การปรับปรุงคุณภาพด้านสี และการยับยั้งการเกิดกลิ่นผิดปกติของเนื้อหมูส่วนสะโพกแช่แข็ง

The Improvement of Color and the Inhibition of Off-flavor in Frozen Pork Ham

อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์ Araya Chaoruangrit*
สิงหนาท พวงจันทน์แดง Singhanat Phoungchandang*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงคุณภาพด้านสีและการยับยั้งการเกิดกลิ่นผิดปกติของเนื้อหมูส่วนสะโพกแช่แข็ง โดยการใช้สารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเข้มข้น ร้อยละ 2.5 และ 5.0 นำเนื้อหมูลงแช่ในสารละลายนาน 15 และ 30 นาที ก่อนการแช่แข็ง และทำการประเมินคุณภาพในด้านต่างๆ เปรียบเทียบกับเนื้อหมูที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต จากการวิจัยพบว่า การแช่เนื้อหมูลงในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ร้อยละ 5 นาน 15 นาที จะช่วยปรับปรุงคุณภาพเนื้อหมูแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง (-18° ซ) ได้ไม่น้อยกว่า 60 วัน โดยปรับปรุงคุณภาพคือ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นเนื้อ ช่วยชะลอการเกิดกลิ่นผิดปกติคือค่าความหืนมีการเพิ่มของค่า TBA ต่ำ มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุกต่ำลง

Abstract

The objectives of the research were the improvement of color and the inhibition of off-flavor in frozen pork ham. Five fresh pork samples were soaked in the solution of sodium tripolyphosphate (STPP) containing 2.5-5.0% STPP with soaking time 15-30 min. before freezing including 0% STPP as control sample. Soaked samples in STPP solution had higher color, flavor and cooking loss qualities than the control sample. Sample was soaked in 5% STPP solution with soaking time 15 min. stored at -18°C not more than 60 days had the reduction effects of color deterioration, cooking loss with slightly increase of off-flavor.

คำสำคัญ: เนื้อหมูส่วนสะโพกแช่แข็ง โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต
Keywords: frozen pork ham, sodium tripolyphosphate

* *อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทนำ

สิ่งที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้ตัดสินใจในการเลือกซื้อเนื้อหมู ได้แก่ สี ความอ่อนนุ่ม ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ กลิ่นและรส เป็นต้น การเสื่อมเสียคุณภาพและคุณค่าทางอาหารของเนื้อหมูสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการฆ่าสัตว์ (Slaughter) จนถึงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Chilling) หรือการแช่แข็ง (Freezing) โดยเฉพาะในเนื้อหมูสด (Fresh pork) ซึ่งไมโอโกลบินและไขมันบริเวณผิวหน้าสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่ายระหว่างการเก็บรักษา เป็นผลให้เกิดกลิ่นหืน (Rancidity) และการเสื่อมสภาพด้านสี (Discoloration) การเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสัตว์ขึ้นกับออกซิเจนที่มีอยู่และการสัมผัสกับออกซิเจน ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ (Off-flavor) อย่างไรก็ตามการทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดต่ำลงอาจทำได้โดยใช้ภาชนะบรรจุที่ไม่ยอมให้ออกซิเจนซึมผ่านหรือใช้สารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในทางการค้าการบรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum-packing) และการควบคุมอุณหภูมิ จะช่วยทำให้สีของเนื้อสดมีความคงตัวในระหว่างการจัดจำหน่าย (Pearson and Dutson, 1994) Keeton (1983) และ Smith et al. (1984) ศึกษาพบว่าสารประกอบฟอสเฟตช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นไม่ดีในเนื้อ เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตจะช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน อันเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นหืนได้ และสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอนุมูลโลหะในเนื้อ มีผลทำให้สีและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์คงตัว Cannon et al. (1993) ได้ทำการศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของเนื้อหมูที่บรรจุในสภาพสุญญากาศ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4° ซ พบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตช่วยทำให้เนื้อมีความฉ่ำน้ำ ความนุ่มมากกว่าเนื้อหมูที่ไม่ได้ใช้ และการสูญเสียส่วนของเหลวในเนื้อในช่วงการทำให้สุก (% Cooking loss) ต่ำกว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 21 วัน คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาการนำเนื้อหมูมาแช่ในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และทำการบรรจุในสภาพสุญญากาศ ก่อนนำไปแช่แข็ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านสีและยับยั้งการเกิดกลิ่นผิดปกติในเนื้อหมูแช่แข็ง ขณะเดียวกันเพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และเวลาที่ใช้แช่ที่เหมาะสม รวมทั้งศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อหมูแช่แข็งที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง (-18° ซ) ในระยะเวลาต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางให้แก่ผู้สนใจจะศึกษาเรื่องนี้เพิ่มเติมตลอดจนผู้ประกอบการที่สนใจ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เนื้อหมูที่ใช้เป็นเนื้อแดงส่วนสะโพกที่ผ่านการฆ่าและชำแหละจากโรงฆ่าสัตว์ของเทศบาลขอนแก่นและเป็นเนื้อที่ยังไม่ผ่านสภาวะการเกร็งตัว (Pre-rigor meat) นำมาตัดแต่งเลาะไขมันและพังผืดออก ตัดเนื้อหมูเป็นชิ้นโดยแต่ละชิ้นมีขนาด 5x7x2 เซนติเมตร^3 น้ำหนักประมาณ 60-70 กรัมต่อชิ้น และสารประกอบโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Food grade: $Na_5P_3O_{10}$) ทำการแบ่งชิ้นเนื้อหมูที่ผ่านการตัดแต่งแล้วออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (STPP) ในระดับความเข้มข้นของสารละลายร้อยละ 2.5, 5.0 และระยะเวลาแช่นาน 15, 30 นาที โดยใช้อัตราส่วนของปริมาตรสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตต่อน้ำหนักเนื้อหมูเป็น 1:1 และเนื้อหมูที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายเป็นชุดควบคุม นำชิ้นเนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลายครบตามเวลามาบรรจุลงในถุงไนลอน/โพลีเอทธิลีน ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ นำเข้าห้องแช่แข็งแบบ Air-blast Freezer ที่อุณหภูมิ -30° ซ และเก็บรักษาที่ห้องแช่แข็งที่มีอุณหภูมิ -18° ซ เป็นเวลา 60 วัน ทำการประเมินคุณภาพเนื้อหมูที่ผ่านการละลายน้ำแข็งที่ 4° ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทุกๆ 15 วัน โดยมีการ

ตรวจสอบดังนี้ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (AOAC, 1990) ค่าไทโอบาร์บิทิวริคนัมเบอร์ (AOAC, 1990) ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุก (Pearson, 1976) ค่าสีในระบบ Hunter Lab (Minolta Chroma meter CR 300) และปริมาณสารฟอสเฟต (Pearson, 1976) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SIRICHAI VERSION 4.0 (1991) สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ในแผนการทดลองแบบ Factorial experiment in Randomized Complete Block Design และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเนื้อหมูทั้ง 5 กลุ่ม โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

1. **ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)** การใช้สารละลาย STPP ช่วยเพิ่มค่า pH ในเนื้อหมู ซึ่งแตกต่างจากเนื้อหมูแช่แข็งที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากสารประกอบโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตมีคุณสมบัติเป็นด่าง (pH = 9) เมื่อมีการแช่เนื้อหมูลงในสารละลาย STPP ทำให้มีการแทรกซึมของสารเข้าไปในกล้ามเนื้อ และสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงและใช้ระยะเวลาการแช่นานกว่าจะมีอัตราการซึมผ่านของสารมากขึ้น ($p < 0.05$) ในทางตรงกันข้ามการลดลงของ pH นั้นเนื่องจากการสูญเสียน้ำและสารละลายภายในเซลล์ของเนื้อหมูแช่แข็งระหว่างการเก็บรักษาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ ซึ่งมีผลทำให้ pH ของเนื้อหมูแช่แข็งเปลี่ยนแปลง และอาจเนื่องจากในระหว่างการทำให้น้ำแข็งละลาย (Thawing) เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดบริเวณผิวหน้าของเนื้อ ซึ่งมีผลทำให้ pH ของเนื้อเปลี่ยนแปลงไปบ้าง ส่วนเนื้อหมูที่ผ่านการแช่สารละลาย STPP นั้นจะไม่เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพราะเหตุว่าสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับระยะเวลาในการเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งของเนื้อหมูดังรูปที่ 1

2. **ค่าไทโอบาร์บิทิวริคนัมเบอร์ (TBA Number)** จากการตรวจประเมินค่า TBA Number ซึ่งเป็นดัชนีบอกถึงการเกิดกลิ่นหืนของเนื้อหมูแช่แข็ง แสดงผลในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างค่า TBA Number กับระยะเวลาในการเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง ดังรูปที่ 2 พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย STPP และระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TBA Number อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื้อหมูแช่แข็งที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP มีแนวโน้มของค่า TBA Number เพิ่มขึ้นมากกว่าเนื้อหมูที่ผ่านการแช่ ($p < 0.05$) เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอนุมูลโลหะในเนื้อ ทำให้ช่วยชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน อันเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นหืนได้ นอกจากนี้สารประกอบฟอสเฟตยังทำให้ค่า pH ของเนื้อเพิ่มสูงขึ้นซึ่งทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อพองตัวขึ้นและจับตัวกันแน่น ทำให้ป้องกันการแพร่ผ่านของออกซิเจน ซึ่งมีผลชะลอการเกิดกลิ่นหืนได้ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า TBA Number ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าสูงขึ้นจากระยะเริ่มต้นของการเก็บรักษา (0 วัน) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากมีออกซิเจนบางส่วนสามารถซึมผ่านภาชนะบรรจุซึ่งเป็นถุงพลาสติกชนิดไนลอน/โพลีเอทธีลีน (Nylon/PE) ได้ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้อยก็ตาม แต่ก็สามารถรวมตัวกับ Free radical ที่แตกตัวจากกรดไขมัน เกิดเป็นสารประกอบซึ่งเปลี่ยนไปจนกระทั่งสุดท้ายอยู่ในรูป Malonaldehyde โดยมีเหล็กซึ่งเป็นส่วนประกอบของไมโอโกลบินที่มีอยู่ในเนื้อหมูเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และเนื้อหมูที่ผ่านการแช่สารละลาย STPP ร้อยละ 5 นาน 15 และ 30 นาที มีการเปลี่ยนแปลงค่า TBA Number ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (รูปที่ 2)

3. **ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุก (% Cooking loss)** จากการตรวจประเมิน

ค่า % Cooking loss ของเนื้อหมูแช่แข็ง พบว่าที่ระยะเริ่มต้นของการเก็บรักษา (0 วัน) เนื้อหมูแช่แข็งทุกกลุ่มมีค่า % Cooking loss ที่ค่อนข้างสูงอาจเนื่องมาจากการแช่แข็งที่ทำให้เกิด Slow freezing ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นทำให้เซลล์กล้ามเนื้อผิดรูปร่างไป เมื่อนำมาทำให้น้ำแข็งละลายและให้ความร้อนจนเนื้อสุก จะเกิดการไหลซึมของของเหลวภายในเซลล์ออกมานอกเซลล์มากขึ้น เนื่องจากผลของกระบวนการ Osmosis และพบว่าเนื้อหมูแช่แข็งมีแนวโน้มของ % Cooking loss สูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยเนื้อหมูแช่แข็งที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเนื้อหมูแช่แข็งที่ผ่านการแช่อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 3 เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตสามารถเพิ่มความเป็นกรด – ด่างของเนื้อให้สูงขึ้นห่างจาก isoelectric range ที่มีอยู่ในช่วง pH 5.2 – 5.3 ทำให้เพิ่มประจุไฟฟ้าบนโมเลกุลของโปรตีน สามารถดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำได้มากขึ้น ทำให้เนื้อหมูมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีขึ้น จึงสูญเสียน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุกน้อย เนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP เข้มข้นสูงหรือระยะเวลาการแช่นาน จะมีค่า % Cooking loss ต่ำลง และเนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP เข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลา 15 และ 30 นาที มีค่า % Cooking loss ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า % Cooking loss ของเนื้อหมูแช่แข็งทุกกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน ทำให้คุณสมบัติในการจับกับน้ำต่ำลง จึงสูญเสียน้ำหนักภายหลังผ่านการทำให้สุกสูงขึ้น ความเข้มข้นของสารละลาย STPP และระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (รูปที่ 3)

4. ปริมาณฟอสเฟต ($\%P_2O_5$) จากผลการตรวจประเมินปริมาณฟอสเฟตตกค้างของเนื้อหมู ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าเนื้อหมูแช่แข็งที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP มีฟอสเฟตตกค้างอยู่ระหว่างร้อยละ 0.172–0.181 เนื่องจากเนื้อหมูโดยทั่วไปจะมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบซึ่งจะพบปริมาณฟอสเฟตประมาณ 2,000 mg/kg (จุฑารัตน์, 2538) และเนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP มีปริมาณฟอสเฟตตกค้างแตกต่างจากเนื้อหมูที่ไม่ผ่านการแช่อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนเนื้อหมูแช่แข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP เข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลา 15 และ 30 นาที มีปริมาณฟอสเฟตตกค้างไม่แตกต่างกันคือ ร้อยละ 0.261–0.263 (2,610–2,630 mg/kg) ที่ระยะเวลาเก็บรักษานาน 60 วัน ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้สอดคล้องกับการรายงานของจุฑารัตน์ (2538) ที่ได้รายงานไว้ว่าสารประกอบโพลีฟอสเฟตที่ได้รับการยอมรับเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีปริมาณสูงสุดคือ 3,000 mg/kg ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์สด (รูปที่ 4) และไม่เกินข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (2527) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร โดยกำหนดปริมาณการใช้สูงสุดของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในเนื้อสัตว์แช่แข็งไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม

5. คุณภาพด้านสี จากผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อหมูแช่แข็งกับระยะเวลาการเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง ดังแสดงในรูปที่ 5 พบว่าการใช้สารละลาย STPP ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงจาก Oxymyoglobin ไปเป็น Metmyoglobin โดยเนื้อหมูที่แช่ในสารละลาย STPP มีแนวโน้มของค่า a value สูงกว่าเนื้อหมูที่ไม่ผ่านการแช่ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p < 0.05$) จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลาย STPP จากสีแดงไปเป็นสีแดงปนน้ำตาลมีน้อยกว่าเนื้อหมูที่ไม่ผ่านการแช่ เนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลายระดับความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และ 5 และระยะเวลาในการแช่นาน 15 และ 30 นาที มีค่าสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อระยะเวลา

การเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า a value มีแนวโน้มลดลงจากระยะเวลาการเก็บเริ่มต้นและเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน ค่า a value มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (รูปที่ 5)

สรุป

การแช่เนื้อหมูลงในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตก่อนการแช่แข็ง พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อหมูที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าเนื้อหมูที่ไม่ผ่านการแช่ เมื่อทำการแช่เนื้อหมูลงในสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 5 นาน 15 นาที จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของเนื้อหมูแช่แข็งระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง (– 18° ซ) นาน 60 วัน โดยปรับปรุงคุณภาพ คือ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นเนื้อ ช่วยชะลอการเกิดกลิ่นผิดปกติคือ ค่าความหืนมีการเพิ่มของค่า TBA ต่ำ มีแนวโน้มการสูญน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุกต่ำลง และมีปริมาณฟอสเฟตตกค้างร้อยละ 0.261

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทอุดหนุนทั่วไปในการสนับสนุนงานวิจัย และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี ที่ให้ความร่วมมือให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2538. *เอกสารการฝึกอบรมเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 2.* กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กระทรวงสาธารณสุข. 2527. *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (2527) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร.* กรุงเทพฯ: งานควบคุมมาตรฐาน กองควบคุมอาหาร กระทรวงสาธารณสุข.

AOAC. 1990. ***Official methods of analysis.*** 15th ed. Arlington, Virginia: The Association of Official Analytical Chemists.

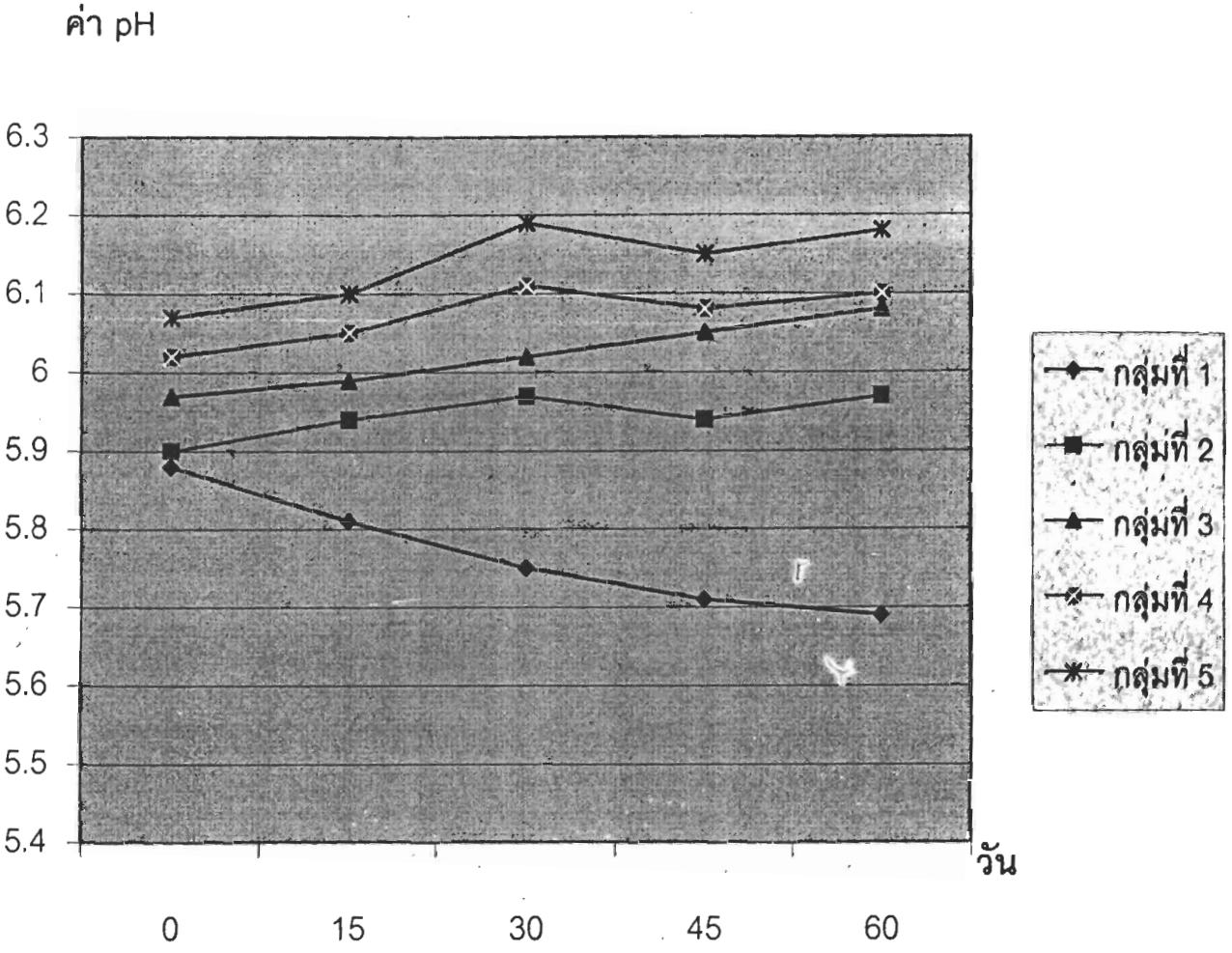
Cannon, JE; Mckeith, FK; Maetin, SE; Novaakofski, J and Carr, TR. 1993. Acceptability and shelf-life of marinated fresh and precook pork. ***J. of Food Science.*** 58: 1249.

Keeton, J. 1983. Effect of fat and NaCl/Phosphates levels on the chemical and sensory properties of pork patties. ***J. of Food Science.*** 48: 878.

Pearson, AM and Dutson, TR. 1994. ***Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products.*** New York: Blackie Academic & Professional.

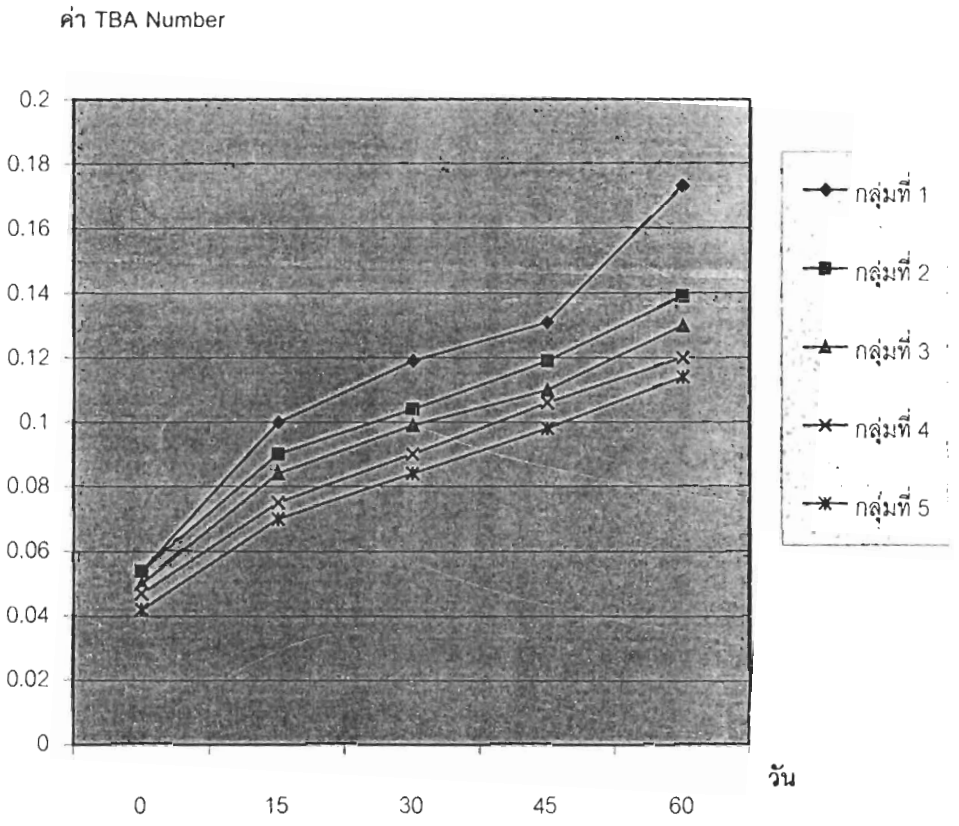
Pearson, D. 1976. ***The chemical analysis of foods.*** 6th ed. London: Churchill Livingstone.

Smith, LA; Simons, SL; Mckeith, FK; Bechtel, PJ and Brady, PL. 1984. Effect of sodium tripolyphosphate on physical and sensory properties of beef and pork roasts. ***J. of Food Science.*** 49: 1636.

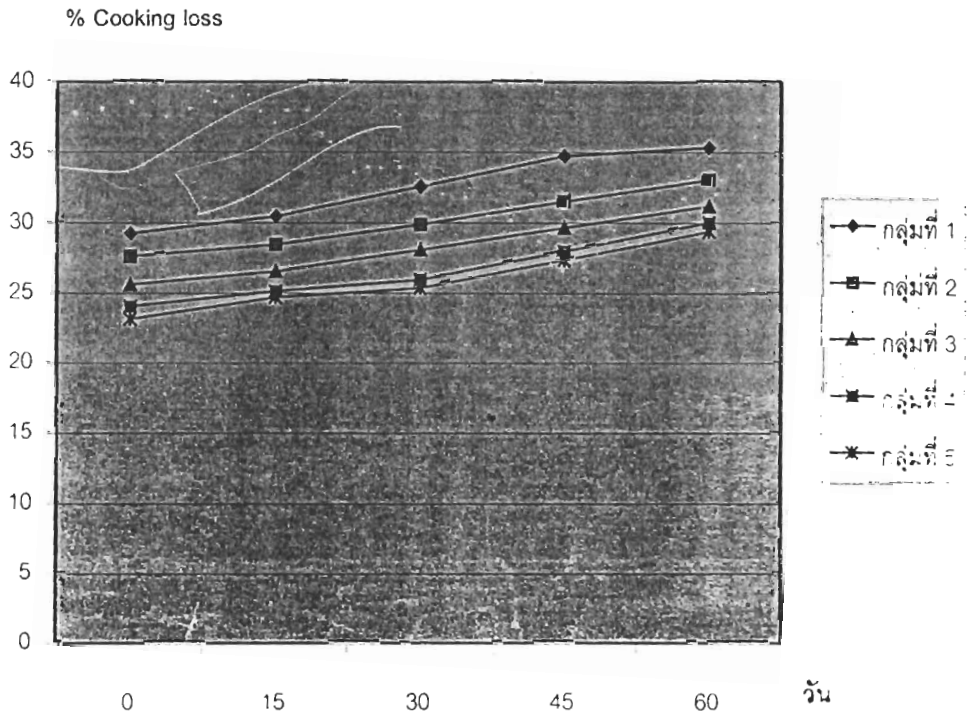


รูปที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อหมูแช่แข็ง ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18°ซ. เป็นเวลา 60 วัน

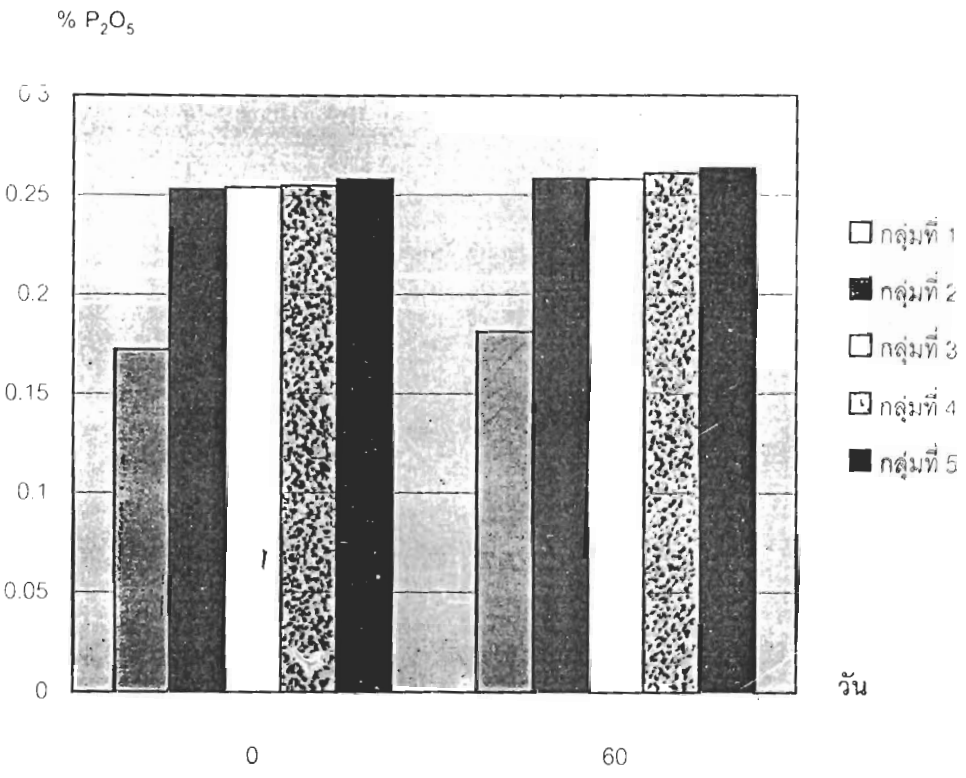
หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 คือ ไม่แช่ในสารละลาย STPP
กลุ่มที่ 2 คือ แช่ (2.5%, 15 นาที)
กลุ่มที่ 3 คือ แช่ (2.5%, 30 นาที)
กลุ่มที่ 4 คือ แช่ (5.0%, 15 นาที)
กลุ่มที่ 5 คือ แช่ (5.0%, 30 นาที)



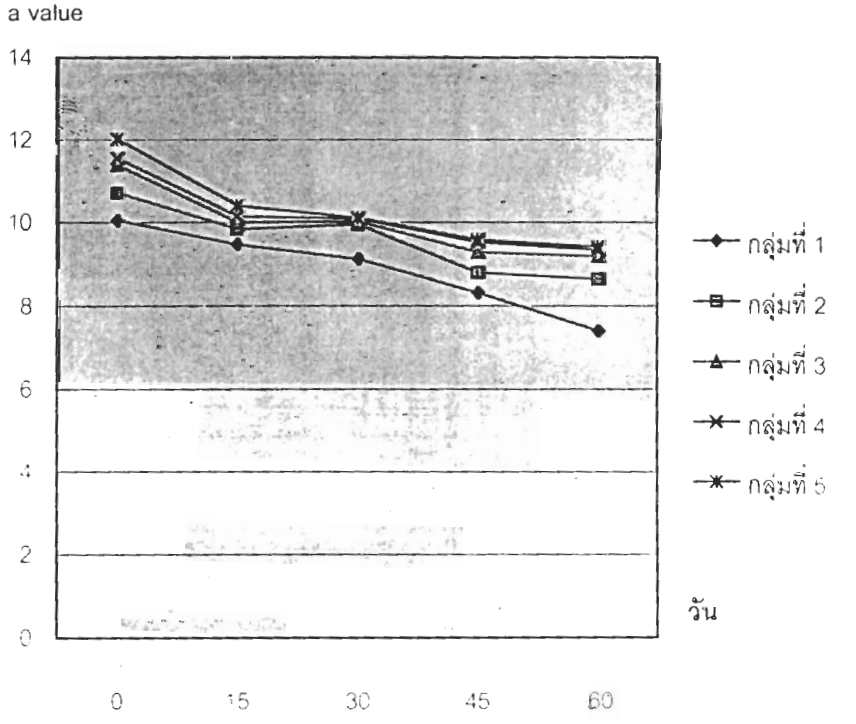
รูปที่ 2 ค่า TBA Number ของเนื้อหมูแช่แข็ง ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18°ซ. เป็นเวลา 60 วัน



รูปที่ 3 ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังผ่านการทำให้สุก ของเนื้อหมูแช่แข็ง ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18°ซ. เป็นเวลา 60 วัน



รูปที่ 4 ปริมาณฟอสเฟต (%P_2O_5) ของเนื้อหมูแช่แข็ง ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18°ซ. เป็นเวลา 60 วัน



รูปที่ 5 ค่าสี (Hunter a value) ของเนื้อหมูแช่แข็ง ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18°ซ. เป็นเวลา 60 วัน