บทที่ 3

การทดลอง

วัตถุดิบ

เนื้อหมูส่วนสะโพก

มันหมู

พริกไทยป่น (บริษัท ง่วนสูน จำกัด)

กระเทียมผง (บริษัท โอเชี่ยนฟู้ด จำกัด)

ไส้บรรจุชนิดเซลลูโลส (cellulose) เบอร์ 20/95 (บริษัท วิคกี้ คอนโซลิเดท จำกัด)

ไส้บรรจุชนิดไฟบรัส (fibrous) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มิลลิเมตร (บริษัท ฟู้ด อี คิว จำกัด)

ด้ายกลุ่มสำหรับผูกไส้กรอก

ชานอ้อย (เชื้อเพลิงใช้เป็นแหล่งรมควัน อบจนความชื้นสุดท้าย 20%)

สารเคมี

สารเคมีสำหรับผลิตแฮมและไส้กรอกอิมัลชั่น

โซเดียมไตรพอลีฟอสเฟต (STPP) (บริษัท ไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์ จำกัด)

โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต (SAPP) (บริษัท ไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์ จำกัด)

เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต (TSPP) (บริษัท ไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์ จำกัด)

โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต (SHMP) (บริษัท ไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์ จำกัด)

MP016® (บริษัท ไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์ จำกัด)

CARNAL346® (บริษัท บูเดนเฮม จำกัด, ประเทศเยอรมันนี)

โซเดียมอิริธอร์เบท (sodium erythorbate) (บริษัท วิคกี้ คอนโซลิเดท จำกัด)

ซอยโปรตีนไอโซเลท (soy protein isolate) (บริษัท วิคกี้ คอนโซลิเดท จำกัด)

เกลือไนไตรท์ ประกอบด้วยเกลือแกง 99.4% และไนไตรท์ 0.6% (กลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์)

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

กรดซัลฟูริก (sulfuric acid) (A.R.)

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) (A.R.)

กรดบอริก (boric acid) (A.R.)

เมธิลเรด (methyl red) (A.R.)

โบรโมครีซอลกรีน (bromocresol green) (A.R.)

กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) (A.R.)

อะซิโตน (acetone) (A.R.)

โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท (potassium hydrogen phthalate) (A.R.)

โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) (A.R.)

เซเลเนียมรีเอเจนท์มิกเจอร์ (selenuim reagent mixture) (A.R.)

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแฮมและไส้กรอกอิมัลชั่น

เครื่องบดเนื้อ (SAVIOLI, Italy)

เครื่องผสมเนื้อ (Kitchen Aid, 5KSM90EWH)

เครื่องสับเนื้อละเอียด (DITO SAMA, F23200)

เครื่องอัดไส้ (DICK, TWF-6)

ตู้แช่เย็น อุณหภูมิ 4-10 °C

ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ –18 °C

เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (digital thermometer; Kane – May, KM 330)

เครื่องหั่นชิ้นบาง (SAVIOLI, 250S)

ตู้รมควัน (NU-VU, ES-6)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (BUCHI, B-324)

ตู้อบ (WTB Binder, E-53)

เครื่องบดอาหาร (Moulinex, Masterchef 30)

เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S)

เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius, 1907 MPB)

เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (AND, GF-3000)

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Mettler Toledo, 1120)

แฮนด์โฮโมจิไนเซอร์ (hand homogenizer; Ystral GmbH D-7801 Dottinger, X1020)

อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Mammert, D-91126)

เครื่องวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง (UV-Visible, Spectronic 601 Milton Roy)

เครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก (Agimatic-N)

อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XT2i)

เครื่องวัดสี (Minolta, CR300)

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 พัฒนาสารผสมฟอสเฟตสำหรับไส้กรอกอิมัลชั่น

สูตรมาตรฐานสำหรับไส้กรอกอิมัลชั่น ดัดแปลงสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
เนื้อหมู	46.65	1200.00
มันหมู	24.88	640.00
น้ำแข็ง	24.88	640.00
พริกไทย	1.00	25.72
กระเทียมผง	0.62	15.95
โซเดียมอิริธอร์เบท	0.09	2.32
ฟอสเฟต	0.31	7.97
เกลือไนไตรท์	1.12	28.81
โปรตีนถั่วเหลือง	0.47	12.09

วิธีผลิต

1. สับผสมเนื้อหมูที่บดละเอียดแล้วและน้ำแข็งส่วนหนึ่งในเครื่องสับผสมนาน 30 วินาที

2. หยุดเครื่องแล้วเติมเครื่องเทศ โซเดียมอิริธอร์เบท สารละลายฟอสเฟต เกลือไนไตรท์ โปรตีนถั่วเหลือง และน้ำแข็งอีกส่วนหนึ่งลงไป สับผสมต่อจนเวลารวมเป็น 2 นาที 30 วินาที

3. หยุดเครื่องแล้วเติมมันหมูที่บดละเอียดแล้วและน้ำแข็งส่วนที่เหลือ สับผสมต่อจนครบ 6 นาที

4. บรรจุอิมัลชั่นที่ได้ในไส้เซลลูโลสเบอร์ 20/95 มัดเป็นท่อนยาวท่อนละ 10 เซนติเมตร

5. แขวนและนำเข้าตู้รมควันเพื่อ อบแห้งที่ 70°C นาน 30 นาที รมควันที่ 70°C นาน 30 นาที

6. นำไปต้มที่ 75°C นาน 20 นาที แล้วแช่น้ำที่ 10°C นาน 10 นาที

3.1.1 การใช้ฟอสเฟตแต่ละชนิดต่อคุณภาพของไส้กรอกอิมัลชั่น

ศึกษาผลของการใช้ฟอสเฟต 3 ชนิด คือ STPP, SAPP และ TSPP โดยแปรความเข้มข้นของฟอสเฟตแต่ละชนิดเป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1.1.1 ผลของการใช้ STPP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นตามสูตรมาตรฐาน แปรความเข้มข้นของ STPP เป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลด้านความเป็นกรด-ด่างของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความเสถียรของอิมัลชั่น การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี สีแดง และเนื้อสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1.1.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของอิมัลชั่นและของไส้กรอก

วัด pH ของอิมัลชั่นจากวิธีผลิตขั้นตอนที่ 4 และของไส้กรอกโดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Mettler Toledo, 1120)

3.1.1.1.2 ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง (ดัดแปลงจากวิธีของ Knipe และคณะ, 1985a)

นำอิมัลชั่นจากวิธีผลิตขั้นตอนที่ 4 10 กรัม ผสมกับ 0.6 M โซเดียมคลอไรด์ 100 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องแฮนด์โฮโมจิไนเซอร์นาน 15 วินาที นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง 5,500 rpm (5,000xg) ที่อุณหภูมิ 5°C นาน 15 นาที นำส่วนใสที่ได้ 20 มิลลิลิตรไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนตามวิธีของ AOAC (1995) (วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก.1)

3.1.1.1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (ดัดแปลงจากวิธีของ McMahon และ Dawson, 1976)

ใส่อิมัลชั่น 50 กรัม ลงในขวดสำหรับหมุนเหวี่ยง ปิดฝาแล้วนำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70°C นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็นในน้ำเย็น (12°C) นาน 30 นาที นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง 10,000xg นาน 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาณของเหลวที่แยกออกมาจากตัวอย่าง นำของเหลวที่แยกออกมาและอิมัลชั่นไปวิเคราะห์หาความชื้นตามวิธีของ AOAC (1995) (วิธีวิเคราะห์ความชื้นแสดงในภาคผนวก ก.2) คำนวณ WHC ในรูปของร้อยละของน้ำที่แยกออกมาขณะให้ความร้อน (water loss) จาก

$$\% \text{ water loss (WHC)} = \frac{\text{ปริมาณของเหลวที่แยกออกมาจากตัวอย่าง (ml)} \times F}{G} \times 100$$

โดย F = % ความชื้นของของเหลวที่แยกออกมาจากตัวอย่าง

G = % ความชื้นของอิมัลชั่น x น้ำหนักอิมัลชั่นเริ่มต้น = น้ำหนักของน้ำในตัวอย่าง

3.1.1.1.4 ความเสถียรของอิมัลชั่น (ES) (ดัดแปลงจากวิธีของ Townsend และคณะ, 1968)

ใส่อิมัลชั่น 34 กรัม ลงในหลอดทดลองโดยให้เครื่องอัดไส้ (DICK, TWF-6) ปิดฝาหลอดทดลองแล้วนำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 48.8°C แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจนอุณหภูมิภายในของอิมัลชั่นเป็น 68.8°C ภายในเวลา 1.25-1.5 ชั่วโมง วัดปริมาณของเหลวที่แยกออกมา รายงานผลเป็นปริมาณของเหลว (มิลลิลิตร) ต่ออิมัลชั่น 100 กรัม

3.1.1.1.5 การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี (degree of nitrosation of pigment, %conversion) (ตามวิธีของ Koniecko, 1979)

ปริมาณไนโตรโซเฮมาติน (Nitroso Hematin)

ใส่ไส้กรอกสับละเอียด 10 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติม อะซิโตน 40 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร กวนผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm โดยใช้ตัวอย่างควบคุมคือ อะซิโตน:น้ำกลั่น; 80:20 คูณค่าการดูดกลืนแสงด้วย 290 จะได้รงควัตถุไนโตรโซเฮมาติน (nitroso hematin pigment) (ppm)

ปริมาณเม็ดสีทั้งหมด

ใส่ไส้กรอกสับละเอียด 10 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมอะซิโตน 40 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และ HCl เข้มข้น 1 มิลลิลิตร กวนผสม ปิดฝา แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 1 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 nm โดยใช้ blank คือ อะซิโตน: HCl เข้มข้น:น้ำกลั่น; 80:2:18 คูณค่าการดูดกลืนแสงด้วย 680 จะได้ปริมาณเม็ดสีทั้งหมด (วัดเป็นส่วนในล้านส่วน-ppm)

คำนวณ degree of nitrosation of pigment (% conversion) จาก

$$\% \text{ conversion} = \frac{\text{ppm ของ nitroso pigment}}{\text{ppm ของ total pigments}} \times 100$$

3.1.1.1.6 ค่าสีแดง

สีแดงวัดเป็นค่า a ด้วยเครื่องวัดสี Minolta, CR300 (วิธีใช้แสดงในภาคผนวก ข.1)

3.1.1.1.7 เนื้อสัมผัส (ดัดแปลงจากวิธีของ Hargett และคณะ, 1980)

ตัดชิ้นไส้กรอกให้มีความสูง 13 มิลลิเมตร วัดเนื้อสัมผัสด้วยวิธีเทกเชอร์โพรไฟล์อนาไลซิส (texture profile analysis, TPA) โดยใช้หัววัดแบบกด รุ่น P100 กำหนดให้อัตราเร็วของหัวกดคงที่ที่ 100 มิลลิเมตร/นาที ระยะทางที่กดจากผิวตัวอย่าง 75% ของความสูงของตัวอย่าง แสดงผลค่าความแข็ง (hardness), ความยืดหยุ่น (springiness), ความสามารถเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) และ การทนต่อการเคี้ยว (chewiness) (วิธีใช้แสดงในภาคผนวก ข.2)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.1.1.2 **ผลของการใช้ SAPP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน**

ผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นตามสูตรมาตรฐาน แปรความเข้มข้นของ SAPP เป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลด้านความเป็นกรด-ด่างของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความเสถียรของอิมัลชั่น การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี สีแดง และเนื้อสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1.2.1 pH ของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.1.1.2.2 ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.2

3.1.1.2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.3

3.1.1.2.4 ความเสถียรของอิมัลชั่น เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.4

3.1.1.2.5 %conversion เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.5

3.1.1.2.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.1.1.2.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.7

3.1.1.3 ผลของการใช้ TSPP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นตามสูตรมาตรฐาน แปรความเข้มข้นของ TSPP เป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลด้านความเป็นกรด-ด่างของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความเสถียรของอิมัลชั่น การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี สีแดง และเนื้อสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1.3.1 pH ของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.1.1.3.2 ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.2

3.1.1.3.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.3

3.1.1.3.4 ความเสถียรของอิมัลชั่น เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.4

3.1.1.3.5 %conversion เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.5

3.1.1.3.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.1.1.3.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.7

3.1.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารผสมฟอสเฟตสำหรับไส้กรอกอิมัลชั่น

ในการพัฒนาสารผสมฟอสเฟตให้เหมาะสมสำหรับไส้กรอกอิมัลชั่นนั้น สมบัติสำคัญที่พิจารณาคือ WHC และ ES เนื่องจากสมบัติดังกล่าวเป็นสมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น นำปริมาณฟอสเฟตแต่ละชนิดจากข้อ 3.1 ที่ให้ค่า WHC และ ES ดีที่สุดมาพัฒนาเป็นสารผสมฟอสเฟตโดยทำมิกซ์เจอร์ดีไซน์ (mixture design) (Mason, Gunst และ Hess, 1989) แล้วผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นโดยดัดแปลงสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ใส่สารผสมฟอสเฟตที่พัฒนาขึ้นความเข้มข้นร้อยละ 0.31 โดยน้ำหนักในขั้นตอนการผลิตที่ 2 ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.1.2.1 pH ของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.1.2.2 ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.2

3.1.2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.3

3.1.2.4 ความเสถียรของอิมัลชั่น (ES) เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.4

3.1.2.5 degree of nitrosation of pigment เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.5

3.1.2.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.1.2.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.7

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.1.2.8 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อใน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ ใช้แบบทดสอบชนิด Quantitative Descriptive Analysis with Scaling (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค.2) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 6 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Comblete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.1.3 เปรียบเทียบการใช้สารผสมฟอสเฟตที่พัฒนาขึ้นกับสารผสมฟอสเฟตที่ใช้ทางการค้าในไส้กรอกอิมัลชั่น

เลือกสารผสมฟอสเฟตสูตรที่ให้ค่าการประเมินคุณภาพจากข้อ 3.2 อยู่ในเกณฑ์ดีที่สุด มาเปรียบเทียบกับสารผสมฟอสเฟตที่ใช้ทางการค้า 2 ชนิดคือ MP016® และ CARNAL346® โดยผลิตไส้กรอกอิมัลชั่นโดยดัดแปลงสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ใส่สารผสมฟอสเฟตที่พัฒนาขึ้นความเข้มข้นร้อยละ 0.31 โดยน้ำหนักในขั้นตอนการผลิตที่ 2 ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.1.3.1 pH ของอิมัลชั่น และของไส้กรอกอิมัลชั่น เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.1.3.2 ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.2

3.1.3.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.3

3.1.3.4 ความเสถียรของอิมัลชั่น (ES) เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.4

3.1.3.5 degree of nitrosation of pigment เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.5

3.1.3.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.1.3.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.7

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.1.3.8 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อใน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2.8 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.2 พัฒนาสารผสมฟอสเฟตสำหรับแฮม

สูตรมาตรฐานสำหรับแฮม ดัดแปลงสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

ส่วนประกอบ	ร้อยละ	กรัม
เนื้อหมู	88.63	1000.00
พริกไทย	0.40	4.51
น้ำ	8.86	100.00
ฟอสเฟต	0.36	4.06
เกลือไนไตรท์	1.75	19.75

วิธีผลิต

1. ตัดแต่งเนื้อหมูให้เป็นเนื้อแดงล้วน ไม่มีมัน ไม่มีเอ็น ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2x2 เซนติเมตร หมักหมูด้วยเกลือไนไตรท์ที่ 4°C นาน 48 ชั่วโมง

2. เตรียมสารละลายฟอสเฟตโดยละลายฟอสเฟตในน้ำตามสูตร

3. ใส่เนื้อหมูและสารละลายฟอสเฟตลงในเครื่องนวด เดินเครื่องที่ความเร็วต่ำสุด 1 นาที

4. เติมพริกไทย แล้วเดินเครื่องต่อจนครบ 5 นาที

5. บรรจุลงในไส้ไฟบรัสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 เซนติเมตร

6. แขวนและนำเข้าตู้รมควันเพื่ออบแห้งที่ 70°C นาน 30 นาที รมควันที่ 70°C นาน 30 นาที

7. นำไปต้มที่ 75°C นาน 90 นาที แล้วแช่น้ำที่ 10°C นาน 20 นาที

3.2.1 การใช้ฟอสเฟตแต่ละชนิดต่อคุณภาพของแฮม

ศึกษาผลของการใช้ฟอสเฟต 3 ชนิด คือ STPP, SHMP และ TSPP โดยแปรความเข้มข้นของฟอสเฟตแต่ละชนิดเป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1.1 ผลของการใช้ STPP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ผลิตแฮมตามสูตรมาตรฐาน แปรความเข้มข้นของ STPP เป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลด้านความเป็นกรด-ด่างของเนื้อเคียว และของแฮม ปริมาณน้ำที่เสียไปในกระบวนการผลิต ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง ความสามารถในการอุ้มน้ำ การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี สีแดง และเนื้อสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1.1.1 pH ของเนื้อเคียวและแฮม เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.2.1.1.2 ปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (water loss)

ผลิตแฮมโดยดัดแปลงสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ดังแสดงในภาคผนวก ก.2 ใช้ฟอสเฟต 3 ชนิด คือ STPP, SHMP และ TSPP แปรปริมาณฟอสเฟตแต่ละชนิดเป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก คำนวณค่า water loss จาก

$$\% \text{ water loss} = \frac{(\text{น้ำหนักแฮมก่อนทำสุก} - \text{น้ำหนักแฮมหลังทำสุก}) \times 100}{\text{น้ำหนักแฮมก่อนทำสุก}}$$

3.2.1.1.3 ปริมาณโปรตีนที่ละลายในเกลือแกง (ดัดแปลงจากวิธีของ Knipe และคณะ, 1985a)

นำเนื้อเคียว 10 กรัม มาละลายใน 0.6 M โซเดียมคลอไรด์ 100 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็กนาน 2 นาที นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็ว 5,500 rpm (5,000xg) ที่

5°C นาน 15 นาที นำส่วนใสที่ได้ 20 มิลลิลิตร ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนตามวิธีของ AOAC (1995) (วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. 1)

3.2.1.1.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (ดัดแปลงจากวิธีของ Detienne และ Wicker, 1999)

ตัดแฮมให้มีขนาด 3x4x1 ซม^3 นำกระดาษกรอง Whatman no.1 วางขนาบด้านบนและด้านล่างแล้วกดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ใช้หัวกดรุ่น P100 กำหนดให้อัตราเร็วของหัวกดคงที่ที่ 100 มิลลิเมตร/นาที ระยะทางที่กดจากผิวตัวอย่าง 75% ของความสูงของตัวอย่าง และคงอยู่อย่างน้อย 15 วินาที ค่า WHC แสดงในรูป expressible water คำนวณค่าจาก

$$\% \text{ expressible water} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}) \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

3.2.1.1.5 degree of nitrosation of pigment (%conversion) (ตามวิธีของ Koniecko, 1979)

ปริมาณไนโตรโซเฮมาติน

ใส่แฮมสับละเอียด 10 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมอะซิโตน 40 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร กวนผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm โดยใช้ blank คือ อะซิโตน:น้ำกลั่น; 80:20 คูณค่าการดูดกลืนแสงด้วย 290 จะได้รงควัตถุไนโตรโซเฮมาติน (ppm)

ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด

ใส่แฮมสับละเอียด 10 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมอะซิโตน 40 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และ HCl เข้มข้น 1 มิลลิลิตร กวนผสม ปิดฝา แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 1 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman no.1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 nm โดยใช้ตัวอย่างควบคุมคือ อะซิโตน:HCl เข้มข้น:น้ำกลั่น; 80:2:18 คูณค่าการดูดกลืนแสงด้วย 680 จะได้ปริมาณรงควัตถุทั้งหมด(ppm)

คำนวณ degree of nitrosation of pigment (% conversion) จาก

$$\% \text{ conversion} = \frac{\text{ppm ของ nitroso pigment} \times 100}{\text{ppm ของ total pigments}}$$

3.2.1.1.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.2.1.1.7 เนื้อสัมผัส (ดัดแปลงจากวิธีของ Siegel และคณะ, 1978)

ตัดชิ้นแฮมให้มีความหนา 4 มิลลิเมตร วัดเนื้อสัมผัสโดยใช้หัววัดแบบดึง รุ่นเทนไซล์ กริพ (tensile grip) กำหนดให้อัตราเร็วของหัววัดคงที่ที่ 2 เซนติเมตร/นาที ดึงจนตัวอย่างขาดออกจากกัน แสดงผลค่าแรงต้านการดึง (tensile strength) เป็น g/cm^2 (วิธีใช้แสดงในภาคผนวก ข.2)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.2.1.2 ผลของการใช้ SHMP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ผลิตแฮมตามสูตรมาตรฐาน แปรความเข้มข้นของ SHMP เป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลด้านความเป็นกรด-ด่างของเนื้อเคียว และของแฮม ปริมาณน้ำที่เสียไปในกระบวนการผลิต ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง ความสามารถในการอุ้มน้ำ การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี สีแดง และเนื้อสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1.2.1 pH ของเนื้อเคียวและแฮม เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.2.1.2.2 ปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (water loss) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.2

3.2.1.2.3 ปริมาณโปรตีนที่ละลายในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.3

3.2.1.2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.4

3.2.1.2.5 degree of nitrosation of pigment (%conversion) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.5

3.2.1.2.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.2.1.2.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.7

3.2.1.3 ผลของการใช้ TSPP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ผลิตแฮมตามสูตรมาตรฐาน แปรความเข้มข้นของ TSPP เป็นร้อยละ 0, 0.125, 0.250, 0.375 และ 0.500 โดยน้ำหนัก วิเคราะห์ผลด้านความเป็นกรด-ด่างของเนื้อเคียว และ

ของแฮม ปริมาณน้ำที่เสียไปในกระบวนการผลิต ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือแกง ความสามารถในการอุ้มน้ำ การเกิดไนโตรเซชั่นของเม็ดสี สีแดง และเนื้อสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1.3.1 pH ของเนื้อเคียวและแฮม เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.2.1.3.2 ปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (water loss) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.2

3.2.1.3.3 ปริมาณโปรตีนที่ละลายในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.3

3.2.1.3.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.4

3.2.1.3.5 degree of nitrosation of pigment (%conversion) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.5

3.2.1.3.6 ค่าสีแดง เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.2.1.3.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.7

3.2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารผสมฟอสเฟตสำหรับแฮม

ผลิตภัณฑ์แฮมควรมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ ควรมี water loss ต่ำ และมี WHC สูง เนื่องจากในการผลิตเพื่อการค้า หากมีการเสียน้ำในกระบวนการผลิตมาก น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะต่ำ ปริมาณผลผลิตก็น้อยตามไปด้วย และหากผลิตภัณฑ์มี WHC ต่ำ เมื่อนำมาบริโภคจะมีความกระด้าง เนื่องจากมีความชุ่มน้ำต่ำ พัฒนาสารผสมฟอสเฟตโดยวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Response Surface Methodology (RSM) แบบ central composite design (Gacula และ Singh, 1984) แล้วผลิตแฮมตามสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ โดยใส่สารละลายฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.36 โดยน้ำหนักในวิธีผลิตขั้นที่ 3 ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.2.2.1 ปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (water loss) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.2

3.2.2.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) เช่นเดียวกับข้อ 3..2.1.1.4

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป StatGraphics และ Statistica

3.2.3 เปรียบเทียบการใช้สารผสมฟอสเฟตที่พัฒนาขึ้นกับสารผสมฟอสเฟตที่ใช้ทางการค้าในแฮม

เลือกสารผสมฟอสเฟตสูตรที่ให้ค่าการประเมินคุณภาพจากข้อ 3.5 โดยวิธี RSM มา 3 สูตร เปรียบเทียบกับสารผสมฟอสเฟตที่ใช้ทางการค้า 2 ชนิดคือ MP 016® และ CARNAL 346® โดยผลิตแฮมตามสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.2.3.1 pH ของเนื้อเคียวและแฮม เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.1

3.2.3.2 ปริมาณน้ำที่สูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต (water loss) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.2

3.2.3.3 ปริมาณโปรตีนที่ละลายในเกลือแกง เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.3

3.2.3.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.4

3.2.3.5 degree of nitrosation of pigment (%conversion) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.5

3.2.3.6 ค่าสี เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1.1.6

3.2.3.7 เนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.7

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.2.3.8 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี รสชาติ การเชื่อมติด และความชุ่มน้ำ ใช้แบบทดสอบชนิด Quantitative Descriptive Analysis with Scaling (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค.4) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 6 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)