

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อของหมุยอ 2) เพื่อศึกษาผลของโซเดียมเบนโซเอตต่อคุณลักษณะของหมุยอทางด้านสี เนื้อสัมผัส และรส 3) ผลของโซเดียมเบนโซเอตที่เติมในหมุยอในด้านการยืดอายุของหมุยอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ดังต่อไปนี้

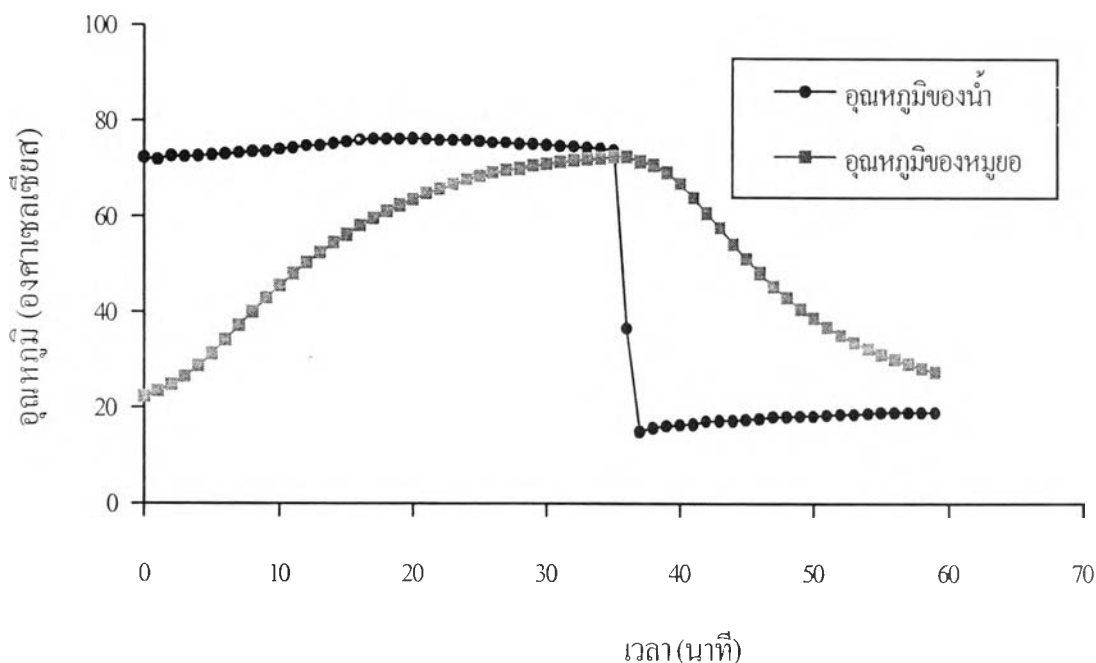
1. การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มหมุยอ

1.1 ผลการศึกษาสภาวะเบื้องต้นของกระบวนการฆ่าเชื้อในหมุยอ

การศึกษาสภาวะเบื้องต้นของกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยการต้มหมุยอในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนกระทั่งให้อุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางของแท่งหมุยอเป็น 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เพื่อที่จะให้ได้หมุยอที่มีคุณภาพด้านจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและมีลักษณะกายภาพที่ดี

1.1.1 การแทรกผ่านของความร้อนสู่แท่งหมุยอ

เมื่อนำกระบอกโลหะซึ่งมีหมุยอที่ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ (thermocouple) ไปต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส พบว่าในช่วงแรกของการให้ความร้อน อุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางของแท่งหมุยอจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 22 องศาเซลเซียส เป็น 62 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 19 นาที แสดงว่าการแทรกผ่านของความร้อนสู่แท่งหมุยอเกิดขึ้นได้ดี อันเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างอย่างมากระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและแท่งหมุยอ และเมื่อให้ความร้อนแก่แท่งหมุยอต่อไปอีกระยะหนึ่ง อุณหภูมิของแท่งหมุยอจะสูงขึ้นอีกเล็กน้อยจาก 62 องศาเซลเซียสเป็น 72 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 14 นาที เพราะอุณหภูมิระหว่างน้ำร้อนและแท่งหมุยอ มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับช่วงแรก ต่อจากนั้นจึงรักษาอุณหภูมิของแท่งหมุยอให้คงที่ที่ 72 องศาเซลเซียส นานต่อไปอีก 2 นาที ทำให้เวลาที่ใช้ในการต้มแท่งหมุยอรวมทั้งสิ้นเป็น 35 นาที แล้วทำการลดอุณหภูมิโดยการย้ายกระบอกโลหะไปแช่ในน้ำเย็น ส่งผลให้อุณหภูมิของแท่งหมุยอลดลงจาก 72 องศาเซลเซียส เป็น 28 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 20 นาที ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของหมุ่ยข ในการศึกษาสภาวะเบื้องต้นกระบวนการฆ่าเชื้อ

เนื่องจากจุดกึ่งกลางของแท่งหมุ่ยข เป็นจุดที่ความร้อนแทรกผ่านเข้าไปได้ช้าที่สุด (Brown and Gould, 1992) ดังนั้นผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ จึงทำให้เชื่อมั่นได้ว่า ส่วนต่างๆ ของแท่งหมุ่ยข จะมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 นาที ซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่สูงกว่าค่ามาตรฐานในการพาสเจอร์ไรส์อาหารทั่วไป

1.1.2 ผลด้านกายภาพ

หมุ่ยขที่ผลิตเสร็จใหม่ มีลักษณะทางกายภาพที่ดี คือ มีสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี และมีกลิ่นปกติ แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน หมุ่ยขจะมีลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ผลดังแสดงในตารางที่ 6 คือ หมุ่ยขมีสีไม่สม่ำเสมอ คือคล้ำขึ้นมีสีเขียวและสีแดงเรื่อๆ ผิวของหมุ่ยขจะแตก เนื้อนุ่มและยุ่ยขึ้น มีเนื้อกรอบๆ แท่งหมุ่ยข มีน้ำแยกจากเนื้อหมุ่ยข และมีกลิ่นเหม็นเน่าอย่างแรง ซึ่งคล้ายกับลักษณะการเน่าเสียของหมุ่ยขดังปรากฏในการศึกษาของรสริน ว่องไวรัตน์ (2528) ที่รายงานว่า หมุ่ยขจะแสดงลักษณะเน่าเสีย โดยบริเวณรอบๆ หมุ่ยขจะมีลักษณะเป็นเมือก เริ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและเหม็นเน่า

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของหมูยอ ที่ผลิตโดยการต้มในน้ำร้อน 75 องศาเซลเซียส นาน 35 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

เวลาเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะทางกายภาพของหมูยอ
0*	สีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี และมีกลิ่นปกติ
2	สีคล้ำขึ้น มีสีเขียวและแดงเรื่อๆ ผิวแตก เนื้อนุ่ม และ ชุ่มมาก มีเมือกรอบๆ แท่งหมูยอ มีน้ำแยกจากเนื้อหมูยอ กลิ่นเหม็นบูด เน่าอย่างแรง ถูกบรรจุไปงพอง

หมายเหตุ * หมายถึง วันที่ผลิตเสร็จใหม่

1.1.3 ผลด้านจุลชีววิทยา

เมื่อนำหมูยอที่ผลิตเสร็จใหม่ มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค ได้แก่ *S. aureus*, *Salmonella*, *C. perfringens* และดัชนีเชื้อโรค ได้แก่ Coliform bacteria และ *E. coli* ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 7 คือไม่พบ *S. aureus*, *Salmonella* และ *C. perfringens* ในขณะที่ Coliform bacteria และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

ตารางที่ 7 ปริมาณจุลินทรีย์ของหมูยอ ที่ผลิตโดยการต้มในน้ำร้อน 75 องศาเซลเซียส นาน 35 นาที

เชื้อจุลินทรีย์				
<i>S. aureus</i> /0.1 g (พบ/ไม่พบ)	<i>Salmonella</i> /25 g (พบ/ไม่พบ)	<i>C. perfringens</i> /0.1 g (พบ/ไม่พบ)	Coliform bacteria (MPN/g)	<i>E. coli</i> (MPN/g)
ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3

การตรวจไม่พบเชื้อโรค และดัชนีของเชื้อโรคในหมูยอของการศึกษาครั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตหมูยอ ไม่มีเชื้อโรคและดัชนีของเชื้อโรคดังกล่าวปนเปื้อนอยู่ หรือมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคและ/หรือดัชนีของเชื้อโรคในวัตถุดิบ ซึ่งการปนเปื้อนดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้นับตั้งแต่ที่ฟาร์มเลี้ยงหมู ร้านค้าในตลาดสด และซูเปอร์มาเก็ต โดยจากการศึกษาของนงคราญ เรื่องประพันธ์ (2544) พบว่าเนื้อหมูในจังหวัดเชียงใหม่ มีการปนเปื้อนของ

S. aureus, *Salmonella*, *C. perfringens* และ *E. coli* ร้อยละ 68.8 2.8 44.4 และ 75.0 ของจำนวน ตัวอย่างที่ทำการสุ่มวิเคราะห์ทั้งหมด 36 ตัวอย่าง ตามลำดับ

ถ้าเป็นกรณีที่มีเชื้อโรคและ/หรือดัชนีของเชื้อโรครดดังกล่าวปนเปื้อนอยู่ใน วัตถุดิบ แสดงว่าการให้ความร้อนโดยการต้มจนกระทั่งอุณหภูมิของหมวดยเป็น 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีศักยภาพเพียงพอที่จะทำลายเชื้อโรคและดัชนีของเชื้อโรครดดังกล่าว ที่ปนเปื้อนใน ผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Richmond (1991) อ้างถึงใน Briggs และ Lennard (1997) ที่กล่าวว่า การให้ความร้อนแก่อาหาร จนกระทั่งอุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จะสามารถทำลายแบคทีเรียพวก *Listeria*, *Salmonella*, *E. coli*, *Shigella*, *Campylobacter*, *S. aureus*, *Yersinia*, *Vibrio* และ vegetative cell ของ *Bacillus cereus* และ *C. perfringens* ได้ ในลักษณะเดียวกันกับ Palumbo, Smith และ Kissinger (1977) พบว่าการ ให้ความร้อนแก่ไส้กรอกแฟรงเฟอ์เตอร์ จนกระทั่งอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์มีค่าเป็น 71.1 องศาเซลเซียส สามารถทำลาย *S. aureus* ได้ ส่วน Millone และ Watson (1970) อ้างถึงใน Jay (2000) ได้ศึกษาการใช้ความร้อนในการทำลายเชื้อ *Salmonella senftenberg* 775W ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ทน ความร้อนที่สุดในกลุ่ม *Salmonella* พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียส สามารถ ทำลายเชื้อดังกล่าวได้ และจากการศึกษาของ Fenton และคณะ (1995) อ้างถึงใน Jay (2000) ได้ แสดงให้เห็นว่า การให้ความร้อนแก่เนื้อวัวบดที่มีไขมันต่ำ จนกระทั่งอุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางเป็น 72 องศาเซลเซียส จะสามารถทำลาย *E. coli* O157:H7 ที่เติมลงไป ปริมาณ 10^5 ต่อเนื้อวัวบด 1 กรัม ได้

ผลวิเคราะห์เชื้อโรคและดัชนีของเชื้อโรคของหมวดยในการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมวดย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539) จึงเป็นการบ่งชี้ว่าการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ต้มหมวดยนาน 35 นาที สามารถ ทำลายเชื้อโรคและดัชนีของเชื้อโรคได้

สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 8 พบว่าเมื่อทำการ ให้ความร้อนแก่หมวดย จนกระทั่งอุณหภูมิของหมวดยมีค่าเป็น 72 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมวดยที่ผลิตเสร็จใหม่ มีค่าเท่ากับ 4.3×10^3 CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณตาม เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไป คือไม่เกิน $6 \log$ CFU/g หรือ 10^6 CFU/g (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2544)

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมูยอ ที่ผลิตโดยการต้มในน้ำร้อน 75 องศาเซลเซียส นาน 35 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

เวลาเก็บรักษา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)
0*	4.3×10^3
2	$> 7.0 \times 10^7$

หมายเหตุ * หมายถึง วันที่ผลิตเสร็จใหม่

เมื่อเก็บรักษาหมูยอที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือ มีปริมาณมากกว่า 7.0×10^7 CFU/g และ แสดงลักษณะเน่าเสียอย่างชัดเจนคือ หมูยอมีสีไม่สม่ำเสมอ คือคล้ำขึ้นมีสีเขียวและสีแดงเรื่อๆ ผิวแตก เนื้อนิ่มและยุ่ยขึ้น มีเมือกรอบๆ แท่งหมูยอ มีน้ำแยกจากเนื้อหมูยอ มีกลิ่นเหม็นเน่าอย่างแรง และอุบรจุโป่งพอง ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับที่ Garbutt (1997b) ระบุว่าอาหารจะ แสดงลักษณะเน่าเสีย โดยมีกลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ เมื่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 10^6 CFU/g

ส่วนลักษณะการเกิดเมือก อาจเกิดจากแบคทีเรียพวก *Micrococcus*, *Bacillus*, *Leuconostoc* และ *Streptococcus* (วิลาวัดย์ เจริญจิระตระกูล, 2537) สำหรับการนิ่มและยุ่ยของเนื้อ อาจเกิดจากแบคทีเรียในกลุ่มของ *Bacillus* spp. และ *Clostridium* spp. ซึ่งสปอร์ของแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด ทนทานต่อความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ดังนั้นแบคทีเรียดังกล่าว จึงอาจรอดชีวิตและทำการย่อยสลายโปรตีนในสภาพไม่มีอากาศ ทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นเน่า และเมื่อก๊าซดังกล่าวมีปริมาณมากพอก็จะทำให้อุบรจุโป่งพองได้ (Walker, 1992; Huis in't Veld, 1996)

นอกจากนี้สีของหมูยอไม่สม่ำเสมอคือคล้ำขึ้น มีสีเขียว อาจเกิดจากแบคทีเรีย *Weissella viridescens* ซึ่งสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้หลังจากให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที โดยแบคทีเรียชนิดนี้จะสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แล้วทำปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเปลี่ยน nitrosohaemochrome เป็น choleomyoglobin ซึ่งจะเห็นเป็นจุดสีเขียวในผลิตภัณฑ์ (Borch, Kant-Muermans and Blixt, 1996) ส่วนสีแดงเรื่อๆ อาจเกิดจาก

รงควัตถุสีแดงที่ถูกสร้างขึ้นโดย *Serratia marcescens* ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดที่เติบโตได้ในสภาวะที่มีหรือไม่มีออกซิเจน (Hayes, 1992)

จะเห็นได้ว่าหมุยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส แสดงการเน่าเสียค่อนข้างเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการเน่าเสียแก่หมุยอยู่หลายประการด้วยกัน กล่าวคือ ปริมาณความชื้นที่สูงถึงร้อยละ 47-63 (ศรัณยา เปียแดง, 2528 และทัศนีย์ ชาเจียมเจน, 2545) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่อนข้างเป็นกลาง คืออยู่ในช่วง 6.29-6.36 (ศรัณยา เปียแดง, 2528) การเป็นแหล่งสารอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ อาทิ โปรตีน ไขมัน เกลือแร่และวิตามิน และการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม คือ เก็บรักษาที่อุณหภูมิก่อนข้างสูง เป็นต้น

1.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการดัมหมุย

การศึกษานี้ได้ขยายระยะเวลาการดัมให้ยาวนานขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์เริ่มต้นลงได้ระดับหนึ่ง และจะทำให้หมุยที่ผลิตมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น

1.2.1 ผลด้านกายภาพ

เมื่อนำแห้งหมุยดัมในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลายาวนานขึ้นเป็น 48 63 และ 78 นาที เพื่อให้อุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางเป็น 72 องศาเซลเซียส นาน 15 30 และ 45 นาที ตามลำดับ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เมื่อประเมินลักษณะทางกายภาพ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่าหมุยที่ผลิตเสร็จใหม่ยังคงมีลักษณะทางกายภาพที่ดี คือสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี และมีกลิ่นปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Carballo และคณะ (1996) ที่พบว่าทำให้ความร้อนแก่ไส้กรอกบอโลกนาโดยใช้ตู้อบลมร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางสูงถึง 63 70 และ 78 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสและสีที่ไม่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของหมุยทั้ง 3 ชุด สังเกตได้หลังจากการเก็บรักษานาน 1 วัน โดยการเปลี่ยนแปลงจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือเนื้อสัมผัสจะเปลี่ยนแปลงเร็วกว่า สี และกลิ่น โดยเนื้อของหมุยจะยุบขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่สีและกลิ่นไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาการเก็บรักษา คือเนื้อจะเริ่มนุ่ม ยุบเพิ่มขึ้น ผิวของหมุยจะแตก เมื่อเก็บไว้นานตั้งแต่ 2 วันขึ้นไป

เมื่อเก็บรักษาหมูยอนาน 2 วัน พบว่าหมูยจะมีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย และเมื่อเก็บนาน 3 วัน หมูยจะมีกลิ่นเหม็นเน่า ความผิดปกติของกลิ่นดังกล่าวนี้จะเกิดควบคู่ไปกับการโป่งพองของถุงบรรจุหมูย โดยถุงหมูยจะเริ่มโป่งพองเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 วัน และโป่งพองมากขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 3 วัน

การเปลี่ยนแปลงด้านสีของหมูยจะเกิดขึ้นช้ากว่าด้านเนื้อสัมผัส และกลิ่น โดยจะเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของหมูยที่ไม่สม่ำเสมอ โดยปรากฏเป็นสีแดงเรื่อๆ หลังจากเก็บรักษานาน 3 วัน

ระยะเวลาในการต้มหมูยอนาน 48 63 และ 78 นาที พบว่าไม่มีผลแตกต่างกันทั้งในด้านสี เนื้อสัมผัสและกลิ่น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพของหมูยอ ที่ผลิตโดยการต้มในน้ำร้อน 75 องศาเซลเซียส นาน 48 63 และ 78 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

เวลาเก็บรักษา (วัน)	เวลาดัมหมูยอ (นาที)	ลักษณะปรากฏ	
		หมูยอ	บรรจุภัณฑ์
0*	48	สีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี กลิ่นปกติ	ปกติ
	63	สีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี กลิ่นปกติ	ปกติ
	78	สีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี กลิ่นปกติ	ปกติ
1	48	สีครีมอ่อน เนื้ออยู่เล็กน้อย กลิ่นปกติ	ปกติ
	63	สีครีมอ่อน เนื้ออยู่เล็กน้อย กลิ่นปกติ	ปกติ
	78	สีครีมอ่อน เนื้ออยู่เล็กน้อย กลิ่นปกติ	ปกติ
2	48	สีครีมอ่อน เนื้อนิ่มและขุ่น ผิวแตก กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	โป่งพอง
	63	สีครีมอ่อน เนื้อนิ่มและขุ่น ผิวแตก กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	โป่งพอง
	78	สีครีมอ่อน เนื้อนิ่มและขุ่น ผิวแตก กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	โป่งพอง
3	48	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เนื้อนิ่ม และขุ่นมาก ผิวแตกเพิ่มขึ้น กลิ่นเหม็น	โป่งพองเพิ่มขึ้น
	63	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เนื้อนิ่ม และขุ่นมาก ผิวแตกเพิ่มขึ้น กลิ่นเหม็น	โป่งพองเพิ่มขึ้น
	78	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เนื้อนิ่ม และขุ่นมาก ผิวแตกเพิ่มขึ้น กลิ่นเหม็น	โป่งพองเพิ่มขึ้น

หมายเหตุ * หมายถึง วันที่ผลิตเสร็จใหม่

1.2.2 ผลด้านจุลชีววิทยา

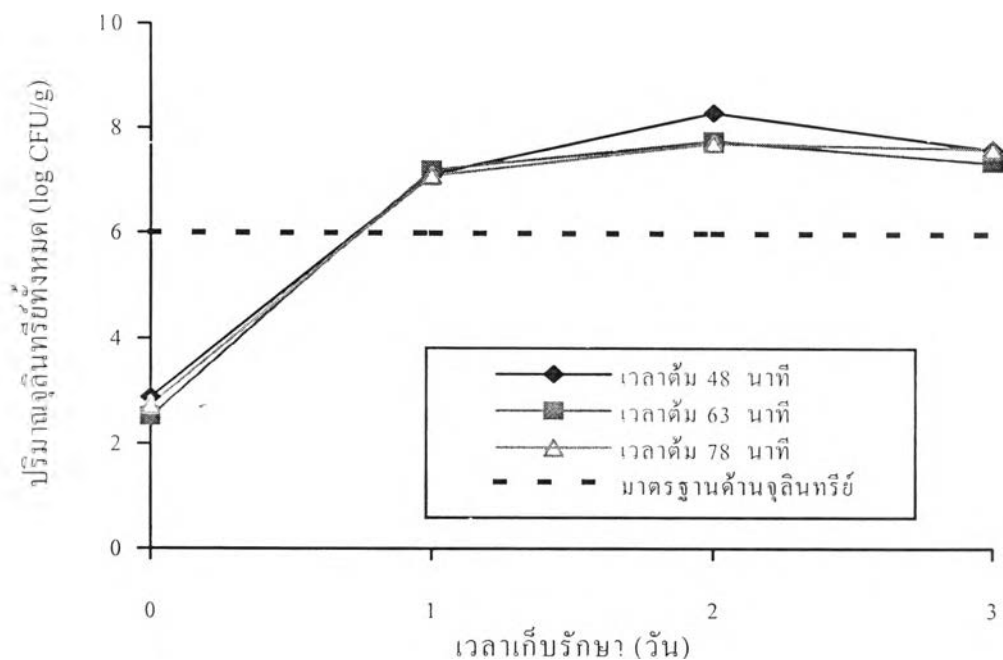
ผลวิเคราะห์เชื้อโรคและดัชนีของเชื้อโรคของหมูยอ ที่ผลิตเสร็จใหม่ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ต้มหมูยอเป็นเวลา 48 63 และ 78 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคและดัชนีของเชื้อโรคได้ ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 10 คือไม่พบ *S. aureus*, *Salmonella* และ *C. perfringens* ในขณะที่ดัชนีของเชื้อโรคคือ Coliform bacteria และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

จากผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่า หมูยอที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวจะมีคุณภาพด้านจุลชีววิทยา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมูยอ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539)

ตารางที่ 10 ปริมาณจุลินทรีย์ของหมูยอ ที่ผลิตโดยการต้มในน้ำร้อน 75 องศาเซลเซียส นาน 48 63 และ 78 นาที

เวลาดต้ม หมูยอ (นาที)	เชื้อจุลินทรีย์				
	<i>S. aureus</i> /0.1g (พบ/ไม่พบ)	<i>Salmonella</i> /25g (พบ/ไม่พบ)	<i>C. perfringens</i> /0.1g (พบ/ไม่พบ)	Coliform bacteria (MPN/g)	<i>E. coli</i> (MPN/g)
48	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
63	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
78	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3

สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมูยอ ที่ผลิตเสร็จใหม่จากการต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 63 และ 78 นาที มีค่าเท่ากับ 2.9 2.5 และ 2.7 log CFU/g หรือ 7.5×10^2 3.3×10^2 และ 5.5×10^2 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2544)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมอยอ ที่ผลิตโดยการต้มในน้ำร้อน 75 องศาเซลเซียส นาน 48 63 และ 78 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า วันแรกของการเก็บรักษาหมอยอที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 7.1 7.2 และ 7.1 log CFU/g หรือ 1.4×10^7 1.7×10^7 และ 1.3×10^7 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งในช่วงนี้หมอยอเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส โดยที่เนื้อของหมอยอจะยุบเล็กน้อย แต่สีและกลิ่นยังคงปกติ แสดงให้เห็นว่า หมอยอที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดประมาณ 1.3×10^7 - 1.7×10^7 CFU/g จะเริ่มแสดงลักษณะเน่าเสีย โดยสอดคล้องกับการศึกษาของรสริน ว่องวิไลรัตน์ (2528) ที่พบว่าหมอยอแสดงลักษณะเน่าเสีย เมื่อมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดประมาณ 2.2×10^7 CFU/g

เมื่อเก็บรักษาอย่างต่อเนื่อง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยเมื่อเก็บนาน 2 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 8.3 7.8 และ 7.7 log CFU/g หรือ 2.0×10^8 6.1×10^7 และ 5.4×10^7 CFU/g ตามลำดับ หมอยอทุกชุดมีลักษณะเนื้อนุ่มและยุบ ผิวแตก มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย และดูขบขระโป่งพอง และเมื่อเก็บรักษาหมอยอเป็นเวลา 3 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 7.6 7.4 และ 7.6 log CFU/g หรือ 4.2×10^7 2.3×10^7 และ 4.4×10^7 CFU/g ตามลำดับ และมีการเน่าเสียเพิ่มขึ้น คือหมอยอมีสีแดงเรื่อๆ ปรากฏขึ้น เนื้อจะนุ่มและยุบมากขึ้น ผิวแตกมากขึ้น มีกลิ่นเหม็นและดูขบขระโป่งพองมากกว่าเดิม

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าทำให้ความร้อนแก่หมุยอ โดยการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 48 63 และ 78 นาที ไม่มีผลแตกต่างกันในด้านจุลชีววิทยาและลักษณะทางกายภาพของหมุยอ ตลอดช่วงเวลารักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาการต้มหมุยอนาน 53 นาที เพื่อให้สามารถคงอุณหภูมิตรงจุดกึ่งกลางของแท่งหมุยอเป็น 72 องศาเซลเซียส นานเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจในด้านอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมุยอสำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม และข้อกำหนดดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการทดลองในลำดับต่อไป เพื่อศึกษาผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่อคุณลักษณะและอายุการเก็บรักษาของหมุยอ

2. การศึกษาผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่อคุณลักษณะของหมุยอ

การศึกษาผลของโซเดียมเบนโซเอตต่อคุณลักษณะของหมุยอด้านประสาทสัมผัส โดยการเติมโซเดียมเบนโซเอตในหมุยอปริมาณ 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใช้น้ำร้อนในการต้มหมุยอที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 53 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จใหม่ถูกนำมาประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน อายุอยู่ระหว่าง 21-24 ปี รวมทั้งสิ้น 20 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะของหมุยอด้านสี เนื้อสัมผัส และรสปรากฏผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 11 คะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสของหมุยอ ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณแตกต่างกัน

ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต ที่เติม (มก/กก)	ค่ามัธยฐานของคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัส		
	สี*	เนื้อสัมผัส*	รส*
0	4.0	4.0	5.0
500	3.5	4.0	5.0
1,000	4.0	3.0	5.0
1,500	3.5	4.0	5.0
2,000	4.0	4.0	5.0
p-value	0.180	0.550	0.845

หมายเหตุ * การให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัสและรส ดังแสดงในภาคผนวก ง

2.1 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสี

เมื่อนำหมูยทั้งหมดทั้ง 5 ชุดที่ผลิตเสร็จใหม่มาประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสี พบว่า หมูยที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีคะแนนมัธยฐานเท่ากับ 4.0 3.5 4.0 3.5 และ 4.0 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.180$) ในเรื่องของสี โดยที่หมูยที่เติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณที่แตกต่างกัน จะมีสีอยู่ระหว่างสีครีมอ่อนหรือเข้มกว่าธรรมชาติของหมูย จนถึงสีครีมอ่อนที่มีความสม่ำเสมอตามธรรมชาติของหมูย

2.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

เมื่อนำหมูยทั้งหมดทั้ง 5 ชุดที่ผลิตเสร็จใหม่มาประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส พบว่าหมูยที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีคะแนนมัธยฐานเท่ากับ 4.0 4.0 3.0 4.0 และ 4.0 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.550$) ในเรื่องของเนื้อสัมผัส โดยหมูยจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างดี เนียน ยืดหยุ่นดี และอาจมีฟองอากาศบ้างเล็กน้อย

2.3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านรส

เมื่อนำหมูยทั้งหมดทั้ง 5 ชุดที่ผลิตเสร็จใหม่มาประเมินทางประสาทสัมผัสด้านรส พบว่า หมูยที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีคะแนนมัธยฐานเท่ากับ 5.0 คือ หมูยทุกชุดมีรสปกติ และไม่มีความแตกต่างในด้านรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.845$) แสดงว่าการเติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 500 ถึง 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่มีผลทำให้รสของหมูยแตกต่างจากหมูยที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต

ในการศึกษาผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่อคุณลักษณะด้านสี เนื้อสัมผัส และรส พบว่าการเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 500 ถึง 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่มีผลต่อลักษณะสี เนื้อสัมผัส และรสของหมูยแต่อย่างใด ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hathcox และคณะ (1995) ที่ศึกษาในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก โดยทดลองจุ่มเนื้อไก่ดิบในสารละลายกรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 0.5 และโซเดียมเบนโซเอตเข้มข้นร้อยละ 0.05 (500 มิลลิกรัม/ลิตร) พบว่าเมื่อนำเนื้อไก่มาทอดจนสุกแล้ว ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบโดยไม่ปรากฏความแตกต่างด้านสี เนื้อสัมผัส และ รสชาติ และจากการศึกษาของ Efiuvwevwere และ Ajiboye (1996) ที่จุ่มปลารมควันในสารละลายโซเดียมเบนโซเอตปริมาณร้อยละ 0.2 (2,000 มิลลิกรัม/ลิตร) และ 0.4 (4,000 มิลลิกรัม/ลิตร) พบว่าความเข้มข้นของโซเดียมเบนโซเอตในสารละลายที่ใช้ เป็นที่ยอมรับของผู้

ทดสอบทั้งด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ และกลิ่น เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ เนาวรัตน์ หน่อแก้ว (2542) ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 250 ถึง 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ลงในหมูปด และเมื่อทำให้หมูปดสุกแล้ว พบว่ารสชาติของหมูปดทุกตัวอย่างเป็นปกติ กล่าวคือไม่มีรสฝืด ฝาดหรือขมแต่อย่างใด แต่การใช้โซเดียมเบนโซเอตในน้ำแอปเปิล (apple cider) กลับให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยพบว่าน้ำแอปเปิลที่มีโซเดียมเบนโซเอตปริมาณร้อยละ 0.05 (500 มิลลิกรัม/ลิตร) จะได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์น้ำแอปเปิลที่ไม่มีการเติมสารดังกล่าว (Comes and Beelman, 2002)

3. การศึกษาผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่ออายุการเก็บรักษาของหมูยอ

การศึกษาผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่ออายุการเก็บรักษาของหมูยอ โดยการเติมโซเดียมเบนโซเอตในหมูยอปริมาณ 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ในการต้มหมูยอเป็นเวลานาน 53 นาที เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ลักษณะกายภาพ และจุลินทรีย์

3.1 ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต

เมื่อนำหมูยอที่ผลิตเสร็จใหม่ ซึ่งมีการเติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มาวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมเบนโซเอตในรูปของกรดเบนโซอิก ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าหมูยอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน มีปริมาณกรดเบนโซอิกที่หลงเหลือในหมูยอเท่ากับ 408 770 1,157 และ 1,590 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละ 96.2 90.9 91.0 และ 93.8 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เติมลงไป ในหมูยอ เมื่อคำนวณในรูปของกรดเบนโซอิก

สำหรับหมูยอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน มีปริมาณกรดเบนโซอิกที่หลงเหลือในหมูยอ เท่ากับ 403 805 1,171 และ 1,510 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละ 95.0 95.0 92.1 และ 89.1 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เติมลงไป ในหมูยอ เมื่อคำนวณในรูปของกรดเบนโซอิก

จะสังเกตได้ว่าปริมาณกรดเบนโซอิกที่หลงเหลือเมื่อเทียบกับที่เติมลงไป แตกต่างกันน้อยมากในทุกตัวอย่างที่ทดลองคือ อยู่ในช่วงร้อยละ 4 – 11

ตารางที่ 12 ปริมาณกรดเบนโซอิกที่หลงเหลือในหมูยอที่ผลิตเสร็จใหม่

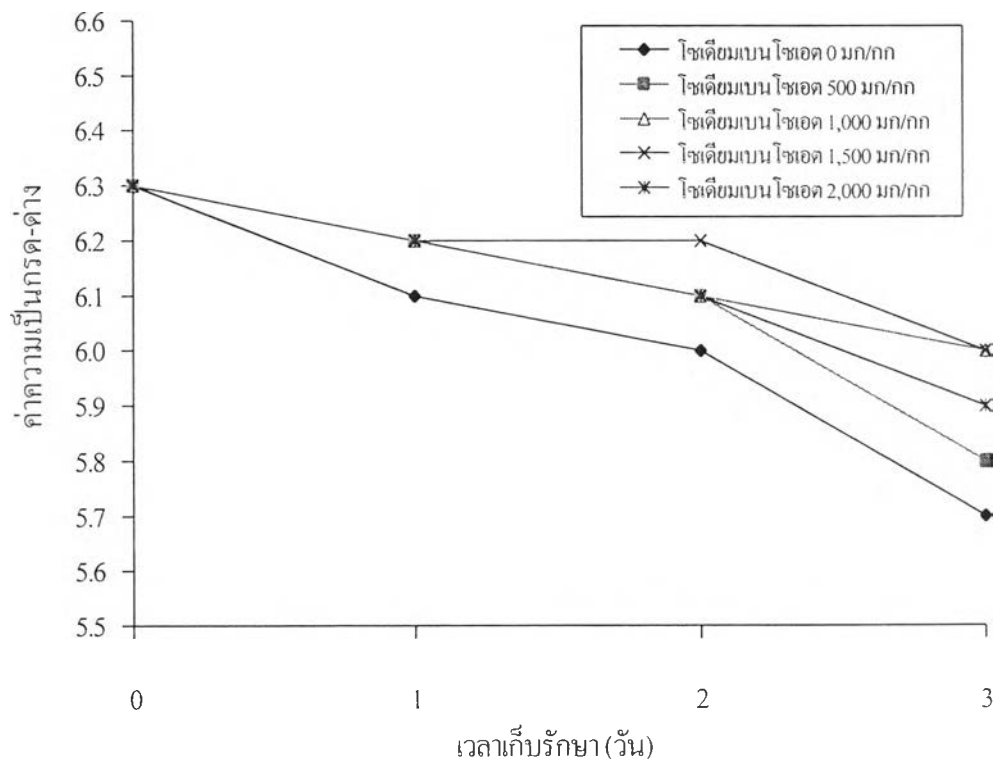
อุณหภูมิ การเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ปริมาณกรดเบนโซอิกที่หลงเหลือในหมูยอ (มก/กก) / ร้อยละ *				
	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เติมในหมูยอ (มก/กก)				
	0	500	1,000	1,500	2,000
32	0	408 / 96.2	770 / 90.9	1,157 / 91.0	1,590 / 93.8
4	0	403 / 95.0	805 / 95.0	1,171 / 92.1	1,510 / 89.1

หมายเหตุ * หมายถึง ร้อยละของ ปริมาณกรดเบนโซอิกที่หลงเหลือ เมื่อเทียบกับปริมาณ โซเดียมเบนโซเอตที่เติมลงในหมูยอเมื่อคำนวณในรูปของกรดเบนโซอิก

3.2 ผลการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่ออายุการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

3.2.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง

เมื่อนำหมูยที่มีโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน มาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปรากฏผลดังภาพที่ 6 ซึ่งพบว่าหมูยที่มีการเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เริ่มต้นเท่ากับ 6.3 ทุกชุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รสริน ว่องวิไลรัตน์ (2528) ที่ตรวจวิเคราะห์หมูยที่ผลิตขึ้นในจังหวัดพิษณุโลก พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของหมูย จะอยู่ในช่วง 6.30 – 6.67 ในลักษณะเช่นเดียวกัน ศรีธยา เปี้ยแดง (2528) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของหมูยที่ผลิตขึ้นในกรุงเทพมหานครและ นครราชสีมา จะอยู่ในช่วง 6.29 – 6.36



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของหมูย ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของหมุยอ จะลดลงแปรผันไปตามอายุการเก็บรักษา โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษานาน 3 วัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง จะลดลงจนถึงระดับ 5.7 5.8 6.0 6.0 และ 5.9 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศรีธยา เปี้ยแดง (2528) ที่ระบุว่าหมุยอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงไปตามอายุการเก็บรักษา

3.2.2 ผลด้านกายภาพ

การประเมินลักษณะทางกายภาพของหมุยอในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และลักษณะของบรรจุภัณฑ์ของหมุยอ พบว่าหมุยอที่ผลิตเสร็จใหม่ทุกชุด มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ดังแสดงในตารางที่ 13 คือ มีสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี และมีกลิ่นปกติ

เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน หมุยอที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือ หมุยอจะมีลักษณะเนื้อที่นุ่ม ในขณะที่บริเวณปลายทั้งสองด้านของแท่ง จะมีลักษณะยุบเล็กน้อย ส่วนหมุยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 500 - 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะไม่พบการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น

เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน หมุยอที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ชัดเจนขึ้น โดยเนื้อหมุยอจะนุ่มและยุบมากขึ้น มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว และดูบรรจุโป่งพอง สำหรับหมุยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ ส่วนใหญ่จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยทางกายภาพ คือ มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย แต่เนื้อสัมผัสและสีไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นหมุยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่พบว่าเนื้อหมุยอบริเวณปลายดูจะยุบ ดูบรรจุโป่งพอง และมีกลิ่นเปลี่ยนไปจากเดิม

ภายหลังจากการเก็บรักษานาน 3 วัน พบว่าหมุยอทุกตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น เนื้อสัมผัส สีและการโป่งพองของดูบรรจุเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะหมุยอที่ไม่มีการเติมโซเดียมเบนโซเอต และเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะพบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมากที่สุด

จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับหมุยอ เมื่อเก็บรักษานาน 3 วัน ซึ่งให้เห็นว่า หมุยอที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านลบได้เร็วกว่าหมุยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอต

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของหมุยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

เวลาเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏของหมุยอและบรรจุภัณฑ์				
	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เติมในหมุยอ (มก/กก)				
	0	500	1,000	1,500	2,000
0*	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
1	เหนียวบริเวณปลายหัว ท้ายจะยุบเล็กน้อย	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
2	เหนียวและยุบขึ้น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว ถุงบรรจุโป่งพอง	เนื้อบริเวณปลายหัวท้ายจะยุบเล็กน้อย กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย ถุงบรรจุโป่งพองเล็กน้อย	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย
3	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เหนียวและยุบมากขึ้น ผิวแตก กลิ่นเหม็นนำมากขึ้น ถุงบรรจุโป่งพองมาก	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เหนียวและยุบมากขึ้น ผิวแตก กลิ่นเหม็นนำมากขึ้น ถุงบรรจุโป่งพอง	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เหนียวและยุบมากขึ้น เนื้อบวม กลิ่นเหม็นนำ ปลายถุงคลาย ออก	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เหนียวและยุบมากขึ้น เนื้อบวม กลิ่นเหม็นนำ ถุงบรรจุโป่งพอง	สีไม่สม่ำเสมอ มีสีแดงเรื่อๆ เหนียวและยุบมากขึ้น ผิวแตก กลิ่นเหม็นนำ ถุงบรรจุโป่งพอง

หมายเหตุ * หมายถึง วันที่ผลิตเสร็จหมด

ปกติ หมายถึง หมุยอมีสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี และมีกลิ่นปกติ

3.2.3 ผลด้านจุลชีววิทยา

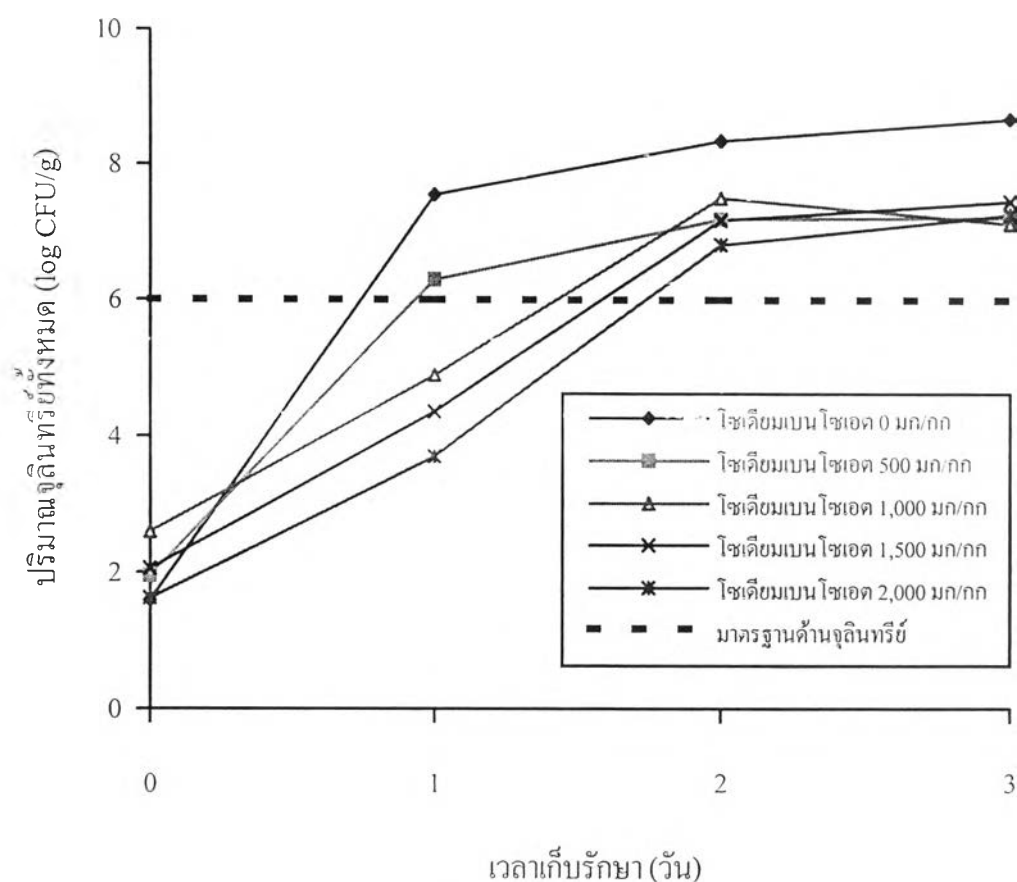
เมื่อนำหมูยที่ผลิตเสร็จใหม่ทั้ง 5 ชุด ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค ได้แก่ *S. aureus*, *Salmonella*, *C. perfringens* และดัชนีเชื้อโรค ได้แก่ Coliform bacteria และ *E. coli* ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 14 คือ ไม่พบ *S. aureus*, *Salmonella* และ *C. perfringens* ในขณะที่ Coliform bacteria และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

ในการศึกษาครั้งนี้ ผลวิเคราะห์เชื้อโรคและดัชนีเชื้อโรคของหมูยอ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ มีประสิทธิภาพที่ดีในการทำลายเชื้อโรคและแบคทีเรียที่เป็นดัชนีเชื้อโรค ทำให้หมูยอที่ได้มีคุณภาพด้านจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมูยอ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539)

ตารางที่ 14 ผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ ต่อปริมาณจุลินทรีย์ของหมูยอ สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ปริมาณ โซเดียมเบน โซเอต (มก/กก)	เชื้อจุลินทรีย์				
	<i>S. aureus</i> /0.1 g (พบ/ไม่พบ)	<i>Salmonella</i> /25 g (พบ/ไม่พบ)	<i>C. perfringens</i> /0.1 g (พบ/ไม่พบ)	Coliform bacteria (MPN/g)	<i>E. coli</i> (MPN/g)
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
500	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
1,000	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
1,500	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
2,000	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นในหมูยอ ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.6 1.9 2.6 2.0 และ 1.6 log CFU/g หรือ 40 90 3.9x10² 1.1x10² และ 42 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Soriano และคณะ (2000) ที่รายงานว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อที่สุกแล้วประเภทไส้กรอกหมู ลูกชิ้น มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 10 ถึง 1.09x10⁶ CFU/g



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมูขย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

การเก็บรักษาหมูขยที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 7.6 6.3 4.9 4.3 และ 3.7 log CFU/g หรือ 3.6×10^7 2.0×10^6 7.7×10^4 2.2×10^4 และ 5.0×10^3 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าหมูขยที่เติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 0 และ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2544) ส่วนหมูขยที่เติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือหมูขยที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอตจะมีเนื้อนุ่มขึ้น และเนื้อบริเวณส่วนปลายของแท่งหมูขยจะยุบ

จากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในหมูขยทุกชุด เมื่อเก็บรักษานาน 1 วัน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณ 6 5 2 2 และ 2 log cycle ตามลำดับ แสดงว่าการเติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

สามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีกว่าไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต แต่อย่างไรก็ตามโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่สามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้

เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน พบว่า หมูยอทุกชุดมีปริมาณจุลินทรีย์ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้คือ 8.4 7.2 7.5 7.2 และ 6.8 log CFU/g หรือ 2.3×10^8 1.6×10^7 3.3×10^7 1.5×10^7 และ 6.8×10^6 CFU/g ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าโซเดียมเบนโซเอตที่เติมในหมูยอไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ และเมื่อเก็บรักษานาน 3 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเกือบทุกชุดการทดลองมีค่าสูงขึ้น คือ มีค่าเท่ากับ 8.7 7.2 7.1 7.5 และ 7.3 log CFU/g หรือ 4.9×10^8 1.7×10^7 1.4×10^7 3.0×10^7 และ 1.9×10^7 CFU/g ตามลำดับ

ดังนั้นหมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน คือหมูยอจะเริ่มเน่าเสียในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ทศนีย์ ชาเจียมเจน (2545) ที่ใช้โซเดียมเบนโซเอตในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เติมในหมูยอ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 31 - 34 องศาเซลเซียส โดยพบว่า หมูยอจะมีอายุการเก็บรักษาได้น้อยกว่า 2 วัน ผลเช่นนี้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่สูงในระดับหนึ่ง ย่อมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Kasrazadeh และ Genigeorgis (1995, 1994) ที่รายงานว่า การใช้โซเดียมเบนโซเอตปริมาณร้อยละ 0.3 (3,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในเนยแข็งชนิดหนึ่ง (Hispanic type soft cheese) จะสามารถยืดระยะเวลาการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ได้ในช่วงอุณหภูมิเก็บรักษา 8 - 30 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า 12 องศาเซลเซียส

ส่วนปริมาณโซเดียมเบนโซเอต 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาหมูยอได้ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการแตกตัวของโซเดียมเบนโซเอต ในสถานะที่ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าค่อนข้างสูง คือ 6.3 ทำให้ความเข้มข้นของโซเดียมเบนโซเอตในรูปที่ไม่แตกตัว มีค่าลดลง จนทำให้ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Doores, 1993) ประสิทธิภาพของโซเดียมเบนโซเอตจะดีขึ้น หากมีปัจจัยอย่างอื่นมาประกอบ ดังผลการศึกษาของ Masuda, Hara-kudo และ Kumagai (1996) ที่พบว่า แม้จะใช้โซเดียมเบนโซเอตเพียง 600 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในซอสถั่วเหลืองและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ก็สามารถควบคุมปริมาณเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ เนื่องจากในซอสถั่วเหลืองมีองค์ประกอบเป็นเกลือร้อยละ 10 เอทานอลร้อยละ 5 และยังมีกรดแกลกติก เพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของซอสถั่วเหลืองให้

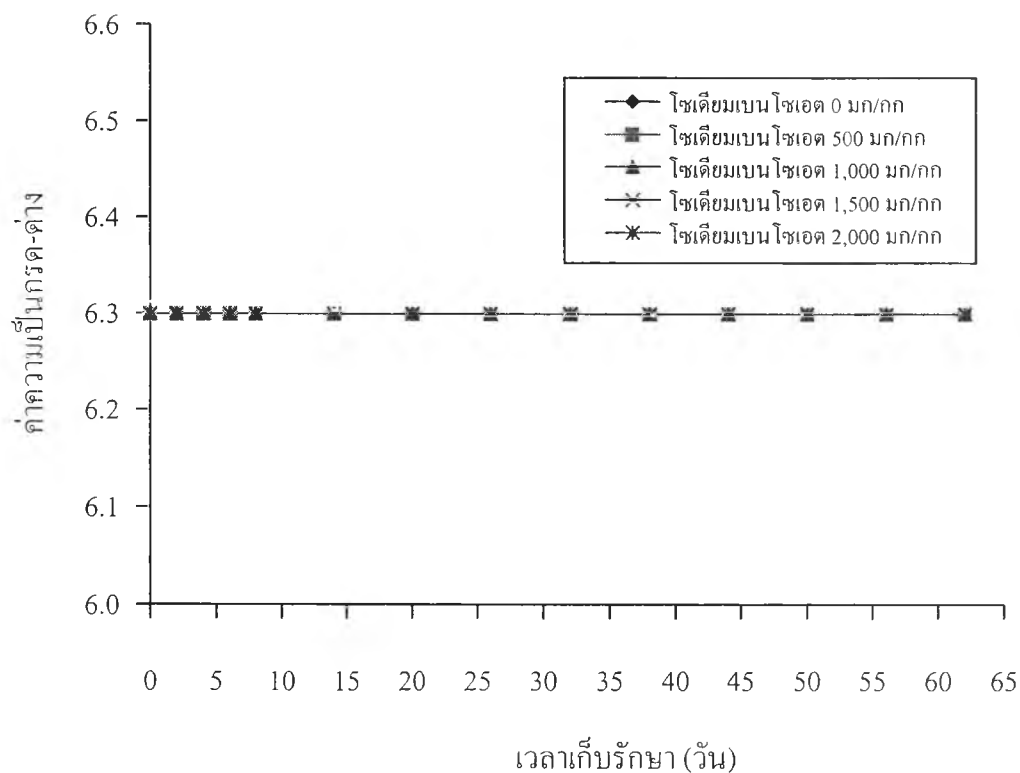
เป็น 4.5 ซึ่งการควบคุมเชื้อดังกล่าว ไม่ได้เกิดเนื่องจากการใช้โซเดียมเบนโซเอตแต่เพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลร่วมของเกลือ แอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์และค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์

จากผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า การเติมโซเดียมเบนโซเอตใน หมูยอในช่วง 1,000-2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะแสดงประสิทธิภาพที่จำกัดในการยับยั้งการเจริญ ของจุลินทรีย์ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส กล่าวคือสามารถยืดอายุการเก็บรักษา หมูยอได้เพิ่มขึ้น 1 วัน เมื่อเทียบกับหมูยอที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต และเติมปริมาณ 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีอายุไม่ถึง 1 วัน

3.3 ผลการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่ออายุการเก็บรักษาของหมูยอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง

เมื่อนำหมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ ที่ผลิตเสร็จใหม่ มา วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังแสดงในภาพที่ 8 พบว่า หมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.3 ทั้งหมด ซึ่งเป็นค่า เดียวกันกับที่ได้จากหมูยอที่ผลิตขึ้น เพื่อทำการศึกษาผลการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่ออายุการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และเมื่อทำการเก็บรักษาหมูยอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 62 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของหมูยอแต่ละชุด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่ง สอดคล้องกับรายงานของ Korkeala และคณะ (1989) ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่างของไส้กรอก ตลอดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของหมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3.2 ผลด้านกายภาพ

เมื่อนำหมูยอที่มีโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ มาประเมินทางกายภาพ ปรากฏผลดังตารางที่ 15 พบว่าหมูยอที่ผลิตเสร็จใหม่ มีสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี และกลิ่นปกติ แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 56 วัน ลักษณะทางกายภาพของหมูยอทั้ง 5 ชุด เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยจะมีกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Blickstad และ Molin (1983) ที่พบว่ากลิ่นของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ (frankfurter) ไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 98 วัน

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของหมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เวลาเก็บ รักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏของหมูยอและบรรจุภัณฑ์				
	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เติมในหมูยอ (มก/กก)				
	0	500	1,000	1,500	2,000
0	++	++	++	++	++
2	++	++	++	++	++
4	++	++	++	++	++
6	++	++	++	++	++
8	++	++	++	++	++
14	++	++	++	++	++
20	++	++	++	++	++
26	++	++	++	++	++
32	++	++	++	++	++
38	++	++	++	++	++
44	++	++	++	++	++
50	++	++	++	++	++
56	+	+	+	+	+
62	+	+	+	+	+

หมายเหตุ ++ หมายถึง หมูยอมีสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี กลิ่นปกติ และดูบรรจุปกติ

+ หมายถึง หมูยอมีสีครีมอ่อน เนื้อสัมผัสดี แต่กลิ่นผิดปกติเล็กน้อย ดูบรรจุปกติ

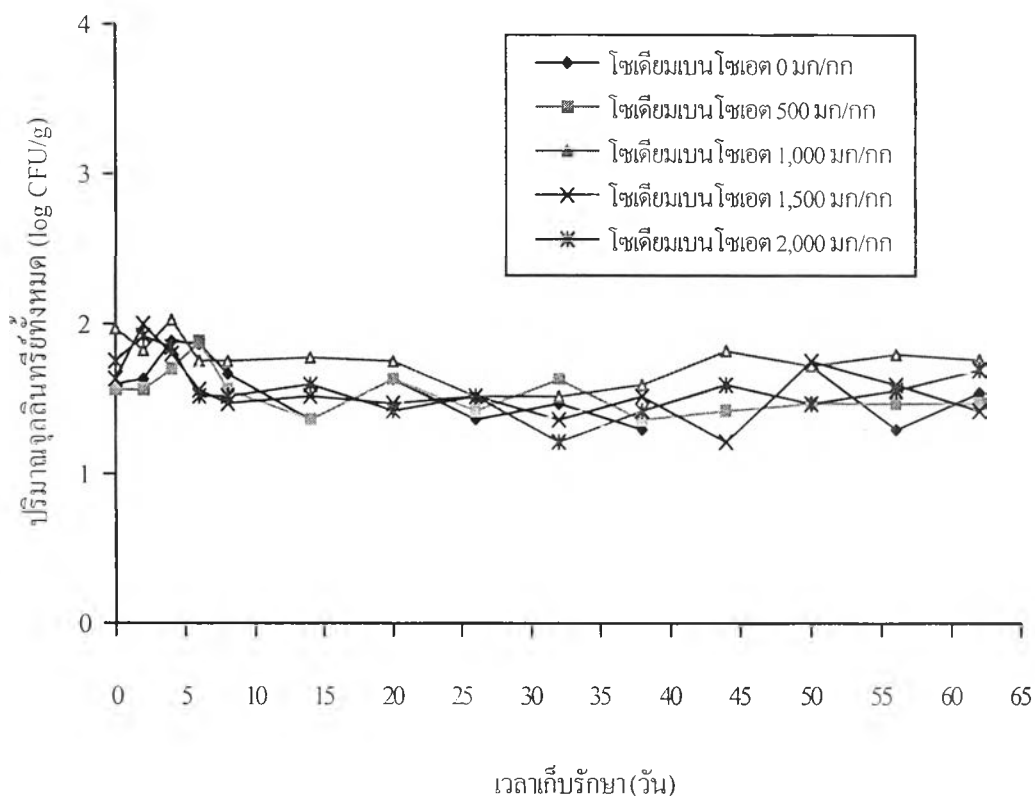
3.3.3 ผลด้านจุลชีววิทยา

เมื่อนำหมูยอที่ผลิตเสร็จใหม่ทั้ง 5 ชุด ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณแตกต่างกัน มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค ได้แก่ *S. aureus*, *Salmonella*, *C. perfringens* และดัชนีเชื้อโรค ได้แก่ Coliform bacteria และ *E. coli* ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 16 คือ ไม่พบ *S. aureus*, *Salmonella* และ *C. perfringens* ในขณะที่ Coliform bacteria และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

ตารางที่ 16 ผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ ต่อปริมาณจุลินทรีย์ของหมูยอ สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ปริมาณ โซเดียม เบนโซเอต (มก/กก)	เชื้อจุลินทรีย์				
	<i>S. aureus</i> /0.1 g (พบ/ไม่พบ)	<i>Salmonella</i> /25 g (พบ/ไม่พบ)	<i>C. perfringens</i> /0.1 g (พบ/ไม่พบ)	Coliform bacteria (MPN/g)	<i>E. coli</i> (MPN/g)
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
500	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
1,000	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
1,500	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3
2,000	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3	< 3

หมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 0 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้น ดังแสดงในภาพที่ 9 คือเท่ากับ 1.6 1.6 2.0 1.6 และ 1.8 log CFU/g หรือ 40 37 93 43 และ 57 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากหมูยอ ที่ผลิตเพื่อทำการศึกษาผลการเติมโซเดียมเบนโซเอตต่ออายุการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ซึ่งหมูยอทุกชุดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2544)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมูยอ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ในช่วงเวลาการเก็บรักษา 62 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของหมูยอทุกชุด มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยมีค่าเท่ากับ 1.5 1.5 1.8 1.4 และ 1.7 log CFU/g หรือ 35 30 58 27 และ 50 CFU/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวมีค่าน้อยมาก จนอาจไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้กลิ่นของหมูยอเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย เมื่อหมูยอมีอายุได้ 56 วัน แต่อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอาหารเอง (Korkeala and Björkroth, 1997)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเก็บรักษาหมูยอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 62 วัน พบว่าหมูยอทุกชุดมีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 1.4 – 1.8 log CFU/g หรือ 27 - 58 CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2544)

ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าปริมาณโซเดียมเบนโซเอตในช่วง 500-2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ต่างก็ไม่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เมื่อใช้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บรักษาหมูยอ นาน 62 วัน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากความเย็นทำให้ประสิทธิภาพในการซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ และประสิทธิภาพในการรบกวนการงอกของสปอร์ลดลง (Davidson, 1997;

Jay, 2000c) ทำให้ดูเหมือนว่าโซเดียมเบนโซเอตที่ใช้ ไม่มีผลด้านลบต่อการเจริญของจุลินทรีย์ภายในช่วงอายุการเก็บรักษาที่ศึกษา

สำหรับหมयोที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต สามารถเก็บรักษาได้นาน 62 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยมาก ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับหมयोที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จะเป็นการเปลี่ยนแปลงปัจจัยภายนอก ที่มีผลต่อการชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้ไม่ต้องใช้วัตถุกันเสียในอาหาร ดังเช่นรายงานของ Kasrazadeh และ Genigeogis (1995) ที่ทำการเก็บรักษาเนยแข็งชนิดหนึ่ง (Hispanic type soft cheese) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* O157: H7 ได้นานถึง 60 วัน โดยไม่ต้องเติมโซเดียมเบนโซเอตเช่นเดียวกันกับ Franz และ Holy (1996) ที่สามารถเก็บรักษาไส้กรอกเวียนนาได้นาน 119 วัน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Yuste และคณะ (1999) ได้รายงานว่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในไส้กรอกอายุ 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิเก็บรักษา 6 – 8 องศาเซลเซียส

หมयोที่เติมโซเดียมเบนโซเอตในปริมาณที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 และ 4 องศาเซลเซียส ถึงแม้ว่าปริมาณเชื้อเริ่มต้นของหมयोที่เก็บทั้งสองสภาวะจะใกล้เคียงกัน แต่การเน่าเสียของหมयोที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จะเกิดขึ้นได้เร็วกว่า กล่าวคือหมयोที่เติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณ 1,000 – 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะมีอายุการเก็บรักษาเพียง 1 วัน ในขณะที่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หมयोที่ไม่เติมโซเดียมเบนโซเอต และเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ กัน สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 62 วัน จากผลลัพท์ดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่า ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาหมयोเป็นปัจจัยวิกฤตที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยอุณหภูมิเก็บรักษาที่ต่ำจะทำให้หมयोสามารถมีอายุยาวนานขึ้นกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง