รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศึกษาผลการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในการเก็บรักษาแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

Effect of Ultraviolet-C Radiation on Quality Change of Tai-Plaa Curry Paste During Preservation

โดย

ชมพูนุช โสมาลีย์

คณิศร บุญรัตน์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปี 2558

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตตรัง

ศึกษาผลการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในการเก็บรักษาแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

Effect of Ultraviolet-C Radiation on Quality Change of Tai-Plaa Curry Paste During Preservation

ชมพูนุช โสมาลีย์* และ คณิศร บุญรัตน์ **

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต-ซี (UV-C) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในการเก็บรักษาแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป โดยศึกษาระยะเวลาที่ใช้ฉายรังสีอัลตราไวโอเลต-ซี (UV-C) คือ 0 5 10 15 20 และ 25 นาที พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต-ซี (UV-C) ในผลิตภัณฑ์คือ 15 นาที ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ได้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเท่ากับ 2.06×10^{3} CFU/g และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ปริมาณยีสต์-รา พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aurues* ในทุกตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า Aw TBA ค่าความชื้นและค่า pH มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้ง มผช.323/2547

คำสำคัญ: รังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ การเก็บรักษา แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

Abstract

This experiment studies about the effects of using ultraviolet radiation-C to quality changed of preserving instant Tai-Plaa Curry Paste. The period of time to use the ultraviolet-C radiation processes are 0, 5, 10, 15, 20 and 25 minutes. The experiment found that the suitable time to ultraviolet radiation-C in the product is 15 minutes. Time keeping of Tai-Plaa Curry Paste in room temperature (30°C) was 8 weeks . Analysis of microbiological quality found that total variable count have 2.06×10^{3} CFU/g. The quantities of all microbes was increasing according to the time in preserving. The quantities of yeasts and mold are less than 10 CFU/g of the example. *Escherichia coli* and *Staphylococcus aurues* are not found in all sample. Result of Aw TBA moisture content and pH were increase a little but not exceeded than the instant Tai-Plaa Curry Paste standard score.323/2547.

Key Words : Ultraviolet-C Radiation ,Quality Change, Preservation, Tai-Plaa Curry Paste

---

* *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมพูนุช โสมาลีย์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง* ***โทรศัพท์ 062-9411856*** **E-mail : so_chompunooch@hotmail.com**

***อาจารย์คณิศร บุญรัตน์ โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง โทรศัพท์ 087-0926024* E-mail : sorn.supit@hotmail.com

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยทุกท่านขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ให้งบประมาณทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยวิจัย นักศึกษาที่ได้ช่วยงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย

กรกฎาคม 2559

สารบัญ

เรื่อง			หน้า
บทคัดย่อ			(1)
กิตติกรรมประกาศ			(2)
สารบัญ			(3)
สารบัญตาราง			(4)
สารบัญภาพ			(4)
บทที่	1	บทนำ	1
บทที่	2	วัตถุประสงค์	3
บทที่	3	ตรวจเอกสาร	4
บทที่	4	วิธีการวิจัย	15
บทที่	5	ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	17
บทที่	6	สรุปผล	24
บรรณานุกรม			25
ภาคผนวก			27

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงประสิทธิภาพของแสงอัลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ความยาวคลื่น 253.7 nm	9
2	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total variable count) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่างๆ กัน	17
3	ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เป็นเวลา 15 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	22
4	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เป็นเวลา 15 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	23

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงแถบสเปคตรัม (Spectrum) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ เรียงตาม ขนาดความยาวคลื่น (นาโนเมตร nm) [2] (1 นาโนเมตร เท่ากับ 10^{-9} เมตร หรือ 1,000 นาโนเมตร เท่ากับ 1 ไมครอน)	6
2	ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity ; Aw) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน	20
3	ค่าความหืน (TBA) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี(UV-C) ในระยะเวลาต่างๆ กัน	20
4	ปริมาณความชื้นในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่างๆ กัน	21
5	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน	21

ภาคผนวก

ผนวก		หน้า
ก	การวิเคราะห์ด้านเคมี	28
ข	การวิเคราะห์ทางกายภาพ	30
ค	การวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์	31
ง	ใบรายงานการทดสอบชิม	33
จ	มผช.แกงไตปลาแห้ง	34

ภาคผนวกรูป

รูปผนวกที่		หน้า
1	ขั้นตอนเตรียมเนื้อปลาย่าง	40
2	ขั้นตอนเตรียมไตปลาและกะปิ	40
3	ส่วนผสมแกงไตปลาทั้งหมด	41
4	ขั้นตอนการใส่ส่วนผสม	41
5	การผัดแกงไตปลาแห้งและการบรรจุในกระปุก	42
6	การฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซีแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป	42

บทที่ 1
บทนำ

ไตปลาเป็นอาหารหมักพื้นเมืองของภาคใต้ เป็นที่รู้จักเพราะนิยมนำมาทำเป็นแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปและได้รับความชื่นชอบอีกทั้งยังหาซื้อไปรับประทานกันได้ง่าย ด้วยรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์มีส่วนผสมที่ลงตัวเป็นอย่างดี แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่เหมาะกับยุคปัจจุบันที่แม่บ้านต้องออกทำงานนอกบ้าน ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมอาหาร เพราะผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ใช้ระยะเวลาในการผัดนาน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมซื้อมารับประทานและเป็นของฝากที่ขึ้นชื่อของจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ เช่น พังงา ภูเก็ต ระนอง สงขลา ตรัง มีรสชาติเผ็ดร้อนและมีคุณค่าทางอาหารสูง จากการศึกษาของอโณชา (2539) พบว่าแกงไตปลามีคุณค่าทางอาหารดังนี้ ความชื้นร้อยละ 83.7 เถ้าร้อยละ 4.1 ไขมันร้อยละ 1.9 โปรตีนร้อยละ 4.7 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.7 (เทียบจากส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)

ผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในลักษณะกึ่งแห้ง ยังมีความชื้นหลงเหลืออยู่ ความชื้นหรือน้ำในอาหารจึงเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดการเสื่อมเสีย ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่นานเมื่อวางไว้อุณหภูมิห้อง (30องศาเซลเซียส) ซึ่งจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาจเกิดมาจากวัตถุดิบที่ใช้ เช่น คุณภาพของเนื้อปลาย่าง ความชื้นของเนื้อปลาย่าง ส่วนผสมต่าง ๆ ในเครื่องแกง ก็ยังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของแกงไตปลาทั้งสิ้น นพรัตน์และจริยา (2548) รายงานว่าปริมาณออกซิเจนมีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์มากกว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; Aw) แต่เมื่อควบคุมสองปัจจัยร่วมกันโดยลดค่าออกซิเจนและค่า Aw จะช่วยให้ยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้นานยิ่งขึ้น ซึ่งตามพระราชบัญญัติอาหารปี 2522 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้ประกาศห้ามใช้สารกันบูดในเครื่องแกง และจากการสำรวจพบว่ามีการตรวจพบสารกันบูดในอาหารมีค่าเกินกว่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้ใช้ อย่างไรก็ตามในการผลิตแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปและพบปัญหาการเกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาไประยะหนึ่ง เพราะพบกลิ่นไม่พึงประสงค์และมองเห็นมีเชื้อราเกิดขึ้น ทำให้บางครั้งผู้ประกอบการในระดับท้องถิ่นต้องเก็บผลิตภัณฑ์คืนกลับ หากยังขายไม่หมดทำให้เกิดภาวะขาดทุนและหากผู้บริโภคซื้อไปแล้วเปิดพบเชื้อราทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตราย ส่งผลให้เสียชื่อเสียงได้ งานวิจัยนี้จึงคิดหาวิธีในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาสำเร็จรูปโดยใช้รังสีอัลตร้าไวโอเลต เพื่อลดปัญหาโดยเฉพาะเชื้อราซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณผิวด้านบนของผลิตภัณฑ์ที่มีช่องว่างและมีอากาศอยู่ และวิธีนี้ยังเป็นการถนอมอาหารโดยไม่ใช้สารเคมีหรือสารกันบูด

รังสีอัลตร้าไวโอเลตหรือแสงยูวี เป็นช่วงหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งตามระดับความยาวคลื่นได้ 3 ชนิดคือ UV-A, UV-B และ UV-C ซึ่ง UV-C เป็นรังสีชนิดไม่ทำให้อะตอมของโมเลกุลของสารแตกตัวได้ (Non-ionizing radiation) โดยรังสีนี้มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด (100-280 นาโนเมตร) จึงมีพลังงานสูงและมีการนำมาใช้ประโยชน์กับกระบวนการฆ่าเชื้อโรคในอาหาร การใช้แสงยูวีเพื่อ

การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารเริ่มมาตั้งแต่ ปี 1945 โดยมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น นม, ผัก, ผลไม้, เนื้อสัตว์, ปลา, ไอศกรีม, น้ำผลไม้ และน้ำดื่ม เพื่อทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ที่ปนเปื้อนมา รวมทั้งการฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อระหว่างอาหารและภาชนะ (Aseptic processing) (เนตรนภิส, 2545) ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคหลีกเลี่ยงการใช้สารกันบูด วิธีการฉายรังสีในอาหารเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ถนอมอาหารที่ต้องการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีหรือการใช้ความร้อนในการควบคุมคุณภาพและควบคุมจุลินทรีย์ รังสีที่ใช้ทำให้กรดนิวคลิอิกและโปรตีนของจุลินทรีย์เสียสภาพไป สามารถฆ่าเชื้อในเครื่องมือ พลาสติก ในอาหารและผลิตผลทางการเกษตร แสงยูวีมักใช้ในการฆ่าเชื้อในอากาศ ฆ่าเชื้อได้เฉพาะบริเวณพื้นผิวเท่านั้น คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลการถนอมอาหารด้วยรังสี พบว่าปัจจุบันมีการนำรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C) มาใช้ในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีการใช้กันมานาน ราคาไม่สูงและไม่ใช้ความร้อน (Shama,2006) รังสีนี้ช่วยป้องกันและควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียโดยเฉพาะที่อยู่บนผิวได้ดี (สุมาลี,2539) ทำด้วยอุปกรณ์เครื่องกำเนิดแสงอัลตร้าไวโอเลตฉายรังสีลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ รังสีนี้สามารถนำมาใช้ในงานกลุ่มนี้ได้โดยไม่เป็นอันตรายเหมือนรังสีชนิดอื่น ๆ ดังนั้นงานวิจัยจึงนำรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี มาใช้ในการถนอมแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป ซึ่งสามารถช่วยป้องกันยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้และเพื่อเลี่ยงในการใช้สารเคมี ส่งผลทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปไว้ให้ได้นานขึ้น ทำให้ช่วยยกระดับคุณภาพของสินค้าเพิ่มการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความปลอดภัยและเพิ่มขีดความสามารถในการกระจายสินค้าไปยังตลาดต่าง ๆ ได้กว้างขวางขึ้นทั้งในและต่างประเทศ ส่งผลให้กลุ่มมีงานการผลิตและมีรายได้ที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอลดการสูญเสีย

บทที่ 2
วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) และไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C)

บทที่ 3
ตรวจเอกสาร

ไตปลาแห้งสำเร็จรูป

ไตปลาเป็นอาหารหมักพื้นเมืองของคนไทยทางภาคใต้ ซึ่งนิยมนำไตปลามาปรุงเป็นแกงไตปลา รับประทานพร้อมกับข้าวหรือขนมจีน มีรสเผ็ดและเค็ม ผู้บริโภคมักร่วมกับผักสด แกงไตปลาส่วนใหญ่จะมีส่วนผสมของปลาย่าง ผักพื้นเมืองชนิดต่าง ๆ เช่น มะเขือ หน่อไม้ ถั่วฝักยาว ใบมะกรูด เป็นต้น มีสัญลักษณ์ คือ รสเผ็ด และเค็ม ซึ่งได้จากกะปิและไตปลา รสเผ็ดจากพริกไทย และพริกขี้หนู มีส่วนผสมของขมิ้น เพื่อลบกลิ่นคาวของไตปลา ไตปลาและปลาที่ใช้เป็นส่วนผสม ซึ่งชาวบ้านมักจะใช้โขลกเนื้อปลาผสมเข้ากับเครื่องแกง ละลายในน้ำแกง หรือแกะเนื้อปลาแยกต่างหาก ขึ้นอยู่กับความนิยมของผู้ปรุงหรือผู้บริโภค

การถนอมอาหารโดยการฉายรังสี

รังสี คือพลังงานที่กำลังเคลื่อนตัวอยู่ เป็นพลังงานที่ถ่ายทอดจากจุดหนึ่งผ่านที่ว่างเปล่าไปยังอีกจุดหนึ่ง รังสี แบ่งออกได้ 2 ชนิด

1. รังสีชนิดเป็นคลื่น (electromagnetic radiations) ประกอบด้วยรังสีต่าง ๆ ตั้งแต่คลื่นวิทยุ คลื่นกระแสไฟฟ้า รังสีจากความร้อน (Infrared rays) แสงสว่าง รังสีอัลตร้าไวโอเลต (ultraviolet) รังสีเอ็กซ์ (X-ray) จนถึงรังสีแกมม่า (gamma) รังสีจำพวกนี้ไม่มีอนุภาคหรือสสารใด ๆ ในตัวมัน แต่มีพลังงานซึ่งสามารถยังผลเปลี่ยนแปลงให้เกิดแก่วัตถุได้ รังสีประเภทคลื่นนี้จะมีความยาวช่วงคลื่นและความถี่ของคลื่นแตกต่างกันไป รังสีที่มีคลื่นสั้นจะมีพลังงานมาก ซึ่งทำให้มีอำนาจทะลุทะลวงผ่านสิ่งกีดขวางได้ไกล เช่น รังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมา รังสีทุกชนิดในประเภทนี้จะมีความเร็วเท่ากับแสงสว่าง

2. รังสีชนิดที่เป็นอนุภาค (Particle หรือ corpuscular radiation) ได้แก่ รังสีที่เป็นอนุภาคอันประกอบด้วยอิเลคตรอน (Beta particle) โปรตอน นิวตรอน อนุภาคอัลฟา รังสีคอสมิก ที่เคลื่อนตัวด้วยความเร็วสูงและมีพลังงานซึ่งจะถ่ายออกไปให้แก่วัตถุที่รังสีไปถูกเข้า แต่รังสีประเภทอนุภาคนี้มีความเร็วต่าง ๆ กันตามพลังงานที่ตัวมันมีอยู่

การถนอมอาหารโดยการฉายรังสี (Food irradiation) เป็นวิธีการถนอมอาหารสำหรับอาหารที่ต้องการเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือการใช้ความร้อนในการควบคุมคุณภาพและการควบคุมจุลินทรีย์ รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารมี 3 ชนิด คือ รังสีแกมมา (gamma radiation) รังสีเอกซ์ (X-radiation) และอิเล็กตรอนกำลังสูง (High speed electron) ซึ่งเป็นรังสีชนิดที่แตกตัวได้ (Ionizing radiation) ช่วงคลื่นสั้น สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ การทำงานของเอนไซม์และการเจริญเติบโตของไข่และตัวอ่อนของแมลง ทำให้สามารถป้องกันการงอกของผักและผลไม้ โดยยังคงคุณค่าทางโภชนาการ เนื้อสัมผัส และรสชาติของอาหารได้ดี ทั้งนี้การฉายรังสีอาหารจะต้องควบคุมปริมาณรังสีให้เหมาะสม

สำหรับการฆ่าเชื้อโรค หรือควบคุมคุณภาพของอาหารโดยไม่ทำให้อาหารเปลี่ยนสภาพหรือเปลี่ยนคุณสมบัติ

หลักการถนอมอาหารด้วยรังสี

รังสีที่ฉายลงไปในอาหารจะไปทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หรือทำให้การเปลี่ยนแปลงทางเคมีลดลง ซึ่งมีผลทำให้การเก็บรักษาอาหารนั้นมีอายุยืนนาน โดยไม่เน่าเสียทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและปริมาณรังสีที่อาหารได้รับ และวัตถุประสงค์เพื่อถนอมอาหารในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังนี้

1. ควบคุมการงอกของพืชผักในระหว่างการเก็บรักษา

ปริมาณรังสีที่ฉายบนอาหารจำพวกกระเทียม หอมใหญ่ มันฝรั่ง เป็นต้น ประมาณ 0.05-0.12 กิโลเกรย์ สามารถควบคุมการงอก และลดการสูญเสียน้ำหนัก ในระหว่างการเก็บในห้องเย็นได้นานกว่า 6 เดือน

2. ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงในระหว่างการเก็บรักษา

ปริมาณรังสีที่ฉายบนอาหารประเภทนี้ประมาณ 0.2-0.7 กิโลเกรย์ เช่น ข้าว ถั่ว เครื่องเทศ ปลาแห้ง เป็นต้น รังสีจะทำลายไข่แมลง และควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงและตัวหนอนในระหว่างการเก็บรักษา หรือระหว่างรอการจำหน่าย แต่ผลิตผลเหล่านี้จะต้องบรรจุในภาชนะ หรือหีบห่อที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเข้าทำลายซ้ำของแมลงจากภายนอก

3. ยืดอายุการเก็บรักษาอาหารสด ผลไม้ อาหารทะเล และเนื้อสัตว์ โดยทั่วไปจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทั้งนี้เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ จะเจริญเติบโตได้เร็ว ประกอบกับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ และอาหารทะเล มีปริมาณโปรตีนสูง จึงมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ทำให้อาหารเน่าเสีย การฉายด้วยรังสีประมาณ 1-3 กิโลเกรย์ จะช่วยลดปริมาณแบคทีเรียลงได้มาก ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่ทั้งนี้จะต้องบรรจุอาหารในภาชนะและเก็บในห้องเย็น

4. ทำลายเชื้อโรคและพยาธิในอาหาร

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์อาจมีพยาธิหรือเชื้อโรคติดอยู่ได้ เช่น พยาธิใบไม้ตับที่มีในปลาดิบ สามารถทำลายได้ด้วยรังสีต่ำประมาณ 0.15 กิโลเกรย์ แหนมซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากหมูที่คนไทยนิยมรับประทานดิบ ๆ ถ้าฉายรังสีในปริมาณ 2-3 กิโลเกรย์ จะเพียงพอที่จะทำลายเชื้อซาลโมเนลลา ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดท้องร่วง และทำลายพยาธิ ที่อาจจะติดมากับเนื้อหมูก่อนทำแหนมก็ได้

ความสำคัญของการถนอมอาหาร

การถนอมอาหารมีประโยชน์ และมีความสำคัญหลายอย่าง เช่น

1. ช่วยบรรเทาความขาดแคลนอาหาร เช่น การเก็บรักษา และแปรรูปอาหารในยามสงคราม เกิดภัยธรรมชาติ เกิดภาวะแห้งแล้งผิดปกติ

2. ช่วยให้เกิดการกระจายอาหาร เพราะในบางประเทศไม่สามารถผลิตอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรได้ จึงจำเป็นต้องอาศัยอาหารจากแหล่งผลิตอื่น

3. ช่วยให้มีอาหารบริโภคนอกฤดูกาล เช่นเมื่อพ้นฤดูการผลิตของผลิตผลเกษตรนั้นๆ ไปแล้วก็ยังสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้มาบริโภคได้

4. ใช้อาหารเหลือให้เกิดประโยชน์ เช่น ในกระบวนการแปรรูปผลผลิตการเกษตรจะมีวัตถุดิบเหลือทิ้ง ซึ่งเราสามารถนำส่วนที่เหลือนั้นมาแปรรูปเก็บไว้เป็นอาหารได้

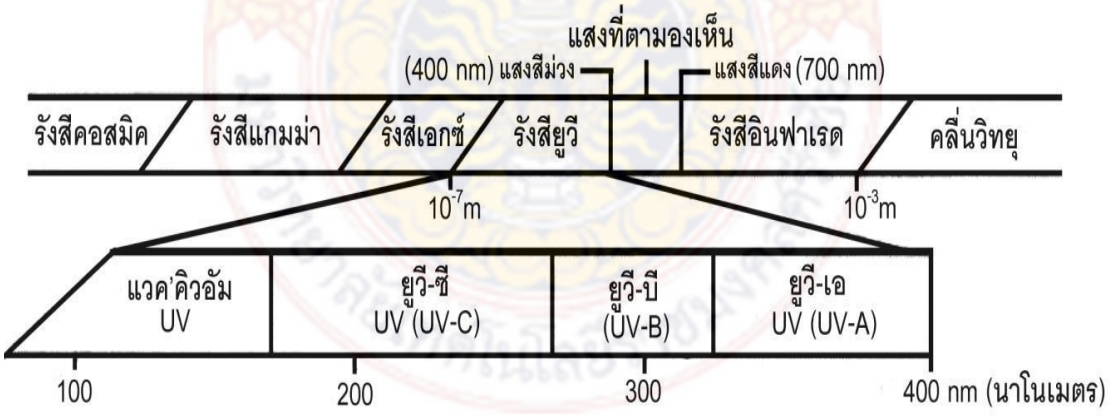
5. ช่วยให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยที่อาหารไม่เน่าเสีย สามารถพกพาไปที่ห่างไกล

6. ช่วยยืดอายุการเก็บอาหารไว้ให้ได้นาน เพราะอาหารที่ผ่านการแปรรูปเพื่อการถนอมอาหารไว้จะมีอายุการเก็บที่ยาวนานกว่าอาหารสด

7. ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และลดปัญหาผลผลิตล้นตลาด

รังสีอัลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet Radiation : UV)

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สั้น เช่นเดียวกับคลื่นวิทยุ รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา แสงแดด หรือแสงสว่าง ก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นกัน แต่มีช่วงความยาวคลื่นที่ตาของมนุษย์สามารถรับรู้ความรู้สึกได้ ทำให้เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ เราจึงเรียกว่า แสงสว่าง หรือ แสงที่ตามองเห็น (Visible light) แสงหรือ รังสีที่กล่าวมาแล้วต่างเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกันเพียงแต่มีความยาวคลื่นต่างกัน ถ้านำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ มาเรียงลำดับตามขนาดความยาวคลื่นในหน่วยนาโนเมตร (nm) จะได้แถบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเรียกว่าสเปคตรัม (Spectrum) ดังรูปที่ 1
http://www.tistr.or.th/ed/images/stories/engineer/article/UVlight.pdf



รูปที่ 1 แสดงแถบสเปคตรัม (Spectrum) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ เรียงตาม ขนาดความยาวคลื่น (นาโนเมตร nm) [2] (1 นาโนเมตร เท่ากับ 10^{-9} เมตร หรือ 1,000 นาโนเมตร เท่ากับ 1 ไมครอน)

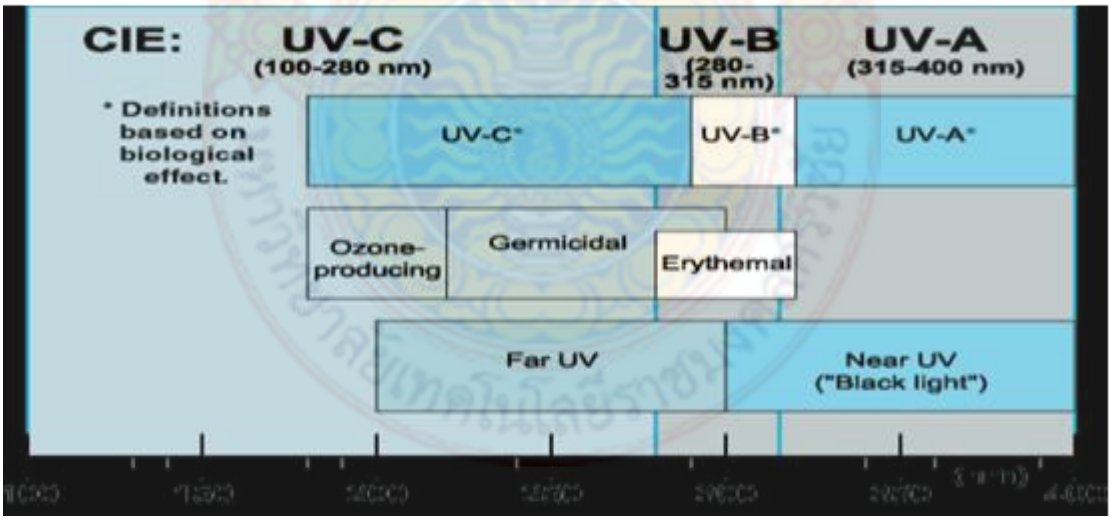
รังสีอัลตร้าไวโอเลต เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สั้น ช่วงต่อจากแสงสีม่วง (ระหว่าง Visible Spectrum กับ X-ray) เป็นรังสีที่ตาคนมองไม่เห็น และไม่สามารถรับรู้ได้อย่างคลื่นรังสีอินฟราเรด (IR) แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. UV-A ช่วงความยาวคลื่น 315–380 nm เป็นรังสี UV ที่ไม่ค่อยมีอันตรายมากนัก สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้หลายด้านโดยเฉพาะทางด้านเคมี, ฟิสิกส์

2. UV-B ช่วงความยาวคลื่น 280–315 nm มีผลต่อร่างกายและสิ่งของได้ก่อให้เกิดการไหม้ของผิวหนัง (Sunburn or Erythematic) และการอักเสบของตาดำได้ แต่มีคุณประโยชน์ในการรักษาโรคผิวหนังบางชนิดได้ รวมถึงการประยุกต์ในงานอุตสาหกรรมเคมี

3. UV-C ช่วงความยาวคลื่น 100–280 nm เป็นรังสีที่มีอันตรายต่อร่างกายได้อย่างรุนแรง เช่น ผิวแดงไหม้เกรียม (Erythema) หรือ เยื่อบุตาอักเสบ (Conjunctivitis) ซึ่งเราประยุกต์มาทำประโยชน์ในการฆ่าเชื้อโรคได้

เนื่องจาก UV-C สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ จึงเรียกว่า Germicidal UV range แสงยูวีที่มีความคลื่นน้อยกว่า 200 nm จะมีพลังงานมากพอที่จะทำลายพันธะทางเคมี และถูกดูดกลืนโดยสารประกอบ บางครั้งอาจเรียกว่า Ozone UV เพราะเป็นแสงยูวีที่สามารถกระตุ้นออกซิเจนในอากาศเป็นโอโซนได้ เนื่องจากแสงยูวีช่วงความยาวคลื่นนี้ถูกดูดกลืนโดยไอน้ำและออกซิเจนในอากาศ ดังนั้นถ้าแสงยูวีที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 200 นาโนเมตร เคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศจะถูกดูดกลืนหมด ต้องเป็นตัวกลางที่เป็นสุญญากาศแสงยูวีจึงจะส่องผ่านได้ จึงเรียก Vacuum UV (http://thaiinterlamp.co.th/UV-Machine.html)



การใช้หลอดอัลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรค

(Disinfection by UVGI Lamp - Ultra-violet Germicidal Irradiation)

ในทางปฏิบัติ การฆ่าเชื้อโรคด้วยการฉายรังสี UV-C ขึ้นกับสององค์ประกอบหลัก คือ

1. ความลึกในการแทรกซึม (Depth of Penetration) ของรังสี UV-C ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมาก เนื่องจากรังสี UV มีขีดจำกัดในการแทรกซึมผ่านวัตถุ (ยกเว้นน้ำและของเหลวบางชนิด) เพราะผิวชั้นนอกของวัตถุจะดูดซับรังสีเอาไว้

2. อันตรายจากรังสีต่าง ๆ (Possible Hazardous Effects of Such Radiation) ผู้ที่รับการฉายรังสีไม่ควรได้รับรังสีมากไป แต่อย่างไรก็ดี การใช้รังสี UV-C ซึ่งได้จากหลอดฆ่าเชื้อโรคนั้น ก็มีข้อควรสังเกต ดังนี้ :

- UV-C ต้องถูกเชื้อโรคโดยตรงเท่านั้น ถ้าเชื้อโรคซ่อนอยู่ในเงาของวัตถุ เชื้อโรคนั้นจะไม่ตาย
- UV-C จะต้องถูกเชื้อโรคเป็นระยะเวลานานพอ (นานแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อโรค) จึงจะสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งเชื้อโรคบางชนิดทนต่อรังสี UV-C ได้นานมาก
- UV-C ถูกดูดซึมได้ง่าย จึงควรใช้ในที่อากาศแห้ง เพราะจะมีประสิทธิภาพดีที่สุดและใช้ขนาด Dose น้อยที่สุด ถ้าใช้ในอากาศชื้นมาก ๆ ต้องใช้ขนาด Dose เป็นสองเท่า ถ้าใช้ในน้ำดื่มธรรมดาจากน้ำก๊อก อาจต้องใช้ขนาดมากถึงสิบเท่า
- การใช้หลอด UV-C ควรระวังไม่ให้ถูกตาและผิวหนังของคนโดยตรง (ถ้าสะท้อนจากผนังก็ต้องคอยระวังไม่ให้นานเกินไป)

ลักษณะของรังสีที่ใช้ในการถนอมอาหาร

แสงอัลตร้าไวโอเลตที่อยู่ในช่วงคลื่นประมาณ 2600 $^{\circ}$A จะช่วยป้องกันและควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียเฉพาะที่อยู่ตามพื้นผิวได้ดี แสงอัลตร้าไวโอเลตเป็นรังสีที่ไม่แตกตัว (Nonionizing radiation) และจะถูกโปรตีนและกรดนิวคลีอิคต่าง ๆ ดูดเอาไว้ซึ่งทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิคเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย แสงอัลตร้าไวโอเลตมีกำลังทะลุทะลวงต่ำ จึงทำลายจุลินทรีย์ได้เฉพาะที่ผิวหน้าของอาหารเท่านั้น และสะสามารถใช้วิธีนี้กับอาหารบางชนิดเท่านั้น เนื่องจากทำให้เกิดการเหม็นหืน (Rancidity) หรือทำให้อาหารมีสีซีดลง เป็นต้น (สุมาลี, 2535)

ลักษณะใช้งานฆ่าเชื้อโรคด้วยหลอดรังสีเหนือม่วง

1. การฆ่าเชื้อโรคในอากาศ (Air Disinfection) ทำ ได้ 4 วิธีคือ

1.1 ติดหลอด UV ไว้บนเพดาน (Ceiling-mounted UV Lamp) รังสีกระจายทั่วไปใช้ในเวลาปลอดคน

1.2 ฉายรังสีสู่อากาศด้านบนของห้อง (Upper-Air Irradiation) โดยใช้โคมหันขึ้น ไม่ส่องลงมาสู่ตาคน

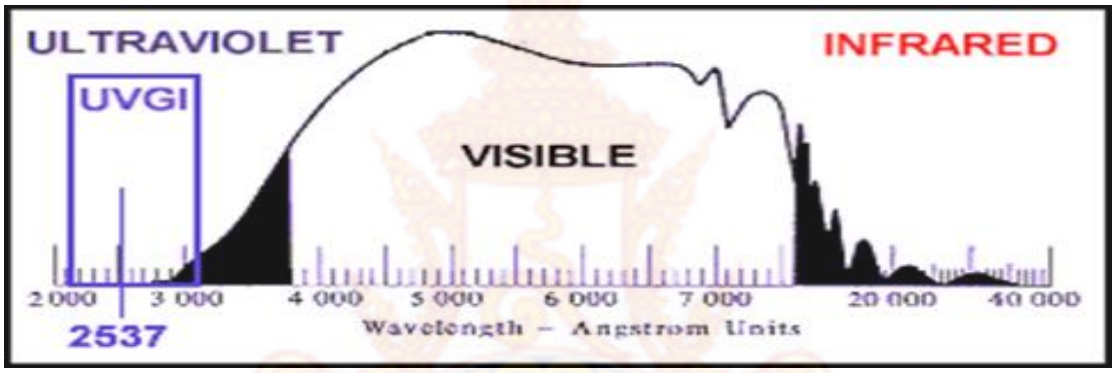
1.3 ฉายรังสีใส่อากาศที่พื้นห้อง (Floor-Zone Irradiation) ด้วยโคมชนิดหันลง เพื่อฉายรังสีใส่อากาศที่พื้น

1.4 ในท่ออากาศหรือท่อลม (Air-Ducts) เหมาะสำหรับสถานที่มีระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System)

2. ฆ่าเชื้อโรคที่พื้นผิวของวัตถุ (Surface Disinfection) ใช้กับการผลิตอาหารและยา ทั้งโดยตรงหรือภาชนะบรรจุ

3. ฆ่าเชื้อโรคในของเหลว (Liquid Disinfection) ใช้ในการผลิตน้ำดื่ม, น้ำผลไม้, น้ำเลี้ยงปลา, น้ำในสระว่ายน้ำ

ระดับแสงอัลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อ



ระดับความเข้มแสงยูวี (UV ที่ช่วงคลื่น 253.7 นาโนเมตร) ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อจุลชีพต่าง ๆ และระดับความเข้มแสงยูวีในการทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอของเชื้อ 100%

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพของแสงอัลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ความยาวคลื่น 253.7 nm

The following are incident energies of germicidal ultraviolet radiation at 253.7 nanometers necessary to inhibit colony formation in microorganisms (90%) and for complete destruction (100%)

Organisms:	Energy dosage of Ultraviolet radiation in μW sec/cm^2 needed for kill factor	
Bacteria	90%	100%
Bacillus anthracis - Anthrax	4,520	8,700
Bacillus anthracis spores - Anthrax spores	24,320	46,200
Bacillus magaterium sp. (spores)	2,730	5,200

Organisms:	Energy dosage of Ultraviolet radiation in μW sec/cm^2 needed for kill factor	
Bacillus magaterium sp. (veg.)	1,300	2,500
Bacillus paratyphusus	3,200	6,100
Bacillus subtilis spores	11,600	22,000
Bacillus subtilis	5,800	11,000
Clostridium tetani	13,000	22,000
Corynebacterium diphtheriae	3,370	6,510
Ebertelia typhosa	2,140	4,100
Escherichia coli	3,000	6,600
Leptospiracanicola - infectious Jaundice	3,150	6,000
Micrococcus candidus	6,050	12,300
Micrococcus sphaeroides	1,000	15,400
Mycobacterium tuberculosis	6,200	10,000
Neisseria catarrhalis	4,400	8,500
Phytomonas tumefaciens	4,400	8,000
Proteus vulgaris	3,000	6,600
Pseudomonas aeruginosa	5,500	10,500
Pseudomonas fluorescens	3,500	6,600
Salmonella enteritidis	4,000	7,600
Salmonela paratyphi - Enteric fever	3,200	6,100
Salmonella typhosa - Typhoid fever	2,150	4,100
Salmonella typhimurium	8,000	15,200
Sarcina lutea	19,700	26,400
Serratia marcescens	2,420	6,160
Shigella dyseteriae - Dysentery	2,200	4,200
Shigella flexneri - Dysentery	1,700	3,400
Shigella paradysenteriae	1,680	3,400
Spirillum rubrum	4,400	6,160
Staphylococcus albus	1,840	5,720
Staphylococcus aerius	2,600	6,600

Organisms:	Energy dosage of Ultraviolet radiation in μW sec/cm^2 needed for kill factor	
Staphylococcus hemolyticus	2,160	5,500
Staphylococcus lactis	6,150	8,800
Streptococcus viridans	2,000	3,800
Vibrio comma - Cholera	3,375	6,500
Molds	90%	100%
Aspergillius flavus	60,000	99,000
Aspergillius glaucus	44,000	88,000
Aspergillius niger	132,000	330,000
Mucor racemosus A	17,000	35,200
Mucor racemosus B	17,000	35,200
Oospora lactis	5,000	11,000
Penicillium expansum	13,000	22,000
Penicillium roqueforti	13,000	26,400
Penicillium digitatum	44,000	88,000
Rhisopus nigricans	111,000	220,000
Protozoa	90%	100%
Chlorella Vulgaris	13,000	22,000
Nematode Eggs	4,000	92,000
Paramecium	11,000	20,000
Virus	90%	100%
Bacteriopfage - E. Coli	2,600	6,600
Infectious Hepatitis	5,800	8,000
Influenza	3,400	6,600
Poliovirus - Poliomyelitis	3,150	6,600
Tobacco mosaic	240,000	440,000
Yeast	90%	100%
Brewers yeast	3,300	6,600
Common yeast cake	6,000	13,200
Saccharomyces carevisiae	6,000	13,200

Organisms:	Energy dosage of Ultraviolet radiation in μW sec/cm^2 needed for kill factor	
Saccharomyces ellipsoideus	6,000	13,200
Saccharomyces spores	8,000	17,600

These scientific testing results were supplied by American Ultraviolet Company.

© American Ultraviolet

ที่มา: http://unisys-th.com/page29.php

การตรวจวิเคราะห์ชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลากรอบสามรส ฉายรังสีที่ปริมาณรังสีต่ำสุด 2 กิโลเกรย์ และนำไปเก็บรักษาที่ห้องอุณหภูมิ ประมาณ 18-20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน หลังการฉายรังสี โดยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 700/2530 ปลาหยอง ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น

ชนิดจุลินทรีย์ที่ตรวจวิเคราะห์ (จำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม)	ปลากรอบสามรส ไม่ผ่านการฉายรังสี	ปลากรอบ สามรสฉายรังสี	มอก.700/2530-ปลาหยอง ปลาเกล็ดและปลาแห้งป่น
1. จำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด	255,000	29,500	ไม่เกิน 10 0 ,000 โคโลนี ต่อ 1 กรัมตัวอย่าง
2. จำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมด	5,000	100	ไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อ 1 กรัมตัวอย่าง
3. Coliform โดยวิธี MPN ต่อ1g	น้อยกว่า 3	น้อยกว่า 3	
4. *E. coli*	ไม่พบ	ไม่พบ	น้อยกว่า 3 ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม โดยวิธี MPN
5. *Staphylococcus aureus*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม
6. *Salmonella*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ ต่อ ตัวอย่าง 25 กรัม
7. Clostridium perfringens	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม

การฉายรังสีกุ้งจ่อม การศึกษาวิจัยพบว่าวิธีการฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ ใช้ปรับปรุงคุณภาพด้านสุขอนามัยของกุ้งจ่อมได้ทำให้ผู้บริโภคปลอดจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคทางเดินอาหาร และจุลินทรีย์ที่แสดงคุณภาพด้านสุขอนามัยของอาหาร ขณะเดียวกันช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของกุ้งจ่อมให้ได้นานขึ้นกว่าเดิม กุ้งจ่อมฉายรังสีเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานไม่น้อยกว่า 1 เดือน กุ้งจ่อมที่ผ่านการฉายรังสีจะมีคุณภาพผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.กุ้งจ่อม) กำหนด

ผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อการทำลายหรือการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวในเนื้อปูม้า โดยใช้ปริมาณรังสีที่ 0, 2, 4, และ 6 กิโลเกรย์ ในขั้นแรกทำการศึกษาผลของปริมาณรังสีที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพได้แก่ เนื้อสัมผัส และสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส และจากนั้นศึกษาประสิทธิภาพของการฉายรังสีที่มีต่อการทำลายเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 1753 และ 4553 ในเนื้อปูในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 28 วัน

กรดเบนโซอิก (benzoic acid)

เป็นสารถนอมอาหาร หรือสารกันเสีย หรือสารกันบูด (preservative agent) ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร และในปัจจุบันยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอางและยาด้วย ในธรรมชาติกรดเบนโซอิก ผลิตได้จากผลไม้ประเภทเบอรี่พรุนและกานพลู

กรดเบนโซอิกจัดเป็นวัตถุเจือปนอาหาร ตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข อนุญาตให้ใช้กรดเบนโซอิก หรือเกลือของกรดเบนโซอิก เช่น โซเดียมเบนโซเอตหรือโพแทสเซียมเบนโซเอต ในอาหารบางประเภท โดยกำหนดปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้กรดเบนโซอิกได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม) เช่น ขนมหวานที่ทำจากนม เช่น ไอศกรีม พุดดิ้ง โยเกิร์ตปรุงแต่งหรือผสมผลไม้ (300 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม) ผลิตภัณฑ์ผักหรือสาหร่ายในน้ำส้มสายชู น้ำเกลือ หรือซีอิ๊ว (2,000 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผักบด ถั่วบด หรือเมล็ดพืชบด เช่น ซอสผัก ผักกวนหรือแช่อิ่ม (3,000 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม) ซุปและซุปใส (500 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม) และสำหรับเครื่องดื่มเช่น น้ำผลไม้คั้น น้ำอัดลม ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมเท่านั้น สำหรับอาหารประเภทอื่น เช่น ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้ เช่น ผักดอง ผลไม้ดอง แยม เยลลี่ ผลิตภัณฑ์เนย ผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปบางประเภท เช่น หมูยอ กำหนดปริมาณสูงสุดคือ1,000 มิลลิกรัมของกรดเบนโซอิกต่อ1 กิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร

ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ยังตรวจพบกรดเบนโซอิกในอาหารที่ไม่อนุญาตให้ใช้ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยวทั้งเส้นสดและแห้ง ไส้กรอกหมูและไก่ และ เครื่องแกง และตรวจพบในอาหารที่อนุญาตให้ใช้ในปริมาณที่เกินกว่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดกรดเบนโซอิกออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรีย โดยจุลินทรีย์จะดูดซึมกรดเข้าไปในเซลล์ทำให้กระบวนการแทรกซึมของอาหารเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ผิดปกติไป ในขณะเดียวกันจะยับยั้งการสร้างเอนไซม์บางชนิดและปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ เช่น ฟอสโฟฟรุตโตไคเนส (Phosphofructokinase enzyme) ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ กรดเบนโซอิกมีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ช่วงความเป็นกรดด่างระหว่าง 2.5-4.0 ถ้ามากกว่า 5 ไม่สามารถถนอมอาหารได้ ดังนั้นอาหารบางประเภทที่เป็นด่างอ่อนหรือเป็นกลางจึงไม่ควรใช้กรดนี้ เช่น หมูยอ ซึ่งมีรายงานการศึกษาว่ากรดเบนโซอิกมีประสิทธิภาพต่ำมากในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

ความเป็นพิษ

กรดเบนโซอิกรวมทั้งเกลือเบนโซเอต ผ่านการประเมินความปลอดภัยทางพิษวิทยาว่ามีความเป็นพิษต่ำ มีความปลอดภัยสูงและไม่ได้อยู่ในรายชื่อของสารก่อมะเร็ง จึงนำมาใช้ในการผลิตอาหารได้ และ The Joint FAO/WHO Expert Committee of Food Additives (JECFA) กำหนดค่าความปลอดภัยหรือค่า Acceptable Daily Intake (ADI) ซึ่งเป็นปริมาณที่ร่างกายสามารถรับสารนั้นได้ต่อวันตลอดชั่วชีวิตโดยที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบใด ๆ ต่อสุขภาพ ไว้ที่ 0-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวต่อวัน

อาการพิษ

อย่างไรก็ตาม ถ้าได้รับกรดเบนโซอิกในปริมาณที่สูงมากอาจทำให้เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย อาการเลือดตกใน อัมพาต และมีรายงานการศึกษาถึงผลของกรดนี้ต่อการเพิ่มอาการสมาธิสั้นในเด็กด้วยและถ้าได้รับเกิน 6 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม อาจเสียชีวิตได้

บทที่ 4
วิธีการวิจัย

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

ผลิตแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป นำมาบรรจุในกระปุกพลาสติกใสฝาเกลียว No.2722 ปริมาณ 100 กรัม

1.2 ทำการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) โดยการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงไตปลาสำเร็จรูปที่ทำสำเร็จแล้วจากข้อ 1.1 บรรจุใส่กระปุกยังไม่ปิดฝากระปุก วางเรียงในตู้ UV machines ที่มีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร โดยเปิดเครื่องทำการฉายรังสีเป็นระยะเวลาคือ 0, 5, 10, 15, 20, 25 นาที โดย 0 นาที คือตัวอย่างที่ไม่ผ่านการฉายรังสี จัดเป็นชุดควบคุม

1.3 คัดเลือกช่วงระยะเวลาในการฉายรังสีอัตราไวโอเลต-ซี ที่เหมาะสม โดยทำการเก็บตัวอย่างจากข้อ 1.2 มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร (Total variable count) และปริมาณยีสต์ รา (Mold count) ตามวิธี (A.O.A.C.2000) ทำการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยา เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปจากข้อที่ 1.2 มาทำการวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยนำตัวอย่างทำการเจือจางในแต่ละระดับ (10^{-1}-10^{-6}) ทำการตรวจนับด้วยวิธีการหมุนจาน (Pour plate) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (difco) ทำการตรวจวิเคราะห์ระดับความเจือจางละไม่ต่ำกว่า 2 ซ้ำ นำไปบ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำจานเลี้ยงเชื้อมาตรวจนับแล้วรายงานผลการวิจัย การตรวจหาปริมาณยีสต์ ราในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป โดยนำตัวอย่างทำการเจือจางในแต่ละระดับ (10^{-1}-10^{-3}) ทำการตรวจนับด้วยวิธีการหมุนจาน (Pour plate) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (difco) ทำการตรวจวิเคราะห์ระดับความเจือจางละไม่ต่ำกว่า 2 ซ้ำ นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน นำจานเลี้ยงเชื้อมาตรวจนับแล้วรายงานผลการวิจัย

1.4 เกณฑ์การประเมินยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช. 323/2547 แกงไตปลาแห้ง กล่าวว่า จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มีเกณฑ์ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม วางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี DMRT วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistic คัดเลือกระยะเวลาฉายรังสีอัตราไวโอเลต-ซีที่เหมาะสมมาเพียง 1 ช่วง

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C)

นำตัวอย่างแกงไตปลาแห้งผ่านการฉายรังสีจากข้อที่ 1 ในระยะเวลาต่าง ๆ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30°C) และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพ คือ สัปดาห์ที่ 0 2 4 6 8 หรือจนกว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเกินเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 323/2547 แกงไตปลาแห้ง ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่าง ๆ คือ

2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วิเคราะห์ค่า Water Activity (Aw) ใช้เครื่อง Water activity meter โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปใส่ในกระเปาะพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง แล้วไปใส่ในเครื่องวัดค่า Water Activity (Aw) อ่านค่า Aw บันทึกผล

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความหืน (TBA) ตามวิธี Yu (1967) ค่าความชื้น (A.O.A.C.,2000) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter นำตัวอย่างตรวจวิเคราะห์และบันทึกผล

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร (Total variable count) ปริมาณยีสต์-รา *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ทำการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาตามวิธี (A.O.A.C.,2000)

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อความชอบผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างกัน ประเมินการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนอย่างน้อย 30 คน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี DMRT วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรม IBM SPSS Statistics

บทที่ 5
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

จากการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป มาทำการผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซีเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมนั้น ทำการทดลองโดยตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ ซึ่งตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่แตกต่างกันตามระยะเวลาในการฉายรังสี ดังแสดงค่าตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total variable count) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน

เวลา (สัปดาห์ที่)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)/ระยะเวลาในการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี					
	0 นาที	5 นาที	10 นาที	15 นาที	20 นาที	25 นาที
0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1	<30	<30	<30	<30	<30	<30
2	4.1×10^{2}	3.8×10^{2}	3.6×10^{1}	<30	3.7×10^{2}	3.2×10^{2}
3	8.1×10^{2}	8.9×10^{2}	1.72×10^{2}	5.8×10^{2}	1.62×10^{2}	7.3×10^{2}
4	1.31×10^{3}	2.4×10^{3}	1.27×10^{2}	7.2×10^{2}	1.74×10^{3}	4.2×10^{3}
5	-	**5.39×10^{3}**	**3.04×10^{3}**	1.91×10^{3}	**1.38×10^{3}**	**3.7×10^{3}**
6	-	2.30×10^{4}	4.03×10^{4}	1.31×10^{3}	2.52×10^{4}	1.2×10^{4}
7	-	2.98×10^{4}	4.98×10^{4}	3.95×10^{3}	3.20×10^{4}	2.3×10^{4}
8	-	-	8.7×10^{4}	**2.06×10^{3}**	4.97×10^{4}	5.2×10^{4}
9	-	-	7.05×10^{4}	2.91×10^{4}	4.06×10^{4}	-
10	-	-	4.91×10^{5}	1.49×10^{4}	3.30×10^{4}	-

หมายเหตุ : ND = ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ (non detect)

= ไม่มีการตรวจวิเคราะห์เนื่องจากตัวอย่างมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากและคุณลักษณะของตัวอย่างเสีย

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีเป็นเวลา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 นาที นั้นตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ การ

ฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี 15 นาที ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.06×10^{3} CFU/g ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ด้วยระยะเวลา 5,10,15,20 และ 25 นาที และในช่วงระยะเวลาเก็บรักษา 8 สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 323/2547 แกงไตปลาแห้ง คือ 1×10^{4} CFU/g ตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เก็บได้เพียง 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช. 323/2547 แกงไตปลาแห้ง การใช้รังสี UV-C จากหลอดฆ่าเชื้อโรคนั้นรังสีต้องถูกเชื้อโรคโดยตรงเท่านั้น เป็นระยะเวลานานพอจึงสามารถฆ่าเชื้อโรคได้และเหมาะกับอากาศแห้งเพราะถูกดูดซึมได้ง่าย ผลในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูประยะเวลา 15 นาที ที่ตัวอย่างได้รับรังสีเป็นระยะเวลาที่นานพอ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการฉายรังสีเพิ่มขึ้นพบว่าไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ สอดคล้องกับการทดลองของพริมาและคณะ, 2555 กล่าวว่า การเพิ่มระยะเวลาการฉายรังสี UV-C ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในถั่วลิสงป่น แต่ช่วยชะลอการสูญเสียไขมัน ความชื้นสูงขึ้น 7-29% ปริมาณโปรตีนสูงขึ้น 54-115 %

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C)

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วิเคราะห์ค่า Water Activity (Aw) ใช้เครื่อง Water activity meter

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความหืน (TBA) ตามวิธี Yu (1967) ค่าความชื้น (A.O.A.C.,2000) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปและเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ(Water activity ; Aw) ในรูปที่ 2 พบว่าช่วงแรกค่า Aw ในทุกตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.703±0.00 เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า Aw มีค่าเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 ตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลา 15 นาที มีการเพิ่มขึ้นแต่น้อยที่สุดเท่ากับ 0.825±0.00 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ และในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เมื่อเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์ ค่า Aw เพิ่มขึ้นจาก 0.703±0.00 เป็น 0.749±0.00 และผลิตภัณฑ์เสียไม่สามารถเก็บรักษาต่อได้

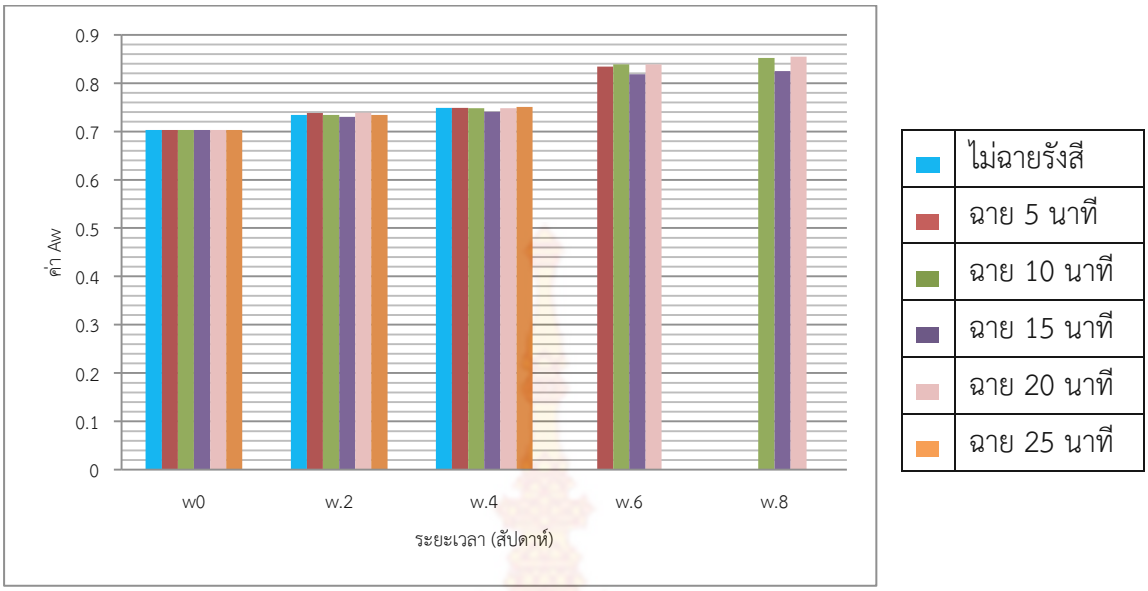
จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปและเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความหืน (TBA) ในรูปที่ 3 พบว่าช่วงแรกค่าความหืน 0.159±0.00 ในทุกตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความหืนมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.253±0.00 ในสัปดาห์ที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เมื่อเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์มีค่า 0.233±0.00 สอดคล้องกับการกล่าวของ Falguera et al.(2011) ว่าการเกิดกลิ่นหืนจากผลของการใช้รังสี UV-C อาจเกิดผลเสีย เช่น ทำลายโครงสร้างของวิตามิน โปรตีนหรือสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดกลิ่นหืน สีอาหารเปลี่ยน ซึ่ง

การเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาการดูดกลืนแสงของสารที่เป็นองค์ประกอบในอาหาร การฉายรังสีในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้ค่าความหืน (TBA) เพิ่มขึ้นด้วย

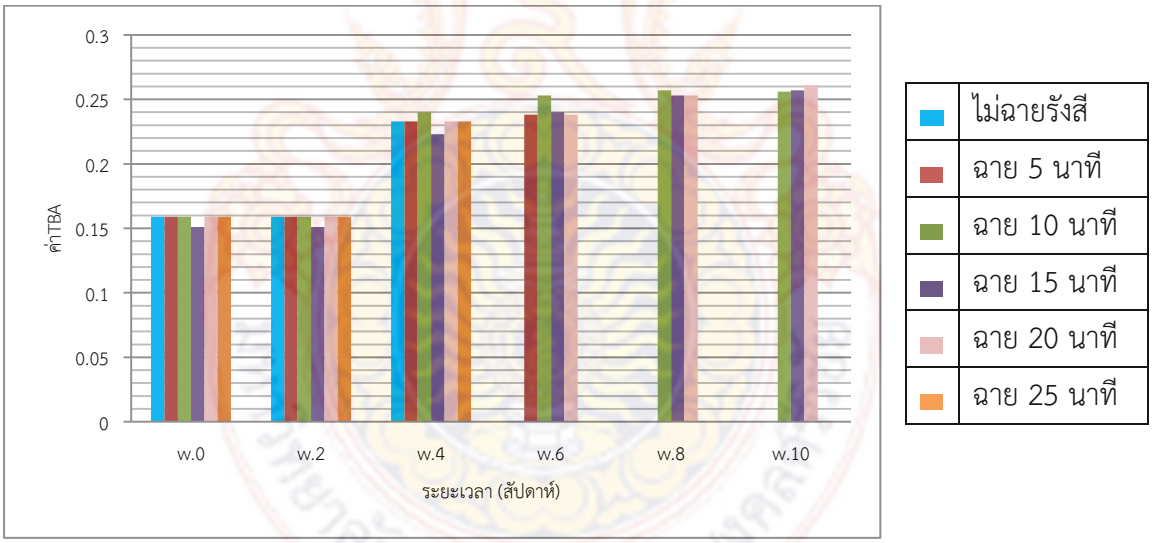
ค่าความชื้น ในรูปที่ 4 พบว่าในช่วงแรกค่าความชื้นร้อยละ 24.08±0.03 ในทุกตัวอย่าง เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 ตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลา 15 นาที มีการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 33.74±0.03 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เมื่อเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์มีค่า 34.43±0.00 แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปเป็นอาหารที่มีความชื้นในอาหารปานกลาง (Intermediate moisture food, IM) มีความชื้นประมาณ 20-40 % (วิลาวัณย์ , 2537) ซึ่งความชื้นหรือน้ำที่มีในอาหารหากเพิ่มมากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์สามารถนำน้ำมาใช้ในการเจริญเติบโตและส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในรูปที่ 5 พบว่าค่า pH 5.81±0.03 ในทุกตัวอย่าง เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความ pH มีค่าเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 ตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลา 15 นาที มีการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 6.18±0.01 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เมื่อเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์มีค่า 5.97±0.01

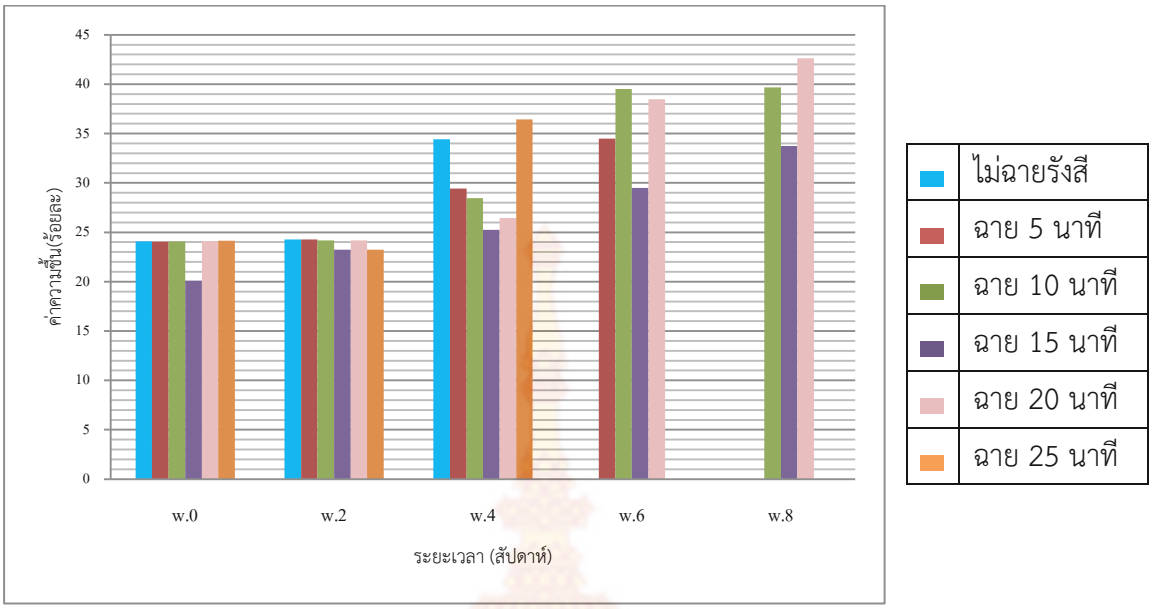
สุมณฑา (2545) กล่าวว่าจุลินทรีย์ในน้ำพริกจะเป็นกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ส่วนในกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคนั้นส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญได้ในน้ำพริก เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่มก่อโรคนั้นจะสามารถเจริญได้ในที่มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-7.5 เท่านั้น ในการทดลองค่า pH ที่วัดได้เมื่อเก็บรักษาไประยะหนึ่งคือ 6.18±0.01 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ยังปลอดภัยต่อการบริโภค



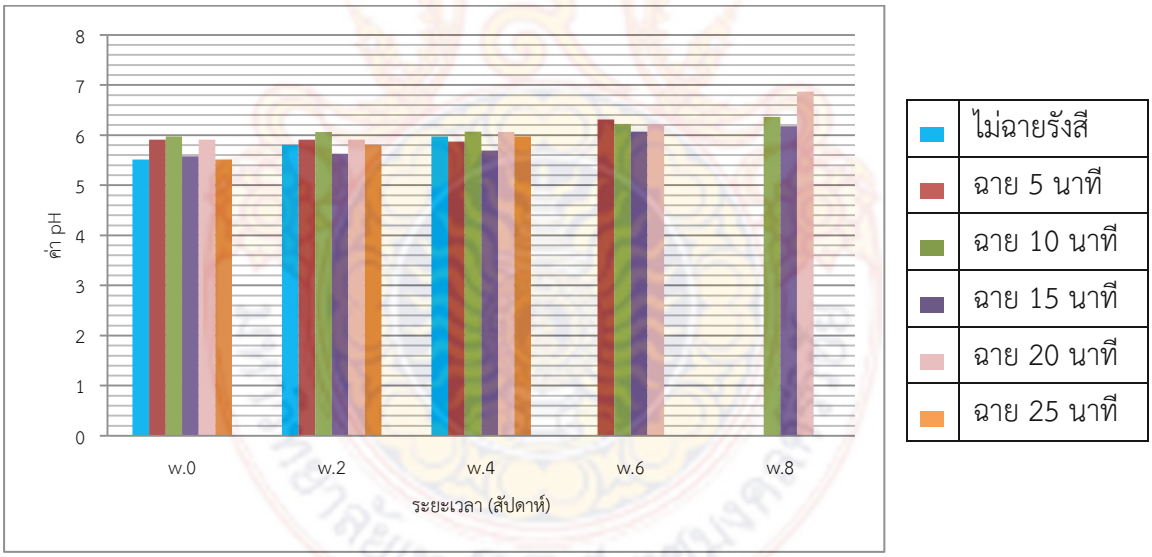
รูปที่ 2 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity ; Aw) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 3 ค่าความหืน (TBA) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4 ปริมาณความชื้นในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน

2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาได้แก่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร (Total variable count) ปริมาณยีสต์ รา *Staphylococcus/aureus* และ *Escherichia/coli* ตามวิธี (A.O.A.C.2000)

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เป็นเวลา 15 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เวลา (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU/g)			
	Total Variable Count	Mold	*E. coli* (MPN/g)	*Staphylococcus*
0	<30	<10	ND	ND
2	<30	<10	ND	ND
4	$7.2x10^2$	<10	ND	ND
6	$1.31x10^3$	<10	ND	ND
8	$2.06x10^3$	<10	ND	ND
10	$2.91x10^4$	<10	ND	ND

หมายเหตุ : ND = Not Detect = ตรวจไม่พบจุลินทรีย์

10 = ตรวจพบเชื้อราไม่เกิน 10 โคโลนี/ กรัม

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 0-2 สัปดาห์มีการพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total variable count) จำนวนน้อยกว่า 30 CFU/g และสัปดาห์ที่ 4-8 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $7.2x10^2$ -$2.06x10^3$ CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ไม่เกินค่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแกงไตปลาแห้ง มผช.323/2547 แต่สัปดาห์ที่ 10 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด คือ $2.91x10^4$ CFU/g ซึ่งมีปริมาณเกินเกณฑ์เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแกงไตปลาแห้ง มผช.323/2547 คือ $1x10^4$CFU/g และตรวจพบเชื้อราน้อยกว่า 10 CFU/g ตรวจไม่พบเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ในทุกตัวอย่าง

สุมาลี (2535) กล่าวว่าแสงอัลตร้าไวโอเลตที่อยู่ในช่วงคลื่นประมาณ 2600 อังสตอม จะช่วยป้องกันและควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียเฉพาะที่อยู่ตามพื้นผิวได้ดี แสงอุลตร้าไวโอเลตเป็นรังสีที่ไม่แตกตัว และจะถูกโปรตีนและกรดนิวคลีอิคต่าง ๆ ดูดเอาไว้ซึ่งทำให้โปรตีนและกรดนิวคลีอิคเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย แสงมีกำลังทะลุทะลวงต่ำ จึงทำลายจุลินทรีย์ได้เฉพาะที่ผิวหน้าของอาหารเท่านั้น จึงลดการเกิดเชื้อราบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ตรวจพบเชื้อราน้อยกว่า 10 CFU/g

2.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

ผลการยอมรับของผู้บริโภคต่อความชอบผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างกัน ประเมินการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scaling test ผลตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) เป็นเวลา 15 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สัปดาห์ที่	ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
0	8.10±0.95	7.40 ±0.87	8.00±0.34	8.00±0.95	8.99±0.95
2	8.00±0.95	7.40 ±0.87	8.00±0.95	8.00±0.95	8.80±0.95
4	7.90±0.40	7.13±1.05	8.00±0.83	7.90±0.40	7.90±0.40
6	7.33±0.63	6.77±0.63	7.93±0.85	7.53±0.63	7.33±0.63
8	7.30±0.68	6.69±0.85	7.87±0.85	7.30±0.68	7.30±0.68
10	6.27±0.52	6.43±0.57	7.30±0.71	6.17±0.52	6.27±0.52

ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป ที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ในระยะเวลา 15 นาที ในช่วงเริ่มต้นผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ภายหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมลดลงเล็กน้อยจากตารางที่ 4 และคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏก็ได้รับคะแนนลดลงเมื่อระยะเวลามากขึ้น เหมือนกับที่สุมาลี (2539) กล่าวว่าแสงอัลตร้าไวโอเลตอาจทำให้อาหารมีสีซีดลง ทำให้เกิดการเหม็นหืน (rancidity) ซึ่งในการทดลองพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนด้านสีลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น Sales and Resurreccion (2010) กล่าวว่าการใช้รังสี UV อาจก่อให้เกิดผลดีและผลเสีย เช่น ทำลายโครงสร้างของวิตามิน โปรตีน ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน สีอาหารเปลี่ยน ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาการดูดกลืนแสง (photochemical reaction) ของสารที่เป็นองค์ประกอบในอาหาร (Flaguera et al. 2011)

บทที่ 6
สรุปผล

ผลของการศึกษาการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C) ในแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป โดยใช้ระยะเวลาฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C) คือ 0 5 10 15 20 และ 25 นาที พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C) ในผลิตภัณฑ์คือ 15 นาที ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในการเก็บรักษาโดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตเก็บได้เพียง 4 สัปดาห์ ช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด <30 CFU/g แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C) สามารถเก็บรักษาได้ 8 สัปดาห์พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.06×10^{3} CFU/g และสัปดาห์ที่ 10 มีปริมาณ 2.91×10^{4} CFU/g ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้ง มผช.323/2547 ที่กำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.0×10^{4} CFU/g ผลการตรวจปริมาณยีสต์-รา พบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aurues* ในทุกตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า Aw TBA ค่าความชื้นและค่า pH มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป มผช.323/2547 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปที่ผ่านการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี (UV-C) 15 นาที ให้คะแนนการยอมรับในช่วง 1-8 สัปดาห์หลังจากนั้นคะแนนลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาจนผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวม

บรรณานุกรม

นพรัตน์ มะเหและจริยา ภู่เจริญ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมของผลิตภัณฑ์น้ำพริกแกงไตปลาสำเร็จรูป. วารสารวิจัยและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. ปีที่ 8 (2). หน้า 1-13.

เนตรนภิส อ่านเปรื่อง. 2546. คลื่นรังสียูวีมีประโยชน์ต่อเทคโนโลยีอาหารอย่างไร. วารสารอาหาร 33(1). p15-21

พริมา พิริยางกูร กนกพรรณ ชะเอมเทศและจุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล. 2555. ผลของการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลตซีต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมี กายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของถั่วลิสง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 43 ฉบับที่ 3 (ฉบับพิเศษ) กันยายน-ธันวาคม, หน้า 544-547.

วิลาวัณย์ เจริญจิราตระกูล. 2537. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางด้านอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 257-258.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2535. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 315 น.

----------. 2539. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 246 น.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ. หน้า 470.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. แกงไตปลาแห้ง. มผช. 323/2547. 5 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2559. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. มผช. แกงไตปลาแห้ง แหล่งที่มา: http://www. tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps323_47.pdf

แสวง เกิดประทุม. 2559. แสงอัลตร้าไวโอเลต. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา : http://www.cooldeepa.com/attachments/view/?attach_id=8201

หลอดอุลตร้าไวโอเลท. 2559. แหล่งที่มา : http://thaiinterlamp.co.th/UV-Machine.html

A.O.A.C., 2000. Official methods of analysis of AOAC international.17th ed.,The Association of official analytical chemists, Washington DC, USA.

Falguera,V., J.Pagan,S. Garza,A.Garvin and A.Ibarz. 2011. Ultraviolet processing of liquid food: A review Part 2: Effects on microorganism and on food components and properties. Food Research International 2011; 44 : p. 1580-1588.

Shama,G. Ultraviolet light. In : Y.H.Hui,(Ed.). 2006. Handbook of food science. Technology and engineering. Vol.3. CRC/Taylor and Francis, Boca Raton. Florida. 2006, p.122.

Sales,J.M. and A.V.A.Resurreccion. 2010. Phenolic profile, antioxidations, and sensory acceptance of bioactive-enhanced peanuts using ultrasound and UV. Food Chemistry, 2010 ; 122:p795-803.

UV ระดับแสงอัลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อ. 2559. แหล่งที่มา: http://unisys-th.com/page29.php

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 2000)

1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1.1.1 ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น

1.1.2 ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven)

1.1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)

1.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

1.2 วิธีวิเคราะห์

1.2.1 อบภาชนะสำหรับความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก

1.2.2 กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำจะได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

1.2.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้น ซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว

1.2.4 นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง

1.2.5 นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งน้ำหนัก

1.2.6 อบซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

1.2.7 คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{100 \times \text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลัง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

2. การวิเคราะห์หาค่าความหืน

2.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

2.1.1 สาร Thiobarbuturic acid (TBA)

2.1.2 กรด HCl 0.25 N (Hydrochloric acid)

2.1.3 ขวดสีชา

2.1.4 บีกเกอร์

2.1.5 แท่งแก้วคนสาร

2.1.6 ตัวอย่างอาหาร

2.1.7 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.1.8 น้ำกลั่น

2.1.9 Hot plate

2.1.10 อุปกรณ์การ Centrifuge

2.1.11 อุปกรณ์และสารเคมีในการหาค่าตัวอย่างด้วย Spectrophotometer

2.2 วิธีการวิเคราะห์

2.2.1 เตรียมสารละลาย Thiobarbuturic acid (TBA) ประกอบด้วย 0.0357%+5% TCA+0.25 N HCl แล้วนำมาผสมกันในขวดสีชา

2.2.2 นำตัวอย่างอาหารบด 2.5 กรัม เติม TBA solution 5 มิลลิลิตร แล้วบดให้เข้ากันดี อย่าให้วัสดุโดนเหล็กเพราะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสารละลายถ่ายลงในหลอดทดลองฝาเกลียวปิดฝา

2.2.3 ต้มในน้ำเดือดประมาณ 10 นาที แล้ว Cooling (ทำ Blank โดยเติม TBA Solution 5 มิลลิลิตรอย่างเดียว)

2.2.4 นำไปหมุนเหวี่ยงแยกสารที่ความเร็วรอบ 3600 รอบ เวลา 10 นาที สีชมพู สีใส

2.2.5 นำส่วนใสไปใส่ Spectrophotometer วัดค่า OD ที่ 532 นาโนเมตร

$$\text{คำนวณ \% TBA} = \frac{7.8 \times OD \times 10}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \quad \text{(หน่วยเป็น mg Maloadahyde)}$$

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Aw)

1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1.1.1 เครื่องหาค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Aw)

1.1.2 ภาชนะใส่ตัวอย่าง

1.2 วิธีการวิเคราะห์

1.2.1 เสียบปลั๊กแล้วเปิดสวิตซ์ด้านข้าง

1.2.2 อุ่นเครื่องก่อนใช้งาน 30 นาที

1.2.3 บรรจุตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าลงในภาชนะใส่ตัวอย่าง โดยปริมาณตัวอย่างต้องเกินครึ่งของภาชนะแต่ไม่ล้นภาชนะ

1.2.4 ตรวจสอบความสะอาดรอบ ๆ ภาชนะใส่ตัวอย่าง

1.2.5 วางภาชนะตัวอย่างลงในช่องสำหรับวัดแล้วปิดช่องดังกล่าว

1.2.6 ปรับปุ่ม OPEN/LOAD ไปที่ปุ่ม READ เพื่อทำการวัดค่าโดยค่าจะปรากฏอยู่ที่หน้าจอ

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total variable count) (A.O.A.C, 2000)

1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1.1.1 สารอาหารเจือจาง (Peptone water)

1.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ (Standard plate count agar)= Plate count agar (difco) (PCA)

1.1.3 เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher)

1.1.4 ถุง Stomacher

1.1.5 จานเพาะเชื้อ (Plate)

1.2 วิธีการวิเคราะห์

1.2.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ตักใส่ถุง Stomacher ที่ปราศจากเชื้อ เทสารละลายสำหรับเจือจาง (ใช้ phosphate buffer หรือ 0.1% peptone water) 225 มิลลิลิตรลงไป

1.2.2 ตีป่นหรือเขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1:10

1.2.3 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar (PCA)

1.2.4 นำตัวอย่างอาหารมาเจือจาง

1.2.5 ดูดตัวอย่างอาหารของทุกระดับความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อโดยทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

1.2.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอยู่จานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตรหมุนจานไปมาเล็กน้อยโดยหมุนไปทางซ้ายและขวา (5-10 ครั้ง) เพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเข้ากันดีแล้วตั้งทิ้งไว้จนเย็น

1.2.7 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยกลับจานคว่ำลง

1.2.8 นับจำนวนโคโลนีทั้งบนผิวและในอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.2.9 คำนวณและรายงานผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารโดยนำความเจือจางมาคูณกับค่าเฉลี่ยของจานที่นับได้

2. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อรา (A.O.A.C,2000)

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 Peptone water

2.1.2 Potato dextrose agar (PDA)

2.1.3 Stomacher

2.1.4 ถุง stomacher

2.1.5 Tartaric acid ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

2.1.6 Plate

2.2 วิธีการวิเคราะห์

2.2.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ตักใส่ถุง stomacher ที่ปราศจากเชื้อ เทสารละลายสำหรับเจือจาง (ใช้ phosphate-buffered หรือ 0.1% peptone water) 225 มิลลิลิตร ลงไปตีปั่นตัวอย่างด้วยเครื่อง stomacher จะได้สารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 1:10

2.2.2 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) โดยปรับพีเอชให้ได้ 3.5±0.2 โดยใช้ tartaric acid (เตรียม 10% tartaric acid : R9 ใส่ในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ 1%)

2.2.3 เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่จานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอาหารอยู่ประมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร หมุนจานไปมาโดยการหมุนขวาซ้ายไปขวา 5-10 ครั้ง เพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้จนแข็ง

2.2.4 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วันโดยไม่ต้องกลับจานคว่ำลง

2.2.5 ตรวจนับจำนวนโคโลนี 10-100 โคโลนี และรายงานผลจำนวนเชื้อราในอาหาร 1 กรัม

ภาคผนวก ง
ใบรายงานการทดสอบชิม

วิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส (Hendonic scale)

ชื่อ.....วันที่.....เวลา.....

ผลิตภัณฑ์.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

9	=	ชอบมากที่สุด	4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	=	ชอบมาก	3	=	ไม่ชอบปานกลาง
7	=	ชอบปานกลาง	2	=	ไม่ชอบมาก
6	=	ชอบเล็กน้อย	1	=	ไม่ชอบมากที่สุด
5	=	เฉย ๆ			

ปัจจัย	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**				
	-	-	-	-	-
1. สี					
2. กลิ่น					
3. รสชาติ					
4. ลักษณะเนื้อสัมผัส					
5. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

....ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
แกงไตปลาแห้ง

1.ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะแกงไตปลาแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แกงไตปลาแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำจากไตปลาหมัก เนื้อปลาแห้ง เครื่องแกง เครื่องเทศ เช่น ใบมะกรูด และเครื่องปรุงรส เช่น กะปิ น้ำตาล ในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วทำให้แห้ง

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป
ต้องค่อนข้างแห้งจนถึงแห้งร่วน

3.2 สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ

3.3 กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของสัตว์

3.5 สารปนเปื้อน

3.5.1 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.5.2 ปรอท ต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.5.3 สารหนู ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

3.6.1 หากมีการใช้กรดเบนโซอิก หรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) และกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.7 อะฟลาทอกซิน

ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบต่อตัวอย่าง 25 กรัม

3.8.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.4 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม

3.8.5 เอสเซอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.6 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำแกงไตปลาแห้ง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุแกงไตปลาแห้งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของแกงไตปลาแห้งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุแกงไตปลาแห้งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น แกงไตปลาแห้ง แกงไตปลาคั่วกลิ้ง

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) ชนิดและปริมาณวัตถุกันเสีย (ถ้ามี)

(4) น้ำหนักสุทธิ

(5) วัน เดือน ปี ที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษาและการบริโภค

(7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แกงไตปลาแห้งที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าแกงไตปลาแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อง 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าแกงไตปลาแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสารปนเปื้อน วัตถุเจือปนอาหาร และอะฟลาทอกซิน ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ถึงข้อ 3.7 จึงจะถือว่าแกงไตปลาแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 500 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่าง เพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้ว ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าแกงไตปลาแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแกงไตปลาแห้งต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าแกงไตปลาแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบแกงไตปลาแห้งอย่างน้อย 5 คน แต่ละคน จะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างแกงไตปลาแห้งลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน
(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องค่อนข้างแห้งจนถึงแห้งร่วน				
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และสม่ำเสมอ				
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติ หรือส่วนประกอบที่ใช้ปราศจากกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม				

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก โดยการตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบสารปนเปื้อน วัตถุเจือปนอาหาร และอะฟลาทอกซิน ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวกรูป

กระบวนการศึกษาผลการฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในการเก็บรักษาแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

ปลาสด

นำปลาไปอบที่ 180°C

แกะเนื้อปลาย่าง

เนื้อปลาย่างอบอีกครั้ง

รูปผนวกที่ 1 ขั้นตอนเตรียมเนื้อปลาย่าง

ต้มไตปลาแล้วกรอง

ต้มกะปิแล้วกรอง

รูปผนวกที่ 2 ขั้นตอนเตรียมไตปลาและกะปิ

รูปผนวกที่ 3 ส่วนผสมแกงไตปลาทั้งหมด

ใส่เครื่องแกง

ใส่เนื้อปลาย่าง

ใส่น้ำกะปิ

ใส่น้ำมะขามเปียก

รูปผนวกที่ 4 ขั้นตอนการใส่ส่วนผสม

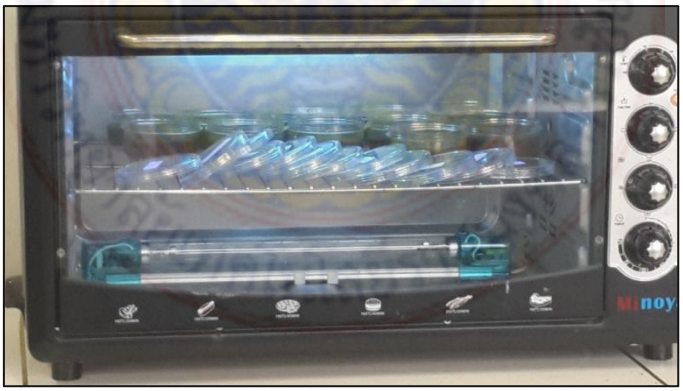
เริ่มผัดแกงไตปลา

ผัดแกงไตปลาจนแห้ง

นำแกงไตปลาแห้งบรรจุในกระปุก

ตัวอย่างแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป

รูปผนวกที่ 5 การผัดแกงไตปลาแห้งและการบรรจุในกระปุก



รูปผนวกที่ 6 การฉายรังสีอัลตร้าไวโอเลต-ซี แกงไตปลาแห้งสำเร็จรูป