รายงานฉบับสมบูรณ์

การลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Anatum บนเนื้อสุกรสดด้วยกรดอะซิติก

Reduction of *Salmonella* Anatum on fresh pork by acetic acid

โดย

รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง

เสนอ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พฤศจิกายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	X6
รายละเอียดข้อเสนอโครงการวิจัย	1
ความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Anatum	15
การยืนยันความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Anatum ในหลอดทดลอง	19
การเปลี่ยนแปลงสีและการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1%-3%	22
ระยะเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มเนื้อสุกรในสารละลายกรดอะซิติก : จำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตในเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มเนื้อสุกรในสารละลายกรดอะซิติกที่ระยะเวลาต่างๆ	29
ผลของการใช้กรดอะซิติกต่อการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดบดและเนื้อสุกรสุก	31
การลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสดด้วยกรดอะซิติกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อสุกร	34
สรุปผลการทดลอง	49
ภาคผนวก	50

RCH
TX
556
.P8
Q325D
เลขหมู่.....
79679
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี 10 เม.ย. 2551

b.11895111
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การวาง Paper disc บนจานอาหาร TSA	15
2	บริเวณใสของเชื้อ S. Anatum ที่เกิดขึ้นจากการทดสอบด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% 2% และ 3%	16
3	การลดลงของเชื้อ S. Anatum ในอาหารเหลว TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1.0% - 2.0% ในระยะเวลา 0 – 90 นาที	20
4	การลดลงของเชื้อ S. Anatum ในอาหารเหลว TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 2.1% - 3.0% ในระยะเวลา 0 – 90 นาที	21
5	ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲)2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์	25
6	ค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (———) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์	26
7	ค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์	26
8	ค่าการสูญเสียน้ำ (%) ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (———) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 สัปดาห์	28
9	ตัวอย่างการเตรียมเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที เพื่อการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส : (ก) เนื้อสุกรสดบด; (ข) เนื้อสุกรบดต้มสุก	31
10	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดบดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที	32
11	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรบดต้มสุกที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที	33
12	จำนวนเชื้อ S. Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲)เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (———) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	จำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲)เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์	37
14	ค่า pH ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์	38
15	ค่า pH ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์	39
16	ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์	40
17	ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์	41
18	ค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์	42
19	ค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์	42
20	ค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์	43
21	ค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์	44
22	ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์	46
24	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม	47
25	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรต้มสุกที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า pH และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของ บริเวณใสโดยเฉลี่ยในการยับยั้งการเจริญของ *S. Anatum* ของกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ด้วยวิธี Disc agar diffusion	17
2	สีของเนื้อสุกรสดที่วัดในระบบ Hunter (L a b) หลังจากจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 1%-3% เป็นเวลา 1 นาที	24
3	ค่า pH ค่าสี L และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่รอดชีวิต (log cfu/g) บนเนื้อสุกรสดหลังผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1% ในระยะเวลาต่างๆ	30
4	คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรสดบด	32
5	คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรบดต้มสุก	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Anatum ด้วยวิธี Disc agar diffusion พบว่า กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1 - 3% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ S. Anatum ได้ และเมื่อศึกษายืนยันในระดับหลอดทดลองด้วยอาหารเหลว Trypticase soy broth (TSB) ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1-3% พบว่า ที่ความเข้มข้น 2.1%-3.0% (มีค่า pH ตั้งแต่ 3.77-3.58) ทำให้เชื้อ S. Anatum ตายภายในเวลา 30 นาที ในขณะที่อาหารเหลว TSB ที่มีกรดอะซิติกเข้มข้น 1% (มี pH 4.05) ต้องใช้เวลา 55 นาที ในการลดจำนวนเชื้อ S. Anatum ลง 1 log cfu/ml เมื่อนำเนื้อสุกรสดส่วนสันนอกมาจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1-3% เป็นเวลา 1 นาที แล้วบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าหลังจากจุ่มเนื้อสุกรสดลงในสารละลายกรดอะซิติกแล้ว เนื้อสุกรที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศจะมีสีซีดขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของกรดอะซิติกสูงขึ้นจะส่งผลให้เนื้อสุกรสดมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น ($P \leq 0.05$) โดยการเก็บภายใต้สภาวะสุญญากาศทำให้สูญเสียน้ำมากกว่าการเก็บภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% จึงเหมาะที่จะใช้ในการลดจำนวนเชื้อ S. Anatum บนเนื้อสุกรสดพร้อมกับยังคงคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับได้ ในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มพบว่าการจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกนาน 2 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้และมีผลเสียต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุด จำนวนเชื้อ S. Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดหลังผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที มีจำนวนเชื้อลดลง 0.4 log cycle และจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตมีการเพิ่มจำนวนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การเก็บรักษาภายใต้สภาวะปกติมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตไม่แตกต่างจากการบรรจุภายใต้สุญญากาศ ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้กรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ S. Anatum ทำให้เนื้อสุกรสดมีอายุการเก็บได้นาน 7 วัน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บได้เพียง 1 วัน เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดและต้มสุก พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนคุณลักษณะต่างๆ ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกไม่แตกต่างกันกับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

This study was conducted to determine the efficacy of acetic acid in reduction of *Salmonella* Anatum and effect on color and drip loss of fresh pork loin. Acetic acid was evaluated for antimicrobial activity on *S.* Anatum by using disc diffusion method and *in vitro* in trypticase soy broth (TSB). The results from disc diffusion method showed that 1-3% acetic acids could inhibit the growth of *S.* Anatum with the presence of a clear zone surrounding a paper disc. The survival patterns of *S.* Anatum were determined in TSB containing various concentrations of 1-3% acetic acid. Treatments containing 2.1-3.0% acetic acid with pH 3.77-3.58, respectively, resulted in bactericidal effect in 30 minutes while 1.0% acetic acid with pH 4.05 took 55 minutes to reduce *S.* Anatum for 1 log cycle. Pork loins were dipped in 1-3% acetic acid solution for a minute and packed in normal atmosphere and vacuum, then, stored at 4°C. Instrumental color measurement and drip loss were determined at 0, 1, 3 and 7 day. After dipping fresh pork loin in acetic acid, color of pork loins becomes lighter in either vacuum or normal package. At higher acetic acid concentration, drip loss in fresh pork loin increased ($P \leq 0.05$). Vacuum packaging could cause more drip loss than normal packaging. Therefore, fresh pork loin dipped in 1% acetic acid was recommended as suitable concentration for reduction of *S.* Anatum with acceptable quality. Then, the dipping time of fresh pork loin was determined. The 2 min. of dipping time showed the good efficacy of acetic acid in reduction of *S.* Anatum but provided the most unacceptable from panelists. However, the 2 sec. of dipping time in 1.0% acetic acid solution caused the 0.4 log cycle reduction of *S.* Anatum. The survival of *S.* Anatum during storing was further investigated. At 4°C of storing temperature, the dipped fresh pork loin was kept for 7 days while only 1 day at room temperature (approx. 30 - 32°C). By sensory evaluation study of fresh and cooked pork loin, there were significantly acceptable between samples with or without dipping in 1% acetic acid solution for 2 second ($P \leq 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

แบบ ว-1ด

(ฉบับปรับปรุงปี 2547)

แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)

ประกอบการเสนอของบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549

ส่วน ก : *ลักษณะโครงการวิจัย*

◯ *โครงการวิจัยใหม่*

◯ *โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา....ปี ปีนี้เป็นปีที่..... รหัสโครงการวิจัย.....*

- **โปรดระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับแผนการวิจัยแบบบูรณาการประจำปี พ.ศ. 2549 ซึ่งประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์** (กรุณาจัดเรียงลำดับความสอดคล้องจากมากที่สุดไปสู่น้อยที่สุด โดยระบุหมายเลข 1-5 ทั้งนี้ ถ้ามีความสอดคล้องมากที่สุดจะเป็นยุทธศาสตร์หลัก ให้ระบุหมายเลข 1)

☐ ยุทธศาสตร์ความมั่นคงของชาติ การต่างประเทศ และการอำนวยความยุติธรรม

☑ ยุทธศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ

☐ ยุทธศาสตร์การพัฒนาทุนทางสังคม แก้ไขปัญหาความยากจนและยกระดับคุณภาพชีวิต

☐ ยุทธศาสตร์การเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ

☐ ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการประเทศ

☐ อื่น ๆ (ถ้ามี)

<u>ส่วน ข</u> : **องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย**

1. ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์

(ภาษาไทย) การลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Anatum บนเนื้อสุกรสดด้วยกรดอะซิติก

(ภาษาอังกฤษ) Reduction of *Salmonella* Anatum on fresh pork by acetic acid

2. ผู้ดำเนินการ

2.1 ชื่อนักศึกษา

รหัสนักศึกษา	ชื่อ – นามสกุล
47063208	นางสาวนุชนภางค์ กุดแก้ว

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร. วราวุฒิ ครูส่ง อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

3. สถานที่ดำเนินการ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. ที่มาและความสำคัญ

เนื้อสัตว์เป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีการบริโภคกันมากในทุกครัวเรือนและใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากเนื้อสัตว์เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของร่างกาย และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพเนื่องจากประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่ร่างกายต้องการ เนื้อสัตว์ที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ สุกร โค กระบือ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเนื้อแดง นอกจากนี้ยังรวมถึงเนื้อจากสัตว์ปีก เช่น ไก่ เป็ด ห่าน เป็นต้น สินค้าในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์จึงมีอยู่หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อสด เนื้อปรุงแต่ง เนื้อแปรรูป เนื้อขึ้นรูปใหม่และเนื้อกระป๋อง (จุฑารัตน์, 2540) คุณภาพของเนื้อสัตว์จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคซึ่งปัจจัยหนึ่งที่แสดงถึงคุณภาพที่ดีของเนื้อสัตว์และเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าคือคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์และเป็นสิ่งที่ยืนยันความปลอดภัยของผู้บริโภค

เมื่อเนื้อสัตว์แปรรูปมาจากสัตว์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตจึงพบว่าตัวสัตว์เองก็เป็นแหล่งของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ และเมื่อกล้ามเนื้อถูกแปรรูปมาเป็นเนื้อสัตว์แล้วก็มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ในระหว่างกระบวนการฆ่าและการชำแหละซากหรือจากอวัยวะภายในได้ นอกจากนี้เนื้อสัตว์เองก็มีคุณลักษณะที่เหมาะสมคือประกอบด้วยสารอาหารทั้งโปรตีน ไขมัน วิตามินและน้ำที่ทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดี และค่าความเป็นกรดของเนื้อสัตว์อยู่ที่ 5.6-5.8 (เยาวลักษณ์, 2536) ซึ่งเป็นสภาวะที่จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถเจริญได้หากนำไปแปรรูปที่ด้วยกระบวนการที่ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้จะทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายเนื่องจากโรคอาหารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในที่สุด

ดังที่กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตเนื้อสัตว์ที่ปลอดภัย ได้จัดทำโครงการเนื้อสัตว์อนามัย เพื่อรณรงค์ให้เกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตเนื้อสัตว์ที่ได้มาตรฐานและให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัย ซึ่งเนื้อสัตว์อนามัยนี้ หมายถึงเนื้อสุกร เนื้อสัตว์ปีกรวมทั้งเครื่องในที่อยู่ในสภาพแช่เย็นหรือแช่แข็งและมีความปลอดภัยจากสารตกค้างและปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้มาตรฐานของโครงการเนื้อสัตว์อนามัยเป็นเกณฑ์ตัดสิน การปลอดภัยจากสารตกค้าง ได้แก่ สารตกค้างยาสัตว์ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะยาซัลฟาเมทธาซีน (Sulfamethazine) ในเนื้อสุกรและเนื้อสัตว์ปีก สารตกค้างยาฆ่าแมลงกลุ่มออกาโนคลอรีน (Organochlorinated insecticides) ในเนื้อสุกรและเนื้อสัตว์ปีก สารตกค้างเบต้า-อะโกนิสต์ (ß-agonist) ในเนื้อสุกร รวมถึงสารบอแรกซ์ (Borax) ในเนื้อสุกรและเนื้อสัตว์ปีก และที่สำคัญคือต้องมีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์โดย ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ (www.natres.psu.ac.th)ได้แก่

- เชื้อจุลินทรีย์โดยรวมในเนื้อสัตว์ ที่ 30 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 5.0×10^6 cfu/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เชื้อ *Staphylococcus aureus*ในเนื้อสัตว์ที่ 30 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 1.0×10^2 cfu/g

- ปราศจากเชื้อ *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Paratyphimurium และ *Salmonella* Enteritidis

จะเห็นได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ *Salmonella* spp. เป็นกลุ่มที่ต้องให้ความสำคัญมากเพราะเป็นเชื้อที่ไม่ยอมให้มีอยู่ในเนื้อสัตว์เลย นอกจากนี้ในมาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ในระดับนานาชาติ เช่น สหภาพยุโรป ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ได้ระบุว่าในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะต้องไม่พบ *Salmonella* spp. เช่นกัน (Todd, 2003) เนื่องจาก *Salmonella* spp. เป็นจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและในปัจจุบันรัฐบาลพยายามผลักดันให้ประเทศไทยมีสถานะภาพเป็นครัวของโลก จึงต้องมีการประเมินถึงความปลอดภัยของอาหารที่ผลิตขึ้นให้มากที่สุด

การควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือการลดอุณหภูมิให้ต่ำไม่ว่าจะเป็นการแช่เย็นหรือแช่เยือกแข็ง หรือมีการบรรจุชิ้นเนื้อในสภาพของการปรับเปลี่ยนบรรยากาศซึ่งยังคงมีจุลินทรีย์บางชนิดไม่ถูกทำลายและพบว่ายังคงมีจุลินทรีย์ก่อโรคหลงเหลืออยู่ โดย Dykes และคณะ (2001) ได้ตรวจสอบเนื้อวัวที่มีการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* O157:H7 และ *Salmonella* spp. ลงไปแล้วบรรจุแบบสุญญากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เก็บที่อุณหภูมิ (-)1.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อเลียนแบบสภาวะของการจำหน่ายเนื้อวัวในทางการค้า แล้วศึกษาอายุการเก็บในระยะยาวพบว่าหลังการเก็บเนื้อที่อุณหภูมิ (-)1.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีการเจริญของ *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium และ *S.* Brandenberg ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อมา Chang และคณะ (2003) ชี้ให้เห็นว่าการลดอุณหภูมิของซากสุกรด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและการแช่แข็งที่ (-)20 องศาเซลเซียส ยังคงมี *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *S.* Typhimurium และ *Campylobacter coli* หลงเหลืออยู่ หลังจากนั้น Holley และคณะ (2004) ได้ยืนยันว่ามีการตรวจพบแบคทีเรียในจีนัส Enterobacteriaceae ในเนื้อสุกรที่เก็บที่อุณหภูมิ (-)1.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วัน อีกทั้งยังรายงานเพิ่มเติมว่าการลดอุณหภูมิร่วมกับการปรับเปลี่ยนบรรยากาศในการบรรจุไม่สามารถทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ จึงใช้วิธีอื่นร่วมในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น การใช้กรดอินทรีย์เพื่อปรับค่าพีเอช การใช้ความร้อน การฉายรังสี รวมถึงการใช้สารเติมแต่งเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เป็นต้น การใช้วิธีการหลายวิธีร่วมกันเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคบนเนื้อสัตว์ ซึ่งวิธีการแต่ละวิธีดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ได้แตกต่างกันและมีกลไกการทำงานที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามปัจจัยหนึ่งที่สามารถกระทำได้ง่ายคือการควบคุมค่า pH ด้วยการใช้กรดอินทรีย์เพื่อยืดอายุการเก็บของเนื้อสุกรและให้ความปลอดภัยกับผู้บริโภคมากขึ้น

5. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1 ผลของการใช้กรดอะซิติกในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Anatum บนเนื้อสุกรสด

5.2 ผลของการใช้กรดอะซิติกและสภาวะการเก็บรักษาต่ออายุการเก็บรักษาของเนื้อสุกรสด

5.3 ผลของการใช้กรดอะซิติกต่อการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรหลังการปรุงสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตรวจเอกสาร

6.1 ความสำคัญของ *Salmonella* spp.

6.1.1 คุณลักษณะของ *Salmonella* spp.

Salmonella spp. เป็นแบคทีเรียในแฟมิลี *Enterobacteriaceae* แกรมลบ เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อน มีแฟลกเจลลา สามารถเจริญได้ในที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจน ส่วนใหญ่สามารถใช้น้ำตาลกลูโคสแล้วให้กรดและก๊าซได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ซิเตรตเป็นแหล่งคาร์บอนได้ เชื้อสามารถเจริญที่อุณหภูมิ 5-47 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 35-37 องศาเซลเซียส และ pH 4.5-9.0 โดย pH ที่เหมาะคือ 6.5-7.5 (D'Aoust, 1989) พบอยู่ในลำไส้หรือทางเดินอาหารของคนและสัตว์ รวมทั้งสิ่งแวดล้อม การได้รับเชื้อ *Salmonella* spp. เป็นสาเหตุของการเกิดโรคซาลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) ซึ่งการได้รับเชื้อ *S.* Typhimurium จะทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นในทางเดินอาหาร (Gastroenteritis) เชื้อจะมีระยะเวลาการฟักตัว 5 ชั่วโมงถึง 5 วัน และผู้ป่วยจะแสดงอาการภายใน 12-36 ชั่วโมงหลังจากได้รับเชื้อ ในรายที่ได้รับเชื้อปริมาณมากหรือไวต่อเชื้อก็จะแสดงอาการเร็วขึ้น ซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการท้องร่วง แบบทั้งเป็นน้ำหรือเป็นมูกเลือด ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน มีไข้เล็กน้อย ปวดศีรษะ หนาวและอ่อนเพลีย ผู้ป่วยจะแสดงอาการอยู่ 2-5 วัน แต่เมื่อได้รับเชื้อ *S.* Typhi และ *S.* Paratyphi ซึ่งมีระยะฟักตัว 7-28 วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อที่ได้รับแต่โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 14 วัน ทำให้เป็นไข้ไทฟอยด์ (Enteric fever) ผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูงเป็นเวลานาน หนาวสั่น ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ปวดท้อง คันตามเนื้อตัว มีผื่นขึ้นตามลำตัวและแผ่นหลัง ในผู้ป่วยบางรายจะมีเลือดออกในช่องท้อง ประสาทการรับรู้ลดลงและเพ้อ ผู้ป่วยจะฟื้นไข้ภายใน 1-8 สัปดาห์ แต่ยังคงอยู่ในภาวะการเป็นพาหะอยู่หลายเดือนถึงหลายปี นอกจากนี้ยังพบว่า *Salmonella* spp. ยังสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อในกระแสเลือด (Salmonella septicemia) ซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูง หนาวสั่น ปวดหลัง ปวดท้อง อ่อนเพลีย น้ำหนักลดและโลหิตจาง ทั้งนี้จะไม่มีอาการที่บริเวณลำไส้ (ICMSF, 1996)

6.1.2 การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. บนเนื้อสัตว์

ตามข้อกำหนดในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ที่ได้กำหนดให้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ต้องปราศจากเชื้อ *Salmonella* spp. ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิถีการปนเปื้อนของเชื้อบนเนื้อสัตว์ ดังเช่น Bolton และคณะ (2002) ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำล้างทำความสะอาดสุกรขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ และการล้างทำความสะอาดซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าโดยทำการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *Salmonella* spp. ที่ผิวของเนื้อส่วนสะโพก เนื้อสามชั้นและเนื้อบริเวณคอ ซึ่งพบว่าบริเวณของสะโพก เนื้อสามชั้นและเนื้อบริเวณคอมีแนวโน้มของจำนวนจุลินทรีย์ไปในทิศทางเดียวกันคือ หลังจากการแทงคอจะพบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด และหลังจากขั้นตอนการลนไฟจะมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด แต่เมื่อทำการล้างทำความสะอาดซากก่อนที่จะเอาอวัยวะภายในออกกลับทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงขึ้น และหลังจากการเอาอวัยวะภายในออกและการล้างทำความสะอาดครั้งสุดท้ายก็ทำให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากขึ้น และเมื่อวิเคราะห์ถึงการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ที่ขั้นตอนต่างๆ ของการฆ่าพบว่ามีการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ที่ตัวสุกรก่อนที่จะขนส่งมายังโรงฆ่าสูงถึง 27% แล้วแต่การใช้น้ำล้างทำความสะอาดสุกรก่อนที่จะทำการฆ่าทำให้ตรวจพบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. เหลืออยู่เพียง 10% อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการฆ่าบางจุดยังมีการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ได้ คือขั้นตอนการแทงคอและการล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำความสะอาดซากก่อนที่จะเอาอวัยวะภายในออก จะเห็นได้ว่าตัวสุกรเองก็เป็นแหล่งของจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนมายังเนื้อสุกรสดได้ นอกจากนี้การล้างทำความสะอาดสุกรขณะที่ยังมีชีวิตอยู่และการล้างทำความสะอาดซากด้วยน้ำไม่สามารถลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้

Pala และ Sevilla (2004) ได้ประเมินถึงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staph. aureus* บนผิวเนื้อสุกรที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว รวมถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตัดแต่ง โดยพบว่าเนื้อสุกรส่วนสะโพก ไหล่และสันนอกมีการปนเปื้อนของเชื้อทั้งสองชนิด และเมื่อทำการประเมินจุลินทรีย์ที่อุปกรณ์และเครื่องมือในการตัดแต่งซากที่ใช้งานแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่ามีการเจริญของ *Staph. aureus* 15.50% แต่ไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ขณะเดียวกัน Pearce และคณะ (2004) ได้ทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรที่ผ่านการตัดแต่งในโรงฆ่าที่แยกส่วน เพื่อกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในระบบ HACCP ของโรงฆ่าสุกร ซึ่งพบว่าเนื้อสุกรบริเวณสะโพก เนื้อสามชั้นและบริเวณคอในระหว่างกระบวนการฆ่ามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และในขั้นตอนของการแทงคอจะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด และหลังจากการเอาเลือดออกตรวจพบ *Salmonella* spp. ถึง 31% แต่หลังจากการลวกซากตรวจพบ *Salmonella* spp. เพียง 1% อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านขั้นตอนการขูดขนทำให้การตรวจพบ *Salmonella* spp. เพิ่มขึ้นจนถึง 7% จึงชี้ให้เห็นได้ว่าในขั้นตอนของการแทงคอ การขูดขนและการเอาอวัยวะภายในออกเป็นจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในระบบ HACCP ในโรงฆ่าสัตว์

นอกจากนี้ยังมีการปนเปื้อนของ *E. coli* O157:H7 และ *Salmonella* spp. ที่ผิวของเนื้อวัวบริเวณสะโพก พื้นท้องและอก (Reid และคณะ, 2002) ส่วนเนื้อวัวที่ขายปลีกอยู่ที่ร้านขายเนื้อที่ในห้างสรรพสินค้ายังคงมีการปนเปื้อนของ *E. coli* O157:H7 ทั้งที่มีกระบวนการแช่แข็งและการบรรจุแบบปรับเปลี่ยนบรรยากาศ (Cagney และคณะ, 2004)

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ร่วมกับกรุงเทพมหานครได้ศึกษาการปนเปื้อนของ Enteropathogenic bacteria ในปี พ.ศ. 2514 และ 2515 จากอาหารในภัตตาคารและร้านอาหารในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 501 และ 217 ตัวอย่างตามลำดับ พบว่ามีการปนเปื้อนของ Salmonella spp. ถึง 399 ตัวอย่างและ 11 ตัวอย่างตามลำดับ โดยเซโรวาร์ที่พบได้แก่ *S.* Derby, *S.* Anatum, *S.* Lexington, *S.* Newport, *S.* Thompson, *S.* Weltevreden และ *S.* Bovismorbificans นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในแหนมจำนวน 217 ตัวอย่าง ในปี พ.ศ. 2515 พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. 27 ตัวอย่างและเซโรวาร์ที่พบคือ S. Derby, S. Anatum, S. Bovismorbificans, *S.* Lexington, S. Stanley, S. Newport, S. Montevideo และพบ S. Wandsworth เป็นครั้งแรกในประเทศไทย ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2519-2520 พบว่ามีการระบาดของเซโรวาร์นี้ในเด็กแรกเกิดหลายโรงพยาบาลเขตกรุงเทพมหานคร (รัตนสุดา, 2521)

จากการศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในสุกรโดยศูนย์ Salmonella & Shigella กองพยาธิวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งตัวอย่างสุกรทั้งหมดเก็บจากฟาร์มในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างจากอุจจาระจำนวน15 ตัวอย่าง ลำไส้ 243 ตัวอย่างและตับ 16 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างอุจจาระคิดเป็น 12.3% ลำไส้ 20% และตับ 56.3% ซึ่งจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้เป็น *S.* Choleraesuis, *S.* Anatum, *S.* Krefeld, *S.* Derby, *S.* Weltervreden, *S.* Agona, *S.* Typhimurium, *S.* Cerro, *S.* Ohio และ *S.* Montevideo นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกรสด โดยเก็บตัวอย่างจากตลาด 50 แห่ง ในจังหวัดชลบุรี พบว่ามีการปนเปื้อนถึง 90% จำแนกได้เป็น *S.* Derby, *S.* Krefeld, *S.* Agona, *S.* Rissen, *S.* Cerro, *S.* Lexington, *S.* Stanley, *S.* Anatum, *S.* London, *S.* Panama, *S.* Albany, *S.* Bovismorbificans และ *S.* Enteritidis (อรุณและคณะ, 2537) ส่วนการศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. จากตัวอย่างเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดราชบุรีจำนวน 220 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างเนื้อสุกรสด 110 ตัวอย่างและลำไส้เล็ก 110 ตัวอย่างพบว่ามีการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ถึง 37 ตัวอย่าง เซโรวาร์ที่พบมากในตัวอย่างเนื้อสุกรสดคือ *S.* Anatum, *S.* Krefeld, *S.* Panama, *S.* Derby, *S.* Lexington ตามลำดับ ส่วนเซโรวาร์ที่พบมากในตัวอย่างลำไส้เล็กคือ *S.* Anatum, *S.* Derby, *S.* Krefeld, *S.* Panama และ *S.* Rissen ตามลำดับ (วันทนาและคณะ, 2544)

ส่วนอาหารพร้อมปรุงที่จำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ตก็พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษเช่นกัน กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2543) ได้เก็บตัวอย่างอาหารพร้อมปรุงจำนวน 173 ตัวอย่างจากซุปเปอร์มาร์เก็ตในกรุงเทพมหานคร นนทบุรีและปทุมธานี พบว่ามีอาหารจำนวน 105 ตัวอย่างซึ่งคิดเป็น 60.69% ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เชื้อที่พบมากที่สุดคือ *Salmonella* spp. จำนวน 100 ตัวอย่าง คิดเป็น 57.80% รองลงมาได้แก่ *Clostridium perfringens* จำนวน 36 ตัวอย่าง และ *Staph. aureus* จำนวน 31 ตัวอย่าง สำหรับ *Salmonella* spp. พบว่าเซโรวาร์ที่พบมาก 5 อันดับแรก ได้แก่ *S.* Anatum, *S.* Rissen, *S.* Typhimurium, *S.* Panama และ *S.* London

6.2 การลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ด้วยกรดอินทรีย์

6.2.1 การใช้กรดแลกติก

การใช้กรดอินทรีย์ในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีมานานแล้ว Greer และ Dilts (1995) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคบนเนื้อสุกร ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 3% อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่ากรดแลกติกสามารถลดจำนวนของเชื้อ *L. monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* และ *Aeromonas hydrophillia* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ ในขณะที่คมแข (2540) ได้ศึกษาการใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้นสามระดับ ได้แก่ 1% 2% และ 3% ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับผิวของซากสุกร พบว่าหลังจากฉีดพ่นกรดแลกติกลงบนผิวซากสุกรเป็นเวลา 5 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมงแล้ว จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากก่อนฉีดพ่นกรดแลกติก และเมื่อความเข้มข้นของกรดแลกติกเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน จากนั้น ผุสดี (2543) ระบุว่าการใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้น 2% และเก็บรักษาเนื้อสุกรไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวน *S.* Derby ได้ แต่เมื่อเก็บรักษาเนื้อสุกรไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่ากรดแลกติกไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ *S.* Derby ได้ แต่การใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้น 2% และเก็บรักษาเนื้อสุกรไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ15 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนเชื้อ *Staph. aureus* ที่อาจมีการปนเปื้อนมาจากผิวหนังของพนักงานที่ทำการชำแหละซากได้ นอกจากนี้ Ozdemir และคณะ (2005) ศึกษาการยับยั้งการเจริญของ S. Typhimurium และ *L. monocytogenes* บนเนื้อวัวด้วยกรดแลกติกที่มีความเข้มข้น 1% และ 2% ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าในช่วงเวลา 0-1 วันแรก จำนวน S. Typhimurium ลดลงไม่มากนัก แต่เมื่อถึงวันที่ 5 กรดแลกติก 2% สามารถลดจำนวน S. Typhimurium ได้ถึง 1.14 log cycle และกรดแลกติกยังสามารถยับยั้งการเจริญของ *L. monocytogenes* ได้ดี สังเกตได้จากการลดลงของจำนวนเชื้อตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 5 ซึ่งพบว่ากรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญของ *L. monocytogenes* ได้ดีกว่า S. Typhimurium

ในขณะที่ Nissen และคณะ (2001) ได้รายงานการศึกษากระบวนการปรับเปลี่ยนสภาวะการเก็บแบบสุญญากาศด้วยวิธีการใช้ไอน้ำ (Steam vacuuming) ร่วมกับการใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ต่อการควบคุมการเจริญของ *E. coli* O157:H7 บนเนื้อวัว เชื้อ *Y. enterocolitica* บนเนื้อสุกรและเชื้อ S. Enteritidis บนเนื้อไก่ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่ากระบวนการดังกล่าวไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้งสามชนิดนี้ได้ จากนั้น Stivarius และคณะ (2002) ได้ศึกษาผลของกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 5% เพื่อยับยั้งการเจริญของ S. Typhimurium และ *E. coli* บนเนื้อวัวซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส *E. coli* ในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 6.69 log cfu/g เมื่อใช้กรดแลกติก 5% บนเนื้อวัวพบว่ายังคงมี *E. coli* อยู่ 6.03 log cfu/g ส่วน S. Typhimuriumในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 5.89 log cfu/g เมื่อใช้กรดแลกติก 5% บนเนื้อวัวพบว่ายังมี S. Typhimurium เจริญอยู่ 5.67 log cfu/g จะเห็นได้ว่ากรดแลกติกไม่สามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้

6.2.2 การใช้กรดอะซิติก

นอกจากกรดแลกติกแล้วยังมีการใช้กรดอะซิติกเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ Bell และคณะ (1986) ได้รายงานว่าการจุ่มเนื้อวัวในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.2% เป็นเวลา 10 วินาที แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 ชั่วโมง สามารถลดจำนวนเชื้อ S. Typhimurium ลงได้ 73.3% แต่การจุ่มในน้ำกลั่นสามารถลดจำนวนเชื้อดังกล่าวได้เพียง 42.1% ในขณะที่ Mendonca และคณะ (1989) ระบุว่าการแช่เนื้อสุกรในกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 2 นาทีแล้วบรรจุลงในถุงภายใต้สภาวะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ตรวจพบจำนวนแบคทีเรียในแฟมิลี *Enterobacteriaceae* น้อยกว่าการแช่เนื้อสุกรลงในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4ต่อมา Bell และคณะ (1997) ได้เปรียบเทียบระหว่างการการฉีดพ่นชิ้นเนื้อวัวด้วยน้ำกลั่น และกรดอะซิติกเข้มข้น 1% เป็นเวลา 15 วินาทีต่อการลดลงของ *E. coli*, *L. innocua* และ S. Wentworth พบว่ากรดอะซิติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ดังกล่าวได้มากกว่าน้ำกลั่น ซึ่ง S. Wentworth ถูกลดจำนวนลงด้วยกรดอะซิติกได้มากที่สุดทั้งบนเนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อ จะเห็นได้ว่านอกจากสายพันธุ์ของแบคทีเรียที่ต่างกันแล้วบนเนื้อเยื่อต่างชนิดกันย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพของการลดจำนวนจุลินทรีย์ต่างกันด้วย จากนั้น Stivarius และคณะ (2002) ศึกษาการใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 5% ในการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* และ S. Typhimurium บนชิ้นเนื้อวัวซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ากรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 5% สามารถลดจำนวนของ *E. coli* ลงได้ 0.9 log cfu/g และลดจำนวน S. Typhimurium ลงได้ 1.47 log cfu/g ซึ่ง Ammor และคณะ (2004) ได้รายงานว่ากรดอะซิติกที่มีค่า pH 5.4 สามารถยับยั้งการเจริญของ *L. monocytogenes* ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 เปรียบเทียบผลการลดจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างการใช้กรดแลกติกและกรดอะซิติก

Dorsa และคณะ (1997) ได้เปรียบเทียบผลของกรดอะซิติกและกรดแลกติกต่อ *E. coli* O157:H7 และ *L. innocua* บนผิวซากวัว โดยถ่ายเชื้อดังกล่าวจำนวน 10^5 cfu/ml ลงไปบนซากแล้วใช้สารละลายกรดอะซิติกและสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1.5 และ 3% ซึ่งมีอุณหภูมิ 32±2 องศาเซลเซียสและฉีดพ่นลงบนผิวซากเป็นเวลา 15 วินาที แล้วเก็บซากแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่ากรดทั้งสองชนิดและทั้งสองระดับความเข้มข้นสามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ลงไปเหลืออยู่ที่ 1.3 log cfu/cm^2 ได้ทันทีหลังจากฉีดพ่นกรดลงบนซาก และเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจนถึง 21 วัน ไม่พบการเพิ่มจำนวนของ *E. coli* O157:H7 และพบว่ากรดอะซิติกและกรดแลกติกทั้งสองระดับความเข้มข้นสามารถลดจำนวน *L. innocua* ลงได้ทันทีหลังการฉีดพ่นกรดเช่นกัน แต่หลังจากวันที่ 14 ไปแล้ว *L. innocua* มีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนได้บนซากที่ฉีดพ่นด้วยกรดแลกติก 1.5%

ต่อมา Dorsa และคณะ (1998) ศึกษาการใช้กรดอะซิติกและกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 2% โดยมีการถ่ายเชื้อ *E. coli* O157:H7, *L. innocua* และ *S.* Typhimurium ลงไป 2 ระดับคือระดับสูงที่ 5 log cfu/cm^2 และระดับต่ำที่ 2.5 log cfu/cm^2 ลงบนเนื้อวัวส่วนคอแล้วฉีดพ่นกรดที่มีอุณหภูมิ 32±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ากรดแลกติกและ กรดอะซิติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ดังกล่าวลงได้ โดยที่การลดจำนวนลงของจุลินทรีย์ดังกล่าวด้วยกรดทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากนั้น Fang และ Tsai (2003) ได้ศึกษาถึงการใช้กรดแลกติกและกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% 1.5% และ 2% เพื่อลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ในเนื้อวัวบดที่มีการถ่ายเชื้อลงไป 5 log cfu/ml แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วันและเก็บที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าในเนื้อวัวบดที่เก็บที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% 1.5% และ 2% สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ได้ดีกว่ากรดแลกติกที่ความเข้มข้นเดียวกัน ส่วนเนื้อวัวบดที่เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ากรดอะซิติกทั้ง 3 ความเข้มข้นสามารถลดจำนวนเชื้อได้ดีกว่ากรดแลกติกและพบว่ากรดอะซิติกมีความสามารถในการลดจำนวนเชื้อได้ดีที่สุดในสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ศึกษา

6.2.4 การใช้กรดชนิดอื่นๆ และการใช้กรดร่วมกับสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

นอกจากกรดแลกติกและกรดอะซิติกแล้วยังมีการนำกรดอินทรีย์ชนิดอื่นเข้ามาร่วมในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ ดังที่ Dubal และคณะ (2004) ได้ศึกษาการใช้กรดแลกติกเข้มข้น 2% เปรียบเทียบกับการทำงานร่วมกันของกรดอะซิติกที่เข้มข้น 1.5% และกรดโพรพิโอนิกเข้มข้น 1.5% ต่อการเจริญของเชื้อ *Staph. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* และ *S.* Typhimurium บนเนื้อแกะที่เก็บที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อดังกล่าวจะมีความไวต่อการใช้กรดอะซิติกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกมากกว่าการใช้กรดแลกติกเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการใช้กรดทำให้คุณภาพทางด้านสีและกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป

ในขณะที่ Bell และคณะ (1997) ได้ทดสอบการใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% เพียงอย่างเดียวและการใช้กรดอะซิติก 1%ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) 3% กับซากเนื้อวัว พบว่าการใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% เพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli*, *L. innocua* และ *S.* Wentworth ลงได้ แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าการใช้กรดกรดอะซิติกร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เนื่องจากกลไกการเสริมฤทธิ์กันในรูปของกรดเปอร์ออกซี่อะซิติก (Peroxyacetic acid) จะเห็นได้ว่าเริ่มมีการใช้กรดอินทรีย์ร่วมกับสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์มากขึ้น หลังจากนั้น Pohlman และคณะ (2002) ได้ระบุว่าการใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 5% ร่วมกับ เซทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (Cetylpyridinium chioride) 0.5% สามารลดจำนวน *E. coli* และ *S.* Typhimurium บนชิ้นเนื้อวัวตัดแต่งแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้ แต่วิธีการดังกล่าวยังคงทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ

6.3 กลไกการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ด้วยกรดอินทรีย์

กลไกการยับยั้งหรือการทำลายจุลินทรีย์ของกรดขึ้นอยู่กับผลจากการลดค่า pH ปริมาณการแตกตัวของกรดและโครงสร้างโมเลกุลของกรด

เมื่อโมเลกุลของกรดเกิดการแตกตัวให้โปรตอน ส่งผลให้ค่า pH ของสภาวะลดลง ซึ่งค่าการแตกตัวของกรดขึ้นอยู่กับค่า pK_a ของกรดแต่ละชนิด ถ้ากรดที่ใช้เป็นกรดแก่เมื่อมีการแตกตัวหมดจะทำให้ค่า pH ลดลงอย่างมาก แต่ถ้าเป็นกรดอ่อนซึ่งแตกตัวได้เพียงบางส่วนผลคือกรดอ่อนจะมีคุณสมบัติของการเป็นบัฟเฟอร์และมีโมเลกุลของกรดที่ไม่แตกตัว ซึ่งโมเลกุลที่ไม่แตกตัวนี้สามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้โดยแพร่เข้าทางเซลล์เมมเบรนส่วนที่ชอบไขมัน เมื่อกรดเข้าสู่เซลล์แล้วเกิดการแตกตัวให้โปรตอนจะทำให้ค่า pH ในเซลล์ลดลงซึ่งส่งผลเสียโดยตรงต่อโปรตีนและกรดนิวคลีอิก นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังต่อต้านการลดลงของ pH เพื่อรักษาสภาพให้เหมาะสมด้วยการขับโปรตอนที่มากเกินออกไปนอกเซลล์ ซึ่งกระบวนการนี้ต้องใช้พลังงานเมื่อเซลล์ใช้พลังงานจนหมดจึงทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ (Doores, 1990)

6.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์ด้วยกรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์ที่ใช้ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์อาจทำหน้าที่ในการฆ่าหรือเพียงยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความไวหรือความทนทานของจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์ต่อกรด ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์ด้วยกรด ได้แก่

1. ธรรมชาติของผิวชิ้นเนื้อที่สัมผัสกับกรด

โดยปกตินอกจากโปรตีนแล้วเนื้อประกอบด้วยน้ำและไขมัน ซึ่งเนื้อเยื่อไขมันนี้จะมีผลต่อการทำงานของกรดที่ต่างไปจากบนเนื้อที่เป็นกล้ามเนื้อซึ่งประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ จากรายงานของ Greer และ Dilts (1995) พบว่ากรดแลกติกที่ความเข้มข้น 3% สามารถลดจำนวนเชื้อ *L. monocytogenes* และ *Y. enterocolitica* บนเนื้อเยื่อไขมันได้ดีกว่าบนเนื้อที่ไม่มีไขมัน เนื่องจาก เนื้อที่ปราศจากไขมันมีค่า Buffering capacity สูงกว่าเนื้อเยื่อไขมัน เมื่อค่า Buffering capacity สูง เนื้อสัตว์จนคงทนต่อค่า pH เดิมได้นาน และส่งผลให้จุลินทรีย์ได้รับการรบกวนจากการลด pH ให้ต่ำลงได้น้อย การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จึงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ในขณะที่เนื้อเยื่อไขมันมีค่า Buffering capacity ต่ำ ดังนั้นจุลินทรีย์จึงได้รับผลจากการลด pH ได้เร็วจึงถูกทำลายหรือยับยั้งการเจริญได้มาก

2. จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงมาก การใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูงอาจไม่มีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ เนื่องเซลล์ของเชื้อจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทำให้โอกาสที่เชื้อจะสัมผัสกับกรดมีน้อย การทำงานของกรดจึงมีประสิทธิภาพลดลง

3. ชนิดของกรด

กรดอินทรีย์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีโมเลกุลที่ต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นกรดแลกติก กรดอะซิติกที่หมู่มีไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) เพียงหมู่เดียว และมีค่าคงที่ของการแตกตัวที่ต่างกัน ส่งผลให้ระบบมีค่า pH ที่ต่างกัน ประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์จึงต่างกัน

4. ความเข้มข้นและอุณหภูมิของกรด

ความเข้มข้นของกรดที่ใช้จะต้องอยู่ในระดับที่มีการยอมรับให้ใช้กับอาหารได้และต้องคำนึงถึงผลการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสที่ตามมาด้วย เมื่อใช้กรดที่ความเข้มข้นสูงมีแนวโน้มที่จะลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดีในกรณีที่จำนวนเชื้อเริ่มต้นไม่สูงมาก นอกจากนี้อุณหภูมิของกรดยังมีผลต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์เพราะอุณหภูมิที่สูงจะช่วยเร่งปฏิกิริยาให้กรดแตกตัวได้เร็วขึ้น

5. ชนิดของจุลินทรีย์

เนื่องจากจุลินทรีย์แต่สายพันธุ์มีความไวต่อกรดที่แตกต่างกัน จุลินทรีย์บางกลุ่มทนต่อค่า pH ที่ต่ำได้ ในขณะที่บางกลุ่มไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH จึงส่งผลให้กรดอินทรีย์สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่างๆ ได้แตกต่างกัน

6. วิธีการใช้กรดและระยะเวลาที่สัมผัสกรด

วิธีการใช้กรดในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ที่ใช้กัน ได้แก่ การจุ่มเนื้อลงในกรด การฉีดพ่นกรดลงบนผิวเนื้อ การใช้ Tumbler และระยะเวลาที่เนื้อสัมผัสกับกรด

6.5 ผลของการใช้กรดอินทรีย์ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสัตว์

การใช้กรดอินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญหรือทำลายจุลินทรีย์อาจส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อได้ Okolocha และ Ellerbroek (2005) พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1% บนเนื้อไก่ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่เมื่อใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% แล้ววัดสีด้วยระบบสีของฮันเตอร์พบว่าในวันที่ 0 เนื้อวัวมีค่า L a และ b อยู่ที่ 47.5 5.62 และ 5.71 ตามลำดับ และในวันที่ 1 เนื้อวัวมีค่า L a และ b อยู่ที่ 54.8 3.85 และ 11.30 ตามลำดับ (Bell และคณะ, 1997) แสดงให้เห็นว่าหลังจากการใช้กรดจะทำให้เนื้อวัวมีสีสว่างขึ้นสังเกตได้จากค่า L ที่เพิ่มขึ้น และค่า a ลดลงซึ่งแสดงว่าเนื้อมีการเปลี่ยนสีจากสีแดงไปเป็นสีออกเขียวมากขึ้น ส่วนค่า b ที่ลดลงทำให้ทราบว่าสีของเนื้อมีความเป็นสีน้ำเงินมากกว่าสีเหลือง

Stivarius และคณะ (2002) รายงานการใช้กรดแลกติกเข้มข้น 5% เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อวัว พบว่าการใช้กรดแลกติกจะทำให้เนื้อมีสีเปลี่ยนแปลงไป โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่า a* จะลดลงแสดงให้เห็นว่าสีแดงของเนื้อลดลง ส่วนค่า b* ในวันที่ 1 จะแตกต่างกัน แต่ในวันอื่นๆ พบว่าค่า b* ไม่แตกต่างกัน และค่า Hue พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นจะมีค่า Hue สูงขึ้น นอกจากนี้เมื่อประเมินคุณภาพทางด้านกลิ่นด้วยผู้ทดสอบพบว่าการใช้กรดแลกติกในเนื้อวัวเมื่อถึงวันที่ 3 แล้วจะมีกลิ่นที่ไม่เหมือนกลิ่นของเนื้อวัวเกิดขึ้น และเมื่อใช้กรดอะซิติกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 5% จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีโดยเฉพาะสีแดงของเนื้อที่เปลี่ยนไปและมีกลิ่นของเนื้อวัวน้อยลงได้เช่นเดียวกัน

เนื้อสัตว์อาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการฆ่าซึ่งจุลินทรีย์เหล่านั้นอาจมาจากตัวสัตว์เอง จากสิ่งแวดล้อมหรือจากผู้ทำงาน จุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบบนเนื้อสัตว์ได้แก่ *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Y. enterocolitica* และ *L. monocytogenes* การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ กรดอินทรีย์สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคบนผิวเนื้อสัตว์ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ ประเภทของเนื้อ ชนิดของจุลินทรีย์และ ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น ชนิดและความเข้มข้นของกรดรวมถึงอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้เพื่อให้เนื้อสัมผัสกับกรด อย่างไรก็ตามการใช้กรดอินทรีย์เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะสีและกลิ่นไปในทางที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่ใช้รวมถึงสภาวะการเก็บที่สามารถยืดอายุการเก็บของเนื้อสุกรสดได้และไม่ทำให้คุณภาพของเนื้อสุกรเปลี่ยนแปลง

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาการลดลงของ *S.* Anatum บนเนื้อสุกร ด้วยการใช้กรดอะซิติกจะทำการทดลอง 3 ซ้ำและทำการทดลองแบบ Factorial in RCBD จำนวนเชื้อ *S.*Anatum ที่นับได้จะถูกแปลงให้อยู่ในค่าลอการิทึม (y = log x) นำข้อมูลจำนวนเชื้อ ค่า pH ของเนื้อ และผลการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรม SPSS และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยอาศัยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

8. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

9.1 ประสิทธิภาพของกรดอะซิติกในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสด

9.2 ผลของกรดอะซิติกในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

9.3 สภาวะการเก็บที่เหมาะสมและอายุการเก็บของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการสเปรย์และการจุ่มด้วยสารละลายกรดอะซิติก

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2542. อาหารพร้อมปรุงในซุปเปอร์มาร์เก็ตปลอดภัยจากเชื้อโรคอาหารเป็นพิษจริงหรือ?. การประชุมวิชาการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ครั้งที่ 10 วันที่ 12-13 พฤษภาคม 2542.

คมแข พิลาสมบัติ. 2540. การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

"โครงการเนื้อสัตว์อนามัย." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.natres.psu.ac.th/depatment/animalScience/ 515- 408/word-files/meat.html "19/6/48"

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. การจัดการโรงฆ่าสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 260 หน้า.

ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2543. ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. กรุงเทพมหานคร. 120 หน้า.

รัตนสุดา พันธุ์อุไร. 2521. Occurrence of *Salmonella* in Common Foodstuffs in Bangkok. Gastrointestinal Infection in Southern Asia (III).

วันทนา อ่อนภิรมย์, เพิ่มพล สัตยพันธ์, นิพนธ์ อินทร์วัฒนา และ กรชนก ขยันคิด. 2544. การสำรวจการปนเปื้อนของ Enteric Bacteria และ *Staphylococcus aureus* ในสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ของจังหวัดราชบุรี. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 206-210.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, สุมาลี บุญมา, นพรัตน์ หมานริม, สุพล เรียงยศลือชากุล, จตุรงค์ สุตัณฑวิบูลย์ และมยุรา กุสุมภ์. 2537. Study of Pig Salmonellosis in Thailand. Proceeding of the 13th International Pig Veterinary Society congress, June 1994 : 26-30.

Ammor, S., Chevallier, I., Laguet, A., Labadie, J., Talon, R. and Dufour, E. 2004. Investigation of the several decontaminating solutions on bacterial biofilms including useful, spoilage and/or pathogenic bacteria. Food Microbiol. 21 : 11-17.

AOAC (AOAC International). 2000. Official Methods of Analysis. In W. Horwitz (Ed.), Microbiological methods, Vol. II (17th ed, Chapter 17). Maryland: AOAC International.

Bell, M.F., Marshall, R.T. and Anderson, M.E. 1986. Microbiological and sensory tests of beef treated with acetic and formic acids. J. Food Prot. 49 : 207-210.

Bell, K.Y., Cutter, C.N. and Sumner, S.S. 1997. Reduction of foodborne microorganisms on beef carcass tissue using acetic acid, sodium bicarbonate and hydrogen peroxide spray washes. Food Microbiol. 14 : 439-448.

Bolton, D.J., Pearce, R.A., Sheridan, J.J., Blair, I.S., McDowell, D.A. and Harrington, D. 2002. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. J. Appl. Microbiol. 92 : 893-902.

Cagney, C., Crowley, H., Duffy, G., Sheridan, J.J., O'Brien, S., Carney, E., Anderson, W., McDowell, D.A., Blair, I.S. and Bishop, R.H. 2004. Prevalence and number of *Escherichia coli* O157:H7 in minced beef and beef burgers from butcher shops and supermarkets in the Republic of Ireland. Food Microbiol. 21 : 203-212.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chang, V.P., Mills, E.W. and Cutter, C.N. 2003. Reduction of bacteria on pork carcasses associated with chilling method. J. Food Prot. 66 : 1019-1024.

D'Aoust, J.Y. 1989. Salmonella. Ch. 14 in *Foodborne bacterial pathogens*, M.P. Doyle (Ed), p. 217-225. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.

Doores, S. 1990. pH control agents and acidulants. Ch. 13 in *Food Additives*, A.L. Brannen, P.M. Davidson and S. Salminen (Ed.), p. 477-489. Marcel Dekker, Inc. New York. USA.

Dorsa, W.J., Cutter, C.N. and Siragusa, G.R. 1997. Effect of acetic acid, lactic acid and trisodium phosphate on the microflora of refrigerated beef carcass surface tissue inoculated with *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria innocua*, and *Clostridium sporogenes*. J. Food Prot. 60 : 619-624.

Dorsa, W.J., Cutter, C.N. and Siragusa, G.R. 1998. Bacterial profile of ground beef made from carcass tissue experimentally contaminated with pathogenic and spoilage bacteria before being wash with hot water, alkaline solution, or organic acid and the store at 4 or 12 ^{o}C. J. Food Prot. 61 : 1109-1118.

Dubal, Z.B., Paturkar, A.M., Waskar, V.S., Zende, R.J. and Latha, C. 2004. Effect of food grade organic acids on inoculated *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in sheep/goat meat stored at refrigeration temperature. Meat Sci. 66 : 817-821.

Dykes, G.A., Moorhesd, S.M. and Roberts, S.L. 2001. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on chill-stored vacuum or carbon dioxide packaged primal beef cuts. Int. J. Food Microbiol. 64 : 401-405.

Fang, T.J. and Tsai., H.C. 2003. Growth patterns of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef treated with nisin, chelators, organic acids and their combinations immobilized in calcium alginate gels. Food Microbiol. 20 : 243-253.

Greer, G.G. and Dilts, B.D. 1995. Lactic acid inhibition of the growth of spoilage bacteria and cold tolerant pathogens on pork. Int. J. Food Microbiol. 25 : 141-151.

Holley, R.A., Peirson, M.D., Lam, J. and Tan, K.B. 2004. Microbial profiles of commercial, vacuum-packaged, fresh pork of normal or short storage life. Int. J. Food Microbiol. 97 : 53-62.

ICMSF. 1996. Microorganisms in foods 5: Characteristics of microbial pathogens. Chapman & Hall. London. Great Britain.

Mendonca, A.F., Molins, R.A., Kraft, A.A. and Walker, H.W. 1989. Microbiological, chemical, and physical changes in fresh, vacuum-packaged pork treated with organic acids and salts. J. Food Sci. 54 : 18-21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nissen, H., Maugesten, T. and Lea. P. 2001. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis* on decontaminated and untreated meat. Meat Sci. 57 : 291-298.

Okolocha, E.C. and Ellerbroek, L. 2005. The influence of acid and alkaline treatments on pathogens and the shelf life of poultry meat. Food Control. 16 : 217-225.

Ozdemir, H., Yildirm, Y., Koluman, A., Goncuoglu, M. and Inat, G. 2005. Effects of lactic acid and hot water treatments on *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* on beef. Food Control. In Press.

Pala, T.R. and Sevilla, A. 2004. Microbial contamination of carcasses, meat and equipment from an Iberian pork cutting plant. J. Food Prot. 67 : 1624-1629.

Pearce, R.A., Bolton, D.J., Sheridan, J.J., McDowell, D.A., Blair, I.S. and Harrington, D. 2004. Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point systems. Int. J. Food Microbiol. 90 : 331-339.

Pohlman, F.W., Stivarius, M.R., McElyea K.S., Johnson, Z.B. and Johnson, M.G. 2002. Reduction of microorganisms in ground beef using multiple intervention technology. Meat Sci. 61 : 315-322.

Reid, C.A., Small, S.M. and Buncic A.S. 2002. Presence of food-borne pathogens on cattle hides. Food Control. 13 : 411-415.

Stivarius, M.R., Pohlman, F.W., McElyea, K.S., and Apple, J.K. 2002. The effect of acetic acid, gluconic acid and trisodium citrate treatment of beef trimmings on microbial, color and odor characteristics of ground beef through simulated retail display. Meat Sci. 60 : 245-252.

Stivarius, M.R., Pohlman, F.W., McElyea, K.S. and Waldroup, A.L. 2002. Effects of hot water and lactic acid treatment of beef trimmings prior to grinding on microbial, instrument color and sensory properties of ground beef during display. Meat Sci. 60 : 327-334.

Todd, E.C.D. 2003. Microbiological safety standards and public health golds to reduce foodborne disease. Meat Sci. 66 : 33-43.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

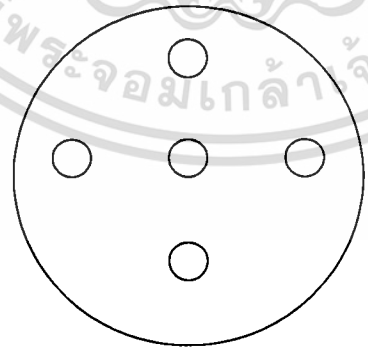
ความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Anatum

การเตรียมสารละลายเชื้อ *S.* Anatum

นำเชื้อ *S.* Anatum จาก Trypticase soy agar (TSA) slant มา Streak บน TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้ลูปเขี่ยเชื้อลงใน Trypticase soy broth (TSB) ปริมาตร 10 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้ลูปถ่ายเชื้อ 1 ลูปลงใน TSB ปริมาตร 100 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-20 ชั่วโมง แล้วตรวจนับจำนวนเชื้อด้วยวิธี Spread plate บน TSA เมื่อจะนำสารลายเชื้อมาใช้ในการทดลองให้นำมาเจือจางในสารละลาย Peptone 0.1% ให้มีจำนวนเชื้ออยู่ที่ 10^6 cfu/ml อนึ่งเชื้อ *S.* Anatum ที่เก็บเป็น Stock บนอาหาร TSA slant จะทำการถ่ายเชื้อเดือนละ 1 ครั้ง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Disc diffusion

1. เตรียมสารละลายกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 1% - 3% โดยให้แต่ละความเข้มข้นมีช่วงห่าง 0.2%
2. เตรียมสารละลายเชื้อ *S.* Anatum ให้มีจำนวนเชื้อ 10^6 cfu/ml ด้วยสารละลาย Peptone 0.1% แล้วนำมา Spread ลงบนอาหาร TSA
3. นำ Paper disc ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ววางลงบนจานอาหาร TSA ดังภาพที่ 1 ปิเปตสารละลายกรดอะซิติกลงไปบน Paper disc แผ่นละ 20 µl โดยใช้จานละ 1 ความเข้มข้น จำนวน 3 ซ้ำ
4. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วสังเกตการเกิด Clear zone จาก Paper disc แต่ละแผ่น ถ้ามี Clear zone เกิดขึ้น แสดงว่าที่ความเข้มข้นนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ ทำการบันทึกขนาดของ Clear zone โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง

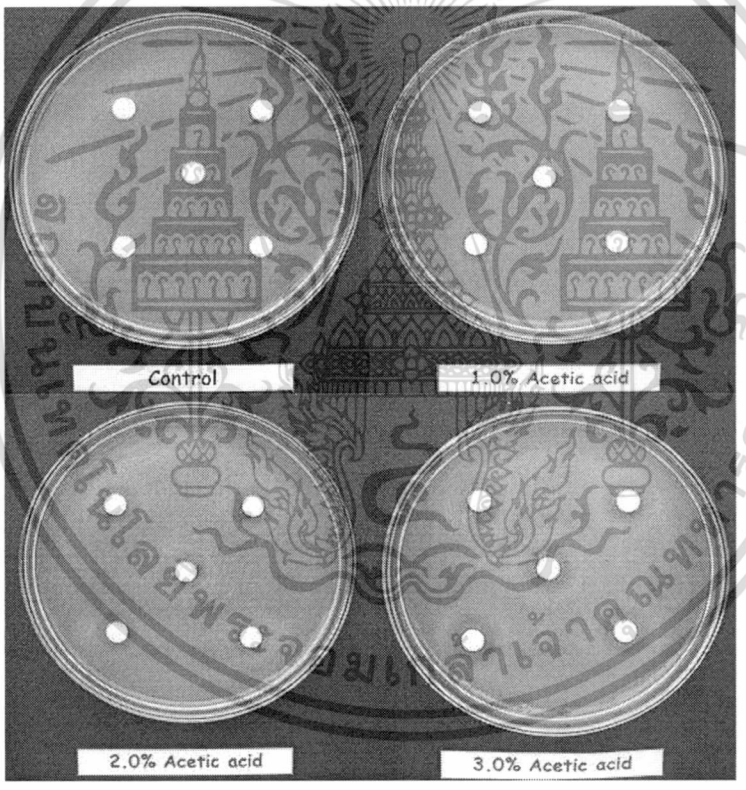


ภาพที่ 1 การวาง Paper disc บนจานอาหาร TSA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum **ด้วยสารละลายกรดอะซิติกในจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี** Disc diffusion

Disc agar diffusion method เป็นวิธีการขั้นต้นในการทดสอบความไวของเชื้อต่อสารยับยั้งเชื้อชนิดต่างๆ เนื่องจากทำได้ง่าย รวดเร็ว สะดวกและประหยัด จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ด้วยสารละลายกรดอะซิติกในจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Disc agar diffusion เมื่อกรดอะซิติกที่อยู่ใน Paper disc ซึมแพร่กระจายออกสู่อาหารเป็นรัศมีรอบๆ กระดาษนั้น บริเวณอาหารเลี้ยงเชื้อส่วนที่อยู่ติดกับ Paper disc มีความเข้มข้นของกรดที่ซึมออกไปสูงกว่า ส่วนบริเวณอาหารเลี้ยงเชื้อที่ห่างออกไปจาก Paper disc จึงมีความเข้มข้นของกรดลดลงตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเชื้อเจริญมาพบกับความเข้มข้นของกรดที่ซึมออกมา จึงสังเกตพบการเกิดบริเวณใสรอบ Paper disc และขนาดของบริเวณใสซึ่งแสดงถึงความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 บริเวณใสของเชื้อ *S.* Anatum ที่เกิดขึ้นจากการทดสอบด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% 2% และ 3%

ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ด้วยสารละลายกรดอะซิติกในจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Disc agar diffusion โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใสแสดงผลดังตารางที่1 เมื่อเตรียมสารละลายกรดอะซิติกด้วยการเจือจางน้ำส้มสายชูกลั่นซึ่งมีกรดอะซิติก 5% ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อให้ได้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เข้มข้นของกรดอะซิติก 1%-3% วัดค่า pH อยู่ระหว่าง 3.18-2.86 และที่ระดับความเข้มข้น 1% ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 3.18 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ได้ สังเกตได้จากความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใสเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นน้ำกลั่นปราศจากเชื้อมีค่า pH 6.40 ไม่พบบริเวณใส จึงวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 6.0 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดของ Paper disc เมื่อน้ำซึมออกจาก Paper disc และแพร่กระจายออกไปสู่อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณรอบๆ เชื้อไม่ถูกยับยั้งการเจริญเติบโต เนื่องจากน้ำมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อโดยทั่วไป และน้ำกลั่นไม่มีไอออนหรือประจุที่รบกวนการดำรงชีวิตของเชื้อ แต่เมื่อระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกสูงขึ้น ค่า pH ลดลงส่งผลให้ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามไปด้วยสังเกตได้จากความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใสที่มากขึ้นตามลำดับ เมื่อความเข้มข้นของกรดสูงขึ้น ปริมาณกรดที่แพร่กระจายออกสู่อาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ Paper disc จึงมากขึ้น โมเลกุลของกรดทำให้ระบบการเจริญเติบโตของเชื้อถูกรบกวนจนไม่สามารถเจริญได้ในที่สุด ซึ่งก่อนหน้านี้ Levine และ Fellers (1939) ได้ระบุว่ากรดอะซิติกเจือจางที่มีค่า pH 3.1 สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Aertrycke จากเริ่มต้น 3.6×10^4 cfu/ml เหลืออยู่ที่ระดับ 4.2×10^2 cfu/ml ภายในเวลา 15 นาที และสามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้หมด เมื่อเชื้อสัมผัสกับกรดอะซิติกที่มีค่า pH 2.9 ที่ระยะเวลาเดียวกัน ในขณะที่กรดแลกติกที่มีค่า pH 2.9 ยังคงมีเชื้อที่รอดชีวิตอยู่ 1.4 cfu/ml

ตารางที่ 1 ค่า pH และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของ บริเวณใสโดยเฉลี่ยในการยับยั้งการเจริญของ *S.* Anatum ของกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ด้วยวิธี Disc agar diffusion

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก (%)	pH	ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใสโดยเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
กลุ่มควบคุม	6.40	6.0 [a]
1.0	3.18	8.5 [b]
1.2	3.15	8.9 [b]
1.4	3.11	9.9 [c]
1.6	3.08	10.7 [d]
1.8	3.04	11.5 [e]
2.0	3.00	12.3 [ef]
2.2	2.96	12.8 [fg]
2.4	2.93	13.4 [g]
2.6	2.90	14.3 [h]
2.8	2.88	14.9 [hi]
3.0	2.86	15.2 [i]

ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

79679

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีรายงานที่ยืนยันว่ากรดอะซิติกในรูปของเครื่องปรุงอาหารสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดย Vijayakumar และ Wolf-Hall (2002) ศึกษาความสามารถของน้ำส้มสายชูจาก Apple cider (Shurfine®) น้ำมะนาว (Realime®) และ White vinegar (Shurfine®) ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ATCC 8739 ด้วยวิธี Agar well พบว่าน้ำส้มสายชูจาก Apple cider และ White vinegar ทำให้เกิดบริเวณใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.2±0.2 และ 16.3±0.2มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมะนาวเกิดบริเวณใส 10.8±0.2 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่ากรดอะซิติกในน้ำส้มสายชูมีแนวโน้มในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดซิตริกซึ่งมีอยู่ในน้ำมะนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยืนยันความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Anatum ในหลอดทดลอง

การเตรียมสารละลายเชื้อ *S.* Anatum

นำเชื้อ *S.* Anatum จาก Trypticase soy agar (TSA) slant มา Streak บน TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้ลูปเขี่ยเชื้อลงใน Trypticase soy broth (TSB) ปริมาตร 10 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้ลูปถ่ายเชื้อ 1 ลูปลงใน TSB ปริมาตร 100 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-20 ชั่วโมง แล้วตรวจนับจำนวนเชื้อด้วยวิธี Spread plate บน TSA เมื่อจะนำสารลายเชื้อมาใช้ในการทดลองให้นำมาเจือจางในสารละลาย Peptone 0.1% ให้มีจำนวนเชื้ออยู่ที่ 10^6 cfu/ml อนึ่งเชื้อ *S.* Anatum ที่เก็บเป็น Stock บนอาหาร TSA slant จะทำการถ่ายเชื้อเดือนละ 1 ครั้ง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเตรียมสารละลายกรดอะซิติก

ทำการเตรียมสารละลายกรดอะซิติกให้ความเข้มข้น 1% - 3% เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยให้ความเข้มข้นดังกล่าวลดลงและเพิ่มขึ้นอย่างละ 3 ระดับ แต่ละระดับความเข้มข้นมีช่วงห่าง 0.2%

การยืนยันความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Anatum ในหลอดทดลอง

ทำการเติมสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB ในหลอดทดลองที่มีปริมาตร 9 มล. ความเข้มข้นละ 7 หลอด ซึ่งปริมาตรของสารละลายกรดอะซิติกที่เติมลงไปจะต้องทำให้ความเข้มข้นในหลอดทดลองเท่ากับความเข้มข้นที่กำหนดไว้จากการศึกษาที่ผ่านมา

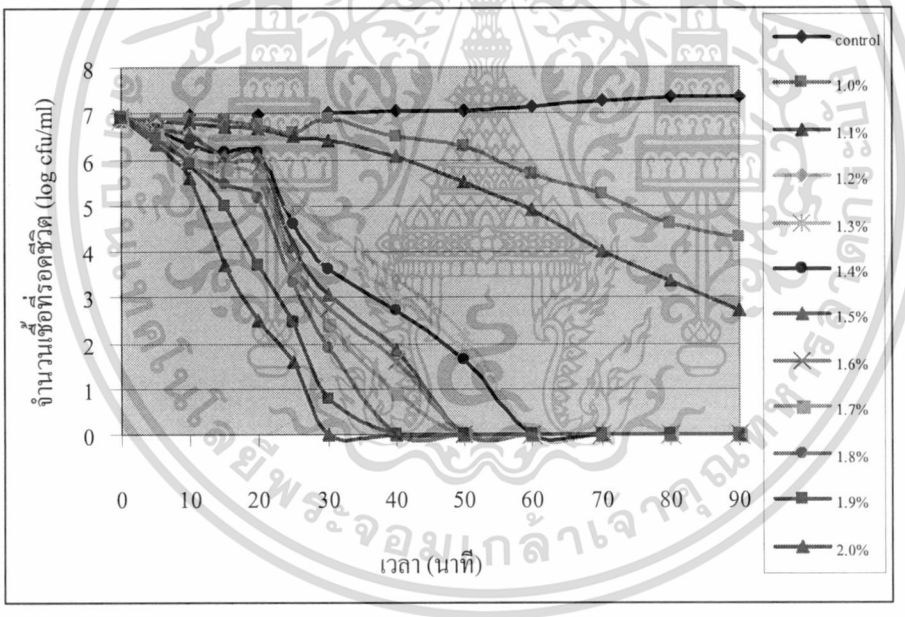
ทำการปิเปตเชื้อ *S.* Anatum 1 มล. ใส่ลงในหลอดแต่ละความเข้มข้น จากนั้นนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำการตรวจนับจำนวนเชื้อด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร TSA และวัดค่า pH ที่เวลา 0, 3, 6, 9, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการยืนยันความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ในหลอดทดลอง

เมื่อเตรียมอาหารเหลว TSBให้มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1-3% ให้มีช่วงห่าง 0.1% ของแต่ละความเข้มข้น โดยคำนวณปริมาตรของน้ำส้มสายชูกลั่นซึ่งมีกรดอะซิติก 5% ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ จากปริมาตรรวมทั้งหมด 10 มิลลิลิตร ต่อ 1 หลอดทดลอง แล้วปิเปตเชื้อ *S.* Anatum ที่มีปริมาณเชื้อ 10^7 cfu/ml มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแต่ละความเข้มข้น ปริมาณเชื้อเริ่มต้นแบ่งหลอดตัวอย่างไปวัดค่า pH จากนั้นนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำการตรวจนับจำนวนเชื้อด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร TSA ที่เวลา 5 10 15 20 25 30 40 50 60 70 80 และ 90 นาที

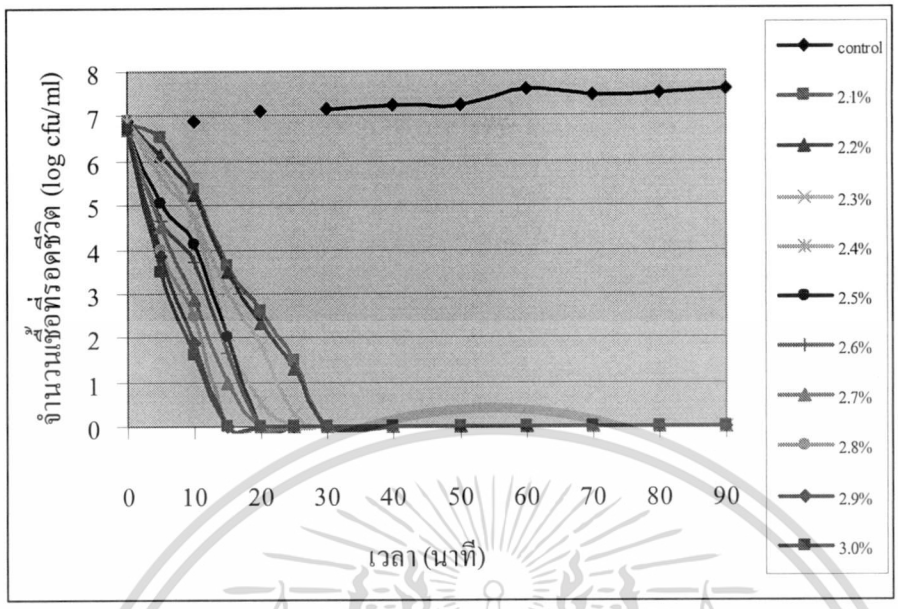
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตามจำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตในอาหารเหลว TSB ของกลุ่มควบคุมซึ่งไม่มีการเติมน้ำส้มสายชูลงไป อาหารเหลว TSB มีค่า pH 7.06 ทำให้เชื้อ *S.* Anatum ไม่ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตและสามารถเพิ่มจำนวนได้จากเริ่มต้น 6.86 log cfu/ml เมื่อระยะเวลาผ่านไป 90 นาที เชื้อเพิ่มจำนวนเป็น 7.34 log cfu/ml ในขณะที่อาหารเหลว TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1% - 2% ซึ่งมีค่า pH ตั้งแต่ 4.05-3.75 ตามลำดับ ในระยะเวลา 0 – 90 นาที พบว่าที่ความเข้มข้น 1.0% ต้องใช้เวลานานประมาณ 55 นาทีในการลดจำนวนเชื้อลง 1 log cycle ในขณะที่ความเข้มข้น 2.0% ซึ่งมีค่า pH 3.75 ใช้เวลา 8 นาที จากปริมาณเชื้อเริ่มต้น 6.8-6.9 log cfu/ml สังเกตได้ว่าที่ระดับความเข้มข้นของกรดต่ำเชื้อ *S.* Anatum จะลดลงอย่างช้าๆ แต่เมื่อความเข้มข้นของกรดอะซิติกสูงขึ้นยิ่งสามารถลดจำนวนเชื้อได้อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในภาพที่ 3 ส่วนที่ความเข้มข้น 2.1%-3.0% ซึ่งมีค่า pH ตั้งแต่ 3.77-3.58 ทำให้เชื้อทั้งหมดตายภายในเวลา 30 นาที ดังแสดงในภาพที่ 4 เนื่องจากความเข้มข้นของกรดอะซิติกยิ่งสูงจะมีจำนวนโมเลกุลของกรดที่ไม่แตกตัวมาก ซึ่งมีผลในการยับยั้งการเจริญและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% จะมีโมเลกุลที่ไม่แตกตัว 99.1% ในขณะที่ความเข้มข้น 2.5%จะมีโมเลกุลที่ไม่แตกตัวสูงถึง 99.4% (Tsujihama และคณะ, 1998)



ภาพที่ 3 การลดลงของเชื้อ *S.* Anatum ในอาหารเหลว TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1.0% - 2.0% ในระยะเวลา 0 – 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 การลดลงของเชื้อ *S.* Anatum ในอาหารเหลว TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 2.1% - 3.0% ในระยะเวลา 0 – 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงสีและการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1%-3%

การเตรียมตัวอย่างเนื้อสุกรสดเพื่อทดสอบผลการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก

นำเนื้อสุกรสดส่วนสันนอกมาตัดแต่งให้เป็นแผ่นหนา 1.5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 100 กรัมต่อชิ้น นำไปจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นต่างๆ ที่เตรียมไว้โดยมีระยะเวลาในการจุ่มนาน 1 นาที วางชิ้นเนื้อให้สะเด็ดน้ำประมาณ 20 นาที แล้วนำตัวอย่างบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกและบรรจุแบบสุญญากาศจากนั้นวัดสีตัวอย่างด้วยเครื่องวัดสี Minolta ในระบบ Hunter (L a b) นำตัวอย่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการสูญเสียน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

ผลการเปลี่ยนแปลงสีและการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1%-3% เป็นเวลา 1 นาที

เนื่องจากสีของเนื้อสุกรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ถึงแม้ว่าจากผลการทดลองที่ผ่านมาจะชี้บ่งว่าเมื่อปริมาณของกรดอะซิติกสูงขึ้น ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *S. Anatum* จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาของนักวิทยาศาสตร์ด้านเนื้อสัตว์ พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อสัตว์ควรใช้สารละลายกรดอะซิติกอยู่ระหว่าง 1% - 3% เท่านั้น (Bell และคณะ, 1986; Mendonca และคณะ, 1989) อีกทั้งยังระบุว่าการจุ่มชิ้นเนื้อลงในสารละลายกรดเป็นเวลานานถึง 2 นาที ส่งผลเสียต่อคุณลักษณะทางกายภาพอย่างชัดเจน ดังนั้นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีและการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดจึงนำเนื้อสุกรสดส่วนสันนอกตัดแต่งให้เป็นแผ่นหนา 1.5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 100 กรัมต่อชิ้น มาจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% - 3% นาน 1 นาทีเท่านั้น จากนั้นจึงวางชิ้นเนื้อดังกล่าวให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 20 นาที ก่อนที่จะนำไปบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกและบรรจุแบบสุญญากาศ ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นเนื้อสุกรสดโดยอาศัยการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Chromameter CR-300) ในระบบ Hunter (L a b) ทั้งนี้นำตัวอย่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีและการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์

(Bell, M.F., Marshall, R.T. and Anderson, M.E. 1986. "Microbiological and sensory tests of beef treated with acetic and formic acids." J. Food Prot. 49 : 207-210. ; Mendonca, A.F., Molins, R.A., Kraft, A.A. and Walker, H.W. 1989. "Microbiological, chemical and physical changes in fresh, vacuum-packaged pork treated with organic acids and salts." J. Food Sci. 54 : 18-21.)

จากการตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 1 นาที พบว่า หลังจากจุ่มเนื้อสุกรสดลงในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เนื้อสุกรยังคงมีสีชมพูอมเทาและไม่มีกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดอะซิติกเหมือนกับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและเนื้อสุกรที่จุ่มในน้ำกลั่น อย่างไรก็ตาม**เนื้อสุกรสดมีสีซีดขึ้นตามระดับความเข้มข้นของกรดที่สูงขึ้น** โดยเฉพาะเนื้อสุกรสดที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 2.0% - 3.0% ทำให้เนื้อสุกรมีสีน้ำตาลซีดและมีกลิ่นกรดอะซิติกที่รุนแรงขึ้น และการรับรู้กลิ่นกรดอะซิติกจากเนื้อสุกรเกิดขึ้นที่ระดับความเข้มข้น 1.4% โดยความเข้มของกลิ่นกรดอะซิติกจะมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้น

ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่า เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำกลั่นและกลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เริ่มมีกลิ่นคาว ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกสูงขึ้นพบว่าไม่มีกลิ่นคาว แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1.4% สามารถรับรู้กลิ่นกรดอะซิติกได้และมีน้ำเยิ้มออกมาเล็กน้อย ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 1.8% ขึ้นไป พบว่า เนื้อสุกรมีกลิ่นกรดมากขึ้นและมีน้ำเยิ้มค่อนข้างมาก ต่อมาในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่า เนื้อสุกรเน่าเสีย จากการสังเกตพบสีเขียวคล้ำที่บริเวณขอบและมีกลิ่นเหม็นค่อนข้างมากในตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่จุ่มในน้ำกลั่น แต่ตัวอย่างที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีกลิ่นเหม็นน้อยกว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาครบ 14 วัน พบว่า เนื้อสุกรทุกกลุ่มเน่าเสียโดยเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ ส่วนเนื้อที่จุ่มในสารละลายกรดมีสีชมพูอมน้ำตาลและมีกลิ่นเหม็นเน่าแทนที่กลิ่นกรดอะซิติก มีน้ำเยิ้มมาก

จากการ**ประเมินคุณภาพสีของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น** 1%-3% **ด้วยเครื่องวัดสีในระบบ** Hunter (L a b) *ซึ่งค่า L คือความสว่างของสีโดยที่ค่า 0 คือสีดำและค่า 100 คือสีขาว ส่วนค่า a คือค่าที่บอกถึงความเป็นสีเขียวและสีแดง โดยค่า a+ แสดงถึงความเป็นสีแดง ค่า a- แสดงความเป็นสีเขียว และค่า b คือค่าที่บอกถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ค่า b+ แสดงถึงสีเหลืองและ b- แสดงถึงสีน้ำเงิน* สำหรับผลการประเมินสีของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกแสดงในตารางที่ 2 พบว่า เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นและสารละลายกรดอะซิติกมีค่า L ที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% ทำให้เนื้อสุกรมีค่า L เท่ากับ 56.7 เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมมีค่า L เท่ากับ 54.4 ส่วนเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นพบว่ามีค่า L เท่ากับ 55.2 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ต่ำกว่าการจุ่มในสารละลายกรด แสดงให้เห็นว่ากรดอะซิติกมีผลทำให้เนื้อสุกรมีสีซีดกว่าเนื้อสุกรปกติอีกทั้งยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสุกรได้ และ**การใช้กรดอะซิติกที่ความเข้มข้นสูงขึ้นส่งผลให้เนื้อสุกรมีค่า** L **เพิ่มขึ้น** สังเกตได้จากเนื้อมีสีซีดมากขึ้นจากความเข้มข้นที่ระดับ 2% เนื้อสุกรมีค่า L สูงถึง 60.1 และเพิ่มเป็น 63.8 เมื่อความเข้มข้นของกรดสูงถึง 3% ดังนั้นเนื้อสุกรสดหลังผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1-2% ยังมีคุณภาพสีเป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งค่า a ของเนื้อสุกรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่มีค่าอยู่ระหว่าง (+)3.4 ถึง (+)4.8 แสดงให้เห็นว่าเนื้อยังคงมีสีแดงอยู่ ส่วนค่า b มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง (+)1.16 ถึง (+)2.53 ซึ่งค่า a และ b ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

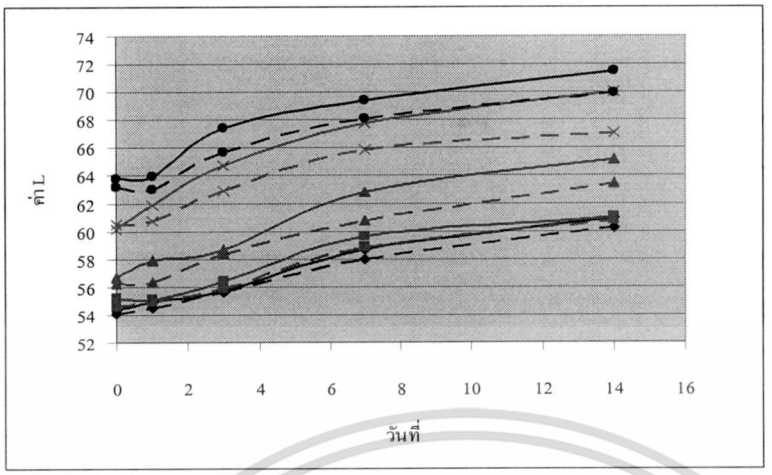
ตารางที่ 2 สีของเนื้อสุกรสดที่วัดในระบบ Hunter (L a b) หลังจากจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 1%-3% เป็นเวลา 1 นาที

ความเข้มข้นของกรด	การเปลี่ยนแปลงค่าสี		
(%)	L	a	b
กลุ่มควบคุม	54.4[a]	(+)4.8[b]	(+)1.2[a]
น้ำกลั่น	55.2[b]	(+)4.6[b]	(+)1.6[ab]
1.0	56.7[c]	(+)4.5[b]	(+)1.7[abc]
1.2	57.3[c]	(+)4.4[b]	(+)1.2[ab]
1.4	58.3[d]	(+)4.8[b]	(+)1.2[a]
1.6	58.5[d]	(+)4.6[b]	(+)1.5[ab]
1.8	58.9[d]	(+)4.5[b]	(+)1.5[ab]
2.0	60.1[e]	(+)4.8[b]	(+)1.5[ab]
2.2	60.7[e]	(+)3.4[a]	(+)1.5[ab]
2.4	61.5[f]	(+)4.6[c]	(+)2.3[cde]
2.6	61.6[f]	(+)4.4[b]	(+)2.5[e]
2.8	62.5[g]	(+)3.6[a]	(+)2.4[de]
3.0	63.8[h]	(+)3.7[a]	(+)1.9[bcd]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

เมื่อเก็บรักษาเนื้อสุกรสดไว้ภายใต้บรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าเนื้อสุกรมีค่า L เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2 เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมมีค่า L เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในแต่ละวันของการเก็บรักษา โดยค่า L เพิ่มขึ้นเป็น 54.9 55.7 58.7 และ 60.9 ในวันที่ 1 3 7 และ 14 ตามลำดับ ส่วนเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นมีค่า L ลดลงเล็กน้อยในวันที่ 1 โดยมีค่า L เท่ากับ 55.1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับค่า L ในวันที่ 0 และค่า L ของเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม แต่ในวันที่ 3 ค่า L เพิ่มสูงขึ้นเป็น 56.4 และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาดังภาพที่ 5 เนื้อสุกรที่จุ่มในน้ำกลั่นมีค่า L เพิ่มขึ้นเนื่องจากสารสีบริเวณผิวหน้าของเนื้อบางส่วนละลายไปกับน้ำกลั่นในระหว่างการจุ่ม ส่วนเนื้อสุกรที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% มีค่า L เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาและในแต่ละวันค่า L มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อเก็บรักษาครบ 1 อาทิตย์ เนื้อสุกรมีค่า L 62.9 ซึ่งเป็นคุณภาพสีที่ไม่อาจยอมรับได้ เมื่อความเข้มข้นของกรดสูงขึ้นเนื้อสุกรมีค่า L เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ นั่นคือเนื้อสุกรมีสีซีดมากขึ้น ความสว่างที่วัดจากค่า L จึงเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



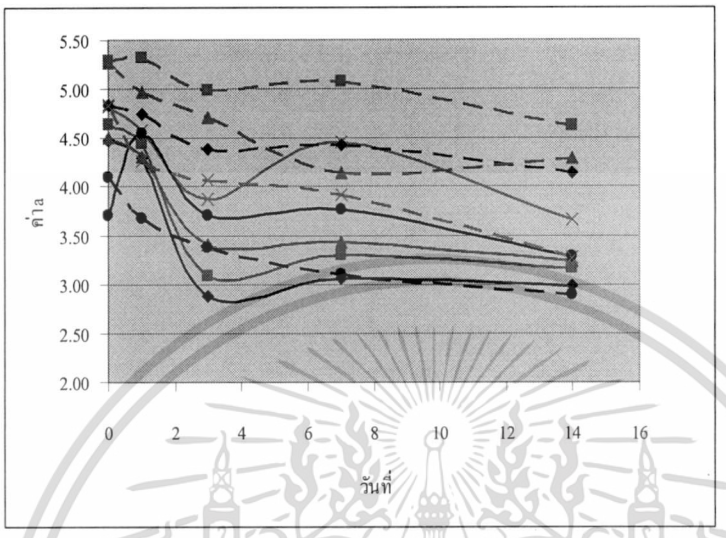
ภาพที่ 5 ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (×) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ที่ระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1.4% ทำให้เนื้อสุกรมีค่า L สูงกว่า 60 เมื่อมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 3 วัน ในขณะที่กรดอะซิติก 1.6% ทำให้เนื้อสุกรมีค่า L สูงกว่า 60 เมื่อมีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน และการใช้กรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 2%-3% ทำให้เนื้อมีค่า L สูงกว่า 60 หลังจากการจุ่มเป็นต้นมาและค่า L ยังเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดจนถึง 70 ในระยะเวลาการเก็บรักษาครบ 2 สัปดาห์

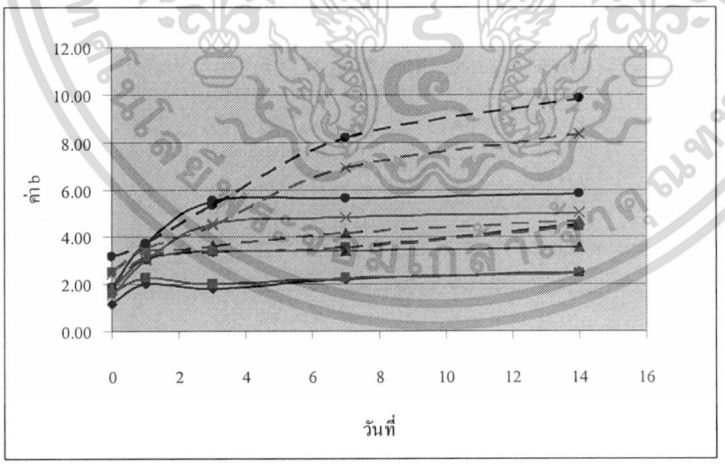
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า a ซึ่งแสดงคุณลักษณะสีแดงของเนื้อสุกรสดที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ค่า a มีค่าอยู่ระหว่าง (+) 2.9 ถึง (+)5.3 ซึ่งค่า a ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของกรด แต่สังเกตได้ว่าค่า a มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บดังภาพที่ 6 ซึ่งอาจเกิดจากการกระจายตัวของสารสีในกล้ามเนื้อไม่เท่ากันในแต่ละส่วน แต่แนวโน้มการลดลงของค่า a แสดงให้เห็นการสูญเสียคุณลักษณะสีแดงของเนื้อสุกรสดได้ นั่นคือเนื้อสุกรมีสีชมพูซีดลง ส่วนค่า b ซึ่งแสดงถึงสีน้ำตาลของเนื้อสุกร พบว่า เนื้อสุกรทั้งกลุ่มควบคุม กลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นและกลุ่มที่จุ่มในกรดอะซิติกมีแนวโน้มของค่า b เพิ่มขึ้นดังภาพที่ 7 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับวันที่ 0 แต่ในวันที่ 3 เนื้อสุกรกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมีค่า b ลดลงจากวันที่ 1 เล็กน้อยโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในระยะเวลาการเก็บ 2 สัปดาห์ ในขณะที่เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ ล้วนมีค่า b เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 1 และเพิ่มสูงสุดเป็น 6.4 จากการจุ่มในกรดอะซิติก 2.8% เมื่อครบระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกมีเมตไมโอโกลบินเกิดขึ้นมาก ทำให้การสะท้อนแสงเปลี่ยนไปได้ การที่ค่า b ของเนื้อสุกรและเนื้อโคมีความแตกต่างกันอาจเกิดจากปริมาณสารสีในเนื้อที่ต่างกัน ซึ่งทำให้เนื้อโคมีสีแดงเข้ม ในขณะที่เนื้อสุกรมีสีชมพูอมเทา แสดงให้เห็นว่าการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดเหมาะที่จะนำมาใช้ในการศึกษาการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสดมากที่สุด



ภาพที่ 6 ค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์



ภาพที่ 7 ค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (____) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาผลของสภาวะการบรรจุระหว่างการบรรจุในสภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสุกรสด ด้วยเครื่องวัดสีในระบบ Hunter (L a b) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า เนื้อสุกรที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศมีค่า L เพิ่มขึ้นและมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บเช่นเดียวกับการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและเนื้อกลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำกลั่นไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสภาวะการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศ ($P \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บ ในขณะที่เนื้อสุกรที่ผ่านจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.2% 1.8% และ 3.0% ที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศในเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน มีค่า L ต่ำกว่าการบรรจุในสภาวะปกติซึ่งอาจเกิดจากความไม่สม่ำเสมอของตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาวันที่ 3 7 และ 14 พบว่าเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกแล้วนำมาบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศมีค่า L แตกต่างกับการบรรจุในสภาวะปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และมีแนวโน้มสูงขึ้นดังภาพที่ 5

ส่วนค่า a พบว่าการบรรจุแบบสุญญากาศทำให้มีค่า a ลดลง และค่า b เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการบรรจุภายใต้สภาวะปกติดังภาพที่ 6 และ 7 แต่การบรรจุแบบสุญญากาศทำให้เนื้อสุกรมีค่า b สูงกว่าการบรรจุในสภาวะปกติโดยเฉพาะเนื้อที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นสูง เนื่องจากสารสีในเนื้อประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิดเป็นส่วนใหญ่คือฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ซึ่งเป็นสารสีในเลือดและไมโอโกลบิน (Myoglobin) ซึ่งเป็นสารสีในกล้ามเนื้อ สัตว์ที่ถูกฆ่าตายในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานตามปกตินั้นจะพบว่า 80-90% ของสารสีทั้งหมดเป็นไมโอโกลบิน การเก็บรักษาเนื้อภายใต้สภาวะปกติทำให้ไมโอโกลบินทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ซึ่งมีสีแดงสด ดังนั้นเนื้อสุกรที่เก็บภายใต้สภาวะปกติยังคงมีสีชมพูอมเทาอยู่ แต่ภายใต้สภาวะสุญญากาศซึ่งไม่มีออกซิเจนทำให้ไมโอโกลบินจะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นเมตไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อมีสีน้ำตาลและมีค่า b เพิ่มขึ้น

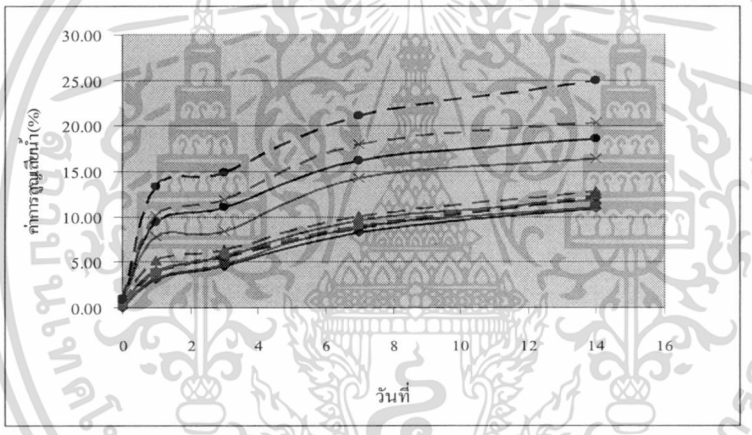
คุณภาพอีกด้านหนึ่งของเนื้อสด คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญและมีผลกระทบโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ การสูญเสียน้ำเป็นผลต่อเนื่องจากโปรตีนที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ซึ่งสังเกตได้ง่ายจากน้ำที่ไหลเยิ้มออกมาอยู่ในบรรจุภัณฑ์ เนื้อที่มีคุณภาพดีควรมีการสูญเสียน้ำต่ำเพื่อแสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนที่ดี จากการทดลอง พบว่า เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีการสูญเสียน้ำสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่สัมผัสน้ำกลั่น จากการบรรจุในสภาวะปกติเนื้อสุกรกลุ่มควบคุมมีค่าการสูญเสียน้ำ 3.1% ในวันที่ 1 และเพิ่มขึ้นเป็น 10.9% เมื่อมีระยะเวลาการเก็บครบ 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นมีค่าการสูญเสียน้ำใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม สำหรับเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติก พบว่า ที่ความเข้มข้น 1.0% มีค่าการสูญเสียน้ำ0.4% ในวันที่ 0 ซึ่งมีความแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 11.9% โดยในช่วง 1-3 วันแรกของการเก็บรักษามีการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วและปรากฏการณ์นี้ยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาดังภาพที่ 8 **ที่ระดับความเข้มข้นของกรดต่ำเนื้อสุกรจะมีค่าการสูญเสียน้ำต่ำ** แต่เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นจะส่งผลให้การสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วยโดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้น 3.0% มีค่าการสูญเสียน้ำถึง 9.3% ในวันที่ 1 และเพิ่มสูงเป็น 16.2% เมื่อครบ 2 สัปดาห์ ส่วนเนื้อสุกรที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ พบว่า กลุ่มควบคุมมีค่าการสูญเสียน้ำ 3.8% ในวันที่ 1 และเพิ่มขึ้นจนถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12.2% เมื่อครบ 2 สัปดาห์ เนื้อที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นมีค่าการสูญเสียน้ำใกล้เคียงกันกับกลุ่มควบคุม ส่วนกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% ทำให้เนื้อสุกรมีค่าการสูญเสียน้ำ 0.4% หลังจากผ่านการจุ่มและเพิ่มเป็น 5.2% และ 12.8 ในวันที่ 1และ เมื่อครบ 2 สัปดาห์ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าการสูญเสียน้ำจากการเก็บรักษาเนื้อสุกรภายใต้สภาวะสุญญากาศและสภาวะปกติ พบว่า สภาวะสุญญากาศมีแนวโน้มของการสูญเสียน้ำสูงกว่าการบรรจุในสภาวะปกติดังภาพที่ 8 ในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติก 1.0% ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่น ($P \leq 0.05$) แต่เมื่อครบ 2 สัปดาห์การบรรจุภายใต้สุญญากาศทำให้เนื้อสุกรมีค่าการสูญเสียน้ำสูงกว่าการบรรจุในสภาวะปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อความเข้มข้นของกรดสูงขึ้น ค่าการสูญเสียน้ำจากการบรรจุภายใต้สุญญากาศสูงกว่าในสภาวะปกติตั้งแต่วันที่ 1 ของการเก็บรักษา

การเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศจะส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำมากกว่าการเก็บภายใต้สภาวะปกติ เนื่องจากแรงดันภายใต้สภาวะสุญญากาศส่งผลให้โปรตีนกล้ามเนื้อดันน้ำออกมาจากโครงสร้างกล้ามเนื้อได้



ภาพที่ 8 ค่าการสูญเสียน้ำ (%) ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) 2% (✕) และ 3% (●) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการจุ่มเนื้อสุกรในสารละลายกรดอะซิติก : จำนวนจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตในเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มเนื้อสุกรในสารละลายกรดอะซิติกที่ระยะเวลาต่าง ๆ

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตัดแต่งแล้วและไม่ผ่านการฉายรังสีมาจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้นที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมาเป็นเวลา 1 2 5 10 15 30 60 90 และ 120 วินาที จากนั้นนำมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร TSA เพื่อเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับศึกษาการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum

ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีและการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1%-3% เป็นเวลา 1 นาที พบว่า **ความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่ระดับ 1.0% เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรสด** ดังนั้นจึงนำตัวอย่างเนื้อสุกรสดส่วนสันนอกที่ตัดแต่งไขมันออกแล้วและไม่ผ่านการฉายรังสีมาจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.0% ที่ระยะเวลา 1 2 5 10 15 30 60 90 และ 120 วินาที จากนั้นนำมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร TSA เพื่อเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับศึกษาการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH ค่าสี และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่รอดชีวิตดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ค่า pH ของเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อมีค่าใกล้เคียงกันคือ 6.12 และ 6.11 ตามลำดับ เมื่อจุ่มเนื้อสุกรลงในกรดอะซิติก 1.0% นาน 1 วินาที ส่งผลเนื้อสุกรมีค่า pH ลดลงอยู่ที่ 6.02 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ **และ pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกลดลงตามระยะเวลาของการจุ่ม** ในขณะที่ค่า L เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการจุ่ม ที่ระยะเวลาการจุ่มเพียง 1 วินาที ส่งผลให้เนื้อสุกรมีค่า L ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับเนื้อในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 2 วินาที พบว่าค่า L ของเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับเนื้อที่จุ่มเป็นเวลา 1 วินาที แต่มีความแตกต่างจากเนื้อในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ อีกทั้งถ้ามีระยะเวลาการจุ่มนานถึง 120 วินาที ส่งผลให้ค่า L เพิ่มสูงขึ้นเป็น 57.9 ทันทีหลังจากผ่านการจุ่ม

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในกลุ่มควบคุมอยู่ที่ 5.83 log cfu/g การจุ่มเนื้อสุกรในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อได้ ส่วนการจุ่มในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1%นาน 1 วินาที มีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตอยู่ 5.48 log cfu/g ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับกลุ่มควบคุมและการจุ่มเนื้อสุกรในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ คิดเป็นจำนวนเชื้อลดลง 0.35 log cycle ส่วนที่ระยะเวลาการจุ่ม 2 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบจำนวนเชื้อที่รอดชีวิต 5.42 log cfu/g ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับเนื้อสุกรที่จุ่มเป็นเวลา 1 วินาที และเชื้อที่รอดชีวิตมีจำนวนลดลงตามระยะเวลาการจุ่มในกรดอะซิติกที่นานขึ้นเรื่อยๆ

ตารางที่ 3 ค่า pH ค่าสี L และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่รอดชีวิต (log cfu/g) บนเนื้อสุกรสดหลังผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1% ในระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการจุ่ม (วินาที)	pH	ค่า L	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่รอดชีวิต (log cfu/g)
กลุ่มควบคุม	6.12^{a}	53.9^{a}	5.83^{a}
น้ำกลั่น (1 วินาที)	6.11^{a}	53.9^{a}	5.83^{a}
1	6.02^{ab}	54.1^{ab}	5.48^{b}
2	5.99^{abc}	54.2^{b}	5.42^{bc}
5	5.98^{abc}	55.3^{c}	5.33^{c}
10	5.93^{bcd}	55.7^{d}	5.11^{d}
15	5.90^{bcd}	56.1^{e}	5.05^{de}
30	5.84^{bcd}	56.5^{f}	4.92^{e}
60	5.82^{cd}	56.9^{g}	4.79^{f}
90	5.81^{cd}	57.3^{h}	4.63^{g}
120	5.79^{d}	57.9^{i}	4.39^{h}

อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

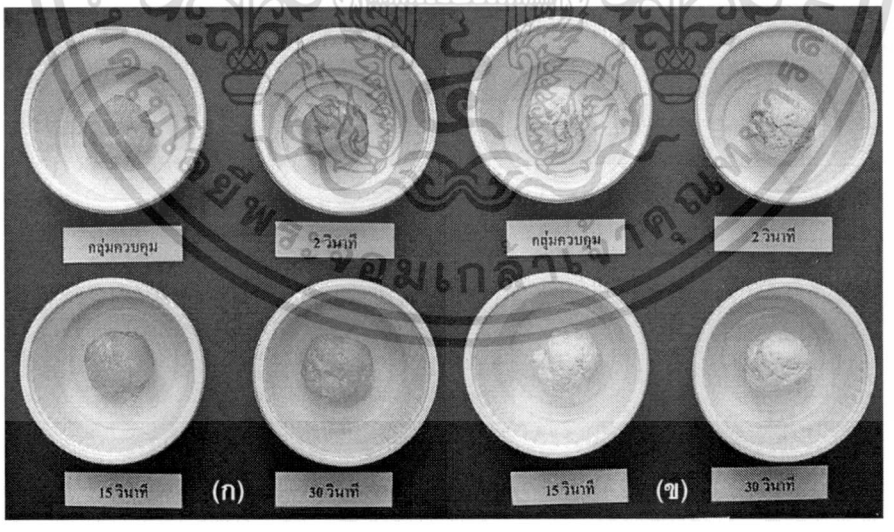
ผลของการใช้กรดอะซิติกต่อการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดบดและเนื้อสุกรสุก

วิธีการทดลอง

นำเนื้อสุกรส่วนสันนอกทั้งริ้วซึ่งไม่ผ่านการฉายรังสีและไม่ได้รับการถ่ายเชื้อ *S. Anatum* ลงไป น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม แต่ละริ้วจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที ผึ่งให้สะเด็ดน้ำประมาณ 15 นาที แล้วนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อ ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับเนื้อสุกรสดอาศัยการชั่งน้ำหนักเนื้อสุกรบดประมาณ 5 กรัมต่อชิ้น แล้วปั้นให้เป็นก้อนทรงกลม วางลงในถ้วยชิมถ้วยละ 1 ชิ้น ส่วนการทดสอบเนื้อสุกรสุกให้นำเนื้อสุกรบดประมาณ 5 กรัมต่อชิ้น แล้วปั้นให้เป็นก้อนทรงกลม ต้มให้จุดกึ่งกลางของชิ้นเนื้อมีอุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม โดยเทคนิค Quantitative Descriptive Analysis (QDA) บนเส้นตรงที่มีความยาว 10 เซนติเมตร โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโทและเอกของคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน แสดงค่าเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะด้วยกราฟใยแมงมุม (Spider web) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการทดลอง

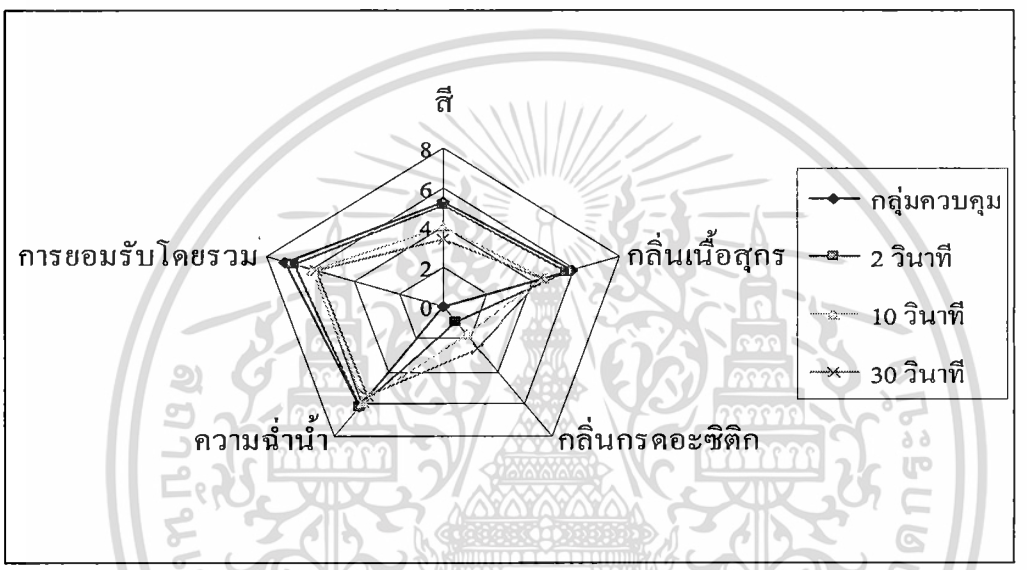
ในการเตรียมตัวอย่างเนื้อสุกรเพื่อการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะใช้ตัวอย่างละ 5 กรัม ปั้นเป็นก้อนทรงกลมดังภาพที่ 9 พร้อมจัดให้ผู้ชิมทำการทดสอบ



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการเตรียมเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที เพื่อการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส : (ก) เนื้อสุกรสดบด; (ข) เนื้อสุกรบดต้มสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดบดดังแสดงในภาพที่ 10 พบว่า สี กลิ่นเนื้อสุกร กลิ่นกรดอะซิติกของเนื้อสุกรมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.5$) (ดังตารางที่ 4) การจุ่มเนื้อสุกรในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 วินาที ทำให้สีไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่การใช้เวลานานขึ้นจะทำให้สีซีดและมีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และยิ่งระยะเวลาในการจุ่มนานขึ้นจะทำให้เนื้อสุกรมีกลิ่นของกรดอะซิติกติดอยู่มากขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในด้านความชุ่มฉ่ำของเนื้อ อีกทั้งการยอมรับโดยรวมของเนื้อที่จุ่มเป็นเวลา 2 วินาทีไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมในขณะที่การจุ่มเป็นเวลา 10 และ 30 วินาที จะมีการยอมรับลดลง



ภาพที่ 10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดบดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที

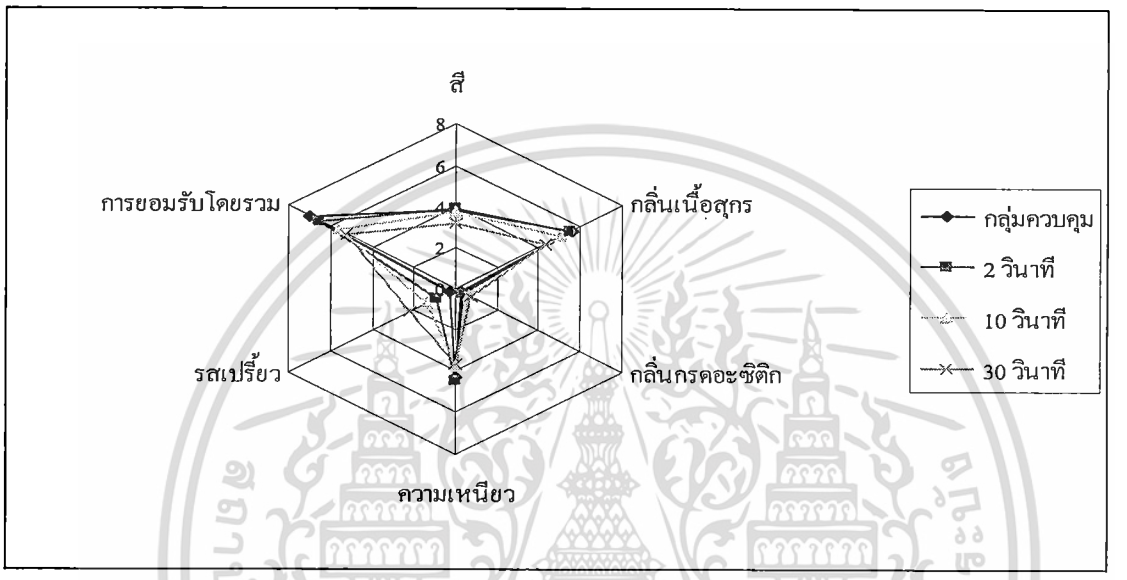
ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรสดบด

กลุ่มทดลอง	สี	กลิ่นเนื้อสุกร	กลิ่นกรดอะซิติก	ความฉ่ำน้ำ	การยอมรับโดยรวม
กลุ่มควบคุม	$5.26^{a} \pm 2.18$	$5.85^{a} \pm 2.32$	$0.02^{a} \pm 0.07$	$6.23^{ns} \pm 1.90$	$7.20^{a} \pm 1.38$
2 วินาที	$5.08^{a} \pm 1.80$	$5.64^{a} \pm 1.79$	$0.93^{b} \pm 0.91$	$6.22^{ns} \pm 1.22$	$6.78^{a} \pm 1.19$
10 วินาที	$4.01^{b} \pm 1.50$	$4.55^{b} \pm 2.41$	$1.71^{c} \pm 1.75$	$5.88^{ns} \pm 1.45$	$5.99^{b} \pm 1.26$
30 วินาที	$3.40^{b} \pm 1.58$	$4.45^{b} \pm 2.32$	$2.57^{d} \pm 2.36$	$5.53^{ns} \pm 1.86$	$5.80^{b} \pm 1.55$

อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรบดต้มสุกแสดงผลดังภาพที่ 11 พบว่า เมื่อนำเนื้อสุกรมาผ่านกระบวนการต้มจะทำให้สีของเนื้อไม่มีความแตกต่างกัน และมีกลิ่นของกรดอะซิติกตกค้างอยู่น้อยมาก แต่เมื่อใช้ระยะเวลาในการจุ่มนานขึ้นมีผลทำให้กลิ่นของเนื้อสุกรค่อยๆ หายไป ในขณะเดียวกันก็จะทำให้เนื้อมีรสเปรี้ยวเกิดขึ้น ซึ่ง**การยอมรับโดยรวมพบว่าการจุ่มเนื้อเป็นเวลา 2 วินาที ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม** ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5



ภาพที่ 11 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรบดต้มสุกที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% เป็นเวลา 2 10 และ 30 วินาที

ตารางที่ 5 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรบดต้มสุก

กลุ่มทดลอง	สี	กลิ่นเนื้อสุกร	กลิ่นกรดอะซิติก	ความเหนียว	รสเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
กลุ่มควบคุม	$3.80^{ns} \pm 2.31$	$5.51^{a} \pm 2.20$	$0.22^{a} \pm 0.42$	$4.25^{ns} \pm 2.6$	$0.28^{a} \pm 1.26$	$6.98^{a} \pm 1.26$
2 วินาที	$3.92^{ns} \pm 2.10$	$5.49^{a} \pm 2.24$	$0.37^{ab} \pm 0.51$	$4.40^{ns} \pm 2.43$	$0.98^{b} \pm 1.15$	$6.50^{a} \pm 1.41$
10 วินาที	$3.71^{ns} \pm 2.44$	$5.09^{ab} \pm 1.9$	$0.61^{bc} \pm 0.53$	$3.76^{ns} \pm 2.37$	$1.38^{b} \pm 1.43$	$5.64^{b} \pm 1.54$
30 วินาที	$3.19^{ns} \pm 1.84$	$4.28^{b} \pm 2.22$	$0.75^{c} \pm 0.73$	$3.62^{ns} \pm 2.42$	$2.19^{c} \pm 1.76$	$5.20^{b} \pm 2.00$

อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสดด้วยกรดอะซิติกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อสุกร

การเตรียมตัวอย่างเนื้อสุกรสดให้ปลอดเชื้อเริ่มต้น

นำเนื้อสุกรสันนอกมาตัดแต่งให้มีลักษณะเป็นแผ่นหนา 1.5 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 100 กรัมต่อชิ้น นำไปบรรจุถุงพลาสติกในสภาพสุญญากาศถุงละ 1 ชิ้น จากนั้นนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ (-) 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปฉายรังสีให้บรรจุลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งสลับชั้น นำไป**ฉายรังสีแกมม่าที่ระดับ 10 กิโลเกรย์** นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (-) 18 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ก่อนนำตัวอย่างเนื้อสุกรสดไปศึกษาผลของการลดลงของเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสดด้วยกรดอะซิติก ทำการละลายน้ำแข็งของตัวอย่างเนื้อสุกรสดที่ผ่านการฉายรังสีและแช่แข็งที่ (-) 18 องศาเซลเซียส

การศึกษาการลดลงของเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสดด้วยกรดอะซิติก

นำตัวอย่างเนื้อสุกรสดที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมให้ปลอดเชื้อเริ่มต้นมาจุ่มในสารละลายเชื้อ *S.* Anatum ที่มีปริมาณเชื้อ 10^6 cfu/ml นาน 10 นาที (ผุสดี ตังวัชรินทร์, 2543) นำตัวอย่างเนื้อสุกรนั้นมาวางไว้บนตะแกรงปราศจากเชื้อ ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำในตู้ปลอดเชื้อ และทำการสุ่มตัวอย่างมาตรวจนับจำนวนเชื้อ *S.* Anatum เริ่มต้นโดยวิธีการ Spread plate ลงบนอาหาร TSA และสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อแล้วมาศึกษาการลดจำนวนเชื้อด้วยกรดอะซิติกโดยเปรียบเทียบระหว่าง 3 กลุ่มการทดลอง ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้รับการสัมผัสน้ำกลั่นและกรดอะซิติก
- กลุ่มที่ 2 จุ่มตัวอย่างลงในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อนาน 2 วินาที
- กลุ่มที่ 3 จุ่มตัวอย่างลงในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.0% นาน 2 วินาที

จากนั้นนำตัวอย่างทุกกลุ่มมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำภายในตู้ปลอดเชื้อ แล้วนำไปบรรจุถุงพลาสติกในสภาพบรรยากาศปกติและแบบสุญญากาศ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อ *S.* Anatum ค่า pH ค่าการเปลี่ยนแปลงสี L a b และค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกร ที่เวลา 0 1 3 5 7 14 และ 21 วัน

(ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2543. "ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* Derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกร." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.)

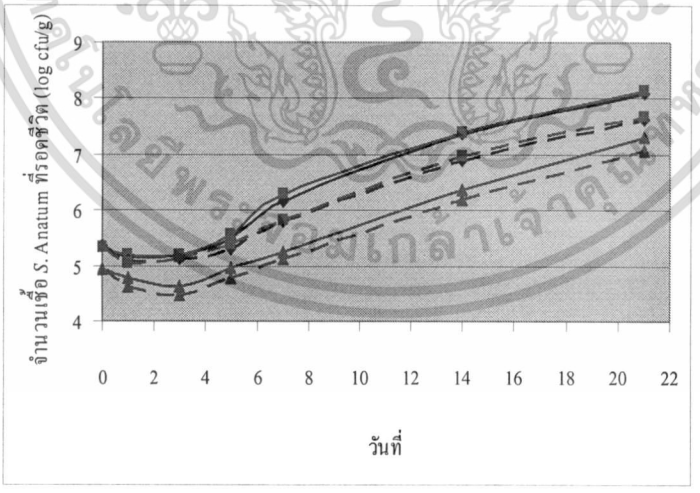
ผลของสารละลายกรดอะซิติก สภาวะการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum บนเนื้อสุกรสด

จำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดหลังผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อเป็นเวลา 2 วินาที พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับ**การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส** สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ซึ่งหลังจากการถ่ายเชื้อลงบนเนื้อสุกรแล้วพบว่าตัวอย่างมีจำนวนเชื้อเริ่มต้น 5.34-5.36 log cfu/g เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อมีจำนวนเชื้อลดลงเล็กน้อยโดยจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากกลุ่มควบคุม ($P \leq 0.05$) ชี้ให้เห็นว่าน้ำกลั่นไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อบนเนื้อสุกร ส่วนตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกพบจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตลดลงเหลือ 4.95-4.98 log cfu/g ซึ่งแตกต่างจากจำนวนเชื้อในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกรดอะซิติก 1.0% สามารถลดเชื้อ *S.* Anatum ได้ 0.4 log cycle

ในวันที่ 1 และ 3 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า จำนวนเชื้อที่รอดชีวิตลดลงจากจำนวนเชื้อเริ่มต้น และเชื้อจะเพิ่มจำนวนสูงขึ้นตั้งแต่วันที่ 5 ของการเก็บรักษาดังแสดงในภาพที่ 12 โดยมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวัน($P \leq 0.05$) ทั้งนี้**ตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกพบว่า จำนวนเชื้อที่รอดชีวิตต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา** การบรรจุเนื้อสุกรภายใต้สภาวะปกติ พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่มีความแตกต่างกับเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก ($P \leq 0.05$) เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมีอายุการเก็บนาน 5 วัน และมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเกินจำนวนที่ยอมรับได้ในวันที่ 7 ในขณะที่**กลุ่มที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกมีระยะเวลาการเก็บมากกว่า 7 วันแต่ไม่ถึง 2 สัปดาห์** และเมื่ออายุการเก็บรักษาครบ 21 วัน พบว่า เชื้อเพิ่มจำนวนมากขึ้นจนส่งผลให้เนื้อสุกรทั้ง 3 กลุ่มเน่าเสีย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาวะการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติและสุญญากาศ พบว่า มีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้ง 3 กลุ่มการทดลองและตลอดระยะเวลาการเก็บ



ภาพที่ 12 จำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲)เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

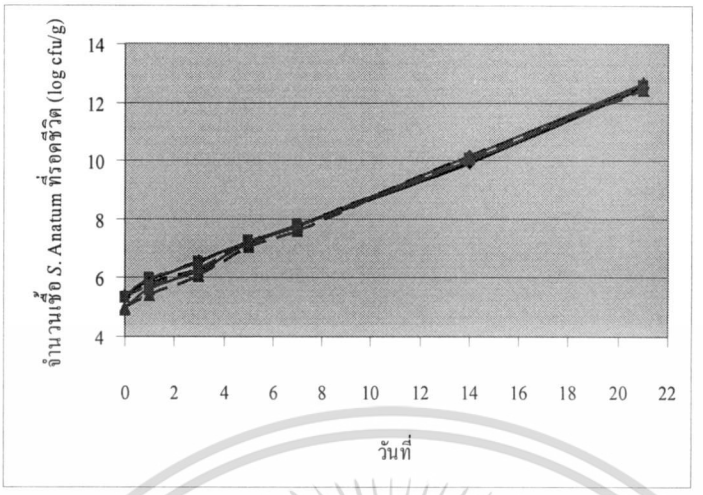
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติซึ่งมีออกซิเจนมากกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตมากกว่า แต่เชื้อ *S.* Anatum เป็นเชื้อที่สามารถเจริญได้ในที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจน (D'Aoust, 1989) ดังนั้นการบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศจึงมีการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ได้เช่นกัน โดยการบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศส่งผลให้เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นมีอายุการเก็บนานขึ้นเป็น 7 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Fu และคณะ (1993) ได้รายงานว่าเนื้อสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยกรดอะซิติก 1.5% แล้วบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียสสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและ Coliform ได้ในช่วงระยะแรกแต่ไม่ถึงวันที่ 14 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 35 และ 42 ของการเก็บรักษามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P\leq0.05$) (D'Aoust, J.Y. 1989. "Salmonella." Ch. 14. In *Foodborne bacterial pathogens*, M.P. Doyle (Ed), pp. 217-225. Marcel Dekker, Inc. New York.; Fu, A.H., Sebranek, J.G. and Murano, E.A. 1994. "Microbial and quality characteristics of pork cuts from carcasses treated with sanitizing sprays." J. Food Sci. 59 : 306-309.)

การเก็บรักษาเนื้อสุกรที่อุณหภูมิห้อง (ดังแสดงในภาพที่ 13) ส่งผลให้มีอายุการเก็บเพียง 1 วันเท่านั้น เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อ *S.* Anatum ทั้งนี้ในวันที่ 1 พบว่า เนื้อสุกรจากทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นมีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P\leq0.05$) แต่จำนวนเชื้อของทั้ง 2 กลุ่มมากกว่าเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในกรดอะซิติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่า จำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P\leq0.05$) จนสิ้นสุดระยะเวลา 21 วัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติและสุญญากาศ พบว่า มีจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

หลังจากการถ่ายเชื้อลงบนเนื้อสุกร เชื้อยังคงอยู่ที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อ เมื่อมีการจุ่มในน้ำกลั่นจึงทำให้เซลล์หลุดออกไปกับน้ำได้บ้าง ส่วนเนื้อที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกสามารถลดจำนวนเชื้อได้มากกว่า เนื่องจากผลของโมเลกุลที่ไม่แตกตัวของกรดซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปได้นั่นเอง และเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นเชื้อที่รอดชีวิตมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นและแทรกตัวเข้าไปอยู่ในชั้นกล้ามเนื้อที่ลึกลงไปส่งผลให้กรดอะซิติกที่อยู่บริเวณผิวหน้าไม่สามารถแพร่เข้าไปในเซลล์ได้จึงไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้อีกต่อไป ซึ่งสังเกตได้จากจำนวนเชื้อที่รอดชีวิตเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นไม่มีความแตกต่างกัน **การใช้กรดอะซิติกร่วมกับการลดอุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ได้** นอกจากนี้มีรายงานการใช้กรดอะซิติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ดังเช่น Chang และ Fang (2007) ระบุว่าน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากข้าวซึ่งมีกรดอะซิติก 5% สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhimurium และ *E. coli* O157:H7 ได้ เมื่อถ่ายเชื้อ *E. coli* O157:H7 ที่มีปริมาณ 7 log cfu/g ลงบนผักกาดหอม แล้วนำไปจุ่มในกรดอะซิติก 0.5% เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ 3 log cfu/g (Chang, J.M. and Fang, T.J. 2007. "Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovars Typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against *E. coli* O157:H7." Food Microbiol. 24 : 745-751.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 จำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲)เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์

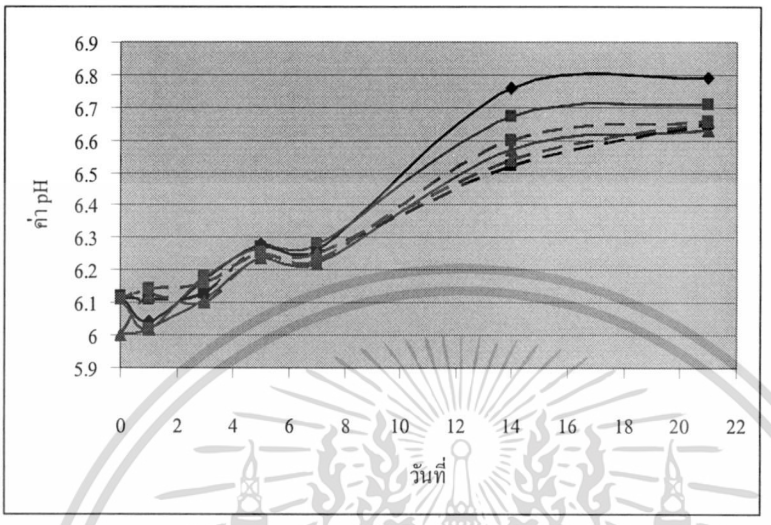
ค่า pH ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก

ค่า pH เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% นาน 2 วินาที เท่ากับ 3.18 ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 6.40 (ดังแสดงในภาพที่ 14) พบว่า **การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส** ตัวอย่างเนื้อสุกรจากทั้ง 3 กลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 0 เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นและกลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่า pH 6.12 6.11 และ 6.00 ตามลำดับ ค่า pH ของเนื้อสุกรเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 0-7 และในวันที่ 14 และ 21 ค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมมีค่า pH ในวันที่ 7 เท่ากับ 6.26 และเพิ่มเป็น 6.67 และ 6.79 ในวันที่ 14 และ 21 ตามลำดับ ส่วนที่จุ่มในน้ำกลั่นมีค่า pH ในวันที่ 7 เท่ากับ 6.28 และเพิ่มเป็น 6.67 และ 6.71 ในวันที่ 14 และ 21 ตามลำดับ แต่เนื้อสุกรที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่า pH ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นเล็กน้อยโดยในวันที่ 7 มีค่า pH เท่ากับ 6.22 และเพิ่มเป็น 6.57 และ 6.63 ในวันที่ 14 และ 21 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ซึ่งพบว่าเนื้อสุกรที่มีค่า pH ต่ำ พบจำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตน้อยกว่าเนื้อที่มีค่า pH สูง

เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ระหว่างเนื้อสุกรที่**บรรจุภายใต้บรรยากาศปกติและสุญญากาศ** พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ถึงแม้ว่าโดยส่วนใหญ่เนื้อสุกรที่บรรจุแบบสุญญากาศมีค่า pH ต่ำกว่าการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติเล็กน้อย การบรรจุในสภาวะสุญญากาศส่งผลให้เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมมีค่า pH ในวันที่ 0 -7 เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยอยู่ในช่วง 6.11-6.25 ส่วนในวันที่ 14 และ 24 ค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่า pH เพิ่มเป็น 6.52 และ 6.65 ตามลำดับ สำหรับเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในน้ำกลั่นมีค่า pH ใกล้เคียงกับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม ในขณะที่เนื้อสุกรที่จุ่มใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายกรดอะซิติกมีค่า pH ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่า pH ของเนื้อสุกรมีแนวโน้มสูงขึ้น



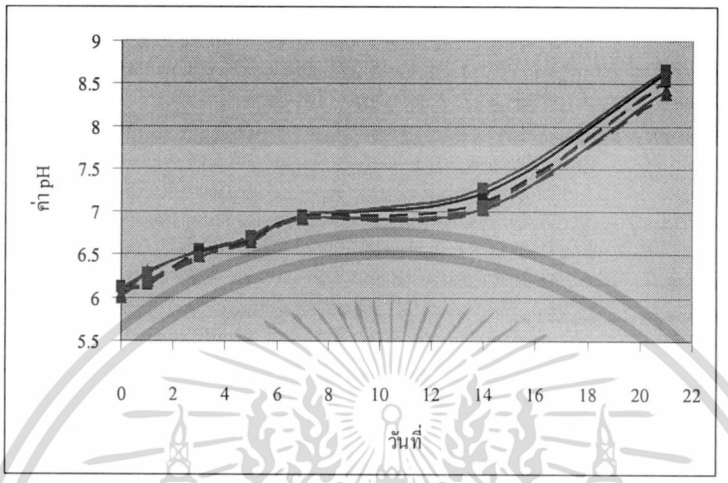
ภาพที่ 14 ค่า pH ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (———) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ตัวอย่าง**เนื้อสุกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง**มีค่า pH สูงกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยในวันที่ 0 มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.99-6.07 ซึ่งค่า pH ในแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ถึงแม้ว่าเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่า pH เท่ากับ 5.99 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เนื้อสุกรในแต่ละกลุ่มมีค่า pH เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ภายใต้บรรยากาศปกติกลุ่มควบคุมมีค่า pH สูงขึ้นเป็น 6.30 ในวันที่ 1 และเพิ่มเป็น 6.54 6.69 6.96 7.21 และ 8.63 ในวันที่ 3 5 7 14 และ 21 ตามลำดับ ส่วนเนื้อสุกรในกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นและกรดอะซิติกมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม โดยเนื้อสุกรในแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาการเก็บวันเดียวกัน **การบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ**ส่งผลให้เนื้อสุกรมีค่า pH ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการบรรจุแบบปกติและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นดังภาพที่ 15 ซึ่งในเนื้อสุกรทุกกลุ่มการทดลองมีค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ผ่านมาซึ่งพบว่าการเก็บรักษาเนื้อที่อุณหภูมิห้องที่ระยะเวลาการเก็บ 14 และ 21 วัน ตรวจพบจำนวนเชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากค่า pH ของเนื้อสุกรมีค่า 7.02-8.66 และอุณหภูมิห้องเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะกับการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum

เมื่อจุ่มเนื้อสุกรลงในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% ที่มีค่า pH 3.18 ส่งผลให้ค่า pH ของเนื้อลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างจากเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่า pH ประมาณ 6.07 – 6.12 เนื่องจากเนื้อสัตว์มี Buffering capacity ซึ่งเป็นคุณสมบัติในการรักษาค่า pH ให้คงที่ได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งแวดล้อม (Goli และคณะ, 2007) ทำให้เชื้อ *S.* Anatum ที่รอดชีวิตสามารถเพิ่มจำนวนได้ (Goli, T., Nakhoul, P.A., Zakhia-Rozis, N., Trystram, G. and Bohuon, P. 2007. "Chemical equilibrium of minced turkey meat in organic acid solutions." **Meat Sci.** 75 : 308-314.)



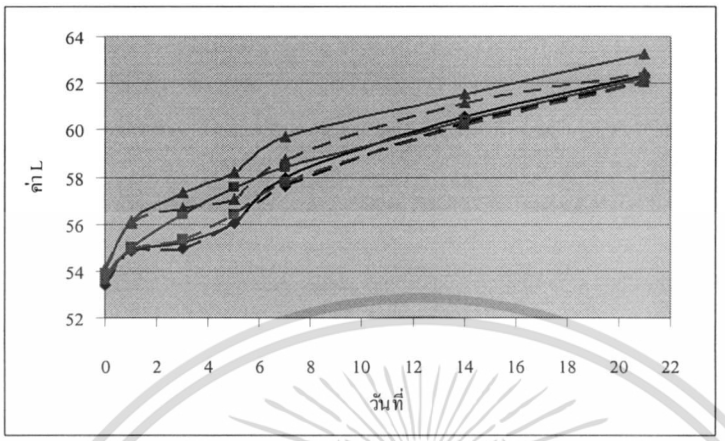
ภาพที่ 15 ค่า pH ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (—) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงสี L a b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก

ผลการศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสุกรสดในระบบ L a b ด้วยเครื่องวัดสี Minolta Chromameter CR-300 ใน**ตัวอย่างเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก** 1.0% เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ **ผลการเปลี่ยนแปลงค่า** L แสดงในภาพที่ 16 พบว่า การจุ่มเนื้อสุกรลงในกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% นาน 2 วินาที ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของเนื้อสุกรสดในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมที่เก็บรักษาที่**อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส** ภายใต้บรรยากาศปกติมีค่า L เริ่มต้น 53.70 เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นส่งผลให้ค่า L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในวันที่ 14 และ 21 ของการเก็บรักษาเนื้อสุกรมีค่า L เท่ากับ 60.54 และ 62.35 ตามลำดับ ซึ่งเกินค่า L ของเนื้อสุกรที่ยอมรับได้ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 40-60 ส่วนเนื้อสุกรกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม และเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่า L เท่ากับ 54.07 ในวันที่ 0 ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่น ที่ระยะเวลาการเก็บวันที่ 3 - 7 พบว่า ค่า L ของเนื้อสุกรเพิ่มขึ้นและมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ในวันที่ 14 และ 21 เนื้อสุกรมีค่า L สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่า L ของเนื้อสุกรมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อครบ 21 วัน ค่า L ของเนื้อที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกเพิ่มสูงเป็น 63.25 แสดงให้เห็นว่าเนื้อสุกรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

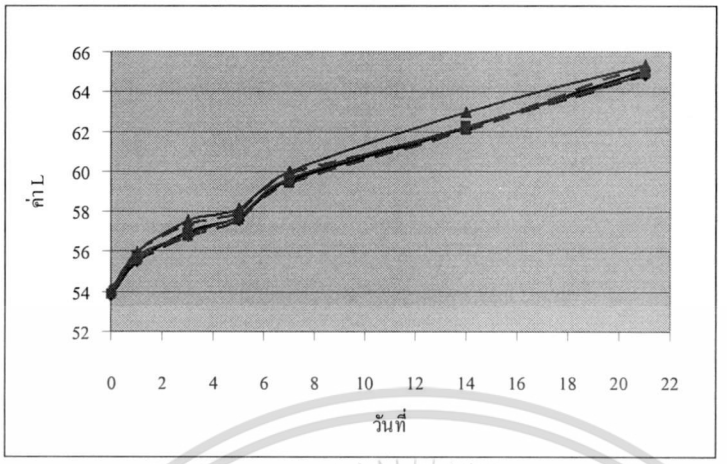
ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีสีซีดขึ้นตามระยะเวลาการเก็บสังเกตได้จากการวัดค่าสี L ที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา



ภาพที่ 16 ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (___) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ในขณะที่**การเก็บรักษาภายใต้สภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส** มีค่า L น้อยกว่าการบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติเล็กน้อยโดยที่เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เนื้อเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่า L สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และค่า L ของเนื้อสุกรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การ**เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง**ส่งผลให้เนื้อสุกรมีค่า L มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยมีค่า L ใกล้ 60 ตั้งแต่วันที่ 7 ของการเก็บรักษา ทั้งนี้ในแต่ละวันพบว่าเนื้อสุกรทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีค่า L ไม่แตกต่างกัน รวมถึงเนื้อสุกรที่บรรจุภายใต้บรรยากาศปกติมีค่า L ไม่แตกต่างจากการบรรจุภายใต้สภาพสุญญากาศ แต่ค่า L มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาดังภาพที่ 17

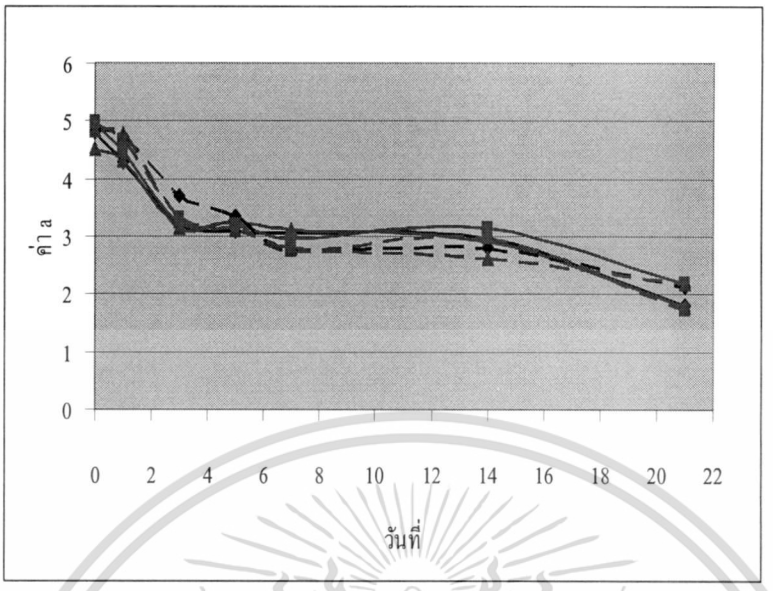
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



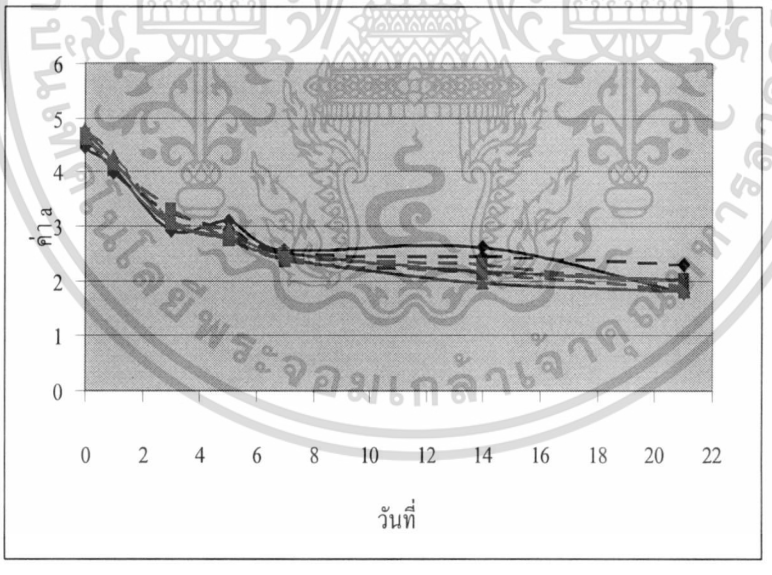
ภาพที่ 17 ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์

เมื่อวัด**สีค่า** a ซึ่งแสดง**สีแดงของเนื้อสุกร** พบว่า ค่า a เริ่มต้นของเนื้อสุกรมีค่า (+)4.47 - (+)4.97 เมื่อผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกแล้วค่า a ของเนื้อสุกรนั้นไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่น แต่ค่า a มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังภาพที่ 18 **ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส** เนื้อสุกรในกลุ่มควบคุมมีค่า a ลดลงจาก (+)4.81 ในวันที่ 0 เป็น (+)4.29 (+)3.21 (+)3.10 (+)3.06 (+)2.98 และ (+)1.82 ในวันที่ 1 3 5 7 14 และ 21 ตามลำดับ โดยเนื้อสุกรในกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นและกลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่า a ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม **การลดลงของค่า a แสดงถึงคุณลักษณะสีแดงของเนื้อสุกรที่ลดลง** เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง**การบรรจุในสภาวะปกติและสภาพสุญญากาศ** พบว่า ค่า a ของทั้งสองสภาวะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วน**การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง** พบว่า ค่า a ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยที่ค่า a มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาดังภาพที่ 19 การบรรจุแบบปกติส่งผลให้ค่า a ของเนื้อสุกรที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่าลดลงจาก (+)4.75 เหลือ (+)1.80 ในวันที่ 21 และที่การบรรจุภายใต้สุญญากาศมีค่า a ลดลงจาก (+)4.77 เป็น (+)1.84 เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



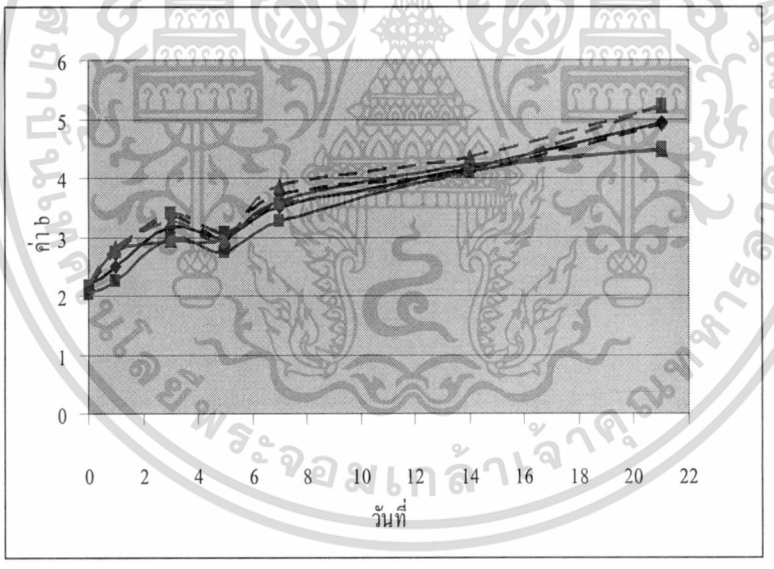
ภาพที่ 18 ค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์



ภาพที่ 19 ค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์

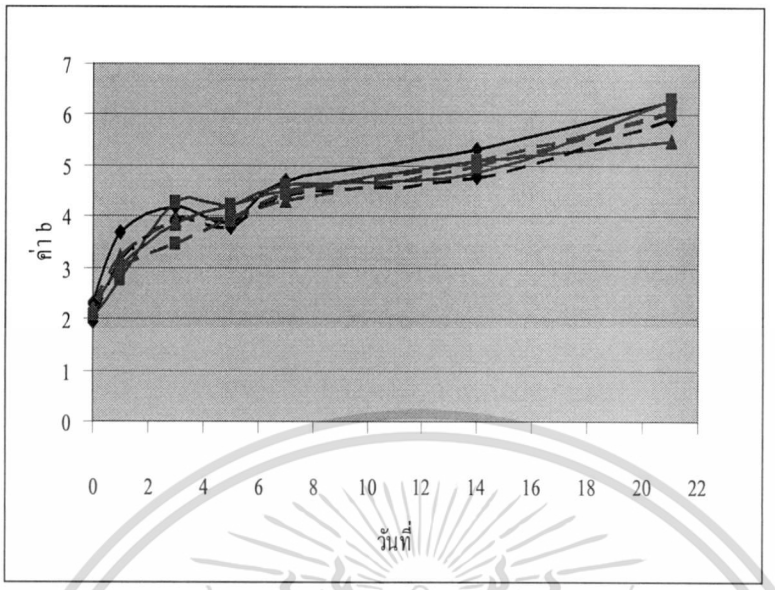
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวัดสี**ค่า b** ซึ่งแสดง**สีเหลืองของเนื้อสุกร** พบว่า ค่า b เริ่มต้นของเนื้อสุกรมีค่า (+)1.94 - (+)2.29 เมื่อผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกแล้วค่า b ของเนื้อสุกรนั้นไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่น แต่ค่า b มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังภาพที่ 20 **การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้การบรรจุแบบปกติ** พบว่า ค่า b ของเนื้อสุกรทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลให้ค่า b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P \leq 0.05$) **เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการบรรจุในสภาวะปกติและสภาพสุญญากาศ** พบว่า ค่า b ของทั้งสองสภาวะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่**การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องส่งผลให้เนื้อสุกรมีค่า b สูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส** ซึ่งการเก็บที่อุณหภูมิห้องส่งผลให้ค่า b ของทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื้อสุกรที่จุ่มในสารละลายทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาดังแสดงในภาพที่ 21 **การบรรจุแบบปกติ**ส่งผลให้ค่า b ของกรดอะซิติกมีค่าเพิ่มขึ้นจาก (+)2.13 เป็น (+)5.49 ในวันที่ 21 และที่**การบรรจุภายใต้สุญญากาศ**มีค่า b เพิ่มขึ้นจาก (+)2.21 เป็น (+)6.06 แสดงให้เห็นว่าเนื้อสุกรที่มีระยะเวลาการเก็บรักษานานส่งผลให้เนื้อมีสีเหลืองค่อนไปทางสีน้ำตาลมากขึ้น



ภาพที่ 20 ค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

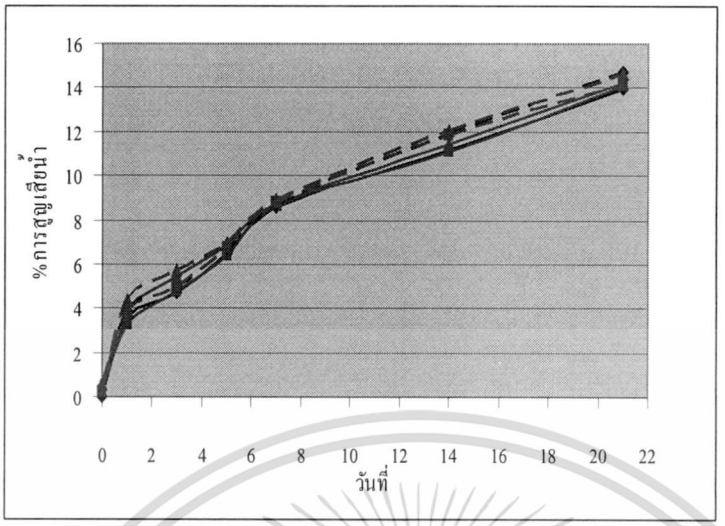


ภาพที่ 21 ค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์

การสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก

ค่าการสูญเสียน้ำ (%) ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่าการสูญเสียน้ำดังแสดงในภาพที่ 22 พบว่า **การจุ่มเนื้อสุกรลงในกรดอะซิติกมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ** ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้หลังจากการจุ่มเนื้อสุกรลงในกรดอะซิติก พบว่า มีค่าการสูญเสียน้ำ 0.55-0.57% ในขณะที่กลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมีการสูญเสียน้ำ 0.14-0.15% และกลุ่มควบคุมไม่มีการสูญเสียน้ำในวันที่ 0 ที่**อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะการบรรจุแบบปกติ** พบว่า ในวันที่ 1 และ 3 เนื้อสุกรทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่าการสูญเสียน้ำมากที่สุดอยู่ที่ 3.90% และ 5.43% ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าการสูญเสียน้ำ 3.57% และ 4.70% ในวันที่ 1 และ 3 ของการเก็บรักษาตามลำดับ และตั้งแต่วันที่ 5 พบว่า ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรทั้ง 3 กลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 21 เนื้อสุกรมีการสูญเสียน้ำสูงถึง 13.99% 14.10% และ 14.26% ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นและกลุ่มที่จุ่มในกรดอะซิติกตามลำดับ **เนื้อสุกรมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยที่การบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศมีค่าการสูญเสียน้ำมากกว่าการบรรจุแบบปกติเล็กน้อย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



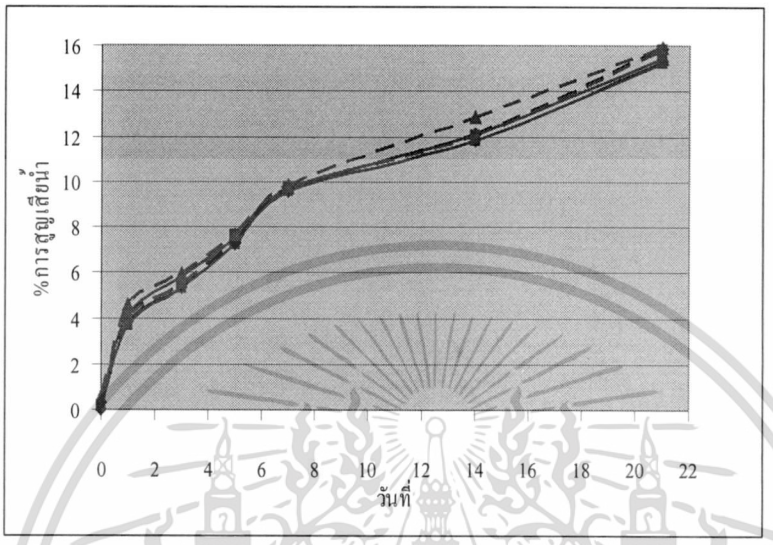
ภาพที่ 22 ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

เนื้อสุกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา พบว่า เนื้อสุกรกลุ่มที่จุ่มในกรดอะซิติกมีค่าการสูญเสียน้ำแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเพิ่มจาก 0.55% เป็น 4.15% ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นมีการสูญเสียน้ำ 3.84% และ 3.68% ตามลำดับ แต่ในวันที่ 3-21 พบว่า เนื้อสุกรทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีค่าการสูญเสียน้ำไม่ต่างกัน การสูญเสียน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาดังภาพที่ 23 ในวันที่ 21 ของระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าการสูญเสียน้ำมากที่สุดคือ 15.28%-15.47% เมื่อ**เปรียบเทียบระหว่างการบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศและการบรรจุแบบปกติ** พบว่า การบรรจุภายใต้สุญญากาศมีค่าการสูญเสียน้ำมากกว่าการบรรจุแบบปกติทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุภายใต้สุญญากาศมีแรงดันที่ช่วยผลักดันน้ำออกจากโครงสร้างกล้ามเนื้อ (Lee, 2003) ภายใต้สภาวะสุญญากาศเนื้อสุกรที่จุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมีค่าการสูญเสียน้ำมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มในน้ำกลั่นซึ่งค่าการสูญเสียน้ำอยู่ที่ 15.91% (Lee, K.T., Choi, W.S. and Yoon, C.S. 2003. "Effect of micro-perforated film on the quality and shelf life improvements of pork loins during chilled storage. **Meat Sci.** 66 : 77-82.)

นอกจากนี้ยังพบว่าการสูญเสียน้ำอาจเกิดจากการย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์โปรติเอส (Protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์และเกิดกิจกรรมได้ดีที่ pH 4.0-7.0 ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากโครงสร้างได้เช่นกัน (Kinsman และคณะ, 1994) และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) ระบุว่าเนื้อที่มีน้ำเยิ้มออกมาเป็นผลมาจากค่าความเป็นกรดในเนื้อต่ำ ประกอบกับอุณหภูมิของเนื้อสูงขึ้นส่งผลให้ Sarcoplamic protein ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำและบัฟเฟอร์ที่มีความเข้มข้นของไอออนต่ำสูญเสียคุณสมบัติบางประการ โดยตกตะกอนทับลงบนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Myofibrillar protein) ทำให้โปรตีนจับตัวกับน้ำลดลงและทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ต่ำ เนื้อจึงมีน้ำไหลเยิ้มออกมา (Kinsman, D.M., Kotula, A.W. and Breidenstein, B.C. 1994. "Muscle foods:Meat, poultry and seafood technology." Chapman & Hall. USA.; จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. "การจัดการโรงฆ่าสัตว์." ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 260 หน้า.)

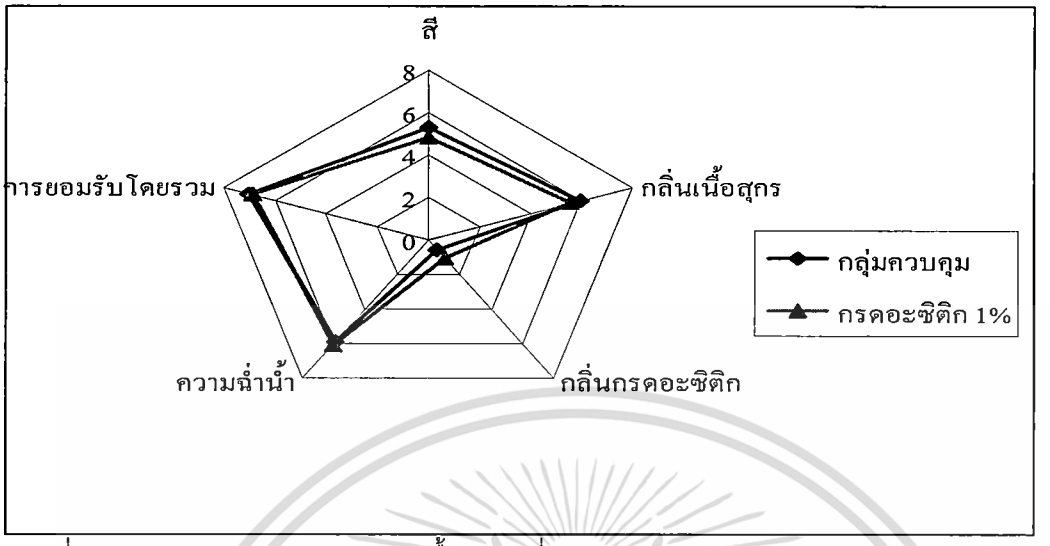


ภาพที่ 23 ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1% (▲) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (◆) และน้ำกลั่น (■) บรรจุแบบปกติ (——) และสุญญากาศ (- - -) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ผลของการใช้กรดอะซิติกต่อการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสด

นำเนื้อสุกรส่วนสันนอกทั้งริ้วซึ่งไม่ผ่านการฉายรังสีและไม่ได้รับการถ่ายเชื้อ *S. Anatum* ลงไปจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% นาน 2 วินาที ผึ่งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงแล้วหั่นให้เป็นรูปลูกเต๋าขนาด 1x1x1 เซนติเมตร นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม โดยเทคนิค Quantitative Descriptive Analysis (QDA) บนเส้นตรงที่มีความยาว 10 เซนติเมตร แสดงค่าเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะด้วยกราฟใยแมงมุม (Spider web) ดังภาพที่ 24 จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสด พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนสี กลิ่นเนื้อสุกร กลิ่นกรดอะซิติก ความฉ่ำน้ำ และการยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผู้ทดสอบให้คะแนนกลิ่นกรดอะซิติกบนเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกมากกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย เนื่องจากตัวอย่างที่ได้รับอาจเป็นตัวอย่างที่มาจากบริเวณผิวหน้าของริ้วสันนอกเนื้อสุกรที่สัมผัสกับกรดอะซิติกโดยตรง เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกจึงเป็นที่ยอมรับเทียบเท่ากับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



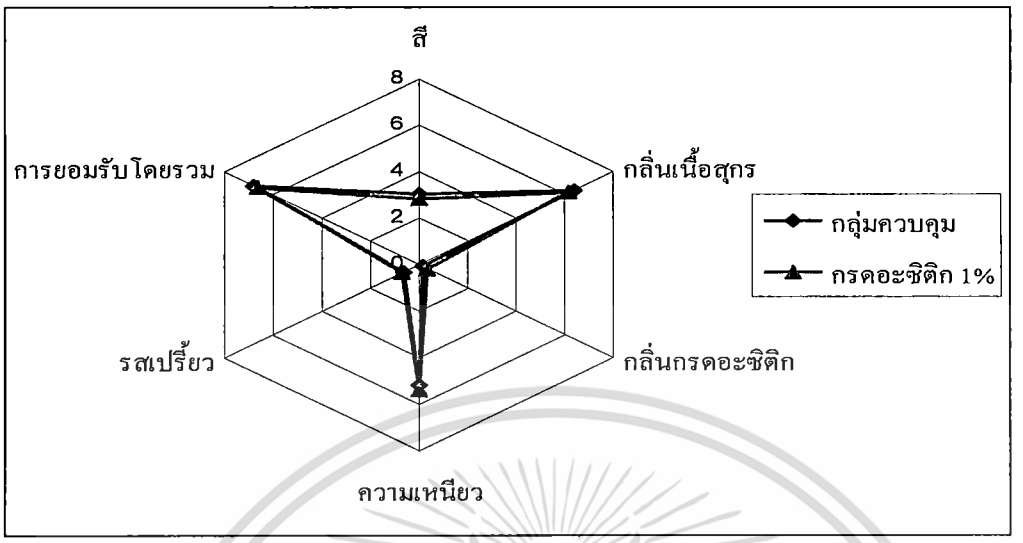
ภาพที่ 24 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรหลังการปรุงสุก

นำเนื้อสุกรส่วนสันนอกทั้งริ้วซึ่งไม่ผ่านการฉายรังสีและไม่ได้รับการถ่ายเชื้อ *S. Anatum* ลงไปจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% นาน 2 วินาที ผึ่งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงแล้วหั่นให้เป็นรูปลูกเต๋าขนาด 1x1x1 เซนติเมตร นำมาต้มให้จุดกึ่งกลางของชิ้นเนื้อมีอุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส (ICMSF, 1996) แล้วทดสอบสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและรสชาด โดยเทคนิค Quantitative Descriptive Analysis (QDA) บนเส้นตรงที่มีความยาว 10 เซนติเมตร แสดงค่าเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะด้วยกราฟใยแมงมุม (Spider web) ดังภาพที่ 25 จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรต้มสุก พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนสี กลิ่นเนื้อสุกร กลิ่นกรดอะซิติก ความเหนียว รสเปรี้ยวและการยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกอาจมีรสเปรี้ยวเล็กน้อยเนื่องจากการซึมเข้าสู่ชั้นกล้ามเนื้อของกรดอะซิติก เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกแล้วต้มจนสุกจึงเป็นที่ยอมรับเทียบเท่ากับเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม

(International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 1996. "Microorganisms in foods 5: Characteristics of microbial pathogens." Chapman & Hall. London. Great Britain.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรต้มสุกที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1.0% เป็นเวลา 2 วินาที เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

- สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1%-3% (ค่า pH อยู่ระหว่าง 3.18-2.86) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* Anatum ได้เมื่อทดสอบด้วยวิธี Disc agar diffusion โดยบริเวณใสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกรดมากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อทำการศึกษายืนยันประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum ในระดับหลอดทดลองที่ระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1% (pH 4.05) ต้องใช้เวลา 55 นาทีในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum ลง 1 log เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นระยะเวลาที่ใช้จะลดลง กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 2.1%-3.0% (ค่า pH ตั้งแต่ 3.77-3.58) สามารถทำให้เชื้อ *S.* Anatum ตายได้ภายในเวลา 30 นาที
- การจุ่มเนื้อสุกรสดลงในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% เป็นระยะเวลานาน 2 วินาที สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum ลงได้ 0.4 log cycle และมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุด โดยคุณภาพด้านสีและกลิ่นยังเป็นที่ยอมรับได้ การเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานทำให้เนื้อมีค่า L และ b สูงขึ้น และมีค่า a ลดลง แต่การการจุ่มเนื้อสุกรสดลงในสารละลายกรดอะซิติกทำให้เนื้อสุกรมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น
- เนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มลงในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% เป็นระยะเวลานาน 2 วินาที ต้องเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บของเนื้อสุกร โดยไม่จำเป็นต้องมีการบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ
- ผู้ทดสอบให้การยอมรับเนื้อสุกรสดและเนื้อสุกรต้มสุกที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 1.0% เป็นระยะเวลานาน 2 วินาที เทียบเท่ากับเนื้อสุกรที่ไม่ผ่านการจุ่มในสารละลายใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

- **อาหารเลี้ยงเชื้อ** TSB (Trypticase Soy Broth)

Peptone from casein	17	g
Peptone from soy meal	3	g
Glucose	2.5	g
Di-Potassium hydrogen phosphate	2.5	g
Sodium chloride	5	g
Distilled water	1	L

ละลายส่วนผสมทั้งหมด ต้มให้เป็นเนื้อเดียวกัน ถ่ายอาหารลงในขวดรูปชมพู่หรือขวดที่มีจุกสำลีหรือฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

- **อาหารเลี้ยงเชื้อ** TSA (Trypticase Soy Agar)

Peptone from casein	15	g
Peptone from soy meal	5	g
Sodium chloride	5	g
Agar	15	g
Distilled water	1	L

ละลายส่วนผสมทั้งหมด ต้มให้เป็นเนื้อเดียวกัน ถ่ายอาหารลงในขวดรูปชมพู่หรือขวดที่มีจุกสำลีหรือฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

- **อาหารเลี้ยงเชื้อ** XLD (Xylose Lysine Desoxycholate Agar)

Yeast extract	3	g
L-Lysine	5	g
Xylose	3.75	g
Lactose	7.5	g
Sucrose	7.5	g
Sodium desoxycholate	2.5	g
Ferric ammonium citrate	0.8	g
Sodium thiosulfate	6.8	g
Phenol red	0.08	g
Agar	15	g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Distilled water	1	L

ละลายส่วนผสมทั้งหมด ต้มพอเดือด ปล่อยให้เย็นลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส แล้วเทลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

- 0.1% Peptone water diluent

Peptone	1	g
Distilled water	1	L

ละลายส่วนผสม ถ่ายอาหารลงในหลอดทดลองแล้วปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อด้วยที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

- **การเตรียมอาหาร TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1%**

จากปริมาตรอาหารเหลว TSB รวม 10 มิลลิลิตรต่อ 1 หลอดทดลอง

คำนวณปริมาตรน้ำส้มสายชูที่มีกรดอะซิติก 5% ที่ต้องใส่ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

$(5\%)(V_1) = (1\%)(10 \text{ มิลลิลิตร})$

$V_1 = 2 \text{ มิลลิลิตร}$

ต้องใช้น้ำส้มสายชู 2 มิลลิลิตรในการเตรียม TSB ที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1% ก่อนการทดลองต้องเติมสารละลายเชื้อ *S. Anatum* 10^7 cfu/ml ลงไปอีก 1 มิลลิลิตร ดังนั้นรวมปริมาตรของเหลวจากน้ำส้มสายชู 2 มิลลิลิตร และเชื้อ 1มิลลิลิตรเท่ากับ 3 มิลลิลิตร ในการละลายสารอาหารที่ใช้ในการเตรียม TSB จึงต้องใช้น้ำ (10 - 3) เท่ากับ 7 มิลลิลิตร เมื่อนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วรอให้อุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิห้องแล้วจึงเติมน้ำส้มสายชู 2 มิลลิลิตรลงไปเขย่าด้วย Vortex จึงปิเปตสารละลายเชื้อลงไปอีก 1 มิลลิลิตร

การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ด้วยวิธีเกลี่ยบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ (Spread plate)

1. เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อมาแล้ว ทิ้งไว้อย่างน้อย 6 ชั่วโมง เพื่อให้ผิวหน้าอาหารแห้ง
2. สุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรน้ำหนัก 25 กรัม เติมสารละลาย Peptone 0.1% 225 มล. แล้วนำไปบดผสมด้วยเครื่อง Stomacher นาน 2 นาที
3. นำตัวอย่างที่ได้มาเจือจางด้วยสารละลาย Peptone 0.1% ให้ได้ระดับการเจือจางที่เหมาะสมแล้ว Spread ลงบนอาหาร TSA
4. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยนับจำนวนเชื้อเฉพาะจานเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี 30 – 300 โคโลนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดค่า pH ของเนื้อสุกร (Jensen และคณะ, 2003)

1. สุ่มตัวอย่างเนื้อสุกร 5 กรัม ปั่นผสมกับน้ำกลั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. นำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่องวัดค่า pH inoLab รุ่น pH Level 1 P-82362

(Jensen, J.M., Robbins, K.L., Ryan, K.L., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K. and Brewer, M.S. 2003. "Effect of lactic acid and acetic acid salts on quality characteristics of enhanced pork during retail display." Meat Sci. 63 : 501-508.)

การวิเคราะห์ค่าการสูญเสียน้ำ (Drip loss) ของเนื้อสุกร (Mendonca และคณะ, 1989)

1. บรรจุเนื้อสุกรลงในถุงพลาสติกแล้วนำไปชั่งน้ำหนักพร้อมจดบันทึกน้ำหนักที่ได้
2. นำเนื้อสุกรออกจากถุงแล้วชั่งน้ำหนักน้ำที่เยิ้มออกมาพร้อมจดบันทึกน้ำหนักที่ได้
3. คำนวณค่าการสูญเสียนำจากสูตร

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

(Mendonca, A.F., Molins, R.A., Kraft, A.A. and Walker, H.W. 1989. "Microbiological, chemical and physical changes in fresh, vacuum-packaged pork treated with organic acids and salts." J. Food Sci. 54 : 18-21.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ตัวอย่าง.....เนื้อสุกรสด.....

ผู้ทดสอบสังเกตสี กลิ่น การเยิ้มน้ำของเนื้อสุกรสด จากนั้นกรุณาขีดเส้นตัดให้คะแนนบนเส้นตรงของแต่ละคุณลักษณะ

สี

อ่อน เข้ม

กลิ่นเนื้อสุกร

น้อย มาก

กลิ่นกรดอะซิติก

น้อย มาก

ความฉ่ำน้ำ

น้อย มาก

การยอมรับโดยรวม

น้อย มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส</u>

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ตัวอย่าง.....เนื้อสุกรต้มสุก...

ผู้ทดสอบสังเกตสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและรสชาติของเนื้อสุกรต้มสุก จากนั้นกรุณาขีดเส้นตัดให้คะแนนบนเส้นตรงของแต่ละคุณลักษณะ

สี

อ่อน เข้ม

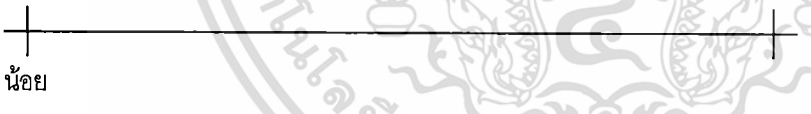
กลิ่นเนื้อสุกร

น้อย มาก

กลิ่นกรดอะซิติก

น้อย มาก

ความเหนียว



น้อย มาก

รสเปรี้ยว

น้อย มาก

การยอมรับโดยรวม

น้อย มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 1 นาที

ความเข้มข้นของกรด	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 14
control	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นคาว มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	มีสีเขียวคล้ำรอบๆ ขอบ มีกลิ่นเหม็นเน่า มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	เนื้อเน่าเสีย มีสีเขียวคล้ำ มีกลิ่นเหม็นเน่า มีน้ำเยิ้ม
น้ำกลั่น	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นคาว มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	มีสีเขียวคล้ำรอบๆ ขอบ มีกลิ่นเหม็นเน่า มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	เนื้อเน่าเสีย มีสีเขียวคล้ำ มีกลิ่นเหม็นเน่า มีน้ำเยิ้ม
1.0	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นคาวเล็กน้อย มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	เนื้อสีชมพูจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้ม	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเหม็นเน่า มีกลิ่นกรดเล็กน้อย
1.2	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	เนื้อสีชมพูจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้ม	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรดเล็กน้อย
1.4	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดเล็กน้อย	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	เนื้อสีชมพูจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรดเล็กน้อย
1.6	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดมากขึ้น	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดมากขึ้น มีน้ำเยิ้มเล็กน้อย	เนื้อสีชมพูจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรดเล็กน้อย มีน้ำเยิ้มมาก
1.8	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดมากขึ้น	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดมากขึ้น มีน้ำเยิ้มค่อนข้างมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงขึ้น มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรดเล็กน้อย มีน้ำเยิ้มมาก
2.0	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดชัดเจน	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดมากขึ้น มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงขึ้น มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลและซีด มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรดเล็กน้อย มีน้ำเยิ้มมาก
2.2	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดชัดเจน	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดชัดเจน มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงขึ้น มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาลและซีดมาก มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

ความเข้มข้นของกรด	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 7	วันที่ 14
2.4	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดชัดเจน	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดชัดเจน มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงขึ้น มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาล และซีดมาก มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก
2.6	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดชัดเจน	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดชัดเจน มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงมาก มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาล และซีดมาก มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก
2.8	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดชัดเจน	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดชัดเจน มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงมาก มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาล และซีดมาก มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก
3.0	เนื้อสีชมพู มีความชุ่มน้ำ มีกลิ่นกรดชัดเจน	เนื้อสีชมพูจาง มีความชุ่มน้ำ ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นกรดชัดเจน มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูซีดจาง มีกลิ่นเหม็นเน่าเล็กน้อย มีกลิ่นกรดแรงมาก มีน้ำเยิ้มมาก	เนื้อสีชมพูอมน้ำตาล และซีดมาก มีกลิ่นเหม็นเน่าและกลิ่นกรด มีน้ำเยิ้มมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 1%-3% บรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก	บรรจุแบบปกติ					บรรจุแบบสุญญากาศ				
	วันที่					วันที่				
	0	1	3	7	14	0	1	3	7	14
ควบคุม	54.37^{a}_{a}ns	54.92^{a}_{b}ns	55.74^{a}_{c}ns	58.67^{a}_{d}ns	60.92^{a}_{e}ns	54.07^{a}_{a}ns	54.52^{a}_{a}ns	55.63^{a}_{b}ns	57.94^{a}_{c}ns	60.24^{a}_{d}ns
น้ำกลั่น	55.21^{b}_{a}ns	55.13^{a}_{a}ns	56.40^{b}_{b}ns	59.64^{b}_{c}ns	61.05^{a}_{d}ns	54.63^{a}_{a}ns	54.93^{a}_{ab}ns	55.88^{a}_{b}ns	58.85^{a}_{c}ns	60.74^{a}_{d}ns
1.0%	56.66^{c}_{a}ns	57.93^{b}_{b}ns	58.70^{c}_{c}ns	62.86^{c}_{d}b	65.17^{b}_{e}b	56.28^{b}_{a}ns	56.35^{b}_{a}ns	58.31^{b}_{b}ns	60.77^{b}_{c}a	63.40^{b}_{d}a
1.2%	57.34^{c}_{a}ns	58.43^{c}_{b}b	59.73^{d}_{c}ns	64.07^{d}_{d}ns	66.30^{c}_{e}b	57.52^{c}_{a}ns	57.31^{c}_{a}a	58.92^{b}_{b}ns	62.35^{c}_{c}ns	63.88^{b}_{d}a
1.4%	58.34^{d}_{a}ns	59.23^{d}_{b}ns	61.67^{e}_{c}b	64.74^{e}_{d}b	66.89^{d}_{e}b	58.50^{cd}_{a}ns	58.83^{d}_{a}ns	60.65^{c}_{b}a	63.15^{cd}_{c}a	64.84^{c}_{d}a
1.6%	58.52^{d}_{a}ns	60.46^{e}_{b}ns	62.44^{f}_{c}b	65.57^{f}_{d}b	67.74^{e}_{e}b	58.87^{d}_{a}ns	59.64^{e}_{a}ns	61.17^{cd}_{b}a	64.09^{de}_{c}a	65.62^{d}_{d}a
1.8%	58.98^{d}_{a}ns	61.05^{f}_{b}b	63.06^{g}_{c}b	66.44^{g}_{d}b	69.13^{f}_{e}b	59.07^{d}_{a}ns	60.09^{ef}_{b}a	61.69^{d}_{c}a	64.79^{ef}_{d}a	66.17^{d}_{e}a
2.0%	60.12^{e}_{a}ns	61.87^{g}_{b}ns	64.71^{h}_{c}b	67.75^{h}_{d}b	69.98^{g}_{e}b	60.53^{e}_{a}ns	60.74^{f}_{a}ns	62.93^{e}_{b}a	65.88^{fg}_{c}a	67.08^{e}_{d}a
2.2%	60.70^{e}_{a}ns	62.26^{h}_{b}ns	64.94^{h}_{c}b	67.91^{h}_{d}b	70.49^{gh}_{e}b	60.90^{ef}_{a}ns	61.58^{g}_{a}ns	63.08^{e}_{b}a	66.17^{g}_{c}a	67.34^{e}_{d}a
2.4%	61.15^{f}_{a}ns	62.58^{i}_{b}ns	65.32^{i}_{c}b	68.64^{i}_{d}b	70.76^{hi}_{e}b	61.50^{efg}_{a}ns	62.10^{gh}_{a}ns	64.14^{f}_{b}a	66.43^{g}_{c}a	68.11^{f}_{d}a
2.6%	61.64^{f}_{a}ns	62.95^{ij}_{b}ns	65.77^{ij}_{c}b	68.94^{ij}_{d}b	71.23^{ij}_{e}b	61.92^{fg}_{a}ns	62.37^{ghi}_{a}ns	64.17^{f}_{b}a	66.91^{gh}_{c}a	68.94^{g}_{d}a
2.8%	62.55^{g}_{a}ns	63.37^{k}_{b}ns	66.22^{k}_{c}ns	69.11^{ij}_{d}ns	71.35^{ij}_{e}b	62.49^{gh}_{a}ns	62.83^{hi}_{a}ns	65.12^{fg}_{b}ns	67.99^{hi}_{c}ns	69.21^{g}_{d}a
3.0%	63.79^{h}_{a}ns	63.92^{l}_{b}b	67.38^{l}_{c}ns	69.42^{j}_{d}ns	71.46^{ij}_{e}b	63.15^{h}_{a}ns	62.97^{i}_{a}a	65.70^{g}_{b}ns	68.15^{i}_{c}ns	69.90^{h}_{d}a

อักษร $^{a\text{-}l}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{a\text{-}e}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 1%-3% บรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก	บรรจุแบบปกติ					บรรจุแบบสุญญากาศ				
	วันที่					วันที่				
	0	1	3	7	14	0	1	3	7	14
ควบคุม	(+)4.47$^{b}_{b}$ns	(+)4.29$^{ab}_{b}$ns	(+)2.87$^{a}_{a}$a	(+)3.06$^{a}_{a}$a	(+)2.98$^{a}_{a}$a	(+)4.84$^{abcd}_{b}$ns	(+)4.74$^{bcde}_{b}$ns	(+)4.38$^{cde}_{ab}$b	(+)4.43$^{cde}_{ab}$b	(+)4.14$^{bc}_{a}$b
น้ำกลั่น	(+)4.64$^{b}_{b}$ns	(+)4.45$^{bc}_{b}$ns	(+)3.08$^{a}_{a}$a	(+)3.30$^{a}_{a}$a	(+)3.16$^{ab}_{a}$ns	(+)5.29$^{cd}_{ns}$ns	(+)5.32$^{ef}_{ns}$ns	(+)4.99$^{e}_{ns}$b	(+)5.08$^{e}_{ns}$b	(+)4.62$^{c}_{ns}$ns
1.0%	(+)4.51$^{b}_{b}$a	(+)4.31$^{abc}_{b}$ns	(+)3.41$^{abc}_{a}$a	(+)3.44$^{ab}_{a}$a	(+)3.24$^{ab}_{a}$a	(+)5.27$^{cd}_{c}$b	(+)4.97$^{def}_{bc}$ns	(+)4.71$^{e}_{b}$b	(+)4.14$^{bc}_{a}$b	(+)4.29$^{c}_{a}$b
1.2%	(+)4.45$^{b}_{ab}$a	(+)4.42$^{bu}_{ab}$ns	(+)4.91$^{f}_{bc}$ns	(+)5.32$^{e}_{c}$a	(+)4.19$^{c}_{a}$ns	(+)5.67$^{d}_{c}$b	(+)5.64$^{f}_{c}$ns	(+)4.65$^{de}_{b}$ns	(+)4.38$^{cd}_{b}$b	(+)3.24$^{a}_{a}$ns
1.4%	(+)4.83$^{b}_{bc}$ns	(+)3.82$^{a}_{a}$ns	(+)4.82$^{f}_{bc}$a	(+)5.18$^{e}_{c}$a	(+)4.46$^{c}_{b}$ns	(+)4.51$^{abc}_{b}$ns	(+)4.35$^{abcd}_{b}$ns	(+)3.65$^{ab}_{a}$b	(+)3.61$^{ab}_{a}$b	(+)3.43$^{ab}_{a}$ns
1.6%	(+)4.59$^{b}_{c}$ns	(+)4.12$^{ab}_{bc}$a	(+)3.95$^{cd}_{ab}$ns	(+)3.69$^{b}_{ab}$ns	(+)3.53$^{b}_{a}$ns	(+)5.04$^{bcd}_{c}$ns	(+)5.01$^{def}_{c}$b	(+)4.73$^{e}_{c}$ns	(+)3.48$^{ab}_{b}$ns	(+)2.78$^{a}_{a}$ns
1.8%	(+)4.53$^{b}_{ns}$ns	(+)4.10$^{ab}_{ns}$ns	(+)4.64$^{f}_{ns}$ns	(+)4.46$^{d}_{ns}$ns	(+)4.26$^{c}_{ns}$a	(+)5.09$^{bcd}_{c}$ns	(+)4.57$^{bcd}_{bc}$ns	(+)4.41$^{cde}_{b}$ns	(+)4.96$^{de}_{bc}$ns	(+)2.98$^{a}_{a}$b
2.0%	(+)4.82$^{b}_{b}$ns	(+)4.58$^{bc}_{b}$ns	(+)3.87$^{bcd}_{a}$ns	(+)4.46$^{d}_{b}$ns	(+)3.66$^{b}_{a}$ns	(+)4.84$^{abcd}_{c}$ns	(+)4.27$^{abcd}_{b}$ns	(+)4.06$^{bcd}_{b}$ns	(+)3.92$^{bc}_{b}$ns	(+)3.26$^{a}_{a}$ns
2.2%	(+)3.43$^{a}_{a}$a	(+)3.73$^{a}_{ab}$a	(+)4.06$^{de}_{abc}$ns	(+)4.62$^{d}_{c}$a	(+)4.26$^{c}_{bc}$ns	(+)5.19$^{cd}_{b}$b	(+)4.87$^{cde}_{b}$b	(+)4.89$^{e}_{b}$ns	(+)3.12$^{a}_{a}$b	(+)3.16$^{a}_{a}$ns
2.4%	(+)4.60$^{b}_{cd}$ns	(+)4.18$^{ab}_{a}$ns	(+)4.49$^{ef}_{bc}$a	(+)4.78$^{d}_{d}$a	(+)4.29$^{c}_{ab}$a	(+)5.00$^{abcd}_{d}$ns	(+)4.52$^{bcd}_{cd}$ns	(+)4.07$^{bcd}_{bc}$b	(+)3.20$^{a}_{a}$b	(+)3.28$^{a}_{ab}$b
2.6%	(+)4.39$^{b}_{cd}$ns	(+)4.79$^{c}_{d}$a	(+)3.89$^{bcd}_{b}$ns	(+)4.13$^{c}_{bc}$ns	(+)3.46$^{ab}_{a}$ns	(+)4.25$^{ab}_{b}$ns	(+)4.16$^{abc}_{b}$b	(+)3.59$^{ab}_{ab}$ns	(+)2.99$^{a}_{a}$ns	(+)2.85$^{a}_{a}$ns
2.8%	(+)3.63$^{a}_{a}$ns	(+)4.55$^{bu}_{b}$ns	(+)3.36$^{ab}_{a}$ns	(+)3.71$^{b}_{a}$ns	(+)3.53$^{b}_{a}$ns	(+)4.46$^{abc}_{c}$ns	(+)3.40$^{ab}_{bc}$ns	(+)3.82$^{abc}_{b}$ns	(+)3.00$^{a}_{a}$ns	(+)3.18$^{a}_{a}$ns
3.0%	(+)3.70$^{a}_{ab}$ns	(+)4.55$^{bc}_{b}$ns	(+)3.70$^{bcd}_{ab}$ns	(+)3.76$^{b}_{ab}$ns	(+)3.28$^{ab}_{a}$ns	(+)4.09$^{a}_{b}$ns	(+)3.68$^{a}_{ab}$ns	(+)3.37$^{a}_{ab}$ns	(+)3.10$^{a}_{a}$ns	(+)2.89$^{a}_{a}$ns

อักษร $^{a-f}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{a-e}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 1%-3% บรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก	บรรจุแบบปกติ					บรรจุแบบสุญญากาศ				
	วันที่					วันที่				
	0	1	3	7	14	0	1	3	7	14
ควบคุม	(+)1.16$^{a}_{a}$ns	(+)2.00$^{a}_{b}$ns	(+)1.79$^{a}_{b}$ns	(+)2.19$^{a}_{bc}$a	(+)2.50$^{a}_{c}$a	(+)1.79$^{a}_{a}$ns	(+)3.06$^{abc}_{b}$ns	(+)3.34$^{a}_{b}$ns	(+)3.55$^{a}_{bc}$b	(+)4.52$^{a}_{c}$b
น้ำกลั่น	(+)1.60$^{ab}_{a}$ns	(+)2.25$^{a}_{b}$ns	(+)1.99$^{a}_{ab}$a	(+)2.27$^{a}_{b}$a	(+)2.46$^{a}_{b}$a	(+)2.50$^{bcd}_{a}$ns	(+)3.42$^{abcd}_{b}$ns	(+)3.41$^{a}_{b}$b	(+)3.57$^{a}_{b}$b	(+)4.42$^{a}_{c}$b
1.0%	(+)1.74$^{abc}_{a}$ns	(+)3.08$^{bcd}_{b}$ns	(+)3.39$^{b}_{bc}$ns	(+)3.43$^{b}_{bc}$ns	(+)3.56$^{b}_{c}$a	(+)1.83$^{a}_{a}$ns	(+)3.16$^{abcd}_{b}$ns	(+)3.60$^{a}_{bc}$ns	(+)4.18$^{ab}_{cd}$ns	(+)4.69$^{a}_{d}$b
1.2%	(+)1.16$^{ab}_{a}$ns	(+)3.46$^{cde}_{c}$ns	(+)3.34$^{b}_{c}$ns	(+)2.61$^{a}_{b}$a	(+)3.58$^{b}_{c}$a	(+)1.92$^{ab}_{a}$ns	(+)2.69$^{ab}_{b}$ns	(+)3.17$^{a}_{b}$ns	(+)4.27$^{ab}_{c}$b	(+)4.94$^{a}_{c}$b
1.4%	(+)1.16$^{a}_{a}$a	(+)3.11$^{bcde}_{b}$ns	(+)3.22$^{b}_{b}$ns	(+)3.21$^{b}_{b}$ns	(+)3.68$^{b}_{b}$a	(+)2.35$^{abc}_{a}$b	(+)2.62$^{a}_{a}$ns	(+)3.40$^{a}_{b}$ns	(+)4.57$^{b}_{c}$ns	(+)5.83$^{b}_{d}$b
1.6%	(+)1.50$^{ab}_{a}$ns	(+)2.81$^{b}_{b}$ns	(+)3.35$^{b}_{bc}$a	(+)3.50$^{b}_{c}$a	(+)3.46$^{b}_{c}$a	(+)2.60$^{cd}_{a}$ns	(+)3.10$^{abcd}_{a}$ns	(+)4.54$^{bc}_{b}$b	(+)6.57$^{cd}_{c}$b	(+)7.74$^{c}_{d}$b
1.8%	(+)1.51$^{ab}_{a}$a	(+)3.22$^{bcde}_{b}$a	(+)4.44$^{c}_{c}$ns	(+)4.60$^{c}_{c}$a	(+)4.61$^{c}_{c}$a	(+)3.47$^{e}_{a}$b	(+)4.03$^{d}_{b}$b	(+)5.33$^{cd}_{c}$ns	(+)7.29$^{de}_{d}$b	(+)7.55$^{c}_{d}$b
2.0%	(+)1.49$^{ab}_{a}$ns	(+)3.03$^{bcd}_{b}$ns	(+)4.55$^{cd}_{c}$a	(+)4.81$^{c}_{c}$a	(+)5.00$^{cd}_{c}$a	(+)2.39$^{abc}_{a}$ns	(+)3.50$^{abcd}_{b}$ns	(+)5.49$^{d}_{c}$b	(+)6.91$^{cde}_{d}$b	(+)8.32$^{cde}_{e}$b
2.2%	(+)1.53$^{ab}_{a}$a	(+)2.90$^{bc}_{b}$ns	(+)4.91$^{cd}_{c}$ns	(+)5.54$^{d}_{c}$ns	(+)5.34$^{de}_{c}$ns	(+)2.74$^{cd}_{a}$b	(+)3.49$^{abcd}_{ab}$ns	(+)4.36$^{b}_{b}$ns	(+)6.35$^{c}_{c}$ns	(+)7.56$^{c}_{d}$ns
2.4%	(+)2.27$^{cde}_{a}$ns	(+)3.47$^{cde}_{b}$ns	(+)5.07$^{de}_{c}$ns	(+)5.43$^{d}_{c}$a	(+)5.49$^{ef}_{c}$a	(+)2.76$^{cd}_{a}$ns	(+)3.62$^{cd}_{b}$ns	(+)5.29$^{cd}_{c}$ns	(+)6.45$^{cd}_{d}$b	(+)8.04$^{cd}_{e}$b
2.6%	(+)2.53$^{e}_{a}$ns	(+)4.28$^{f}_{b}$ns	(+)5.56$^{ef}_{c}$ns	(+)5.77$^{d}_{c}$a	(+)5.65$^{ef}_{c}$a	(+)2.83$^{cd}_{a}$ns	(+)3.54$^{bcd}_{b}$ns	(+)5.44$^{d}_{c}$ns	(+)7.21$^{cde}_{d}$b	(+)8.84$^{de}_{e}$b
2.8%	(+)2.39$^{de}_{a}$ns	(+)3.55$^{de}_{b}$ns	(+)5.99$^{g}_{c}$ns	(+)6.29$^{e}_{c}$ns	(+)6.37$^{g}_{c}$a	(+)3.12$^{de}_{a}$ns	(+)3.85$^{cd}_{a}$ns	(+)5.34$^{cd}_{b}$ns	(+)7.54$^{ef}_{c}$ns	(+)9.04$^{e}_{d}$b
3.0%	(+)1.88$^{bcd}_{a}$ns	(+)3.72$^{e}_{b}$ns	(+)5.53$^{ef}_{c}$ns	(+)5.60$^{d}_{c}$a	(+)5.84$^{f}_{c}$a	(+)3.15$^{de}_{a}$b	(+)3.71$^{cd}_{a}$ns	(+)5.33$^{cd}_{b}$ns	(+)8.20$^{f}_{c}$b	(+)9.85$^{f}_{d}$b

อักษร $^{a-g}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{a-e}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าการสูญเสียน้ำ (%) ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติกที่ระดับความเข้มข้น 1%-3% บรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก	บรรจุแบบปกติ					บรรจุแบบสุญญากาศ				
	วันที่					วันที่				
	0	1	3	7	14	0	1	3	7	14
ควบคุม	$0.00^{a}{}_{a}$ns	$3.13^{a}{}_{b}$ns	$4.53^{a}{}_{c}$ns	$8.27^{a}{}_{d}$ns	$10.96^{a}{}_{e}$a	$0.00^{a}{}_{a}$ns	$3.81^{a}{}_{b}$ns	$5.49^{a}{}_{c}$ns	$8.73^{a}{}_{d}$ns	$12.17^{a}{}_{e}$b
น้ำกลั่น	$0.15^{a}{}_{a}$ns	$3.27^{a}{}_{b}$ns	$4.78^{a}{}_{c}$ns	$8.82^{ab}{}_{d}$ns	$11.09^{a}{}_{e}$ns	$0.18^{ab}{}_{a}$ns	$3.89^{a}{}_{b}$ns	$5.78^{a}{}_{c}$ns	$9.02^{ab}{}_{d}$ns	$12.34^{a}{}_{e}$ns
1.0%	$0.38^{b}{}_{a}$ns	$4.07^{ab}{}_{b}$ns	$5.66^{b}{}_{c}$ns	$9.66^{bc}{}_{d}$ns	$11.86^{ab}{}_{e}$a	$0.37^{bc}{}_{a}$ns	$5.17^{ab}{}_{b}$ns	$6.40^{a}{}_{c}$ns	$10.11^{b}{}_{d}$ns	$12.85^{a}{}_{e}$b
1.2%	$0.46^{bc}{}_{a}$ns	$4.53^{b}{}_{b}$ns	$6.04^{b}{}_{c}$a	$10.53^{cd}{}_{d}$a	$12.69^{bc}{}_{e}$ns	$0.44^{cd}{}_{a}$ns	$6.02^{bc}{}_{b}$ns	$7.72^{b}{}_{c}$b	$11.96^{c}{}_{d}$b	$14.37^{b}{}_{e}$ns
1.4%	$0.49^{bcd}{}_{a}$ns	$5.10^{bd}{}_{b}$a	$6.46^{bc}{}_{c}$ns	$11.38^{d}{}_{d}$a	$13.62^{cd}{}_{e}$a	$0.49^{cde}{}_{a}$ns	$6.92^{cd}{}_{b}$b	$8.65^{b}{}_{c}$ns	$13.27^{d}{}_{d}$b	$16.25^{c}{}_{e}$b
1.6%	$0.54^{bcde}{}_{a}$ns	$5.77^{cd}{}_{b}$a	$6.99^{cd}{}_{c}$a	$12.49^{e}{}_{d}$a	$14.62^{de}{}_{e}$a	$0.56^{cdef}{}_{a}$ns	$7.71^{de}{}_{b}$b	$9.96^{c}{}_{c}$b	$14.57^{e}{}_{d}$b	$17.30^{d}{}_{e}$b
1.8%	$0.67^{cdef}{}_{a}$ns	$6.44^{d}{}_{b}$ns	$7.66^{de}{}_{c}$a	$13.44^{f}{}_{d}$a	$15.85^{ef}{}_{e}$a	$0.58^{cdefg}{}_{a}$ns	$8.62^{e}{}_{b}$ns	$11.29^{d}{}_{c}$b	$16.76^{f}{}_{d}$b	$18.94^{e}{}_{e}$b
2.0%	$0.69^{cdef}{}_{a}$ns	$7.77^{e}{}_{b}$a	$8.39^{e}{}_{c}$a	$14.25^{fg}{}_{d}$a	$16.42^{fg}{}_{e}$a	$0.63^{defg}{}_{a}$ns	$10.07^{f}{}_{b}$b	$11.91^{de}{}_{c}$b	$17.95^{fg}{}_{d}$b	$20.40^{f}{}_{e}$b
2.2%	$0.72^{def}{}_{a}$ns	$8.01^{e}{}_{b}$ns	$9.26^{f}{}_{c}$a	$14.73^{gh}{}_{d}$a	$16.83^{fg}{}_{e}$a	$0.68^{defgh}{}_{a}$ns	$10.61^{fg}{}_{b}$ns	$12.87^{ef}{}_{c}$b	$18.70^{gh}{}_{d}$b	$21.20^{g}{}_{e}$b
2.4%	$0.73^{def}{}_{a}$ns	$8.27^{ef}{}_{b}$a	$9.97^{fg}{}_{c}$a	$15.29^{hi}{}_{d}$a	$17.12^{fgh}{}_{e}$a	$0.71^{efgh}{}_{a}$ns	$11.54^{gh}{}_{b}$b	$13.59^{fg}{}_{c}$b	$19.48^{hi}{}_{d}$b	$22.34^{h}{}_{e}$b
2.6%	$0.77^{ef}{}_{a}$ns	$8.40^{ef}{}_{b}$a	$10.06^{fg}{}_{c}$a	$15.70^{i}{}_{d}$a	$17.66^{ghi}{}_{e}$a	$0.77^{fgh}{}_{a}$ns	$12.19^{hi}{}_{b}$b	$13.99^{fgh}{}_{c}$b	$19.92^{hij}{}_{d}$b	$23.14^{i}{}_{e}$b
2.8%	$0.81^{f}{}_{a}$ns	$8.76^{ef}{}_{b}$a	$10.53^{gh}{}_{c}$a	$15.99^{i}{}_{d}$a	$18.18^{hi}{}_{e}$a	$0.83^{gh}{}_{a}$ns	$12.83^{hi}{}_{b}$b	$14.45^{gh}{}_{c}$b	$20.37^{ij}{}_{d}$b	$24.17^{j}{}_{e}$b
3.0%	$0.90^{f}{}_{a}$ns	$9.33^{f}{}_{b}$a	$11.07^{h}{}_{c}$a	$16.21^{i}{}_{d}$a	$18.59^{i}{}_{e}$a	$0.89^{h}{}_{a}$ns	$13.27^{i}{}_{b}$b	$14.93^{h}{}_{c}$b	$21.15^{i}{}_{d}$b	$25.02^{k}{}_{e}$b

อักษร $^{a\text{-}k}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{a\text{-}e}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 6 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรสดบด

กลุ่มทดลอง	สี	กลิ่นเนื้อสุกร	กลิ่นกรดอะซิติก	ความฉ่ำน้ำ	การยอมรับโดยรวม
กลุ่มควบคุม	5.26^{a}	5.85^{a}	0.02^{a}	6.23^{ns}	7.20^{a}
2 วินาที	5.08^{a}	5.64^{a}	0.93^{b}	6.22^{ns}	6.78^{a}
10 วินาที	4.01^{b}	4.55^{b}	1.71^{c}	5.88^{ns}	5.99^{b}
30 วินาที	3.40^{b}	4.45^{b}	2.57^{d}	5.53^{ns}	5.80^{b}

อักษร $^{a-d}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดย DMRT

อักษร ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 7 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรบดต้มสุก

กลุ่มทดลอง	สี	กลิ่นเนื้อสุกร	กลิ่นกรดอะซิติก	ความเหนียว	รสเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
กลุ่มควบคุม	3.80^{ns}	5.51^{a}	0.22^{a}	4.25^{ns}	0.28^{a}	6.98^{a}
2 วินาที	3.92^{ns}	5.49^{a}	0.37^{ab}	4.40^{ns}	0.98^{b}	6.50^{a}
10 วินาที	3.71^{ns}	5.09^{ab}	0.61^{bc}	3.76^{ns}	1.38^{b}	5.64^{b}
30 วินาที	3.19^{ns}	4.28^{b}	0.75^{c}	3.62^{ns}	2.19^{c}	5.20^{b}

อักษร $^{a-c}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดย DMRT

อักษร ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 8 จำนวนเชื้อ S. Anatum ที่รอดชีวิตบนเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% นาน 2 วินาทีเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและน้ำกลั่นที่สภาวะการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	4 องศาเซลเซียส						อุณหภูมิห้อง					
	บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ			บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ		
	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA
0	$5.36^{ab}{}_{b}ns$	$5.32^{ab}{}_{b}ns$	$4.95^{b}{}_{a}ns$	$5.35^{a}{}_{b}ns$	$5.32^{ab}{}_{b}ns$	$4.95^{cd}{}_{a}ns$	$5.36^{a}{}_{b}ns$	$5.35^{a}{}_{b}ns$	$4.96^{a}{}_{a}ns$	$5.35^{a}{}_{b}ns$	$5.35^{a}{}_{b}ns$	$4.98^{a}{}_{a}ns$
1	$5.18^{a}{}_{b}ns$	$5.20^{a}{}_{b}ns$	$4.78^{ab}{}_{a}ns$	$5.09^{a}{}_{b}ns$	$5.05^{a}{}_{b}ns$	$4.63^{ab}{}_{a}ns$	$5.94^{b}{}_{b}ns$	$5.95^{b}{}_{b}ns$	$5.63^{b}{}_{a}ns$	$5.80^{b}{}_{b}ns$	$5.74^{b}{}_{ab}ns$	$5.4^{3b}{}_{a}ns$
3	$5.20^{a}{}_{b}ns$	$5.20^{a}{}_{b}ns$	$4.63^{a}{}_{a}b$	$5.13^{a}{}_{b}ns$	$5.14^{ab}{}_{b}ns$	$4.47^{a}{}_{a}a$	$6.55^{c}{}_{ns}ns$	$6.49^{c}{}_{ns}ns$	$6.22^{c}{}_{ns}ns$	$6.31^{c}{}_{ns}ns$	$6.31^{c}{}_{ns}ns$	$6.09^{c}{}_{ns}ns$
5	$5.49^{b}{}_{b}ns$	$5.56^{b}{}_{b}b$	$4.96^{b}{}_{a}ns$	$5.31^{a}{}_{b}ns$	$5.37^{b}{}_{b}a$	$4.78^{bc}{}_{a}ns$	$7.21^{d}{}_{ns}ns$	$7.23^{d}{}_{ns}ns$	$7.13^{d}{}_{ns}ns$	$7.22^{d}{}_{ns}ns$	$7.22^{d}{}_{ns}ns$	$7.03^{d}{}_{ns}ns$
7	$6.17^{c}{}_{b}b$	$6.28^{c}{}_{b}ns$	$5.26^{c}{}_{a}ns$	$5.79^{b}{}_{b}a$	$5.81^{c}{}_{b}ns$	$5.13^{d}{}_{a}ns$	$7.81^{e}{}_{ns}ns$	$7.79^{e}{}_{ns}ns$	$7.73^{e}{}_{ns}ns$	$7.76^{e}{}_{ns}ns$	$7.73^{e}{}_{ns}ns$	$7.62^{e}{}_{ns}ns$
14	$7.35^{d}{}_{b}ns$	$7.38^{d}{}_{b}b$	$6.36^{d}{}_{a}ns$	$6.88^{c}{}_{b}ns$	$6.97^{d}{}_{b}a$	$6.20^{e}{}_{a}ns$	$9.91^{f}{}_{ns}ns$	$10.03^{e}{}_{ns}ns$	$10.14^{f}{}_{ns}ns$	$10.16^{e}{}_{ns}ns$	$10.04^{f}{}_{ns}ns$	$10.10^{f}{}_{ns}ns$
21	$8.08^{e}{}_{b}b$	$8.14^{e}{}_{b}ns$	$7.31^{e}{}_{a}ns$	$7.62^{d}{}_{b}a$	$7.67^{e}{}_{b}ns$	$7.08^{f}{}_{a}ns$	$12.53^{g}{}_{ns}ns$	$12.58^{f}{}_{ns}ns$	$12.67^{g}{}_{ns}ns$	$12.50^{f}{}_{ns}ns$	$12.48^{g}{}_{ns}ns$	$12.42^{g}{}_{ns}ns$

อักษร $^{a-g}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{a-b}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่า pH ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% นาน 2 วินาทีเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและน้ำกลั่นที่สภาวะการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	4 องศาเซลเซียส						อุณหภูมิห้อง					
	บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ			บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ		
	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA
0	$6.12^{a}{}_{ns}$ns	$6.11^{a}{}_{ns}$ns	$6.00^{a}{}_{ns}$ns	$6.12^{a}{}_{ns}$ns	$6.11^{a}{}_{ns}$ns	$6.00^{a}{}_{ns}$ns	$6.07^{a}{}_{ns}$ns	$6.11^{a}{}_{ns}$ns	$5.99^{a}{}_{ns}$ns	$6.12^{a}{}_{ns}$ns	$6.11^{a}{}_{ns}$ns	$6.02^{a}{}_{ns}$ns
1	$6.04^{a}{}_{ns}$ns	$6.02^{a}{}_{ns}$ns	$6.02^{a}{}_{ns}$ns	$6.11^{a}{}_{ns}$ns	$6.14^{a}{}_{ns}$ns	$6.12^{ab}{}_{ns}$ns	$6.30^{ab}{}_{ns}$ns	$6.29^{a}{}_{ns}$ns	$6.28^{b}{}_{ns}$ns	$6.14^{a}{}_{ns}$ns	$6.15^{a}{}_{ns}$ns	$6.19^{ab}{}_{ns}$ns
3	$6.17^{a}{}_{ns}$ns	$6.18^{a}{}_{ns}$ns	$6.11^{a}{}_{ns}$ns	$6.13^{a}{}_{ns}$ns	$6.16^{a}{}_{ns}$ns	$6.10^{ab}{}_{ns}$ns	$6.54^{bc}{}_{ns}$ns	$6.56^{b}{}_{ns}$ns	$6.54^{c}{}_{ns}$ns	$6.53^{b}{}_{ns}$ns	$6.46^{b}{}_{ns}$ns	$6.47^{bc}{}_{ns}$ns
5	$6.28^{a}{}_{ns}$ns	$6.27^{a}{}_{ns}$ns	$6.24^{a}{}_{ns}$ns	$6.27^{a}{}_{ns}$ns	$6.25^{a}{}_{ns}$ns	$6.24^{ab}{}_{ns}$ns	$6.69^{c}{}_{ns}$ns	$6.67^{b}{}_{ns}$ns	$6.68^{c}{}_{ns}$ns	$6.65^{bc}{}_{ns}$ns	$6.71^{bc}{}_{ns}$ns	$6.64^{cd}{}_{ns}$ns
7	$6.26^{a}{}_{ns}$ns	$6.28^{a}{}_{ns}$ns	$6.22^{a}{}_{ns}$ns	$6.25^{a}{}_{ns}$ns	$6.23^{a}{}_{ns}$ns	$6.25^{b}{}_{ns}$ns	$6.96^{d}{}_{ns}$ns	$6.95^{c}{}_{ns}$ns	$6.92^{d}{}_{ns}$ns	$6.94^{cd}{}_{ns}$ns	$6.92^{cd}{}_{ns}$ns	$6.91^{de}{}_{ns}$ns
14	$6.76^{b}{}_{ns}$ns	$6.67^{b}{}_{ns}$ns	$6.57^{b}{}_{ns}$ns	$6.52^{b}{}_{ns}$ns	$6.60^{b}{}_{ns}$ns	$6.54^{c}{}_{ns}$ns	$7.21^{e}{}_{ns}$ns	$7.27^{d}{}_{ns}$ns	$7.04^{d}{}_{ns}$ns	$7.12^{d}{}_{ns}$ns	$7.07^{d}{}_{ns}$ns	$7.02^{e}{}_{ns}$ns
21	$6.79^{b}{}_{ns}$ns	$6.71^{b}{}_{ns}$ns	$6.63^{b}{}_{ns}$ns	$6.65^{b}{}_{ns}$ns	$6.66^{b}{}_{ns}$ns	$6.66^{c}{}_{ns}$ns	$8.63^{f}{}_{ns}$ns	$8.66^{e}{}_{ns}$ns	$8.42^{e}{}_{ns}$ns	$8.52^{e}{}_{ns}$ns	$8.53^{e}{}_{ns}$ns	$8.38^{f}{}_{ns}$ns

อักษร $^{a-f}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่า L ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% นาน 2 วินาทีเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและน้ำกลั่นที่สภาวะการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	4 องศาเซลเซียส						อุณหภูมิห้อง					
	บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ			บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ		
	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA
0	$53.70^{a}{}_{ns}$ns	$53.88^{a}{}_{ns}$ns	$54.07^{a}{}_{ns}$ns	$53.40^{a}{}_{ns}$ns	$53.63^{a}{}_{ns}$ns	$54.11^{a}{}_{ns}$ns	$53.78^{a}{}_{ns}$ns	$53.86^{a}{}_{ns}$ns	$54.12^{a}{}_{ns}$ns	$53.76^{a}{}_{ns}$ns	$53.85^{a}{}_{ns}$ns	$54.07^{a}{}_{ns}$ns
1	$54.92^{b}{}_{a}$ns	$55.04^{b}{}_{a}$ns	$56.15^{b}{}_{b}$ns	$54.86^{b}{}_{a}$ns	$54.93^{b}{}_{ab}$ns	$56.01^{b}{}_{b}$ns	$55.52^{b}{}_{ns}$ns	$55.75^{b}{}_{ns}$ns	$55.96^{b}{}_{ns}$ns	$55.50^{b}{}_{ns}$ns	$55.59^{b}{}_{ns}$ns	$55.93^{b}{}_{ns}$ns
3	$55.21^{bc}{}_{a}$ns	$56.40^{c}{}_{b}$ns	$57.33^{c}{}_{b}$b	$54.97^{b}{}_{a}$ns	$55.31^{b}{}_{ab}$ns	$56.69^{bc}{}_{b}$a	$56.99^{c}{}_{ns}$ns	$56.87^{c}{}_{ns}$ns	$57.52^{c}{}_{ns}$ns	$56.77^{c}{}_{ns}$ns	$56.76^{bc}{}_{ns}$ns	$57.34^{c}{}_{ns}$ns
5	$56.02^{c}{}_{a}$ns	$57.52^{d}{}_{b}$ns	$58.19^{d}{}_{b}$b	$56.02^{c}{}_{a}$ns	$56.41^{c}{}_{a}$ns	$57.06^{c}{}_{b}$a	$57.74^{c}{}_{ns}$ns	$57.74^{d}{}_{ns}$ns	$58.13^{c}{}_{ns}$ns	$57.57^{c}{}_{ns}$ns	$57.53^{c}{}_{ns}$ns	$57.96^{c}{}_{ns}$ns
7	$58.00^{d}{}_{a}$ns	$58.43^{e}{}_{ab}$ns	$59.71^{e}{}_{b}$b	$57.61^{d}{}_{a}$ns	$57.78^{d}{}_{a}$ns	$58.70^{d}{}_{b}$a	$59.51^{d}{}_{ns}$ns	$59.68^{e}{}_{ns}$ns	$59.99^{d}{}_{ns}$ns	$59.46^{d}{}_{ns}$ns	$59.38^{d}{}_{ns}$ns	$59.83^{d}{}_{ns}$ns
14	$60.54^{e}{}_{a}$ns	$60.42^{f}{}_{a}$ns	$61.51^{f}{}_{b}$ns	$60.27^{e}{}_{a}$ns	$60.20^{e}{}_{a}$ns	$61.16^{e}{}_{b}$ns	$62.14^{e}{}_{ns}$ns	$62.21^{f}{}_{ns}$ns	$62.94^{e}{}_{ns}$ns	$62.13^{e}{}_{ns}$ns	$62.01^{e}{}_{ns}$ns	$62.18^{e}{}_{ns}$ns
21	$62.35^{f}{}_{a}$ns	$62.21^{g}{}_{a}$ns	$63.25^{g}{}_{b}$ns	$62.05^{f}{}_{a}$ns	$61.99^{f}{}_{a}$ns	$62.45^{f}{}_{b}$ns	$65.06^{f}{}_{ns}$ns	$64.87^{g}{}_{ns}$ns	$65.31^{f}{}_{ns}$ns	$64.80^{f}{}_{ns}$ns	$64.93^{f}{}_{ns}$ns	$65.31^{f}{}_{ns}$ns

อักษร $^{a-g}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{a-b}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 11 ค่า (+)a ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% นาน 2 วินาทีเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและน้ำกลั่นที่สภาวะการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	4 องศาเซลเซียส						อุณหภูมิห้อง					
	บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ			บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ		
	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA
0	4.81^{c}_{ns}ns	4.97^{c}_{ns}ns	4.51^{c}_{ns}ns	4.84^{a}_{ns}ns	4.96^{c}_{ns}ns	4.84^{b}_{ns}ns	4.47^{c}_{ns}ns	4.69^{d}_{ns}ns	4.75^{c}_{ns}ns	4.70^{e}_{ns}ns	4.60^{e}_{ns}ns	4.77^{d}_{ns}ns
1	4.29^{c}_{ns}ns	4.45^{c}_{ns}ns	4.31^{c}_{ns}ns	4.73^{a}_{ns}ns	4.65^{c}_{ns}ns	4.77^{b}_{ns}ns	4.08^{c}_{ns}ns	4.01^{d}_{ns}ns	4.19^{c}_{ns}ns	3.98^{d}_{ns}ns	4.13^{d}_{ns}ns	4.27^{d}_{ns}ns
3	3.21^{b}_{ns}ns	3.23^{b}_{ns}ns	3.16^{b}_{ns}ns	3.71^{b}_{ns}ns	3.32^{b}_{ns}ns	3.28^{a}_{ns}ns	2.92^{b}_{ns}ns	3.03^{c}_{ns}ns	3.07^{b}_{ns}ns	3.25^{c}_{ns}ns	3.29^{c}_{ns}ns	3.09^{c}_{ns}ns
5	3.10^{b}_{ns}ns	3.22^{b}_{ns}ns	3.25^{b}_{ns}ns	3.35^{b}_{ns}ns	3.21^{b}_{ns}ns	3.12^{a}_{ns}ns	3.09^{b}_{ns}ns	2.82^{bc}_{ns}ns	2.76^{ab}_{ns}ns	2.95^{bc}_{ns}ns	2.75^{b}_{ns}ns	2.93^{bc}_{ns}ns
7	3.06^{b}_{ns}ns	2.96^{b}_{ns}ns	3.11^{b}_{ns}b	2.76^{ab}_{ns}ns	2.75^{b}_{ns}ns	2.81^{a}_{ns}a	2.56^{b}_{ns}ns	2.49^{abc}_{ns}ns	2.42^{ab}_{ns}ns	2.50^{ab}_{ns}ns	2.41^{b}_{ns}ns	2.37^{ab}_{ns}ns
14	2.98^{b}_{ns}ns	3.16^{b}_{ns}ns	2.91^{b}_{ns}ns	2.81^{ab}_{ns}ns	2.96^{b}_{ns}ns	2.63^{a}_{ns}ns	2.62^{b}_{ns}ns	2.18^{ab}_{ns}ns	1.96^{a}_{ns}ns	2.43^{ab}_{ns}ns	2.28^{ab}_{ns}ns	2.15^{a}_{ns}ns
21	1.82^{a}_{ns}ns	2.17^{a}_{ns}ns	1.79^{a}_{ns}ns	2.12^{a}_{ns}ns	1.73^{a}_{ns}ns	2.17^{a}_{ns}ns	1.78^{a}_{ns}ns	2.02^{a}_{ns}ns	1.80^{a}_{ns}ns	2.30^{a}_{ns}ns	1.91^{a}_{ns}ns	1.84^{a}_{ns}ns

อักษร $^{a-e}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 12 ค่า (+)b ของเนื้อสุกรสดที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดอะซิติก 1% นาน 2 วินาทีเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและน้ำกลั่นที่สภาวะการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	4 องศาเซลเซียส						อุณหภูมิห้อง					
	บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ			บรรยากาศปกติ			สุญญากาศ		
	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA	ควบคุม	น้ำกลั่น	1% AA
0	$2.17^{a}{}_{ns}$ns	$2.03^{a}{}_{ns}$ns	$2.15^{a}{}_{ns}$ns	$2.12^{a}{}_{ns}$ns	$2.17^{a}{}_{ns}$ns	$2.16^{a}{}_{ns}$ns	$2.29^{a}{}_{ns}$ns	$1.99^{a}{}_{ns}$ns	$2.13^{a}{}_{ns}$ns	$1.94^{a}{}_{ns}$ns	$2.08^{a}{}_{ns}$ns	$2.21^{a}{}_{ns}$ns
1	$2.50^{ab}{}_{ns}$ns	$2.25^{ab}{}_{ns}$ns	$2.78^{ab}{}_{ns}$ns	$2.72^{ab}{}_{ns}$ns	$2.75^{ab}{}_{ns}$ns	$2.83^{ab}{}_{ns}$ns	$3.67^{b}{}_{ns}$ns	$2.75^{a}{}_{ns}$ns	$3.02^{b}{}_{ns}$ns	$3.09^{b}{}_{ns}$ns	$2.99^{b}{}_{ns}$ns	$3.22^{b}{}_{ns}$ns
3	$3.17^{bc}{}_{ns}$ns	$2.99^{c}{}_{ns}$ns	$2.94^{ab}{}_{ns}$ns	$3.34^{bcd}{}_{ns}$ns	$3.41^{bcd}{}_{ns}$ns	$3.27^{bc}{}_{ns}$ns	$4.18^{bc}{}_{ns}$ns	$4.26^{b}{}_{ns}$b	$3.84^{c}{}_{ns}$ns	$3.94^{bc}{}_{ns}$ns	$3.44^{bc}{}_{ns}$a	$3.90^{bc}{}_{ns}$ns
5	$2.98^{bc}{}_{ns}$ns	$2.73^{bc}{}_{ns}$ns	$2.96^{ab}{}_{ns}$ns	$3.00^{bc}{}_{ns}$ns	$3.06^{bc}{}_{ns}$ns	$2.93^{b}{}_{ns}$ns	$3.88^{bc}{}_{ns}$ns	$4.22^{b}{}_{ns}$ns	$4.21^{c}{}_{ns}$ns	$3.78^{bc}{}_{ns}$ns	$3.93^{cd}{}_{ns}$ns	$3.96^{bc}{}_{ns}$ns
7	$3.52^{cd}{}_{ns}$ns	$3.27^{c}{}_{ns}$a	$3.63^{bc}{}_{ns}$ns	$3.72^{cd}{}_{ns}$ns	$3.57^{cd}{}_{ns}$b	$3.85^{cd}{}_{ns}$ns	$4.69^{cd}{}_{ns}$ns	$4.60^{b}{}_{ns}$ns	$4.49^{cd}{}_{ns}$ns	$4.39^{c}{}_{ns}$ns	$4.44^{de}{}_{ns}$ns	$4.32^{cd}{}_{ns}$ns
14	$4.16^{d}{}_{ns}$ns	$4.12^{d}{}_{ns}$ns	$4.23^{c}{}_{ns}$ns	$4.12^{d}{}_{ns}$ns	$4.09^{d}{}_{ns}$ns	$4.35^{d}{}_{ns}$ns	$5.34^{d}{}_{ns}$ns	$4.88^{b}{}_{ns}$ns	$5.09^{de}{}_{ns}$ns	$4.75^{c}{}_{ns}$ns	$5.09^{e}{}_{ns}$ns	$4.99^{d}{}_{ns}$ns
21	$4.94^{e}{}_{ns}$ns	$4.48^{e}{}_{ns}$ns	$4.47^{c}{}_{ns}$ns	$4.91^{e}{}_{ns}$ns	$5.24^{e}{}_{ns}$ns	$5.20^{e}{}_{ns}$ns	$6.29^{e}{}_{ns}$ns	$6.32^{c}{}_{ns}$ns	$5.49^{e}{}_{ns}$ns	$5.91^{d}{}_{ns}$ns	$6.07^{f}{}_{ns}$ns	$6.06^{e}{}_{ns}$ns

อักษร $^{a\text{-}f}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคอลัมน์เดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร $_{ns}$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแถวเดียวกันของการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร a และ b แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

อักษร ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการบรรจุแบบปกติและสุญญากาศในระยะเวลาการเก็บเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 14 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรสด

กลุ่มทดลอง	สี	กลิ่นเนื้อสุกร	กลิ่นกรดอะซิติก	ความฉ่ำน้ำ	การยอมรับโดยรวม
กลุ่มควบคุม	5.29^{ns}	5.97^{ns}	0.51^{nsa}	5.96^{ns}	7.03^{ns}
2 วินาที	4.87^{ns}	5.61^{ns}	0.98^{ns}	6.04^{ns}	6.81^{ns}

อักษร^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 15 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเทคนิค QDA ของเนื้อสุกรต้มสุก

กลุ่มทดลอง	สี	กลิ่นเนื้อสุกร	กลิ่นกรดอะซิติก	ความเหนียว	รสเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
กลุ่มควบคุม	3.04^{ns}	6.32^{ns}	0.15^{ns}	5.16^{ns}	0.60^{ns}	6.78^{ns}
2 วินาที	2.86^{ns}	6.15^{ns}	0.32^{ns}	5.37^{ns}	0.66^{ns}	6.59^{ns}

อักษร^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT