วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29:3 เล่ม 2 (18-27)

ผลของการหมักต่อคุณภาพและการยอมรับของไส้กรอกอีสานจากเนื้อโคพื้นเมืองไทยที่หมักในไส้หมูสดและไส้คอลลาเจน

Effect of Fermentation on Quality and Acceptance of Isan Sausage from Thai Native Beef Stuffed in Hog Intestine and Collagen Casing

มัลลิกา ไชยวุฒิ[1] กิตติชัย บรรจง[2] จุฑารัตน์ เศรษฐกุล[3] และ อดิศร เสวตวิวัฒน์[1]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการหมักไส้กรอกอีสานที่ผลิตจากเนื้อโคพื้นเมืองไทยหมักในไส้หมูและไส้คอลลาเจน โดยสภาวะการหมักแบบสด (นำตัวอย่างทั้งสองไส้บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิทปล่อยให้เกิดการหมักที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 2 วัน) และสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้ง (นำตัวอย่างทั้ง 2 ไส้หมักที่อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% เป็นเวลา 2 วัน) สภาวะการหมักและชนิดไส้ที่บรรจุแตกต่างกันโดยแยกเป็นไส้หมูสภาวะการหมักแบบสด ไส้หมูสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้ง ไส้คอลลาเจนสภาวะการหมักแบบสดและไส้คอลลาเจนสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้ง ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญของแบคทีเรียแลกติก สมบัติด้านเคมีบางประการ และการทดสอบความชอบของผู้บริโภคด้านประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณแบคทีเรียแลกติกในไส้กรอกอีสานทั้ง 4 ตัวอย่างมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากประมาณ 4-5 log cfu/g เป็น 7-8 log cfu/g หลังจากการหมัก 2 วัน และเชื้อมีปริมาณคงที่ในช่วงการเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4-7 °C) เป็นเวลา 10 วัน สมบัติด้านเคมีที่ศึกษาคือ ค่า Water activity (Aw) และค่าความชื้นของไส้กรอกอีสานพบว่า ไส้หมูและไส้คอลลาเจนที่มีสภาวะการหมักแบบสดมีแนวโน้มค่า Aw และค่าความชื้นสูงกว่าไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งหลังจาก 2 วันของการหมักอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดย Aw ลดลงจาก 0.968-0.969 เป็น 0.966-0.967 ในการหมักแบบสด และลดลง 0.959-0.961 ในการหมักแบบกึ่งแห้ง และในช่วง 10 วันที่เก็บรักษาในตู้เย็น ค่า Aw ของตัวอย่างที่หมักแบบสดยังอยู่ที่ช่วง 0.967 ในขณะที่ตัวอย่างที่หมักแบบกึ่งแห้งเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย สอดคล้องกับค่าความชื้นของไส้กรอกที่บรรจุในไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบสด มีการเพิ่มขึ้นของค่าความชื้นจากประมาณ 50% เป็น 51-55% ส่วนไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งมีค่าความชื้นลดลงอยู่ที่ 47-48% หลังการหมัก 2 วันและเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในระหว่างการเก็บในตู้เย็น สำหรับค่า pH ของตัวอย่างทั้งสี่มีแนวโน้มลดลงหลังการหมัก 2 วัน จาก 5.9-6.0 เป็น 4.8-4.9 และค่า pH เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บในตู้เย็นนาน 10 วัน สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกของตัวอย่างทั้งสี่ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 0.26% เป็น 0.4-0.5% หลังจากการหมักครบ 2 วัน และเพิ่มสูงขึ้น 0.6-0.7% เมื่อเก็บในตู้เย็นครบ 10 วัน จากการเปรียบเทียบทางด้านสถิติปัจจัยเรื่องไส้บรรจุไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพด้านต่างๆของไส้กรอกหมักสำหรับความชอบของผู้บริโภคไส้กรอกที่หมักครบ 2 วันแล้วทำการปิ้ง พบว่าทั้งสี่ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยผู้ชิมมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมเฉลี่ยไส้หมูแบบกึ่งแห้งมากที่สุด แต่คุณสมบัติด้านกลิ่นผู้ชิมให้คะแนนความชอบไส้กรอกหมักไส้คอลลาเจนแบบกึ่งแห้งมากที่สุด นอกจากนี้ เมื่อทำการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาทั้งหมดกับผู้ผลิต พบว่า ผู้ผลิตให้คะแนนความชอบในด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกันดังนั้นไส้คอลลาเจนจึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งของไส้ที่จะใช้ทดแทนไส้หมูในการผลิตไส้กรอกหมักของเนื้อโคไทย

คำสำคัญ: คุณภาพไส้กรอกอีสาน เนื้อโคพื้นเมืองไทย ไส้หมูสด ไส้คอลลาเจน

[1]สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[2]สาขาวิศกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Effect of types of casing (hog intestine and collagen casing) and fermentation methods (fresh and semi - dried fermentation) on Thai traditional fermented sausage (Sai – Krog Isan) made from Thai native beef were studied. For the fresh fermentation, after stuffing in the casing, the sausage was left to ferment at 30°C in sealed plastic bag for 2 days, whereas for the semi-dried fermentation at 30°C in 65% relative humidity chamber for 2 days and the samples were measured their lactic acid bacteria (LAB) growth, chemical properties and preferable acceptance of consumer. The results revealed that LAB could grow in all products from 4-5 log cfu/g to be 7-8 log cfu/g after 2 days of fermentation. There was no change in LAB number during keeping these four fermented products in the refrigerator (4-7°C) for 10 days. The samples stuffed in both casing and then fresh fermented show a little decrease in Aw during 2 days after fermentation (decreased from 0.968-0.969 to 0.966-0.967), while those in both casing and then semi – dried fermented for 2 days exhibited significant decrease in Aw ($p \leq 0.05$) (decreased from 0.968-0.969 to 0.959-0.961). Aw of all samples slightly change during keeping in refrigerator for 10 days. The reduction of Aw in semidried samples was concurred to the reduction of moisture contents during fermentation of the samples stuffed in both casing for 2 days (reduced from 50% to 47-48%), while samples stuffed in both casing and fresh fermented showed a slight increase in moisture content after 2 days of fermentation (51-55%). According to the pH of all samples, the results implied that after 2 days of fermentation, the pH of all products was decreased rapidly from 5.9 – 6.0 to 4.8 – 4.9 and was stable during 10 days keeping period in the refrigerator. The reduction of pH in all samples corresponded to higher percentage of the lactic acid in the samples during 2 days of fermentation (increased from 0.26% to 0.4-0.5%) and it was increased 0.6-0.7% after 10 days in chilling temperature. The statistic result revealed that type of the casing showed no effect to the chemical quality of fermented sausage. For the preferable acceptance among these four products, it was implied that there was no significantly difference. But panelists tended to prefer the taste, appearance, texture, and overall acceptance in the products stuffed in hog intestine casing with semidried fermentation but the odors preference was belonged to the product stuffed in collagen casing with semidried fermentation. Moreover, the preferable acceptance from producers also implied non-significantly difference among these four types of Isan sausages. The results, thus, implied the possibility of using collagen casing instead of hog intestine casing to produce this Thai traditional fermented beef sausage.

Keywords: quality of Isan sausage, Thai native beef, hog intestine casing, collagen casing

บทนำ

ไส้กรอกอีสานหรือไส้กรอกหมัก เป็นอาหารหมักประเภทเนื้อของไทยซึ่งเป็นที่นิยมและมีการผลิตอย่างมากทั่วประเทศ การผลิตไส้กรอกอีสานทั่วไปมักเป็นการปล่อยให้เกิดการหมักตามธรรมชาติไม่มีการควบคุมทางสุขลักษณะทำให้คุณภาพของไส้กรอกหมักที่ผลิตแต่ละรุ่นไม่มีความสม่ำเสมอ (กัลยาณีและคณะ, 2542) มีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ตรวจพบในไส้กรอกอีสานดิบ (กนิษฐาและเกรียงไกร, 2546) โดยเฉพาะในเนื้อโคมีรายงานการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาถึง 9 สายพันธุ์ใน 21 ตัวอย่าง (เกศนี และคณะ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2546) การหมักโดยอาศัยแบคทีเรียแลกติกในการทำให้ pH ของอาหารลดลงไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (อรัญญา, 2542) จัดว่าเป็นการถนอมอาหารทางหนึ่ง การควบคุมสภาวะการหมักจะมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียแลกติกในระหว่างการหมักไส้กรอก กนิษฐาและเกรียงไกร (2546) ได้รายงานถึงความสัมพันธ์ของค่า pH และเปอร์เซ็นต์กรด แลคติกในการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอย่างเชื้อซัลโมเนลลาในไส้กรอกอีสาน โดยพบว่าในไส้กรอกอีสานที่มีค่า pH $\geq$ 4.8 และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในช่วง 0.99-1.51 ยังมีโอกาสตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาได้

ไส้ที่ใช้ในการบรรจุก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกอีสาน ปัจจุบันมีการใช้ไส้สังเคราะห์หรือไส้คอลลาเจนที่รับประทานได้ ผลิตจากหนังสัตว์หรือส่วนคอเรียมของลำไส้ (เยาวลักษณ์, 2536) ในการบรรจุไส้กรอกอีสานทดแทนการใช้ไส้หมูที่เป็นไส้สดมีโอกาสปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก่อโรคได้ง่าย (บันฑูรย์, 2550) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของไส้กรอกหมักที่ผลิตจากเนื้อโคไทยบรรจุในไส้หมูเปรียบเทียบกับไส้คอลลาเจนโดยศึกษาสภาพการหมักแบบสดในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 30 °C และแบบกึ่งแห้งในตู้ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% และอุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 2 วัน รวมถึงคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นหลังการหมักทั้ง 2 รูปแบบเป็นเวลา 10 วัน นอกจากนี้การศึกษายังได้ทำการทดสอบความชอบของผู้ที่ชอบรับประทานไส้กรอกหมักจากเนื้อโคได้เพื่อดูแนวโน้มการยอมรับไส้กรอกหมักที่บรรจุในไส้หมูเปรียบเทียบกับไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบสดและแบบกึ่งแห้ง ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมสภาวะการหมักต่อสมบัติทางด้านจุลชีววิทยา เคมีบางประการและความชอบของผู้บริโภคและผู้ผลิตต่อคุณภาพของไส้กรอกอีสานจากเนื้อโคพื้นเมืองไทยที่ใช้ไส้คอลลาเจนและไส้หมูสด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การผลิตไส้กรอกอีสาน

ใช้โคพื้นเมืองไทยและมันโคแข็งมาบดหยาบและผสมกับส่วนผสมต่างๆ ตามสูตรการทำไส้กรอกหมัก (วิรัตน์และณัฐยาพร, 2552) ดังนี้

เนื้อเสือร้องไห้	85 %	เกลือป่น	2.2 %
กระเทียมปอกเปลือก	9 %	ผงชูรส	0.2 %
ข้าวเหนียว	2.2 %	ฟอสเฟต	0.1 %

เตรียมไส้หมูสดโดยนำไส้มาล้างให้สะอาด กลับด้านในออกมา ขูดเอาเมือกออกให้หมดจนไส้ใส คลุกเกลือป่นเก็บไว้รอบรรจุ ไส้คอลลาเจนเป็นไส้ที่ทำจากวัตถุพวกซาราน และโพลีเอททีลีน มีคุณสมบัติสามารถเก็บความชื้นได้และมีขนาดที่สม่ำเสมอ (Japan food research laboratories, 2009) แบ่งส่วนผสมบรรจุในไส้ทั้งสองชนิด ทำการหมักแบบสดโดยการใส่ถุงพลาสติกปิดสนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 °C และหมักแบบกึ่งแห้งโดยการแขวนไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 65% โดยทำการหมักไส้กรอกที่ผลิตทั้งสองแบบเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดเก็บในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4-7 °C) เป็นเวลา 10 วัน เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา

2. การศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แบคทีเรียแลกติก

นำตัวอย่างส่วนผสมไส้กรอกก่อนการหมัก (วันที่ 0) และไส้กรอกที่บรรจุในไส้หมูและไส้คอลลาเจนซึ่งหมักทั้งแบบสดและแบบกึ่งแห้งครบ 2 วัน และตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4-7 °C ในวันที่ 1, 4, 7 และ 10 ศึกษาการเจริญของแบคทีเรียแลกติกในไส้กรอกอีสานโดยวิธี Pour plate technique ด้วย MRS agar+0.5 % $CaCO_3$ (Swetwiwathana *et al*., 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาคุณภาพทางเคมี

นำตัวอย่างส่วนผสมไส้กรอกก่อนการหมัก (วันที่ 0) และไส้กรอกที่บรรจุในไส้หมูและไส้คอลลาเจนซึ่งหมักทั้งแบบสดและแบบกึ่งแห้งครบ 2 วัน และตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4-7 °C ในวันที่ 1, 4, 7 และ 10 ไปศึกษาคุณภาพทางเคมีต่างๆ ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ค่า Water activity ใช้เครื่องวัด Water Activity (Novasina รุ่น MS1-Aw, Switzerland) โดยเตรียมตัวอย่างไส้กรอกหมักเกลี่ยบนตลับใส่ตัวอย่างวางในเครื่องวัด ที่อุณหภูมิ 25 °C

3.2 วิเคราะห์ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ ด้วยเครื่องวัดค่า Moisture Content (Mettler Toledo รุ่นHB43-S, United State of America) ที่อาศัยความร้อนจากหลอดฮาโลเจนในการเผาตัวอย่างบนถาดอลูมิเนียมแล้วอ่านค่าจากหน้าจอเครื่องวัด

3.3 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (pH) โดยใช้เครื่องวัด pH meter (Mettler Toledo รุ่น SG2–SevenGo™, United State of America)

3.4 วิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติกโดยวิธีการไตเตรต นำค่าที่ได้จากการไตเตรตมาคำนวณโดยใช้สูตรที่ดัดแปลงมาจาก Friedrich (2001)

$$\% \text{ Total acid as lactic acid} = \frac{N \times V \times M \times 100}{1000 \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}}$$

N = ความเข้มข้นของ NaOH (N)

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ไป (ml)

M = น้ำหนักโมเลกุลของกรดแลกติก (90.01)

4. การวางแผนการทดลอง

จัดกลุ่มการทดลองแบบ 2x2 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (2x2 factorial arrangement in RCBD) ทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ใช้ subsample ในการวิเคราะห์ 2 ตัวอย่าง ศึกษา 2 ปัจจัย โดยกำหนดให้

ปัจจัย A คือ ไส้บรรจุ 2 ชนิด ได้แก่ ไส้หมูและไส้คอลลาเจน

ปัจจัย B คือ สภาวะการหมัก 2 สภาวะ ได้แก่ แบบสดและแบบกึ่งแห้ง

และอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย AxB วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (ปัญญา, 2550)

5. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

นำตัวอย่างไส้กรอกทั้งไส้หมูและไส้คอลลาเจนที่หมักแบบสดและแบบกึ่งแห้งครบ 2 วันมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยย่างไส้กรอกบนเครื่องปิ้งไฟฟ้าเป็นเวลานานด้านละ 10 นาที ใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ทดสอบความชอบของไส้กรอกหมักทั้งหมดทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 point Hedonic scale จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ RCBD โดยบลอกคือผู้ชิม 20 คน ได้ทรีทเมนต์ 4 กลุ่มคือ ไส้หมูหมักแบบสด ไส้หมูหมักแบบกึ่งแห้ง ไส้คอลลาเจนหมักแบบสด และไส้คอลลาเจนหมักแบบกึ่งแห้งและวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม SPSS (ปัญญา, 2550)

6. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ผลิต

นำตัวอย่างไส้กรอกทั้งไส้หมูและไส้คอลลาเจนที่หมักแบบสดและแบบกึ่งแห้งครบ 2 วันมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยย่างไส้กรอกบนเครื่องปิ้งไฟฟ้าเป็นเวลานานด้านละ 10 นาทีตามข้างต้นให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไส้กรอกอีสานจากโรงงานผลิตแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 5 คน ทำการทดสอบความชอบของไส้กรอกหมักทั้งหมดทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 point Hedonic scale จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ RCBD โดยบลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือผู้ชิม 5 คน ทรีทเมนต์คือไส้กรอก 4 ชนิด ได้ทรีทเมนต์ 4 กลุ่มคือ ไส้หมูหมักแบบสด ไส้หมูหมักแบบกึ่งแห้ง ไส้คอลลาเจนหมักแบบสด และไส้คอลลาเจนหมักแบบกึ่งแห้งและวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม SPSS (ปัญญา, 2550)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

เมื่อทำการศึกษาสภาวะการหมักแบบสดและแบบกึ่งแห้งของไส้กรอกบรรจุไส้หมูสดและบรรจุไส้คอลลาเจนหลังการหมักครบ 2 วัน (Table 1) ปัจจัย A คือปัจจัยเรื่องไส้ ได้แก่ ไส้หมูและไส้คอลลาเจนไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลกติกและสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่า pH ปริมาณกรดแลกติก Aw และความชื้น ($p>0.05$) ส่วนปัจจัย B คือวิธีการหมักแบบสดและแบบกึ่งแห้งไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญของแบคทีเรียแลกติกและสมบัติทางเคมี คือ ค่า pH และปริมาณกรดแลกติก ($p>0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อ Aw และความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างสองปัจจัย ($p>0.05$)

Study list	Casing factor (A)		Fermentation factor (B)		p value		
	Hog Intestine	Collagen	Fresh	Semi-dried	A	B	A×B
LAB (log cfu/g)	8.56	7.56	8.10	8.29	0.994	0.176	0.418
pH	4.84	4.88	4.90	4.90	0.424	0.891	0.092
Lactic acid (%)	0.44	0.54	0.50	0.45	0.603	0.386	0.297
Aw	0.966	0.961	0.967	0.959	0.873	0.003*	0.073
Moisture Content (%)	49.20	51.21	53.15	47.26	0.320	0.019*	0.524

Table 1 Average results of major studied factors and significantly different of studied samples

*means significantly different ($p\leq0.05$) from studied samples

1. คุณภาพทางจุลินทรีย์ของไส้กรอกหมัก

จากการศึกษาการเจริญของแบคทีเรียแลกติกเมื่อผ่านระยะเวลาในการหมักที่อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65 % เป็นเวลา 2 วัน พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลกติกของไส้กรอกหมัก ทั้งสี่ตัวอย่างมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 4-5 log cfu/g ปริมาณเชื้อมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 7-8 log cfu/g หลังการหมัก 2 วัน (Figure 1) และเชื้อจะมีปริมาณคงที่ในช่วงการเก็บที่อุณหภูมิ 4-7 °C เป็นเวลา 10 วันที่ 8 log cfu/g โดยไส้กรอกหมักโดยสภาวะการหมักแบบสดมีการเพิ่มจำนวนหลังจากระยะการหมัก 2 วัน มากกว่าแบบกึ่งแห้งโดยเฉพาะไส้หมูในสภาวะการหมักแบบสดมีการเพิ่มปริมาณของเชื้อมากที่สุด และจากภาพจะเห็นได้ว่ามีการเพิ่มปริมาณขึ้นอีกเล็กน้อยหลังจากมีการแช่เย็นเมื่อจบระยะเวลาในการศึกษาไส้หมูในสภาวะการหมักแบบสดยังคงมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อมากที่สุดประมาณ 9 log cfu/g รองลงมาคือไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบสด ไส้หมูสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้ง และไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้ง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Samelis *et al*. (1994) ที่ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแบคทีเรียแลกติกที่เจริญในซาลามี่หมัก ว่ามีการเจริญเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

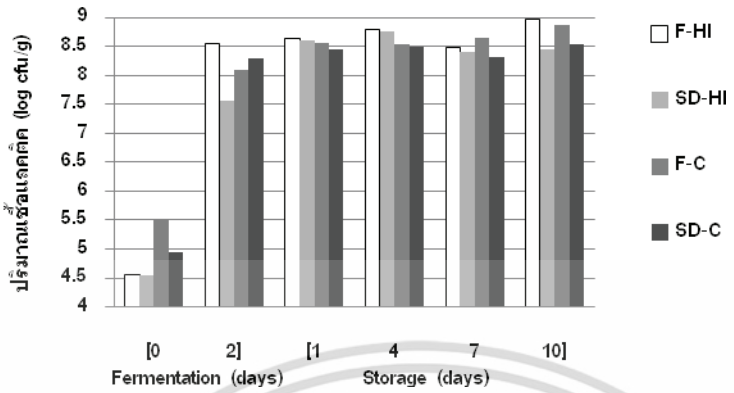

Figure 1 Lactic acid bacterial growth (log cfu/g) during fermentation of Isan sausage stuffed in hog Intestine (HI) and Collagen (C) Casing under fresh (F) and semi-dried (SD) fermentation and storage at 4°C

2. สมบัติทางเคมี

2.1 การวิเคราะห์ Aw และความชื้นผลิตภัณฑ์

ค่า Aw ของตัวอย่างทั้งสี่ (Figure 2) เมื่อเริ่มการทดลองไส้กรอกหมักทั้งสี่ตัวอย่างมีค่า Aw อยู่ที่ประมาณ 0.968-0.969 เมื่อผ่านระยะเวลาในการหมัก ตัวอย่างทั้งสี่มี Aw ลดลง โดยไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบสด มีค่า Aw ลดลงเล็กน้อยเหลือประมาณ 0.966 - 0.967 ซึ่งลดลงน้อยกว่าไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้ง ($p \leq 0.05$) ที่มี Aw ลดลงอยู่ระหว่าง 0.959 และ 0.961 โดยรุจรินและจุฑารัตน์ (2552) รายงานว่าหากมีปริมาณเกลือที่ใช้ในส่วนผสมมีค่าเริ่มต้นประมาณ 2.2 % จึงมีแนวโน้มที่ Aw จะสามารถลดลงได้ต่ำกว่า 0.95 หากมีการหมักแบบกึ่งแห้งต่อไป ตัวอย่างในสภาวะการหมักแบบสดในถุงปิดสนิทมีการสูญเสียความชื้นน้อยกว่าการหมักแบบกึ่งแห้ง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับค่า Aw ใน Figure 2 จากรายงานของศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2545) พบว่าเมื่อค่าความชื้นเพิ่มขึ้น ค่า Aw มักเพิ่มขึ้นด้วย ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อเก็บตัวอย่างทั้งสี่ในตู้เย็นเป็นเวลา 10 วัน มีผลทำให้ Aw เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

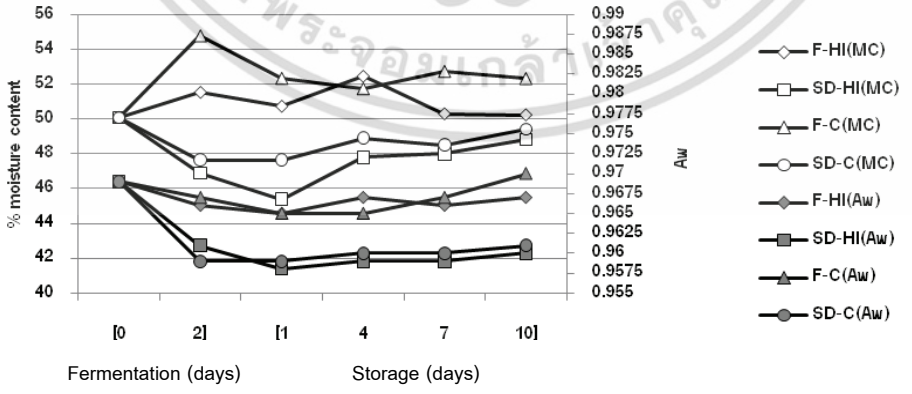

Figure 2 Moisture Content (MC) and water activity (Aw) of Isan sausage stuffed in hog intestine (HI) and Collagen (C) Casing under fresh (F) and semi-dried (SD) fermentation and storage at 4°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นเริ่มต้นของไส้กรอกหมักทั้งสี่ตัวอย่างอยู่ที่ประมาณ 50 % (Figure 2) เมื่อผ่านระยะเวลาในการหมักที่อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65 % เป็นเวลา 2 วัน ไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบสด มีการเพิ่มขึ้นของความชื้นโดยมีค่าประมาณ 51-55% มากกว่าไส้หมูและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งมีความชื้นลดลงเหลืออยู่ที่ประมาณ 47-48% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นความชื้นที่พอเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อลดรูปชนิดหยาบแบบกึ่งแห้งอยู่ที่ประมาณ 40-50% (รุจริน และจุฑารัตน์, 2553) โดยเปอร์เซ็นต์ค่าความชื้นของไส้กรอกหมักแบบกึ่งแห้งจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในระหว่างการเก็บในตู้เย็นตลอด 10 วัน ไส้หมูซึ่งเป็นไส้ธรรมชาติสามารถหดตัวได้ดี ไส้จึงรัดแนบกับส่วนผสมได้อย่างสนิทมากทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นได้ง่ายกว่าไส้คอลลาเจน และไส้หมูยังยอมให้ความชื้นและควันไฟซึมผ่านได้ดีกว่าด้วย (คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2549) สอดคล้องกับรายงานของ Anonymous (1958) เกี่ยวกับการอบอาหารที่วางสัมผัสอากาศ ถ้าความชื้นในอาหารมีแรงดันไอน้ำสูงกว่าอากาศ อาหารจะถ่ายเทความชื้นภายในตัวอย่างให้กับอากาศ การถ่ายเทความชื้นจะดำเนินไปเรื่อยจนกระทั่งความดันไอน้ำทั้งสองมีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกความชื้นในอาหารช่วงนี้ว่า ความชื้นสมดุล

2.2 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (pH) และปริมาณกรดแลกติก

ปริมาณกรดแลกติกเริ่มต้นของไส้กรอกหมักทั้งสี่ตัวอย่างอยู่ที่ประมาณ 0.26% และมีการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อผ่านระยะเวลาในการหมักที่อุณหภูมิ 30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% เป็นเวลา 2 วันโดยไส้หมูที่มีสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งมีการเพิ่มของเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกมากที่สุดประมาณ 0.54% และตัวอย่างทั้งสี่มีการลดลงของค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีปริมาณกรดแลกติกที่ใกล้เคียงกันประมาณ 0.44-0.54% ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของค่า pH (Figure 3) เมื่อปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า pH ลดลงไปด้วย โดยเริ่มต้นตัวอย่างทั้งสี่มีค่า pH เริ่มต้นที่ 5.9-6.0 เมื่อผ่านระยะเวลาในการหมัก pH ลดลงอย่างรวดเร็ว pH อยู่ที่ประมาณ 4.8-4.9 โดยไส้หมูที่มีสภาวะการหมักแบบสดมีการลดลงของ pH มากที่สุด และมีการลดลงมากที่สุดจนจบการทดลอง รองลงมาคือไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบสด ไส้หมูในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งและไส้คอลลาเจนในสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งตามลำดับ ค่า pH และปริมาณกรดแลกติกของทั้งสี่ตัวอย่างในช่วงเวลาการหมัก 2 วันให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งในด้านของไส้บรรจุและสภาวะการหมัก ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างในตู้เย็นเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกของทั้ง 4 ตัวอย่างมีการเพิ่มขึ้นอย่างคงที่เช่นเดียวกับค่า pH ตั้งแต่การแช่เย็นวันที่ 1 จนถึงวันที่ 7 จากนั้นในวันที่ 10 จะพบว่าปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยโดยเฉพาะในไส้คอลลาเจนแบบสดที่มีการเพิ่มขึ้นปริมาณกรดแลกติกตั้งแต่การ

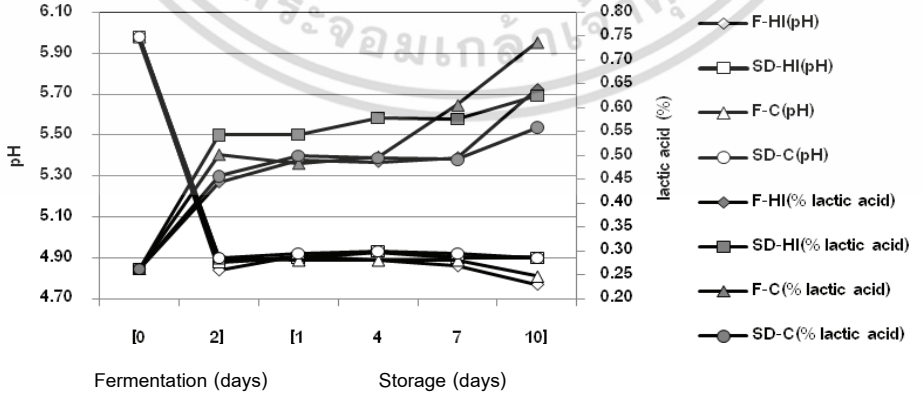

Figure 3 pH and lactic acid (%) of Isan sausage stuffed in in hog intestine (HI) and Collagen (C) Casing under fresh (F) and semi-dried (SD) fermentation and storage at 4°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บในตู้เย็นวันที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญ โดยผลของค่า pH และปริมาณกรดแลกติกที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Phithakpol *et al*. (1995) ซึ่งเกี่ยวกับค่า pH และเปอร์เซ็นต์กรดของแหนมที่ผลิตโดยเนื้อหมูในประเทศไทย ผลการทดลองปรากฏว่า pH มีแนวโน้มลดลงและเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกของแหนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นใน 3 วันแรกของการหมัก

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จาก Table 2 จะเห็นได้ว่าความชอบของผู้บริโภคในไส้กรอกหมักทั้งสี่ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ในตัวอย่างไส้หมูที่มีสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งมากที่สุด โดยคะแนนอยู่ในช่วง 6.23-6.98 อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง แต่คุณลักษณะด้านกลิ่นผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบต่อไส้กรอกหมักไส้คอลลาเจนที่มีสภาวะการหมักแบบกึ่งแห้งมากที่สุด นอกจากนี้ เมื่อนำตัวอย่างทั้งหมดไปทำการทดสอบความชอบกับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แหนมและไส้กรอกอีสานแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 5 คน (Table 3) พบว่า ผลความชอบในแต่ละด้านไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และการยอมรับโดยรวมมีแนวโน้มจะยอมรับไส้กรอกอีสานที่บรรจุในไส้หมูแบบกึ่งแห้งมากที่สุด (คะแนนการยอมรับ 7.89) รองลงมาคือไส้กรอกอีสานแบบกึ่งแห้งที่บรรจุในไส้คอลลาเจน (คะแนนการยอมรับ 7.53) จากผลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของไส้กรอกอีสานที่ผลิตในการศึกษาทั้งหมดทั้งจากผู้บริโภคและผู้ผลิต จึงมั่นใจได้ว่าผู้ผลิตสามารถใช้ไส้คอลลาเจนแทนไส้หมูได้ในการผลิตไส้กรอกหมักเข้าสู่ท้องตลาดในอนาคตอันเป็นการแก้ปัญหาไส้หมูที่มีราคาแพงและภาวะขาดแคลนในท้องตลาดได้

Table 2 Results of preferable acceptance of consumers on 4 types of Isan sausages

Casing type	Fermentation method^{ns}	Appearance^{ns}	Colour^{ns}	Odour^{ns}	Texture^{ns}	Taste^{ns}	Overall acceptance^{ns}
Hog intestine	Fresh	6.00	6.40	6.21	6.00	6.41	6.35
	Semi-dried	6.56	6.67	6.23	6.68	6.91	6.98
Collagen casing	Fresh	6.06	6.16	6.26	6.08	6.06	6.31
	Semi-dried	6.23	6.50	6.36	6.03	6.13	6.33

ns = non-significance

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale

1= ไม่ชอบมาที่สุด 2= ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบปานกลาง 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= เฉยๆ

6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบปานกลาง 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Results of preferable acceptance of 5 producers on 4 types of Isan sausages

Casing type	Fermentation method^{ns}	Appearance^{ns}	Colour^{ns}	Odour^{ns}	Texture^{ns}	Taste^{ns}	Overall acceptance^{ns}
Hog intestine	Fresh	7.45	7.38	7.19	7.32	7.44	7.42
	Semi-dried	7.58	7.42	7.23	7.45	7.83	7.89
Collagen casing	Fresh	7.36	7.41	7.18	7.38	7.41	7.38
	Semi-dried	7.55	7.45	7.26	7.43	7.76	7.53

ns = non-significance

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale

1= ไม่ชอบมาที่สุด 2= ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบปานกลาง 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= เฉยๆ
6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบปานกลาง 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่าสภาวะการหมักเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าความชื้นและค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักที่หมักในสภาวะแบบสด จากการเพิ่มขึ้นของค่าความชื้นภายหลังการหมักในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4-7°C) ส่งผลให้มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลกติกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และยังสามารถผลิตกรดแลคติกได้มากกว่าไส้กรอกหมักที่หมักในสภาวะแบบกึ่งแห้ง ไส้กรอกอีสานที่บรรจุในไส้คอลลาเจนและในการหมักแบบสดและแบบกึ่งแห้งได้รับคะแนนความชอบใกล้เคียงกับไส้กรอกอีสานที่บรรจุในไส้หมูที่หมักในสภาวะเดียวกัน ไส้คอลลาเจนมีแนวโน้มในการนำมาทดแทนการใช้ไส้หมูในการผลิตไส้กรอกอีสานเนื้อได้ เนื่องจากคุณสมบัติทางด้านเคมีและจุลชีววิทยาที่ไม่แตกต่างกันในการหมักแบบสดหรือแบบกึ่งแห้ง อีกทั้งการยอมรับจากผู้บริโภคในไส้กรอกเนื้อหมักที่บรรจุในไส้คอลลาเจนใกล้เคียงกับไส้หมู และผู้บริโภคมีความชอบไส้กรอกหมักไส้คอลลาเจนด้านกลิ่นมากกว่าไส้กรอกหมักจากไส้หมู นอกจากนี้ไส้กรอกหมักที่ใช้ไส้คอลลาเจนบรรจุอาจเป็นแนวทางในการขยายตลาดผลิตภัณฑ์เนื้อโคพื้นเมืองไทยชนิดนี้ให้แพร่หลายไปสู่กลุ่มผู้บริโภคที่นับถือศาสนาอิสลามในอนาคตได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา ไชยชาติ และ เกรียงไกร ตรีวิบูลย์วนิชย์. 2546. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในไส้กรอกอีสานดิบและผักสดที่จำหน่ายตามรถเข็นในเขตลาดกระบัง. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

กัลยาณี โรจนสถิตโสภณ ทิพย์สุดา ทรัพย์น้อย และพรพิมล เอื้อสันเทียะ. 2542. ศึกษาคุณภาพและการยอมรับไส้กรอกอีสานที่หมักโดยใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกสายพันธุ์ *Weisella cibaria* SI21 ที่ผลิตแบคเทอริโอซิน. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

เกศนี วงษ์ปัตตะ ประภาพรรณ ปุกแก้ว และ มณีนันท์ สิทธิโห. 2546. การเปรียบเทียบอาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอน Selective enrichment และ isolation ต่อการตรวจหาเชื้อซาลโมเนลลาจากเนื้อสดที่จำหน่ายในเขตลาดกระบัง. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2549. การแปรรูปเนื้อสัตว์. บทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. [สืบค้น 1 ส.ค. 2554]. เข้าถึงได้ที่ http://www.nsru.ac.th

บันฑูรย์ ตระการวีระเดช. 2550. ตอนที่ 3 การปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ภายหลังการฆ่าชำแหละ. เชื้อ *Salmonella* กับการผลิตเนื้อสุกร. [สืบค้น 6 ต.ค. 2553]. เข้าถึงได้ที่ URL : http://th.merial.Com/pdf/LA/LA_Salmonella_ with_Pork_ProduCtion_3_01-07-08.pdf

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2550. การวิเคราะห์ข้อมูลโดย SAS และ SPSS. สำนักพิมพ์กฤตญาดา, กรุงเทพมหานคร. หน้า 252-300.

รุจริน ลิ้มศุภวานิช และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. ผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทต่างๆ. หน้า 70. ใน คุณภาพเนื้อโคไทย. AMARIN PRINTING AND PUBLISHING PUBLIC COMPANY LIMITED, กรุงเทพมหานคร.

รุจริน ลิ้มศุภวานิช และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2553. ผลิตภัณฑ์แบบตะวันตกจากเนื้อโคไทย. (แผ่นพับ). โครงการรณรงค์การบริโภคเนื้อโคไทย กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สกว.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. การแปรรูปและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพมหานคร. หน้า 106.

วิรัตน์ สมุน และ ณัฐยาพร สมุน. 2552. ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านจากเนื้อโคไทย. หน้า 89. ใน คุณภาพเนื้อโคไทย. AMARIN PRINTING AND PUBLISHING PUBLIC COMPANY LIMITED, กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.2545. water activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. จาร์พา. 9: 68

อรัญญา สังขศรี. 2542. การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารของ *Lactobacillus* spp. ที่แยกจากอาหารหมักพื้นเมืองของไทย. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Anonymous. 1958. Tables of Temperature, Relative Humidity and Precipitation for the World, Meteorological Office. Her Majesty's Stationery Office, London. pp. 33-41.

Friedrich. J. E. 2001. Titratable Activity of Acid Tastants. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Inc, Cargill Incorporated Minneapolis, Minnesota.

Japan food research laboratories. 2009. Certificate of Analysis, Japan: Nippi Collagen Industries, LTD.

Phithakpol. B., W. Varanyanond, S. Reunmaneepaitoon and H. Wood. 1995. The traditional fermented foods of Thailand. Bangkok, Thailand: Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University.

Samelis. J., F. Maurogenakis and J. Metaxopoulos. 1994. Characterization of lacticacid bacteria isolated from naturally fermented Greek dry salami. International Journal of Food Microbiology. 23: 179–196.

Swetwiwathana. A., N. Lotong, J. Nakayama and K. Sonomoto. 2007. Maturation of Nham – a Thai fermented meat product. Fleischwirtschaft International. 3: 46-49.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้