



ผลของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา
และประสาทสัมผัสของแฮมซี่โครงหมูอ่อน

Effect of Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures on Physical, Chemical,
Microbiological and Sensory Qualities of Soft Pork Ribs Nham

ปาริชาติ ศงสนันทน์^{1*} และ ศิริลักษณ์ เจริญรัตน์²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ 50000

²กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ 50000

*Corresponding Author, E-mail: koy.parichart@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกสายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 และ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสของแฮมซี่โครงหมูอ่อน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การทดลองแบ่งเป็น 3 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุมหรือสูตรที่ไม่ใช้กล้าเชื้อ สูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 และสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 ทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า การใช้กล้าเชื้อมีผลต่อค่าสี L* ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก โดยแฮมซี่โครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อทั้ง 2 สูตรมีค่าสี L* ปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) แต่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) ในระหว่างการหมัก แฮมซี่โครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อมีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกสูงกว่าในสูตรควบคุม เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก แฮมซี่โครงหมูอ่อนที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 มีความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดเป็นผลให้มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด ($P \leq 0.05$) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แฮมซี่โครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี รสเปรี้ยว และความชอบรวมสูงสุด ($P \leq 0.05$) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์แฮมซี่โครงหมูอ่อนที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* a* b* 54.80 ± 2.87 2.14 ± 1.13 และ 9.19 ± 1.92 ตามลำดับ มีความเป็นกรด-ด่าง 4.42 ± 0.01 ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0.910 ± 0.021 ในรูปกรดแลคติก ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แฮมซี่โครงหมูอ่อนที่ทำให้สุกด้วยการอบตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. (ในตัวอย่าง 25 g) *Clostridium perfringens* (ในตัวอย่าง 0.1 g) และ *Staphylococcus aureus* (ในตัวอย่าง 1 g) ส่วนผลิตภัณฑ์มีปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g

ABSTRACT

This research aimed to investigate the effect of *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 and *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 as starter cultures on physical, chemical, microbiological and sensory qualities of soft pork ribs Nham. The experiment was performed using Completely Randomized Design (CRD). Two treatments included formula of *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 and that of *Pediococcus acidilactici* TISTR 051, and a control without starter. Each treatment was incubated at 30°C for 48 hours. The results showed that usage of starter cultures affected L* value, pH, total acidity and number of lactic acid bacteria (LAB). Soft pork ribs Nham inoculated with starter cultures had higher L* value and total acidity ($P \leq 0.05$), but lower pH than control formula ($P \leq 0.05$). During fermentation, Nham inoculated with starter cultures had higher LAB. At the end of fermentation period, Nham inoculated with *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 had the lowest pH, but the highest total acidity ($P \leq 0.05$). Sensory evaluation showed that soft pork ribs Nham inoculated with *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 had the highest mean score in color, sour and overall liking ($P \leq 0.05$). Therefore, soft pork ribs Nham inoculated with *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 was analyzed. The color of product in term of L* a* b* were 54.80 ± 2.87 , 2.14 ± 1.13 and 9.19 ± 1.92 , respectively. The pH was 4.42 ± 0.01 and total acidity was 0.910 ± 0.021 (as lactic acid). Microbiological analysis of baked soft pork ribs Nham was indicated that *Salmonella* spp. (in 25g), *Clostridium perfringens* (in 0.1g) and *Staphylococcus aureus* (in 0.1g) were not detected. *Escherichia coli* and yeast and mold count were <3 MPN/g and <10 CFU/g, respectively.

คำสำคัญ: กล้าเชื้อ แบคทีเรียกรดแลคติก แหนมซี่โครงหมูอ่อน

Keywords: Starter culture, Lactic acid bacteria, Soft pork ribs Nham

บทนำ

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักพื้นบ้านของประเทศไทย ที่มีไขมันต่ำ นิยมบริโภคในภาคเหนือ การทำแหนมจัดเป็นการถนอมอาหารโดยอาศัยกระบวนการหมักของแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวจากกรดแลคติกและมีกลิ่นรสเฉพาะตัว การเรียกชื่อแหนมมักเรียกตามชื่อของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต เช่น แหนมไม้ไผ่ แหนมขี้ไก่ แหนมเห็ด แหนมปลาหรือส้มผัก เป็นต้น (ปิ่นมณี, 2554) แหนมซี่โครงหมูเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดูกซี่โครงหมูที่มีเนื้อติดอยู่และข้าวสุก ปูรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศหรือสมุนไพร เช่น เกลือ กระเทียม เมล็ดผักชี พริกไทย ผสมให้เข้ากัน บรรจุลงในภาชนะบรรจุ แล้วมัดให้แน่น หมักจนมีรสเปรี้ยว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547a)

ซี่โครงหมู หมายถึง กระดูกซี่โครงติดกับกระดูกสันหลัง ช่วงอกที่ติดกันอยู่เป็นแผง โดยใช้มีดสับแบ่งแต่ละซี่โครงออกเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดยาวประมาณ 3 นิ้ว แบ่งเป็นสองชนิดคือ ซี่โครง

ธรรมดาที่ได้จากแผงข้างลำตัว และซี่โครงอ่อนเป็นแผงที่สั้นกว่า ตัดได้จากส่วนที่อยู่ใกล้กับกระดูกสันหลัง จะมีเนื้อและกระดูกที่อ่อนมากกว่าซี่โครงธรรมดา (สมชาย, 2549 และ ซีเอชฟู้ด, 2556) การใช้ซี่โครงหมูอ่อนเป็นวัตถุดิบในการทำแหนมเพราะมีเนื้อมากกว่าซี่โครงธรรมดาและกระดูกไม่มีรูพรุน ทำให้เมื่อนำมาหมักแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและมีลักษณะปรากฏที่ดี

การหมักผลิตภัณฑ์เนื้อหมักทำได้ 2 สภาวะ คือ การหมักตามธรรมชาติและการหมักด้วยกล้าเชื้อ โดยการหมักตามธรรมชาติจะอาศัยแบคทีเรียที่พบตามธรรมชาติ ซึ่งอาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ส่วนผสมหรือปนเปื้อนมากับเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต แต่การหมักด้วยกล้าเชื้อจะมีการเติมกล้าเชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียกรดแลคติกลงไป เช่น *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae*, *P. acidilactici* และ *P. pentosaceus* (Adams, 2008; Jay, 2000; ปิ่นมณี, 2547) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทั้งด้านสี กลิ่น และรสชาติที่ดี มีความปลอดภัยต่อการบริโภคและเก็บไว้ได้นานขึ้น (จารุวรรณ,

2551; อุมาพร, 2555; ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, มปป.) การลดลงของความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อรสชาติของแฮมและช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ยังเกิดจากการที่เชื้อผลิตสารยับยั้ง เช่น สารในกลุ่มแบคทีริโอซิน ในการหมักยังพบแบคทีเรียกรดแลคติกชนิดอื่นที่มีความสามารถในการผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งทำให้แฮมมีสีซีดและมึลื่นเน่าจากการออกซิไดส์ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากการแยกจุลินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์แฮมที่หมักแล้ว ในช่วง 16 ชั่วโมงแรกของการหมักพบว่า เป็นแบคทีเรียชนิดอื่นที่ไม่ใช่แบคทีเรียกรดแลคติก ประมาณ 10^6 CFU/g และยีสต์ประมาณ 10^3 CFU/g ในระหว่างการหมักในช่วง 36 ชั่วโมง จะมี *Lactobacilli* เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 50 มีผลให้ความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างรวดเร็วจนถึง 4.6 ในช่วง 48 ชั่วโมง โดยในต่างประเทศมีการใช้ *Lactobacillus* sp. และ *Pediococcus* sp. เป็นกล้าเชื้อทางการค้าในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก นอกจากนี้ยังมีการใช้กล้าเชื้อ *Micrococcus* sp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่รีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ ส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์มีความคงทนยิ่งขึ้น Zhang et. al. (2010) รายงานว่าแบคทีเรียสายพันธุ์กรดแลคติกที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่ม homofermentative, *Lactobacilli*, *Pediococci*, Gram-positive catalase-positive cocci และ coagulase-negative staphylococci ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและมีความปลอดภัย ประมาภรณ์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อในการหมักแฮมเนื้อโค พบว่าการใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* P2 ทำให้แฮมเนื้อโคมีความเป็นกรด-ด่างลดลงมากที่สุด เมื่อหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน สอดคล้องกับปิ่นมณี (2547) ที่พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมักแฮมเนื้อด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก คือ 30 องศาเซลเซียส ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของแฮมซี่โครงหมูอ่อน รวมถึงตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แฮมซี่โครงหมูอ่อน

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ สารเคมี และเชื้อจุลินทรีย์

ซี่โครงหมูอ่อนขนาด 1x1 นิ้ว (บริษัท วี แอนด์ พี เฟรช ฟู้ดส์ จำกัด, เชียงใหม่) ข้าวเหนียวหนึ่ง (ตลาดสด, เชียงใหม่) กระเทียม (ตลาดสด, เชียงใหม่) ผงเพรก (ร้านปั้นทิพย์, เชียงใหม่) ถุงพลาสติกชนิด Polypropylene และยางรัดของ (บริษัท หยกอินเตอร์เทรด (เชียงใหม่) จำกัด, เชียงใหม่) เชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 และ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 จากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

การเตรียมวัตถุดิบและกล้าเชื้อ

ซี่โครงหมูอ่อน ตัดแต่งซี่โครงหมูอ่อนให้มีขนาด 1x1 นิ้ว ล้างด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง จึงล้างด้วยน้ำคลอรีนความเข้มข้น 10 ppm อีก 1 ครั้ง เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น พักให้สะเด็ดน้ำ จึงทำการซับน้ำด้วยผ้าขาวบางและผ้าขนหนูที่ปราศจากเชื้อ

กระเทียม นำกระเทียมมาแกะเปลือก ตัดแต่งส่วนที่เป็นเชื้อราออก ล้างด้วยน้ำคลอรีน 10 ppm พักให้สะเด็ดน้ำ แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (National MX-795N, Malaysia) ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำคลอรีน 10 ppm

กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก เตรียมกล้าเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 และ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 จากเชื้อแช่แข็ง โดยเฉพาะเชื้อในอาหาร MRS (de Man-Rogosa-Sharpe) broth และ streak บน MRS agar บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงเตรียมกล้าเชื้อโดยเฉพาะเชื้อในอาหารเหลว MRS broth บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมาแยกตะกอนของเชื้อด้วยเครื่องเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (Kubota 6900, Japan) ความเร็วรอบ 8,000 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ล้างตะกอนเซลล์ด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 2 ครั้ง จะได้กล้าเชื้อสด (ดัดแปลงจากปิ่นมณี, 2547)

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสของแฮมชีโครงหมูอ่อน

ทำการศึกษากล้าเชื้อในการหมักแฮมชีโครงหมูอ่อน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) การทดลองมี 3 สูตร คือ สูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 สูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 และสูตรควบคุมหรือไม่ใช้กล้าเชื้อ สูตรแฮมชีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 1 กระบวนการผลิตแฮมชีโครงหมูอ่อนทำโดยนำข้าวเหนียวหนึ่งและกระเทียมบดมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน ใส่ชีโครงหมูอ่อน คลุกให้เข้ากับส่วนผสม เติมนงเพรกและเกลือ นวดส่วนผสมให้เข้ากัน บรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Polypropylene ถุงละประมาณ 300 กรัม มัดด้วยยางรัดของให้แน่น แล้วนำไปหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตร ที่เวลาการหมัก 0, 24 และ 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 สูตรแฮมชีโครงหมูอ่อนที่ผันแปรชนิดกล้าเชื้อ *L. plantarum* TISTR 543 และ *P. acidilactici* TISTR 051

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3 (Control)
ชีโครงหมูอ่อน	1,000	1,000	1,000
ข้าวเหนียว	100	100	100
กระเทียม	100	100	100
เกลือ	15	15	20
นงเพรก	0.5	0.5	0.5
<i>L. plantarum</i> TISTR 543	0.15*	-	-
<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	-	0.15*	-

หมายเหตุ: * น้ำหนักเซลล์กล้าเชื้อเป็นน้ำหนักเซลล์เปียก

ตอนที่ 2 การยืนยันสูตรและกระบวนการผลิตแฮมชีโครงหมูอ่อน

ผลิตแฮมชีโครงหมูอ่อนโดยใช้กล้าเชื้อที่เหมาะสมด้วยกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับตอนที่ผ่านมานำผลิตภัณฑ์ไปอบให้สุกแล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 9-point hedonic scale ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี 5 ระดับ (5-point just about right) กับผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน คุณลักษณะที่ทำการทดสอบได้แก่ สีผลิตภัณฑ์ กลิ่นรสแฮม รสเปรี้ยว รสเค็ม และความชอบรวม นำผลการประเมินมาหา

เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าสีแดง-เขียว) b* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) (Minolta CR-10, Japan) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, Schott Model CG-840, Germany) และปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000) และคุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก (AOAC, 2006) นำผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมงไปอบด้วยหม้อฟาอบลมร้อน (Otto CO-708, Thailand) อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) กับผู้ทดสอบชิม 50 คน โดยทดสอบคุณลักษณะด้านสีผลิตภัณฑ์ กลิ่นรสแฮม รสเปรี้ยว รสเค็ม และความชอบรวม วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป เพื่อหาชนิดของกล้าเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตแฮมชีโครงหมูอ่อน

คะแนนความชอบเฉลี่ย ร้อยละความพอดี และค่า net effect กำหนดเกณฑ์ความพอดีที่ร้อยละ 70 แสดงว่าไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะดังกล่าว แต่หากความพอดีมีค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจึงพิจารณาค่า net effect ประกอบ กล่าวคือหากระดับความต้องการในการปรับปรุงอยู่ในระดับ “ไม่ต้องปรับปรุง” มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 แสดงว่าไม่ต้องทำการปรับปรุง หาก net effect มากกว่าร้อยละ 20 ให้ปรับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นเพิ่มขึ้น แต่ถ้า net effect น้อยกว่า -20 ให้ปรับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นลดลง

(ดัดแปลงจากเพ็ญขวัญ, 2556) หากผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะมากกว่า 7.00 แสดงว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ จึงทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อน

วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนที่ผลิตจากกล้าเชื้อที่เหมาะสมที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง ดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* (Minolta CR-10, Japan)

3.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, Schott Model CG-840, Germany) ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000) และปริมาณไนโตรเจน (In-house method based on AOAC (2012) 973.31)

3.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ *Escherichia coli* (FDA BAM online, 2002) *Salmonella* spp. (ISO6579, 2002) *Clostridium perfringens* (FDA BAM online, 2001)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของแฮมชีโครงหมูอ่อนที่ผ่านแปรรูปกล้าเชื้อ

อายุการหมัก (ชั่วโมง)	เชื้อ	ค่าสี		
		L*	a*	b*
0	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	53.32±3.57	1.02±1.53	6.98±1.04 ^b
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	51.72±1.07	1.13±1.16	8.58±0.92 ^a
	Control	51.35±2.45	3.32±2.14	8.28±1.70 ^a
24	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	58.13±2.20 ^a	-0.62±1.18 ^b	9.00±2.15
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	56.78±3.28 ^a	0.92±0.95 ^a	8.93±2.30
	Control	51.62±2.44 ^b	0.05±0.58 ^{ab}	7.15±2.71
48	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	60.45±2.59 ^a	-0.22±1.68	10.50±3.52
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	58.93±1.31 ^a	1.75±1.74	10.00±0.71
	Control	52.85±1.64 ^b	0.43±0.98	8.23±0.35

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน (ที่ระยะเวลาในการหมักเท่ากัน) แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่าที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง แฮมชีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตรมีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) และค่าสี a* (สีแดง-เขียว) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ค่าสี b* (สีเหลือง-น้ำเงิน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแฮมชีโครงหมูอ่อนสูตรควบคุมที่ไม่เติมกล้าเชื้อและสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 มีค่าสี b* สูง

Staphylococcus aureus (FDA BAM online, 2001) ยีสต์ และรา (FDA BAM online, 2001)

3.4 คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ (AOAC, 2000) และพลังงาน (Compendium of Method for Food analysis, 2003)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของแฮมชีโครงหมูอ่อน

ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของแฮมชีโครงหมูอ่อนที่หมักโดยใช้กล้าเชื้อ 2 ชนิด คือ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 และ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 และที่ไม่ใช้กล้าเชื้อหรือสูตรควบคุมที่อายุการหมัก 0, 24 และ 48 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

กว่าสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเกิดจากสีของชีโครงหมูอ่อนเริ่มต้นที่ต่างกันในแต่ละสูตร เมื่อหมักได้ 24 ชั่วโมง พบว่าแฮมชีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตรมีค่าสี L* และ a* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้กล้าเชื้อทั้ง 2 สูตรมีค่าสี L* สูงกว่าสูตรควบคุม สำหรับค่าสี a* พบว่าสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ

Pediococcus acidilactici TISTR 051 มีค่าสี a* สูงสุด รองลงมาคือสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 ตามลำดับ ที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง พบว่าแหมนซีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตรมีค่าสี L* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยแหมนซีโครงที่หมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ทั้ง 2 เชื้อจะมีค่าสี L* สูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าสี a* และ b* ไม่แตกต่างกัน

ในทั้ง 3 สูตร เปรียบเทียบกับแหมนเนื้อโคที่หมักด้วยกล้าเชื้อทางการค้า (*Pacovis* RCI-47) พบว่ามีค่าสี L* และค่าสี b* มากกว่ากลุ่มที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *L. lactis* subsp. *lactis* P 2 และ Sb 2 และกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมกล้าเชื้อ (ปรมาภรณ์ และคณะ, 2554) ในขณะที่งานวิจัยของอรุณ และ สุภา (2557) พบว่าค่าสี L* a* b* ของส้มเท่าว้าวที่ใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกไม่แตกต่างจากส้มเท่าว้าวที่ไม่ใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของแหมนซีโครงหมูอ่อนที่ผันแปรชนิดกล้าเชื้อ

อายุการหมัก (ชั่วโมง)	เชื้อ	ความเป็นกรด-ต่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดแลคติก)
0	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	6.04 ± 0.01^c	0.463 ± 0.000
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	6.13 ± 0.01^b	0.434 ± 0.008
	Control	6.21 ± 0.02^a	0.421 ± 0.028
24	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	4.98 ± 0.01^c	0.707 ± 0.019^a
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	5.28 ± 0.01^b	0.506 ± 0.000^b
	Control	5.86 ± 0.01^a	0.426 ± 0.021^c
48	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	4.57 ± 0.01^c	0.857 ± 0.021^a
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	4.78 ± 0.00^b	0.784 ± 0.010^b
	Control	5.43 ± 0.00^a	0.588 ± 0.018^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน (ที่อายุการหมักเท่ากัน) แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ต่างและปริมาณกรดทั้งหมด (ตารางที่ 3) พบว่า ที่อายุการหมัก 0, 24 และ 48 ชั่วโมง แหมนซีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตรมีความเป็นกรด-ต่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 ให้ค่าความเป็นกรด-ต่างต่ำที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 และสูตรควบคุมซึ่งไม่เติมกล้าเชื้อ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปรมาภรณ์ และคณะ (2554) ที่พบว่าแหมนเนื้อโคที่หมักด้วยกล้าเชื้อทางการค้า (*Pacovis* RCI - 47) และกล้าเชื้อ *L. lactis* subsp. *lactis* P 2 และ Sb 2 มีความเป็นกรด-ต่างต่ำกว่าสูตรควบคุมที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ เช่นเดียวกับงานวิจัยของปิ่นมณี (2547) ที่พบว่าแหมนหมูที่หมักด้วยกล้าเชื้อที่มีความเป็นกรด-ต่างต่ำกว่าสูตรควบคุม และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรุณและสุภา (2557) ที่พบว่าส้มเท่าว้าวที่ใช้กล้าเชื้อมีความเป็นกรด-ต่างต่ำกว่าที่ไม่ได้ใช้กล้าเชื้อ จากผลการทดลองพบว่ากล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 มีความสามารถใน

การหมักแหมนซีโครงหมูอ่อนเร็วที่สุด กล่าวคือที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง แหมนซีโครงหมูอ่อนที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 เกิดการหมักได้ที่แล้ว มีความเป็นกรด-ต่างเท่ากับ 4.57 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1219/2547 เรื่อง แหมน ที่กำหนดว่าแหมนต้องมีความเป็นกรด-ต่างไม่เกิน 4.6 ในวันที่บริโภค ส่วนแหมนซีโครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 และสูตรควบคุมยังมีความเป็นกรด-ต่างสูงกว่า 4.6

สำหรับปริมาณกรดทั้งหมด พบว่าที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง แหมนซีโครงหมูอ่อนทั้ง 3 สูตรมีปริมาณกรดทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ที่อายุการหมักที่ 24 และ 48 ชั่วโมง แหมนซีโครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 และสูตรควบคุมซึ่งไม่เติมกล้าเชื้อตามลำดับ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นกรด-ต่างของผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมา ผลการทดลองสอดคล้องกับ

งานวิจัยของปรมาภรณ์ และคณะ (2554) ที่พบว่าการหมักแหนมเนื้อโคด้วยกล้าเชื้อทางการค้า (*Pacovis* RCI - 47) และกล้าเชื้อ *L. lactis* subsp. *lactis* P 2 และ Sb 2 มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าแต่มีความเป็นกรดต่างต่ำกว่าแหนมที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ

($P \leq 0.05$) และงานวิจัยของปิ่นมณี (2547) ที่พบว่าแหนมที่หมักด้วยกล้าเชื้อที่มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าแหนมในกลุ่มควบคุมโดยกล้าเชื้อ *Lactobacillus johnsonii* จะผลิตกรดแลคติกได้สูงสุดที่อุณหภูมิการหมัก 30 องศาเซลเซียส เวลา 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์แหนมซีโครงหมูอ่อนที่ผ่านแปรรูปกล้าเชื้อ

อายุการหมัก (ชั่วโมง)	เชื้อ	ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก (CFU/g)
0	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	6.35×10^6
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	3.10×10^6
	Control	$< 1.00 \times 10^5$
24	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	9.05×10^8
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	2.12×10^9
	Control	5.65×10^7
48	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	1.33×10^9
	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	1.39×10^9
	Control	6.55×10^8

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการหมักที่อายุการหมัก 0, 24 และ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) พบว่าปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการหมักเพิ่มขึ้น โดยแหนมซีโครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 มีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้น 6.35×10^6 CFU/g และเพิ่มเป็น 1.33×10^9 CFU/g ที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง ส่วนแหนมซีโครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 มีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกเพิ่มจาก 3.10×10^6 CFU/g ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง เป็น 1.39×10^9 CFU/g เมื่ออายุการหมัก 48 ชั่วโมง และแหนมซีโครงหมูอ่อนสูตรควบคุมมีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้นน้อยกว่าสูตรอื่น คือมีปริมาณ 1.0×10^5 CFU/g และเพิ่มเป็น 6.55×10^8 CFU/g เมื่ออายุการหมัก 48 ชั่วโมง เห็นได้ว่าการใช้กล้าเชื้อทำให้ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้นและในระหว่างการหมักสูงกว่าสูตรควบคุม ทั้งนี้ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกจะมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความเป็นกรด-ด่างและการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกในแหนมซีโครงหมูและแหนมปักกลางไก่ที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE15-1 พบว่าจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกเริ่มต้นในแหนม

ซีโครงหมูและในแหนมปักกลางไกมีปริมาณ 4.00×10^4 CFU/g และ 3.26×10^6 CFU/g ตามลำดับ และที่อายุการหมัก 48 ชั่วโมง แหนมซีโครงหมูและแหนมปักกลางไกมีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก 2.51×10^{10} CFU/g และ 3.99×10^{10} CFU/g ตามลำดับ (ปิ่นมณี, 2554) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในงานวิจัยนี้

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมซีโครงหมูอ่อนอบทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 5) พบว่าชนิดของกล้าเชื้อมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ รสเปรี้ยว และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแหนมซีโครงหมูอ่อนสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านสีของผลิตภัณฑ์ รสเปรี้ยว และความชอบรวมสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในด้านรสเปรี้ยว ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 สูงสุดเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวมากกว่าสูตรอื่น ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ดังปรากฏในตารางที่ 3 จากผลการทดลองสรุปได้ว่ากล้าเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตแหนมซีโครงหมูอ่อนคือกล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแฮมชีโครงหมูอ่อนที่ผ่านแปรรูปตากแห้ง (n=50)

คุณลักษณะที่ทดสอบ	คะแนนความชอบเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	<i>L. plantarum</i> TISTR 543	<i>P. acidilactici</i> TISTR 051	Control
สีของผลิตภัณฑ์	7.77 \pm 0.92 ^a	7.23 \pm 1.15 ^b	7.23 \pm 1.20 ^b
กลิ่นรสแฮม	7.03 \pm 1.72	6.87 \pm 1.38	6.81 \pm 1.94
รสเปรี้ยว	7.52 \pm 1.06 ^a	6.87 \pm 1.28 ^b	6.71 \pm 1.22 ^b
รสเค็ม	6.74 \pm 1.39	6.16 \pm 1.77	6.26 \pm 1.53
ความชอบรวม	7.48 \pm 1.26 ^a	6.77 \pm 1.36 ^b	6.90 \pm 1.27 ^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตอนที่ 2 ผลการยืนยันสูตรและกระบวนการผลิตแฮมชีโครงหมูอ่อน

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อยืนยันสูตรและกระบวนการผลิตแฮมชีโครงหมูอ่อนที่ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 (ตารางที่ 6) พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก สำหรับผลการทดสอบความพอดีเมื่อตั้งเกณฑ์ความพอดีที่ร้อยละ 70 พบว่าคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์และกลิ่นรสแฮมมีความพอดีคือมีค่าร้อยละ 73.47 และ 75.51 ตามลำดับ จึงไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะดังกล่าว ส่วนคุณลักษณะด้านรสเปรี้ยวและรสเค็มมีความพอดีต่ำกว่าร้อยละ 70 แต่เมื่อพิจารณา net effect แล้วพบว่าไม่มีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 จึงไม่พิจารณาปรับปรุงคุณลักษณะทั้งสอง ทั้งนี้คะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะมีค่ามากกว่า 7.00 จึงถือว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อน

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อน

ตารางที่ 7 พบว่า ผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนมีค่าสี L^* ค่าสี a^* และค่าสี b^* เท่ากับ 54.80 ± 2.87 2.14 ± 1.13 และ 9.19 ± 1.92 ตามลำดับ โดยมีสีที่ปรากฏคือสีแดงซีด มีความเป็นกรด-ด่าง 4.42 ± 0.01 มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.910 ± 0.021 ในรูปกรดแลคติก ซึ่งมีความเป็นกรด-ด่างเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง แฮม และตรวจไม่

พบไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับแฮมชีโครงหมูเสริมตะไคร้และแฮมปักกลางไก่เสริมตะไคร้ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 4.50 อย่างไรก็ตามแฮมชีโครงหมูอ่อนมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าแฮมชีโครงหมูและแฮมปักกลางไก่เสริมตะไคร้ซึ่งมีปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0.722 ในรูปกรดแลคติก (ปีนมนิ, 2554) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาในผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนที่ทำให้สุกโดยการอบ (ตารางที่ 8) พบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 g ไม่พบ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่าง 0.1 g ไม่พบ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 1 g และผลิตภัณฑ์มีปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผ่านการทำให้สุกด้วยการอบ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนดิบ (ตารางที่ 9) ผลิตภัณฑ์มีความชื้นร้อยละ 60.84 โปรตีนร้อยละ 14.09 ไขมันร้อยละ 13.69 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 9.54 และเถ้าร้อยละ 1.84 ผลิตภัณฑ์ให้พลังงาน 217.73 kcal/100g ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแฮมชีโครงหมูเสริมตะไคร้ในงานวิจัยของปีนมนิ (2554) ที่ให้พลังงาน 230 kcal/100g ส่วนผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนอบ พบว่าเมื่อผ่านการอบให้สุกผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 33.17 ส่งผลให้องค์ประกอบอื่นมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อเทียบกับแฮมชีโครงหมูอ่อนดิบ ผลิตภัณฑ์แฮมชีโครงหมูอ่อนอบให้พลังงาน 352.44 kcal/100g

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมักซีโครงหมูอ่อนที่หมักโดย *L. plantarum* TISTR 543 เป็นกล้าเชื้อ (n=50)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย	ความพอดี (ร้อยละของจำนวนผู้ทดสอบ)					Net effect
		ลดลงมาก	ลดลงเล็กน้อย	ไม่ต้องปรับปรุง	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นมาก	
สีของผลิตภัณฑ์	7.65±0.90	0.00	6.12	73.47	20.41	0.00	14.29
กลิ่นรสเหม็น	7.12±1.35	2.04	18.37	75.51	4.08	0.00	-16.33
รสเปรี้ยว	7.29±1.43	0.00	22.45	65.31	10.2	2.04	-10.21
รสเค็ม	7.21±1.13	0.00	28.57	55.10	16.33	0.00	-12.24
ความชอบรวม	7.74±1.03	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : คะแนนความชอบเฉลี่ยแสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 7 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์หมักซีโครงหมูอ่อนที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *L. plantarum* TISTR 543

ค่าวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
L* a* b*	54.80±2.87, 2.14±1.13, 9.19±1.92
ความเป็นกรด-ด่าง	4.42±0.01
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดแลคติก)	0.910±0.021
ปริมาณไนโตรเจน (ppm)	Not detected

ตารางที่ 8 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์หมักซีโครงหมูอ่อนที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *L. plantarum* TISTR 543

เชื้อที่วิเคราะห์	ปริมาณ
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	<3
<i>Salmonella</i> spp. (in 25 g)	Not detected
<i>Clostridium perfringens</i> (in 0.1 g)	Not detected
<i>Staphylococcus aureus</i> (in 1 g)	Not detected
Yeast and Mold (CFU/g)	<10

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมักซีโครงหมูอ่อนดิบและซีโครงหมูอ่อนที่หมักด้วยกล้าเชื้อ *L. plantarum* TISTR 543

ค่าวิเคราะห์	ปริมาณ	
	หมักซีโครงหมูอ่อนดิบ	หมักซีโครงหมูอ่อน
ความชื้น (g/100g)	60.84	33.17
โปรตีน (g/100g)	14.09	31.83
ไขมัน (g/100g)	13.69	19.56
คาร์โบไฮเดรต (g/100g)	9.54	12.27
เถ้า (g/100g)	1.84	3.17
พลังงาน (kcal/100g)	217.73	352.44

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการใช้กล้าเชื้อในการผลิตหมักซีโครงหมูอ่อนด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก 2 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus*

plantarum TISTR 543 และ *Pediococcus acidilactici* TISTR 051 เปรียบเทียบกับการหมักโดยธรรมชาติ พบว่าการใช้กล้าเชื้อมีผลต่อคุณภาพทั้งด้านกายภาพ เคมี ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยกล้าเชื้อที่

เหมาะสมในการหมักหมมซีโครงหมูอ่อน คือ กล้าเชื้อ *Lactobacillus plantarum* TISTR 543 เนื่องจากเป็นกล้าเชื้อที่เกิดการหมักได้เร็ว ซึ่งเป็นผลดีในกระบวนการแปรรูปและช่วยลดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์หมักซีโครงหมูอ่อนที่หมักจากกล้าเชื้อดังกล่าวได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมและปลอดภัยต่อการบริโภค โดยมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน หมักซีโครงหมู (มผช. 295/2547)

เอกสารอ้างอิง

- จารุวรรณ มณีศรี. (2551). เทคโนโลยีอาหารหมัก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โพรเพช. 247 หน้า.
- ชีเอชฟู้ด. (2556). ซีโครงหมู. แหล่งข้อมูล: <https://chfoodthai.wordpress.com/tag/ซีโครงหมู/>. ค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2560.
- ปรมาภรณ์ เจ็ดวรรณะ คมแข พิลาสสมบัติ รุจริน ลิ้มสุภาวนิช อติสร เสวต วิวัฒน์ และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. (2554). การศึกษาคุณภาพและจุลินทรีย์ของหมมเนื้อโคโดยใช้เชื้อ *Lactococcus lactis subsp. lactis* P 2 และ Sb 2 เป็นกล้าเชื้อในการหมักหมม. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29(3): 46-54.
- ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2547). ผลของอุณหภูมิต่อการหมักหมมด้วยกล้าเชื้อ. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 339-346.
- ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2554). การพัฒนาการหมักหมมซีโครงหมูและหมมปีกกลางไก่โดยใช้กล้าเชื้อและสมุนไพรรักษาโรค. ใน: รายงานวิจัย. ปิ่นมณี ขวัญเมือง, กรุงเทพฯ. 1-51.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2556). การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วิสด้า อินเทอร์เน็ต จำกัด. 340 หน้า.
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. (มปป.). คู่มือการใช้เทคโนโลยีต้นเชื้อบริสุทธิ์สำหรับอาหาร. แหล่งข้อมูล: http://www.mcc.cmu.ac.th/agbus/data/present/tech_food.doc. ค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2558.
- สมชาย ศรีพล. (2549). หลักการเลี้ยงสัตว์. แหล่งข้อมูล http://elearning.nsruc.ac.th/web_elearning/animals/index.php. ค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2560.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547a). มผช. 295/2547 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมักซีโครง. กรุงเทพฯ. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 1-5.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547b). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 1219-2547

เรื่อง หมม. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 1-8.

- อรุณ วงศ์จิรัฏฐิติ และ สุภา ยศตะโคตร. (2557). การพัฒนากระบวนการผลิตส้มตำวุ้นปลอดภัย. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 6(11): 39-49.
- อุมาพร ศิริพันธ์. (2555). เอกสารประกอบบทเรียน ทอ. 470 เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ. แหล่งข้อมูล: http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning46/ft470/cp/cp_008.html. ค้นเมื่อ 26 มีนาคม 2556.
- Adams, M. R. and Moss, M. O. (2008). Food Microbiology. 3rd ed. Cambridge: RSC Publishing. 343-346.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed., Maryland, USA. 2200 pp.
- AOAC. (2006). Chapter 17 AOAC Official Method 966.23c-24. p.5-6. In Horwitz, W. and Latimer, G.W. Official methods of analysis of AOAC International. Maryland: AOAC International.
- AOAC. (2012). Official Analytical Chemists Official. Methods of Analysis. 19th ed. Arlington, USA.
- FDA BAM. (2001). Bacteriological Analytical Manual. From: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>. Retrieved on November 8, 2016.
- FDA BAM. (2002). Bacteriological Analytical Manual. From: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Retrieved on November 8, 2016.
- ISO 6579. (2002). Horizontal Method for the Detection of Salmonella spp. From: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=29315. Retrieved on November 8, 2016.
- Jay, J. M. (2000). Modern Food Microbiology. 6th ed. Gaithersburg, MD; Aspen. 93-97.
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. (2003). Compendium of Method for Food Analysis. Department of Medical Sciences and National Bureau of Agriculture Commodity and Food Standards.
- Zhang, W., S. Xiao, H. Samaraweera, E.J. Lee and D.U. Ahn. (2010). Improving functional value of meat products. Meat Sci. 86: 15-31.