	3	2	8.33	1	1	3.33
พอดี	10	22	53.33	12	15	45.00	14	11	41.67
มากเกินไปเล็กน้อย	1	1	3.33	9	6	25.00	4	8	20
มากเกินไปปาน กลาง	3	0	5	4	3	11.67	6	7	21.67
มากเกินไปมาก	0	0	0	1	0	1.67	1	1	3.33
รวม	30	30	100	30	30	100	30	30	100

ตารางที่ จ. 10 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านกลิ่นบูดูของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนปริมาณผงบูดูข้าวย่า และปลานิล  
รมควัน ร้อนป่น เท่ากับ 1:1 2:1 และ 3:1

กลิ่นบูดู	1:1			2:1			3:1		
	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	
น้อยเกินไปมาก	1	1	3.33	0	2	3.33	4	3	11.67
น้อยเกินไปปาน กลาง	0	0	0	8	0	13.33	0	4	6.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	4	16.67	1	11	20.00	7	9	26.67
พอดี	10	24	56.67	18	14	53.33	14	14	46.67
มากเกินไปเล็กน้อย	9	0	15	2	2	6.67	2	0	3.33
มากเกินไปปาน กลาง	2	1	5	0	1	1.67	3	0	5
มากเกินไปมาก	2	0	3.33	1	0	1.67	0	0	0
รวม	30	30	100	30	30	100	30	30	100

ตารางที่ จ. 11 การประเมินระดับความเข้มที่พอดีด้านรสหวานของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนปริมาณ ผงชูข้าวย่ำ และปลานิลจิตรลดา  
รมควันร้อนปน เท่ากับ 1:1 2:1 และ 3:1

รสหวาน	1:1			2:1			3:1		
	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	
น้อยเกินไปมาก	1	3	6.67	2	4	10	5	0	8.33
น้อยเกินไปปาน กลาง	0	5	8.33	4	6	16.67	9	6	25
น้อยเกินไปเล็กน้อย	3	3	10	3	4	11.67	7	5	20
พอดี	22	19	68.33	17	16	55	8	14	36.67
มากเกินไปเล็กน้อย	3	0	5	4	0	6.67	0	2	3.33
มากเกินไปปาน กลาง	0	0	0	0	0	0	1	3	6.67
มากเกินไปมาก	1	0	1.67	0	0	0	0	0	0
รวม	30	30	100	30	30	100	30	30	100

ตารางที่ จ. 12 การประเมินระดับความเข้มข้นที่พอดีด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนปริมาณ ผงชูข้าวย่ำ และปลานิลจิตรลดา  
รมควันร้อนปน เท่ากับ 1:1 2:1 และ 3:1

รสเค็ม	1:1			2:1			3:1		
	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภครวม ทั่วไป	ผู้บริโภคประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	
น้อยเกินไปมาก	1	1	3.33	1	1	3.33	3	0	5
น้อยเกินไปปาน กลาง	1	3	6.67	4	1	8.33	1	3	6.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	12	1	21.67	5	7	20.00	2	8	16.67
พอดี	10	18	46.67	6	17	38.33	9	13	36.67
มากเกินไปเล็กน้อย	4	4	13.33	7	3	16.67	5	6	18.33
มากเกินไปปาน กลาง	1	2	5	2	0	3.33	4	0	6.67
มากเกินไปมาก	1	1	3.33	5	1	10.00	6	0	10
รวม	30	30	100	30	30	100	30	30	100

ตารางที่ จ. 13 การประเมินระดับความเข้มข้นที่พอดีด้านปริมาณผงชูข้าวยาของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัดส่วนปริมาณ ผงชูข้าวยา และ  
 ปลานิลจิตรลดากรมควั่นร้อนปน เท่ากับ 1:1 2:1 และ 3:1

ปริมาณผงชู ข้าวยา	1:1			2:1			3:1		
	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)	ความถี่ (คน)		ความถี่ รวม (%)
	ผู้บริโภคร ทั่วไป	ผู้บริโภคร ประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภคร ทั่วไป	ผู้บริโภคร ประจำ ท้องถิ่นภาคใต้		ผู้บริโภคร ทั่วไป	ผู้บริโภคร ประจำ ท้องถิ่นภาคใต้	
น้อยเกินไปมาก	1	1	3.33	1	2	1	2	4	10.
น้อยเกินไปปาน กลาง	2	2	6.67	6	3	6	3	4	11.67
น้อยเกินไปเล็กน้อย	6	1	11.67	3	7	3	1	8	15
พอดี	10	21	51.67	16	13	16	17	12	48.33
มากเกินไปเล็กน้อย	6	3	15	4	3	4	4	1	8.33
มากเกินไปปาน กลาง	2	2	6.67	0	0	0	2	1	5
มากเกินไปมาก	3	0	5	0	2	0	1	0	1.67
รวม	30	30	100	30	30	30	30	30	100

ตารางที่ จ.14 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ปลาชนิดจืดรลตามคว้นร้อนปน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ตัวอย่าง	ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	ความชอบด้านสี	ความชอบด้านกลิ่น
14	ควบคุม	5.2±1.5	5.3±1.2	5.2±1.0
	เก็บ 14 วัน <sup>ns</sup>	5.2±0.9	5.2 ±0.88	5.1±1.0
28	ควบคุม	5.2±1.0	5.3±1.1	5.0±1.7
	เก็บ 28 วัน <sup>ns</sup>	5.0±1.2	5.0±1.3	4.6±1.3

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ จ.15 คะแนนเฉลี่ยความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของเนื้อปลารมควัน ความแห้งของเนื้อปลารมควัน กลิ่นรมควัน กลิ่นหืน กลิ่นคาวปลา และกลิ่นแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ปลานิลจิตรลดากรมควันร้อนป่น ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C

ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	ตัวอย่าง	ความละเอียดของ เนื้อปลารมควัน	ความแห้งของ เนื้อปลารมควัน	กลิ่นรมควัน	กลิ่นหืน	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นแปลกปลอม
14	ควบคุม	6.0±2.1	7.0±2.7	5.6±1.9	1.2±2.1	3.4±3.0	1.0±1.2
	เก็บ 14 วัน <sup>ns</sup>	5.5±1.2	6.7±0.2	5.5±2.7	1.8±0.9	3.3±3.1	1.3±2.0
28	ควบคุม	5.7±2.1	7.3±1.5	5.8±1.8	1.0±1.2	3.0±2.1	0.9±1.2
	เก็บ 28 วัน	5.3±1.9	6.1±1.9	5.36±1.2	3.1±2.1	2.6±2.0	1.6±1.0

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ตารางที่ จ.16 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ผงชูรสข้าวยา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ตัวอย่าง	ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	ความชอบด้านสี <sup>ns</sup>	ความชอบด้านกลิ่น
14	ควบคุม	5.4±0.9	5.5±1.1	5.4±1.1
	เก็บ 14 วัน <sup>ns</sup>	5.4±1.2	5.4±1.3	5.1±1.4
28	ควบคุม	5.4±1.2	5.4±1.1	5.3±1.4
	เก็บ 28 วัน <sup>ns</sup>	5.0±1.3	5.2±1.5	5.0±1.0
42	ควบคุม	5.5±1.1	5.6±1.2	5.4±1.0
	เก็บ 42 วัน	5.0±1.0	5.0±1.5	4.9±1.2
56	ควบคุม	5.5±1.3	5.7±1.3	5.5±0.8
	เก็บ 56 วัน	4.9±1.3	5.1±1.8	4.8±1.3
70	ควบคุม	5.4±1.2	5.4±1.2	5.4±1.1
	เก็บ 70 วัน	4.8±1.5	5.0±1.5	4.7±1.5
84	ควบคุม	5.4±1.3	5.5±1.1	5.3±1.4
	เก็บ 84 วัน	4.6±1.3	4.9±1.0	4.0±1.3

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ จ.17 คะแนนเฉลี่ยความเข้มของลักษณะคุณภาพด้านความละเอียดของผงบด ความแห้งของผงบด กลิ่นบด กลิ่นกะปิ กลิ่นหีน และ กลิ่นแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ผงบดข้าวยา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ตัวอย่าง	ความละเอียดของผงบด	ความแห้งของผงบด	กลิ่นบด	กลิ่นกะปิ	กลิ่นหีน	กลิ่นแปลกปลอม
14	ควบคุม	8.1±2.0	7.6±2.1	7.5±1.6	5.1 ±2.1	1.0±1.5	1.1±1.5
	เก็บ 14 วัน <sup>ns</sup>	8.1±0.6	7.8±1.5	7.6±0.5	5.4 ±2.3	1.0±1.3	0.9±1.5
28	ควบคุม	8.4±2.1	7.9±2.2	7.0±1.6	5.0 ±2.6	0.8±0.8	1.0±1.2
	เก็บ 28 วัน	7.9±2.0	7.5±1.0	6.2±1.5	4.9 <sup>ns</sup> ±0.5	1.8±1.5	1.2±1.6
42	ควบคุม	8.2±1.1	8.3±1.5	7.4±2.2	5.4 ±2.9	0.8±1.1	0.4±0.8
	เก็บ 42 วัน	7.7±1.9	7.7±1.7	6.1±2.2	5.2 <sup>ns</sup> ±1.9	1.8±1.0	1.2±1.5
56	ควบคุม	8.5±0.6	8.1±1.0	7.4±1.3	5.4 ±3.4	0.9±1.3	0.4±1.1
	เก็บ 56 วัน	8.0±0.9	7.8±1.0	6.1±1.7	4.1 ±2.6	1.4±1.8	1.0±1.6
70	ควบคุม	8.1±1.3	7.9±1.6	7.5±1.5	5.5 ±2.9	0.8±1.0	0.5±0.7
	เก็บ 70 วัน	7.0±1.2	7.6±1.9	6.7±1.5	3.8±1.8	2.2±1.8	1.2±1.6
84	ควบคุม	8.0±1.0	7.9±1.2	7.3±0.7	5.4 ±2.4	0.8±1.0	0.8±0.3
	เก็บ 84 วัน	6.3±1.5	7.4±1.0	6.2±1.7	3.7±2.1	2.2±1.4	1.6±2.3

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอติตา ชนะสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 25 มกราคม พ.ศ. 2529 ที่พัทลุง สำเร็จการศึกษา  
ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี การศึกษา 2552 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญา  
มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี  
การศึกษา 2554

เสนอผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์ เรื่องการพัฒนามงโรยข้าวรสบุญจากปลานิล  
จิตรลดากรมควันร้อน ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 9 วันที่ 30  
มิถุนายน พ.ศ. 2554 ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

