



สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
The Thailand Research Fund

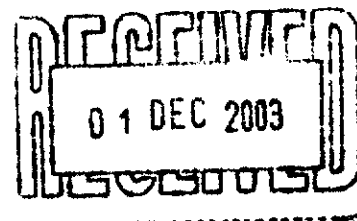


รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การสำรวจคุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้
กำหนดเกณฑ์คุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์ สำหรับ
เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)
ที่ผลิตในประเทศไทย”

โดย รศ.ดร.พันธุ์ทิพา จันทวัฒน์ และคณะ

สิงหาคม 2546



คนกินฟรี

ฟรีกี้นูฟฟี่ที่แทบจะบอกได้ว่าเกิดมากับคนไทยและเนส่วนประกอบของ “เครื่องแกง” และ “เครื่องปรุง” ที่แทบจะขาดไม่ได้เลยสำหรับอาหารแต่ละมื้อ

รสชาติขิงฟรี คงไม่ต้องสาธยายอะไรกันมาก เพราะความเผ็ดของมันนั้นได้รับการยอมรับไปทั่วพื้นปฐพี ถึงขนาดมีคำพูดเรียกขานว่า “เล็กฟรีกี้นู” ที่หมายความว่าถึงแม้จะเล็ก แต่เผ็ดสะใจ

ถ้าเทียบกันแล้ว ชื่อเสียงความเผ็ดจัดจ้านของฟรีกี้นูไทยก็คงไม่ต่างไปจาก “วาซาบิ” ของญี่ปุ่นที่ใครได้ลิ้มรสที่แรกแล้วแทบจะกระโดด

ขนาดฟรีกี้นูธรรมดาที่ว่าเผ็ดเผ็ดแล้วถ้าเป็นซูเปอร์ฟรีกี้นู จะเผ็ดขนาดไหน และแปลกใจหรือไม่ถ้าจะบอกว่าผู้ที่พัฒนาฟรีกี้นูที่รับประทานแล้วเผ็ดไปถึงบรรพบุรุษกลับเป็น บริษัทอีสท์ เวสต์ ซิด จำกัด จากประเทศเนเธอร์แลนด์ ที่มองเห็นโอกาสจากการพัฒนาพันธุ์ฟรีกี้นูให้มีความสมบูรณ์แบบจนได้รับสมญานามว่าเป็น “ซูเปอร์สอท” ที่มีคุณสมบัติเผ็ดร้อนที่สุดเพื่อทำการส่งออกไปยังตลาดแถบยุโรป ที่ต้องการฟรีกี้นูที่เผ็ดและปลอดภัยสูงอย่างซูเปอร์สอทเป็นจำนวนมาก

ฟรีกี้นูจำนวนน้อยลงแต่เผ็ดมากกว่า มีมูลค่ามากขึ้น บรรทุกส่งไปยังต่างประเทศได้คุ้มค่าน่าขึ้นเพื่อทำเป็นขอสฟรีกี้นูอภิมหาเผ็ด ทำรายได้มากขึ้น

โซมอน เนน กรูท ผู้อำนวยการซีอีโอ บริษัทอีสท์ เวสต์ ซิด จำกัด เปิดเผยว่าฟรีกี้นูพันธุ์ซูเปอร์สอท เป็นฟรีกี้นูสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งพัฒนาโดยคณะนักวิจัยชาวไทย ที่ใช้เวลาในการวิจัย ศึกษาทดลองกว่า 6 ปี โดยใช้เทคนิคการผสมข้ามสายพันธุ์กว่า 100 สายพันธุ์ ทั้งฟรีกี้นูสายพันธุ์ไทย และฟรีกี้นูสายพันธุ์ต่างประเทศ จนได้ฟรีกี้นูสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีความสมบูรณ์แบบอยู่ที่ความเผ็ดที่มีมากกว่าฟรีกี้นูทั่วไปถึง 2 เท่า

“ธรรมชาติของฟรีกี้นูไทยมีลักษณะความต้านทานโรคต่ำ โดยเฉพาะโรคไวรัสที่ทำให้เมล็ดช้ำก่อนการเก็บเกี่ยว แต่ซูเปอร์สอทสามารถต้านทานไวรัสได้มากขึ้น โดยใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณน้อย และผลจากการปรับปรุงสายพันธุ์ครั้งนี้จะทำให้ได้ฟรีกี้นูที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น” โซมอนกล่าว

นอกจากนี้ความทนต่อสภาพอากาศยังช่วยยืดระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลผลิตให้ยาวนานกว่าเดิม ในขณะที่เดียวกันปริมาณผลผลิตต่อไร่ก็เพิ่มสูงขึ้น 4.5 ตันต่อไร่ ในขณะที่ฟรีกี้นูทั่วไปจะให้ผลผลิตเพียง 3 ตันต่อไร่เท่านั้น

ประโยชน์จากการวิจัยครั้งนี้ โซมอนบอกว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาวิจัย จะนำมาช่วยในการปรับปรุงสายพันธุ์พืชผักเพื่อการส่งออกชนิดอื่นๆในไร่ อาทิ ฟรีกี้นูหวาน มะเขือเทศ มะเขือม่วง เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อโรค และได้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้นต่อไปในอนาคต

บริษัท อีสท์ เวสต์ ซิด ได้คิดค้นและพัฒนาจนทำให้ฟรีกี้นูไทยมีรสชาติเผ็ด จัดจ้าน รวมถึงผิวพรรณและรูปทรงที่สวยงาม จนคว้ารางวัล เบสท์ ออฟเดอะเบส ในงานไทยแลนด์เบสท์ อินโนเวชั่น อวอร์ด 2003 หรือรางวัลนวัตกรรมเกียรติยศยอดเยี่ยมไปครอง

พันธุ์ฟรีกี้นูที่ทางบริษัท อีสท์ เวสต์ ซิด พัฒนาขึ้นมาไม่เพียงแต่ฟรีกี้นูเท่านั้น แต่ยังมีพืชชนิดอื่นๆอีก มะเขือเทศ มะเขือม่วง ถั่วฝักยาว ถั่วลิสงเตา แตงกวา ข้าวโพด และผักสวนครัวต่างๆ เป้าหมายคือตลาดยุโรป ซึ่งแน่นอนว่าการส่งพืชผักไปต่างประเทศต้องมีการบรรณาการที่มีมาตรฐานและเป็นไปตามกฎระเบียบ EUREPGAP ของประเทศในแถบยุโรปที่ต้องการความปลอดภัยที่แท้จริงในการบริโภคพืชผักจากตลาดเอเซีย

หลายครั้งที่พืชส่งออกของไทยจากผู้ผลิตรายอื่นถูกตีกลับ เพราะไม่ได้มาตรฐาน

แต่วันนี้เกษตรกรทั้งรายใหญ่และรายย่อย ต่างหันมาคิดหาวิธีที่จะทำให้พืชผักในไร่ของตนเริ่มต้นดูแลตั้งแต่การใส่ปุ๋ยฉีดพ่นสารเคมีทางใบ แต่ก็ยังหนีไม่พ้นจากปัญหาโรคพืช เช่น รากเน่า ใบเหลือง หรือปัญหาจากแมลงที่คอยกัดกินต้นพืชอยู่ตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการปรับปรุงสายพันธุ์พืชเพื่อหาพันธุ์ที่อดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศและศัตรูพืช

Madine Jebond Chicken Nuts

အကယ်၍ ကြီးမားသော ပုံစံရှိပါက ရေစုန်း ၀.၅-၂.၀% ဖြစ်နိုင်ပါသည်။

ឯកសារចម្លង ៣០៣ ៤០១៣៥

1) การออกแบบทศ modem กับสาย line

[illegible]

④ สารพิษตกค้างในดิน : ทำให้ดินปนเปื้อน สารพิษตกค้างในดินของพืช เช่น Chlorine ที่ความเข้มข้น 100 ppm จะใช้เวลา 15-20 ปีในการฟื้นฟูดินให้กลับสู่สภาพเดิม 5-10 ปี

③ គតិកោដិក ពោលថា ១ ក្នុងប្រាសាទ

④ ปริมาณน้ำในน้ำ MDCM สิ้นสุดเมื่ออุณหภูมิ -18°C ในเวลา 31 ชั่วโมง.

161 ឧបករណ៍តាមដានប្រព័ន្ធបណ្តាញ

11.1 ข้อมูลปริมาณมูลสัตว์ (จากปริมาณที่ผลิตตาม DCN ในโรง) มาผ่าน โรงบำบัดมูลสัตว์/เขตรับที่ 100/1
มีไส้เดือน & จุลินทรีย์ 100 กก./ตัน 107 กก/ตัน รวม 8 โรงงาน

1.12 ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน = ๕๐.๐๐%

ปริมาณน้ำดื่มในครัวเรือน + อื่นๆ ใน ร.บ. ที่สำรวจอยู่ 30,000 - 250,000 ลิตร/วัน

ซึ่งจะเปิดให้บริการ 10,000 - 500,000 kg/วัน ผลจากปริมาณดังกล่าว จะมีส่วนที่เป็นไขมัน

เฉลี่ยในช่วง 11,400 - 115,000 kg/ไร่ : ผลจากไม้ท่อน 8 รบ. ที่ผลิตได้มีเงิน 2,460,200 kg

၁. သိပ္ပံနာမ အသံဖော်: ငါးလှေငါးလှေ MDCM ဇာလကုဏ ၄၇၂,၀၀၀ kg/၁၅၆

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การสำรวจคุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพและ
ชนิดของผลิตภัณฑ์ สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)
ที่ผลิตในประเทศไทย”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร.พันธุ์ทิพย์ จันทร์วัฒน	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รศ.ดร.นันทนา ชินประหัต	
3. รศ.ดร.สุวรรณา สุภิมา	
4. ผศ.ดร.สุเมธ ตันตระกูล	
5. นสพ.อุดม จันทร์ประไพภัทร	กองสัตวแพทย์สาธารณสุข กรมปศุสัตว์
6. นางมณีวรรณ รักวาทิน	บจ.อาหารเบทาเทอร์
7. นส.ลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ชุดโครงการผลิตผลจากสัตว์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

ชื่อโครงการ การสำรวจ คุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพ และ ชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย

ชื่อหัวหน้าโครงการ รศ.ดร.พันธิพา จันทวัฒน์
Assoc. Prof. Dr. Pantipa Jantawat

สถานที่ติดต่อ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทร.0-2218-5515-6, 0-2218-5535, Fax 0-2254-4314
e-mail : pantipa.j@chula.ac.th

วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านปริมาณการผลิตและคุณภาพทางกายภาพ เคมีและ จุลินทรีย์ของ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ใน ประเทศไทย
3. เพื่อให้ได้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย พร้อมทั้งขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่จะทำให้ได้ MDCM ที่มีคุณภาพ ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น
4. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

ผลที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินงานในโครงการ

1. ผู้ประกอบการด้านการผลิต MDCM สามารถผลิต MDCM ที่มีเกณฑ์ คุณภาพเหมาะสมถูกต้องตรงตามความต้องการด้านการใช้ประโยชน์ของ ตนเองหรือลูกค้า
2. โรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการ สำหรับการใช้ในผลิตภัณฑ์ของตน
3. ผู้บริโภคได้รับการคุ้มครองจากการได้บริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์คุณภาพ ดี และปลอดภัยจากจุลินทรีย์และสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่อาจเป็นอันตราย

แบบฟอร์มสรุปโครงการวิจัย สกว. (Executive Summary)

ชื่อเรื่อง การสำรวจ คุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพ และชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย

คำนำ (Introduction)

ปัจจุบันมีการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิด และใช้เป็นแหล่งโปรตีนเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีการโบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ยังไม่มีการกำหนดเกณฑ์ของเนื้อชนิดนี้อย่างชัดเจน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ อายุการเก็บสั้น มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนสูง และขึ้นกระดุกปนเปื้อนในปริมาณสูง เป็นเหตุให้การใช้เนื้อชนิดนี้ไม่มีประสิทธิภาพดีเท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องวิจัยเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ ตลอดจนแนวทางการผลิตให้ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และมีการสูญเสียอาหารที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด

เป้าหมายของโครงการ (The Goal)

เพื่อให้ทราบคุณภาพ MDCM ปริมาณ รูปแบบการใช้เพื่อให้ได้เกณฑ์คุณภาพ MDCM พร้อมวิธีผลิตตามเกณฑ์คุณภาพ และผลิตภัณฑ์สำหรับแต่ละเกณฑ์คุณภาพ

สถานการณ์และองค์ความรู้ปัจจุบัน (Status)

MDCM เป็นแหล่งโปรตีนชนิดสมบูรณ์ ที่ราคาถูก แต่มีข้อด้อยเรื่องคุณภาพด้านสี, ปริมาณไขมัน, แคลเซียม และจุลินทรีย์ ได้มีการผลิต MDCM และใช้อย่างกว้างขวางในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งในต่างประเทศและภายในประเทศ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีปัญหาด้านคุณภาพและอายุเก็บที่ด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อแยกกระดูกด้วยมือ ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์คุณภาพที่ชัดเจนจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและนำไปสู่การใช้ MDCM ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

แผนงานไปสู่เป้าหมาย (Plan)

- สำรวจโรงงานผลิต MDCM และสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพ
- สำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

- กำหนดเกณฑ์คุณภาพและวิจัยในโรงงานเพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่จะให้เนื้อซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์
- คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเนื้อแต่ละเกณฑ์คุณภาพ

ผลกระทบของการดำเนินโครงการ (Impact)

- ผู้ประกอบการสามารถผลิต MDCM ที่มีเกณฑ์คุณภาพเหมาะสมสำหรับการใช้งาน
- โรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ได้วัตถุดิบ คุณภาพดี ราคาถูก
- เพิ่มมูลค่า ผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์

ประโยชน์ต่อเนื่อง

ผู้บริโภคได้รับการคุ้มครองด้านความปลอดภัยจากการบริโภค ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ปราศจากจุลินทรีย์และสิ่งปนเปื้อนที่เป็นพิษ

การตีพิมพ์ (Publication) –

งบประมาณ (Financing) –

หัวหน้าโครงการวิจัย

รศ.ดร. พัทธินา จันทวัฒน์

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้สำรวจคุณภาพของเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทยรวมทั้งปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผลิตจำหน่ายภายในประเทศ จากนั้นจึงกำหนดเกณฑ์คุณภาพของ MDCM แล้ววิจัยในโรงงานผลิตเพื่อให้ได้ MDCM ที่มีคุณภาพตามที่กำหนดไว้และสุดท้ายคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

ผลการสำรวจคุณภาพ MDCM จาก 8 โรงงาน ผู้ผลิตรายใหญ่ภายในประเทศ พบว่ามีไขมันและน้ำค่อนข้างสูง, แคลเซียมในระดับปานกลาง และโปรตีนในระดับปานกลางถึงต่ำ นอกจากนี้ยังมีสีแดงจัด มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนค่อนข้างสูง มีสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสีเกินเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศในบางตัวอย่าง ขณะที่ตรวจไม่พบสารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ

ผลการสำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์พบว่ามีการใช้แพร่หลายในผลิตภัณฑ์แบบสากลชั้นคุณภาพ B หลายประเภท โดยปริมาณที่ใช้สูงสุดมีถึง 100 % ของน้ำหนักเนื้อทั้งหมด ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ MDCM ในปริมาณมากมีสีแดงจัดและมีแคลเซียมในปริมาณสูงมาก แต่โปรตีนต่ำ และผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีการเจือปนสารกันเสีย แต่ไม่มีสาร borax เจือปน

เกณฑ์มาตรฐานสำหรับชั้นคุณภาพของ MDCM ที่กำหนดขึ้นมี 3 ระดับ คือ คุณภาพดีมาก (AA), ดี (A) และปานกลาง (B)

การทดลองในโรงงานได้วางแผนการปรับปรุงคุณภาพด้านองค์ประกอบโดยประมาณ สี และปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน พบว่าส่วนใหญ่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นสี ซึ่งต้องการการปรับปรุงต่อไปโดยการล้าง ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าได้ผลดีในระดับที่น่าพอใจแต่ปริมาณผลผลิตต่ำ และการบรรจุสุญญากาศช่วยแก้ปัญหาก็เกิดสีคล้ำในเนื้อ MDCM ที่เก็บที่ภาวะแช่เยือกแข็งเป็นเวลาประมาณ 3 เดือนได้

ผลการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพนั้นพบว่าเนื้อชั้นคุณภาพ AA และ A เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทที่เกิดอิมัลชันและเกิดเจล เช่น ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ ขณะที่ชั้นคุณภาพปานกลางใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ชนิดบดหยาบที่ต้องการเฉพาะการเชื่อมติดกันของชิ้นเนื้อ เช่น เบอร์เกอร์หมู ผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM เป็นส่วนผสมเมื่อเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นประมาณ 5 วัน ยังบริโภคได้โดยปลอดภัยแต่ควรมีการทำให้สุกก่อนนำมาบริโภค

Abstract

In this research, the quality of mechanically deboned chicken meat (MDCM) produced in Thailand along with its utilization in the local meat products were investigated. The quality standard for the Thai MDCM was later set up and research was carried out in a commercial chicken processing plant in order that the acquired quality standard meat can be produced. Finally, types of meat products that are appropriate for each MDCM grade were selected.

MDCM produced by the eight major processing plants in Thailand contains a rather high quantity of fat and water, medium quantity of calcium and a medium to low level of protein. The meats are red and a high bacterial contamination was observed. Quantity of lead residue, which is health hazard, was found to be higher than the level set up as standard by the Codex alimentarius, in some MDCM samples. However, the antibiotic residues and a certain type of bacterial toxin that can cause food poisoning were not detected.

MDCM was extensively utilized as ingredient in low quality western-style meat products sold in the local markets. The highest level found was 100% of the total meat weight. High calcium and low protein levels along with dark red color were observed in products that contained high MDCM. Food preservative was also found in almost all of the products but borax could not be detected.

The set up quality standard for the Thai MDCM was composed of three grades, namely, the extra high (premium) quality grade (AA), the high quality grade (A) and the medium quality grade (B).

The proximate composition, the color and the microbial quality were the three quality attributes of MDCM that were aimed to be improved by the in-plant experimentation. Results indicated that only the MDCM color needed a further improvement by washing. By doing so, a satisfactory color of the meat was accomplished but a low production yield was also resulted. Vacuum packaging successfully provided MDCM without dark spots when the meat was stored at -18°C for 3 months.

Result from the selection of appropriate product for each MDCM grade revealed that MDCM-AA and A were qualified as ingredients for the production of an emulsion plus gel formed products such as frankfurter. The medium quality B meanwhile, was suitable for coarsely-ground restructured meat products such as hamburger. Products containing MDCM when stored at refrigerated temperature were safe for consumption for at least 5 days. However, a further appropriate cooking just before each consumption is needed.

สารบัญ

วัตถุประสงค์และผลที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินงานในโครงการวิจัย	ก
แบบฟอร์มสรุปโครงการวิจัย สกว.	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	๗
บทนำ	1
การสำรวจเอกสาร	3
วิธีการดำเนินงานวิจัย	
1. สำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย	
1.1 สำรวจโรงงานผลิต MDCM	9
1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบและคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของ MDCM	9
2. สำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	
2.1 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและการแปรปริมาณ MDCM	10
2.2 สำรวจและเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ	11
2.3 การเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผสม MDCM เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ	13
2.4 การวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	13
3. การกำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง	
3.1 กำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง	14
3.2 เขียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อขอข้อคิดเห็น จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	14
4. วิจัยในโรงงานผลิต MDCM	
4.1 การลดปริมาณรังควัตถุ	15
4.2 การลดปริมาณจุลินทรีย์	15
4.3 การลดปริมาณชิ้นกระดูก แคลเซียม และเพิ่มปริมาณโปรตีน	15
4.4 การแก้ปัญหาเรื่องเนื้อ MDCM สึกล้าเมื่อเก็บที่ -18°C เป็น เวลา 3 เดือน	15

5. คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ	
5.1 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดอิมัลชันและเจล	23
5.2 ผลิตภัณฑ์บดหยาบและขึ้นรูป	23
ผลการวิจัยและวิจารณ์	
1. ผลการสำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย	
1.1 สำรวจโรงงานผลิต MDCM	
1.1.1 ข้อมูลโรงงานผู้ผลิต (จำนวนโรงงานที่ผลิต MDCM ในประเทศไทย)	27
1.1.2 ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต	27
1.1.3 ข้อมูล MDCM	30
1.1.4 ข้อมูลการใช้ MDCM	32
1.2 ผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบ และคุณภาพทางเคมี และจุลินทรีย์ของ MDCM	
1.2.1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด และน้ำ	32
1.2.2 ปริมาณแคลเซียมและขึ้นกระดูก	35
1.2.3 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดและปริมาณ TBA	37
1.2.4 ปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนที่เป็นพิษ	37
1.2.5 สารฆ่าแมลงตกค้าง	39
1.2.6 ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้าง	41
1.2.7 ปริมาณจุลินทรีย์	41
1.2.8 สารพิษจากจุลินทรีย์	43
2. ผลการสำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	
2.1 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและการแปรปริมาณ MDCM	44
2.2 การสำรวจและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อการวิเคราะห์	49
2.3 การเก็บผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผสม MDCM เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ	59
2.4 การประมาณปริมาณ MDCM ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	60
3. การกำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง	
3.1 กำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง	
3.1.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการกำหนดมาตรฐาน	63
3.1.2 องค์ประกอบโดยประมาณ เกล็ด แคลเซียม ขึ้นกระดูก และ รงควัตถุทั้งหมด	63
3.1.3 จำนวนชั้นคุณภาพ	63

	ช
3.1.4 ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน	63
3.1.5 สารตกค้างยาฆ่าแมลง	64
3.1.6 สารปฏิชีวนะตกค้าง	64
3.1.7 จุลินทรีย์	65
3.1.8 สารพิษจากจุลินทรีย์	65
3.2 การเขียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อขอข้อคิดเห็น จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	67
4. การวิจัยในโรงงานผลิต MDCM	
4.1 การลดปริมาณรังควัตถุ	71
4.2 การลดปริมาณจุลินทรีย์	73
4.3 การลดปริมาณไขมันกระดูก แคลเซียม และเพิ่มปริมาณโปรตีน	75
4.4 การแก้ปัญหาเนื้อ MDCM สึกดำเมื่อเก็บที่ -18°C เป็นเวลา 3 เดือน	80
5. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ	
5.1 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์	85
5.2 ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมู	99
สรุปผลการวิจัย	113
งานวิจัยเกี่ยวกับ MDCM ที่ควรทำต่อไป	116
เอกสารอ้างอิง	117
ภาคผนวก	
1. แบบสอบถามและการเก็บตัวอย่าง	122
2. สูตรที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกรมควันโดยการทดแทนหมูเนื้อแดงด้วย เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)	128
3. การประชุมกำหนดเกณฑ์คุณภาพเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)	129
4. มอก. 590-2528	143
5. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	144
6. สมบัติของไส้กรอกรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM	146
7. มอก. 848-2532	147
8. ตารางเปรียบเทียบวัตถุดิบประสงค์กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการ มาและผลที่ได้รับ	148
9. แนวทางการนำผลวิจัยสู่ปฏิบัติการเพื่อสนองตอบวัตถุดิบประสงค์และบทความ สำหรับการเผยแพร่	150

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	สูตรต้นแบบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกรมควัน	11
ตารางที่ 2	ผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา	12
ตารางที่ 3	ผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดสะพานใหม่คอนเมือง	12
ตารางที่ 4	ผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร	13
ตารางที่ 5	ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากกรมปศุสัตว์และบริษัท Foodland จำกัด	13
ตารางที่ 6	สูตรและวิธีผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์	24
ตารางที่ 7	สูตรและวิธีผลิตผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์	25
ตารางที่ 8	จังหวัดที่ตั้งของโรงงานผลิตเนื้อไก่ที่ตอบแบบสอบถามจำนวน 11 โรงงาน	28
ตารางที่ 9	ข้อมูลด้านทุนจดทะเบียนและจำนวนคนงานของโรงงานผลิตเนื้อไก่ที่ตอบแบบ สอบถาม	28
ตารางที่ 10	ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต	29
ตารางที่ 11	ข้อมูล MDCM	31
ตารางที่ 12	ข้อมูลการใช้ MDCM	33
ตารางที่ 13	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของเนื้อ MDCM	34
ตารางที่ 14	จำนวนชิ้นกระดูก แคลเซียม รังควัตถุทั้งหมด และค่า TBA ของเนื้อ MDCM	36
ตารางที่ 15	ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ตรวจพบในตัวอย่าง MDCM	38
ตารางที่ 16	ปริมาณทองแดงและสารหนูที่ตรวจพบในตัวอย่าง MDCM	38
ตารางที่ 17	ผลการวิเคราะห์สารตกค้างยาฆ่าแมลงในตัวอย่าง MDCM	40
ตารางที่ 18	ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้างในตัวอย่าง MDCM	41
ตารางที่ 19	ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ในตัวอย่าง MDCM	42
ตารางที่ 20	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Staphylococcus toxin ของตัวอย่าง MDCM โดยใช้ test kit ของ บริษัท Oxoid จำกัด	43
ตารางที่ 21	องค์ประกอบโดยประมาณของไส้กรอกรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM 0-100%	44
ตารางที่ 22	องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดใน จังหวัดนครราชสีมา	50
ตารางที่ 23	องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดใน กรุงเทพมหานคร	51
ตารางที่ 24	องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจาก ซูเปอร์มาร์เก็ตในกรุงเทพมหานคร	52

ตารางที่ 25	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอท ปริมาณบอแรกซ์และค่าสี(Hunter scale: $L^*a^*b^*$) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา	53
ตารางที่ 26	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอท ปริมาณบอแรกซ์และค่าสี(Hunter scale: $L^*a^*b^*$) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในกรุงเทพมหานคร	54
ตารางที่ 27	ปริมาณโซเดียมเบนโซเอท ปริมาณบอแรกซ์และค่าสี(Hunter scale: $L^*a^*b^*$) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตใน กรุงเทพมหานคร	55
ตารางที่ 28	ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของผลิตภัณฑ์ทางการค้า ที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา	56
ตารางที่ 29	ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของผลิตภัณฑ์ทางการค้า ที่เก็บจากตลาดในกรุงเทพมหานคร	57
ตารางที่ 30	ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของผลิตภัณฑ์ทางการค้า ที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตในกรุงเทพมหานคร	58
ตารางที่ 31	ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัสและโซเดียมเบนโซเอท ในไส้กรอก (<i>dry basis</i>) (ตัวอย่างที่ไม่มี MDCM)	59
ตารางที่ 32	ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัด นครราชสีมา คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*	60
ตารางที่ 33	ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในเขต กรุงเทพมหานคร คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*	61
ตารางที่ 34	ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ต ในเขตกรุงเทพมหานคร คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*	62
ตารางที่ 35	ปริมาณสังกะสี (Zn) และปรอท (Hg) ที่ตรวจพบใน MDCM	64
ตารางที่ 36	ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งเสนอโดย คณะผู้วิจัยโครงการ “การสำรวจ คุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนด เกณฑ์คุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย”.	66
ตารางที่ 37	ข้อมูลร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่สรุปจากการเขียนขอ ข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	68
ตารางที่ 38	ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องชั้นคุณภาพ AA, A และ B	70
ตารางที่ 39	ค่าสีของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้ได้สมบัติตามชั้น คุณภาพ AA	71

	ณ
ตารางที่ 40 ปริมาณรังควัตถุทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้ได้สมบัติตามชั้นคุณภาพ AA	72
ตารางที่ 41 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า และผลผลิตของเนื้อ MDCM ที่ไม่ผ่านการล้างและผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%	73
ตารางที่ 42 ค่าสีของเนื้อ MDCM ที่ไม่ผ่านการล้างและผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%	73
ตารางที่ 43 คุณภาพทางจุลินทรีย์ สารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในเนื้อ MDCM (ซ้ำที่ 1)	74
ตารางที่ 44 คุณภาพทางจุลินทรีย์ สารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในเนื้อ MDCM (ซ้ำที่ 2)	75
ตารางที่ 45 ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มีสมบัติตามชั้นคุณภาพ AA	77
ตารางที่ 46 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มีสมบัติตามชั้นคุณภาพ AA	78
ตารางที่ 47 ปริมาณสารตกค้างยาฆ่าแมลงที่ตรวจพบในตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มีสมบัติตามชั้นคุณภาพ AA	79
ตารางที่ 48 ลักษณะปรากฏของเนื้อ MDCM ขณะบรรจุและเปิดภาชนะบรรจุให้สัมผัสอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังเก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือนที่อุณหภูมิ -18°C	84
ตารางที่ 49 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (ซ้ำที่ 1)	86
ตารางที่ 50 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (ซ้ำที่ 2)	86
ตารางที่ 51 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อหมูบดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์	86
ตารางที่ 52 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-47%	87
ตารางที่ 53 ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	88
ตารางที่ 54 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	89

ตารางที่ 55	ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	90
ตารางที่ 56	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	91
ตารางที่ 57	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่วัดเป็นค่า hardness springiness cohesiveness และ chewiness ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	92
ตารางที่ 58	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	93
ตารางที่ 59	Correlation coefficient (r) ระหว่างค่าที่วัดโดยใช้เครื่องกับคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์	94
ตารางที่ 60	คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC), เชื้อ <i>E.coli</i> <i>Salmonella</i> และ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	95
ตารางที่ 61	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า	96
ตารางที่ 62	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า	96
ตารางที่ 63	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า	96
ตารางที่ 64	ค่าสีและปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า	97
ตารางที่ 65	ลักษณะเนื้อสัมผัสด้าน hardness springiness cohesiveness และ chewiness ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า	97
ตารางที่ 66	คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48% เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 5 วัน และ 7 วัน	98
ตารางที่ 67	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (ซ้ำที่ 1)	100
ตารางที่ 68	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (ซ้ำที่ 2)	100
ตารางที่ 69	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	101

	๗
ตารางที่ 70 ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	102
ตารางที่ 71 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	103
ตารางที่ 72 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	104
ตารางที่ 73 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	105
ตารางที่ 74 ค่าแรงตัดขาด (cutting force) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	106
ตารางที่ 75 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	107
ตารางที่ 76 Correlation coefficient (r) ระหว่างค่าที่วัดโดยใช้เครื่องกับคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมู	107
ตารางที่ 77 คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC), เชื้อ <i>E.coli</i> <i>Salmomella</i> และ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	108
ตารางที่ 78 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า	109
ตารางที่ 79 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า	109
ตารางที่ 80 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า	110
ตารางที่ 81 ค่าสีและปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า	110
ตารางที่ 82 ค่าแรงตัดขาด (cutting force) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า	110
ตารางที่ 83 คุณภาพทางจุลินทรีย์จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) ในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพในปริมาณ 12-48% เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 5 วันและ 7 วัน	111

สารบัญรูป

รูปที่ 1	โครงลำตัวไก่ที่นำมาผลิตเป็นเนื้อ MDCM และขั้นตอนการตัดแยกโครงสันหลังจากโครงอก	17
รูปที่ 2	ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ส่วนอก (ชำที่ 1)	18
รูปที่ 3	ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ส่วนหลัง (ชำที่ 1)	19
รูปที่ 4	ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ส่วนอกและส่วนหลัง (ชำที่ 2)	20
รูปที่ 5	ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ที่ผ่านและไม่ผ่านการแช่คลอรีน (ชำที่ 1)	21
รูปที่ 6	ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ที่ผ่านและไม่ผ่านการแช่คลอรีน (ชำที่ 2)	22
รูปที่ 7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมกับ %MDCM	45
รูปที่ 8	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสกับ %MDCM	46
รูปที่ 9	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับ %MDCM	46
รูปที่ 10	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันกับ %MDCM	47
รูปที่ 11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า L^* กับ %MDCM	47
รูปที่ 12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a^* กับ %MDCM	48
รูปที่ 13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า b^* กับ %MDCM	48
รูปที่ 14	ค่าสีแดง (a^*) ของเนื้อ MDCM ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างกันตั้งแต่ 0-90 วัน	81
รูปที่ 15	ค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อ MDCM ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างกันตั้งแต่ 0-90 วัน	82
รูปที่ 16	ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อ MDCM ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างกันตั้งแต่ 0-90 วัน	83

บทนำ

เนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) หรือที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ในประเทศไทยรู้จักกันในชื่อ CCM (comminuted chicken meat) เป็นเนื้อที่ได้จากการนำส่วนโครงลำตัว หลัง และคอไก่มาผ่านเครื่องแยกกระดูก (deboning machine) ซึ่งเครื่องทำงานโดยบดหรือสับชิ้นส่วนจนละเอียด แล้วคั้นด้วย แรงดันสูงให้ส่วนเนื้อลอดผ่านตะแกรงออกมา เนื้อเชื้อส่วนที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อบดละเอียด (paste) สีมชมพูเข้มใกล้เคียงกับสีของเนื้อหมูหรือเนื้อวัวบด MDCM ที่ได้มีศักยภาพสูงในการนำมาแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์บางชนิด และยังใช้เป็นแหล่งโปรตีนเสริมชนิดสมบูรณ์ในผลิตภัณฑ์ที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ขนมอบ ข้าวเกรียบ ขนม ขบเคี้ยว หรืออาหารว่างประเภทกรอบพอง (puffed snack foods) ได้อีกด้วย

ปัญหาของการใช้ MDCM ในประเทศไทยในปัจจุบันมีสาเหตุจากปัจจัยใหญ่ 2 ประการคือ

1. คุณภาพของ MDCM เอง
2. ภาวะขาดเกณฑ์การจัดแบ่งชั้นคุณภาพสำหรับการใช้งาน

ปัญหาจากคุณภาพของ MDCM เอง เกิดเนื่องจาก MDCM ที่ผลิตได้ในปัจจุบันยังมี

คุณภาพไม่สม่ำเสมอ และบางครั้งไม่ได้มาตรฐาน เพราะมีชิ้นกระดูก ไขมัน รังควาญจากไขมันกระดูก และ จุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณสูง ทำให้เกิดกลิ่นหืนง่าย อายุการเก็บสั้น และมีข้อจำกัดด้านการใช้งาน ภาวะ ที่กล่าวข้างต้นมีสาเหตุจากปัจจัย 2 ประการ ประการแรกได้แก่คุณภาพหรือสมบัติของไก่สดที่จะนำมาผลิต MDCM และประการที่ 2 กระบวนการผลิต MDCM โดยผู้ประกอบการเอง ในส่วนของสมบัติไก่สดนั้น สิ่ง ปนเปื้อนที่อาจถ่ายทอดสู่ MDCM ได้ ได้แก่จุลินทรีย์ทั้งประเภทที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพหรือเสีย และ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *Salmonella* และ *E. coli* เป็นต้น นอกจากจุลินทรีย์ สารตกค้างต่าง ๆ ในเนื้อไก่ หรือ ไขมันกระดูก ได้แก่สาร antibiotics หรือยาฆ่าแมลงที่อาจปนเปื้อนมาใน อาหารไก่ ก็อาจมีเจือปนอยู่ใน MDCM ได้ ส่วนปัจจัยที่ 2 ได้แก่กระบวนการแยกกระดูกด้วยเครื่อง ซึ่งมี ตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องควบคุมให้สอดคล้องกันหลายตัวแปร และถ้าทำไม่ถูกต้องแล้ว ผลเสียที่จะเกิดกับ MDCM จะได้แก่การมีชิ้นกระดูกปนอยู่ในเนื้อมาก เนื้อสีแดงเข้มจัด ไขมันสูง เนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง ไขมัน เริ่มมี กลิ่นหืน จุลินทรีย์ปนเปื้อนสูง ตลอดจนการมีโลหะหนักบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ได้แก่ ตะกั่ว และแคดเมียม ซึ่งมี รายงานว่าเคยมีการตรวจพบในส่วนของไตและตับไก่ตามลำดับเจือปนมากับ ส่วนเนื้อที่ได้

ในปัจจุบันเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็งจัดเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทยในปี 2543 ไทยมีโรงงานผลิตไก่สดแช่เยือกแข็งและเนื้อไก่แปรรูปแช่เยือกแข็งเพื่อส่งเป็นสินค้าออกรวม 9 โรงงาน มีปริมาณการส่งออกปี 2542 เท่ากับ 273,599 เมตริกตัน, คิดเป็นมูลค่า 23,486 ล้านบาท ขณะที่ในปี 2543 ปริมาณการส่งออกตั้งแต่มกราคม ถึง กันยายน มีรวม 231,077 เมตริกตัน ซึ่งคิดรวมเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 14,817 ล้านบาท ซึ่งมากกว่าช่วงเวลาเดียวกัน (มกราคม – กันยายนของปี 2542) อยู่ 16,547 เมตริกตันหรือ

1,729 ล้านบาท จากแนวโน้มที่สูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลิตผลพลอยได้คือ MDCM สูงขึ้นเนื่องจากโรงงานผลิตเนื้อไก่สด และเนื้อไก่แปรรูป แซ่เอี๊ยงหลายโรงงานมีการผลิตเนื้อ MDCM เพื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิดและ/หรือ จำหน่ายให้กับโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ขนาดเล็ก ซึ่งนำมา แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิดโดยเฉพาะไส้กรอกประเภทต่าง ๆ โดยใช้ทดแทนเนื้อหมูและเนื้อวัวในปริมาณต่าง ๆ กันตั้งแต่ประมาณ 10% ถึง 100% โดยที่ผู้บริโภคไม่มีโอกาสได้ทราบว่าแท้จริงผลิตภัณฑ์ที่ตนบริโภคอยู่นั้นทำจากเนื้อไก่ปนเนื้อหมูหรือเนื้อวัว หรือทำจากเนื้อไก่ทั้งหมด นอกจากที่กล่าวมาแล้วเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตขึ้นใช้อยู่ในประเทศไทยนั้น ในปัจจุบันยังไม่มี การสำรวจให้ชัดเจนว่า คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์เป็นอย่างไร มีการผลิตโดยผู้ผลิตกี่รายและมีการใช้ในผลิตภัณฑ์ใดบ้าง ในปริมาณ มากน้อยเพียงใด

ในส่วนของภาวะขาดเกณฑ์การจัดแบ่งชั้นคุณภาพสำหรับการใช้งานนั้น มีปัญหาที่สืบเนื่อง ไปถึงผู้ประกอบการที่ใช้เนื้อชนิดนี้ในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ การที่ MDCM ที่ผลิต โดยผู้ผลิตต่างราย หรือ รายเดียวกันแต่คนละรุ่น มีคุณภาพไม่คงที่ ทำให้การนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทำ ได้ยาก ถิ่นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM เป็นส่วนประกอบ จำหน่ายได้เฉพาะในรูปแบบผลิตภัณฑ์ราคาถูกลดสำหรับตลาดล่าง หรือในลักษณะการ แอบแฝงเจือปน และไม่มีการระบุในฉลากว่าเป็นเนื้อ MDCM หรือมี MDCM เป็นส่วนประกอบ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จึงไม่ควรได้รับการจดทะเบียนเครื่องหมายการค้าและฉลากจากกระทรวงสาธารณสุข หรือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ถึงเกณฑ์ที่จะขอมาตรฐานรับรองคุณภาพจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ในส่วนของกลุ่มผู้บริโภคเองนั้น นอกจากไม่ได้รับความคุ้มครอง เนื่องจากต้องบริโภค ผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบไม่ถูกต้องตรงกับฉลาก หรือ ชื่อที่ระบุโดยผู้ผลิตโดยที่ตนเองไม่มีโอกาสทราบ แล้ว ถ้าบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแคลเซียมเจือปนอยู่มาก ติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจเกิดภาวะเสี่ยงกับ โรคนี้ในกระเพาะปัสสาวะ หรือมีฉะนั้นอาจได้รับอันตรายจากเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ ถ้า ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เป็นประเภทไม่ได้รับความร้อนเพียงพอหรือทำให้สุกถึงระดับที่เชื้อจะถูกทำลาย หรืออาจมี อันตรายจากสารตกค้างต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนมาอีกด้วย

ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะมีการวิจัยเพื่อตรวจสอบสถานภาพด้านการใช้ประโยชน์ ปริมาณ และรูปแบบการใช้ ตลอดจนคุณภาพของ MDCM และกำหนดให้มีเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ ขึ้นกลาง ขึ้นสูง ขึ้นภายในประเทศไทยเพื่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางด้านการตลาดสำหรับผู้ประกอบการและผู้จัดจำหน่าย ตลอดจนการคุ้มครองผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

การสำรวจเอกสาร

MDCM เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเนื้อไก่สดแช่แข็ง ที่ได้จากส่วนคอ และโครง ลำตัวที่แยกชิ้นส่วนออก, ปีก และขา ออกไปแล้ว MDCM มีลักษณะเป็นเนื้อบดละเอียด มีสีเข้ม เนื่องจากมีส่วนของฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ของไขกระดูกอยู่ด้วย องค์ประกอบหลักของ MDCM เป็นโปรตีน 9.5-13.2% ความชื้น 62.7-73.4% ไขมัน 13.2-25.2% และเถ้า 0.74-0.94% (Ang และ Hamm, 1982) โดยปริมาณของแต่ละองค์ประกอบแปรตามอายุของสัตว์, สัดส่วนของกระดูกต่อเนื้อ, วิธีการตัดแต่ง, ปริมาณหนัง และ ชนิดเครื่องมือที่ใช้ในการแยกกระดูก (Froning, 1976)

องค์ประกอบทางเคมีของ MDCM

MDCM มีโปรตีนต่ำกว่าเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยมือ (hand deboned chicken meat, HDCM) แต่มี ไขมัน, แคลเซียม, โพแทสเซียม, เหล็ก และโคเลสเตอรอลสูงกว่า (Froning, 1976) McNeil, Mast และ Leach (1978) ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อไก่กระต๊ากแยกกระดูกด้วยเครื่อง (mechanically deboned broiler meat, MDBM) พบว่าเนื้อจากส่วนคอไม่รวมหนังมีโปรตีน 15.3%, ไขมัน 7.9%, ความชื้น 76.7% จากส่วนหลังที่มีหนังติดอยู่มีโปรตีน 11.9%, ไขมัน 24.0%, ความชื้น 63.1% และจากส่วนคอและหลังไม่รวมหนังมีโปรตีน 13.7%, ไขมัน 17.0%, ความชื้น 69% ผู้วิจัยสรุปว่าเนื้อที่มีส่วนหนังรวมอยู่ด้วยจะมีไขมันเพิ่มขึ้น และโปรตีนลดลง Essary (1979) ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อสัตว์ปีกแยกกระดูกด้วยเครื่อง (mechanically deboned poultry meat, MDPM) จากไก่กระต๊าก และไก่วง พบว่า MDPM จากไก่วงมีความชื้น 68.5%, ไขมัน 15.7%, โปรตีน 15.2% และมีปริมาณแร่ธาตุเรียงจากน้อยไปหามากดังนี้ คือ โพแทสเซียม, แคลเซียม, โซเดียม, คลอรีน, แมกนีเซียม, เหล็ก, คอปเปอร์, รูบิเดียม และอลูมิเนียม ส่วน MDPM จากไก่กระต๊ากมีความชื้น 72.2%, ไขมัน 14.4%, โปรตีน 13.4% และมีปริมาณแร่ธาตุเรียงจากน้อยไปหามาก ดังนี้คือ โพแทสเซียม, โซเดียม, คลอรีน, แมกนีเซียม, เหล็ก, สังกะสี, คอปเปอร์, รูบิเดียม, อลูมิเนียม และโบรมีน Ang และ Hamm (1982) ศึกษาองค์ประกอบของ MDBM (mechanically deboned broiler meat) เปรียบเทียบกับเนื้อไก่กระต๊ากแยกกระดูกด้วยมือ (hand deboned broiler meat, HDBM) ที่ผลิตจากชิ้นส่วนเดียวกัน พบว่า MDBM มีความชื้น 62.70-71.70%, ไขมัน 15.20-25.20%, โปรตีน 10.30-11.50%, เถ้า 0.80-0.89% และ เหล็ก 1.45-1.86 มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม HDBM มีความชื้น 59.81-73.29%, ไขมัน 11.57-29.77%, โปรตีน 9.96-13.87%, เถ้า 0.44-0.57% และเหล็ก 0.68-1.12 มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม โดยในชิ้นส่วนเดียวกัน MDBM มีความชื้น, ไขมัน เถ้า และเหล็กสูงกว่า HDBM ขณะที่โปรตีนต่ำกว่าหรือไม่ต่างกัน

Jantawat และ Dawson (1980) ศึกษาองค์ประกอบของ MDCM จากส่วนโครงอก (light MDCM) ส่วนคอและหนัง (dark MDCM) เปรียบเทียบกับ HDCM จากส่วนอก (light HDCM) ขา (dark HDCM) กระดูก และหนัง พบว่าองค์ประกอบกรดไขมันของไขมันที่เป็นกลาง (neutral lipids) จากเนื้อแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ขณะที่องค์ประกอบกรดไขมันของฟอสโฟลิปิดส์ (phospholipids) จาก light MDCM และ dark MDCM เหมือนกรดไขมันของส่วนกระดูกของ light HDCM กับ dark HDCM มาก

กว่าส่วนหนึ่ง ปริมาณโคเลสเตอรอลของ light MDCM และ dark MDCM ใกล้เคียงกับที่ตรวจพบในหนังมากกว่าในส่วนกล้ามเนื้อ

Simon และ Gandemer (1986) สกัดไขมันจาก MDCM และเนื้อหมูแยกกระดูกด้วยเครื่อง (pork mechanically-deboned meat) ด้วยสารละลายคลอโรฟอร์ม : เอทานอล ในอัตราส่วน 2:1 และวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันพบว่า MDCM และเนื้อหมูแยกกระดูกด้วยเครื่อง มีไขมันทั้งหมด 24.2 และ 25.0 กรัม/100 กรัมของตัวอย่าง, ไขมันที่เป็นกลาง 23.4 และ 24.4 กรัม/100 กรัมของ ตัวอย่าง, ไขมันที่มีขั้ว (polar lipid) 0.8 และ 0.6 กรัม/100 กรัมของตัวอย่าง Dawson และ คณะ (1990) รายงานว่าองค์ประกอบของ MDCM จากส่วนโครงอกมีความชื้น 70.1%, โปรตีน 15.7%, ไขมัน 12.8%, ไขมันที่เป็นกลางมี 94% ของกรดไขมันทั้งหมด และ 50% เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งสูงกว่าปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวของฟอสโฟลิปิดส์ ประมาณ 20 เท่า

Kumar และ Pederson (1983) ศึกษาปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นใน MDCM จากส่วนซากทั้งหมดของแม่ไก่เปรียบเทียบกับ HDCM ที่ผลิตจากชิ้นส่วนเดียวกัน พบว่า MDCM มีกรด อะมิโนจำเป็นอยู่ในช่วง 38.17-42.50% ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด ซึ่งใกล้เคียงกับ HDCM คือ 42.49% ของปริมาณทั้งหมด กรดอะมิโนจำเป็นที่พบใน MDCM ได้แก่ ไลซีน (lysine), ทรีโอนีน (threonine), วาลีน (valine), เมไทโอนีน (methionine), ไอโซลิวซีน (isoleucine), ลิวซีน (leucine) และเฟนิลอะลานีน (phenylalanine) ซึ่งมีอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกับ HDCM Nuckles, Smith และ Merkel (1990) ศึกษาองค์ประกอบของ MDCM ที่เตรียมจากส่วนคอ, หลัง และโครงลำตัวไก่ พบว่ามีความชื้น 65.6%, ไขมัน 14.2%, โปรตีน 17.4% และคอลลาเจน 3.9% ของปริมาณโปรตีน ทั้งหมด ซึ่งมีค่าสูงกว่าคอลลาเจนที่พบในเนื้อไก่ (ไก่อายุน้อย, แม่ไก่, ไก่วง, ไก่กระทง) ส่วนอก แต่ต่ำกว่าปริมาณที่พบในกล้ามเนื้อส่วนขา นอกจากนี้ยังพบว่าโปรตีนของ MDCM ประกอบด้วยโปรตีนที่สกัดได้ด้วยน้ำหรือสารละลายเกลือที่มีความแรงไอออนต่ำ (low ionic strength soluble protein, LIS) อยู่ 28.60% มีโปรตีนที่สกัดได้โดยใช้สารละลายเกลือที่มีความแรงไอออนสูง (high ionic strength soluble protein, HIS) 40.40% และโปรตีนที่ไม่ละลายในสารละลายใด ๆ (insoluble protein) 31.00% Murakami และ Uchida (1985) รายงานว่า HIS ประกอบด้วย ไมโอซิน (myosin) 50.30%, แอคติน (actin) 22.3% และสัดส่วนระหว่างไมโอซินกับ แอคติน 1:5 ในขณะที่กล้ามเนื้อโครงสร้าง (skeletal muscle) ของเนื้อไก่มีสัดส่วนระหว่างไมโอซินกับแอคติน 1:6

พร้อมลักษณะ สรรพอด้า (2540) และสุภัทร จันทร์วรชัยกุล (2540) ศึกษาองค์ประกอบของ MDCM สดที่ผลิตในประเทศไทยเพื่อนำมาแปรรูปเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส และเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์บิสกิตตามลำดับ พบว่ามีความชื้น 64-91-68.42% ไขมัน 45.37-50.28% (น้ำหนักแห้ง), โปรตีน 37.37-50.28% น้ำหนักแห้ง และเถ้า (ซึ่งแสดงปริมาณแคลเซียม) 1.21-3.70% (น้ำหนักแห้ง) เมื่อดังกล่าวนี้เมื่อนำมาปรับคุณภาพโดยการล้างจะมีความชื้นสูงขึ้น โปรตีนเพิ่มขึ้น เถ้าและไขมันลดลง รวมทั้งสีของเนื้ออ่อนลงด้วย

การเสื่อมคุณภาพของ MDCM

การเสื่อมคุณภาพของ MDCM เกิดจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการได้แก่ การเสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาของเชื้อจุลินทรีย์ และ เสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาทางเคมี

การเสื่อมคุณภาพจากเชื้อจุลินทรีย์ มีสาเหตุใหญ่จากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบเริ่มต้นระหว่างฆ่า ชำแหละ แยกกระดูก ขนส่งและเก็บรักษา ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบตั้งต้นก่อนการแยกกระดูก ถ้าสูงเนื้อที่ได้จะเสื่อมคุณภาพเร็ว Jurdi และคณะ (1980) พบว่า การบรรจุโดยใช้ CO₂ 100% ช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญใน MDCM ซึ่งเก็บไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส Raccach และ Baker (1978) ศึกษาผลของการใช้เชื้อตั้งต้นในการผลิตกรดแลกติกที่ผลิตขายทางการค้า (commercial lactic acid starter cultures) ได้แก่ *Pediococcus cerevisiae* (Accel) และ *L. plantarum* (Lactacel DS) ต่อการเน่าเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคใน MDCM ที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที พบว่าเชื้อทั้งสองชนิดนี้สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของ *Salmonella* ในเนื้อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส และ *Staphylococcus* ในเนื้อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสได้นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เชื้อดังกล่าวผสมกันอย่างละ 50:50 จะให้ผลดีกว่าการใช้เพียงชนิดเดียว Thayer, Songprasertchai และ Boyd (1991) ศึกษาผลการให้ความร้อนและการฉายรังสีแกมมาต่อ *Salmonella typhimurium* ใน MDCM พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที แล้วนำไปฉายรังสี 0.90 kGy. ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จะลดจำนวนของเชื้อที่รอดชีวิตและสามารถเจริญได้ลง 6.4 log units Raccach และ Baker (1979) ศึกษาการรุกรอดของ *Stap. aureus* ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมัก (fermented sausage) ที่ผลิตจาก MDPM ซึ่งการหมักผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดกรดแลกติกจะใช้เชื้อที่มีอยู่ตามธรรมชาติ พบว่าการเติมเกลือ 3% และเก็บที่ 5 องศาเซลเซียส ช่วยส่งเสริมการเจริญของ *Lactobacilli* ให้สูงถึงระดับ 10⁶ cells/g หลังหมักนาน 12 วัน ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าหลังหมักนาน 60 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์มี pH 4.7 และกรดแลกติก 1.6% การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์จนอุณหภูมิภายในเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส ช่วยลดจำนวน *Lactobacilli* และ *Stap. aureus* ได้ถึง 4.1 และ 5.6 log cycles ตามลำดับ ผลของปริมาณกรดที่สูงขึ้นในผลิตภัณฑ์ การให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที และการเก็บที่ 7 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ช่วยยับยั้งการเจริญของ *Stap. aureus* ในระหว่างการเก็บรักษา Thayer และ Boyd (1992) ศึกษาการเก็บรักษา MDCM ด้วยวิธีการฉายรังสีแกมมาที่ 0.5 kGy ถึง 3.0 kGy ในสุญญากาศ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่ารังสีทำลาย *Stap. aureus* ได้ 90% (1 log cycle) ไม่พบ enterotoxin ใน MDCM ที่ฉายรังสีแล้ว แสดงว่าการฉายรังสีสามารถทำลายเซลล์ และสปอร์ของเชื้อ จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้หมด

การเสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาทางเคมี มีผลทำให้สี และกลิ่นของ MDCM และผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM เป็นองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไป ปฏิกิริยาสำคัญคือปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

และปฏิกิริยา hydrolysis ของไขมัน ปฏิกิริยา oxidation เกิดได้เร็วเพราะ MDCM มีลักษณะเป็นเนื้อบดละเอียด จึงมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมาก และในระหว่างการแยกกระดูก เนื้อจะถูกบดและบีบอัดผ่านช่องขนาดเล็ก ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น ผลกระทบจากเนื้อชนิดนี้จึงเกิดกลิ่นรสผิดปกติที่เรียกว่า warmed-over-flavor (WOF) ได้เร็วระหว่างการเก็บรักษา (Gray และ Pearson, 1987) Yang และ Froning (1992) รายงานสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยา autoxidation ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวใน MDCM ไว้หลายประการได้แก่ การสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ การเพิ่มขึ้นของสารเร่งปฏิกิริยา (prooxidants) ได้แก่ แสง ความร้อน ปริมาณ ไขมันกระดูก และรงควัตถุที่มีในเนื้อสัตว์ MDCM มีฮีโมโกลบินของไขมันกระดูกปนอยู่ในปริมาณสูง และส่วนที่เป็นฮีโมซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเลือด และไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อ เป็นสารประเภทพอร์ไฟริน (porphyrin) ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ และเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่ Love และ Pearson (1974) รายงานว่า สารเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของไขมันที่สำคัญในเนื้อไก่ ได้แก่ heme iron และ nonheme iron nonheme iron เป็นเหล็กอิสระที่ปลดปล่อยจากส่วนประกอบของ heme complex หรือเหล็กอิสระที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของ heme complex โดยอยู่ในรูป ferrous (Fe^{2+}) หรือ ferric (Fe^{3+}) ซึ่งเร่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวใน phospholipids ในขั้น propagation ได้ดีกว่า heme iron ขณะที่ heme iron ซึ่งเป็นส่วนประกอบใน heme complex เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวใน phospholipids เฉพาะในสภาพที่มี H_2O_2 อยู่ด้วย Kanner, Harel และ Hazan (1986) รายงานว่าอัตราส่วนระหว่าง metmyoglobin กับ H_2O_2 ที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยา lipid oxidation คือ 1:1 โดย H_2O_2 กระตุ้น metmyoglobin ให้อยู่ในรูป activated metmyoglobin ทำให้เกิดการปลดปล่อยเหล็กที่เป็นองค์ประกอบภายใน heme complex เป็นเหล็กอิสระ

การชะลอปฏิกิริยา autoxidation ของ MDCM และผลกระทบที่มีส่วนผลของเนื้อชนิดนี้ ทำได้หลายวิธีได้แก่ การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เก็บในภาวะปราศจากออกซิเจน เก็บภายใต้บรรยากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจน หรือใช้สารกันหืนเช่น butylated hydroxyanisole (BHA), propyl gallate, Tenox (11) (Dawson และ Gartner, 1983) Uebersax, Dawson และ Uebersax (1978) ศึกษาอายุการเก็บ MDTM ที่ผลิตจากไก่วงตัวผู้ และตัวเมียอย่างละ 20 ตัว ที่ให้ α -tocopherol acetate (100 IU/kg feed) เป็นอาหารเสริมทุกวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ก่อนการฆ่าชำแหละ พบว่า MDTM ที่ผลิตจากไก่วงตัวเมียมีค่า TBA ต่ำกว่าเนื้อที่ได้จากไก่วงตัวผู้ MDTM ที่ผลิตได้ สามารถเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน และเก็บที่ -18 องศาเซลเซียสได้น้อยกว่า 3 เดือน McNeil และ Kakkuca (1988) ศึกษาการใช้ sodium caseinate, sodium tripolyphosphates (STTP), rosemary extract และ commercial antioxidant Dadex 2[®] ต่อความคงตัวของปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของ MDCM ที่เก็บแบบแช่แข็ง พบว่า sodium caseinate, STTP ช่วยชะลอการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เพราะมีคุณสมบัติในการเคลือบไขมัน จึงป้องกัน fat globules จากการเกิด oxidation Dadex 2[®] และ rosemary extract มีประสิทธิภาพในการชะลอการเพิ่มของ

malonaldehyde ได้มากกว่า 7 เดือน Lee และคณะ (1994) พบว่าการเติม oleoresin spice จาก sage หรือ rosemary ช่วยลดอัตราการเกิดกลิ่นหืนใน MDCM ที่ล้างด้วย 0.5% sodium bicarbonate Barbut, Kakuda และ Chan (1990) ศึกษาการเพิ่มของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของไขมันใน MDCM ที่ผ่านการแช่แข็งด้วยวิธี CO₂ freezing หรือ blast freezing ผลิตภัณฑ์ที่ได้บรรจุแบบสุญญากาศ หรือ ไม่สุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส พบว่าการบรรจุแบบสุญญากาศช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ได้มากกว่า 4 เดือน

ผลของการบริโภค MDCM ต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค

ได้มีการศึกษาองค์ประกอบของ MDCM ที่มีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง และพบว่า MDCM โดยทั่วไปมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับเนื้อไก่ และมีแร่ธาตุอยู่ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค Murphy และคณะ (1979) กล่าวว่า แคลเซียมที่พบในไตของไก่อายุมาก มีปริมาณสูง ซึ่งมีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยต่อทารก และเด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี จึงไม่อนุญาตให้มีส่วนของไตปนอยู่ใน MDCM Vos, Lammers และ Kan (1990) ศึกษาปริมาณแคลเซียม และตะกั่วใน MDBM จากส่วนโครงลำตัว และรายงานว่ามีน้อยกว่า 0.001-0.004 mg/kg และน้อยกว่า 0.1-0.06 mg/kg ตามลำดับ ขณะที่แคลเซียมใน MDBM จากหลัง (รวมตับและคอ) มีน้อยกว่า 0.001-0.002 mg/kg แต่ปริมาณจะเพิ่มสูงขึ้นถ้ามีตับปนอยู่มากขึ้น ส่วนตะกั่วที่ตรวจพบไม่แตกต่างจากที่พบในเนื้อที่เตรียมจากส่วนโครงลำตัว และระดับของแร่ธาตุที่พบเหล่านี้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในส่วนของกระดูกที่เจือปนอยู่ในเนื้อ Murphy และคณะ (1979) รายงานว่าปริมาณกระดูกที่ตรวจพบ ซึ่งอยู่ในช่วง 0.5-2.0% ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ควรมีการควบคุมให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ ปริมาณแคลเซียมใน MDCM ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ยกเว้นเฉพาะบุคคลที่ต้องจำกัดปริมาณสารนี้ เนื่องจากผลทางด้านยา ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ MDCM ควรระบุไว้ที่ฉลากด้วย United State Department of Agriculture (USDA) กำหนดไว้ว่า MDCM ต้องมีปริมาณไขมันไม่เกิน 30% และแคลเซียมน้อยกว่า 1% (Posati, 1989). และเนื่องจากปริมาณโคเลสเตอรอลของ MDCM โดยประมาณแล้วจะเป็น 2 เท่าของ HDCM ดังนั้นบุคคลที่ต้องการจำกัดปริมาณโคเลสเตอรอล ควรพิจารณาจากฉลากของผลิตภัณฑ์ด้วย

การใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ MDCM เป็นส่วนผสมได้แก่ loaves, burgers, steak, poultry roll, patties, meat ball, ผลิตภัณฑ์ประเภท kamaboko, luncheon meat, soup และได้กรอกชนิดต่างๆ โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้ส่วนใหญ่ใช้ MDCM ทดแทนเนื้อแดงในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า MDCM ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แทบทุกชนิด โดยผสมกับเนื้อแดงหรือ HDCM ในปริมาณที่ผู้บริโภคยังยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งพบว่าใช้ได้ตั้งแต่ 5 ถึง 50% ของน้ำหนักเนื้อสัตว์ ทั้งหมด Holley และคณะ (1986) ศึกษาการผลิตไส้กรอกหมักจากเนื้อหมูและเนื้อวัว (pork/beef fermented sausages) จาก MDCM โดยเติม glucono-delta-

glucono-delta-lactone มีผลให้ pH ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และช่วยให้ผิวภายนอกของผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เติม MDCM 10 และ 15% พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจาก MDCM มีความเหนียวและลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายกับ Jantawat และ Carpenter (1989b) ศึกษาการใช้ phosphates และ non-meat proteins ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันจาก MDCM non-meat proteins ที่ใช้มี 4 ชนิดได้แก่ sodium caseinate (SC) 3%, soy protein isolate (SPI) 3%, soy protein concentrate (SPC) 3%, yeast protein (YP) 1% ส่วน phosphates ใช้ในปริมาณ 0.5% พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ SPI, SPC, SC มีค่า cook yields เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) การเติม phosphates ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเป็นผลให้ไส้กรอกเสียน้ำน้อยและมีความชุ่มน้ำมากขึ้น non-meat protein binders ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อใช้ร่วมกับ phosphates จึงมีผลทำให้ค่า firmness เพิ่มมากขึ้น Grujic, Mulalic และ Solaja (1991) ศึกษาการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ beef patties โดยใช้แทนเนื้อวัวในปริมาณ 5, 10 หรือ 20% พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เติม MDCM 20% มีโปรตีน 18.41% ไขมัน 3.28% แคลเซียม 57.80 mg ฟอสฟอรัส 226.70 mg สูงกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติม MDCM แต่ไม่มีผลต่อลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่เติม MDCM มีสีเข้มกว่า ตัวอย่างที่ไม่เติมเล็กน้อย Bystricky และ Pipova (1993) ศึกษาการผลิต poultry sausage จาก MDPM (60% MDPM, 25% pork) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่า peroxide และ TBA พบว่าไขมันจาก MDPM มีผลกระทบต่อคุณภาพของไส้กรอก เนื่องจากปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ใน MDPM มีผลให้เกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันและไฮโดรไลติก (hydrolytic) ของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น Tourres, Olivo และ Skimokomaki (1995) ศึกษาความคงตัวของไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่เตรียมจาก MDCM พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติม MDCM 20% เก็บได้นาน 90 วันที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส แต่เมื่อปริมาณ MDCM สูงขึ้นไขมันสูงขึ้น มีผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันสูงขึ้นด้วย

Atarattu (1993) ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของซูริมิไก่ที่ผลิตจาก MDCM โดยเติมเส้นใยจาก rhubarb พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีน 16.32% การเติมเส้นใย 20% ช่วยปรับปรุงความรู้สึกในปากของเจลดซูริมิ และผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมาก Chi (1993) ศึกษาการผลิตน้ำซุปไก่ (chicken broth) จาก MDCM โดยต้มเนื้อค้อน้ำในอัตราส่วน 1:3(w/w) นาน 3 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบของกรดอะมิโน arginine, threonine, lysine และ leucine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังพบ glycine, glutamic acid, proline และ alanine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนไม่จำเป็นในผลิตภัณฑ์ด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย
2. สำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์
3. กำหนดเกณฑ์คุณภาพของ MDCM
4. วิจัยในโรงงานผลิต MDCM
5. คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

รายละเอียดการดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1. สำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย

1.1 สำรวจโรงงานผลิต MDCM

การสำรวจโรงงานผลิต MDCM ดำเนินการโดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก 1) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อให้ได้ข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ MDCM ทุกแง่มุมคือ

- 1.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานผู้ผลิต
- 1.1.2 ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังผลิต
- 1.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อ MDCM
- 1.1.4 ข้อมูลการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

แบบสอบถามดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้นำไปส่งยังโรงงานต่าง ๆ ด้วยตนเองเพื่อให้แน่ใจว่าจะได้ข้อมูลกลับคืนมา และยังสามารถไปรับข้อมูลกลับคืนมาของอีกด้วย ดังนั้นเฉพาะโรงงานที่มีการผลิต MDCM จึงได้ข้อมูลกลับคืนมาครบทั้ง 8 โรงงาน ส่วนโรงงานที่ไม่มีการผลิต MDCM นั้นส่วนใหญ่ผู้ประกอบการเห็นว่าไม่เกี่ยวข้องจึงไม่ค่อยให้ข้อมูล

1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบและคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของ MDCM

เก็บตัวอย่าง MDCM จากทั้ง 8 โรงงานที่มีการผลิต โดยเก็บตัวอย่างครั้งละ 8 kg แบ่งบรรจุเป็น 8 ถุง ถุงละ 1 kg เพื่อให้สะดวกแก่การวิเคราะห์แต่ละรายการ ตัวอย่างที่เก็บจะเก็บหลังวันผลิตไม่เกิน 2 วัน และนำมายังห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์ทางอาหารในสภาพแช่แข็ง จากนั้นจึงนำไปยังห้องปฏิบัติการกรมปศุสัตว์เพื่อวิเคราะห์สารตกค้างยาฆ่าแมลง ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เพื่อวิเคราะห์สารตกค้างโลหะหนัก ตะกั่ว และแคดเมียม ส่วนการวิเคราะห์รายการอื่น ๆ ทำที่ห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์ ในการเก็บตัวอย่างได้เก็บโรงงานละ 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน เพื่อให้เห็นความแปรปรวนของคุณภาพเนื่องจากแต่ละแหล่งผลิต โดยเริ่มเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ในเดือนพฤศจิกายน 2544 ครั้งที่ 2 เดือนธันวาคม 2544 และครั้งที่ 3 เดือนมกราคม 2545

รายการที่วิเคราะห์ทั้งเส้นมีดังนี้

- 1.2.1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และน้ำ (AOAC, 1995)
- 1.2.2 ปริมาณชั้นกระดูกต่อหน่วยน้ำหนักและ calcium (Koniecko, 1985)
- 1.2.3 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด (myoglobin และ hemoglobin) (Koniecko, 1985) และค่า TBA (Tarladgis et al., 1960)
- 1.2.4 ปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนที่เป็นพิษ (ส่งไปวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)
- 1.2.5 ปริมาณสารฆ่าแมลงตกค้าง (ส่งไปวิเคราะห์ที่กรมปศุสัตว์)
- 1.2.6 ปริมาณสาร antibiotics ตกค้าง (ใช้ test kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)
- 1.2.7 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Pseudomonas* (ICMSF, 1982) และ ปริมาณ pathogens ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *E. coli* (ICMSF, 1982)
- 1.2.8 สารพิษจากจุลินทรีย์ ได้แก่ *Staphylococcus* toxin (Test kit 3008-19-TD900A "OXOID") ผลวิเคราะห์ที่ได้ได้รายงานเป็นช่วงค่า เพื่อแสดงให้เห็นถึงค่าความแปรปรวนของคุณภาพเนื่องจากแต่ละแหล่งผลิต

2. ดำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.1 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและการแปรปริมาณ MDCM

การวิเคราะห์ปริมาณเนื้อ MDCM ที่เจือปนอยู่ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นั้น ยังไม่มีวิธีที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน และยังไม่มียุทธศาสตร์ว่ามีผู้ใดเคยทำมาก่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลองค์ประกอบต่างๆของเนื้อ MDCM เองเป็นเกณฑ์ในการคำนวณย้อนกลับไปเป็นปริมาณเนื้อโดยประมาณ งานวิจัยนี้จึงได้ผลิตไส้กรอกรมควัน (smoked sausage) ขึ้นโดยแปรปริมาณ MDCM จาก 0-100% (ภาคผนวก 2) โดย MDCM ที่ใช้เป็น MDCM ที่ได้จากการนำเนื้อจากแหล่งผลิตรวม 4 แหล่งมาผสมรวมกันเข้าก่อนจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงผสมลงในเนื้อหมู ไขมันและส่วนผสมอื่นๆโดยใช้สูตรในการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 1 และผลิตตามวิธีที่อธิบายโดย Jantawat และ Carpenter (1989a)

ตารางที่ 1 สูตรต้นแบบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกรมควัน

ส่วนประกอบ	น้ำหนัก (g)	(%)
หมูเนื้อแดง (สะโพก)	800	68.04
มันแข็ง	200	17.01
น้ำแข็ง	100	8.51
เกลือ	27.80	2.36
พริกไทย	1.99	0.17
NaNO ₂	0.140	0.012 (120ppm.)
Erythorbate	0.580	0.05
น้ำตาล	11.07	0.94
Non-meat protein	34.25	2.91
รวม	1175.83	100.00

2.2 ดำรงและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ

ผู้วิจัยได้สำรวจผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่คาดว่าจะมี MDCM เป็นส่วนผสมที่จำหน่ายในตลาดสด และ ซูเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพมหานครแล้วพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจำหน่ายอยู่อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ตามประเภทของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์แบบตะวันตก ซึ่งประกอบด้วย ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ แฮมเบอร์เกอร์ และผลิตภัณฑ์พื้นบ้านประกอบด้วย แหนม หมูยอ ลูกชิ้น ทอดมัน กุนเชียง และไส้กรอกอีสาน

ในส่วนของไส้กรอกชนิดต่างๆและแฮมเบอร์เกอร์นั้น ผู้ผลิตมักเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยโรงงานต่างๆที่มีการผลิตเนื้อ MDCM เอง และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีชื่อทางการค้าต่างๆ กัน ขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านส่วนใหญ่นั้นเป็นผู้ผลิตที่มีโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรสำรวจและเก็บตัวอย่างจากตลาดต่างจังหวัดด้วย เพราะอาจมีผู้ผลิตรายย่อยที่มีโรงงานขนาดเล็กที่รับซื้อเนื้อจากโรงงานผู้ผลิตเนื้อรายใหญ่ไปใช้ในผลิตภัณฑ์ของตน จึงกำหนดแผนการเก็บตัวอย่างเป็นตลาดเขตกทม. 1 แห่ง ต่างจังหวัด 1 แห่ง และ ซูเปอร์มาร์เก็ต ในเขต กทม. อีก 1 แห่ง

เนื่องจากมีข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ว่า ภาคอีสานเป็นตลาดสำคัญของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชั้นคุณภาพ B ดังนั้นจึงกำหนดให้มีการเก็บตัวอย่างที่ตลาดในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งที่ตลาดดังกล่าวพบว่ามีผู้ค้าปลีกซึ่งมีแผงและร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นจำนวนทั้งสิ้นรวม 8 แห่ง โดยแต่ละแผงและแต่ละร้านจะจำหน่ายผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงกัน และจำนวน

ตัวอย่างที่เก็บมาทั้งสิ้นมี 10 ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 2 ในส่วนของเขตกทม. นั้นได้ไปเก็บตัวอย่างที่ตลาดสะพานใหม่คอนเมือง ซึ่งเป็นตลาดขายส่งและขายปลีกขนาดใหญ่ พบว่ามีแผงจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รวม 7 แผง จึงได้เก็บตัวอย่างมารวมทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา

1	ไส้กรอกไข่น้ำศรีไทย	6	หมูยอปิ้งห่อเชียง
2	ไส้กรอกแหลมทอง	7	ไก่ยอ 7 ดาว
3	ไส้กรอกสหฟาร์ม	8	กุนเชียงปิ้งห่อเชียง
4	ไส้กรอก BKP	9	ส.กุนเชียง
5	โบโลน่า DB	10	ไส้กรอกอีสาน 3 ไทย

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการค้าที่เก็บจากตลาดสะพานใหม่คอนเมือง

1	ไส้กรอกกรมควินวิลทอง ศรีไทย	7	ไส้กรอกวานิลลา
2	ไส้กรอกไก่ ตราหัวไก่ ศรีไทย	8	โบโลน่าหมู ศรีไทย
3	ไส้กรอกค็อกเทลตรา JJ Food	9	โบโลน่า(เล็ก) บีฟู้ด
4	ไส้กรอกไก่ ตราไก่แม่ครัว CP	10	ลูกชิ้นทอดมันไก่ ส.ว.
5	ไส้กรอกไก่ สหฟาร์ม	11	แฮมคอนเมือง (แฮมแม่สังเวียน)
6	ไส้กรอกค็อกเทล CP		

จากการที่ตัวอย่างไส้กรอกแบบสากลที่เก็บมาทั้งหมดเป็นตัวอย่างชั้นคุณภาพ B ซึ่งมีลักษณะปรากฏภายนอกที่บ่งชี้ว่าน่าจะมีการใช้เนื้อ MDCM เป็นส่วนผสมอยู่ด้วยเพราะมีสีตั้งแต่ชมพูเข้มถึงแดงคล้ำ คณะผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าน่าจะได้เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ A ที่จำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ตมาวิเคราะห์ด้วย เพื่อจะได้ทราบว่ามีการใช้เนื้อ MDCM ในผลิตภัณฑ์เหล่านั้นหรือไม่ จึงได้เก็บตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ตรวม 4 แห่งในเขตกทม. ได้แก่ Tops, Tokyu, Big C และ Tesco-Lotus ได้ตัวอย่างเป็นจำนวนทั้งสิ้นรวม 13 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร

1	ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์หมูตรา บีคิก	8	เบอร์เกอร์หมู CP
2	ไส้กรอกค็อกเทลหมู(สูตรพิเศษ) BKP	9	เบอร์เกอร์ไก่ CP
3	ไส้กรอกหมูรมควัน Bangkok Meat Processing	10	หมูขยอ
4	Premium Pork Sausage ตรา บีคิก	11	หมูขยอ หมูคี่ ส.ขอนแก่น
5	ไส้กรอกหอมมะลิ(ผัดกะเพรา)	12	แฮมหมูบ้านไผ่ ส.ขอนแก่น
6	ไส้กรอกค็อกเทลไก่ BKP	13	ลูกชิ้นหมูโกกกันท์
7	โบลอน่าหมู บางกอกแฮม		

2.3 การเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผสม MDCM เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บมาทั้ง 3 ครั้งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง โดยผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ต้องนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ MDCM ที่เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าน่าจะมีการวิเคราะห์สมบัติของตัวอย่างที่ผลิตทางการค้า ซึ่งทราบแน่ชัดว่าไม่มีการใช้เนื้อ MDCM เป็นส่วนผสม เพื่อใช้เป็นตัวอย่างควบคุมและเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบต่อไป ดังนั้นจึงใช้ ตัวอย่างที่ผลิตโดยงานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรมปศุสัตว์และตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากบริษัท Foodland จำกัด รวม 4 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 5 เป็นตัวอย่างควบคุม และเปรียบเทียบ

ตารางที่ 5 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากกรมปศุสัตว์และบริษัท Foodland จำกัด

ผลิตภัณฑ์จากกรมปศุสัตว์		ผลิตภัณฑ์จากบริษัท Foodland จำกัด	
1	แฟรงค์เฟิร์ตเตอร์หมู	1	แฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ไก่
2	เพรสแฮม	2	คอกเทลไก่รมควัน

2.4 การวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างที่ผลิตได้และตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากแหล่งต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.4.1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เกลือ และน้ำ (AOAC, 1995)
- 2.4.2 ปริมาณแคลเซียม (Atomic absorption spectrophotometer)
- 2.4.3 ปริมาณฟอสฟอรัส (Spectrophotometer)
- 2.4.4 ค่าสีโดยเครื่อง Colorimeter
- 2.4.5 สารเจือปน borax (Test kit กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)
- 2.4.6 สารกันบูด sodium benzoate (AOAC, 1995)

3. การกำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง

3.1 กำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง

คณะผู้วิจัยได้เชิญบุคลากรที่เกี่ยวข้องในสายงานด้านเนื้อสัตว์และสัตว์ปีกมาประชุมเพื่อหาข้อยุติในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเนื้อ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย โดยได้มีจดหมายเชิญไปทั้งสิ้น 14 หน่วยงาน และมีผู้มาประชุม 12 ท่าน ดังรายชื่อในภาคผนวก 3 ในการประชุมคณะผู้วิจัยได้เสนอเอกสารประกอบเพื่อพิจารณารวม 12 รายการดังในภาคผนวก 3.1 ถึง 3.12 โดยเอกสารดังกล่าวเป็นตารางผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ ปริมาณเถ้า แคลเซียม จำนวนชิ้นกระดูก ค่า TBA ปริมาณรงควัตถุ ตารางสรุปแสดงความถี่ของค่าองค์ประกอบโดยประมาณ เถ้า แคลเซียม และรงควัตถุพร้อมทั้งองค์ประกอบโดยประมาณของ MDCM ที่ผลิตในสหรัฐอเมริกา USDA regulations สำหรับสัตว์ปีกปราศจากกระดูก และนอกจากนั้นยังมีตารางแสดงปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบ สารตกค้างยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะตกค้าง ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อ MDCM จาก 8 โรงงานซึ่งเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึงมกราคม 2545 รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง และเอกสารประกอบรายการสุดท้ายคือ มอก.590-2528 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไก่สดแช่แข็งของกระทรวงอุตสาหกรรม (ภาคผนวก 4)

3.2 เขียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อขอข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้เขียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องไปยังหน่วยงานของภาครัฐและภาคเอกชนรวม 25 หน่วยงาน และได้รับข้อคิดเห็นตอบกลับมารวม 10 หน่วยงาน

4. วิจัยในโรงงานผลิต MDCM

โรงงานผู้ผลิตคือบริษัท B. Foods Product International จำกัด โดยแนวทางการผลิตให้ได้ชั้นคุณภาพ AA นั้น คณะผู้วิจัยได้วางแนวทางไว้ 4 แนวทางดังนี้

- 4.1 ลดปริมาณรงควัตถุ
- 4.2 ลดปริมาณจุลินทรีย์
- 4.3 ลดชิ้นกระดูก แคลเซียม และเพิ่มโปรตีน
- 4.4 แก้ปัญหาเรื่องเนื้อ MDCM สลัด้าเมื่อเก็บที่ -18°C เป็นเวลาประมาณ

3 เดือน

4.1 การลดปริมาณรงควัตถุ

เนื่องจาก MDCM ที่ได้มีสีเข้มเกินไป เมื่อนำไปแปรรูปในผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มไม่ชวนบริโภคและเป็นผลให้ใช้ได้ปริมาณต่ำ แนวทางในการลดปัญหานี้ทำโดยแยกโครงสร้างออกจากส่วนหลังและคอ แล้วจึงแยกเนื้อจากโครงแต่ละส่วน ขั้นตอนการเตรียมโครงและชิ้นส่วนที่แยกแล้วมีดังแสดงในรูปที่ 1 รายละเอียดการแยกเนื้อของตัวอย่างซ้ำที่ 1 มีดังแสดงในรูปที่ 2,3 และซ้ำที่ 2 มีดังแสดงในรูปที่ 4

นอกจากแยกโครงส่วนนอกออกจากส่วนหลังและคอแล้ว ผู้วิจัยยังได้ล้างเนื้อ MDCM เพื่อปรับปรุงค่าสี กรณีการแยกโครงได้ผลไม่ชัดเจน ในการล้างได้แปรรูปมวลสารละลายที่ใช้ล้างและอัตราส่วนสารละลาย : น้ำหนักเนื้อ และล้างรวม 3 ครั้ง

4.2 การลดปริมาณจุลินทรีย์

ทำโดยแช่โครงไว้ก่อนเข้าเครื่องแยกเนื้อด้วยน้ำผสม chlorine ที่ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 15 นาที หลังแช่ทิ้งให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นจึงแยกเนื้อด้วยเครื่องแยกกระดูกภาวะในการผลิตและลักษณะเนื้อสำหรับการทดลองซ้ำที่ 1 มีดังแสดงในรูปที่ 5 และซ้ำที่ 2 ดังรูปที่ 6

4.3 การลดปริมาณไขมันกระดูก แคลเซียมและเพิ่มปริมาณโปรตีน

การลดไขมันกระดูก และแคลเซียมพร้อมทั้งเพิ่ม % โปรตีนใน MDCM ทำโดยอาศัยหลักการทำงานของเครื่อง และการปรับภาวะระหว่างการแยกกระดูก สำหรับเครื่องที่ใช้เป็นเครื่องแยกกระดูกชนิด POSS PDE 1500 Deboning Machine ซึ่งผลิตโดย POSS United ประเทศ Canada ซึ่งใช้หลักการบังคับโครงให้ละเอียดและดันผ่านรูตะแกรงซึ่งเป็นช่องเปิดที่ปรับขนาดเล็กใหญ่ได้ โดยในการทำงานผู้คุมเครื่องจะปรับขนาดของรูตะแกรงให้มีขนาดเหมาะสมโดยพิจารณาจากปริมาณผลผลิตของเนื้อที่ได้จากการทดลองเดินเครื่อง โดยในการทดลองได้ตั้งเกณฑ์ไว้ให้ได้ผลผลิตประมาณ 62% ซึ่งที่ระดับนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีปริมาณโปรตีนในระดับที่ต้องการและปริมาณแคลเซียมและไขมันกระดูกไม่เกินเกณฑ์กำหนด

4.4 การแก้ปัญหาเรื่องเนื้อ MDCM สึกถ้าเมื่อเก็บที่ -18°C ประมาณ 3 เดือน

ในการทดลองใช้เนื้อ MDCM จากโรงงานที่แช่แข็งแล้วและบรรจุในถุง low density polyethylene ที่ไม่ยอมให้แสงผ่าน ปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศ 70% หลังเก็บเป็นเวลาประมาณ 30 วันที่ -18°C ในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าว นำเนื้อมาบรรจุใหม่ในภาชนะต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. บรรจุสุญญากาศในถุง EVAL FILM ถุงละประมาณ 500 g
2. ฉีดพ่นบริเวณผิวชิ้นเนื้อด้วยสารละลาย ascorbate เข้มข้น 10% ในปริมาณ 500 และ 1000 ppm บรรจุถุง low density polyethylene และปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศ
3. ฉีดพ่นผิวชิ้นเนื้อด้วยสารละลาย sodium metabisulfite เข้มข้น 5% ในปริมาณ 150 และ 250 ppm บรรจุถุง low density polyethylene และปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศ

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตัวอย่างจาก 4.1, 4.2 และ 4.3 วิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. วัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter
2. ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้า (AOAC, 1995)
3. ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด (Koniecko, 1985)
4. โลหะหนักที่เป็นพิษและแคลเซียม (atomic Absorption spectrophotometer)
5. สารตกค้างยาฆ่าแมลง (ส่งไปวิเคราะห์ที่กรมปศุสัตว์)
6. สารปฏิชีวนะตกค้าง (ใช้ test kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)
7. จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน (ICMSF, 1982)

ตัวอย่างจาก 4.4 วัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter ทุก 15 วัน

B. FOODS PRODUCT INTERNATIONAL CO., LTD

Product Development Department

Subject ขั้นตอนการตัดแยกโครงสันหลังและโครงอก

Date 28/11/02



รูปโครงก่อนตัดแต่ง



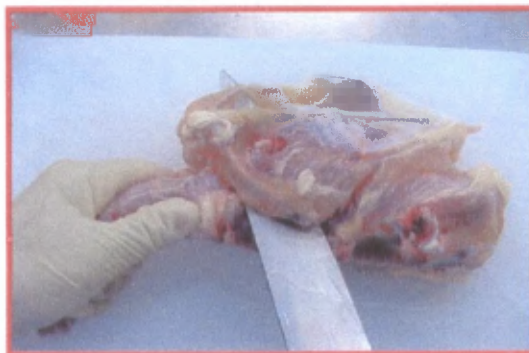
ขั้นตอนการดึงหนังคอออก



ขั้นตอนการตัดปีกซ้ายออก



รูปหลังการดึงหนังคอ, ตัดปีกซ้ายและมันช่องท้องออก



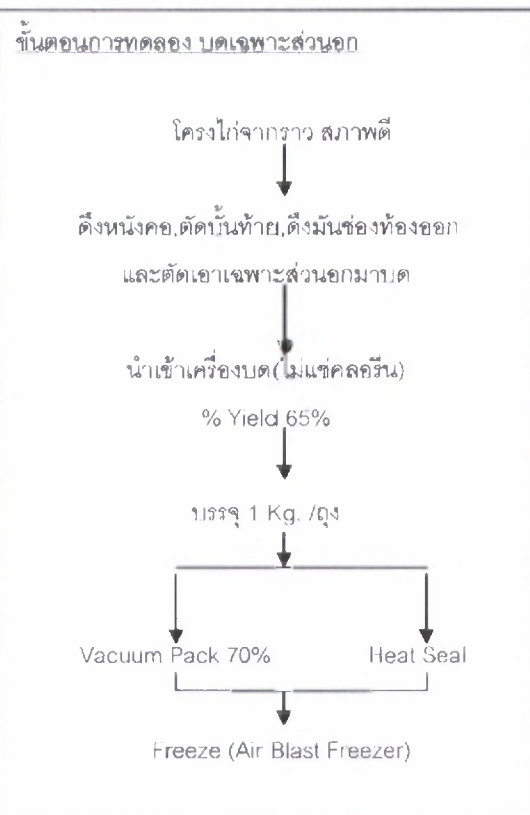
ลักษณะการเลาะโครงอกและสันหลังออกจากกัน



รูปโครงสันหลัง และโครงอก หลังแยกจากกัน

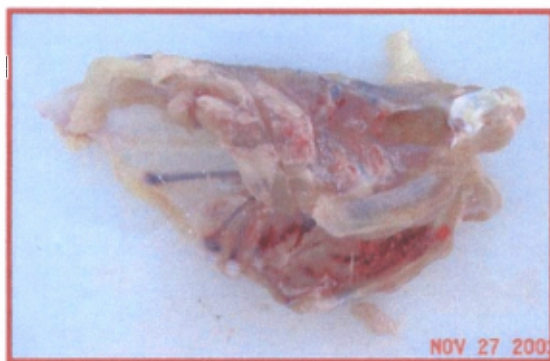
รูปที่ 1 โครงลำตัวไก่ที่นำมาผลิตเป็นเนื้อ MDCM และขั้นตอนการตัดแยกโครงสันหลังจากโครงอก

B. FOODS PRODUCT INTERNATIONAL CO., LTD
Product Development Department
Subject การทดลอง MDM **Date 28/11/02**



ข้อมูลการทดลอง

- CT วัดดูดิบ = 5.74 °C
- Lot ไก่ที่นำมาบด = Lot 2 (อายุ 43 วัน)
- ส่งโครงตรวจเชื้อเริ่มต้น TVC, Coliform
- CT วัดดูดิบก่อนบด = 8 °C
- % Yield การตัด = 34.02%
- CT วัดดูดิบหลังบด = 14 °C
- เวลาในการบด = 0.92 นาที
- ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มบรรจุถุง - บรรจุเสร็จ = 2.51 นาที/Condition
- ส่งตรวจเชื้อ TVC, Coliform



รูปโครงอกหลังการตัด

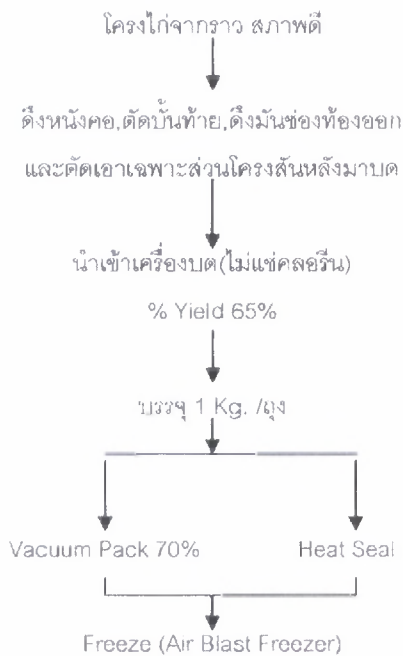


รูปสีนหลังการบด

รูปที่ 2 ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ส่วนอก (ซ้ำที่ 1)

B. FOODS PRODUCT INTERNATIONAL CO., LTD
Product Development Department
Subject การทดลอง MDM **Date 28/11/02**

ขั้นตอนการทดลอง บดเฉพาะโครงสันหลัง



ข้อมูลการทดลอง

- CT วัดจุดดับ = 5.74 °C
- Lot ไก่ที่นำมาบด = Lot 2(อายุ 43 วัน)
- ส่งโครงตรวจเชื้อเริ่มต้น *TVC, Coliform*
- CT วัดจุดดับก่อนบด = 8 °C
- % Yield การตัดแต่ง = 59.95%
- CT วัดจุดดับหลังบด = 15 °C
- เวลาในการบด = 1.06 นาที
- ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มบรรจุถุง - บรรจุเสร็จ = 2.21 นาที
- /Condition
- ส่งตรวจเชื้อ *TVC, Coliform*

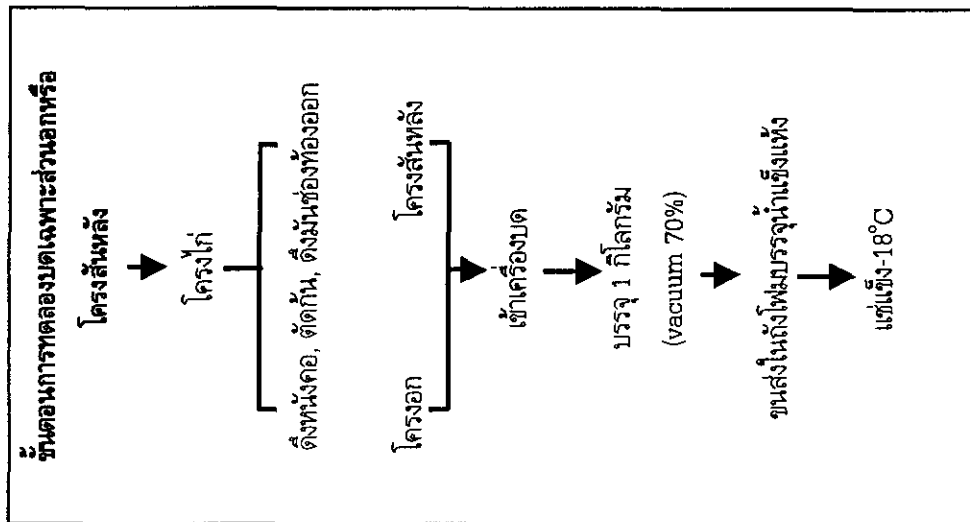


รูปโครงสันหลัง(หลังแยกอกออก)



รูปสีหลังการบดโครงสันหลัง

รูปที่ 3 ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ส่วนหลัง (ซ้ำที่ 1)

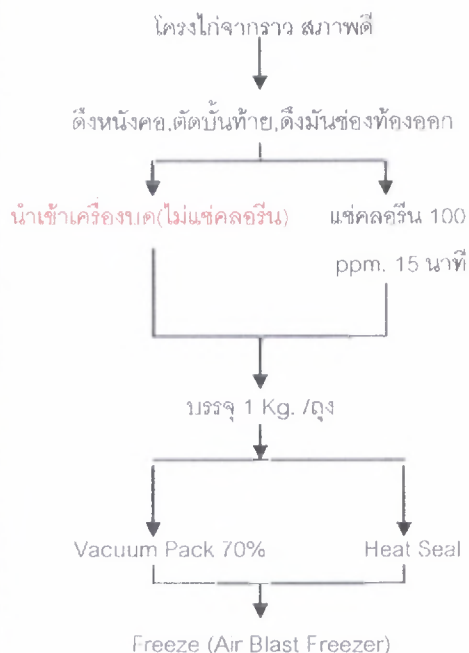


ข้อมูลการทดลอง		ตัวอย่าง	
อุณหภูมิ	ส่วนนอก	ส่วนหลัง	
- อุณหภูมิห้องระหว่างแยกเนื้อ	13°C	14°C	
- อุณหภูมิเครื่องก่อนแยกเนื้อ	8°C	6°C	
- อุณหภูมิระหว่างแยกเนื้อ	8-9°C	7-8°C	
- อุณหภูมิหลังแยกเนื้อ	9°C	8°C	
ชิ้นส่วน	โครงสร้างตัว ดึงมันส่วนท้องออก ดึงหนังคอกออก ตัดกัน เอาเฉพาะ ส่วนนอก ไม่มีปอดติดอยู่ และตัด กระดูกอ่อนบริเวณนอกออก	โครงสร้างตัวเหมือนที่ใช้สำหรับตัวอย่าง ส่วนนอก แต่ตัดแยกส่วนนอกออกเพื่อ เฉพาะส่วนหลัง มีปอดติดอยู่ และมี หลังติดบริเวณหลังเล็กน้อย	
เวลา	เวลาบด 1 นาที 40 วินาที/50.03 กิโลกรัม	1 นาที 47 วินาที/51.65 กิโลกรัม	
ปริมาณผลผลิต	ปรับตั้ง 62% ได้ผลผลิตจริง 67.54%	ปรับตั้ง 62% ได้ผลผลิตจริง 61.62%	
ภาวะบรรจุและขนส่ง	บรรจุถุง LDPE ทึบแสงสีฟ้า vacuum package บรรจุสุญญากาศ และน้ำแข็งแห้ง ขนส่ง 2-3 ชั่วโมงแล้ว แช่แข็งที่ -18°C	เหมือนตัวอย่างส่วนนอก	

รูปที่ 4 ขั้นตอนและการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่
ส่วนนอกและส่วนหลัง (ข้อที่ 2) วันที่ 26 ธันวาคม 2545

B. FOODS PRODUCT INTERNATIONAL CO., LTD
 Product Development Department
 Subject การทดลอง MDM Date 28/11/02

ขั้นตอนการทดลองบดทั้งโครง



ข้อมูลการทดลอง

- CT วัดอุณหภูมิ = 5.83 °C
- Lot ไก่ที่นำมาบด = Lot 2 (อายุ 43 วัน)
- ส่งโครงตรวจเชื้อเริ่มต้น TVC, Coliform
- CT วัดอุณหภูมิก่อนบด = 8 °C และ 7 °C
- % Yield การบด = 65.00 %
- CT วัดอุณหภูมิหลังบด = 13 °C และ 12 °C
- เวลาในการบด = 1.19 นาที และ 1.49 นาที
- ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มบรรจุถุง - บรรจุเสร็จ = 2.50 นาที
- /Condition
- ส่งตรวจเชื้อ TVC, Coliform



รูปสีหลังบดแบบไม่แช่คลอรีน

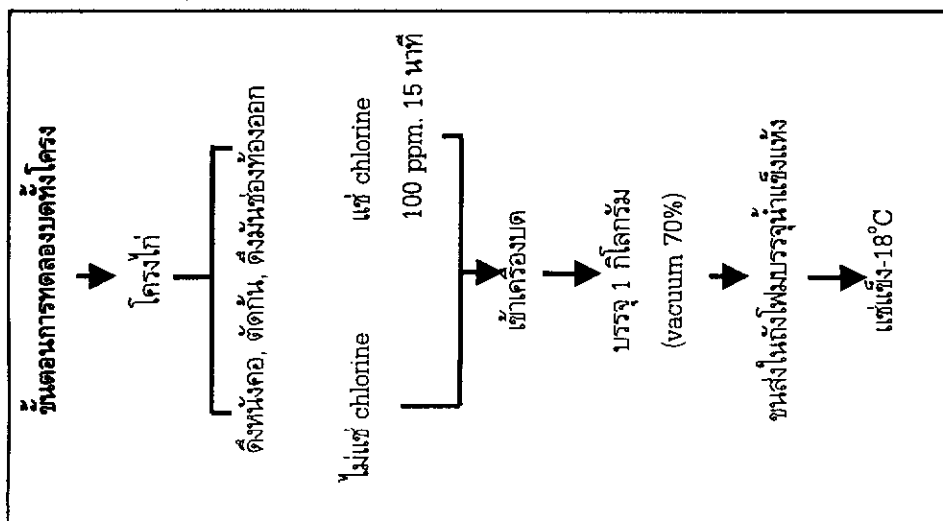


รูปสีหลังบดแบบแช่คลอรีน



รูปโครงหลังการตัดแต่ง

รูปที่ 5 ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ที่ผ่านและไม่ผ่านการแช่ chlorine (ซ้ำที่ 1)



ข้อมูลการทดลองแช่ chlorine อุณหภูมิ	ตัวอย่าง	
	แช่ chlorine	ไม่แช่ chlorine
- อุณหภูมิห้องระหว่างแยกเนื้อ	16°C	13°C
- อุณหภูมิเครื่องก่อนแช่ chlorine	7°C	5-6°C
- อุณหภูมิหลังแช่ chlorine	5°C	-
- อุณหภูมิระหว่างแยกเนื้อ	10°C	8-9°C
- อุณหภูมิหลังแยกเนื้อ	10°C	10°C
ชิ้นส่วน	โครงลำตัว ดึงมันห่อทองออก ดิงหนังกอออก ตัดกัน มีปอด ติดอยู่ มีหนังติดเล็กน้อย	เช่นเดียวกับตัวอย่างที่แช่ chlorine
เวลา	เวลาบด 1 นาที 26 วินาที/18.68 กิโลกรัม	เวลาบด 2 นาที/52.38kg
ปริมาณผลผลิต	ปรับตั้ง 62% ได้ผลผลิตจริง 64.76%	ปรับตั้ง 62% ได้ผลผลิตจริง 63.97%
ภาวะบรรจุและขนส่ง	บรรจุถุง LDPE ทึบแสงสีฟ้า vacuum package บรรจุกล่องโฟม และน้ำแข็งแห้งขนส่ง 2-3 ชั่วโมงแล้ว แช่แข็งที่ -18°C	เช่นเดียวกับตัวอย่างที่แช่ chlorine

รูปที่ 6 ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากเครื่องโม่
ที่ผ่านและไม่ผ่านการแช่ chlorine, (ซ้ายที่ 2) วันที่ 26 ธันวาคม 2545

5. คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

แนวทางการศึกษาในขั้นตอนนี้ได้้นำ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพมาทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่คัดเลือกขึ้นมา โดยตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ชั้นคุณภาพของ MDCM และปริมาณสูงสุดที่ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์ โดยชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับศึกษาผลการประยุกต์ใช้มี 2 ประเภทได้แก่

5.1 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดอิมัลชันและเจล

5.2 ผลิตภัณฑ์บดหยาบและขึ้นรูป

เมื่อกำหนดประเภทของผลิตภัณฑ์แล้วจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวแทนของแต่ละประเภทมาอย่างละ 1 ชนิด โดยประเภทอิมัลชันใช้ไส้กรอกแฟรงก์เฟอร์เตอร์ (frankfurter) เป็นตัวแทน ขณะที่ผลิตภัณฑ์บดหยาบและขึ้นรูปใช้เบอร์เกอร์หมูเป็นตัวแทน สูตรและวิธีการผลิตไส้กรอกอิมัลชันและเบอร์เกอร์หมูมีดังแสดงในตารางที่ 6 และ 7 ตามลำดับ ผลที่ได้จากการทดลองวิเคราะห์เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ผลิตจำหน่ายทางการค้าชนิดละ 2 ตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้

ก. ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้า

ข. ปริมาณแคลเซียม (Atomic absorption spectrophotometer)

ค. ค่าสีวัดด้วยเครื่อง colorimeter

ง. ปริมาณรังควาต์ทั้งหมด (Koniecko, 1985)

จ. เนื้อสัมผัส วัดด้วยเครื่อง texturometer

ฉ. ค่า TBA (Tarladgis et al, 1960)

ช. คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจนมีความชำนาญในการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด จำนวน 6 คน ใช้แบบทดสอบชนิด descriptive scaling (ตัวอย่างแบบทดสอบมีดังแสดงในภาคผนวก 5)

ซ. อายุการเก็บที่ 4°C ซึ่งกำหนดด้วยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) โดยวิเคราะห์ที่ 0,5 และ 7 วัน

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment (2x4) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran and Cox, 1992) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ ($p \leq 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ทดลอง 2 ซ้ำ

ตารางที่ 6 สูตรและวิธีผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

สูตรไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์		
ส่วนประกอบ	ปริมาณ	
	g	%
เนื้อหมู	2332.5	57.45
มันหมู(มันแข็ง)	723.7	17.83
น้ำแข็ง	804.1	19.81
เครื่องเทศ	81	2.00
เกลือ	75	1.85
อิริธอร์เบท	4.5	0.11
ฟอสเฟต (STPP)	15.5	0.38
ไนไตรท์	0.48	-
Soy protein	23.5	0.58
รวม	4060.3	100.0
วิธีผลิต 1. เตรียมเนื้อสัตว์โดยบดเนื้อหมูและมันหมูผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm. 2. ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ AA, A และ B ที่ปริมาณ 0,12,24,36 และ 48% 3. หมักเนื้อ (preblending) กับเกลือแกง และเกลือไนไตรท์ตามสูตร ผสมด้วยเครื่องผสมที่ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องผสมเป็นเวลา 5 นาทีแล้วบรรจุลง LDPE เก็บที่ 4°C เป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง 4. สับเนื้อที่ผ่านการหมักพร้อมเครื่องเทศและส่วนผสมอื่น ๆ ที่เหลือใน silent cutter ประมาณ 2 นาที จากนั้นเติมมันหมูแล้วสับต่อจนเกิดอิมัลชัน ขณะสับควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายไม่ให้เกิน 12-15°C 5. อัดใส่ cellulose อบแห้ง 70°C 30 นาทีแล้วรวมควั่นโดยใช้ชานอ้อยเป็นแหล่งควั่นที่ 70°C 30 นาที 6. คัมน้ำ 75°C 20 นาที แล้วทำให้เย็นในน้ำเย็น 10°C เป็นเวลา 20 นาที 7. บรรจุสุญญากาศในถุง polypropylene และเก็บที่ 2-4°C		

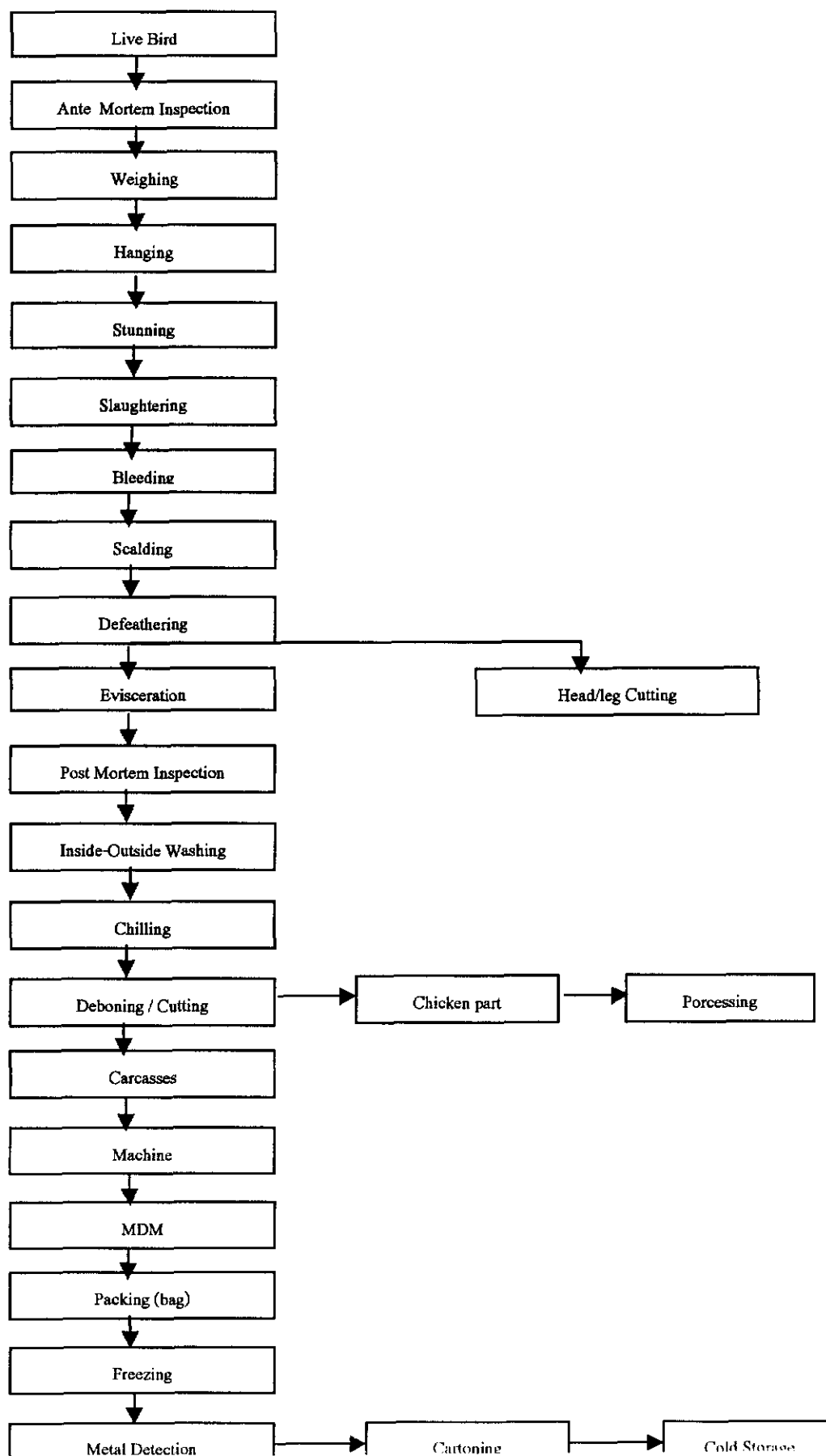
ตารางที่ 7 สูตรและวิธีผลิตผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

สูตรเบอร์เกอร์หมู		
ส่วนประกอบ	ปริมาณ	
	g	%
เนื้อหมู	1463.00	66.50
มันหมู(มันแข็ง)	451.00	20.50
น้ำแข็ง	121.00	5.50
เกลือแกง (NaCl)	37.40	1.70
น้ำตาล	40.70	1.85
ไนโตรท	0.26	0.012
อิริธรีเบท	0.88	0.04
แป้งคัสเปอร์	55	2.50
ควินผง	5.50	0.25
ฟอสเฟต (STPP)	6.60	0.30
พริกไทยป่น	17.60	0.80
Rosemary	0.77	0.035
Oregano	0.77	0.02
Trehalose	0.44	0.02
รวม	2200.00	100.00
วิธีผลิต 1. เตรียมเนื้อสัตว์และมันหมู โดยบดผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm. 2. ทดแทนเนื้อหมูในสูตรด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ AA,A และ B ที่ปริมาณ 0,12,24,36 และ 48% 3. ผสมเนื้อกับเกลือแกง เกลือไนโตรทและฟอสเฟตในเครื่องผสมที่ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องผสมเป็นเวลา 5 นาทีเติมน้ำแข็ง เครื่องเทศ น้ำตาล อิริธรีเบท ควินผง trehalose และมันหมู ผสมจนเข้ากัน จากนั้นเติมแป้งคัสเปอร์แล้วผสมต่อจนเหนียวเข้ากัน (ใช้เวลาผสมทั้งสิ้นประมาณ 5 นาที) โดยควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายไม่ให้เกิน 12-15°C 4. อัดใส่พิมพ์เบอร์เกอร์เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 cm.หนา 1 cm. 5. นำที่อุณหภูมิ น้ำเดือด จนอุณหภูมิที่กึ่งกลางแผ่นเป็น 72°C ทำให้เย็นที่ 10°C 15 นาที 6. บรรจุสุญญากาศในถุง low density polyethylene 2 ชั้น เก็บที่อุณหภูมิ -18°C		

ผลการวิจัยและวิจารณ์

กระบวนการผลิต MDCM ในประเทศไทยมีดังต่อไปนี้

Process flow in production of MDM starting from the raw materials (Chicken)



1. ผลการสำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย

1.1 ผลการสำรวจโรงงานผลิต MDCM

1.1.1 ข้อมูลโรงงานผู้ผลิต(จำนวนโรงงานที่ผลิต MDCM ในประเทศไทย)

จากผลการสำรวจโดยคณะผู้วิจัยที่ท่านหนึ่งเป็นเจ้าหน้าที่จากกรมปศุสัตว์ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมโรงงานที่ผลิตไก่สดเพื่อจำหน่ายทั้งภายในและส่งออกโดยตรง พบว่ามีโรงงานที่ผลิตในระดับที่มีการส่งออกเนื้อไก่สด และติดตั้งเครื่องแยกเนื้อไก่รวมทั้งสิ้น 8 โรงงาน โดยโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กส่วนใหญ่จะไม่ผลิต MDCM ขณะที่โรงงานที่ไม่มีการผลิต MDCM นั้นคณะผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถามไปรวมทั้งสิ้น 6 โรงงาน และได้รับข้อมูลกลับคืนมารวม 3 โรงงาน โดยมีการจำแนกจำนวนและจังหวัดที่ตั้งของโรงงานที่ตอบแบบสอบถามในตารางที่ 8 โดยมีข้อมูลด้านทุนจดทะเบียนและจำนวนคนงานแสดงในตารางที่ 9 ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก 1

1.1.2 ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต

ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์และกำลังการผลิตเนื้อ MDCM มีดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่าในจำนวนโรงงานทั้ง 8 โรงงานมี 3 โรงงานที่มีฟาร์มเลี้ยงเอง ในขณะที่โรงงานที่เหลืออีก 5 โรงงาน มีฟาร์มเลี้ยงเองและรับซื้อจากผู้เลี้ยงรายย่อยร่วมด้วย ในส่วนของการฆ่าและคัดแต่งซากไก่นั้นพบว่ามีโรงงานถึง 7 โรงงานที่มีโรงฆ่าและคัดแต่งเป็นของตนเอง ส่วนอีกโรงงานหนึ่งนั้นรับซื้อซากไก่จากที่อื่นแล้วนำมาคัดแต่ง

ปริมาณไก่เป็นต้นที่นำมาฆ่าและชำแหละในโรงงานที่สำรวจอยู่ในช่วง 30,000-250,000 ตัว/วัน ซึ่งเทียบได้เป็นน้ำหนัก 60,000-500,000 kg/วัน และจากปริมาณที่กล่าวมาจะมีส่วนที่เป็นโครงไก่อยู่ในช่วง 11,400-115,000 kg/วัน ซึ่งนับเป็นปริมาณค่อนข้างสูงและปริมาณโครงไก่เทียบกับน้ำหนักไก่ทั้งตัว แล้วจะอยู่ที่ประมาณ 20% ดังนั้นจากซากไก่ทั้ง 8 โรงงานที่ผลิตได้เป็น 2,460,200 kg/วัน จะมีปริมาณโครงไก่ที่จะนำไปแปรรูปเป็น MDCM ได้ประมาณ 492,000 kg/วัน

ในส่วนของเครื่องแยกกระดูกจากเนื้อนั้นจะติดตั้งอยู่ในจำนวนโรงงานละตั้งแต่ 1-3 เครื่อง เครื่องที่ใช้ส่วนใหญ่คือเครื่อง POSS – MEYN ซึ่งมีกำลังผลิตอยู่ระหว่าง 10,000-30,000 kg/วัน ที่เหลือเป็นเครื่อง BEEHIVE, SIMO และมายด์ เอเซียมีกำลังผลิตอยู่ระหว่าง 8,000 ถึง 20,000 kg/วัน

ตารางที่ 8 จังหวัดที่ตั้งของโรงงานผลิตเนื้อไก่ที่ตอบแบบสอบถามจำนวน 11 โรงงาน

จังหวัด	จำนวนโรงงาน
กรุงเทพฯ	2
ปทุมธานี	1
นครปฐม	1
สมุทรปราการ	2
สมุทรสาคร	1
ชลบุรี	2
สระบุรี	1
ลพบุรี	1

ตารางที่ 9 ข้อมูลด้านทุนจดทะเบียนและจำนวนคนงานของโรงงานผลิตเนื้อไก่ที่ตอบแบบสอบถาม

ลำดับที่	ทุนจดทะเบียน (บาท)	คนงาน (คน)
1	600,000,000	6,000
2	-	120
3	1,570,000,000	4,000
4	20,000,000	525
5		3,300
6		4,500
7		
8	100,000,000	900
9		5
10		
11		

ตารางที่ 10 ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต

ลำดับที่	แหล่งวัตถุดิบ			การขาดและตัดแต่ง			ปริมาณ		ปริมาณโครง	ข้อมูลเครื่องแยก			
	มีฟาร์ม เลี้ยงเอง	รับซื้อจากผู้ เลี้ยงรายย่อย	ทั้ง 2 แบบ	มีโรงฆ่า และตัดแต่ง	รับซื้อ	ทั้ง 2 แบบ	ตัว/วัน	กก./วัน		2.5.1			
1			✓	✓			250,000	-	115,000	1 (MEYN) 20,000 กก./วัน			
2	✓			✓			68,000	129,200	18,000	1 (-) -			
3			✓	✓			110,000	220,000	47,300	1 (POSS) 30,000-35,000 กก./วัน			
4	✓			✓			30,000 - 35,000	60,000 - 70,000	11,400 - 13,300	1 (มายด์ เอเรีย) 8,000 กก./วัน			
5			✓	✓			110,000	220,000	46,000	2 (BEEHIVE) 8,000 กก./วัน	(POSS) 12,000 กก./วัน		
6			✓	✓			163,000	326,000	-	1 (POSS) 1,500 กก./ชม.			
7			✓		✓		-			1 (POSS-MEYN) 6,400 กก./8 ชม.			
8	✓			✓			250,000	500,000	105,460	3 (POSS) 32,000 กก./วัน	(SIMO) 20,000 กก./วัน	(BEEHIVE) 10,000 กก./วัน	

1.1.3 ข้อมูล MDCM

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเนื้อ MDCM เองมีดังแสดงในตารางที่ 11 ซึ่งอาจสรุปได้ดังต่อไปนี้

- ปริมาณ MDCM ที่ผลิตโดยเฉลี่ย ตั้งแต่ 5,000-15,000 kg/วัน (มี 1 โรงงานไม่ให้ข้อมูล) ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 7,000-9,000 kg/วัน มีเพียง 2 โรงที่ผลิตได้ 13,000-15,000 kg/วัน
- ในการผลิต MDCM นั้น มีโรงงานที่มีการแยกกลุ่มชิ้นส่วนโครงไก่เพื่อให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพต่าง ๆ กัน 3 โรง ได้แก่ แยกหนังออกจากคอ แยกกระดูกอ่อนออก แยกมันทำไขออก และดึงไขมันช่องท้องออก อีก 5 โรงจะไม่มีแยก
- การเก็บ MDCM ที่ผลิตได้ จะเก็บในถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บที่อุณหภูมิ 4°C (มี 3 โรง) เป็นเวลา 8 ชม.-3 วัน หรือเก็บในถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บที่ -18°C (มี 4 โรง) เป็นเวลา 1 เดือน – 1 ปี หรือตามคำสั่งซื้อ หรือทำทั้งสองอย่าง (มี 3 โรง) นอกนั้น (4 โรง) จะบดและใช้ภายในวันนั้น
- โรงงานผู้ผลิตมีการควบคุมคุณภาพ MDCM โดยการตรวจคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1.3.1 ด้านกายภาพ (ได้ข้อมูล 5 โรงงาน) มีการตรวจ

- เศษโลหะ (1 โรง)
- วัตถุอันตราย (2 โรง)
- ดุสิต (4 โรง)
- คมกลืน (4 โรง)
- ไม่มีกระดูกชิ้นใหญ่ปน (1 โรง)
- เนื้อสัมผัส (2 โรง)

แต่ละโรงงานจะตรวจสูงสุดเพียงแค่ 4 รายการ บางโรงงานตรวจเพียง 2 รายการ

1.1.3.2 ด้านเคมี (ได้ข้อมูล 4 โรงงาน) มีการตรวจ

- ปริมาณโปรตีน (4 โรง)
- ไขมัน (4 โรง)
- ความชื้น (4 โรง)
- % กระดูก (1 โรง)
- ปริมาณเถ้า (1 โรง)

โดยอาจใช้วิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกันบ้าง

1.1.3.3 ด้านจุลินทรีย์ (ได้ข้อมูล 4 โรงงาน) มีการตรวจ

- *Salmonella* (4 โรง)
- TPC หรือ TVC (2 โรง)
- *Staph. aureus* (3 โรง)
- Faecal Streptococcus (2 โรง)
- *E. coli* (3 โรง)
- Coliform (2 โรง)

1.1.4 ข้อมูลการใช้ MDCM

MDCM ที่ผลิตได้มีการกระจายเพื่อใช้ประโยชน์ตามตารางที่ 12 โดยมีการผลิตเพื่อจำหน่ายให้โรงงานแปรรูปไส้กรอกภายในประเทศ 5 โรงงาน ผลิตเพื่อใช้เองภายในโรงงานจำนวน 6 โรงงาน ซึ่งในจำนวน 8 โรงงาน ที่ได้ข้อมูลมานั้นมี 2 โรงงานที่ส่ง MDCM ออกจำหน่ายยังมาเลเซีย แอฟริกาใต้ และเกาหลี

สำหรับปริมาณ MDCM ที่มีการกระจายตามที่กล่าวมาแล้วนั้น ปริมาณที่ผลิตเพื่อใช้เองภายในโรงงานมีตั้งแต่ 5,500-15,000 kg/วัน ส่วนปริมาณที่ผลิตเพื่อจำหน่ายให้โรงงานไส้กรอกในประเทศผลิตตั้งแต่วันละ 200-500 – 16,000 kg/วัน สำหรับปริมาณที่ส่งออกไปยังต่างประเทศอยู่ระหว่าง 24,000-48,000 kg/เดือน

สำหรับประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ MDCM ในประเทศไทยนั้นได้แก่ไส้กรอกอิมัลชัน ชนิดต่าง ๆ หมูยอ ไก่ยอ ลูกชิ้น กุนเชียง ไส้กรอกรมควันและไม่รมควัน แฮมเบอร์เกอร์ นกเกด และอาหารสุนัข/แมว ฯลฯ โดยในบรรดาผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมานี้จะมีการใช้ในไส้กรอกอิมัลชัน ลูกชิ้น และกุนเชียงในปริมาณสูงสุด

ส่วนกระดูกที่เหลือจากการแยกเนื้อ มีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสุนัข แมว และสัตว์น้ำ

1.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของ MDCM

1.2.1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และน้ำ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณของเนื้อไก่ MDCM ที่เก็บมาวิเคราะห์ในช่วง 3 เดือน (ตารางที่ 13) แสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง MDCM ที่เก็บได้จากโรงงานทั้งแปดแห่งมีความแปรผันค่อนข้างมาก โดยมีค่าต่ำสุดเป็น 7.30% และค่าสูงสุดเป็น 10.76% เมื่อพิจารณาเป็นรายโรงงานนั้นพบว่า มีเพียงโรงงานเดียวที่ผลต่างระหว่างค่าสูงสุด (10.52%) กับค่าต่ำสุด (7.30%) สูงถึง 3.22% ในส่วนของปริมาณไขมันนั้นก็พบว่ามีค่าตัวเลขมีความแปรผันค่อนข้างมาก โดยที่ผลต่างของค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดอยู่ในช่วง 2.75-4.10% ซึ่งพบเป็นจำนวน 3 โรงงาน และโรงงานหนึ่งใน

ตารางที่ 12 ข้อมูลการใช้ MDCM

ลำดับที่	4.1 ใช้ประโยชน์								4.2 ใช้ตามข้อ 4.1								4.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ MDCM ในประเทศไทย													4.4 การใช้กระดูกที่เหลือ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4
1		/		เขาสัตว์น้ำ						16,000		24,000					/		/	/	/								/	/			
2	/	/						13,010									/			/	/						/			/			
3	/	/						5,000		200-500							/												/	/			
4	/							8,750									/																
5	/	/						9,000									/	/	/	/	/				/	/	/			/			
6	/			หมอนไม้						5,000		48,000/เดือน							/	/	/				/	/	/			/			
7	/							15000 -																				/	ไม้กระดาน				
								17,000																									
								(22 กก.)																									
8	/																/	/	/	/	/								/	/			

ตัวเลข 4.1.1-4.1.8 มีรายละเอียดถึงในภาคผนวก 1

4.2.1-4.2.8

4.3.1-4.3.13

4.4.1-4.4.4

ตารางที่ 13 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของเนื้อ MDCM

ลำดับที่	โปรตีน(%)			ไขมัน(%)			ความชื้น(%)			เถ้า(%)		
	(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
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
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
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
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
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
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
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

จำนวนนี้เป็นแห่งเดียวกับที่มีค่าผลต่างของปริมาณโปรตีนสูงที่สุดด้วย ปริมาณความชื้นของตัวอย่าง MDCM ที่เก็บจากโรงงานทั้งหมดมีค่าตั้งแต่ 63.52-72.61% โดยมีเพียง 2 โรงที่ผลิตตัวอย่างในช่วงเวลา 3 เดือน แล้วมีความแตกต่างของปริมาณความชื้นมากกว่า 3% ซึ่งทั้ง 2 โรงนี้มีใช้โรงงานที่ผลิต MDCM ซึ่งมีความแปรผันของปริมาณโปรตีนและไขมันสูง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ปริมาณเถ้า พบว่าเป็นองค์ประกอบซึ่งมีความแปรผันสูงมากเช่นเดียวกัน โดยพบว่าตัวอย่างจากโรงงานที่มีผลต่างของค่าสูงสุดและต่ำสุด(ในช่วง 3 เดือน) สูงถึง 1.66% ซึ่งตัวเลขนี้สูงถึง 1.75 เท่าของค่าต่ำสุด

1.2.2 ปริมาณแคลเซียมและขึ้นกระดูก

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีอื่น ๆ (ตารางที่ 14) ซึ่งให้เห็นว่าไม่สามารถตรวจนับจำนวนขึ้นกระดูกได้ในตัวอย่าง MDCM จากทั้งแปดโรงงาน และในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม นั้น พบว่าค่าต่ำสุดเป็น 0.09% และค่าสูงสุดเป็น 0.78% และผลต่างของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดจาก 3 โรงงาน (อยู่ในช่วง 0.47, 0.69 และ 0.85% ตามลำดับ) เป็นค่าที่กว้างที่สุดและสอดคล้องกับผลต่างของค่าดังกล่าวสำหรับปริมาณเถ้าของตัวอย่าง MDCM ที่เก็บได้จากโรงงานทั้งสามนั้น

ตารางที่ 14 จำนวนเงินกระดุก แคลเซียม รังควัตถุทั้งหมด และค่า TBA ของเนื้อ MDCM

ลำดับที่	จำนวนเงินกระดุก	แคลเซียม(%)			รังควัตถุทั้งหมด (ppm)			ค่า TBA (mg/kg)		
		(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range	range
1	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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	- น้ำไม่ได้ -	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

1.2.3 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด (myoglobin และ hemoglobin) และปริมาณ TBA

ในส่วนของการตรวจวัดปริมาณรงควัตถุทั้งหมด (total pigment) พบว่าค่าต่ำสุดเป็น 251.24 และค่าสูงสุดเป็น 355.40 ส่วนในด้านส่วน ซึ่งก็นับว่ามีความแปรผันค่อนข้างมากสำหรับตัวอย่างที่เก็บได้จากโรงงานทุก ๆ โรง อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่าผลต่างของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดสำหรับตัวอย่าง MDCM ที่เก็บได้จากแต่ละโรงงานในช่วง 3 เดือน อยู่ในช่วง 33.74-67.00 ส่วนในด้านส่วน ซึ่งตัวอย่างที่เก็บได้จากโรงงานถึง 4 โรง มีค่าผลต่างดังกล่าวนี้ในช่วง 50.14-56.80 ส่วนในด้านส่วน และในส่วนของการตรวจวัดปริมาณ TBA นั้นก็มีความแปรผันสูงมากเช่นเดียวกัน โดยที่ค่าต่ำสุดเป็น 0.159 และค่าสูงที่สุดเป็น 6.837 mg/kg (ต่างกันถึง 43 เท่า) และมีตัวอย่างจากโรงงานถึง 4 โรงที่วิเคราะห์ค่า TBA ตลอดช่วง 3 เดือนแล้วพบว่าผลต่างของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดอยู่ในช่วงที่สูงถึง 3.849-5.847 mg/kg (ตารางที่ 14)

1.2.4 ปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนที่เป็นพิษ

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ชนิดของโลหะหนักปนเปื้อนที่เป็นพิษที่ตรวจพบในเนื้อไก่ที่ผลิตจำหน่ายในประเทศไทยมีเพียง 2 ชนิด คือ ตะกั่วและแคดเมียม ดังนั้นงานวิจัยนี้ในขั้นตอนจึงวิเคราะห์เพียงโลหะทั้ง 2 นี้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักใน MDCM แสดงในตารางที่ 15 อย่างไรก็ตามต่อมาคณะผู้วิจัยได้รับข้อมูลเพิ่มเติมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของเนื้อสัตว์ปีกในประเทศไทยว่าอาหารสัตว์ที่ใช้ภายในประเทศ อาจมีการปนเปื้อนจากสารหนู และทองแดง (arsenic และ copper) จึงได้ส่งตัวอย่าง MDCM ทั้ง 24 ตัวอย่างจากโรงงานทั้ง 8 ไปวิเคราะห์ปริมาณสารหนู และทองแดงอีกด้วย ผลวิเคราะห์มีดังแสดงในตารางที่ 16

จากการตรวจวิเคราะห์พบว่า มีปริมาณตะกั่วในช่วงตั้งแต่ 0-0.328 mg/kg ในขณะที่แคดเมียมอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-0.014 mg/kg โดยพบว่าโรงงานส่วนใหญ่มีปริมาณการปนเปื้อนของโลหะทั้งสองชนิดนี้อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ และความแปรผันของปริมาณที่ปนเปื้อนในระยะ 3 เดือน ค่อนข้างน้อย จะมีเพียง 1 โรงงานเท่านั้นที่มีความแปรผันของปริมาณตะกั่วค่อนข้างมาก คือในช่วง 0.009-0.328 mg/kg

ผลการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับปริมาณที่เสนอโดย Codex ซึ่งเป็นองค์การกำหนดมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศระบุปริมาณตะกั่วค่า maximum level ที่ยอมให้มีปนเปื้อนได้ในเนื้อไก่จะเป็น 0.05 mg/kg ขณะที่ Theoretical Maximum Daily Intake เป็น 7.5 ไมโครกรัม/วัน และแคดเมียมค่า maximum level ที่ยอมให้มีได้เป็น 0.05 mg/kg ซึ่งจากปริมาณที่กล่าวมานี้เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่ตรวจพบใน MDCM ที่ผลิตในประเทศจะพบว่าไม่ถึง 4 โรงงานที่ปริมาณเนื้อที่ผลิตมีตะกั่วสูงกว่าเกณฑ์ที่ proposed โดย Codex ส่วนแคดเมียมไม่มีเนื่องจากโรงงานใดมีการปนเปื้อนสูงเกินค่าใน proposed draft

ตารางที่ 15 ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ตรวจพบในตัวอย่าง MDCM

ลำดับที่	ตะกั่ว (mg/kg)				แคดเมียม (mg/kg)			
	(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

ปริมาณสารหนูและทองแดงมีดังแสดงในตารางที่ 16 พบว่ามีปริมาณสารหนูในช่วงตั้งแต่ “ไม่พบ” ถึง 0.199 mg/kg และทองแดงในช่วงตั้งแต่ 0.322-3.464 mg/kg ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 590-2528 ที่กำหนดไว้ว่าปริมาณสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับสารหนูเป็น 2 mg/kg และทองแดงเป็น 20 mg/kg จะเห็นว่าเนื้อ MDCM ทุกตัวอย่างมีปริมาณสารปนเปื้อนทั้ง 2 ชนิดไม่เกินเกณฑ์กำหนด

ตารางที่ 16 ปริมาณทองแดงและสารหนูที่ตรวจพบในตัวอย่าง MDCM

ตัวอย่าง MDCM	ทองแดง (mg/kg)				สารหนู (mg/kg)			
	(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	Range
1	3.464	0.934	0.563	0.563 – 3.464	0.044	0.066	0.040	0.040 – 0.066
2	0.742	0.880	1.172	0.742 – 1.172	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

1.2.5 สารฆ่าแมลงตกค้าง

ปริมาณและชนิดสารตกค้างฆ่าแมลงมีแสดงดังตารางที่ 17 กลุ่มของสารตกค้างฆ่าแมลงที่วิเคราะห์มี Ald + Dield, Hep+Hept epox, total DDT, Endrin, total Chlordane, A-BHC, B-BHC, Lindane และ HCB พบว่าชนิดของสารตกค้างฆ่าแมลงมีเพียง 3 กลุ่มคือ กลุ่มของ DDT, Endrin และ Chlordane ซึ่งแต่ละกลุ่มมีค่า extraneous residue limit (ERL เป็น 1ppm 0.05 ppm และ 0.05 ppm ตามลำดับ) โดยปริมาณที่ตรวจพบในเนื้อ MDCM สำหรับสารแต่ละกลุ่มไม่เกินค่า ERL

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์สารตกค้างยาฆ่าแมลง ในตัวอย่าง MDCM

ลำดับที่	Alkyl-Dield			Hept-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	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0-0.04	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	0-0.01	ND	ND	ND	0.01	0-0.01	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
3	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0.02	0.02	ND	ND	0	ND	ND	0.02	0-0.02	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0
4	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	0.01	0.01	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	0.01	0.01	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	0.01	0.01	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
8	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

ERL = Extraneous residue limit

ND = ตรวจไม่พบ

- = ไม่ได้ทำการวิเคราะห์เพราะตัวอย่างมีความชื้นสูง

1.2.6 ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้าง

ผลการวิเคราะห์สารปฏิชีวนะตกค้างมีแสดงในตารางที่ 18 ชนิดของสารปฏิชีวนะที่ตรวจได้แก่สารในกลุ่ม tetracyclin และ sulfadimethoxine ซึ่งในการตรวจได้ใช้ test kit ซึ่งผลิตโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดย test kit สามารถตรวจวิเคราะห์ปริมาณ tetracyclin ตั้งแต่ 0-3.2 mg/kg และ sulfadimethoxine ในปริมาณ 0-4.0 mg/kg

จากผลการทดสอบพบว่าไม่มีตัวอย่างใดที่มีสารปฏิชีวนะปนเปื้อนหรือตกค้างอยู่ โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม

ตารางที่ 18 ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้างในตัวอย่าง MDCM

โรงงานลำดับที่	Tetracyclin	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

1.2.7 ปริมาณจุลินทรีย์

ปริมาณจุลินทรีย์ของไก่สดแช่แข็งตามเกณฑ์ที่ มอก. ได้กำหนดไว้ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดในแต่ละตัวอย่างต้องไม่เกิน 1×10^7 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30°C และ *Salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

จากการวิเคราะห์ (ตารางที่ 19) พบว่าตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ขึ้นที่อุณหภูมิ 37°C อยู่ระหว่าง 1.1×10^6 - 4.0×10^7 เซลล์ต่อกรัมของ MDCM โดยตัวอย่างทั้งหมดที่มาจากทั้ง 8 โรงงาน มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน และมีปริมาณ *E.coli* อยู่ในช่วง 5×10^3 - 11.2×10^5 เซลล์ต่อกรัมของ MDCM (MPN/g) ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในระดับ 10^4 เซลล์ต่อกรัม และมี 5 ตัวอย่างจาก 4 โรงงานที่พบว่ามีปริมาณอยู่ในระดับ 10^5 เซลล์ต่อกรัม และมี 1 ตัวอย่างมีปริมาณ *E.coli* อยู่ในระดับ 10^6 เซลล์ต่อกรัม

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ในตัวอย่าง MDCM

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

สรุป

- ตัวอย่างทั้งหมดพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $1.1 \times 10^6 - 4.0 \times 10^7$ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- พบว่ามี Salmonella อยู่ในทุกตัว โดยพบอยู่ในระหว่าง $4.7 \times 10^4 - 1.4 \times 10^6$ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- พบว่า E. coli ในทุกตัวอย่างมีอยู่ระหว่าง $5.0 \times 10^3 - 1.12 \times 10^6$ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- ตรวจไม่พบ Pseudomonas (P.aeruginosa) ในทุกตัวอย่าง

ปริมาณ *Salmonella* ในตัวอย่าง MDCM อยู่ในระหว่าง $4.7 \times 10^4 - 1.4 \times 10^6$ เซลล์/กรัม โดยส่วนใหญ่จะมีปริมาณอยู่ในระดับ 10^5 เซลล์/กรัม และพบว่า 4 ตัวอย่างจาก 4 โรงงานมีปริมาณเซลล์อยู่ในระดับ 10^6 เซลล์/กรัม

ส่วน *Pseudomonas* (โดยเฉพาะ *P. aeruginosa*) ตรวจไม่พบในตัวอย่างทุกตัวอย่าง

1.2.8 สารพิษจากจุลินทรีย์

จากการที่มาตรฐานเนื้อไก่สดแช่แข็งของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 590-2528) มีการกำหนดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างไก่สดไว้ว่า ต้องมีไม่เกิน 300 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาและมีข้อสรุปว่าเชืวดังกล่าวนี้น่าจะสามารถผลิตสารพิษซึ่งทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ และเป็นสารพิษซึ่งเสถียรต่อความร้อน จึงเห็นสมควรที่จะทดสอบเนื้อ MDCM ว่ามีสารพิษดังกล่าวปนเปื้อนในเนื้อไก่หรือไม่ มากกว่าที่จะวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เอง จึงได้วิเคราะห์การปนเปื้อนของสารดังกล่าวด้วย

ผลการวิเคราะห์ *Staphylococcus toxin* มีดังแสดงในตารางที่ 20 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในทุกตัวอย่างตรวจไม่พบการปนเปื้อนจากสารพิษดังกล่าวนี้

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ *Staphylococcus toxin* ของตัวอย่าง MDCM โดยใช้ test kit ของบริษัท Oxoid จำกัด

ตัวอย่าง MDCM	ปริมาณ <i>Staphylococcus toxin</i>
1	Negative
2	Negative
3	Negative
4	Negative
5	Negative
6	Negative
7	Negative
8	Negative

2. ผลการสำรวจปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.1 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและการแปรปริมาณ MDCM

องค์ประกอบและสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่แทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM 0-100% มีดังแสดงในตารางที่ 21 รูปที่ 7-13 และภาคผนวก 7 ตารางที่ 7.1 และ 7.2 ในส่วนขององค์ประกอบโดยประมาณนั้นจะเห็นว่าเมื่อปริมาณ MDCM สูงขึ้น โปรตีนในผลิตภัณฑ์ลดลงและไขมันเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้เพราะเนื้อ MDCM เองมีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงกว่า และโปรตีนต่ำกว่าในเนื้อหมู ส่วนปริมาณเด้านั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มไม่ชัดเจน ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากปริมาณฟอสฟอรัสที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน (รูปที่ 8)

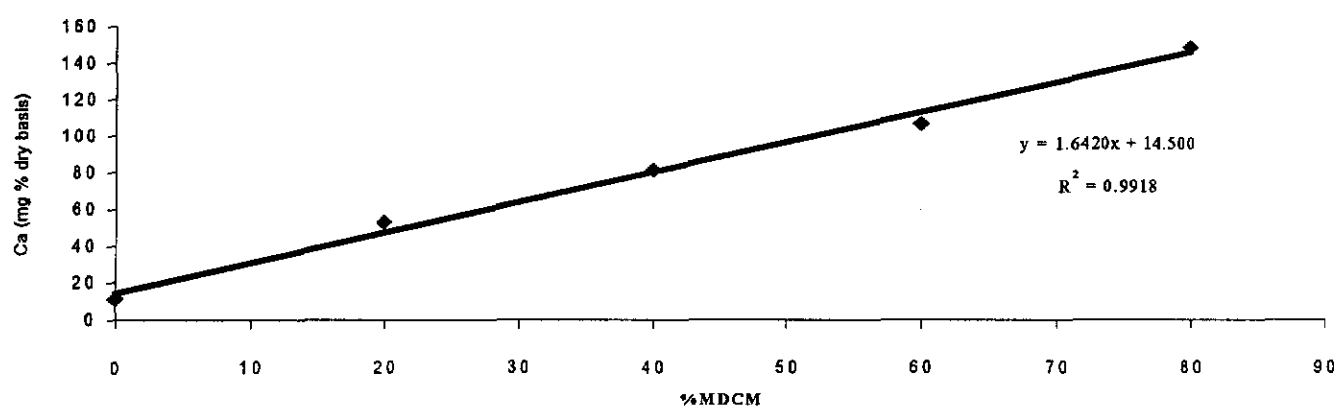
ในส่วนของค่าสี (รูปที่ 11-13) นั้นเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มมากขึ้น ค่าความสว่างลดลงขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ผลดังกล่าวนี้เกิดเนื่องจากเนื้อ MDCM มี Hemoglobin pigment จากเลือดเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก เนื้อจึงมีสีแดงเข้ม และเมื่อผสมรวมกับเนื้อหมูในไส้กรอกและทำปฏิกิริยากับ nitrite ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีค่าความสว่างลดลงและสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

เมื่อปริมาณ MDCM ในไส้กรอกเพิ่มขึ้น แคลเซียมมีปริมาณสูงขึ้น (รูปที่ 7) และอัตราการเพิ่มของแคลเซียม plot ได้เป็นเส้นตรงกับปริมาณ MDCM ที่เพิ่มสูงขึ้น

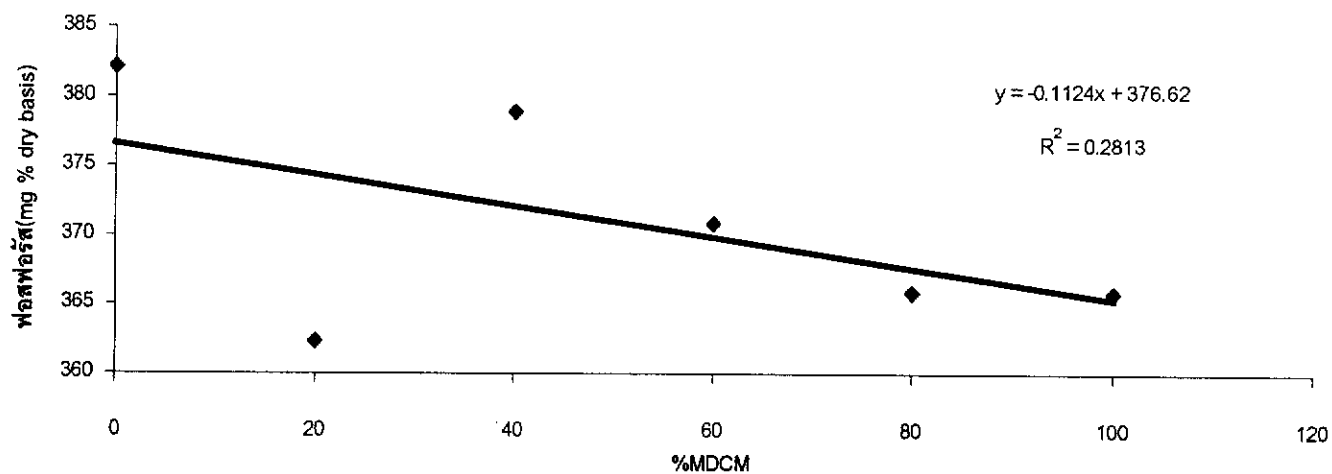
ตารางที่ 21 องค์ประกอบโดยประมาณของไส้กรอกกรรมควันต้นแบบที่แทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM 0-100%

ปริมาณ MDCM (%)	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		เด้า (%)	
		wet	dry	wet	dry	wet	dry
0	37.24	23.25	37.05	35.81	57.06	3.69	5.88
20	33.2	21.98	32.9	40.89	61.21	3.92	5.87
40	33.59	19.34	29.12	43.33	65.24	3.78	5.69
60	32.19	17.48	25.78	46.77	68.97	3.57	5.26
80	31.06	16.21	23.52	49.00	71.07	3.74	5.42
100	30.25	14.01	20.09	52.10	74.7	3.68	5.28

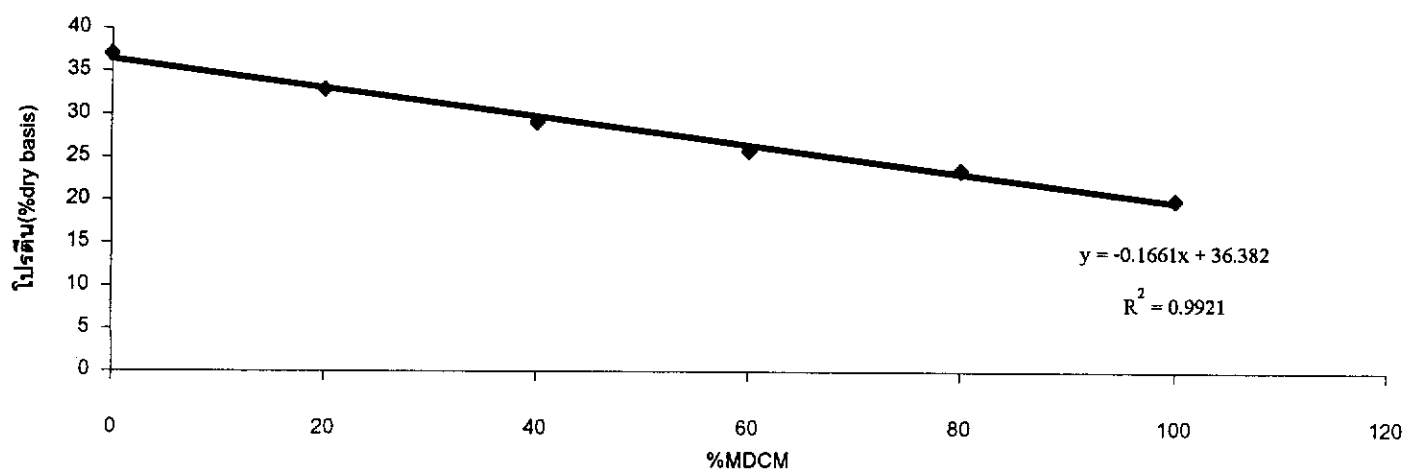
จากรูปแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส ค่าความสว่างของสีและค่าสีแดงพบว่า แคลเซียมและค่าสีแดง (a^*) ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.9918$ และ 0.9917 ตามลำดับน่าจะเป็นดัชนีที่ดีสำหรับการบ่งชี้ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์จึงเลือกทั้ง 2 parameters นี้ไว้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบต่อไป



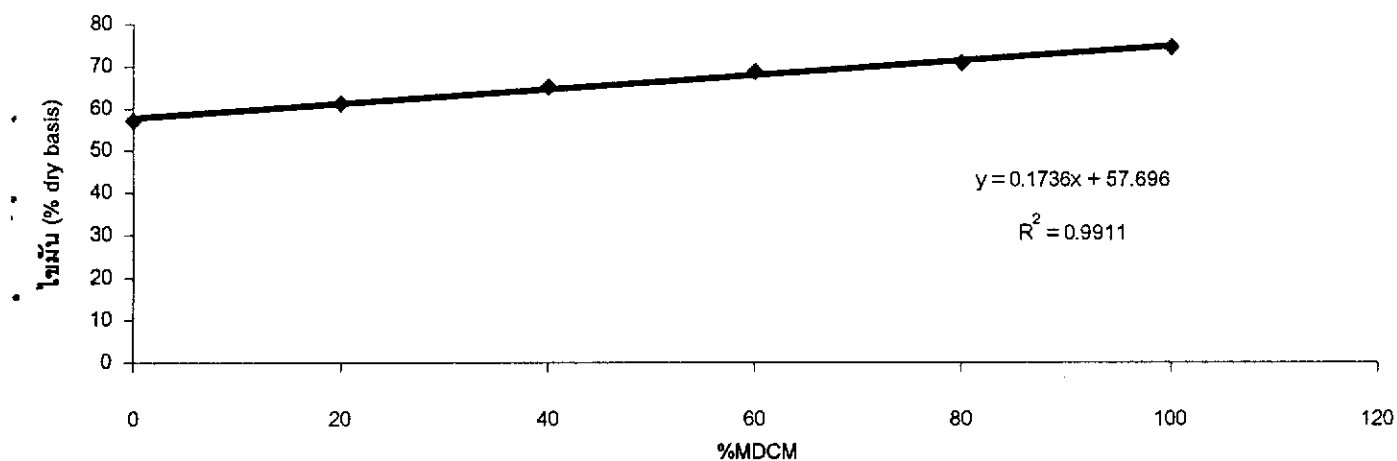
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมกับ % MDCM



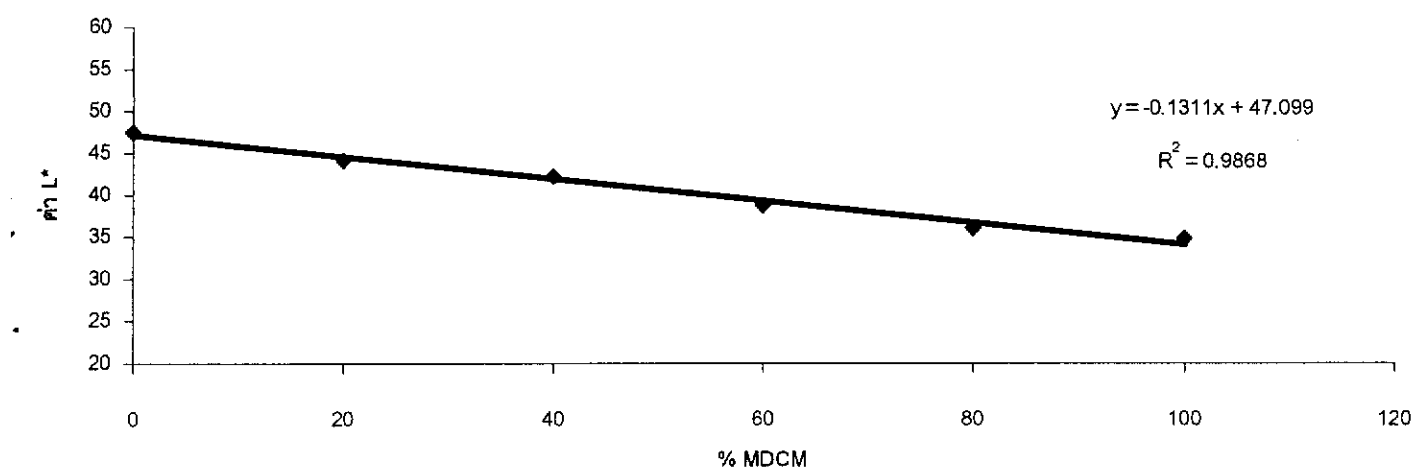
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสกับ %MDCM



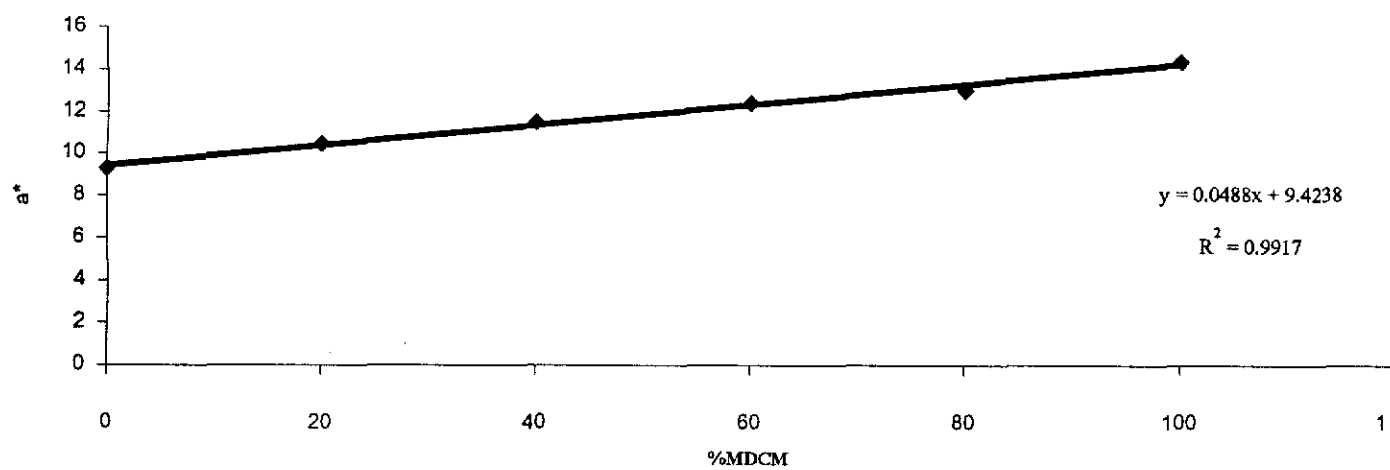
รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับ %MDCM



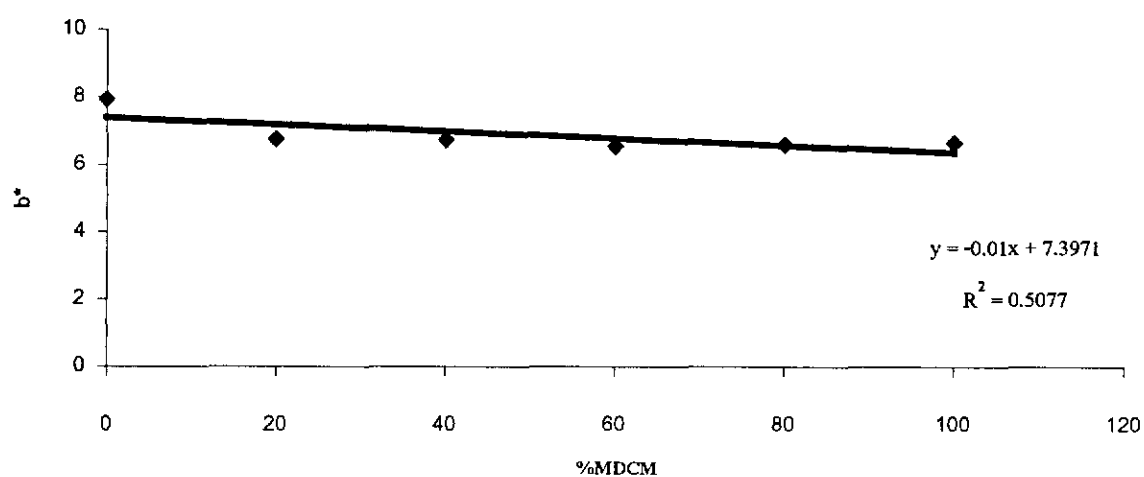
รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันกับ %MDCM



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า L* กับ % MDCM



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a^* กับ %MDCM



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า b^* กับ %MDCM

2.2 การสำรวจและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพ

ผลการวิเคราะห์สมบัติของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผลิตทางการค้าและ

จำหน่ายในตลาดภายในประเทศมีดังแสดงในตารางที่ 22-30 พบว่าในส่วนขององค์ประกอบโดยประมานนั้น (ตารางที่ 22-24) ปริมาณโปรตีนและไขมันที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์แบบสากลชั้นคุณภาพ B มีตั้งแต่ 19.00-29.31% และ 60.70-71.84% น้ำหนักแห้งตามลำดับซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ A พบว่ามีโปรตีนต่ำกว่า (25.44-33.49% น้ำหนักแห้ง) และไขมันสูงกว่า (61.89-66.90% น้ำหนักแห้ง) ผลดังกล่าวนี้เป็นไปตามความคาดหมายเพราะผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ MDCM นั้นส่วนใหญ่ปริมาณโปรตีนจะต่ำและไขมันสูงตามองค์ประกอบของเนื้อ MDCM เอง

ผลิตภัณฑ์ทั้งแบบสากลได้แก่ ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ และ bologna กับผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน ไม่ว่าจะเป็นชั้นคุณภาพ A หรือ B รวมทั้งเนื้อแฮมเบอร์เกอร์ หมูและไก่ ไม่มีการเจือปนของสาร บอแรกซ์ (borax) (ตารางที่ 25-27) ขณะที่ในไส้กรอกชั้นคุณภาพ B มีสารกันบูด sodium benzoate ตั้งแต่ 97.81 ถึง 990.76 mg% น้ำหนักแห้งและไส้กรอกและ burger ชั้นคุณภาพ A มีตั้งแต่ 47.45-930.5 mg% น้ำหนักแห้ง ขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านจากตลาดสดมีเจือปนอยู่ตั้งแต่ 95.13-587.3 mg% น้ำหนักแห้ง และจาก supermarket มี 47.15-357.34 mg% น้ำหนักแห้ง ซึ่งจากการตรวจพบทำให้ทราบได้ว่าอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ภายในประเทศทั้งแบบสากลและแบบพื้นบ้านต่างใช้สารกันบูดด้วยกันทั้งนั้น และผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B นั้นมีปริมาณสารกันบูดสูงเกินเกณฑ์ที่ยอมให้ใช้ได้ ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ตารางที่ 22 องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดใน
จังหวัดนครราชสีมา

ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		เถ้า (%)	
		wet	dry	wet	dry	wet	dry
ไส้กรอกไข่น้ำศรี ไทย	59.47	11.20	27.63	24.60	60.70	4.23	10.44
ไส้กรอกแหลม ทอง	57.30	8.14	19.00	30.30	70.98	2.89	6.71
ไส้กรอกสหฟาร์ม	60.30	9.04	22.77	24.90	62.72	3.02	7.63
ไส้กรอก BKP	58.70	10.22	24.75	27.76	67.22	2.70	6.54
โบโลน่า DB	58.90	11.80	28.71	26.61	64.74	1.93	4.70
หมูยอปิ้งหิ่เชียง	60.27	10.40	26.18	24.75	64.81	2.19	5.51
ไก่ยอ 7 คาว	58.07	9.33	22.25	27.62	65.87	2.83	6.75
กุนเชียงปิ้งหิ่เชียง	28.70	19.08	26.76	46.50	65.22	4.30	6.03
ส.กุนเชียง	32.30	15.95	23.56	46.32	68.42	4.61	6.82
ไส้กรอกอีสาน 3 ไทย	59.22	11.55	28.32	26.90	65.96	2.10	5.15

ตารางที่ 23 องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดใน
กรุงเทพมหานคร

ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		เถ้า (%)	
		wet	dry	wet	dry	wet	dry
ไส้กรอกกรมควินวิลทอง ศรีไทย	58.30	11.08	26.57	28.85	69.18	2.22	5.32
ไส้กรอกไก่ตราหัวไก่ ศรีไทย	61.59	10.77	28.04	25.41	66.15	2.54	6.61
ไส้กรอกค็อกเทล ตรา JJ FOOD	57.66	11.14	26.31	28.72	67.83	2.58	6.09
ไส้กรอกตราไก่แม่ครัว CP	60.62	10.89	27.45	25.62	65.05	2.61	6.62
ไส้กรอกไก่สหฟาร์ม	59.46	10.16	25.06	26.95	66.47	2.81	6.93
ไส้กรอกค็อกเทล CP	56.70	12.69	29.31	28.85	66.63	2.44	5.60
ไส้กรอกวานิลลา	59.30	9.56	23.48	29.24	71.84	2.37	5.84
โบโลน่าหมู ศรีไทย	64.98	7.99	22.81	23.29	66.50	2.19	6.25
โบโลน่า (เล็ก) บีฟูด	64.46	9.30	26.16	22.87	64.35	2.91	8.20
ลูกชิ้นทอดมันไก่ ส.ว.	63.63	10.04	27.60	23.80	65.44	2.69	7.40
แฮมดอนเมือง(แม่สังเวียน)	66.96	20.33	61.56	9.00	27.24	3.54	10.71

ตารางที่ 24 องค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ต
ในกรุงเทพมหานคร

ชื่อตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		เถ้า (%)	
		wet	dry	wet	dry	wet	dry
ไส้กรอกเฟรนช์เฟอ์เตอร์ หมู ตราบีลัคกี้	60.52	12.61	31.94	25.45	64.48	2.61	6.61
ไส้กรอกค็อกเทลหมู (สูตรพิเศษ) BKP	53.12	13.62	29.05	30.64	65.36	2.74	5.84
ไส้กรอกหมูรมควัน Bangkok Meat Processing	54.56	11.56	25.44	30.40	66.90	2.78	6.12
Premium Pork Sausage ตราบีลัคกี้	59.73	12.02	29.85	25.36	62.97	2.82	7.00
ไส้กรอกหอมมะลิ (ผักกะเพรา)	59.77	12.50	31.07	24.90	61.89	2.37	5.89
ไส้กรอกค็อกเทลไก่ BKP	79.76	13.48	33.49	25.44	63.22	2.28	5.67
โบโลน่าหมู บางกอกแฮม	65.90	10.32	30.26	21.31	62.49	2.61	7.65
เบอร์เกอร์หมู CP	59.96	13.37	33.39	25.53	63.76	1.91	4.77
เบอร์เกอร์ไก่ CP	60.08	12.55	31.44	25.43	63.70	1.62	4.06
หมูขยอป้ายัน	63.62	14.25	39.17	19.29	53.02	3.05	8.38
หมูขยอหมูดี ส. ขอนแก่น	57.16	11.99	27.99	28.08	65.55	2.76	6.44
แฮมหมูบ้านไผ่ ส. ขอนแก่น	64.21	20.51	57.31	10.30	28.78	3.65	10.19
ลูกชิ้นหมูโกกกันท์	61.28	12.65	32.69	23.81	61.50	2.25	5.80

ตารางที่ 25 ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต ปริมาณบอแรกซ์และค่าสี(Hunter scale:

$L^*a^*b^*$) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา

ชื่อตัวอย่าง	Sodium benzoate (mg%)		Borax (mg%)	L*	a*	b*
	wet	dry				
ไส้กรอกไข่น้ำศรีไทย	107.90	266.22	ND	63.21	19.30	13.45
ไส้กรอกแหลมทอง	66.90	156.67	ND	54.38	24.38	8.75
ไส้กรอกสหฟาร์ม	64.00	161.21	ND	54.41	21.35	14.09
ไส้กรอก BKP	91.69	222.03	ND	40.79	8.57	3.57
โบโลน่า DB	40.19	97.81	ND	51.87	23.15	6.80
หมูขยี้บึงห้วยเชียง	148.48	373.73	ND	42.50	6.68	4.23
ไก่ขยี้ 7 ดาว	221.29	527.78	ND	54.28	5.69	8.43
กุนเชียงบึงห้วยเชียง	417.60	585.69	ND	62.75	5.11	10.50
ส.กุนเชียง	64.03	95.13	ND	74.88	0.07	12.36
ไส้กรอกอีสาน 3 ไทย	100.80	247.18	ND	52.30	27.47	8.52

ND - ตรวจไม่พบ

ตารางที่ 26 ปริมาณโซเดียมเบนโซเอท ปริมาณบอแรกซ์และค่าสี(Hunter scale: L*a*b*) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในกรุงเทพมหานคร

ชื่อตัวอย่าง	Sodium benzoate (mg%)		Borax (mg%)	L*	a*	b*
	wet	dry				
ไส้กรอกรมควันวีลทอง ศรีไทย	66.30	158.99	ND	56.46	19.16	24.59
ไส้กรอกไก่ตราหัวไก่ ศรีไทย	46.99	122.36	ND	54.40	23.99	7.72
ไส้กรอกค็อกเทล ตรา JJ FOOD	423.30	990.76	ND	68.02	22.63	10.64
ไส้กรอกตราไก่แม่ครัว CP	41.70	105.89	ND	48.58	22.01	10.27
ไส้กรอกไก่สหฟาร์ม	64.30	158.61	ND	52.42	27.45	14.56
ไส้กรอกค็อกเทล CP	58.10	134.18	ND	58.32	19.73	13.56
ไส้กรอกวานิลลา	54.70	134.40	ND	66.17	18.46	12.57
โบลอน่าหมู ศรีไทย	161.30	460.59	ND	61.31	18.47	11.25
โบลอน่า (เล็ก) บีฟู้ด	73.00	205.40	ND	59.05	17.90	16.65
ลูกชิ้นทอดมันไก่ ส.ว.	213.60	587.30	ND	62.23	12.99	41.13
แฮมดอนเมือง (แฮมแม่สังเวียน)	120.32	364.17	ND	52.23	13.15	10.59

ND - ตรวจไม่พบ

ตารางที่ 27 ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต ปริมาณบอแรกซ์และค่าสี(Hunter scale: L*a*b*) ของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตในกรุงเทพมหานคร

ชื่อตัวอย่าง	Sodium benzoate (mg%)		Borax (mg%)	L*	a*	b*
	wet	dry				
ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ หมู ตราบีลัคกี้	64.40	163.12	ND	66.79	10.80	8.44
ไส้กรอกค็อกเทลหมู (สูตรพิเศษ) BKP	123.40	263.23	ND	60.35	18.67	11.50
ไส้กรอกหมูรมควัน Bangkok Meat Processing	53.70	118.18	ND	60.08	11.22	10.83
Premium Pork Sausage ตราบีลัคกี้	65.80	163.40	ND	60.18	7.46	7.39
ไส้กรอกหอมมะลิ (ผัดกะเพรา)	56.60	140.69	ND	66.62	4.56	15.56
ไส้กรอกค็อกเทลไก่ BKP	97.90	243.29	ND	64.43	10.19	15.21
โบโลน่าหมู บางกอกแฮม	317.30	930.50	ND	58.90	18.63	20.54
เบอร์เกอร์หมู CP	19.00	47.45	ND	56.72	4.62	9.84
เบอร์เกอร์ไก่ CP	19.20	48.10	ND	73.55	0.73	13.50
หมูยอป้ายน	130.00	357.34	ND	69.80	7.87	11.30
หมูยอหมูดี ส. ขอนแก่น	20.20	47.15	ND	68.36	4.28	11.40
แฮมหมูบ้านไผ่ ส. ขอนแก่น	100.30	280.25	ND	54.52	7.96	4.66
ลูกชิ้นหมูโกกกันท์	136.30	352.01	ND	67.95	3.96	9.63

ND - ตรวจไม่พบ

สำหรับค่าสีของผลิตภัณฑ์แบบสากล (ตารางที่ 25-27) พบว่าผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B มีค่าสีแดง (8.57-27.45) ซึ่งสูงกว่าสีแดงที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ A (0.73-18.67) ซึ่งเป็นไปตามความคาดหมายเช่นกัน

ปริมาณแคลเซียม (ตารางที่ 28-30) ในผลิตภัณฑ์แบบสากลชั้นคุณภาพ A ที่ตรวจพบมีช่วงตั้งแต่ 12.82-36.40 mg% น้ำหนักแห้ง ขณะที่ฟอสฟอรัสมีตั้งแต่ 523.74-785.66 mg% น้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่าเฉพาะปริมาณแคลเซียมเท่านั้นที่มีความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชั้นคุณภาพ โดยผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B มีแคลเซียมตั้งแต่ 48-198.16 mg% และฟอสฟอรัส 350.49-737.44 mg% น้ำหนักแห้ง ซึ่งผลดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นได้ชัดเจนว่าในผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B มี MDCM เป็นส่วนผสมอยู่อย่างแน่นอน ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์กำหนดปริมาณเนื้อ MDCM ได้เพราะในกระบวนการผลิตโดยผู้ผลิตรายต่าง ๆ นั้น จะมีการเติมสาร polyphosphates ในส่วนผสมในปริมาณต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 28 ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา

ชื่อตัวอย่าง	Calcium (mg%)		Phosphorus (mg%)	
	wet	dry	dry	dry
ไส้กรอกโซน่าศรีไทย	80.31	198.16	226.66	559.25
ไส้กรอกแหลมทอง	83.94	169.59	233.76	547.45
ไส้กรอกสหฟาร์ม	54.48	137.24	158.72	399.81
ไส้กรอก BKP	63.72	154.29	245.67	594.84
โบโลน่า DB	19.73	48.00	245.67	597.74
หมูยอปิ้งหังเชียง	3.70	9.31	271.26	682.75
ไก่ยอ 7 ดาว	25.79	61.52	253.73	605.13
กุนเชียงปิ้งหังเชียง	7.49	10.51	249.90	350.49
ส.กุนเชียง	15.44	22.81	280.73	414.67
ไส้กรอกอีสาน 3 ไทย	9.29	22.77	295.08	723.60

ตารางที่ 29 ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจาก
ตลาดในกรุงเทพมหานคร

ชื่อตัวอย่าง	Calcium (mg%)		Phosphorus(mg%)	
	wet	dry	wet	dry
ไส้กรอกกรมควันวีลทอง ศรีไทย	38.42	92.13	253.22	607.26
ไส้กรอกไก่ตราหัวไก่ ศรีไทย	70.93	184.66	249.51	649.59
ไส้กรอกค็อกเทล ตรา JJ FOOD	32.68	77.19	237.98	562.07
ไส้กรอกตราไก่แม่ครัว CP	25.00	63.49	261.47	663.98
ไส้กรอกไก่สหฟาร์ม	71.37	176.05	249.49	615.42
ไส้กรอกค็อกเทล CP	20.63	47.64	258.37	596.69
ไส้กรอกวานิลลา	19.40	47.67	256.74	630.83
โบโลน่าหมู ศรีไทย	29.35	83.83	258.25	737.44
โบโลน่า (เล็ก) บีฟู้ด	38.75	109.04	260.89	734.07
ลูกชิ้นทอดมันไก่ ส.ว.	4.97	13.67	265.59	730.25
แหนมดอนเมือง(แหนมแม่ ตั้งเวียน)	6.86	20.78	235.69	713.34

ตารางที่ 30 ปริมาณแคลเซียม และปริมาณฟอสฟอรัสของผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจาก
ซูเปอร์มาร์เก็ตในกรุงเทพมหานคร

ชื่อตัวอย่าง	Calcium (mg%)		Phosphorus(mg%)	
	wet	dry	wet	dry
ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเยอรมัน ตราบี๊ตตี้	14.37	36.40	230.70	584.36
ไส้กรอกค็อกเทลหมู (สูตรพิเศษ) BKP	15.64	33.36	245.53	523.74
ไส้กรอกหมูรมควัน Bangkok Meat Processing	5.82	12.82	243.48	535.82
Premium Pork Sausage ตราบี๊ตตี้	11.30	28.07	232.96	578.50
ไส้กรอกหอมมะลิ (ผัดกะเพรา)	8.87	22.05	241.55	600.41
ไส้กรอกค็อกเทลไก่ BKP	14.42	35.83	252.96	628.64
โบโลน่าหมู บางกอกแฮม	9.49	27.84	267.91	785.66
เบอร์เกอร์หมู CP	14.28	35.66	244.11	609.67
เบอร์เกอร์ไก่ CP	13.13	32.89	250.70	628.01
หมูยอป้ายัน	7.84	21.57	226.37	622.24
หมูยอหมูดี ส. ขอนแก่น	9.13	21.32	255.20	595.71
แฮมหมูบ้านไผ่ ส. ขอนแก่น	5.50	15.36	242.98	678.89
ลูกชิ้นหมูโคกกันเฒ่า	5.27	13.62	253.03	653.49

ในส่วนของคุณค่าผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่นำมาวิเคราะห์นั้นประกอบด้วย หมูยอ ไก่ยอ กุนเชียง แฮม ไส้กรอกอีสาน ลูกชิ้นทอดมันไก่ และลูกชิ้นหมู พบว่าไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์จากตลาดสด หรือจากซูเปอร์มาร์เก็ตจะมีลักษณะปรากฏภายนอกที่ไม่อาจบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าเป็นผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพใด และเมื่อนำมาวิเคราะห์ก็พบว่าค่าสีแดงมีความแตกต่างกันน้อยเพราะผลิตภัณฑ์พื้นบ้านส่วนใหญ่ไม่ใช้สาร nitrite สีจึงออกคล้ำ จะมีเฉพาะกุนเชียงและไส้กรอกอีสานเท่านั้นที่มีสีแดงและค่อนข้างแดง โดยค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์จากตลาดสดที่ตรวจสอบมีช่วงตั้งแต่ 0.07-27.47 ขณะที่ตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ตเป็น 3.96-7.87 และเมื่อพิจารณาค่าความสว่างพบว่าผลิตภัณฑ์จากตลาดสดมีค่าความสว่างตั้งแต่ 40.79-74.88 ขณะที่ตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ตเป็น 54.52-73.55 ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วตัวอย่างจากตลาดสดจะมีสีคล้ำกว่าตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ตเล็กน้อยเท่านั้น

ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในตัวอย่างผลิตภัณฑ์พื้นบ้านจากตลาดสดอยู่ในช่วง 9.31- 61.52 mg% น้ำหนักแห้งขณะที่ตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ตมีแคลเซียม 13.62-21.57 mg% น้ำหนักแห้ง ซึ่งความแตกต่างจะมีอยู่ไม่ชัดเจนเหมือนในผลิตภัณฑ์แบบสากล

2.3 การเก็บผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผสม MDCM เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ 4 ตัวอย่าง ซึ่งไม่ใช่เนื้อ MDCM เป็นองค์ประกอบมีดังแสดงในตารางที่ 31 พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีโปรตีน ไขมัน และเถ้าเป็น 26.73-29.68%, 65.42-69.30% และ 3.96-5.63% น้ำหนักแห้งตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณโปรตีนสูงกว่าและไขมันต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B และเทียบเคียงกันได้ดีกับผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ A จาก supermarket ตัวอย่าง 2 ตัวอย่างจากกรมปศุสัตว์ ตรวจไม่พบ sodium benzoate แต่ตัวอย่างจากFoodland ตรวจพบ sodium benzoate ในปริมาณ 52.36-57.91 mg% น้ำหนักแห้ง ขณะที่ตรวจพบแคลเซียมของตัวอย่างจากกรมปศุสัตว์ในปริมาณ 13.74-15.03 mg% น้ำหนักแห้ง และฟอสฟอรัสในปริมาณ 498.44-535.47 mg% น้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณแคลเซียมใกล้เคียงกับตัวอย่าง smoked sausage ที่ไม่ได้เติม MDCM ที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีค่า 11.37 mg% (ภาคผนวก 7 ตารางที่ 7.2)

ตารางที่ 31 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัสและโซเดียมเบนโซเอตในไส้กรอก (*dry basis*) (ตัวอย่างที่ไม่มี MDCM)

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ (dry basis)					
	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)	แคลเซียม (mg%)	ฟอสฟอรัส (mg%)	โซเดียมเบน-โซเอต(mg%)
Chicken Frankfurter Foodland	29.58	65.42	4.86	36.31	564.99	57.91
Smoked Chicken Cocktail Foodland	29.68	65.46	4.90	23.03	454.71	52.36
Frankfurter กรมปศุสัตว์	26.73	69.30	3.96	15.03	498.44	ND
Pressed ham กรมปศุสัตว์	28.23	66.16	5.63	13.74	535.47	ND

ND - ตรวจไม่พบ

2.4 การประมาณปริมาณ MDCM ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

การประมาณปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จำนวนผ่านปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบตามรูปที่ 7 โดยใช้สมการ

$$y = 1.6420 x + 14.5000$$

ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 32-34 เนื่องจากปริมาณแคลเซียมเป็น parameter ที่มีความน่าเชื่อถือเป็นอันดับ 1 ในส่วนของสีแดงนั้นแม้รูปที่ 12 จะมีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสีแดงกับปริมาณ MDCM เป็นเส้นตรงก็ตาม แต่ปัจจัยในการเกิดสีชมพูถึงแดงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มิได้เกี่ยวข้องกับเฉพาะกับปริมาณ MDCM เท่านั้น เพราะถ้าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทางการค้าใช้เนื้อที่แตกต่างกันหลายชนิดเช่น เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ ปริมาณ Myoglobin pigment จะแตกต่างกันไป และปริมาณที่แตกต่างกันนี้จะส่งผลถึงสีของผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ด้วย ดังนั้นแม้ผู้วิจัยจะรายงานผลของปริมาณ MDCM ใน ผลิตภัณฑ์ทางการค้าโดยการคำนวณผ่านค่าสีแดงจากสมการ

$$y = 0.0488 x + 9.4238$$

เอาไว้ด้วย แต่ความน่าเชื่อถือจะน้อยกว่าปริมาณที่คำนวณผ่านทางปริมาณแคลเซียม ซึ่งจะเห็นว่าการใช้เนื้อ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผลิตจำหน่ายในประเทศไทยนั้นอาจจำแนกได้เป็น 2 ระดับคือ ปานกลาง และสูง โดยที่ระดับต่ำ ซึ่งอยู่ในช่วง 1-20% น้ำหนักแห้ง อาจกล่าวได้ว่าไม่มีการเติมเนื้อ MDCM ขณะที่ระดับปานกลางอยู่ระหว่าง >20-50% และสูงอยู่ระหว่าง > 50-100% ของน้ำหนักเนื้อสัตว์ (น้ำหนักแห้ง)

ตารางที่ 32 ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา

คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*

ตัวอย่าง	% MDCM จากความสัมพันธ์ของ		
	Ca $Y=1.6420x+14.5000$	L^* $Y=-0.1311x+47.0990$	a^* $y=0.0488x+9.4238$
ไส้กรอกไชน่าศรีไทย	100+11.85	55.56	306.56
ไส้กรอกแหลมทอง	100+10.90	55.76	244.34
ไส้กรอกสหฟาร์ม	74.84	39.66	369.75
ไส้กรอก BKP	85.24	36.35	281.35
โบโลน่า DB	20.40	122.85	202.46
หมูยอปิ้งหิ่เชียง	0	119.37	88.44
ไก่ยอ 7 ดาว	28.64	211.90	191.72
กุนเชียงปิ้งหิ่เชียง	0	48.1	0
ส.กุนเชียง	5.06	35.08	56.19
ไส้กรอกอีสาน 3 ไทย	5.03	54.74	76.97

ตารางที่ 33 ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร
คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*

ตัวอย่าง	% MDCM จากความสัมพันธ์ของ		
	Ca $Y=1.6420x+14.5000$	L^* $Y=-0.1311x+47.0990$	a^* $y=0.0488x+9.4238$
ไส้กรอกกรมควันวีลทอง (ศรีไทย)	47.28	71.38	310.86
ไส้กรอกตราหัวไก่ศรีไทย	100+3.62	55.68	34.92
ค็อกเทล JJ-Food	38.18	159.56	25.00
ไส้กรอกไก่ CP ตราแม่ครัว	29.84	11.26	17.34
ไส้กรอกไก่สหฟาร์ม	93.38	40.60	105.25
ไส้กรอกค็อกเทล CP	20.18	85.61	84.83
ไส้กรอกนมกลั่นวานิลลา	20.20	145.43	64.43
โบโลน่าหมู (ศรีไทย)	42.22	108.42	37.42
โบโลน่าเล็ก B-Food	57.58	91.12	148.07
ลูกชิ้นทอดมันไก่ ส.ว.	0	115.42	649.71
แฮมดอนเมือง(แฮมแม่สังเวียน)	3.82	39.15	76.43

ตารางที่ 34 ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตในเขต
กรุงเทพมหานคร คำนวณจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L* และ a*

ตัวอย่าง	% MDCM จากความสัมพันธ์ของ		
	Ca $Y=1.6420x+14.5000$	L* $Y=-0.1311x+47.0990$	a* $y=0.0488x+9.4238$
ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์หมู (ปี้ล็กกี้)	13.34	150.21	28.11
ไส้กรอกคอกเทลหมู (สูตรพิเศษ) BKP	11.49	101.07	189.43
ไส้กรอกหมูรมควัน Bangkok Meat Processing	1.02	99.00	13.67
Premium Pork Sausage (ปี้ล็กกี้)	8.26	99.78	40.16
ไส้กรอกหอมมะลิ (ผัดกระเพรา)	4.60	148.89	37.07
ไส้กรอกค็อกเทลไก่ BKP	12.99	132.16	15.78
โบลีน่าหมูบางกอกแฮม	8.12	90.16	188.44
เบอร์เกอร์หมู CP (A)	12.89	73.41	8.57
เบอร์เกอร์ไก่ CP (A)	11.20	201.74	83.52
หมูยอป้าย่น	4.31	173.18	31.84
หมูยอหมูดี ส.ขอนแก่น	4.15	162.17	105.41
แฮมหมูบ้านไผ่ ส.ขอนแก่น	0.52	56.51	11.18
ลูกชิ้นหมูโกกกันท์	0	159.05	4.26

3. การกำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง

3.1 กำหนดมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง

ผลจากการประชุมกำหนดมาตรฐานสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

3.1.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการกำหนดมาตรฐาน

การกำหนดมาตรฐานเนื้อ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย ควรพิจารณาจากข้อมูลของผู้ผลิตทั้ง 8 ราย ซึ่งเป็นผู้ผลิตเนื้อ MDCM หลักของประเทศไทย และเป็นผู้ผลิตที่มีกำลังการผลิตสูง ปริมาณการผลิตสูง และมีการผลิตที่สม่ำเสมอมากกว่าจะพิจารณาจากคุณภาพเนื้อ MDCM ที่ผลิตในสหรัฐอเมริกา เพราะวัตถุดิบตั้งต้นเปรียบเทียบกันไม่ได้ เนื่องจากโครงที่นำมาผลิต MDCM ของสหรัฐอเมริกายังมีเนื้อเหลือติดอยู่ในปริมาณมาก ขณะที่โครงของประเทศไทยนั้นเป็นโครงซึ่งปราศจากเนื้ออีกทั้งยังมีส่วนกันและปอดติดอยู่

3.1.2 องค์ประกอบโดยประมาณ เถ้า แคลเซียม จีนกระดูก และรงควัตถุทั้งหมด

ทุกรายการที่กล่าวมาให้เป็นไปตามใน ตารางที่ 36 โดยสมบัติที่สำคัญ คือปริมาณโปรตีนนั้นได้กำหนดไว้ที่ 9% เพราะโรงงานส่วนใหญ่ผลิตได้เพียงเท่านั้น ขณะที่ปริมาณเถ้า นั้นถ้าเกิน 1% จะพบลักษณะคล้ายเม็ดทรายในเนื้อขณะเคี้ยว จึงกำหนดไว้ที่ 1% และเกณฑ์ความแตกต่างระหว่าง MDCM ชั้นคุณภาพ A และ B จะให้แตกต่างกันเฉพาะสมบัติ 5 รายการนี้เท่านั้น ขณะที่ สารตกค้างและสารปนเปื้อนต่าง ๆ ต้องเหมือนกัน

3.1.3 จำนวนชั้นคุณภาพ

ควรให้มีเพียง 2 ชั้นคุณภาพเท่านั้นคือ A และ B แม้บางโรงงานผู้ผลิต จะมีถึง 3 ชั้นคุณภาพก็ตาม ทั้งนี้เพราะชั้นคุณภาพที่ดีที่สุดคือ A นั้นปกติก็นำมาผสมหรือใช้เจือปนในผลิตภัณฑ์ทั้ง grade A และ B ซึ่งขายในห้างสรรพสินค้าและ C ซึ่งขายในตลาดสดอยู่แล้ว ขณะที่ชั้นคุณภาพต่ำกว่านี้จะใช้ในอาหารสัตว์เป็นส่วนใหญ่

3.1.4 ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน

ปริมาณโลหะหนักที่คณะผู้วิจัยเสนอให้กำหนดในเกณฑ์คุณภาพมี 4 รายการคือ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสารหนู ซึ่ง ตะกั่ว ทองแดงและสารหนู กำหนดปริมาณปนเปื้อนตาม มอก. 590-2528 แคดเมียมตามมาตรฐาน Codex Alimentarius Commission และได้เพิ่มชนิดของโลหะที่ปนเปื้อนอีก 3 รายการคือ สังกะสี พรอท และดีบุก เนื่องจากมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนดการปนเปื้อนของโลหะทั้ง 3 ชนิดนี้ ในอาหารไว้ด้วย อย่างไรก็ตามพบว่า ดีบุกมีรายงานการปนเปื้อนเฉพาะในอาหารกระป๋องเท่านั้น จึงเห็นสมควรกำหนดเพิ่มเฉพาะสังกะสี และพรอท ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงส่งตัวอย่างเนื้อ MDCM จากทั้ง 8 โรงงานไปวิเคราะห์ปริมาณ สังกะสี และพรอทเพิ่มเติมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 35 ซึ่งพบว่าทุกตัวอย่างมีปนเปื้อนในปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด

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 เตตราไซคลินกับซัลฟาไดเมทอกซิน แต่เห็นควรเพิ่มเติมสารไนโตรฟูแรนและคลอแรมเฟนิคอล ขณะที่ผู้แทนจากกรมปศุสัตว์เสนอว่าควรกำหนดไว้เพียงว่าต้องตรวจไม่พบเมื่อใช้วิธี microbial assay อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวนี้ใช้ได้เฉพาะตัวสารปฏิชีวนะเอง ไม่รวมเมทาโบไลต์ของสารดังกล่าว และขณะนี้ไม่มีห้องปฏิบัติการใดรับตรวจเพราะอยู่ระหว่างการพัฒนาวิธีการ จึงเห็นสมควรให้เป็นไปตามข้อเสนอของผู้แทนจากกรมปศุสัตว์ไปก่อน

3.1.7 จุลินทรีย์

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

สำหรับจุลินทรีย์ที่มีการอภิปรายอย่างกว้างขวาง ได้แก่ *Salmonella* ซึ่ง
ผู้วิจัยต้องการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเฉพาะ *Salmonella typhimurium* และ *Salmonella enteritidis* ซึ่ง
เป็น pathogenic salmonella แต่ผู้ประกอบการให้ความเห็นว่าในทางปฏิบัติเป็นไปได้ เพราะการ
ตรวจเชื้อ 2 ชนิดนี้ใช้เวลา 3-4 วัน ขณะที่การผลิต และใช้ MDCM ในหลาย ๆ โรงงานทำวันต่อวัน
และเชื่อดังกล่าวไม่ทนความร้อน ดังนั้นจึงสรุปว่าเกณฑ์มาตรฐานจะกำหนดไว้เฉพาะในผลิตภัณฑ์
ทุกชนิดที่มี MDCM เป็นส่วนผสมว่าต้องตรวจไม่พบเชื่อดังกล่าวนี้

3.1.8 สารพิษจากจุลินทรีย์

แทนการวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* ผู้วิจัยเห็นสมควรให้
วิเคราะห์ toxin จากเชื้อชนิดนี้แทนเนื่องจากทนความร้อนและมีความเป็นพิษโดยกำหนดไว้ว่าต้อง
ตรวจสารพิษดังกล่าวนี้นี้ไม่พบ ซึ่งหมายถึงปริมาณการปนเปื้อนจากเชื้อชนิดนี้ต้องต่ำกว่า 1×10^5
cfu/กรัม

ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องมือดังแสดงในตาราง ที่ 36

ตารางที่ 36 ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งเสนอโดย คณะผู้
วิจัยโครงการ “การสำรวจ คุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพ
และชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตใน
ประเทศไทย”.

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	ปริมาณชั้นกระดูก	ไม่มี	ไม่มี
6	แคลเซียม(%)	max. 0.25	มากกว่า 0.25
7	รังควาต์ทุกชนิด (ppm)	max. 280	มากกว่า 280
8	โลหะหนัก (ppm) ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สารหนู สังกะสี ปรอท	1* 0.05 20* 2* 100 0.02	1* 0.05 20* 2* 100 0.02
9	สารตกค้างยาฆ่าแมลง (ppm) ดีดีที อัลดริน+ดิลดริน เฮปตาคลอร์ เอนดริน คลอร์เดน A-BHC B-BHC ลินเดน HCB	5* 0.2+0.2* 0.3* 0.3* 0.05** 0.2** 0.1** 0.7** 0.2**	5* 0.2+0.2* 0.3* 0.3* 0.05** 0.2** 0.1** 0.7** 0.2**
10	สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay	ตรวจไม่พบด้วยวิธี microbial assay
11	จุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด cfu/g ซาลโมเนลลา (cfu/g) อี-โคไล (MPN/g) ซูโดโมแนส (cfu/g)	max. 1x10 ⁶ ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM max 1x10 ⁵ ตรวจไม่พบ	max. 1x10 ⁷ ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM max 1x10 ⁵ ตรวจไม่พบ
12	สารพิษตกค้าง สตาฟีโลค็อกคัส ทอกซิน	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

* มอก 590-2528

** EU

3.2 การเขียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อขอข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้เขียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องไปยังหน่วยงานของภาครัฐและภาคเอกชนรวม 25 หน่วยงาน และได้รับข้อคิดเห็นกลับมารวม 10 หน่วยงานและรายละเอียดข้อมูลที่ได้รับมีดังแสดงในตารางที่ 37 พบว่ามีโรงงานผู้ผลิต 4 โรงงานยืนยันว่าสามารถผลิต MDCM ที่มีโปรตีนสูง 10-11% ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไขมัน ความชื้น เกลือ ปริมาณไขมัน กระดูก แคลเซียมและรงควัตถุทั้งหมดไม่แตกต่างจากร่างมาตรฐานที่คณะผู้วิจัยเสนอไป

ในส่วนของโลหะหนักไม่มีหน่วยงานใดให้ความเห็นแตกต่างจากเกณฑ์ที่เสนอ โดยคณะผู้วิจัย สำหรับสารตกค้างยาฆ่าแมลงมี 2 มาตรฐานที่มีผู้แนะนำมาคือ มาตรฐานของ EU และ Codex ERL ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าอัลดริน+คิลดรินและเฮปตาคลอร์น่าจะใช้มาตรฐานของ Codex ERL ซึ่งเป็นมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ และเป็นมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ใช้กำหนดเกณฑ์ของเนื้อไก่เพื่อการส่งออก ขณะที่คีลิที่ซึ่งเป็นชนิดเดียวที่บางโรงงานใช้มาตรฐาน EU เป็นเกณฑ์กำหนดนั้นสมควรใช้เป็นเกณฑ์สำหรับเนื้อสัตว์ที่ผลิตเพื่อการส่งออกไปยังตลาด EU เท่านั้น

สารปฏิชีวนะตกค้างทุกหน่วยงานมีความเห็นเหมือนร่างมาตรฐานที่คณะผู้วิจัยเสนอคือ ต้องตรวจไม่พบโดยการ screening ด้วยวิธี microbial assay จุลินทรีย์ทั้งหมดมี 4 หน่วยงานมีความเห็นว่าควรกำหนดไว้ที่ 1×10^6 และ 1 หน่วยงานเห็นว่าควรเป็น 1×10^5 ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความเห็นพ้องกับข้อกำหนด 1×10^6 เนื่องจากแม้มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขจะกำหนด 1×10^7 สำหรับเนื้อไก่สดแช่แข็ง แต่จากการวิเคราะห์ทุกโรงงานทำได้ที่ 1×10^6 ดังนั้นจึงสมควรปรับมาตรฐานใหม่ได้เป็น 1×10^6 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

รายการที่	สมบัติที่กำหนดคุณภาพ		หน่วยงานที่ตอบแบบสอบถาม									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	โปรตีน(%)	max	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	ปริมาณหินกระดูก		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	รังควาญทั้งหมด(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	0.06	0.06	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+ดีลด์ริน	max	0.2***	0.2***	0.2***	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2***	0.4
	เฮปทาคลอร์	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	สารพิษชีวเนตคั่ง		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****	ไม่พบ****	ไม่พบ****	ไม่พบ****	ไม่พบ****	พบ gr.B	ไม่พบ****	ไม่พบ****	ไม่พบ****
	อี-โคไล (MPN/g)	max	2x10 ⁵ (ใน 3g)	2x10 ⁵ (ใน 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	ไม่ตรวจหา	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	สตาฟีโลคอคคัสออเรียส (cfu/g)	max	-	-	-	-	1x10 ⁴	-	ไม่พบ	1x10 ⁴	1x10 ⁴	1x10 ⁴
12	สารพิษตกค้าง											
	สตาฟีโลคอคคัสโทกซิน	max	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

* ไม่ต้องกำหนดเพราะพบเฉพาะในอาหารกระป๋องเท่านั้น

** มาตรฐาน EU

*** Codex's ERL

**** ไม่พบในผลิตภัณฑ์จาก MDCM

Pseudomonas ซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องตรวจไม่พบนั้นมี 1 หน่วยงานให้ความเห็นที่ไม่ควรกำหนดเพราะมาตรฐานทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบของกรมปศุสัตว์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ไม่ได้กำหนดไว้ แต่คณะผู้วิจัยเห็นว่าเชื่อดังกล่าวนี้นักตรวจพบในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็นและตัวอย่าง 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	ปริมาณเข็ญกระดูก	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
6	แคลเซียม(%)	max 0.20	max 0.25	มากกว่า 0.25
7	รังควาญทั้งหมด (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	สารพิษชีวเนตคักง	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	ตรวจไม่พบในผลึกบัคต์จาก MDCM	ตรวจไม่พบในผลึกบัคต์จาก MDCM
	อี-โคไล (MPN/g)	max 1x10 ⁴	max 1x10 ⁵	max 1x10 ⁵
	ซูโดโมแนส (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. แยกโครงสร้างหลังออกจากส่วนนอก เนื่องจากมีรายงานว่า โครงนอกของไก่มีปริมาณ hemoglobin สูงกว่าโครงจากส่วนหลัง
2. ล้างเนื้อ MDCM เนื่องจาก hemoglobin และ myoglobin เป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในน้ำ การล้างจะทำให้สีอ่อนลง แต่กระบวนการยุ่งยาก ผลิตต่ำ และเพิ่มปริมาณความชื้นในเนื้อ

ผลการทดลองวัดค่าสี และวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด มีดังแสดงในตารางที่ 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

จำ/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 ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้ได้สมบัติตาม
ชั้นคุณภาพ 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 โครรงอก
 - 2 โครรงหลัง
 - 3 โครรงไม้แซ่คลอรีน
 - 4 โครรงแซ่คลอรีน

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังพบว่า การแซ่ chlorine อาจมีผลบ้างในการลดความเข้มของสีเนื้อ MDCM เพราะ chlorine มีฤทธิ์เป็นสารฟอกสี ดังนั้นถ้ามีตกค้างติดอยู่กับโครงบ้าง อาจมีผลทำให้เนื้อ MDCM มีสีอ่อนลงได้ แม้ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดจะไม่เปลี่ยนแปลงก็ตาม

ในการทดลองล้างเนื้อ MDCM ได้แปรชนิดของสารละลายที่ใช้ล้างและอัตราส่วนของสารละลายต่อเนื้อ โดยล้าง 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)

จากค่าสีที่ลดลงได้สูงสุดขนาดนี้ แสดงว่าในการล้างเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาจไม่จำเป็นต้องล้างถึง 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 หลังแช่ทั้งโครงให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นจึงนำมาผ่านเข้าเครื่องแยกเนื้อ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์มีดังแสดงในตารางที่ 43 และ 44 พบว่าการแช่ chlorine เป็นผลให้จุลินทรีย์ลดลงได้สูงสุดถึงประมาณ 2-3 เท่า โดยตัวอย่างแช่และไม่แช่มีจุลินทรีย์ทั้งหมด $2.8 \times 10^4 - 6.8 \times 10^4$ กับ $4.6 \times 10^4 - 1.9 \times 10^5$ ตามลำดับ การแช่ chlorine จึงสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ นอกจากนั้นหลังการแช่ปริมาณเชื้อที่ทำให้เกิดโรคได้แก่ *E. coli* เปลี่ยนจาก $4.9 \times 10^3 - 1.4 \times 10^4$ เป็น $3.2 \times 10^3 - 1.2 \times 10^4$ 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

ในส่วนของการเชื้อ *Pseudomonas* นั้นปรากฏว่าตรวจพบในทุกตัวอย่างเนื้อที่ผลิตได้ ดังนั้นจึงได้สุ่มตัวอย่างและส่งไปวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อีกครั้งเพื่อสอบย้าผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของภาควิชาฯ ซึ่งตรวจพบในปริมาณตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 3 cfu/g ในตัวอย่างแซ่คลอรีนและ 240 ถึงมากกว่า 1,100 cfu/g ในตัวอย่างที่ไม่ได้แซ่คลอรีนตามลำดับ 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 <i>Salmonella</i>	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
1.3 <i>E. coli</i> (MPN/g)	2.2x10 ³	8.3x10 ³	4.9x10 ³	1.2x10 ⁴
1.4 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
2. สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
3. สารพิษตกค้าง (Staphylococcus toxin)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

*รหัส MDCM

1 = ไครอก

2 = ไครอลัง

3 = ไครอลังแซ่คลอรีน

4 = ไครอลังแซ่คลอรีน

ตารางที่ 44 คุณภาพทางจุลินทรีย์ สารปฏิชีวนะตกค้าง และสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในเนื้อ MDCM(จำที่ 2)

รายการคุณภาพที่ตรวจสอบ	รหัส MDCM*			
	1	2	3	4
1. คุณภาพทางจุลชีววิทยา				
1.1 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (cfu/g)	2.0×10^4	1.4×10^5	4.6×10^4	2.8×10^4
1.2 <i>Salmonella</i>	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
1.3 <i>E. coli</i> (MPN/g)	4.9×10^3	$>1.4 \times 10^4$	1.4×10^4	3.2×10^3
1.4 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ	ตรวจพบ
2. สารปฏิชีวนะตกค้าง	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
3. สารพิษตกค้าง (Staphylococcus toxin)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

*รหัส MDCM

1 = ไครงอก

2 = ไครงหลัง

3 = ไครงไม่แช่คลอรีน

4 = ไครงแช่คลอรีน

4.3 การลดปริมาณชิ้นกระดูก แคลเซียม และเพิ่มปริมาณโปรตีน

การปรับปริมาณผลผลิตระหว่างการแยกกระดูกจากเนื้อ จะมีผลต่อสัดส่วนของโปรตีน ไขมัน เถ้า ชิ้นกระดูก และปริมาณแคลเซียมในเนื้อ MDCM โดยทั่วไปการลดขนาดกระดูกที่ส่วนเนื้อลอดผ่านจากหน่วยบดภายในเครื่องจะมีผลให้มีชิ้นกระดูกและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ตลอดจนไขมันในเนื้อกระดูกปนออกมากับส่วนเนื้อน้อยลง ซึ่งผลที่ตามมาจะทำให้สัดส่วนของปริมาณโปรตีนในเนื้อสูงขึ้น ไขมันลดลง และปริมาณผลผลิตจากการแยกเนื้อแต่ละรุ่นต่ำลงด้วย

สำหรับเครื่องแยกเนื้อที่ใช้ในการผลิต MDCM ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องชนิด POSS Deboning Machine รุ่น PDE 1500 ซึ่งผลิตโดยบริษัท Poss United ประเทศแคนาดา เครื่องดังกล่าวนี้ควรปรับลดเพิ่มขนาดของกระดูกและแรงดัน ที่จะดันโครงบดให้มีเฉพาะส่วนเนื้อเคลื่อนที่ผ่านกระดูกออกมาได้ อย่างไรก็ตามในงานทดลองนี้มิได้ใช้วิธีปรับขนาดกระดูกและ

ความดัน แต่ใช้วิธีปรับตั้งปริมาณผลผลิตที่ได้แทน เนื่องจากเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมเครื่องมีความชำนาญ และมีประสบการณ์จากการใช้วิธีดังกล่าวนี้มากกว่า โดยที่จะปรับตั้งปริมาณผลผลิตไว้ที่ประมาณ 62% เพราะมีข้อมูลบ่งชี้ว่าที่ผลผลิตในระดับนี้ปริมาณแคลเซียม ไนมัน เนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะควบคุมให้อยู่ภายในระดับที่กำหนดไว้ได้ ขณะเดียวกันจะเป็นผลให้ปริมาณโปรตีนมีสัดส่วนสูงขึ้นตามมา

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

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมมีดังแสดงในตารางที่ 45 พบว่าปริมาณแคลเซียมจากเนื้อทุกตัวอย่างต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในชั้นคุณภาพ AA และ A และตรวจไม่พบขึ้นกระดูกในเนื้อทุกตัวอย่าง

ในส่วนของปริมาณโปรตีนซึ่งแสดงในตารางที่ 46 นั้นพบว่า MDCM ทั้ง 8 ตัวอย่างมีโปรตีนอยู่ในช่วง 11.37-12.95% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของระดับ AA ที่กำหนดไว้ว่าต้องมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 10% อย่างไรก็ตามโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นี้เป็นโปรตีนทั้งหมด ซึ่งรวมโปรตีนที่ละลายในน้ำ โปรตีนจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และ myofibrilla protein ดังนั้นปริมาณที่สูงอาจไม่ได้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าเนื้อที่ได้จะมีสมบัติด้านหน้าที่ดีพอสำหรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ แต่ในแง่ คุณค่าทางโภชนาการถือได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ดี และใกล้เคียงกับเนื้อ MDCM ที่ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีโปรตีนโดยเฉลี่ยประมาณ 13% ในส่วนของไขมันพบว่ามีการแยกไขมันออกจากไขมันที่เหลือเป็นผลให้สัดส่วนของไขมันใน MDCM จากไขมันสูงขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณไขมันที่ติดอยู่กับส่วนหลัง ทำให้มีไขมันได้หนึ่งผ่านรวมออกมากับส่วนเนื้อด้วย ระหว่างการแยกกระดูกไขมันจึงสูง ขณะที่ปริมาณน้ำหรือความชื้นใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้สำหรับมาตรฐานทั้งชั้นคุณภาพ AA และ A ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้ใกล้เคียงกับมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาที่ตรวจพบที่ประมาณ 69%

ในส่วนของคุณค่าของโลหะหนักชนิดอื่นที่มีเจือปนในเนื้อ 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 AA ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 45 ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้มี สมบัติ
ตามชั้นคุณภาพ 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 โครงไม้แช่คลอรีน

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 ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้สอดคล้องตามขั้นตอนการผลิตตามขั้นตอนภาพ AA

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 = EXTRANEEOUS 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

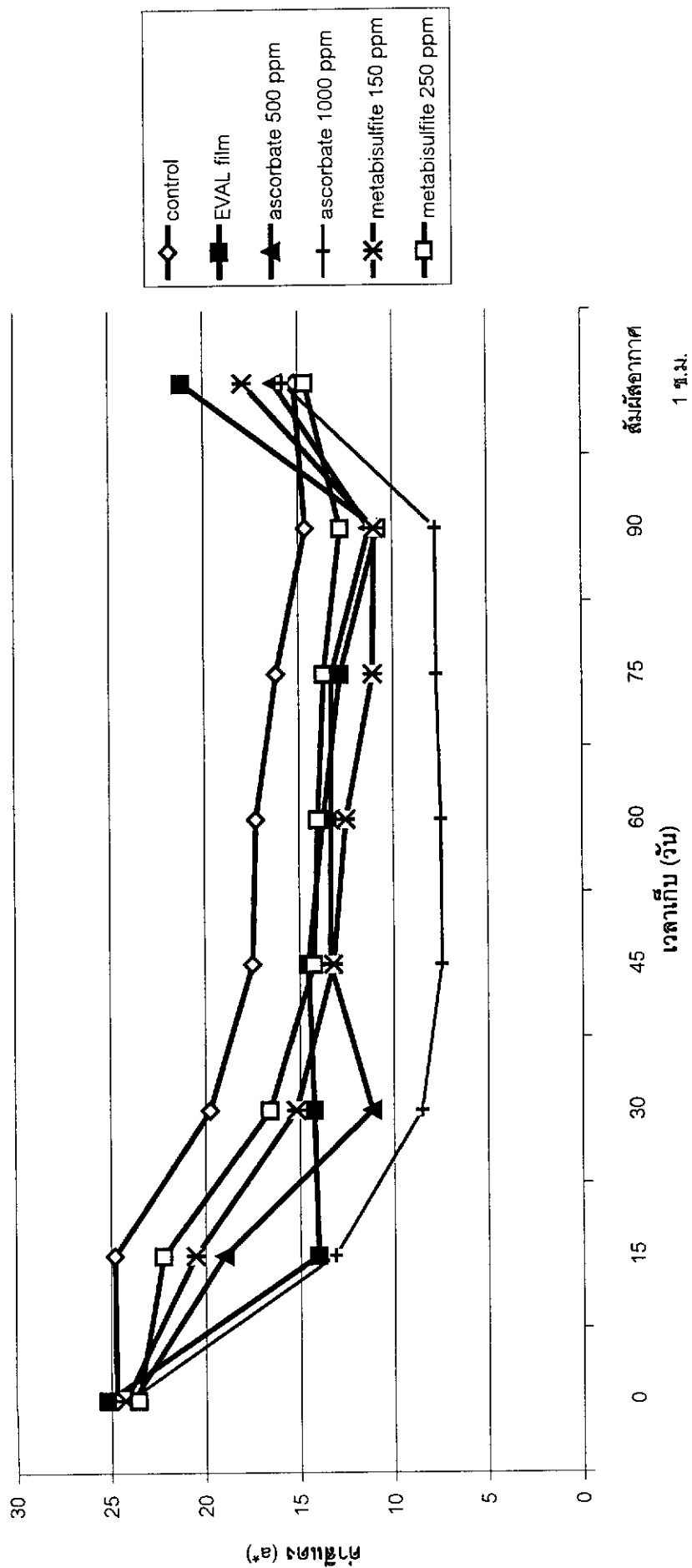
จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่บรรจุที่ความดันบรรยากาศในถุง LDPE เมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น สีจะซีดลง และค่าความสว่างลดลงเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าสีแดงลดลงตามลำดับ และคงที่แม้จะสัมผัสอากาศหลังเปิดถุง และจากการสังเกตยังเห็นได้ว่ามีสีไม่สม่ำเสมอ คือมีบริเวณสีซีดและคล้ำสลับกันเป็นบางแห่งอีกด้วย

ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุที่ภาวะสุญญากาศขณะบรรจุและเก็บผิวภายนอกมีสีม่วงแดงเสมอกันทั้งก้อน ค่าความสว่างขณะเก็บค่อนข้างคงที่ขณะที่ค่าสีแดงต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม แต่เมื่อเปิดบรรจุภัณฑ์ให้สัมผัสกับอากาศ ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีแดงจัด และค่าสีแดงสูงขึ้นใกล้เคียงกับก่อนเก็บ อีกทั้งสียังแดงสม่ำเสมอหมดทั้งก้อนอีกด้วย

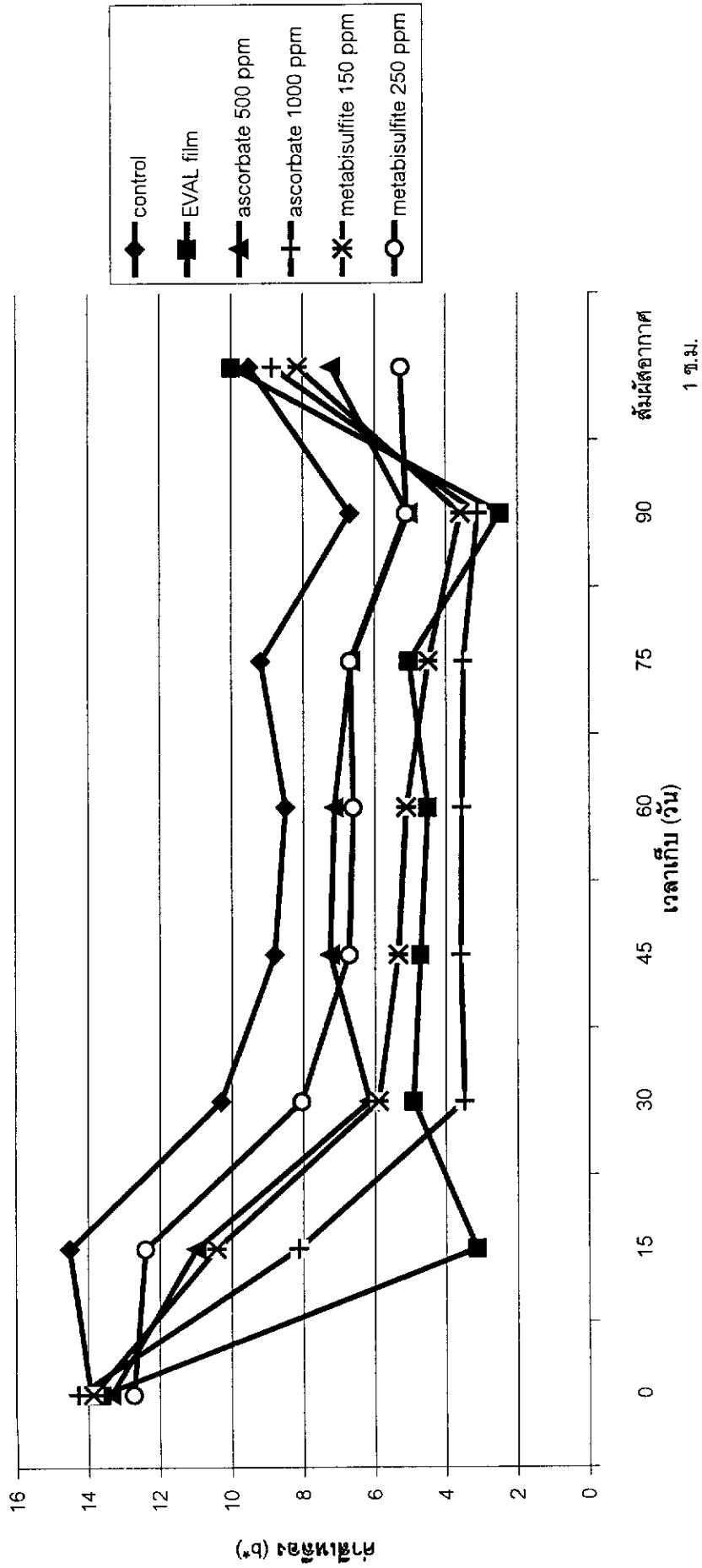
ตัวอย่างที่บรรจุกับสารละลาย metabisulfite ความเข้มข้น 150 และ 250 ppm นั้นพบว่าปริมาณ 150 ppm ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีแดงสม่ำเสมอและหลังเปิดบรรจุภัณฑ์สีแดงจัดขึ้น แต่ไม่เท่าตัวอย่างที่บรรจุสุญญากาศใน EVAL film

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

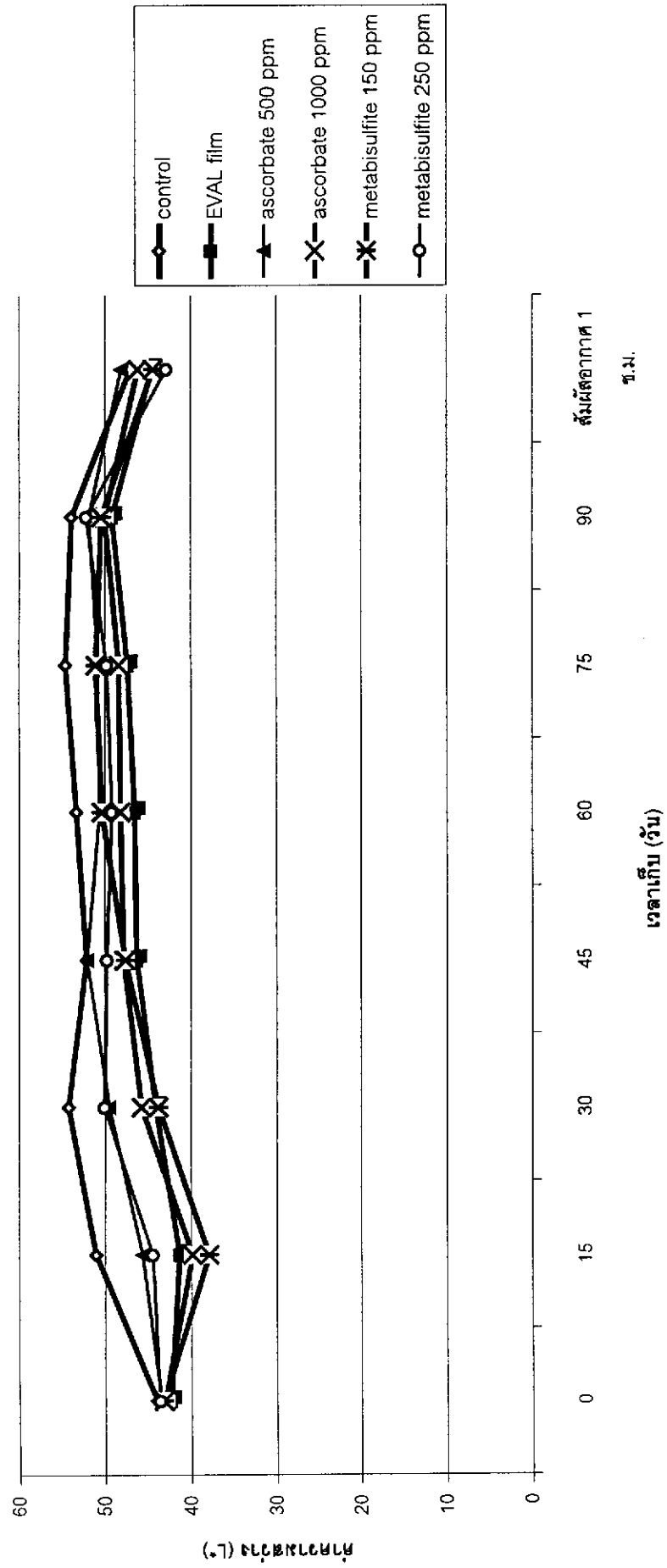
อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองในขั้นตอนนี้ควรมีการศึกษาวิจัยถึงกรรมวิธีในการเติมสาร reducing agent ในบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าที่ใช้ในงานทดลองนี้ และควรศึกษาระดับที่เหมาะสมเพิ่มเติมขึ้นด้วย ส่วนผลที่ได้จากการทดลองนี้อาจสรุปได้ว่าการบรรจุที่ภาวะสุญญากาศมีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาเป็น metabisulfite 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 0-90 วัน



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 มีสีแดงขณะบรรจุระหว่างเก็บสีซีดลงตามลำดับ	มีสีคล้ำลง มีบริเวณซีดเป็นบางแห่ง
EVAL film	เนื้อ MDCM เป็นสีม่วงแดงเสมอกันทั้งก้อน	เนื้อ MDCM มีสีแดงสดเสมอกันทั้งก้อน
Metabisulfite 150 ppm	เนื้อ MDCM มีสีแดง	มีสีแดงแต่น้อยกว่า EVAL film
Metabisulfite 250 ppm	สีแดงเข้มกว่าตัวอย่างที่บรรจุพร้อม metabisulfite 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 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอ์เตอร์

องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และ เกล็ดของเนื้อ MDCM และเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกมีดังแสดงในตารางที่ 49, 50 และ 51

จากตารางดังกล่าวจะเห็นว่า MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ใช้มีความแตกต่างที่สำคัญที่ ปริมาณโปรตีน และความชื้น โดย AA มีปริมาณโปรตีนประมาณ 13%, A มี 10% และ B ประมาณ 8% ขณะที่ ความชื้นของ AA เป็น 68% B ประมาณ 70% และ C ประมาณ 75% ซึ่งคาดว่าภาวะโปรตีนต่ำและความชื้นสูง ในชั้นคุณภาพ B จะมีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อดังกล่าวนี้

ตารางที่ 49 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและค่าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นตัวคูณในการผลิตไส้กรอกแฟรงก์เฟอร์เตอร์(rep 1)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)			ไขมัน (%)			ความชื้น (%)			เข้า (%)		
	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
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
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

ตารางที่ 50 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและค่าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นตัวคูณในการผลิตไส้กรอกแฟรงก์เฟอร์เตอร์ (rep 2)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)			ไขมัน (%)			ความชื้น (%)			เข้า (%)		
	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
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
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

ตารางที่ 51 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและค่าของตัวอย่างเนื้อหมูบดที่ใช้เป็นตัวคูณในการผลิตผลิตภัณฑ์

รหัส	โปรตีน (%)			ไขมัน (%)			ความชื้น (%)			เข้า (%)		
	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
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

รหัส

1. เนื้อหมูที่ใช้ผลิตไส้กรอกแฟรงก์เฟอร์เตอร์
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 ±0.12	21.52 ^a ±1.47	59.23 ^a ±1.15	2.55 ^a ±0.15
AA12	13.92 ^b ±0.10	22.04 ^{de} ±0.74	59.50 ^a ±0.18	2.59 ^a ±0.20
AA24	13.45 ^{bc} ±0.11	24.13 ^{abc} ±0.38	58.65 ^a ±0.22	2.54 ^a ±0.07
AA36	12.89 ^{de} ±0.41	24.61 ^{abc} ±0.71	58.98 ^a ±0.71	2.48 ^a ±0.53
AA48	11.90 ^{gh} ±0.10	24.72 ^{abc} ±0.76	58.93 ^a ±0.67	2.48 ^a ±0.07
A12	13.62 ^{bc} ±0.21	23.34 ^{cd} ±0.83	59.58 ^a ±1.20	2.59 ^a ±0.06
A24	12.48 ^{ef} ±0.11	24.39 ^{abc} ±0.32	59.83 ^a ±0.31	2.56 ^a ±0.07
A36	11.99 ^{gh} ±0.17	25.17 ^{ab} ±0.33	58.93 ^a ±0.51	2.55 ^a ±0.26
A48	11.46 ^h ±0.09	25.75 ^a ±0.78	59.83 ^a ±0.57	2.59 ^a ±0.08
B12	13.21 ^{cd} ±0.26	23.54 ^{bcd} ±0.81	59.91 ^a ±0.88	2.55 ^a ±0.19
B24	12.34 ^{fg} ±0.04	24.89 ^{abc} ±0.12	59.38 ^a ±0.92	2.52 ^a ±0.22
B36	11.55 ^h ±0.10	25.16 ^{ab} ±0.11	60.45 ^a ±0.48	2.69 ^a ±0.22
B48	10.43 ⁱ ±0.58	25.76 ^a ±0.93	60.77 ^a ±0.42	2.48 ^a ±0.13

ในการวิเคราะห์แคลเซียมโดยใช้วิธี atomic absorption spectroscopy (ตารางที่ 53) พบว่าปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อชั้นคุณภาพของ MDCM ที่ใช้เปลี่ยนจาก AA→A→B และเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นชั้นคุณภาพใด ปริมาณแคลเซียมเพิ่มสูงตามขึ้นเป็นสัดส่วนกัน ผลดังกล่าวนี้แตกต่างจากปริมาณเถ้าซึ่งตรวจพบว่าไม่มีความแตกต่าง ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องจากในเนื้อนั้นมีเกลือชนิดอื่น เช่น NaCl, NaNO₂ ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากและเท่า ๆ กัน ในทุกตัวอย่าง ปริมาณเถ้าที่ตรวจพบในไส้กรอกจึงไม่ต่างกัน (p>0.05)

ตารางที่ 53 ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	แคลเซียม (mg%)
Control	9.59 ^b ±0.50
AA12	17.35 ^{ab} ±1.33
AA24	30.31 ^{de} ±1.11
AA36	33.27 ^{de} ±3.44
AA48	40.00 ^d ±4.09
A12	25.68 ^{ef} ±1.73
A24	28.98 ^{def} ±3.63
A36	46.12 ^c ±2.04
A48	46.58 ^c ±3.23
B12	21.66 ^{fg} ±6.45
B24	55.34 ^b ±3.36
B36	60.60 ^{ab} ±4.14
B48	65.71 ^a ±2.74

ในส่วนของคุณภาพด้านสีนั้นพบว่าเฉพาะตัวอย่างที่เติม MDCM ทุกตัวอย่างมีค่าสีแดง (a*) สูงกว่าตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วน ขณะที่ไส้กรอกทุกตัวอย่างมีค่าสีแดงไม่ต่างกัน แม้จะมีปริมาณ MDCM สูงขึ้น อย่างไรก็ตามค่าความสว่างลดลงเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้น แต่ชั้นคุณภาพทั้ง 3 ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความสว่างไม่ต่างกัน (ตารางที่ 54) ผลดังกล่าวนี้เมื่อพิจารณาพร้อมกับปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของไส้กรอก (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 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
Control	69.90 ^a ±0.14	6.34 ^c ±0.34	10.44 ^a ±0.31
AA12	69.25 ^{ab} ±0.25	7.89 ^{ab} ±0.36	10.75 ^a ±0.24
AA24	66.91 ^{bcds} ±0.69	8.71 ^{ab} ±0.65	10.63 ^a ±0.48
AA36	66.84 ^{bcds} ±0.27	9.01 ^{ab} ±0.57	10.70 ^a ±0.58
AA48	64.92 ^{ds} ±0.76	9.14 ^{ab} ±0.46	11.46 ^a ±0.22
A12	69.04 ^{abc} ±0.58	7.93 ^{ab} ±0.67	10.60 ^a ±0.68
A24	67.21 ^{bcd} ±0.84	8.15 ^{ab} ±0.75	10.41 ^a ±0.21
A36	66.10 ^{ds} ±0.62	8.31 ^{ab} ±0.07	11.00 ^a ±0.15
A48	64.70 ^{ds} ±0.30	9.44 ^{ab} ±0.31	11.37 ^a ±0.45
B12	69.22 ^{ab} ±0.62	7.78 ^b ±0.08	11.17 ^a ±0.52
B24	66.44 ^{ds} ±0.64	8.43 ^{ab} ±0.29	10.47 ^a ±0.21
B36	66.62 ^{bcds} ±0.91	8.96 ^{ab} ±0.21	10.50 ^a ±0.58
B48	64.32 ^s ±0.59	9.36 ^{ab} ±0.17	11.41 ^a ±0.60

ตารางที่ 55 ปริมาณรังควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	รังควัตถุทั้งหมด (mg/kg)
Control	161.06 ^g ±1.98
AA12	178.74 ^f ±3.79
AA24	180.58 ^{ef} ±4.28
AA36	214.03 ^c ±7.25
AA48	241.54 ^b ±5.14
A12	177.31 ^{fg} ±0.52
A24	180.17 ^{ef} ±3.61
A36	206.01 ^{od} ±7.93
A48	233.89 ^b ±9.56
B12	168.33 ^{fg} ±12.74
B24	182.04 ^{ef} ±1.05
B36	244.10 ^b ±3.03
B48	265.24 ^a ±15.68

ตารางที่ 56 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
Control	8.62 ^a ±0.72	8.19 ^a ±1.76	8.55 ^a ±0.63	8.76 ^a ±0.85	8.29 ^a ±0.62
AA12	8.21 ^{ab} ±0.77	8.16 ^a ±0.80	8.34 ^{ab} ±0.82	8.45 ^{ab} ±0.67	8.16 ^a ±1.08
AA24	7.71 ^{bc} ±0.89	7.10 ^{bc} ±0.84	7.66 ^{ab} ±1.01	7.08 ^c ±1.17	7.56 ^{ab} ±1.14
AA36	7.40 ^{cd} ±0.76	6.55 ^{cd} ±1.12	7.21 ^{cde} ±0.91	6.73 ^{cd} ±0.75	6.95 ^{bc} ±1.47
AA48	6.31 ^e ±0.91	6.17 ^{cde} ±1.20	6.59 ^{ef} ±1.18	4.68 ^f ±1.17	6.34 ^c ±1.95
A12	7.54 ^{cd} ±1.24	7.59 ^{ab} ±1.03	7.67 ^{ab} ±1.41	7.74 ^{bc} ±1.31	7.64 ^{ab} ±0.96
A24	7.08 ^{de} ±1.16	6.71 ^{bc} ±1.15	7.00 ^{cde} ±0.50	6.59 ^{cd} ±1.29	7.20 ^{ab} ±1.55
A36	6.95 ^{de} ±0.97	6.56 ^{cd} ±1.52	6.69 ^{def} ±1.19	5.79 ^{de} ±1.07	6.71 ^{bc} ±1.72
A48	6.69 ^{de} ±1.38	5.44 ^e ±1.58	5.94 ^{fg} ±1.55	4.43 ^f ±1.21	6.03 ^c ±2.19
B12	7.49 ^{cd} ±0.76	7.59 ^{ab} ±1.41	7.77 ^{ab} ±1.38	7.64 ^{bc} ±1.14	7.61 ^{ab} ±1.18
B24	7.09 ^{de} ±0.74	6.91 ^{bc} ±1.68	7.17 ^{cde} ±1.44	6.78 ^{cd} ±0.21	6.82 ^{bc} ±1.98
B36	6.46 ^{de} ±1.50	6.09 ^{cde} ±1.18	5.91 ^{fg} ±1.38	4.96 ^{ef} ±0.85	6.28 ^c ±1.85
B48	5.41 ^f ±1.68	5.64 ^{de} ±2.04	5.36 ^g ±1.25	3.11 ^g ±1.18	4.59 ^d ±0.14

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตหมูซึ่งแทนที่ด้วยเนื้อ 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 ไขมันเป็นไส้กรอกอีมีลชั้นยังต่ำอีกด้วย 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 ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	Force (g)			
	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
Control	6696.91 ^a ±49.07	0.90 ^a ±0.07	0.34 ^a ±0.07	1835.30 ^a ±153.81
AA12	5531.02 ^b ±13.24	0.91 ^a ±0.07	0.32 ^{ab} ±0.07	1677.87 ^{ab} ±76.10
AA24	4432.55 ^c ±68.65	0.89 ^a ±0.02	0.31 ^{abc} ±0.03	1307.05 ^{bc} ±121.20
AA36	4155.94 ^{cd} ±270.65	0.87 ^a ±0.05	0.29 ^{abc} ±0.03	1168.44 ^{cde} ±142.95
AA48	3444.35 ^{def} ±215.43	0.87 ^a ±0.04	0.28 ^{bc} ±0.01	927.87 ^{cde} ±102.76
A12	5116.01 ^b ±293.64	0.88 ^a ±0.03	0.28 ^{bc} ±0.01	1193.85 ^{cde} ±267.75
A24	4053.38 ^{cd} ±157.64	0.90 ^a ±0.01	0.30 ^{abc} ±0.02	1209.44 ^{cd} ±33.73
A36	3685.44 ^{cde} ±188.33	0.86 ^a ±0.06	0.31 ^{abc} ±0.02	1072.74 ^{cde} ±60.60
A48	3091.99 ^{ef} ±265.44	0.83 ^a ±0.04	0.28 ^{bc} ±0.02	882.36 ^{cde} ±139.51
B12	4351.65 ^c ±363.76	0.89 ^a ±0.04	0.31 ^{abc} ±0.01	1293.06 ^{bc} ±79.28
B24	3818.50 ^{cde} ±274.15	0.87 ^a ±0.04	0.29 ^{abc} ±0.02	947.28 ^{cde} ±51.72
B36	3427.42 ^{def} ±243.92	0.86 ^a ±0.05	0.28 ^{bc} ±0.02	798.85 ^{de} ±69.67
B48	2699.20 ^f ±228.93	0.84 ^a ±0.04	0.27 ^c ±0.02	705.39 ^e ±52.630

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 ($r = -0.823$) เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากการเพิ่มของอนุมูลอิสระระหว่างกระบวนการแยกเนื้อด้วยเครื่องแยกเนื้อ มีผลทำให้ไขมันในเนื้อ MDCM เริ่มเกิดการ oxidation ในระยะต้น ๆ ของปฏิกิริยาถูกโซไปบ้างแล้ว ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ในไส้กรอก ซึ่งต้องมีการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตเพิ่มเติมด้วย จึงมีผลทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อเนื่องจนเริ่มมีสารระเหยที่ให้กลิ่นคล้ายกลิ่นเหม็นหืนเกิดเพิ่มมากขึ้นในปริมาณที่ทำให้ผู้ทดสอบตรวจพบเห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 58 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

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

ตารางที่ 59 Correlation coefficient (r) ระหว่างค่าที่วัดโดยใช้เครื่องกับคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

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 *Pseudomonas aeruginosa* ในตารางที่ 60 พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีผลแปรปรวนขึ้นลง และค่อนข้างจับแนวโน้มนำไม่ได้ ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นผลจากการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตและบรรจุด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานเนื้อ MDCM จากงานทดลองนี้ที่คาดว่าจะตรวจไม่พบเชื้อชนิดนี้ในผลิตภัณฑ์จาก MDCM ขณะที่ผลิตภัณฑ์บางตัวอย่างตรวจพบ *E.coli* ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพของการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตไม่ดีพอ หรือสุขลักษณะของเครื่องมือ อุปกรณ์ และผู้ผลิตเองอาจไม่ได้มาตรฐานเพราะผลิตในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง อีกทั้งการปนเปื้อนจากเชื้อต่าง ๆ ควบคุมได้ค่อนข้างยากอีกด้วย

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

ลำดับ	ตัวอย่าง	TPC (cfu/g)			<i>E. coli</i> (cfu/g)			<i>Salmonella</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
		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

ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทางการค้าที่สุ่มมาจากซูเปอร์มาร์เก็ตในเขต กทม. มีดังแสดงในตารางที่ 61-65 พบว่าปริมาณโปรตีนในไส้กรอกที่ใช้ MDCM ในปริมาณสูง ต่ำกว่าระดับที่ตรวจพบในตัวอย่างที่ผลิตทางการค้าชั้นคุณภาพ A แต่ไขมันสูงกว่า ขณะที่เด้ามีปริมาณใกล้เคียงกัน ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ทางการค้าตัวอย่างหนึ่งสูงเทียบเคียงกันได้กับตัวอย่างที่เดิม MDCM ทุกชั้นคุณภาพที่ระดับ 36-48% โดยคะแนนสีเทียบเคียงกันได้เช่นกัน ขณะที่ตัวอย่างทางการค้าอีกตัวอย่างมีค่าสีแดงสูงกว่าเกือบ 1 เท่า และคะแนนสีต่ำกว่า ผลดังกล่าวนี้ทำให้สันนิษฐานได้ว่าตัวอย่างทางการค้าที่สุ่มมาได้ อาจมีการผสมเนื้อ MDCM หรือเนื้อวัวบางส่วน สิ่งนี้ค่อนข้างขัดแย้งกับส่วนเนื้อสัมผัสพบว่าตัวอย่างที่ผลิตได้นุ่มกว่าตัวอย่างทางการค้า ซึ่งทั้งนี้ อาจเป็นเพราะปริมาณและชนิดของสาร binder ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แห่ง แตกต่างกัน

ตารางที่ 61 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเด้าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ปริมาณ(%)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เด้า
ไส้กรอก บางกอกแฮม	11.74	21.99	62.81	2.52
ไส้กรอก บีลัคกี้	15.92	20.80	60.30	2.06

ตารางที่ 62 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ค่า TBA (mg/kg)
ไส้กรอก บางกอกแฮม	1.054
ไส้กรอก บีลัคกี้	0.343

ตารางที่ 63 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
ไส้กรอก บางกอกแฮม	6.20	5.73	5.85	7.53	6.93
ไส้กรอก บีลัคกี้	7.93	8.68	8.00	8.18	7.30

ตารางที่ 64 ค่าสีและปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	ค่าสี			รงควัตถุทั้งหมด (mg/kg)
	L*	a*	b*	
ไส้กรอก บางกอกแฮม	61.01±0.47	18.63±0.28	14.57±0.30	262.51
ไส้กรอก บีลัคกี	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
ไส้กรอก บางกอกแฮม	5077.60	0.90	0.32	1624.04
ไส้กรอก บีลัคกี	5810.58	0.92	0.34	1974.16

การเก็บไส้กรอกแฟรงเฟอर्टอร์ที่อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) เป็นเวลา 5 วันนั้น พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก $2.21 \times 10^3 - 9.15 \times 10^5$ cfu/g เป็น $2.47 \times 10^5 - 6.64 \times 10^7$ cfu/g ขณะที่ตัวอย่างควบคุมหรือตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วน แบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก 2.50×10^3 cfu/g เป็น 6.12×10^5 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 ขึ้นคุณภาพต่าง 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 แพร่งค์เฟอร์เตอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ 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 คือประมาณ 70% ซึ่งทั้งโปรตีนและน้ำจะมีผลกับความสามารถในการเชื่อมติระหว่างชิ้นเนื้อในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่มี MDCM เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

ตารางที่ 67 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (จำที่ 1)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)			ไขมัน (%)			ความชื้น (%)			เถ้า (%)		
	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
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
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 (จำที่ 2)

ชั้นคุณภาพ	โปรตีน (%)			ไขมัน (%)			ความชื้น (%)			เถ้า (%)		
	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
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
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 ±0.17	21.52 ^h ±0.19	58.48 ^{bc} ±0.38	2.51 ^c ±0.07
AA12	14.91 ^b ±0.05	22.19 ^e ±0.13	58.47 ^{bc} ±0.31	2.55 ^{bc} ±0.05
AA24	14.45 ^{cd} ±0.23	23.14 ^f ±0.18	58.47 ^{bc} ±0.35	2.57 ^{abc} ±0.06
AA36	14.25 ^{de} ±0.33	23.99 ^{cd} ±0.93	58.17 ^c ±0.11	2.57 ^{abc} ±0.05
AA48	13.27 ^{fg} ±0.32	24.66 ^b ±0.25	58.70 ^{bc} ±0.28	2.62 ^{ab} ±0.07
A12	14.80 ^{bc} ±0.10	22.36 ^e ±0.17	58.32 ^c ±0.77	2.62 ^{ab} ±0.05
A24	14.19 ^c ±0.12	23.76 ^{de} ±0.17	58.26 ^c ±0.10	2.63 ^{ab} ±0.06
A36	13.51 ^f ±0.20	24.38 ^{abcd} ±0.11	58.28 ^c ±0.23	2.62 ^{ab} ±0.05
A48	12.55 ^h ±0.05	25.23 ^a ±0.25	58.52 ^{bc} ±0.34	2.63 ^{ab} ±0.05
B12	14.61 ^{bc} ±0.11	22.54 ^e ±0.18	58.47 ^{bc} ±0.14	2.58 ^{abc} ±0.05
B24	13.54 ^f ±0.18	23.54 ^{ef} ±0.33	58.72 ^{abc} ±0.12	2.60 ^{abc} ±0.02
B36	12.98 ^g ±0.03	24.38 ^{bc} ±0.13	58.92 ^{ab} ±0.06	2.57 ^{abc} ±0.06
B48	12.14 ⁱ ±0.14	25.09 ^a ±0.04	59.12 ^a ±0.04	2.65 ^{ab} ±0.07

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

แตกต่างกันอยู่บ้าง แต่ผลจากการทดลองนี้ก็แสดงให้เห็นว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM ไม่ว่าจะเป็นชั้นคุณภาพใด โดยเฉพาะถ้ามีอยู่ในปริมาณมาก อาจมีผลทางโภชนาการในเรื่องของปริมาณแคลเซียมที่ได้รับในแต่ละวัน โดยถ้าได้มากเกินไปแต่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากภาวะขาดฮอร์โมนเช่นในสตรีสูงอายุ อาจเป็นผลให้เกิดโรคนี้ได้ หรือมีฉะนั้นอาจเกิดภาวะเสียสมดุลด้านการดูดกลืนสารเกลือแร่ชนิดอื่น ๆ และทำให้เกิดภาวะทุโภชนาการขึ้นได้ ในทางกลับกันในผู้บริโภคบางกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่มที่ร่างกายขาดสารแคลเซียม ถ้าบริโภคผลิตภัณฑ์ในขนาดเหมาะสมอาจเป็นประโยชน์ด้านการเพิ่มปริมาณสารแคลเซียมสำหรับการเสริมสร้างกระดูกและฟันได้

ตารางที่ 70 ปริมาณแคลเซียมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

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

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

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

ตารางที่ 71 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพ ที่ปริมาณ 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 ปริมาณรังควัตถุทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เบอร์กอร์หมู่ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

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

ตารางที่ 73 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
Control	8.46 ^a ±0.38	8.48 ^a ±0.50	8.49 ^a ±0.45	8.37 ^a ±0.42	7.81 ^{abc} ±1.05
AA12	7.96 ^{abc} ±0.47	8.10 ^{ab} ±0.50	8.36 ^a ±0.44	8.21 ^a ±0.57	8.09 ^a ±0.60
AA24	7.31 ^{cde} ±0.60	7.46 ^{cde} ±0.61	7.56 ^b ±0.81	7.07 ^{bc} ±0.93	7.54 ^{abcd} ±1.04
AA36	6.33 ^{fg} ±0.78	7.46 ^{cde} ±0.73	7.46 ^b ±0.67	6.88 ^{bcd} ±0.83	7.88 ^{ab} ±0.46
AA48	5.79 ^g ±0.73	6.00 ^g ±1.01	6.65 ^{cd} ±1.25	6.08 ^g ±0.85	7.07 ^d ±1.48
A12	8.08 ^{ab} ±0.45	8.24 ^a ±0.47	8.20 ^a ±0.46	7.91 ^a ±0.62	7.89 ^{ab} ±0.31
A24	7.37 ^{cde} ±0.72	7.31 ^{de} ±0.75	7.43 ^b ±1.37	6.65 ^{cde} ±1.20	7.33 ^{bcd} ±1.18
A36	6.88 ^{ef} ±0.91	7.67 ^{bcd} ±0.69	7.21 ^{bc} ±1.00	6.52 ^{cde} ±0.92	7.27 ^{cd} ±1.33
A48	5.99 ^g ±0.85	6.88 ^{ef} ±1.22	7.01 ^{bcd} ±0.81	6.30 ^{de} ±0.89	7.09 ^d ±1.38
B12	7.58 ^{bcd} ±1.19	7.92 ^{abc} ±0.81	7.34 ^b ±1.28	7.30 ^b ±1.25	7.65 ^{abcd} ±1.01
B24	7.13 ^{de} ±1.22	7.23 ^{de} ±1.19	7.27 ^b ±0.95	6.64 ^{cde} ±1.21	7.11 ^d ±1.23
B36	6.71 ^{ef} ±0.81	7.00 ^g ±1.02	7.34 ^b ±1.20	6.44 ^{cde} ±0.83	7.23 ^{cd} ±1.03
B48	5.04 ^h ±1.11	6.43 ^{fg} ±0.94	6.43 ^d ±0.48	5.53 ^f ±1.26	7.16 ^d ±0.21

ในส่วนของเนื้อสัมผัส เกณฑ์คุณภาพที่ดีสำหรับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูนั้นควรมีแรงยึดระหว่างชิ้นเนื้อมากพอที่จะไม่ทำให้ยุ่ยแตกโดยง่ายเมื่อเคี้ยว ดังนั้นค่าแรงตัดขาดที่สูงจะแสดงภาวะการยึดติดกันที่ดีระหว่างชิ้นเนื้อ จากการทดลองพบว่าค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 74) ลดลงตามลำดับเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ชั้นคุณภาพ B มีคุณภาพทางเนื้อสัมผัสดีกว่า A และ AA ที่ปริมาณการแทนที่เดียวกัน และทุกตัวอย่างคือต่ำกว่าเบอร์เกอร์ที่ผลิตจากหมูล้วน ($p \leq 0.05$) 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 ±92.50
AA12	3721.55 ^b ±78.21
AA24	3641.20 ^b ±40.59
AA36	3159.97 ^c ±15.46
AA48	3007.31 ^c ±57.43
A12	3620.50 ^b ±23.25
A24	3262.99 ^c ±86.01
A36	3026.22 ^c ±50.36
A48	2666.64 ^d ±83.62
B12	3236.37 ^c ±108.67
B24	2703.66 ^d ±40.59
B36	2549.00 ^{de} ±15.46
B48	2358.85 ^e ±57.43

ในส่วนของคุณภาพด้านกลิ้งนั้นเป็นไปตามที่คาดไว้คือ คะแนนกลิ้งลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณ MDCM ในตัวอย่าง แต่ที่ปริมาณสูงสุดที่ทดแทนคือ 48% เมื่อใช้เนื้อชั้นคุณภาพต่ำสุดคือ B คะแนนกลิ้งก็ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ค่า TBA ซึ่งเป็นดัชนีการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเช่นเดียวกับคะแนนกลิ้ง (ตารางที่ 75) อย่างไรก็ตามค่า r ระหว่าง 2 ลักษณะนี้ไม่สูงมากนัก ($r = -0.828$) ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลิ้งแปลกปลอมที่มีอยู่ยังไม่ชัดเจนและสารระเหยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดกลิ่นแปลกปลอมยังมีอยู่ในปริมาณต่ำ ผู้ทดสอบจึงตรวจพบได้ไม่ชัดเจน เป็นผลให้ correlation ค่อนข้างต่ำ

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

ลำดับที่	รหัสตัวอย่าง	TPC (cfu/g)			<i>E. coli</i> (MPN/g)	<i>Salmonella</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
		rep.1	rep.2	Mean			
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 ค่าสีแดงของตัวอย่างที่เดิม MDCM ทุกตัวอย่างสูงกว่าที่ตรวจพบในตัวอย่างทางการค้า ขณะที่คะแนนสีต่ำกว่าเฉพาะในตัวอย่างที่เดิม MDCM ในปริมาณสูงเท่านั้น ค่าแรงดัดขาดของตัวอย่างทางการค้าสูงกว่าตัวอย่างที่ผลิตโดยมี MDCM เป็นองค์ประกอบทุกตัวอย่าง ขณะที่คะแนนเนื้อสัมผัสสูงกว่าด้วย ในส่วนของค่า TBA และคะแนนกลิ่นนั้นพบว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าทุกตัวอย่างมีค่า TBA สูงกว่า แต่คะแนนกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และเทียบเคียงได้กับผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วย MDCM ประมาณ 24-36% และน้อยกว่าตัวอย่างที่แทนที่ด้วย MDCM 12%

ผลที่รายงานมาแสดงว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้า ซึ่งเป็นเนื้อหมูล้วนไม่ผสม MDCM มีเนื้อสัมผัสและสีดีกว่าตัวอย่างที่ผลิตโดยเดิม MDCM แต่กลิ่นน้อยกว่าบ้าง 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 (ซีฟีนเตอร์ฟู้ด)	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 (ซีฟีนเตอร์ฟู้ด)	1.238
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	1.476

ตารางที่ 80 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ผลิตทางการค้า

ตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชุ่มน้ำ
เบอร์เกอร์หมู (จีพีอินเตอร์ฟู้ด)	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 (จีพีอินเตอร์ฟู้ด)	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 (จีพีอินเตอร์ฟู้ด)	5455.35
เบอร์เกอร์หมู (เซเว่นอีเลฟเว่น)	4667.70

การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนบางส่วนของเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM เมื่อเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) เป็นเวลา 5 และ 7 วันมีดังแสดงในตารางที่ 83 พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก 6.50×10^2 – 6.60×10^3 cfu/g (ตารางที่ 77) เป็น 1.35×10^3 – 7.48×10^4 cfu/g ขณะที่ตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูล้วนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มจาก 1.25×10^3 เป็น 4.45×10^4 cfu/g ซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่างที่มีและไม่มี MDCM เป็นส่วนผสมนั้น มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดไม่แตกต่างกันมากนัก และทุกตัวอย่างมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการบริโภค (มอก. 848-2532 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแฮม ภาคผนวก 7) เหตุที่จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ อาจเป็นเพราะก่อนการวิเคราะห์ได้นำเบอร์เกอร์มาทอดจนอุณหภูมิภายในสูงถึงระดับที่ใช้ทางการค้า เพื่อยืนยันว่าตัวอย่างที่ทำสุกแล้วมีคุณภาพเหมาะสมจริงสำหรับบริโภค แต่เมื่อเวลาเก็บเพิ่มเป็น 7 วัน เริ่มเห็นความแตกต่างชัดเจนระหว่างตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ 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 และอิมัลชันที่เสถียร เช่น ไส้กรอก อิมัลชันชนิดต่าง ๆ ลูกชิ้น หมูขบ ควรใช้ MDCM ชั้นคุณภาพ AA และ A เป็นส่วนผสม ส่วนผลิตภัณฑ์ บดหยาบที่ต้องการเพียงการยึดติดระหว่างชิ้นเนื้อ เช่น ไส้กรอกประเภท smoke sausage, fresh sausage กุนเชียง อาจใช้ MDCM -B เป็นองค์ประกอบได้ในปริมาณ 30-40% ของน้ำหนักเนื้อแยกกระดูกด้วยมือ โดยผลิตภัณฑ์ ยังมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ และเก็บได้ประมาณ 5 วันที่ 4-6°C

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลเนื้อ MDCM

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

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

ในส่วนของจุลินทรีย์นั้นพบว่าการปนเปื้อนค่อนข้างสูง 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

เนื่องจากการส่งแบบสอบถามไปยังโรงงานและฟาร์มต่าง ๆ ที่มีการเลี้ยง หม่า ดัดแต่ง และแปรรูปไก่นั้น พบว่าเฉพาะผู้ผลิตรายใหญ่ที่มีการฆ่า และดัดแต่งชิ้นส่วนเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกยังต่างประเทศเท่านั้นที่มีการติดตั้งเครื่องแยกกระดูกจากเนื้อไก่ ส่วนผู้ผลิตที่มีกำลังผลิตขนาดกลางและเล็กจะไม่คุ้มทุนที่จะติดตั้งเครื่องมือดังกล่าว ดังนั้น 8 โรงงานที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ จึงเป็นผู้ผลิตที่ถือได้ว่าเป็นตัวแทนของกลุ่มผู้ผลิต MDCM ในประเทศไทยจริง ในส่วนรายอื่น ๆ ถ้าจะมีก็อาจเป็นรายย่อย ซึ่งไม่ยอมให้ข้อมูล หรือเปิดเผยว่ามีการผลิตเนื้อดังกล่าวนี้

2. ตำราปริมาณและรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

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

การทดลองในโรงงานวางแผนการปรับปรุงคุณภาพด้านองค์ประกอบโดยประมาณ ปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน และแก้ปัญหาเนื้อสัตว์ล้นมือเก็บเป็นเวลา 3 เดือนขึ้นไป พบว่าตัวอย่างที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นจุลินทรีย์บางชนิด ซึ่งตรวจพบและต้องการการตรวจสอบเพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการอื่น การแช่โครงก่อนแยกเนื้อในสารละลายคลอรีน ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงได้ การลดปริมาณผลผลิตเป็นผลให้โปรตีนสูงขึ้น การกำจัดหนังจากส่วนคอก่อนการแยกเนื้อ ทำให้ไขมันในเนื้อที่ได้ต่ำลง ส่วนสันั้นยังต้องการการปรับปรุงต่อไปโดยการล้างเนื้อ ซึ่งพบว่าได้ผลดี โดยลดสีแดงลงได้ในระดับที่น่าพอใจ แต่ปริมาณผลผลิตต่ำ ซึ่งข้อมูลด้านการล้างต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อหาข้อยุติที่เหมาะสมระหว่างสีแดงที่ลดลงได้กับปริมาณผลผลิตและคุณภาพด้านอื่น ๆ ของเนื้อที่ได้แล้ว

ผลการแก้ปัญหาเนื้อสัตว์ล้นมือพบว่าการบรรจุที่ภาวะสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์ที่ยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้น้อยมีประสิทธิภาพสูงสุด ในการลดปัญหาดังกล่าว สารเจือปนอาหารบางชนิดมีผลในการลดภาวะการเกิดสีคล้ำได้เช่นกัน แต่อาจมีความยุ่งยากในการใช้จากภาวะการผสมให้เข้ากันกับเนื้อ MDCM และกฎระเบียบของประเทศที่นำเข้า

5. คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

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

ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อชิ้นรูป และต้องการสมบัติด้านการเชื่อมติดที่ดีระหว่างชิ้นเนื้อนั้น พบว่า สามารถแทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิดคุณภาพได้ถึง 48% ของปริมาณเนื้อทั้งหมด โดยผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ แม้ว่าสีของตัวอย่างที่แทนที่ด้วยชิ้นคุณภาพ 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

- พร้อมลักษณะ สรรพพ้อคำ. 2540. การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อใช้ในขอสไก่ชนิดชั้น วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุภัทร จันทร์วรชัยกุล. 2540. การผลิตและอายุการเก็บบิสกิตไก่จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต 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 poultry meat Journal 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 กำหนดเกณฑ์คุณภาพและชนิดของ ผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย” โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อ พัฒนาศักยภาพการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งจะยังประโยชน์แก่ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องโดยตรง และ ผู้บริโภคได้รับการคุ้มครองด้านความปลอดภัยจากการบริโภคไปพร้อมกัน

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจำเป็นต้องสำรวจข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็น เกี่ยวกับ MDCM ที่โรงงานของท่านผลิตและ/หรือใช้งานอยู่ พร้อมทั้งเก็บตัวอย่าง MDCM เพื่อนำมาวิเคราะห์ สมบัติด้านต่าง ๆ ต่อไป คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการให้ข้อมูลโดยการกรอกแบบสอบถามให้เรียบร้อยสมบูรณ์และอาจขอความอนุเคราะห์เก็บตัวอย่าง MDCM จากโรงงานของท่านเป็นครั้งคราว ด้วย

คณะผู้วิจัยขอรับรองว่าจะนำข้อมูลที่สำรวจได้และผลวิเคราะห์ด้านต่างๆไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัย ตามวัตถุประสงค์ของโครงการเท่านั้น และจะไม่มีการเปิดเผยชื่อโรงงานที่ให้ข้อมูล และตัวอย่างเนื้อ MDCM ไม่ว่าในกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น

คณะผู้วิจัย

โปรดใช้เวลาเพื่อตอบแบบสอบถาม โดยกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนสมบูรณ์ แบบสอบถามแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| ส่วนที่ 1 | ข้อมูลโรงงานผู้ผลิต |
| ส่วนที่ 2 | ข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ และกำลังการผลิต |
| ส่วนที่ 3 | ข้อมูล MDCM |
| ส่วนที่ 4 | ข้อมูลการใช้ MDCM |

1.1 ชื่อโรงงาน :

1.2 สถานที่ตั้ง : เลขที่.....ตรอก/ซอย.....
ถนน.....ตำบล.....
อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....

1.3 หุ่นจดทะเบียน.....บาท

1.4 จำนวนคนงาน.....คน

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)

☐ แยกส่วนนอกจากคอและหลัง

☐ แยกหนังออกจากโครงหลังและลำคอ

☐ 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 แพรงค์เฟอร์เตอร์ และอื่น ๆ

☐ หมูยอ ไก่ยอ

☐ ลูกชิ้น

☐ กุนเชียง

☐ ไส้กรอกรมควัน

☐ มะระยัดไส้

☐ เต้าหู้ยัดไส้

☐ ขนมจีบ ซาลาเปา

☐ ดিমซัมอื่น ๆ ได้แก่.....

☐ แฮมเบอร์เกอร์

☐ นักเก็ต

☐ อาหารสุนัข แมว ฯลฯ

☐ อื่น ๆ ได้แก่.....

.....(โปรดระบุ)

4.4 แท่งที่ทานทราบ วัตถุประสงค์ที่เสียจากการแยกเนื้อนำมาใช้ใน (ขีด ✓ หน้าข้อความ/เติมคำในช่องว่าง/ตอบ
ได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ อาหารสุนัข แมว ฯลฯ

☐ อาหารสัตว์น้ำ

☐ ทำปุ๋ย

☐ อื่น ๆ ได้แก่.....

.....

.....(โปรดระบุ)

ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม

นาย/นางสาว/นาง.....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก 2

สูตรที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกรมควัน โดยการทดแทนหมูเนื้อแดงด้วยเนื้อไก่แยกกระดูก
ด้วยเครื่อง (MDCM)

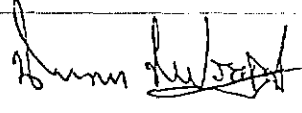
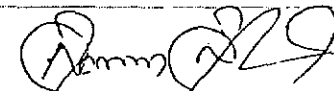
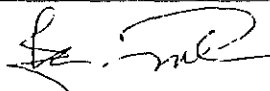
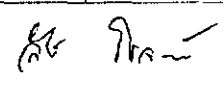
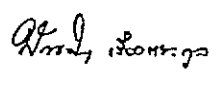
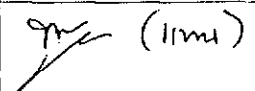
สูตรที่	เนื้อแดง (g)	MDCM (g)
1 (ตัวอย่างควบคุม)	800 (100%)	0 (0%)
2	640 (80%)	160 (20%)
3	480 (60%)	320 (40%)
4	320 (40%)	480 (60%)
5	160 (20%)	640 (80%)
6	0 (0%)	800 (100%)

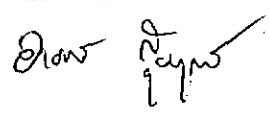
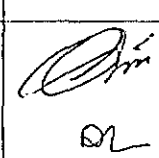
ภาคผนวก 3

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมกำหนดเกณฑ์คุณภาพเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)

โครงการ การสำรวจคุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพและชนิดของผลิตภัณฑ์
สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (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.นันทา ชินประพัทธ์	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
3. รศ.ดร.สุวรรณา สุภิมารส	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
4. ผศ.ดร.สุเมธ ตันตระเชียร	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
5. รศ.ดร.ชัยณรงค์ คันทณิต	อาคารศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140	
6. ดร.ทิพวรรณ ปริญญาศิริ	กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา กระทรวงสาธารณสุข ถนนบุรี 11000	
7. น.ส.พ.อุดม จันทรประไพ	กองสัตว์แพทย์สาธารณสุข กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปทุมธานี	
8. คุณลัดดาวัลย์ โรจนพรณทิพย์	กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ถนนบุรี 11000	
9. ดร.บัณฑิต เรืองตระกูล	บริษัท แผลมทองสหการ จำกัด อาคารวานิช 1126/1 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ กทม.10400	
10. คุณเพ็ญศรี จุงศิริวัฒน์	งานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	
11. คุณมณีวรรณ รักวาทิน	บจ.อาหารเบตเทอร์ 4/2 ซ.สุขนิบาล 2 ถ.พุทธมณฑลสาย 5 ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74130	 (11คน) สุวิมล ทรนงค์รัตน์

ชื่อ	สถานที่ทำงาน	ลายเซ็น
12.	บมจ. กรุงเทพโปรดิ๊ว 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.วัดกิงแก้ว ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	
15.	บจ.บีฟู้ดส์โปรดักส์อินเตอร์เนชันแนล 39 ม. 5 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.ช่องสาริกา อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15140	
16. ธารณ ฐิธาภา	บจ.ซี.พี.อินเตอร์ฟู้ด(ไทยแลนด์) 30/3 ม. 3 ถ.สุวินทวงศ์ ต.ลำผักชี อ.หนองจอก กทม. 10530	
17. อภิชาติ ธรรมเจริญไพศาล รองฯ งามวงศ์	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	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
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
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
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
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
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
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
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

ภาคผนวก 3.2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมี (องค์ประกอบอื่นๆ) ในตัวอย่าง MDCM

ลำดับที่	จำนวนดินกระดูก	ปริมาณแคลเซียม(%)			ปริมาณแรงกดทั้งหมด(ส่วนในล้านส่วน)			ค่า TBA (มก./กก.)		
		(1)	(2)	(3)	range	(1)	(2)	(3)	range	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 3.563 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

ตารางแสดงความถี่ของผลการวิเคราะห์ทางเคมีในตัวอย่าง MDCM

โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		ความชื้น (%)		เถ้า (%)		ปริมาณแคลเซียม (มก.%)		ปริมาณแร่ธาตุทั้งหมด (ส่วนในล้านส่วน)	
ช่วงค่า (Mean $\pm$ SD)	ความถี่	ช่วงค่า (Mean $\pm$ SD)	ความถี่	ช่วงค่า (Mean $\pm$ SD)	ความถี่	ช่วงค่า (Mean $\pm$ SD)	ความถี่	ช่วงค่า (Mean $\pm$ SD)	ความถี่	ช่วงค่า (Mean $\pm$ SD)	ความถี่
5.30 – 6.13 (5.30 $\pm$ 0)	1	10.00 – 12.00 (11.28 $\pm$ 0.61)	10	63.00 – 65.00 (64.21 $\pm$ 0.49)	3	0.70 – 1.20 (0.87 $\pm$ 0.10)	15	0.10 – 0.35 (0.16 $\pm$ 0.07)	19	250 – 280 (263.39 $\pm$ 9.35)	7
6.13 – 6.96 (6.92 $\pm$ 0)	1	12.00 – 14.00 (12.72 $\pm$ 0.59)	10	65.00 – 67.00 (66.24 $\pm$ 0.09)	2	1.20 – 1.70 (1.29 $\pm$ 0.09)	5	0.35 – 0.60 (0.50 $\pm$ 0.10)	2	280 – 310 (300.47 $\pm$ 0.34)	7
6.96 – 7.79 (7.51 $\pm$ 0.23)	7	14.00 – 16.00 (14.40 $\pm$ 0.33)	3	67.00 – 69.00 (67.91 $\pm$ 0.42)	6	1.70 – 2.20 (1.96 $\pm$ 0.10)	3	0.60 – 0.85 (0.70 $\pm$ 0.10)	2	310 – 340 (326.10 $\pm$ 9.12)	8
7.79 – 8.62 (8.23 $\pm$ 0.31)	15	16.00 – 18.00 (16.50 $\pm$ 0)	1	69.00 – 72.00 (70.19 $\pm$ 0.96)	13	2.20 – 2.70 (2.61 $\pm$ 0)	1	0.85 – 1.10 (1.01 $\pm$ 0)	1	340 – 370 (318.24 $\pm$ 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 al. (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 from 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	0.563-3.464	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			Hept-Hept opox			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
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	ND	ND	0
2	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	0
3	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	0
4	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	0
5	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	0
6	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	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	0
8	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	0

ERL = Extraneous residue limit

ND = ตรวจไม่พบ

- = ไม่ได้ทำการวิเคราะห์เพราะตัวอย่างมีความชื้นสูง

ภาคผนวก 3.9 ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้างในตัวอย่าง MDCM

โรงงานลำดับที่	Tetracyclin gr	Sulfadimethoxdne
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	
1	1.19x10 ⁶	9.40x10 ⁶	1.90x10 ⁶	1.1-1.9x10 ⁶	2.0x10 ⁵	5.2x10 ⁵	5.0x10 ⁵	2.0-5.2x10 ⁵	1.1x10 ⁴	6.0x10 ⁴	3.0x10 ⁴	1.1-6.0x10 ⁴	ND
2	2.49x10 ⁶	2.04x10 ⁷	5.1x10 ⁶	0.2-2.0x10 ⁷	6.0x10 ⁵	4.7x10 ⁴	3.5x10 ⁵	0.4-6.0x10 ⁵	7.5x10 ⁴	5.0x10 ⁵	2.2x10 ⁵	0.8-5.0x10 ⁵	ND
3	1.49x10 ⁶	5.60x10 ⁶	5.2x10 ⁵	0.5-5.6x10 ⁶	3.0x10 ⁵	6.2x10 ⁵	3.0x10 ⁵	3.0-6.2x10 ⁵	5.5x10 ⁴	8.0x10 ³	8.0x10 ⁴	0.8-8.0x10 ⁴	ND
4	1.08x10 ⁶	2.20x10 ⁷	7.1x10 ⁶	0.1-2.2x10 ⁷	6.9x10 ⁶	7.2x10 ⁶	2.0x10 ⁵	0.2-6.9x10 ⁶	1.1x10 ⁴	1.60x10 ⁵	1.2x10 ⁴	0.1-1.6x10 ⁵	ND
5	2.96x10 ⁶	2.50x10 ⁶	2.50x10 ⁶	2.5-2.9x10 ⁶	4.3x10 ⁵	3.5x10 ⁵	5.0x10 ⁵	3.5-4.3x10 ⁵	1.12x10 ⁵	6.0x10 ⁴	6.0x10 ⁴	0.6-1.1x10 ⁵	ND
6	1.38x10 ⁶	5.30x10 ⁶	4.0x10 ⁷	0.1-4.0x10 ⁷	1.2x10 ⁶	2.6x10 ⁵	3.0x10 ⁵	0.2-1.2x10 ⁶	5.0x10 ³	1.94x10 ⁵	2.0x10 ⁴	0.5-1.94x10 ⁵	ND
7	1.71x10 ⁶	1.43x10 ⁷	1.59x10 ⁶	0.2-1.7x10 ⁷	1.4x10 ⁶	1.0x10 ⁵	2.0x10 ⁵	1.0-1.4x10 ⁶	3.3x10 ⁴	3.0x10 ⁴	5.0x10 ⁵	0.3-5.0x10 ⁵	ND
8	1.65x10 ⁶	2.06x10 ⁷	2.0x10 ⁷	0.2-2.0x10 ⁷	2.1x10 ⁶	1.2x10 ⁶	1.5x10 ⁵	1.5-1.2x10 ⁶	3.2x10 ⁴	2.5x10 ⁴	1.12x10 ⁶	0.1-1.12x10 ⁵	ND

สรุป

- ตัวอย่างทั้งหมดพบว่าไม่มีเชื้อลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 1.1x10⁶-4.0x10⁷ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- พบว่ามี *Salmonella* อยู่ในทุกตัวอย่าง โดยพบอยู่ในระหว่าง 4.7x10⁴-1.4x10⁶ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- พบว่ามี *E.coli* ในทุกตัวอย่างมีอยู่ระหว่าง 5.0x10³ - 11.2x10⁵ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- 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.	ปริมาณไขมันกระดูก				
6.	แคลเซียม				
7.	รงควัตถุทั้งหมด				
8.	โลหะหนัก (ppm) ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สารหนู	1(0.05)* 0.05* 20 2			
9.	สารตกค้างฆ่าแมลง (ppm) ดีดีที อัลดริน+คลิเดริน เฮปตาคลอร์ เอนดริน คลอร์เดน A-BHC B-BHC ลินเดน HCB	5 0.2+0.2 0.3 0.3 0.7	1 0.2 0.0 0.05 0.05 0.2 0.1 0.7 0.2		
10.	สารปฏิชีวนะตกค้าง เตตราไซคลิน ซัลฟาไดเมทอกซิน ไนโตรฟูเรน คลอแรมเฟนิคอล				
11.	จุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ซาลโมเนลลา อี-โคไล ซูโดโมแนส สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส	ไม่เกิน 1×10^7 cfu/กรัม ไม่พบ ไม่เกิน 300 cfu/กรัม			
12.	สารพิษตกค้าง สตาฟีโลค็อกคัส ทอกซิน				

*Codex Alimentarius Commission

มอก. 590-2528

5. สารปนเปื้อน

5.1 สารปนเปื้อนที่อาจมีอยู่ ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 3

6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะในการทำไส้ดเชือกแข็ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34

6.2 จุลินทรีย์ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

6.2.1 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ในแต่ละตัวอย่างต้องไม่เกิน 1×10^7

โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และจะมี

ตัวอย่างที่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดเกิน 5×10^6 โคโลนีต่อ

ตัวอย่าง 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่าง

6.2.2 ฟิโคคัล สเตรปโตค็อกคัส (Faecal streptococci) ในแต่ละตัวอย่างต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม6.2.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ในแต่ละ

ตัวอย่างต้องไม่เกิน 300 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.2.4 ซาลโมเนลลา (Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตามข้อ 11.3

ตารางที่ 3 สารปนเปื้อน

(ข้อ 5.1)

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

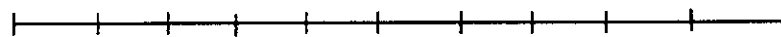
ภาคผนวก 5

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

ชื่อ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

ข้อแนะนำ กรุณาทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูโดยลากเส้นแนวตั้งให้ตัดกับ scale แนวนอนเพื่อระบุระดับของลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

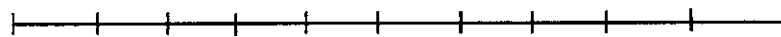
1. สี



สีเข้มหรืออ่อนเกินไป

สีชมพูซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ
ของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

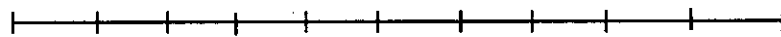
2. กลิ่น



กลิ่นแปลกปลอม เช่น
กลิ่นหืน กลิ่นโลหะ

กลิ่นหอมที่เป็นลักษณะ
เฉพาะของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

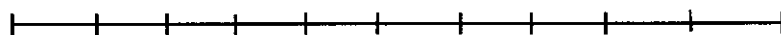
3. รสชาติ



มีรสจัดหรืออ่อนเกินไป
หรือมีรสชาติแปลกปลอม

มีรสชาติเฉพาะของไส้กรอก
แฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

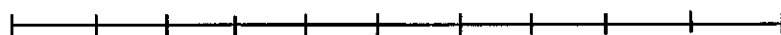
4. เนื้อสัมผัส



เนื้อนุ่มไม่เกาะติดกัน
หรือค่อนข้างนุ่มเหลว

เนื้อแน่นเกาะติดกันและ
มีความยืดหยุ่นดี

5. ความชุ่มน้ำ



เนื้อแห้งหรือมีความชุ่มน้ำมากไป

เนื้อมีความชุ่มน้ำดีถึงดีมาก

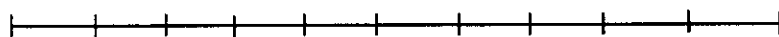
ข้อแนะนำ.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมู (pork patty)

ชื่อ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

ข้อแนะนำ กรุณาทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูโดยลากเส้นแนวดิ่งให้ตัดกับ scale แนวนอนเพื่อระบุระดับของลักษณะต่างๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

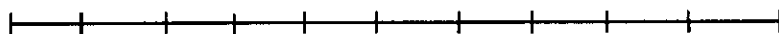
1. สี



สีเข้มหรืออ่อนเกินไป

สีที่เป็นลักษณะเฉพาะที่ดี
มากของเบอร์เกอร์หมู

2. กลิ่น



กลิ่นแปลกปลอม
เช่นกลิ่นหืน กลิ่นโลหะ

กลิ่นหอมที่เป็นลักษณะ
เฉพาะของเบอร์เกอร์หมู

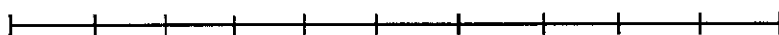
3. รสชาติ



รสจัดหรืออ่อนเกินไป
หรือมีรสชาติแปลกปลอม

รสชาติเฉพาะที่ดีมาก
ของเบอร์เกอร์หมู

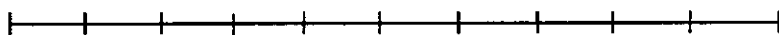
4. เนื้อสัมผัส



เนื้อร่วนไม่เกาะติดกัน

เนื้อแน่นเกาะติดกันดีตามลักษณะ
เฉพาะของเบอร์เกอร์หมู

5. ความชุ่มน้ำ



แห้งกระด้างหรือชุ่มน้ำมากเกินไปจน
อ่อนละ

ชุ่มน้ำพอเหมาะตามลักษณะที่ดีของ
เบอร์เกอร์หมู

ข้อแนะนำ.....

ภาคผนวก 6

สมบัติของไส้กรองกรรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM

ตารางที่ 6.1 ค่าสี (Hunter scale : L* a* b*) ของไส้กรองกรรมควันที่แทนที่เนื้อหมูด้วย
ปริมาณ 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 และปริมาณฟอสฟอรัสของไส้กรองกรรมควันที่แทนที่เนื้อ
หมูด้วย MDCM 0-100%

ปริมาณ MDCM	Calcium (mg%)		Phosphorus (mg%)	
	Wet	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

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

7. สุขลักษณะ

- 7.1 สุขลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนด
สุขลักษณะสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อ (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนด
มาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม Recommended interna-
tional code of hygienic practice for processed
meat and poultry products)
- 7.2 แขนควรจะผ่านกระบวนการผลิต เก็บรักษา และขนส่งให้ถูกวิธีที่
สามารถป้องกันการปนเปื้อนและเน่าเสียได้
- 7.3 แขนจะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้
 - 7.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total aerobic count) ที่
อุณหภูมิ 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 ต้อง
ไม่พบ
 - 7.3.4 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus)
ในตัวอย่าง 0.1 กรัม ต้องไม่พบ
 - 7.3.5 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium per-
fringens) ในตัวอย่าง 0.01 กรัม ต้องไม่พบ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม Microorganisms in Foods, Vol.
1, Their significance and methods of enumera-
tion, 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 และความแตกต่างขององค์ประกอบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้และไม่ใช้ MDCM	

3. รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงาน โดยสรุป (ตามวัตถุประสงค์ข้อ 3)			
3.1 จัดประชุมระดมความคิด และเขียนร่างมาตรฐาน เพื่อขอความคิดเห็นจาก หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ได้ร่างมาตรฐานชั้นคุณภาพ เนื้อ MDCM	3.1 ได้ร่างมาตรฐานชั้นคุณภาพ MDCM 3 ชั้นคุณภาพ ซึ่งชั้นคุณภาพ A และ B ผู้ประกอบการ ส่วนใหญ่ผลิตได้ และชั้นคุณภาพ AA สำหรับกรณีส่งออก	
3.2 วิจัยในโรงงานผลิต MDCM โดยกำหนด ตัวแปรในกระบวนการ ผลิตแล้วคัดเลือกตัวแปร ที่ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมี คุณภาพสอดคล้องกับชั้น คุณภาพ AA	ได้ภาวะการผลิตที่ให้ ผลิตภัณฑ์คุณภาพดี	3.2 ได้กระบวนการผลิตที่ให้เนื้อ MDCMคุณภาพสอดคล้องกับ ชั้นคุณภาพ AA ที่กำหนด	
4. รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงาน โดยสรุป (ตามวัตถุประสงค์ข้อ 4)			
4.1 คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MCDM แต่ละชั้นคุณภาพ	ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สำหรับ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพ ตามที่กำหนดไว้	ได้ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม สำหรับ MDCM ชั้นคุณภาพดีมาก ดี และปานกลาง	
4.2 รวบรวมผลและวิเคราะห์	ได้ข้อมูลทางสถิติสำหรับ สรุปผลและจัดทำรายงาน ฉบับสมบูรณ์	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”