ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ปลาสำลีรมควันบรรจุสูญญากาศ

(Smoked Blackbanded kingfish in Vacuum Pack)

โดย

นางสาวอมรศรี ลีวะราปกรณ์

นางสาวอารี แก้วกนกวิจิตร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ปป..... 21/3/43 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

ปพ
อ 289 ป
2542

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16675

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปลาสำลีรมควันบรรจุสูญญากาศ

(Smoked Blackbanded kingfish in Vacuum Pack)

นางสาวอมรศรี ลีวะราปกรณ์

นางสาวอารี แก้วกนกวิจิตร

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

ปพ.
อ289ป
2542

T096886

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96886
วัน เดือน ปี - 5 JUN 2003

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวอมรศรี ลีวะราปกรณ์ และ นางสาวอารี แก้วกนกวิจิตร. 2543. : ปลาสำลีรมควันบรรจุสุญญากาศ (Smoked Blackbaded kingfish in Vacuum Pack) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์, 35 หน้า

บทคัดย่อ

การรมควันเป็นวิธีการถนอมอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้นานยิ่งขึ้นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้กับปลาได้และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของปลาที่เหลือจากการจำหน่ายสด และยังได้ผลิตภัณฑ์ปลาที่มีรสชาติและกลิ่นที่น่ารับประทาน นอกจากนี้การรมควันยังสามารถลดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์โดยการลดค่า a_w ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์และป้องกันการเกิด oxidation นอกจากนี้แล้วการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศก็สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่ง โดยลดการเกิด oxidation, ลดการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ใช้อากาศและป้องกันการปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อม

การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสูตรปลาสำลีรมควันที่ผู้บริโภคพอใจได้แก่ สูตรปลาสำลีรมควันที่ผ่านการแช่น้ำเกลือ 13% เป็นเวลา 30 นาที (สูตรที่ 1) และที่ผ่านการแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ all spice เป็นเวลา 30 นาที (สูตรที่ 2) แล้วนำมาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 75 – 80 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำมารมควันในตู้รมควันด้วยชานอ้อยที่อุณหภูมิประมาณ 85 – 90 °C เป็นเวลา 1 – 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 45 นาที นำมาบรรจุแบบสุญญากาศถุงละ 1 ชิ้น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วันนำมาทดสอบเปรียบเทียบปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตรดังนี้ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ค่าลักษณะปรากฏ, สี, รสสัมผัส, กลิ่นและความชอบโดยรวมของปลาสำลีรมควันและตรวจหาค่า a_w ของปลาสำลีรมควันก่อนและหลังการรมควัน และตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร ภายหลังการเก็บทุกๆ 10 วัน เป็นเวลา 40 วัน จากการทดลองพบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รส และความชอบโดยรวมทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกัน แต่ทางด้านลักษณะปรากฏและสีนั้น ผู้บริโภคจะชอบผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 มากกว่า สูตรที่ 2 ค่า a_w ในปลาสำลีรมควันสูตรที่ 1 ก่อนและหลังการรมควันมีค่า 0.901 และ 0.862 ตามลำดับ และสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.892 และ 0.863 ตามลำดับ ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในปลาสำลีรมควันสูตรที่ 1 ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 10, 20, 30 และ 40 วันมีค่า 3.8×10^6, 5.2×10^6, 7.3×10^6 และ 8.2×10^6 cfu./g. ตามลำดับ และในปลาสำลีรมควันสูตรที่ 2 มีจำนวน 7.2×10^5, 9.6×10^5, 3.5×10^6 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 × 10^6 cfu./g. ตามลำดับ และตรวจไม่พบเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรตลอดอายุการเก็บรักษา

...อนงค์...ลีวะพานิชกุล.....

....สาวี....แก้วแกมวิเชียร..... ..../...../.....

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีการศึกษา 2542

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ที่กรุณาให้เกียรติมาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ข้อเสนอแนะ แนวทางการทำงาน แนวทางการแก้ไข ความคิดมุมมองใหม่ๆ และให้คำปรึกษาที่มีค่าแก่ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์นิตยา บุญมี และ อาจารย์อดิศร เสวตวิวัฒน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอบคุณอาจารย์นงนุช คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับปลารมควัน ขอบคุณทางภาคเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ที่กรุณาให้ใช้เครื่อง vacuum ขอบคุณเพื่อนๆในห้องเทคโนโลยีการหมักที่ให้ยืมอุปกรณ์ในยามที่ขาดเหลือ คุณสุดารัตน์ที่ช่วยสแกนภาพให้ คุณกังวาลไกลที่สอนโปรแกรม SPSS คุณกรกฎที่ถ่ายรูปให้ เพื่อนๆในกลุ่มที่คอยให้ทั้งกำลังใจและคอยช่วยเหลือทุกอย่าง น้องแอนและน้องบิ๊กที่ช่วยจัดการด้านคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณเครื่องมืออุปกรณ์ทุกชิ้นที่ทนไม้ทนมือตลอดมา จุลินทรีย์ทุกชนิดที่ไม่มาปนเปื้อนในปลาสำลีรมควัน และที่สำคัญปลาสำลีทุกตัวที่ทำการเสียสละครั้งยิ่งใหญ่ของชีวิตให้ศึกษาในปัญหาพิเศษครั้งนี้ก็ขออนุโมทนาไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

และที่สำคัญที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาของคณะผู้จัดทำที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนทางด้านกำลังทรัพย์เสมอจนทำให้มีวันนี้ขึ้นมาได้

อมรศรี ลีวะราปกรณ์
อารี แก้วกนกวิจิตร
มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 ปลาสำลี	2
2.2 การรมควัน	2
2.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน	4
2.4 ปัจจัยในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน	8
2.5 การเสื่อมเสียคุณภาพของปลาสำลีรมควัน	12
3. อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	13
3.1 วัตถุดิบ	13
3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	13
3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี	14
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	14
4. ผลการทดลอง	18
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	25
ภาคผนวก ข	29
ภาคผนวก ค	31
ภาคผนวก ง	32
ประวัติผู้เขียน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงชนิดของกลุ่มอาหารที่ค่า a_w ต่างๆ	9
2.	เปรียบเทียบระหว่าง a_w และความเข้มข้นของน้ำเกลือ	11
3.	แสดงผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของปลาสำลีรมควัน สูตรแช่น้ำเกลือ 13% (สูตรที่ 1) และสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE (สูตรที่ 2)	18
4.	แสดงค่า Water Activity (a_w) ของปลารมควันสูตรแช่น้ำเกลือ 13% (สูตรที่ 1) และสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE (สูตรที่ 2) ก่อนและหลังการรมควัน	18
5.	แสดงผลการตรวจหาเชื้อ *V. parahaemolyticus* , *C. perfringens* , *S. aureus* จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในปลาสำลีรมควันสูตรแช่น้ำเกลือ 13% (สูตรที่ 1) และสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE (สูตรที่ 2) ที่ผ่านการบรรจุแบบสูญญากาศ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.1 การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ	29
ข.2 การยอมรับทางด้านสี	29
ข.3 การยอมรับทางด้านรสสัมผัส	29
ข.4 การยอมรับทางด้านกลิ่น	30
ข.5 ความชอบโดยรวม	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาสำลีรมควันทั้งสองสูตรกับระยะเวลาในการเก็บรักษา 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

สารบัญภาพภาคผนวกที่		หน้า
ก.1	แสดงลักษณะของเครื่องเทศ ALL SPICE	25
ก.2	แสดงลักษณะปลาหลังการแช่น้ำเกลือ 13% เป็นเวลา 30 นาทีก่อนการอบลมร้อน	26
ก.3	แสดงลักษณะปลาหลังการแช่น้ำเกลือ 13% ที่ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE 0.4% เป็นเวลา 30 นาทีก่อนการอบลมร้อน	26
ก.4	แสดงลักษณะปลาสูตรแช่น้ำเกลือ 13% หลังอบลมร้อนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง	27
ก.5	แสดงลักษณะปลาสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ที่ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE หลังอบลมร้อนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง	27
ก.6	แสดงการเปรียบเทียบปลาสำลีรมควันหลังการบรรจุสุญญากาศทั้ง 2 สูตร	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

การรมควันเป็นวิธีการถนอมอาหารวิธีหนึ่ง ที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้นานยิ่งขึ้น ปลาก็เป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมารมควันได้ โดยทั่วไปประมาณ 25 เปอร์เซนต์ของปลาที่ถูกจับมาทั้งหมดทั่วโลก จะถูกนำมาทำให้แห้งเพื่อยืดอายุการเก็บ (Nettleton, 1985) ซึ่งการทำแห้งสามารถลดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ โดยการลดค่า a_w ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งการรมควันเป็นการทำแห้งวิธีหนึ่ง

การรมควันอาหารเริ่มมีมาตั้งแต่ยุคหิน เชื่อว่ามนุษย์ได้ค้นพบการรมควันด้วยความบังเอิญ โดยการแขวนอาหารจำพวกเนื้อหรือปลาไว้ใกล้กองไฟ แล้วก็พบว่าอาหารนั้นมีรสชาติดีขึ้น ซึ่งจุดประสงค์ของการรมควันก็คือ เพื่อเพิ่มรสชาติอาหารและกลิ่น , ทำให้สีสวยน่ารับประทาน และ เพื่อเก็บถนอมได้นานขึ้น และป้องกันการเกิด oxidation

นอกจากนี้แล้วการบรรจุหีบห่อก็สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่ง เช่น การบรรจุปลารมควันในสภาพสุญญากาศช่วยลดการเกิด oxidation, ลดการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ใช้อากาศ และป้องกันการปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อม ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษาปลารมควันไว้ได้ระยะเวลานานต้องมีการควบคุมปริมาณ water activity โดยวิธีการต่างๆรวมทั้งใช้วิธีการหีบห่อและเก็บรักษาให้ถูกต้องควบคู่กันไปด้วย

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบสูตรปลาสำลีรมควันที่ผู้บริโภคพอใจได้แก่ สูตรที่นำปลาสำลีมาผ่านการแช่ในน้ำเกลือ 13% และสูตรที่ผ่านการแช่ในน้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE แล้วนำมารมควันด้วยชานอ้อยสดที่อุณหภูมิประมาณ 80 – 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วนำมาบรรจุแบบสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วันและตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Vibrio parahaemolyticus* , *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 10 วันเป็นเวลา 40 วัน

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสูตรปลาสำลีรมควันที่ผู้บริโภคพอใจ
2. ศึกษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* , *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควันที่บรรจุสุญญากาศในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ปลาสำลี (Blackbanded kingfish)

ปลาสำลีเป็นปลาทะเลชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า "ปลาช่อลำดวน" ชื่อสามัญมีหลายชื่อ ไม่ว่าจะเป็น "Blackbanded kingfish", "Blackbanded jack" หรือ " Blackbanded trevally" มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *" Seriolina nigrofasciata"* จัดอยู่ในประเภท

Phylum : Vertebrata
Subphylum II : Craniata
Subperclass II : Gnathostomata
Class : Teleostomi
Subclass : Actinopterygii (Rayfins)
Groups : Teleostei
Order : Perciformes (Acanthopterygii หรือ Percomorphi)
Suborder : Percoidei
Family : Carangidae
Subfamily : Seriolinae

ลักษณะทั่วไปจะมีรูปร่างค่อนข้างเรียวยาว ลำตัวแบนข้างเล็กน้อย งอยปากทู่ ปากกว้าง ฟันเล็กแหลมอยู่บนขากรรไกรทั้งสองข้าง คลีบหลังอันแรกเป็นก้านครีบแข็ง 5 – 7 อัน ครีบหางหลังอันที่ 2 มีก้านครีบแข็งเพียง 1 อัน ตัวครีบยาว ครีบหูสั้น ครีบหางเว้าลึกปลายแยกเป็นแฉก ครีบทุกครีบมีสีเทา ลำตัวมีสีน้ำตาลปนเทา เทาปนน้ำเงิน เมื่อยังเล็กจะมีแถบใหญ่ 6 แถบ พาดขวางลำตัว ถิ่นที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณกลางน้ำและตามพื้นท้องทะเล เช่น อ่าวจังหวัดระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต ระนอง ตรัง อาหารการกินก็จะกินปลาและสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่า ขนาดของปลาสำลีนี้ก็จะยาวประมาณ 30 – 40 เซนติเมตร (กรมประมง, 2530)

2.2 การรมควัน (Smoking)

การรมควันแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การรมควันเย็น (Cold smoking) ใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 15-40 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่างร้อยละ 60-70 ถ้าสูงกว่าร้อยละ 70 จะแห้งช้า แต่ถ้าต่ำกว่าร้อยละ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวนอกจะแห้งเร็วเกินไป ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะเก็บได้นาน เนื่องจากระหว่างการรมควันจะระเหยน้ำออกไปด้วย cold smoking ไม่สามารถทำได้ในประเทศแถบร้อนเนื่องจากอุณหภูมิของอากาศสูงอยู่แล้ว

2. การรมควันร้อน (Hot smoking) ใช้อุณหภูมิประมาณ 30-80 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำลายเอนไซม์และทำให้โปรตีนตกตะกอนได้ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีรสชาติดีเนื้อนุ่ม แต่เก็บได้ไม่นานถ้าไม่ใช้อุณหภูมิต่ำช่วย (นงนุช,2538)

<u>องค์ประกอบของควันไม้</u>

ในควันไม้ พบว่ามีองค์ประกอบมากกว่า 200 ชนิด แต่องค์ประกอบหลายชนิดไม่มีความสำคัญทั้งในด้านการให้กลิ่นรส และการเก็บถนอมผลิตภัณฑ์

ควันไม้มีองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ

- solid หรือ crude tar fraction
- vapor ประกอบด้วยแก๊สและ condensible

ส่วน solid คือต้นเหตุทำให้เกิดมะเร็ง (carcinogenic substance) ซึ่งเป็นพวก polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) เช่น 3,4 benzo (a)pyrene ($C_{10}H_2O$), dibenz (a, h) anthracene

ส่วนของ vapor ประกอบด้วย phenolic compounds และ carbonyl compounds ส่วนของ phenol หรือ wood cresole group ซึ่งมีประมาณ 20 ชนิด มีผลในการลดปฏิกิริยาของจุลชีพ และลดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันและเป็นตัวให้กลิ่นรสของควัน ประกอบด้วย phenol, xylenol, guaicol, และ methylester of higher phenol

ส่วนของ carbonyl compounds ซึ่งมีมากกว่า 20 ชนิด มีผลกับสี กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ และบางตัว เช่น fromaldehyde จะมีผลในการลดปฏิกิริยาของจุลชีพด้วย ส่วน carbonyl compounds อื่นๆ ได้แก่ acetone, hydroxy acetone, furfural และพวกกรดซึ่งมี C-atom ตั้งแต่ 1-4 อะตอม เช่น formic, acetic, butyric acids พวกแอลกอฮอล์ เช่น methyl alcohol (wood alcohol) นอกจากนี้ก็มีพวก wax และ wood oil (Kramlich และคณะ, 1973)

<u>เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับรมควัน</u>

ไม้ประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 40-60 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 20-30 และลิกนินร้อยละ 20-30 ในบ้านเรามีการใช้ ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด เปลือกมะพร้าว ชานอ้อย ในต่างประเทศนิยมใช้ขี้เลื่อยจากไม้โอ๊กและฮิคคอรี่ ไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงควรเป็นไม้เนื้อแข็ง ถึงแม้จะให้ควันน้อยกว่าแต่ให้ความร้อนสูง ถ้าใช้ไม้เนื้ออ่อนซึ่งมีพวกยาง (resin) ควันจะมี acid flavour ไม้ที่มี lignin ต่ำ เวลาเผาจะให้อุณหภูมิและ carcinogen ต่ำ ข้อควรระวังในการใช้ขี้เลื่อยคือ ถ้าใช้ขี้เลื่อยจากไม้ที่ผ่านการรมยาฆ่าแมลง (มด ปลวก) อาจมีส่วนของยาฆ่าแมลงหลงเหลือในขี้เลื่อยได้ และจะมีโอกาสปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตารมควัน

เตารมควันหรือตู้อบรมควันมีหลายแบบ ถ้าต้องการให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีมีมาตรฐาน ควรใช้ชนิดที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ เตารมควันอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ

1. เตาแบบพื้นบ้าน เป็นแบบที่ไม่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมได้ สร้างด้วยวัสดุต่างๆกัน ทำเป็นตู้ อาจใช้ไม้ สังกะสีหรือคอนกรีต โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนบนเป็นที่แขวนปลา ตอนล่างสำหรับก่อไฟ และใช้เชื้อเพลิง เช่น ขี้เลื่อยเผาช้าๆไม่ให้ลุกเป็นไฟ เพราะถ้าหากไฟลุก อุณหภูมิจะสูงเกินไป ปลาด้านล่างจะสุกและแห้งไม่สม่ำเสมอ เมื่อควันผ่านปลาที่อยู่ด้านล่างไปแล้วจะมีความชื้นสูง ไม่สามารถดึงความชื้นจากปลาชิ้นบนๆได้ ดังนั้นจึงต้องมีการสับเปลี่ยนปลาจากบนลงล่าง ซึ่งทำให้ยุ่งยากเปลืองแรงงาน และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

2. Mcchanical Kiln ตู้รมควันแบบนี้จะมีกองไฟอยู่ในตู้ซึ่งแยกต่างหาก มีพัดลมสำหรับเป่าควันให้เข้าสู่ตู้ที่แขวนปลาในแนวนอน ปกติมักแขวนปลาในรถล้อเลื่อนเพื่อลดการจับต้องวัตถุดิบ สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในเตาควันได้ โดยควบคุมอุณหภูมิความเร็วของควันและอากาศร้อนที่จะพัดไปที่ตัวปลาให้สม่ำเสมอทั้งตู้รวม ทั้งสามารถควบคุมปริมาณความชื้นได้

Liquid Smoke คือควันที่แยกส่วน solid ออกไปโดยนำควันมาผ่านน้ำ ส่วน condensible จะละลายน้ำ นำไปตกตะกอนแยกส่วน solid ออก หรือใช้วิธีกลั่นเรียกว่า wood vinegar นำมาทำให้เจือจางก่อนใช้ ข้อดีของ liquid smoke คือไม่จำเป็นต้องมีเตารมควัน สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า คือทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสม่ำเสมอมากกว่า และยังขจัดส่วนที่เป็นอันตรายต่อร่างกายออกไปด้วย (Kramlich, 1973)

การใช้ liquid smokc

1. Drenching ใช้วิธีจุ่มหรือทำให้เปียกโชก เหมาะสำหรับการทำแบบต่อเนื่อง

2. Atomizing คือการฉีด liquid smokc ผ่านหัวฉีดภายใต้ความดัน ทำให้เป็นฝอย ในทางปฏิบัติเป็นวิธีที่ใช้มากที่สุด โดยตากแห้งอาหารก่อน ½ - 2 ชั่วโมง แล้วฉีด liquid smokc 5 – 30 นาที

3. Regencrating คือการทำให้ liquid smokc เป็นฝอยแล้วผ่านระบบให้ความร้อนจนกลายเป็นไอแล้วจึงใช้อากาศพัดพาไอควันนี้ไปสัมผัสกับอาหารใช้เวลา 20 – 30 นาที เพื่อให้ควันจับอาหาร ซึ่งวิธีนี้ประหยัดเวลารมควันและใช้ควันน้อยกว่าวิธีธรรมดาร้อยละ 30 – 50 (นงนุช, 2538)

2.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปลาสำลีรมควัน อาจมาจากวัตถุดิบคือตัวปลาที่นำมาทำการผลิต หรืออาจปนเปื้อนได้จากขั้นตอนการผลิต เนื่องจากปลาสำลีรมควันมีขั้นตอนในการผลิตที่ค่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างเปิดทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากภายนอกได้ง่าย และการให้ความร้อนจะค่อยๆสูงขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้จุลินทรีย์ที่สามารถทนความร้อนสามารถเหลือรอดได้ จุลินทีย์ที่อาจปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควันและเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร ได้แก่ *V. parahaemolyticus* และ *C. perfringens* หรือจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ เช่น *S. aureus*

Food Infection หมายถึง แบคทีเรียที่ปนเปื้อนลงไปในอาหารแล้วเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณมากขึ้น เมื่อผู้บริโภคอาหารที่มีเชื้อเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่เข้าไปในจำนวนที่มากพอ เชื้อแบคทีเรียจะเข้าไปทำลายระบบทางเดินอาหารทำให้เกิดอาการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาการปวดท้อง ท้องเดิน (gastrocteritis) แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคลักษณะนี้ ได้แก่ เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* , *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus*

ก. *Vibrio parahaemolyticus*

เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ตรวจพบได้มากในอาหารทะเล เช่น ปลา หอย เป็นต้น ตามแถบชายฝั่งทะเลในทวีปเอเชีย ยุโรป สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และอเมริกาใต้ มักจะเกิดการระบาดมากในประเทศญี่ปุ่น ทั้งนี้เนื่องจากชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคปลาดิบ การระบาดมักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อน เพราะว่าอุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อระยะฟักตัวของโรคอยู่ในช่วง 24-48 ชั่วโมง (โดยมาก 14-20 ชั่วโมง) หลังจากรับประทานอาหารที่มีเชื้อนี้ปนเปื้อนอยู่ อาการของโรคจะเริ่มจากปวดท้องอย่างรุนแรง ตามด้วยคลื่นไส้ อาเจียน และอุจจาระร่วง ในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงอาจมีเลือดปนมากับอุจจาระด้วย โดยมากแล้วผู้ป่วยจะมีอาการปวดศีรษะและมีไข้สูงเล็กน้อย ซึ่งอาหารดังกล่าวนี้มักทำให้แพทย์วินิจฉัยผิดพลาดอยู่เสมอ เนื่องจากอาการของโรคนี้จะคล้ายคลึงกับ salmonellosis หรือโรคบิด (dysctery)

Vibrio parahaemolyticus จัดเป็นแบคทีเรียที่ชอบเจริญในที่มีเกลือ (halophilic bacteria) มีรูปร่างเป็นท่อนตรงหรือโค้งเล็กน้อยขนาด 1 – 3 um × 0.4 – 0.5 um ติดสีแกรมลบ มีแฟลกเจลลา (flagella) โดยที่ลักษณะของแฟลกเจลลาจะแตกต่างตามสภาพที่เลี้ยง เช่น ลักษณะของแฟลกเจลลาจะแตกต่างตามสภาพที่เลี้ยง เช่น ลักษณะที่ปลายเซลล์ (single polar) เมื่อเจริญในอาหารเหลว (broth) หรือในลักษณะที่อยู่รอบเซลล์ (peritrichous) เมื่อเจริญบนอาหารแข็ง (agar) เป็นต้น ลักษณะของ *Vibrio parahaemolyticus* นี้จะมีโคโลนีสีเขียว-น้ำเงิน แบนราบ โคโลนีกลม (นันทนา, 2537 ก) เชื้อนี้จัดเป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต หรือต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย สร้างกรดแต่ไม่เกิดก๊าซ เจริญได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 15 – 43 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญได้แก่ 35 – 39 องศาเซลเซียส) pH ระหว่าง 5 – 9 (pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญ 7.6 – 8.6) ความเข้มข้นของเกลือตั้งแต่ร้อยละ 0.5 – 9.0 (ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ ร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4) ซึ่งสามารถอาศัยสมบัติดังกล่าว และสมบัตทางชีวเคมีต่างๆในการแยกวินิจฉัยเชื้อนี้ และอาศัยสมบัติทางชีวเคมีดังกล่าวในการแยกวินิจฉัยเชื้อนี้จากกลุ่ม halophilic vibrios อื่นๆ (วราวุฒิ, 2539)

การปนเปื้อนของ *Vibrio parahaemolyticus* ในปลาสำลีรมควันนั้นมักปนเปื้อนมาจากปลาสดเอง ดังนั้นการป้องกันจึงควรรักษาสุขลักษณะที่ดีในขณะทำการผลิต และควบคุมปัจจัยต่างๆที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดังกล่าว เช่น ปริมาณความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิในการทำ และการบรรจุในสภาพสุญญากาศ

ข. *Clostridium perfringens*

เชื้อ *Clostridium perfringens* มีลักษณะเป็นรูปท่อนปลายตัด (blunt ends) ไม่เคลื่อนที่ มีขนาด 0.8 × 1.5 ไมโครเมตร ยาว 2 – 4 ไมโครเมตร และบ่อยครั้งที่เห็นเซลล์มีรูปร่างที่เรียกว่า "box-car" อย่างไรก็ตามเซลล์ที่เริ่มเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่ๆมีแนวโน้มที่จะมีรูปร่างสั้นและบางครั้งอาจกลมในขณะที่เซลล์ที่บ่มทิ้งไว้นาน จะมีรูปร่างยาวกว่าและอาจมีรูปร่างที่ต่อกันเป็นสายเกือบทั้งหมด หลังจากเพาะเชื้อบน blood agar และบ่มทิ้งไว้หนึ่งคืน โคโลนีที่ขึ้นมักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 – 3 มิลลิเมตร และบางครั้งถ้าบ่มเพาะนานอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 – 15 มิลลิเมตร ลักษณะโคโลนีแบนราบ บางครั้งอาจมีรูปร่าง rhizoid บางโคโลนีอาจแผ่ออก

คุณสมบัติเด่นของแบคทีเรียชนิดนี้ คือ เมื่อเจริญบน blood agar จะมีความสามารถในการทำลายเม็ดเลือดแดงแบบ double zone of hemolysis, ขณะเจริญบน egg –yolk agar จะสร้างเอนไซม์ lecithinase และทำให้เกิด stormy fermentation ของ lismus milk หรือเกิด proteolysis ของ milk agar

Clostridium perfringens เป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่แยกได้จากคนและมักพบเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นของระบบทางเดินอาหาร บางครั้งยังพบเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่ผิวหนัง สามารถทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ติดเชื้อในกระแสเลือด gangrenous cholecystitis ตามด้วยแท้งติดเชื้อและติดเชื้อในช่องปอด *C. perfringens* แตกต่างจากเชื้อ *Clostridium* อื่นๆ คือเมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไป สามารถสร้างแคปซูล มักไม่สร้างสปอร์ ถ้าสร้างสปอร์ สปอร์จะอยู่ค่อนไปทางปลายเซลล์ (subterminal) เชื้อถูกแบ่งออกเป็น 5 ชนิดตามชนิดสารพิษที่ผลิต (A – E) โดยที่ type A (เป็น phosphorylcholine และ diglyceride) ทำให้เกิดโรคในคนและสร้างเอนไซม์มากมาย เช่น lecithinase เพื่อย่อย lecithin ในเซลล์เมมเบรน นอกจากนี้ยังผลิตเอนไซม์ collagenase, hyaluronidase, Dnase เป็นต้น บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วง ท็อกซินเหล่านี้ ได้แก่ alpha-toxin, beta-toxin

Clostridium perfringens เป็นเชื้ออีกชนิดรองจาก *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* ที่เป็นสาเหตุในการก่อโรคอาหารเป็นพิษ (food-borne disease) ส่วนใหญ่มักมีอุบัติการเกิดในประเทศสหรัฐอเมริกา การทำให้เกิดโรคของ *Clostridium perfringens* มักเกิดจากสายพันธุ์ที่สามารถสร้างท็อกซิน type A อาการของโรคเกิดขึ้นได้โดยรับประทานเนื้อวัว ไก่ หมู ไก่งวงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารอื่นๆ ที่มีเชื้อก่อโรคเข้าไปประมาณ 10^8 เซลล์ต่อกรัมของอาหาร อาการป่วยเกิดขึ้นหลังจาก *Clostridium perfringens* 10^8 เซลล์เข้าถึงลำไส้เล็กและเริ่มสร้างสปอร์ขึ้นที่นั่น เมื่อสปอร์เจริญเพิ่มจำนวนเป็นเซลล์จะสร้าง enterotoxin (น้ำหนักโมเลกุล 34,000 กิโลดาลตัน) ทำให้มีอาการปวดท้องรุนแรงอย่างเฉียบพลันภายในเวลา 7 – 15 ชั่วโมงหลังจากรับประทานอาหารปนเปื้อนเข้าไป ท้องเสีย แต่มักไม่มีอาการอาเจียนหรือไข้ และอาการจะหายเองภายใน 1 – 2 วัน แต่บางสายพันธุ์หลังจากทำให้ติดเชื้อที่บาดแผลแล้วเชื้อที่เจริญแบ่งตัวแพร่กระจายไปตามที่ต่างๆ โดยอาศัยเอนไซม์ช่วยในการกระจายและยังผลิตท็อกซินที่มีพิษทำลายเซลล์ทำให้เซลล์ต่างๆ ในร่างกายอักเสบ บวมแดง เกิดภาวะกล้ามเนื้อตาย (myonecrosis) อาการติดเชื้อที่มดลูกไปจนถึงโลหิตเป็นพิษ เป็นต้น (นันทนา, 2537 ข)

ค. *Staphylococcus aureus*

เชื้อนี้เป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสามารถพบทั่วไปในสัตว์และส่วนต่างๆของร่างกายมนุษย์ เช่นบนผิวหนัง ในปาก มือ สิว และโดยเฉพาะช่องจมูก จุลินทรีย์พวกนี้เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางสาธารณะสุข และยังเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถอยู่รอดในธรรมชาติได้ดีชนิดหนึ่ง จุลินทรีย์ชนิดนี้เป็นจุลินทรีย์ที่มีรูปร่างกลม (cocci) อยู่เป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในที่มีอากาศเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) และเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophile) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37 – 40 องศาเซลเซียส ทนต่อความแห้งได้สูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปนเปื้อนอยู่ในสารอินทรีย์ เช่น เลือด น้ำเหลือง สามารถเจริญได้เมื่อมีค่า a_w ระหว่าง 0.84 – 0.92 สามารถทนเกลือได้ดี pH ที่เหมาะแก่การเจริญคือ 4.8 – 9.4 ไม่สร้างสารพิษที่ pH ต่ำกว่า 5.2 ลักษณะโคโลนีมีสีทองเหลือง หรือไม่มีสี เมื่อเจริญบนอาหารแข็ง coagulase positive เนื่องจากสามารถสร้างเอนไซม์ coagulase เรียกว่า *Staphylococcus aureus* coagulase positive ซึ่งสามารถสร้าง enterotoxin ที่เป็นสารเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ นอกจากนี้เอนไซม์ coagulase จะทำให้ plasma แข็งตัว เกิดการสร้าง hemolysin ที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก และเชื้อ *Staphylococcus aureus* สามารถสร้างเอนไซม์ lecitinase ที่สามารถย่อยสลายไข่แดงได้

Staphylococcus aureus จะเจริญในอาหารแล้วสร้างสารพิษที่เรียกว่า enterotoxin ออกมาสะสมอยู่ในอาหาร เริ่มสร้างสารพิษเมื่อเจริญได้ปริมาณเซลล์ไม่น้อยกว่า 10^6 เซลล์ enterotoxin เป็นสารพิษที่เป็นโปรตีน มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 26,000 และ 30,000 ซึ่งสารพิษนี้มีอยู่ 5 ชนิดด้วยกัน คือ A, B, C , D และ E แต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษแตกต่างกัน สารพิษ A และ D เป็นสารพิษที่พบมากในผู้ที่เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และสารพิษชนิด B เป็นสารพิษที่ทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อบริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้เพียง 1 ไมโครกรัมก็จะทำให้เกิดลักษณะอาการของโรคอาหารเป็นพิษคือ เกิดอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วง 1 – 2 วัน ผู้ป่วยบางรายจะมีอาการตัวเย็น เหงื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออก เป็นตะคริว หายใจอ่อน และมีความดันเลือดต่ำ โดยเริ่มมีอาการภายหลังการบริโภคอาหารที่มีสารพิษเพียง 1 – 6 ชั่วโมง อาการเหล่านี้สามารถหายไปเองได้ภายหลังจากที่ถ่ายอาหารที่มีเชื้อออกไปหมดแล้ว โรคนี้ถ้าเกิดกับเด็กอาจมีอาการรุนแรงขนาดถึงตายได้

เซลล์ของ *Staphylococcus aureus* สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป แต่สารพิษ enterotoxin ไม่สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรซ์ได้ แม้แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องก็ไม่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้ ดังนั้นควรมีการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร และป้องกันการเจริญของเชื้อนี้โดยไม่ควรเก็บอาหาร ในช่วงอุณหภูมิที่เสี่ยงต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (dangerous zone termperature) คือ 5 – 63 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้เชื้อ *Staphylococcus aureus* ในอาหารเป็นดัชนีบ่งชี้สุขวิทยาของอาหาร (indicator microorganism) ซึ่งบ่งถึงการประกอบอาหารไม่ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากเชื้อนี้จากผิวหนัง ปาก จมูก และบาดแผล ปนเปื้อนลงในอาหาร สามารถพบเชื้อนี้ในอาหารเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (สุมาลี, 2527)

2.4 ปัจจัยในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน

ในการยับยั้งหรือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร ต้องอาศัยปัจจัยหลายปัจจัยร่วมกัน ปัจจัยที่ใช้ได้แก่ อุณหภูมิ, pH, a_w และสารเจือปน เป็นต้น การใช้ปัจจัยดังกล่าวในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารเรียกว่า "hurdle technology" ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จมากในการควบคุมจุลินทรีย์

ปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน มีดังต่อไปนี้

1. ค่า Water Activity (a_w)

น้ำที่อยู่ในอาหารจะอยู่ในหลายสภาพ เช่น อยู่ในสภาพอิสระ (free water) ในสภาพที่จับอยู่กับโมเลกุลของอาหาร (bound water) เป็นต้น ตามปกติความชื้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้น ถ้าทำให้น้ำอิสระลดลงมาในระดับหนึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ก็จะสามารถที่จะลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้

Water Activity (a_w) หรือ available water หมายถึงปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ ค่า water activity ในอาหาร สามารถทำให้ลดลงได้โดยอาศัยวิธีการต่างๆ ประกอบด้วย การแยกน้ำออก (dehydration) การเติมตัวถูกละลาย (solute) เช่น น้ำตาล หรือ เกลือ หรือ แช่แข็ง (freezing) ค่า a_w มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และในแง่ของการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร จึงจำเป็นต้องควบคุมค่า a_w ให้อยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย โดยทั่วไประดับ a_w ของอาหารที่มีความปลอดภัยในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรมีค่า $\leq$ 0.70 แต่ถึงแม้ว่าอาหารจุมีค่า a_w ต่ำ แต่อาหารอาจเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์ในอาหารนั้น ถึงแม้จะมีอัตราในการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำก็ตาม (วราวุฒิ, 2538) อาหารชนิดต่างๆอาจมีค่า a_w แตกต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของกลุ่มอาหารที่ค่า a_w ต่างๆ

a_w Values	Food
0.98 and above	Fresh meat and fish
	Fresh fruits and vegetables
	Milk and most beverages
	Canned vegetables in brine
	Canned fruits in light syrup
0.93 – 0.98	Evaporated milk
	Tomato paste
	Processed cheese
	Bread
	Canned cured meats
	Fermented sausage (not dried)
	Canned friuts in heavy syrup
	Gouda cheese
0.85 – 0.93	Dry or fermented sausage
	Dried beef
	Raw ham
	Aged cheddar cheese
	Sweetened condensed milk
0.60 – 0.85	Dried fruit
	Flour
	Cereals
	Jams and jellies
	Nuts
	Some aged cheeses

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Below 0.60	Intermediate-moisture foods Chocolate Confectionery Honey Biscuits Crackers Potato chips Dried eggs, milk, and vegetables

ที่มา : วราวุฒิ, 2538

การรมควันเป็นการรวมกันของการทำแห้งและการเติมสารเคมีจากควันสู่ปลา ซึ่งเป็นการถนอมอาหารและการเพิ่มกลิ่นที่ดี ปัจจุบันการรมควันปลามีมากการรมควันโดยใช้เวลาในการรมควันนานๆ เป็นการเพิ่มกลิ่นและมีความแห้งเล็กน้อย เรียกปลาประเภทนี้ว่า Kippered fish ปลาประเภทนี้มีอายุการเก็บสั้นภายใต้การเก็บในอุณหภูมิแช่เย็น เมื่อมีค่า a_w มีค่าสูงมากพอที่จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียจากการเจริญของจุลินทรีย์ ระยะเวลาในการเก็บรักษาในสภาพแช่เย็นที่หลากหลาย ซึ่งมีตั้งแต่ปลาสดจนถึงปลาเค็มตากแห้ง เพราะฉะนั้นการจำแนกกลุ่มของอาหารทะเลรมควันจึงขึ้นกับวิธีและระดับของกระบวนการผลิต (Pigott และคณะ, 1990)

2. ความเข้มข้นของเกลือ

เกลือเป็นสารประกอบที่ช่วยลดค่า a_w ของอาหารและส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อจุลินทรีย์ เกลือที่นิยมใช้ ได้แก่ เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โดยความเข้มข้นของเกลือที่ใช้จะเป็นตัวกำหนดผลที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ความเข้มข้นที่ใช้เพียงพอที่ป้องกันหรือทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง ผลของเกลือที่ใช้อาจกล่าวเป็นข้อๆได้ดังนี้

1. เกลือทำให้ความดันออสโมติกสูงขึ้นและก่อให้เกิด plasmolysis ของเซลล์ ส่วนความเข้มข้นของเกลือที่จำเป็นต่อการยับยั้งหรือการทำลายเซลล์ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์เป็นสำคัญ

2. เกลือทำให้อาหารแห้งโดยดึงน้ำออกไปจากอาหารหรือโดยการจับความชื้นเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นกับเซลล์จุลินทรีย์ที่ถูกทำให้แห้งด้วยเกลือ

3. เกลือจะเกิดการแตกตัวเป็นประจุคลอไรด์ซึ่งก่อให้เกิดผลร้ายต่อจุลินทรีย์

4. เกลือมีผลทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในความชื้นหรือน้ำลดลง

5. เกลือทำให้เซลล์ถูกกระทบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ง่าย

6. เกลือจะมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการย่อยสลายโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของเกลือในการต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ขึ้นกับความเข้มข้นและอุณหภูมิเป็นสำคัญ ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของค่า a_w และความเข้มข้นของน้ำเกลือ ดังตารางที่ 2 ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือสูงขึ้นจะทำให้ค่า a_w ลดลง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่า a_w และความเข้มข้นของน้ำเกลือ

a_w	ความเข้มข้นของน้ำเกลือ (Molar)	เปอร์เซ็นต์ (W/V)
0.995	0.15	0.9
0.99	0.30	1.7
0.98	0.61	3.5
0.96	1.20	7.0
0.94	1.77	10.0
0.92	2.31	13.0
0.92	2.83	16.0
0.88	3.33	19.0
0.86	3.81	20.0

ที่มา : วราวุฒิ, 2538

การแช่ปลาในน้ำเกลือจนท่วมชิ้นปลา เกลือจะรักษาความสดและให้กลิ่นน้ำเกลือที่ใช้แช่ปลาและดูดซึมเกลือมีความสัมพันธ์กับไขมันปลาของปลาแต่ละชนิด น้ำเกลือที่ใช้ในการแช่ปลาจะมีความเค็มลดลงเนื่องจากน้ำบนผิวปลาจะเจือจางน้ำเกลือและปลาจะดูดซับความเค็มของน้ำเกลือจะได้ผลดีถ้ามีการกวนระหว่างการแช่น้ำเกลือ (Pigott และคณะ, 1990)

3. ควันไม้ (Woodsmoke)

วัตถุประสงค์หลักในการรมควันอาหารก็เพื่อเพิ่มรสชาติที่ต้องการแก่อาหาร อีกทั้งเพื่อถนอมอาหารชนิดนั้นด้วย กระบวนการรมควันนี้สามารถช่วยถนอมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณผิวหน้าอาหาร ทั้งนี้เพราะเหตุผลหลายประการคือ เนื่องจากสารเคมีที่อยู่ในควันที่ใช้รมมีประสิทธิภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์ หรือเนื่องจากผลของความร้อนร่วมกับสารที่มีอยู่ในควันในระหว่างรมควัน หรือเนื่องจากผลของการดึงน้ำออกจากผิวของอาหาร

ในระหว่างการรมควันจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของการรมควันสมบูรณ์เต็มที่ อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาของการรมควันจะขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของอาหารเป็นสำคัญ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างของการรมควันเนื้อสัตว์ จะใช้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 43 – 71 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาตั้งแต่ 2 – 3 ชั่วโมงจนถึงหลายวัน

ตามปกติแล้วควันไม้ (woodsmoke) ประกอบด้วยสารระเหย (volatile compound) หลายชนิดซึ่งอาจเป็นสาเหตุของผลการยับยั้งแบคทีเรีย (bacteristatic) และการทำลายแบคทีเรีย (bacteriocidal) สารระเหยที่สำคัญ ได้แก่ ฟแร์มัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในบรรดาสารระเหยที่มีอยู่ในควันไม้ นอกจากนี้ สารระเหยที่สำคัญยังประกอบด้วย ฟีนอล (phenols) และครีซอล (cresol) เป็นต้น

ในกรณีของผลของควันไม้ที่มีต่อจุลินทรีย์พบว่า ควันไม้จะมีผลต่อเซลล์ปกติมากกว่าสปอร์ของแบคทีเรีย ส่วนอัตราในการทำลายจุลินทรีย์ของควันจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของสารระเหยและอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งจะแปรเปลี่ยนตามชนิดของไม้ที่ใช้เป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม ผลที่เหลือของควันในอาหารยังพบว่ามีผลต่อการยับยั้งเชื้อราอีกด้วย (วราวุฒิ, 2538)

4. <u>เครื่องเทศ</u> (Spices)

โดยทั่วไปเครื่องเทศและสารปรุงรสอาหารอื่นๆ จะไม่แสดงผลในการยับยั้งแบคทีเรียเมื่อใช้ความเข้มข้นในระดับที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แต่อาจช่วยสารอื่นๆในการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร อย่างไรก็ตามผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ของเครื่องเทศจะขึ้นกับชนิดของเครื่องเทศและชนิดของจุลินทรีย์ (วราวุฒิ, 2538)

5. <u>การบรรจุแบบสุญญากาศ</u> (Vacuum Packaging)

ในสภาวะสุญญากาศนั้น จะเป็นการช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกที่ใช้อากาศหรือต้องการอากาศเพียงเล็กน้อยในการดำรงชีพ การบรรจุผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในปลาสำลีรมควัน

2.5 การเสื่อมคุณภาพของปลาสำลีรมควัน

ในแถบร้อนการเสื่อมคุณภาพหลังการแปรรูปเป็นปลารมควันเป็นปัญหาที่พบเสมอๆรวมทั้งคุณค่าทางอาหารที่ลดลงระหว่างการแปรรูป เพราะการรมควันที่ 100 องศาเซลเซียส จะทำให้ lysine availability และ Net Protein Utilization (NPU) ลดลงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการแปรรูปโดยการใส่เกลือและรมควัน มีแบบวิธี hot smoking เท่านั้น ที่จะมีผลต่อคุณค่าทางอาหารของโปรตีน ส่วนการเสื่อมคุณภาพทางด้านอื่นๆ ได้แก่ การเกิด oxidation ของไขมัน, การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และการถูกทำลายโดยแมลง ในปลารมควันมีรายงานว่าน้ำหนักปลาจะสูญเสียไปประมาณร้อยละ 35 เนื่องจากแตกหักเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยแบบนี้ (Fragmentation) (นงนุช, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. ปลาสำลี ขนาดตัวละ 1 กิโลกรัมต่อ 1 ตัว
2. เกลือ
3. เครื่องเทศชนิด ALL SPICE
4. น้ำสะอาด

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. กะละมังแสตนเลสขนาดกลาง
2. เครื่องชั่ง
3. ตะขอเกี่ยว
4. ตู้อบลมร้อน
5. ตู้รมควัน
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. เครื่องวัดค่า water activity
8. บีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร
9. ปิเปต 1 มิลลิลิตร
10. กระบอกตวง
11. หลอดทดลองขนาดกลาง
12. แล็ค
13. จานเพาะเชื้อ
14. ตะเกียงแอลกอฮอล์
15. แอลกอฮอล์ 95%, 70%
16. loop
17. ขวดใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ
18. L – spreader
19. Stomacher
20. Larminar flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. Autoclave
22. Incubator
23. เครื่อง vortex
24. เครื่อง vacuum

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. Plate Count Agar (PCA)
2. Thioglycolate Citrate Bile Salt Agar (TCBS agar)
3. Trypticase Soy Broth (TSB)
4. Sulfite Polymycin Sulfadiazine (SPS)
5. Mannitol Salt Egg Yolk (MS-EY)
6. Cooked Meat
7. NaCl

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสูตรปลาสำลีรมควันที่เหมาะสม

1.1 การเตรียมปลาสำลีเพื่อใช้ในการรมควัน

1.1.1 คัดเลือกปลาสำลีสดขนาดตัวละ 1 กิโลกรัมมา 2 ตัว

1.1.2 นำปลามาตัดหัวผ่าท้องเพื่อเอาเครื่องในออก

1.1.3 นำมาล้างเอาเลือดออกด้วยน้ำสะอาด

1.1.4 นำปลามาแล่ให้ได้ครึ่งตัวก่อน จากนั้นค่อยนำมาหั่นให้ได้ 4 ชิ้นต่อ 1 ตัว จะได้ปลาจำนวน 8 ชิ้น

1.1.5 นำชิ้นปลาที่หั่นมาสะเด็ดน้ำ

1.2 การเตรียมสูตรน้ำเกลือที่ใช้ทำปลาสำลีรมควัน : โดยทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 สูตร คือ

1.2.1 สูตรน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของเกลือ 13% มีส่วนประกอบดังนี้

เกลือ	130	กรัม
น้ำสะอาด	1000	มิลลิลิตร

1.2.2 สูตรน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของเกลือ 13% ผสมกับเครื่องเทศ ALL SPICE 0.4% มีส่วนประกอบดังนี้

เกลือ	130	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALL SPICE บดละเอียด	4	กรัม
น้ำสะอาด	1000	มิลลิลิตร

1.3 การทำปลาสำลีรมควัน

1.3.1 นำปลาที่เตรียมจากข้อ 1.1.5 จำนวน 8 ชิ้นมา แบ่งแช่ในน้ำเกลือสูตรที่ 1 4 ชิ้น และสูตรที่ 2 4 ชิ้น โดยแช่ให้ท่วมตัวปลาเป็นเวลา 30 นาที

1.3.2 นำปลาที่ได้จากข้อ 1.3.1 มาอบลมร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 75 – 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

1.3.3 นำปลาที่ได้หลังจากอบลมร้อนแล้ว มารมควันในตู้รมควันด้วยชานอ้อยที่อุณหภูมิประมาณ 80 – 90 องศาเซสเซียสเป็นเวลา 1- 2 ชั่วโมง

1.3.4 นำมาทางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 45 นาที

1.3.5 นำมาบรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก PE ถุงละ 1 ชิ้น

1.3.6 นำปลาสำลีรมควันบรรจุสุญญากาศที่ ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพของปลาสำลีรมควันในระหว่างการเก็บรักษา

2.1 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส : โดยทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ภายหลังการรมควัน โดยตรวจสอบคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1.1 ลักษณะปรากฏ

2.1.2 สี

2.1.3 รสสัมผัส

2.1.4 กลิ่น

2.1.5 ความชอบโดยรวม

โดยทำการตรวจสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Hedonic Rating Scale

2.2 ตรวจหาค่า a_w ของปลาสำลีรมควัน : โดยทำการตรวจตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรก่อนการรมควันและภายหลังการรมควันก่อนการบรรจุ ด้วยเครื่องวัดค่า water activity

2.3 ตรวจสอบทางจุลชีววิทยา : โดยทำการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร ภายหลังการบรรจุทุกๆ 10 วันเป็นเวลา 40 วัน โดยทำการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ดังต่อไปนี้

2.3.1 ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในปลาสำลีรมควัน โดยวิธีการต่อไปนี้

- ชั่งปลาสำลีรมควัน 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือ 0.85% ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1:10

- ทำการตีป่นปลาสำลีรมควันด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า หรือ Stomacher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เตรียมสารละลายน้ำเกลือ 0.85% มา 9 มิลลิลิตร ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้วใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางที่ฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

- นำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับที่เหมาะสม ปิเปตตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำอาหาร PCA (Plate Count Agar) ที่หลอมเหลวอยู่ในสภาพที่ไม่ร้อนจนเกินไปเทลงสู่จานเพาะเชื้อ แกว่งจานเพาะเชื้อไปมาเบาๆเพื่อให้วุ้นอาหารและเชื้อที่ผสมอยู่กระจายทั่วก้นจาน ตามหลักการที่เรียกว่า "Pour Plate Technique"

- นำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง

2.3.2 การตรวจหาเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* โดยวิธีการต่อไปนี้

- ชั่งปลาสำลีรมควัน 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือ 3% ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1:10

- ทำการตีป่นปลาสำลีรมควันด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า หรือ Stomacher

- เตรียมสารละลายน้ำเกลือ 3% มา 9 มิลลิลิตร ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้วใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางที่ฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

- ทำการ pre-cnrich ด้วยการนำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารระดับ 1:10 , 1:100 และ 1:1000 ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลางที่มีอาหาร Trypticase Soy Broth (TSB) ที่เติม NaCl ลงไป 3% ปริมาณ 9 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร ทำซ้ำระดับการเจือจางละ 3 ซ้ำ โดยที่ระดับความเจือจาง 1 :10 จะใส่ในอาหารที่มีความเข้มข้นถึง 2 เท่าของสูตรอาหารปกติ

- นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- ทำการ strcak platc ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Thioglycolate Bile Salt Agar (TCBS agar)

- นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3.3 การตรวจหาเชื้อ *Clostridium perfringens* โดยวิธีการต่อไปนี้

- ชั่งปลาสำลีรมควัน 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือ 0.85% ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1:10

- ทำการตีป่นปลาสำลีรมควันด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า หรือ Stomacher

- เตรียมสารละลายน้ำเกลือ 0.85% มา 9 มิลลิลิตร ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้วใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางที่ฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการ pre-enrich โดยการปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 1:10 มา 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีอาหาร Cooked Meat (โดยมีอัตราส่วนระหว่าง Cooked Meat 1.25 กรัมต่อน้ำ 10 มิลลิลิตรแล้วทำการต้มลงในน้ำเดือดเพื่อไล่อากาศออก) จากนั้นเทวุ้นทับให้หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร

- นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- นำเชื้อจากหลอดที่ทำการ pre-enrich มา 1 ลูป Streak Plate ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Sulfite Polymycin Sulfadiazine (SPS)

- นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3.4 การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยวิธีการต่อไปนี้

- ชั่งปลาสำลีรมควัน 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือ 0.85% ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1:10

- ทำการตีป่นปลาสำลีรมควันด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า หรือ Stomacher

- เตรียมสารละลายน้ำเกลือ 0.85% มา 9 มิลลิลิตร ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้วใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางที่ฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

- ทำการ pre-enrich โดยการปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจาง 1:10 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในหลอดทดลองที่มีอาหาร Trypticase Soy Broth (TSB) ที่เติม NaCl ลงไป 10%

- นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- นำเชื้อจากหลอดที่ทำการ pre-enrich มา 1 ลูป Streak Plate ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร MS-EY (Mannitol Salt ที่เติม egg yolk ลงไป 3%)

- นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.1 วิเคราะห์ความแตกต่างเบื้องต้นด้วยโปรแกรม RCBD (Randomized Complete Block Design) มีระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96886

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน

ผลการทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร โดยวิธี Hedonic Rating Scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสำลีรมควันสูตรแช่น้ำเกลือ 13% (สูตรที่ 1) และสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE (สูตรที่ 2)

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	รสสัมผัส	กลิ่น	ความชอบโดยรวม
1	4.12^{a}	3.80^{a}	3.68^{a}	3.60^{a}	3.72^{a}
2	3.12^{b}	3.28^{b}	3.92^{a}	3.88^{a}	3.68^{a}

จากตารางที่ 3 พบว่า การยอมรับในคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านลักษณะปรากฏและสีของปลาสำลีรมควัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านรสสัมผัส กลิ่น และความชอบโดยรวมที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2 ศึกษาผลของการรมควันที่มีต่อค่า Water Activity (a_w)

จากการตรวจหาค่า a_w ของปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร ก่อนและภายหลังการรมควันที่อุณหภูมิ 85 – 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 -- 2 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่า Water Activity (a_w) ของปลารมควันสูตรแช่น้ำเกลือ 13% (สูตรที่ 1) และสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE (สูตรที่ 2) ก่อนและภายหลังการรมควัน

สภาพ	ค่า a_w ของปลาสำลีรมควัน	
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ก่อนรมควัน	0.903 ± 0.066	0.879 ± 0.04
หลังรมควัน	0.862 ± 0.046	0.869 ± 0.017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 พบว่า การรมควันจะลดค่า a_w ของปลาทั้ง 2 สูตรได้เพียงเล็กน้อยคือ ประมาณ 3.76 – 3.86%

4.3 การตรวจหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร

ในการตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ในปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน โดยตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) , เชื้อ *V. parahaemolyticus* , เชื้อ *C. perfringens* และเชื้อ *S. aureus* ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 1

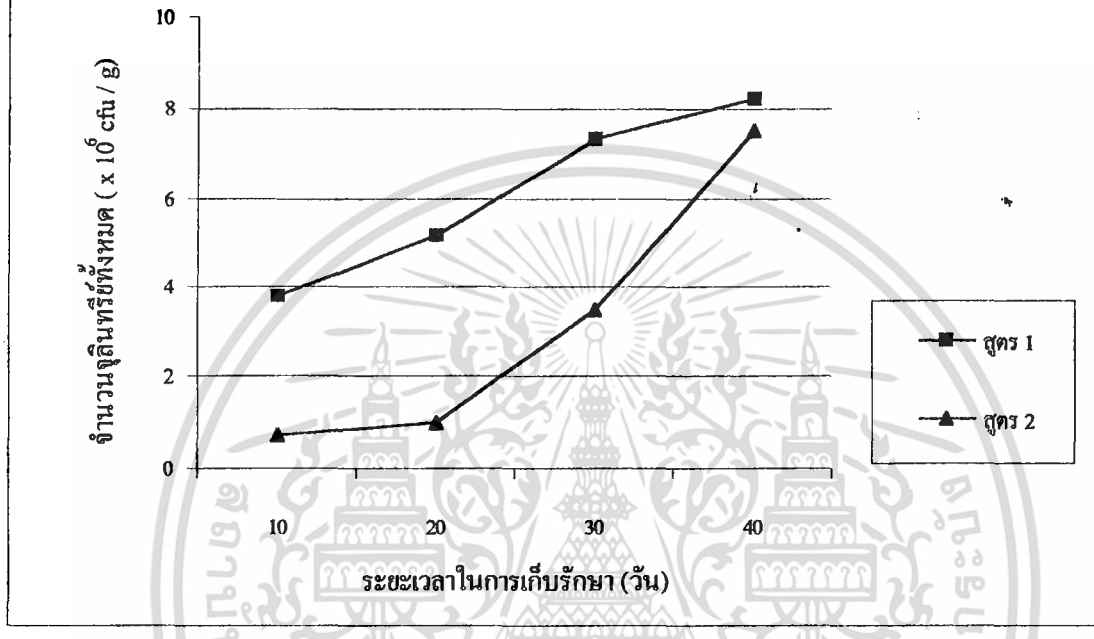
ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจหาเชื้อ *V. parahaemolyticus, C. perfringens, S. aureus* และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในปลาสำลีรมควันสูตรแช่น้ำเกลือ 13% (สูตรที่ 1) และสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE (สูตรที่ 2) ที่ผ่านการบรรจุแบบสูญญากาศ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน

สูตรปลาสำลีรมควัน	ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ (cfu/g)			
		V. parahaemolyticus	*C. perfringens*	*S. aureus*	TPC
สูตร 1	10	ND	ND	ND	3.8×10^6
	20	ND	ND	ND	5.2×10^6
	30	ND	ND	ND	7.3×10^6
	40	ND	ND	ND	8.2×10^6
สูตร 2	10	ND	ND	ND	7.2×10^5
	20	ND	ND	ND	9.6×10^5
	30	ND	ND	ND	3.5×10^6
	40	ND	ND	ND	7.5×10^6

จากตารางที่ 5 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในปลาสำลีรมควันสูตรที่ 1 ภายหลังการเก็บเป็นเวลา 10, 20, 30 และ 40 วัน มีจำนวน 3.8×10^6 , 5.2×10^6 , 7.3×10^6 และ 8.2×10^6 cfu/g ตามลำดับ ส่วนปลาสำลีรมควนสูตที่ 2 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 7.1×10^5 , 9.6×10^5 , 3.5×10^6 และ 7.5×10^6 cfu /g และตรวจไม่พบเชื้อ *V. parahaemolyticus, C. perfringens* และ *S. aureus* ในปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลารมควันทั้งสองสูตรกับระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16675

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อปลาสำลีรมควันสูตรที่ 1 คือปลาสำลีรมควันที่ผ่านการแช่ในน้ำเกลือ 13% และสูตรที่ 2 คือผ่านการแช่ในน้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏและสีของสูตรที่ 1 มากกว่าสูตรที่ 2 ส่วนคุณภาพทางรสสัมผัส, กลิ่น และ ความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้ความยอมรับไม่แตกต่างกัน ส่วนค่า a_w ของปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกันคือ มีค่าก่อนการรมควันประมาณ 0.903 – 0.879 และภายหลังการรมควัน 0.862 – 0.869 ซึ่งการรมควันไม่ได้เป็นกระบวนการที่ลดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนสำคัญในการผลิตปลาสำลีรมควันสามารถลดค่า a_w ได้คือ การอบลมร้อนอุณหภูมิ 75 – 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งค่า a_w ของผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้

และจากการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตรภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน พบว่า ปลาสำลีรมควันสูตรที่ 1 แม้จะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (< 0.05) แต่เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนปลาสำสีรมควันสูตรที่ 2 ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงขึ้นด้วย ส่วนเชื้อ *V. parahaemolyticus, C. perfringens* และ *S. aureus* ตรวจไม่พบในปลาสำลีรมควันทั้ง 2 สูตร แม้จะเก็บไว้เป็นเวลานานขึ้นก็ตาม

การรมควัน : ช่วยให้เกิดการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผู้บริโภค ช่วยลดค่า a_w ซึ่งมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์จึงช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาได้ ความร้อนที่ใช้ในการรมควันช่วยทำลายจุลินทรีย์บางชนิดได้ องค์ประกอบในควันไม้มีผลในการลดปฏิกิริยาของจุลินทรีย์

เกลือ 13% : ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถทนความเข้มข้นของเกลือได้เนื่องจากเกลือทำให้ความดันออสโมติกสูงขึ้น และก่อให้เกิด plasmolysis ของเซลล์ การแตกตัวของประจุคลอไรด์ก่อให้เกิดผลร้ายต่อจุลินทรีย์

เครื่องเทศ : อาจมีส่วนช่วยสารอื่นในการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (วราวุฒิ, 2538)

การบรรจุในสภาพสุญญากาศ : ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญ

ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าปลารมควันทั้ง 2 สูตรมีความเหมาะสมในด้านการยอมรับของผู้บริโภคเหมือนกัน ในด้านความชอบโดยรวม แต่แตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ เนื่องจากสูตร 2 หรือสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ผสมเครื่องเทศ ALL SPICE จะมีส่วนของเครื่องเทศติดอยู่ที่ผิวของ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตามในด้านการเก็บรักษาสูตร 2 มีแนวโน้มที่จะเก็บรักษาได้นานกว่าสูตร 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2530. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.กรุงเทพฯ:องค์การค้าของคุรุสภา.

นงนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทนา อรุณฤกษ์. 2537ก. การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรปส์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นันทนา อรุณฤกษ์. 2537ข. การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอนแอโรปส์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2539. บทปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหารขั้นสูง. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา.คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.กรุงเทพฯ

Kramlich, W.E. , Pearson A.M. and Tauber F.W. 1973. Process meat. New York:The AVI Publishing Co.Inc.

Nettleton,J.A.1985. Seafood Nutrition. New York: Van Nostrand Reinhold.

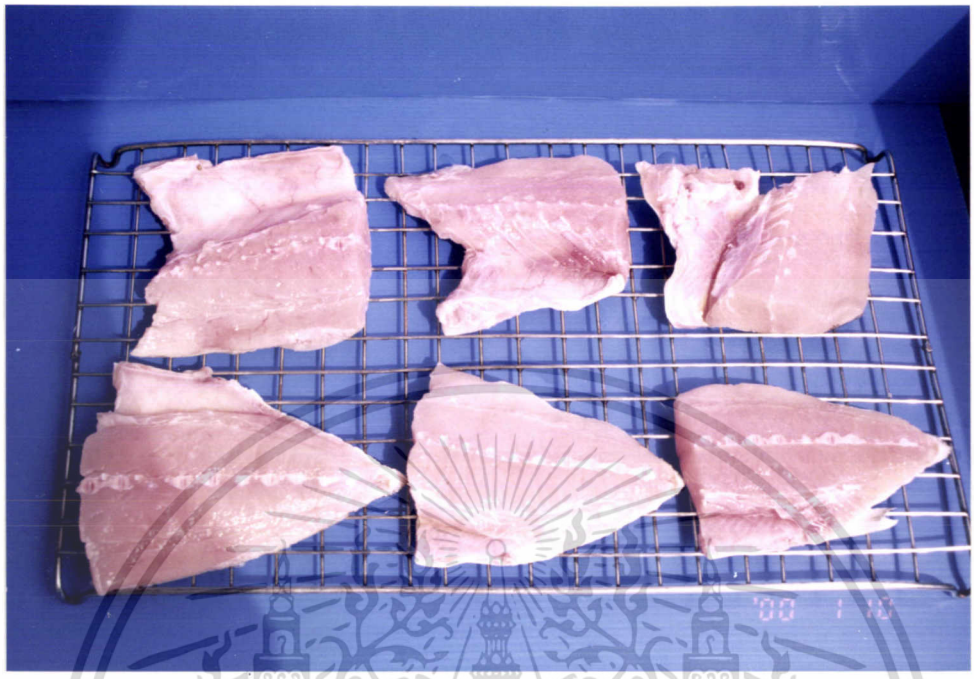
Pigott,G.M. and Tucker,B.W.1990. Sea food effects of technology on nutrition. New York: Marcell Dekker,Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

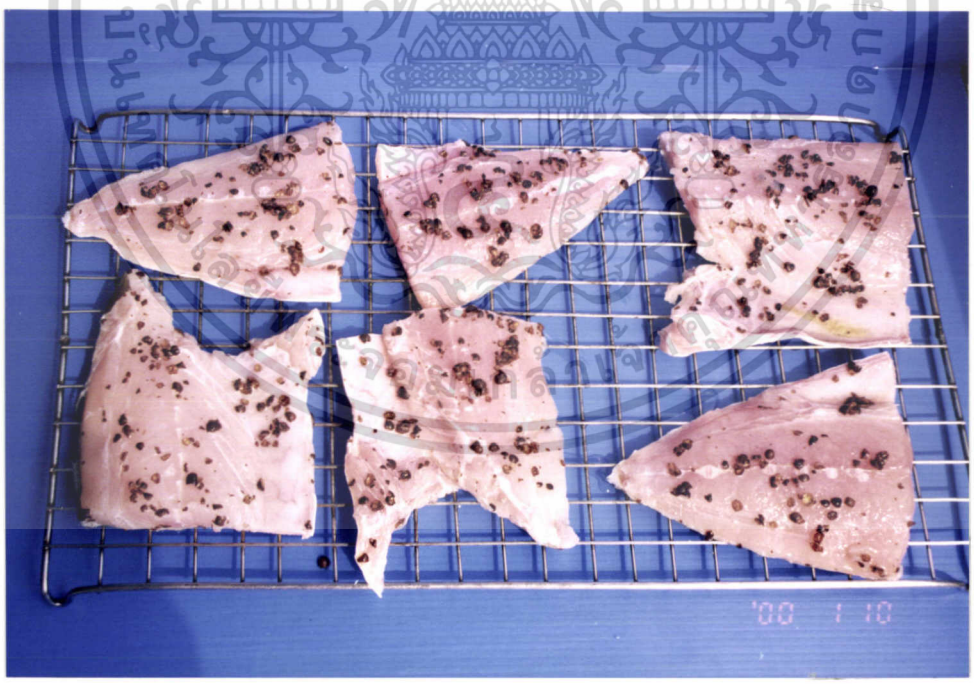
ภาคผนวก ก

ภาพภาคผนวกที่ ก.1 แสดงลักษณะของเครื่องเทศ ALL SPICE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

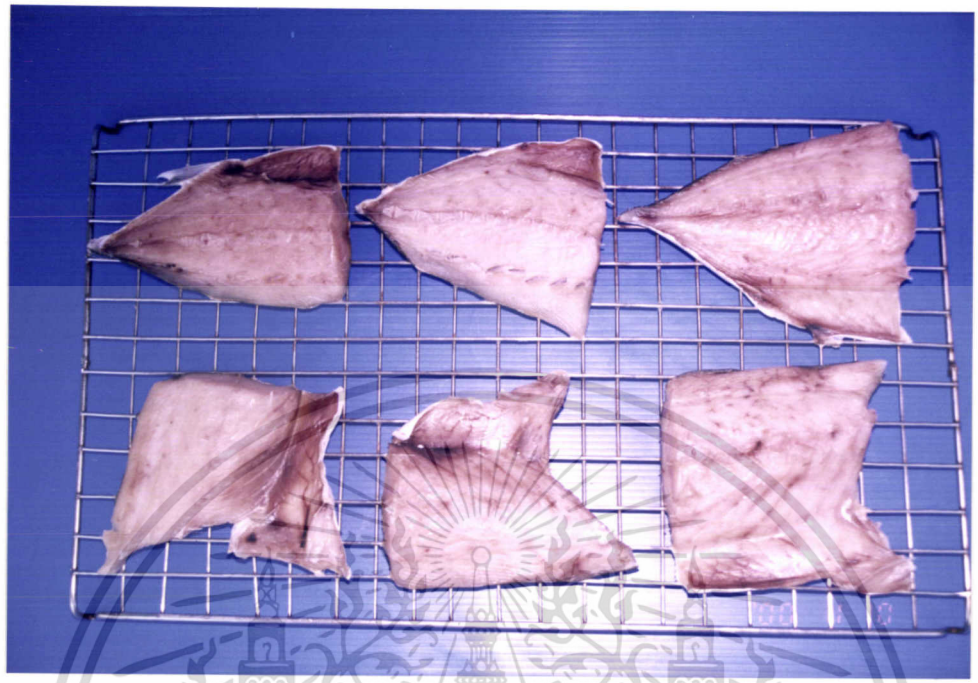


ภาพภาคผนวกที่ ก.2 แสดงลักษณะปลาหลังการแช่น้ำเกลือ 13%
เป็นเวลา 30 นาทีก่อนการอบลมร้อน



ภาพภาคผนวกที่ ก.3 แสดงลักษณะปลาหลังการแช่น้ำเกลือ 13% ที่ผสม
เครื่องเทศ ALL SPICE 0.4% เป็นเวลา 30 นาทีก่อนการอบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ก.4 แสดงลักษณะปลาสูตรแช่น้ำเกลือ 13%
หลังอบลมร้อน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ภาพภาคผนวกที่ ก.5 แสดงลักษณะปลาสูตรแช่น้ำเกลือ 13% ที่ผสม
เครื่องเทศ ALL SPICE 0.4% หลังอบลมร้อนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ ก.6 แสดงการเปรียบเทียบปลาสำลีรมควัน
หลังจากบรรจุสุญญากาศทั้ง 2 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคัดเลือกหาสูตรปลาสำลีรมควันที่เหมาะสมโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCB ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ

SOV	SS	df	MS	F	Sig. Of F
ตัวอย่าง	12.500	1	12.500	25.00	0.00
ผู้ชิม	7.280	24	0.303	0.607	0.886
error	12.000	24	0.500		
รวม	31.780	49	0.649		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น95%

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 การยอมรับทางด้านสี

SOV	SS	df	MS	F	Sig. Of F
ตัวอย่าง	3.380	1	3.380	26.000	0.000
ผู้ชิม	23.920	24	0.997	7.667	0.000
error	3.120	24	0.130		
รวม	30.420	49	0.621		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น95%

ตารางภาคผนวกที่ ข.3 การยอมรับทางด้านรสสัมผัส

SOV	SS	df	MS	F	Sig. Of F
ตัวอย่าง	0.720	1	0.720	1.301	0.265
ผู้ชิม	20.000	24	0.833	1.506	0.161
error	13.280	24	0.553		
รวม	34.000	49	0.694		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.4 การยอมรับทางด้านกลิ่น

SOV	SS	df	MS	F	Sig. Of F
ตัวอย่าง	0.980	1	0.980	2.471	0.129
ผู้ชิม	33.120	24	1.380	3.479	0.002
error	9.520	24	0.397		
รวม	43.620	49	0.890		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น95%

ตารางภาคผนวกที่ ข.5 ความชอบโดยรวม

SOV	SS	df	MS	F	Sig. Of F
ตัวอย่าง	0.020	1	0.020	0.027	0.870
ผู้ชิม	13.000	24	0.542	0.744	0.763
error	17.480	24	0.728		
รวม	30.500	49	0.622		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ ..... วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์ปลาสำลีรมควัน

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตามตัวเลขให้ตรงตามชนิดตัวอย่าง

ชอบมากที่สุด 5
ชอบมาก 4
ชอบ 3
ชอบน้อย 2
ไม่ชอบ 1

ตัวอย่าง	สูตรแช่น้ำเกลือ 13 %	สูตรแช่น้ำเกลือ 13% + ALL SPICE
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
เนื้อสัมผัส		
ความชอบ		

ข้อเสนอแนะ .....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

ง.1 อาหาร Plate Count Agar (PCA) ประกอบด้วย

ทริปโตน หรือ ทริปติเคส	5.0	กรัม
ยีสต์สกัด	2.5	กรัม
น้ำตาลกลูโคส	1.0	กรัม
วุ้น	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.0 บรรจุลงขวดฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.2 อาหาร Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose (TCBS agar) ประกอบด้วย

โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate)	10.0	กรัม
โซเดียมซิเตรท (Sodium citrate)	10.0	กรัม
Oxgall	5.0	กรัม
โซเดียมคลอเลท (Sodium chlolate)	3.0	กรัม
น้ำตาลซูโครส (Sucrose)	20.0	กรัม
โพลิเปปโตน (Polypeptone)	10.0	กรัม
ยีสต์สกัด	5.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	10.0	กรัม
ไอออนซิเตรท (Iron citrate)	10.0	กรัม
ไธมอลบลู (Thymol blue)	0.04	กรัม
บรอมไธมอลบูล (Bromthymol blue)	0.04	กรัม
วุ้น	14.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 8.6 ไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อ

ง.3 อาหาร Trypticase Soy Broth (TSB) ประกอบด้วย

ทริปติเคสเปปโตน (Trypticase peptone)	17.0	กรัม
เปปโตน	3.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5.0	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	2.5	กรัม
น้ำตาลกลูโคส	2.5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.3 ± 0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.4 อาหาร Sulfite Polymycin Sulfadiazine (SPS) ประกอบด้วย

ทริปโตน	15.0	กรัม
วุ้น	15.0	กรัม
ยีสต์สกัด	10.0	กรัม
เฟอร์รดซิเตรท (Ferric citrate)	0.5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.0 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นจึงเติมสารละลาย Seitz

สารละลาย Seitz ประกอบด้วย

สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ (Sodium sluphite) ความเข้มข้นร้อยละ 10	5.0	มิลลิลิตร
สารละลายโพลิมิกบีซัลเฟต (Polymyxin B sulphate) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1	10.0	มิลลิลิตร
สารละลายโซเดียมซัลฟาไดอะซิน (Sodium sulphadiazine) ความเข้มข้นร้อยละ 1.2	10.0	มิลลิลิตร

ผสมส่วนประกอบของอาหาร SPS agar และสารละลาย Seitz แย่งดีก่อนที่จะเทใส่จาอาหารเลี้ยงเชื้อ ส่วนสารละลายโซเดียมซัลไฟท์จะต้องเตรียมใหม่ก่อนใช้งานเท่านั้น

ง.5 อาหาร Mannitol Salt Egg Yolk (MS-EY) ประกอบด้วย

เปปโตน (Peptone)	10.0	กรัม
เนื้อสกัด (Beef Extract)	1.0	กรัม
แมนนิทอล (Mannitol)	10.0	กรัม
วุ้น (Agar)	12.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)	75.0	กรัม
ฟีนอลเรด (Phenol red)	0.025	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.6 อาหาร Cooked Meat (CM) ประกอบด้วย

Beef heart	454.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride)	5.0	กรัม
เปปโตน (Peptone)	20.0	กรัม
น้ำตาลกลูโคส (Glucose)	2.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.2 จากนั้นถ่ายอาหารใส่หลอดทดลองขนาด 16 × 150 mm. ซึ่งภายในบรรจุหลอดขนาด 12 × 75 mm. (Durham) ในลักษณะคว่ำ

ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.7 น้ำเกลือ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ3 (3% NaCl dilution water) ประกอบด้วย

โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)	3.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.8 น้ำเกลือ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ0.8 (0.85% NaCl dilution water) ประกอบด้วย

โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride)	8.5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อมรศรี ลีวะราปกรณ์

- เกิดวันที่ 7 ธันวาคม 2521
- สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนศรีวิกรม์ พ.ศ. 2532
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียมศรีอยุธยา พ.ศ. 2538
- จบกาศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วทบ.) สาขาเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2542

นางสาว อารี แก้วกนกวิจิตร

- เกิดวันที่ 16 กรกฎาคม 2521
- สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนศรีวิทยาปากน้ำ พ.ศ. 2532
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียมสตรีสมุทรปราการ พ.ศ. 2538
- จบกาศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วทบ.) สาขาเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้