



สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
The Thailand Research Fund

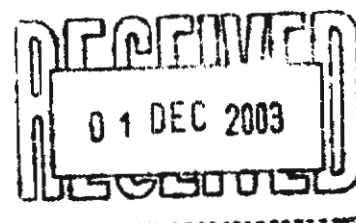


รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

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

โดย รศ.ดร.พันธุ์ทิพา จันทวัฒน์ และคณะ

สิงหาคม 2546



คนกินฟริก

ฟริกซ์หนูพีชที่แทบจะบอกได้ว่าเกิดมากับคนไทยและเนส่วนประกอบของ “เครื่องแกง” และ “เครื่องปรุง” ที่แทบจะขาดไม่ได้เลยสำหรับอาหารแต่ละมื้อ

รสชาติของฟริก คงไม่ต้องสาธยายอะไรกันมาก เพราะความเผ็ดของมันนั้นได้รับการยอมรับไปทั่วพื้นปฐพี ถึงขนาดมีคำพูดเรียกขานว่า “เล็กฟริกซ์หนู” ที่หมายความว่าถึงแม้จะเล็ก แต่เผ็ดสะใจ

ถ้าเทียบกันแล้ว ชื่อเสียงความเผ็ดจัดจ้านของฟริกซ์หนูไทยก็คงไม่ต่างไปจาก “วาซาบิ” ของญี่ปุ่นที่ใครได้ลิ้มรสที่แรกแล้วแทบจะกระโดด

ขนาดฟริกซ์หนูธรรมดาที่ว่าเผ็ดเผ็ดแล้วถ้าเป็นซุเปอร์ฟริกส์ จะเผ็ดขนาดไหน และแปลกใจหรือไม่ถ้าจะบอกว่าผู้ที่พัฒนาฟริกซ์ที่รับประทานแล้วเผ็ดไปถึงบรรพบุรุษกลับเป็น บริษัทอีสท์ เวสต์ ซิด จำกัด จากประเทศเนเธอร์แลนด์ ที่มองเห็นโอกาสจากการพัฒนาพันธุ์ฟริกซ์ให้มีคุณสมบัติเผ็ดจัด จนได้รับสมญานามว่าเป็น “ซูเปอร์ซอท” ที่มีคุณสมบัติเผ็ดร้อนที่สุดเพื่อทำการส่งออกไปยังตลาดแถบยุโรป ที่ต้องการฟริกซ์ที่เผ็ดและปลอดภัยสูงอย่างซูเปอร์ซอทเป็นจำนวนมาก

ฟริกซ์จำนวนน้อยลงแต่เผ็ดมากกว่า มีมูลค่ามากขึ้น บรรทุกส่งไปยังต่างประเทศได้คุ้มค่าน่าขึ้นเพื่อทำเป็นขอสฟริก อภิมหาเผ็ด ทำรายได้มากขึ้น

ไซมอน แนน กรูท ผู้อำนวยการซีอีโอ บริษัทอีสท์ เวสต์ ซิด จำกัด เปิดเผยว่าฟริกซ์หนูพันธุ์ซูเปอร์ซอท เป็นฟริกซ์สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งพัฒนาโดยคณะนักวิจัยชาวไทย ที่ใช้เวลาในการวิจัย ศึกษาทดลองกว่า 6 ปี โดยใช้เทคนิคการผสมข้ามสายพันธุ์กว่า 100 สายพันธุ์ ทั้งฟริกซ์สายพันธุ์ไทย และฟริกซ์สายพันธุ์ต่างประเทศ จนได้ฟริกซ์หนูสายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นอยู่ที่ความเผ็ดที่มีมากกว่าฟริกซ์หนูทั่วไปถึง 2 เท่า

“ธรรมชาติของฟริกซ์หนูไทยมีลักษณะความต้านทานโรคต่ำ โดยเฉพาะโรคไวรัสที่ทำให้เมล็ดช้ำก่อนการเก็บเกี่ยว แต่ซูเปอร์ซอทสามารถต้านทานไวรัสได้มากขึ้น โดยใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณน้อย และผลจากการปรับปรุงสายพันธุ์ครั้งนี้จะทำให้ได้ฟริกซ์ที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น” ไซมอนกล่าว

นอกจากนี้ความทนต่อสภาพอากาศยังช่วยยืดระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลผลิตให้ยาวนานกว่าเดิม ในขณะที่เดียวกัน ปริมาณผลผลิตต่อไร่ก็เพิ่มสูงขึ้น 4.5 ตันต่อไร่ ในขณะที่ฟริกซ์พันธุ์ทั่วไปจะให้ผลผลิตเพียง 3 ตันต่อไร่เท่านั้น

ประโยชน์จากการวิจัยครั้งนี้ ไซมอนบอกว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาวิจัย จะนำมาช่วยในการปรับปรุงสายพันธุ์พืชผักเพื่อการส่งออกชนิดอื่นๆในไร่ อาทิ ฟริกหวาน มะเขือเทศ มะเขือม่วง เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อโรค และได้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้นต่อไปในอนาคต

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

พันธุ์พืชที่ทางบริษัท อีสท์ เวสต์ ซิด พัฒนานี้มานี้ไม่เพียงแต่ฟริกซ์หนูเท่านั้น แต่ยังมีพืชชนิดอื่นๆอีก มะเขือเทศ มะเขือม่วง ถั่วฝักยาว ถั่วลิสงเตา แตงกวา ข้าวโพด และผักสวนครัวต่างๆ เป้าหมายคือตลาดยุโรป ซึ่งแน่นอนว่าการส่งพืชผักไปต่างประเทศต้องมีการควบคุมการที่มีมาตรฐานและเป็นไปตามกฎระเบียบ EUREPGAP ของประเทศในแถบยุโรปที่ต้องการความปลอดภัยที่แท้จริงในการบริโภคพืชผักจากตลาดเอเซีย

หลายครั้งที่พืชส่งออกของไทยจากผู้ผลิตรายอื่นถูกตีกลับ เพราะไม่ได้มาตรฐาน

แต่วันนี้เกษตรกรทั้งรายใหญ่และรายย่อย ต่างหันมาคิดหาวิธีที่จะทำให้พืชผักในไร่ของตนเริ่มต้นดูแลตั้งแต่การใส่ปุ๋ยฉีดพ่นสารเคมีทางใบ แต่ก็ยังหนีไม่พ้นจากปัญหาโรคพืช เช่น รากเน่า ใบเหลือง หรือปัญหาจากแมลงที่คอยกัดกินต้นพืชอยู่ตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการปรับปรุงสายพันธุ์พืชเพื่อหาพันธุ์ที่อดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศและศัตรูพืช

Madine Jebond Chicken Head

ដំណាក់កាលទី៣ ការសាងសង់ រួម ផ្ទៃដី ០.៥-២.០% រឹង និង ធាតុសរសៃសរសៃ

USDA ကာကွယ် MDCM စီမံခန့်ခွဲမှုမှာ 1၃.၇% ၄.၈၈% အထိ ၁%.

ឆ្នាំប្រឡង ២០២១ ៤០១៣៥

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ MDCM เป็นส่วนประกอบได้แก่ loaves, burgers, steak, poultry roll, pattie, meat ball, ไข่ต้มหรือไข่ทอด ~~และ~~ เนื้อสัตว์ที่ปรุงรส 5-50% ของปริมาณเนื้อสัตว์

2) การออกแบบทาง modem กับ cable

[illegible][illegible]

→ การควบคุมการนำเข้า/ส่งออก ของสินค้าและบริการ

๑) สารพิษตกค้างในดิน: ทำโดยการใส่ดินลงในภาชนะใส่น้ำ แล้วเขย่าให้เข้ากัน แล้วกรองเอาดินออก แล้วนำน้ำที่กรองแล้วมาทดสอบด้วยกระดาษทดสอบ Chlorine ถ้าตามเข็มเป็น 100 ppm / ปริมาณ 154

③ คัดเลือกบุคคล ตามข้อ ๖ / พิมพ์ประวัติ

④ ปริมาณน้ำแข็งที่ละลายที่ -18°C ในเวลา 3 ชั่วโมง

ผลการสำรวจคุณภาพงาน MDCM ที่ผลิตในปีพ.ศ.

២២ ដេកូដកំណត់ប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ី

11.1 30 ម៉ោង វិចារណ ម៉ូឌុល (គេហទំព័រ ឯកសារ DCM 11.1 កែ) ដោយ វិចារណ ម៉ូឌុល/ឯកសារ កំណត់ ០០១
 1 ដើម្បី ត្រួតពិនិត្យ ឯកសារ កំណត់ ០០១ ចំពោះ 8 វិចារណ

1.12 วิจัยแหล่งข้อมูลใหม่ ประสิทธิภาพ & การจัดการผล

ผลประโยชน์ที่ได้มีทั้งทางตรง + ทางอ้อม เช่น ก่อสร้างถนน 30,000 - 250,000 บาท/ปี

ซึ่งเก็บได้ทั้งหมด ๒๐,๐๐๐ - ๕๐,๐๐๐ kg/ไร่ ผลจากปริมาณดังกล่าว ~~จะ~~ ส่วนที่เหลือได้นำไป
 ๐๗/๒๕๖๖ ๑๑,๔๐๐ - ๑๕,๐๐๐ kg/ไร่ $\therefore$ ผลจาก ๑ ไร่ ๘ ไร่. ทั้งสิ้นได้เป็น ๒,๔๐๐,๒๐๐ kg

စားသုံးမှုကုန်အကျိုးခံစားခွင့်: ဒေါ်လှိုင်လှိုင် မဝတ် နေရာမှာ \$92,000 ကျပ်

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

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

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร.พันธุ์พา จันทวัฒน์	ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รศ.ดร.นินนาท ชินประห์ชัย	
3. รศ.ดร.สุวรรณา สุภิมารส	
4. ผศ.ดร.สุเมธ ตันตระเรียม	
5. นสพ.อุดม จันทร์ไพภัทร	กองสัตวแพทย์สาธารณสุข กรมปศุสัตว์
6. นางมณีวรรณ รักวาทิน	บจ.อาหารเบทเทอร์
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 เคมีและจุลินทรีย์ของ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านรูปแบบการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย
3. เพื่อให้ได้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทย พร้อมทั้งขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่จะทำให้ได้ MDCM ที่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น
4. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

ผลที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินงานในโครงการ

1. ผู้ประกอบการด้านการผลิต MDCM สามารถผลิต MDCM ที่มีเกณฑ์คุณภาพเหมาะสมถูกต้องตรงตามความต้องการด้านการใช้ประโยชน์ของตนเองหรือลูกค้า
2. โรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการสำหรับการใช้ในผลิตภัณฑ์ของตน
3. ผู้บริโภคได้รับการคุ้มครองจากการได้บริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์คุณภาพดี และปลอดภัยจากจุลินทรีย์และสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่อาจเป็นอันตราย

แบบฟอร์มสรุปโครงการวิจัย สกว. (Executive Summary)

ชื่อเรื่อง การสำรวจ คุณภาพ ปริมาณ รูปแบบการใช้ กำหนดเกณฑ์คุณภาพ และชนิดของผลิตภัณฑ์สำหรับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM) ที่ผลิตในประเทศไทย

คำนำ (Introduction)

ปัจจุบันมีการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิด และใช้เป็นแหล่งโปรตีนเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีการโบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ยังไม่มีข้อกำหนดเกณฑ์ของเนื้อชนิดนี้อย่างชัดเจน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ อายุการเก็บสั้น มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนสูง และขึ้นกระดุกปนเปื้อนในปริมาณสูง เป็นเหตุให้การใช้เนื้อชนิดนี้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องวิจัยเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ ตลอดจนแนวทางการผลิตให้ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และมีการสูญเสียสารอาหารที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด

เป้าหมายของโครงการ (The Goal)

เพื่อให้ทราบคุณภาพ MDCM ปริมาณ รูปแบบการใช้เพื่อให้ได้เกณฑ์คุณภาพ MDCM พร้อมวิธีผลิตตามเกณฑ์คุณภาพ และผลิตภัณฑ์สำหรับแต่ละเกณฑ์คุณภาพ

สถานการณ์และองค์ความรู้ปัจจุบัน (Status)

MDCM เป็นแหล่งโปรตีนชนิดสมบูรณ์ ที่ราคาถูก และมีข้อดีเรื่องคุณภาพด้านสี, ปริมาณไขมัน, แคลเซียม และจุลินทรีย์ ได้มีการผลิต MDCM และใช้อย่างกว้างขวางในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งในต่างประเทศและภายในประเทศ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีปัญหาด้านคุณภาพและอายุเก็บที่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เนื้อแยกกระดูกด้วยมือ 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.พันธิพา 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 ตะกั่วสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศในบางตัวอย่าง 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 ขณะที่ชั้นคุณภาพปานกลางใช้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดบดหยาบที่ต้องการเฉพาะการเชื่อมติดกันของชิ้นเนื้อ 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 สึกดำเมื่อเก็บที่ -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 เกลือ และน้ำ	32
1.2.2 ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัส	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 เกลือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส 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	สูตรและวิธีผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์	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

		ญ
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 คำนวนจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*	60
ตารางที่ 33	ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากตลาดในเขต กรุงเทพมหานคร คำนวนจากความสัมพันธ์ของ Ca ค่า L^* และ a^*	61
ตารางที่ 34	ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ต ในเขตกรุงเทพมหานคร คำนวนจากความสัมพันธ์ของ 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	ข้อมูลร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่สรุปจากการเวียนขอ ข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	68
ตารางที่ 38	ร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องชั้นคุณภาพ AA, A และ B	70
ตารางที่ 39	ค่าสีของตัวอย่างเนื้อ MDCM ซึ่งทดลองผลิตเพื่อให้ได้สมบัติตามชั้น คุณภาพ AA	71

	ณ
ตารางที่ 40 ปริมาณรงควัตถุทั้งหมดของตัวอย่างเนื้อ 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 วันและ 7 วัน	98
ตารางที่ 67	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (ซั้ที่ 1)	100
ตารางที่ 68	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของตัวอย่างเนื้อ MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเบอร์เกอร์หมู (ซั้ที่ 2)	100
ตารางที่ 69	ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพที่ปริมาณ 12-48%	101

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) ซึ่งเครื่องทำงานโดยกดหรือสับชิ้นส่วนจนละเอียด แล้วดันด้วย แรงดันสูงให้ส่วนเนื้อลอดผ่านตะแกรงออกมา เนื้อชิ้นส่วนที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อบดละเอียด (paste) สีมชมพูเข้มใกล้เคียงกับสีของเนื้อหมูหรือเนื้อวัว 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 รงควัตถุจากไขมันกระดูก 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 รายงานว่าเคยมีการตรวจพบในส่วนขอไตและตับไก่ตามลำดับเจือปนมากับ ส่วนเนื้อที่ได้

ในปัจจุบันเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็งจัดเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทยในปี 2543 ไทยมีโรงงานผลิตไก่สดแช่เยือกแข็งและเนื้อไก่แปรรูปแช่เยือกแข็งเพื่อส่งเป็นสินค้าออกรวม 9 โรงงาน มีปริมาณการส่งออกปี 2542 เท่ากับ 273,599 เมตริกตัน, คิดเป็นมูลค่า 23,486 ล้านบาท ขณะที่ในปี 2543 ปริมาณการส่งออกตั้งแต่ มกราคม 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 แห่เหือกแข็งหลายโรงงานมีการผลิตเนื้อ MDCM เพื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิดและ/หรือ จำหน่ายให้กับโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ขนาดเล็ก ซึ่งนำมา แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิดโดยเฉพาะไส้กรอกประเภทต่าง ๆ โดยใช้ทดแทนเนื้อหมูและเนื้อวัวในปริมาณต่าง ๆ กันตั้งแต่ประมาณ 10% ถึง 100% โดยที่ผู้บริโภคไม่มีโอกาสได้ทราบว่าแท้จริงผลิตภัณฑ์ที่ตนบริโภคอยู่นั้นทำจากเนื้อไก่ปนเนื้อหมูหรือเนื้อวัว หรือทำจากเนื้อไก่ทั้งหมด นอกจากที่กล่าวมาแล้วเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องที่ผลิตขึ้นใช้อยู่ในประเทศไทยนั้น ในปัจจุบันยังไม่มี การสำรวจให้ชัดเจนว่า คุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์เป็นอย่างไร มีการผลิตโดยผู้ผลิตที่รายและมีการใช้ในผลิตภัณฑ์ใดบ้าง ในปริมาณมากน้อยเพียงใด

ในส่วนของภาวะขาดเกณฑ์การจัดแบ่งชั้นคุณภาพสำหรับการใช้งานนั้น มีปัญหาที่สืบเนื่องไปถึงผู้ประกอบการที่ใช้เนื้อชนิดนี้ในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ การที่ MDCM ที่ผลิตโดยผู้ผลิตต่างราย หรือ รายเดียวกันแต่คนละรุ่น มีคุณภาพไม่คงที่ ทำให้การนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทำได้ยาก ล้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM เป็นส่วนประกอบ จำหน่ายได้เฉพาะในรูปแบบผลิตภัณฑ์ราคาถูกลดสำหรับตลาดล่าง หรือในลักษณะการแอบแฝงเจือปน และไม่มีภาระระบุในฉลากว่าเป็นเนื้อ MDCM หรือมี MDCM เป็นส่วนประกอบ ดังนั้นผลิตภัณฑ์เหล่านี้จึงไม่ควรได้รับการจดทะเบียนเครื่องหมายการค้าและฉลากจากกระทรวงสาธารณสุข หรือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ถึงเกณฑ์ที่จะขอมาตรฐานรับรองคุณภาพจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ในส่วนของกลุ่มผู้บริโภคเองนั้น นอกจากไม่ได้รับความคุ้มครอง เนื่องจากต้องบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบไม่ถูกต้องตรงกับฉลาก หรือ ชื่อที่ระบุโดยผู้ผลิตโดยที่ตนเองไม่มีโอกาสทราบแล้ว ถ้าบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแคลเซียมเจือปนอยู่มาก ติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจเกิดภาวะเสี่ยงกับโรคนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ หรือมีฉะนั้นอาจได้รับอันตรายจากเชื้อโรคที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ ถ้าผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เป็นประเภทไม่ได้รับความร้อนเพียงพอหรือทำให้สุกถึงระดับที่เชื้อจะถูกทำลาย หรืออาจมีอันตรายจากสารตกค้างต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนมาอีกด้วย

ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะมีการวิจัยเพื่อตรวจสอบสถานภาพด้านการใช้ประโยชน์ ปริมาณ และรูปแบบการใช้ ตลอดจนคุณภาพของ MDCM และกำหนดให้มีเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ ขึ้นกลาง ขึ้นสูง ขึ้นภายในประเทศไทยเพื่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางด้านการตลาดสำหรับผู้ประกอบการและผู้จัดทำจำหน่าย ตลอดจนการคุ้มครองผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

การสำรวจเอกสาร

MDCM เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมเนื้อไก่สดแช่แข็ง ที่ได้จากส่วนคอ และโครง ลำตัวที่แยกชิ้นส่วนออก, ปีก และขา ออกไปแล้ว MDCM มีลักษณะเป็นเนื้อมีไขมันน้อย มีสีซีด เนื่องจากมีส่วนของฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ของไขกระดูกอยู่ด้วย องค์ประกอบหลักของ MDCM เป็นโปรตีน 9.5-13.2% ไขมัน 62.7-73.4% ไนโตรเจน 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) ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อไก่กระดูกแยกกระดูกด้วยเครื่อง (mechanically deboned broiler meat, MDBM) พบว่าเนื้อจากส่วนคอไม่รวมหนังมีโปรตีน 15.3%, ไขมัน 7.9%, ไขมัน 76.7% จากส่วนหลังที่มีหนังติดอยู่มีโปรตีน 11.9%, ไขมัน 24.0%, ไขมัน 63.1% และจากส่วนคอและหลังไม่รวมหนังมีโปรตีน 13.7%, ไขมัน 17.0%, ไขมัน 69% ผู้วิจัยสรุปว่าเนื้อที่มีส่วนหนังรวมอยู่ด้วยจะมีไขมันเพิ่มขึ้น และโปรตีนลดลง Essary (1979) ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อสัตว์ปีกแยกกระดูกด้วยเครื่อง (mechanically deboned poultry meat, MDPM) จากไก่กระดูก และไก่วง พบว่า MDPM จากไก่วงมีความชื้น 68.5%, ไขมัน 15.7%, โปรตีน 15.2% และมีปริมาณแร่ธาตุเรียงจากน้อยไปหามากดังนี้ คือ โพแทสเซียม, แคลเซียม, โซเดียม, คลอรีน, แมกนีเซียม, เหล็ก, คอปเปอร์, รูบิเดียม และอูมิเนียม ส่วน MDPM จากไก่กระดูกมีความชื้น 72.2%, ไขมัน 14.4%, โปรตีน 13.4% และมีปริมาณแร่ธาตุเรียงจากน้อยไปหามาก ดังนี้คือ โพแทสเซียม, โซเดียม, คลอรีน, แมกนีเซียม, เหล็ก, สังกะสี, คอปเปอร์, รูบิเดียม, อูมิเนียม และโบรมีน Ang และ Hamm (1982) ศึกษาองค์ประกอบของ MDBM (mechanically deboned broiler meat) เปรียบเทียบกับเนื้อไก่กระดูกแยกกระดูกด้วยมือ (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 จากส่วนโครงกระดูกมีความชื้น 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% และคอเลสเตอรอล 3.9% ของปริมาณโปรตีน ทั้งหมด ซึ่งมีค่าสูงกว่าคอเลสเตอรอลที่พบในเนื้อไก่ (ไก่อายุน้อย, แม่ไก่, ไก่วง, ไก่กระทง) ส่วนนอก 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 สรรพอดั (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) ศึกษาการอยู่รอดของ *Stap. aureus* ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมัก (fermented sausage) ที่ผลิตจาก MDPM ซึ่งการหมักผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดกรดแลกติกจะใช้เชื้อที่มีอยู่ตามธรรมชาติ 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 มีฮีโมโกลบินของไขมันกระดูกอยู่ในปริมาณสูง 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 และผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเนื้อชนิดนี้ 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 ที่มีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค อย่างกว้างขวาง และพบว่า MDCM โดยทั่วไปมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับเนื้อไก่ และมีแร่ธาตุอยู่ใน ปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค Murphy และคณะ (1979) กล่าวว่า แคลเซียมที่พบในไตของไก่อายุมาก มีปริมาณสูง ซึ่งมีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยต่อทารก และเด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี จึงไม่อนุญาตให้มีส่วน ของไตปนอยู่ใน 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 แต่ปริมาณจะเพิ่มสูง ขึ้นถ้ามีตับปนอยู่มากขึ้น ส่วนตะกั่วที่ตรวจพบไม่แตกต่างจากที่พบในเนื้อที่เตรียมจากส่วนโครงลำตัว และ ระดับของแร่ธาตุที่พบเหล่านี้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในส่วนของกระดูกที่เจือปนอยู่ในเนื้อ Murphy และคณะ (1979) รายงานว่าปริมาณกระดูกที่ตรวจพบ ซึ่งอยู่ในช่วง 0.5-2.0% ไม่เป็นอันตรายต่อ สุขภาพ 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 ดังนั้นบุคคลที่ ต้องการจำกัดปริมาณโคเลสเตอรอล ควรพิจารณาจากฉลากของผลิตภัณฑ์ด้วย

การใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ MDCM เป็นส่วนผสมได้แก่ loaves, burgers, steak, poultry roll, patties, meat ball, ผลิตภัณฑ์ประเภท kamaboko, luncheon meat, soup และได้กรอกชนิดต่างๆ โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ส่วนใหญ่ใช้ MDCM ทดแทนเนื้อแดงในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า MDCM ใช้ได้ใน ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แทบทุกชนิด โดยผสมกับเนื้อแดงหรือ HDCM ในปริมาณที่ผู้บริโภคยังยอมรับผลิตภัณฑ์ ได้ ซึ่งพบว่าใช้ได้ตั้งแต่ 5 ถึง 50% ของน้ำหนักเนื้อสัตว์ ทั้งหมด Holley และคณะ (1986) ศึกษาการผลิต ไส้กรอกหมักจากเนื้อหมูและเนื้อวัว (pork/beef fermented sausages) จาก MDCM โดยเติม glucono-delta-

glucono-delta-lactone มีผลให้ pH ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และช่วยให้ผิวภายนอกของผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เติม MDCM 10 และ 15% พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจาก MDCM มีความเหนียวและลักษณะเนื้อสัมผัสคล้าย 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 ($p \leq 0.05$) การเติม phosphates ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเป็นผลให้ไส้กรอกเสียน้ำน้อยและมีความชุ่มน้ำมากขึ้น non-meat protein binders ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อใช้ร่วมกับ phosphates จึงมีผลทำให้ค่า firmness เพิ่มขึ้น 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% ช่วยปรับปรุงความรู้สึกในปากของเจลซูริมิ และผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมาก Chi (1993) ศึกษาการผลิตน้ำซุปไก่ (chicken broth) จาก MDCM โดยต้มเนื้อต่อน้ำในอัตราส่วน 1:3(w/w) นาน 3 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์องค์ประกอบของกรดอะมิโน 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 และยังได้ไปรับข้อมูลกลับคืนมาของอีกด้วย 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 ปริมาณจีนกระดูกต่อหน่วยน้ำหนักและ 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 และยังไม่มียุทธวิธีที่มีผู้ใดเคยทำมาก่อน 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

ในส่วน of ไส้กรอกชนิดต่างๆและแฮมเบอร์เกอร์นั้น ผู้ผลิตมักเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยโรงงานต่างๆที่มีการผลิตเนื้อ MDCM เอง และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีชื่อทางการค้าต่างๆ กัน ขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านส่วนใหญ่นั้นเป็นของผู้ผลิตที่มีโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก 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. นั้นได้ไปเก็บตัวอย่างที่ตลาดสะพานใหม่คอนเมื่อง ซึ่งเป็นตลาดขายส่งและขายปลีกขนาดใหญ่ พบว่ามีแผงจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รวม 7 แผง จึงได้เก็บตัวอย่างมารวมทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการค้าที่เก็บจากตลาดในจังหวัดนครราชสีมา

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

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการค้าที่เก็บจากตลาดสะพานใหม่คอนเมื่อง

1	ไส้กรอกกรมควันวิลทอง ศรีไทย	7	ไส้กรอกวานิลลา
2	ไส้กรอกไก่ ทรายหัวไก่ ศรีไทย	8	โบโลน่าหมู ศรีไทย
3	ไส้กรอกค็อกเทลตรา JJ Food	9	โบโลน่า(เล็ก) บีฟู้ด
4	ไส้กรอกไก่ ทรายไก่แม่ครัว CP	10	ลูกชิ้นทอดมันไก่ ส.ว.
5	ไส้กรอกไก่ สหฟาร์ม	11	แฮมคอนเมื่อง (แฮมแม่สังเวียน)
6	ไส้กรอกค็อกเทล CP		

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

ตารางที่ 4 ผลผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่เก็บจากซูเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร

1	ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์หมูตรา บีคิกี้	8	เบอร์เกอร์หมู CP
2	ไส้กรอกค็อกเทลหมู(สูตรพิเศษ) BKP	9	เบอร์เกอร์ไก่ CP
3	ไส้กรอกหมูรมควัน Bangkok Meat Processing	10	หมูขยอป่าข่าน
4	Premium Pork Sausage ตรา บีคิกี้	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 เกล็ด 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 ในการประชุมคณะผู้วิจัยได้เสนอเอกสารประกอบเพื่อพิจารณา รวม 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 เวียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องเพื่อขอข้อคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้เวียนร่างมาตรฐานเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่องไปยังหน่วยงานของภาครัฐและภาคเอกชนรวม 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 สีคล้ำเมื่อเก็บที่ -18°C เป็นเวลาประมาณ

3 เดือน

4.1 การลดปริมาณรงควัตถุ

เนื่องจาก MDCM ที่ได้มีสีแดงเข้ม เมื่อนำไปแปรรูปในผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มไม่ชวนบริโภคและเป็นผลให้ใช้ได้ในปริมาณต่ำ 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 ซึ่งใช้หลักการบดโครงให้ละเอียดและดันผ่านรูตะแกรงซึ่งเป็นช่องเปิดที่ปรับขนาดเล็กลงได้ โดยในการทำงานผู้คุมเครื่องจะปรับขนาดของรูตะแกรงให้มีขนาดเหมาะสมโดยพิจารณาจากปริมาณผลผลิตของเนื้อที่ได้จากการทดลองเดินเครื่อง โดยในการทดลองได้ตั้งเกณฑ์ไว้ให้ได้ผลผลิตประมาณ 62% ซึ่งที่ระดับนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีปริมาณโปรตีนในระดับที่ต้องการและปริมาณแคลเซียมและไขมันกระดูกไม่เกินเกณฑ์กำหนด

4.4 การแก้ปัญหาเรื่องเนื้อ MDCM สึกดำเมื่อเก็บที่ -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. นิดฟ่อนผิวฉนวนขึ้นเนื้อด้วยสารละลาย ascorbate เข้มข้น 10% ในปริมาณ 500 และ 1000 ppm บรรจุถุง low density polyethylene และปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศ
3. นิดฟ่อนผิวขึ้นเนื้อด้วยสารละลาย 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



รูปโครงอกและสันหลัง



ขั้นตอนการดึงหนังอกออก



ขั้นตอนการดึงหนังอกออก



รูป หลังจากดึงหนังอกออก, ดึงหนังอกออกแล้วมีหนังอกของอก



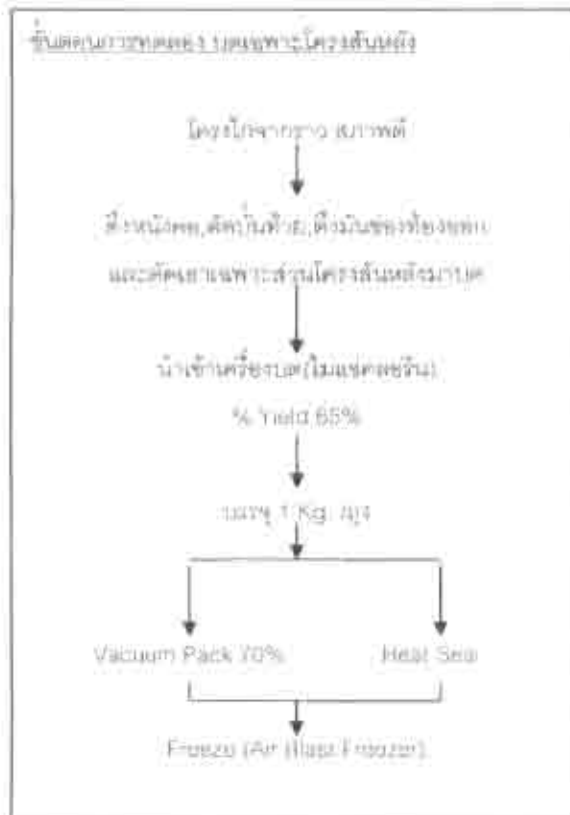
ลักษณะการแยกโครงอกและสันหลังออกจากกัน



รูปโครงสันหลัง และโครงอก หลังจากแยกจากกัน

รูปที่ 1 โครงลำตัวไก่ที่นำมาผลิตเป็นเนื้อ MDCM และขั้นตอนการตัดแยกโครงสันหลังจากโครงอก

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



ข้อมูลการวิเคราะห์

- CT (จุดจุด) = -5.74°C
- (๑) ไม่พื้หน้าบด = Lot (2 ซากู-13-วัน)
- ส่งโครงตรวจเชื้อแบคทีเรีย TVC, Coliform
- CT (จุดจุด) ก่อนบด = 8°C
- % Yield การตีเนื้อ = 69.85%
- CT (จุดจุด) หลังบด = 15°C
- เวลาในการบด = 1.06 นาที
- ระยะเวลาตั้งเครื่องบรรจุ - บรรจุเสร็จ = 2.21 นาที
- (Condition)
- ส่งตรวจเชื้อ TVC, Coliform

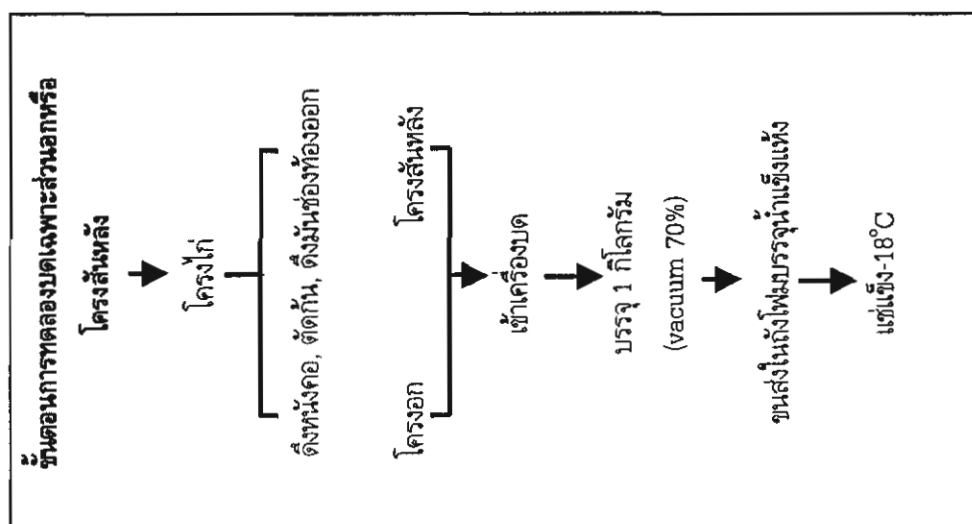


รูปโครงสันหลัง (หลังจากลอกหนัง)



รูปสีหลังจากบดโครงสันหลัง

รูปที่ 3 ขั้นตอนและการวิเคราะห์การผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ส่วนหลัง (ซ้าย)



ข้อมูลการทดลอง	ตัวอย่าง	
	ส่วนนอก	ส่วนหลัง
อุณหภูมิ		
- อุณหภูมิห้องระหว่างแยกเนื้อ	13°C	14°C
- อุณหภูมิโครงก่อนแยกเนื้อ	8°C	6°C
- อุณหภูมิระหว่างแยกเนื้อ	8-9°C	7-8°C
- อุณหภูมิหลังแยกเนื้อ	9°C	8°C
ชิ้นส่วน	โครงลำตัว ดึงมันส่วนท้องออก ดึงหนังคอกออก ตัดกัน เอาเฉพาะ ส่วนนอก ไม่มีปอดติดอยู่ และตัด กระดูกอ่อนบริเวณอกออก	โครงลำตัวเหมือนที่ใช้สำหรับตัวอย่าง ส่วนนอก แต่ตัดแยกส่วนนอกออกเหลือ 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	บรรจุลง LDPE ที่บ่มแสงสีฟ้า vacuum package บรรจุกล่องโฟม และนำแช่แข็งแช่ แช่แข็ง 2-3 ชั่วโมงแล้ว แช่แข็งที่ -18°C	เหมือนตัวอย่างส่วนนอก

รูปที่ 4 ขั้นตอนและกระบวนการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่
ส่วนอกและส่วนหลัง (เข้าที่ 2) วันที่ 26 ธันวาคม 2545

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



ข้อมูลการทดสอบ:

- CT วัดจุดดับ = 5.83 °C
- เติมน้ำที่นำมาแช่ = 1.02 (ค่า 43 วัน)
- สุ่มตรวจหาเชื้อเริ่มต้น TVC, Coliform
- CT วัดจุดดับก่อนแช่ = 6 °C และ 7 °C
- % Yield การแช่ = 65.00 %
- CT วัดจุดดับหลังแช่ = 13 °C และ 12 °C
- เวลาในการแช่ = 1.19 นาที และ 1.49 นาที
- ระยะเวลาตั้งเวลาเริ่มการบรรจุ - 1.07 นาที และ 2.50 นาที / Condition
- สังเกตหาเชื้อ TVC, Coliform



รูปสีหลังแช่และนำไม่แช่เกลือ

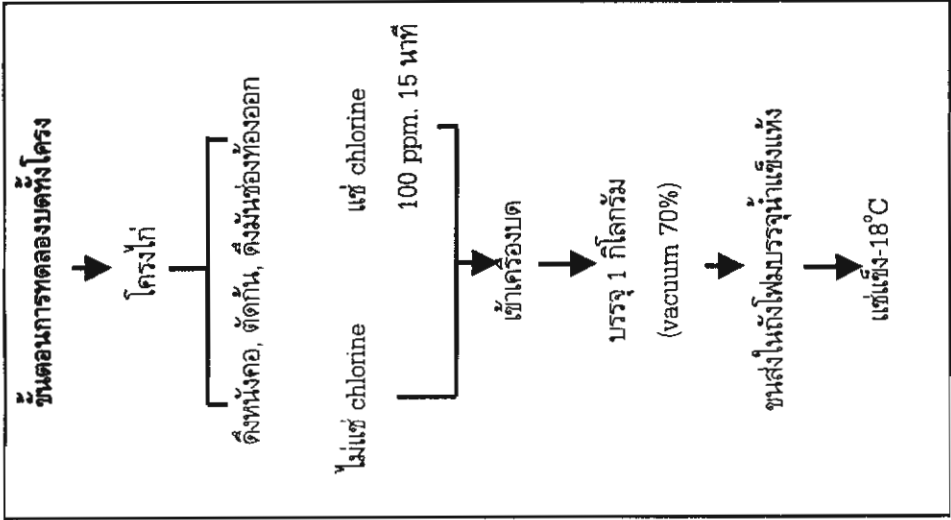


รูปสีหลังแช่และนำแช่เกลือ



รูปโครงไก่ก่อนการตัดแต่ง

รูปที่ 5 ขั้นตอนและภาวะการผลิตเนื้อ MDCM จากโครงไก่ที่ผ่านและไม่ผ่านการแช่ chlorine (ฟ้าที่ 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 ดิ่งมันส่วนท้องออก ดิ่งหนังคอก 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 จากเครื่องไก่
ที่ผ่านและไม่ผ่านการแช่ chlorine, (ซ้ายที่ 2) วันที่ 26 ธันวาคม 2545

5. คัดเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับ MDCM แต่ละเกณฑ์คุณภาพ

แนวทางการศึกษาในขั้นตอนนี้ได้ นำ MDCM แต่ละชั้นคุณภาพมาทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่คัดเลือกขึ้นมา โดยตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ชั้นคุณภาพของ MDCM และปริมาณสูงสุดที่ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์ โดยชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับศึกษาผลการประยุกต์ใช้มี 2 ประเภทได้แก่

5.1 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดอิมัลชันและเจล

5.2 ผลิตภัณฑ์บดหยาบและขึ้นรูป

เมื่อกำหนดประเภทของผลิตภัณฑ์แล้วจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวแทนของแต่ละประเภทมาอย่างละ 1 ชนิด โดยประเภทอิมัลชันใช้ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ (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. ปริมาณรังควาญทั้งหมด (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. อัดไส้ 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		

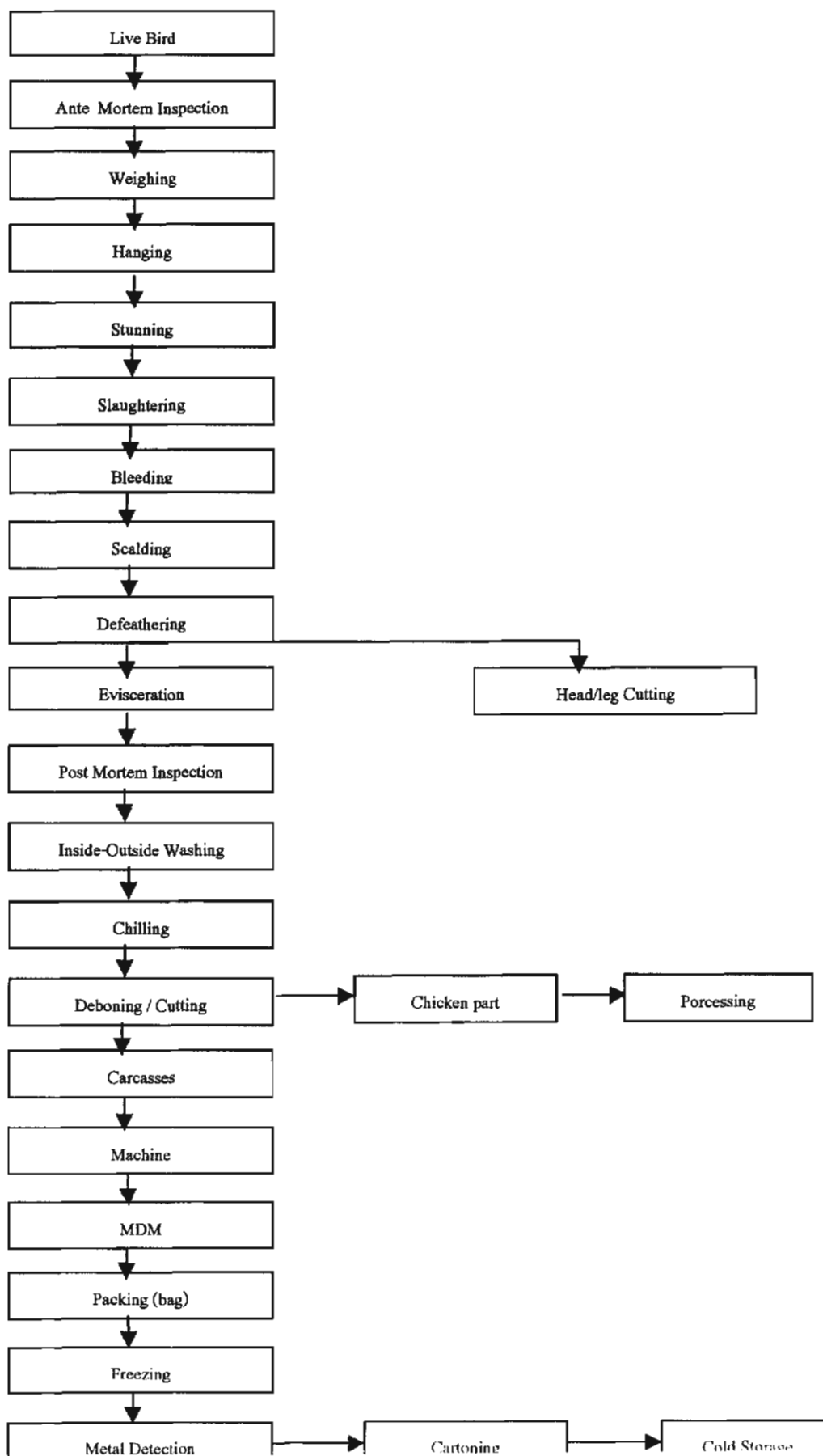
ตารางที่ 7 สูตรและวิธีผลิตผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

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
ไนไตรท์	0.26	0.012
อิริธอร์เบท	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 เกลือไนไตรท์และฟอสเฟตในเครื่องผสมที่ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องผสมเป็นเวลา 5 นาทีเติมน้ำแข็ง เครื่องเทศ น้ำตาล อิริธอร์เบท 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 ทำใหเย็นที่ 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

ปริมาณไก่เป็นต้นนำมาฆ่าและชำแหละในโรงงานที่สำรวจอยู่ในช่วง 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

ในส่วนเครื่องแยกกระดูกจากเนื้อนั้นจะติดตั้งอยู่ในจำนวนโรงงานละตั้งแต่ 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			การเช่าและติดตั้ง			ปริมาณ		ปริมาณโครงสร้าง	ข้อมูลเครื่องแยก			
	มีฟาร์ม เลี้ยงเอง	รับซื้อจากผู้ เลี้ยงรายย่อย	ทั้ง 2 แบบ	มีโรงฆ่า และติดตั้ง	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

ตารางที่ 11 วัสดุ MDCM

ลำดับ	3.1 ปริมาณวัสดุ		3.2 วัสดุชนิดวัสดุ		3.3 วัสดุชนิดวัสดุ					3.4 วัสดุชนิดวัสดุ					3.5 วัสดุชนิดวัสดุ				
	หน่วย	ค่า	ชนิด	ค่า	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	15.000	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	13.000	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	5.500	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	6.500-8.000	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	9.000	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	15.000	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	6.400	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	7.000-8.000	/	วัสดุชนิดวัสดุ	วัสดุชนิดวัสดุ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ 3.4.1 - 3.4.5 วัสดุชนิดวัสดุในตารางที่ 11

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 หมูขยี้ ไก่ขยี้ 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		/		นอกพื้นที่						16,000		24,000					/		/	/	/								/	/			
2	/	/						13,010									/			/	/						/			/			
3	/	/						5,000		200-500							/												/	/			
4	/							8,750									/																
5	/	/						9,000									/		/	/	/				/	/	/			/			
6		/		ภายในพื้นที่						5,000		48,000/เดือน							/	/	/				/	/	/			/			
7	/							15000 - 17,000 (22 ซม.)																			/	Mitsunobu			/		
8	/																	/	/	/	/								/	/			

ตัวเลข 4.1.1-4.1.8 มีรายละเอียดดังในภาคผนวก 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 โรงที่ผลิตตัวอย่างในระยะเวลา 3 เดือน แล้วมีความแตกต่างของปริมาณความชื้นมากกว่า 3% ซึ่งทั้ง 2 โรงนี้มิใช่โรงงานที่ผลิต MDCM ซึ่งมีความแปรผันของปริมาณโปรตีนและไขมันสูง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ปริมาณแล้ว 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) เป็นค่าที่กว้างที่สุดและสอดคล้องกับผลต่างของค่าดังกล่าวสำหรับปริมาณเนื้อหาของตัวอย่าง MDCM ที่เก็บได้จากโรงงานทั้งสามนั้น

ตารางที่ 14 จำนวนเงินกระดูก แคลเซียม รังควัตถุทั้งหมด และค่า TBA ของเนื้อ MDCM

ลำดับที่	จำนวนเงินกระดูก	แคลเซียม(%)			รังควัตถุทั้งหมด (ppm)			ค่า TBA (mg/kg)		
		(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 3.553 0.990-6.837
8	-นับไม่ได้ -	0.12	0.22	0.59	0.12-0.59	313.16	355.40	361.08	313.16-355.40	0.464 1.209 1.595 0.464-1.595

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 มีค่าผลต่างดังกล่าวนี้อยู่ในช่วง 50.14-56.80 ส่วนในด้านส่วน และในส่วนของการวัดค่า 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 ดังนั้นงานวิจัยนี้ในขั้นต้นจึงวิเคราะห์เพียงโลหะทั้ง 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 โรงงานที่มีปริมาณเนื้อที่ผลิตมีตะกั่วสูงกว่าเกณฑ์ที่ 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 ที่กำหนดไว้ว่าปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้สำหรับสารหนูเป็น 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	Aldi+Dield			Hep+Hept spox			Total DDT			Endrin			Total Chlordane			A-EHC			E-EHC			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	ND
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	ND
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	ND
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	ND
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	ND
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	ND
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
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

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 1.1x10⁶ - 4.0x10⁷ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- พบว่ามี Salmonella อยู่ในทุกตัว โดยพบอยู่ในระหว่าง 4.7x10⁴ - 1.4x10⁶ เซลล์ต่อกรัมของ MDCM
- พบว่า E.coli ในทุกตัวอย่างมีอยู่ระหว่าง 5.0x10³ - 1.12x10⁵ 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 คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาและมีข้อสรุปว่าเชื่อดังกล่าวนี้สามารถผลิตสารพิษซึ่งทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ 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 ส่วนปริมาณเด็านั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มไม่ชัดเจน ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากปริมาณฟอสฟอรัสที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน (รูปที่ 8)

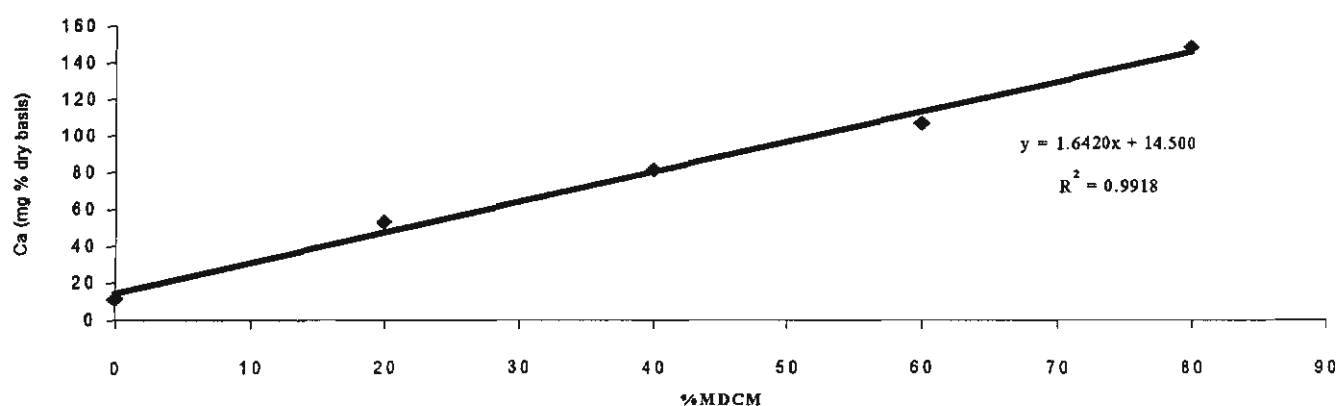
ในส่วนของค่าสี (รูปที่ 11-13) นั้นเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มมากขึ้น ค่าความสว่างลดลงขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ผลดังกล่าวนี้เกิดเนื่องจากเนื้อ MDCM มี Hemoglobin pigment จากเลือดเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก เนื้อจึงมีสีแดงเข้ม และเมื่อผสมรวมกับเนื้อหมูในไส้กรอกและทำปฏิกิริยากับ nitrite ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีค่าความสว่างลดลงและสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

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

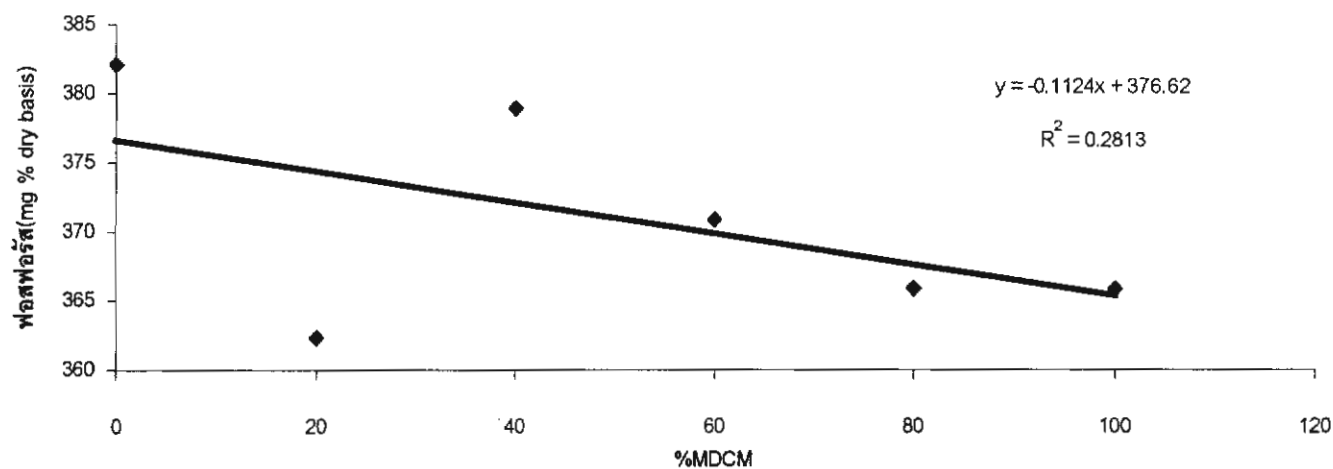
ตารางที่ 21 องค์ประกอบโดยประมาณของไส้กรอกกรรมควันต้นแบบที่แทนที่เนื้อหมูด้วย MDCM 0-100%

ปริมาณ MDCM (%)	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)		ไขมัน (%)		เถ้า (%)	
		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

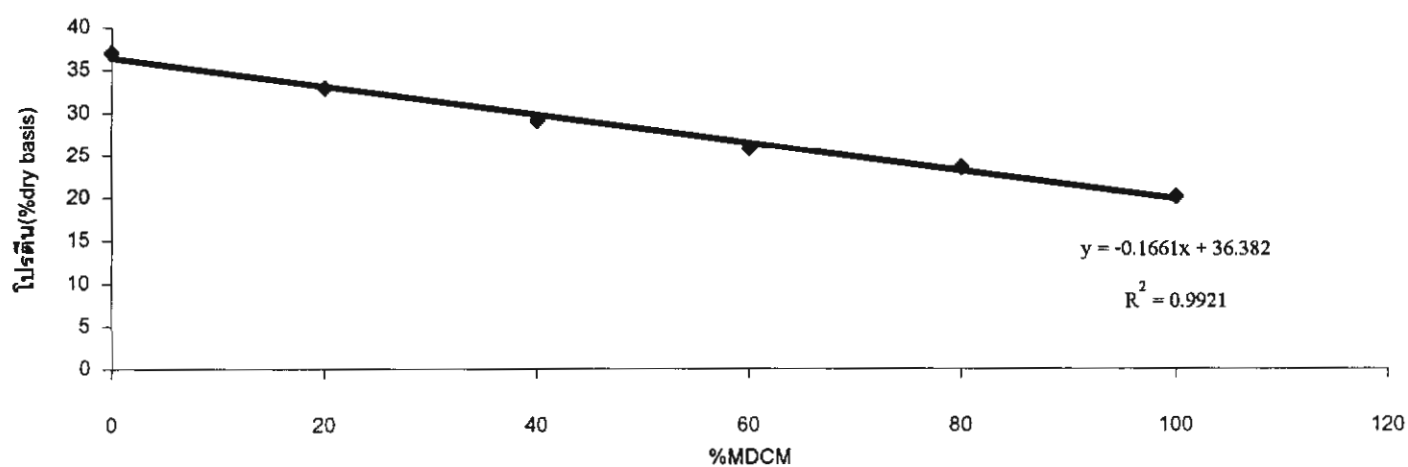
จากรูปแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส ค่าความสว่างของสีและค่าสีแดงพบว่า แคลเซียมและค่าสีแดง (a^*) ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.9918$ และ 0.9917 ตามลำดับน่าจะเป็นดัชนีที่ดีสำหรับการบ่งชี้ปริมาณ MDCM ในผลิตภัณฑ์จึงเลือกทั้ง 2 parameters นี้ไว้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบต่อไป



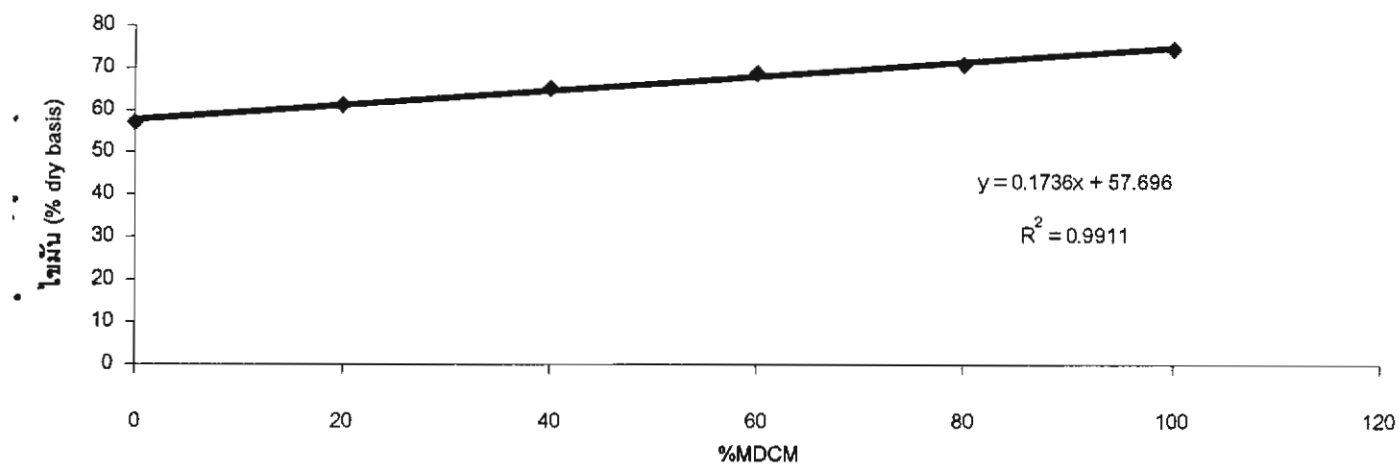
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมกับ % MDCM



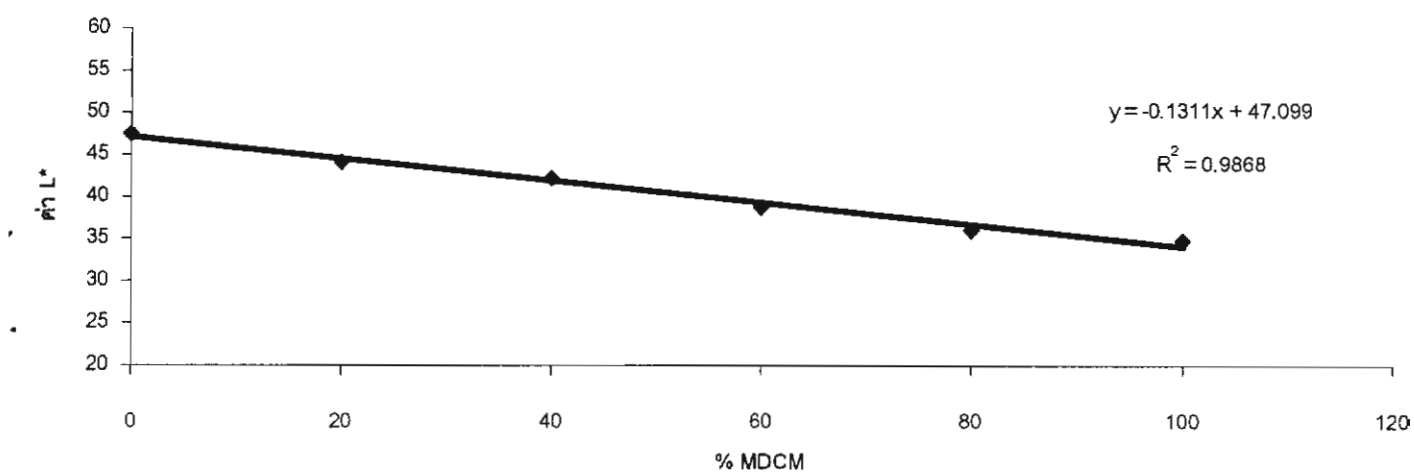
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสกับ %MDCM



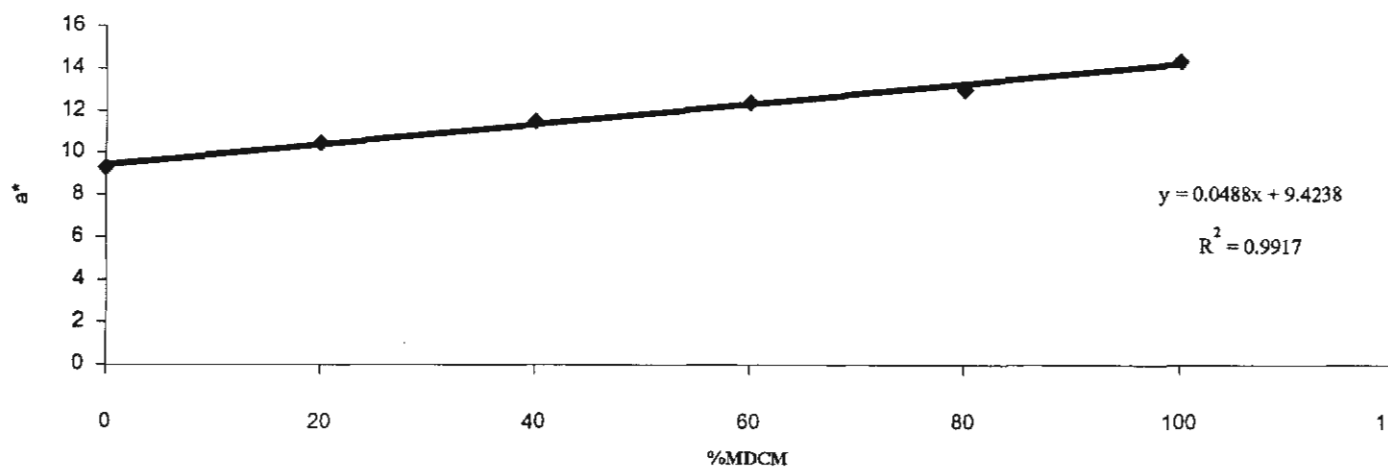
รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับ %MDCM



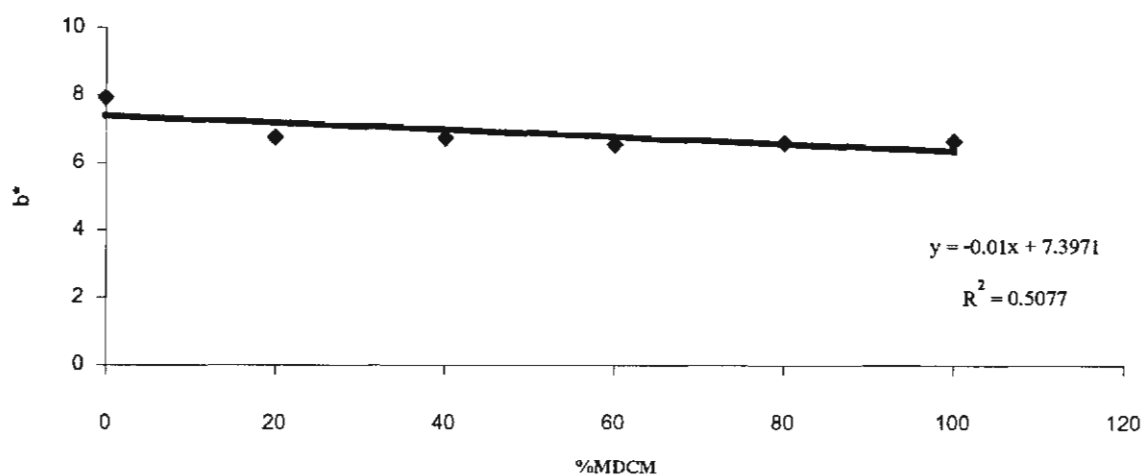
รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันกับ %MDCM



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 พบว่าในส่วนขององค์ประกอบโดยประมาณนั้น (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
หมูขยอปังหึงเชียง	60.27	10.40	26.18	24.75	64.81	2.19	5.51
ไก่ขยอ 7 ดาว	58.07	9.33	22.25	27.62	65.87	2.83	6.75
กุนเชียงปังหึงเชียง	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
ไส้กรอกกรมควินวิฑทอง 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 คราบีลัคกี้	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 คราบีลัคกี้	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
หมูยอป้าย่น	63.62	14.25	39.17	19.29	53.02	3.05	8.38
หมูยอหมูดี 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
หมูขยอปิ้งหี่งเชียง	148.48	373.73	ND	42.50	6.68	4.23
ไก่ขยอ 7 ดาว	221.29	527.78	ND	54.28	5.69	8.43
กุนเชียงปิ้งหี่งเชียง	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
โบลอน่าหมู 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
หมูขอย้าย่น	130.00	357.34	ND	69.80	7.87	11.30
หมูขอย้าย่น 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
ลูกชิ้นหมูโกศลภัณฑ์	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
ไส้กรอกไชน่าศรีไทย	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 ตราบีลัคกี	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 ตราบีลัคกี	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
ลูกชิ้นหมูโกกกันท์	5.27	13.62	253.03	653.49

ในส่วน of ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่นำมาวิเคราะห์นั้นประกอบด้วย หมูยอ ไก่ยอ กุนเชียง แฮมม 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 และเกลือเป็น 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 เกลือ แคลเซียม ฟอสฟอรัสและโซเดียมเบนโซเอตในไส้กรอก (*dry basis*) (ตัวอย่างที่ไม่มี MDCM)

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ (dry basis)					
	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เกลือ (%)	แคลเซียม (mg%)	ฟอสฟอรัส (mg%)	โซเดียมเบนโซเอต(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

$$y = 1.6420x + 14.5000$$

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

$$y = 0.0488x + 9.4238$$

เอาไว้ด้วย แต่ความน่าเชื่อถือจะน้อยกว่าปริมาณที่คำนวณผ่านทางปริมาณแคลเซียม ซึ่งจะเห็นว่าการใช้เนื้อ MDCM ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผลิตจำหน่ายในประเทศไทยนั้นอาจจำแนกได้เป็น 2 ระดับคือ ปานกลาง และสูง โดยที่ระดับต่ำ ซึ่งอยู่ในช่วง 1-20% น้ำหนักแห้ง อาจกล่าวได้ว่าไม่มี การเติมเนื้อ 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^* $y=0.0488x+9.4238$
ไส้กรอกไข่น้ำศรีไทย	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
แฮมคอนเมือง(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 (บี๊ลกี้)	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 (บี๊ลกี้)	8.26	99.78	40.16
ไส้กรอกหอมมะลิ (ผัดกระเพรา)	4.60	148.89	37.07
ไส้กรอกค็อกเทลไก่ BKP	12.99	132.16	15.78
โบโลน่าหมูบางกอกแฮม	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
ลูกชิ้นหมูโกศกัณฑ์	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

ทุกรายการที่กล่าวมาให้เป็นไปตาม ตารางที่ 36 โดยสมบัติที่สำคัญ คือปริมาณโปรตีนนั้นได้กำหนดไว้ที่ 9% เพราะโรงงานส่วนใหญ่ผลิตได้เพียงเท่านี้ 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