ตารางที่ 35 ปริมาณสังกะสี (Zn) และปรอท (Hg) ที่ตรวจพบใน MDCM

ลำดับที่	สังกะสี (mg/kg)				ปรอท (mg/kg)			
	1	2	3	ช่วงค่า	1	2	3	ช่วงค่า
1	5.354	5.304	5.453	5.304-5.453	0.0005	0.0005	0.0005	0.005
2	6.299	6.152	5.957	5.957-6.299	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013-0.0014
3	6.993	7.189	6.896	6.896-7.189	0.0025	0.0027	0.0025	0.0025-0.0027
4	6.273	6.172	6.323	6.172-6.323	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016-0.0018
5	7.592	7.640	7.448	7.448-7.640	0.0032	0.0033	0.0032	0.0032-0.0033
6	5.492	5.492	5.445	5.445-5.492	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008-0.0009
7	5.553	5.576	5.530	5.530-5.576	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
8	6.762	6.668	6.856	6.668-6.856	0.0026	0.0027	0.0026	0.0026-0.0027

3.1.5 สารตกค้างยาฆ่าแมลง

ชนิดของสารตกค้างยาฆ่าแมลงที่วิเคราะห์มีรวม 10 ชนิด ซึ่งได้กำหนดปริมาณไว้ตามมาตรฐาน มอก. 5 ชนิดคือ ดีดีที อัลดริน ดิลดริน เฮปตาคลอร์ และเอนดริน ส่วนที่เหลืออีก 5 รายการ คือ คลอร์เดน A-BHC, B-BHC ลินเดน และ HCB ใช้มาตรฐานของ EU กำหนด โดยทุกรายการไม่น่าเป็นปัญหากับผู้ผลิตเพราะบางชนิดเลิกใช้แล้วในประเทศไทย และผู้ผลิตส่วนใหญ่ทราบวิธีการที่จะลดปริมาณสารดังกล่าวนี้อยู่แล้ว

3.1.6 สารปฏิชีวนะตกค้าง

คณะผู้วิจัยวิเคราะห์สารปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อ MDCM โดย test kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ซึ่งตรวจได้ 2 กลุ่มคือกลุ่ม เตตราไซคลินกับซัลฟาไดเมทธอกซิน แต่เห็นควรเพิ่มเติมสารไนโตรฟูแรนและคลอแรมเฟนนิคอล ขณะที่ผู้แทนจากกรมปศุสัตว์เสนอว่าควรกำหนดไว้เพียงว่าต้องตรวจไม่พบเมื่อใช้วิธี microbial assay อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวนี้ใช้ได้เฉพาะตัวสารปฏิชีวนะเอง ไม่รวมเมทาโบไลท์ของสารดังกล่าว และขณะนี้ไม่มีห้องปฏิบัติการใดรับตรวจเพราะอยู่ระหว่างการพัฒนาวิธีการ จึงเห็นสมควรให้เป็นไปตามข้อเสนอของผู้แทนจากกรมปศุสัตว์ไปก่อน

3.1.7 จุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่กำหนดในมาตรฐานมีรวม 4 รายการ ได้แก่ จุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมด *Salmonella E.coli* และ *Pseudomonas* โดยจุลินทรีย์ยังมีชีวิตทั้งหมดใช้เกณฑ์ของ มอก. 590-2528 *Pseudomonas* ต้องไม่พบ *E.coli* ตามเกณฑ์ที่ตรวจพบได้ในตัวอย่างจากโรงงาน

สำหรับจุลินทรีย์ที่มีการอภิปรายอย่างกว้างขวางได้แก่ *Salmonella* ซึ่งผู้วิจัยต้องการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเฉพาะ *Salmonella typhimurium* และ *Salmonella enteritidis* ซึ่งเป็น pathogenic salmonella แต่ผู้ประกอบการให้ความเห็นว่าในทางปฏิบัติเป็นไปไม่ได้ เพราะการตรวจเชื้อ 2 ชนิดนี้ใช้เวลา 3-4 วัน ขณะที่การผลิต และใช้ MDCM ในหลาย ๆ โรงงานทำวันต่อวัน และเชื้อดังกล่าวไม่ทนความร้อน ดังนั้นจึงสรุปว่าเกณฑ์มาตรฐานจะกำหนดไว้เฉพาะในผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่มี MDCM เป็นส่วนผสมว่าต้องตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าวนี้

3.1.8 สารพิษจากจุลินทรีย์

แทนการวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* ผู้วิจัยเห็นสมควรให้วิเคราะห์ toxin จากเชื้อชนิดนี้แทนเนื่องจากทนความร้อนและมีความเป็นพิษโดยกำหนดไว้ว่าต้องตรวจสารพิษดังกล่าวนี้ไม่พบ ซึ่งหมายถึงปริมาณการปนเปื้อนจากเชื้อชนิดนี้ต้องต่ำกว่า $1x10^5$ cfu/กรัม

ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมีดังแสดงในตาราง ที่ 36

ตารางที่ 36 ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งเสนอโดย คณะผู้วิจัยโครงการ "การสำรวจ คุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย".

รายการที่	สมบัติที่กำหนดคุณภาพ	ชั้นคุณภาพ A	ชั้นคุณภาพ B
1	โปรตีน(%)	min. 9	น้อยกว่า 9
2	ไขมัน(%)	max. 15	มากกว่า 8
3	ความชื้น(%)	max. 70	มากกว่า 70
4	เถ้า(%)	max. 1	มากกว่า 1
5	ปริมาณชิ้นกระดูก	ไม่มี	ไม่มี
6	แคลเซียม(%)	max. 0.25	มากกว่า 0.25
7	รงควัตถุทั้งหมด (ppm)	max. 280	มากกว่า 280
8	โลหะหนัก (ppm)		
	ตะกั่ว	1*	1*
	แคดเมียม	0.05	0.05
	ทองแดง	20*	20*
	สารหนู	2*	2*
	สังกะสี	100	100
	ปรอท	0.02	0.02
9	สารตกค้างยาฆ่าแมลง (ppm)		
	ดีดีที	5*	5*
	อัลดริน+ดิลดริน	0.2+0.2*	0.2+0.2*
	เฮปตาคลอร์	0.3*	0.3*
	เอนดริน	0.3*	0.3*
	คลอร์เดน	0.05**	0.05**
	A-BHC	0.2**	0.2**
	B-BHC	0.1**	0.1**
	ลินเดน	0.7**	0.7**
	HCB	0.2**	0.2**
10	สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay
11	จุลินทรีย์		
	จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด cfu/g	max. $1x10^6$	max. $1x10^7$
	ซาลโมเนลลา (cfu/g)	ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM	ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM
	อี-โคไล (MPN/g)	max $1x10^5$	max. $1x10^5$
	ชูโดโมแนส (cfu/g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
12	สารพิษตกค้าง		
	สตาฟิโลค็อกคัส ทอกซิน	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

* มอก 590-2528

** EU

3.2 การเวียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อขอข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้เวียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องไปยังหน่วยงานของภาครัฐและภาคเอกชนรวม 25 หน่วยงาน และได้รับข้อคิดเห็นกลับมารวม 10 หน่วยงานและรายละเอียดข้อมูลที่ได้รับมีดังแสดงในตารางที่ 37 พบว่ามีโรงงานผู้ผลิต 4 โรงงานยืนยันว่าสามารถผลิต MDCM ที่มีโปรตีนสูง 10-11% ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไขมัน ความชื้น เถ้า ปริมาณชิ้นกระดูก แคลเซียมและรงควัตถุทั้งหมดไม่แตกต่างจากร่างมาตรฐานที่คณะผู้วิจัยเสนอไป

ในส่วนของโลหะหนักไม่มีหน่วยงานใดให้ความเห็นแตกต่างจากเกณฑ์ที่เสนอโดยคณะผู้วิจัย สำหรับสารตกค้างยาฆ่าแมลงมี 2 มาตรฐานที่มีผู้แนะนำมาคือ มาตรฐานของ EU และ Codex ERL ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าอัลดริน+ดีลดรินและเฮปตาคลอร์น่าจะใช้มาตรฐานของ Codex ERL ซึ่งเป็นมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ และเป็นมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ใช้กำหนดเกณฑ์ของเนื้อไก่เพื่อการส่งออก ขณะที่ดีดีทีซึ่งเป็นชนิดเดียวที่บางโรงงานใช้มาตรฐาน EU เป็นเกณฑ์กำหนดนั้นสมควรใช้เป็นเกณฑ์สำหรับเนื้อสัตว์ที่ผลิตเพื่อการส่งออกไปยังตลาด EU เท่านั้น

สารปฏิชีวนะตกค้างทุกหน่วยงานมีความเห็นเหมือนร่างมาตรฐานที่คณะผู้วิจัยเสนอคือ ต้องตรวจไม่พบโดยการ screening ด้วยวิธี microbial assay จุลินทรีย์ทั้งหมดมี 4 หน่วยงานมีความเห็นว่าควรกำหนดไว้ที่ $1x10^6$ และ 1 หน่วยงานเห็นว่าควรเป็น $1x10^5$ ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความเห็นพ้องกับข้อกำหนด $1x10^6$ เนื่องจากแม้มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขจะกำหนด $1x10^7$ สำหรับเนื้อไก่สดแช่แข็ง แต่จากการวิเคราะห์ทุกโรงงานทำได้ที่ $1x10^6$ ดังนั้นจึงสมควรปรับมาตรฐานใหม่ได้เป็น $1x10^6$ cfu/g

Salmonella มี 1 หน่วยงานให้ความเห็นว่าไม่ควรตรวจพบชนิดก่อโรค และอีก 1 หน่วยงานกล่าวว่าควรพบได้เฉพาะ group B เท่านั้น ซึ่งคณะผู้วิจัยเห็นว่าไม่ว่าจะเป็นชนิดใด ไม่ควรตรวจพบใน MDCM ที่ผ่านการให้ความร้อนถึงระดับสุกจนบริโภคได้ จึงยังคงมาตรฐานระดับเดิมไว้สำหรับเชื้อชนิดนี้

สำหรับเชื้อ *E. coli* ซึ่งใช้เป็นดัชนีของสุขลักษณะในกระบวนการผลิต นั้น มีบางหน่วยงานให้ความเห็นว่าไม่น่าให้ความสำคัญที่ตัวผลิตภัณฑ์ แต่ควรเน้นที่สุขลักษณะของอุปกรณ์ บุคลากร และกระบวนการในการผลิตมากกว่า แต่คณะผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์เองจะเป็นดัชนีบ่งชี้ที่ดีว่ากระบวนการถูกต้องตามหลัก good manufacturing practice หรือไม่ ดังนั้นจึงสมควรกำหนดปริมาณในผลิตภัณฑ์โดยใช้เกณฑ์เดิมตามที่ได้เสนอไว้

ตารางที่ 37 ข้อมูลร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่สรุปจากการเวียนข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

รายการที่	สมบัติที่กำหนดคุณภาพ		หน่วยงานที่ตอบแบบสอบถาม									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	โปรตีน(%)	min	10	10	9	9	9	9	11	9	9	9
2	ไขมัน(%)	max	15	15	15	15	15	15	16	15	15	15
3	ความชื้น(%)	max.	70	70	70	70	70	70	68	70	70	70
4	เถ้า(%)	max.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	ปริมาณสิ่งกระดูก		ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
6	แคลเซียม(%)	max.	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.37	0.25	0.25	0.25
7	รงควัตถุทั้งหมด(ppm)	max.	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
8	โลหะหนัก(ppm)											
	ตะกั่ว	max.	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1
	แคดเมียม	max.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	ทองแดง	max.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	สารหนู	max	2	2	2	2	0.5	2	2	2	2	2
	สังกะสี	max.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	ปรอท	max.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
9	สารตกค้างยาฆ่าแมลง(ppm)											
	ดีดีที	max.	1**	1**	5	5	5	5	5	5	1**	5
	อัลดริน+ดิลดริน	max.	0.2***	0.2***	0.2***	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2***	0.4
	เฮปตาคลอร์	max.	0.2***	0.2***	0.2***	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2***	0.3
	เอนดริน	max.	0.2	0.2	0.1***	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	คลอร์เดน	max.	0.05	0.05	0.05	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	A-BHC	max.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	B-BHC	max.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	ลินเดน	max.	0.2	0.2	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	HCB	max.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10	สารปฏิชีวนะตกค้าง		ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
11	จุลินทรีย์											
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	max.	$1x10^6$	$1x10^6$	$1x10^7$	$1x10^7$	$1x10^6$	$1x10^7$	$>2.5x10^5$	$1x10^6$	$1x10^7$	$1x10^6$
	ซาลโมเนลลา (cfu/g)	max	ไม่พบ****	ไม่พบ****	ไม่พบเชื้อก่อโรค	ไม่พบ****	ไม่พบ****	ไม่พบ****	พบ gr.B	ไม่พบ****	ไม่พบ****	ไม่พบ****
	อี-โคไล (MPN/g)	max	$2x10^2$(ใน0.3g)	$2x10^2$(ใน0.3g)	$1x10^5$	$1x10^5$	$1x10^5$	$1x10^5$	$>2.1x10^3$	$1x10^5$	$1x10^5$	$1x10^5$
	ซูโดโมแนส (cfu/g)	max.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่ควรกำหนด	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	สตาฟิโลคอกคัสออเรียส (cfu/g)	max.	-	-	-	-	$1x10^4$	-	ไม่พบ	$1x10^4$	$1x10^4$	$1x10^4$
12	สารพิษตกค้าง											
	สตาฟิโลคอกคัสทอกซิน	max.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

* ไม่ต้องกำหนดเพราะพบเฉพาะในอาหารกระป๋องเท่านั้น

** มาตรฐาน EU

*** Codex's ERL

**** ไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM

Pseudomonas ซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องตรวจไม่พบนั้นมี 1 หน่วยงานให้ความเห็นว่าไม่ควรกำหนดเพราะมาตรฐานทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบของกรมปศุสัตว์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ไม่ได้กำหนดไว้ แต่คณะผู้วิจัยเห็นว่าเชื้อดังกล่าวนี้มักตรวจพบในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็นและตัวอย่าง MDCM จากทุกโรงงานที่เก็บมาวิเคราะห์ตรวจไม่พบเชื้อชนิดนี้ ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์ไว้ด้วยก็ไม่น่าจะเกิดปัญหากับผู้ผลิตแต่อย่างใด

สำหรับเชื้อ *Staphylococcus aureus* นั้น ยังเห็นสมควรที่จะวิเคราะห์ที่ตัวทอกซินแทนปริมาณเชื้อเพราะเป็นดัชนีบ่งชี้ในด้านความปลอดภัยสำหรับการบริโภคได้ชัดเจนกว่า จากข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่ได้รับมาคณะผู้วิจัยได้นำมาประมวลแล้ว มีความคิดเห็นว่า เกณฑ์คุณภาพที่เสนอไปดังข้อ 3.1 นั้น เป็นเกณฑ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตทุกโรงงานทำได้อยู่แล้วดังนั้นจึงไม่มีแนวทางที่จะให้คณะผู้วิจัยเข้าไปปรับปรุงกระบวนการผลิตแต่อย่างใด ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะกำหนดเกณฑ์คุณภาพอีกชั้นคุณภาพหนึ่งเพิ่มเติม ซึ่งเป็นชั้นคุณภาพที่มีมาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานสากล ซึ่งอาจใช้ได้ทั้งสำหรับการส่งออกหรือผลิตใช้ภายในประเทศเพื่อยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้บริโภคภายในประเทศด้วย โดยเกณฑ์ชั้นคุณภาพใหม่นี้ให้ชื่อว่าชั้นคุณภาพพรีเมียมหรือ AA และมีรายละเอียดดังในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องชั้นคุณภาพ AA, A และ B

รายการที่	สมบัติที่กำหนดคุณภาพ	ชั้นคุณภาพ AA	ชั้นคุณภาพ A	ชั้นคุณภาพ B
1	โปรตีน(%)	min. 11	min. 9	น้อยกว่า 9
2	ไขมัน(%)	max 15	max. 15	มากกว่า 15
3	ความชื้น(%)	max 70	max. 70	มากกว่า 70
4	เถ้า(%)	max 1	max. 1	มากกว่า 1
5	ปริมาณชิ้นกระดูก	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
6	แคลเซียม(%)	max 0.20	max 0.25	มากกว่า 0.25
7	รงควัตถุทั้งหมด (ppm)	max 280	max 280	มากกว่า 280
8	โลหะหนัก (ppm)			
	ตะกั่ว	0.1	1	1
	แคดเมียม	0.05	0.05	0.05
	ทองแดง	20	20	20
	สารหนู	2	2	2
	สังกะสี	100	100	100
	ปรอท	0.02	0.02	0.02
9	สารตกค้างยาฆ่าแมลง (ppm)			
	ดีดีที	1	5*	5*
	อัลดริน+ดิลดริน	0.2	0.2+0.2*	0.2+0.2*
	เฮปตาคลอร์	0.2	0.3*	0.3*
	เอนดริน	0.05	0.3*	0.3*
	คลอร์เดน	0.05	0.05**	0.05**
	A-BHC	0.2	0.2**	0.2**
	B-BHC	0.1	0.1**	0.1**
	ลินเดน	0.7	0.7**	0.7**
	HCB	0.2	0.2**	0.2**
10	สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay
11	จุลินทรีย์			
	จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (cfu/g)	max $1x10^5$	max. $1x10^6$	max. $1x10^7$
	ซาลโมเนลลา (cfu/g)	ตรวจไม่พบชนิดที่ทำให้เกิดโรค	ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM	ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM
	อี-โคไล (MPN/g)	max $1x10^4$	max $1x10^5$	max $1x10^5$
	ชูโดโมแนส (cfu/g)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
12	สารพิษตกค้าง			
	สตาฟิโลค็อกคัส ทอกซิน	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

* มอก 590-2528

** EU

4. การวิจัยในโรงงานผลิต MDCM

4.1 การลดปริมาณรงควัตถุ

ผู้วิจัยวางแนวทางการลดปริมาณรงควัตถุในเนื้อ MDCM ไว้ 2 แนวทางคือ

1. แยกโครงส่วนหลังออกจากส่วนอก เนื่องจากมีรายงานว่า โครงอกของไก่มีปริมาณ hemoglobin สูงกว่าโครงจากส่วนหลัง
2. ล้างเนื้อ MDCM เนื่องจาก hemoglobin และ myoglobin เป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในน้ำ การล้างจะทำให้สีอ่อนลง แต่กระบวนการยุ่งยาก ผลผลิตต่ำ และเพิ่มปริมาณความชื้นในเนื้อ

ผลการทดลองวัดค่าสี และวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด มีดังแสดงในตาราง ที่ 39 และ 40 จะเห็นได้ว่า MDCM จากโครงหลังมีค่าสีแดง 14.70-22.24 ขณะที่เนื้อจากโครงอกมีค่าสีแดงเป็น 15.57-25.72 ส่วนรงควัตถุทั้งหมดนั้นพบว่าโครงหลังมีอยู่ในปริมาณ 230.88-270.91 ppm ขณะที่โครงอกมี 324.50-337.46 ppm ซึ่งนับว่าวิธีการดังกล่าวนี้สามารถลดความเข้มของสีเนื้อ MDCM ลงได้บางส่วน แต่ก็ไม่มากนัก เพราะตัวอย่างจากโครงหลังยังคงมีสีค่อนข้างแดง ขณะที่ตัวอย่างจากโครงอกจะแดงเข้มจัดมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 39 ค่าสีของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้ได้สมบัติตามชั้นคุณภาพ AA

ซ้ำ/ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
1/1	38.96±0.41	15.57±0.11	7.85±0.14
1/2	39.91±0.31	14.70±0.19	7.45±0.08
1/3	39.77±0.41	12.87±0.15	6.48±0.09
1/4	41.37±0.25	15.93±0.16	8.59±0.12
2/1	42.40±0.42	25.72±0.27	11.27±0.19
2/2	41.95±0.35	22.24±0.19	11.34±0.14
2/3	43.95±0.33	26.85±0.28	14.29±0.19
2/4	43.48±0.41	21.78±0.23	10.59±0.08

ตารางที่ 40 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้ได้สมบัติตามชั้นคุณภาพ AA

ซ้ำ/ตัวอย่าง*	Total pigment (ppm)
1/1	324.50
1/2	230.88
1/3	241.67
1/4	267.44
2/1	337.46
2/2	270.91
2/3	281.90
2/4	258.40

* ตัวอย่างที่ 1 โครงอก
2 โครงหลัง
3 โครงไม่แช่คลอรีน
4 โครงแช่คลอรีน

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังพบว่าการแช่ chlorine อาจมีผลบ้างในการลดความเข้มของสีเนื้อ MDCM เพราะ chlorine มีฤทธิ์เป็นสารฟอกสี ดังนั้นถ้ามีตกค้างติดอยู่กับโครงบ้าง อาจมีผลทำให้เนื้อ MDCM มีสีอ่อนลงได้ แม้ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดจะไม่เปลี่ยนแปลงก็ตาม

ในการทดลองล้างเนื้อ MDCM ได้แปรชนิดของสารละลายที่ใช้ล้างและอัตราส่วนของสารละลายต่อเนื้อโดยล้าง 3 ครั้ง ระหว่างครั้ง centrifuge เพื่อแยกส่วนบนออกจากตะกอนและสุดท้ายบีบส่วนกากด้วยเครื่อง hydraulic press ส่วนกากหรือเนื้อที่ล้างได้ วิเคราะห์ปริมาณผลผลิต โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า และวัดค่าสีเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการล้าง

ผลจากการทดลองพบว่า สารละลาย sodium bicarbonate 0.5% ที่อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1 และล้าง 3 ครั้ง ให้ผลผลิตเนื้อประมาณ 30% โดยเนื้อมีโปรตีนโดยน้ำหนักแห้งสูงขึ้นประมาณ 2 เท่า ความชื้นสูงขึ้นประมาณ 10% ไขมันต่ำลงและเถ้าสูงขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 41) และนอกจากนั้นยังพบว่าเนื้อที่ล้างมีค่าสีแดงลดลงจาก 17.84 เป็น 2.29 และค่าความสว่างสูงขึ้น (ตารางที่ 42)

จากค่าสีที่ลดลงได้สูงสุดขนาดนี้แสดงว่าในการล้างเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาจไม่จำเป็นต้องล้างถึง 3 ครั้ง เนื่องจากใช้เวลานาน ผลผลิตต่ำและความชื้นสุดท้ายสูง มีความเป็นไปได้ที่จะล้างเพียงครั้งเดียว โดยปรับอัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อใหม่ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงกว่านี้ และสีอ่อนลงถึงระดับที่นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าเนื้อที่ไม่ผ่านการล้าง

ตารางที่ 41 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้าและผลผลิตของเนื้อ MDCM ที่ไม่ผ่านการล้างและผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		เถ้า (%)		ผลผลิต (%)
		wet	dry	wet	dry	wet	dry	
MDCM	69.85	11.75	38.97	14.64	48.56	0.98	3.25	100
MDCM ที่ผ่านการล้าง	84.00	12.50	78.13	2.25	14.06	0.75	4.69	33.32

ตารางที่ 42 ค่าสีของเนื้อ MDCM ที่ไม่ผ่านการล้างและผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
MDCM	43.97±0.18	17.84±0.16	8.54±0.04
MDCM ที่ผ่านการล้าง	55.05±1.35	2.29±0.16	6.75±0.20

4.2 การลดปริมาณจุลินทรีย์

แนวทางในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทำโดยแช่โครงไก่ก่อนการแยกเนื้อในน้ำผสม chlorine เข้มข้น 100 ppm. เป็นเวลา 15 นาที โดยรักษาระดับอุณหภูมิระหว่างแช่ไว้ที่ 5°C หลังแช่ทิ้งโครงให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นจึงนำมาผ่านเข้าเครื่องแยกเนื้อ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์มีดังแสดงในตารางที่ 43 และ 44 พบว่าการแช่ chlorine เป็นผลให้จุลินทรีย์ลดลงได้สูงสุดถึงประมาณ 2-3 เท่า โดยตัวอย่างแช่และไม่แช่มีจุลินทรีย์ทั้งหมด $2.8x10^4 - 6.8x10^4$ กับ $4.6x10^4 - 1.9x10^5$ ตามลำดับ การแช่ chlorine จึงสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ นอกจากนั้นหลังการแช่ปริมาณเชื้อที่ทำให้เกิดโรคได้แก่ *E. coli* เปลี่ยนจาก $4.9x10^3 - 1.4x10^4$ เป็น $3.2x10^3 - 1.2x10^4$ MPN/g ซึ่งนับว่าการแช่สาร chlorine มีผลในการลดเชื้อชนิดนี้ได้เช่นกัน

สำหรับเชื้อ *Salmonella* นั้นยังตรวจพบในทุกตัวอย่างเนื้อดิบ จึงได้นำตัวอย่างส่งไปวิเคราะห์หาชนิดที่ทำให้เกิดโรคที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งพบว่าตรวจไม่พบ *Salmonella*

serovar paratyphi แต่ตรวจพบ *Salmonella serovar enteritidis* ส่วนผลการวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* ใน ผลิตภัณฑ์จากเนื้อ MDCM ได้ดำเนินการในช่วง 6 เดือนสุดท้ายของโครงการ ซึ่งเป็นช่วงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อ MDCM

ในส่วนของเชื้อ *Pseudomonas* นั้นปรากฏว่าตรวจพบในทุกตัวอย่างเนื้อที่ผลิตได้ ดังนั้นจึงได้สุ่มตัวอย่างและส่งไปวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อีกครั้งเพื่อสอบย้ำผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของภาควิชาฯ ซึ่งตรวจพบในปริมาณตั้งแต่น้อยกว่า 3 cfu/g ในตัวอย่างแช่คลอรีนและ 240 ถึงมากกว่า 1,100 cfu/g ในตัวอย่างที่ไม่ได้แช่คลอรีนตามลำดับ จึงได้ดำเนินการ monitor ปัจจัยด้านสุขลักษณะภายในโรงงานจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ตารางที่ 43 คุณภาพทางจุลินทรีย์ สารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในเนื้อ MDCM(ซ้ำที่ 1)

รายการคุณภาพที่ตรวจสอบ	รหัส MDCM*			
	1	2	3	4
1. คุณภาพทางจุลชีววิทยา 1.1 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (cfu/g)	$2.0x10^5$	$3.5x10^5$	$1.9x10^5$	$6.8x10^4$
1.2 *Salmonella*	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
1.3 *E. coli* (MPN/g)	$2.2x10^3$	$8.3x10^3$	$4.9x10^3$	$1.2x10^4$
1.4 *Pseudomonas aeruginosa*	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
2. สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
3. สารพิษตกค้าง (Stapphylococcus toxin)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

*รหัส MDCM

1 = โครงอก

2 = โครงหลัง

3 = โครงไม่แช่คลอรีน

4 = โครงแช่คลอรีน

ตารางที่ 44 คุณภาพทางจุลินทรีย์ สารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในเนื้อ MDCM(ซ้ำที่ 2)

รายการคุณภาพที่ตรวจสอบ	รหัส MDCM*			
	1	2	3	4
1. คุณภาพทางจุลชีววิทยา 1.1 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (cfu/g)	$2.0x10^4$	$1.4x10^5$	$4.6x10^4$	$2.8x10^4$
1.2 *Salmonella*	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
1.3 *E. coli* (MPN/g)	$4.9x10^3$	$>1.4x10^4$	$1.4x10^4$	$3.2x10^3$
1.4 *Pseudomonas aeruginosa*	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
2. สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
3. สารพิษตกค้าง (Stapphylococcus toxin)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

*รหัส MDCM

1 = โครงอก

2 = โครงหลัง

3 = โครงไม่แช่คลอรีน

4 = โครงแช่คลอรีน

4.3 การลดปริมาณชิ้นกระดูก แคลเซียม และเพิ่มปริมาณโปรตีน

การปรับปริมาณผลผลิตระหว่างการแยกกระดูกจากเนื้อ จะมีผลต่อสัดส่วนของโปรตีน ไขมัน เถ้า ชิ้นกระดูก และปริมาณแคลเซียมในเนื้อ MDCM โดยทั่วไปการลดขนาดรูตะแกรงที่ส่วนเนื้อลอดผ่านจากหน่วยบดกายในเครื่องจะมีผลให้มีชิ้นกระดูกและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันตลอดจนไขมันในเนื้อกระดูกปนออกมากับส่วนเนื้อน้อยลง ซึ่งผลที่ตามมาจะทำให้สัดส่วนของปริมาณโปรตีนในเนื้อสูงขึ้น ไขมันลดลง และปริมาณผลผลิตจากการแยกเนื้อแต่ละรุ่นต่ำลงด้วย

สำหรับเครื่องแยกเนื้อที่ใช้ในการผลิต MDCM ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องชนิด POSS Deboning Machine รุ่น PDE 1500 ซึ่งผลิตโดยบริษัท Poss United ประเทศแคนาดา เครื่องดังกล่าวนี้ควรปรับลดเพิ่มขนาดของรูตะแกรงและแรงดัน ที่จะดันโครงบดให้มีเฉพาะส่วนเนื้อเคลื่อนที่ผ่านรูตะแกรงออกมาได้ อย่างไรก็ตามในงานทดลองนี้มิได้ใช้วิธีปรับขนาดรูตะแกรงและ

ความดัน แต่ใช้วิธีปรับตั้งปริมาณผลผลิตที่ได้แทน เนื่องจากเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมเครื่องมีความชำนาญและมีประสบการณ์จากการใช้วิธีดังกล่าวนี้มากกว่า โดยที่จะปรับตั้งปริมาณผลผลิตไว้ที่ประมาณ 62% เพราะมีข้อมูลบ่งชี้ว่าที่ผลผลิตในระดับนี้ปริมาณแคลเซียม ไขมัน เนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะควบคุมให้อยู่ภายในระดับที่กำหนดไว้ได้ ขณะเดียวกันจะเป็นผลให้ปริมาณโปรตีนมีสัดส่วนสูงขึ้นตามมา

ในส่วนของความดันที่ใช้ขณะแยกเนื้อนั้น เครื่องไม่สามารถระบุได้ จึงต้องสังเกตจากอุณหภูมิของเนื้อที่เพิ่มขึ้นระหว่างการแยกเนื้อและอัตราเร็วของการแยก ซึ่งพบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในช่วง 2-5°C และอัตราเร็วอยู่ระหว่าง 2-4 วินาทีต่อกิโลกรัมเนื้อที่แยกได้

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมมีดังแสดงในตารางที่ 45 พบว่าปริมาณแคลเซียมจากเนื้อทุกตัวอย่างต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในชั้นคุณภาพ AA และ A และตรวจไม่พบชิ้นกระดูกในเนื้อทุกตัวอย่าง

ในส่วนของปริมาณโปรตีนซึ่งแสดงในตารางที่ 46 นั้นพบว่า MDCM ทั้ง 8 ตัวอย่างมีโปรตีนอยู่ในช่วง 11.37-12.95% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของระดับ AA ที่กำหนดไว้ว่าต้องมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 10% อย่างไรก็ตามโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นี้เป็นโปรตีนทั้งหมด ซึ่งรวมโปรตีนที่ละลายในน้ำ โปรตีนจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และ myofibrilla protein ดังนั้นปริมาณที่สูงอาจไม่ได้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าเนื้อที่ได้จะมีสมบัติด้านหน้าที่ที่ดีพอสำหรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ แต่ในแง่ คุณค่าทางโภชนาการถือได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ดี และใกล้เคียงกับเนื้อ MDCM ที่ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีโปรตีนโดยเฉลี่ยประมาณ 13% ในส่วนของไขมันพบว่าการแยกโครงอกจากโครงหลังเป็นผลให้สัดส่วนของไขมันใน MDCM จากโครงหลังสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณหนังที่ติดอยู่กับส่วนหลัง ทำให้มีไขมันใต้หนังผ่านรวมออกมากับส่วนเนื้อด้วย ระหว่างการแยกกระดูกไขมันจึงสูง ขณะที่ปริมาณน้ำหรือความชื้นใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้สำหรับมาตรฐานทั้งชั้นคุณภาพ AA และ A ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ใกล้เคียงกับมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาที่ตรวจพบที่ประมาณ 69%

ในส่วนของโลหะหนักชนิดอื่นที่มีเจือปนในเนื้อ MDCM พบว่าทั้งตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สารหนู สังกะสี และปรอทตรวจพบในปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละชั้นคุณภาพเป็นอันมาก (ตารางที่ 45)

สารตกค้างยาฆ่าแมลงที่ตรวจได้แก่ Ald.+Dield., Hep.+Hept epox., total DDT, Endrin, total Chlordane, A-BHC, B-BHC, Lindane และ HCB มีดังแสดงในตารางที่ 47 พบว่าสารทุกรายการต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของชั้นคุณภาพ AAที่กำหนดไว้

ตารางที่ 45 ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มี สมบัติตามชั้นคุณภาพ AA

ซ้ำ/ตัวอย่าง*	mg/kg						
	Ca	Cu	Zn	Pb	Cd	As	Hg
1/1	623.375	0.039	6.058	0.008	0.016	0.004	0.002
1/2	779.094	0.299	7.594	0.008	0.018	0.002	0.003
1/3	766.448	0.305	6.818	0.010	0.008	0.002	0.002
1/4	565.376	0.208	5.415	0.008	0.020	0.003	0.001
2/1	492.898	0.242	3.914	0.011	0.012	0.001	0.003
2/2	298.883	0.512	6.397	0.017	0.015	0.001	0.003
2/3	526.822	0.277	6.045	0.016	0.017	0.001	0.003
2/4	420.927	0.336	10.170	0.028	0.027	0.001	0.002

* ตัวอย่างที่ 1 โครงอก

2 โครงหลัง

3 โครงไม่แช่คลอรีน

4 โครงแช่คลอรีน

ตารางที่ 46 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มีสมบัติตามชั้นคุณภาพ AA

ซ้ำ/ตัวอย่าง*	% Wet basis			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
1/1	12.16	14.77	68.07	0.98
1/2	12.78	17.22	68.51	0.95
1/3	11.37	14.51	68.05	0.95
1/4	12.15	14.61	69.10	0.98
2/1	12.89	14.19	71.59	0.98
2/2	12.95	17.02	68.91	1.04
2/3	11.97	14.81	70.9	0.98
2/4	12.25	14.23	70.05	0.91

* ตัวอย่างที่ 1 โครงอก

2 โครงหลัง

3 โครงไม่แช่คลอรีน

4 โครงแช่คลอรีน

ตารางที่ 47 ปริมาณสารตกค้างยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบในตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มีสมบัติตามชั้นคุณภาพ AA

ซ้ำ/ตัวอย่าง*	Aldrin + Dieldrin	Heptachlor+ Heptachlor epoxide	Total DDT	Endrin	Total Chlordane	A-BHC	B-BHC	Lindane	HCB
	ERL 0.2 ppm	ERL 0.2 ppm	ERL 1 ppm	ERL 0.05 ppm	ERL 0.05 ppm	ERL 0.2 ppm	ERL 0.1 ppm	ERL 0.7 ppm	ERL 0.2 ppm
1/1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1/2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1/3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1/4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2/1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2/2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2/3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2/4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ ERL = EXTRANEOUS RESIDUE LIMIT ND = ตรวจไม่พบ

* ตัวอย่างที่ 1 โครงอก

2 โครงหลัง

3 โครงไม่แช่คลอรีน

4 โครงแช่คลอรีน

4.4 การแก้ปัญหาเนื้อ MDCM สีคล้ำเมื่อเก็บที่ –18°C เป็นเวลา 3 เดือน

ผลการวัดค่าสีที่เวลาเก็บ 0 ถึง 90 วัน (3 เดือน) และหลังเปิดบรรจุภัณฑ์ให้เนื้อมีโอกาสสัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีดังแสดงในรูปที่ 14 ถึง 16 และลักษณะปรากฏของเนื้อ MDCM ขณะบรรจุและระหว่างเก็บ กับหลังเปิดบรรจุภัณฑ์ให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีดังตารางที่ 48

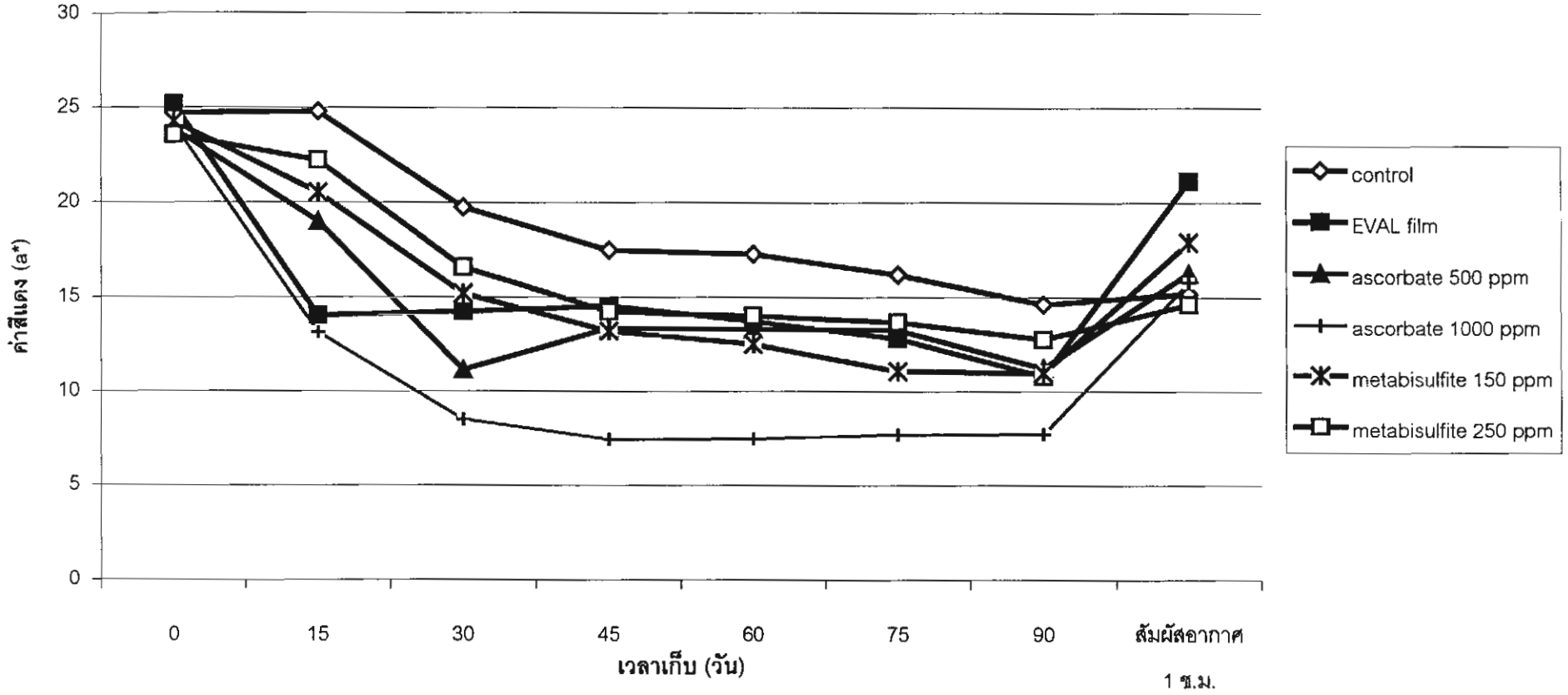
จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่บรรจุที่ความดันบรรยากาศในถุง LDPE เมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้นสีจะซีดลง และค่าความสว่างลดลงเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าสีแดงลดลงตามลำดับ และคงที่แม้จะสัมผัสอากาศหลังเปิดถุง และจากการสังเกตยังเห็นได้ว่ามีสีไม่สม่ำเสมอ คือมีบริเวณสีซีดและคล้ำสลับกันเป็นบางแห่งอีกด้วย

ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุที่ภาวะสุญญากาศขณะบรรจุและเก็บผิวภายนอกมีสีม่วงแดงเสมอกันทั้งก้อน ค่าความสว่างขณะเก็บค่อนข้างคงที่ขณะที่ค่าสีแดงต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม แต่เมื่อเปิดบรรจุภัณฑ์ให้สัมผัสกับอากาศ ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีแดงจัด และค่าสีแดงสูงขึ้นใกล้เคียงกับก่อนเก็บ อีกทั้งสียังแดงสม่ำเสมอกันตลอดทั้งก้อนอีกด้วย

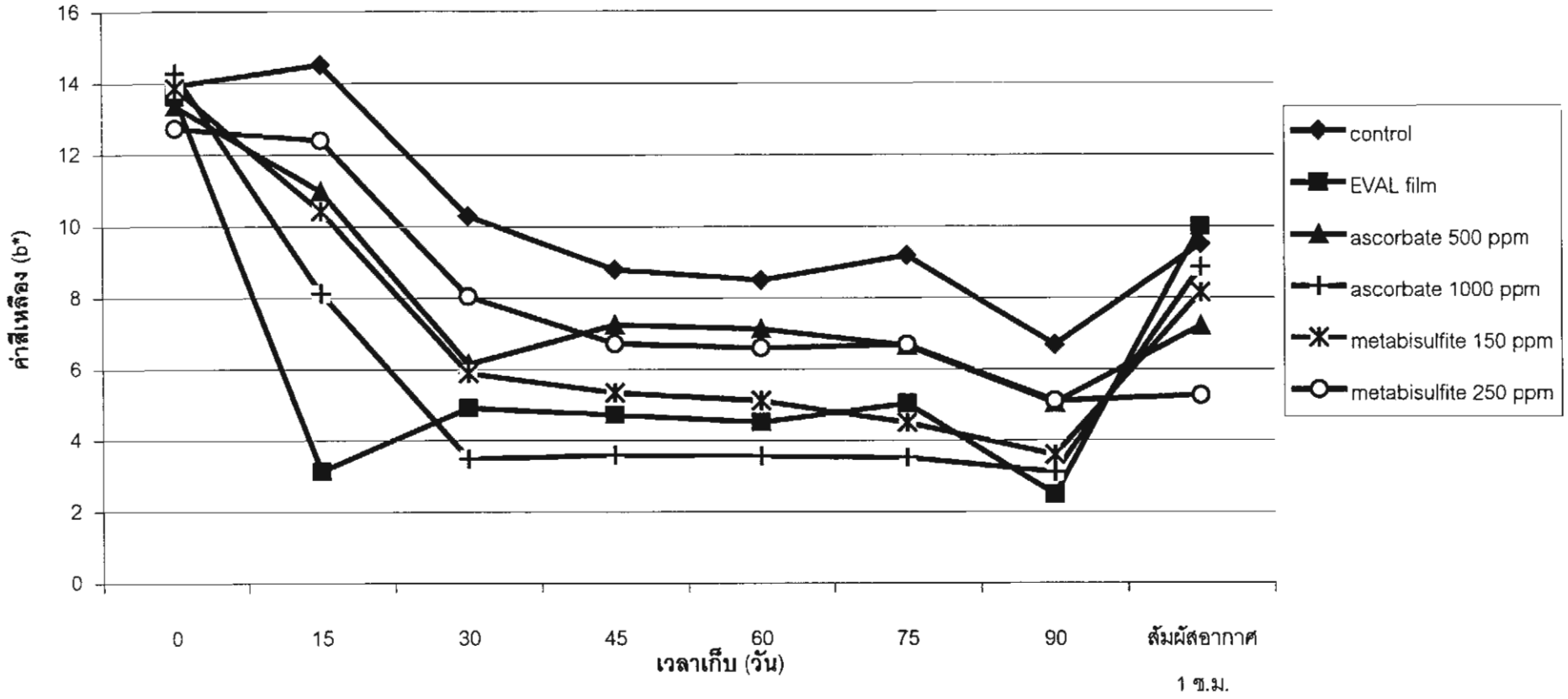
ตัวอย่างที่บรรจุกับสารละลาย metabisulfite ความเข้มข้น 150 และ 250 ppm นั้นพบว่าปริมาณ 150 ppm ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีแดงสม่ำเสมอและหลังเปิดบรรจุภัณฑ์สีแดงจัดขึ้น แต่ไม่เท่าตัวอย่างที่บรรจุสุญญากาศใน EVAL film

สำหรับ ascorbate นั้นเมื่อใช้ในระดับสูงคือ 1000 ppm มีผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีม่วงแดงขณะเก็บคล้ายตัวอย่างที่บรรจุสุญญากาศ และเมื่อเปิดบรรจุภัณฑ์ แม้เนื้อจะเปลี่ยนเป็นสีแดง แต่ก็ยังมีบริเวณสีคล้ำเป็นบางจุด ในขณะที่ตัวอย่างที่ใช้ ascorbate 500 ppm ให้เนื้อที่เป็นสีชมพูเข้มคล้ายเนื้อหมูที่มีการผสมสารเร่งเนื้อแดง จึงมีลักษณะที่ไม่เป็นเอกลักษณ์ของเนื้อ MDCM

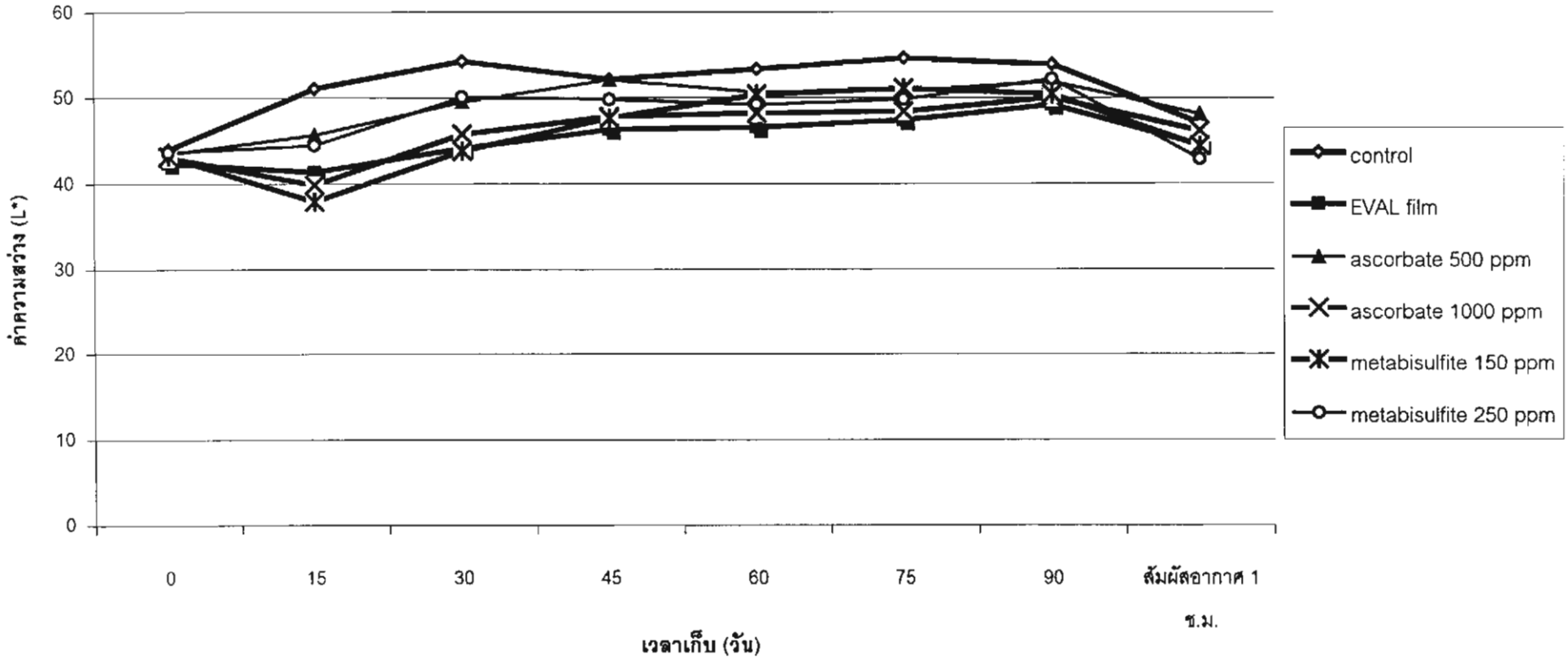
อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองในขั้นตอนนี้ควรมีการศึกษาวิจัยถึงกรรมวิธีในการเติมสาร reducing agent ในบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าที่ใช้ในงานทดลองนี้ และควรศึกษาระดับที่เหมาะสมเพิ่มเติมขึ้นด้วย ส่วนผลที่ได้จากการทดลองนี้อาจสรุปได้ว่าการบรรจุที่ภาวะสุญญากาศมีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาเป็น metabisulfite ที่ 150 ppm โดยทั้ง 2 วิธีมีประสิทธิภาพดีมากในการลดการเกิด metmyoglobin และ methemoglobin ใน MDCM ซึ่งเก็บที่ –18°C



รูปที่ 14 ค่าสีแดง (a*) ของเนื้อ MDCM ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างกันตั้งแต่ 0-90 วัน



รูปที่ 15 ค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อ MDCM ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างกันตั้งแต่ 0-90วัน



รูปที่ 16 ค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อ MDCM ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างกันตั้งแต่ 0-90 วัน

ตารางที่ 48 ลักษณะปรากฏของเนื้อ MDCM ขณะบรรจุและเปิดภาชนะบรรจุให้สัมผัสอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมงหลังเก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือนที่อุณหภูมิ – 18°C

สภาวะ	ขณะบรรจุและระหว่างเก็บ	หลังสัมผัสอากาศ(1 ชั่วโมง)
Control	เนื้อ MDCM มีสีแดงขณะบรรจุ ระหว่างเก็บสีซีดลงตามลำดับ	มีสีคล้ำลง มีบริเวณซีดเป็นบางแห่ง
EVAL film	เนื้อ MDCM เป็นสีม่วงแดงเสมอกันทั้งก้อน	เนื้อ MDCM มีสีแดงสดเสมอกันทั้งก้อน
Metabisulfite 150 ppm	เนื้อ MDCM มีสีแดง	มีสีแดงแต่น้อยกว่า EVAL film
Metabisulfite 250 ppm	สีแดงเข้มกว่าตัวอย่างที่บรรจุพร้อมmetabisulfite 150 ppm	สีแดง (ไม่ค่อยมีสีคล้ำ)
Ascorbate 500 ppm	เนื้อ MDCM มีสีแดงม่วง	สีชมพูเข้ม
Ascorbate 1000 ppm	เนื้อ MDCM มีสีแดงม่วง	สีแดงจัดและมีบริเวณสีคล้ำเป็นแห่ง ๆ

5. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

5.1 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

องค์ประกอบโดยประมาณได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และ เถ้าของเนื้อ MDCM และเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกมีดังแสดงในตารางที่ 49, 50 และ 51

จากตารางดังกล่าวจะเห็นว่า MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ใช้มีความแตกต่างที่สำคัญที่ปริมาณโปรตีน และความชื้น โดย AA มีปริมาณโปรตีนประมาณ 13%, A มี 10% และ B ประมาณ 8% ขณะที่ความชื้นของ AA เป็น 68% B ประมาณ 70% และ C ประมาณ 75% ซึ่งคาดว่าภาวะโปรตีนต่ำและความชื้นสูงในชั้นคุณภาพ B จะมีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อดังกล่าวนี้

ตารางที่ 49 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์(rep 1)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)				ไขมัน (%)				ความชื้น (%)				เถ้า (%)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
AA	13.36	13.34	13.33	**13.34**	14.36	15.55	14.66	**14.60**	68.34	69.04	68.77	**68.72**	1.00	0.97	0.85	**0.94**
A	10.52	10.53	10.50	**10.52**	15.31	15.23	15.17	**15.24**	69.70	70.06	69.80	**69.85**	0.84	0.86	0.80	**0.83**
B	8.34	8.38	8.40	**8.37**	14.11	14.03	14.01	**14.05**	75.20	75.18	75.30	**75.22**	0.78	0.80	0.79	**0.79**

ตารางที่ 50 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (rep 2)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)				ไขมัน (%)				ความชื้น (%)				เถ้า (%)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
AA	13.24	13.25	13.26	**13.25**	15.01	14.90	14.82	**14.91**	68.27	68.12	68.06	**68.15**	0.92	0.96	0.85	**0.91**
A	10.69	10.71	10.70	**10.70**	16.14	16.00	15.98	**16.04**	70.09	69.80	69.90	**69.93**	0.78	0.88	0.92	**0.86**
B	8.31	8.16	8.13	**8.20**	15.28	15.17	15.18	**15.21**	75.01	74.70	74.87	**74.86**	0.78	0.80	0.88	**0.82**

ตารางที่ 51 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อหมูบดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์

รหัส	โปรตีน (%)				ไขมัน (%)				ความชื้น (%)				เถ้า (%)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
1	21.11	21.25	21.22	**21.19**	5.81	5.83	5.77	**5.80**	71.15	71.01	71.05	**71.07**	1.01	0.98	0.98	**0.99**
2	21.30	21.36	21.35	**21.34**	5.54	5.63	5.71	**5.62**	71.10	70.90	70.88	**70.96**	1.00	0.99	1.00	**1.00**

รหัส

1. เนื้อหมูที่ใช้ผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
2. เนื้อหมูที่ใช้ผลิตเบอร์เกอร์หมู

องค์ประกอบโดยประมาณของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีดังตารางที่ 52 ซึ่งแสดงปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อทั้ง 3 ชั้นคุณภาพที่ปริมาณตั้งแต่ 12-48% เปรียบเทียบกับตัวอย่างแฟรงค์เฟอร์เตอร์หมู (control) พบว่าปริมาณโปรตีนลดลงเมื่อ MDCM เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ผสม MDCM ชั้นคุณภาพ AA ปริมาณ 24% มีโปรตีนไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ผสม MDCM-A และ MDCM-B ที่ 12% ขณะที่ตัวอย่างซึ่งมี MDCM-B 48% มีโปรตีนต่ำสุด ส่วนความชื้นและปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 52 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	ปริมาณ (%)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
Control	$14.83^{a}\pm0.12$	$21.52^{e}\pm1.47$	$59.23^{a}\pm1.15$	$2.55^{a}\pm0.15$
AA12	$13.92^{b}\pm0.10$	$22.04^{de}\pm0.74$	$59.50^{a}\pm0.18$	$2.59^{a}\pm0.20$
AA24	$13.45^{bc}\pm0.11$	$24.13^{abc}\pm0.38$	$58.65^{a}\pm0.22$	$2.54^{a}\pm0.07$
AA36	$12.89^{de}\pm0.41$	$24.61^{abc}\pm0.71$	$58.98^{a}\pm0.71$	$2.48^{a}\pm0.53$
AA48	$11.90^{gh}\pm0.10$	$24.72^{abc}\pm0.76$	$58.93^{a}\pm0.67$	$2.48^{a}\pm0.07$
A12	$13.62^{bc}\pm0.21$	$23.34^{cd}\pm0.83$	$59.58^{a}\pm1.20$	$2.59^{a}\pm0.06$
A24	$12.48^{ef}\pm0.11$	$24.39^{abc}\pm0.32$	$59.83^{a}\pm0.31$	$2.56^{a}\pm0.07$
A36	$11.99^{fgh}\pm0.17$	$25.17^{ab}\pm0.33$	$58.93^{a}\pm0.51$	$2.55^{a}\pm0.26$
A48	$11.46^{h}\pm0.09$	$25.75^{a}\pm0.78$	$59.83^{a}\pm0.57$	$2.59^{a}\pm0.08$
B12	$13.21^{cd}\pm0.26$	$23.54^{bcd}\pm0.81$	$59.91^{a}\pm0.88$	$2.55^{a}\pm0.19$
B24	$12.34^{fg}\pm0.04$	$24.89^{abc}\pm0.12$	$59.38^{a}\pm0.92$	$2.52^{a}\pm0.22$
B36	$11.55^{h}\pm0.10$	$25.16^{ab}\pm0.11$	$60.45^{a}\pm0.48$	$2.69^{a}\pm0.22$
B48	$10.43^{i}\pm0.58$	$25.76^{a}\pm0.93$	$60.77^{a}\pm0.42$	$2.48^{a}\pm0.13$

ในการวิเคราะห์แคลเซียมโดยใช้วิธี atomic absorption spectroscopy (ตารางที่ 53) พบว่าปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อชั้นคุณภาพของ MDCM ที่ใช้เปลี่ยนจาก AA→ A→B และเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นชั้นคุณภาพใด ปริมาณแคลเซียมเพิ่มสูงตามขึ้นเป็นสัดส่วนกัน ผลดังกล่าวนี้แตกต่างจากปริมาณเถ้าซึ่งตรวจพบว่าไม่มีความแตกต่าง ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องจากในเถ้านั้นมีเกลือชนิดอื่น เช่น NaCl, $NaNO_2$ ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากและเท่า ๆ กัน ในทุกตัวอย่าง ปริมาณเถ้าที่ตรวจพบในไส้กรอกจึงไม่ต่างกัน ($p>0.05$)

ตารางที่ 53 ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	แคลเซียม (mg%)
Control	$9.59^{b}\pm0.50$
AA12	$17.35^{gh}\pm1.33$
AA24	$30.31^{de}\pm1.11$
AA36	$33.27^{de}\pm3.44$
AA48	$40.00^{d}\pm4.09$
A12	$25.68^{ef}\pm1.73$
A24	$28.98^{def}\pm3.63$
A36	$46.12^{c}\pm2.04$
A48	$46.58^{c}\pm3.23$
B12	$21.66^{fg}\pm6.45$
B24	$55.34^{b}\pm3.36$
B36	$60.60^{ab}\pm4.14$
B48	$65.71^{a}\pm2.74$

ในส่วนของคุณภาพด้านสีนั้นพบว่าเฉพาะตัวอย่างที่เติม MDCM ทุกตัวอย่างมีค่าสีแดง (a*) สูงกว่าตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วน ขณะที่ไส้กรอกทุกตัวอย่างมีค่าสีแดงไม่ต่างกัน แม้จะมีปริมาณ MDCM สูงขึ้น อย่างไรก็ตามค่าความสว่างลดลงเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้น แต่ชั้นคุณภาพทั้ง 3 ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความสว่างไม่ต่างกัน (ตารางที่ 54) ผลดังกล่าวนี้เมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของไส้กรอก (ตารางที่ 55) จะแตกต่างกันโดยผลจากตารางที่ 55 นั้นจะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ผสม MDCM-B 48% มีค่ารงควัตถุทั้งหมดสูงสุด ขณะที่เมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้น รงควัตถุทั้งหมดสูงขึ้น และผลิตภัณฑ์ผสม MDCM-B ที่ 36% และ 48% มีรงควัตถุทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างที่ผสม MDCM-AA และ MDCM-A ที่ปริมาณเท่ากัน ซึ่งผลดังกล่าวนี้เทียบเคียงกันได้ดีกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี (ตารางที่ 56) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ผสม MDCM-B ที่ 48% มีคะแนนต่ำสุดจนเกือบไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ขณะที่ตัวอย่างอื่น ๆ ที่ระดับ MDCM เดียวกันยังมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์พอยอมรับได้ ผลจากการคำนวณค่า correlation coefficient (r) ระหว่างค่าสีกับคะแนนสี และรงควัตถุทั้งหมดกับคะแนนสี (ตารางที่ 59) จะเห็นได้ว่าค่า r ระหว่างรงควัตถุทั้งหมดกับคะแนนสีเป็น –0.861 ซึ่งสูงกว่า r ระหว่างค่าสีแดงกับคะแนนสี

(r = -0.810) ผลดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่า MDCM ซึ่งมีรงควัตถุจากเลือดเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก เมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมู (ซึ่งจัดเป็นเนื้อแดงเช่นเดียวกับเนื้อวัว) ในปริมาณมากก็มีโอกาสทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมากขึ้น และมีผลในทางลบกับการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ด้วย

ตารางที่ 54 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
Control	$69.90^{a}\pm0.14$	$6.34^{c}\pm0.34$	$10.44^{a}\pm0.31$
AA12	$69.25^{ab}\pm0.25$	$7.89^{ab}\pm0.36$	$10.75^{a}\pm0.24$
AA24	$66.91^{bcde}\pm0.69$	$8.71^{ab}\pm0.65$	$10.63^{a}\pm0.48$
AA36	$66.84^{bcde}\pm0.27$	$9.01^{ab}\pm0.57$	$10.70^{a}\pm0.58$
AA48	$64.92^{de}\pm0.76$	$9.14^{ab}\pm0.46$	$11.46^{a}\pm0.22$
A12	$69.04^{abc}\pm0.58$	$7.93^{ab}\pm0.67$	$10.60^{a}\pm0.68$
A24	$67.21^{bcd}\pm0.84$	$8.15^{ab}\pm0.75$	$10.41^{a}\pm0.21$
A36	$66.10^{de}\pm0.62$	$8.31^{ab}\pm0.07$	$11.00^{a}\pm0.15$
A48	$64.70^{de}\pm0.30$	$9.44^{ab}\pm0.31$	$11.37^{a}\pm0.45$
B12	$69.22^{ab}\pm0.62$	$7.78^{b}\pm0.08$	$11.17^{a}\pm0.52$
B24	$66.44^{de}\pm0.64$	$8.43^{ab}\pm0.29$	$10.47^{a}\pm0.21$
B36	$66.62^{bcde}\pm0.91$	$8.96^{ab}\pm0.21$	$10.50^{a}\pm0.58$
B48	$64.32^{e}\pm0.59$	$9.36^{ab}\pm0.17$	$11.41^{a}\pm0.60$

ตารางที่ 55 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	รงควัตถุทั้งหมด (mg/kg)
Control	$161.06^{g}\pm1.98$
AA12	$178.74^{f}\pm3.79$
AA24	$180.58^{ef}\pm4.28$
AA36	$214.03^{c}\pm7.25$
AA48	$241.54^{b}\pm5.14$
A12	$177.31^{fg}\pm0.52$
A24	$180.17^{ef}\pm3.61$
A36	$206.01^{cd}\pm7.93$
A48	$233.89^{b}\pm9.56$
B12	$168.33^{fg}\pm12.74$
B24	$182.04^{ef}\pm1.05$
B36	$244.10^{b}\pm3.03$
B48	$265.24^{a}\pm15.68$

ตารางที่ 56 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
Control	$8.62^{a}\pm0.72$	$8.19^{a}\pm1.76$	$8.55^{a}\pm0.63$	$8.76^{a}\pm0.85$	$8.29^{a}\pm0.62$
AA12	$8.21^{ab}\pm0.77$	$8.16^{a}\pm0.80$	$8.34^{ab}\pm0.82$	$8.45^{ab}\pm0.67$	$8.16^{a}\pm1.08$
AA24	$7.71^{bc}\pm0.89$	$7.10^{bc}\pm0.8$	$7.66^{ab}\pm1.01$	$7.08^{c}\pm1.17$	$7.56^{ab}\pm1.14$
AA36	$7.40^{cd}\pm0.76$	$6.55^{cd}\pm1.12$	$7.21^{cde}\pm0.91$	$6.73^{cd}\pm0.75$	$6.95^{bc}\pm1.47$
AA48	$6.31^{e}\pm0.91$	$6.17^{cde}\pm1.20$	$6.59^{ef}\pm1.18$	$4.68^{f}\pm1.17$	$6.34^{c}\pm1.95$
A12	$7.54^{cd}\pm1.24$	$7.59^{ab}\pm1.03$	$7.67^{ab}\pm1.41$	$7.74^{bc}\pm1.31$	$7.64^{ab}\pm0.96$
A24	$7.08^{de}\pm1.16$	$6.71^{bc}\pm1.15$	$7.00^{cde}\pm0.50$	$6.59^{cd}\pm1.29$	$7.20^{ab}\pm1.55$
A36	$6.95^{de}\pm0.97$	$6.56^{cd}\pm1.52$	$6.69^{def}\pm1.19$	$5.79^{de}\pm1.07$	$6.71^{bc}\pm1.72$
A48	$6.69^{de}\pm1.38$	$5.44^{e}\pm1.58$	$5.94^{fg}\pm1.55$	$4.43^{f}\pm1.21$	$6.03^{c}\pm2.19$
B12	$7.49^{cd}\pm0.76$	$7.59^{ab}\pm1.41$	$7.77^{ab}\pm1.38$	$7.64^{bc}\pm1.14$	$7.61^{ab}\pm1.18$
B24	$7.09^{de}\pm0.74$	$6.91^{bc}\pm1.68$	$7.17^{cde}\pm1.44$	$6.78^{cd}\pm0.21$	$6.82^{bc}\pm1.98$
B36	$6.46^{de}\pm1.50$	$6.09^{cde}\pm1.18$	$5.91^{fg}\pm1.38$	$4.96^{ef}\pm0.85$	$6.28^{c}\pm1.85$
B48	$5.41^{f}\pm1.68$	$5.64^{de}\pm2.04$	$5.36^{g}\pm1.25$	$3.11^{g}\pm1.18$	$4.59^{d}\pm0.14$

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์หมูซึ่งแทนที่ด้วยเนื้อ MDCM จากการวัดด้วยเครื่อง texturometer และจากการทดสอบเนื้อสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วมีดังแสดงในตารางที่ 57 และ 56 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณ MDCM ที่เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นชั้นคุณภาพใดมีผลทำให้ค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ต่ำลงและคะแนนเนื้อสัมผัสลดลง โดย MDCM-B ซึ่งมีโปรตีนในปริมาณต่ำ และน้ำสูง มีผลในทางลบกับคุณภาพของเนื้อสัมผัสมากที่สุดและผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (r = 0.910, ตารางที่ 59) เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโปรตีนของ MDCM นั้นนอกจากปริมาณโดยรวมต่ำกว่าโปรตีนของเนื้อหมูแล้ว คุณภาพด้านหน้าที่ (functional property) ในการที่จะ emulsify ไขมันเป็นไส้กรอกอีมัลชันยังต่ำอีกด้วย เนื่องจากมี sarcoplasmic protein โดยเฉพาะ hemoglobin ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำในการ emulsify ไขมันและเกิดโครงสร้างของเจล เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมากอีกด้วย และผลดังกล่าวนี้เป็นเหตุให้ไส้กรอกซึ่งมี MDCM-AA และ –A เป็นส่วนประกอบในปริมาณ 48% กับ MDCM-B เป็นส่วนประกอบในปริมาณ 36% และ 48% ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ในขณะที่เนื้อสัมผัสของไส้กรอกผสม MDCM ทุกตัวอย่างมีคะแนนเนื้อสัมผัสต่ำกว่าไส้กรอกหมูล้วนด้วย

ตารางที่ 57 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่วัดเป็นค่า hardness springiness cohesiveness และ chewiness ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	Force (g)			
	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
Control	$6696.91^{a}\pm49.07$	$0.90^{a}\pm0.07$	$0.34^{a}\pm0.07$	$1835.30^{a}\pm153.81$
AA12	$5531.02^{b}\pm13.24$	$0.91^{a}\pm0.07$	$0.32^{ab}\pm0.07$	$1677.87^{ab}\pm76.10$
AA24	$4432.55^{c}\pm68.65$	$0.89^{a}\pm0.02$	$0.31^{abc}\pm0.03$	$1307.05^{bc}\pm121.20$
AA36	$4155.94^{cd}\pm270.65$	$0.87^{a}\pm0.05$	$0.29^{abc}\pm0.03$	$1168.44^{cde}\pm142.95$
AA48	$3444.35^{def}\pm215.43$	$0.87^{a}\pm0.04$	$0.28^{bc}\pm0.01$	$927.87^{cde}\pm102.76$
A12	$5116.01^{b}\pm293.64$	$0.88^{a}\pm0.03$	$0.28^{bc}\pm0.01$	$1193.85^{cde}\pm267.75$
A24	$4053.38^{cd}\pm157.64$	$0.90^{a}\pm0.01$	$0.30^{abc}\pm0.02$	$1209.44^{cd}\pm33.73$
A36	$3685.44^{cde}\pm188.33$	$0.86^{a}\pm0.06$	$0.31^{abc}\pm0.02$	$1072.74^{cde}\pm60.60$
A48	$3091.99^{ef}\pm265.44$	$0.83^{a}\pm0.04$	$0.28^{bc}\pm0.02$	$882.36^{cde}\pm139.51$
B12	$4351.65^{c}\pm363.76$	$0.89^{a}\pm0.04$	$0.31^{abc}\pm0.01$	$1293.06^{bc}\pm79.28$
B24	$3818.50^{cde}\pm274.15$	$0.87^{a}\pm0.04$	$0.29^{abc}\pm0.02$	$947.28^{cde}\pm51.72$
B36	$3427.42^{def}\pm243.92$	$0.86^{a}\pm0.05$	$0.28^{bc}\pm0.02$	$798.85^{de}\pm69.67$
B48	$2699.20^{f}\pm228.93$	$0.84^{a}\pm0.04$	$0.27^{c}\pm0.02$	$705.39^{e}\pm52.630$

คุณภาพในด้านอื่น ๆ ของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสม MDCM ชั้นคุณภาพต่าง ๆ จากความเห็นของผู้บริโภคนั้น พบว่าเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้นคะแนนกลิ่นลดลง โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีกลิ่นแปลกปลอมคล้ายกลิ่นโลหะแทรกอยู่ ขณะที่คะแนนรสชาติและความชุ่มน้ำก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ผสม MDCM-A ที่ 48% และ MDCM-B ที่ 36% และ 48% มีคะแนนกลิ่น รสชาติ อยู่ในเกณฑ์ต่ำจนเกือบไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ผลจากการวิเคราะห์ค่า thiobarbituric acid หรือ TBA ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 24 ตัวอย่างรวมทั้งตัวอย่างควบคุม (ตารางที่ 58) แสดงว่า MDCM ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้กลิ่นหืนของไส้กรอกเพิ่มมากขึ้นพบค่า TBA สูงสุดในตัวอย่างที่เติม MDCM-A และ MDCM-B 48% ซึ่งผลดังกล่าวนี้สอดคล้องกันกับคะแนนกลิ่นของ MDCM ด้วย ($r = -0.823$) เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากภาวะการเพิ่มของอุณหภูมิระหว่างกระบวนการแยกเนื้อด้วยเครื่องแยกเนื้อ มีผลทำให้ไขมันในเนื้อ MDCM เริ่มเกิดการ oxidation ในระยะต้น ๆ ของปฏิกิริยาลูกโซ่ไปบ้างแล้ว ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ในไส้กรอก ซึ่งต้องมีการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตเพิ่มเติมด้วย จึงมีผลทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อเนื่องจนเริ่มมีสารระเหยที่ให้กลิ่นคล้ายกลิ่นเหม็นหืนเกิดเพิ่มมากขึ้นในปริมาณที่ทำให้ผู้ทดสอบตรวจพบเห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 58 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	ค่า TBA (mg/kg)
Control	$0.322^{e} \pm 0.08$
AA12	$0.493^{cde} \pm 0.04$
AA24	$0.428^{de} \pm 0.38$
AA36	$0.673^{bcde} \pm 0.18$
AA48	$0.716^{bcde} \pm 0.23$
A12	$0.452^{de} \pm 0.03$
A24	$0.586^{cde} \pm 0.17$
A36	$0.770^{bcd} \pm 0.28$
A48	$1.084^{ab} \pm 0.01$
B12	$0.698^{bcde} \pm 0.01$
B24	$0.792^{bcd} \pm 0.08$
B36	$0.928^{bc} \pm 0.03$
B48	$1.453^{a} \pm 0.26$

ตารางที่ 59 Correlation coefficient (r) ระหว่างค่าที่วัดโดยใช้เครื่องกับคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ลำดับ	ค่าการวัดและคะแนนที่เปรียบเทียบ	r
1	ค่าสีแดง (a*) - คะแนนสี	-0.810
2	ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด – คะแนนสี	-0.861
3	ค่าความแข็ง – คะแนนเนื้อสัมผัส	0.910
4	ค่า TBA - คะแนนกลิ่น	-0.823

ผลการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ *E.coli, Salmonella* และ *Psuedomonas aeruginosa* ในตารางที่ 60 พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีผลแปรปรวนขึ้นลง และค่อนข้างจับแนวโน้มไม่ได้ ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นผลจากการปนเปื้อนที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิตและบรรจุด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานเนื้อ MDCM จากงานทดลองนี้ที่ว่าต้องตรวจไม่พบเชื้อชนิดนี้ในผลิตภัณฑ์จาก MDCM ขณะที่ผลิตภัณฑ์บางตัวอย่างตรวจพบ *E.coli* ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพของการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตไม่ดีพอ หรือสุขลักษณะของเครื่องมือ อุปกรณ์ และผู้ผลิตเองอาจไม่ได้มาตรฐานเพราะผลิตในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงอีกทั้งการปนเปื้อนจากเชื้อต่าง ๆ ควบคุมได้ค่อนข้างยากอีกด้วย

ตารางที่ 60 คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) เชื้อ *E. coli Salmomella* และ *Pseudomonas aeruginosa* ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ลำดับ	ตัวอย่าง	TPC (cfu/g)			*E.coli* (cfu/g)			*Salmonella*	*Psuedomonas aeruginosa*
		rep.1	rep.2	Mean	rep.1	rep.2	Mean		
1	Control	$2.00x10^3$	$3.00x10^3$	$2.50x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
2	AA12	$4.45x10^3$	$2.50x10^3$	$3.45x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
3	AA24	$5.00x10^3$	$8.40x10^3$	$6.70x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
4	AA36	$3.90x10^4$	$1.28x10^4$	$2.60x10^4$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
5	AA48	$5.70x10^4$	$1.25x10^4$	$3.45x10^4$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
6	A12	$2.46x10^3$	$9.00x10^3$	$5.73x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
7	A24	$3.77x10^3$	$1.00x10^4$	$6.89x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
8	A36	$3.00x10^3$	$1.42x10^3$	$2.21x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
9	A48	$4.40x10^3$	$2.70x10^3$	$3.55x10^3$	18	8.1	13.05	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
10	B12	$1.00x10^4$	$1.00x10^4$	$1.00x10^4$	144	5.4	74.7	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
11	B24	$9.50x10^5$	$8.80x10^5$	$9.15x10^5$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
12	B36	$2.00x10^4$	$1.00x10^4$	$1.50x10^4$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	-	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
13	B48	$7.28x10^3$	$6.60x10^3$	$6.94x10^3$	1.26	1.26	6.93	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทางการค้าที่สุ่มมาจากซุปเปอร์มาร์เก็ตในเขต กทม. มีดังแสดงในตารางที่ 61-65 พบว่าปริมาณโปรตีนในไส้กรอกที่ใช้ MDCM ในปริมาณสูง ต่ำกว่าระดับที่ตรวจพบในตัวอย่างที่ผลิตทางการค้าชั้นคุณภาพ A แต่ไขมันสูงกว่า ขณะที่เถ้ามีปริมาณใกล้เคียงกัน ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ทางการค้าตัวอย่างหนึ่งสูงเทียบเคียงกันได้กับตัวอย่างที่เติม MDCM ทุกชั้นคุณภาพที่ระดับ 36-48% โดยคะแนนสีเทียบเคียงกันได้เช่นกัน ขณะที่ตัวอย่างทางการค้าอีกตัวอย่างมีค่าสีแดงสูงกว่าเกือบ 1 เท่า และคะแนนสีต่ำกว่า ผลดังกล่าวนี้ทำให้สันนิษฐานได้ว่าตัวอย่างทางการค้าที่สุ่มมาได้ อาจมีการผสมเนื้อ MDCM หรือเนื้อวัวบางส่วน สีจึงค่อนข้างเข้ม ส่วนเนื้อสัมผัสพบว่าตัวอย่างที่ผลิตได้นุ่มกว่าตัวอย่างทางการค้า ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณและชนิดของสาร binder ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แหล่ง แตกต่างกัน

ตารางที่ 61 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ปริมาณ(%)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
ไส้กรอกบางกอกแฮม	11.74	21.99	62.81	2.52
ไส้กรอกบีลัคกี้	15.92	20.80	60.30	2.06

ตารางที่ 62 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ค่า TBA (mg/kg)
ไส้กรอกบางกอกแฮม	1.054
ไส้กรอกบีลัคกี้	0.343

ตารางที่ 63 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
ไส้กรอกบางกอกแฮม	6.20	5.73	5.85	7.53	6.93
ไส้กรอกบีลัคกี้	7.93	8.68	8.00	8.18	7.30

ตารางที่ 64 ค่าสีและปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ค่าสี			รงควัตถุทั้งหมด (mg/kg)
	L*	a*	b*	
ไส้กรอกบางกอกแฮม	61.01±0.47	18.63±0.28	14.57±0.30	262.51
ไส้กรอกบีลัคกี้	75.74±0.92	9.34±0.19	10.37±0.24	177.72

ตารางที่ 65 ลักษณะเนื้อสัมผัสด้าน hardness springiness cohesiveness และ chewiness ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	Force (g)			
	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
ไส้กรอกบางกอกแฮม	5077.60	0.90	0.32	1624.04
ไส้กรอกบีลัคกี้	5810.58	0.92	0.34	1974.16

การเก็บไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) เป็นเวลา 5 วันนั้น พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก $2.21x10^3$ – $9.15x10^5$ cfu/g เป็น $2.47x10^5$-$6.64x10^7$ cfu/g ขณะที่ตัวอย่างควบคุมหรือตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วน แบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก $2.50x10^3$ cfu/g เป็น $6.12x10^5$ cfu/g (ตารางที่ 60 และ 66) ซึ่งไม่ว่าจะเป็นไส้กรอกที่มี MDCM เป็นส่วนผสม หรือไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วน จะเห็นว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณ 10^2 cfu/g เท่า ๆ กัน ซึ่งนับเป็นปริมาณค่อนข้างสูงสำหรับการบริโภค โดยไม่ให้ความร้อนเพิ่มเติมเพื่อทำให้สุกเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามไส้กรอกทุกตัวอย่างไม่มีลักษณะปรากฏที่เป็นเมือกที่บริเวณผิว หรือมีกลิ่นแปลกปลอมที่แสดงภาวะการเริ่มเสียจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์แต่อย่างใด จึงนับว่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่บริโภคได้ โดยทำให้สุกด้วยการทอดหรือต้มเพื่อลดจำนวนแบคทีเรียบริเวณผิวให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยมากยิ่งขึ้นสำหรับการบริโภค ในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เก็บ 7 วันนั้น ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงเกินเกณฑ์ที่ควรใช้บริโภคได้ และผลจากปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่เวลาเก็บ 5-7 วันจากผลิตภัณฑ์ที่เติม MDCM ชั้นคุณภาพต่าง ๆ ที่ปริมาณต่าง ๆ มีแนวโน้มขึ้นลงจนไม่สามารถอธิบายผลของการใช้ MDCM ได้ชัดเจน ผลจากการทดลองในขั้นนี้อาจสรุปได้ว่าไส้กรอกทุกตัวอย่างเก็บที่ 4°C ได้สูงสุดประมาณ 4-5 วัน โดยก่อนบริโภคควรให้ความร้อนเพิ่มเติมโดยการทอดหรือต้มในน้ำเดือดอีกครั้ง (มาตรฐาน มอก. 848-2532. แฮม กำหนดปริมาณ total aerobic count ที่ 37°C 48 ชั่วโมงไว้ไม่เกิน 10^6 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง)

ตารางที่ 66 คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก แฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48% เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 5 วันและ 7 วัน

รหัสตัวอย่าง	Mean (cfu/g)	
	เวลาเก็บ 5 วัน	เวลาเก็บ 7 วัน
Control	6.12×10^5	3.67×10^7
AA12	1.74×10^7	1.28×10^7
AA24	6.12×10^7	2.58×10^8
AA36	8.24×10^6	6.96×10^7
AA48	5.20×10^7	6.44×10^7
A12	6.64×10^7	3.05×10^7
A24	5.15×10^6	4.10×10^6
A36	8.28×10^6	3.69×10^7
A48	4.64×10^7	9.66×10^8
B12	2.01×10^7	1.21×10^8
B24	2.47×10^5	2.44×10^7
B36	8.27×10^5	2.67×10^9
B48	2.64×10^7	3.22×10^7

5.2 ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมู

องค์ประกอบโดยประมาณของเนื้อ MDCM และเนื้อหมูที่ใช้ผลิตเบอร์เกอร์หมูมีดังแสดงในตารางที่ 67, 68 และ 51 ซึ่งจะเห็นว่าเนื้อชั้นคุณภาพ AA มีโปรตีนประมาณ 13%, A มีประมาณ 10%, และ B น้อยกว่า 9% ขณะที่ปริมาณน้ำในชั้นคุณภาพ B มีสูงสุดคือ 75% ขณะที่อีก 2 ชั้นคุณภาพมีเท่า ๆ กัน คือ ประมาณ 70% ซึ่งทั้งโปรตีนและน้ำจะมีผลกับความสามารถในการเชื่อมติดระหว่างชิ้นเนื้อในผลิตภัณฑ์เบอร์-เกอร์ที่มี MDCM เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

ตารางที่ 67 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (ซ้ำที่ 1)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)				ไขมัน (%)				ความชื้น (%)				เถ้า (%)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
AA	12.65	12.71	12.74	**12.70**	14.93	15.06	15.04	**15.01**	69.15	69.87	69.81	**69.61**	0.99	0.99	1.00	**0.99**
A	10.44	10.47	10.53	**10.48**	16.22	16.15	16.26	**16.21**	69.87	69.98	69.97	**69.94**	0.93	0.88	0.92	**0.91**
B	8.78	8.84	8.75	**8.79**	14.21	14.27	14.24	**14.24**	75.01	75.11	75.06	**75.06**	0.85	0.87	0.83	**0.85**

ตารางที่ 68 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (ซ้ำที่ 2)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)				ไขมัน (%)				ความชื้น (%)				เถ้า (%)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
AA	12.65	12.71	12.74	**12.70**	14.93	15.06	15.04	**15.01**	69.15	69.87	69.81	**69.61**	0.99	0.99	1.00	**0.99**
A	10.47	10.52	10.51	**10.50**	16.32	16.28	16.42	**16.34**	69.45	69.60	69.84	**69.63**	0.88	0.91	0.85	**0.88**
B	8.82	8.77	8.69	**8.76**	14.11	14.45	14.58	**14.38**	75.93	75.60	75.12	**75.55**	0.80	0.82	0.81	**0.81**

องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ทั้ง 12 ตัวอย่างมีดังแสดงในตารางที่ 69 ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อปริมาณ MDCM ที่ทดแทนในสูตรเพิ่มมากขึ้น โปรตีนของผลิตภัณฑ์ลดลง ปริมาณโปรตีนต่ำสุดพบในสูตรที่ ทดแทนด้วย MDCM-A และ MDCM-B 48% ขณะที่ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่ต่างกัน และไม่ต่างจากตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ผสม MDCM สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่มี MDCM ผลดังกล่าวนี้เป็นไปตามที่คาดไว้เพราะ MDCM ที่ใช้มี ไขมัน 14-16% ซึ่งสูงกว่าเนื้อหมูที่ใช้ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 6% (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 69 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	ปริมาณ (%)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
Control	$15.85^{a}\pm0.17$	$21.52^{h}\pm0.19$	$58.48^{bc}\pm0.38$	$2.51^{c}\pm0.07$
AA12	$14.91^{b}\pm0.05$	$22.19^{g}\pm0.13$	$58.47^{bc}+0.31$	$2.55^{bc}\pm0.05$
AA24	$14.45^{cde}\pm0.23$	$23.14^{f}\pm0.18$	$58.47^{bc}\pm0.35$	$2.57^{abc}\pm0.06$
AA36	$14.25^{de}\pm0.33$	$23.99^{cd}\pm0.93$	$58.17^{c}\pm0.11$	$2.57^{abc}\pm0.05$
AA48	$13.27^{fg}\pm0.32$	$24.66^{b}\pm0.25$	$58.70^{bc}\pm0.28$	$2.62^{ab}\pm0.07$
A12	$14.80^{bc}\pm0.10$	$22.36^{g}\pm0.17$	$58.32^{c}\pm0.77$	$2.62^{ab}\pm0.05$
A24	$14.19^{e}\pm0.12$	$23.76^{de}\pm0.17$	$58.26^{c}\pm0.10$	$2.63^{ab}\pm0.06$
A36	$13.51^{f}\pm0.20$	$24.38^{abcd}\pm0.11$	$58.28^{c}\pm0.23$	$2.62^{ab}\pm0.05$
A48	$12.55^{h}\pm0.05$	$25.23^{a}\pm0.25$	$58.52^{bc}\pm0.34$	$2.63^{ab}\pm0.05$
B12	$14.61^{bc}\pm0.11$	$22.54^{g}\pm0.18$	$58.47^{bc}\pm0.14$	$2.58^{abc}\pm0.05$
B24	$13.54^{f}\pm0.18$	$23.54^{ef}\pm0.33$	$58.72^{abc}\pm0.12$	$2.60^{abc}\pm0.02$
B36	$12.98^{g}\pm0.03$	$24.38^{bc}\pm0.13$	$58.92^{ab}\pm0.06$	$2.57^{abc}\pm0.06$
B48	$12.14^{i}\pm0.14$	$25.09^{a}\pm0.04$	$59.12^{a}\pm0.04$	$2.65^{ab}\pm0.07$

ปริมาณเถ้าที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกันกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ อย่างไรก็ตาม ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (ตารางที่ 70) แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างที่ใช้ MDCM มีแคลเซียมสูงกว่าตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วนทุกตัวอย่าง และการใช้เนื้อชั้นคุณภาพ A และ B ในปริมาณมากจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีแคลเซียมสูงสุด ซึ่งผลดังกล่าวนี้เป็นไปตามความคาดหมาย แต่มีแนวโน้มต่างจากที่ตรวจพบในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ซึ่งใช้เนื้อ MDCM-B มีแคลเซียมในปริมาณสูงสุดและสูงกว่า A อย่างไรก็ตามแม้จะมีความ

แตกต่างอยู่บ้าง แต่ผลจากการทดลองนี้ก็แสดงให้เห็นว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM ไม่ว่าจะเป็นชั้นคุณภาพใด โดยเฉพาะถ้ามีอยู่ในปริมาณมาก อาจมีผลทางโภชนาการในเรื่องของปริมาณแคลเซียมที่ได้รับในแต่ละวัน โดยถ้าได้มากเกินไปแต่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากภาวะขาดฮอร์โมนเช่นในสตรีสูงอายุ อาจเป็นผลให้เกิดโรคนิ่วได้ หรือมิฉะนั้นอาจเกิดภาวะเสียสมดุลด้านการดูดกลืนสารเกลือแร่ชนิดอื่น ๆ และทำให้เกิดภาวะทุโภชนาการขึ้นได้ ในทางกลับกันในผู้บริโภคบางกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่มที่ร่างกายขาดสารแคลเซียม ถ้าบริโภคผลิตภัณฑ์ในขนาดเหมาะสมอาจเป็นประโยชน์ด้านการเพิ่มปริมาณสารแคลเซียมสำหรับการเสริมสร้างกระดูกและฟันได้

ตารางที่ 70 ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	แคลเซียม (mg%)
Control	$5.37^{g} \pm 0.17$
AA12	$17.61^{ef} \pm 6.23$
AA24	$19.76^{de} \pm 3.73$
AA36	$26.09^{cd} \pm 0.25$
AA48	$27.80^{c} \pm 0.58$
A12	$18.35^{ef} \pm 0.39$
A24	$31.84^{c} \pm 4.11$
A36	$39.84^{b} \pm 0.26$
A48	$47.40^{a} \pm 6.41$
B12	$11.39^{fg} \pm 1.35$
B24	$25.77^{cd} \pm 3.77$
B36	$30.23^{c} \pm 0.03$
B48	$43.70^{ab} \pm 0.76$

คุณภาพด้านสีของเบอร์เกอร์หมูจากการวัดสีด้วยเครื่อง colorimeter มีแสดงในตารางที่ 71 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดแสดงในตารางที่ 72 และคะแนนสีมีดังตารางที่ 73 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM ทุกชั้นคุณภาพเมื่อใช้ในปริมาณ 48% ค่าสีแดงจะสูงสุด และสูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ทุกตัวอย่าง ยกเว้นตัวอย่างผสม MDCM-B 36% ผลดังกล่าวนี้เป็นไปในแนวเดียวกันกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ และมีผลให้คะแนนสีต่ำลงเมื่อเพิ่ม MDCM ในสูตร และที่ระดับการแทนที่ 48% คะแนนจะต่ำจนผู้บริโภคเกือบไม่ยอมรับ

ผลิตภัณฑ์ ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดแสดงแนวโน้มแบบเดียวกัน และจากการวิเคราะห์ ค่า r (ตารางที่ 76) ระหว่างค่าสีแดง-คะแนนสีกับปริมาณรงควัตถุทั้งหมด-คะแนนสี พบว่า คะแนนสี correlate ได้ดีกับปริมาณรงควัตถุทั้งหมด (r = -0.953) มากกว่าค่าสีแดง (r = -0.862) ผลดังกล่าวนี้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ และคาดว่าเกิดเนื่องจาก ประสิทธิภาพของเครื่อง colorimeter ที่ใช้มากกว่าสาเหตุอื่น

ตารางที่ 71 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
Control	65.09^{a}±0.37	4.17^{i}±0.30	8.95^{a}±0.24
AA12	60.79^{bc}±0.93	7.66^{gh}±0.05	8.40^{ab}±0.38
AA24	59.18^{bcd}±0.95	8.35^{ef}±0.28	8.41^{ab}±0.01
AA36	58.50^{bcd}±1.39	9.60^{c}±0.24	7.57^{ab}±0.19
AA48	56.95^{de}±0.45	10.83^{a}±0.18	7.14^{b}±0.15
A12	60.60^{bc}±0.49	7.45^{h}±0.45	8.65^{a}±0.41
A24	59.58^{bcd}±0.15	8.76^{de}±0.21	8.09^{ab}±0.82
A36	56.31^{de}±1.29	9.79^{c}±0.39	7.66^{ab}±0.33
A48	56.52^{de}±0.24	10.40^{ab}±0.36	7.73^{ab}±0.73
B12	61.84^{b}±0.88	8.09^{fg}±0.08	8.94^{a}±0.62
B24	61.02^{bc}±0.63	9.04^{d}±0.12	8.63^{a}±0.33
B36	57.89^{cde}±0.87	10.00^{bc}±0.18	8.23^{ab}±0.24
B48	54.61^{e}±0.63	10.40^{ab}±0.10	8.50^{ab}±0.21

ตารางที่ 72 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	รงควัตถุทั้งหมด (mg/kg)
Control	$120.26^{I} \pm 2.69$
AA12	$129.00^{h} \pm 1.96$
AA24	$139.10^{fg} \pm 2.31$
AA36	$168.51^{d} \pm 2.65$
AA48	$188.36^{bc} \pm 4.42$
A12	$134.35^{gh} \pm 2.71$
A24	$144.33^{f} \pm 3.56$
A36	$168.11^{d} \pm 1.21$
A48	$196.52^{ab} \pm 4.91$
B12	$142.69^{fg} \pm 3.72$
B24	$155.54^{e} \pm 3.12$
B36	$183.67^{c} \pm 4.72$
B48	$201.46^{a} \pm 3.52$

ตารางที่ 73 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
Control	$8.46^{a}\pm0.38$	$8.48^{a}\pm0.50$	$8.49^{a}\pm0.45$	$8.37^{a}+0.42$	$7.81^{abc}\pm1.05$
AA12	$7.96^{abc}\pm0.47$	$8.10^{ab}\pm0.50$	$8.36^{a}\pm0.44$	$8.21^{a}\pm0.57$	$8.09^{a}\pm0.60$
AA24	$7.31^{cde}\pm0.60$	$7.46^{cde}\pm0.61$	$7.56^{b}\pm0.81$	$7.07^{bc}\pm0.93$	$7.54^{abcd}\pm1.04$
AA36	$6.33^{fg}\pm0.78$	$7.46^{cde}\pm0.73$	$7.46^{b}\pm0.67$	$6.88^{bcd}\pm0.83$	$7.88^{ab}\pm0.46$
AA48	$5.79^{g}\pm0.73$	$6.00^{g}\pm1.01$	$6.65^{cd}\pm1.25$	$6.08^{e}\pm0.85$	$7.07^{d}\pm1.48$
A12	$8.08^{ab}\pm0.45$	$8.24^{a}\pm0.47$	$8.20^{a}\pm0.46$	$7.91^{a}\pm0.62$	$7.89^{ab}\pm0.31$
A24	$7.37^{cde}\pm0.72$	$7.31^{de}\pm0.75$	$7.43^{b}\pm1.37$	$6.65^{cde}\pm1.20$	$7.33^{bcd}\pm1.18$
A36	$6.88^{ef}\pm0.91$	$7.67^{bcd}\pm0.69$	$7.21^{bc}\pm1.00$	$6.52^{cde}\pm0.92$	$7.27^{cd}\pm1.33$
A48	$5.99^{g}\pm0.85$	$6.88^{ef}\pm1.22$	$7.01^{bcd}\pm0.81$	$6.30^{de}\pm0.89$	$7.09^{d}\pm1.38$
B12	$7.58^{bcd}\pm1.19$	$7.92^{abc}\pm0.81$	$7.34^{b}\pm1.28$	$7.30^{b}\pm1.25$	$7.65^{abcd}\pm1.01$
B24	$7.13^{de}\pm1.22$	$7.23^{de}\pm1.19$	$7.27^{b}\pm0.95$	$6.64^{cde}\pm1.21$	$7.11^{d}\pm1.23$
B36	$6.71^{ef}\pm0.81$	$7.00^{e}\pm1.02$	$7.34^{b}\pm1.20$	$6.44^{cde}\pm0.83$	$7.23^{cd}\pm1.03$
B48	$5.04^{h}\pm1.11$	$6.43^{fg}\pm0.94$	$6.43^{d}\pm0.48$	$5.53^{f}\pm1.26$	$7.16^{d}\pm0.21$

ในส่วนของเนื้อสัมผัส เกณฑ์คุณภาพที่ดีสำหรับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูนั้นควรมีแรงยึดระหว่างชิ้นเนื้อมากพอที่จะไม่ทำให้ยุ่ยแตกโดยง่ายเมื่อเคี้ยว ดังนั้นค่าแรงตัดขาดที่สูงจะแสดงภาวะการยึดติดกันที่ดีระหว่างชิ้นเนื้อ จากการทดลองพบว่าค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 74) ลดลงตามลำดับเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B มีคุณภาพทางเนื้อสัมผัสด้อยกว่า A และ AA ที่ปริมาณการแทนที่เดียวกัน และทุกตัวอย่างด้อยกว่าเบอร์เกอร์ที่ผลิตจากหมูล้วน ($p\leq0.05$) คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับค่าจากการวัดด้วยเครื่อง texturometer แม้ค่า r จะไม่สูงมากนัก ($r = 0.822$) ก็ตาม (ตารางที่ 76) เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการเชื่อมติดระหว่างชิ้นเนื้อในผลิตภัณฑ์ขึ้นรูป (restructured product) ต้องการปริมาณโปรตีนที่จะละลายได้ในเกลือคือ myosin เพื่อทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมชิ้นเนื้อเข้าด้วยกันในปริมาณมาก แต่ MDCM มีโปรตีนนี้น้อยกว่าในเนื้อหมูเพราะมี sarcoplasmic protein จากเลือดและ collagen จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันปนอยู่มาก ดังนั้นเมื่อนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทดังกล่าวนี้คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสจึงด้อยลงถึงระดับที่เกือบไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ตารางที่ 74 ค่าแรงตัดขาด (cutting force) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	แรงตัดขาด (g)
Control	$5641.22^{a}\pm92.50$
AA12	$3721.55^{b}\pm78.21$
AA24	$3641.20^{b}\pm40.59$
AA36	$3159.97^{c}\pm15.46$
AA48	$3007.31^{c}\pm57.43$
A12	$3620.50^{b}\pm23.25$
A24	$3262.99^{c}\pm86.01$
A36	$3026.22^{c}\pm50.36$
A48	$2666.64^{d}\pm83.62$
B12	$3236.37^{c}\pm108.67$
B24	$2703.66^{d}\pm40.59$
B36	$2549.00^{de}\pm15.46$
B48	$2358.85^{e}\pm57.43$

ในส่วนของคุณภาพด้านกลิ่นนั้นเป็นไปตามที่คาดไว้คือ คะแนนกลิ่นลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณ MDCM ในตัวอย่าง แต่ที่ปริมาณสูงสุดที่ทดแทนคือ 48% เมื่อใช้เนื้อชั้นคุณภาพต่ำสุดคือ B คะแนนกลิ่นก็ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ค่า TBA ซึ่งเป็นดัชนีการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเช่นเดียวกับคะแนนกลิ่น (ตารางที่ 75) อย่างไรก็ตามค่า r ระหว่าง 2 ลักษณะนี้ไม่สูงมากนัก ($r = -0.828$) ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลิ่นแปลกปลอมที่มีอยู่ยังไม่ชัดเจนและสารระเหยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดกลิ่นแปลกปลอมยังมีอยู่ในปริมาณต่ำ ผู้ทดสอบจึงตรวจพบได้ไม่ชัดเจน เป็นผลให้ correlation ค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 77 คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) เชื้อ *E. coli Salmomella* และ *Pseudomonas aeruginosa* ในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ลำดับที่	รหัสตัวอย่าง	TPC (cfu/g)			*E.coli* (MPN/g)	*Salmonella*	*Psuedomonas aeruginosa*
		rep.1	rep.2	Mean	rep.1		
1	Control	$1.50x10^3$	$1.00x10^3$	$1.25x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
2	AA12	$4.00x10^3$	$2.00x10^2$	$2.10x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
3	AA24	$1.40x10^3$	$4.00x10^2$	$9.00x10^2$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
4	AA36	$1.00x10^3$	$1.00x10^4$	$5.50x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
5	AA48	$9.00x10^2$	$5.00x10^2$	$7.00x10^2$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
6	A12	$3.40x10^3$	$1.00x10^2$	$1.75x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
7	A24	$6.20x10^3$	$5.00x10^2$	$3.35x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
8	A36	$1.00x10^3$	$3.00x10^2$	$6.50x10^2$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
9	A48	$4.00x10^2$	$7.50x10^3$	$3.95x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
10	B12	$3.80x10^3$	$7.00x10^2$	$2.25x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
11	B24	$1.10x10^3$	$7.00x10^2$	$9.00x10^2$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
12	B36	$4.40x10^3$	$1.00x10^2$	$2.25x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
13	B48	$7.00x10^3$	$6.20x10^3$	$6.60x10^3$	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ผลการทดสอบตัวอย่างเบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้ามีดังตารางที่ 78 ถึง 82 พบว่าปริมาณโปรตีนเปรียบเทียบได้กับตัวอย่างที่แทนที่ด้วย MDCM-AA ทุกระดับ MDCM–A ที่ 12-36% และ MDCM–B ที่ 12 และ 24% ขณะที่ไขมันสูงกว่าเฉพาะในตัวอย่างที่แทนที่ด้วย MDCM ในปริมาณสูงเท่านั้น และพบว่าปริมาณเถ้าในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าทุกตัวอย่าง ค่าสีแดงของตัวอย่างที่เติม MDCM ทุกตัวอย่างสูงกว่าที่ตรวจพบในตัวอย่างทางการค้า ขณะที่คะแนนสีต่ำกว่าเฉพาะในตัวอย่างที่เติม MDCM ในปริมาณสูงเท่านั้น ค่าแรงตัดขาดของตัวอย่างทางการค้าสูงกว่าตัวอย่างที่ผลิตโดยมี MDCM เป็นองค์ประกอบทุกตัวอย่าง ขณะที่คะแนนเนื้อสัมผัสสูงกว่าด้วย ในส่วนของค่า TBA และคะแนนกลิ่นนั้นพบว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าทุกตัวอย่างมีค่า TBA สูงกว่า แต่คะแนนกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และเทียบเคียงได้กับผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วย MDCM ประมาณ 24-36% และด้อยกว่าตัวอย่างที่แทนที่ด้วย MDCM 12%

ผลที่รายงานมาแสดงว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้า ซึ่งเป็นเนื้อหมูล้วนไม่ผสม MDCM มีเนื้อสัมผัสและสีดีกว่าตัวอย่างที่ผลิตโดยเติม MDCM แต่กลิ่นด้อยกว่าบ้าง ซึ่งอาจเป็นเพราะเก็บที่อุณหภูมิเยือกแข็งมาระยะหนึ่งแล้ว คะแนนทางประสาทสัมผัสโดยทั่วไปทำให้สรุปได้ว่าเฉพาะเบอร์เกอร์หมูที่แทนที่ด้วย MDCM-AA ในปริมาณ 12% เท่านั้นที่คุณภาพดีเท่าเทียมกับตัวอย่างชั้นคุณภาพ A ในท้องตลาด ส่วนที่ระดับสูงกว่านี้คือ 24% หรือที่ 12% สำหรับชั้นคุณภาพ A อาจต้องการ binder ที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพ

ตารางที่ 78 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ปริมาณ(%)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
เบอร์เกอร์หมู (ซีพีอินเตอร์ฟู้ด)	15.40	17.32	63.41	2.00
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	13.45	23.95	59.59	2.04

ตารางที่ 79 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ค่า TBA (mg/kg)
เบอร์เกอร์หมู (ซีพีอินเตอร์ฟู้ด)	1.238
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	1.476

ตารางที่ 80 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
เบอร์เกอร์หมู (ซีพีอินเตอร์ฟู้ด)	8.03	7.60	8.30	8.63	8.85
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	7.38	7.85	8.35	8.38	8.60

ตารางที่ 81 ค่าสีและปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ค่าสี			รงควัตถุทั้งหมด (mg/kg)
	L*	a*	b*	
เบอร์เกอร์หมู (ซีพีอินเตอร์ฟู้ด)	62.29±0.42	4.27±0.50	17.95±0.17	159.73
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	64.20±0.58	3.73±0.52	14.14±0.59	150.66

ตารางที่ 82 ค่าแรงตัดขาด (cutting force) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	Force (g)
เบอร์เกอร์หมู (ซีพีอินเตอร์ฟู้ด)	5455.35
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	4667.70

การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนบางส่วนของเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM เมื่อเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) เป็นเวลา 5 และ 7 วันมีดังแสดงในตารางที่ 83 พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก $6.50x10^2$-$6.60x10^3$ cfu/g (ตารางที่ 77) เป็น $1.35x10^3$-$7.48x10^4$ cfu/g ขณะที่ตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก $1.25x10^3$ เป็น $4.45x10^4$ cfu/g ซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่างที่มีและไม่มี MDCM เป็นส่วนผสมนั้น มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดไม่แตกต่างกันมากนัก และทุกตัวอย่างมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการบริโภค (มอก. 848-2532 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแฮม ภาคผนวก 7) เหตุที่จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ อาจเป็นเพราะก่อนการวิเคราะห์ได้นำเบอร์เกอร์มาทอดจนอุณหภูมิภายในสูงถึงระดับที่ใช้ทางการค้า เพื่อยืนยันว่าตัวอย่างที่ทำสุกแล้วมีคุณภาพเหมาะสมจริงสำหรับบริโภค แต่เมื่อเวลาเก็บเพิ่มเป็น 7 วัน เริ่มเห็นความแตกต่างชัดขึ้นระหว่างตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ MDCM เป็นส่วนผสม อย่างไรก็ตามปริมาณการเพิ่มขึ้นไม่สามารถกำหนดแนวโน้มที่ชัดเจนสำหรับผลการใช้ MDCM ที่ชั้นคุณภาพต่างกันและปริมาณต่าง ๆ กัน

โดยสรุปผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูทุกตัวอย่างเก็บได้เป็นเวลา 5 วัน ที่ประมาณ 4°C และหลังทำให้สุกสามารถบริโภคได้โดยปลอดภัย

ตารางที่ 83 คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) ในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพในปริมาณ 12-48% เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 5 วันและ 7 วัน

รหัสตัวอย่าง	Mean (cfu/g)	
	เวลาเก็บ 5 วัน	เวลาเก็บ 7 วัน
Control	4.45×10^4	8.13×10^4
AA12	1.14×10^5	2.95×10^5
AA24	2.88×10^4	3.19×10^5
AA36	1.04×10^4	2.10×10^6
AA48	6.60×10^3	1.13×10^5
A12	1.22×10^4	7.97×10^6
A24	1.08×10^4	6.76×10^5
A36	1.35×10^3	5.41×10^4
A48	6.30×10^3	2.70×10^5
B12	3.69×10^4	2.23×10^5
B24	7.20×10^3	6.09×10^5
B36	9.90×10^3	6.32×10^5
B48	7.48×10^4	5.25×10^5

ในการเลือกชนิดของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับ MDCM ชั้นคุณภาพต่าง ๆ นั้นอาจสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่แน่นจากการเกิดเจลที่แข็งแรง และอีมัลชั่นที่เสถียร เช่น ไส้กรอกอีมัลชั่นชนิดต่าง ๆ ลูกชิ้น หมูยอ ควรใช้ MDCM ชั้นคุณภาพ AA และ A เป็นส่วนผสม ส่วนผลิตภัณฑ์บดหยาบที่ต้องการเพียงการยึดติดระหว่างชิ้นเนื้อ เช่น ไส้กรอกประเภท smoke sausage, fresh sausage กุนเชียง อาจใช้ MDCM –B เป็นองค์ประกอบได้ในปริมาณ 30-40% ของน้ำหนักเนื้อแยกกระดูกด้วยมือ โดยผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ และเก็บได้ประมาณ 5 วันที่ 4-6°C

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลเนื้อ MDCM

จากงานทดลองที่ทำในช่วงแรกสามารถสรุปคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของเนื้อ MDCM ที่ผลิตโดยผู้ผลิตทุกรายในประเทศไทย รวมทั้งได้ข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโรงงาน เครื่องแยกเนื้อและปริมาณการผลิต ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณการผลิต MDCM ในประเทศไทยโดยผู้ผลิตทั้ง 8 รายมีปริมาณค่อนข้างสูง และมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งแบบสากลและผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน ในส่วนของการควบคุมคุณภาพเนื้อ MDCM นั้น โรงงานส่วนใหญ่มีการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ และมีเฉพาะบางโรงงานที่วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ขณะที่สารตกค้างจะไม่มีโรงงานใดตรวจวิเคราะห์เลย

ในส่วนขององค์ประกอบโดยประมาณนั้นพบว่า MDCM เกือบทุกตัวอย่างมีปริมาณไขมันค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ นอกจากนั้นปริมาณแคลเซียมที่ปนเปื้อนมาก็พบอยู่ในขนาดปานกลาง ซึ่งจะเป็นปัญหาหรือไม่เมื่อใช้ในปริมาณมากในผลิตภัณฑ์ต้องทดลองนำเนื้อไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป นอกจากแคลเซียมแล้ว เนื้อเกือบทุกตัวอย่างยังมีรงควัตถุค่อนข้างมาก ทำให้สีแดงจัด ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาเมื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ แต่ค่า TBA ที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง สำหรับตัวอย่างที่ deboned และเก็บไว้เป็นเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์ที่ภาวะเยือกแข็ง ซึ่งอาจเป็นปัญหาต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อดังกล่าวนี้ในการผลิตต่อไป

ในส่วนของจุลินทรีย์นั้นพบว่ามีการปนเปื้อนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะ *Salmonella* ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่ทุกโรงงาน deboned เนื้อ โดยไม่ได้แยกส่วนหนังและส่วนก้นออกจากโครง ดังนั้นจึงไม่แปลกที่จะมีเชื้อดังกล่าวนี้ปนเปื้อนอยู่ และนอกจากนั้นยังพบ *E.coli* ในปริมาณค่อนข้างสูง ซึ่งบ่งชี้ถึงสุขลักษณะของโรงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ สุขลักษณะของผู้ผลิต และการปนเปื้อนของเชื้อจากทางเดินอาหารของไก่เองด้วย

ในส่วนของสารตกค้างนั้น ตรวจพบตะกั่วและแคดเมียมโดยมีหลายตัวอย่างที่ตะกั่วสูงเกินปริมาณที่ Codex เสนอไว้ ส่วนทองแดงและสารหนูปริมาณที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานไก่สดเยือกแข็ง (มอก. 590-2528) ซึ่งแสดงว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงมีสารหนูปนเปื้อนในปริมาณต่ำและน้ำที่ใช้ตลอดจนผิวสัมผัสไม่มีทองแดงปนเปื้อน

สำหรับสาร antibiotics นั้น วิเคราะห์โดยใช้ test kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งได้รับคำยืนยันจากผู้ผลิตว่า sensitivity อยู่ในเกณฑ์ดี ไม่มี false positive และยังได้รับรางวัลระดับนานาชาติอีกด้วย ผลการวิเคราะห์ตรวจไม่พบสารปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อ MDCM ทุกตัวอย่าง

ในส่วนของ Staphylococcus toxin ปรากฏว่าตรวจไม่พบ แสดงว่าอัตราการปนเปื้อนจาก *Staphylococcus aureus* มีในปริมาณต่ำ จึงตรวจไม่พบ toxin จากเชื้อดังกล่าวนี้ใน MDCM

อนึ่งจากการส่งแบบสอบถามไปยังโรงงานและฟาร์มต่าง ๆ ที่มีการเลี้ยง ฆ่า ตัดแต่ง และแปรรูปไก่นั้น พบว่าเฉพาะผู้ผลิตรายใหญ่ที่มีการฆ่า และตัดแต่งชิ้นส่วนเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกยังต่างประเทศเท่านั้นที่มีการติดตั้งเครื่องแยกกระดูกจากเนื้อไก่ ส่วนผู้ผลิตที่มีกำลังผลิตขนาดกลางและเล็กจะไม่คุ้มทุนที่จะติดตั้งเครื่องมือดังกล่าว ดังนั้น 8 โรงงานที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ จึงเป็นผู้ผลิตที่ถือได้ว่าเป็นตัวแทนของกลุ่มผู้ผลิต MDCM ในประเทศไทยจริง ในส่วนรายอื่น ๆ ถ้าจะมีก็อาจเป็นรายย่อย ซึ่งไม่ยอมให้ข้อมูล หรือเปิดเผยว่ามีการผลิตเนื้อดังกล่าวนี้

2. สำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

การสำรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในตลาดภายในประเทศนั้น พบว่าตัวอย่างที่มีการเติม MDCM เป็นผลิตภัณฑ์แบบสากลชั้นคุณภาพ B ที่ราคาต่ำ และมีจำหน่ายในตลาดสด ตัวอย่างจากซุปเปอร์มาร์เก็ตมีการใช้ MDCM บ้าง แต่ในปริมาณต่ำ และปริมาณแคลเซียมใช้เป็น parameter ในการเทียบเคียงเนื้อ MDCM ได้ดีที่สุดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B บางประเภทอาจมีการใช้ MDCM ถึง 100% ของน้ำหนักเนื้อทั้งหมด เพราะสีแดงจัดและปริมาณแคลเซียมสูงมาก ในส่วนของผลิตภัณฑ์พื้นบ้านนั้นส่วนใหญ่ ยกเว้นหมูยอ และไส้กรอกอีสานตรวจไม่พบว่ามีการใช้ MDCM

ผลจากการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งชั้นคุณภาพ A และ B ทำให้ทราบข้อมูลที่น่าเป็นห่วงว่า ผลิตภัณฑ์แทบทุกชนิดมีการเจือปนสารกันเสียแทบทั้งสิ้น จะมีเฉพาะตัวอย่างจากกรมปศุสัตว์เท่านั้นที่ตรวจไม่พบสารนี้ แต่อย่างไรก็ตามในทุกตัวอย่างไม่มีการเจือปนสาร borax

นอกจากนั้นยังตรวจพบด้วยว่าผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM เป็นองค์ประกอบนั้นจะมีโปรตีนในเกณฑ์ต่ำ โดยบางตัวอย่างต่ำกว่า 10% น้ำหนักเปียก ขณะที่ไขมันและน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้เนื้อ MDCM

3. กำหนดเกณฑ์คุณภาพ MDCM

การเชิญผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและควบคุมคุณภาพ MDCM ทำให้สรุปเกณฑ์มาตรฐานเนื้อ MDCM ได้ 2 ชั้นคุณภาพคือ A และ B ซึ่งต่างกันที่ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า แคลเซียม รงควัตถุทั้งหมด (สี) จุลินทรีย์มีชีวิตทั้งหมดและ *E.coli* ส่วนโลหะหนัก สารตกค้างยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษจากจุลินทรีย์ตกค้างนั้นกำหนดไว้ไม่ให้ต่างกัน เพราะมีผลกับสุขภาพของผู้บริโภค

ผลสรุปจากการเวียนร่างเพื่อขอข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประมวลได้ว่า มีบางโรงงานมีสมรรถนะในการผลิตเนื้อ MDCM ได้ดีกว่าชั้นคุณภาพ A ที่กำหนดไว้ จึงเห็นสมควรกำหนดชั้นคุณภาพเพิ่มขึ้น 1 ระดับ โดยให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับกรณีที่ต้องการส่งเป็นสินค้าไปยังต่างประเทศ หรือผลิตจำหน่ายภายในประเทศ โดยให้ชั้นคุณภาพที่เพิ่มเติมเป็นระดับ AA

4. วิจัยในโรงงานผลิต MDCM

การทดลองในโรงงานวางแนวการปรับปรุงคุณภาพด้านองค์ประกอบโดยประมาณ สี ปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน และแก้ปัญหาเนื้อสีคล้ำเมื่อเก็บเป็นเวลา 3 เดือนขึ้นไป พบว่าตัวอย่างที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นจุลินทรีย์บางชนิด ซึ่งตรวจพบและต้องการการตรวจสอบเพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการอื่น การแช่โครงก่อนแยกเนื้อในสารละลายคลอรีน ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงได้ การลดปริมาณผลผลิตเป็นผลให้โปรตีนสูงขึ้น การกำจัดหนังจากส่วนคอก่อนการแยกเนื้อ ทำให้ไขมันในเนื้อที่ได้ต่ำลง ส่วนสีนั้นยังต้องการการปรับปรุงต่อไปโดยการล้างเนื้อ ซึ่งพบว่าได้ผลดี โดยลดสีแดงลงได้ในระดับที่น่าพอใจ แต่ปริมาณผลผลิตต่ำ ซึ่งข้อมูลด้านการล้างต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อหาข้อยุติที่เหมาะสมระหว่างสีแดงที่ลดลงได้กับปริมาณผลผลิตและคุณภาพด้านอื่น ๆ ของเนื้อที่ล้างแล้ว

ผลการแก้ปัญหาเนื้อสีคล้ำพบว่าการบรรจุที่ภาวะสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์ที่ยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้น้อยมีประสิทธิภาพสูงสุด ในการลดปัญหาดังกล่าว สารเจือปนอาหารบางชนิดมีผลในการลดภาวะการเกิดสีคล้ำได้เช่นกัน แต่อาจมีความยุ่งยากในการใช้จากภาวะการผสมให้เข้ากันกับเนื้อ MDCM และกฎระเบียบของประเทศที่นำเข้า

5. คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดประเภทที่เกิดอีมัลชั่นและเจลนั้นต้องการเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณ myofibrillar protein สูง และไขมันไม่สูงมากนักสำหรับการเกิดเนื้อสัมผัสที่ดี ซึ่งจากการทดลองพบว่าใช้ MDCM-AA และ MDCM-A ได้ถึง 36% ของปริมาณเนื้อทั้งหมด โดยยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ขณะที่ MDCM-B ใช้ได้เพียง 24%ของปริมาณเนื้อทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป และต้องการสมบัติด้านการเชื่อมติดที่ดีระหว่างชิ้นเนื้อนั้น พบว่า สามารถแทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชั้นคุณภาพได้ถึง 48% ของปริมาณเนื้อทั้งหมด โดยผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ แม้ว่าสีของตัวอย่างที่แทนที่ด้วยชั้นคุณภาพ B จะเกือบไม่เป็นที่ยอมรับ แต่เนื้อสัมผัสยังอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 5 วัน แต่ไม่มีตัวอย่างใดเกิดภาวะมีเมือกปกคลุมที่ผิวภายนอกหรือมีกลิ่นที่บ่งถึงการเสียจากจุลินทรีย์ การทำให้สุกก่อนบริโภคจะทำให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น สำหรับผู้บริโภค และไม่ควรเก็บตัวอย่างนานเกิน 5 วัน ที่ประมาณ 4°C

งานวิจัยเกี่ยวกับ MDCM ที่ควรทำต่อไป

1. ศึกษาข้อมูลด้านการล้างเพื่อปรับปรุงสีให้อยู่ในระดับที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั่วไปได้ โดยปริมาณผลผลิตไม่ต่ำเกินไป
2. ศึกษาผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นที่ใช้ MDCM ได้ เช่น ใช้เพิ่มโปรตีนในผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก การสกัดโปรตีนจาก MDCM เพื่อใช้เป็นสารซึ่งทำหน้าที่ในผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น สารปรุงแต่งกลิ่นรส ฯลฯ
3. ศึกษาวิธีการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์จาก MDCM

เอกสารอ้างอิง

พร้อมลักษณ์ สรรพ่อค้า. 2540. การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อใช้ในซอสไก่ชนิดข้น วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย

สุภัทร จันทร์วรชัยกุล. 2540. การผลิตและอายุการเก็บบิสกิตไก่จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ang, C.Y.W., and Hamm, D. 1982. Proximate analysis, selected vitamins and minerals and cholesterol content of mechanically deboned and hand-deboned broiler parts. Journal of Food Science. 47 : 885-888.

Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Washington D.C. : Association of Official Analytical Chemists.

Atarattu, C. 1993. Texture improvement of meat-based food analogs with rhubarb fiber. Agriculture, Food Science and Technology. Apr : 519-523.

Barbut, S., Kakuda, Y., and Chan, D. 1990. Effects of carbon dioxide, freezing and vacuum packaging on the oxidative stability of mechanically deboned poultry meat. Poultry Science. 69 : 1813-1815.

Bystricky, P. and Pipova, M. 1993. The effect of fat component quality in raw materials on fat quality in the final product. Veterinari Medicina. 38 : 441-448.

Chi, S.P. 1993. Studies on processing and characteristics of chicken broth from broiler deboning by-products (poultry broiler breast). Agriculture, Food Science and Technology. Jan : 3233-3237.

Cochran, W.G., and Cox, G.M. 1992. Experimental Designs. 2nd ed.New York : John Wiley & Sons.

Dawson, L.E., and Gartner, R. 1983. Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. Food Technology. 37 : 112-116.

Dawson, P.L., Sheldon, B.W., Ball, H.R., and Larick, D.K. 1990. Fatty acid composition of the neutral lipid and phospholipid fractions of mechanically deboned chicken meat. Poultry Science. 69 : 1414-1419.

Essary, E.O. 1979 Moisture, fat, protein and mineral content of mechanically deboned poultry meat Journal of Food Science 44 : 1070-1073.

Froning, G.W. 1976. Mechanically-deboned poultry meat. Food Technology. 30 :50-63.

Gray, J.I., and Pearson, A.M. 1987. Rancidity and warmed over flavor. In A.M. Pearosn, and T.R. Dutson (eds.), Advanced in meat research : Restructured meat and poultry products, New York: Van Nostrand Reinhold. pp. 219.

Grujic, R., Mulalic, N., and Solaja, M. 1991. Efficacy of using mechanically deboned chicken meat in minced meat products. Hranai Ishrana. 32 : 83-85.

Grunden, L.P., and McNeil, J.H. 1973. Examination of bone content in mechanically deboned poultry meat by EDTA and atomic absorption spectrophotometric methods. Journal of Food Science. 38 : 712-713.

Holley, B.A., Poste, L.M., Butler, G., Wittmann, M., and Kwan, P. 1986. Commercial manufacture of raw ripened fermented sausages formulated with mechanically-separated chicken meat. Journal of Food Science. 53 : 1615-1617.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1982. Microorganisms in Foods. 2nd ed. New York : Academic Press.

Jantawat, P., and Dawson, L.E. 1980. Composition of lipids from mechanically deboned poultry meats and their composite tissues. Poultry Science. 59 : 1043-1051.

Jantawat, P., and Carpenter, J.A. 1989a. Salt preblending and incorporation of mechanically deboned chicken meat in smoked sausage. Journal of Food Quality. 12:393-401.

Jantawat, P., and Carpenter, J.A. 1989b. Phosphate and non-meat protein incorporation into smoked sausage produced from mechanically deboned chicken meat . Journal of Food Quality. 12 : 403-410.

Jurdi, D., Mast, M.G., and McNeil, J.H. 1980. Effects of carbon dioxide and nitrogen atmospheres on the quality of mechanically deboned chicken meat during frozen and non-frozen storage. Journal of Food Science. 45 : 641-666.

Kanner, J., Harel, S,. and Hazan, B. 1986. Muscle membranal lipid peroxidation by an "Iron redox cycle" system : Initiation by oxyradicals and site-specific mechanism. Agriculture, Food Chemistry. 34 : 506-510.

Koniecko, E.S. 1985. Handbook of Meat Analysis, 2nd ed. Avery Publishing Group Inc. Wayne, New Jersey pp 118-122.

Kumar, S., and Pederson, J.W. 1983. Nutritive value of mechanically and manually deboned poultry meat as assessed from collagen and amino acid analysis. Journal of Poultry Science. 62 : 147-152.

Lee, S.K., Chung, J.K. Cho, K.S., Chae, Y.S., Kang C.G., and Kim, J.W. 1994. Influence of washing solution and oleoresin spice addition on the quality characteristics of mechanically deboned chicken meat. Korean Journal

Love, J.D., and Pearson, A.M. 1974. Metmyoglobin and nonheme iron as prooxidants in cooked meat. Agriculture. Food Chemistry. 22 : 1032-1043.

McNeil, J.H., Mast, M.G., and Leach R.M. 1978. Protein efficiency ratio and levels of selected nutrients in mechanically deboned poutlry meat Journl of Food Science. 43 : 864-865, 869.

McNeil, J.H., and Kakkuca, Y.K. 1988. Influence of carcass parts and food additives on the oxidative stability of frozen mechanically separated and hand deboned chicken meat. Poultry Science. 67 : 270-274.

Murakami, U. and Uchida, K. 1985 Content of myofibrillar proteins in cardiac, skeletal and smooth muscles. Journal of Biochemistry. 98 : 187-189.

Murphy, E.W., Brewington, C.R., Willis, B.W., and Nelsos, M.A. 1979. Health and safety aspects of the use of mechanically deboned poultry. Food Safety and Quality Service. Washington D.C., US, Department of Agriculture.

Nuckles, R.O., Smith, D.M., and Merkel, R.A. 1990. Meat by-product protein composition and functional properties in model systems. Journal of Food Science. 55 : 640-643, 682.

Posati, L.P. 1989. Composition of foods, poultry products, raw, processed, prepared. Consumer and Food Economics Institute. Agriculture Handbook No.8-5 Science and Education Administration. United States Department of Agriculture.

Raccach, M., and Baker, R.C. 1978. Lactic acid bacteria as an antispoilage and safety factor in cooked, mechanically deboned poultry meat. Journal of Food Protection. 41 : 703-705.

Raccach, M., and Baker, R.C. 1979. Fermented mechanically deboned poultry meat and survival of *Staphylococcus aureus*. Journal of Food Protection 42 : 214-217.

Simon, A. and Gandemer, G. 1986. Comparative study of lipids from chicken and pork mechanically deboned meat. Proceedings of the European Meeting of Meat Research Workers 2(32):381-384.

Tarladgis, B.G., Pearson, A.M., and Dugan, J.N. 1960. The Chemical Analysis of Foods. 7th ed. London : Churchill Livingstone.

Thayer, D.W., and Boyd, G. 1992. Gamma ray processing to destroy *Staphylococcus aureus* in mechanically deboned chicken meat. Journal of Food Science. 57 : 848-854.

Thayer, D.W., Songprasertchai, S., and Boyd, G. 1991. Effects of heat and ionizing radiation on *Salmonella typhimurium* in mechanically deboned chicken meat. Journal of Food Protection. 54 : 718-724

Tourres, E., Olivo, R., and Skimokomaki, M. 1995. Lipid stability in sausages prepared with mechanically deboned poultry meat (MDPM) during storage. IFT Annual Meeting. 139-146.

Uebersax, M.A., Dawson, L.E., and Uebersax, K.L. 1978. Storage stability (TBA) of meat obtained from turkeys receiving tocopherol supplementation. Poultry Science. 57 : 937-946.

Vos, G., Lammers, H., and Kan, C.A. 1990. Cadmium and lead in muscle tissue and organs of broilers, turkeys and spent hens and in mechanically deboned poultry meat. Food Additives and Contaminants. 7 : 83-91.

Yang, T.S. and Froning, G.W. 1992. Selected washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. Journal of Food Science. 57 : 325-392.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

คำชี้แจงเกี่ยวกับแบบสอบถามและการเก็บตัวอย่าง

คณะผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วยคณาจารย์จากภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนักวิชาการจากกรมปศุสัตว์ ได้รับทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ให้ทำโครงการวิจัยเรื่อง "การสำรวจคุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย" โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อพัฒนาศักยภาพการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งจะยังประโยชน์แก่ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องโดยตรง และผู้บริโภคได้รับการคุ้มครองด้านความปลอดภัยจากการบริโภคไปพร้อมกัน

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจำเป็นต้องสำรวจข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็นเกี่ยวกับ MDCM ที่โรงงานของท่านผลิตและ/หรือใช้งานอยู่ พร้อมทั้งเก็บตัวอย่าง MDCM เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติด้านต่าง ๆ ต่อไป คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการให้ข้อมูลโดยการกรอกแบบสอบถามให้เรียบร้อยสมบูรณ์และอาจขอความอนุเคราะห์เก็บตัวอย่าง MDCM จากโรงงานของท่านเป็นครั้งคราวด้วย

คณะผู้วิจัยขอรับรองว่าจะนำข้อมูลที่สำรวจได้และผลวิเคราะห์ด้านต่างๆไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยตามวัตถุประสงค์ของโครงการเท่านั้น และจะไม่มีการเปิดเผยชื่อโรงงานที่ให้ข้อมูล และตัวอย่างเนื้อ MDCM ไม่ว่าในกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น

คณะผู้วิจัย

แบบสอบถามเรื่อง "การสำรวจสถานะภาพ การผลิตและใช้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ในประเทศไทย"

โปรดสละเวลาเพื่อตอบแบบสอบถาม โดยกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนสมบูรณ์ แบบสอบถามแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโรงงานผู้ผลิต

ส่วนที่ 2 ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต

ส่วนที่ 3 ข้อมูล MDCM

ส่วนที่ 4 ข้อมูลการใช้ MDCM

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโรงงานผู้ผลิต

1.1 ชื่อโรงงาน .....

1.2 สถานที่ตั้ง : เลขที่.....ตรอก/ซอย.....

ถนน.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

1.3 ทุนจดทะเบียน.....บาท

1.4 จำนวนคนงาน.....คน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต

2.1 แหล่งวัตถุดิบ ☐ มีฟาร์มเลี้ยงเอง ☐ รับซื้อจากผู้เลี้ยงรายย่อย ☐ ทั้ง 2 แบบ

2.2 การฆ่าและตัดแต่ง ☐ มีโรงฆ่าและตัดแต่ง ☐ รับซื้อซากจากโรงฆ่าอื่น ๆ และนำมาตัดแต่ง ☐ ทั้ง 2 แบบ

2.3 ปริมาณไก่เป็นที่ฆ่าและชำแหละโดยเฉลี่ย.....ตัว/วัน

หรือ.....กิโลกรัม/วัน

2.4 ปริมาณโครงไก่รวมส่วนคอ.....กิโลกรัม/วัน

2.5 ข้อมูลเครื่องแยกเนื้อจากกระดูกที่ใช้

2.5.1 จำนวนเครื่องที่โรงงานมี.....เครื่องได้แก่

2.5.1.1 ชื่อผู้ผลิตเครื่อง(brand name).....

- กำลังการผลิตสูงสุด (capacity).....ต่อวัน

2.5.1.2 ชื่อผู้ผลิตเครื่อง(brand name).....

- กำลังการผลิตสูงสุด (capacity).....ต่อวัน

2.5.1.3 ชื่อผู้ผลิตเครื่อง(brand name).....

- กำลังการผลิตสูงสุด (capacity).....ต่อวัน

ส่วนที่ 3 ข้อมูล MDCM

3.1 ปริมาณ MDCM ที่ผลิตโดยเฉลี่ย.....กิโลกรัม/วัน

3.2 ในการผลิต MDCM มีการแยกกลุ่มชิ้นส่วนโครงไก่เพื่อให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพต่าง ๆ กันหรือไม่ (ขีด ✓ หน้าข้อความ)

☐ มี ☐ ไม่มี ☐ ทั้งมีและไม่มี

3.3 ถ้ามีการแยกชิ้นส่วน แยกดังนี้ (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมคำในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ แยกส่วนอกจากคอและหลัง

☐ แยกหนังออกจากโครงหลังและล่าคอ

☐ อื่น ๆ ได้แก่.....

.....

.....

.....(โปรดระบุ)

3.4 MDCM ที่ผลิตได้เก็บรักษาก่อนการใช้หรือจำหน่ายอย่างไร (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมคำในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เก็บในถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บที่อุณหภูมิ 4°C

☐ เก็บในถุงพลาสติก ปิดผนึกภายใต้สุญญากาศเก็บที่ 4°C

☐ เก็บในถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บที่ -18°C

☐ เก็บในถุงพลาสติกปิดผนึกภายใต้สุญญากาศเก็บที่ -18°C

☐ เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) โดยใช้สารกันเสียเช่น antioxidants หรืออื่น ๆ .....

.....(โปรดระบุชื่อสาร)

☐ อื่น ๆ ได้แก่.....

.....

.....

.....(โปรดระบุ)

3.5 ระยะเวลาที่เก็บ MDCM ก่อนการนำมาใช้หรือจำหน่าย (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมตัวเลขในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ที่อุณหภูมิ 4°C (ภายใต้บรรยากาศ) เก็บนาน.....วัน

☐ ที่อุณหภูมิ 4°C (ภายใต้สุญญากาศ) เก็บนาน.....วัน

☐ ที่อุณหภูมิ -18°C (ภายใต้บรรยากาศ) เก็บนาน.....วัน

☐ ที่อุณหภูมิ -18°C (ภายใต้สุญญากาศ) เก็บนาน.....วัน

☐ อื่น ๆ ได้แก่.....เก็บนาน.....วัน

.....

.....

3.6 ในการควบคุมคุณภาพของ MDCM ที่ผลิตได้นั้น หากโรงงานของท่านตรวจสอบสมบัติด้านต่าง ๆ ของ MDCM โปรดให้ข้อมูลตามรายการข้างล่างนี้

ก. ด้านกายภาพ

สมบัติที่ตรวจสอบ	วิธีที่ใช้ตรวจสอบ (โปรดระบุวิธีมาตรฐาน)
ก.1	.....
ก.2	.....
ก.3	.....
ก.4	.....

ข. ด้านเคมี

ข.1	.....
ข.2	.....
ข.3	.....
ข.4	.....

ค. ด้านจุลชีววิทยา

ค.1	.....
ค.2	.....
ค.3	.....
ค.4	.....

ส่วนที่ 4 ข้อมูลการใช้ MDCM

4.1 MDCM ที่ผลิตได้มีการกระจายเพื่อใช้ประโยชน์ดังนี้ (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมคำในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ผลิตเพื่อใช้เองภายในโรงงาน

☐ ผลิตเพื่อจำหน่ายให้โรงงานแปรรูปไส้กรอก ฯลฯ ภายในประเทศ

☐ ผลิตเพื่อจำหน่ายให้โรงงานอาหารสัตว์ภายในประเทศ

☐ ผลิตเพื่อการส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้านได้แก่

.....

☐ จำหน่ายในตลาดสด

☐ ร้านอาหาร ภัตตาคาร

☐ โรงงาน

☐ อื่น ๆ .....

.....(โปรดระบุ)

4.2 ปริมาณ MDCM ที่มีการกระจายตามข้อ 4.1 มีดังนี้ (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมตัวเลขในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ใช้เองในโรงงาน (โดยเฉลี่ย) .....กิโลกรัม/วัน

☐ จำหน่ายให้โรงงานแปรรูปไส้กรอก ฯลฯ ภายในประเทศ (โดยเฉลี่ย).....กิโลกรัม/วัน

☐ จำหน่ายให้โรงงานอาหารสัตว์ภายในประเทศ (โดยเฉลี่ย) .....กิโลกรัม/วัน

☐ ส่งออกต่างประเทศครั้งละ (โดยเฉลี่ย) .....กิโลกรัม

☐ จำหน่ายในตลาดสด (โดยเฉลี่ย) .....กิโลกรัม/วัน

☐ ร้านอาหาร ภัตตาคาร (โดยเฉลี่ย) .....กิโลกรัม/วัน

☐ โรงเรียน (โดยเฉลี่ย) .....กิโลกรัม/วัน

☐ อื่น ๆ (โดยเฉลี่ย).....กิโลกรัม/วัน

.....

.....

4.3 ตามที่ท่านทราบ ในประเทศไทยมีการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้ (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมคำในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไส้กรอกเวียนนา แฟรงค์เฟอร์เตอร์ และอื่น ๆ

☐ หมูยอ ไก่ยอ

☐ ลูกชิ้น

☐ กุนเชียง

☐ ไส้กรอกรมควัน

☐ มะระยัดไส้

☐ เต้าหู้ยัดไส้

☐ ขนมจีบ ซาลาเปา

☐ ดิมซัมอื่น ๆ ได้แก่.....

☐ แฮมเบอร์เกอร์

☐ นักเก็ต

☐ อาหารสุนัข แมว ฯลฯ

☐ อื่น ๆ ได้แก่.....

.....

.....(โปรดระบุ)

4.4 เท่าที่ท่านทราบ กระดูกที่เหลือจากการแยกเนื้อน่ามาใช้ใน (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมคำในช่องว่าง/ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ อาหารสุนัข แมว ฯลฯ
- ☐ อาหารสัตว์น้ำ
- ☐ ทำปุ๋ย
- ☐ อื่น ๆ ได้แก่.....

.....

.....(โปรดระบุ)

ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม

นาย/นางสาว/นาง.....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก 2

สูตรที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกรมควันโดยการทดแทนหมูเนื้อแดงด้วยเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)

สูตรที่	เนื้อแดง (g)	MDCM (g)
1 (ตัวอย่างควบคุม)	800 (100%)	0 (0%)
2	640 (80%)	160 (20%)
3	480 (60%)	320 (40%)
4	320 (40%)	480 (60%)
5	160 (20%)	640 (80%)
6	0 (0%)	800 (100%)

ภาคผนวก 3

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมกำหนดเกณฑ์คุณภาพเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)

โครงการ การสำรวจคุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย

วันที่ 22 ตุลาคม 2545 เวลา 9.00-12.00 น.

ชื่อ	สถานที่ทำงาน	ลายเซ็น
1. รศ.ดร.พันธิพา จันทวัฒน์	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
2. รศ.ดร.นินนาท ชินประหัษฐ์	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
3. รศ.ดร.สุวรรณา สุภิมารส	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
4. ผศ.ดร.สุเมธ ตันตระเธียร	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
5. รศ.ดร.ชัยณรงค์ คันธพนิต	อาคารศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140	
6. ดร.ทิพวรรณ ปริญญาศิริ	กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี 11000	
7. น.ส.พ.อุดม จันทร์ประไพภักร์	กองสัตวแพทย์สาธารณสุข กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปทุมธานี	
8. คุณลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์	กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี 11000	
9. ดร.บัณฑิต เรืองตระกูล	บริษัท แหลมทองสหการ จำกัด อาคารวานิช 1126/1 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ กทม.10400	
10. คุณแพ็ญศรี จูงศิริวัฒน์	งานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	
11. คุณมณีวรรณ รักวาทิน	บจ.อาหารเบทเทอร์ 4/2 ซ.สุขาภิบาล 2 ถ.พุทธมณฑลสาย 5 ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74130	

ชื่อ	สถานที่ทำงาน	ลายเซ็น
12.	บมจ. กรุงเทพโปรดิ้ว จำกัด 105 ม. 7 ถ.มิตรภาพ ต.ตาลเดี่ยว อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 18110	
13.	บมจ. จีเอฟพีที 209 ม. 1 ถ.เทพารักษ์ ต.บางเสาธง กิ่งอำเภอบางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10540	
14.	บจ.ผลิตภัณฑ์อาหารศรีไทย 69 ม. 4 ถ.วัดกิ่งแก้ว ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	
15.	บจ.บีฟู้ดส์โปรดักส์อินเตอร์เนลชันแนล 39 ม. 5 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.ช่องสาริกา อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15140	
16.		บจ.ซี.พีอินเตอร์ฟู้ด(ไทยแลนด์) 30/3 ม. 3 ถ.สุวินทวงศ์ ต.ลำผักชี อ.หนองจอก กทม. 10530
17.		บจ.ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (สหฟาร์ม) 99 ม. 8 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.ห้วยหิน อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี

ภาคผนวก 3.1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของเนื้อ MDCM

ลำดับที่	โปรตีน(%)				ไขมัน(%)				ความชื้น(%)				เถ้า(%)			
	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range
1	9.47	9.48	9.87	9.47-9.87	13.95	14.14	12.35	12.35-14.14	66.15	69.28	68.36	66.15-69.28	0.78	0.81	1.16	0.78-1.16
2	9.85	10.32	10.23	9.85-10.32	11.90	11.76	10.37	10.37-11.90	69.54	68.51	70.28	68.51-70.28	0.81	1.26	1.01	0.81-1.26
3	9.42	8.92	9.75	8.92-9.75	14.86	13.25	10.96	10.96-14.86	69.21	69.77	70.13	69.21-70.13	0.90	0.77	2.10	0.77-2.10
4	10.76	10.08	9.87	9.87-10.76	12.57	11.98	11.24	11.24-12.57	67.29	67.66	67.74	67.29-67.74	1.87	1.27	1.23	1.23-1.87
5	10.61	9.87	9.65	9.65-10.61	12.09	12.35	11.11	11.11-12.35	69.38	70.29	69.87	69.38-70.29	2.61	0.95	1.48	0.95-2.61
6	10.52	9.75	7.30	7.30-10.52	10.11	12.86	12.04	10.11-12.86	72.61	71.35	71.27	71.27-72.61	0.79	0.93	0.88	0.79-0.93
7	9.90	10.11	9.04	9.04-10.11	12.40	14.19	16.50	12.40-16.50	64.54	64.56	63.52	63.52-64.56	0.76	0.83	0.82	0.76-0.83
8	10.62	10.38	10.44	10.38-10.62	11.73	13.32	11.66	11.66-13.32	69.49	66.33	67.92	66.33-69.49	0.88	1.23	1.91	0.88-1.91

ภาคผนวก 3.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี (องค์ประกอบอื่นๆ) ในตัวอย่าง MDCM

ลำดับที่	จำนวนชิ้นกระดูก	ปริมาณแคลเซียม(%)				ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด(ส่วนในล้านส่วน)				ค่า TBA (มก./กก.)			
		(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range
1	- นับไม่ได้ -	0.11	0.11	0.30	0.11-0.30	273.72	251.24	308.04	251.24-308.04	0.628	1.022	4.477	0.628-4.477
2	- นับไม่ได้ -	0.11	0.22	0.18	0.11-0.22	260.70	326.38	323.00	260.70-326.38	1.007	4.048	2.738	1.007-4.048
3	- นับไม่ได้ -	0.14	0.09	0.78	0.09-0.78	303.64	315.00	264.86	264.86-315.00	1.244	4.149	1.591	1.244-4.149
4	- นับไม่ได้ -	0.61	0.23	0.33	0.23-0.61	304.56	331.82	338.30	304.56-338.30	0.314	5.082	0.159	0.159-5.082
5	- นับไม่ได้ -	1.01	0.16	0.40	0.16-1.01	302.28	339.14	285.26	285.26-339.14	0.546	4.625	4.181	0.546-4.625
6	- นับไม่ได้ -	0.11	0.12	0.15	0.11-0.15	258.42	308.94	279.48	258.42-308.94	1.006	0.663	1.209	0.663-1.209
7	- นับไม่ได้ -	0.10	0.11	0.14	0.10-0.14	322.34	290.62	255.34	255.34-322.34	0.990	6.837	3.553	0.990-6.837
8	- นับไม่ได้ -	0.12	0.22	0.59	0.12-0.59	313.16	355.40	361.08	313.16-355.40	0.464	1.209	1.595	0.464-1.595

ภาคผนวก 3.3

ตารางแสดงความถี่ของผลการวิเคราะห์ทางเคมีในตัวอย่าง MDCM

โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		ความชื้น (%)		เถ้า (%)		ปริมาณแคลเซียม (มก.%)		ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด (ส่วนในล้านส่วน)	
ช่วงค่า *(Mean ± SD)*	ความถี่	ช่วงค่า *(Mean ± SD)*	ความถี่	ช่วงค่า *(Mean ± SD)*	ความถี่	ช่วงค่า *(Mean ± SD)*	ความถี่	ช่วงค่า *(Mean ± SD)*	ความถี่	ช่วงค่า *(Mean ± SD)*	ความถี่
5.30 – 6.13 *(5.30 ± 0)*	1	10.00 – 12.00 *(11.28 ± 0.61)*	10	63.00 – 65.00 *(64.21 ± 0.49)*	3	0.70 – 1.20 *(0.87 ± 0.10)*	15	0.10 – 0.35 *(0.16 ± 0.07)*	19	250 – 280 *(263.39 ± 9.35)*	7
6.13 – 6.96 *(6.92 ± 0)*	1	12.00 – 14.00 *(12.72 ± 0.59)*	10	65.00 – 67.00 *(66.24 ± 0.09)*	2	1.20 – 1.70 *(1.29 ± 0.09)*	5	0.35 – 0.60 *(0.50 ± 0.10)*	2	280 - 310 *(300.47 ± 0.34)*	7
6.96 – 7.79 *(7.51 ± 0.23)*	7	14.00 – 16.00 *(14.40 ± 0.33)*	3	67.00 – 69.00 *(67.91 ± 0.42)*	6	1.70 – 2.20 *(1.96 ± 0.10)*	3	0.60 – 0.85 *(0.70 ± 0.10)*	2	310 - 340 *(326.10 ± 9.12)*	8
7.79 – 8.62 *(8.23 ± 0.31)*	15	16.00 – 18.00 *(16.50 ± 0)*	1	69.00 – 72.00 *(70.19 ± 0.96)*	13	2.20 – 2.70 *(2.61 ± 0)*	1	0.85 – 1.10 *(1.01 ± 0)*	1	340 – 370 *(318.24 ± 2.84)*	2

ภาคผนวก 3.4

Proximate data of Mechanically Deboned Chicken Meat

Mechanically deboned material	Protein (%)	Fat (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Reference
MDCM	14.10	21.70	58.70	4.50	Dhillon et al. (1975)
MDCM	13.04	24.59	62.44	0.67	Babji et al. (1980)
MDCM	10.90	18.30	69.20	0.74	Ang et al. (1982)
MDCM	11.84	16.36	69.90	1.80	Ang (1986)
MDCM	12.91	19.63	65.95	0.71	Lin et at. (1989)
MDCM	17.40	14.20	65.60	1.80	Nuckles et al. (1990)
MDCM from backs and necks	14.50	17.60	66.60	1.30	Froning (1970)
MDCM from backs and necks	9.30	27.20	63.40	0.10	Grunden et al. (1972)
MDCM from backs	13.20	21.20	62.80	2.80	Froning (1970
MDCM from breasts	13.74	12.54	66.95	1.06	Lin et al. (1989)
MDCM from neck without skin	10.80	15.20	71.70	0.85	Ang et al. (1982)
MDCM from neck with skin	11.50	21.20	66.80	0.89	Ang et al. (1982)
MDCM from backs	11.90	24.10	63.10	0.89	Ang et al. (1982)

ภาคผนวก 3.5

U.S.D.A regulations for boneless poultry products specify natural proportions of meat and skin as they occur on a whole carcass, or carcass part, deviations from natural proportions must be labeled otherwise. In the case of necks, they must be mixed 50/50 with skinless necks in order to qualify under the labeling requirements for chicken. Chicken meat may not contain any skin and may be produced form breast HDCR's skinless necks or short backs. Process control factors in MDPM include amount of bone remaining in the meat, bone particle size, cholesterol, cadmium, fluorine, and calcium content.

ภาคผนวก 3.6 ปริมาณโลหะหนักบางชนิดที่ตรวจพบในตัวอย่าง MDCM*

ลำดับที่	ตะกั่ว (มก./กก.)				แคดเมียม (มก./กก.)			
	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range
1	0.006	0.018	ไม่พบ	0-0.018	0.002	0.005	ไม่พบ	0-0.005
2	0.020	0.016	0.009	0.009-0.020	0.009	0.006	0.012	0.006-0.012
3	0.043	0.009	0.075	0.009-0.043	0.003	0.001	0.002	0.001-0.003
4	0.005	0.009	0.008	0.005-0.009	0.011	0.002	0.006	0.002-0.011
5	0.014	0.030	0.066	0.014-0.066	0.001	0.003	0.003	0.001-0.003
6	0.011	0.050	0.010	0.010-0.050	0.002	0.003	0.002	0.002-0.003
7	0.328	0.015	0.009	0.009-0.328	0.004	0.005	0.004	0.004-0.005
8	0.014	0.055	0.018	0.014-0.055	0.001	0.014	0.006	0.001-0.014

* ส่งวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก 3.7 ปริมาณทองแดงและสารหนูที่ตรวจพบในตัวอย่าง MDCM

ตัวอย่าง MDCM	ทองแดง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)				สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	Range
1	3.464	0.934	0.563	0.563-3464	0.044	0.066	0.040	0.040-0.066
2	0.740	0.880	1.170	0.742-1.170	0.014	0.002	ไม่พบ	ไม่พบ-0.014
3	3.166	0.908	0.506	0.506-3.166	0.085	0.028	0.013	0.013-0.085
4	0.573	0.574	0.437	0.437-0.574	0.024	0.119	0.051	0.024-0.199
5	1.158	0.653	0.322	0.322-1.158	0.010	0.016	0.083	0.010-0.083
6	0.557	1.273	0.345	0.345-1.273	0.007	ไม่พบ	0.004	ไม่พบ-0.007
7	0.504	0.722	0.725	0.504-0.725	0.077	0.031	0.070	0.031-0.077
8	0.490	0.947	0.425	0.425-0.947	0.005	ไม่พบ	0.002	ไม่พบ-0.005

ภาคผนวก 3.8 ผลการวิเคราะห์สารตกค้างยาฆ่าแมลง ในตัวอย่าง MDCM

ลำดับที่	Ald+Dield				Hep+Hept epox				Total DDT				Endrin				Total Chlordane				A-BHC				B-BHC				Lindane				HCB			
	ERL 0.2 ppm				ERL 0.2 ppm				ERL 1 ppm				ERL 0.05 ppm				ERL 0.05 ppm				ERL 0.2 ppm				ERL 0.1 ppm				ERL 0.7 ppm				ERL 0.2 ppm			
	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range	1	2	3	range
1	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	0.04	ND	0-0.04	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
2	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	<0.01	<0.01	0-0.01	ND	ND	0.01	0-0.01	ND	ND	0.02	0-0.02	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
3	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	0.04	0.02	0.02	0.02-0.04	ND	ND	ND	0	ND	ND	0.02	0-0.02	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
4	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	0.01	<0.01	0-0.1	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
5	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	0.02	0.02	<0.01	0.01-0.02	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
6	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	<0.01	ND	<0 01	0-0.01	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
7	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
8	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	-	0	ND	ND	ND	0

ERL = Extraneous residue limit

ND = ตรวจไม่พบ

- = ไม่ได้ทำการวิเคราะห์เพราะตัวอย่างมีความชื้นสูง

ภาคผนวก 3.9 ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้างในตัวอย่าง MDCM

โรงงานลำดับที่	Tetracyclin gr	Sulfadimethoxine
1	ND	ND
2	ND	ND
3	ND	ND
4	ND	ND
5	ND	ND
6	ND	ND
7	ND	ND
8	ND	ND

ND = ตรวจไม่พบ

ภาคผนวก 3.10 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ในตัวอย่าง MDCM

โรงงานลำดับที่	TPC (cfu/g)				*Salmonella* (cfu/g)				E.coli (MPN/g)				*Pseudomonas sp.*
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	range	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	range	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	range	ND
1	$1.19x10^6$	$9.40x10^6$	$1.90x10^6$	$1.1\text{-}1.9x10^6$	$2.0x10^5$	$5.2x10^5$	$5.0x10^5$	$2.0\text{-}5.2x10^5$	$1.1x10^4$	$6.0x10^4$	$3.0x10^4$	$1.1\text{-}6.0x10^4$	ND
2	$2.49x10^6$	$2.04x10^7$	$5.1x10^6$	$0.2\text{-}2.0x10^7$	$6.0x10^5$	$4.7x10^4$	$3.5x10^5$	$0.4\text{-}6.0x10^5$	$7.5x10^4$	$5.0x10^5$	$2.2x10^5$	$0.8\text{-}5.0x10^5$	ND
3	$1.49x10^6$	$5.60x10^6$	$5.2x10^5$	$0.5\text{-}5.6x10^6$	$3.0x10^5$	$6.2x10^5$	$3.0x10^5$	$3.0\text{-}6.2x10^5$	$5.5x10^4$	$8.0x10^3$	$8.0x10^4$	$0.8\text{-}8.0x10^4$	ND
4	$1.08x10^6$	$2.20x10^7$	$7.1x10^6$	$0.1\text{-}2.2x10^7$	$6.9x10^6$	$7.2x10^6$	$2.0x10^5$	$0.2\text{-}6.9x10^6$	$1.1x10^4$	$1.60x10^5$	$1.2x10^4$	$0.1\text{-}1.6x10^5$	ND
5	$2.96x10^6$	$2.50x10^6$	$2.50x10^6$	$2.5\text{-}2.9x10^6$	$4.3x10^5$	$3.5x10^5$	$5.0x10^5$	$3.5\text{-}4.3x10^5$	$1.12x10^5$	$6.0x10^4$	$6.0x10^4$	$0.6\text{-}1.1x10^5$	ND
6	$1.38x10^6$	$5.30x10^6$	$4.0x10^7$	$0.1\text{-}4.0x10^7$	$1.2x10^6$	$2.6x10^5$	$3.0x10^5$	$0.2\text{-}1.2x10^6$	$5.0x10^3$	$1.94x10^5$	$2.0x10^4$	$0.5\text{-}1.94x10^5$	ND
7	$1.71x10^6$	$1.43x10^7$	$1.59x10^6$	$0.2\text{-}1.7x10^7$	$1.4x10^6$	$1.0x10^5$	$2.0x10^5$	$1.0\text{-}1.4x10^6$	$3.3x10^4$	$3.0x10^4$	$5.0x10^5$	$0.3\text{-}5.0x10^5$	ND
8	$1.65x10^6$	$2.06x10^7$	$2.0x10^7$	$0.2\text{-}2.0x10^7$	$2.1x10^6$	$1.2x10^6$	$1.5x10^5$	$1.5\text{-}1.2x10^6$	$3.2x10^4$	$2.5x10^4$	$1.12x10^6$	$0.1\text{-}1.12x10^5$	ND

สรุป

1. ตัวอย่างทั้งหมดพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $1.1x10^6\text{-}4.0x10^7$ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
2. พบว่ามี *Salmonella* อยู่ในทุกตัวอย่าง โดยพบอยู่ในระหว่าง $4.7x10^4\text{-}1.4x10^6$ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
3. พบว่า *E.coli* ในทุกตัวอย่างมีอยู่ระหว่าง $5.0x10^3$ - $11.2x10^5$ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
4. ตรวจไม่พบ *Pseudomonas (P.aeruginosa)* ในทุกตัวอย่าง

ภาคผนวก 3.11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Staphylococcus toxin ของตัวอย่าง MDCM โดยใช้ test kit ของบริษัท Oxoid จำกัด

ตัวอย่าง MDCM	ปริมาณ Staphylococcus toxin
1	Negative
2	Negative
3	Negative
4	Negative
5	Negative
6	Negative
7	Negative
8	Negative

ภาคผนวก 3.12

มาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตในประเทศไทย

รายการที่	สมบัติที่กำหนดคุณภาพ	มอก.590/2528	กรมปศุสัตว์ (ERL)	ชั้นคุณภาพ A	ชั้นคุณภาพ B
1.	โปรตีน(%)				
2	ไขมัน(%)				
3.	ความชื้น(%)				
4.	เถ้า(%)				
5.	ปริมาณชิ้นกระดูก				
6.	แคลเซียม				
7.	รงควัตถุทั้งหมด				
8.	โลหะหนัก (ppm)				
	ตะกั่ว	1(0.05)*			
	แคดเมียม	0.05*			
	ทองแดง	20			
	สารหนู	2			
9.	สารตกค้างยาฆ่าแมลง (ppm)				
	ดีดีที	5	1		
	อัลดริน+ดิลดริน	0.2+0.2	0.2		
	เฮปตาคลอร์	0.3	0.0		
	เอนดริน	0.3	0.05		
	คลอร์เดน		0.05		
	A-BHC		0.2		
	B-BHC		0.1		
	ลินเดน	0.7	0.7		
	HCB		0.2		
10.	สารปฏิชีวนะตกค้าง				
	เตตราไซคลิน				
	ซัลฟาไดเมทธอกซิน				
	ไนโตรฟูเรน				
	คลอแรมเฟนนิคอล				
11.	จุลินทรีย์				
	จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด	ไม่เกิน $1x10^7$ cfu/กรัม			
	ซาลโมเนลลา	ไม่พบ			
	อี-โคไล				
	ซูโดโมแนส				
	สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส	ไม่เกิน 300 cfu/กรัม			
12.	สารพิษตกค้าง				
	สตาฟิโลค็อกคัส ทอกซิน				

*Codex.Alimentaruis Commission

5. สารปนเปื้อน

5.1 สารปนเปื้อนที่อาจมีอยู่ ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 3

6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะในการทำไก่สดเยือกแข็ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34

6.2 จุลินทรีย์ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

6.2.1 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ในแต่ละตัวอย่างต้องไม่เกิน 1×10^7 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และจะมีตัวอย่างที่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดเกิน 5×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่าง

6.2.2 ฟีคอล สเตรปโตค็อกไค (Faecal streptococci) ในแต่ละตัวอย่างต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.2.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ในแต่ละตัวอย่างต้องไม่เกิน 300 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.2.4 ซาลโมเนลลา (Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตามข้อ 11.3

ตารางที่ 3 สารปนเปื้อน

(ข้อ 5.1)

รายการที่	ชนิดสารปนเปื้อน	ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้	วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ตาม
1	สารพิษตกค้าง		CAC – PR 8 – 1984 – Recommendations for methods of analysis of pesticide residues 1984
	ดีดีที (DDT)	5.0	
	อัลดริน (aldrin)	0.2	
	ดิลดริน (dieldrin)	0.2	
	เฮปตาคลอร์ (heptachlor)	0.3	
	ลินเดน (lindane)	7.0	
	เอนดริน (endrin)	0.3	
2	โลหะหนัก		AOAC (1984)
	ทองแดง	20	ข้อ 25.066 ถึงข้อ 25.071
	ตะกั่ว	1	ข้อ 25.104 ถึงข้อ 25.109
	สารหนู	2	ข้อ 25.050 ถึงข้อ 25.055

ภาคผนวก 5

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ชื่อ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

ข้อแนะนำ กรุณาทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูโดยลากเส้นแนวตั้งให้ตัดกับ scale แนวนอนเพื่อระบุระดับของลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. สี

สีเข้มหรืออ่อนเกินไป — สีชมพูซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

2. กลิ่น

กลิ่นแปลกปลอม เช่น กลิ่นหืน กลิ่นโลหะ — กลิ่นหอมที่เป็นลักษณะเฉพาะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

3. รสชาติ

มีรสจัดหรืออ่อนเกินไป หรือมีรสชาติแปลกปลอม — มีรสชาติเฉพาะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

4. เนื้อสัมผัส

เนื้อร่วนไม่เกาะติดกัน หรือค่อนข้างนุ่มเหลว — เนื้อแน่นเกาะติดกันและมีความยืดหยุ่นดี

5. ความชุ่มน้ำ

เนื้อแห้งหรือมีความชุ่มน้ำมากไป — เนื้อมีความชุ่มน้ำดีถึงดีมาก

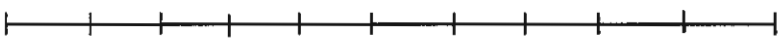
ข้อแนะนำ.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมู (pork patty)

ชื่อ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

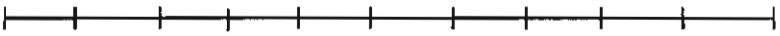
ข้อแนะนำ กรุณาทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูโดยลากเส้นแนวตั้งให้ตัดกับ scale แนวนอนเพื่อระบุระดับของลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. สี



สีเข้มหรืออ่อนเกินไป — สีที่เป็นลักษณะเฉพาะที่ดีมากของเบอร์เกอร์หมู

2. กลิ่น

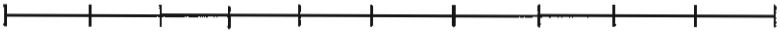


กลิ่นแปลกปลอม เช่นกลิ่นหืน กลิ่นโลหะ — กลิ่นหอมที่เป็นลักษณะเฉพาะของเบอร์เกอร์หมู

3. รสชาติ

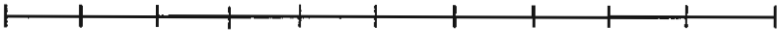
รสจัดหรืออ่อนเกินไป หรือมีรสชาติแปลกปลอม — รสชาติเฉพาะที่ดีมากของเบอร์เกอร์หมู

4. เนื้อสัมผัส



เนื้อร่วนไม่เกาะติดกัน — เนื้อแน่นเกาะติดกันดีมากตามลักษณะเฉพาะของเบอร์เกอร์หมู

5. ความชุ่มน้ำ



แห้งกระด้างหรือชุ่มน้ำมากไปจนอ่อนเละ — ชุ่มน้ำพอเหมาะตามลักษณะที่ดีของเบอร์เกอร์หมู

ข้อแนะนำ.....

ภาคผนวก 6

สมบัติของไส้กรอกรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM

ตารางที่ 6.1 ค่าสี (Hunter scale : L* a* b*) ของไส้กรอกรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วยปริมาณ MDCM 0-100%

ปริมาณ MDCM (%)	L*	a*	b*
0	47.52	9.30	7.96
20	44.12	10.49	6.78
40	42.17	11.50	6.75
60	38.74	12.43	6.57
80	35.98	13.04	6.63
100	34.74	14.41	6.68

ตารางที่ 6.2 ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของไส้กรอกรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM 0-100%

ปริมาณ MDCM	Calcium (mg%)		Phosphorus (mg%)	
	W et	dry	wet	dry
0	7.14	11.37	239.83	382.14
20	35.31	52.86	242.03	362.32
40	53.99	81.3	251.63	378.91
60	72.35	106.7	251.49	370.87
80	102.47	148.63	252.27	365.93
100	172.94	247.94	255.18	365.85

ภาคผนวก 7

มอก. 848-2532

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม Chemical Analysis of Food, David Pearson, 6th ed. หน้า 23 ถึงหน้า 24

7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อ(ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม Recommended international code of hygienic practice for processed meat and poultry products)

7.2 แฮมควรจะผ่านกระบวนการผลิต เก็บรักษา และขนส่งให้ถูกวิธีที่สามารถป้องกันการบูดเปื่อยและเน่าเสียได้

7.3 แฮมจะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

7.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total aerobic count) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 100 000 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

7.3.2 เอสเชอริเชีย โคไล(Escherichia coli) โดยวิธี MPN น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

7.3.3 ซาลโมเนลลา (Salmonella) ในตัวอย่าง 25 กรัม ต้องไม่พบ

7.3.4 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ในตัวอย่าง 0.1 กรัม ต้องไม่พบ

7.3.5 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens) ในตัวอย่าง 0.01 กรัม ต้องไม่พบ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม Microorganisms in Foods, Vol. 1, Their significance and methods of enumeration, Second edition, ICMSF 1982

ภาคผนวก 8

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านปริมาณการผลิตและคุณภาพทางกายภาพและจุลินทรีย์ของ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย
3. เพื่อให้ได้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทยพร้อมทั้งขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่จะทำให้ได้ MDCM ที่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น
4. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

กิจกรรม(ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป (ตามวัตถุประสงค์ข้อ 1)			
สำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย	ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับโรงงานที่ผลิต MDCM และการผลิตรวมทั้งคุณภาพของ MDCM ที่ผลิตได้	ได้ข้อมูลโรงงานที่ผลิต MDCM ชนิดของ MDCM และเครื่องที่ใช้ กำลังการผลิตและปริมาณการผลิต ลักษณะการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ในส่วนคุณภาพของ MDCM ได้ข้อมูลทั้งทางเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ รวมทั้งปริมาณสารปฏิชีวนะและสารฆ่าแมลงตกค้าง	
2. รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป (ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2)			
วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เพื่อประเมินการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เหล่านี้	ข้อมูลด้านการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย	2.1 ได้ข้อมูลด้านชนิดผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM 2.2 ได้ข้อมูลด้านปริมาณ MDCM ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ 2.3 ได้ข้อมูลด้านปริมาณสารเจือปนในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM 2.4 ได้ข้อมูลด้านองค์ประกอบสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM และความแตกต่างขององค์ประกอบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ และไม่ใช้ MDCM	

3. รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป (ตามวัตถุประสงค์ข้อ 3)			
3.1 จัดประชุมระดมความคิดและเวียนร่างมาตรฐานเพื่อขอความคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ได้ร่างมาตรฐานชั้นคุณภาพเนื้อ MDCM	3.1 ได้ร่างมาตรฐานชั้นคุณภาพ MDCM 3 ชั้นคุณภาพ ซึ่งชั้นคุณภาพ A และ B ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ผลิตได้ และชั้นคุณภาพ AA สำหรับกรณีส่งออก	
3.2 วิจัยในโรงงานผลิต MDCM โดยกำหนดตัวแปรในกระบวนการผลิตแล้วคัดเลือกตัวแปรที่ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีคุณภาพสอดคล้องกับชั้นคุณภาพ AA	ได้ภาวะการผลิตที่ให้ผลิตภัณฑ์คุณภาพดี	3.2 ได้กระบวนการผลิตที่ให้เนื้อ MDCMคุณภาพสอดคล้องกับชั้นคุณภาพ AA ที่กำหนด	
4. รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป (ตามวัตถุประสงค์ข้อ 4)			
4.1 คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MCDM แต่ละชั้นคุณภาพ	ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สำหรับ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพตามที่กำหนดไว้	ได้ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับ MDCM ชั้นคุณภาพดีมากดี และปานกลาง	
4.2 รวบรวมผลและวิเคราะห์	ได้ข้อมูลทางสถิติสำหรับสรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	ได้รายงานฉบับสมบูรณ์	

ภาคผนวก 9

แนวทางการนำผลวิจัยสู่ปฏิบัติการเพื่อสนองตอบวัตถุประสงค์ และบทความสำหรับการเผยแพร่

ตัวชี้วัด (indicators) ซึ่งแสดงภาวะการบรรลุวัตถุประสงค์การวิจัยได้แก่

1. ข้อมูลคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย
2. ข้อมูลปริมาณการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์
3. เกณฑ์มาตรฐานด้านคุณภาพ MDCM
4. กระบวนการผลิต MDCM เพื่อให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด
5. ข้อมูลชนิดผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อแต่ละชั้นคุณภาพ

แนวทางการนำผลการวิจัยสู่ปฏิบัติการเพื่อสนองตอบวัตถุประสงค์

1. จัดทำคู่มือแนะนำผู้บริโภคให้มีความรู้เข้าใจเรื่อง MDCM และเผยแพร่ตามสื่อต่าง ๆ
2. จัดทำคู่มือแนะนำผู้ประกอบการเรื่องแนวทางในกระบวนการผลิต MDCM ให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์กำหนด และเผยแพร่ทุกโรงงานที่มีการผลิตและใช้ MDCM
3. จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง เกณฑ์คุณภาพ MDCM แนวทางการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติตามเกณฑ์คุณภาพ และชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับแต่ละเกณฑ์คุณภาพ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ผู้ประกอบการ และผู้บริโภคที่เกี่ยวข้อง

บทความสำหรับการเผยแพร่

1. คู่มือเรื่อง "ความรู้เรื่องไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง"
2. คู่มือเรื่อง "แนวทางการผลิตให้ได้เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่มีคุณภาพดี"