

การเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยใช้เทคโนโลยีฮอดเดิล

PRESERVATION OF FRESH RICE NOODLE BY HURDLE TECHNOLOGY



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตรังการอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-456-5

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยใช้เทคโนโลยีเฮอเดิล

PRESERVATION OF FRESH RICE NOODLE BY HURDLE TECHNOLOGY



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....49613
วัน, เดือน, ปี 25 ก.พ. 2547

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-456-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRESERVATION OF FRESH RICE NOODLE BY HURDLE TECHNOLOGY



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2003
ISBN 974-324-456-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยใช้เทคโนโลยีเยลดีเซล
นักศึกษา	นายธงชัย พุฒทองศิริ
รหัสประจำตัว	43066008
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

เมื่อทดลองศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษา คือ ความเป็นกรดต่าง เวลาให้ความร้อน สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิเก็บที่เหมาะสม พบว่าผลของกรด 4 ชนิด คือ ซิตริก อะซิติก แล็กติก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 1 และ 2 เมื่อนำมาแช่เส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อปรับความเป็นกรดต่าง แล้วตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส พบว่ากรดที่สามารถใช้ได้คือ ซิตริก แล็กติก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตน ส่วนอะซิติกไม่เหมาะสมในการนำมาแช่เส้นก๋วยเตี๋ยวเนื่องจากมีแนวโน้มที่ยีสต์และราจะเจริญได้มากกว่าการใช้กรดชนิดอื่น เมื่อพิจารณาจากราคาของกรด พบว่าสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 มีราคาต่ำที่สุด การใช้สารละลายกรดความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวพบว่าทำให้เกิดความแตกต่างของคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของเส้น ปริมาณจุลินทรีย์ และปริมาณยีสต์และรา แต่จะมีความแตกต่างด้านความเป็นกรดต่างและรสชาติของเส้น จึงเลือกใช้ความเข้มข้นร้อยละ 1 เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นระยะเวลา 10 20 และ 30 นาที พบว่าเวลาที่ใช้ไม่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวคือ 10 นาที เพื่อประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิต และจากการศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาที่เหมาะสมของเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 12 °C โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีคุณภาพด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดปรับความเป็นกรดต่างด้วยกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 1 แล้วบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนในสภาวะบรรยากาศ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °C สามารถเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดได้เป็นเวลา 2 เดือน

Thesis Title	Preservation of Fresh Rice Noodle by Hurdle Technology
Student ID.	43066008
Degree	Master of Science
Programme	Food Science
Year	2003
Thesis Advisor	Assistant. Professor. Dr. Kittiphong Huangrak

ABSTRACT

In studying of optimum keeping condition, i.e., pH, heat time, packing condition and keeping temperature it was found that the effect of 4 acid solutions on physical, microbiological and sensory properties of noodle were studied. Solution of citric, acetic, lactic and gluconodeltalactone at the concentration of 0.1, 1 and 2 % were used to soak the noodle for adjusting the pH to inhibit microbiological growth. It was found that citric acid, lactic acid, and gluconodeltalactone could be used. Acetic acid was not suitable because there was the tendency for yeast and mold to grow up. Considering the acid cost, citric acid was the cheapest. Using the acid concentration of 1 and 2%, texture quality, amount of bacteria, and amount of yeast and mold were not significantly different but pH and noodle taste were significantly different. So the optimum concentration is 1%. After that the noodle was heated 10, 20, and 30 minutes at 100 °C. The amount of bacteria and amount of yeast and mold were not significantly different. Then heating time of 10 minutes should be used for the reason of energy saving and production cost reducing. Keeping temperature was also studied, it was shown that at 12 °C, physical, microbiological and sensory properties of the noodle were comparable with those found in fresh noodle. When the noodle was soaked in 1% citric acid, packed in polypropylene bags, heated at 100 °C for 10 minutes, then kept at 12 °C, it could be preserved for at least 2 months.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ รวมทั้งตรวจทานแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ จากผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และ รศ.ดร. วรณา ตั้งเจริญชัย ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขรวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพงศอาชวี เมฆแสงอรุณรุ่ง ผู้จัดการโรงงานผลิตถ้วยเตี้ยวล้อ เลียงแข็ง จ.จันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างถ้วยเตี้ยวล้อเพื่อใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การอาหารให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่เทคนิค และเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ปริญญาโทที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือด้วยดี รวมทั้งน้อง ๆ ปริญญาตรีทุกคนที่ช่วยเป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดีและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สุดท้ายขอรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธงชัย พุฒทองศิริ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ก๋วยเตี๋ยว.....	3
2.2 การแบ่งชนิดของก๋วยเตี๋ยว.....	3
2.2.1 ก๋วยเตี๋ยวสด.....	3
2.2.2 ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กกึ่งแห้ง.....	3
2.2.3 ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง.....	4
2.3 Hurdle Technology.....	4
2.3.1 ตัวอย่างการใช้ Hurdle Technology ในการเก็บรักษาอาหาร.....	5
2.4 ความเป็นกรดต่างของอาหาร.....	5
2.5 การใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์.....	6
2.5.1 ประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ต่อการยับยั้งจุลินทรีย์.....	6
2.5.2 กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดอินทรีย์.....	7
2.6 กรดซิตริก.....	8
2.6.1 การใช้กรดซิตริกในอาหาร.....	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 กรดอะซิติก.....	9
2.7.1 การใช้กรดอะซิติกในอาหาร.....	9
2.8 กรดแลกติก.....	10
2.8.1 การใช้กรดแลกติกในอาหาร.....	10
2.9 กลูโคโนเดลต้าแลคโตน.....	11
2.9.1 การใช้กลูโคโนเดลต้าแลคโตนในอาหาร.....	12
2.10 ผลของสารที่ใช้ปรับความเป็นกรดต่างต่อคุณภาพอาหาร.....	12
2.10.1 ลักษณะของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	12
2.10.2 สีของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	12
2.10.3 กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	12
2.10.4 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์.....	13
2.10.5 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	13
2.11 วิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน.....	13
2.11.1 การพาสเจอร์ไรซ์.....	14
2.11.2 การสเตอริไลซ์.....	14
2.12 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์.....	15
2.13 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานความร้อนของแบคทีเรียและสปอร์.....	16
2.13.1 ความเป็นมาของเซลล์และสปอร์.....	16
2.13.2 ส่วนประกอบของอาหารขณะการใช้ความร้อนทำลายเชื้อ.....	16
2.13.3 ส่วนประกอบของอาหารที่มีผลต่อความต้านทานความร้อน.....	17
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	18
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	18
3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	18
3.1.2 วัตถุประสงค์.....	18
3.1.3 สารเคมี.....	18
3.1.4 อุปกรณ์.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 สถานที่ดำเนินการ.....	18
3.3 วิธีการดำเนินงาน.....	9
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	22
4.1 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่เหมาะสม ในการแช่เส้นก๋วยเตี๋ยว.....	
4.2 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังจากการบรรจุ.....	39
4.3 ศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสด.....	41
4.4 ศึกษาสภาวะการบรรจุเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผ่านการปรับปัจจัยที่ มีผลต่อการเก็บรักษา.....	44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	52
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	57
ประวัติผู้เขียน.....	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าคงที่ของการแตกตัว (pK_a) ของกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ.....	7
4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก้วยเดี่ยวเมื่อผ่านการแช่สารละลายกรดและเก็บไว้ 12 วัน.....	22
4.2 ผลของชนิดกรดที่มีต่อค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้น ก้วยเดี่ยว.....	23
4.3 ผลของความเข้มข้นกรดที่มีต่อค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก้วยเดี่ยว.....	23
4.4 ผลของอิทธิพลร่วมชนิดและความเข้มข้นกรดต่อค่าความเป็นกรดต่าง และเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก้วยเดี่ยว.....	24
4.5 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก้วยเดี่ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดชนิดที่ต่างกันความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	28
4.6 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก้วยเดี่ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	29
4.7 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก้วยเดี่ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	30
4.8 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก้วยเดี่ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	31
4.9 แสดงผลของเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว.....	39
4.10 ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก้วยเดี่ยว.....	41
4.11 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก้วยเดี่ยวที่เก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	43
4.12 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w)	44
4.13 ผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก้วยเดี่ยว.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ผลของระยะเวลาการเก็บที่มีต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว.....	46
4.15 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยว ที่เก็บรักษาโดยใช้สภาวะการบรรจุต่างกันและเก็บไว้ 8 สัปดาห์.....	48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการสังเคราะห์กรดกลูโคนิก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตน.....	11
4.1 แสดงผลของชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และปริมาณยีสต์และรา (yeast and mold) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	26
4.2 ผลของระยะเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยว เมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	40
4.3 แสดงผลของอุณหภูมิการเก็บต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยว เมื่อเก็บไว้ 12 วัน.....	42
4.4 แสดงผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ 8 สัปดาห์.....	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ก๋วยเตี๋ยวเป็นอาหารที่ได้จากแป้งข้าวเจ้าที่คนไทยทั่วไปคุ้นเคยและนิยมบริโภคเป็นอาหารหลักรองจากข้าว โดยเป็นที่นิยมกว้างขวางทั้งภายในประเทศและยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกไปยังต่างประเทศได้ในหลายรูปแบบ ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวในรูปแบบเส้นสดมีข้อจำกัดในเรื่องอายุการเก็บรักษา จึงมีการผลิตในรูปแบบเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งเพื่อให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น และสะดวกในการส่งออกไปยังที่ห่างไกล การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในรูปแบบเส้นสดที่มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น อาจเป็นทางเลือกใหม่ของผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการเพิ่มความสะดวกในการนำเส้นที่ได้มาปรุงอาหารโดยไม่ต้องนำมาคั้นรูปก่อนเหมือนผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง Hurdle technology เป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าวิธีการเก็บรักษาอาหารแบบเดิมมาใช้ร่วมกันเพื่อใช้ลักษณะเฉพาะของแต่ละวิธีมาเป็นปัจจัยร่วมในการควบคุมจุลินทรีย์ ซึ่งลักษณะเฉพาะนั้นเปรียบเสมือนอุปสรรคที่จุลินทรีย์ต้องผ่านเพื่อเจริญเติบโต เทคนิคนี้สามารถใช้ได้กับอาหารสดและผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ การใช้ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกันจะช่วยลดความรุนแรงของกระบวนการแปรรูปทำให้อาหารและผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากการใช้เทคนิคนี้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ น้อย การวิจัยนี้จึงศึกษาการนำ Hurdle technology มาใช้ในการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดให้อยู่ได้นานขึ้น โดยศึกษาการปรับปัจจัยต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวสด เช่น ความเป็นกรดต่าง สภาวะการบรรจุ การใช้ความร้อน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยไม่ใช้สารกันเสีย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่มีอายุการเก็บนานขึ้นและมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำใหม่

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ก้วยเตี่ยว

ก้วยเตี่ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลายข้าวเจ้าหรือใช้แป้งข้าวเจ้าโดยอาจมีแป้งชนิดอื่นผสมอยู่ด้วยก็ได้ ทำให้เป็นแผ่นบาง นึ่งให้สุก ตัดเป็นเส้น (มอก.,2532) ในการผลิตก้วยเตี่ยวเส้นเล็ก ผู้ผลิตส่วนใหญ่นิยมผลิตในรูปของเส้นก้วยเตี่ยวกึ่งแห้ง มีความชื้นร้อยละ 37-40 เพื่อให้สะดวกในการตัดเส้น โดยนำก้วยเตี่ยวมาผึ่งลมไว้ 2 ชั่วโมงหรืออบที่อุณหภูมิ 150-180°C นาน 5 นาที คุณภาพของเส้นก้วยเตี่ยวจะสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสในสตาร์ช (starch) ข้าวเจ้า พบว่าปริมาณอะไมโลสที่เหมาะสมในการทำก้วยเตี่ยวคือร้อยละ 27-33 (นัทยา จะเรียมพันธ์. 2530)

เสนอ ร่วมจิต (2522) รายงานว่าข้าวพันธุ์เหลืองประทิว 123 และขาว 500 ที่เป็นข้าวเก่าเก็บไว้ 6 เดือนสามารถทำเส้นก้วยเตี่ยวที่มีคุณภาพดี และข้าวที่ใช้ทำเส้นก้วยเตี่ยวที่มีคุณภาพดีและมีความคงตัวสูงต้องเป็นข้าวที่มีอะไมโลสสูงมากกว่าร้อยละ 27

คุณภาพของเส้นก้วยเตี่ยวนอกจากปริมาณอะไมโลสของข้าวแล้วยังขึ้นกับคุณภาพน้ำที่นำมาใช้ทำเส้นก้วยเตี่ยวด้วย น้ำที่ใช้ผลิตก้วยเตี่ยวควรเป็นน้ำสะอาด มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 5-7 เพราะจะทำให้เจลมีความเหนียวสูงสุด ถ้าความเป็นกรดต่างต่ำกว่านี้เจลจะมีความเหนียวลดลงเนื่องจากเม็ดแป้งแตกตัวได้น้อยลง หรือเพราะโมเลกุลของเม็ดแป้งเล็กลงทำให้เกิดเจลได้ยากขึ้น นอกจากนี้น้ำที่ใช้ไม่ควรมีเกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมมากเกินไป เพราะเกลือทั้งสองชนิดนี้ทำให้เม็ดแป้งแตกตัวยาก (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2535)

2.2 การแบ่งชนิดของก้วยเตี่ยว

ก้วยเตี่ยวที่นิยมผลิตกันโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามปริมาณความชื้นภายในเส้น คือ

2.2.1 ก้วยเตี่ยวสด คือ ก้วยเตี่ยวที่ได้จากการนำแผ่นก้วยเตี่ยวมาหั่นเป็นเส้นโดยไม่ผ่านขั้นตอนการทำให้แห้ง ซึ่งอาจเป็นเส้นเล็กหรือเส้นใหญ่ก็ได้ เส้นเล็กมีขนาด 0.4-0.5 ซม. ส่วนเส้นใหญ่มีขนาด 1.5-2.5 ซม. ก้วยเตี่ยวทั้งสองชนิดมีความชื้นประมาณร้อยละ 62-64 เป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บได้ไม่นานต้องบริโภคภายใน 1-2 วัน

2.2.2 ก้วยเตี่ยวเส้นเล็กกึ่งแห้ง คือ ก้วยเตี่ยวที่ผ่านการผึ่งลมหรืออบลดความชื้นมาบ้างแล้ว เพื่อลดความชื้นลงก่อนตัดเป็นเส้น ก้วยเตี่ยวชนิดนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 37 โดยปกติจะเก็บได้ 2-3 วัน เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง คือ ก๋วยเตี๋ยวที่มีการตัดเป็นเส้นและทำให้แห้งด้วยการอบ ก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 13 หรือต่ำกว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บได้นาน (กัลยาณี ตีประเสริฐวงศ์. 2529)

2.3 Hurdle Technology (สุมนททา วัฒนสินธ์. 2541)

Hurdle Technology เป็น หลักการหนึ่งที่ใช้สำหรับการเก็บรักษาอาหาร ซึ่งอาจจะใช้สารเคมีหรือกระบวนการใดก็ตามเพื่อยับยั้งกระบวนการเสื่อมสลายของอาหาร (substances or processes inhibiting deteriorative processes) โดยใช้สำหรับควบคุมการเสื่อมสลายอาหารที่เกิดจากกระบวนการทางชีวภาพหรือจุลินทรีย์เท่านั้น สามารถแบ่ง Hurdles หรืออุปสรรคออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. อุปสรรคทางกายภาพ (physical) ได้แก่ กระบวนการใช้ความร้อน การควบคุมอุณหภูมิตำในระหว่างการเก็บรักษาวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ หรืออุณหภูมิในระหว่างการผลิต การใช้รังสีในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ การใช้พลังงานอิเล็กโทรแมกเนติกส์ (electromagnetic energy) การใช้ภาชนะบรรจุในการควบคุมจุลินทรีย์ เช่น การเก็บในสภาพสุญญากาศ การควบคุมบรรยากาศ หรือการดัดแปลงบรรยากาศ หรือแม้กระทั่งการใช้การบรรจุแบบปลอดจากเชื้อ (aseptic packaging)

2. อุปสรรคทางเคมี และ/หรือ อุปสรรคทางกายภาพเคมี (physico-chemical) ได้แก่ การควบคุมปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (water activity : A_w) การควบคุมความเป็นกรดต่าง การควบคุมปฏิกิริยารีดอกซ์ในอาหาร (redox potential : Eh) เช่น การใช้น้ำตาล หรือเกลือในการควบคุมแรงดันออสโมติกเพื่อปรับค่า A_w ในผลิตภัณฑ์ การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซออกซิเจนร่วมกับการใช้สารเคมี การใช้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด การรมควัน การใช้สมุนไพรและเครื่องเทศในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์

3. อุปสรรคจากตัวจุลินทรีย์หรือผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ (microbial or microbial derive products) อุปสรรคจากตัวจุลินทรีย์ เช่น จุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ แต่เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการแข่งขันสูงกว่าจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย (competitive flora) หัวเชื้อจุลินทรีย์ (starter cultures) ซึ่งมีจุลินทรีย์อยู่ในปริมาณที่สูง เมื่อนำไปใส่ในอาหาร (mass inoculation) ที่ต้องการบ่มให้ได้ผลิตภัณฑ์ เช่น ไวน์ จะทำให้จุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ไม่สามารถเจริญได้ต่อไป สารที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นแล้วมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น bacteriocins สารปฏิชีวนะ (antibiotic) monolaurin free fatty acid chitosan และ choline เป็นต้น ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ อาจเป็นสารที่สร้างขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อจุลินทรีย์ชนิดนั้นสิ้นสุดการเจริญเติบโตในอาหารนั้น ๆ แล้วก็เป็นไปได้ สารเหล่านี้ทำให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นไม่สามารถเจริญในอาหารชนิดนั้นได้

2.3.1 ตัวอย่างการใช้ Hurdle Technology ในการเก็บรักษาอาหาร

Rao (1993) ทดลองนำ Paneer มาบรรจุ retort pouches เพื่อยืดอายุการเก็บให้ยาวนานขึ้นโดยทำการปรับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.1 เพื่อช่วยในการยับยั้งจุลินทรีย์และใช้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเป็น 0.95 F value เป็น 0.8 นาทีและปรับความเป็นกรดต่างเป็น 5.0 สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 1 เดือนที่อุณหภูมิ 30°C และนานกว่า 3 เดือนที่อุณหภูมิ 15°C เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ใหม่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านรสชาติและการยอมรับของผู้บริโภค

Meyer และคณะ (2001) ทดลองผลิตเส้นอูด้ง (al dent) โดยการใช้กรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1.6 ปรับความเป็นกรดต่างโดยแช่เส้น 150 วินาทีให้เส้นมีความเป็นกรดต่างสุดท้ายอยู่ในช่วง 3.9 ถึง 4.0 นำไปเส้นที่ได้บรรจุใส่ถุงเติมน้ำมันปาล์มแล้วปิดถุงนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 97°C 20 นาที เก็บที่อุณหภูมิห้อง เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเส้นที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากเส้นสด

2.4 ความเป็นกรดต่างของอาหาร (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2543)

ความเป็นกรดต่างของอาหารมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญและการทำลายจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแบคทีเรียเจริญได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรดต่างในช่วง 5.5-7.0 แบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่ทนกรดจึงเจริญได้ดีเฉพาะในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ แต่อย่างไรก็ตาม แบคทีเรียบางชนิด เช่น แลคติกแบคทีเรียเจริญได้ดีในอาหารที่เป็นกรด เช่น แหนมและนมเปรี้ยว สวนยีสต์และราเจริญได้ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่างต่ำหรืออาหารที่มีรสเปรี้ยว

ความเป็นกรดต่างของอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในแง่ที่นำไปใช้ประกอบการพิจารณาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้สำหรับทำลายจุลินทรีย์ในการผลิตอาหารกระป๋อง แบ่งประเภทของอาหารตามสภาพความเป็นกรดของอาหารได้ 2 ประเภทคือ

1. อาหารที่มีสภาพเป็นกรด มีความเป็นกรดต่างน้อยกว่า 4.6 และ A_w มากกว่า 0.85
2. อาหารที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ มีความเป็นกรดต่างมากกว่า 4.6 และ A_w มากกว่า 0.85

ความเป็นกรดต่างเป็นปัจจัยในการบ่งชี้ถึงความต้านทานความร้อนของแบคทีเรียแบคทีเรียที่อยู่ในอาหารที่มีปริมาณกรดสูงหรือมีค่าความเป็นกรดต่างต่ำจะทนความร้อนได้น้อยกว่าแบคทีเรียที่อยู่ในอาหารที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูง *Clostridium botulinum* ไม่สร้างสารพิษ (toxin)

ในอาหารกระป๋องที่มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 4.6 ฉะนั้นในกระบวนการแปรรูปอาหารกระป๋องประเภทที่มีความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 4.6 จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง

2.5 การใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์

กรดอินทรีย์มีคุณสมบัติทั้งทำลายแบคทีเรียและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปัจจัยที่มีผลต่อการทำลายแบคทีเรียของกรดขึ้นกับระดับความเป็นกรดต่าง การแตกตัวของกรด ความเฉพาะเจาะจงของกรดในการทำลายจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความทนทานต่อความเป็นกรดต่างได้ต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนมีผลต่อการเจริญและการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ของเชื้อ ชนิดและความเข้มข้นของกรด เวลาในการสัมผัสกรด ค่าความเป็นบัฟเฟอร์ (buffering capacity) ของอาหาร และสภาวะในการเก็บรักษาอาหาร

2.5.1 ประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ต่อการยับยั้งจุลินทรีย์

การยับยั้งหรือการทำลายจุลินทรีย์ของกรดอินทรีย์ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดต่าง ความเข้มข้น ชนิด ความยาวโมเลกุลของกรด (chain length) และจำนวนกิ่งก้านของโมเลกุลของกรด (degree of branching) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกรดส่วนใหญ่จะใช้ในรูปของความเข้มข้นเป็นร้อยละ นอร์มาลิตี (normality) โมลาริตี (molarity) ซึ่งจะมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างสุดท้ายของอาหารเท่านั้น จึงเป็นการยากที่จะเปรียบเทียบผลของกรดแต่ละชนิดในการยับยั้งจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของกรดขึ้นกับค่าคงที่ของการแตกตัว (pK_a) หรือค่าความเป็นกรดต่างที่ร้อยละ 50 ของกรดทั้งหมดที่แตกตัวได้ซึ่งค่า pK_a ของกรดอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3 ถึง 5 ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าคงที่ของการแตกตัว (pK_a) ของกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดกรด	pK_1	pK_2	pK_3
กรดอะซิติก (acetic acid)	4.75		
กรดดีไฮโดรอะซิติก (dehydroacetic acid)	5.27		
โซเดียมไดอะซิเตท (sodium diacetate)	4.75		
กรดอดิปีก (adipic acid)	4.43	5.41	
กรดคาพริลิก (caprylic acid)	4.89		
กรดซิตริก (citric acid)	3.14	4.77	6.39
กรดฟูมาลิก (fumaric acid)	3.03	4.44	
กรดแลกติก (lactic acid)	3.08		
กรดมาลิก (malic acid)	3.40	5.11	
กรดโพรพิโอนิก (propionic acid)	4.87		
กรดซัคซินิก (succinic acid)	4.16	5.61	
กรดทาร์ทาริก (tartaric acid)	2.98	4.34	

ที่มา : Doores (1993)

กรดอินทรีย์ในกลุ่มกรดลิพิลิก (lipophilic acid) เช่น กรดอะซิติกและอนุพันธ์ กรดโพรพิโอนิก และกรดคาพริลิก เป็นสารประกอบที่ไม่มีขั้ว เมื่อเติมลงในอาหารทำให้มีคุณสมบัติ เป็นสารต่อต้านจุลินทรีย์ได้ดี ส่วนกรดอินทรีย์ในกลุ่มกรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติมีขั้วมากกว่าในกลุ่มกรดลิพิลิก จะใช้เติมในอาหารเพื่อผลต่อกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของอาหารมากกว่าการยับยั้งจุลินทรีย์ (Doores, 1993)

กรดอินทรีย์โดยทั่วไปมีความปลอดภัยในการบริโภค แต่ถ้าใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูงอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผลของการใช้กรดในระยะยาวพบว่าไม่มีอันตรายในการบริโภคทั้งนี้ เนื่องจากกรดส่วนใหญ่จะถูกเมตาบอลิซึมได้ในร่างกายโดยผ่านกระบวนการขับออกซิเดชัน และวัฏจักรของกรดไตรคาร์บอกซิลิก (tricarboxylic acid cycle)

2.5.2 กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดอินทรีย์

กรดแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในการแตกตัวของกรด จึงทำให้ประสิทธิภาพของกรดแตกต่างกันไป แต่จุดที่ทำลายจุลินทรีย์คล้ายกัน โดยกรดที่อยู่ในรูปไม่แตกตัวจะจับกับผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ เป็นผลให้กรดที่แตกตัวสามารถแพร่เข้าสู่ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์และเกิดการรวมตัวกับสารภายในเซลล์ เป็นผลให้ภายในเซลล์มีความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งปกติแล้วเซลล์ของจุลินทรีย์จะพยายามรักษาสมดุลภายในเซลล์ให้มีความเป็นกรดต่างเป็นกลาง

แต่เมื่อสภาวะความเป็นกรดต่างของสิ่งแวดล้อมต่ำลงเนื่องจากกรดทำให้โครงสร้างภายในเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิก อีออนภายในเซลล์ และเซลล์เมมเบรนเปลี่ยนไป เซลล์จุลินทรีย์พยายามจะรักษาสมดุลภายในเซลล์ ทำให้เกิดการผ่านเข้าออกของสารอาหารเข้าสู่เซลล์ และเกิดการรั่วไหลของเมตาบอไลต์ภายในเซลล์สู่ออกภายนอก มีผลทำให้กิจกรรมภายในเซลล์ลดลง จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตและตายในที่สุด ซึ่งรูปแบบการแตกตัวของกรดที่ต่างกันขึ้นกับค่า pK_a ระดับการผ่านของอิเลคตรอน กรดแก่และกรดอ่อนมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ต่างกันขึ้นอยู่กับความสามารถในการแตกตัว และพบว่ากรดที่มีค่า pK_a สูงจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดที่มีค่า pK_a ต่ำ

2.6 กรดซิตริก

กรดซิตริกหรือ 2-hydroxy -1, 2, 3 - propane tricarboxylic acid แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ กรดซิตริกโมโนไฮเดรต มีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ มีน้ำหนักโมเลกุล 210.14 และกรดซิตริกแอนไฮไดรต์ มีน้ำหนักโมเลกุล 192.12 ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผลึกไม่มีสีหรือเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ละลายได้ดีในน้ำและเอทานอล (มอก., 2526)

2.6.1 การใช้กรดซิตริกในอาหาร

กรดซิตริกเป็นกรดที่ใช้ในอาหารหลายประเภทเพื่อช่วยเพิ่มกลิ่นรสและปรับความเป็นกรดต่างของอาหาร เช่น ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม แยม เยลลี่ และในผลิตภัณฑ์ผักผลไม้กระป๋อง เป็นต้น นอกจากนั้นกรดซิตริกยังมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ Beelman และคณะ (1989) พัฒนาการผลิตเห็ดกระป๋องโดยใช้สารละลายกรดซิตริกลวกเห็ดก่อนที่จะบรรจุกระป๋อง พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารกระป๋องเสื่อมเสียได้ และทำการปรับความเป็นกรดต่างของน้ำที่ใช้ลวกเห็ดเป็น 3.5 โดยใช้สารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ สามารถยับยั้งการงอกสปอร์ของ *C. sporogenes* PA3679 ได้ (Okreke et al. 1990) มีการศึกษาถึงผลของกรดซิตริกต่อเชื้อ *C. botulinum* พบว่าไม่มีการเพิ่มจำนวนเมื่อถ่ายเชื้อลงในซอสมะเขือเทศที่ปรับความเป็นกรดต่างเป็น 4.2 หรือ 4.6 ด้วยกรดซิตริก และเก็บไว้ 8 สัปดาห์ (Post et al. 1985)

Tsang และคณะ (1985) พบว่าไม่มีการสร้างสารพิษของ *C. botulinum* ชนิด A และ B ในอาหารเลี้ยงเชื้อ TPGY ที่ปรับความเป็นกรดต่างให้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.6 และบ่มที่อุณหภูมิ 35°C

Notermans และคณะ (1985) รายงานว่าการแช่แข็งในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 1 และสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 นาทีก่อนที่จะบรรจุในสภาวะสุญญากาศและให้ความร้อน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. botulinum* ชนิด B เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 70 วัน หรือที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reiss (1976) พบว่ากรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 0.75 และ 0.25 สามารถยับยั้งการเจริญและลดการสร้างสารพิษของเชื้อ *Aspergillus parasticus* ได้ตามลำดับ

2.7 กรดอะซิติก

กรดอะซิติก หมายถึงกรดอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุล $C_2H_4O_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล 60.05 และมีความเข้มข้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 98.0 โดยน้ำหนัก แบ่งออกได้เป็น 2 ชั้นคุณภาพคือ ชั้นคุณภาพอาหารและชั้นคุณภาพอุตสาหกรรมทั่วไป มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว และปราศจากสิ่งเจือปนใด ๆ สามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ เอทานอล หรือ อีเทอร์ (มอก., 2533)

2.7.1 การใช้กรดอะซิติกในอาหาร

กรดอะซิติกเป็นกรดที่มีกลิ่นรสเฉพาะตัวซึ่งคุณสมบัตินี้เป็นข้อจำกัดในการใช้การนำกรดอะซิติกมาใช้ในอาหารจึงต้องคำนึงถึงกลิ่นรสที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ และใช้ในปริมาณที่เหมาะสม กรดอะซิติกส่วนใหญ่จะใช้ในผลิตภัณฑ์พวกมายองเนส มัสตาร์ด น้ำสลัด และในผลิตภัณฑ์หมักดอง

กรดอะซิติกจะมีผลกับเชื้อแบคทีเรียโดยตรงเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่เจริญได้ดีในสภาวะกรดอ่อนจนถึงกลาง ยกเว้นพวก *Lactobacilli* ซึ่งมีความไวต่อกรดอะซิติกน้อยมาก ทั้งนี้เพราะเชื้อชนิดนี้สามารถทนความเป็นกรดสูงได้ แม้ว่ากรดอะซิติกจะมีผลต่อเชื้อแบคทีเรียแต่ไม่ค่อยมีผลต่อเชื้อยีสต์และรา (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532)

Anderson และ Marshall (1989) แสดงให้เห็นว่าการใช้กรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 3 ที่อุณหภูมิ $70^{\circ}C$ ทำความสะอาดเนื้อ สามารถลดจำนวนเชื้อ *Esherichai coli* และ *Salmonella typhimurium* ได้

Biemuller และคณะ (1973) ทดลองเลี้ยงเชื้อ *Salmonella enteritidis* ปริมาณ 10^6 CFU/ml ในเนื้อหมูแล้วฉีดพ่นกรดอะซิติกที่มีความเป็นกรดต่าง 1.5 และ 2 โดยใช้เวลาฉีดพ่น 30 หรือ 60 วินาที พบว่ากรดอะซิติกที่มีความเป็นกรดต่าง 1.5 สามารถลดเชื้อได้ 4 log และกรดที่มีความเป็นกรดต่าง 2 สามารถลดเชื้อลงได้สองเท่า

Ito และคณะ (1976) ทดลองใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.9 เติมนลงในน้ำเกลือที่ใช้ในการดองผักแล้วถ่ายเชื้อ *C. botulinum* ลงไปพบว่าเชื้อ *C. botulinum* ไม่สามารถเจริญและสร้างสารพิษได้

Anderson และคณะ (1977) พบว่าสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ร้อยละ 99.6 เมื่อใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 3 ทำความสะอาดเนื้อสัตว์ และยังพบว่ากรดอะซิติกเป็นสารทำความสะอาดที่ดีกว่าการใช้สารไฮโปคลอไรท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Banwart (1989) รายงานว่าการใช้กรดอะซิติกที่มีความเป็นกรดต่าง 3.5 สามารถยับยั้งเชื้อราพวก *Aspergillus niger* และ *Rizopus nigricans*

ศรพนีย์ รอดเที่ยง (2541) รายงานว่าการลดความเข้มข้นร้อยละ 3 เมื่อใช้ในการผลิตพลาสติกเค็มเป็นระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ และพบว่า การเก็บพลาสติกเค็มที่อุณหภูมิ $32\pm 2^{\circ}\text{C}$ จะมีอายุการเก็บประมาณ 4 วัน ส่วนพลาสติกที่เก็บที่อุณหภูมิ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ จะมีอายุการเก็บมากกว่า 90 วันจึงจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีและมีกลิ่นเหม็น

2.8 กรดแลกติก

กรดแลกติกหรือ 2-hydroxypropanoic acid, 1-hydroxyethanecarboxylic acid, ethylideneactic acid มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ มีน้ำหนักโมเลกุล 90.08 ลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีสีหรือสีเหลือง

2.8.1 การใช้กรดแลกติกในอาหาร

กรดแลกติกถูกใช้ในการผลิตแยม เจลลี่ เซอร์เบท ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน (confectionery) และเครื่องดื่ม และยังถูกใช้ปรับความเป็นกรดต่างของน้ำเกลือที่ใช้ดองผักและมะกอก นอกจากนั้นเกลือของกรดแลกติกคือแคลเซียมแลคเตทยังใช้ช่วยทำให้แอปเปิ้ลหั่นเป็นแผ่นมีความกรอบและช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีในผลไม้ (Doores, 1993)

กรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อที่สร้างสปอร์ที่ความเป็นกรดต่าง 5 แต่ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อยีสต์และรา (Woolford, 1975) เมื่อใช้กรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ถึง 2 จืดพ่นลงบนชิ้นเนื้อแล้วบรรจุในสภาวะสุญญากาศพบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์น้อยลงเมื่อเก็บไว้ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 2°C แต่การใช้กรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนแปลง (Smulders and Woolthus, 1983) แต่การใช้กรดแลกติกร่วมกับการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ทำให้อายุการเก็บรักษานานกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศเพียงอย่างเดียว (Woolthus and Smulders, 1985)

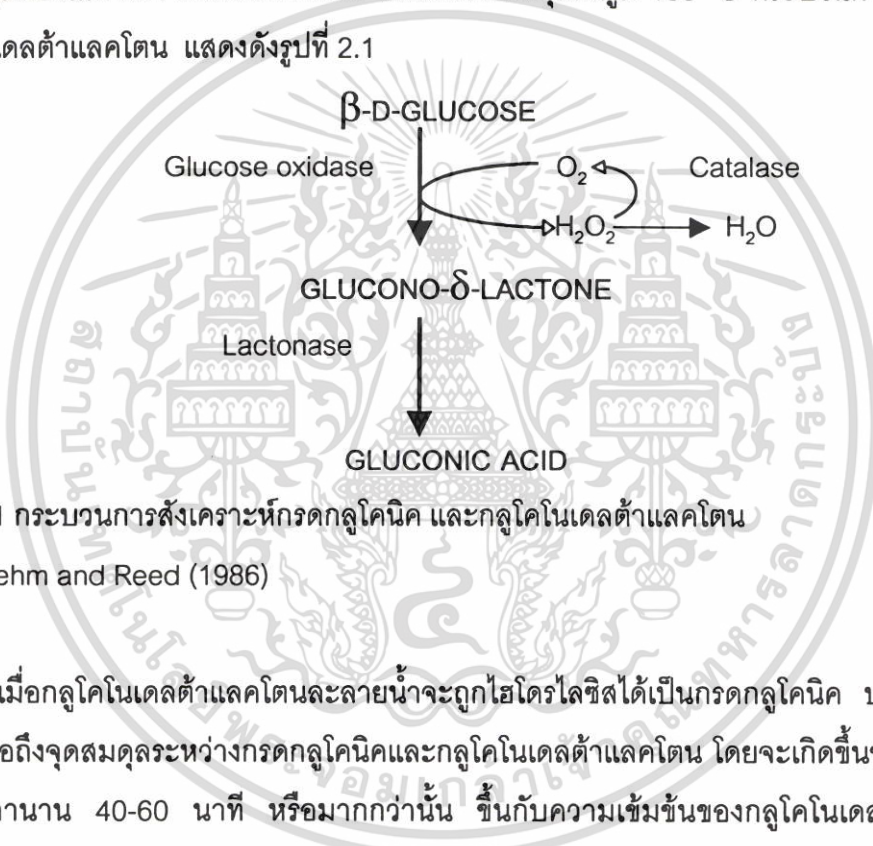
Anderson และคณะ (1992) รายงานว่าการลดความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่อุณหภูมิ 70°C มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อ *Salmonella* ได้ดีที่สุดโดยลดลงได้ 2 log

Van der Marel และคณะ (1988) พบว่าสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวของสัตว์ปีกจาก 5.2 เหลือ 3.7 log CFU/g เมื่อแช่ลงในกรดแลกติกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 หรือ 2 ที่มีความเป็นกรดต่าง 2.2 อุณหภูมิ 19°C เป็นเวลา 15 วินาที

Visser และคณะ (1988) รายงานว่าใช้กรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ที่ความเป็นกรดต่าง 2.3 ซีดพื้นลงในลิ้นวัวแล้วบรรจุในสภาวะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 3°C สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์จาก 5.6 เหลือ 2.7 log CFU/cm²

2.9 กลูโคโนเดลต้าแลคโตน

กลูโคโนเดลต้าแลคโตน (glucono-delta-lactone, GDL) เป็นอนุพันธ์ของกรดกลูโคนิก (gluconic acid) ได้จากการกำจัดโมเลกุลของน้ำออกจากโมเลกุลของกรดกลูโคนิก มีสูตรโครงสร้างคือ C₆H₁₀O₆ น้ำหนักโมเลกุล 178.14 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ไม่มีกลิ่น มีความคงตัวที่อุณหภูมิห้องและที่ความดันบรรยากาศ จะเสถียรภาพที่อุณหภูมิ 153 °C กระบวนการสังเคราะห์กลูโคโนเดลต้าแลคโตน แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กระบวนการสังเคราะห์กรดกลูโคนิก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตน
ที่มา : Rehm and Reed (1986)

เมื่อกลูโคโนเดลต้าแลคโตนละลายน้ำจะถูกไฮโดรไลซิสได้เป็นกรดกลูโคนิก ปฏิกริยานี้จะสิ้นสุดเมื่อถึงจุดสมดุลระหว่างกรดกลูโคนิกและกลูโคโนเดลต้าแลคโตน โดยจะเกิดขึ้นช้า ๆ อาจใช้ระยะเวลา 40-60 นาที หรือมากกว่านั้น ขึ้นกับความเข้มข้นของกลูโคโนเดลต้าแลคโตน อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรดต่าง (Rehm and Reed, 1986) การลดค่าความเป็นกรดต่างของกรดกลูโคนิกจะเป็นการลดค่าความเป็นกรดต่างอย่างช้าจนถึงจุดยุติของการเกิดปฏิกริยา พบว่าที่อุณหภูมิสูง อัตราการเกิดปฏิกริยาไฮโดรไลซิสจะรวดเร็วขึ้น

ปฏิกริยาการลดค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเมื่อใช้กลูโคโนเดลต้าแลคโตนเกิดขึ้นได้ช้าเมื่อเทียบกับกรดแลกติก กรดอะซิติก และกรดซิตริก กรดพวกนี้เมื่อละลายน้ำแล้วจะให้ค่าความเป็นกรดต่างสุดท้ายทันที

2.9.1 การใช้กลูโคโนเดลต้าแลคโตนในอาหาร

นิยมใช้กลูโคโนเดลต้าแลคโตนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักโดยใช้แทนหัวเชื้อจุลินทรีย์ จะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างช้า ๆ จึงไม่มีผลในการทำลายโครงสร้างโปรตีนของเนื้อ นอกจากนี้กลูโคโนเดลต้าแลคโตนยังช่วยเร่งขั้นตอนการบ่ม (curing) ให้เร็วขึ้น มีผลในการยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มกลิ่นรสที่ดีให้แก่ผลิตภัณฑ์ ลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น และยังช่วยลดปริมาณการใช้สารไนโตรทและเพิ่มสีให้แก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีการนำกลูโคโนเดลต้าแลคโตนมาใช้ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ Zepeda และคณะ (1994) ทดสอบผลของสารละลายกรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 1.5 สารละลายกรดกลูโคโนคเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 3 ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ของเนื้อบรอกโคลีในสุญญากาศ พบว่าการใช้สารผสมระหว่างกรดกลูโคโนคเข้มข้นร้อยละ 3 และกรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อตลอดระยะเวลาการเก็บ 56 วัน

2.10 ผลของสารที่ใช้ปรับความเป็นกรดต่างต่อคุณภาพอาหาร (ศิวพร ศิวเวช. 2535)

การใช้สารปรับความเป็นกรดต่างในอาหารจะมีผลต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของอาหารในด้าน

2.10.1 ลักษณะของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร

ในการแปรรูปอาหารบางชนิด ถ้าหากมีการใช้กรดมากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเสื่อมเสียไปด้วย เนื่องจากกรดจะไปย่อยสลายองค์ประกอบของอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ในการทำแฮม หากใส่กรดมากเกินไปหรือผิดขั้นตอน กรดจะไปย่อยสลายเพกตินทำให้เกิดเจลเสียไป

2.10.2 สีของผลิตภัณฑ์อาหาร

สีเป็นคุณลักษณะที่มีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะน่าบริโภค พบว่าความเป็นกรดต่างของอาหารมีอิทธิพลต่อสีของอาหารด้วย เนื่องจากเมื่อความเป็นกรดต่างเปลี่ยนไป สีจะเปลี่ยนไปด้วย เช่น แอนโทไซยานิน (Anthocyanins) ซึ่งมีสีแดงที่ความเป็นกรดต่างต่ำ จะมีสีน้ำเงินที่ความเป็นกรดต่างสูง ฉะนั้นควรต้องมีการปรับความเป็นกรดต่างให้พอเหมาะเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีสีตามต้องการ

2.10.3 กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์อาหาร

กรดชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในอาหารจะมีผลช่วยในการเพิ่มกลิ่นรสของอาหารด้วย เนื่องจากกรดที่เติมลงไปจะมีผลต่อปฏิกิริยาสำหรับความรู้สึก ทำให้ผู้บริโภครับกลิ่นและรสที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ ความรู้สึกกรสเปรี้ยวของอาหารนั้นจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงความเป็นกรดต่าง total titratable acidity และผลจากความเข้มข้นของบัฟเฟอร์ของเกลือ ความรู้สึกกรสเปรี้ยวของกรดแอมโมเนียมจะเกิดขึ้นในช่วงความเป็นกรดต่าง 3.4-3.5 ในขณะที่กรดอ่อนซึ่งเป็นกรดอินทรีย์จะให้ความรู้สึกเปรี้ยวในช่วงความเป็นกรดต่าง 3.7-4.1 ความสามารถในการรับรสเปรี้ยวจะเกิดขึ้นได้ในช่วงที่ความเป็นกรดต่างที่กว้างคือ 5.6-7.1 ในกรณีที่มีสารละลายบัฟเฟอร์อยู่ด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแอนไอออน (anions) และกรดที่อยู่ในรูปไม่แตกตัวจะมีส่วนกระตุ้นปุ่มรับรสด้วยไม่ใช่ไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion) เพียงอย่างเดียว

2.10.4 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

อาหารที่มีความเป็นกรดต่างต่างกัน อายุการเก็บรักษาจะแตกต่างกันไปด้วย เพราะความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมมีส่วนช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการงอกของ สปอร์ ความเป็นกรดต่างยังช่วยเสริมประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียและวัตถุกันหืน โดยทั่วไปการทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในสภาวะที่ความเป็นกรดต่างต่ำจะทำลายง่ายกว่า ฉะนั้นในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องประเภทผักและผลไม้ที่ต้องการหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิสูงมักมีการปรับความเป็นกรดต่างให้ต่ำลงเพื่อลดปริมาณความร้อนและระยะเวลาที่ต้องใช้ เป็นการป้องกันปัญหาในด้านการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส นอกจากนี้กรดยังช่วยป้องกันการเหม็นหืนได้ เนื่องจากกรดบางชนิดไปทำปฏิกิริยากับโลหะให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน โลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการหืน จึงทำให้การหืนลดลงหรือช้าลง

2.10.5 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อาหาร

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผักและผลไม้แห้ง อาจป้องกันได้โดยการจุ่มผักหรือผลไม้ที่ปอกหรือหั่นแล้วลงในกรด ทำให้สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดสีน้ำตาลได้

2.11 วิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน

การใช้ความร้อนในการถนอมอาหาร (thermal processing) หมายถึงการใช้อุณหภูมิสูงเพื่อช่วยถนอมอาหาร โดยความร้อนจะทำลายจุลินทรีย์ที่ให้โทษและทำให้อาหารเสื่อมเสีย เอนไซม์ สารพิษ และแมลงต่าง ๆ ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนได้

การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือการพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization) และการสเตอริไลซ์ (sterilization)

2.11.1 การพาสเจอร์ไรซ์ คือ วิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงนักโดยมุ่งทำลายแบคทีเรียพวกที่ไม่สร้างสปอร์และก่อให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) ส่วนจุลินทรีย์อื่นที่ทนความร้อนของการพาสเจอร์ไรซ์ได้และยังเหลือรอดอยู่จะทำให้อาหารเสียได้ ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ต้องอาศัยความเย็นช่วยในการเก็บรักษา

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์อาจทำได้ 2 ระบบ คือ

2.11.1.1 ระบบช้าอุณหภูมิต่ำหรือ LTLT (Low Temperature Long Time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที เป็นวิธีที่ง่ายสามารถทำได้ในระดับครัวเรือน

2.11.1.2 ระบบเร็วอุณหภูมิสูงหรือ HTST (High Temperature Short Time) เป็นระบบที่ให้ความร้อนในระดับสูงแต่ใช้เวลาสั้น เช่น ที่อุณหภูมิ 72 °C นาน 15 วินาทีแล้วทำให้เย็นโดยเร็ว มักเป็นระบบต่อเนื่อง โดยให้อาหารเหลว เช่น นม น้ำผลไม้ ไหลผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงระยะเวลาที่กำหนดตามชนิดของผลิตภัณฑ์

วิธีการพาสเจอร์ไรซ์มักนำมาใช้กับอาหารในกรณีดังต่อไปนี้ (พวงพร ไซติกไกร. 2534)

- ถ้าอาหารเช่น น้ำผลไม้ นม และผลิตภัณฑ์จากนม ได้รับความร้อนในระดับอุณหภูมิสูงแล้ว คุณภาพของอาหารจะเสียไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพด้านกลิ่นรส

- มีจุดประสงค์ฆ่าเฉพาะจุลินทรีย์ที่เป็นตัวก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ
- จุลินทรีย์ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้อาหารเช่น น้ำผลไม้ เสีย นั้น มีการต้านทานความร้อนได้ไม่สูง

- มีจุดประสงค์ฆ่าเฉพาะจุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อนเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร ทำให้จุลินทรีย์ที่ไสลงไปเป็นหัวเชื้อ (starter) ในกระบวนการต่าง ๆ เจริญเติบโตและทำให้เกิดกระบวนการเฟอร์เมนต์ได้เร็ว

- อาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วสามารถควบคุมไม่ให้จุลินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่หลังจากการพาสเจอร์ไรซ์เจริญเติบโตหรือทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีการถนอมอาหารอื่น เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคมี การบรรจุภายในภาชนะที่ปิดสนิทภายในสภาพไม่มีอากาศ

2.11.2 การสเตอริไลซ์ คือวิธีการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าการพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อทำลายสิ่งมีชีวิตทั้งหลายรวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ให้หมดไป แต่ในทางอุตสาหกรรมอาหารจะให้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียและทำให้ผู้บริโภคปลอดภัยเมื่อบริโภคอาหารนั้นภายใต้สภาวะการเก็บรักษาและขนถ่าย ปกติปริมาณความร้อนที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในระดับนี้เรียกว่า การฆ่าเชื้อที่ใช้ทางการค้า (commercial sterilization) ซึ่งเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ที่ทนความร้อนมากที่สุด อาหารที่ผ่านการสเตอริไรซ์ถือได้ว่าเป็นอาหารที่ปลอดเชื้อ (commercial sterile food) สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องอาศัยห้องเย็น เช่น อาหารกระป๋อง การสเตอริไรซ์นํ้านมโดยกระบวนการยูเอชที (UHT, Ultra High Temperature) นิยมใช้อุณหภูมิ 135-150°C นาน 1 ถึง 4 วินาที ซึ่งมีวิธีให้ความร้อนกับอาหารได้ 2 แบบคือ

2.11.2.1 ทางอ้อม (indirect type) เป็นการให้ความร้อนผ่านแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนเหมือนกับการพาสเจอร์ไรซ์ แต่ใช้อุณหภูมิสูงกว่า

2.11.2.2 ทางตรง (direct type) เป็นการใช้อิความร้อนเป็นตัวกลางให้ความร้อนโดยฉีดลงไปผสมกับอาหารโดยตรง แล้วจึงผ่านไปยังเครื่องระเหยน้ำส่วนเกินออกไปโดยทำภายใต้สุญญากาศ

2.12 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์

เซลล์ของแบคทีเรียจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับความร้อน ปัจจุบันนี้ยังไม่ทราบสาเหตุการตายของจุลินทรีย์ที่แน่นอน แต่เป็นที่ทราบกันแล้วว่าเซลล์ของแบคทีเรียมีกระบวนการของเอนไซม์ที่สลับซับซ้อน โปรตีนเหล่านี้จะเปลี่ยนรูปไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณความร้อนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปของเอนไซม์เสมอ อีกข้อหนึ่งคือ ความร้อนอาจทำลายสารที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ซึ่งปัจจุบันทราบว่า เป็น ribosomal RNA เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำลาย cytoplasmic membrane ของเซลล์แบคทีเรีย และเปลี่ยนความสามารถในการปล่อยให้สารซึมผ่านของผนังเซลล์ เนื่องจากมีหลายคนเคยพบว่าการรั่วไหลของโปรตีนกรดอะมิโน DNA RNA และโปรตีนที่ผนังเซลล์ ขณะที่เพิ่มความร้อนให้กับ *E coli* ที่ 50°C เชื้อนี้จะตายเนื่องจาก RNA รั่วไหลออกมา แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์สามารถทำให้เซลล์ตายได้ จากการศึกษาต่อมา พบว่า RNA สายเดี่ยวจะถูกทำลายด้วยความร้อนได้เร็วกว่า DNA สายเดี่ยว

สปอร์ของแบคทีเรียจะทนต่อสภาพแวดล้อมทั้งที่เกิดจากสารเคมีและสภาวะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ความร้อน ฉะนั้นในการให้ความร้อนทำลายเชื้อของผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง จำเป็นต้องพิจารณาถึงความต้านทานความร้อนของเชื้อ ปริมาณความร้อนที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ต้องสูงกว่าความต้านทานของสปอร์ ดังนั้นในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง การให้ความร้อนปริมาณมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับความต้านทานของสปอร์ของ *C. botulinum* สำหรับ vegetative cell นั้น ความต้านทานต่อความร้อนจะแตกต่างกันไปตามอายุ

จุลินทรีย์แกรมบวกจะทนความร้อนได้ดีกว่ากลุ่มที่เป็นแกรมลบ และ vegetative cell ส่วนใหญ่จะถูกทำลายลงทันทีที่อุณหภูมิ 100°C (Adams and Moss. 1995)

2.13 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานความร้อนของแบคทีเรียและสปอร์ ประกอบด้วย (ทง ภัคศรีพันธุ์. 2524; พวงพร โชติกไกร. 2534; Adams and Moss. 1995)

2.13.1 ความเป็นมาของเซลล์และสปอร์

สภาวะการเจริญเติบโตมาก่อนและเป็นสาเหตุให้มีการสร้างสปอร์เกิดขึ้นและกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำกับเซลล์และสปอร์จะมีผลต่อความต้านทานความร้อน ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ถ้ามีสารอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตจะทำให้เซลล์และสปอร์มีความต้านทานมากขึ้น การเลี้ยงเชื้อในฟอสเฟตบัพเฟอร์จะทำให้สปอร์ทนความร้อนได้สูงสุด อุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์จะมีผลต่อความร้อน โดยทั่วไปความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในระยะการเจริญเติบโตสูงขึ้นไปจนถึงระดับที่เหมาะสมของแต่ละเชื้อ ความต้านทานความร้อนของเซลล์จะแตกต่างกันไปตามระยะของการเจริญเติบโต เซลล์อ่อนอยู่จะทนความร้อนได้น้อยกว่าเซลล์แก่นั่นคือเซลล์ของแบคทีเรียจะทนความร้อนได้สูงสุดที่ระยะปลายของ lag phase แต่ส่วนมากจะมีความต้านทานมากที่สุดในระยะ stationary phase แล้วจากนั้นจะลดลง เซลล์มีความต้านทานได้น้อยในระยะของการเพิ่มจำนวนคือระยะ log phase ส่วนสปอร์ที่อ่อนจะทนความร้อนได้น้อยกว่าสปอร์ที่แก่ สปอร์บางชนิดจะเพิ่มความต้านทานขึ้นในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นเริ่มลดลง ที่ระยะแรกของการแตกหน่อหรือออก ความต้านทานความร้อนของสปอร์จะหายไป

2.13.2 ส่วนประกอบของอาหารขณะการใช้ความร้อนทำลายเชื้อ

2.13.2.1 ความชื้น ความร้อนชื้น (mois heat) จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าความร้อนแห้ง (dry heat) เช่น การทำให้อาหารทั่วไปปราศจากจุลินทรีย์ต้องใช้ความร้อนชื้น อุณหภูมิประมาณ 120°C ประมาณ 20-30 นาที แต่ถ้าใช้ความร้อนแห้งต้องใช้อุณหภูมิระหว่าง 160-180°C ประมาณ 3-4 ชั่วโมง ความร้อนชื้นจะทำให้โปรตีน เช่น เอนไซม์เกิดการเสียสภาพทางธรรมชาติ (denaturation) และตกตะกอน (coagulation) ส่วนความร้อนแห้งจะทำให้สารประกอบอินทรีย์ในเซลล์เกิด oxidation endospore ของ *Bacillus anthracis* จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 100°C ภายในเวลา 2 ถึง 15 นาที โดยใช้ความร้อนชื้นแต่ถ้าใช้ความร้อนแห้งจะใช้เวลาถึง 180 นาที ที่อุณหภูมิ 140°C

2.13.2.2 ความเป็นกรดต่าง ตามปกติจุลินทรีย์จะทนความร้อนได้ดีเมื่ออยู่ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่างเป็นกลางหรือใกล้เป็นกลาง เมื่อความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์จะทนความร้อนได้น้อยลง การลดค่าความเป็นกรดต่างจะช่วยให้ฆ่าจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการเพิ่มค่าความเป็นกรดต่าง โดยทั่วไปจะใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อในอาหารที่เป็นกรดไม่มากนัก ตัวอย่างเช่น สปอร์ของ *Bacillus subtilis* ถ้าต้มที่ 100°C ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่าง 4.4 จะตายใน 2 นาที แต่ถ้าความเป็นกรดต่างเป็น 5.6 6.8 7.6 และ 8.4 ที่อุณหภูมิเดิมจะใช้เวลา 7 11 11 และ 9 นาทีตามลำดับ

จากการที่ความเป็นกรดต่างมีผลต่อการทนความร้อนของเซลล์หรือสปอร์ จึงแบ่งอาหารออกเป็น 4 พวกโดยอาศัยความเป็นกรดต่างเป็นหลักคือ อาหารที่มีความเป็นกรดต่างสูง (high acid food) อาหารที่มีความเป็นกรด (acid food) อาหารที่มีความเป็นกรดปานกลาง (medium acid food) อาหารที่มีความเป็นกรดต่างต่ำ (low acid food)

2.13.3 ส่วนประกอบของอาหารที่มีผลต่อความต้านทานความร้อน

2.13.3.1 น้ำตาล น้ำตาลจะช่วยเพิ่มความต้านทานความร้อนของเซลล์ เมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้นจะต้องใช้เวลาในการฆ่าเชือนานขึ้น ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่จะเพิ่มการต้านทานความร้อนได้ดีที่สุดขึ้นกับชนิดและสภาวะของจุลินทรีย์ กล่าวคือ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมจะสูงสำหรับจุลินทรีย์พวกออสโมไฟล์และสปอร์ การที่น้ำตาลช่วยเพิ่มการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์เข้าใจกันว่าเป็นเพราะน้ำตาลช่วยให้โปรโตพลาสซึมภายในเซลล์มีน้ำน้อยลงจึงป้องกันโปรตีนไม่ให้แข็งตัว

2.13.3.2 เกลือ การเติมเกลือลงไปในอาหารจะช่วยลด A_w โดยเกลือที่ใช้ทั่วไปได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเมื่อมีอยู่ในอาหารเพียงเล็กน้อยคือต่ำกว่าร้อยละ 4 จะเพิ่มความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ แต่ถ้ามีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 8 จะให้ผลตรงข้ามคือลดความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ เมื่อเติมโซเดียมคลอไรด์ลงในน้ำถั่วประมาณร้อยละ 0.5 ถึง 3.0 พบว่าสปอร์ของจุลินทรีย์พวกเทอร์โมไฟล์ต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น

2.13.3.3 แป้ง โปรตีน ไขมัน และเครื่องเทศ แป้งไม่มีผลต่อการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ แต่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตในอาหารที่มีแป้งได้ดีกว่าในอาหารที่ปราศจากแป้ง ส่วนสารประเภทโปรตีนจะช่วยเพิ่มการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ ไขมันในเครื่องเทศและเครื่องปรุง เช่น มัสตาร์ด กานพลู หอม พริกไทย กระเทียม จะทำให้การต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ลดลง ในอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง เช่น น้ำสลัด ปลากระป๋องแช่ไขมัน พบว่าจุลินทรีย์มีการต้านทานความร้อนสูงขึ้นเพราะไขมันเป็นอุปสรรคสำคัญในการใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก	Mettler PE 3000	ญี่ปุ่น
3.1.1.2 เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ	Mutivac	ไทย
3.1.1.3 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง	Suntex, SP-701	ญี่ปุ่น
3.1.1.4 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	TA-XT2I	อังกฤษ
3.1.1.5 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี	Novasina, TH 200	สวีตเซอร์แลนด์
3.1.1.6 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ	Sanyo	ญี่ปุ่น

3.1.2 วัตถุดิบ

- 3.1.2.1 เส้นก๋วยเตี๋ยวสดมีความชื้นร้อยละ 39 ค่าความเป็นกรดต่าง 5.02
ค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.93 ผลิตที่โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวล้อเลียนเซ่ง จ.จันทบุรี
- 3.1.2.2 ถุงโพลีโพรไพลีน (PP) หนา 0.04 มิลลิเมตร ตราสามนก บริษัทไทยนำเฮง
พลาสติก

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 กรดซिटริก	บริษัท Merck	เยอรมัน
3.1.3.2 กรดอะซิติก	บริษัท Merck	เยอรมัน
3.1.3.3 กรดแลกติก	บริษัท Merck	เยอรมัน
3.1.3.4 กลูโคโนเดลต้าแลคโตน	บริษัท Sigma	อเมริกา

3.1.4 อุปกรณ์

- 3.1.4.1 เครื่องแก้วอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์

3.2 สถานที่ดำเนินการ

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่เหมาะสมในการแช่เส้นก๋วยเตี๋ยว

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดผลิตที่โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยววอลล์เลย์เซ็ง จ.จันทบุรี มาแช่ในสารละลายกรดซิตริก กรดอะซิติก กรดแลกติก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตน ที่เตรียมให้มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 0.1 1 และ 2 เป็นเวลา 90 วินาที ผึ่งเส้นทิ้งไว้ 15 นาที ก่อนบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน ปิดผนึกในสภาวะบรรยากาศและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 20 นาที โดยการต้มในน้ำร้อน หลังจากนั้นนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C ตรวจสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ได้ผ่านการแช่กรดและให้ความร้อนโดยตรวจสอบทุก 3 วัน เป็นเวลา 12 วันในด้าน

3.3.1.1 วัดความเป็นกรดต่างของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดต่าง

3.3.1.2 วัดเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดเนื้อ

สัมผัส TA-XT2i

3.3.1.3 วัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC. 1998)

3.3.1.4 วัดปริมาณยีสต์ และรา (AOAC. 1998)

3.3.1.5 ทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนน 5 ระดับ โดยใช้ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่ทำใหม่เปรียบเทียบ ให้ผู้ทดสอบ 20 คน

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.3.1.1-3.3.1.4 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Complete Randomized Design ขนาด 4×3 ส่วนผลการทดลองในข้อ 3.3.1.5 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกชนิดและความเข้มข้นของกรดที่เหมาะสมในการปรับความเป็นกรดต่างของเส้นก๋วยเตี๋ยว

3.3.2 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังจากการบรรจุ

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1 มาบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน โดยใช้การปิดผนึกสภาวะบรรยากาศ แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C ติดตามการเปลี่ยนแปลงทุก 3 วัน เป็นเวลา 12 วัน เปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ได้ให้ความร้อนโดยตรวจสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวในด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 วัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC. 1998)

3.3.2.2 วัดปริมาณยีสต์ และรา (AOAC. 1998)

3.3.2.3 วัดเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดเนื้อ

สัมผัส TA-XT2i

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.3.2.1-3.3.2.3 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังจากการบรรจุที่เหมาะสม

3.3.3 ศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการให้ความร้อนในสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2 มาศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิ 4 °C และ 20 °C ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ทุก 3 วันเป็นเวลา 12 วัน ในด้าน

3.3.3.1 วัดเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดเนื้อ

สัมผัส TA-XT2i

3.3.3.2 วัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC. 1998)

3.3.3.3 วัดปริมาณยีสต์ และรา (AOAC. 1998)

3.3.3.4 วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี A_w เส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตี

3.3.3.5 ทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนน 5 ระดับ โดยใช้ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่ทำใหม่เปรียบเทียบ ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อที่ 3.3.3.1-3.3.3.4 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อที่ 3.3.3.5 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกระดับอุณหภูมิเหมาะสมในการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีคุณภาพดีที่สุด

3.3.4 ศึกษาสภาวะการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผ่านการปรับปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผ่านการปรับความเป็นกรดต่างและการให้ความร้อนมาศึกษาอายุการเก็บของเส้นก๋วยเตี๋ยวระหว่างการบรรจุในสภาวะบรรยากาศและการบรรจุแบบสุญญากาศ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ได้จากข้อ 3.3.3 เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ทุกสัปดาห์ ในด้านต่าง ๆ ตามข้อ 3.3.3.1-3.3.3.5

ทำการทดลอง 2 ชั้น วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองตามข้อที่ 3.3.3.1-3.3.3.4 แบบ Split-Plot Design สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกสภาวะการเก็บรักษาที่รักษาคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวลด



บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่เหมาะสมในการแช่เส้นก๋วยเตี๋ยว

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาแช่ในสารละลายกรดกรดซิตริก กรดอะซิติก กลูโคโนเดลต้าแลคโตน และกรดแลกติกตามวิธีการในข้อ 3.1 และทำการตรวจสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวทุก 3 วันในด้านความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียว การทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.1-4.8 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราได้ผลดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อผ่านการแช่สารละลายกรดและเก็บไว้ 12 วัน

SOV	p-value	
	df	เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียว (g.f)
สิ่งทดลอง	11	0.00
ชนิดกรด	3	0.00
ความเข้มข้นกรด	2	0.00
ชนิด×ความเข้มข้น	6	0.96 ^{ns}
Error	24	
Total	35	

หมายเหตุ: ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าชนิดของกรดและความเข้มข้นของสารละลายกรดมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว ($p \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรด พบว่ามีผลต่อค่าความเป็นกรดต่าง ($P \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว ($p > 0.05$) ผลของชนิดกรดที่ใช้แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวต่อ ค่าความเป็นกรดต่าง และเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของชนิดกรดที่มีต่อค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว

ชนิดกรด	ความเป็นกรดต่าง	เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียว (g.f)
กรดซิตริก	4.11±0.53 ^c	7.54±0.93 ^c
กรดอะซิติก	4.35±0.32 ^b	8.28±0.97 ^b
กรดแลคติก	4.12±0.45 ^c	7.96±1.20 ^{bc}
กลูโคโนเดลต้าแลคโตน	4.42±0.30 ^b	8.26±1.05 ^b
ไม่แช่กรด	5.02±0.02 ^a	11.75±5.28 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการใช้กรดต่างชนิดกันจะมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียว การใช้กรดซิตริกแช่เส้นก๋วยเตี๋ยวนั้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวมี่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการใช้กรดอะซิติกและกลูโคโนเดลต้าแลคโตน แต่ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่ด้วยกรดแลคติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่แช่กรดกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่กรดทั้ง 4 ชนิด พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่แช่กรดจะมีค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวสูงกว่าเส้นที่แช่กรด ผลของความเข้มข้นของกรดที่มีต่อค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของความเข้มข้นกรดที่มีต่อค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว

ความเข้มข้นกรด (ร้อยละ)	ความเป็นกรดต่าง	เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียว (g.f)
ไม่แช่กรด	5.02±0.02 ^a	11.75± 5.28 ^a
0.1	4.77±0.10 ^a	8.36±1.03 ^a
1	4.23±0.21 ^b	7.95±1.00 ^b
2	3.84±0.23 ^c	7.69±1.10 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการใช้ความเข้มข้นกรดสูงขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวลดลง เมื่อเปรียบเทียบเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดในความเข้มข้นต่าง ๆ กับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ผ่านการแช่กรด พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่แช่กรดมีค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวไม่แตกต่างจากเส้นที่แช่กรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($p>0.05$) แต่ต่างจากเส้นที่แช่กรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ความเป็นกรดต่างที่ต่างกันนั้น เกิดจากความเข้มข้นของสารละลายกรดซึ่งเป็นธรรมชาติของกรดเมื่อใช้ในความเข้มข้นหรือปริมาณมากขึ้นนั้นทำให้ค่าความเป็นกรดต่างต่ำลงด้วย แต่การใช้กรดความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ไม่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมี่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในด้านเนื้อสัมผัส ด้านความเหนียว

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของอิทธิพลร่วมชนิดและความเข้มข้นของกรดที่มีต่อค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว

ตารางที่ 4.4 ผลของอิทธิพลร่วมชนิดและความเข้มข้นกรดต่อค่าความเป็นกรดต่างและเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว

ชนิดกรด	ความเข้มข้นกรด (ร้อยละ)	ความเป็นกรดต่าง	เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียว ^{ns} (g.f)
กรดซิตริก	0.1	4.80±0.15 ^a	8.02±1.16
	1	3.94±0.14 ^e	7.44±0.58
	2	3.60±0.15 ^f	7.35±0.79
กรดอะซิติก	0.1	4.79±0.05 ^a	8.58±0.83
	1	4.22±0.04 ^c	8.25±1.11
	2	4.03±0.06 ^d	7.99±0.91
กรดแลคติก	0.1	4.73±0.04 ^a	8.43±1.09
	1	3.96±0.02 ^e	7.84±0.93
	2	3.66±0.04 ^f	7.60±1.43
กลูโคโนเดลต้าแลคโตน	0.1	4.78±0.12 ^a	8.43±1.01
	1	4.39±0.08 ^b	8.28±1.12
	2	4.08±0.08 ^d	8.05±1.04

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

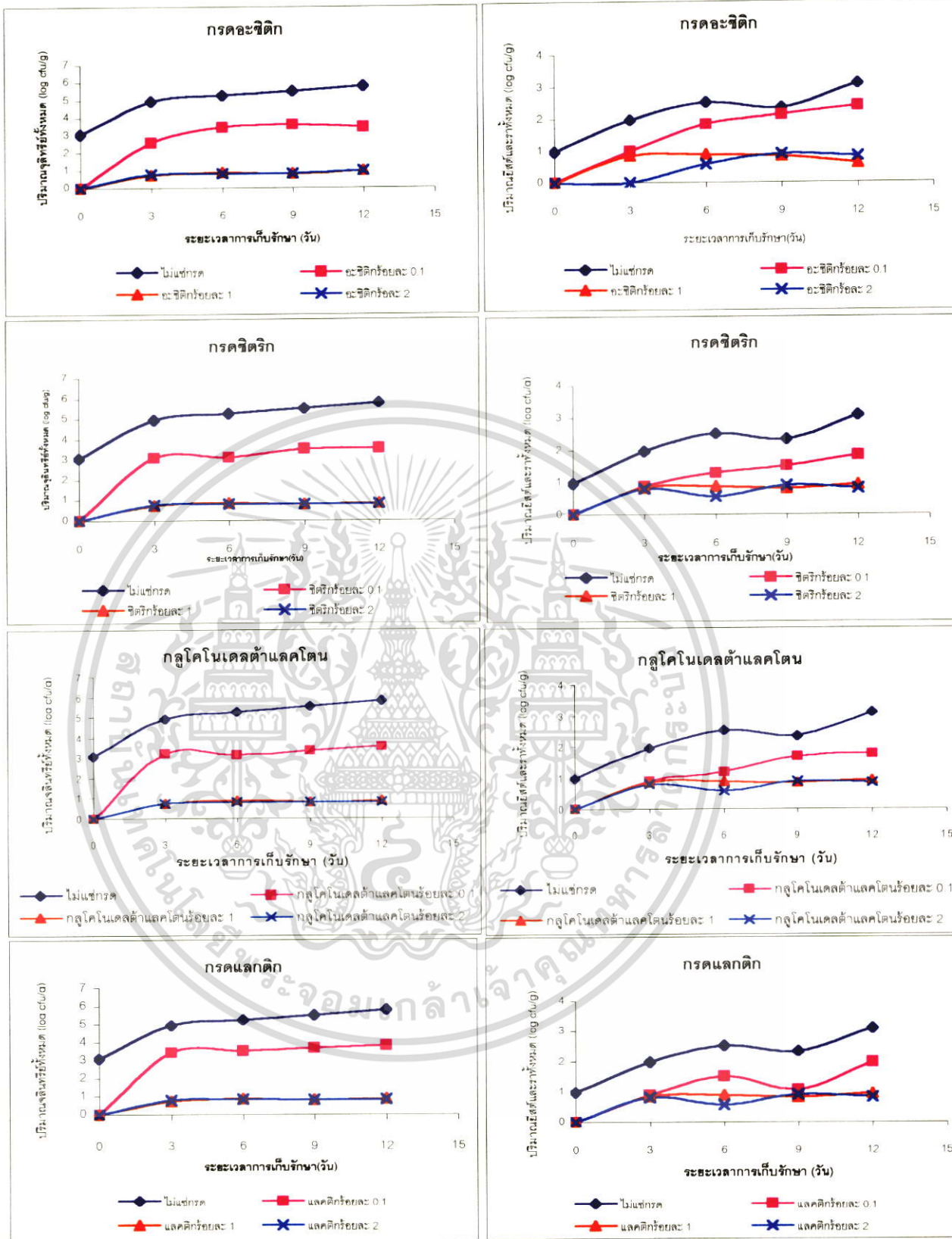
พบว่าอิทธิพลร่วมของชนิดและความเข้มข้นของกรดมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างแต่ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว การใช้กรดทั้ง 4 ชนิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เส้นก๋วยเตี๋ยวมี่ค่าความเป็นกรดต่างไม่ต่างกัน การใช้กรดซิตริกและแลคติกทุกความเข้มข้นเส้นก๋วยเตี๋ยวมี่ค่าความเป็นกรดต่างไม่ต่างกัน แต่ถ้าใช้กลูโคโนเดลต้าแลคโตนและกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 เส้นก๋วยเตี๋ยวมี่ค่าความเป็นกรดต่างต่างจากการใช้กรดชนิดอื่น และที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 การใช้กรดอะซิติกและกลูโคโนเดลต้าแลคโตนจะมีค่าความเป็นกรดต่างไม่ต่างกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าการใช้กรดต่างชนิดและความเข้มข้นจะมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่าง ซึ่งผลที่ได้เกิดจากความสามารถในการแตกตัวของกรดแต่ละชนิดที่มีไม่เท่ากัน ส่วนเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นจะไม่มี ความแตกต่างกันเมื่อใช้ชนิดและความเข้มข้นของกรดต่างกัน

ผลของชนิดและความเข้มข้นของกรดที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยว แสดงในรูปที่ 4.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงผลของชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และปริมาณยีสต์และรา (yeast and mold) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 พบว่าชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา เมื่อพิจารณาผลของชนิดกรดที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะพบว่ากรดทั้ง 4 ชนิดที่ใช้ในการทดลองคือ ซิตริก อะซิดิก แลกติก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ไม่ต่างกัน และผลของชนิดกรดที่มีต่อปริมาณยีสต์และราพบว่าการใช้กรดซิตริก แลกติก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตนจะมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ไม่ต่างกัน แต่การใช้กรดอะซิดิกมีแนวโน้มที่ยีสต์และราจะเจริญได้มากเมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยหลังจากเก็บไว้ 12 วันจะมีปริมาณยีสต์และราเกิน $2 \log \text{CFU/g}$ ซึ่งสำหรับกรดชนิดอื่นที่ความเข้มข้นเดียวกันจะมีปริมาณต่ำกว่า เพราะกรดอะซิดิกเป็นกรดที่มีผลต่อเชื้อแบคทีเรียแต่ไม่ค่อยมีผลต่อเชื้อยีสต์และรา (ไพบูลย์ธรรมรัตน์วาสิค. 2532 ; Davidson and Juneja. 1990) ผลของชนิดกรดที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์นั้นเกิดจากความแตกต่างของสูตรโครงสร้างและน้ำหนักโมเลกุลโดยกรดที่มีโมเลกุลใหญ่จะมีความยาวและมีจำนวนกิ่งก้านมากกว่ากรดที่มีโมเลกุลเล็ก ทำให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์แตกต่างกันด้วย ซึ่งกรดที่ใช้ในการทดลองคือ ซิตริก อะซิดิก แลกติกและกลูโคโนเดลต้าแลคโตนจะมีสูตรโครงสร้างและมวลโมเลกุลที่ต่างกันโดยกรดซิตริกจะมีสูตรโครงสร้างเป็น $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ และมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 192.12 กรดอะซิดิกจะมีสูตรโครงสร้างเป็น $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล 60.05 กรดแลกติกมีสูตรโครงสร้างเป็น $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ มีน้ำหนักโมเลกุล 90.08 และกลูโคโนเดลต้าแลคโตนมีสูตรโครงสร้างคือ $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$ น้ำหนักโมเลกุล 178.14 ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์จะขึ้นกับค่าความเป็นกรดต่าง ชนิด ความเข้มข้น ความยาวโมเลกุล (chain length) จำนวนกิ่งก้านของโมเลกุล (degree of branching) และรูปแบบของการแตกตัวของกรดที่ใช้ (Doores. 1993) ส่วนผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราต่ำที่สุด ส่วนการใช้สารละลายกรดความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 จะมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญไม่แตกต่างกันสำหรับทั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และรา โดยเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่กรดชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ไว้ 12 วัน จะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10CFU/g

อย่างไรก็ตามนอกจากชนิดและความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการแช่เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว และผลต่อปริมาณจุลินทรีย์แล้ว การใช้กรดต่างชนิดและต่างความเข้มข้นจะมีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่กรดชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.5-4.8

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนทางประสาทสัมผัส			
		เส้นก๋วยเตี๋ยวสด	ร้อยละ 0.1	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2
ความแรงของกลิ่นกรด	0	1.87±0.76 ^b	2.12±0.86 ^b	2.07±0.77 ^b	2.78±1.07 ^a
	3	1.75±0.75 ^b	1.86±0.70 ^b	2.00±0.60 ^a	2.21±1.11 ^a
	6	2.01±0.69 ^b	2.04±0.86 ^b	2.16±0.76 ^b	2.77±0.93 ^a
	9	1.66±0.73 ^b	1.81±0.66 ^b	1.90±0.95 ^b	2.42±1.15 ^a
	12	1.91±0.72 ^b	2.13±0.78 ^b	2.12±0.70 ^b	2.86±0.97 ^a
ความชอบด้านกลิ่นกรด	0	3.30±0.96 ^a	3.26±0.80 ^a	2.39±1.09 ^b	2.30±0.93 ^b
	3	3.08±0.64 ^a	2.71±0.91 ^a	2.84±1.04 ^a	2.44±0.81 ^b
	6	3.08±0.85 ^a	2.90±0.99 ^a	2.99±0.91 ^a	2.32±1.02 ^b
	9	3.04±0.87 ^a	3.10±0.91 ^a	3.05±0.87 ^a	2.51±1.10 ^b
	12	3.15±0.76 ^a	3.08±0.93 ^a	3.04±0.91 ^a	2.82±0.77 ^b
รสเปรี้ยว	0	2.09±0.74 ^b	1.90±0.86 ^b	2.01±0.64 ^b	2.58±0.98 ^a
	3	1.70±0.59 ^b	1.80±0.64 ^b	1.92±0.93 ^b	2.40±0.84 ^a
	6	1.86±0.67 ^b	2.02±0.94 ^b	2.09±0.97 ^b	2.56±1.15 ^a
	9	1.59±0.73 ^b	1.61±0.38 ^b	1.59±0.70 ^b	2.41±1.09 ^a
	12	2.00±0.98 ^b	2.12±0.70 ^b	2.15±0.70 ^b	2.61±0.73 ^a
ความชอบด้านรสชาติ	0	3.00±0.87 ^a	3.17±0.78 ^a	2.93±0.66 ^a	2.32±0.91 ^b
	3	3.38±0.60 ^a	3.25±0.71 ^a	3.20±0.98 ^a	2.96±0.62 ^b
	6	3.25±0.74 ^a	3.25±0.78 ^a	3.29±0.90 ^a	2.59±1.10 ^b
	9	3.65±0.57 ^a	3.45±0.66 ^a	3.38±0.90 ^a	2.90±0.77 ^b
	12	3.41±0.80 ^a	3.36±0.73 ^a	3.31±0.84 ^a	2.76±0.83 ^b
ความเหนียวของเส้น	0 ^{ns}	3.09±1.22	3.13±0.98	3.10±0.89	3.07±1.02
	3 ^{ns}	3.06±1.03	3.05±0.95	2.81±1.19	2.64±1.08
	6	2.91±0.86 ^a	3.31±0.99 ^a	2.77±0.83 ^a	2.35±0.77 ^b
	9	2.95±0.96 ^a	2.91±0.92 ^a	2.76±1.02 ^{ab}	2.37±0.89 ^b
	12	3.17±0.88 ^a	2.87±1.11 ^b	2.79±0.75 ^b	2.81±0.59 ^b
ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	0	3.14±0.92 ^b	3.60±0.64 ^a	3.27±0.93 ^{ab}	3.24±0.92 ^{ab}
	3	3.35±0.85 ^{ab}	3.28±0.89 ^{ab}	3.48±0.72 ^a	3.02±0.87 ^b
	6 ^{ns}	3.17±0.97	3.38±0.98	3.39±0.95	2.97±0.94
	9 ^{ns}	3.64±0.70	3.43±0.84	3.19±0.53	3.25±0.91
	12	3.49±0.96 ^a	3.47±0.87 ^a	3.51±0.81 ^a	2.88±0.79 ^b
การยอมรับรวม	0 ^{ns}	3.18±0.88	3.33±0.86	3.10±0.98	3.03±0.87
	3 ^{ns}	3.37±0.91	3.40±0.79	3.28±0.79	3.07±0.61
	6	2.99±0.87 ^a	2.89±0.79 ^a	2.93±0.93 ^a	2.34±0.77 ^b
	9	3.52±0.71 ^a	3.46±0.57 ^a	3.49±0.90 ^a	2.98±0.84 ^b
	12	3.67±0.56 ^a	3.34±0.74 ^a	3.23±0.52 ^a	3.03±0.85 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนทางประสาทสัมผัส			
		เส้นก๋วยเตี๋ยวสด	ร้อยละ 0.1	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2
ความแรงของกลิ่นกรด	0	1.84±0.52 ^b	1.94±0.78 ^b	2.32±1.08 ^{ab}	2.80±1.17 ^a
	3	1.90±0.66 ^b	2.01±0.73 ^{ab}	2.08±0.88 ^{ab}	2.24±0.93 ^a
	6 ^{ns}	1.95±0.74	2.23±1.04	2.20±0.96	2.46±1.08
	9	1.72±0.77 ^b	1.90±0.56 ^b	1.93±0.98 ^b	2.98±1.15 ^a
	12	1.81±0.72 ^b	1.93±0.78 ^b	2.30±0.76 ^a	2.36±0.98 ^a
ความชอบด้านกลิ่นกรด	0	3.11±1.16 ^a	2.99±0.96 ^a	2.45±0.92 ^b	1.93±0.84 ^c
	3	3.34±0.86 ^a	3.39±0.96 ^a	2.86±0.99 ^{ab}	2.25±0.91 ^b
	6	2.98±0.80 ^a	2.95±0.67 ^a	2.83±0.71 ^a	2.17±0.88 ^b
	9	2.97±0.96 ^a	2.83±0.98 ^a	2.79±0.94 ^a	2.08±1.26 ^b
	12	3.35±0.84 ^a	3.31±0.93 ^a	2.88±0.93 ^{ab}	2.52±0.73 ^b
รสเปรี้ยว	0	1.98±0.77 ^b	2.03±0.99 ^b	1.97±0.77 ^b	2.61±1.04 ^a
	3	1.56±0.73 ^b	1.53±0.40 ^b	1.57±0.65 ^b	2.60±0.73 ^a
	6	2.28±0.91 ^b	2.27±1.11 ^b	2.30±1.05 ^b	2.96±1.04 ^a
	9	1.76±0.79 ^b	1.81±0.41 ^b	1.86±1.05 ^b	2.52±1.06 ^a
	12	2.00±0.91 ^b	2.11±0.61 ^b	2.05±0.76 ^b	2.93±0.63 ^a
ความชอบด้านรสชาติ	0	3.33±0.74 ^a	3.26±0.83 ^a	3.35±0.82 ^a	2.91±0.88 ^b
	3	3.61±0.44 ^a	3.25±0.78 ^a	3.54±0.50 ^{ab}	3.54±0.73 ^{ab}
	6	2.85±0.98 ^{ab}	3.33±1.10 ^a	2.69±1.19 ^b	2.69±0.91 ^b
	9	3.38±0.74 ^a	3.36±0.66 ^a	3.15±0.60 ^a	2.74±1.11 ^b
	12	3.45±0.82 ^a	3.31±0.77 ^a	3.03±0.64 ^b	2.86±0.85 ^b
ความเหนียวของเส้น	0 ^{ns}	2.89±1.05	2.90±0.93	2.92±0.73	2.80±0.95
	3	2.94±1.18 ^{ab}	3.32±0.91 ^a	2.85±1.01 ^b	3.09±1.11 ^{ab}
	6	2.96±0.91 ^{ab}	2.68±0.78 ^b	3.19±0.87 ^a	3.05±0.75 ^a
	9	2.77±0.73 ^a	2.94±0.93 ^{ab}	3.19±0.78 ^a	2.99±0.92 ^{ab}
	12	3.33±0.78 ^a	2.96±0.91 ^{ab}	2.89±0.73 ^b	2.78±0.79 ^b
ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	0 ^{ns}	3.55±0.62	3.43±0.64	3.51±0.75	3.22±0.97
	3 ^{ns}	3.78±0.50	3.66±0.81	3.55±0.77	3.72±0.60
	6 ^{ns}	3.62±0.85	3.48±0.90	3.42±0.85	3.18±0.66
	9 ^{ns}	3.25±0.78	3.35±0.89	3.50±0.67	3.26±0.85
	12 ^{ns}	3.49±0.81	3.49±0.84	3.51±0.77	3.53±0.68
การยอมรับรวม	0 ^{ns}	3.54±0.66	3.66±0.69	3.33±0.92	3.57±0.72
	3 ^{ns}	3.30±0.91	3.25±0.84	3.12±0.97	2.87±0.80
	6	3.72±0.62 ^a	3.46±0.76 ^{ab}	3.36±0.85 ^{ab}	3.24±0.83 ^b
	9	3.38±0.57 ^a	3.50±0.50 ^a	3.49±0.59 ^a	2.92±1.01 ^b
	12	3.15±0.86 ^a	3.10±0.67 ^a	3.11±0.80 ^a	2.88±0.74 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขึ้นด้านการค้า
 เอกสารวิจัยเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นต่าง ๆ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนทางประสาทสัมผัส			
		เส้นก๋วยเตี๋ยวสด	ร้อยละ 0.1	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2
ความแรงของกลิ่นกรด	0	2.12±1.16 ^b	2.05±0.97 ^b	2.12±0.90 ^b	2.65±1.16 ^a
	3	2.01±0.75 ^{bc}	1.81±0.55 ^c	2.15±0.78 ^{ab}	2.33±1.10 ^a
	6	1.76±0.57 ^b	2.26±1.10 ^{ab}	2.29±0.95 ^{ab}	2.54±1.19 ^a
	9	1.85±0.91 ^b	2.02±1.07 ^b	2.23±0.73 ^b	2.76±1.20 ^a
	12	2.01±1.00 ^b	2.09±1.15 ^b	2.26±0.60 ^b	2.83±1.13 ^a
ความชอบด้านกลิ่นกรด	0	3.18±0.83 ^a	3.24±0.73 ^a	3.24±0.86 ^a	2.74±0.90 ^b
	3	3.03±0.80 ^a	2.67±1.03 ^{ab}	2.75±0.72 ^{ab}	2.49±0.89 ^b
	6	3.47±0.60 ^a	3.38±0.63 ^a	3.23±1.12 ^a	2.72±0.89 ^b
	9 ^{ns}	3.21±1.04	2.87±0.97	3.26±0.82	3.11±1.08
	12 ^{ns}	3.14±0.94	2.84±0.96	3.11±0.82	3.09±0.99
รสเปรี้ยว	0	1.95±0.93 ^b	1.98±0.60 ^b	2.04±0.81 ^b	3.01±0.92 ^a
	3	1.79±0.65 ^b	1.72±0.64 ^b	2.19±0.83 ^a	1.98±0.64 ^{ab}
	6 ^{ns}	2.47±1.11	2.06±1.04	2.21±0.79	2.40±1.11
	9 ^{ns}	1.92±0.87	1.92±1.14	1.64±0.60	1.96±0.73
	12 ^{ns}	1.94±0.78	1.90±1.01	1.68±0.62	2.04±0.72
ความชอบด้านรสชาติ	0	3.17±0.86 ^a	3.28±0.68 ^a	3.37±0.95 ^a	2.71±0.99 ^b
	3 ^{ns}	3.23±0.86	3.05±0.48	3.04±0.47	3.14±0.56
	6 ^{ns}	3.56±0.68	3.61±0.54	3.50±0.62	3.32±0.80
	9 ^{ns}	3.24±1.00	3.35±0.81	3.28±0.65	3.37±0.88
	12 ^{ns}	3.26±0.97	3.16±0.77	3.19±0.69	3.31±0.90
ความเหนียวของเส้น	0 ^{ns}	3.11±1.04	3.09±1.09	3.23±0.71	2.97±0.96
	3 ^{ns}	2.46±1.11	2.55±0.83	2.78±0.79	2.75±1.01
	6 ^{ns}	3.32±0.68	3.39±0.64	3.55±0.66	3.26±0.72
	9	3.27±0.75 ^a	2.55±0.85 ^b	3.18±0.76 ^a	2.89±0.95 ^{ab}
	12	3.02±0.67 ^a	2.43±0.86 ^c	3.07±0.81 ^a	2.74±0.92 ^{bc}
ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	0 ^{ns}	3.27±0.94	3.22±0.94	3.48±0.68	3.26±0.68
	3	3.05±0.97 ^{bc}	2.91±0.61 ^c	3.40±0.67 ^{ab}	3.43±0.55 ^a
	6 ^{ns}	3.52±0.81	3.54±0.83	3.63±0.76	3.41±0.63
	9 ^{ns}	3.24±0.90	3.22±0.90	3.42±0.60	3.25±0.97
	12 ^{ns}	3.27±0.91	3.08±0.91	3.39±0.62	3.19±0.99
การยอมรับรวม	0 ^{ns}	3.22±0.75	3.28±0.72	3.25±0.87	3.01±0.98
	3	3.13±0.86 ^{ab}	2.70±0.92 ^b	3.15±0.72 ^a	3.47±0.49 ^a
	6 ^{ns}	3.69±0.92	3.52±0.99	3.33±0.99	3.17±0.64
	9 ^{ns}	3.41±0.88	3.34±0.65	3.36±0.65	3.44±0.81
	12 ^{ns}	3.43±0.91	3.27±0.65	3.35±0.68	3.45±0.79

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขึ้นด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่สารละลายเกลือโคโมเดิลต่ำแลคโตนความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บไว้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนทางประสาทสัมผัส			
		เส้นก๋วยเตี๋ยวสด	ร้อยละ 0.1	ร้อยละ 1	ร้อยละ 2
ความแรงของกลิ่นกรด	0	2.02±0.70 ^b	2.15±0.94 ^{ab}	2.20±0.72 ^{ab}	2.59±0.96 ^a
	3	1.81±0.55 ^c	2.01±0.75 ^{bc}	2.15±0.78 ^{ab}	2.33±1.10 ^a
	6 ^{ns}	2.53±1.07	2.41±1.17	2.22±1.27	2.20±1.10
	9	1.81±0.75 ^b	1.90±0.53 ^b	1.64±0.75 ^b	2.80±1.15 ^a
	12 ^{ns}	1.98±0.92	2.03±0.76	2.00±0.95	2.06±0.88
ความชอบด้านกลิ่นกรด	0 ^{ns}	2.84±0.84	3.01±0.86	3.13±0.60	3.10±0.72
	3	3.03±0.80 ^a	2.67±1.03 ^{ab}	2.75±0.72 ^{ab}	2.49±0.89 ^b
	6	2.86±1.04 ^{ab}	2.51±0.76 ^b	2.67±0.91 ^b	3.14±0.92 ^a
	9 ^{ns}	2.96±0.79	3.17±0.89	3.10±0.69	3.01±0.94
	12 ^{ns}	3.00±0.84	3.05±0.83	3.04±0.71	3.10±0.59
รสเปรี้ยว	0	1.67±0.69 ^b	2.07±0.87 ^a	1.93±0.53 ^{ab}	2.13±0.86 ^a
	3	1.79±0.65 ^b	1.72±0.64 ^b	2.19±0.83 ^a	1.98±0.64 ^{ab}
	6 ^{ns}	2.05±0.81	2.11±1.07	1.90±0.82	2.07±0.67
	9	1.41±0.40 ^b	2.06±0.84 ^a	1.81±0.76 ^{ab}	2.14±1.21 ^a
	12	1.96±0.90 ^b	2.32±0.64 ^{ab}	2.35±0.73 ^{ab}	2.41±0.67 ^a
ความชอบด้านรสชาติ	0 ^{ns}	3.20±0.97	3.06±0.66	3.34±0.69	3.15±0.75
	3 ^{ns}	3.23±0.86	3.05±0.48	3.04±0.47	3.14±0.56
	6 ^{ns}	3.08±1.08	3.05±0.94	3.44±0.60	3.13±0.56
	9 ^{ns}	3.28±0.85	2.96±0.90	3.21±0.59	3.35±0.74
	12 ^{ns}	3.14±1.06	3.06±0.96	3.11±0.82	3.18±0.67
ความเหนียวของเส้น	0	2.90±1.14 ^{ab}	3.24±1.09 ^a	3.26±1.10 ^a	2.67±0.99 ^b
	3 ^{ns}	2.46±1.11	2.55±0.83	2.78±0.79	2.75±1.01
	6	3.25±0.81 ^a	3.12±0.77 ^{ab}	2.76±0.91 ^b	2.94±0.59 ^{ab}
	9	2.64±0.93 ^b	2.90±0.87 ^{ab}	2.73±1.01 ^b	3.22±0.93 ^a
	12	3.33±0.68 ^a	2.74±0.81 ^b	2.68±0.74 ^b	2.99±0.49 ^b
ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	0	3.30±0.89 ^b	3.62±0.55 ^{ab}	3.78±0.58 ^a	3.35±0.66 ^b
	3	3.05±0.97 ^{bc}	2.19±0.61 ^c	3.40±0.67 ^{ab}	3.43±0.55 ^a
	6	3.65±1.00 ^a	3.37±0.52 ^{ab}	3.05±0.89 ^b	3.33±0.90 ^{ab}
	9	3.15±0.84 ^b	3.14±0.85 ^b	3.10±0.80 ^b	3.64±0.85 ^a
	12	3.20±0.96 ^b	3.18±0.82 ^b	3.22±0.83 ^b	3.53±0.79 ^a
การยอมรับรวม	0 ^{ns}	3.35±0.96	3.52±0.70	3.49±0.51	3.39±0.55
	3	3.13±0.86 ^{ab}	2.70±0.92 ^b	3.15±0.72 ^a	3.47±0.49 ^a
	6 ^{ns}	3.29±1.02	3.48±0.67	3.43±0.42	3.25±0.78
	9 ^{ns}	3.28±0.88	3.21±0.85	3.20±0.73	3.39±0.71
	12 ^{ns}	3.25±0.87	3.19±0.94	3.29±0.72	3.21±0.86

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเอกสารนี้ขึ้นทะเบียนขอรับการคุ้มครองสิทธิบัตรแล้ว ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่สารละลายกรดซิตริกและเก็บไว้ 12 วันเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสด พบว่าในทุกระยะเวลาที่เก็บจะมีผลทำให้ความแรงของกลิ่นกรด ความชอบด้านกลิ่นกรด รสเปรี้ยว และความชอบด้านรสชาติเมื่อใช้กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่การใช้กรดความเข้มข้นร้อยละ 2 จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 โดยจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมักกลิ่นกรดแรงและมีรสชาติเปรี้ยว ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นและความชอบด้านรสชาติต่ำกว่า

ในด้านความเหนียวของเส้นพบว่าเมื่อเริ่มเก็บจนถึงหลังเก็บไว้ 3 วัน เส้นที่แช่กรดซิตริกทุกความเข้มข้นจะมีความเหนียวไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่เมื่อระยะเวลาเก็บเป็น 6 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 2 จะมีความเหนียน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 เมื่อเก็บไว้ 9 วันเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 2 จะมีความเหนียน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 แต่ไม่ต่างจากเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 1 มีความเหนียวไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลังจากเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ 12 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดทุกความเข้มข้นจะไม่มี ความแตกต่างกันด้านความเหนียวแต่จะแตกต่างจากความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวสด โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวสดจะมีความเหนียวมากที่สุด ผลที่ได้้อาจเกิดจากระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นจะทำให้กรดที่เคลือบผิวของเส้นซึมเข้าไปในเส้นมีผลต่อโครงสร้างของเจล จึงทำให้เส้นที่ได้มีความเหนียวลดลง จะเห็นว่าเมื่อใช้กรดความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วกว่า

ในด้านความชอบเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว เมื่อเริ่มเก็บ เส้นก๋วยเตี๋ยวสดจะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่างจากเส้นที่ผ่านการแช่กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 แต่ไม่ต่างเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 หลังจากเก็บไว้ 3 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดซิตริกร้อยละ 2 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสน้อยที่สุดแต่ไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดร้อยละ 0.1 เมื่อเก็บไว้ 6 และ 9 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดซิตริกและเส้นก๋วยเตี๋ยวสดได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากไม่ต่างกัน และเมื่อเก็บไว้ 12 วันเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่างจากเส้นสดและเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 โดยเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด

ในด้านการยอมรับรวมเมื่อเริ่มเก็บและหลังจากเก็บเส้นไว้ 3 วัน เส้นที่แช่กรดทุกความเข้มข้นจะได้คะแนนการยอมรับรวมไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด และหลังจากเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ 6 9 และ 12 วัน เส้นที่แช่กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 และเส้นก๋วยเตี๋ยวสดไม่มีความแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างด้านการยอมรับรวม ส่วนเส้นที่ผ่านการแช่กรดซิดริกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนการยอมรับรวมน้อยที่สุดแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นว่าการใช้กรดซิดริกความเข้มข้นร้อยละ 2 แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้นานขึ้นจะทำให้การยอมรับรวมต่ำลงซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ เนื่องจากการใช้กรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 นั้นจะทำให้เส้นที่ได้มีกลิ่นแรง มีรสชาติเปรี้ยว ความเหนียวของเส้นน้อย ทำให้ความชอบด้านต่าง ๆ ของเส้นต่ำด้วยจึงมีผลให้เส้นที่แช่กรดซิดริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีการยอมรับรวมจากผู้ทดสอบต่ำ

จากตารางที่ 4.6 ในด้านความแรงของกลิ่นกรด พบว่าเมื่อเริ่มเก็บ เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 จะมีความแรงของกลิ่นกรดมากที่สุดและต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ส่วนเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดไม่ต่างกันเมื่อระยะเวลาเก็บเป็น 3 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกทุกความเข้มข้นได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดไม่แตกต่างกันและเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่เส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความแรงด้านกลิ่นกรดมากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสด เมื่อเก็บไว้ 6 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกทุกความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างด้านความแรงของกลิ่นกรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บไว้ 9 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 และเมื่อเก็บไว้ 12 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 จะมีความแรงของกลิ่นกรดมากแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าการใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นสูงจะมีผลทำให้เส้นมีความแรงของกลิ่นกรดมากขึ้น

ในด้านความชอบด้านกลิ่นกรดพบว่าทุกระยะเวลาเก็บ เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นกรดต่ำที่สุดต่างจากเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และเส้นก๋วยเตี๋ยวสดซึ่งได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นมากไม่ต่างกัน และเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 เมื่อเริ่มเก็บได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 แต่มากกว่าเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 2 หลังจากเก็บไว้ 3 วันเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 1 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยกว่าแต่ไม่ต่างจากเส้นสดและเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จะเห็นว่าการใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้เส้นได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นต่ำลง

ในด้านรสเปรี้ยวพบว่าเมื่อเริ่มเก็บจนเก็บไว้ 12 วันมีรสเปรี้ยวของเส้นก๋วยเตี๋ยวเหมือนกัน คือเมื่อใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะทำให้เส้นได้คะแนนรสเปรี้ยวมากแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ส่วนเส้นที่แช่กรดความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ได้คะแนนรสเปรี้ยวน้อยไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด การใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีรสชาติเปรี้ยวมากกว่าการใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่ำกว่า

ในด้านความชอบด้านรสชาติ พบว่าเมื่อเริ่มเก็บ เส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ได้คะแนนความชอบด้านรสชาติมากไม่ต่างกัน แต่ต่างจากเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 เมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ 3 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้คะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำที่สุดต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดแต่ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ได้คะแนนความชอบด้านรสชาติมากไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด เมื่อเก็บไว้ 6 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดทุกความเข้มข้นจะได้คะแนนความชอบด้านรสชาติไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จะได้คะแนนความชอบด้านรสชาติมากที่สุดต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 เมื่อเก็บไว้ 9 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำที่สุดและแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 และเมื่อเก็บไว้ 12 วัน พบว่าเส้นที่แช่กรดอะซิติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ได้คะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จะเห็นว่าความชอบด้านรสชาติของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดจะเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของกรดที่ใช้ ถ้าสูงจะทำให้เส้นมีรสเปรี้ยว ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ และมีความชอบน้อยลง

ในด้านความเหนียวของเส้นเมื่อเริ่มเก็บ การใช้กรดอะซิติกทุกความเข้มข้นจะไม่มีผลทำให้ความเหนียวของเส้นมีความแตกต่างกัน เมื่อเก็บไว้ 3 6 และ 9 วัน เส้นก๋วยเตี๋ยวสดจะได้คะแนนความเหนียวมากไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดอะซิติกทุกความเข้มข้น แต่เมื่อเก็บไว้ 12 วัน พบว่าเส้นที่ผ่านการแช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสดแล้วคะแนนความเหนียวไม่แตกต่างกัน แต่เส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนด้านความเหนียวต่ำกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 จากผลที่ได้จะเห็นว่าการใช้กรดอะซิติกแช่เส้นก๋วยเต๋ือนั้นจะมีผลต่อความเหนียวของเส้นไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

ในด้านความชอบเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าทุกระยะเวลาเก็บ เส้นที่แช่กรดอะซิติก ทุกความเข้มข้นได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

ในการยอมรับรวมพบว่าในระยะแรกของการเก็บ เส้นที่แช่กรดอะซิติกทุกความเข้มข้น ได้คะแนนการยอมรับรวมไม่ต่างกัน แต่เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 6 9 และ 12 วัน จะเห็นว่าเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ได้คะแนนการยอมรับรวมต่ำที่สุดและแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ส่วนเส้นที่แช่กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ได้คะแนนด้านการยอมรับรวมมากไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

จากตารางที่ 4.7 ในด้านความแรงของกลิ่นกรด พบว่าเมื่อเริ่มเก็บ เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดมากที่สุดและแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ส่วนเส้นที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ได้คะแนนไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด และเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้นเส้นที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ได้คะแนนความแรงของกลิ่นกรดแรงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในด้านความชอบด้านกลิ่นกรด เมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้เป็นเวลา 0 3 และ 6 วัน พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 9 และ 12 วัน พบว่าการใช้กรดแล็กติกทุกความเข้มข้นทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลที่ได้อาจเป็นเพราะแม้มากลิ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดแล็กติกเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นไปจะแรงขึ้น แต่ผู้ทดสอบยังยอมรับได้ จึงทำให้ความชอบด้านกลิ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่ต่างกัน

ในด้านรสเปรี้ยว พบว่าในระยะแรกของการเก็บคือเมื่อเริ่มเก็บและเก็บไว้ 3 วัน เส้นที่แช่กรดแล็กติกจะมีรสชาติเปรี้ยวกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสด โดยเส้นที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนรสเปรี้ยวมากที่สุด แต่เมื่อเก็บเส้นไว้ 6 9 และ 12 วันเส้นที่แช่กรดแล็กติกจะมีรสชาติไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

ในด้านความชอบด้านรสชาติ พบว่าเมื่อเริ่มเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำที่สุดและมีความแตกต่างจากเส้นที่แช่กรดแล็กติกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 และเส้นก๋วยเตี๋ยวสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บไว้ 3 6 9 และ 12 วัน คะแนนความชอบด้านรสชาติของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่กรดแล็กติกทุกความเข้มข้นจะมากไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ผลที่ได้เป็นเพราะการใช้กรดแล็กติกแช่เส้นก๋วยเตี๋ยว เมื่อเก็บไว้นานขึ้นรสเปรี้ยวก็ไม่ต่างกัน จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านรสชาติไม่ต่างกันด้วย

ในด้านความเหนียวของเส้นเมื่อเริ่มเก็บจนถึงหลังเก็บไว้ 3 และ 6 วัน กว๊วยเดี่ยวสดและเส้นที่แช่กรดแลคติกทุกความเข้มข้นได้คะแนนความเหนียวมากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บไว้ 9 และ 12 วัน พบว่าเส้นที่แช่กรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้คะแนนด้านความเหนียวน้อยกว่าเส้นกว๊วยเดี่ยวสด แต่ไม่ต่างจากเส้นที่แช่กรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ส่วนเส้นที่แช่กรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นกว๊วยเดี่ยวสดได้คะแนนความเหนียวสูงไม่ต่างกัน

ในด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมพบว่าเมื่อเริ่มเก็บเส้นกว๊วยเดี่ยวที่ผ่านการแช่กรดทุกความเข้มข้นกับเส้นกว๊วยเดี่ยวสดจะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมมากไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากเก็บไว้ 3 วัน เส้นที่แช่กรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมต่ำที่สุด เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น การแช่เส้นกว๊วยเดี่ยวด้วยกรดแลคติกทำให้เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากเส้นกว๊วยเดี่ยวสด

จากตารางที่ 4.8 ในด้านความแรงของกลืนกรดเมื่อเริ่มเก็บจนถึงหลังเก็บไว้ 3 วัน เส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความแรงของกลืนสูงที่สุดและแตกต่างจากเส้นกว๊วยเดี่ยวสด แต่ไม่ต่างจากเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 เมื่อเก็บไว้ 6 วัน เส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นจะได้คะแนนความแรงของกลืนไม่ต่างจากเส้นกว๊วยเดี่ยวสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บไว้ 9 วัน เส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความแรงของกลืนสูงที่สุดและแตกต่างจากเส้นกว๊วยเดี่ยวสดและเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 แต่เมื่อเก็บไว้ 12 วันเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นจะได้คะแนนความแรงของกลืนต่ำไม่ต่างจากเส้นกว๊วยเดี่ยวสด

ในด้านความชอบกลืนกรด พบว่าเมื่อเริ่มเก็บเส้นกว๊วยเดี่ยวที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นและเส้นกว๊วยเดี่ยวสดได้คะแนนความชอบด้านกลืนไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากเก็บไว้ 3 วันความชอบด้านกลืนของเส้นกว๊วยเดี่ยวสดจะได้คะแนนมากที่สุดแต่ไม่ต่างจากเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 แต่แตกต่างจากเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 2 และเมื่อเก็บไว้ 6 วันได้คะแนนความชอบด้านกลืนของเส้นกว๊วยเดี่ยวสดไม่ต่างจากเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้น และเมื่อเก็บไว้ 9 และ 12 วัน คะแนนความชอบด้านกลืนของเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความทุกความเข้มข้นกับเส้นกว๊วยเดี่ยวสดจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในด้านรสเปรี้ยวพบว่าเมื่อเริ่มเก็บเส้นกว๊วยเดี่ยวที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นต่าง ๆ ทำให้เส้นได้คะแนนรสเปรี้ยวไม่ต่างจากกัน แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 1 รส

เปรียบไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวดสดที่มีคะแนนความเปรียบต่ำที่สุด หลังจากเก็บไว้ 3 วัน เส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1 ได้คะแนนรสเปรียบไม่ต่างจากที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 แต่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวดสดและเส้นที่แซ่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เมื่อเก็บไว้ 6 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวดที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นต่าง ๆ และเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด จะได้คะแนนด้านรสเปรียบไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บไว้ 9 และ 12 วันเส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนด้านรสเปรียบสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด แต่ไม่ต่างจากเส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 จากผลที่ได้จะเห็นว่า การใช้สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นต่างกันจะมีผลต่อรสเปรียบไม่มากนัก ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของสารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่สามารถลดค่าความเป็นกรดต่างได้ โดยทำให้รสชาติมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับผลของความชอบด้านรสชาติทุกระยะเวลาเก็บ จะเห็นได้ว่าแม้จะใช้สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นต่าง กันก็ไม่ส่งผลต่อความชอบด้านรสชาติ

ด้านความเหนียวของเส้นเมื่อเริ่มเก็บ เส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความเหนียวต่ำที่สุดแตกต่างจากเส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 แต่ไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด เมื่อเก็บไว้ 3 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวดที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นและเส้นก๋วยเตี๋ยวดสดจะมีคะแนนด้านความเหนียวดีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บไว้ 6 วันเส้นก๋วยเตี๋ยวดที่ผ่านการแซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นได้คะแนนด้านความเหนียวไม่แตกต่าง และพบว่าการใช้สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1 ได้คะแนนความเหนียวของเส้นต่ำ เมื่อเก็บเส้นไว้ 9 วันพบว่าเส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 ได้คะแนนความเหนียวดีไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด แต่ต่างจากเส้นที่แซ่สารละลายเข้มข้นร้อยละ 2 เมื่อเก็บเส้นไว้ 12 วันพบว่าเส้นที่ผ่านการแซ่สารละลายทุกความเข้มข้นจะได้คะแนนความเหนียวต่ำกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด

ด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อเริ่มเก็บ เส้นที่ผ่านการแซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1 ได้คะแนนความชอบด้านความเหนียวสูงที่สุด เมื่อเก็บไว้ 3 วันเส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนเข้มข้นร้อยละ 2 จะได้คะแนนความเหนียวสูงที่สุดและแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด เมื่อเก็บไว้ 6 วัน เส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นจะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไม่ต่างกัน แต่เส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1 ได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุดแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวดสด และเมื่อเก็บเส้นไว้ 9 และ 12 วัน เส้นที่แซ่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 2

ได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุดและแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสดและเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1

การยอมรับรวมพบว่าเมื่อเริ่มเก็บ เส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนทุกความเข้มข้นได้คะแนนการยอมรับรวมสูงไม่แตกต่างกัน และเมื่อเก็บไว้ 3 วันพบว่าเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด แต่จะต่างจากเส้นที่แช่สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และเมื่อเก็บไว้ 6 9 และ 12 วัน พบว่าการใช้สารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนความเข้มข้นต่างกันไม่ทำให้การยอมรับรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด การยอมรับรวมที่ไม่มีแตกต่างกันอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสน้อย

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้าน จะเห็นได้ว่าสารละลายกรดทุกชนิดที่นำมาทดลองสามารถใช้แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาได้ โดยกรดซิตริก อะซิติก และแลคติก สามารถใช้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1 แต่ถ้าใช้สารละลายกรดที่ความเข้มข้นสูงจนถึงร้อยละ 2 จะทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับด้านกลิ่นและรสของเส้น ซึ่งอาจเกิดจากการใช้กรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างของเส้นก๋วยเตี๋ยวอยู่ในช่วง 3.61-4.07 (ตารางที่ 4.3) ศิวาพร ศิวเวช (2535) รายงานว่าปกติกรดอินทรีย์จะให้ความรู้สึกเปรี้ยวในช่วงความเป็นกรดต่าง 3.7-4.1 ส่วนสารละลายกลูโคโนเดลต้าแลคโตนนั้นสามารถใช้ได้จนถึงความเข้มข้นร้อยละ 2 เนื่องจากมีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ไม่มากนักทำให้ผู้ทดสอบมีการยอมรับไม่ต่างกัน แต่เมื่อดูจากผลของความเข้มข้นที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา (ดังรูปที่ 4.1) พบว่าการใช้สารละลายกรดความเข้มข้น 0.1 มีแนวโน้มที่จุลินทรีย์จะเจริญได้มากกว่าการใช้ในปริมาณร้อยละ 1 จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่าความเข้มข้นของกรดที่เหมาะสมในการนำมาใช้แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวควรจะเป็นที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Meyer และคณะ (2000) ซึ่งใช้สารละลายกรดในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 0.5-1 ปรับความเป็นกรดต่างของเส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาชนิดของกรดต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (รูปที่ 4.1) พบว่าการใช้กรดอะซิติกจะยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์และราได้ดีกว่ากรดชนิดอื่นจึงไม่เหมาะสมในการใช้แช่เส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนั้นจะเห็นว่าสารละลายกรดที่เหมาะสมในการแช่เส้นก๋วยเตี๋ยวคือ กรดซิตริก แลคติก และกลูโคโนเดลต้าแลคโตน ในการพิจารณาเลือกชนิดจึงพิจารณาจากราคาของกรด

ราคาของกรดแต่ละชนิดคือ กรดซิตริกราคา กิโลกรัมละ 40 บาท กรดแลคติกราคา ลิตรละ 226 บาท และกลูโคโนเดลต้าแลคโตนราคา กิโลกรัมละ 1610 บาท เมื่อเตรียมสารละลาย 2 ลิตรจะเสียค่าใช้จ่ายเป็น 0.8 4.52 และ 32.2 บาท ตามลำดับ จะเห็นว่าสารละลายกรดซิตริกจะมีราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำที่สุดคือ 0.8 บาทต่อ 2 ลิตร ในขณะที่สารละลายกรดชนิดอื่นมีราคาที่สูงกว่า จะเห็นว่าการใช้สารละลายกรดชนิดที่ 1 ในการแช่เส้นก๋วยเตี๋ยวนั้นจะทำให้ต้นทุนในการผลิตของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่กรดสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวปกติเพียงเล็กน้อย น่าจะสามารถนำไปใช้ผลิตจริงได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้สารละลายกรดชนิดที่ 1

4.2 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังจากการบรรจุ

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาแช่กรดชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาในข้อ

4.1 คือกรดชนิดที่ 1 แช่เส้นก๋วยเตี๋ยว 90 วินาที ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน ปิดผนึกในสภาวะบรรยากาศ แล้วนำไปให้ความร้อนที่ 100°C ใช้เวลา 10 20 และ 30 นาที เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ทุก 3 วัน ได้ผลดังรูปที่ 4.2 และค่าเฉลี่ยของเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวได้ผลดังตารางที่ 4.9

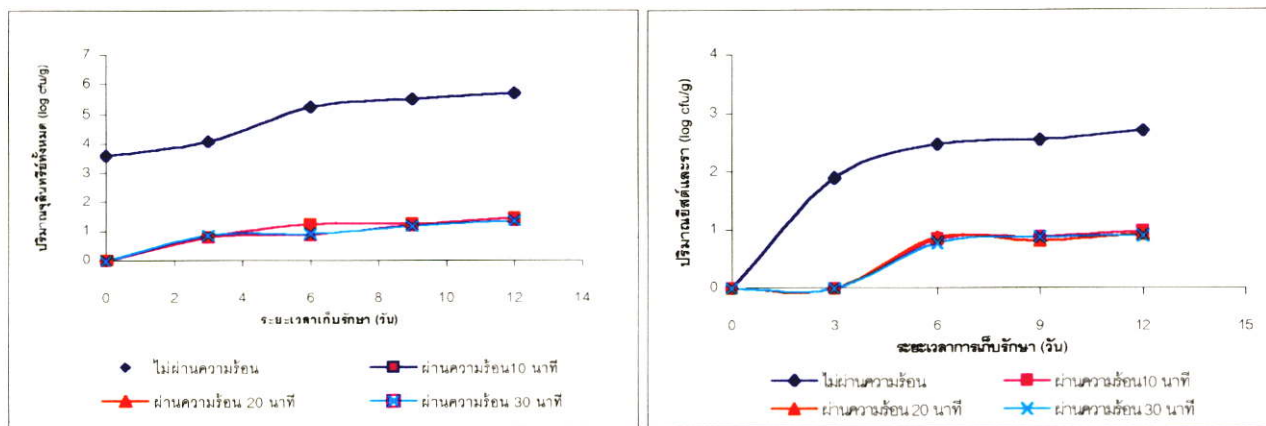
ตารางที่ 4.9 แสดงผลของเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว

ระยะเวลาให้ความร้อน (นาที)	เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว (g.f)
0	9.89 ± 0.51^a
10	9.72 ± 0.86^a
20	10.06 ± 1.06^a
30	8.59 ± 0.91^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.9 แสดงผลของระยะเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว พบว่าระยะเวลาการให้ความร้อนจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเส้นที่ให้ความร้อน 30 นาทีจะมีความเหนียวน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนและเส้นที่ผ่านการให้ความร้อน 10 และ 20 นาที ส่วนการใช้ระยะเวลา 10 และ 20 นาที จะไม่ทำให้เนื้อสัมผัสด้านความเหนียวแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน

ผลของความร้อนที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลของระยะเวลาการให้ความร้อนที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยว เมื่อเก็บไว้ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C

จากรูปที่ 4.2 พบว่าการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังจากบรรจุแล้วจะทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน แต่ระยะเวลาที่ใช้ไม่ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรามีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายลงทันที (Adams and Moss, 1995) ตามปกติเซลล์ยีสต์จะถูกทำลายได้ด้วยความร้อนเปียกที่อุณหภูมิ 50-58°C นาน 10-15 นาที และเชื้อราส่วนใหญ่สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อนเปียกที่อุณหภูมิ 60°C นาน 5-10 นาที (วรารุณี ครุสง. 2538) จากผลการทดลองในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.2 สามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยว 10-30 นาทีจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวแต่จะไม่ทำให้ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ต่างกัน ดังนั้นระยะเวลาที่สามารถใช้ได้คือ 10 หรือ 20 นาที แต่ควรใช้ระยะเวลา 10 นาที เนื่องจากเป็นการประหยัดเวลาและพลังงานในกระบวนการผลิต อีกทั้งยังได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวที่ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน

4.3 ศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแช่กรดซिटริกความเข้มข้นร้อยละ 1 และให้ความร้อนเป็นเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 4.2 คือ 10 นาที มาศึกษาอุณหภูมิในการเก็บที่เหมาะสมโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 12 และ 20 °C เป็นเวลา 12 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวและค่าออกเดอไรแอคติวิตี (A_w) ได้ผลดังตารางที่ 4.10

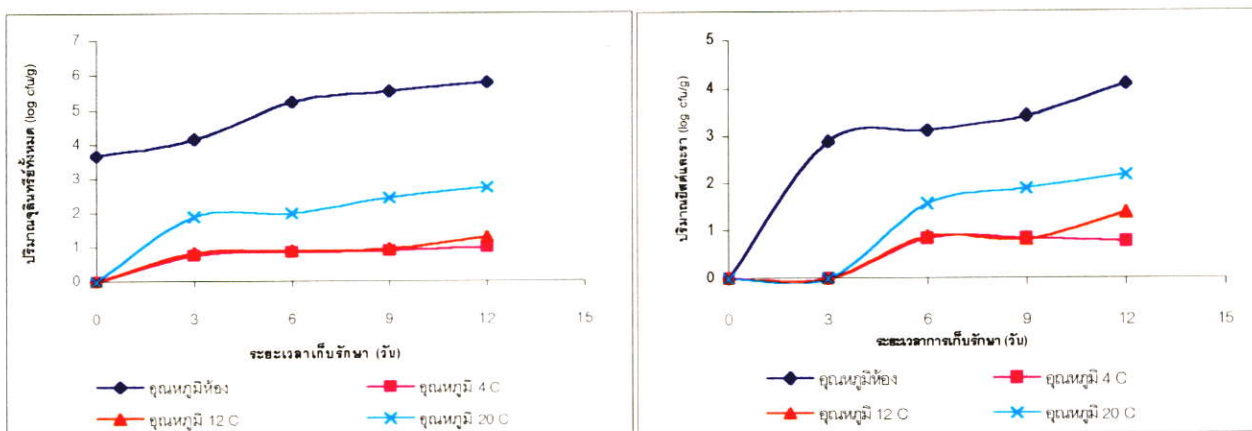
ตารางที่ 4.10 ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์ แอคติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว

อุณหภูมิการเก็บรักษา	เนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว (g.f)	ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w)
4	9.53±1.04 ^a	0.9595 ^a
12	9.18±0.99 ^{ab}	0.9528 ^{ab}
20	9.20±0.86 ^{ab}	0.9403 ^{bc}
อุณหภูมิห้อง	8.83±0.88 ^b	0.9277 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่าอุณหภูมิเก็บจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวที่อุณหภูมิ 4 12 และ 20°C ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จะมีความแตกต่างด้านเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากเส้นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วกว่า ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จะไม่ต่างจากการเก็บที่อุณหภูมิ 12°C แต่ต่างจากการเก็บที่อุณหภูมิ 20°C และอุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และการเก็บที่ 12 และ 20°C ไม่มีผลทำให้ค่า วอเตอร์แอคติวิตี (A_w) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ความแตกต่างของค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w) ที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้เก็บมีผลต่อความดันไอโดยที่อุณหภูมิ 4°C และ 12°C ความดันไอของบรรยากาศที่ใช้เก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวจะสูงทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่อยู่ในเส้นก๋วยเตี๋ยวแพร่ออกมาสู่บรรยากาศน้อย แต่ที่ 20°C และที่อุณหภูมิห้อง ความดันไอของบรรยากาศที่ใช้เก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวจะต่ำกว่า ทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่อยู่ในเส้นก๋วยเตี๋ยวจะแพร่ออกมาสู่บรรยากาศเพื่อปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล (นิธิยา. 2543) Novasina (1997) กล่าวว่าอุณหภูมิของสารตัวอย่างนั้น ๆ ก็จะมีส่วนทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A_w) แตกต่างกันไปด้วย

ผลของอุณหภูมิที่ใช้เก็บต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยวแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงผลของอุณหภูมิการเก็บต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยว เมื่อเก็บไว้ 12 วัน

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวที่อุณหภูมิ 4 และ 12°C มีแนวโน้มการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราไม่แตกต่างกันแต่ต่างจากการเก็บที่อุณหภูมิ 20°C ที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยีสต์และรามากกว่า ทั้งนี้เกิดจากผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเจริญของเชื้อโดยปกติเมื่ออุณหภูมิต่ำ จะทำให้จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ช้าลง (วิลาวัณย์, 2539)

ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่างกันแสดงในตารางที่ 4.11

จากตารางที่ 4.11 การใช้อุณหภูมิเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ต่างกันเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ทำใหม่พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บจะไม่ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองแม้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยว แต่ก็ไม่ทำให้ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างที่เกิดขึ้นได้ และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความเหนียวของเส้นกับผลการวัดเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวโดยใช้เครื่องวัดแล้วได้ผลสอดคล้องกัน คือการใช้อุณหภูมิกักเก็บที่ต่างกันคือ 4 12 และ 20°C จะไม่ทำให้เนื้อสัมผัสของเส้นที่ได้มีความแตกต่างกัน แต่การเก็บเส้นที่ 20°C จุลินทรีย์จะเจริญได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 4 และ 12°C จึงสรุปได้ว่าสามารถเก็บได้ทั้งอุณหภูมิ 4 และ 12°C แต่เมื่อเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการลดอุณหภูมิแล้วการเก็บที่อุณหภูมิ 12°C จะใช้พลังงานต่ำกว่าจึงเลือกอุณหภูมิ 12°C ในการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยว

4.4 ศึกษาสภาวะการบรรจุเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผ่านการปรับปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษา

เพื่อศึกษาสภาวะการบรรจุอายุการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำโดยการปรับความเป็นกรดต่างของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยใช้กรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 1 แล้วบรรจุในสภาวะการบรรจุต่างกัน 2 สภาวะคือ สภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศ นำเส้นที่บรรจุแล้วมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 10 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 12°C ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการตรวจวัดด้านเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว แสดงผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w)

SOV	df	P-value	
		เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว	ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w)
ระยะเวลา	8	0.000*	0.000*
Error	9		
สภาวะการบรรจุ	1	0.069 ^{ns}	0.770 ^{ns}
ระยะเวลา X สภาวะการบรรจุ	8	0.250 ^{ns}	0.043*
Error	36		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 พบว่าระยะเวลาที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวและค่าวอเตอร์แอกติวิตี ส่วนสภาวะการบรรจุทั้ง 2 สภาวะไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวและค่าวอเตอร์แอกติวิตี และอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและสภาวะการบรรจุมีผลต่อค่าวอเตอร์แอกติวิตี แต่ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว ผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวได้ผลดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว

	สภาวะบรรจุ	
	สภาวะบรรจุอากาศ	สภาวะสุญญากาศ
เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว (g.f) ^{ns}	10.78±0.37	10.88±0.39
ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ^{ns}	0.9697	0.9696

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

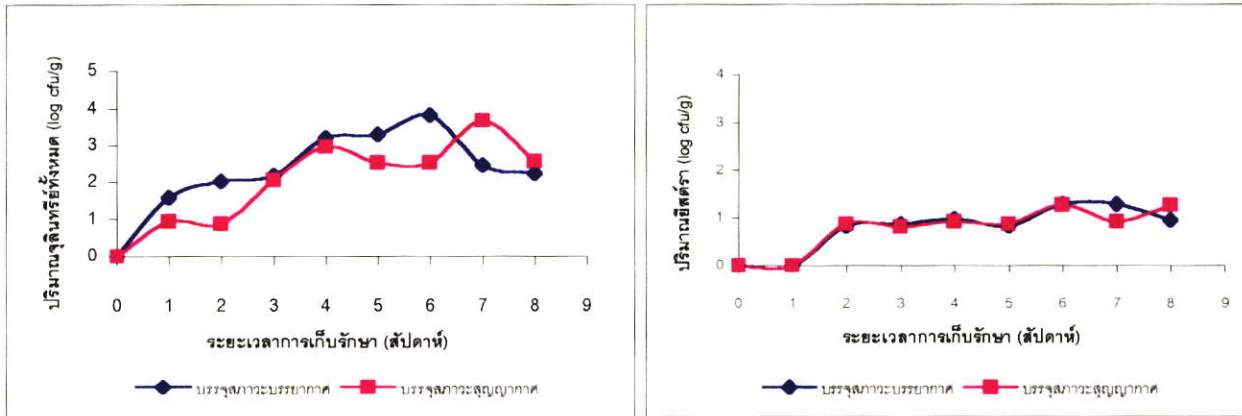
สภาวะการบรรจุที่ใช้จะมีความแตกต่างของปริมาณอากาศในภาชนะบรรจุโดยการบรรจุในสภาวะสุญญากาศจะมีปริมาณอากาศน้อยกว่าการบรรจุในสภาวะบรรจุอากาศ จากตารางที่ 4.13 พบว่าสภาวะการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาวะจะไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียวและค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าความแตกต่างของปริมาณอากาศไม่ส่งผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวและค่าวอเตอร์แอกติวิตี ในการทดลองใช้ภาชนะบรรจุที่เป็นชนิดเดียวกันคือถุงโพลีโพรไพลีน จึงทำให้อัตราการการซึมผ่านของไอน้ำ ออกซิเจน ไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากันด้วย เกิดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต่างกัน จึงทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีและเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกัน ผลของระยะเวลาเก็บที่มีต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียวและค่าวอเตอร์แอกติวิตีได้ผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลของระยะเวลาการเก็บที่มีต่อเนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว และค่าวอเตอร์ แอกติวิตี (A_w) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว ที่อุณหภูมิ 12°C

ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	เนื้อสัมผัสในด้านความเหนียว (g.f)	ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w)
0	10.97 ± 0.41^a	0.9473^a
1	10.77 ± 0.13^{abc}	0.9640^c
2	10.54 ± 0.07^c	0.9625^d
3	10.81 ± 0.24^a	0.9725^b
4	10.84 ± 0.13^a	0.9725^b
5	10.70 ± 0.12^{abc}	0.9720^b
6	10.67 ± 0.15^{abc}	0.9725^b
7	10.59 ± 0.02^{bc}	0.9815^a
8	10.84 ± 0.19^a	0.9825^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 แสดงผลของระยะเวลาการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สภาวะต่าง ๆ กันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะคงที่ ในช่วงแรกที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของเส้นก๋วยเตี๋ยวยังเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงที่อาหารยังมีการดูดซึมน้ำ ทำให้เส้นมีปริมาณน้ำมากขึ้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตีจึงสูงขึ้น และจะคงที่เมื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลที่จะไม่ดูดซึมน้ำหรือคายน้ำอีก เมื่อพิจารณาด้านเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าเมื่อเริ่มเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวสูงที่สุดและเมื่อเก็บไว้มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่าระยะเวลาการเก็บจะมีผลทำให้เนื้อสัมผัสด้านความเหนียวมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ 8 สัปดาห์ได้ผลดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 12°C

รูปที่ 4.4 แสดงผลของสภาวะการเก็บที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ 8 สัปดาห์ จะเห็นว่าสภาวะการเก็บทั้ง 2 สภาวะจะทำให้เกิดแนวโน้มของการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราอย่างช้า ๆ หลังจากเก็บในสภาวะบรรยากาศและสุญญากาศเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) จะมีค่า 2.2 log CFU/g และ 2.6 log CFU/g และปริมาณยีสต์และรามีค่า 1 log CFU/g และ 1.2 log CFU/g ตามลำดับ จากผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของเส้นพาสต้าซึ่งยอมให้เส้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราได้ไม่เกิน 10^5 CFU/g และ 10^2 CFU/g หรือ 5 log CFU/g และ 2 log CFU/g ตามลำดับ (Frazier and Westhoff, 1988) จะเห็นว่า การเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศเป็นเวลา 8 สัปดาห์จะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรามีค่าไม่เกินมาตรฐาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวสามารถเก็บได้ทั้ง 2 สภาวะ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เก็บรักษาโดยใช้สภาวะต่างกันแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เก็บรักษาโดยใช้สภาวะการบรรจุต่างกันและเก็บไว้ 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 12°C

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนทางประสาทสัมผัส		
		ก๋วยเตี๋ยวดสด	สภาวะสุญญากาศ	สภาวะบรรยากาศ
ความแรงกลืนกรด	0 ^{ns}	1.61±0.64	1.71±0.72	1.74±0.75
	1 ^{ns}	2.69±1.02	2.66±1.10	2.44±1.02
	2 ^{ns}	2.00±1.05	1.92±0.93	1.66±0.80
	3 ^{ns}	1.94±0.73	2.15±0.84	2.61±1.08
	4 ^{ns}	1.93±0.97	2.70±0.99	2.31±1.13
	5 ^{ns}	2.09±0.97	2.21±1.03	2.20±1.18
	6 ^{ns}	1.81±0.99	1.82±0.91	1.85±1.01
	7 ^{ns}	1.58±0.87	1.85±0.62	1.68±0.71
	8 ^{ns}	1.59±0.87	1.85±0.65	1.68±0.72
ความชอบด้านกลืนกรด	0 ^{ns}	3.39±0.64	3.42±0.67	3.40±0.71
	1 ^{ns}	2.55±0.91	2.69±0.72	2.67±0.69
	2	3.70±0.57 ^a	2.90±0.54 ^b	3.61±0.72 ^a
	3	3.67±0.51 ^a	3.07±0.66 ^b	3.00±0.77 ^b
	4 ^{ns}	3.49±0.86	2.98±0.74	3.43±0.79
	5	3.52±0.67 ^a	3.16±0.69 ^b	3.49±0.53 ^a
	6 ^{ns}	3.35±0.81	3.57±0.45	3.65±0.56
	7 ^{ns}	2.92±0.91	3.02±0.58	3.51±0.50
	8 ^{ns}	2.93±0.93	3.03±0.58	3.51±0.51
รสเปรี้ยว	0 ^{ns}	1.79±0.99	1.78±0.79	1.87±1.02
	1 ^{ns}	2.08±0.68	2.06±0.82	2.77±0.99
	2	1.84±0.89 ^b	2.56±0.88 ^a	2.82±1.10 ^a
	3	2.20±0.91 ^b	2.70±1.10 ^{ab}	3.15±1.07 ^a
	4	1.98±0.65 ^b	2.62±0.84 ^a	2.27±0.93 ^{ab}
	5	1.73±0.77 ^b	2.12±0.74 ^{ab}	2.31±1.07 ^a
	6 ^{ns}	1.47±0.75	1.57±0.64	1.49±0.72
	7 ^{ns}	1.84±0.95	1.77±0.83	1.87±1.12
	8 ^{ns}	1.87±0.93	1.87±0.83	1.89±0.97
ความชอบด้านรสชาติ	0 ^{ns}	3.72±0.52	3.59±0.82	3.75±0.56
	1	2.80±0.62 ^b	3.34±0.59 ^a	2.67±0.83 ^b
	2 ^{ns}	3.56±0.45	3.00±0.76	3.43±0.86
	3 ^{ns}	3.43±0.79	2.95±0.75	2.90±0.87
	4 ^{ns}	3.71±0.77	3.93±0.82	3.47±0.92
	5	4.15±0.41 ^a	3.63±0.65 ^b	3.50±0.97 ^b
	6 ^{ns}	3.76±0.77	3.71±0.85	3.84±0.55
	7 ^{ns}	2.69±0.84	2.78±0.63	3.20±0.84
	8 ^{ns}	2.69±0.83	2.79±0.62	3.22±0.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ความเหนียวของเส้น	0 ^{ns}	3.96±0.56	3.56±0.85	3.76±0.44
	1	2.67±1.15 ^b	2.41±1.26 ^b	3.90±0.79 ^a
	2 ^{ns}	3.28±0.90	2.71±0.79	3.29±0.92
	3 ^{ns}	3.46±0.86	3.16±0.51	3.31±0.59
	4	3.80±0.58 ^a	3.19±0.98 ^b	3.51±0.70 ^{ab}
	5	3.94±0.57 ^a	3.14±0.79 ^b	3.80±0.80 ^a
	6 ^{ns}	3.80±0.80	3.11±0.93	3.66±0.65
	7 ^{ns}	2.91±0.97	2.35±0.73	3.06±1.04
	8 ^{ns}	2.93±0.97	2.36±0.73	3.07±1.02
ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	0 ^{ns}	3.67±0.80	3.13±0.50	3.25±0.48
	1 ^{ns}	2.98±0.86	2.97±0.85	3.03±0.69
	2 ^{ns}	3.21±0.91	3.31±0.59	3.36±0.87
	3	3.94±0.37 ^a	3.09±0.78 ^b	3.13±0.67 ^b
	4 ^{ns}	3.19±0.97	3.48±0.84	3.01±0.98
	5 ^{ns}	3.49±0.91	2.80±0.87	3.26±0.91
	6 ^{ns}	3.08±0.53	3.04±0.71	3.09±0.51
	7 ^{ns}	3.20±0.84	3.05±1.03	3.12±0.93
	8 ^{ns}	3.24±0.84	3.03±1.04	3.13±0.90
การยอมรับรวม	0 ^{ns}	3.89±0.53	3.67±0.86	4.00±0.45
	1	3.25±0.96 ^{ab}	3.08±0.97 ^b	4.05±0.63 ^a
	2	3.72±0.59 ^a	3.26±0.90 ^b	3.68±0.97 ^a
	3	3.50±0.78 ^a	3.16±0.61 ^b	3.27±0.77 ^{ab}
	4	3.77±0.56 ^a	3.30±0.97 ^b	3.63±0.78 ^a
	5	4.11±0.34 ^a	3.17±0.94 ^b	3.82±0.74 ^a
	6	3.82±0.78 ^a	3.39±0.77 ^b	3.80±0.50 ^a
	7	2.69±1.00 ^{ab}	2.43±0.78 ^b	3.52±0.81 ^a
	8	2.74±1.00 ^{ab}	2.48±0.77 ^b	3.53±0.83 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งที่เก็บรักษาโดยใช้สภาวะต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์เปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง ในด้านความแรงของกลิ่นกรดเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง 8 สัปดาห์พบว่าทุกระยะการเก็บแม้จะใช้สภาวะการเก็บต่างกันแต่ไม่มีผลทำให้ความแรงของกลิ่นกรดแตกต่างกันและต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ในด้านความชอบด้านกลิ่นกรดพบว่าเมื่อเริ่มเก็บและเก็บไว้ 1 สัปดาห์ สภาวะการเก็บทั้ง 2 สภาวะทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง แต่เมื่อเก็บไว้ 2 สัปดาห์ การบรรจุสภาวะบรรยากาศจะทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง เมื่อเก็บไว้ 3 สัปดาห์ การบรรจุทั้ง 2 สภาวะจะได้คะแนนความชอบแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งโดยที่เส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งมีความชอบสูงกว่า เมื่อเก็บ 4 6 7 และ 8 สัปดาห์ เส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งที่บรรจุทั้ง 2 สภาวะจะได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของเส้นไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งซึ่งเกิดจากความแรงกลิ่นกรดลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น ทำให้ความชอบด้านกลิ่นไม่ต่างกันด้วย

ในด้านรสเปรี้ยว ของเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งที่ใช้สภาวะการเก็บต่างกันเมื่อเริ่มเก็บและหลังเก็บไว้ 1 สัปดาห์ ไม่มีผลทำให้รสเปรี้ยวแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง แต่เมื่อเก็บไว้ 2 3 4 และ 5 สัปดาห์ จะพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งจะได้คะแนนรสเปรี้ยวต่างจากเส้นที่เก็บทั้ง 2 สภาวะ โดยที่เส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งจะมีรสเปรี้ยวน้อยกว่า แต่เมื่อเก็บไว้ 6 7 และ 8 สัปดาห์ คะแนนด้านรสเปรี้ยวจะลดลงมีผลทำให้รสชาติไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 สภาวะบรรจุสามารถใช้เก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งได้โดยทำให้รสชาติของเส้นไม่ต่างจากเส้นสด

ในด้านความชอบด้านรสชาติ เมื่อเริ่มเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งที่เก็บทั้ง 2 สภาวะจะมีความความชอบด้านรสชาติไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง และเมื่อเก็บนานขึ้นคะแนนความชอบด้านรสชาติของเส้นที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและสภาวะบรรยากาศจะได้คะแนนความชอบด้านรสชาติไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง อาจเป็นเพราะเมื่อเก็บนานขึ้นความเปรี้ยวของเส้นไม่ต่างจากเส้นสด จึงทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติของเส้นที่บรรจุในทั้ง 2 สภาวะกับเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งไม่ต่างกัน

ในด้านความเหนียวของเส้นพบว่าเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง 8 สัปดาห์โดยใช้สภาวะการเก็บต่างกันไม่มีความแตกต่างด้านความเหนียวจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งมากนัก โดยสภาวะการเก็บทั้ง 2 จะไม่ทำให้เส้นที่เก็บไว้ได้คะแนนความเหนียวต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง เนื่องจากสภาวะการเก็บทั้ง 2 ไม่มีผลทำให้ความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งเปลี่ยนแปลง

ในด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัสเมื่อเก็บไว้ 8 สัปดาห์ พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งที่บรรจุทั้ง 2 สภาวะได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่ง โดยได้คะแนนค่อนข้างสูงจึงสรุปได้ว่าสภาวะการเก็บมีผลต่อความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผู้ทดสอบไม่มากนัก

ในด้านการยอมรับรวมเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ 8 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเริ่มต้นเก็บ เส้นที่เก็บในสภาวะบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศจะได้คะแนนการยอมรับรวมไม่ต่างจากเส้นสดแต่หลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ที่ 8 เส้นที่บรรจุสภาวะสุญญากาศจะได้คะแนนการยอมรับรวมต่ำกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่บรรจุสภาวะบรรยากาศ และเส้นที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศได้รับคะแนนการยอมรับรวมไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสด

เมื่อพิจารณาผลของสภาวะการบรรจุที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะเห็นได้ว่าการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้สภาวะสุญญากาศจะมีผลต่อการยอมรับรวมของผู้ทดสอบมากกว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านอื่น ๆ อาจเป็นเพราะการดึงอากาศออกทำให้เส้นเกาะติดกันแน่นไม่แยกเป็นเส้น เนื่องจากการหดตัวของภาชนะ ดังนั้นสภาวะการเก็บที่เหมาะสมสำหรับเส้นก๋วยเตี๋ยวคือการบรรจุสภาวะบรรยากาศ เนื่องจากเส้นที่ได้มีลักษณะปรากฏดีกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายกรดที่เหมาะสมในการใช้แช่เส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวคือสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1
2. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อนเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังการบรรจุคือ 10 นาทีต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และทำให้เส้นที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวไม่ต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ผ่านการแช่กรดและให้ความร้อน
3. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผ่านการแช่กรดและให้ความร้อนแล้วคือที่อุณหภูมิ 12 °C
4. สภาพการบรรจุเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เหมาะสมคือบรรจุโดยใช้สภาวะบรรยากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กัลยาณี ตีประเสริฐวงศ์. 2529. แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทก๋วยเตี๋ยว. เอกสารวิชาการ. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กระทรวงสาธารณสุข
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม
- ทอง ภัคศรีพันธุ์. 2524. การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 160
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2535. เอกสารประกอบการสอนวิชาอาหารจากธัญชาติและพืชหัว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 26
- นันทยา จะเรียมพันธุ์. 2530. การเติมโปรตีนในก๋วยเตี๋ยวด้วยแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 1-92
- นิธยา รัตนাপนนท์. 2543. เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. สมาคมการบรรจุภัณฑ์ไทย กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม
- ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2543. "การเน่าเสียของอาหาร". ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 505
- พวงพร โชติกไกร. 2534. จุลชีววิทยาของอาหารและนม. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กทม. 334
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 302
- วราวุฒิ ครุสง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 210
- วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุมนทนา วัฒนสินธุ์. 2541. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารและการควบคุม. ใน การอบรมเชิงสัมมนาเรื่อง Hurdle Technology and modified atmosphere technology. มุลินธิที่ประเทศไทย สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม.
- เสนอ ร่วมจิต. 2522. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของข้าวเจ้าพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 1-98
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2526. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรดซิตริก. กระทรวงอุตสาหกรรม. กทม. 1-10
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยว. กระทรวงอุตสาหกรรม. กทม. 1-13
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรดเกลือแอสซิดิก. กระทรวงอุตสาหกรรม. กทม. 1-5
- ศรฉวี รอดเที่ยง. 2541. ผลของกรดต่อคุณภาพและอายุการเก็บปลาสลิดเค็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 1-86
- ศิวพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กทม. 328
- Adams M.R. and Moss M.O. 1995. Food microbiology. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 398.
- Anderson M.E., Marshall R.T., Stringer W.C. and Naumann H.D. 1977. Combined and individual effects of washing and sanitizing on bacterial counts of meat - a model system. . J. Food Prot. 40:688
- Anderson M.E. and Marshall R.T. 1989. Interaction of concentration and temperature of acetic acid solution in reduction of various species of microorganisms on beef surfaces. J. Food Prot. 52:312
- Anderson M.E., Marshall R.T. and Dickson J.S. 1992. Efficacies of acetic, lactic and two mixed acids in reducing number of bacteria on surfaces of lean meat. J. Food Safety. 12:139
- AOAC. 1998. Official method of analysis of association of official analytical chemists. 16th ed. Gaithersburg. Maryland

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Banwart G.J. 1989. *Basic food microbiology*. 2^{ed} ed. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Beelman R.B., Witowski M.E., Doores S., Kilara A. and. Kuhn G.D. 1989. Acidification process technology to control thermophilic spoilage in canned mushrooms. *J. Food Prot.* 52:178
- Biemuller G.W., Carpenter J.A. and Reynolds A.E. 1973. Reduction of bacteria on pork carcasses. *J. Food Sci.* 38:261
- Davidson P.M. and Juneja V.K. 1990. "Antimicrobial agent". in Branen. A.L. and Davidson. P.M. *Food additives*. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Doores S. 1993. "Organic acids". in Branen A.L. and Davidson P.M. *Antimicrobial in foods*. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Frazier W.C. and Westhoff D.C. 1988. *Food microbial*. Mcgraw Hill Book Company. New York.
- Gill C.O. and Newton K.G. 1982. Effect of lactic acid concentrations on growth on meat of gram negative psychrotrophs from meat works. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 43:283-288
- Ito K. Chen J.K., Lerke P.A., Seeger M.L. and Unverferth J.A. 1976. Effect of acid an salt concentration in fresh-pack pickles on growth of *Clostridium botulinum* spores. *Appl. Environ. Microbiol.* 32:121
- Meyer P.P., Scoville E., Jaelminger G., Rudberg-Tamm M. and Toh T.S. 2000. Noodle product of Koay Teow type. United States Patent 6,120,826
- Meyer P.P., Jaelminger G. and Scoville E. 2001. Extended shelf life noodle product and process of manufacture. United States Patent 6,187,357
- Notermans S., Dufrenne J. and Keybet M.J.H. 1985. Use of preservatives to delay toxin formation by *Clostridium botulinum* (type B strain okra) in vacuum-packed, cooked potatoes. *J. Food Prot.* 48:851
- Novasina. 1997. *Operating Instruction*. Axair .Ltd Co. Switzerland.
- Okreke A., Beelman R.B. and Doores S. 1990. Control of spoilage of canned mushrooms inoculated with *Clostridium sporogenes* PA 3679 spores by acid-blanching and EDTA. *J. Food Sci.* 55:1327
- Post L.S., Amoroso T.L. and Solberg M. 1985. Inhibition of *Clostridium botulinum* type E in model acidified food system. *J. Food Sci.* 50:966

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rao K.J. 1993. Application of Hurdle Technology in development of long life Paneer-based convenience food. Ph.D. thesis .Karnal. India
- Rehm H.J. and Reed. G. 1986. Biotechnology: A comprehensive treat. Weinheim VCH.
- Reiss J. 1976. Prevention of the formation of mycotoxins in whole wheat bread by citric and lactic acid. *Experientia*. 32:168
- Smulders F.J.M. and Woolthus C.H.J. 1983. Influence of two levels of hygiene in the microbiological condition of veal as a product of two slaughtering/processing sequences. *J. Food Prot.* 46:1032
- Tsang N., Post L.S. and Solberg M. 1985. Growth and toxin production by *Clostridium botulinum* in model acidified systems. *J. Food Sci.* 50:961
- Van der Marel G.M., Van Logtestijn J.G and Mossel D.A.A. 1988. Bacteriological quality of broiler carcasses as affected by in-plant lactic acid decontamination. *J. Food Microbiol.* 6:31
- Visser I.J.R., Koolmees P.A. and Bijker P.G.H. 1988. Microbiological conditions and keeping quality of veal tongues as affected by lactic acid decontamination and vacuum packaging. *J. Food Prot.* 51:208
- Woolford M.K. 1975. Microbiological screening of food preservative, cold sterilants and specific antimicrobial against as potential silage additives. *J. Sci. Food Agric.* 26:229
- Woolthus C.H.J and Smulders F.J.M. 1985. Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays. *J. Food Prot.* 48:832-837
- Zepeda C.M.G., Kastner C.L., Willard B.L., Phebus R.K., Schwenke J.R., Fijal B.A and Prasai R.K. 1994. "Gluconic acid as fresh beef decontaminant". *J. Food Prot.* 57: 956-962.

ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์

1. ความเป็นกรดต่าง (AOAC 1998)

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้ววัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดต่าง

2. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC 1998)

ชั่งตัวอย่างอาหารมา 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ ใส่ peptone water 225 มิลลิลิตร และผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่อง stomacher ให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ dilution 10^{-1} จากนั้นใช้ปิเปตดูดมา 1 มิลลิลิตรใส่ใน peptone water ที่อยู่ในหลอด 9 มิลลิลิตร ได้ dilution 10^{-2} แล้วทำเช่นเดิมจนได้ dilution 10^{-3} ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างในหลอด 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานที่อบฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ที่หลอมเหลวและยังอุ่นอยู่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายตัวอย่างกระจายไปทั่ว จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35–37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนี 30-300 โคโลนี

3. ปริมาณยีสต์และรา (AOAC 1998)

ชั่งตัวอย่างอาหารมา 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ ใส่ peptone water 225 มิลลิลิตร และผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่อง stomacher ให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ dilution 10^{-1} จากนั้นใช้ปิเปตดูดมา 1 มิลลิลิตรใส่ใน peptone water ที่อยู่ในหลอด 9 มิลลิลิตร ได้ dilution 10^{-2} แล้วทำเช่นเดิมจนได้ dilution 10^{-3} ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างในหลอด 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานที่อบฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ที่มีความเป็นกรดต่างเท่ากับ 3.5 ± 0.1 โดยใช้กรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นตัวปรับ ที่หลอมเหลวและยังอุ่นอยู่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายตัวอย่างกระจายไปทั่ว จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว บ่มที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 1^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 2-5 วัน นับจำนวนยีสต์และราโดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนี 30-300 โคโลนี

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์..... ก๋วยเตี๋ยว.....

คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่างและขีดเครื่องหมายเส้นตรง (|) ลงบนเส้นของแต่ละปัจจัยตามที่ท่านรู้สึกจากการชิม

1. ความแรงของกลิ่นกรด



2. ความชอบด้านกลิ่นกรด



3. รสเปรี้ยว



4. ความชอบด้านรสชาติ



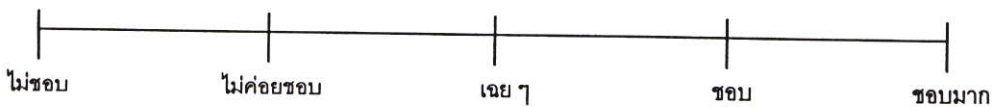
5. ความเหนียวของเส้น



6. ความชอบด้านเนื้อสัมผัส



7. การยอมรับรวม



ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การทดสอบเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer)

1. เครื่องมือ

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i (Stable Micro System, England)

2. วิธีการทดลอง

2.1 ทำการ calibrate force ก่อนทำการวัดทุกครั้ง

2.2 ประกอบชุดเครื่องมือสำหรับดึง ใช้หัววัดชนิด Spaghetti / noodle rig (A/SPR) เข้ากับเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

2.3 ทำการ calibrate probe ก่อนการวัด

2.4 นำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 วินาที ทิ้งเส้นที่ลวกแล้วไว้ 5 นาที เลือกเส้นที่มีความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มาพันที่หัววัด

เลือกรูปแบบการวัดเป็น

Test mode and option: Measure force in tension

Return to start

Parameter

Pre test speed 3.0 mm/s

Test speed 3.0 mm/s

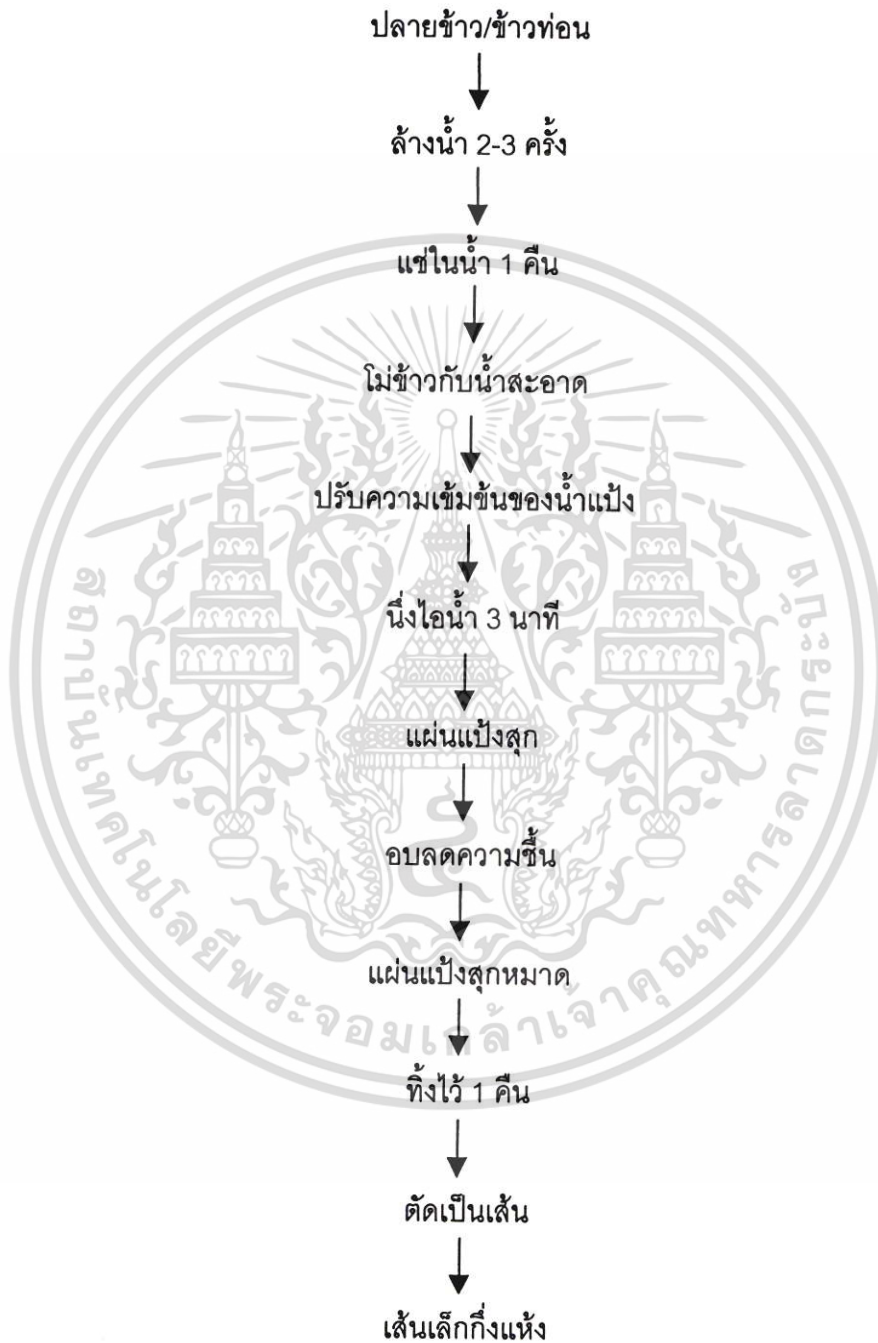
Post test speed 5.0 mm/s

Distance 100 mm

2.5 คำนวณหาค่าความต้านทานแรงดึงของตัวอย่างจาก Force-time curve ที่บันทึกโดยเครื่องรายงานค่าเป็นค่าแรงดึงสูงสุด (maximum force) มีหน่วยเป็นกรัม-แรง (gram.force, g.f)

ภาคผนวก ง

กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวของโรงงานผลิตก๋วยเตี๋ยวล้อเลียนงแซง จ.จันทบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายธงชัย พุฒทองศิริ เกิดวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วท.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2546



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้