รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การยืดอายุผลิตภัณฑ์พริกแกง และออกแบบบรรจุภัณฑ์

Shelf life Extension Thai Curry Pastes and Packaging design

คณะวิจัย

ดร. บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์

ดร. ธีรศักดิ์ ปั้นวิชัย

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยและนวัตกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2560 รหัสโครงการ FIRIn 2560/009

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย)....การยืดอายุผลิตภัณฑ์พริกแกง และออกแบบบรรจุภัณฑ์.....
(ภาษาอังกฤษ) ..... Shelf life Extension Thai Curry Pastes and Packaging design.....

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ/ชื่อผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล หัวหน้าโครงการ	บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์
ตำแหน่ง	อาจารย์
ที่อยู่	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
โทรศัพท์	077-355453 มือถือ 08-97230723
โทรสาร	077-355041
E-mail	boonyarit.c@psu.ac.th

ชื่อ - สกุล ผู้ร่วมวิจัย	ธีรศักดิ์ ปั้นวิชัย
ตำแหน่ง	อาจารย์
ที่อยู่	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ม.สงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
โทรศัพท์	077-355453 มือถือ 09-89472561
โทรสาร	077-355041
E-mail	teerasak.punvichai@yahoo.com

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
รายการตาราง	4
รายการภาพประกอบ	6
กิตติกรรมประกาศ	8
บทคัดย่อ	9
บทนำ	10
วัตถุประสงค์โครงการ	10
บทตรวจเอกสาร	10
วิธีการทดลอง	14
ผลการดำเนินงาน	16
การเติมน้ำร้อนในขั้นตอนผลิตพริกแกงส้ม พริกแกงเขียว และพริกแกงกะทิ	18
การลด a_w ของพริกแกงเขียวด้วย Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin และNatamycin	18
คุณภาพทางประสาทสัมผัส	19
การประเมินอายุการเก็บพริกแกงเขียว	20
การออกแบบบรรจุภัณฑ์ โลโก้ และรายละเอียดผลิตภัณฑ์พริกแกง	21
รายละเอียดที่สำคัญบนฉลาก และแปลเป็นภาษาอังกฤษ	22
ผลของ Food Preservative ต่อความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว	34
ผลของ Food Preservative ต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว	38
ผลอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสต่อการเก็บรักษาพริกแกง	42
สรุปผล	45
เอกสารอ้างอิง	47

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของวัตถุดิบที่ใช้ทำเครื่องแกงก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ppm)	16
2	คุณภาพกายภาพ และชีวภาพของผลิตภัณฑ์พริกแกงห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร	17
3	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ราก่อนการล้าง และหลังการล้างพริกสดและตะไคร้ด้วยสารละลาย $KMnO_4$ โซเดียมไบคาร์บอเนต และสารละลายกรดอะซิติก	17
4	การเติมน้ำร้อนในขั้นตอนการบดผสมต่อคุณภาพจุลินทรีย์พริกแกงส้ม พริกแกงเขียวและพริกแกงกะทิ	18
5	อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 26±2 องศาเซลเซียสกับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	20
6	ปริมาณน้ำอิสระ a_w ในพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มพลาสติกสุญญากาศเร่งสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	32
7	ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าความเป็นกรดด่าง หรือ pH ของพริกแกงเขียวที่เก็บในสภาวะเร่ง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	33
8	ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าสี L (Lightness) ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บสภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	34
9	ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าสี a (Redness) ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บสภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	35
10	ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าสี b (Yellowness) ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บสภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	36
11	ผลของ Nisin และ Natamycin ต่อค่า a_w ในพริกแกงเผ็ด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	40
12	คุณค่าทางอาหารของพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุง	45
13	คุณค่าทางอาหารของพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุง	46

รายการภาพประกอบ

ภาพ		หน้า
1	ผลของ Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin และNatamycin ต่อปริมาณน้ำอิสระ a_w ในพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มพลาสติกสูญญากาศ เก็บที่สภาวะเร่งการสูญเสียที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	19
2	ออกแบบภาพ และอธิบายรายละเอียดประวัติความเป็นมาของห้างหุ้นส่วนจำกัด แม่พร	21
3	ตัวอย่างออกแบบบรรจุภัณฑ์กล่องพริกแกง สูตรต้นตำรับ พร้อมปรุง และเจ	26
4	บรรจุภัณฑ์กล่องแกงเขียวหวานพร้อมปรุง	27
5	ผลิตภัณฑ์พริกเทียม พริกแกงเผ็ด ก๋วยเตี๋ยว พริกแกงขนมจีน พริกแกงเขียวหวานและแกงส้ม ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส	27
6	บรรจุภัณฑ์ขวดพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุง และแกงเขียวหวาน	28
7	บรรจุภัณฑ์พริกแกงเขียวหวานพร้อมปรุง และพริกแกงส้มเจ	28
8	บรรจุภัณฑ์พริกแกงพร้อมปรุง	29
9	บรรจุภัณฑ์พริกแกงเขียวหวาน แกงเผ็ด และแกงป่าเจพร้อมปรุง	29
10	บรรจุภัณฑ์ผัดเผ็ด แกงส้ม และคั่วกลิ้งเจพร้อมปรุง	30
11	บรรจุภัณฑ์พริกแกงเจพร้อมปรุง	30
12	ออกแบบ และบรรจุภัณฑ์พริกแกงน้ำยาขนมจีน	31
13	ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าความเป็นกรดด่างหรือ pH ของพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศ เก็บในสภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	34
14	ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	38
15	ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	39
16	ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	39
17	ผลของ Nisin และ Natamycin ต่อค่า a_w ในพริกแกงเผ็ด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	40
18	ผลของ Nisin และ Natamycin ต่อค่า pH ของพริกแกงเผ็ด เก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	41
19	ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	41
20	ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	41
21	ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	41
22	แกงเผ็ด (ก) แกงเผ็ดพร้อมปรุง (ข) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 เดือน	42

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการยืดอายุผลิตภัณฑ์พริกแกง และออกแบบบรรจุภัณฑ์สำเร็จได้ด้วยดี ทีมงานวิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและนวัตกรรมอาหาร สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้การสนับสนุนทุนดำเนินงานวิจัย และห้างหุ้นส่วนจำกัด แม่พร

ดร. บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์
หัวหน้าโครงการ

บทคัดย่อ

ห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์พริกแกงมา 40 กว่าปี มีผลิตภัณฑ์มากกว่า 20 ชนิด ที่จัดจำหน่ายในปัจจุบัน ประสบปัญหาอายุการไม่คงที่ และไม่สามารถเก็บได้นาน ซึ่งมีสาเหตุจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น และยีสต์ราในวัตถุดิบ และระหว่างการผลิต การควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และยีสต์รา สามารถทำได้โดยลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นจากวัตถุดิบ ความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณน้ำอิสระ (aw) การใช้ความร้อนระหว่างการผลิต และชนิดของบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น การล้างพริกสดด้วยสารละลาย $KMnO_4$ โซเดียมไบคาร์บอเนต และกรดอะซิติก พบว่าพริกสดที่ล้างด้วย กรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5 % สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจาก 5.10±0.02 log cfu/g เหลือ 3.59±0.19 log cfu/g และไม่พบยีสต์รา (ND) การใช้น้ำร้อนเติมลงไปในขั้นตอนบดผสมสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ในพริกแกงเขียวหวาน 4.90±0.21 log cfu/ml เหลือ 3.84±0.21 log cfu/g การลด aw โดยการเติมเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถลดค่า aw ได้จาก 0.92±0.02 เหลือ 0.88-0.91 รวมถึงการเติมวัตถุเจือปนอาหาร (Food preservative) ประเภทโซเดียมเบนโซเอท ไนซิน นาตาไมซิน ร่วมกับการปรับสภาวะดังกล่าว สามารถยืดอายุการจัดจำหน่ายได้ ชนิดของบรรจุภัณฑ์และรายละเอียดบรรจุภัณฑ์มีผลต่ออายุการจัดจำหน่ายและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์พริกแกงของผู้บริโภค

คำสำคัญ : อายุการเก็บรักษา/ พริกแกง/ บรรจุภัณฑ์

บทนำ

“พริกแกง” นับเป็นหนึ่งในวัตถุปรุงรสอาหารยอดนิยมของคนไทย มีความหลากหลายและใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกันตามประเภทของพริกแกง ซึ่งส่วนประกอบสำคัญของแกง คือพืชสมุนไพรและเครื่องเทศของไทย นำมาบด สับ หรือโขลก รวมกันตามสูตรจะได้ออกมาเป็นพริกแกงสำเร็จรูปพร้อมนำไปประกอบอาหาร เนื่องจากกระบวนการผลิต หรือทำพริกแกงค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลานานผู้บริโภคส่วนใหญ่จึงหันมาซื้อพริกแกงสำเร็จรูปที่วางขายตามท้องตลาด บวกกับพฤติกรรมการใช้ชีวิตของคนไทยเปลี่ยนไปที่ต้องเร่งรีบไปทำงานการมีเวลาประกอบอาหารจึงน้อยลง และมีกลุ่มผู้บริโภคคนไทยในต่างแดน หรือต่างประเทศจำนวนมากที่ต้องการบริโภคอาหารไทย ซึ่งพริกแกงเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารไทยที่ขาดไม่ได้ในการประกอบอาหาร จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ตลาดพริกแกงสำเร็จรูปมีการเติบโตสูงมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (ห้างหุ้นส่วนจำกัด เครื่องแกงแม่พร, 2559) ปัจจุบันพริกแกงได้รับการพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง (SMEs) รวมทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ขึ้นชื่อในหลายตำบล การวางจำหน่ายตามท้องตลาดส่วนใหญ่อยู่ในภาชนะเปิดโล่ง เช่น กาละมัง ไม่มีการปิดป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก ฝุ่นละออง หรือจุลินทรีย์ภายนอกไม่ถูกสุขลักษณะเป็นสาเหตุที่ทำให้อายุการเก็บรักษาไม่นาน และเป็นสาเหตุของการก่อโรค สิ่งสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงคือ ระยะเวลาการเก็บรักษาหรืออายุการจัดจำหน่าย (shelf life) บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ที่เหมาะสมต่อการจัดจำหน่ายและตอบสอนองความต้องการของผู้บริโภค ห้างหุ้นส่วนจำกัด แม่พรและผู้ประกอบการจำนวนมากประสบปัญหาผลิตภัณฑ์มีอายุการจัดจำหน่ายไม่แน่นอน อายุการจัดจำหน่ายไม่คงที่ เกิดการเน่าเสียง่าย รวมถึงบรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสมต่อการจัดจำหน่าย และปัญหาหลักที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่โรงงานแม่พรประสบปัญหาคือกลิ่นของเครื่องเทศจางหายไปจากการล้างด้วยสารทำความสะอาดคลอรีน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสีย และยืดอายุการจัดจำหน่าย พริกแกงเขียวหวาน คั่วกลิ้ง แกงเผ็ด แกงส้ม น้ำพริกเผา แกงผัดเผ็ด และอื่นๆ ด้วย Hurdle Technology และการบรรจุสุญญากาศ หรือการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ

2. เพื่อคัดเลือกสารทำความสะอาดในขั้นตอนการล้างวัตถุดิบในการผลิตพริกแกงที่เหมาะสม ลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และความคงตัวกลิ่นรสของวัตถุดิบในการผลิต

3. เพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์พริกแกงในการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมตามความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคคนไทย และส่งออกตามมาตรฐานสากล

บทตรวจเอกสาร

ปัจจุบันตลาดพริกแกงสำเร็จรูปมีการเติบโตสูงมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (ห้างหุ้นส่วนจำกัดเครื่องแกงแม่พร, 2559) ได้รับการพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง (SMEs) รวมทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ขึ้นชื่อในหลายตำบล การวางจำหน่ายตามท้องตลาดส่วนใหญ่อยู่ในภาชนะเปิดโล่ง เช่น กาละมัง ไม่มีการปิดป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรก ฝุ่นละออง หรือจุลินทรีย์ภายนอก ไม่ถูกสุขลักษณะเป็นสาเหตุที่ทำให้อายุการเก็บรักษาไม่นาน และเป็นสาเหตุของการก่อโรค สิ่งสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงคือ ระยะเวลาการเก็บรักษาหรืออายุการจัดจำหน่าย (shelf life) บรรจุภัณฑ์ (Packaging) ที่เหมาะสมต่อการจัดจำหน่ายและตอบสอนองความต้องการของผู้บริโภค ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของพริกแกงมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น ความชื้น (MC) Water activity (a_w) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ความเป็นกรดด่าง (pH) กรรมวิธีการผลิต ปริมาณก๊าซออกซิเจน และรวมถึงชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุพริกแกง ดังนั้นการใช้ Hurdle Technology ปรับสภาพความเป็นกรดด่าง การลดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร หรือ Water activity (a_w) รวมถึงการปรับสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ เพื่อการเก็บรักษา (Modified Atmosphere) มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์เครื่องแกง หากมีการจัดการสภาวะต่างๆ ของการผลิตที่เหมาะสมตั้งแต่วัตถุดิบ เช่น การล้าง จนถึงการบรรจุหีบห่อที่ดีจะทำให้อายุการจัดจำหน่ายพริกแกงอยู่ได้นาน ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสามารถจัดจำหน่ายได้ดีในเชิงพาณิชย์ การเก็บรักษาพริกแกง และเครื่องปรุงแต่งกลิ่น รสของไทยปัจจัยที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และออกซิเจน (สุมณฑา และคณะ, 2542) การลดความชื้น และ a_w ในเครื่องแกงโดยการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาสมและเป็นวิธีการที่ดีในการยืดอายุพริกแกง รวมถึงการใช้ความร้อนร่วมในการฆ่าเชื้อสามารถช่วยยืดอายุพริกแกง ชมพูนุช และคณะ (2551) พบว่าการยืดอายุการเก็บรักษาพริกแกงส้มของภาคใต้และพริกแกงคั่วกลิ้งเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมและความร้อนสามารถช่วยยืดอายุการจัดจำหน่ายพริกแกง และพบว่าชนิดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุพริกแกงมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่แตกต่างกันในระยะเวลาการเก็บรักษาพริกแกง 30 วัน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในพริกแกงมีผลต่อการเสื่อเสียและอายุการจัดจำหน่ายพริกแกง การปนเปื้อนของจุลินทรีย์มีสาเหตุหลักๆ มาจากวัตถุดิบ และระหว่างกระบวนการผลิต หากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพริกแกงมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูง และไม่มีการทำความสะอาด หรือลดปริมาณจุลินทรีย์ ทำให้อายุการเก็บรักษาของพริกแกงสั้นลง การคัดวัตถุดิบและทำความสะอาดจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการยืดอายุการจัดจำหน่ายพริกแกง การล้างและใช้สารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ จะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบ (Punvichai และ Boonyakait, 2002) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการจัดจำหน่ายที่นานขึ้น

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุพริกแกงมีผลต่ออายุการจัดวางจำหน่ายที่แตกต่างกัน เพราะชนิดของวัตถุที่ใช้ในการบรรจุมีผลต่ออัตราการซึมผ่านของก๊าซ และความชื้น การเจริญของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ทำให้การสูญเสียของพริกเครื่องแกงที่มีอายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายของผู้บริโภคที่ต่างกลุ่มกัน การใช้บรรจุภัณฑ์ก็แตกต่างกัน (ธีรศักดิ์ และคณะ 2550)

การล้างวัตถุดิบก่อนการผลิตพริกแกง

การล้าง เป็นขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบที่สำคัญก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตพริกแกง มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอม และลดอันตรายในอาหาร (food hazard) โดยเฉพาะอันตรายจากจุลินทรีย์ จากการสำรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้บ่งชีสุขลักษะการผลิต ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม และ แบคทีเรียก่อโรคที่มักปนเปื้อน ได้แก่ *Escherichia coli*, *Listeria spp*., *Salmonella, Shigella* (ปรีชา, 2553)

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพริกแกงส่วนใหญ่เป็นสมุนไพรและเครื่องเทศ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก ลำต้น ดอก ใบ มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์หลายช่องทาง เช่น ระหว่างการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การขนส่ง ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบเริ่มต้นมีผลต่อคุณภาพ และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์พริกแกง ที่สำคัญคือความเสี่ยงต่อการพบจุลินทรีย์ก่อโรค การล้างด้วยน้ำธรรมดาไม่สามารถลดการปนเปื้อนเหล่านี้ได้จึงมีการใช้สารฆ่าเชื้อ (Sanitizer) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้ผสมในน้ำล้าง เพิ่มประสิทธิภาพการการทำความสะอาด ลดปริมาณจุลินทรีย์ สารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้ในการล้างวัตถุดิบ ได้แก่ คลอรีน ด่างทับทิม โซเดียมไบคาร์บอเนต และน้ำส้มสายชู เป็นต้น (ฉัตรภา, 2556)

คลอรีน ความเข้มข้นที่ใช้อยู่ในช่วง 50-200 ppm ของคลอรีนออกฤทธิ์ (Active chlorine) คลอรีนมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายแบคทีเรียก่อโรค ตัวอย่างผักสด พบว่าการล้างด้วยสารไฮโปคลอไรท์ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์มาให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสารธารณสุขซึ่งสามารถลดลงได้ 3-4 log cycle และนอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีและรูปร่างของผัก (กฤติยา, 2546)

ด่างทับทิม (Potassium Permanganate) การใช้ด่างทับทิม มีลักษณะเป็นเกล็ดแข็ง สีม่วง สามารถละลายได้ในน้ำ ให้สีชมพู หรือม่วงเข้ม เป็นสารประกอบประเภทเกลือ ใช้ปริมาณ 20-30 เกล็ด ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่ไว้ประมาณ 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 35-43 เปอร์เซ็นต์ ข้อจำกัดคือการใช้ด่างทับทิมในปริมาณที่มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร และหากสูดดมไอระเหยของด่างทับทิมเข้าไปมากก็จะทำให้ระบบทางเดินหายใจมีปัญหา หากเข้าตาอาจทำให้ตาบอดได้ (ฉัตรภา, 2556)

โซเดียมไบคาร์บอเนต ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต (เบกกิ้งโซดา) 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำอุ่น 1 กะละมัง (20 ลิตร) แช่นาน 15 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด ข้อจำกัดของการใช้เบกกิ้งโซดาคือมีส่วนผสมของโซเดียมอยู่และอาจดูดซึมเข้าสู่ผักหรือผลไม้ และหากล้างไม่สะอาดการได้รับเบกกิ้งโซดาในปริมาณมากเกินไปทำให้ท้องเสียได้ (ฉัตรภา, 2556)

น้ำส้มสายชู การใช้น้ำส้มสายชูที่มีกรดน้ำส้มความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ของกรดน้ำส้ม ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:10 แช่นาน 10-15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ข้อจำกัดคือผักอาจมีกลิ่นของน้ำส้มสายชูติดมา และผักบางอย่างเช่นผักกาดขาว ผักกาดเขียว อาจมีการดูดรสเปรี้ยวจากน้ำส้มสายชูทำให้รสชาติเปลี่ยนไป และภาชนะที่ใส่ผักล้างไม่ควรเป็นพลาสติก (ธีรศักดิ์, 2546)

การลดปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

ค่า a_w เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร มีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์พริกแกง เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในพริกแกงที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญ และใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ และสามารถใช้ค่า a_w ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย สามารถใช้ควบคุม และป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้เพราะเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะเจริญได้ที่ a_w จำกัด และแตกต่างกัน

ตามชนิดของจุลินทรีย์ (Barbosa-Canovas, 2007) การลดค่า a_w ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล โดยเติมลงในผลิตภัณฑ์พริกแกง มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์และ ปฏิกิริยาทางเคมีอื่นๆ ลดลง การเลือกใช้สารลดค่า a_w ควรคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ได้แก่ กลิ่นรสของสารลดค่า a_w ที่ใช้ความเป็นพิษ และต้องไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพทางด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภค (Barbosa-Canovas, 2007)

กลีเซอรอล เป็นสารประกอบที่มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหวานประมาณ 0.6 - 0.7 เท่าของน้ำตาลซูโครส จัดเป็นสารประกอบประเภทไตรไฮดริกแอลกอฮอล์ คุณสมบัติที่สำคัญ คือ ความสามารถในการดูดความชื้น ความสามารถในการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์โดยการลดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์พริกแกง กลีเซอรอลจะช่วยชะลอการเกิดกรดไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้กลีเซอรอลจัดเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ซึ่งกลีเซอรอลจัดอยู่ในรายชื่ออาหาร GRAS (Generally Recognized As Safe) นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยาอย่างแพร่หลาย (Belitz and Grosch, 1987)

ซอร์บิทอล เป็นสารให้ความหวาน (Sweetener) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar alcohol) ใช้เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Sugar substitute) เป็นสารดูดความชื้นที่มีความสามารถในการละลายดีในน้ำ มีความหวานร้อยละ 60 ของน้ำตาล

โพแทสเซียมคลอไรด์ เป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดี ใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร เพื่อลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในอาหารจำนวนมาก ทำให้มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจ เบาหวาน การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ในอาหารจะช่วยลดการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ลง เนื่องจากให้รสชาติเค็มเหมือนกัน (จิรารัตน์, 2537)

สารต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

สารต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชะลอการเจริญหรือทำลายจุลินทรีย์ ช่วยลดการเน่าเสียของอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์ กลไกในการทำงานของสารต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ประกอบด้วยการทำให้สมบัติของผนังเซลล์ของจุลินทรีย์เปลี่ยนไป ทำให้จุลินทรีย์ชะงักการเจริญและตายในที่สุด การทำให้ประสิทธิภาพของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์เสียไป จุลินทรีย์จึงไม่เจริญและตายได้ ทำให้จุลินทรีย์หยุดชะงักการแบ่งเซลล์ จุลินทรีย์จึงไม่สามารถเพิ่มปริมาณได้ ประสิทธิภาพของสารต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เติมลงในอาหารโดยทั่วไปถ้าใช้ปริมาณมากขึ้นประสิทธิภาพก็จะมากขึ้น สารต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ ได้แก่ โซเดียมเบนโซเอท (อรอนงค์, 2550)

โซเดียมเบนโซเอท ใช้เป็นวัตถุกันเสียในอาหาร มีฤทธิ์สูงสุดเมื่อ pH อยู่ในช่วง 2.5-4.0 ใช้ได้ดีในอาหารที่เป็นกรด เช่น น้ำผลไม้ เครื่องดื่มคาร์บอเนต ของหมักดอง และเนยเทียม เป็นต้น เกลือโซเดียมของกรดเบนโซอิกละลายน้ำได้ดี จึงมักถูกนำมาใช้ในรูปของเกลือ เมื่อละลายเกลือโซเดียมของกรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์อาหารบางส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็นกรด และจะมีผลต่อยีสต์และแบคทีเรีย กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอตไม่เป็นอันตรายถ้าใช้ในปริมาณน้อยจะถูกกำจัดออกจากร่างกาย ซึ่งตามปริมาณที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้ คือ ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (อรอนงค์, 2550)

ไนซิน (Nisin) เป็นแบคเทอริโอซินที่ผลิตโดยจุลินทรีย์กลุ่ม Lactic streptococci โดยโครงสร้างของไนซินประกอบด้วยสายของเปปไทด์ มีคุณสมบัติที่ไม่ชอบน้ำและมีประจุเป็นบวก สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ

แบคทีเรียโดยรบกวนการสร้างผนังเซลล์ (Cell wall) ของแบคทีเรียเป้าหมายและทำให้เกิดรูบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (Membrane protein) (อรอนงค์, 2550)

นาตาไมซิน (Natamycin) นาตาไมซินหรือไพมาริซินเป็นวัตถุกันเสียที่ผลิตขึ้นโดยเชื้อ *Streptomyces natalensis* สำหรับประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของราและยีสต์ได้ แต่จะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและไวรัส และนาตาไมซินสามารถยับยั้งการเจริญของราและยีสต์ได้แล้วสามารถยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อราได้ (อรอนงค์, 2550)

วิธีการทดลอง

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของพริกแกง และการยืดอายุ

1. สารล้างทำความสะอาดวัตถุดิบก่อนการผลิต เช่นคลอรีน โซดาไฟ และสารละลายกรดอะซิตริก ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ทดสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีส และรา ก่อนล้างและหลังล้างวัตถุดิบ รวมถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกลิ่นของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 7 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยโดยวิธีทางสถิติ

2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียอายุการเก็บรักษาพริกแกง เช่น

- การลด Aw ของผลิตภัณฑ์พริกแกงด้วย กลีเซอรอล ซอบิทอล และลดปริมาณ NaCl โดยวิธีการเติม KCl ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละชนิด
- การเติมน้ำร้อน 70-80 องศาเซลเซียส และน้ำเย็น ระหว่างกระบวนการผลิตพริกแกง
- ปรับสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ เช่น ปริมาณออกซิเจนต่ำ ไนโตรเจน และสุญญากาศ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design:CRD) ในแต่ละปัจจัยการเสื่อมเสีย วิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยโดยวิธีทางสถิติในส่วนของ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีส รา คุณภาพทางกายภาพ สี กลิ่น คุณภาพทางเคมี ความเป็นกรดด่าง และอายุการจัดจำหน่ายด้วยวิธีเร่งสภาวะการเสื่อมเสีย

3. ศึกษาปริมาณการใช้ Anti-bacteria Anti-fungi รวมถึง เบนโซอิกแอซิค ที่ระดับ 50 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design:CRD) วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีส รา และอายุการจัดจำหน่ายด้วยวิธีเร่งสภาวะการเสื่อมเสีย วิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยโดยวิธีทางสถิติ

4. ศึกษาบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดจำหน่าย โดยสำรวจความต้องการบริโภคพริกเครื่องแกงกลุ่มเป้าหมายนักท่องเที่ยวชาวไทย และนักเรียนไทยในต่างแดนที่นิยมการบริโภคน้ำพริกเครื่องแกง (Focus group) โดยเลือกตัวแทนนักท่องเที่ยวชาวไทยที่นิยมทำอาหารรับประทานเอง หรือนักท่องเที่ยวที่ชอบซื้อของฝาก อย่างละ 10-15 คน สัมภาษณ์สอบถามความต้องการพฤติกรรมการบริโภคน้ำพริกเครื่องแกง และรายละเอียดบรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการตามวิธีการของ EDMUNDS (1999)

5. สรุปและวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์น้ำพริกเครื่องแกงตามความต้องการของผู้บริโภคเครื่องแกง 10 รายการ โดยการออกแบบรายละเอียดบนฉลากบรรจุภัณฑ์ประเภท ซอง พลาสติก กระปุก และหรือความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคพริกเครื่องแกง บรรจุภัณฑ์ละ 3 แบบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design:CRD) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส สี รูปแบบ และการยอมรับของผู้บริโภคในระดับห้องปฏิบัติการ (Herbert and Joel, 2004) ใช้จำนวนผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายจำนวน 25 – 30 คน ในเขตพื้นที่ภาคใต้จังหวัดสุราษฎร์ธานี วิเคราะห์ความแตกต่างและความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยโดยวิธีทางสถิติ เลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่มีพฤติกรรมประกอบอาหารรับประทานเอง

6. เลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์

ผลการดำเนินงาน

การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์พริกแกง

เก็บตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และผลิตภัณฑ์พริกแกงส้ม พริกแกงเขียว พริกแกงผัดเผ็ด พริกแกงผัดเผ็ดหยาบ พริกแกงเผ็ด พริกแกงกะทิ พริกแกงพริกเทียมหยาบ และพริกแกงคั่วกลิ้ง ของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรจังหวัดสุราษฎร์ธานีวิเคราะห์คุณภาพกายภาพและชีวภาพ พบว่าตัวอย่างพริกแกงมีปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ (a_w) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และรา ตามตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของวัตถุดิบที่ใช้ทำเครื่องแกงก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ppm)

ชนิดของวัตถุดิบ	ก่อนล้าง (log cfu/g)		หลังล้าง (log cfu/g)	
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	เชื้อรา	จุลินทรีย์ทั้งหมด	เชื้อยีสต์รา
ใบมะกรูด	4.32±0.25	2.40±0.21	ND	ND
ขมิ้น	4.91±0.05	2.56±0.20	2.32±0.20	1.30±0.41
ข่า	6.81±0.23	2.93±0.15	3.63±0.15	1.52±0.35
กระชาย	5.28±0.45	2.86±0.05	2.94±0.21	0.96±0.15
ตะไคร้	4.52±0.35	2.54±0.22	3.31±0.09	2.02±0.22
พริกสด	4.08±0.21	2.46±0.21	2.77±0.14	1.10±0.21
พริกแห้ง	ND	ND	ND	ND
พริกเขียว	6.49±0.20	2.68±0.25	3.24±0.11	2.03±0.15
พริกไทย	ND	ND	ไม่ตรวจ	ไม่ตรวจ
กระเทียม	ND	ND	ไม่ตรวจ	ไม่ตรวจ

หมายเหตุ : ND หมายถึงมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่า 25 cfu/g หรือมีปริมาณน้อยมาก

วัตถุดิบก่อนล้างและหลังล้าง (ตารางที่ 1) พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในวัตถุดิบ เช่น ใบมะกรูด ข่า พริกสด พริกแห้ง พริกเขียว ขมิ้น กระชาย ตะไคร้ พริกไทย และกระเทียม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นอยู่ในช่วง 4.08-6.81 log cfu/ml ปริมาณยีสต์ราอยู่ในช่วง 2.40-2.93 log cfu/g และวัตถุดิบของสดและพืชหัวมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สูงมาก และสูงกว่าวัตถุดิบชนิดแห้งประเภทพริกแห้ง พริกไทย และกระเทียม ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ตรวจพบน้อยกว่า 25 log cfu/ml เนื่องจากวัตถุดิบของแห้งจะมีปริมาณน้ำอิสระหรือค่า a_w ต่ำมากเชื้อจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนการล้างวัตถุดิบด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 ppm เป็นวิธีมาตรฐานในการล้างผักผลไม้ของอุตสาหกรรมอาหาร และลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และราในวัตถุดิบเริ่มต้นได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) มีอายุการเก็บรักษาหรือจัดจำหน่ายนานเกิน 3 เดือน ในสภาวะปรกติ แต่พบปัญหาหลังจากผลิตเครื่องแกงมีกลิ่นรสและความจัดจ้านลดลง

ตารางที่ 2 คุณภาพกายภาพ และชีวภาพของผลิตภัณฑ์พริกแกงห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร

ชนิดพริกแกง	ค่า a_w	ค่า pH	จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	เชื้อยีสต์รา (log cfu/g)
พริกแกงส้ม	0.89±0.02	4.73±0.05	4.96±0.25	3.73±0.11
พริกแกงเขียว	0.90±0.01	5.01±0.02	4.94±0.25	3.48±0.21
พริกแกงผัดเผ็ด	0.89±0.01	4.56±0.03	4.85±0.25	3.44±0.12
พริกแกงผัดเผ็ดหยาบ	0.90±0.02	4.66±0.02	4.86±0.25	3.37±0.13
พริกแกงเผ็ด	0.88±0.01	4.71±0.08	4.78±0.25	3.43±0.31
พริกแกงคั่วกลิ้ง	0.95±0.02	5.23±0.03	4.67±0.25	3.04±0.25
พริกแกงพริกเทียมหยาบ	0.94±0.01	5.12±0.04	4.92±0.25	3.28±0.20
พริกแกงกะทิ	0.91±0.02	5.09±0.03	4.95±0.25	3.73±0.21

การวิเคราะห์คุณภาพพริกแกง 8 ชนิด ของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตปรกติของโรงงานแม่พร (ตารางที่ 2) พบว่ามีค่า a_w หรือปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ได้อยู่ในช่วง 0.88 - 0.95 ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์หลากหลายชนิด และมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด คือปรกติตัวอย่างพริกแกงต้องมีค่า a_w ไม่เกิน 0.85 (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2546) มีความเป็นกรดด่าง หรือค่า pH อยู่ในช่วง 4.56 - 5.23 (มีความเป็นกรดเล็กน้อย) พริกแกงทั้ง 8 ชนิดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณราที่เกินมาตรฐาน โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 CFU/g หรือ 4 log cfu/g และปริมาณเชื้อราไม่เกิน 100 CFU/g หรือ 2 log cfu/g (มผช, 2549) ดังนั้นพริกแกงทั้ง 8 ชนิด มีความเสี่ยงสูงต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ราก่อนการล้าง และหลังการล้างพริกสดและตะไคร้ด้วยสารละลาย $KMnO_4$ โซเดียมไบคาร์บอเนต และสารละลายกรดอะซิติก

ชนิดสารเคมี	จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)		ยีสต์รา (log cfu/g)	
	พริกสด	ตะไคร้	พริกสด	ตะไคร้
Control (ก่อนล้าง)	5.10±0.02	4.50±0.25	2.46±0.22	2.53±0.21
$KMnO_4$ 3 ppm	3.92±0.21	3.85±0.20	2.22±0.25	2.25±0.11
$KMnO_4$ 4 ppm	4.07±0.11	3.93±0.18	2.29±0.23	2.27±0.12
$KMnO_4$ 5 ppm	4.19±0.12	3.96±0.19	2.33±0.19	2.32±0.23
โซเดียมไบคาร์บอเนต	4.65±0.20	3.99±0.20	2.40±0.20	2.38±0.22
กรดอะซิติก 0.5%	3.71±0.22	3.81±0.22	ND	ND
กรดอะซิติก 1.0%	3.65±0.25	3.82±0.13	ND	ND
กรดอะซิติก 1.5%	3.59±0.19	3.71±0.21	ND	ND

หมายเหตุ : ND หมายถึงมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่า 25 cfu/g หรือมีปริมาณน้อยมาก

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราก่อนการล้างในพริกสดมีค่าเท่ากับ 5.10±0.02 log cfu/ml และ 2.46±0.22 log cfu/ml ตามลำดับ ซึ่งหลังการล้างพริกสดด้วยสารละลายด่างทับทิม โซเดียมไบคาร์บอเนต และกรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูทุกระดับความเข้มข้นสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รา และสารละลายกรดอะซิติกมีความสามารถในการล้าง และฆ่าเชื้อได้ดีที่สุด (ตารางที่ 3) เนื่องจากกรดอะซิติกมีความเป็นกรด pH ต่ำกว่า 4.6 ทำให้จุลินทรีย์ไม่เหมาะสมต่อการเจริญและลดปริมาณที่ผิวของวัตถุดิบผักและผลไม้ (ธีรศักดิ์, 2545) น้ำส้มสายชูมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ ทำให้องค์ประกอบของเซลล์เสียหาย ภายในเซลล์มีกรดเพิ่มรบกวนกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ ทำให้เซลล์จุลินทรีย์ตายในที่สุด (รุจิรา, 2558) ด่างทับทิมหรือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) เมื่อละลายในน้ำจะเกิดการแตกตัวและแลกเปลี่ยนไอออน เกิดปฏิกิริยาและมีอนุมูลอิสระซึ่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นนั้นไม่เสถียรพยายามจับกับโมเลกุลอื่นๆ เพื่อเพิ่มความเสถียรให้ตัวเอง อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะจับกับสารที่อยู่ในน้ำไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรียหรือเชื้อราในน้ำ ส่งผลให้แบคทีเรียหรือเชื้อราเหล่านั้นตาย (ฉัตรภา, 2556)

การเติมน้ำร้อนในขั้นตอนผลิตพริกแกงส้ม พริกแกงเขียว และพริกแกงกะทิ

ในการผลิตพริกแกงส้ม พริกแกงเขียว และพริกแกงกะทิของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรมีการเติมน้ำในขั้นตอนการบดผสมประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการเพิ่มความชื้นและ a_w ให้กับพริกแกงมีค่าเท่ากับ 0.89-0.91 ซึ่งเป็นปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีทำให้พริกแกงมีอายุการเก็บรักษาหรือการจัดจำหน่ายที่สั้น ดังนั้นปรับกระบวนการผลิตโดยการเติมน้ำร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อในน้ำและในพริกแกงระหว่างการบดประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของพริกแกง พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อจุรินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้น (Control) ในพริกแกงส้ม พริกแกงเขียว และพริกแกงกะทิลดลงจาก 4.96±0.21, 4.90±0.20 และ 4.95±0.23 log cfu/g เหลือ 4.07±0.18, 3.84±0.21 และ4.00±0.22 log cfu/g ตามลำดับ รวมถึงปริมาณยีสต์รามีปริมาณลดลงด้วย (ตารางที่ 4) ทำให้พริกแกงทั้ง 3 ชนิด มีอายุการจัดจำหน่ายนานขึ้นกว่าเดิมที่ใช้น้ำเย็นปรกติ และทดลองเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง 26 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ในภาชนะฟิล์มพลาสติกสุญญากาศปิดสนิท ลักษณะปรากฏของพริกแกงยังคงปรกติ และพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มสูง แต่ยังคงมีปริมาณน้อยกว่าชุดควบคุม (Control) ในตอนเริ่มต้นการผลิต (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเติมน้ำร้อนในขั้นตอนการบดผสมต่อคุณภาพจุลินทรีย์พริกแกงส้ม พริกแกงเขียวและพริกแกงกะทิ

คุณลักษณะ	พริกแกงส้ม (log cfu/g)			พริกแกงเขียว (log cfu/g)			พริกแกงกะทิ (log cfu/g)		
	Control	น้ำร้อน	30 วัน	Control	น้ำร้อน	30 วัน	Control	น้ำร้อน	30 วัน
TPC	4.96±0.21	4.07±0.18	4.50±0.22	4.90±0.20	3.84±0.21	4.09±0.22	4.95±0.23	4.00±0.22	4.10±0.23
Yeast-Mold	3.73±0.20	3.48±0.12	4.71±0.02	3.48±0.22	3.36±0.20	3.99±0.21	3.58±0.02	3.36±0.23	3.66±0.20

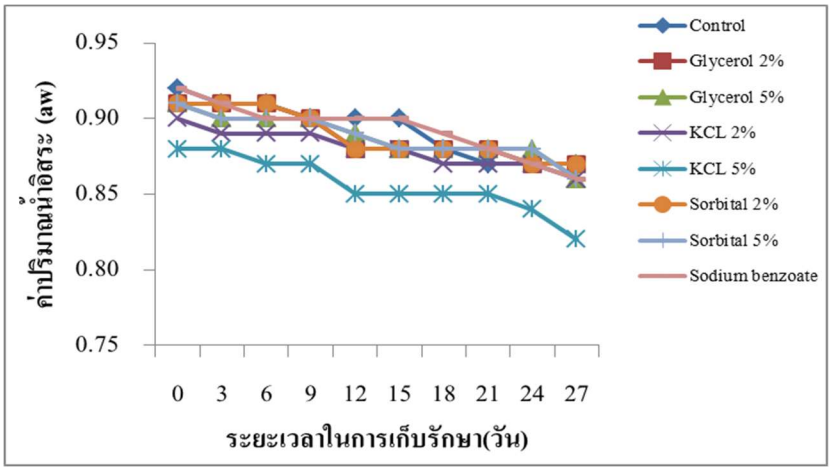
หมายเหตุ : TPC = ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ Yeast-Mold = ยีสต์รา

การลด a_w ของพริกแกงเขียวด้วย Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin และNatamycin

การลด a_w ของพริกแกงเขียวด้วย Potassium chloride, Glycerin, Sorbital และ Sodium benzoate เพื่อคุมการเจริญของจุลินทรีย์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาพริกแกง รวมถึงการใช้ Nisin และ

Natamycin ที่เป็นสารยับยั้งการเจริญของยีสต์และรา ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับพริกแกงเขียวที่ไม่มีการเติมสารชุดควบคุม (Control) นำมาทดสอบอายุการเก็บรักษาโดยการเร่งสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ หรือ ค่า a_w ค่าความเป็นกรดด่าง หรือ pH วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพค่าสี L*, a* และ b* รวมถึงการทดสอบคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคในระดับห้องปฏิบัติการโดยมีผู้ทดสอบทั้งหมด 24 คน เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เป็นชาย 8 คน หญิง 16 คน ให้ระดับคะแนนความชอบ 1-9 คะแนน

พริกแกงเขียวสูตรดั่งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรมีปริมาณน้ำอิสระ a_w เท่ากับ 0.92 ค่าความเป็นกรดด่าง pH เท่ากับ 5.01 มีความเป็นกรดอ่อนๆ เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เน่าเสียได้ง่าย และมีค่าสูงกว่าที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดในตัวอย่างพริกแกงต้องมีค่า a_w ไม่เกิน 0.85 (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2546) การเติม Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดค่า a_w ได้อยู่ในช่วง 0.88-0.91 นำมาทดสอบอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่งการสูญเสียที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่าพริกแกงเขียวทุกชุดการทดลองสามารถเก็บรักษาได้นานมากกว่า 1 ปี ที่อุณหภูมิห้อง (26 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) โดยที่ไม่เกิดการเน่าเสียจากสาเหตุของจุลินทรีย์ แต่ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าความชอบโดยรวมของผู้บริโภคไม่เกิดการยอมรับในเรื่องของสีหลังจากอายุการเก็บรักษาเดือนที่ 7 เนื่องจากพริกแกงมีลักษณะสีคล้ำ และการใช้ KCL 2-5 % มีความสามารถในการลดค่า a_w ได้ดีกว่า Glycerol 2-5 % และ Sorbital 2-5 % แต่ในทางปฏิบัติห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรสามารถใช้ทุกตัวร่วมกันได้ในปริมาณแต่ละชนิดไม่ควรเกิน 2 % เพราะ Glycerol และ Sorbital จะมีผลต่อรสชาติทำให้เกิดความหวานขึ้นในพริกแกงเขียวเล็กน้อย



ภาพที่ 1 ผลของ Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin และNatamycin ต่อปริมาณน้ำอิสระ a_w ในพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มพลาสติกสูญญากาศ เก็บที่สภาวะเร่งการสูญเสียที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคในระดับห้องปฏิบัติการต่อพริกแกงเขียว ใช้จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมดทั้งหมด 24 คน เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เป็นชาย 8 คน หญิง 16 คน โดยให้ระดับคะแนนความชอบ 1-9 คะแนน และระดับคะแนน 9 หมายถึงผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุด พบว่าพริกแกงเขียวที่มีการเติม Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin และ Natamycin บรรจุฟิล์มพลาสติกสุญญากาศ เก็บที่สภาวะเร่งการสูญเสียอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส คำนวณอายุการเก็บรักษาเป็นที่สภาวะปรกติอุณหภูมิห้อง 26 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส พริกแกงเขียวเริ่มมีสีคล้ำเพิ่มขึ้นในช่วงการเก็บรักษาจนถึง 7 เดือน 15 วัน สาเหตุของสีคล้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากพริกแกงเขียวมีวัตถุดิบส่วนใหญ่เป็นของสดความสามารถในการทำงานของเอ็นไซด์ PPO ยังมีกิจกรรมกับสารประกอบประเภทน้ำตาล และอื่นๆ รวมถึงปริมาณ O_2 ให้เกิดสีน้ำตาล

การประเมินอายุการเก็บพริกแกงเขียว

การประเมินอายุการเก็บรักษาโดยสภาวะเร่งของพริกแกงเขียวของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร เพื่อใช้ทำนายอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาคุณภาพที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค หรือความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว เช่น คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่นรส รสชาติ หรือเนื้อสัมผัส คุณภาพทางเคมี เช่น ความเป็นกรดด่าง (pH), ปริมาณน้ำอิสระ a_w และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณสมการคณิตศาสตร์หาอายุการเก็บรักษาพริกแกงได้

ทฤษฎีการประเมินอายุการเก็บด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์แบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing) โดยวัดค่า Q_{10} เป็นตัววัด Sensitivity ของปฏิกิริยาการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บไว้ในอุณหภูมิหนึ่ง กับผลิตภัณฑ์เดียวกันที่เก็บไวในอีกอุณหภูมิหนึ่งที่ต่างกัน 10 ° C เขียนเป็นสูตรได้ ดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{Rate at temperature (T+10 °C)}}{\text{Rate at temperature T °C}}$$

โดยค่า Q_{10} สามารถคำนวณให้อยู่ในรูปของ shelf-life ได้ดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{Shelf– life at T °C}}{\text{Shelf–life at (T+10°C)}}$$

ตารางที่ 5 อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 26$\pm$2 องศาเซลเซียส กับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
1 วัน	3 ชั่วโมง
8 วัน	1 วัน
16 วัน	2 วัน
24 วัน	3 วัน
57 วัน	7 วัน

พริกแกงเขียวทุกชุดการทดลองที่เติม Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin หรือ Natamycin บรรจุฟิล์มพลาสติกสุญญากาศขนาด 50 กรัมเก็บรักษาในสภาวะแบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บมากกว่า 60 วัน หรือ 1 ปี 3 เดือน ที่ไม่เกิดอาการเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์ หรืออาการเน่าเสียปรากฏให้เห็น แต่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับระดับคะแนนสีน้อยกว่า 6 คะแนน คือมีลักษณะคล้ำตั้งแต่วันที่ 27 ของการทดสอบแบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing) กล่าวคือ พริกแกงเขียวที่เติม Potassium chloride, Glycerin, Sorbital, Sodium benzoate, Nisin หรือ Natamycin บรรจุฟิล์มพลาสติกสุญญากาศจัดจำหน่ายที่อุณหภูมิห้อง (26±2 องศาเซลเซียส) สามารถจัดจำหน่ายได้ 7 เดือน 15 วัน โดยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับ แต่ถ้าจัดจำหน่ายที่อุณหภูมิต่ำกว่า (10-20 องศาเซลเซียส) หรือยับยั้งการทำงานของเอ็นไซน์ โดยการใช้ความร้อนทำให้พริกแกงสุกระดับหนึ่งเพื่อลดกิจกรรมของเอ็นไซน์ในวัตถุดิบ การเกิดสีน้ำตาลหรือสีคล้ำจะลดลง ทำให้อายุการจัดจำหน่ายอยู่ได้นานขึ้น หรือมากกว่า 1 ปี

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ โลโก้ และรายละเอียดผลิตภัณฑ์พริกแกง

ภาพที่ 2 ออกแบบภาพ และอธิบายรายละเอียดประวัติความเป็นมาของห้างหุ้นส่วนจำกัด แม่พร

รายละเอียดที่สำคัญบนฉลาก และแปลเป็นภาษาอังกฤษ

ทีมที่ปรึกษาและทีมงานออกแบบได้มีการปรับแก้รายละเอียดบนฉลากให้ถูกต้องตามหลักภาษา และกฎหมายอาหาร เช่น ส่วนผสม รายละเอียดการปรุง และแปลเป็นภาษาอังกฤษในแต่ละผลิตภัณฑ์ของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร ทุกผลิตภัณฑ์ที่มีการออกแบบ เช่น ผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดเจ พริกแกงป่าเจ พริกแกงเขียวหวานเจ พริกแกงผัดเผ็ดเจ พริกแกงคั่วกลิ้งเจ ผัดเผ็ดพร้อมปรุง แกงเขียวหวานพร้อมปรุง เป็นต้น

พริกแกงเผ็ดเจ (Vegetarian Red Curry Paste)

ส่วนผสม (Ingredients)

- ตะไคร้ (Lemon grass)	40 %	- ขมิ้น (Turmeric)	5 %
- ข่า (Galangal)	30 %	- เกลือป่น (Salt)	3 %
- พริกแห้ง (Dried chili)	10 %	- ผิวมะกรูด (Kaffir lime peel)	2 %
- พริกไทย (Peppercorns)	10 %		

วิธีปรุง

1. นำกระทะตั้งไฟ ผัดพริกแกงเผ็ดแม่พร 50 กรัม กับน้ำกะทิ 200-220 มิลลิลิตร พอหอม
2. ใส่โปรตีนเจ 200-250 กรัม หรือโปรตีนเกษตร แล้วผัดจนเกือบสุก เติมน้ำเปล่า 200-220 มิลลิลิตร ต้มต่อจนเดือด
3. เริ่มเดือด ใส่ผัก 100-150 กรัม (ผักตามชอบ) ปรุงรสด้วย ซีอิ้วถั่วเหลือง เจ 1 ช้อนโต๊ะ น้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ ตามด้วยพริกชี้ฟ้า และใบโหรพา ยกลงพร้อมเสิร์ฟ

Directions (Or How to cook):

1. Heat up the saucepan (or skillets) on a medium heat, then add 50 g of Maephorn red curry paste and 200-220 ml of coconut milk, cook it by stirring continuously until it starts liberating a nice aroma.
2. Add-in 200-250 g of the textured vegetable protein (or tofu), stir and cook until everything is nicely coated with the sauce. Then add 200-220 ml of water and cook until it boil.
3. Once the sauce starts boiling, add 100-150 g of vegetables (as you like). Follow by adding 1 tablespoon of vegetarian soy sauce and 1 tablespoon of sugar, taste and season as required. Stir nicely, then add chopped red pepper (or red chili) and sweet basil leaves. Now ready to serve the vegetarian red curry with steamed rice.

พริกแกงป่าเจ (Vegetarian Jungle Curry Paste)

วิธีปรุง

1. ใส่น้ำลงในหม้อ 250 กรัม และเติมเครื่องแกง 50 กรัม ตั้งไฟให้เดือด
2. ใส่มะเขือเปราะ เห็ดฟาง ถั่วฝักยาว หน่อไม้ น้ำหนักรวมประมาณ 200 กรัม
3. ปรุงรสด้วยซีอิ้วถั่วเหลืองเจ 1 ช้อนโต๊ะ ชิมรสตามชอบ รอให้สุก ปิดไฟ

4. ใส่พริกชี้ฟ้า โหรพา ใบมะกรูดตามความชอบ พร้อมเสิร์ฟ

Directions: (or How to cook)

1. Heat up a cooking pot, then add 250 ml. of water and follow by 50 g of red curry paste, bring it to a boil.
2. Add-in all 200g of vegetables (eggplants, mushrooms, yard long bean, chopped bamboo shoots). Once all the vegetables are added, boil the mixture for some more minutes.
3. Seasoning with vegetarian soy sauce, taste and season as required. Cook on medium low heat for 3-5 minutes more, then turn the heat off.
4. Garnish with red chili, sweet basil leaves and kaffir lime leaves. Ready to serve with steamed rice.

พริกแกงเขียวหวานเจ (Vegetarian Green Curry Paste)

วิธีปรุง

1. นำกะทะตั้งไฟผัดน้ำพริกแกงเขียวหวานแม่พร 50 กรัม กับน้ำกะทิ 200-220 มิลลิลิตร พอหอม
2. ใส่โปรตีน เจ 200-250 กรัม แล้วผัดจนเกือบสุกเติมน้ำเปล่า 200-220 มิลลิลิตร ต้มต่อจนเดือด
3. ใส่ผักตามชอบ 100-150 กรัม ปรุงรส ซีอิ้วถั่วเหลือง เจ 1 ช้อนโต๊ะน้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ ตามด้วยพริกชี้ฟ้าและใบโหรพา ยกลงพร้อมเสิร์ฟ

Directions (Or How to cook)

1. Heat up the saucepan (or skillets) on a medium heat, then add 50 g of Maephorn green curry paste and 200-220 ml. of coconut milk, cook it by stirring continuously until it starts liberating a nice aroma.
2. Add-in 200-250 g of the textured vegetable protein (or tofu), stir and cook until everything is nicely coated with the sauce. Then add 200-220 ml. of water and cook until it boil.
3. Once the sauce starts boiling, add 100-150 g of vegetables (as you like). Follow by adding 1 tablespoon of vegetarian soy sauce and 1 tablespoon of sugar, taste and season as required. Stir nicely, then add chopped red pepper (or red chili) and sweet basil leaves. Now ready to serve the vegetarian green curry with steamed rice.

พริกแกงผัดเผ็ดเจ (Vegetarian Stir-Fry Curry Paste)

วิธีปรุง

1. นำกระทะตั้งไฟ ใส่น้ำมัน 2 ช้อนโต๊ะ นำพริกแกงผัดเผ็ดเจแม่พร 50 กรัม ลงผัดจนหอมตามด้วยโปรตีนเจ 300 กรัม และน้ำเปล่าลงไปเล็กน้อยผัดให้เข้ากัน
2. ใส่ผักตามชอบ ปรุงรสด้วยน้ำตาล 2 ช้อนชา ซีอิ้วถั่วเหลือง เจ 2 ช้อนชา ตามด้วยพริกชี้ฟ้า และใบมะกรูด ยกลงพร้อมเสิร์ฟ

Directions (Or How to cook)

1. Heat up the saucepan (or skillets) on a medium heat, add 2 tablespoons of oil into the saucepan and swirl the saucepan to coat with the oil, Next, add 50 g of Maephorn red curry paste, cook it by stirring continuously until it starts liberating a nice aroma.
2. Add-in 300 g of the textured vegetable protein (or tofu) and little bit of water, stir and cook until everything is nicely mixed.
3. Once the sauce starts boiling, add 100-150 g of vegetables (as you like). Follow by adding 2 teaspoons of vegetarian soy sauce and 2 teaspoons of sugar, taste and season as required. Stir nicely, then add chopped red pepper (or red chili) and kaffir lime leaves. Ready to serve with steamed rice.

พริกแกงคั่วกลิ้งเจ (Vegetarian Dry Stir-Fry Curry Paste)

วิธีปรุง

1. นำกะทะตั้งไฟ ใส่น้ำมัน 2 ช้อนโต๊ะ นำพริกแกงคั่วกลิ้งเจแม่พร 50 กรัม ลงผัดจนหอม
2. ใส่โปรตีนเจ 300 กรัม โปรตีนเกษตร และน้ำเปล่าลงไปเล็กน้อยผัดให้เข้ากัน
3. ปรุงรสด้วยน้ำตาล 2 ช้อนชา ซีอิ้วถั่วเหลือง เจ 1 ช้อนชา ตามด้วยพริกไทยอ่อน ใบมะกรูด และพริกชี้ฟ้า ยกลงพร้อมเสิร์ฟ

Directions (Or How to cook)

1. Heat up the saucepan (or skillets) on a medium heat, add 2 tablespoons of oil into the saucepan and swirl the saucepan to coat with the oil, Next, add 50 g of Vegetarian Dry Stir-Fry Curry Paste, cook it by stirring continuously until it starts liberating a nice aroma.
2. Add-in 300 g of the textured vegetable protein (or tofu) and little bit of water, stir and cook until everything is nicely mixed.
3. Seasoning with 2 teaspoons of sugar and 1 teaspoon of vegetarian soy sauce, taste and season as required. Stir nicely, then add green peppercorns, kaffir lime leaves, and chopped red pepper (or red chili). Ready to serve with steamed rice.

ผัดเผ็ดพร้อมปรุง (Ready to cook Stir-Fried Red Curry Paste)

ส่วนประกอบ (Ingredients)

1.น้ำมันพืช	45%	Vegetable oil	45 %
2.เครื่องแกงเผ็ด (แม่พร)	35%	Red Curry Paste (Maephorn)	35 %
3.น้ำ	15%	Water	15 %
4.กะปิอย่างดี	3%	Shrimp Paste	3 %
5.น้ำตาล	2%	Sugar	2 %

วิธีการปรุง (How to cook)

1. นำกะทะตั้งไฟ ใส่น้ำพริกแกง 80 กรัม ลงผัดจนหอม

1. Heat a wok or a medium pan over low or medium heat. Then, add 80 g of ready to cook stir-fried red curry paste. Stirring until almost cooked through (or until you smell the paste)
2. ตามด้วยเนื้อสัตว์ ตามชอบ 500 กรัม ผัดให้เข้ากัน
2. Add 500 g of the meat (chicken, beef, pork etc.) as you like. Stirring together the stir-fry paste and meat until cooked through, about 3 min
3. ใส่ถั่วฝักยาว (หรือผักตามชอบหรือจะไม่ใส่ผักก็ได้) ตามด้วยพริกชี้ฟ้าและใบมะกรูด
3. Add the yard-long bean (or cowpea) or any kind of vegetable as you like or no vegetable. Add chili and kaffir lime leaf.
4. เสริฟพร้อมกับข้าวสวย
4. Remove from the heat and serve over the streamed rice.

แกงเขียวหวานพร้อมปรุง (Ready to cook Green Curry Paste)

ส่วนประกอบ (Ingredients)

1. น้ำมัน	45 %	Vegetable oil	45 %
2. พริกแกงเขียวหวาน (แม่พร)	35 %	Green Curry Paste (Maephorn)	35 %
3.น้ำ	15 %	Water	15 %
4.กะปิ	3 %	Shrimp Paste	3 %
5.น้ำตาล	2 %	Sugar	2 %

วิธีการปรุง (How to Cook)

1.นำภาชนะตั้งไฟผัดน้ำพริกแกงเผ็ด 80 กรัม กับกะทิ 400 มล.จนหอมเข้ากันดี
1. Heat a wok or a medium pan over low or medium heat. Then, add 80 g of ready to cook green curry paste and 400 ml. of coconut milk. Stirring until almost cooked through (or until you smell the paste)
2.ใส่เนื้อสัตว์ตามชอบ 400 กรัม ผัดจนเกือบสุกแล้วเติมน้ำเปล่า 400 มล. ต้มต่อจนเดือด
2. Add 400 g of the meat (chicken, beef, pork etc.) as you like. Stirring together the paste and meat until almost cooked through. Add 400 ml. of water and heat until boil.
3.ใส่ผักตามชอบ 100 กรัม รอเดือดตามด้วยพริกชี้ฟ้าและใบโหระพา ยกลงพร้อมเสริฟ
3. Add 100 g of any kind of vegetable, as you like. Heat until its boil. Add chili and basil.
4. เสริฟพร้อมกับข้าวสวย
4. Remove from the heat and serve over the streamed rice.

ภาพที่ 3 ตัวอย่างออกแบบบรรจุภัณฑ์กล่องพริกแกง สูตรต้นตำรับ พร้อมปรุง และเจ

ภาพที่ 4 บรรจุภัณฑ์กล่องแกงเขียวหวานพร้อมปรุง

ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์พริกเทียม พริกแกงเผ็ด ก๋วยเตี๋ยว พริกแกงขนมจีน พริกแกงเขียวหวาน และแกงส้ม ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

การใช้อุณหภูมิสูง หรือ Thermal process ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที กับผลิตภัณฑ์พริกเทียม พริกแกงเผ็ด ก๋วยเตี๋ยว พริกแกงขนมจีน พริกแกงเขียวหวาน และแกงส้ม บรรจุซองอลูมิเนียมฟลอย ขนาด 50 กรัม (ภาพที่ 5) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาหรือจัดจำหน่ายได้ 2 ปี

ภาพที่ 6 บรรจุภัณฑ์ขวดพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุง และแกงเขียวหวาน

ภาพที่ 7 บรรจุภัณฑ์พริกแกงเขียวหวานพร้อมปรุง และพริกแกงส้มเจ

ภาพที่ 8 บรรจุภัณฑ์พริกแกงพร้อมปรุง

ภาพที่ 9 บรรจุภัณฑ์พริกแกงเขียวหวาน แกงเผ็ด และแกงป่าเจพร้อมปรุง

ภาพที่ 10 บรรจุภัณฑ์ผัดเผ็ด แกงส้ม และคั่วกลิ้งเจพร้อมปรุง

ภาพที่ 11 บรรจุภัณฑ์พริกแกงเจพร้อมปรุง

ภาพที่ 12 ออกแบบ และบรรจุภัณฑ์พริกแกงน้ำยาขนมจีน

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำอิสระ a_w ในพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มพลาสติกสุญญากาศ เร่งสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

Day	วัตถุเจือปนอาหาร (Food preservatives)							
	Control	Glycerol 2%	Glycerol 5%	KCL 2%	KCL 5%	Sorbital 2%	Sorbital 5%	Sodium benzoate 100 ppm
0	0.92±0.02	0.91±0.02	0.91±0.03	0.90±0.03	0.88±0.06	0.91±0.02	0.91±0.04	0.92±0.01
3	0.91±0.12	0.91±0.04	0.90±0.02	0.89±0.02	0.88±0.02	0.91±0.02	0.90±0.10	0.91±0.02
6	0.91±0.01	0.91±0.09	0.90±0.11	0.89±0.04	0.87±0.11	0.91±0.03	0.90±0.06	0.90±0.04
9	0.90±0.05	0.90±0.11	0.90±0.05	0.89±0.03	0.87±0.04	0.90±0.04	0.90±0.04	0.90±0.02
12	0.90±0.08	0.88±0.10	0.89±0.06	0.88±0.06	0.85±0.05	0.88±0.03	0.89±0.02	0.90±0.01
15	0.90±0.02	0.88±0.08	0.88±0.10	0.88±0.10	0.85±0.03	0.88±0.05	0.88±0.04	0.90±0.04
18	0.88±0.09	0.88±0.02	0.88±0.11	0.87±0.08	0.85±0.04	0.88±0.02	0.88±0.03	0.89±0.02
21	0.87±0.08	0.88±0.01	0.88±0.08	0.87±0.04	0.85±0.03	0.88±0.01	0.88±0.02	0.88±0.05
24	0.87±0.12	0.87±0.04	0.88±0.04	0.87±0.02	0.84±0.01	0.87±0.08	0.88±0.01	0.87±0.03
27	0.87±0.09	0.87±0.03	0.86±0.02	0.86±0.06	0.82±0.02	0.87±0.03	0.86±0.04	0.86±0.05

หมายเหตุ : Control = ชุดควบคุม หรือพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศสูตรดั่งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร

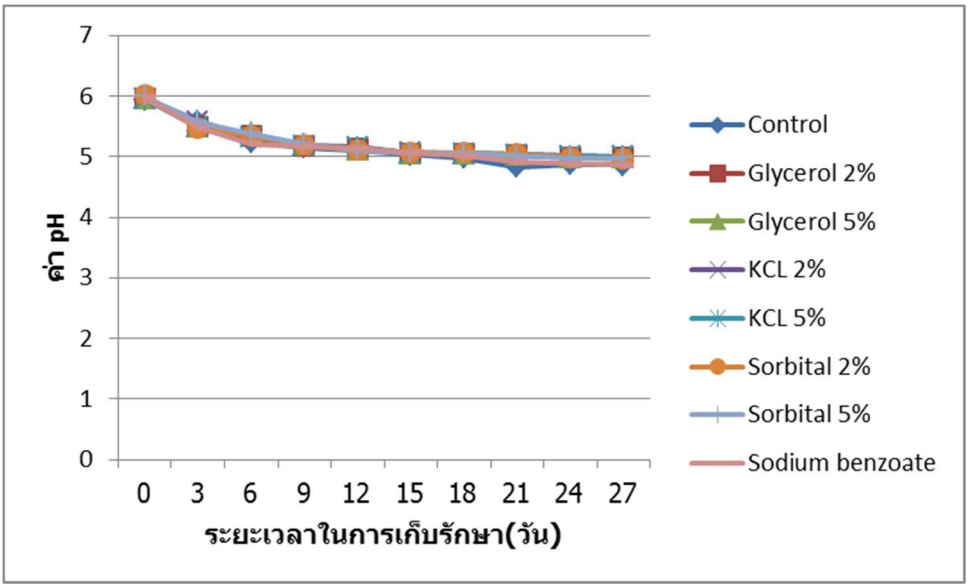
ตารางที่ 7 ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าความเป็นกรดด่าง หรือ pH ของพริกแกงเขียวที่เก็บในสภาวะเร่ง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

Day	วัตถุเจือปนอาหาร (Food preservatives)							
	Control	Glycerol 2%	Glycerol 5%	KCL 2%	KCL 5%	Sorbital 2%	Sorbital 5%	Sodium benzoate 100 ppm
0	5.94±0.12	5.96±0.10	5.96±0.07	5.96±0.11	5.95±0.04	6.01±0.04	5.99±0.02	5.97±0.06
3	5.57±0.10	5.49±0.08	5.49±0.06	5.58±0.10	5.50±0.04	5.47±0.03	5.57±0.02	5.47±0.08
6	5.24±0.09	5.35±0.08	5.38±0.04	5.32±0.08	5.33±0.04	5.34±0.04	5.38±0.12	5.21±0.04
9	5.15±0.12	5.18±0.06	5.19±0.08	5.18±0.08	5.17±0.10	5.19±0.02	5.21±0.06	5.17±0.05
12	5.11±0.11	5.14±0.08	5.12±0.10	5.16±0.06	5.15±0.08	5.11±0.06	5.11±0.06	5.14±0.06
15	5.03±0.09	5.05±0.04	5.05±0.08	5.06±0.08	5.05±0.06	5.07±0.08	5.06±0.06	5.06±0.08
18	4.98±0.08	5.05±0.10	5.05±0.04	5.05±0.06	5.05±0.04	5.06±0.06	5.06±0.04	5.02±0.06
21	4.83±0.07	5.02±0.04	5.02±0.06	5.03±0.04	5.03±0.10	5.04±0.08	5.01±0.08	4.91±0.04
24	4.87±0.08	4.99±0.11	4.99±0.08	5.01±0.04	5.01±0.04	4.99±0.04	4.98±0.04	4.88±0.08
27	4.86±0.10	4.98±0.08	4.98±0.05	5.00±0.09	5.00±0.02	4.96±0.06	4.98±0.08	4.86±0.04

หมายเหตุ : Control = ชุดควบคุม หรือพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศสูตรดั่งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร

ผลของ Food Preservative ต่อความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว

ค่าความเป็นกรดด่าง หรือ pH ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว ที่บรรจุในถุงสุญญากาศ เก็บรักษาสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 27 วัน พบว่าค่า pH ของตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงในทุกตัว (ตารางที่ 7 ภาพที่ 13) Sodium benzoate และ Control มีค่า pH ลดลงเหลือ 4.86±0.10 ในวันที่ 27 มีสาเหตุมากจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวเป็นการเก็บในภาชนะบรรจุปิดสนิท จัดเป็นกลุ่มอาหารประเภท low acid food ซึ่งอาจมีการเจริญของเชื้อกลุ่ม flat sour spoilage (วิไล, 2546) ส่งผลให้ค่า pH ในพริกแกงเขียวลดลง



ภาพที่ 13 ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าความเป็นกรดด่างหรือ pH ของพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศเก็บในสภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าสี L (Lightness) ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บสภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

Day	วัตถุเจือปนอาหาร (Food preservatives)							
	Control	Glycerol 2%	Glycerol 5%	KCL 2%	KCL 5%	Sorbital 2%	Sorbital 5%	Sodium benzoate 100 ppm
0	34.91±0.06^{Acd}	35.96±0.24^{Aab}	35.45±0.50^{Abc}	36.38±0.46^{Aa}	35.67±0.66^{Aab}	34.35±0.12^{Ad}	35.02±0.50^{Acd}	35.53±0.16^{Abc}
3	31.46±0.54^{Ba}	31.55±0.17^{Ba}	30.33±0.31^{Bb}	31.40±0.55^{Ba}	31.63±0.30^{Ba}	31.28±0.37^{Ba}	29.77±0.15^{Bb}	30.28±0.17^{Bb}
6	24.69±0.28^{Db}	23.78±0.21^{Fc}	24.52±0.38^{Db}	25.76±0.38^{Ca}	25.32±0.12^{Da}	24.60±0.33^{Fb}	23.59±0.30^{Dc}	24.57±0.17^{Db}
9	26.45±0.22^{Cbc}	25.78±0.33^{Ccd}	25.45±0.49^{Cbc}	26.03±0.26^{Ccd}	26.75±0.26^{Cab}	25.79±0.64^{Ccd}	25.56±0.28^{Cd}	27.15±0.16^{Ca}
12	24.46±0.15^{DEb}	25.22±0.02^{Da}	24.60±0.53^{Db}	24.59±0.19^{Db}	24.35±0.19^{Eb}	25.38±0.31^{CDa}	23.57±0.45^{Dc}	24.04±0.51^{Eb}c
15	24.36±0.03^{DEc}	25.17±0.02^{Da}	24.48±0.12^{Db}	24.55±0.03^{Db}	24.28±0.03^{Ec}	25.24±0.06^{DEa}	23.50±0.05^{De}	23.99±0.01^{EFd}
18	24.31±0.02^{DEc}	25.11±0.03^{Da}	24.42±0.08^{Db}	24.44±0.07^{Deb}	24.22±0.03^{EFd}	25.17±0.05^{DEa}	23.41±0.02^{Df}	23.82±0.06^{EFe}
21	24.22±0.03^{EFe}	24.93±0.07^{DEb}	24.33±0.05^{Dd}	24.44±0.05^{DEC}	24.20±0.02^{EFe}	25.14±0.04^{DEa}	23.40±0.01^{Dg}	23.82±0.04^{EFf}
24	23.85±0.09^{Fcd}	24.74±0.03^{Eb}	23.99±0.13^{Dc}	23.98±0.18^{Ec}	23.77±0.09^{FGd}	25.07±0.04^{DEFa}	23.32±0.05^{De}	23.76±0.05^{Efd}
27	22.91±0.07^{Ge}	23.51±0.05^{Fbc}	23.35±0.12^{Ec}	23.11±0.11^{Fd}	23.36±0.06^{Gc}	24.71±0.12^{EFa}	23.18±0.12^{Dd}	23.62±0.07^{Fb}

หมายเหตุ : Control = ชุดควบคุม หรือพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศสูตรดั่งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, A-G ตัวอักษรกำกับที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้งและ และ a-f แนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าสี a (Redness) ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บสภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

Day	วัตถุเจือปนอาหาร (Food preservatives)							
	Control	Glycerol 2%	Glycerol 5%	KCL 2%	KCL 5%	Sorbital 2%	Sorbital 5%	Sodium benzoate
0	2.08±0.14^{Fa}	2.22±0.10^{Ea}	2.07±0.05^{Ga}	1.85±0.03^{Db}	1.59±0.07^{Gc}	2.14±0.03^{Fa}	1.13±0.21^{Gd}	2.04±0.04^{Ga}
3	6.33±0.27^{Ba}	6.29±0.34^{Ba}	6.18±0.24^{Ba}	6.17±0.16^{Ba}	6.26±0.24^{Ba}	6.47±0.04^{Ba}	6.34±0.14^{Ba}	6.31±0.24^{Ba}
6	7.00±0.10^{Abcd}	7.20±0.20^{Abc}	6.88±0.24^{Acd}	7.75±0.45^{Aa}	7.50±0.12^{Aa}	6.99±0.43^{Acd}	6.62±0.19^{Ad}	7.22±0.11^{Abc}
9	5.78±0.12^{Cab}	5.53±0.05^{Db}	5.63±0.16^{Cb}	5.99±0.13^{Ba}	5.96±0.21^{CDa}	5.96±0.18^{Ca}	6.04±0.19^{Ca}	6.02±0.09^{Ca}
12	5.40±0.09^{Dde}	6.38±0.09^{Ba}	5.56±0.23^{CDd}	5.30±0.18^{Ce}	6.08±0.08^{BCb}	5.45±0.10^{Dde}	5.71±0.07^{Dc}	5.31±0.08^{Ede}
15	5.31±0.02^{DEe}	6.34±0.03^{Ba}	5.45±0.05^{CDd}	5.22±0.05^{Cf}	6.01±0.03^{Cb}	5.40±0.01^{Dd}	5.64±0.04^{Dc}	5.27±0.04^{EFf}
18	5.23±0.04^{DEf}	6.27±0.02^{Ba}	5.41±0.02^{CDd}	5.16±0.01^{Cg}	5.95±0.04^{CDb}	5.34±0.03^{DEe}	5.57±0.04^{Dc}	5.52±0.03^{Dc}
21	5.25±0.02^{DEde}	5.84±0.13^{Ca}	5.34±0.02^{DEFcd}	5.17±0.02^{Ce}	5.77±0.10^{DEa}	5.27±0.04^{DEde}	5.48±0.04^{DEb}	5.39±0.05^{DEbc}
24	5.19±0.01^{DEc}	5.49±0.08^{Da}	5.24±0.04^{EFbc}	5.12±0.01^{Cc}	5.60±0.10^{Ea}	5.23±0.05^{DEbc}	5.31±0.07^{Eb}	5.22±0.06^{EFbc}
27	5.10±0.04^{Eb}	5.33±0.05^{Da}	5.10±0.05^{Fb}	5.05±0.04^{Cb}	5.24±0.06^{Fa}	5.10±0.06^{Eb}	5.13±0.05^{Fb}	5.09±0.03^{Fb}

หมายเหตุ : Control = ชุดควบคุม หรือพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศสูตรดั่งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, A-G ตัวอักษรกำกับที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้งและ และ a-f แนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อค่าสี b (Yellowness) ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บสภาวะเร่งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

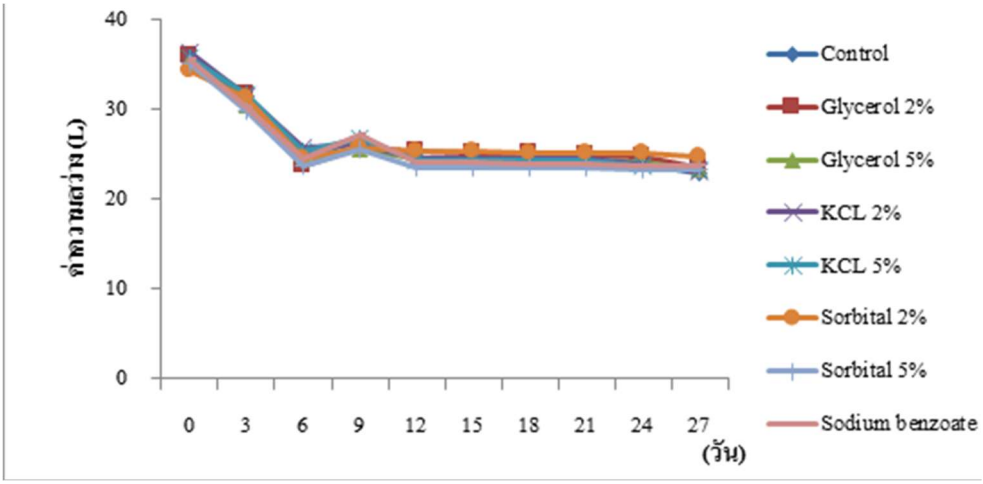
Day	วัตถุเจือปนอาหาร (Food preservatives)							
	Control	Glycerol 2%	Glycerol 5%	KCL 2%	KCL 5%	Sorbital 2%	Sorbital 5%	Sodium benzoate
0	39.44±0.48^{Ca}	37.58±0.42^{Be}	38.75±0.05^{Babcd}	38.03±0.24^{Cde}	38.60±0.34^{Bbcd}	39.08±0.50^{Cab}	38.14±0.10^{Cde}	38.81±0.64^{Cabc}
3	42.37±1.93^{Aa}	39.18±0.43^{Ab}	40.14±0.47^{Ab}	39.58±0.08^{Bb}	38.90±0.12^{Bb}	43.12±0.78^{Aa}	40.07±0.69^{Ab}	39.89±0.38^{Bb}
6	40.73±0.31^{Bb}	39.55±0.49^{Ac}	40.34±0.54^{Ab}	42.56±0.48^{Aa}	41.83±0.26^{Aa}	40.55±0.33^{Bb}	39.26±0.62^{Bc}	40.68±0.29^{Ab}
9	35.89±0.15^{Dab}	33.86±0.59^{DEc}	32.90±0.59^{Cc}	35.89±0.66^{Dab}	36.79±0.55^{Ca}	35.45±0.30^{Db}	33.07±0.85^{Dc}	36.36±0.58^{Dab}
12	31.09±0.26^{Ed}	34.57±0.31^{Cb}	31.50±1.71^{Dcd}	31.09±0.66^{Ed}	35.85±0.38^{Da}	29.66±0.28^{Ge}	32.36±0.41^{Decd}	32.52±0.27^{Ec}
15	31.00±0.02^{Ee}	34.46±0.08^{CDb}	31.40±0.03^{Dd}	31.05±0.05^{Ee}	36.40±0.52^{CDa}	29.62±0.02^{Ga}	32.25±0.06^{Ec}	32.44±0.09^{Ec}
18	31.06±0.05^{Eg}	34.34±0.05^{CDb}	31.39±0.03^{Dc}	30.96±0.04^{Eh}	36.27±0.06^{CDa}	31.74±0.06^{Ed}	31.93±0.05^{EFc}	31.60±0.05^{Fe}
21	30.95±0.03^{Ef}	33.73±0.11^{Eb}	31.19±0.08^{De}	30.78±0.03^{Eg}	35.84±0.06^{Da}	31.56±0.09^{Ed}	31.73±0.07^{EFc}	31.18±0.06^{FGe}
24	30.88±0.03^{Ed}	33.39±0.11^{Eb}	30.90±0.10^{Dd}	30.64±0.03^{Ee}	34.67±0.10^{Ea}	31.35±0.08^{EFc}	31.36±0.11^{Fc}	30.95±0.09^{Gd}
27	30.80±0.08^{Ec}	32.17±0.12^{Fb}	30.44±0.12^{Dd}	30.49±0.13^{Ed}	33.46±0.13^{Fa}	30.83±0.10^{Fc}	30.42±0.13^{Gd}	30.64±0.10^{Gcd}

หมายเหตุ : Control = ชุดควบคุม หรือพริกแกงเขียวบรรจุฟิล์มสุญญากาศสูตรดั้งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร

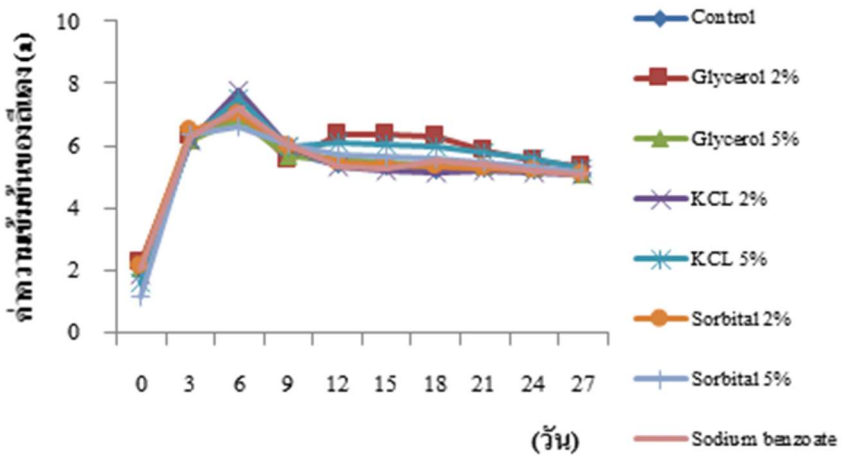
ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, A-G ตัวอักษรกำกับที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้งและ และ a-f แนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลของ Food Preservative ต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว

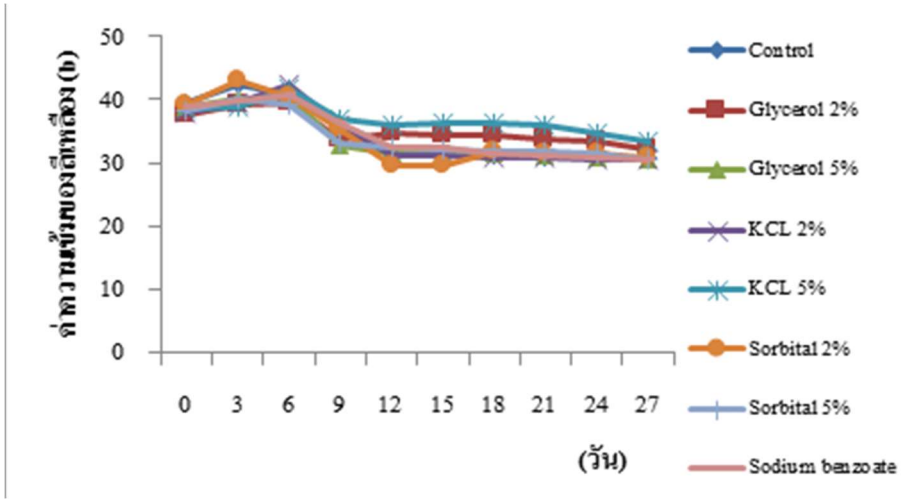
ผลของ Food Preservative ต่อค่าสี L หรือความสว่างของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียว (ตารางที่ 8) พบว่ามีค่าเริ่มต้นอยู่ในช่วง 34.91-36.38 เก็บรักษาในสภาวะเร่งอุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงทุกชุดของการทดลอง หมายความว่าลักษณะสีที่ปรากฏของพริกแกงมีความสว่างของสีลดลงในช่วง 6 วันแรก หรือมีสีหมองคล้ำมากขึ้นในช่วงต้น จะค่อนข้างคงที่หรือลดลงน้อยตามระยะเวลาของการเก็บ (ตามรางที่ 8 ภาพที่ 14) ค่าสีแดง (a) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงการเก็บรักษา 6 วันแรก และลดลงเล็กน้อยทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 9 ภาพที่ 15) สำหรับค่าสีเหลือง (b) มีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษา (ตารางที่ 10 ภาพที่ 16) ทุกชุดการทดลองที่เติม Food Preservative มีการเปลี่ยนแปลงของสีไปในทิศทางเดียวกันคือ จากสีสดเฉพาะตัวของเครื่องแกงกลายเป็นลักษณะสีคล้ำเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น แต่ยังคงอยู่ในช่วงการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อคำนวณอายุการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 7 เดือน 15 วัน (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) โดยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับพริกแกงเขียว การเกิดสีน้ำตาล หรือการเพิ่มขึ้นของสีคล้ำเนื่องจากผลิตภัณฑ์พริกแกงยังเป็นของสด มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาใช้เอนไซม์ PAL และ PPO ของพืชผลการเกษตรทำให้เกิดสีหมองคล้ำ (ธีรศักดิ์, 2545) สามารถชะลอ หรือยับยังการทำงานของเอ็นไซม์ดังกล่าวนี้ได้ โดยทำให้เอ็นไซม์เสื่อมสภาพ เช่น การให้ความร้อน ปรกติในอุตสาหกรรมผักและผลไม้บรรจุกระป๋องจะทำการลวก (Branching) เพื่อลดการทำงานของเอ็นไซม์ในตัววัตถุดิบ การลดค่า pH หรือทำให้เป็นกรดน้อยกว่า 5.4 จะลดกิจกรรมการทำงานของเอ็นไซม์ PPO การลดปริมาณ O_2 ที่เป็นอีก 1 ปัจจัยของการเกิดสีน้ำตาลในผลิตผลการเกษตร (ธีรศักดิ์, 2545)



ภาพที่ 14 ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 15 ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

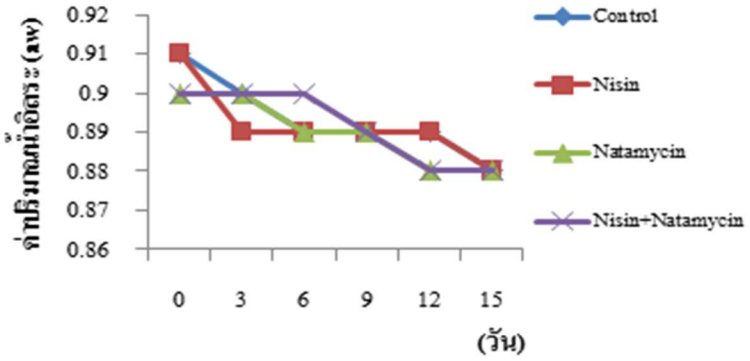


ภาพที่ 16 ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวที่เก็บไว้ที่สภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

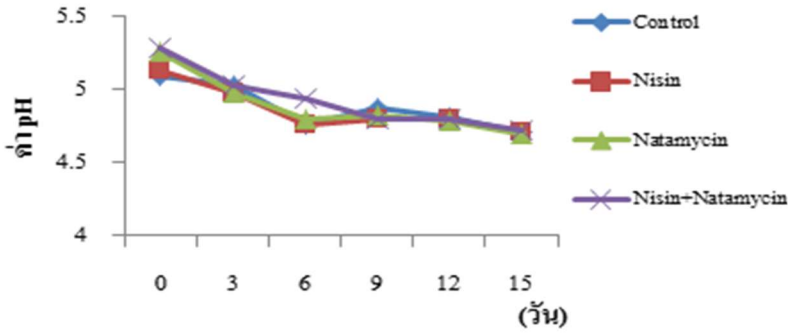
ตารางที่ 11 ผลของ Nisin และ Natamycin ต่อค่า a_w ในพริกแกงเผ็ด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

Day	วัตถุเจือปนอาหาร (Food preservatives)			
	Control	Nisin	Natamycin	Nisin+Natamycin
0	0.91 ± 0.00^{Aa}	0.91 ± 0.00^{Aa}	0.90 ± 0.00^{Ab}	0.90 ± 0.00^{Ab}
3	0.90 ± 0.00^{Ba}	0.89 ± 0.00^{Bb}	0.90 ± 0.00^{Aa}	0.90 ± 0.00^{Aa}
6	0.89 ± 0.00^{Cb}	0.89 ± 0.00^{Bb}	0.89 ± 0.00^{Bb}	0.90 ± 0.00^{Ba}
9	0.89 ± 0.00^{Ca}	0.89 ± 0.00^{Ba}	0.89 ± 0.00^{Ca}	0.89 ± 0.00^{Ca}
12	0.89 ± 0.00^{Ca}	0.89 ± 0.00^{Ca}	0.87 ± 0.00^{Dc}	0.88 ± 0.00^{Db}
15	0.88 ± 0.00^{Da}	0.88 ± 0.00^{Da}	0.88 ± 0.00^{Da}	0.88 ± 0.00^{Ea}

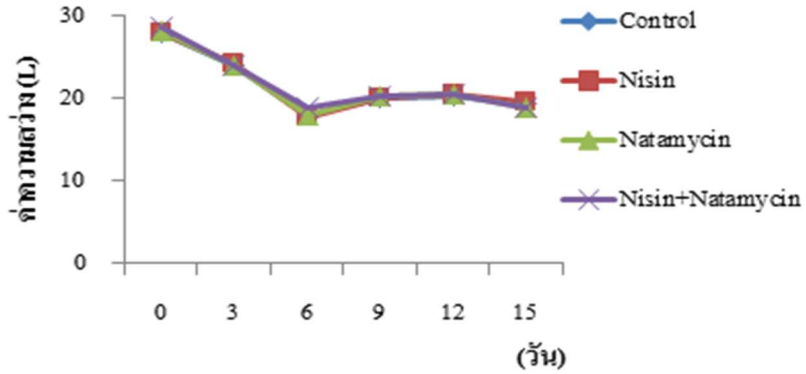
หมายเหตุ : Control = ชุดควบคุม หรือพริกแกงเผ็ดบรรจุฟิล์มสุญญากาศสูตรดั่งเดิมของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร
ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, A-G ตัวอักษรกำกับที่มีความแตกต่างกันในแนวตั้งและ และ a-f แนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p_{\leq}$ 0.05)



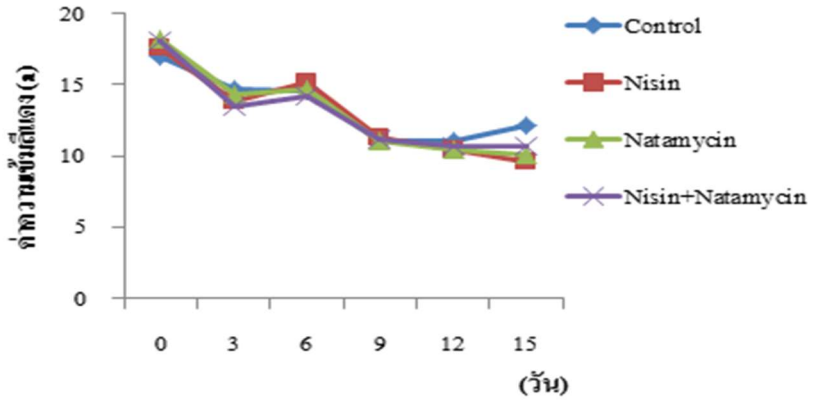
ภาพที่ 17 ผลของ Nisin และ Natamycin ต่อค่า a_w ในพริกแกงเผ็ด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส



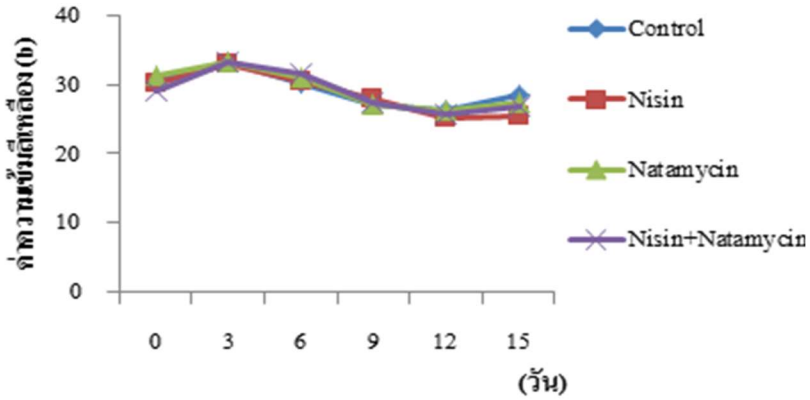
ภาพที่ 18 ผลของ Nisin และ Natamycin ต่อค่า pH ของพริกแกงเผ็ด เก็บที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 19 ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดทีเก็บไว้ทีสภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 20 ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดทีเก็บไว้ทีสภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 21 ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ดทีเก็บไว้ทีสภาวะเร่ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

ผลของการใช้ Nisin และ Natamycin ปริมาณ 100 ppm ในผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ด และทดสอบอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส คำนวณอายุการเก็บหรือจัดจำหน่ายเป็นที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์พริกแกงมีอายุการจัดจำหน่ายได้นานเกิน 1 ปี โดยไม่เกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ยีสและรา แต่เกิดปัญหาเช่นเดี่ยวกันคือสีน้ำตาลคล้ำขึ้นในผลิตภัณฑ์พริกแกงเผ็ด

ผลอุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียสต่อการเก็บรักษาพริกแกง

ทีมที่ปรึกษาเก็บตัวอย่างพริกแกงเผ็ด และพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุฟิล์มพลาสติกสุญญากาศ ของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 เดือน (ภาพที่ 22) พบว่าพริกแกงเผ็ด และพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 4.78±0.25 และ 4.01±0.18 log cfu/g ตามลำดับ ค่า a_w เท่ากับ 0.88±0.00 และ 0.95±0.00 ตามลำดับ หลังจากเก็บรักษา 7 เดือน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 5.40±0.21 และ 5.56±0.25 log cfu/g ตามลำดับ พริกแกงพร้อมปรุงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มสูงกว่าและอัตราที่มากกว่าพริกแกงเผ็ดเพราะพริกแกงพร้อมปรุงมีค่า a_w ที่สูง ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคยังให้การยอมรับ ดังนั้นอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และชะลอปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอ็นไซม์ PAL และ PPO (ธีรศักดิ์, 2545)

(ก) (ข)

ภาพที่ 22 แกงเผ็ด (ก) แกงเผ็ดพร้อมปรุง (ข) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 เดือน

ตารางที่ 12 คุณค่าทางอาหารของพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุง

ผลการทดสอบ	ต่อ 100 กรัม	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	%RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	369.55	290.00	-	In house method TE-CH-169 based on Compendium of Method for Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	291.87	230.00	-	In house method TE-CH-169 based on Compendium of Method for Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
ไขมันทั้งหมด (ก.)	32.43	26.00	40	AOAC (2016) 922.06
ไขมันอิ่มตัว (ก.)	5.23	4.00	20	In house method TE-CH-208 based on AOAC (2016)
โคเลสเตอรอล (มก.)	ไม่พบ	0.00	0	996.06
โปรตีน (ก.) (%N x 6.25)	2.95	2.00	-	In house method TE-CH-143 based on Compendium of Method for Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	16.47	13.00	4	In house method TE-CH-042 based on AOAC (2016) 981.10
ใยอาหาร (ก.)	7.48	6.00	24	In house method TE-CH-169 based on Compendium of Method for Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
น้ำตาล (ก.)	8.31	7.00	-	In house method TE-CH-076 based on AOAC (2016) 985.29
โซเดียม (มก.)	2069.04	1660.00	69	In house method TE-CH-074 based on Compendium of Method for Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
วิตามินเอ (มคก.)	ไม่พบ	(0.00)	0	In house method based on AOAC (2012) 984.27
วิตามินบี 1 (มก.)	น้อยกว่า 0.030	(0.00)	0	In house method TE-CH-024 based on Compendium of Method for Analysis Thailand, 1st Edition, 2003
วิตามินบี 2 (มก.)	0.042	(0.03)	น้อยกว่า	In house method TE-CH-057 based on AOAC (2016) 942.23
แคลเซียม (มก.)	60.91	(48.73)	6	In house method TE-CH-057 based on J. Agric. Food Chemistry (1984), 32
เหล็ก (มก.)	1.21	(0.97)	6	In house method based on AOAC (2012) 984.27
				In house method based on AOAC (2012) 999.10
เถ้า (ก.)	4.92	-	-	AOAC (2016) 920.153
ความชื้น (ก.)	43.23	-	-	AOAC (2016) 925.45 A

ตารางที่ 13 คุณค่าทางอาหารของพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุง

ข้อมูลโภชนาการ			
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ถุง (80 กรัม)			
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ ถุง : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค			
พลังงานทั้งหมด 290 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 230 กิโลแคลอรี)			
			ร้อยละปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
ไขมันทั้งหมด	26	ก.	40 %
ไขมันอิ่มตัว	4	ก.	20 %
โคเลสเตอรอล	0	มก.	0 %
โปรตีน	2	ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	13	ก.	4 %
ใยอาหาร	6	ก.	24 %
น้ำตาล	7	ก.	
โซเดียม	1,660	มก.	69 %

ร้อยละปริมาณที่แนะนำต่อวัน*					
วิตามินเอ		0 %	**วิตามินบี 1**		0 %
วิตามินบี 2	น้อยกว่า	2 %	**แคลเซียม**		6 %
เหล็ก		6 %			

* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2000 กิโลแคลอรี

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรีควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65	ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20	ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300	มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300	ก.
ใยอาหาร		25	ก.
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400	มก.

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

สรุปผล

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพริกแกงมีผลต่อจัดจำหน่าย หรืออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พริกแกงของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พรทุกผลิตภัณฑ์วัตถุดิบเริ่มต้นต้องสะอาด มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อย มีค่า a_w ต่ำ จำทำให้อายุการจัดจำหน่ายอยู่ได้นาน

2. การล้างทำความสะอาดวัตถุดิบจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นในวัตถุดิบได้ดี ลดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ มีอายุการจัดจำหน่ายที่นานขึ้น และสารละลายที่ใช้ในการล้างที่ดีที่สุดต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ คือ สารละลายคลอรีน ความเข้มข้นเริ่มต้นอย่างน้อย 50 ppm และสารละลายกรดอะซิกความเข้มข้นอย่างน้อย 0.5 เปอร์เซ็นต์

3. การล้างวัตถุดิบต้องล้างและใช้ทันทีไม่ล้างทิ้งไว้เพราะจะทำให้จุลินทรีย์กลับเข้ามาในวัตถุดิบและเจริญได้ดี รวมถึงต้องให้สะเด็ดน้ำจนแห้ง มีน้ำปนเปื้อนไปในกระบวนการผลิตน้อยที่สุดเพราะจะเป็นการเพิ่มจุลินทรีย์ในการผลิตจากน้ำที่ปนไป และมีผลต่อปริมาณน้ำอิสระ หรือ ค่า a_w ในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มสูง ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี ผลิตภัณฑ์เน่าเสียง่าย

4. การเติมน้ำร้อนอุณหภูมิสูง 90-100 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนการผลิตพริกแกงบางชนิดที่มีความจำเป็นต้องเติมน้ำเป็นส่วนผสม (ตามสูตรมาตรฐานของห้างหุ้นส่วนจำกัดแม่พร) น้ำร้อนจะช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากน้ำ และสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังหลงเหลือจากวัตถุดิบที่ผ่านการล้างมาแล้วได้ดี ทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์พริกแกงมีน้อย การเน่าเสียเกิดได้ช้า

5. การลดค่า a_w เพื่อทำให้สภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์อีกวิธีการหนึ่งคือการเติมเกลือหรือ Food Preservative จำพวก Potassium chloride, Glycerin และ Sorbital สามารถลด a_w ได้ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พริกแกงในภาชนะฟิล์มพลาสติกแบบสุญญากาศได้นานไม่น้อยกว่า 1 ปี

6. การใช้ Sodium benzoate และสารต้านการเจริญของราและยีสต์ Nisin และ Natamycin ปริมาณ 100 ppm สามารถยืดอายุการจัดจำหน่าย และลดการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์ได้นานไม่น้อยกว่า 1 ปี

7. การบรรจุฟิล์มแบบสุญญากาศลดปริมาณ O_2 ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ชะลอการเจริญของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พริกแกง

8. การใช้อุณหภูมิต่ำที่ 10 องศาเซลเซียส จะชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ และชะลอการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ การจัดจำหน่ายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส โดยใช่ร่วมกับเฮอเบอร์เทคโนโลยี คือลดปริมาณน้ำอิสระ เติม Food Preservative ตามปริมาณที่เหมาะสมข้างต้น บรรจุฟิล์มแบบสุญญากาศลดปริมาณ O_2 จะช่วยยืดอายุการจัดจำหน่ายได้นานไม่น้อยกว่า 1 ปี

9. หากต้องการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์พริกแกงทุกชนิดมากกว่า 2 ปี จะต้องทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที ในบรรจุภัณฑ์ซองรีทอร์ทเพา หรือกระป๋อง

10. การเกิดสีน้ำตาลหรือสีคล้ำทำให้ผลการทดสอบคุณภาพการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์พริกแกงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหลังอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 เดือน 15 วัน (คำนวณจากสภาวะเร่งกลับมาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) สาเหตุดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์สามารถลดการเกิดได้โดยใช้ความร้อนลวกกำจัดเอ็นไซม์ในวัตถุดิบ ผ่านความร้อนขณะผลิต ค่าความเป็นกรด pH ต่ำกว่า 5.4 และเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ แต่ทั้งนี้ต้องทำการศึกษาต่อไป

11. การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการจัดจำหน่าย ทีมที่ปรึกษาได้ออกแบบทั้งโครงสร้าง และกราฟิค ข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลผลิตภัณฑ์พริกแกงให้สอดคล้องไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย รวมถึงการแปลรายละเอียดจากภาษาไทยเป็นข้อมูลภาษาอังกฤษประมาณ 10 ผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

กฤติยา เลี่ยวชวลิต ,เสริมสิริ วิจัยวรกิจ , ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์ และประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ , 2546. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการล้างผักด้วยสารไตรโซเดียมฟอสเฟตคลอรีนและการใช้โอโซน. สำนักหอ สมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กระทรวงอุตสาหกรรม.2511. ภาชนะพลาสติกสาหรับบรรจุอาหาร.กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท. กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2521.คุณสมบัติและการใช้เกลือในอุตสาหกรรมอาหาร.กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กระทรวงพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์.2543. สถิติการค้าและเครื่องชี้ภาวะเศรษฐกิจของไทยปี 2543. กรุงเทพมหานคร

ฉัตรภา หัตถโกศล.2556.วิธีการล้างผักผลไม้ให้ปลอดภัย.สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน ,2560,จาก ผู้จัดการออนไลน์ : http://www.manager.co.th/family/ViewNews.aspx?NewsID=9560000010741.

โชคชัย ธีรกุลเกียรติ.(2539).การเก็บรักษาอาหารแห้ง.ในเอกสารการสอนชุดวิชาการถนอมและการแปรรูปอาหาร (หน่วยที่ 8).นนทบุรี:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธีรศักดิ์ ปั้นวิชัย, พรพงษ์ สุทธิรักษ์, นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ . 2550. รายงานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์หอยหวานปรุงรส (*Babylonia reolate*) และรูปแบบบรรจุภัณฑ์โดยใช้ผลผลิตหอยหวานจากฟาร์มเพาะเลี้ยง สกอ. (ภาครัฐร่วมพาณิชย์)

ปรีชา จึงสมานุกูล, นวรัตน์ รัตนดิลก ณ ภูเก็ต และกมลวรรณ กันแต่ง . 2553. การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผักสด.กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 52(1-2) : 30-39.

รุจิรา ผลกิจ. 2558. ประสิทธิภาพของน้ำส้มสายชูในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์มและ Escherichia coli บนใบโหระพา. โครงงานทางจุลชีววิทยา. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 49 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2548.มอก.429/2548 . 7 หน้า . วันที่ค้นข้อมูล 15 มิถุนายน 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.fio.co.th/p/tisi_fio/fulltext/TIS429-2548.pdf.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2556 . มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกแกง. มผช.129/2556. 6 หน้า. วันที่ค้นข้อมูล 15 มิถุนายน 2560. เข้าถึงได้จาก https://www.tisi.go.th.

อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์, 2534 . ผลของสารดูดความชื้นที่มีต่อ Water Activity และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง,วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 152 หน้า.

อรรณพ ทัศนอุดม, วรรรภา สระพินครบุรี และ สุริยาพร นิพรรัมย์ , 2552 . การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริก. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยนเรศวร. 17(2).136-144.

อรอนงค์ พริ้งศุลกะ. 2550. แบคทีริโอซินที่สร้างจากแบคทีเรียแล็กทิก (Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria) . วารสารวิทยาศาสตร์ มศว ปีที่ 23 ฉบับที่ 2.

A.O.A.C. 2000. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 17thed. The Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, USA.

Barbosa-Canovas. , Gustavo V. , Schmidt, Shelly J. , and Labuza, Theodoore P. 2007 . *Water activity in food : Fundamental and application*. Ames,Los Angeles : Blackwell.

EDMUNDS, H.1999. The Focus Group Research Handbook. NTC Business Books, Chicago.

Herbert, S., and Joel, L. 2004. Sensory Evaluation Practiecs. Food Science and Technology. Elsevier Acadamic Press.

Kotler, P.2000. Marketing Management. The millionium edition, Prentice Hall International Inc.

Punvichai, T. and D. Boonyakait. 2002. Factors Affecting The Quality of Fresh-cut Lettuce. J. Agriculture. 18(3): 250-260.

Punvichai, T. 2002. Quality of Fresh-cut Lettuce. J. Agricultural Sci. 33: 6 (Suppl.): 204-209.

Punvichai, T. and D. Boonyakait. 2002. Factors Affecting The Quality of Fresh-cut Lettuce. journal of the Royal Project Foundation. 235-243.

(ลงชื่อ) .....

(บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....