สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สารไนไตรท์ตกค้างในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน

(Nitrite's Residue in Smoked sausage Production)

นางสาวแสงเดือน คงตราสกุล
นางสาวกนกพร แก้วศิริวัฒน์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

วพ.
ส๙๕๑๘
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85439
วัน,เดือน,ปี 1 1 พ.ย 2551

b 12009851
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สารไนไตรท์ตกค้างในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน

(Nitrite's Residue in Smoked sausage Production)

จัดทำโดย

นางสาวแสงเดือน คงตราสกุล

นางสาวกนกพร แก้วศิริวัฒน์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

...(๑๐)../...ธ.ค.../...๒๕๕๑... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียบเรียง : นางสาวแสงเดือน คงตราสกุล และนางสาวกนกพร แก้วศิริวัฒน์
ชื่อเรื่องปัญหาพิเศษ : สารไนไตรท์ตกค้างในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน (Nitrite's Residue in Smoked sausage Production)
สาขาวิชา : อุตสาหกรรมเกษตร (พิเศษ) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

ไส้กรอกรมควันเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สไตล์ตะวันตก ที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย แต่ในการผลิตไส้กรอกรมควันมีการเติมสารไนไตรท์ ซึ่งเป็นวัตถุเจือปนอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงน่ารับประทาน และเพื่อยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญ คือ *Clostridium botulinum* ยังทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีรสชาติที่นุ่มนวล และยังสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อีกด้วย แต่ขณะเดียวกันถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไป สารไนไตรท์ที่ตกค้างในผลิตเนื้อสัตว์จะไปทำปฏิกิริยากับสาร amine ทำให้เกิดสารก่อมะเร็งที่เรียกไนโตรซามีนขึ้นได้

ในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ ในระหว่างกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน และภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน โดยใช้วิธีทางสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ผลการวิเคราะห์พบสารไนไตรท์ในวัตถุดิบจำพวกเครื่องเทศ กระเทียม หัวหอมใหญ่ ทั้งนี้อาจได้รับมาจากดินและปุ๋ยที่มีการใช้ในการเพาะปลูก และความร้อนจากกระบวนการผลิตมีผลต่อการลดลงของปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งในระหว่างการเก็บรักษาปริมาณไนไตรท์จะค่อยๆลดลง แต่การบรรจุผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศและในถุงพลาสติกมัดปากถุง ไม่มีทำให้เกิดความแตกต่างในการลดปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ และจากการการศึกษาปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด เรียงจากปริมาณมากไปน้อย ดังนี้ ไส้กรอกหมูรมควัน ยี่ห้อ S&P, CP, หมูตัวเดียว, TGM และ BKP ไส้กรอกคอกเทลหมู ยี่ห้อ SUPER CHEF, BKP, หมูตัวเดียว, CP และ Tops สำหรับ แฮม ยี่ห้อ หมูตัวเดียว, CP และ หมูสองตัวไทยซอสเซส ส่วนเบคอน ยี่ห้อ Better Food และ CP มีปริมาณใกล้เคียงกัน

แสงเดือน คงตราสกุล
กนกพร แก้วศิริวัฒน์
(ผู้จัดทำ)

(ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง ความปลอดภัยของการใช้ไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคุณสุรินทร์ กุระ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการผลิตไส้กรอกหมูรมควันที่นำมาใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ อ. ศศิวิมล ชื่นฮาเหม็ด ที่ร่วมเป็นคณะกรรมการปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่เป็นกำลังใจให้การทำสัมมนาในครั้งนี้จึงสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

นางสาวแสงเดือน คงตราสกุล

นางสาวกนกพร แก้วศิริวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ข
สารบัญ..... ค
สารบัญภาพ..... ง
สารบัญตาราง..... จ
บทที่
บทที่ 1 บทนำ..... 1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์..... 2
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง..... 19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 29
บรรณานุกรม..... 31
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก..... 33
ภาคผนวก ข..... 34
ภาคผนวก ค..... 42
ประวัติผู้เขียน..... 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 แสดงขั้นตอนการผลิตไส้กรอกรมควัน..... 3
2 แสดง Meat Emulsion..... 6
3 เครื่องสับละเอียด..... 8
4 แสดงปฏิกิริยาในวิธีการวิเคราะห์ปริมาณของไนไตรท์.....18
5 ขั้นตอนการผลิตไส้กรอกรมควัน..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก แฮมและเบคอนที่วางจำหน่ายในท้องตลาด..... 24

2 ปริมาณเฉลี่ยของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน..... 26

3 อัตราการลดลงของปริมาณสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน..... 27

4 อัตราการลดลงของสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมควันที่บรรจุแบบ..... 28
สุญญากาศและการบรรจุในถุงพลาสติกธรรมดา ภายหลังการเก็บรักษาที่
อุณหภูมิ 4 $^{\circ}$C เป็นเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ไนไตรท์เป็นสารที่นิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก กุนเชียง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อช่วยในการรักษาสีของผลิตภัณฑ์ให้มีสีแดงน่ารับประทาน และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญ คือ *Clostridium botulinum* ได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม การใช้สารดังกล่าวในปริมาณที่มากเกินไป สามารถก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อผู้บริโภค เนื่องจากสารไนไตรท์ที่ตกค้างในผลิตเนื้อสัตว์จะไปทำปฏิกิริยากับสาร amine ทำให้เกิดสารก่อมะเร็งที่เรียก "ไนโตรซามีน (Nitrosamine)" ขึ้นได้ ดังนั้นในการนำสารไนไตรท์มาใช้อย่างปลอดภัย จึงควรควบคุมปริมาณการใช้ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้

ในการทำปัญหาพิเศษนี้ เป็นการศึกษาปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้แก่ผู้ประกอบการในการใช้สารไนไตร์ทในการผลิตไส้กรอกรมควัน นอกจากนี้ยังได้สุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรที่จำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ ไส้กรอกหมูรมควัน ไส้กรอกหมูคอกเทล แฮม และเบคอน จากหลายๆยี่ห้อ มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารไนไตร์ทในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในขั้นตอนต่างๆของการผลิตไส้กรอกรมควัน
2. เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่บรรจุทั้งในแบบสุญญากาศ และบรรจุในถุงพลาสติกธรรมดา ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน
3. เพื่อศึกษาปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

ไส้กรอกรมควัน เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สไตล์ตะวันตกชนิดหนึ่ง ทำจากเนื้อที่ผ่านการหมักแล้ว ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. ไส้กรอกรมควันไม่สุก ต้องทำให้สุกก่อนรับประทาน ได้แก่
   1.1 เมทเวอร์สท (Metwurst) ทำจากเนื้อร้อยละ 60-70 และเนื้อหมูร้อยละ 30-40 หมักและผสมเครื่องเทศ พริกไทย ลูกผักชี บรรจุไส้วัวขนาดเล็ก สั้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 1/2 – 1 ¾ นิ้ว
   1.2 คีลบาซา (Kielbasa) ทำจากเนื้อสุกรบดหยาบ ปรุงรสด้วยกระเทียม บรรจุในไส้เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ½ นิ้ว ผูกเป็นปล้องยาว 4-5 นิ้ว หรือ 8-10 นิ้ว
2. ไส้กรอกรมควันสุก สามารถรับประทานได้ทันที ได้แก่

ฟรังเฟอร์เทอร์ (Frankfurters) ทำจากเนื้อสุกรและเนื้อวัวอัตราส่วน 40 ต่อ 60 หมักปรุงรสด้วยเครื่องเทศ เป็นที่นิยมมากที่สุด มีชื่อเรียกต่างกันไปตามขนาด คือ บรรจุในไส้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 4 นิ้ว เรียก ฟรังเฟอร์เทอร์ บรรจุในไส้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ยาว 4 – 5 ½ นิ้ว เรียก เวียนนา (Vienna) และบรรจุในไส้ขนาดเล็ก สั้นๆ เรียกว่า ฟรังเฟอร์เทอร์แบบคอกเทล (Cocktail style frankfurters)

ไส้กรอกกระเทียม (Knoblauch) หรือ แนกเวอร์สท (Knackwurst) คล้ายฟรังเฟอร์เทอร์ แต่มีกระเทียมมากและบรรจุในไส้ขนาดเล็กยาวท่อนละ 3 -4 นิ้ว

โบโลญา (Bologna) คล้ายฟรังเฟอร์เทอร์ บรรจุในไส้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ½ นิ้ว ขดเป็นวงแหวน หรือบรรจุในส่วนปลายของลำไส้ใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ½ - 5 นิ้ว ยาว 12 -15 นิ้ว

เบอร์ลินเนอร์ (Berliner) ทำจากเนื้อหมูบดหยาบและเนื้อวัวบดละเอียดหมักในน้ำหมักเจือจาง บรรจุในไส้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว

ขั้นตอนการผลิตไส้กรอก

การทำไส้กรอกรมควันและไส้กรอกสุกทั่วไป มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้ (ที่มา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาการผลิตสัตว์) ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตไส้กรอกรมควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเตรียมวัตถุดิบและส่วนผสมในการทำไส้กรอก

1.1 เนื้อสัตว์ ควรใช้เนื้อแดงเพื่อให้โปรตีนที่ทำหน้าที่ประสานน้ำและน้ำมันให้เข้ากันได้ดีในส่วนผสมที่เป็นมวลเหนียว โดยทั่วไปพบว่าโปรตีนในเนื้อที่สามารถละลายได้ดีในเกลือ มีประสิทธิภาพในการเป็นตัวช่วยในการรวมตัว (emulsifier) ที่ดี และโปรตีนเหล่านี้มีอยู่ในเนื้อแตกต่างกันไป เนื้อที่มีไขมันสูงโปรตีนจะมีความสามารถในการรวมตัวกับน้ำและไขมัน (binding index) สูง

1.2 ไขมัน เป็นส่วนผสมที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตใช้ได้ทั้งไขมันพืชและสัตว์ พบว่าการใช้ไขมันร้อยละ 30 มีผลทำให้ไส้กรอกมีลักษณะ กลิ่น และการยอมรับที่ดีที่สุด โดยทำให้ไส้กรอกมีความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำและรสชาติดี แต่ผลิตภัณฑ์จะมีสีที่จางลง

1.3 แป้ง เป็นส่วนผสมที่ช่วยเพิ่มน้ำหนัก ทำให้ไส้กรอกมีเนื้อแน่นและดูดซับความชื้นในปริมาณร้อยละ 4 -5

1.4 น้ำแข็ง ใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับนวด ทำให้เกลือและส่วนผสมอื่นๆ ละลายและกระจายตัวได้ดี emulsion คงตัวได้ดี ช่วยในการบรรจุง่าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อดีและนุ่ม พบว่าไส้กรอกควรเติมน้ำแข็งประมาณร้อยละ 3 สำหรับไส้กรอกรมควันอาจเติมน้ำแข็งได้สูงถึงร้อยละ 20 -30

1.5 เกลือ เป็นสารสกัดไมโอซินและโปรตีนอื่นๆที่ละลายในเกลือ เติมลงในเนื้อระยะแรกที่ทำการบด ก่อนเติมน้ำแข็ง ใช้เกลือร้อยละ 2 -3

1.6 ฟอสเฟต ช่วยให้ไส้กรอกมีความเหนียว และอุ้มน้ำได้ดี ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและไขมันคงตัวดีขณะต้มหรือรมควัน ไส้กรอกที่ผสมฟอสเฟตจะมีลักษณะเนื้อแน่น แต่ถ้ามากเกินไปจะมีรสคล้ายสบู่ จึงเป็นการจำกัดระดับการใช้ฟอสเฟตในปริมาณสูง นิยมใช้โซเดียมไพโรฟอสเฟต (Sodium pyrophosphate) ร้อยละ 0.3

2. การบดเนื้อ

เนื้อที่ใช้เป็นวัตถุดิบ นำมาหั่นและบดลดขนาดด้วยเครื่องบดเนื้อ เพื่อเพิ่มพื้นผิวให้ง่ายต่อการสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือ การบดทำให้ได้เนื้อที่มีขนาดเล็กโดยผ่านรูตะแกรงขนาด 1/8 นิ้ว ควรทำการบดเนื้อและไขมันแยกกัน

3. การผสม

ทำในเครื่องผสม (mixer) เพื่อช่วยให้เครื่องปรุงคลุกเคล้าเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ไส้กรอก emulsion ไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนนี้ การผสมอาจใช้ผสมเครื่องปรุงเข้าด้วยกันหรือผสมเนื้อ 2 -3 ชนิดเข้าด้วยกัน ก่อนจะนำไปทำ emulsion เครื่องผสมใช้มากในการทำไส้กรอกชนิดเนื้อบดหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การสับนวด

การสับนวดจำเป็นต้องทำในเครื่องสับนวด (chopper หรือ selent cutter) เพื่อทำ emulsion สำหรับไส้กรอกรมควันและไส้กรอกสุก อิมัลชันที่เกิดในไส้กรอกเป็นอิมัลชันประเภทไขมันในน้ำ (oil in water emulsion) โดยมีเม็ดไขมันเป็นตัวกระจาย (disperse หรือ discontinuous phase) ส่วนน้ำเป็นตัวที่ถูกแทรก (external หรือ continuous phase) ซึ่งปกตินำ้กับไขมันไม่รวมตัวกัน จึงต้องมีสารหรือตัวช่วยการรวมตัว (emulsifier) ซึ่งได้แก่โปรตีนไมโอซินที่ละลายได้ในเกลือ ทำหน้าที่หุ้มเม็ดไขมันไว้ โปรตีนที่ทำหน้าที่นี้ได้จากการที่เนื้อแดงถูกตัดด้วยใบมีดในเครื่องสับนวด ทำให้มีขนาดละเอียดลง เกลือที่เติมในเนื้อแต่แรกของการผสม จึงสามารถสกัดโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือออกมาได้ และเมื่อทำการผสมไขมันหรืออิมัลชันที่เตรียมไว้ลงไปในเครื่องสับนวด โปรตีนที่ละลายออกมาจึงเข้าหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ (encapsulated fat droplet) โดยเกิดเป็นฟิล์มโปรตีนที่มีส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จับกับเม็ดไขมันไว้ด้านใน และหันส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ออกมาอยู่ด้านนอกจับน้ำในส่วนผสมของเนื้อ ทำให้เกิดการผสมที่คงตัว (colloidal suapension emulsion) ขึ้น ขณะเดียวกันโปรตีนในส่วนที่ไม่รวมตัวกับไขมันจะจับน้ำไว้ในโครงสร้างระหว่างสายเปปไทด์ (hydrated protein) ทำให้ส่วนผสมของเนื้อที่ได้มีลักษณะเป็นมวลเหนียวเกิดขึ้น

ขณะที่การสับนวดดำเนินไปนั้นจะเกิดมีความร้อนขึ้น เนื่องจากการเสียดสีของเนื้อ และเครื่องมือจะมีผลทำให้เม็ดไขมันแยกตัวได้ จึงต้องเติมน้ำแข็งลงไปช้าๆ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมให้เย็นตลอดเวลา Wilson (1981) รายงานว่า อิมัลชันจะคงตัวที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียล หรือต่ำกว่านี้ ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 32.2 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้อิมัลชันแตกตัวได้ ส่วนผสมที่เป็นอิมัลชันที่ดีมีลักษณะเป็นมวลเหนียว เนื้อละเอียด เรียบและเนียนไม่ติดมือ (เยาวลักษณ์ , 2547)

5. การทำอิมัลชั่น (Emisifying)

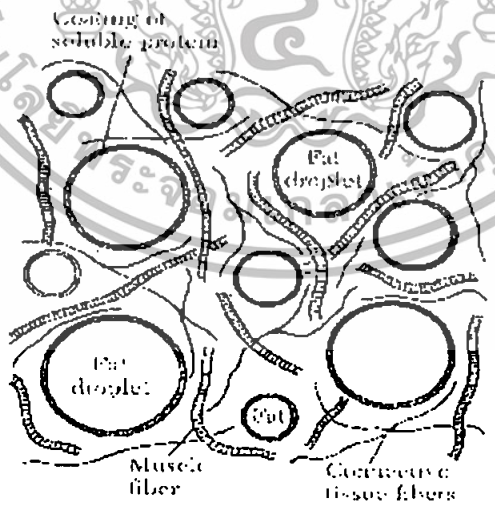
อีมัลชั่น (emulsion) หมายถึง การผสมและอยู่รวมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ปกติเข้ากันไม่ได้ ทั้งนี้โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมในรูปของหยดเล็กละเอียด (droplets) ของเหลวชนิดที่กล่าวถึงนี้เรียกว่าเป็น disperse phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ disperse phase กระจายตัวอยู่เรียกว่าเป็น continuous phase และขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียดดังกล่าวประมาณ 0.1-0.5 m) เท่านั้น μไมโครเมตร ในไส้กรอกประเภทอีมัลชั่นโปรตีนของเนื้อจะถูกสกัดสลาย (solubilize) ออกจากภายในเส้นใยกล้ามเนื้อมาอยู่ร่วมกันกับตัวถูกละลายอื่นๆ และน้ำซึ่งอาจเรียกกันทั้งหมดนี้ว่าเป็น continuous phase ในขณะที่ไขมันจะถูกปั่นละเอียดให้เป็นหยดเล็กละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมแรกและเราเรียกไขมันว่าเป็น disperse phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นเอง อีมัลชั่นโดยทั่วไปแล้วมักจะอยู่ได้ไม่นาน ถ้าขาด emulsifying หรือ stabilizing agent ดัง ภาพที่ 2

เมื่อหยดไขมันสัมผัสกับระบบน้ำมันจะมีแรงตึงผิวสูงมาก (interfacial tension) จึงต้องการ emulsifying agent มาลดแรงนี้ลง และทำให้สภาพของอีมัลชั่นอยู่ได้นาน ในอีมัลชั่นของผลิตภัณฑ์เนื้อนั้นโปรตีนไมโอซินที่ถูกละลายออกมานั้นเอง ที่จะไปทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ซึ่งเป็นรูปแบบของอีมัลชั่นที่มีหยดไขมันเล็กละเอียดถูกห่อหุ้มไว้ด้วย โมเลกุลของ emulsifying agent โดยส่วนที่เป็น hydrophobic ของโมเลกุลจะสัมผัสอยู่กับไขมันภายในและส่วน hydrophilic ก็จะสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกหยดไขมันและถ้าในระบบนั้นมี emulsifying agent มากพอเพียง ก็จะทำให้ทั้งระบบนั้นเป็นอีมัลชั่นที่คงทนได้นาน

ถ้าโปรตีนไมโอซิน (หมายความรวมถึงโปรตีนแอคตินและอื่น ๆ ด้วย ยกเว้นโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน) ถูกละลายออกมามากพอแล้วก็จะทำให้อีมัลชั่นมีความคงทน ส่วนการที่จะสามารถละลายโปรตีนไมโอซินและแอคตินออกมาได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการดำเนินการ เนื่องจากโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลืออ่อน ดังนั้นการผสมเกลือเข้าไปในขั้นตอนแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบ แล้วหมักไว้ก่อนชั่วระยะหนึ่ง จึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดี



ภาพที่ 2 แสดง Meat Emulsion

ที่มา : http://coursewares.mju.ac.th/ft470/ct/ct_0702.html 10/02/08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและความคงทนของอีมัลชั่น

ในระหว่างการสับละเอียดและสร้างอีมัลชั่นนั้น เนื่องจากมีการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อผสมอยู่ตลอดเวลาในอัตราเร็วสูง ดังนั้นอุณหภูมิของส่วนผสมจึงร้อนขึ้นกว่าเดิม อย่างไรก็ตามการที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นนี้ ก็เป็นประโยชน์ในแง่ที่ว่าจะช่วยให้โปรตีนของเนื้อถูกปลดปล่อยออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้นด้วย ตลอดจนช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างสีและทำให้ลักษณะของส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้นแต่ถ้าหากอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำให้เกิดผลเสียคือ emulsion แตกตัว ซึ่งหมายถึงการที่ไขมันแยกออกจากส่วนผสม ทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกันอีกต่อไปได้ ในกรณีที่ใช้เครื่องปั่นอีมัลชั่นซึ่งมีความเร็วสูงนั้น ไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็นเครื่องบดละเอียดซึ่งมีอัตราความเร็วของใบมีดช้ากว่านั้น ก็ไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 14 องศาเซลเซียส เป็นดีที่สุด การที่อุณหภูมิขึ้นสูงเกินไปและทำให้เกิดการแตกตัวของอีมัลชั่นนี้อธิบายได้ว่า เนื่องจากโปรตีนไมโอซินและแอคตินทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดเป็นอีมัลชั่นขึ้นมา ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่โปรตีนเหล่านี้เกิดการ denature ไม่ว่าจะเป็นเพราะสาเหตุใดก็ตาม และในที่นี้เป็นเพราะอุณหภูมิขึ้นสูงดังกล่าวมาแล้วจึงทำให้โปรตีนหดตัวและหมดความสามารถในการเชื่อมติดระหว่างระบบไขมันกับน้ำได้อีกต่อไป และขณะนั้นประกอบกับอุณหภูมิส่วนผสมสูงอยู่แล้ว จึงทำให้ไขมันหยดเล็กละเอียดจำนวนมากละลาย และไหลเข้ารวมกันเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่แยกตัวออกจากระบบเดิมของอีมัลชั่นได้ ในการป้องกันและการแก้ไขนั้น เราสามารถเติมน้ำแข็งเกล็ดเข้าไปในระหว่างการสับละเอียดหรือปั่นอีมัลชั่น ทั้งนี้เพื่อทำหน้าที่ลดความร้อนโดยตรงนอกจากนั้นอาจทำได้โดยการใช้เนื้อและไขมันที่แช่เย็นหรือแช่แข็งมาก่อนการทำผลิตภัณฑ์

ในระหว่างการสร้างอีมัลชั่นนั้นไขมันจะถูกแบ่งแยกให้มีขนาดเล็กย่อยลงไปเรื่อย ๆ จนกว่าส่วนผสมนั้นจะมีลักษณะเป็นอีมัลชั่นที่แท้จริงได้ แต่ในระหว่างที่ไขมันถูกลดขนาดนี้ก็จะมีอีกสิ่งหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยนั่นก็คือจำนวนรวมของพื้นที่ผิว (surface area) ก็จะมีค่าสูงมากขึ้นด้วย ยิ่งขนาดชิ้นส่วนไขมันเล็กละเอียดลงมากเท่าใดก็ยิ่งจะมีพื้นที่ผิวมากขึ้น ขณะที่ยังมีโปรตีนแอคตินและไมโอซินพอเพียงที่จะหุ้มรอบๆ ทุกหยดของไขมัน อีมัลชั่นจะยังคงรูปและคงทนต่อไป ถ้าหากมีการปั่นละเอียดหรือแม้แต่สับละเอียดเพิ่มเติมก็จะเป็นที่แน่นอนว่าจำนวนโปรตีนแอคตินและไมโอซินที่มีอยู่ไม่เพียงพอที่จะหุ้มหยดไขมันต่อไป และผลลัพธ์ที่ได้จึงกลายเป็นไขมันที่ไม่มีโปรตีนห่อหุ้มหรือมีหุ้มไม่ทั่วถึงนั่นเอง ที่จะเป็นสาเหตุให้อีมัลชั่นแตกตัวไม่คงทนอีกต่อไป

ปริมาณของโปรตีนที่จะสามารถละลายออกมานอกเส้นใยมากหรือน้อยนั้น ก็มีปัจจัยหลายประการด้วยกัน ได้แก่

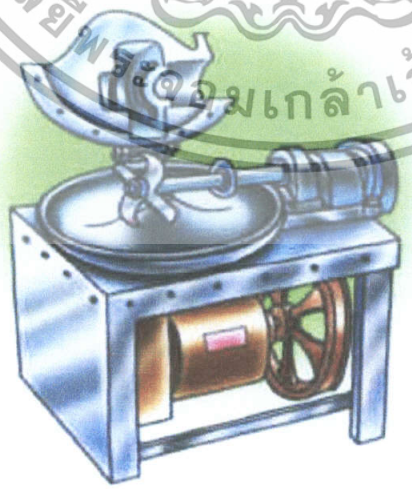
1. ค่าความเป็นกรดด่างหรือ pH ของเนื้อ ซึ่งถ้ามีค่าสูงเท่าใดก็ยิ่งจะทำให้มีโปรตีนถูกละลายออกมาได้มากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สภาวะของการเกร็งตัว (rigor) ของกล้ามเนื้อ ถ้าเราใช้เนื้อที่ยังไม่ได้ผ่านความสมบูรณ์ของการเกร็งตัวหรือเรียกว่า pre - rigor ซึ่งหมายถึงเนื้อสัตว์ที่ถูกฆ่าตายใหม่ ๆ (เนื้อยังกระตุกอยู่) มาทำอีมัลชั่นก็จะทำให้ได้โปรตีนละลายออกมานอกเส้นใยสูงกว่า ถ้าเปรียบเทียบจากเนื้อที่ผ่านความสมบูรณ์ของการเกร็งแข็งตัวแล้วถึง 50 % และในแง่ของชนิดโปรตีนแล้วกล่าวได้ว่า ถ้าเป็นโปรตีนเส้นใยฝอยที่ละลายในเกลือได้ (myofibrillar salt soluble) แล้ว ก็จะมีความสามารถในการทำอีมัลชั่นได้ดีกว่าพวกซาร์โคพลาสมิคโปรตีน ในกรณีที่ต้องใช้เนื้อที่ผ่านการเกร็งแข็งตัวสมบูรณ์ (post rigor) นั้น อาจใช้เทคนิคโดยสับละเอียดเนื้อกับเกลือไนไทรต์ และน้ำแข็ง แล้วเก็บที่ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนปั่นละเอียดหรือสับละเอียด ก็จะได้ผลดีเช่นกันทั้งนี้เพราะช่วงเวลา 12 ชั่วโมงนั้น จะช่วยให้มีโปรตีนถูกละลายออกมานอกเส้นใยมากอย่างพอเพียงเหมือน ๆ กันได้

การแตกตัวของอีมัลชั่น หรือการกลับไปรวมตัวกันของหยดไขมันเล็กๆอีกครั้ง จะทำให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จมีลักษณะเนื้อสัมผัสและความสม่ำเสมอ ตลอดจนรูปลักษณ์ที่ไม่น่ารับประทาน คือ ปรากฏเป็นรูโหว่หรือที่เรียกว่า fat pocket ภายในผลิตภัณฑ์สำเร็จ หรืออาจปรากฏอยู่ที่ส่วนปลายของไส้กรอกซึ่งเรียกว่าเป็นfatcap

การทำให้เกิดอิมัลชั่นโดยเครื่อง ดังภาพที่ 3 จะมีการบดผสมและสับเข้าด้วยกันด้วยความเร็วสูง ทำให้เกิดอิมัลชั่นรวดเร็ว สม่ำเสมอและประหยัดเวลามาก ไส้กรอกมีลักษณะเนื้อตามต้องการ โดยปรับขนาดรูตะแกรง การเติมไขมันไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 14 องศาเซลเซียล



ภาพที่ 3 เครื่องสับละเอียด

ที่มา : http://coursewares.mju.ac.th/ft470/ct/ct_0702.html 10/02/08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การบรรจุและผูกไส้

ส่วนผสมจะถูกนำมาเข้าเครื่องบรรจุและผูกไส้ เครื่องบรรจุที่ดีควรมีที่กำจัดอากาศออก ทำให้ไส้กรอกแน่นปราศจากอากาศ เครื่องผูกไส้มีทั้งชนิดใช้เชือกผูกสำหรับไส้กรอกขนาดเล็ก และขลิบโลหะสำหรับปิดหรือมัดปลายไส้กรอกขนาดใหญ่ ไส้ที่ใช้บรรจุอาจเป็นไส้ธรรมชาติจากสัตว์หรือไส้สังเคราะห์ก็ได้

เนื้อแปรรูปส่วนใหญ่ที่แปลงรูปร่างเป็นแบบใหม่เฉพาะตัว ผลิตภัณฑ์จะมีความสม่ำเสมอในรูปร่างลักษณะจนผู้บริโภคสามารถจำและรู้จักโดยอัตโนมัติ ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลดขนาดจนกระทั่งเหลว และเหนียวข้นเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องการสิ่งบรรจุที่จะสามารถรับเอาเนื้อผสมเข้าไปอัดอยู่ภายใน และเป็นรูปร่างตามแบบที่ต้องการ และสามารถนำไปดำเนินการตามขั้นตอนต่อ ๆ ไปโดยไม่เสียหาย รูปร่างและแบบของผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันออกไปมากมายหลายชนิดทั้งนี้ โดยได้สืบทอดกันมานานจนกลายเป็นธรรมเนียมปฏิบัติและแบบสำหรับอัดให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ

ไส้บรรจุแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1) ไส้บรรจุธรรมชาติ หมายถึง ไส้บรรจุที่ทำมาจากลำไส้หรือส่วนของสัตว์ที่มีรูปร่างแน่นอน มีความคงทนตลอดทุกขั้นตอนของการทำผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ ส่วนใหญ่ได้จากลำไส้และกระเพาะของสุกร โค กระบือ แพะ แกะ ไส้บรรจุจากสุกร ทำมาจากกระเพาะ (stomach) ลำไส้เล็ก (small intestine) ลำไส้ใหญ่ (large intestine) และ ปลายลำไส้ใหญ่(colon) จากโค กระบือ ได้แก่ หลอดอาหาร (weasand หรือ esophagus) ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ลำไส้ขับถ่าย (bung) และกระเพาะปัสสาวะ (bladder) ส่วนจากแพะ และแกะ นั้นจะใช้เฉพาะลำไส้เล็กไส้บรรจุธรรมชาตินี้ มีคุณสมบัติที่ปล่อยให้ความชื้นและควันไฟซึมเข้าภายในเนื้อไส้กรอกได้ง่ายมาก และนอกจากนั้นมันยังสามารถหดตัวได้ จึงทำให้ไส้รัดแนบเข้ากับเนื้อได้อย่างสนิทมาก จนอาจสูญเสียความชื้นได้ง่ายกว่าไส้สังเคราะห์ ส่วนใหญ่จึงใช้ในการทำกุนเชียงและ dry sausage ซึ่งสามารถรับประทานไส้เข้าไปด้วยได้

2) ไส้สังเคราะห์ หมายถึง ไส้ที่ผลิตขึ้นมาจำหน่ายโดยแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด

ก. ไส้บรรจุเซลลูโลส ทำมาจากใยฝ้ายสั้นชนิดที่อยู่ติดกับเมล็ดฝ้าย (cotton linters) ซึ่งเตรียมได้โดยการละลายใยเหล่านี้ก่อน แล้วจึงดำเนินการสร้างให้เป็นไส้บรรจุขึ้นมาใหม่ นอกจากใยฝ้ายชนิดนี้แล้วได้มีการทำมาจากแหล่งอื่นด้วยเหมือนกัน แต่ไม่แพร่หลาย ไส้บรรจุเซลลูโลสมีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 ซม. สำหรับไส้กรอกขนาดเล็ก ๆไปจนถึง 15 ซม. สำหรับโบโลญ่า ไส้ชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ผลิตจะทำให้มีความสามารถยืดและหดได้คล้าย ๆ กับไส้ธรรมชาติ ผิวด้านในของไส้ส่วนมากจะฉาบไว้ด้วยสีซึ่งละลายน้ำได้ (dye) และสีนี้จะไปติดอยู่กับเนื้อของไส้กรอกทำให้สีสวยขึ้นกว่าเดิมได้ ข้อได้เปรียบของไส้ชนิดนี้ก็คือ ใช้ได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อควรระวังมาก มีหลายขนาดที่จะเลือกใช้ได้อย่างกว้างขวาง ขนาดของไส้มีความเป็นเอกรูป (uniform) มีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำมาก และมีความแข็งแรงทนทานมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันซึ่งมีการใช้เครื่องมือผูกไส้กรอกอัตโนมัติกันอย่างแพร่หลาย จึงเหมาะกับไส้ชนิดนี้ที่มีความแข็งแรงมากอยู่แล้ว ส่วนในกรณีของไส้กรอกขนาดใหญ่ เช่น โบโลญ่า นั้นก็จะมีการใช้กระดาษเป็นวัสดุพื้น แล้วนำเซลลูโลสมาฉาบไว้ในระดับที่พอเหมาะจึงทำให้ได้ไส้บรรจุเส้นใยเซลลูโลส (fibrous cellulose casings) ที่แข็งแรงมากเหมาะสำหรับไส้กรอกโบโลญ่าหรือ แฮมแบบอัดไส้ (cook-in-ham)

ข. ไส้บรรจุคอลลาเจนชนิดบริโภคได้และไส้บรรจุคอลลาเจนที่บริโภคไม่ได้ ทำมาจากการสร้างขึ้นมาใหม่ (regenerated) ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคอลลาเจนจากหนังสัตว์ ไส้บรรจุชนิดบริโภคไม่ได้นั้นมีข้อได้เปรียบที่รวมมาจากข้อดีของไส้บรรจุเซลลูโลส และไส้ธรรมชาติ คือ มีความแข็งแรงสม่ำเสมอและหดรัดตัวได้อย่างเหมาะสม และไส้ชนิดนี้ก่อนบริโภคควรลอกออกทิ้งเสียก่อนเหมือนกับไส้เซลลูโลส ส่วนไส้ชนิดบริโภคได้นั้นส่วนมากจะใช้สำหรับไส้กรอกหมูสดและแฟรงค์เฟอร์เตอร์โดยมีขนาดที่แตกต่างกันหลายแบบและมีความแข็งแรงกว่าไส้ธรรมชาติ

ค. ไส้พลาสติก ใช้สำหรับไส้กรอกบางชนิดเช่น ไส้กรอกหมูสดแบบขนาดโต (fresh pork sausage) หรือไส้กรอกตับ ไส้กรอกเหล่านี้ไม่ต้องการนำไปรมควันและทำให้สุก พลาสติกที่ใช้ทำเป็นชนิดที่ควันไฟไม่สามารถผ่านเข้าออกได้อยู่แล้ว และนอกจากนั้นก็อาจใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนำไปต้มสุกก่อนนำออกจำหน่าย เช่น ไส้กรอกหัวหมู (head cheese)

7. การรมควัน (Smoking)

การรมควัน

การรมควันเป็นกระบวนการทำให้ผลิตภัณฑ์ถูกรมด้วยควันไฟ ในขั้นตอนของการผลิตควันไฟประกอบด้วย สารประกอบเคมีประมาณ 200 กว่าชนิด ส่วนใหญ่เป็นพวกอัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ ฟีนอล กรดอินทรีย์ และไฮโดร คาร์บอน สารประกอบเหล่านี้จะมีคุณสมบัติทำลายแบคทีเรียได้โดยเฉพาะฟอร์มาดีไฮด์ นอกจากนี้ ฟีนอลยังมี คุณสมบัติ ในการชะลอการหืนแบบออกซิเดทีพได้ด้วย สารประกอบเหล่านี้จะช่วยสร้างรส และกลิ่นของเนื้อรมควันซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรมควัน

การรมควันโดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การรมควันในตู้รมควัน โดย นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ไปแขวนไว้บนราว ในตู้รมควันแล้วปิดให้สนิท ควันไฟจะถูกดูดเข้าไปในตู้รมควันด้วยพัดลมหรืออาจตั้งเตาไว้ภายในตู้โดยตรงก็ได้และอาจ ใช้ความร้อนเพียงระดับที่ทำให้เกิดสีและกลิ่นควันเท่านั้นหรือใช้ที่ระดับสูงขึ้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุกก็ได้ หรือทำให้ เกิดกลิ่น ควันโดยการใช้ควันเหลวหรือควันน้ำ โดยการนำไปผสมน้ำแล้วฉีดพ่นลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ก็ได้ โดยเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนควบคู่กับการใช้ควันไฟเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟ การรมควันอาจมีต้นกำเนิดมาจากชาวอินเดียแดง ที่แขวนเนื้อสัตว์ไว้บนส่วนสูงของเต็นท์หรือกระโจม เมื่อติดไฟเพื่อใช้ความร้อน ควันไฟที่เกิดขึ้นได้ลอยไปเกาะที่ผิวเนื้อที่แขวนไว้ ซึ่งช่วยทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้น การรมควันมีวัตถุประสงค์ เพื่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์ โดยช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น และป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนจากการออกซิไดส์ ผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้สุกและรมควันไปด้วยกัน โดยความร้อนจะทำให้เนื้อสุก และควันจะทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ คงตัวขึ้นบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยกรดอะมิโนอิสระจากโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจน จะทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลจากน้ำตาลและสารคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ และสารประกอบต่างๆในควันไฟ จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้นควันไฟที่ดีจะได้มาจาก ไม้เนื้อแข็งไม้ที่นิยมใช้กันมาก ในยุโรป ได้แก่ ไม้จากต้นฮิกคอรี (hickory) แอปเปิล พลับ โอ๊ก และเมเปิล หรือไม้อื่นๆ ที่ไม่มียาง สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ขี้เลื่อยไม้สักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งต่างๆ หรืออาจใช้ซังข้าวโพดและกากอ้อยก็ได้

ควันไฟ ประกอบด้วยสารเคมีต่างๆมากกว่า 200 ชนิด ที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิด กลิ่นรสและการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ดังนี้

ฟอร์มัลดีไฮด์	25	-	40	ppm
กรดฟอร์มิก	90	-	125	ppm
กรดอะซิติก	460	-	500	ppm
ฟีนอล	20	-	30	ppm
คีโตน	190	-	200	ppm
เรซินและแวกซ์	>		1000	ppm

องค์ประกอบที่สำคัญในควันไฟ ที่มีผลต่อการถนอมและช่วยให้เกิดกลิ่นรสขึ้นในผลิตภัณฑ์ คือ ฟีนอล (phenols) และฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) สารประกอบพวกฟีนอลจะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการเกิดการเหม็นหืน (antioxidant) และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วนฟอร์มัลดีไฮด์จะช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์บนชิ้นเนื้อและผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีผลต่อแมลงต่างๆ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจปนเปื้อนมาด้วย มีผู้วิจัยค้นคว้าพบว่า แบคทีเรียชนิดที่ไม่มีสปอร์ (non– spore forming bacteria) จะถูกทำลายลงไปเป็นส่วนใหญ่เมื่อใช้เวลารมควันได้นาน 0.5 – 2 ชั่วโมงและจะถูกทำลายหมดไป เมื่อใช้เวลารมควันนาน 3 ชั่วโมง วิธีการรมควันที่นิยมใช้กับเนื้อและผลิตภัณฑ์มี 2 วิธี ได้แก่ การรมควันเย็น และการรม ควันร้อน

1. การรมควันเย็น

การรมควันเย็น (cold smoking) เป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงมาก อาจมีการป้องกันไม่ให้เนื้อสัมผัส ความร้อนมากนัก โดยวางเนื้อสัตว์ให้อยู่สูงหรือห่างจากกองไฟและใช้ขี้เลื่อยคลุมกองไฟ หรือใช้แผ่นโลหะกันไม่ให้ความร้อนผ่านมายังชิ้นเนื้อ อุณหภูมิในตู้ควันสูงไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส และเนื่องจากการรมควันใช้ความร้อนต่ำ จึงต้องใช้เวลานานมากตั้งแต่ 24 ชั่วโมง จนถึง 2 สัปดาห์ การรมควันโดยวิธีนี้ถ้าจะให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นควันใช้เวลาเพียงแค่ 24 ชั่วโมงก็เพียงพอ แต่ถ้าจะให้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาได้นานต้องรมควันนานมากกว่า 1 สัปดาห์ขึ้นไป

2. การรมควันร้อน

การรมควันร้อน (hot smoking) เป็นการรมควันที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้น โดยการแขวนเนื้อสัตว์หรือวางไว้ใกล้กับไฟ ใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 60-120 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 3–4 ชั่วโมง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะสุกสามารถรับประทานได้ทันที หรือจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำได้เป็นเวลานาน

3. การใช้ควันน้ำ

ปัจจุบันมีการผลิตควันน้ำ (liquid smoke) ขึ้นเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อซึ่ง มีข้อดีกว่าควันไฟธรรมดาหลายประการ และมีความสะดวกต่อการใช้มากกว่าการรมควันแบบเดิม เพียงใช้ควันน้ำพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ก่อน การทำให้สุกจะทำให้มีกลิ่นควันติดอยู่กับผลิตภัณฑ์ได้ โดยไม่ต้องมีเครื่องผลิตควันในตู้อบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นควันสม่ำเสมอ และยังมีความคงตัวดีกว่าควันไฟ สามารถกำจัดส่วนขององค์ประกอบของควัน ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในร่างกายผู้บริโภคได้ และทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ง่ายกว่าควันไฟ ควันน้ำทั่วไปสามารถเตรียมได้จากไม้เนื้อแข็งซึ่งประกอบด้วย สารระเหยได้ และมีสารประกอบพวกฟีนอล (phenol) กรดอินทรีย์ (organic acid) สารประกอบคาร์บอนิล (carbonyl compound) และ อัลกอฮอล์ (alcohol) อย่างไรก็ตาม ควันน้ำต้องไม่มีสารพวกโพลิไซลิกไฮโดรคาร์บอน โดยเฉพาะเบนซ์ไพรีน ในการใช้ควันน้ำควรเจือจางกับน้ำ หรือน้ำส้มสายชู หรือกรดซิตริกก่อนพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ การเตรียมสาร ละลายทำได้โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควันน้ำ 20–30 ส่วน กรดซิตริกหรือน้ำส้มสายชู 5 ส่วน และน้ำ 65-75 กรดอินทรีย์ที่เติมลงในควันน้ำ มีประโยชน์ในการช่วยทำให้เกิดผิวนอกของผลิตภัณฑ์พวกแฟรงค์เฟอเตอร์และไส้กรอกขนาดเล็ก

การรมควันเป็นเทคนิคของการทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สุก โดยการใช้ความร้อนควบคู่ไปกับการใช้ควันไฟ ซึ่งทำให้มีความแตกต่างไปบ้างจากการย่าง (grilling) การปิ้ง (roasting) หรือการย่างเนื้อด้วยไฟฟ้า (rotisserie) การรมควันจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สุกมีลักษณะแห้ง และมีกลิ่นรสของควันไฟอยู่ ทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้นและเก็บรักษาได้นานขึ้น

วัตถุประสงค์ในการรมควัน (purposed of smoking) คือ เป็นการถนอมรักษาเนื้อสัตว์ และยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น โดยทำให้เกิด protective skin บน emulsion-type sausage ทำให้เกิดสีเหลืองสวยน่ารับประทาน ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความแตกต่างจากเดิม (เยาวลักษณ์ , 2547)

เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการรมควัน จะต้องใช้ความร้อนในช่วงแรกก่อนเพื่อทำให้เนื้อหมักสุก นอกจากนี้จะเกิดสีน้ำตาลขึ้นบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ขึ้นโดยกลุ่มอะมิโนอิสระ (free amino group) จากโปรตีน หรือสารทำปฏิกิริยากับกลุ่มคาร์บอนิว (carbonyl group) จากน้ำตาลสารคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ทำให้เกิดสีที่คงตัวขึ้น แล้วจึงใช้ควันไฟเพื่อเคลือบผิวหน้าในช่วงหลัง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะตามวัตถุประสงค์ (วนิดา , 2541)

การนำสารไนไตรท์มาใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สารไนไตรท์เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่นิยมใช้กันมากในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อสัตว์มีสีแดง-ชมพูน่ารับประทาน และรักษาสีของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้คงนาน เช่น ในเนื้อสด ไส้กรอก แฮม เบคอน กุนเชียง เป็นต้น ช่วยเพิ่มรสชาติและทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ เช่น *C. botulinum* และยังสามารถยับยั้งการเหม็นหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้อีกด้วย

บทบาทของสารประกอบไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

1. ผลของสารประกอบไนไตรท์ต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ในการหมักเนื้อสัตว์มีวัตถุประสงค์หลักคือ การสร้างสารสีที่คงทนและดึงดูดใจผู้บริโภค ซึ่งสารไนไตรท์สามารถทำให้เกิดสารสี ดังปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโอโกลบิน + ไนตริกออกไซด์ ⟶ ไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน

ไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ ไนโตรโซฮีโมโครม

ไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบินมีสีแดงสดและเป็นสารสีในเนื้อ หลังจากผ่านกระบวนการหมักมาแล้ว เมื่อถูกความร้อนสารนี้ก็จะกลายเป็นสีที่คงทนเรียกว่า ไนโตรโซฮีโมโครม หรือไนโตรซิลฮีโมโครม (ชัยณรงค์ , 2529)

2. ผลของสารประกอบไนไตรท์ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

สารไนไตรท์มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ที่มีฤทธิ์เป็นกรด คือจะมีผลต่อจุลินทรีย์มากขึ้นเมื่อสภาพความเป็นกรดสูงขึ้น ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของไนไตรท์เกิดได้หลายแบบ โดยกรดไนตรัสสามารถเข้ารวมตัวกับโครงสร้างของโมเลกุลน้ำย่อยพวก dehydrogenases และยังมีปฏิกิริยากับพวก monophenol เช่น tyrosine ทำให้องค์ประกอบของเซลล์เปลี่ยนไปหรือรวมตัวกับพวก heme pigment และไซโตโครมของเซลล์ด้วย ปฏิกิริยาเหล่านี้จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ เพราะทำให้เกิดการสูญเสียของ heme containing respiratory catalysts (เศรษฐศิลป์, 2526)

3. ผลของสารประกอบไนไตรท์ต่อการเกิดกลิ่นและรสในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีการเติมเกลือเพียงอย่างเดียว จะให้รสชาติที่ไม่นุ่มนวล เมื่อมีการใช้เกลือไนไตรท์ร่วมกับการใช้เกลือบริโภค ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีกลิ่นรสที่เฉพาะ

4. ผลของสารประกอบไนไตรท์ต่อการยับยั้งการเหม็นหืนจากไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะมีไขมันเป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างสูง ถ้าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่ดีพอ ก็จะเป็นสาเหตุของการเหม็นหืนได้ ซึ่งการเหม็นหืนอาจเกิดจากไขมันสัมผัสกับออกซิเจนโดยตรง หรืออาจจะเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมี (photochemical reaction) หรือโดยสารบางอย่างที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์แล้วทำปฏิกิริยา ทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้นในผลิตภัณฑ์

ความเป็นพิษของไนไตรท์

เมื่อไนเตรตเข้าสู่ร่างกายจะถูกรีดิวซ์ให้เป็นไนไตรท์โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำลายในปากและลำไส้เล็ก ไนไตรท์มีการดูดซึมได้ดีในกระเพาะอาหาร ส่วนไนเตรทมีการดูดซึมน้อยกว่า บางส่วนของไนเตรทในร่างกายจะผ่านปฏิกิริยารีดักชั่นไปเป็นไนไตรท์อย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับอิออนไนตรท (NO_3) เข้าสู่ร่างกาย ไนเตรทที่ถูกดูดซึมจะทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบิน เกิดเม็ทธีโมโกลบิน(methaemoglobin) ซึ่งในผู้ใหญ่จะเปลี่ยนไปเป็น อ็อกซี-ฮีโมโกลบิน โดย reducing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

systems แต่ในเด็กที่มีอายุน้อย ๆ ระบบการทำงานของเอ็นไซม์ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ คือใน กระเพาะและลำไส้มีสภาวะเป็นกรดน้อยกว่าผู้ใหญ่ และมีแบคทีเรียมากกว่า แบคทีเรียนี้จะเปลี่ยน ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ อิออนไนไตรท์นี้สามารถไปจับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเลือด เกิด เป็นเม็ทธีโมโกลบิน เป็นเหตุให้ปริมาณออกซิเจนในเลือดน้อยลง ทำให้เป็นโรคที่เรียกว่า Methaemoglobinaemia นอกจากพิษที่เกิดจากไนไตรท์โดยตรงดังกล่าวแล้ว สารประกอบดังกล่าว ยังสามารถช่วยทำให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า ไนโตรซามีน ขึ้นอีกด้วย (นิธิยา , 2543)

การก่อมะเร็งของสารไนโตรซามีน

พบว่าการเกิดสารไนโตรซามีน อาจเกิดได้จากกรดไนตรัสที่เกิดจากการแตกตัวของ ไนไตรท์ ดังนั้นการเติมไนไตรท์ลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ อาจก่อให้เกิดสารที่ทำให้เกิดมะเร็งขึ้นได้ ใน ผู้บริโภคที่ใช้ในปริมาณมากเกินไป และใช้ไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างเช่น ไดเอทิลไนโทรซามีน (diethyl nitrosamine) เป็นสาเหตุโรคมะเร็งในตับของสัตว์ทดลอง ส่วนสารที่พบในเบคอนนั้น ได้แก่ เอ็น-ไนโตรโซไพโรลิดีน (N-nitrosopyrolidine) สารตั้งต้นที่จะเกิดสารนี้ ได้พิสูจน์แล้วว่า คือ โพรลีน (poline) ซึ่งมีอยู่ในอาหารหลายชนิด โดยจะพบมากในส่วนของเนื้อสามชั้นที่นำมาทำ เบคอนคือ ประมาณ 16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จึงมีโอกาสเกิดไนโตรซามีนมากขึ้น พบว่าในเบคอน ดิบจะมีปริมาณต่ำมาก แต่เมื่อนำมาทอดหรือย่างจะก่อให้เกิดสารไนโตรซามีนขึ้น ถ้านำไปย่าง ปริมาณจะต่ำกว่าและถ้าทอดเป็นเวลานานๆปริมาณก็จะลดลง ที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือ น้ำมันที่เหลือจากการทอดเบคอนจะมีไนโตรซามีนสูงกว่าในชิ้นเบคอนถึง 2 เท่า จึงควรหลีกเลี่ยง การใช้น้ำมันดังกล่าว (สายสนม,2549) นอกจากนี้ยังพบว่า เครื่องปรุงที่ใช้ในผลิตภัณฑ์มี N-nitrosopyrolidine ได้ โดยเกิดจากการทำปฏิกิริยากับไนไตรท์กับพาพริกา (paprika) และพบ N-nitrosopyrolidine จากการทำปฏิกิริยากับไนไตรท์กับพริกไทย ซึ่งการหลีกเลี่ยงการเกิดสารพิษ ดังกล่าวทาง FDA จึงออกกฎให้บรรจุสารไนไตรท์และเครื่องปรุงรสแยกจากกันโดยเด็ดขาด

ซึ่งในการตรวจวิเคราะห์กาปริมาณไนโตรซามีนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีปัจจัยที่มี ผลกระทบต่อการสังเคราะห์ไนโตรซามีน คือ ความเข้มข้นของสารไนไตรท์ที่เหลืออยู่ ปริมาณ ส่วนที่เป็นเนื้อแดงและเนื้อเยื่อไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ วิธีการปรุงอาหารและอุณหภูมิที่ใช้ และ ปริมาณสารยับยั้งปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไนโตรซามีน เช่น วิตามินซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของสารไนไตรท์ที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ประเทศไทย

จากประกาศประทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 ได้จัดไนเตรทและไนไตรท์เป็นวัตถุกันเสียที่ให้ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยอนุญาตให้ใช้สารไนเตรทในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ได้แก่ ไส้กรอก เบคอน แฮม คอนบีฟ ไส้กรอกเปรี้ยว เป็นต้น ในปริมาณไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยคำนวณเป็นไนเตรตทั้งหมด ส่วนโซเดียมไนไตรต์ และโพแทสเซียมไนไตรต์ อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ดังกล่าวเช่นกันในปริมาณไม่เกิน 125 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของไนไตรต์ทั้งหมด โดยคำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์ และโพแทสเซียมไนไตรต์ ตามลำดับ

ประเทศ ญี่ปุ่น

ปริมาณสูงสุดของสารไนไตรท์ในอาหาร ที่อนุญาตในประเทศญี่ปุ่น ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น แฮมปลา กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.050 กรัม/กิโลกรัม ไส้กรอกปลา 0.050 กรัม/กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ 0.070 กรัม/กิโลกรัม และ เบคอน 0.070 กรัม/กิโลกรัม

ประเทศสหรัฐอเมริกา

อนุญาตให้ใช้โซเดียมไนไตรท์ในปลากระป๋องได้ไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม และใช้โปแตสเซียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม

ประเทศสหภาพโซเวียต

สำหรับปริมาณไนไตรท์ตามข้อกำหนดของประเทศสหภาพโซเวียต กำหนดให้ไส้กรอกและหมูรมควันมีไนไตรท์ไม่เกินร้อยละ 15-20 และในอาหารสำเร็จรูปประเภทปลา เนยแข็ง ไม่เกินร้อยละ 200 มิลลิกรัม

สหภาพยุโรป

ปริมาณสูงสุดของสารไนไตรท์ที่อนุญาตให้ใช้ได้ ในผลิตภัณฑ์อาหารของสหภาพยุโรป โดยกำหนดให้ใช้โซเดียมไนเตรตไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม และโซเดียมไนไตรท์ไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม

FAO/WHO

แนะนำให้ปริมาณโซเดียมไนเไตรท์และโปแตสเซียมไนไตรท์ที่ได้รับในแต่ละวัน (ADI) ไม่ควรเกิน 0-0.2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณของสารไนไตรท์

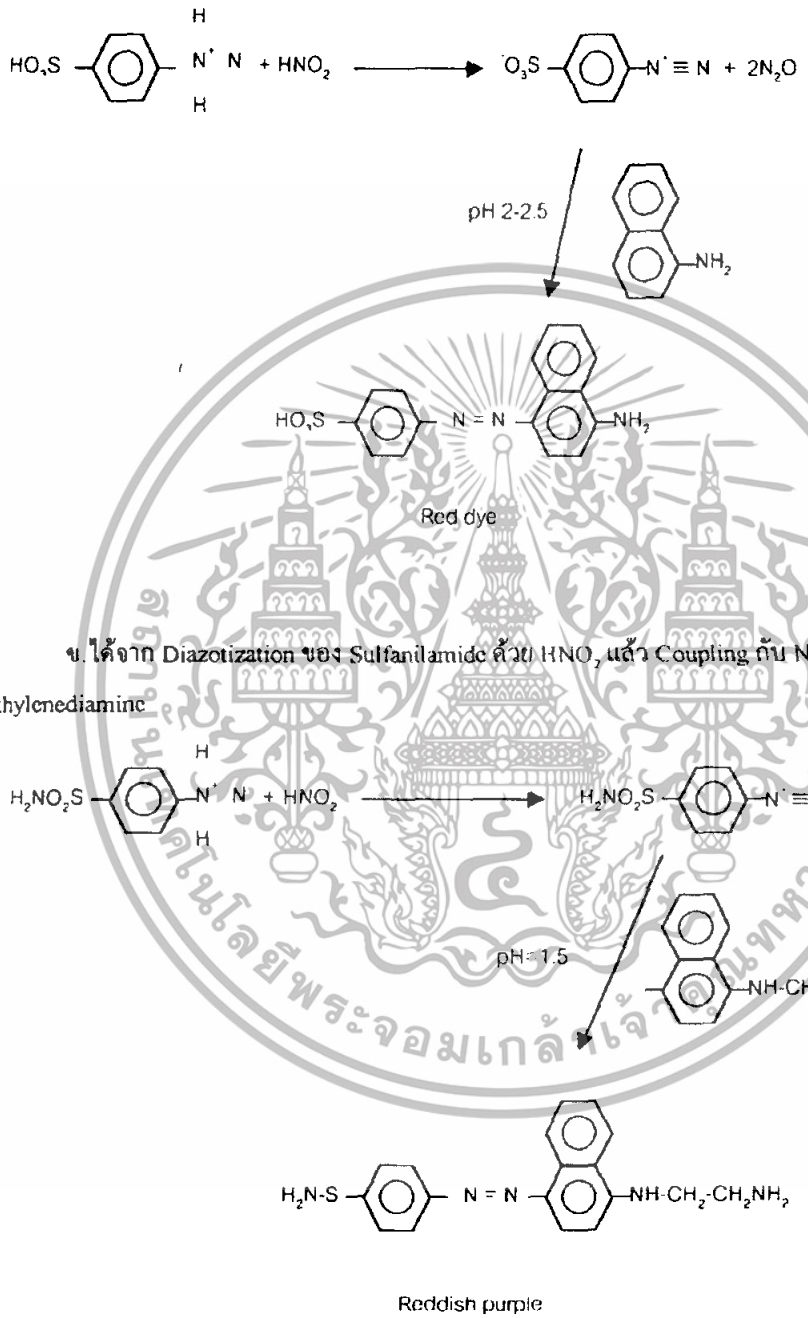
ในการวิเคราะห์หาปริมาณของสารไนไตรท์ (NO_2^{-1}) ที่มีอยู่ในสารตัวอย่างปริมาณน้อยๆ นั้น อาจใช้วิธีทางสเปคโตรโฟโตเมตรี (spectrophotometry) ซึ่งเป็นวิธีที่มีความไวสูง (sensitivity) และมีความถูกต้องสูง (accuracy) วิธีหนึ่ง แต่วิธีที่นิยมใช้กันมาก และใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์สารไนไตรท์ คือวิธีการเปลี่ยนสารไนไตรท์ให้เป็น diszo compound กับ Sulphanilic acid แล้วให้ coupling กับ 1-naphthylamine ในสารละลายอะซีเตทบัพเฟอร์ และทำให้สารละลายที่ได้นั้นมีความเป็นกรด (pH) 2.0-2.5 แล้วนำค่าไปวัดค่า Absorbrance ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร (nm) ภายหลังจากการผสมแล้ว 10 นาทีแต่ไม่เกิน 30 นาที ดังภาพที่ 4 ก. อีกวิธีหนึ่งใช้วิธีการเปลี่ยนไนไตรท์ให้เป็น daizo compound กับ sulphanilamide แล้วให้ coupling กับ N-(1-Naphthy)-ethylene diamine ที่ความเป็นกรด 1.5 หลังจากผสมแล้ว 10 นาที จึงนำไปวัดค่า Absorbrance ที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร (nm) ดังภาพที่ 4 ข. การหาปริมาณของสารไนไตรท์ทั้งสองวิธีนี้สารละลายจะต้องทำให้เย็น มิฉะนั้นสีของสารละลายที่เกิดขึ้นจะไม่ค่อยเสถียร และยังถูกรบกวน (interfere) ได้ด้วยอิออนคาร์บอเนต (CO_3^{-2}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^{-1}) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และสารอินทรีย์ (ฉวีวรรณ , 2521)

นอกจากนี้ ยังมีผู้ศึกษาวิธีการหาปริมาณของสารไนไตรท์ โดยใช้สารดังกล่าวข้างต้นทำเป็น diazo compound แล้วให้ coupling กับ dimethyl-1-naphthylamine

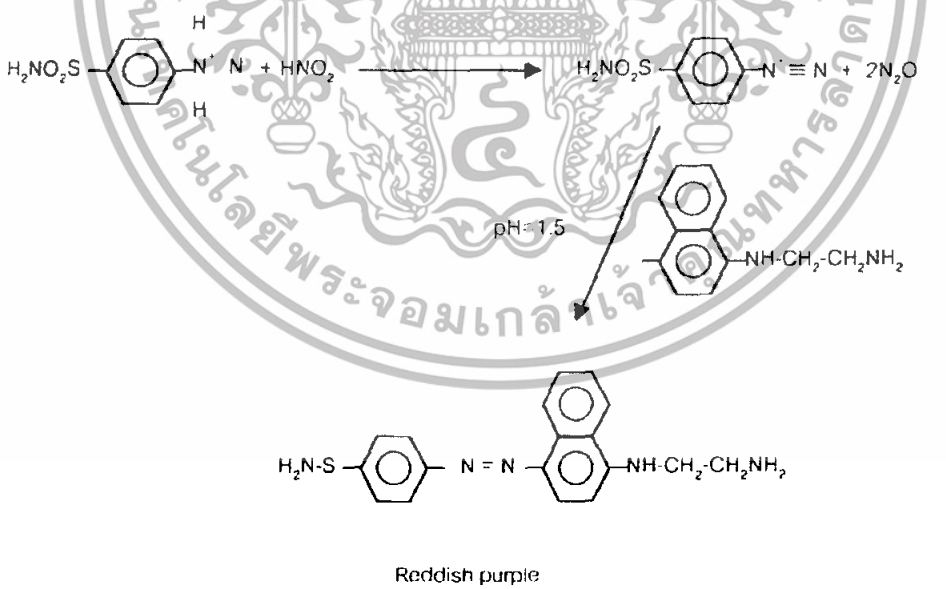
85439

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ได้จาก Diazotization ของ Sulfanilic acid ด้วย HNO_2 แล้ว Coupling กับ 1-naphthylamine



ข. ได้จาก Diazotization ของ Sulfanilamide ด้วย HNO_2 แล้ว Coupling กับ N-(1-naphthyl)-ethylenediamine



ภาพที่ 4 แสดงปฏิกิริยาในวิธีการวิเคราะห์ปริมาณของไนไตรท์

ที่มา : ฉวีวรรณ (2521)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

เนื้อหมู

มันหมู

แป้งมัน

เกลือ

ฟอสเฟต

ผงเพรค

เกลืออิริโธเบท

3.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรสไตล์ตะวันตกที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ ไส้กรอกหมูรมควัน ไส้กรอกคอกเทล แฮมและเบคอน

3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสารไนไตรท์

3.3.1 Alpha-Napthylamine Ethylenediamine 2 HCl (NED)

3.3.2 Sulfanilamide Raegent

3.3.3 Nitric Strandard Solution

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.4.1	Spectrophotometer	Thermo Scientific (Genesys 10 Series) USA
3.4.2	Water bath	MEMMERT Germany
3.4.3	กระดาษกรองเบอร์ 42	
3.4.4	ชุดเครื่องกรอง	
3.4.5	เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	AND (HR-200) Japan

4 วิธีการทดลอง

4.1 การศึกษาปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่วางขายตามท้องตลาด

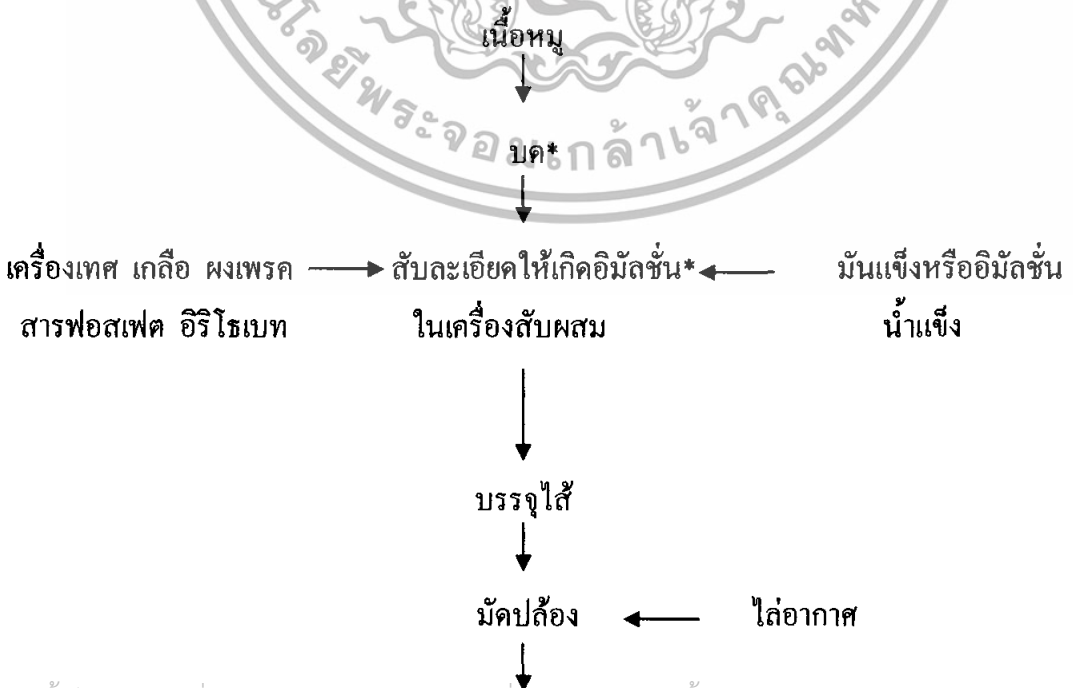
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการสุ่มซื้อตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสุกร ได้แก่ ไส้กรอกรมควัน ไส้กรอกคอกเทล แฮม และเบคอน ยี่ห้อต่างๆ ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป นำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์ ตามข้อ 4.2.3

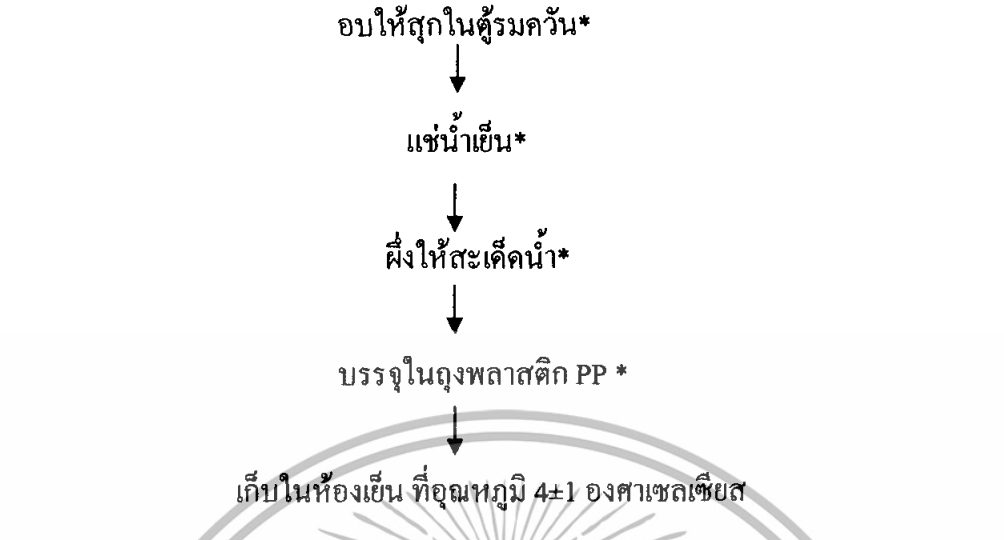
4.2 การศึกษาปริมาณสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน

4.2.1 การเตรียมไส้กรอกรมควัน

นำเนื้อหมูมาบดให้ละเอียด แล้วนำไปแช่ให้เย็นจัดที่อุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส หั่นมันแข็งเป็นชิ้นเล็กๆและบดให้ละเอียด นำไปแช่เย็นจัดเช่นกัน หลังจากนั้นนำเนื้อหมูที่บดแล้วใส่ลงในเครื่องบดผสม (Silent cutter) เติมเกลือและบดเป็นเวลา 1 นาที เติมน้ำแข็ง 1/3 ส่วน จากนั้นเติมเกลือโซเดียมฟอสเฟต บดต่ออีก 2 นาที เติมส่วนมันแข็งและน้ำแข็ง 1/3 ส่วน และโซเดียมไนเตรท/ไนไตรท์ และบดผสม 2 นาที เติมส่วนผสมที่เหลือ แล้วบดผสม 2 นาที หรือจนเข้ากันดีเป็นมวลเหนียว ควรควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 16 องศาเซลเซียส นำส่วนผสมมาบรรจุในไส้เทียม โดยใช้เครื่องใส่ไส้ (Stuffer) มัดเป็นท่อน แล้วนำไปอบในตู้อบรมควัน ระยะแรกเป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 50 องสาเซลเซียส จนผิวไส้กรอกเริ่มแห้ง แล้วให้ควันไฟจนไส้กรอกมีสีเหลืองน้ำตาล ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ต้มไส้กรอกที่รมควันแล้วในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส จนสุก นำมาใส่ในน้ำเย็น แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ตัดไส้กรอกให้เป็นท่อนบรรจุใส่ในถุง PP ปิดผนึกให้สนิท แล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตไส้กรอกรมควัน

*** เป็นขั้นตอนที่มีการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารไนไตรท์**

4.2.2 การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างในขั้นตอนต่างๆในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน ดังนี้

1. เนื้อหมูที่บดแล้ว
2. ส่วนผสมที่เป็นอิมัลชั่นก่อนการบรรจุไส้
3. ไส้กรอกภายหลังการบรรจุในไส้ก่อนการอบ
4. ไส้กรอกภายหลังการอบรมควันที่อุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
5. ไส้กรอกภายหลังการลดความร้อนเป็นเวลา 5 นาที
6. ไส้กรอกรมควันภายหลังการบรรจุในถุงพลาสติก PP ก่อนการเก็บรักษา
7. ไส้กรอกรมควันภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

นำตัวอย่างทั้งหมด มาวิเคราะห์หาปริมาณสารไนไตรท์ตามวิธีการวิเคราะห์ในข้อ 2.3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารไนไตรท์ในตัวอย่าง ตามวิธีของ AOAC 973. 31

4.2.3.1 ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วมา 5.0 กรัม และใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ตัวอย่างกระจายออก นำไปตั้งบน hot plate จนอุณหภูมิถึง 80 องศาเซลเซียส

4.2.3.2 จากนั้นนำตัวอย่างมาปรับปริมาตรในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำร้อน 300 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4.3.2.3 กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 โดยใช้ suction ปิเปตสารละลายที่กรองได้จำนวน 20 มิลลิลิตร ในขวด Volumetic flask ขนาด 50 มิลลิลิตร

4.3.2.4 เติมสารละลาย Sulfanilamind 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที

4.3.2.4 เติมสารละลาย 1-Napthyl (NED) 2.5 มิลลิลิตร ปรับให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที

4.3.2.5 นำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า Standard curve แล้วคำนวณหาค่าไนไตรท์ (ppm) ดังนี้

$$NO2\ (ppm) = \frac{xa}{mv}$$

x = ปริมาณน้ำกลั่นทั้งหมดที่ใช้สกัด หน่วยเป็นมิลลิลิตร

a = ค่าความเข้มข้นของไนไตรท์ที่ได้จากเครื่อง spectrophotometer หน่วยเป็นมิลลิกรัม หรือ ไมโครกรัม

m = ปริมาณตัวอย่างที่นำมาสกัด หน่วยเป็นกรัม

v = ปริมาณของสารสกัดที่ใช้ในการพัฒนาสีเพื่อนำไปวัดค่า absorbance โดยเครื่อง spectrophotometer หน่วยเป็นมิลลิลิตร

วิธีการเตรียม Standard Curve

1) Pipette Working Std. Solution $NaNO_2$ จำนวน 10 , 20 , 30 , 40 มิลลิลิตร ลงในขวด Volumetic flask 50 มิลลิลิตร

2) เติมสารละลาย Sulfanilamide 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เติมสารละลาย 1-Naphyl (NED) 2.5 มิลลิลิตร ลงใน Volumetic flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นตั้งทิ้งไว้ ประมาณ 15 นาที นำไปวัดค่า Absorbrance ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

4) เตรียม Blank โดยเติมสารละลาย Sulfanilamide และสารละลาย 1-Naphyl (NED) อย่างละ 2.5 มิลลิลิตร ลงใน Volumetic flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตร นำไปวัดค่า Absorbrance ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้ Blank = 0 ปรับให้ได้ร้อยละ 100

4.2.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำข้อมูลจากการศึกษาในข้อ 4.1 และ 4.2 มาวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) version 15 โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรสไตล์ตะวันตกที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

จากการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรที่วางจำหน่ายในท้องตลาด 4 ชนิด ได้แก่ ไส้กรอกรมควัน 5 ยี่ห้อ คือ CP, TGM, หมูตัวเดียว BKP และ S&P ไส้กรอกคอกเทลหมู 5 ยี่ห้อ คือ CP, Tops, หมูตัวเดียว BKP และ SUPER CHEF แฮม 3 ยี่ห้อ คือ หมูตัวเดียว CP และ หมูสองตัวไทยซอสเซส และเบคอน 2 ยี่ห้อ คือ CP และ Better Food ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก แฮมและเบคอนที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อ	ปริมาณไนไตรท์ (ppm)
ไส้กรอกหมูรมควัน	S&P	145.31
	CP	109.60
	หมูตัวเดียว	86.38
	TGM	66.74
	BKP	56.92
ไส้กรอกคอกเทลหมู	SUPER CHEF	114.06
	BKP	97.54
	หมูตัวเดียว	88.62
	CP	59.15
	Tops	39.06
แฮม	หมูตัวเดียว	128.79
	CP	81.92
	หมูสองตัวไทยซอสเซส	53.35
เบคอน	Better Food	126.56
	CP	126.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าไส้กรอกหมูรมควันยี่ห้อ S&P มีปริมาณไนไตรท์ คงเหลืออยู่มากกว่าอีก 4 ยี่ห้อ คือ 145.31 ppm ซึ่งมีปริมาณเกินจากเกณฑ์กำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไม่เกิน 125 ppm รองลงมาคือ CP หมูตัวเดียว TGM และ BKP ตามลำดับ โดยมีปริมาณไนไตรท์คงเหลือในผลิตภัณฑ์ 109.60, 86.38, 66.74 และ 56.92 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณไนไตรท์อยู่ภายใต้เกณฑ์กำหนด ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกของ ยี่ห้อ S&P มีสีค่อนข้างคล้ำมากกว่าไส้กรอกรมควันยี่ห้ออื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนผสมของเครื่องเทศ เช่น พริกไทยดำค่อนข้างมากซึ่งปริมาณเครื่องเทศที่มากอาจมีผลต่อปริมาณสารไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ได้

ส่วนผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอกเทลหมู พบว่ายี่ห้อที่มีปริมาณไนไตรท์สูงคือ SUPER CHEF รองลงมาคือ BKP หมูตัวเดียว CP และ Tops ตามลำดับ โดยมีปริมาณไนไตรท์คงเหลือในผลิตภัณฑ์ 114.06, 97.54, 88.61, 59.15 และ 39.06 ppm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณไนไตรท์อยู่ภายใต้เกณฑ์กำหนด ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกของ ยี่ห้อ SUPER CHEF มีสีแดงกว่าไส้กรอกยี่ห้ออื่นๆ

สำหรับแฮม พบว่ายี่ห้อที่มีปริมาณไนไตรท์สูงคือ หมูตัวเดียว ปริมาณไนไตรท์ คงเหลืออยู่มากกว่าอีก 2 ยี่ห้อ คือ 128.79 ppm ซึ่งมีปริมาณเกินจากเกณฑ์กำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไม่เกิน 125 ppm รองลงมาคือ CP และ หมูสองตัวไทยซอสเซสตามลำดับ โดยมีปริมาณไนไตรท์คงเหลือในผลิตภัณฑ์ 81.92 และ 53.35 ppm ตามลำดับ

ส่วนเบคอน พบว่าทั้ง Better Food และ CP มีปริมาณไนไตรท์สูงเกินจากเกณฑ์กำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 โดยมีปริมาณไนไตรท์คงเหลือในผลิตภัณฑ์ 126.56 และ 126.12 ppm ตามลำดับ

4.2 ปริมาณสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน

จากการสุ่มตัวอย่างในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน ตั้งแต่วัตถุดิบ ได้แก่ กระเทียม หัวหอมใหญ่ เครื่องเทศรวม และปาปริก้า พบปริมาณสารไนไตรท์ 18.53, 12.72, 47.10 และ 69.42 ppm ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากพืชเหล่านั้นจะดูดสารไนไตรท์จากปุ๋ยในระหว่างการเพาะปลูก ส่วนในเนื้อหมูบด มันหมูบด ก็พบปริมาณสารไนไตรท์ 18.53 และ 26.71 ppm ตามลำดับ ส่วนผงเพรคที่มี $NaNO_2$ ร้อยละ 0.7 พบมีไนไตรท์มากกว่า 1347.63 ppm เมื่อนำส่วนผสมทั้งหมดมาบดผสมให้เป็น emulsion พบไนไตรท์เพียง 112.13 ppm ซึ่งเป็นปริมาณในส่วนผสมก่อนการอบ ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบไนไตรท์ที่ลดลงจะเปลี่ยนเป็นไนตริกออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(NO) ระหว่างการผสมร้อยละ 5 อยู่ในส่วนรงควัตถุ (Pigment) ร้อยละ 9-12 และจับกับโปรตีนในเนื้อสัตว์โดยพันธะไธโอไนโตรโซ (Thionitroso) สารประกอบไนไตรท์ที่ลดลงเนื่องจาก Chemical reductants โดยที่สารไนไตรท์บางส่วนจะเปลี่ยนเป็นไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่เป็นเอมีน (Amine) และเอไมด์ (Amind) ในร่างกายมนุษย์เกิดเป็นสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ที่เรียกว่า **ไนโตรซามีน**

เมื่อนำส่วนผสมไปอบในตู้อบรมควันที่อุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง พบว่าปริมาณไนไตรท์ลดลงไปพียงเล็กน้อยเหลือ 102.16 ppm และภายหลังการทำให้เย็นด้วยการรดด้วยน้ำเย็น ปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ลดลงไปอีกเล็กน้อย เหลือ 97.39 ppm ซึ่งไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุที่พบสารไนไตรท์อยู่ 99.48 ppm และภายหลังการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน พบปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ 87.42, 77.75, 81.77, 80.43 และ 81.62 ppm ตามลำดับ โดยในวันแรกของการเก็บรักษา ปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ ลดลงจากก่อนการเก็บอย่างมีนับสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกธรรมดามัดปากถุง พบปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ 80.88, 82.81, 88.62, 77.01 และ 85.34 ppm ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการบรรจุผลิตไส้กรอกรมควันทั้งสองแบบ ไม่มีผลต่อการลดปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บรักษา 15 วันก็ไม่ทำให้สารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 2 ปริมาณเฉลี่ยของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

วัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการผลิต	ปริมาณเฉลี่ยของ $NaNO_2$ (ppm : µg/g)
กระเทียม	18.53
หัวหอมใหญ่	12.72
เครื่องเทศรวม	47.10
ปาปริก้า	69.42
ผงเพรคที่มี $NaNO_2$ ร้อยละ 0.7	> 1347.63
เนื้อหมูบด	18.53
มันหมูบด	26.71
ส่วนผสมที่เป็น emulsion	112.13[a]
ผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบ	102.16[a]
ผลิตภัณฑ์ภายหลังการรดด้วยน้ำเพื่อให้เย็น (showering)	97.39[a]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ		99.48[a]
การเก็บผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ	วันที่ 3	87.42[b]
	วันที่ 6	77.75[b]
	วันที่ 9	81.77[b]
	วันที่ 12	80.43[b]
	วันที่ 15	81.62[b]
การเก็บผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกธรรมดา	วันที่ 3	80.88[b]
	วันที่ 6	82.81[b]
	วันที่ 9	88.62[b]
	วันที่ 12	77.01[b]
	วันที่ 15	85.34[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เป็นการเปรียบเทียบปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันในระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาถึงอัตราการลดลงของสารไนไตรท์ในระหว่างกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน และในระหว่างการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 3 และ 4 จะพบว่าในขั้นตอนผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบ ผลิตภัณฑ์ภายหลังการรดด้วยน้ำเพื่อให้เย็น และผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุมีอัตราการลดลงของไนไตรท์ร้อยละ 8.89, 13.14 และ 11.28 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนไตรท์ในส่วนผสมที่เป็น emulsion ส่วนในระหว่างการเก็บผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ เป็นเวลา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ภายหลังการบรรจุก่อนการเก็บ จะมีอัตราการลดลงของไนไตรท์ร้อยละ 12.12, 21.84, 17.80, 19.15 และ17.95 ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกธรรมดามัดปากถุง มีอัตราการลดลงร้อยละ 18.70, 16.75, 10.92, 22.59 และ 14.21 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากปริมาณไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่บรรจุแบบสุญญากาศ

ตารางที่ 3 อัตราการลดลงของปริมาณสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

ขั้นตอนในระหว่างกระบวนการผลิต	ปริมาณไนไตรท์ (ร้อยละ)	อัตราการลดลงของไนไตรท์ (ร้อยละ)
ส่วนผสมที่เป็น emulsion	100.00	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบ	91.11	8.89
ผลิตภัณฑ์ภายหลังการรดด้วยน้ำเพื่อให้เย็น (showering)	86.86	13.14
ผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ	88.72	11.28

ตารางที่ 4 อัตราการลดลงของสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมควันที่บรรจุแบบสุญญากาศและการบรรจุในถุงพลาสติกธรรมดา ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

สภาวะในการเก็บรักษา		ปริมาณไนไตรท์ (ร้อยละ)	อัตราการลดลงของไนไตรท์ (ร้อยละ)
ผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ	วันที่ 0	100	0
การเก็บผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ	วันที่ 3	87.88	12.12
	วันที่ 6	78.16	21.84
	วันที่ 9	82.20	17.80
	วันที่ 12	80.85	19.15
	วันที่ 15	82.05	17.95
การเก็บผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกธรรมดา	วันที่ 3	81.30	18.70
	วันที่ 6	83.25	16.75
	วันที่ 9	89.08	10.92
	วันที่ 12	77.41	22.59
	วันที่ 15	85.79	14.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. จากการการศึกษาปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายตามท้องตลาดมีปริมาณสารไนไตรท์เรียงจากมากไปน้อยดังนี้

- ไส้กรอกหมูรมควัน ยี่ห้อ S&P, CP, หมูตัวเดียว, TGM และ BKP
- ไส้กรอกคอกเทลหมู ยี่ห้อ SUPER CHEF, BKP, หมูตัวเดียว, CP และ Tops
- แฮม ยี่ห้อ หมูตัวเดียว, CP และ หมูสองตัวไทยซอสเซส
- เบคอน ยี่ห้อ Better Food และ CP มีในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

2. จากการศึกษาปริมาณสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควันพบสารไนไตรท์ในวัตถุดิบจำพวกเครื่องเทศ กระเทียม หัวหอมใหญ่ ทั้งนี้อาจเนื่องจากพืชดูดซึมสารไนไตรท์จากดินและปุ๋ยที่มีการใช้ในการเพาะปลูก และภายหลังการบดผสมส่วนผสมปริมาณไนไตรท์จะลดลงมาก และจะลดลงอีกเล็กน้อยในระหว่างการอบ ส่วนในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 15 วัน อัตราการลดลงของสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับก่อนการเก็บ อยู่ระหว่างประมาณร้อยละ 11- 23 โดยการบรรจุแบบสุญญากาศและบรรจุในถุงพลาสติกมัดปากถุง ไม่มีความแตกต่างต่ออัตราการลดลงของสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

3. เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่กฎหมายอนุญาตให้มีปริมาณสารไนไตรท์ตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ไม่เกิน 125 ppm. พบว่าผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดมีปริมาณสารไนไตรท์ตกค้างเกินปริมาณที่กฎหมายได้กำหนดไว้ ดั้งนี้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมควันยี่ห้อ S&P ผลิตภัณฑ์แฮมยี่ห้อหมูตัวเดียว ผลิตภัณฑ์เบคอนยี่ห้อ CP และ Better Food ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมควันที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งผลิตโดยห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีปริมาณสารไนไตรท์ตกค้างไม่เกินจากที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณการตกค้างของสารประกอบไนไตรท์ในไส้กรอกหมูรมควัน พบว่าในผลิตภัณฑ์ยังคงมีสารไนไตรท์ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเป็นอันตรายได้ ถ้าได้รับในปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงควรมีการใช้สารประกอบชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารประกอบไนไตรท์ร่วมด้วย เช่น ascorbic acid, cysteine, amino acid เพื่อลดสารประกอบไนไตรท์ในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ฉวีวรรณ นันท์นฤมิต และ แม้น อมรสิทธ์. 2521. การศึกษาหาปริมาณของไนไตรท์ด้วย 2,4,6 ไตร แอมิโนฟไพรมิดิน โดยวิธีทาง Spectrophotometer. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. 62 หน้า

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพ . ไทยวัฒนาพานิช. หน้า 199-202.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ วิบูลย์ รัตนาปนนท์. 2543. สารพิษในอาหาร. กรุงเทพ. โอเดียนสโตร์. หน้า 205-208.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2547. การแปรรูปและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 9-21.

วนิดา มาศยะ เสาวรินทร์ ศิริวัลย์ และ สารัช เกสรมาลา. 2541. การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 42 หน้า.

เศรษฐศิลป์ อัมมวรรธน์. 2526. ผลของปริมาณไนไตรท์ต่อคุณภาพของไส้กรอกไก่. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 18-22.

สายสนม ประดิษฐดวง. 2549. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 220 -223.

เอกสารประกอบการเรียนรายวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ . [online]. http://coursewares.mju.ac.th/ft470/ct/ct_0702.html online date : 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

1. การเตรียมสารเคมีในการทดลอง

1.1 Alpha-Napthybimine Ethylenediamine 2 HCl (NED)

ละลาย 0.2 กรัม N-(1-Naphyl) ethtleneiamine 2 HCl ลงใน 150 มิลลิลิตร ของ 15 % (v/v) glacial acetic acid และเก็บไว้ในขวดสีชา (HOAC : 22 ml CH_3COOCH + 128 ml.H_2O)

1.2 Sulfanilamide Reagent

ละลาย 0.5 กรัม Sulfanilamide ใน 150 มิลลิลิตร ของ 15 % (v/v) glacial acetic acid และเก็บไว้ในขวดสีชา (HOAC : 22 ml CH_3COOCH + 128 ml.H_2O)

2. การเตรียม Nitrite Standard Solution

1.5 Stock Solution : ละลาย 1 กรัม ของ $NaNO_2$ ลงในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร ในขวดวัดปริมาตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 1000 ppm (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

1.6 Intermediate Solution : ใช้ปิเปตดูดสารละลายไนไตรท์จาก Stock Solution มา 100 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร เจือจางให้พอดีขีด สารละลายนี้มีความเข้มข้น 100 ppm (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

1.7 Working Solution : ใช้ปิเปตดูดสารละลายไนไตรท์จาก Intermediate Solution มา 10 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร เจือจางให้พอดีขีด สารละลายนี้มีความเข้มข้น 1 ppm (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

3. การตรวจสอบความถูกต้องของกระดาษกรอง

กระดาษกรองที่จะมาใช้จะต้องสุ่มมาทำการทดสอบเสียก่อนดังนี้ ทำการกรองน้ำกลั่นผ่านกระดาษกรอง แต่ละแผ่นที่สุ่มมา ประมาณ 40 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Sulfanilamide 4 มิลลิลิตร ลงในน้ำกรองที่ได้ ทำการ mix ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที ถ้าน้ำที่ทดสอบเป็นสีชมพู แสดงว่ากระดาษกรองนั้นใช้ไม่ได้ เนื่องจากอาจมีสารประกอบของโซเดียมไนไตรท์ตกค้างอยู่

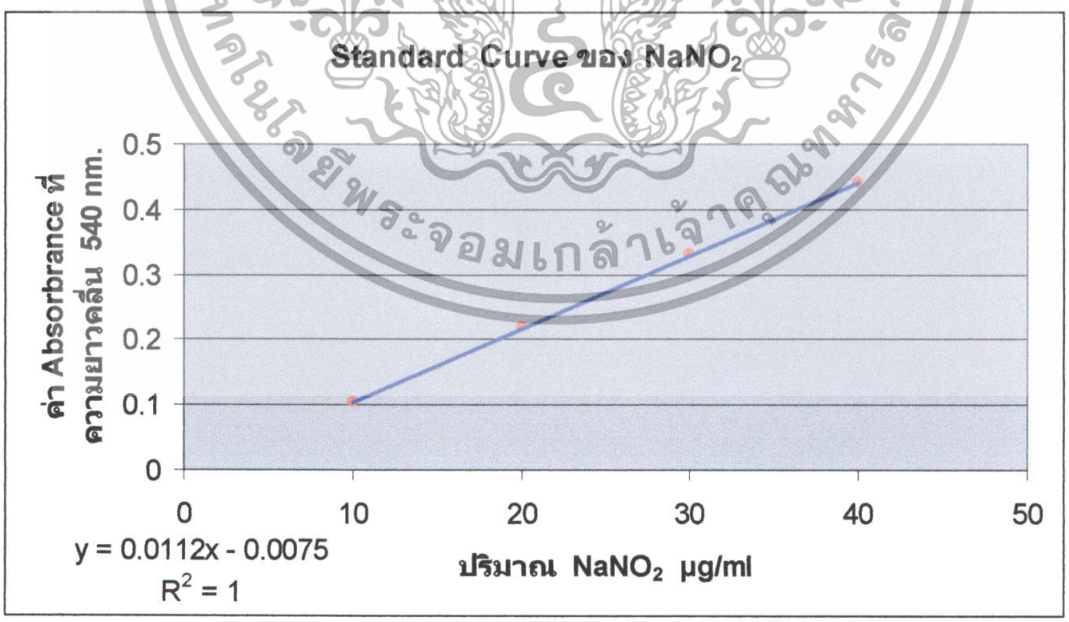
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางแสดงค่า Standard Curve

ปริมาณ Working solution ของ $NaNO_2$ (ml)	ค่า Absorbrance ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
blank	0	0	0
10	0.102	0.107	0.104
20	0.213	0.222	0.218
30	0.332	0.328	0.330
40	0.444	0.437	0.441

*** Working solution ของ $NaNO_2$ มีความเข้มข้น 1 µg/ml**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก : ANOVA TABLE การวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nitrite

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1850.275(a)	11	168.207	1.181	.350
Intercept	261403.489	1	261403.489	1835.940	.000
package	7.994	1	7.994	.056	.815
shelflife	1638.954	5	327.791	2.302	.076
package * shelflife	203.328	5	40.666	.286	.916
Error	3417.150	24	142.381		
Total	266670.915	36			
Corrected Total	5267.426	35			

a R Squared = .351 (Adjusted R Squared = .054)

nitrite

Duncan

shelflife	N	Subset	
	1	2	1
12	6	78.7202	
6	6	80.2828	
15	6	83.4822	
3	6	84.1518	
9	6	85.1935	
0	6		99.4458
Sig.		.410	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 142.381.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b Alpha = .05.

ตารางภาคผนวก : ANOVA TABLE การวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกรมควัน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nitrite

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	382.970(a)	3	127.657	.437	.733
Intercept	126789.923	1	126789.923	433.714	.000
process	382.970	3	127.657	.437	.733
Error	2338.680	8	292.335		
Total	129511.573	12			
Corrected Total	2721.650	11			

a R Squared = .141 (Adjusted R Squared = -.182)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nitrite

Duncan

process	N	Subset
	1	1
shower	3	97.3958
packing	3	99.4792
oven	3	102.1578
emulsion	3	112.1280
Sig.		.349

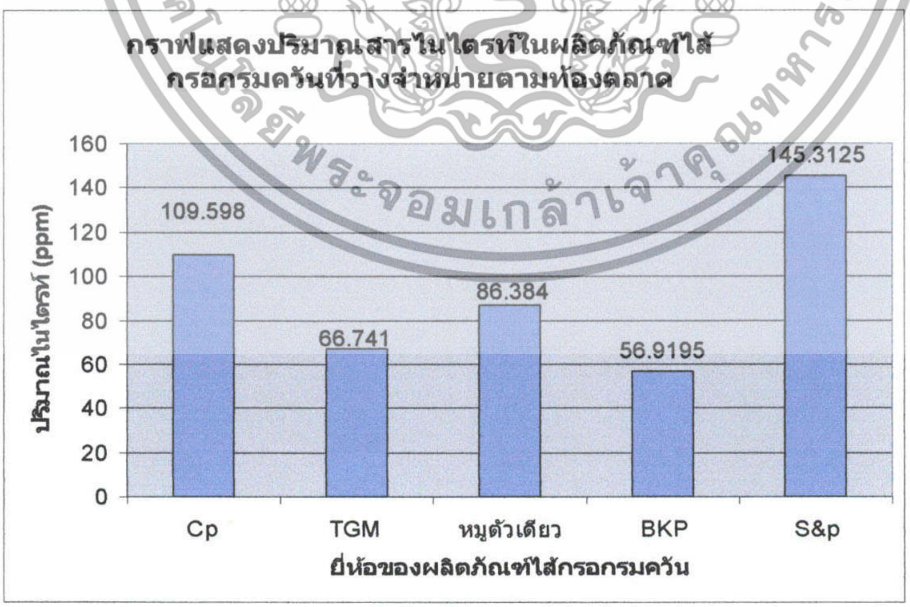
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 292.335.

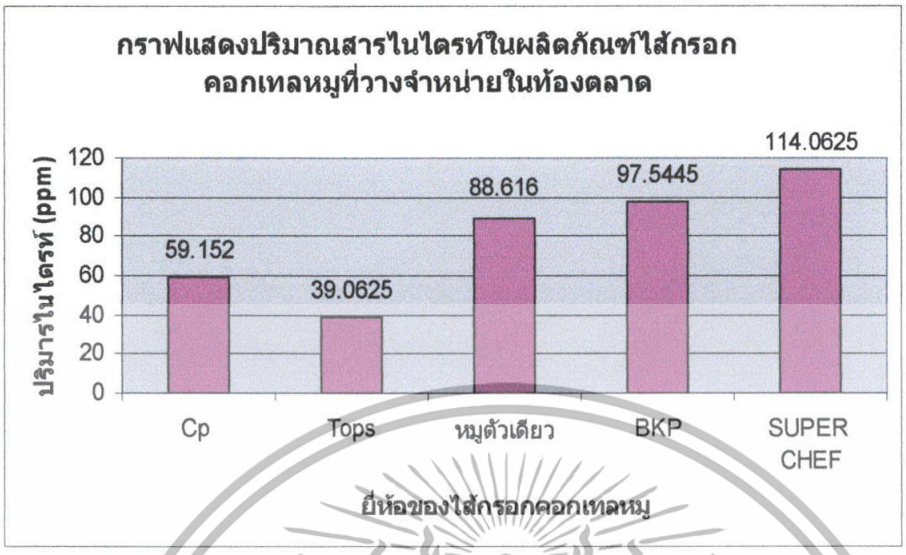
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

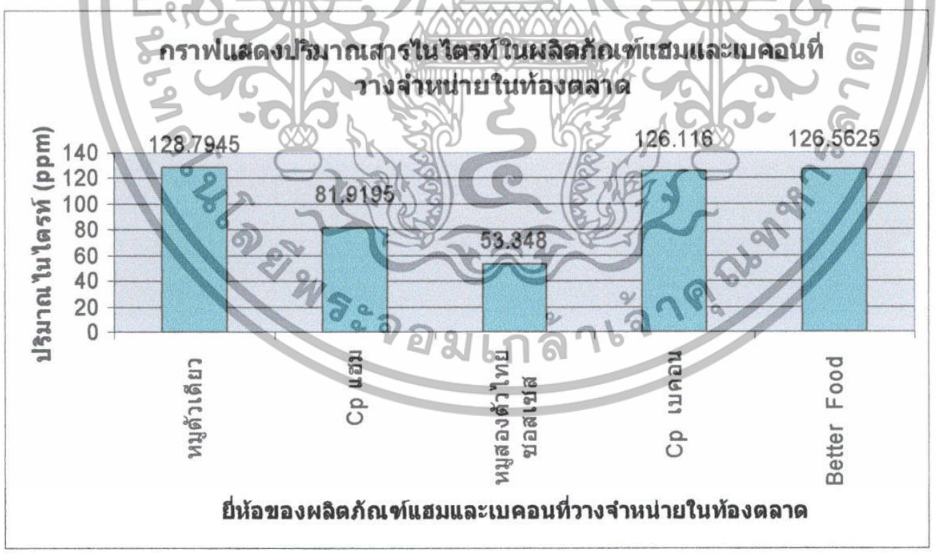


กราฟที่ ข 1 แสดงปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

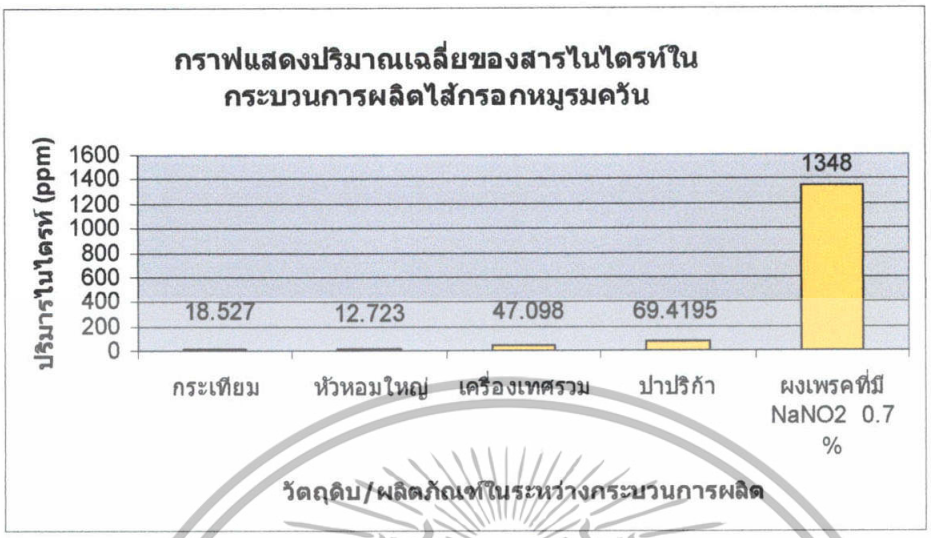


กราฟที่ ข 2 แสดงปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอกเทลหมูที่วางจำหน่าย

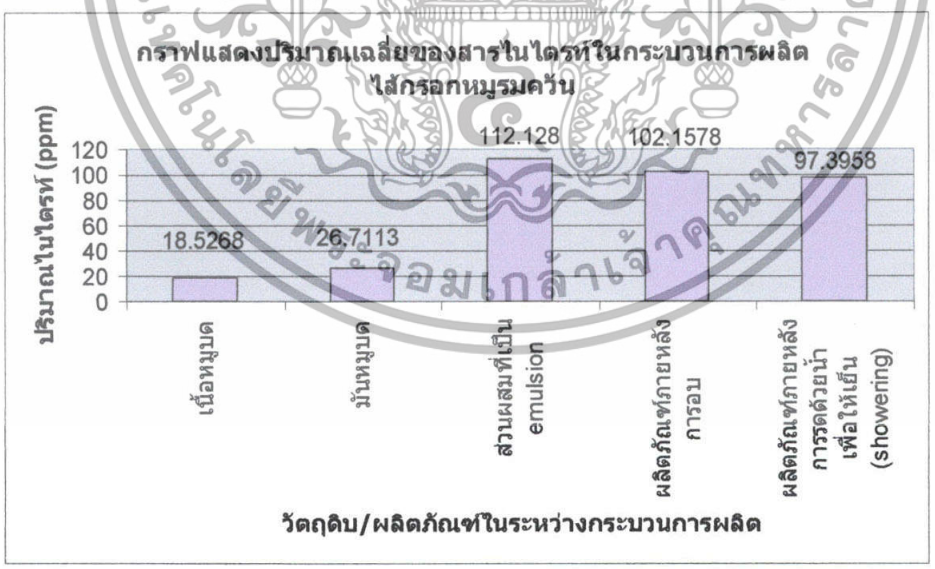


กราฟที่ ข 3 กราฟแสดงปริมาณสารไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์แฮมและเบคอนที่วางจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

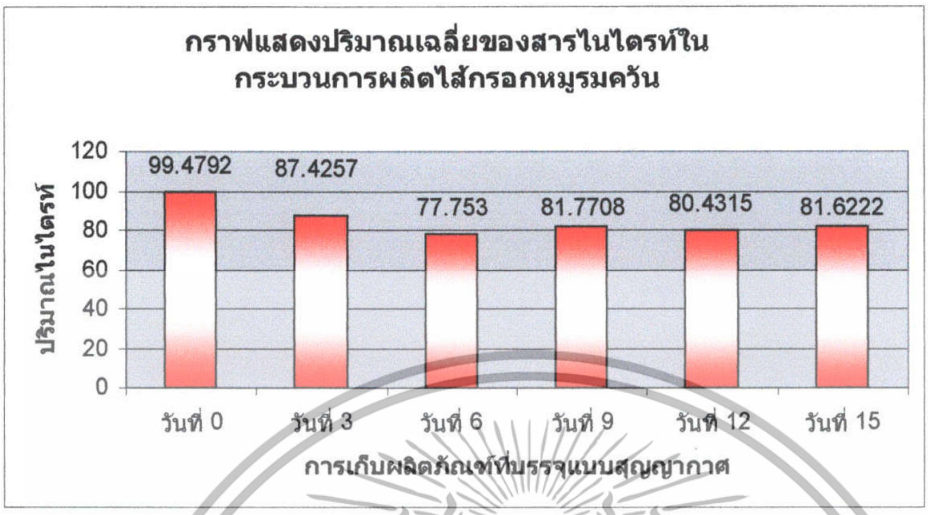


กราฟที่ ข 4 แสดงปริมาณเฉลี่ยของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

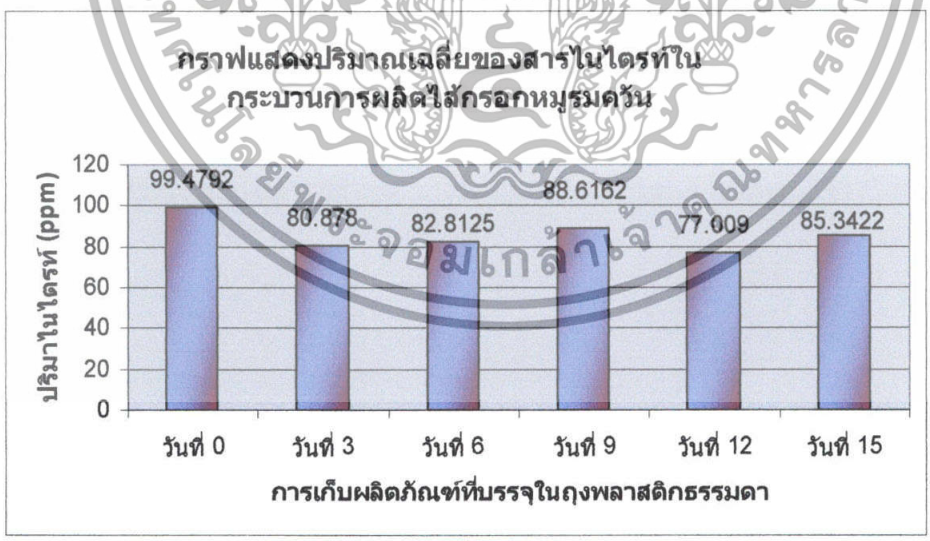


กราฟที่ ข 5 แสดงปริมาณเฉลี่ยของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

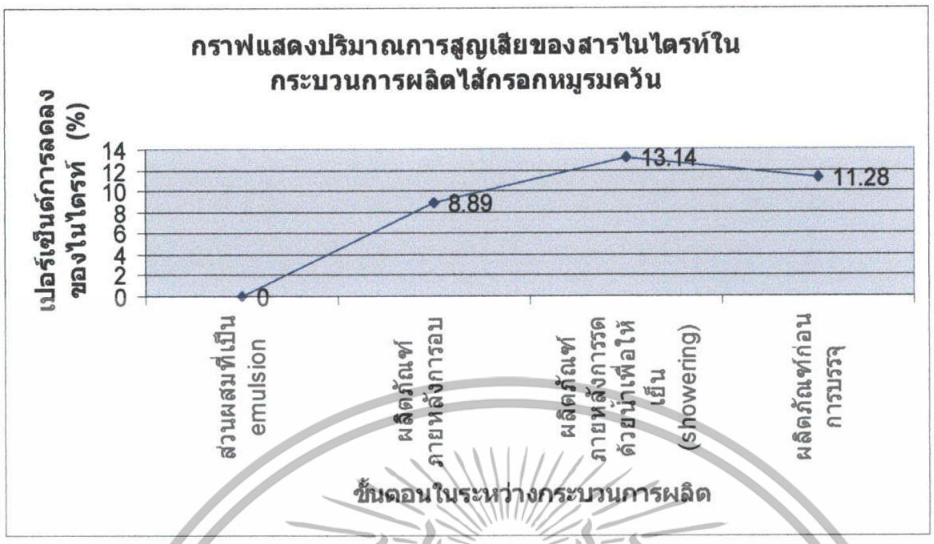


กราฟที่ 6 แสดงปริมาณเฉลี่ยของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

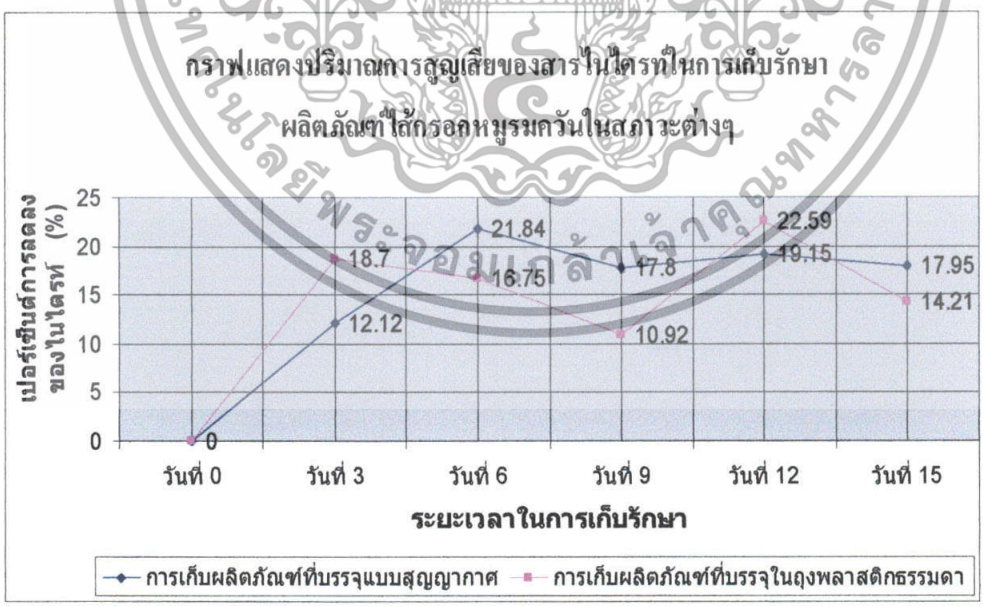


กราฟที่ ข 7 แสดงปริมาณเฉลี่ยของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ ข 8 แสดงปริมาณการสูญเสียของสารไนไตรท์ในกระบวนการผลิตไส้กรอกหมูรมควัน



กราฟที่ ข 9 แสดงปริมาณการสูญเสียของสารไนไตรท์ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูรมควันในสภาวะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

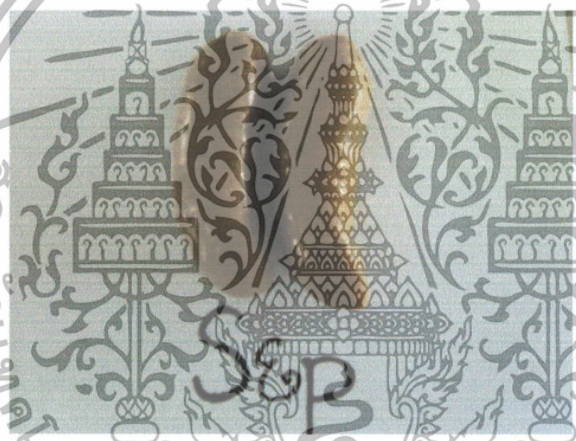
ภาพที่ ค 1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันยี่ห้อ TGM

ภาพที่ ค 2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันยี่ห้อ Cp

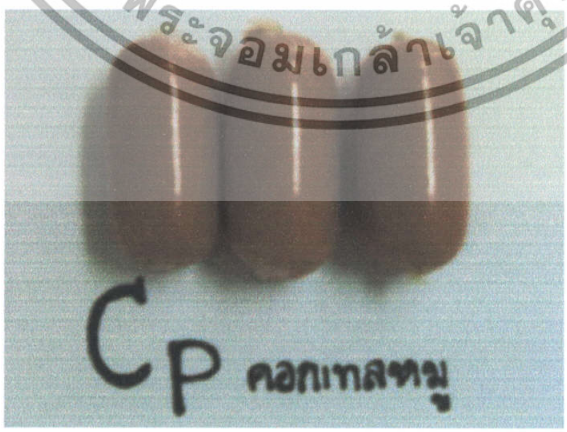
ภาพที่ ค 3 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันยี่ห้อ BKF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 4 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันยี่ห้อ หมูตัวเดียว



ภาพที่ ค 5 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันยี่ห้อ S&p



ภาพที่ ค 6 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอลเทลหมูยี่ห้อ Cp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

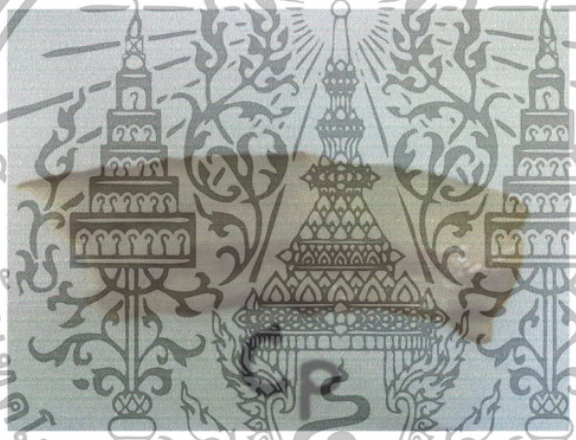
ภาพที่ ค 7 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอลเทลหมูยี่ห้อ Tops

ภาพที่ ค 8 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอลเทลหมูยี่ห้อ Super Chef

ภาพที่ ค 9 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอลเทลหมูยี่ห้อ BKP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 10 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกคอลเทลหมูยี่ห้อ หมูตัวเดียว

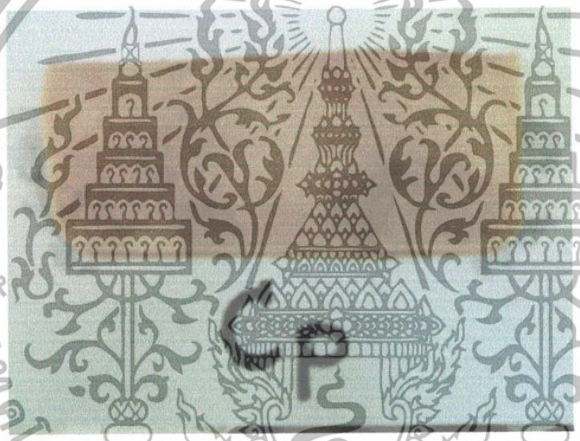


ภาพที่ ค 11 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เบคอนยี่ห้อ Cp

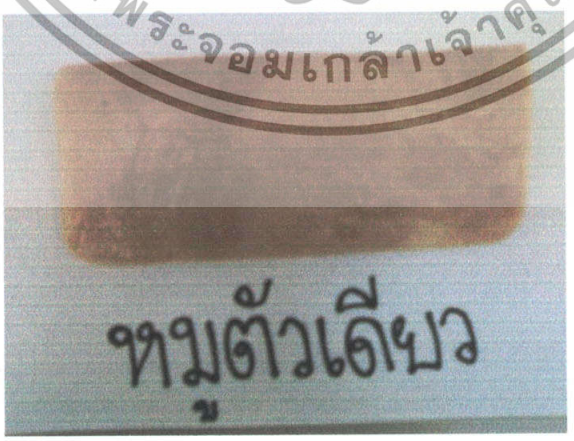
ภาพที่ ค 12 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เบคอนยี่ห้อ Better Food

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 13 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์แฮมยี่ห้อ หมูสองตัว



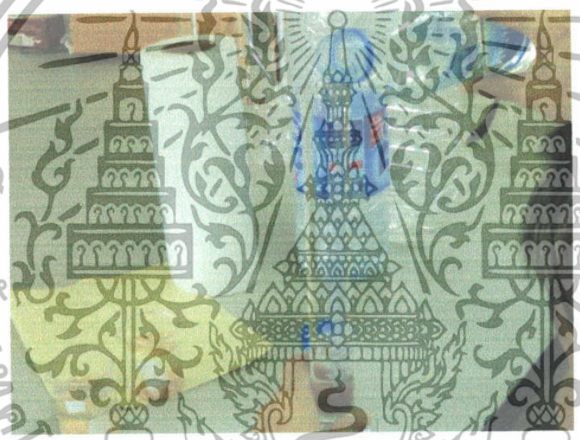
ภาพที่ ค 14 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์แฮมยี่ห้อ Cp



ภาพที่ ค 15 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์แฮมยี่ห้อ หมูตัวเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 16 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์



ภาพที่ ค 17 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

ภาพที่ ค 18 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

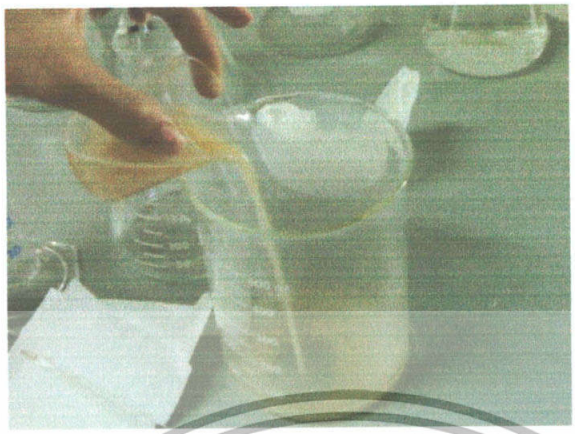
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 19 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

ภาพที่ ค 20 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

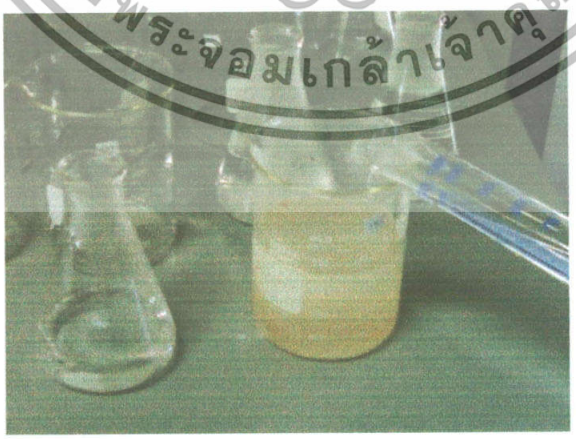
ภาพที่ ค 21 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



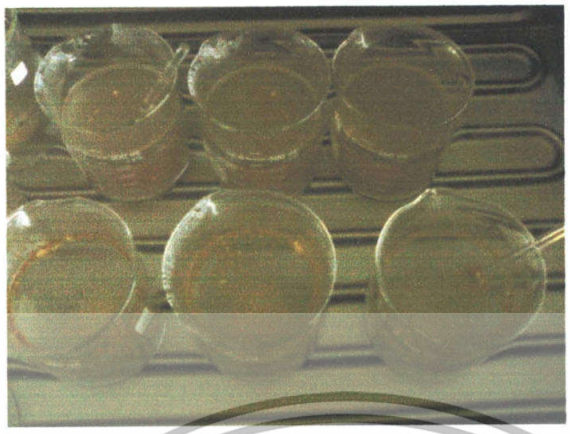
ภาพที่ ค 22 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

ภาพที่ ค 23 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์



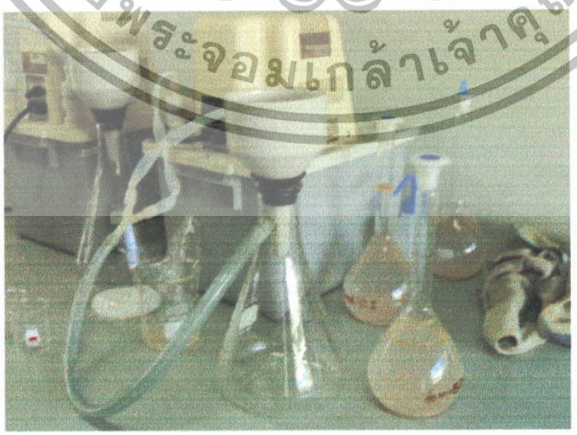
ภาพที่ ค 24 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



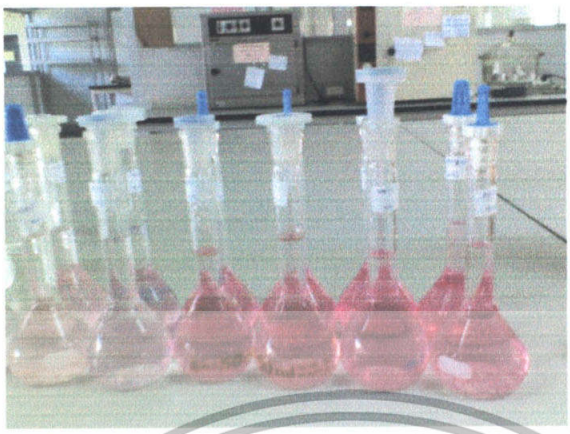
ภาพที่ ค 25 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

ภาพที่ ค 26 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

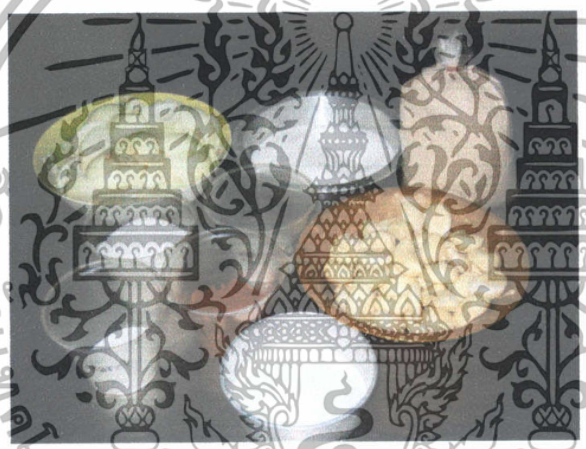


ภาพที่ ค 27 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



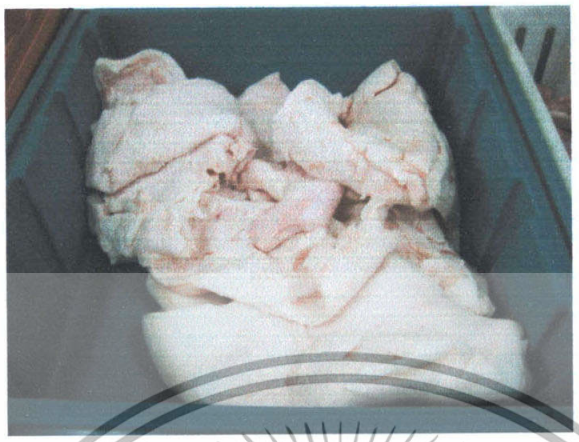
ภาพที่ ค 28 แสดงขั้นตอนในการตรวจสอบหาไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์



ภาพที่ ค 29 แสดงวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกรมควัน

ภาพที่ ค 30 แสดงวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกรมควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

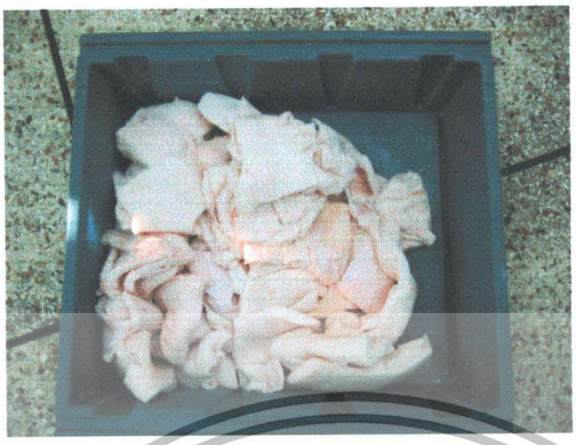


ภาพที่ ค 31 แสดงวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกรมควัน

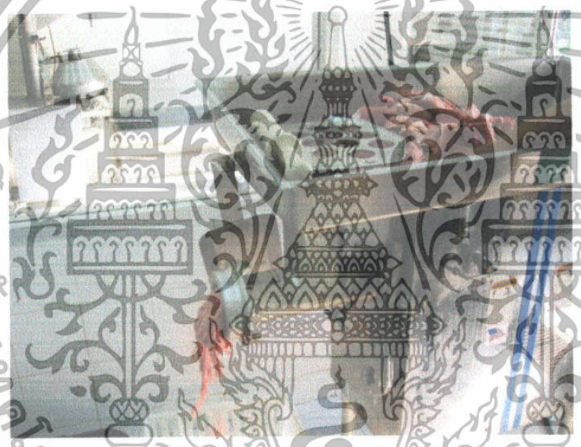
ภาพที่ ค 32 แสดงขั้นตอนการหั่นเนื้อหมูให้เป็นชิ้นเล็กๆ

ภาพที่ ค 33 แสดงลักษณะเนื้อหมูที่เตรียมไว้ก่อนทำการบด

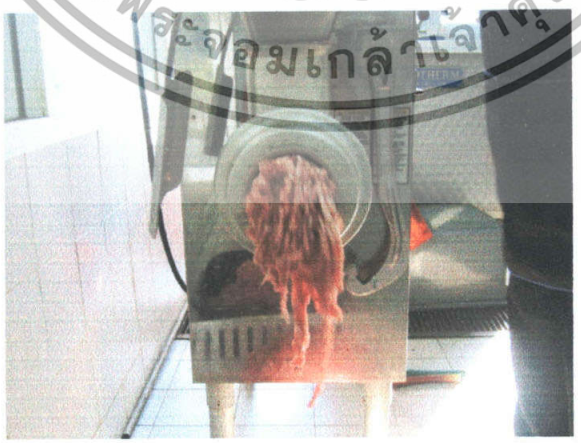
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค 34 แสดงลักษณะมันหมูที่เตรียมไว้ก่อนทำการบด



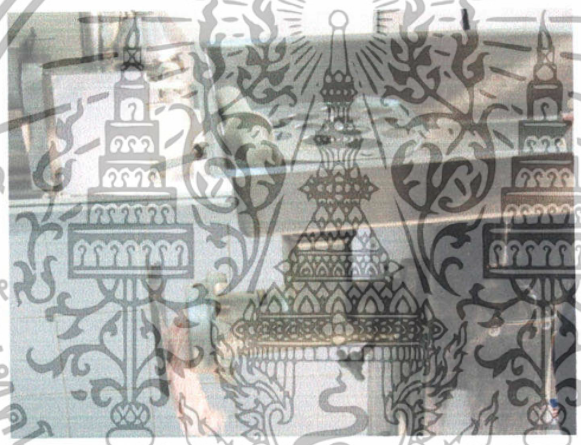
ภาพที่ ค 35 แสดงขั้นตอนการบดเนื้อหมู



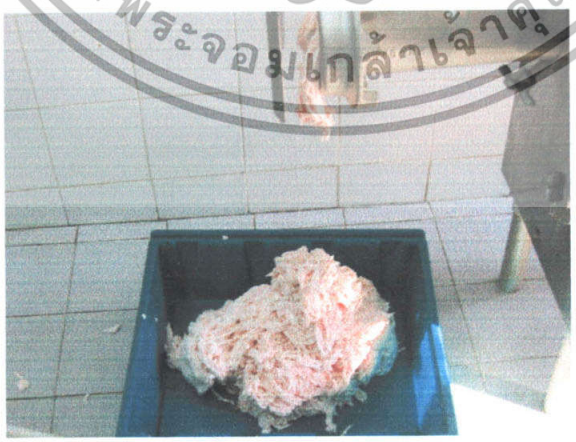
ภาพที่ ค 36 แสดงขั้นตอนการบดเนื้อหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 37 แสดงลักษณะของเนื้อหมูที่ผ่านการบดแล้ว

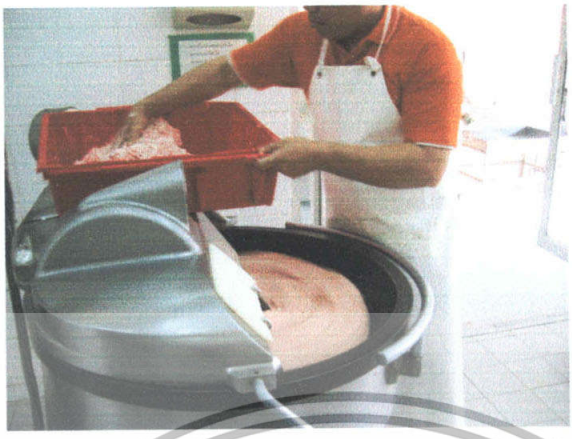


ภาพที่ ค 38 แสดงขั้นตอนการบดมันหมู

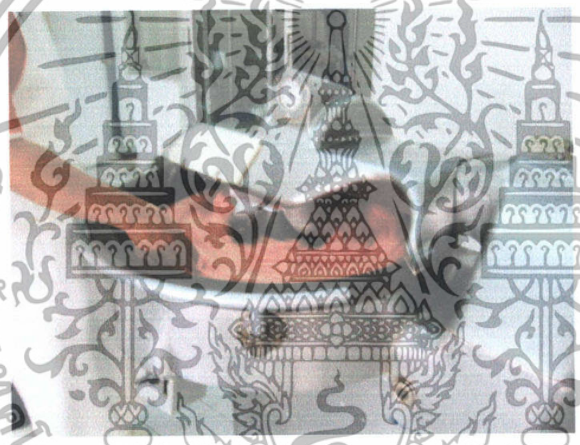


ภาพที่ ค 39 แสดงลักษณะของมันหมูที่ผ่านการบดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค 40 แสดงขั้นตอนการสับผสมส่วนผสมต่างๆด้วยเครื่องสับผสม

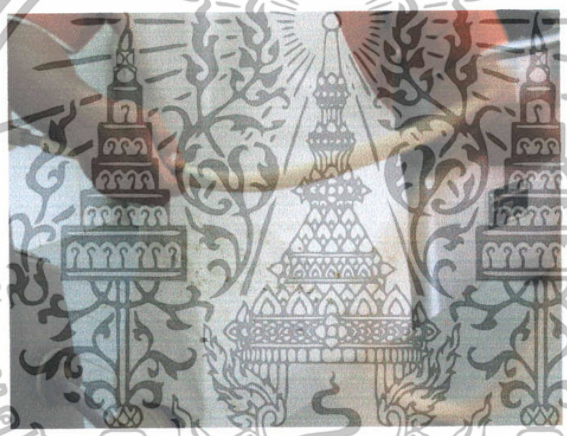


ภาพที่ ค 41 แสดงขั้นตอนการสับผสมส่วนผสมต่างๆด้วยเครื่องสับผสม

ภาพที่ ค 42 แสดงขั้นตอนการนำส่วนผสมใส่ในเครื่องบรรจุไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

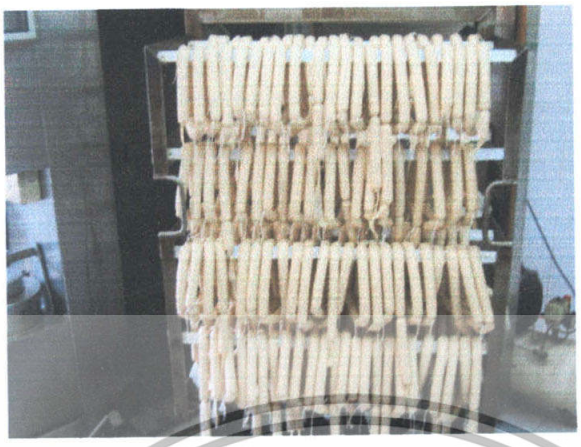
ภาพที่ ค 43 แสดงขั้นตอนการนำส่วนผสมใส่ในเครื่องบรรจุไส้



ภาพที่ ค 44 แสดงขั้นตอนการนำส่วนผสมบรรจุใส่ในไส้

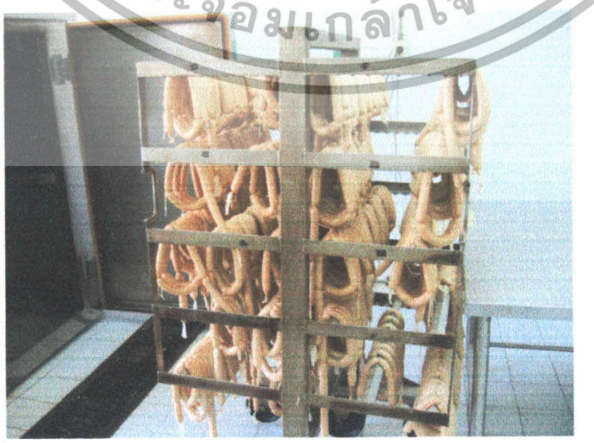
ภาพที่ ค 45 แสดงขั้นตอนการมัดไส้กรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค 46 แสดงลักษณะของไส้กรอกก่อนการรมควัน

ภาพที่ ค 47 แสดงขั้นตอนการนำไส้กรอกเข้าเครื่องอบ



ภาพที่ ค 48 แสดงลักษณะของไส้กรอกหลังผ่านการรมควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค 49 แสดงลักษณะของไส้กรอกหลังผ่านการรมควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวแสงเดือน คงตราสกุล เกิดเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2528 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสิริรัตนาธร เมื่อปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2550

นางสาวกนกพร แก้วศิริวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 24 ตุลาคม 2528 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า เมื่อปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้