



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

**ชุดโครงการ “การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้
จากกระบวนการการฆ่าโค”**

**“Utilization of By Product from Cattle
Slaughtering”**

โดย ผศ.ดร.ศศิธร นาคทอง และคณะ

เมษายน 2553

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโครงการ “การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ จากกระบวนการการฆ่าโค”

“Utilization of By Product from Cattle Slaughtering”

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร. ศศิธร นาคทอง

นายวิรัตน์ สุมาน

นางณัฏยาพร สุมาน

นายสุรัชย์ เปี่ยมกล้า

นางสาวรัตนกร แสนทำพล

สังกัด

คณะเกษตร กำแพงแสน

สถานีวิจัยทับทวง สถาบันสุวรรณวาทกสถิจ

สถานีวิจัยทับทวง สถาบันสุวรรณวาทกสถิจ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
บทสรุปผู้บริหาร	(4)
บทคัดย่อ	(8)
Abstract	(11)
โครงการที่ 1 การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค	1-1
คำนำ	1-1
ตรวจเอกสาร	1-4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	1-18
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	1-25
สรุปผลการทดลอง	1-61
เอกสารอ้างอิง	1-62
ภาคผนวก	1-65
โครงการที่ 2 การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคบวู	2-1
คำนำ	2-1
ตรวจเอกสาร	2-1
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	2-6
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	2-11
สรุปผลการทดลอง	2-26
เอกสารอ้างอิง	2-27
ภาคผนวก	2-29
โครงการที่ 3 การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด	3-1
คำนำ	3-1
ตรวจเอกสาร	3-1
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	3-3
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	3-5
สรุปผลการทดลอง	3-26
เอกสารอ้างอิง	3-27
ภาคผนวก	3-28

ชื่อชุดโครงการ การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากกระบวนการการฆ่าโค

Utilization of By Product from Cattle Slaughtering

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการเพาะปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะด้านการผลิตสัตว์ไม่ว่าจะเป็น สุกร ไก่หรือวัว การฆ่าสัตว์เหล่านี้เพื่อการผลิตเนื้อสัตว์เป็นหลักแล้วยังจะได้ หนัง และอวัยวะภายใน (Visceral organ) หรือ เครื่องใน ซึ่งจัดเป็นสินค้าเกษตรด้านปศุสัตว์ที่เป็นผลพลอยได้ ที่เหลือจากการฆ่าสัตว์เพื่อผลิตเนื้อสด เครื่องในที่เหมาะสมแก่การบริโภคจะต้องผ่านการตรวจสอบแล้วว่าสามารถบริโภคได้ เครื่องในสัตว์เป็นอาหารที่นิยมรับประทานของผู้บริโภคส่วนใหญ่ในประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นเครื่องในที่ได้มาจาก สุกร ไก่ และวัว เนื่องจากมีรสชาติที่อร่อย ราคาถูก สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิดโดยเฉพาะอาหารอีสานที่จะมีวัตถุดิบส่วนใหญ่เป็นเครื่องใน อีกทั้งเครื่องในยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่ครบถ้วนหรืออาจมีแร่ธาตุบางชนิดที่มากกว่าเนื้อสัตว์ เช่นในตับอ่อนของวัว 100 กรัม มีธาตุเหล็ก 8.7 มิลลิกรัม เป็นต้น (นิรนาม, 2546) สถานการณ์การบริโภคเครื่องในในปัจจุบันพบว่านอกจากจะมีการบริโภคเครื่องในที่ผลิตได้ภายในประเทศแล้วยังมีการนำเข้าเครื่องในสัตว์จากต่างประเทศด้วย เนื่องจากต่างประเทศไม่นิยมรับประทานและมีราคาถูกกว่าเครื่องในสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศ โดยในปี 51 พบว่ามีการนำเข้าเครื่องในจากต่างประเทศจำนวน 1.2 หมื่นตัน (กรมปศุสัตว์, 2551)

สำหรับหนังสัตว์ที่ได้จากการการฆ่าสัตว์ หรือแปรรูปสัตว์ในประเทศไทย เช่น หนังวัว และหนังสัตว์ชนิดต่างๆ มักนิยมนำมาฟอกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง เช่น นำมาทำเป็นกระเป๋า เข็มขัด ส่วนหนังสัตว์ที่ไม่สามารถนำไปฟอกได้ เช่น ส่วนหัว ขี้อา รวมทั้งหนังสัตว์ที่มีรอยขีดข่วน หรือมีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมที่จะนำไปฟอก ถ้าสามารถนำมาประกอบอาหารเพื่อบริโภค ก็จะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้แปรรูปสัตว์มีช่องทางจำหน่ายหนังสัตว์คุณภาพต่ำ ลดปัญหาหนังสัตว์ที่ไม่สามารถจำหน่ายให้กับผู้ฟอกหนังสัตว์ได้ เป็นการช่วยให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามผลพลอยได้จากขบวนการการฆ่าโค เช่น เครื่องในพวกกระเพาะ ไล่ที่อาจมีการปนเปื้อนอันตรายทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพได้ เช่น เศษวัสดุต่างๆ สารตกค้าง สารเคมีที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ได้ สารฟอกขาวเป็นสารเคมีประเภทหนึ่งที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตอาหารหลายประเภท ทั้งในอาหารที่อนุญาตให้ใส่สารฟอกขาว โดยพบการตกค้างปริมาณสูงในอาหารหลายชนิดทั้งที่จำหน่ายภายในประเทศและอาหารส่งออก จึงถูกจัดเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ต้องมีการเฝ้าระวังในการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างใกล้ชิด สารฟอกขาวที่นิยมใช้ในอาหารบ้านเราส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของสารประกอบคลอรีน ซึ่งเป็นชื่อรวมของ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และเกลืออนินทรีย์ของกรดซัลฟูริกซึ่งแตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารฟอกขาวบางตัวไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร เนื่องจากเป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายอย่างมากต่อสุขภาพ ได้แก่ สารไฮโดรซัลไฟต์ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “ยาซัด” ซึ่งเป็นสารที่นิยมใช้ในการฟอกย้อมผ้า แต่พบว่าผู้ผลิตหลายรายนำมาใช้ในการผลิตอาหารเพื่อฟอกสีอาหารให้ดูน่ากิน สารซัลไฟต์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารหลายประเภทโดยใช้เป็นสารกันเสียเพื่อป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ หรือใช้เป็นสารกันหืนเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในอาหารที่จะทำให้เกิดการเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์นั้น และที่สำคัญยังสามารถใช้เป็นสารฟอกขาวอีกด้วย เนื่องจากมีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลซึ่งเกิดขึ้นในอาหารประเภท เช่น ผักผลไม้ น้ำผลไม้ น้ำหวานจากพืช และอาหารทะเล พริกแห้ง ทุเรียน ปลาทู ปลาหมึก เป็นต้น ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้เองทำให้มีการนำสารนี้มาใช้อย่างกว้างขวางในการผลิตอาหารต่างๆ รวมทั้งเครื่องในโค เช่น ผักรวี่ด้วย โดยปกติถ้าได้รับในปริมาณไม่มากร่างกายคนจะมีเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยนสารซัลไฟต์เป็นสารซัลเฟต ซึ่งไม่มีพิษต่อร่างกายและถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ อย่างไรก็ตามการได้รับสารกลุ่มนี้ในปริมาณมากก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้

ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผลพลอยได้จากการฆ่าโค งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการที่ปลอดภัยสำหรับการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้บริโภคและการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผู้ประกอบการ จึงมีโครงการวิจัยย่อย 3 โครงการในชุดโครงการ “การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากกระบวนการการฆ่าโค” ดังนี้

1. การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค
2. การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคบวัว
3. การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากกระบวนการการมาโค” สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยได้รับงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในปี 2552-2553 และได้รับความอนุเคราะห์ในการประสานงานกับผู้ประกอบการที่จำหน่ายผลพลอยได้จากการแปรรูปกาแฟในจังหวัดนครปฐม ปทุมธานี และราชบุรี

นอกจากนี้ ใคร่ขอขอบคุณ คณะทำงานสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ความร่วมมือในการประสานงานวิจัยมาโดยตลอด คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจทั้งนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องไม่มากนักน้อย หากผลการศึกษาครั้งนี้เป็นประโยชน์แก่หน่วยงาน หรือบุคคลใด คณะผู้วิจัยขอขอบคุณดีแก่สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ต่อไป

คณะผู้วิจัย

เมษายน 2553

บทสรุปผู้บริหาร

Executive Summary

ข้อสรุปโครงการ การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากระบวนการหมักโค

เครื่องในเป็นสินค้าเกษตรด้านปศุสัตว์ที่เป็นผลพลอยได้ที่เหลือจากการฆ่าสัตว์ เพื่อผลิตเนื้อสด เครื่องในที่เหมาะสมแก่การบริโภคจะต้องผ่านการตรวจสอบแล้วว่าสามารถบริโภคได้ แต่อย่างไรก็ตามผลพลอยได้จากระบวนการหมักโค เช่น เครื่องในพวกกระเพาะ ไส้ที่อาจมีการปนเปื้อนอันตรายทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพได้ เช่น เศษวัสดุต่างๆ สารตกค้าง สารเคมีที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ได้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผลพลอยได้จากการหมักโค งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการที่ปลอดภัยสำหรับการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้บริโภคและการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผู้ประกอบการจึงมีโครงการวิจัยย่อย 3 โครงการในชุดโครงการ “การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากระบวนการหมักโค” ดังนี้

1. การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค
2. การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคปซูล
3. การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด

ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

1. การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เก็บตัวอย่างกระเพาะโคจากโคพันธุ์พื้นเมือง โดยเก็บกระเพาะโคภายหลังจากการฆ่าและชำแหละเอาเครื่องในออก การเก็บตัวอย่างครั้งละ 6 กระเพาะ โดยมีการเก็บตัวอย่างซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ (เดือนละ 1 ครั้ง) เก็บกระเพาะโคส่วนของกระเพาะผ้าชีวรีว (Rumen) กระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) นำมาแบ่งกลุ่มทดลองตามวิธีการล้างทำความสะอาดที่แตกต่างกัน เป็นจำนวน 6 กลุ่ม และมีกลุ่มกระเพาะตัวอย่างจากท้องตลาดอีก 1 กลุ่ม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง (Completely Randomized Design; CRD) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้น้ำร้อนลวก นำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาชุดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 2 ใช้น้ำปูนใส นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส ที่เตรียมไว้ นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 3 ใช้น้ำปูนขาว นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนขาว ที่เตรียมไว้ นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 4 ใช้น้ำร้อนลวก + โซดาไฟ คือ ใช้น้ำร้อนลวกกระเพาะโคก่อนนำไปแช่โซดาไฟโดยนำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด เพื่อช่วยในด้านความนุ่มกรอบ และเคี้ยวขึ้น

กลุ่มที่ 5 ใช้น้ำปูนใส + ต้ม + โซดาไฟ โดยนำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กลุ่มที่ 6 ใช้น้ำปูนขาว + ต้ม + โซดาไฟ โดยนำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนขาว นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กลุ่มที่ 7 เป็นกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

นำมาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ สารเคมีที่ตกค้างในกระเพาะโค หลังจากการทำความสะอาด ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TPA)) ทดสอบการยอมรับกระเพาะโคที่ปรุงสุกของผู้บริโภค พบว่ากระเพาะโคส่วนของกระเพาะฟ้าซี่รีวและรังผึ้งที่ได้จากการค้า (กลุ่มที่ 7) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปมากที่สุด อยู่ในช่วง 5.375 – 5.545 log cfu/g มีปริมาณเชื้อ Coliform มากที่สุด >110 MPN/g ส่วนเชื้อ *S. aureus* กลุ่มที่ 7 มีปริมาณสูงสุด 9.3 MPN/g และไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp จากการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี พบสาร Sodium hydroxide (โซดาไฟ) มากที่สุดโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือในตัวอย่างกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างจากตลาด ในการตรวจสอบพบสาร Sodium hydroxide ในปริมาณ 42 ml/L และพบในปริมาณน้อยที่สุดในกลุ่มทดลองที่ 4 หรือกลุ่มที่ใช้น้ำร้อนและโซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด ซึ่งตรวจพบในปริมาณ 30 ml/L จากการตรวจสอบสาร Sulfur dioxide (สารฟอกขาว) พบในกลุ่มที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างจากตลาด ในปริมาณเฉลี่ย 2.58 mg/kg และตรวจพบสาร Formaldehyde ในตัวอย่างกลุ่มที่ 7 หรือในกลุ่มตัวอย่างจากตลาดโดยการตรวจสอบ 3 ครั้ง พบในครั้งแรกในการตรวจสอบ และการตรวจสอบสาร Borax ในกลุ่มทดลอง ไม่พบการตกค้างในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดกระเพาะโคที่ผ่านกระบวนการล้างกระเพาะอาหารในกลุ่มทดลองที่ผ่านการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างจะมีความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยวที่น้อยกว่า ทำให้เมื่อเคี้ยวแล้วจึงมีความรู้สึกที่กรอบ นุ่ม ยืดหยุ่นกว่ากลุ่ม

ทดลองที่ไม่ได้แช่โซดาไฟ ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยที่คะแนนความพอใจโดยรวมของผู้บริโภคมีความชอบในกลุ่มทดลองที่ 4 หรือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาดมากที่สุด

2. การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคบวัว

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 5 ทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 หนึ่งหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุมเป็นสูตรที่ใช้ทางการค้า) กลุ่มที่ 2 หนึ่งวัวส่วนหลัง กลุ่มที่ 3 หนึ่งวัวส่วนพื้นท้อง กลุ่มที่ 4 หนึ่งวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง และกลุ่มที่ 5 หนึ่งวัวส่วนคอและหัว วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ความหืน ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี ค่าความชื้น ค่าเนื้อสัมผัส ค่าแรงตัดผ่าน เชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา รวมถึงความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า แคบวัวมีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไป เชื้อยีสต์และราน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด มีปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และโคเลสเตอรอล ไม่เกินตามข้อมูลโภชนาการ มีค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (a_w) ต่ำ ซึ่งเป็นดัชนีชี้บ่งอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน การประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบแคบวัวพื้นหลังมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแคบวัวส่วนพื้นท้อง แคบวัวส่วนหัวและคอ และแคบวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง เป็นต้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมคือ แคบหมู พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นแคบวัวพื้นหลัง สามารถนำมาทดแทนแคบหมูได้ หรือสามารถนำหนังโคมาเพิ่มมูลค่าเป็นแคบวัวได้

3. การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 ไส้สุกรหมักเกลือทางการค้า, กลุ่มที่ 2 ไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:1 (ของน้ำหนักสด), กลุ่มที่ 3 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:1.5 (ของน้ำหนักสด), กลุ่มที่ 4 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:2 (ของน้ำหนักสด) และกลุ่มที่ 5 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:2.5 (ของน้ำหนักสด) โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 37 องศาเซลเซียสวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความหนา ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TBA) จำนวนจุลินทรีย์ รวมถึงความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่าอัตราส่วนความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการเก็บรักษาไส้หมักเกลือ (1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5) อุณหภูมิในการเก็บรักษาไส้หมักเกลือที่แตกต่างกัน (4 และ 37 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาในการเก็บรักษา (0-70 วัน) ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไส้หมักเกลือไส้โคหมักเกลือที่อัตราส่วนความเข้มข้นที่แตกต่างกัน สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้เป็นเวลา 70 วัน ส่วนไส้โคหมักเกลือที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 45 วัน ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TBA) พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการ

เกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ค่า Fracture Force หรือแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกแยกออกจากกัน (ความกรอบ) กลุ่มที่ 2 จะมีค่าความกรอบมากที่สุด และการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้ทำมาจากกลุ่มที่ 2 มากที่สุด ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับ ไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้ทำมาจากไส้หมูสดซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ดังนั้นไส้โคหมักเกลือที่มีคุณภาพดีที่สุดคือ ไส้โคหมักเกลือที่ อัตราส่วน 1:1.5 และเก็บรักษาไส้หมักเกลือที่เหมาะสมที่สุด คือ 4 องศาเซลเซียส

บทคัดย่อ

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศหนึ่งที่ผู้บริโภครับประทานอวัยวะภายใน (Visceral organ) หรือเครื่องใน สัตว์ไม่ว่าจะเป็น สุกร ไก่หรือวัว ซึ่งจัดเป็นผลพลอยได้ ที่เหลือจากการฆ่าสัตว์ เครื่องในที่เหมาะสมแก่การบริโภคจะต้องผ่านการตรวจสอบแล้วว่าสามารถบริโภคได้ อีกทั้งเครื่องใน และหนังที่ได้จากสัตว์นั้น มีรสชาติที่อร่อย ราคาถูก สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลาย มีคุณค่าทางโภชนาการที่ครบถ้วนหรืออาจมีแร่ธาตุบางชนิดที่มากกว่าเนื้อสัตว์ สถานการณ์การบริโภคเครื่องในในปัจจุบันพบว่านอกจากจะมีการบริโภคเครื่องในที่ผลิตได้ภายในประเทศแล้วยังมีการนำเข้าเครื่องในสัตว์จากต่างประเทศด้วย เนื่องจากต่างประเทศไม่นิยมรับประทานและมีราคาถูกกว่าเครื่องในสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม การนำเข้ากระเพาะ ไส้มาบริโภค อาจมีการปนเปื้อนอันตรายได้ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่น เศษวัสดุต่างๆ สารตกค้าง สารเคมีที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ได้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของผลพลอยได้จากการฆ่าโค งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการที่ปลอดภัยสำหรับการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้บริโภคและผู้ประกอบการ งานวิจัยนี้มีโครงการวิจัยย่อย 3 โครงการในชุดโครงการ “การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากกระบวนการการฆ่าโค” ได้แก่ โครงการย่อยที่ 1. การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โครงการย่อยที่ 2. การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคบวัว และ โครงการย่อยที่ 3. การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด

โครงการย่อยที่ 1. การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เก็บตัวอย่างกระเพาะโคจากโคพันธุ์พื้นเมือง ภายหลังจากการฆ่า เก็บตัวอย่างครั้งละ 6 กระเพาะ โดยมีการเก็บตัวอย่างซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง (เดือนละ 1 ครั้ง) เก็บกระเพาะโคส่วนของกระเพาะผ่าจี๊ว (Rumen) กระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) นำมาแบ่งกลุ่มทดลองตามวิธีการล้างทำความสะอาดที่แตกต่างกัน เป็นจำนวน 6 กลุ่ม และมีกลุ่มกระเพาะตัวอย่างจากท้องตลาดอีก 1 ตัวอย่างซึ่งอธิบายได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้น้ำร้อนลวก (กลุ่มควบคุม) นำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาชุดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 2 ใช้น้ำปูนใส นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาชุดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 3 ใช้น้ำปูนขาว นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนขาว นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 4 ใช้น้ำร้อนลวก + โซดาไฟ นำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด (เพื่อช่วยในด้านความนุ่มกรอบ และเคี้ยวขึ้น)

กลุ่มที่ 5 ใช้น้ำปูนใส + ลวก + โซดาไฟ นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กลุ่มที่ 6 ใช้น้ำปูนขาว + ลวก + โซดาไฟ นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนขาว นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กลุ่มที่ 7 เป็นกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

หลังทำความสะอาด นำกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์รวมทั้งหมด *E.coli*, Coliform, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* อีกทั้งตรวจสอบสารเคมีที่ตกค้างในกระเพาะโค ได้แก่ sodium hydroxide (โซดาไฟ) และ Sulfur dioxide (สารฟอกขาว) ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TPA)) ทดสอบการยอมรับกระเพาะโคที่ปรุงสุกของผู้บริโภค พบว่า กระเพาะโคส่วนของกระเพาะผ้าชีวรีและรังผึ้งในกลุ่มทดลองที่ 4 หรือกลุ่มที่ใช้น้ำร้อน และโซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด มีปริมาณ Sodium hydroxide น้อยที่สุด (ปริมาณ 30 ml/L) ส่วนด้านจุลินทรีย์พบว่า ทั้ง 7 กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน และเมื่อทดสอบทางด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าคะแนนความพอใจโดยรวมของผู้บริโภคมีคะแนนความชอบสูง ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

โครงการย่อยที่ 2. การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคบวัว

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 นมหมั่วน้ำตาล (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 นมวัวส่วนหลัง กลุ่มที่ 3 นมวัวส่วนหน้าท้อง กลุ่มที่ 4 นมวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง และกลุ่มที่ 5 นมวัวส่วนคอและหัว นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ความชื้น ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความชื้น ค่าเนื้อสัมผัส ค่าแรงตัดผ่าน เชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป ยีสต์ และรา รวมถึงความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่าแคบวัวมีปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมด เชื้อยีสต์และราน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด (มาตรฐาน มพข.)

มีปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และโคเลสเตอรอล ไม่เกินตามข้อมูลโภชนาการของมพช. มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ต่ำ การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบเคี้ยวพื้นหลังมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเคี้ยวกลุ่มอื่นๆ และไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

โครงการย่อยที่ 3. การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 ไส้สุกรหมักเกลือทางการค้า (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2, 3, 4, 5 มีอัตราส่วนไส้โคสด : น้ำหนักเกลือ เท่ากับ 1:1, 1:1.5, 1:2, และ 1:2.5 ตามลำดับ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 37 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TBA) จำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป *E.coli*, Coliform, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* ผลการทดลองพบว่าค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของทั้ง 5 กลุ่ม รวมถึงความพึงพอใจของผู้บริโภค เมื่อนำไส้หมักเกลือมาทำเป็นไส้กรอก พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบไส้บรรจุไส้กรอกหมูที่อัตราส่วน 1:1.5 มากที่สุด ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

Abstract

Thailand is a country that consumers eat visceral organs (tripe), animal by-products, such as swine, chicken or cattle. The tripe for consumption must be tested that is edible. Moreover, animal tripe and cooked leather were able to bring a variety of cooking, nutrition complete and contain certain minerals than meat. At present, tripe consumption in Thailand was not only consumed from domestic production but imported from overseas also. However, tripe consumption may be contaminated with physical, chemical and biological dangerous such as chemical residues, non food grade chemical including pathogenic microbes. So, for utilization of by-products safety from cattle slaughtering process, research aims was to develop a safe process for the utilization of by-product that will benefit to consumer and entrepreneurs. This research project “Utilization of By- Product from Cattle Slaughtering” has three sub-projects: 1) The cleaning process development of tripe for consumer safe. 2) The use and acceptance of cattle skin. 3) The use of fresh cattle gut.

Sub-project 1. The cleaning process development of tripe for consumer safe.

Six stomach samples from native cattle were taken after killing process. Samples were repeated three times (one time per month). Stomach samples were separated to Rumen, Reticulum and Omasum. The experimental groups were divided into six washing methods and one stomach samples from a market. The different methods of six stomach samples were described as follows:

Method 1. (Control group) the stomach was dipped in hot water (temperature around 70 degrees Celsius) with approximately one minute and then the dirt was clean out.

Method 2. the stomach cattle was dipped in cement clear water for 15 minutes and then the dirt was clean out.

Method 3. the stomach cattle was dipped in lime water for 15 minutes and then the dirt was clean out.

Method 4. the stomach was dipped in hot water (temperature around 70 degrees Celsius) with approximately one minute and then the dirt was clean out. After the sodium hydroxide soak solution provided about 20 minutes then rinse with water. (to assist in the tenderness and bounce or springiness).

Method 5. the stomach cattle was dipped in cement clear water for 15 minutes and then the dirt was clean out and the stomach was dipped in hot water (temperature around 70 degrees Celsius) with

approximately one minute . After the sodium hydroxide soak solution provided about 20 minutes then rinse with water.

Method 6. the stomach cattle was dipped in lime water for 15 minutes and then the dirt was clean out and the stomach was dipped in hot water (temperature around 70 degrees Celsius) with approximately one minute . After the sodium hydroxide soak solution (caustic soda) provided about 20 minutes then rinse with water.

Group 7 stomach samples from cattle trade market

After cleaning. The samples were analyzed for total microorganisms, including bacteria *E.coli*, *Coliform*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.* ,and *Clostridium perfringen* also and checked chemical residues including sodium hydroxide (caustic soda) and sulfur dioxide (bleach). For texture analysis (Texture Profile Analysis (TPA)) and consumer acceptance testing, the stomachs were boiled. The result showed that method 4 had the lowest amount volume of sodium hydroxide (30 ml / L) and there were not different of the microbes among the experimental groups. The consumer acceptance testing showed the overall satisfaction with high scores in method 4. This result was similar to the stomach samples from cattle trade market.

Sub-project 2. The use and acceptance of cattle skin.

This experiment was divided into five groups; group 1. leather pig from back part (control group), group 2. leather cattle from back part, group 3. leather cattle from plate part, group 4. leather cattle from four legs and face ,and group 5. leather cattle from neck and head part. These sample groups were analyzed the nutritional value, rancid value, water activity, moisture, texture and shear force, total microorganism, yeast and mold, including the satisfaction of consumers. The result found that cattle rind had the amount of total bacteria, yeast and mold less than the legal standard of food. The total fat, saturated fat and cholesterol value were not exceeding the nutritional information of the legal standard of food. The water activity had low value. The consumer acceptance test found that overall satisfaction had high score in leather cattle from back part when compared to other experimental groups.

Sub-project 3. The use of fresh cattle gut.

This experiment was divided into five experimental groups ; group 1. commercial salted pig gut (control group), the ratio of live cattle gut: salt weight of group 2, 3, 4, and 5 at 1:1, 1:1.5, 1:2, and 1:2.5, respectively. The samples were stored at 4 and 37 degrees Celsius. The samples were analyzed the texture (Texture Profile Analysis (TBA), total plate count, *E.coli*, Coliform, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.* and *Clostridium perfringens*. The result showed hardness value, the ability of aggregation (cohesiveness), toughness values (gumminess), flexibility (springiness) and the resistance of chewing (chewiness) were not significant difference among five groups, including the satisfaction of consumers. The ratio of 1: 1.5 had high scores of overall satisfaction when filling with pork sausage and control group.

โครงการวิจัยย่อยที่ 1. ‘การพัฒนาสารล้างทำความสะอาดเครื่องในโคให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค’

Development of Detergent's Tripe to Safety for Consumer

คำนำ

ในต่างประเทศ ส่วนของเครื่องในสัตว์จะไม่นิยมนำมารับประทาน แต่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์(Henry, 2003) ซึ่งส่วนของเครื่องในจะใช้เป็นแหล่งโภชนะโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์ (Julius, 1955) โดยมีการนำเครื่องในสัตว์มาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์หลายประเภท เช่น ในอาหารปลา อาหารสุนัข อาหารแมว เป็นต้น (Ellen, 1997) แต่สำหรับในประเทศไทยเครื่องในเป็นอาหารที่มีผู้นิยมนำมาบริโภค และเครื่องใน โคก็ เป็นอาหารที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานกันมากไม่น้อยไปกว่าเครื่องในจากหมูหรือไก่ แต่จากการเลี้ยงโคในปัจจุบันพบว่าเกษตรกรบางรายมีการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเร่งการเจริญเติบโต จำพวกสารเร่งเนื้อแดงใน โคกันมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ได้ตามต้องการ ซึ่งสารเหล่านี้สามารถตกค้างอยู่ด้วยะภายในส่วนต่างๆ ของโคได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค อย่างกรณีของผู้บริโภคในประเทศจีนที่รับประทานตับหมู ภายหลังรับประทานตับหมูในงานเลี้ยงอาหารค่ำแห่งหนึ่งที่เมืองกวางโจว มณฑลกวางตุ้ง ทั้งหมดถูกนำตัวส่งโรงพยาบาล จากอาการปวดท้อง ท้องร่วง อาเจียน และปวดศีรษะ แม้แพทย์ยังไม่ระบุสาเหตุของอาการป่วย แต่คาดว่าอาจมาจากสารเคมีคลนบิวเทอรอล ซึ่งเป็นสารเร่งเนื้อแดงและเสริมสร้างกล้ามเนื้อ (สำนักข่าวไทย, 2552) และปัญหาด้านกระบวนการผลิตเครื่องในโคในปัจจุบันที่อาจยังมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะของการจัดการในการผลิตอาหารที่ดี เช่น กระบวนการผ่าซากเพื่อเอาเครื่องในออก สารเคมีและวิธีการที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องใน สารตกค้างหรือจุลินทรีย์ก่อโรค รวมถึงด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีของผู้ผลิต เป็นต้น สำหรับขั้นตอนในการล้างทำความสะอาดนั้นมีอยู่หลายขั้นตอนที่เป็นจุดเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค ได้แก่ อันตรายทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยอันตรายทางกายภาพ อาจเกิดจากขั้นตอนการล้างทำความสะอาดที่ไม่ดีพอ ส่งผลให้อาจมีการปนเปื้อนของเศษซากอาหาร ดิน ทราย หลงเหลืออยู่ ส่วนอันตรายทางชีวภาพ พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร เช่น coliforms, *Escherichia coli* , *Salmonella*, *Campylobacter jejuni* , *Yersinia* และปรสิต เช่น *Cysticercus bovis*, *Sarcocystis* spp. และอันตรายทางเคมี อาจพบสารพิษตกค้างในกลุ่มสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ เช่น คลอร์เดน ดีดีที ออลดรินและ ดิลดริน เฮปตาคลอร์ ยาสัตว์ตกค้างในกลุ่มยาปฏิชีวนะ และสารเร่งเนื้อแดง เช่น คลอแรมเฟนิคอล เคลนบูเทอรอล สารปนเปื้อนในกลุ่มสารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องในและโลหะหนัก เช่น ตะกั่วปรอท (หนังสือพิมพ์ มติชน, 2551)

จากการสำรวจข้อมูลพบว่าขั้นตอนกระบวนการล้างทำความสะอาดเครื่องในโคและกระเพาะ มีดังนี้

1. นำเครื่องในออกจากตัวโค แยกระบบหายใจออกจากระบบทางเดินอาหาร
2. ตัดแต่งเอาไขมันออก โดยระบบหายใจจะแยกตัวออกมาก่อน และทำการแต่งเอาไขมันออกอีกครั้ง
3. ล้างด้วยน้ำสะอาด
4. ระบบทางเดินอาหาร แยกไส้ออกมาล้างทำความสะอาด โดยใช้ น้ำฉีดล้างและใช้ไม้ยาวประมาณ 50-70 เซนติเมตร เสียบเข้าไปในไส้เพื่อกลับเอาด้านในออกมาล้าง
5. ล้างด้วยน้ำสะอาด ฉีดล้างให้ทั่ว หลังจากนั้นนำไส้มามัดรวมกัน
6. กระเพาะโค ตัดแยกกระเพาะ ผ่าชีว์ (rumen) ออกมาจากส่วนของกระเพาะสามสิบกลีบ (omasum) กระเพาะแท้และกระเพาะรังผึ้ง
7. ผ่ากระเพาะผ่าชีว์เอาเศษอาหารออก ล้างด้วยน้ำสะอาด ส่วนกระเพาะที่เหลือล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กระเพาะที่ล้างทำความสะอาดแล้วจะยังคงเป็นสีดำอยู่ จึงต้องนำมาทำให้กระเพาะมีสีขาว ดูน่ารับประทาน ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น แช่ด้วยน้ำปูนแดงหรือน้ำปูนขาว และยังพบว่าในปัจจุบันกระบวนการล้างทำความสะอาดเครื่องในโคและกระเพาะ ยังมีผู้ประกอบการบางรายได้ใช้น้ำยาฟอกขาว (ไฮเตอร์) สารฟอกขาว ผงซักฟอก และโซดาไฟ แช่เครื่องในโคและกระเพาะ เพราะสามารถทำให้เครื่องในและกระเพาะมีความขาวสะอาด เป็นที่น่ารับประทานของผู้บริโภค และแช่น้ำยาฟอรัมาลิน ซึ่งจะทำให้เครื่องในเหล่านี้สามารถเก็บไว้ได้นาน (นิรนาม, 2552) นอกจากนี้อาจใช้ บอแรกซ์ หรืออาจเรียกชื่อว่า ผงกรอบ ชื่อทางเคมีของบอแรกซ์ คือ "โซเดียมบอเรต" (Sodium Borate) "โซเดียมเตตราบอเรต" (Sodium Tetraborate) "โซเดียมไบบอเรต" (Sodium Diborate) ฯลฯ เนื่องจากสารบอแรกซ์ทำให้อาหารมีลักษณะหยุ่น กรอบ และมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสียด้วย จึงพบมีการลักลอบนำมาผสมในอาหาร เพื่อให้อาหารมีความหยุ่น กรอบ คงตัวได้นาน ไม่บูดเสียง่าย

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า ทุกขั้นตอนในกระบวนการล้างทำความสะอาดเครื่องในโคล้วนมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามหากมีการกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน หรือที่ปลอดภัยเข้ามาทดแทน จะทำให้ผู้บริโภคมั่นใจในการบริโภค และส่งผลให้ได้เครื่องในและกระเพาะ ที่คุณภาพและความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยถึงวิธีการล้างเครื่องในและกระเพาะที่ถูกต้อง โดยคำนึงถึงความปลอดภัยทางเศรษฐกิจ คุณภาพและความปลอดภัย รวมถึงได้ลักษณะทางกายภาพ เช่น ความนุ่ม ความกรอบที่ถูกใจผู้บริโภค และให้ผู้ประกอบการทราบถึงการจัดการเครื่องในและกระเพาะที่ดีตามหลักอาหารปลอดภัย

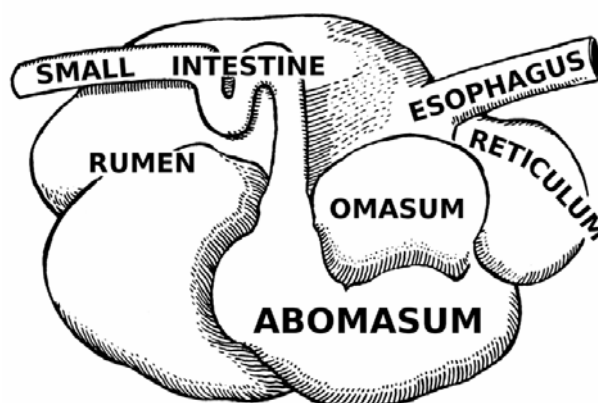
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการล้างทำความสะอาดเครื่องในและกระเพาะโคที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันและพัฒนาหรือปรับปรุงวิธีการให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค
2. ทดสอบการประเมินด้านประสาทสัมผัสของเครื่องในและกระเพาะที่ล้างทำความสะอาดด้วยวิธีการต่าง ๆ

การตรวจเอกสาร

ลักษณะของกระเพาะโค (Tripe)

โคเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งมีลักษณะของกระเพาะขนาดใหญ่ มีความจุของกระเพาะมากเนื่องจากอาหารที่กินส่วนใหญ่เป็นพืชอาหารสัตว์หรืออาหารหยาบมีกากใยสูง ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์จากระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นจึงต้องมีจุลินทรีย์ในกระเพาะเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร ประกอบด้วยแบคทีเรีย และโปรโตซัวขนาดเล็ก กระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกัน จึงเรียกโคว่าเป็นสัตว์กระเพาะรวม ประกอบด้วย กระเพาะผ้ำจี๊ว (Rumen) กระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) และกระเพาะแท้ (Abomasum) (สมปอง, 2547)



รูปที่ 1 ลักษณะกระเพาะอาหารของโค

ที่มา : Wikipedia (2009)

กระเพาะผ้ายี้รว

เป็นกระเพาะที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมีความจุประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของความจุกระเพาะทั้งหมด เป็นที่พักและหมักอาหารจำพวกที่มีกากใยสูง เช่น หญ้า ฟางข้าว เป็นต้น มีขบวนการหมักอาหารโดยจุลินทรีย์ และมีน้ำอยู่มาก ส่วนหน้าของกระเพาะผ้ายี้รว ติดกับหลอดอาหาร และส่วนท้ายต่อกับกระเพาะรังผึ้ง กระเพาะผ้ายี้รววางตัวในช่องท้องโดยด้านหน้าของกระเพาะจะติดกับกระบังลมด้านหลังจะมีส่วนต่อไปจนชิดช่องเชิงกราน กระเพาะผ้ายี้รวจะอยู่ในตำแหน่งช่องท้องก่อนไปทางด้านซ้ายของตัวสัตว์

การเคลื่อนที่ของอาหารในกระเพาะผ้ายี้รว เกิดจากจังหวะในการบีบตัวของกระเพาะ เริ่มต้นจากอาหารที่ผ่านหลอดอาหารมาถึงส่วนของกระเพาะผ้ายี้รว กระเพาะก็จะเริ่มบีบตัว ในการบีบตัวของกระเพาะทำให้อาหารเคลื่อนที่ก่อให้เกิดการไหลเวียนคลุกเคล้าอาหารที่อยู่ในกระเพาะกับของเหลวในกระเพาะผ้ายี้รว (rumen fluid) ผนังด้านในของกระเพาะผ้ายี้รว จะประกอบด้วย ส่วนที่เรียกว่า papillae คือส่วนที่มีลักษณะคล้ายนิ้วยื่นออกมาจำนวนมาก ซึ่งจะมีกระจายอยู่ทั่วภายในกระเพาะผ้ายี้รว ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มพื้นที่สัมผัสเพื่อการย่อย การคลุกเคล้าอาหาร อาหารที่เหลวหรืออูม่น้ำมากจะจมไปในของเหลวในกระเพาะผ้ายี้รว ส่วนอาหารชิ้นใหญ่จะลอยอยู่ในของเหลวในกระเพาะผ้ายี้รว แล้วเกิดการขยอกอาหารที่มีลักษณะเป็นก้อนกลับขึ้นมาทางหลอดอาหาร และเคี้ยวเอื้องในปาก

กระเพาะรังผึ้ง

เป็นกระเพาะที่มีขนาดเล็กที่สุดมีรูปร่างคล้ายกับขวดรูปชมพู่ มีความจุประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของความจุกระเพาะทั้งหมด กระเพาะรังผึ้งด้านหนึ่งติดกับกระเพาะผ้ายี้รว ส่วนอีกด้านหนึ่งติดกับกระเพาะสามลิบกليب ระหว่างกระเพาะผ้ายี้รวกับกระเพาะรังผึ้งจะมีผนังกันเรียกว่า reticulo-rumen fold แต่ผนังจะปิดไม่สนิท อาหาร และของเหลวในกระเพาะผ้ายี้รว สามารถไหลผ่านเข้าหากันได้สะดวก โดยผ่านรูรูคที่ชื่อว่า rumino reticulum orifice ผนังด้านในเป็นชั้นเยื่อเมือกมีเซลล์เยื่อที่ชื่อว่า stratified squamous epithelium มีลักษณะเป็นสันคล้ายรูปร่างรังผึ้ง กระเพาะส่วนนี้มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการส่งอาหารไปเคี้ยวเอื้อง และการส่งอาหารที่ย่อยแล้วไปยังส่วนกระเพาะสามลิบกليب

โดยทั่วไปเป็นการง่ายที่จะกล่าวถึงหน้าที่ของกระเพาะ 2 ส่วนแรก (กระเพาะผ้ายี้รวกระเพาะรังผึ้ง) ไปพร้อมกันโดยเรียกรวมเป็น reticulo-rumen มีหน้าที่เป็นที่กักเก็บของอาหาร ทำหน้าที่คลุกเคล้า น้ำลาย และน้ำย่อยต่างๆ เข้ากับส่วนของอาหารที่กินเข้าไป และจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหาร เมื่อแรกเกิดส่วนของ reticulo-rumen จะมีขนาดเล็กกว่ากระเพาะแท้ แต่เมื่อลูกโคเริ่มกินอาหาร ส่วนของ reticulo-rumen ก็จะเจริญเติบโตเพิ่มปริมาตรมากขึ้น และจำนวนจุลินทรีย์ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้สามารถย่อยสลายเยื่อใยของพืชได้

กระเพาะสามสีกกลับ

เป็นกระเพาะส่วนที่มีความจุประมาณ 7-8 เปอร์เซ็นต์ของความจุกระเพาะทั้งหมด เป็นส่วนที่ต่อจากกระเพาะรังผึ้ง มีรูปร่างกลมผนังด้านในมีลักษณะเป็นแผ่นกล้ำมเนื้อเป็นกลีบๆ (laminae) ยื่นมาจากด้านบน เยื่อเมือกที่หุ้มแผ่นกล้ำมเนื้อจะมีปุ่ม papillae สั้นๆ เป็นส่วนประกอบช่วยในการบดอาหาร แต่ละกลีบของ laminae ทำให้เกิดการบดอาหารให้เล็กลง อาหารที่ละลายได้จะเคลื่อนที่ต่อไปในกระเพาะแท้ อาหารที่ไม่ละลายจะตกอยู่ระหว่างกลีบของกระเพาะสามสีกกลับ

กระเพาะแท้

เป็นส่วนของกระเพาะที่มีความจุประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ของความจุกระเพาะทั้งหมด อยู่ด้านขวาของกระเพาะผ่าซีกซ้าย และติดกับพื้นล่างของช่องท้อง มีลักษณะเหมือนลูกแพร์ เป็นส่วนของกระเพาะส่วนที่มีต่อมสร้างน้ำย่อย (HCl) ที่ชั้นเยื่อเมือก เช่นเดียวกับ กระเพาะของสัตว์กระเพาะเดี่ยว

การใช้ประโยชน์เครื่องใน

ผู้บริโภคในต่างประเทศไม่นิยมบริโภคเครื่องในสัตว์ โดยเฉพาะในประเทศแถบทวีปยุโรป แต่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการนำมาบดและเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Henry, 2003) ซึ่งส่วนของเครื่องในจะใช้เป็นแหล่งโภชนะโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์ (Julius, 1955) โดยมีการนำเครื่องในสัตว์มาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์ เช่น ในอาหารปลา อาหารสุนัข อาหารแมว เป็นต้น (Ellen, 1997) หรือการนำเอาเครื่องในไปใช้ในการทำปุ๋ยหมัก (Kawamoto, 2000) การนำเข้าเครื่องในสัตว์มายังประเทศไทยจุดมุ่งหมายที่ผู้นำเข้าอ้างคือ การนำเข้าเครื่องในสัตว์มาเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เป็นหลัก แต่ในความเป็นจริง การนำเข้าเครื่องในสัตว์จากต่างประเทศนั้นนำเข้ามามากมายเพื่อให้มนุษย์บริโภค จึงทำให้มีปริมาณเครื่องในสัตว์ภายในประเทศมาก เมื่อรวมเครื่องในสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศกับที่มีอยู่ในประเทศไทย จึงทำให้เครื่องในสัตว์มีราคาถูก เป็นสาเหตุทำให้เครื่องในสัตว์เป็นอาหารที่ผู้บริโภคในประเทศไทยให้ความนิยมเป็นอย่างมาก (ชำนาญ, 2551) โดยเฉพาะเครื่องในโคก็เป็นอาหารที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานกันมากไม่น้อยไปกว่าส่วนของเนื้อโค หรือเครื่องในจากสัตว์ชนิดอื่น ดังจะเห็นได้จากปริมาณการนำเข้าเครื่องในโคจากต่างประเทศ ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสถิติการนำเข้าเครื่องในโคจากต่างประเทศ

การนำเข้าเครื่องในโค	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)
ปี 2548	916,077	28,795,538
ปี 2549	1,773,795	36,243,287
ปี 2550	1,403,853	41,228,929
ปี 2551	1,592,693	52,234,938

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2552)

การฆ่าโคต้องผ่านกระบวนการต่างๆ ในการฆ่า ซึ่งหลังจากนั้นจะได้ส่วนที่เหลือจากกระบวนการฆ่าโคหรือที่เรียกว่า ผลิตผลพลอยได้จากสัตว์

ผลิตผลพลอยได้จากสัตว์ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ได้จากสัตว์นอกเหนือไปจากซาก ซึ่งมีค่าในทางเศรษฐกิจ โดยได้มาจากการฆ่า และตัดแต่งซาก ผลิตผลเหล่านี้แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ พวกที่บริโภคได้ และพวกที่บริโภคไม่ได้ ซึ่งส่วนของเครื่องใน และกระเพาะโค อยู่ในกลุ่มผลิตผลพลอยได้จากสัตว์ที่นำมาบริโภคได้ (ชัยณรงค์, 2546)

ขั้นตอนกระบวนการแยกเครื่องในโคและกระเพาะออกจากซากโค

ภายหลังจากกระบวนการฆ่าโค กระบวนการแยกเครื่องในโค และกระเพาะอาหารของโคออกจากซากโคทำดังนี้ (ตามวิธีการของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณ ๗ มก.)

1. นำเครื่องในออกจากตัวโค แยกเครื่องในส่วนระบบทางเดินหายใจออกจากระบบทางเดินอาหาร
2. ตัดแต่งเอาไขมันในช่องท้องออกจากส่วนของเครื่องใน
3. ล้างด้วยน้ำสะอาด
4. ในส่วนของระบบทางเดินอาหาร แยกส่วนของลำไส้ออกมาล้างทำความสะอาด โดยใช้ น้ำฉีดล้าง และกลับเอาด้านในของลำไส้ออกมาล้างให้สะอาด
5. กระเพาะโค ตัดแยกกระเพาะ ผ่าซี่รีว กระเพาะรังผึ้ง ออกมาจากส่วนของกระเพาะสามลิบ กลีบ และกระเพาะแท้
6. ผ่ากระเพาะผ่าซี่รีว และกระเพาะรังผึ้งเอาเศษอาหารกับของเหลวในกระเพาะออก แล้วจึงล้างด้วยน้ำสะอาด ส่วนกระเพาะที่เหลือล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กระเพาะโคที่ล้างทำความสะอาดแล้ว จะยังคงเป็นสีดำอยู่ ดูไม่น่ารับประทาน จึงต้องนำมาทำให้กระเพาะมีสีขาวดูน่ารับประทาน ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น แช่ด้วยน้ำปูนใสหรือปูนขาว และยังพบว่าในปัจจุบันกระบวนการล้างทำความสะอาดเครื่องในโค และกระเพาะอาหาร หน่วยตรวจสอบเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร กองควบคุมอาหาร ได้มีการรายงานข้อมูลว่ามีผู้ประกอบการบางรายได้ใช้สารเคมีในการทำทำความสะอาดกระเพาะอาหารของโค ได้แก่ สารฟอกขาว และโซดาไฟ แช่กระเพาะอาหารโค เพราะสามารถทำให้เครื่องใน และกระเพาะอาหารมีความกรอบและขาวสะอาด น่ารับประทาน และยังมีรายงานจากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่ามีการนำเครื่องในโค และกระเพาะอาหารโคไปแช่น้ำยาฟอรัมาลิน ซึ่งจะทำให้เครื่องในเหล่านี้สามารถเก็บไว้ได้นาน นอกจากนี้อาจใช้สารบอแรกซ์ หรืออาจเรียกชื่อว่า ผงกรอบ เนื่องจากสารบอแรกซ์ ทำให้อาหารมีลักษณะหยุ่น กรอบ และมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสียด้วย จึงพบมีการลักลอบนำมาผสมในอาหาร เพื่อให้อาหารมีความหยุ่น กรอบ คงตัวได้นาน ไม่บูดเสียง่าย (นิรนาม. 2552)

สารเคมีที่พบในการใช้กับเครื่องใน

เครื่องในสัตว์ที่มีจำหน่ายในตลาดสดทั่วไปนั้นได้มีการสำรวจพบว่า มีการใช้สารเคมีในเครื่องในสัตว์ทำให้มีสารเคมีที่ตกค้างและปนเปื้อนในเครื่องใน โดยจากรายงานการสำรวจการใช้สารบอแรกซ์ในอาหารของ ชนินทร์ และคณะ ในปี 2542 พบว่าเครื่องใน และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ที่วางจำหน่ายในตลาดสดพบการปนเปื้อนสารบอแรกซ์อยู่โดยเฉลี่ยร้อยละ 7.2 สอดคล้องกับรายงานผลการตรวจเฝ้าระวังสารเคมีปนเปื้อนในอาหารทั่วประเทศในปี 2546 ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ที่พบว่ามีการตรวจสอบทั้งสิ้น 9,754 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อน 490 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.02 โดยตรวจพบฟอรัมาลิน ร้อยละ 2.73 บอแรกซ์ ร้อยละ 3.21 และสารฟอกขาวร้อยละ 4.04 จะเห็นได้ว่าในรอบห้าปีที่ผ่านมายังคงมีการใช้สารเคมี ปนเปื้อนในอาหารในอัตราที่ค่อนข้างสูง

1. สารฟอกขาว

สารฟอกขาว คือ สารเคมีที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเปลี่ยนสีของอาหารไม่ให้เป็นสีน้ำตาลเมื่ออาหารนั้นถูกความร้อนในกระบวนการผลิต หรือถูกหั่น, ตัดแล้ววางทิ้งไว้ และยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ รา แบคทีเรีย (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, 2548) สารเคมีดังกล่าวที่นิยมใช้ เป็นสารกลุ่มซัลไฟด์ (sulfide) ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) โซเดียมหรือโปแตสเซียมซัลไฟด์ (Sodium sulfide or Potassium sulfide) โซเดียมหรือโปแตสเซียมไบซัลไฟต์ (Sodium bisulfite or Potassium bisulfite) และโซเดียมหรือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Sodium metabisulfite or Potassium metabisulfite) ซึ่งจะได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและ

ยา (อย.) ตามกฎหมายอาหารฉบับที่ 281 (พ.ศ. 2547) ให้ใช้ได้ ในอาหารบางชนิดเท่านั้น นอกจากนี้ยังมี สารฟอกขาวบางชนิด หรือผงซักฟูก เป็นสารเคมีที่ห้ามใช้ในอาหารทุกชนิด คือ สารโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ (Sodium hydrosulfite) หรือโซเดียมไดไทโอไนต์ (Sodium dithionite) เป็นสารเคมีที่ใช้ในการฟอกแห อวน ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพมาก แต่มีผู้ลักลอบนำมาใช้ฟอกขาวในอาหาร สารนี้มีคุณสมบัติในการสลายตัวได้เร็วเมื่อทิ้งไว้จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารกลุ่มซัลไฟต์ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545)

ความเป็นพิษ

ถ้าร่างกายได้รับสารฟอกขาวแล้วกระบวนการในร่างกายจะเปลี่ยนสารไปอยู่ในรูปของซัลเฟต และขับออกได้ทางปัสสาวะ แต่ถ้าได้รับสารฟอกขาวกลุ่มโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ หรือกลุ่มซัลไฟต์เกินกำหนด สารฟอกขาวจะไปทำลายวิตามินบี 1 ในร่างกาย ทำให้เกิดอาการหายใจขัด แน่นหน้าอก ความดันโลหิตต่ำ ปวดท้อง อาเจียน อูจาระร่วง ปวดศีรษะ ในรายที่แพ้ อาจเกิดลมพิษ ช็อค หอบหืด และเสียชีวิตได้ โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคหอบหืด (กรมอนามัย, 2544)

การสังเกตอาหารที่อาจมีสารฟอกขาว อาหารมีสีขาวเหมือนใหม่อยู่เสมอ ไม่มีสีคล้ำแม้ตากไว้ในอากาศ ถังออกหรือเครื่องในสัตว์ที่ขาวมากผิดปกติ จิ้งหรีดฝอยสีสดไม่เป็นสีน้ำตาล

2. สารบอแรกซ์ (Borax)

สารบอแรกซ์ หรือชื่อทางการค้าว่า น้ำประสานทอง ผงกรอบ ผงเนื้อมัน สารขาวดอก ผงกันบูด และเฟ้งแซ เป็นสารเคมีที่เป็นเกลือของสารประกอบโบรอน มีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมบอเรต (Sodium borate), โซเดียมเตตราบอเรต (Sodium tetraborate) โซเดียมไบบอเรต (Sodium Biborate) มีลักษณะไม่มีกลิ่น เป็นผลึก ละเอียด หรือผงสีขาว ละลายน้ำได้ดี ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ 95% (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, 2548) มีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม แต่เป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและห้ามใช้ในอาหารทุกชนิดตามกฎหมายอาหารฉบับที่ 151 (พ.ศ. 2536) แต่เนื่องจากบอแรกซ์มีคุณสมบัติทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน กับสารประกอบอินทรีย์โพลีไฮดรอกซี (Organic polyhydroxy compound) เกิดลักษณะหยุ่น กรอบ และเป็นวัตถุกันเสียได้ จึงมีการลักลอบนำสารบอแรกซ์ผสมลงในอาหารหลายชนิด เช่น หมูบด ปลาบด ลูกชิ้น ทอดมัน ไส้กรอก ผงวุ้น แป้งกรอบ ทับทิมกรอบ มะม่วงคอง ผักกาดคอง ผักกาดเค็ม เครื่องในสัตว์เป็นต้น เพื่อให้อาหารเหล่านั้น มีลักษณะหยุ่น กรอบ แข็ง คงตัวอยู่ได้นาน หรือนำผงบอแรกซ์ละลายในน้ำ แล้วทาหรือชุบลงในเนื้อหมู เนื้อวัว เพื่อให้ดูสดตลอดเวลา นอกจากนี้ ยังมีการใช้ปลอมปนในผงชูรส (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545)

ความเป็นพิษ

การบริโภคอาหารที่มีสารบอแรกซ์ปนเปื้อนนั่นพิษของบอแรกซ์จะไปทำลายเซลล์ของร่างกายเกือบทั้งหมด ทั้งเซลล์สมองและระบบย่อยอาหาร อาการจะทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร น้ำหนักลด ลำไส้และกระเพาะอาหารเกิดการระคายเคือง อูจจาระร่วง และเป็นพิษต่อตับ ไต ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกสะสมไว้ที่กรวยไตทำให้กรวยไตอักเสบ ขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ได้รับถ้ารับในปริมาณที่สูงจะเกิดอาการเป็นพิษแบบเฉียบพลันอาจถึงตายได้ (กรมอนามัย, 2544)

การสังเกตอาหารที่อาจมีสารบอแรกซ์ อาหารมีความยุ่นกรอบ คงตัวได้นาน ไม่บูดเสียง่าย

3. สารฟอรัมาลิน หรือสารละลายฟอรัมาดิไฮด์ (Formalin or Formaldehyde)

สารฟอรัมาลิน หรือสารละลายฟอรัมาดิไฮด์ มักใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค หรือใช้เป็นน้ำยาดองศพ ประกอบด้วย แก๊สฟอรัมาดิไฮด์ ประมาณร้อยละ 37 – 40 โดยน้ำหนักในน้ำ ลักษณะทั่วไปของฟอรัมาลินเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์พลาสติกสิ่งทอใช้ในการรักษาผ้าไมให้ย่นหรือยับ ใช้ป้องกันการขึ้นราในการเก็บรักษาข้าวสาลี ข้าวโอ๊ตหลังจากเก็บเกี่ยว และใช้เพื่อป้องกันแมลงในพวกธัญพืชหลังการเก็บเกี่ยว (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, 2548) ฟอรัมาลินเป็นสารอันตรายและห้ามใช้ในอาหารทุกชนิดตามกฎหมายอาหารฉบับที่ 151 (พ.ศ. 2536) แต่ปัจจุบันยังมีการนำมาใช้ในทางที่ผิด โดยเข้าใจว่าช่วยทำให้อาหารคงความสด ไม่เน่าเสียได้ง่ายและเก็บรักษาได้นาน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้อกับอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย เช่น อาหารทะเลสด เครื่องในสัตว์ เนื้อสัตว์ ผักสดชนิดต่าง ๆ เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545)

ความเป็นพิษ

ถ้าร่างกายได้รับสารฟอรัมาลินจากการบริโภคอาหารที่มีสารดังกล่าวตกค้าง อาจทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร ทำให้ปวดท้องอย่างรุนแรง อูจจาระร่วง หมดสติ และอาจถึงตายได้ แต่ถ้ารับในปริมาณที่ไม่มากจะทำให้ตับ ไต หัวใจ สมองเสื่อมลง มีการสะสมของฟอรัมาลินจนทำให้ร่างกายอ่อนแอได้ และสารฟอรัมาลินยังเป็นสารก่อมะเร็งในสิ่งมีชีวิตได้ด้วย(กรมอนามัย, 2544)

การสังเกตอาหารที่อาจมีสารฟอรัมาลิน อาหารสดอยู่เสมอ ไม่เน่าเสียเร็ว ผักวางขายทั้งวันยังดูสดไม่เหี่ยว ถ้ามีการใช้ฟอรัมาลินมากจะมีกลิ่นฉุนแสบจมูก

4. โซดาไฟ (Caustic soda)

โซดาไฟ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Sodium hydroxide เป็นสารเคมีที่ใช้ทั่วไปในห้องปฏิบัติการ และใช้ในอุตสาหกรรมเคมี เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเชื้อและกระดาษ สบู่และผลิตภัณฑ์ซักฟอก

เคมีภัณฑ์ การทำความสะอาด โรงกลั่นน้ำมัน มีลักษณะเป็นของแข็งในรูปแบบผง เกล็ด เป็นแท่งหรือเม็ดกลม มีสีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้นและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ มีฤทธิ์เป็นด่างแก่ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำลายเยื่อผิวหนังและเยื่อบุตา และทำให้เกิดแผลไหม้อย่างรุนแรง ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 จัดให้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 (ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์, 2552)

ความเป็นพิษ

การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคือง และทำให้เกิดการทำลายต่อทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้เกิดอาการจาม ปวดคอ หรือน้ำมูกไหล ปอดอักเสบอย่างรุนแรง หายใจติดขัด หายใจถี่เร็ว การสัมผัสถูกผิวหนังการสัมผัสสารติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ ก่อให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง เป็นแผลไหม้ และเกิดเป็นแผลพุพองได้ การกลืนหรือกินเข้าไป ทำให้แสบไหม้บริเวณปาก คอ กระเพาะอาหาร ทำให้เป็นแผลเป็น เลือดออกในกระเพาะอาหาร อาเจียน ท้องร่วง ความดันเลือดลดต่ำลง อาจทำให้เสียชีวิตได้ การสัมผัสถูกตา จะมีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง เป็นแผลแสบไหม้ อาจทำให้มองไม่เห็นถึงขั้นตาบอดได้ (สุนทร, 2541)

ข้อควรระวังในการใช้งาน

เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนรุนแรง จะกัดผิวหนังทำให้แสบร้อน และอาจเกิดเป็นแผลได้ ขณะใช้งานควรสวมถุงมือยางและต้องระวังอย่าให้เข้าตา หากสัมผัสให้รีบล้างน้ำออกทันที โซดาไฟที่มีอุณหภูมิร้อนหรือหลอมละลายอยู่จะทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ และโซดาไฟนี้จะทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น อะลูมิเนียม เกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ไวไฟ

จุลินทรีย์ก่อโรคที่พบในเครื่องใน

Clostridium perfringens

Clostridium perfringens เป็นแบคทีเรีย แกรมบวก รูปแท่ง (rod) เจริญไม่ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจน (anaerobe) เจริญได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 30-37 องศาเซลเซียส ไม่เคลื่อนที่ สร้างสปอร์ และแคปซูล ทนต่อกรดของกระเพาะอาหารก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารทั้งในคนและสัตว์ (ตรี, 2551) และได้ทำการศึกษาแล้วมี 5 ชนิด ได้แก่ *Clostridium perfringens* ไทป์ เอ บี ซี ดี และ อี โดยที่ไทป์ เอ เท่านั้น ที่ตรวจพบในดินและระบบทางเดินอาหารของคน ชนิดที่เหลือเป็นปรสิตตัว (obligate parasite) จะพบในสัตว์ที่มีชีวิตเท่านั้น ไม่พบในดิน การก่อโรคของแต่ละชนิด

- ไทป์ เอ ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษในคน
- ไทป์ บีและดี ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารในสัตว์
- ไทป์ ซี ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารในสัตว์ และลำไส้อักเสบในคน

ทั้งนี้ ชนิดที่สำคัญในการก่อโรคในคนที่กล่าวในรายละเอียดในที่นี่คือ ไทป์ เอ ซึ่งมีสปอร์ทนความร้อนสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 1 ชั่วโมง ดังนั้น อุณหภูมิ และเวลาในการปรุงอาหารจึงมีความสำคัญต่อการทำลาย หรือส่งผลให้สปอร์ที่หลงเหลืออยู่เจริญเติบโตต่อไปได้

อันตรายต่อมนุษย์

อาการจะเกิดขึ้นเมื่อรับ *Clostridium perfringens* มากกว่า 10⁸ เซลล์ต่อกรัมอาหาร โดยอาการเริ่มแรก คือปวดเกร็งท้อง ท้องร่วงอย่างแรง มักไม่พบอาการคลื่นไส้หรืออาเจียน ระยะฟักตัวคือ 8-22 ชั่วโมง และหายได้ภายใน 24 ชั่วโมง แต่คนไข้สูงอายุหรือเด็กเล็กอาจเสียชีวิตได้

อาหารที่พบ

อาหารที่พบว่าเกี่ยวข้องกับการระบาด ได้แก่ อาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่นเนื้อวัว เนื้อไก่เนื้อหมู และเครื่องในสัตว์ ที่มีเซลล์หรือสปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้ปนเปื้อน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสุขลักษณะและกระบวนการผลิตในเรื่องของอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และสุขอนามัยส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานหรือสัมผัสอาหารไม่เหมาะสม กลุ่มคนที่มีโอกาสได้รับแบคทีเรียชนิดนี้เข้าไปคือ กลุ่มคนที่รับประทานอาหารร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ เช่นตามโรงอาหารของโรงเรียน โรงพยาบาล อาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่เหมาะสมหรือมีการปนเปื้อนข้าม ทำให้เชื้อหรือสปอร์ที่ปนเปื้อนอยู่มีโอกาสเจริญเติบโต และก่อนรับประทานอาหารมีการอุ่นหรือให้ความร้อนไม่เพียงพอ (อัชยา, 2551)

การควบคุมและป้องกัน

การควบคุมโรค อาจทำได้โดยควบคุมสุขลักษณะการผลิตและสุขอนามัยส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานหรือสัมผัสอาหาร ใช้อุณหภูมิในการปรุงอาหารสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส และมีการอุ่นอาหารอย่างเพียงพอก่อนรับประทาน โดยเฉพาะในกรณีที่ปรุงอาหารปริมาณมาก และมีการทิ้งให้เย็นก่อนการรับประทาน นอกจากนี้ ถ้าในอาหารมีเกลืออยู่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 5 หรือมีโซเดียมไนเตรตอยู่ร้อยละ 2.5 จะหยุดหรือชะลอการเจริญของ *Clostridium perfringens* ได้ (พูลทรัพย์, 2547)

Coliform bacteria

ข้อมูลทั่วไป

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ปกติไม่ใช่ชนิดที่ก่อโรคแท้จริง แต่เป็นชนิดที่ใช้บ่งชี้สัญลักษณ์ของอาหารและน้ำ หรือเรียกกันว่าแบคทีเรียชี้แนะ (bacterial indicator) ลักษณะสำคัญ รูปร่างเป็นแท่ง แกรมลบ ย่อยน้ำตาลแล็กโตสได้กรดและกาซ ไม่มีการสร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 10-40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 35-37 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เหมาะสมคือ 7-7.5

แหล่งที่พบ

มักพบในอุจจาระของคนหรือสัตว์เลือดอุ่น และในแหล่งน้ำ ดิน และพืชที่ปนเปื้อนมูลสัตว์ต่าง ๆ เช่น สุนัข นก นกน้ำ เป็นต้น แหล่งทางการเกษตรที่มีแนวโน้มปนเปื้อนได้คือ การเลี้ยงสัตว์ใกล้บริเวณแหล่งน้ำ ใช้ปุ๋ยคอกสด และการให้สัตว์เลี้ยงกินน้ำที่ปนเปื้อน หากพบโคลิฟอร์มในอาหารหรือน้ำ แสดงว่ามีแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีอยู่ในอุจจาระชนิดอื่นปนอยู่ด้วย เช่น ไวรัส โปรโตซัว หรือปรสิต (Cliver, 1990)

Escherichia coli เป็นหนึ่งในสมาชิกของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่พบในอุจจาระ เท่านั้น และเป็นโคลิฟอร์มที่ทนความร้อน (44 องศาเซลเซียส) จึงทำการตรวจวิเคราะห์ได้ชัดเจนกว่าโคลิฟอร์มชนิดอื่น

อันตรายต่อมนุษย์

การพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากในน้ำบ่งชี้ถึงความเสี่ยงสูงของการมีจุลินทรีย์ก่อโรคปนเปื้อนในน้ำ เช่น โรคที่มากับน้ำ ได้แก่ ไข้รากสาดใหญ่ (ไทฟอยด์) อหิวาตกโรค และไวรัสโรคตับอักเสบ (hepatitis A) เป็นต้น

แบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม ได้แก่

- Citrobacter
- Enterobacter
- Escherichia
- Hafnia
- Klebsiella
- Serratia and
- Yersinia

Escherichia coli (*E. coli*)

E. coli ที่ทำให้เกิดโรค หรือเรียกว่า Enterovirulent *Escherichia coli* group (EEC group) มีอยู่ 4 ประเภทคือ

1. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)
2. Enteropathogenic *E. coli* (EPEC)
3. Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) หรือ *E. coli* 0157:H7
4. Enteroinvasive *E. coli* (EIEC)

Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)

อาการทั่วไปคือ ท้องร่วง ปวดท้อง ไข้ต่ำ คลื่นไส้ และอ่อนเพลีย แหล่งที่พบเชื้อ คือน้ำที่ปนเปื้อน แล้วอาจจะไปปนเปื้อนในอาหาร หรือจากคนป่วยที่สัมผัสหรือปรุงอาหาร ถ้ารับเชื้อเข้าไปมาก จะมีอาการภายใน 24 ชั่วโมง ทั้งนี้การระบาดมีน้อย หากมีการปฏิบัติทางสุขลักษณะที่ดี การวิเคราะห์เชื้อตัวนี้ในอาหารทำได้โดยใช้ gene probe ซึ่งใช้เวลา 3 วัน หรือใช้วิธีทดสอบพิษโดยทั่วไป ซึ่งใช้เวลาอย่างน้อยที่สุด 7 วัน (อัธยา, 2551)

Enteropathogenic *E. coli* (EPEC)

เป็นชนิดที่ถือว่าเป็นเชื้อโรคที่ระบาดโดยมีความรุนแรงที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการจับสารพิษทั่วไปของ EEC ชนิดอื่น EPEC แพร่ไปในคนและสัตว์หลายชนิด เช่น วัวควาย และหมู มักเป็นโรคที่เกิดขึ้นกับเด็ก ทำให้มีอาการท้องร่วงเป็นน้ำหรือเป็นเลือด คล้ายกับอาการที่เกิดจากเชื้อ *Shigella dysenteriae* ซึ่งเรียกว่าชิกะทอกซิน (shigatoxin) ด้วยเช่นกัน อาหารที่พบเชื้อมีคือนมวัวและเนื้อไก่ดิบ และจากน้ำปนเปื้อน และหากเกิดการติดเชื้อนี้ในเด็ก อาจทำให้เกิดการขาดน้ำ และอัตราการเสียชีวิตอาจสูงถึงร้อยละ 50

Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) หรือ *E. coli* 0157:H7

พิษที่สร้างโดย *E. coli* 0157:H7 เป็นประเภท verotoxin ที่คล้ายกับ shigatoxin ที่สร้างโดย *Shigella dysenteriae* โดยทำให้เกิดความเสียหายให้แก่เยื่อของลำไส้ ความรุนแรงคือทำให้เกิดลำไส้ใหญ่อักเสบจนตกเลือด (hemorrhagic colitis) อาการคือ ปวดท้องรุนแรง อุจจาระร่วงเป็นน้ำในตอนแรก แต่กลายเป็นมูกเลือดต่อมา อาจมีอาการเวียนหัว และอาจมีไข้ บางครั้งคนไข้มีอาการจากการมีปัสสาวะปะปนในเลือด (Hemolytic uremic syndrome: HUS) ซึ่งอาจทำให้ไตวายถาวรได้ (อัธยา, 2551)

อาหารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เนื้อบดหรือแฮมเบอร์เกอร์ดิบหรือไม่ค่อยสุก นอกจากนี้ยังอาจพบในหน่ออัลฟัลฟา น้ำผลไม้ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ไข่กรอก ผักกาดหอม เนื้อสัตว์ป่า เครื่องในสัตว์และ นมดิบ

Enteroinvasive *E. coli* (EIEC)

ทำให้เกิดอาการคล้ายของโรคบิดจากเชื้อ *Shigella dysenteriae* หรือบิดมีตัว (bacillary dysentery) ทำให้ท้องร่วงโดยมีเลือดหรือมูกในอุจจาระของผู้ที่ติดเชื้อ ปริมาณเชื้อที่ทำให้เกิดอาการประมาณ 10 เซลล์ (เท่ากับ *Shigella*) อาหารที่เกี่ยวข้อง ยังไม่ชัดเจน แต่มีรายงานว่าเกี่ยวกับเนื้อแฮมเบอร์เกอร์ และนมที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ เวลาฟักตัว ประมาณ 12 ถึง 72 ชั่วโมง

Salmonella spp.

ข้อมูลทั่วไป

Salmonella spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative bacteria) ช่วง pH ที่เจริญคือช่วง 4.1-9.0 พบได้ทั่วไปในดิน ในน้ำ (แต่ในทะเลเปิดจะไม่พบ) ในสัตว์ โดยเฉพาะ สัตว์ปีกและสุกร ไปจนถึงมูลสัตว์ต่างๆ และแหล่งน้ำหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ชายฝั่งที่มีโอกาสปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลสูง อุณหภูมิที่เจริญได้ดีคือ 37-45 องศาเซลเซียส Aw (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเติบโต) ประมาณ 0.93-0.95 โรคที่เกิดจาก *Salmonella* spp. มี 3 กลุ่ม ได้แก่

ไข้ไทฟอยด์ หรือ ไข้รากสาดใหญ่ (typhoid fever หรือ enteric fever)

มีความรุนแรงที่สุด สาเหตุคือ *Salmonella typhi* แหล่งของชนิดนี้มาจากคนเท่านั้น โดยการติดต่อเกิดจากการปนเปื้อนอุจจาระของผู้ป่วยลงสู่แหล่งน้ำและอาหาร อาการคือ มีไข้สูง ปวดศีรษะ ท้องร่วง อาเจียน มีการติดเชื้อในกระแสเลือด และพบจุดสีแดงบริเวณหน้าอกและลำคอ

ไข้พาราไทฟอยด์หรือ ไข้รากสาดเทียม

เกิดจาก *S. paratyphi* ไทป์ เอ บี และซี อาการคล้ายกับไข้ไทฟอยด์ แต่รุนแรงน้อยกว่า

กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (gastroenteritis)

สาเหตุคือ *Salmonellae* หลายซีโรไทป์ นอกเหนือจากสองชนิดแรก อาการคือท้องร่วง ปวดท้องน้อย ตัวเย็น มีไข้ อาเจียน ปวดศีรษะ พบอัตราการตายสูงในผู้ป่วยเด็กและคนชรา ร้อยละ 0.1-0.2 ในขณะที่ อัตราการตายจากไข้ไทฟอยด์สูงถึงร้อยละ 10 โดยทั่วไปแสดงอาการภายใน 6-48 ชั่วโมง โดยปริมาณที่รับเข้าไปอาจเล็กน้อยเพียง 15-20 เซลล์ ขึ้นกับอายุและสุขภาพของผู้รับและชนิดของเชื้อ สาเหตุของโรคเกิดจากสารพิษประเภท เอนโดท็อกซิน (endotoxin) ถูกสร้างขึ้นที่บริเวณผนังเซลล์ โดยสารพิษนี้จะไปกระตุ้นทำให้อักเสบ บริเวณผนังลำไส้เล็ก (Varnam *et al*, 1991)

อาหารที่พบ

เนือดิบ สัตว์ปีก ไข่ นม และผลิตภัณฑ์นม ปลา กุ้ง ขากบ ไอศกรีม เครื่องในสัตว์ ยีสต์ มะพร้าว น้ำสลัด เค้กมิกซ์ ของหวานสอดไส้หรือราดครีม เจลาตินแข็ง เนยถั่ว โกโก้ และชีสโกแลต และเป็นที่น่าสนใจที่ว่า ขณะนี้พบ *Salmonella enteritidis* ในไข่แดงอีกด้วย จึงมีการสันนิษฐานว่า อาจติดเชื้อจากพื้นกรเลี้ยงที่ปนเปื้อนก่อนที่จะวางไข่ (Varnam *et al*, 1991) แบคทีเรียชนิดนี้ทำให้เกิดท้องร่วงที่ไม่ใช่ไทฟอยด์

กลุ่มคนเป่าหมาย

คนทุกวัยติดเชื้อนี้ได้ แต่ที่ปรากฏอาการรุนแรงคือผู้สูงอายุและเด็กเล็ก รวมทั้งผู้ที่ไม่แข็งแรง ทั้งนี้ ผู้ป่วยโรคเอดส์มีแนวโน้มรับเชื้อนี้ได้มากกว่าปกติร้อยละ 20 และมักเป็นๆ หายๆ (อัยยา, 2551)

การควบคุมและป้องกัน

จากการแพร่ระบาดของเชื้อโรคชนิดนี้ ทำให้สรุปได้ว่าสามารถควบคุมได้โดยการมีสุขอนามัยที่ดี ของทั้งการผลิตและส่วนบุคคล ตัวเชื้อถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4-5 นาที หรือ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ในส่วนของการผลิต ต้องมีการทำความสะอาดเชื้อบริเวณพื้นผิวโรงงานและอุปกรณ์ทุกอย่างที่สัมผัสอาหารเป็นอย่างดี ทั้งนี้ พบว่าแอลกอฮอล์เป็นสารฆ่าเชื้อที่ได้ผลดีสำหรับซัลโมเนลลา หรืออาจใช้ quaternary ammonium ผสมกับ แอลกอฮอล์เป็นสารฆ่าเชื้อที่สัมผัสกับอาหารได้ โดยมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ยาวนาน นอกจากนี้ มีการใช้ sodium hypochlorite ในการทำความสะอาดพื้นผิวเพื่อป้องกันซัลโมเนลลาเช่นกัน

Staphylococcus aureus

ข้อมูลทั่วไป

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียที่พบโดยทั่วไปในอากาศ ฝุ่นละออง น้ำโสโครก นม และอาหาร หรือบนอุปกรณ์ผลิตอาหาร พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในมนุษย์และสัตว์ (พบในจมูกลำคอ ผม และผิวหนัง เป็นต้น) ที่จริงอาจพูดได้ว่า มนุษย์และสัตว์เป็นแหล่งปฐมภูมิของ *Staphylococcus aureus* (อัยยา, 2551)

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม จับกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น บางครั้งอาจอยู่เป็นคู่หรือจับกันเป็นสายสั้น ๆ ไม่เคลื่อนที่ เจริญได้ดีในสภาวะที่มีอากาศแต่สามารถเจริญได้ในสภาวะไม่มีอากาศเช่นกัน อุณหภูมิที่เจริญและสร้างสารพิษกว้างมากตั้งแต่ 4-46 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดที่อยู่ได้คือ pH 4.8 (สภาวะมีอากาศ) และ pH 5.5 (สภาวะไร้อากาศ) สภาพความเป็นกรด-ด่างสูงสุดที่เจริญได้คือ pH 6.0 (Cliver, 1990)

ปกติ *Staphylococcus aureus* จะเจริญบนอาหารสู่แบคทีเรียชนิดอื่นไม่ได้ และอาหารอาจเน่าเสียเสียก่อนที่มันจะเจริญและสร้างสารพิษได้ แต่หากมีการปนเปื้อนในอาหารที่ปรุงแล้ว มันจะมีโอกาสเจริญและสร้างสารพิษได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในอาหารที่มีค่า A_w ต่ำ (A_w ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพมีออกซิเจน 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจน 0.90) และเกลือสูงถึงร้อยละ 18 ซึ่ง *Staphylococcus aureus* จะเจริญได้ แต่แบคทีเรียชนิดอื่นทำไม่ได้ (พูลทรัพย์, 2547) นอกจากนี้สารพิษของ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นเอนเทอโรทอกซินชนิดหนึ่ง เป็นสารที่ทนความร้อนจากการหุงต้มหรือจากกระบวนการให้ความร้อนในอาหารกระป๋อง

อันตรายต่อมนุษย์

อาการอาจเกิดขึ้นในช่วงเวลา 1-7 ชั่วโมง อาการทั่วไปคือ มีน้ำลายมาก วิงเวียนศีรษะ อาเจียน ปวดท้อง และท้องร่วง อาจมีมูกเลือดปนมาด้วย ในกรณีอาการรุนแรง มักมีอาการปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เหงื่อออก ตัวสั่น และร่างกายมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ อาการนี้จะหายไปเองภายหลังรับประทานอาหารที่มีเชื้อออกไปหมดแล้ว หากเป็นเด็ก อาจมีอาการรุนแรงและถึงเสียชีวิตได้ (Cliver, 1990)

อาหารที่พบ

อาหารที่มักพบเชื้อ *Staphylococcus* ได้แก่ เนื้อสัตว์ เครื่องในสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ไข่ สลัด นมและผลิตภัณฑ์จากนม ส่วนใหญ่จะเป็นอาหารที่มีอุณหภูมิการเก็บรักษาไม่เหมาะสม หรือให้ความร้อนก่อนรับประทานไม่เพียงพอ สาเหตุที่พบมักเกิดจากการปนเปื้อนหลังจากการผลิต หรือระหว่างการเตรียมอาหาร

การควบคุมและป้องกัน

ถึงแม้ว่าอัตราการตายเนื่องจากพิษของ *Staphylococcus* จะน้อย และมักเกิดกับผู้สูงอายุ เด็กทารก และผู้ที่อ่อนแอ ก็ควรมีการป้องกันหรือควบคุมโดยการรักษาสุขอนามัยส่วนบุคคลและสุขลักษณะของพื้นผิวสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการเตรียม ปรุงหรือ ผลิตอาหารนั้น ๆ รวมทั้งการควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เหมาะสม และอุ่นอาหารก่อนรับประทานหลังจากปรุงเก็บไว้นานด้วยอุณหภูมิที่สูงเพียงพอ ก็อาจควบคุมอาหารเป็นพิษเนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้ได้

จากข้อมูลที่ผ่านมาในข้างต้น ในประเทศไทยยังไม่มีรายงาน หรืองานวิจัยที่เสนอถึงการนำกระเพาะอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ หรือกระบวนการล้างทำความสะอาดกระเพาะอาหารโคที่ถูกต้อง และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งกระบวนการล้างกระเพาะโคที่ปลอดภัย อาจส่งผลกระทบต่อลักษณะทางด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ ด้านความนุ่มความกรอบ หรือการยอมรับได้ในการบริโภคกระเพาะโคของผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้คุณภาพชีวิตของผู้บริโภคดีขึ้น ซึ่งปัจจัย

ที่กระทบดังกล่าวอาจจะส่งผลต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคเองต้องยอมรับในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม
การบริโภค และการยอมรับได้ของรสชาติ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1.ตัวอย่างทดลอง

เก็บตัวอย่างกระเพาะโคจากโคพันธุ์พื้นเมือง โดยเก็บกระเพาะโคภายหลังจากการฆ่าและชำแหละเอาเครื่องในออก การเก็บตัวอย่างครั้งละ 6 กระเพาะ โดยมีการเก็บตัวอย่างซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ (เดือนละ 1 ครั้ง) เก็บกระเพาะโคส่วนของกระเพาะผ้ายีร์ว (Rumen) กระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) กระเพาะสามลิบกليب (Omasum) นำมาแบ่งกลุ่มทดลองตามวิธีการล้างทำความสะอาดที่แตกต่างกัน เป็นจำนวน 6 กลุ่ม และมีกลุ่มกระเพาะตัวอย่างจากท้องตลาดอีก 1 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้น้ำร้อนลวก นำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 2 ใช้น้ำปูนใส นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส ที่เตรียมไว้ นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 3 ใช้น้ำปูนขาว นำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนขาว ที่เตรียมไว้ นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก

กลุ่มที่ 4 ใช้น้ำร้อนลวก + โซดาไฟ คือ ใช้น้ำร้อนลวกกระเพาะโคก่อนนำไปแช่โซดาไฟโดยนำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด เพื่อช่วยในด้านความนุ่มกรอบ และเคี้ยวขึ้น

กลุ่มที่ 5 ใช้น้ำปูนใส + ต้ม + โซดาไฟ โดยนำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กลุ่มที่ 6 ใช้น้ำปูนขาว + ต้ม + โซดาไฟ โดยนำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนขาว นานประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก หลังจากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 นาที แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟที่เตรียมไว้ประมาณ 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

กลุ่มที่ 7 เป็นกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

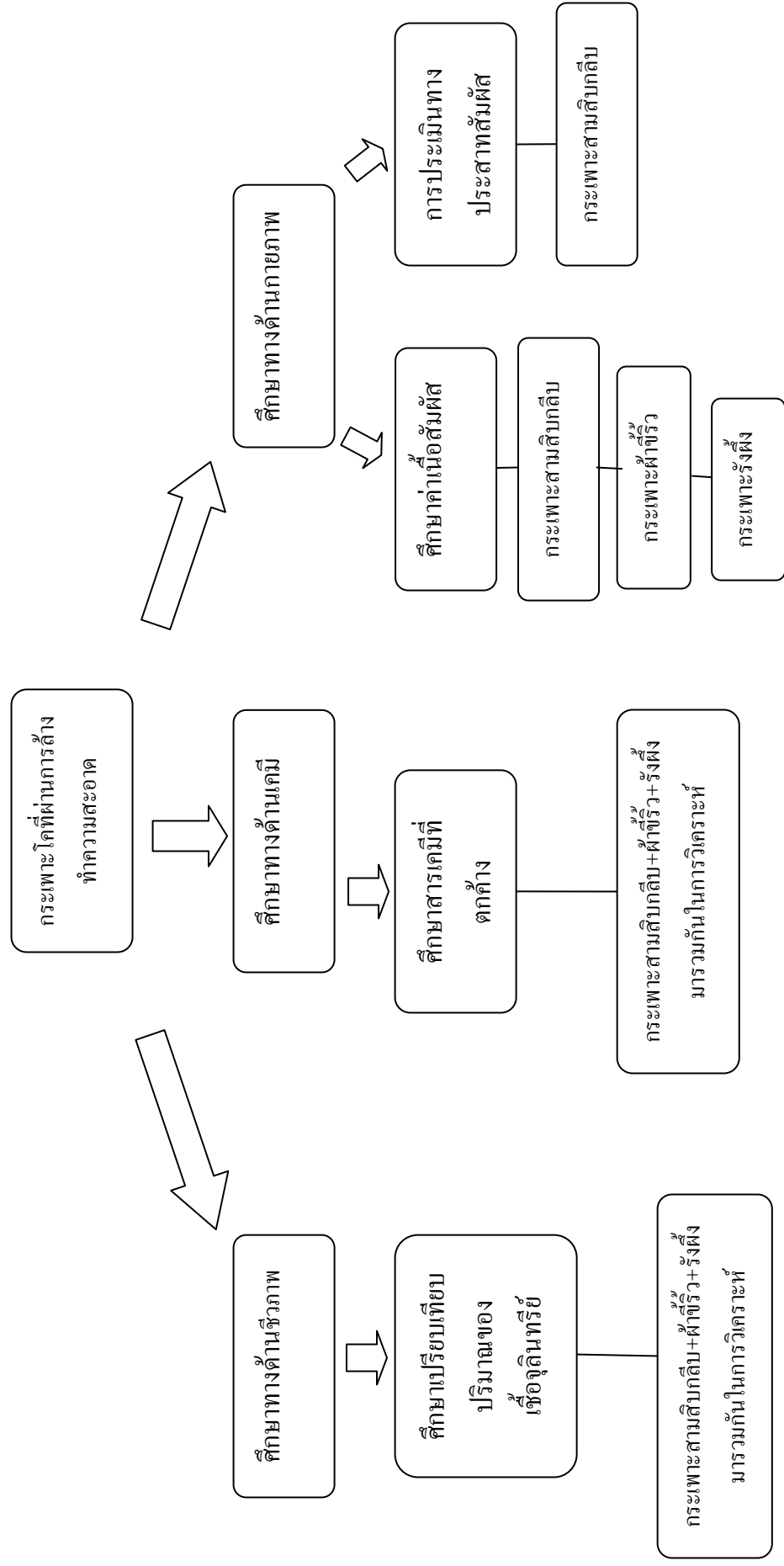
หมายเหตุ

น้ำปูนใส เตรียมจากปูนแดง 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นำมาผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งให้ตกตะกอน หลังจากนั้นนำส่วนที่ใสมาใช้

น้ำปูนขาว เตรียมจากปูนขาว 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นำมาผสมให้เข้ากัน

สารละลายโซดาไฟ เตรียมจากโซดาไฟ 5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นำมาผสมให้เข้ากัน

หลังจากแบ่งกลุ่มตัวอย่าง และล้างทำความสะอาดแล้ว นำมาศึกษาผลของสารทำความสะอาดกระเพาะโคแต่ละชนิด ดังนี้



*ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด จะมีส่วนกระเพาะโคที่นำมาวิเคราะห์ 2 ส่วนคือ กระเพาะฝัสดีวี (Rumen) กับกระเพาะสามลิบบลิบ (Omasum) เนื่องจากส่วนของกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ไม่มีส่วนทางการค้าจากตลาด

ก. ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์หลังทำความสะอาดด้วยสารล้างทำความสะอาด กระเพาะแต่ละส่วน เก็บตัวอย่างกระเพาะโคโดยเก็บตัวอย่างกระเพาะทั้ง 3 ส่วนของกระเพาะมารวมกัน แต่แยกตามกลุ่มทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ ดังนี้

1. Total Plate Count ตามวิธีของ FDA (2001)
2. Coliforms ตามวิธีการของ FDA (2003)
3. *Escherichia coli* (*E. coli*) ตามวิธีของ FDA (2003)
4. *Salmonella* spp. ตามวิธีของ FDA (2001)
5. *Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ FDA (2001)
6. *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ FDA (2006)

ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด จะมีส่วนกระเพาะโคที่นำมาวิเคราะห์ 2 ส่วนคือ กระเพาะผ้าชีวรี (Rumen) กับกระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) เนื่องจากส่วนของกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ไม่มีตัวอย่างทางการค้าจากตลาด

ข. ศึกษาสารเคมีที่ตกค้างในกระเพาะโค หลังจากการทำความสะอาด

ศึกษาสารเคมีตกค้างของตัวอย่างกระเพาะโคหลังทำความสะอาด โดยนำกระเพาะโคที่ผ่านการทำความสะอาดในแต่ละกลุ่มทดลองมาตัดส้อมตัวอย่างของชิ้นส่วนกระเพาะอาหาร โดยเก็บตัวอย่างกระเพาะทั้ง 3 ส่วนของกระเพาะมารวมกัน แต่แยกตามกลุ่มทดลอง เพื่อตรวจสอบสารเคมีตกค้างที่อาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคของสารทำความสะอาดที่ใช้ทำความสะอาดกระเพาะได้แก่ ปริมาณ Sulfur dioxide (สารฟอกขาว), Formaldehyde (สารฟอรั่มาลดีไฮด์), Borax (สารบอแรกซ์) และ Sodium hydroxide (โซดาไฟ) มีการทดลองทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง (เดือนละ 1 ครั้ง) ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด จะมีส่วนกระเพาะโคที่นำมาวิเคราะห์ 2 ส่วนคือ กระเพาะผ้าชีวรี (Rumen) กับกระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) เนื่องจากส่วนของกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ไม่มีตัวอย่างทางการค้าจากตลาด

ค. ศึกษาเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TPA))

ศึกษาค่าเนื้อสัมผัส ของกระเพาะอาหารของโคทั้ง 3 ส่วนได้แก่กระเพาะผ้าชีวรี (Rumen) กระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) ที่ลวกในน้ำร้อน 100 องศาเซลเซียส นานเป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้สุก (ตามวิธีการของศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์) แล้วนำมาศึกษาเนื้อ

สัมผัสของกระเพาะโค โดยใช้เครื่อง Instron Universal Testing Machine (Lloyd Instrument; Hampshire, England) โดยใช้หัววัดแบบกด (TPA) และหัววัดแบบตัด (cutting) ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด จะมีส่วนกระเพาะโคที่นำมาวิเคราะห์ 2 ส่วนคือ กระเพาะผ่ำจี๊ว (Rumen) กับกระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) เนื่องจากส่วนของกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ไม่มีตัวอย่างทางการค้าจากตลาด

ง. ทดสอบการยอมรับกระเพาะโคที่ปรุงสุกของผู้บริโภค

ใช้วิธีการทดสอบแบบ consumer test โดยใช้ผู้ประเมินเป็นกลุ่มผู้บริโภคตามวิธีการของ ปราณี 2547 โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยการเตรียมตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. การนำตัวอย่างกระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบ ทั้ง 7 กลุ่มทดลอง มาทำการตรวจชิม โดยนำมาล้างทำความสะอาดและลวกน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้สุก แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นขนาด 1x4 เซนติเมตร จากนั้นนำมาให้ผู้ตรวจชิมทดสอบ โดยมีผู้ตรวจชิมทั้งหมดจำนวน 150 คน
2. ผู้ทดสอบ จะต้องทำการชิมกระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบ ทั้ง 7 กลุ่มทดลอง โดยมีชี้อธิบายไว้สำหรับจุ่มคู่กับกระเพาะโค เพื่อลดกลิ่นคาว และในการชิมแต่ละตัวอย่างจะต้องดื่มน้ำสะอาดเพื่อล้างปาก พร้อมทั้ง กินขนมปังกรอบรสจืด เพื่อจะไม่เกิดการสับสน ในการชิมตัวอย่างกลุ่มทดลองต่อไป
3. ผู้ทดสอบจะต้องทำการตรวจชิมให้ครบทั้ง 7 ตัวอย่าง แล้วทำแบบสอบถามที่เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (ดังเอกสารภาคผนวกที่ 1)

การบันทึกข้อมูล

โดยจะรวบรวมแบบสอบถามที่ผู้สอบถามตอบคำถามมาทำการคำนวณโดยวิธีทดสอบอีไดนิคสเกล ระดับคะแนน 1 ถึง 5 ซึ่งในการทดสอบโดยวิธีอีไดนิคสเกลนี้ จะใช้การคำนวณค่าทางสถิติโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance) พร้อมทั้ง

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test ในโปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรม R (2.9.2) โดยมีโมเดลดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

กำหนดให้

Y_{ij} คือค่าสังเกตใด ๆ ของข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์

μ คือค่าเฉลี่ย (Mean) ของค่าสังเกตทั้งหมด จากการทดลอง

τ_i คืออิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ ที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

ε_{ij} คือค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

3. สถานที่ทำการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาลกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำและอาหารสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
4. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

4. ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2552 – 31 มีนาคม 2553

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการสร้างความสะอาดกระเพาะโคที่ถูกต้อง และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค
2. สร้างความมั่นใจ และยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้บริโภคทำให้มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค สารพิษ และสารปนเปื้อน

3. ถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการ และประโยชน์ที่ได้สู่ผู้ผลิต ผู้บริโภค นักวิชาการ และผู้ที่สนใจทั่วไป
4. ได้ข้อมูลนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ หน่วยงานราชการ และผู้ประกอบการต่าง ๆ
5. ได้ข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยอื่น ๆ ต่อไป

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณภาพทางด้านชีวภาพ

จากการศึกษาวิธีการล้างทำความสะอาดกระเพาะโค พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป ($\log \text{ cfu/g}$) ของกระเพาะโคที่มีวิธีการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปของกระเพาะโคมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) โดยกระเพาะโคส่วนของกระเพาะผ้าขี้ริ้ว และรังผึ้งที่ได้จากการค้ำ (กลุ่มที่ 7) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปมากที่สุด อยู่ในช่วง $5.375 - 5.545 \log \text{ cfu/g}$ ส่วนวิธีการล้างทำความสะอาดในครั้งที่ 1 ของการเก็บข้อมูล พบว่ากลุ่มที่ 3 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปน้อยที่สุดเท่ากับ $2.312 \log \text{ cfu/g}$ แต่พบว่า ในครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ของการเก็บข้อมูลของกลุ่มที่ 5 มีปริมาณ จุลินทรีย์ทั่วไปน้อยที่สุดเท่ากับ $2.430 \log \text{ cfu/g}$ และ $1.630 \log \text{ cfu/g}$ ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่ากระเพาะโคที่ได้จากการค้ำ (กลุ่มที่ 7) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปมากที่สุด เท่ากับ $5.439 \log \text{ cfu/g}$ และพบว่ากลุ่มที่ 5 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด ($2.434 \log \text{ cfu/g}$) เนื่องจากกลุ่มที่ 7 อาจมีขั้นตอนของกระบวนการขนส่งหรือการแบ่งบรรจุ ระยะเวลาในการเก็บรักษาก่อนขาย รวมถึงไม่ได้ระบุน้ำที่ผลิตบน บรรจุภัณฑ์ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนข้ามได้ ส่วนกลุ่มที่ 5 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไป น้อยที่สุดอาจเนื่องมาจาก เป็นวิธีการล้างที่มีการใช้ปูนแดง ซึ่งอาจจะส่งผลให้กระเพาะติดเชื้อแดงของปูนแดง จึงทำให้ต้องล้างหลายครั้ง อีกทั้งยังมีการแช่ด้วยโซดาไฟซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย จึงต้องทำการล้างด้วยน้ำเปล่าหลาย ๆ ครั้ง เพื่อกำจัดเมือกที่เกิดจากการแช่โดยโซดาไฟ

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป (log cfu/g) ของกระเพาะโค (ส่วนกระเพาะรังผึ้ง ฟ้าขี้วัวและสามสิบกิบ) ด้วยวิธีล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

ครั้งที่เก็บข้อมูล กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1 (log cfu/g)	ครั้งที่ 2 (log cfu/g)	ครั้งที่ 3 (log cfu/g)	ค่าเฉลี่ย (log cfu/g)
กลุ่มที่ 1 (T1)	2.312 ^f	2.565 ^d	2.585 ^c	2.488 ^d
กลุ่มที่ 2 (T2)	2.788 ^c	3.325 ^b	3.415 ^b	3.176 ^{bc}
กลุ่มที่ 3 (T3)	3.698 ^b	2.955 ^c	3.410 ^b	3.356 ^b
กลุ่มที่ 4 (T4)	3.602 ^b	2.515 ^d	2.240 ^d	2.786 ^{bc}
กลุ่มที่ 5 (T5)	3.241 ^c	2.431 ^d	1.630 ^f	2.434 ^d
กลุ่มที่ 6 (T6)	2.934 ^d	2.625 ^{cd}	2.020 ^e	2.526 ^d
กลุ่มที่ 7 (T7)	5.398 ^a	5.544 ^a	5.375 ^a	5.439 ^a

a, b, c, d, e, f อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวก ในขั้นตอนการทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

ปริมาณเชื้อ Coliform ในกระเพาะหลังการล้างทำความสะอาด เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า กระเพาะโคในกลุ่มที่ 7 มีปริมาณเชื้อ Coliform มากที่สุด >110 MPN/g แต่พบว่ากลุ่มที่ 4 มีปริมาณเชื้อ Coliform <0.3 MPN/g ดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับการตรวจหาโคลิฟอร์มหรือที่เรียกว่า การตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีหลายหลอด โดยการหาค่า MPN (most probable numbers) เป็นวิธีการ ประเมินจำนวนจุลินทรีย์ที่ เติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ค่า MPN เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวน จุลินทรีย์ซึ่งคาดคะเนว่าจะมีได้มากที่สุด ในตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ โดยมี หลักการว่า ยังมีปริมาณแบคทีเรียในตัวอย่างมากเท่าใดจะต้องเจือจางตัวอย่างให้มากขึ้นจนไม่พบการ เติบโตของแบคทีเรียในตัวอย่างที่เจือจาง วิธี MPN มีประโยชน์ในการตรวจหาเชื้อที่ไม่เติบโตบนอาหาร แข็งนอกจากนี้วิธีนี้ยังมีประโยชน์ในการเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลว เพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อ บางชนิด

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนเชื้อ Coliform (MPN/g) ของกระเพาะ โค (ส่วนกระเพาะรังผึ้ง ผ้าชีวีวและ สามสิบก๊ีบ) ด้วยวิธีล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

ครั้งที่เก็บข้อมูล กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1 (MPN/g)	ครั้งที่ 2 (MPN/g)	ครั้งที่ 3 (MPN/g)	ค่าเฉลี่ย* (MPN/g)
กลุ่มที่ 1 (T1)	2.4	<0.3	24	<0.3-24
กลุ่มที่ 2 (T2)	0.94	0.92	2.3	0.92-2.3
กลุ่มที่ 3 (T3)	0.92	<0.3	0.3	<0.3-0.92
กลุ่มที่ 4 (T4)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
กลุ่มที่ 5 (T5)	<0.3	2.3	<0.3	<0.3-2.3
กลุ่มที่ 6 (T6)	2.3	<0.3	<0.3	<0.3-2.3
กลุ่มที่ 7 (T7)	>110	>110	>110	>110

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวก ในขั้นตอนการทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

* ข้อมูลสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

ปริมาณเชื้อ *E. coli* ในกระเพาะหลังการล้างทำความสะอาด พบว่ากลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 มีปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยกว่า 0.3 MPN/g ดังแสดงในตารางที่ 3 การตรวจพบเชื้อ *E. coli* ในกลุ่มอื่นอาจเนื่องมาจากเชื้อ *E. coli* อยู่บนทางเดินอาหารสัตว์เลื้อยคลานและของคน จึงส่งผลให้เชื้อ *E. coli* อาจปนเปื้อนมาจากอุจจาระ ซึ่งอาจเกิดจากการล้างอุจจาระไม่หมด

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* (MPN/g) ของกระเพาะโค (ส่วนกระเพาะรังผึ้ง ฟ้าขี้วัวและสามสิบกิบ) ด้วยวิธีล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

ครั้งที่เก็บข้อมูล กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1 (MPN/g)	ครั้งที่ 2 (MPN/g)	ครั้งที่ 3 (MPN/g)	ค่าเฉลี่ย* (MPN/g)
กลุ่มที่ 1 (T1)	0.92	<0.3	24	<0.3-24
กลุ่มที่ 2 (T2)	0.62	0.92	2.3	0.62-2.3
กลุ่มที่ 3 (T3)	<0.3	<0.3	0.3	<0.3-.03
กลุ่มที่ 4 (T4)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
กลุ่มที่ 5 (T5)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
กลุ่มที่ 6 (T6)	2.3	<0.3	<0.3	<0.3-2.3
กลุ่มที่ 7 (T7)	9.3	>110	<0.3	<0.3->110

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวก ในขั้นตอนการทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

* ข้อมูลสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

การตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ดังตารางที่ 4 พบว่าการล้างทำความสะอาดกระเพาะโค กลุ่มที่ 4 มีปริมาณเชื้อต่ำสุด น้อยกว่า 0.3 MPN/g และกลุ่มที่ 7 มีปริมาณสูงสุด 9.3 MPN/g ส่วนการล้างทำความสะอาดด้วยวิธีอื่นพบ *S. aureus* โดยเชื้อ *S. aureus* อาศัยอยู่ในจมูก ลำคอ เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่พบได้ที่ผิวหนัง สามารถเพิ่มจำนวนได้ในอาหารที่มีน้ำใช้ได้ต่ำประมาณ 0.85 และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี โดยทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นอกจากนี้ยังสามารถรอดชีวิตในน้ำเกลือความเข้มข้นสูง 6.5% ได้ (วีรานูช, 2551) ซึ่งสามารถพบเชื้อ *S. aureus* มากที่แผลฝี หนองของคน ปนเปื้อนลงสู่อาหารโดยการไอ จาม หรือมือมีแผลหนอง (สุกชัย, 2549) ทำให้เชื้อปนเปื้อนไปสู่กระเพาะโคที่ทำการล้างได้ ดังนั้นการล้างกระเพาะโค พบว่าผู้ปฏิบัติงานไม่มีการใส่ถุงมือในขณะที่ปฏิบัติงาน จึงอาจจะเป็นสาเหตุให้มีการปนเปื้อนได้

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนเชื้อ *S. aureus* (MPN/g) ของกระเพาะโค (ส่วนกระเพาะรังผึ้ง ผ้าขี้ริ้วและสามสิบกิบ) ด้วยวิธีล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

ครั้งที่เก็บข้อมูล กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1 (MPN/g)	ครั้งที่ 2 (MPN/g)	ครั้งที่ 3 (MPN/g)	ค่าเฉลี่ย* (MPN/g)
กลุ่มที่ 1 (T1)	0.36	2.3	2.3	0.36-2.3
กลุ่มที่ 2 (T2)	<0.3	2.3	7.5	<0.3-7.5
กลุ่มที่ 3 (T3)	<0.3	2.3	<0.3	<0.3-2.3
กลุ่มที่ 4 (T4)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
กลุ่มที่ 5 (T5)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
กลุ่มที่ 6 (T6)	<0.3	<0.3	0.92	<0.3-0.92
กลุ่มที่ 7 (T7)	9.3	<0.3	<0.3	<0.3-9.3

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวก ในขั้นตอนการทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

* ข้อมูลสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. ของกระเพาะโคที่ล้างทำความสะอาดด้วยวิธีที่ต่างกัน ในตัวอย่าง 25 กรัม พบเชื้อ *Salmonella* spp. ในกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 6 (ตารางที่ 5) พบจำนวน 1 ใน 3 ของการทดลอง ซึ่งเชื้อ *Salmonella* spp. เป็นเชื้อที่พบอยู่ในทางเดินอาหารโดยเฉพาะในลำไส้ และปนออกมากับอุจจาระ นอกจากนี้อาจปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ล้าง เครื่องมือ เครื่องใช้ (วีรานูช, 2551) และจะเริ่มถูกทำลายที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แต่สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 8-45 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดค่าที่ pH 6.5-7.5 (ศุภชัย, 2549) เชื้อ *Salmonella* spp. ที่ตรวจพบอาจปนออกมากับอุจจาระของโค รวมถึงน้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาด และอาจจะใช้อุณหภูมิในการลวกพระเพาะที่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส จึงเป็นสาเหตุให้ เชื้อ *Salmonella* spp. มีชีวิตรอดได้

ตารางที่ 5 แสดงเชื้อ *Salmonella* spp. ของกระเพาะโค (ส่วนกระเพาะรังผึ้ง ผ้าชีวีวและสามสิบกิบ)
ด้วยวิธีล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

ครั้งที่เก็บข้อมูล กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย* พบเชื้อ
กลุ่มที่ 1 (T1)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0/3
กลุ่มที่ 2 (T2)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0/3
กลุ่มที่ 3 (T3)	พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1/3
กลุ่มที่ 4 (T4)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0/3
กลุ่มที่ 5 (T5)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0/3
กลุ่มที่ 6 (T6)	ไม่พบ	พบ	ไม่พบ	1/3
กลุ่มที่ 7 (T7)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0/3

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำร้อนลวก ในขั้นตอนการทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

* ข้อมูลสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringens* ดังตารางที่ 6 ของกระเพาะโคที่ล้างทำความสะอาดด้วยวิธีที่ต่างกัน เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่าเชื้อ *Clostridium perfringens* ของกลุ่มที่ 7 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 16.6 cfu/g แต่ไม่พบ เชื้อ *Clostridium perfringens* ของกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 5 และกลุ่มที่ 6 โดยปกติเชื้อ *Clostridium perfringens* พบได้ทั่วไปในดินและพบเป็นแบคทีเรียประจำถิ่น อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ชนิดอื่นแบบพึ่งพา (commensalism) (วีรานูช, 2551) สำหรับการตรวจพบเชื้อ *Clostridium perfringens* นั้น อาจเนื่องมาจากขบวนการล้างทำความสะอาดกระเพาะโค มีการสัมผัสกับพื้นโดยตรง ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนสู่กระเพาะโคได้

ตารางที่ 6 แสดงเชื้อ *Clostridium perfringens* ของกระเพาะโค (ส่วนกระเพาะรังผึ้ง ผ้าขี้ริ้วและสามสิบกิบ) ด้วยวิธีล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

ครั้งที่เก็บข้อมูล กลุ่มทดลอง	ครั้งที่ 1 (cfu/g)	ครั้งที่ 2 (cfu/g)	ครั้งที่ 3 (cfu/g)	เฉลี่ย* (cfu/g)
กลุ่มที่ 1 (T1)	0	0	0	0
กลุ่มที่ 2 (T2)	0	5	0	1.6
กลุ่มที่ 3 (T3)	10	0	0	3.3
กลุ่มที่ 4 (T4)	0	5	0	1.6
กลุ่มที่ 5 (T5)	0	0	0	0
กลุ่มที่ 6 (T6)	0	0	0	0
กลุ่มที่ 7 (T7)	50	0	0	16.6

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มที่ใช้ น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มที่ใช้ น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มที่ใช้ น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มที่ใช้ น้ำร้อนลวก ในขั้นตอนการทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มที่ใช้ น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มที่ใช้ น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แล้วจึงนำมาต้มและแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

* ข้อมูลสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

2. คุณภาพทางด้านเคมี

ผลการศึกษาสารเคมีที่ตกค้างในกระเพาะโค ที่ผ่านวิธีการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

การตรวจสอบสารเคมีที่มีการตกค้างในกระเพาะโคหลังจากผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดในแต่ละกลุ่มการทดลองที่ 1 ถึงกลุ่มการทดลองที่ 6 โดยเก็บตัวอย่างกระเพาะทั้ง 3 ส่วนของกระเพาะมารวมกันเพื่อวิเคราะห์ แต่แยกตามกลุ่มทดลอง ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด จะมีส่วนกระเพาะโคที่นำมาวิเคราะห์ 2 ส่วนคือ กระเพาะผ่ำซี่รีว (Rumen) กับกระเพาะสามลิบก๊ีบ (Omasum) เนื่องจากส่วนของกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ไม่มีตัวอย่างทางการค้าจากตลาด

จากการตรวจพบสาร Sodium hydroxide (โซดาไฟ) โดยกลุ่มทดลองที่ตรวจพบสาร Sodium hydroxide มากที่สุดโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือในตัวอย่างกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างจากตลาด ในการตรวจสอบพบสาร Sodium hydroxide ในปริมาณ 42 ml/L และในกลุ่มทดลองที่ตรวจพบสาร Sodium hydroxide ในปริมาณน้อยที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 4 หรือกลุ่มที่ใช้ น้ำร้อน และโซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด ซึ่งตรวจพบในปริมาณ 30 ml/L จากการตรวจสอบสาร Sulfur dioxide (สารฟอกขาว) พบในกลุ่มที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างจากตลาด ในปริมาณเฉลี่ย 2.58 mg/kg ส่วนในด้านสาร Formaldehyde ที่ตรวจสอบ พบในตัวอย่างกลุ่มที่ 7 หรือในกลุ่มตัวอย่างจากตลาดโดยในการตรวจสอบ 3 ครั้ง พบในครั้งแรกในการตรวจสอบ ในด้านการตรวจสอบสาร Borax ในกลุ่มทดลอง ไม่พบสาร Borax ที่ตกค้างในกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 7)

จากผลการตรวจสอบที่พบสารเคมีตกค้าง ซึ่งสารบางชนิดเช่นสาร Formaldehyde ซึ่งเป็นวัตถุห้ามใช้ในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 151 (พ.ศ.2536) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 แต่ก็ตรวจพบในกลุ่มตัวอย่างจากตลาด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอันตรายที่ผู้บริโภคอาจจะได้รับจากการบริโภคกระเพาะโคที่มีการใช้สาร Formaldehyde ในด้านสาร Sulfur dioxide หรือสารฟอกขาวที่ตรวจพบจากกระเพาะโค ถึงแม้ว่าจะพบในปริมาณที่ไม่สูงมาก แต่มาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนดค่าความปลอดภัยไว้ คือ ปริมาณที่ได้รับไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัม/คน/วัน ซึ่งหากบริโภคกระเพาะโคที่มีการตกค้างของสาร Sulfur dioxide ก็อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ ในส่วนของสาร Sodium hydroxide หรือโซดาไฟ ถึงแม้ว่า Sodium hydroxide จะไม่มีการห้ามใช้ในอาหารอย่างชัดเจน แต่จากการตรวจสอบปริมาณ Sodium hydroxide ในกระเพาะโคกลุ่มจากตลาดพบว่ามีปริมาณ Sodium hydroxide ที่สูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น แสดงให้เห็นถึงว่ามีแนวโน้มการใช้ปริมาณ Sodium hydroxide ในกระบวนการล้างที่สูง หรือการล้างทำความสะอาดกระเพาะโคหลังจากการแช่สาร Sodium hydroxide ไม่สะอาดดีพอจึงทำให้มีปริมาณการตกค้างของ Sodium hydroxide ในปริมาณที่สูงกว่าในกลุ่มการทดลองกลุ่มอื่น กระเพาะโคที่ผ่านกระบวนการล้างจนขาวสะอาดจากตลาดหากไม่แน่ใจในความปลอดภัยในการตกค้างของสารเคมีก็ควรหลีกเลี่ยงในการนำมาบริโภค แต่ถ้าหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ก่อนที่

จะนำกระเพาะอาหารโคที่ผ่านกระบวนการล้างจนขาวสะอาดจากตลาดมาบริโภค ควรจะล้างทำความสะอาดหลายๆ รอบเพื่อเป็นการลดสารเคมีที่อาจตกค้างจากกระบวนการล้างทำความสะอาดในกระเพาะอาหารโค

ตารางที่ 7 แสดงผลการตรวจสอบสารเคมีที่มีการตกค้างในกระเพาะอาหาร โคหัดหลังจากผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดในแต่ละกลุ่มการทดลอง

กลุ่มทดลอง	Sodium hydroxide (ml/L)				Sulfur dioxide (mg/kg)				Formaldehyde				Borax		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ไม่พบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กลุ่มที่ 1 (T1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กลุ่มที่ 2 (T2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กลุ่มที่ 3 (T3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กลุ่มที่ 4 (T4)	28	30	32	30.00 ^b ± 2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กลุ่มที่ 5 (T5)	34	32	38	34.67 ^b ± 3.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กลุ่มที่ 6 (T6)	32	36	35	34.33 ^b ± 2.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กลุ่มที่ 7 (T7)	43	37	46	42.00 ^a ± 4.58	2.33	2.50	2.91	2.58	พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

^{a, b} อักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

- T1 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด
- T2 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด
- T3 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด
- T4 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และเช้โซดาไฟ
- T1 – T3 ไม่ได้รับการตรวจสอบ Sodium hydroxide (โซดาไฟ) เนื่องจากไม่มีการใช้โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาดกระเพาะโค
- T5 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และเช้โซดาไฟ
- T6 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และเช้โซดาไฟ
- T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด
- T1 – T6 ไม่ได้รับการตรวจสอบ Sulfur dioxide (สารฟอกขาว), Formaldehyde (สารฟอร์มาลดีไฮด์) และBorax (สารบอแรกซ์) เนื่องจากกระเพาะโคที่ทดลองนำมาจากโคไทยพื้นเมือง ดังนั้นจึงไม่มีสารดังกล่าว ตกค้างในกระเพาะโค

3. คุณภาพทางด้านกายภาพ

3.1 ผลของค่าแรงตัดผ่าน (kg) ของกระเพาะโคในส่วนของกระเพาะสามลิบกليب (Omasum) กระเพาะผ้าจี๊ว (Rumen) และกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) โดยใช้หัววัดแบบตัด (cutting)

ตารางที่ 8 แสดงค่าแรงตัดผ่าน (kg) ของกระเพาะโคในส่วนของกระเพาะสามลิบกลิป (Omasum) กระเพาะผ้าจี๊ว (Rumen) และกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ที่ผ่านวิธีการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

กลุ่มทดลอง	กระเพาะสามลิบกลิป (kg)	กระเพาะผ้าจี๊ว (kg)	กระเพาะรังผึ้ง (kg)
กลุ่มที่ 1 (T1)	10.07 ^a ± 1.37	21.63 ^a ± 0.36	19.73 ^a ± 1.09
กลุ่มที่ 2 (T2)	9.70 ^a ± 1.33	21.04 ^a ± 0.38	19.09 ^a ± 1.76
กลุ่มที่ 3 (T3)	9.62 ^a ± 1.18	21.50 ^a ± 0.40	19.26 ^a ± 8.35
กลุ่มที่ 4 (T4)	5.69 ^b ± 0.32	12.46 ^{bc} ± 0.33	12.54 ^b ± 1.62
กลุ่มที่ 5 (T5)	5.25 ^b ± 0.81	12.92 ^{bc} ± 0.38	13.04 ^b ± 0.77
กลุ่มที่ 6 (T6)	4.94 ^b ± 0.20	12.99 ^b ± 0.52	13.22 ^b ± 0.48
กลุ่มที่ 7 (T7)	4.40 ^b ± 0.48	12.34 ^c ± 0.32	-

^{a, b, c} อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

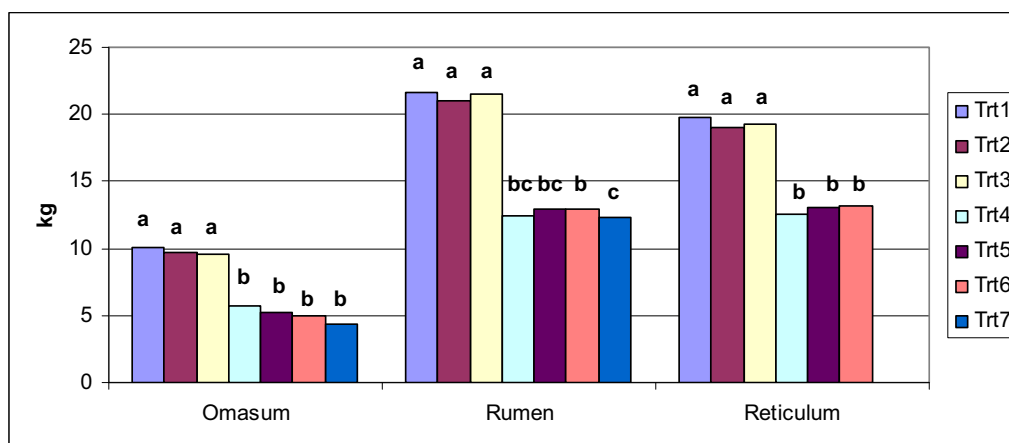
T3 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะ โคทางการค้าจากตลาด



ภาพที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่าน (kg) กระเพาะโคที่ผ่านวิธีการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของกระเพาะอาหารโคที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน โดยใช้เครื่อง Instron Universal Testing Machine เพื่อวัดค่าแรงตัดผ่านกระเพาะโคโดยใช้หัววัดแบบตัด (cutting) พบว่าค่าแรงตัดผ่านมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 8) โดยกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่ผ่านการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด พบว่ามีค่าแรงตัดผ่านที่สูงกว่ากระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 5 และกลุ่มทดลองที่ 6 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่มีการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจากตลาด ในส่วนของกระเพาะสามสิบกลีบ มีค่าแรงตัดผ่านไม่ต่างจากในกลุ่มที่มีการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด (ภาพที่ 1) ซึ่งจากการสังเกตจะเห็นลักษณะของกระเพาะทั้ง 3 ส่วนที่ผ่านการแช่โซดาไฟจะมีลักษณะที่พองและกรอบมากกว่าในกลุ่มที่ไม่มีการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด (ดังภาพที่ 2-4)



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของเนื้อเยื่อกระเพาะส่วนผ่าจั่ว (Rumen) ที่ไม่ได้แช่โซดาไฟกับแช่โซดาไฟตามลำดับ



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของเนื้อเยื่อกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) ที่ไม่ได้แช่โซดาไฟกับแช่โซดาไฟตามลำดับ



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของเนื้อเยื่อกระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) ที่ไม่ได้แช่โซดาไฟกับแช่โซดาไฟตามลำดับ

3.2 ผลของค่าวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของกระเพาะอาหารในส่วน of กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum) กระเพาะผ้าจี๊ว (Rumen) และกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum) โดยใช้หัววัดแบบกด

3.2.1 ผลของค่าวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของกระเพาะอาหารในส่วน of กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum)

ตารางที่ 9 แสดงค่าการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของกระเพาะอาหารโคในส่วน of กระเพาะสามสิบกลีบ (Omasum)

กลุ่มทดลอง	Hardness (kg)	Cohesiveness	Gumminess (kg)	Springiness (mm)	Chewiness (kg.mm)
กลุ่มที่ 1 (T1)	24.19 ^a ± 7.10	0.60 ^a ± 0.07	14.30 ^a ± 5.18	2.25 ^c ± 0.27	30.69 ^a ± 8.92
กลุ่มที่ 2 (T2)	16.72 ^{bc} ± 6.54	0.53 ^{ab} ± 0.03	9.14 ^b ± 4.03	2.38 ^{bc} ± 0.42	19.59 ^b ± 5.88
กลุ่มที่ 3 (T3)	17.80 ^{ab} ± 5.00	0.53 ^{ab} ± 0.07	9.61 ^b ± 3.73	2.52 ^{bc} ± 0.71	23.09 ^{ab} ± 10.56
กลุ่มที่ 4 (T4)	11.34 ^{bcd} ± 3.11	0.40 ^{cd} ± 0.06	4.34 ^c ± 0.54	3.21 ^{ab} ± 0.47	14.00 ^b ± 2.28
กลุ่มที่ 5 (T5)	9.84 ^{cd} ± 2.40	0.44 ^{bc} ± 0.03	3.99 ^c ± 1.59	3.37 ^{ab} ± 0.23	13.08 ^b ± 5.17
กลุ่มที่ 6 (T6)	9.06 ^d ± 1.78	0.39 ^{cd} ± 0.06	3.43 ^c ± 0.94	3.75 ^a ± 0.50	12.91 ^b ± 3.49
กลุ่มที่ 7 (T7)	10.06 ^{cd} ± 1.53	0.30 ^d ± 0.10	3.02 ^c ± 0.96	4.07 ^a ± 1.21	12.51 ^b ± 7.47

a,b,c,d อักษรที่ต่างกันแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

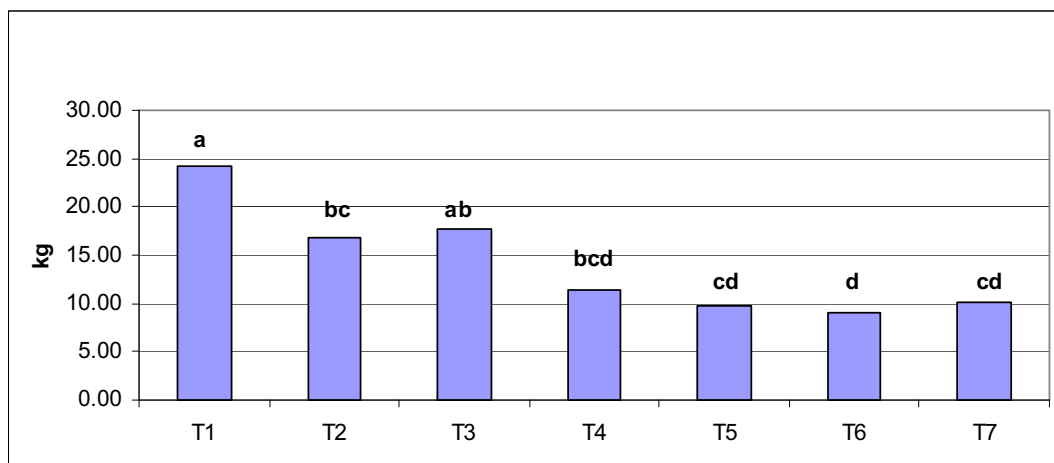
* Hardness หมายถึง ค่าความแข็ง

Cohesiveness หมายถึง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน

Gumminess หมายถึง ความเหนียว

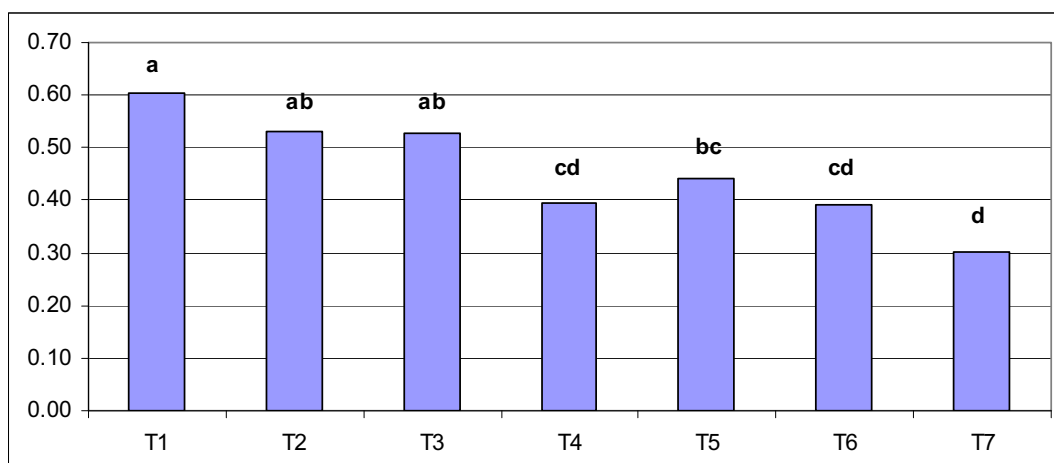
Springiness หมายถึง ความยืดหยุ่น

Chewiness หมายถึง ความทนต่อการเคี้ยว



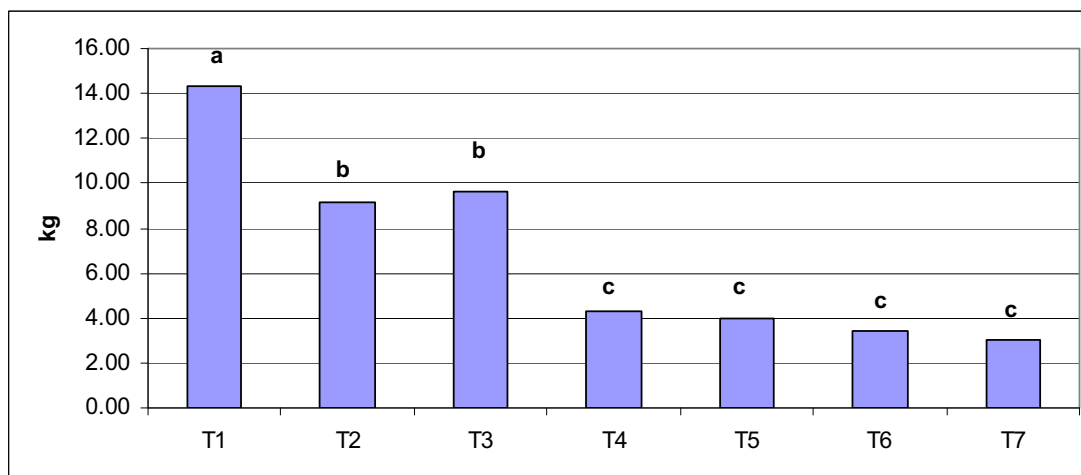
ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความแข็ง (Hardness) (kg) ของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ (Omasum)

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของกระเพาะอาหารโคที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ (Omasum) ค่าความแข็ง (Hardness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุด 24.19 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ในส่วนของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ มีความแข็งมากที่สุดหรือใช้แรงมากที่สุดที่ทำให้ตัวอย่างเสียรูป แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 17.80 กิโลกรัม และพบว่าในกลุ่มทดลองที่ 6 มีค่าความแข็งน้อยที่สุด 9.06 กิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 5 และกลุ่มทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่า 11.34, 9.84 และ 10.06 กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 5) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงเคี้ยวของมนุษย์ แสดงว่ากลุ่มทดลองที่ 1 จะต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 3 ส่วนกลุ่มที่ใช้แรงเคี้ยวน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ 6 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 4, 5 และ 7



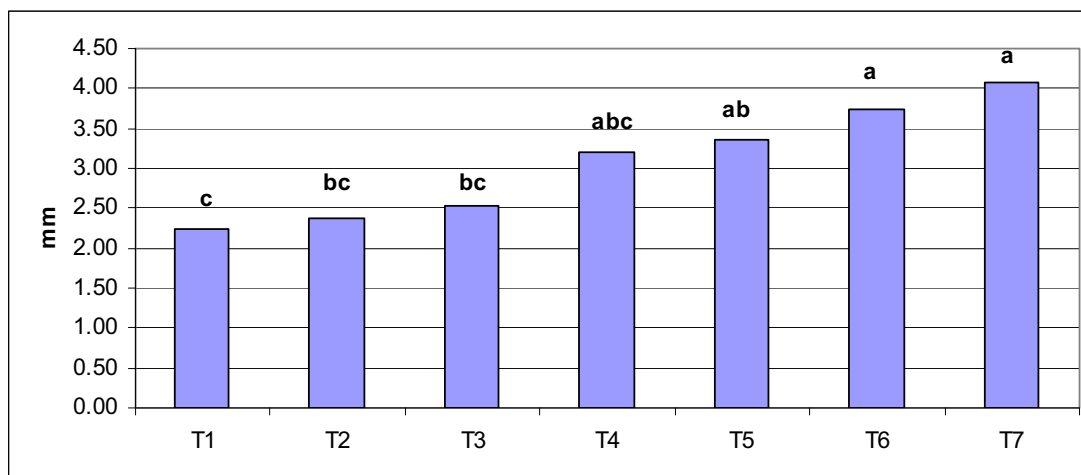
ภาพที่ 6 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ (Omasum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ ในด้านความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่ามากที่สุด 0.60 แสดงให้เห็นว่ามีความแข็งแรงของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในสูง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากันคือ 0.53 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 มีค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน น้อยที่สุดคือ 0.30 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4 และกลุ่มทดลองที่ 6 (ภาพที่ 6) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ต้องใช้เวลาในการเคี้ยวนาน และยากที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในสูงที่สุด และค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3



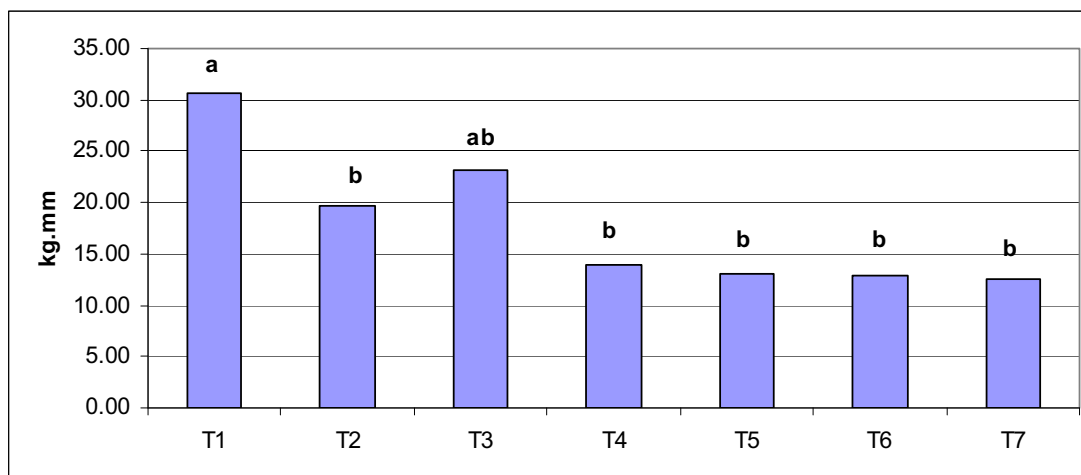
ภาพที่ 7 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความเหนียว (Gumminess) (kg) ของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ (Omasum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ ในด้านความเหนียว (Gumminess) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากค่าความเหนียว มีความสอดคล้องกับค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ดังนั้นผลที่ได้ในกลุ่มทดลองที่ 1 จึงมีค่าความเหนียว สูงที่สุด 14.30 กิโลกรัม ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 มีค่าความเหนียวน้อยที่สุด 3.02 กิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 5 และกลุ่มทดลองที่ 6 ซึ่งมีค่า 4.34, 3.99, 3.43 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกันกับค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ในแต่ละกลุ่มทดลอง (ภาพที่ 7) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับภาระการเคี้ยวของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด และเคี้ยวนานมากที่สุดเนื่องจากมีความเหนียวมากที่สุด ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 7 ต้องใช้แรงในการเคี้ยวน้อยที่สุด และเคี้ยวนานน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4, 5 และ 6



ภาพที่ 8 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความยืดหยุ่น (Springiness) (mm) ของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ (Omasum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบในด้านความยืดหยุ่น (Springiness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มทดลองที่มีค่าด้านความยืดหยุ่น สูงที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 4.07 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่ามีลักษณะการคืนรูปของตัวอย่างหลังจากถูกกดสูง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากกลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 5 และกลุ่มทดลองที่ 6 ซึ่งมีค่า 3.21, 3.37 และ 3.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มทดลองที่มีค่าด้านความยืดหยุ่นน้อยที่สุดคือกลุ่มทดลองที่ 1 (ภาพที่ 8) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีการยืดหยุ่น หรือการคืนตัวของตัวอย่างหลังจากการกดน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3



ภาพที่ 9 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) (kg.mm) ของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ (Omasum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนสามสิบกลีบ ในด้านความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าความทนต่อการเคี้ยวจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเหนียว (Gumminess) ดังนั้น ในกลุ่มทดลองที่ 1 จึงมีค่าความทนต่อการเคี้ยวสูงที่สุดคือ 30.69 กิโลกรัม มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเหนียวแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 3 ส่วนในกลุ่มที่มีค่าความทนต่อการเคี้ยวต่ำที่สุดคือ ในกลุ่มทดลองที่ 7 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 5 และกลุ่มทดลองที่ 6 (ภาพที่ 9) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับเคี้ยวของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลาการเคี้ยวมากที่สุดจนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 3

3.2.2 ผลของค่าวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของ กระเพาะอาหารในส่วนของกระเพาะส่วนผ้าจี๊ว (Rumen)

ตารางที่ 9 แสดงค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของกระเพาะอาหารโคในส่วน
ของกระเพาะส่วนผ้าจี๊ว (Rumen)

กลุ่มทดลอง	Hardness (kg)	Cohesiveness	Gumminess (kg)	Springiness (mm)	Chewiness (kg.mm)
กลุ่มที่ 1 (T1)	24.15a ± 8.40	0.72a ± 0.03	17.29a ± 6.02	2.17ab ± 0.32	35.20a ± 8.78
กลุ่มที่ 2 (T2)	22.18a ± 1.85	0.65ab ± 0.10	14.29a ± 1.88	2.19ab ± 0.39	32.85a ± 7.25
กลุ่มที่ 3 (T3)	25.96a ± 5.85	0.64ab ± 0.06	16.56a ± 5.12	1.91b ± 0.26	32.42a ± 13.18
กลุ่มที่ 4 (T4)	8.26b ± 3.16	0.46c ± 0.18	3.56b ± 0.77	2.57ab ± 0.51	8.80b ± 4.10
กลุ่มที่ 5 (T5)	7.34b ± 4.15	0.49bc ± 0.11	3.32b ± 1.76	2.82a ± 0.78	9.89b ± 6.49
กลุ่มที่ 6 (T6)	9.49b ± 4.88	0.54bc ± 0.07	5.47b ± 3.05	2.77a ± 0.80	14.84b ± 7.98
กลุ่มที่ 7 (T7)	7.73b ± 2.88	0.50bc ± 0.08	3.69b ± 0.86	2.97a ± 0.18	11.12b ± 3.20

^{a, b, c} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่
โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่
โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

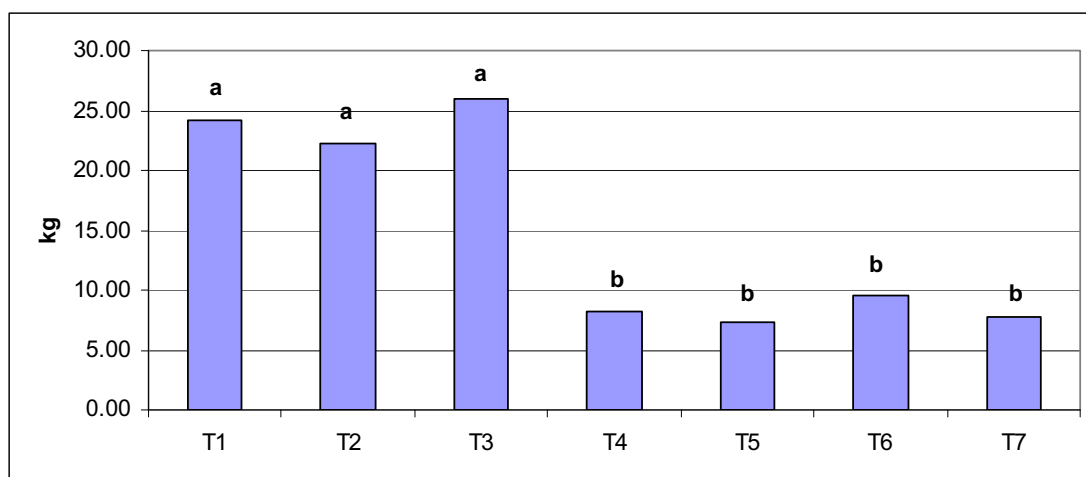
* Hardness หมายถึง ค่าความแข็ง

Cohesiveness หมายถึง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน

Gumminess หมายถึง ความเหนียว

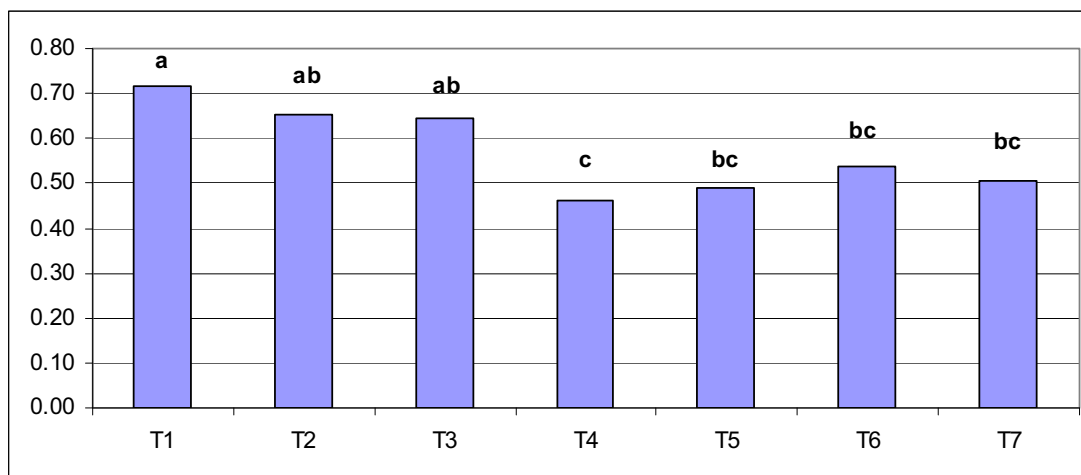
Springiness หมายถึง ความยืดหยุ่น

Chewiness หมายถึง ความทนต่อการเคี้ยว



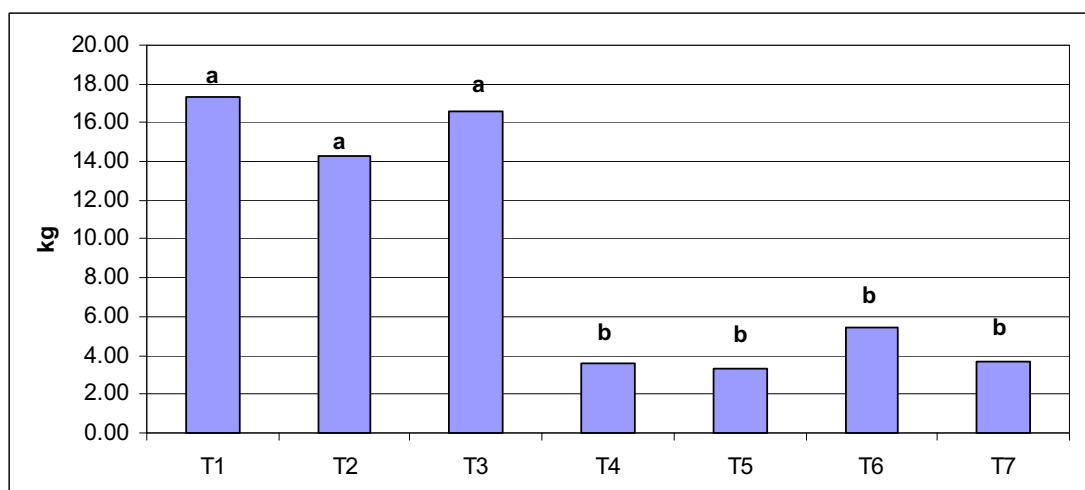
ภาพที่ 10 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความแข็ง (Hardness) (kg) ของกระเพาะส่วนผ้าจี๊รว (Rumen)

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของกระเพาะอาหารโคที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนผ้าจี๊รว (Rumen) ในด้านความแข็ง (Hardness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าความแข็ง สูงที่สุด 22.18 กิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่า 24.15 และ 25.96 กิโลกรัมตามลำดับ และในกลุ่มทดลองที่มีค่าความแข็ง น้อยที่สุดคือกลุ่มทดลองที่ 5 ที่มีค่าความแข็ง เท่ากับ 7.34 กิโลกรัม แต่ก็ไม่ได้แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 6 และกลุ่มทดลองที่ 7 (ภาพที่ 10) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงเคี้ยวของมนุษย์ แสดงว่ากลุ่มทดลองที่ 3 จะต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 ส่วนกลุ่มที่ใช้แรงเคี้ยว น้อยที่สุดคือกลุ่มที่ 5 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 4, 6 และ 7



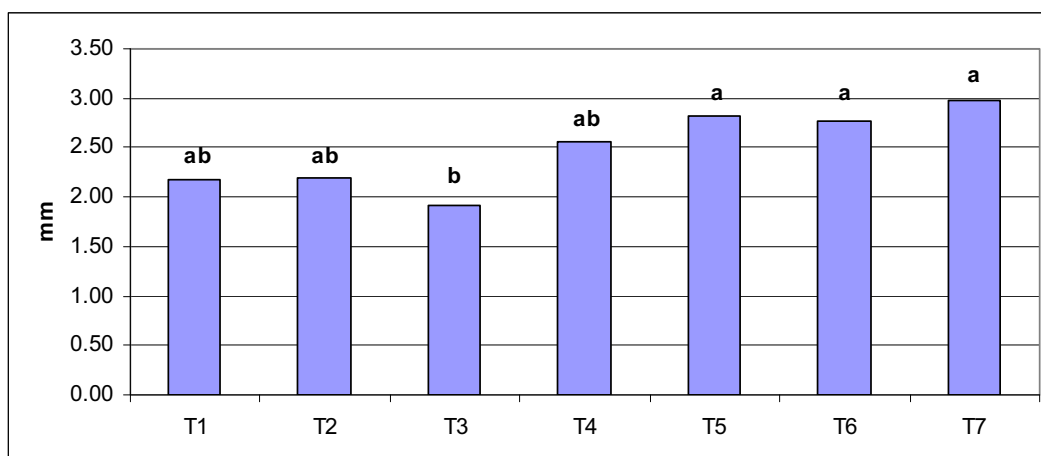
ภาพที่ 11 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ของกระเพาะส่วนผ้าชีรีว (Rumen)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนผ้าชีรีว ในด้านความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่ามากที่สุด 0.72 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.65 และ 0.64 ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มทดลองที่มีค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน น้อยที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 4 มีค่า 0.46 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 5 กลุ่มทดลองที่ 6 และกลุ่มทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่า 0.49, 0.54, 0.50 ตามลำดับ (ภาพที่ 11) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ต้องใช้เวลาในการเคี้ยวนาน และยากที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในสูงที่สุด และค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3



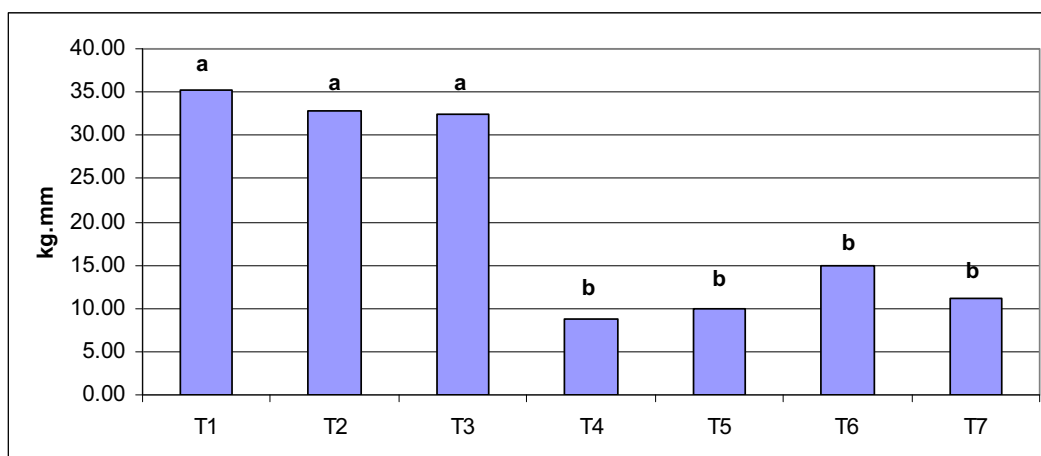
ภาพที่ 12 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความเหนียว (Gumminess) (kg) ของกระเพาะส่วนผ้าขี้ริ้ว (Rumen)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนผ้าขี้ริ้ว ในด้านความเหนียว (Gumminess) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าความเหนียว สูงที่สุดคือ 17.29 กิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับในกลุ่มทดลองที่ 2 และในกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่า 14.29 และ 16.56 กิโลกรัมตามลำดับ ส่วนในกลุ่มทดลองที่มีค่าความเหนียว น้อยที่สุดคือในกลุ่มทดลองที่ 5 มีค่าความเหนียว 3.32 กิโลกรัม และไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4, กลุ่มทดลองที่ 6 และกลุ่มทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่า 3.56, 5.47 และ 3.69 กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 12) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด และเคี้ยวนานมากที่สุดเนื่องจากมีความเหนียวมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 5 ต้องใช้แรงในการเคี้ยวน้อยที่สุด และเคี้ยวนานน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4, 6 และ 7



ภาพที่ 13 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความยืดหยุ่น (Springiness) (mm) ของกระเพาะส่วนผ้าจี๊ว (Rumen)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนผ้าจี๊ว ในด้านความยืดหยุ่น (Springiness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มทดลองที่มีค่าความยืดหยุ่นน้อยที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.91 มิลลิเมตร ส่วนในกลุ่มทดลองอื่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 13) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 3 มีการยืดหยุ่น หรือการคืนตัวของตัวอย่างหลังจากการกดน้อยที่สุด



ภาพที่ 14 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) (kg.mm) ของกระเพาะส่วนผ้าชีรีว (Rumen)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนผ้าชีรีว ในด้านความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ค่าความทนต่อการเคี้ยว ในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุดคือ 35.20 กิโลกรัมมิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่า 32.85 และ 32.42 กิโลกรัมมิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มทดลองที่มีค่าความทนต่อการเคี้ยวต่ำที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 4 คือมีค่า 8.80 กิโลกรัมมิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 5 กลุ่มทดลองที่ 6 และกลุ่มทดลองที่ 7 (ภาพที่ 14) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการเคี้ยวของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการเคี้ยวบดตัวอย่างจนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 4 เป็นกลุ่มทดลองที่ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดในการเคี้ยวบดตัวอย่างจนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้

3.2.3 ผลของค่าวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของกระเพาะอาหารในส่วนของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum)

ตารางที่ 10 แสดงค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของกระเพาะอาหารโคในส่วนของกระเพาะรังผึ้ง (Reticulum)

กลุ่มทดลอง	Hardness (kg)	Cohesiveness	Gumminess (kg)	Springiness (mm)	Chewiness (kg.mm)
กลุ่มที่ 1 (T1)	10.90a ± 6.40	0.69a ± 0.06	7.51a ± 4.59	2.11 ± 0.63	17.50a ± 14.46
กลุ่มที่ 2 (T2)	5.62ab ± 4.34	0.67a ± 0.06	3.70ab ± 2.67	2.54 ± 0.87	8.91ab ± 5.34
กลุ่มที่ 3 (T3)	5.30ab ± 4.86	0.65a ± 0.06	3.42b ± 2.96	2.46 ± 0.24	8.11ab ± 6.15
กลุ่มที่ 4 (T4)	2.25b ± 1.85	0.55b ± 0.03	1.22b ± 1.03	2.65 ± 0.40	3.44b ± 3.06
กลุ่มที่ 5 (T5)	2.27b ± 1.28	0.54b ± 0.07	1.24b ± 0.74	2.81 ± 1.11	3.36b ± 1.72
กลุ่มที่ 6 (T6)	2.77b ± 2.79	0.60ab ± 0.06	1.40b ± 1.12	3.23 ± 0.91	4.28b ± 2.83
กลุ่มที่ 7 (T7)	NA	NA	NA	NA	NA

^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

NA = Not Analysis

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด

T2 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด

T3 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด

T4 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ

T5 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่โซดาไฟ

T6 คือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาต้ม และแช่โซดาไฟ

T7 คือ กลุ่มตัวอย่างกระเพาะ โคทางการค้าจากตลาด

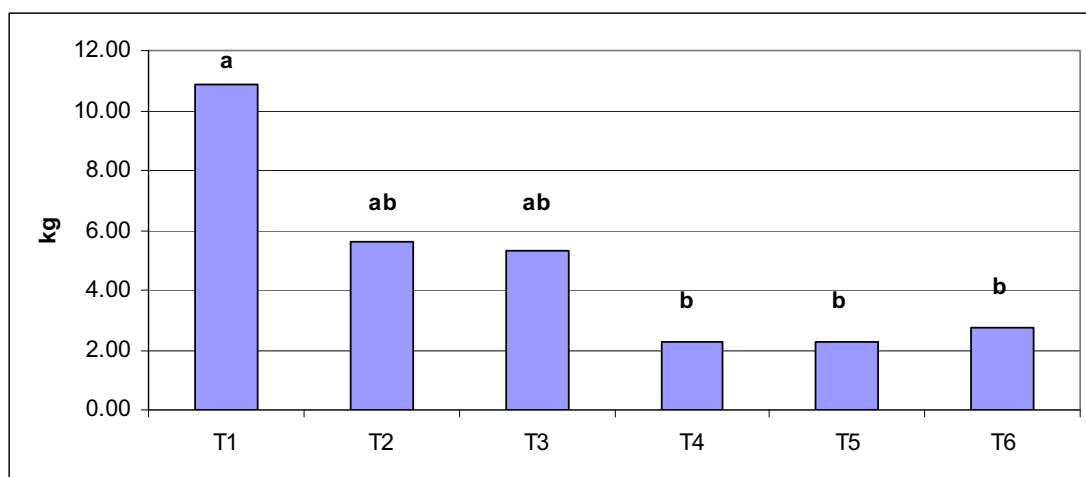
* Hardness หมายถึง ค่าความแข็ง

Cohesiveness หมายถึง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน

Gumminess หมายถึง ความเหนียว

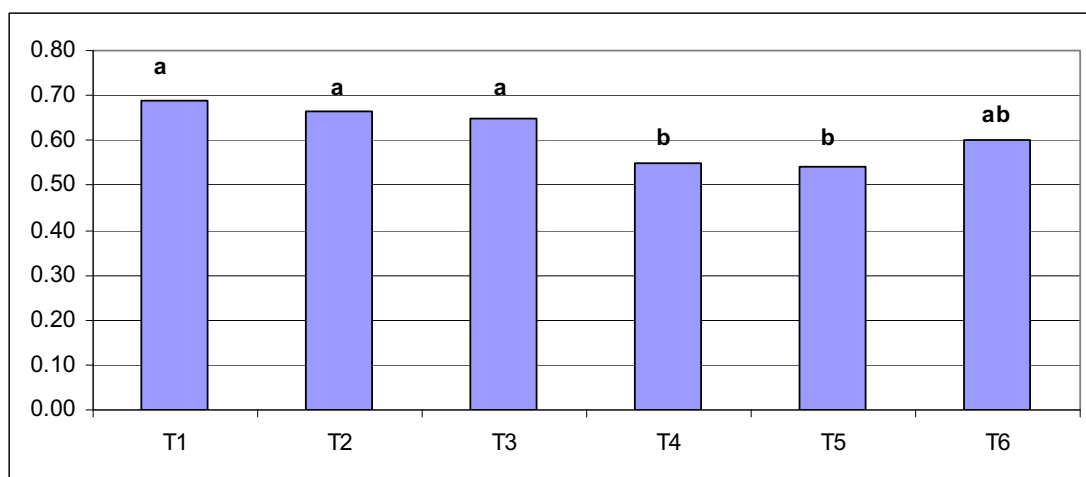
Springiness หมายถึง ความยืดหยุ่น

Chewiness หมายถึง ความทนต่อการเคี้ยว



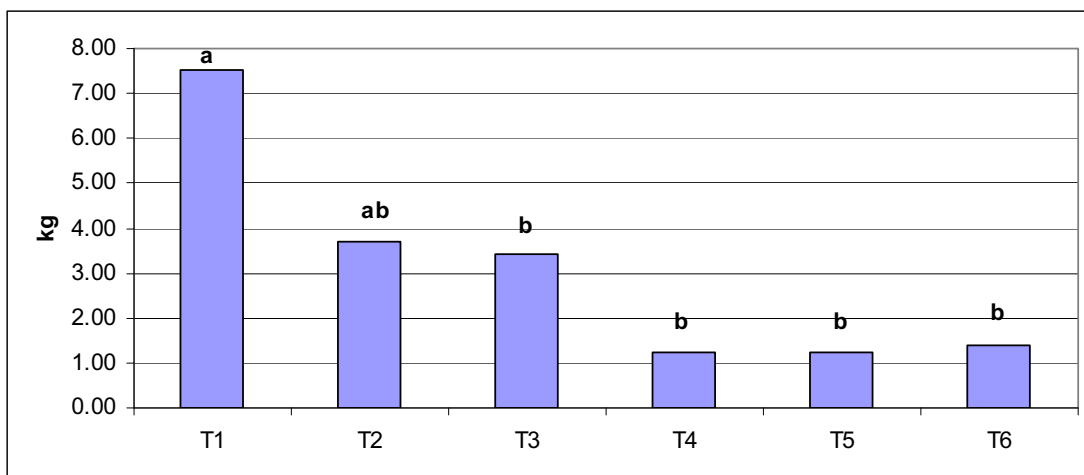
ภาพที่ 15 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความแข็ง (Hardness) (kg) ของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum)

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของกระเพาะอาหารโคที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดที่ต่างกัน พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum) ในด้านความแข็ง (Hardness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าความแข็ง สูงที่สุดคือ 10.90 กิโลกรัม และกลุ่มทดลองที่มีค่าความแข็งน้อยที่สุดคือกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่า 2.25 กิโลกรัม (ภาพที่ 15) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงเคี้ยวของมนุษย์ แสดงว่ากลุ่มทดลองที่ 1 จะต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ส่วนกลุ่มที่ใช้แรงเคี้ยวน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ 4 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 5 และ 6



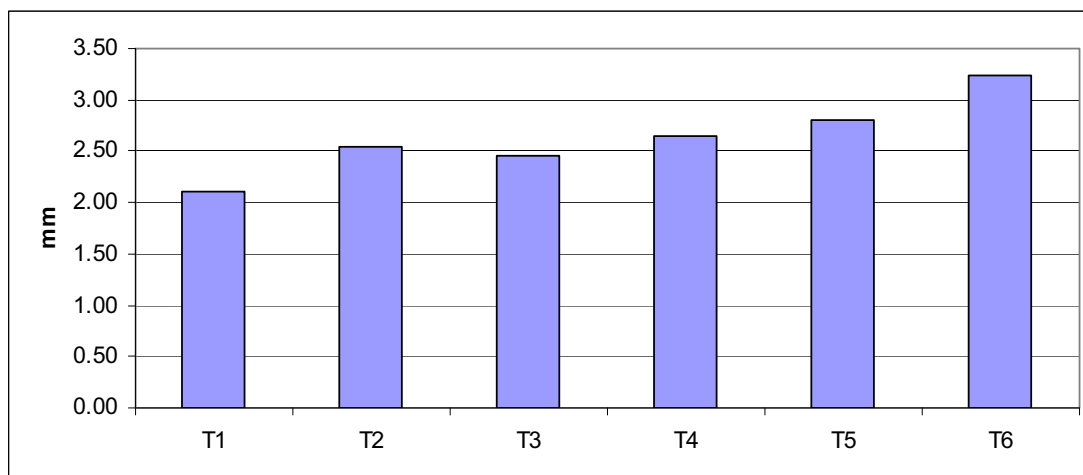
ภาพที่ 16 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนส่วนรังผึ้ง ในด้านความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่ามากที่สุด 0.69 และในกลุ่มทดลองที่มีค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันน้อยที่สุดคือกลุ่มทดลองที่ 5 มีค่า 0.54 (ภาพที่ 16) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ต้องใช้เวลาในการเคี้ยวนาน และยากที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในสูงที่สุด และค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2, 3 และ 6



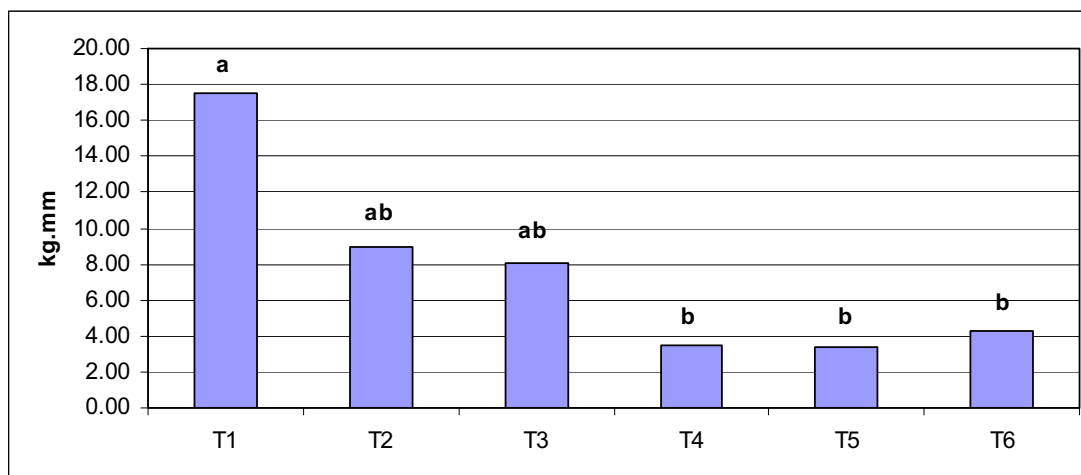
ภาพที่ 17 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าความเหนียว (Gumminess) (kg) ของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนรังผึ้ง ในด้านความเหนียว (Gumminess) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าความเหนียวสูงที่สุด คือมีค่า 7.51 กิโลกรัม ส่วนกลุ่มทดลองที่มีค่าความเหนียน้อยที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 4 มีค่า 1.22 กิโลกรัม (ภาพที่ 17) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับภาระเคี้ยวของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากที่สุด และเคี้ยวนานมากที่สุดเนื่องจากมีความเหนียวมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 4 ต้องใช้แรงในการเคี้ยวน้อยที่สุด และเคี้ยวนานน้อยที่สุด



ภาพที่ 18 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความยืดหยุ่น (Springiness) (mm) ของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนรังผึ้ง ในด้านความยืดหยุ่น (Springiness) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยกลุ่มทดลองที่มีค่าความยืดหยุ่นน้อยที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ 2.11 มิลลิเมตร และกลุ่มทดลองที่มีค่าความยืดหยุ่นมากที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 6 ซึ่งมีค่า 3.23 มิลลิเมตร (ภาพที่ 18) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีการยืดหยุ่น หรือการคืนตัวของตัวอย่างหลังจากการกดน้อยที่สุด



ภาพที่ 19 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) (kg.mm) ของกระเพาะส่วนรังผึ้ง (Reticulum)

ในลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของกระเพาะส่วนรังผึ้ง ในด้านความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ค่าความทนต่อการเคี้ยวในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุดคือ 17.50 กิโลกรัมมิลลิเมตร และกลุ่มทดลองที่มีค่าความทนต่อการเคี้ยวต่ำที่สุดคือ กลุ่มทดลองที่ 5 มีค่า 3.36 กิโลกรัมมิลลิเมตร (ภาพที่ 19) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลการเคี้ยวของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการเคี้ยวบดตัวอย่างจนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 5 เป็นกลุ่มทดลองที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเคี้ยวบดตัวอย่างจนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 4 และ 6

จากผลการทดลองจากกระเพาะทั้ง 3 ส่วนจะมีผลที่ต่างกันโดยกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ไม่ผ่านการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด (กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3) จะมีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) สูงกว่าในกลุ่มทดลองที่ผ่านการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด และกลุ่มตัวอย่างจากตลาด (กลุ่มทดลองที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 5 กลุ่มทดลองที่ 6 และกลุ่มทดลองที่ 7) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่ากระเพาะอาหารในกลุ่มทดลองที่ผ่านการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างจะมีความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยวที่น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ไม่ได้แช่โซดาไฟ ซึ่งอาจเกิดจากค่าความเป็นด่างที่สูงของโซดาไฟในขั้นตอนการแช่ เพราะค่าความเป็นกรดหรือด่างที่สูงจะไปทำลายโครงสร้างของเนื้อเยื่อกระเพาะอาหาร ทำให้โครงสร้างโปรตีนของ

เนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลง (Charies, 2003) ดังนั้นค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยว จึงมีค่าลดลง ทำให้เมื่อเคี้ยวแล้วจึงมีความรู้สึกที่กรอบ นุ่ม ยืดหยุ่น กว่ากลุ่มทดลองที่ไม่ได้แช่โซดาไฟ

4. การประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) นับว่ามีบทบาทสำคัญมากในงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมเกษตรโดยเฉพาะในด้านอาหาร รวมทั้งมีความสำคัญต่องานด้านเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วย ตลอดจนได้เข้าไปมีบทบาทในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เพราะเป็นเครื่องมือที่แสดงออกโดยทางอ้อมได้ชัดเจน เช่นรสชาติ กลิ่น สี และลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่อมีการบริโภคอาหาร ความรู้สึกที่ซับซ้อนที่เกิดเนื่องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสนี้ อาจทำการประเมินโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวนมากหรือจำนวนน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน ซึ่งทั้งนี้ในการวิจัยได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์จากหนังโค ได้แก่ กระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบที่ผ่านการล้างทำความสะอาดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน จำนวน 6 วิธี เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ได้แก่ กระเพาะโคที่ซื้อมาจากทางการค้า ให้กับผู้บริโภค และได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสของกระเพาะไค ส่วนสามสิบกลีบ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	กลุ่มทดลอง						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
ลักษณะที่ปรากฏ ¹	1.73 ^c ±0.94	2.83 ^b ±0.85	1.98 ^{de} ±1.10	2.86 ^b ±0.84	2.54 ^c ±0.88	2.19 ^d ±0.76	4.13 ^a ±0.87
กลิ่นและรสชาติ ¹	2.40 ^b ±0.73	2.51 ^b ±0.84	2.38 ^b ±0.89	2.67 ^b ±0.92	2.71 ^b ±0.96	2.71 ^b ±0.89	3.54 ^a ±0.89
ลักษณะเนื้อสัมผัส							
-ความยืดหยุ่น ^ก	2.70 ^c ±1.35	3.32 ^{ab} ±1.20	3.32 ^{ab} ±1.23	3.39 ^a ±1.00	2.89 ^{bc} ±1.03	2.56 ^c ±1.10	3.37 ^a ±1.37
-ความหนึบ ^ง	3.81 ^a ±1.03	3.30 ^b ±0.71	3.37 ^b ±0.75	2.92 ^c ±0.94	2.73 ^c ±0.79	2.41 ^d ±1.01	2.33 ^d ±0.88
-ความเหนียว-กรอบ ^ข	1.95 ^d ±0.96	2.86 ^c ±1.11	2.95 ^c ±0.99	3.49 ^b ±0.95	3.62 ^b ±0.75	3.56 ^b ±0.82	4.48 ^a ±0.64
ความพอใจโดยรวม ^ข	2.41 ^c ±0.98	3.06 ^b ±1.11	3.11 ^b ±0.84	3.32 ^b ±1.03	3.25 ^b ±0.97	3.33 ^b ±1.05	3.92 ^a ±0.96

^{a b c d} อักษรที่ต่างกัน ในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ย (P<0.05)

หมายเหตุ

- T1= กลุ่มที่ถูกลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที (ชุดควบคุม)
- T2= กลุ่มที่ล้างโดยนํ้าปูนใส แล้วนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที
- T3= กลุ่มที่ล้างโดยนํ้าปูนขาว แล้วนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที
- T4= กลุ่มที่ล้างโดยนํ้าร้อน แล้วนำไปแช่สารละลายโซดาไฟ จากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที
- T5= กลุ่มที่ล้างโดยนํ้าปูนใส แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟ จากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที
- T6 = กระเพาะไคที่ล้างโดยนํ้าปูนขาว แล้วนำมาแช่สารละลายโซดาไฟ 20 นาที จากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที
- T7 = กระเพาะไคทางการค้า

ระดับความพอใจของลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-5)

ก. ลักษณะที่ปรากฏ (appearance)	ข. กลิ่นและรสชาติ (flavor)	ค. ความยืดหยุ่น (springiness)	ง. ความหนึบ (chewiness)	จ. ความเหนียว-กรอบ (brittleness)
1 = เหลืองคล้ำ	1 = ไม่ชอบมาก	1 = ไม่แข็ง	1 = น้อยมาก	1 = เหนียวมาก
2 = เหลือง	2 = ไม่ชอบ	2 = เด้งนิดหน่อย	2 = น้อย	2 = เหนียว
3 = พอดี	3 = เฉยๆ	3 = ปานกลาง	3 = ปานกลาง	3 = ปานกลาง
4 = ขาว	4 = ชอบ	4 = ค่อนข้างดี	4 = มาก	4 = กรอบ
5 = ขาวมาก	5 = ชอบมาก	5 = ค่อนข้างดี เด่นมาก	5 = มากที่สุด	5 = กรอบมาก

ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance and Color)

ลักษณะที่ปรากฏของกระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบของกลุ่มทดลองที่ 1 และ 3 มีระดับคะแนนที่ต่ำ โดยมีคะแนน 1-2 ส่วนคะแนนระดับความพอใจระดับที่ 2-3 คือกระเพาะโคมีสีเหลืองพอดีในกลุ่มทดลองที่ 2, 4, 5 และ 6 ส่วนระดับคะแนนความพอใจที่ 4-5 คือกระเพาะโคมีสีขาวถึงขาวมาก ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 7 ที่เป็นกระเพาะที่มาจากทางการค้า เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการล้างทำความสะอาดของแต่ละกลุ่มทดลอง ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า กระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบที่ผ่านขบวนการล้างทำความสะอาดแบบลวกน้ำร้อนอย่างเดียวจะมีสีเหลืองคล้ำมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ยกเว้น กลุ่มทดลองที่ 3 ที่แช่น้ำปูนใสแล้วนำไปลวกน้ำร้อน ซึ่งทั้งนี้กลุ่มทดลองกระเพาะโคจะมีลักษณะสีของกระเพาะโคอยู่ในระดับขาว

กลิ่นและรสชาติ (Flavor)

กลิ่นและรสชาติของกระเพาะโคโดยวัดจากระดับความพอใจของผู้บริโภค คะแนนระดับที่ 1 ไม่ชอบมาก คือผู้บริโภคไม่ชอบกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ล้างด้วยน้ำร้อนอย่างเดียว ส่วนคะแนนระดับที่ 2 คือ ผู้บริโภคไม่ชอบกระเพาะโคในกลุ่มทดลอง ที่ 1 ถึง 6 ส่วนคะแนนระดับที่ 3 คือ ผู้บริโภครู้สึกเฉยๆ กับกระเพาะโค ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า กระเพาะในกลุ่มทดลองที่ 7 เป็นกระเพาะโคที่มาจากทางการค้า มีคะแนนระดับความพอใจ เท่ากับ 3.54 คือผู้บริโภคมีความพอใจในระดับที่ 3 คือ เฉยๆ จนถึงชอบ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ที่ผู้บริโภคมีความพอใจในระดับที่ 2 ถึง 3 คือ มีความรู้สึกไม่ชอบจนถึงเฉยๆ ดังนั้นกลิ่นและรสชาติของกระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบที่ล้างด้วยวิธีการล้างที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี ให้ผลที่ไม่แตกต่างกับกระเพาะโคที่มาจากทางการค้า

ลักษณะเนื้อสัมผัส (Body and Texture)

ความยืดหยุ่น (springiness) หมายถึง อัตราของการคืนรูปของวัตถุหลังจากการถูกกด ซึ่งลักษณะความยืดหยุ่นของกระเพาะโคในส่วนสามสิบกลีบ โดยวัดจากคะแนนระดับความพอใจของผู้บริโภคในระดับที่ 1 คือกระเพาะโคไม่แข็งตัว ส่วนในระดับที่ 5 คือคืนตัวดี เด้งตัวดีมาก ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองที่ 4 และ 7 ผู้บริโภคให้คะแนนระดับความพอใจของกระเพาะโคว่ามีความคืนตัว เด้งได้ดีมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มทดลองที่ 1, 5 และ 6 ผู้บริโภคให้ระดับความพอใจของกระเพาะโคว่ามีความเด้งนิดหน่อย ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ผู้บริโภคให้ระดับความพอใจของกระเพาะโคว่ามีลักษณะความยืดหยุ่นปานกลาง ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัส มนส่วนของความยืดหยุ่น พบว่าผู้บริโภคให้ระดับคะแนนความพอใจกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 4 มากที่สุด เท่าๆ กับกระเพาะโคที่มาจากทางการค้า

ความหนึบ (chewiness) หมายถึง การทนต่อการเคี้ยวหรือแรงที่ใช้ในการบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูป ซึ่งลักษณะความหนึบของกระเพาะโคในส่วนสามสิบกลีบ โดยวัดจากคะแนนความพอใจของผู้บริโภคในระดับที่ 1 คือ แรงที่ใช้ในการเคี้ยวกระเพาะโคน้อยมาก ส่วนในระดับที่ 5 คือ แรงที่ใช้มากที่สุดในการเคี้ยวกระเพาะโค โดยจากผลการทดลอง พบว่า กระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 1 มีความเหนียวมากที่สุด จึงใช้แรงในการเคี้ยวมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ส่วน กลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 ผู้บริโภคมีคะแนนความพอใจในระดับที่ 3 คือ ใช้แรงในการเคี้ยวปานกลางจนถึงมาก ส่วนกลุ่มทดลองที่ 4, 5, 6 และ 7 ผู้บริโภคจะใช้แรงน้อยในการเคี้ยวกระเพาะโค

ความเหนียว-กรอบ (brittleness) หมายถึง ความเปราะของตัวอย่างหรือการแตกหักง่ายเมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก ซึ่งลักษณะความเหนียวของกระเพาะโคในส่วนสามสิบกลีบ โดยวัดจากคะแนนความพอใจของผู้บริโภคในระดับที่ 1 คือ กระเพาะโคมีความเหนียวมาก ส่วนในระดับที่ 5 คือ กระเพาะโคมีความเปราะมาก โดยที่จากผลการทดลองพบว่า กระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 7 จะมีความกรอบมากที่สุด ส่วนกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 4, 5 และ 6 มีความเหนียวกรอบในระดับปานกลางจนถึงกรอบ และในกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 มีความเหนียว ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 มีความเหนียวมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความพอใจโดยรวม (Overall acceptance)

ความพอใจโดยรวมของผู้บริโภคต่อกระเพาะโคในส่วนสามสิบกลีบ โดยในระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก จนถึง ระดับที่ 5 คือชอบมาก ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีคะแนนความพึงพอใจกระเพาะโคจากกลุ่มทดลองที่ 7 มากที่สุด โดยระดับความพอใจอยู่ที่มีความพอใจปานกลางจนถึงชอบ ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 ถึง กลุ่มทดลองที่ 6 ผู้บริโภคมีความพอใจรองลงมา โดยมีระดับคะแนนความพอใจปานกลาง ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 ผู้บริโภคมีความพอใจน้อยที่สุด อยู่ในระดับที่ ไม่ชอบ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังนั้นจากการทดลอง พบว่า กระเพาะโคที่ถูกล้างในกลุ่มทดลองที่ 2-6 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจ เมื่อเทียบกับกระเพาะโคที่มาจากทางการค้า ยกเว้นกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 1

จากผลการทดลองในด้านของลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบกระเพาะโคส่วนสามสิบกลีบในกลุ่มทดลองที่ 4 มากที่สุด คือกระเพาะโคที่ล้างโดยน้ำร้อน แล้วนำไปแช่สารละลายโซดาไฟ จากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 1 นาที จนทำให้มีลักษณะคล้ายกับกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 7 ที่มาจากทางการค้ามากที่สุด ดังนั้นกระเพาะโคในกลุ่มทดลองที่ 4 เป็นกระเพาะโคที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับกระเพาะโคที่จำหน่าย ตามท้องตลาดทั่วไป และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

สรุปผลการทดลอง

1. ผลการตรวจทางด้านเชื้อจุลินทรีย์พบว่ากลุ่มทดลองที่ 5 หรือกลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาลวกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และแช่โซดาไฟ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนกลุ่มทดลองที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงที่สุดคือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

2. ผลการตรวจทางด้านสารเคมีตกค้างพบว่าในกลุ่มทดลองที่ 7 หรือกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด มีการตกค้างของสารเคมี เช่น สาร Formaldehyde สาร Sulfur dioxide ซึ่งเป็นสารที่มีอันตรายต่อผู้บริโภค และในกลุ่มทดลองที่ 4, 5, 6 และ 7 มีการตรวจสอบพบสาร Sodium hydroxide ซึ่งเป็นสารเคมีที่ตกค้างจากโซดาไฟ

3. ผลการทดลองทางด้านกายภาพและการตรวจชิม พบว่า กระเพาะโคที่ผ่านกระบวนการล้างของกลุ่มทดลองที่ผ่านการแช่โซดาไฟ จะมีความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยวที่น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ไม่ได้แช่โซดาไฟ ซึ่งอาจเกิดจากค่าความเป็นด่างที่สูงของโซดาไฟในขั้นตอนการแช่ เพราะค่าความเป็นกรดหรือด่างที่สูงจะไปทำลายโครงสร้างของเนื้อเยื่อกระเพาะอาหาร ทำให้โครงสร้างโปรตีนของเนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยว จึงมีค่าลดลง ทำให้เมื่อเคี้ยวแล้วจึงมีความรู้สึกที่กรอบ นุ่ม ยืดหยุ่นกว่ากลุ่มทดลองที่ไม่ได้แช่โซดาไฟ ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจชิม โดยที่คะแนนความพอใจโดยรวมของผู้บริโภคมีความชอบในกลุ่มทดลองที่ 4 หรือ กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาดมากที่สุด

5. กลุ่มทดลองที่มีคุณภาพดี ทั้งทางด้านกายภาพ ทางด้านสารเคมีตกค้าง และทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งยังมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค คือกลุ่มทดลองที่ 4 หรือกลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟ ซึ่งจะทำให้คุณภาพเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด มีความใกล้เคียงมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำกระเพาะโคในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 มาทดลองขายเชิงพาณิชย์ เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค
2. ควรจะหาวิธีในการลดปริมาณของโซดาไฟที่อาจยังตกค้างในกระเพาะโคหลังจากผ่านกระบวนการล้าง ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ควรศึกษาต่อไป
3. ควรเปรียบเทียบต้นทุนการศึกษาวิธีการล้างกระเพาะโคของโคพันธุ์พื้นเมืองกับโคพันธุ์กำแพงแสน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. คู่มือวิชาการเรื่องพิษภัยในอาหาร. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. กรุงเทพฯ. น 32-37,48.
- ชำนาญ บุญมี. 2551. ปัญหาโคเนื้อ 2551. สถานีวิทยุทดสอบพันธุ์สัตว์นครสวรรค์ กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/lsns_nsw/webfide%201/punha%20cattle%202551.htm. 7 ตุลาคม 2552.
- ชนินทร์ เจริญพงศ์ และคณะ. 2542. รายงานผลการวิจัยเรื่องการสำรวจสถานะการณ์ของ”บอแรกซ์” วัตถุห้ามใช้ในอาหาร. องค์การทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2546. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 564 น.
- ตรี วาทกิจ. 2551. จุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหาร. เอกสารประกอบรายวิชา จุลชีววิทยา (Microbiology). สาขาอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม.
- นิรนาม. 2552. การจัดการความรู้ การดำเนินงานร้านอาหารแฟงลอย และอาหารสดผ่านมาตรฐานด้านสาธารณสุข. แหล่งที่มา: http://www.trat.go.th/knowledge/km_5.doc. 23 มิถุนายน 2552.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
- พูลทรัพย์ วิรุพหกุล. 2547. การจัดการผลผลิตสัตว์น้ำเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 106 น.
- วัฒนา อัครเอกฉาลิน. 2547. การศึกษาเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหารโดยหน่วยตรวจสอบเคลื่อนที่ ปี 2546. วารสาร สุขาภิบาลอาหาร 6(1):22-23.

ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์ กรมควบคุมมลพิษ. 2552. เอกสารข้อมูลความปลอดภัย
เคมีภัณฑ์. แหล่งที่มา: <http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=203>., 30 กันยายน 2552

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2546. ตรวจพบสาร
ฟอร์มาลินในเครื่องในสัตว์ (ฟ้าชีรีวัว) . แหล่งที่มา :
<http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/secretary/Homepage/news46/March/9.html>.,
1 ตุลาคม 2552.

ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2552. ข้อมูลสถิติปศุสัตว์ ปี 2542-2551. แหล่งที่มา:
http://www.dld.go.th/ict/stat_web/index_stat.html., 5 ตุลาคม 2552.

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548.
อาหารปลอดภัยจากสารปนเปื้อน 6 ชนิด. แหล่งที่มา: http://DMSc48_HTmanual-FoodSafety_sent2.doc., 29 กันยายน 2552.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2545. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522
พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
ไทย.กรุงเทพฯ. 430 น.

สุนทรี สิงหนุตตรา. 2541. พืชรอบตัว การรักษาและการแก้พิษ. พิมพ์ครั้งที่ 2. เอ.ที.แอนด์ เอ็น อินเตอร์
เนชั่นแนล จำกัด. กรุงเทพฯ. 522 น.

สมปอง สรรวมศิริ. 2547. บทเรียนวิชา e-learning กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง. คณะผลิต
กรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. แหล่งที่มา: <http://coursewares.mju.ac.th>., 29 กันยายน
2552.

หน่วยตรวจสอบเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร. 2549. คู่มือการปฏิบัติงานการแยกประเภท
ตัวอย่าง. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ฉบับที่ 1. 63น.

อชยา กังสุวรรณ. 2551. คู่มือ ด้านจุลินทรีย์ (MICRO MANUAL). บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง
(ประเทศไทย) จำกัด. 29 น.

Cliver, D.O.. 1990. **Foodborne Diseases**. Academic Press Inc., California. 395 p.

FDA. 2001. Chapter 5 “Salmonella”. **Bacteriology Analytical Manual online**. Available Source:<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-5.html>. October 13, 2009.

FDA. 2001. Detection and Enumeration of *Staphylococcus aureus* in Food. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://cfsan.fda.gov>. October 13, 2009

FDA. 2003. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://cfsan.fda.gov>, October 13, 2009.

FDA. 2006. *Clostridium perfringens* in Food. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://cfsan.fda.gov>, October 13, 2009.

Henry H. Kartchner. 2003. **Process for preparation of animal feed from food waste**. United States Patent Application Publication.

Julius Brody. 1955. **Treatment of Proteinaceous Materials**. United States Patent.

Kawamoto Hidekatsu. 2000. **Organic liquid nutrition source for plants and manufacturing method for same**. United States Patent.

Shackelford, S. D., T. L. Wheeler, and M. Koohmaraie. 1999. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **J. Anim. Sci.** 77:2693-2699.

Varnam, AH and MG Evans. 1991. **Food-borne Pathogens and Illustrated**. Text Wolfe Publishing Ltd., London, 557 p.

Wikipedia. 2009. **Ruminant**. Wikipedia, the free encyclopedia. Available Source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ruminant>, October 14, 2009.

ภาคผนวก

เอกสารภาคผนวกที่ 1 แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับกระเพาะโค

แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับ

วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

โปรดทดสอบระดับการยอมรับของตัวอย่าง โดยใส่เครื่องหมาย X แสดงความรู้สึกการยอมรับที่ตรงกับใจท่านที่สุด

1. Appearance and Color (ลักษณะปรากฏ และสี)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง						
	101	302	513	404	735	206	317
1=เหลืองคล้ำ							
2=เหลือง							
3=พอดี							
4=ขาว							
5=ขาวมาก							

2. Flavor กลิ่นและรสชาติ (very high- very low)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง						
	101	302	513	404	735	206	317
1=ไม่ชอบมาก							
2=ไม่ชอบ							
3=เฉยๆ							
4=ชอบ							
5=ชอบมาก							

3. Body and Texture

3.1 ความยืดหยุ่น (springiness) : อัตราของการคืนรูปของวัตถุหลังจากการถูกกด

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง						
	101	302	513	404	735	206	317
1=ไม่แข็ง							
2=แข็งนิดหน่อย							
3=ปานกลาง							
4=คืนตัวดี							
5=คืนตัวดี แข็งดีมาก							

3.2 ความหนึบ (chewiness) : การทนต่อการเคี้ยว หรือ แรงที่ใช้ในการบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูป

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง						
	101	302	513	404	735	206	317
1=น้อยมาก							
2=น้อย							
3=ปานกลาง							
4=มาก							
5=มากที่สุด							

3.3 ความเหนียว-กรอบ (brittleness) : ความเปราะของตัวอย่างหรือการแตกหักง่ายเมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง						
	101	302	513	404	735	206	317
1=เหนียวมาก							
2=เหนียว							
3=ปานกลาง							
4=กรอบ							
5=กรอบมาก							

4. Overall acceptance

ความพอใจโดยรวม (very high- very low)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง						
	101	302	513	404	735	206	317
1=ไม่ชอบมาก							
2=ไม่ชอบ							
3=เฉยๆ							
4=ชอบ							
5=ชอบมาก							

ภาพผนวกที่ 1 กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด



กระเพาะอาหารโคก่อนล้างทำความสะอาด



กระเพาะโคที่ล้างโดยวิธีการใช้น้ำร้อนลวก โดยนำกระเพาะโคไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 นาที



กระเพาะโคที่ผ่านการลวกน้ำร้อนแล้วนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก



กระเพาะโคหลังจากการล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำร้อนลวก

ภาพผนวกที่ 2 กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการทำความสะอาด



กระเพาะโคที่ล้างโดยวิธีการใช้น้ำปูนใสโดยนำกระเพาะโคไปแช่ในน้ำปูนใส ที่เตรียมไว้
ประมาณ 15 นาที



กระเพาะโคที่ผ่านการแช่น้ำปูนใสแล้วจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก



กระเปาะโศหลังจากการล้างทำความสะอาดโดยใช้วิธีการแช่น้ำปูนใส

ภาพผนวกที่ 3 กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการทำความสะอาด



กระเพาะโคที่ล้างโดยวิธีการใช้น้ำปูนขาวโดยนำกระเพาะโคไป
แช่ในน้ำปูนขาวที่เตรียมไว้ นานประมาณ 15 นาที



กระเพาะโคที่ผ่านการแช่น้ำปูนขาวแล้วจึงนำมาขูดล้างสิ่งสกปรกที่ยังติดอยู่ออก



กระเพาะโคหลังจากการล้างทำความสะอาดโดยใช้วิธีการแช่น้ำปูนขาว

ภาพผนวกที่ 4 กลุ่มทดลองที่มีการแช่โซดาไฟในกระบวนการล้างทำความสะอาด



แสดงการเตรียมสารละลายโซดาไฟ โดยเตรียมจากโซดาไฟ 5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร
นำมาผสมให้เข้ากัน



กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำร้อนลวกในขั้นตอนการทำความสะอาด และแช่โซดาไฟที่เตรียมไว้



กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนใสในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาดัด
และแช่โซดาไฟที่เตรียมไว้



กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำปูนขาวในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแล้วนำมาดัด
และแช่โซดาไฟที่เตรียมไว้

ภาพผนวกที่ 5 กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด



กลุ่มตัวอย่างกระเพาะโคทางการค้าจากตลาด

ภาพผนวกที่ 6 ศึกษาค่าเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis ของกระเพาะโค



เครื่อง Instron Universal Testing Machine



หัววัดแบบกด (TPA) ของเครื่อง Instron Universal Testing Machine

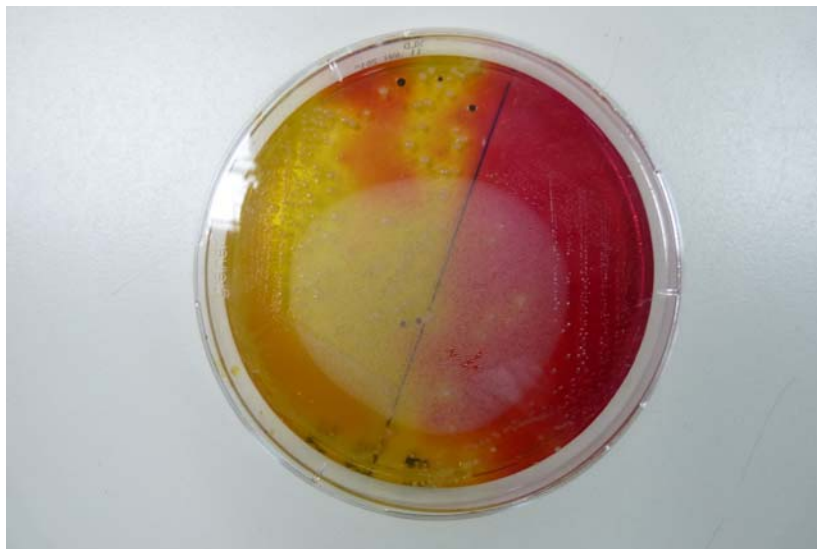


หัววัดแบบตัด (cutting) ของเครื่อง Instron Universal Testing Machine

ภาพผนวกที่ 7 การตรวจเชื้อจุลินทรีย์



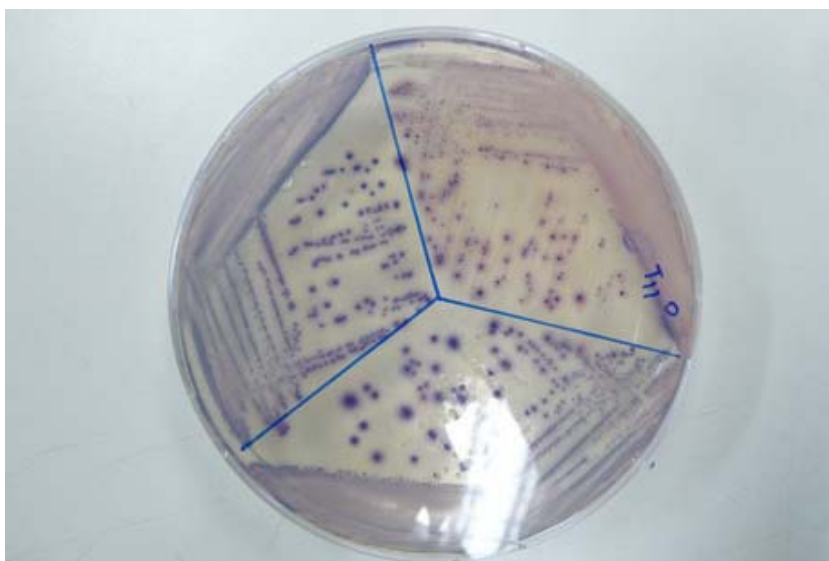
ขั้นตอนการเตรียม Dilution



ลักษณะของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD ลักษณะโคโลนีจะใสตรงกลางมีสีดำ

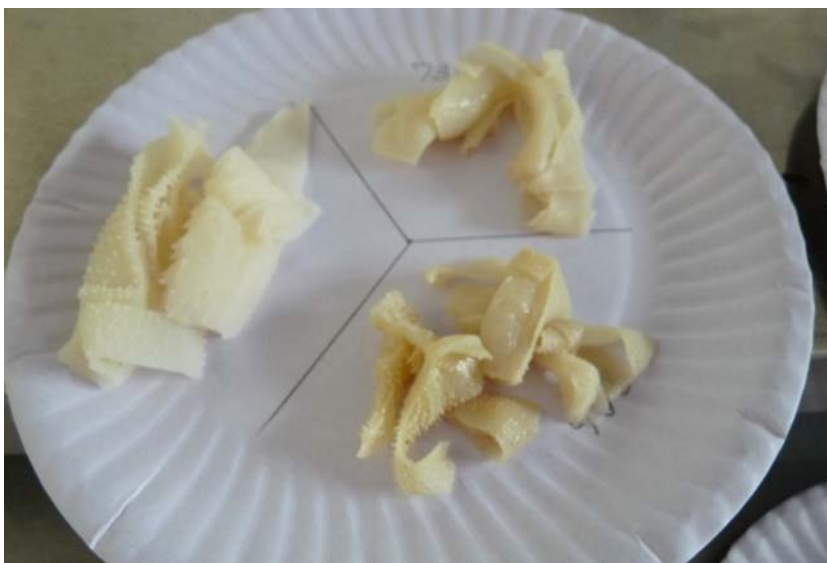


ลักษณะของเชื้อ *S. aureus* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BPA ลักษณะโคโลนีจะมีสีดำและเกิด clear zone รอบโคโลนี



ลักษณะของเชื้อ Coliform และ *E. coli* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB ลักษณะโคโลนีจะมีสีดำม่วง และชมพู ตามลำดับ

ภาพผนวกที่ 8 การตรวจชิมกระเพาะโค



ตัวอย่างกระเพาะที่ใช้ตรวจชิม



การตรวจชิมโดยให้ผู้บริโภคทั่วไป



การตรวจชิมมีตัวอย่างที่ชิม ซีอิ้วขาว น้ำส้มล้างปาก พร้อมขนมปังกรอบ



มีฉากกั้นระหว่างผู้ตรวจชิมแต่ละท่าน เพื่อป้องกันการปรึกษากัน

โครงการวิจัยที่ 2 “การใช้ประโยชน์และการยอมรับของผลิตภัณฑ์แคววัว” (Utilization and Acceptability of Beef Cracklings)

คำนำ

หนังสัตว์ที่ได้จากการแปรรูปสัตว์ในประเทศไทย เช่น หนังโค และหนังสัตว์ชนิดต่างๆ มีการนำมาฟอกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง เช่น นำมาทำเป็นกระเป๋า เข็มขัด และอื่นๆ อีกมากมาย ส่วนหนังสัตว์ที่ไม่สามารถนำไปฟอกได้ เช่น ส่วนหัว ขี้อา รวมทั้งหนังสัตว์มีรอยขีดข่วน มีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมที่จะนำไปฟอกก็มีการนำมาประกอบเป็นอาหารเพื่อบริโภค ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้แปรรูปสัตว์มีช่องทางจำหน่ายหนังสัตว์คุณภาพต่ำ ลดปัญหาหนังสัตว์ที่ไม่สามารถจำหน่ายให้กับผู้ฟอกหนังสัตว์ โดยนำมาแปรรูปเป็นแคววัว ที่มีลักษณะคล้ายกับการแปรรูปแควหมู เป็นการช่วยให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น แต่การแปรรูปแคววัวที่ทำมาจากหนังโคนั้นมีความยุ่งยากกว่า คือ การกำจัดขนออกจากแผ่นหนังโค

ในสังคมชนบทได้มีการนำหนังโคไปแปรรูปเป็นหนังเค็มเพื่อบริโภค ดังนั้นการนำหนังโคไปแปรรูปเป็นแคววัว ซึ่งเป็นอาหารที่รับประทานได้เหมือนกับแควหมู รับประทานเป็นเครื่องเคียงกับน้ำพริกเผาหรือถ้วยเตี๋ยเรือได้เป็นอย่างดี มีคุณลักษณะที่มีสีสันตามธรรมชาติ สะอาด และมีความปลอดภัย ไม่ใช้สารเคมีหรือวัตถุเจือปนอาหารต่างๆ มาปลอมปน หากได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ก็จะทำให้หนังโคมีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้เลี้ยงและผู้ประกอบการแปรรูปหนังโคเนื้อของประเทศ ที่สำคัญคือกลุ่มผู้บริโภคที่นับถือศาสนาอิสลาม มีทางเลือกในการบริโภคอาหารเพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางด้านเคมี ทางด้านกายภาพ และทางด้านจุลชีววิทยา ระหว่างแควหมูกับแคววัวที่แปรรูปจากหนังส่วนหลัง พื้นที่ท้อง ขาหน้ากับขาหลัง และส่วนคอกับหัว
2. ศึกษาเปรียบเทียบแควหมูกับแคววัวที่แปรรูปจากหนังส่วนหลัง พื้นที่ท้อง ขาหน้ากับขาหลัง และคอกับหัว เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อลักษณะที่ปรากฏ (appearance) กลิ่นรส (flavor) เนื้อสัมผัส (texture) สี (color) และคะแนนโดยรวม (overall)

ประโยชน์ที่รับจากงานวิจัย

1. ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แคววัว ที่สะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค
2. เพิ่มมูลค่าหนังโค และเป็นการส่งเสริมให้มีการบริโภคผลิตภัณฑ์แคววัวให้เพิ่มมากขึ้น
3. ผู้ประกอบการแปรรูปหนังโค มีช่องทางการจำหน่ายหนังโคได้มากขึ้น

หนังสือพิมพ์เมืองไทย

โคพื้นเมืองไทยเมื่อมีอายุ 1.5 - 3 ปี น้ำหนัก 200-250 กิโลกรัม เมื่อนำมาแปรรูปจะได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหนังสือระหว่าง 10.6-19 กิโลกรัม มีขนาดพื้นที่หนังสือเฉลี่ยประมาณ 16-28 ตารางฟุต (ผกาพรรณ, 2552) หนังสือพิมพ์เมืองไทยจากหลายแหล่งพบตำหนิ เช่น มีรอยมีดกรีดทะลุ รอยมีดลึกจากการชำแหละ รอยฝุ่น นอกจากนี้ยังมีรอยขีดข่วนจากการจัดการฟาร์ม หรือรอยมีดถากจากการเลาะหนัง จากกระบวนการเลาะหนัง ณ โรงฆ่าสัตว์ อย่างไรก็ตามคุณภาพหนังสือที่ไม่มีรอยตำหนิจากที่กล่าวข้างต้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม เช่น ผลิตรองเท้า กระเป๋า และเข็มขัด เป็นต้น

การประเมินคุณภาพหนังสือพิมพ์เมืองไทย

เป็นการประเมินหนังสือพิมพ์ที่ได้จากจังหวัดตาก เชียงใหม่ อุบลราชธานี ชัยนาท และประจวบคีรีขันธ์ โดยประเมินหลังจากผ่านกระบวนการฟอกเป็นหนังสือฟอกโครม หรือหนังสือฟาดเพื่อแยกแยะคุณภาพนำไปใช้ประโยชน์ (ผกาพรรณ, 2552) พบว่า มีรอยตำหนิจากการจัดการฟาร์มหรือรอยตำหนิเลี้ยงดูของเกษตรกร เช่น รอยแมลงกัด/แมงดูดเลือด ทำให้หนังสือมีคุณภาพต่ำ คืออยู่ระดับเกรด C และ D จำนวน 91.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นรอยขีดข่วนทั้งเป็นแผลปิดและแผลเปิด นอกจากนี้การเลาะหนังที่โรงฆ่าสัตว์ มีผลให้หนังสือพิมพ์เมืองไทย อยู่ระดับเกรด B, C และ D ถึงจำนวน 98.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากสามารถแก้ไขปัญหาก็กล่าวมาข้างต้นได้ ก็จะสามารถปรับปรุงคุณภาพหนังสือพิมพ์เมืองไทยให้ดีขึ้นได้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์เคเบิ้ล

เคเบิ้ล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.101/2546 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากหนัง อาจมีชั้นไขมันแข็งอยู่ด้วยก็ได้ ตัดเป็นชิ้นตามต้องการ นำไปต้มแล้วทำให้แห้งด้วยแสงแดดหรือแหล่งพลังงานอื่น หรืออาจนำไปเคี่ยวด้วยไฟอ่อนๆ แล้วนำไปทอดอาจปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ ซีอิ๊ว เครื่องปรุงรสอื่นๆ ด้วยก็ได้ มีคุณลักษณะทั่วไป ดังนี้

1. ต้องมีขนาดชิ้นและการพองตัวสม่ำเสมอ อาจแตกหักได้เล็กน้อย ไม่มีขนหนูดอกอยู่
2. สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีรอยไหม้
3. กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน
4. ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องกรอบ ไม่เหนียว ไม่แข็งกระด้าง

5. ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วน หรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก

6. วัตถุเจือปนอาหาร

1. ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีทุกชนิด
2. การใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
3. บิวทิลไฮดรอกซีโทลีนและบิวทิลไฮดรอกซีโทลีนอื่นอย่างใดอย่าง

หนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

7. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก

8. จุลินทรีย์

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2. ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เมื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว ให้บรรจุแคปซูลในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้ เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจาก สิ่งสกปรกภายนอกได้

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง สามารถจำแนกได้ (Raksakulthai, 1997) คือ

1. วัตถุดิบที่นำมาผลิตที่มีไขมันมีอายุการเก็บที่สั้นกว่า
2. การใช้คุณภาพวัตถุดิบที่ดีในการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีคุณภาพดี
3. ปริมาณความชื้นและวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) จะเป็นดัชนีชี้บ่งอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นและ a_w ต่ำ จะมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่า
4. ในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกลือสูง สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า
5. ผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์สูง จะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า
6. เทคนิคที่ใช้ในกระบวนการ pretreatment วัตถุดิบ เช่น การต้ม จะทำให้การปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ต่ำลง การอบแห้งที่ใช้เครื่องอบแห้งแทนการตากแดด สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้
7. เวลาและอุณหภูมิในการทำแห้งที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่ต้องการ
8. การเกิดปฏิกิริยาของออกซิเดชันของไขมัน เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ที่ปริมาณความชื้นต่ำ
9. ผลิตภัณฑ์แห้งสามารถถูกรบกวนด้วยแมลงได้ ถ้าเก็บรักษาไว้ในที่ไม่เหมาะสม
10. วัสดุที่ใช้ในการบรรจุที่เหมาะสมสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้
11. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เวลาที่ใช้ในการเก็บรักษายาวนานขึ้น

ความเหม็นหืนในอาหาร

ความเหม็นหืนของอาหารเป็นการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในอาหารจำพวกไขมันและน้ำมัน รวมทั้งอาหารที่มีไขมันและน้ำมัน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส อัตราการออกซิเดชันของไขมันมีผลจากปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะอุณหภูมิภายนอกเป็นตัวแปรสำคัญ การมีออกซิเจนในบริเวณที่ใกล้อาหารทำให้อัตราการออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันน้ำมีบทบาทสำคัญ เนื่องจากการออกซิเดชันของไขมันในอาหารมักเกิดด้วยอัตราสูงที่วอเตอร์แอกทีวิตีต่ำมาก ในการกำหนดอายุการเก็บของอาหารที่มีไขมันสูง อาจต้องพิจารณาปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ที่สามารถกระตุ้นจากแสงได้ เช่น การสูญเสียวิตามิน การเกิดสีน้ำตาลของเนื้อ

การเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative rancidity) เกิดจากไขมันที่ไม่อิ่มตัวเกิดเป็นสารเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสลายตัวไปเป็นสารที่ระเหยง่าย มีกลิ่นเหม็นหืนและมักทำให้วิตามินที่ละลายในไขมันถูกละลายไปด้วย ในขณะที่มีกลิ่นรสผิดปกติ (oil-flavor) ในอาหารเหม็นหืน การเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ในระหว่างกระบวนการ autocatalytic ก็ทำให้เกิดปฏิกิริยาอื่นๆ ที่ไม่ต้องการด้วย เช่น การสูญเสียวิตามิน การเปลี่ยนสี การเหม็นหืนแบบนี้อาจป้องกันได้โดยไม่ให้อาหารสัมผัสอากาศ ซึ่งทำได้โดยเก็บที่อุณหภูมิต่ำ หรือเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท หรือมีการเติมสารกันหืน (antioxidant) ลงไป (รุ่งนภา, 2540)

การยืดอายุการเก็บรักษาโดยใช้สารดูดซับออกซิเจน

สารดูดซับออกซิเจน (oxygen absorber) ช่วยดูดกลืนออกซิเจนที่อยู่ในช่องว่างเหนือผลิตภัณฑ์โดยปฏิกิริยาเคมี (วรรณิยา, 2544) สามารถในการดูดกลืนก๊าซของผลิตภัณฑ์ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตและป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารตลอดการเก็บรักษา การใช้สารดูดซับออกซิเจนจะช่วยให้ปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่ภายในภาชนะบรรจุเพียงร้อยละ 0.01 (Salmimam :1996)

การใช้สารดูดซับออกซิเจนมาบรรจุร่วมในภาชนะที่บรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อหมกแห้งที่มี a_w อยู่ในช่วง 0.78 – 0.85 จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่มีเชื้อราที่ผิวอาหารได้นานกว่า 4 เดือนโดยไม่ต้องใช้สารกันรา ขณะที่ตัวอย่างอาหารที่ไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจนมีอายุการเก็บไม่เกิน 2 สัปดาห์เท่านั้น (Lin และ Chang :1987)

ฉลากโภชนาการ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2541) ได้แนะนำให้บริโภคสารอาหารประจำวันสำหรับคนไทยอายุ

ตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป หรือ Thai Recommended Daily Intakes (Thai RDI) บนฉลากของอาหารหรือ “ฉลากโภชนาการ” (Nutrition Labeling) โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากค่า Recommended Daily Dietary Allowances for Healthy Thais (Thai RDA) โดยเลือกค่าสูงสุดจากค่าที่แนะนำสำหรับคนอายุ 20-29 ปีทั้ง 2 เพศ กำหนดความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี เป็นระดับที่คนไทยส่วนใหญ่ที่มีสภาวะทางสุขภาพปกติต้องการ นอกจากนี้ความต้องการพลังงานที่แท้จริงต่อวันของแต่ละบุคคลอาจมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัย อายุ เพศ และความแตกต่างของระดับการใช้พลังงานทางกายภาพ (Physical Activity Level) ของแต่ละบุคคล

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณที่แนะนำให้คนไทยบริโภคสารอาหารต่อวัน (Thai RDI)

ลำดับ ที่	สารอาหาร(Nutrient)	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai RDI)	หน่วย (Unit)
1	ไขมันทั้งหมด (Total Fat)	65	กรัม (g)
2	ไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat)	20	กรัม (g)
3	โคเลสเตอรอล (Cholesterol)	300	มิลลิกรัม (mg)
4	โปรตีน (Protein)	50	กรัม (g)
5	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate)	300	กรัม (g)
6	ใยอาหาร (Dietary Fiber)	25	กรัม (g)
7	วิตามินเอ (Vitamin A)	800	ไมโครกรัม อาร์ อี (μg RE)
8	วิตามินบี 1 (Thiamin)	1.5	มิลลิกรัม (mg)
9	วิตามินบี 2 (Riboflavin)	1.7	มิลลิกรัม (mg)
10	แคลเซียม (Calcium)	800	มิลลิกรัม (mg)
11	ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	800	มิลลิกรัม (mg)
12	เหล็ก (Iron)	15	มิลลิกรัม (mg)
13	โซเดียม (Sodium)	2,400	มิลลิกรัม (mg)

ที่มา : ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ ลงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2541

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Repeated Measurement in CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติ Duncan's Multiple Range Test

2. หนังกิที่ใช้ในการทดลอง

หนังกิที่ใช้ในการทดลองนั้นเป็นคิพื้นเมืองพันธุ์ อายุ 2-3 ปี ผ่านการบ่ม (Aging) ที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ก่อนการผลิต

3. การทำความสะอาดหนังกิ

1. ตัดแต่งหนังกิส่วนที่ต้องการ
2. ใช้ใบมีดโกนขูดขนออกจากบริเวณผิวหนังกิ
3. ขึงแผ่นหนังกิบนไม้กระดานให้ตึง เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ไฟแก๊สเผา
4. ใช้ไฟแก๊สเผาแผ่นหนังกิจากสีน้ำตาลอ่อนๆ จนเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือจนเกือบดำไหม้
5. ใช้ฟอยเหล็กทำความสะอาดรอยเผาไหม้ในน้ำจนกว่าจะสะอาด จะได้แผ่นหนังกิที่เผาจนสุกที่มีสีน้ำตาลเข้ม ก่อนที่จะนำไปตัดแต่งเป็นชิ้นตามที่ต้องการ การทำความสะอาดแผ่นหนังกิด้วยวิธีนี้จะทำให้หนังกิแห้งเร็ว ได้รวดเร็ว ใช้เวลาในการตากแห้งน้อยลง รวมทั้งการพองของแผ่นหนังกิได้ใหญ่มากขึ้น

4. สูตรทดลอง

- สูตรที่ 1 หนังกิส่วนหลัง (สูตรควบคุมเป็นสูตรที่ใช้ทางการค้า)
- สูตรที่ 2 หนังกิส่วนหลัง
- สูตรที่ 3 หนังกิส่วนพื้นท้อง
- สูตรที่ 4 หนังกิส่วนขาหน้าและขาหลัง
- สูตรที่ 5 หนังกิส่วนคอและหัว

5. สูตรแคบว

- หนังกิ 1,000 กรัม
- เกลือป่น 10 กรัม

6. วิธีการแปรรูปแคบวัว

1. นำหนังวัวแช่เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน
2. ทำความสะอาดหนังวัว
3. จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดให้หนังวัวสุกใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอายุของวัว
4. ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องปกติ แล้วทำความสะอาดหนังวัวอีกครั้งโดยการเอะเอาไขมันออกจากหนังวัว
5. หั่นหนังวัวเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 0.5 x 3 นิ้ว
6. นำหนังวัวคลุกผสมกับเกลือป่นตามสูตร
7. อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วกลับด้านล่างขึ้นด้านบนแล้วอบต่อไปอีก 5 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง
8. นำไปต้มในน้ำมันปาล์มใช้ไฟอ่อนๆ อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 130 องศาเซลเซียสใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที จนกระทั่งหนังวัวลอยขึ้นมาอยู่บนผิวน้ำมัน
9. ให้ตัดหนังวัวจากกระทะตักน้ำมันขึ้นมาผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้องปกติ ประมาณ 4 ชั่วโมง
10. การทอดหนังวัว ใช้ไฟร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 200 องศาเซลเซียส นาน 45 วินาที เพื่อให้หนังวัวขยายตัว และเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อน ก็จะได้แคบวัวไว้รับประทาน จากนั้นทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องปกติก่อนที่จะนำไปเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ต่อไป

7. การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์แคบวัว เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพนั้น ได้เก็บตัวอย่างภายหลังจากทอดแคบวัวในน้ำมันปาล์มปริมาณ 1 ครั้ง/สูตร ที่อุณหภูมิน้ำมันพืช 200 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทอดนาน 45 วินาที/สูตร จากนั้นเก็บตัวอย่างแคบวัวที่ทอดแล้ว ไว้ในถุงพลาสติกชนิดที่ป้องกันอากาศซึมผ่าน ขนาด 170X250 เซนติเมตร ตัวอย่างละ 50 กรัม ใส่สารดูดซับออกซิเจน (oxygen absorber) ชนิดทำปฏิกิริยาด้วยตนเอง (self reacting) ชนิด RP 50 โดยใส่ 1 ชิ้น/ตัวอย่าง มีคุณสมบัติสามารถดูดซับออกซิเจนในถุงบรรจุภัณฑ์ได้ปริมาณ 250 เซ็นติลิตร (cc.)/ถุงเป็นเวลา 30 วัน และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

8. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพแคบวัว

8.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

8.1.1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ Thai FDA 15 รายการ โดยวิธีการของ Thai Compendium of methods for food analysis, 1st ed. 2003 โดยวิธี AOAC (1993) ดังนี้

- ค่าพลังงานทั้งหมด (Total Calories) พลังงานจากไขมัน (Calories from Fat) คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate Include Fiber)(by difference) เยื่อใยอาหาร (Dietary Fiber) ไนโตรเจน (Total Nitrogen) ไขมันทั้งหมด (Total Fat) ไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat) โคเลสเตอรอล (Cholesterol) น้ำตาล (Total Sugar) Vitamin A Vitamin B1 Vitamin B2 โซเดียม (Na) แคลเซียม (Ca) และ เหล็ก (Fe)

8.1.2 การวิเคราะห์ความหืน (Rancidity Analysis) โดยวิธีทดสอบ TMC – 17 In house method base on Journal of Food and Drug Analysis (2005). 13(1) : 78 - 83

8.2 วิเคราะห์ทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์แคบวัว

8.2.1 วิเคราะห์หาค่า Water Activity (a_w) at 25°C โดยวิธีทดสอบ TMC – 66 In house method based on AOAC (2005) 978.18

8.2.2 วิเคราะห์ความชื้น (Moisture) โดยวิธีทดสอบ TMC – 02 AOAC In house method based on AOAC (2008) 925.45

8.2.3 วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

8.2.4 วิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่าน (Shear Force)

8.3 วิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์แคบวัว ดังนี้

8.3.1 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด Total Plate Count, cfu/g ตามวิธีของ FDA (2001)

8.3.2 การตรวจหา ยีสต์ และ เชื้อรา ตามวิธีของ FDA – BAM 2001

8.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แคบวัว โดยประเมินทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ตรวจชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกอบรม (untrained panelist) จำนวน 150 ราย เพื่อประเมินลักษณะต่างๆ ดังนี้

8.4.1 ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) ต้องมีขนาดชิ้นและการพองตัวสม่ำเสมอ อาจแตกหักได้เล็กน้อย ไม่มีส่วนที่เป็นขนติดอยู่

8.4.2 สี (Color) ของผลิตภัณฑ์ มีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีรอยไหม้

8.4.3 กลิ่นรส (Flavors) ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน

8.4.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Body and texture) ต้องกรอบ ไม่เหนียว ไม่แข็งกระด้าง

8.4.5 ความชอบโดยรวม (Overall) ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

9. การเก็บข้อมูล

ภายหลังจากการปรุงสุกผลิตภัณฑ์เค้กแล้วเสร็จแล้วให้นำมาบรรจุในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้สนิท เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องปกติ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

9.1 ทางด้านเคมี

9.1.1 วิเคราะห์คุณค่าทางเคมี Thai FDA จำนวน 15 รายการ ภายหลังจากการบรรจุภัณฑ์ 1 วัน ที่ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

9.1.2 การวิเคราะห์ความหืน (Rancidity Analysis) วันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 15 และวันที่ 30 ภายหลังจากบรรจุภัณฑ์ ที่ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.2 ทางด้านกายภาพ

9.2.1 ค่า a_w (Water Activity) เก็บข้อมูลวันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 15 และวันที่ 30 ภายหลังจากบรรจุภัณฑ์ ที่ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.2.2 วิเคราะห์ความชื้น (Moisture) เก็บข้อมูลวันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 15 และวันที่ 30 ภายหลังจากบรรจุภัณฑ์ ที่ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) วันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 15 และวันที่ 30 ภายหลังจากบรรจุภัณฑ์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

9.2.4 ค่าแรงตัดผ่าน (Shear Force) วันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 15 และวันที่ 30 ภายหลังจากบรรจุภัณฑ์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

9.3 ทางด้านเชื้อจุลินทรีย์

เก็บข้อมูลวันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 15 และวันที่ 30 ภายหลังจากบรรจุภัณฑ์ ที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส เก็บข้อมูลโดยการตรวจชิม ดังนี้

9.4.1 อุปกรณ์ในการทดสอบการยอมรับ มีดังนี้

แคบหมู และแคบวัว อุปกรณ์อื่นๆ เช่น หัวแก้วน้ำพลาสติก น้ำผลไม้รสส้ม จาน พลาสติกทดสอบตัวอย่าง ขนมห่วงกรอบรสจืด และแบบสอบถาม

9.4.2 วิธีการทดลองในการทดสอบ

1. การนำตัวอย่างแคบหมู แคบวัวพื้นหลัง แคบวัวพื้นท้อง แคบวัวส่วนหัว และคอ แคบวัวขาหน้าและขาหลัง มาทำการตรวจชิม โดยผู้ตรวจชิมทั้งหมด จำนวน 150 คน
2. ผู้ทดสอบ จะต้องทำการชิมแคบทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยในการชิมแต่ละตัวอย่างจะต้องกินน้ำส้มเพื่อล้างปากและลดการติดคอของแคบ พร้อมทั้ง กินขนมห่วงกรอบรสจืด เพื่อจะได้ชิมตัวอย่างต่อไปแล้วไม่เกิดการสับสน
3. ผู้ทดสอบจะต้องทำการตรวจชิมให้ครบทั้ง 5 ตัวอย่าง แล้วทำแบบสอบถามที่เป็นการทดสอบการยอมรับ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 2

9.4.3 การบันทึกข้อมูล

รวบรวมคำตอบจากแบบสอบถามเพื่อคำนวณโดยวิธีทดสอบฮิโดนิค ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ ได้ใช้การคำนวณค่าทางสถิติโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

10. สถานที่ทำการทดลอง

1. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

11. ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2552 – 31 มีนาคม 2553

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1 องค์ประกอบทางด้านเคมี ทางด้านกายภาพ และทางด้านจุลชีววิทยาแคบว

1.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านเคมี

1.1.1 คุณค่าทางโภชนาการ Thai FDA

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแคบว จากตัวอย่าง 100 กรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2541) พบว่า มีไขมันทั้งหมด 19.70 กรัม ไขมันอิ่มตัว 9.51 กรัม และโคเลสเตอรอล 32.45 มิลลิกรัม สารอาหาร 3 ชนิด มีปริมาณไม่เกินตามข้อมูลโภชนาการ สำหรับผู้ที่ต้องการพลังงานให้กับร่างกายวันละ 2000 กิโลแคลอรี (ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร, 2553)

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการ Thai FDA ของแคบวที่ใช้ในส่วนหลังมาแปรรูป

สารอาหาร	ปริมาณ 100 กรัม
	แคบว
พลังงาน, กิโลแคลอรี	496.46
พลังงานจากไขมัน, กิโลแคลอรี	177.30
ไขมันทั้งหมด, กรัม	19.70
ไขมันอิ่มตัว, กรัม	9.51
โคเลสเตอรอล, มิลลิกรัม	32.45
โปรตีน (แฟคเตอร์ 5.95), กรัม	79.79
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด, กรัม	0.00
ใยอาหาร, กรัม	0.00
น้ำตาล, กรัม	0.00
โซเดียม, มิลลิกรัม	827.90
วิตามิน เอ, ไมโครกรัม อาร์ อี	186.31
วิตามินบี 1, มิลลิกรัม	<0.0017
วิตามินบี 2, มิลลิกรัม	0.005
แคลเซียม, มิลลิกรัม	52.06
เหล็ก, มิลลิกรัม	12.31
ถั่ว, กรัม	2.44
ความชื้น, กรัม	2.68

1.1.2 การวิเคราะห์ความหืน (Rancidity Analysis)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความหืนภายหลังการผลิต 1 วัน พบว่า แคมวู้ที่แปรรูปจากหนังส่วนต่างๆ มีค่าความหืนในระดับที่ใกล้เคียงกันคือ ระหว่าง 0.40 – 0.45 ส่วนแคมหมูมีค่าความหืนที่สูงกว่า คือ 0.69 เมื่อเก็บแคมวู้และแคมหมูไว้นานขึ้น 15 วัน ภายหลังการผลิต ค่าความหืนสูงขึ้นตามลำดับ และลดต่ำลงเมื่อเก็บจนถึงวันที่ 30

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียวิตามิน การเปลี่ยนสี ที่เกิดจากการเหม็นหืน อาจป้องกันได้โดยไม่ให้อาหารสัมผัสอากาศ ซึ่งทำได้โดยเก็บที่อุณหภูมิต่ำ หรือเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทหรือมีการเติมสารกันหืน (antioxidant) ลงไป (รุ่งนภา, 2540) ก็จะทำให้การเก็บแคมวู้ได้นานมากขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงค่าวิเคราะห์ความหืน (Rancidity Analysis) ในแคมหมูและแคมวู้ในระยะเวลาที่ต่างกัน

กลุ่มทดลอง	จำนวนวันภายหลังการผลิต			
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	0.69	0.66	0.75	0.45
กลุ่มที่ 2 (T2)	0.42	0.48	0.50	0.32
กลุ่มที่ 3 (T3)	0.43	0.41	0.56	0.44
กลุ่มที่ 4 (T4)	0.40	0.37	0.46	0.38
กลุ่มที่ 5 (T5)	0.45	0.46	0.61	0.36

หมายเหตุ

T1 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวู้ส่วนหลัง

T3 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวู้ส่วนพื้นท้อง

T4 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวู้ส่วนข้อขา

T5 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวู้ส่วนหัว

1.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านกายภาพ

1.2.1 การวิเคราะห์ค่า Water Activity (a_w) ที่ 25 °C

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่า Water Activity (a_w) ที่ 25 °C พบว่า ค่า a_w ในแคบวัวภายหลังการบรรจุ 1 วัน ทุกตัวอย่างมี ค่า a_w ระหว่าง 0.29 – 0.35 กล่าวคือมีค่าที่ใกล้เคียงกันและต่ำกว่าแคบหมูที่มีค่า a_w 0.37

Lin และ Chang, 1987 ได้กล่าวว่า การใช้สารดูดซับออกซิเจน ที่ค่า Aw ช่วง 0.78 – 0.85 นั้นจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่มีเชื้อราที่ผิวอาหารได้นานกว่า 4 เดือนโดยไม่ต้องใช้สารกันรา นอกจากนี้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เป็นดัชนีชี้บ่งอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่มี a_w ต่ำ จะมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่า (Raksakulthai, 1997)

ตารางที่ 4 แสดงค่า Water Activity (a_w) ที่ 25 °C ในแคบหมูและแคบวัวในระยะเวลาต่างกัน

กลุ่มทดลอง	จำนวนวันภายหลังการผลิต			
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	0.37	0.35	0.49	0.53
กลุ่มที่ 2 (T2)	0.34	0.35	0.40	0.50
กลุ่มที่ 3 (T3)	0.29	0.32	0.44	0.52
กลุ่มที่ 4 (T4)	0.32	0.38	0.43	0.51
กลุ่มที่ 5 (T5)	0.35	0.31	0.43	0.51

หมายเหตุ

T1 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนพื้นท้อง

T4 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหัว

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ความชื้น (Moisture)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น (Moisture) พบว่า ภายหลังจากการเก็บบรรจุ 1 วัน ค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 3.18 - 3.82 และเมื่อเก็บถึงวันที่ 15 และวันที่ 30 ค่าความชื้นสูงมากขึ้น คืออยู่ระหว่าง 5.77 – 7.23 และ 7.11 – 8.22 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามทั้งแคบวัวและแคบหมูมีค่าความชื้นสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 101/2546 ที่กำหนดให้ไม่เกินร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546) ดังนั้นการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีคิซิด ปริมาณความชื้นนั้นเป็นดัชนีชี้บ่งอายุการเก็บรักษาได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ จะมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่าเช่นกัน (Raksakulthai, 1997)

ตารางที่ 5 แสดงค่าวิเคราะห์ความชื้น (Moisture, %) ในแคบหมูและแคบวัวในระยะเวลาที่ต่างกัน

กลุ่มทดลอง	จำนวนวันภายหลังการผลิต			
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	3.65	3.86	6.91	8.02
กลุ่มที่ 2 (T2)	3.80	3.80	6.11	7.11
กลุ่มที่ 3 (T3)	3.18	3.94	6.26	7.40
กลุ่มที่ 4 (T4)	3.74	4.26	7.23	8.22
กลุ่มที่ 5 (T5)	3.82	3.91	5.77	7.33

หมายเหตุ

T1 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนพื้นท้อง

T4 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหัว

1.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

1.3.1 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั่วไป Total Plate Count, cfu/g

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั่วไป ของแคววพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปน้อยกว่ามาตรฐาน มพช.101/2546 ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป ต้องไม่เกิน 1×10^4 cfu/g (ตารางที่ 1) และเมื่อเก็บแควหมูและแคววไว้ที่ 7 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 5 มีปริมาณเพิ่มขึ้นและจะลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น ส่วนกลุ่มที่ 2, 3, และ 4 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป มีปริมาณลดลงเมื่อเก็บจนถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษาและจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเก็บถึงวันที่ 30 ของการเก็บ แต่พบว่าเมื่อเก็บไว้นานถึง 30 วัน พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปน้อยกว่ามาตรฐาน มพช. 101/2546 ที่กำหนดไว้ในทุกกลุ่มการทดลอง

การแปรรูปแคววนั้น ได้การใช้เทคนิคกระบวนการ pretreatment วัตถุดิบ เช่น การต้ม ที่จะทำให้การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่ำลง รวมทั้งการอบแห้งที่ใช้เครื่องอบแห้งแทนการตากแดด จึงทำให้จำนวนจุลินทรีย์น้อยลงได้ (Raksakulthai, 1997) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแห้งได้ยาวนานขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป Total Plate Count, cfu/g ของแควว

กลุ่มทดลอง	จำนวนวันภายหลังการผลิต			
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	40	280	180	80
กลุ่มที่ 2 (T2)	140	15	15	20
กลุ่มที่ 3 (T3)	50	30	10	50
กลุ่มที่ 4 (T4)	250	35	20	30
กลุ่มที่ 5 (T5)	40	1000	310	130

หมายเหตุ

T1 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนพื้นท้อง

T4 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหัว

1.3.2 ผลการวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา Yeast and Mold,cfu/g

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราของแคบวัวและแคบหมู พบว่าปริมาณยีสต์และเชื้อราน้อยกว่ามาตรฐาน มพช. 101/2546 ของแคบหมูที่กำหนดไว้ว่าจำนวนยีสต์และเชื้อรา ต้องไม่เกิน 100 cfu/g และพบว่ากลุ่มที่ 4 ไม่พบยีสต์และเชื้อราเมื่อเก็บในวันที่ 15 และไม่พบเมื่อเก็บรักษาจนถึงวันที่ 30 ยกเว้นใน Treatment 2 เท่านั้น

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนยีสต์ และเชื้อรา (cfu/g) ของแคบวัว

กลุ่มทดลอง	จำนวนวันภายหลังการผลิต			
	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	20	10	75	0
กลุ่มที่ 2 (T2)	10	30	0	10
กลุ่มที่ 3 (T3)	10	30	20	0
กลุ่มที่ 4 (T4)	10	50	0	0
กลุ่มที่ 5 (T5)	20	10	5	0

หมายเหตุ

T1 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนพื้นท้อง

T4 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ สูตรที่ผลิตจากหนังวัวส่วนหัว

2. ผลวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

จากผลการวัดค่าแรงตัดผ่านของแคบ พบว่าแคบในอายุการเก็บรักษาวันที่ 1 กลุ่มทดลองส่วนมากจะมีค่าแรงตัดผ่านน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแคบที่เก็บรักษาในช่วงระยะเวลาที่ 7 วัน, 15 วัน และ 30 วัน ในทุกกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่าระยะเวลามีผลต่อค่าแรงตัดผ่านของแคบในแต่ละกลุ่มทดลอง หรือถ้าเปรียบเทียบกับเนื้อของมนุษย์คือการที่แคบมีความเหนียว หรือแข็งมากขึ้นตามระยะเวลาที่มากขึ้น ในอายุการเก็บรักษาวันที่ 1 และ วันที่ 7 กลุ่มทดลองที่ 4 จะมีค่าแรงตัดผ่านสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองกลุ่มอื่น (3.96 และ 5.77 กิโลกรัมตามลำดับ) แต่ในอายุการเก็บรักษาวันที่ 15 และวันที่ 30 กลุ่มทดลองที่ 4 มีค่าแรงตัดผ่านลดลง แต่ในกลุ่มทดลองที่ 2 ในอายุการเก็บรักษาวันที่ 15 และ 30 จะเป็นกลุ่มที่มีค่าแรงตัดผ่านสูงที่สุด (4.67 และ 5.09 กิโลกรัมตามลำดับ) และในช่วงเวลาในการเก็บรักษาที่ 1 วัน, 7 วัน, 15 วันและ 30 วัน กลุ่มควบคุม (กลุ่มทดลองที่ 1) จะมีค่าแรงตัดผ่านน้อยที่สุด โดยมีค่า 1.94, 2.13, 2.98 และ 2.68 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองที่ 5 (แคบวัวจากหนังวัวส่วนหัว) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ 5 มีค่าแรงตัดผ่านใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 8 แสดงค่าแรงตัดผ่าน (kg) ของแคบในกลุ่มทดลองต่าง ๆ

กลุ่มทดลอง	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	1.94 ^c ± 0.37	2.13 ^c ± 0.66	2.98 ^b ± 1.03	2.68 ^b ± 0.82
กลุ่มที่ 2 (T2)	3.72 ^a ± 1.04	4.38 ^{ab} ± 1.70	4.67 ^a ± 1.85	5.09 ^a ± 1.41
กลุ่มที่ 3 (T3)	3.13 ^{ab} ± 1.11	3.19 ^{bc} ± 1.57	3.92 ^{ab} ± 1.23	3.31 ^b ± 0.59
กลุ่มที่ 4 (T4)	3.96 ^a ± 1.24	5.77 ^a ± 3.36	3.24 ^b ± 0.97	3.17 ^b ± 2.01
กลุ่มที่ 5 (T5)	2.49 ^{bc} ± 0.97	3.64 ^{bc} ± 1.43	3.19 ^b ± 1.16	2.88 ^b ± 1.67

^{a, b, c} อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

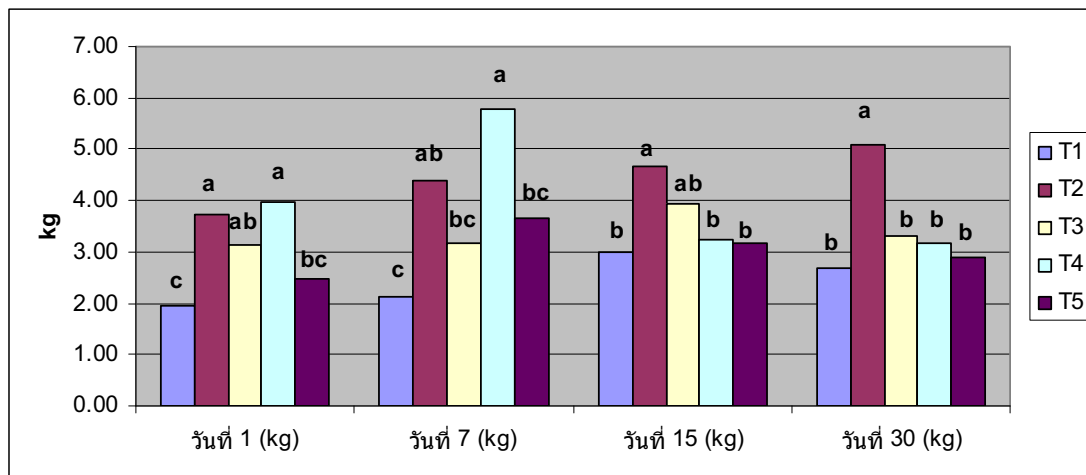
T1 คือ แคบหมูจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนพื้นท้อง

T4 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนหัว



ภาพที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่าน (kg) แยกในกลุ่มทดลองที่ต่างกัน

ตารางที่ 9 แสดงค่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางด้านค่าความแข็ง (Hardness) (kg) ของแคบที่เก็บรักษาในกลุ่มทดลอง และระยะเวลาต่าง ๆ

อายุ กลุ่มทดลอง	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	7.48 ^b ± 1.75	12.22 ^{bc} ± 4.39	15.98 ^b ± 7.75	26.19 ^{bc} ± 5.01
กลุ่มที่ 2 (T2)	14.53 ^a ± 4.39	18.43 ^a ± 9.17	14.91 ^b ± 4.56	37.68 ^a ± 4.48
กลุ่มที่ 3 (T3)	6.96 ^b ± 2.31	9.73 ^{bc} ± 3.35	16.33 ^b ± 5.45	22.98 ^c ± 4.57
กลุ่มที่ 4 (T4)	5.45 ^b ± 0.90	8.88 ^c ± 3.86	14.24 ^b ± 3.50	27.40 ^{bc} ± 6.32
กลุ่มที่ 5 (T5)	7.31 ^b ± 3.00	14.38 ^{ab} ± 2.91	29.35 ^a ± 5.94	28.35 ^b ± 4.54

^{a, b} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ แคบหมูจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนพื้นที่ท้อง

T4 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนหัว

*Hardness หมายถึง ค่าความแข็ง

Fracture Force หมายถึง แรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกแยกออกจากกัน

จากตารางที่ 9 พบว่าผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของแคบที่ใช้ส่วนของหนังที่ต่างกัน พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของแคบทุกกลุ่มการทดลองที่เก็บรักษาวันที่ 1 จะมีค่าความแข็ง (Hardness) น้อยที่สุด (T1=7.48, T2=14.53, T3=6.96, T4=5.45, T5=7.31 กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบ

กับทุกระยะเวลาในการเก็บรักษา และค่าความแข็งของแคบจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยค่าความแข็งในทุกกลุ่มทดลองจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของมนุษย์ แคบจะมีความแข็งมากขึ้น จะต้องใช้แรงในการเคี้ยวเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บที่มากขึ้น และในกลุ่มทดลองที่ 3 และ 4 จะมีค่าที่ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มแคบหมู่มากที่สุดในทุกระยะเวลาในการเก็บรักษา ซึ่งถือได้ว่ามีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมโดยมีค่าดังนี้ การเก็บรักษาวันที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1,3 และ 4 มีค่าความแข็ง 7.48, 6.96 และ 5.45 กิโลกรัม ตามลำดับ การเก็บรักษาวันที่ 7 กลุ่มทดลองที่ 1,3 และ 4 มีค่าความแข็ง 12.22, 9.73 และ 8.88 กิโลกรัม ตามลำดับ การเก็บรักษาวันที่ 15 กลุ่มทดลองที่ 1,3 และ 4 มีค่าความแข็ง 15.98, 16.33 และ 14.24 กิโลกรัม ตามลำดับการเก็บรักษาวันที่ 30 กลุ่มทดลองที่ 1,3 และ 4 มีค่าความแข็ง 26.19, 22.98 และ 27.40 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองดังกล่าวมีค่าความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละระยะเวลารักษา

ตารางที่ 10 แสดงค่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางด้านค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกออกจากกัน (Fracture Force) (kg) ของแคบที่เก็บรักษาในกลุ่มทดลอง และระยะเวลาต่าง ๆ

อายุ กลุ่มทดลอง	วันที่ 1	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30
กลุ่มที่ 1 (T1)	0.57 ^{ab} ± 0.57	1.47 ^b ± 1.45	1.98 ± 2.29	4.26 ^d ± 2.21
กลุ่มที่ 2 (T2)	1.13 ^a ± 0.77	1.83 ^{ab} ± 1.15	1.96 ± 1.82	8.97 ^a ± 3.26
กลุ่มที่ 3 (T3)	0.85 ^a ± 0.54	2.36 ^{ab} ± 1.27	3.58 ± 2.49	6.59 ^{bc} ± 1.15
กลุ่มที่ 4 (T4)	0.18 ^b ± 0.17	1.26 ^b ± 1.16	4.59 ± 2.79	7.64 ^{ab} ± 1.34
กลุ่มที่ 5 (T5)	0.60 ^{ab} ± 0.77	3.47 ^a ± 3.09	3.87 ± 3.64	5.38 ^{cd} ± 1.30

^{a, b, c} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ แคบหมูจากหนังหมูส่วนหลัง (สูตรควบคุม)

T2 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนหลัง

T3 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนพื้นท้อง

T4 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนข้อขา

T5 คือ แคบวัวจากหนังวัวส่วนหัว

*Hardness หมายถึง ค่าความแข็ง

Fracture Force หมายถึง แรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกแยกออกจากกัน

จากตารางที่ 10 ในการวิเคราะห์ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางด้านค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกออกจากกัน (Fracture Force) (kg) ของแคปที่เก็บรักษาในกลุ่มทดลอง และระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกออกจากกัน (Fracture Force) จะมีค่าที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มากขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกันกับค่าความแข็ง (Hardness) โดยที่ในระยะเวลาการเก็บรักษาวันที่ 1 จะมีค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกออกจากกัน (Fracture Force) น้อยที่สุด ($T_1=0.57$, $T_2=1.13$, $T_3=0.85$, $T_4=0.18$, $T_5=0.60$ กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกระยะเวลาในการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของมนุษย์จะพบว่าในช่วงวันแรกในการเก็บรักษาตัวอย่างแคปในทุกกลุ่มทดลองจะมีลักษณะที่เปราะกรอบ แตกหักง่าย และจะเปราะกรอบน้อยลงหรือมีความเหนียวมากขึ้น เมื่อระยะเวลามากขึ้น ในกลุ่มทดลองที่มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มแคปหนังหมูมากที่สุดคือกลุ่มทดลองที่ 5 โดยมีค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกออกจากกัน (Fracture Force) มีค่าดังนี้ ในการเก็บรักษาวันที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 5 มีค่า 0.57 และ 0.60 กิโลกรัม ตามลำดับ การเก็บรักษาวันที่ 7 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 5 มีค่า 1.47 และ 3.47 กิโลกรัม ตามลำดับ การเก็บรักษาวันที่ 15 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 5 มีค่า 1.98 และ 3.87 กิโลกรัม ตามลำดับ การเก็บรักษาวันที่ 30 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 5 มีค่า 4.26 และ 5.38 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองดังกล่าวมีค่าความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในแต่ละระยะเวลาการเก็บรักษา

3. การประเมินทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 11 ได้แสดงค่าเฉลี่ยจากการทดสอบความพึงพอใจของลักษณะทางประสาทสัมผัสของแคบวัว พบว่า

ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance)

ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ชอบมาก ซึ่งจากการทดลองในตารางที่ 11 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบหรือให้คะแนนแคบหมู แคบวัวพื้นหลัง และแคบวัวพื้นท้อง มากกว่า แคบวัวส่วนหัวและคอ กับ แคบวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังนั้นลักษณะที่ปรากฏของแคบวัวนั้น พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบแคบวัวพื้นหลังและแคบวัวพื้นท้อง ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับแคบหมูมากที่สุด

ลักษณะเนื้อสัมผัส (Body and Texture)

ลักษณะเนื้อสัมผัส ของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ชอบมาก จากการทดลองพบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัส หรือความกรอบของแคบนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจแคบวัวพื้นหลัง แคบวัวพื้นท้อง และแคบวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง มากกว่า แคบหมู และแคบวัวส่วนหัวและคอ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยแคบวัวพื้นหลัง แคบวัวพื้นท้อง และแคบวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง ผู้บริโภคมีคะแนนระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ ที่ 3 ถึง 4 คือเฉยๆ จนถึงชอบ ส่วนแคบหมู และแคบวัวส่วนขาหน้าและคอ มีคะแนนระดับความพึงพอใจที่ 2 จนถึง 3 คือไม่ชอบจนถึงเฉยๆ ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคให้ระดับคะแนนความชอบมากที่สุด คือ แคบวัวพื้นหลัง แคบวัวพื้นท้อง และแคบวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง

กลิ่นและรสชาติ (Flavor)

กลิ่นและรสชาติของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ชอบมาก ซึ่งจากการทดลองพบว่า ผู้บริโภคมีคะแนนระดับความพึงพอใจที่ 3 ถึง 4 คือ กลิ่นและรสชาติของแคบหมูและแคบวัว ผู้บริโภครู้สึกเฉยๆ จนถึงชอบ ซึ่งในแต่ละกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นกลิ่นและรสชาติของแคบหมูและแคบวัวในส่วนต่างๆ มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

สิ่งตกค้างภายหลังจากการกลืน (aftertaste)

สิ่งตกค้างภายหลังจากการกลืน ของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่เหลือเศษเลย ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ เหลือเศษมาก ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 11 พบว่า แคมหมู แคมวัวพื้นหลัง แคมวัวพื้นท้อง แคมวัวส่วนหัวและคอ แคมวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง มีสิ่งตกค้างที่บริเวณลิ้นเล็กน้อยจนถึงปานกลาง ซึ่งแคมทั้ง 5 กลุ่มทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่า แคมวัวในทุกๆ ส่วน ได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภคเท่ากับแคมหมู เป็นต้น

ความพอใจโดยรวม (Overall acceptance)

ความพอใจโดยรวมของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ชอบมาก ซึ่งจากผลการทดลองในแต่ละกลุ่มทดลองพบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจแคมวัวพื้นหลัง มากที่สุด โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 3.42 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแคมหมู และแคมวัวส่วนหัวและคอ โดยที่คะแนนความพอใจโดยรวมจะอยู่ในระดับที่ 3 ถึง 4 คือ ปานกลางจนถึงชอบ เป็นต้น แสดงว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจแคมวัวพื้นหลังมากที่สุด ซึ่งสามารถใช้ทดแทนแคมหมูได้

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางประสาทสัมผัสของแคบวัว

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส (Mean±SD)	กลุ่มทดลอง				
	T1	T2	T3	T4	T5
ลักษณะที่ปรากฏ ¹	3.51 ^a ±0.95	3.63 ^a ±0.96	3.57 ^a ±0.95	3.10 ^b ±1.07	3.25 ^b ±1.00
ลักษณะเนื้อสัมผัส ¹	2.89 ^b ±1.20	3.47 ^a ±1.13	3.47 ^a ±1.09	2.98 ^b ±1.26	3.27 ^a ±1.20
กลิ่นและรสชาติ ¹	3.15±0.97	3.06±1.05	3.28±1.01	3.22±1.02	3.28±1.03
สิ่งตกค้างภายใน	2.75±1.05	2.64±0.92	2.66±1.05	2.92±1.20	2.88±1.04
หลังจากการกลืน ²					
ความพอใจ	3.13 ^{bc} ±0.97	3.30 ^{ab} ±1.02	3.42 ^a ±0.95	3.00 ^c ±1.09	3.25 ^{abc} ±1.02
โดยรวม ¹					

^{a b c d} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ย (P<0.05)

หมายเหตุ

T1 คือ แคบหมู

T2 คือ แคบวัวพื้นหลัง

T3 คือ แคบวัวพื้นท้อง

T4 คือ แคบวัวส่วนหัวและคอ

T5 คือ แคบวัวส่วนขาหน้าและขาหลัง

ระดับคะแนนความพอใจของลักษณะทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-5)

ก. 1 = ไม่ชอบมาก

2 = ไม่ชอบ

3 = เฉยๆ

4 = ชอบ

5 = ชอบมาก

ข. 1 = ไม่เหลือเศษเลย

2 = เศษเหลือเล็กน้อย

3 = เศษเหลือปานกลาง

4 = เศษเหลือ

5 = เศษเหลือมาก

สรุปผลการทดลอง

1. แคมวามีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไป เชื้อยีสต์และราน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด มีปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และโคเลสเตอรอล ไม่เกินตามข้อมูลโภชนาการ มีค่าคอเลสเตอรอลดี (a_w) ต่ำ

2. ผลการตรวจชิมของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบแคมว่พื้นหลังมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแคมว่ส่วนพื้นท้อง แคมว่ส่วนหัวและคอ และแคมว่ส่วนขาหน้าและขาหลัง เป็นต้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมคือ แคมหมู พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นแคมว่พื้นหลัง สามารถนำมาทดแทนแคมหมูได้ หรือสามารถนำหนังโคมาเพิ่มมูลค่าเป็นแคมว่ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการลองนำผลิตภัณฑ์แคมว่พื้นหลังจำหน่าย หรือทดลองตลาด และควรมีการทดลองแบ่งเกรดราคาของแคมว่ตามชิ้นส่วนที่นำมาทำ

2. ควรมีการทดลองการตรวจชิมในกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป และผู้บริโภคกลุ่มมุสลิม

เอกสารอ้างอิง

- ผกาพรรณ สกุลมัน. 2552. คุณภาพหนังโคไทยและความเหมาะสมในการนำไปทำผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง ห่วงโซ่คุณค่าเนื้อโคไทย. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1 2552 ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ
- วรรณิยา โสภักดี. 2544. การศึกษาอายุการเก็บรักษากุ้งแห้งในอุณหภูมิเย็นเพื่อการค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา วิสิฐอุตรการ. 2540. วอเตอร์แอกติวิตี. เอกสารประกอบการสอนการประเมินอายุการเก็บของอาหาร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- คณะสัตวแพทยวิทยาเขตกำแพงแสน. 2550.FDA-BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online Edition 2001(US-FDA), Total Plate Count or Aerobic Chapter 3.
- คณะสัตวแพทยวิทยาเขตกำแพงแสน. 2550.FDA-BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online Edition 2001(US-FDA), Yeast, Mold and Mycotoxins Chapter18.
- ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร. 2553. การวิเคราะห์หลักโภชนาการ Thai Compendium of methods for food analysis, 1st ed. 2003 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร. 2553. การวิเคราะห์ค่า Water Activity (a_w) at 25⁰C โดยวิธีทดสอบ TMC – 66 In house method based on AOAC (2005) 978.18 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร. 2553. การวิเคราะห์ความชื้นโดยวิธีทดสอบ TMC – 17 In house method base on Journal of Food and Drug Analysis (2005). 13(1) : 78 – 83 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศูนย์ประกันคุณภาพอาหาร. 2553. การวิเคราะห์ความชื้นโดยวิธีทดสอบ TMC – 02 AOAC In house method based on AOAC (2008) 925.45 สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. แคมหมู. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 101/2546. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2541. ฉลากโภชนาการ. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541. กรุงเทพฯ.

Lin, S.Y. and P.Y. Chang. 1987. Improvement of the Texture and Storage Stability for Dried Pork Cubes. Food Industry Research and Development Institute. Taiwan, Republic of China.

Raksakulthai, N. 1997. Dried Fishery Products. Department of Fish Products. Faculty of Fisheries. Kasetsart University. Bangkok.

ภาคผนวก

เอกสารภาคผนวกที่ 1 การแปรรูปแคบว

1. สูตรแคบว

หนังว 1,000 กรัม

เกลือป่น 10 กรัม

2. วิธีการแปรรูปแคบว

1. นำหนังวแช่เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน
2. ทำความสะอาดหนังว
3. จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดให้หนังวสุใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้จะเวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอายุของว
4. ทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิห้องปกติ แล้วทำความสะอาดหนังวอีกครั้งโดยการเอะเอาไขมันออกจากหนังว
5. หั่นหนังวเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 0.5 x 3 นิ้ว
6. นำหนังวคลุกผสมกับเกลือป่นตามสูตร
7. อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วกลับด้านล่างขึ้นด้านบนแล้วอบต่อไปอีก 5 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง
8. นำไปต้มในน้ำมันปาล์มใช้ไฟอ่อนๆ อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 130 องศาเซลเซียสใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที จนกระทั่งหนังวลอยขึ้นมาอยู่บนผิวน้ำมัน
9. ให้ตัดหนังวจากกระทะตักน้ำมันขึ้นมาผึ่งไว้ในที่อุณหภูมิห้องปกติ ประมาณ 4 ชั่วโมง
10. การทอดหนังว ใช้ไฟร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 200 องศาเซลเซียส นาน 45 วินาที เพื่อให้หนังวขยายตัวจากและเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อน ก็จะได้แคบวไว้รับประทาน จากนั้นทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องปกติก่อนที่จะนำไปเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ต่อไป

3. ขั้นตอนการแปรรูปแคบวัว



ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2



ขั้นตอนที่ 3



ขั้นตอนที่ 4



ขั้นตอนที่ 5



ขั้นตอนที่ 6



ขั้นตอนที่ 7



ขั้นตอนที่ 8



ขั้นตอนที่ 9



ขั้นตอนที่ 10



ขั้นตอนที่ 11



ขั้นตอนที่ 12

ขั้นตอนการแปรรูป

1. ตัดแต่งชิ้นส่วนหนังวัว
2. ชูดขนด้วยมีดและซ็อน
3. เผลด้วยแก๊สล้างให้สะอาด
4. ต้มในน้ำเดือด 1 - 2 ชั่วโมง
5. หั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5 x 3 นิ้ว
6. นวดผสมกับเกลือป่น
7. อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
8. หลังวัวแห้งภายหลังการอบ
9. ต้มในน้ำมัน 20 - 30 นาที
10. ผึ่งลมให้เย็นก่อนนำไปทอด
11. ทอดในน้ำมัน 45 วินาที
12. แคบวัวพร้อมรับประทาน

ภาพผนวกที่ 1 แสดงขั้นตอนการแปรรูปแคบวัว

เอกสารภาคผนวกที่ 2 แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับแคปวัว

แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับ

วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

โปรดทดสอบระดับการยอมรับของตัวอย่าง โดยใส่เครื่องหมาย X แสดงความรู้สึกการยอมรับที่ตรงกับใจท่านที่สุด

1. Appearance and Color

สี

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	204	175	324	481	540
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

2. Body and Texture

ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความกรอบ)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	204	175	324	481	540
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

3. Flavor

กลิ่นและรสชาติ (very high- very low)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	204	175	324	481	540
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

4. Aftertaste

สิ่งตกค้างภายหลังจากการกลืน

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	204	175	324	481	540
1=ไม่เหลือเศษเลย					
2=เศษเหลือเล็กน้อย					
3=เศษเหลือปานกลาง					
4=เศษเหลือ					
5=เศษเหลือมาก					

5. Overall acceptance

ความพอใจโดยรวม (very high- very low)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	204	175	324	481	540
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

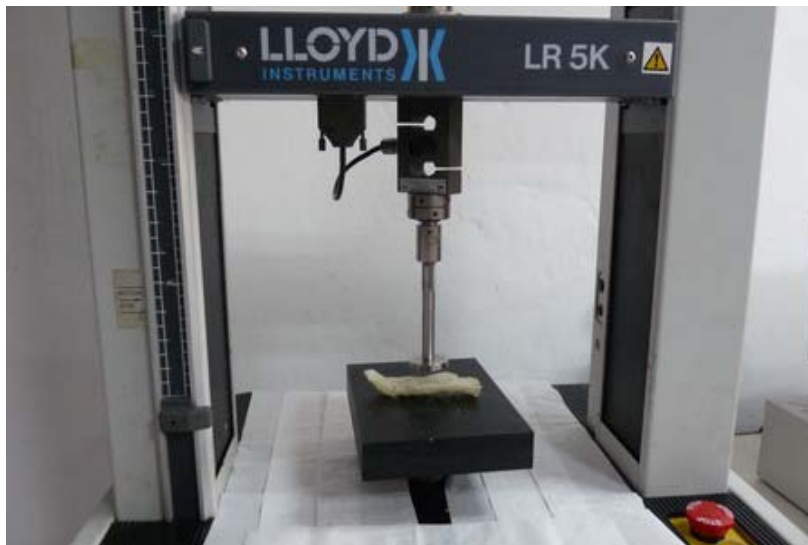
ภาคผนวกที่ 2 ศึกษาค่าเนื้อสัมผัสของแคบวัว



เครื่อง Instron Universal Testing Machine



หัววัดแบบ Three Point Bending ของเครื่อง Instron Universal Testing Machine



หัววัดแบบกด (TPA) ของเครื่อง Instron Universal Testing Machine

ภาพผนวกที่ 3 การตรวจชิมแคบวัว



ตรวจชิมแคบวัว



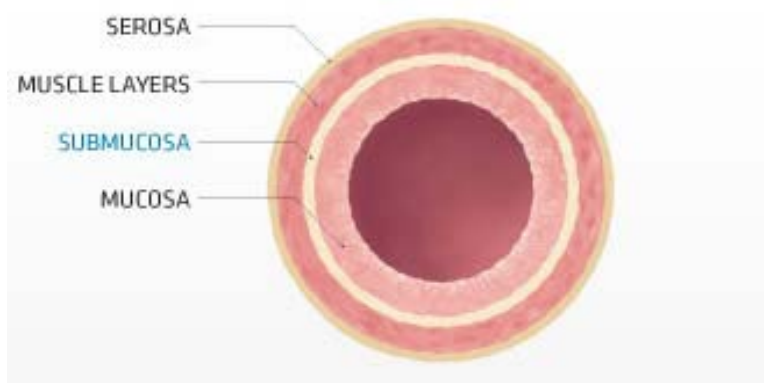
ตรวจชิมแคบวัว

โครงการวิจัยย่อยที่ 3. “การใช้ประโยชน์จากไส้วัวสด”

Utilization of Fresh Beef Intestine

คำนำ

เครื่องในโคเป็นผลพลอยได้ส่วนหนึ่งจากกระบวนการฆ่าโค ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดรายได้แก่ผู้ประกอบการโรงฆ่าโค แต่ในปัจจุบันผลตอบแทนจากการจำหน่ายเครื่องในมีมูลค่าต่ำลงอย่างมาก การนำเครื่องในส่วนของไส้โคสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยทำเป็นไส้บรรจุไส้กรอกได้ ไส้บรรจุที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปส่วนใหญ่เป็นไส้บรรจุหมักเกลือที่ทำจากไส้สุกร และไส้แกะ โดยส่วนใหญ่เป็นไส้ที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ สำหรับประเทศไทยยังไม่มีรายงานใดที่นำไส้โคหมัก มาทำไส้บรรจุหมักเกลือมาจำหน่ายทางการค้า ดังนั้นการศึกษารูปแบบและวิธีการเก็บรักษาไส้โคหมักเกลือ จึงน่าจะเป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าของไส้โคได้อีกทางหนึ่ง เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคโดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่นับถือศาสนาอิสลาม และนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตอาหารฮาลาลได้



ภาพที่ 1 ภาพตัดขวางของลำไส้เล็ก

ที่มา : <http://www.cormatrix.com>

การใช้ประโยชน์จากลำไส้ของสัตว์ เช่น สุกร แพะ โค โดยการนำมาใช้เป็นไส้บรรจุอาหาร จะนำส่วนของลำไส้ เอาส่วนของ serosa, muscle layers และ mucosa ออก เหลือเพียงส่วนของ submucosa ที่นำมาใช้เป็นไส้บรรจุ (Wikipedia the free encyclopedia, 2010) ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการจำหน่ายไส้โคหมักเกลือ ซึ่งสามารถจำแนกไส้โคออกเป็น 3 ประเภทตามขนาดของลำไส้ดังนี้

1. Beef bung caps คือส่วนของไส้คี่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 – 5 นิ้ว ความยาว 18 นิ้ว
2. Beef middles คือส่วนของลำไส้เล็กส่วนปลาย และลำไส้ใหญ่ส่วนต้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 – 2 นิ้ว
3. Beef rounds คือส่วนของลำไส้เล็กส่วนต้น มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 – 46 มิลลิเมตร (Beef Casings, 2010)

ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีกำหนดยี่ห้อไส้หมักเกลือที่ผลิตในประเทศ มีเพียงการจำหน่ายไส้หมักเกลือที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีมูลค่าค่อนข้างสูง จึงเป็นที่มาของการทำวิจัยในครั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากการฆ่าโค โดยเฉพาะส่วนของลำไส้ได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษา คุณภาพทางกายภาพ ชีวภาพ และอายุการเก็บรักษาของไส้โคมาทำไส้บรรจุเทียบกับไส้สุกร
2. ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเกลือที่นำมาใช้หมักไส้โค เทียบกับไส้สุกรหมักเกลือทางการค้า

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ไล่โคพื้นเมือง

ไล่โคพื้นเมืองที่ใช้ในการทดลอง เป็นส่วนของลำไส้เล็กจากโคพื้นเมือง อายุ 2-3 ปี น้ำหนัก 200 – 300 กิโลกรัม

2. การล้างทำความสะอาดไล่โคพื้นเมือง

ล้างลำไส้เล็กโคให้สะอาดด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้งโดยไม่ต้องกลับไส้ออกมา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3. การขูดไล่โค

นำลำไส้เล็กของโคที่ผ่านการแช่เย็น 72 ชั่วโมงแล้วมาขูดด้วยสันมีด โดยขูดเอาส่วนของชั้น ไขมัน และ mucosa ที่ติดอยู่กับลำไส้เล็กออกจนหมด ล้างทำความสะอาดภายนอก และภายใน โดยการกรอกน้ำล้างเข้าไปในลำไส้แล้วปล่อยน้ำออก 2 ครั้ง นำไปผึ่งให้สะเด็ดน้ำในตะแกรง 10 นาที จากนั้นจึงนำไล่ที่สะเด็ดน้ำแล้วหมักเกลือในอัตราส่วนของน้ำหนักไล่โคที่ผ่านการขูดล้าง: น้ำหนักเกลือป่นที่ระดับ 1:1, 1:1.5, 1:2 และ 1:2.5

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1 วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร) และความหนา (มิลลิเมตร) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

4.2 การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis (TBA))

5. วิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ คือ

5.1 Total Plate Count ตามวิธีของ FDA (2001)

5.2 Coliforms ตามวิธีการของ FDA (2003)

5.3 *Escherichia coli* (*E. coli*) ตามวิธีของ FDA (2003)

5.4 *Salmonella spp.* ตามวิธีของ FDA (2001)

5.5 *Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ FDA (2001)

5.6 *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ FDA (2006)

6. การประเมินด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

นำไส้โคหมักเกลือในอัตราส่วนต่างๆมาทำไส้กรอก และ ประเมินด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับไส้สุกรหมักเกลือทางการค้า

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติ Duncan's Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณภาพทางด้านชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไป ของไส้วหมักเกลือด้วยอัตราส่วนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่างกัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปของไส้วหมักเกลือที่เก็บที่อุณหภูมิห้องในอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บที่นานขึ้น โดยพบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษา (0-45 วัน) ของกลุ่มที่มีอัตราส่วนไส้ต่อปริมาณเกลือ 1:1 (กลุ่มที่ 2) มีปริมาณไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 8.8×10^4 - 9.2×10^4 cfu/g และจะมีปริมาณสูงมากขึ้นเมื่อเก็บที่ 70 วัน เช่นเดียวกับไส้ต่อระดับเกลือ 1:1.5 (กลุ่มที่ 3) ส่วนที่อัตราส่วนเกลือ 1:2 (กลุ่มที่ 4) พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปน้อยที่สุดเมื่อเก็บที่ 45 วัน ส่วนอัตราส่วนไส้ต่อเกลือที่ระดับ 1:2.5 (กลุ่มที่ 5) พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำสุดเมื่อเก็บที่ 70 วัน เท่ากับ 2.3×10^4 cfu/g และเมื่อเปรียบเทียบกับไส้หมู (T1) พบว่าไส้วหมักเกลือที่อัตราส่วน 1: 2.5 (กลุ่มที่ 5) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปใกล้เคียงกับไส้หมูมากที่สุด เนื่องจากไส้หมูที่ได้จากการค้าสามารถเก็บไว้ได้เป็นระยะเวลานาน สำหรับไส้วหมักเกลือที่เก็บในตู้เย็น (4 °C) พบว่า ไส้วที่หมักเกลือที่อัตราส่วน 1: 1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น และพบว่าไส้วที่หมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2.5 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น และเมื่อนำไส้วที่มีระดับเกลือเดียวกันแต่เก็บที่อุณหภูมิที่ต่างกัน พบว่า ไส้วที่เก็บในตู้เย็น (4 °C) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปน้อยกว่าไส้วที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (37 °C) ของทุกระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั่วไป (cfu/g) ของไส้วหมักเกลือ ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิ วันที่	อุณหภูมิห้อง (37 °C)					ตู้เย็น (4 °C)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
0	1x10 ⁶	9.2x10 ⁴	7.9x10 ⁶	9.2x10 ⁴	1.3x10 ⁶	1x10 ⁶	9.2x10 ⁴	7.9x10 ⁶	9.2x10 ⁴	1.3x10 ⁶
7	8.5x10 ⁴	8.8 x10 ⁴	3x10 ⁴	4.5x10 ⁴	4.5x10 ⁴	7.7x10 ⁴	8.3x10 ⁴	3.4x10 ⁴	9.8x10 ⁴	4x10 ⁴
45	7x10 ⁴	9.2x10 ⁴	1.1x10 ⁴	3.6x10 ³	2x10 ⁵	5.4x10 ⁵	3x10 ⁵	9.5x10 ⁴	3x10 ⁵	8.1x10 ⁴
70	5.5x10 ³	1.69x10 ⁶	5x10 ⁶	1.7x10 ⁵	2.3x10 ⁴	4.8x10 ³	8.6x10 ⁵	4x10 ⁴	5.9x10 ⁴	9.6x10 ³

หมายเหตุ

- T1 = ไส้หมักเกลือ
- T2 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1 : 1
- T3 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1 : 1.5
- T4 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1 : 2
- T5 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1 : 2.5

ปริมาณเชื้อ Coliform ใส้ว้หมักเกลือด้วยอัตราส่วนเกลือและเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่างกัน พบว่า เมื่อทำการเก็บรักษาเพียง 7 วัน ใส้หมูและใส้ว้หมักเกลือที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (37 °C) ในทุกระดับความเข้มข้นของเกลือ มีปริมาณเชื้อ Coliform น้อยที่สุด <0.3 MPN/g ส่วนใส้หมูและใส้ว้ที่เก็บที่ในตู้เย็น (4 °C) พบว่า ใส้หมูและใส้ว้หมักเกลือด้วยอัตราส่วนเกลือ 1:1 (กลุ่ม 2) และ 1:1.5 (กลุ่ม 3) มีปริมาณเชื้อ Coliform น้อยที่สุด <0.3 MPN/g เมื่อทำการเก็บรักษาเพียง 7 วัน เช่นเดียวกัน แต่พบว่าใส้ว้ที่หมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2 (กลุ่ม 4) พบปริมาณเชื้อ Coliform เมื่อเก็บถึง 45 วัน และจะลดลงน้อยที่สุด <0.3 MPN/g (ตารางที่ 2)

สำหรับปริมาณเชื้อ *E. coli* พบว่าใส้หมูและใส้ว้หมักเกลือที่อัตราส่วนเกลือ 1:1 (กลุ่ม 2) และ 1:2 (กลุ่ม 4) ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (37 °C) มีปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยที่สุด <0.3 MPN/g เมื่อเก็บที่ 0 วันของการเก็บรักษา ส่วนใส้ว้หมักเกลือที่อัตราส่วนเกลือ 1:1.5 (กลุ่ม 3) และ 1:2.5 (กลุ่ม 5) มีปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยที่สุด <0.3 MPN/g เมื่อเก็บรักษาที่ 7 วัน และพบว่าใส้หมูและใส้ว้หมักเกลืออัตราส่วน 1:1 เก็บในตู้เย็น (4 °C) มีปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยที่สุด <0.3 MPN/g เมื่อเก็บที่ 0 วัน และเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น พบว่าปริมาณเชื้อ *E. coli* ยังคง <0.3 MPN/g (ตารางที่ 3) อาจเนื่องมาจากเชื้อ *E. coli* สามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 8-44 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37 องศาเซลเซียส และที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง ค่า a_w ต่ำที่สุดเจริญได้คือ 0.95 แต่เนื่องจากใส้หมักเกลือมีความเป็นกรด-ด่างที่สูง จึงส่งผลให้เชื้อ *E. coli* ไม่สามารถมีชีวิตรอดได้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนเชื้อ Coliform (MPN/g) ของไส้วหมักเกลือ ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิ วันที่	อุณหภูมิห้อง (37 °C)					ตู้เย็น (4 °C)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
0	1.5	24	9.3	21	0.91	1.5	24	9.3	21	0.91
7	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	>110	24
45	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.93	<0.3
70	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

หมายเหตุ

T1 = ไส้หมักเกลือ

T2 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1

T3 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1.5

T4 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2

T5 = ไส้วสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2.5

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* (MPN/g) ของไส้วหมักเกลือ ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิ วันที่	อุณหภูมิห้อง (37 °C)					ตู้เย็น (4 °C)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
0	<0.3	<0.3	9.3	<0.3	0.91	<0.3	<0.3	9.3	<0.3	0.91
7	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	24	2.3
45	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
70	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

หมายเหตุ

T1 = ไส้หมักเกลือ

T2 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1

T3 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1.5

T4 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2

T5 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2.5

การตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ดังตารางที่ 4 พบว่าไส้หมูและไส้วัวหมักเกลือที่อัตราส่วนเกลือ 1:2.5 (กลุ่ม 5) ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง (37 °C) มีปริมาณเชื้อ *S. aureus* น้อยที่สุด <0.3 MPN/g ในทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา ส่วนไส้วัวหมักเกลือที่อัตราส่วนเกลือ 1:2.5 (กลุ่ม 5) ที่เก็บในตู้เย็น (4 °C) มีปริมาณเชื้อ *S. aureus* น้อยที่สุด <0.3 MPN/g ในทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา สำหรับไส้วัวหมักเกลือที่อัตราส่วนอื่น พบปริมาณเชื้อ *S. aureus* อยู่ในช่วง 0.91-24 MPN/g โดยเชื้อ *S. aureus* เป็นแบคทีเรียที่พบอยู่ในจมูก ล้าคอ เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่พบได้ที่ผิวหนัง สามารถเพิ่มจำนวนได้ในอาหารที่มีน้ำใช้ได้ต่ำประมาณ 0.85 และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี โดยทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นอกจากนี้ยังสามารถรอดชีวิตในน้ำเกลือความเข้มข้นสูง 6.5% ได้ (วีรานุช, 2551) ซึ่งสามารถพบเชื้อ *S. aureus* มากที่แผล ฝี หนองของคน ปนเปื้อนลงสู่อาหารโดยการไอ จาม หรือมือมีแผลหนอง (ศุภชัย, 2549) การตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในไส้วัวหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2.5 (กลุ่ม 5) มีปริมาณ <0.3 MPN/g ทั้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น เนื่องจากมีความเข้มข้นของเกลือที่สูงกว่าความสามารถในการรอดชีวิตของเชื้อ *S. aureus* ส่วนไส้วัวหมักเกลือที่มีอัตราส่วนเกลือน้อยกว่า 1:2.5 (กลุ่ม 5) มีการตรวจพบเชื้อ *S. aureus* อาจเนื่องมาจากการมีชีวิตรอดของเชื้อ *S. aureus* และอาจมีการปนเปื้อนมาจากมือของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งพบว่าผู้ปฏิบัติงานไม่มีการใส่ถุงมือในขณะที่ปฏิบัติงาน จึงอาจจะเป็นสาเหตุให้มีการปนเปื้อนได้

ตารางที่ 4 จำนวนเชื้อ *S. aureus* (MPN/g) ของไส้วหมักเกลือ ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิ วันที่	อุณหภูมิห้อง (37 °C)					ตู้เย็น (4 °C)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
0	<0.3	0.91	24	0.91	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
7	<0.3	1.6	6.4	<0.3	<0.3	0.91	<0.3	1.5	1.2	<0.3
45	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.91	0.36	<0.3	<0.3	<0.3
70	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

หมายเหตุ

T1 = ไส้หมักเกลือ

T2 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1:1

T3 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1:1.5

T4 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1:2

T5 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1:2.5

การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. ไส้หมูและไส้วัวหมักเกลือด้วยอัตราส่วนเกลือและเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่างกัน ในตัวอย่าง 25 กรัม ไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างไส้หมูและไส้วัวหมักเกลือด้วยอัตราส่วนเกลือและที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (37 °C) และเก็บในตู้เย็น (4 °C) (ตารางที่ 5) เชื้อ *Salmonella* spp. เป็นเชื้อที่พบอยู่ในทางเดินอาหาร โดยเฉพาะในลำไส้ และปนออกมากับอุจจาระ นอกจากนี้อาจปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ล้าง เครื่องมือ เครื่องใช้ (วีรานูช, 2551) และจะเริ่มถูกทำลายที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แต่สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 8-45 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดค่าที่ pH 6.5-7.5 (ศุภชัย, 2549) เชื้อ *Salmonella* spp. ที่ตรวจไม่พบอาจ เนื่องจากไส้วัวหมักเกลือมีความเป็นด่างสูง ส่งผลให้ เชื้อ *Salmonella* spp. ไม่สามารถมีชีวิตรอดได้

สำหรับการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringens* ดังตารางที่ 6 ไส้หมูและไส้วัวหมักเกลือด้วยอัตราส่วนเกลือและเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่างกัน พบเชื้อ *Clostridium perfringens* ในไส้วัวหมักเกลือที่เก็บที่อุณหภูมิห้องในอัตราส่วน 1:1 เท่ากับ 20 cfu/g และพบในไส้หมูที่เก็บในตู้เย็นเท่ากับ 10 cfu/g และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 70 วัน พบเชื้อ *Clostridium perfringens* ในไส้วัวหมักเกลือที่เก็บในตู้เย็นในอัตราส่วน 1:2 (กลุ่ม 4) และ 1:2.5 (กลุ่ม 5) เท่ากับ 10 cfu/g และ 30 cfu/g ตามลำดับ โดยปกติเชื้อ *Clostridium perfringens* พบได้ทั่วไปในดินและพบเป็นแบคทีเรียประจำถิ่น อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ชนิดอื่นแบบพึ่งพา (commensalism) (วีรานูช, 2551) สำหรับการตรวจพบเชื้อ *Clostridium perfringens* นั้น อาจเนื่องมาจากขบวนการล้างทำความสะอาดไส้วัวไม่สะอาดทำให้มีการปนเปื้อนอุจจาระในไส้วัว หรือในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ มีการสัมผัสกับพื้นโดยตรง ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนสู่ไส้วัวได้

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนเชื้อ *Salmonella* spp. ของไส้หมักเกลือ ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง (37 °C)					ตู้เย็น (4 °C)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
7	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
45	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
70	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ

- T1 = ไส้หมักเกลือ
- T2 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1
- T3 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1.5
- T4 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2
- T5 = ไส้สดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2.5

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนเชื้อ *Clostridium perfringens* ของไส้หมักเกลือ ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

อุณหภูมิ วันที่	อุณหภูมิห้อง (37 °C)					ตู้เย็น (4 °C)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
7	ไม่พบ	20 cfu/g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	10 cfu/g	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
45	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
70	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	10 cfu/g	30 cfu/g

หมายเหตุ

T1 = ไส้หมักเกลือ

T2 = ไส้ัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1

T3 = ไส้ัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1.5

T4 = ไส้ัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2

T5 = ไส้ัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2.5

2. คุณภาพทางกายภาพ

2.1 ผลของระดับของเกลือที่ต่างกันต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของไส้หมักเกลือ

ลำไส้โคส่วนที่นำมาชุด้างทำความสะอาดและหมักเกลือ คือส่วนของลำไส้เล็ก โคพื้นเมือง 1 ตัวจะมีความยาวของลำไส้เล็กเฉลี่ย 29.25 เมตร น้ำหนักเฉลี่ย 2.10 กิโลกรัม หลังการชุด้างทำความสะอาดแล้วจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.75 กิโลกรัม คิดเป็นน้ำหนักไส้ที่เหลืออยู่ 35.71 เปอร์เซ็นต์ นำไส้สุกรและไส้โคหมักเกลือที่ระดับ 1:1, 1:1.5, 1:2 และ 1:2.5 แล้ว มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของไส้สุกรและไส้โคจะลดลงเนื่องจากเกลือจะดึงเอาน้ำส่วนที่อยู่ในไส้ที่ชุดแล้วออกมาทำให้ไส้หมักเกลือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าระดับของเกลือที่ใช้ในการหมักไส้โคที่ต่างกัน ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร) ของไส้สุกรทางการค้า และไส้โคหมักเกลือในอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

ลักษณะศึกษา	T1	T2	T3	T4	T5
ก่อนหมักเกลือ	3.88	5.71	5.69	5.66	5.69
หลังหมักเกลือ 7 วัน	3.58	5.44	5.37	5.32	5.31
หลังหมักเกลือ 14 วัน	3.57	5.42	5.36	5.32	5.31
หลังหมักเกลือ 30 วัน	3.56	5.40	5.35	5.31	5.29
หลังหมักเกลือ 45 วัน	3.56	5.39	5.35	5.31	5.29
หลังหมักเกลือ 70 วัน	5.36	5.39	5.35	5.31	5.29

หมายเหตุ T1 คือไส้สุกรหมักเกลือทางการค้า
 T2 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:1 (ของน้ำหนักสด)
 T3 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:1.5 (ของน้ำหนักสด)
 T4 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:2 (ของน้ำหนักสด)
 T5 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:2.5 (ของน้ำหนักสด)

การเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไส้สุกรจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด ส่วนไส้โคกลุ่ม T4 มีการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด ซึ่งการเพิ่มอัตราส่วนของเกล็ดที่ใช้ที่มากขึ้น ทำให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง

ตารางที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร) ของไส้สุกรทางการค้า และไส้โคหมักเกล็ดในอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

ลักษณะศึกษา	T1	T2	T3	T4	T5
หลังหมักเกล็ด 7 วัน	0.13	0.25	0.25	0.25	0.25
หลังหมักเกล็ด 14 วัน	0.37	0.50	0.47	0.51	0.45
หลังหมักเกล็ด 30 วัน	0.36	0.48	0.45	0.51	0.45
หลังหมักเกล็ด 45 วัน	0.36	0.47	0.44	0.50	0.45
หลังหมักเกล็ด 70 วัน	0.36	0.45	0.43	0.50	0.45

หมายเหตุ

- T1 คือไส้สุกรหมักเกล็ดทางการค้า
- T2 คือไส้โคหมักเกล็ดอัตราส่วน 1:1 (ของน้ำหมักสด)
- T3 คือไส้โคหมักเกล็ดอัตราส่วน 1:1.5 (ของน้ำหมักสด)
- T4 คือไส้โคหมักเกล็ดอัตราส่วน 1:2 (ของน้ำหมักสด)
- T5 คือไส้โคหมักเกล็ดอัตราส่วน 1:2.5 (ของน้ำหมักสด)

จากการวัดความหนาของไส้หมักเกลือบพบว่า ไส้หมักเกลือบมีความหนาเพิ่มขึ้นเนื่องจากการหดตัวของไส้ที่ถูกดึงเอาน้ำภายในไส้ออก เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าระดับของเกลือบที่ใช้ในการหมักไส้โคที่แตกต่างกัน ทำให้ไส้หมักเกลือบมีความหนาที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 9 แสดงความหนา (มิลลิเมตร) ของไส้สุกรทางการค้า และไส้โคหมักเกลือบในอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

ลักษณะที่ศึกษา	4 องศาเซลเซียส					37 องศาเซลเซียส				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
ก่อนหมักเกลือบ	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.30	0.30	0.30	0.30
หลังหมักเกลือบ 7 วัน	0.36	0.48	0.48	0.52	0.42	0.38	0.51	0.45	0.50	0.48
หลังหมักเกลือบ 14 วัน	0.35	0.45	0.46	0.52	0.41	0.36	0.50	0.43	0.50	0.48
หลังหมักเกลือบ 30 วัน	0.35	0.44	0.46	0.50	0.41	0.36	0.49	0.41	0.50	0.48
หลังหมักเกลือบ 45 วัน	0.35	0.40	0.45	0.50	0.41	0.36	0.49	0.40	0.50	0.48
หลังหมักเกลือบ 70 วัน	0.35	0.40	0.44	0.50	0.41	0.36	0.49	0.40	0.50	0.48

หมายเหตุ

T1 คือไส้สุกรหมักเกลือบทางการค้า

T2 คือไส้โคหมักเกลือบอัตราส่วน 1:1 (ของน้ำหมักสด)

T3 คือไส้โคหมักเกลือบอัตราส่วน 1:1.5 (ของน้ำหมักสด)

T4 คือไส้โคหมักเกลือบอัตราส่วน 1:2 (ของน้ำหมักสด)

T5 คือไส้โคหมักเกลือบอัตราส่วน 1:2.5 (ของน้ำหมักสด)

การเปลี่ยนแปลงความหนาของไส้หมักเกลือพบว่า ไส้หมักเกลือที่ระดับแตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไส้โคกลุ่ม T4 มีการเปลี่ยนแปลงความหนาของไส้โคมากที่สุด โดยการเปลี่ยนแปลงความหนาของไส้โคหมักเกลือมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของเกลือในการหมัก

ตารางที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนา (มิลลิเมตร) ของไส้สุกรทางการค้า และไส้โคหมักเกลือในอัตราส่วนต่างๆ ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

ลักษณะที่ศึกษา	4 องศาเซลเซียส					37 องศาเซลเซียส				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
หลังหมักเกลือ 7 วัน	-0.26	-0.28	-0.28	-0.32	-0.22	-0.23	-0.21	-0.15	-0.20	-0.18
หลังหมักเกลือ 14 วัน	-0.25	-0.25	-0.26	-0.32	-0.21	-0.21	-0.2	-0.13	-0.20	-0.18
หลังหมักเกลือ 30 วัน	-0.25	-0.24	-0.26	-0.30	-0.21	-0.21	-0.19	-0.11	-0.20	-0.18
หลังหมักเกลือ 45 วัน	-0.25	-0.20	-0.25	-0.30	-0.21	-0.21	-0.19	-0.10	-0.20	-0.18
หลังหมักเกลือ 70 วัน	-0.25	-0.20	-0.24	-0.30	-0.21	-0.21	-0.19	-0.10	-0.200	-0.18

หมายเหตุ

T1 คือไส้สุกรหมักเกลือทางการค้า

T2 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:1 (ของน้ำหมักสด)

T3 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:1.5 (ของน้ำหมักสด)

T4 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:2 (ของน้ำหมักสด)

T5 คือไส้โคหมักเกลืออัตราส่วน 1:2.5 (ของน้ำหมักสด)

2.2 ผลของเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของไส้โคหมักเกลือ

ระยะเวลาในการเก็บรักษา ตั้งแต่วันที่ 7 จนถึงวันที่ 60 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ลดลง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับความหนาของไส้หมักเกลือ โดยระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อความหนาของไส้หมักเกลือที่เพิ่มขึ้น ส่วนอุณหภูมิที่แตกต่างกันไม่มีผลการเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของไส้หมักเกลือที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาเดียวกันดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 11 แสดงผลของเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของไส้โคหมักเกลือ

ลักษณะที่ศึกษา	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)		ความหนา (มิลลิเมตร)	
	4 องศาเซลเซียส	37 องศาเซลเซียส	4 องศาเซลเซียส	37 องศาเซลเซียส
หลังหมักเกลือ 7 วัน	5.00	5.00	0.45	0.46
หลังหมักเกลือ 14 วัน	4.99	4.99	0.44	0.45
หลังหมักเกลือ 30 วัน	4.98	4.98	0.43	0.45
หลังหมักเกลือ 45 วัน	4.98	4.97	0.42	0.45
หลังหมักเกลือ 70 วัน	4.97	4.97	0.42	0.45

2.3 ผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของไส้หมักเกลือ

อุณหภูมิที่แตกต่างกันทำให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของไส้หมักเกลือมีขนาดแตกต่างกัน โดยไส้หมักเกลือที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าไส้หมักเกลือที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 12 แสดงผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของไส้หมักเกลือ

ลักษณะที่ศึกษา	T1	T2	T3	T4	T5
อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	3.67	5.43	5.38	5.40	5.37
อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	3.56	5.48	5.43	5.34	5.35

การเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำให้ไส้หมักเกลือมีความหนามากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

ตารางที่ 13 แสดงผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อความหนาของไส้หมักเกลือ

ลักษณะที่ศึกษา	T1	T2	T3	T4	T5
อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	0.31	0.40	0.42	0.46	0.38
อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	0.33	0.46	0.40	0.47	0.45

3. คุณภาพทางด้านกายภาพของไส้บรรจุที่นำมาแปรรูปเป็นไส้กรอกรมควัน

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของลักษณะไส้บรรจุในแต่ละกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสทางกายภาพของไส้ในแต่ละกลุ่มทดลองที่นำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว ความยืดหยุ่น และการทนต่อการเคี้ยว ในแต่ละกลุ่มทดลองนั้นไม่แตกต่างกัน แต่ค่า Fracture Force หรือแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกแยกออกจากกัน มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่กลุ่มควบคุม (กลุ่มทดลองที่ 1) มีค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหาย สูงที่สุดเท่ากับ 31.62 กิโลกรัม และในกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีค่าแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหาย น้อยที่สุดคือ 18.00 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ต้องใช้แรงมากที่สุดจึงจะทำให้โครงสร้างของตัวอย่างทดลองเกิดความเสียหาย กลุ่มทดลองที่ 1 จึงเปราะแตกได้ยากที่สุดซึ่งสัมพันธ์กับค่าความแข็ง โดยที่กลุ่มทดลองที่ 1 มีความแข็งมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าในส่วนของไส้บรรจุในกลุ่มที่ 1 มีความแข็งมาก เปราะแตกยากที่สุด หรือมีความกรอบน้อยที่สุดในแต่ละกลุ่มทดลอง ส่วนของกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้แรงน้อยที่สุดที่จะทำให้โครงสร้างของตัวอย่างทดลองเกิดความเสียหาย กลุ่มทดลองที่ 2 จึงเปราะแตกได้ง่ายที่สุดและก็มีความสัมพันธ์กับค่าความแข็ง โดยกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าความแข็งน้อยที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในส่วนของไส้บรรจุในกลุ่มที่ 2 มีความแข็งน้อย เปราะแตกง่ายที่สุดหรือมีความกรอบมากที่สุดในแต่ละกลุ่มทดลอง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการเคี้ยวของมนุษย์ สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ 2 เมื่อเริ่มใช้ฟันในการบดเคี้ยวจะมีความเปราะกรอบมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 14 แสดงค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis, TPA) ของไส้กรอกที่ใช้ไส้บรรจุที่แตกต่างกัน

กลุ่มทดลอง	Hardness (kg)	Cohesiveness	Gumminess (kg)	Springiness (mm)	Chewiness (kg.mm.)	Fracture Force (kg)
กลุ่มที่ 1 (T1)	33.67 ± 6.18	0.11 ± 0.04	3.73 ± 1.60	9.33 ± 2.32	34.49 ± 14.66	31.62 ^a ± 8.21
กลุ่มที่ 2 (T2)	27.68 ± 5.65	0.12 ± 0.04	3.45 ± 1.26	8.85 ± 1.86	30.41 ± 13.06	18.00 ^b ± 13.38
กลุ่มที่ 3 (T3)	33.14 ± 8.11	0.09 ± 0.03	3.05 ± 1.08	9.34 ± 3.33	29.82 ± 19.03	24.91 ^{ab} ± 15.90
กลุ่มที่ 4 (T4)	32.29 ± 4.86	0.10 ± 0.02	3.12 ± 0.73	9.13 ± 4.23	28.97 ± 17.22	24.18 ^{ab} ± 14.15
กลุ่มที่ 5 (T5)	30.06 ± 4.84	0.11 ± 0.03	3.11 ± 0.79	9.65 ± 3.79	31.27 ± 15.60	22.81 ^{ab} ± 13.31

^{a, b} อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หมายเหตุ

T1 คือ กลุ่มไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้หมูสด

T2 คือ กลุ่มไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1:1

T3 คือ กลุ่มไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1:1.5

T4 คือ กลุ่มไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1:2

T5 คือ กลุ่มไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1:2.5

*Hardness หมายถึง ค่าความแข็ง

Cohesiveness หมายถึง ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน

Gumminess หมายถึง ความเหนียว

Springiness หมายถึง ความยืดหยุ่น

Chewiness หมายถึง ความทนต่อการเคี้ยว

Fracture Force หมายถึง แรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกแยกออกจากกัน

4. คุณภาพทางด้านการประเมินประสาทสัมผัส

จากการศึกษาในการประเมินทางประสาทสัมผัสของไส้บรรจุ (casing) ที่นำมาแปรรูปเป็นไส้กรอกหมูรมควัน โดยไส้บรรจุที่ทำจากไส้วัวสดหมักเกลือที่ระดับต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance)

ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ชอบมาก ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะชอบไส้หมูสด ไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1:1.5 และ 1:2.5 มากกว่าไส้วัวที่หมักด้วยเกลืออัตราส่วน 1:2 โดยดูได้จากค่าเฉลี่ยพบว่า ลักษณะที่ปรากฏภายในนอกของตัวไส้ที่ใช้ในการบรรจุไส้กรอกหมูรมควันของไส้หมู มีค่าเท่ากับ 3.60 มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอย่างอื่น แต่โดยภาพรวมแล้วพบว่า ผู้บริโภคมีคะแนนความพอใจที่ระดับที่ 3 คือ เฉยๆ ต่อลักษณะที่บรรจุของไส้กรอกหมูรมควัน

กลิ่นและรสชาติ (Flavor)

กลิ่นและรสชาติ ของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ชอบมาก ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า กลิ่นและรสชาติของไส้หมูสดและไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วนต่างๆ ที่ใช้บรรจุไส้กรอก โดยวัดจากคะแนนระดับความพอใจของผู้บริโภคแล้ว พบว่า ผู้บริโภคมีคะแนนความพอใจระดับที่ 3-4 คือ เฉยๆ จนถึงชอบ ซึ่งในแต่ละกลุ่มทดลองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ลักษณะเนื้อสัมผัส (Body and Texture)

ความยืดหยุ่น (springiness) หมายถึง อัตราของการคืนรูปของวัตถุหลังจากการถูกกด ของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ เนื้อสัมผัสมีลักษณะไม่แข็ง ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ เนื้อสัมผัสมีลักษณะแข็งตัวได้ดีมาก จากผลการทดลองพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:1.5 มากที่สุด เท่ากับ 3.68 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้ไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2.5 แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ใช้ไส้หมูสด ไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:1 และไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2.5 ตามลำดับ โดยคะแนนระดับความ

พอใจของผู้บริโภคส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 3-4 คือ เมื่อใส่ลูกกตทับด้วยฟันที่ใช้เคี้ยวไส้กรอกหมุกรมควันแล้ว มีการคั่นตัวปานกลางจนถึงคั่นตัวดี

ความหนึบ (chewiness) หมายถึง การทนต่อการเคี้ยว หรือแรงที่ใช้ในการบดตัวอย่าง จนกระทั่งเสียรูปร่าง โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ใช้แรงในการเคี้ยวเนื้อสัมผัสของไส้บรรจุไส้กรอกหมุกรมควันน้อยมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ใช้แรงในการเคี้ยวเนื้อสัมผัสของไส้บรรจุไส้กรอกหมุกรมควันมากที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ไส้กรอกหมุกรมควันที่ใช้ไส้หมูสด ไส้วัวสดหมักที่อัตราส่วน 1:1, 1:1.5, 1:2 และ 1:2.5 มีค่าเท่ากับ 3.31, 3.24, 3.27, 3.44 และ 3.45 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งเมื่อวัดคะแนนความพอใจโดยรวมของผู้บริโภค พบว่า อยู่ในระดับที่ 3-4 คือ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับปานกลางต่อการทนต่อการเคี้ยวในตัวอย่างไส้กรอกหมุกรมควันของทุกๆ กลุ่มทดลอง

ความเหนียว-กรอบ (brittleness) หมายถึง ความเปราะของตัวอย่างหรือการแตกหักง่ายเมื่อได้รับแรงกระแทกจากภายนอก โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 คือ ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้บรรจุไส้กรอกหมุกรมควันมีความเหนียวมาก ส่วนคะแนนระดับที่ 5 คือ ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้บรรจุไส้กรอกหมุกรมควันมีความเปราะมาก ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:1.5 มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้ไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:1 และไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2 แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ใช้ไส้หมูสดและไส้วัวหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2.5 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ 2-3 คือ ไส้กรอกหมุกรมควันของกลุ่มทดลองทั้ง 5 นี้ จะมีลักษณะเนื้อสัมผัส ความเหนียว-กรอบ อยู่ในระดับเหนียวจนถึงปานกลาง แต่ผู้บริโภคสามารถเคี้ยวได้

ความพอใจโดยรวม (overall acceptance)

ความพอใจโดยรวมของผู้บริโภค โดยวัดจากคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า คะแนนระดับที่ 1 ไม่ชอบมาก จนถึงคะแนนระดับที่ 5 ชอบมาก ซึ่งจากผลการทดลองในแต่ละกลุ่มทดลองพบว่า ผู้บริโภคมีความชอบไส้หมูสด ไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:1.5 และไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2.5 มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:1 และไส้วัวสดหมักเกลือที่อัตราส่วน 1:2 โดยที่คะแนนความพอใจโดยรวมจะอยู่ในระดับปานกลางจนถึงชอบ เป็นต้น

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางประสาทสัมผัสของไส้บรรจุ (casing) (Mean±SD)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	กลุ่มทดลอง				
	T1	T2	T3	T4	T5
ลักษณะที่ปรากฏ ¹	3.60 ^a ±0.92	3.25 ^{bc} ±0.97	3.50 ^{ab} ±0.86	3.02 ^c ±1.10	3.34 ^{ab} ±0.99
กลิ่นและรสชาติ ¹	3.56±0.88	3.28±0.99	3.49±0.96	3.27±0.98	3.58±0.96
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
-ความยืดหยุ่น ²	3.35 ^{ab} ±1.18	3.33 ^{ab} ±1.19	3.68 ^a ±0.88	3.32 ^{ab} ±1.17	3.27 ^b ±1.28
-ความหนึบ ³	3.31±0.95	3.24±1.03	3.27±0.93	3.44±0.95	3.45±0.86
-ความเหนียว-กรอบ ⁴	2.64 ^{ab} ±1.17	2.55 ^b ±1.05	2.94 ^a ±0.96	2.43 ^b ±1.04	2.75 ^{ab} ±1.06
ความพอใจโดยรวม ¹	3.41 ^a ±1.00	3.07 ^b ±0.99	3.61 ^a ±0.98	3.03 ^b ±1.10	3.52 ^a ±0.99

^{a b c d} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ย (P<0.05)

หมายเหตุ

T1 คือ ไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้หมูสด

T2 คือ ไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1

T3 คือ ไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 1.5

T4 คือ ไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2

T5 คือ ไส้กรอกหมูรมควันที่ไส้บรรจุทำจากไส้วัวสดหมักเกลืออัตราส่วน 1: 2.5

ระดับคะแนนความพอใจของลักษณะทางประสาทสัมผัส

- | | | | |
|----------------|--------------------------|----------------|------------------|
| 1. 1=ไม่ชอบมาก | 2. 1 = ไม่เค็ม | 3. 1 = น้อยมาก | 4. 1 = เหนียวมาก |
| 2=ไม่ชอบ | 2 = เค็มเล็กน้อย | 2 = น้อย | 2 = เหนียว |
| 3=เฉยๆ | 3 = ปานกลาง | 3 = ปานกลาง | 3 = ปานกลาง |
| 4=ชอบ | 4 = ค่อนข้างดี | 4 = มาก | 4 = เปราะ |
| 5=ชอบมาก | 5 = ค่อนข้างดี เค็มดีมาก | 5 = มากที่สุด | 5 = เปราะมาก |

สรุปผลการทดลอง

1. ผลของลักษณะทางกายภาพของไส้วุ้นที่มี อัตราส่วนความเข้มข้นของเกล็ดที่ใช้ในการเก็บรักษาไส้หมักเกล็ดที่ระดับ 1:1, 1:1.5, 1:2, 1:2.5 และมีอุณหภูมิในการเก็บรักษาไส้หมักเกล็ดที่แตกต่างกัน (4 และ 37 องศาเซลเซียส) มีระยะเวลาในการเก็บรักษา 70 วัน พบว่า ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไส้หมักเกล็ด ไส้โคหมักเกล็ดที่อัตราส่วนความเข้มข้นที่แตกต่างกัน สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้เป็นเวลา 70 วัน ส่วนไส้โคหมักเกล็ดที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 45 วัน

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่อนำไส้หมักเกล็ดทำเป็นไส้บรรจุไส้กรอกแล้ว พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ค่า Fracture Force หรือแรงจุดแรกที่ทำให้โครงสร้างภายในชิ้นอาหารเสียหายแต่ไม่แตกแยกออกจากกัน (ความกรอบ) พบว่า ไส้หมักเกล็ดที่อัตราส่วน 1:1 จะมีค่าความกรอบมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. ผลการตรวจชิมของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีคะแนนความชอบไส้กรอกที่ไส้บรรจุทำมาจากไส้วุ้นสดที่หมักเกล็ดอัตราส่วน 1:1.5 มากที่สุด ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับ ไส้กรอกที่ไส้ทำมาจากไส้หมูสดซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

4. ไส้โคหมักเกล็ดที่มีคุณภาพดีที่สุด คือ ไส้โคหมักเกล็ดที่ อัตราส่วน 1:1.5 และเก็บรักษาไส้หมักเกล็ดที่เหมาะสมที่สุด คือ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากไส้โคที่หมักเกล็ดดังกล่าว มีจำนวนจุลินทรีย์น้อย และเมื่อนำไปใช้เป็นไส้บรรจุ (ไส้กรอก)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำไส้หมักเกล็ดไปใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เพื่อทดลองจำหน่ายเชิงพาณิชย์
2. ควรศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไส้โคหมักเกล็ดให้คงคุณภาพที่ดี และมีความปลอดภัย (ประมาณ 1 ปี)
3. ควรศึกษาทดลองเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ ต้นทุนการผลิต ของไส้โคหมักเกล็ดที่มาจากโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนกับโคเนื้อพันธุ์พื้นเมือง

เอกสารอ้างอิง

วีรานุช หลาง. 2551. คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร. สาขาจุลชีววิทยา สายวิทยาศาสตร์
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ศุภชัย เนื่อนวลสุวรรณ. 2549. ความปลอดภัยของอาหาร. ภาควิชาสัตวแพทยศาสตร์สาธารณสุข
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

FDA. 2001. Aerobic Plate Count. **Bacteriological Analytical Manual Online.**

Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, March 11, 2010.

_____. 2001. *Clostridium perfringens*. **Bacteriological Analytical Manual Online.**

Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, March 11, 2010.

_____. 2001. *Staphylococcus aureus*. **Bacteriological Analytical Manual Online.**

Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, March 11, 2010.

_____. 2002. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform bacteria. **Bacteriological**

Analytical Manual Online. Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>,

March 11, 2010.

_____. 2007. Salmonella. **Bacteriological Analytical Manual Online.** Available Source:

<http://www.cfsan.fda.gov>, March 11, 2010.

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1. .การล้างทำความสะอาดไส้โค



การตัดแยกส่วนของลำไส้เล็กออกจากส่วนของทางเดินอาหาร



การล้างทำความสะอาดลำไส้เล็ก



นำไส้ที่ล้างทำความสะอาดแล้วไปแช่เย็น 4 องศาเซลเซียส



ไส้ที่ผ่านการขูดล้างทำความสะอาด และทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ



นำไส้มาคลุกเคล้ากับเกลือบ่นในอัตราส่วนต่าง



ไส้ที่ผ่านการหมักเกลือบแล้ว

ภาพผนวกที่ 2 การนำไส้หมักเกลือมาใช้เป็นไส้บรรจุ



การอัดบรรจุไส้กรอกกิมมัลชัน โดยใช้ไส้โคเป็นไส้บรรจุ

ภาคผนวกที่ 3 ศึกษาค่าเนื้อสัมผัสของไส้กรอกที่ใช้ไส้บรรจุที่แตกต่างกัน



เครื่อง Instron Universal Testing Machine



หัววัดแบบกด (TPA) ของเครื่อง Instron Universal Testing Machine

เอกสารภาคผนวกที่ 1 แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับไส้โค

แบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับ

วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

จุดประสงค์ เพื่อทดสอบลักษณะโดยรวมของไส้ (casing) ที่นำมาทำไส้กรอกเท่านั้น

****หมายเหตุ** รสชาติของไส้กรอก ไม่มีผลต่อการทดสอบ

โปรดทดสอบระดับการยอมรับของตัวอย่าง โดยใส่เครื่องหมาย X แสดงความรู้สึกการยอมรับที่ตรงกับใจท่านที่สุด

1. Appearance (ลักษณะปรากฏ)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	551	321	486	735	602
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

2. Flavor กลิ่นและรสชาติของไส้บรรจุ (casing) (very high- very low)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	551	321	486	735	602
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

3. Body and Texture

3.1 ความยืดหยุ่น (springiness) : อัตราของการคืนรูปของวัตถุหลังจากการถูกกด

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	551	321	486	735	602
1=ไม่เต่ง					
2=เต่งนิดหน่อย					
3=ปานกลาง					
4=คืนตัวดี					
5=คืนตัวดี เต่งดีมาก					

3.2 ความหนึบ (chewiness) : การทนต่อการเคี้ยว หรือ แรงที่ใช้ในการบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูป

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	551	321	486	735	602
1=น้อยมาก					
2=น้อย					
3=ปานกลาง					
4=มาก					
5=มากที่สุด					

3.3 ความเหนียว-กรอบ (brittleness) : ความเปราะของตัวอย่างหรือการแตกหักง่ายเมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	551	321	486	735	602
1=เหนียวมาก					
2=เหนียว					
3=ปานกลาง					
4=เปราะ					
5=เปราะมาก					

4. Overall acceptance ความพอใจโดยรวม (very high- very low)

ระดับความพอใจ	ตัวอย่าง				
	551	321	486	735	602
1=ไม่ชอบมาก					
2=ไม่ชอบ					
3=เฉยๆ					
4=ชอบ					
5=ชอบมาก					

ภาคผนวกที่ 4 การตรวจชิมไส้บรรจุ (casing)



ตัวอย่างไส้กรอกมีการหมักเกลือที่ระดับต่างๆ



นำตัวอย่างไส้กรอกมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำมาตรวจชิม



อุปกรณ์ในการตรวจซึม



การตรวจซึมของผู้บริโภคร